
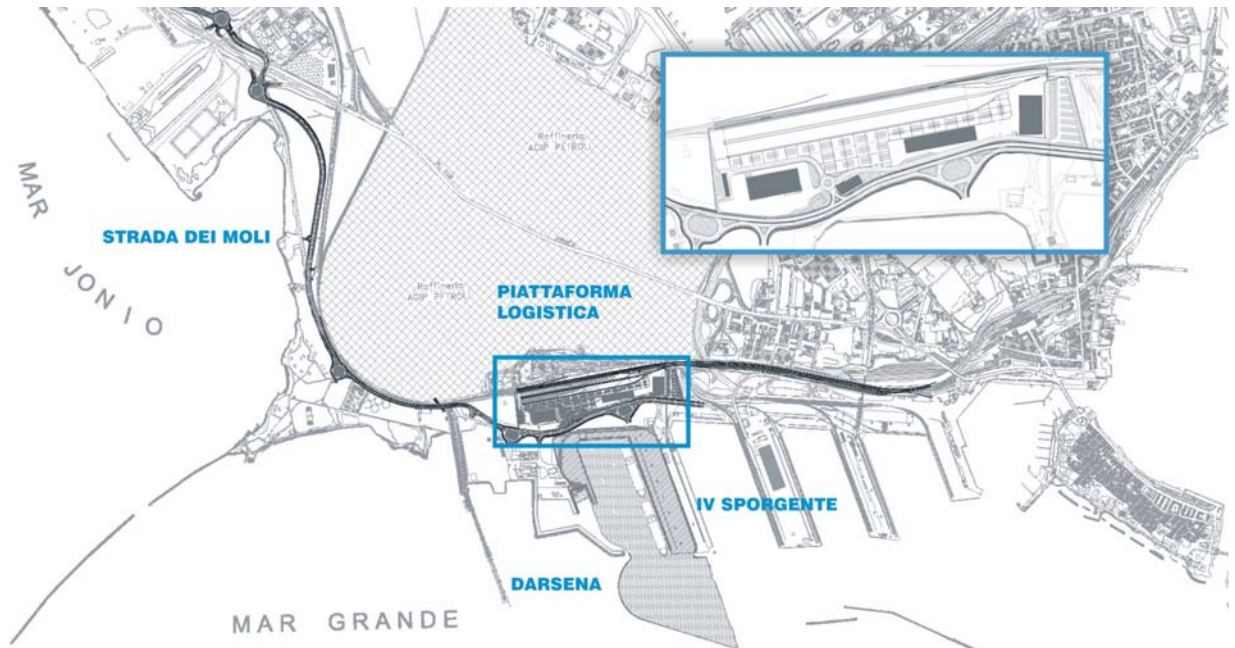





Titolo STUDIO DI FATTIBILITA' AMPLIAMENTO DELLA VASCA DI CONTENIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA DEI DRAGAGGI			Documento no. 123.700 A1 OOA S 001	Rev 2	Pag. 1	di 28
			 Autorità Portuale di Taranto			
Tipo doc. GEN	Emesso da DTP	Commessa no. 123-700	Progetto: Piastra Portuale di Taranto Legge obiettivo delibera CIPE 74/03 Responsabile del procedimento: Ing. D. Daraio			



Progettazione 				Consulenza				
I	P	SGI	D. Spoglianti		G.Geddo	02	Revisione generale	Maggio 2007
I	P	SGI	D. Spoglianti		G.Geddo	01	Prima emissione	29.09.06
St.	Sc.	Redatto	Controllato	Controllato	Approvato	Rev.	Tipo di revisione	Data
SOCIETA' DI PROGETTO: TARANTO LOGISTICA S.p.A.								



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	2	28

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELLA VASCA DI COLMATA DEL PROGETTO DEFINITIVO	5
3.1	UBICAZIONE DELL'OPERA	5
3.2	ATTIVITÀ DI BONIFICA PRECEDENTI ALLA REALIZZAZIONE DELLA VASCA	5
3.3	VASCA DI CONTENIMENTO	6
3.3.1	<i>Volumetria</i>	8
3.4	OPERE ACCESSORIE	9
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA	10
4.1	DEPOSITI RECENTI	10
4.2	ARGILLE DI TARANTO	10
4.3	PARAMETRI UTILIZZATI NEI CALCOLI	12
5	VERIFICHE GEOTECNICHE DEL PROGETTO DEFINITIVO	13
6	AMPLIAMENTO DELLA VASCA DI COLMATA	14
6.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA CONFERIRE E MODALITÀ DI DRAGAGGIO	14
6.2	VOLUMI DEI MATERIALI DA CONFERIRE IN VASCA DI COLMATA	15
6.3	MODALITÀ DI RIEMPIMENTO DELLA VASCA	15
6.3.1	<i>Sedimenti sabbioso limosi</i>	16
6.3.2	<i>Argille</i>	17
6.4	CONFIGURAZIONE FINALE	17
6.4.1	<i>Capacità della vasca</i>	18
6.5	VERIFICHE GEOTECNICHE	18
6.5.1	<i>Cedimenti e capacità portante</i>	19
6.5.2	<i>Analisi di stabilità</i>	19
6.5.2.1	Analisi di stabilità in condizioni statiche	19
6.5.3	<i>Risultati ottenuti</i>	21
6.5.3.1	Analisi di stabilità in condizioni sismiche	22
7	POSSIBILITÀ DI RIUTILIZZO DELL'AREA DELLA VASCA	25
7.1	VALUTAZIONE DI MASSIMA DEI TEMPI DI CONSOLIDAZIONE IN CONDIZIONI DI STRATO OMOGENEO	25
8	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	27
9	RIFERIMENTI NORMATIVI	28
FIGURE:		
FIGURA 1:	UBICAZIONE DELL'OPERA	5
FIGURA 2	SEZIONE TIPOLOGICA DELLA DIGA A SCOGLIERA	7
FIGURA 3:	SCHEMA DEI PROCESSI DI SEDIMENTAZIONE	16
ALLEGATI:		
Allegato 1.	Analisi di stabilità	

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	3	28

1 PREMESSA

Le attività di ampliamento del Quarto Sporgente e Darsena ovest, finalizzate alla realizzazione di una nuova piattaforma logistica integrata per il Porto di Taranto, comprendono il dragaggio di circa 1.600.000 m³ di terreni. Per il deposito di tali materiali verrà allestita una vasca di colmata in corrispondenza del tratto di costa appartenente all'area portuale e compreso tra l'area denominata "ex Belleli" e Punta Rondinella.

Il presente documento ha come oggetto l'ampliamento di tale vasca per ottenere un volume di deposito complessivo pari a circa 2.000.000 m³.

Il documento viene redatto sulla base del progetto "*Vasca di contenimento dei materiali di risulta dei dragaggi – progetto definitivo*" (Ing. Marco Tartaglini, 26/4/2006) [1] e comprende le seguenti sezioni:

- descrizione delle opere previste nel progetto definitivo;
- caratterizzazione geotecnica dell'area;
- definizione delle fasi di riempimento della vasca;
- descrizione della geometria finale e calcolo approssimativo dei volumi di deposito;
- verifiche geotecniche.

L'area di intervento ricade nel sito di interesse nazionale di Taranto, di cui alla legge 9 dicembre 1998 n. 426 "Nuovi interventi in campo ambientale" e successive modifiche ed integrazioni.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	4	28

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per la redazione dello studio sono stati considerati i seguenti documenti:

- [1] *“Vasca di contenimento dei materiali di risulta dei dragaggi – progetto definitivo”*, Ing. Marco Tartaglino, 26/4/2006.
- [2] *“Caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni pertinenti alla vasca di contenimento e alle opere a detto fine previste Relazione geologica e geotecnica”*, Prof. Ing. Vincenzo Cotecchia, 4/3/2005.
- [3] *“Progetto definitivo ampliamento IV sporgente”*, SINA, rif. SINA 123-700 prima emissione, 6/2/2006.
- [4] *“Progetto di bonifica area Quarto Sporgente”*, Studio Geotecnico Italiano, 29/9/2006.
- [5] *“IV Sporgente e darsena ad ovest – Porto di Taranto - Elaborazione e valutazione dei risultati della caratterizzazione ai fini della individuazione delle più appropriate modalità di gestione dei sedimenti”*, ICRAM, Aprile 2005.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	5	28

3 DESCRIZIONE DELLA VASCA DI COLMATA DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il capitolo ha la finalità di descrivere sinteticamente le opere previste nel progetto definitivo della vasca di colmata [1], così come originariamente redatto per conto della Autorità Portuale di Taranto.

3.1 Ubicazione dell'opera

L'opera sarà realizzata in corrispondenza del tratto di costa compreso tra il limite dell'area denominata "ex-Belleli" e Punta Rondinella (figura 1).

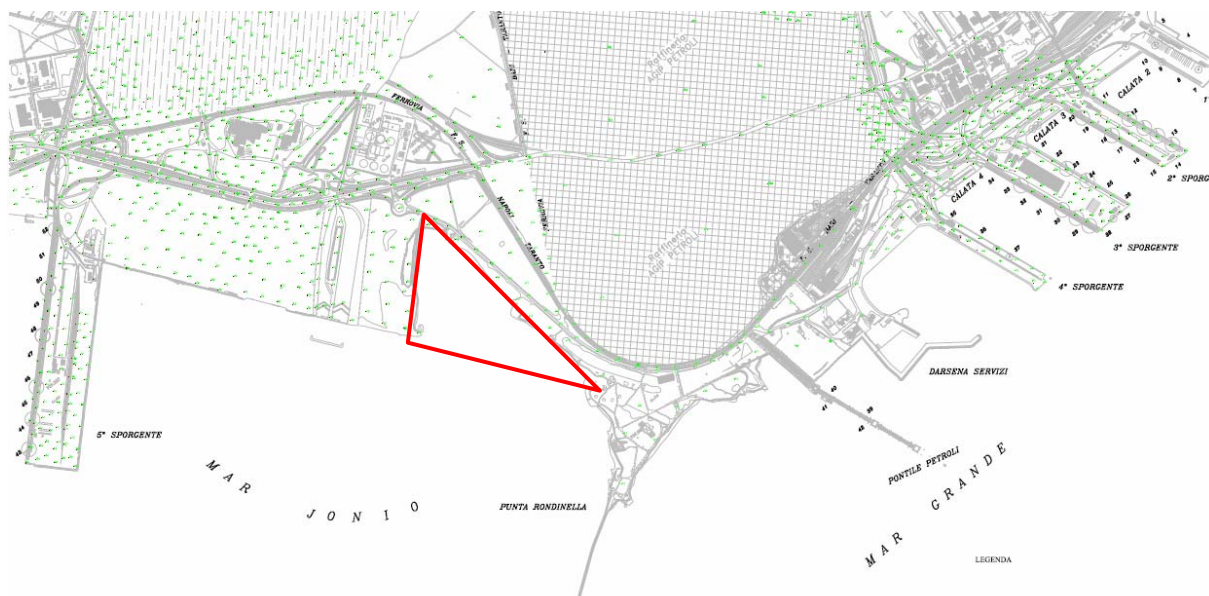


Figura 1: Ubicazione dell'opera

3.2 Attività di bonifica precedenti alla realizzazione della vasca

Nei mesi di maggio e giugno 2004 l'area di pertinenza della vasca di contenimento dei materiali di risulta dei dragaggi è stata oggetto di una campagna di caratterizzazione ambientale eseguita da ICRAM.

