

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
SACYR S.A.U. (MANDANTE)
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p>IL PROGETTISTA Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	--

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI</p> <p>LINEA FERROVIARIA DA OPERA DI ATTRAVERSAMENTO A STAZIONE DI ME</p> <p>OPERE COMPLEMENTARI – POZZI DI VENTILAZIONE</p> <p>POZZO N.4 - PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>SF0331_F0</p>
---	--	------------------

CODICE

C G 0 7 0 0 P C L D S F C L 2 O C 0 0 0 0 0 4 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	DAM S.p.A.	F.BERTONI	F.COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

INDICE

INDICE.....	3
PREMESSA.....	6
1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	7
3 CARATTERISTICHE MATERIALI	8
3.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER DIAFRAMMI	8
3.2 ACCIAIO PER CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO	8
3.3 COPRIFERRO.....	8
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	8
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	8
4.1.1 ESECUZIONE DEI DIAFRAMMI.....	11
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO.....	14
4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO	19
4.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....	24
4.4.1 VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI	26
4.4.2 STATI LIMITE ULTIMI: COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	28
4.4.3 STATI LIMITE DI ESERCIZIO: COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	30
4.4.4 VITA NOMINALE E PERIODI DI RITORNO DELLE AZIONI SISMICHE.....	30
4.4.5 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.	30
4.4.5.1 Verifica a pressoflessione – SLU	30
4.4.5.2 Verifica a pressoflessione – SLE	31
4.4.5.3 Verifica a fessurazione	31
4.4.5.4 Verifica a taglio.....	31
5 FASI COSTRUTTIVE	32
6 ELABORATI DI RIFERIMENTO	35
7 ANALISI PARATIA.....	35
7.1 ANALISI DEI CARICHI	35
7.2 MODELLO DI CALCOLO	38
7.2.1 PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO: PARATIE PLUS 2010	38
7.2.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	38
7.2.2.1 Geometria del problema.....	40

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

7.2.2.2	Fasi tipiche dell'analisi.....	41
7.2.2.3	La simulazione di un reinterro	42
7.2.2.4	L'applicazione di tiranti o di puntoni	43
7.2.2.5	Applicazione di carichi esterni e vincoli.....	45
7.3	VERIFICA DELLA PARATIA	45
7.3.1	VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO:	46
7.3.2	VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO (GEO):	53
7.3.3	VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO (STR):	58
8	TABULATI DI CALCOLO PARATIA	65



Ponte sullo Stretto di Messina
PROGETTO DEFINITIVO

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

PREMESSA

La presente opera si inserisce nell'ambito del Progetto Definitivo del "PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA" che deriva dal progetto preliminare dell'Opera di Attraversamento derivante a sua volta direttamente dal Progetto di Massima ultimato nel dicembre 1992 in osservanza alla legge speciale 1158/71, approvato in Assemblea Generale dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n° 220 del 10.10.1997 e successivamente esaminato nel 2000 dagli advisor Steinman International – Parsons Transportation Group e Price Waterhouse Coopers, su delibera del CIPE e conseguente incarico affidato dal Ministero dei Lavori Pubblici di concerto con quello del Tesoro del Bilancio e della P.E.. Inoltre il Progetto Definitivo della linea FS in Calabria sviluppa il progetto preliminare redatto da Stretto di Messina ed approvato dal CIPE con delibera n.66 del 01/08/2003 tenendo conto anche delle prescrizioni allegate a tale delibera.

In particolare la presente relazione di calcolo si riferisce alla paratia permanente prevista a sostegno dello scavo per la realizzazione del pozzo di ventilazione Annunziata 4, ubicato alla Pk 9+557.42 binario dispari.

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le verifiche vengono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite, tenendo conto delle vigenti disposizioni normative ed, in particolare:

- UNI ENV 1993-5 – Eurocodice 3: Progettazione delle strutture in acciaio;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 – 20 marzo 2003: Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – Individuazione, formazione e aggiornamento *degli elenchi nelle medesime zone*;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 – 20 marzo 2003: Norme per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni.
- D.M. 14 gennaio 2008: Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare 02 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- EN 1990:2002 Eurocode - Basis of structural design
- EN 1991-1-1:2002 Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings
- EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

rules for buildings

- EN 1997-1:2004 Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules
- EN 1997-2:2007 Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 2: Ground Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing
- EN 1998-1:2004 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings
- Associazione Geotecnica Italiana – 1977 Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche
- Associazione Geotecnica Italiana – 1984 Raccomandazioni sui pali di fondazione
- Associazione Geotecnica Italiana – 1994 Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio
- Istruzione Ponti: Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari
- Istruzione 44 A: Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione, il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrappassanti la linea ferroviaria
- Istruzione 44 B Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica
- Istruzione 44 C Visite di controllo ai ponti, alle gallerie ed alle altre opere d'arte del corpo stradale. Frequenza, modalità e relative verbalizzazioni
- Istruzione 44 D Impalcati ferroviari realizzati con travi in acciaio incorporate nel calcestruzzo
- Istruzione 44 F Verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Istruzione 44 G istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche Per le costruzioni di cui al d.m. 14.01.08 alla Progettazione geotecnica delle opere ferroviarie

2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- R. Lancellotta, Geotecnica, Ed. Zanichelli, 1993;
- P. Pozzati, Teoria e tecnica delle strutture - Volume I, Ed. UTET, 1980;
- J. E. Bowles, Fondazioni, Ed. Mc-Graw-Hill, 1998;
- M. Bustamate e B. Doix, Une Méthode pour la calcul des Tirants et des Microppieux injectés, 1985;
- P. Colombo, Elementi di geotecnica, Ed. Zanichelli, 1974;
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, 1984;
- Comparison of geotechnic softwares – Geo Fem, Plaxis, Z-Soil. XIII ECSMGE
- R. Lancellotta e J. Calavera, Fondazioni, Ed. Mc-Graw-Hill, 1999;
- C. Viggiani, Fondazioni, Ed. Cuen, 1993.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- AICAP – La corrosione nel calcestruzzo

3 CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER DIAFRAMMI

- Classe di esposizione ambientale: XC2 (UNI 11104 e UNI EN 206-1)
- Classe di resistenza: CLASSE C25/30
- Rapporto A/C massimo: 0,55
- Classe di consistenza: S4
- Diametro massimo degli aggregati: 32 mm

3.2 ACCIAIO PER CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

- Tensione di snervamento caratteristica: $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura: $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma = 450/1,15 = 391,30 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione caratteristica al carico massimo: $\epsilon_{uk} = 7,5 \%$
- Deformazione di progetto: $\epsilon_{ud} = 6,75 \%$

3.3 COPRIFERRO

- Copriferro minimo (C_{min}) = 50 mm

4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura oggetto della presente relazione è la paratia permanente di contenimento del terreno necessaria alla realizzazione del pozzo di ventilazione Annunziata 4 ubicato alla Pk 9+557.42 binario dispari.

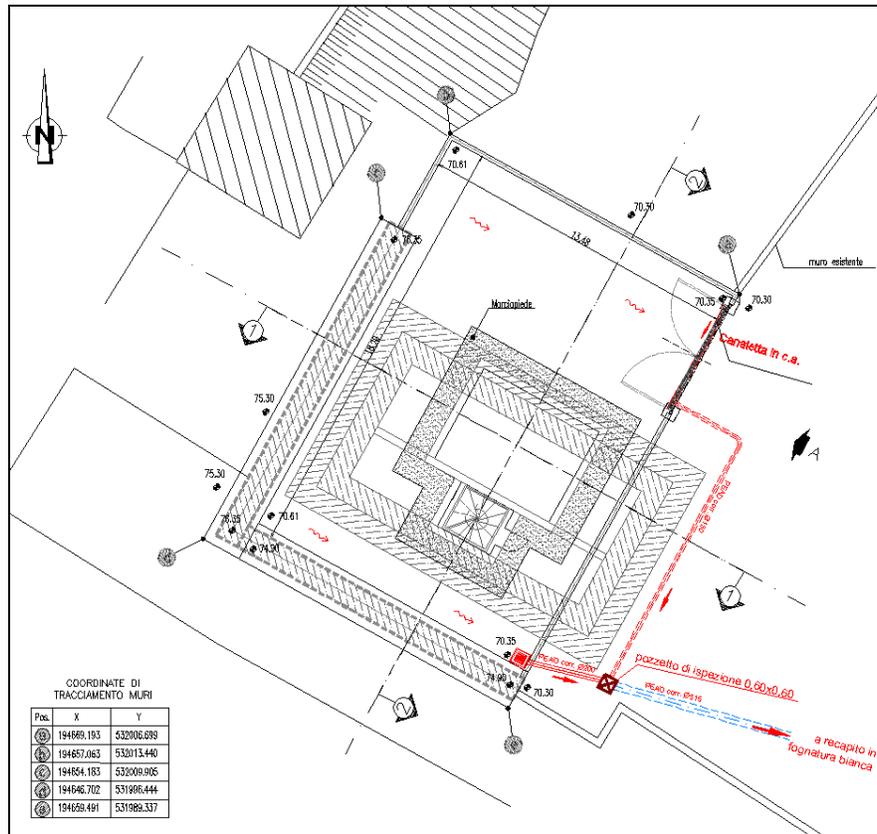
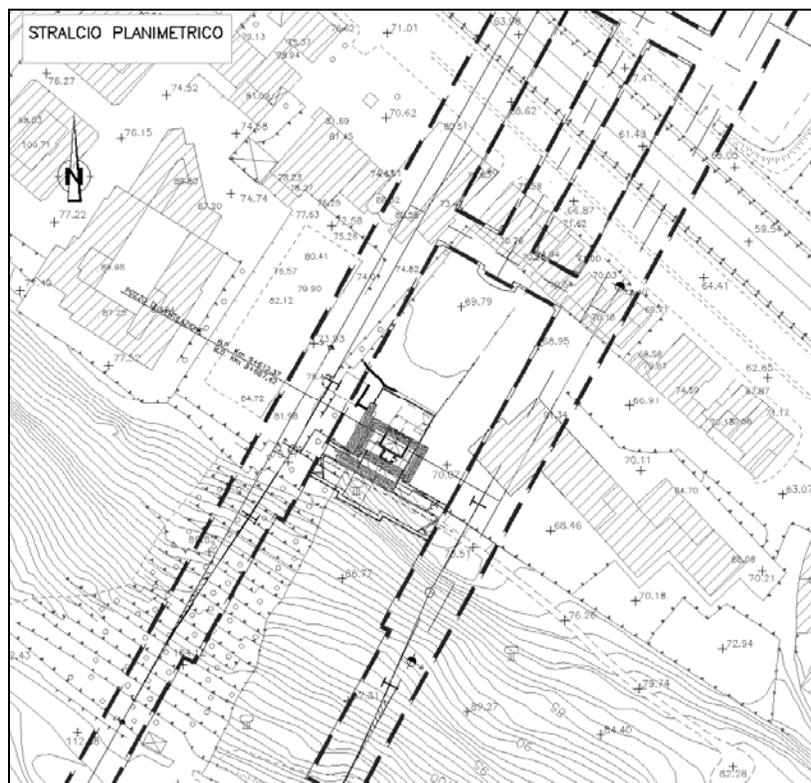


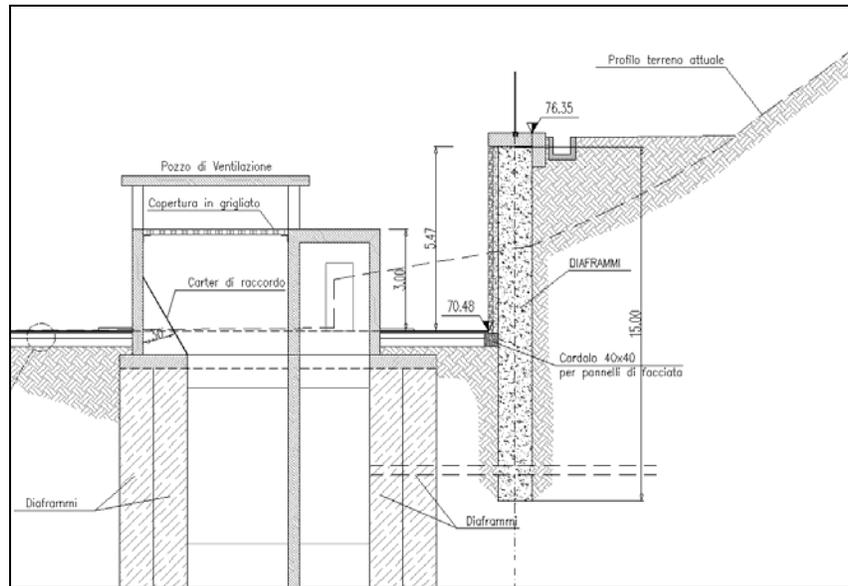
Figura 1 – Planimetria area di intervento Pozzo di ventilazione Annunziata 4

**Figura 2 – stralcio planimetrico di riferimento**

Per la paratia in questione si prevede l'utilizzo di diaframmi di larghezza pari a 2.5 m e spessore 1.00 m. La struttura prevede una controparete finita con lastre in pietra naturale e coppelle di protezione per la testa dei tiranti.

Per la scelta della sezione di calcolo si è optato per il mantenimento di diaframmi di spessore pari a 1 m, essendo questi previsti per la realizzazione del pozzo di ventilazione vero e proprio.

L'altezza massima del manufatto fuori terra è pari a circa 5.70 m. La lunghezza complessiva della paratia, nel tratto di altezza maggiore è pari a 15.00 m.

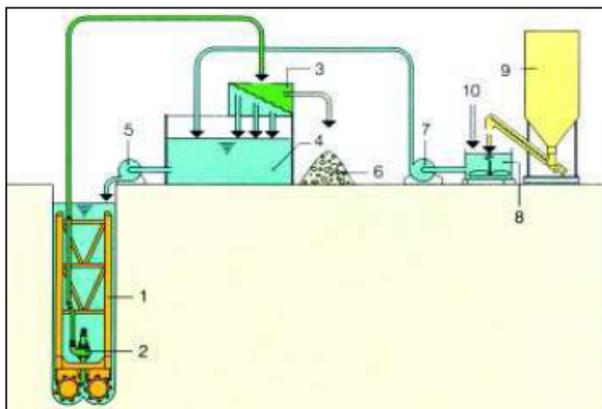
**Figura 3– sezione trasversale paratia**

4.1.1 ESECUZIONE DEI DIAFRAMMI

Si prevede l'impiego di idrofresa per l'esecuzione dei diaframmi.

Lo scavo con idrofresa prevede la rimozione continua del terreno dal fondo dello scavo tramite una testa fresante che riduce il materiale in una pezzatura tale da poter essere pompato in superficie, dopo essere stato mescolato alla sospensione bentonitica che riempie lo scavo in via di esecuzione e che lo sostiene in fase esecutiva.

Il fango bentonitico, carico del materiale di smarino, viene pompato ad una unità di dissabbiamento posta in superficie e rientra nel circolo.



1. Idrofresa	6. Materiale scavato
2. Pompa aspirazione fanghi	7. Pompa centrifuga
3. Dissabbiatore	8. Mixer bentonite
4. Contenitore fanghi	9. Silos bentonite
5. Pompa centrifuga	10. Acqua

Tutte le altre operazioni (calaggio delle gabbie di armatura e getto del calcestruzzo) vengono eseguite analogamente a quanto avviene nel caso di scavo tradizionale con benna mordente.

I vantaggi che è possibile acquisire attraverso lo scavo con idrofresa sono sintetizzabili nei seguenti aspetti:

- velocità di esecuzione;
- controllo della verticalità (tenuta idraulica, regolarità delle strutture interne, sicurezza nei confronti di venute d'acqua improvvise);
- possibilità di evitare water-stop o altri giunti impermeabilizzanti;
- possibilità di superare facilmente strati litoidi o eventuali murature;
- migliore stabilità delle pareti dello scavo, grazie all'assenza dell'effetto pistone;
- assenza di vibrazioni.

Nel seguito si descrivono brevemente le principali componenti del sistema.

Testa di scavo:

Il cuore del sistema idrofresa è costituito dalla testa di scavo, essa consiste in una struttura di acciaio con sezione orizzontale circa coincidente con quella del pannello da realizzare e altezza superiore a 10 m circa. Nella parte inferiore di tale struttura trovano posto le ruote fresanti, che ruotano attorno ad un asse orizzontale e sono azionate da riduttori idraulici indipendenti (in modo da consentire possibilità di manovra all'operatore).

Il terreno rimosso dalle teste fresanti si mescola con il fango bentonitico presente nello scavo (a cui è demandata la funzione di supporto, durante lo scavo stesso) e viene aspirato da una scatola di aspirazione, dalla quale viene portato in superficie attraverso specifiche tubature idrauliche.

Il sistema dispone di una elevata flessibilità, potendosi adattare a terreni di ogni natura: le ruote

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

possono infatti essere attrezzate con cutter da roccia dura , roccia tenera, terreni granulari e anche argillosi; una accurata scelta dei taglienti consente di attraversare strati anche molto differenti tra loro senza alcun tipo di ripercussione su velocità di avanzamento e precisione del taglio.

Inoltre, è possibile adattare la testa a differenti dimensioni dello scavo, attraverso la sostituzione delle ruote fresanti e la modifica della struttura di supporto.

Attrezzatura esterna:

Sistema di guida dei condotti idraulici: per mantenere sempre in tensione i tubi idraulici il metodo classico (HTS Hose Tensioning System) prevede due ruote ad argano guidate, la cui corsa deve essere circa la metà della profondità di scavo; è quindi richiesta una gru con braccio di altezza importante; i più moderni sistemi di avvolgimento dei tubi by-passano tale problema, consentendo profondità di scavo anche superiori a 100 m con ingombri della macchina accettabili e con una antenna dell'ordine di 10-15 m.

Carro cingolato:

Le caratteristiche del carro possono essere anche molto differenti, in funzione della scelta del sistema di guida dei condotti idraulici (sopra descritta) e della scelta di posizionamento dei gruppi di potenza idraulica, che possono essere a bordo del carro o a terra.

Impianto fanghi:

Il fango bentonitico carico di terreno scavato viene inviato all'impianto di dissabbiamento, dove le particelle solide vengono rimosse; la bentonite viene rimessa in circolo e rinviata all'interno dello scavo.

La portata e la capacità di dissabbiamento dell'impianto devono essere dimensionate in funzione del tipo di terreno e delle produzioni previste; ove necessario è possibile utilizzare impianti modulari, per meglio adattare la capacità di dissabbiamento alle caratteristiche della fresa Per le sue dimensioni e la sua importanza per il corretto funzionamento del sistema, l'impianto fanghi rappresenta il componente più importante dell'impianto tecnologico complessivo, assieme alla testa fresante.

Sistema di controllo:

L'intero sistema viene controllato da un unico operatore; all'interno della cabina di comando convergono le seguenti informazioni relative alle procedure di scavo ed alla macchina:

- pressioni idrauliche;
- profondità dello scavo;
- velocità di rotazione delle ruote fresanti;
- portata della pompa di smarino;

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p><i>Codice documento</i> SF0331_F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	

- deviazione dalla verticale, sui due assi orizzontali, attuale e tendenziale;
- tempo e velocità di scavo.

Tutti i parametri, oltre ad essere visibili all'operatore, vengono registrati e possono entrare a far parte del report di scavo.

4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Per la caratterizzazione dei terreni sui quali insiste l'opera, ci si è basati sia sui dati desunti dalle numerose campagne di indagine che si sono susseguite negli anni, nonché sulle prove di laboratorio che hanno consentito la stima dei parametri geotecnici che caratterizzano le varie litologie.

In primo luogo si riporta uno stralcio del profilo geologico della zona di interesse.

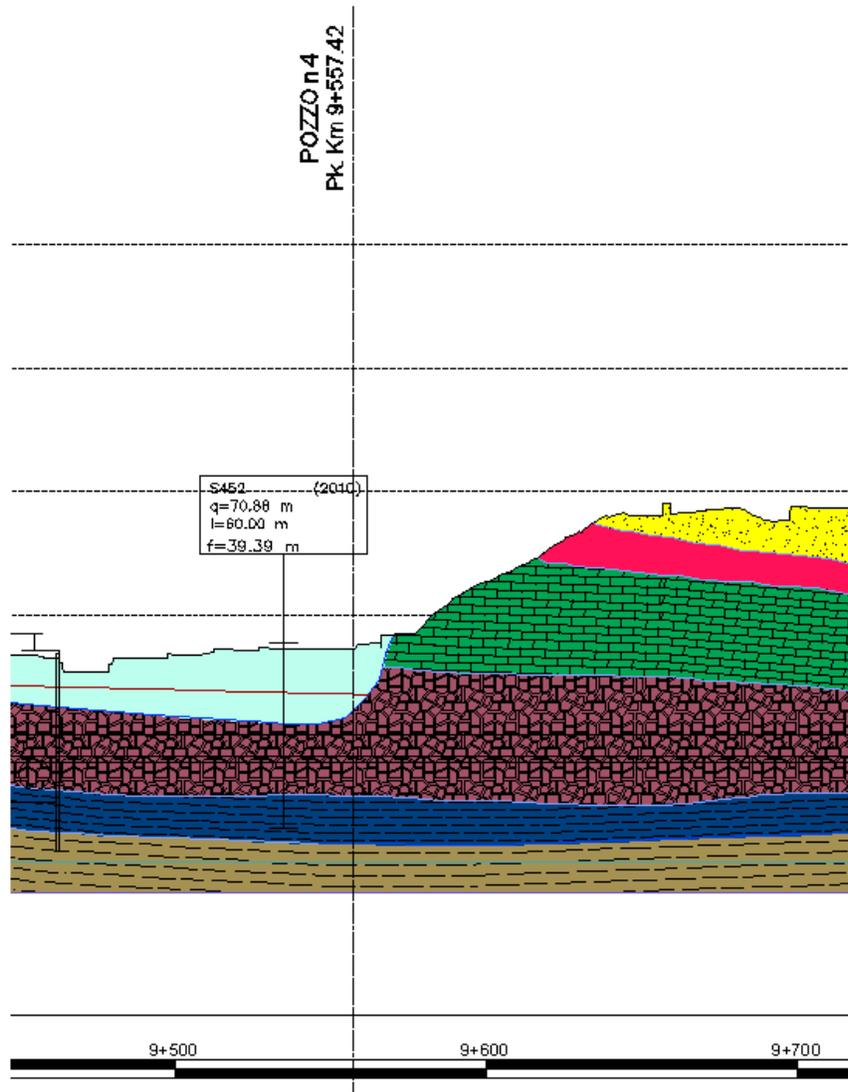


Figura 4 - profilo geologico

LEGENDA GEOLOGICA

	DEPOSITO ANTROPICO: Discariche per rifiuti solidi urbani, inert, materiali di riparo; cave di pietra.
	DEPOSITO DI VERSANTE E COLTRE ELUVIO-COLLUVALE: Depositi incoerenti, massivi, costituiti da materiale spigoloso poligenico e eterometrico in matrice argillosa o melassica, coltri detritiche e terre rosse (a), localmente a grossi blocchi (b).
	DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI, DEPOSITI DI PIANA LITORALE: Limi, sabbie e ghiaie con fluvioglaciali attuali. Limi, ghiaie e sabbie a supporto di matrice terroso-argillosa, a daski melanomorfici prevalenti, da spigolosi a subarrotolati di diametro tra 1 e 10 cm, e con localni limi torbosi, talora lezzati, distribuiti lungo i corsi d'acqua, nelle ampie valli e nelle pianure costiere.
	DEPOSITI MARINI TERRAZZATI: Sabbie gialle (ora talora ghiaiose), ghiaie e teromiche per lo più cristalline a dolli arrotolati ed appalliti, in matrice sabbiosa, a stratificazione poco evidente. Spessore: fino a circa 10 m. PLEISTOCENE M E D I O - S U P E R I O R E
	GHIAIE E SABBIE DI MESSINA: Sabbie e ghiaie grigio-ghiasse o rossastre, a prevalenti daski cristallini di 2-30 cm di diametro, da subarrotolati ad appalliti, spesso embridati, matrice sabbiosa, con limi e limi di sabbie fini e sili quarzosi; localmente conglomerati calcidaskid ricchi in macrostili, a cemento calcidaskid, in strati da 30 cm a 1 m (a). A luoghi leni discontinue di conglomerati grigiasli cementati (b). PLEISTOCENE M E D I O
	CALCARENITI DI S. CORRADO: Calcareniti organogene giallo-bruno a stratificazione incrociata o parallela con sottili limi sabbioso-siliosi. Alla base è presente un livello di breccie a grossi blocchi di Trubi, spesso fino a 20 m. PLEISTOCENE M E D I O
	TRUBI: Mame e calcari marnosi colore bianco-crema con leni sabbiose. Alla base localni conglomerati a daski melanomorfici in matrice sabbiosa. PLIOCENE I N F E R I O R E
	ARENAZZOLO: Conglomerato poligenico ed eterogeneo, cui si associano limi sabbiosi e sabbie grossolane. MESSINIANO S U P E R I O R E - P L I O C E N E I N F E R I O R E ?
	CALCARE EVAPORITICO BRECCIATO: Calcare microcristallino bianco-ino, brecciato e uscolato a struttura massiva, talora con intercalazioni di lamini carbonatiche. MESSINIANO S U P E R I O R E
	GESSI E ARGILLE GESSOSE: Gessi meso- e macrocristallini in leni discontinue, solitamente sovrapposti ad argille bruno-ghiasse cui si intercalano leni decimetriche di gesso geminato in grossi cristalli. Alla base localmente è presente un livello di calcare bianco-abile, spesso 1,5 m. MESSINIANO S U P E R I O R E
	FORMAZIONE DI S. PIERNICETO: Mame argilloso-silice grigie con sottili intercalazioni di arenarie fini arcose, argille sabbioso-silice e peli grigio-bruno con limi di sabbie o microconglomerati ghiasli; alternanze di arenarie medio-grossolane, in banchi spessi fino a 3m, di sili argillosi e argille marnose (a). In sottosuolo, localmente, sono presenti alternanze di spessore fino a 2 m di argille torbose marnose e limi carboniosi di ligniti (b). Conglomerati e teromici a prevalenti daski melanomorfici di medioalto grado, e micro calcari o quarzareniti in matrice sabbioso-limosabrunastra (c). M I D C E N E M E D I O - S U P E R I O R E
	METAMORFITI DELL'UNITÀ DELL'ASPRONTE Paragneiss passanti a mela di gna grana medio-grossa, tessitura adesa e struttura porfiroblastica, cui si associano corpi di gneiss occhialini, leni melliche di anfiboliti, banchi di marmi, e rari filoni plutonici addi, discordanti. One l'occhialini a grana medio-grossa, tessitura orientata, con porfiroblastici di clinocristalli di K-feldspato in una matrice sabbiosa, quarzo e feldspati, cui si associano corpi di melagranitoidi a due miche a grana media e medio-fine, e filoni pegmatiti concordanti. P R E - C A R B O N I F E R O - P E R M I A N O

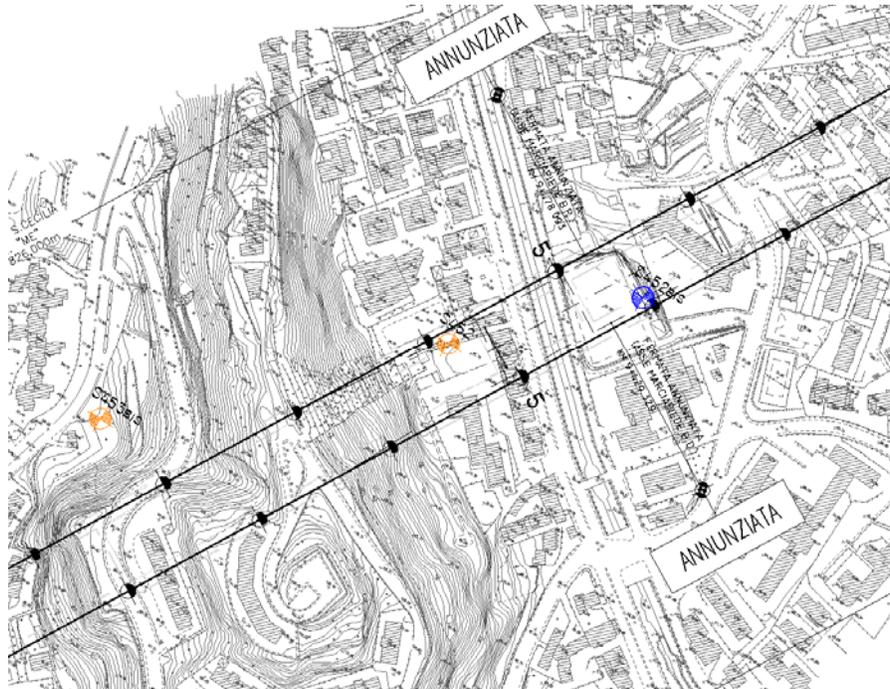


Figura 5 – stralcio planimetrico ubicazione indagini

Dal profilo sopra riportato (CG0800PF6DSSBC6TF00000024) emerge che la zona di interesse è completamente caratterizzata da materiali identificati come *sedimenti fluviali e costieri*, nel primo strato avente spessore di circa 17.00 m, e *calcari brecciati* nella parte sottostante.

La descrizione della litologia riportata nel seguito è tratta dalla relazione geotecnica generale (CG0800PRBDSSBC8G000000001).

“Sono costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, giallastre o brune a clasti prevalentemente arrotondati di diametro da 2 a 30 cm, clasti sostenuti o a supporto di matrice argilloso-sabbiosa, alternate a rari sottili livelli di sabbie argillose rossastre; sabbie ciottolose a supporto di matrice argilloso-terrosa. L’età dei depositi alluvionali terrazzati è Pleistocene medio-superiore.

I depositi alluvionali recenti sono costituiti da limi e sabbie con livelli di ghiaie a supporto di matrice terroso-argillosa, talora terrazzati, localizzati in aree più elevate rispetto agli alvei fluviali attuali. La componente ruditica è rappresentata da ciottoli poligenici, prevalentemente cristallini, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, mediamente di 4-5 cm. L’età dei depositi alluvionali recenti è l’Olocene.”

Sempre nel medesimo elaborato vengono infine tabulati i valori caratteristici identificativi della litologia:

γ (kN/m ³)	19+21
N _{SP} T (colpi/30 cm)	49±32
c' _{pliss} (kPa)	0
ϕ' _{pliss} (°)	37+39 (p'ff=0-272KPa) / 35+37 (p'ff=272-350KPa)
C _{qv} ' (kPa)	0
ϕ_{qv}' (°)	33+35
OCR	-
c _u (kPa)	-
k _c (-)	1-sen ϕ'
K _v (m/sec)	-
V _g (m/sec)	V _s =200+8·z (m/s)
G' _o	$G_o = 1400 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.64}$
E' *	$E = (10 + 25) \cdot (z)^{0.65}$
v' (-)	0.2
G ₀ , G/G ₀	curve teoriche
D ₀ , D/D ₀	curve teoriche
K(m/s)	10 ⁻⁴

Figura 6 – caratteristiche geotecniche medie

Valori congrui con quelli assunti nelle presenti verifiche e di seguito riportati:

	γ	c'	ϕ'	E'	v'	k
	kN/m ³	MPa	°	MPa	--	m/s
Sedimenti fluviali e costieri	18	0.00	37	$9 \cdot z^{0.80} E_{min}$ per z=3.00 m	0.2-0.3	-

Data l'assenza di colonne di sondaggio, utili alla definizione della categoria di sottosuolo, nell'intorno del pozzo, e data la variabilità che emerge consultando la tabella sottostante, è stata cautelativamente assunta la categoria di sottosuolo C.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

<i>Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN "S.Agata"</i>	SPPS09	49	C
	S410	48	C
	S445	25	C
	S445bis	42	C
<i>Ferrovia Da 5+1 a 5+6 km</i>	S448	39	C
	S425	33	C
<i>Ferrovia Da 5+6 a 17+3 km - GN "S.Cecilia"</i>	S449	39	C
	S450	76	B
	S451bis	71	B
	S462	37	C
	S464bis	61	B
	S458	23	C

Figura 7 – estratto dalla relazione sismica generale (CG0800PRGDSSBC8G000000001)

Per quanto riguarda la presenza della falda, essa risulta assente alla quota di realizzazione delle opere in oggetto, sono inoltre stati previsti sistemi di drenaggio per l'opera in progetto. Il regime sotterraneo delle acque, pertanto non è definibile in modo certo; il sondaggio più vicino a cui fare riferimento è il 452 bis, dove è stato installato un piezometro che tuttavia non rivela la presenza di acqua.

49	Sic	S451	ATI Sorige - L&R	20/07/2010	97,5
52	Sic	S452bis	Vicenzetto	05/06/2010	55,0
53	Sic	S453	Vicenzetto	11/06/2010	45,0

Casagrande	97,0	90,123	0,27	51,81	51,54	51,60	51,33
Casagrande	22,0	71,258	0,12	Nessun segnale	Assente	Nessun segnale	Assente
Casagrande	17,0	52,968	0,48	12,33	11,85	12,25	11,77

4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO

Coefficiente di spinta sismica del terreno

Le verifiche di sicurezza in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento a quanto indicato nella Normativa Italiana riportata nel DM 14 gennaio 2008 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) e successive modificazioni.

Nel seguito si fa riferimento al documento "Allegato A alle Norme Tecniche per le Costruzioni: Pericolosità Sismica". In base a tale documento, l'azione sismica sulle strutture è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base" costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni"), nonché di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1 (della precedente Normativa), nel periodo di riferimento V_R (definito al § 2.4 del NTC).

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;

T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici, che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- i termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi del “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 Km);
- per diverse probabilità di superamento e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tenere conto delle modifiche prodotte da condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Nel seguito si riportano i valori e gli spettri di risposta considerati per il sito in oggetto che viene identificato le coordinate ISTAT:

Latitudine : 38.22011

Longitudine: 15.5556

In accordo con i criteri di progettazione contenuti nelle Istruzioni RFI n. 44G, sono stati assunti come valori di riferimento per la stima dell'accelerazione sismica di progetto (essendo opere insistenti su infrastrutture ferroviarie nuove – non AV – e non strategiche):

- Vita nominale (V_N)= 75 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione (C_u)= 1 (Classe d'uso: II)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 75 anni.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

E' stata assunta la categoria topografica T2 conformemente a quanto previsto alla tabella 3.2.IV delle NTC08, in quanto a tergo delle opere si hanno superfici aventi inclinazione media maggiore di 15°.

Sempre in analogia alle linee guida emanate, nel caso sismico sono state analizzate le condizioni di Stato Limite di Vita (SLV) e di Stato Limite di Danno (SLD), da cui risultano le accelerazioni al suolo di seguito riportate:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

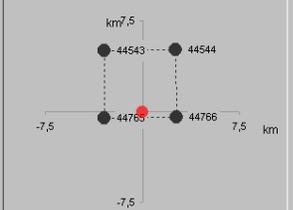
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza e coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, a "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO - $P_{VR} = 81\%$ info
- SLD - $P_{VR} = 63\%$ info

Stati limite ultimi - SLU

- SLV - $P_{VR} = 10\%$ info
- SLC - $P_{VR} = 5\%$ info

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- - - □ - - - Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info $S_S = 1.282$ $C_C = 1.453$ info

Categoria topografica info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.200$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 0.667$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 6\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_r	0.287 g
F_o	2.429
T_c^*	0.373 s
S_o	1.282
C_o	1.453
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.539
γ	1.000
T_B	0.181 s
T_C	0.543 s
T_D	2.746 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_o \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S + \xi)} \geq 0,5S; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_o \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_r / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_k(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_k(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_k(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_k(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_o(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_k(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.441
$T_B \leftarrow$	0.181	1.071
$T_C \leftarrow$	0.543	1.071
	0.648	0.897
	0.752	0.772
	0.857	0.678
	0.962	0.604
	1.067	0.545
	1.172	0.496
	1.277	0.455
	1.382	0.420
	1.487	0.391
	1.592	0.365
	1.697	0.342
	1.802	0.323
	1.907	0.305
	2.012	0.289
	2.116	0.275
	2.221	0.262
	2.326	0.250
	2.431	0.239
	2.536	0.229
	2.641	0.220
$T_D \leftarrow$	2.746	0.212
	2.806	0.203
	2.865	0.194
	2.925	0.186
	2.985	0.179
	3.045	0.172
	3.104	0.166
	3.164	0.159
	3.224	0.154
	3.283	0.148
	3.343	0.143
	3.403	
	3.463	0.133
	3.522	0.129
	3.582	0.124
	3.642	0.120
	3.701	0.116
	3.761	0.113
	3.821	0.109
	3.881	0.106
	3.940	0.103
	4.000	0.100

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.099 g
F_a	2.314
T_c^*	0.314 s
S_s	1.500
C_c	1.538
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.800
η	1.000
T_B	0.161 s
T_C	0.484 s
T_D	1.996 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10(S+\xi)} \geq 0,5S; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_g(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.178
0.161	0.412
0.484	0.412
0.556	0.359
0.628	0.318
0.700	0.285
0.772	0.258
0.844	0.236
0.916	0.218
0.988	0.202
1.060	0.188
1.132	0.176
1.204	0.166
1.276	0.156
1.348	0.148
1.420	0.140
1.492	0.134
1.564	0.127
1.636	0.122
1.708	0.117
1.780	0.112
1.852	0.108
1.924	0.104
1.996	0.100
2.091	0.091
2.187	0.083
2.282	0.076
2.377	0.070
2.473	0.065
2.568	0.060
2.664	0.056
2.759	0.052
2.855	0.049
2.950	0.046
3.046	
3.141	0.040
3.236	0.038
3.332	0.036
3.427	0.034
3.523	0.032
3.618	0.030
3.714	0.029
3.809	0.027
3.905	0.026
4.000	0.025

4.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Le verifiche geotecniche (GEO) e strutturali (STR) vengono effettuate facendo riferimento al

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

metodo semi-probabilistico agli stati limite, in cui la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

Vengono considerati sia gli stati limite ultimi, che sono quelli associati al collasso della struttura (o dell'insieme struttura-terreno) o alla rottura di parti di essa, sia gli stati limite di esercizio, che corrispondono a condizioni oltre le quali specifiche richieste d'uso per una struttura o per un elemento strutturale non sono più soddisfatte.

Le verifiche di sicurezza vengono condotte secondo il metodo dei coefficienti parziali: l'affidabilità viene ottenuta verificando che, in tutte le situazioni progettuali significative, gli stati limite non vengono raggiunti quando i valori di progetto delle azioni, delle proprietà del materiale e dei dati geometrici sono introdotti nei modelli progettuali, questo si traduce nell'equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

Dove:

R_d è la resistenza di progetto del sistema geotecnico, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni o direttamente $E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

Il non raggiungimento delle situazioni limite è da intendersi in senso probabilistico, cioè implicitamente si assume che la probabilità di raggiungere una certa situazione limite, durante la vita nominale della struttura (o durante l'orizzonte temporale di riferimento nel caso di una fase transitoria), sia inferiore ad un valore prefissato, comunque piccolo.

In particolare, per le paratie si considereranno i seguenti stati limite ultimi:

SLU DI TIPO GEOTECNICO (GEO) E DI TIPO IDRAULICO (UPL E HYD):

- Collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- Collasso per carico limite verticale;
- Sfilamento di uno o più ancoraggi;
- Instabilità di fondo scavo per sollevamento;
- Instabilità del fondo scavo in terreni a frana fine in condizioni non drenate;
- Sifonamento del fondo scavo;
- Instabilità globale dell'insieme terreno-opera.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

SLU DI TIPO STRUTTURALE (STR):

- Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;
- Raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 in combinazione 2: A2+M2+R1, dove R1 = 1 come indicato nelle istruzioni per l'applicazione delle NTC08 con la circolare del 2 febbraio 2009. Le rimanenti verifiche devono essere effettuate considerando le combinazioni di coefficienti:

Combinazione 1: A1+M1+R1;

Combinazione 2: A2+M2+R1

Tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nel capitolo seguente.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (SLE), invece, si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

4.4.1 VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

Le azioni che agiscono sulle strutture possono venire classificate secondo la loro variazione nel tempo in:

- permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente;
 - forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti dei carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G_1);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G_2);
 - spostamenti o deformazioni imposte, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
 - pretensione e precompressione (P);
 - ritiro e viscosità;
 - spostamenti differenziali;
- variabile (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- eccezionali (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;
 - incendi;
 - esplosioni;
 - urti ed impatti.
- sismiche (E): azioni derivanti dai terremoti.

Tutte le azioni variabili che agiscono sulla struttura vengono introdotte nei calcoli di verifica in termini di un *valore caratteristico* Q_k , ossia il valore corrispondente ad un frattile pari al 95% della popolazione dei massimi, in relazione al periodo di riferimento dell'azione variabile stessa.

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini Q_{kj} rappresentano le azioni variabili, della combinazione, con Q_{k1} azione variabile dominante e Q_{k2} , Q_{k3}, \dots azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} i cui valori sono forniti nella tabella 2.5.I delle NTC08.

Con riferimento alla durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile, si definiscono:

- valore quasi permanente $\psi_{2j}Q_{kj}$: la media della distribuzione temporale dell'intensità;
- valore frequente $\psi_{1j}Q_{kj}$: il valore corrispondente al frattile 95% della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento;
- valore raro (o di combinazione) $\psi_{0j}Q_{kj}$: il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili.

Nel caso in cui la caratterizzazione stocastica dell'azione considerata non sia disponibile, si può assumere il valore nominale. Nel seguito sono indicati con il pedice k i valori caratteristici; senza pedici k i valori nominali.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- **Combinazione fondamentale**, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot Q_{k2} \cdot \psi_{02} + Y_{Q3} \cdot Q_{k3} \cdot \psi_{03} + \dots$$

- **Combinazione caratteristica (rara)**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + Q_3 \cdot \psi_{03} + \dots$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- **Combinazione frequente**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + Q_3 \cdot \psi_{23} + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente** (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + Q_3 \cdot \psi_{23} + \dots$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + Q_3 \cdot \psi_{23} + \dots$$

- **Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d :

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + Q_3 \cdot \psi_{23} + \dots$$

Nelle combinazioni per gli SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} sono dati nel paragrafo seguente mentre quelli dei coefficienti ψ nella tabella sotto.

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

4.4.2 STATI LIMITE ULTIMI: COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$R_d \geq E_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$$E_d = E \cdot \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Ovvero:

$$E_d = \gamma_E \cdot E \cdot \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

con $\gamma_E = \gamma_F$ e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \cdot \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Gli effetti delle azioni e delle resistenze sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$ dei parametri di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = E_k \cdot \gamma_E$.

Nella formulazione della resistenza R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema.

Le verifiche vengono eseguite per le condizioni di carico più gravose che possono agire sulla struttura ed adottando le combinazioni ed i coefficienti parziali riportati nelle immagini seguenti.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Figura 8 – coefficienti parziali da NTC 08

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		γ_M		
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	γ_φ	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	γ_c	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Figura 9– coefficienti parziali da NTC 08

4.4.3 STATI LIMITE DI ESERCIZIO: COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Le verifiche agli stati limite di esercizio vengono eseguite adottando coefficienti parziali unitari.

4.4.4 VITA NOMINALE E PERIODI DI RITORNO DELLE AZIONI SISMICHE

Si definisce vita nominale di un'opera strutturale il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è stata destinata.

Nella fattispecie, in linea con i criteri di progettazione emanati, si assumono per queste opere una vita nominale di 75 anni ed una classe d'uso II (par. 2.4.2. Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), determinando quindi una periodo di riferimento per la costruzione pari a 75 anni.

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.00 = 75 \text{ anni}$$

4.4.5 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

4.4.5.1 Verifica a pressoflessione – SLU

RESISTENZA DI CALCOLO A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

dove:

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$\gamma_c = 1.5$$

RESISTENZA DI CALCOLO A TRAZIONE DEL CALCESTRUZZO

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$f_{ctd} = f_{ctm}/\gamma_c$$

RESISTENZA DI CALCOLO DELL'ACCIAIO

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$$

dove:

$$\gamma_s = 1.15$$

4.4.5.2 Verifica a pressoflessione – SLE

Si hanno i seguenti limiti per le tensioni in esercizio:

Combinazione Rara/Frequente

$$\sigma_c \leq 0.60 \cdot f_{ck}$$

$$\sigma_s = 0.8 \cdot f_{yk}$$

Combinazione Quasi Permanente

$$\sigma_c \leq 0.45 \cdot f_{ck}$$

$$\sigma_s = 0.8 \cdot f_{yk}$$

4.4.5.3 Verifica a fessurazione

Le ampiezze delle fessure verranno contenute nei seguenti limiti, per combinazioni di carico frequenti.

$$\text{Aperture fessure} \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

4.4.5.4 Verifica a taglio

Affinché possa risultare non necessaria l'armatura trasversale resistente a taglio devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

d = altezza utile della sezione (mm)

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) \leq 0.02$$

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ = tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0.02 \cdot f_{cd}$)

b_w = larghezza minima della sezione (mm)

Nel caso in cui le condizioni sopra non siano soddisfatte, La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

La verifica di resistenza si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \sigma_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

A_{sw} : area dell'armatura trasversale;

s : interasse tra due armature trasversali consecutive;

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo;

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd};$$

σ_c coefficiente maggiorativo = 1 per membrature non compresse

$$1 + \sigma_{cp}/f_{cd} \quad 0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$$

$$1.25 \quad 0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp}/f_{cd}) \quad 0.5 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

5 FASI COSTRUTTIVE

Data la natura dell'opera sono state analizzate anche le fasi costruttive necessarie al

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

completamento della stessa.

Nel seguito si analizza, fase per fase, le lavorazioni previste:

- **Fase 0:**

Scavo parziale per la predisposizione delle corree di guida ed esecuzione del diaframma

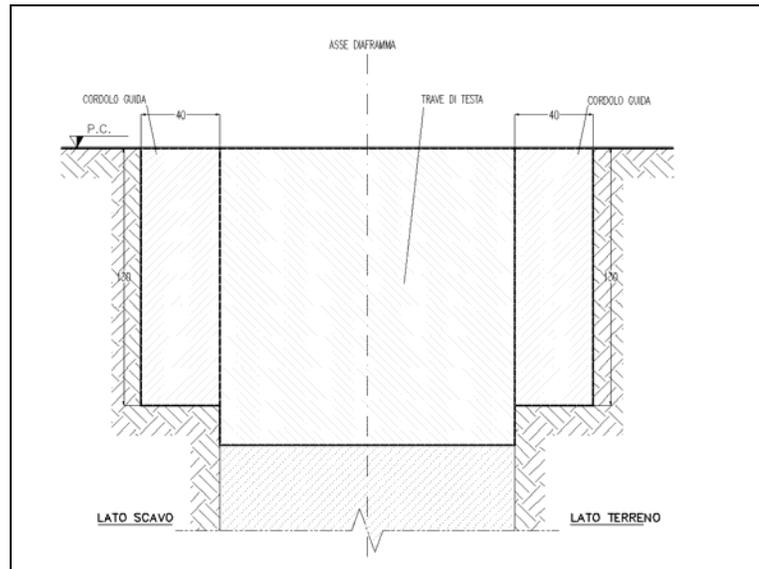


Figura 10 – fase 0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

▪ **Fase 1:**

in fase 1 si procede all'escavazione fino alla quota di fondo scavo posta alla -5.70 da P.C. attuale. Contestualmente alla fase di scavo andranno realizzati i drenaggi

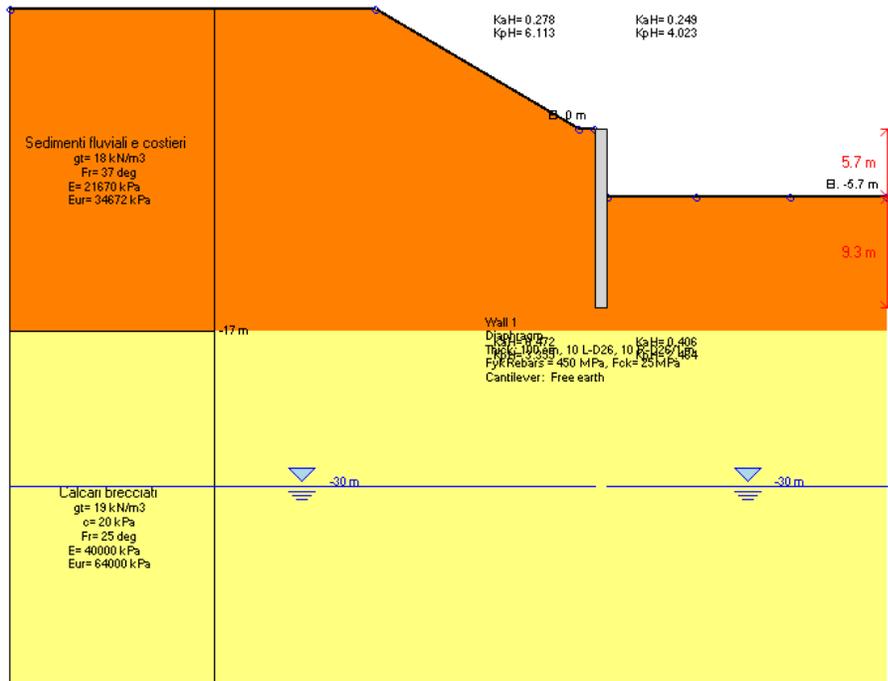


Figura 11 – fase 1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		Codice documento SF0331_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Gli elaborati a cui fanno riferimento le opere descritte nella presente relazione sono i seguenti:

PROGETTO DEFINITIVO																	
T1	COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA																
T2	39	COLLEGAMENTI FERROVIARI - OPERE CIVILI															
T3	39	Elementi di carattere generale															
T4	39	Generale															
T3	39	Tracciamento planoaltimetrico, sezioni e geometria corpo ferroviario															
T4	46	Posto di manutenzione - Sottostazione Elettrica															
T4	46	Opere complementari - Pozzi di ventilazione															
T5	46	SF 0318	Relazione descrittiva		SINA	CG0700	P	RG	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	03
T5	46	SF 0319	Pozzo n°1 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	10
T5	46	SF 0320	Pozzo n°2 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	02
T5	46	SF 0321	Pozzo n°2 - Paratie: particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	SZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
T5	46	SF 0322	Pozzo n°3 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	03
T5	46	SF 0323	Pozzo n°4 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	04
T5	46	SF 0324	Pozzo n°5 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	05
T5	46	SF 0325	Pozzo n°6 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	06
T5	46	SF 0326	Pozzo n°6 - Paratie: particolari costruttivi	Varie	SINA	CG0700	P	SZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	02
T5	46	SF 0327	Opere di contenimento - Relazione tecnico descrittiva		SINA	CG0700	P	RG	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	06
T5	46	SF 0328	Opere di contenimento - Scheda riassuntiva di rintracciabilità dell'opera		SINA	CG0700	P	SH	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	02
T5	46	SF 0329	Pozzo n°1 - Muro di contenimento - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche		SINA	CG0700	P	CL	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	02
T5	46	SF 0330	Pozzo n°2 - Paratie - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche		SINA	CG0700	P	CL	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	03
T5	46	SF 0331	Pozzo n°4 - Paratie - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche		SINA	CG0700	P	CL	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	04
T5	46	SF 0332	Pozzo n°6 - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche		SINA	CG0700	P	CL	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	05

Altri elaborati di riferimento per la progettazione delle opere sono:

Elaborato	Codifica
Relazione geotecnica generale versante sicilia	CG0800PRBDSSBC8G000000001
Relazione sismica generale	CG0800PRGDSSBC8G000000001
Relazione idrogeologica	CG0800PRGDSSBC6G000000003
Carta idrogeologica versante sicilia	CG0800PN5DSSBC6G000000009
Carta idrogeologica versante sicilia	CG0800PN5DSSBC6G000000010
Carta idrogeologica versante sicilia	CG0800PN5DSSBC6G000000011
Carta idrogeologica versante sicilia	CG0800PN5DSSBC6G000000012
Tracciato ferroviario - b.p. - profilo geologico geotecnico dal km 8+800 al km 9+900	CG0800PF6DSSBC6TF000000008
Tracciato ferroviario - b.d. - profilo geologico geotecnico dal km 8+800 al km 9+900	CG0800PF6DSSBC6TF000000024

7 ANALISI PARATIA

7.1 ANALISI DEI CARICHI

Le verifiche sono state implementate sul diaframma di altezza maggiore.

Nelle verifiche sono state considerate condizioni drenate in quanto, come descritto in precedenza, nel monitoraggio dei piezometri installati risulta assente la falda. Inoltre eventuali acque superficiali

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

infiltrate, potranno venire drenate mediante i drenaggi che si prevedono di installare nella struttura del diaframma.

I carichi considerati sono pertanto riconducibili a:

- peso proprio del muro
- spinta esercitata dal terreno

Per l'analisi del caso sismico, cautelativamente, si è optato per l'implementazione di un modello pseudo-statico: questo metodo consiste, molto semplicemente, nello schematizzare l'effetto del sisma come un'accelerazione orizzontale $\pm k_h \cdot g$ e verticale $\pm k_v \cdot g$ che producono forze d'inerzia proporzionali alla massa del terreno e delle strutture interessate. Tali forze sono applicate staticamente e corrispondono sostanzialmente a considerare un campo gravitazionale, avente componente verticale pari a $(1 \pm k_v) \cdot g$ ed orizzontale pari a $\pm k_h \cdot g$.

Quindi per quanto concerne la spinta delle terre esse saranno determinate secondo la teoria di Mononobe-Okabe.

In moltissime circostanze pratiche è consuetudine ipotizzare che l'opera di sostegno si deformi sufficientemente per produrre condizioni di equilibrio limite, ovvero per consentire la formazione di un meccanismo di rottura individuato da una o più superficie di scorrimento lungo le quali siano raggiunte condizioni di plasticizzazione del materiale.

Una volta calcolata la spinta che il muro deve offrire affinché tali condizioni siano possibili, l'opera di sostegno viene ovviamente progettata per poter assicurare una resistenza adeguatamente maggiore. Nel caso di un rilevato con superficie rettilinea (orizzontale o inclinata) composto da terreno omogeneo, asciutto e puramente granulare, assoggettato ad un'azione sismica con componenti orizzontale e verticale, in aggiunta al peso proprio, la soluzione al problema posto in questi termini è fornita dal metodo di Mononobe e Okabe (Mononobe e Matsuo (1929), Okabe (1926)).

