

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

file

codice

scala

Revisione

data

causale

redatto

verificato

approvato

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

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

committente

contraente generale



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale

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



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl
Piazza del Popolo 18
00187 Roma



**Dredging
International**

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 Bevedere 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

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
1	INQUADRAMENTO E COORDINATE DI RIFERIMENTO	5
2	STATO DI CONSISTENZA DELLE OPERE	6
2.1	SITUAZIONE ATTUALE DEL BANCHINAMENTO	6
2.2	ANALISI STORICO CRITICA	8
2.2.1	INQUADRAMENTO STORICO	8
2.2.2	ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO DEL PROGETTO ORIGINARIO	10
2.2.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO DEL PROGETTO REALIZZATO	11
2.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	12
2.3.1	ANALISI DEL PROGETTO ORIGINARIO	12
2.3.2	PROVE SUI MATERIALI ESEGUITE IN FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA	13
2.3.3	PROVE SUI MATERIALI ESEGUITE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA.....	13
2.4	RILIEVI ESEGUITI IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA	14
2.4.1	VERIFICHE GEOMETRICHE.....	15
2.4.1.1	QUOTA TRAVE DI CORONAMENTO E DEL PIAZZALE	15
2.4.1.2	FRONTE BANCHINA	15
2.4.1.3	TIRANTI	17
2.5	LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA	17
2.6	ANALISI DELLE CARENZE DELLA STRUTTURA ATTUALE IN RELAZIONE ALLE NUOVE ESIGENZE DI UTILIZZO	18
2.7	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	18
2.7.1	LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI	18
2.7.2	NORME E ISTRUZIONI NAZIONALI	19
2.7.3	NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE	19
2.8	PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO	19
2.9	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	20
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	20
3.1	PROFILO STRATIGRAFICO	20
3.2	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	22
3.3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI	22
3.3.1	PARAMETRI MECCANICI DEI TERRENI IN CONDIZIONI POST SISMICHE	23
3.3.2	VALUTAZIONE DELLE SOVRAPPRESSIONI INDOTTE DAL SISMA	23
4	MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	25
4.1	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	25

4.2	ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	25
5	INTERVENTO PREVISTO DA PROGETTO DEFINITIVO	26
6	PROGETTO ESECUTIVO.....	27
6.1	ADEGUAMENTO STRUTTURALE.....	27
6.1.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DI PROGETTO	30
6.1.2	ANALISI DEI CARICHI	33
6.2	IMPIANTI	34
6.3	PAVIMENTAZIONE.....	35
7	FASI DI ESECUZIONE.....	36
8	LAYOUT DI CANTIERE	40
9	GESTIONE DELLA MATERIE	43
9.1	SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DI RISULTA.....	43
9.2	MODALITA' DI ACCATASTAMENTO E DEPOSITO DEI MATERIALI DI RISULTA	43
9.3	CARATTERIZZAZIONE IN CORSO D'OPERA DEI MATERIALI DI RISULTA	44
9.4	SITI DI CONFERIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA	44
9.5	SITI DI APPROVVIGIONAMENTO	46
9.6	SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO	46
9.7	TRASPORTO	46
10	CRONOPROGRAMMA	47
11	QUADRO ECONOMICO CANTIERE M – BANCHINA DOCKS PIOMBONI NORD	49

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 – DOCKS 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 degli interventi di consolidamento e adeguamento funzionale previsti alla banchina denominata DOCKS PIOMBONI NORD– (cantiere M).

L'intervento di consolidamento delle strutture esistenti parte dalla necessità di rendere compatibile il banchinamento alle prestazioni previste dal Piano Regolatore Portuale (PRP) vigente che prevede, in particolare, un fondale operativo a -14,50 m da livello medio mare.

Il progetto di intervento sul banchinamento, agendo su una struttura completamente realizzata e introducendo significative variazioni delle sollecitazioni, va inquadrato nell'ambito degli interventi di adeguamento di strutture esistenti, ai sensi delle previsioni del capitolo 8 "Costruzioni esistenti" delle Norme vigenti (DM 17 gennaio 2018).

1 INQUADRAMENTO E COORDINATE DI RIFERIMENTO

La banchina Docks Piomboni Nord è collocata lungo il canale Candiano in sponda destra (a Sud), prospiciente il bacino di evoluzione di Largo Trattaroli.



Figura 2 – Individuazione della banchina Docks Piomboni Nord

La banchina interessata dagli interventi, realizzata tra il 1998 ed il 2000, presenta lunghezza pari a **215,83 m** e risulta in concessione alla società Eurodocks s.r.l., una società di sbarco/imbarco di merci, principalmente operante nell'ambito di minerali per l'industria della ceramica e del vetro, prodotti siderurgici, cereali e sfarinati fertilizzanti naturali per l'industria e l'agricoltura.

La struttura esistente è costituita da un palancolato metallico combinato da palancole principali ad H tipo HZ975A in combinazione 24 intercalati da elementi secondari ZH13. La palancola principale è estesa fino a -28,00 m su l.m.m. mentre la palancola secondaria fino a -25,00 m da l.m.m. La parete combinata è vincolata in testa con tiranti ad interasse di 4,0 m, con acciaio ad elevato limite elastico e a doppia protezione alla corrosione, che trovano ancoraggio in piastre in c.a. poste a 36 m dalla banchina ed immerse nel suolo ad idonea profondità (-3,50 m da l.m.m.).

L'intervento di consolidamento delle strutture esistenti parte dalla necessità di rendere compatibile il banchinamento alle prestazioni previste dal Piano Regolatore Portuale (PRP) vigente che prevede, in particolare, un fondale operativo a -14,50 m da livello medio mare.

Con riferimento alla figura seguente i vertici che delimitano la banchina Lloyd presentano le seguenti coordinate:

P14:	759037.4804 E;	4929254.9344 N
P15:	759137.5665 E;	4929521.7637 N

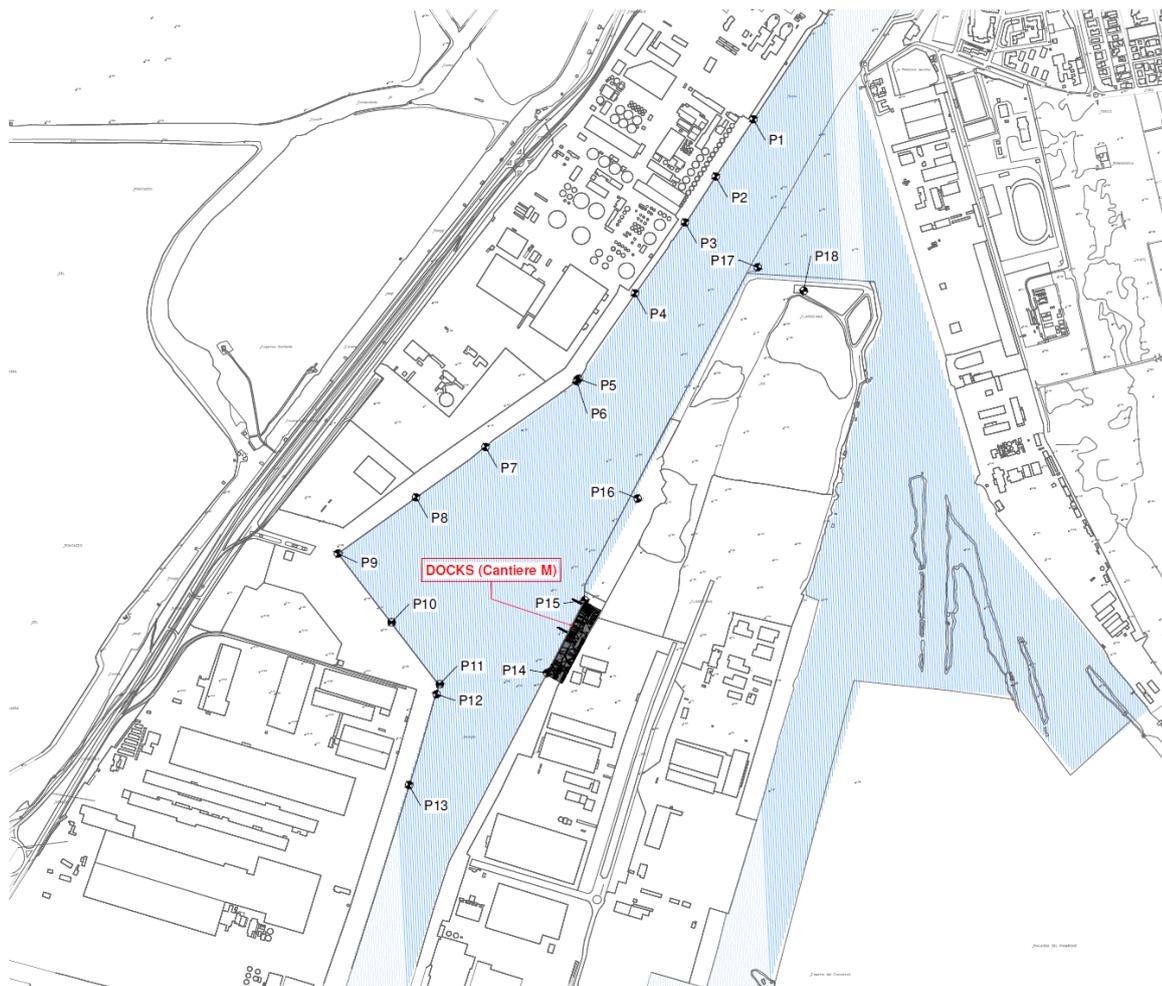


Figura 3 - Planimetria di inquadramento

2 STATO DI CONSISTENZA DELLE OPERE

In accordo al capitolo 8 del DM 17.01.2018, per procedere ad un intervento su una struttura esistente è necessario procedere ad una valutazione conoscitiva dell'opera e del suo stato di conservazione.

La situazione allo stato di fatto della banchina Docks Piomboni è stata ricostruita a partire sia dalle informazioni contenute all'interno del progetto definitivo sia dalla campagna di indagine e di rilievo condotte dal G.C. nelle fasi preliminari alla progettazione esecutiva degli interventi.

2.1 SITUAZIONE ATTUALE DEL BANCHINAMENTO

Allo stato attuale la banchina Docks Piomboni presenta le seguenti caratteristiche geometriche e prestazionali:

- piano di banchina +2,25 m da l.m.m. (da rilievo +2,25 m da l.m.m.)
- fondale operativo -11,50 m da l.m.m.
- sovraccarico di banchina 60 kPa
- bitte da 500 kN ad interasse 24,00 m

Si riportano di seguito la sezione tipologica ed uno stralcio planimetrico della banchina allo stato di rilievo:

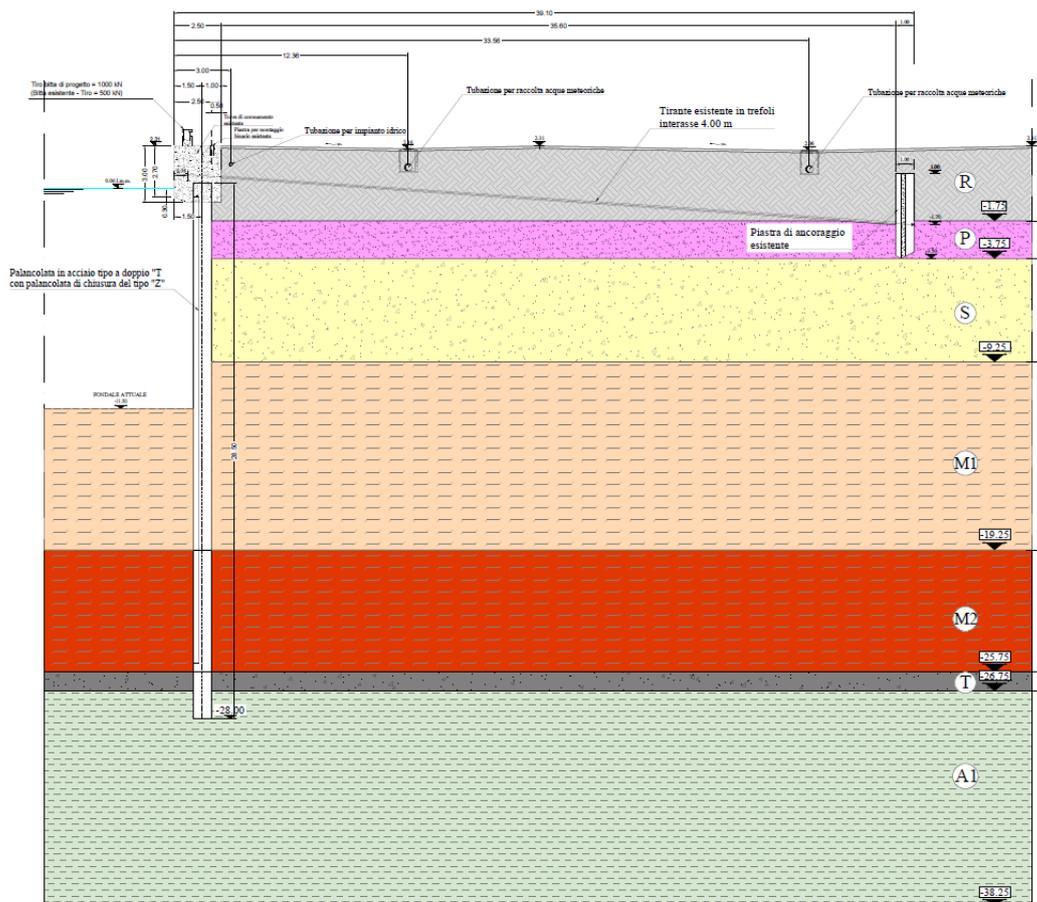


Figura 4 - Sezione tipologica situazione di rilievo

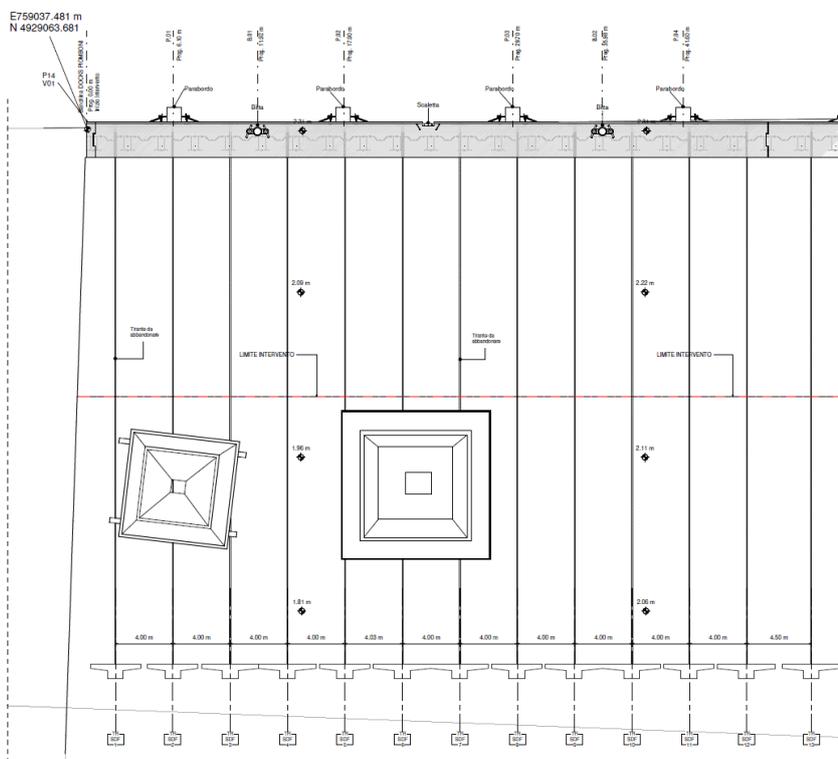


Figura 5 - Stralcio planimetrico situazione di rilievo

2.2 ANALISI STORICO CRITICA

2.2.1 Inquadramento storico

In Figura 6 è mostrata una foto aerea dell'area nel 1994, ripresa dal Geoportale Nazionale. Si osserva che la banchina non era stata ancora realizzata e che l'allineamento dove sarà poi costruita ricade totalmente a terra.

In Figura 7 è mostrata una foto aerea del 2006. Si osserva la presenza della banchina in esame e l'escavo compiuto per renderla operativa.

In Figura 8 è mostrata vista aerea recente 3D della banchina in questione dalla quale si riconoscono le gru semoventi utilizzate per la movimentazione dei carichi.



