



AUTORITA' PORTUALE DI CAGLIARI

Stazione Marittima - Molo Sanita'
Cagliari

PORTO CANALE CAGLIARI
TERMINAL Ro-Ro
PROGETTO DEFINITIVO
1° LOTTO FUNZIONALE

revisione	data	descrizione della modifica
1		
2		

Titolo elaborato : RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Prot.	Data :
	188	11 Gennaio 2013
	N° Elaborato :	
	A.1	
	Perizia n°:	
	566	
	Data:	
	07.10.2010	

Progetto :



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Provveditorato Interregionale alle OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna
Sede Coordinata di Cagliari

Progettista

Dott. Ing. Walter Quarto

Collaboratori:

P. I. Rinaldo Cotza

Geom. Anna Pala

Consulenti:

Dott. Ing. Marco Tartaglino

Dott. Ing. Paolo Passino

Dott. Geo. Mauro Pompei

Il Responsabile del procedimento

Autorità Portuale Cagliari

Dott. Ing. Alessandra Mannai

Autorità Portuale di Cagliari



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna

Ufficio 10

Sede Coordinata di Cagliari.

*Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I
lotto funzionale*

Relazione Generale

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Indice

PREMESSE	4
SOLUZIONE PROGETTUALE	9
DESCRIZIONE DELL'OPERA	12
Caratteristiche delle opere	12
Banchine	12
Briccole di accosto	13
Arredi, servizi, pavimentazioni e drenaggio dei piazzali	14
CARATTERISTICHE DEI TERRENI INTERESSATI DALLE NUOVE OPERE	17
Assetto litostratigrafico locale	29
MODELLAZIONE GEOTECNICA	32
Parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione	32
INQUADRAMENTO PROGETTUALE	32
Descrizione generale delle opere d'intervento geotecnico	32
PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE MARITTIME	33
Verifiche di stabilità globale	33
Calcolo dei cedimenti	33
Risultati di progetto	35
Problematiche progettuali	35
Interventi di consolidamento	35
Argine di divisione, cassa di colmata	35
Esito del progetto di bonifica	36
PROGETTO DI PRECARICO	37

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

Suggerimenti progettuali in ambito geotecnico	37
Ottimizzazione geotecnica dell'intervento	38
Precarico nelle aree di colmata	39
Esito del precarico di colmata	39
FASI COSTRUTTIVE	41
PAVIMENTAZIONI DRENAGGI DEI PIAZZALI E SISTEMAZIONE STRADALE	17
Generalità sulla viabilità	17
Pianificazione generale	18
Viabilità di prima fase	21
Piazzali	23
PIANO DI MONITORAGGIO	49
Premessa	49
Predisposizione del piano di monitoraggio	50
TEMPO DI ESECUZIONE E COSTO DELLE OPERE	56
QUADRO ECONOMICO	57

Premesse

La presente relazione si riferisce al progetto definitivo del primo stralcio funzionale del nuovo terminal ro-ro previsto nell'avamposto di ponente del porto-canale di Cagliari.

Nella riunione tecnica del 9 novembre 2010, è stata presentata alla Committente Autorità Portuale, la sintesi dei diversi lay-out progettuali (fig. 01). Il progettista, coadiuvato dai consulenti, ha illustrato i punti di forza e punti di debolezza di tutte e cinque le configurazioni portuali, è stato spiegato, nel dettaglio, quali sono state le opzioni poste a base delle diverse ipotesi progettuali, secondo le indicazioni fornite dalla Autorità Portuale.

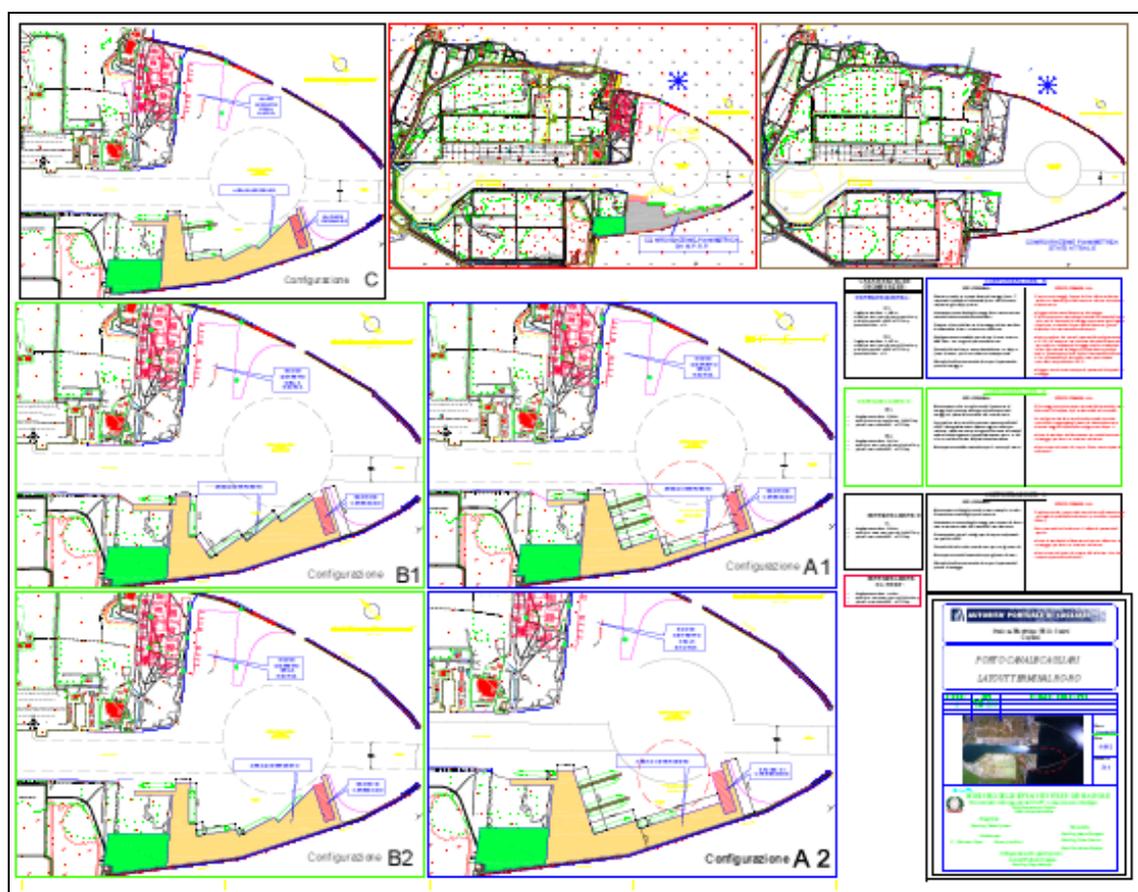


Figura 1 - configurazioni portuali

Il Committente ha ritenuto necessario, onde adottare una soluzione oggettiva e valida, sottoporre le diverse opzioni a tecniche di valutazione comparata. Il Provveditorato alle OO. PP. sede coordinata di Cagliari è stato

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

incaricato a procedere in tal senso. Il metodo scelto per la comparazione è stato “l’Analisi Multicriteria”.

In data 29 agosto 2011 con protocollo n. 566, è stato trasmesso alla all’Autorità Portuale di Cagliari, il Documento “Analisi Multicriteria propedeutica alla progettazione del nuovo terminal Ro-Ro del porto canale. A seguito di quella consegna, la stessa Autorità, con nota n°6963 del 24 Ottobre 2011, ha effettuato alcune considerazioni relative a diversi aspetti dell’analisi multicriteria oggetto della consulenza, chiedendo un aggiornamento della stessa.

Di seguito si riportano brevemente le osservazioni indicate dall’Ufficio Tecnico dell’ Autorità Portuale:

- sarebbe opportuno valutare la conformità delle ipotesi di base con le indicazioni previste dal Piano Regolatore Portuale;
- nell’analisi non bisognerebbe tener conto della realizzazione del collegamento ferroviario all’interno dell’area del Porto Industriale, in quanto tale opera non è prevista dal Piano Regolatore Portuale;
- sarebbe meglio specificare l’eventuale disponibilità di siti o di vasche di colmata su cui depositare i materiali provenienti dal dragaggio previsto per le diverse opzioni progettuali proposte;
- per valutare l’idoneità delle diverse ipotesi progettuali, ai fini di una corretta interpretazione dei risultati, sarebbe meglio poter disporre dello studio meteo-marino;
- la valutazione delle modalità di variazione dei costi di gestione delle diverse soluzioni progettuali al variare delle distanze fra piazzali ed aree di imbarco sarebbe più agevole in presenza di un maggior dettaglio sulla struttura del layout dei piazzali portuali;
- al fine di facilitare la valutazione delle diverse soluzioni progettuali proposte, sarebbe meglio poter disporre di un maggior dettaglio descrittivo della matrice finale allegata all’analisi.

Queste osservazioni sono state recepite e chiarite nell’aggiornamento trasmesso nel gennaio del 2012.

In particolar modo è stato definito che:

- i layout progettuali sono scaturiti da una serie di interlocuzioni avvenute fra il Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche e l’Autorità Portuale di Cagliari a seguito di quanto riportato nel voto n. 43 del

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

04/8/2010 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici relativo alla approvazione del Nuovo Piano Regolatore Portuale (parere ai sensi dell'art. 3 della Legge 84/94).; La tavola di sintesi, commenta, è stata trasmessa al committente in data 07/10/2010 con nota n. 9992. Questa elaborazione ha portato ad abbandonare lo schema di lay-out presente nel Nuovo Piano Regolatore, che quindi rimane solo meramente indicativo;

- l'indicazione per la realizzazione del collegamento ferroviario all'interno dell'area del Porto Industriale è stata desunta sia dai documenti che compongono il Piano Operativo Triennale 2007-2009 dell'Autorità Portuale, sia dagli incontri avuti con la stessa, che riteneva importante valutare l'opportunità di inserire, in qualche configurazione, la possibilità di avere un fascio di binari per movimentare le merci all'interno delle aree portuali. Poiché tale indicazione non è stata inserita nel Piano Regolatore Portuale, e alla luce della nota integrativa dell'Autorità Portuale, e della successiva riunione, la funzione obiettivo che richiama tale infrastruttura verrà eliminata;
- Per quanto riguarda lo studio meteo marino si è concordato sulla necessità di effettuarlo una volta definita la configurazione che si intende adottare. Successivamente alla individuazione del lay-out da adottare l'Autorità Portuale ha commissionato lo studio meteo marino.

Pertanto la scelta del lay-out da adottare nel progetto definitivo nasce da una procedura oggettiva e trasparente che ricade all'interno dell'ampia tematica sulla valutazione degli investimenti pubblici, finalizzata ad individuare un'alternativa progettuale rispetto ad altre di pari livello. Appare infatti evidente come l'oggetto dell'intervento progettuale (terminal Ro Ro) abbia le caratteristiche di un classico progetto intersettoriale, in quanto caratterizzato da parametri molto diversi fra di loro quali quelli di tipo infrastrutturale, gestionale, funzionale, di costruzione ed ambientale.

Dal confronto dei risultati dell'Analisi multicriteria è emergono, che la soluzione da adottare doveva essere un giusto compromesso tra:

a) “operatività e funzionalità” e “Gestione del Terminal”

Occorre ragionare secondo quelle che sono le finalità di una opera portuale, ossia avere un numero elevato di accosti, possibilmente caratterizzati da una ampia flessibilità, coniugare questa finalità con la necessità di avere costi di gestione contenuti o comunque funzione della tipologia dei traffici ad essi allocati. Questi aspetti hanno una rilevanza

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

fondamentale quando l'opera è stata realizzata. Il numero di ormeggi, la distanza delle aree di deposito dagli imbarchi, ed i costi di gestione sono basilari nella appetibilità degli ormeggi da parte di partner privati. Per gli operatori portuali, le caratteristiche gestionali sono una discriminante irrinunciabile.

b) gli “Aspetti ambientali” e il “Sistema portuale”

La necessità di coniugare le future realizzazioni all'interno del sistema “Porto Canale - Porto storico di Cagliari”, evidenzia come vi sia una forte necessità di coniugare la necessità di materiali idonei per la costruzioni di nuove opere e la necessità di conferire i materiali non idonei. I parametri fondamentali sono: i volumi di materiale da dragare per ormeggio; la superficie totale dei piazzali; il bilancio dei materiali per ormeggio.

L'analisi multicriteria ha concluso ritenendo che la configurazione di miglior compromesso sia la C. Questa, come si può notare dai lay-out progettuali, è quella che pur non massimizzando l'offerta degli ormeggi e il bilancio dei materiali, è risultata il miglior compromesso tra le due esigenze.

Si riporta di seguito la lay-out C.

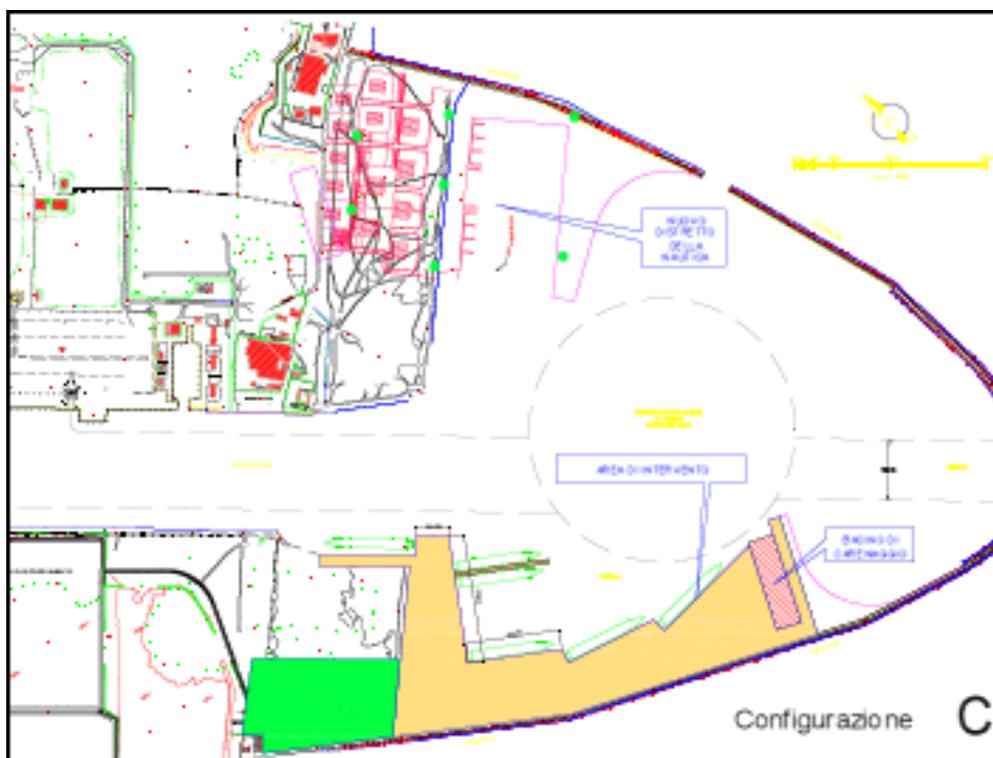


Figura 2- Soluzione progettuale adottata

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

Elaborando la soluzione adottata è stata proposta al committente una configurazione generale che prevedeva sei accosti ed i relativi piazzali di manovra.

Soluzione progettuale

Elaborando la soluzione adottata è stata proposta al committente una configurazione generale che prevedeva sei accosti ed i relativi piazzali di manovra.

