

**PROGETTO DI BASE DEL NUOVO TERMINALE
DI RIGASSIFICAZIONE DI GAS NATURALE LIQUEFATTO
NEL PORTO DI TARANTO
ITALIA**

**ANALISI DI FATTIBILITA' DI UN TERMINALE CONTAINERS
A PARTIRE DALL'AREA DI COLMATA PER
L'AMPLIAMENTO DELL'ATTUALE BANCHINAMENTO**

PROGETTO DI BASE DEL NUOVO TERMINALE DI RIGASSIFICAZIONE DI GAS NATURALE LIQUEFATTO NEL PORTO DI TARANTO ITALIA

ANALISI DI FATTIBILITA' DI UN TERMINALE CONTAINERS A PARTIRE DALL'AREA DI COLMATA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ATTUALE BANCHINAMENTO

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. MATERIALI DA DRAGARE	2
3. GESTIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DRAGATI	3
4. FATTIBILITÀ DEL TERMINAL CONTAINERS A PARTIRE DALL'AREA DI COLMATA	5
4.1. INTRODUZIONE	5
4.2. DEFINIZIONE DELL'AREA DI COLMATA E DEL RELATIVO BARRIERAMENTO	5
4.3. ESECUZIONE DEL BANCHINAMENTO PER TERMINAL CONTAINERS	6
4.4. CONSOLIDAMENTO DELL'AREA DI COLMATA	8
5. ESPERIENZE SIMILARI : IL CASO DEL PORTO DI HUELVA.....	9
6. CONCLUSIONI.....	14

INDICE FIGURE

Figura 1. Carte Nautiche della zona di ubicazione del nuovo Terminale.....	1
Figura 2. Sezione schematica di recinto emergente.....	4
Figura 3. Sezione tipo della chiusura del recinto	5
Figura 4. Pianta del recinto e futuro molo.....	7
Figura 5. Sezione tipo di molo di pali.....	8
Figura 6. Sezione tipo di molo di cassette	8
Figura 7. Recinto della Riva Izquierda.....	10
Figura 8. Sezione tipo di recinto della Riva Izquierda.....	10
Figura 9. Vista aerea del riempimento del recinto	11
Figura 10. Draga di aspirazione in funzione di spinta nel recinto	11
Figura 11. Carica preventiva con drenaggi tipo mecha	12
Figura 12. Grafico di assestamento in un punto della carica preventiva	12
Figura 13. Sezione tipo del molo di Huelva	13
Figura 14. Ortofoto del molo in fase de costruzione.....	13

1. INTRODUZIONE

La Società Gas Natural ha previsto la costruzione di un impianto di ricezione e rigassificazione di GNL nel porto di Taranto, Italia.

Il nuovo Terminale di rigassificazione è situato a Sud-est del Terminal dei containers ed a est della diga separata frangiflutti.

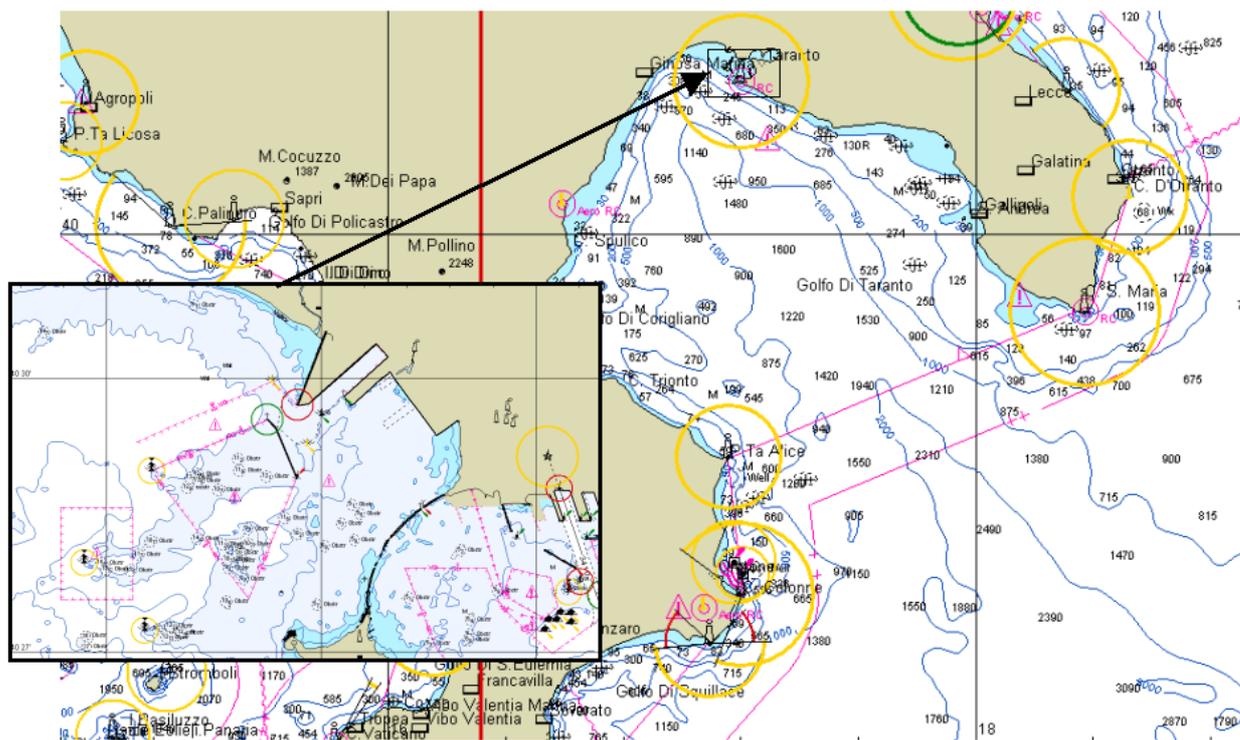


Figura 1. Carte Nautiche della zona di ubicazione del nuovo Terminale.

