

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 BA - BANCHINA "C" - ALMA
ELABORATI GENERALI
RELAZIONE GENERALE - BANCHINA "C"

file
1114-E-BAC-GEN-RG-01-1.doc

codice
1114-E-BAC-GEN-RG-01-1

scala
-

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	28/07/2021	Emissione per approvazione	C. Scarpa	L. Masiero	T. Tassi
1	15/09/2021	Emissione per approvazione	R. Bullo	L. Masiero	T. Tassi

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

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

committente



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

contraente generale



Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl
Piazza del Popolo 18
00187 Roma



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

progettisti



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

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Filippo Busola



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

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl
Via Filangieri 11
80121 Napoli

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Marco Di Stefano

PROGETTO ESECUTIVO

BANCHINE

Relazione generale – Banchina “C”

28 Luglio 2021

PROGETTISTI

RTP:  **TECNITAL**

F&M
ingegneria

SISPI
engineering

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	LA BANCHINA C – ALMA	5
3	CARATTERISTICHE DELL’AREA	6
4	INDAGINI E RILIEVI	8
4.1	INDAGINI	8
4.2	RILIEVI	9
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	12
5.1	ASSETTO GEOLOGICO	12
5.2	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	16
5.3	INQUADRAMENTO SISMICO	17
5.3.1	AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	18
5.3.1.1	VITA NOMINALE.....	18
5.3.1.2	CLASSE D’USO	19
5.3.1.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L’AZIONE SISMICA	19
5.3.1.4	AZIONE SISMICA	20
5.3.2	MODELLO GEOTECNICO-SISMICO	20
6	DESCRIZIONE DELLE OPERE	23
6.1	SITUAZIONE ATTUALE DELLA BANCHINA	23
6.2	PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO	24
6.3	INTERVENTO DI ADEGUAMENTO PREVISTO	25
7	CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI	28
8	QUADRO ECONOMICO CANTIERE C – BANCHINA ALMA	28

1 PREMESSA

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

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

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

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

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

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

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

Nelle aree limitrofe al porto verranno acquisiti al Pubblico Demanio Marittimo alcune aree che saranno anche oggetto di destino di parte del materiale dragato prima della realizzazione delle aree logistiche vere e proprie. In data 20/01/21, con verbale di avvio alla progettazione, l'Autorità di Sistema (AdSP), ha limitato l'inizio delle attività di progettazione esecutiva (PE) agli interventi di adeguamento funzionale e strutturale delle banchine ed allo svuotamento delle casse di colmata Nadep e Centro Direzionale.

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

La progettazione esecutiva delle banchine riguarda in particolare:

- Banchine A - BUNGE NORD
- Banchine B - BUNGE SUD
- Banchine D – CEMENTILCE (UNIGRA'-UNITERMINAL) – TRATTAROLI NORD
- Banchina C – ALMA
- Banchina O - LLOYD

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

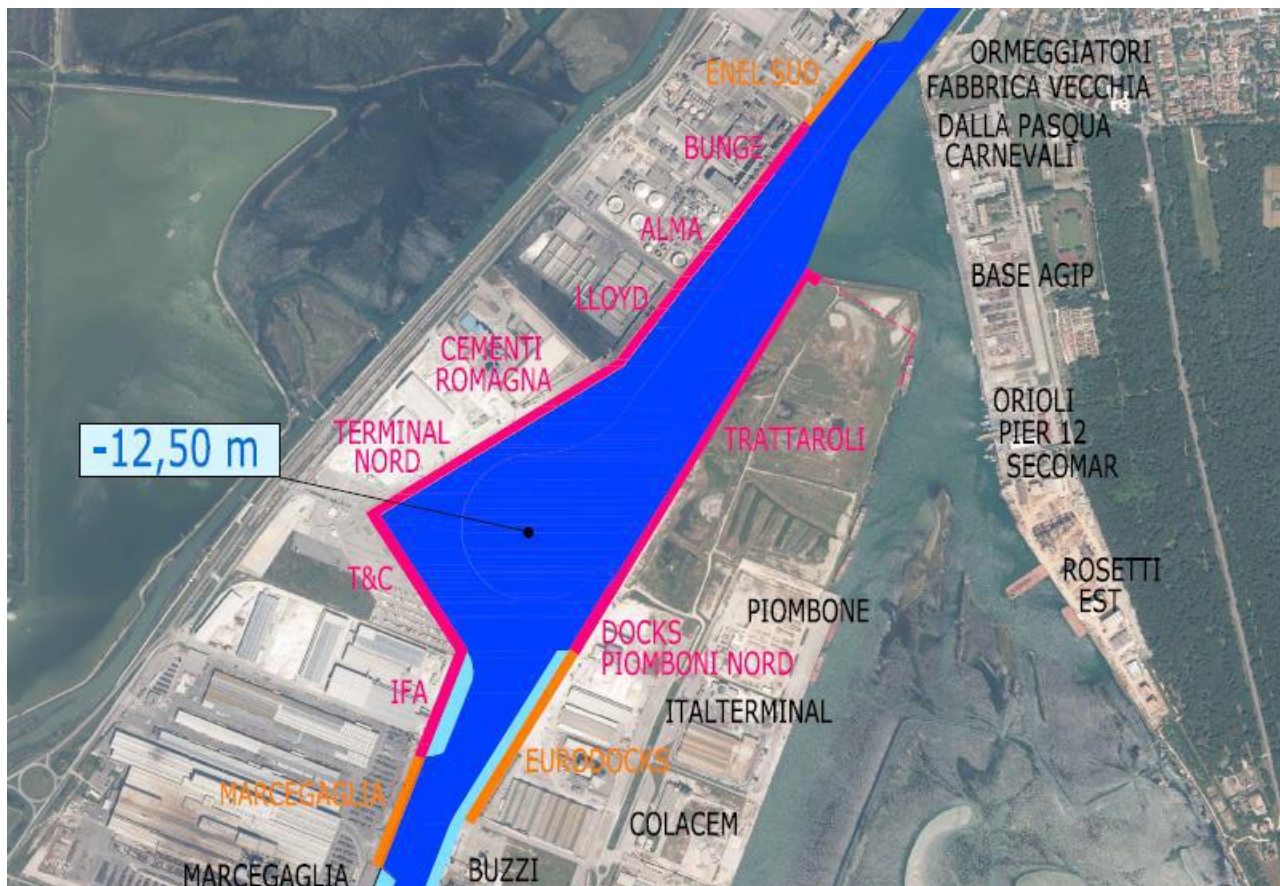


Figura 1 – Planimetria relativa alle banchine da adeguare e al nuovo terminal in penisola Trattaroli (PD)

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

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

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

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

2 LA BANCHINA C – ALMA

La presente relazione si riferisce all'intervento di adeguamento previsto per la banchina Alma S.p.A. (denominata Banchina C) nell'ambito del progetto esecutivo "Approfondimento Canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, Nuovo Terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo del materiale estratto in attuazione al P.R.G. vigente 2007 – I Fase – Porto di Ravenna".

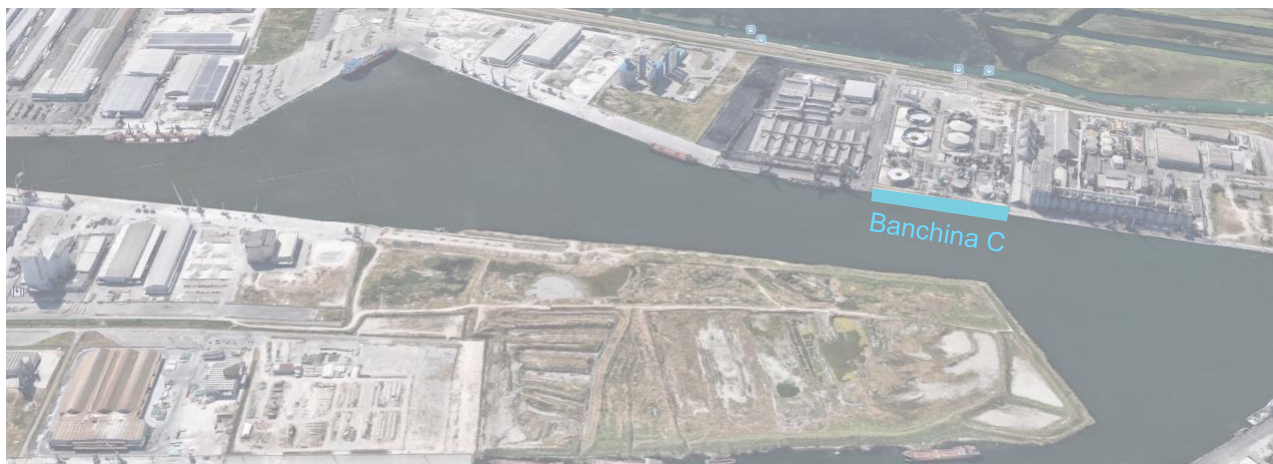


Figura 2 – Individuazione della banchina Alma Petroli (Banchina C)

La banchina Alma Petroli oggetto della presente relazione è collocata lungo il canale Candiano, in sponda sinistra, poco a Nord di largo Trattaroli, antistante lo stabilimento della società Alma Petroli S.p.A. La banchina si estende per circa 227,50 m ed è costituita da un palancoolato combinato in acciaio ancorato con tiranti a bulbo iniettato. La banchina è stata realizzata tra il 1988 ed il 1991, tra la banchina LLOYD Ravenna e la banchina Italiana Olii e Risi (oggi Bunge).

L'attività dello stabilimento consiste essenzialmente nella lavorazione di petroli grezzi pesanti atti alla produzione di bitumi stradali. Nello stabilimento vengono quindi lavorati petroli grezzi speciali, polveri di elementi leggeri (benzine), che danno elevati rendimenti in bitume, cui si associano gli oli combustibili. I prodotti della lavorazione sono bitumi di vario tipo (~70%), oli combustibili e gasoli ATZ (27%) ed il rimanente è costituito da perdite e prodotti leggeri (circa il 3%). I grezzi arrivano via nave o via autobotte.

