



INTERVENTI PER IL DRAGAGGIO DI 2,3 M m³ DI SEDIMENTI IN AREA MOLO POLISETTORIALE PER LA REALIZZAZIONE DI UN PRIMO LOTTO DELLA CASSA DI COLMATA FUNZIONALE ALL'AMPLIAMENTO DEL V SPORGENTE DEL PORTO DI TARANTO

Progetto Esecutivo

MARGINAMENTO A MARE

Relazione tecnico illustrativa

SCALA:

CODICE PROGETTO		CODICE ELABORATO								REV	REP													
P	U	G	1	0	2	P	E	S	T	R	M	M	0	0	0	0	R	E	0	3	B	5	1	0

REVISIONI	REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	B	Maggio 2016	Nota A.P. Prot. U. 0006807 22/04/2016	Lotti ingegneria		
	A	Gennaio 2016	Emissione	Lotti ingegneria		

Progettisti indicati - R.T.P.:

MANDATARIA



MANDANTE

ingLuigiSeverini.studio
Ingegneria Italiana

IL PROGETTISTA



Impresa:



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

INDICE

1	PREMESSA	1
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
3.1	CALCESTRUZZO	6
3.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE	6
3.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	7
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	8
5	SEZIONI RAPPRESENTATIVE MARGINAMENTO A MARE	11
5.1	MONOPALI	11
5.2	DIAFRAMMI	16
6	FASI COSTRUTTIVE	21
7	TRAVE DI BANCHINA	23
8	TENUTA IDRAULICA	27
8.1	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE	28
8.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO ADOTTATO	30
8.3	RISULTATI DELLE ANALISI	33
9	COLLEGAMENTO A TERRA VERTICI A E C	41
9.1	COLLEGAMENTO SUL V SPORGENTE	42
9.1.1	Fasi esecutive	44
9.2	COLLEGAMENTO SULL'AREA EX YARD BELLELI	48
9.2.1	Fasi esecutive	50

1 PREMESSA

La presente relazione illustra il marginamento a mare da realizzare per i lavori denominati "Interventi per il dragaggio di 2,3 Mm³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V sporgente del Porto di Taranto".

La soluzione progettata per il confinamento a mare della cassa di colmata prevede una struttura semplificata, ad andamento lineare rettilineo, lungo i due lati a mare. Tale struttura stagna (cofferdam), è costituita da una sequenza di monopali in acciaio di grande diametro e di diaframmi a doppia parete stagna sempre in acciaio. I monopali, profondamente infissi nelle argille impermeabili grigio-azzurre (lunghezze di infissione di circa 10-12 metri mediante vibroinfissore tipo Dutch Masters PVE300M, assolvono, sin dalle prime fasi di costruzione, alle esigenze di resistenza strutturale necessaria. I monopali sono dotati di nervature verticali aventi la funzione di guide strutturali (gargame) nelle quali vengono inseriti diaframmi a mo' di "cassetto".



Figura 1: fasi di montaggio

Il collegamento-guida tra monopalo e diaframma (gargame) ha tenuta idraulica garantita fino alla quota di +2.0 m s.l.m.m. (quota costituente l'estradosso del marginamento). La successione degli elementi costituisce barriera verticale planare continua fino ad un ammorsamento di 2.0 m nelle argille grigio azzurre di substrato a bassissima permeabilità.

Gli elementi metallici modulari sono impermeabili poiché la monoliticità è garantita da saldature continue e controllate. La possibile via di filtrazione è contenuta nello spazio denominato "gargame", dove inizialmente si trova incluso il terreno naturale che, per caratteristiche intrinseche e di eterogeneità, non garantisce la tenuta idraulica nel rispetto delle prescrizioni normative vigenti. Il requisito di impermeabilità prescritto è ottenuto con un trattamento di jet-grouting del materiale contenuto nel gargame, con il conseguimento di una permeabilità della cinturazione equivalente ad una barriera verticale con spessore di 1.0 m dotata di una conducibilità idraulica inferiore a $k = 1.0 \cdot 10^{-9}$ m/s (*Direttiva 1999/31/CE del Consiglio, del 26 aprile 1999, relativa alle discariche di rifiuti - Gazzetta ufficiale n. L 182 del 16/07/1999*).

Allo scopo di raggiungere tale obiettivo, tenendo conto della metodologia esecutiva del trattamento jet-grouting è stata adottata una miscela ternaria acqua-cemento-bentonite.

Lo spazio tra diaframma e monopalo è inoltre delimitato da due lamierini in acciaio armonico sagomati a Z, posti tra il gargame e il diaframma. Tali lamierini hanno funzione di invito del diaframma all'interno delle guide oltre che di contenimento della miscela in fase liquida nella parte superiore di palo compresa tra le quote del fondale e la quota testa palo. I dettagli della tenuta idraulica del gargame sono riportati nello specifico Capitolo 8.

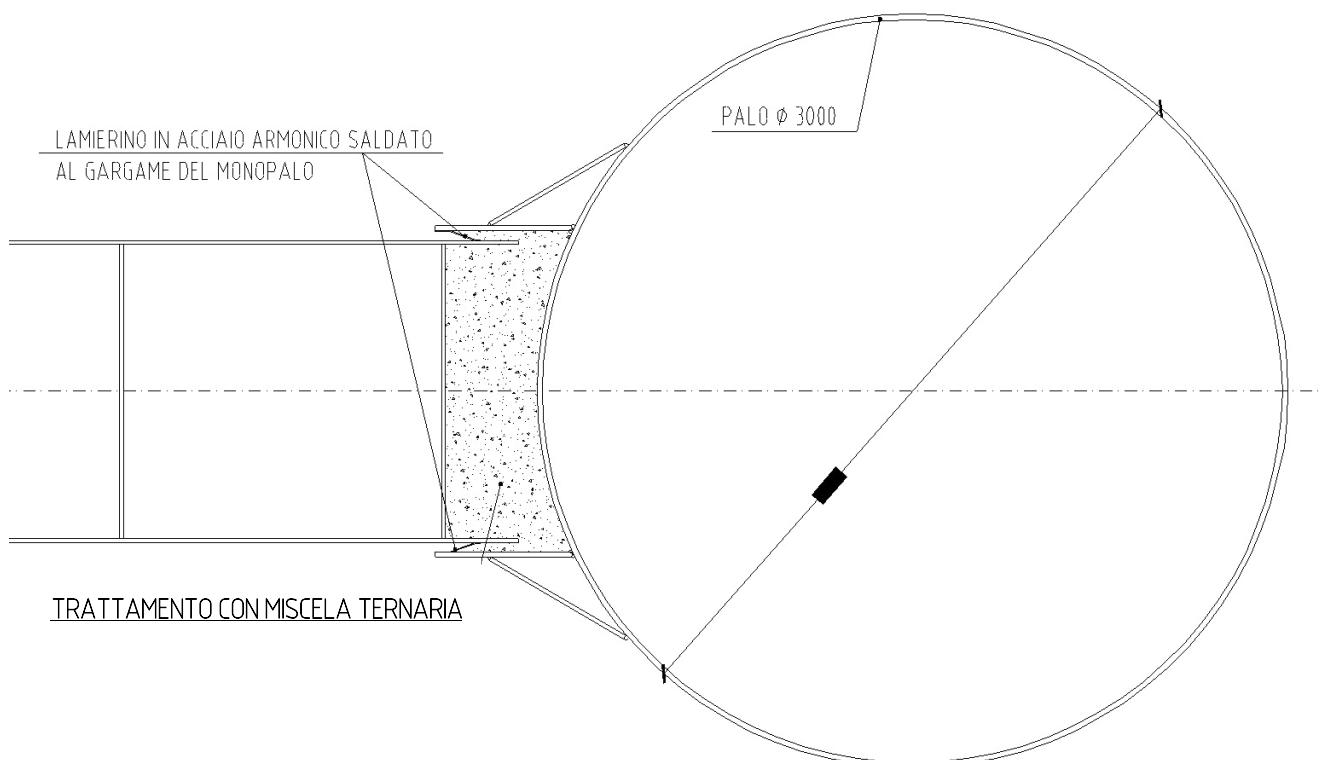


Figura 1: Collegamento diaframma-monopalo

L'andamento lineare e rettilineo della struttura consente l'utilizzo di semplici dime di montaggio che, per loro stessa conformazione, velocizzano e semplificano l'allineamento dell'intera opera.

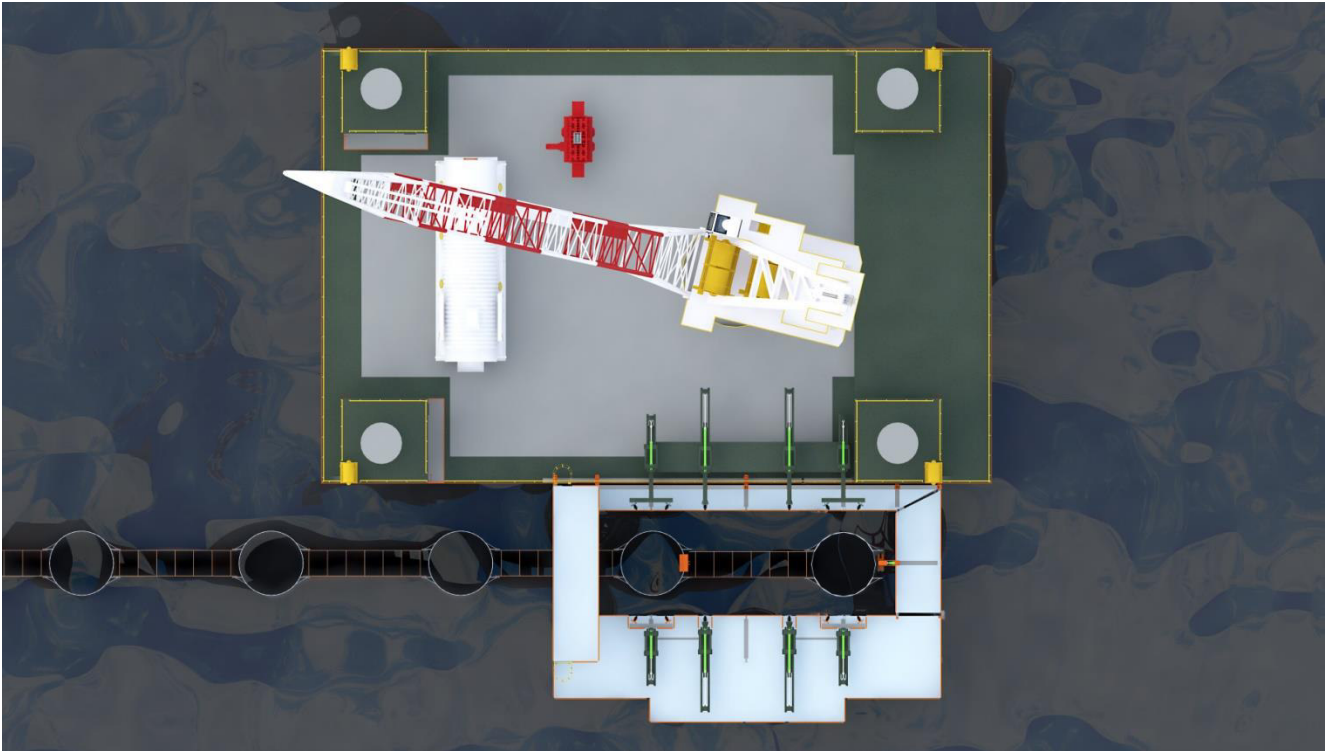


Figura 2: Dima di montaggio

Ai fini del dimensionamento e verifica della struttura in acciaio di marginamento a mare, si è fatto riferimento ad un modello geotecnico significativamente diverso da quello indicato nel Progetto Definitivo a base gara e poi utilizzato per il progetto definitivo sviluppato da ASTALDI nel maggio 2015.

Dalle indagini propedeutiche al progetto esecutivo, infatti, è emersa una situazione stratigrafica diversa (con particolare riferimento all'imprevisto fondale "ribassato" per effetto della sistematica presenza di un deposito fangoso di spessore significativo ai fini progettuali), caratteristiche di terreni più scadenti in termini di parametri di resistenza al taglio (con riferimento soprattutto alla coesione efficace dei terreni DA nei quali la struttura è vincolata ed ai quali è affidata la stabilità dell'opera) e la necessità di porre particolare attenzione alla risposta non drenata dei DLA e dei DA durante le fasi costruttive e di lavoro, ritenuta invece secondaria (quindi "non dimensionante") nel Progetto Definitivo a base gara. Tale evenienza ha determinato complessivamente significativi incrementi di sollecitazioni sulla struttura, risultando particolarmente gravoso per le opere di marginamento a mare nelle diverse fasi di realizzazione ed esercizio.

Allo scopo di non appesantire oltre modo la struttura, pertanto, è stata imposta una limitazione allo svuotamento della cassa di colmata fino alla quota -5,50 m inizialmente previsto, verificando la struttura per un abbassamento del livello idrico all'interno della cassa al massimo di 3,0 m.

Malgrado ciò è stato comunque indispensabile ricorrere all'utilizzo di un acciaio con caratteristiche migliori e prevedere localmente maggiori spessori delle lamiere, per far fronte alle citate maggiori sollecitazioni agenti sulla struttura.

In conclusione il diverso ed imprevisto modello geotecnico di riferimento sopra descritto ha determinato:

1. le modifiche operative illustrate negli elaborati progettuali (limitazione dello svuotamento della cassa dall'acqua di mare fino ad una quota massima di -3,00 m);
2. un aggravio in termini di quantità di acciaio;
3. l'esigenza di dover ricorrere all'utilizzo di materiale con caratteristiche di maggior resistenza rispetto alle previsioni iniziali. In particolare, per i pali e i diaframmi della struttura di marginamento a mare, si dovrà utilizzare un acciaio di classe S355JR anziché S275JR come inizialmente previsto nell'Offerta e nel Progetto Definitivo Astaldi PD_AST.

L'interasse di ogni modulo, palo-diaframma, è di 8.90 m. I monopali verranno infissi alla profondità necessaria a garantire una adeguata portanza, variabile a seconda delle stratigrafie puntuali riscontrate in sede di indagini geognostiche integrative per la progettazione esecutiva. I diaframmi verranno infissi invece per almeno due metri nelle argille grigio-azzurre, secondo quanto prescritto al n.11 del DM 80/2014 del MATTM.

Il confinamento che si propone, prevede inoltre la realizzazione di una struttura di coronamento in c.a., posta in testa sino a quota + 3,50 m s.l.m.m., progettata per il lato sud-est (tratta AB), come trave di banchina portuale finita. Sulla tratta BC la trave di banchina non è prevista, in quanto è pianificato un futuro allargamento della cassa di colmata.

Dopo l'infissione di tutti i monopali e dei diaframmi e la contemporanea sigillatura tra gargame e diaframma, verranno avviate le attività di dragaggio e si procede con il confinamento dei sedimenti dragati nella cassa di colmata.

Una volta terminato il conferimento dei sedimenti fino alla quota prevista, si procederà allo svuotamento dei monopali ed al getto del calcestruzzo all'interno dei pali, mentre i diaframmi verranno riempiti di materiale arido fino alla quota prevista. Successivamente verrà realizzata la trave testa pali che funge da banchina in fase finale, .

Di seguito si portano alcuni schemi costruttivi tipo, mentre per una descrizione più dettagliata della marginatura si rinvia agli elaborati grafici doc. "PUG102 PE STR MM 00 00 PL 01", doc. "PUG102 PE STR MM 00 00 PL 02", doc. "PUG102 PE STR MM 00 PA CP 01/03"; doc. "PUG102 PE STR MM 00 DF CP 01/24", doc. "PUG102 PE STR MM 00 TB CP 01/05".

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- CNR 10011/97, “Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione”;
- CNR 10016/2000, “Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni”;
- CNR 10018/1999, “Apparecchi d'appoggio per le costruzioni – Istruzioni per l'impiego”;
- CNR 10030/93, “Anime irrigidite di travi a parete piena”;
- UNI EN 1991-1-5:2004 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;
- UNI EN 1992-1-1:2005, “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - parte 1 - Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 1993-1-1:2005, “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN UNI EN 1993-1-5:2007, “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra”;
- UNI EN 1994-2:2006, “Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti”;
- UNI EN 1998-2:2006, “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 2: Ponti”;
- Model Code 1990, CEB-FIP.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce”, Maggio 1993.
- Linee guida A.G.I. “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”, 2005.
- “Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe Marittime” del 23/Sett./1994 n° 156.
- *Direttiva 1999/31/CE del Consiglio, del 26 aprile 1999, relativa alle discariche di rifiuti - Gazzetta ufficiale n. L 182 del 16/07/1999.*

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo e per la definizione della classe di resistenza di queste ultime in funzione delle condizioni ambientali, si farà riferimento alle indicazioni contenute nelle norme UNI EN 206-1. Si elencano di seguito le classi di calcestruzzo adottate per tipologia di membratura:

CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Classe di resistenza: C12/15
 Resistenza a compressione cubica caratteristica: $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

CALCESTRUZZO PER PALI GETTATI IN OPERA

Classe di resistenza: C28/35
 Resistenza a compressione cubica caratteristica: $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
 Valore medio del modulo elastico: $E_c = 32588 \text{ N/mm}^2$

CALCESTRUZZO PER CORDOLI GETTATI IN OPERA

Classe di resistenza: C35/45
 Resistenza a compressione cubica caratteristica: $R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
 Valore medio del modulo elastico: $E_c = 34625 \text{ N/mm}^2$

3.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Tipo: B450C
 Tensione di snervamento caratteristica: $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
 Modulo elastico: $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

3.3 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Tipo:	S355 JR
Peso specifico :	$\gamma_a = 78.50 \text{ kN/mc}$
Tensione nominale di snervamento	$f_y \text{ nom} = 355 \text{ N/mm}^2$

L'adozione di acciaio di qualità S355JR si è resa necessaria rispetto alla qualità S275 JR prevista nel PD a causa delle maggiori sollecitazioni riscontrate in condizione non drenate nella nuova caratterizzazione geologica-geotecnica specificata nel paragrafo seguente.

Per il lamierino metallico a Z saldato alle lamiere del gargame, si utilizzerà il seguente materiale:

Acciaio armonico temprato C67S BLEU D. norm . UNI EN 10132

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

A supporto alla progettazione esecutiva dell'intervento in oggetto, tra maggio e settembre 2015, è stata svolta un'estesa campagna di indagini, consistita in: sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati su cui sono state poi eseguite prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni; prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) nel corso delle quali sono state eseguite prove di dissipazione; prove dilatometriche (DMT); prove sismiche di tipo MASW; prove di permeabilità di tipo Lefranc.