Le attività di indagine hanno rilevato che tutta l'area è caratterizzata dalla presenza di uno strato di argilla a bassa permeabilità, sulla cui sommità è stato riscontrato uno strato di sedimenti di recente deposizione e con spessori modesti (fino a 2m). Le analisi hanno inoltre evidenziato la presenza di una contaminazione di origine antropica limitata allo strato di sedimenti di recente deposizione fino ad una profondità massima di 2.00 m.

Prima della realizzazione della vasca l'area sarà quindi oggetto di attività di bonifica ambientale diversificata a seconda dei livelli di contaminazione riscontrati. In particolare, i sedimenti con concentrazioni superiori alla soglia di intervento ICRAM, ma inferiori al 90% del limite della colonna B della tabella 1 dell'allegato 1 al

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	6	28

D.M. 471/99 saranno mantenuti all'interno della vasca, che sarà conterminata lateralmente per mezzo di palancole con giunti a tenuta. Gli interventi di bonifica per i sedimenti con questi livelli di contaminazione potranno quindi essere limitati alle aree di impronta dell'argine a mare che delimita la vasca.

I sedimenti con concentrazioni superiori alla soglia del 90% della colonna B (tabella 1 DM 471/99) saranno rimossi e inviati a discarica o ad opportuno impianto di trattamento [1].

3.3 Vasca di contenimento

Il progetto della vasca di contenimento prevede la realizzazione di un bacino chiuso, delimitato da una diga a scogliera che, partendo dal limite dell'area denominata "ex Belleli" chiude l'insenatura esistente (figura 1). Tale vasca sarà utilizzata per il contenimento dei materiali di risulta dei dragaggi previsti nell'ambito del progetto di banchinamento del IV sporgente e darsena ad ovest.

La vasca del progetto [1] ha una superficie di circa 285.000 m² ed una capacità volumetrica complessiva pari a circa 1.300.000 m³, per una quota di riempimento prevista di +3.00 m s.l.m.m.. Per la sua realizzazione è prevista la costruzione di una diga a scogliera con uno sviluppo di circa 900 m e con le caratteristiche rappresentate nella seguente figura 2.

In sommità la diga ha una larghezza di circa 10 m e una quota lato vasca pari a +3.00 m s.l.m.m.. I massi costituenti la mantellata di protezione lato mare pervengono fino a quota +3.50, in modo tale da costituire una adeguata protezione contro il rischio di tracimazione del moto ondoso.

Per la realizzazione del nucleo della diga è previsto l'utilizzo di tout-venant di cava di varie pezzature, protetto esternamente da scogliere realizzate in massi naturali.

All'interno degli argini, lungo tutto il perimetro della vasca, saranno posizionate palancole metalliche con giunti a tenuta opportunamente immorsate allo strato di argilla di base, in modo tale da garantire la tenuta idraulica dell'invaso.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	8	28

Lungo lo sviluppo della diga è prevista la realizzazione di un tratto banchinato di circa 125 m che verrà utilizzato per l'accosto dei mezzi marittimi preposti al trasporto del materiale dragato e per il suo scarico. La struttura del banchinamento è costituita da un doppio palancoato vincolato tramite tiranti metallici.

Il volume compreso tra i palancoati verrà riempito con tout-venant di cava, gli ultimi 50 cm del riempimento verranno realizzati con misto di cava cementato così da realizzare un idoneo piano di lavoro per i mezzi che realizzeranno lo scarico del materiale trasportato dalle draghe e la sua immissione nella vasca di contenimento.

La vasca è suddivisa in due settori preposti alle diverse fasi di sedimentazione dei materiali: primaria e secondaria. Il materiale dragato verrà scaricato nella vasca di sedimentazione primaria, dove avvengono i principali fenomeni di sedimentazione. Da tale vasca, attraverso un argine lungo circa 200 m e con stramazzone avente quota di sommità pari a +2.00 m s.l.m.m., l'acqua in esubero passa in una seconda vasca, preposta al completamento della sedimentazione ed avente superficie pari a 15.860 m². Le portate liquide che entrano nel bacino secondario sono quindi raccolte da un canale di gronda con labbro sfiorante posto a quota +1.70 m s.l.m.m. che corre lungo tutta la sponda esterna del bacino stesso (sviluppo 327 m circa) e poi si immette in un canale fagatore che realizza lo scarico a mare delle acque di esubero che escono dalla vasca. In corrispondenza dell'immissione del manufatto di raccolta nel canale fagatore è prevista la realizzazione di un pozzetto di controllo che durante le fasi di riempimento della vasca potrà essere utilizzato per i prelievi dei campioni di acqua previsti nell'ambito del programma di monitoraggio ambientale.

Il bacino secondario di sedimentazione durante tutte le fasi di riempimento della vasca principale dovrà essere mantenuto sempre libero da sedimenti e la sua colmata potrà essere eseguita solo dopo la chiusura del collegamento con il canale di scarico.

Non previsti nel progetto definitivo, ma indicati dal progettista nelle tavole di progetto e funzionali alle fasi di coltivazione della vasca sono una serie di rilevati di lavoro che durante le fasi di riempimento potranno essere utilizzati per il transito dei mezzi d'opera che dovranno effettuare la distribuzione del materiale immesso all'interno della vasca stessa così da garantire una corretta occupazione dei volumi.

Per maggiori dettagli sulle opere previste in progetto si rimanda al documento [1].

3.3.1 Volumetria

Sono di seguito sintetizzate le caratteristiche geometriche della vasca secondo quanto riportato nel progetto definitivo.

Superficie complessiva della vasca =	285.000 m ²
Quota di riempimento =	+3.00 m s.l.m.m.
Capacità di stoccaggio =	1.300.000 m ³

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	9	28

Nell'ipotesi di realizzare i rilevati di lavoro (non previsti nel progetto definitivo) funzionali alla gestione della vasca, essi occuperanno un volume che va sottratto alla capacità di stoccaggio. Si ottiene, quindi:

$$\begin{aligned} \text{Volume rilevati di lavoro (area media x lunghezza)} &= 55 \text{ m}^2 \times 1.335 \text{ m} = && 73.425 \text{ m}^3 \\ \text{Capacità netta di stoccaggio} &= 1.300.000 \text{ m}^3 - 73.425 \text{ m}^3 = && 1.226.575 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3.4 Opere accessorie

Lungo il tratto di costa dove è prevista la realizzazione della vasca in oggetto attualmente insistono due scarichi a mare della raffineria ENI. Il primo convoglia le acque di raffreddamento della raffineria (portata massima circa 28.000 m³/h) ed è adiacente al limite della colmata Belleli. Il secondo, posto circa 670 m a sud del precedente, scarica in mare le acque bianche dello stabilimento (portata massima circa 10.000 m³/h).

I due scarichi verranno convogliati, attraverso due tubazioni in vetroresina di diametro pari a 2200 mm e a 1400 mm che corrono interrate all'interno dell'argine che delimita la vasca lato terra, in mare in corrispondenza del lato sud della vasca.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	10	28

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA

La relazione geologica e geotecnica [2] del progetto definitivo è stata redatta a cura del Prof. Vincenzo Cotecchia, che si è avvalso dei dati raccolti nella campagna geognostica eseguita dalla Sonedile S.r.l. di Teramo nel periodo luglio-agosto 2004.

Le indagini hanno evidenziato sull'intera area la presenza di un banco uniforme di argille grigio-azzurre fino alle profondità investigate. Esse si presentano, in alcuni casi, con uno strato superficiale di alterazione di colore giallo ocra.

Si tratta di una formazione che, dai risultati delle prove di laboratorio eseguite, è caratterizzata da una ridotta permeabilità ($k = 1 \times 10^{-9} \div 1 \times 10^{-10}$ m/s) e perciò parteciperà, insieme alle palancole a tenuta, al contenimento dei sedimenti con concentrazioni oltre i limiti di intervento.

Le indagini eseguite hanno evidenziato, al di sopra del substrato argilloso, la presenza di depositi recenti costituiti da sabbie grossolane in matrice limosa, di scarsa consistenza, con presenza abbondante di matrice organica e di spessore variabile da 0.1 a 2 m.

Da un punto di vista geotecnico, i litotipi costituenti la base della vasca possono essere caratterizzati come segue. Si rimanda al documento [2] per ulteriori approfondimenti.

4.1 Depositi recenti

Sono costituiti prevalentemente da sabbie e sabbie con ghiaia e dotati di una densità relativa (a 0.5 m per uno spessore di calcolo di 1 m) molto bassa, dell'ordine del 10%.

Sulla base dei valori ottenuti dalle prove CPTU è stato stimato un modulo edometrico dell'ordine di 3 MPa.

Dalla correlazione di Schmertmann (1977) si sono ottenuti valori indicativi per l'angolo d'attrito di picco anche superiori a 35°.

4.2 Argille di Taranto

Le prove hanno evidenziato che si tratta di depositi fortemente sovraconsolidati o diagenizzati. Con la finalità di caratterizzare tale litotipo sono state compiute diverse prove in sito ed in laboratorio, per la cui descrizione di dettaglio si rimanda al documento [2].

Viene nel seguito riportato un elenco estremamente sintetico delle prove eseguite e dei risultati medi ottenuti.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	11	28

TIPO DI PROVA		RISULTATO
Granulometria		Frazione sabbiosa media = 21.71% Frazione limosa media = 40.17% Frazione argillosa media = 38.1%
Indice dei vuoti medio		0.7
Peso di volume		20.1 kN/m ³
Parametri meccanici	<i>Prove di taglio diretto</i>	Valori di picco $\phi'_p = 27^\circ$ $c'_p = 48$ kPa Valori residui $\phi'_r = 18^\circ$ $c'_r = 0$
	<i>Prove TX CIU</i>	Stati tensionali efficaci $\phi'_p = 32^\circ$ $c'_p = 48$ kPa stati tensionali totali $\phi'_r = 25^\circ$ $c'_r = 115$ kPa
	<i>Prove CPTU</i>	$C_u \sim 190$ kPa $E_u = 10670$ kPa
	<i>Prove edometriche</i>	$C_r = 0.08$ (carichi < 100 kPa) $C_r = 0.11$ (carichi > 100 kPa) $C_c = 0.29$ $\sigma'_p > 300$ kPa



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	12	28

4.3 Parametri utilizzati nei calcoli

Per i calcoli di stabilità effettuati sono stati utilizzati i seguenti parametri per i materiali in condizioni naturali o rimaneggiate (in seguito alle fasi di scavo e deposizione):

Argilla rimaneggiata	Condizioni drenate e non drenate	$\phi'_r = 18^\circ$ $c'_r = 0$ $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$	Si adottano i parametri di resistenza residua a causa delle condizioni rimaneggiate.
Sabbia limosa refluita in vasca		$\phi' = 26^\circ$ $c' = 0$ $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$	Si adottano parametri di resistenza inferiori rispetto alla condizioni di deposizione naturale.
Sabbia limosa naturale		$\phi' = 37^\circ$ $c' = 0$ $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	Da prove in situ.
Argilla naturale	Condizioni drenate	$\phi' = 27^\circ$ $c' = 48 \text{ kPa}$ $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	Da prove di taglio diretto.
	Condizioni non drenate	$C_u = 218 \text{ kPa}$ $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	Media per le profondità di interesse.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	13	28

5 VERIFICHE GEOTECNICHE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il capitolo ha la finalità di sintetizzare le verifiche geotecniche effettuate dai progettisti incaricati dall'Autorità Portuale di Taranto e riportate nei documenti di progetto [1] e [2]:

1. calcolo dei cedimenti del piano di fondazione della colmata;
2. calcolo dei cedimenti del piano di fondazione della diga a scogliera;
3. calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione della diga a scogliera.