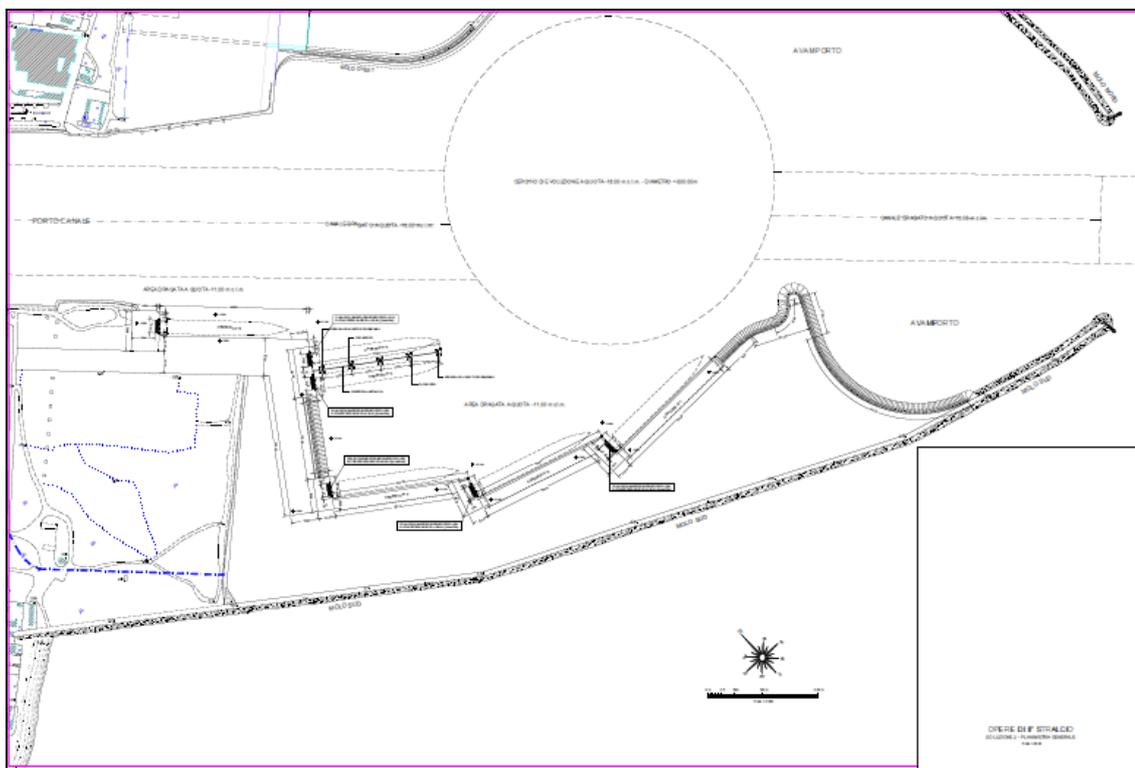


Figura 3- Proposta progettuale generale

Considerata l'importanza strategica di realizzare nell'immediato i nuovi attracchi Ro-Ro e vista la necessità di reperire ingenti risorse finanziarie per porre in essere quanto è stato proposto, si è convenuto di definire in maniera compiuta un primo stralcio funzionale, che non contrari con i risultati dello studio meteo marino. La cui configurazione scelta non deve essere compromettere la successiva realizzazione delle opere e nel contempo richieda risorse economiche più limitate.

Il primo stralcio funzionale, prevede la realizzazione di quattro attracchi, i relativi piazzali di imbarco, ed un adeguato specchio acqueo per le manovre di accosto e di ormeggio.

In particolare il progetto prevede la realizzazione di un attracco lungo il canale e di altri 3 nell'avamposto ovest del porto canale.

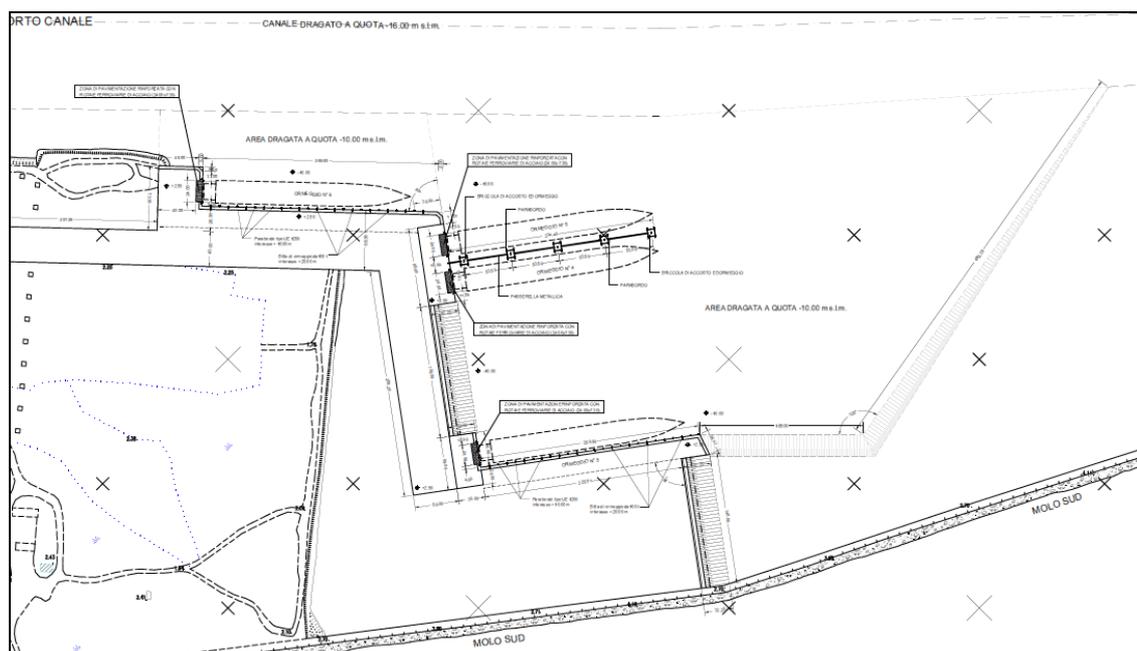


Figura 4 - lay-out progettuale

A tale scopo nel tratto iniziale della sponda di ponente del canale è stata prevista la realizzazione di una banchina di ormeggio, lunga 265 m con dente di attracco poppiero largo 45 m, ottenuta attraverso la parziale resecazione del terrapieno esistente. Nell'avamposto per la realizzazione dei tre attracchi è stato previsto l'avanzamento di circa 150 m della linea di riva e la realizzazione di una banchina parallela al molo guardiano di ponente lunga circa 250 m e posta a circa 180 m dal limite interno del suddetto molo guardiano. Agli estremi della nuova calata di riva, dello sviluppo complessivo di circa 280 m, sono state previsti due tratti banchinati, che costituiscono i denti di accosto poppiari dove le navi poggeranno i portelloni di poppa, dei quali il primo lungo 40 m (calata di riva di ponente) ha origine dall'intersezione della banchina di ponente e l'altro lungo 90 m (calata di riva di levante) si collega con la testata della banchina interna al canale.

Dalla calata di riva di levante, in posizione centrale, ha origine una passerella metallica perpendicolare alla banchina stessa, che collega n°5 briccole metalliche su pali che costituiscono la struttura di accosto ed ormeggio degli altri 2 accosti, garantendone l'accesso da terra.

Al fine di ridurre il potere riflettente della nuova calata di riva, che viene investita direttamente dal moto ondoso che entra nell'avamposto del porto

<p>Autorità Portuale di Cagliari</p>	<p><i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i></p>	<p>Progetto definitivo Relazione generale</p>
--------------------------------------	---	---

canale di Cagliari, nel tratto della calata di riva compresa tra le due banchine, la sponda verrà sagomata a scarpata secondo una pendenza 2:1 e verrà rivestita con un doppio strato di massi naturali di seconda categoria (peso compreso tra 1 e 3 t).

A tergo delle nuove banchine è inoltre prevista la realizzazione di una fascia pavimentata di larghezza pari a circa 35 m (superficie circa 44.000 m²) che costituisce i piazzali di incolonnamento del terminal.

Per garantire l'operatività dei nuovi attracchi ro-ro è stato previsto il dragaggio a quota -10.00 m s.l.m.m. dello specchio acqueo prospiciente i nuovi attracchi fino al limite del canale di navigazione già scavato a quota -16.00 m s.l.m.m.

I sedimenti provenienti dai dragaggi del progetto è previsto che vengano utilizzati, per la parte dove è prevalente la frazione sabbiosa, per la realizzazione dei piazzali operativi degli attracchi, mentre i restanti volumi, nei quali è prevalente la frazione limosa, verranno versati nella cassa di colmata ricavata a tergo delle fasce pavimentate del terminal. La parte eccedente verranno conferiti a terra all'interno delle aree del porto canale nelle vasche esistenti.

Nel seguito vengono illustrate le opere previste in progetto, le fasi esecutive, il decorso dei cedimenti, il piano di monitoraggio, il costo delle opere ed i tempi di realizzazione.

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Descrizione dell'opera

Caratteristiche delle opere

Banchine

I risultati delle indagini geotecniche hanno evidenziato nelle aree di intervento la presenza di terreni con caratteristiche di “portanza” e di “comprimibilità” incompatibili con soluzioni costruttive di tipo a gravità (ad es. cassoni cellulari, muri a massi sovrapposti, etc.).

Per la realizzazione delle nuove banchine del terminal sono state inoltre scartate soluzioni che prevedono la realizzazioni di diaframmi pali accostati e/o diaframmi di c.a. (paratie) per motivi di tipo ambientale ed esecutivi. Infatti a parte un tratto delle banchine dell’ormeggio previsto lungo il canale tutte le altre dovranno essere realizzate a mare. Pertanto nel caso di diaframmi di c.a. per la loro realizzazione è necessario procedere da un rilevato di lavoro da realizzare a mare che non offrirebbe adeguate garanzie contro il rischio di perdita a mare delle miscele bentonitiche necessarie per il sostegno delle pareti di scavo. Mentre nel caso di diaframmi di pali trivellati di c.a. accostati, oltre ai costi per l’utilizzo di camicie metalliche necessarie per la loro realizzazione, devono essere previsti costosi interventi di sigillatura dei giunti tra i pali, indispensabile per garantire la “tenuta” del materiale costituente il rilevato a tergo, che producono un eccessivo incremento dei costi.

Le soluzioni con strutture a giorno su pali sono state invece scartate sia per i problemi connessi al verificarsi di cedimenti differenziali tra il terrapieno a tergo e la struttura di banchina, che essendo fondata su pali che, attraversano gli strati comprimibili, si intestano nella formazione di base, non subendo cedimenti, sia per gli elevati costi di manutenzione che contraddistinguono questo tipo di soluzione.

Pertanto per la realizzazione delle nuove banchine si è optato per una soluzione a palancole metalliche ancorate, mediante una serie di tiranti a bara, ad una struttura di ancoraggio realizzata anch’essa mediante l’infissione di palancole metalliche. La sezione tipo dei nuovi muri di banchina è completata da una trave di coronamento di c.a. che realizza il piano di banchina ed alla quale verranno fissati i parabordi e le bitte di ormeggio.

La quota del piano banchina è stata fissata a + 2.50 m s.m.m. mentre nei denti di attracco la quota in corrispondenza del limite di banchina è pari a

<p>Autorità Portuale di Cagliari</p>	<p>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</p>	<p>Progetto definitivo Relazione generale</p>
--------------------------------------	--	---

+1.90 m s.m.m. e si raccorda mediante un piano inclinato con pendenza di circa il 7 % con il piazzale retrostante. Ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali delle nuove banchine è stata considerata una quota dei fondali antistanti pari a -11.00 m s.l.m.m., come previsto nel P.R.P. vigente, superiore della quota di dragaggio (-10.00 m s.l.m.m.) prevista nel presente progetto.

Per la loro realizzazione è prevista l'infissione di una parete combinata di palancole metalliche costituita da profili tipo HZM1080B14 e profili tipo AZ26/700. I profili HZM verranno infissi fino a quota -29.00 m s.l.m.m., mentre i profili tipo AZ verranno infissi fino a -24.00 m s.l.m.m..

Le palancole di ancoraggio nelle banchine dell'attracco posto lungo il canale, dove le caratteristiche dei terreni in situ sono più scadenti, sono costituite da palancole tipo AZ37/700 lunghe 14 m e infisse fino a quota -13.00 m s.l.m.m., mentre nelle altre banchine sono costituite da profili tipo AZ26/700 della stessa lunghezza.

Le palancole dei muri di banchina sono ancorate alle palancole di contrasto mediante tiranti metallici $\phi 72$ posti in opera a quota +0.50 m s.l.m.m. con un interasse di 1.927 m, che corrisponde all'interasse degli elementi HZM della parete combinata che verrà utilizzata per la realizzazione dei muri di banchina.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche tecniche e strutturali delle banchine si rimanda alle tavole grafiche di progetto.

Briccole di accosto

Il progetto lungo la calata SE del terminal ro ro (denominata calata di riva), per consentire l'ormeggio contemporaneo di n°2 navi ro-ro ai denti di attracco lato porto canale, prevede la realizzazione di un pontile metallico costituito da 5 briccole in struttura metallica disposte ad interasse costante di 53,50 m a partire da 12,40 m dal filo banchina, collegate tra loro da 4 passerelle in acciaio con struttura indipendente. Ciascuna briccola è costituita da 5 pali di acciaio a sezione anulare di diametro $\phi 1420$ e spessore 30 mm infissi fino alla -33,00 m s.m.m. e disposti sui quattro angoli ed al centro della briccola stessa.

La quota del piano di banchina è pari a +2.50 m s.m.m. mentre la quota di sommità delle briccole è fissata alla +4,50 m s.m.m. e quindi per l'accesso al pontile è prevista una passerella metallica inclinata.

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Tutti i pali sono collegati in testa, sia lungo i lati che lungo le diagonali, da travi reticolari realizzate con profili tubolari i cui correnti superiori ed inferiori hanno diametro ϕ 508 e spessore 20 mm, mentre i diagonali hanno diametro ϕ 355,6 e spessore 20 mm. L'interasse tra i correnti superiori ed inferiori è pari a 3,00 m.

Le passerelle di collegamento sono appoggiate su tre pali di diametro ϕ 609,6 sp. 16 mm disposti ad interasse costante di 18,00 m ed infissi fino alla quota -28,00 m s.m.m.

La soluzione a briccole con passerelle è stata preferita alla soluzione più costosa con pontile continuo di larghezza costante in quanto le navi ro ro effettuano le operazioni di carico/scarico attraverso la rampa poppiera e quindi la funzione dell'opera in oggetto è esclusivamente quella di accosto ed ormeggio che può essere svolta ottimamente anche da briccole isolate e quindi si è ritenuto inutile incrementare ulteriormente i costi di realizzazione del terminal.

La scelta di fissare la quota di sommità delle briccole è dovuta sia a motivi di tipo strutturale (la sovrastruttura delle briccole è interamente fuori acqua) sia a motivi legati alla funzionalità dell'ormeggio: in questo modo infatti è possibile contenere l'inclinazione dei cavi di ormeggio.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche tecniche e strutturali dell'opera si rimanda alle tavole grafiche di progetto.

Arredi, servizi e drenaggio dei piazzali

Gli accosti funzionali del nuovo termino ro ro del porto canale di Cagliari saranno dotate anche degli usuali arredi (bitte e parabordi).

In particolare lungo le banchine è prevista la posa in opera di bitte da 100 t ad un interasse di 20 m e di parabordi di gomma ad un interasse di 10 m.

In corrispondenza di ciascuna briccola, su entrambi i lati, è stata prevista la posa in opera di n°2 parabordi dello stesso tipo di quelli utilizzati lungo le banchine ma con piastre di ripartizione più grandi per tener conto del fatto che in questo caso le navi una volta ormeggiate "toccheranno" un minor numero di parabordi.

I parabordi sono stati dimensionati adeguatamente, in considerazione del fatto che le navi destinate ad ormeggiarsi alle banchine potrebbero non fare

<p>Autorità Portuale di Cagliari</p>	<p><i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i></p>	<p>Progetto definitivo Relazione generale</p>
--------------------------------------	---	---

uso di rimorchiatori, e per tener conto di probabili futuri sviluppi del terminale marittimo.