Questo metodo consiste in un semplice problema di equilibrio limite la cui soluzione è ottenuta esattamente come nel metodo di Coulomb (risalente alla seconda metà del XVIII secolo), di cui il metodo di Mononobe e Okabe (chiamato nel seguito con la sigla M-O) altro non è che una ovvia estensione. Lo schema concettuale è riportato, nel caso attivo e nel caso passivo, nelle immagini seguenti:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

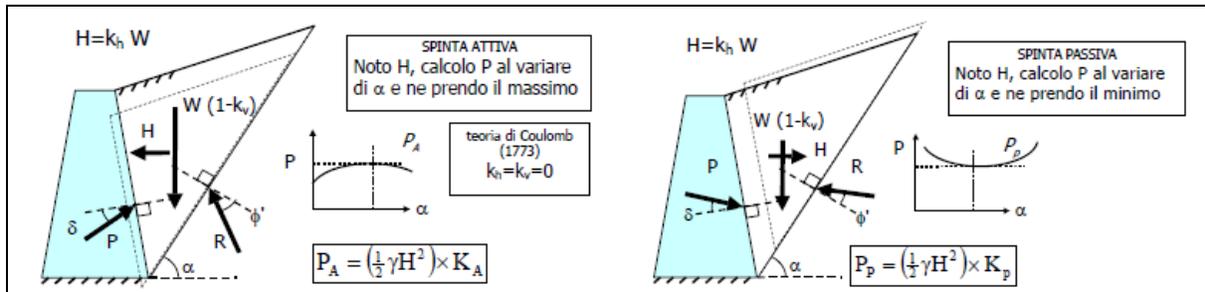


Figura 12 – M-O casi spinta attiva e passiva

si noti che il metodo assume un terrapieno puramente granulare (cioè privo di coesione), secco e privo di sovraccarico in superficie.

Si riporta di seguito un'immagine relativa alla schematizzazione dell'evento sismico mediante il software utilizzato per il dimensionamento dell'opera.

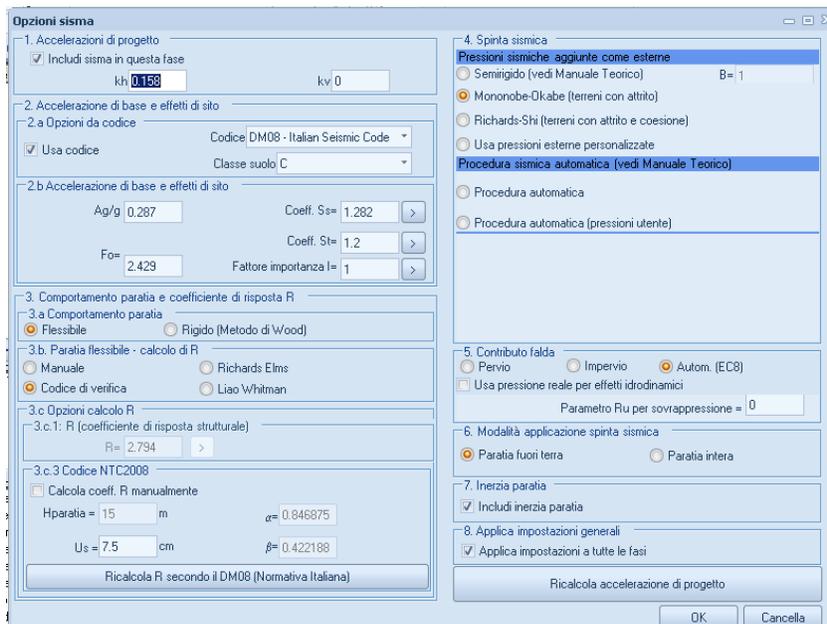


Figura 13 – schematizzazione azione sismica allo SLV

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

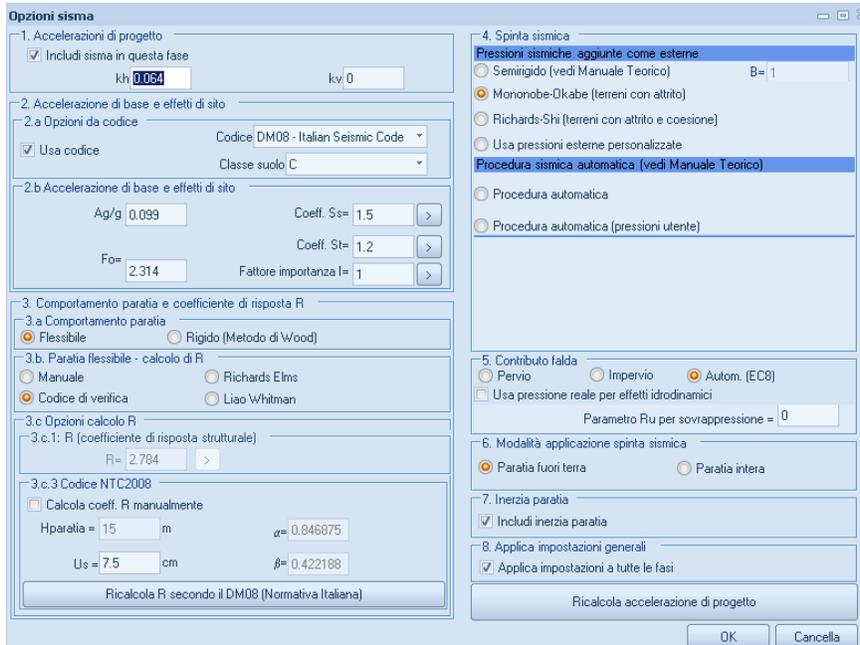


Figura 14 – schematizzazione azione sismica allo SLD

7.2 MODELLO DI CALCOLO

7.2.1 PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO: PARATIE PLUS 2010

Paratie Plus 2010 è un programma non lineare ad elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno.

7.2.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Paratie analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l'accento sull'aspetto dell'interazione "locale" fra parete e terreno.

Scopo precipuo di Paratie è quindi il calcolo delle azioni flettenti e taglianti e delle deformazioni laterali della parete di sostegno e la valutazione di tutte quelle grandezze a queste connesse.

Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre abbastanza realisticamente l'effettivo comportamento dell'opera di sostegno.

La simulazione numerica utilizzata segue due differenti percorsi:

- Analisi classica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- Analisi non lineare secondo un modello “a molle” elasto plastiche” per la parte terreno

Analisi classica

Viene eseguita una analisi all'equilibrio limite della singola o doppia paratia. Il calcolo delle sollecitazioni avviene per mezzo delle teoria classiche. Il calcolo degli spostamenti avviene tramite una analisi elastica semplificata considerando lo schema di carico e di vincoli imposti dall'Utente.

Analisi non lineare

La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

- si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);
- la parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;
- il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;
- i tiranti, i puntoni, le solette, gli appoggi cedevoli o fissi, sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Lo scopo di Paratie è lo studio di un problema definito: in altre parole, analizza la risposta, durante le varie fasi realizzative, di una parete caratterizzata in tutte le sue componenti (altezza, infissione e spessore della parete, entità dei tiranti, ecc.), che l'utente deve avere definito prima di intraprendere il calcolo.

Il software dispone di una serie di procedura utili alla generazione degli approcci di progetto previsti dalle principali Normative e consente di eseguire le seguenti verifiche:

- verifiche strutturali (STR) dei principali elementi strutturali (diaframma, tiranti, solette, puntoni, ecc)
- verifiche tipo GEO

Il progetto di una paratia deve perciò essere condotto in modo, per così dire, iterativo: alla luce dei risultati forniti da ogni analisi, lo schema ipotizzato in partenza viene via via modificato fino al raggiungimento di una soluzione ritenuta soddisfacente. Sta al progettista, secondo la propria

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

esperienza, individuare gli aspetti che meritano maggior attenzione nella fase di ottimizzazione strutturale e stabilire i criteri in base ai quali una scelta possa essere ritenuta valida. Paratie non propone alcun criterio progettuale proprio né fornisce direttamente un giudizio sulla bontà dello schema analizzato; si limita ad offrire, nel modo più esauriente e chiaro possibile, tutti gli strumenti di giudizio.

7.2.2.1 Geometria del problema

Il problema è visto ad un problema piano in cui viene analizzata una “fetta” di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente.

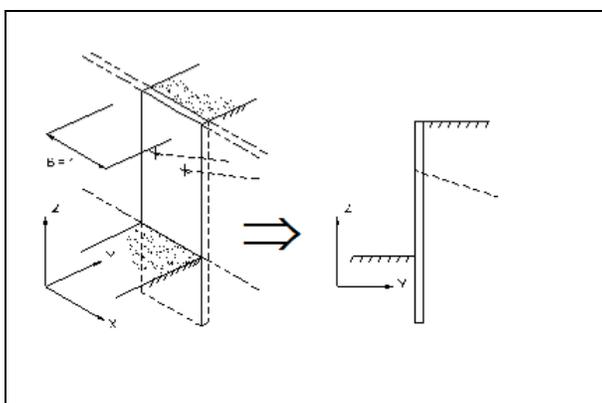


Figura 15 – geometria del problema

Il software non è quindi idoneo a studiare problemi in cui vi siano importanti effetti tridimensionali. La modellazione numerica dell’interazione terreno-struttura è del tipo “trave su suolo elastico”: le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidezza flessionale EJ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

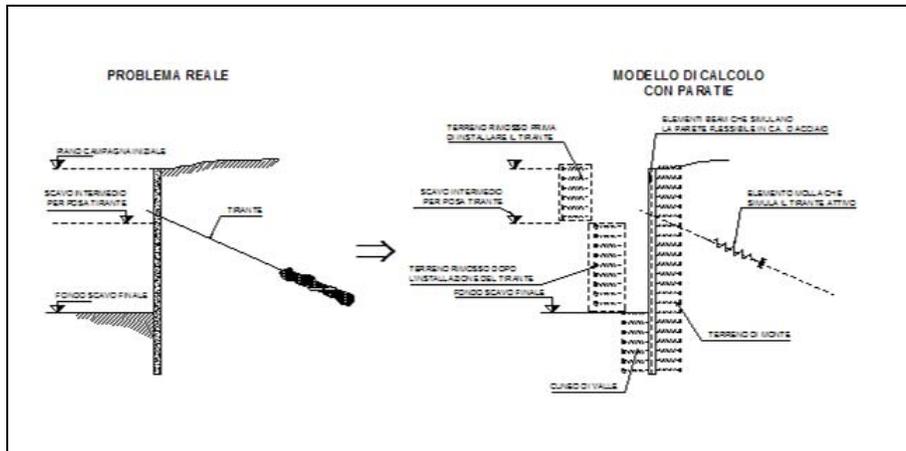


Figura 16 – geometria del problema

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati. Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe (1996))

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

7.2.2.2 Fasi tipiche dell'analisi

Si elencano, nel seguito, le fasi tipiche di una modellazione di scavo affrontata con Paratie. La grande flessibilità del programma permette anche altre possibilità di simulazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

La fase zero

La simulazione numerica di un generico problema geotecnico richiede generalmente che sia prevista una fase *zero* coincidente con la configurazione a riposo nella quale viene riprodotto lo stato tensionale supposto esistente nel terreno prima di ogni intervento. In paratie la configurazione *zero* deve prevedere uno step di carico in cui tutti gli elementi terreno siano presenti e bilanciati tra monte e valle; la quota di scavo coincide inoltre con la quota del piano di campagna e la freatica a monte e a valle sono alla stessa quota.

La soluzione relativa a questo primo step porta ad un campo di spostamenti nodali ovunque nullo e quindi ad uno stato tensionale nullo negli elementi trave che simulano i diaframmi. Negli elementi terreno vi sarà per contro uno stato tensionale non nullo ma relativo a condizioni indisturbate, cioè la pressione verticale funzione della quota del piano di campagna e dei sovraccarichi ed una pressione orizzontale legata alla precedente attraverso il coefficiente di spinta a riposo.

Alla pressione orizzontale così calcolata si sommano gli effetti di pressioni iniziali dovute a sovraccarichi concentrati calcolate sulla base di formule della teoria dell'Elasticità.

Si suppone in pratica che l'inserimento della parete, prima dello scavo, perturbi di poco lo stato tensionale nel terreno.

Il solutore risolve la fase *zero* impiegando al massimo due iterazioni di equilibrio: se al primo passo sono necessarie più iterazioni, i dati di input normalmente non sono corretti.

Una fase di scavo

Un passo dell'analisi incrementale coincidente con l'abbassamento della quota di fondo scavo viene simulato come segue. Viene assegnata per questo passo una quota di fondo scavo inferiore a quella dei passi precedenti; Paratie rimuove automaticamente gli elementi terreno al di sopra della quota di fondo scavo, perturbando la configurazione di equilibrio nella fase precedente. L'equilibrio viene ristabilito, con una procedura iterativa, a prezzo di una variazione del quadro deformativo. Se non è possibile raggiungere una nuova configurazione rispettosa sia dell'equilibrio che della condizione di rottura del terreno, il processo iterativo non converge.

Durante una fase di scavo, può essere prescritto l'abbassamento della freatica all'interno dello scavo.

Inoltre può essere simulata la realizzazione di un tampone di fondo tramite il miglioramento del terreno naturale con tecnologie quali il jetgrouting o simili.

7.2.2.3 La simulazione di un reinterro

Una porzione di terreno, dopo essere stata rimossa, in seguito ad un scavo, può essere riattivata:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

in questo modo viene simulato un reinterro. Lo stato di sforzo molle appena riattivate viene calcolato nel seguente modo:

1. la componente verticale efficace viene calcolata tenendo conto della componente geostatica, del sovraccarico uniformemente distribuito e degli effetti di eventuali fondazioni nastriformi;
2. la componente orizzontale efficace viene calcolata moltiplicando per il coefficiente di spinta a riposo K_0^{NC} , lo sforzo verticale efficace dovuto alla componente geostatica ed al sovraccarico uniformemente distribuito, ma non agli effetti di eventuali carichi nastriformi;
3. la pressione dell'acqua viene valutata come in qualsiasi altro elemento.

Tutto questo alla prima iterazione del passo in cui avviene la riattivazione: alla fine del processo iterativo che porta alla soluzione equilibrata, lo sforzo efficace orizzontale può differire dal valore di spinta a riposo, se il terreno appena riattivato subisce delle deformazioni.

Per specificare un reinterro, è sufficiente assegnare una quota di fondo scavo (o di piano campagna), superiore a quella della fase precedente.

È possibile simulare—in via approssimata—anche l'effetto di una compattazione, applicando, e poi rimuovendo, un sovraccarico uniformemente distribuito equivalente al rullaggio stesso.

7.2.2.4 L'applicazione di tiranti o di puntoni

La messa in opera di un ordine di tiranti va generalmente simulata con uno step a se stante, se non altro per poter valutare le conseguenze di questa variazione, al netto di altri effetti collaterali di disturbo.

L'applicazione di un tirante, di solito, viene preceduta da una fase nella quale lo scavo è approfondito appena al di sotto della quota di inserimento dell'ancoraggio. In questo modo il vero processo realizzativo è simulato in modo abbastanza fedele. Invece, attivando il tirante contemporaneamente all'approfondimento dello scavo, si perde la possibilità di valutare una fase intermedia che talora potrebbe essere critica.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

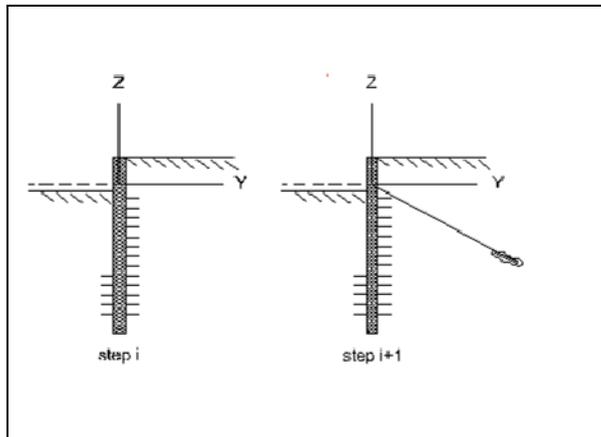


Figura 17 – applicazione tiranti

Il tirante applicato è una molla che diviene attiva a partire da questo step e che può eventualmente essere rimosso in seguito. La sua applicazione provoca nel modello due effetti:

1. sorge una forza al nodo di applicazione del tirante, forza dovuta allo stato di coazione (la pretensione) con cui l'elemento nasce;
2. la rigidezza globale della struttura riceve un contributo dovuto alla rigidezza estensionale del tirante stesso. Quando, nelle fasi successive, il nodo ove il tirante è connesso, subirà ulteriori spostamenti, la forza nel tirante subirà mutamenti.

Un tirante attivo viene caratterizzato anche da una rigidezza assiale data da un'espressione del tipo:

$$K=E(A/L)$$

ove E è il modulo elastico della barra, A della barra nel tratto deformabile e L la lunghezza del tratto deformabile del tirante, che può essere stimata come indicato nella figura che segue.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

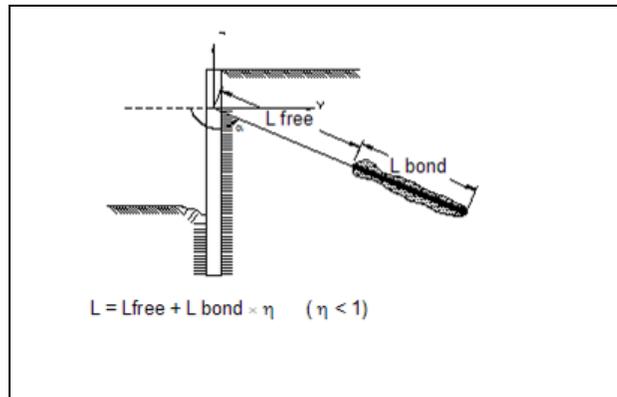


Figura 18 - applicazione tiranti

7.2.2.5 Applicazione di carichi esterni e vincoli

Generalmente la simulazione del processo realizzativo di un diaframma non necessita la definizione di forze esterne. La struttura è sollecitata dalla differente distribuzione di coazioni negli elementi terreno a monte e a valle della paratia.

È comunque possibile definire anche forze laterali esterne, concentrate e distribuite, facendole variare durante le varie fasi.

Infine conviene ricordare che i sovraccarichi verticali non vengono trattati come carichi esterni, ma servono esclusivamente a determinare uno stato geostatico nel terreno.

Quanto all'imposizione di condizioni di vincolo, paratie permette di specificare condizioni al contorno che impongono un ben preciso valore di spostamento o rotazione (assoluta o incrementale rispetto al passo di attivazione del vincolo) ad una generica quota. Questa opzione può essere usata per svariati scopi, tra i quali:

simulazione di puntelli rigidi;

simulazione di tiranti attivi, in una fase di predimensionamento.

7.3 VERIFICA DELLA PARATIA

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche allo stato limite di esercizio e agli stati limite ultimi implementati per l'opera in oggetto.

Per un quadro di dettaglio di tutti i parametri presi a riferimento e delle verifiche implementate si rimanda all'apposito capitolo inerente ai tabulati di calcolo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.3.1 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO:

Allo stato limite di esercizio vengono analizzati gli spostamenti dell'opera, vengono condotte verifiche accertando che le tensioni di esercizio siano inferiori a quelle ammissibili per il materiale. In fine per configurazioni di carico quasi permanenti viene verificata la fessurazione della sezione.

Spostamenti

Risulta che in condizioni statiche lo spostamento massimo si ha in testa al muro, e tale valore è stimato in 1.80 cm.

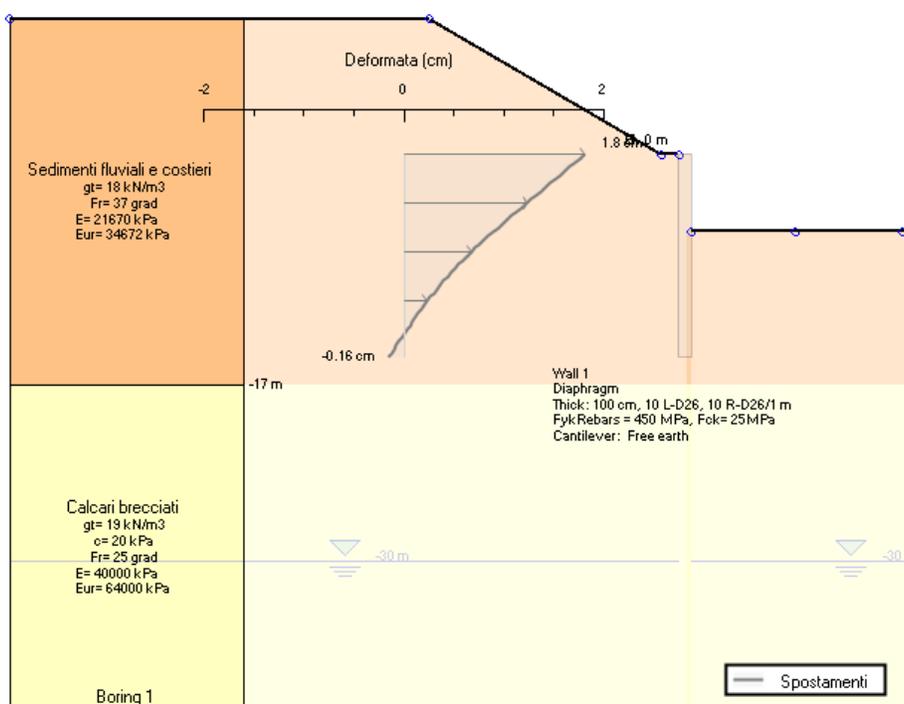


Figura 19 – spostamenti SLE

Sono stati anche analizzati gli spostamenti che si prevedono a seguito dell'evento sismico di progetto, valutato, come descritto in precedenza, allo stato limite di danno su un periodo di riferimento di 75 anni.

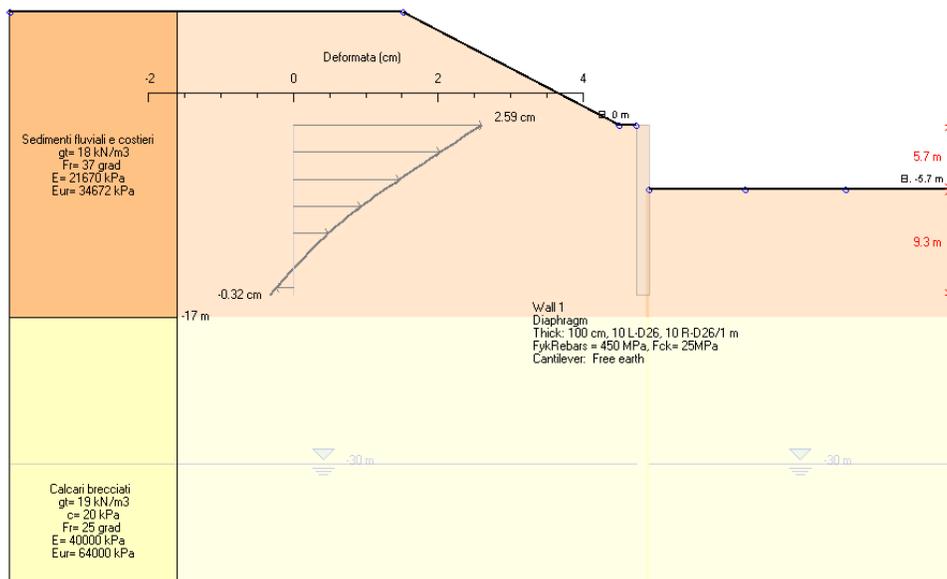


Figura 20 – spostamenti SLE + sisma

In questo caso gli spostamenti massi attesi si attestano in 2.59 cm e si verificano in testa al diaframma; questi spostamenti risultano essere congrui con l'opera in oggetto dal momento che risultano essere inferiori al massimo consentito:

$$2.59 \text{ cm} < 0.005 \times H = 0.005 \times 15.00 \text{ m} = 7.50 \text{ cm}$$

Questi movimenti risultano a maggior ragione accettabili vista l'approccio cautelativo adottato nella valutazione dell'azione sismica sulla struttura.

Verifica tensionale ed a fessurazione

Le verifiche a tensione vengono implementate documentando che in fase di esercizio le tensioni non superino quelle ammissibili per i materiali.

In questo caso

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} \text{ (combinazione rara) } = 149.40 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} \text{ (combinazione quasi permanente) } = 112.05 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_s < 0.80 f_{yk} \text{ (combinazione rara) } = 3150 \text{ daN/cm}^2 \text{ (calcolata cautelativamente in funzione della } f_{yd} \text{)}$$

La verifica a fessurazione viene eseguita per la combinazione di carico quasi permanente. In funzione della classe di esposizione (XC2, quindi ordinarie), e considerando armature poco sensibili si assume come stato limite di apertura delle fessure il w_2 , con un limite di apertura inferiore a 0.3 mm.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Di seguito le sollecitazioni massime risultanti dalle verifiche statiche e con sisma valutato allo stato limite di danno, le quote sono riferite alla testa muro. Nelle verifiche viene trascurato lo sforzo normale dovuto al peso proprio della struttura.

	z	N	M
	m	kN/m	kNm/m
SLE	-8.5	0	309.5
SLD	-8.5	0	413.6

Di seguito si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione delle sezioni di calcolo. Le verifiche sono state condotte al metro lineare di sviluppo dell'opera.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO -	Classe: C25/30	
	Resis. compr. di calcolo fcd :	119.94 daN/cm ²
	Resis. traz. di calcolo fctd:	11.94 daN/cm ²
	Modulo Elastico Normale Ec :	314472 daN/cm ²
	Coeff. di Poisson :	0.20
	Resis. media a trazione fctm:	25.58 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0
	Combinazioni Rare in Esercizio	
	Sc Limite :	149.40 daN/cm ²
	Apert.Fess.Limite :	Non prevista
	Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio	
	Sc Limite :	112.05 daN/cm ²
	Apert.Fess.Limite :	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo: B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.010
	Modulo Elastico Ef :	2060000 daN/cm ²
	Coeff. Aderenza ist. β1*β2 :	1.00 daN/cm ²
	Coeff. Aderenza diff. β1*β2 :	0.50 daN/cm ²
	Comb.Rare Sf Limite :	3150.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0 cm	
Altezza:	100.0 cm	
Barre inferiori	:	10Ø26 (53.1 cm ²)
Barre superiori	:	10Ø26 (53.1 cm ²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre)	7.0 cm	
Copriferro barre sup.(dal baric. barre)	7.0 cm	

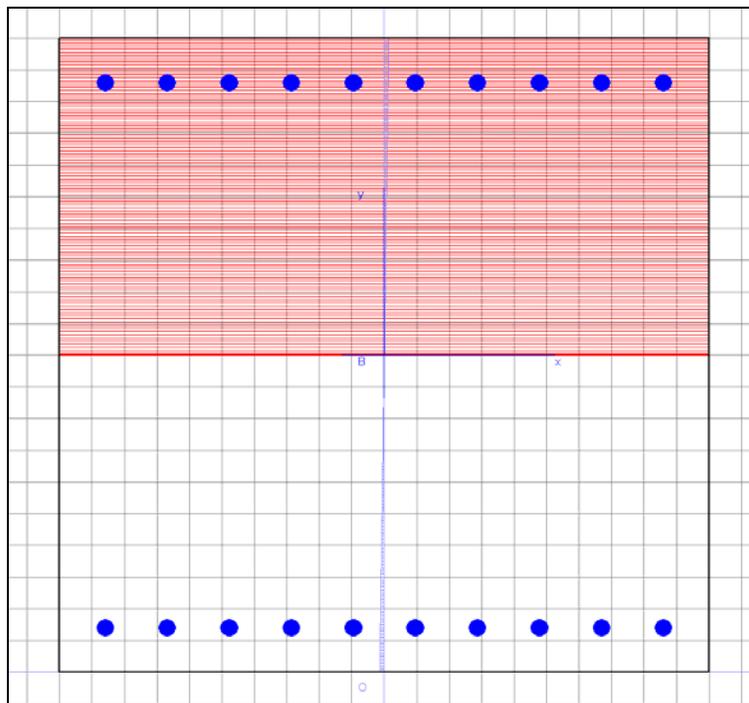


Figura 21 – SLE comb rara

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	30950

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	13.7	100.0	-177	93.0	0	0		0.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

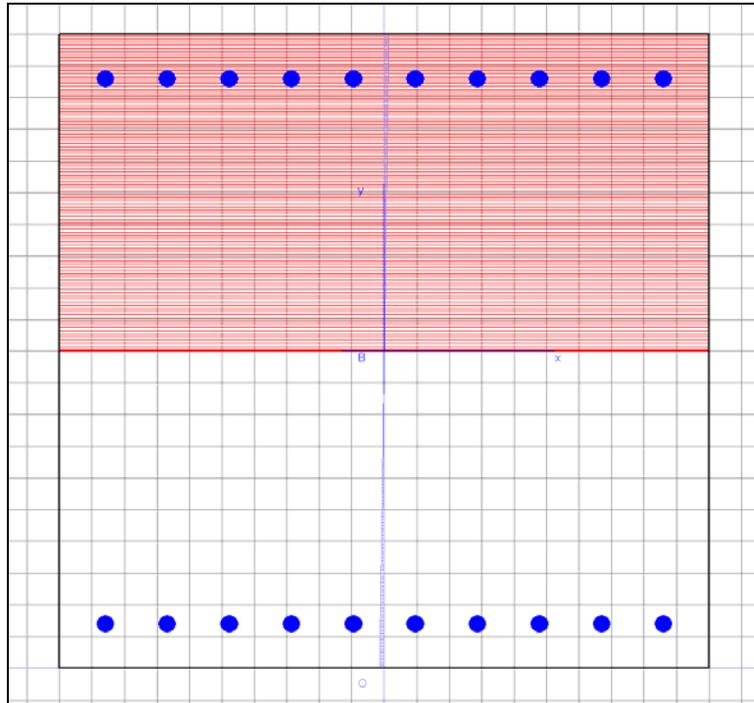


Figura 22 – SLE comb quasi permanente

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	30950

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	13.7	100.0	-177	93.0	0	0		0.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

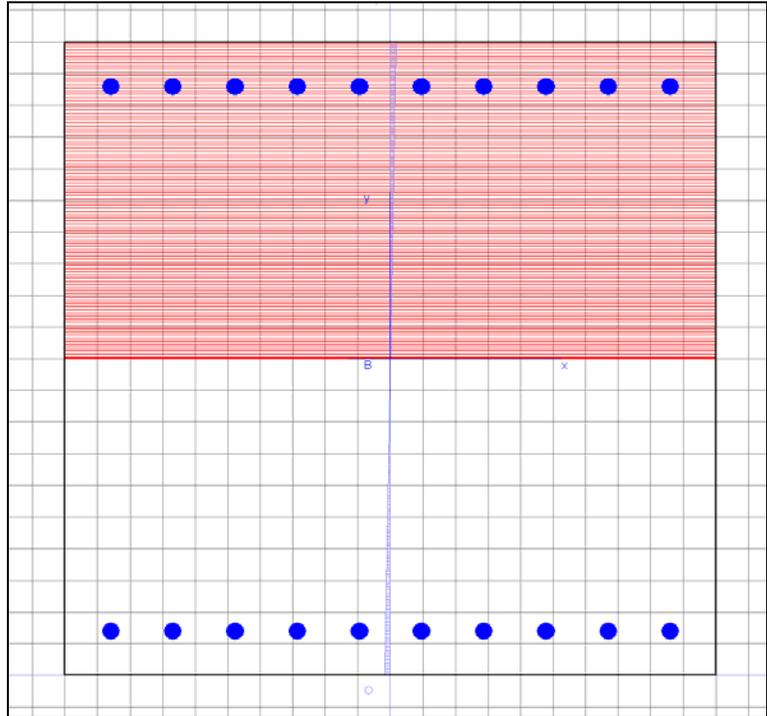


Figura 23 – SLD rara

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	41360

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	18.3	100.0	-237	93.0	0	0		0.00

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

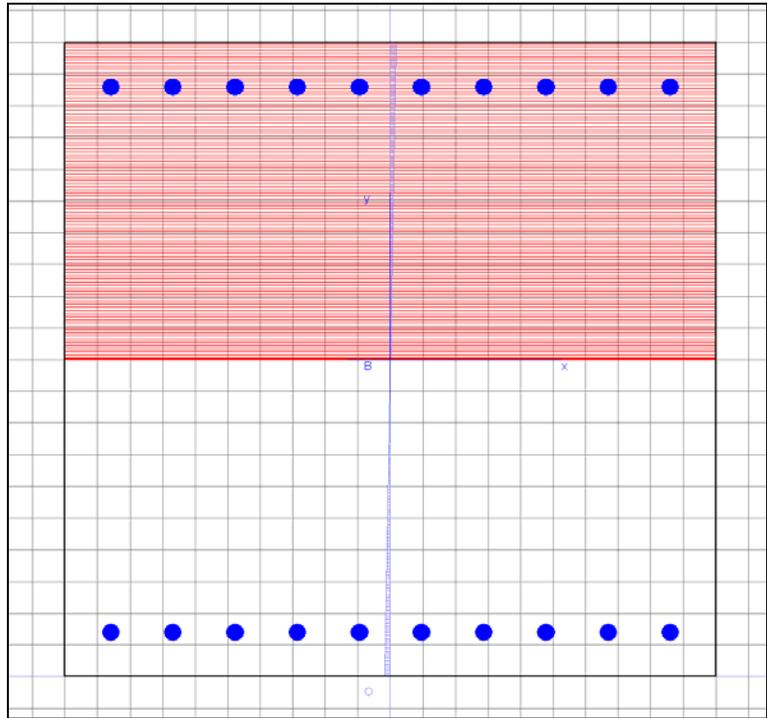


Figura 24 – SLD quasi permanenti

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	41360

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	18.3	100.0	-237	93.0	0	0		0.00

Come si evince dalle tabelle le verifiche risultano soddisfatte.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.3.2 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO (GEO):

Verifica collasso per rotazione intorno ad un punto

In queste condizioni è stata analizzata la stabilità globale dell'opera, ed anche in questo caso i coefficienti di sicurezza sono stati valutati sia in condizioni statiche che dinamiche.

In assenza di carichi accidentali di progetto, il coefficiente minimo si verifica naturalmente nell'analisi del caso sismico.

- Analisi statica: $FS_{min} = 1.632$
- Analisi sismica: $FS_{min} = 1.348$

Il valore ottenuto garantisce comunque un adeguato margine di sicurezza.

Nelle immagini seguenti si riportano i coefficienti ottenuti a seguito della modellazione.

1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 (LINK: SLU)

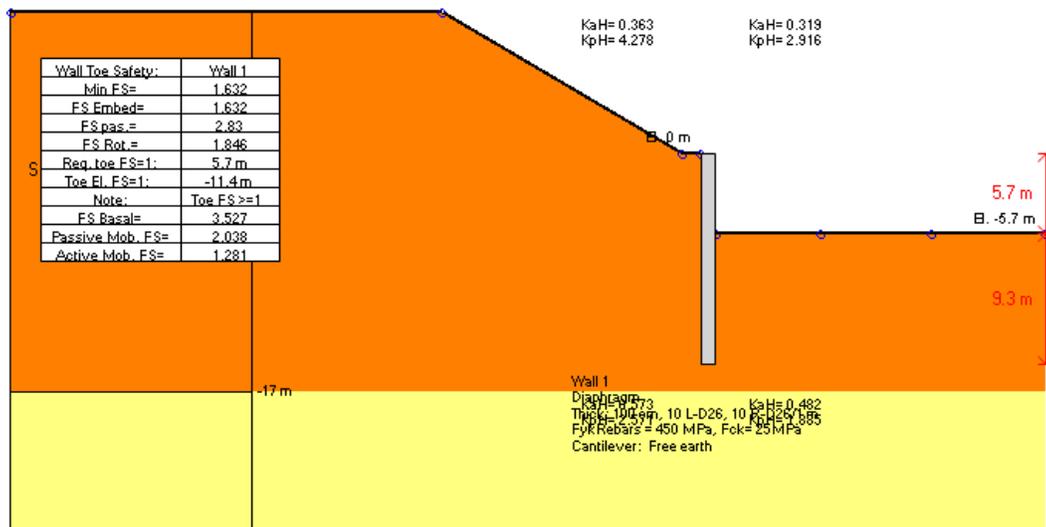


Figura 25 – FS statico

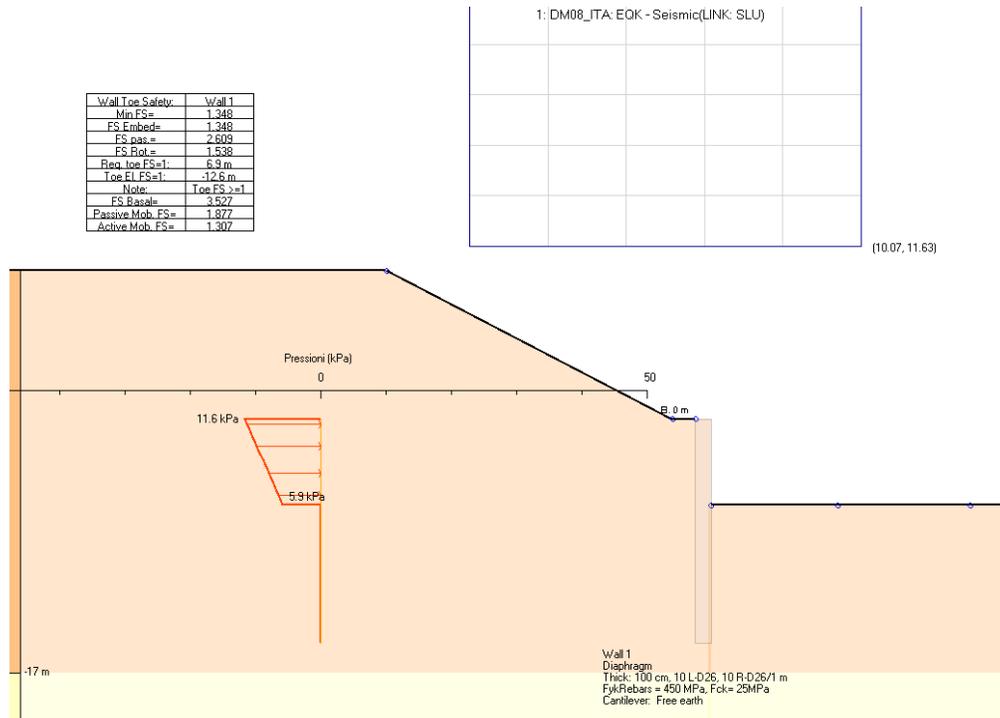


Figura 26 – FS in caso sismico

Verifica di stabilità globale terreno-opera

Si è ritenuto opportuno svolgere la verifica di equilibrio globale terreno-opera.

Tale analisi è stata condotta considerando la combinazione A2+M2+R2, sia per il caso statico che per il caso sismico.

La verifica ha è stata condotta sia nel caso statico che nel caso sismico, implementando il metodo di Bishop individuando una superficie di scorrimento circolare.

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate; vengono pertanto introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_j agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_j

$(n-1)$ forze normali E_j agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_j agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_j ;

$(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_j ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n

Equazioni relative al criterio di rottura n

Totale numero di equazioni $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_v = 0$, $\Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

$$F = \frac{\Sigma \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

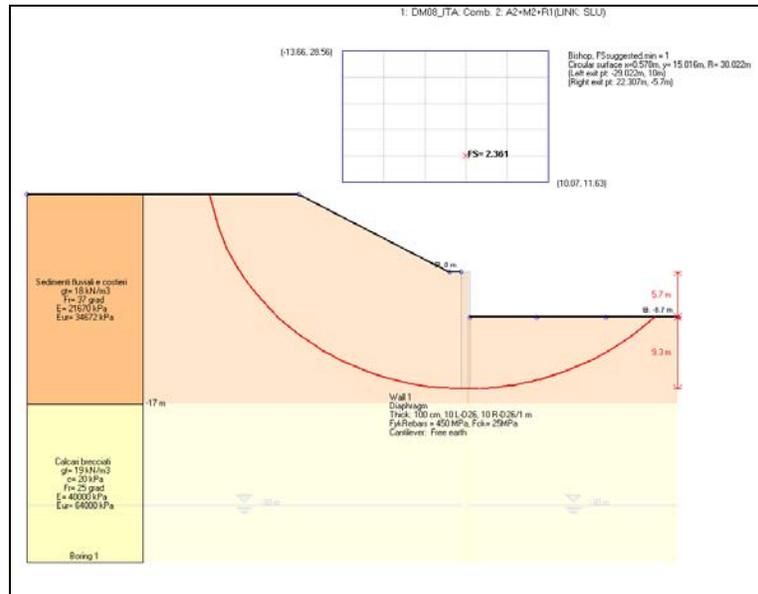


Figura 27 – equilibrio limite globale analisi statica

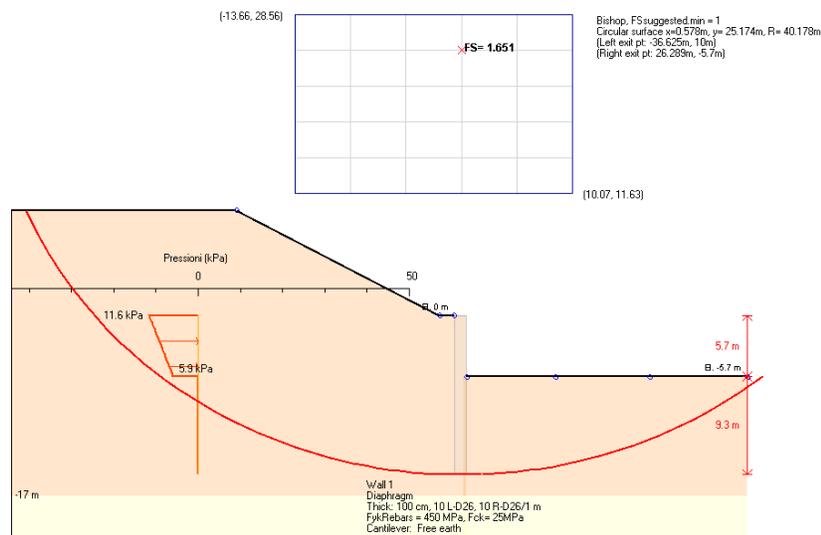


Figura 28 – equilibrio limite globale – sismica

Le verifiche implementate restituiscono quindi come valori del coefficiente di sicurezza nei riguardi dell'equilibrio globale:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- Analisi statica: $FS_{min} = 2.36$
- Analisi sismica: $FS_{min} = 1.65$

7.3.3 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO (STR):

Nella configurazione A1+M1 vengono eseguite le verifiche sugli elementi strutturali; in particolare con la fattorizzazione di azioni e di proprietà richiesta da questo approccio, è stato analizzato il comportamento del diaframma.

Analogamente a quanto emerso nella verifica GEO, anche in questo caso l'assenza di carichi accidentali fa sì che la condizione dimensionante per le strutture sia quella sismica.

Gli elementi strutturali, risultano avere un tasso di sfruttamento contenuto in condizioni statiche, mentre raggiungerà i valori massimi in concomitanza all'evento sismico di progetto.

La sezione è prevista armata longitudinalmente con $10 + 10 \phi 26$ /metro ed a taglio con staffe a due braccia $\phi 14$ con spaziatura verticale 20 cm.

Verifica a pressoflessione

In queste verifiche si è trascurato il contributo in termini di sforzo normale dal peso della struttura sovrastante alla sezione di calcolo.

	z	N	M
	m	KN/m	kNm/m
SLU A1+M1	-8.5	0	410.3
SISMA SLV	-9.5	0	877.5

Di seguito si riportano le calcolazioni.

Le verifiche sono state condotte al metro lineare di sviluppo dell'opera.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO -	Classe: C25/30	
	Resis. compr. di calcolo f_{cd} :	119.94 daN/cm ²
	Resis. traz. di calcolo f_{ctd} :	11.94 daN/cm ²
	Modulo Elastico Normale E_c :	314472 daN/cm ²
	Coeff. di Poisson :	0.20
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	25.58 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 149.40 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 112.05 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.010
Modulo Elastico Ef : 2060000 daN/cm²
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \beta_2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3150.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 100.0 cm
Barre inferiori : 10Ø26 (53.1 cm²)
Barre superiori : 10Ø26 (53.1 cm²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 7.0 cm
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 7.0 cm

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm

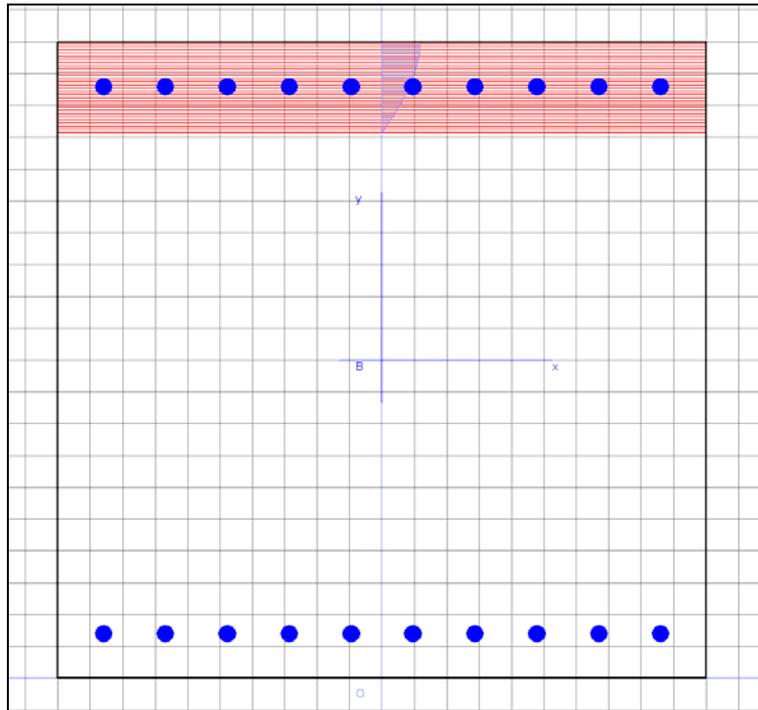


Figura 29 – SLU A1+M1 statica

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
-----	-----	-----	-----	-----
1	0	41030	0	0

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)								
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.								
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue								
N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	S	0	41030	12	180557	4.401	85.8	0.15	0.70

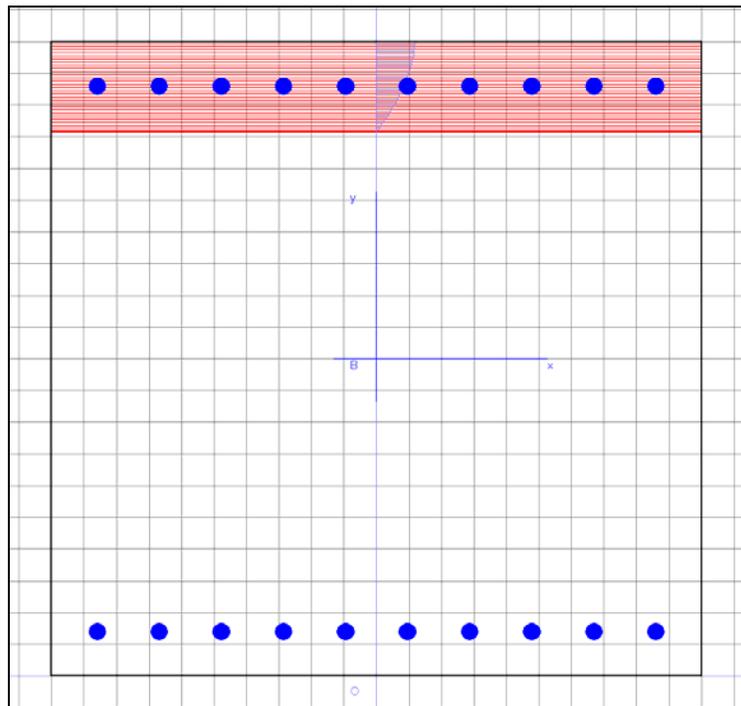


Figura 30 – SLU sisma

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	87750	0	0

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)								
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.								
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue								
N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	87750	12	180557	2.058	85.8	0.15	0.70

Verifica a taglio

Di seguito si riportano i risultati ottenuti in seguito alle verifiche a taglio sulla sezione di progetto. L'armatura a taglio prevista consiste il staffe a due braccia $\Phi 14$ mm e con spaziatura verticale 20 cm. Avendo condotto tutte le verifiche al metro lineare, si è proceduto in modo analogo avendo l'accortezza di considerare il numero di bracci come proporzione sui 2.5 m previsti per il diaframma, da cui risultano 0.9 bracci/metro

Di seguito i valori massimi desunti dalle verifiche

	z	T
	m	KN/m
SLU A1+M1	-6.0	117.0
SISMA SLV	-12.5	263.8

E la verifica delle armature previste, dove i simboli sono quelli spiegati al precedente capitolo 4.

d= 930 mm
Asw = 139 mmq ϕ_{st} = 14

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

s (passo)= 200 mm bracci = 0.9
 f_{yd} = 391.3 N/mm²
 α = 90 ° 1.571 radianti
 θ = 35 ° 0.611 radianti
 b_w = 1000 mm
 α_c = 1
 f_{cd} = 14.11 N/mm²
 v_1 = 0.5

V_{Rsd} =	324.02 kN
V_{Rcd} =	2774.46 kN

V_{Rd} =	324.02 kN
------------	-----------

Che risulta quindi verificata

Si riportano di seguito immagini di output inerenti il dimensionamento strutturale di questi elementi; per maggiori dettagli si rimanda all'apposito capitolo con i tabulati di calcolo.

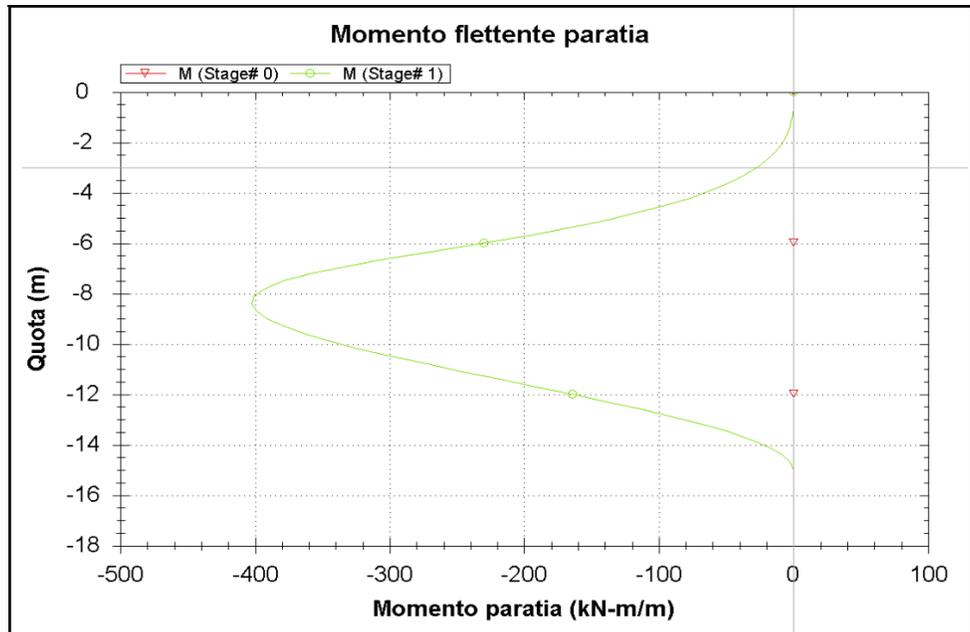


Figura 31 – andamento M caso statico

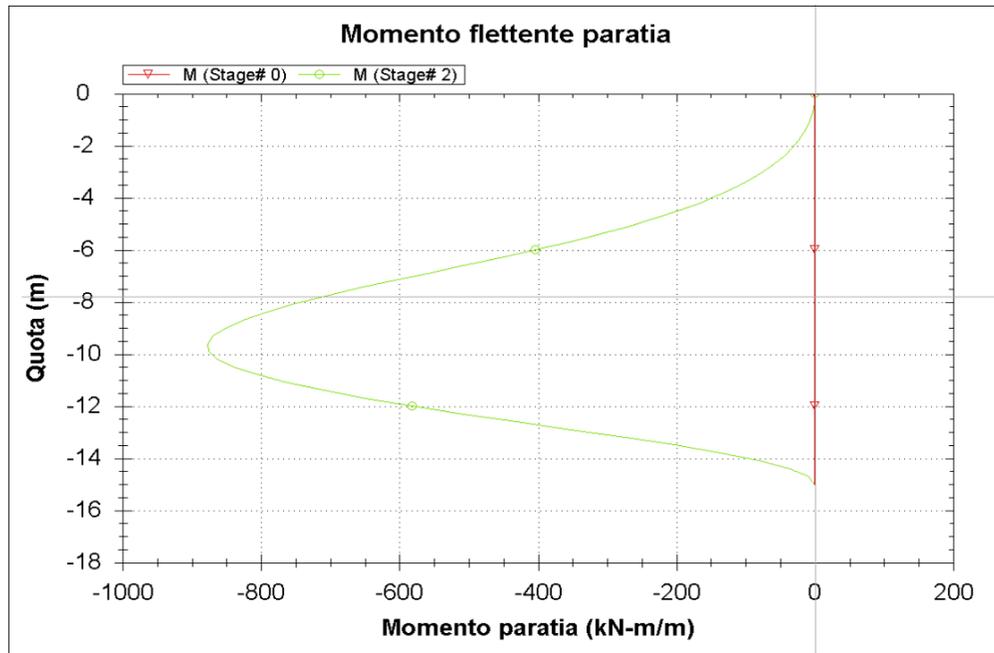


Figura 32 – Andamento M caso sismico

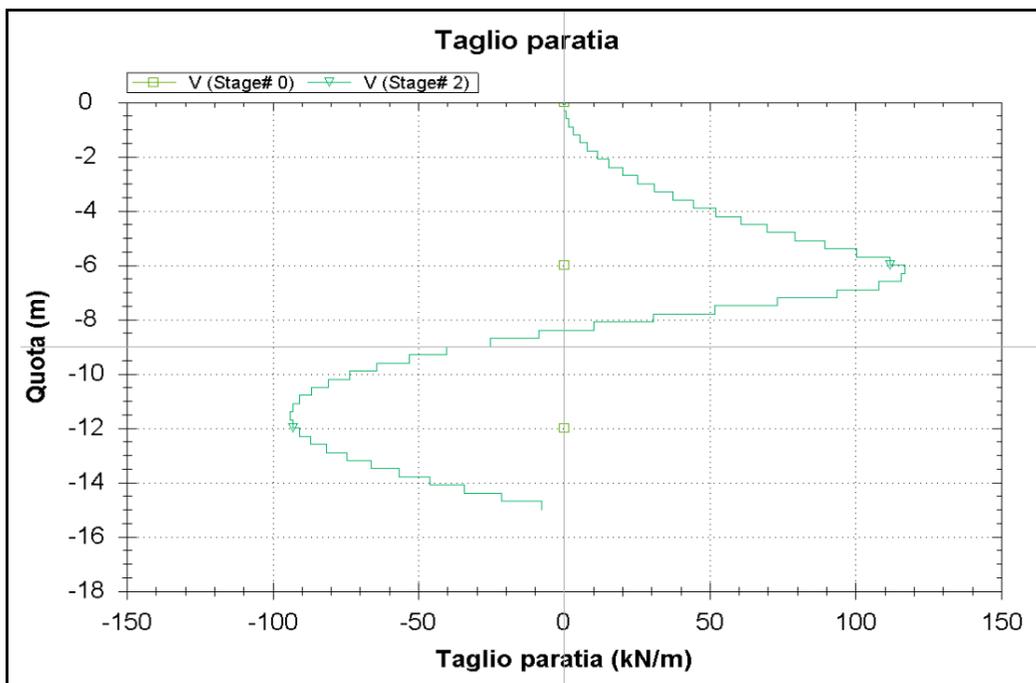


Figura 33 – andamento T caso statico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

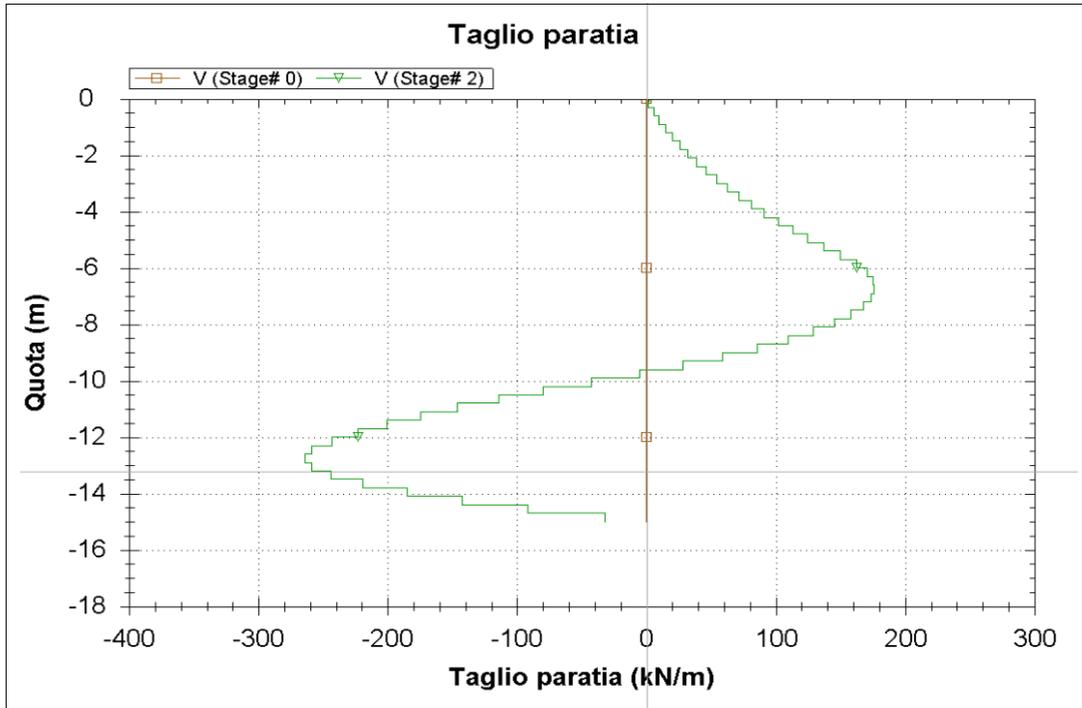


Figura 34 – andamento T caso sismico

Privilegiando l'aspetto relativo alla fattibilità dell'opera è stata mantenuta la medesima tipologia strutturale prevista per la realizzazione dei pozzi di ventilazione, per questo motivo sono stati previsti diaframmi dello spessore di 1 m anche se portano ad un parziale sovradimensionamento dell'opera.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8 TABULATI DI CALCOLO PARATIA

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo relativi alla paratia oggetto della relazione.