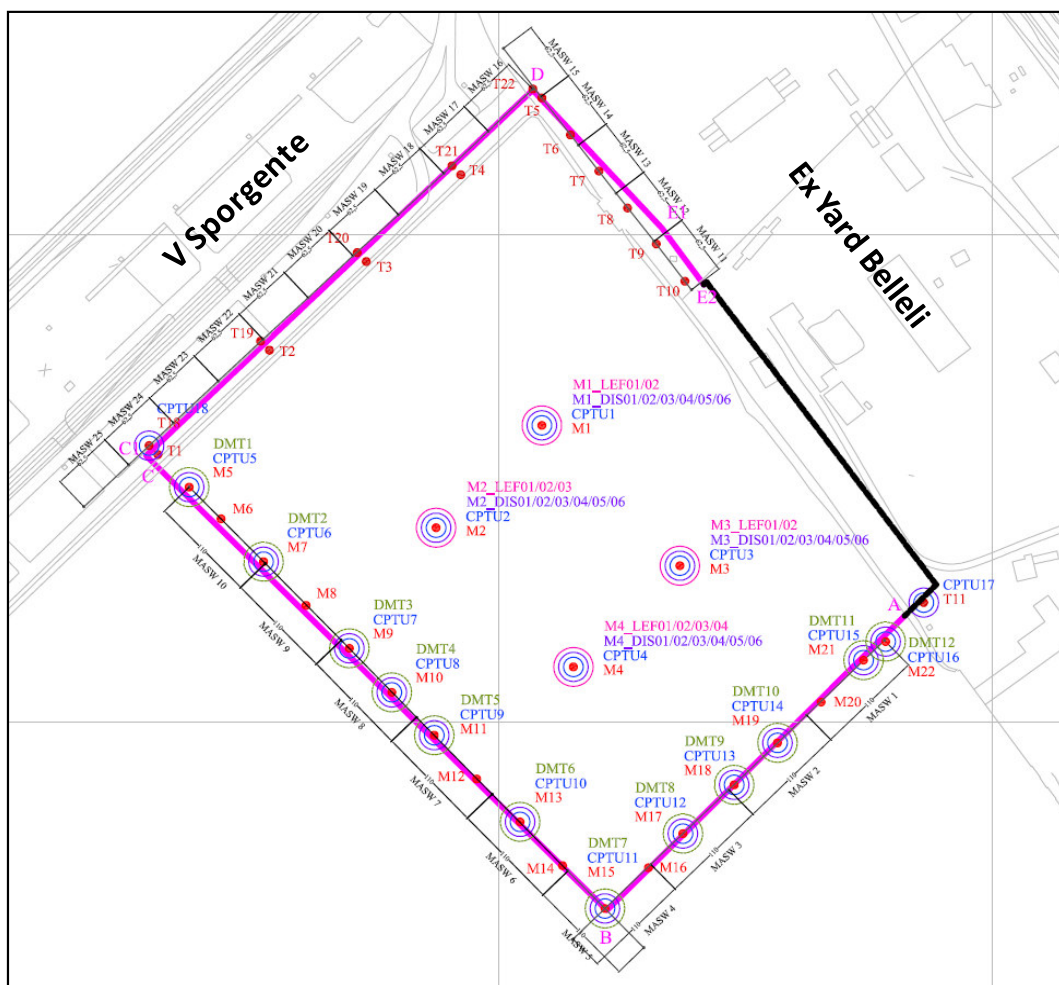
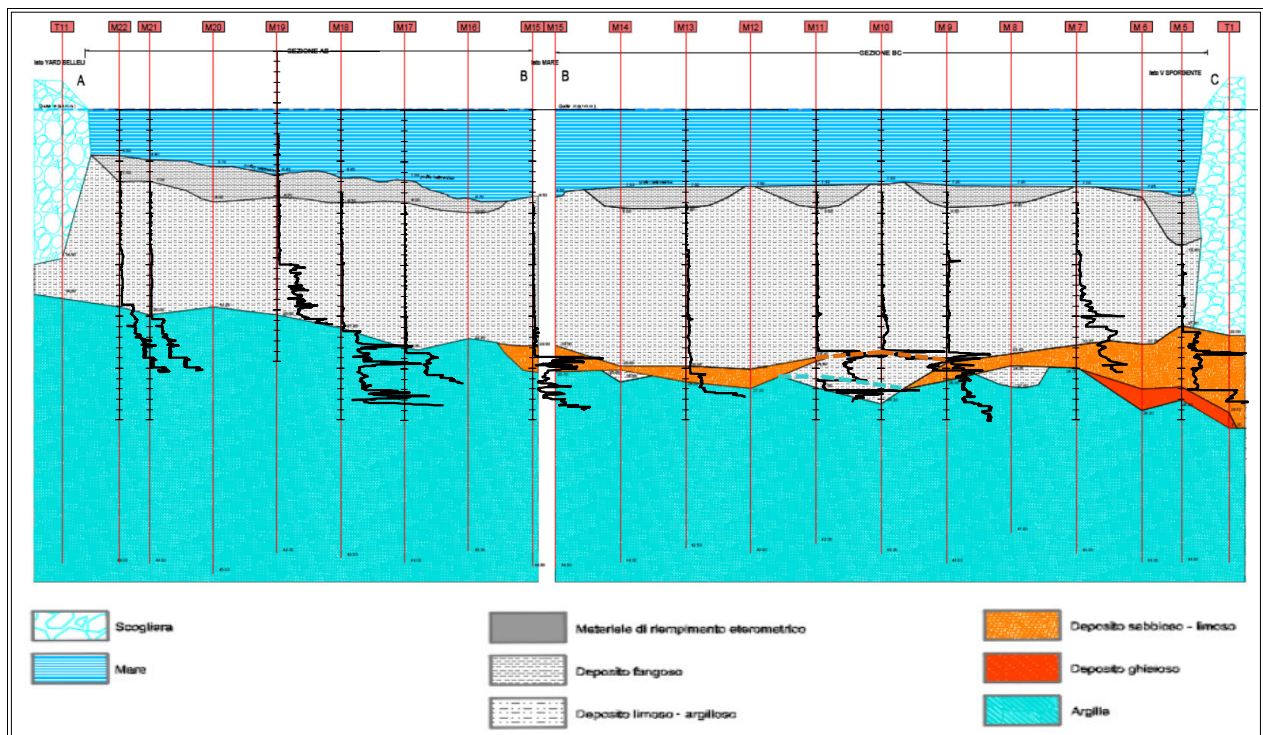


Figura 3: Ubicazione in pianta delle indagini eseguite nell'area della cassa di colmata (campagna 2015)

Rimandando alla Relazione Geotecnica per ogni dettaglio circa le indagini eseguite e l'elaborazione dei relativi risultati, nel seguito si riportano la successione stratigrafica dei terreni presenti nell'area destinata a cassa di colmata e le rispettive proprietà fisiche e meccaniche, di interesse in relazione al dimensionamento dell'opera di marginamento a mare.



Stratigrafia del fondale marino in corrispondenza del marginamento a mare della cassa di colmata

Lungo il lato AB della cassa di colmata, il fondale marino è caratterizzato dalla seguente sequenza stratigrafica:

- Terreni di riporto (R): composti da ciottoli e blocchi sub-angolari di varie dimensioni di natura calcarea e scorie di loppa in matrice sabbioso-ghiaiosa, sono presenti solo in corrispondenza dell'area denominata Ex Yard Belleli (vertice A).
- Depositi fangosi (F): di proprietà meccaniche così scadenti da non poter essere caratterizzati dal punto di vista geotecnico, sono presenti con continuità lungo il lato AB (ad eccezione del vertice B), con spessori variabili tra 1,3 m e 3,3 m circa.
- Depositi limoso argillosi (DLA): costituiti da limo e argilla con percentuali trascurabili di sabbia, di bassa permeabilità e modeste proprietà meccaniche, hanno spessore compreso tra 10 e 15 metri circa.
- Depositi sabbiosi e ghiaiosi (DLS): costituiti da materiale incoerente, con un grado di addensamento medio-basso (DR stimabile mediamente intorno al 40 %), sono presenti solo in corrispondenza del vertice B, con uno spessore di circa 2,5 m.

- Depositi argillosi (DA): costituiti da argille verosimilmente sovra-consolidate, di ridotta permeabilità e buone caratteristiche meccaniche, sono stati rinvenuti a profondità variabili tra - 19 m s.l.m. e - 26 m s.l.m. e fino alle massime profondità indagate.

Lungo il lato BC della cassa di colmata, il fondale marino è caratterizzato dalla seguente sequenza stratigrafica:

- Terreni di riporto (R): composti, anche in questo caso, da materiale di riporto antropico utilizzato per la formazione dei moli, massi di scogliera, blocchi, sono presenti infatti solo in corrispondenza del V Sporgente (punto C).
- Depositi fangosi (F): presenti lungo l'intero lato, sebbene con qualche discontinuità e con spessori maggiormente variabili rispetto al lato AB (tra 0,85 m e 5,3 m).
- Depositi limoso argillosi (DLA): costituiti da limo e argilla con percentuali trascurabili di sabbia, di bassa permeabilità e modeste proprietà meccaniche, hanno spessore compreso tra 8 e 18 metri circa.
- Depositi sabbiosi e ghiaiosi (DLS): costituiti da materiale incoerente, con un grado di addensamento medio-basso (DR stimabile mediamente intorno al 40 %), sono presenti con continuità dal vertice B al vertice C, con uno spessore variabile da 1,5 m a 7,3 m.
- Depositi argillosi (DA): costituiti da argille verosimilmente sovra-consolidate, di ridotta permeabilità e buone caratteristiche meccaniche, sono stati rinvenuti a profondità variabili all'incirca tra - 25 m s.l.m. e - 29 m s.l.m. e fino alle massime profondità indagate.

Il prospetto seguente sintetizza i parametri geotecnici dei depositi sopra elencati, di riferimento per il dimensionamento dell'opera di confinamento a mare; sono esclusi i terreni di riporto (R), perché non pertinenti, e i depositi fangosi (F), della cui presenza si è tenuto conto considerando un fondale ribassato di una profondità pari allo spessore del fango.

Terreno	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [°]	c_u [kPa]	E' [MPa]
DLA	17.5	13	24	$10.5 + 1.5 \cdot (z - 9)$	$5.7 + 0.82 \cdot (z - 9)$
DLS	18.0	0	35	-	60.0
DA	19.0	25	25	$120 + 9 \cdot (z - 20)$	$33 + 7.5 \cdot (z - 20)$

5 SEZIONI RAPPRESENTATIVE MARGINAMENTO A MARE

5.1 MONOPALI

I monopali hanno un diametro esterno di 3.00 m ed uno spessore di 22 mm, mantenuto costante lungo tutta la loro altezza, mentre l'interasse tra i monopali è pari a 8.90 m. L'altezza dei monopali varia in funzione del profilo geologico e più precisamente del profilo del tetto delle argille:

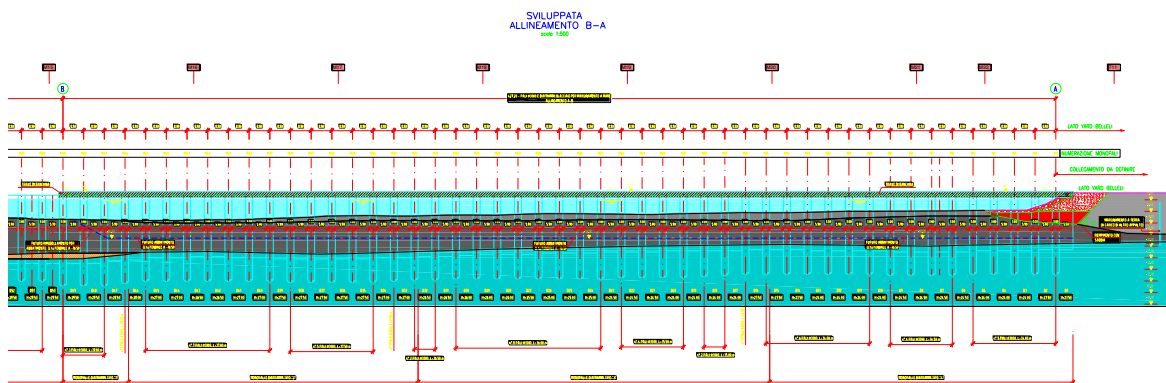


Figura 4: Profilo tratto A_B

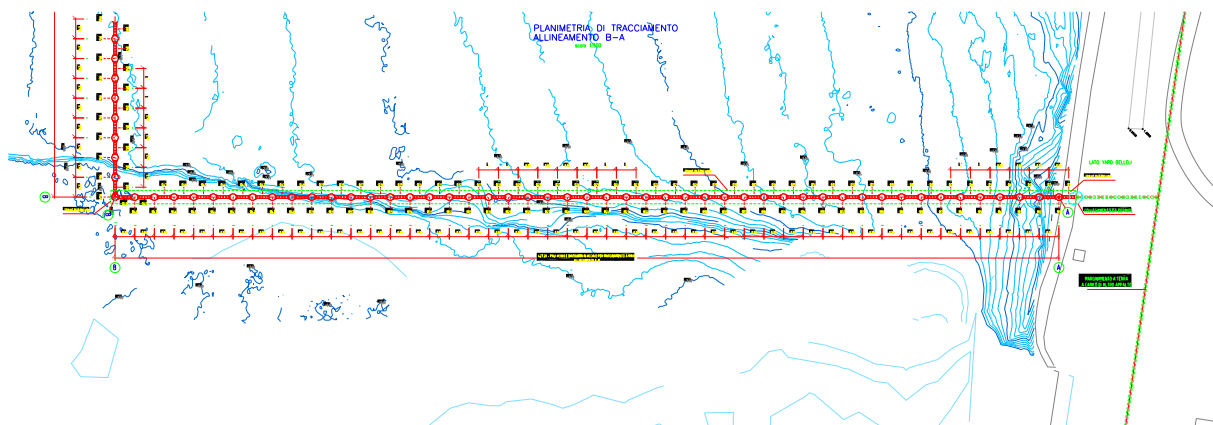


Figura 5: Pianta tratto A-B

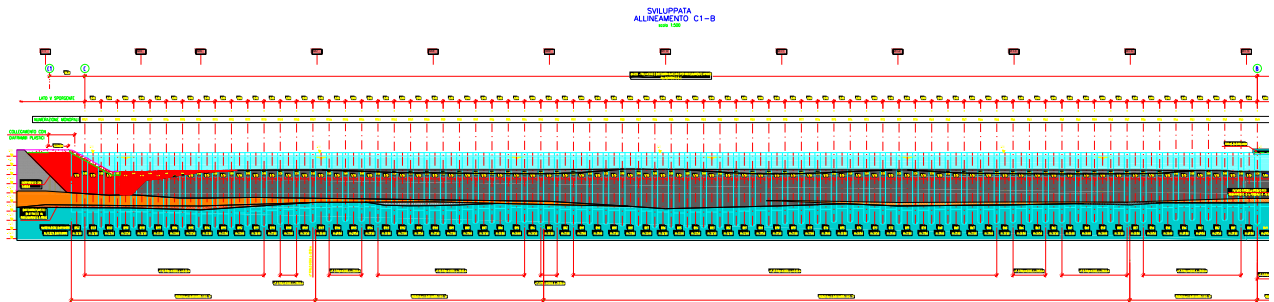


Figura 6: Profilo tratto B-C

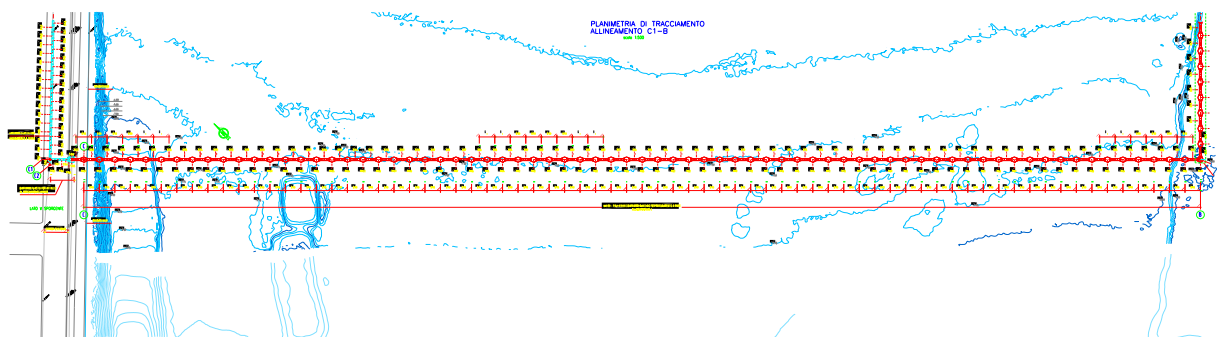


Figura 7: Pianta tratto B-C

La lunghezza d' infissione dei monopali nelle argille è mediamente pari a circa 12 m per il tratto A-B, dove è prevista la trave di banchina sulla quale è montata una delle due rotaie per la gru Transtainer, mentre per il tratto B-C la lunghezza di infissione media è pari a circa 10 m.

Sul tratto B-C non si prevede la costruzione della trave di banchina dato che su questo tratto di marginamento a mare è previsto un ulteriore ampliamento del V sporgente.

Di seguito si riportano degli stralci più significativi degli elaborati grafici, a cui si rimanda per maggiori dettagli:

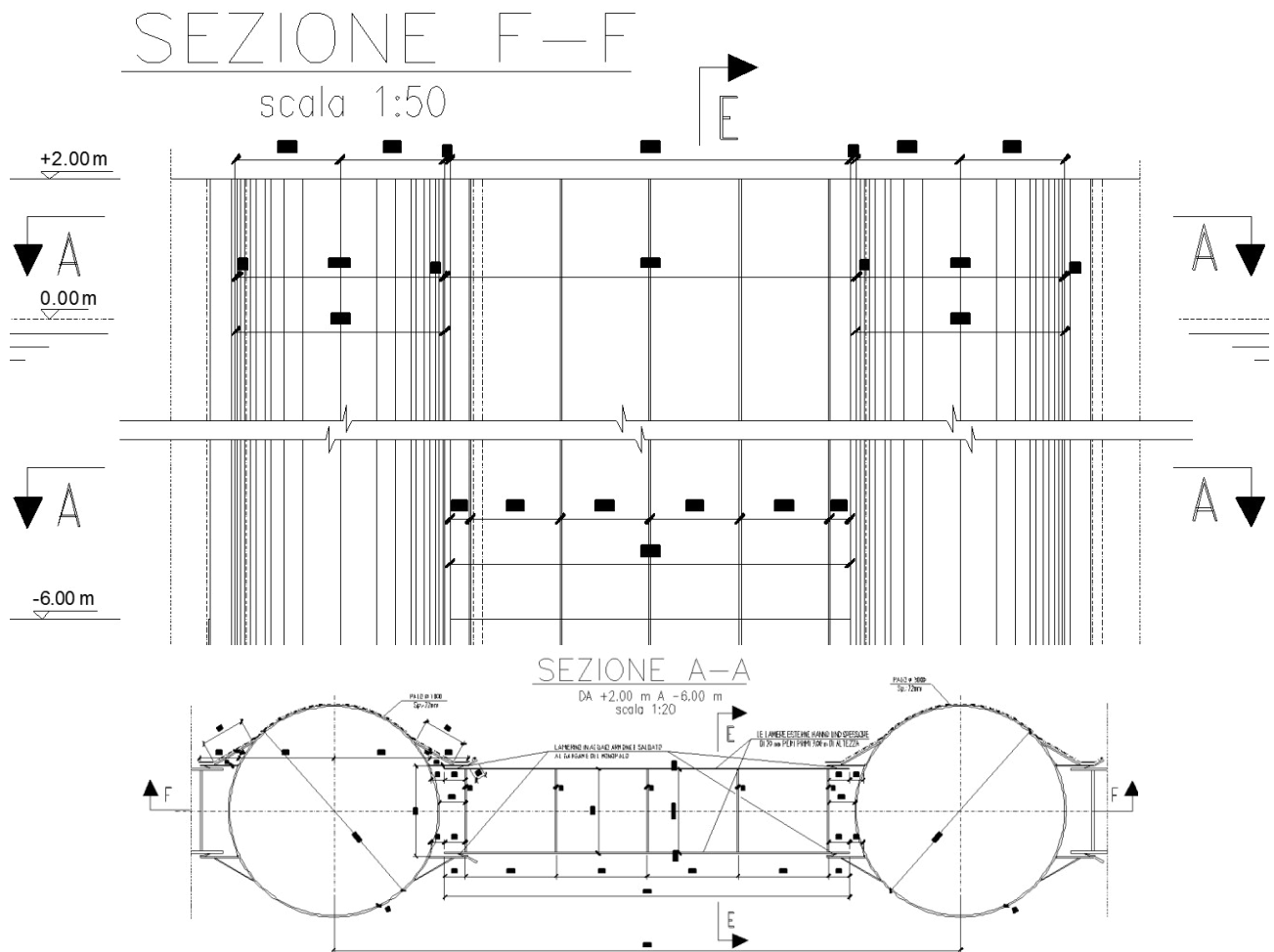


Figura 8: Particolare d'insieme monopalo-gargage-diaframma SEZIONJE INTERA VERTIVCALE

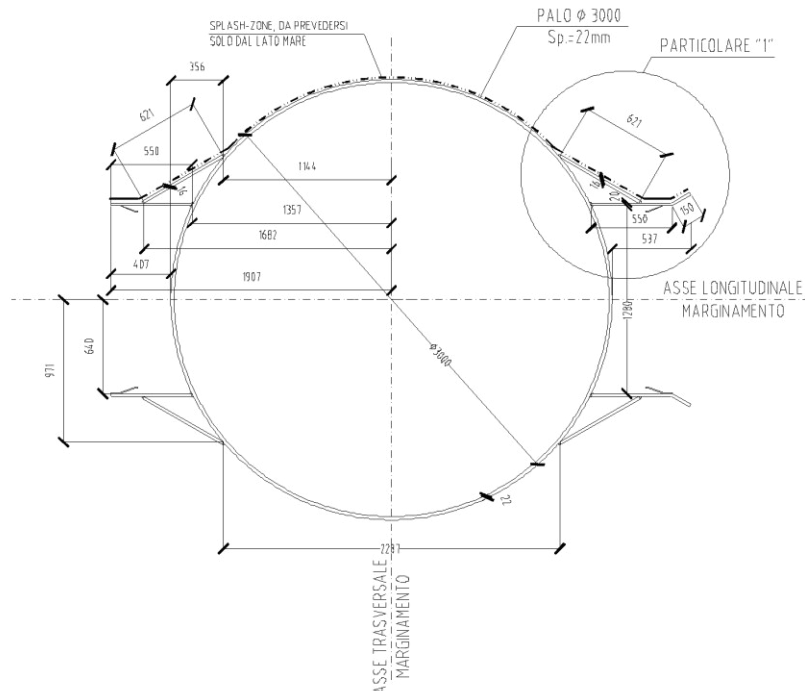


Figura 9: Sezione tipica monopalo in sommità (parte immersa in acqua)