Figura 6 – Foto aerea del 1994 dell'area in esame

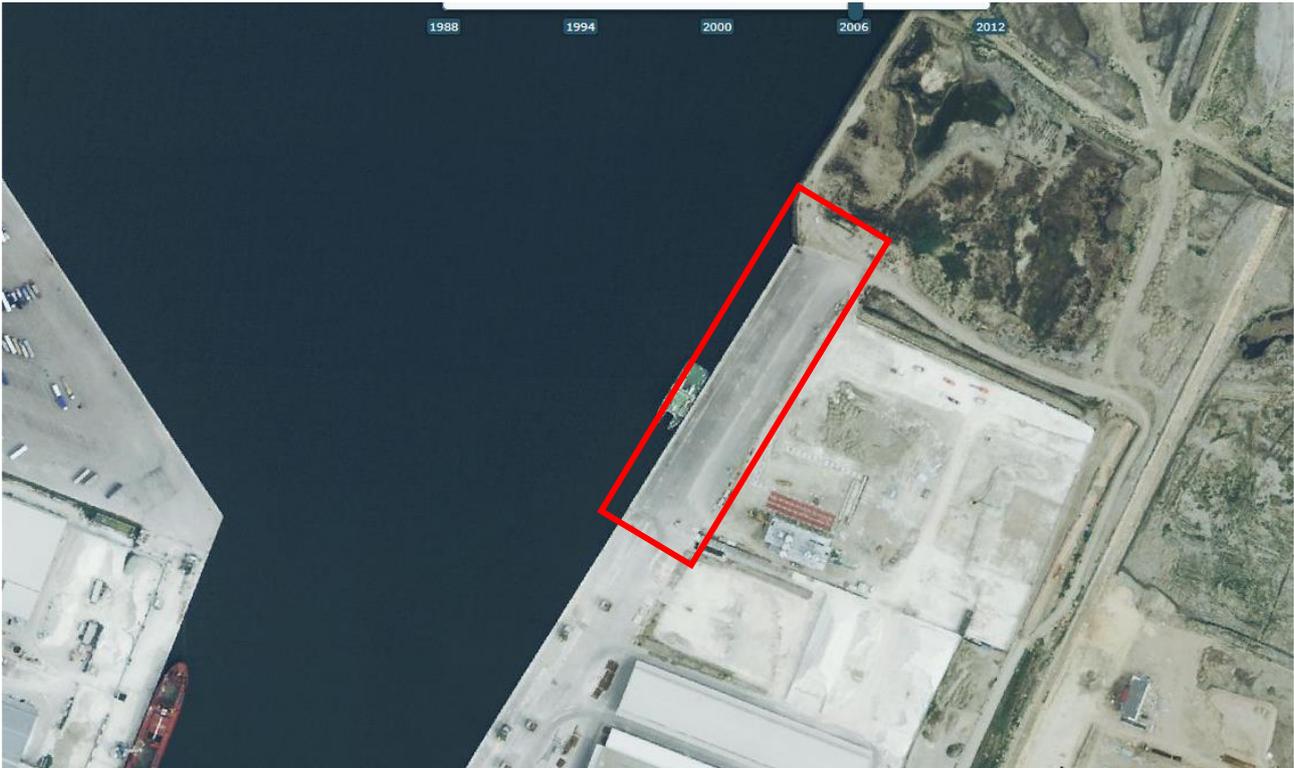


Figura 7 – Foto aerea del 2006 dell'area in esame (da Geoportale Nazionale)

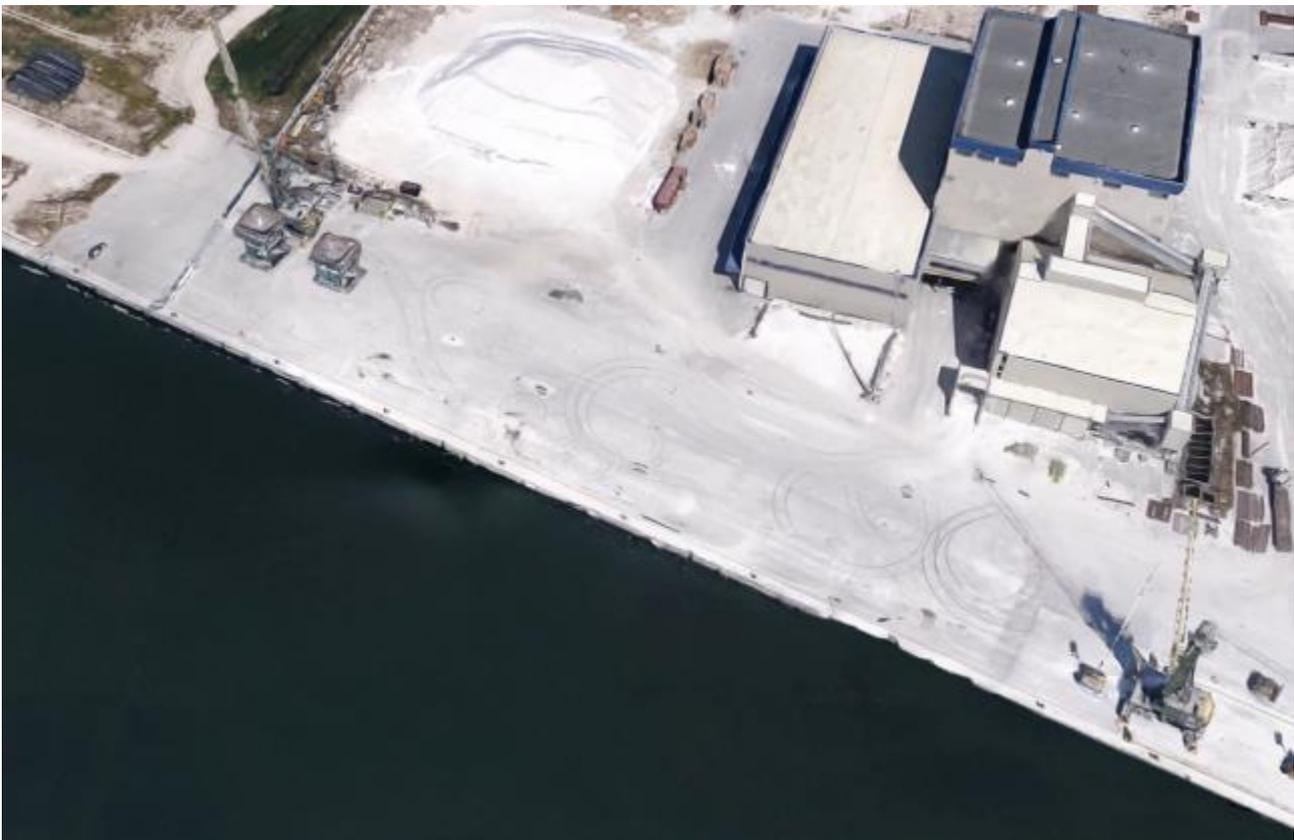


Figura 8 – Vista aerea 3D recente della banchina Docks Piomboni Nord (da Google maps, 2017)

2.2.2 Analisi della documentazione d'archivio del progetto originario

Lo stato di rilievo alla base del Progetto definitivo posto a base d'appalto è stato ricostruito sulla base degli elaborati reperiti del progetto originario del 1998

La struttura è costituita da palancole principali ad H tipo HZ975A in combinazione 24 intercalati da elementi secondari ZH13 (Figura 10).

La palancole principale è estesa fino a -28,00 m su l.m.m. mentre la palancole secondaria fino a -25,00 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 2,50 × 3,00 avente l'estradosso a +2,50 m su l.m.m. Da tale trave originano i tiranti ad interasse di 4,0 m, con acciaio ad elevato limite elastico e a doppia protezione alla corrosione, che trovano ancoraggio in piastre in c.a. poste a 36 m dalla banchina ed immerse nel suolo ad idonea profondità (-3,50 m da l.m.m.).

I tiranti sono di due tipologie:

- tiranti di tipo A, armati con n.8 trefoli compatti di acciaio armonico da 0,7" ($A_{tr} = 223 \text{ mm}^2$);
- tiranti di tipo B, armati con n.10 trefoli compatti di acciaio armonico da 0,7" ($A_{tr} = 223 \text{ mm}^2$) in corrispondenza delle bitte.

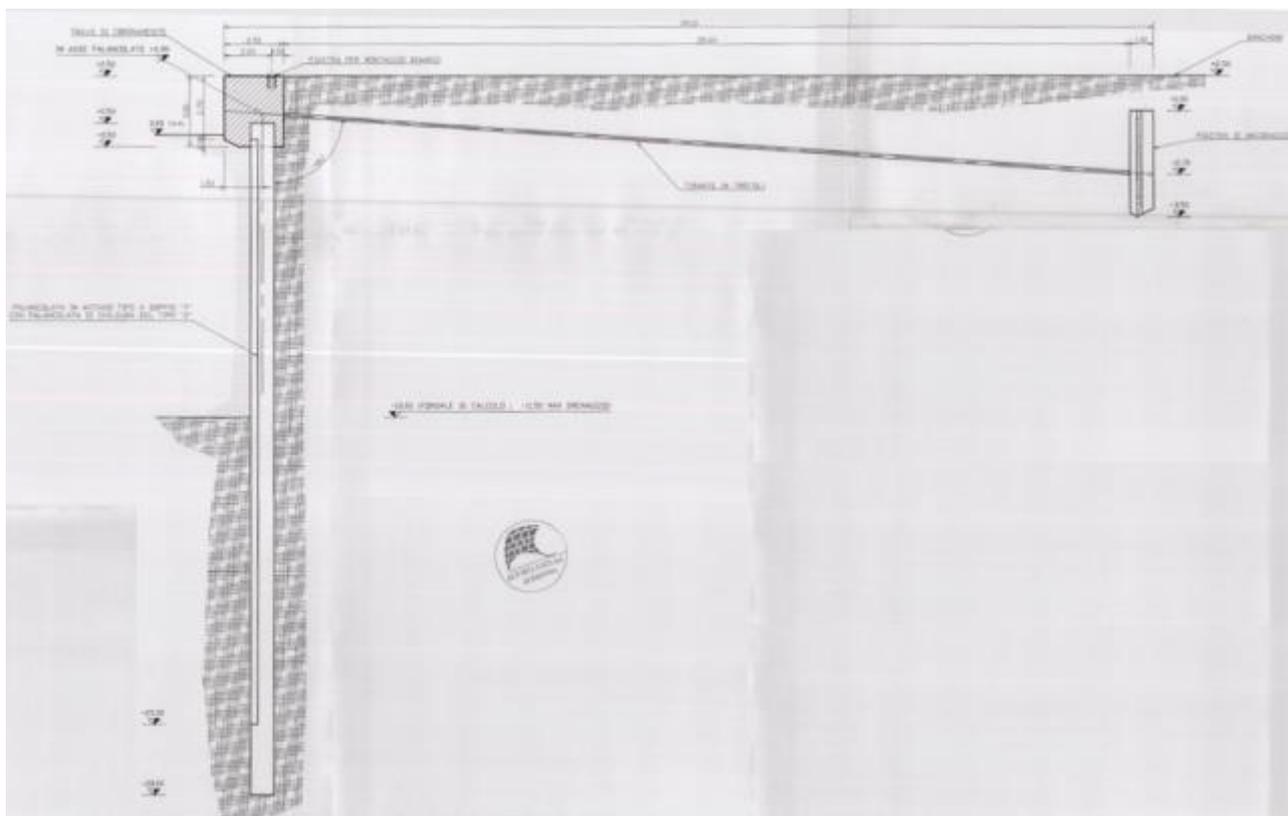


Figura 9 – Sezione tipo del banchinamento (dal progetto del 1998)

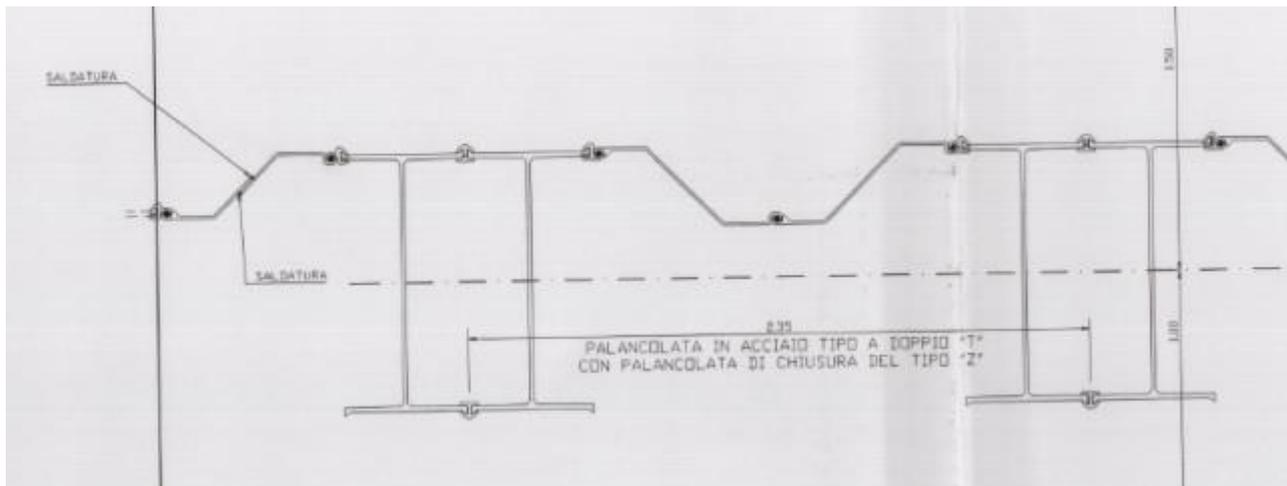


Figura 10 – Sezione del palancolato di banchina, HZ975-24/ZH13 (da progetto del 1998)

Dalla Figura 11, che rappresenta uno stralcio della planimetria di progetto, si evince che l'interasse tra i tiranti è pari a 4,00 m.

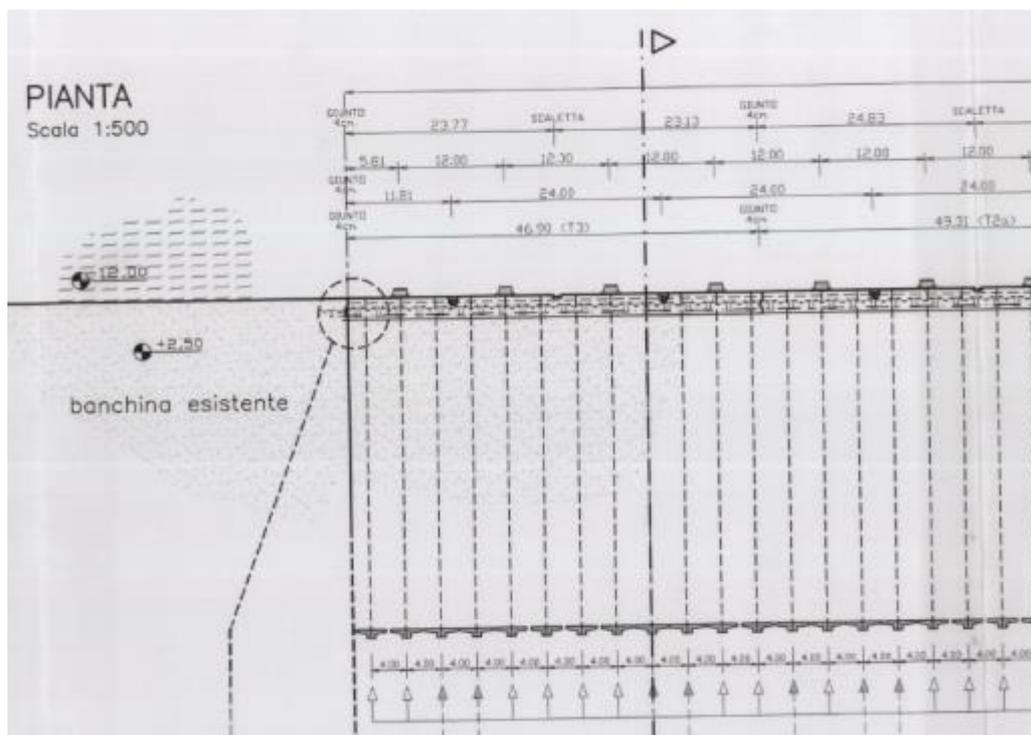


Figura 11 – Stralcio planimetrico del banchinamento

È disponibile anche il Collaudo Tecnico-Amministrativo dell'opera del 31-03-2004, a firma dell'ing. Ernesto Spizuoco, da cui si evince la corrispondenza delle opere realizzate al progetto e l'aggiunta di un consolidamento in prossimità della piastra di contrasto per migliorarne il comportamento geotecnico.

2.2.3 Normativa di riferimento del progetto realizzato

La progettazione della banchina Trattaroli Sud è stata eseguita con riferimento alla seguente normativa tecnica:

- DM 14 febbraio 1992 – “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- DM 9 gennaio 1996 – “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- DM 11 marzo 1988 – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

2.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.3.1 Analisi del progetto originario

Per quanto riguarda i materiali, dalla relazione di calcolo si evince che sono stati utilizzati i seguenti materiali:

- Calcestruzzi:
 - o per travi di coronamento $R_{ck} = 30$ MPa;
 - o per piastre di ancoraggio $R_{ck} = 35$ MPa;
- Acciai:
 - o per armature lente ad aderenza migliorata: FeB 44k per $\varnothing < 26$ mm e FeB 38 k per $\varnothing > 26$ mm;
 - o per tiranti di ancoraggio: trefoli compattati (TS 0,7”, $A_{tref.} = 223$ mm²), inguainati ed ingrassati in vipla con $f_{p(1)k} = 1.500$ MPa $f_{ptk} = 1.700$ MPa;
 - o per palancole: $f_y > 390$ MPa; $f_t > 490$ MPa

I Progettisti del definitivo posto a base d’appalto hanno inoltre reperito dei certificati di fornitura dei palancolati che confermano il tipo di palancola principale (HZ975 A) e le caratteristiche nominali dell’acciaio (S390GP), come mostrato nello stralcio del documento di Figura 12.

Verkaufsstelle : ISPC 66, route de Luxembourg L-4221 Esch-sur-Alzette		Walzwerk : PROFILARBED Differdange	Zeugnis Nr X 136232 Lieferscheinnummer 136232 vom 4. Februar 2002 PROFILARBED Société Anonyme 66, rue de Luxembourg, L-4221 Esch-sur-Alzette R.C. Luxembourg Section B-41983		
A09 Unsere Zeichen : 02BA140201 A07 Ihre Zeichen : 02BH140201 09.01.2002 Verbraucher : PROFILARBED DIFFERDANGE		PROFILARBED DIFFERDANGE Boîte postale 60 4501 DIFFERDANGE			
S390 GP NACH EN 10248-1/95		A02			
Werkzeugzeugnis nach EN 10204/2.2.		A06			
Bat.Pos.	Produkt	Länge	Gewicht	BÜ.	Stück
000010	HZ 975 A EINZELBOHLE	28.500 mm	99,645 to		15
Schmelzanalyse (%)					
	C	Mn	P	S	Si
Min	0,24	1,60	0,040	0,040	0,55
Max	0,13	1,34	0,016	0,022	0,20
000010					
Zugversuch					
	N/mm ²	N/mm ²	5,65VS		
	ReH	Rm	A(%)		
	[c1]	[c2]	[c3]		
Min	390	490	20,00		
Max	440	547	26,33		
000010					

Figura 12 – Stralcio del certificato di fornitura delle palancole

2.3.2 Prove sui materiali eseguite in fase di progettazione definitiva

In fase di progettazione definitiva per definire la qualità dei materiali presenti e lo stato di conservazione dell'opera è stata realizzata una campagna di indagine costituita da:

- prelievo di un fazzoletto di palancola metallica per valutazione della qualità dell'acciaio con prova di trazione;
- misura dello spessore del palancolato metallico con tecniche ultrasoniche.

I risultati analitici sono presenti nelle relative relazioni di indagine.

In sintesi risulta che:

- la prova di trazione sull'acciaio del palancolato indica un carico di snervamento di $f_y = 354$ MPa, un carico di rottura $f_t = 488$ MPa ed un allungamento a rottura del 34,5%;
- lo stato di corrosione della palancola indica spessori superiori ai valori nominali per entrambe le verticali indagate (vedi Tabella 1).