Viene utilizzato anche del semilavorato pesante. I gasoli ATZ vengono spediti via mare ad altre raffinerie per subire la desolforazione. La capacità di lavorazione in base all'ultima autorizzazione è di 550.000 t/A di greggio. Il petrolio grezzo, che costituisce la materia prima, arriva in stabilimento via terra su autobotti in caso si tratti di petrolio dell'adriatico, oppure via mare dalla banchina di proprietà, attrezzata ed autorizzata alla scarica delle navi sul Candiano. In caso di prodotto giunto via mare è la nave con proprie pompe ad effettuare lo scarico. La presenza delle navi (dimensioni di 140 -200 m) hanno una frequenza di 4-5 navi/mese.

3 CARATTERISTICHE DELL'AREA

La banchina C (Alma), oggetto della presente relazione, è collocata lungo il canale Candiano in sponda sinistra, poco a Nord di largo Trattaroli, tra la banchina LLOYD Ravenna e la banchina Italiana Olii e Risi (oggi Bunge).



Figura 3 – Ortofoto – Banchina Alma

La banchina, realizzata tra il 1988 ed il 1991, ha uno sviluppo di circa 230 m ed è antistante lo stabilimento della società Alma Petroli S.p.A., il cui impianto è stato costruito nel 1957.

Nei piazzali retrostanti il banchinamento sono presenti dei serbatoi di stoccaggio di idrocarburi.

Nel 2005 uno dei serbatoi (il n. 4) è stato demolito e sostituito; la fondazione del serbatoio è costituita da una trave a T rovescio ad anello che sostiene il cilindro metallico del serbatoio (Figura 5).

Dei vecchi serbatoi non si hanno informazioni, se non che sono del tipo a tetto fisso, quindi è ragionevole ipotizzare che abbiano fondazioni superficiali di tipologia analoga a quella del serbatoio n.4.

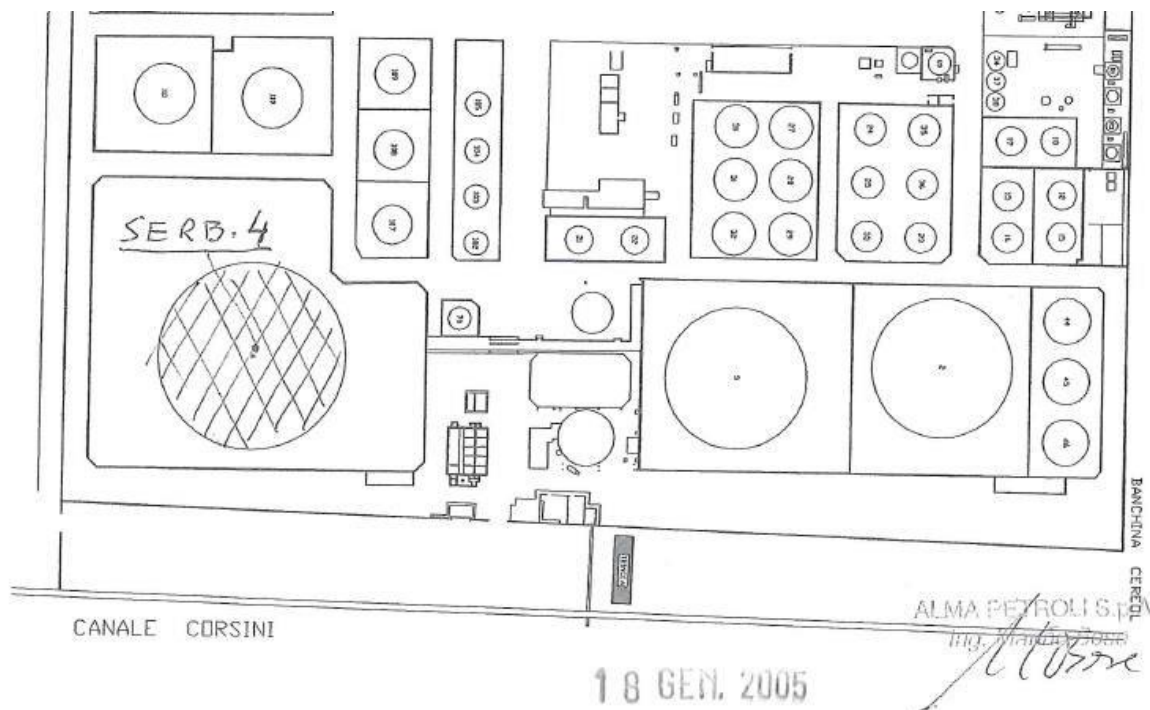


Figura 4 – Ortofoto – Planimetria della raffineria con indicazione dei serbatoi più vicini alla banchina

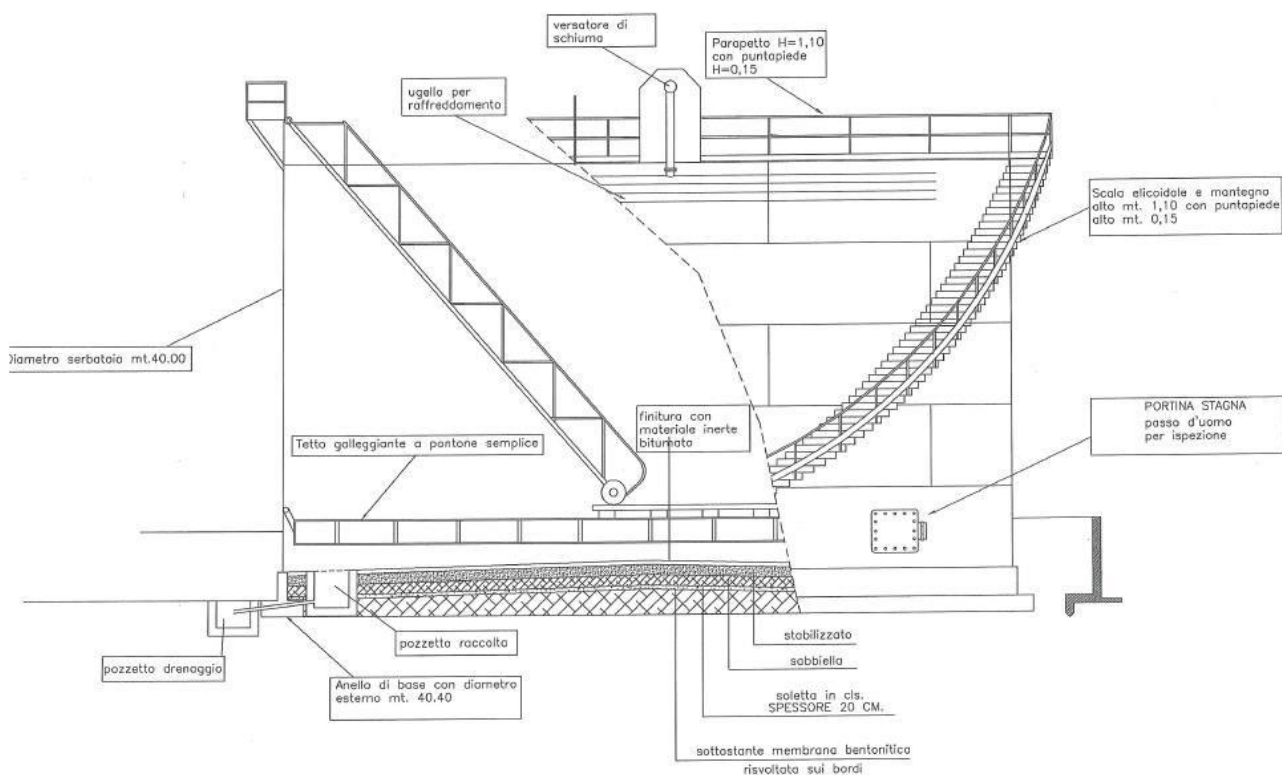


Figura 5 – Sezione verticale del serbatoio n. 4 ricostruito nel 2005

4 INDAGINI E RILIEVI

4.1 INDAGINI

Le indagini geognostiche realizzate per il progetto comprendono sondaggi, prelievi di campioni per l'esecuzione di prove geotecniche, prove geofisiche e prove penetrometriche.

Il presente capitolo riassume in modo schematico le indagini eseguite nell'area delle banchine. Le campagne di indagini considerate sono quelle eseguite per il PD (2014/15) e quelle del PE (2020) a cui si aggiungono ulteriori indagini pregresse.

In specifico, l'area del porto, che prevede l'intervento delle banchine, è stata interessata negli anni da numerose campagne geognostiche finalizzate alla realizzazione di diverse opere, tali dati geognostici sono risultati utili al fine di avere una ulteriore conferma dell'assetto geologico (Tabella 1).

Per quanto riguarda la presentazione dei dati completi delle indagini, si fa riferimento al "Fascicolo di indagini - Progetto Esecutivo 2020".

Campagna indagini pregresse

Periodo	Impresa Esecutrice/Geologo	Opera Di Riferimento
Dicembre 1972	Pali Trevisani di Cesena	Zona P.I.R.
Aprile 1973	Studio geotecnico Dr. Radaelli e Dr. Castellotti di Segrate (Mi)	Prolungamento banchina SETRAMAR
Febbraio 1979	Tecnosol di Roma	Zona banchina FERRUZZI
Aprile 1980	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Banchine piazzale Dante della S.A.P.I.R.
Novembre 1985	Prof. Silvano Marchetti	Appalto concorso rafforzamento Molo Guardiano Destro Canale Candiano
Giugno 1987	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona EUROTERMINAL S.p.A.
Novembre 1991	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona compresa tra canale Candiano, sponda destra e canale Piombone
Novembre 1991	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Progetto esecutivo nuovo molo guardiano in sinistra canale Candiano (commissionata dalla S.A.P.I.R.)
Febbraio 1992	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona Largo Trattaroli
Febbraio 1992	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona Enichem
Aprile 1992	Acquater S.p.A. di San Lorenzo in Campo (Pesaro)	Prove laboratorio area Trattaroli sx
Luglio 1993	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Zona sviluppo S.A.P.I.R.
Maggio 1995	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Località Trattaroli
8 luglio 1997	PERIGEO Dott. Geol. Guarnieri	Molo San Filippo – Porto Corsini
30 marzo 2010	ISMGEO Seriate (Bergamo)	Prove laboratorio Banchina Polimeri Europa
4 settembre 2012	SOGEO S.r.l. Dott. Porcari	Piazzale Adriatico angolo via Don G. Verità Marina di Ravenna
Dicembre 2012	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Piano urbanistico attuativo "Capitaneria di Porto" Marina di Ravenna
Febbraio 2013	Dott. Geol. Borghetti	Via Fabbrica Vecchia Marina di Ravenna
Aprile 2013	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Banchina San Vitale

Tabella 1 – Lista indagini pregresse dell'area delle banchine del Porto di Ravenna. Riferimento alla data di esecuzione, all'impresa realizzatrice e all'opera per cui è stata realizzata.