L'impianto di rigassificazione richiede un terminal marittimo di scarico di GNL in cui portare a termine, con il livello di sicurezza richiesto per questo tipo di merci, le operazioni di trasferimento del carico di GNL dalle navi trasportatrici del gas liquido fino all'impianto, per il suo stoccaggio e la successiva rigassificazione e distribuzione alla rete nazionale.

ALATEC ha sviluppato il progetto di base della configurazione marittima del terminale di ricevimento delle navi e del collegamento nave-terra.

Per la operatività di manovra delle navi metaniere è necessario realizzare un primo dragaggio di fronte all'attracco, nel posto in cui è stata prevista la realizzazione dell'area di manovra della metaniera.

2. MATERIALI DA DRAGARE

I materiali da dragare sono caratterizzati geotecnicamente mediante esplorazioni a rotazione.

Dallo studio elaborato per SOIL si evince che si tratta, nella quasi totalità, di arene fangose da scioglimento e frammenti di conchiglie, con NSPT di circa 20 alla quota di -11.

Ha un angolo di strofinamento superiore a 28° e ammette una scarpata di scavo stabile di 2.5 H: 1 V, sebbene nel progetto realizzato si sia stati più conservativi negli angoli degli scavi dragati (4 H: 1 V).

Le caratteristiche granulometriche dei materiali da dragare sono riportate nella tabella che segue. L'area da dragare è stata analizzata attraverso 2 sondaggi (BH25 e BH26) situati nel centro dell'area di evoluzione della nave e dell'accesso al bacino portuale rispettivamente. Per ogni punto sono stati estratti 4 campioni inalterati denominati C1-C4 a differenti profondità, come riportato in tabella.

La granulometria dei differenti campioni si caratterizza attraverso le percentuali di ghiaia, sabbia, limo e argille risultanti dalle analisi granulometriche.

La ASTM classifica i suoli in funzione della grandezza del materiale esaminato nei seguenti gruppi, denominati in tabella con le lettere G, S, L e A:

Ghiaie (G)	Grandezza del grano maggiore di 2 mm
Sabbie (S)	Grandezza del grano maggiore di 0.05 mm e minore di 2 mm
Limo (L)	Grandezza del grano maggiore di 0.05 mm e minore di 0.005 mm
Argilla (A)	Grandezza del grano maggiore di 0.005 mm

Laboratory tests - Taranto LNG_ off shore			BH25				BH26			
BOREHOLE			C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
SAMPLE	(n°)		1	2	3	4	1	2	3	4
DEPHT	(m below mud line)		1.80	3.35	4.85	6.35	1.80	3.35	4.85	6.35
LAYER			1	1	1	1	1	1	1	1
VOLUME CHARACTERISTICS										
Water Content	[W _n]	(%)	26.10	28.70	28.00	27.90	56.00	51.30	39.60	28.20
Unit weight	[γ _n]	(kN/m ³)	19.01	18.98	18.75	18.89	16.37	16.94	18.38	18.91
GRAIN SIZE CHARACTERISTICS										
Gravel	[G]	(%)	29	31.5	30	30.2		12.5	2	
Sand	[S]	(%)	42	47.6	45	46.2	39	45.2	40	61.5
Silt	[L]	(%)	17	18.4	19	18.1	44	36.3	43	30.7
Clay	[A]	(%)	12	2.5	6	5.5	17	6.0	15	7.8
ATTERBERG'S LIMITS										
Liquid Limit	[LL]	(%)					45.00	38.00	44.00	
Platic Limit	[LP]	(%)					37.00	35.00	39.00	
Plastic Index	[IP]	(%)					8.00	3.00	5.00	
TX (UU)										
undrained shear strength (UU)	[s _u]	(kPa)					1.0		18.0	8.0
DIRECT SHEAR										
Drained Shear Strength	[c']	(KPa)				0.00	7.30		0.00	10.10
Angle of shearing resistance φ'	[φ']	(°)				34.00	24.60		31.90	25.70
 sample from covering layer										

Le caratteristiche sono particolarmente favorevoli nell'esplorazione BH25 situato nel centro dell' area di manovra da dragare con contenuti molto bassi di materiali argillosi.

3. GESTIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DRAGATI

Rispetto alla loro caratterizzazione ambientale, i materiali da dragare si riscontrano solo parzialmente contaminati nello strato superiore per cui è stato previsto un collocamento in un recinto le cui caratteristiche sono compatibili con il tipo di materiale confinato. Il recinto progettato deve impedire la fuga delle particelle sottili (meno di 63 micron) e tale caratteristica è garantita dallo spessore e dai materiali utilizzati per il barriera; non è richiesta la impermeabilizzazione artificiale del recinto.