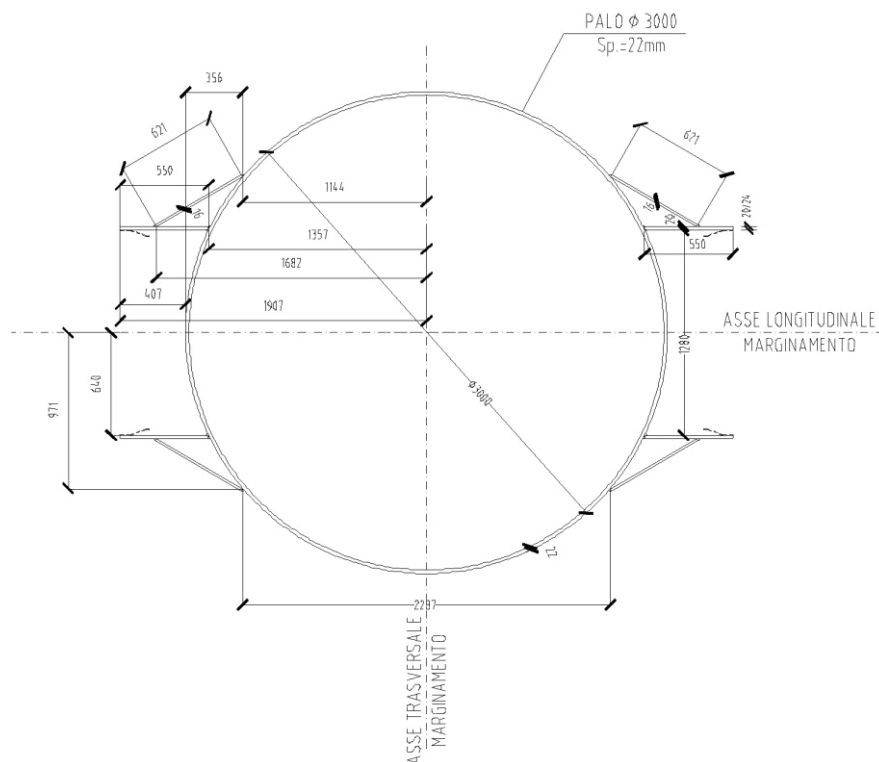


Figura 10: Sezione tipica monopalo interrato con gargame

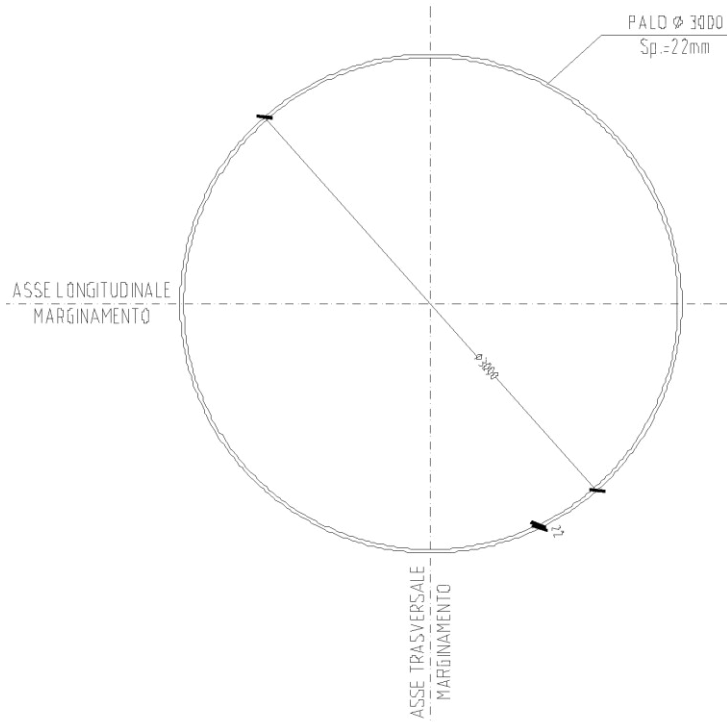


Figura 11: Sezione tipica monopalo profondo

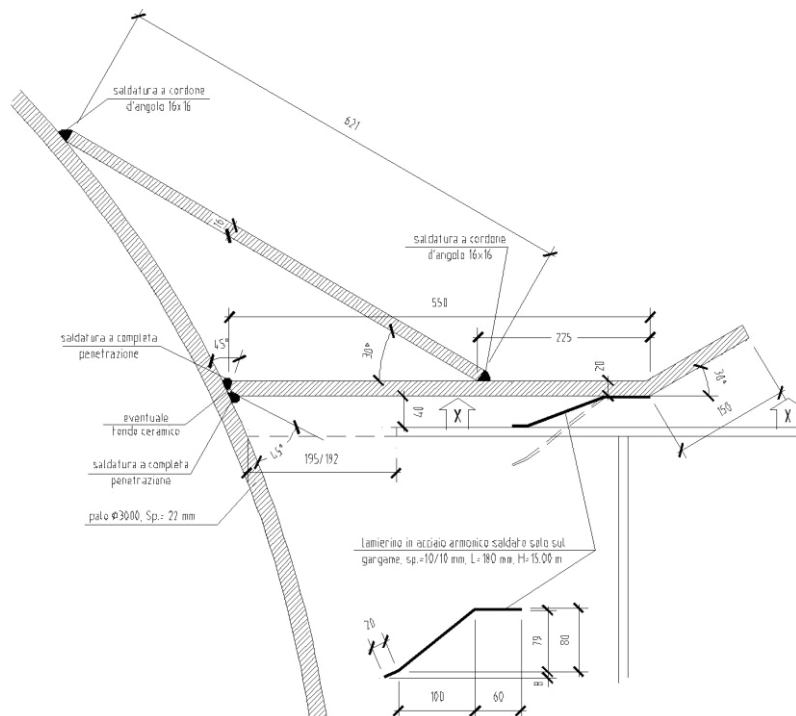


Figura 12: Particolare gargame con lamierino in acciaio armonico

5.2 DIAFRAMMI

La struttura verrà realizzata con due lamiere continue poste a distanza 1,20m e collegate da piatti di irrigidimento trasversali.

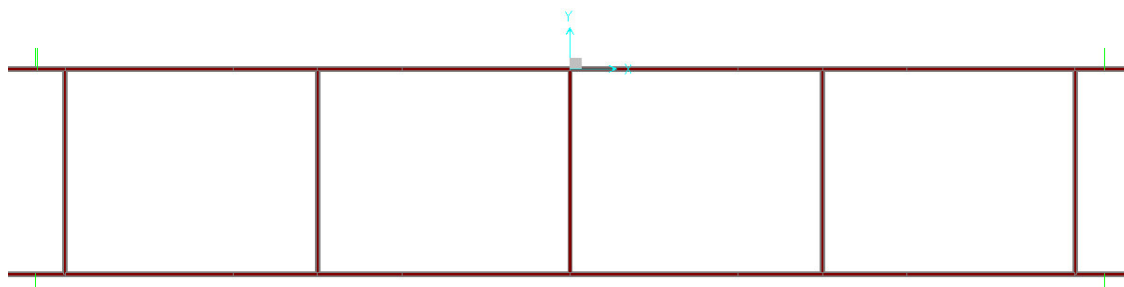


Figura 13: Sezione trasversale diaframma con 5 irrigidimenti

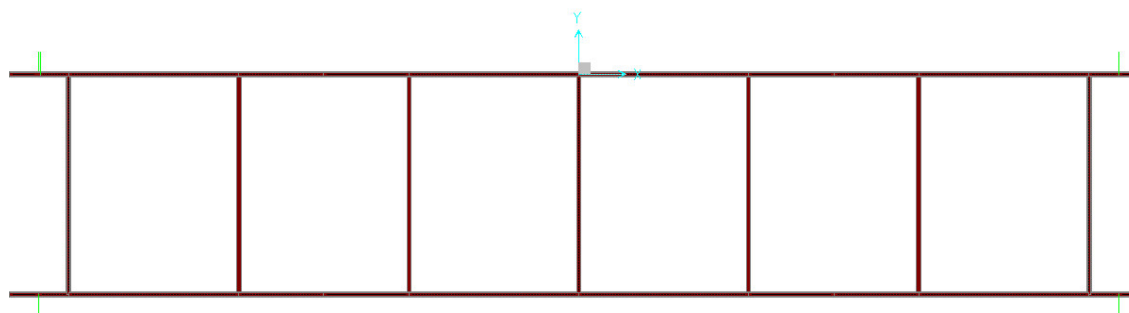
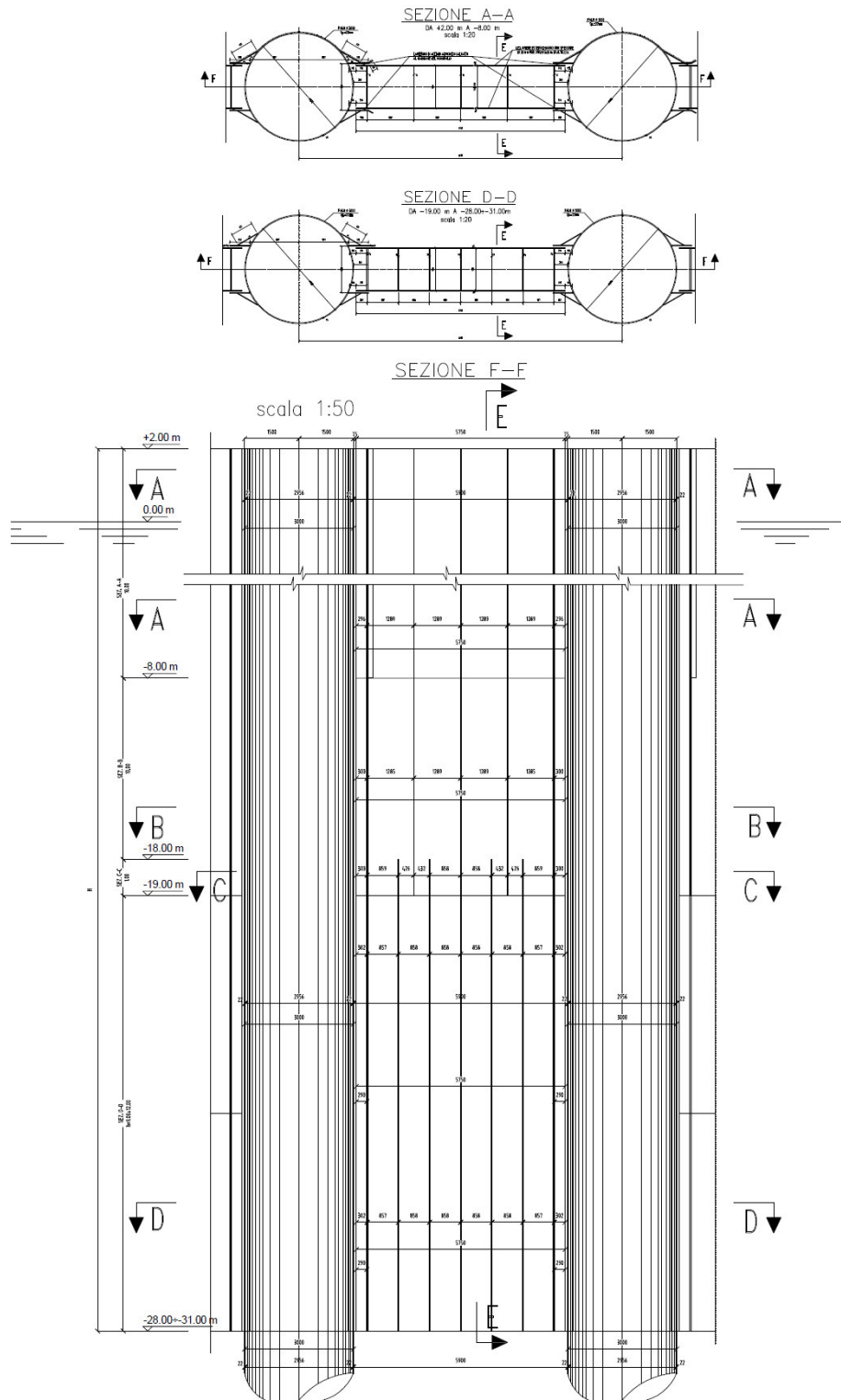


Figura 14: Sezione trasversale diaframma con 7 irrigidimenti

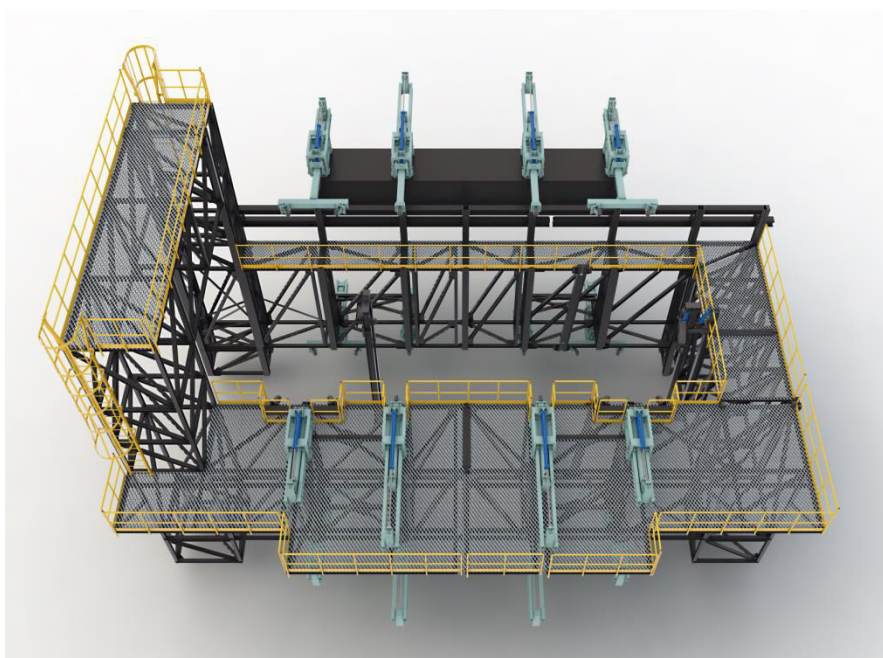
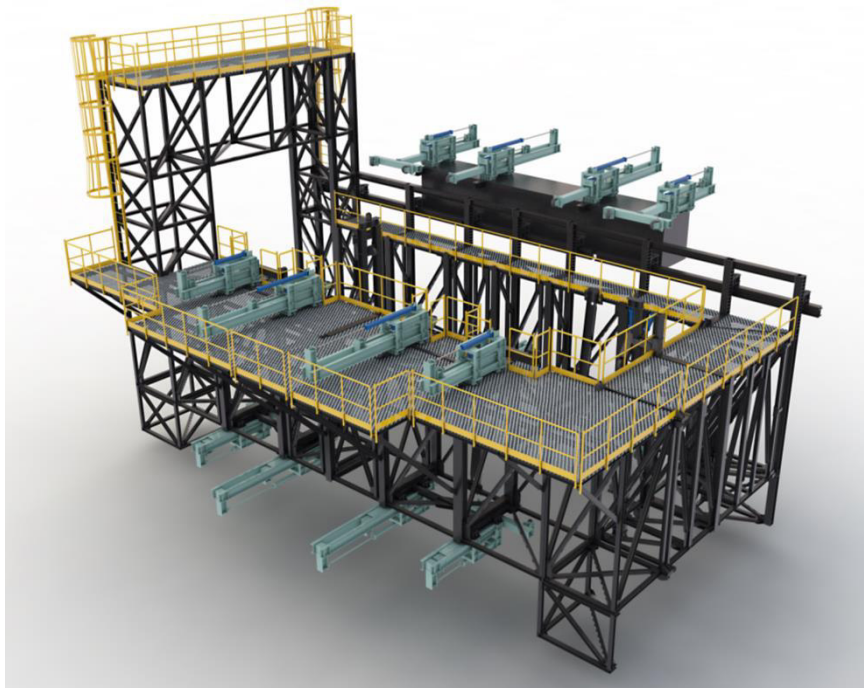
Il telaio si compone all'interno di 5 elementi irrigidimenti di adeguato spessore nella parte alta del diaframma, mentre nella parte bassa, fino alla quota di infissione nelle argille grigio azzurre, gli irrigidimenti diventano 7.

Lo spessore delle pareti del diaframma, così come quello dei setti e dei gargami sui pali, cresce con la profondità per tenere conto delle maggiori spinte e minori capacità resistenti dei terreni DLA, riscontrate con le indagini geognostiche integrative effettuate per il Progetto Esecutivo

Di seguito si riporta la sezione verticale di un diaframma tipo (sez. tipo 2 del lato AB) mentre per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di carpenteria dei diaframmi, doc. PUG102 PE STR MM 00 DF CP 01-02-03...-24,



La dima che sarà utilizzata per consentire l'infissione guidata dei pali e dei diaframmi, da montare sulla piattaforma auto sollevante, è rappresentata negli schemi e foto sotto riportati.







6 FASI COSTRUTTIVE

Come indicato in premessa, le fasi di realizzazione dell'opera saranno le seguenti:

- 1) Infissione dei monopali e dei diaframmi da mare adottando la sequenza operativa palo-diframma-palo e con l'impiego di una apposita dima per l'infissione guidata;
- 2) Sigillatura dello spazio tra gargame e diaframma con iniezione a mezzo di jet-grouting;
- 3) Realizzazione di tutti i diaframmi plastici del marginamento a terra e del collegamento mare-terra nei vertici "A" e "C", in maniera tale da conseguire l'impermeabilità della vasca di colmata;
- 4) Avvio del conferimento dei sedimenti dragati in cassa di colmata fino ad arrivare alla quota di +1.50 m s.l.m.
- 5) Sedimentazione del materiale all'interno della vasca fino a quota -0.10 s.l.m.
- 6) Svuotamento dei monopali fino al tetto delle argille grigio-azzurre e getto del cls all'interno fino alla quota prevista (-0.50 m sul lato "AB" e +2.00 sul lato BC); contemporaneo riempimento con terreno di riporto dei diaframmi fino alla quota prevista. (-0.50 m sul lato "AB" e +1.00 sul lato "BC") e contemporaneo completamento del refluento in cassa.
- 7) Sul lato "AB", montaggio delle predalles e delle gabbie di armatura e successivo getto della trave di banchina; sul lato "BC" getto di protezione all'interno dei diaframmi da quota +1.00 m a +2.00 m (sommità del marginamento a mare).
- 8) Ulteriore riempimento della vasca di colmata fino a quota + 1.50 m s.l.m..
- 9) Realizzazione ed attivazione dei sistemi di drenaggio per l'accelerazione della consolidazione

Come indicato precedentemente, il dimensionamento del marginamento a mare dal lato "AB" è stato fatto anche per l'utilizzo in futuro della cassa di colmata come "Banchina Portuale di Terminal Container" con il posizionamento di due binari per accogliere la gru Transtainer (un binario ubicato sulla trave di banchina ed un binario ubicato a 30.48 m lato terra, fondato su una doppia fila di pali fi 1200 mm) ed il successivo dragaggio all'esterno del marginamento fino a quota -16.50 m, per cui, le fasi previste nell'elaborazione dei calcoli statici sono state le seguenti:

- 10) Realizzazione dei pali fi 1200 mm all'interno della vasca di colmata dei plinti di fondazione, dei plinti e della trave in cls di sostegno della seconda via di corsa ;
- 11) Realizzazione delle travi di collegamento tra la trave di banchina AB ed i plinti di fondazione della trave per sostenere la seconda via di corsa.
- 12) Esecuzione del dragaggio fino a quota -16.50 m s.l.m. dal lato "AB" del marginamento.

Pertanto, è indispensabile che prima del dragaggio a valle del marginamento a mare (-16.50 m s.l.m.) vengano realizzate le opere a monte del marginamento e cioè pali fi 1200 mm, plinti testa pali, travi longitudinale e travi trasversali che collegano i monopali del marginamento a mare con i pali lato terra.

Alla fine dei lavori di competenza di questo appalto, la trave di banchina non può essere utilizzata per il normale esercizio di trave di banchina di terminal container, non essendo ancora realizzate le opere a monte del marginamento dette poc'anzi, non essendo di competenza di questo appalto.

La configurazione prevista alla fine dei lavori di questo appalto sarà:



Autorità Portuale di Taranto

Interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto

Relazione tecnico illustrativa

Data 05/2016
Rev. B
c.d.c.: C296A
510B.docx

- Trave di banchina non ancorata con le opere a monte del marginamento, da realizzarsi con un'altro appalto;
- Massimo sovraccarico di banchina: 10.00 KN/mq
- Massimo tiro di bitta: 100 KN.



Autorità Portuale di Taranto

Interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto

Relazione tecnico illustrativa

Data 05/2016
Rev. B
c.d.c.: C296A
510B.docx

7 TRAVE DI BANCHINA

La trave, che consente l'utilizzo del lato Sud-Est come banchina portuale, si estende per una lunghezza totale di circa 437 m e lo studio del sistema è stato effettuato su di un modulo base dell'impalcato di dimensioni in pianta di 35,60 x 6,00 m prevedendo giunti strutturali fra i moduli contigui.

Ogni modulo poggia su 4 monopali in acciaio ed è strutturalmente connesso sia ai monopali che ai diaframmi sottostanti tramite collegamenti realizzati in c.a..

Per la definizione strutturale sono state evitate, per quanto possibile, le operazioni di cassatura e banchinaggio dei getti della soletta, vista la particolare situazione logistica.