Di tale fatto si è tenuto debito conto nei calcoli di dimensionamento, così come nella scelta della tipologia dei parabordi, che appartengono alla generazione moderna che mira a contenere le sollecitazioni unitarie trasmesse ai parabordi stessi ed agenti sulla fiancata delle navi attraverso una opportuna scelta della forma che comporta l'eliminazione del comportamento puramente elastico dei vecchi parabordi.

I parabordi prescelti presentano cioè una curva deformazioni-sforzi con un lungo tratto a sforzo costante o decrescente con l'aumentare della deformazione, il che costituisce un fattore molto favorevole per la riduzione delle forze esercitate sulle fiancate delle navi e sulla banchina e per l'aumento dell'energia assorbita.

A tergo della trave di coronamento delle palancole dei muri di banchina è stata prevista la realizzazione di un cunicolo per il passaggio dei servizi di banchina (predisposizione per rete antincendio, rete idrica e rete elettrica).

Per la raccolta delle acque meteoriche è stata prevista la sagomatura superficiale del terrapieno che convoglia le acque meteoriche verso una canaletta che corre alle spalle dei piazzali operativi del terminal.

Le acque convogliate prima di venire scaricate in mare vengono fatte passare attraverso impianti di trattamento, in grado di operare la separazione di materiali pesanti portati in sospensione/trascinamento dalle acque meteoriche e degli olii portati in sospensione e provenienti da eventuali perdite da parte delle macchine operatrici. Dalle vasche di separazione si dipartono le tubazioni che convogliano le acque a mare. Lungo la linea sono previsti i pozzetti di ispezione.

L'intervento prevede anche la deviazione del canale di scarico delle acque di dewaterign, provenienti dalle casse di colmata esistenti, che attualmente scaricano nell'avamporto in cui è previsto il nuovo banchinamento. Le acque di scarico saranno convogliate attraverso 5 tubi in cemento rotocompresso, del Φ 1000, verso il canale portuale di accesso. Sopra i tubi di scarico sarà predisposto uno stradello su cui transiteranno i mezzi di servizio.

Nel progetto è prevista anche la realizzazione di un impianto fotovoltaico, con una tensione massima di sistema 1000 V, una potenza non inferiore a 45Kwp, su cui attestare gli apparecchi illuminanti del pontile, IP66, con

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

lampada a Led da 8 watt, disposti ad interasse 5,00 mt. Lo stesso impianto e alimenterà il fanale di segnalazione sistemato in testata al pontile.

Viabilità di accesso alle nuove banchine

Generalità sulla viabilità

L'attracco Ro-Ro e la realizzazione di tutte le strutture ad esso collegate è prevista nell'area sita a sud ovest dell'avamposto del Porto industriale di Cagliari. L'area di colmata esistente, adiacente alle opere previste in progetto, è priva di viabilità interna, essa confina con la vecchia statale (ex SS 195) interrotta, destatalizzata e divenuta comunale all'atto della apertura del canale navigabile del Porto Industriale di Cagliari. La zona di intervento è raggiungibile o da percorsi interni all'area delle casse di colmata del Porto industriale, transitando su preesistenti arginature utilizzate allo stato da mezzi pesanti dei cantieri delle edificande banchine, ovvero dalla nuova SS. 195 immettendosi poi nel tratto della stessa statale (tratto come detto ora destatalizzato) che venne dismesso ai primi degli anni ottanta con la definitiva



Foto 1 Ex strada SS 195

apertura del navigabile del porto industriale.

Il tratto di ex statale 195 che collega la attuale statale con le aree di colmata interessate dai lavori è lungo, fino ai margini del canale navigabile

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

dove si interrompe, circa 2,00 km. Il primo tratto dalla attuale SS.195 fino alla prossimità della radice del molo che delimita l'avamposto, è lungo circa 1,5 km, ed è di competenza del Comune di Cagliari. La recinzione con cancello identifica l'inizio dell'ulteriore tratto, lungo circa 500 mt, di competenza della Autorità Portuale di Cagliari.

Nel tratto di competenza Comunale, come si evince dalla fotografia allegata, pur rilevandosi sconfinamenti della vegetazione e la pressoché assenza di manutenzioni, la strada è ancora transitabile, anche se necessita di alcuni interventi manutentivi

Il tratto invece di competenza della Autorità Portuale dalla radice del molo al limite del canale di circa 500 ml, ha invece subito pesanti manipolazioni e fratture per la esecuzione di un canale scolmatore, anche se nella quasi totalità del percorso il corpo stradale del rilevato è rimasto immutato.

Pianificazione generale

Appare opportuno prima di esporre nello specifico gli interventi proposti esaminare nella sua interezza la pianificazione della viabilità realizzata dalla Autorità Portuale e le ragioni di alcune scelte progettali che saranno esposte.

L'allegato grafico indicato nella fig. 8 schematizza la viabilità di accesso al Porto (in rosso) e la viabilità in parte in avanzata fase di realizzazione (in verde), in parte in fase di progettazione esecutiva che collegherà senza transiti sulla statale le aree a tergo delle due sponde del canale navigabile e del bacino di evoluzione del Porto Industriale.



Figura 5 Viabilità generale

Detta viabilità (fig. 9) indicata con colore rosso è stato ipotizzato venga proseguita fino al confine con la colmata destinata all'attracco Ro-Ro. Il tracciato riportato è un mera e semplice indicazione ed ha valore puramente indicativo in quanto non si hanno elementi per conoscere il percorso. E' comunque palese ancorchè logico che la viabilità in esecuzione e progetto per l'accesso alle banchine di recente edificazione site sul lato ovest del canale navigabile verrà proseguita fino all'ingresso dell'area pavimentata destinata ai Ro-Ro.



Figura 6 Viabilità interna alle aree portuali

L'avvio della realizzazione delle opere dell'attracco Ro-Ro e del suo esercizio appare temporalmente assai più prossima della realizzazione in toto della viabilità di cui sopra e dei piazzali all'asservimento dei quali è destinata, pertanto in una fase provvisoria e fino alla definizione in toto della viabilità si è ritenuto di ipotizzare che l'accesso e uscita avvenga provenendo dalla SS 195 e servendosi del tratto della ex ss 195 di cui si è detto precedentemente. L'innesto dalla SS 195 alla ex 195 di cui si ipotizza il riutilizzo è attuato a mezzo di un innesto a raso dotato di una corsia di accumulo, la uscita dalla ex 195 e la immissione alla statale è anch'esso dotato di una corsia di immissione di ampia visibilità.

I collegamenti della attuale SS 195 e da questa a tutta la viabilità statale con strade e svincoli a quattro corsie garantisce per il traffico merci da e per il Porto Industriale un rapido e veloce smaltimento dello stesso in tutte le

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
----------------------------------	--	---

direzioni della Sardegna senza alcun rilevante gravame sul traffico urbano della limitrofa città di Cagliari. Infatti la viabilità di collegamento ed interna al porto e gli svincoli connessi esistenti, consentono un accesso/uscita senza necessità di transitare nel centro urbano a mezzi diretti al porto provenienti oltre che dalla SS 195 quindi zona SUD della Sardegna, dalla SS130 e conseguentemente la parte SUD OVEST ed OVEST della Sardegna, dalla SS. 131 e quindi la zona NORD e NORD-EST della Sardegna ed attraverso la SS 554 con la ss. 125 per l'area EST, SUD-EST della Sardegna.

Viabilità di prima fase, sistemazione "ex SS 195"

Nelle more di un completamento della viabilità definitiva come detto appare logico ipotizzare per il collegamento dell'area Ro-Ro con una viabilità di prima fase che utilizzerà la ex ss 195 (foto 1 e 2) e la nuova SS.195.



Foto 2 Strada statale "Ex SS 195"

Attualmente nel tratto della ex ss 195 il carico di traffico è pressoché nullo, il numero limitato di utenti è rappresentato da autovetture di pescatori dilettanti. Essendo l'area non particolarmente accogliente per la balneazione

<p>Autorità Portuale di Cagliari</p>	<p><i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i></p>	<p>Progetto definitivo Relazione generale</p>
--------------------------------------	---	---

nel periodo estivo non si rilevano incrementi. Pertanto anche ipotizzando il suo riutilizzo il carico di traffico sarebbe limitato al transito dei mezzi da e per il Terminal RO-RO. La strada ha una pavimentazione larga mt 7,0, le banchine laterali larghe circa cm 75 sono, per ampi tratti, invase da erbacce. Sul bordo strada oltre le cunette si rileva la presenza di alcuni fabbricati apparentemente abbandonati ed in forte degrado, nonché di molteplici elementi di new jersey, posti in opera dalla Autorità Comunale al solo fine di impedire l'accesso a mezzi di qualsivoglia dimensione alle limitrofe colmate, che in assenza di detti dissuasori sarebbero certamente divenute delle discariche. Come accennato un cancello chiude la strada e separa la parte di competenza comunale da quella di competenza della Autorità Portuale.

Nel tratto della ex 195 di competenza della Autorità Portuale in passato è stato realizzato un ponticello di attraversamento (foto 3) per un canale scolmatore per il riporto a mare delle acque residuali dei dragaggi, questo ha determinato un restringimento della strada.



Foto 3 Ponticello di attraversamento su "Ex SS 195"

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Detto scolmatore che attraversa la colmata andrà in futuro colmato ed eliminato. Questa operazione sarà possibile solo dopo la ultimazione dei lavori di realizzazione del terminal RO RO, in quanto il suo mantenimento in funzione è utile per le operazioni di escavo da eseguire nell'avamposto che prevede il potenziale utilizzo delle limitrofe casse di colmata. Pertanto tra le opere in progetto è previsto l'ampliamento dell'opera di attraversamento per restituire alla strada la larghezza originaria di mt 7,00.

In riferimento al canale scolmatore si specifica che andrà invece certamente spostato il punto di deflusso a mare, in quanto l'attuale scarico ricade all'interno delle aree da colmare per realizzare i nuovi attracchi. Il nuovo punto di scarico sarà realizzato all'interno del canale navigabile, in adiacenza con gli scarichi di de-watwering esistenti. Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati progettuali.

Piazzali

I piazzali operativi dell'area Ro-Ro sono ricavati in parte sulla esistente area di colmata, in parte sulla colmata che si realizzerà con i materiali di risulta dell'escavo. Il lay-out è rappresentato meglio negli elaborati progettuali.

Come deducibile dagli elaborati di progetto i piazzali operativi pavimentati saranno limitati ad una fascia di circa 35 metri di larghezza che corre parallela ai punti di attracco realizzati con il palancolato ed alla arginature che delimiteranno l'area della cassa di colmata.

La definizione delle caratteristiche dimensionali e tecniche della pavimentazione è rimandata alla specifica relazione tecnica.

Nella presente si anticipa unicamente che per ragioni di carattere geotecnico il pacchetto di pavimentazione dei piazzali operativi avrà caratteristiche diverse tra la zona della vecchia colmata (zona a terra accosto 6) e la zona delle colmate che si realizzeranno con lo scarico dei materiali di escavo.

Nella zona di colmata esistente i piazzali pavimentati (accosto 6) saranno realizzati secondo il seguente schema (fig. 10):

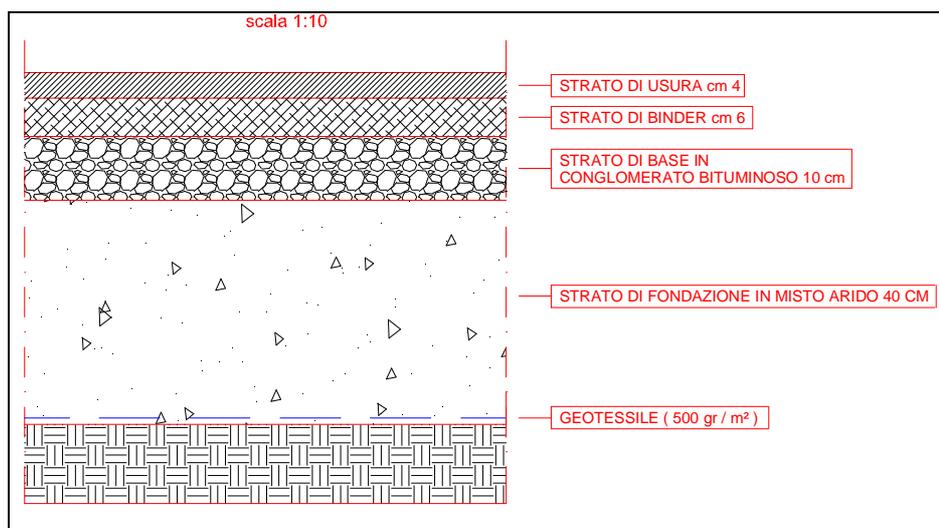


Figura 7 Pavimentazione tipo A

Nella zona in cui saranno realizzate le nuove colmate e le nuove banchine la pavimentazione sarà realizzata in una prima fase con il tipo “B₁ pavimentazione sacrificale”

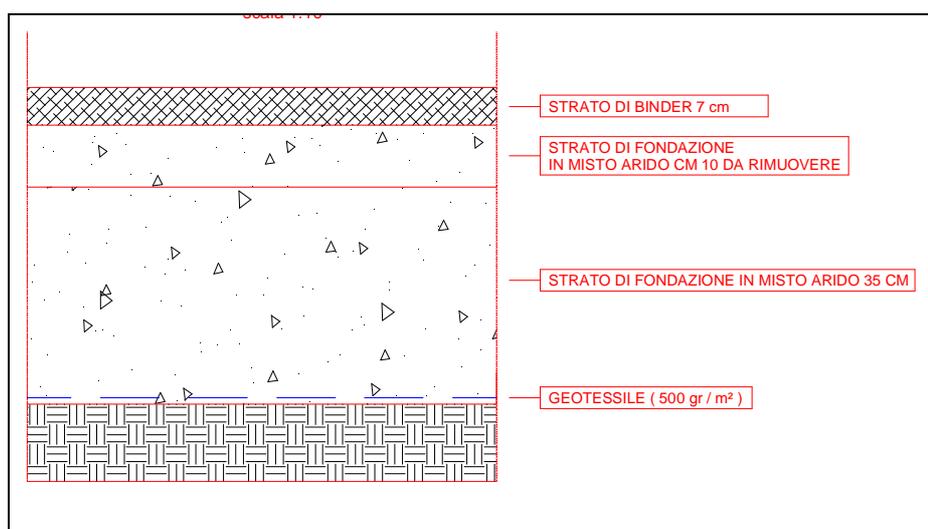


Figura 8 Pavimentazione tipo B1 Sacrificale

Successivamente dopo che si sono raggiunti il 97 % degli assestamenti attesi, analizzato lo stato della pavimentazione si potrà procedere alla rimozione e sostituzione con la pavimentazione definitiva, secondo lo schema Tipo “B” pavimentazione semirigida (fig. 12)

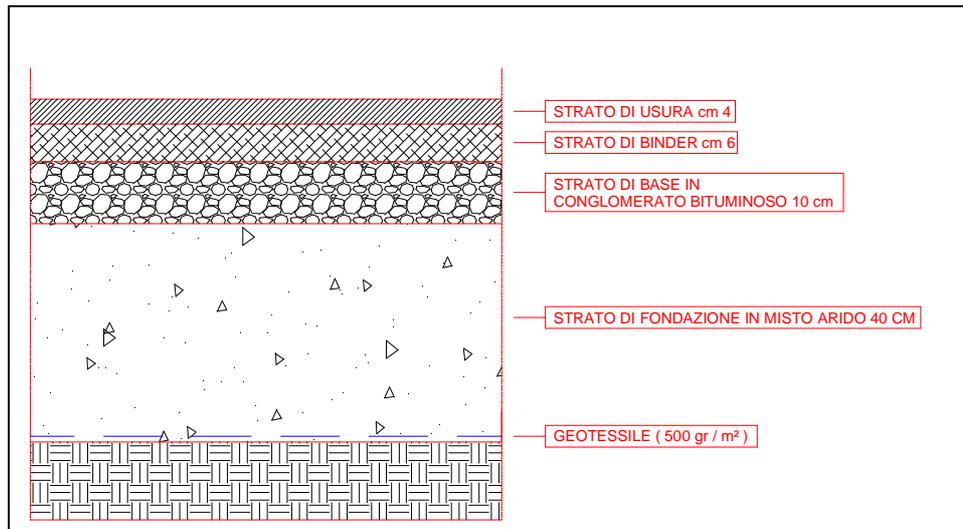


Figura 9 Pavimentazione definitiva tipo B

La decisione di realizzare la pavimentazione “sacrificale” in binder è stata dettata dalla necessità di fornire ai mezzi un adeguato e pulito piano di transito, tenere eventuali mezzi parcheggiati isolati rispetto al prevedibile innalzamento polveri che si realizzerà dalla intera colmata e dalla viabilità non pavimentata nei primi anni fino alla naturale radicazione nelle colmate (radicazione che sarà naturalmente lenta poiché deve avvenire su terre provenienti da mare), limitare la sporcizia trasportata sulle strade dai mezzi in assenza, appunto, di pavimentazione e/o di adeguati sistemi di pulizia.