Sono implementati sia gli stati limite di esercizio che gli stati limite ultimi, in particolare per questi ultimi partendo dal modello denominato SLU (impostato in modo da analizzare il sisma allo SLV) vengono generate a cascata le combinazioni previste dalla normativa.

SCOPO

Scopo di questo report è di riportare con il maggiore dettaglio possibile i risultati del calcolo

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

BECCI,B.,NOVA,R. (1987) "Un metodo di calcolo automatico per il progetto di paratie", Rivista Italiana di Geotecnica,1,33-47

IPOTESI GENERALI DI CALCOLO

PARATIE PLUS è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Il problema è ricondotto ad un problema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente .

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "TRAVE SU SUOLO ELASTICO": le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali(molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso due tipi di analisi

1) Analisi classica tramite metodi all'equilibrio limite

2) Analisi STATICA INCREMENTALE: ogni passo di carico coincide con una ben precisa

configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati. Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson

SISTEMI DI RIFERIMENTO E CONVENZIONI

Le coordinate, i carichi, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto e l'asse Y verso destra.

SISTEMI DI RIFERIMENTO E CONVENZIONI Le coordinate, i carichi, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto e l'asse Y verso destra.

ELEMENTO TRUSS

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. STRESS : SPORZO

ELEMENTO BEAM (vedi figura 11-1)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
 2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
 3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
 4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
- (tutti per unità di profondità)

ELEMENTO ELPL (MOLLA ELASTOPLASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. PLASTIC: DEFORMAZIONE PLASTICA

ELEMENTO WIRE (TIRANTE)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO CELAS (MOLLA ELASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. MOMENT : MOMENTO NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO SLAB (SOLETTA FRA DUE PARETI)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
 2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
 3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
 4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
 5. AXIAL : AZIONE ASSIALE
- (tutti per unità di profondità)

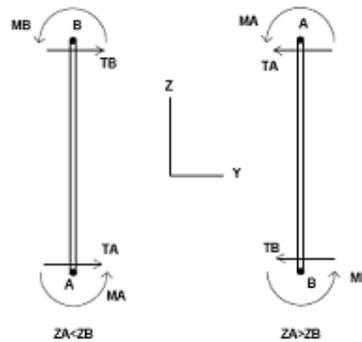


Figura 11-1: convenzioni di segno per l'elemento BEAM

L'analisi delle sezioni trasversali della paratia ai fini della verifica viene eseguita considerando il sistema di riferimento riportato nella figura seguente

- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Le convenzioni utilizzate per le sollecitazioni sugli elementi BEAM della paratia sono le seguenti:

ELEMENTO TRUSS

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. STRESS : SPORZO

ELEMENTO BEAM (vedi figura 11-1)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
(tutti per unità di profondità)

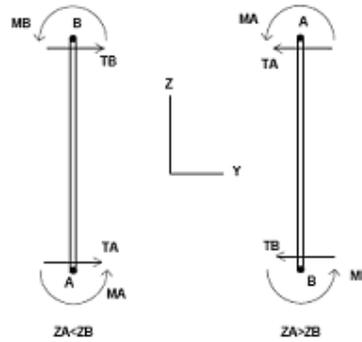


Figura 11-1: convenzioni di segno per l'elemento BEAM

ELEMENTO ELPL (MOLLA ELASTOPLASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. PLASTIC: DEFORMAZIONE PLASTICA

ELEMENTO WIRE (TIRANTE)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO CELAS (MOLLA ELASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. MOMENT : MOMENTO NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO SLAB (SOLETTA FRA DUE PARETI)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
5. AXIAL : AZIONE ASSIALE
(tutti per unità di profondità)

CODICI DI VERIFICA

Le normative di riferimento sono:

- DM 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni"
- CSLP, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/1/2008"
- EC2 1-1 :2004, Eurocode 2 - Design of concrete structures
- Ec3 1-1:2005, Eurocodice 3 - Design of steel structures
- Ec3 5:2002, Eurocodice 3 - Design of steel sheet piles walls
- Ec8:2004 - Seismic design of structures
- AISC ASD 9th Edition, 1989
- AISC LRFD 2nd Edition, 2003
- ACI 318-2002
- AASHTO 2000 ADS / LRFD

PARAMETRI DI VERIFICA

DM2008

Verifica a presso flessione della paratia

gamma_c=1.5

gamma_s=1.15

alfa_cc=coeff riduttivo per le resistenze di lunga durata=0.85

Non si considera comportamento incrudente dell'acciaio, k=0 (DM2008 par. 4.1.2.1.2.3)

Verifica a taglio della paratia

theta=inclinazione dei puntoni compressi=45°

alfa=angolo di inclinazione dell'armatura trasversale=90°

Verifica tensioni in esercizio

Si considera lo scenario di progetto con tutti coeff moltiplicatori=1

sigmac_amm=0.6*fck

sigmas_amm=0.8*fyk

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

Verifica a fessurazione in esercizio
 Si considera lo scenario di progetto con tutti coeff moltiplicatori=1
 $\sigma_{s_amm}=0.8 \cdot f_{yk}$
 $kt = 0.4$ (per carichi a lunga termine).
 $Ac.eff = 2.5 \cdot B \cdot (h-d)$ (B=base sezione, h=altezza sezione, d=altezza utile)
 c=copriferro=distanza tra bordo sezione e asse armature
 d dipende dalla direzione di sollecitazione dei momenti flettenti
 $\alpha_e = E_s/E_{cm}$ (Ecm calcolato dai parametri materiali)
 $k_1 = \text{Bond coefficient} = 0.8000$
 $k_2 = \text{Strain distribution coefficient} = 0.5000$
 $k_3 = \text{valore suggerito da Ec2} = 3.4000$
 $k_4 = \text{valore suggerito da Ec2} = 0.4250$
 $\Phi = \text{diametro medio delle barre di armature}$
 EC2 1-1:2004
 Verifica a presso flessione della paratia
 $\gamma_c = 1.5$
 $\gamma_s = 1.15$
 $\alpha_{cc} = \text{coeff riduttivo per le resistenze di lunga durata} = 0.85$

Verifica a taglio della paratia
 $\theta = \text{inclinazione dei puntoni compressi} = 45^\circ$
 $\alpha = \text{angolo di inclinazione dell'armatura trasversale} = 90^\circ$

Verifica tensioni in esercizio
 Si considera lo scenario di progetto con tutti coeff moltiplicatori=1
 $\sigma_{c_amm} = 0.6 \cdot f_{ck}$
 $\sigma_{s_amm} = 0.8 \cdot f_{yk}$

Verifica a fessurazione in esercizio
 Si considera lo scenario di progetto con tutti coeff moltiplicatori=1
 $\sigma_{s_amm} = 0.8 \cdot f_{yk}$
 $kt = 0.4$ (per carichi a lungo termine).
 $Ac.eff = 2.5 \cdot B \cdot (h-d)$ (B=base sezione, h=altezza sezione, d=altezza utile)
 c=copriferro=distanza tra bordo sezione e asse armature
 d dipende dalla direzione di sollecitazione dei momenti flettenti
 $\alpha_e = E_s/E_{cm}$ (Ecm calcolato dai parametri materiali)
 $k_1 = \text{Bond coefficient} = 0.8000$
 $k_2 = \text{Strain distribution coefficient} = 0.5000$
 $k_3 = \text{valore suggerito da Ec2} = 3.4000$
 $k_4 = \text{valore suggerito da Ec2} = 0.4250$

Progetto: My Project
Risultati per la Design Section 0: SLE

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(pern)	F(temp)	F(pern)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
ALL	SLE	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ALL	A1+M1+sisma	Comb. 1: A1+M1+R1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.35	0.9	1	1

Stage=Fase di scavo
 Design Code=Codice di verifica
 Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito
 F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace
 F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev F0
Data 20/06/2011

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica
F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti
F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili
F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante
F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante
F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole
F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole
F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole
F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole
F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole
F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole
F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole
F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:
- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio

SLU	Mom. paratia (kN-m/m)	Taglio paratia (kN/m)	Spost. paratia (cm)	Vincolo Reazione (kN/m)	Vincolo TSF critico	Infissione FS paratia	Commenti
SLE	413.56	107.95	2.59	No supports	No supports	2.067	Calculation successful, however items may be unsafe
SLU	744.37	198.93	9	No supports	No supports	1.632	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	412.09	117.12	1.88	No supports	No supports	1.938	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	532.89	146.57	5.39	No supports	No supports	1.55	Calculation successful
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	877.52	263.85	14.39	No supports	No supports	1.348	Calculation successful

Sommario esteso

	Risultati di calcolo	Spost. paratia (cm)	Cedimenti (cm)	Mom. paratia (kN-m/m)	Mom. paratia (kN-m)
SLE	Calculation successful, however items may be unsafe	2.59	2.14	413.56	413.56
SLU	Calculation successful	9	7.81	744.37	744.37
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Calculation successful	1.88	1.58	412.09	412.09
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Calculation successful	5.39	4.67	532.89	532.89
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	Calculation successful	14.39	12.81	877.52	877.52

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	TSF combinato /	TSF momento /	TSF taglio /	SLS cls Ver. tensionale
SLE	107.95	107.95	0.23	0.23	0.273	N/A
SLU	198.93	198.93	0.413	0.413	0.504	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	117.12	117.12	0.229	0.229	0.297	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	146.57	146.57	0.296	0.296	0.371	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	263.85	263.85	0.487	0.487	0.668	N/A

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

	SLS acciaio	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	FS
	Ver. tensionale	R max (kN/m)	R max (kN)	TSF GEO	TSF STR	Verifica pull out	Fondo scavo
SLE	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
SLU	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527

	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS	FS
	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva	Sifonamento
SLE	N/A	3.001	2.067	N/A	3.062	1.459	N/A
SLU	3.468	2.051	1.632	N/A	2.605	1.198	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3.698	2.407	1.938	N/A	2.967	1.473	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2.791	1.82	1.55	N/A	2.012	1.28	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2.609	1.538	1.348	N/A	1.877	1.286	N/A

Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment (kN-m/m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN/m)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Displacements (cm)	14.386	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	N/A
Surface Settlements (cm)	12.812	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Toe FS Passive (Classic)	2.609	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Rotation (Classic)	1.538	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Length (Classic)	1.348	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Passive Mob (Paratie)	1.877	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
FS 1.0 Req. Embed (Classic) (m)	6.9	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2

Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Results not available					

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment ABS (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment +M (kN-m)	0	1: SLU	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Wall Moment -M (kN-m)	-877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42

Momento massimo per ogni fase

	Approccio di base	0	0	0	0
M Stage #0 (kN-m/m)	0	0	0	0	0
M Stage #1 (kN-m/m)	-309.5	-450.75	-402.35	-506.2	-506.2
M Stage #2 (kN-m/m)	-413.56	-744.37	-412.09	-532.89	-877.52

Taglio massimo per ogni fase

	Approccio di base	0	0	0	0
Shear Stage #0 (kN/m)	0	0	0	0	0
Shear Stage #1 (kN/m)	89.69	119.46	116.6	-134.44	-134.44
Shear Stage #2 (kN/m)	107.95	-198.93	117.12	-146.57	-263.85

Massima reazione vincolare

	Approccio di base	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #0 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #2 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRCv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp Springs	kPp Springs	kAcv Springs	kPcv Springs	Vary	Spring Model	Color
Ghiaia messina	19	19	38	0	N/A	N/A	N/A	80550	128880	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	
Sedimenti fluviali e costieri	18	16	37	0	N/A	N/A	N/A	21670	34672	0.25	4.02	N/A	N/A	True	Linear	
Calcri brecciati	19	16	25	20	N/A	N/A	N/A	40000	64000	0.41	2.46	N/A	N/A	True	Linear	

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome del terreno
 OCR=rappporto di sovraconsolidazione
 Ko=coefficiente di spinta a riposo
 Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
10	Sedimenti fluviali e costieri	1	0.4
-17	Calcarei brecciati	1	0.58

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

Name	Strength Fy (MPa)	Fu (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (kN/m3)
A-36	248.3	469	200100	77.0046
A-50	344.8	510	200100	77.0046

Calcestruzzo

Name	Strength Fc' (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (kN/m3)	Tension Strength Ft (MPa)
C28/35	28	32308	25	10
4 ksi Concrete	27.6	24874.5	23.5728	10
5 ksi Concrete	34.5	27810.5	23.5728	10
C25/30	25	31476	25	10

Barre in acciaio

Name	Strength Fy (MPa)	Elastic E (MPa)
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
B450C	450	210000

Legno

Name	Ultimate Bending Srtength Fbu (MPa)	Ultimate Tensile Strength FtU (MPa)	Ultimate Shear Strength Fvu (MPa)	Density g (kN/m3)	Elastic E (MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

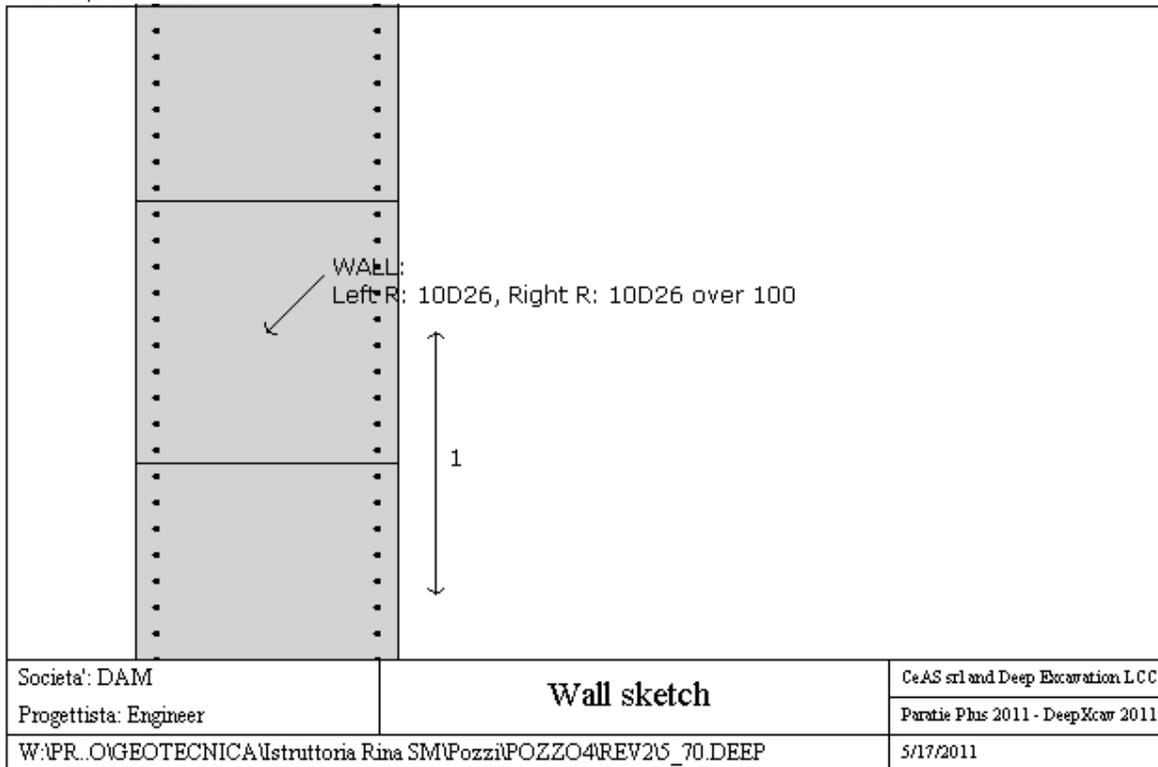
STEEL=acciaio
 Name=nome materiale
 strength fy=fyk=res caratteristica acciaio
 Fu=fuk=resistenza ultima
 Elastic E=modulo elastico
 Density g=peso specifico
 CONCRETE=calcestruzzo
 Name=nome materiale
 f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls
 Elastic E=modulo elastico
 Density g=peso specifico
 Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica
 STEEL REBAR

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

Name=nome materiale
strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio
Elastic E=modulo elastico
WOOD=legno
Name=nome materiale
Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione
Ultimate tensile strength FtU=ftuk=res. caratt. parallela alle fibre
Ultimate shear strength Fvu=fvuk=res. caratt. a taglio
Density g=peso specifico
Elastic E=modulo elastico

PROPRIETA' SEZIONI TRAVI DI RIPARTIZIONE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: paratia
Tipo paratia: Diaframma
Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m
Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1
Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1
fc' cls = 25 Fy barre = 450 Ecls = 31476 FcT calcestruzzo a trazione = 10% di Fc'
fy profilati in acciaio = 248.3 Eacciaio = 200100
Attrito paratia: % attrito terreno = 0%
Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008
Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con ACI 318-2002.
Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.
Diaframma

Tabella: dati solette

Name	Shape	Fy	Fc'	D	B	Bw	tf	Ctop	Cbot	AsTop	AsBot	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN-m)
paratia	Rect	450	25	100	100	N/A	N/A	7.6	7.6	53.1	53.1	10000	0	0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PROPRIETA' GENERALI

Le travi di ripartizione sono utilizzate sui supporti come elementi strutturali ma non vengono inclusi nel calcolo della rigidità della paratia.

$f'c=fck$ = resistenza cilindrica del calcestruzzo

$f_yk=f_y$ = resistenza caratteristica acciaio

f_y = resistenza caratteristica barre di armatura

TABELLA DEI PARAMETRI (parametri principali)

1) Tutte le travi di ripartizione in calcestruzzo hanno sezione rettangolare

N/A= dato non disponibile

$F_y=f_yk$

$F'c=fck$

D= altezza della trave

B= larghezza della trave

2) Proprietà della trave in acciaio

W= peso per unità di lunghezza

A= area

D= diametro

t_w = spessore anima

t_p = spessore tubo

b_f = larghezza ala

t_f = spessore ala

k= spessore flangia

I_{xx} = modulo di inerzia asse forte (per unità di lunghezza)

S_{xx} = momento statico asse forte (per unità di lunghezza)

r_x = raggio giratore di inerzia - asse X

r_y = raggio giratore di inerzia - asse Y

I_{yy} = modulo di inerzia asse debole (per unità di lunghezza)

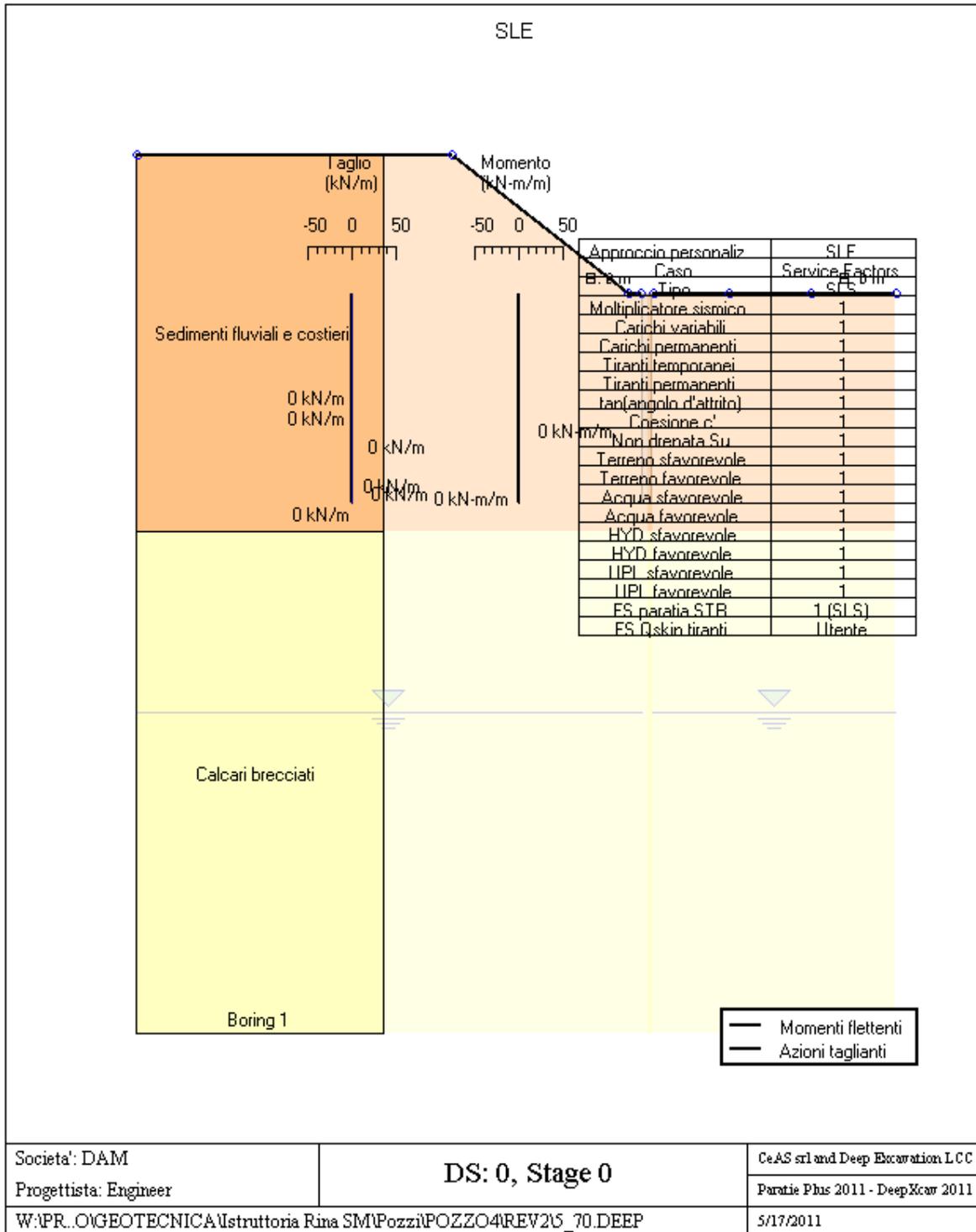
S_{yy} = momento statico asse debole (per unità di lunghezza)

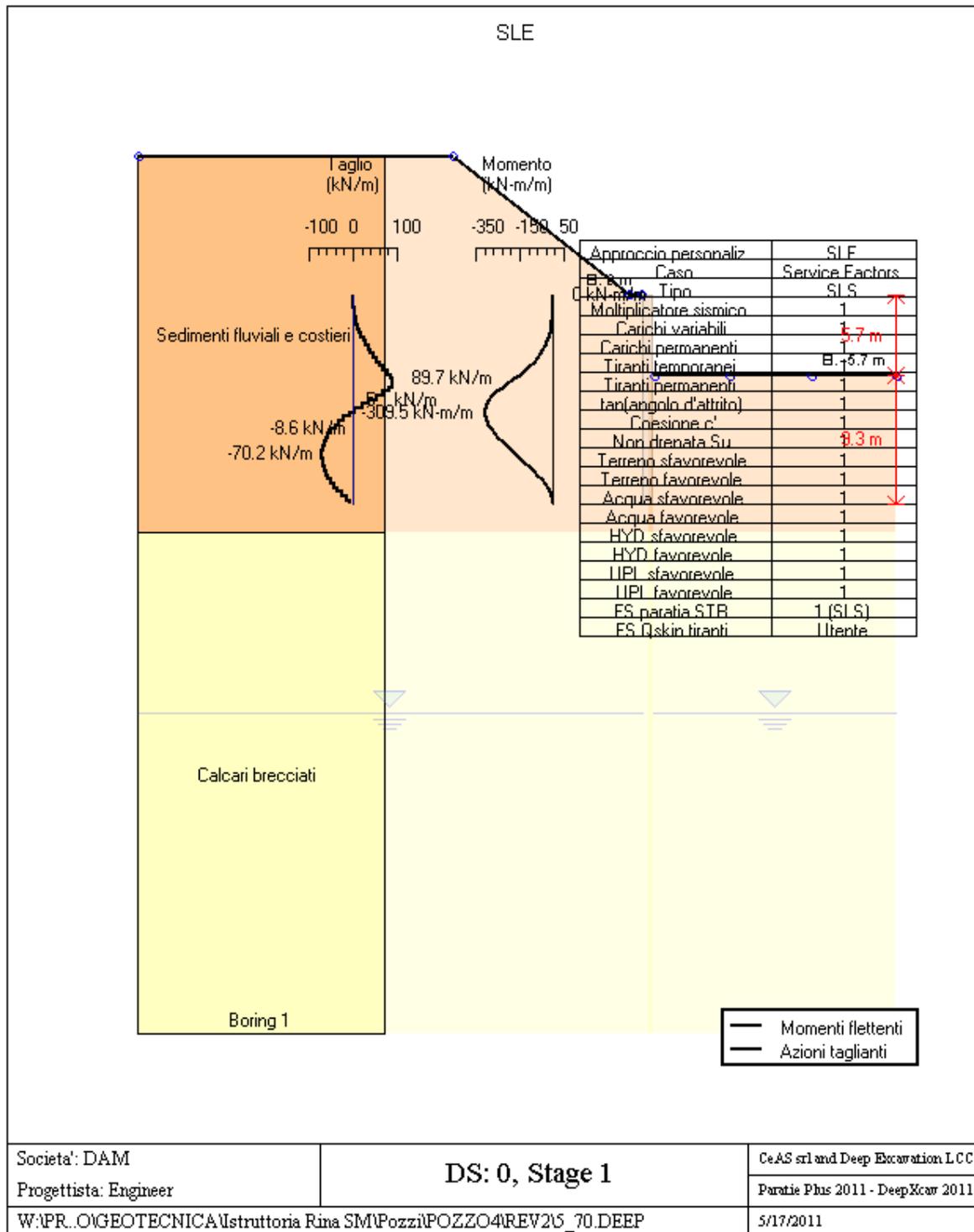
r_T = raggio giratore per la torsione

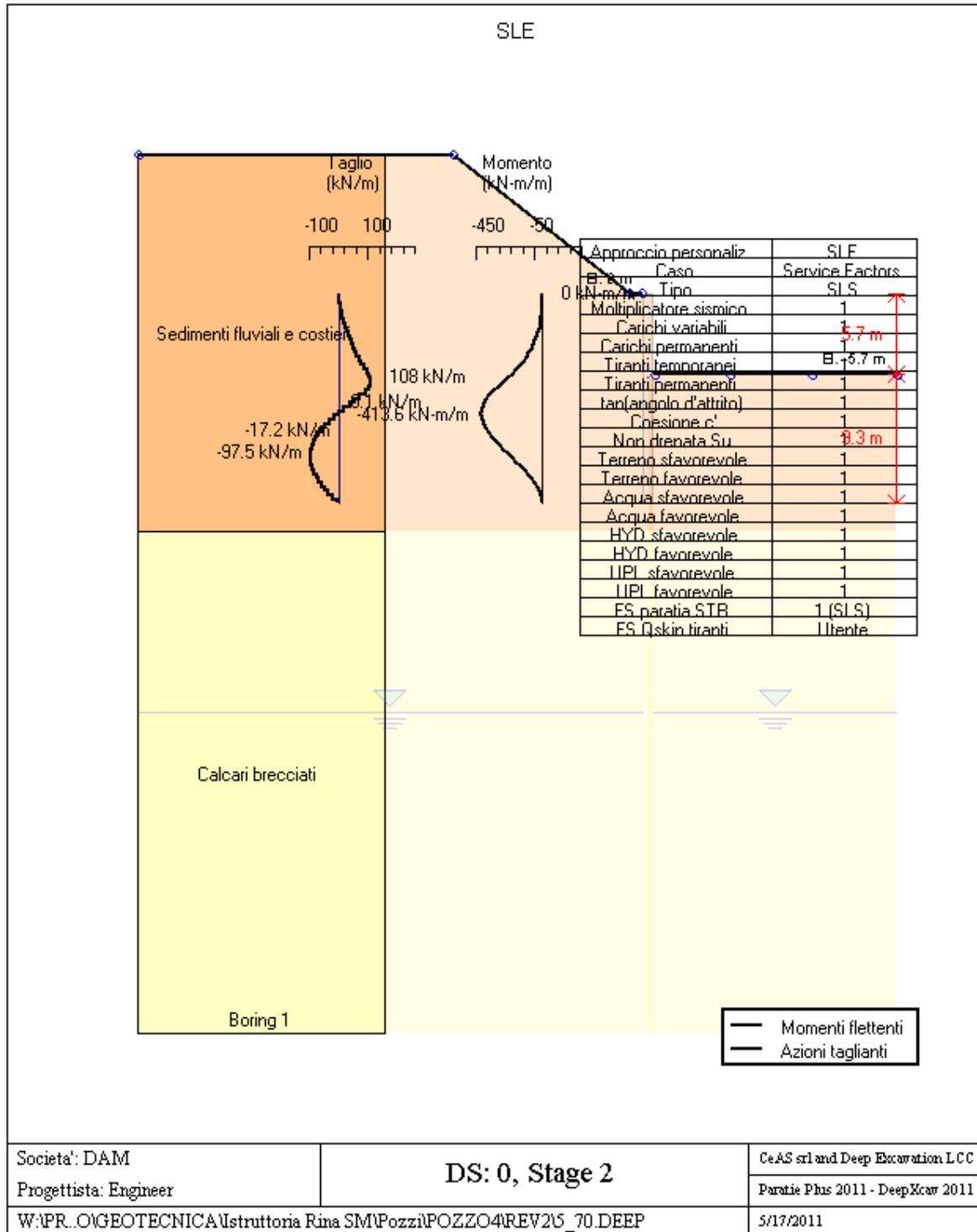
Cw= costante di ingobbimento

GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.







		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contlever	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FSwall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	14.123	14.123	N/A
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	2.214	3.366	N/A
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	2.067	3.001	N/A

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

Conventional=analisi all'equilibriolimit
springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)
DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata
U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata
Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.064	0	1	N/A
1	No		0.064	0	1	N/A
2	Yes		0.064	0	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Stabilita' del piede

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Stage #0	14.123	N/A	14.123	50	5.7	2.146

Stage #1	2.214	N/A	3.366	2.214	3.18	1.479
Stage #2	2.067	N/A	3.001	2.067	3.062	1.459

TABELLA RISULTATI PARATIA

Wall 1 Stage: 0

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	27.48	27.48	27.48	27.48	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	48.119	48.119	48.119	48.119	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	64.726	64.726	64.726	64.726	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	78.74	78.74	78.74	78.74	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	90.975	90.975	90.975	90.975	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	101.94	101.94	101.94	101.94	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	112	112	112	112	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	121.4	121.4	121.4	121.4	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	130.31	130.31	130.31	130.31	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	138.88	138.88	138.88	138.88	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 1

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	7.047	0	7.047	0	0	0	0	2.46	4.13	1.56	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	14.964	0	14.964	0	0	0	0	20.98	19.42	1.31	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	23.116	0	23.116	0	0	0	0	73.13	46.61	1.07	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	31.295	19.31	31.295	19.31	0	0	0	177.14	86.09	0.84	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	39.448	93.411	39.448	93.411	0	0	0	291.08	52.41	0.62	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	62.836	98.771	62.836	98.771	0	0	0	300.68	-20.81	0.43	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	88.346	102.1	88.346	102.1	0	0	0	229.18	-61.08	0.26	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	111.41	105.3	111.41	105.3	0	0	0	126.32	-69.56	0.11	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	131.99	108.34	131.99	108.34	0	0	0	36.97	-49.19	-0.03	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	148.28	111.08	148.28	111.08	0	0	0	0	-5.58	-0.16	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 2

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.61	2.59	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	7.047	0	7.047	0	0	0	0	6.89	9.36	2.24	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	14.964	0	14.964	0	0	0	0	37.97	29.78	1.88	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	23.116	0	23.116	0	0	0	0	109.69	61.37	1.53	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	31.295	18.725	31.295	18.725	0	0	0	239.12	104.18	1.19	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	39.448	100.47	39.448	100.47	0	0	0	381.61	71.74	0.87	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	48.812	104.32	48.812	104.32	0	0	0	408.39	-17.24	0.58	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	82.189	105.16	82.189	105.16	0	0	0	319.11	-81.18	0.33	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	112.43	104.79	112.43	104.79	0	0	0	177.59	-96.95	0.1	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	136.86	104.46	136.86	104.46	0	0	0	52.51	-69.2	-0.11	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	157.29	103.91	157.29	103.91	0	0	0	0	-8.01	-0.32	1800.82	1800.82	394.75	394.75

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

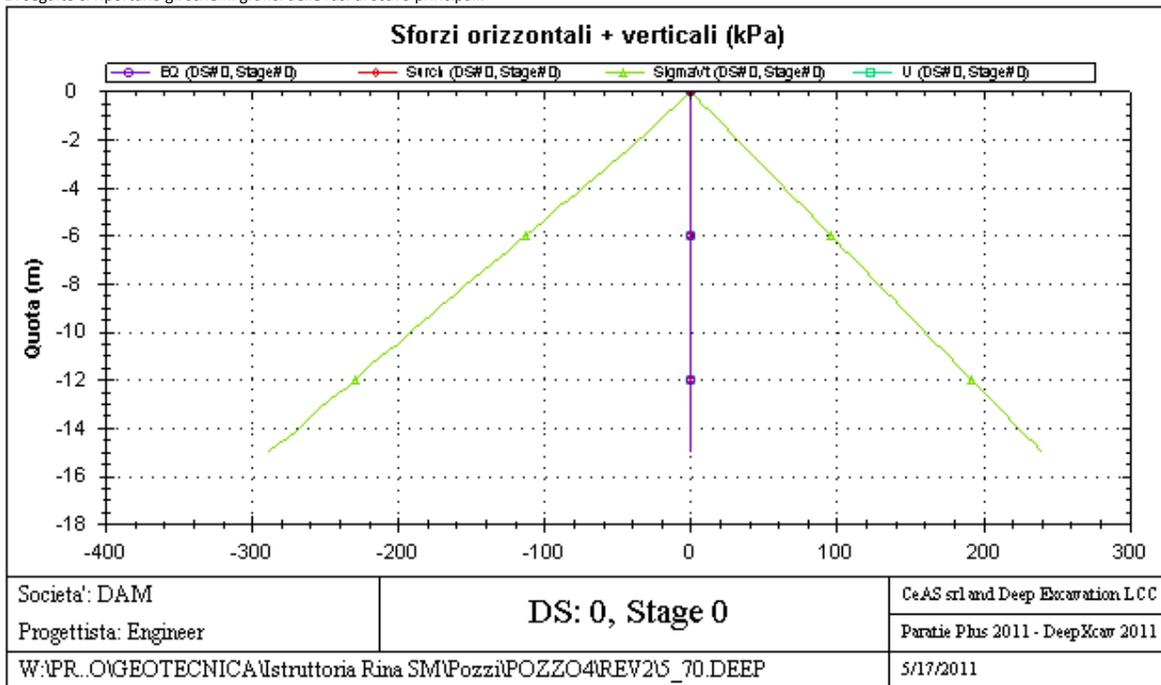
M=momento flettente (per metro)

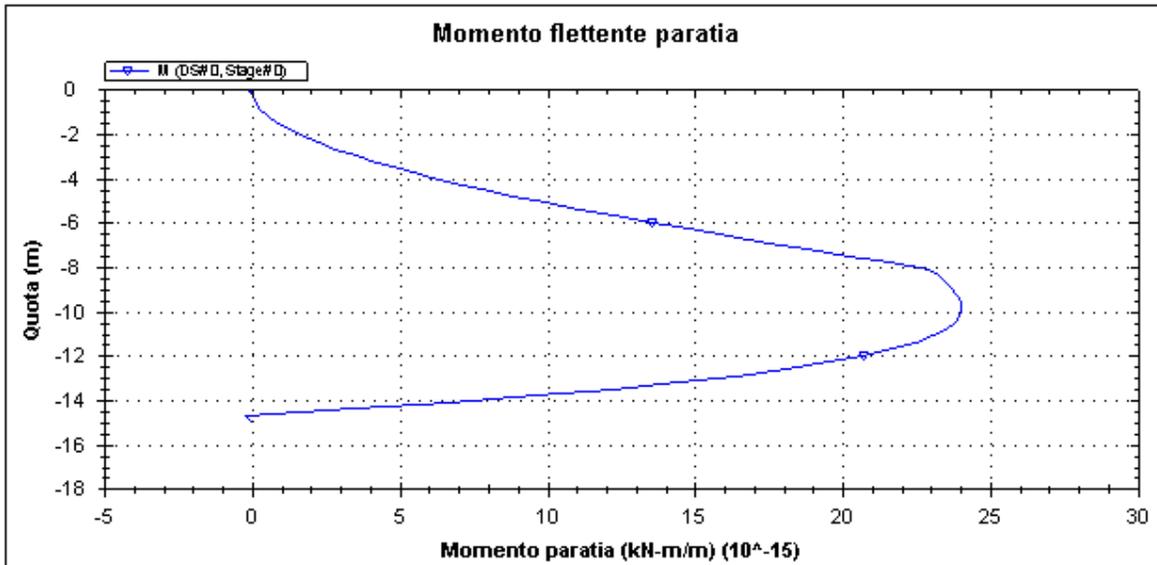
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

V=taglio (per metro)
dx=spostamento orizzontale
McapL=Momento ultimo lato sx
McapR=Momento ultimo lato dx
VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx
VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.





Societa': DAM
Progettista: Engineer

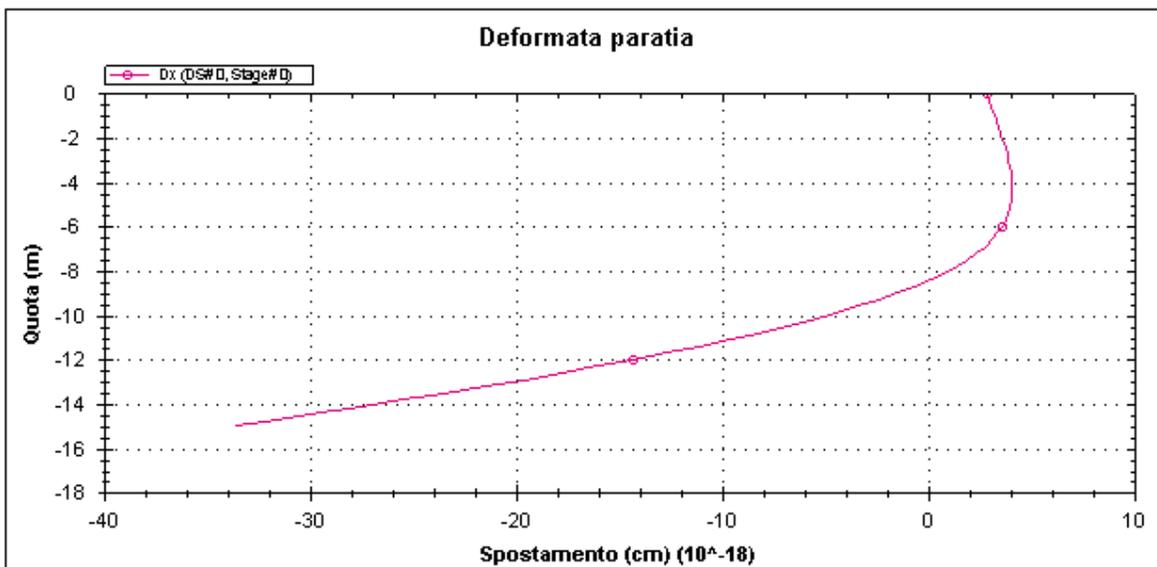
DS: 0, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 0, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

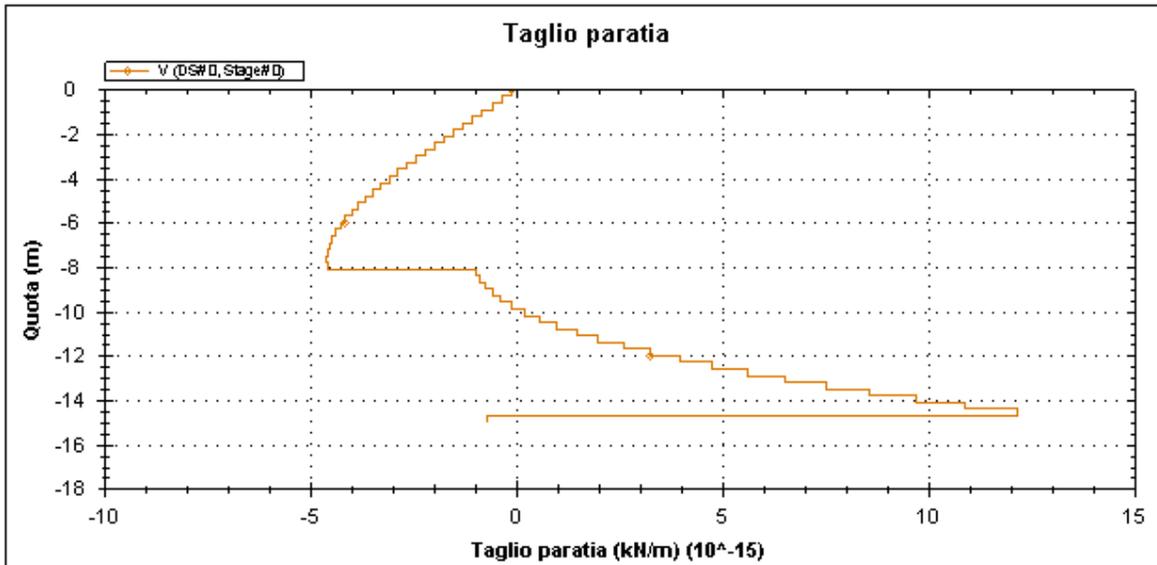
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

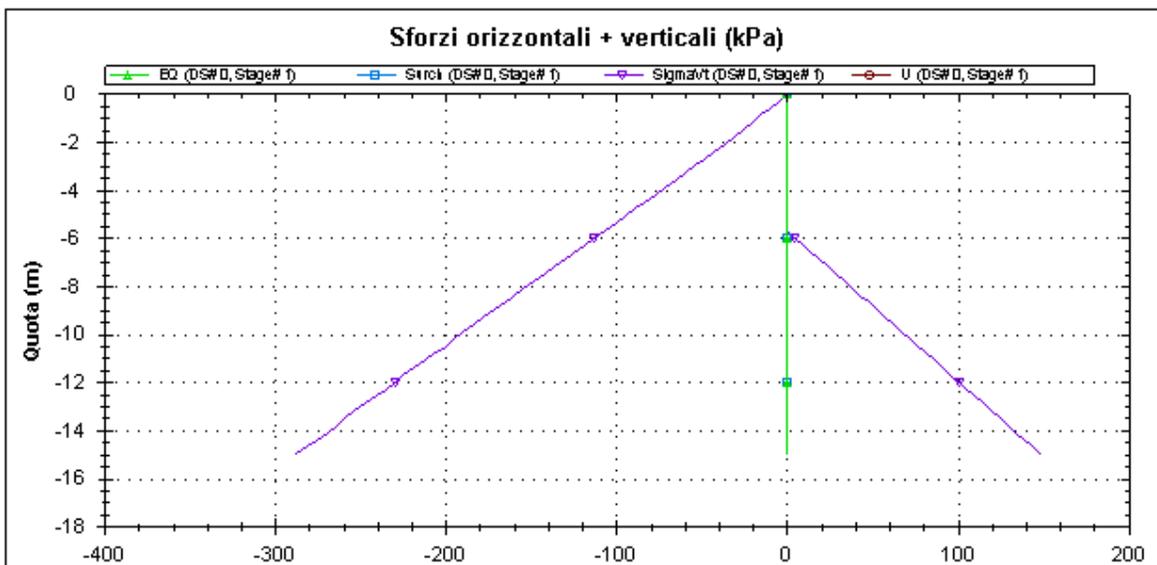


Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 0, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC
Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
5/17/2011

W:\PR_O\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 0, Stage 1

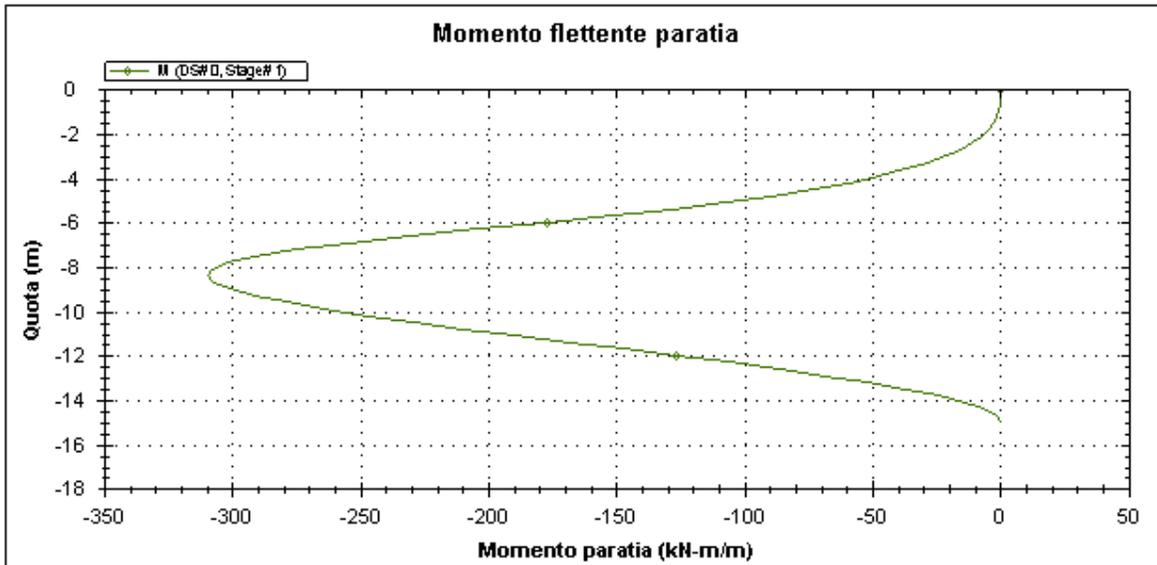
CeAS srl and Deep Excavation LCC
Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
5/17/2011

W:\PR_O\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM

Progettista: Engineer

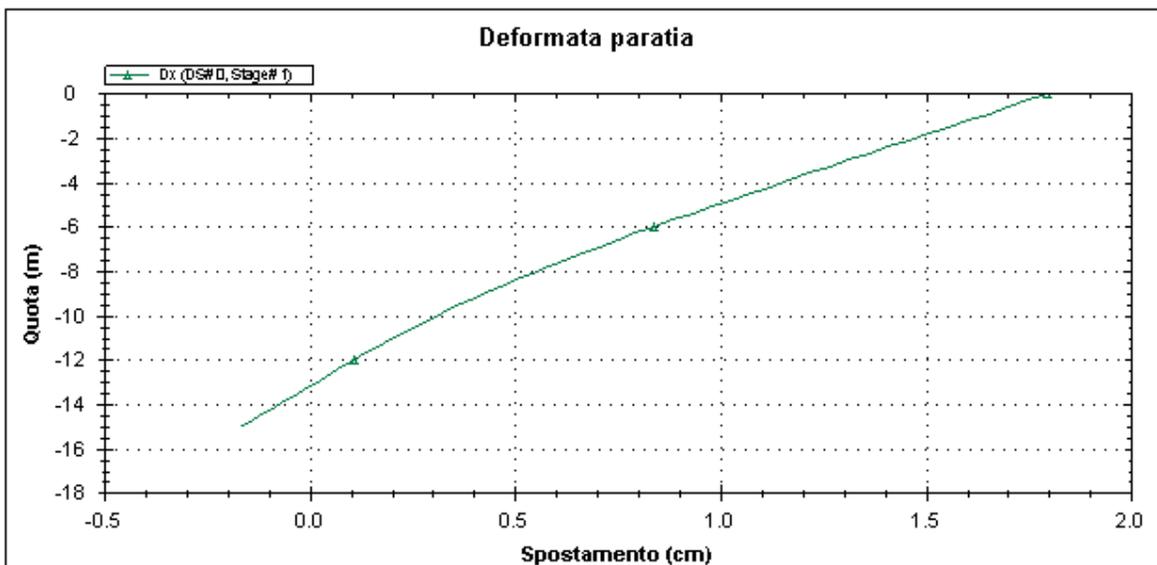
DS: 0, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM

Progettista: Engineer

DS: 0, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

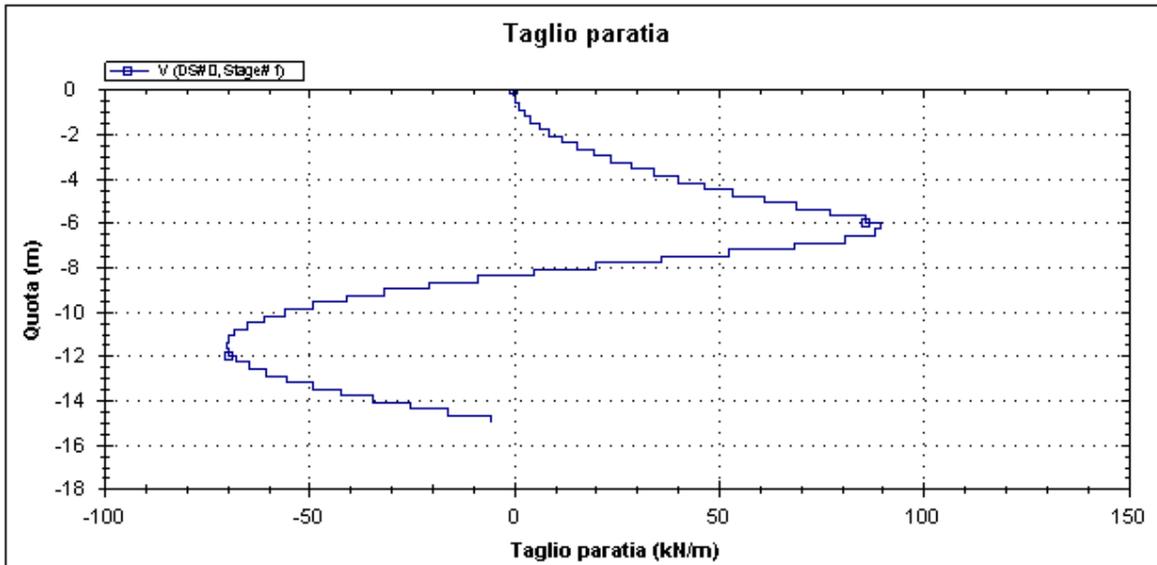
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