Si è adottata una soluzione che prevede l'utilizzo di elementi prefabbricati, con funzione portante sia in prima fase (sostegno del getto della soletta) che, parzialmente, anche in seconda fase (esercizio sotto i carichi di progetto).

Tale soluzione prevede l'installazione di elementi prefabbricati che prendono appoggio sulla struttura di confinamento e da questi sbalzano a coprire l'aggetto lato mare mediante l'utilizzo di pannelli prefabbricati resi solidali alla paratia (monopalo/diaframma) con una struttura reticolare costituita da profili ad "L" imbullonati a piastre saldate sui tralacci dei pannelli prefabbricati e alle pareti dei monopali e dei diaframmi (vedi elaborati grafici).

La sovrastruttura in c.a. è stata già predisposta all'installazione successiva dei parabordi e delle bitte di ormeggio. Su ciascun modulo di impalcato (L= 35,60 m) potranno essere installate n. 2 bitte e n. 2 parabordi.

Quindi, come indicato nel cap. 6 la trave di banchina che viene realizzata in questo appalto, senza i collegamenti trasversali con i plinti di fondazione all'interno della vasca di colmata che verranno realizzati con un altro appalto, non potrà essere in esercizio come banchina di terminal container prima che vengano completate tutte le opere. I calcoli statici relativi alla trave di banchina sono stati elaborati prendendo in considerazione sia la fase provvisoria (senza il collegamento trasversale e con un sovraccarico sul piazzale di 10 KN/mq ed un massimo tiro di bitta di 100 KN) che la fase conclusiva dei lavori di ampliamento del V sporgente (realizzazione con altro appalto dei pali e dei plinti di fondazione con il collegamento trasversale della trave di banchina con la seconda via di corsa, successivo dragaggio fino a -16.50 m ed infine condizioni finali di esercizio con sovraccarico in banchina di 40.00 KN/mq e massimo tiro di bitta pari a 1000.00 KN).



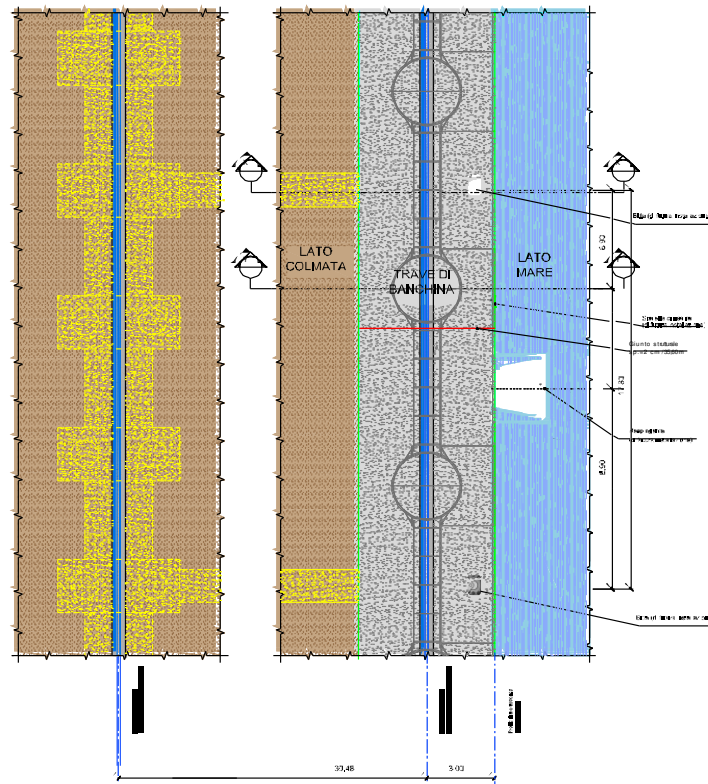
Autorità Portuale di Taranto

Interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto

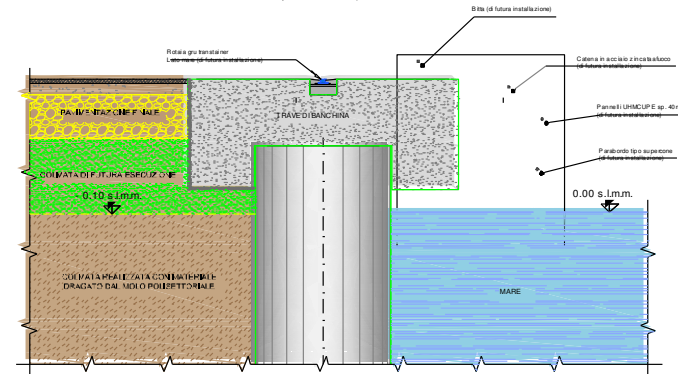
Relazione tecnico illustrativa

Data 05/2016
Rev. B
c.d.c.: C296A
510B.docx

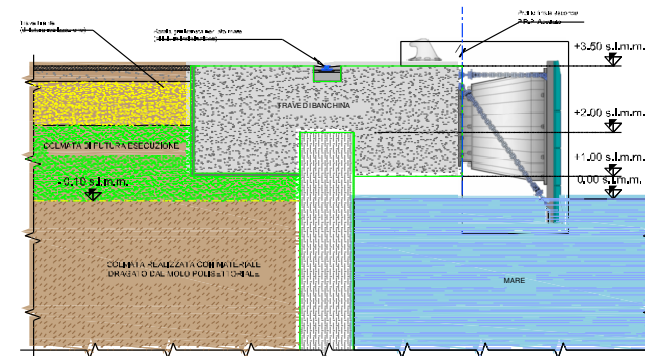
SISTEMAZIONE FINALE BANCHINA
STRALCIO PLANIMETRICO A Q.TA +3.50 m s.l.m.m.
(Scala 1:50)



SEZIONE "Y-Y"
(Scala 1:25)



SEZIONE "X-X"
(Scala 1:25)



NE:
Tubi e parti d'opera indicate "di futura installazione" sono a carico di un'altra appalto.

Figura 15: Pianta e sezioni trasversali banchina

Le verifiche sono state condotte prevedendo anche la presenza delle strutture di supporto di un binario lato terra con scartamento tra i binari di 100' (30,48m), anche se la realizzazione di questo, come detto precedentemente, non fa parte del presente appalto. Le tolleranze dello scartamento ammesse per l'esercizio delle gru impongono la realizzazione di travi di collegamento tra le due strutture lato terra e lato mare al fine di impedire spostamenti relativi tra i due binari, come schematicamente riportato nella figura precedente.

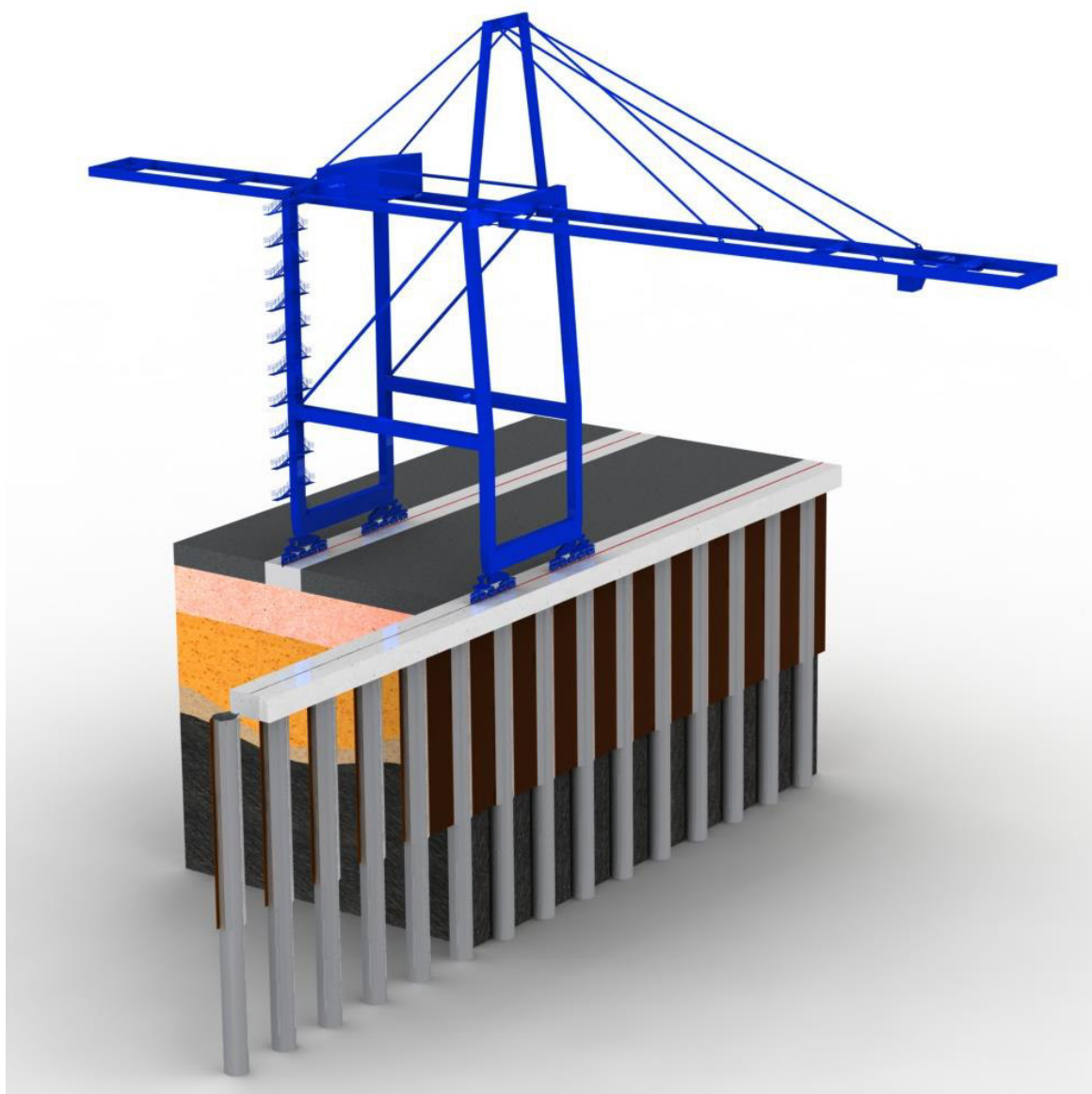


Figura 16: Futuro utilizzo del marginamento come banchina d'attracco

Per le verifiche degli elementi, si sono considerati i seguenti carichi:

- Carico ripartito di 40 kN/m² distribuito sulla banchina;
- Carico trasmesso sulla via di corsa per gru sia da 1000 kN/m , sia da 24 rows con portata da 650 kN;
- Tiro alla bitta 1000 kN ed interasse a 17,80 m;
- Urto al parabordo 2350 kN;
- Pavimentazione superiore pari a 3.00 kN/m².



Autorità Portuale di Taranto

Interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto

Relazione tecnico illustrativa

Data 05/2016
Rev. B
c.d.c.: C296A
510B.docx

8 TENUTA IDRAULICA

Nel presente Capitolo si riportano i risultati dello specifico studio finalizzato alla verifica dei requisiti di permeabilità equivalente del marginamento a mare, tenuto conto degli specifici accorgimenti adottati e finalizzati all'impermeabilizzazione dei giunti della struttura, che rappresentano le uniche zone di possibile passaggio dei moti di filtrazione attraverso la barriera impermeabile giuntata costituita dal sistema pali-diaframmi in acciaio. La impermeabilità della barriera palo-diaframma, realizzata in acciaio con saldature a piena penetrazione e controllo totale di qualità, rende del tutto superfluo il riempimento del diaframma con miscela plastica previsto nel Progetto Definitivo, che non viene pertanto confermato nel Progetto Esecutivo.

Le analisi condotte, sono state orientate alla verifica delle soluzioni progettuali nelle diverse configurazioni, rispetto al raggiungimento dei valori di permeabilità equivalente prescritti dal D.lgs. 36/2003 per barriere di conterminazione nel caso di contenimento di rifiuti non pericolosi, e quindi rispetto al valore $k \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s di uno spessore di barriera equivalente di 1m. Le verifiche sono state altresì condotte rispetto ai criteri U.S. EPA 1984-1988 relativamente ai limiti in termini di portata filtrante unitaria attraverso la barriera fissati nel range 1.71-6.83 l/m²/anno.

L'analisi è stata condotta secondo il tipico approccio dell'equivalenza tra le portate filtranti attraverso barriere impermeabili giuntate e quelle attraverso barriere porose. La valutazione delle portate filtranti attraverso il giunto di accoppiamento palo-diaframma è stata condotta mediante l'ausilio del software FEM Seep/W, tenendo conto delle effettive geometrie del gargame palo-diaframma alle varie profondità, degli specifici accorgimenti finalizzati al trattamento del materiale intercluso, nonché delle relative permeabilità caratteristiche dei terreni in sito così come caratterizzati nell'ambito della campagna di indagini propedeutiche alla progettazione esecutiva e prove eseguite.

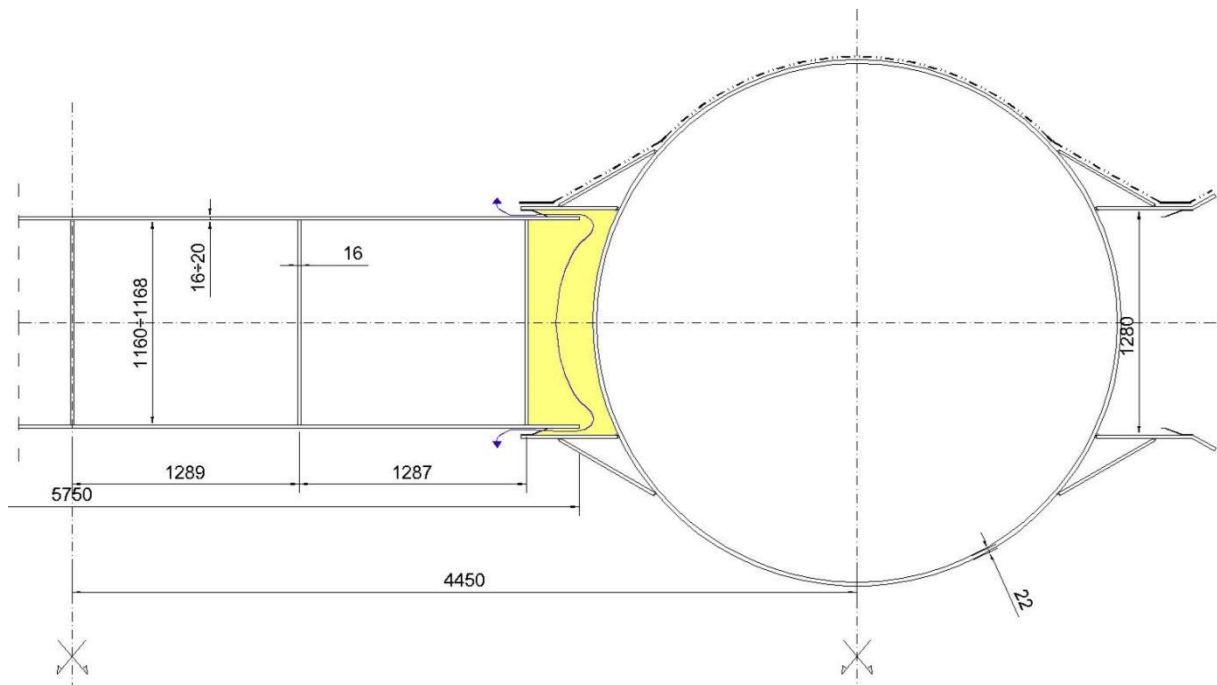


Figura 17: Giunto palo-diaframma

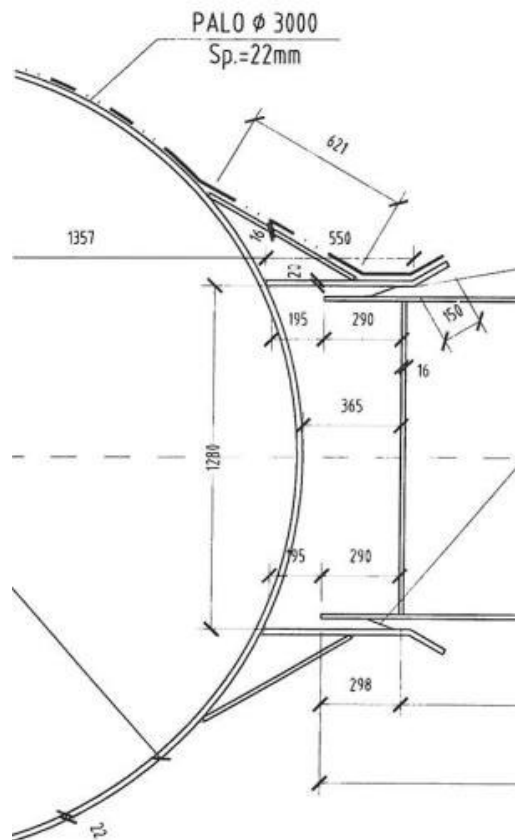


Figura 18: Particolare Giunto palo-diaframma

8.1 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE

Rispetto alla geometria dei giunti è stata tenuta in conto l'effettiva configurazione prevista per le carpenterie metalliche di palo e diaframma, così come rappresentato in

Figura 17 e Figura 18. Rispetto a tale accoppiamento, il Progetto Esecutivo prevede l'installazione di una doppia molla in acciaio armonico C 67 S, sagomata a "Z", saldata all'interno dei gargami per i primi 15m della struttura.

La molla dello spessore di 1mm, è in grado di assicurare il contatto meccanico lungo una linea verticale con l'acciaio del diaframma garantendo una tenuta millimetrica. La scelta delle molle (spessore, sagoma, sistema di saldatura al gargame) e la verifica del loro funzionamento è stata sperimentata in officina su modello in scala 1:1, come documentato nelle foto di seguito riportate,



Figura 19: Prova su modello in scala 1:1

Tale soluzione risulta garantire, oltre che maggiore efficienza, migliori standards di affidabilità e durabilità rispetto alla soluzione di Progetto Definitivo, rispetto alla quale si prevedeva l'installazione di panetti in teflon con cordolini bentonitici idroespansivi.

L'installazione del lamierino verrà prevista fino alla profondità di circa -15m s.l.m., in modo da "guidare" l'inserimento dei diaframmi rispetto ai pali, oltre che per contenere il riempimento con miscela plastica nel tratto vuoto del giunto. Tuttavia, nell'ambito delle analisi condotte ai fini della verifica della tenuta, cautelativamente, non è stato tenuto in conto l'effetto di chiusura del lamierino ma è stato considerato il giunto del gargame completamente aperto.

La tenuta viene quindi affidata, cautelativamente, alla sola impedenza idraulica legata al percorso di filtrazione attraverso i materiali presenti in sito, interclusi durante l'infissione all'interno del giunto palo-diaframma, e dal relativo trattamento con la tecnica del jet-grouting bi-tri fluido. Per il primo tratto di diaframmatura, per una altezza di circa 8m (giunto vuoto), come detto, viene invece previsto il riempimento completo con miscela plastica.

Il trattamento con la tecnica del jet-grouting bi/tri fluido, consentirà di rendere un nucleo di terreno trattato incluso all'interno del gargame, dotato di adeguate caratteristiche di impermeabilità, in grado di assicurare il rispetto dei limiti imposti dai predetti criteri normativi.

La miscela vergine verrà tarata, rispetto all'ottenimento di una permeabilità a 28gg. $k \leq 5 \cdot 10^{-10}$ m/s., adottando il seguente mix design:

- Cemento Altoforno / Pozzolano 42,5; Rapporti C/A = 0,35 per Altoforno (circa 300-310 kg/m³); C/A= 0,4 per Pozzolano (circa 350 kg/m³);
- Bentonite; Rapporto B/A = 0,06 (circa 50-52 kg/m³);
- Additivo per bentonite : Disperdente, deflocculante fluidificante e riduttore di acqua libera Add/A= 0,003% aggiunto direttamente nell'acqua dell'impasto - (circa 3kg/m³); poi alla fine durante la miscelazione con il cemento aggiungere un altro 0,003 di additivo.

Al fine dell'ottenimento della permeabilità caratteristica del terreno trattato/sostituito e relativa effettiva geometria del trattamento resa, l'ottenimento dei prefissati valori di permeabilità equivalente della barriera dovrà necessariamente essere espresso dai risultati di un campo prove e/o attraverso adeguate sperimentazioni. Le specifiche di tali prove potranno essere valutate con maggiore dettaglio in fase costruttiva.

Dalla consistenza e natura dei terreni da trattare si può ritenere che il processo prospettato sia in grado di formare una colonna con un diametro nominale reso di almeno 1.0 m confinato lateralmente dalle pareti metalliche del giunto.

Le modalità costruttive sono tali da poter ritenere che la conducibilità idraulica della colonna possa leggermente decrescere procedendo dal centro verso l'esterno, pertanto per le analisi numeriche di seguito riportate, si considera cautelativamente un diametro efficace del trattamento di soli 60 cm, ove è possibile garantire un'elevata omogeneità del trattamento con bassissimi valori di conducibilità idraulica ($K_{jg} \approx 1 \cdot 10^{-8} \div 8 \cdot 10^{-9}$ m/s).