Le verifiche hanno fornito i seguenti risultati:

1. La verifica è stata effettuata per un'altezza media di colmata pari a 5.5m (2 m sotto il livello del medio mare e 3.5 sopra). I calcoli eseguiti hanno fornito un valore del cedimento edometrico del piano di fondazione della colmata pari a 50 cm che si esaurirà dopo circa 60 anni.
2. Per il calcolo dei cedimenti indotti dalla presenza della diga a scogliera sono stati applicati 2 approcci metodologici. Nel primo si è valutato il cedimento come somma del cedimento immediato e di quello a lungo termine, secondo la teoria di Skempton e Bjerrum. Il cedimento immediato è stato valutato ricorrendo alla teoria dell'elasticità ed operando in termini di tensioni totali. Il cedimento a lungo termine è stato valutato in condizioni edometriche. Nel secondo approccio il calcolo è stato eseguito facendo ricorso al codice di calcolo agli elementi finiti Plaxis. Entrambe le metodologie di calcolo hanno fornito sia per la quota di cedimento immediato che per quella a lungo termine valori pari a circa 30 cm. E' stato quindi ottenuto un cedimento complessivo per il piano di fondazione della diga a scogliera pari a circa 60 cm. Da un punto di vista temporale si prevede che il cedimento immediato si esaurisca durante le fasi di costruzione della diga, mentre quello a lungo termine in tempi dell'ordine delle decine di anni, con un tasso di qualche centimetro l'anno.
3. E' stata calcolata la capacità portante dei terreni di fondazione della diga a scogliera sia in condizioni drenate, che in condizioni non drenate. In entrambi i casi si è ottenuto un valore di carico limite pari a circa 995 kPa. Per un carico di esercizio pari a circa 150 kPa, la verifica di sicurezza risulta ampiamente soddisfatta:

$$q_{adm} = q_{lim}/F_s = 995/3 = 330\text{kPa} \ll 150\text{kPa}$$

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	14	28

6 AMPLIAMENTO DELLA VASCA DI COLMATA

La possibilità di conferire una quantità di materiali di risulta dei dragaggi superiore a quanto previsto nel progetto definitivo [1] deve essere valutata analizzando le caratteristiche dei materiali, le tecniche di dragaggio e le modalità gestione della vasca. Nel capitolo sono trattati tali aspetti e viene descritta una possibile configurazione della vasca con una capienza pari a circa 2.000.000 m³.

6.1 Caratteristiche dei materiali da conferire e modalità di dragaggio

Nel progetto di ampliamento del quarto sporgente è previsto il dragaggio ed il trasporto in vasca di colmata di una volumetria di terreni pari a circa 1.600.000 m³. Tale volumetria è composta da:

- circa 600.000 m³ di sedimenti sabbioso limosi;
- circa 1.000.000 m³ di argille di Taranto.

Entrambe le litologie possono essere assimilate a quelle descritte in precedenza per l'area della vasca di colmata in progetto. In particolare, da un'analisi dei dati granulometrici riferiti ai campioni prelevati nello strato di sedimento [5] deriva che essi sono costituiti da matrice sabbiosa ($d > 0.063\text{mm}$) mediamente per il 60-70% in peso.

Secondo quanto specificato nei documenti di progetto, preliminarmente alle fasi di dragaggio funzionali alla realizzazione delle opere, l'area sarà oggetto di bonifica ambientale. Tale attività prevede l'asportazione di circa 15.500 m³ di sedimenti con concentrazioni superiori alla soglia del 90% della colonna B (tabella 1 DM 471/99), che saranno rimossi e inviati ad opportuno impianto di trattamento. Successivamente verranno asportati i sedimenti con concentrazioni superiori alla soglia di intervento ICRAM, ma inferiori al 90% del limite della colonna B (tabella 1 DM 471/99), che ammontano a circa 360.000 m³ e saranno collocati all'interno della vasca.

I volumi nelle diverse fasi di dragaggio e le rispettive destinazioni possono essere quindi sintetizzati come segue:

- 15.500 m³ (sedimenti) → trattamento/recupero/discarda
- 360.000 m³ (sedimenti) → vasca di colmata
- 224.500 m³ (sedimenti) → vasca di colmata
- 1.000.000 m³ (argille) → vasca di colmata

Le modalità di dragaggio saranno di due tipi: idraulico e meccanico.

I sedimenti sabbioso limosi saranno scavati con draga idraulica tipo aspirante – autocaricante e trasportati fino alla vasca di colmata. Per una corretta valutazione delle quantità in gioco, occorre tenere conto che i dragaggi di tipo idraulico inducono nel materiale scavato un importante aumento di volume, che viene pompato sotto forma di miscela avente contenuti di acqua anche superiori all'80%. Il volume di tale miscela può risultare quindi

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	15	28

anche 3 volte superiore rispetto a quello del terreno originario (in funzione della tecnica di dragaggio adottata e della granulometria del terreno). Con il dragaggio di tipo idraulico si possono ottenere produzioni fino a 7000 m³/h. Occorre tuttavia precisare come l'ottenimento di tali rendimenti sia subordinato all'utilizzo di sistemi di trasporto altrettanto efficienti e ad un corretto dimensionamento del sito di recapito. In particolare, il tasso di scavo limite perché sia garantito il mantenimento della capacità di sedimentazione della vasca calcolato dal progettista è di circa 5800 m³/h [1]. Per una stima corretta dei volumi che i sedimenti dragati occuperanno nella vasca, occorre considerare un incremento di volume dovuto alla loro movimentazione pari a ~ 20%.

Al termine delle operazioni di dragaggio dei sedimenti verranno asportate le argille con draghe di tipo meccanico a benna mordente. La draga a benna mordente (clamshell bucket) è costituita da una gru montata su scafo semovente. La gru permette di abbassare e sollevare in verticale una benna mordente che esegue lo scavo sfruttando per la presa e la disgregazione del materiale il solo peso della benna stessa. La capacità delle benne può arrivare, a seconda del tipo di utensili prescelto, anche fino a 11÷12m³. Il materiale dragato viene depositato su chiatte per il trasporto fino alla cassa di colmata. Con la tecnica di dragaggio descritta le argille vengono scavate a blocchi ed il contenuto d'acqua complessivo del materiale rimane modesto. Tuttavia, durante la sua movimentazione e deposizione in vasca di colmata il materiale perde la sua struttura originaria e la sua volumetria subisce un incremento, che si ipotizza essere pari a circa il 10%.

6.2 Volumi dei materiali da conferire in vasca di colmata

Il bilancio dei materiali da conferire in vasca di colmata può essere sintetizzato come segue:

TIPO DI MATERIALE	FASE	VOLUME
Sedimento sabbioso - limoso	Bonifica	360.000 x 1.2 = 432.000 m ³
Sedimento sabbioso - limoso	Realizzazione opere	224.500 x 1.2 = 269.400 m ³
Argille	Realizzazione opere	1.000.000 x 1.1 = 1.100.000 m ³
VOLUME TOTALE		1.801.400 m³

La vasca dovrà perciò avere una capacità di stoccaggio pari almeno a 1.801.400 m³.

6.3 Modalità di riempimento della vasca

Con la finalità di valutare la capacità di stoccaggio effettiva della vasca di colmata, ne vengono di seguito analizzate le fasi e modalità di riempimento.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	16	28

6.3.1 Sedimenti sabbioso limosi

Come detto, tali sedimenti verranno dragati in modo idraulico con draga aspirante autocaricante. Verranno poi refluiti in vasca di colmata idraulicamente per mezzo di natante dotato di diffusore che distribuisce il materiale sul fondo del bacino. Tale modalità, rispetto al refluimento dalla superficie, consente di ottenere una sedimentazione più rapida e di evitare un'eccessiva sospensione del materiale.

I sedimenti saranno depositati in due fasi temporali distinte: per primi i sedimenti derivanti dalle operazioni di bonifica e, in un secondo momento, i rimanenti.

I sedimenti derivanti dalla fase di bonifica dovranno essere refluiti in vasca con particolari attenzioni quali:

- Tassi di refluimento modesti per limitare le sospensioni del materiale;
- Deposito in aree definite e caratterizzate da lunghi percorsi di sedimentazione.

Una volta conclusa la fase di bonifica, potranno essere collocati all'interno della cassa i restanti sedimenti.

Come evidenziato in precedenza, il volume che la totalità dei sedimenti sabbioso limosi occuperà all'interno della vasca è pari a circa 701.400 m³. Se si assume una profondità media della vasca pari a circa -2.5 m s.l.m.m. ed una superficie utile di 269.140 m² (al netto della superficie della vasca di sedimentazione secondaria), si ottiene una quota media di riempimento pari a circa +0.10 m s.l.m.m..

In figura è riportato lo schema dei processi di sedimentazione. Il materiale refluito all'interno della vasca subisce un primo e più importante processo di sedimentazione (sedimentazione primaria). Attraverso uno stramazzone posto a quota +2 m s.l.m.m., l'acqua in eccesso passa ad una vasca di sedimentazione secondaria, per poi essere scaricata in mare attraverso un canale di scarico. La quota di sommità dell'argine del canale è pari a 1.7 m s.l.m.m., mentre la quota di fondo è pari a +1 m s.l.m.m..