Campagna indagini 2014 (Novembre 2014 - Gennaio 2015)

- n. 7 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 35 m da p.c. S4/14 ÷ S7/14, S17/14 ÷ S19/14 (Sondedile s.r.l., 2015); 4 dei quali predisposti con tubo in PVC fino a fondo foro per prospezione geofisica Down Hole.
- prelievo n. 19 campioni di terreno indisturbati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg e analisi granulometrica), prove triassiali non consolidate non drenate (UU), consolidate drenate (CD), consolidate non drenate (CU), prove di taglio diretto (TD) e prove edometriche (EDO).
- n. 7 prove penetrometriche statiche con piezocono lato terra (CPTu); CPTu11/14 ÷ CPTu14/14, CPTu32/14 ÷ CPTu34/14 (Georicerche, 2014/15), spinte sino a una profondità variabile tra 35 e 50 m.
- n. 4 prove penetrometriche statiche con piezocono lato mare (CPTu) : CPTu9m/14 ÷ 11m/14, 34m/14 (Geostudi, 2014/15), spinte sino a una profondità variabile tra 26 e 30 m dal piano di lavoro.
- n. 7 prove con dilatometro Marchetti (DMT) (Geostudi, 2014/15).

Campagna indagini 2020

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 50 m da p.c. (S1Pz/20 ÷ S3Pz/20, S6Pz/20), per ogni sondaggio sono state eseguite n.3 prove di permeabilità di tipo Lefranc; i sondaggi S1Pz/20 ÷ S3Pz/20 sono stati attrezzati con piezometro (Ambiente S.p.a.).
- prelievo n. 21 campioni di terreno indisturbati e n. 48 campioni rimaneggiati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg, analisi granulometrica), prove triassiali consolidate non drenate (CIU), prove di taglio diretto (TD), prove edometriche (EDO) e prove triassiali cicliche (TXC) (Socotec).
- n. 9 prove penetrometriche statiche con piezocono sismico (SCPTu) spinte fino a profondità di 30/40 m, SCPTu1/20 ÷ SCPTu9/20 e n.12 test di dissipazione su n.6 punti (Ambiente S.p.a., Nov.- Dic. 2020).
- n. 6 stendimenti MASW Multichannel Analysis of Surface Waves (SMA), SMA1 ÷ SMA6.
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 20 m da p.c. (S1A/21 ÷ S1B/21), in foro di sondaggio sono state condotte prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (SPT) (Sottosuolo s.r.l.);
- prelievo n. 6 campioni di terreno indisturbati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg, analisi granulometrica), prove triassiali consolidate non drenate (CIU) (Inge s.r.l.).

4.2 RILIEVI

In seguito ai rilievi ricevuti da Anfibia relativi alla banchina N1 - NTC sopraelevazione, per l'analisi e ricostruzione dello stato attuale dei luoghi e la valutazione delle azioni progettuali è stata presa in considerazione la seguente documentazione:

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

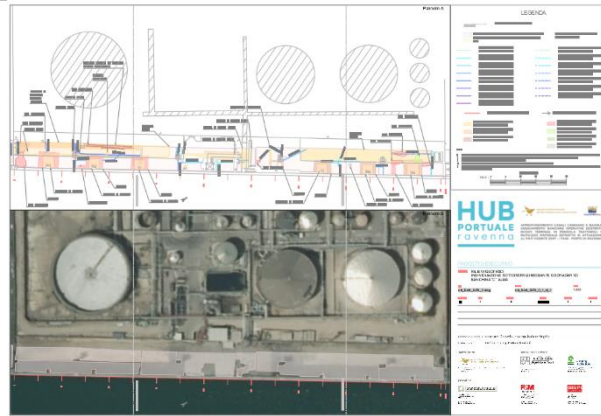
Di seguito sono elencati gli elaborati di rilievo forniti e presi in considerazione:

- AN_BAN_TOPO_C.dwg

- ALMA lidar mulibeam.rcp
- ALMA terreno da Mesh.rcp
- AN_BAN_C.dwg

Nome file	Immagine	Dati ottenuti
AN_BAN_TOPO_C.dwg		Disposizione elementi battuti e filo banchina interno
ALMA terreno da Mesh.rcp		Verifica elementi in superficie
ALMA lidar mulibeam.rcp		Verifica elementi verticali in palancolato verticale
<p>Sonar AN_BAN_C.dwg</p> <p>Sono presenti 4 tipi di rilievi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Curve di livello e stazione strumento - Lidar multibeam - Fotoraddrizzamento da frame video - Scansione Sonar 		Individuazione dei sottoservizi

Georadar
 AN_BAN_GPR_C.dwg



Individuazione
 dei
 sottoservizi

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

5.1 ASSETTO GEOLOGICO

L'area in cui si colloca l'opera in progetto è localizzata nella bassa pianura romagnola; questo territorio è assimilabile ad un piano debolmente inclinato con immersione E-NE e presenta lievissime ondulazioni che si manifestano con ampie e blande depressioni a fondo sub pianeggiante, separate da strette zone in leggero rilievo date dai dossi dei corsi d'acqua passati e recenti.

I processi morfogenetici caratteristici di quest'area sono generalmente di origine fluviale. Tale territorio, infatti, fa parte della piana a copertura alluvionale nella quale i corsi d'acqua appenninici, in occasione delle piene rompevano gli argini e tracimavano spandendo le loro acque nelle aree adiacenti di basso topografico.

Tuttavia, in quest'area, i processi alluvionali sono stati accompagnati da una dinamica litorale che ha fortemente modificato la morfologia costiera.

Da un punto di vista geologico i depositi che formano la Pianura Padana costituiscono il riempimento di avansfossa del Bacino Sedimentario Padano, di età plio-quadernaria, compreso tra gli Appennini a sud e la Catena Alpina a nord. Questi depositi poggiano sul substrato costituito da pieghe e pieghe-faglie con assi tettonici paralleli ai principali allineamenti appenninici di direzione NW-SE. La base dei sedimenti pliocenici nella zona di Ravenna si situa ad una profondità di circa 3500- 4000 m, mentre la base dei depositi quadernari può arrivare anche a 1500 m.

La successione quadernaria è costituita da due cicli sedimentari principali: uno marino e uno sedimentario. Questi cicli sono costituiti da successioni di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri ed alluvionali e il loro spessore varia da 1000 a 1500 m in base alla morfologia del substrato.

Il nuovo "Foglio Geologico 223- Ravenna" suddivide il ciclo marino in parte del Gruppo del Santerno (Pliocene Medio - Pleistocene Inferiore) e le Sabbie di Imola (inizio del Pleistocene Medio).

Il ciclo sedimentario, invece, che ha come base una superficie di discontinuità principale, è denominato Supersistema Emiliano-Romagnolo (Pleistocene medio - Olocene), con uno spessore di circa 600 -700 m è suddiviso in due sistemi: il Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore e il Sistema Emiliano Romagnolo Superiore-AES (Pleistocene Medio-Olocene).

Nella zona di Ravenna il Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore non affiora, mentre il Superiore corrisponde al Subsistema di Ravenna, AES8 (Pleistocene Medio- Olocene).

L' AES8 risulta prevalentemente composto da corpi lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi di spessore plurimetrico di sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale o di ambiente deltizio e litorale.

Il limite inferiore, non affiorante risulta inconforme e marcato da una superficie di discontinuità, mentre il limite superiore corrisponde al piano topografico. Lo spessore dell'unità è compreso, nell'area costiera tra i 20 e 28.5 m.

Nella parte sommitale del Subsistema di Ravenna viene distinta un'unità di rango inferiore, l'Unità di Modena (AES8a) di età post-romana (IV-VI sec. d.C. - Attuale), costituita da sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale e deltizio-litorale. Il limite inferiore è inconforme e marcato da superfici di erosione fluviale mentre quello superiore coincide con il piano topografico ed è definito da un suolo calcareo. Lo spessore di questa unità è compreso tra 0 e 5.5 m.

La carta riportata in Figura 6 mostra come l'Unità di Modena affiora lungo tutta la zona costiera che comprende l'area in studio; si nota anche che la morfologia del territorio si presenta regolare, con una generale inclinazione del suolo da sud-ovest verso est e verso nord.

Le nuove carte geologiche, come il Foglio di Ravenna, riportano non solo la suddivisione in unità stratigrafiche a limiti inconformi, che accorpano associazioni di facies, ma anche quella in base al sistema morfologico-deposizionale che ha messo in posto i terreni, suddivisi anche in base alla granulometria.

Perciò, i depositi deltizi litorali presenti nell'area sono:

- corpi sedimentari sabbiosi orientati N-S corrispondenti a cordoni litorali (spiaggia duna eolica) con spessori di massimo 15 m e tendenza granulometrica negativa. Fanno transizione laterale e verso il basso a depositi di prodelta e transizione di piattaforma. Lateralmente e verso l'alto passano a depositi lagunari e palude salmastra, mentre localmente sono sormontati da depositi alluvionali;
- corpi nastriformi formati da argille limose, argille e limi argillosi in strati molto sottili a medi, alternati a sabbie fini ricche di bioclasti, di spessore massimo di 2.5 m. Corrispondono a depositi di palude salmastra e laguna (retrocordone). In prossimità dell'area portuale sono presenti accumuli di sabbia legati ad attività antropica.