Tabella 1. Misura ultrasonica dello spessore dei palancolati metallici HZ

BANCHINA INDAGATA		Palancola HZ	Spessore nominale (mm)	Anno di Installazione	Anni di esposizione all'ambiente	Misura ultrasonica spessori acciaio dei palancolati					
						Spessore (mm)					
						Misura su fazzoletto	Profondità (da l.m.m.)				
-0,50	-2,50	-4,50	-6,50	-8,50							
PALANCOLE Docks Piomboni nord (Sez.19)	Punto 11-Bitta 18	HZ975A	17	2002	15	-	18,7	18,4	18,3	18,4	18,5
	Punto 12-Bitta 17					18,3	18,5	18,4	18,4	18,4	18,4

2.3.3 Prove sui materiali eseguite in fase di progettazione esecutiva

Ai fini della caratterizzazione meccanica dei materiali esistenti, in fase di progettazione esecutiva sono state eseguite prove sui materiali aggiuntive in corrispondenza della trave di coronamento, sulla quale non sono previsti interventi di consolidamento.

Le prove sui materiali aggiuntive eseguite sono le seguenti:

- Prelievo di n.4 carote in cls da sottoporre a prova di compressione e prova di profondità di penetrazione degli ioni di cloruro;
- Prelievo di n. 2 barre d'armatura $\varnothing 16$ da sottoporre a prova di trazione dell'acciaio

Si riportano di seguito degli stralci dei rapporti di prova contenenti i risultati.

Risultati delle prove: DOCKS

Prova di compressione delle carote.

Esame visivo dei provini.

Provino [n.]	Condizione di umidità della superficie al momento della prova	Profondità di carbonatazione [cm]
C1 Banchina	asciutta	0,5
C2 Banchina	asciutta	0,5
C3 Banchina	asciutta	0,5
C4 Banchina	asciutta	0,5

Risultati prova di compressione (Data di prelievo: 09/12/2020; Data della prova: 17/12/2020).

Provino [n.]	Posizione in opera	Diametro D [mm]	Altezza H [mm]	Rapporto H/D	Area [mm ²]	Peso [g]	Massa volumica [kg/m ³]	Carico di rottura [kN]	Resistenza a compressione della carota f _{cc} [N/mm ²]
C1	Banchina	99,3	99,3	1,00	7740	1688	2196	363,7	47,0
C2	Banchina	99,3	99,3	1,00	7740	1728	2248	360,8	46,6
C3	Banchina	99,3	99,3	1,00	7740	1756	2285	364,0	47,0
C4	Banchina	99,3	99,3	1,00	7740	1705	2218	401,1	51,8

Prova di trazione dell'acciaio.

Punto di prelievo dei campioni.

Sigla	Posizione in opera	Nota
F1	Banchina	Barra ad aderenza migliorata
F2	Banchina	Barra ad aderenza migliorata

Trazione barre d'acciaio (Data di prelievo: 09/12/2020, Data della prova: 18/12/2020).

N.	Diametro reale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento a carico max A _{gt} [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Rapporto f _t /f _y	Peso unitario [g/m]
F1	16,1	203,2	13,7	531,7	646,7	1,22	1595
F2	16,3	208,7	11,2	535,2	629,2	1,18	1638

Prova di profondità di penetrazione degli ioni cloruro.

Provino [n.]	Data inizio prova [gg/mm/aa]	Data fine prova [gg/mm/aa]	Profondità richiesta			Profondità media rilevata [cm]
			1,5	3,0	4,5	
IC1 Banchina	11/02/2021	18/02/2021	SI	SI	NO	3,4
IC2 Banchina	11/02/2021	18/02/2021	SI	SI	NO	3,5
IC3 Banchina	11/02/2021	18/02/2021	SI	SI	NO	3,5

Nota. (*) profondità di penetrazione dello ione cloruro;
(SI) a questa profondità richiesta vi è penetrazione dello ione cloruro.
(NO) a questa profondità richiesta non vi è penetrazione dello ione cloruro.



Figura 13 - Stralcio rapporto di prova sui materiali esistenti

I risultati delle prove a schiacciamento delle carote in cls hanno dato esito positivo, con valori della resistenza a compressione della carota sempre superiore ai 45 N/mm².

Anche le prove a trazione delle barre di armatura ad aderenza migliorata hanno dato esito positivo, con valori di resistenza superiori ai valori caratteristici dell'acciaio B450 C.

2.4 RILIEVI ESEGUITI IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Il C.G. ha eseguito dettagliate indagini complementari relative alla banchina Docks Piomboni, per l'analisi e ricostruzione dello stato attuale dei luoghi, ed in particolare volte ad individuare eventuali modifiche subite nel tempo dalle opere oggetto di intervento. In particolare, le attività di indagine e rilievo eseguite dal G.C. preliminarmente alla progettazione esecutiva degli interventi hanno previsto

- 1) Rilievo Georadar 3D;
- 2) Rilievo Aereofotogrammetrico della banchina;
- 3) Paramento banchina restituito dal SONAR e rilievo multibeam;
- 4) Rilievo Topografico Banchina e Laserscan;
- 5) Documentazione fotografica;
- 6) Geolocalizzazione da mare della posizione delle testate dei tiranti di ancoraggio esistenti;

- 7) Saggi visivi per il rilievo delle opere di fondazione e dei dettagli costruttivi della trave di coronamento;
- 8) Prove sui materiali esistenti.

2.4.1 Verifiche geometriche

2.4.1.1 Quota trave di coronamento e del piazzale

Dall'analisi del rilievo topografico eseguito nel corso delle indagini integrative dal G.C., si riscontra una incongruenza relativa alla quota del piano banchina con quanto dichiarato nel PD. In particolare nel progetto definitivo si riporta la trave di coronamento ad una quota +2,50 s.l.m.m., determinata a partire dalle tavole di archivio del progetto originale.

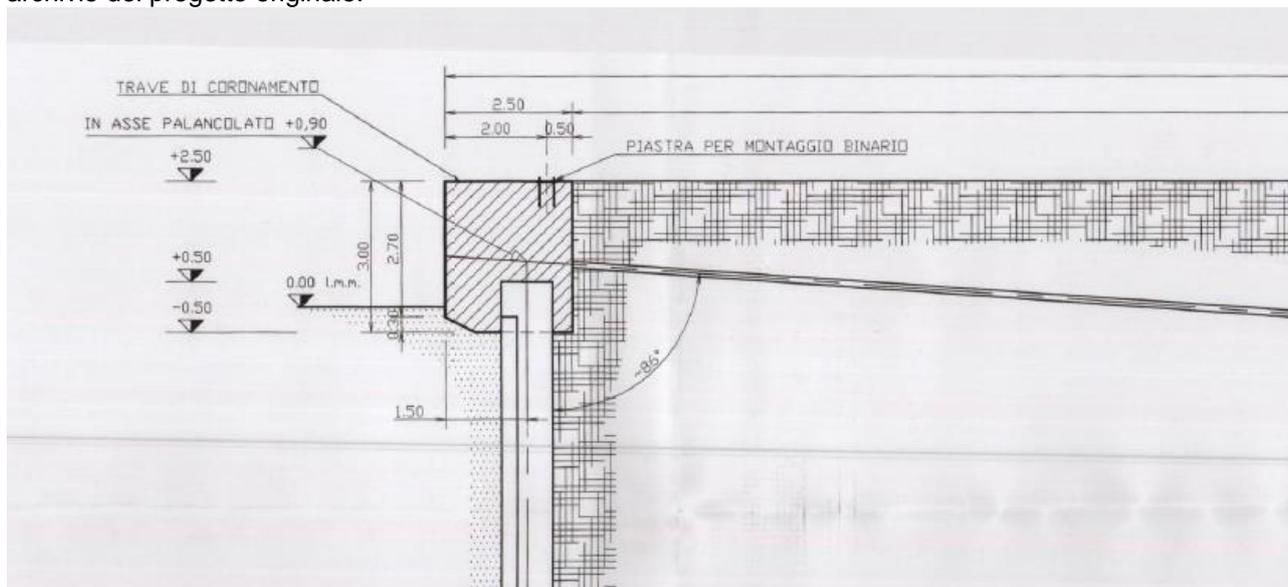


Figura 14 - Stralcio sezione tipologica progetto originario

Tuttavia, dal rilievo topografico eseguito dal G.C. emerge che la quota attuale del ciglio di banchina risulta essere pari a +2,25 m s.l.m.m., inferiore a circa 25 cm rispetto a quanto riportato dal progetto definitivo posto a base d'appalto.

Pertanto, è stato necessario ridefinire le quote progettuali sulla base del rilievo effettuato.

2.4.1.2 Fronte banchina

Sulla base del rilievo Multibeam eseguito sul palancolato non si riscontrano variazioni dell'inclinazione rispetto alla verticale.

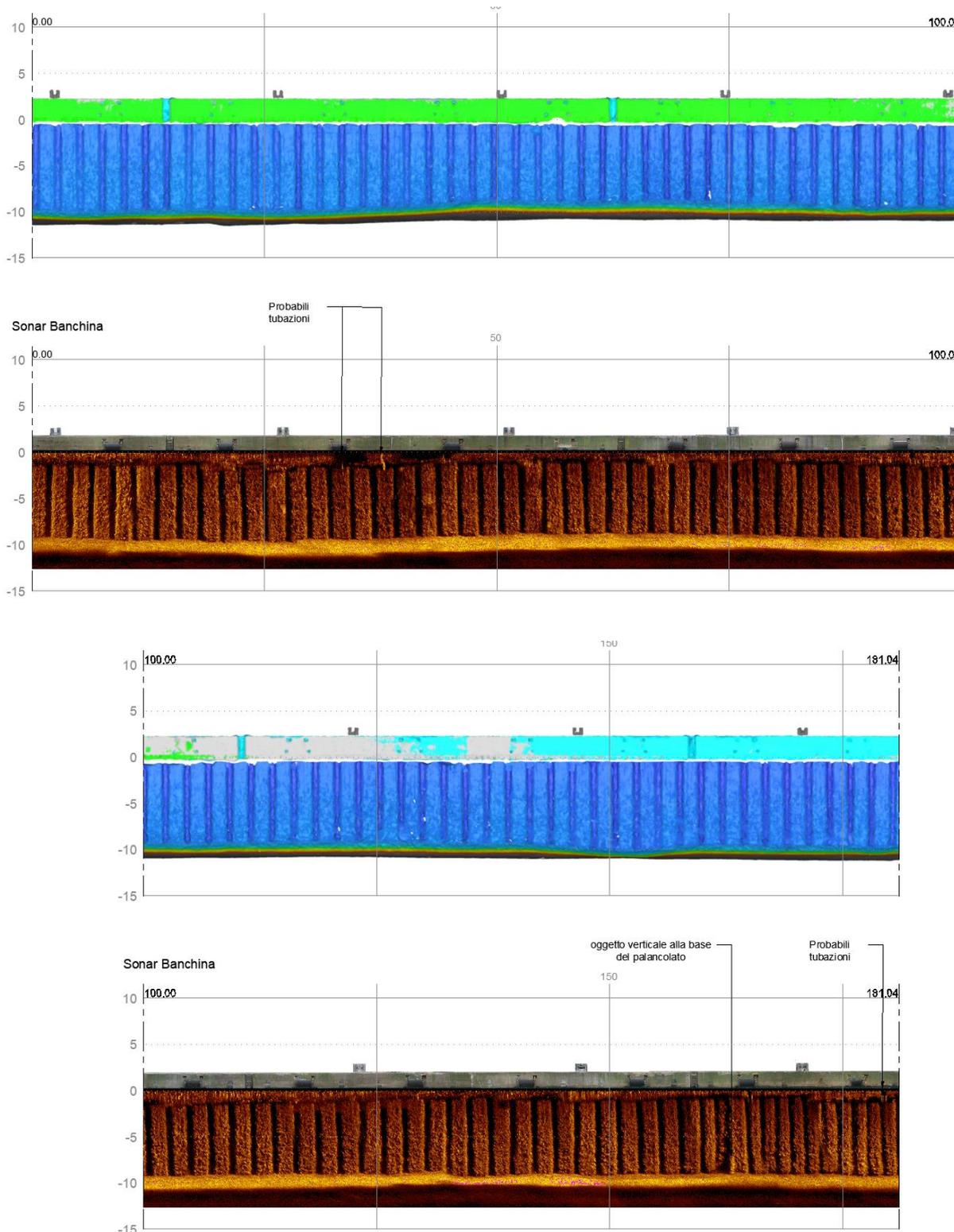


Figura 15 - Rilievo Lidar + Multibeam + Sonar del fronte banchina

2.4.1.3 Tiranti

Dai rilievi eseguiti da mare è stato possibile ricavare la posizione delle testate dei tiranti di ancoraggio. L'esatta posizione dei tiranti è riportata sulle planimetrie di rilievo. Non sono state riscontrate particolari incongruenze rispetto al progetto originario.

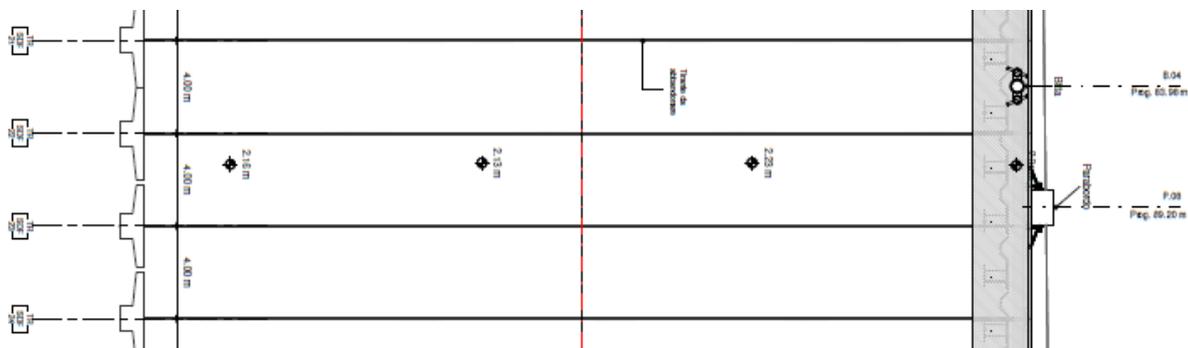


Figura 16 - Stralcio planimetrico di rilievo

2.5 LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Il paragrafo §C8.5.4 della Circolare applicativa delle Norme vigenti fornisce una guida alla stima dei fattori di confidenza da utilizzare in relazione al livello di conoscenza raggiunto. Anche se riferita principalmente agli edifici, la Circolare applicativa fornisce comunque un riferimento anche per il caso in esame. La Tabella 1 ripresa dalla Circolare stessa suggerisce, per le costruzioni in calcestruzzo armato ed acciaio, i seguenti fattori di confidenza da adottare in relazione a tre livelli di conoscenza: conoscenza limitata (LC1), conoscenza adeguata (LC2), conoscenza accurata (LC3).

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Per il caso della banchina Docks Piomboni si ritiene che il livello di conoscenza raggiunto (LC3) con i dati reperiti e le prove effettuate ("estese") sia tale da poter assumere i valori di resistenza dei materiali medie, con Fattore di Confidenza unitario (FC = 1).

2.6 ANALISI DELLE CARENZE DELLA STRUTTURA ATTUALE IN RELAZIONE ALLE NUOVE ESIGENZE DI UTILIZZO

Le strutture della banchina in oggetto, pur essendo di recente realizzazione e in buono stato di conservazione, necessitano di interventi di adeguamento in relazione alle prestazioni richieste dal Piano Regolatore Portuale (PRP) vigente (fondale -15,00 m, tiro di progetto alla bitta pari a 1000 kN). In particolare, dall'analisi delle strutture allo stato di rilievo emerge quanto segue:

- il sistema di ancoraggio sommitale è insufficiente a fronteggiare i tiri di progetto risultanti dai nuovi carichi;
- il palancolato di banchina non ha risorse resistenti sufficienti a fronteggiare il momento flettente risultante dalle nuove prestazioni richieste per l'opera;
- la lunghezza del palancolato principale di banchina, esteso fino a -28,0 m da l.m.m., supera lo strato di limi argillosi scadenti e compressibili e pertanto la lunghezza del palancolato è sufficiente a garantire la stabilità generale del sistema.

Tenendo inoltre conto che il palancolato esistente ha buone caratteristiche di resistenza ed i tiranti di ancoraggio esistenti presentano una doppia protezione dalla corrosione, si ritiene, in analogia con quanto previsto dal Progetto definitivo posto a base d'appalto, che la soluzione di adeguamento può opportunamente fare affidamento anche su tali elementi strutturali.

2.7 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.

2.7.1 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”.

2.7.2 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”.

2.7.3 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”

2.8 PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO

Le prestazioni richieste per l'adeguamento della banchina Docks Piomboni, 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 piazzali | + 2,50 m su l.m.m.; |
| - Sovraccarico | 60 kPa (Cat. E secondo NTC2018); |
| - Gru | utilizzo di gru semoventi (le caratteristiche specifiche sono indicate al paragrafo delle azioni) |
| - Bitte | da 1000 kN ad interasse 25 m; |
| - Nave di progetto | da 100.000 t (<i>molto grande</i> ai sensi della definizione delle NTC 2018). |
| - Azione sismica | Classe d'uso III
Vita nominale 50 anni
Coefficiente di compartecipazione dei carichi $\psi_{2,i}=0.8$ |

2.9 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La vita nominale dell'opera strutturale V_N è il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per il caso in oggetto, in accordo con quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale", si è fatta riferimento ad una V_N pari a **50 anni**

La classe d'uso delle costruzioni individua il grado di prestazione atteso in presenza di azione sismica, in riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso. Nella progettazione la classe d'uso si traduce nell'applicazione di azioni tanto più gravose, quanto più la costruzione è importante in termini di sicurezza collettiva e pubblico interesse. Analogamente a quanto previsto dal progetto definitivo posto a base d'appalto, all'area oggetto di intervento è stata assegnata la Classe d'uso III (**C.U. = 1.5**): "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso."

Con riferimento al paragrafo §2.4.3 delle NTC18, le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U .

Il periodo di riferimento V_R per la valutazione delle azioni sismiche agenti sulle strutture sarà pertanto assunto pari a

$$V_R = V_N \times C.U. = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Nel presente capitolo viene riportata la caratterizzazione litostratigrafica e meccanica dei terreni di sedime presenti nell'area della banchina Docks Piomboni.

Per l'identificazione e la caratterizzazione dei terreni dell'area portuale di Ravenna si è fatto ricorso alle indagini in sito, alle prove di laboratorio condotte sui campioni prelevati e alle prove geofisiche. Tutti i risultati sono stati analizzati allo scopo di definire i modelli geotecnici di riferimento del sottosuolo per il dimensionamento geotecnico e strutturale delle opere in progetto.