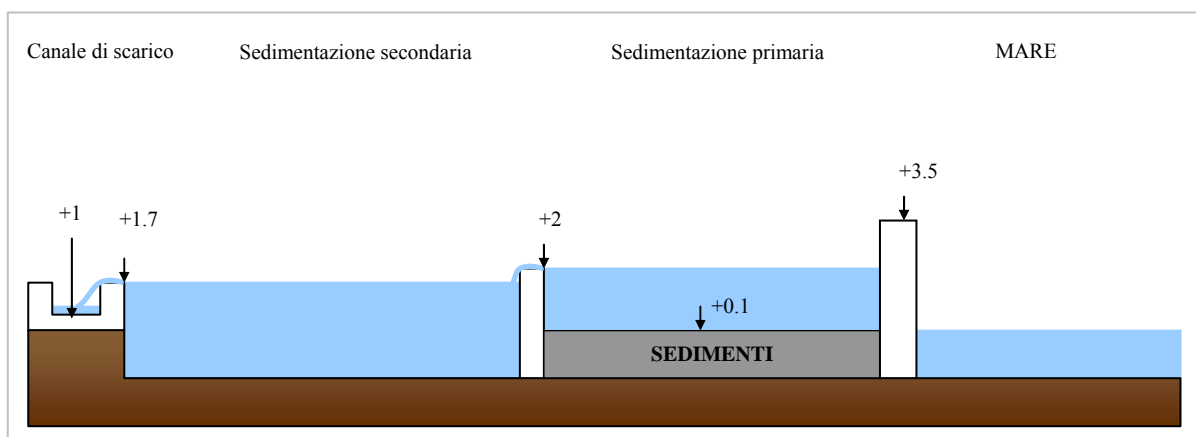


Figura 3: Schema dei processi di sedimentazione

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	17	28

6.3.2 Argille

Al termine della fase di deposizione dei sedimenti sabbioso limosi la vasca sarà piena di materiale sabbioso fino a circa +0.1 m s.l.m.m.. Al di sopra dei sedimenti e fino a +2 m s.l.m.m. (figura 2), la vasca sarà piena d'acqua.

La prima operazione da compiere per la deposizione delle argille è quella di svuotare la vasca dall'acqua libera portandone il livello da quota +2 a quota +0.1, corrispondente alla quota di sommità dei sedimenti. Lo scopo può essere raggiunto dotando gli argini di un sistema di paratie mobili e per mezzo di un'idonea stazione di pompaggio.

Tale esigenza nasce dalla necessità di evitare che le argille scavate in blocchi vengano lavorate in acqua e perdano ulteriormente di consistenza, originando una dispersione colloidale.

Una volta svuotata la vasca dall'acqua, si potrà quindi procedere alla deposizione delle argille. Esse, come detto, saranno scavate in blocchi con draghe di tipo meccanico e trasportate con bettoline fino alla banchina della vasca. Un escavatore al lavoro dalla banchina scaricherà il materiale dalle bettoline e lo caricherà su camion che lo trasporteranno nelle aree di deposizione.

Durante le prime fasi di deposizione dell'argilla dovranno essere messe a punto tecniche di lavorazione tali da consentire la transitabilità dei mezzi al di sopra degli strati depositi. In particolare il terreno, scavato in blocchi e caratterizzato da un modesto contenuto d'acqua, dovrà essere frantumato per diminuire il più possibile il volume dei vuoti. Inoltre si può prevedere, se necessaria, una leggera compattazione dei materiali differenziata a seconda delle aree di lavoro.

Le fasi di riempimento possono essere quindi descritte come segue.

In un primo tempo i camion si muoveranno solo sui rilevati di lavoro scaricando l'argilla all'interno della vasca, dove, per mezzo di idonei mezzi, essa sarà lavorata e distribuita. In questa fase i mezzi preposti alla gestione del materiale potranno operare direttamente dalla sommità dello strato di sedimento sabbioso.

Le argille verranno quindi depositate per strati fino alla quota di sommità degli argini di contenimento (+3.5 m s.l.m.m.). Tale operazione potrà essere compiuta creando progressivamente sui materiali depositati delle piste di dimensioni e caratteristiche idonee al transito dei mezzi di trasporto del materiale.

Oltre il piano a quota +3.5 m s.l.m.m. è possibile un ulteriore innalzamento delle quote di deposizione mantenendo pendenze di abbancamento modeste. Anche in questa fase potranno essere create delle piste funzionali al trasporto del materiale.

6.4 Configurazione finale

In tavola 1 è rappresentata un'ipotesi di configurazione finale che la vasca potrà assumere alla fine delle operazioni di abbancamento. L'argilla viene deposta con pendenze massime del 15% fino a quota +7.5 m s.l.m.m. mantenendo una distanza minima dall'argine lato mare pari a circa 20m. Tali accorgimenti sono

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	18	28

finalizzati a garantire la stabilità degli abbancamenti e ad evitare di variare significativamente lo stato tensionale dell'argine di contenimento lato mare rispetto alla configurazione di progetto.

L'Impresa incaricata della gestione della vasca potrà valutare il numero e la configurazione di piste funzionali alle operazioni di trasporto e abbancamento dei materiali. In tavola 1 è rappresentata un'ipotesi con 2 piste di servizio orientate NO-SE ed una ad esse all'incirca perpendicolare.

Durante le fasi di creazione della morfologia definitiva occorrerà garantire pendenze adeguate per il drenaggio delle acque meteoriche. Un sistema di drenaggio costituito da canalette come quelle rappresentate in tavola 1 sarà preposto all'allontanamento delle acque.

6.4.1 Capacità della vasca

Nella seguente tabella è sintetizzato il calcolo della capacità complessiva della vasca rappresentata in tavola 1.

Volume netto del Progetto Definitivo (riempimento fino a quota +3) =	1,226,575.00
--	---------------------

	Superficie [m²]	H media [m]	Volume [m³]
Volume riempimento +3 → +3.5 =	269,140.00	0.5	134,570.00

Volume riempimento +3.5 → +7.5 =			
N° Lotto			
1	57,561.00	4	230,244.00
2	35,176.00	4	140,704.00
3	36,950.00	4	147,800.00
4	17,905.00	4	71,620.00
5	25,377.00	4	101,508.00
Totale =			691,876.00

CAPACITA' COMPLESSIVA DELLA VASCA =	2,053,021.00
--	---------------------

6.5 Verifiche geotecniche

Sono stati valutati i possibili impatti che l'abbancamento di una maggiore quantità di materiale all'interno della vasca può generare in termini di variazione di stato tensionale rispetto alle verifiche effettuate in sede di progetto definitivo. Sono state inoltre effettuate verifiche di stabilità con la finalità di definire le pendenze di abbancamento ottimali.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	19	28

6.5.1 Cedimenti e capacità portante

L'ampliamento della capacità della vasca oggetto di verifica avviene innalzando le quote di abbancamento di circa 4.5 m (da +3 fino a +7.5 m s.l.m.m.) rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo.

Tale sovraccarico, la cui entità può essere valutata pari a $\Delta\sigma = 76.5 \text{ kPa}$ ($4.5 \text{ m} \times 17 \text{ kN/m}^3$), si ipotizza avere un effetto molto modesto sulla diga a scogliera sia per la distanza a cui è applicato, sia per le modeste pendenze di deposizione.

Non si ritiene quindi che tale sovraccarico possa provocare un sensibile incremento dei cedimenti del piano di fondazione della diga a scogliera né, tanto meno, causare problemi in termini di capacità portante. Si ricorda, infatti, che, a fronte di un carico di esercizio pari a circa 150 kPa, la verifica di sicurezza risultava ampiamente soddisfatta ($q_{adm} = q_{lim}/F_s = 995/3 = 330 \text{ kPa} \rightarrow \text{cap. 5}$).

Per ciò che concerne l'incremento di cedimento del piano di fondazione della colmata, i calcoli eseguiti in sede di progetto definitivo avevano fornito, a fronte di un sovraccarico di 90 kPa, un valore del cedimento sostanzialmente compatibile con la funzionalità dell'opera.

Un incremento di carico di 76.5 kPa induce sul piano di fondazione una pressione totale ($90 + 76.5 = 166.5 \text{ kPa}$) ancora decisamente inferiore alla pressione di preconsolidazione σ'_p , per cui sono stati misurati valori superiori a 300 kPa. Ci si attende quindi un cedimento complessivo di poco (10% ÷ 20%) superiore a quello calcolato nei documenti del progetto definitivo.

6.5.2 Analisi di stabilità

Vengono di seguito descritti i criteri, i metodi di calcolo, i parametri assunti ed i risultati che sono stati ottenuti nelle verifiche effettuate per valutare la stabilità degli abbancamenti previsti nel presente studio. Sono state effettuate verifiche di stabilità sia in condizioni statiche, che in condizioni sismiche.

6.5.2.1 Analisi di stabilità in condizioni statiche

6.5.2.1.1 Criteri di verifica delle opere di sostegno e descrizione dei metodi di calcolo

Le verifiche di stabilità globale sono eseguite in accordo a quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (e), in particolare a quanto riportato al Cap.7 ("Norme per le opere interagenti con i terreni e le rocce, per gli interventi nei terreni e la sicurezza nei pendii").

Per quanto riguarda la progettazione geotecnica, le Norme Tecniche per le Costruzioni riprendono l'Eurocodice EC7. Nell'approccio seguito dall'Eurocodice, il concetto di fattore di sicurezza "globale", inteso come rapporto

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	20	28

tra le forze favorevoli e le forze sfavorevoli alla stabilità (o il rapporto gli effetti di tali forze), è stato sostituito dal concetto di “coefficienti parziali”, da applicare alle azioni o alle resistenze dei materiali.

Nella sostanza, quindi, i coefficienti parziali costituiscono dei fattori di sicurezza, differenziati per i vari parametri (o azioni) considerati, da applicare a monte della verifica finale, che quindi si riterrà soddisfatta con la condizione:

$$Ed \leq Rd,$$

dove con Ed si è indicato il valore di progetto delle azioni o degli effetti delle azioni e con Rd si è indicato il valore di progetto della resistenza del terreno ottenuti dai calcoli.

Per quanto riguarda le verifiche di stabilità globale delle opere, perciò, non si farà riferimento al valore del fattore di sicurezza 1,3 richiesto dal DM 11-3-1988 (f), in quanto i risultati delle verifiche saranno ottenuti con parametri di resistenza del terreno ridotti in accordo alle tabelle riportate nel DM 14-9-2005 (e) (Tabelle 7.2.I, colonna M2 e 7.2.II, colonna A2).

Le verifiche sono state eseguite con il metodo cosiddetto “dell'equilibrio limite”. Esso consiste nell'individuare diverse possibili superfici di scivolamento coinvolgenti uno o più strati di terreno e nell'analizzare, per ciascuna di esse, l'equilibrio allo scivolamento del cuneo di materiali soprastanti, considerato come rigido.

Fra i vari metodi consolidati nella letteratura geotecnica è stato impiegato il metodo di Bishop, implementato all'interno del programma SLOPE/W (versione 4.23, sviluppato dalla GEO-SLOPE International, Ltd). Il programma, assegnati una griglia di centri e una serie di linee, determina con i metodi dell'equilibrio limite i fattori di sicurezza di tutte le superfici circolari passanti per i centri e tangenti alle linee. In questo modo sono state analizzate, per ciascuna sezione considerata, oltre 1000 superfici di potenziale instabilità, ottenendo per ciascuna di esse il fattore di sicurezza minimo.

Per quanto si è osservato nel paragrafo precedente, la verifica è soddisfatta quando il valore del fattore di sicurezza minimo ottenuto dai calcoli è superiore a 1.