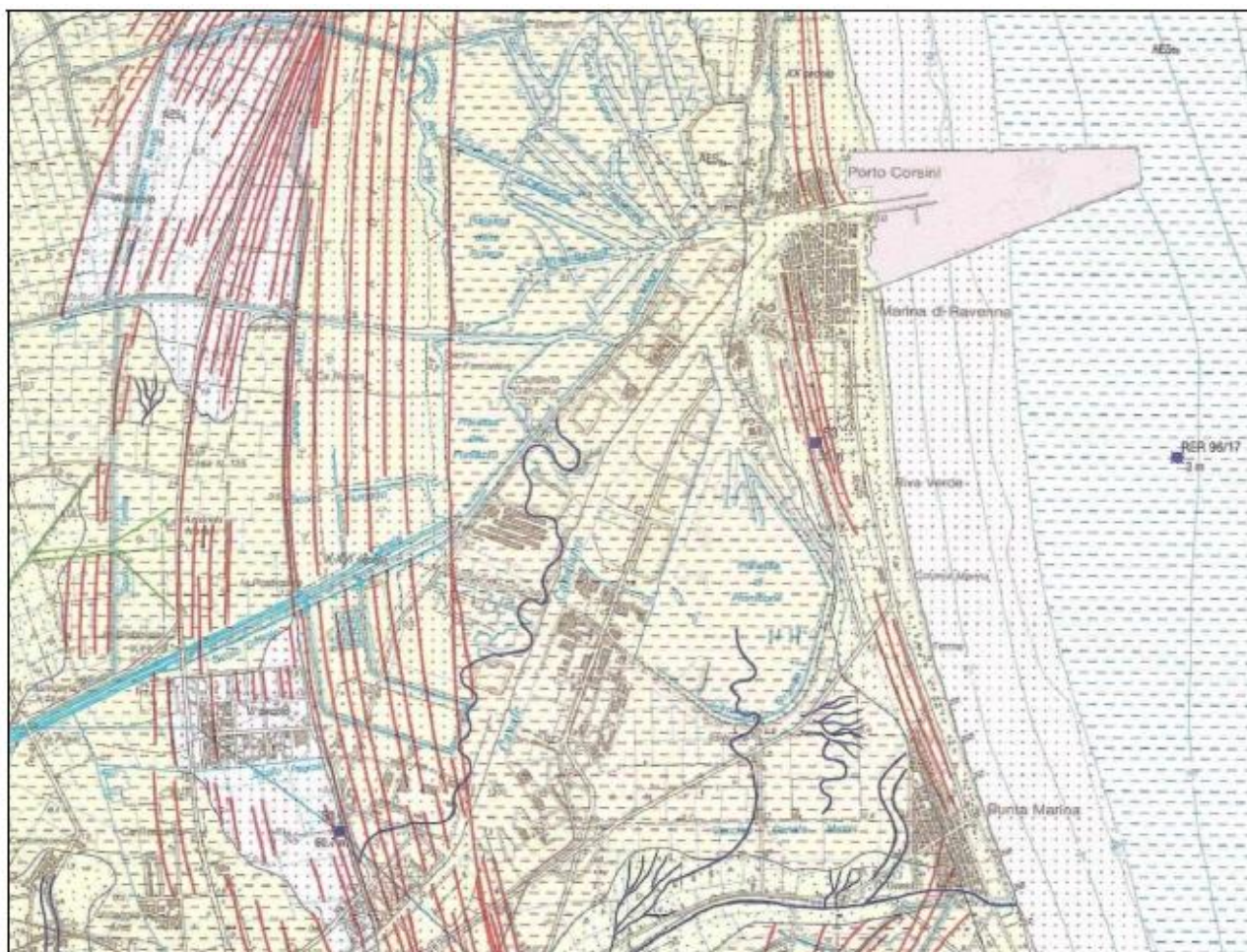


Figura 6 – Stralcio Carta Geologica Foglio 223- Ravenna, Regione Emilia-Romagna (scala 1:50.000).

Di seguito sono riportate le principali unità stratigrafiche, dalle più recenti alle più antiche, rappresentative della successione sedimentaria plio-quadernaria della zona portuale del comune di Ravenna e tratte dal Foglio Geologico 223- Ravenna (Figura 6-1).

CODICE	LITOFACIES	ASSOCIAZIONE DI FACIES (UNITA' CARTOGRAFICA)	ELEMENTO DEPOSIZIONALE	SISTEMA DEPOSIZ.
A1	argille di piana inondabile	piana inondabile	piana alluvionale	sistema alluvionale
A2	limi e sabbie di argine	canale, argine e rotta fluviale		
A3	sabbie di canale fluviale			
A4	sabbie di ventaglio di rotta			
D	sabbie e limi di canale distributore	canale distributore, argine e rotta	piana deltizia	sistema deltizio - litorale
P1	argille di palude salmastra	area interdistributrice, retrocordone	piana deltizia piana di sabbia	
P2	torbe di palude salmastra			
L1	argille lagunari			
L2	sabbie e argille lagunari			
S1	sabbie di spiaggia sommersa inferiore	cordone litorale	fronte deltizia piana di sabbia	
S2	sabbie di spiaggia sommersa superiore/spiaggia intertidale			
S3	sabbie e limi di spiaggia emersa			
M1	argille e sabbie di transizione spiaggia-piattaforma	prodelta e transizione alla piattaforma	prodelta e transizione alla piattaforma	
M2	argille e sabbie di prodelta			
B1	limi e argille di laguna/baia	retrobarriera (non affiorante)	complesso barriera/laguna	
B2	argille e torbe di laguna/baia			
B3	argille di palude di acqua dolce			
T1	lag conchigliere	barriera trasgressiva (non affiorante)		
T2	sabbie limose marine fossilifere			

Tabella 2 – Quadro sinottico delle unità stratigrafico deposizionali distinte all'interno del Subsistema di Ravenna e la loro relazione con le unità stratigrafiche nel Foglio di Ravenna.

La campagna di indagini svolta per il PE è stata eseguita al fine di confermare gli spessori degli strati individuati nel PD e di caratterizzarli più in dettaglio.

L'assetto geologico non si discosta da quello del PD a parte per l'aggiunta di uno spessore a tratti lenticolare dell'associazione di facies "P". Di seguito sono riportate in modo schematico le principali caratteristiche delle associazioni di facies precedentemente descritte.

Il presente modello geologico è supportato graficamente da profili geologici longitudinali e trasversali alle banchine presentati nelle Tavole di progetto.

Depositi antropici (tipo "R")

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. All'interno di questi terreni è importante la presenza di asfalti, laterizi (S3Pz/20) e talvolta materiale litoide di natura calcarea, attribuibili a scogliere (p.e. S1Pz/20, S2Pz/20, S6Pz/20). Le ghiaie sono spesso confinate nel primo metro; in alcuni casi si è osservata la presenza di calcestruzzi anche a profondità elevate (entro i 10-14 metri dal p.c.), questi vengono attribuiti ad opere di consolidamento esistenti (pali, tiranti, jet-grouting ecc.), inglobate all'interno del terreno naturale.

Depositi di palude salmastra (associazione di facies "P")

L'associazione di facies "P" non è di facile riconoscimento poiché a stretto contatto con i depositi antropici, infatti, questa associazione di facies risulta spesso rimaneggiata e rielaborata con il terreno sovrastante.

Tuttavia, grazie all'esecuzione dei nuovi sondaggi e prove SCPTu, è stato possibile individuare uno spessore di 1-2 m a tratti lenticolare avente valori di resistenza di punta bassi, compresi tra 1-2 MPa.

Depositi di cordone litorale (associazione di facies "S")

Le indagini eseguite nell'area delle banchine confermano la presenza dello spessore dell'associazione di facies "S" formato da un livello sabbioso immediatamente sotto ai depositi antropici di copertura, oppure sotto ai depositi palustri "P".

In particolare, le prove penetrometriche con piezocono sismico hanno individuato uno spessore variabile tra 7 e 11 m, mostrando valori di resistenza alla punta di circa 2-6 MPa con un valore medio di 5 MPa. I valori di resistenza di punta e gli spessori sono in linea con quanto riscontrato in sede di PD.

Dalle prove SCPTu1/20 e SCPTu2/20 si nota la presenza di un livello con una bassa resistenza di punta alla quota di circa - 8/10 m s.l.m. congruo ad un evento di isolamento lagunare-palustre durante le fasi di migrazioni dei cordoni, l' ambiente eolico-costiero, infatti, è un ambiente molto dinamico caratterizzato da una variabilità spaziale e temporale molto accentuata.

Depositi di prodelta e transizione alla piattaforma (associazione di facies "M")

Anche l'associazione di facies "M" è confermata; essa è costituita da limi e limi argillosi con livelli più sabbiosi di colore grigio, in livelli da poco consistenti a consistenti. Il limite superiore è quello con l'unità "S" e quello inferiore è un contatto transizionale con le sabbie trasgressive di barriera litorale (associazione di facies "T"). Dall'analisi dei sondaggi e delle prove penetrometriche lo spessore di questa unità è variabile tra 9-16 m.

Dalle prove SCPTu i valori medi di resistenza di punta sono bassi dell'ordine di 1-2 MPa con qualche picco più alto (fino a 6-7 MPa) corrispondente ai livelli più sabbiosi.

In nessun sondaggio sono stati riconosciuti resti vegetali e di legni e quindi non è stato facile differenziazione le due litofacies inferiore e superiore, pur essendo supportati da dati bibliografici, certi che nella zona sono presenti entrambe.

Depositi di barriera trasgressiva (associazione di facies "T")

In seguito all'integrazione delle indagini geognostiche e delle SCPTu l'associazione di facies "T" risulta avere uno spessore di 2-3 m, alla profondità di -25-28 m s.l.m. in linea con il PD. La base dell'associazione di facies "T" è stato posto sulla ben riconoscibile superficie di ravinement che corrisponde a un forte contrasto litologico; è, inoltre, facilmente identificabile nelle prove SCPTu sulla base di un netto aumento della resistenza alla punta qt verso l'alto.