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Caratteristiche dei terreni interessati dalle nuove opere

Il modello geologico e geotecnico del sottosuolo è stato ricostruito attraverso l'ausilio di una approfondita campagna geognostica (vedi planimetria in (figura 5) eseguita sia nel settore emerso (campagna 2010) che in quello sommerso (campagna 2011).

Le prime hanno riguardato esclusivamente il settore “a terra” mediante:

– Sondaggi a carotaggio continuo a terra 30÷45 m	[S1÷S9]	n. 7
– Prove SPT	[S.P.T.]	n. 46
– Prove penetrometriche statiche CPT	[CPT1÷CPT5]	n. 5
– Prove penetrometriche statiche CPTU	[CPTU1÷CPT3]	n. 3
– Prove pressiometriche	[MPM1÷MPM7]	n. 21
– Misure sismiche Cross Hole in foro		n. 3
– Misure su piezometri a tubo aperto e di Casagrande		n. 4
– Prelievo di campioni di terreno		n. 16

Le seconde hanno interessato perlopiù il settore “a mare” ad eccezione di n. 2 sondaggi nel settore “a terra”, oltre a prove ed analisi di laboratorio sulle terre prelevate nel corso dei sondaggi della prima e seconda fase, mediante

– Sondaggi a carotaggio continuo a terra 45 m	[S10÷S11]	n. 2
– Sondaggi a carotaggio continuo a mare 30÷45 m	[SM1÷SM10]	n. 10
– Prove SPT	[S.P.T.]	n. 12
– Prove penetrometriche dinamiche continue	[DPSH]	n. 11
– Misure sismiche Cross Hole in foro		n. 4
– Misure su piezometri a tubo aperto e di Casagrande		n. 4
– Prelievo di campioni di terreno		n. 22

Le prove di laboratorio si sono esplicitate in:

– Determinazione del peso specifico dei grani	n. 22
– Determinazione del peso di volume	n. 22
– Determinazione del contenuto naturale d'acqua	n. 22
– Determinazione del peso di volume secco	n. 22
– Determinazione dell'indice dei vuoti	n. 22
– Determinazione della porosità	n. 22
– Determinazione del grado di saturazione	n. 22

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

– Analisi granulometrica	n. 22
– Limiti di Atterberg	n. 22
– Prove di taglio diretto	n. 9
– Prova Triassiale UU	n. 6
– Prova Triassiale CU	n. 7
– Prove Edometriche	n. 17



Figura 10 planimetria indagini

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Assetto litostratigrafico locale

L'assetto litostratigrafico dell'area di intervento è fortemente influenzato dalla storia paleogeografica dei luoghi in cui si sono succeduti episodi ora fluvio-lacustri, ora marino-lagunari, riconducibili alle oscillazioni eustatiche verificatesi nell'ultimo Quaternario, risentite particolarmente in prossimità delle coste, delle foci fluviali e delle zone di transizione in generale, e a cui si sono sommate le modificazioni prodotte dalle bonifiche operate per sottrarre al mare la fascia compresa tra la costa e l'isolotto di "Sa Illetta".

La continua evoluzione del bacino di sedimentazione ha portato alla deposizione di una potente coltre detritica caratterizzata da variazioni sia in senso areale ("eteropie di facies") che verticale: le ricostruzioni litostratigrafiche effettuate, hanno consentito di verificare la presenza – al di sotto della coltre plurimetrica di riporto presente in tutto l'area del Porto Canale – di limi argillosi più o meno sabbiosi, talora intercalati da livelli di torbe a *Posidonia oceanica*, sabbie medie e fini più o meno limose, poggianti su una sequenza sabbioso-detritica, fortemente carbonatica a cui seguono argille limo-sabbiose grigio-verdastre, compatte.

Nel caso specifico dell'area di intervento, nella parte sommitale della sequenza stratigrafica, sono stati rinvenuti sedimenti tipici di ambiente lagunare e/o mare poco profondo, ovvero sabbie medie e fini più o meno limose carbonatiche [Unità B] che si assottigliano progressivamente verso mare, dove lasciano posto a limi più o meno sabbiosi frequentemente con abbondante contenuto di paglia marina [Unità C] passanti, da circa quota -7,00/-9,50 m più o meno gradatamente a sabbie limose, più o meno ghiaiose e ghiaie interessate da una leggera ossidazione in profondità [Unità D].

A partire da quota -14,50/-17,30 m nel settore emerso e -15,00/-19,00 m nel settore sommerso, fino alle massime profondità investigate (circa -50,00 m dal l.m.m.) è stata rinvenuta un'alternanza di livelli limosi ed argillosi [Unità E] e sabbie fini più o meno limo-argillose [Unità F].

La continuità di questa successione, contraddistinta per la colorazione dei sedimenti perlopiù variabile sulle tonalità del grigio tipico degli ambienti di transizione in condizioni riducenti, a 38,00÷40,00 m di profondità dal l.m.m. nel settore emerso e circa 35,00÷40,00 m in quello sommerso, è interrotta da un deposito ghiaioso-sabbioso di colore marrone, generalmente della potenza 1,50÷5,00 m [Unità G].

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

I rapporti stratigrafici con l'Unità F e la colorazione della matrice, sono indicativi di condizioni di "continentale" connessi ad una fase regressiva marina nell'ambito della trasgressione versiliana. Nella zona emersa, la sequenza "autoctona" sopra descritta è sormontata da una coltre plurimetrica di materiali di riporto [Strato A] o da superfici artificiali. Per maggiori ed ulteriori dettagli si rimanda alla relazione specialistica.

Nella figura 6 è riportata una sezione geologica schematica

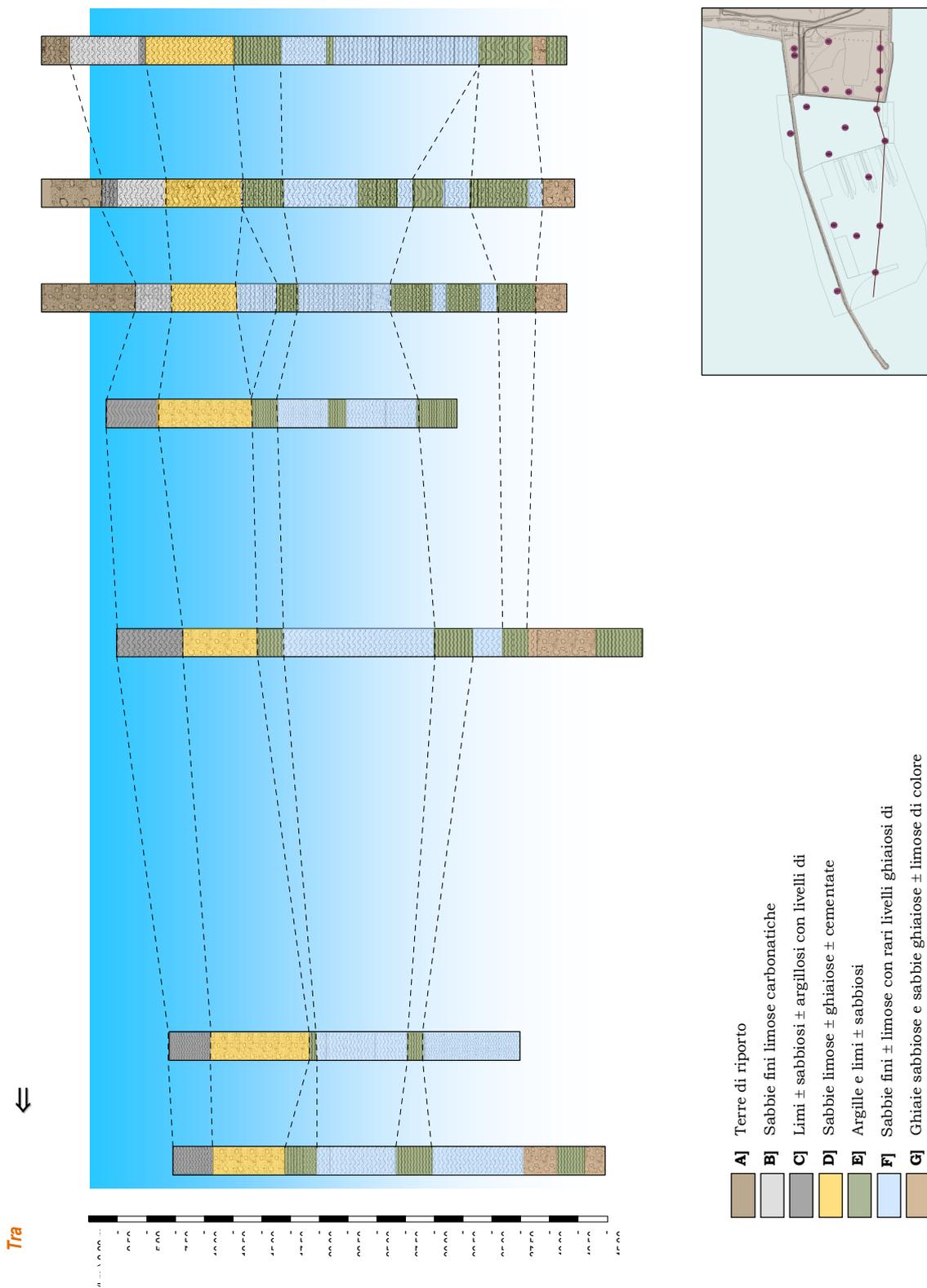


Figura 11 sezione geologica schematica

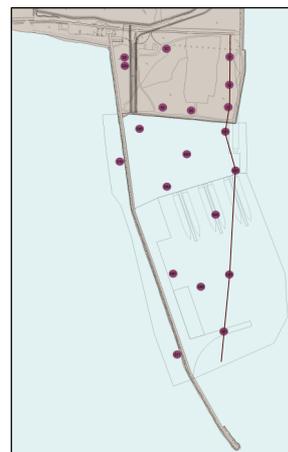


FIGURA 16G – Correlazioni

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Modellazione geotecnica

Parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Le indagini geognostiche effettuate nella campagna d'indagine hanno permesso, in primis, di determinare la configurazione litostratigrafica dei terreni di fondazione con relative caratteristiche fisiche e meccaniche, e successivamente di individuare dei complessi geotecnici omogenei ai quali sono stati assegnati i parametri geotecnici da utilizzarsi in sede di verifiche deformative e di stabilità opera-terreno:

STRATO	PARAMETRI GEOTECNICI						
	PUV (kN/m ³)	PUV' (kN/m ³)	φ	c' (daN/cm ²)	c _u (daN/cm ²)	E _{e1} (daN/cm ²)	E _{ed} (daN/cm ²)
MARE	---						
A	18,00	19,00	32	---	---	125	175
B	17,00	18,00	30	---	---	45	75
C	15,00	16,00	26	---	0,01	2	7
D	18,00	19,00	33	---	---	175	---
EF	18,50	19,50	28	0,80	0,60	75	50
E₁	18,00	19,00	25	0,20	0,50	20	15
G	20,00	21,00	36	---	---	450	475

TABELLA 35 – Caratterizzazione geotecnica di riferimento: **[A-Terre di riporto]** **[B-Sabbie fini limose carbonatiche]** **[C-Limi ed argille soffici con livelli paglia marina]** **[D-Sabbie limose ± ghiaiose]** **[E₁-Argille e limi soffici]** **[EF-Alternanze di sabbie ± limose e argille ± limose]** **[G-Ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose ± limose basali]**

Inquadramento progettuale

Descrizione generale delle opere d'intervento geotecnico

Le opere in progetto si possono in generale individuare mediante due configurazioni tipo che si presentano in diverse parti dell'opera. In entrambe le configurazioni si realizzerà l'argine con nucleo in tout-venant. La scogliera (filtro + mantellata) con riempimento, a tergo, costituito da materiale di dragaggio e successiva realizzazione della banchina nel lato interno è rappresentativo delle opere nel loro complesso. Nel caso delle opere di banchinamento, la configurazione risulterà essere priva della scogliera a mare in quanto si realizzeranno delle palancole di sostegno della banchina con asportazione della parte di rilevato retrostante le palancole sul fronte mare.

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Il progetto in argomento si esplicherà nella realizzazione di un nuovo banchinamento e annesso escavo nell'Avamposto di Ponente e l'intervento si articolerà in diverse fasi progettuali ed esecutive che termineranno con la realizzazione di quattro banchine di accosto, una banchina di riva con tratto a scogliera, un argine di chiusura.

Ogni tipologia d'opera in progetto è stata definita in riguardo alle diverse fasi costruttive da effettuare, rigorosamente nell'ordine sequenziale indicato, alle relative problematiche di natura geotecnica emerse ove esistenti, ed ai relativi calcoli e verifiche.

Definite le configurazioni di progetto dei rilevati, delle banchine e delle colmate sono state effettuate le verifiche.

Progetto e verifica delle opere marittime

Verifiche di stabilità globale

E' stata eseguita la verifica della stabilità globale (SLU) dell'insieme manufatto-terreno di fondazione esclusivamente di tipo GEO non essendo presenti elementi strutturali. La verifica è stata effettuata secondo l'Approccio 1: Combinazione 2: (A2+M2+R2)- D.M. 14.01.2008 – Testo Unico.

Calcolo dei cedimenti

Le opere ed i sistemi geotecnici sono stati verificati agli Stati Limite d'Esercizio (SLE). A tale scopo sono stati valutati i cedimenti "teorici" esclusivamente in corrispondenza del punto centrale della base del rilevato oggetto dello studio (punto di maggior potenziale deformativo).

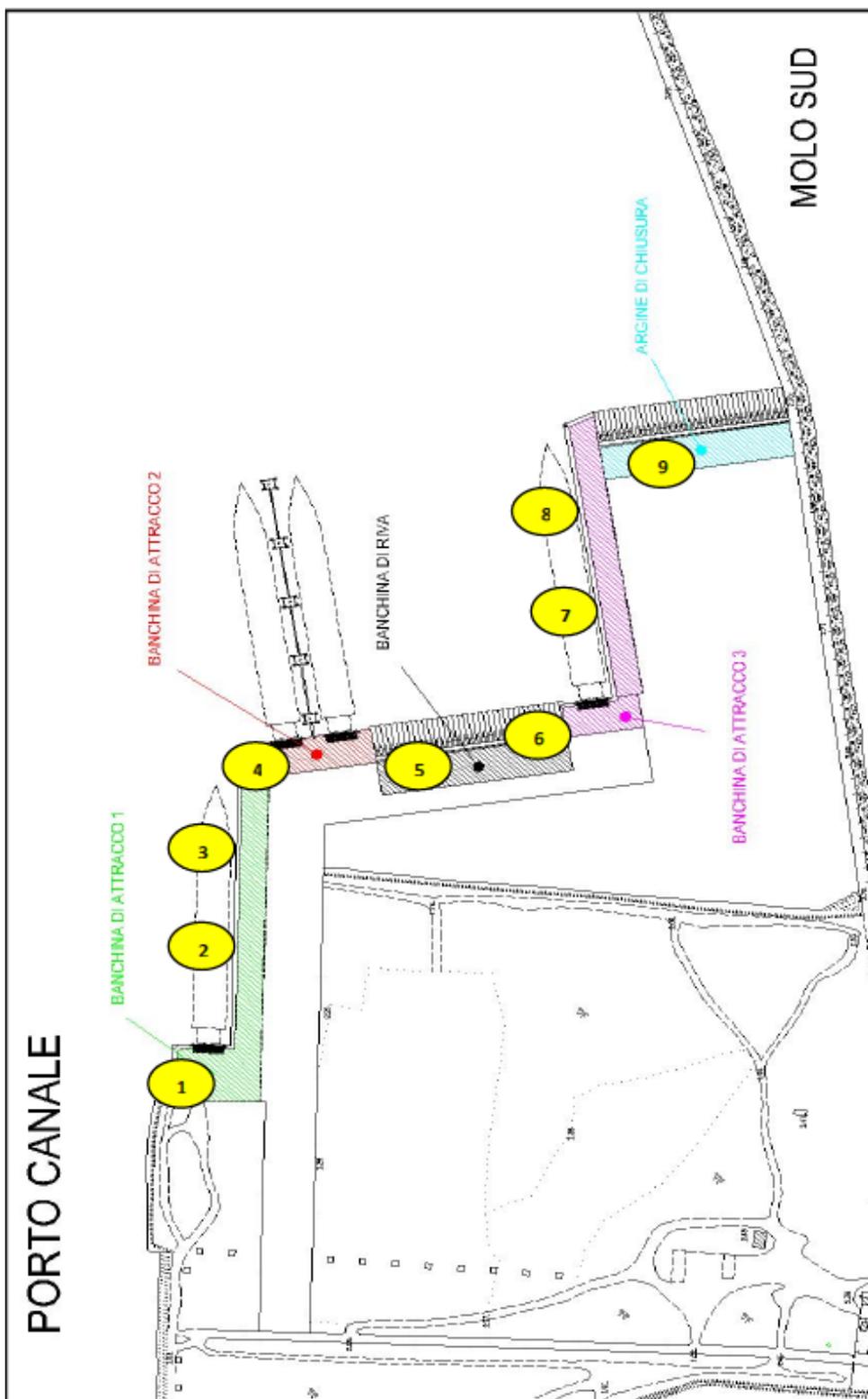


Figura 12 Planimetria degli interventi di progetto con l'indicazione delle sezioni analizzate

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Risultati di progetto

Qui di seguito si riassumono i risultati ottenuti, con riferimento al procedimento adottato per le condizioni più critiche.

Problematiche progettuali

Lo studio dei tempi di consolidazione dei litotipi di natura coesiva (limo con paglia marina, argille, etc.) disposti in strati nel substrato, ha mostrato che le tempistiche per ottenere il completo decorso dei cedimenti nel tempo sono risultate essere estremamente lunghe. Nelle zone a mare (sezioni 3-8) il processo di consolidazione completo del suolo richiede tempi compresi tra gli 8 e i 27 anni; tempi di consolidazione così elevati sono indubbiamente incompatibili con le tempistiche di realizzazione di un'opera in ambito portuale; si è scelto di realizzare interventi di consolidamento.

Interventi di consolidamento

Tra i vari metodi ed i mezzi di intervento rivolti a modificare nel senso desiderato le proprietà del terreno, si è optato per la **BONIFICA** dello strato limoso algale superficiale. Il procedimento consiste nell'asportare mediante draga lo strato superficiale di terreno limoso, nelle zone prescelte, per potere intercettare direttamente così lo strato di materiale sabbioso che si intende sfruttare come basamento per le opere a mare. Il terreno superficiale asportato verrà accumulato in un'opportuna area. Successivamente nel fondale della zona adiacente l'area emersa di suolo naturale, si disporrà il materiale per la realizzazione dei rilevati (tout-venant). In tale situazione il materiale ora poggerà direttamente sul fondale sabbioso.

Argine di divisione, cassa di colmata

Tutto il materiale ottenuto dal dragaggio (costituito da diversi litotipi perlopiù caratterizzati da terreni di natura limosa e sabbiosa), dovrà essere sversato in opportune zone, possibilmente cercando di separare i materiali "più pregiati" da quelli "poco pregiati". Si realizzerà pertanto un argine di divisione con la triplice funzione di separare la zona del banchinamento principale dalle zone di colmata, di separare tra loro le aree di colmata e di delimitare le aree bonificate dalle aree allo stato naturale non dragate. In tal modo si renderà possibile differenziare lo sversamento del materiale dragato in zone prescelte, indirizzando i materiali con caratteristiche meccaniche più scadenti (limo con paglia marina) in aree selezionate, mentre i materiali migliori dal punto di vista geotecnico (sabbie) nelle aree comprese tra il

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

rilevato di banchinamento e l'argine (o rilevato) di divisione, e parte nelle aree di colmata. Con questo procedimento si otterrà una selezione dei materiali di dragaggio volta sia ad ottimizzarne l'utilizzo dal punto di vista progettuale, con conseguente miglioramento del comportamento geotecnico delle aree maggiormente sensibili, che dal punto di vista puramente economico. L'argine di divisione risulterà lungo poco più di 400 m, si svilupperà parallelamente al banchinamento principale relativo agli ormeggi n. 3-4-5 e verrà realizzato ad una distanza di 35-40 m dal filo banchina di attracco.

Esito del progetto di bonifica

La **TABELLA 76** riassume l'esito delle verifiche, con riferimento alle opere più critiche quali quelle di prima fase, da cui si evince che nelle zone a mare (sezioni 3-8) il processo di consolidazione completo del suolo richieda ora tempi compresi tra i 2 anni e i 7 mesi. I cedimenti completi del suolo però presentano dei decorsi temporali con andamento iperbolico asintotico e quindi manifestano già assestamenti consistenti rispetto al totale in tempi ben inferiori.

SEZIONE	PARAMETRI DI CALCOLO			
	SENZA BONIFICA		CON BONIFICA	
	CEDIMENTO DI CONSOLIDAZIONE [mm]	TEMPO DI CONSOLIDAZIONE [gg]	CEDIMENTO DI CONSOLIDAZIONE mm]	TEMPO DI CONSOLIDAZIONE [gg]
n.	δ EDOMETRICO	tempo	δ EDOMETRICO	tempo
1	160,0	343	160,0	343
2	75,0	353	75,0	353
3	1.000,0	6.052	550,0	534
4	1.000,0	6.052	550,0	534
5	1.600,0	8.294	875,0	441
6	1.300,0	10.054	815,0	716
7	1.300,0	10.054	815,0	716
8	925,0	3.060	810,0	209
9	1.750,0	3.060	1.750,0	3.060 ⁽¹⁾
10	1.750,0	3.661	1.750,0	3.661 ⁽¹⁾

TABELLA 76 – Riepilogo dei risultati della consolidazione ottenuti nel progetto senza bonifica e con bonifica.

⁽¹⁾ La sezione 9 relativa all'argine di chiusura e la sezione 10 relativa al molo di protezione non creano particolari problematiche legate ai tempi di consolidazione in quanto in tali aree non sono previste specifiche necessità di riduzione dei tempi di esecuzione.

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Progetto di precarico

In aggiunta al progetto di bonifica si è predisposto, in alcune zone specifiche (rilevato di banchinamento, riempimento in sabbia a tergo delle banchine), il calcolo dei tempi di precarico con relative altezze del rilevato. Ciò perché nelle aree in cui sorgeranno le banchine e nelle zone immediatamente adiacenti, esiste la necessità di rendere operativo in tempi brevi l'utilizzo dell'opera. Nella prima fase sarà realizzato l'argine di banchina fino alla quota + 0,50 m s.l.m.m. Dopo aver atteso la prima quota parte dei cedimenti (min 48 gg. max 166 gg.), si potrà procedere alla seconda fase che prevede il ricarico o direttamente la precarica. Il progetto di precarico è stato affrontato analizzando diverse sezioni lungo lo sviluppo del banchinamento. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica.

Suggerimenti progettuali in ambito geotecnico

Ultimato il progetto di precarico, appare utile fornire alcune indicazioni progettuali di natura geotecnica. Poiché il progetto risulta essere assai articolato e complesso, si è voluto procedere ad uno studio dei risultati appena ottenuti con lo scopo di operare un'ottimizzazione dell'intervento, sia nell'ottica di omogeneizzazione del comportamento deformativo del sistema che di fattibilità dal punto di vista costruttivo. Dall'analisi dei risultati si può concludere che:

- ❖ Nelle aree di banchinamento a quota + 0,50 tra la sez. 3 e 8 la realizzazione del precarico (2° fase) appare perfettamente attuabile; tutta l'area in oggetto necessita di una precarica con altezza pari a 2,0 m nel caso in cui si considerino agenti sul corpo di banchina in tout-venant sia i carichi permanenti che quelli variabili (mezzi pesanti che concorrono nella realizzazione dell'opera). A favore di sicurezza si suggerisce di portare l'altezza del precarico a 3,0 m per superare adeguatamente l'incertezza legata ai carichi variabili nella fase di precarico. L'adozione del precarico nelle aree di banchinamento accelera i cedimenti di 2° fase in maniera sensibile. Si può però pensare di accelerare anche i cedimenti nella 1° fase (quota + 0,50), realizzando il precarico prima che il decorso di tali cedimenti sia terminato. In questo caso il precarico agirebbe in duplice modo: accelerando i cedimenti di 1° fase sino al loro completo esaurimento e accelerando anche quelli di 2° fase che verrebbero generati dai carichi permanenti del banchinamento e dai carichi di servizio di progetto. Ovviamente il precarico genera

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

cedimenti ancora maggiori dei carichi di progetto; pertanto esso verrà rimosso una volta raggiunta la deformazione prevista.

Ottimizzazione geotecnica dell'intervento

Si è effettuata un'ottimizzazione geotecnica dell'intervento, volta ad individuare la sequenza temporale migliore in cui applicare il precarico durante il decorso dei cedimenti della 1° fase.

- [1] Banchina di attracco 1 – (sez 3 -4) Accosto 6: L'approccio progettuale ottimale è quello per cui il precarico di 2° fase si realizza al raggiungimento del 50 % della consolidazione di 1° fase (123 gg. – 45,5 cm). Dopo 123 gg. si realizza la banchina con pavimentazione provvisoria e il precarico. In tale situazione si realizzeranno 46,5 cm di ulteriore cedimento in 159 gg. Raggiunto il cedimento voluto si può rimuovere il precarico. *In totale quindi il processo costruttivo della banchina in oggetto si realizzerà in 282 gg.*
- [2] Banchina di riva tratto a scogliera (sez. 5): L'approccio progettuale ottimale è quello per cui il precarico di 2° fase si realizza al raggiungimento del 50 % della consolidazione di 1° fase (102 gg. – 53,8 cm). Dopo 102 gg. si realizza la banchina con pavimentazione provvisoria e il precarico. In tale situazione si realizzeranno 70,2 cm di ulteriore cedimento in 115 gg. Raggiunto il cedimento voluto si può rimuovere il precarico. *In totale quindi il processo costruttivo della banchina in oggetto si realizzerà in 217 gg.*
- [3] Banchina di attracco 3 – (sez. 6-7) accosto 3: L'approccio progettuale ottimale è quello per il precarico di 2° fase si realizza al raggiungimento del 50 % della consolidazione di 1° fase (166 gg. – 50,8 cm). Dopo 166 gg. si realizza la banchina con pavimentazione provvisoria e il precarico. In tale situazione si realizzeranno 73,2 cm di ulteriore cedimento in 124 gg. Raggiunto il cedimento voluto si può rimuovere il precarico. *In totale quindi il processo costruttivo della banchina in oggetto si realizzerà in 290 gg.*
- [4] Banchina di attracco 3 – (sez. 8) accosto 3: L'approccio progettuale ottimale è quello per il precarico di 2° fase si realizza al raggiungimento del 50 % della consolidazione di 1° fase (48 gg. – 53,5 cm). Dopo 48 gg. si realizza la banchina con pavimentazione provvisoria e il precarico. In tale situazione si realizzeranno 82,0 cm di ulteriore cedimento in 35 gg. Raggiunto il cedimento voluto si può rimuovere il precarico. *In totale*

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
----------------------------------	--	---

quindi il processo costruttivo della banchina in oggetto si realizzerà in 83 gg.

Precarico nelle aree di colmata

Il processo di dragaggio in progetto prevede lo sversamento del materiale superficiale limoso dragato in aree in cui non si realizzeranno a breve delle pavimentazioni, in quanto tali materiali possiedono scadenti caratteristiche fisico meccaniche per cui l'utilizzo per le pavimentazioni è stato escluso. Il materiale sabbioso dragato in profondità invece, poiché possiede buone caratteristiche geotecniche verrà utilizzato per riempire sia l'area compresa tra il rilevato delle banchine e l'argine di divisione, sia le aree di colmata.

Poiché nelle aree di colmata non è stata prevista alcuna bonifica, i tempi di consolidazione sono risultati essere molto elevati; si è quindi predisposto un progetto di precarico anche in tali aree per cercare di ridurre tali tempistiche di assestamento nel caso in cui ciò occorra. Dai calcoli dei volumi di materiale dragato è risultato che nella colmata si depositeranno materiali sabbiosi sino ad una quota di + 5,0 m sopra il livello del mare. Il precarico quindi è stato calcolato partendo da tale condizione. Anche se in questo progetto non è prevista l'accelerazione dei cedimenti nell'area di colmata, è stato fatto il calcolo dei tempi e dei carichi necessari.

Esito del precarico di colmata

Si riportano qui di seguito i risultati teorici ottenuti dal calcolo in maniera esemplificativa, in considerazione del fatto che il comportamento deformativo delle aree di colmata è ben rappresentato da tale situazione. Si è considerato un precarico con peso specifico pari a 1.650 daN/m^3 , cioè pari a quello della sabbia di dragaggio in condizioni drenate:

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

	Dragaggio di progetto + 5,0 m s.l.m.	Altezza di Precarico (m) rispetto al dragaggio		
		+2,5	+5,5	+17,5
Carico (KPa)	115	150	200	400
Cedimento elastico (mm)	150	200	265	527
Cedimento edometrico medio (mm)	1.270	1.660	2.220	4.480
Cedimento totale (mm)	1.320	1.860	2.485	5.007
Tempo di consolidazione al 90% (gg.)	3.524	2.284	1.914	1.523
Tempo di consolidazione al 75% (gg.)	2.015	1.305	1.095	871
C _v (cm ² /sec)	0,0000713	0,00011	0,0001313	0,000165

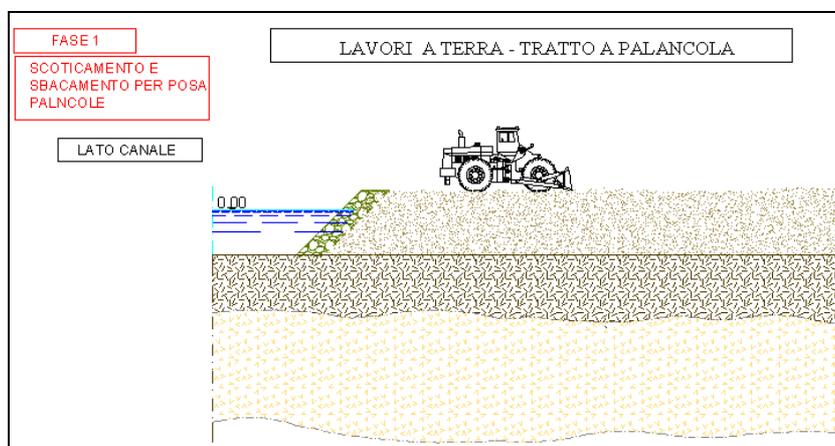
TABELLA 78 – Riepilogo dei risultati del progetto di precarico nelle aree di colmata.