6.5.2.1.2 Parametri adottati nelle analisi

La scelta dei parametri geotecnici da utilizzare nelle analisi di stabilità è stata effettuata tenendo conto della caratterizzazione geotecnica (capitolo 4) e sono stati assunti come valori quelli di seguito riportati:

Argilla rimaneggiata

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 18^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Sabbia limosa refluita in vasca

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 26^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	21	28

Sabbia limosa naturale

- peso di volume $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 37^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Argilla di Taranto

- peso di volume $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 27^\circ$
- coesione $c' = 48 \text{ Kpa}$

Tout Venant

- peso di volume $\gamma = 18.5 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 38^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

I valori caratteristici dei parametri sono stati quindi divisi per i coefficienti parziali M (si veda la Tabella 7.2.I – colonna M2 del D.M. 14/09/2005), ottenendo i seguenti valori di calcolo:

Argilla rimaneggiata

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 14.6^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Sabbia limosa refluita in vasca

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 21.3^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Sabbia limosa naturale

- peso di volume $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 31.1^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Argilla di Taranto

- peso di volume $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 22.2^\circ$
- coesione $c' = 38.4 \text{ Kpa}$

Tout Venant

- peso di volume $\gamma = 18.5 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 32^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

6.5.3 Risultati ottenuti

Nella Tabella seguente sono riportate le caratteristiche delle analisi effettuate e in Allegato 1 sono riportate le superfici di scorrimento più significative fra quelle analizzate.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	22	28

Tipo di analisi	Fs
Analisi statica drenata 1a	1.57
Analisi statica drenata 1b	1.66

I fattori di sicurezza ottenuti sono in accordo con quanto prescritto dalla normativa italiana ($F_s \geq 1$).

6.5.3.1 Analisi di stabilità in condizioni sismiche

6.5.3.1.1 Criteri di verifica delle opere di sostegno e descrizione dei metodi di calcolo

Le analisi di stabilità in condizioni sismiche sono state condotte secondo quanto prescritto dalla Normativa Sismica Nazionale vigente (g), che è in accordo con le linee guida dell'Eurocodice 8.

In particolare è stato adottato il metodo pseudo-statico, che consiste nel sostituire alle reali azioni dinamiche indotte dal sisma in ogni elemento di volume di terreno una forza di inerzia costante (F) valutata come segue:

- a) Componente orizzontale: $F_H = + K_H * W$
- b) Componente verticale: $F_V = \pm K_V * W$

dove:

W = peso dell'unità di volume

K_V = coefficiente sismico verticale

K_H = coefficiente sismico orizzontale così definito:

$$0.5 * S * a_g$$

con:

S = coefficiente di amplificazione, che tiene conto della situazione stratigrafica del terreno. La Normativa prescrive di sceglierlo tra 5 categorie di terreno (rispettivamente categorie A, B, C, D, E); nel caso in esame si è considerato un terreno di categoria B ed un valore di S pari a 1.25 (DM 14-9-20, Tabelle 3.2.II, colonna S).

a_g = accelerazione massima al suolo, correlata alla sismicità dell'area. Il valore di a_g è stato ricavato dalla mappa di pericolosità sismica (consultabile all'indirizzo web <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> e riportata nell'Allegato 1). L'intervallo dei valori di a_g in cui ricade l'area di pertinenza è $0.075g \div 0.1g$. A favore di sicurezza, nelle analisi effettuate è stato utilizzato l'estremo superiore di tale intervallo.

Pertanto si è assunto:

$$K_H = + 0.0625$$

$$K_V = \pm 0.03125.$$

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	23	28

6.5.3.1.2 Parametri adottati nelle analisi

Analogamente a quanto eseguito nelle analisi di stabilità in condizioni statiche, la scelta dei parametri geotecnici da utilizzare nelle analisi in condizioni sismiche è stata effettuata tenendo conto della caratterizzazione geotecnica (vedi capitolo 4) e sono stati assunti come valori quelli di seguito riportati:

Argilla rimaneggiata

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 18^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Sabbia limosa refluita in vasca

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 26^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Sabbia limosa naturale

- peso di volume $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 37^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Argilla di Taranto

- peso di volume $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 27^\circ$
- coesione $c' = 48 \text{ Kpa}$

Tout Venant

- peso di volume $\gamma = 18.5 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 0^\circ$
- coesione $c_u = 218 \text{ Kpa}$

I valori caratteristici dei parametri sono stati quindi divisi per i coefficienti parziali M (si veda la Tabella 7.2.I – colonna M2 del D.M. 14/09/2005), ottenendo i seguenti valori di calcolo:

Argilla rimaneggiata

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 14.6^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Sabbia limosa refluita in vasca

- peso di volume $\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 21.3^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ Kpa}$

Sabbia limosa naturale

- peso di volume $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	24	28

- angolo di attrito $\phi' = 31.1^\circ$
- coesione $c' = 0$ Kpa

Argilla di Taranto

- peso di volume $\gamma = 19$ KN/m³
- angolo di attrito $\phi' = 0^\circ$
- coesione $c_u = 155.71$ Kpa

Tout Venant

- peso di volume $\gamma = 18.5$ KN/m³
- angolo di attrito $\phi' = 32^\circ$
- coesione $c' = 0$ Kpa

6.5.3.1.3 Risultati ottenuti

Nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati ottenuti per le diverse analisi effettuate. In Allegato 1 sono riportate le superfici di scorrimento più significative fra quelle analizzate.

Tipo di analisi	Fs	Note
Analisi sismica non drenata 2a	1.13	Kv con segno positivo (forza d'inerzia dovuta all'azione sismica diretta verso l'alto)
Analisi sismica non drenata 2b	1.16	
Analisi sismica non drenata 3a	1.13	Kv con segno negativo (forza d'inerzia verticale dovuta all'azione sismica diretta verso il basso)
Analisi sismica non drenata 3b	1.18	

I fattori di sicurezza ottenuti sono in accordo con quanto prescritto dalla normativa italiana ($F_s \geq 1$).

L'accelerazione orizzontale di progetto è sempre diretta verso l'esterno del pendio (segno positivo), poichè rappresenta la condizione peggiore e l'accelerazione verticale di progetto ha alternativamente segno positivo (analisi 2) e segno negativo (analisi 3).

I fattori di sicurezza ottenuti sono in accordo con quanto prescritto dalla normativa italiana ($F_s \geq 1$).

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	25	28

7 POSSIBILITA' DI RIUTILIZZO DELL'AREA DELLA VASCA

Il capitolo ha la finalità di analizzare la possibilità di riutilizzo dell'area oggetto di riempimento. In particolare viene considerato il caso in cui il materiale deposto oltre quota +3.5 m s.l.m. sia sfruttato come precarico in una prima fase, per poi essere rimosso.

La principale problematica da affrontare per il consolidamento dello strato di argilla depositato al di sopra dello strato sabbioso descritto nei capitoli precedenti e compreso tra 0.1 e 3.5 m s.l.m. è legata alle modalità di dragaggio dell'argilla. Nello scavo di tipo meccanico, infatti, l'argilla viene estratta in zolle, che possono mantenere la loro struttura anche a seguito dello scarico nelle aree di deposito.

Il problema della consolidazione dello strato di argilla si presenta, quindi, su due piani distinti. Il primo riguardante la macrostruttura costituita dalle diverse zolle che, a seguito delle fasi di deposizione e carico, subisce una deformazione, pur mantenendo un indice dei vuoti elevato e riconducibile agli spazi rimanenti tra una zolla e l'altra. La seconda problematica riguarda, invece, il fenomeno di consolidazione che interessa le porzioni di argilla più omogenee ed è indotto dai fenomeni di dissipazione delle pressioni neutre.

Per le caratteristiche di eterogeneità descritte, il materiale collocato nella vasca, se non trattato in modo adeguato durante le fasi di deposizione, può scontare cedimenti differenziali di entità anche elevata che si sviluppano per tempi la cui valutazione appare incerta.

La definizione del comportamento in termini deformativi dello strato di materiale con le caratteristiche descritte appare estremamente complessa a causa della formazione in fase di deposizione di una macrostruttura di non facile modellazione.

Si suggerisce pertanto un approccio sperimentale al problema attraverso la costruzione di un campo prova progettato con la finalità di ottimizzare la scelta dei trattamenti cui sottoporre il materiale in fase di deposizione. Segue una valutazione di massima dei tempi di consolidazione per lo strato di argilla in oggetto nell'ipotesi di deposizione omogenea del materiale.

7.1 Valutazione di massima dei tempi di consolidazione in condizioni di strato omogeneo

Una valutazione di massima dei tempi di consolidazione per lo strato di argilla in oggetto (0.1÷3.5 m s.l.m.) può essere eseguita sotto le seguenti ipotesi:

- I tempi di consolidazione dello strato sabbioso deposto fino a quota +0.1 m s.l.m. sono trascurabili rispetto a quelli dello strato argilloso sovrastante;
- l'argilla viene deposta all'asciutto (cfr. par. 6.3.2);
- successivamente alla fase di scarico, l'argilla viene lavorata in modo tale da rompere completamente le zolle createsi durante la fase di scavo. Tale procedura ha la finalità di evitare la formazione di una macrostruttura con dei vuoti tra una zolla e l'altra;

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	26	28

- la deposizione avviene per strati con la finalità di creare uno strato di argilla omogeneo.

Si considera inoltre che lo strato di argilla che viene deposto oltre quota 3.5 m s.l.m. (fino a 7.5 m s.l.m.) abbia funzione di sovraccarico.

Per il calcolo del parametro di consolidazione t_{90} si ipotizzano due configurazioni differenti:

1. il percorso di drenaggio è pari all'altezza complessiva dello strato di argilla oggetto di consolidazione (3.5-0.1 m s.l.m. = 3.4 m).
2. il percorso di drenaggio è pari a metà dell'altezza complessiva dello strato di argilla oggetto di consolidazione (1.7 m). Questo secondo caso viene applicato interponendo uno strato drenante tra lo strato da consolidare ed il sovraccarico in argilla.

Il tempo di consolidazione, corrispondente al 90% del grado di consolidazione per lo strato di argilla in oggetto, può essere ottenuto dalla formula seguente:

$$t_{90} = \frac{T_v \cdot H^2}{C_v}$$

essendo:

T_v : fattore di tempo adimensionale pari a 0.848 per un grado di consolidazione del 90%;

H: spessore dello strato oggetto di consolidazione (3.4 m oppure 1.7 m a seconda che il drenaggio avvenga attraverso una sola o due estremità).

C_v : coefficiente di consolidazione primaria, che, per un calcolo di prima approssimazione, può essere assunto pari a 10^{-7} m²/sec).

Nei due casi analizzati (drenaggio verso una o due estremità) si ottengono tempi di consolidazione $t_{90} \approx 1 \div 3$ anni.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	27	28

8 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Le attività di ampliamento del Quarto Sporgente e Darsena ovest, finalizzate alla realizzazione di una nuova piattaforma logistica integrata per il Porto di Taranto, comprendono il dragaggio di circa 1.600.000 m³ di terreni. Tale volumetria nelle fasi di movimentazione e deposizione del materiale subisce un incremento, inducendo una necessità in termini di capacità della vasca di colmata pari a circa 1.800.000 m³.