Depositi di piana alluvionale (associazione di facies "A")

Per quanto riguarda la presenza di limi appartenenti ai depositi di piana alluvionale di tipo "A", si tratta di granulometrie di limi argillo-sabbiosi consistenti grigiasti con venature azzurrastre e screziature, intervallati a livelli più sabbiosi o livelli organici (S1Pz/20, S2Pz/20).

Il limite tra l'associazione di facies "A" e i depositi trasgressivi sovrastanti, corrispondente alla base del Subsistema di Ravenna, nei sondaggi è visibile in corrispondenza dalla brusca variazione di facies da depositi alluvionali, generalmente sovraconsolidati, a sovrastanti depositi di retrobarriera o, localmente (dove i sedimenti di retrobarriera sono stati erosi), di spiaggia sommersa.

La stessa superficie è ben identificabile nelle prove penetrometriche con piezocono in coincidenza di un brusco aumento di resistenza laterale del terreno, accompagnato da una netta diminuzione della pressione interstiziale. La profondità della base del Subsistema di Ravenna varia tra i 26 e 28 m.

5.2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

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

Sono state identificate otto aree, corrispondenti alle 8 banchine oggetto d'intervento, caratterizzate da profili stratigrafici omogenei per le quali sono stati definiti i modelli geotecnici di riferimento.

Dall'esame dei profili rilevati emerge una litologia regolare dei terreni di fondazione distinta dal differente spessore della successione dei singoli strati di terreno. Si riporta di seguito la sequenza stratigrafica rilevata e già delineata nell'ambito del PD.

- Al di sotto dei terreni di riporto, presenti con spessore variabile sino ad una profondità di +1.0÷-3.0m s.l.m., e fino alla profondità di circa -8÷-13m s.l.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 qc misurata nelle prove penetrometriche statiche compresa tra 2MPa e 8MPa.
- 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 qc compresa tra 0.5MPa e 1.2Mpa.
- A seguire e sino alla profondità di -25.0 ÷ -27.0m s.l.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. (qc compresa tra 0.8MPa e 3.5MPa).
- Da -23.0÷-25.0m s.l.m. si rileva la presenza di un orizzonte granulare composto da sabbie e sabbie limose (unità T) di spessore metrico (qc compresa tra 8MPa e 13MPa). Tale deposito è intercalato da livelli fini tanto da non venire sempre identificato nelle colonne stratigrafiche di sondaggio.
- 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 qc 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

Nelle seguenti tabelle si riporta la stratigrafia di riferimento per la banchina Alma.

Unità	Tipologia Terreno	da [m s.l.m.]	a [m s.l.m.]	γ/γ' [kN/m ³]	v [-]	OCR [-]	e_0 [-]	C_c [-]	C_R [-]	c_v [m ² /s]	D_r [%]	ϕ'_k [°]	c'_k [kPa]	c_{uk} [kPa]	V_k [m/s]	G_0 [MPa]	E_{sp} [MPa]	r [-]	M [MPa]
R	Incoerente	2/0,5	-1,5	19/9	0,25	-	-	-	-	-	-	32	-	-	140	38	25	2	15
P	Coesivo	-1,5	-3,5	18/8	0,30	1	1,00	0,25	0,04	1,0E-06	-	28	2,5	25	150	41	7	4	5
S	Incoerente	-3,5	-9	20/10	0,25	-	-	-	-	-	40	34	-	-	160	52	25	2	15
M1	Coesivo	-9	-19	18,5/8,5	0,30	1	0,95	0,18	0,04	2,0E-07	-	29	5	30	175	58	9	4	6
M2	Coesivo	-19	-25,5	18,5/8,5	0,30	1	0,95	0,18	0,04	4,0E-07	-	30	5	45	225	95	12	4	8
T	Incoerente	-25,5	-26,5	20/10	0,25	-	-	-	-	-	50	35	-	-	250	127	42	2	25
A1	Coesivo	-26,5	-29	19/9	0,30	1	0,80	0,25	0,04	-	-	29	5	65	240	112	15	4	10
A2	Incoerente	-29	-32	20/10	0,25	-	-	-	-	-	50	35	-	-	260	131	50	2	30
A1	Coesivo	-32	-35	19/9	0,30	1	-	0,25	0,04	-	-	29	5	75	260	131	22	4	15

Tabella 3 – Modello geotecnico banchina C

Per quanto riguarda la quota di falda, nel territorio in oggetto è presente una falda superficiale freatica alimentata dall'infiltrazione diretta delle precipitazioni, dalla irrigazione e dalle perdite del reticolo idrografico. Essa è principalmente contenuta nei terreni granulari, ossia sabbie e sabbie limose presenti fino a circa 15m di profondità e corrispondenti all'unità "S".

Il livello impermeabile dei limi ed argille del prodelta separa verso l'alto una falda libera all'interno delle sabbie e invece verso il basso un sistema di acquiferi multistrato con falde in pressione costituite da orizzonti permeabili sabbiosi (unità "T" e parte granulare delle unità "A") isolati da livelli argillosi (parte fine delle unità "A").

L'esame delle informazioni dirette desunte dalle letture piezometriche, eseguite nei piezometri installati, mette in evidenza un livello piezometrico medio alla quota del medio mare, in conformità a quanto previsto nel PD.

5.3 INQUADRAMENTO SISMICO

Per la definizione della sismicità dell'area si fa riferimento al lavoro di Stucchi M. et al. (2004) che hanno ridefinito la zonazione sismogenetica italiana (Zonazione sismogenetica ZS9).

La zona dell'Appennino settentrionale-centrale è stata suddiviso secondo 5 fasce parallele longitudinali alla catena e, la zona 912 sulla quale ricade l'area in progetto, insieme alla 917, rappresentano la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico. Segna perciò la spinta del fronte compressivo sepolto nord orientale più avanzato.

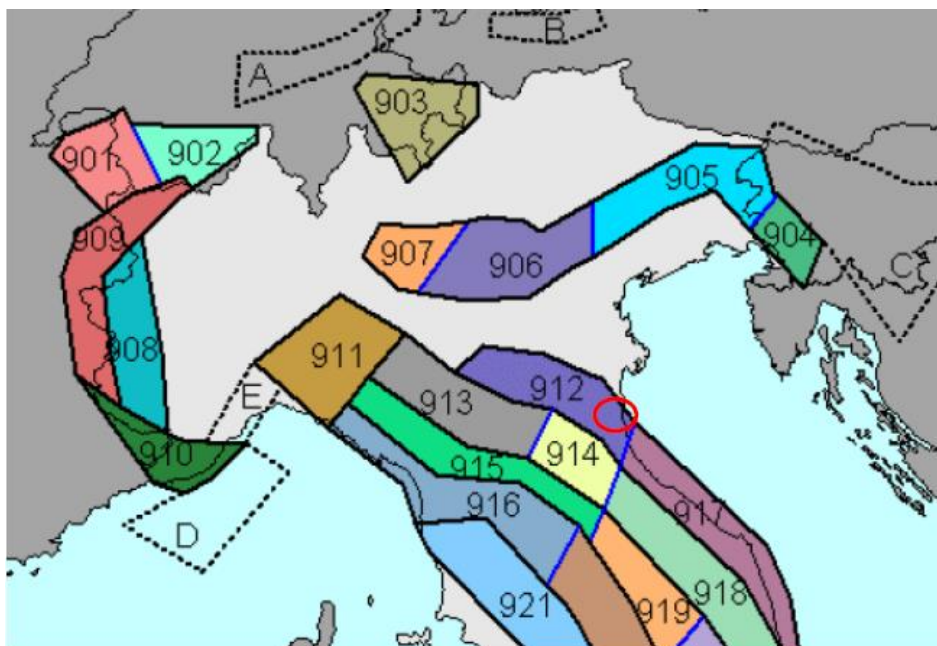


Figura 7 – Estratto (fuori scala) della zonazione sismogenetica ZS906 Nord Italia (Stucchi M. et al., 2004).

Il meccanismo focale prevalente della fascia è quello inverso (con angolo di rake >45 , <135) ed è stata assegnata una profondità efficace sulla base del valore della moda e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità tra i 5 e gli 8 km (Boncio et al., 2000; Galadini et al., 2001). I cataloghi storici mostrano una serie di terremoti con sismicità intermedia e dannosa che hanno interessato l'area come il terremoto di Classe-Ravenna del 725 d.C. con una magnitudo di 5.6, le manifestazioni del 18 marzo 1624 (Mw 5.4, Argenta) e del 30 dicembre 1967 (Mw 5.4, Bassa Padana); i terremoti del 22 ottobre 1796 (Mw 5.6, Bassa Padana) e del 13 gennaio 1909 (Mw 5.5, Bassa Padana) (Boschi et al. 2000; DISS Working Group, 2018; Gruppo di lavoro CPTI, 2004; Guidoboni et al., 2007).

In accordo a quanto riportato nella relazione “Valutazione del potenziale di liquefazione del Porto di Ravenna” a cura di Eucentre e sulla base dei dati a disposizione, è stata adottata la seguente magnitudo:
 $T_r 712 \text{ anni SLV } M_w = 5.96$

5.3.1 Azione sismica di progetto

Il progetto delle strutture è realizzato nel rispetto del Decreto Ministeriale 17/01/2018 “Norme Tecniche per le costruzioni”, che prescrive di esplicitare la scelta di Vita Nominale di Progetto e Classe d'Uso delle opere, la quale deve essere effettuata di concerto con il Committente.

5.3.1.1 Vita Nominale

Tutte le opere sono assegnate alla Tipologia 2 “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinati”

→ Vita Nominale $V_N = 50$ anni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab. 2.4.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

5.3.1.2 Classe d'uso

Per il caso specifico si assume una **Classe III**

CLASSE	DESCRIZIONE:
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III	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.
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.I – Classi d'uso secondo il paragrafo §2.4.2 delle NTC18

5.3.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento è associato alle Prescrizioni del Consiglio superiore dei lavori pubblici – CSLLPP (parere n. 63 del 2017) che dispone quanto segue:

Aspetti strutturali.