Per quanto non espressamente riportato, ed in particolare per quanto concerne l'inquadramento geomorfologico, le campagne di indagine assunte a riferimento, i criteri utilizzati per l'interpretazione delle indagini e le correlazioni adottate per interpretare i risultati delle prove in sito, si rimanda agli elaborati progettuali "1114-E-SIN-GEO-RT-01-0 Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica" e "1114-E-SIN-GTC-RT-01-0 Relazione geotecnica delle banchine".

3.1 PROFILO STRATIGRAFICO

Si riporta di seguito la sequenza stratigrafica rilevata e già delineata nell'ambito del PD.

Unità R (depositi antropici)

I depositi antropici di tipo "R" presentano uno spessore massimo di 2-3 metri, sono attribuibili alla realizzazione di opere superficiali quali piazzali-viabilità e per rialzare l'area portuale.

Unità P (depositi palustri superficiali)

Anche se senza continuità su tutta l'area indagata, al di sotto dei terreni di riporto è stata rilevata la presenza di terreni argillosi e torbosi costituenti i depositi palustri superficiali (unità P) di spessore variabile ad un massimo di 3m, caratterizzati da valori di resistenza alla punta q_c compresa tra 0.5MPa e 1.2MPa.

Unità S (depositi di cordone litorale)

Al di sotto dei terreni di riporto, presenti con spessore variabile sino ad una profondità di +1.0÷-3.0m s.l.m.m., e fino alla profondità di circa -8 ÷ -13 m s.l.m.m., si rileva la presenza delle sabbie fini di cordone litorale (unità S). Tali terreni sono costituiti in prevalenza da sabbie intercalate a livelli limosi di spessore decimetrico e

presentano valori della resistenza alla punta q_c misurata nelle prove penetrometriche statiche compresa tra 2MPa e 8MPa.

Unità M (depositi di prodelta)

A seguire e sino alla profondità di -25.0 ÷ -27.0m s.l.m.m. si incontrano i depositi di prodelta (unità M). La litologia è caratterizzata dalla presenza di limi argillosi, ma si riconosce anche la presenza di livelli sabbiosi più consistenti dalla quota di -16.0 ÷ -23.0m s.l.m. (q_c compresa tra 0.8MPa e 3.5MPa).

Unità T (depositi di barriera trasgressiva)

Da -23.0÷-25.0m s.l.m.m. si rileva la presenza di un orizzonte granulare composto da sabbie e sabbie limose (unità T) di spessore metrico (q_c compresa tra 8MPa e 13MPa). Tale deposito è intercalato da livelli fini tanto da non venire sempre identificato nelle colonne stratigrafiche di sondaggio.

Unità A (depositi di piana alluvionale)

A seguire e sino alle massime profondità indagate si incontrano i depositi di piana alluvionale (unità A) caratterizzati dalla presenza di argille consistenti di spessore metrico al di sotto delle quali sono presenti alternanze di sabbie, limi argillosi, argille limose e sabbie limose in strati sottili. I livelli più sabbiosi presentano valori di resistenza alla punta q_c prossimi a 10 MPa.

Si riassumono di seguito le unità geotecniche definitive:

- unità R: terreni di riporto
- unità P: depositi di palude salmastra
- unità S: sabbie fini di cordone litorale
- unità M: depositi di prodelta
- unità T: strati sabbiosi trasgressivi
- unità A: depositi di piana alluvionale

Nella seguente tabella viene riportata la sequenza stratigrafica di riferimento per il modello geotecnico della banchina Docks Piomboni.

Tabella 2 - Stratigrafia di riferimento modello geotecnico Docks Piomboni

Unità	z_{in} m s.l.m.	z_{fin} m s.l.m.	Spessore m
R	2	-1.5	3.5
P	-1.5	-3.5	2
S	-3.5	-9	5.5
M1	-9	-19	10
M2	-19	-25.5	6.5
T	-25.5	-26.5	1
A1	-26.5	-29	2.5
A2	-29	-32	3
A1	-32	-38	8

3.2 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito la stratigrafia di riferimento per il modello geotecnico della banchina Docks Piomboni

Tabella 3 - Stratigrafia di calcolo e parametri geotecnici caratteristici - Banchina Docks Piomboni

Unità	da m s.l.m.	a m s.l.m.	Tipologia	γ/γ' kN/m ³	ν	OCR	e_0	C_c	C_R	c_v m ² /s	D_r %	ϕ'_k deg	c'_k kPa	$c_{u,k}$ kPa	V_s m/s	G_0 MPa	E_{op} MPa	r	M MPa
R	2	-1.5	Incoerente	19/9	0.25	-	-	-	-	-	-	30	0	0	140	3841	25	2	15
P	-1.5	-3.5	Coesivo	18/8	0.3	1	-	-	-	-	-	28	2.5	25	150	52	7	4	5
S	-3.5	-9	Incoerente	20/10	0.25	-	-	-	-	-	40	34	0	0	160	58	25	2	15
M1	-9	-19	Coesivo	18,5/8,5	0.3	1	0.9	0.13	0.35	2.00E-07	-	29	5	30	175	95	9	4	6
M2	-19	-25.5	Coesivo	18,5/8,5	0.3	1	0.9	0.13	0.35	4.00E-07	-	30	5	45	225	127	12	4	8
T	-25.5	-26.5	Incoerente	20/10	0.25	-	-	-	-	-	50	35	0	0	250	112	42	2	25
A1	-26.5	-29	Coesivo	19/9	0.3	1	0.8	0.25	0.04	-	-	29	5	65	240	131	15	4	10
A1	-29	-32	Coesivo	19/9	0.25	-	-	-	-	-	50	29	5	70	260	131	19	4	12.5
A1	-32	-38	Coesivo	19/9	0.3	1	-	0.25	0.04	-	-	29	5	75	260	131	22	4	15

dove:

- γ/γ' peso di volume del terreno / peso di volume immerso del terreno
- ν coefficiente di Poisson
- OCR grado di sovraconsolidazione
- e_0 indice dei vuoti iniziale
- C_c indice di compressione
- C_R indice di ricomprensione
- c_v coefficiente di consolidazione verticale
- D_r densità relativa
- ϕ'_k valore caratteristico angolo di resistenza al taglio efficace
- c'_k valore caratteristico coesione in condizioni drenate efficace
- $c_{u,k}$ valore caratteristico coesione in condizioni non drenate
- V_s velocità di propagazione delle onde di taglio
- G_0 modulo di taglio alle piccole deformazioni
- E_{op} modulo elastico di Young operativo assunto per il dimensionamento delle opere di sostegno e di fondazione profonda
- r rapporto tra il modulo in condizioni di compressione vergine e in condizioni di ricomprensione
- M modulo di deformabilità confinato per la stima dei cedimenti per fondazioni di tipo superficiale

3.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI

Con riferimento alle indagini a disposizione, sono state identificate due aree caratterizzate da profili geotecnici sismici omogenei identificati con MGS1 (comprendente le banchine IFA e parte di Trattaroli Sud) e MGS2 (comprendente le rimanenti) e riportati nella seguente figura.

Per quanto riguarda il MGS 2, in condizioni SLD le deformazioni di taglio γ risultano inferiori a 0.04 % per i terreni incoerenti e a 0.05 % per quelli coesivi, tali da non creare sovrappressioni significative.

In condizioni SLV le deformazioni di taglio γ risultano inferiori a 0.2 % per i terreni coesivi, tali quindi da non creare sovrappressioni significative.

Per quanto riguarda i terreni incoerenti, le deformazioni di taglio γ risultano significative, dell'ordine dello 0.15%, per l'unità S individuata dalle indagini fra -3.5 e -9.0 m l.m.m., per il quale implicano un incremento medio di pressioni neutre Δu valutabile nell'ordine di 12.5 kPa.

Si rilevano deformazioni significative anche nello strato T che però risulta poco influente ai fini del dimensionamento delle opere di sostegno in ragione dello spessore ridotto dello strato. L'innescò delle sovrappressioni nello strato T è stato pertanto trascurato.

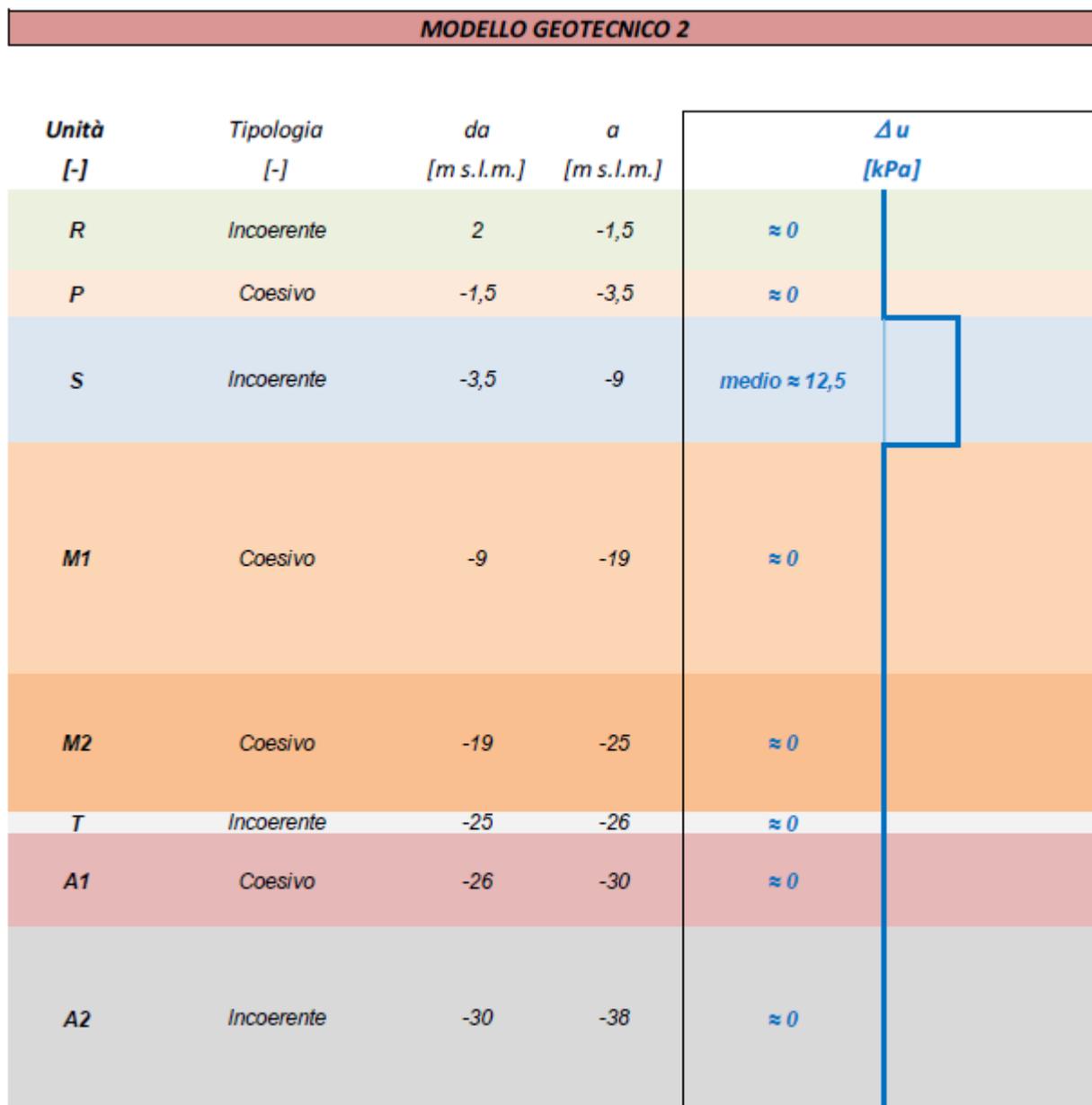


Figura 18 - Andamento incremento Δu allo SLV per il MGS2

4 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel presente capitolo si riporta lo studio finalizzato alla definizione della azione sismica di progetto definita in termini di massime accelerazioni orizzontali.

In conformità a quanto riportato nella normativa vigente (art. 3.2.2 NTC 18) l'azione sismica di progetto è stata valutata conducendo una analisi di risposta sismica locale (RSL) allo scopo di valutare gli effetti di sito dovuti ad amplificazione lito-stratigrafica considerando un modello monodimensionale (1D) lineare equivalente.

4.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei margini di sicurezza per i diversi stati limite, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito specifico.

La pericolosità sismica viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria di suolo A), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , determinato a partire dalla vita nominale dell'opera e della Classe d'Uso di questa. Come già riportato al paragrafo §4.2 della presente relazione, la via di riferimento dell'opera è pari a 75 anni.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascun degli stati limite considerati, sono riportate nella normativa italiana (Circolare 7/2019 - §C3.2.1):

S.L.O. (stato limite di operatività)	$P_{VR} = 81\%$
S.L.D. (stato limite di danno)	$P_{VR} = 63\%$
S.L.V. (stato limite di salvaguardia della vita)	$P_{VR} = 10\%$
S.L.C. (stato limite di collasso)	$P_{VR} = 5\%$

La probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente allo *Stato limite di salvaguardia della vita* è pari al 10%, quella relativa allo *Stato limite di danno* è pari al 63%. Determinati i valori di P_{VR} e di V_R è possibile ottenere il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R con la relazione seguente:

Per $P_{VR} = 0,10$ (SLV):

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \cong 712 \text{ anni}$$

Per $P_{VR} = 0,63$ (SLD):

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \cong 75 \text{ anni}$$

A tale tempo di ritorno, nell'area in esame corrisponde una accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido pari a

S.L.D. (stato limite di danno)	$a_g = 0.064 \text{ g}$
S.L.V. (stato limite di salvaguardia della vita)	$a_g = 0.172 \text{ g}$

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

4.2 ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Con analisi di risposta sismica locale RSL si intende l'insieme delle modifiche che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base posta ad una certa profondità nel sottosuolo subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti.

L'analisi si articola nelle seguenti fasi:

- Estrazione degli accelerogrammi naturali spettro-compatibili
- Definizione del modello geotecnico-sismico
- Analisi di risposta sismica locale

Per ulteriori dettagli riguardo gli argomenti trattati, si rimanda all'elaborato del Progetto Esecutivo "1114-E-SIN-GEF-RT-01-0 Relazione Sismica".

Dai risultati dell'analisi di RSL, in corrispondenza dei tempi di ritorno di riferimento dell'evento sismico nell'area in esame per l'accelerazione massima attesa sono stati assunti i seguenti valori di progetto

S.L.D. (stato limite di danno) $a_g = 0.10 g$

S.L.V. (stato limite di salvaguardia della vita) $a_g = 0.20 g$

5 INTERVENTO PREVISTO DA PROGETTO DEFINITIVO

In fase di progettazione definitiva sono stati definiti i seguenti interventi strutturali per l'adeguamento dell'opera alle prestazioni richieste:

- ancoraggi integrativi in corrispondenza della paratia esistente, vincolati alla trave di coronamento, aventi lunghezza pari 36 m, interasse pari a 2,0 m, inclinazione di 17° sull'orizzontale, con 18 m di parte libera e 18 m di bulbo attivo, armati con barre Dywidag $\varnothing 47$; il bulbo di fondazione sarà realizzato con un trattamento coassiale in jet grouting;
- pali in c.a. di medio diametro a monte della paratia di rinforzo del terreno e trasferimento in profondità dei carichi di superficie, $\varnothing 600$, interasse trasversale 3,20 m, interasse longitudinale 4,00 m, estesi da +0,3 a -28,0 m da l.m.m.;
- pulvini di ripartizione in testa ai pali $\varnothing 600$ mm di rinforzo, aventi dimensioni 1,70 x 1,70 x 0,60 m, tra le quote di +0,30 e +0,90 m su l.m.m.;
- geogriglia strutturale di rinforzo bidirezionale, con resistenza a breve termine in direzione longitudinale allo sviluppo della banchina pari a 800 kN/m e in direzione trasversale pari a 400 kN/m;
- rilevato in tout venant compattato in grado di ospitare il pacchetto della pavimentazione di banchina;
- demolizione e rifacimento di parte della trave di banchina (spigolo in alto lato mare) per creare le nicchie di ancoraggio delle testate degli ancoraggi integrativi, preservando le armature esistenti.

Si riporta di seguito sezione tipologica degli interventi previsti in fase di progettazione definitiva:

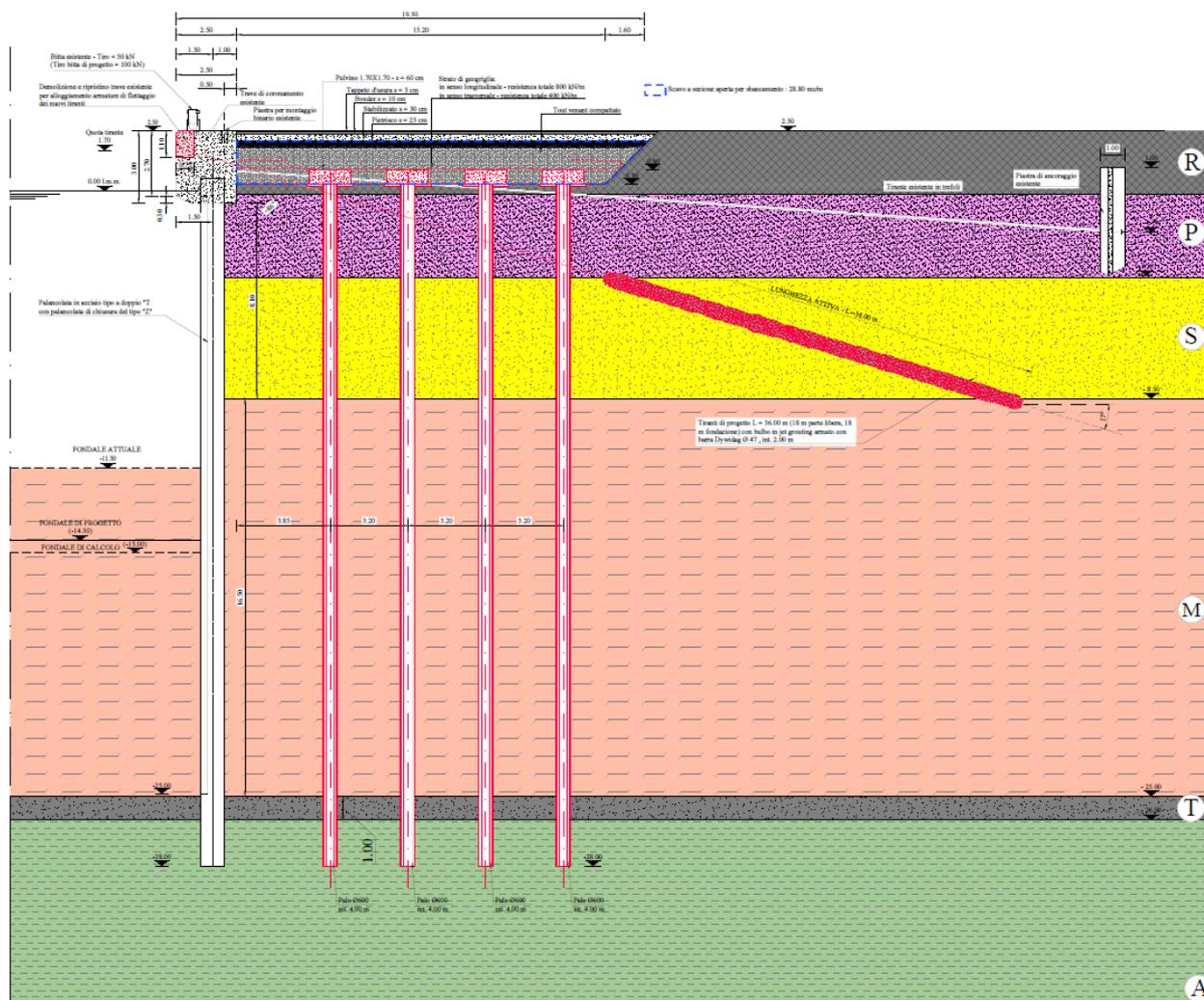


Figura 5 - Sezione tipologica intervento da progetto definitivo

6 PROGETTO ESECUTIVO

6.1 ADEGUAMENTO STRUTTURALE

La soluzione strutturale per l'adeguamento dell'opera, riprendendo la soluzione progettuale prevista dal progetto definitivo posto a base d'appalto, prevede il mantenimento delle strutture esistenti, in buono stato di conservazione, integrando il sistema di ancoraggio mediante realizzazione di nuovi tiranti con bulbo in jet grouting. È inoltre previsto un intervento di rinforzo del cuneo attivo con realizzazione di pali di rinforzo di medio diametro in grado di trasferire i carichi di superficie agli strati di terreno più profondi, limitando i tassi di sfruttamento del palancolato e del sistema di ancoraggio esistenti.