La relazione di caratterizzazione di SOIL certifica che i livelli di contaminazione incontrati sono perfettamente compatibili con la sua utilizzazione per costruire un'area di colmata nel porto, come da programma dell'Autorità marittima.

Il recinto progettato potrà essere utilizzato nel Porto per nuovi usi portuali, come per esempio la costruzione di un nuovo Terminal per containers.

Il confinamento nel recinto è la tecnica piu' impiegata per il trattamento del materiale dragato, soprattutto se di tipo contaminato. Permette un controllo immediato e successivo piu' facile di altri tipi di gestione come lo sversamento in mare.

Consiste nella costruzione nel mare di alcuni terrapieni di terra o di pietra delimitando un recinto chiuso, dalla maggior capacità possibile, nel cui interno si immagazzinano i prodotti del dragaggio.

Possono costituire una isola (o perfino con il suo riempimento un atollo) ma il piu' frequente è quello addossato alla costa o a dighe portuali come nel caso dell'area di colmata di Taranto.

In dipendenza del grado di contaminazione dei materiali che si vanno a confinare , il recinto deve avere una barriera fisica per i materiali introdotti e per l'acqua all'interno del recinto stesso. Come abbiamo detto precedentemente il recinto di Taranto impedisce la fuga delle particelle contaminate . Il progetto del recinto permette di isolare i materiali contaminati dalla flora e dalla fauna ed evitare che vadano a far parte della catena trofica.

Lo schema di funzionamento è riportato nella sezione-tipo di un recinto mostrato in figura .

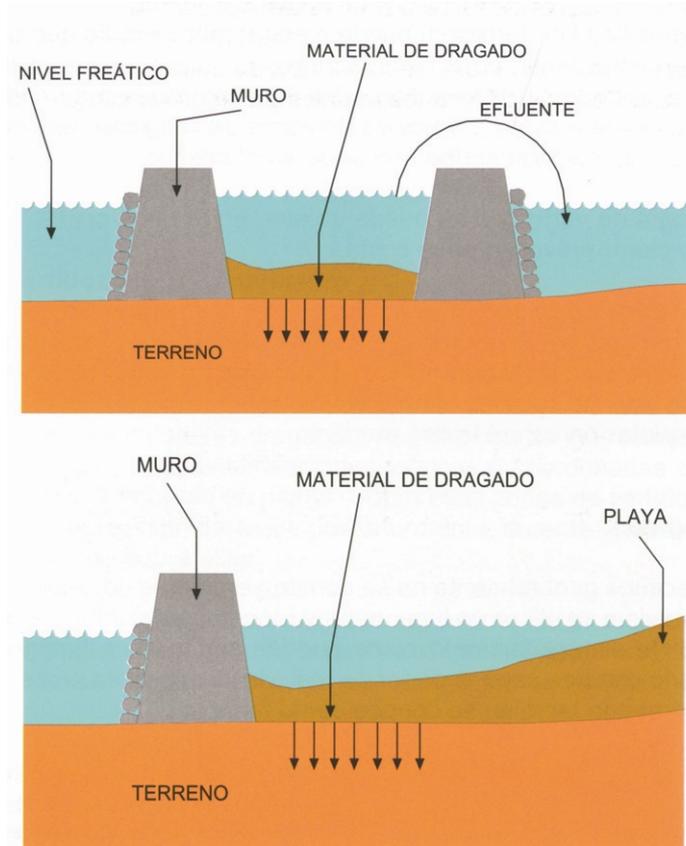


Figura 2. Sezione schematica di recinto emergente

Il materiale dragato entra dalla tubazione mescolato con acqua. L'obiettivo è quello di trattenere i contaminanti, la cui maggior parte si trova nei sedimenti. All'interno del recinto si può distinguere una zona di deposito dei materiali grossolani nei pressi dell'entrata del materiale. Più avanti c'è una zona di deposito dei materiali fini.

Oltre quella c'è la zona di decantazione. Il recinto è progettato per la decantazione di questi sedimenti. Se la portata in entrata è sufficientemente elevata si produce un efflusso di acqua che ritorna al mare. Per quello si deve progettare uno scolo, realizzato con una tubatura o con saracinesche a fronte di analisi di compatibilità dello stesso.

I materiali solidi che si stanno decantando restano confinati nel recinto, ritenuti dal fondo e dalle pareti dello stesso, così come dai propri materiali sedimentati in precedenza che sono altamente impermeabili all'acqua.

Il maggior deposito di questo tipo è quello conosciuto di Sluffer di Rotterdam. In questo porto si dragano annualmente intorno a 20 milioni di mc di limo. Una parte di questo materiale è contaminato e si confina nel recinto di Sluffer con una superficie di 260 ha e una capacità di 150 milioni di metri cubi. È stato realizzato dragando sabbie alla quota di -28 m e utilizzando queste sabbie per realizzare un barrieramento perimetrale "di coronamento" alla quota di +24 m.

4. FATTIBILITÀ DEL TERMINAL CONTAINERS A PARTIRE DALL'AREA DI COLMATA

4.1. INTRODUZIONE

L'area di colmata per il confinamento del materiale dragato rappresenta solo la prima fase del progetto di realizzazione dell'ampliamento del cd. V sporgente già esistente e della relativa conversione a Terminal contenitori.