2. La maggior parte delle opere sono dimensionate nella assunzione di vita nominale 50 anni e classe d'uso III, con le azioni sismiche sviluppate di conseguenza per un periodo di riferimento di 75 anni, scelta che si ritiene condivisibile. Fa eccezione la banchina Bunge nord, per la quale sono state invece assunte una vita nominale di 50 anni e classe d'uso II. La motivazione di tale incongruenza, anche se modesta, vista la moderata sismicità della zona, appare connessa al diverso sviluppo temporale di quella porzione del progetto. Ove nelle successive fasi di progettazione tale disomogeneità non fosse sanabile, si ritiene opportuna almeno una verifica delle conseguenze sui livelli di sicurezza attinti per le combinazioni sismiche.

Pertanto, il periodo di riferimento per l'azione sismica per la banchina in esame è:

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

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

5.3.1.4 Azione sismica

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

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione al periodo di riferimento $V_R = 75$ anni

Il tempo di ritorno dell'evento sismico è pari a $T_r = 712$ anni, pertanto l'accelerazione orizzontale di base a_g su sito di riferimento rigido risulta essere:

$$\text{Stato Limite di Danno (SLD)} \quad a_g = 0.064g$$

$$\text{Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)} \quad a_g = 0.172g$$

È stata fatta una analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sulla base dei dati desunti dalle indagini di progetto definitivo ed esecutivo, per definire l'accelerazione sismica orizzontale massima di progetto (amplificazione stratigrafica), che è pari a:

$$\text{Stato Limite di Danno (SLD)} \quad a_{g,max} = 0.02g$$

$$\text{Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)} \quad a_{g,max} = 0.1g$$

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

5.3.2 Modello geotecnico-sismico

La caratterizzazione ai fini sismici ha portato a identificare due aree caratterizzate da profili geotecnici sismici omogenei: MGS1 (comprendente le banchine IFA e Trattaroli Sud) e MGS2 (comprendente le rimanenti) e riportati nella seguente figura.

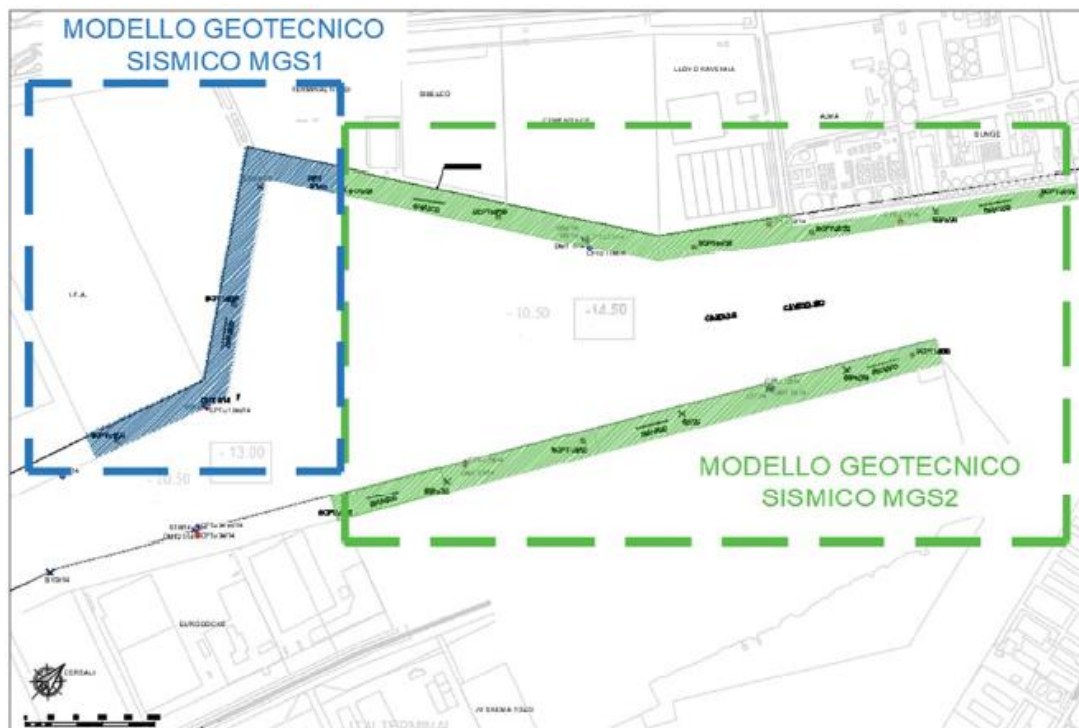


Figura 8 – Planimetria aree di competenza dei n.2 modelli geotecnici sismici adottati.

Unità	Tipologia Terreno	da [m s.l.m.]	a [m s.l.m.]	σ_v' [kPa]	z [m s.l.m.]	SLD $a_{maxig} = 0.10$		SLV $a_{maxig} = 0.20$	
						G [MPa]	γ [%]	G [MPa]	γ [%]
R	Incoerente	2,00	-1,50	25,75	0,25	28	0,008	26	0,016
P	Coesivo	-1,50	-3,50	59,50	-2,50	27	0,019	22	0,047
S	Incoerente	-3,50	-9,00	95,00	-6,25	21	0,042	12	0,144
M1	Coesivo	-9,00	-19,00	165,00	-14,00	27	0,055	22	0,136
M2	Coesivo	-19,00	-25,00	233,00	-22,00	50	0,038	19	0,194
T	Incoerente	-25,00	-26,00	263,50	-25,50	50	0,040	11	0,371
A1	Coesivo	-26,00	-30,00	286,50	-28,00	68	0,030	45	0,090
A2	Incoerente	-30,00	-38,00	340,50	-34,00	82	0,025	46	0,088

Tabella 4 – Andamento di γ con la profondità per modello geotecnico MGS 2

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 s.l.m..

Si rilevano deformazioni significative anche nello strato T che però risulta poco influente ai fini del dimensionamento delle opere di sostegno

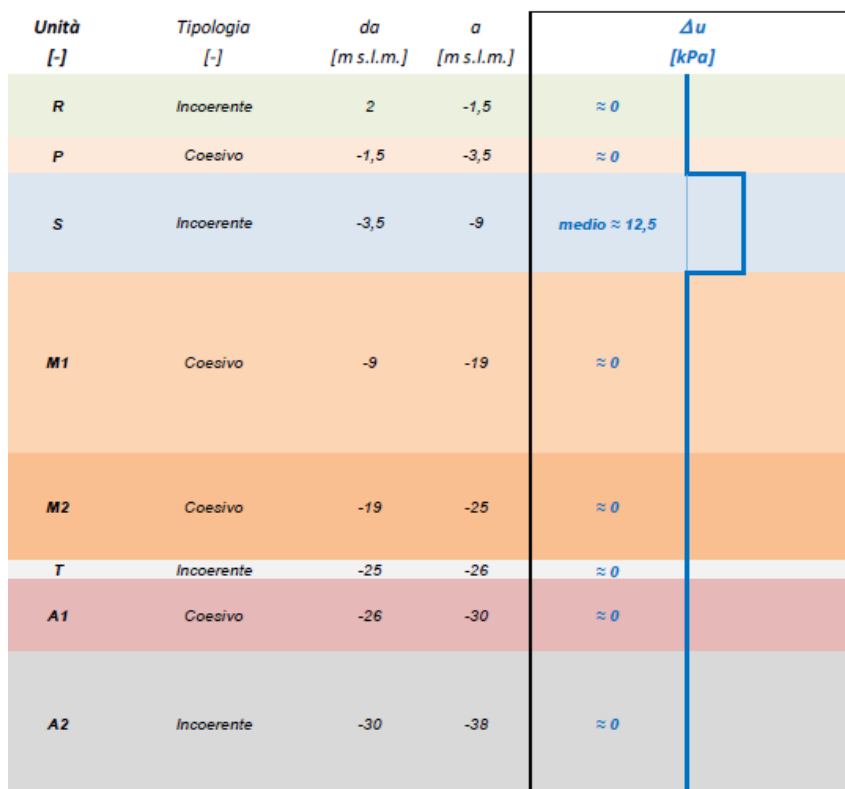


Figura 9 – Andamento dell'incremento Δu in condizioni SLV per il MGS 2.

Si ritenete che non si possano generare sovrappressioni laddove sono previsti gli interventi di vibroflottazione-vibrosostituzione del livello sabbioso S; tali interventi hanno infatti un duplice effetto:

- rendere più addensati e quindi più rigidi e meno deformabili tali livelli;
- creare delle vie di drenaggio che non permettono l'accumulo di Δu .

6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

6.1 SITUAZIONE ATTUALE DELLA BANCHINA

Il banchinamento esistente, realizzato tra il 1988 ed il 1991, è composto da un palancoato combinato vincolato in testa da tiranti a trefoli.

La banchina, dimensionata per 60 kPa, dai recenti rilievi risulta essere posta a quota +1,97 m s.l.m.m. (rispetto al caposaldo IGM*), a differenza di quanto riportato negli elaborati di progetto che indicano una quota di +2,50 m s.l.m.m.. Il fondale operativo è posto a quota -11,50 m s.l.m.m.

Il palancoato combinato è del tipo HZ 775 B sol. 10/13 – ZH 9,5 della ProfilARBED con profilati principali estesi fino a -24.00 m s.l.m.m. e palancole intermedie interrotte a -16.40 m s.l.m.m.

Come risulta dai certificati di conformità della TRADEARBED i profilati principali (HZ 775 B) sono realizzati in acciaio PAE 360, mentre le palancole intermedie (ZH 9,5) ed i gargami (RH 16 B) in acciaio PAE 250.

Le palancole sono collegate in testa da un cordolo in calcestruzzo armato C25/30 di dimensioni 1,30 x 2,50 m, con quota di estradosso a +1.97 m s.l.m.m. su cui sono collegati i tiranti di ancoraggio.

Il cordolo è armato con 6+6 barre Ø18 e con 5 staffe Ø10 a metro.

I tiranti sono a n.6 trefoli, e non n.7 come riportato negli elaborati grafici e nella relazione di collaudo dell'epoca di costruzione dell'opera, in acciaio armonico da 0.6" ($R_{ak} > 1600$ Mpa) di lunghezza totale 28 m, inclinati di 25° rispetto all'orizzontale e disposti con interasse di circa 2 m.