8.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO ADOTTATO

Per determinare la permeabilità equivalente della barriera, nel rispetto del D.Lgs. 36/2003, si è proceduto imponendo l'eguaglianza delle portate filtranti attraverso i giunti di accoppiamento palo-diaframma, calcolate mediante modellazione alle differenze finite, con quelle che attraversano una barriera porosa equivalente (*slurry wall*),



Autorità Portuale di Taranto

Interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto

Relazione tecnico illustrativa

Data 05/2016
Rev. B
c.d.c.: C296A
510B.docx

caratterizzata da spessore unitario e da permeabilità equivalente K_e [m/s] (a titolo meramente esemplativo si riporta in Figura 20 un caso relativo all'equivalenza idraulica per palancolati metallici).

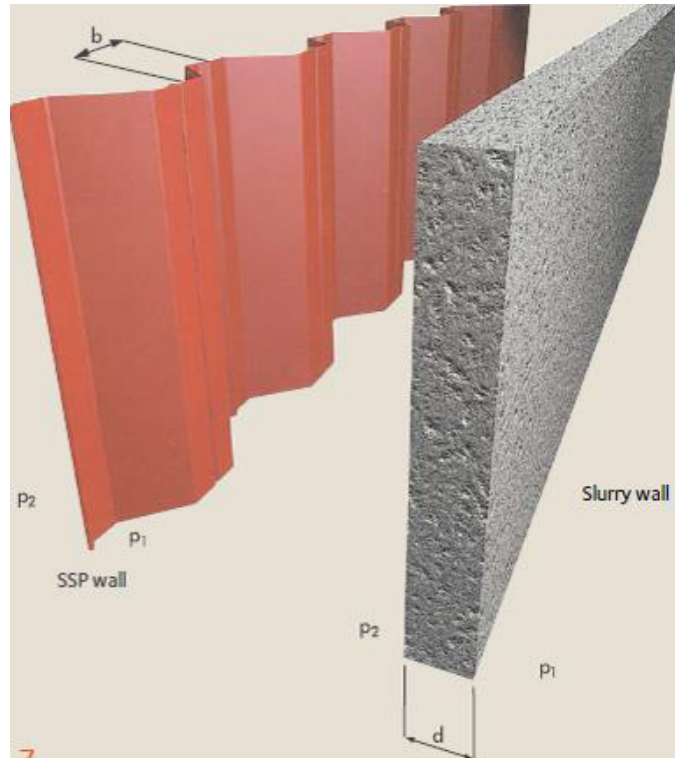


Figura 20 : Modello barriera giuntata - muro poroso equivalente

Portata filtrante barriere impermeabili giuntate

In generale è possibile assumere la portata filtrante attraverso una barriera impermeabile giuntata come proporzionale alla pressione dell'acqua lungo la barriera alla generica profondità z :

$$q(z) \propto \Delta p(z)$$

Il coefficiente di proporzionalità è indicato con q [m/s], impedenza idraulica.

La portata $q(z)$ è quindi esprimibile come:

$$q(z) = q \cdot \Delta p(z) / \gamma_w$$

dove

- γ_w [kN/m³] è il peso unità di volume dell'acqua di mare;
- $\Delta p(z)$ è definito come la differenza tra le pressioni interstiziali monte-valle lungo la profondità del marginamento (in condizione idrostatica). Come mostrato, puramente a titolo di esempio, in

Figura 21:

La portata totale filtrante attraverso un giunto tra elementi definiti come impermeabili, lungo la generica altezza della barriera, per metro lineare di sviluppo longitudinale, è definita tramite l'integrale:

$$Q_m = (\rho/\gamma_w) \int_0^H \Delta p(z) dz * (1/b)$$

dove b è l'interesse tra i giunti.

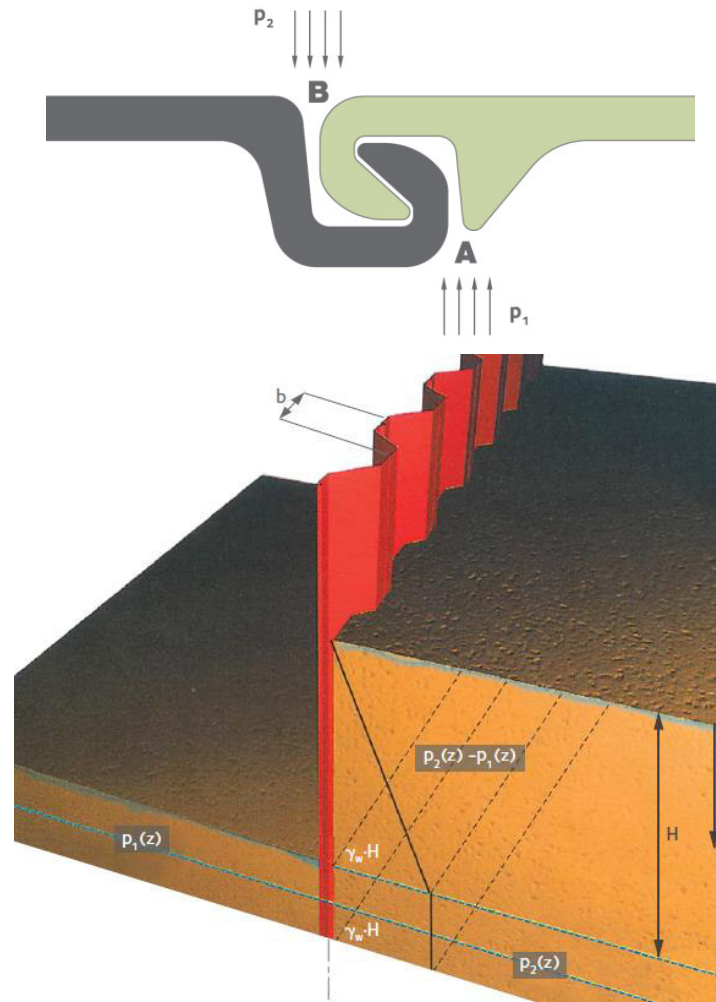


Figura 21: Esempio di distribuzione del gradiente di pressione $\Delta p(z)$

Portata attraverso una barriera porosa equivalente

La portata filtrante cosiddetto “slurry wall” equivalente (usuale assunzione in ambito di barriere giuntate), per metro lineare di sviluppo, è definita tramite l'integrale:

$$Q_{sw} = (K_c/\gamma_w) \int_0^H \Delta p(z) dz * (1/d)$$

ove d è lo spessore del muro poroso.

Dall'uguaglianza $Q_m = Q_{sw}$, imponendo $d=1m$, risulta quindi che

$$K_e = \rho \cdot (1m) / b$$

dove ρ = impedenza idraulica

b = interasse tra i giunti (vedi Figura 20).

Rispetto al caso in esame, la valutazione delle portate filtranti attraverso il giunto di accoppiamento palo-diaframma, assimilabile al concetto di "impedenza" rispetto al generico carico idraulico imposto, è stata effettuata mediante le predette analisi numeriche di filtrazione condotte rispetto al nucleo poroso intercluso all'interno del gargame di accoppiamento palo-diaframma, tenuto conto della geometria di progetto e dei relativi accorgimenti da porre in opera ai fini del trattamento del materiale intercluso.

8.3 RISULTATI DELLE ANALISI

Le condizioni locali, relative alla geometria e tipologia materiale intercluso nel gargame palo-diaframma, sono state distinte, rispetto a 3 analisi rappresentative delle differenti litologie presenti alle varie profondità fino alla testa del substrato impermeabile rappresentato dalle argille grigio azzurre presenti ad una profondità variabile tra -23m e -29m.

Per ciascuna analisi, quindi, sono state tenute in conto le diverse geometrie previste e le relative permeabilità medie dei materiali interclusi rispetto a profondità omogenee, così come caratterizzate nell'ambito della campagna di indagini e prove eseguita. Le tratte sono riassunte nella seguente tabella:

Tratto GIUNTO	Profondità	K_{JG} terreno trattato	Terreno intercluso	K_T terreno naturale intercluso
	[m]	[-]	[-]	[m/s]
A	0 - 8	1.00E-08	-	-
B	8 - 22	1.00E-08	Unità DLA Limi argillosi	2.00E-07
C	22 - 29	8.00E-09	Unità DLS Limi sabbiosi	1.00E-05

Nell'ambito delle modellazioni sviluppate, come si evince dalle figure in seguito riportate, è stata prevista la completa occlusione del tratto A del giunto (riempimento con miscela del tratto vuoto), mentre per i tratti B,C e D è stata ipotizzata una geometria resa del trattamento in termini di diametro efficace, cautelativamente assunto pari a circa 60cm. La permeabilità considerata per il nucleo di terreno trattato è stata assunta variabile in un intervallo di $8.0 \cdot 10^{-9}$ - $1.0 \cdot 10^{-8}$ m/s, range di valori conservativi generalmente facilmente conseguibili con la tecnica descritta rispetto ai terreni da trattare.

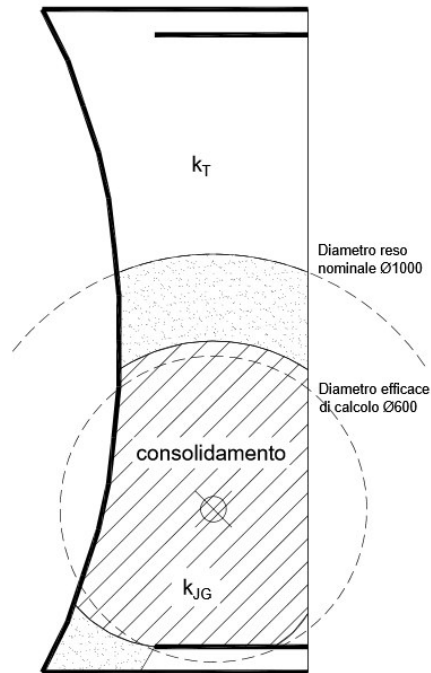


Figura 22: Geometria del trattamento

Per quanto concerne le condizioni al contorno adottate, è stata applicata una variazione di carico idraulico alla due estremità di 9m (colore verde/giallo), tenuto conto del massimo gradiente idraulico atteso rispetto alle ipotesi di progetto, mentre sono stati imposti impermeabili tutti gli altri contorni (colore azzurro).



Figura 23: Tratto A

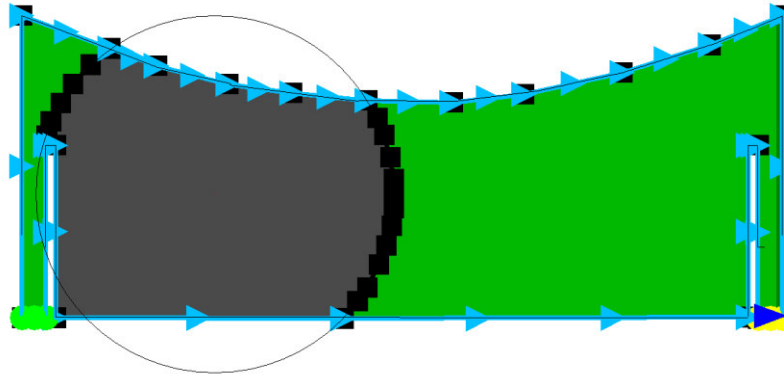


Figura 24: Tratto B

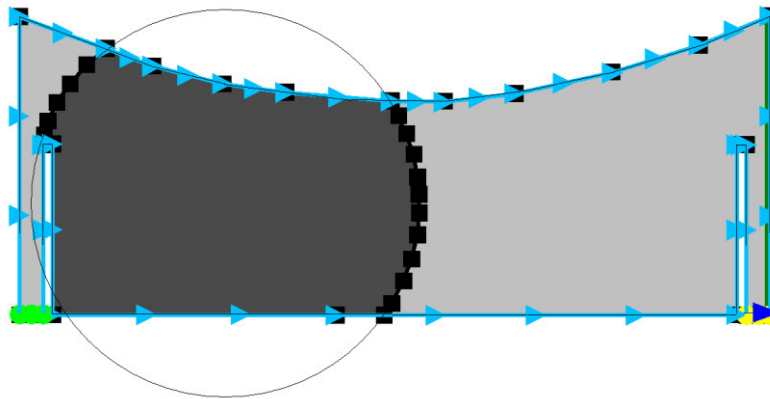


Figura 25: Tratto C

Per ogni tratto del gargame in esame, sono messe in evidenza le linee equipotenziali che s'instaurano all'interno del dominio poroso, e si registrano le portate uscenti (m^3/s) alla sezione di valle (in fig: lato destro).

Dalla Figura 26 alla Figura 28 si riportano i risultati grafici ottenuti rispetto a tali analisi.

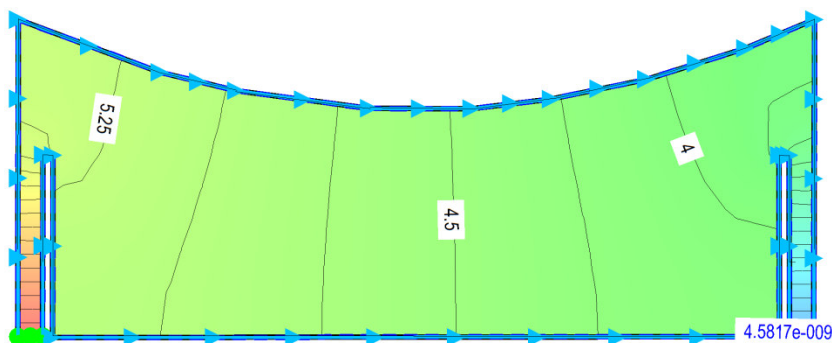


Figura 26: Tratto A, linee equipotenziali e portata filtrante

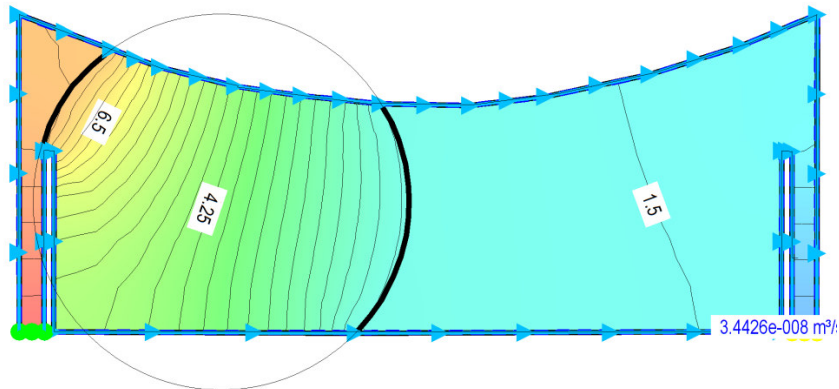


Figura 27: : Tratto B, linee equipotenziali e portata filtrante

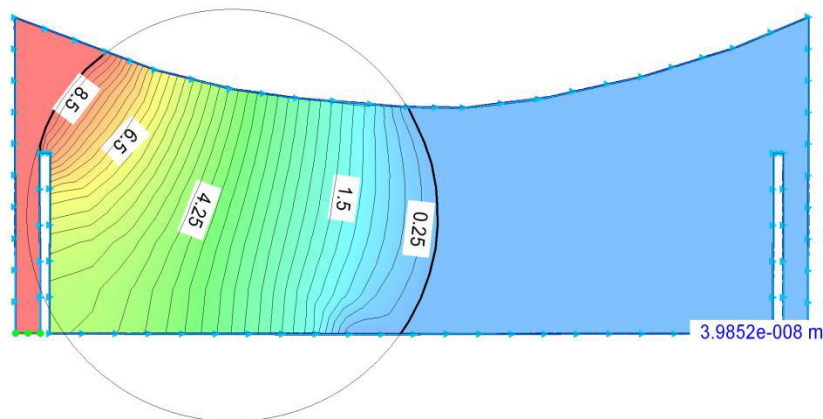


Figura 28: Tratto C, linee equipotenziali e portata filtrante

Alla luce delle analisi condotte, si riportano di seguito i valori di impedenza idraulica ρ calcolati per i 4 tratti di giunto palo-diaframma per le rispettive portate filtranti, e i relativi valori di permeabilità equivalente K_e ottenuti rispetto ad uno spessore $d=1\text{m}$ ed un interasse tra i giunti $b=4.45\text{m}$. Come si evince dai risultati ottenuti le permeabilità equivalenti della barriera risultano sempre inferiori al limite di normativa $K=1\cdot 10^{-9}\text{ m/s}$.

Tratto GIUNTO	Q [m³/s]	ρ [m/s]	K_e [m/s]
A	4.58E-09	5.09E-10	1,14E-10
B	3,44E-08	3.83E-09	8,60E-10
C	3.98E-08	4,43E-09	9,95E-10

Come ulteriore confronto, si è proceduto alla verifica della prescrizione “US, EPA” per diaframmi di contenimento di rifiuti (US Environmental Protection Agency”, Evaluation of Subsurface Engineering Barriers at Waste Site). Tale verifica

impone una portata unitaria filtrante dal sistema massima, sotto gradiente idraulico unitario, compresa al più nel range $1.71 \div 6.83 \text{ l/m}^2/\text{anno}$. Nel caso in esame, assunto una variazione di carico idraulico $\Delta H=9\text{m}$, la portata filtrante massima $Q_{u,\Sigma}$ dovrà essere inferiore a $4.88 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$ (per unità di area). Come si evince dai risultati ottenuti le sommatorie delle portate filtranti della barriera risultano sempre inferiori al predetto limite di normativo.

Tratto GIUNTO	$Q_{u,i}$ [m ³ /s]	$\Sigma Q_{u,i}$ [m ³ /s]
A	4,12E-09	1,75E-07
B	1,08E-08	
C	6,27E-08	

Lo stesso approccio è stato altresì adottato ai fini della ricerca di un valore di permeabilità caratteristica del materiale naturale intercluso (in assenza di trattamento quindi) che consenta di garantire comunque i requisiti di permeabilità equivalente della barriera, al fine poter di individuare, sulla base di dati di permeabilità dei terreni in sito, quelle profondità per le quali il trattamento non risulta necessario, così come riportato, a titolo esemplificativo, nella Figura 29.

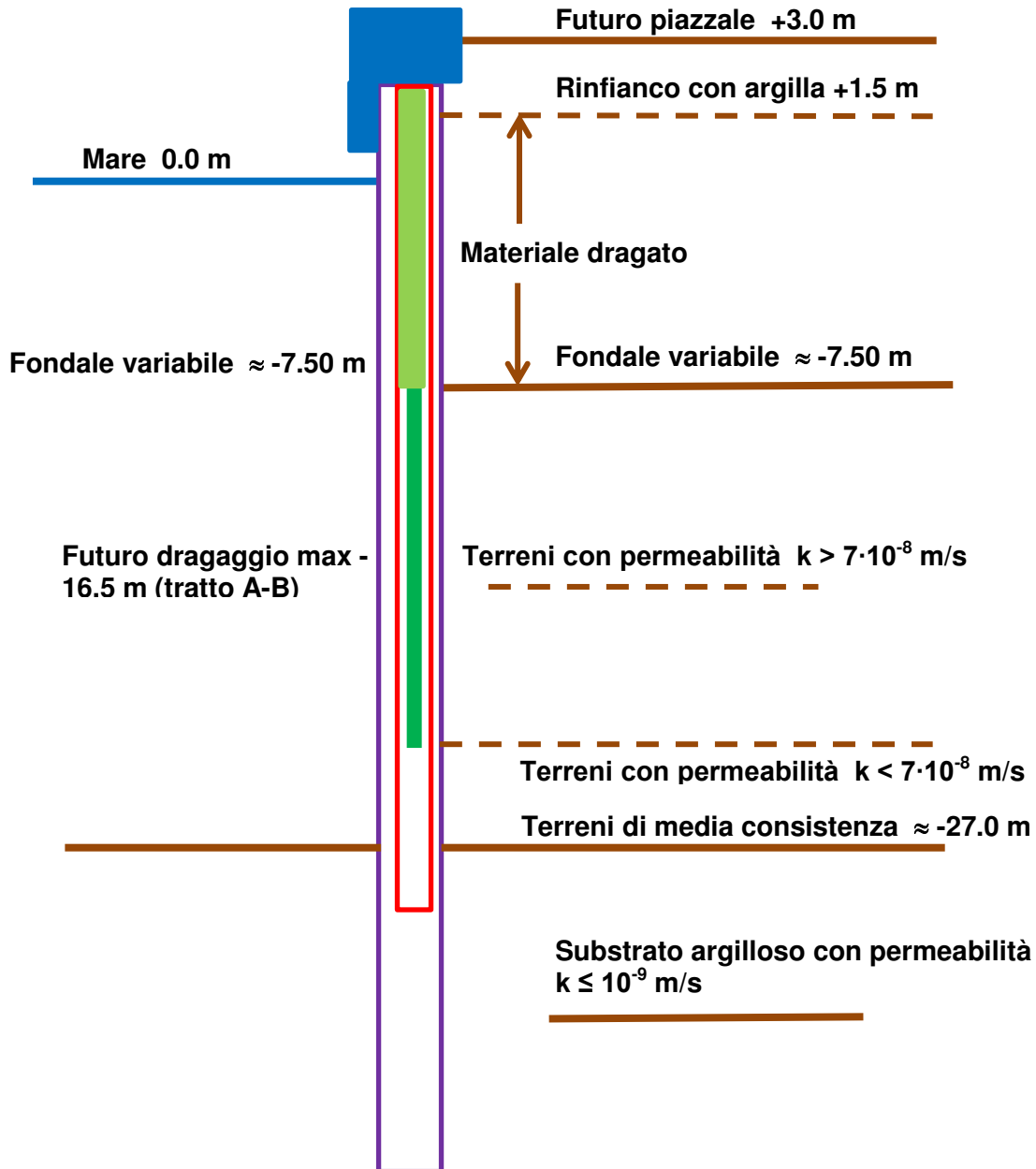


Figura 29: Sezione esemplificativa dei trattamenti

Il problema è stato risolto per tentativi fino a determinare la permeabilità minima richiesta per terreno naturale intercluso che costituisce il dominio di filtrazione, al fine di soddisfare la condizione $K_e < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s, ottenendo:

$$K_T = 7 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$$

Nella figura seguente si riportano i principali risultati della modellazione numerica effettuata.