Lo studio, a partire dalle condizioni geotecniche del sito e delle caratteristiche dei materiali da dragare, si è concentrato sulle fasi di gestione della vasca e su modalità di abbancamento tali da ottenere una capacità di stoccaggio superiore a quella prevista nel progetto definitivo e pari a circa 2.000.000 m³.

Per ciò che concerne le fasi di gestione, notevole importanza assume la necessità di deporre le argille all'asciutto, facendo, cioè, defluire e asportando l'acqua libera in eccesso derivante dalla prima fase di refluitamento dei sedimenti sabbioso limosi.

Le attività di deposizione dell'argilla saranno precedute da una fase di messa a punto delle tecniche di lavorazione con l'obiettivo di consentire la transitabilità dei mezzi al di sopra degli strati depositi.

Nel caso in cui sia previsto uno sfruttamento futuro dell'area a tergo della vasca, le modalità di tale fase di messa a punto dovranno essere approfondite e, per mezzo di un campo prova dedicato, finalizzate a rendere lo strato di argilla di dragaggio omogeneo e con caratteristiche meccaniche adeguate alla futura destinazione d'uso.

Da un punto di vista geotecnico, la configurazione di ampliamento ipotizzata (fino a 7.5 m s.l.m.) non induce particolari criticità rispetto alla vasca prevista nel progetto definitivo.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Ampliamento vasca di colmata - Taranto	123.700 A1 OOA S 001	02	28	28

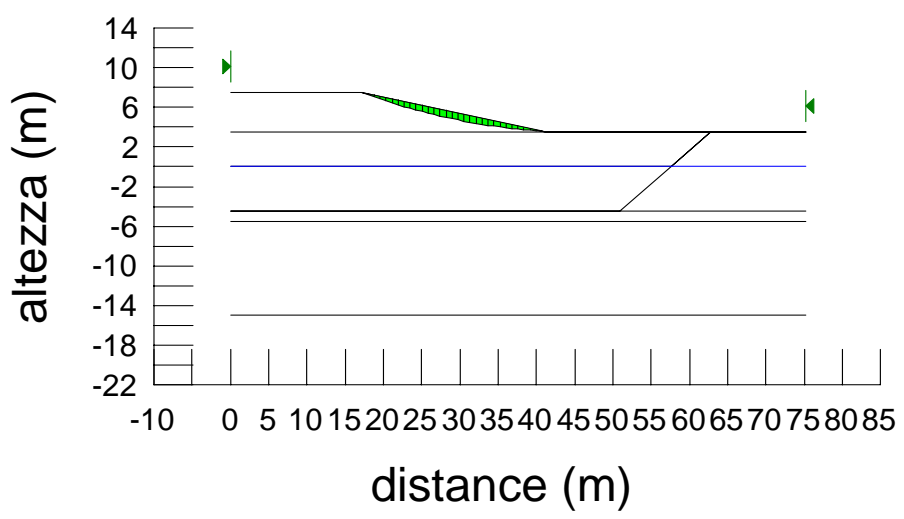
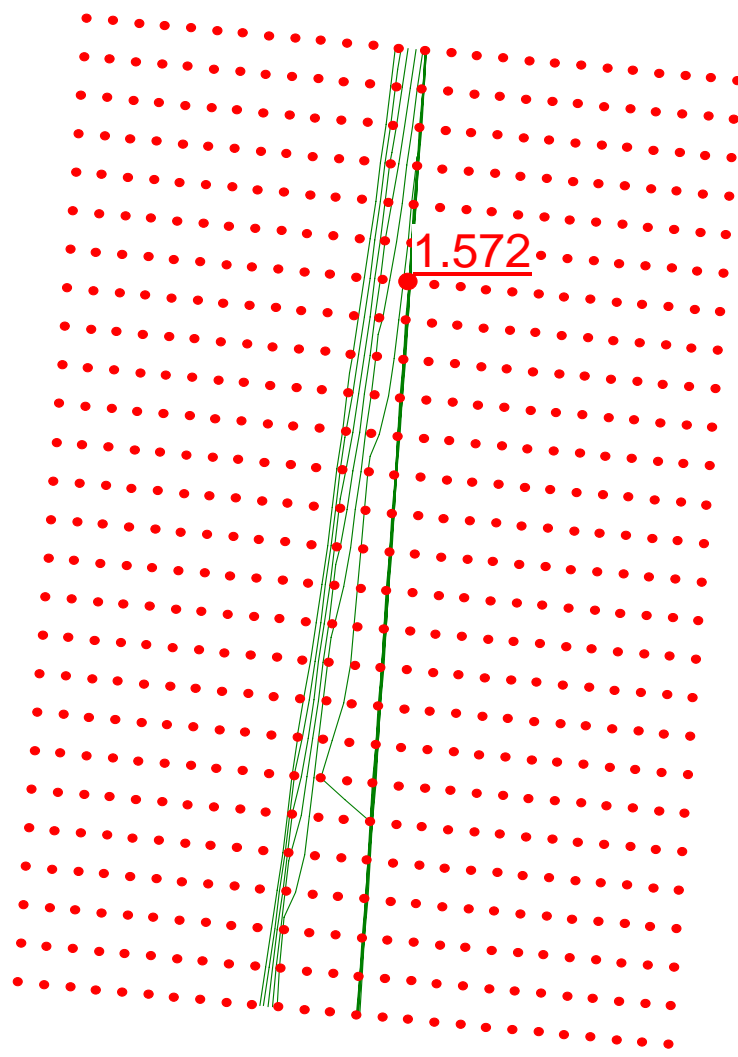
9 RIFERIMENTI NORMATIVI

Sono elencati i riferimenti normativi citati nel testo.

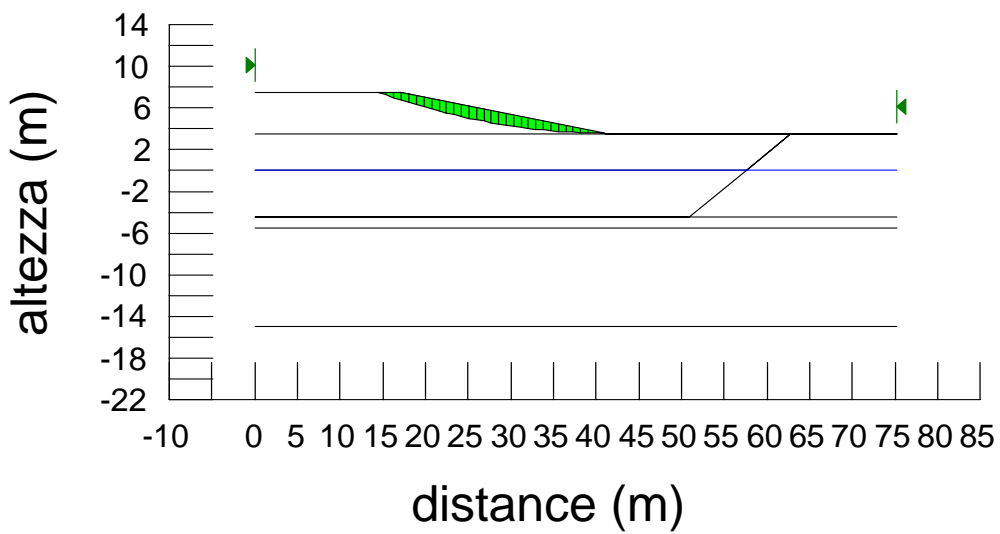
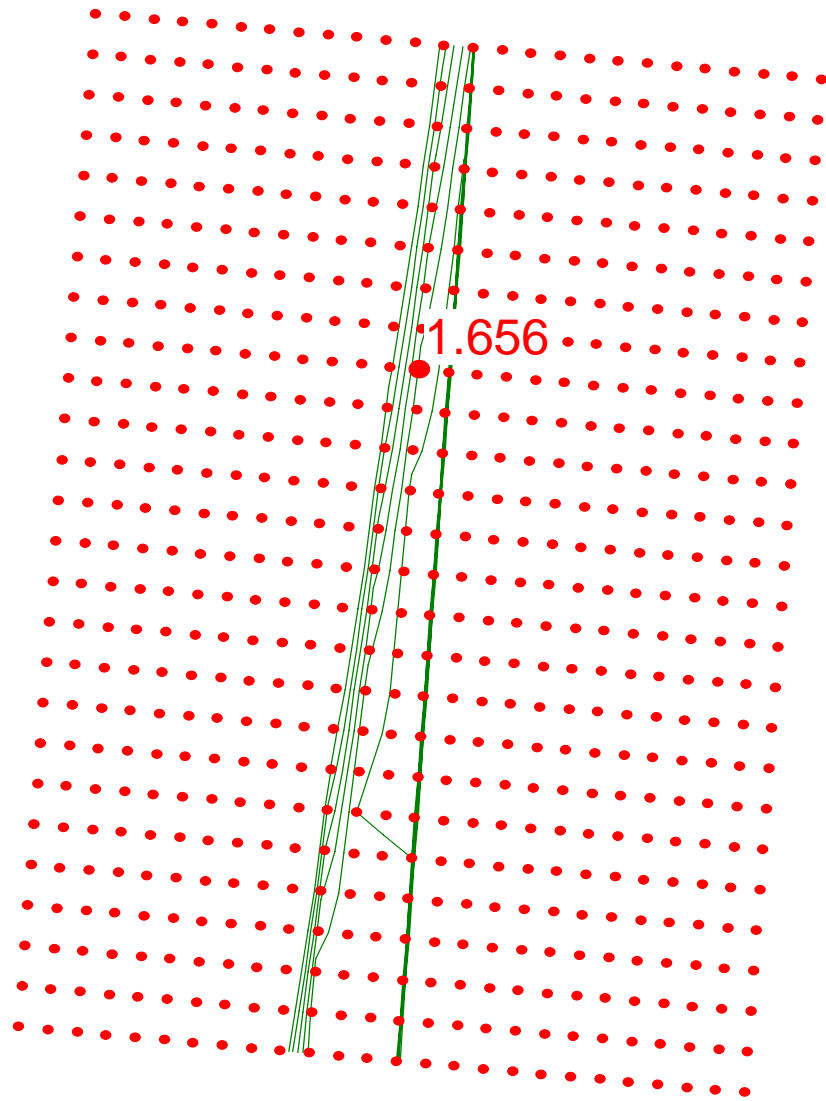
- (a) Decreto Ministeriale n. 471 del 25 ottobre 1999, “ Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni” (G.U. n. 293 del 15 dicembre 1999).
- (b) D.Lgs. 13 gennaio 2003 n. 36 “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”
- (c) Decreto Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio del 13 marzo 2003, “Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica”, (G.U. n. 67 del 21 marzo 2003).
- (d) Testo Unico in materia ambientale (D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”), pubblicato sul supplemento ordinario alla G.U. del 14 Aprile 2006 n° 88.
- (e) Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14 settembre 2005).
- (f) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione (DM 11-3-1988).
- (g) Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006).