Le caratteristiche geotecniche dei materiali dragati, costituiti sostanzialmente da sabbie, lo rendono perfettamente fattibile. In questo capitolo si indicano alcune considerazioni a carattere tecnico-gestionale per la ottimale realizzazione del barrieramento e del relativo riempimento, al fine di consentirne, senza particolari problematiche di sorta, la conversione a piattaforma logistica da parte dell'Autorità marittima e/o degli stessi Operatori privati.

4.2. DEFINIZIONE DELL'AREA DI COLMATA E DEL RELATIVO BARRIERAMENTO

La sezione tipo del recinto per ricoverare il materiale dragato è mostrata nella figura seguente.

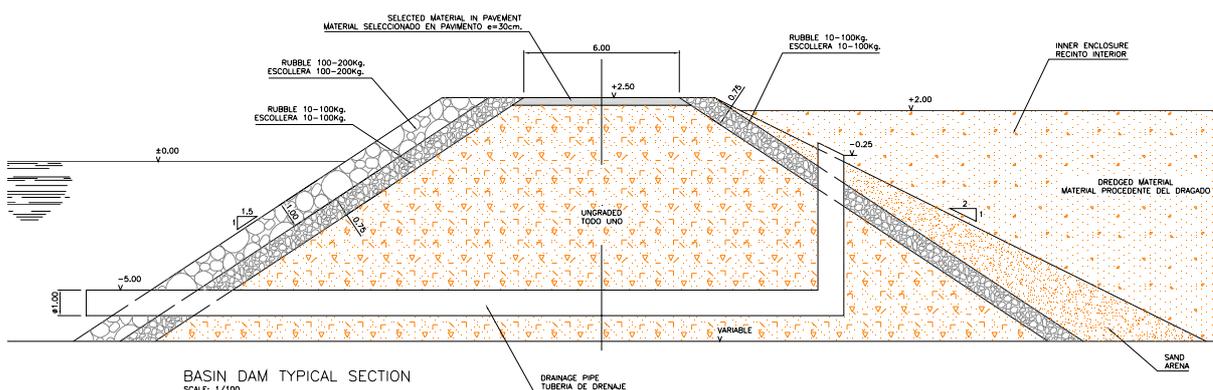


Figura 3. Sezione tipo della chiusura del recinto

È formata da una sezione trapezoidale di materiale di cava tutto di tipo uno, con coronamento alla quota di +2.50 e scarpate 1.5H :1V. La larghezza al coronamento è di 6 m, con la quale si può realizzare la costruzione del recinto con mezzi terrestri.

Le scarpate del recinto hanno degli strati di scogliera artificiale per la protezione contro l'erosione dell'ondosità.

La scarpata interna ha un rinforzo di arena con scarpata 2H:1V che, oltre a dare stabilità all'insieme assicura la ritenzione delle particelle fini del materiale dragato.

L'utilizzazione del riempimento (colmata) come area da destinare a piattaforma logistica (terminal contenitori) implica alcune attività ed accorgimenti da adottare in fase di realizzazione delle opere di barrieramento e riempimento e di gestione successiva delle stesse.

Sulla base del fatto che le evidenze disponibili dell'analisi granulometrica dei materiali dragati, una parte predominante dei quali è formata da sabbie, durante l'esecuzione del riempimento dovranno essere adottati accorgimenti e mezzi opportuni per evitare l'eventuale fenomeno di "segregazione" del materiale immesso nel recinto di contenimento, producendo punti di accumulo del materiale fino nell'area di colmata.

Il sopra citato fenomeno si manifesta in relazione all'ubicazione del punto di immissione del materiale: per tale motivo questo dovrà essere variato con la necessaria frequenza, variando al contempo le condizioni operative dell'effluente. In questo modo se pure dovessero verificarsi accumuli di materiale fino essi saranno di piccolo spessore e di ridotta estensione e comunque risulteranno intervallati tra parti drenanti, grazie alle quali si agevola il consolidamento del suolo e si garantisce la compatibilità con il futuro utilizzo per piattaforma logistica senza particolari problematiche.

Altro accorgimento che sarà opportuno attuare è quello di riservare l'ultima parte del riempimento, già al di sopra del livello del mare, al riempimento mediante materiale dragato di adeguata granulometria ovvero con contenuto di materiale fino molto basso e non contaminato: a questo scopo sarebbe ad esempio indicato il materiale del punto di campionamento BH25, a livello C4 (il più profondo). In tal modo, oltre a isolare l'eventuale parte residualmente contaminata, si otterrà un'area di colmata con stabilità sufficiente per le operazioni di movimentazione mezzi e macchinari convenzionali nell'ambito delle attività di campagna geotecnica e/o di realizzazione di eventuali precarichi.

D'altro lato, una volta ultimata la realizzazione delle opere di barrieramento della vasca di colmata, si realizzerà una dettagliata indagine geotecnica fornendo all'ente gestore delle aree e dello sviluppo infrastrutturale (Autorità Portuale) informazioni complete e affidabili sul consolidamento naturale del terreno per effetto del suo proprio peso, anche attraverso saggi granulometrici e analisi SPT a differenti profondità per tutta l'estensione del riempimento, a conferma delle condizioni previste per il successivo consolidamento addizionale del terreno in funzione della destinazione d'uso finale.