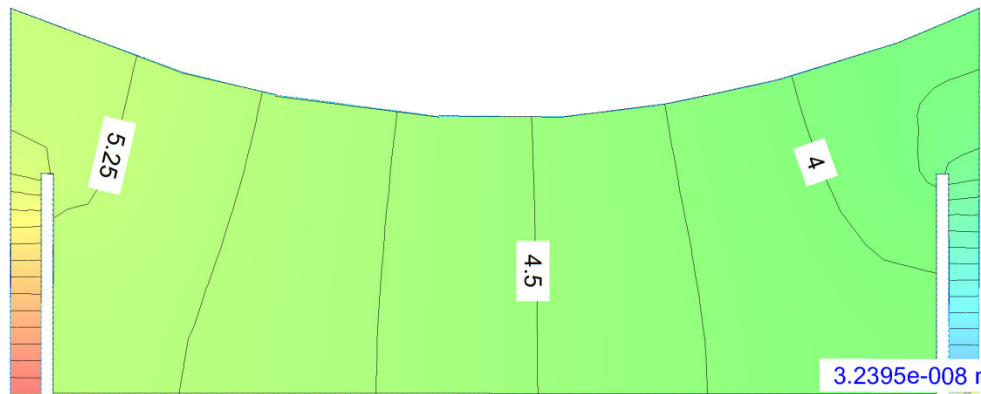


Figura 30. Analisi senza trattamento jet-grouting: linee equipotenziali e portata filtrante

Q [m ³ /s]	ρ [m/s]	K_e [m/s]
3.24E-08	3,60E-09	8,10E-10

Rispetto ai dati disponibili da prove di permeabilità in sito, eseguite nella porzione centrale dell'area della cassa di colmata, i terreni in esame, nelle porzioni più superficiali a partire dal fondale, sono costituiti da limi e limi argillosi (Unità DLA) caratterizzati da permeabilità naturali variabili nel range $5 \cdot 10^{-7}$ - $3 \cdot 10^{-8}$ m/s, con un valore medio di circa $2 \cdot 10^{-7}$ m/s. Si osserva che tutte le permeabilità in laboratorio determinate mediante prove edometriche hanno evidenziato permeabilità molto inferiori come d'altra parte noto dalla esperienza e letteratura in merito, e pertanto non sono state prese in considerazione.

Ancorché non indagati da specifiche prove di permeabilità, rispetto alle lenti sabbio limoso localmente presenti (Unità DLS), può essere assunto, cautelativamente, un valore caratteristico di $1 \cdot 10^{-5}$.

Nella successiva Figura 31 il valore di soglia della permeabilità, precedentemente determinato, $7 \cdot 10^{-8}$ m/s, viene confrontato con i dati sperimentali così come recepiti, ottenuti alle varie profondità mediante prove in foro tipo Lefranc ovvero indirettamente mediante prove CPTU. Il confronto riportato in figura ha solo valore esemplificativo.

Si evince pertanto che, per tutti quei tratti in cui il terreno naturale che riempie il volume del giunto d'accoppiamento (gargame), presenta una permeabilità superiore al valore di soglia $K_T > 7 \cdot 10^{-8}$ m/s, il terreno stesso dovrà essere opportunamente trattato in modo da conseguire la prestazione minima prescritta. Nei casi in cui $K_T < 7 \cdot 10^{-8}$ m/s, non sarà necessario prevedere il trattamento.

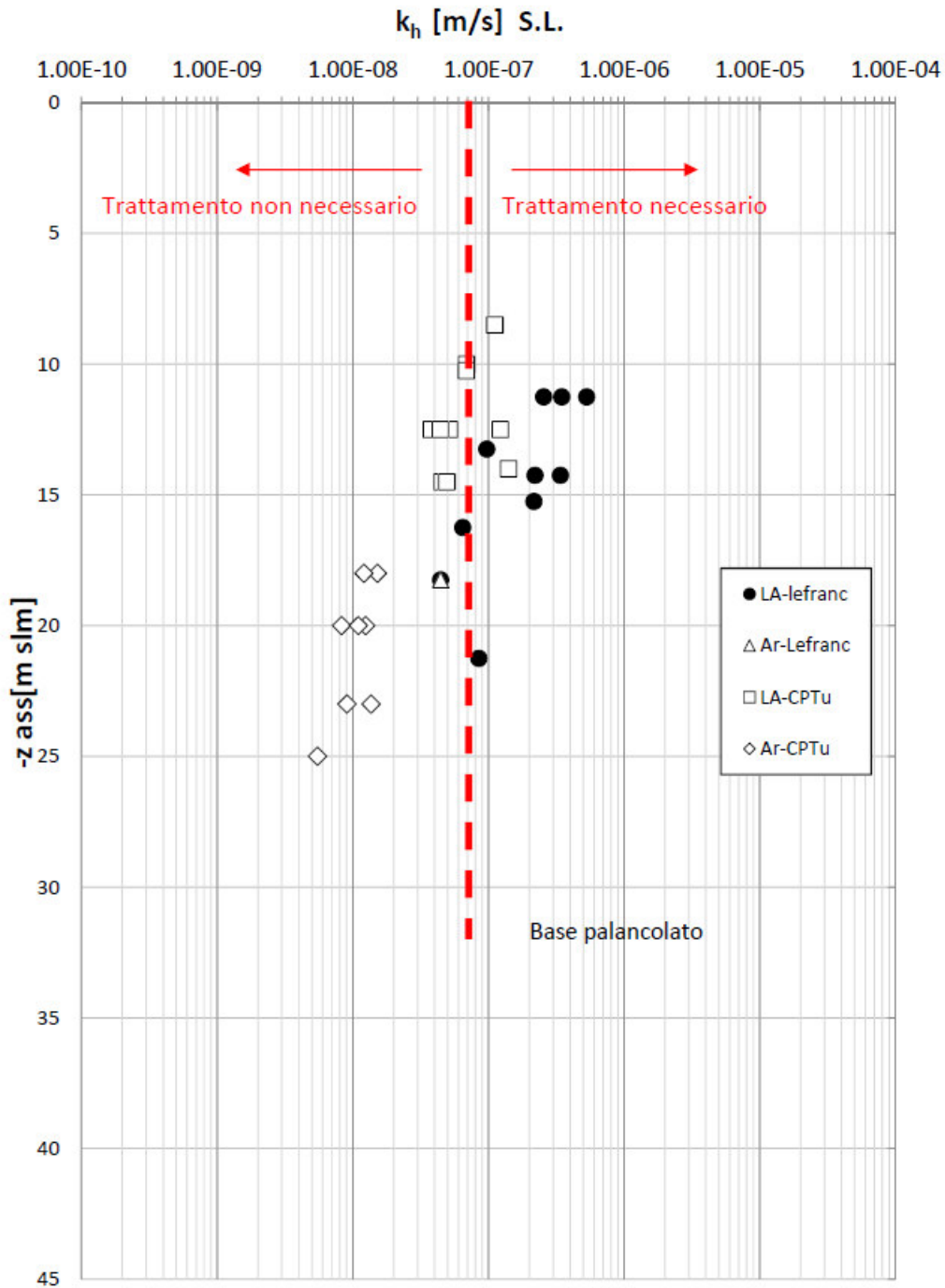


Figura 31. Dati di permeabilità del terreno da prove in sito e valore di soglia ottenuto dalle analisi

9 COLLEGAMENTO A TERRA VERTICI A E C

Il presente capitolo illustra la modalità con cui è previsto il collegamento tra il marginamento a mare e quello a terra, sia nel collegamento sul V Sporgente (vertice “C”) che nel collegamento sull’area ex Yard Belleli (vertice “A”).

I punti di collegamento sono particolarmente delicati da realizzare sia per la necessità di garantire la tenuta idraulica nel passaggio tra le due tecnologie, diaframmi , monopali in acciaio per il marginamento a mare e diaframmi plastici per il marginamento a terra, sia per la presenza di grossi massi di scogliera che sono stati rilevati in corrispondenza dei due attacchi, ma anche all’interno dei limi del fondale e fino a profondità non trascurabili. E’ stato pertanto necessario prevedere la loro rimozione. Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico dove si evincono le condizioni dei due collegamenti in corrispondenza dei punti A e C:



Autorità Portuale di Taranto

Interventi per il dragaggio di 2,3 M m³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all’ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto

Relazione tecnico illustrativa

Data 05/2016
Rev. B
c.d.c.: C296A
510B.docx

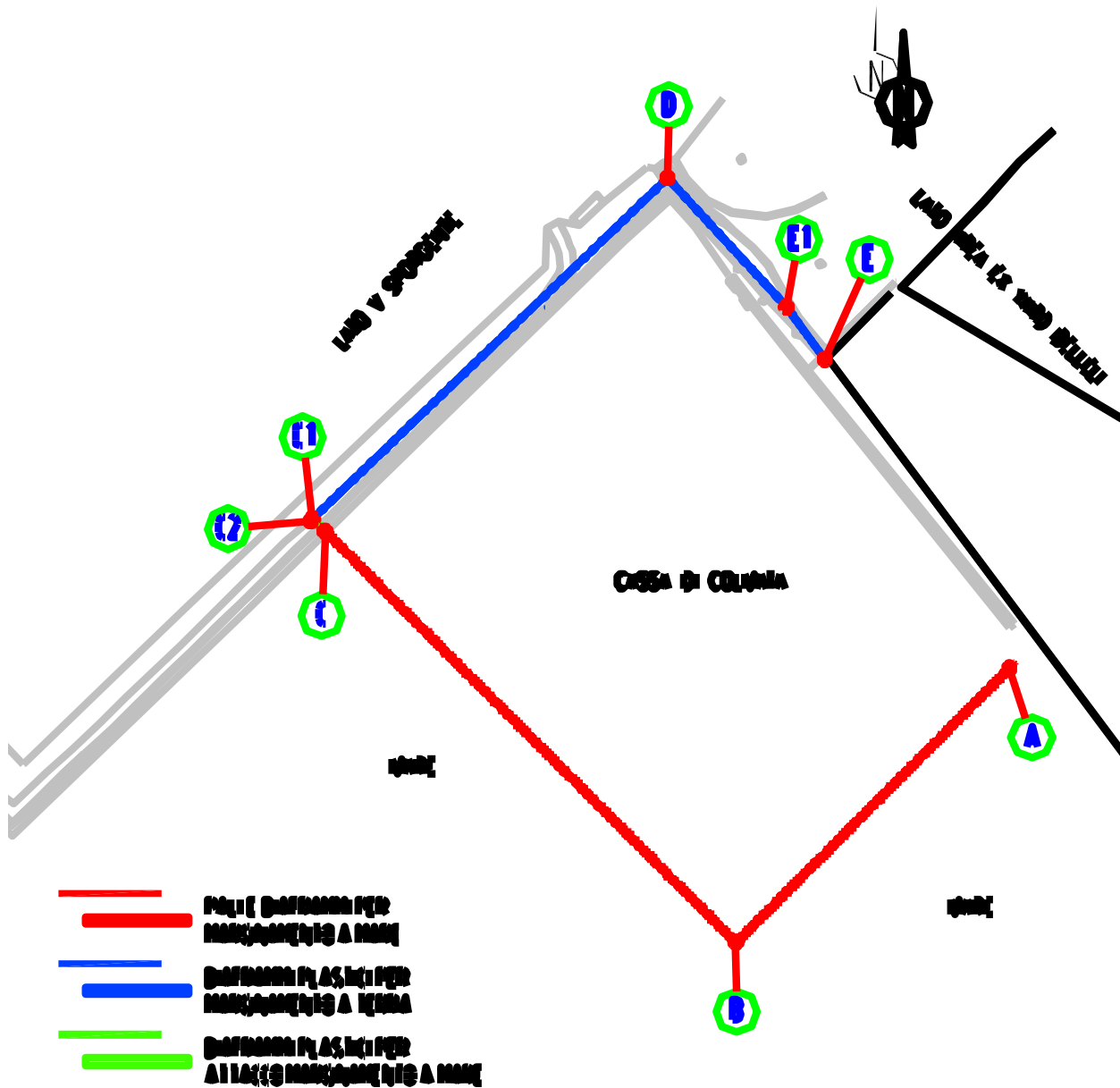


Figura 32: Stralcio planimetrico dei collegamenti in corrispondenza dei punti A e C

9.1 COLLEGAMENTO SUL VERTICE C - V SPORGENTE

Nel presente paragrafo vengono illustrate le fasi esecutive delle lavorazioni necessarie all'infissione dei pali e alla posa dei diaframmi in corrispondenza della zona di attacco tra il marginamento a terra e il marginamento a mare.

Il marginamento a terra è previsto lungo il molo del V sporgente sull'allineamento C-C1-D individuato dalla planimetria di tracciamento.

Il molo si sviluppa per circa 1000 metri in direzione ortogonale al piazzale esistente, le profondità variano da pochi metri a circa 9m in corrispondenza della zona di passaggio tra marginamento a terra e marginamento a mare.

Il V sporgente è realizzato con tout venant di varia pezzatura con presenza di blocchi eterogeni di varia natura e dimensioni, che dal fondo marino arriva fino a quota +2,5 m circa. La scarpata del rilevato del molo è stata protetta dall'azione del mare con uno strato di massi di scogliera di grossa pezzatura e di elevata resistenza meccanica.

La presenza dei massi sulla scarpata e del materiale di riporto antropico costituente il rilevato del molo, costituisce una zona di impedimento alla normale infissione dei pali in acciaio cavi del marginamento a mare.

La stratigrafia della zona di attacco tra le due diverse tecnologie che costituiscono il marginamento della cassa di colmata mare-terra in corrispondenza del punto C, è stata ricostruita attraverso un rilievo subacqueo, e dai sondaggi eseguiti a terra in corrispondenza di detto punto.

Il rilievo subacqueo è stato eseguito mediante asta-punta, ortogonalmente alla scarpata del molo, lungo l'asse di marginamento, e ha permesso di restituire una sezione con l'andamento, lo spessore e l'estensione della scogliera lungo la scarpata del molo e con la posizione degli scogli/materiale lapideo sparso nelle zone di fondale adiacenti alla scogliera stessa.

Si riporta di seguito la sezione individuata .

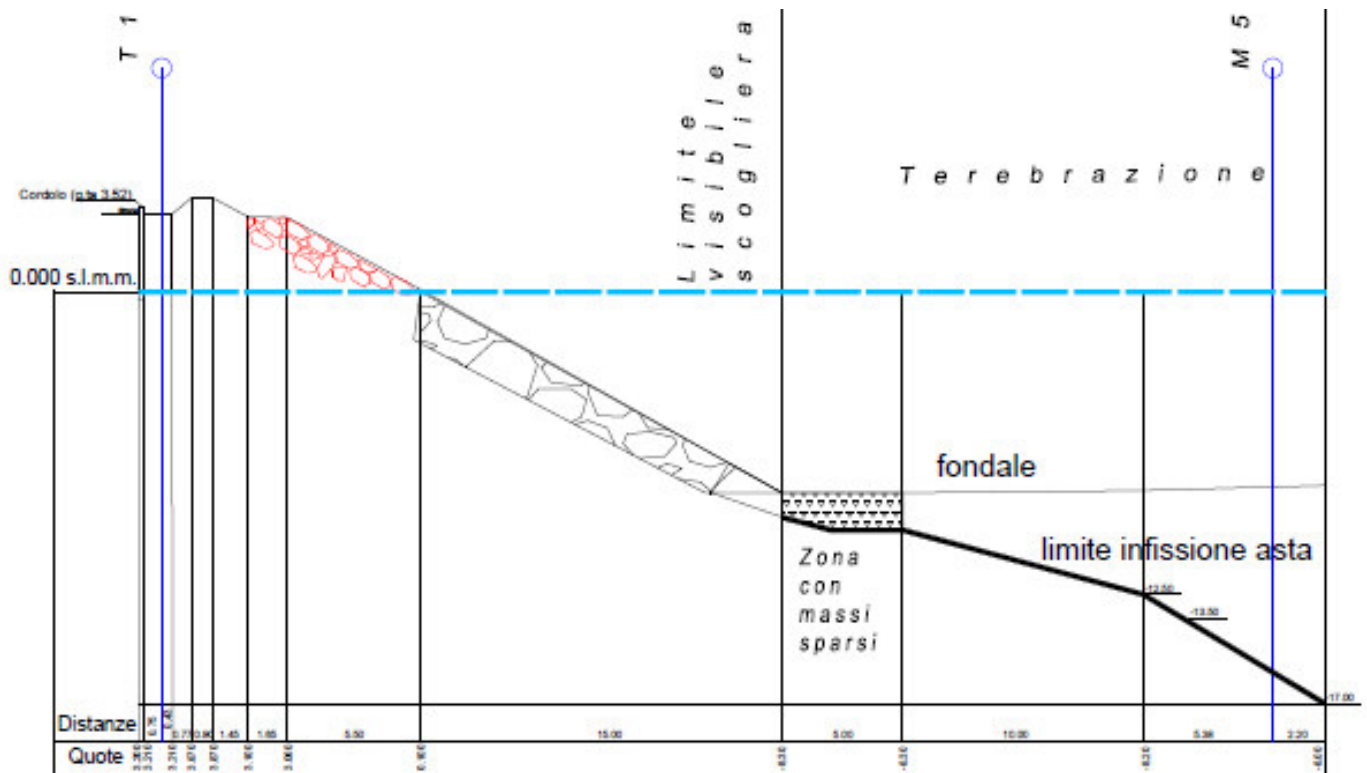


Figura 33: Rilievo scogliera in corrispondenza del vertice C (V sporgente)

I sondaggi T1 e T18 hanno riscontrato la presenza di uno strato di materiale di riporto per circa 25m di spessore, con presenza di blocchi eterogenei di varia natura e dimensioni lungo tutto lo strato.

Successivamente è stato riscontrato un deposito sabbioso limoso di alcuni metri fino a quota 32 m circa per poi trovare le argille grigio azzurre consistenti.

Collegando la ricostruzione del rilievo subacqueo con i sondaggi a terra, si è determinata la sezione con l'andamento dei materiali esistenti in questa zona (fig. 3).