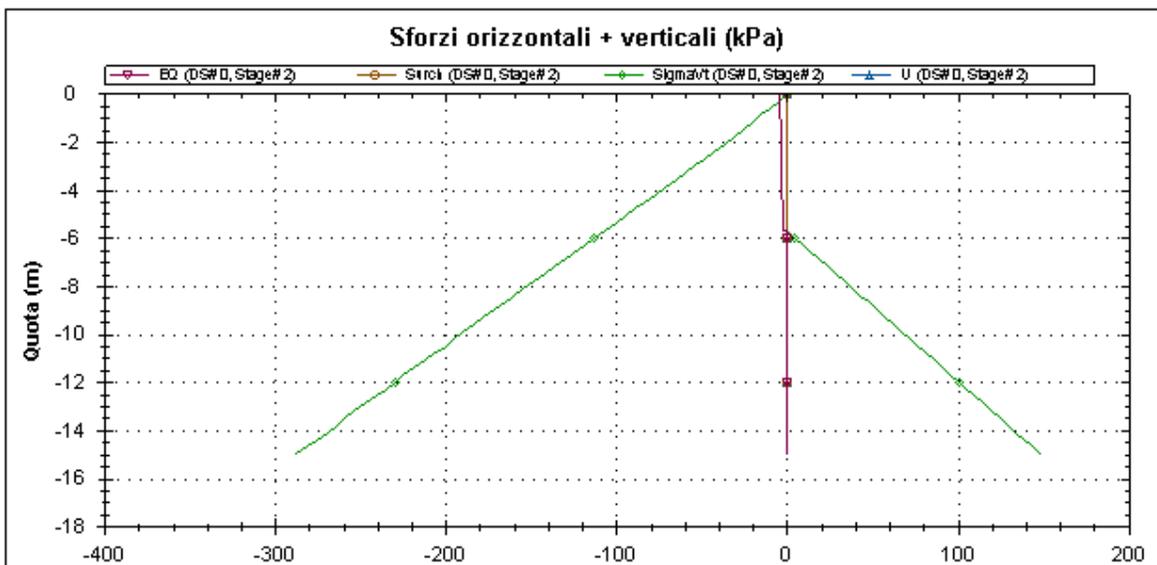
DS: 0, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 0, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

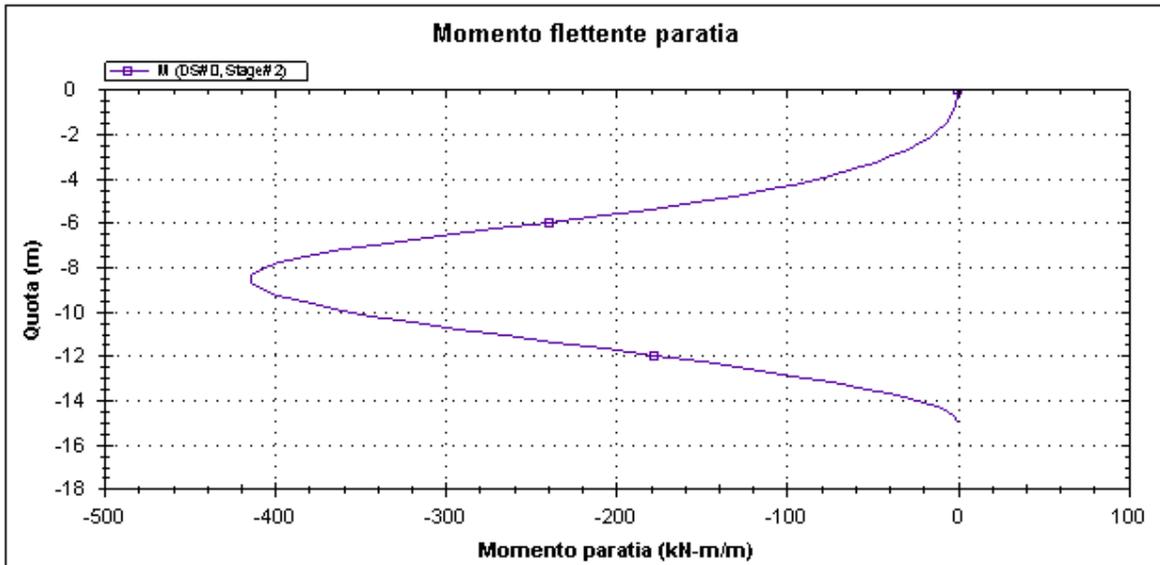
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

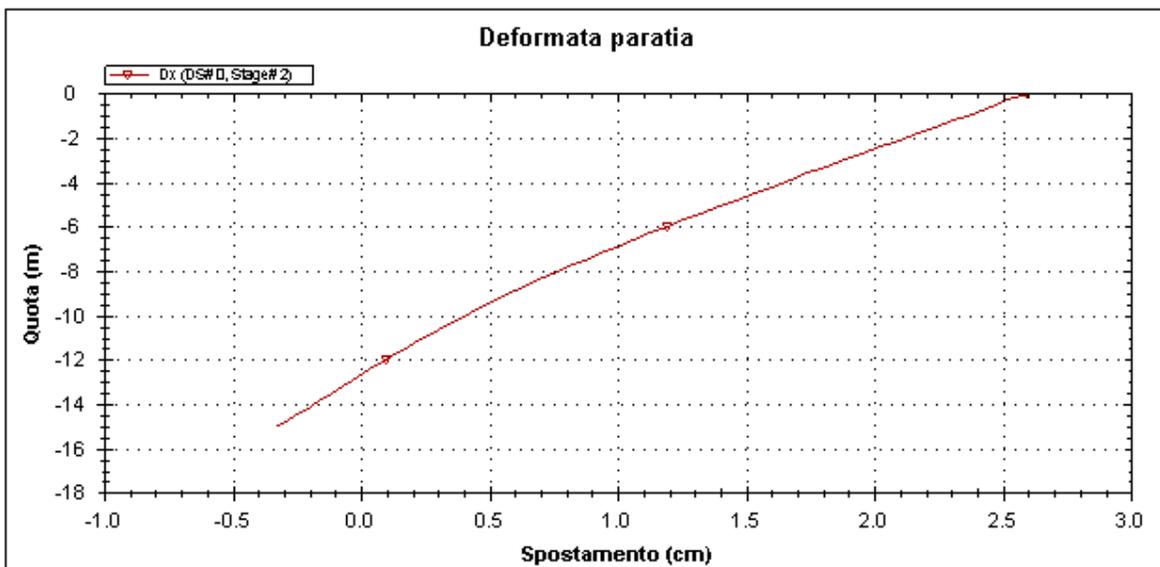
DS: 0, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

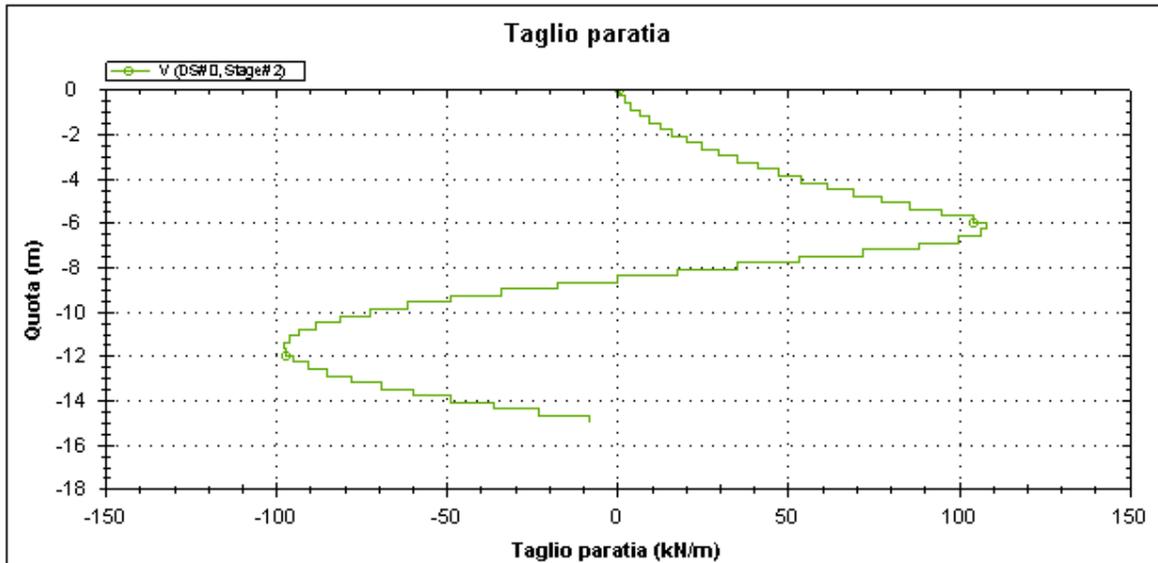
DS: 0, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM	DS: 0, Stage 2	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP		5/17/2011

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%
 Larghezza massima conico = 1 m
 Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia
 Sinistra = -20 m, Destra = 20 m, Spaziatura orizzontale = 5
 Alto = 40 m, Basso = 0 m, Spaziatura verticale = 5
 La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m
 La ricerca del raggio finisce alla base del modello
 5 intervallo di raggi e' usato
 Angolo limite attivo non e' usato
 Angolo limite passivo non e' usato
 La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio
 La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)
 Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo
 Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.

ITA_ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Design Section: SLE

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0
 ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 1
 ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 2

ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)

dx=spostamento orizzontale

McapL=Momento ultimo lato sx

McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

Progetto: My Project

Risultati per la Design Section 1: SLU

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(pern)	F(temp)	F(pern)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
ALL	SLE	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ALL	A1+M1+sisma	Comb. 1: A1+M1+R1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.35	0.9	1	1

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio

SLE	Mom. paratia	Taglio paratia	Spost. paratia	Vincolo	Vincolo	Infissione	Commenti
SLU	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	Reazione (kN/m)	TSF critico	FS paratia	
SLE	413.56	107.95	2.59	No supports	No supports	2.067	Calculation successful, however items may be unsafe
SLU	744.37	198.93	9	No supports	No supports	1.632	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	412.09	117.12	1.88	No supports	No supports	1.938	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	532.89	146.57	5.39	No supports	No supports	1.55	Calculation successful
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	877.52	263.85	14.39	No supports	No supports	1.348	Calculation successful

Sommario esteso

	Risultati di calcolo	Spost. paratia	Cedimenti	Mom. paratia	Mom. paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
SLE	Calculation successful, however items may be unsafe	2.59	2.14	413.56	413.56
SLU	Calculation successful	9	7.81	744.37	744.37
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Calculation successful	1.88	1.58	412.09	412.09
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Calculation successful	5.39	4.67	532.89	532.89
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	Calculation successful	14.39	12.81	877.52	877.52

	Taglio paratia	Taglio paratia	TSF combinato	TSF momento	TSF taglio	SLS cls
	(kN/m)	(kN)	/	/	/	Ver. tensionale
SLE	107.95	107.95	0.23	0.23	0.273	N/A
SLU	198.93	198.93	0.413	0.413	0.504	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	117.12	117.12	0.229	0.229	0.297	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	146.57	146.57	0.296	0.296	0.371	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	263.85	263.85	0.487	0.487	0.668	N/A

	SLS acciaio	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	FS
	Ver. tensionale	R max (kN/m)	R max (kN)	TSF GEO	TSF STR	Verifica pull out	Fondo scavo
SLE	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
SLU	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527

	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS	FS
	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva	Sifonamento
SLE	N/A	3.001	2.067	N/A	3.062	1.459	N/A
SLU	3.468	2.051	1.632	N/A	2.605	1.198	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3.698	2.407	1.938	N/A	2.967	1.473	N/A

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2.791	1.82	1.55	N/A	2.012	1.28	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2.609	1.538	1.348	N/A	1.877	1.286	N/A

Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment (kN-m/m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN/m)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Displacements (cm)	14.386	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	N/A
Surface Settlements (cm)	12.812	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Toe FS Passive (Classic)	2.609	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Rotation (Classic)	1.538	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Length (Classic)	1.348	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Passive Mob (Paratie)	1.877	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
FS 1.0 Req. Embed (Classic) (m)	6.9	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2

Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Results not available					

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment ABS (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment +M (kN-m)	0	1: SLU	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Wall Moment -M (kN-m)	-877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42

Momento massimo per ogni fase

	Approccio di base			
M Stage #0 (kN-m/m)	0	0	0	0

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

M Stage #1 (kN-m/m)	-309.5	-450.75	-402.35	-506.2	-506.2
M Stage #2 (kN-m/m)	-413.56	-744.37	-412.09	-532.89	-877.52

Taglio massimo per ogni fase

	Approccio di base	0	0	0	0
Shear Stage #0 (kN/m)	0	0	0	0	0
Shear Stage #1 (kN/m)	89.69	119.46	116.6	-134.44	-134.44
Shear Stage #2 (kN/m)	107.95	-198.93	117.12	-146.57	-263.85

Massima reazione vincolare

	Approccio di base	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #0 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #2 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp Springs	kPp Springs	kAcv Springs	kPcv Springs	Vary	Spring Model	Color
Ghiaia messina	19	19	38	0	N/A	N/A	N/A	80550	128880	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	
Sedimenti fluviali e costieri	18	16	37	0	N/A	N/A	N/A	21670	34672	0.25	4.02	N/A	N/A	True	Linear	
Calcarei brecciati	19	16	25	20	N/A	N/A	N/A	40000	64000	0.41	2.46	N/A	N/A	True	Linear	

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalit  di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
10	Sedimenti fluviali e costieri	1	0.4
-17	Calcarei brecciati	1	0.58

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

Name	Strength Fy (MPa)	Fu (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (kN/m3)
A-36	248.3	469	200100	77.0046
A-50	344.8	510	200100	77.0046

Calcestruzzo

Name	Strength Fc' (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (kN/m3)	Tension Strength Ft (MPa)
C28/35	28	32308	25	10
4 ksi Concrete	27.6	24874.5	23.5728	10
5 ksi Concrete	34.5	27810.5	23.5728	10
C25/30	25	31476	25	10

Barre in acciaio

Name	Strength Fy (MPa)	Elastic E (MPa)
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
B450C	450	210000

Legno

Name	Ultimate Bending Strength Fbu (MPa)	Ultimate Tensile Strength FtU (MPa)	Ultimate Shear Strength Fvu (MPa)	Density g (kN/m3)	Elastic E (MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale
strength fy=fyk=res caratteristica acciaio
Fu=fuk=resistenza ultima
Elastic E=modulo elastico
Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale
f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls
Elastic E=modulo elastico
Density g=peso specifico
Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

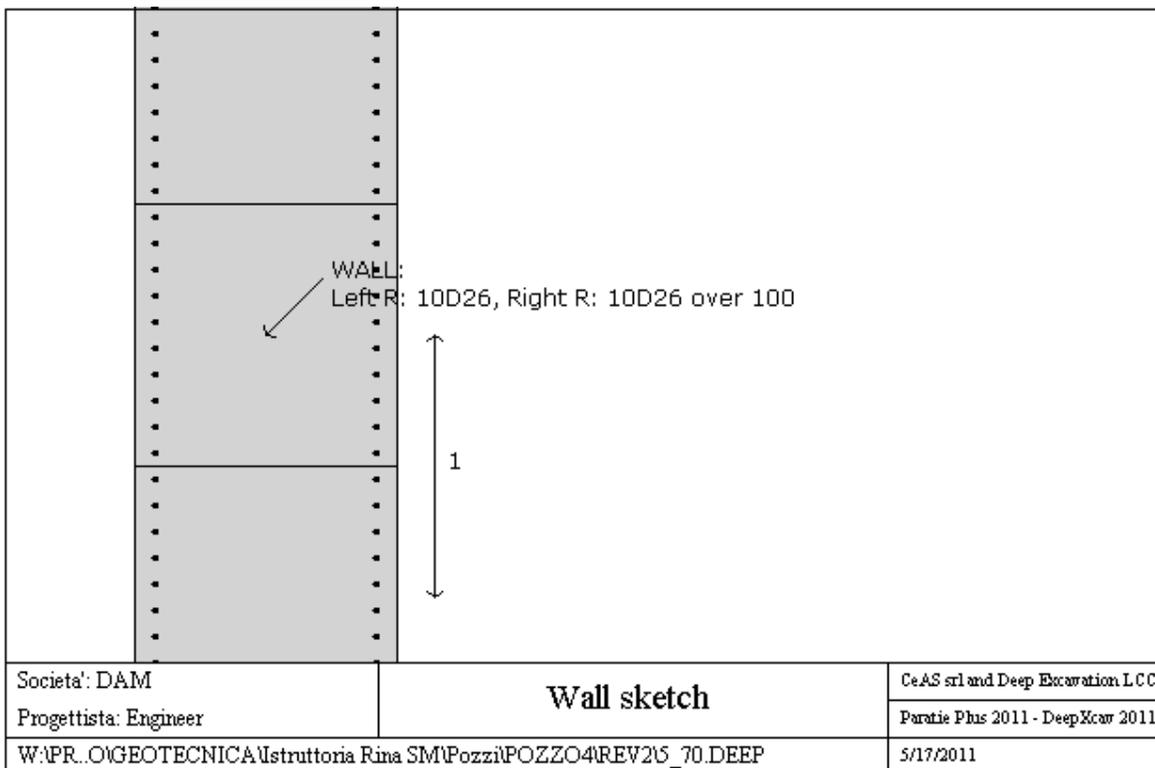
Name=nome materiale
strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio
Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale
Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione
Ultimate tensile strength FtU=ftuk=res. caratt. parallela alle fibre
Ultimate shear strength Fvu=fvuk=res. caratt. a taglio
Density g=peso specifico
Elastic E=modulo elastico

PROPRIETA' SEZIONI TRAVI DI RIPARTIZIONE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: paratia

Tipo paratia: Diaframma

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1

fc' cls = 25 Fy barre = 450 Ecls = 31476 FcT calcestruzzo a trazione = 10% di Fc'

fy profilati in acciaio = 248.3 Eacciaio = 200100

Attrito paratia: % attrito terreno = 0%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con ACI 318-2002.

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Diaframma

Tabella: dati solette

Name	Shape	Fy	Fc'	D	B	Bw	tf	Ctop	Cbot	AsTop	AsBot	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm2)	(cm2)	(cm2)	(kN)	(kN-m)
paratia	Rect	450	25	100	100	N/A	N/A	7.6	7.6	53.1	53.1	10000	0	0

PROPRIETA' GENERALI

Le travi di ripartizione sono utilizzate sui supporti come elementi strutturali ma non vengono inclusi nel calcolo della rigidezza della paratia.

f'c=fck= resistenza cilindrica del calcestruzzo

fyk=fyk= resistenza caratteristica acciaio

fy= resistenza caratteristica barre di armatura

TABELLA DEI PARAMETRI (parametri principali)

1) Tutte le travi di ripartizione in calcestruzzo hanno sezione rettangolare

N/A= dato non disponibile

Fy=fyk

F'c=fck

D= altezza della trave

B= larghezza della trave

2) Proprieta' della trave in acciaio

W= peso per unita' di lunghezza

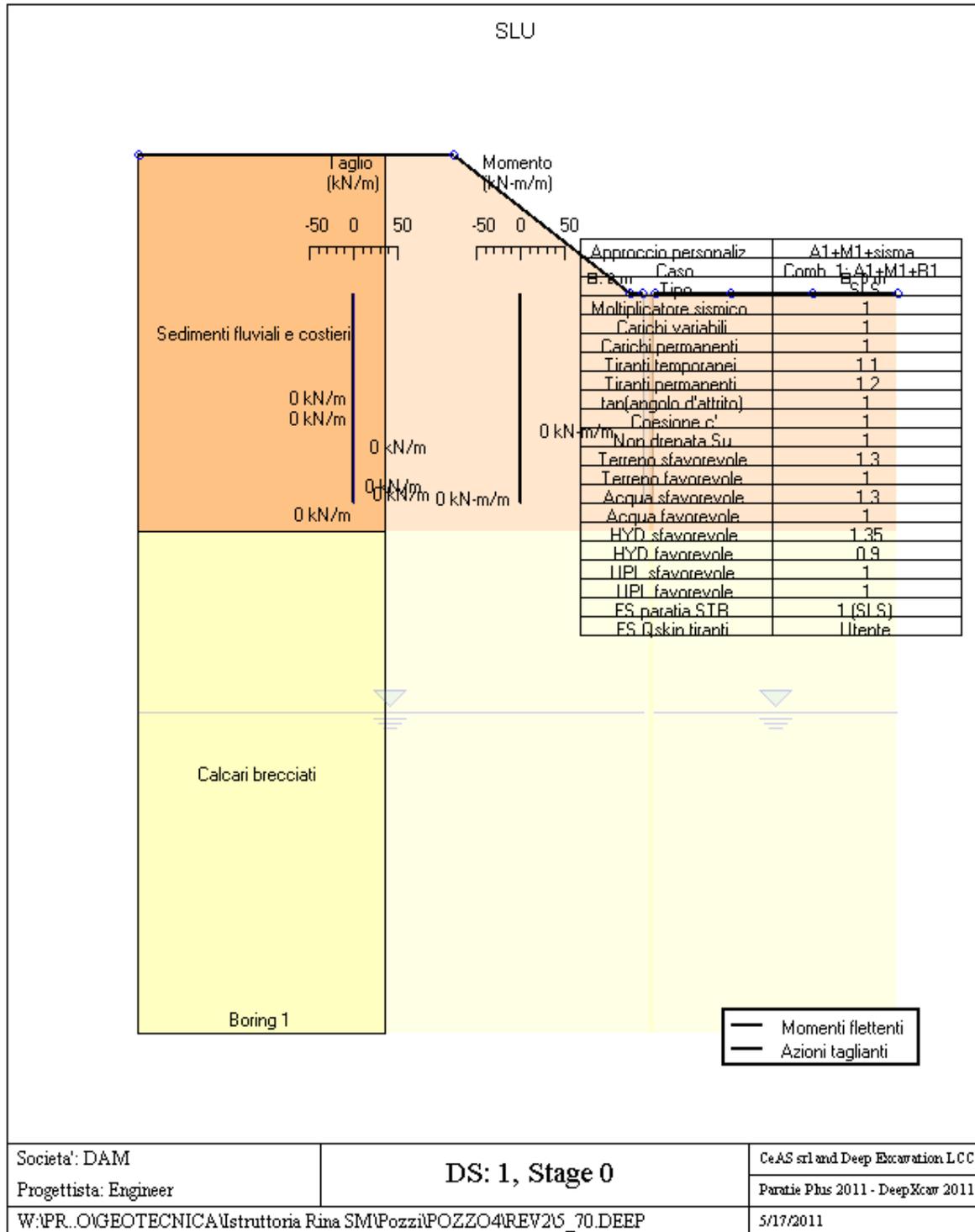
A= area

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

D= diametro
tw= spessore anima
tp= spessore tubo
bf= larghezza ala
tf= spessore ala
k= spessore flangia
Ixx= modulo di inerzia asse forte (per unita' di lunghezza)
Sxx= momento statico asse forte (per unita' di lunghezza)
rx= raggio giratore di inerzia - asse X
ry= raggio giratore di inerzia - asse Y
Iyy= modulo di inerzia asse debole (per unita' di lunghezza)
Syy= momento statico asse debole (per unita' di lunghezza)
rT= raggio giratore per la torsione
Cw= costante di ingobbimento

GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.



Societa': DAM
Progettista: Engineer

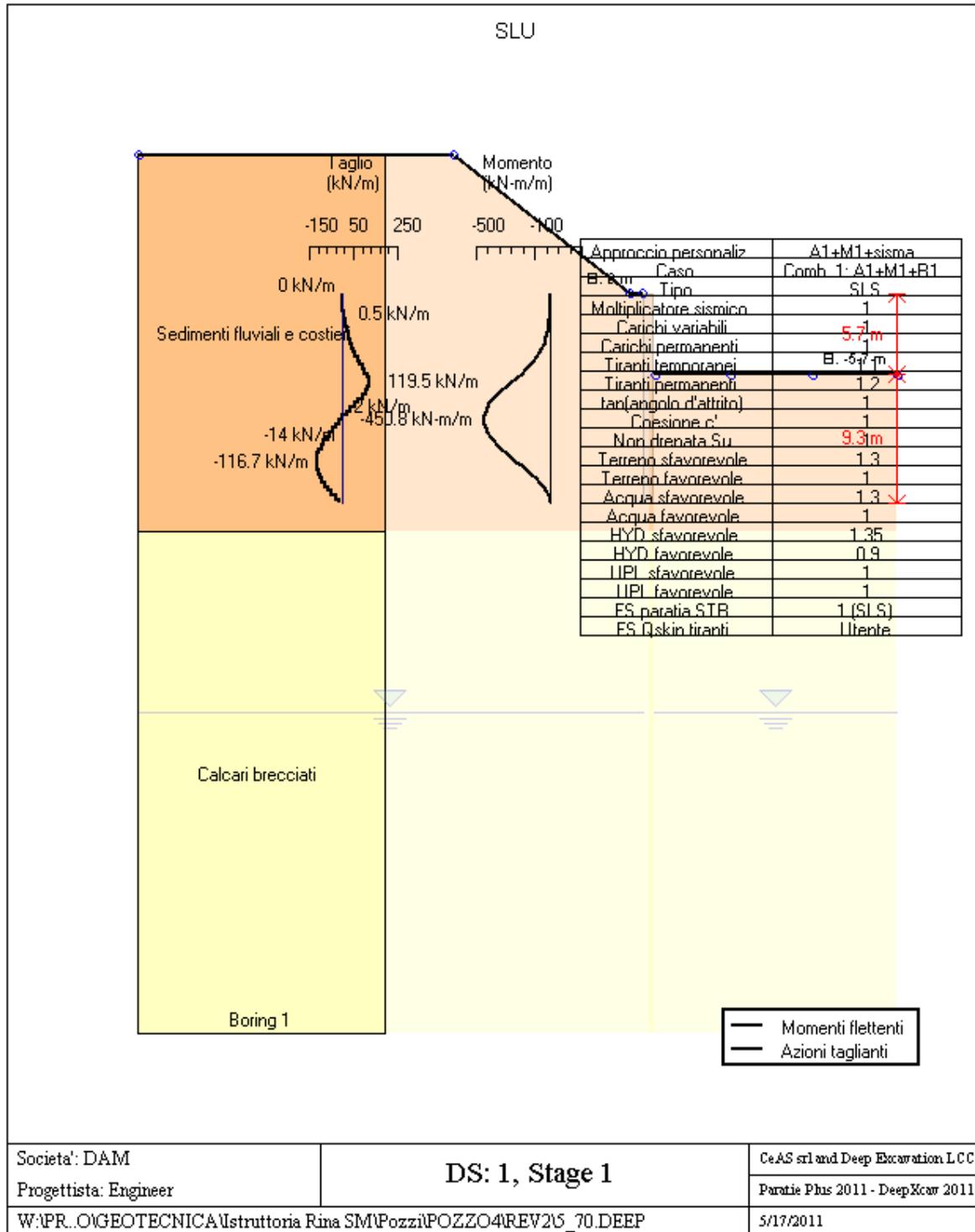
DS: 1, Stage 0

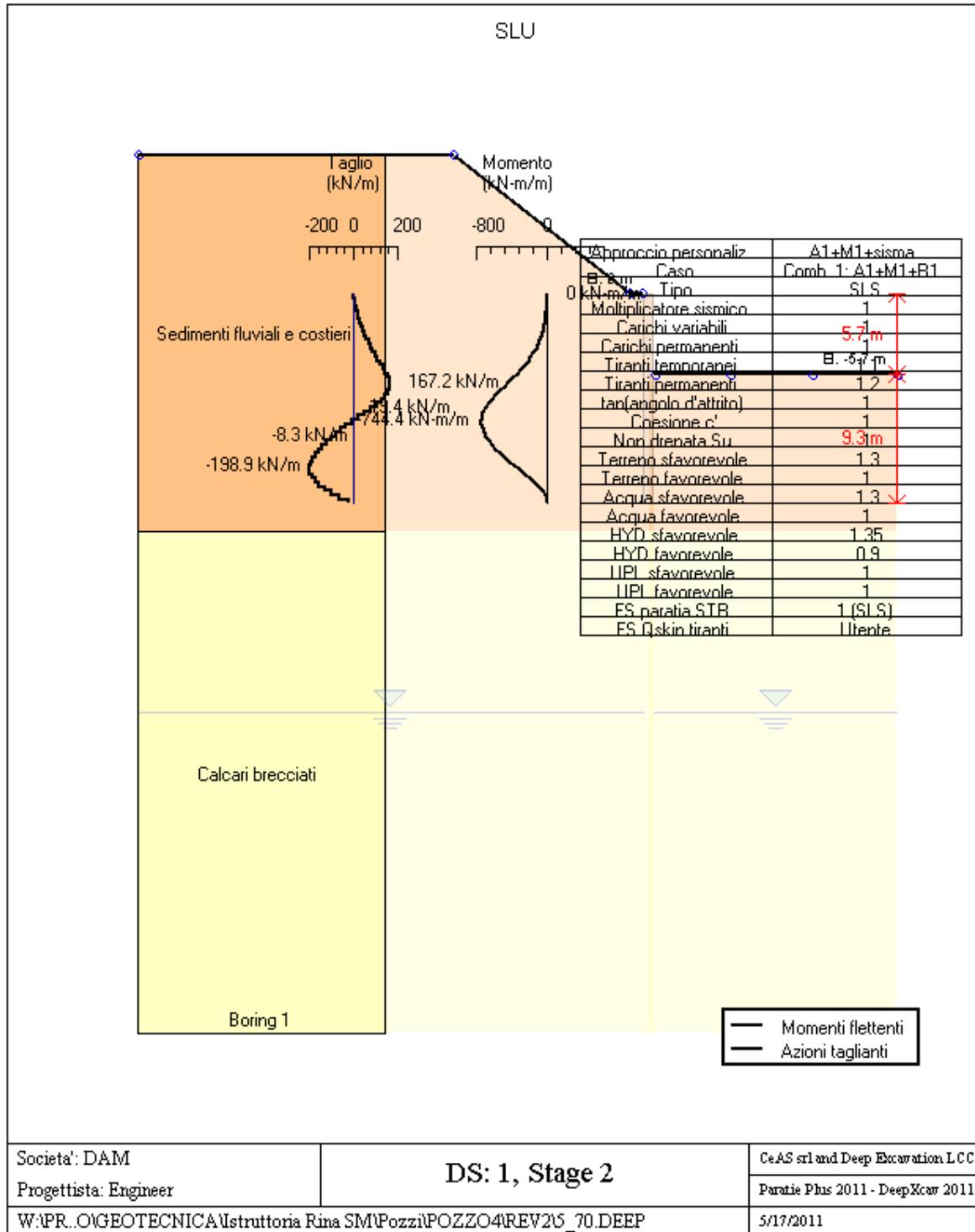
CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepKcar 2011

W:\PR..O\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011





		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contlever	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FSwall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	10.479	10.864	10.479
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.938	2.589	3.978
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.632	2.051	3.468

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

Conventional=analisi all'equilibriolimitate

springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)

DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata

U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata

Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.158	0	1	N/A
1	No		0.158	0	1	N/A
2	Yes		0.158	0	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Stabilita' del piede

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Stage #0	10.479	10.479	10.864	50	5.7	1.653

Stage #1	1.938	3.978	2.589	1.938	3.023	1.198
Stage #2	1.632	3.468	2.051	1.632	2.605	1.232

TABELLA RISULTATI PARATIA

Wall 1 Stage: 0

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	27.48	27.48	27.48	27.48	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	48.119	48.119	48.119	48.119	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	64.726	64.726	64.726	64.726	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	78.74	78.74	78.74	78.74	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	90.975	90.975	90.975	90.975	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	101.94	101.94	101.94	101.94	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	112	112	112	112	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	121.4	121.4	121.4	121.4	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	130.31	130.31	130.31	130.31	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	138.88	138.88	138.88	138.88	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 1

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.93	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	9.151	0	9.151	0	0	0	0	3.19	5.36	3.42	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	19.432	0	19.432	0	0	0	0	27.25	25.22	2.9	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	30.018	0	30.018	0	0	0	0	94.96	60.53	2.39	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	40.639	19.31	40.639	19.31	0	0	0	230.03	111.8	1.89	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	51.225	115.85	51.225	115.85	0	0	0	395.6	92.19	1.41	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	61.726	115.16	61.726	115.16	0	0	0	450.75	2.03	0.96	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	72.195	114.14	72.195	114.14	0	0	0	386.01	-70.9	0.55	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	105.55	108.22	105.55	108.22	0	0	0	232.4	-115.86	0.17	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	140.79	101.25	140.79	101.25	0	0	0	71.99	-92.24	-0.19	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	169.57	94.141	169.57	94.141	0	0	0	0	-11.32	-0.54	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 2

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	9	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	9.151	0	9.151	0	0	0	0	14.69	18.93	7.86	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	19.432	0	19.432	0	0	0	0	71.25	52.01	6.71	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	30.018	0	30.018	0	0	0	0	189.53	98.6	5.58	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	40.639	17.952	40.639	17.952	0	0	0	390.06	158.32	4.45	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	51.225	107.71	51.225	107.71	0	0	0	629.7	144.83	3.37	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	61.724	154.09	61.724	154.09	0	0	0	744.37	19.44	2.33	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	72.181	137.1	72.181	137.1	0	0	0	659.01	-102.22	1.36	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	82.875	120.46	82.875	120.46	0	0	0	427.95	-183.1	0.44	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	155.35	89.731	155.35	89.731	0	0	0	141.78	-174.93	-0.44	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	213.54	59.155	213.54	59.155	0	0	0	0	-23.16	-1.31	1800.82	1800.82	394.75	394.75

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

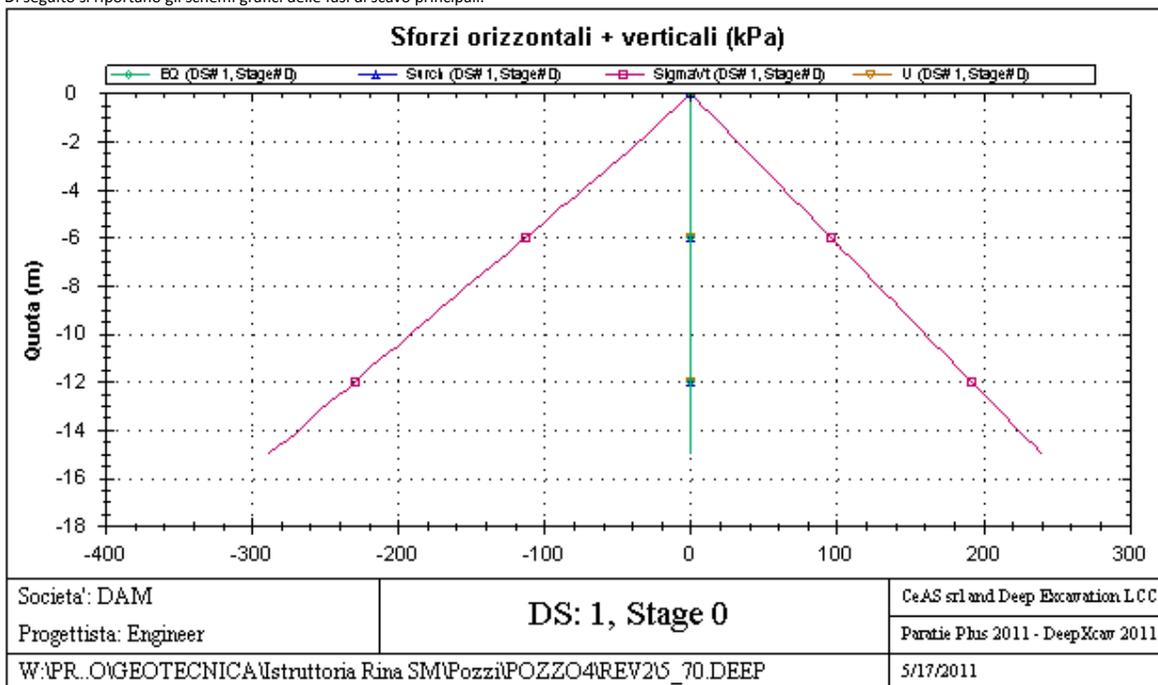
U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)
dx=spostamento orizzontale
McapL=Momento ultimo lato sx
McapR=Momento ultimo lato dx
VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx
VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

GRAFICI FASI DI SCAVO

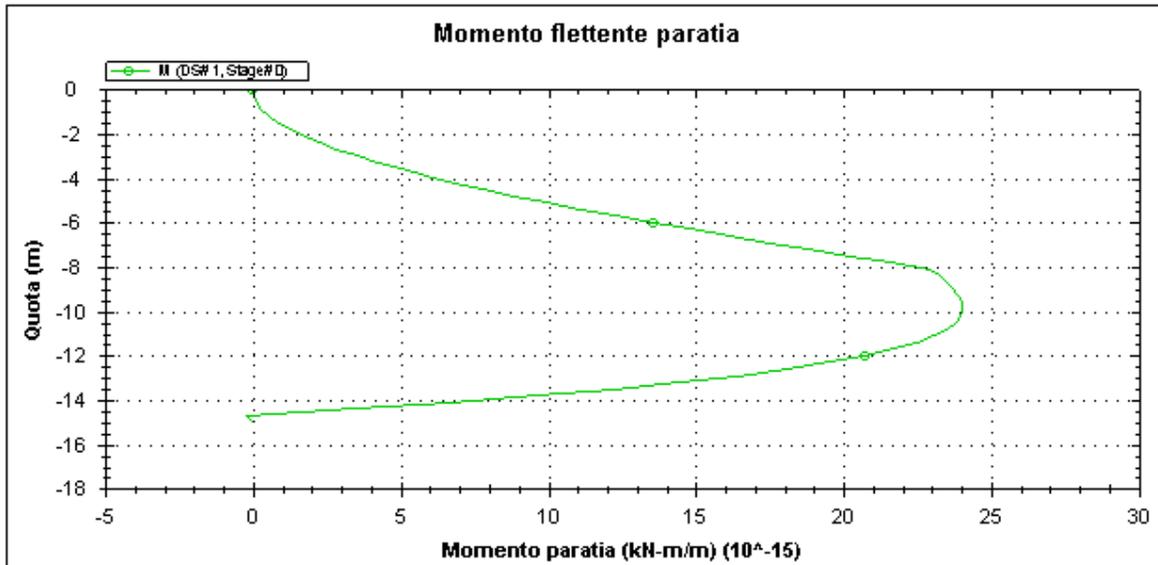
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.



**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

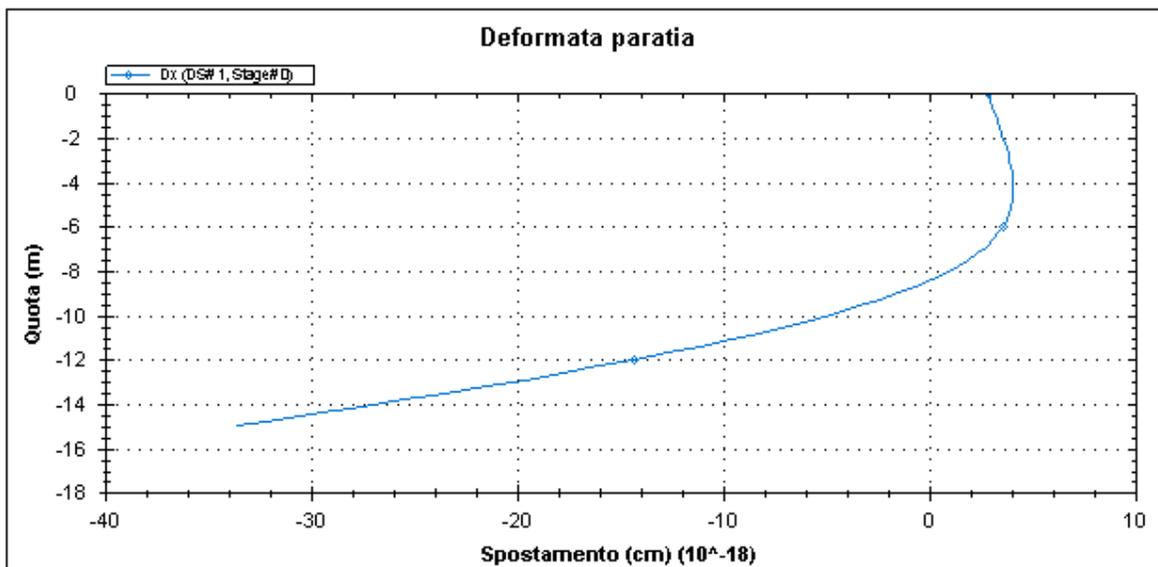
DS: 1, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 1, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

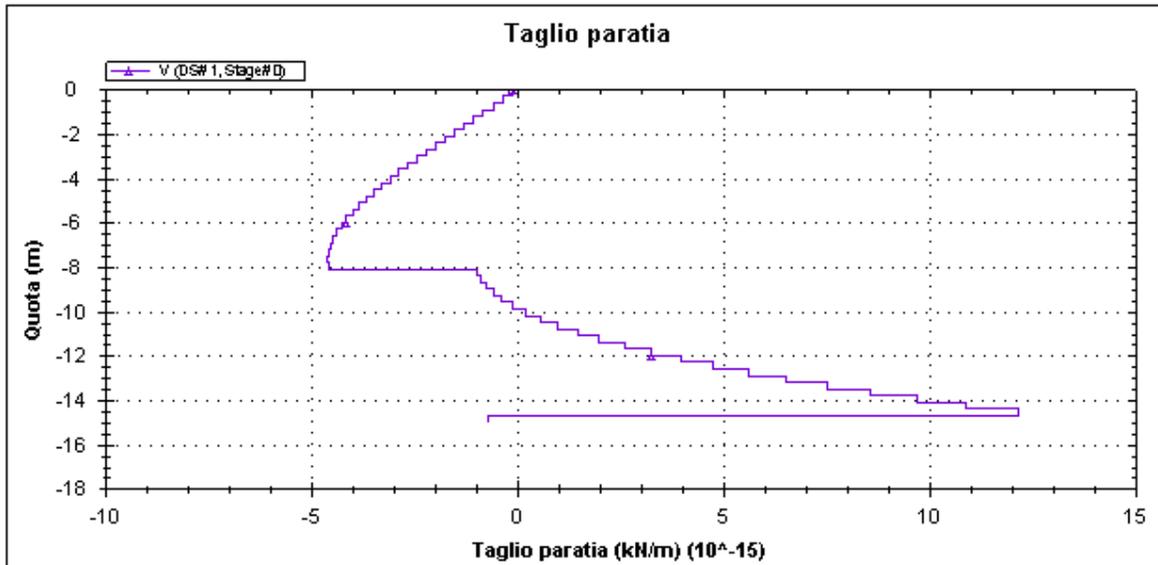
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

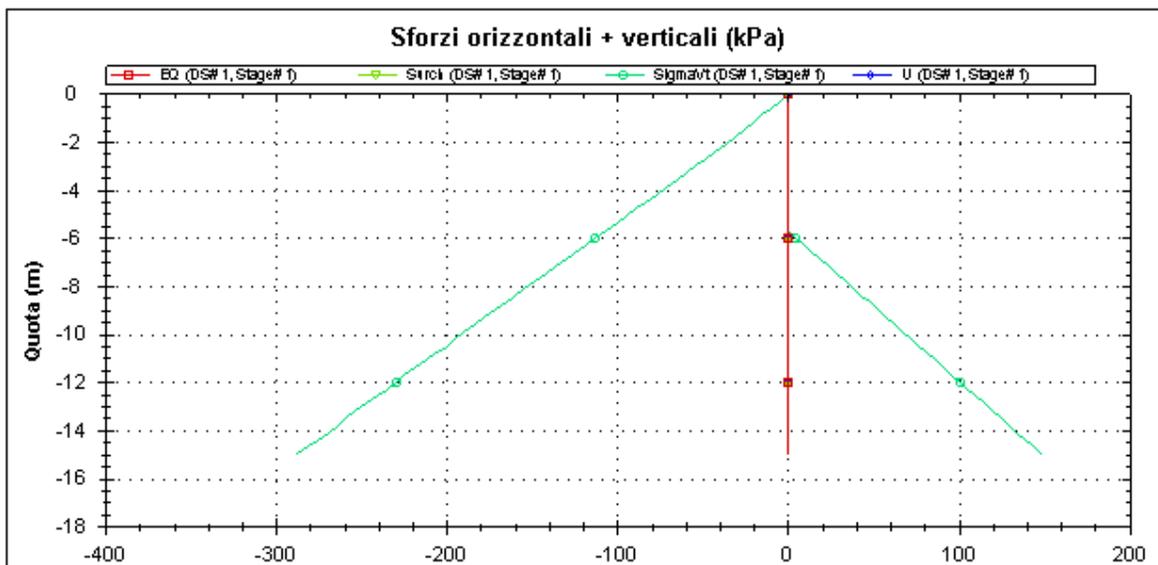
DS: 1, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 1, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

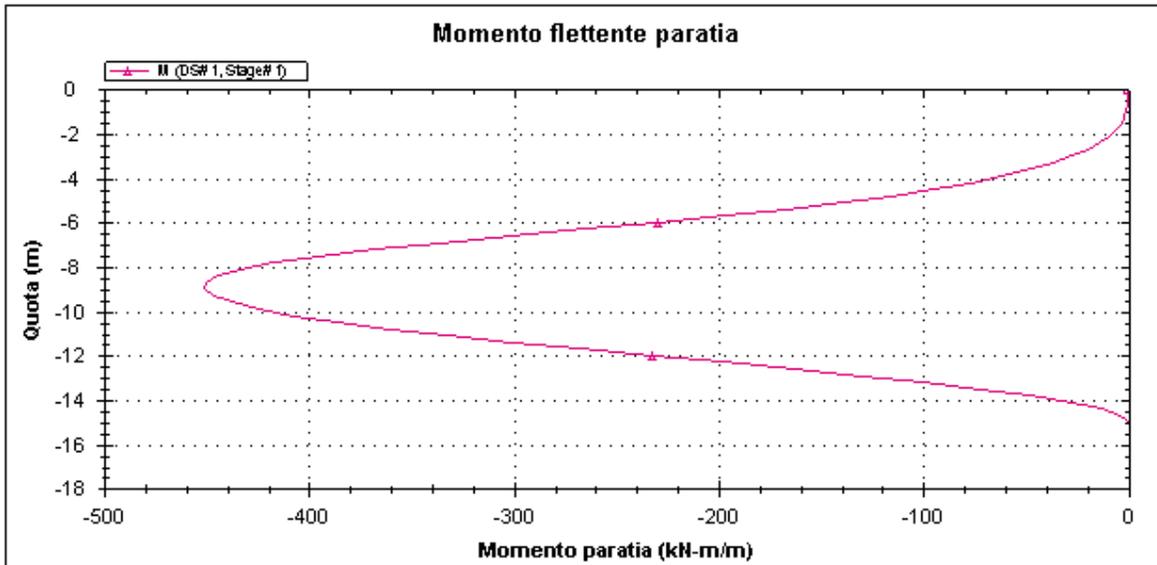
W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

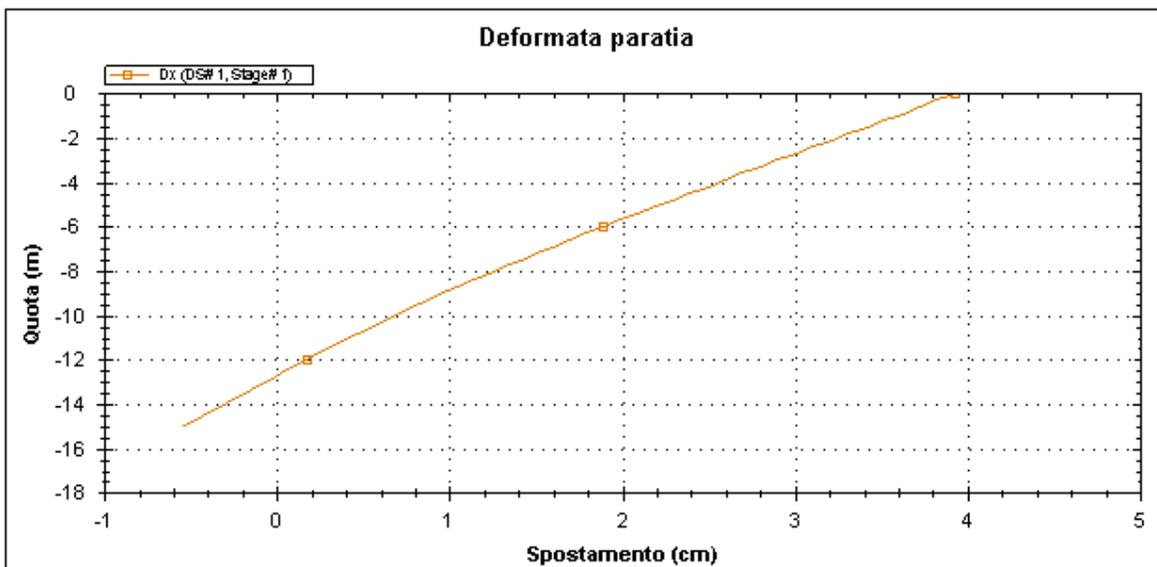
DS: 1, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 1, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

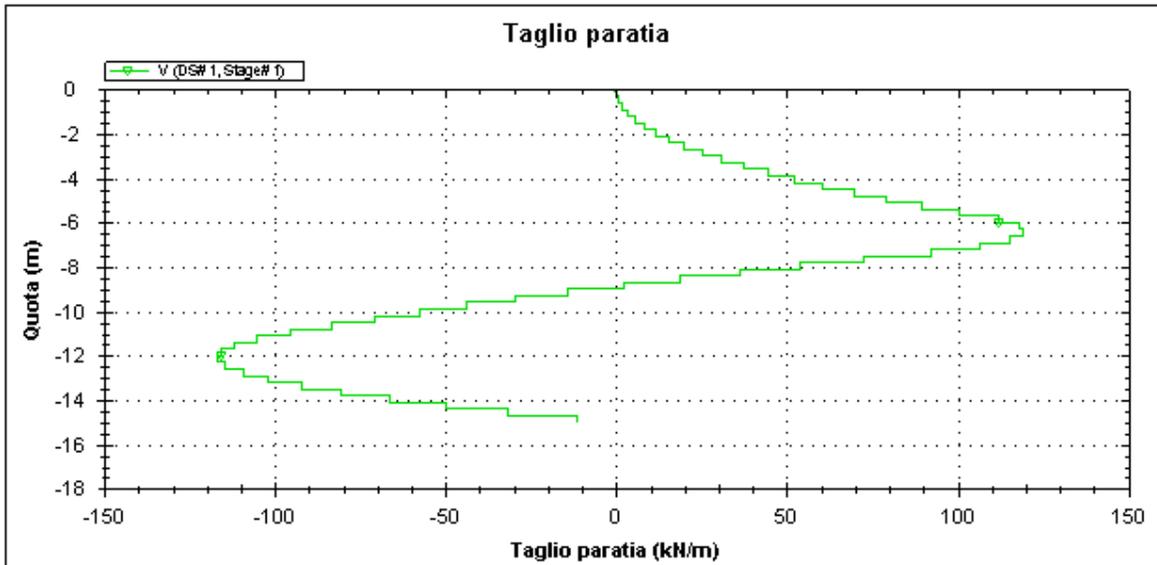
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

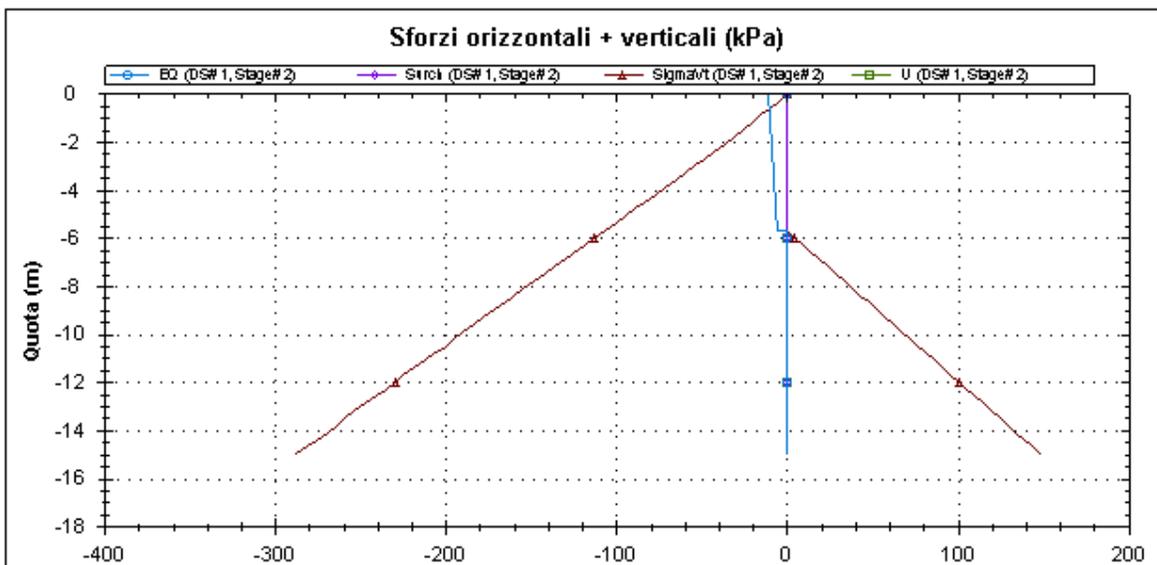


Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 1, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC
Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
5/17/2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 1, Stage 2