4.3. ESECUZIONE DEL BANCHINAMENTO PER TERMINAL CONTAINERS

Il posizionamento in piano del recinto permette la realizzazione a ridosso di esso di un molo di contenimento con una profondità stimata di 15 m. Questo molo potrebbe realizzarsi con differenti soluzioni strutturali alternative : soluzioni di calcestruzzo (cassette), schermi di pali da fondazione, pali, etc. In questo modo la realizzazione del riempimento di forma previa al molo non condiziona in assoluto il progetto e la costruzione dello stesso.

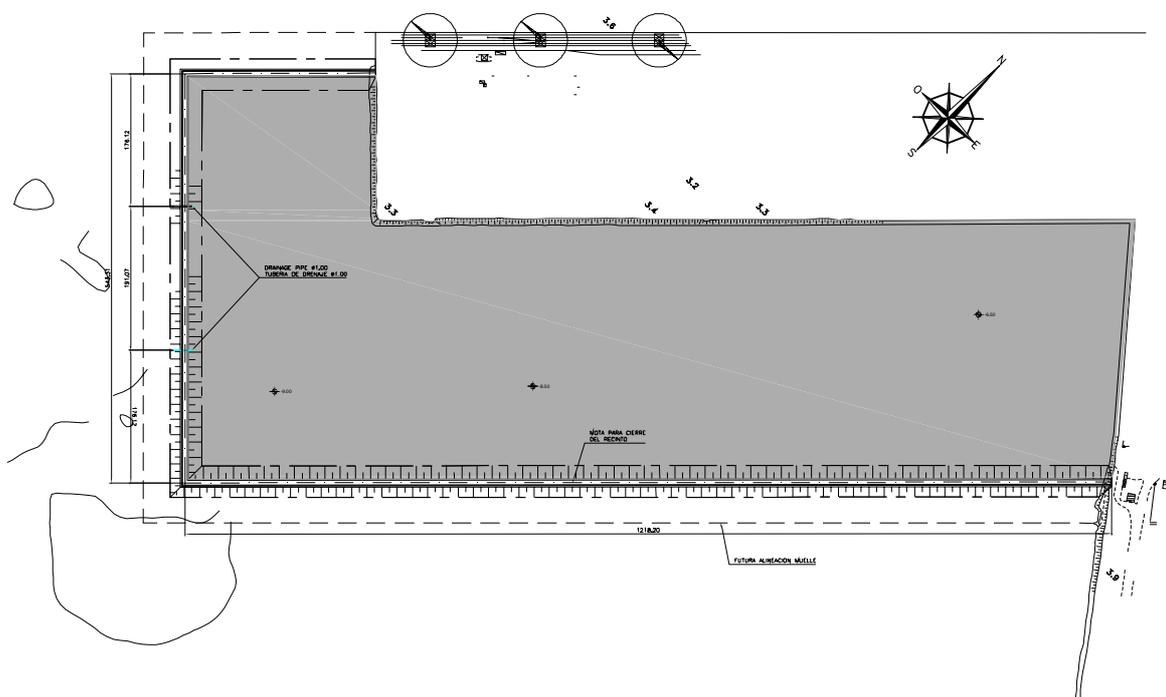


Figura 4. Planta del recinto e futuro molo

Due possibili soluzioni, con un molo di pali e con un molo di calcestruzzo realizzato con cassette prefabbricate di cemento amato, sono mostrate nelle figure seguenti.