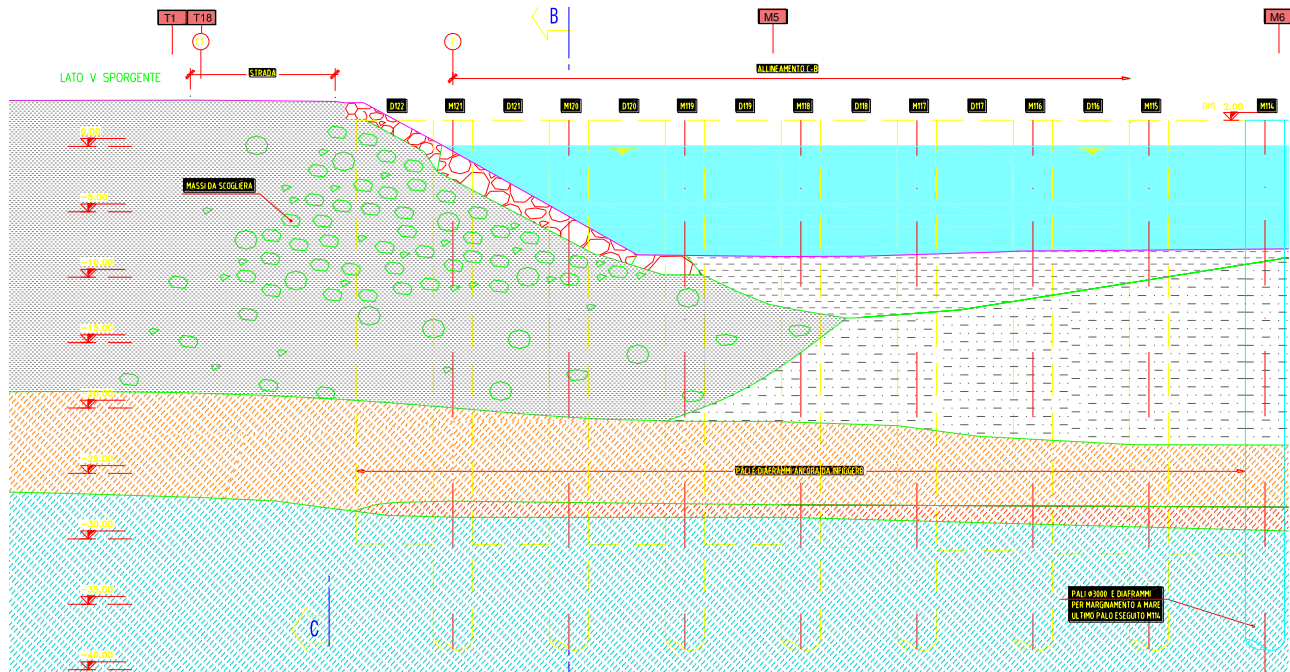
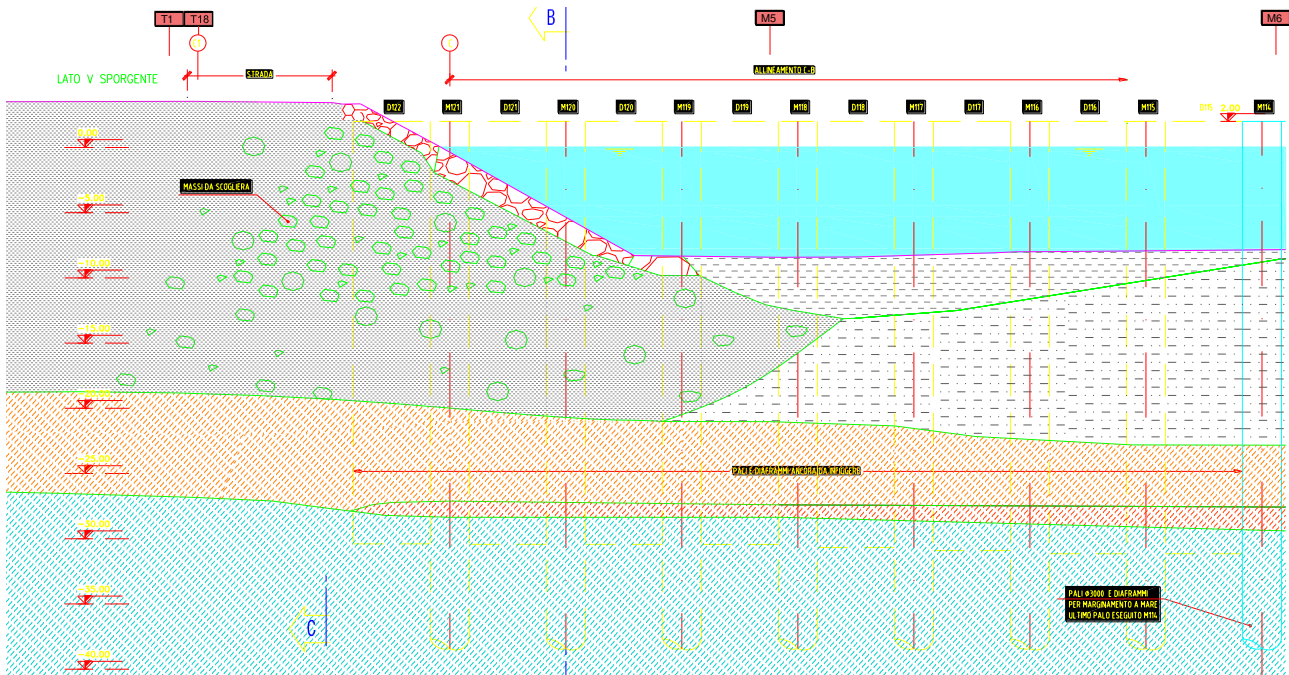


Figura 34: sezione stratigrafica in corrispondenza del punto C

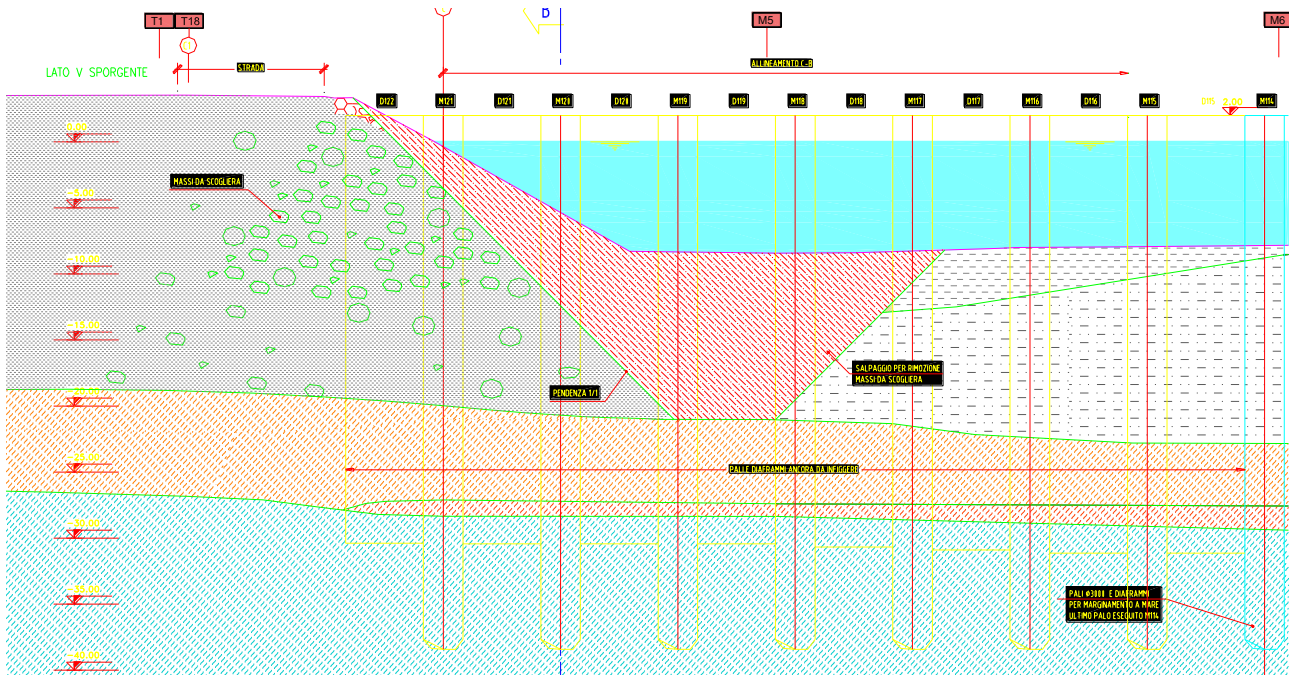
9.1.1 Fasi esecutive

Per la realizzazione dell'attacco tra le due tipologie di marginamento in corrispondenza del V Sporgente, punto "C" dello stralcio planimetrico precedente, si procede con le seguenti modalità:

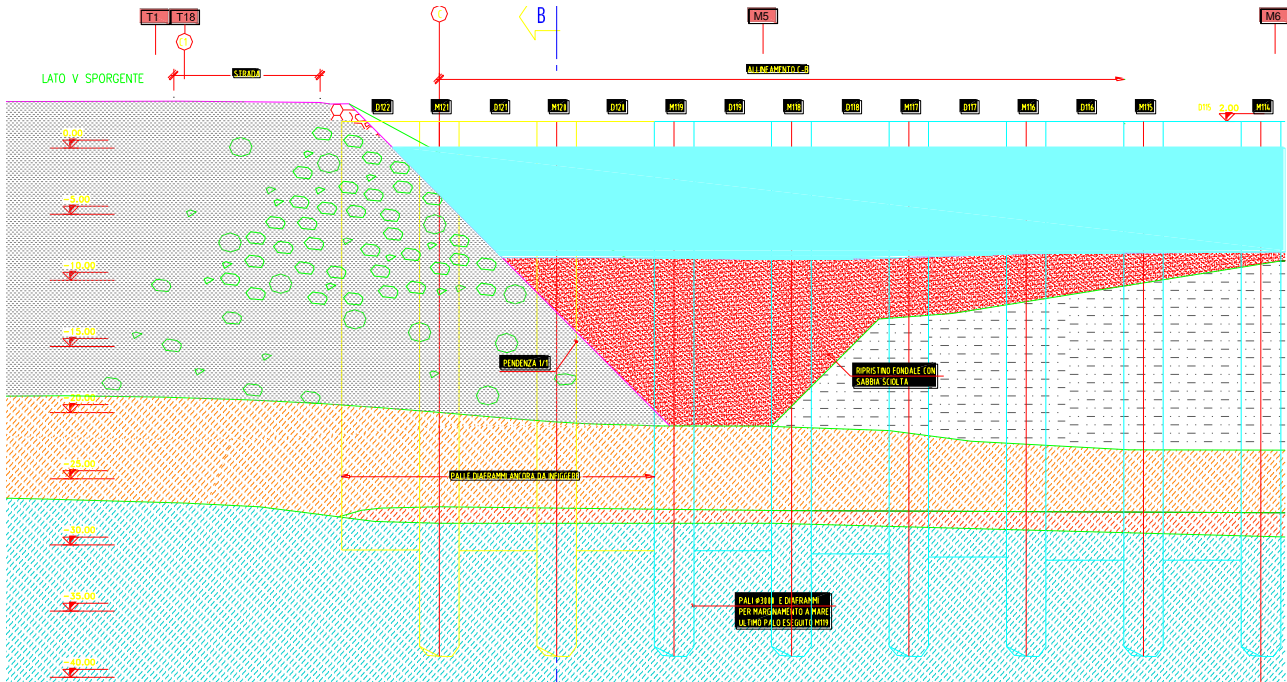
- 1) Si esegue l'infissione dei monopali e dei diaframmi fino al monopalo n. 114, fermandosi a circa 68 m dalla fine del marginamento a mare, in maniera tale da essere sicuri di non avere interferenze durante l'infissione con massi da scogliera che impedirebbero la penetrazione nel terreno dei manufatti; contemporaneamente si procede alla realizzazione dei diaframmi plastici a terra.



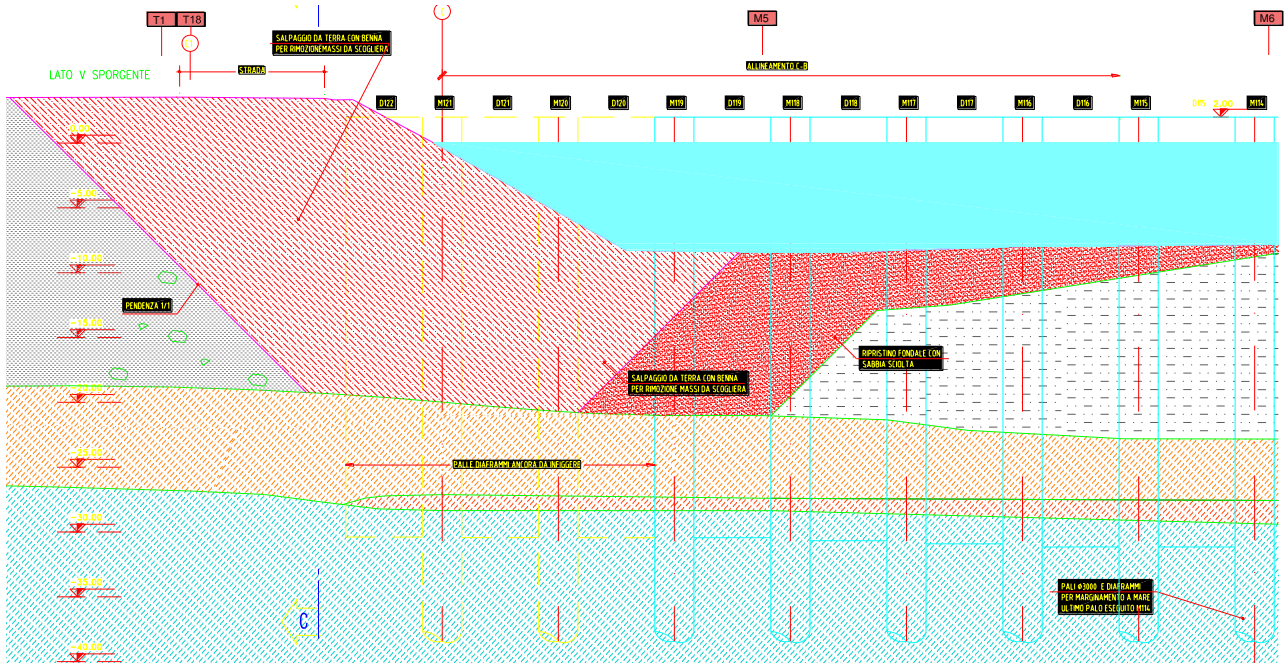
2) Salpamento dei massi da scogliera da mare:



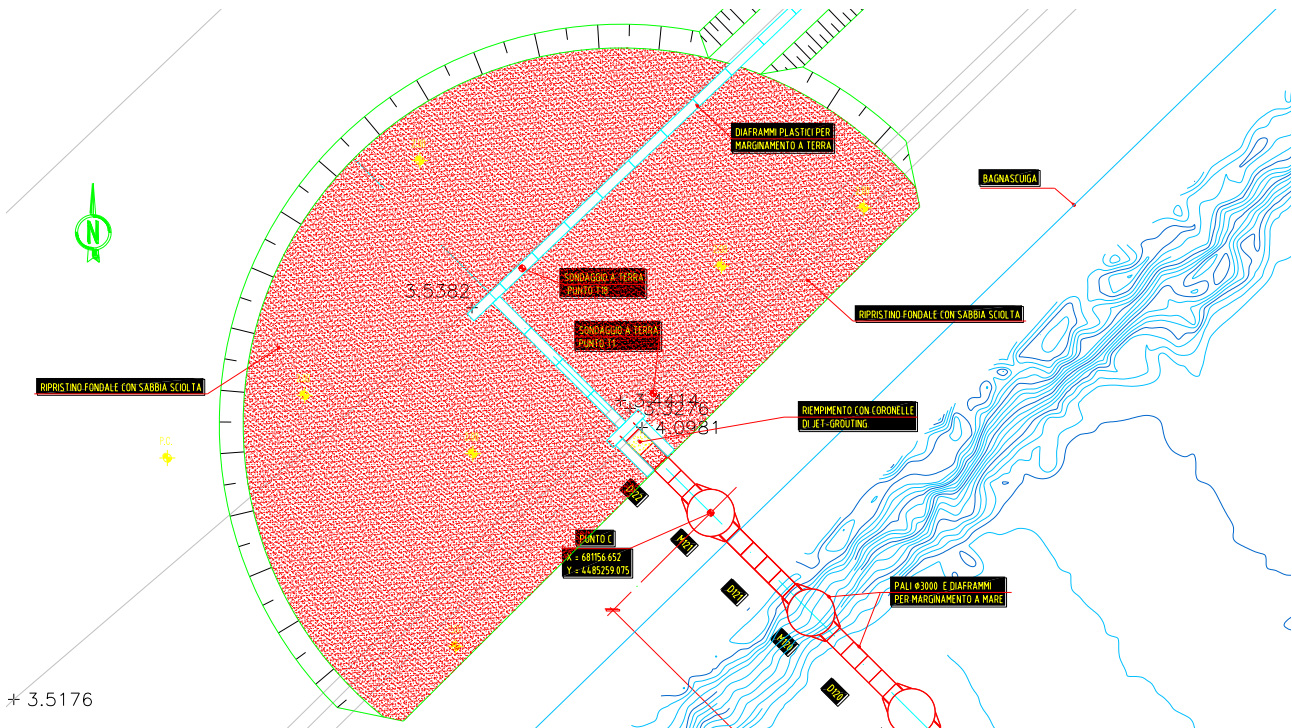
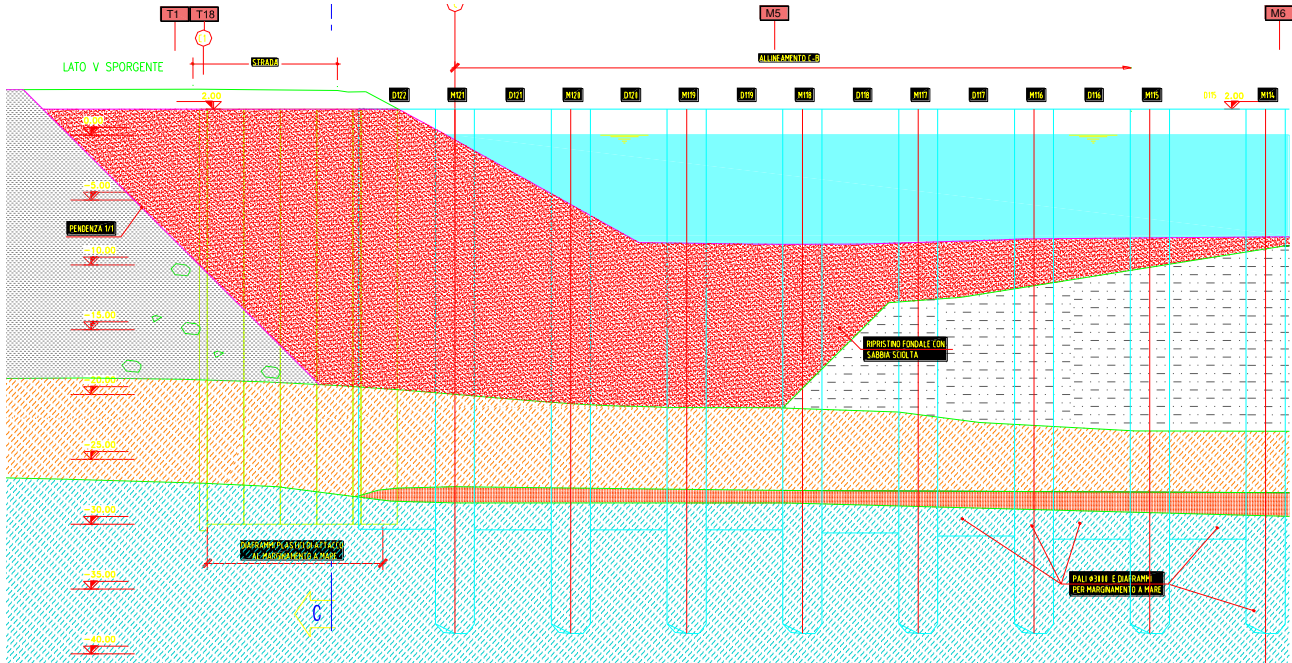
3) Ripristino del fondale con sabbia e proseguimento dell'infissione dei pali e diaframmi fino al monopalo M19:



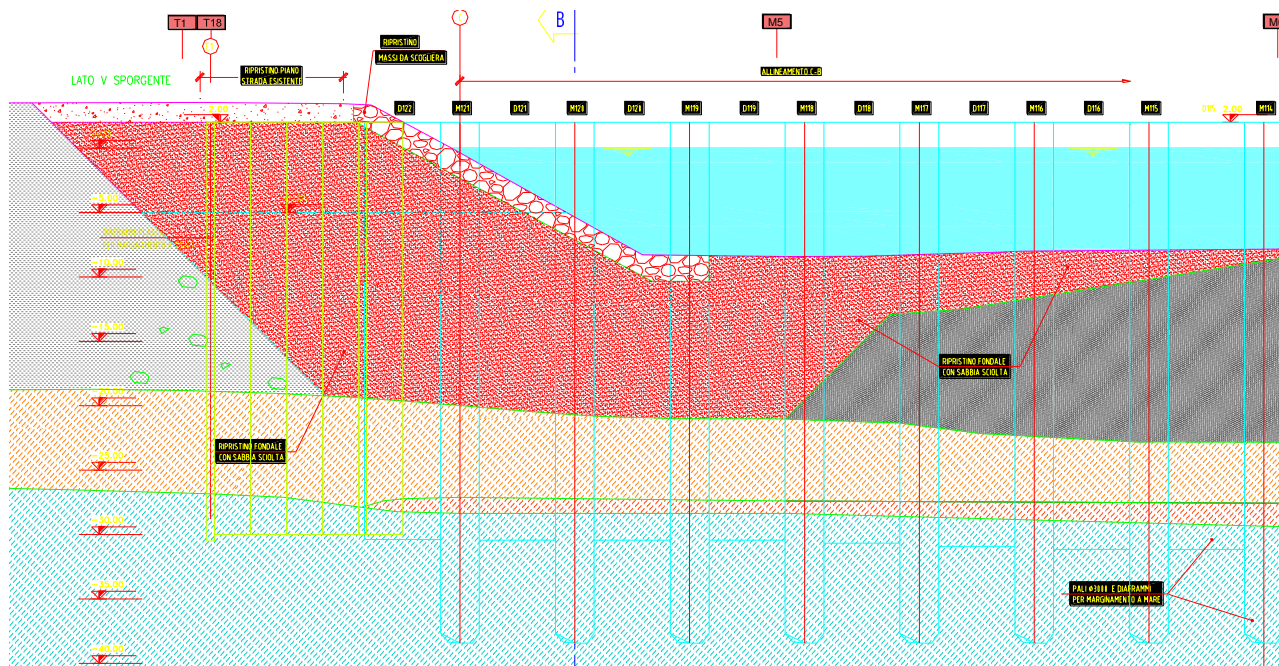
4) Completamento da terra con benna delle attività di rimozione degli ulteriori massi da scogliera:



- 5) Riempimento con sabbia e successiva infissione da terra dei monopali e dei diaframmi, con contemporaneo completamento dei diaframmi plastici:



6) Realizzazione protezione con massi da scogliera:



9.2 COLLEGAMENTO SUL VERTICE A - EX YARD BELLELI

Come fatto nel paragrafo precedente, nel presente paragrafo vengono illustrate le fasi esecutive delle lavorazioni necessarie all'infissione dei pali e alla posa dei diaframmi in corrispondenza del vertice A alla fine del marginamento a mare in corrispondenza della scarpata del piazzale esistente della Yard Belleli.