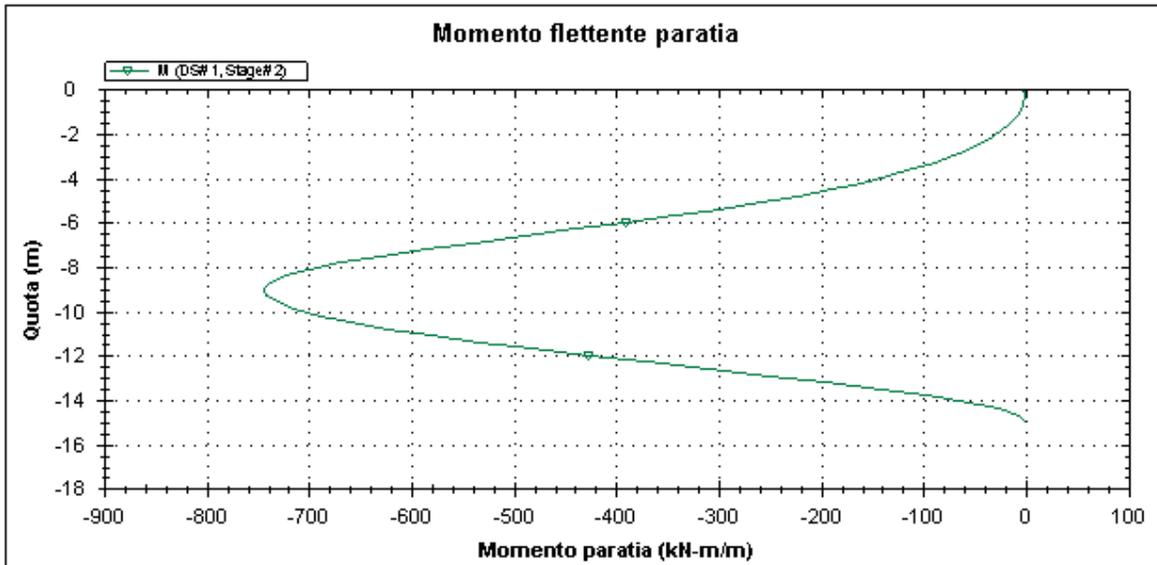
CeAS srl and Deep Excavation LCC
Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
5/17/2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

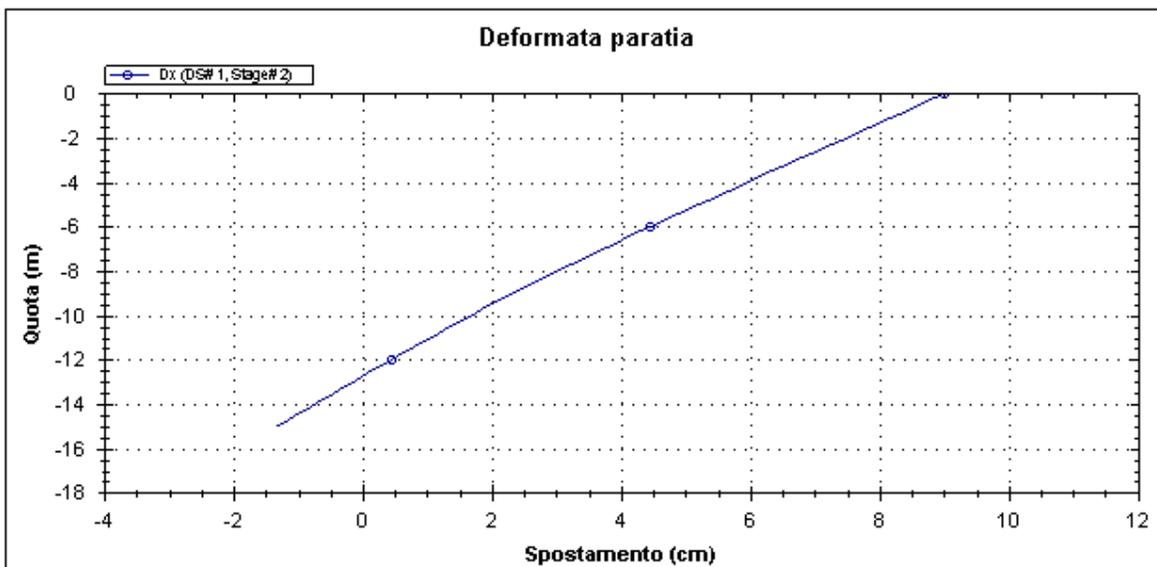
DS: 1, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

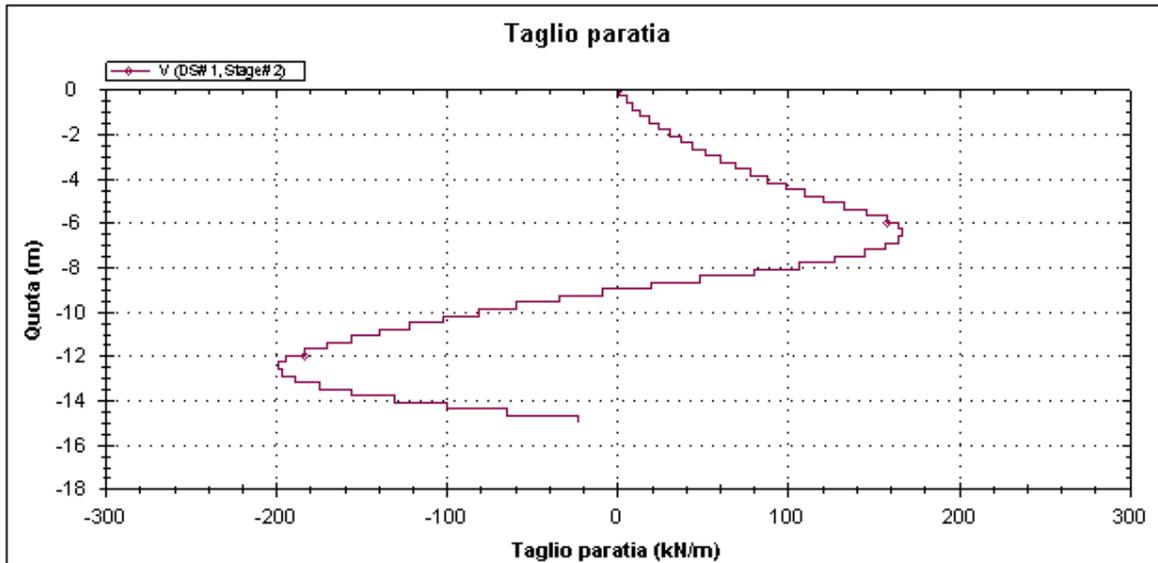
DS: 1, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



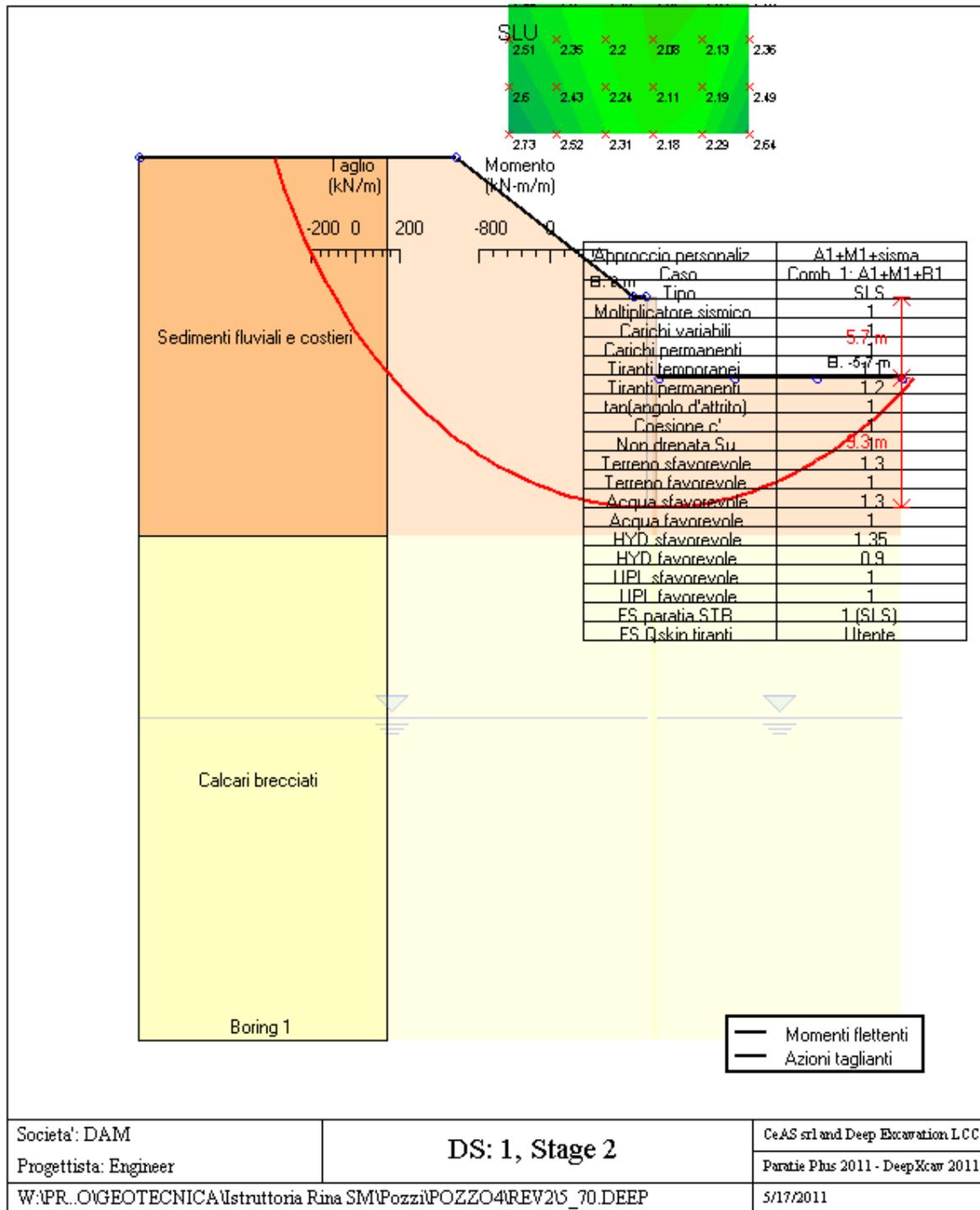
Societa': DAM	DS: 1, Stage 2	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP		5/17/2011

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%
 Larghezza massima concio = 1 m
 Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia
 Sinistra = -13.66 m, Destra = 10.07 m, Spaziatura orizzontale = 5
 Alto = 28.56 m, Basso = 11.63 m, Spaziatura verticale = 5
 La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m
 La ricerca del raggio finisce alla base del modello
 5 intervallo di raggi e' usato
 Angolo limite attivo non e' usato
 Angolo limite passivo non e' usato
 La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio
 La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)
 Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo
 Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 1, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC
Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

ITA_ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Design Section: SLU

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 1

ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 2

ITA_Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

ITA_Punto critico a x = 0.578 z = 25.174 FS= 2.065

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	Ubf
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	-36.62	10	10	-35.63	7.75	10	2.46	66.06	37	0	18	0	0	Infinity	24.3	0	0	0	0	0
1	-35.63	7.75	10	-34.63	5.81	10	2.18	62.75	37	0	51.4	0	0	Infinity	65.7	0	0	0	0	0
2	-34.63	5.81	10	-33.63	4.1	10	1.98	59.78	37	0	80.6	0	0	Infinity	98.5	0	0	0	0	0
3	-33.63	4.1	10	-32.63	2.56	10	1.84	57.05	37	0	106.6	0	0	Infinity	125.4	0	0	0	0	0
4	-32.63	2.56	10	-31.63	1.16	10	1.72	54.52	37	0	130.1	0	0	Infinity	148.3	0	0	0	0	0
5	-31.63	1.16	10	-30.63	-0.13	10	1.63	52.13	37	0	151.6	0	0	Infinity	168	0	0	0	0	0
6	-30.63	-0.13	10	-29.63	-1.31	10	1.55	49.86	37	0	171.3	0	0	Infinity	185.5	0	0	0	0	0
7	-29.63	-1.31	10	-28.64	-2.41	10	1.48	47.7	37	0	189.5	0	0	Infinity	201	0	0	0	0	0
8	-28.64	-2.41	10	-27.64	-3.43	10	1.43	45.63	37	0	206.4	0	0	Infinity	215	0	0	0	0	0
9	-27.64	-3.43	10	-26.64	-4.38	10	1.38	43.62	37	0	222.2	0	0	Infinity	227.7	0	0	0	0	0
10	-26.64	-4.38	10	-25.64	-5.27	10	1.34	41.69	37	0	236.9	0	0	Infinity	239.4	0	0	0	0	0
11	-25.64	-5.27	10	-24.64	-6.1	10	1.3	39.81	37	0	250.7	0	0	Infinity	250.2	0	0	0	0	0
12	-24.64	-6.1	10	-23.64	-6.88	10	1.27	37.98	37	0	263.5	0	0	Infinity	260.2	0	0	0	0	0
13	-23.64	-6.88	10	-22.64	-7.61	10	1.24	36.19	37	0	275.6	0	0	Infinity	269.5	0	0	0	0	0
14	-22.64	-7.61	10	-21.65	-8.3	10	1.21	34.44	37	0	286.9	0	0	Infinity	278.3	0	0	0	0	0
15	-21.65	-8.3	10	-20.65	-8.94	10	1.19	32.73	37	0	297.5	0	0	Infinity	286.5	0	0	0	0	0
16	-20.65	-8.94	10	-19.65	-9.54	10	1.17	31.06	37	0	307.4	0	0	Infinity	294.2	0	0	0	0	0
17	-19.65	-9.54	10	-18.67	-10.09	10	1.12	29.43	37	0	309.9	0	0	Infinity	295	0	0	0	0	0
18	-18.67	-10.09	10	-17.65	-10.63	9.41	1.15	27.8	37	0	327.5	0	0	Infinity	310.5	0	0	0	0	0
19	-17.65	-10.63	9.41	-16.65	-11.12	8.83	1.11	26.19	37	0	319.6	0	0	Infinity	301.9	0	0	0	0	0
20	-16.65	-11.12	8.83	-15.65	-11.58	8.26	1.1	24.61	37	0	317.9	0	0	Infinity	299.6	0	0	0	0	0
21	-15.65	-11.58	8.26	-14.65	-12	7.68	1.09	23.05	37	0	315.8	0	0	Infinity	297	0	0	0	0	0
22	-14.65	-12	7.68	-13.66	-12.4	7.1	1.07	21.51	37	0	313.1	0	0	Infinity	294.2	0	0	0	0	0
23	-13.66	-12.4	7.1	-12.66	-12.76	6.53	1.06	19.99	37	0	309.9	0	0	Infinity	291.1	0	0	0	0	0
24	-12.66	-12.76	6.53	-11.66	-13.1	5.95	1.05	18.48	37	0	306.3	0	0	Infinity	287.8	0	0	0	0	0
25	-11.66	-13.1	5.95	-10.66	-13.4	5.38	1.04	16.99	37	0	302.2	0	0	Infinity	284.3	0	0	0	0	0
26	-10.66	-13.4	5.38	-9.66	-13.68	4.8	1.04	15.5	37	0	297.6	0	0	Infinity	280.5	0	0	0	0	0
27	-9.66	-13.68	4.8	-8.66	-13.93	4.22	1.03	14.03	37	0	292.6	0	0	Infinity	276.4	0	0	0	0	0
28	-8.66	-13.93	4.22	-7.66	-14.15	3.65	1.02	12.57	37	0	287.2	0	0	Infinity	272.1	0	0	0	0	0
29	-7.66	-14.15	3.65	-6.67	-14.35	3.07	1.02	11.11	37	0	281.3	0	0	Infinity	267.5	0	0	0	0	0
30	-6.67	-14.35	3.07	-5.67	-14.52	2.49	1.01	9.66	37	0	275	0	0	Infinity	262.6	0	0	0	0	0
31	-5.67	-14.52	2.49	-4.67	-14.66	1.92	1.01	8.22	37	0	268.3	0	0	Infinity	257.5	0	0	0	0	0
32	-4.67	-14.66	1.92	-3.67	-14.78	1.34	1.01	6.79	37	0	261.2	0	0	Infinity	252.1	0	0	0	0	0
33	-3.67	-14.78	1.34	-2.67	-14.87	0.76	1	5.35	37	0	253.7	0	0	Infinity	246.4	0	0	0	0	0
34	-2.67	-14.87	0.76	-1.35	-14.96	0	1.32	3.69	37	0	323.3	0	0	Infinity	316.5	0	0	0	0	0
35	-1.35	-14.96	0	-0.67	-14.98	0	0.68	2.27	37	0	162	0	0	Infinity	159.8	0	0	0	0	0
36	-0.67	-14.98	0	0	-15	0	0.67	1.3	37	0	161.6	0	0	Infinity	160.3	0	0	0	0	0

37	0	-15	0	1	-15	0	1	0.11	37	0	194.4	0	0	Infinity	194.3	0	0	0	0	0
38	1	-15	-5.7	1.32	-15	-5.7	0.32	-0.83	37	0	48.1	0	0	Infinity	48.4	0	0	0	0	0
39	1.32	-15	-5.7	2.32	-14.97	-5.7	1	-1.78	37	0	148.3	0	0	Infinity	150.1	0	0	0	0	0
40	2.32	-14.97	-5.7	3.32	-14.91	-5.7	1	-3.2	37	0	147.6	0	0	Infinity	150.9	0	0	0	0	0
41	3.32	-14.91	-5.7	4.32	-14.83	-5.7	1	-4.63	37	0	146.5	0	0	Infinity	151.5	0	0	0	0	0
42	4.32	-14.83	-5.7	5.32	-14.72	-5.7	1	-6.06	37	0	145	0	0	Infinity	151.7	0	0	0	0	0
43	5.32	-14.72	-5.7	6.32	-14.59	-5.7	1.01	-7.49	37	0	143.1	0	0	Infinity	151.6	0	0	0	0	0
44	6.32	-14.59	-5.7	7.32	-14.44	-5.7	1.01	-8.93	37	0	140.8	0	0	Infinity	151.2	0	0	0	0	0
45	7.32	-14.44	-5.7	8.31	-14.25	-5.7	1.02	-10.38	37	0	138.1	0	0	Infinity	150.5	0	0	0	0	0
46	8.31	-14.25	-5.7	8.67	-14.18	-5.7	0.36	-11.36	37	0	48.5	0	0	Infinity	53.4	0	0	0	0	0
47	8.67	-14.18	-5.7	9.31	-14.04	-5.7	0.66	-12.09	37	0	86.5	0	0	Infinity	96	0	0	0	0	0
48	9.31	-14.04	-5.7	10.31	-13.81	-5.7	1.03	-13.29	37	0	131.4	0	0	Infinity	147.8	0	0	0	0	0
49	10.31	-13.81	-5.7	11.31	-13.54	-5.7	1.03	-14.76	37	0	127.4	0	0	Infinity	145.8	0	0	0	0	0
50	11.31	-13.54	-5.7	12.31	-13.25	-5.7	1.04	-16.23	37	0	123	0	0	Infinity	143.4	0	0	0	0	0
51	12.31	-13.25	-5.7	13.31	-12.93	-5.7	1.05	-17.72	37	0	118.1	0	0	Infinity	140.4	0	0	0	0	0
52	13.31	-12.93	-5.7	14.31	-12.59	-5.7	1.06	-19.22	37	0	112.8	0	0	Infinity	136.9	0	0	0	0	0
53	14.31	-12.59	-5.7	15.3	-12.21	-5.7	1.07	-20.74	37	0	107	0	0	Infinity	132.8	0	0	0	0	0
54	15.3	-12.21	-5.7	16.3	-11.8	-5.7	1.08	-22.27	37	0	100.7	0	0	Infinity	128	0	0	0	0	0
55	16.3	-11.8	-5.7	16.67	-11.64	-5.7	0.4	-23.33	37	0	35.3	0	0	Infinity	45.7	0	0	0	0	0
56	16.67	-11.64	-5.7	17.3	-11.36	-5.7	0.69	-24.1	37	0	58.6	0	0	Infinity	76.8	0	0	0	0	0
57	17.3	-11.36	-5.7	18.3	-10.88	-5.7	1.11	-25.39	37	0	86.6	0	0	Infinity	116	0	0	0	0	0
58	18.3	-10.88	-5.7	19.3	-10.38	-5.7	1.12	-26.97	37	0	78.8	0	0	Infinity	108.6	0	0	0	0	0
59	19.3	-10.38	-5.7	20.3	-9.83	-5.7	1.14	-28.58	37	0	70.4	0	0	Infinity	100	0	0	0	0	0
60	20.3	-9.83	-5.7	21.3	-9.25	-5.7	1.16	-30.22	37	0	61.4	0	0	Infinity	90.2	0	0	0	0	0
61	21.3	-9.25	-5.7	22.29	-8.63	-5.7	1.18	-31.88	37	0	51.8	0	0	Infinity	78.9	0	0	0	0	0
62	22.29	-8.63	-5.7	23.29	-7.97	-5.7	1.2	-33.57	37	0	41.5	0	0	Infinity	65.7	0	0	0	0	0
63	23.29	-7.97	-5.7	24.29	-7.26	-5.7	1.22	-35.3	37	0	30.6	0	0	Infinity	50.5	0	0	0	0	0
64	24.29	-7.26	-5.7	25.29	-6.51	-5.7	1.25	-37.07	37	0	18.9	0	0	Infinity	32.7	0	0	0	0	0
65	25.29	-6.51	-5.7	26.29	-5.7	-5.7	1.28	-38.87	37	0	6.4	0	0	Infinity	11.7	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)

dx=spostamento orizzontale

McapL=Momento ultimo lato sx

McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Progetto: My Project
Risultati per la Design Section 2: 1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(pern)	F(temp)	F(pern)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr	(c')	(Su)	(EQ)	load	load	sup	sup	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.35	0.9	1	1
1	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.35	0.9	1	1
2	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.35	0.9	1	1

Stage=Fase di scavo
Design Code=Codice di verifica
Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito
F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace
F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata
F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica
F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti
F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili
F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante
F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante
F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole
F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole
F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole
F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole
F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole
F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole
F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole
F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:
- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio

SLE	Mom. paratia (kN-m/m)	Taglio paratia (kN/m)	Spost. paratia (cm)	Vincolo Reazione (kN/m)	Vincolo TSF critico	Infissione FS paratia	Commenti
SLE	413.56	107.95	2.59	No supports	No supports	2.067	Calculation successful, however items may be unsafe
SLU	744.37	198.93	9	No supports	No supports	1.632	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	412.09	117.12	1.88	No supports	No supports	1.938	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	532.89	146.57	5.39	No supports	No supports	1.55	Calculation successful
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	877.52	263.85	14.39	No supports	No supports	1.348	Calculation successful

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

Sommario esteso

	Risultati di calcolo	Spost. paratia (cm)	Cedimenti (cm)	Mom. paratia (kN-m/m)	Mom. paratia (kN-m)
SLE	Calculation successful, however items may be unsafe	2.59	2.14	413.56	413.56
SLU	Calculation successful	9	7.81	744.37	744.37
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Calculation successful	1.88	1.58	412.09	412.09
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Calculation successful	5.39	4.67	532.89	532.89
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	Calculation successful	14.39	12.81	877.52	877.52

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	TSF combinato /	TSF momento /	TSF taglio /	SLS cls Ver. tensionale
SLE	107.95	107.95	0.23	0.23	0.273	N/A
SLU	198.93	198.93	0.413	0.413	0.504	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	117.12	117.12	0.229	0.229	0.297	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	146.57	146.57	0.296	0.296	0.371	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	263.85	263.85	0.487	0.487	0.668	N/A

	SLS acciaio Ver. tensionale	Vincolo R max (kN/m)	Vincolo R max (kN)	Vincolo TSF GEO	Vincolo TSF STR	Vincolo Verifica pull out	FS Fondo scavo
SLE	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
SLU	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527

	FS Passivo	FS piede Rotazione	FS piede Lunghezza	Zcut (Paratie)	FS Pass. mobilitata	FS Vera/Attiva	FS Sifonamento
SLE	N/A	3.001	2.067	N/A	3.062	1.459	N/A
SLU	3.468	2.051	1.632	N/A	2.605	1.198	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3.698	2.407	1.938	N/A	2.967	1.473	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2.791	1.82	1.55	N/A	2.012	1.28	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2.609	1.538	1.348	N/A	1.877	1.286	N/A

Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment (kN-m/m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN/m)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK -	2: Stage 2	1: Wall 1	42

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

		Seismic			
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Displacements (cm)	14.386	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	N/A
Surface Settlements (cm)	12.812	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Toe FS Passive (Classic)	2.609	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Rotation (Classic)	1.538	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Length (Classic)	1.348	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Passive Mob (Paratie)	1.877	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
FS 1.0 Req. Embed (Classic) (m)	6.9	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2

Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Results not available					

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment ABS (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment +M (kN-m)	0	1: SLU	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Wall Moment -M (kN-m)	-877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42

Momento massimo per ogni fase

	Approccio di base	0	0	0	0
M Stage #0 (kN-m/m)	0	0	0	0	0
M Stage #1 (kN-m/m)	-309.5	-450.75	-402.35	-506.2	-506.2
M Stage #2 (kN-m/m)	-413.56	-744.37	-412.09	-532.89	-877.52

Taglio massimo per ogni fase

	Approccio di base	0	0	0	0
Shear Stage #0 (kN/m)	0	0	0	0	0
Shear Stage #1 (kN/m)	89.69	119.46	116.6	-134.44	-134.44
Shear Stage #2 (kN/m)	107.95	-198.93	117.12	-146.57	-263.85

Massima reazione vincolare

	Approccio di base	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #0 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(kN/m)

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp Springs	kPp Springs	kAcv Springs	kPcv Springs	Vary	Spring Model	Color
Ghiaia messina	19	19	38	0	N/A	N/A	N/A	80550	128880	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	
Sedimenti fluviali e costieri	18	16	37	0	N/A	N/A	N/A	21670	34672	0.25	4.02	N/A	N/A	True	Linear	
Calcarei brecciati	19	16	25	20	N/A	N/A	N/A	40000	64000	0.41	2.46	N/A	N/A	True	Linear	

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalita di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome del terreno
 OCR=rapporto di sovraconsolidazione
 Ko=coefficiente di spinta a riposo
 Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
10	Sedimenti fluviali e costieri	1	0.4
-17	Calcarei brecciati	1	0.58

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

Name	Strength Fy (MPa)	Fu (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (kN/m3)
A-36	248.3	469	200100	77.0046
A-50	344.8	510	200100	77.0046

Calcestruzzo

Name	Strength Fc' (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (kN/m3)	Tension Strength Ft (MPa)
C28/35	28	32308	25	10
4 ksi Concrete	27.6	24874.5	23.5728	10
5 ksi Concrete	34.5	27810.5	23.5728	10
C25/30	25	31476	25	10

Barre in acciaio

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

Name	Strength Fy (MPa)	Elastic E (MPa)
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
B450C	450	210000

Legno

Name	Ultimate Bending Strength Fbu (MPa)	Ultimate Tensile Strength FtU (MPa)	Ultimate Shear Strength Fvu (MPa)	Density g (kN/m3)	Elastic E (MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio

Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione

Ultimate tensile strength FtU=ftuk=res. caratt. parallela alle fibre

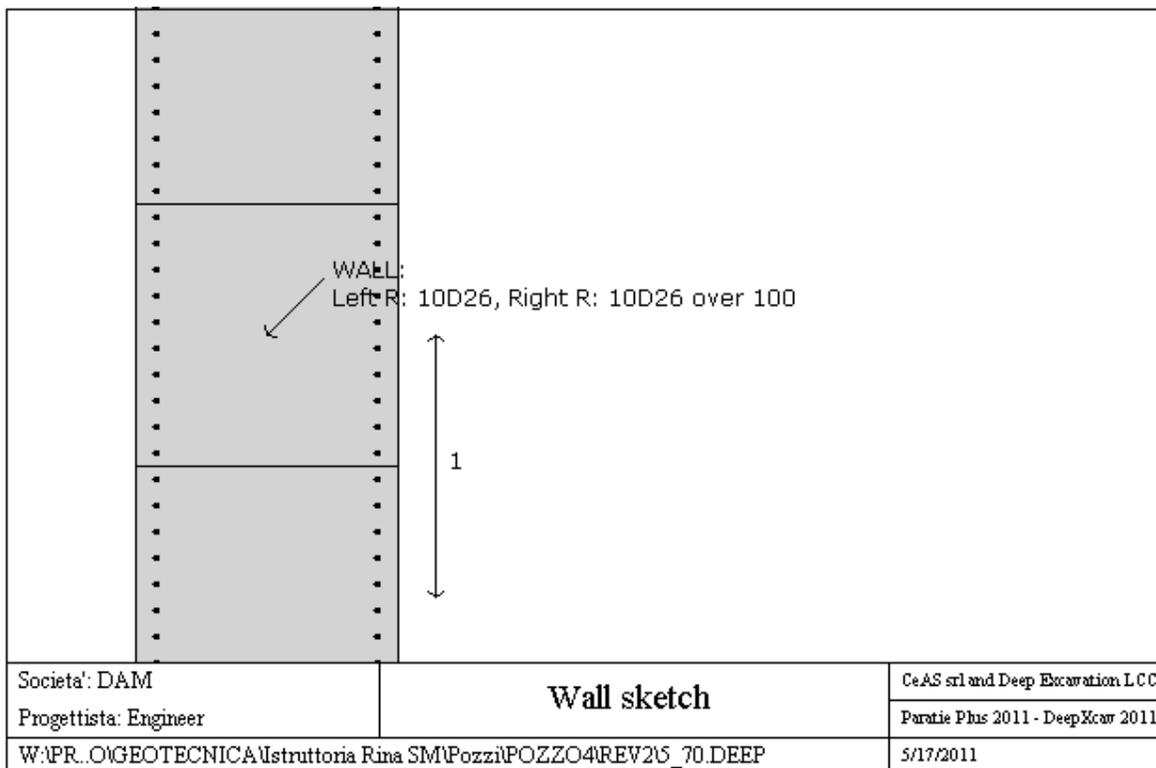
Ultimate shear strength Fvu=fvuk=res. caratt. a taglio

Density g=peso specifico

Elastic E=modulo elastico

PROPRIETA' SEZIONI TRAVI DI RIPARTIZIONE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: paratia

Tipo paratia: Diaframma

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1

fc' cls = 25 Fy barre = 450 Ecls = 31476 FcT calcestruzzo a trazione = 10% di Fc'

fy profilati in acciaio = 248.3 Eacciaio = 200100

Attrito paratia: % attrito terreno = 0%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con ACI 318-2002.

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Diaframma

Tabella: dati solette

Name	Shape	Fy	Fc'	D	B	Bw	tf	Ctop	Cbot	AsTop	AsBot	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm2)	(cm2)	(cm2)	(kN)	(kN-m)
paratia	Rect	450	25	100	100	N/A	N/A	7.6	7.6	53.1	53.1	10000	0	0

PROPRIETA' GENERALI

Le travi di ripartizione sono utilizzate sui supporti come elementi strutturali ma non vengono inclusi nel calcolo della rigidezza della paratia.

f'c=fck= resistenza cilindrica del calcestruzzo

fyk=fyk= resistenza caratteristica acciaio

fy= resistenza caratteristica barre di armatura

TABELLA DEI PARAMETRI (parametri principali)

1) Tutte le travi di ripartizione in calcestruzzo hanno sezione rettangolare

N/A= dato non disponibile

Fy=fyk

F'c=fck

D= altezza della trave

B= larghezza della trave

2) Proprieta' della trave in acciaio

W= peso per unita' di lunghezza

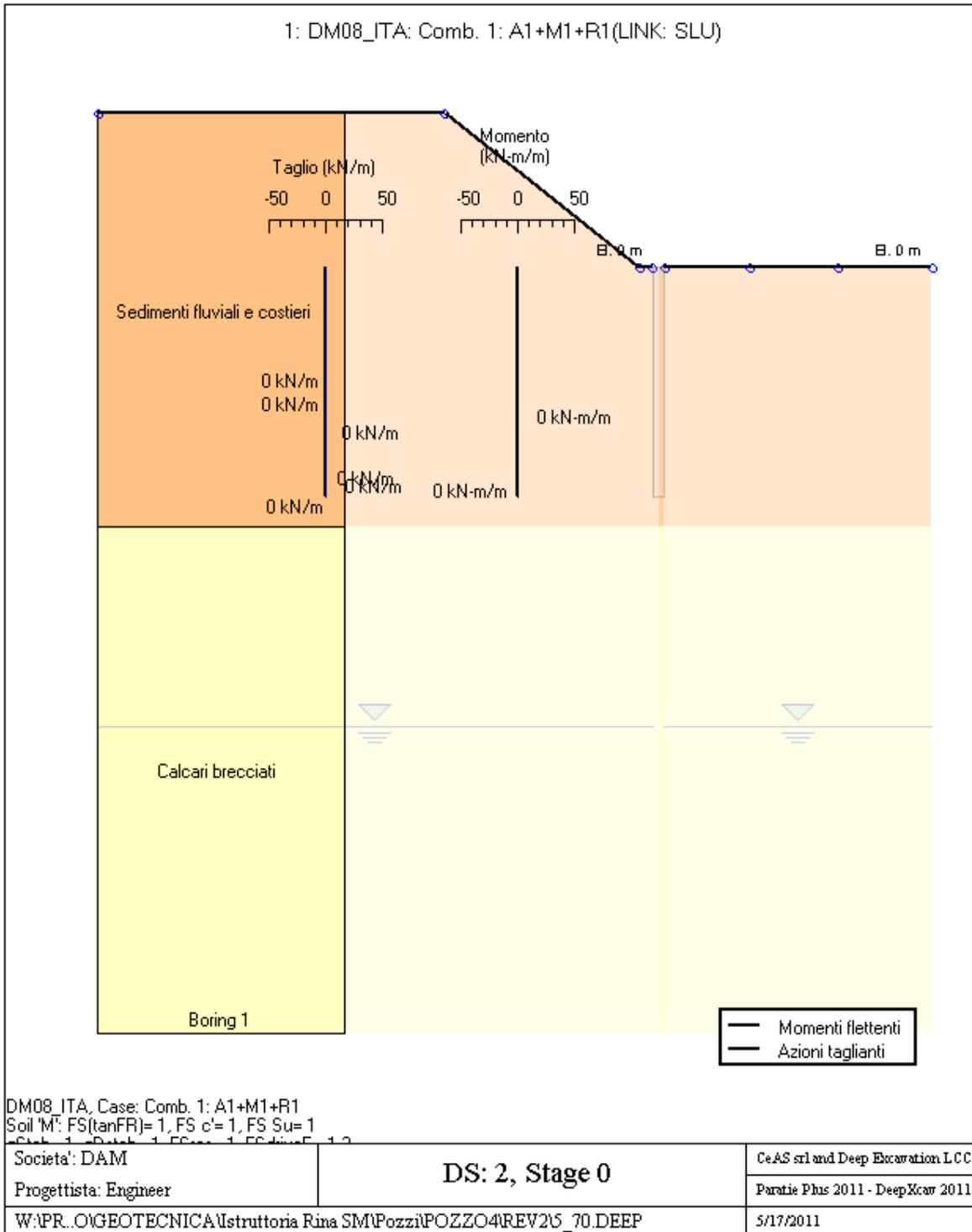
A= area

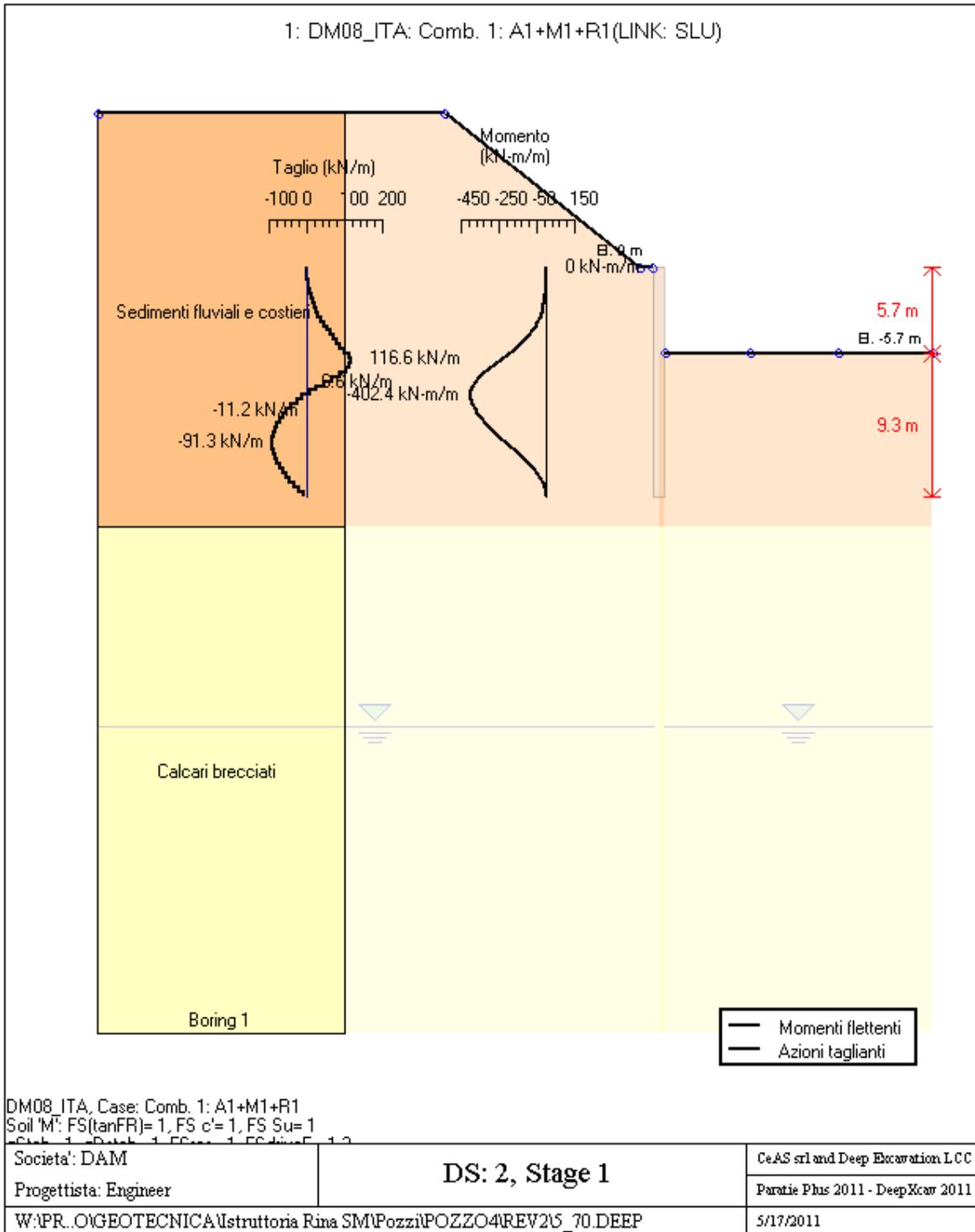
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

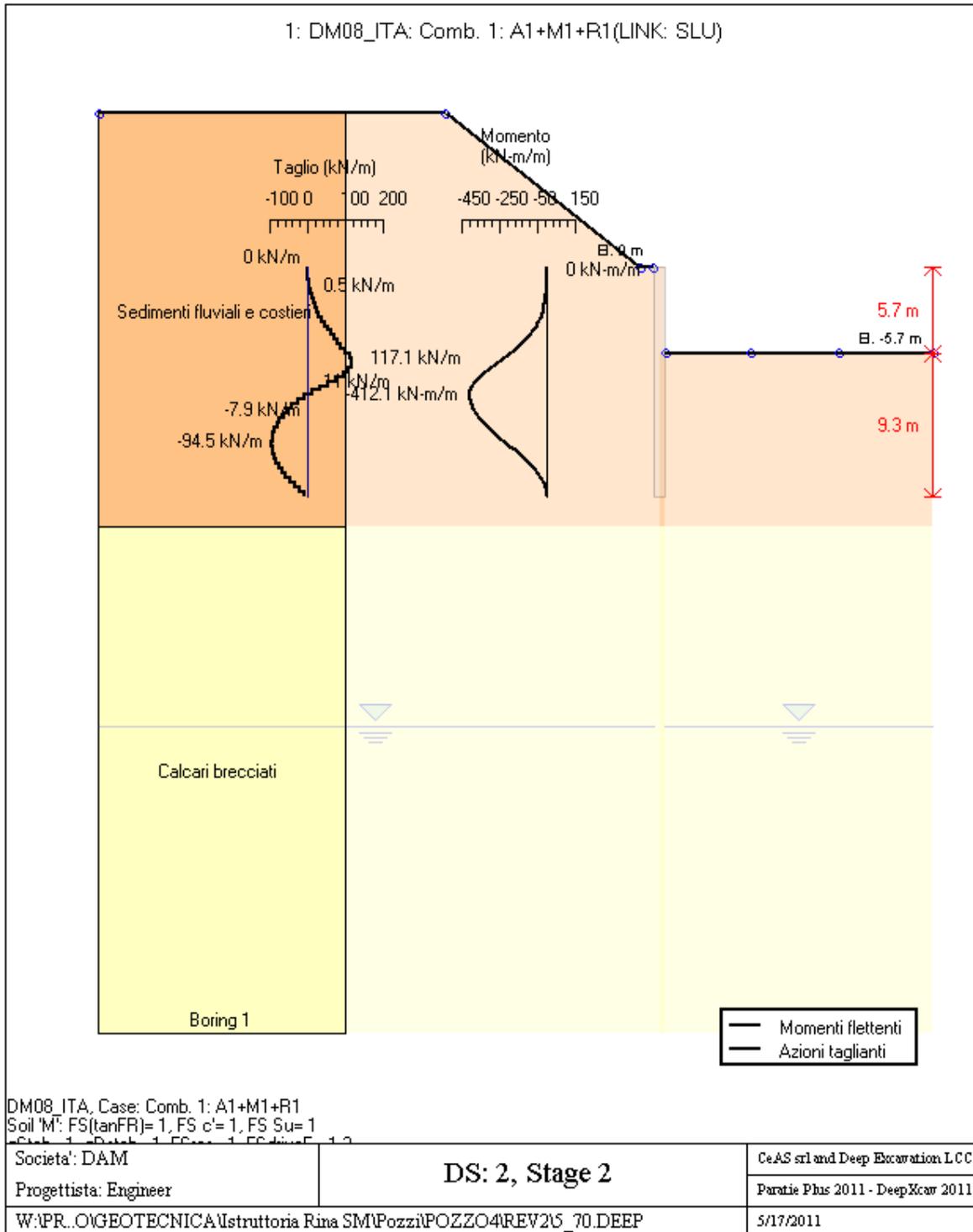
D= diametro
tw= spessore anima
tp= spessore tubo
bf= larghezza ala
tf= spessore ala
k= spessore flangia
Ixx= modulo di inerzia asse forte (per unita' di lunghezza)
Sxx= momento statico asse forte (per unita' di lunghezza)
rx= raggio giratore di inerzia - asse X
ry= raggio giratore di inerzia - asse Y
Iyy= modulo di inerzia asse debole (per unita' di lunghezza)
Syy= momento statico asse debole (per unita' di lunghezza)
rT= raggio giratore per la torsione
Cw= costante di ingobbimento

GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.







		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contlever	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FSwall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	10.479	10.864	10.479
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.938	2.589	3.978
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.938	2.407	3.698

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

Conventional=analisi all'equilibriolimit
springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)
DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata
U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata
Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.158	0	1	N/A
1	No		0.158	0	1	N/A
2	Yes		0.158	0	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Stabilita' del piede

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Stage #0	10.479	10.479	10.864	50	5.7	2.146

Stage #1	1.938	3.978	2.589	1.938	3.18	1.479
Stage #2	1.938	3.698	2.407	1.938	2.967	1.473

TABELLA RISULTATI PARATIA

Wall 1 Stage: 0

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	27.48	27.48	27.48	27.48	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	48.119	48.119	48.119	48.119	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	64.726	64.726	64.726	64.726	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	78.74	78.74	78.74	78.74	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	90.975	90.975	90.975	90.975	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	101.94	101.94	101.94	101.94	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	112	112	112	112	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	121.4	121.4	121.4	121.4	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	130.31	130.31	130.31	130.31	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	138.88	138.88	138.88	138.88	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 1

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	7.047	0	7.047	0	0	0	0	3.2	5.36	1.56	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	14.964	0	14.964	0	0	0	0	27.28	25.24	1.31	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	23.116	0	23.116	0	0	0	0	95.07	60.6	1.07	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	31.295	19.31	31.295	19.31	0	0	0	230.28	111.92	0.84	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	39.448	93.411	39.448	93.411	0	0	0	378.4	68.13	0.62	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	62.836	98.771	62.836	98.771	0	0	0	390.88	-27.05	0.43	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	88.346	102.1	88.346	102.1	0	0	0	297.93	-79.4	0.26	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	111.41	105.3	111.41	105.3	0	0	0	164.22	-90.43	0.11	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	131.99	108.34	131.99	108.34	0	0	0	48.06	-63.95	-0.03	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	148.28	111.08	148.28	111.08	0	0	0	0	-7.25	-0.16	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 2

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.88	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	7.047	0	7.047	0	0	0	0	3.2	5.36	1.63	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	14.964	0	14.964	0	0	0	0	27.28	25.24	1.37	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	23.116	0	23.116	0	0	0	0	95.07	60.6	1.12	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	31.295	17.952	31.295	17.952	0	0	0	230.28	111.92	0.88	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	39.448	94.228	39.448	94.228	0	0	0	383.42	74.27	0.65	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	61.136	99.616	61.136	99.616	0	0	0	402.26	-24.88	0.45	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	87.509	102.51	87.509	102.51	0	0	0	308.71	-81.17	0.27	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	111.38	105.32	111.38	105.32	0	0	0	170.72	-93.7	0.11	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	132.44	107.98	132.44	107.98	0	0	0	50.09	-66.51	-0.04	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	149.2	110.35	149.2	110.35	0	0	0	0	-7.58	-0.18	1800.82	1800.82	394.75	394.75

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

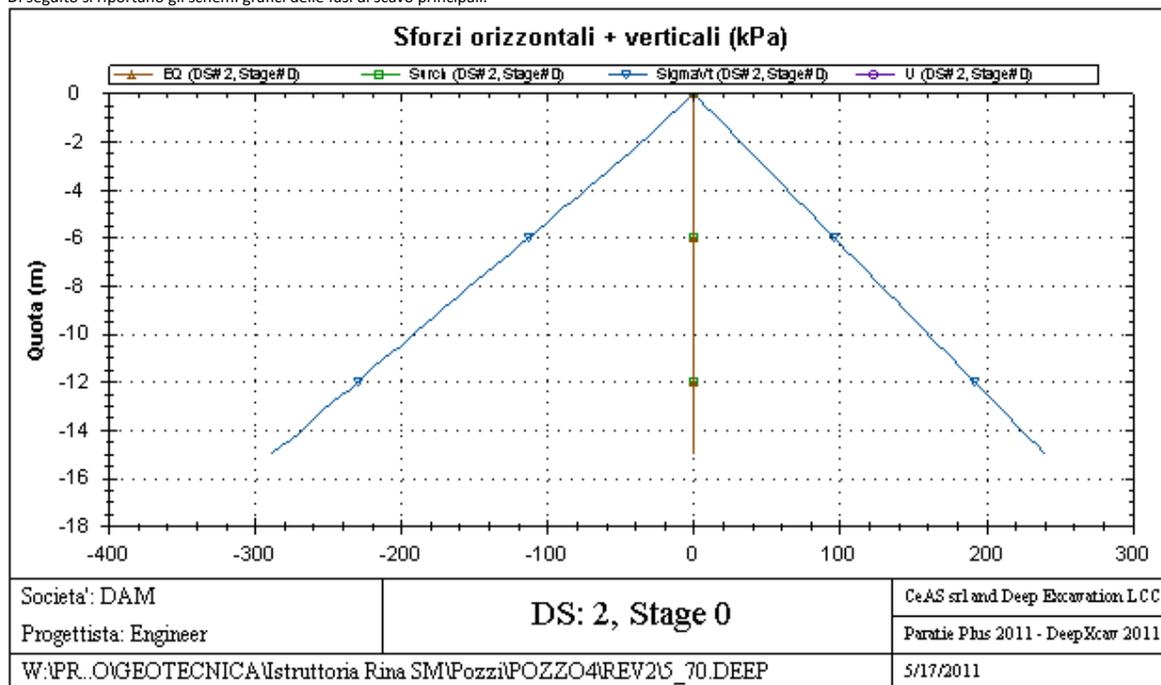
U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)
dx=spostamento orizzontale
McapL=Momento ultimo lato sx
McapR=Momento ultimo lato dx
VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx
VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

GRAFICI FASI DI SCAVO

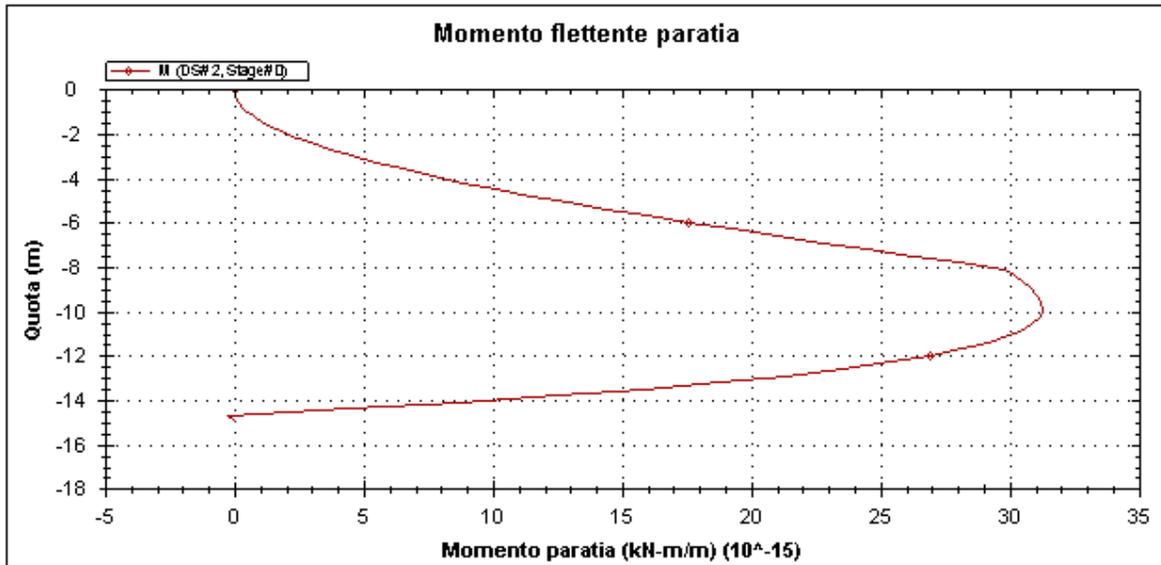
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.