ALLEGATO 1

Risultati dell'analisi di stabilità in condizioni statiche

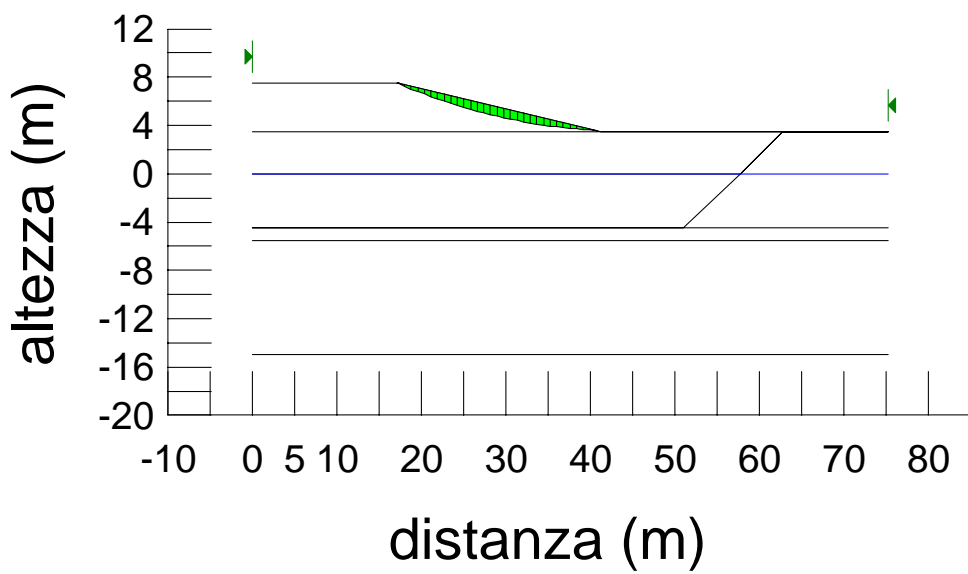
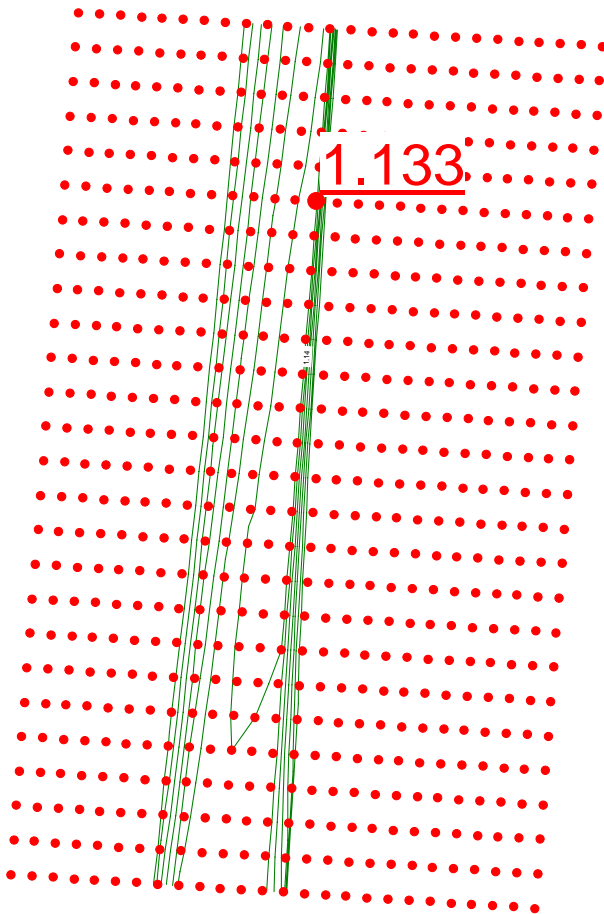


ANALISI 1A

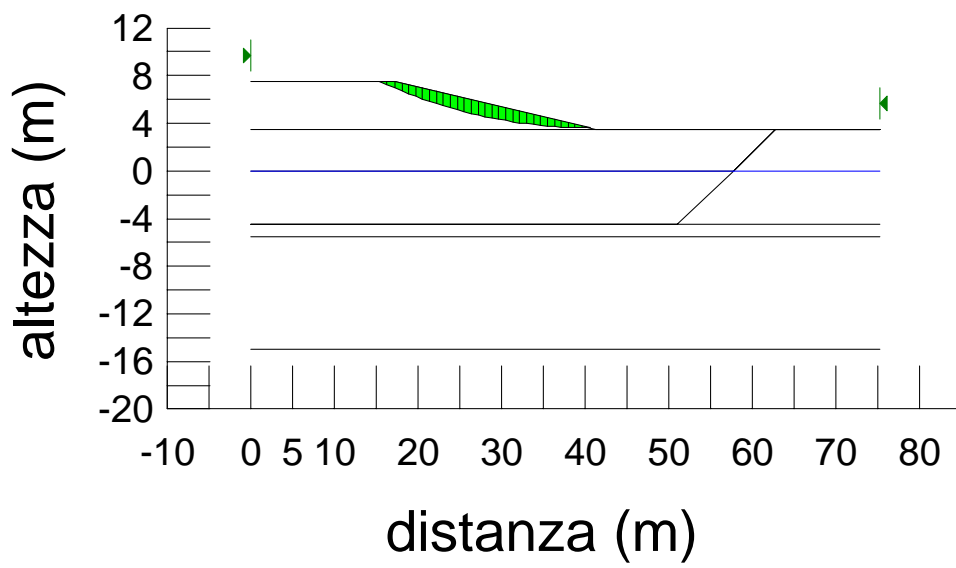
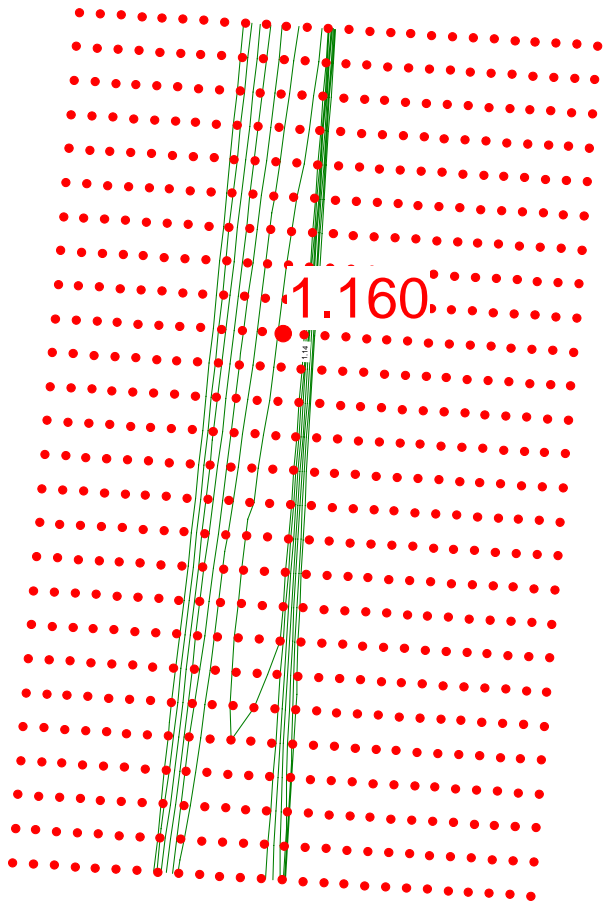


ANALISI 1B

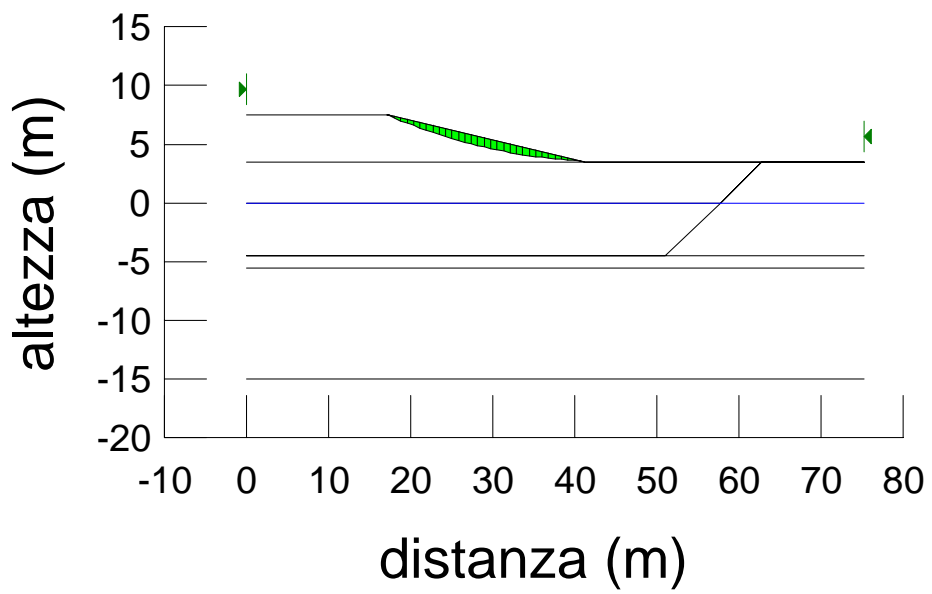
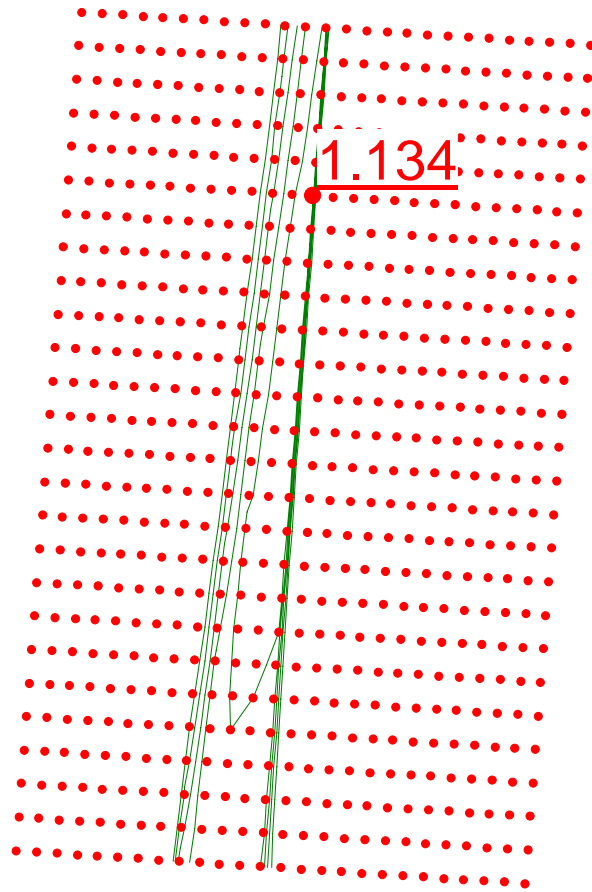
Risultati dell'analisi di stabilità in condizioni sismiche