Fasi costruttive

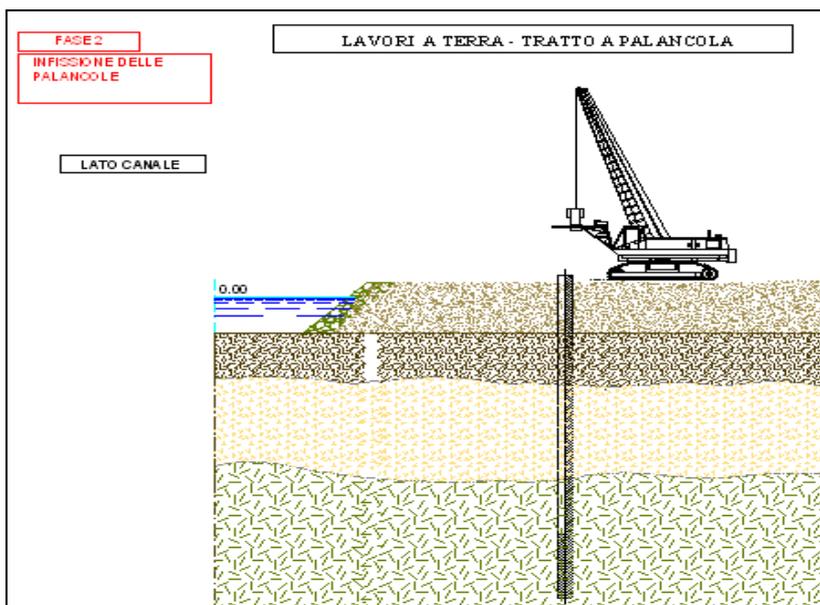
La campagna di indagini svolta ha evidenziato la presenza nelle aree interessate dai lavori di terreni compressibili, pertanto è stato necessario studiare opportunamente le modalità costruttive delle opere. Poiché parte del banchinamento sarà realizzato “a mare”, le modalità operative saranno differenti rispetto alla realizzazione prevista “a terra”.

Per le opere a **terra** si procederà nel seguente modo:

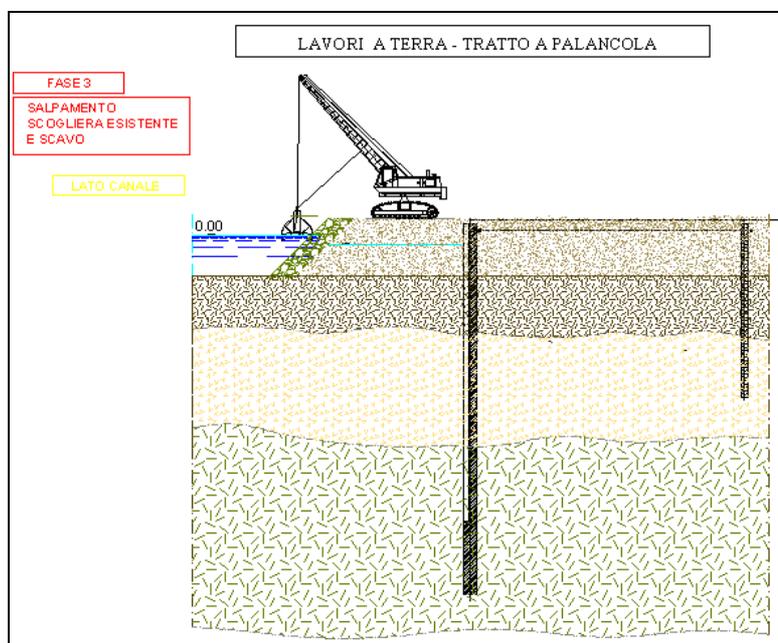
- 1) Scoticamento e sbancamento per la preparazione del piano di imposta delle palancole;



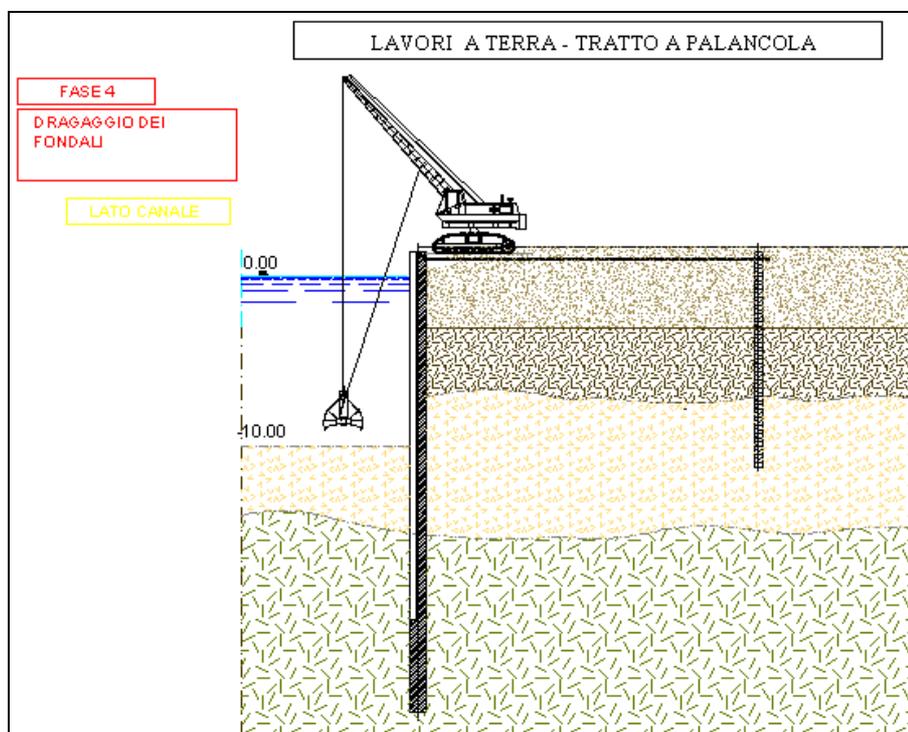
- 2) Infissione delle palancole e dei tiranti in acciaio con quota sommitale di + 1.00 m s.l.m.m.;



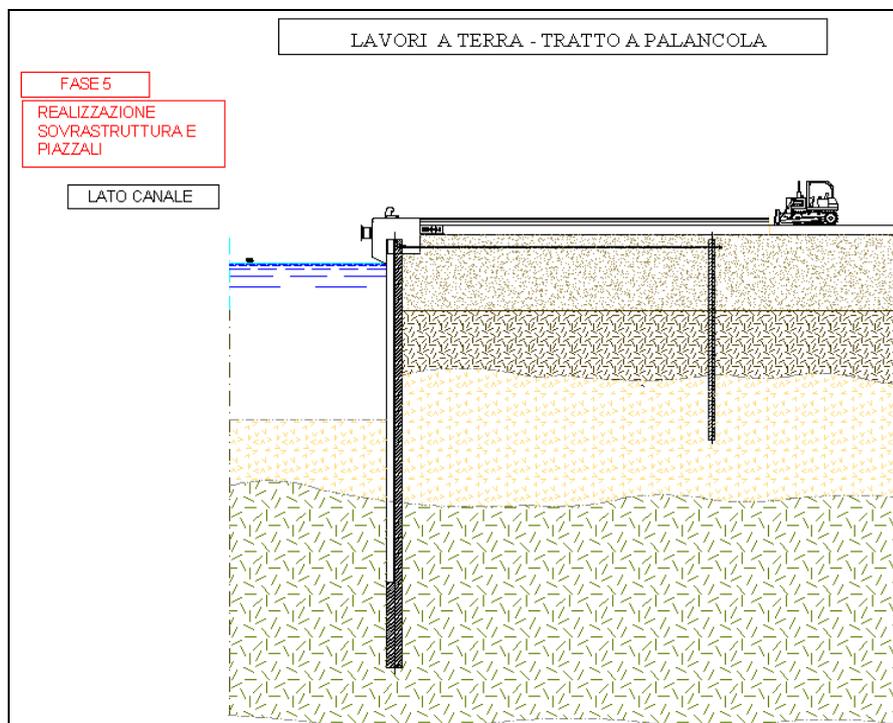
- 3) Salpamento della scogliera esistente e scavo della zona fronte palancolato lato mare fino alla quota del medio mare, con sistemazione del materiale nelle aree di cantiere.



- 4) Dragaggio dei fondali fino alla quota prevista in progetto;

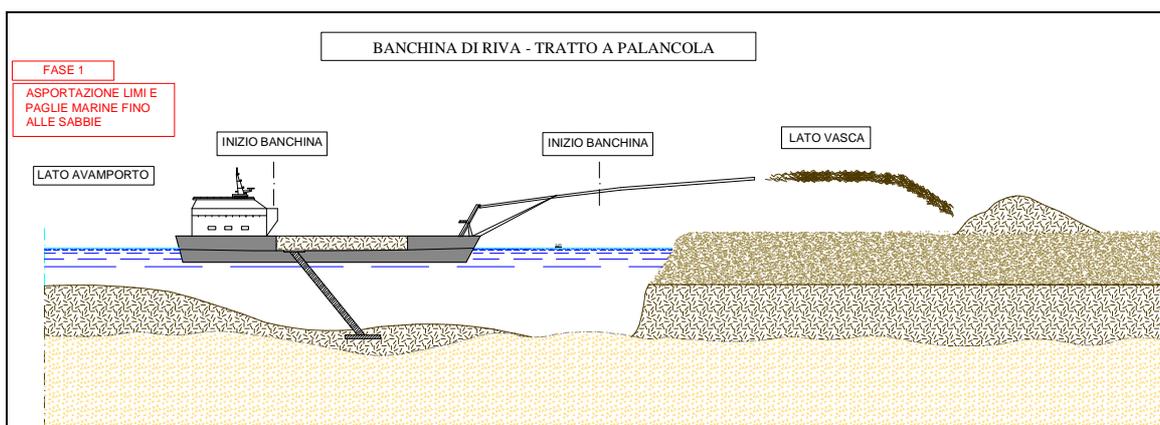


- 5) Realizzazione della sovrastruttura di banchina, e della pavimentazione del dente di attracco e delle parti retrostanti.



Per ciò che riguarda le **opere a mare** la sequenza costruttiva delle banchine di attracco e delle scogliere dovrà essere la seguente:

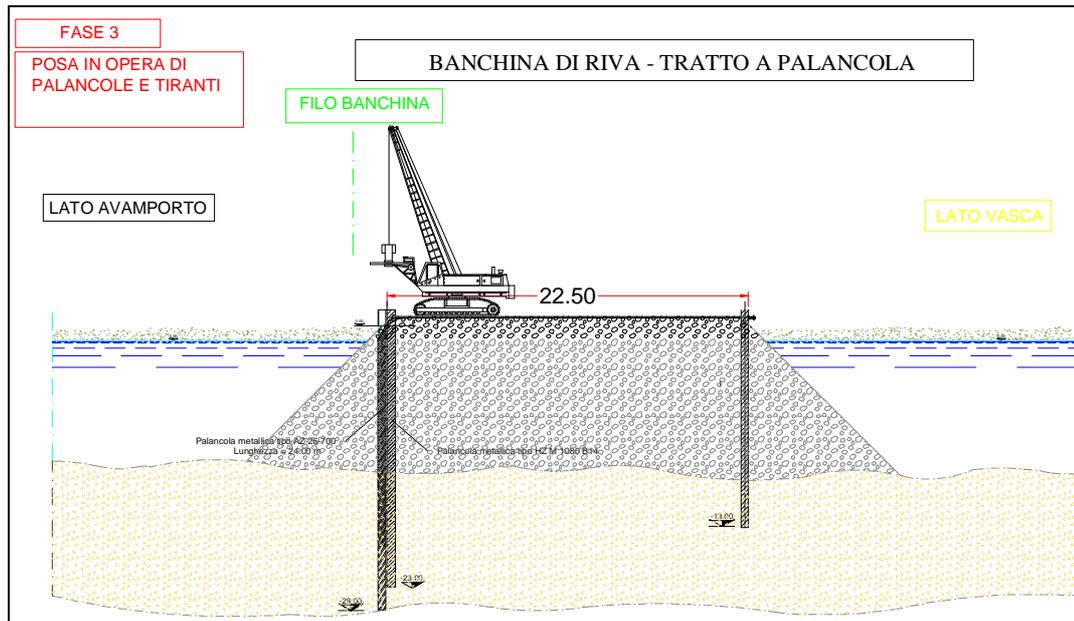
- 1) Bonifica dei fondali delle zone in cui sarà realizzata la banchina di riva ed i retrostanti piazzali, con l'asportazione del materiale limoso e paglia marina, per uno spessore compreso tra i 3,00 e 4,00 m dal l.m.m.. Lavorazione che dovrà essere eseguita con mezzi effossori adeguati. Il materiale asportato sarà trasportato nelle zone previste a tergo dei piazzali, o all'interno delle vasche di colmata del porto canale.



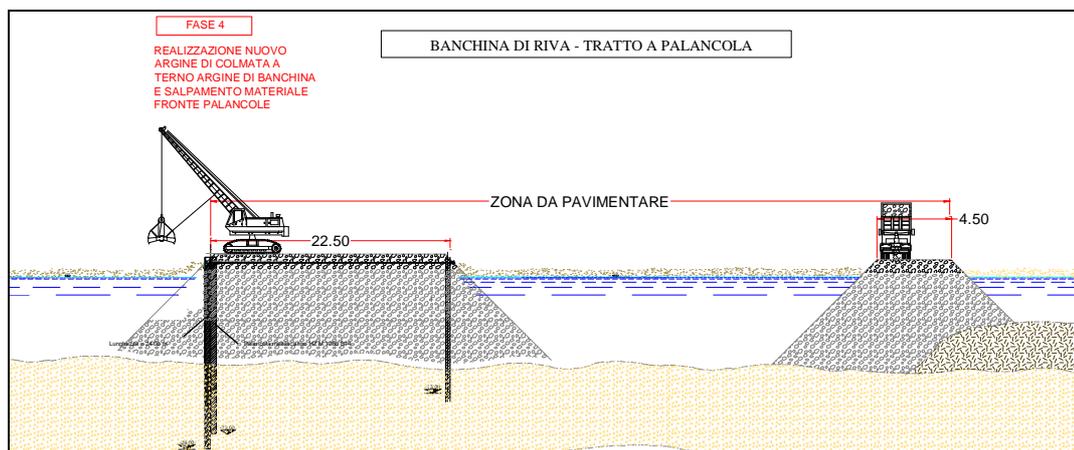
- 2) realizzazione del rilevato del corpo banchina in materiale scelto (tout-venant) nella zona precedentemente bonificata, fino alla quota di + 0,50 m s.l.m.m. per una larghezza, in sommità, pari alla distanza tra le due palancole;



- 3) Infissione delle palancole, sistemazione dei tiranti e ricarica per effetto dei cedimenti di 1° fase.