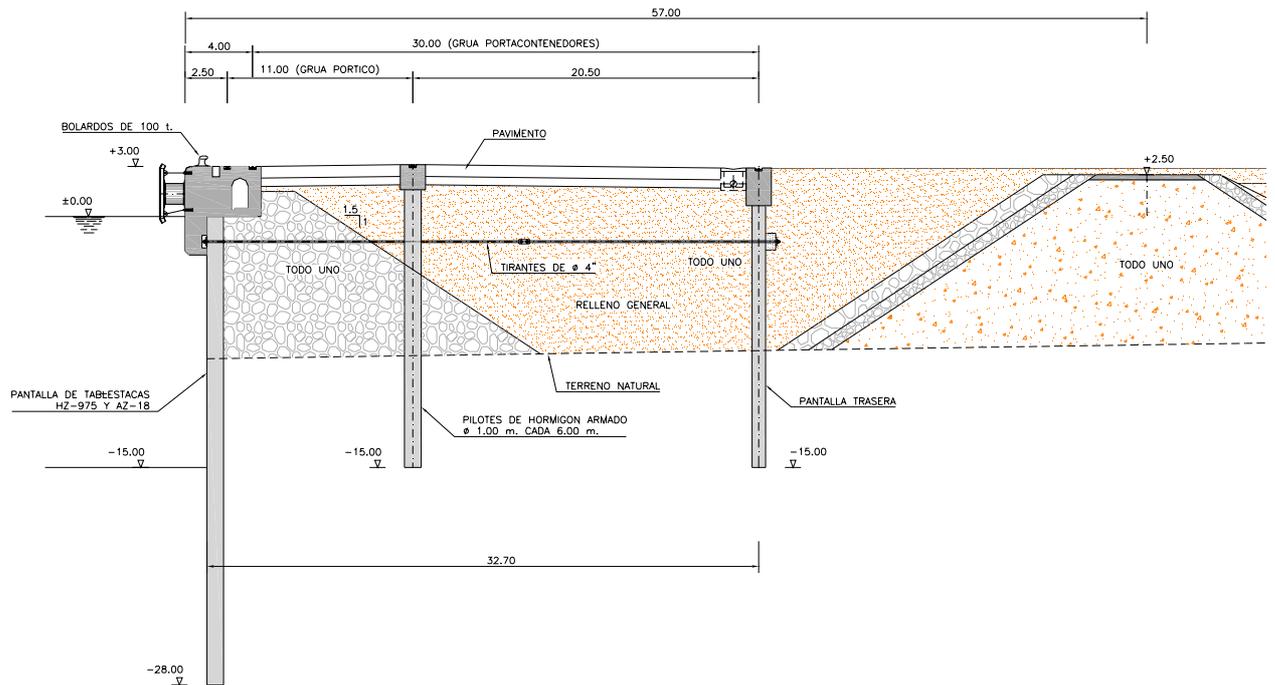


Figura 5. Sezione tipo di molo di pali

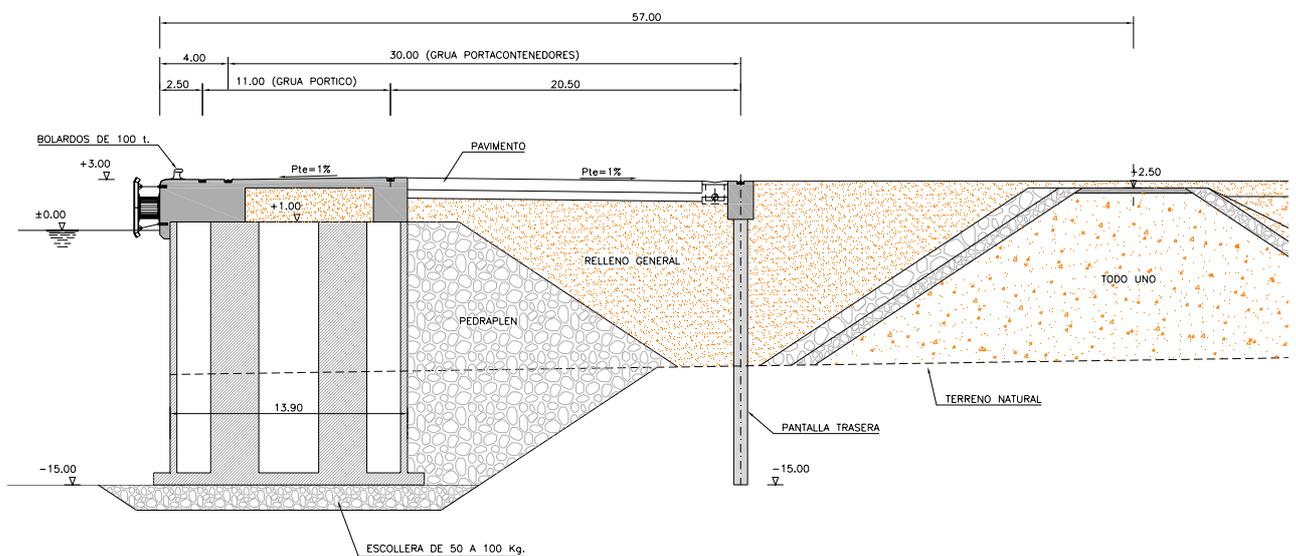


Figura 6. Sezione tipo di molo di cassette

4.4. CONSOLIDAMENTO DELL'AREA DI COLMATA

Per ottenere una operatività adeguata è necessario eseguire una carica preventiva nei riempimenti del recinto, così' come nei riempimenti addossati al futuro molo.

La quantità della carica preventiva deve superare il sovraccarico di progetto del molo, che potrebbe essere all'intorno di 6 t/m² nel caso di operatività nel traffico dei containers.

Una volta realizzato il riempimento, questa carica preventiva può essere utilizzata quando si costruisce il molo, e così si potranno accorciare le scadenze di messa in opera dello stesso.

Sulla base delle informazioni disponibili sul materiale da dragare ed utilizzare per il riempimento e con la adeguata esecuzione di questo, così come indicato in precedenza, si prevede che il consolidamento utile alla conversione a piattaforma logistica (terminal contenitori) sia attuabile con un precarico (sabbia) di 5 m e per un periodo di 6 mesi, senza realizzazione di sistemi drenanti addizionali per accelerarne il consolidamento.

In definitiva, è pienamente assicurata la possibilità di convertire il recinto di riempimento in una spianata portuale destinata al traffico di containers o di merci pesanti. Esistono molteplici esperienze al mondo con soluzioni strutturali come le spianate in questa intestazione. Nel capitolo seguente è mostrato un riferimento, nel quale ALATEC ha partecipato, con apprezzabile grado di similitudine con il molo di Taranto.

5. ESPERIENZE SIMILARI : IL CASO DEL PORTO DI HUELVA

L'aspetto ambientale non è l'unico che possa determinare la scelta di destinare i materiali del dragaggio in un recinto. Nei porti molte volte i punti di manovra in mare aperto possono essere molto lontani dal luogo di estrazione, per cui il costo di trasporto può rendere redditizio economicamente versare in recinti addossati alle rive. Questo ha anche il vantaggio della creazione di nuovi terreni portuali, come nel caso di cui ci occupiamo.