La soluzione prevede:

- realizzazione di ancoraggi integrativi in corrispondenza della paratia esistente, a partire dalla trave di banchina, di lunghezza 36 m, interasse pari a 2,0 m, inclinazione di 17° sull'orizzontale, con 18 m di parte libera e 18 m di fondazione, armati con barra cava autoperforante $\varnothing 90/70$; il bulbo di fondazione sarà realizzato con un trattamento coassiale in jet grouting;
- pali in c.a. di medio diametro a monte della paratia di rinforzo del terreno e trasferimento in profondità dei carichi di superficie, $\varnothing 600$, interasse trasversale 3,20 m, interasse longitudinale 4,00 m, estesi da +0,3 a -28,0 m da l.m.m.;
- pulvini di ripartizione sopra i pali di rinforzo, in c.a., di dimensioni 1,70 x 1,70 x 0,60 m, tra le quote di +0,30 e +0,90 m su l.m.m.;

- geogriglia strutturale di rinforzo bidirezionale, con resistenza a breve termine in direzione longitudinale allo sviluppo della banchina pari a 800 kN/m e in direzione trasversale pari a 400 kN/m;
- rilevato in tout venant compattato in grado di ospitare il pacchetto della pavimentazione di banchina;

Si riporta di seguito una sezione tipologica dell'intervento di progetto previsto per il consolidamento della banchina Docks Piomboni e uno stralcio della planimetria di tracciamento delle strutture :

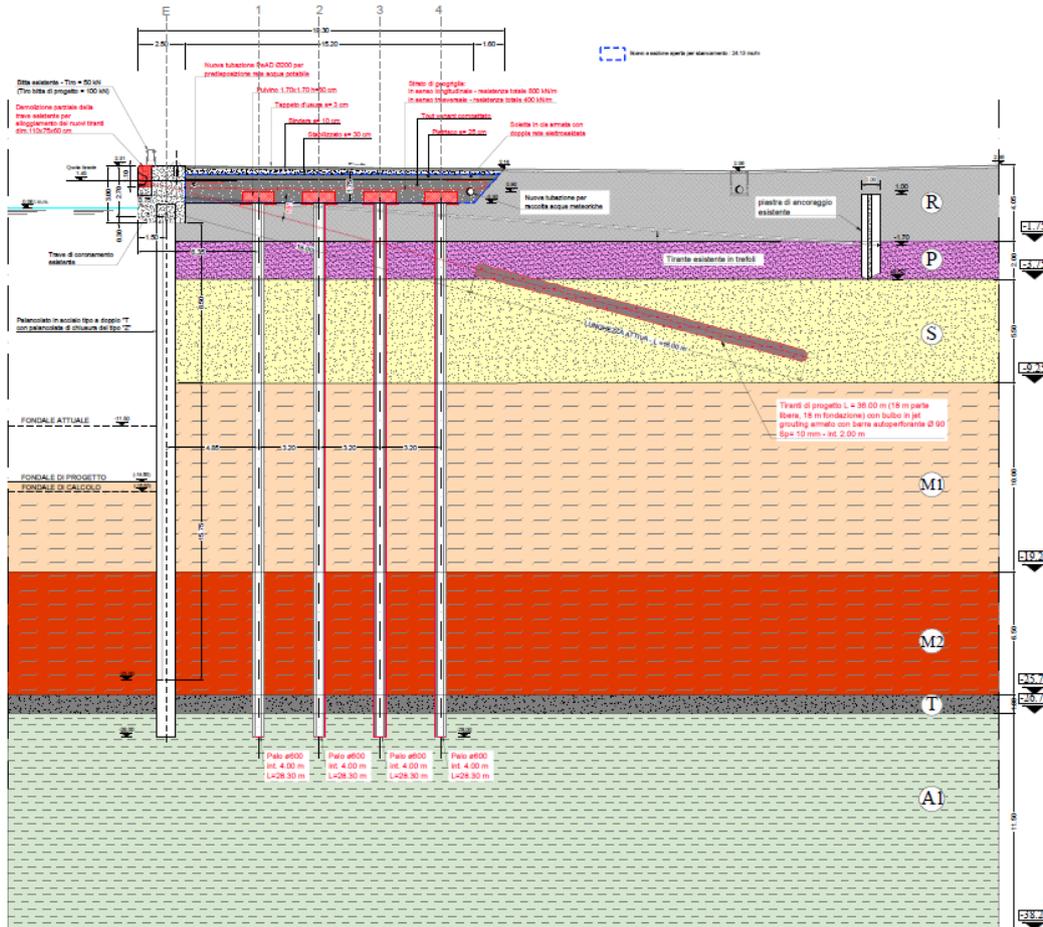


Figura 19 - Sezione tipologica di progetto

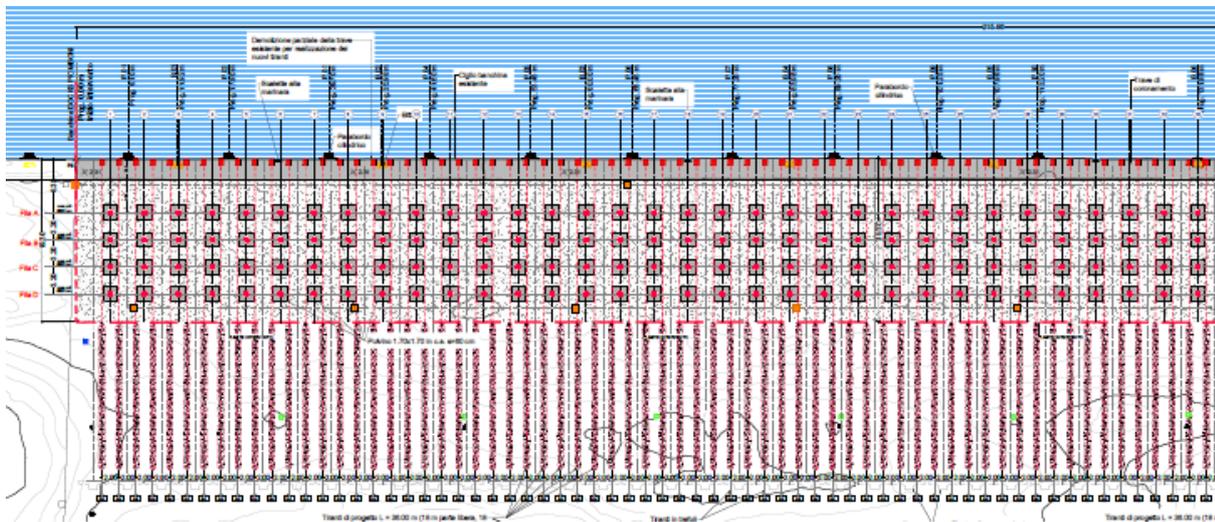
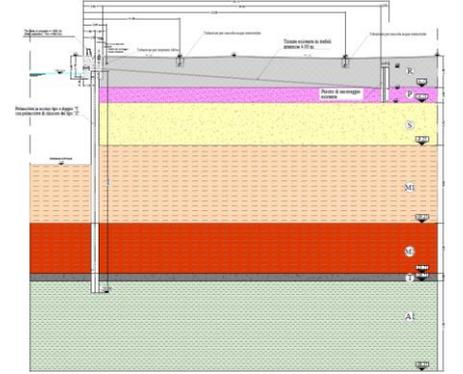
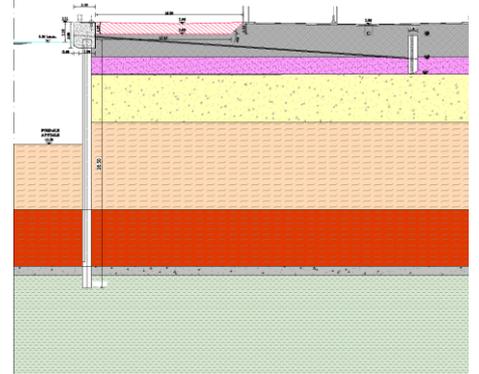
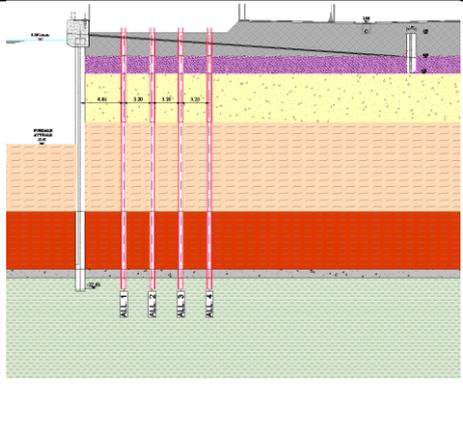
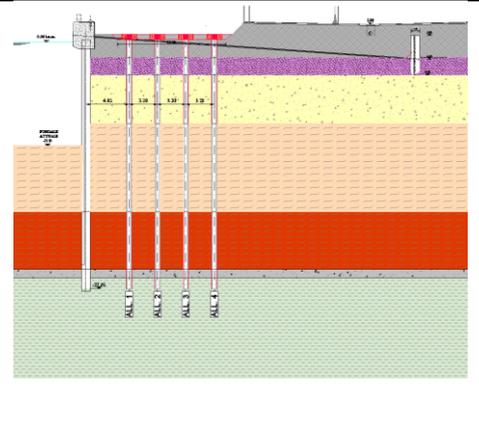
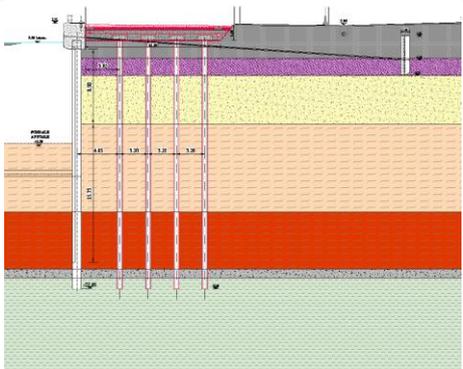
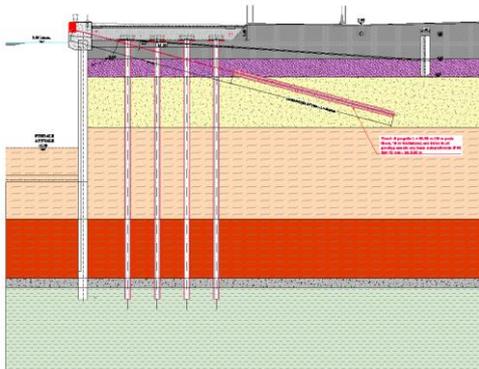
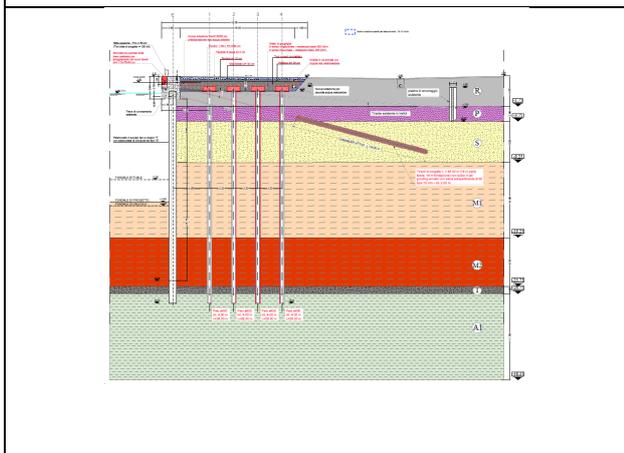


Figura 20 - Planimetria di progetto

Le fasi di realizzazione dell'intervento rilevanti dal punto di vista strutturale sono le seguenti:

<p>Fase zero – Stato attuale.</p>	<p>Fase 1 – Svellimento impianti esistenti e scavo a sezione aperta da +2,25 m a +0,90 m s.l.m.m. del piazzale a tergo della trave di coronamento per alleggerire la spinta sul palancolato esistente e per il tracciamento dei tiranti esistenti</p>
	
<p>Fase 2 – Realizzazione pali trivellati in c.a. d:600 mm L = 28,30 m</p>	<p>Fase 3 – Realizzazione pulvini in c.a. 1,70 x 1,70 x H=0,60 m e rinterro con materiale arido fino a quota estradosso pulvino</p>
	
<p>Fase 4 – Posa in opera geotessuto e rinterro fino a quota +1,50 m s.l.m.m.; formazione fondazione strale in pietrisco (+25 cm) e stabilizzato (+30 cm); realizzazione soletta in cls armata con doppia rete elettrosadata</p>	<p>Fase 5 – Demolizione controllata porzione di trave di coronamento in c.a. esistente ed alloggiamento testate nuovi tiranti; getto di completamento trave di coronamento in c.a.; realizzazione nuovi tiranti di ancoraggio con bulbo in jet grouting</p>
	

Fase 6 – Escavo fondale fino a quota -14,50 m dal l.m.m.



6.1.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DI PROGETTO

Per gli interventi di progetto è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali:

- Conglomerato cementizio classe di resistenza C35/45 classe di esposizione XS3 per la realizzazione delle opere in c.a.;
- Acciaio in barre tipo B 450 C per le armature delle opere in c.a.;
- Acciaio in barre classe 460 J0 per i tiranti di ancoraggio.

Calcestruzzi per le opere in c.a.

Ai sensi della disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato (Legge 05/10/71 n. 1086 pubblicata in G.U. n. 321 art.4 capo B), si riportano di seguito le caratteristiche, la qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati per le opere del progetto in questione, determinati in conformità al D.M. 17/01/2018.

Caratteristiche meccaniche

Per le opere in calcestruzzo armato di progetto verrà utilizzato un calcestruzzo con classe di resistenza C35/45 avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- | | |
|---|---|
| • Modulo di elasticità: | $E = 34625 \text{ MPa}$ |
| • Peso specifico: | $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$ |
| • Coefficiente di dilatazione termica | $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |
| • Resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni | $R_{ck} = 45 \text{ MPa}$ |
| • Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni | $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 37.35 \text{ MPa}$ |
| • Resistenza media a trazione semplice (assiale) | $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ MPa}$ |
| • Valore caratteristico della resistenza a trazione | $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.35 \text{ MPa}$ |
| • Resistenza di calcolo a compressione | $f_{cd} = 0.57 f_{ck} = 21.17 \text{ MPa}$ |
| • Resistenza di calcolo a trazione | $f_{ctd} = f_{ctk} / 1.50 = 1.56 \text{ MPa}$ |

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al § 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

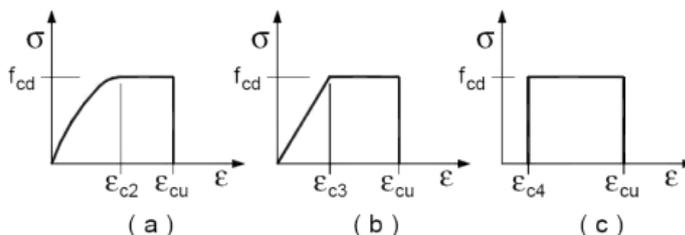


Figura 21 - Diagrammi di calcolo tensione - deformazione del calcestruzzo

La deformazione massima $\epsilon_{c\max}$ è assunta pari a 0.0035.

Classe d'esposizione e classe di consistenza

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in oggetto si hanno condizioni ambientali molto aggressive. Per le opere in oggetto saranno dunque utilizzati calcestruzzi aventi la seguente classe d'esposizione XS3 – Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea.

Vengono di seguito riepilogate le caratteristiche dei calcestruzzi utilizzati

Classe	Ambiente di esposizione	Esempi informativi	Rapporto max acqua/cemento	Dosaggio minimo cemento [kg/m ³]	Minima classe resistenza
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità	0,45 (UNI 11104)	340 (UNI 11104)	C32/40 (UNI 11104)
			0,50 (UNI EN 206-1)	300 (UNI EN 206-1)	C30/37 (UNI EN 206-1)
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua	0,45 (UNI 11104)	360 (UNI 11104)	C35/45 (UNI 11104)
			0,45 (UNI EN 206-1)	320 (UNI EN 206-1)	C35/45 (UNI EN 206-1)
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti, alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45 (UNI 11104)	360 (UNI 11104)	C35/45 (UNI 11104)
			0,45 (UNI EN 206-1)	340 (UNI EN 206-1)	C35/45 (UNI EN 206-1)

Tabella 4 - Ambiente esposto a cloruri presenti nell'acqua di mare

Per le opere in oggetto verrà utilizzato un calcestruzzo di consistenza fluida, ovvero di classe di consistenza S4.