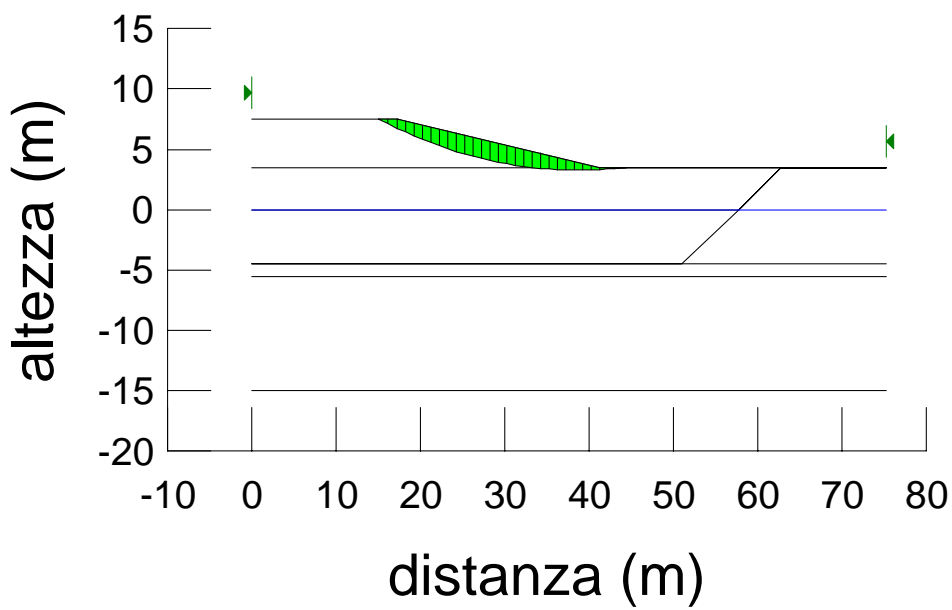
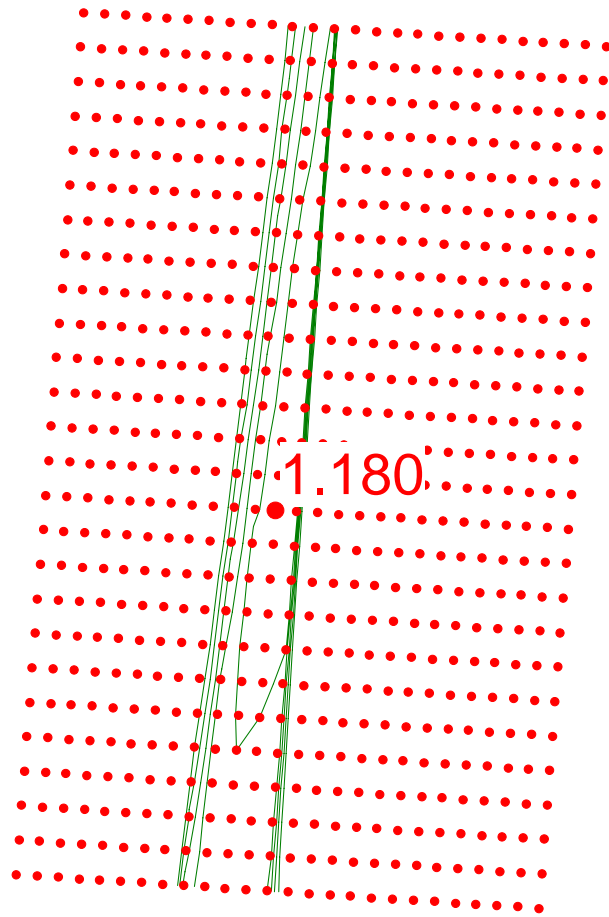
ANALISI 2A



ANALISI 2B

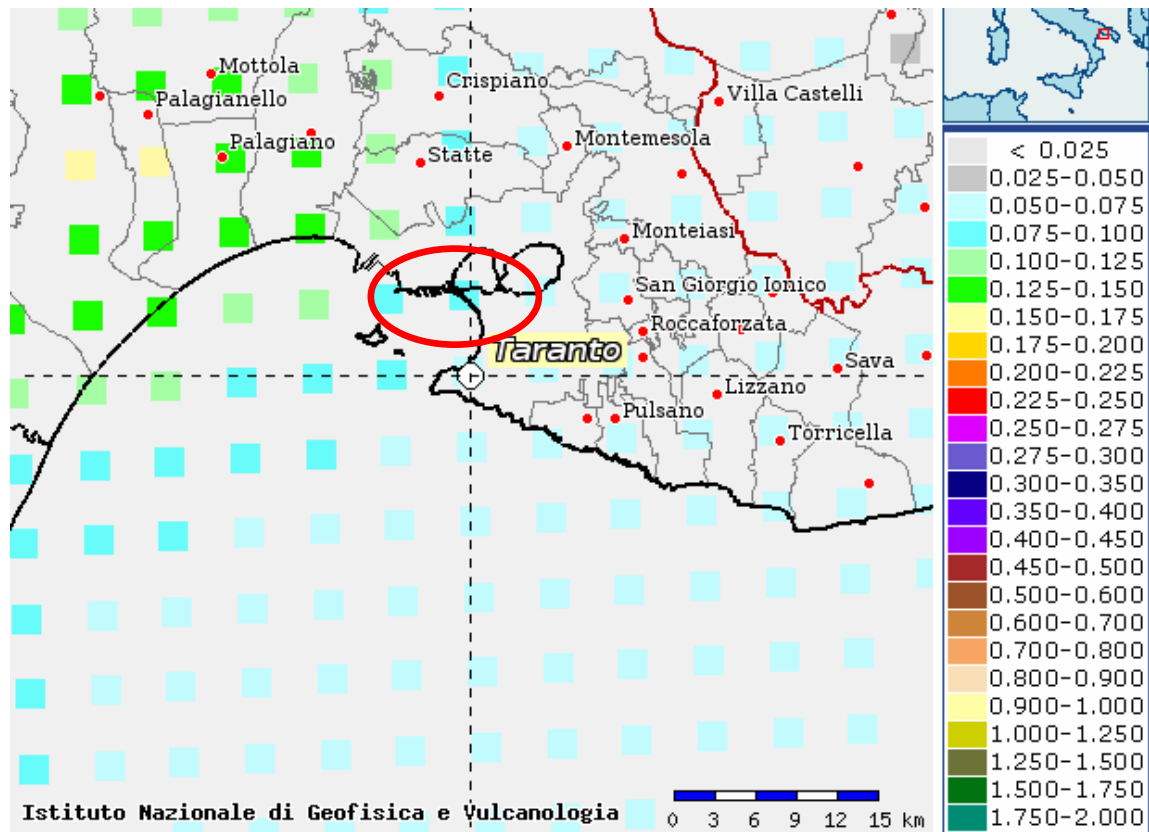


ANALISI 3A



ANALISI 3B

Mappa di pericolosità sismica

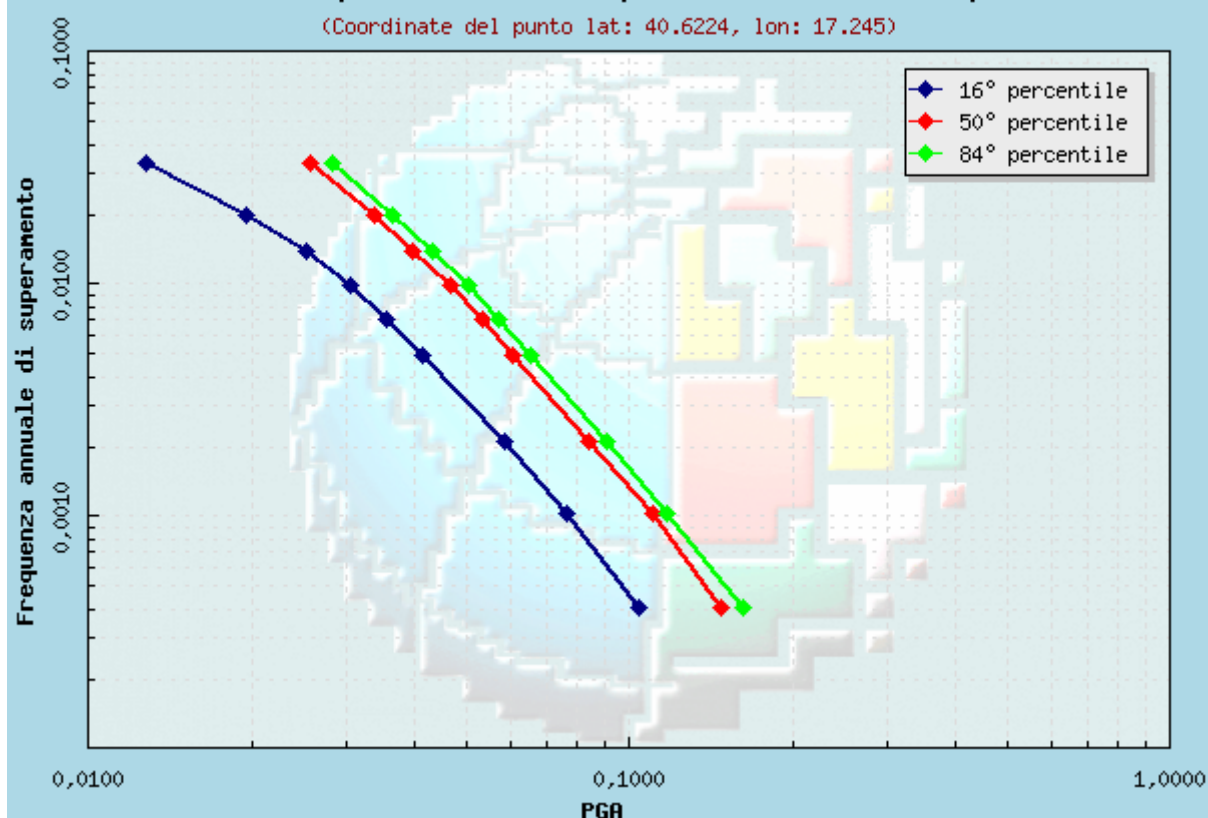


Selezione mappa

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	PGA	10%	50	

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 Valori di PGA per diverse frequenze annuali di superamento

(Coordinate del punto lat: 40.6224, lon: 17.245)



Frequenza annuale di superamento	PGA (Coordinate del punto lat: 40.6224, lon: 17.245)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.1042	0.1469	0.1621
0.0010	0.0761	0.1100	0.1168
0.0021	0.0585	0.0842	0.0906
0.0050	0.0414	0.0605	0.0657
0.0071	0.0355	0.0533	0.0573
0.0099	0.0304	0.0465	0.0503
0.0139	0.0251	0.0395	0.0430
0.0200	0.0196	0.0338	0.0365
0.0333	0.0127	0.0257	0.0282