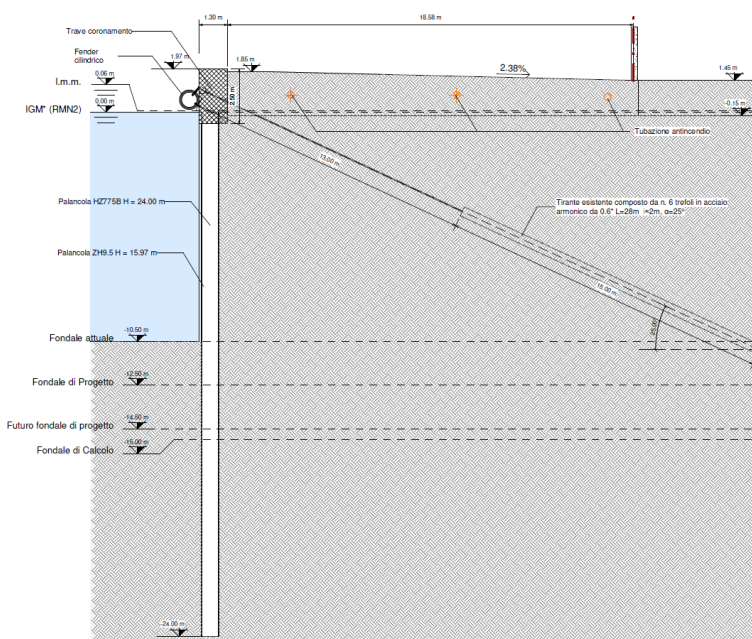


Figura 10 – Sezione stato di fatto

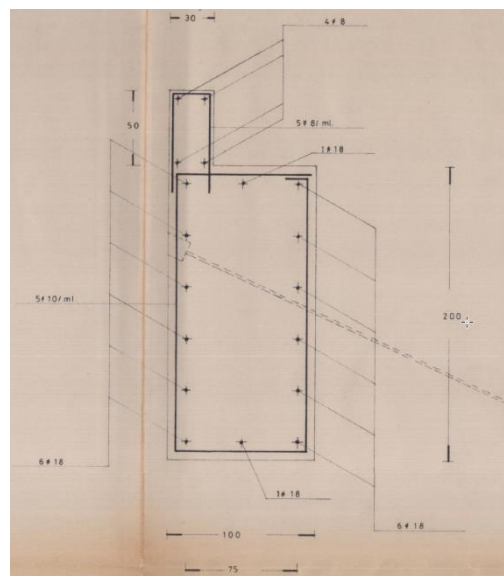


Figura 11 – Estratto da Sezione trasversale e particolari – progetto del 1987

6.2 PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO

Le prestazioni richieste per l'adeguamento "leggero" della banchina Alma Petroli sono:

	Esplicitamente indicate dalla committenza in fase di Progetto Definitivo	Utilizzato nel Progetto Esecutivo
Fondale di progetto:	-	-12,50 m su l.m.m.
Futuro fondale di progetto:	-14,50 m su l.m.m.	-14,50 m su l.m.m.
Fondale di calcolo:	-15,00 m su l.m.m.	-15,00 m su l.m.m.
Quota piazzali:	+1,60 m su l.m.m.	+1,60 m su l.m.m.
Sovraccarico:	20 kPa	20 kPa
Bitte da 1000 kN ad interasse:	25m	24 m (a seguito dei rilievi eseguiti nel 2021)
Nave di progetto:	da 100.000 t (<i>molto grande</i> ai sensi della definizione delle NTC 2008).	Nave da 100.000 t per calcolo delle strutture di banchina in condizioni eccezionali (urto). Navi di lunghezza 180 m per il dimensionamento degli arredi: <ul style="list-style-type: none"> • Product and Chemical DWT=30'000 ton • Bulk carriers DWT=40'000 ton • General Cargo Ship: DWT=30'000 ton
<Azione sismica:		
Classe d'uso:	III	III
Vita nominale:	50 anni	50 anni
Coefficiente di compartecipazione dei carichi:	$\psi_{2,i}=0.3$	$\psi_{2,i}=\mathbf{0.6}$ <i>Per uniformità con le banchine adiacenti progettate in categoria D secondo NTC2018</i>

La banchina dovrà inoltre essere facilmente adeguabile alle prestazioni di PRP seguenti:

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:	40 kPa
Bitte da 1000 kN ad interasse:	24 m (a seguito dei rilievi eseguiti nel 2021)
Nave di progetto:	da 100.000 t.
Utilizzo di gru semoventi	

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

6.3 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO PREVISTO

L'intervento prevede le seguenti fasi realizzative:

- Inserimento di briccole temporanee di accosto
- Rimozione degli arredi banchina esistenti, compresi i plinti delle bitte, e rimozione di binder e usura esistenti
- Scavo localizzato per individuazione dei tiranti esistenti
- Realizzazione dei pali trivellati Ø1200
- Demolizione della trave di coronamento esistente fino a quota +1.20 m s.l.m.m. e scavo a tergo per la posa della nuova tubazione del sistema antincendio
- Realizzazione delle trave di coronamento dei pali Ø1200 con predisposizione per il passaggio dei tiranti
- Reinterro ed inserimento della tubazione antincendio
- Realizzazione dei tiranti
- Ripristino della pavimentazione e installazione degli arredi banchina
- Rimozione delle briccole temporanee di accosto
- dragaggio fino a quota -12.50 m s.l.m.m.

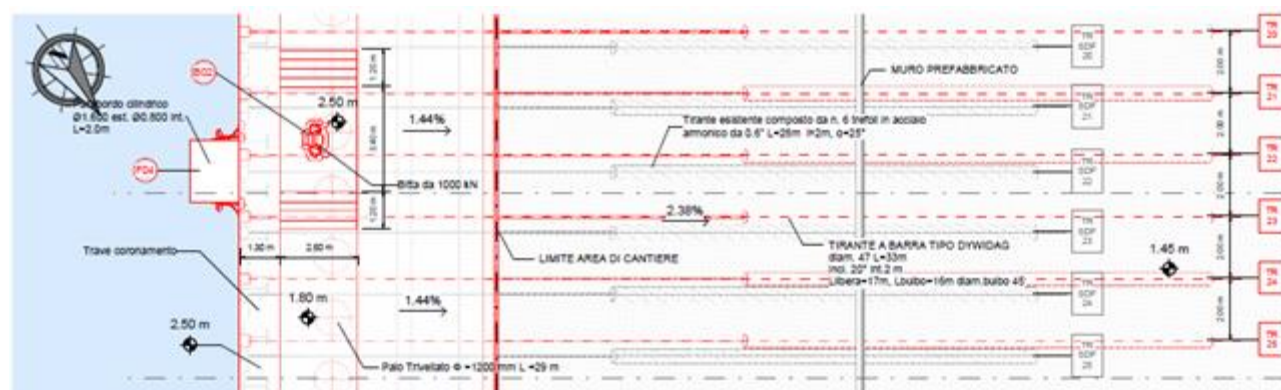
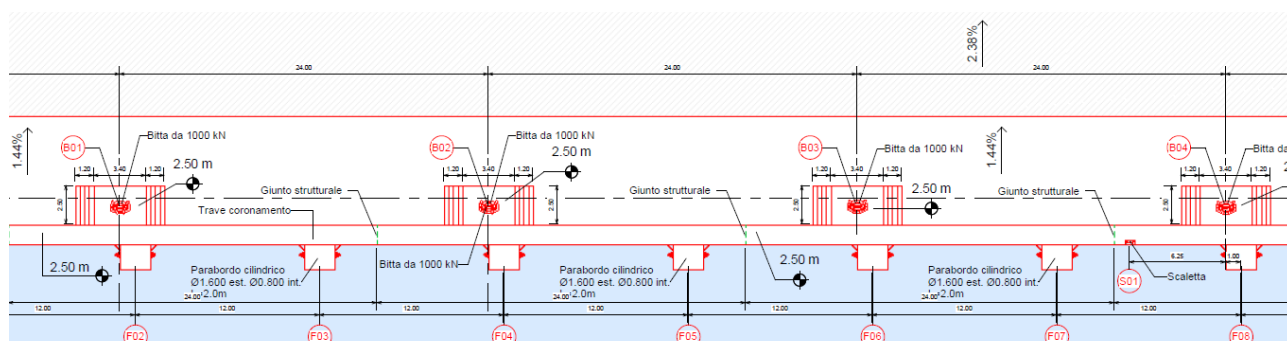