Acciaio per armatura c.a.

Le barre di armatura delle strutture in c.a. saranno in acciaio tipo B 450 C.

Con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, la normativa ha introdotto l'utilizzo di una sola tipologia di acciaio nervato, l'acciaio del tipo B450. In particolare, le barre sono caratterizzate dal diametro ϕ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7.85 kg/dm^3 .

Gli acciai B450C (profilati a caldo) possono essere impiegati in barre di diametro ϕ compreso tra 6 e 40 mm.

Si riportano di seguito le caratteristiche meccaniche di riferimento:

- | | |
|--|---|
| • Modulo di elasticità: | $E = 210000 \text{ MPa}$ |
| • Modulo di elasticità tangenziale | $G = 80769 \text{ MPa}$ |
| • Peso specifico: | $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$ |
| • Coefficiente di dilatazione termica | $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |
| • Resistenza caratteristica allo snervamento | $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ |
| • Resistenza di calcolo allo snervamento | $f_{yd} = f_{yk}/1.15 = 391.3 \text{ MPa}$ |

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. 3.b.

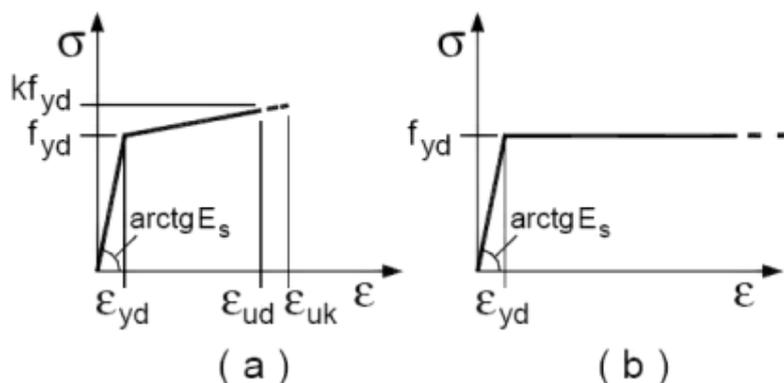


Figura 22 - Legami costitutivi acciaio

Acciaio per i tiranti di ancoraggio

Le nuove strutture di ancoraggio sono realizzate con tiranti a barra cava di diametro nominale $\phi 90/70$ ($A = 2470 \text{ mm}^2$). Le barre sono in acciaio classe 460 J0 a filettatura continua aventi 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 | $\geq 5 \%$ |

Al fine di prevedere un adeguata e duratura resistenza nei confronti della corrosione, si prevede di aumentare lo spessore radiale della barra di acciaio di 2,5 mm. L'area di acciaio aggiuntiva non è stata tenuta in conto nelle verifiche di resistenza.

6.1.2 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento (D.M. 17 gennaio 2018).

In particolare, per le opere in progetto è necessario considerare le azioni dovute al peso proprio del terreno, ai sovraccarichi accidentali di banchina, alla gru di banchina, all'acqua, al vento (tiro alla bitta) e al sisma.

Carichi permanenti

Nel caso in oggetto i carichi permanenti sono rappresentati dal peso proprio dei terreni di monte e degli elementi strutturali. Questi sono tenuti in conto in maniera automatica dal software di calcolo in base alle caratteristiche fisico – meccaniche assegnate ai diversi litotipi ed al peso specifico dei materiali utilizzati.

Carichi accidentali

Sovraccarico di banchina

Trattandosi di una banchina portuale operativa, in analogia con quanto previsto in fase di progettazione definitiva, si assume un valore caratteristico q_k delle azioni variabili unitarie pari a:

$$q_k = 60 \text{ kPa}$$

Tiro alla bitta

In corrispondenza della banchina Docks Piomboni il tiro alla bitta risulta pari a 1000 kN, da intendersi come valore caratteristico. Le bitte sono state considerate a distanza di 25m. E' stata dunque considerata un'azione orizzontale unitaria dovuta al tiro alla bitta pari a

$$b = 40 \text{ kN/m}$$

Gru di banchina semovente

Il banchinamento in questione deve essere idoneo all'operatività di gru semoventi. La committenza ha indicato quale gru di riferimento nel porto di Ravenna quella attualmente operante presso la banchina Marcegaglia, le cui caratteristiche essenziali sono state fornita dalla committenza.

 FANTUZZI REGGIANE		
1.6 CARICO SUGLI ASSALI		
1.6.1. Gru Con Braccio sull'Anteriore (Incl. 58°) con contrappesi 120+21 T		
• Assi posteriori (4,5,6,7)	Kg.	240.000
• Assi anteriori (1,2,3)	Kg.	180.000
1.6.2. Gru con Torre Abbassata sull'Anteriore con contrappesi 100 T.		
• Assi posteriori (4,5,6,7)	Kg.	240.000
• Assi anteriori (1,2,3)	Kg.	93.000
• Ruota in punta braccio	Kg.	31.000
1.6.3. Carico sugli Assi		
• In traslazione nella peggiore condizione	Kg.	59.000
• Carico max. ammesso per ogni asse (dinamico)	Kg.	60.000
• Carico max. ammesso per ogni asse (statico)	Kg.	80.000
1.7. PRESSIONI AL SUOLO		
1.7.1. Su ruote in traslazione	Kg/cm ² .	10,00
1.7.2. Su stabilizzatori con carico max.		
• Con piastre standard (1.800 x 1.800 mm. x n.*2)	Kg/cm ² .	3,70
• Con piastre opzionali (1.800 x 2.600 mm. x n.*2)	Kg/cm ² .	2,56
1.7.3. Pressione media sull'area occupata dalla gru (19,8 x 13,8 m.)	T/m ² .	1,87
1.8. VENTO		
• In traslazione	Km/h	72
• In lavoro	Km/h	72
• Gru ferme su stabilizzatori:		
- torre e braccio eretti	Km/h	151
- torre eretta e braccio abbassato	Km/h	200

Figura 23 – Scheda tecnica di riferimento per le gru semoventi da considerare nel progetto di adeguamento delle banchine

Dalla scheda fornita dal committente si ricavano e si assumono i seguenti valori di progetto per la gru semovente di riferimento:

- azione massima sullo stabilizzatore $F_k = 2400$ kN
- dimensioni dello stabilizzatore: 1,80 m x 5,50 m

6.2 IMPIANTI

Gli interventi sugli impianti previsti alla banchina Docks Piomboni lato nord prevedono essenzialmente il ripristino e l'ammodernamento degli impianti presenti presso la banchina interessata dagli interventi di progetto.

Attualmente la banchina ed il retrostante piazzale sono caratterizzati dalla presenza dei seguenti impianti:

All'esterno dell'area di intervento

- Rete per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale retrostante la banchina con tubazioni del diametro variabile $\varnothing 315$ ÷ $\varnothing 500$, pendenza costante del 1.5 0/oo, con pozzetti e caditoie con collegamento della rete alla vasca di accumulo esistente tramite tubazione di diametro $\varnothing 600$ con pendenza costante del 1.5 0/oo;

- linea antincendio interrata composta da tubazioni PEAD $\varnothing 125$ PN 16 con idrante sottosuolo UNI 70;
- impianto elettrico composto da n. 2 tubazioni $\varnothing 140$ per alimentazione delle torri faro.

All'interno dell'area di intervento

- rete per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di banchina del diametro variabile $\varnothing 315$ - $\varnothing 500$, pendenza costante del 1.5 0/oo, con pozzetti e caditoie con collegamento della rete alla vasca di accumulo esistente tramite tubazione di diametro $\varnothing 600$ con pendenza costante del 1.5 0/oo;
- linea acqua potabile in PEAD PN 16 $\varnothing 2'' 1/2$;

Le nuove predisposizioni impiantistiche previste in progetto interessano esclusivamente le aree di intervento (banchina) e contemplano la realizzazione di:

- nuove tubazioni in PEAD del diametro variabile $\varnothing 315$ - $\varnothing 500$, pendenza costante del 1.50/oo, con ripristino dei pozzetti con sovrastanti caditoie con lo stesso interasse di quelli demoliti (L=26.0m) senza sostanziali modifiche alle caratteristiche tecniche della rete.
- nuovo cavidotto in PEAD di diametro $\varnothing 200$ per predisposizione linea acqua potabile con ripristino dei pozzetti con caditoie con lo stesso interasse di quelli demoliti (L=65 m – L=125.0 m – L= 25.0 m).

6.3 PAVIMENTAZIONE

Come richiesto dalla Stazione Appaltante, in accordo con il concessionario la pavimentazione di progetto dovrà raccordarsi alle attuali quote della trave di coronamento e del retrostante piazzale, che pertanto saranno mantenute inalterate.

raccordare la nuova trave di coronamento (quota +2.50 m s.l.m.m) al il piazzale retrostante fino al limite intervento, con unica pendenza, al fine di mantenere la funzionalità della rete drenante esistente le cui caditoie sono posizionate a circa 50 metri dal filo banchina.

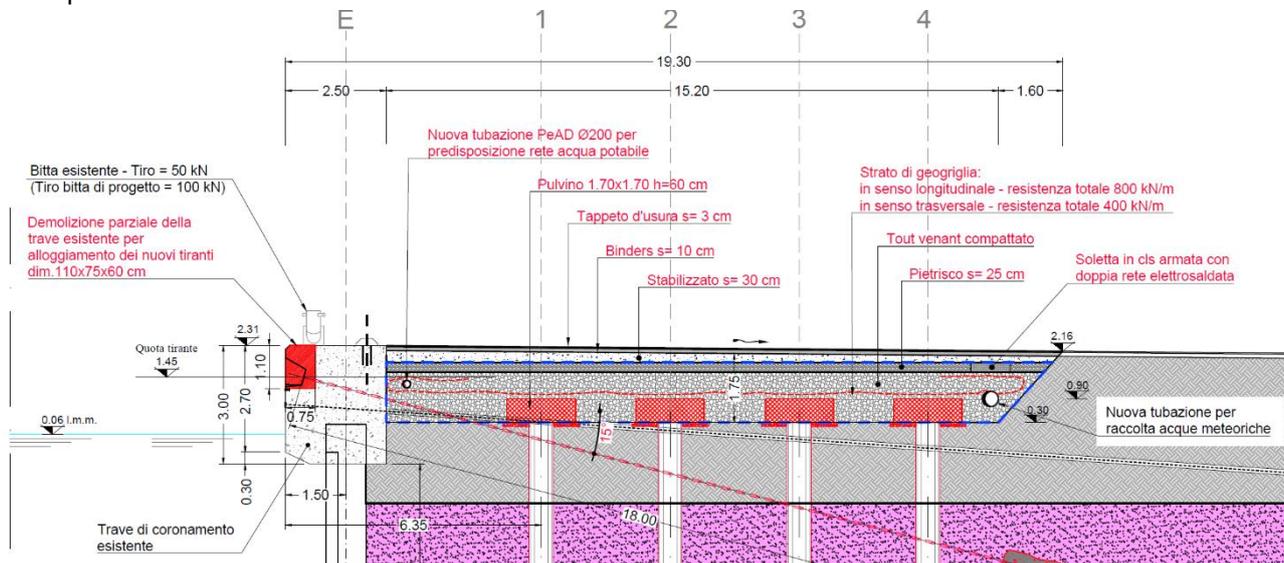


Figura 24 – Planimetria pavimentazione di progetto

Il progetto prevede l'esecuzione di un pacchetto di pavimentazione flessibile costituito da:

- sottofondo in tout venant compattata dallo spessore variabile per definire le pendenze di progetto;
- strato in pietrisco da cava dallo spessore pari a 25.0cm;
- misto stabilizzato s= 30.0 cm;
- binder s= 10 cm;
- tappetino di usura s=5.0 cm

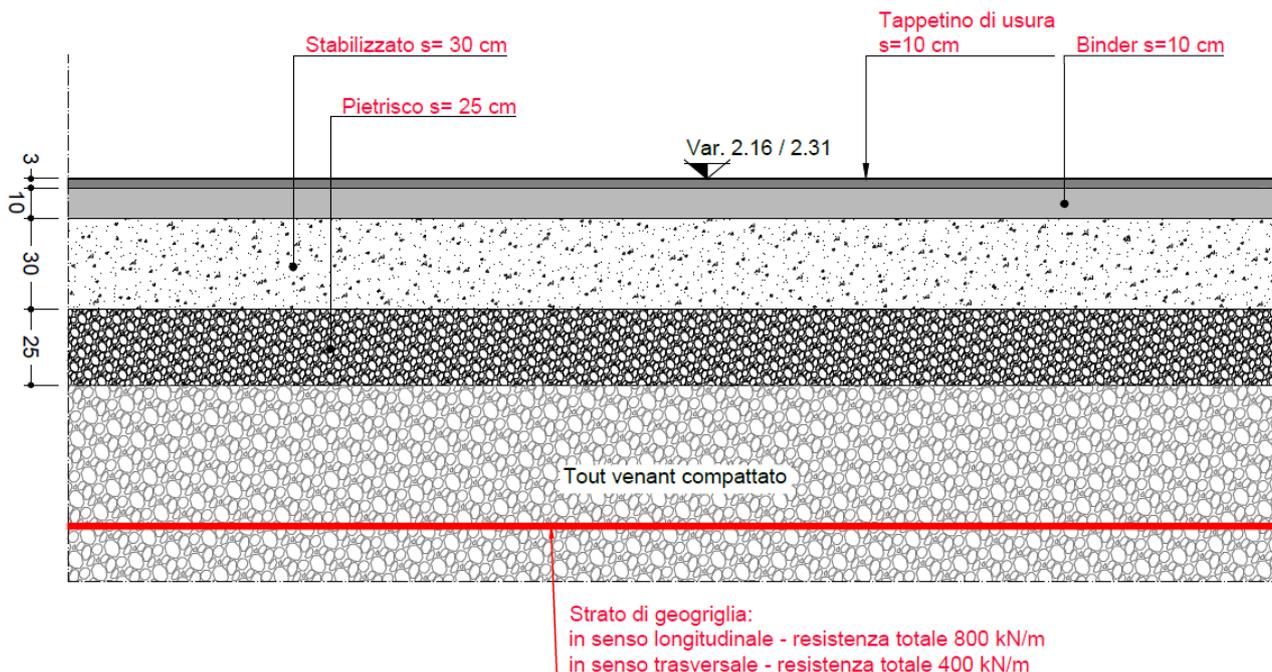


Figura 25 – Particolare pacchetto di pavimentazione

7 FASI DI ESECUZIONE

Le fasi di esecuzione dell'opera sono state analiticamente individuate secondo la naturale evoluzione cronologica delle attività che di seguito si espongono indicando anche, per ciascuna di esse, la identificazione delle WBS di terzo livello e di quarto livello.

Per la banchina DOKS PIOMBONI sulla penisola Trattaroli, che misura una lunghezza di **215,86 m**, è indicato un cronoprogramma per dare le opere finite di **321 giorni naturali e consecutivi** dalla data di consegna dei lavori, quest'ultima prevista nella FASE 1 ovvero contestuale all'avvio dei lavori dei cantieri H e G (Trattaroli Sud), del cantiere D (Trattaroli Nord), del cantiere C (banchina ALMA), del cantiere A (Bunge Nord) e del cantiere del Terminal Containers (N1 ed N2).

In occasione della consegna delle aree il concessionario, per la parte di banchina interessata dai lavori, dovrà allontanare dall'area operativa di cantiere le tramogge mobili che attualmente sono state rilevate nell'area operativa.

La **fase preliminare** dei lavori riguarda il posizionamento delle recinzioni di confinamento delle aree di cantiere, l'allestimento delle aree logistiche e quelle destinate al deposito dei materiali provenienti dalle trivellazioni, dagli scavi e dalle demolizioni, nonché il posizionamento della tabella di cantiere, della segnaletica verticale ed orizzontale. In tale fase si provvederà anche alla verifica delle interferenze delle opere esistenti con i sottoservizi.

1	Recinzione cantiere con pannelli metallici elettrosaldati h=2,0 m con basette mobili e reti di poletilene ad alta visibilità di h=1,0 m
2	Allestimento area logistica 80,0mx10,0m
3	allestimento area destinata ai materiali in cumulo provenienti dalle trivellazioni e dagli scavi 49,0mx8,0m
4	smontaggio chiusini
5	scavo a sezione obbligata per svellimento impianti
6	svellimento impianti esistenti

La **prima fase operativa** prevede lo svellimento della pavimentazione bituminosa esistente e lo scavo a sezione aperta dalla quota piazzale (+2,31 m media) alla quota +096 m (quota estradosso pulvini di progetto) lasciando inalterata la trave di bordo che formerà un confinamento per evitare accidentali sversamenti in mare di materiali provenienti dagli scavi.

7	scavo a sezione aperta da quota +2,31 m a quota +0,96 (testa pulvini) per la definizione del piano di lavoro
---	--

La **seconda fase operativa** prevede la realizzazione dei pali trivellati dell'allineamento 1, ovvero dei pali d:600 mm – L=28,30 m che saranno posizionati a tergo della parete combinata in acciaio. Il posizionamento di tali pali sarà determinato dall'effettiva posizione dei tiranti rinvenuti. In prevalenza l'interasse dei pali è circa 4,0 m. La modalità di infissione della controcamicia a recupero avverrà con l'utilizzo di pinza e vibroinfissore essendo l'allineamento 1 in posizione distante dall'esistente parete combinata (4,85 m), quest'ultima peraltro di recente formazione.

I pali saranno realizzati in maniera sequenziale e verranno eseguiti da sud verso nord. Le macchine trivellatrici scorreranno parallelamente al ciglio di banchina senza interferire con le altre lavorazioni.

8	vibroinfissione di lamierino d:600 mm con giunti a labirinto per h=26 m - ALL 1
9	trivellazione pali d:600 L=28,3 m - interasse 4,00 m - ALL 1
10	posa in opera armatura pali - ALL 1
11	getto palo d:600 mm - ALL 1

La **terza fase operativa** prevede la realizzazione dei pali trivellati degli allineamenti 4-3 e 2, ovvero dei pali d:600 mm – L=28,30 m che saranno posizionati nel terrapieno ad interasse longitudinale di 4,00 m e ad un interasse trasversale di 3,20 m. Per tali pali la modalità di infissione della controcamicia a recupero avverrà con l'ausilio di un vibroinfissore ed i lamierini a recupero saranno infissi per una lunghezza di 26 m dal piano campagna come verificato nel corso delle prove sperimentali.

Si prevede che l'esecuzione dei pali dell'allineamento 4 e 3 avvengano in parallelo con uno sfalsamento di 15 m in modo di consentire alle macchine operatrici un avanzamento senza interferenze.