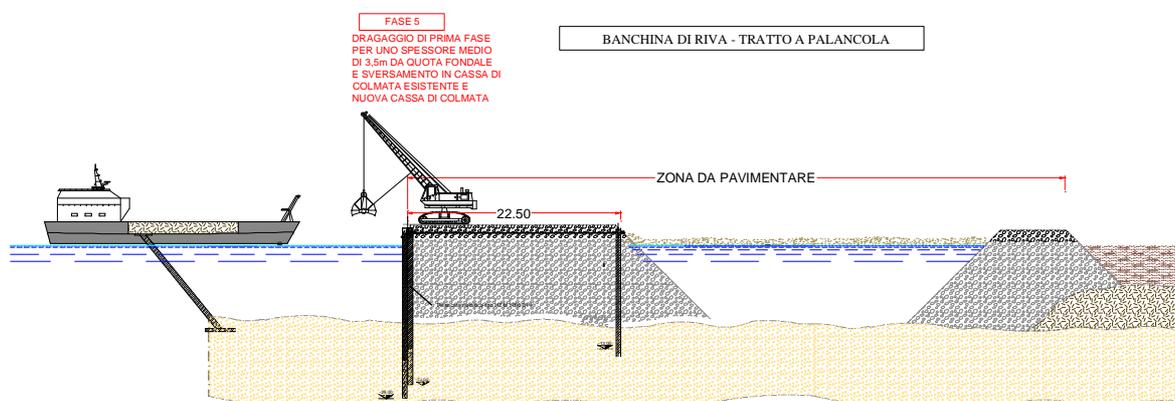


- 4) Realizzazione a tergo della zona da panchinare del nuovo argine di colmata, fino alla quota di + 0,50 m s.l.m.m. per una larghezza, in sommità, di 4,50 m. Salpamento del materiale, lato mare, fronte palancole precedentemente sversato (tout-venant), e suo riutilizzo per il nuovo argine di colmata;

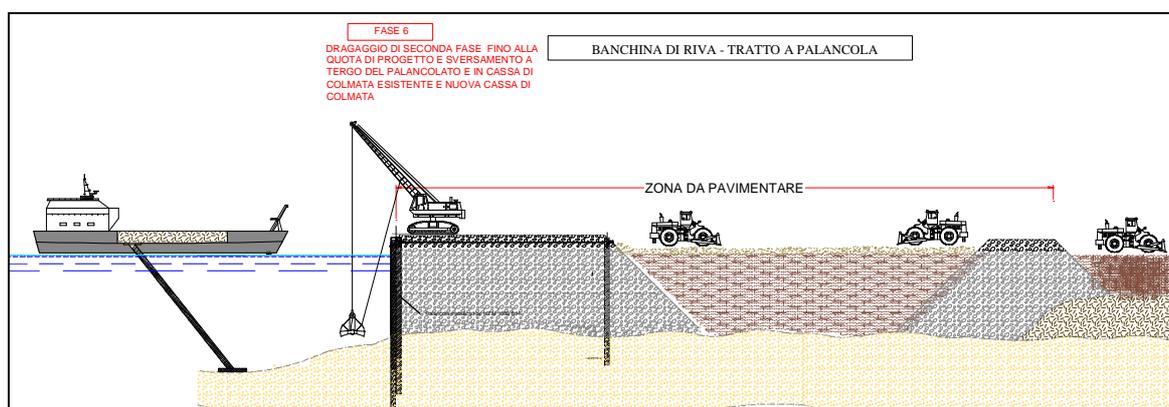


- 5) Dragaggio **di prima fase** per uno spessore medio di 3,50 m. da quota fondale (fino a raggiungere le sabbie) e sversamento del materiale limoso nelle casse

di colmata esistente nelle aree del porto canale, ovvero nella nuova cassa di colmata, con spandimento e distribuzione onde evitare zone di accumulo con diversa granulometria del materiale ;

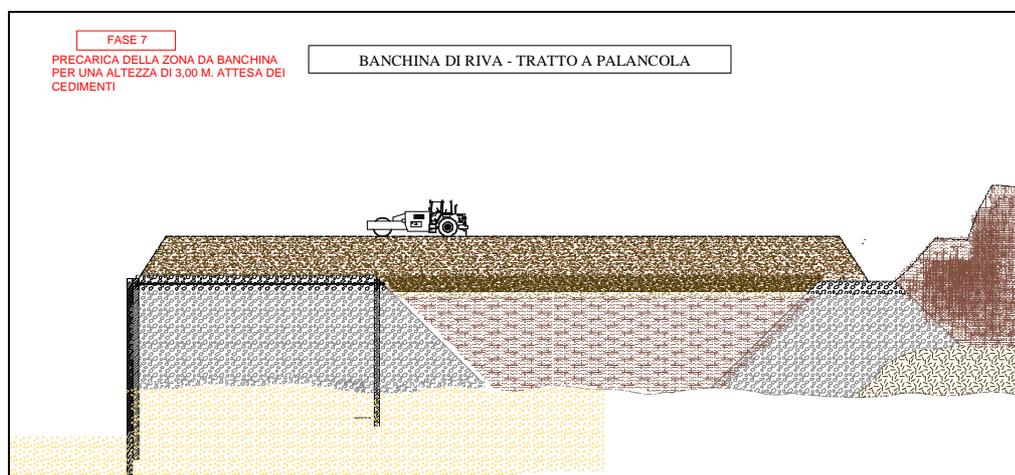


- 6) Dragaggio **di seconda fase** fino alla quota prevista in progetto per il fondale sversamento del materiale sabbioso tra la zona delle palancole ed il nuovo argine della cassa di colmata previo spandimento e distribuzione al suo interno onde evitare zone di accumulo con diversa granulometria del materiale, il materiale in esubero sarà sversato nelle casse di colmata esistente nelle aree del porto canale;

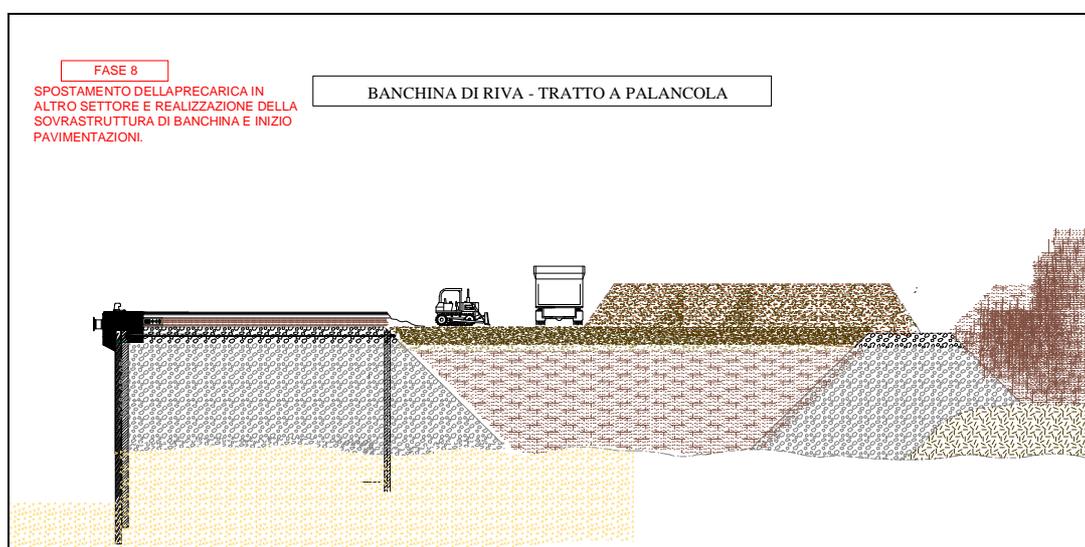


Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

7) Precarica della zona di banchina e del piazzale retrostante (2° fase), per uno spessore variabile da 2,00 a 3,00 m. secondo le indicazioni degli elaborati progettuali e fino all'esaurimento dei cedimenti;



8) Realizzazione della sovrastruttura di banchina e della pavimentazione del dente di attracco e dei piazzali retrostanti;



Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

Piano di monitoraggio

Premessa

La metodologia e le strumentazioni utili per impostare, programmare ed eseguire il monitoraggio, sono basate su un'attenta analisi del progetto nel suo complesso, comprendente gli argini di contenimento della colmata, lo studio geologico dell'area, ed il contesto del sito in cui si realizza l'opera.

Nella fattispecie, le grandezze da monitorare sono le seguenti:

[A] Deformazione della superficie topografica e delle future pavimentazioni stradali.

La misura è di *tipo topografico* attraverso la misura cadenzata nel tempo di sezioni trasversali alle opere realizzate.

[B] Deformazioni degli strati di terreno profondi.

Le misure sono di *tipo geotecnico* attraverso l'uso di assestimetri, inclinometri e piezometri a corda vibrante.

[C] Deformazione dei rilevati e delle strutture di contenimento.

Le misure sono di tipo topografico e geotecnico, direttamente correlate e dipendenti dalle risultanze delle deformazioni di cui ai punti [1] e [2].

Quelle topografiche potranno realizzarsi con **mire** fisse opportunamente disposte rispetto alle palancole, mentre per quelle geotecniche potranno installarsi ***inclinometri***.

[D] Variazione del livello idrico e della superficie della falda.

Le misure sono di tipo geotecnico per valutare gli effetti degli scavi a breve e lungo termine sul regime della falda attraverso l'utilizzo di freatimetro.

Autorità Portuale di Cagliari	Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	---	---

Predisposizione del piano di monitoraggio

Per un maggior dettaglio si rimanda alla relazione geotecnica, si riporta di seguito una sintesi.

Il piano di monitoraggio comprenderà:

- [1] Reticolo di controllo topografico estesa a tutta l'area interessata dalla colmata, mediante disposizione di una stazione di misura ogni 60 m per complessive **n. 20 stazioni topografiche**, disposte come da figura 8.
- [2] Stazioni di misura strumentate mediante inclinometri da posizionarsi in corrispondenza dell'allineamento individuato dalle palanolate, con soluzione di continuità dalla banchina di attracco 3 alla banchina di attracco 6.
 - a. Imponendo un interasse reciproco di 50÷60 m, saranno da prevedersi **n. 15 stazioni inclinometriche** profonde 30 m e disposte come da figura 9.
- [3] Stazioni strumentate con assestimetri da posizionarsi in tutto il comparto di intervento.
- [4] Prevedendo una spaziatura reciproca di 60 m saranno da installare **n. 30 stazioni assestimetriche**, disposte come da figura 10.
 - a. Gli **assestimetri** dovranno essere installati fino ad una profondità di circa 40 m dal l.m.m. con un interdistanza tra gli anelli di 2-3 m.
- [5] Verticali di misura del livello di falda costituiti da una coppia di **piezometri a corda vibrante** a differenti profondità, in ordine alla presenza di livelli poco permeabili (argille e limi argillosi) nei vari settori del comparto di intervento, secondo la seguente frequenza:
 - n. 11 piezometri da 13 m,
 - n. 5 piezometri da 15 m,
 - n. 14 piezometri da 23 m,
 - n. 12 piezometri da 28 m,
 - n. 18 piezometri da 40 m,
 La disposizione è quella indicata in figura 10.

I **piezometri**, di tipo “multipunto”, dovrebbero essere caratterizzati da modesto tempo di ritardo (celle piezometriche) e con i relativi punti di

Autorità Portuale di Cagliari	<i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i>	Progetto definitivo Relazione generale
-------------------------------	--	---

misura posizionati sia in superficie in corrispondenza dei terreni limoso argilloso algali che nei terreni argillosi più profondi.