Per questo motivo sono state create grandi estensioni di terreno anni indietro. Per esempio, a Huelva i dragaggi di mantenimento del canale interno durante gli ultimi 100 anni hanno comportato la estrazione di circa 40 milioni di m³ di materiali leggeri scaricati in discariche nelle rive. Oggi costituiscono le zone basse della città e importanti zone portuali.

Nel caso di materiali contaminati il porto di Huelva ha fatto l'esperienza di costruire recinti per il materiale dragato e di ubicare nella spianata un Terminal per Container recentemente costruito. Si tratta del Recinto della Riva Izquierda



Figura 7. Recinto della Riva Izquierda

Il recinto misura approssimativamente 2.5 km di lunghezza e circa 200 m. di larghezza, generando quasi 50 ha di nuovi terreni portuali. È capace di immagazzinare 1.900.000 m³, ed è diviso in quattro celle, tre delle quali sono state progettate per accogliere materiali di contaminazione III-a della normativa spagnola (contaminazione elevata), e una di 300.000 m³ è stata impermeabilizzata per poter accogliere materiali della Categoria III-b (contaminazione molto elevata, non individuata completamente)

La sezione tipo è trapezoidale, con nucleo di zavorra naturale protetto da scogliera, e la scarpata interna del recinto ha inoltre un rinforzo di arena.

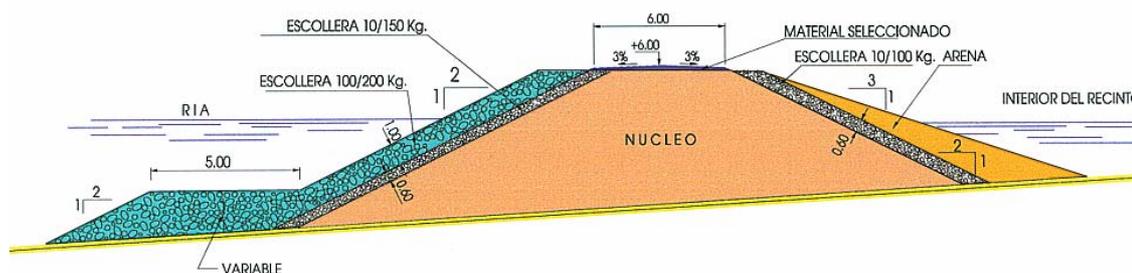


Figura 8. Sezione tipo di recinto della Riva Izquierda

Il recinto si riempie mediante draghe di aspirazione in funzione da 1500 m³ di catino, come si può osservare nelle fotografie.



Figura 9. Vista aerea del riempimento del recinto



Figura 10. Draga di aspirazione in funzione di spinta nel recinto

Oltre a completare la capacità del recinto con materiali dragati provenienti dall'ampliamento e approfondimento del Canale, così come con dragaggi di mantenimento delle installazioni portuali, si è sparso uno strato di arena di 1 m di spessore di materiale pulito e si è proceduto all'esecuzione dei lavori di consolidamento.

Data la gran quantità di materiale fine fu necessario accelerare il consolidamento mediante l'esecuzione di drenaggi di tipo "a setti verticali ondulati". Come materiale di carica preventiva si usò arena di dragaggio.

La curva di assestamento fu registrata in numerosi punti spazati uniformemente. Gli assestamenti si producono in un periodo di 6 mesi.



Figura 11. Carica preventiva con drenaggi tipo mecha

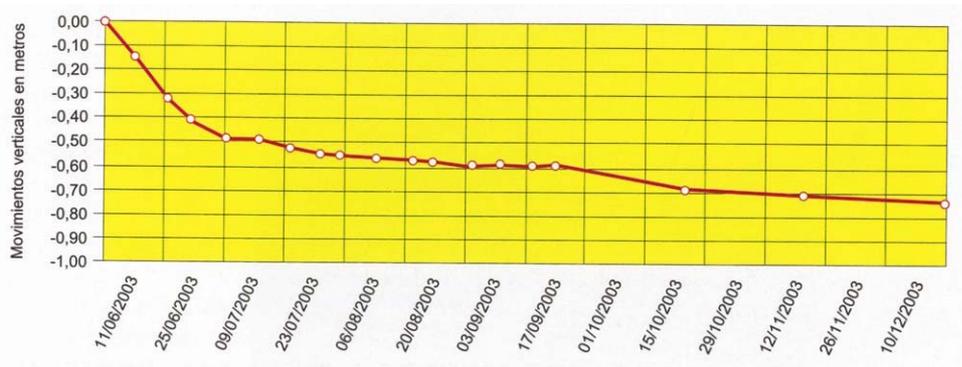


Figura 12. Grafico di assestamento in un punto della carica preventiva

Negli ultimi 750 m di recinto è stato costruito recentemente un molo addossato per container. Il molo ha 13 m di profondità. La tipologia strutturale completamente adottata è fatta di schermi di cemento armato. La sezione tipo del molo realizzato è mostrata nella figura seguente