Parimenti le file degli allineamenti 1 e 2 potranno procedere da sud verso nord con le medesime modalità.

12	vibroinfissione di lamierino d:600 mm con giunti a labirinto per h=26 m - ALL 2
13	trivellazione pali d:600 L=28,3 m - interasse 4,00 m - ALL 2
14	posa in opera armatura pali - ALL 2
15	getto palo d:600 mm - ALL 2
16	vibroinfissione di lamierino d:600 mm con giunti a labirinto per h=26 m - ALL 3
17	trivellazione pali d:600 L= 28,3 m - interasse 4,00 m - ALL 3
18	posa in opera armatura pali - ALL 3
19	getto palo d:600 mm - ALL 3
20	vibroinfissione di lamierino d:600 mm con giunti a labirinto per h=26 m - ALL 4
21	trivellazione pali d:600 L= 28,3 m - interasse 4,00 m - ALL 4
22	posa in opera armatura pali - ALL 4
23	getto palo d:600 mm - ALL 4

La **quinta fase operativa**, a completamento dei pali d:600 mm, prevede lo scavo a sezione aperta della platea da quota +0,96 a quota +0,36 m (quota intradosso pulvini), la scapitozzatura dei pali d: 600/1000 mm, l'allestimento delle armature e delle carpenterie dei pulvini (170 x 170 x h=60 cm), il getto degli stessi e la posa in opera di geotessuto all'estradosso degli stessi.

24	scavo a sezione aperta fino a quota +0,36 per formazione pulvini
25	scapitozzatura pali d:600 mm
26	Carpenteria ed armature pulvini su pali 170 x 170 x H= 60 cm
27	getto pulvini su pali 170 x 170 x H= 60 cm
28	rinfianco con materiale arido fino a quota estradosso pulvini
29	posa in opera geotessuto

La **sesta fase operativa** prevede la demolizione controllata della trave di coronamento in c.a. (senza taglio dei tiranti esistenti), la posa in opera di casseri in acciaio (tasche in negativo) di ancoraggio dei nuovi tiranti di progetto, ed il getto di completamento della trave di coronamento.

Nella stessa fase di procederà alla posa di materiale arido per la ricostruzione della pavimentazione di progetto e predisponendo anche le tubazioni in PVC di progetto e l'allestimento dei casseri per la formazione dei pozzetti come da progetto.

30	posa in opera tubazioni di sottoservizi
31	riempimento con materiale arido fino a quota media +1,50 m
32	formazione di fondazione stradale in pietrisco (30 cm) + stabilizzato (+25 cm)
33	demolizione controllata parte sommitale trave di coronamento in c.a. per h=110 cm per alloggio testata tiranti
34	posa in opera strutture di alloggio testata e formazione getto di completamento

La **settima fase operativa** prevede l'esecuzione di nuovi tiranti da realizzarsi da mare, con l'ausilio di idonei mezzi marittimi. I tiranti verranno trivellati dalle tasche predisposte sul bordo superiore della piastra in c.a. che, tra l'altro, prevede la posa in opera di tubazioni in PVC per evitare di perforare il calcestruzzo della piastra stessa.

Trattasi di tiranti con bulbo in jetting e barra cava autoperforante tipo SIRIVE diam 90 mm spessore 10 mm interasse 3,60 m - Lunghezza 38,00 m (20,0 m libera e 18,0 m attiva)

Tale attività non sarà interferente con le residue attività di completamento, salvo per l'approvvigionamento dei materiali a bordo pontone ed il trasferimento a terra del materiale proveniente dalle trivellazioni, per il deposito, la caratterizzazione in cumulo ed il successivo trasporto a sito di recupero e/o scarica.

35	formazione di tiranti in c.a. con bulbo in jetting e barra cava autoperforante tipo SIRIVE 90 mm spessore 20 mm interasse 3,60 m - Lunghezza 38,00 m (20,00 m libera e 18,0 m attiva)
----	---

L'**ottava ed ultima fase operativa** contempla la posa in opera degli ancoraggi ed i telai per i chiusini dei pozzetti degli impianti, nelle diverse configurazioni, la dormazione del binde e de tappetino di usura ed infine l'attività di smobilizzo del cantiere e dell'area logistica

36	formazione dei pozzetti
37	posa in opera binder
38	posa in opera tappetino
39	demob recinzioni ed area logistica

L'**ottava fase operativa** contempla il montaggio delle piattabande, angolari e rotaie sulle vie di corsa, nonché il montaggio degli arredi di banchina e la smobilizzazione delle strutture mobili di cantiere.

Durante le fasi operative in cantiere verranno installate vasche per la raccolta di materiale proveniente dagli scavi, dalla trivellazione di pali e tiranti e, separatamente, dalle demolizioni e dallo svellimento di materiale bituminoso

Le vasche saranno dimensionate per raccogliere il materiale in cumuli, effettuare le analisi di caratterizzazione e di test di cessione, determinare i codici CER ed avviare progressivamente il materiale a destino finale, sia esso cave di recupero o discariche autorizzate.

Le aree di deposito temporaneo a norma del Dlgs 152/06 saranno appositamente confinate da reti metalliche mobili.

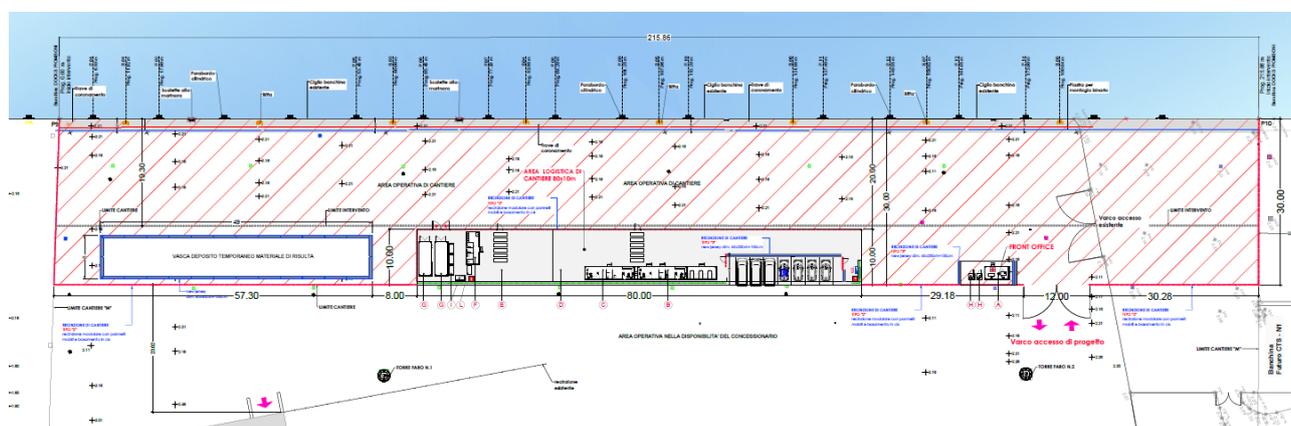
8 LAYOUT DI CANTIERE

Il lay-out di cantiere è stato definito in ragione delle attività costruttive da svolgere, dei servizi da rendere al personale operativo, alla direzione tecnica di cantiere ed alla direzione dei lavori, in ragione di quanto definito dal Dlgs 81/08 e smi come integrati dai protocolli definiti tra le associazioni di categoria, il Ministero delle Infrastrutture ed il Ministero della Sanità per la gestione delle misure di mitigazione del rischio da contagio COVID-19.

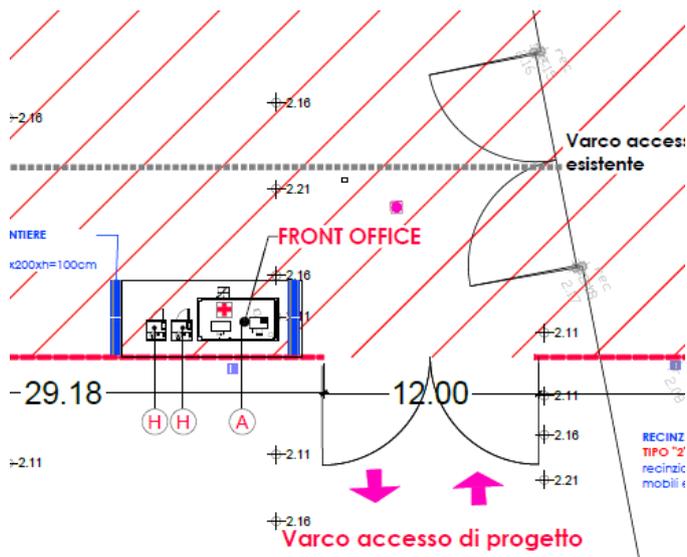
Tenuto conto delle attività previste e del cronoprogramma operativo, il cantiere è stato dimensionato per un utilizzo su singolo turno di 20 ULA oltre di 4 persone della direzione tecnica di cantiere e 2 persone dell'ufficio di Direzione Lavori.

Nella tabella che segue è riportata la distinta delle aree di cantiere con le diverse destinazioni d'uso.

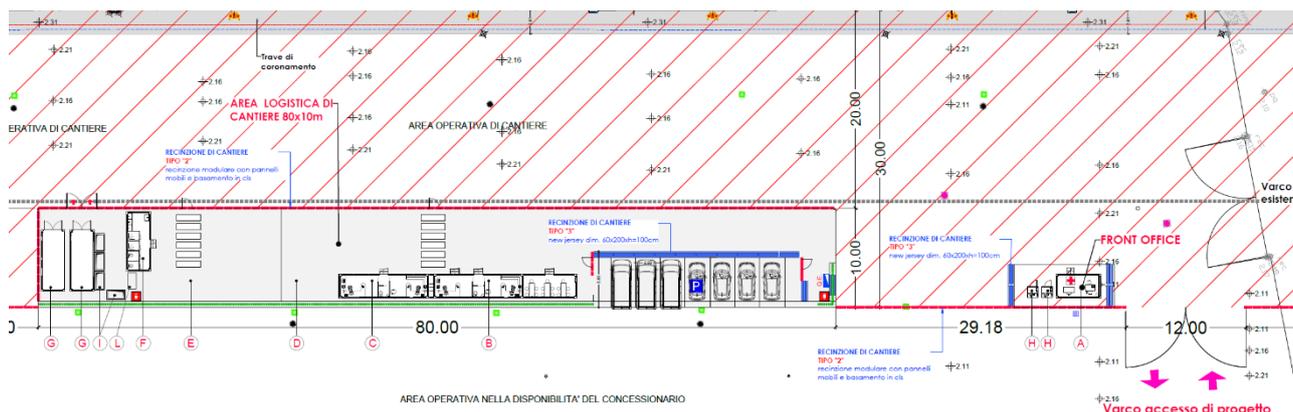
destinazione	Area	lung (m)	largh (m)
area operativa	m2 7.350,03	215,86	34,05
area logistica	m2 900,00	90,00	10,00
vasca sedimenti	m2 392,00	49,00	8,00
area totale	m2 7.623,00		
perimetro cantiere	m2 407,19		
rapporto area operativa/ totale	% 96%		



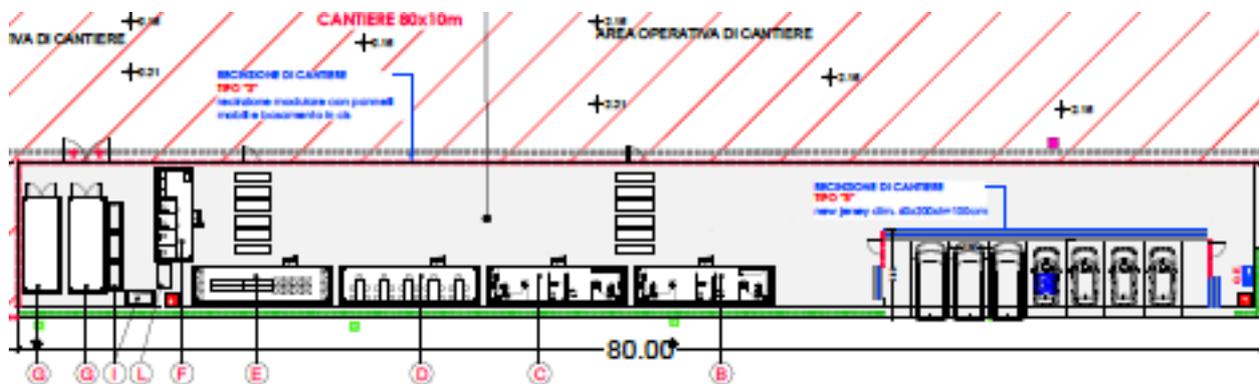
L'accesso alle aree di cantiere è previsto sia dalla penisola Trattaroli (cantiere N2) sia dall'area di proprietà DOKS Piomboni.



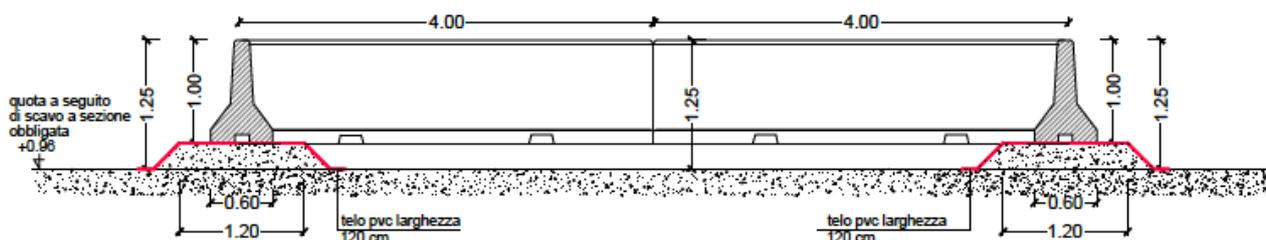
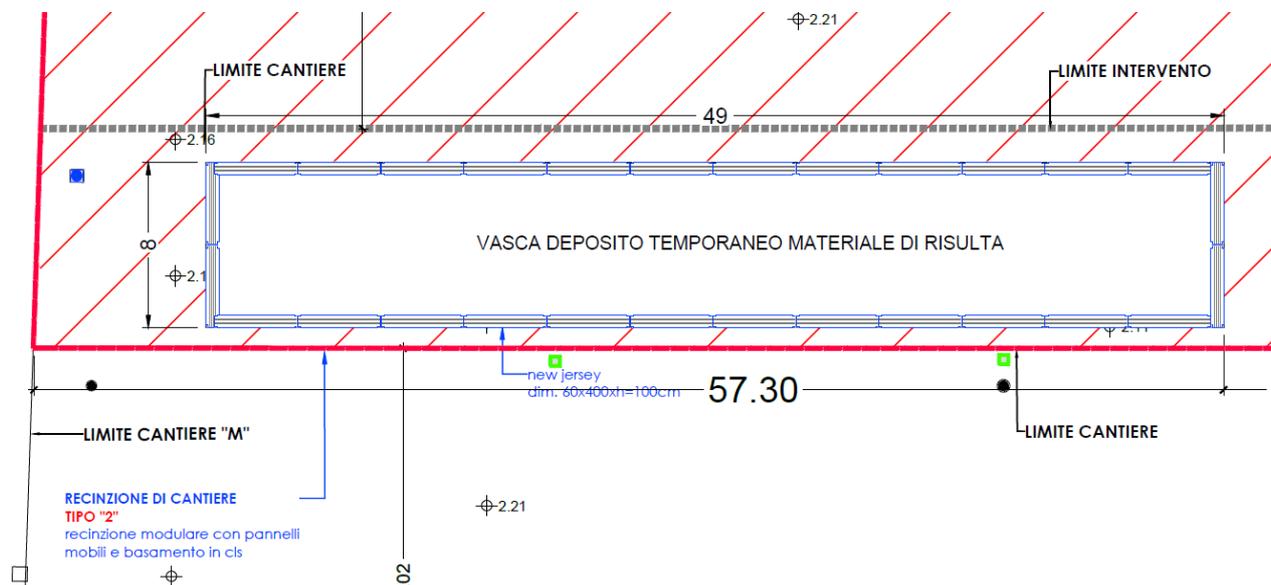
In prossimità dell'accesso sarà collocato un front-desk con personale specializzato per il rilevamento della temperatura, il rilevamento della saturazione dell'ossigeno nel sangue ed il tracciamento del personale in ingresso ed in uscita sottoposto a procedure di autocertificazione.



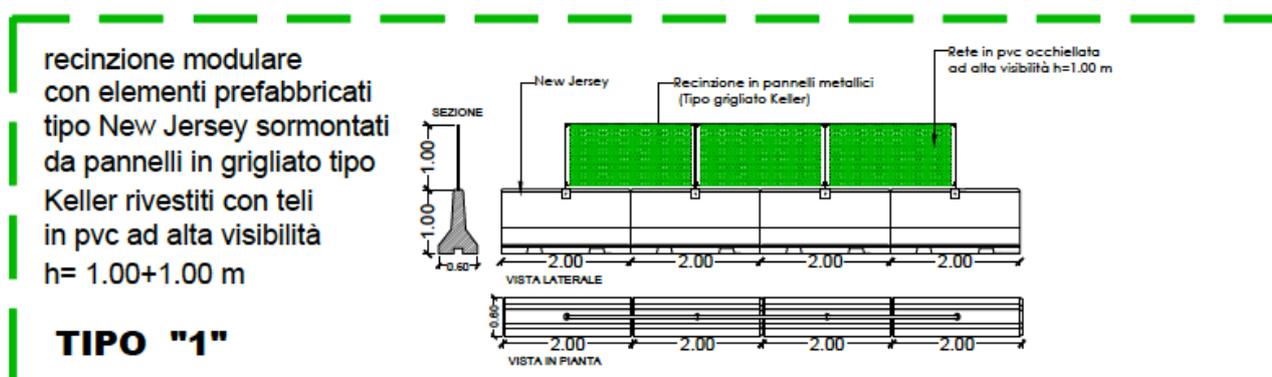
L'area logistica del cantiere si svilupperà immediatamente a ridosso dell'area operativa ed occuperà una superficie di 10 m x 80 m (esclusa l'area del front desk che occupa una superficie di 10 x 10 m).