**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

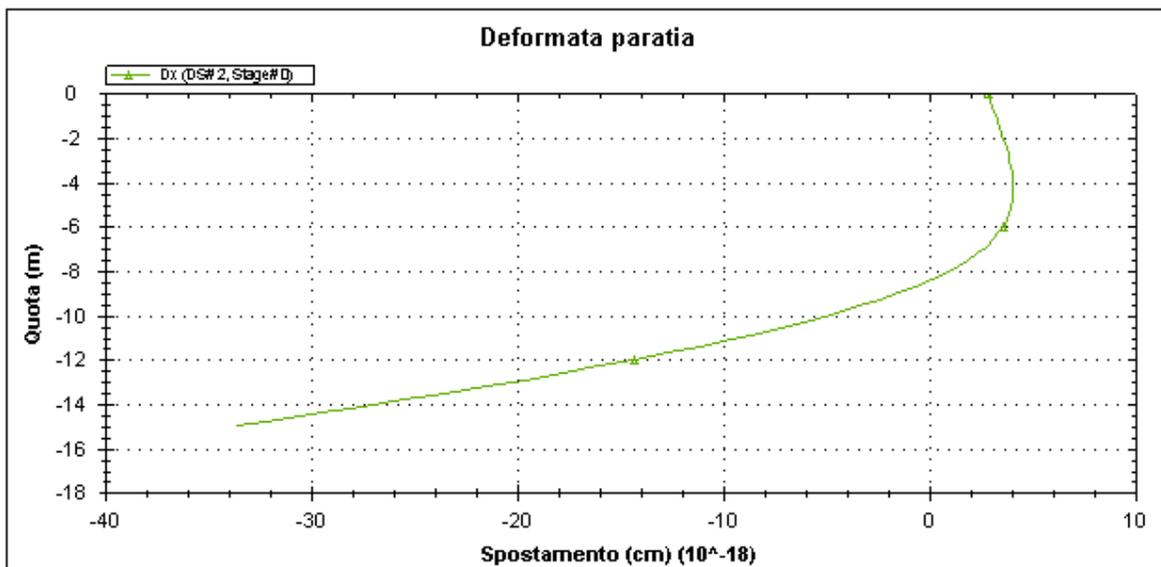
DS: 2, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 2, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

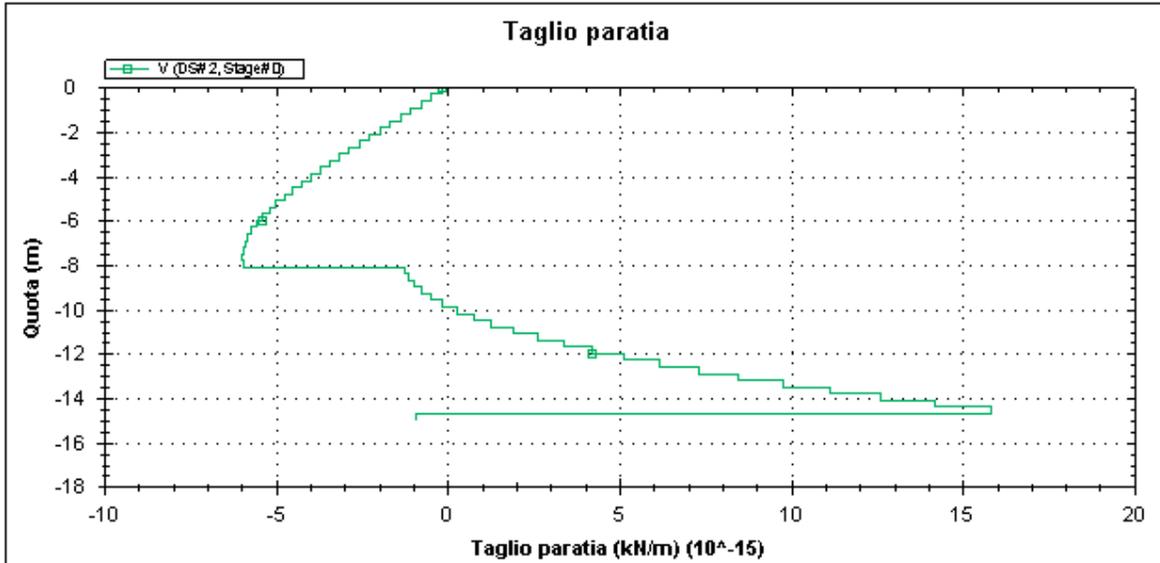
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev F0
Data 20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

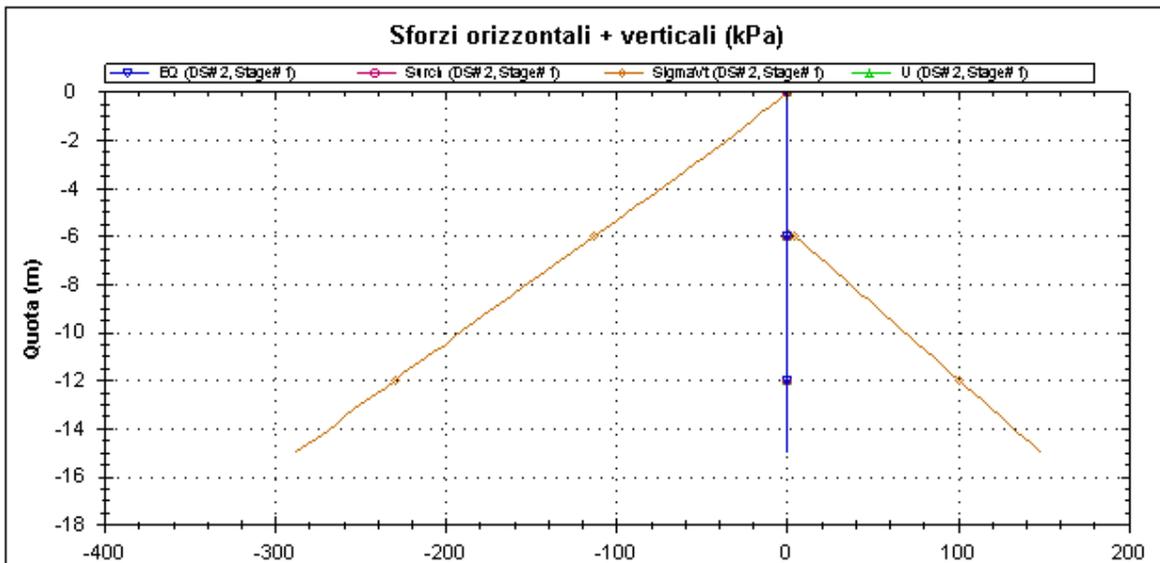
DS: 2, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 2, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

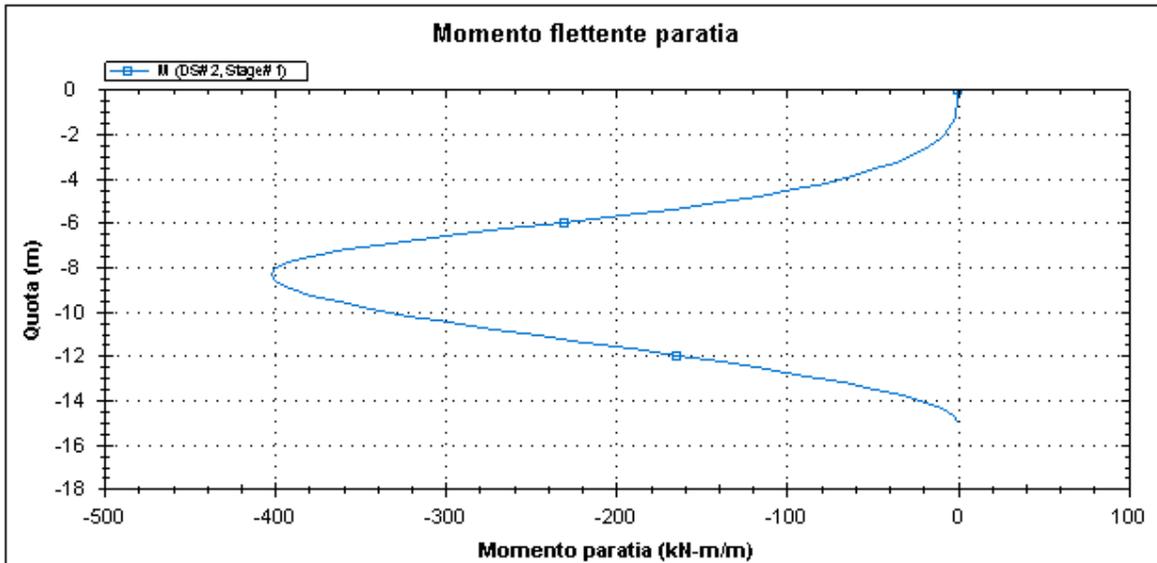
W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

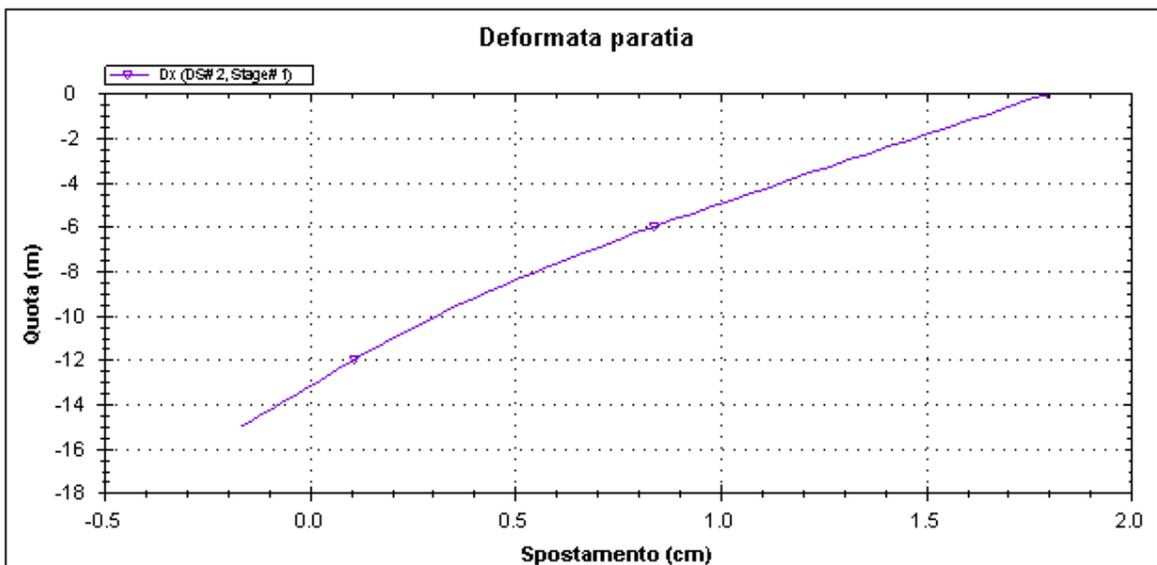
DS: 2, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 2, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

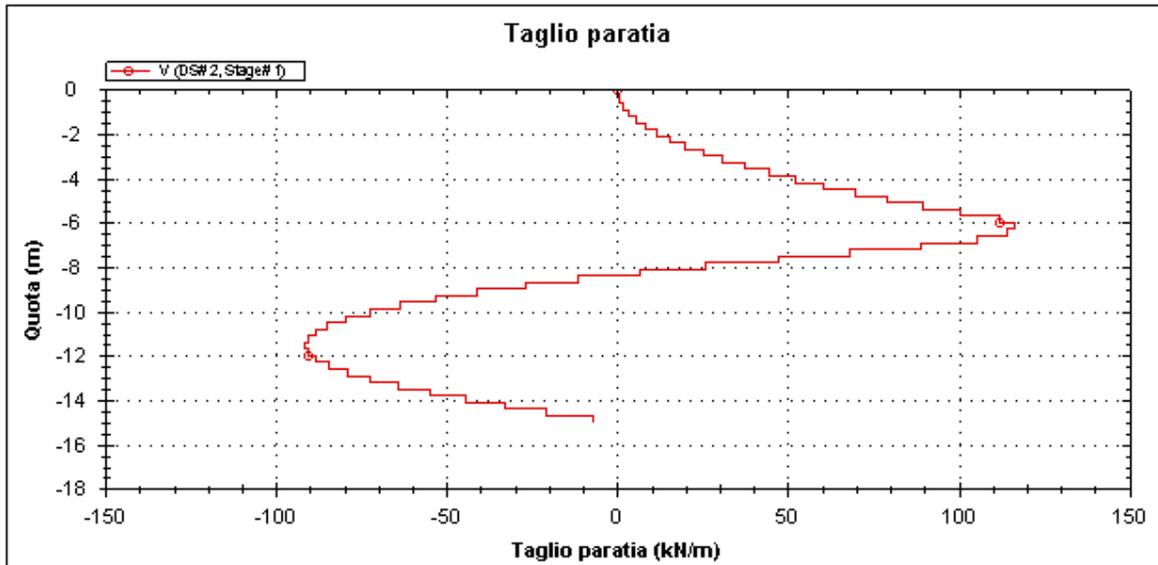
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev Data
F0 20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

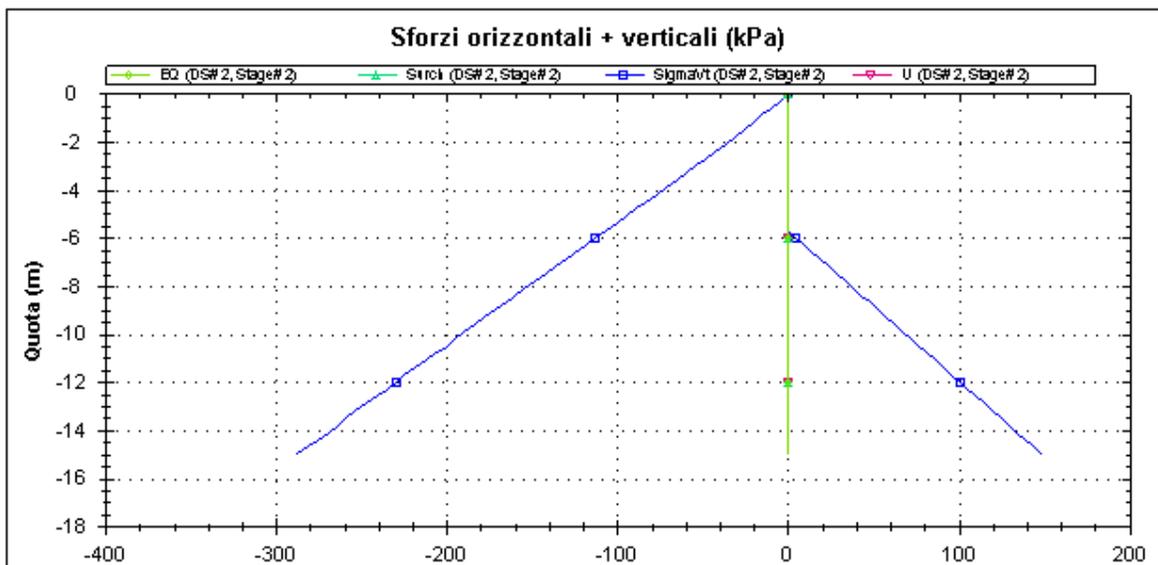
DS: 2, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 2, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

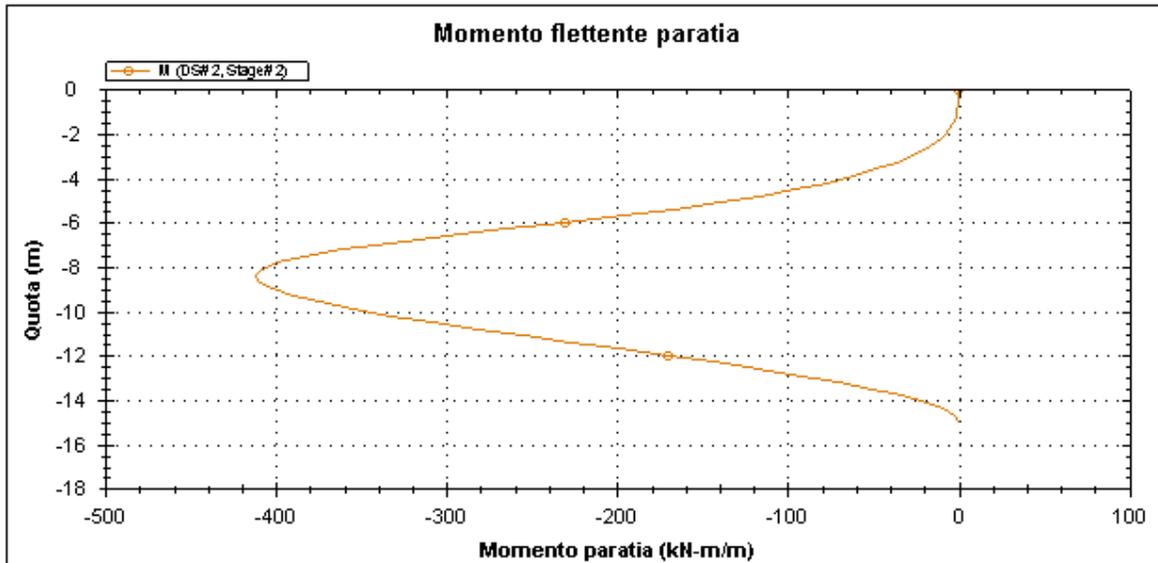
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

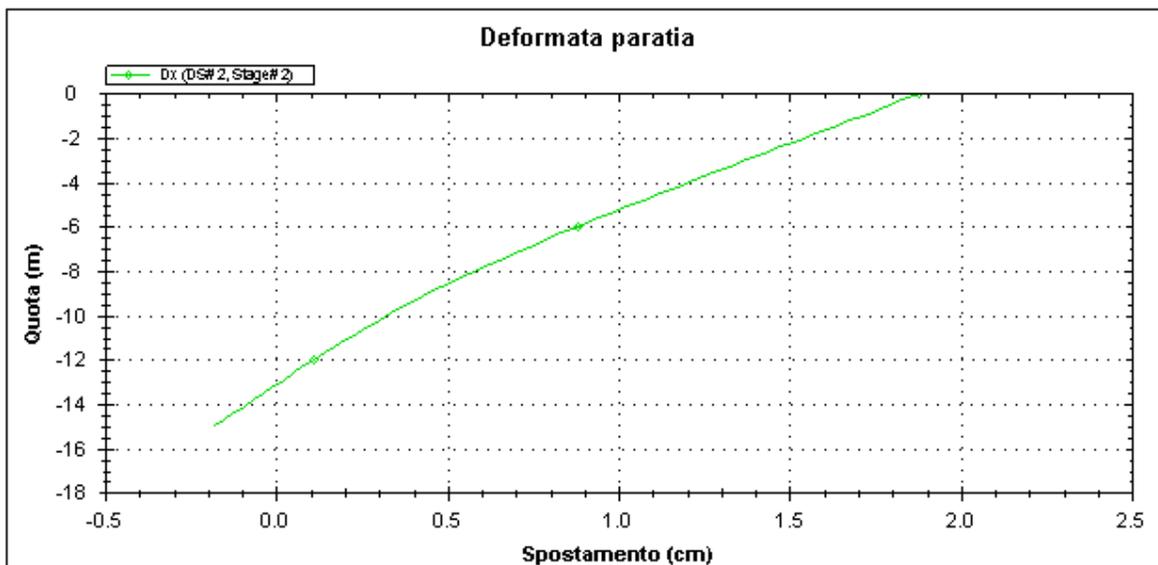
DS: 2, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_OVGEOLOGICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

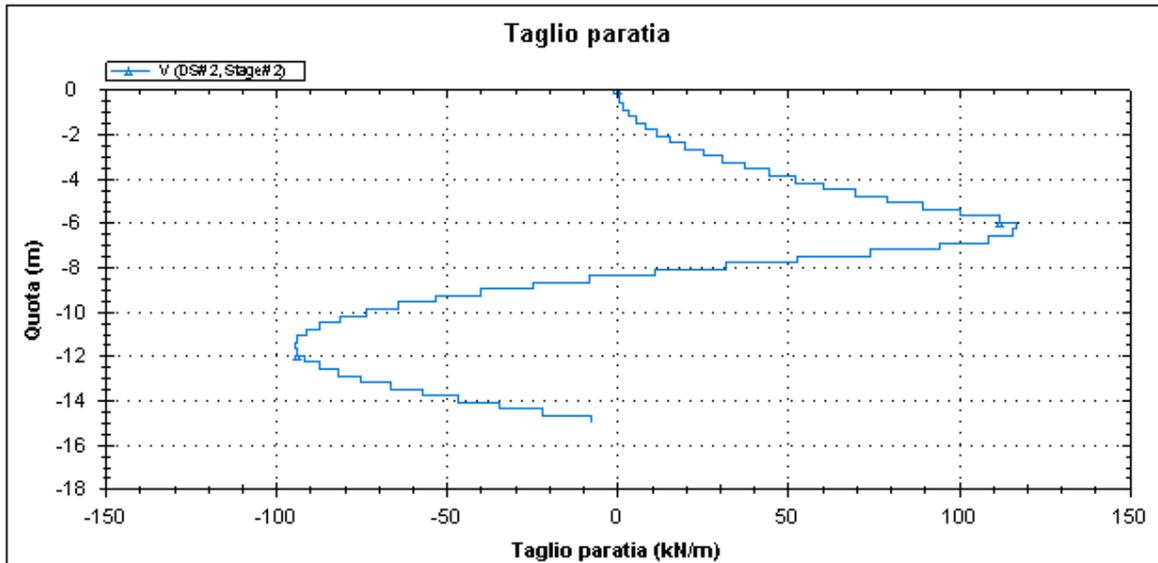
DS: 2, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_OVGEOLOGICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



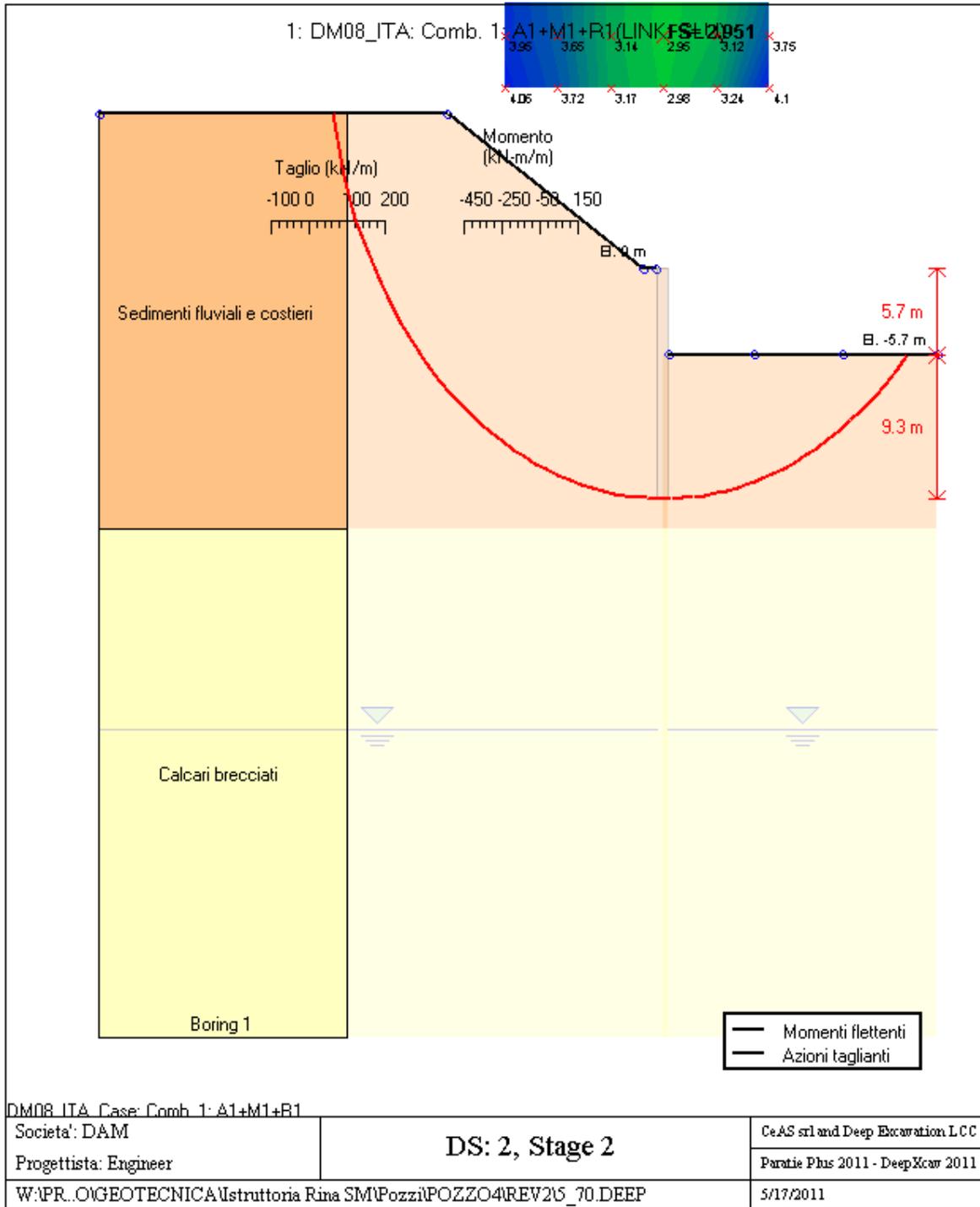
Societa': DAM	DS: 2, Stage 2	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP		5/17/2011

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%
 Larghezza massima concio = 1 m
 Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia
 Sinistra = -13.66 m, Destra = 10.07 m, Spaziatura orizzontale = 5
 Alto = 28.56 m, Basso = 11.63 m, Spaziatura verticale = 5
 La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m
 La ricerca del raggio finisce alla base del modello
 5 intervallo di raggi e' usato
 Angolo limite attivo non e' usato
 Angolo limite passivo non e' usato
 La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio
 La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)
 Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo
 Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ITA_ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0
ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 1
ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 2
ITA_Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.
ITA_Punto critico a x = 0.578 z = 15.016 FS= 2.951

Slice No.	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	Ubf
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	-29.02	10	10	-28.02	5.87	10	4.26	76.32	37	0	33.3	0	0	17.5	68.7	0	0	0	0	0
1	-28.02	5.87	10	-27.01	3.17	10	2.88	69.51	37	0	88.3	0	0	38.2	149.8	0	0	0	0	0
2	-27.01	3.17	10	-26	1.06	10	2.34	64.53	37	0	127	0	0	49.1	192.2	0	0	0	0	0
3	-26	1.06	10	-25	-0.71	10	2.03	60.36	37	0	158.2	0	0	56.4	220.8	0	0	0	0	0
4	-25	-0.71	10	-23.99	-2.24	10	1.83	56.67	37	0	184.8	0	0	61.8	242.2	0	0	0	0	0
5	-23.99	-2.24	10	-22.98	-3.59	10	1.68	53.31	37	0	208	0	0	66.2	259.2	0	0	0	0	0
6	-22.98	-3.59	10	-21.98	-4.8	10	1.57	50.2	37	0	228.6	0	0	69.8	273.3	0	0	0	0	0
7	-21.98	-4.8	10	-20.97	-5.89	10	1.48	47.29	37	0	247.1	0	0	72.9	285.3	0	0	0	0	0
8	-20.97	-5.89	10	-19.96	-6.88	10	1.41	44.52	37	0	263.8	0	0	75.5	295.7	0	0	0	0	0
9	-19.96	-6.88	10	-18.67	-8.02	10	1.73	41.53	37	0	361	0	0	100.4	393.3	0	0	0	0	0
10	-18.67	-8.02	10	-17.95	-8.61	9.58	0.93	38.99	37	0	208.5	0	0	56.8	222.3	0	0	0	0	0
11	-17.95	-8.61	9.58	-16.94	-9.36	9	1.26	36.91	37	0	294.3	0	0	78.9	308.9	0	0	0	0	0
12	-16.94	-9.36	9	-15.94	-10.05	8.42	1.22	34.54	37	0	296.6	0	0	78.2	306.3	0	0	0	0	0
13	-15.94	-10.05	8.42	-14.93	-10.69	7.84	1.19	32.24	37	0	298	0	0	77.5	303.4	0	0	0	0	0
14	-14.93	-10.69	7.84	-13.92	-11.27	7.26	1.16	30	37	0	298.4	0	0	76.7	300.3	0	0	0	0	0
15	-13.92	-11.27	7.26	-12.92	-11.8	6.68	1.14	27.8	37	0	298	0	0	75.8	296.9	0	0	0	0	0
16	-12.92	-11.8	6.68	-11.91	-12.28	6.1	1.12	25.65	37	0	296.8	0	0	74.9	293.3	0	0	0	0	0
17	-11.91	-12.28	6.1	-10.91	-12.72	5.52	1.1	23.54	37	0	294.9	0	0	73.9	289.4	0	0	0	0	0
18	-10.91	-12.72	5.52	-9.9	-13.12	4.94	1.08	21.46	37	0	292.2	0	0	72.9	285.3	0	0	0	0	0
19	-9.9	-13.12	4.94	-8.89	-13.47	4.35	1.07	19.41	37	0	288.9	0	0	71.8	281	0	0	0	0	0
20	-8.89	-13.47	4.35	-7.89	-13.79	3.77	1.05	17.38	37	0	284.9	0	0	70.6	276.5	0	0	0	0	0
21	-7.89	-13.79	3.77	-6.88	-14.06	3.19	1.04	15.38	37	0	280.3	0	0	69.4	271.7	0	0	0	0	0
22	-6.88	-14.06	3.19	-5.87	-14.3	2.61	1.03	13.4	37	0	275.1	0	0	68.1	266.6	0	0	0	0	0
23	-5.87	-14.3	2.61	-4.87	-14.51	2.03	1.03	11.43	37	0	269.4	0	0	66.7	261.3	0	0	0	0	0
24	-4.87	-14.51	2.03	-3.86	-14.68	1.45	1.02	9.48	37	0	263	0	0	65.3	255.7	0	0	0	0	0
25	-3.86	-14.68	1.45	-2.85	-14.81	0.87	1.02	7.53	37	0	256.1	0	0	63.8	249.8	0	0	0	0	0
26	-2.85	-14.81	0.87	-1.85	-14.91	0.29	1.01	5.6	37	0	248.6	0	0	62.2	243.7	0	0	0	0	0
27	-1.85	-14.91	0.29	-1.35	-14.94	0	0.5	4.16	37	0	120	0	0	30.2	118.1	0	0	0	0	0
28	-1.35	-14.94	0	-0.84	-14.97	0	0.51	3.2	37	0	121.8	0	0	30.7	120.2	0	0	0	0	0
29	-0.84	-14.97	0	0	-15	0	0.84	1.91	37	0	201.7	0	0	51.1	200.1	0	0	0	0	0
30	0	-15	0	1	-15	0	1	0.15	37	0	194.4	0	0	49.6	194.3	0	0	0	0	0
31	1	-15	-5.7	1.17	-15	-5.7	0.17	-0.97	37	0	25.5	0	0	6.6	25.7	0	0	0	0	0
32	1.17	-15	-5.7	2.18	-14.96	-5.7	1.01	-2.09	37	0	149.5	0	0	38.6	151	0	0	0	0	0
33	2.18	-14.96	-5.7	3.18	-14.89	-5.7	1.01	-4.02	37	0	148.6	0	0	38.7	151.7	0	0	0	0	0
34	3.18	-14.89	-5.7	4.19	-14.79	-5.7	1.01	-5.95	37	0	147.2	0	0	38.8	152	0	0	0	0	0

35	4.19	-14.79	-5.7	5.2	-14.65	-5.7	1.02	-7.88	37	0	145.2	0	0	38.8	152	0	0	0	0	0
36	5.2	-14.65	-5.7	6.2	-14.47	-5.7	1.02	-9.83	37	0	142.7	0	0	38.7	151.5	0	0	0	0	0
37	6.2	-14.47	-5.7	7.21	-14.26	-5.7	1.03	-11.78	37	0	139.6	0	0	38.5	150.6	0	0	0	0	0
38	7.21	-14.26	-5.7	8.22	-14.02	-5.7	1.04	-13.75	37	0	135.9	0	0	38.1	149.3	0	0	0	0	0
39	8.22	-14.02	-5.7	8.67	-13.89	-5.7	0.47	-15.19	37	0	59.9	0	0	17	66.7	0	0	0	0	0
40	8.67	-13.89	-5.7	9.22	-13.73	-5.7	0.58	-16.19	37	0	71.8	0	0	20.6	80.8	0	0	0	0	0
41	9.22	-13.73	-5.7	10.23	-13.41	-5.7	1.06	-17.74	37	0	126.8	0	0	37	145	0	0	0	0	0
42	10.23	-13.41	-5.7	11.24	-13.05	-5.7	1.07	-19.77	37	0	121.3	0	0	36.2	141.9	0	0	0	0	0
43	11.24	-13.05	-5.7	12.24	-12.65	-5.7	1.08	-21.83	37	0	115.1	0	0	35.3	138.1	0	0	0	0	0
44	12.24	-12.65	-5.7	13.25	-12.2	-5.7	1.1	-23.91	37	0	108.3	0	0	34.1	133.6	0	0	0	0	0
45	13.25	-12.2	-5.7	14.26	-11.71	-5.7	1.12	-26.03	37	0	100.7	0	0	32.7	128.1	0	0	0	0	0
46	14.26	-11.71	-5.7	15.26	-11.17	-5.7	1.14	-28.19	37	0	92.4	0	0	31	121.5	0	0	0	0	0
47	15.26	-11.17	-5.7	16.27	-10.58	-5.7	1.17	-30.4	37	0	83.3	0	0	29	113.6	0	0	0	0	0
48	16.27	-10.58	-5.7	16.67	-10.33	-5.7	0.47	-31.96	37	0	30.6	0	0	10.9	42.9	0	0	0	0	0
49	16.67	-10.33	-5.7	17.27	-9.93	-5.7	0.72	-33.1	37	0	42.9	0	0	15.7	61.4	0	0	0	0	0
50	17.27	-9.93	-5.7	18.28	-9.23	-5.7	1.23	-34.96	37	0	62.5	0	0	23.7	92.9	0	0	0	0	0
51	18.28	-9.23	-5.7	19.29	-8.46	-5.7	1.27	-37.34	37	0	50.7	0	0	20.2	79.2	0	0	0	0	0
52	19.29	-8.46	-5.7	20.29	-7.62	-5.7	1.31	-39.8	37	0	37.7	0	0	15.9	62.4	0	0	0	0	0
53	20.29	-7.62	-5.7	21.3	-6.71	-5.7	1.36	-42.35	37	0	23.6	0	0	10.6	41.6	0	0	0	0	0
54	21.3	-6.71	-5.7	22.31	-5.7	-5.7	1.42	-45.01	37	0	8.1	0	0	3.9	15.4	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)

dx=spostamento orizzontale

McapL=Momento ultimo lato sx

McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

Progetto: My Project

Risultati per la Design Section 3: 1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(perm)	F(temp)	F(perm)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.35	0.9	1	1
1	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.35	0.9	1	1
2	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.35	0.9	1	1

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Sommario di ogni approccio

SLE	Mom. paratia	Taglio paratia	Spost. paratia	Vincolo	Vincolo	Infissione	Commenti
SLU	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	Reazione (kN/m)	TSF critico	FS paratia	
SLE	413.56	107.95	2.59	No supports	No supports	2.067	Calculation successful, however items may be unsafe
SLU	744.37	198.93	9	No supports	No supports	1.632	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	412.09	117.12	1.88	No supports	No supports	1.938	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	532.89	146.57	5.39	No supports	No supports	1.55	Calculation successful
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	877.52	263.85	14.39	No supports	No supports	1.348	Calculation successful

Sommario esteso

	Risultati di calcolo	Spost. paratia	Cedimenti	Mom. paratia	Mom. paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
SLE	Calculation successful, however items may be unsafe	2.59	2.14	413.56	413.56
SLU	Calculation successful	9	7.81	744.37	744.37
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Calculation successful	1.88	1.58	412.09	412.09

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Calculation successful	5.39	4.67	532.89	532.89
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	Calculation successful	14.39	12.81	877.52	877.52

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	TSF combinato /	TSF momento /	TSF taglio /	SLS cls Ver. tensionale
SLE	107.95	107.95	0.23	0.23	0.273	N/A
SLU	198.93	198.93	0.413	0.413	0.504	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	117.12	117.12	0.229	0.229	0.297	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	146.57	146.57	0.296	0.296	0.371	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	263.85	263.85	0.487	0.487	0.668	N/A

	SLS acciaio Ver. tensionale	Vincolo R max (kN/m)	Vincolo R max (kN)	Vincolo TSF GEO	Vincolo TSF STR	Vincolo Verifica pull out	FS Fondo scavo
SLE	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
SLU	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527

	FS Passivo	FS piede Rotazione	FS piede Lunghezza	Zcut (Paratie)	FS Pass. mobilitata	FS Vera/Attiva	FS Sifonamento
SLE	N/A	3.001	2.067	N/A	3.062	1.459	N/A
SLU	3.468	2.051	1.632	N/A	2.605	1.198	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3.698	2.407	1.938	N/A	2.967	1.473	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2.791	1.82	1.55	N/A	2.012	1.28	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2.609	1.538	1.348	N/A	1.877	1.286	N/A

Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment (kN-m/m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN/m)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Displacements (cm)	14.386	4: 1: DM08_ITA: EQK -	2: Stage 2	1: Wall 1	N/A

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

		Seismic			
Surface Settlements (cm)	12.812	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Toe FS Passive (Classic)	2.609	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Rotation (Classic)	1.538	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Length (Classic)	1.348	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Passive Mob (Paratie)	1.877	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
FS 1.0 Req. Embed (Classic) (m)	6.9	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2

Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Results not available					

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment ABS (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment +M (kN-m)	0	1: SLU	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Wall Moment -M (kN-m)	-877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42

Momento massimo per ogni fase

	Approccio di base				
M Stage #0 (kN-m/m)	0	0	0	0	0
M Stage #1 (kN-m/m)	-309.5	-450.75	-402.35	-506.2	-506.2
M Stage #2 (kN-m/m)	-413.56	-744.37	-412.09	-532.89	-877.52

Taglio massimo per ogni fase

	Approccio di base				
Shear Stage #0 (kN/m)	0	0	0	0	0
Shear Stage #1 (kN/m)	89.69	119.46	116.6	-134.44	-134.44
Shear Stage #2 (kN/m)	107.95	-198.93	117.12	-146.57	-263.85

Massima reazione vincolare

	Approccio di base				
Support Rmax Stage #0 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #2 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
------	-------	-------	-------	----	----	-----	------	-------	-----	-----	-----	------	------	------	--------	-------

	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	Springs	Springs	Springs	Springs		Model	
Ghiaia messina	19	19	38	0	N/A	N/A	N/A	80550	128880	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	
Sedimenti fluviali e costieri	18	16	37	0	N/A	N/A	N/A	21670	34672	0.25	4.02	N/A	N/A	True	Linear	
Calcarei brecciati	19	16	25	20	N/A	N/A	N/A	40000	64000	0.41	2.46	N/A	N/A	True	Linear	

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Fric=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidità molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
10	Sedimenti fluviali e costieri	1	0.4
-17	Calcarei brecciati	1	0.58

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

Name	Strength Fy	Fu	Elastic E	Density g
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)
A-36	248.3	469	200100	77.0046
A-50	344.8	510	200100	77.0046

Calcestruzzo

Name	Strength Fc'	Elastic E	Density g	Tension Strength Ft
	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
C28/35	28	32308	25	10
4 ksi Concrete	27.6	24874.5	23.5728	10
5 ksi Concrete	34.5	27810.5	23.5728	10
C25/30	25	31476	25	10

Barre in acciaio

Name	Strength Fy	Elastic E
	(MPa)	(MPa)
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S1860 (Strands fyk)	1670	210000

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

B450C	450	210000
-------	-----	--------

Legno					
Name	Ultimate Bending Strength Fbu (MPa)	Ultimate Tensile Strength Ft _u (MPa)	Ultimate Shear Strength Fv _u (MPa)	Density g (kN/m ³)	Elastic E (MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio

Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione

Ultimate tensile strength Ft_u=ftuk=res caratt. parallela alle fibre

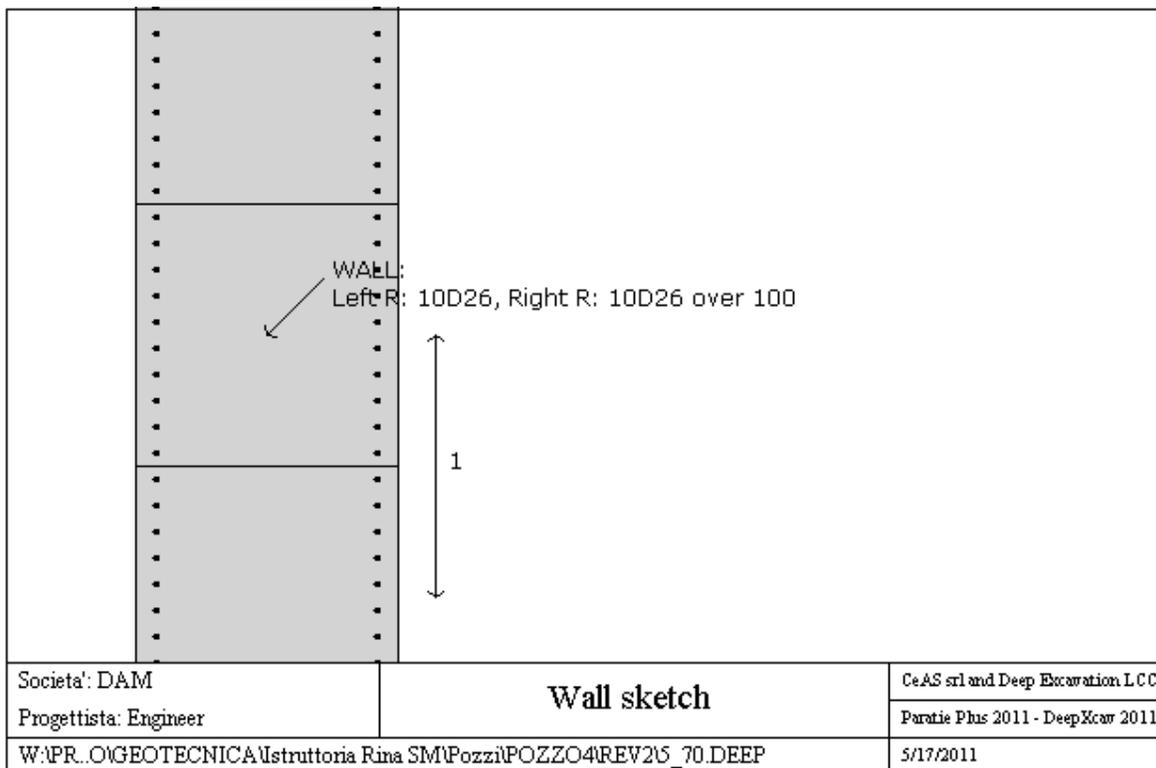
Ultimate shear strength Fv_u=fvuk=res. caratt. a taglio

Density g=peso specifico

Elastic E=modulo elastico

PROPRIETA' SEZIONI TRAVI DI RIPARTIZIONE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: paratia

Tipo paratia: Diaframma

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1

fc' cls = 25 Fy barre = 450 Ecls = 31476 FcT calcestruzzo a trazione = 10% di Fc'

fy profilati in acciaio = 248.3 Eacciaio = 200100

Attrito paratia: % attrito terreno = 0%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con ACI 318-2002.

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Diaframma

Tabella: dati solette

Name	Shape	Fy	Fc'	D	B	Bw	tf	Ctop	Cbot	AsTop	AsBot	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm2)	(cm2)	(cm2)	(kN)	(kN-m)
paratia	Rect	450	25	100	100	N/A	N/A	7.6	7.6	53.1	53.1	10000	0	0

PROPRIETA' GENERALI

Le travi di ripartizione sono utilizzate sui supporti come elementi strutturali ma non vengono inclusi nel calcolo della rigidezza della paratia.

f'c=fck= resistenza cilindrica del calcestruzzo

fyk=fyk= resistenza caratteristica acciaio

fy= resistenza caratteristica barre di armatura

TABELLA DEI PARAMETRI (parametri principali)

1) Tutte le travi di ripartizione in calcestruzzo hanno sezione rettangolare

N/A= dato non disponibile

Fy=fyk

F'c=fck

D= altezza della trave

B= larghezza della trave

2) Proprieta' della trave in acciaio

W= peso per unita' di lunghezza

A= area

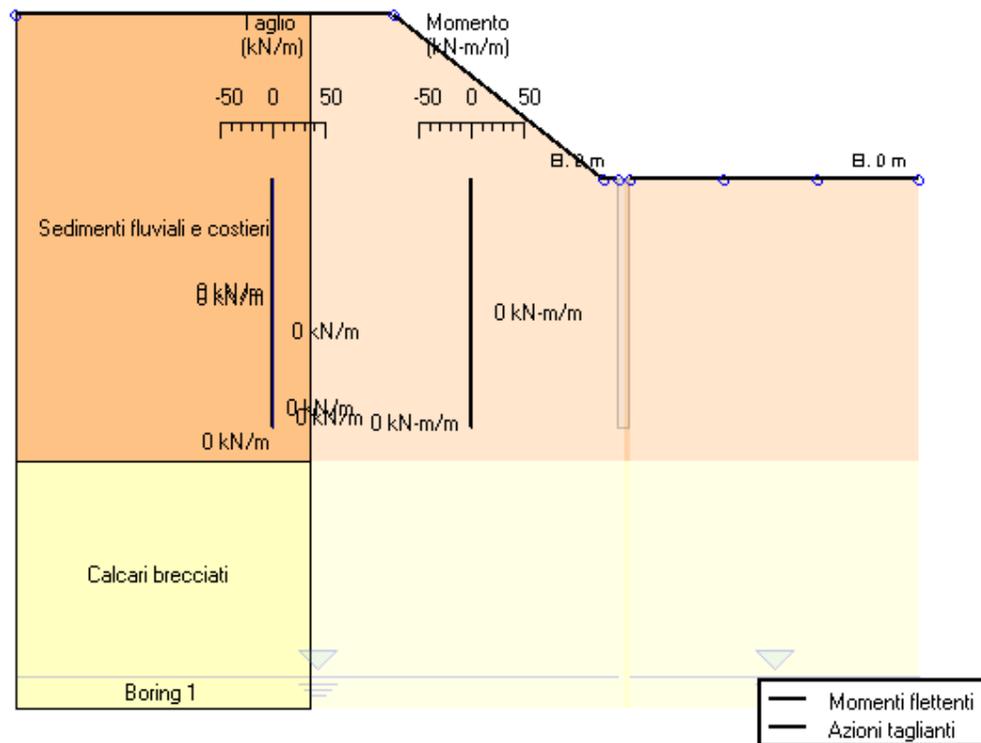
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

D= diametro
tw= spessore anima
tp= spessore tubo
bf= larghezza ala
tf= spessore ala
k= spessore flangia
Ixx= modulo di inerzia asse forte (per unita' di lunghezza)
Sxx= momento statico asse forte (per unita' di lunghezza)
rx= raggio giratore di inerzia - asse X
ry= raggio giratore di inerzia - asse Y
Iyy= modulo di inerzia asse debole (per unita' di lunghezza)
Syy= momento statico asse debole (per unita' di lunghezza)
rT= raggio giratore per la torsione
Cw= costante di ingobbimento

GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

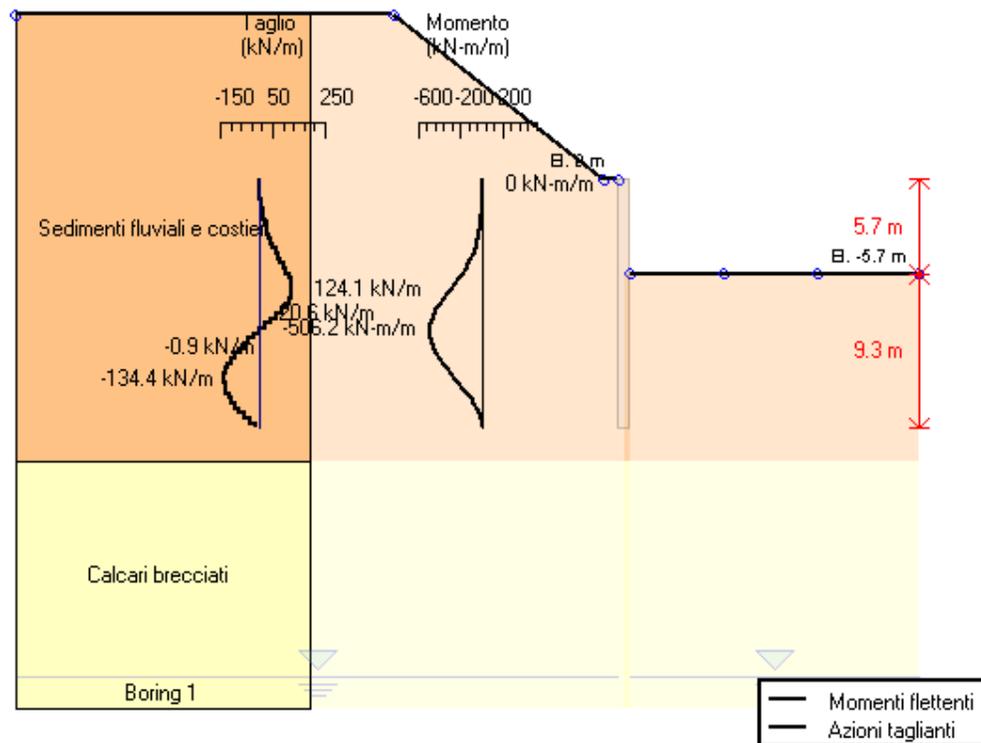
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1(LINK: SLU)



DM08_ITA, Case: Comb. 2: A2+M2+R1
Soil 'M': FS(tanFR)= 1.25, FS c'= 1.25, FS Su= 1.4
Stab. 1 - Patch 1 - FS= 1.25, FS Su= 1.4

Societa': DAM	DS: 3, Stage 0	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepKcar 2011
W:\PR..O\GEOTECNICA\Ustruttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP		5/17/2011

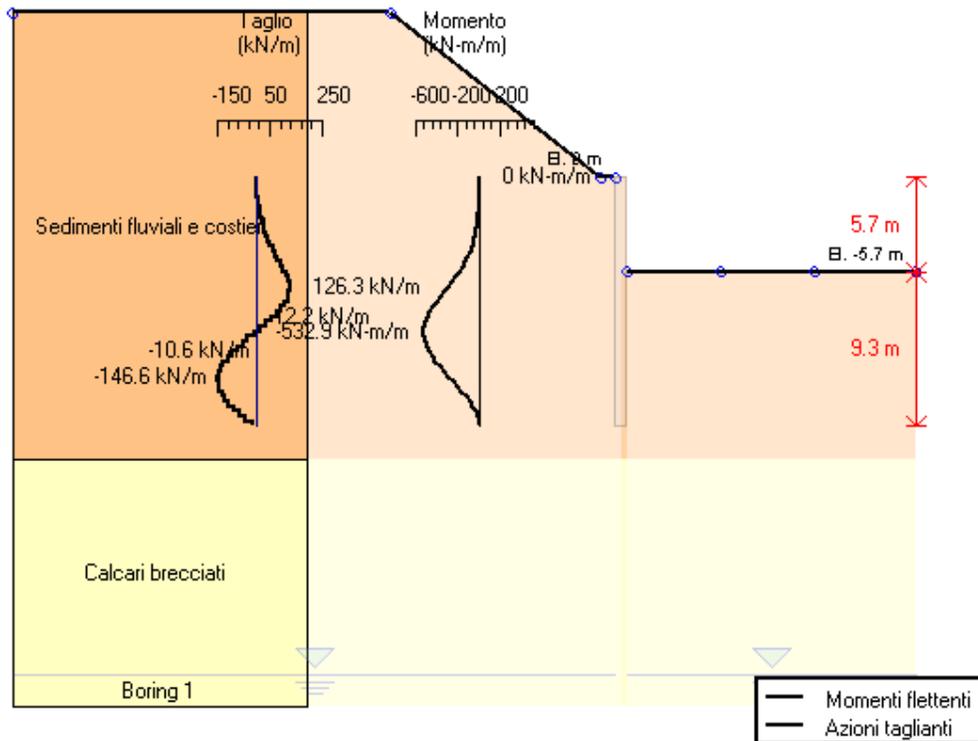
1: DM08_ITA; Comb. 2: A2+M2+R1(LINK: SLU)



DM08_ITA, Case: Comb. 2: A2+M2+R1
Soil 'M': FS(tanFR)= 1.25, FS c'= 1.25, FS Su= 1.4
Stab. 1 - Patch 1 - EC - 1 - EC - 1 - EC - 1

Societa': DAM	DS: 3, Stage 1	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepKcar 2011
W:\PR..O\GEOTECNICA\Ustruttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP		5/17/2011

1: DM08_ITA; Comb. 2: A2+M2+R1(LINK: SLU)



DM08_ITA, Case: Comb. 2: A2+M2+R1
Soil 'M': FS(tanFR)= 1.25, FS c'= 1.25, FS Su= 1.4
Stat: 1 - Patch: 1 - EC: 1 - EC: 1 - EC: 1

Societa': DAM

Progettista: Engineer

DS: 3, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepKcar 2011

W:\PR..O\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contlever	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FSwall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	8.014	8.323	8.014
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.632	1.984	3.042
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.55	1.82	2.791

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

Conventional=analisi all'equilibriolimitate

springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)

DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata

U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata

Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resist press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.158	0	1	N/A
1	No		0.158	0	1	N/A
2	Yes		0.158	0	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Stabilita' del piede

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Stage #0	8.014	8.014	8.323	50	3.962	1.843

Stage #1	1.632	3.042	1.984	1.632	2.182	1.286
Stage #2	1.55	2.791	1.82	1.55	2.012	1.28

TABELLA RISULTATI PARATIA

Wall 1 Stage: 0

Wall	EL	Sht L	Sht R	Shs L	Shs R	q	U L	U R	M	V	dx	Mcap L	Mcap R	VcapL	VcapR
Node	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN- m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN- m/m)	(kN- m/m)	(kN/m)	(kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	29.533	29.533	29.533	29.533	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	52.224	52.224	52.224	52.224	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	70.884	70.884	70.884	70.884	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	86.95	86.95	86.95	86.95	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	101.24	101.24	101.24	101.24	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	114.26	114.26	114.26	114.26	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	126.37	126.37	126.37	126.37	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	137.82	137.82	137.82	137.82	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	148.78	148.78	148.78	148.78	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	159.4	159.4	159.4	159.4	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 1

Wall	EL	Sht L	Sht R	Shs L	Shs R	q	U L	U R	M	V	dx	Mcap L	Mcap R	VcapL	VcapR
Node	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN- m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN- m/m)	(kN- m/m)	(kN/m)	(kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	9.202	0	9.202	0	0	0	0	3.21	5.39	3.96	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	19.54	0	19.54	0	0	0	0	27.4	25.36	3.37	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	30.184	0	30.184	0	0	0	0	95.49	60.87	2.79	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	40.864	15.048	40.864	15.048	0	0	0	231.31	112.42	2.21	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	51.509	90.288	51.509	90.288	0	0	0	411.56	112.37	1.66	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	62.067	133.71	62.067	133.71	0	0	0	506.2	20.62	1.14	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	73.2	131.12	73.2	131.12	0	0	0	445.37	-78.62	0.66	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	120.31	123.4	120.31	123.4	0	0	0	268.21	-133.51	0.22	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	158.97	113.32	158.97	113.32	0	0	0	83.13	-106.48	-0.2	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	190.32	103.15	190.32	103.15	0	0	0	0	-13.08	-0.61	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 2

Wall	EL	Sht L	Sht R	Shs L	Shs R	q	U L	U R	M	V	dx	Mcap L	Mcap R	VcapL	VcapR
Node	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN- m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN- m/m)	(kN- m/m)	(kN/m)	(kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.39	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	9.202	0	9.202	0	0	0	0	3.21	5.39	4.7	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	19.54	0	19.54	0	0	0	0	27.4	25.36	4.02	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	30.184	0	30.184	0	0	0	0	95.49	60.87	3.33	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	40.864	13.805	40.864	13.805	0	0	0	231.31	112.42	2.66	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	51.509	82.829	51.509	82.829	0	0	0	415.47	117.96	2	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	62.066	141.59	62.066	141.59	0	0	0	529.23	36.06	1.38	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	72.581	135.86	72.581	135.86	0	0	0	482.07	-73.1	0.81	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	116.03	126.14	116.03	126.14	0	0	0	299.91	-143.54	0.27	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	160.92	111.32	160.92	111.32	0	0	0	94.64	-119.93	-0.24	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	196.85	96.492	196.85	96.492	0	0	0	0	-15.05	-0.74	1800.82	1800.82	394.75	394.75

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

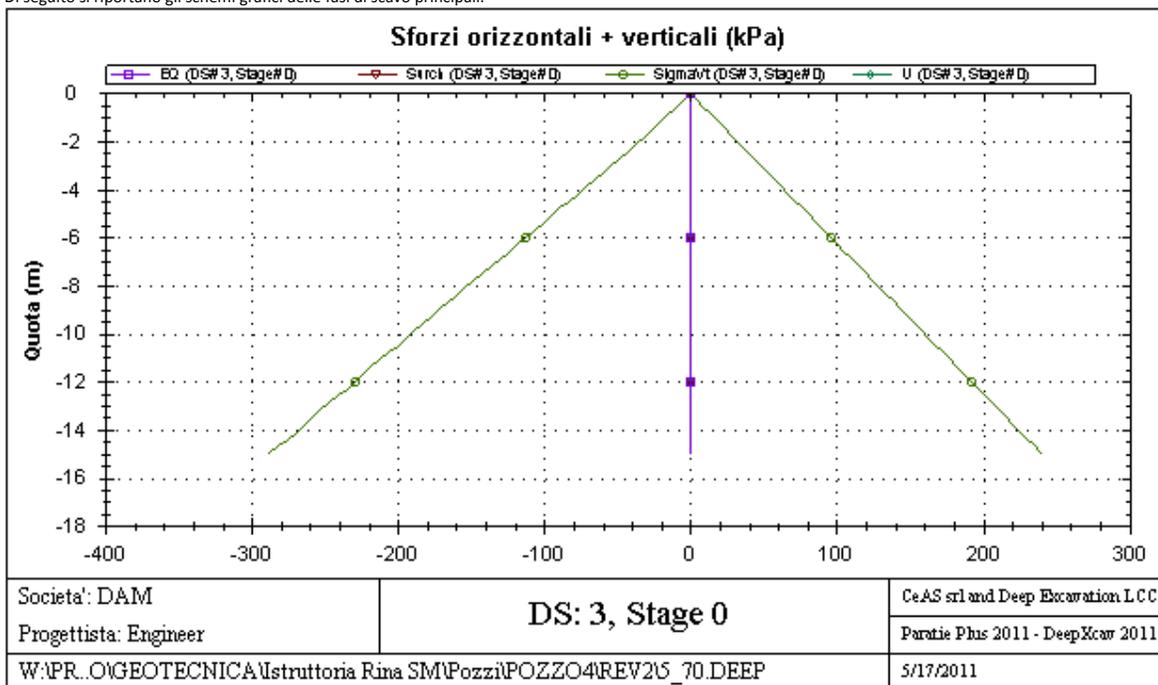
U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)
dx=spostamento orizzontale
McapL=Momento ultimo lato sx
McapR=Momento ultimo lato dx
VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx
VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

GRAFICI FASI DI SCAVO

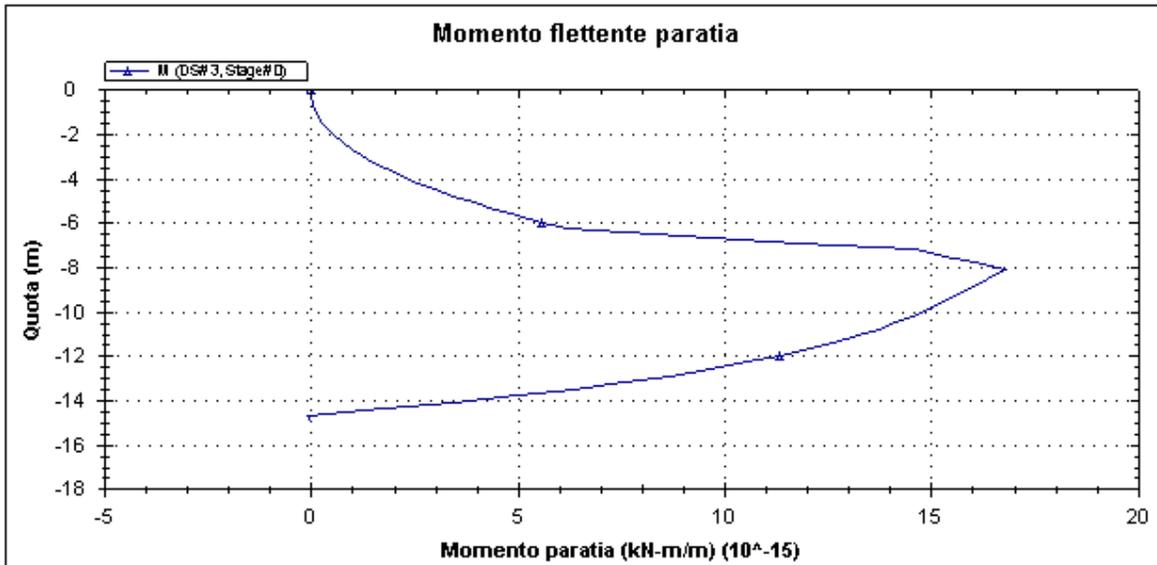
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.