Dal punto A, successivamente, si dovrà collegare il marginamento a terra previsto lungo la Yard Belleli, oggetto di altro appalto.

La Yard Belleli è un rilevato realizzato alcuni anni fa con materiale di riporto di varia pezzatura, con presenza di blocchi eterogenei e loppe di altoforno.

La scarpata del rilevato è stata protetta dall'azione erosiva del mare da uno strato di massi di scogliera di grossa pezzatura e di elevata resistenza meccanica.

La presenza dei massi sulla scarpata e del materiale di riporto antropico costituente il rilevato, costituisce una zona di impedimento alla normale infissione dei pali in acciaio cavi e dei diaframmi del marginamento a mare.

La stratigrafia della zona di attacco tra le due diverse tecnologie che costituiscono il marginamento della cassa di colmata mare-terra in corrispondenza del punto a, è stata ricostruita attraverso un rilievo subacqueo e dai sondaggi eseguiti a terra in corrispondenza della zona di detto punto.

Il rilievo subacqueo è stato eseguito mediante asta-punta, ortogonalmente alla scarpata del rilevato lungo l'asse di marginamento, e ha permesso di restituire una sezione con l'andamento, lo spessore e l'estensione della scogliera

lungo la scarpata del molo e con la posizione degli scogli/materiale lapideo sparso nelle zone di fondale adiacenti alla scogliera stessa.

In questa zona, l'azione del mare ha esercitato un'azione erosiva che ha portato ad un trascinarsi disordinato sul fondale dei massi presenti sulla scarpata del rilevato.

E' stata infatti rilevata una notevole quantità di massi sparsi e isolati lungo tutto il fondale anche a notevole distanza dal rilevato della Yard Belleli che necessita di una asportazione su un'area importante in corrispondenza del punto A del marginamento a mare.

Si riporta di seguito la sezione individuata nella figura seguente:

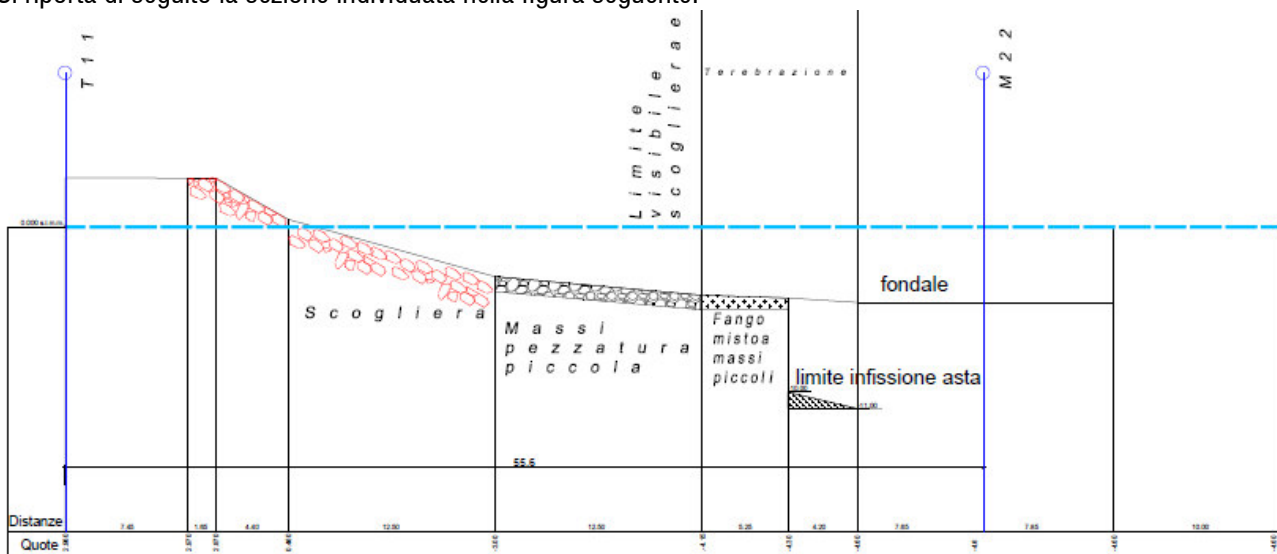


Figura 35: Rilievo scogliera in corrispondenza del vertice A (Ex Yard Belleli)

Il sondaggio T 11 ha riscontrato la presenza di materiale di riporto eterogeneo con presenza di loppa per 14 m circa, di un deposito limoso argilloso per 3m circa, al di sotto del quale c'è l'argilla grigio azzurra

Collegando la ricostruzione del rilievo subacqueo con il sondaggio a terra, si è determinata la sezione con l'andamento dei materiali esistenti in questa zona (vd [fig. 36](#)):

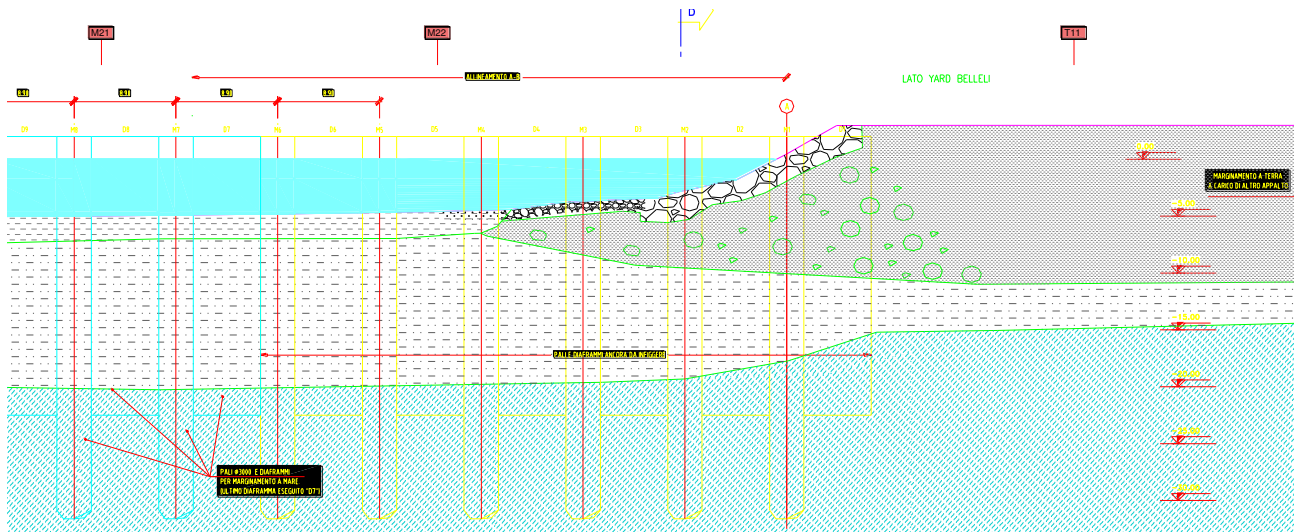
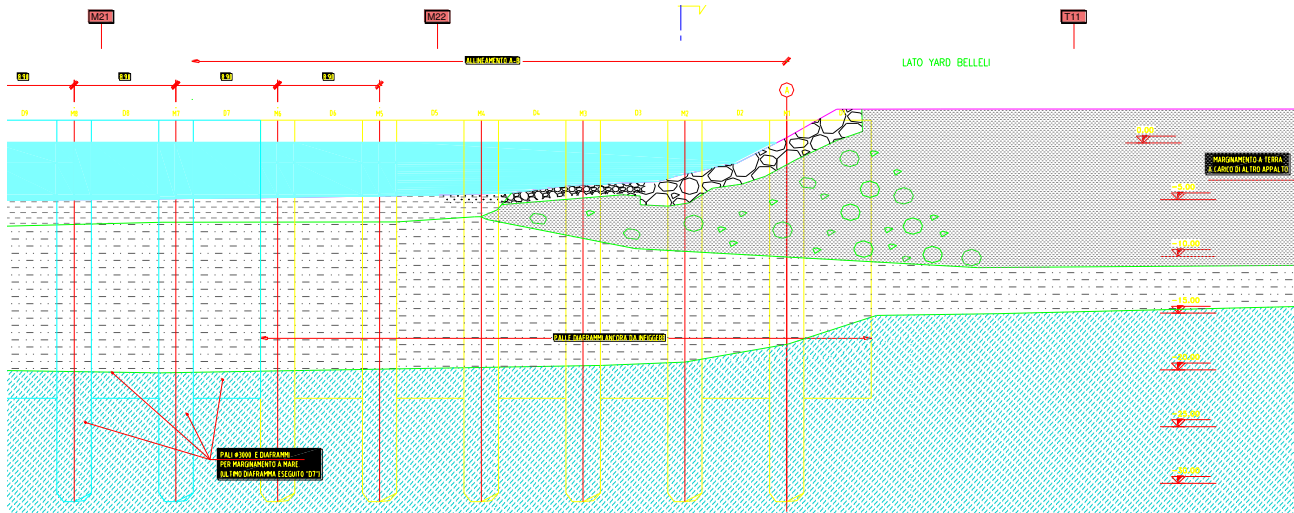


Figura 36: Sezione stratigrafica in corrispondenza del vertice A

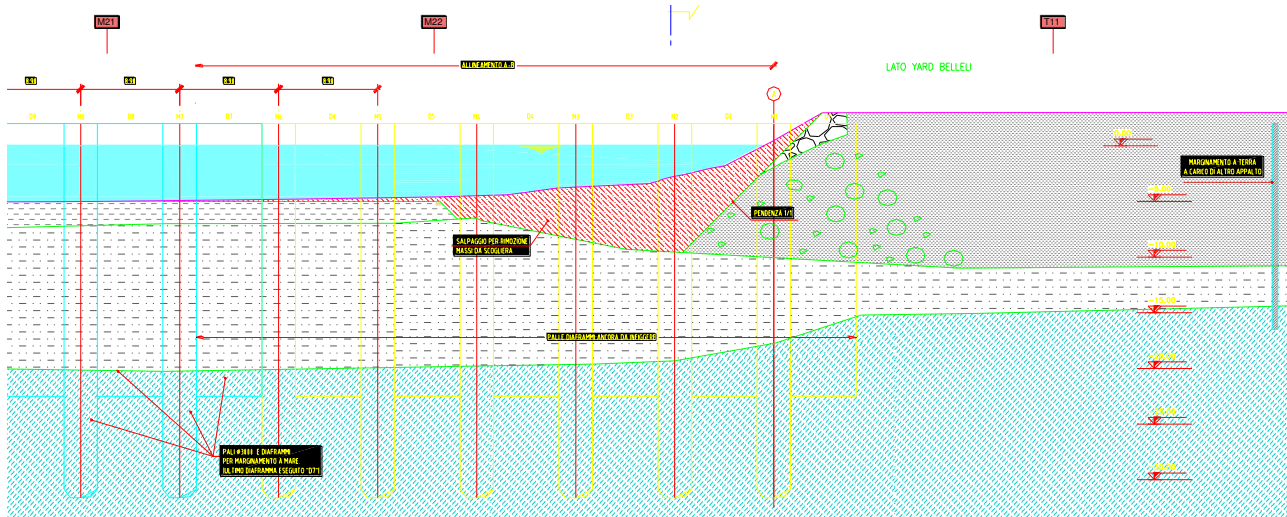
9.2.1 Fasi esecutive

Per la realizzazione dell'attacco tra le due tipologie di marginamento in corrispondenza dell'area ex Yard Belleli, punto "A" dello stralcio planimetrico precedente, si procede con le seguenti modalità:

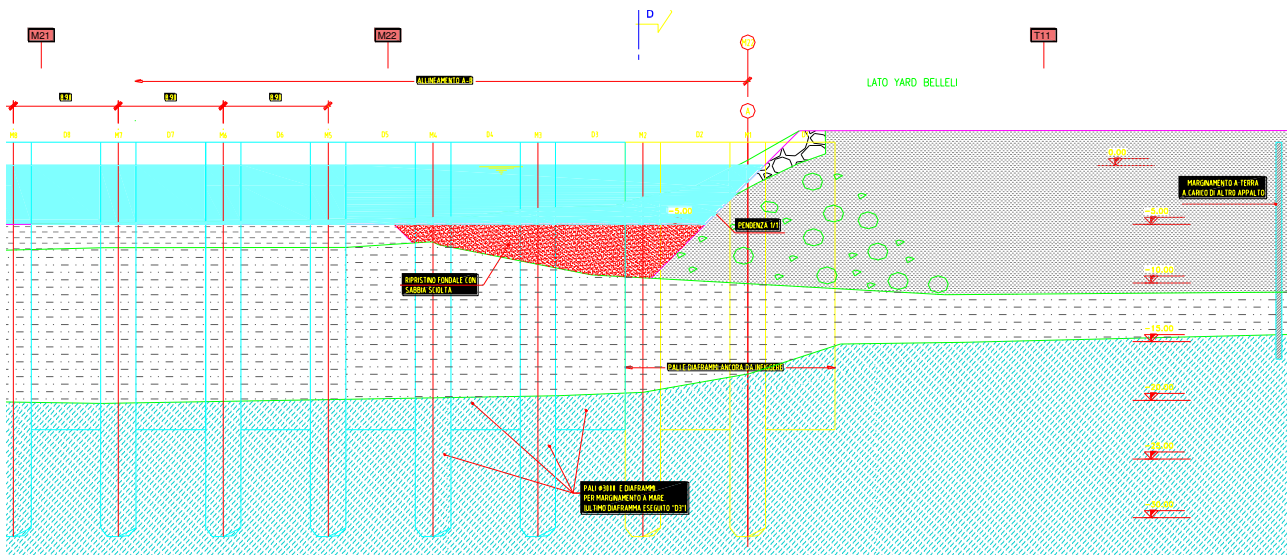
- 1) Si esegue l'infissione dei monopali e dei diaframmi fino al diaframma D7, fermandosi a circa 53 m dalla fine del marginamento a mare, in maniera tale da essere sicuri di non avere interferenze durante l'infissione con massi da scogliera che impedirebbero la penetrazione nel terreno dei manufatti.



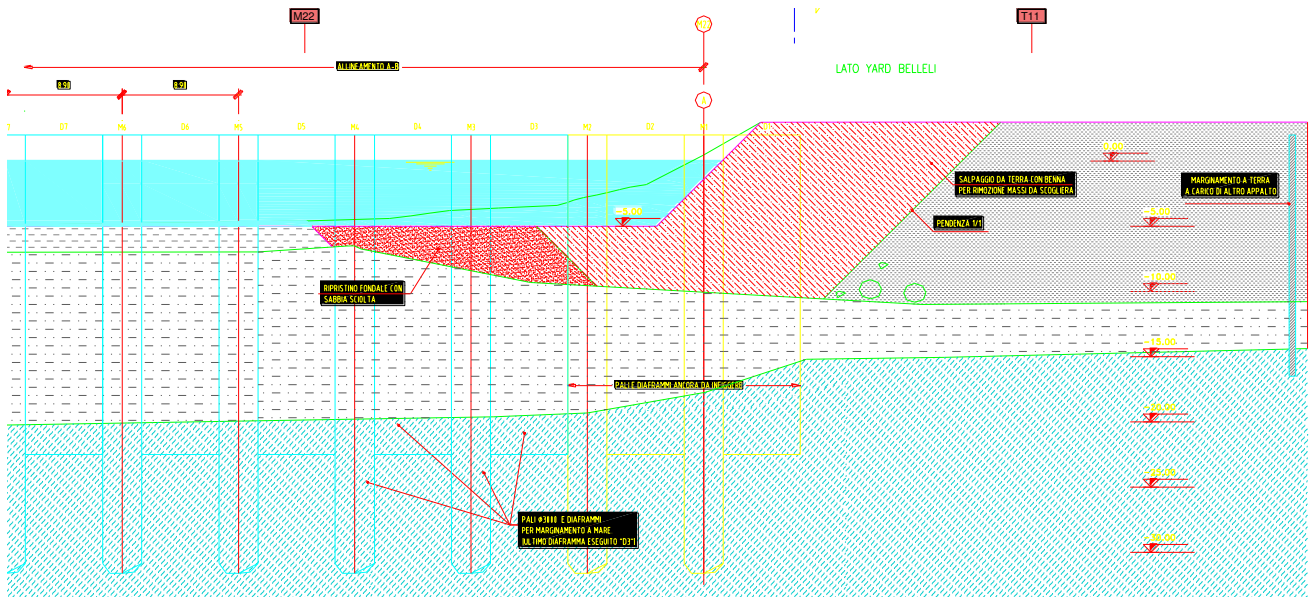
2) Salpamento dei massi di scogliera da mare:



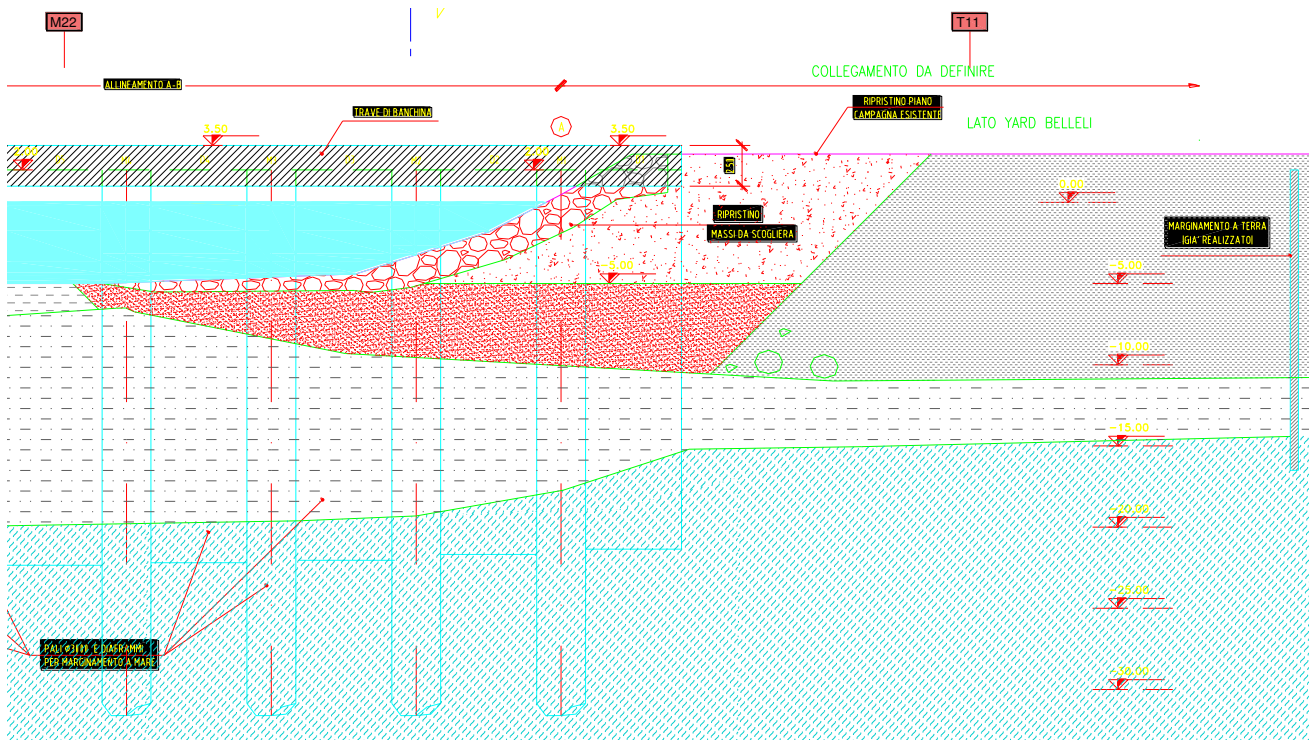
3) Ripristino del fondale con sabbia fino a Q.ta -5.00 m per permettere il passaggio del pontone e proseguimento dell'infissione dei pali e diaframmi fino al diaframma D3:



4) Completamento da terra con benna delle attività di rimozione degli ulteriori massi da scogliera:



5) Infissione dei restanti pali e diaframmi da terra, realizzazione della trave di banchina e realizzazione protezione con massi da scogliera:



Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici progettuali.



Autorità Portuale di Taranto
Interventi per il dragaggio di 2,3 M³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e per la realizzazione di un primo lotto della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto

Relazione tecnico illustrativa

Data 05/2016
Rev. B
c.d.c.: C296A
510B.docx