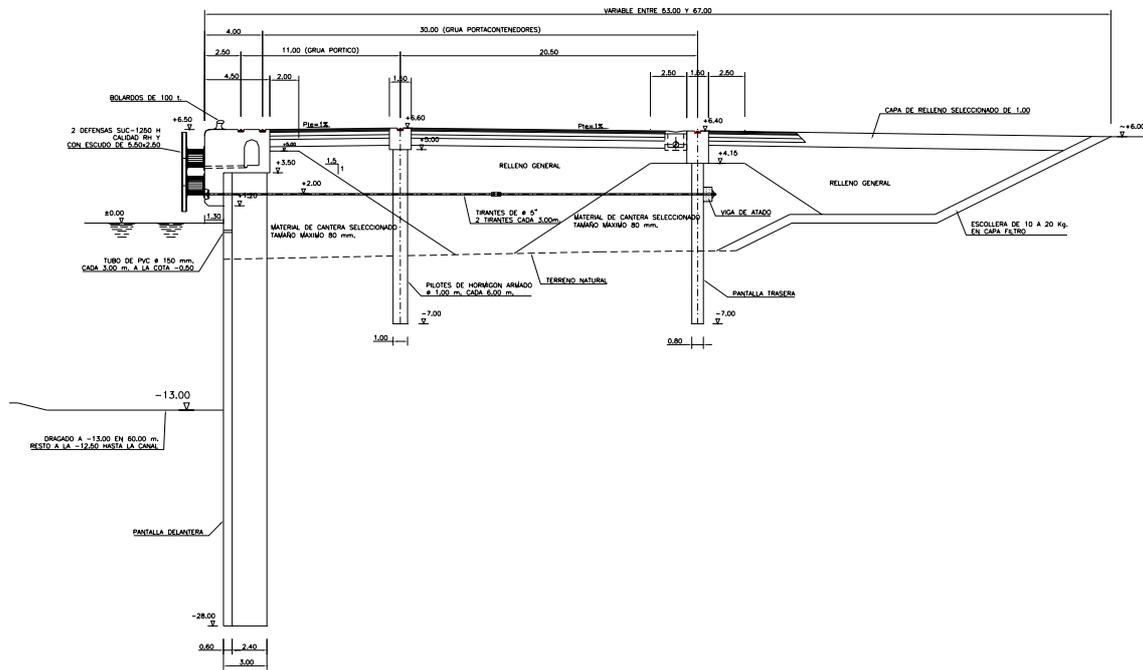


Figura 13. Sezione tipo del molo di Huelva

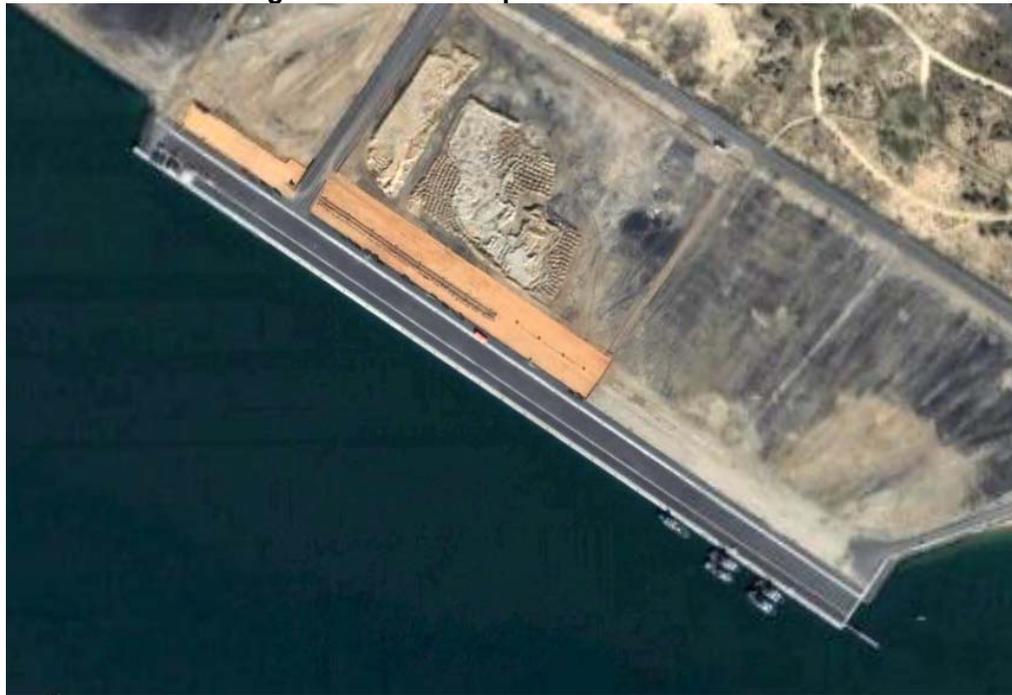


Figura 14. Ortofoto del molo in fase de costruzione

6. CONCLUSIONI

Come conclusione di questo studio, si evince che è stata assicurata la completa fattibilità di costruire un Terminal per Containers, utilizzando come spianata il riempimento del recinto realizzato per la Gestione del dragaggio nella zona di manovra della nave metaniera.

Qualsiasi altro uso portuale sarà ugualmente fattibile, oltre la costruzione del corrispondente molo addossato e l' esecuzione del consolidamento del terreno appropriato a ciascun caso