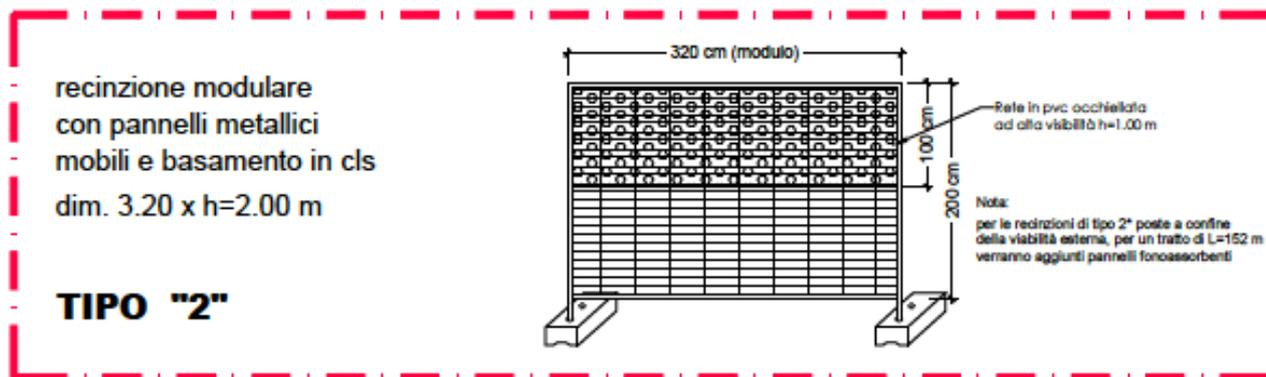
La vasca che sarà allestita all'esterno dell'area operativa del cantiere, in affiancamento all'area logistica, presenta una dimensione di 8,0 x 49,0 m con una capacità di accumulo di circa 500 m³.



A confinamento dell'area logistica saranno poste in opera recinzioni con new jersey sormontate da pannelli metallici in acciaio zincato a caldo



La recinzione dell'area operativa di cantiere è invece prevista in pannelli metallici in acciaio zincato modulari, di dim 3,20 x h=2,0 m su basette mobili in cls; tali recinzioni saranno reciprocamente unificate e sormontate, per l'altezza di un metro, da teli forati in PVC ad alta visibilità colore arancione.



L'area logistica di cantiere ospiterà n. 8 moduli prefabbricati, posizionati ad una interdistanza non inferiore a 50 cm su basette in cls per garantire un distanziamento di 30 cm dal suolo, opportunamente dotate di impianto elettrico e rete di terra

Nella tabella che segue si riporta la distinta degli allestimenti dell'area logistica, sia per la parte destinata al personale operativo e direttivo, sia per la parte destinata al deposito di materiali deperibili ed attrezzature minute di cantiere, sia alle vasche per il contenimento dei cubetti di prova del calcestruzzo ed alla presda per le verifiche strutturali di cantiere (prove a schiacciamento).

9 GESTIONE DELLA MATERIE

9.1 SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

I siti di produzione dei materiali di risulta sono circoscritti all'area operativa di cantiere ove è prevista:

- lo svellimento di pavimentazione in materiale bituminoso
- la demolizione di strutture in calcestruzzo e calcestruzzo armato
- gli scavi a sezione aperta / obbligata in terreni e materiali sciolti
- la trivellazione di pali di medio/grande/piccolo diametro
- la perforazione per formazione di tiranti
- lo svellimento di elementi in PVC e gomma proveniente da tubazioni di impianti
- lo svellimento di strutture metalliche

9.2 MODALITA' DI ACCATAMENTO E DEPOSITO DEI MATERIALI DI RISULTA

I materiali provenienti dalle attività di cui al par 13,1 saranno posizionati in cumuli distinti per tipologia di materiale e provenienza degli stessi in aree di deposito temporaneo posizionate all'interno del cantiere ed opportunamente segnalate e confinate.

Tali cumuli saranno caratterizzati per il successivo conferimento a rifiuto o a recupero

Limitatamente ai materiali provenienti dalle trivellazioni di pali, caratterizzati dalla presenza di acqua, il deposito temporaneo sarà posto esternamente all'area operativa e sarà confinato da New Jersey h=120 cm poggiati su materiale terroso confinato da teli in PVC in corrispondenza dell'impronta dei New Jersey.

Considerata la limitata disponibilità di spazio si prevede di realizzare due aree distinte solo quando la lunghezza sia sufficiente (> 65 m), ma anche nei siti in cui vi è una sola vasca le fasi operative consentono di gestire materiali diversi in momenti differenti e quindi garantire l'assenza di miscelazione fra materiali diversi.

9.3 CARATTERIZZAZIONE IN CORSO D'OPERA DEI MATERIALI DI RISULTA

La caratterizzazione in corso d'opera dei materiali di scavo sarà effettuata in corrispondenza di cumuli o delle vasche di deposito temporaneo realizzate con elementi prefabbricati all'interno del recinto del cantiere.

I materiali saranno disposti nel sito separando le varie tipologie merceologiche, al fine di formare cumuli di materiali omogenei.

Per la caratterizzazione ambientale si prevede il prelievo di un campione per ogni cumulo di materiale omogeneo; il volume del cumulo dipende dalle dimensioni della vasca e quindi variabile ma sempre inferiore al valore comunemente considerato e pari a 3.000 m³ circa.

Ciò è certamente a favore di sicurezza e consente di ottenere una maggiore rappresentatività del materiale caratterizzato.

Su ciascun campione saranno condotte le determinazioni analitiche previste dalla normativa vigente per la gestione dei materiali di risulta in regime di rifiuto, ovvero con conferimento ad idoneo impianto di smaltimento e/o recupero. Si tratta di:

- classificazione del materiale come rifiuto (cd. omologa), per la definizione del codice CER e della pericolosità (rif. Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.);
- idoneità al recupero, per definire le potenziali operazioni di recupero e dunque la tipologia di impianto di recupero cui conferire il materiale (rif. DM 186/06 e s.m.i.);
- ammissibilità in discarica, per individuare la tipologia di impianto di smaltimento cui conferire il materiale (rif. DM 27/09/10 e s.m.i.);

Sono esclusi dalle attività di caratterizzazione ambientale descritta in questo ambito, i materiali che dovessero essere rinvenuti sui siti e identificabili all'origine: ad es. il ferro e l'acciaio, la plastica (tubazioni, chiusini metallici, manufatti ecc.); questi saranno caricati sui mezzi di trasporto ed inviati ad impianto di recupero autorizzato.

Saranno invece caratterizzati in banco prima della loro demolizione, le pavimentazioni e i manufatti in calcestruzzo per semplificare le operazioni di rimozione, che potranno avvenire prima del completamento delle vasche di deposito

Le analisi da effettuarsi sui campioni saranno le medesime sopradescritte.

9.4 SITI DI CONFERIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA

Con riferimento alle operazioni di recupero e smaltimento, sulla base delle indicazioni fornite dalla stazione appaltante nel progetto definitivo, sono stati ipotizzati i seguenti codici CER ai materiali di risulta:

- 170302: miscele bituminose
- 170504: terre e rocce da scavo (materiale terrigeno sia esso naturale che antropico derivante dalla realizzazione delle strutture di fondazione delle opere in quota);
- 170904: materiali misti dell'attività di costruzione e demolizione.

Nel caso si rendesse necessario sostituire in parte o in toto tubazioni in plastica ammalorate o venissero rinvenuti elementi metallici cui ritiene possano essere applicati i seguenti codici CER:

- 17 01 01: cemento e calcestruzzo;
- 17 02 03 Plastica da demolizione e costruzione
- 17 04 05: ferro e acciaio
- 19 10 01: rifiuti di ferro e acciaio prodotti da operazione di frantumazione di rifiuti contenenti metallo.

In corso d'opera saranno individuate idonei centri di smaltimento e/o recupero autorizzati.

Si precisa che il codice CER dovrà essere confermato in sede di esecuzione del lavoro dall'Appaltatore incaricato; ai sensi della normativa vigente (Legge 116/14 e s.m.i., D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), infatti, la "responsabilità di assegnazione del competente codice CER" è in capo al produttore del rifiuto.

In linea con le previsioni sopracitate, sono stati in questa sede individuati siti di conferimento in grado di accettare tutte le tipologie di materiale di risulta:

- Cementerie Barbetti SpA, ubicato in via Baiona 228, Area Industriale RA. :
- Ecocave SrL, ubicato in via dello Scolone (RA).
- Impianto Bosca SrL, via Bosca (RA)

Tutti i siti sono situati nel raggio di 10 km dalle aree di cantiere.

L'ubicazione dei siti citati è riportata nell'elaborato di progetto "Planimetria Cave e Discariche" (cod. elaborato: 1114-E-GEE-MAT-DF-01-0).

Nella tabella seguente sono elencate tutte le tipologie di rifiuto che possono essere gestiti negli impianti individuati.

Tipologie di rifiuto che possono essere gestite nei diversi impianti

Tipologia di rifiuto e relativo CER (Codice Europeo dei Rifiuti)	Cementerie Barbetti SpA	Ecocave SrL	Impianto Bosca Srl
101311 Rifiuti della produzione di materiali compositi a base di cemento, diversi da quelli di cui alle voci 10 13 09 e 10 13 10		x	x
101314 Rifiuti e fanghi di cemento		x	
17 01 01 Cemento		x	x
17 01 02 Mattoni		x	x
17 01 03 Mattonelle e ceramiche		x	x
17 01 07 Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06		x	x
17 03 02 Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01			x
17 05 04 Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03	x		
17 05 06 Materiale di dragaggio, diversa da quella di cui alla voce 17 05 05	x		
17 08 02 Materiali da costruzione a base di gesso diversi da quelli di cui alla voce 17 08 01		x	x
17 09 04 Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	x	x	x
20 03 01 Rifiuti urbani non differenziati			x

9.5 SITI DI APPROVVIGIONAMENTO

Per l'approvvigionamento dei materiali granulari sono state individuate le seguenti fonti:

- Cementerie Barbetti SpA, ubicato in via Baiona 228, Area Industriale (RA). :
- Ecocave SrL, ubicato in via dello Scolone (RA).
- Impianto Bosca SrL, via Bosca (RA) Consar, via Vicoli 93 RA
- Con. Eco. Trasporti via Randi 44 RA
- Trentin Ghiaia SpA via brenta 1 Albaredo (TV)

L'ubicazione dei siti citati è riportata nell'elaborato di progetto "Planimetria Cave e Discariche" (cod. elaborato: 1114-E-GEE-MAT-DF-01-0)

9.6 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

I siti di deposito intermedio sono costituiti dalle vasche utilizzate per la caratterizzazione ambientale ed ubicate all'interno dell'area di cantiere

Le vasche di deposito saranno realizzate con elementi prefabbricati ed ubicate all'interno delle aree di cantiere; avranno dimensioni variabili in funzione della effettiva disponibilità di spazi sufficienti a garantire l'operatività del cantiere. La dimensione della vasca (8 x 49 m x h=1,20 m) è riportata nella planimetria di cantiere

Il materiale scavato o derivante da demolizione rimarrà depositato nelle vasche il tempo sufficiente al completamento delle operazioni di caratterizzazione (circa 1/ 2 settimane)

Poichè le vasche di deposito interne al cantiere comunque non risultano sufficienti all'esecuzione dei lavori secondo la programmazione prevista in appalto, il Contraente Generale ha richiesto alla stazione appaltante di individuare ulteriori aree all'esterno delle aree operative di cantiere.

Nel caso venissero individuate, il presente documento verrà opportunamente modificato/ aggiornato e si procederà ad informare l'Ente di Controllo.

9.7 TRASPORTO

I percorsi per il trasporto dei materiali di risulta dai siti di produzione alle vasche di deposito intermedio già individuate nell'ambito del presente progetto, non interessano aree esterne all'ambito del cantiere.

Per quanto riguarda eventuali vasche di deposito ubicate in aree esterne al cantiere, attualmente in corso di identificazione da parte del Contraente Generale, saranno presumibilmente localizzate fra le aree industriali situate a tergo delle banchine e quindi il trasporto interesserà tratti molto limitati della sola viabilità locale di collegamento fra le aree industriali.

Per quanto riguarda invece i percorsi, da e verso i siti di smaltimento e/o recupero e da e verso i siti di approvvigionamento sono stati individuati percorsi che privilegiano la viabilità di scorrimento quali autostrade, e strade statali, e per quanto possibile fanno ricorso alla viabilità locale solo quando necessario, per lo più in prossimità delle aree di cantiere e dei siti di smaltimento o fornitura

In linea con tale indicazione è stata predisposta una prima ipotesi di percorsi che collegano le aree di cantiere ai diversi siti individuati. Si segnala che per la soc. Consar si è considerato il deposito di inerti di via Bartolotte e per la soc. Coneco il deposito sito in via Vicoli

In corso d'opera, dopo confronto con le Amministrazioni locali, sarà definita la soluzione definitiva e predisposte le eventuali misure necessarie per ridurre al minimo gli impatti sul traffico preesistente.

Le soluzioni ipotizzate sono riportate nelle tabelle seguenti.

Per quanto riguarda la soc. Trentin Ghiaia, considerata la distanza, si assume che il traffico segua la rete autostradale fino alla diramazione dell'A14 e da qui segua i medesimi percorsi già individuati per la soc. CONSAR.

Trasporti: ipotesi di percorso da e verso le aree di cantiere

CON.ECO TRASPORTI	CONSAR	CEMENTERIE BARBETTI	CAVA BOSCA	ECOCAVE
Via Vicoli Via Torre SS16 Via San Vitale Via Canale Magni Via Baiona	Via Bartolotte A14 Via San Vitale Via Canale Magni Via Baiona	Via Baiona	Via Bosca Via Marabina SS67 Via Trieste Via Monti Via Baiona	Via Scolone Via canale Molinetto Via Europa Via Monti Via Baiona

10 CRONOPROGRAMMA

Per la realizzazione degli interventi alla banchina DOKS Piomboni (cantiere M) sono previsti **321 giorni**; nell'ambito degli interventi programmati il cantiere O (banchina DOKS) dovrà avere inizio nella I fase, ovvero contestualmente ai cantieri della penisola Trattaroli (cantieri N1 ed N2) e quelli in sponda sinistra corrispondenti alla banchina Trattaroli Sud (H e G), alla banchina Trattaroli Nord (cantiere D) ed alla banchina ALMA (cantiere C)

BANCHINA		CANTIERE	FASE	GG	MESI
0	ALLESTIMENTO AREA LOGISTICA	--	I	60	2
1	IFA	I	II	624	21
2	TRATTAROLI SUD	H	I	410	14
3	TRATTAROLI SUD	G	I	410	14
4	TRATTAROLI SUD	F	II	452	15
5	TRATTAROLI SUD/NORD	E	II	452	15
6	TRATTAROLI NORD	D	I	540	18
7	LLOYD	O/1	II	365	12
8		O/2	II	365	12
9	ALMA	C	I	540	18
10	BUNGE SUD	B	I	330	11
11	BUNGE NORD	A	I	100	3,4
12	DOKS PIOMBONI	M	I	321	11
13	TERMINAL CONTAINERS	N1+N2	I	1082	36

Nel cronoprogramma allegato sono riportate, raggruppate per WBS di livello 3, le principali attività riportate nella seguente tabella.

DOCKS PIOMBONI (BA.M) - cantiere M	
FASI ESECUTIVE	
1	OPERE DI CANTIERIZZAZIONE
3	DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E SVELLIMENTO IMPIANTI
4	REALIZZAZIONE PARATIA PALI D:800 mm AD INTERASSE l=4,0 M DELL'ALLINEAMENTO 1
5	REALIZZAZIONE PALI D:600 ALLINEAMENTI 2 - 3 - 4
6	FORMAZIONE DEI PULVINI IN CA DIM 170 X 170 X H=60 CM
7	DEMOLIZIONE PARZIALE DELLA TRAVE DI CORONAMENTO
8	REALIZZAZIONE DELLE TASCHE IN CARPENTERIA METALLICA PER ALLOGGIO NUOVI TIRANTI
9	REALIZZAZIONE TIRANTI SIRIVE D90 MM INT 3,6 M LUNGH 38 M CON BULBO IN JETTING
10	REALIZZAZIONE CAMERA A FIORI
11	FORMAZIONE DI RIEMPIMENTO IN TOUT VENANT
12	REALIZZAZIONE CAVIDOTTI IMPIANTI
13	FORMAZIONE NUOVO PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE
14	POSA IN OPERA NUOVI PARABORDI E SCALETTE ALLA MARINARA
15	DEMOB RECIZIONI DI CANTIERE ED AREA LOGISTICA

11 QUADRO ECONOMICO CANTIERE M – BANCHINA DOCKS PIOMBONI NORD

L'importo dei lavori previsti alla banchina DOCKS PIOMBONI NORD risulta pari ad **Euro 2,805,156.58** di cui Euro **2,747,812.69** per opere a corpo ed Euro **57,343.89** per opere a misura.

Si riporta di seguito quadro economico di riepilogo delle WBS che caratterizzano l'appalto:

LAVORI CONTRATTUALI A CORPO ED A MISURA

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA		IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISITE			
A) LAVORI			
Lavori a CORPO		2 747 812,69	
BA - BANCHINE		2 747 812,69	
<i>BAM - BANCHINA DOCKS PIOMBONI NORD (Cantiere M)</i>		<i>2 747 812,69</i>	
01 - Demolizioni		28 369,26	
002 - Rimozione arredi di banchina		1 376,00	
003 - Demolizione pavimentazioni		26 993,26	
02 - Fondazioni profonde		1 915 943,67	
005 - Pali		1 099 249,20	
009 - Opere di sostegno (tiranti)		801 360,00	
018 - Trasporti		8 967,38	
019 - Oneri conferimento		6 367,09	
03 - Movimenti terra		22 427,07	
010 - Scavi		22 427,07	
05 - Trasporti e conferimenti a discarica		92 976,03	
018 - Trasporti		70 838,88	
019 - Oneri conferimento		22 137,15	
06 - Opere in c.a.		210 538,91	
021 - Trave di coronamento		210 538,91	
08 - Arredi di banchina		6 960,00	
027 - Arredi di banchina definitivi		6 960,00	
11 - Strade e pavimentazioni		435 861,93	
033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi		435 861,93	
13 - Monitoraggi		31 435,82	
037 - Stazioni di monitoraggio		31 435,82	
14 - Prove su strutture		3 300,00	
038 - Prove su tiranti esistenti		3 300,00	
Lavori a MISURA		57 343,89	
BA - BANCHINE		57 343,89	
<i>BAM - BANCHINA DOCKS PIOMBONI NORD (Cantiere M)</i>		<i>57 343,89</i>	
09 - Opere idrauliche		57 343,89	
029 - Impianto smaltimento acque meteoriche		42 223,63	
030 - Impianto acqua potabile		15 120,26	
IMPORTO LAVORI Euro			2 805 156,58
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro		2 805 156,58	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro			2 805 156,58