**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

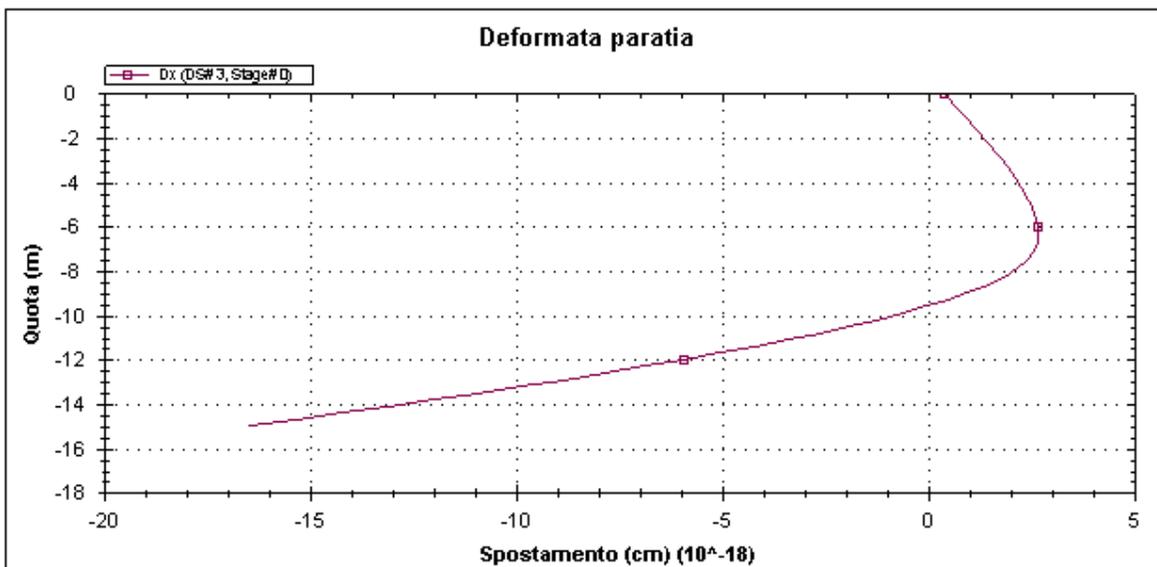
DS: 3, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 3, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

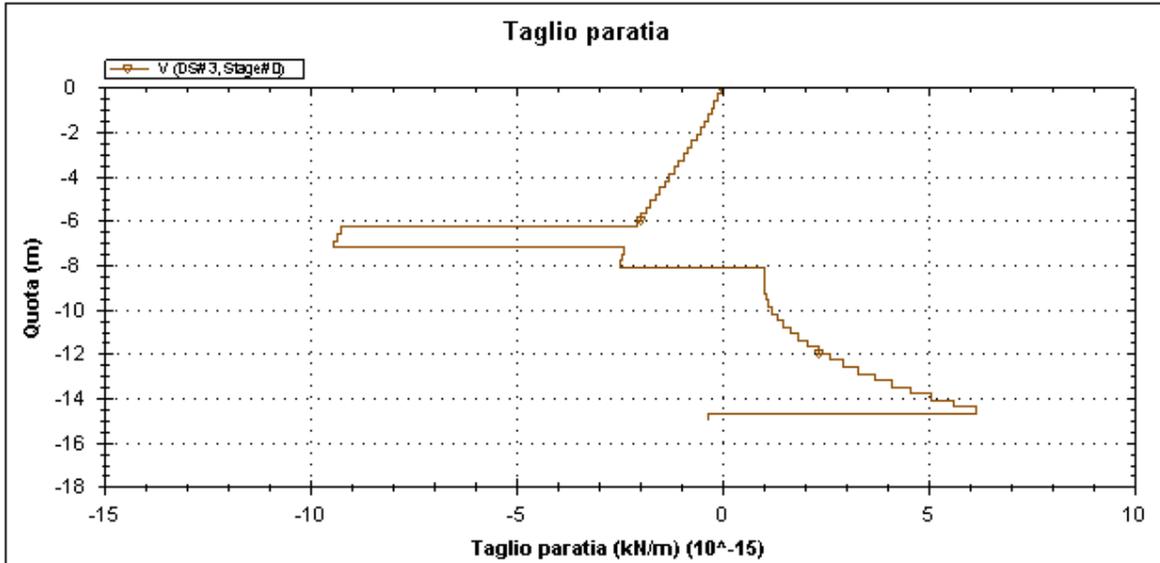
W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev
F0
Data
20/06/2011



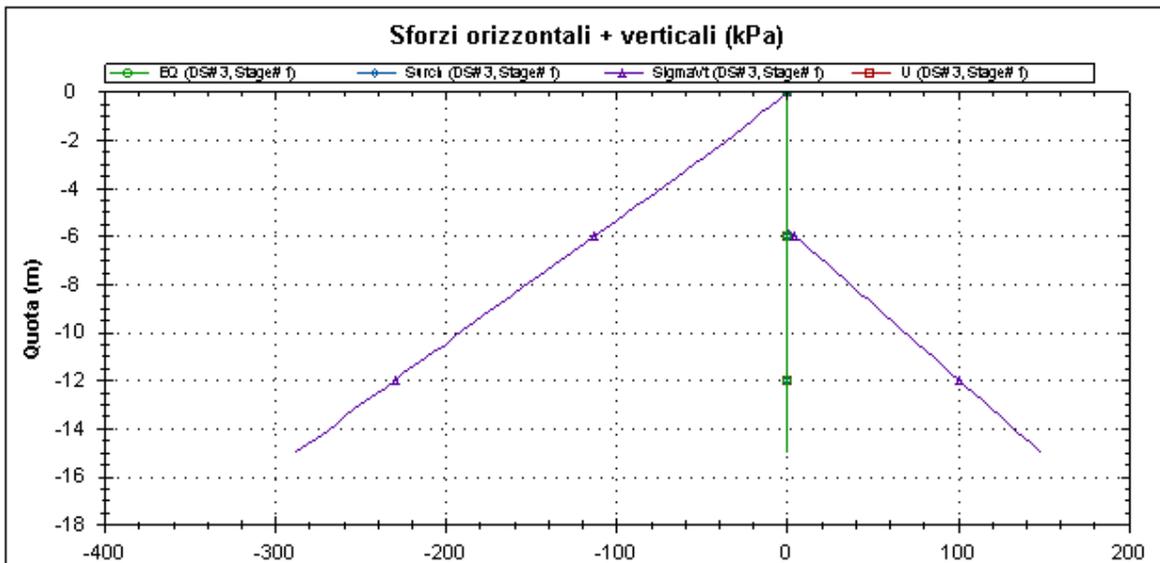
Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 3, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC
Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 3, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC
Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

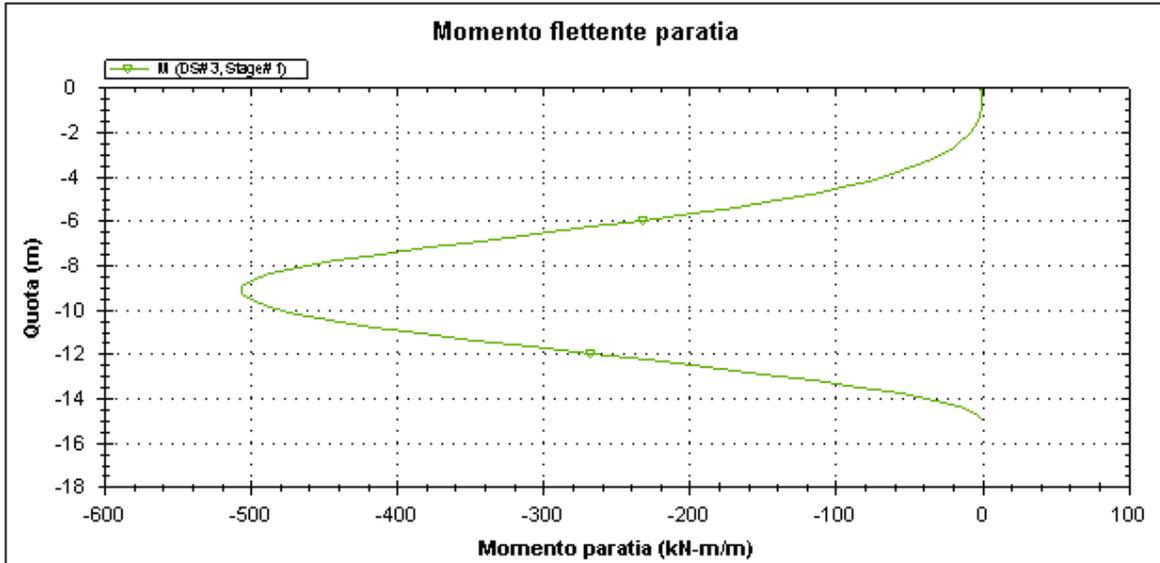
W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

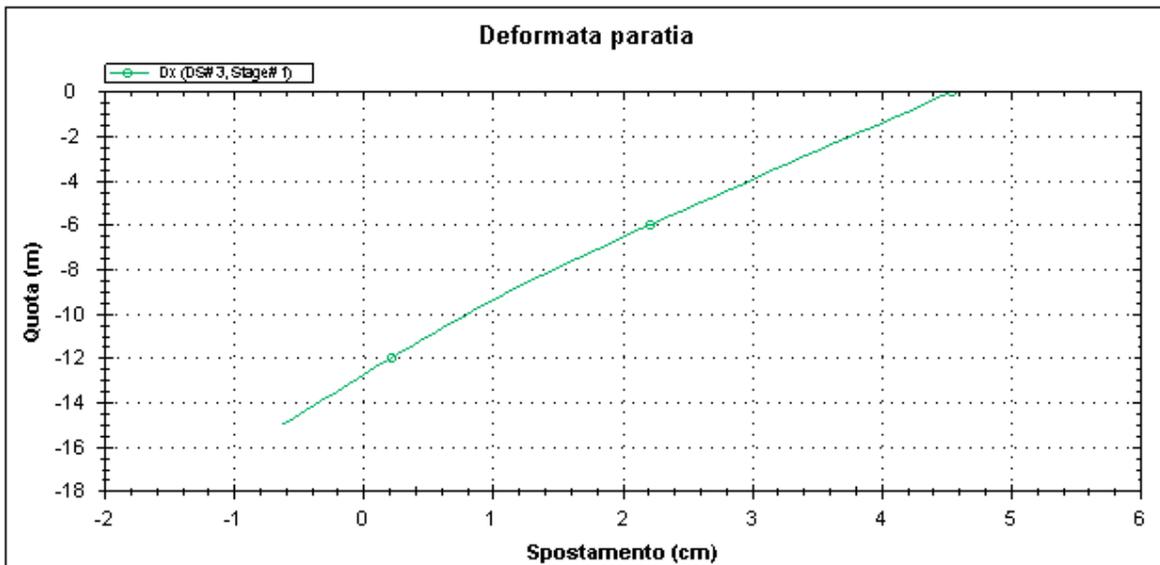
DS: 3, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 3, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

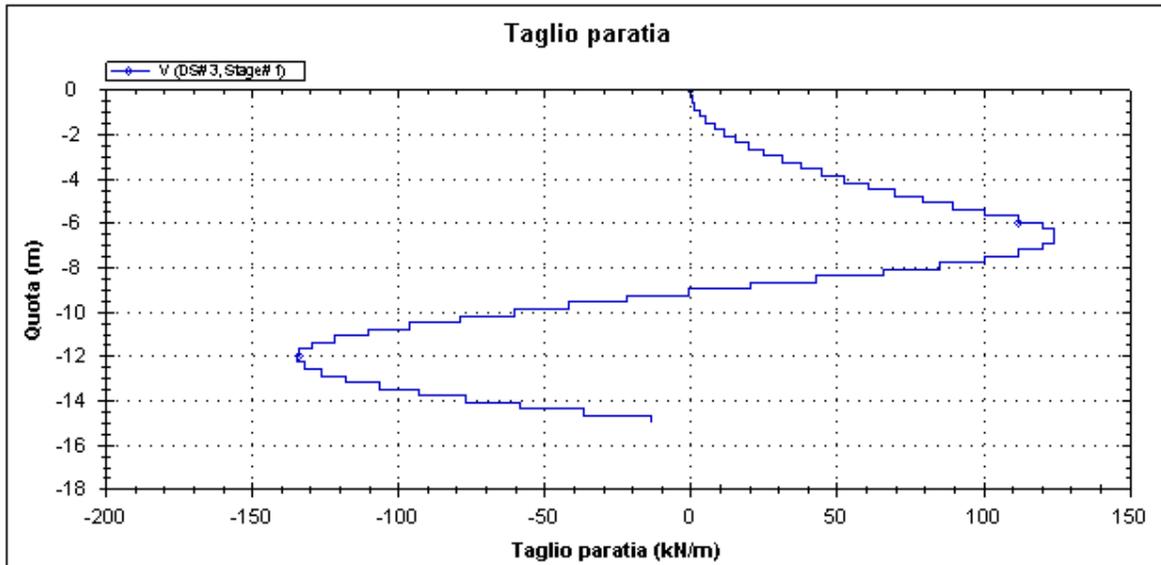
W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev
F0
Data
20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

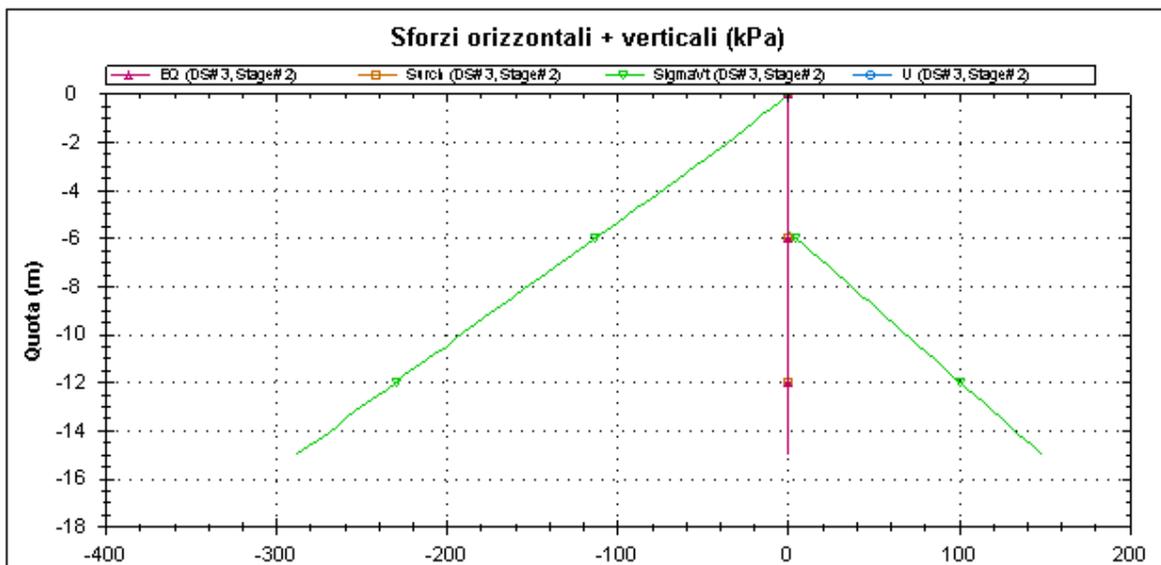
DS: 3, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\FR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 3, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

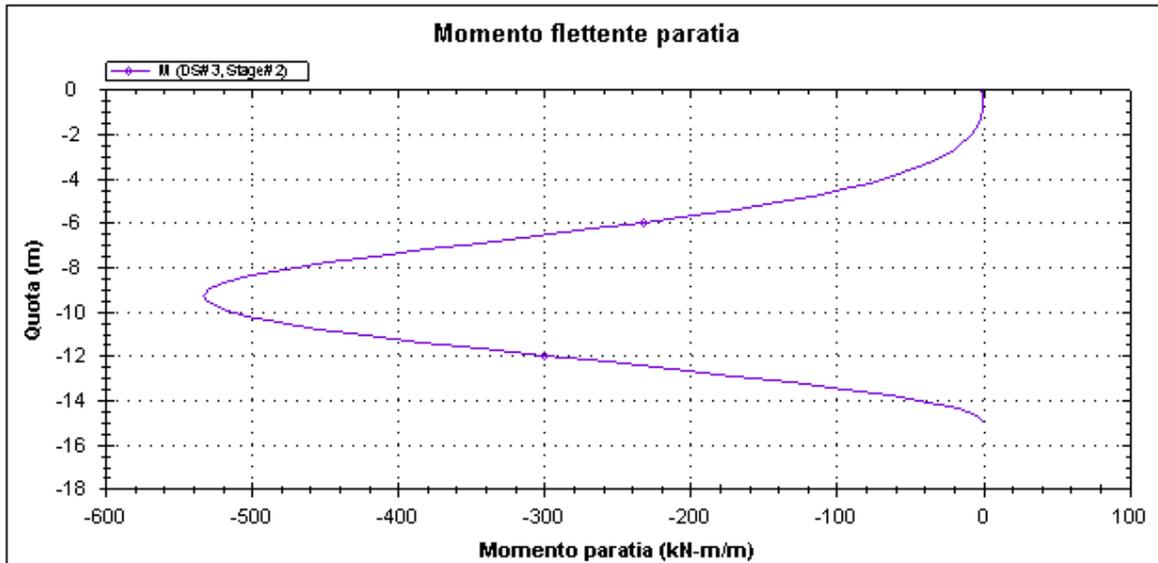
W:\FR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

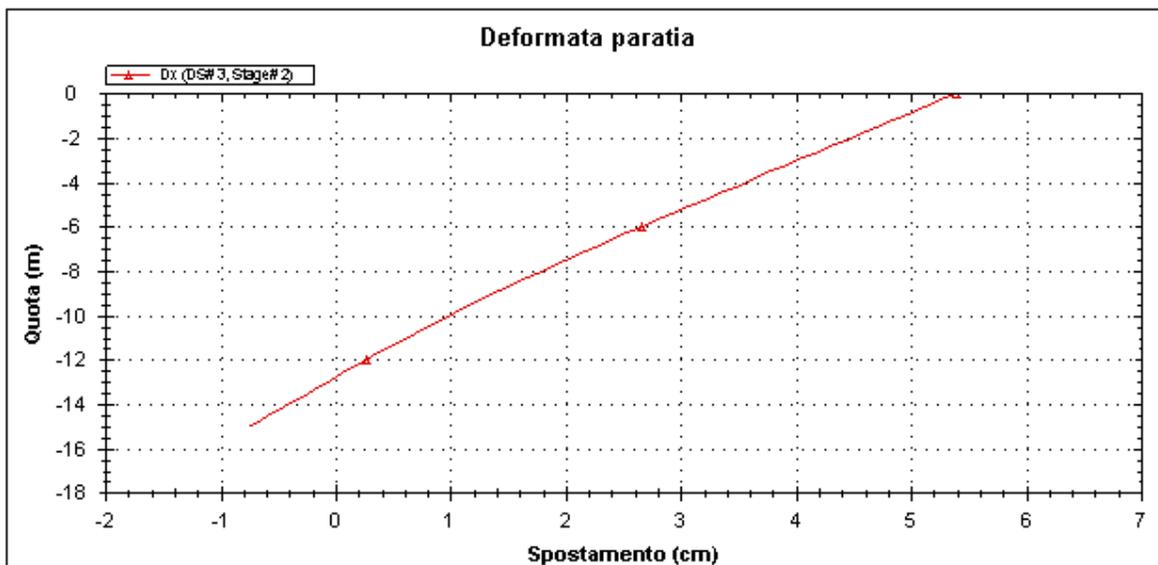
DS: 3, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_OVGEOGNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

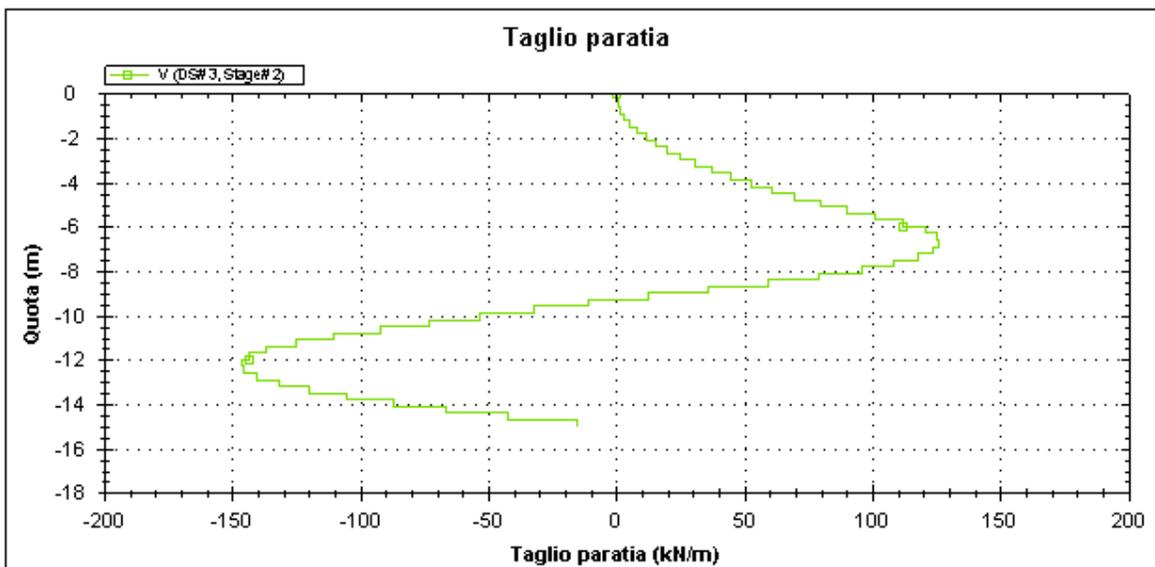
DS: 3, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_OVGEOGNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM	DS: 3, Stage 2	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP		5/17/2011

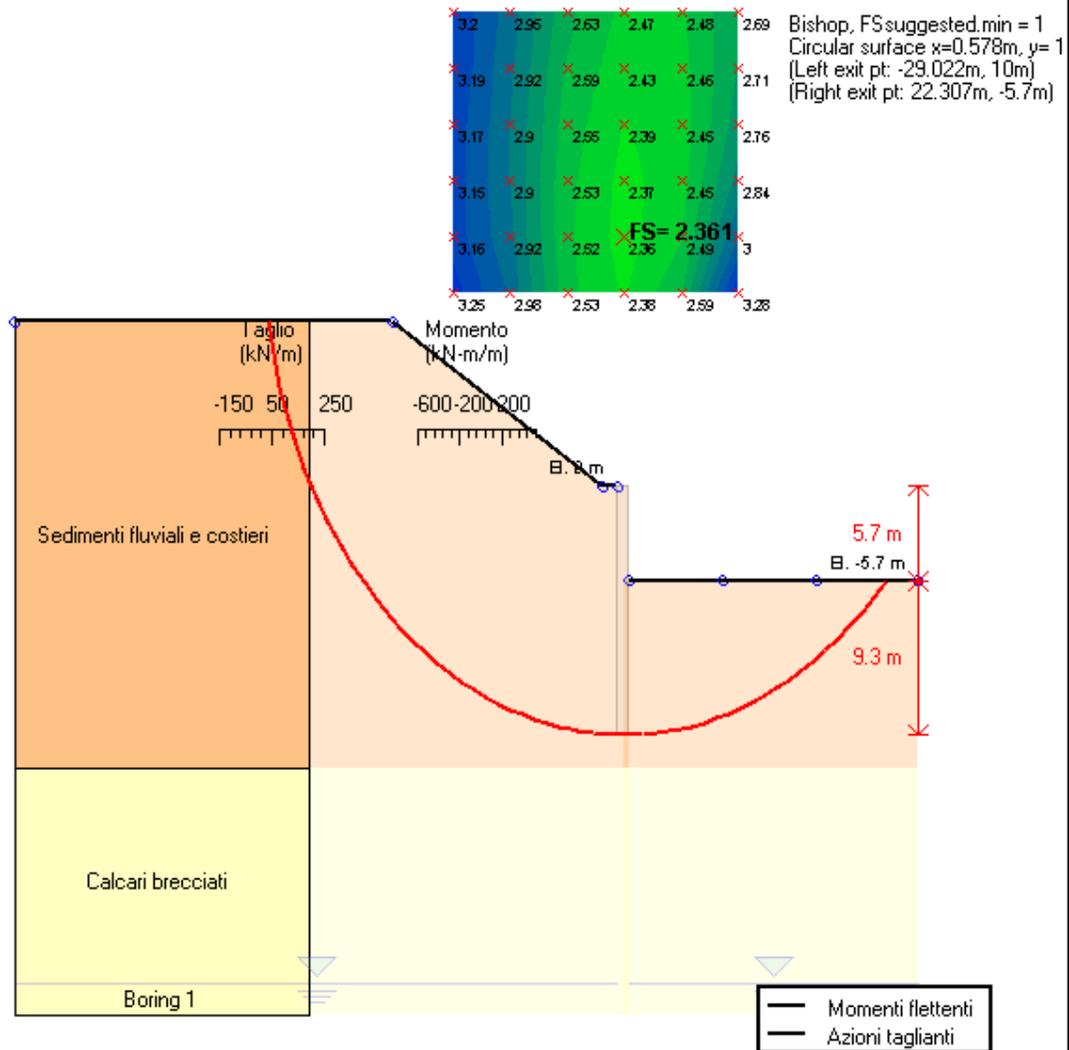
Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%
 Larghezza massima concio = 1 m
 Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia
 Sinistra = -13.66 m, Destra = 10.07 m, Spaziatura orizzontale = 5
 Alto = 28.56 m, Basso = 11.63 m, Spaziatura verticale = 5
 La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m
 La ricerca del raggio finisce alla base del modello
 5 intervallo di raggi e' usato
 Angolo limite attivo non e' usato
 Angolo limite passivo non e' usato
 La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio
 La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)
 Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo
 Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.

1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1(LINK: SLU)



DM08_ITA_Case: Comb. 2: A2+M2+R1

Societa': DAM

Progettista: Engineer

DS: 3, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\FR..OVGEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

ITA_ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0
ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 1
ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 2
ITA_Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.
ITA_Punto critico a x = 0.578 z = 15.016 FS= 2.361

Slice No.	x1 m	ZsL m	ZtL m	x2 m	ZsL m	ZtL m	DL m	an deg	Fr deg	c kPa	Wn kN/m	ubL kPa	ubR kPa	tBase kN/m	Nr kN/m	EiL kN/m	EiR kN/m	TL kN/m	TR kN/m	Ubf kN/m
0	-29.02	10	10	-28.02	5.87	10	4.26	76.32	31.08	0	33.3	0	0	17.5	68.7	0	0	0	0	0
1	-28.02	5.87	10	-27.01	3.17	10	2.88	69.51	31.08	0	88.3	0	0	38.2	149.8	0	0	0	0	0
2	-27.01	3.17	10	-26	1.06	10	2.34	64.53	31.08	0	127	0	0	49.1	192.2	0	0	0	0	0
3	-26	1.06	10	-25	-0.71	10	2.03	60.36	31.08	0	158.2	0	0	56.4	220.8	0	0	0	0	0
4	-25	-0.71	10	-23.99	-2.24	10	1.83	56.67	31.08	0	184.8	0	0	61.8	242.2	0	0	0	0	0
5	-23.99	-2.24	10	-22.98	-3.59	10	1.68	53.31	31.08	0	208	0	0	66.2	259.2	0	0	0	0	0
6	-22.98	-3.59	10	-21.98	-4.8	10	1.57	50.2	31.08	0	228.6	0	0	69.8	273.3	0	0	0	0	0
7	-21.98	-4.8	10	-20.97	-5.89	10	1.48	47.29	31.08	0	247.1	0	0	72.9	285.3	0	0	0	0	0
8	-20.97	-5.89	10	-19.96	-6.88	10	1.41	44.52	31.08	0	263.8	0	0	75.5	295.7	0	0	0	0	0
9	-19.96	-6.88	10	-18.67	-8.02	10	1.73	41.53	31.08	0	361	0	0	100.4	393.3	0	0	0	0	0
10	-18.67	-8.02	10	-17.95	-8.61	9.58	0.93	38.99	31.08	0	208.5	0	0	56.8	222.3	0	0	0	0	0
11	-17.95	-8.61	9.58	-16.94	-9.36	9	1.26	36.91	31.08	0	294.3	0	0	78.9	308.9	0	0	0	0	0
12	-16.94	-9.36	9	-15.94	-10.05	8.42	1.22	34.54	31.08	0	296.6	0	0	78.2	306.3	0	0	0	0	0
13	-15.94	-10.05	8.42	-14.93	-10.69	7.84	1.19	32.24	31.08	0	298	0	0	77.5	303.4	0	0	0	0	0
14	-14.93	-10.69	7.84	-13.92	-11.27	7.26	1.16	30	31.08	0	298.4	0	0	76.7	300.3	0	0	0	0	0
15	-13.92	-11.27	7.26	-12.92	-11.8	6.68	1.14	27.8	31.08	0	298	0	0	75.8	296.9	0	0	0	0	0
16	-12.92	-11.8	6.68	-11.91	-12.28	6.1	1.12	25.65	31.08	0	296.8	0	0	74.9	293.3	0	0	0	0	0
17	-11.91	-12.28	6.1	-10.91	-12.72	5.52	1.1	23.54	31.08	0	294.9	0	0	73.9	289.4	0	0	0	0	0
18	-10.91	-12.72	5.52	-9.9	-13.12	4.94	1.08	21.46	31.08	0	292.2	0	0	72.9	285.3	0	0	0	0	0
19	-9.9	-13.12	4.94	-8.89	-13.47	4.35	1.07	19.41	31.08	0	288.9	0	0	71.8	281	0	0	0	0	0
20	-8.89	-13.47	4.35	-7.89	-13.79	3.77	1.05	17.38	31.08	0	284.9	0	0	70.6	276.5	0	0	0	0	0
21	-7.89	-13.79	3.77	-6.88	-14.06	3.19	1.04	15.38	31.08	0	280.3	0	0	69.4	271.7	0	0	0	0	0
22	-6.88	-14.06	3.19	-5.87	-14.3	2.61	1.03	13.4	31.08	0	275.1	0	0	68.1	266.6	0	0	0	0	0
23	-5.87	-14.3	2.61	-4.87	-14.51	2.03	1.03	11.43	31.08	0	269.4	0	0	66.7	261.3	0	0	0	0	0
24	-4.87	-14.51	2.03	-3.86	-14.68	1.45	1.02	9.48	31.08	0	263	0	0	65.3	255.7	0	0	0	0	0
25	-3.86	-14.68	1.45	-2.85	-14.81	0.87	1.02	7.53	31.08	0	256.1	0	0	63.8	249.8	0	0	0	0	0
26	-2.85	-14.81	0.87	-1.85	-14.91	0.29	1.01	5.6	31.08	0	248.6	0	0	62.2	243.7	0	0	0	0	0
27	-1.85	-14.91	0.29	-1.35	-14.94	0	0.5	4.16	31.08	0	120	0	0	30.2	118.1	0	0	0	0	0
28	-1.35	-14.94	0	-0.84	-14.97	0	0.51	3.2	31.08	0	121.8	0	0	30.7	120.2	0	0	0	0	0
29	-0.84	-14.97	0	0	-15	0	0.84	1.91	31.08	0	201.7	0	0	51.1	200.1	0	0	0	0	0
30	0	-15	0	1	-15	0	1	0.15	31.08	0	194.4	0	0	49.6	194.3	0	0	0	0	0
31	1	-15	-5.7	1.17	-15	-5.7	0.17	-0.97	31.08	0	25.5	0	0	6.6	25.7	0	0	0	0	0
32	1.17	-15	-5.7	2.18	-14.96	-5.7	1.01	-2.09	31.08	0	149.5	0	0	38.5	151	0	0	0	0	0
33	2.18	-14.96	-5.7	3.18	-14.89	-5.7	1.01	-4.02	31.08	0	148.6	0	0	38.7	151.7	0	0	0	0	0
34	3.18	-14.89	-5.7	4.19	-14.79	-5.7	1.01	-5.95	31.08	0	147.2	0	0	38.8	152	0	0	0	0	0

35	4.19	-14.79	-5.7	5.2	-14.65	-5.7	1.02	-7.88	31.08	0	145.2	0	0	38.8	152	0	0	0	0	0
36	5.2	-14.65	-5.7	6.2	-14.47	-5.7	1.02	-9.83	31.08	0	142.7	0	0	38.7	151.5	0	0	0	0	0
37	6.2	-14.47	-5.7	7.21	-14.26	-5.7	1.03	-11.78	31.08	0	139.6	0	0	38.5	150.6	0	0	0	0	0
38	7.21	-14.26	-5.7	8.22	-14.02	-5.7	1.04	-13.75	31.08	0	135.9	0	0	38.1	149.3	0	0	0	0	0
39	8.22	-14.02	-5.7	8.67	-13.89	-5.7	0.47	-15.19	31.08	0	59.9	0	0	17	66.7	0	0	0	0	0
40	8.67	-13.89	-5.7	9.22	-13.73	-5.7	0.58	-16.19	31.08	0	71.8	0	0	20.6	80.8	0	0	0	0	0
41	9.22	-13.73	-5.7	10.23	-13.41	-5.7	1.06	-17.74	31.08	0	126.8	0	0	37	145	0	0	0	0	0
42	10.23	-13.41	-5.7	11.24	-13.05	-5.7	1.07	-19.77	31.08	0	121.3	0	0	36.2	141.9	0	0	0	0	0
43	11.24	-13.05	-5.7	12.24	-12.65	-5.7	1.08	-21.83	31.08	0	115.1	0	0	35.3	138.1	0	0	0	0	0
44	12.24	-12.65	-5.7	13.25	-12.2	-5.7	1.1	-23.91	31.08	0	108.3	0	0	34.1	133.6	0	0	0	0	0
45	13.25	-12.2	-5.7	14.26	-11.71	-5.7	1.12	-26.03	31.08	0	100.7	0	0	32.7	128.1	0	0	0	0	0
46	14.26	-11.71	-5.7	15.26	-11.17	-5.7	1.14	-28.19	31.08	0	92.4	0	0	31	121.5	0	0	0	0	0
47	15.26	-11.17	-5.7	16.27	-10.58	-5.7	1.17	-30.4	31.08	0	83.3	0	0	29	113.6	0	0	0	0	0
48	16.27	-10.58	-5.7	16.67	-10.33	-5.7	0.47	-31.96	31.08	0	30.6	0	0	10.9	42.8	0	0	0	0	0
49	16.67	-10.33	-5.7	17.27	-9.93	-5.7	0.72	-33.1	31.08	0	42.9	0	0	15.7	61.4	0	0	0	0	0
50	17.27	-9.93	-5.7	18.28	-9.23	-5.7	1.23	-34.96	31.08	0	62.5	0	0	23.7	92.9	0	0	0	0	0
51	18.28	-9.23	-5.7	19.29	-8.46	-5.7	1.27	-37.34	31.08	0	50.7	0	0	20.2	79.2	0	0	0	0	0
52	19.29	-8.46	-5.7	20.29	-7.62	-5.7	1.31	-39.8	31.08	0	37.7	0	0	15.9	62.4	0	0	0	0	0
53	20.29	-7.62	-5.7	21.3	-6.71	-5.7	1.36	-42.35	31.08	0	23.6	0	0	10.6	41.6	0	0	0	0	0
54	21.3	-6.71	-5.7	22.31	-5.7	-5.7	1.42	-45.01	31.08	0	8.1	0	0	3.9	15.4	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)

dx=spostamento orizzontale

McapL=Momento ultimo lato sx

McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

Progetto: My Project

Risultati per la Design Section 4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(perm	F(temp	F(perm	F(temp	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	EQK - Seismic	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.35	0.9	1	1
1	DM08_ITA	EQK - Seismic	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.35	0.9	1	1
2	DM08_ITA	EQK - Seismic	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.35	0.9	1	1

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Sommario di ogni approccio

SLE	Mom. paratia	Taglio paratia	Spost. paratia	Vincolo	Vincolo	Infissione	Commenti
SLU	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	Reazione (kN/m)	TSF critico	FS paratia	
SLE	413.56	107.95	2.59	No supports	No supports	2.067	Calculation successful, however items may be unsafe
SLU	744.37	198.93	9	No supports	No supports	1.632	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	412.09	117.12	1.88	No supports	No supports	1.938	Calculation successful
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	532.89	146.57	5.39	No supports	No supports	1.55	Calculation successful
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	877.52	263.85	14.39	No supports	No supports	1.348	Calculation successful

Sommario esteso

	Risultati di calcolo	Spost. paratia	Cedimenti	Mom. paratia	Mom. paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
SLE	Calculation successful, however items may be unsafe	2.59	2.14	413.56	413.56
SLU	Calculation successful	9	7.81	744.37	744.37
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Calculation successful	1.88	1.58	412.09	412.09

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Calculation successful	5.39	4.67	532.89	532.89
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	Calculation successful	14.39	12.81	877.52	877.52

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	TSF combinato /	TSF momento /	TSF taglio /	SLS cls Ver. tensionale
SLE	107.95	107.95	0.23	0.23	0.273	N/A
SLU	198.93	198.93	0.413	0.413	0.504	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	117.12	117.12	0.229	0.229	0.297	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	146.57	146.57	0.296	0.296	0.371	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	263.85	263.85	0.487	0.487	0.668	N/A

	SLS acciaio Ver. tensionale	Vincolo R max (kN/m)	Vincolo R max (kN)	Vincolo TSF GEO	Vincolo TSF STR	Vincolo Verifica pull out	FS Fondo scavo
SLE	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
SLU	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	4.408
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports	3.527

	FS Passivo	FS piede Rotazione	FS piede Lunghezza	Zcut (Paratie)	FS Pass. mobilitata	FS Vera/Attiva	FS Sifonamento
SLE	N/A	3.001	2.067	N/A	3.062	1.459	N/A
SLU	3.468	2.051	1.632	N/A	2.605	1.198	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3.698	2.407	1.938	N/A	2.967	1.473	N/A
1: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2.791	1.82	1.55	N/A	2.012	1.28	N/A
1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2.609	1.538	1.348	N/A	1.877	1.286	N/A

Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment (kN-m/m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN/m)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Displacements (cm)	14.386	4: 1: DM08_ITA: EQK -	2: Stage 2	1: Wall 1	N/A

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

		Seismic			
Surface Settlements (cm)	12.812	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Toe FS Passive (Classic)	2.609	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Rotation (Classic)	1.538	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Length (Classic)	1.348	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
Toe FS Passive Mob (Paratie)	1.877	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2
FS 1.0 Req. Embed (Classic) (m)	6.9	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	2

Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Results not available					

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Wall Moment ABS (kN-m)	877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment +M (kN-m)	0	1: SLU	2: Stage 2	1: Wall 1	0
Wall Moment -M (kN-m)	-877.52	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	1
Wall Moment Check	0.487	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Moment Capacity (kN-m/m)	1800.819	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	32
Wall Shear (kN)	263.85	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Check	0.668	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42
Wall Shear Capacity (kN/m)	394.754	4: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic	2: Stage 2	1: Wall 1	42

Momento massimo per ogni fase

	Approccio di base				
M Stage #0 (kN-m/m)	0	0	0	0	0
M Stage #1 (kN-m/m)	-309.5	-450.75	-402.35	-506.2	-506.2
M Stage #2 (kN-m/m)	-413.56	-744.37	-412.09	-532.89	-877.52

Taglio massimo per ogni fase

	Approccio di base				
Shear Stage #0 (kN/m)	0	0	0	0	0
Shear Stage #1 (kN/m)	89.69	119.46	116.6	-134.44	-134.44
Shear Stage #2 (kN/m)	107.95	-198.93	117.12	-146.57	-263.85

Massima reazione vincolare

	Approccio di base				
Support Rmax Stage #0 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Support Rmax Stage #2 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
------	-------	-------	-------	----	----	-----	------	-------	-----	-----	-----	------	------	------	--------	-------

	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	Springs	Springs	Springs	Springs		Model	
Ghiaia messina	19	19	38	0	N/A	N/A	N/A	80550	128880	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	
Sedimenti fluviali e costieri	18	16	37	0	N/A	N/A	N/A	21670	34672	0.25	4.02	N/A	N/A	True	Linear	
Calcarei brecciati	19	16	25	20	N/A	N/A	N/A	40000	64000	0.41	2.46	N/A	N/A	True	Linear	

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidità molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
10	Sedimenti fluviali e costieri	1	0.4
-17	Calcarei brecciati	1	0.58

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

Name	Strength Fy	Fu	Elastic E	Density g
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)
A-36	248.3	469	200100	77.0046
A-50	344.8	510	200100	77.0046

Calcestruzzo

Name	Strength Fc'	Elastic E	Density g	Tension Strength Ft
	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
C28/35	28	32308	25	10
4 ksi Concrete	27.6	24874.5	23.5728	10
5 ksi Concrete	34.5	27810.5	23.5728	10
C25/30	25	31476	25	10

Barre in acciaio

Name	Strength Fy	Elastic E
	(MPa)	(MPa)
S1860 (Strands fyk)	1670	210000
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S1860 (Strands fyk)	1670	210000

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

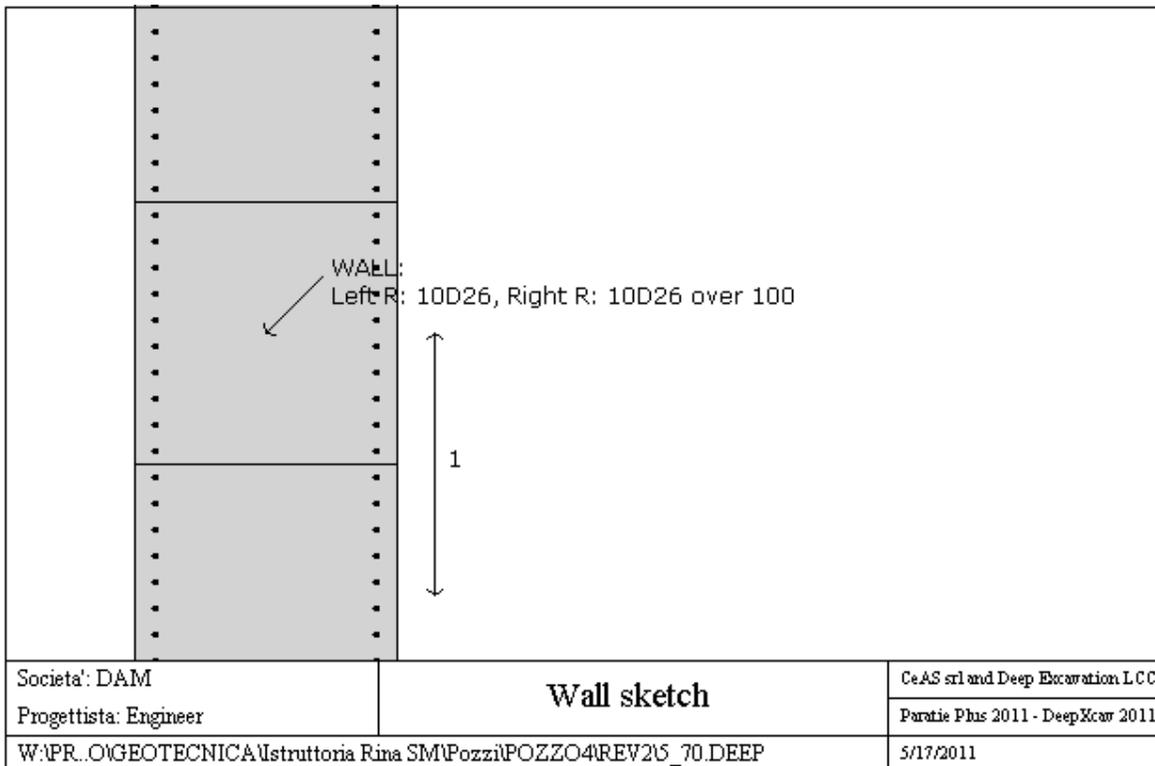
B450C	450	210000
-------	-----	--------

Legno					
Name	Ultimate Bending Strength Fbu (MPa)	Ultimate Tensile Strength Ft _u (MPa)	Ultimate Shear Strength Fv _u (MPa)	Density g (kN/m ³)	Elastic E (MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio
 Name=nome materiale
 strength fy=fyk=res caratteristica acciaio
 Fu=fuk=resistenza ultima
 Elastic E=modulo elastico
 Density g=peso specifico
 CONCRETE=calcestruzzo
 Name=nome materiale
 f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls
 Elastic E=modulo elastico
 Density g=peso specifico
 Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica
 STEEL REBAR
 Name=nome materiale
 strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio
 Elastic E=modulo elastico
 WOOD=legno
 Name=nome materiale
 Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione
 Ultimate tensile strength Ft_u=ftuk=res caratt. parallela alle fibre
 Ultimate shear strength Fv_u=fvuk=res. caratt. a taglio
 Density g=peso specifico
 Elastic E=modulo elastico

PROPRIETA' SEZIONI TRAVI DI RIPARTIZIONE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: paratia

Tipo paratia: Diaframma

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1

fc' cls = 25 Fy barre = 450 Ecls = 31476 FcT calcestruzzo a trazione = 10% di Fc'

fy profilati in acciaio = 248.3 Eacciaio = 200100

Attrito paratia: % attrito terreno = 0%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con ACI 318-2002.