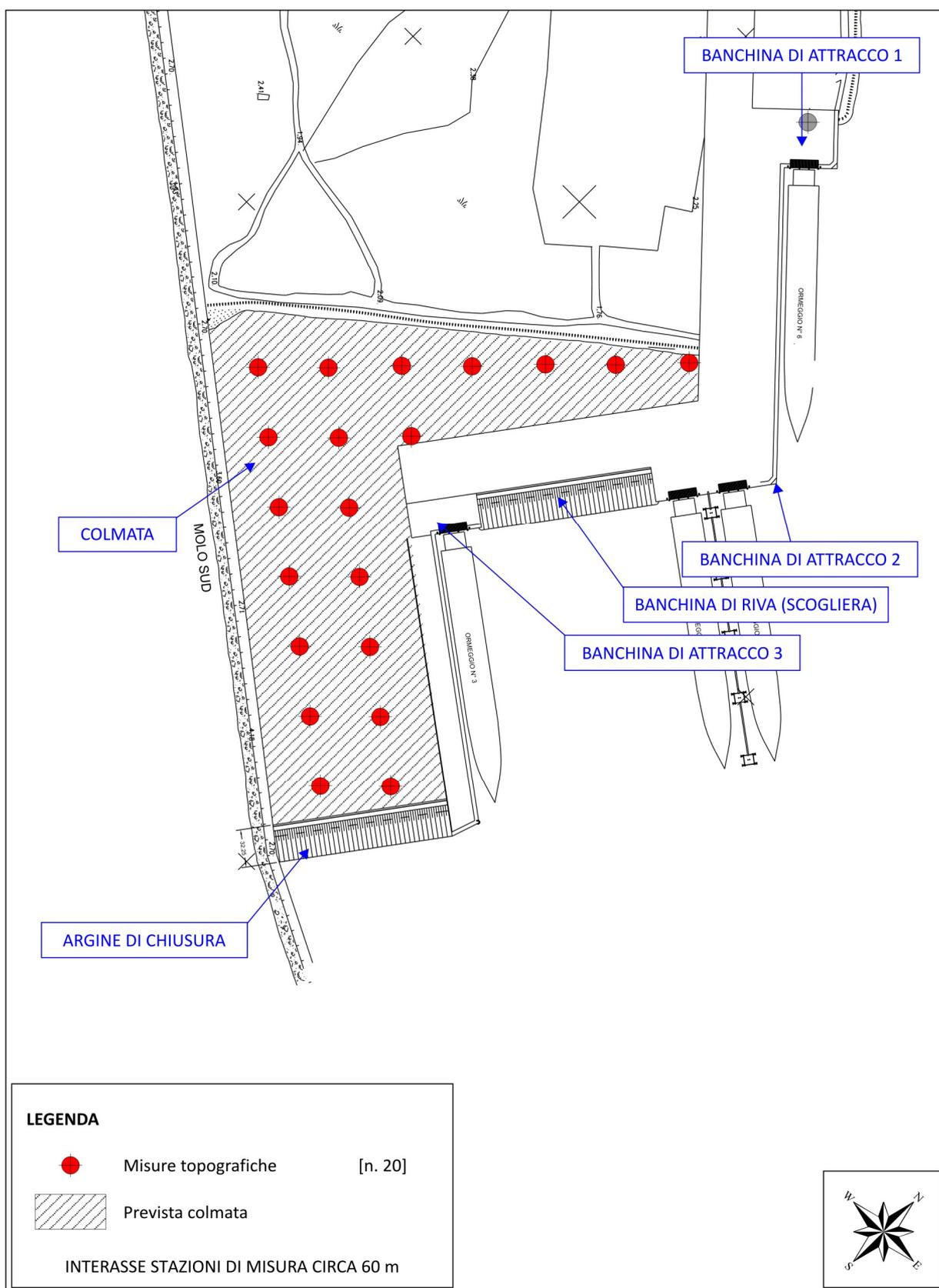


Figura 13 Distribuzione planimetrica delle stazioni di misura topografiche

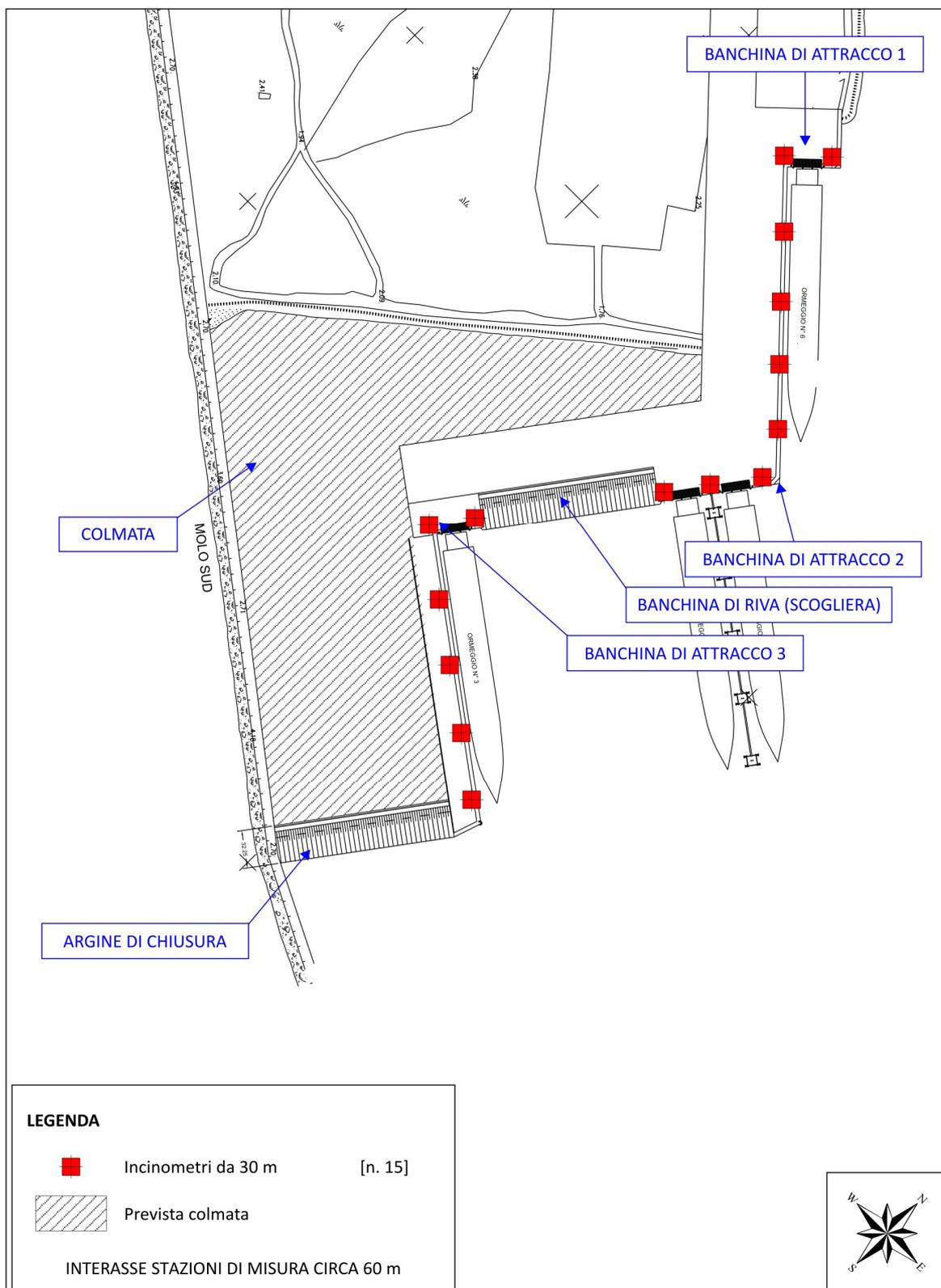


Figura 14 Distribuzione planimetrica degli inclinometri

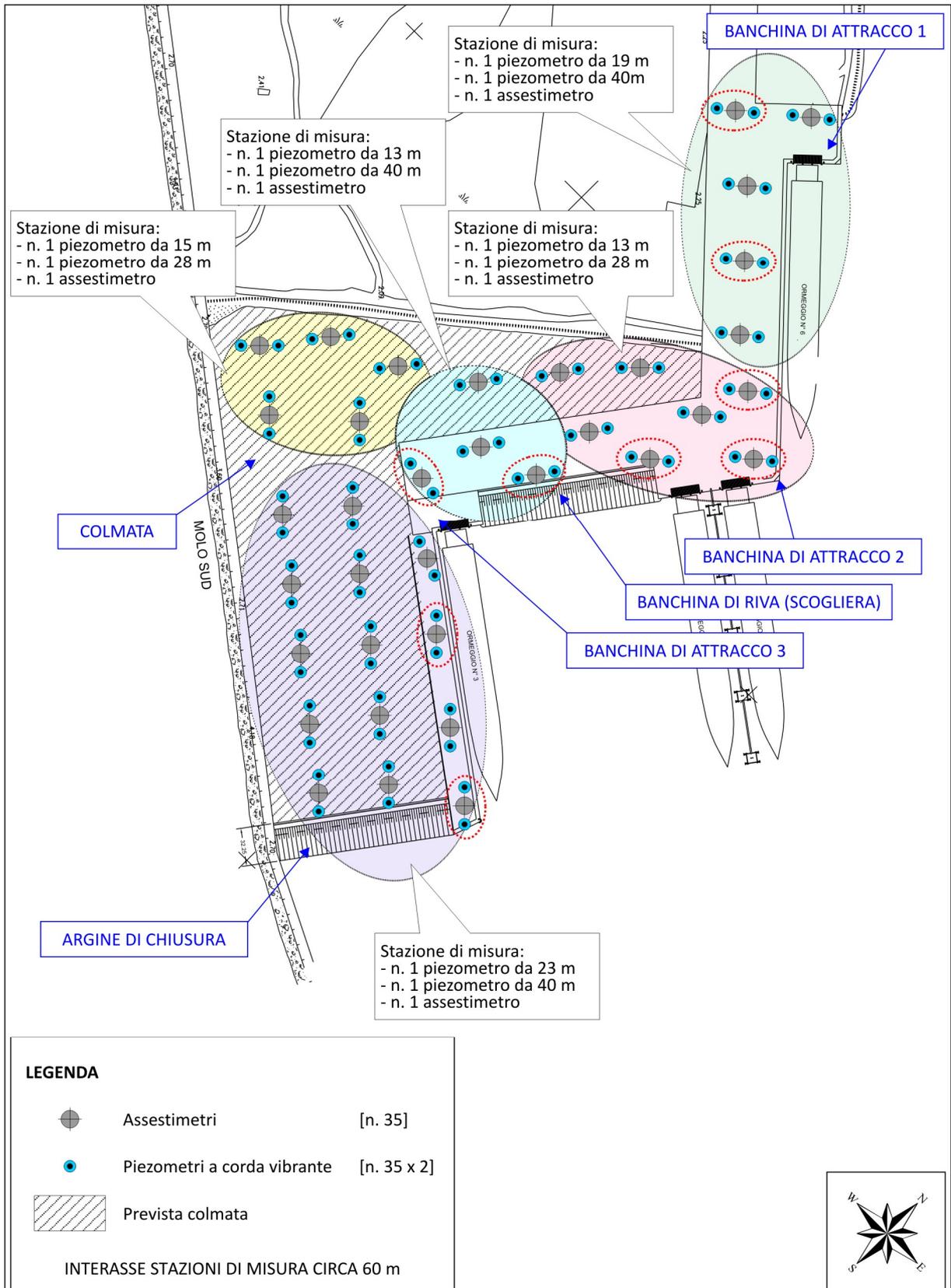


Figura 15 Distribuzione planimetrica degli assestimetri e dei piezometri a corda vibrante

<p>Autorità Portuale di Cagliari</p>	<p><i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i></p>	<p>Progetto definitivo Relazione generale</p>
--------------------------------------	---	---

Considerata la limitata disponibilità economica, in questa prima fase, il monitoraggio sarà concentrato in corrispondenza delle aree di “banchinamento” (aree senza tratteggio) e nelle zone immediatamente adiacenti; mentre nelle restanti aree di colmata (aree con tratteggio) laddove non è prevista in progetto la realizzazione di pavimentazione, sarà effettuato solo il monitoraggio attraverso “caposaldi” rimandando quello attraverso piezometri ed assestimetri ad una eventuale fase successiva.

Riguardo i tempi di attivazione del monitoraggio (assestimetri + piezometri), dal momento che verranno effettuati sia i rilevati per raggiungere le quote di progetto fuori acqua (+0.50 m s.l.m.m.) che successivamente dei precarichi per la riduzione dei tempi di assestamento, si prescrive di avviare le operazioni installando un’aliquota della strumentazione non appena raggiunta la quota di progetto fuori acqua dei rilevati (vedi evidenziatura con la tratteggiatura in rosso) e la restante una volta realizzato il precarico.

Relativamente alle banchine, gli inclinometri verranno disposti una volta che questa sarà ultimata.

Le letture dovranno essere effettuate con cadenza quindicinale per gli assestimetri e piezometri. Mentre per gli inclinometri la cadenza sarà mensile.

La durata del monitoraggio è prevista fino a raggiungimento dell’80/90% dei cedimenti “teorici” previsti (circa 9/10 mesi, compresa la prima fase). Riguardo gli inclinometri il monitoraggio si protrarrà fino al termine dei lavori (circa 45 mesi).

<p>Autorità Portuale di Cagliari</p>	<p><i>Porto canale di Cagliari. Terminal ro-ro – I lotto funzionale</i></p>	<p>Progetto definitivo Relazione generale</p>
--------------------------------------	---	---

Tempo di esecuzione e costo delle opere

Il costo totale delle opere previste è di Euro 40.590.584,00 di cui Euro 37.532.174,65 € per lavori compensati a corpo ed Euro 1.366.940,35 € per lavori compensati a misura, mentre l'importo degli oneri per la sicurezza ammontano a Euro 1.361.469,00 €.

I prezzi unitari utilizzati nel computo metrico sono stati estratti dal Prezzario Regionale delle OO.PP. – Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato dei LL.PP. – e dal prezzario dei Lavori Pubblici del Lazio.

I lavori sono stati valutati a corpo ed a misura, come esplicitato nel computo metrico estimativo e nel capitolato speciale d'appalto.

Il committente intende procedere attraverso un appalto integrato quindi nel quadro economico è stata inserita una voce con gli oneri della progettazione esecutiva pari a 330.000,00 €.

Per valutare il tempo di esecuzione delle opere si è studiato con accuratezza un programma dei lavori, tenendo conto dei tempi di predisposizione del cantiere, di approvvigionamento dei materiali e di esecuzione delle opere, e del decorso dei cedimenti.

Si ritiene che un tempo di esecuzione compatibile con una buona organizzazione di impresa sia pari a 45 mesi.

MATERIALI PROVENIENTI DAL DRAGAGGIO

Come indicato in relazione, per garantire l'operatività dei nuovi attracchi Ro-Ro è stato previsto il dragaggio a quota -10.00 m s.l.m.m. dello specchio acqueo prospiciente i nuovi banchinamenti fino al limite del canale di navigazione già scavato a quota -16.00 m s.l.m.m., per complessivi **1.520.000 mc circa**.

I sedimenti provenienti dal dragaggio sono costituiti prevalentemente, come risulta da analisi già effettuate, da sabbie sciolte, miste a paglia ed alghe marine, con tritume conchigliare e limose.

Tutto il materiale ottenuto dal dragaggio (costituito da diversi litotipi perlopiù caratterizzati da terreni di natura limosa e sabbiosa), sarà sversato in opportune zone, possibilmente cercando di separare i materiali "più pregiati" da quelli "poco pregiati". Si realizzerà pertanto un argine di divisione con la triplice funzione di separare la zona del banchinamento principale dalle zone di colmata, di separare tra loro le aree di colmata e di delimitare le aree bonificate dalle aree allo stato naturale non dragate.

In tal modo si renderà possibile differenziare lo sversamento del materiale dragato in zone prescelte, indirizzando i materiali con caratteristiche meccaniche più scadenti (limo con paglia marina) in aree selezionate a terra all'interno delle aree del porto Canale nelle vasche esistenti per circa **900.000 mc**, mentre i materiali migliori dal punto di vista geotecnico (sabbie) nelle aree comprese tra il rilevato di banchinamento e l'argine (o rilevato) di divisione, e parte nelle aree di colmata per circa **620.000 mc**.

Con questo procedimento si otterrà una selezione dei materiali di dragaggio volta sia ad ottimizzarne l'utilizzo dal punto di vista progettuale, con conseguente miglioramento del comportamento geotecnico delle aree maggiormente sensibili, che dal punto di vista puramente economico

Al riguardo si rappresenta che è stata effettuata nel 2010 e nel 2011 una estesa campagna geognostica con analisi a terra ed in mare e nell'ottobre del 2014 si è proceduto alla caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dei materiali da dragare da parte del Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci" (CIBM) di Livorno.

La supervisione e validazione delle analisi è stata effettuata dall'ISPRA per la determinazione di metalli, granulometria e saggi biologici. Il resto delle analisi, sul totale dei campioni, sono state effettuate da AAMPS (Azienda Ambientale di Pubblico Servizio), sempre di Livorno, che in quanto Ente Pubblico non necessita di un validatore.

Il piano dei campionamenti è stato concordato con la Provincia di Cagliari – Ufficio Acque (nota A.P. del 03/19/2012 – prot. n.6282/12 e nota Provincia del 16/10/2012 – prot. n.7349/12), cui con nota del 13/05/2015 (prot. n.4013/15) è stato trasmesso il report definitivo contenente i risultati delle analisi effettuate, ai fini dell'ottenimento dell'autorizzazione di cui all'art.109 del D.Lgs 152/06.

In base alle analisi effettuate la maggior parte dei sedimenti risultano rientrare nella classe A2 prevista dal “Manuale per la movimentazione di sedimenti marini” (ICRAM – APAT – MATTM, 2007) e, pertanto, possono essere depositati in una qualsiasi delle casse di colmata della sponda ovest del Porto Canale, secondo l’indicazione che verrà fornita dalla Provincia nella propria autorizzazione.

Pochi campioni, per lo più superficiali, rientrano, invece, nella classe B2 e necessitano, pertanto, di essere depositati all’interno di bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo.

In questa fase si può ipotizzare di depositare detti materiali all’interno della cassa 2BIS del Porto Canale, che risulta appunto conterminata sul fondo mediante argilla e sui lati mediante teli HDPE.

Attualmente la succitata vasca si sta utilizzando per il deposito dei materiali provenienti da escavo e sbancamento dei lavori di realizzazione della darsena pescherecci (decreto di compatibilità ambientale DVA-DEC-2012-436 del 10/08/2012) e vi si sono già stati depositati i materiali provenienti dalla manutenzione dei fondali del Molo Ichnusa (esclusione VIA prot. n.DVA-2011-10671 del 05/05/2011).

La scelta rimane ovviamente subordinata all’emanazione di nuove regolamentazioni a livello nazionale che, anche a breve, potrebbero permettere una riclassificazione di detti materiali e, conseguentemente, una modifica delle opzioni di gestione dei sedimenti.

QUADRO ECONOMICO PROGETTO DEFINITIVO			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) lavori a base d'asta (a corpo e a misura)	€ 38.899.115,00	/	€ 38.899.115,00
A.2) oneri di sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 1.361.469,00	/	€ 1.361.469,00
TOTALE A	€ 40.260.584,00	/	€ 40.260.584,00
B) SPESE GENERALI			
B.1) Imprevisti (8%)	€ 3.220.846,72	/	€ 3.220.846,72
B.2) Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€ 200.000,00	/	€ 200.000,00
B.3) Rilievi, accertamenti ed indagini (rilievi propedeutici alla progettazione, caratterizzazioni e monitoraggi ambientali)	€ 400.000,00	€ 88.000,00	€ 488.000,00
B.4) Allacciamenti ai pubblici servizi	€ 200.000,00	€ 44.000,00	€ 244.000,00
B.5) Accantonamento di cui all'articolo 133, commi 3 e 4, del codice (2%)	€ 805.211,68	/	€ 805.211,68
B.6) Collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ 100.000,00	€ 22.000,00	€ 122.000,00
B.7) Spese per attività di consulenza o di supporto	€ 149.694,00	€ 32.932,68	€ 182.626,68
B.8) Spese di cui agli articoli 90, comma 5, e 92, comma 7-bis, del codice, spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, l'importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 92, comma 5, del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€ 1.081.675,79	€ 60.822,10	€ 1.142.497,89
B.9) Oneri di legge su Spese tecniche B9) e B6)	/	/	/
B.10) Eventuali spese per commissioni giudicatrici (gara)	€ 35.000,00	€ 7.700,00	€ 42.700,00
B.11) Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€ 15.000,00	€ 3.300,00	€ 18.300,00
B.12) Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	€ 70.306,00	€ 15.467,32	€ 85.773,32
B.13) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto	€ 50.000,00	€ 11.000,00	€ 61.000,00
B.14) Spese per risoluzioni, bonarie e non, di contenziosi a variazioni sostanziali di importo contrattuale (3% art.12 DPR 207/10)	€ 1.207.817,52	/	€ 1.207.817,52
TOTALE B	€ 7.535.551,71	€ 285.222,10	€ 7.820.773,81
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (...specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero .			
"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A + B + C)	€ 47.796.135,71	€ 285.222,10	€ 48.081.357,81