Figura 12 –Alma – Planimetria di progetto

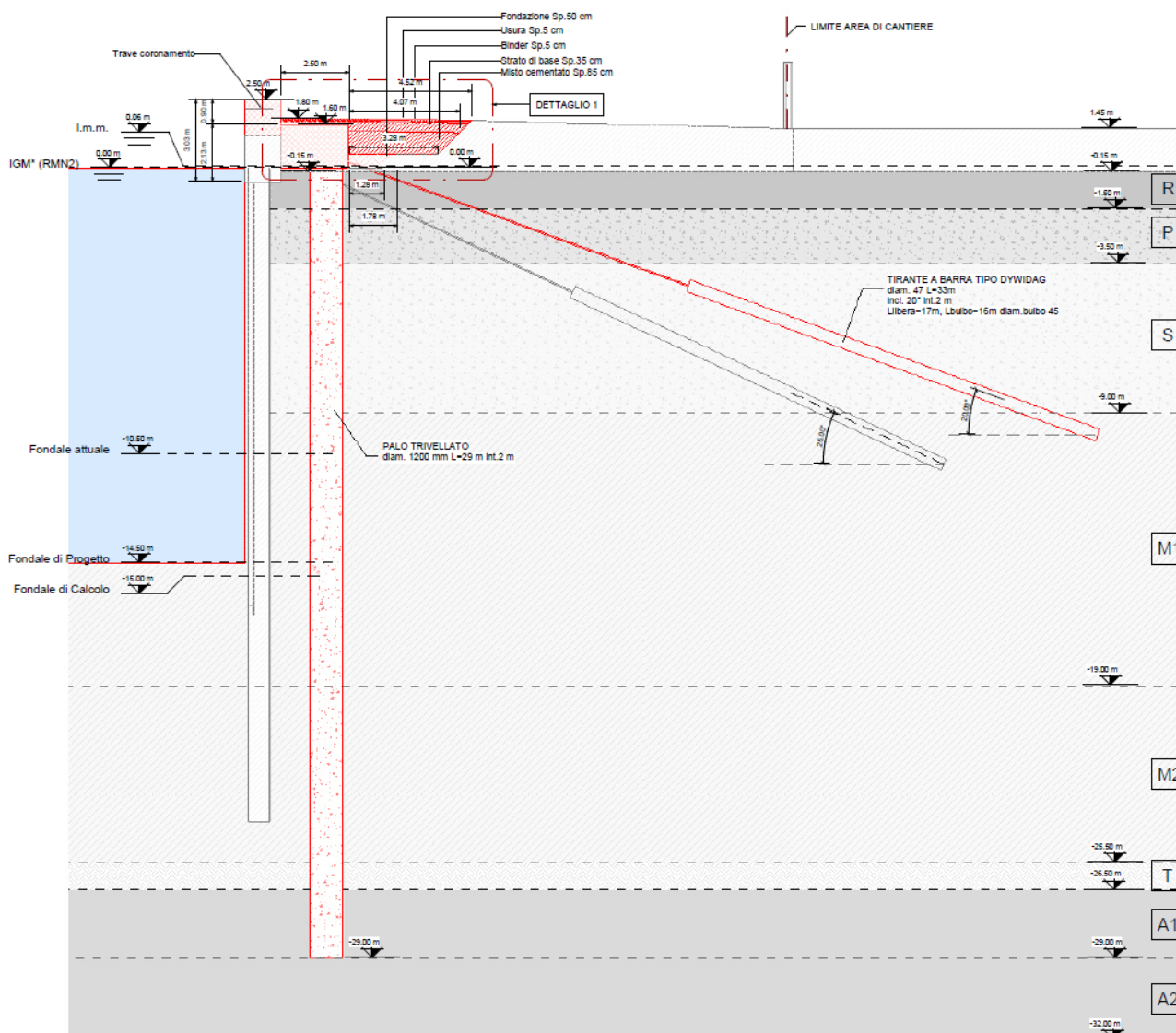


Figura 13 – Banchina Alma – Sezione di progetto

Pali trivellati

I pali hanno diametro $D=1200$ mm e lunghezza 29 m, con piede a quota -29.00 m s.l.m.m., e sono disposti con interasse di 2 m.

Tiranti

I nuovi tiranti sono a barra tipo DYWIDAG $\varnothing 47$ mm inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, con bulbo di diametro $D_B=450$ mm e lunghezza $L_B=16$ m (lunghezza libera $L_L=17$ m).

Trave di coronamento

La trave di coronamento dei pali ha larghezza 2.5 m e altezza 1.6 m. In corrispondenza delle bitte si prevede un ringrosso di 90 cm fino a raggiungere la quota +2.50 m s.l.m.m. per una larghezza di 3.4 m. La sopraelevazione della trave di banchina ha quota di estradosso a +2.50 m s.l.m.m..

Arredi banchina

Le bitte previste hanno capacità 100 ton e sono disposte con interasse di 24 m.

I parabordi sono cilindrici di diametri esterno 1600 mm, diametro interno 800mm e lunghezza 2 m e sono disposti con interasse di 12 m.

Pavimentazione

Pavimentazione composta da uno strato di misto cementato di spessore 85, strato di base di spessore 35 cm, binder di spessore 5 cm e tappeto di usura di spessore 5 cm.

Scavi

Il volume complessivo del materiale derivante dalle fasi di scavo e di realizzazione dei pali trivellati è stimabile in circa 3'706 m³ così suddivisi:

DEMOLIZIONI E SCAVI		
Categoria	Descrizione	Volume m ³
Demolizioni	Pavimentazione retrostante la banchina di coronamento esistente. Non è nota la stratigrafia della fondazione stradale da demolire.	2.353,74
Demolizioni	Platea di appoggio in c.a. per braccio meccanico utile alla movimentazione materiale da banchina	18,08
Demolizioni	Demolizione parziale della trave esistente per l'ammorsamento del ringrosso della nuova trave di progetto	227,76
Demolizioni	Demolizione parziale cunicolo impianti interferenze con realizzazione nuova pavimentazione di banchina	7,89
Scavi	Volume terre e rocce da scavo per pali trivellati Ø 1200 (n° 113 - L = 29,0 m)	3.706,20

Riutilizzo in sito terre da scavo

Non è previsto il riutilizzo delle terre e rocce da scavo in sito ma si prevede la destinazione dello stesso a smaltimento, presso idonea discarica, e pertanto verrà considerato come rifiuto.

Il materiale dovrà essere classificato adeguatamente, con rispettivo codice CER, mediante classificazione merceologica e definizione di pericolosità dello stesso.

Reti impiantistiche

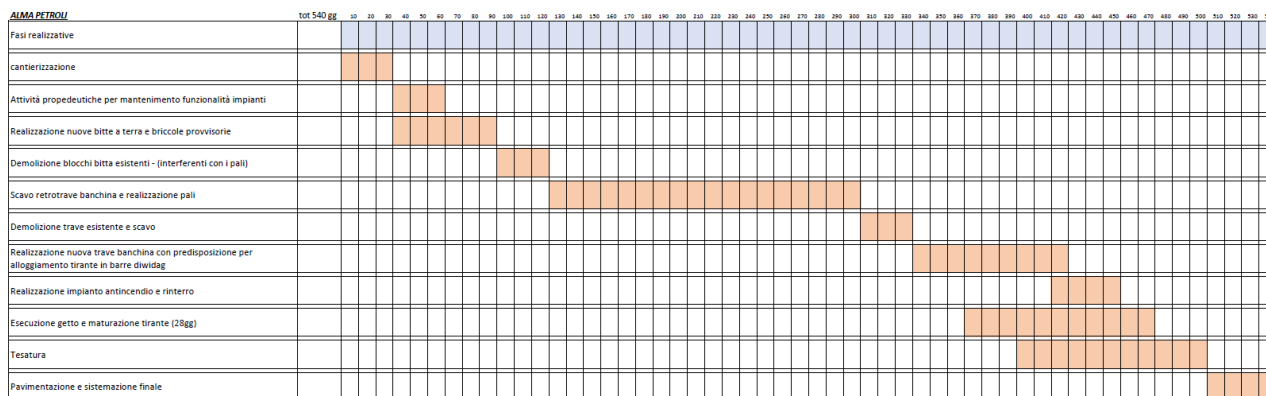
Non sono previste modifiche alla rete esistente per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche.

Per la predisposizione dell'impianto antincendio si prevede un nuovo cavidotto in PEAD Ø300 con ripristino dei pozzetti di ispezione con lo stesso interasse di quelli demoliti.

Per la rete elettrica a servizio dei cunicoli impianti si prevede la demolizione e il ripristino delle predisposizioni di un tratto di n. 2 cavidotti in PEAD Ø200 con pozzetti di ispezione 40x40.

Per quanto riguarda i cunicoli esistenti, si prevede la demolizione del cunicolo parallelo alla linea di banchina e il mantenimento dei cunicoli nord e sud ortogonali alla linea banchina.

7 CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI



8 QUADRO ECONOMICO CANTIERE C – BANCHINA ALMA

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA		
INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO		
BA - BANCHINE		
<i>BAC - BANCHINA ALMA (Cantiere C)</i>		
01 - Demolizioni		
<i>001 - Demolizioni opere in c.a.</i>	5 277 201,99	
<i>002 - Rimozione arredi di banchina</i>	5 277 201,99	
<i>02 - Fondazioni profonde</i>	<i>5 277 201,99</i>	
<i>005 - Pali</i>	107 651,57	
<i>009 - Opere di sostegno (tiranti)</i>	<i>107 651,57</i>	
<i>05 - Trasporti e conferimenti a discarica</i>	104 403,04	
<i>018 - Trasporti</i>	<i>104 403,04</i>	
<i>019 - Oneri conferimento</i>	3 248,53	
<i>06 - Opere in c.a.</i>	<i>3 248,53</i>	
<i>021 - Trave di coronamento</i>	4 033 810,24	
<i>08 - Arredi di banchina</i>	<i>4 033 810,24</i>	
<i>027 - Arredi di banchina definitivi</i>	3 236 860,24	
<i>11 - Strade e pavimentazioni</i>	<i>3 236 860,24</i>	
<i>033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi</i>	796 950,00	
<i>13 - Monitoraggi</i>	<i>796 950,00</i>	
<i>037 - Stazioni di monitoraggio</i>	95 902,38	
Lavori a MISURA	73 068,48	
BA - BANCHINE	<i>73 068,48</i>	
<i>BAC - BANCHINA ALMA (Cantiere C)</i>	22 833,90	
01 - Demolizioni	<i>22 833,90</i>	
<i>028 - Impianto antincendio</i>	734 284,32	
10 - Impianti elettrici e tecnologici	<i>734 284,32</i>	
<i>028 - Impianto antincendio</i>	108 945,20	
	<i>108 945,20</i>	
	157 614,56	
	<i>157 614,56</i>	
	38 993,72	
	<i>38 993,72</i>	
	38 993,72	
	<i>38 993,72</i>	
IMPORTO LAVORI Euro	34 902,91	
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro	<i>34 902,91</i>	
	34 902,91	
	<i>34 902,91</i>	
	589,40	
	<i>589,40</i>	
	589,40	
	<i>589,40</i>	
	34 313,51	
	<i>34 313,51</i>	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro		5 312 104,90
	5 312 104,90	5 312 104,90
		<i>5 312 104,90</i>

Opere per miglorie tecniche:

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA		
INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO		
BA - BANCHINE		
<i>BAC - BANCHINA ALMA (Cantiere C)</i>		
08 - Arredi di banchina		
<i>027 - Arredi di banchina definitivi</i>	35 596,80	
IMPORTO LAVORI Euro	35 596,80	
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro	<i>35 596,80</i>	
	35 596,80	
	<i>35 596,80</i>	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro		35 596,80
	35 596,80	35 596,80
		<i>35 596,80</i>