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Diaframma

Tabella: dati solette

Name	Shape	Fy	Fc'	D	B	Bw	tf	Ctop	Cbot	AsTop	AsBot	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm2)	(cm2)	(cm2)	(kN)	(kN-m)
paratia	Rect	450	25	100	100	N/A	N/A	7.6	7.6	53.1	53.1	10000	0	0

PROPRIETA' GENERALI

Le travi di ripartizione sono utilizzate sui supporti come elementi strutturali ma non vengono inclusi nel calcolo della rigidezza della paratia.

f'c=fck= resistenza cilindrica del calcestruzzo

fyk=fyk= resistenza caratteristica acciaio

fy= resistenza caratteristica barre di armatura

TABELLA DEI PARAMETRI (parametri principali)

1) Tutte le travi di ripartizione in calcestruzzo hanno sezione rettangolare

N/A= dato non disponibile

Fy=fyk

F'c=fck

D= altezza della trave

B= larghezza della trave

2)Proprieta' della trave in acciaio

W= peso per unita' di lunghezza

A= area

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

D= diametro
tw= spessore anima
tp= spessore tubo
bf= larghezza ala
tf= spessore ala
k= spessore flangia
Ixx= modulo di inerzia asse forte (per unita' di lunghezza)
Sxx= momento statico asse forte (per unita' di lunghezza)
rx= raggio giratore di inerzia - asse X
ry= raggio giratore di inerzia - asse Y
Iyy= modulo di inerzia asse debole (per unita' di lunghezza)
Syy= momento statico asse debole (per unita' di lunghezza)
rT= raggio giratore per la torsione
Cw= costante di ingobbimento

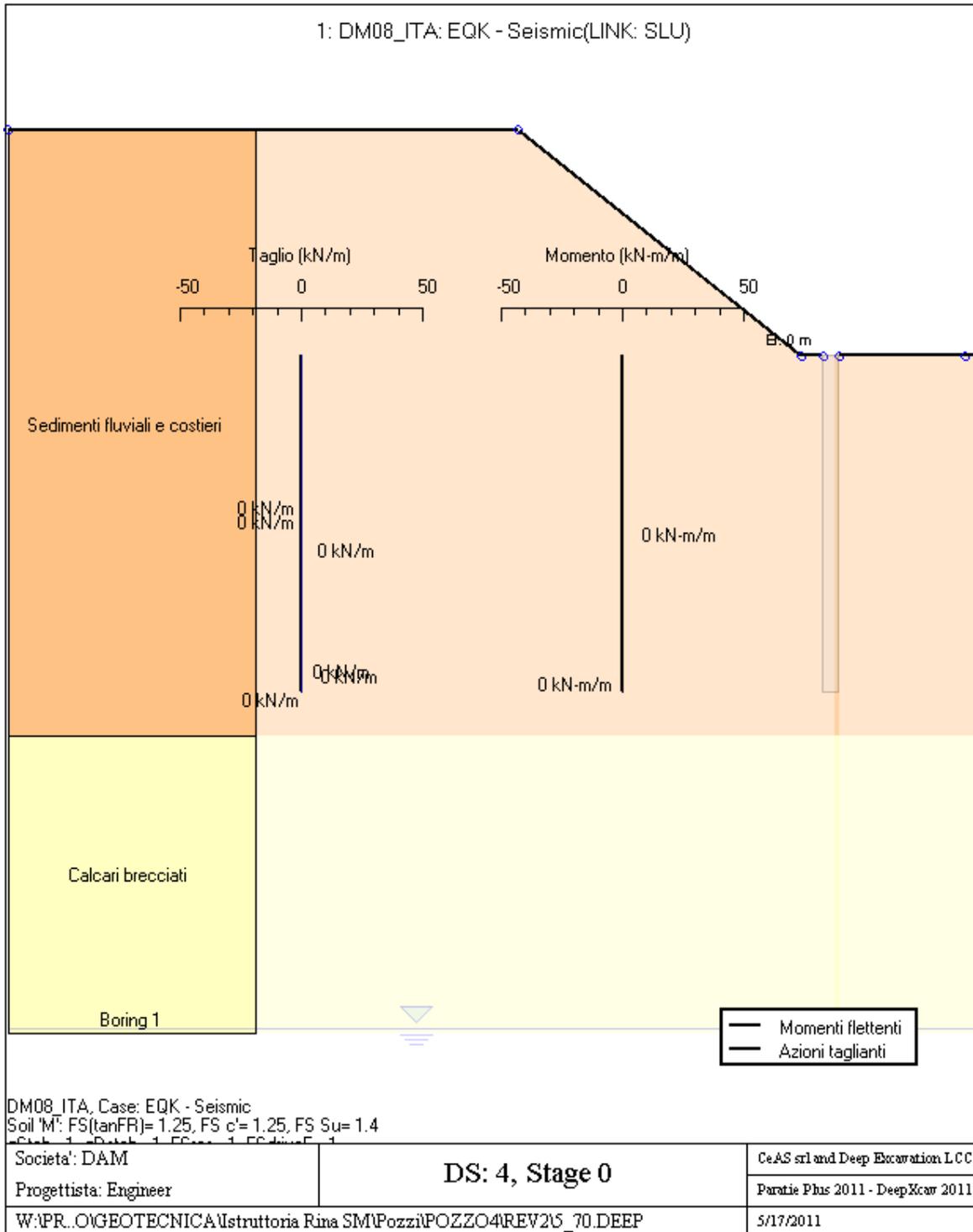
GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev F0
Data 20/06/2011

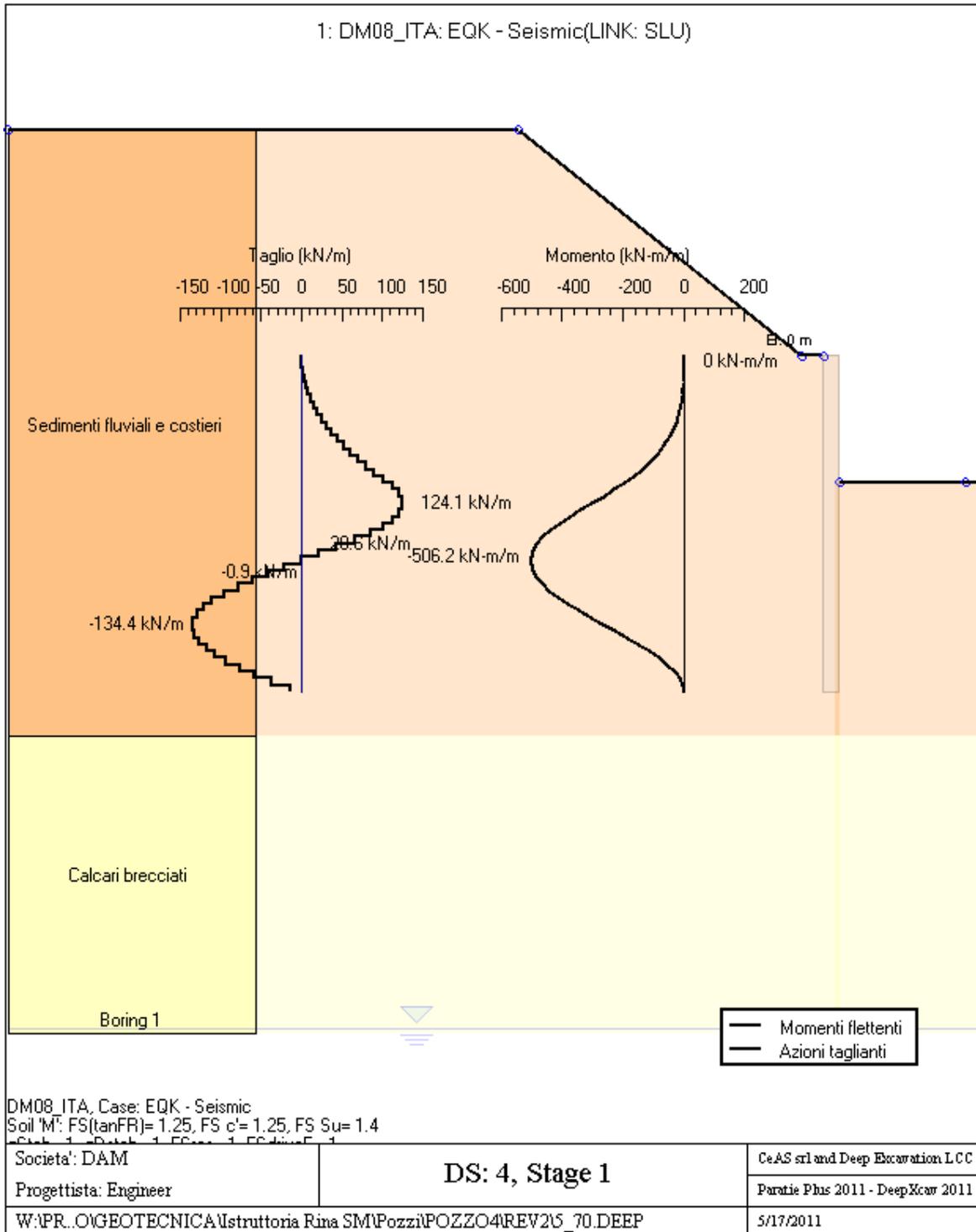


**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev
F0

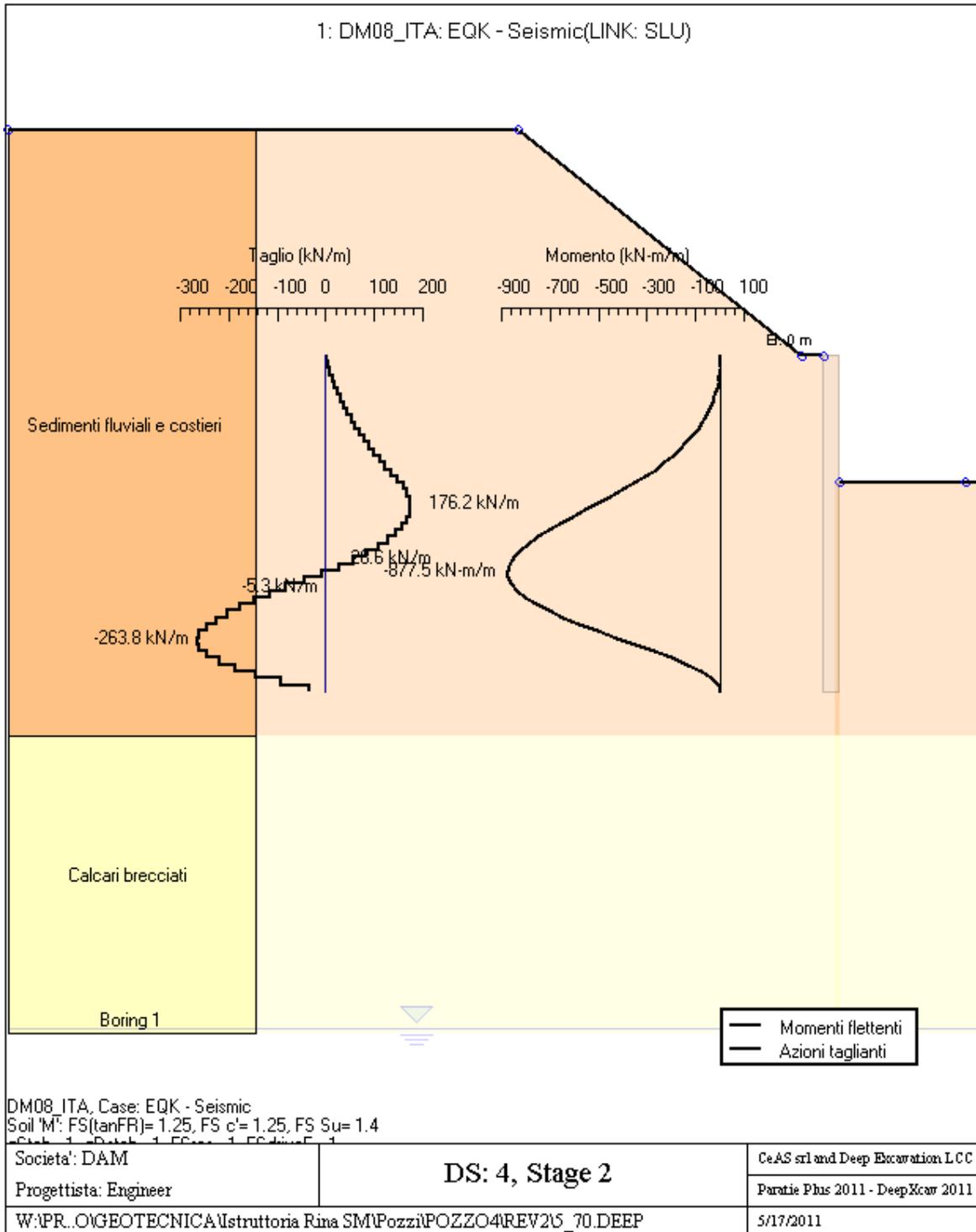
Data
20/06/2011



**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev F0
Data 20/06/2011



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SF0331_F0	<i>Rev</i> F0

PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contlever	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FSwall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	8.014	8.323	8.014
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.632	1.984	3.042
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth	Fixed	N/A	1	1.348	1.538	2.609

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

Conventional=analisi all'equilibriolimito

springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)

DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata

U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata

Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.158	0	1	N/A
1	No		0.158	0	1	N/A
2	Yes		0.158	0	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Stabilita' del piede

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Stage #0	8.014	8.014	8.323	50	3.962	1.843

Stage #1	1.632	3.042	1.984	1.632	2.182	1.286
Stage #2	1.348	2.609	1.538	1.348	1.877	1.307

TABELLA RISULTATI PARATIA

Wall 1 Stage: 0

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	29.533	29.533	29.533	29.533	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	52.224	52.224	52.224	52.224	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	70.884	70.884	70.884	70.884	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	86.95	86.95	86.95	86.95	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	101.24	101.24	101.24	101.24	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	114.26	114.26	114.26	114.26	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	126.37	126.37	126.37	126.37	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	137.82	137.82	137.82	137.82	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	148.78	148.78	148.78	148.78	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	159.4	159.4	159.4	159.4	0	0	0	0	0	0	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 1

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	9.202	0	9.202	0	0	0	0	3.21	5.39	3.96	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	19.54	0	19.54	0	0	0	0	27.4	25.36	3.37	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	30.184	0	30.184	0	0	0	0	95.49	60.87	2.79	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	40.864	15.048	40.864	15.048	0	0	0	231.31	112.42	2.21	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	51.509	90.288	51.509	90.288	0	0	0	411.56	112.37	1.66	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	62.067	133.71	62.067	133.71	0	0	0	506.2	20.62	1.14	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	73.2	131.12	73.2	131.12	0	0	0	445.37	-78.62	0.66	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	120.31	123.4	120.31	123.4	0	0	0	268.21	-133.51	0.22	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	158.97	113.32	158.97	113.32	0	0	0	83.13	-106.48	-0.2	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	190.32	103.15	190.32	103.15	0	0	0	0	-13.08	-0.61	1800.82	1800.82	394.75	394.75

Wall 1 Stage: 2

Wall Node	EL (m)	Sht L (kPa)	Sht R (kPa)	Shs L (kPa)	Shs R (kPa)	q (kPa)	U L (kPa)	U R (kPa)	M (kN-m/m)	V (kN/m)	dx (cm)	Mcap L (kN-m/m)	Mcap R (kN-m/m)	VcapL (kN/m)	VcapR (kN/m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.74	14.39	1800.82	1800.82	394.75	394.75
5	-1.5	9.202	0	9.202	0	0	0	0	15.69	20.11	12.62	1800.82	1800.82	394.75	394.75
10	-3	19.54	0	19.54	0	0	0	0	75.06	54.32	10.85	1800.82	1800.82	394.75	394.75
15	-4.5	30.184	0	30.184	0	0	0	0	197.67	101.84	9.09	1800.82	1800.82	394.75	394.75
20	-6	40.864	13.805	40.864	13.805	0	0	0	403.74	162.28	7.35	1800.82	1800.82	394.75	394.75
25	-7.5	51.509	82.829	51.509	82.829	0	0	0	662.7	167.82	5.64	1800.82	1800.82	394.75	394.75
30	-9	62.066	151.85	62.066	151.85	0	0	0	851.25	85.92	3.99	1800.82	1800.82	394.75	394.75
35	-10.5	72.581	187.39	72.581	187.39	0	0	0	839.18	-79.88	2.41	1800.82	1800.82	394.75	394.75
40	-12	83.334	150.66	83.334	150.66	0	0	0	581.72	-223.21	0.9	1800.82	1800.82	394.75	394.75
45	-13.5	177.36	94.544	177.36	94.544	0	0	0	201.1	-243.74	-0.57	1800.82	1800.82	394.75	394.75
50	-15	260.81	47.467	260.81	47.467	0	0	0	0	-32	-2.01	1800.82	1800.82	394.75	394.75

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

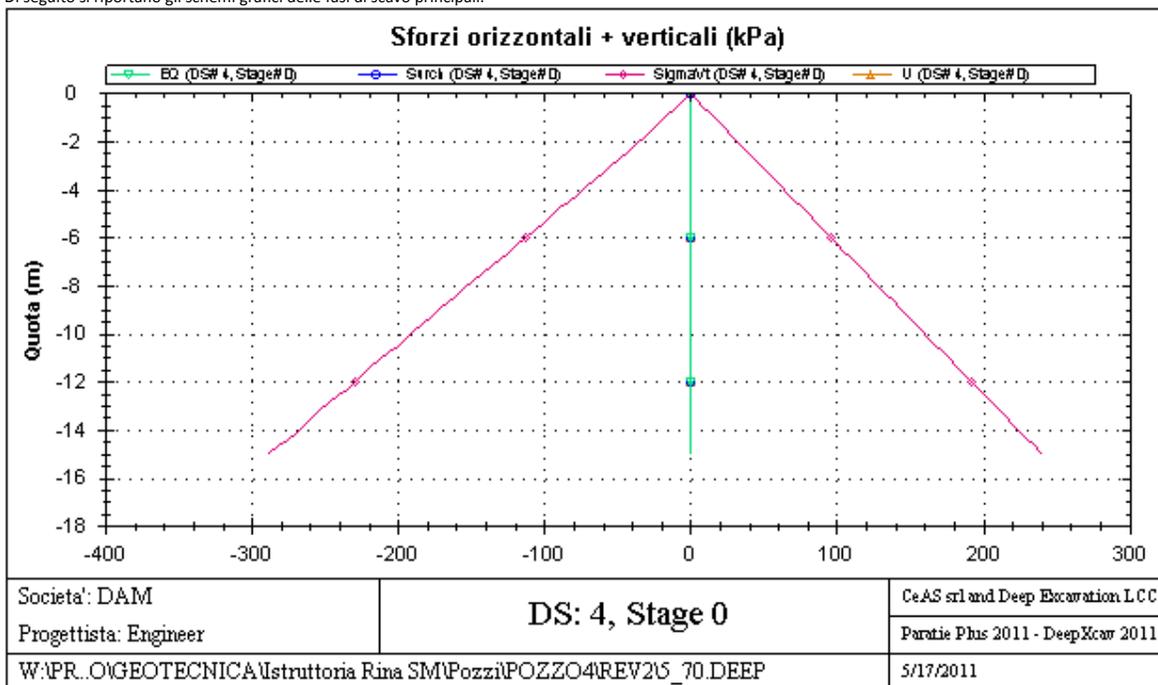
U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)
dx=spostamento orizzontale
McapL=Momento ultimo lato sx
McapR=Momento ultimo lato dx
VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx
VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

GRAFICI FASI DI SCAVO

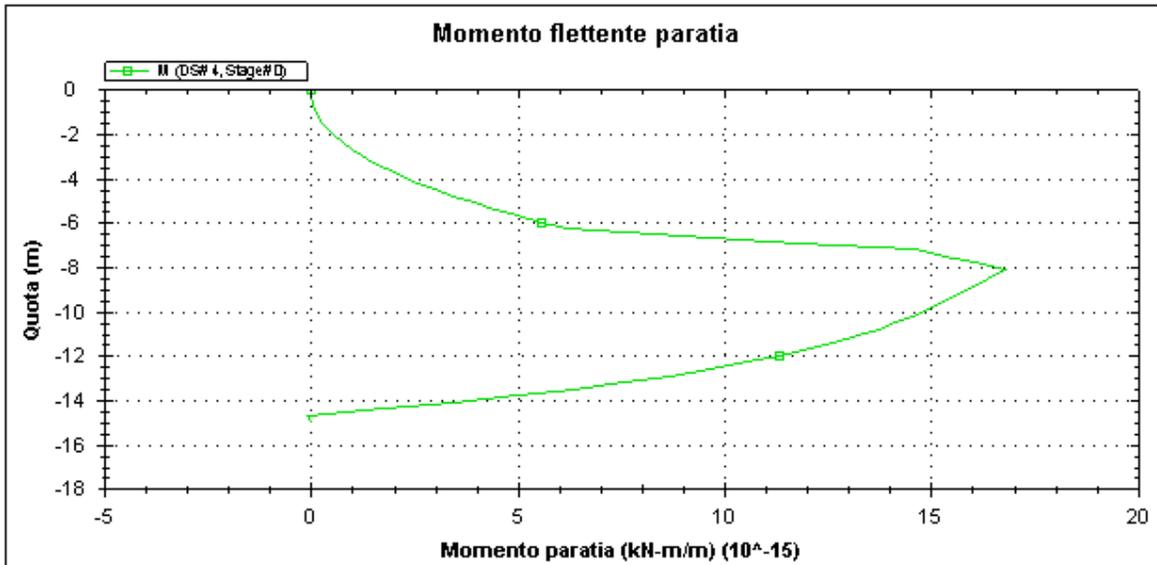
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.



POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

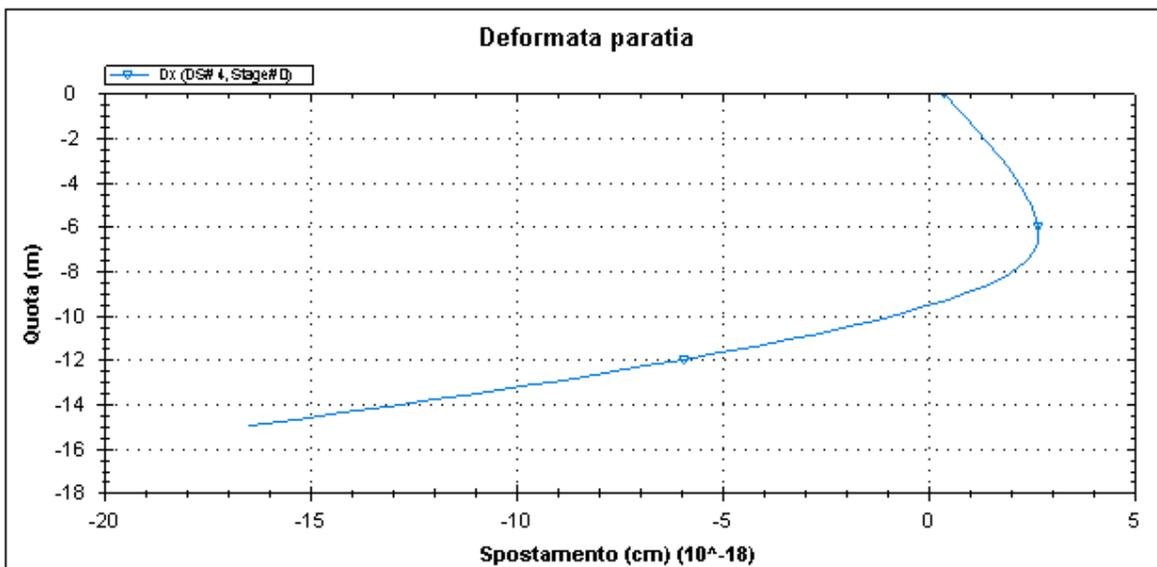
DS: 4, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 4, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

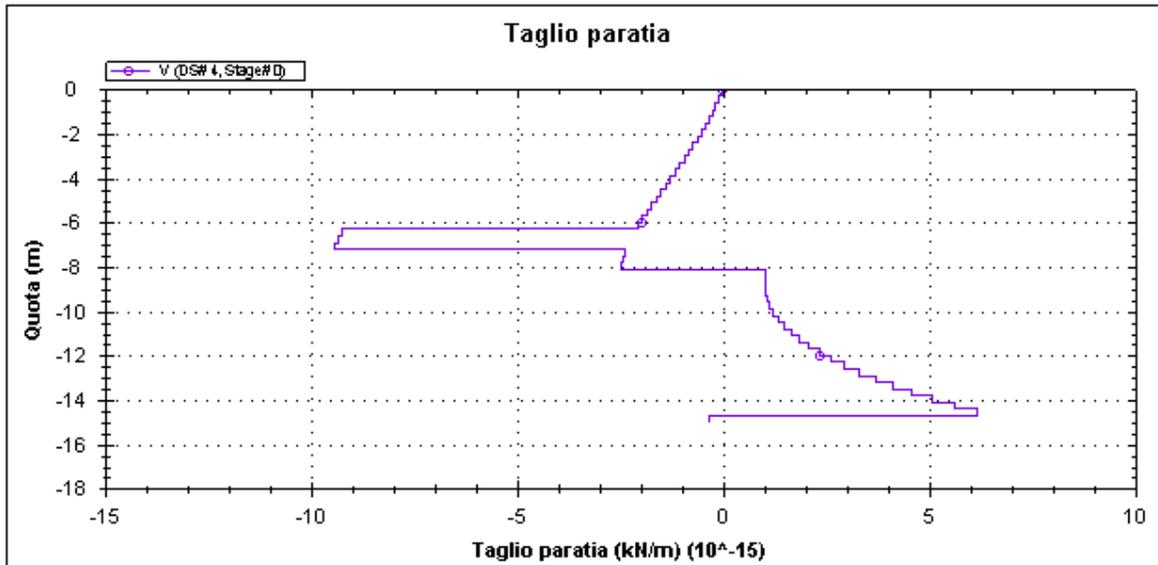
W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

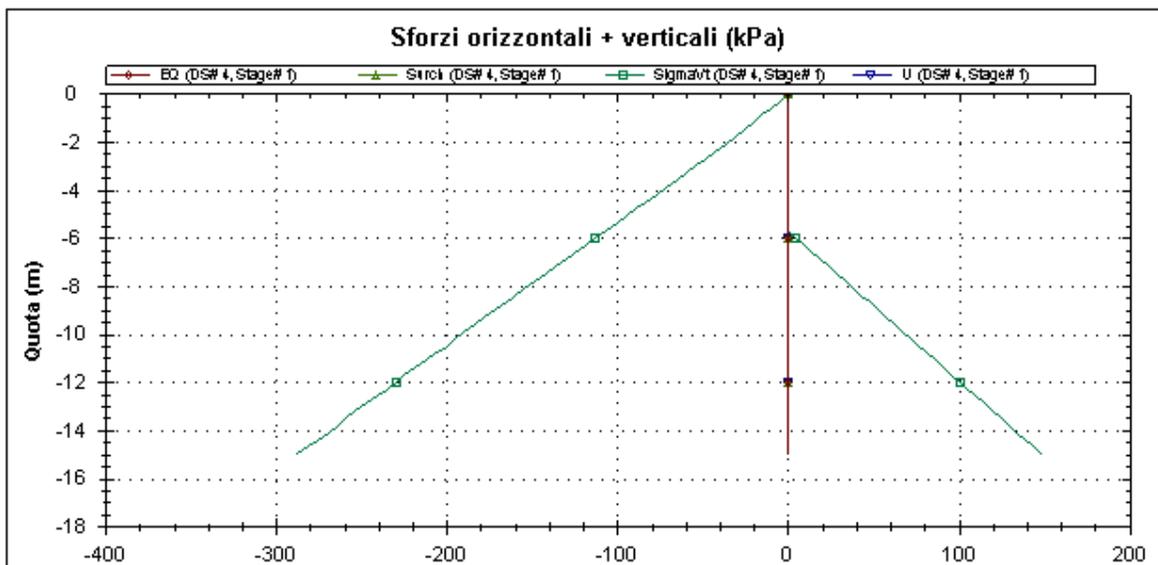
DS: 4, Stage 0

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 4, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

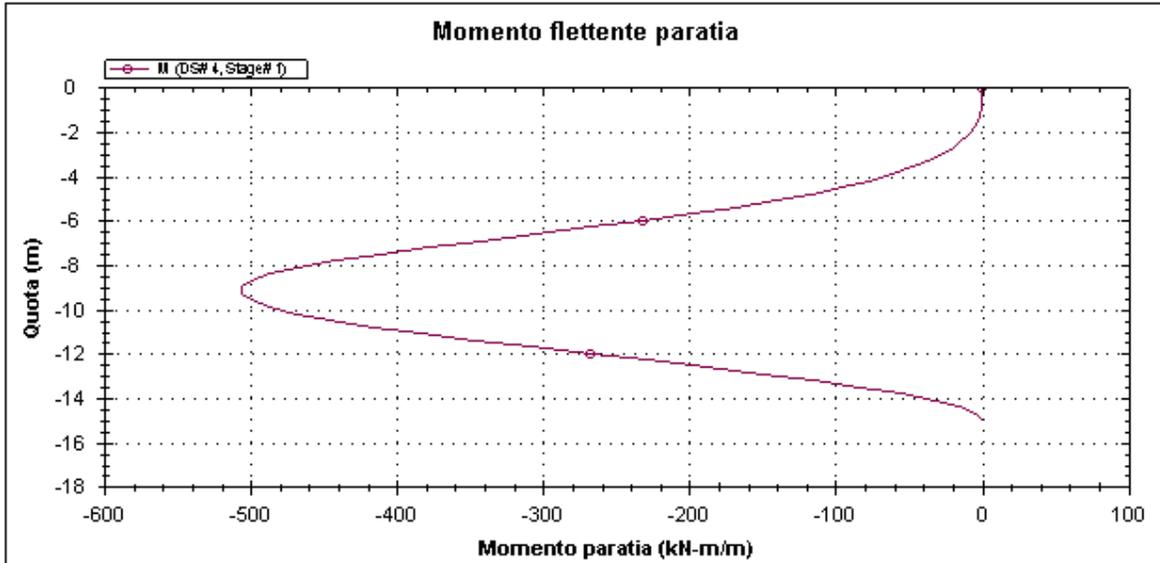
W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

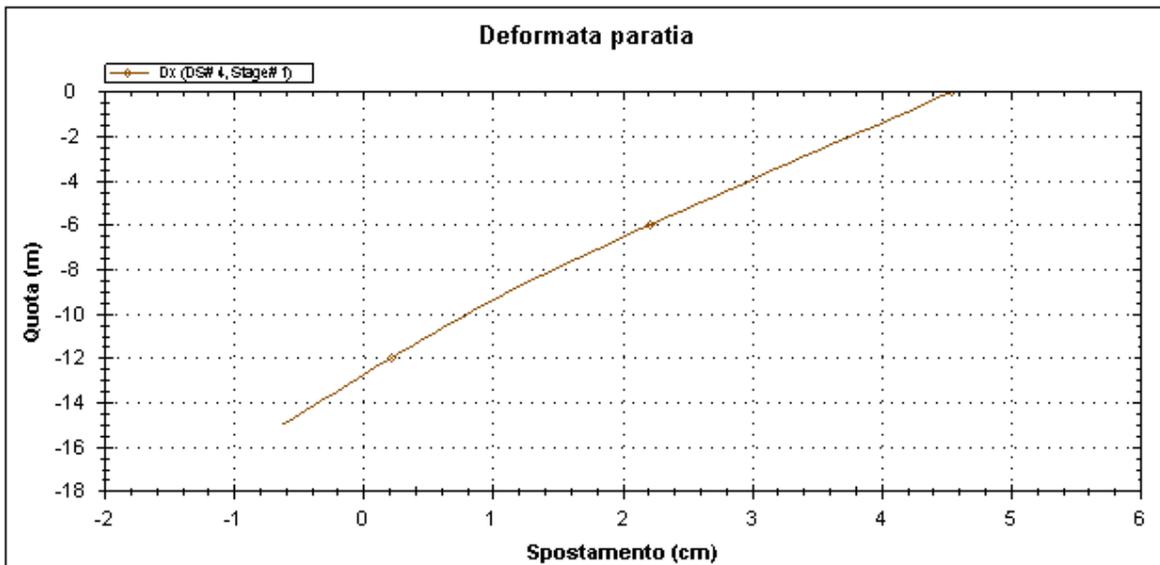
DS: 4, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

DS: 4, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

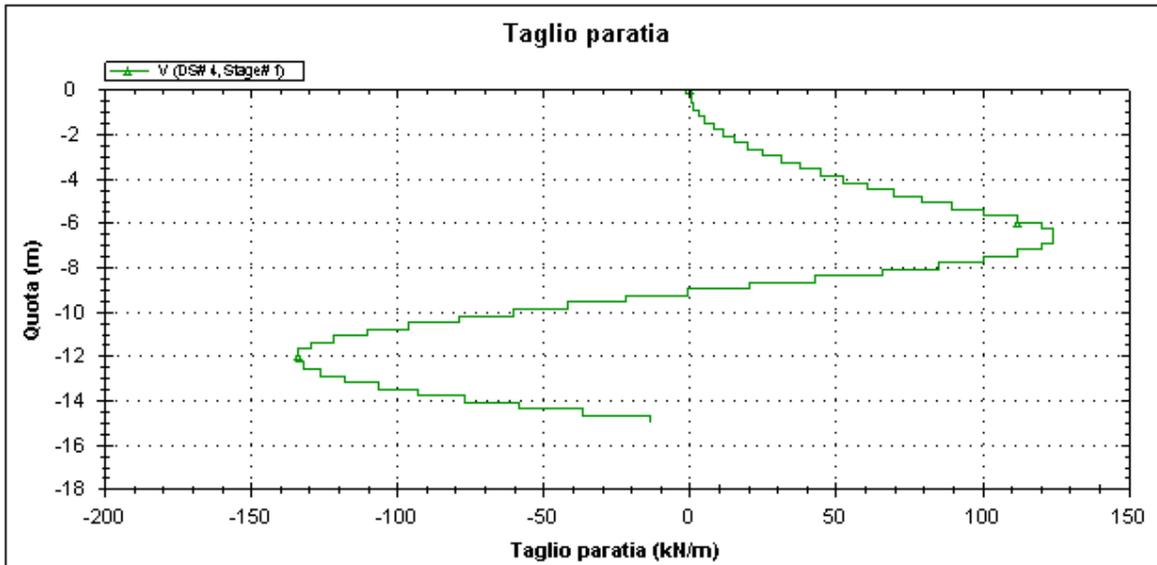
W:\PR_O\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM

Progettista: Engineer

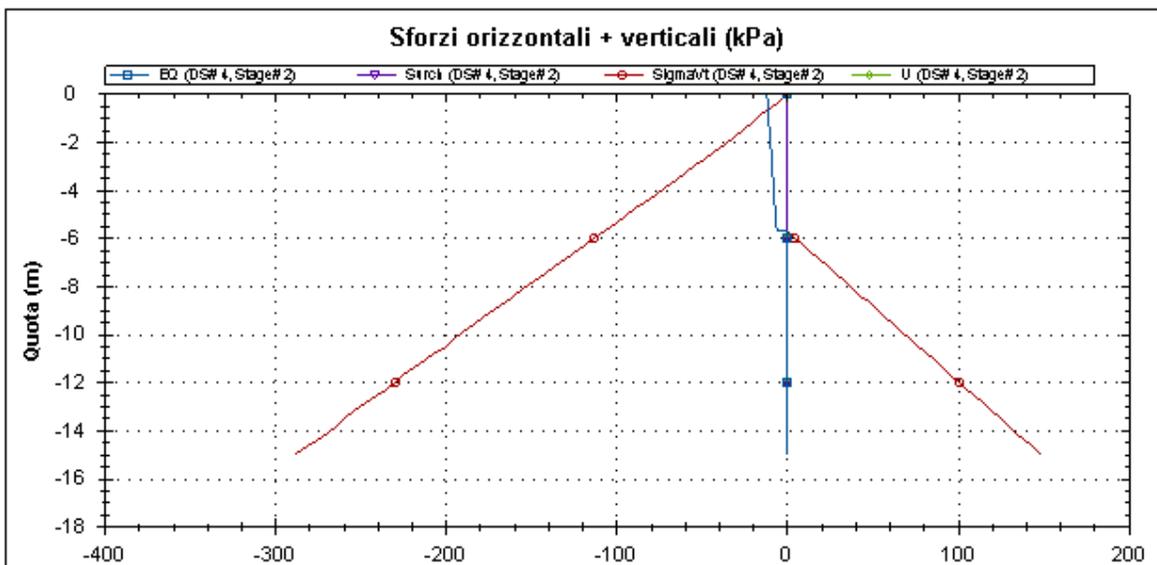
DS: 4, Stage 1

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM

Progettista: Engineer

DS: 4, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

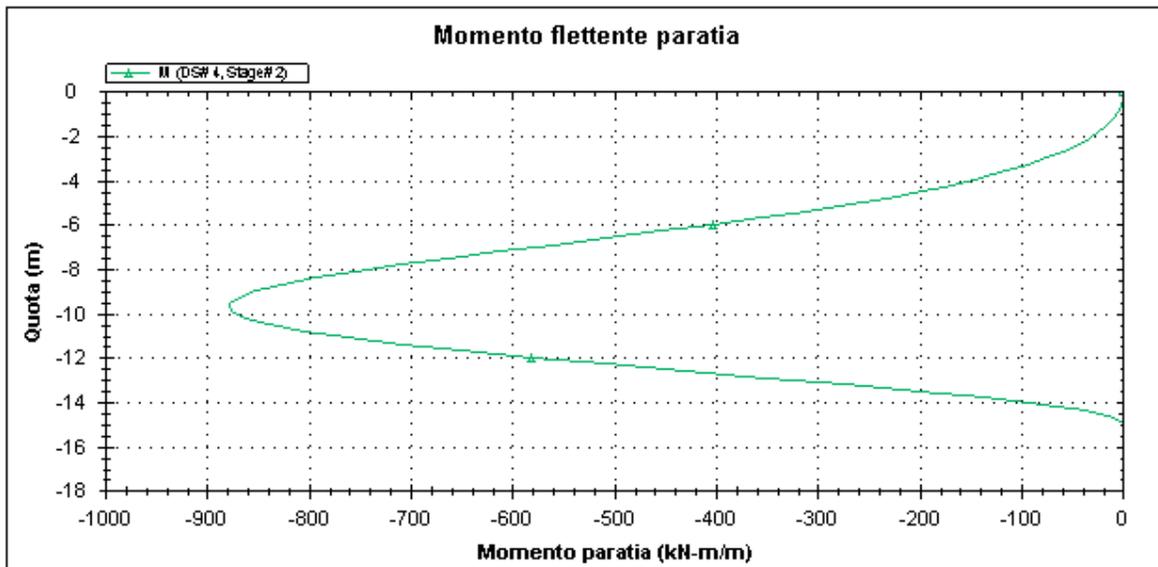
W:\PR.0\GEOTECNICA\struttura Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011

POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE

Codice documento
SF0331_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

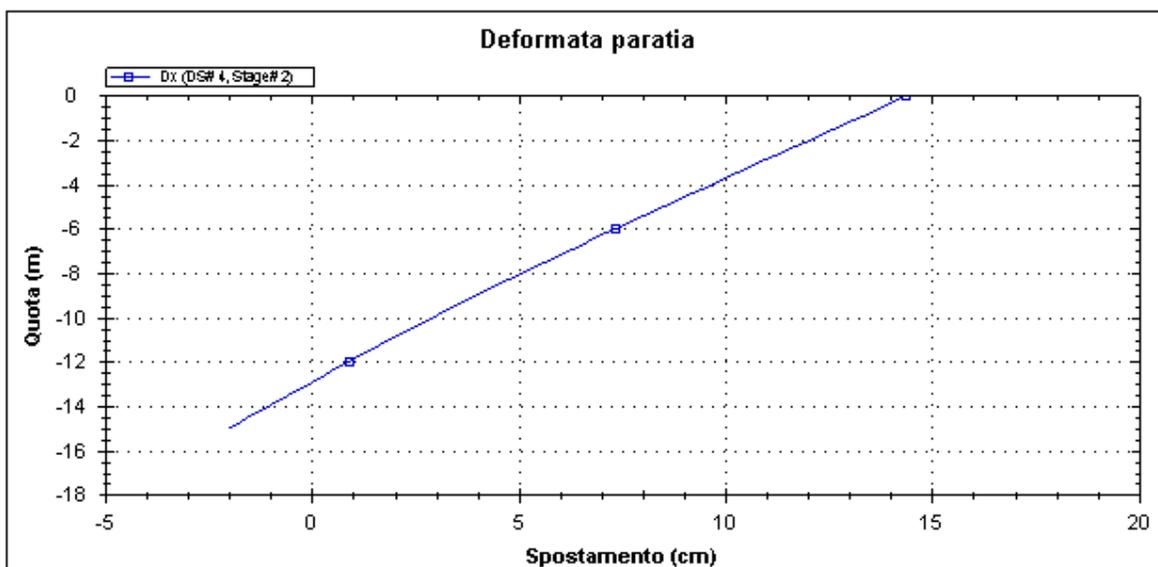
DS: 4, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



Societa': DAM
Progettista: Engineer

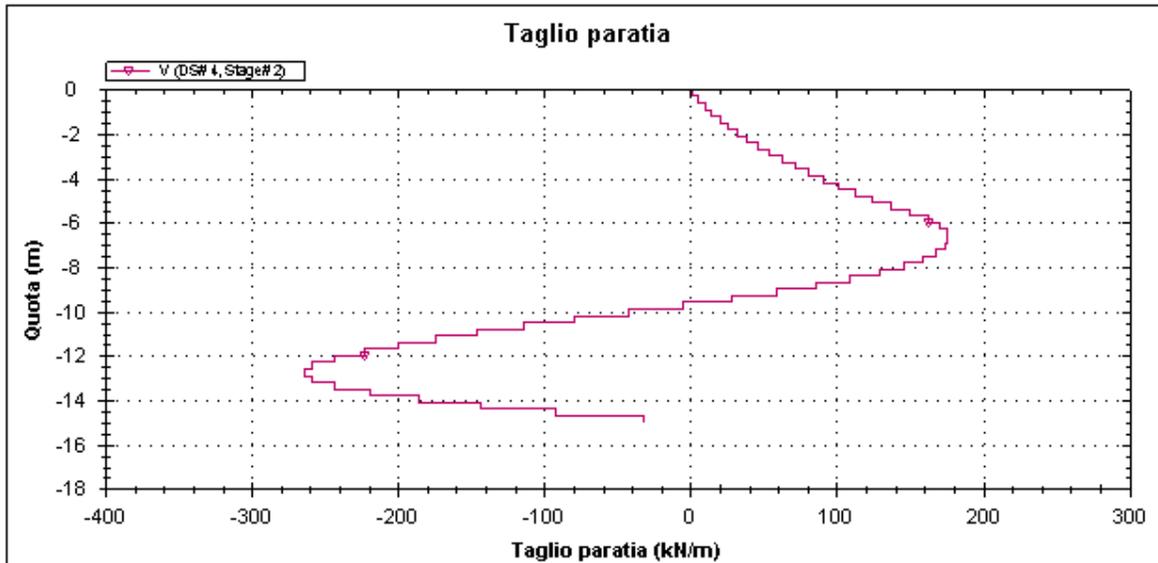
DS: 4, Stage 2

CeAS srl and Deep Excavation LCC

Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011

W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP

5/17/2011



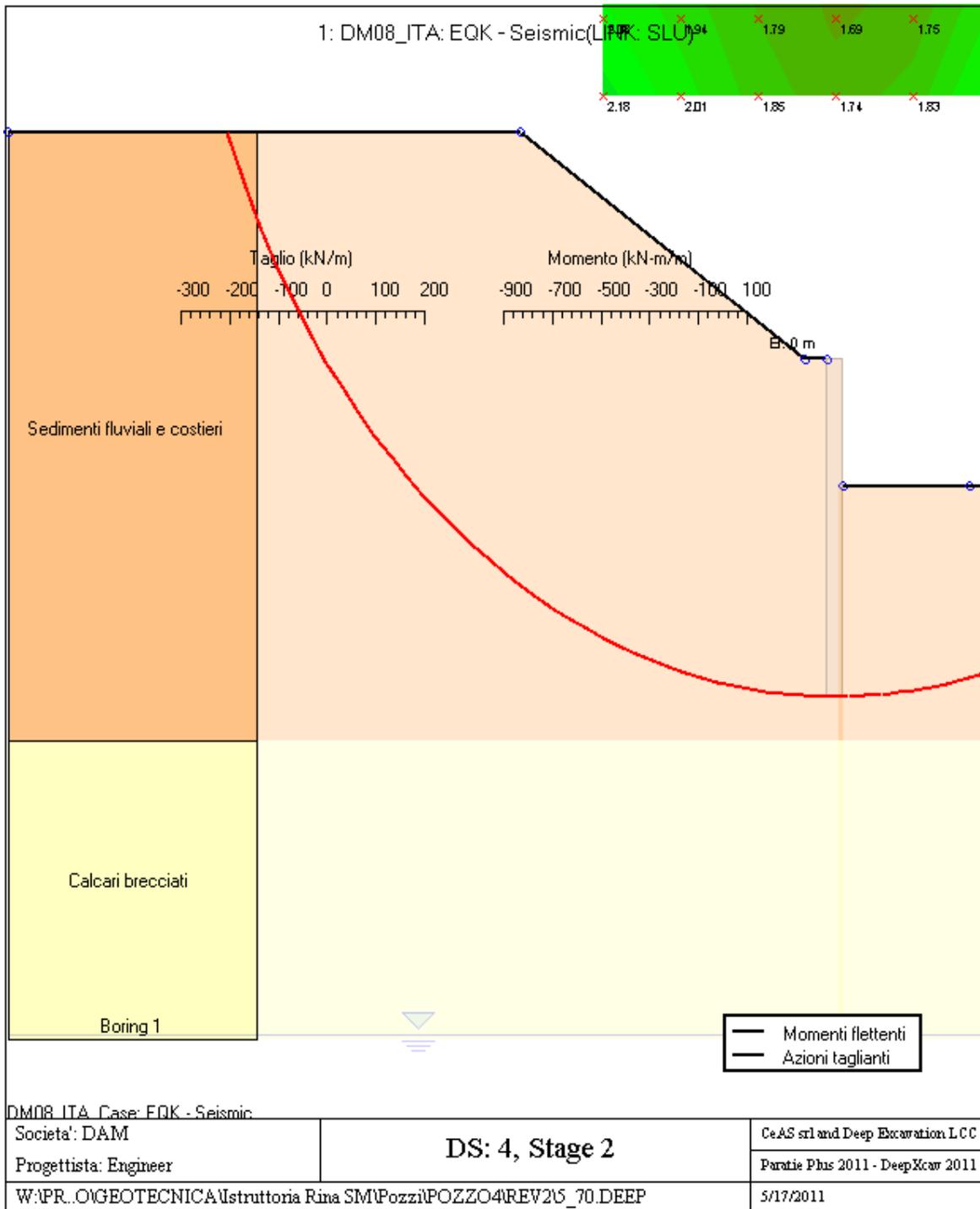
Societa': DAM	DS: 4, Stage 2	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar 2011
W:\PR.0\GEOTECNICA\Istruttoria Rina SM\Pozzi\POZZO4\REV2\5_70.DEEP		5/17/2011

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%
 Larghezza massima concio = 1 m
 Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia
 Sinistra = -13.66 m, Destra = 10.07 m, Spaziatura orizzontale = 5
 Alto = 28.56 m, Basso = 11.63 m, Spaziatura verticale = 5
 La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m
 La ricerca del raggio finisce alla base del modello
 5 intervallo di raggi e' usato
 Angolo limite attivo non e' usato
 Angolo limite passivo non e' usato
 La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio
 La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)
 Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo
 Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ITA_ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 1: DM08_ITA: EQK - Seismic

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0
ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 1
ITA_Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

ITA_Analisi di stabilita' del pendio Stage: 2
ITA_Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.
ITA_Punto critico a x = 0.578 z= 25.174 FS= 1.651

Slice No.	x1 m	ZsL m	ZtL m	x2 m	ZsL m	ZtL m	DL m	an deg	Fr deg	c kPa	Wn kN/m	ubL kPa	ubR kPa	tBase kN/m	Nr kN/m	EiL kN/m	EiR kN/m	TL kN/m	TR kN/m	Ubf kN/m
0	-36.62	10	10	-35.63	7.75	10	2.46	66.06	31.08	0	18	0	0	8.9	24.3	0	0	0	0	0
1	-35.63	7.75	10	-34.63	5.81	10	2.18	62.75	31.08	0	51.4	0	0	24	65.7	0	0	0	0	0
2	-34.63	5.81	10	-33.63	4.1	10	1.98	59.78	31.08	0	80.6	0	0	35.9	98.4	0	0	0	0	0
3	-33.63	4.1	10	-32.63	2.56	10	1.84	57.05	31.08	0	106.6	0	0	45.8	125.4	0	0	0	0	0
4	-32.63	2.56	10	-31.63	1.16	10	1.72	54.52	31.08	0	130.1	0	0	54.1	148.2	0	0	0	0	0
5	-31.63	1.16	10	-30.63	-0.13	10	1.63	52.13	31.08	0	151.6	0	0	61.3	168	0	0	0	0	0
6	-30.63	-0.13	10	-29.63	-1.31	10	1.55	49.86	31.08	0	171.3	0	0	67.7	185.4	0	0	0	0	0
7	-29.63	-1.31	10	-28.64	-2.41	10	1.48	47.7	31.08	0	189.5	0	0	73.4	201	0	0	0	0	0
8	-28.64	-2.41	10	-27.64	-3.43	10	1.43	45.63	31.08	0	206.4	0	0	78.5	215	0	0	0	0	0
9	-27.64	-3.43	10	-26.64	-4.38	10	1.38	43.62	31.08	0	222.2	0	0	83.1	227.7	0	0	0	0	0
10	-26.64	-4.38	10	-25.64	-5.27	10	1.34	41.69	31.08	0	236.9	0	0	87.4	239.4	0	0	0	0	0
11	-25.64	-5.27	10	-24.64	-6.1	10	1.3	39.81	31.08	0	250.7	0	0	91.3	250.2	0	0	0	0	0
12	-24.64	-6.1	10	-23.64	-6.88	10	1.27	37.98	31.08	0	263.5	0	0	95	260.2	0	0	0	0	0
13	-23.64	-6.88	10	-22.64	-7.61	10	1.24	36.19	31.08	0	275.6	0	0	98.4	269.5	0	0	0	0	0
14	-22.64	-7.61	10	-21.65	-8.3	10	1.21	34.44	31.08	0	286.9	0	0	101.6	278.2	0	0	0	0	0
15	-21.65	-8.3	10	-20.65	-8.94	10	1.19	32.73	31.08	0	297.5	0	0	104.6	286.5	0	0	0	0	0
16	-20.65	-8.94	10	-19.65	-9.54	10	1.17	31.06	31.08	0	307.4	0	0	107.4	294.2	0	0	0	0	0
17	-19.65	-9.54	10	-18.67	-10.09	10	1.12	29.43	31.08	0	309.9	0	0	107.7	295	0	0	0	0	0
18	-18.67	-10.09	10	-17.65	-10.63	9.41	1.15	27.8	31.08	0	327.5	0	0	113.3	310.5	0	0	0	0	0
19	-17.65	-10.63	9.41	-16.65	-11.12	8.83	1.11	26.19	31.08	0	319.6	0	0	110.2	301.9	0	0	0	0	0
20	-16.65	-11.12	8.83	-15.65	-11.58	8.26	1.1	24.61	31.08	0	317.9	0	0	109.4	299.6	0	0	0	0	0
21	-15.65	-11.58	8.26	-14.65	-12	7.68	1.09	23.05	31.08	0	315.8	0	0	108.4	297	0	0	0	0	0
22	-14.65	-12	7.68	-13.66	-12.4	7.1	1.07	21.51	31.08	0	313.1	0	0	107.4	294.2	0	0	0	0	0
23	-13.66	-12.4	7.1	-12.66	-12.76	6.53	1.06	19.99	31.08	0	309.9	0	0	106.3	291.1	0	0	0	0	0
24	-12.66	-12.76	6.53	-11.66	-13.1	5.95	1.05	18.48	31.08	0	306.3	0	0	105.1	287.8	0	0	0	0	0
25	-11.66	-13.1	5.95	-10.66	-13.4	5.38	1.04	16.99	31.08	0	302.2	0	0	103.8	284.3	0	0	0	0	0
26	-10.66	-13.4	5.38	-9.66	-13.68	4.8	1.04	15.5	31.08	0	297.6	0	0	102.4	280.4	0	0	0	0	0
27	-9.66	-13.68	4.8	-8.66	-13.93	4.22	1.03	14.03	31.08	0	292.6	0	0	100.9	276.4	0	0	0	0	0
28	-8.66	-13.93	4.22	-7.66	-14.15	3.65	1.02	12.57	31.08	0	287.2	0	0	99.3	272.1	0	0	0	0	0
29	-7.66	-14.15	3.65	-6.67	-14.35	3.07	1.02	11.11	31.08	0	281.3	0	0	97.6	267.5	0	0	0	0	0
30	-6.67	-14.35	3.07	-5.67	-14.52	2.49	1.01	9.66	31.08	0	275	0	0	95.9	262.6	0	0	0	0	0
31	-5.67	-14.52	2.49	-4.67	-14.66	1.92	1.01	8.22	31.08	0	268.3	0	0	94	257.5	0	0	0	0	0
32	-4.67	-14.66	1.92	-3.67	-14.78	1.34	1.01	6.79	31.08	0	261.2	0	0	92	252.1	0	0	0	0	0
33	-3.67	-14.78	1.34	-2.67	-14.87	0.76	1	5.35	31.08	0	253.7	0	0	89.9	246.4	0	0	0	0	0
34	-2.67	-14.87	0.76	-1.35	-14.96	0	1.32	3.69	31.08	0	323.3	0	0	115.5	316.5	0	0	0	0	0
35	-1.35	-14.96	0	-0.67	-14.98	0	0.68	2.27	31.08	0	162	0	0	58.3	159.8	0	0	0	0	0
36	-0.67	-14.98	0	0	-15	0	0.67	1.3	31.08	0	161.6	0	0	58.5	160.3	0	0	0	0	0

**POZZO N.4- PARATIE- RELAZIONE DI CALCOLO
E VERIFICHE GEOTECNICHE**

Codice documento
SF0331_F0

Rev
F0
Data
20/06/2011

37	0	-15	0	1	-15	0	1	0.11	31.08	0	194.4	0	0	70.9	194.3	0	0	0	0	0
38	1	-15	-5.7	1.32	-15	-5.7	0.32	-0.83	31.08	0	48.1	0	0	17.7	48.4	0	0	0	0	0
39	1.32	-15	-5.7	2.32	-14.97	-5.7	1	-1.78	31.08	0	148.3	0	0	54.8	150.1	0	0	0	0	0
40	2.32	-14.97	-5.7	3.32	-14.91	-5.7	1	-3.2	31.08	0	147.6	0	0	55.1	150.9	0	0	0	0	0
41	3.32	-14.91	-5.7	4.32	-14.83	-5.7	1	-4.63	31.08	0	146.5	0	0	55.3	151.5	0	0	0	0	0
42	4.32	-14.83	-5.7	5.32	-14.72	-5.7	1	-6.06	31.08	0	145	0	0	55.4	151.7	0	0	0	0	0
43	5.32	-14.72	-5.7	6.32	-14.59	-5.7	1.01	-7.49	31.08	0	143.1	0	0	55.4	151.6	0	0	0	0	0
44	6.32	-14.59	-5.7	7.32	-14.44	-5.7	1.01	-8.93	31.08	0	140.8	0	0	55.2	151.2	0	0	0	0	0
45	7.32	-14.44	-5.7	8.31	-14.25	-5.7	1.02	-10.38	31.08	0	138.1	0	0	54.9	150.5	0	0	0	0	0
46	8.31	-14.25	-5.7	8.67	-14.18	-5.7	0.36	-11.36	31.08	0	48.5	0	0	19.5	53.4	0	0	0	0	0
47	8.67	-14.18	-5.7	9.31	-14.04	-5.7	0.66	-12.09	31.08	0	86.5	0	0	35	96	0	0	0	0	0
48	9.31	-14.04	-5.7	10.31	-13.81	-5.7	1.03	-13.29	31.08	0	131.4	0	0	53.9	147.8	0	0	0	0	0
49	10.31	-13.81	-5.7	11.31	-13.54	-5.7	1.03	-14.76	31.08	0	127.4	0	0	53.2	145.8	0	0	0	0	0
50	11.31	-13.54	-5.7	12.31	-13.25	-5.7	1.04	-16.23	31.08	0	123	0	0	52.3	143.4	0	0	0	0	0
51	12.31	-13.25	-5.7	13.31	-12.93	-5.7	1.05	-17.72	31.08	0	118.1	0	0	51.3	140.4	0	0	0	0	0
52	13.31	-12.93	-5.7	14.31	-12.59	-5.7	1.06	-19.22	31.08	0	112.8	0	0	50	136.9	0	0	0	0	0
53	14.31	-12.59	-5.7	15.3	-12.21	-5.7	1.07	-20.74	31.08	0	107	0	0	48.5	132.8	0	0	0	0	0
54	15.3	-12.21	-5.7	16.3	-11.8	-5.7	1.08	-22.27	31.08	0	100.7	0	0	46.7	128	0	0	0	0	0
55	16.3	-11.8	-5.7	16.67	-11.64	-5.7	0.4	-23.33	31.08	0	35.3	0	0	16.7	45.7	0	0	0	0	0
56	16.67	-11.64	-5.7	17.3	-11.36	-5.7	0.69	-24.1	31.08	0	58.6	0	0	28	76.8	0	0	0	0	0
57	17.3	-11.36	-5.7	18.3	-10.88	-5.7	1.11	-25.39	31.08	0	86.6	0	0	42.3	116	0	0	0	0	0
58	18.3	-10.88	-5.7	19.3	-10.38	-5.7	1.12	-26.97	31.08	0	78.8	0	0	39.6	108.6	0	0	0	0	0
59	19.3	-10.38	-5.7	20.3	-9.83	-5.7	1.14	-28.58	31.08	0	70.4	0	0	36.5	100	0	0	0	0	0
60	20.3	-9.83	-5.7	21.3	-9.25	-5.7	1.16	-30.22	31.08	0	61.4	0	0	32.9	90.2	0	0	0	0	0
61	21.3	-9.25	-5.7	22.29	-8.63	-5.7	1.18	-31.88	31.08	0	51.8	0	0	28.8	78.9	0	0	0	0	0
62	22.29	-8.63	-5.7	23.29	-7.97	-5.7	1.2	-33.57	31.08	0	41.5	0	0	24	65.7	0	0	0	0	0
63	23.29	-7.97	-5.7	24.29	-7.26	-5.7	1.22	-35.3	31.08	0	30.6	0	0	18.4	50.5	0	0	0	0	0
64	24.29	-7.26	-5.7	25.29	-6.51	-5.7	1.25	-37.07	31.08	0	18.9	0	0	11.9	32.7	0	0	0	0	0
65	25.29	-6.51	-5.7	26.29	-5.7	-5.7	1.28	-38.87	31.08	0	6.4	0	0	4.3	11.7	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)

dx=spostamento orizzontale

McapL=Momento ultimo lato sx

McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx