

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

U.O. GALLERIE

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)

GALLERIA FORZA D'AGRO'

RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS2S 02 D 07 RB GA0900 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
B	Consegna al CSLP	A. Duzi Nelli	Gen 2018	M. Ricci	Gen 2018	P. Carlesimo	Gen 2018	A. Sciotti Gen 2018

n. Elab.:1577

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	5
4.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	5
4.3	DOCUMENTI SUPERATI	5
5	ALLEGATI.....	6
6	DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO.....	6
7	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	8
7.1	IL TRACCIATO E LE OPERE IN SOTTERRANEO	8
7.2	INTERFERENZE LUNGO IL TRACCIATO	8
8	FASE CONOSCITIVA.....	9
8.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	9
8.2	INDAGINI GEOTECNICHE.....	9
8.3	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	9
	8.3.1 <i>Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi</i>	9
	8.3.2 <i>Il regime idraulico</i>	10
8.4	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	11
9	SOLUZIONI PROGETTUALI.....	13
10	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI.....	14
11	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE	16
11.1	OPERE DI SOSTEGNO	16

11.1.1	Azioni.....	16
11.1.2	Approcci progettuali e metodi di verifica	16
11.2	GALLERIE ARTIFICIALI.....	18
11.2.1	Azioni.....	18
11.2.2	Approcci progettuali e metodi di verifica	18
12	VERIFICA DELLE OPERE DELL'IMBOCCO FORZA D'AGRO LATO MESSINA	22
12.1	OPERE DI SOSTEGNO	22
12.1.1	Sezione 1 – pk 22+746.00.....	23
12.1.2	Sezione 2 – pk 22+768.84.....	40
12.2	VERIFICA DI STABILITÀ DEGLI SCAVI	56
12.3	GALLERIA ARTIFICIALE – SEZIONE DI MASSIMO RITOMBAMENTO – PK. 22+751.00.....	58
12.3.1	Risultati delle verifiche SLU/SLV	68
12.3.2	Risultati delle verifiche SLE.....	73
13	MONITORAGGIO.....	74
14	CONCLUSIONI.....	75

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda la progettazione definitiva degli imbocchi delle gallerie naturali incluse nel raddoppio della tratta ferroviaria Giampilieri – Fiumefreddo sull'itinerario Messina – Catania, che ha una lunghezza complessiva di circa 42 km.

L'area di studio si colloca nella porzione sud-est della regione Sicilia, in corrispondenza del tracciato del collegamento ferroviario tra Messina e Catania, la tratta Giampilieri – Fiumefreddo si sviluppa per circa 42,18 km sulla linea Messina - Catania. Il tracciato di progetto interessa, pertanto, il territorio delle province di Messina (ME) e Catania (CT).

Il tracciato progettuale impegna, quindi, settori di territorio posti a quote comprese tra 12 m s.l.m. e 415 m s.l.m. circa mentre le quote progettuali variano da 17 m s.l.m. a 68 m s.l.m

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si affrontano le problematiche progettuali connesse alla realizzazione delle opere di imbocco della galleria Forza D'Agrò. Per l'inquadramento generale delle opere in sotterraneo si rimanda al documento "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo" (Rif. [1])

In questo documento vengono descritte e verificate le opere di imbocco e vengono definite le modalità di realizzazione delle stesse. Nello specifico vengono illustrate le soluzioni progettuali adottate, le verifiche di dimensionamento geotecnico e strutturale delle opere di sostegno, le verifiche di stabilità dell'insieme opera-terreno e le verifiche strutturali delle gallerie artificiali.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 07 RB	DOCUMENTO GA 09 00 001	REV. B	FOGLIO 5 di 75

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per i riferimenti normativi si rimanda a quanto indicato al paragrafo 3 della relazione tecnica delle opere in sotterraneo (Rif. [1]).

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- Rif. [1] U.O. Gallerie, documento RS2S02D07RHGN000001B “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo” datato Gennaio 2018;
- Rif. [2] U.O. Gallerie, doc. RS2S02D07RBGN0500001B “Galleria Forza d’Agrò - Relazione geotecnica e di calcolo della galleria naturale” datato Gennaio 2018;
- Rif. [3] U.O. Gallerie, doc. RS2S02D07F5GN0500001B “Galleria Forza d’Agrò - Profilo geotecnico” datato Gennaio 2018;
- Rif. [4] U.O. Geologia, Gestione Terre e Bonifiche, Elaborati Specialistici.

4.2 Documenti Correlati

I documenti correlati, la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell’ambito del quale il presente documento si inquadra, sono:

- Rif. [5] SLOPE/W (versione 8.12.4.11377) - Manuale d’uso;
- Rif. [6] PARATIE PLUS 2016 (versione 16.0.0) – Manuale d’uso;
- Rif. [7] M. Bustamante, B. Doix (1985). Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés. Bull. Liaison Lab. Ponts et Chaussées, Paris, n. 140, nov-dèc 1985 – Ref. 3047, 75-92.
- Rif. [8] C. Viggiani (1999). Fondazioni, Hevelius Edizioni.
- Rif. [9] A.W. Bishop (1955). The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Geotechnique, 5, 7-17.
- Rif. [10] N. Janbu (1954). Stability analysis of slopes with dimensionless parameters. Harvard Soil Mechanics Series.
- Rif. [11] 46, 811 pp.N.R. Morgenstern & V.E. Price (1965). The analysis of the stability of generalised slip surfaces. Geotechnique, 15, 79-93.

4.3 Documenti Superati

Non sono presenti documenti superati.



RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E
DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	6 di 75

5 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati:

- All. [1] [Risultati delle analisi di verifica delle paratie di imbocco Forza D'Agro lato Messina];
All. [2] [Risultati delle analisi di verifica delle Gallerie Artificiali Forza D'Agro lato Messina];

6 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della presente relazione sono utilmente completati e arricchiti dai seguenti elaborati di progetto:

- Rif. [12] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07SPGN0000001B “Caratteristiche dei materiali – Note generali” datato Gennaio 2018;
- Rif. [13] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07L9GA0900001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Fase provvisoria - Planimetria e profilo longitudinale” datato Gennaio 2018;
- Rif. [14] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07W9GA0900001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Fase provvisoria – Sezioni caratteristiche” datato Gennaio 2018;
- Rif. [15] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07LZGA0900001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Fase provvisoria - Sviluppata delle opere di imbocco e particolari costruttivi” datato Gennaio 2018;
- Rif. [16] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07L9GA0900002B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Sistemazione definitiva - Planimetria e profilo longitudinale” datato Gennaio 2018;
- Rif. [17] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07W9GA0900002B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Sistemazione definitiva – Sezioni caratteristiche” datato Gennaio 2018;
- Rif. [18] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07BBGA0900001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Dima e concio d’attacco – Scavo e consolidamenti” datato Gennaio 2018;
- Rif. [19] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07BBGA0900002B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Galleria artificiale policentrica – Carpenteria” datato Gennaio 2018;
- Rif. [20] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07BBGA0900003B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Catania – Portale di imbocco – Carpenteria” datato Gennaio 2018.
- Rif. [21] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07L9GA1000001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Fase provvisoria - Planimetria e profilo longitudinale” datato Gennaio 2018;
- Rif. [22] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07W9GA1000001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Fase provvisoria – Sezioni caratteristiche” datato Gennaio 2018;
- Rif. [23] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07LZGA1000001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Fase provvisoria - Sviluppata delle opere di imbocco e particolari costruttivi” datato Gennaio 2018;
- Rif. [24] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07L9GA1000002B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Sistemazione definitiva - Planimetria e profilo longitudinale” datato Gennaio 2018;



RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E
DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	7 di 75

- Rif. [25] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07W9GA1000002B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Sistemazione definitiva – Sezioni caratteristiche” datato Gennaio 2018;
- Rif. [26] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07BBGA1000001B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Dima e concio d’attacco – Scavo e consolidamenti” datato Gennaio 2018;
- Rif. [27] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07BBGA1000002B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Galleria artificiale policentrica – Carpenteria” datato Gennaio 2018;
- Rif. [28] U.O. Gallerie, documento n.° RS2S02D07BBGA1000003B “Galleria Forza d’Agrò – Imbocco lato Messina – Portale di imbocco – Carpenteria” datato Gennaio 2018.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
	GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 07 RB	DOCUMENTO GA 09 00 001	REV. B

7 DESCRIZIONE DELL'OPERA

7.1 Il tracciato e le opere in sotterraneo

La galleria Forza d'Agrò è una galleria a doppia canna, singolo binario per un tratto di lunghezza pari a circa 2374 m, di cui 12,2 m in artificiale, ed a doppia canna, doppio binario per un breve tratto di 83 m, di cui 15 in artificiale, da realizzarsi con metodo di scavo tradizionale. Tale configurazione all'imbocco lato Messina della galleria Forza d'Agrò, è stata prevista per accogliere i due binari di precedenza funzionali alla fermata di S.Alessio.

Di seguito sono elencate le progressive di riferimento dell'opera (binario pari):

- da pk 20+293,8 a pk 20+306,0 (L=12,2 m) galleria artificiale;
- da pk 20+306,0 a pk 22+677,6 (L=2371,6 m) galleria naturale – doppia canna/singolo binario;
- da pk 22+677,6 a pk 22+746,0 (L=68,4 m) galleria naturale – doppia canna/doppio binario;
- da pk 22+746,0 a pk 22+761,0 (L=15,0 m) galleria artificiale;

La galleria presenta coperture generalmente elevate con valori massimi fino a 315 m ed un andamento altimetrico, procedendo in direzione Messina, con una prima parte in salita al 2‰ e poi in discesa al 4‰.

Nei paragrafi successivi sono descritte e verificate le soluzioni progettuali previste per l'imbocco lato Messina della galleria Forza d'Agrò. Per l'imbocco lato Catania si rimanda alla relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco della galleria Letojanni; il contesto geotecnico di inserimento e le soluzioni progettuali definite sono infatti del tutto simili a quelle dell'imbocco lato Messina della galleria Letojanni.

7.2 Interferenze lungo il tracciato

Lungo il tratto del imbocco Forza d'Agrò lato Messina non ci sono interferenze con strade, edifici etc.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
	GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 07 RB	DOCUMENTO GA 09 00 001	REV. B

8 FASE CONOSCITIVA

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo del mezzo interessato dall'opera. Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica con specifico riferimento al volume significativo interessato dalle opere di imbocchi della galleria naturale Forza d'Agrò.

8.1 Inquadramento geologico

Per una dettagliata descrizione del modello geologico del sito si rimanda al documento “Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica” (Rif. [4]) e alla relazione geotecnica e di calcolo della galleria Forza d'Agrò (Rif. [2]).

8.2 Indagini geotecniche

Per una dettagliata descrizione delle indagini geotecniche eseguite sul sito si rimanda al documento “Relazione geotecnica e di calcolo della galleria naturale” (Rif. [2]).

8.3 Caratterizzazione e modellazione geotecnica

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dalle opere di imbocco. Il modello geotecnico complessivo dell'opera in sotterraneo è rappresentato nell'elaborato “Galleria Forza d'Agrò – Profilo Geotecnico” (Rif. [3]).

8.3.1 Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi

I parametri geotecnici caratteristici utilizzati nelle analisi di simulazione e verifiche, in riferimento alla stratigrafia assunta, sono riportati nella tabelle seguenti:

Tabella 1 Valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi per l'imbocco

Strato	γ (kN/m ³)	c_k (KPa)	ϕ_k (°)	E (MPa)	c_u (KPa)
b2	20	10	35	50	-
FDN	25	70	34	410	-

Per il materiale di ritombamento si assumono i seguenti parametri:

γ (kN/m ³)	c_k (KPa)	ϕ_k (°)	E (MPa)
20	0	35	40

8.3.2 Il regime idraulico

Per informazioni sulla posizione della quota di falda si rimanda all'elaborato "Gallerie Forza d'Agò – Profilo Geotecnico" (Rif. [3]).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
	GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 07 RB	DOCUMENTO GA 09 00 001	REV. B

8.4 Caratteristiche del sito e definizione dell'azione sismica

Le opere in progetto per l'imbocco lato Messina di galleria Forza D'Agro ricadono in un sito con le seguenti coordinate geografiche: Latitudine 37.929654, Longitudine 15.339235.

Alle strutture di sostegno, trattandosi di opere provvisionali, si attribuisce una vita nominale V_N di 35 anni e una classe d'uso II a cui corrisponde il coefficiente C_u pari a 1.0 (§ 2.4.2, DM 14/01/2008). Di conseguenza, il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica, V_R , si assume pari a $V_R = V_N \cdot C_u = 35$ anni (DM 14/01/2008).

Per la galleria artificiale si definisce una vita nominale V_N pari a 75 anni e una classe d'uso III a cui corrisponde il coefficiente C_u pari a 1.5 (§ 2.4.2, DM 14/01/2008). Di conseguenza il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica risulta pari a $V_R = V_N \cdot C_u = 112.5$ anni.

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica, P_{VR} , attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo V_R dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno T_R del sisma di progetto. Sulla base delle coordinate geografiche del sito e del tempo di ritorno del sisma di progetto, T_R , sopra definito, si ricavano i parametri che caratterizzano il sisma di progetto relativo al sito di riferimento, rigido ed orizzontale (Tabella 1 dell'allegato B del D.M. 14/01/2008):

- a_g : accelerazione orizzontale massima
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*_C : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per le opere provvisionali di imbocco il periodo di ritorno si determina con l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Per tenere conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (DM 14/01/2008):

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)$$

dove:

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

S_s è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici F_0 e a_g/g (Tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008);

S_T è il fattore di amplificazione che tiene conto delle condizioni topografiche, il cui valore dipende dalla categoria topografica e dall'ubicazione dell'opera (Tabella 3.2.VI del D.M. 14/01/2008).

La categoria di sottosuolo è stata valutata sulla base dei risultati della caratterizzazione geotecnica, in particolare sulla base della velocità delle onde di taglio ponderata sui primi 30 metri di profondità. Sulla base degli andamenti delle suddette grandezze con la profondità, con riferimento al documento “Relazione geotecnica e di calcolo” (Rif. [3]) cui si rimanda per maggiori approfondimenti, si individua come categoria di sottosuolo la classe sismica “B”.

I valori delle grandezze necessarie per la definizione dell’azione sismica per le opere d’imbocco sono riassunti nella seguente tabella:

	Imbocco Forza d’Agrò lato Messina	
	Strutture di sostegno	Galleria artificiale
Coord. geografiche	Lat: 37.929654 Long: 15.339235	
T_R	332 anni	1068 anni
a_g/g	0.202	0.329
F_0	2.422	2.471
Categoria sottosuolo	B	
S_S	1.200	1.074
Categoria topografica	T2	
S_T	1.200	1.200
a_{max}/g	0.2909	0.424

Tabella 2 – Parametri per la definizione dell’azione sismica di progetto – Forza d’Agrò imbocco lato Messina

9 SOLUZIONI PROGETTUALI

Le trincee di approccio alle pareti di attacco dello scavo in naturale sono realizzate mediante scavi sostenuti da paratie di micropali che si sviluppano per circa 81.22 m; i micropali sono realizzati con un diametro di perforazione $\Phi = 220$ mm e armati con tubo in acciaio $\Phi = 139.7$ mm con spessore $s=8$ mm, posti ad interasse $i = 0.40$ m, collegati in testa da una trave di coronamento in c.a..

Le paratie sono ancorate con più ordini di tiranti (a 3 e 4 trefoli) fino ad un massimo di 4 ordini in corrispondenza della paratia frontale dove si raggiunge la massima altezza di scavo per l'opera di sostegno, pari a circa 14.08 m. Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche dei tiranti ed il loro posizionamento, si rimanda allo specifico elaborato (Rif. [23]). L'azione di contrasto dei tiranti è distribuita sui micropali attraverso travi di ripartizione costituite da due profili accoppiati HEB 180 in acciaio. Le paratie sono protette mediante uno strato di spritz-beton fibrorinforzato di spessore pari a 10 cm.

Un adeguato sistema con canalette a tergo dell'opera consente il controllo e la regimazione delle acque di superficie a presidio del cantiere.

Sulle paratie sono inoltre previsti drenaggi costituiti da tubi microfessurati in PVC di lunghezza pari a 3 m, disposti a quinconce su un numero di allineamenti orizzontali variabile tra 2 e 5 in funzione della sezione considerata, con interasse orizzontale massimo di 3.2 m e verticale massimo 3.0 m (dipende dal passo verticale dei tiranti), al fine di evitare locali accumuli d'acqua a tergo dell'opera di sostegno per eventuali falde sospese e infiltrazioni superficiali.

Preliminarmente all'attacco del tratto in naturale, a contrasto delle paratie frontali, è prevista l'esecuzione di una dima in cls, di lunghezza pari a 5 m, armata all'intradosso con centine metalliche 2IPN200/1.00 m.

A completamento dell'imbocco, è prevista la realizzazione di un tratto in galleria artificiale di lunghezza pari a 5.00 m binario pari e 5.00 m binario dispari, e di un portale a becco di flauto negli due imbocchi pari e dispari che si raccordano con le scarpate di scavo.

10 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 A.

Nelle verifiche di resistenza dei calcestruzzi, a favore di sicurezza, viene sempre considerato un calcestruzzo di classe di resistenza C25/30.

Per la completa e puntuale definizione delle caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione dell'opera si rimanda all'elaborato specifico ("Caratteristiche dei materiali – Note generali" Rif. [12]).

Strutture di sostegno provvisionali

Calcestruzzo	
Classe di resistenza	C 25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 14.16 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 31475 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$0.55f_{ck} = 13.75 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara) $0.40f_{ck} = 10.00 \text{ MPa}$ combinazione quasi permanente

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B 450 C
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450/1.15 = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima in condizioni di esercizio	$\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)

Acciaio per profilati	
Tipo	S 275 JR
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento di calcolo	cfr. 4.2.4 a 4.2.9 del D.M. 14/01/08

Acciaio armonico per tiranti	
Tipo	Trefoli da 0,6''
Tensione di rottura caratteristica	$f_{ptk} \geq 1860$ MPa
Tensione elastica all'1% di deformazione	$f_{p(1)k} \geq 1670$ MPa

Galleria artificiale

Calcestruzzo armato	
Classe di resistenza	C 25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 14.16$ MPa
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 31475$ MPa
Tensione massima di compressione in esercizio	$0.55f_{ck} = 13.75$ MPa combinazione caratteristica (rara) $0.40f_{ck} = 10.00$ MPa combinazione quasi permanente

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B 450 C
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} = 450$ MPa
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = 391.3$ MPa
Tensione massima in condizioni di esercizio	$\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.5$ MPa combinazione caratteristica (rara)

	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO					
	Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	16 di 75

11 CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/09.

11.1 Opere di sostegno

11.1.1 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno dell'imbocco sono le seguenti:

- **azioni permanenti strutturali:** peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera.
- **azioni variabili:** carico variabile sul piano campagna a monte della struttura di sostegno, Q_{1M} , atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere.
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 0.

In corrispondenza di un evento sismico è necessario tener conto dell'amplificazione/deamplificazione delle spinte del terreno a monte e a valle dell'opera. Si trascurano gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la struttura di sostegno (DM 14/01/2008).

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0.2

11.1.2 Approcci progettuali e metodi di verifica

Le verifiche delle strutture di sostegno sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU):

- collasso del complesso opera-terreno;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi,
- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Come prescritto dal DM 14/01/2008 per le strutture di sostegno flessibili, è stato adottato l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 14/01/2008):

- combinazione 1: A1 + M1 + R1
- combinazione 2: A2 + M2 + R1.

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 (A2+M2+R1). Per le verifiche di stati limite ultimi STR l'analisi è stata condotta la combinazione 1 (A1+M1+R1), applicando i coefficienti parziali A1 ($\gamma = 1.3$) all'effetto delle azioni. A tale scopo, nelle analisi, i valori caratteristici dei carichi variabili sfavorevoli sono stati amplificati di un coefficiente pari a $1.5/1.3 = 1.15$.

Il corretto dimensionamento nei confronti degli SLU assicura che gli spostamenti dell'opera siano compatibili con le esigenze di funzionalità della stessa; pertanto, trattandosi di opere provvisorie, in assenza di fabbricati o altre opere da salvaguardare a ridosso delle stesse, non si ritengono necessarie ulteriori valutazioni di verifica nei confronti degli SLE.

Per le verifiche di stabilità globale è stato applicato l'Approccio 1- Combinazione 2 (A2+M2+R2 – tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 14/01/2008).

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera di sostegno. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità. Si è adottato il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale secondo le prescrizioni della normativa (DM 14/01/2008):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right)$$

dove:

- a_{\max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- α è il coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008),
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008).

L'effetto del sisma è ottenuto applicando un incremento di spinta del terreno valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera.

$$\Delta S_E = \left[\frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{aE} - K_a) \right] / H,$$

dove: γ rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce, H rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso), K_{aE} e K_a rappresentano i coefficienti di spinta attiva in condizioni sismiche e statiche rispettivamente.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO					
	Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	18 di 75

Per la valutazione della spinta passiva si assume $\alpha=1$ (§7.11.6.3 del DM 14/01/2008). Il coefficiente sismico verticale, k_v , si assume pari a 0 (§7.11.6.3 del DM 14/01/2008).

I coefficienti di spinta attiva sono stati determinati attraverso la relazione di Mononobe (1929) e Okabe (1926). I coefficienti di spinta passiva sono stati determinati attraverso la relazione di Lancellotta (2007). L'angolo di attrito terreno/struttura, δ , è stato assunto pari a 2/3 della resistenza al taglio del terreno naturale.

Le verifiche sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE (versione 16.0.0).

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il codice di calcolo SLOPE/W (versione 8.12.4.11377).

11.2 Gallerie artificiali

11.2.1 Azioni

Per le gallerie artificiali si individuano le seguenti azioni:

- **azioni permanenti strutturali:** peso proprio della struttura (P.P), spinte del terreno sui fianchi della galleria (SP_{sx} e SP_{dx}), carico verticale P.cop (rappresentato dal terreno di ricoprimento);
- **azioni variabili:** carico variabile Q_1 pari a 20 kN/m² (legato ai mezzi di cantiere), spinte sui fianchi della galleria (SQ_{1sx} e SQ_{1dx}) generate dal carico Q_1 .
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 0. I carichi considerati sono: incremento di spinta del terreno sui fianchi della galleria ($\pm \Delta Sh$), variazione del peso del terreno di ritombamento ($\pm \Delta Sv$), effetti inerziali della struttura della galleria nelle direzioni orizzontale e verticale (Ih e Iv).

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche:

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione caratteristica (SLE): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 1
- combinazione frequente (SLE): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0.8
- combinazione quasi permanente (SLE): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0
- combinazione sismica (SLV, SLD): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q_1 è pari a 0.2.

11.2.2 Approcci progettuali e metodi di verifica

Le verifiche delle gallerie artificiali sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite:

- stati limite ultimi (SLU):
 - instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
 - raggiungimento della resistenza strutturale
- stati limite di esercizio in condizioni statiche (SLE):
 - controllo dello stato tensionale e fessurativo degli elementi strutturali.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) e allo stato limite di danno (SLD). Per tali verifiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità.

Nei prospetti che seguono sono riportate le combinazioni statiche (SLU e SLE) e sismiche (SLV) ritenute più gravose e adottate nelle analisi numeriche della galleria artificiale.

SLU							
Carico	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7
<i>P.P.</i>	1.3	1.3	1.0	1.3	1.0	1.3	1.0
<i>P.cop</i>	1.3	1.3	1.0	1.3	1.0	1.3	1.0
<i>SP.sx</i>	1.3	1.0	1.3	1.3	1.3	1.0	1.0
<i>SP.dx</i>	1.3	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3	1.3
Q_1	1.5	1.5	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0
$SQ_1.sx$	1.5	0.0	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0
$SQ_1.dx$	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5	1.5

SLE-C	
Carico	SLE-C
<i>P.P.</i>	1.0
<i>P.cop</i>	1.0
<i>SP.sx</i>	1.0
<i>SP.dx</i>	1.0
Q_1	1.0
$SQ_1.sx$	1.0
$SQ_1.dx$	1.0

SLE-F			
Carico	SLE-F-1	SLE-F-2	SLE-F-3
<i>P.P.</i>	1.0	1.0	1.0
<i>P.cop</i>	1.0	1.0	1.0
<i>SP.sx</i>	1.0	1.0	1.0
<i>SP.dx</i>	1.0	1.0	1.0
<i>V</i>	0.8	0.0	0.0
<i>SV.sx</i>	0.0	0.8	0.0
<i>SV.dx</i>	0.0	0.0	0.8

SLE-QP	
Carico	SLE-QP
P.P.	1.0
P.cop	1.0
SP.sx	1.0
SP.dx	1.0
Q ₁	0.0
SQ ₁ .sx	0.0
SQ ₁ .dx	0.0

SLV																
Carico	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6	SLV7	SLV8	SLV9	SLV10	SLV11	SLV12	SLV13	SLV14	SLV15	SLV16
P.P.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P.cop	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SP.sx	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SP.dx	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Q ₁	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SQ ₁ .sx	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SQ ₁ .dx	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ΔS.h	1.0	-1.0	1.0	-1.0	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1.0	-1.0	1.0	-1.0	0.3	-0.3	0.3	-0.3
ΔS.v	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-1.0	-1.0	1.0	1.0	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-1.0	-1.0	1.0	1.0
I.h	1.0	-1.0	1.0	-1.0	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1.0	1.0	-1.0	1.0	-0.3	0.3	-0.3	0.3
I.v	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-1.0	-1.0	1.0	1.0	0.3	0.3	-0.3	-0.3	1.0	1.0	-1.0	-1.0

Per la verifica agli stati limite in condizioni sismiche (SLV e SLD) si è adottato il metodo pseudostatico, calcolando i coefficienti sismici orizzontale e verticale in analogia con quanto indicato dalla normativa (DM 14/1/2008) per i muri di sostegno:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right)$$

$$k_v = \pm \frac{1}{2} \cdot k_h$$

dove:

- a_{\max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima assunto pari a 1.

Per il calcolo delle sollecitazioni si è adottato il metodo delle reazioni iperstatiche attraverso una modellazione numerica ad elementi finiti monodimensionali. Si è utilizzato il codice di calcolo SAP2000 (versione 19). Si considera una sezione di galleria di lunghezza unitaria definendo per la struttura un modello costituito da conci monodimensionali (elementi beam). Gli spessori delle diverse aste sono variabili secondo l'elemento strutturale considerato (calotta, piedritto, arco rovescio). L'interazione tra il terreno e la struttura è simulata attraverso elementi elastici radiali: la rigidezza di tali supporti è calcolata secondo le seguenti formulazioni:

$$k = \frac{E'}{R_{eq} \cdot (1+\nu)} \cdot i \quad (\text{per i tratti curvilinei dell'arco di calotta})$$

$$k = \frac{E'}{B \cdot (1-\nu^2)} \cdot i \quad (\text{per tratti rettilinei dell'arco di calotta})$$

$$k = \frac{E'}{B \cdot (1-\nu^2) \cdot c_t} \cdot i \quad (\text{per l'arco rovescio})$$

dove:

- R_{eq} è il raggio di curvatura equivalente dell'anello;
- B è la lunghezza del tratto rettilineo di carpenteria;
- i è l'interasse tra le bielle;
- ν ed E' il coefficiente di Poisson ed il modulo elastico del mezzo al contorno rispettivamente;
- c_t = coefficiente di forma della fondazione ottenuto attraverso le relazioni proposte da Bowles (1960) (L = lato maggiore della fondazione):

$$c_t = 0.853 + 0.534 \cdot \ln(L/B) \quad \text{fondazione rettangolare con } (L / B) \leq 10;$$

$$c_t = 2 + 0.0089 \cdot (L/B) \quad \text{fondazione rettangolare con } (L / B) > 10.$$

Il modulo elastico da assegnare all'elemento è calcolabile attraverso la seguente relazione: $E = K \cdot i$.

12 VERIFICA DELLE OPERE DELL'IMBOCCO FORZA D'AGRO LATO MESSINA

12.1 Opere di sostegno

Sono state verificate le seguenti sezioni sulla paratia frontale e laterale:

- sez. 1: paratia frontale: sezione alla pk 22+746.00 (secondo pk. del binario pari)
- sez. 2: paratia laterale: sezione alla pk 22+768.84 (secondo pk. del binario dispari)

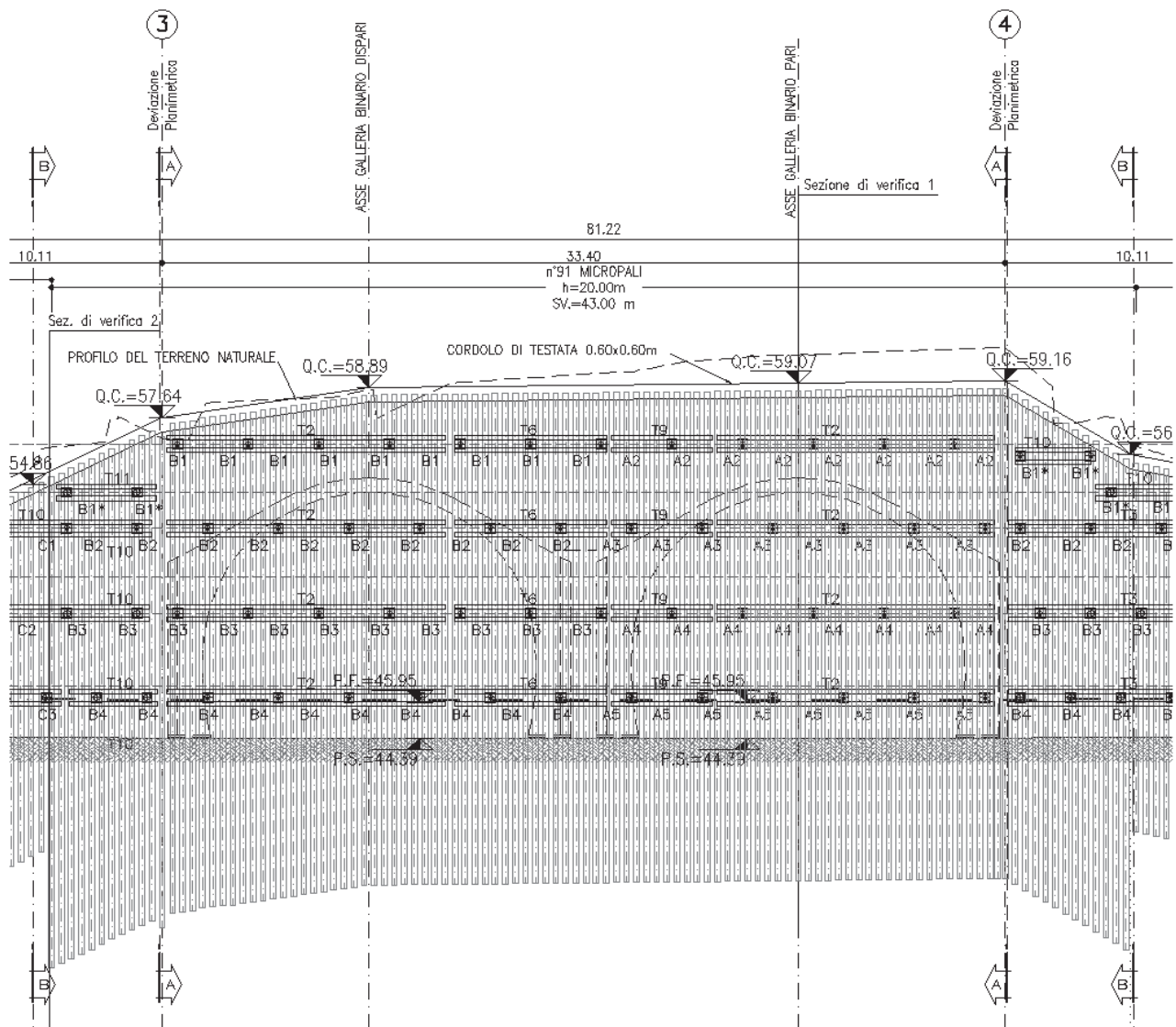


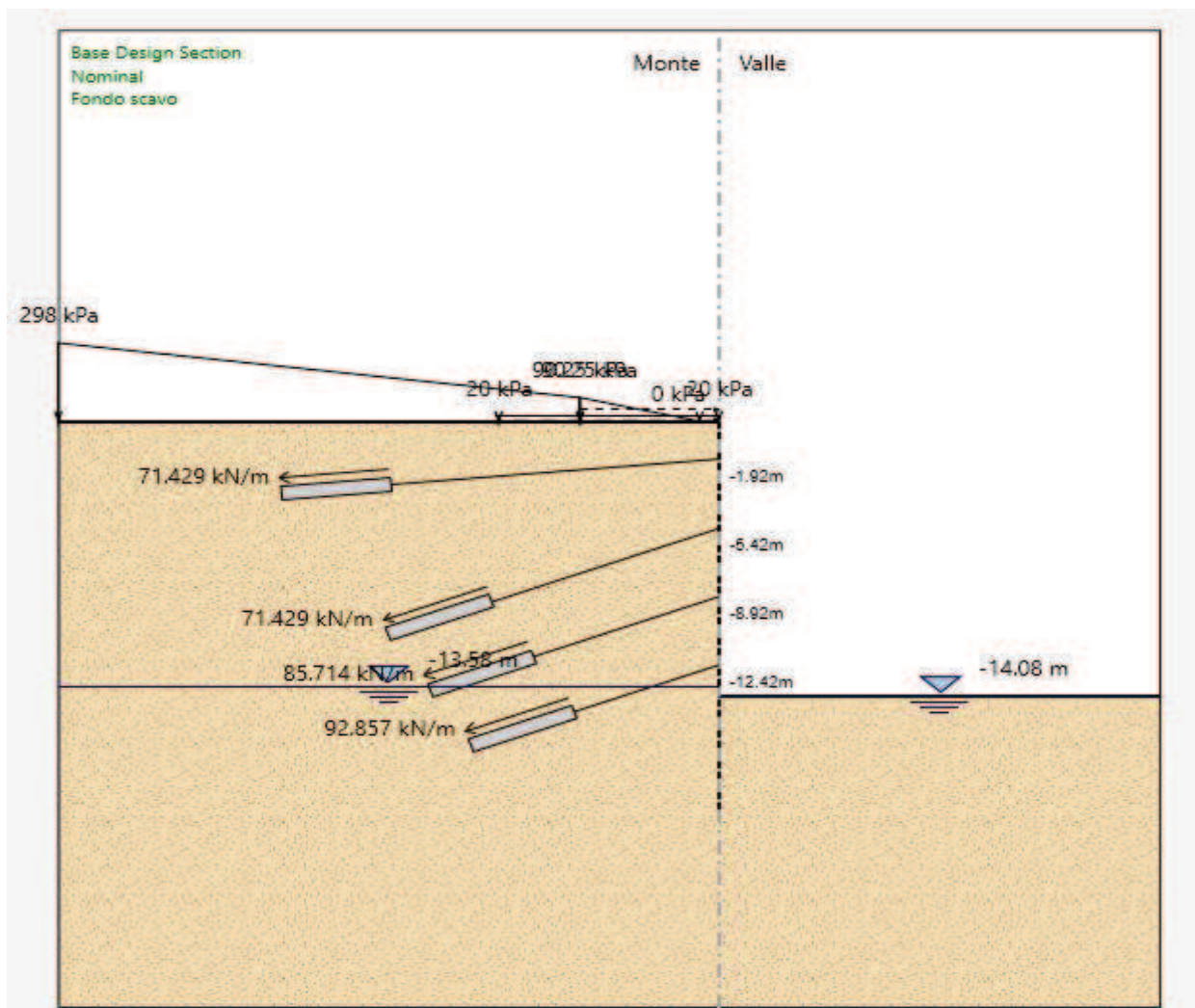
Figura 1 - Sezioni di calcolo

12.1.1 Sezione 1 – pk 22+746.00

Quale sezione di verifica è stata presa a riferimento quella posta alla pk. 22+746.00 nel imbocco binario pari (in corrispondenza della paratia frontale) caratterizzata dalla massima altezza di scavo e quattro ordini di tiranti.

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche dell'opera di sostegno e del modello geotecnico utilizzati per le analisi di verifica.

La **Figura 2** mostra un confronto tra la sezione reale e quella simulata; si può osservare ad esempio come l'inclinazione del pendio a monte dell'opera sia stata modellata mediante l'applicazione di un carico fittizio equivalente, su un piano campagna simulato orizzontale.



Sovraccarichi permanenti a monte	a	Carico fittizio variabile equivalente alla pendenza del piano campagna
Sovraccarichi permanenti a valle	a	-
Sovraccarichi variabili a monte		$Q_{1,k} = 20$ kPa, estensione 10.00 m
Sovraccarichi variabili a valle		-

Tabella 3 – Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo

I parametri geotecnici adottati nelle analisi variano a seconda della combinazione di riferimento adottata in considerazione della specifica verifica prevista dal D.M. 14/01/2008 così come riportato nel prospetto che segue.

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	γ	c_d	ϕ'_d	δ	E'	E'_{ur}	k_o	K_{ah}	K_{ph}
			(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(-)	(-)	(-)
FDN	M1	SLU	25	70	34	22.67	410	615	0.800	0.235	6.062
		SLV				0			0.800	-	-
	M2	SLU		56	28.4	18.90			0.800	0.300	4.175
		SLV				0			0.800	-	-

γ = peso dell'unità di volume
 c'_d = coesione efficace (valore di calcolo)
 ϕ'_d = angolo di resistenza al taglio (valore di calcolo)
 δ = angolo d'attrito struttura/terreno
 E' = modulo di Young
 E'_{ur} = modulo di Young (scarico/ricarico)
 k_o = coefficiente di spinta a riposo
 K_{a0} = coefficiente di spinta attiva
 K_{p0} = coefficiente di resistenza passiva

Tabella 4 – Parametri geotecnici di calcolo.

Con riferimento alla valutazione del coefficiente sismico orizzontale k_h , i valori di α e β sono stati assunti rispettivamente pari a 0.960 e 0.391 avendo considerato un sottosuolo di tipo B e uno spostamento massimo ammissibile μ_s pari a $0.005 \times 20 = 0.10$ m (cfr. § 7.11.6.3.2 del D.M. 14/01/2008).

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

Sezione di calcolo	H (m)	Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	Categoria sottosuolo	α	u_s	β	K_h	K_{ahE}	K_{phE}
						(-)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)
1	20	FDN	M1	SLV	B	0.960	0.1	0.391	0.1093	0.299	-
						1			0.1138	-	3.290
			M2	SLV		0.960	0.1	0.391	0.1093	0.374	-
						1			0.1138	-	2.587

α = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008)
 u_s = spostamento ammissibile
 β = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008)
 k_h = coefficiente sismico
 K_h = coefficiente di spinta sismico orizzontale
 K_{ahE} = coefficiente di spinta attiva orizzontale
 K_{phE} = coefficiente di resistenza passiva orizzontale

Tabella 5 – Parametri per l'analisi sismica.

Si riportano, infine, le fasi di calcolo in cui è articolata l'analisi numerica:

- STAGE 1. Inizializzazione dello stato tensionale geostatico;
- STAGE 2. simulazione della paratia di micropali e applicazione del carico variabile Q_1 (rappresentativo dei mezzi di cantiere);
- STAGE 3. Scavo di ribasso fino a quota -2.92 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 4. Realizzazione del primo ordine di tiranti a quota -1.92 m rispetto alla testa dell'opera e applicazione della relativa pretensione;
- STAGE 5. Scavo di ribasso fino a quota -6.42 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 6. Realizzazione del secondo ordine di tiranti a quota -5.42 m rispetto alla testa dell'opera e applicazione della relativa pretensione;
- STAGE 7. Scavo di ribasso fino a quota -9.92 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 8. Realizzazione del terzo ordine di tiranti a quota -8.92 m rispetto alla testa dell'opera e applicazione della relativa pretensione;
- STAGE 9. Scavo di ribasso fino a quota -13.42 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 10. Realizzazione del quarto ordine di tiranti a quota -12.42 m rispetto alla testa dell'opera e applicazione della relativa pretensione;
- STAGE 11. Scavo di ribasso fino a quota -14.08 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 12. Applicazione dell'azione sismica come definita in Tabella 5.

12.1.1.1 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente (All. [1]).

1) Verifiche SLU GEO

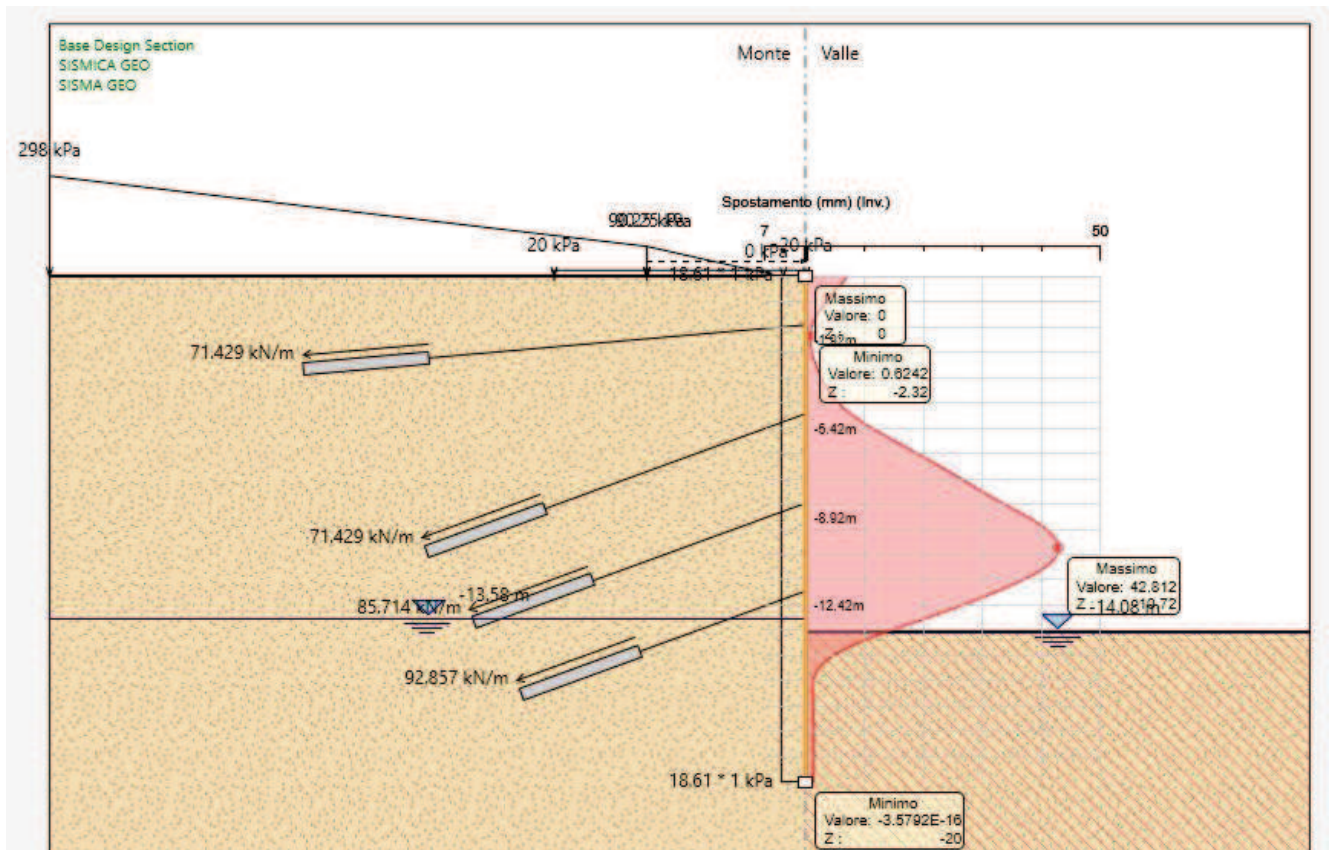


Figura 4 - Risultati dell'analisi SLV-GEO: diagramma degli spostamenti

– Verifica tiranti

Nel prospetto che segue, per ciascun ordine di tiranti, sono riportate le principali caratteristiche geometriche e strutturali e gli sforzi di calcolo massimi tra le combinazioni statica e sismica.

Si sottolinea che la lunghezza libera del tirante, riportata in **Tabella 6**, è da intendersi comprensiva dell'incremento valutato in condizioni sismiche secondo la formulazione proposta dal D.M. 14/01/2008 nel § 7.11.6.4 in funzione della massima accelerazione sismica di progetto.

Ordine	D_p	n_{tr}	A_{tr}	L_p	L_a	i	α	Pretensione	Condiz.	t_{max}	$N_{S,d}$
[-]	[mm]	[-]	[mm ²]	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]
1	160	3	139	15	5	2.8	5	200	SLU	92.90	260.13
2		3		11	5	2.8	20	200		92.97	260.32
3		3		9	5	2.8	20	240		112.22	314.21
4		3		7	5	2.8	20	260		121.97	341.51
1	160	3	139	15	5	2.8	5	200	SLV	72.28	202.38
2		3		11	5	2.8	20	200		72.00	201.61
3		3		9	5	2.8	20	240		87.43	244.80
4		3		7	5	2.8	20	260		95.40	267.13

D_p = diametro di perforazione della fondazione del tirante;

n_{tr} = numero di trefoli per tirante;

A_{tr} = area del singolo trefolo;

L_p = lunghezza libera del tirante

L_a = lunghezza della fondazione del tirante

i = interasse longitudinale dei tiranti

α = inclinazione sull'orizzontale del tirante

Tabella 6 - Caratteristiche geometriche dei tiranti e risultati di maggiore rilievo ottenuti dalle analisi

Verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti

Per la verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti, in considerazione della tecnologia realizzativa e delle caratteristiche geotecniche del mezzo al contorno, la resistenza caratteristica a sfilamento all'interfaccia bulbo di ancoraggio – terreno è stata valutata secondo le indicazioni di Bustamante e Doix '85 (Rif. [7]) e Viggiani '99 (Rif. [8]). Nello specifico per la resistenza a sfilamento dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno, τ_{ak} , viene assunto, per i tiranti ricadenti nel litotipo "FDN" un valore caratteristico pari a 350 kPa da piano campagna.

La resistenza a sfilamento di progetto è determinata attraverso la seguente relazione:

$$N_{R,ad} = \frac{N_{R,ak}}{\gamma_{Ra,p}} = \frac{\pi \cdot D_p \cdot \alpha \cdot \tau_{ak} \cdot L_a}{\gamma_{Ra,p} \cdot \xi}$$

dove:

$N_{R,ad}$ è la resistenza a sfilamento di progetto dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno;

D_p è il diametro di perforazione della fondazione del tirante;

α è un coefficiente correttivo che tiene conto della tecnologia realizzativa dell'ancoraggio e del contesto geotecnico, nel caso in esame assunto pari a 1.2 (Viggiani, '99) in funzione del tipo di iniezione ripetuta selettiva (IRS) e del litotipo di fondazione.

τ_{ak} è la tensione resistente a sfilamento caratteristica dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno;

L_a è la lunghezza della fondazione del tirante;

$\gamma_{Ra,p}$ è il coefficiente parziale per la resistenza degli ancoraggi (R3); a favore di sicurezza si considera il valore del coefficiente parziale relativo agli ancoraggi permanenti;

ξ è un fattore di correlazione che dipende dal numero di profili di indagine geotecnica disponibili per la determinazione della resistenza caratteristica τ_{ak} .

La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:

$$N_{R,ad} \geq N_{S,d}$$

dove $N_{S,d}$ rappresenta il valore dell'azione sollecitante sui tiranti.

Nella tabella che segue è riassunto il calcolo per la determinazione di $N_{R,ad}$ per le verifiche dei quattro ordini di tiranti e l'esito della verifica.

D_p [mm]	α [-]	τ_{ak} [kPa]	L_a [m]	$\gamma_{Ra,p}$ [-]	ξ [-]	$N_{R,ak}$ kN	$N_{R,ad}$ kN	$N_{S,d}$ [kN]	Verifica [-]
160	1.2	350	5	1.2	1.65	639.74	533.12	260.13	NR,ad > NS,d → OK
160	1.2	350	5	1.2	1.65	639.74	533.12	260.32	NR,ad > NS,d → OK
160	1.2	350	5	1.2	1.65	639.74	533.12	314.21	NR,ad > NS,d → OK
160	1.2	350	5	1.2	1.65	639.74	533.12	341.51	NR,ad > NS,d → OK

Tabella 7 - Verifiche Geotecniche della fondazione dei tiranti

Verifica strutturale dei tiranti

La resistenza a trazione di calcolo dei tiranti è valutata secondo la seguente relazione:

$$N_{R,pd} = \frac{f_{p(1)k} \cdot A_{tr} \cdot n_{tr}}{\gamma_S}$$

dove:

$f_{p(1)k}$ è la resistenza elastica dell'acciaio armonico alla deformazione dell'1%;

A_{tr} è l'area del singolo trefolo;

n_{tr} è il numero di trefoli per tirante;

γ_s è il coefficiente parziale dell'acciaio.

La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:

$$N_{R,pd} \geq N_{S,d}$$

Nella tabella che segue è riassunto il calcolo per la determinazione di $N_{R,pd}$ per le verifiche dei quattro ordini di tiranti e l'esito della verifica.

$f_{p(1)k}$	A_{tr}	n_{tr}	γ_s	$N_{R,pk}$	$N_{R,pd}$	$N_{S,d}$	Verifica
[MPa]	[mm ²]	[-]	[-]	kN	kN	[kN]	[-]
1670	139	3	1.15	696.39	605.56	260.13	$N_{R,pd} > N_{S,d} \rightarrow OK$
1670	139	3	1.15	696.39	605.56	260.32	$N_{R,pd} > N_{S,d} \rightarrow OK$
1670	139	3	1.15	696.39	605.56	314.21	$N_{R,pd} > N_{S,d} \rightarrow OK$
1670	139	3	1.15	696.39	605.56	341.51	$N_{R,pd} > N_{S,d} \rightarrow OK$

Tabella 8 - Verifiche Strutturali dell'armatura dei tiranti

Infine, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, è necessario verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza caratteristica a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio. Dal confronto tra i risultati riportati in **Tabella 7** e in **Tabella 8**, emerge che tale verifica è ampiamente soddisfatta essendo $N_{R,pk} > N_{R,dk}$.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO					
	Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	32 di 75

- Verifica stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno (A2+M2+R2)

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il metodo dell'equilibrio limite mediante il software Slope/W (Geoslope 2007).

In considerazione del contesto geotecnico sostanzialmente omogeneo vengono analizzate superfici di scorrimento circolari secondo la formulazione di Bishop. Considerato lo scopo dell'analisi le superfici di scorrimento indagate sono definite in modo tale da non intersecare l'opera di sostegno, limitando opportunamente l'estensione del cerchio critico a tergo della paratia.

A monte della paratia è previsto anche il carico da traffico, Q1M, atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere; nelle analisi è stato applicato sul piano campagna un carico pari a 4kN/m² in SLV e 20 kN/m² in SLU, per un'estensione lineare di 10 m.

I risultati sono espressi in termini di rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e quella mobilitata lungo le superfici di scorrimento analizzate.

Nella tabella che segue sono riportati i gradi di sovra resistenza (R/E_d) rispetto alle azioni sollecitanti di progetto E_d (= E γ_E) ottenuti per ciascuna combinazione delle azioni. Al fine di cogliere l'effetto derivante dalla riduzione dei parametri geotecnici di resistenza, secondo i coefficienti del gruppo M2, nel prospetto che segue sono riportati anche i risultati dell'analisi condotta con i valori caratteristici dei parametri geotecnici e delle azioni.

<i>Combinazione</i>	<i>Formulazione</i>
	<i>Bishop</i>
"Caratteristica"	2.689
"SLU – A2+M2"	2.125
"SLV – A2+M2"	1.857

Tabella 9 - Sintesi dei risultati delle analisi di stabilità globale

Eseguendo il calcolo mediante il D.M. 14/01/2008, Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2), il coefficiente parziale γ_R vale 1.10; quindi considerando la resistenza di progetto $R_d = \frac{R}{\gamma_R}$ (cfr. § 6.2.3.1), risulta sempre verificata la disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

per cui la verifica di stabilità globale può considerarsi soddisfatta.

Nella figura di seguito riportata è rappresentata la superficie critica di scorrimento a cui corrisponde il minor grado di sovraresistenza (R/E_d = 1.857).

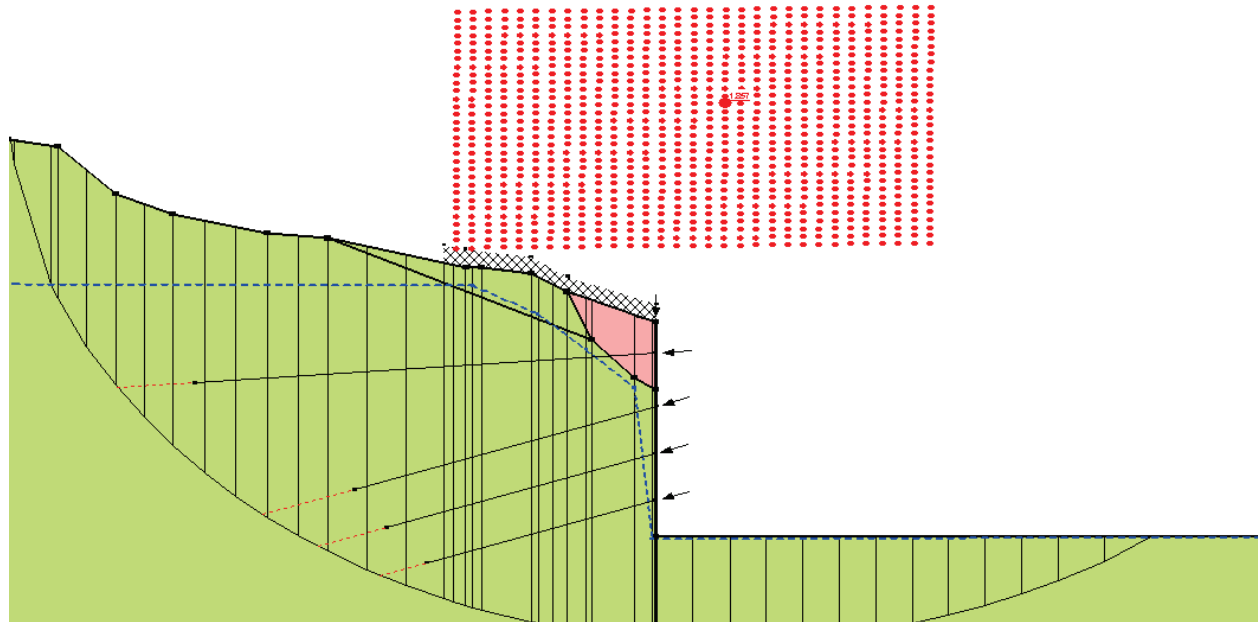


Figura 5 - Modello di calcolo e superficie di scorrimento critica

2) Verifiche SLU STR

Con il modello di calcolo definito geometricamente sulla base del dimensionamento geotecnico di cui sopra, vengono eseguite le verifiche strutturali di tutti gli elementi costituenti l'opera di sostegno (paratia, travi di ripartizione ecc.).

- Verifica dell'elemento strutturale costituente la struttura di sostegno

Nei prospetti che seguono, per le combinazioni STR statica e sismica, si riportano gli involuipi degli andamenti delle caratteristiche della sollecitazione sulla paratia di micropali ed i valori numerici relativi alle sezioni di sollecitazioni massime, scelte come rappresentative per le verifiche strutturali.

<i>Condizione</i>	<i>Fase di calcolo</i>	<i>Soll. Max.</i>	<i>Quota</i>	M_{Sd}	T_{Sd}
<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[m]</i>	<i>[kNm/m]</i>	<i>[kN/m]</i>
SLU	Stage 10	Momento	-8.92	34.39	61.82
	Stage 10	Taglio	-12.32	3.34	74.85
SLV	Stage 12	Momento	-1.92	29.70	30.65
	Stage 12	Taglio	-12.32	7.96	46.73

Tabella 10 - Sollecitazioni allo SLU e SLV nella combinazione A1+M1+R1

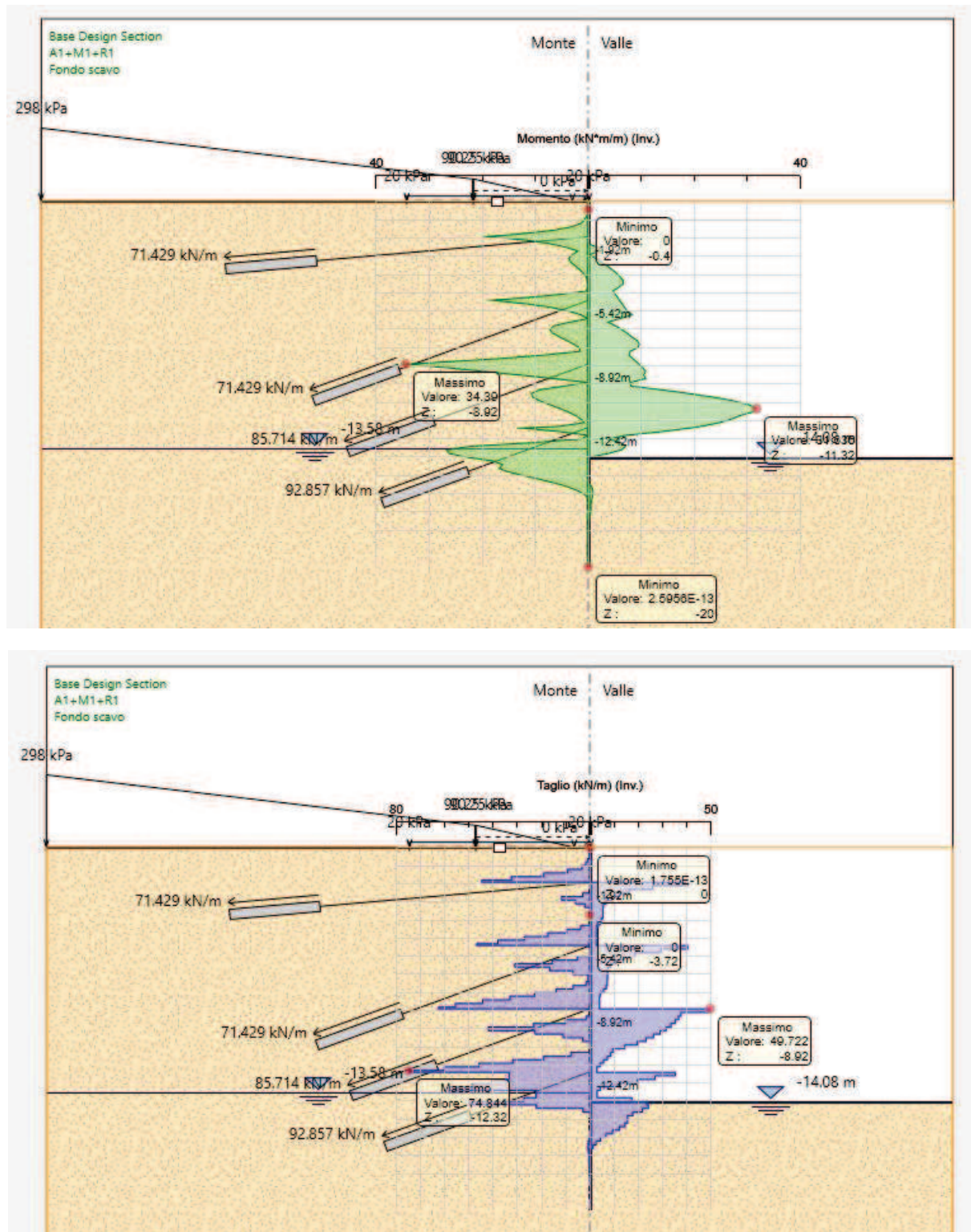


Figura 6 - SLU-STR - Caratteristiche della sollecitazione

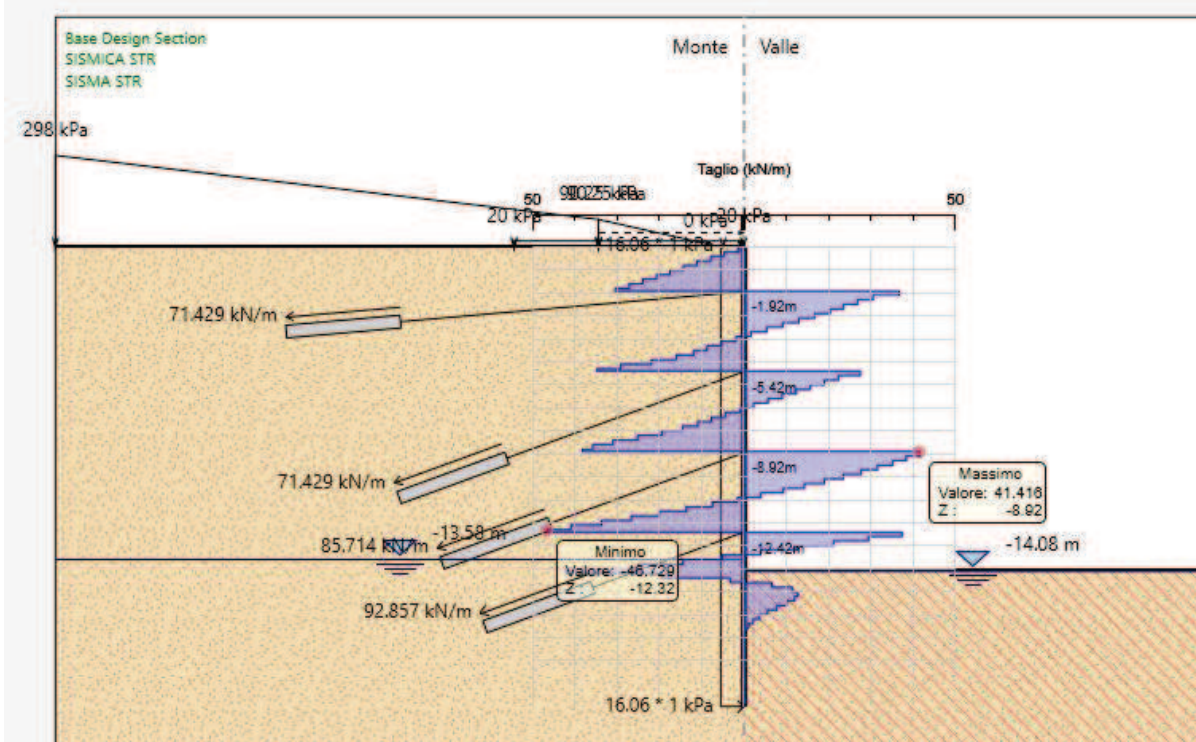
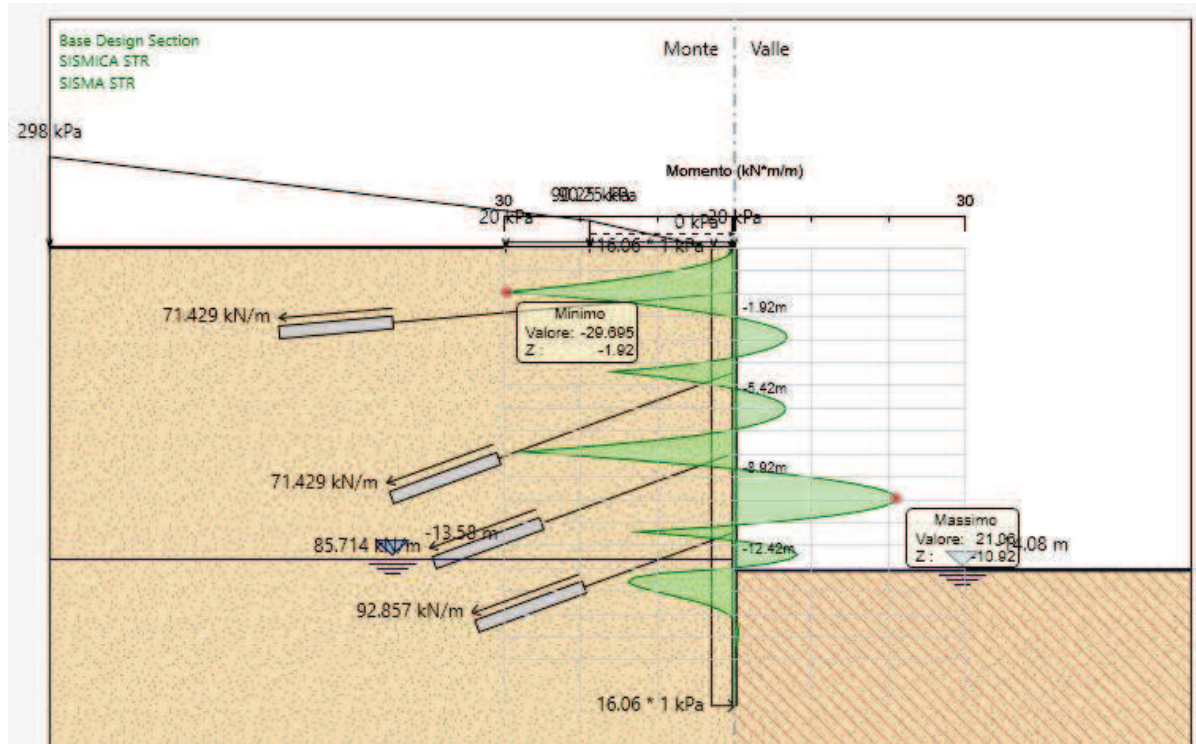


Figura 7 - SLV-STR - Caratteristiche della sollecitazione

I principali risultati delle analisi sono descritti in sintesi nel seguito; per una più completa rappresentazione degli stessi si rimanda allo specifico allegato. (All. [1]).

Le verifiche strutturali SLU/SLV vengono eseguite per confronto tra le sollecitazioni di calcolo (ottenute a partire dai risultati del modello numerico applicando gli opportuni coefficienti parziali) e le resistenze di calcolo (definite dai punti M_{Rd} , N_{Rd} che definiscono il dominio resistente nel piano M, N).

Nello specifico delle verifiche riportate nel seguito, vengono rappresentate le sollecitazioni relative a tutte le combinazioni SLU/SLV definite nel § 11.1.2. In All. [1] sono invece riportati i tabulati numerici relativi agli involuipi delle suddette combinazioni ottenuti considerando il massimo momento flettente e il minimo sforzo normale sulla sezione più sollecitata.

Risultati delle verifiche a flessione e taglio della paratia di micropali

Si riportano qui di seguito i domini di resistenza per la sezione più sollecitata.

Le verifiche strutturali evidenziano, in questo caso, la necessità di un'armatura principale costituita da tubo in acciaio $\Phi = 139.7$ mm con spessore $s=8$ mm, come ben rappresentato dalla Figura 6 e dalla Figura 7.

ϕ	spessore	i_{longtubi}	A_{tubo}	$W_{\text{pl,tubo}}$	$A_{\text{v,tubo}}$
[mm]	[mm]	[m]	[cm ²]	[cm ³]	[cm ²]
139.7	8	0.4	33.08	138.93	21.06

Soll. Max.	Condiz.	$M_{\text{Sd,tubo}}$	$T_{\text{Sd,tubo}}$	A_{tubo}	$W_{\text{pl,tubo}}$	$A_{\text{v,tubo}}$	σ_{max}	τ_{max}	σ_{id}	Verifica
[-]	[-]	[kNm]	[kN]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]
Momento	SLU	13.8	24.73	0.003308	0.000139	0.002106	99.01	14.95	102.3	$f_{\text{yd}} > \sigma_{\text{id}} \rightarrow \text{OK}$
Taglio		1.3	29.94				9.62	18.10	32.8	$f_{\text{yd}} > \sigma_{\text{id}} \rightarrow \text{OK}$
Momento	SLV	11.9	12.26				85.51	7.41	86.5	$f_{\text{yd}} > \sigma_{\text{id}} \rightarrow \text{OK}$
Taglio		3.2	18.69				22.92	11.30	30.1	$f_{\text{yd}} > \sigma_{\text{id}} \rightarrow \text{OK}$

Tabella 11 - Verifiche allo SLU e allo SLV per la paratia di micropali

Essendo soddisfatta la disuguaglianza: $f_{\text{yd}} > \sigma_{\text{id}} \rightarrow \text{OK}$ la verifica a flessione taglio è soddisfatta.

– Verifica strutturale delle travi di ripartizione

Le caratteristiche della sollecitazione sono determinate modellando gli elementi strutturali oggetto di verifica alla stregua di travi continue su più appoggi; la luce delle campate è data dall'interasse dei tiranti ed il carico, uniformemente distribuito, è determinato ripartendo le reazioni offerte dagli ancoraggi, ottenute del modello di calcolo dell'opera di sostegno. Definito $N_{\text{S,d}}$ il massimo tiro di calcolo corrispondente all'i-esimo ordine di tiranti, il suddetto carico è così calcolato: $q_{\text{S,d}} = N_{\text{S,d}}/l$ (con l interasse tiranti).

Secondo tale modello le massime azioni di calcolo sull'elemento strutturale saranno:

$$M_{\text{S,d}} = \frac{1}{10} \cdot q_{\text{S,d}} \cdot l^2,$$

$$T_{\text{S,d}} = \frac{1}{2} \cdot q_{\text{S,d}} \cdot l,$$

Per le travi di ripartizione costituite da profili metallici accoppiati HEB 180, per la determinazione della tensione agente viene adottata la formulazione proposta da Navier: la tensione sollecitante di calcolo viene

valutata come tensione ideale, secondo quanto proposto dal D.M. 14/01/2008 (cfr. § 4.2.4.1.2), mentre la tensione resistente di calcolo dell'acciaio è ottenuta mediante riduzione della tensione resistente caratteristica, f_{yk} (cfr. § 0) attraverso il coefficiente parziale $\gamma_{M0} = 1.05$: $f_{yd} = 261.90$ MPa.

Nel prospetto che segue sono riportate le verifiche strutturali delle travi di ripartizione.

<i>Elem.strutt.</i>	<i>Condiz.</i>	$N_{S,d}$	l	M_{Sd}	T_{Sd}	A	W_{pl}	A_y	σ_{max}	τ_{max}	σ_{id}	<i>Verifica</i>
<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[kN]</i>	<i>[m]</i>	<i>[kNm]</i>	<i>[kN]</i>	<i>[m²]</i>	<i>[m³]</i>	<i>[m²]</i>	<i>[MPa]</i>	<i>[MPa]</i>	<i>[MPa]</i>	<i>[-]</i>
Trave di ripartizione 2HEB180	SLU	260.1	2.8	72.8	130.1	0.01305	0.00096	0.00405	75.7	32.1	93.9	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		260.3	2.8	72.9	130.2				75.7	32.1	94.0	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		314.2	2.8	88.0	157.1				91.4	38.8	113.4	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		341.5	2.8	95.6	170.8				99.3	42.2	123.3	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
	SLV	202.4	2.8	56.7	101.2				58.9	25.0	73.1	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		201.6	2.8	56.5	100.8				58.6	24.9	72.8	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		244.8	2.8	68.5	122.4				71.2	30.2	88.4	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		267.1	2.8	74.8	133.6				77.7	33.0	96.4	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK

Tabella 12 - Verifica strutturale delle travi di ripartizione

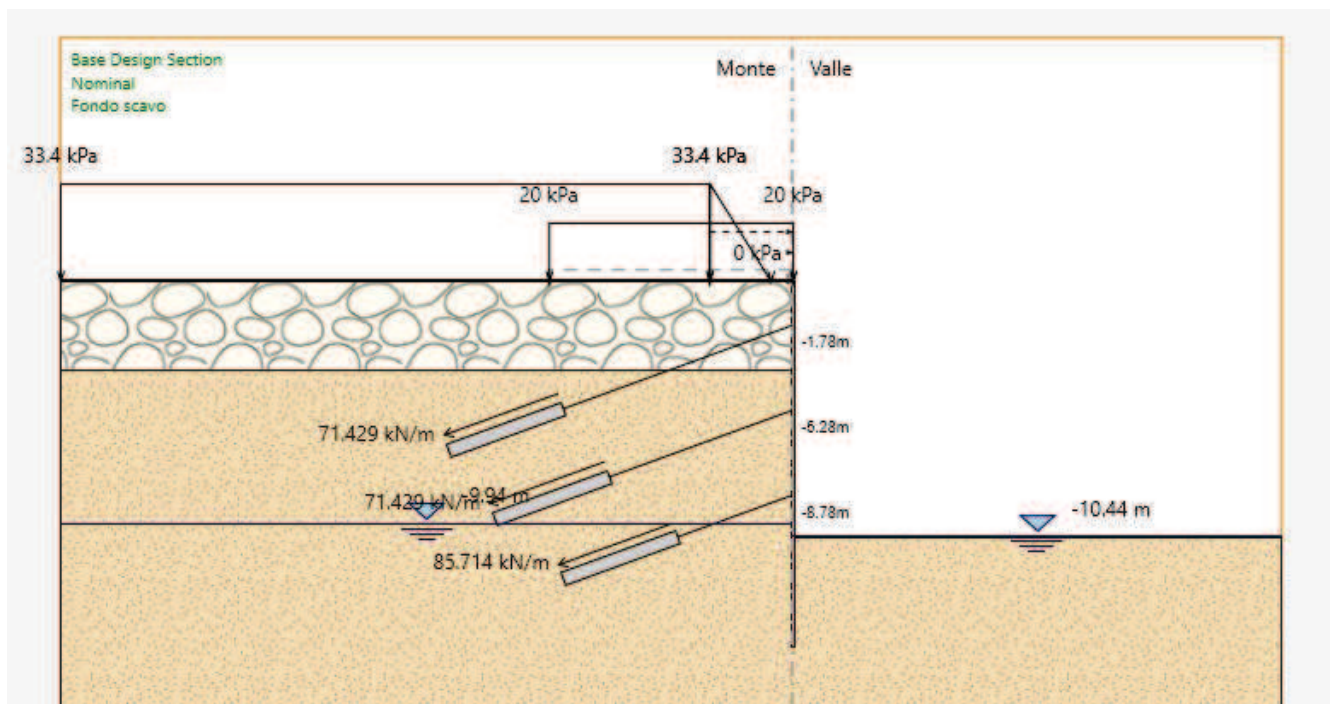
I risultati evidenziano, in tutti i casi, buoni margini rispetto alle condizioni limite a conferma della correttezza della soluzione progettuale individuata.

12.1.2 Sezione 2 – pk 22+768.84

Quale sezione di verifica è stata presa a riferimento quella posta alla pk. 22+768.84 nel imbocco binario dispari (in corrispondenza della paratia laterale) caratterizzata da tre ordini di tiranti.

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche dell'opera di sostegno e del modello geotecnico utilizzati per le analisi di verifica.

La **Figura 8** mostra un confronto tra la sezione reale e quella simulata; si può osservare ad esempio come l'inclinazione del pendio a monte dell'opera sia stata modellata mediante l'applicazione di un carico fittizio equivalente, su un piano campagna simulato orizzontale.



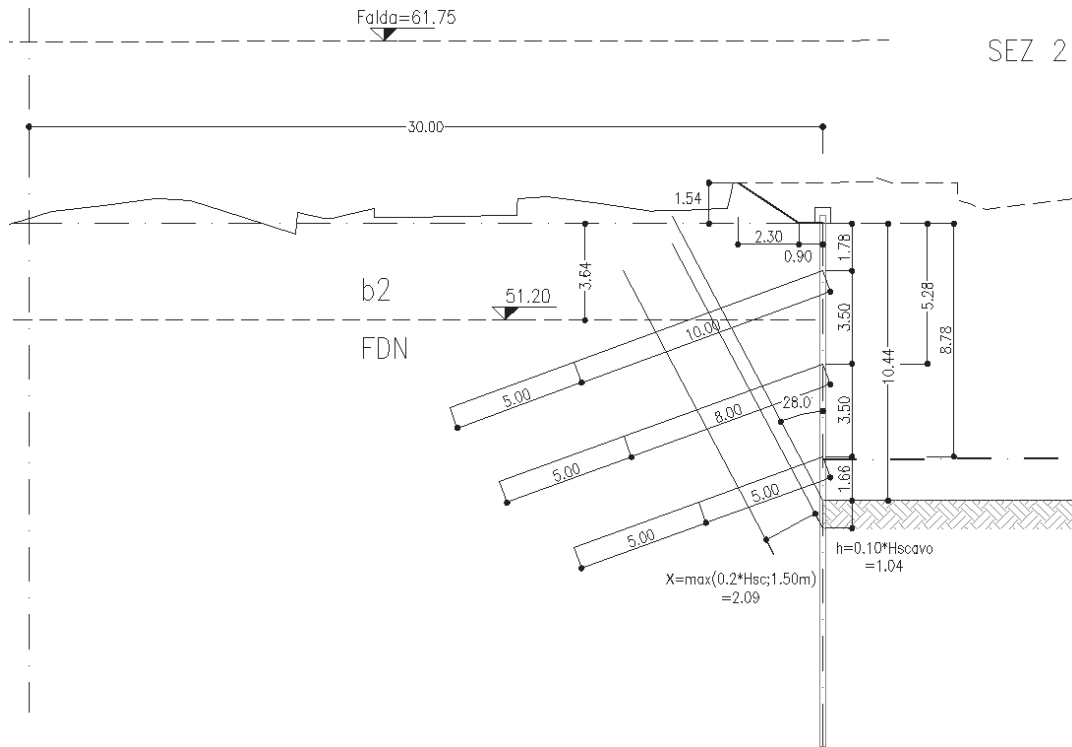


Figura 8 - Confronto tra la sezione modellata (sopra) e quella reale (sotto)

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Tipologia struttura di sostegno	Paratia di micropali di medio diametro $\phi = 220$ mm con tubo $\phi = 139.7$ mm spessore $s=8$ mm, posti ad interasse $i = 0.40$ m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 15.00$ m
Altezza libera paratia	$H = 10.44$ m
Ordini di tiranti (n°)	3
Passo orizzontale tiranti	2.8 m
Passo verticale dei tiranti	-3.50m.
Inclinazione del piano campagna a monte	Prescavo 3H:2V, terreno naturale circa orizzontale
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	Carico fittizio variabile equivalente alla pendenza del piano campagna

Sovraccarichi permanenti a valle	-
Sovraccarichi variabili a monte	$Q_{1,k} = 20 \text{ kPa}$, estensione 10.00 m
Sovraccarichi variabili a valle	-

Tabella 13 – Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo

I parametri geotecnici adottati nelle analisi variano a seconda della combinazione di riferimento adottata in considerazione della specifica verifica prevista dal D.M. 14/01/2008 così come riportato nel prospetto che segue.

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	γ	c_d	ϕ'_d	δ	E'	E'_{ur}	k_o	K_{ah}	K_{ph}
			(kN/m^3)	(kPa)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(-)	(-)	(-)
b2	M1	SLU	20	10	35	23.33	50	75	0.426	0.224	6.510
		SLV				0			0.426	-	-
	M2	SLU		8	29.3	19.50			0.426	0.288	4.418
		SLV				0			0.426	-	-
FDN	M1	SLU	25	70	34	22.67	410	615	0.800	0.235	6.062
		SLV				0			0.800	-	-
	M2	SLU		56	28.4	18.90			0.800	0.300	4.175
		SLV				0			0.800	-	-

γ = peso dell'unità di volume

c'_d = coesione efficace (valore di calcolo)

ϕ'_d = angolo di resistenza al taglio (valore di calcolo)

δ = angolo d'attrito struttura/terreno

E' = modulo di Young

E'_{ur} = modulo di Young (scarico/ricarico)

k_o = coefficiente di spinta a riposo

K_a = coefficiente di spinta attiva

K_p = coefficiente di resistenza passiva

Tabella 14 – Parametri geotecnici di calcolo.

Con riferimento alla valutazione del coefficiente sismico orizzontale k_{1h} , i valori di α e β sono stati assunti rispettivamente pari a 1.000 e 0.430 avendo considerato un sottosuolo di tipo B e uno spostamento massimo ammissibile μ_s pari a $0.005 \times 15 = 0.075 \text{ m}$ (cfr. § 7.11.6.3.2 del D.M. 14/01/2008).

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

Sezione di calcolo	H (m)	Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	Categoria sottosuolo	α	u_s	β	K_h	K_{ahE}	K_{phE}
						(-)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)
2	15	b2	M1	SLV	B	1.000	0.075	0.430	0.1252	0.298	-
						1			0.1252	-	3.409
			M2	SLV		1.000	0.075	0.430	0.1252	0.373	-
						1			0.1252	-	2.660
2	15	FDN	M1	SLV	B	1.000	0.075	0.430	0.1252	0.310	-
						1			0.1252	-	3.261
			M2	SLV		1.000	0.075	0.430	0.1252	0.387	-
						1			0.1252	-	2.561

α = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008)
 u_s = spostamento ammissibile
 β = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008)
 k_h = coefficiente sismico
 K_h = coefficiente di spinta sismico orizzontale
 K_{ahE} = coefficiente di spinta attiva orizzontale
 K_{phE} = coefficiente di resistenza passiva orizzontale

Tabella 15 – Parametri per l'analisi sismica.

Si riportano, infine, le fasi di calcolo in cui è articolata l'analisi numerica:

- STAGE 1. Inizializzazione dello stato tensionale geostatico;
- STAGE 2. simulazione della paratia di micropali e applicazione del carico variabile Q_1 (rappresentativo dei mezzi di cantiere);
- STAGE 3. Scavo di ribasso fino a quota -2.78 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 4. Realizzazione del primo ordine di tiranti a quota -1.78 m rispetto alla testa dell'opera e applicazione della relativa pretensione;
- STAGE 5. Scavo di ribasso fino a quota -6.28 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 6. Realizzazione del secondo ordine di tiranti a quota -5.28 m rispetto alla testa dell'opera e applicazione della relativa pretensione;
- STAGE 7. Scavo di ribasso fino a quota -9.78 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 8. Realizzazione del terzo ordine di tiranti a quota -8.78 m rispetto alla testa dell'opera e applicazione della relativa pretensione;
- STAGE 9. Scavo di ribasso fino a quota -10.44 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 10. Applicazione dell'azione sismica come definita in Tabella 13.

12.1.2.1 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente (All. [1]).

3) Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia, sia in condizioni statiche (SLU) che sismiche (SLV). A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output relativi alle fasi finali dell'analisi statica (stage 9) e sismica (stage 10) in termini di deformata dell'opera e percentuale di spinta.

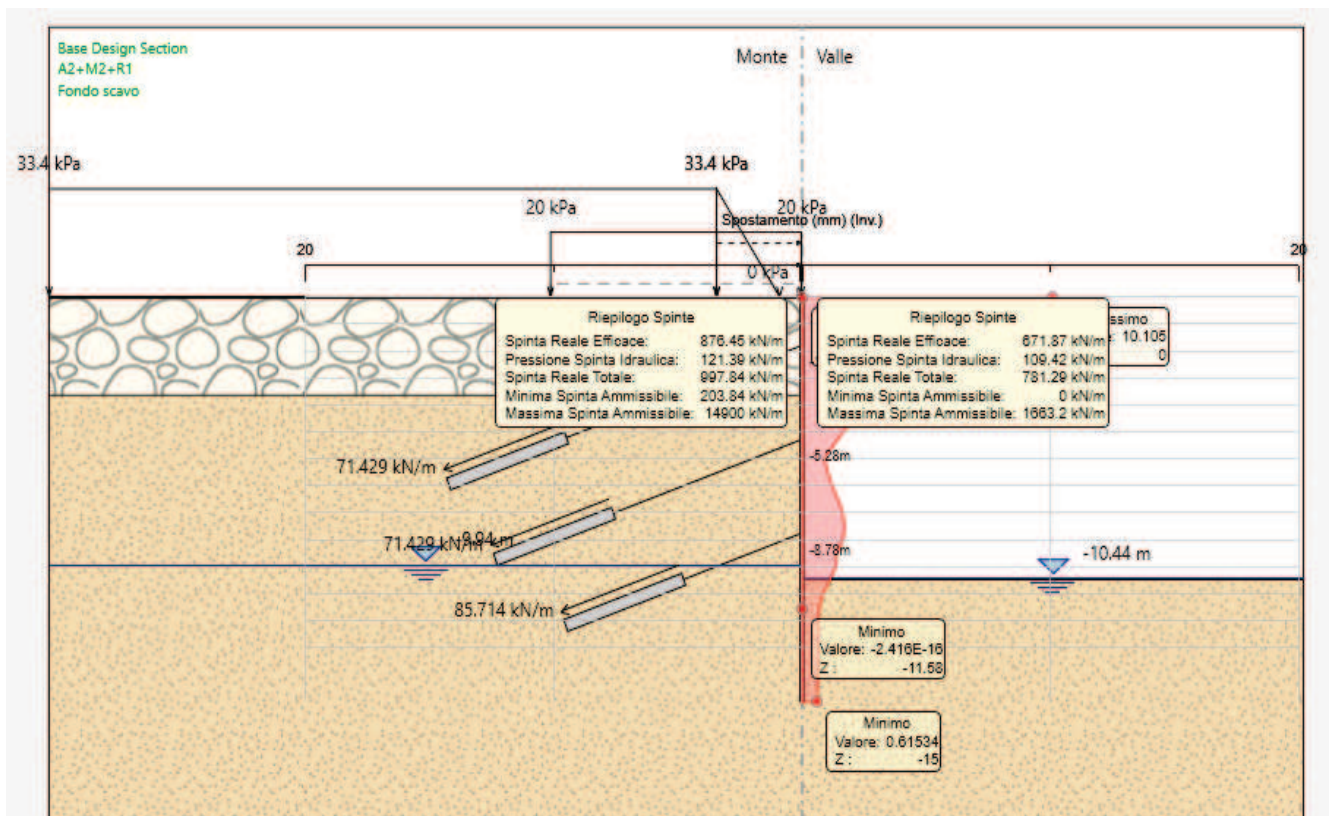


Figura 9 - Risultati dell'analisi SLU-GEO: diagramma degli spostamenti

La percentuale di spinta risulta pari a 46.98%.

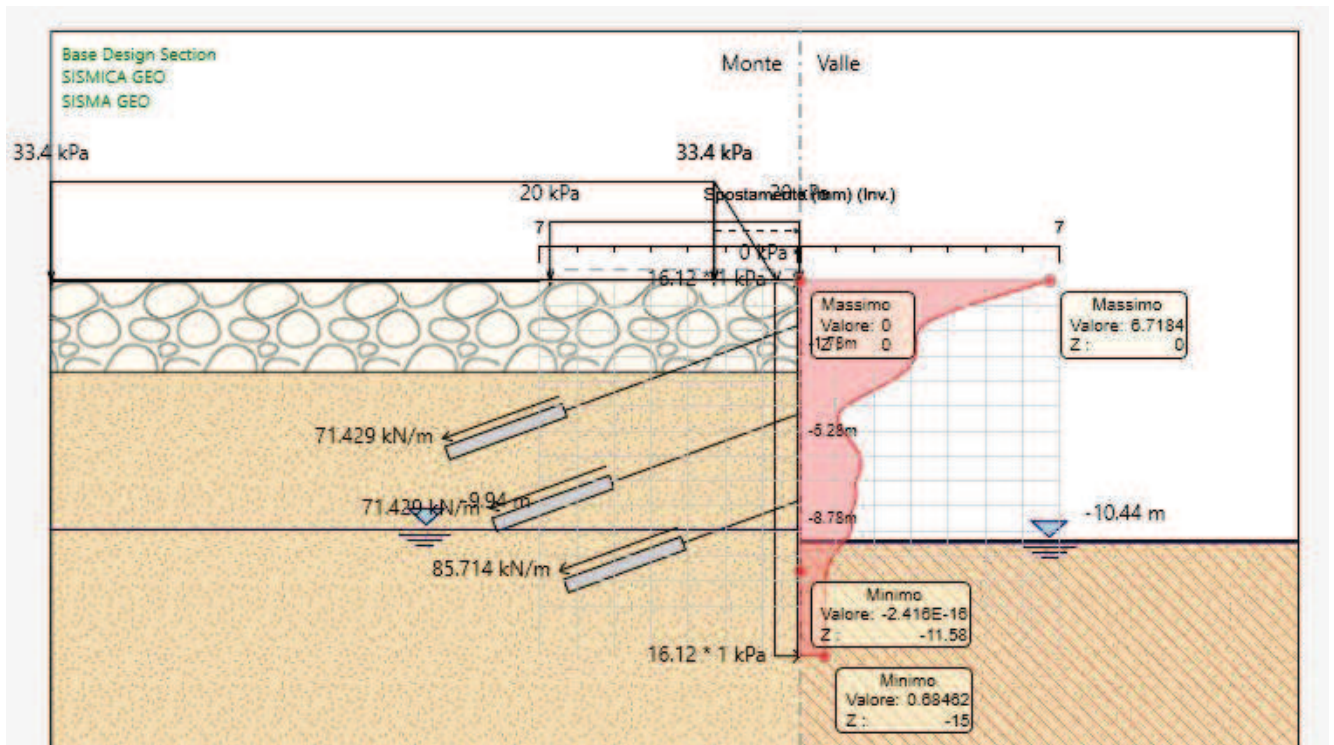


Figura 10 - Risultati dell'analisi SLV-GEO: diagramma degli spostamenti

– Verifica tiranti

Nel prospetto che segue, per ciascun ordine di tiranti, sono riportate le principali caratteristiche geometriche e strutturali e gli sforzi di calcolo massimi tra le combinazioni statica e sismica.

Si sottolinea che la lunghezza libera del tirante, riportata in **Tabella 16**, è da intendersi comprensiva dell'incremento valutato in condizioni sismiche secondo la formulazione proposta dal D.M. 14/01/2008 nel § 7.11.6.4 in funzione della massima accelerazione sismica di progetto.

Ordine	D_p	n_{tr}	A_{tr}	L_p	L_a	i	α	Pretensione	Condiz.	t_{max}	$N_{S,d}$
[-]	[mm]	[-]	[mm ²]	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]
1	160	3	139	10	5	2.8	20	200	SLU	93.68	262.29
2		3		8	5	2.8	20	200		92.87	260.04
3		3		5	5	2.8	20	240		111.63	312.56
1	160	3	139	10	5	2.8	20	200	SLV	74.23	207.85
2		3		8	5	2.8	20	200		71.95	201.46
3		3		5	5	2.8	20	240		86.34	241.74

D_p = diametro di perforazione della fondazione del tirante;
 n_{tr} = numero di trefoli per tirante;
 A_{tr} = area del singolo trefolo;
 L_p = lunghezza libera del tirante
 L_a = lunghezza della fondazione del tirante
 i = interasse longitudinale dei tiranti
 α = inclinazione sull'orizzontale del tirante

Tabella 16 - Caratteristiche geometriche dei tiranti e risultati di maggiore rilievo ottenuti dalle analisi

Verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti

Per la verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti, in considerazione della tecnologia realizzativa e delle caratteristiche geotecniche del mezzo al contorno, la resistenza caratteristica a sfilamento all'interfaccia bulbo di ancoraggio – terreno è stata valutata secondo le indicazioni di Bustamante e Doix '85 (Rif. [7]) e Viggiani '99 (Rif. [8]). Nello specifico per la resistenza a sfilamento dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno, τ_{ak} , viene assunto, per i tiranti ricadenti nel litotipo "FDN" un valore caratteristico pari a 350 kPa da piano campagna.

La resistenza a sfilamento di progetto è determinata attraverso la seguente relazione:

$$N_{R,ad} = \frac{N_{R,ak}}{\gamma_{Ra,p}} = \frac{\pi \cdot D_p \cdot \alpha \cdot \tau_{ak} \cdot L_a}{\gamma_{Ra,p} \cdot \xi}$$

dove:

$N_{R,ad}$ è la resistenza a sfilamento di progetto dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno;

D_p è il diametro di perforazione della fondazione del tirante;

α è un coefficiente correttivo che tiene conto della tecnologia realizzativa dell'ancoraggio e del contesto geotecnico, nel caso in esame assunto pari a 1.2 (Viggiani, '99) in funzione del tipo di iniezione ripetuta selettiva (IRS) e del litotipo di fondazione.

τ_{ak} è la tensione resistente a sfilamento caratteristica dell'interfaccia bulbo di fondazione-terreno;

L_a è la lunghezza della fondazione del tirante;

$\gamma_{Ra,p}$ è il coefficiente parziale per la resistenza degli ancoraggi (R3); a favore di sicurezza si considera il valore del coefficiente parziale relativo agli ancoraggi permanenti;

ξ è un fattore di correlazione che dipende dal numero di profili di indagine geotecnica disponibili per la determinazione della resistenza caratteristica τ_{ak} .

La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:

$$N_{R,ad} \geq N_{S,d}$$

dove $N_{S,d}$ rappresenta il valore dell'azione sollecitante sui tiranti.

Nella tabella che segue è riassunto il calcolo per la determinazione di $N_{R,ad}$ per le verifiche dei tre ordini di tiranti e l'esito della verifica.

D_p	α	τ_{ak}	L_a	$\gamma_{Ra,p}$	ξ	$N_{R,ak}$	$N_{R,ad}$	$N_{S,d}$	Verifica
[mm]	[-]	[kPa]	[m]	[-]	[-]	kN	kN	[kN]	[-]
160	1.2	350	5	1.2	1.65	639.74	533.12	262.29	NR,ad > NS,d → OK
160	1.2	350	5	1.2	1.65	639.74	533.12	260.04	NR,ad > NS,d → OK
160	1.2	350	5	1.2	1.65	639.74	533.12	312.56	NR,ad > NS,d → OK

Tabella 17 - Verifiche Geotecniche della fondazione dei tiranti

Verifica strutturale dei tiranti

La resistenza a trazione di calcolo dei tiranti è valutata secondo la seguente relazione:

$$N_{R,pd} = \frac{f_{p(1)k} \cdot A_{tr} \cdot n_{tr}}{\gamma_S}$$

dove:

$f_{p(1)k}$ è la resistenza elastica dell'acciaio armonico alla deformazione dell'1%;

A_{tr} è l'area del singolo trefolo;

n_{tr} è il numero di trefoli per tirante;

γ_S è il coefficiente parziale dell'acciaio.

La verifica viene condotta nel rispetto della seguente disuguaglianza:

$$N_{R,pd} \geq N_{S,d}$$

Nella tabella che segue è riassunto il calcolo per la determinazione di $N_{R,pd}$ per le verifiche dei quattro ordini di tiranti e l'esito della verifica.

$f_{p(1)k}$	A_{tr}	n_{tr}	γ_s	$N_{R,pk}$	$N_{R,pd}$	$N_{S,d}$	Verifica
[MPa]	[mm ²]	[-]	[-]	kN	kN	[kN]	[-]
1670	139	3	1.15	696.39	605.56	262.29	$N_{R,pd} > N_{S,d} \rightarrow OK$
1670	139	3	1.15	696.39	605.56	260.04	$N_{R,pd} > N_{S,d} \rightarrow OK$
1670	139	3	1.15	696.39	605.56	312.56	$N_{R,pd} > N_{S,d} \rightarrow OK$

Tabella 18 - Verifiche Strutturali dell'armatura dei tiranti

Infine, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, è necessario verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza caratteristica a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio. Dal confronto tra i risultati riportati in **Tabella 17** e in **Tabella 18**, emerge che tale verifica è ampiamente soddisfatta essendo $N_{R,pk} > N_{R,ak}$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
	GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 07 RB	DOCUMENTO GA 09 00 001	REV. B

- Verifica stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno (A2+M2+R2)

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il metodo dell'equilibrio limite mediante il software Slope/W (Geoslope 2007).

In considerazione del contesto geotecnico sostanzialmente omogeneo vengono analizzate superfici di scorrimento circolari secondo la formulazione di Bishop. Considerato lo scopo dell'analisi le superfici di scorrimento indagate sono definite in modo tale da non intersecare l'opera di sostegno, limitando opportunamente l'estensione del cerchio critico a tergo della paratia.

A monte della paratia è previsto anche il carico da traffico, Q1M, atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere; nelle analisi è stato applicato sul piano campagna un carico pari a 4kN/m² in SLV e 20 kN/m² in SLU, per un'estensione lineare di 10 m.

I risultati sono espressi in termini di rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e quella mobilitata lungo le superfici di scorrimento analizzate.

Nella tabella che segue sono riportati i gradi di sovra resistenza (R/E_d) rispetto alle azioni sollecitanti di progetto E_d (= E γ_E) ottenuti per ciascuna combinazione delle azioni. Al fine di cogliere l'effetto derivante dalla riduzione dei parametri geotecnici di resistenza, secondo i coefficienti del gruppo M2, nel prospetto che segue sono riportati anche i risultati dell'analisi condotta con i valori caratteristici dei parametri geotecnici e delle azioni.

<i>Combinazione</i>	<i>Formulazione</i>
	<i>Bishop</i>
"Caratteristica"	3.215
"SLU – A2+M2"	2.573
"SLV – A2+M2"	2.099

Tabella 19 - Sintesi dei risultati delle analisi di stabilità globale

Eseguendo il calcolo mediante il D.M. 14/01/2008, Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2), il coefficiente parziale γ_R vale 1.10; quindi considerando la resistenza di progetto $R_d = \frac{R}{\gamma_R}$ (cfr. § 6.2.3.1), risulta sempre verificata la disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

per cui la verifica di stabilità globale può considerarsi soddisfatta.

Nella figura di seguito riportata è rappresentata la superficie critica di scorrimento a cui corrisponde il minor grado di sovraresistenza ($R/E_d = 2.099$).

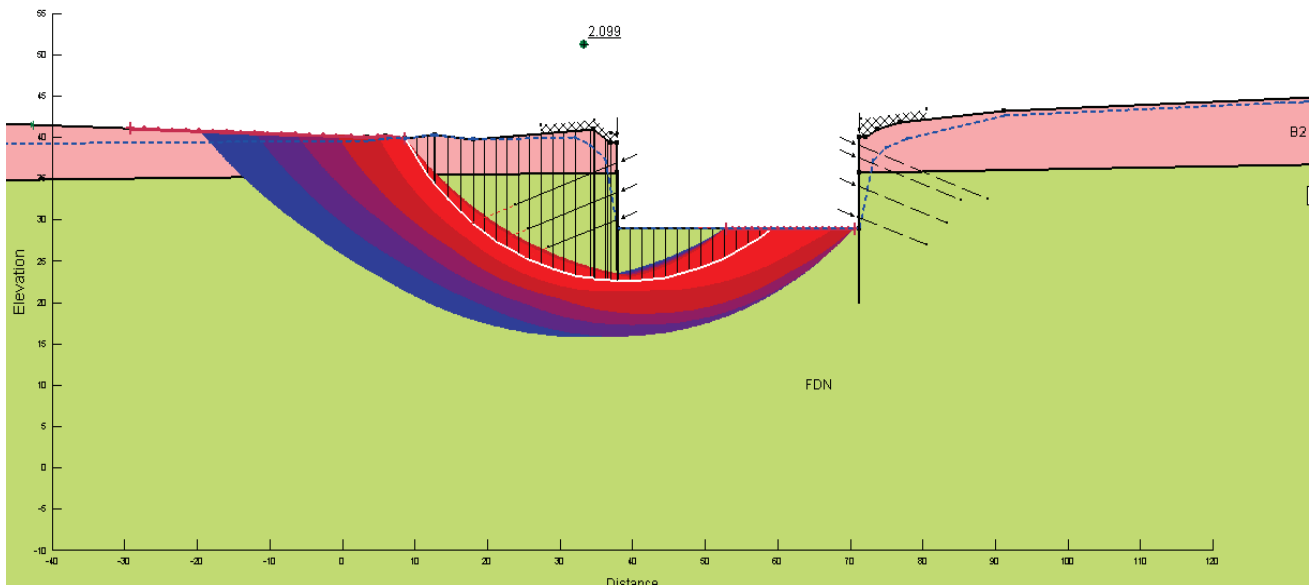


Figura 11 - Modello di calcolo e superficie di scorrimento critica. Risultati della verifica di stabilità globale. Mappa dei risultati condizione SLV (superfici con FS minimo in rosso, superfici con FS massimo in blu)

4) Verifiche SLU STR

Con il modello di calcolo definito geometricamente sulla base del dimensionamento geotecnico di cui sopra, vengono eseguite le verifiche strutturali di tutti gli elementi costituenti l'opera di sostegno (paratia, travi di ripartizione ecc.).

- Verifica dell'elemento strutturale costituente la struttura di sostegno

Nei prospetti che seguono, per le combinazioni STR statica e sismica, si riportano gli involuipi degli andamenti delle caratteristiche della sollecitazione sulla paratia di micropali ed i valori numerici relativi alle sezioni di sollecitazioni massime, scelte come rappresentative per le verifiche strutturali.

<i>Condizione</i>	<i>Fase di calcolo</i>	<i>Soll. Max.</i>	<i>Quota</i>	M_{Sd}	T_{Sd}
<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[m]</i>	<i>[kNm/m]</i>	<i>[kN/m]</i>
SLU	Stage 5	Momento	-1.78	27.53	40.98
	Stage 8	Taglio	-8.78	14.27	48.56
SLV	Stage 10	Momento	-1.78	23.68	28.47
	Stage 10	Taglio	-8.78	15.43	39.17

Tabella 20 - Sollecitazioni allo SLU e SLV nella combinazione A1+M1+R1

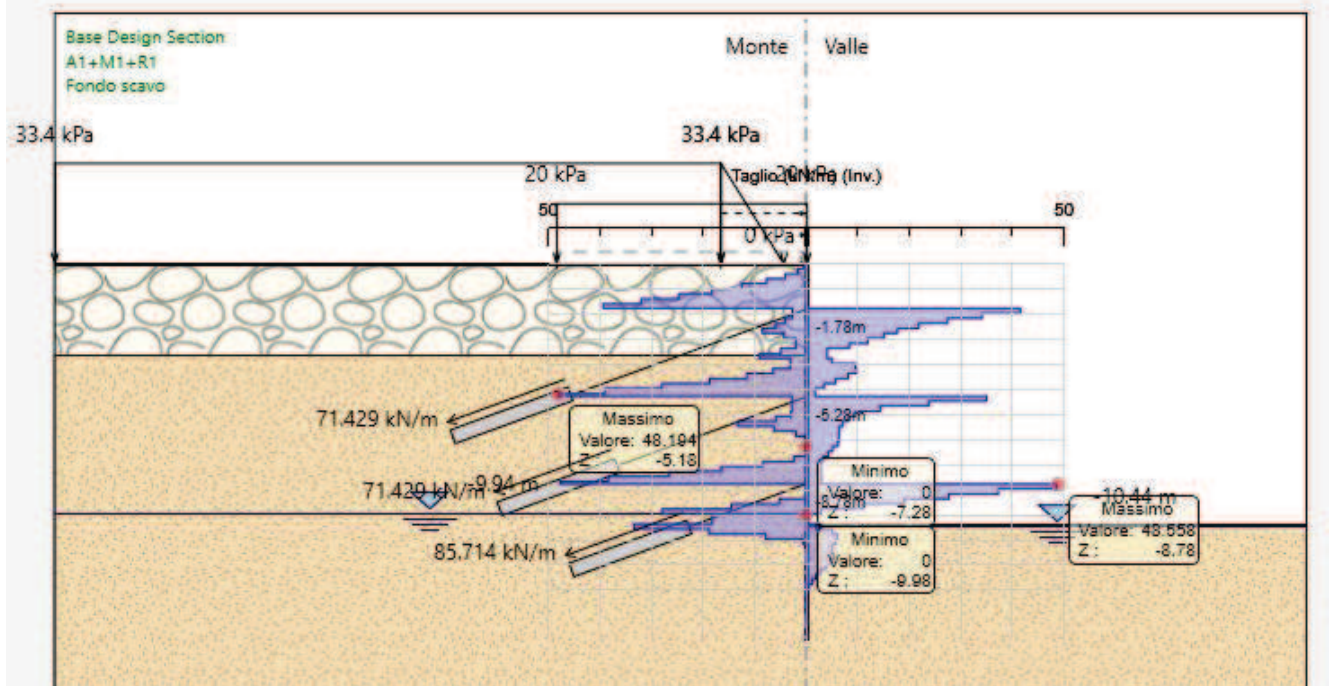
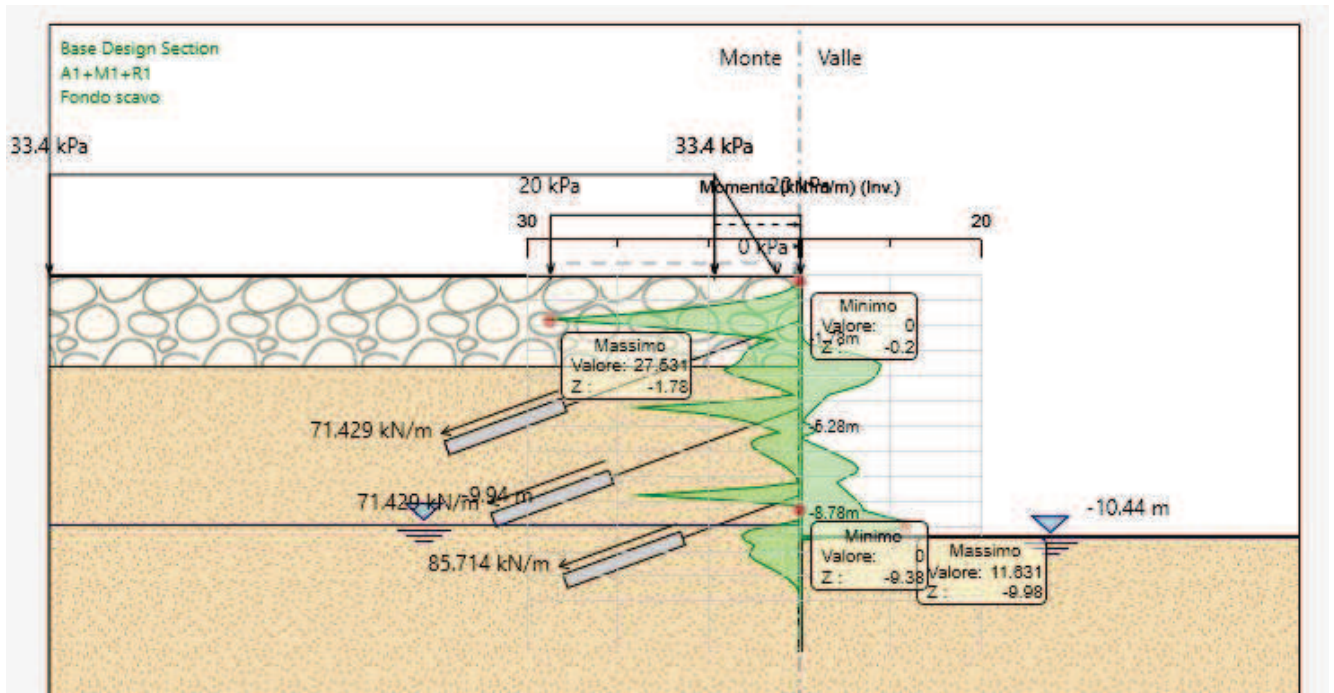


Figura 12 - SLU-STR - Caratteristiche della sollecitazione

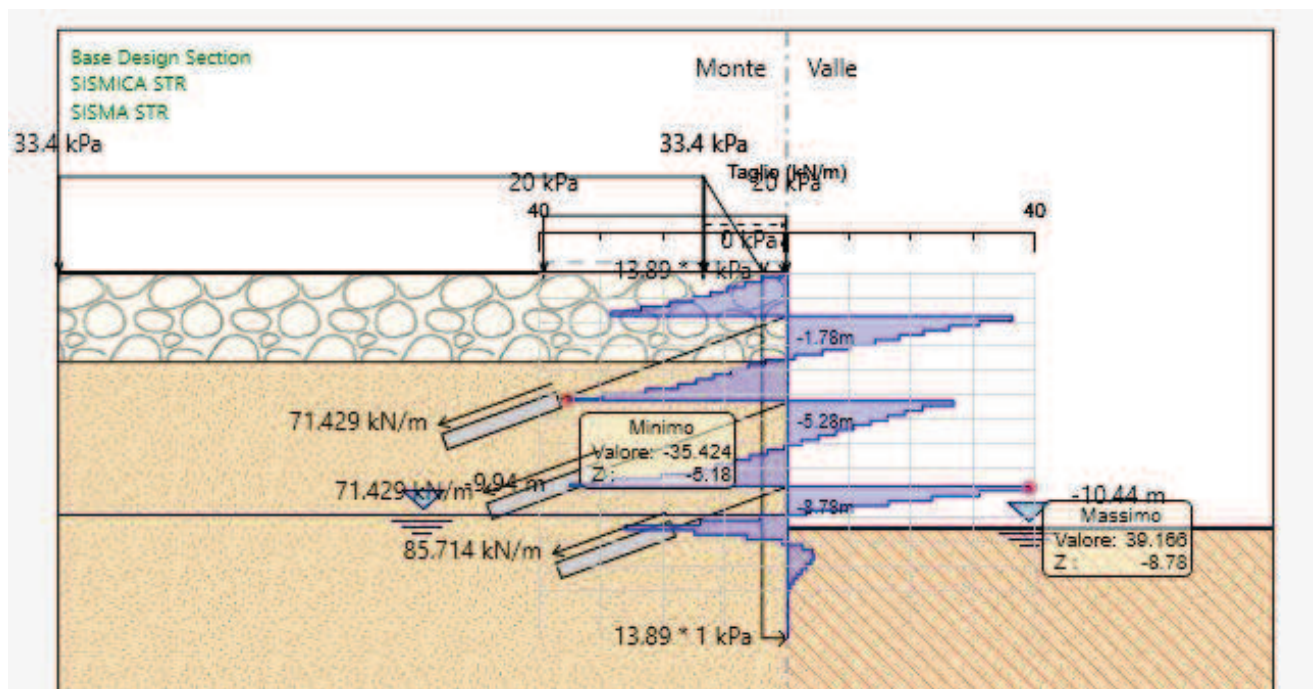
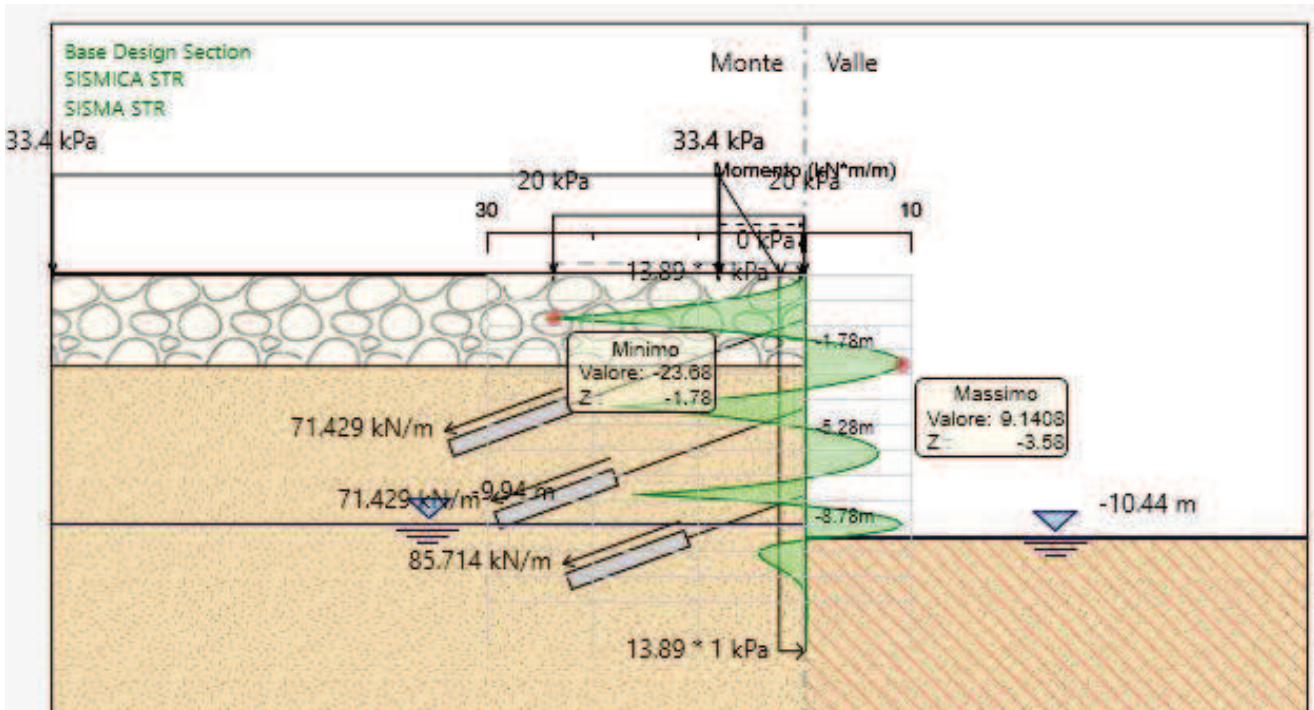


Figura 13 - SLV-STR - Caratteristiche della sollecitazione

I principali risultati delle analisi sono descritti in sintesi nel seguito; per una più completa rappresentazione degli stessi si rimanda allo specifico allegato. (All. [1]).

Le verifiche strutturali SLU/SLV vengono eseguite per confronto tra le sollecitazioni di calcolo (ottenute a partire dai risultati del modello numerico applicando gli opportuni coefficienti parziali) e le resistenze di calcolo (definite dai punti M_{Rd} , N_{Rd} che definiscono il dominio resistente nel piano M, N).

Nello specifico delle verifiche riportate nel seguito, vengono rappresentate le sollecitazioni relative a tutte le combinazioni SLU/SLV definite nel § 11.1.2. In All. [1] sono invece riportati i tabulati numerici relativi agli involuipi delle suddette combinazioni ottenuti considerando il massimo momento flettente e il minimo sforzo normale sulla sezione più sollecitata.

Risultati delle verifiche a flessione e taglio della paratia di micropali

Si riportano qui di seguito i domini di resistenza per la sezione più sollecitata.

Le verifiche strutturali evidenziano, in questo caso, la necessità di un'armatura principale costituita da tubo in acciaio $\Phi = 139.7$ mm con spessore $s=8$ mm, come ben rappresentato dalla Figura 12 e dalla Figura 13.

φ	spessore	i_{longtubi}	A_{tubo}	$W_{\text{pl,tubo}}$	$A_{\text{v,tubo}}$
[mm]	[mm]	[m]	[cm ²]	[cm ³]	[cm ²]
139.7	8	0.4	33.08	138.93	21.06

Soll. Max.	Condiz.	$M_{\text{Sd,tubo}}$	$T_{\text{Sd,tubo}}$	A_{tubo}	$W_{\text{pl,tubo}}$	$A_{\text{v,tubo}}$	σ_{max}	τ_{max}	σ_{id}	Verifica
[-]	[-]	[kNm]	[kN]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]
Momento	SLU	11.0	16.39	0.003308	0.000139	0.002106	79.26	9.91	81.1	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow \text{OK}$
Taglio		5.7	19.42				41.09	11.74	45.8	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow \text{OK}$
Momento	SLV	9.5	11.39				68.18	6.88	69.2	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow \text{OK}$
Taglio		6.2	15.67				44.43	9.47	47.4	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow \text{OK}$

Tabella 21 - Verifiche allo SLU e allo SLV per la paratia di micropali

Essendo soddisfatta la disuguaglianza: $f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow \text{OK}$ la verifica a flessione taglio è soddisfatta.

– Verifica strutturale delle travi di ripartizione

Le caratteristiche della sollecitazione sono determinate modellando gli elementi strutturali oggetto di verifica alla stregua di travi continue su più appoggi; la luce delle campate è data dall'interasse dei tiranti ed il carico, uniformemente distribuito, è determinato ripartendo le reazioni offerte dagli ancoraggi, ottenute del modello di calcolo dell'opera di sostegno. Definito $N_{S,d}$ il massimo tiro di calcolo corrispondente all'i-esimo ordine di tiranti, il suddetto carico è così calcolato: $q_{S,d} = N_{S,d}/l$ (con l interasse tiranti).

Secondo tale modello le massime azioni di calcolo sull'elemento strutturale saranno:

$$M_{S,d} = \frac{1}{10} \cdot q_{S,d} \cdot l^2,$$

$$T_{S,d} = \frac{1}{2} \cdot q_{S,d} \cdot l,$$

Per le travi di ripartizione costituite da profili metallici accoppiati HEB 180, per la determinazione della tensione agente viene adottata la formulazione proposta da Navier: la tensione sollecitante di calcolo viene valutata come tensione ideale, secondo quanto proposto dal D.M. 14/01/2008 (cfr. § 4.2.4.1.2), mentre la tensione resistente di calcolo dell'acciaio è ottenuta mediante riduzione della tensione resistente caratteristica, f_{yk} (cfr. § 0) attraverso il coefficiente parziale $\gamma_{M0} = 1.05$: $f_{yd} = 261.90$ MPa.

Nel prospetto che segue sono riportate le verifiche strutturali delle travi di ripartizione.

Elem.strutt.	Condiz.	$N_{S,d}$	l	$M_{S,d}$	$T_{S,d}$	A	W_{pl}	A_v	σ_{max}	τ_{max}	σ_{id}	Verifica
[-]	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[m ²]	[m ³]	[m ²]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]
Trave di ripartizione 2HEB180	SLU	262.3	2.8	73.4	131.1	0.01305	0.00096	0.00405	76.3	32.4	94.7	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		260.0	2.8	72.8	130.0				75.6	32.1	93.9	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		312.6	2.8	87.5	156.3				90.9	38.6	112.8	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
	SLV	207.9	2.8	58.2	103.9				60.4	25.7	75.0	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		201.5	2.8	56.4	100.7				58.6	24.9	72.7	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK
		241.7	2.8	67.7	120.9				70.3	29.9	87.3	$f_{yd} > \sigma_{id} \rightarrow$ OK

Tabella 22 - Verifica strutturale delle travi di ripartizione

I risultati evidenziano, in tutti i casi, buoni margini rispetto alle condizioni limite a conferma della correttezza della soluzione progettuale individuata.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO					
	Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	56 di 75

12.2 Verifica di stabilità degli scavi

Le verifiche di stabilità delle scarpate previste nell'ambito degli scavi per le opere di imbocco sono state condotte con il metodo dell'equilibrio limite mediante il software Slope/W (Geoslope 2007). Anche in questo caso vengono analizzate superfici di scorrimento circolari secondo la formulazione di Bishop.

Come sezioni di analisi per ciascun imbocco sono state scelte le condizioni più gravose per stratigrafia, pendenza ed altezza degli scavi. E' stata considerata anche la falda con riferimento alle condizioni definite sui profili geotecnici.

I risultati sono espressi in termini di rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e quella mobilitata lungo le superfici di scorrimento analizzate.

Nella tabella che segue sono riportati i gradi di sovraresistenza (R/Ed) rispetto alle azioni sollecitanti di progetto Ed (= E γE) ottenuti secondo la formulazione di Bishop, in assenza di intervento.

<i>Combinazione</i>	<i>Formulazione</i>
	<i>Bishop</i>
"Caratteristica"	4.648
"SLU – A2+M2"	3.719
"SLV – A2+M2"	3.073

Tabella 23 - Sintesi dei risultati delle analisi di stabilità globale

Nella figura di seguito riportata è rappresentata la superficie critica di scorrimento a cui corrisponde il minor grado di sovraresistenza, in assenza di intervento (R/Ed =3.073).

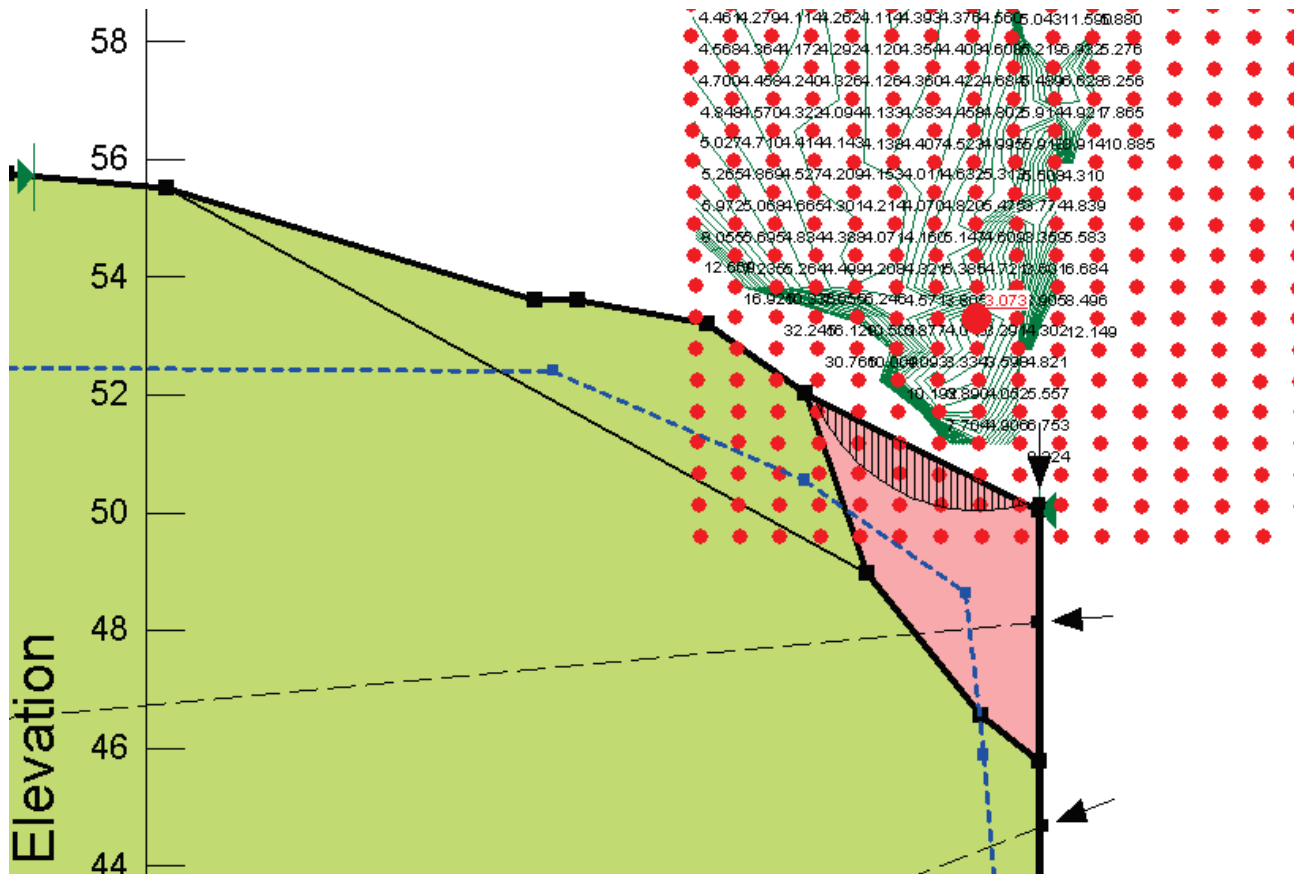


Figura 14 - Modello di calcolo Slope/W e superficie di scorrimento critica in assenza di intervento ($F_s=3.073$).

12.3 Galleria artificiale – sezione di massimo ritombamento – pk. 22+751.00

La galleria artificiale è stata verificata secondo la configurazione di massimo ritombamento (pk. km 22+751.00). Di seguito è fornita una descrizione delle principali caratteristiche geometriche della sezione di analisi e uno schema del modello di calcolo.

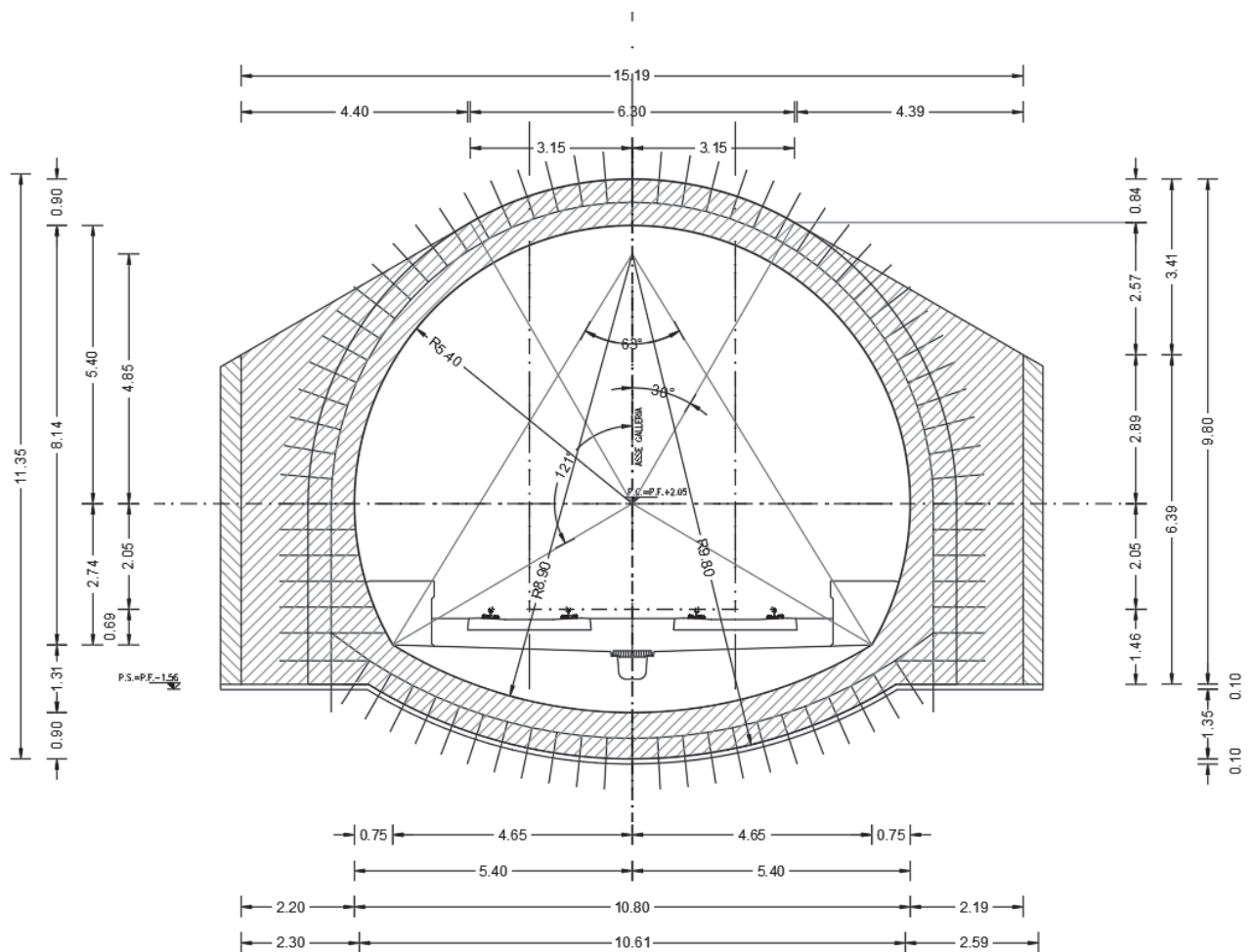


Figura 15 - Sezione di analisi

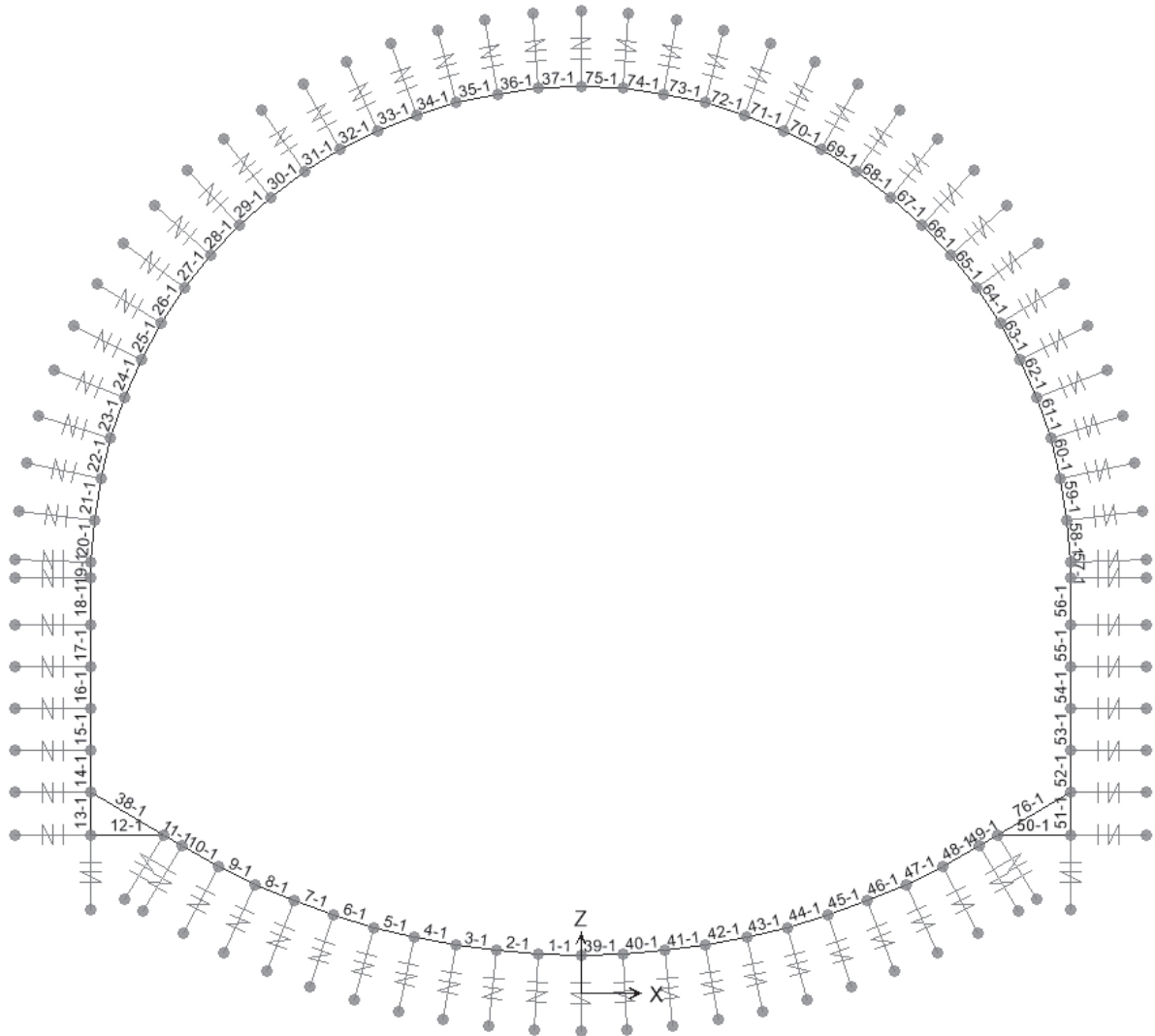


Figura 16 - Schema del modello di calcolo agli elementi finiti: numerazione dei frames

Si presentano in seguito i parametri del modello:

Tipologia opera	Galleria artificiale
Altezza simulata dell'opera	$H_{tot} = 11.35$ m
Larghezza simulata dell'opera	$L_{tot} = 12.60$ m
<i>Spessori simulati del rivestimento</i>	
Calotta	0.90-2.2 m
Piedritti	2.2-2.8 m
Fondazione	0.90 m
Rigidezze molle terreno	
Calotta - ritombamento	5260
Calotta - riempimento	53912
Piedritti	138631
Fondazione	114327

Tabella 24 - Caratteristiche del modello di calcolo

La rigidezza delle molle al contorno è funzione dell'altezza del ritombamento, in quanto essa determina una diversa rigidezza del terreno; per la sezione di massimo ritombamento si ottengono valori pari a:

<i>Calotta - ritombamento</i>			
R _{eq}	E'	k / i	
[m]	[Mpa]	[kN/m ³]	
5.85	40	5260	
<i>Calotta - riempimento</i>			
R _{eq}	E'	k / i	
[m]	[Mpa]	[kN/m ³]	
5.85	410	53912	
<i>Piedritti</i>			
B	E'	k / i	
[m]	[Mpa]	[kN/m ²]	
3.25	410	138631	
<i>Fondazione</i>			
B	C _t	E'	k / i
[m]	[]	[Mpa]	[kN/m ²]
15.2	0.26	410	114327

$$c_t = 0.853 + 0.534 \cdot \ln(L/B)$$

$$k = \frac{E'}{R_{eq} \cdot (1+\nu)} \cdot i \quad (\text{per i tratti curvilinei dell'arco di calotta})$$

$$k = \frac{E'}{B \cdot (1-\nu^2)} \cdot i \quad (\text{per tratti rettilinei dell'arco di calotta})$$

$$k = \frac{E'}{B \cdot (1-\nu^2) \cdot c_t} \cdot i \quad (\text{per l'arco rovescio})$$

Moltiplicando i moduli di reazione ottenuti per la distanza fra i nodi del modello (i = 0.5 m) si ottiene:

Calotta - ritombamento: $k = 5260 \times 1 \times 0.5 = 2630 \text{ kN/m}$

Calotta - riempimento: $k = 53912 \times 1 \times 0.5 = 26956 \text{ kN/m}$

Piedritto: $k = 138631 \times 1 \times 0.5 = 69315 \text{ kN/m}$

Fondazione: $k = 114327 \times 1 \times 0.5 = 57164 \text{ kN/m}$

Per ciò che riguarda la stratigrafia dei terreni si rimanda all'inquadramento geologico-geotecnico del capitolo 8 della presente relazione; si riporta comunque qui di seguito uno schema delle assunzioni alla base del calcolo.

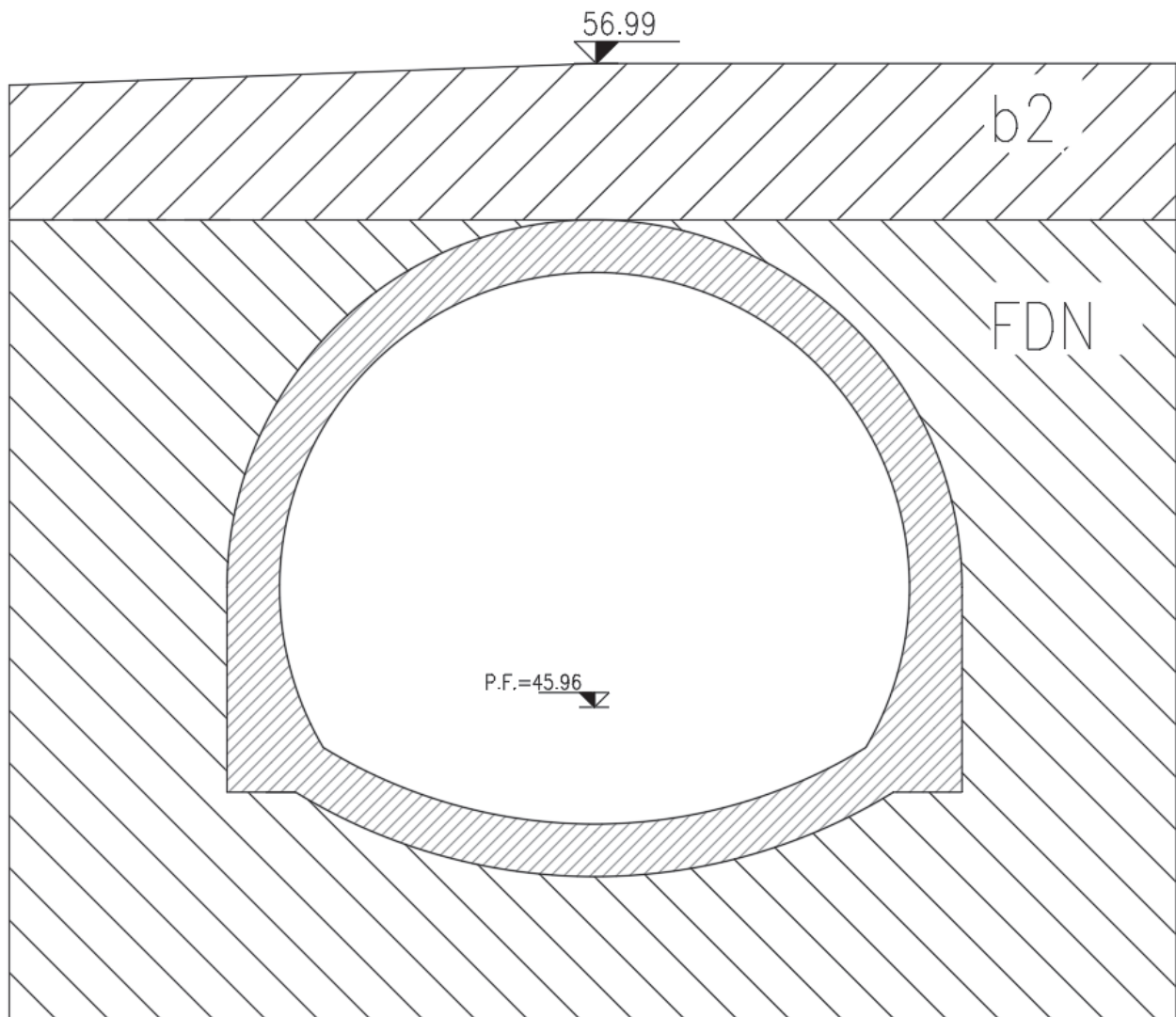


Figura 18 - stratigrafia terreni

Riprendendo la schematizzazione dei carichi applicati alla struttura, definiscono i valori dei carichi elementari, considerando un angolo di attrito per il terreno di ricoprimento pari a 35° e dunque un coefficiente di spinta a riposo $K_0 = 1 - \sin(35^\circ) = 0.426$. Per i piedritti e il tratto di fondazione si considerano le caratteristiche della formazione FDN a cui corrisponde un angolo di attrito pari a 34° e un coefficiente di spinta a riposo $K_0 = 0.80$.

- **azioni permanenti strutturali (indicate in verde):**

- peso proprio della struttura (P.P); in automatico dal programma di calcolo.

Si controlla che il peso assegnato dal software sia coerente a quello calcolato, pari a:

$$P.P. = \gamma \times A = 25 \text{ kN/m}^3 \times 34.22 \text{ m}^2 = 855.5 \text{ kN/m}$$

- spinte del terreno sui fianchi della galleria (SPsx e SPdx); sono state suddivise in carico da riempimento (ritombamento fino alla calotta di galleria) e in carico da ritombamento (per quote di terreno al di sopra della calotta); visto che l'artificiale risulta prossima alla paratia, per evitare l'impiego di casseri e di materiale da riempimento da costipare in spazi ristretti, si effettua il getto di piedritti e parte della calotta fino alla paratia stessa. Quindi nel calcolo la spinta e le rigidezze da considerare sono quelle prodotte dai terreni del sito (in particolare dal litotipo PDTb). Il materiale di riempimento verrà impiegato solamente sulla calotta dell'artificiale per ripristinare lo stato originario dei luoghi.

$$\text{Rit. vert sx} = \gamma \times H_{\text{rit}} = 20 \text{ kN/mc} \times 2.45 \text{ m} = 49.00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Rit. vert dx} = \gamma \times H_{\text{rit}} = 20 \text{ kN/mc} \times 2.68 \text{ m} = 53.6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Rit. oriz sx} = \gamma \times H_{\text{rit,max}} \times k_0 = 20 \text{ kN/mc} \times 2.45 \text{ m} \times 0.80 = 39.2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Rit. oriz dx} = \gamma \times H_{\text{rit,max}} \times k_0 = 20 \text{ kN/mc} \times 2.68 \text{ m} \times 0.80 = 42.88 \text{ kN/m}$$

$$\text{Riemp. vert} = \gamma \times h_{\text{var}} = 20 \text{ kN/mc} \times h_{\text{var}}$$

$$\text{Riemp. oriz sx} = \gamma \times H(z) \times k_0 = 25 \text{ kN/mc} \times H(z) \times 0.80$$

$$S_{\text{h2O}} \text{ sx} = \gamma_{\text{H2O}} \times (H(z) - H(\text{falda})) \times 1 = (10 \times (H(z) + 3.2)) \times 1$$

$$\text{Riemp. oriz sx} = \text{Riemp. oriz dx}$$

$$S_{\text{h2O}} \text{ sx} = S_{\text{h2O}} \text{ dx}$$

- **azioni accidentali (indicate in rosso):**

Si considera un carico accidentale Q_1 pari a 20 kN/m^2 (legato ai mezzi di cantiere); esso provoca spinte sui fianchi della galleria (SQ_{1sx} e SQ_{1dx}) calcolate come in seguito:

$$\text{Carico accidentale} = Q = 20 \text{ kN/m}$$

$$\text{Spinte sul fianco dx} = \text{Spinte sul fianco sx} = Q \times k_0 = 20 \text{ kN/m} \times 0.80 = 16.0 \text{ kN/m}$$

- **azioni sismiche (indicate in blu):**

L'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 0. In presenza di sisma è necessario considerare gli effetti inerziali indotti da entrambe le componenti del moto sismico sui carichi. I carichi considerati sono:

- incremento di spinta del terreno sui fianchi della galleria ($\pm \Delta S_H$); l'incremento di spinta può valutarsi secondo la teoria di Wood, per cui la risultante dell'azione sismica orizzontale può calcolarsi secondo:

$$\Delta S_H = \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot H^2$$

La spinta viene applicata su un solo lato dell'anello di rivestimento, uniformemente distribuita lungo l'altezza dell'opera.

$$\Delta S_H = 0.424 \times 25 \text{ kN/m}^3 \times 11.35^2 \text{ m} = 1365.51 \text{ kN}$$

Si considera uniformemente distribuito: $q_{\Delta S_H} = \Delta S_H / H = 1365.51 / 11.35 = 120.31 \text{ kN/m}$

- variazione del peso del terreno di ritombamento ($\pm \Delta S_V$); l'incremento di spinta può valutarsi secondo la teoria di Wood, per cui la risultante dell'azione sismica verticale è:

$$\Delta S_V = 0.5 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot A$$

La spinta viene applicata sulla calotta, considerando il diverso spessore del riempimento e del ritombamento.

$$\Delta S_V = 0.5 \times 0.424 \times 20 \text{ kN/m}^3 \times h_{\text{rit-var}} + 0.5 \times 0.424 \times 24 \text{ kN/m}^3 \times h_{\text{riemp-var}}$$

- effetti inerziali della struttura della galleria nella direzione orizzontale (I_h); viene applicato un carico gravitazionale con direzione X e accelerazione pari a:

$$k_h = \beta_m \times (a_{max}/g) = 1 \times 0.424 = 0.424$$

$\beta_m = 1$ (per strutture non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno).

Il programma provvede automaticamente ad associare delle forze aggiuntive in direzione X in funzione delle masse strutturali.

- effetti inerziali della struttura della galleria nella direzione verticale (Iv); viene applicato un carico gravitazionale con direzione Z e accelerazione pari a:

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h = \pm 0.5 \times 0.424 = 0.212$$

Il programma provvede automaticamente ad associare delle forze aggiuntive in direzione Z in funzione delle masse strutturali.

Imbocco Calatabiano lato Messina	
Galleria artificiale	
Coordinate Geografiche	Lat: 37.909975 Long: 15.329449
T_R	1068 anni
a_g/g	0.329
F0	2.471
Cat.Sottosuolo	B
Ss	1.074
Cat.Topografica	T2
St	1.2
a_{max}/g	0.424

Si riporta qui di seguito lo schema dei carichi applicati.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)				
	GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 07 RB	DOCUMENTO GA 09 00 001

12.3.1 Risultati delle verifiche SLU/SLV

I principali risultati delle analisi sono descritti in sintesi nel seguito; per una più completa rappresentazione degli stessi si rimanda allo specifico allegato (All. [2]).

L'esame dei risultati dell'analisi numerica in termini di andamenti delle caratteristiche della sollecitazione agli SLU evidenzia una distribuzione pressochè costante dello sforzo normale lungo la calotta e i piedritti dove si raggiungono valori più elevati; la struttura presenta caratteristiche di simmetria che permettono di considerare le sollecitazioni massime su una sola parte della stessa; si verificano dunque le sezioni sul lato che presenta maggior ricoprimento in quanto queste risultano più sollecitate; in particolare, per quel che riguarda il taglio e il momento flettente, le sezioni maggiormente sollecitate sono localizzate in prossimità delle murette.

Le verifiche strutturali SLU/SLV del rivestimento definitivo vengono eseguite per confronto tra le sollecitazioni di calcolo (ottenute a partire dai risultati del modello numerico applicando gli opportuni coefficienti parziali) e

le resistenze di calcolo (definite dai punti M_{Rd} , N_{Rd} che definiscono il dominio resistente nel piano M, N). Nello specifico delle verifiche riportate nel seguito, vengono rappresentate le sollecitazioni relative a tutte le combinazioni SLU/SLV definite nel 11.2.2. In All. [2] sono invece riportati i relativi tabulati numerici.

Per la galleria artificiale è prevista una carpenteria in calcestruzzo armato. Si presenta di seguito uno schema che riassume le sezioni maggiormente sollecitate dunque oggetto di verifica.

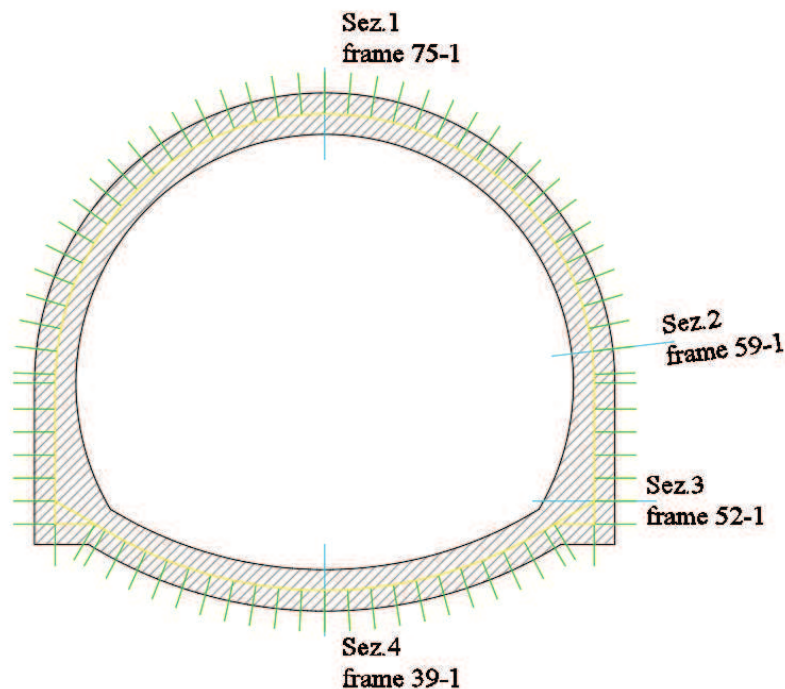


Figura 20 - schema delle sezioni di verifica

Si riportano le verifiche condotte nelle sezioni evidenziate nello schema precedente.

Le verifiche strutturali condotte in calotta evidenziano la necessità di un'armatura principale simmetrica costituita da $6\phi 26/100\text{cm}$ all'estradosso e $6\phi 26/100\text{cm}$ all'intradosso (ipotizzando un copriferro di circa 7.00 cm); per l'armatura a taglio si prevede l'utilizzo di $9\text{ganci}\phi 14/\text{m}^2$ ($V_{Rd} = 997 \text{ kN} > V_{ed,max} = 192.96 \text{ kN}$).

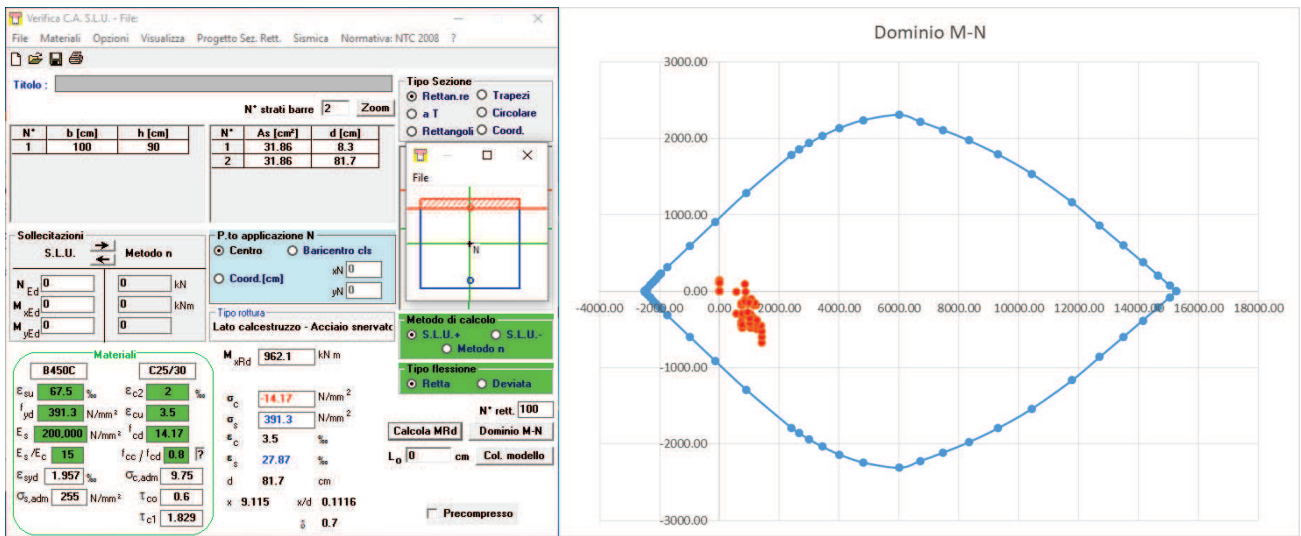


Figura 21 - Verifica sezione 1: dominio resistente e verifiche allo SLU per il rivestimento definitivo della calotta $B = 1.00 \text{ m}$, $H = 0.90\text{m}$ $6\phi 26$ sul lato esterno (estradosso) e $6\phi 26$ sul lato interno (intradosso)

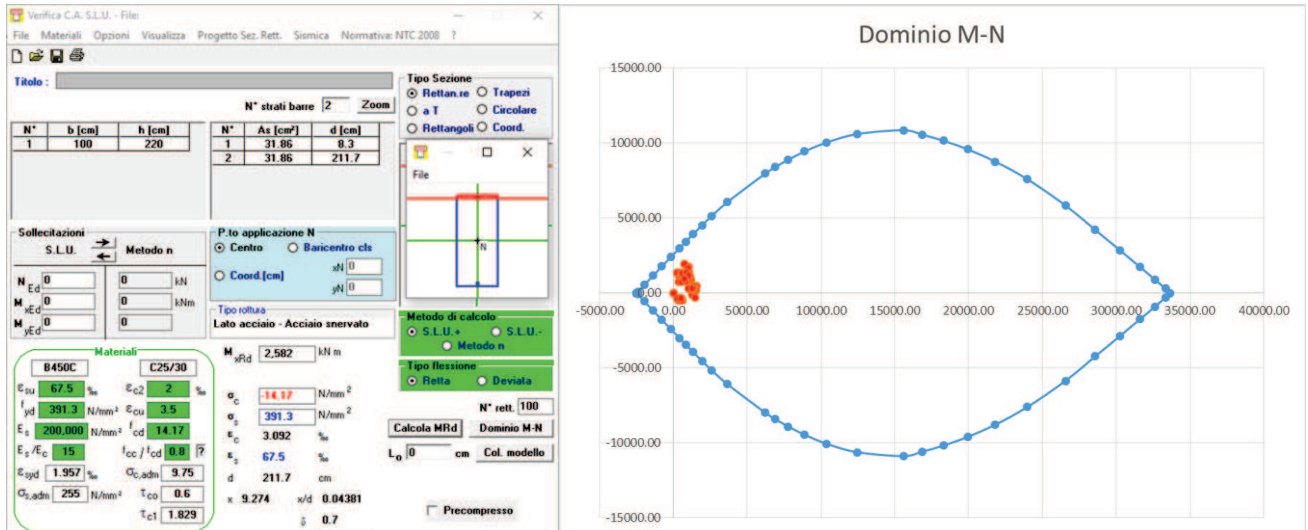


Figura 22 - Verifica sezione 2: dominio resistente e verifiche allo SLU per il rivestimento definitivo della calotta B = 1.00 m, H = 2.20m 6 ϕ 26 sul lato esterno (estradosso) e 6 ϕ 26 sul lato interno (intradosso)

Le verifiche strutturali condotte sui piedritti evidenziano la necessità di un'armatura principale costituita da $6\phi 26/100\text{cm}$ all'estradosso e $6\phi 26/100\text{cm}$ all'intradosso (lato interno) del rivestimento (ipotizzando un copriferro di circa 7.00 cm); per l'armatura a taglio si prevede l'utilizzo di 9ganci $\Phi 14/\text{m}^2$ ($V_{Rd} = 3314 \text{ kN} > V_{ed,max} = 1423.43 \text{ kN}$).

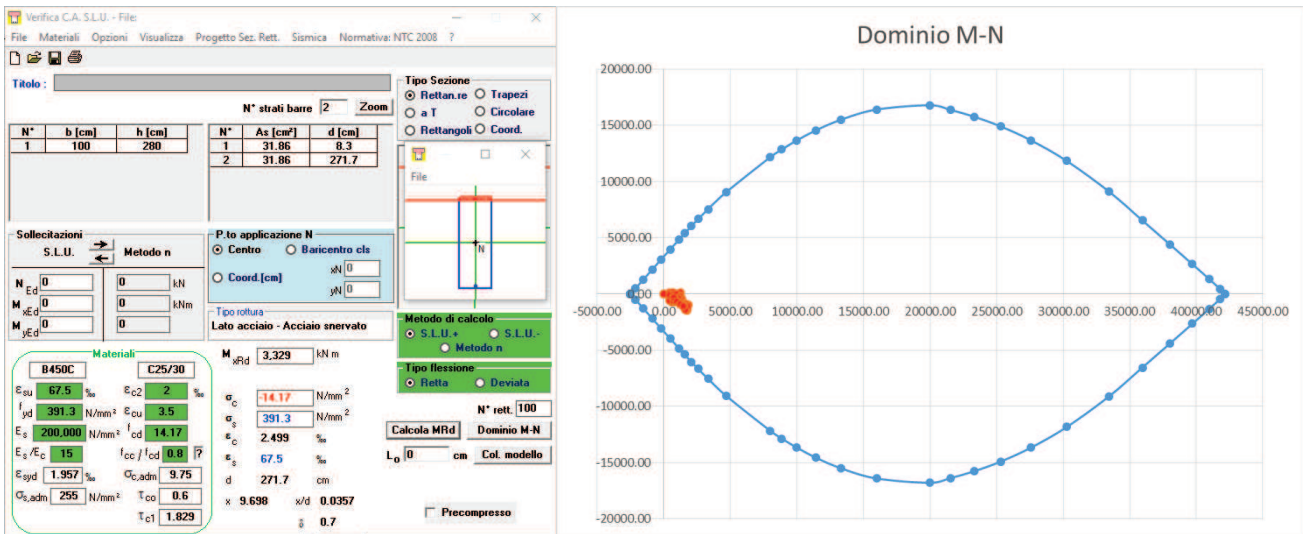


Figura 23 - Verifica sezione 3: dominio resistente e verifiche allo SLU per il rivestimento definitivo dei piedritti B = 1.00 m, H = 2.80 m $6\phi 26$ sul lato esterno (estradosso) e $6\phi 26$ sul lato interno (intradosso)

Le verifiche strutturali condotte sulla fondazione evidenziano la necessità di un'armatura principale simmetrica, costituita da 6 Φ 26/100cm (ipotizzando un copriferro di circa 7 cm).

Trasversalmente si prevede l'utilizzo di 9ganci Φ 14/m² ($V_{Rd} = 997 \text{ kN} > V_{ed,max} = 138.33 \text{ kN}$)

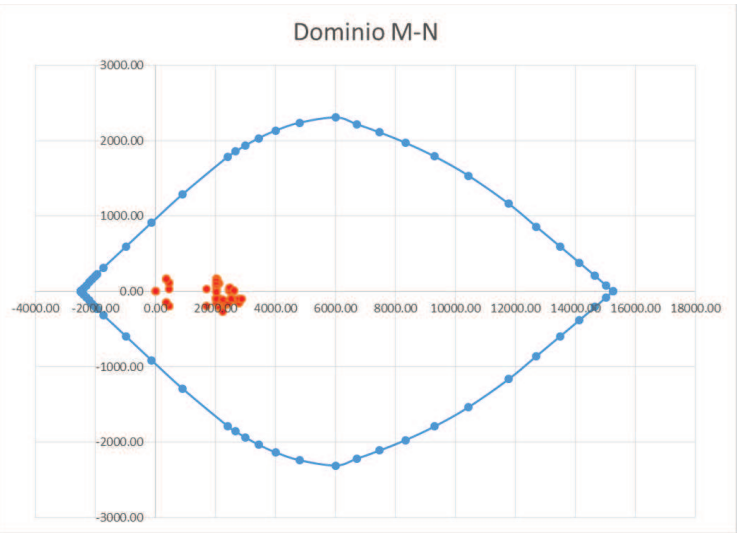
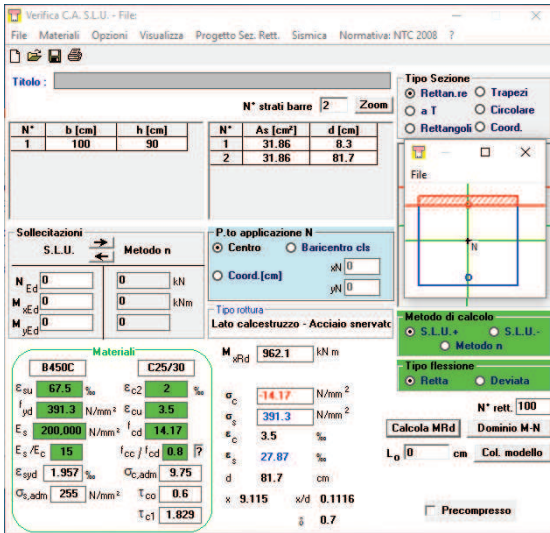


Figura 24 - Verifica sezione 4: dominio resistente e verifiche allo SLU per il rivestimento definitivo di fondazione; B = 1.00 m, H = 0.90 m 6 ϕ 26 sul lato esterno (estradosso) e 6 ϕ 26 sul lato interno (intradosso)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)					
	GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 07 RB	DOCUMENTO GA 09 00 001	REV. B

12.3.2 Risultati delle verifiche SLE

Le verifiche SLE del rivestimento definitivo sono finalizzate a prevenire la formazione di un quadro fessurativo non controllato tale da compromettere la durabilità dell'opera. A tal fine la Normativa stabilisce un limite massimo all'ampiezza delle fessure (SL di fessurazione) e al contempo impone il rispetto di opportuni limiti tensionali sia nell'acciaio che nel calcestruzzo (SL di tensione).

Nello specifico dei risultati descritti nei paragrafi a seguire (e come riportato in All. [2]), sono state considerate le sollecitazioni relative agli inviluppi SLE delle combinazioni riportate nel 11.2.2.

Risultati delle verifiche Tensionali

Le verifiche allo stato limite di tensione eseguite sul rivestimento in calcestruzzo, armato secondo quanto definito nel § 12.3.1, risultano soddisfatte. In particolare si osserva quanto segue:

VERIFICHE S.L.E.: TENSIONI ($f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$)
 Comb. rara n.ro 2: Tens. cls= $2.86 < 0.60 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$
 Comb. rara n.ro 2: Tens. acciaio= $23.02 > -0.80 \cdot f_{yk} = -360.00 \text{ N/mm}^2$
 Comb. q. per. n.ro 4: Tens. cls= $2.57 < 0.45 \cdot f_{ck} = 11.20 \text{ N/mm}^2$
 VERIFICHE POSITIVE

Risultati delle verifiche a Fessurazione

Le verifiche del quadro fessurativo riscontrato sul rivestimento in calcestruzzo, armato secondo quanto definito nel § 12.3.1, risultano soddisfatte. In particolare si osserva quanto segue:

VERIFICHE S.L.E.: FESSURAZIONE
 Comb. freq. n.ro 2: Tens. min. cls= 1.24 N/mm^2 ; $\sigma_t = f_{ctm}/1.2 = -2.13 \text{ N/mm}^2$, $f_{cfk} = -2.15 \text{ N/mm}^2$
 $w_k = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \epsilon_{sm} = 0.0000 \text{ mm} < w_3 = 0.4 \text{ mm} \dots$ VERIFICA POSITIVA
 Comb. q. per. n.ro 1: Tens. min. cls= -0.74 N/mm^2 ; $\sigma_t = f_{ctm}/1.2 = -2.13 \text{ N/mm}^2$, $f_{cfk} = -2.15 \text{ N/mm}^2$
 $w_k = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \epsilon_{sm} = 0.0000 \text{ mm} < w_2 = 0.3 \text{ mm} \dots$ VERIFICA POSITIVA

In definitiva i valori di cui sopra si mantengono sempre al di sotto dei limiti imposti dalla Normativa, ragion per cui le verifiche dello stato tensionale e fessurativo in condizioni di esercizio risultano soddisfatte.

In conclusione, sulla base dei risultati delle verifiche strutturali condotte sia nei confronti degli SLU/SLV che degli SLE, può essere definita un'incidenza media di armatura:

per arco rovescio e murette **90 kg/m³**

per calotta e piedritti **90 kg/m³**



RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEOTECNICA E
DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	74 di 75

13 MONITORAGGIO

Per il monitoraggio delle opere di imbocco della Galleria Forza d'Agrò si rimanda alla relazione tecnica delle opere in sotterraneo (Rif. [1]).

14 CONCLUSIONI

Nella presente relazione, parte integrante del progetto definitivo per il raddoppio della linea Giampilieri-Fiumefreddo sull'itinerario Messina-Catania, per una estensione complessiva di circa 42 km, sono stati definiti gli aspetti principali della progettazione definitiva delle opere di imbocco della galleria Forza d'Agrò.

Sono state descritte e verificate le opere di imbocco. In particolare sono state verificate le opere di sostegno, la stabilità degli scavi e le tratte di galleria artificiale.

Il soddisfacimento di tutte le verifiche previste dalla Normativa dimostra l'adeguatezza e l'efficacia delle soluzioni progettuali, sia in fase costruttiva, sia nella configurazione finale ed in condizioni sismiche.

GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE GEO-TECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI IMBOCCO LATO MESSINA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	ALLEGATO
RS2S	02	D 07 RB	GA 09 00 001	B	1

ALLEGATO 1

TITOLO	Analisi e verifica dell'opera di sostegno
TIPO DI DOCUMENTO:	Documento - Formato A4
CODIFICA:	-
PAGINE:	@
DATA:	Settembre 2017
SORGENTE:	U.O. Gallerie Italferr S.p.A.
NOTE:	-

PARATIE *plus*TM
2016.1

1 GALLERIA FORZA D'AGRO – IMBOCCO LATO MESSINA - SEZ 1

3. Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropali/0.40m

Area equivalente : 0.0184298855607986 m

Inerzia equivalente : 0 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 0.8

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS139.7*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1397 m

4. Fasi di Calcolo

Geostatica

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Paratia

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Scavo -2.92m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.92 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.92 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.42 m

Falda di destra : -2.92 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tir 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.92 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.92 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.42 m

Falda di destra : -2.92 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 15 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 5 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Scavo -6.42m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.42 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.42 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.92 m

Falda di destra : -6.42 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 15 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 5 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tir 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.42 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.42 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.92 m

Falda di destra : -6.42 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.42 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 11 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 15 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 5 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Scavo -9.92m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.92 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.92 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9.42 m

Falda di destra : -9.92 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.42 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 11 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 15 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 5 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tir 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.92 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.92 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9.42 m

Falda di destra : -9.92 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.42 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 11 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : -8.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Precarico : 240 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 15 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 5 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Scavo -13.42m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -13.42 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-13.42 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -12.92 m

Falda di destra : -13.42 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.42 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 11 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : -8.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 9 m

Precarico : 240 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.92 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 15 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 5 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tir 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -13.42 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-13.42 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -12.92 m

Falda di destra : -13.42 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.42 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 11 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR3

X : 0 m
Z : -8.92 m
Lunghezza bulbo : 5 m
Diametro bulbo : 0.16 m
Lunghezza libera : 9 m
Precarico : 240 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR4

X : 0 m
Z : -12.42 m
Lunghezza bulbo : 5 m
Diametro bulbo : 0.16 m
Lunghezza libera : 7 m
Precarico : 260 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m
Z : -1.92 m
Lunghezza bulbo : 5 m
Diametro bulbo : 0.16 m
Lunghezza libera : 15 m
Precarico : 200 kN
Angolo : 5 °
Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Fondo scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -14.08 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-14.08 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -13.58 m

Falda di destra : -14.08 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -6.32 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 90.25 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -6.32 m

Pressione iniziale : 298 kPa

Pressione finale : 90.25 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.42 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 11 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR3

X : 0 m
Z : -8.92 m
Lunghezza bulbo : 5 m
Diametro bulbo : 0.16 m
Lunghezza libera : 9 m
Precarico : 240 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR4

X : 0 m
Z : -12.42 m
Lunghezza bulbo : 5 m
Diametro bulbo : 0.16 m
Lunghezza libera : 7 m
Precarico : 260 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m
Z : -1.92 m
Lunghezza bulbo : 5 m
Diametro bulbo : 0.16 m
Lunghezza libera : 15 m
Precarico : 200 kN
Angolo : 5 °
Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

5. Descrizione Coefficienti Design Assumption

Coefficienti A

Nome	Carichi Per- manenti Sfa- vorevoli (F_dead_load _unfavour)	Carichi Per- manenti Fa- vorevoli (F_dead_loa d_favour)	Carichi Va- riabili Sfa- vorevoli (F_live_load_ unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Sismico (F_seism _load)	Pres- sioni Acqua Lato Monte (F_Wat erDR)	Pres- sioni Acqua Lato Valle (F_Wat erRes)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_UPL_ GDStab)	Carichi Perma- nenti Stabiliz- zanti (F_UPL_ GStab)	Carichi Variabili Destabi- lizzanti (F_UPL_ QDStab)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_HYD_ GDStab)	Carichi Perma- nenti Stabiliz- zanti (F_HYD_ GStab)	Carichi Variabili Destabi- lizzanti (F_HYD_ QDStab)
Sim- bolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M 1+R1	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M 2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Coefficienti M

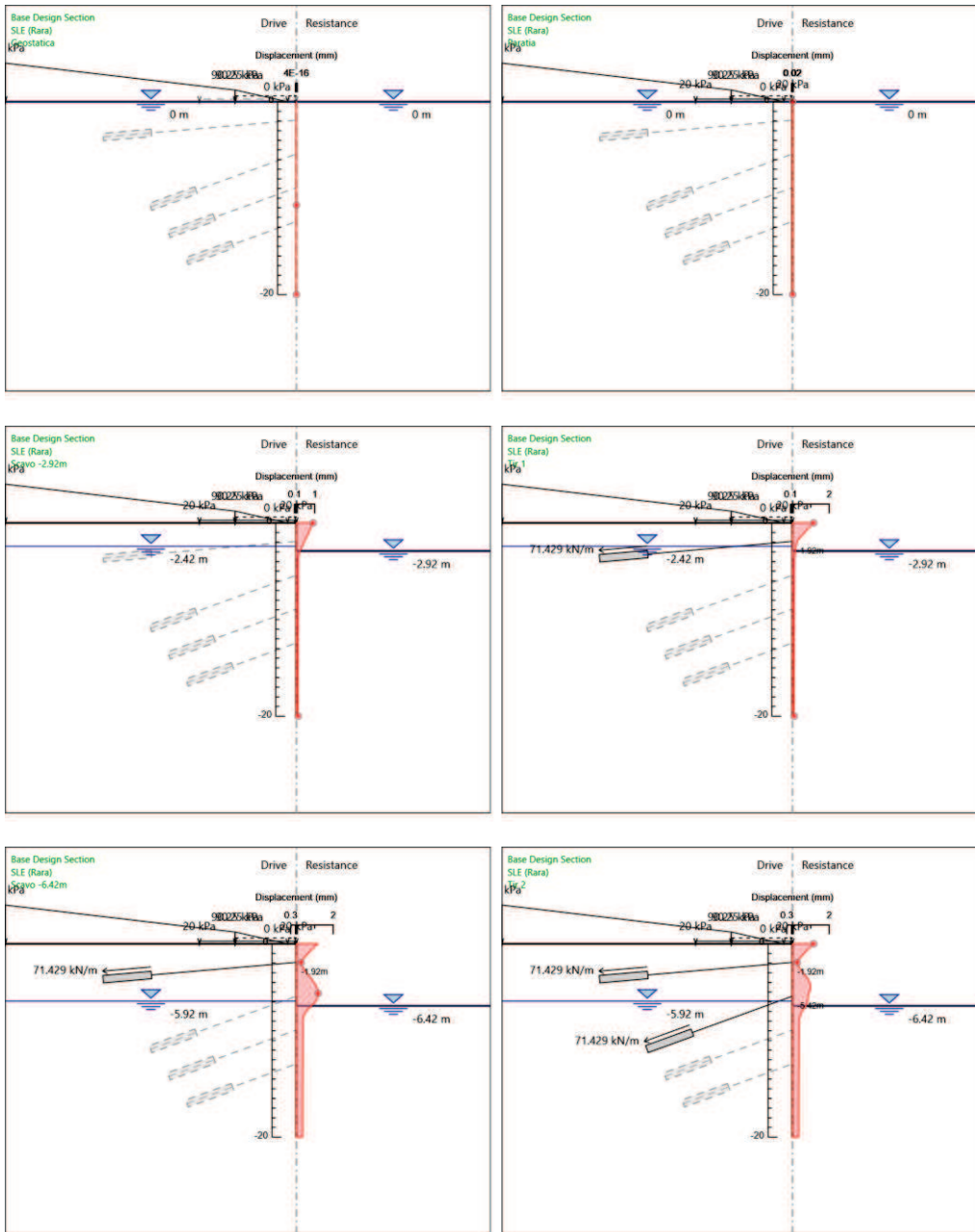
Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_coh)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

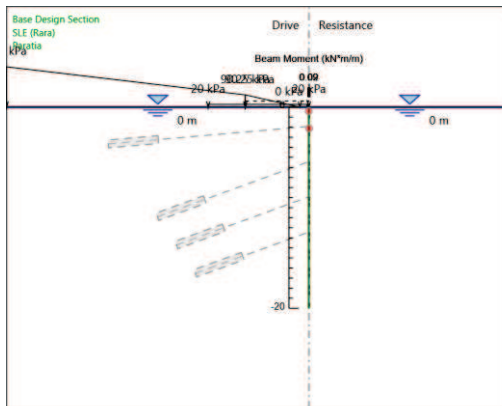
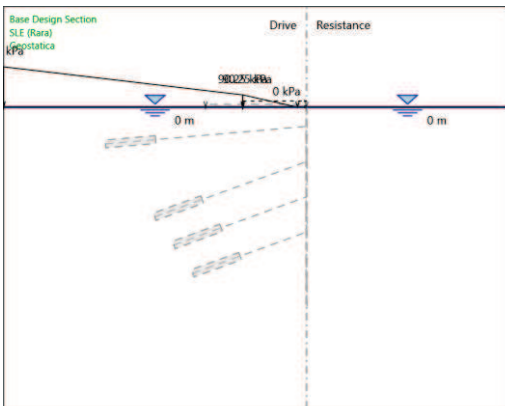
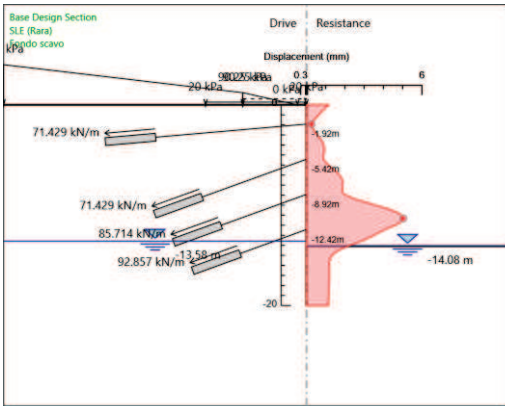
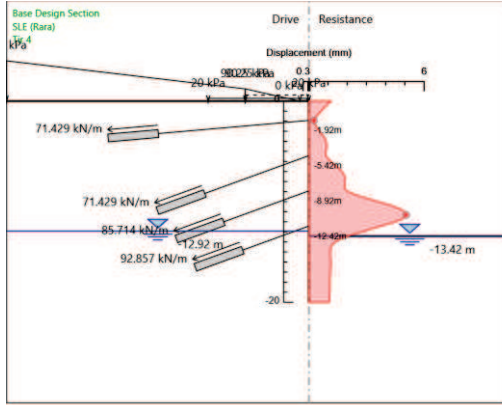
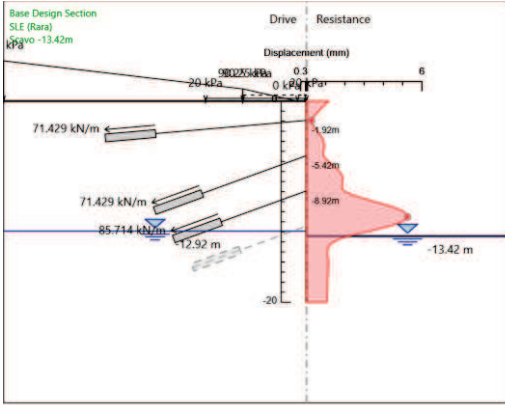
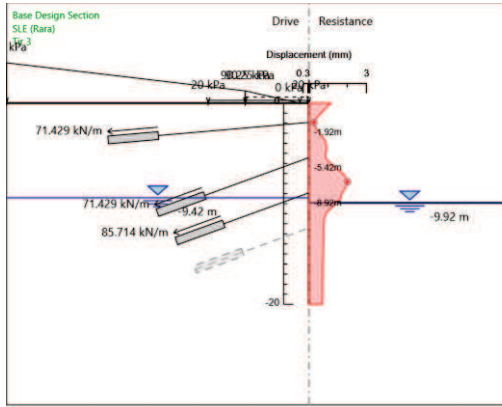
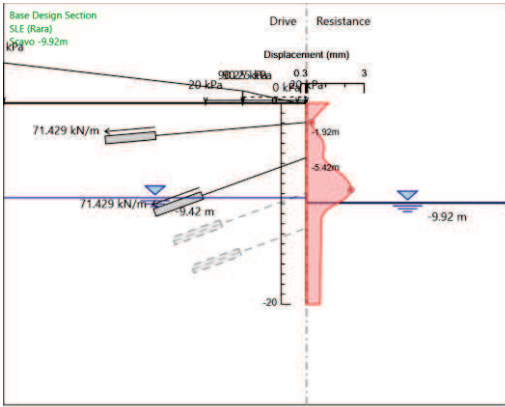
Coefficienti R

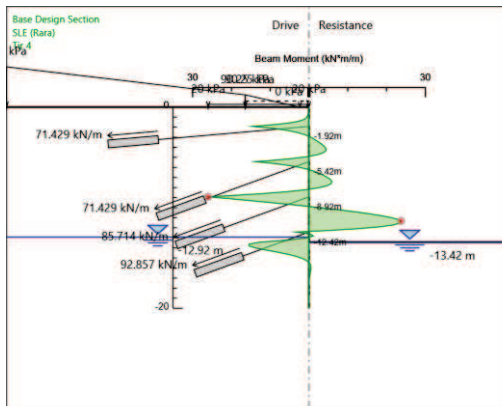
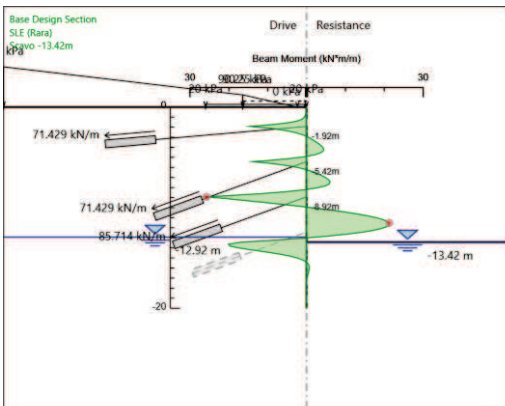
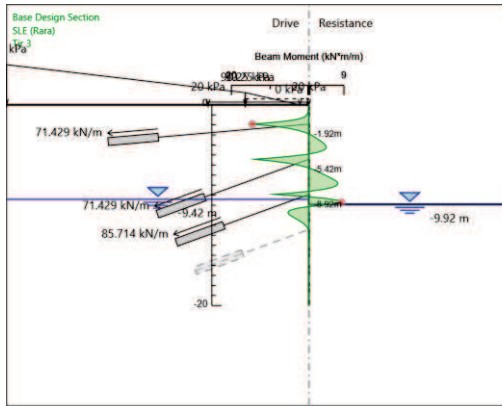
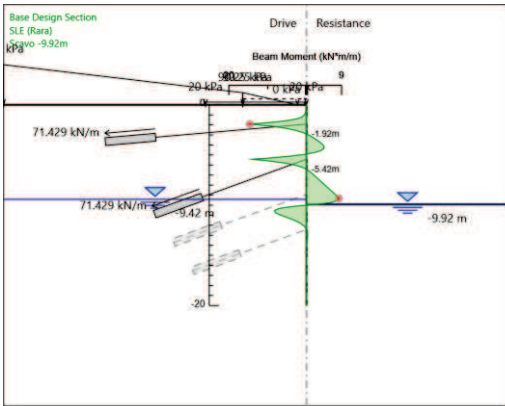
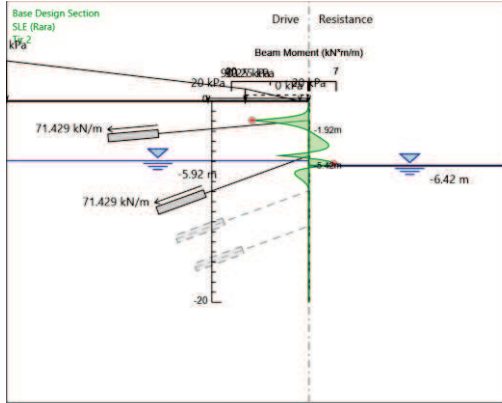
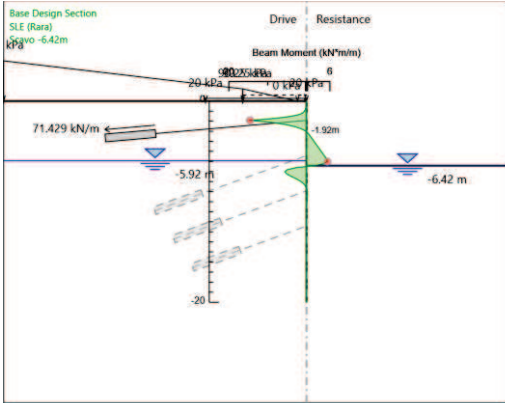
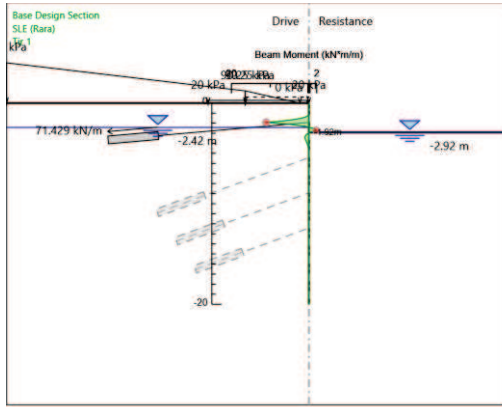
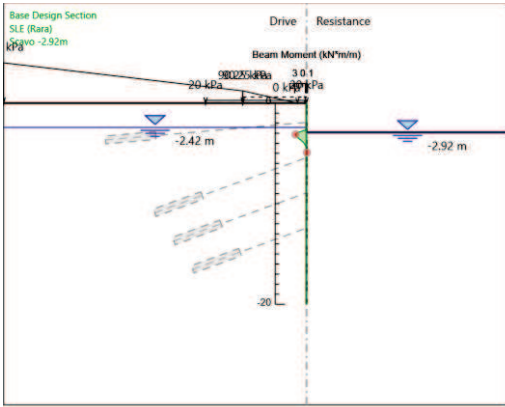
Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti perma- nenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti tempo- ranei (F_Anch_T)	Parziale elementi struttu- rali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

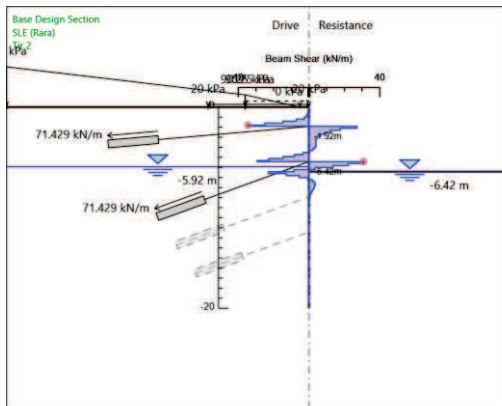
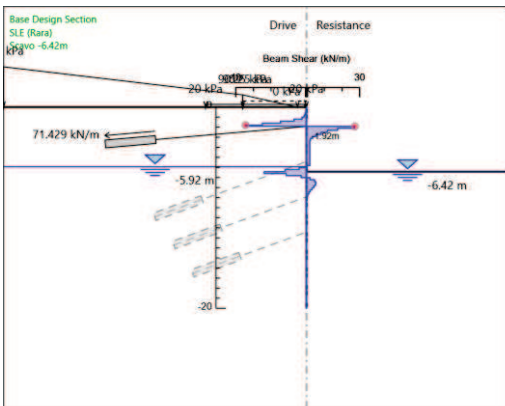
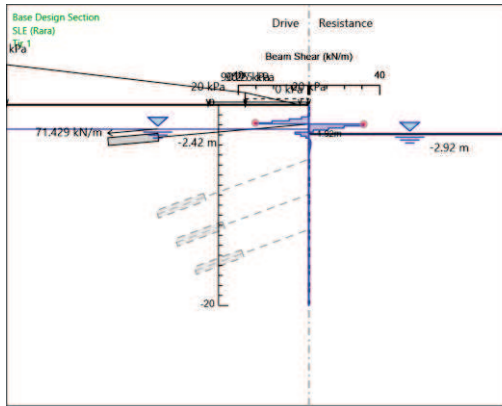
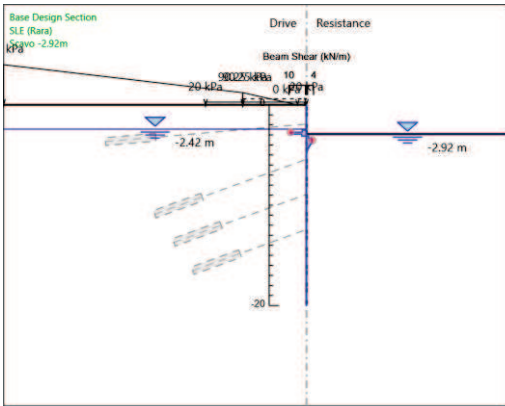
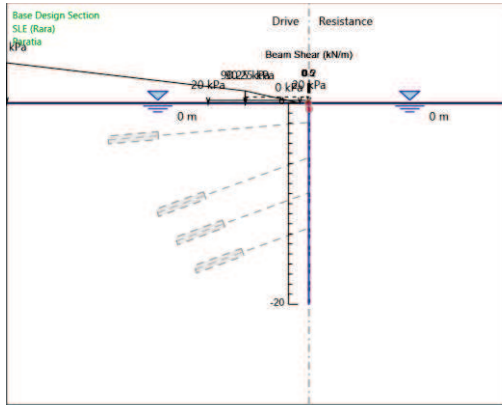
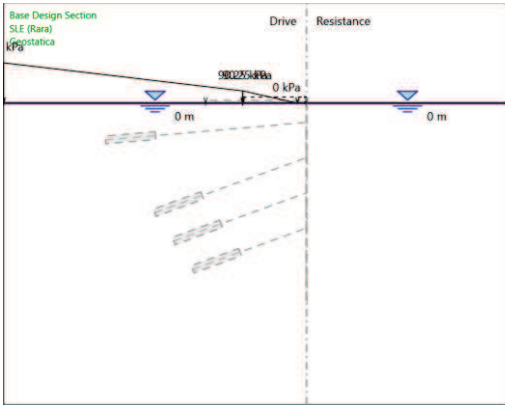
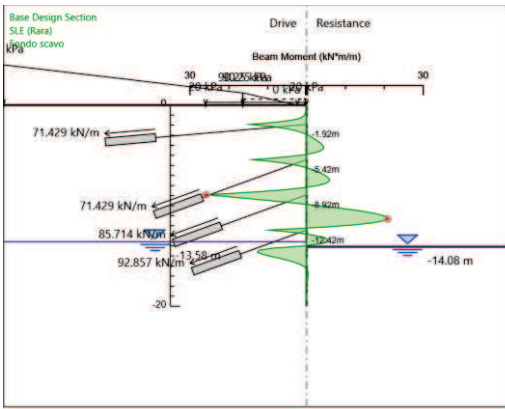
5.1. Risultati SLE (Rara)

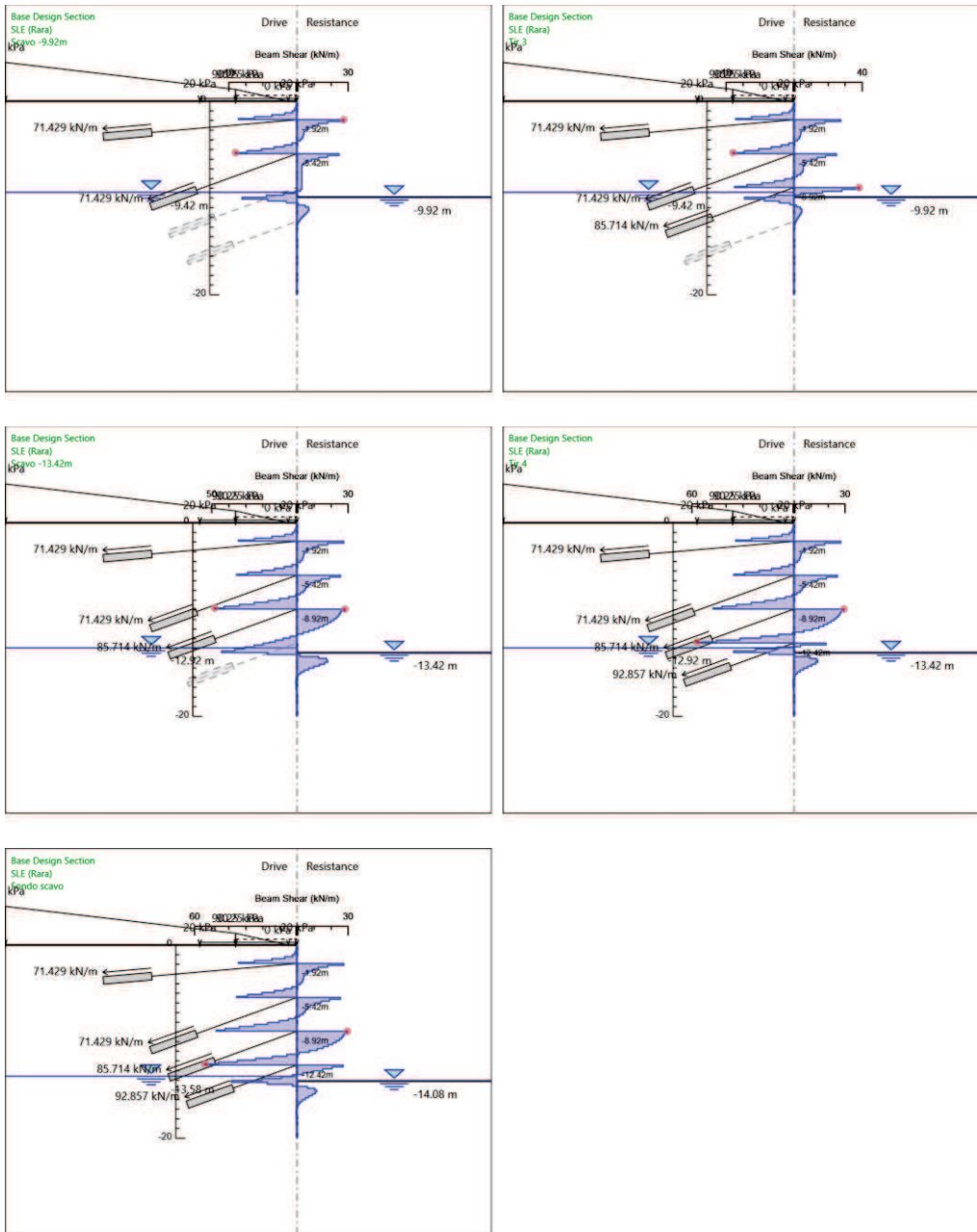
Tabella Grafici dei Risultati











Risultati Elementi strutturali - SLE (Rara)

Design Assumption: SLE (Rara) Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.92m	71.48541
Tir 3	71.50562
Scavo -13.42m	71.51703
Tir 4	71.51686
Fondo scavo	71.51672

Design Assumption: SLE (Rara) Sollecitazione TIR3

Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Scavo -13.42m	86.20321
Tir 4	86.27339
Fondo scavo	86.27487

Design Assumption: SLE (Rara) Sollecitazione TIR4

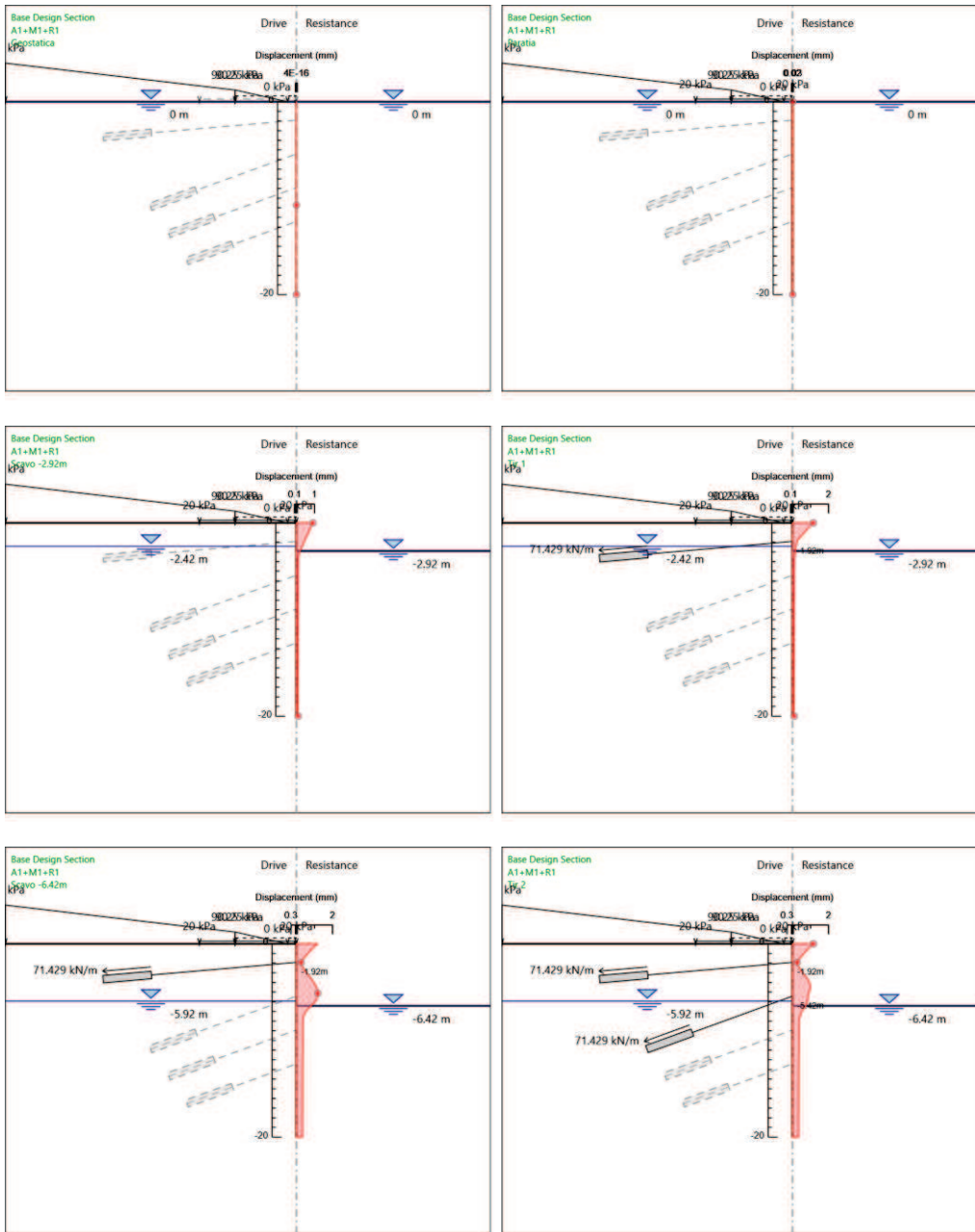
Stage	Forza (kN/m)
Tir 4	92.86
Fondo scavo	93.79533

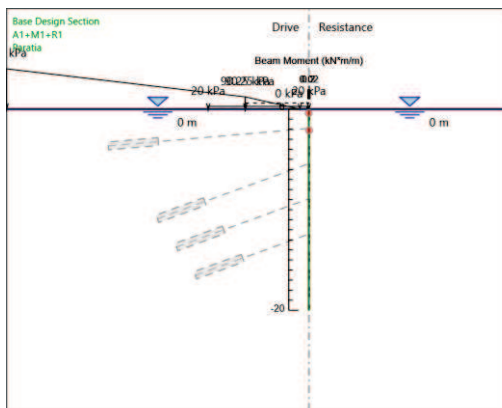
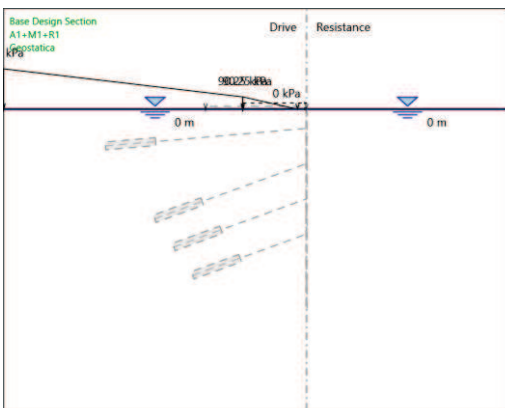
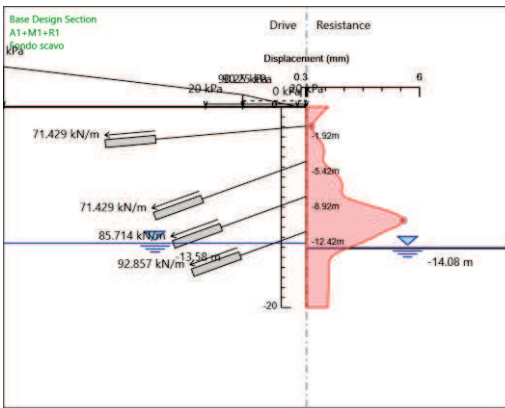
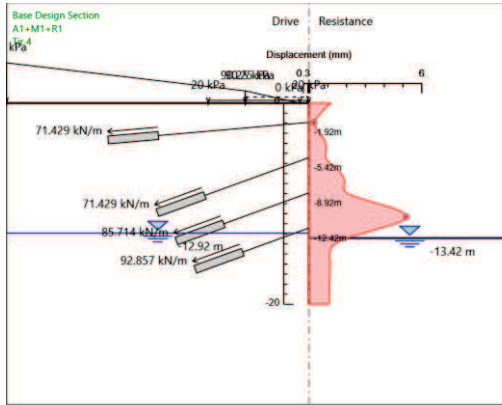
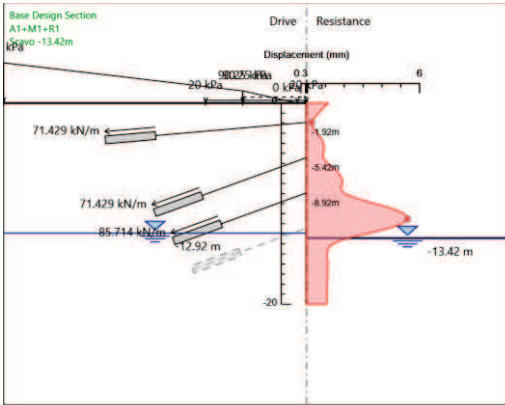
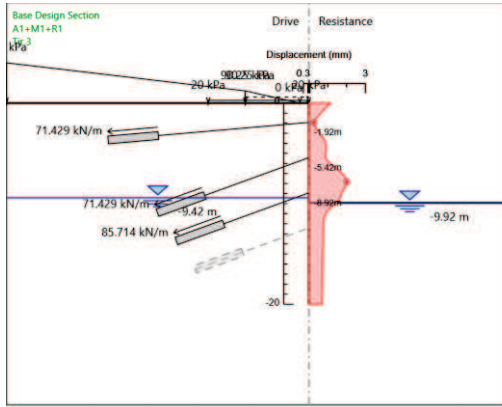
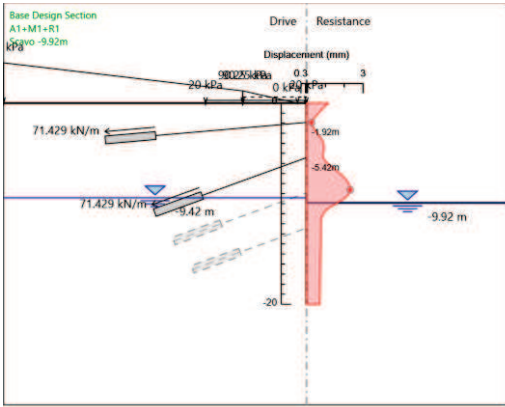
Design Assumption: SLE (Rara) Sollecitazione TIR1

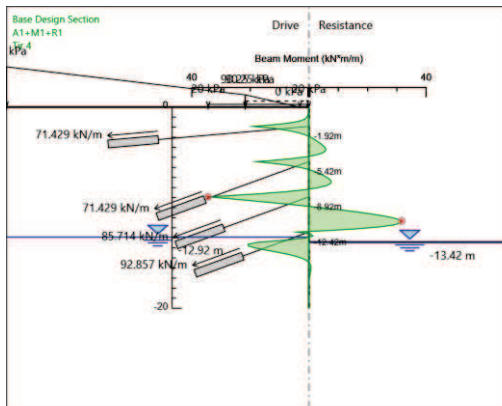
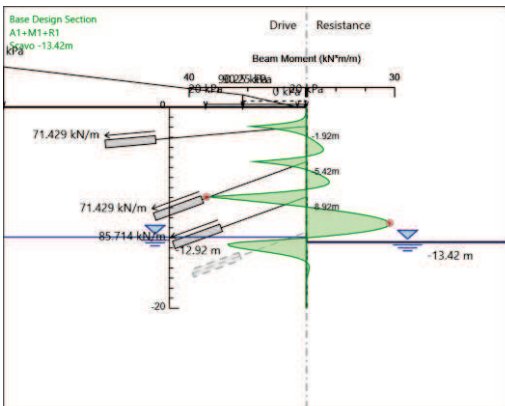
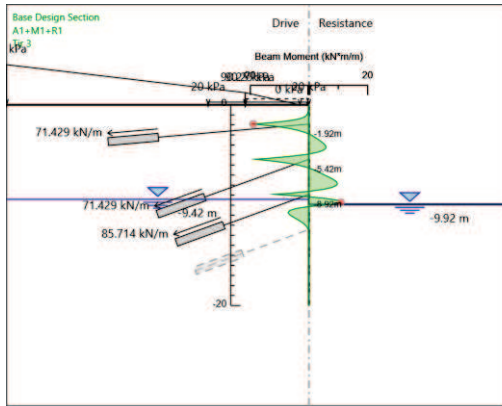
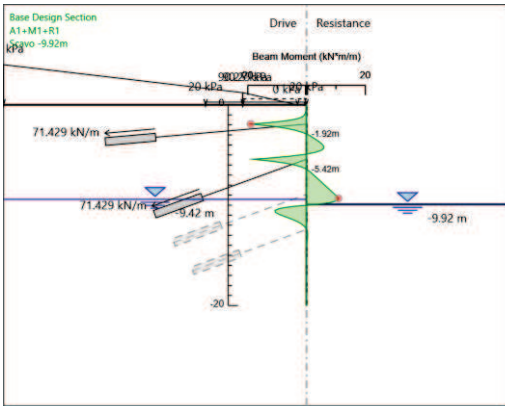
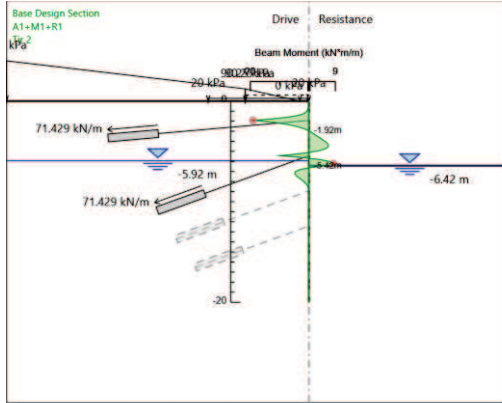
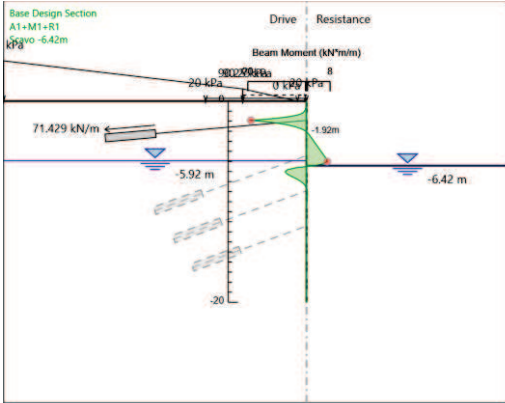
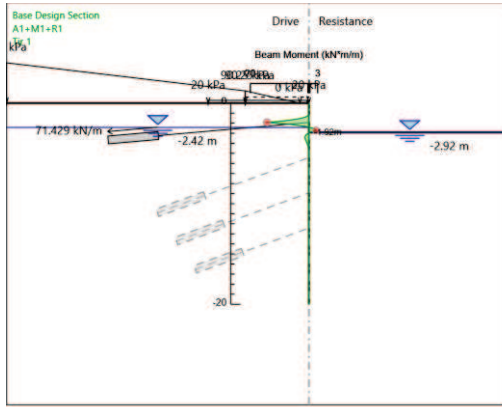
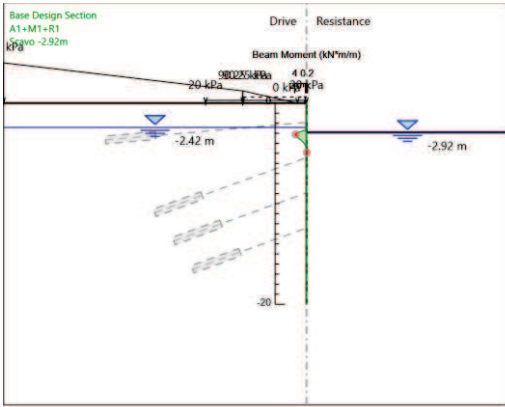
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.42m	71.4544
Tir 2	71.45875
Scavo -9.92m	71.46287
Tir 3	71.46285
Scavo -13.42m	71.46267
Tir 4	71.46266
Fondo scavo	71.46266

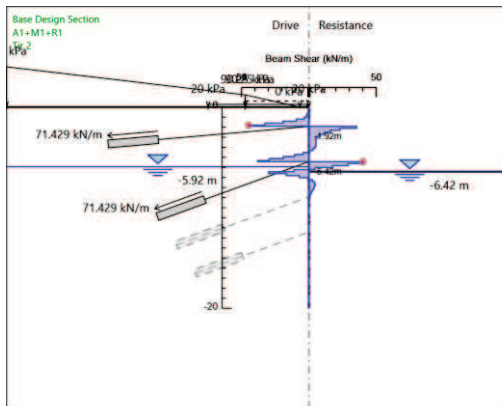
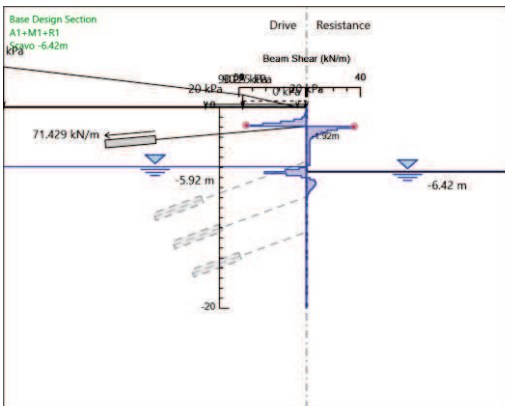
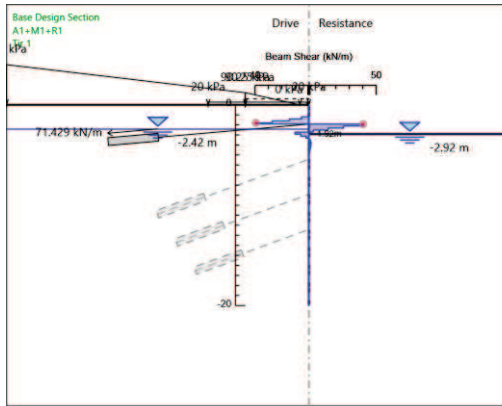
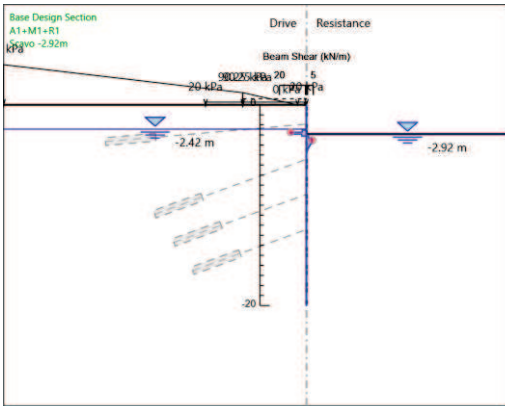
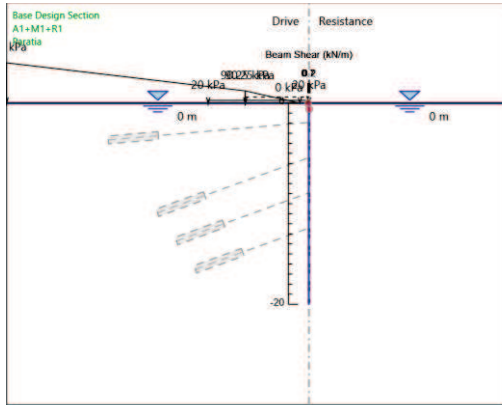
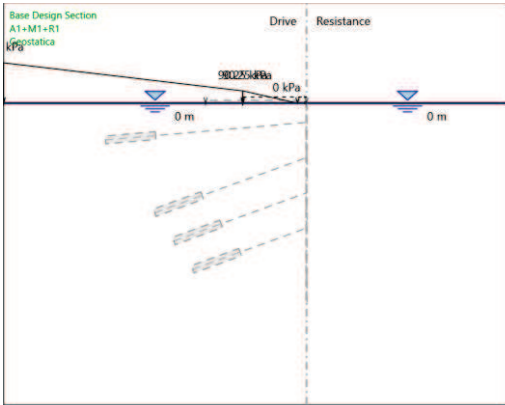
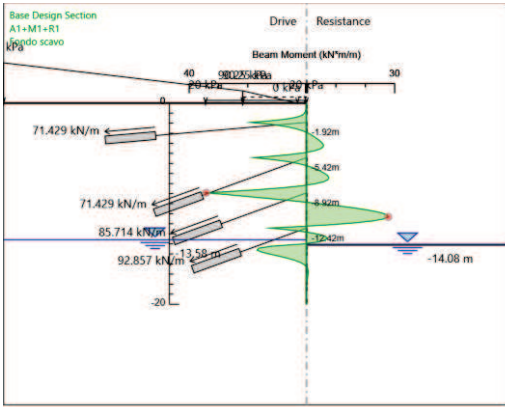
5.2. Risultati A1+M1+R1

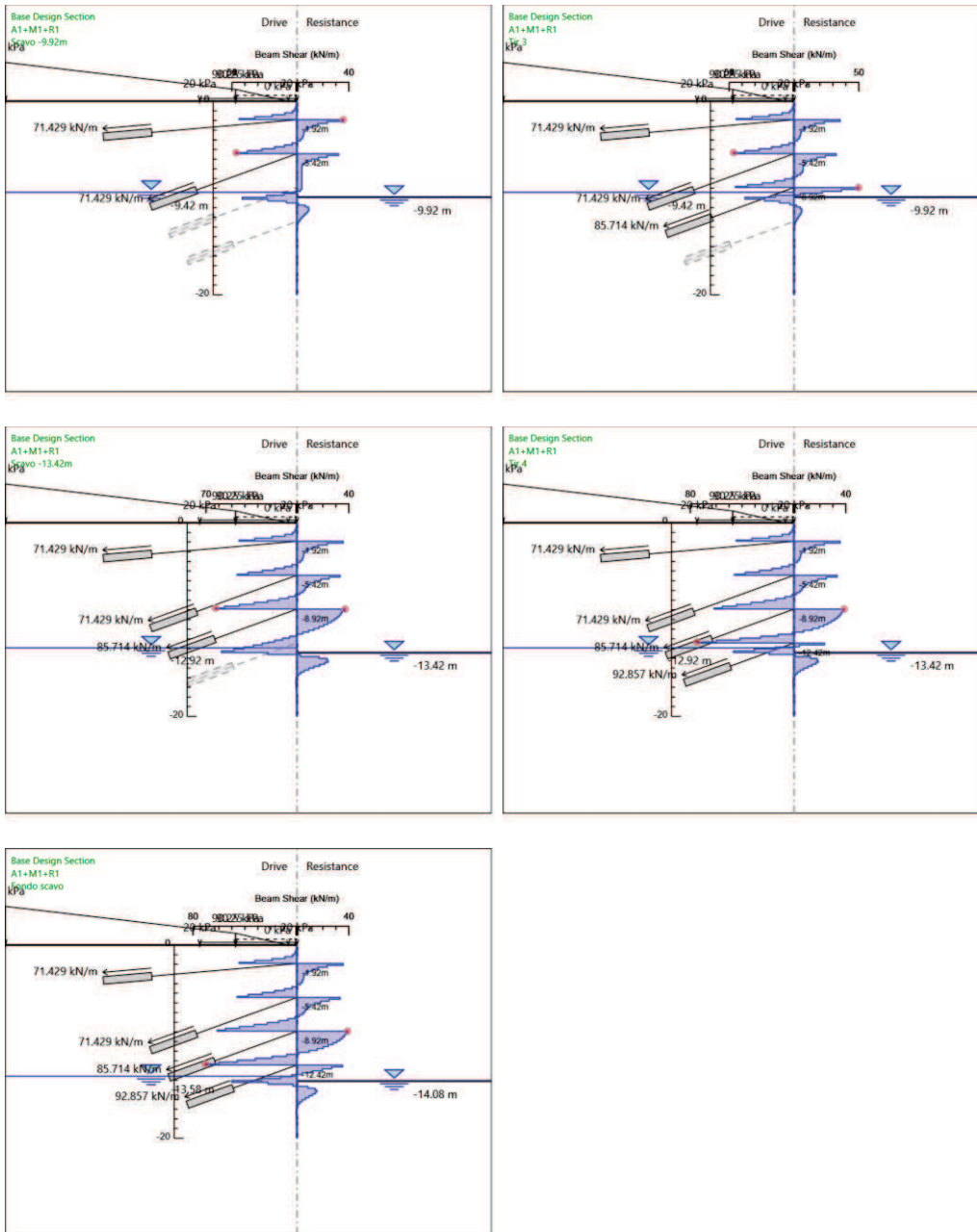
Tabella Grafici dei Risultati











Risultati Elementi strutturali - A1+M1+R1

Design Assumption: A1+M1+R1 Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	92.859
Scavo -9.92m	92.931475
Tir 3	92.957748
Scavo -13.42m	92.972776
Tir 4	92.972568
Fondo scavo	92.972373

Design Assumption: A1+M1+R1 Sollecitazione TIR3

Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	111.423
Scavo -13.42m	112.125949
Tir 4	112.217196
Fondo scavo	112.219029

Design Assumption: A1+M1+R1 Sollecitazione TIR4

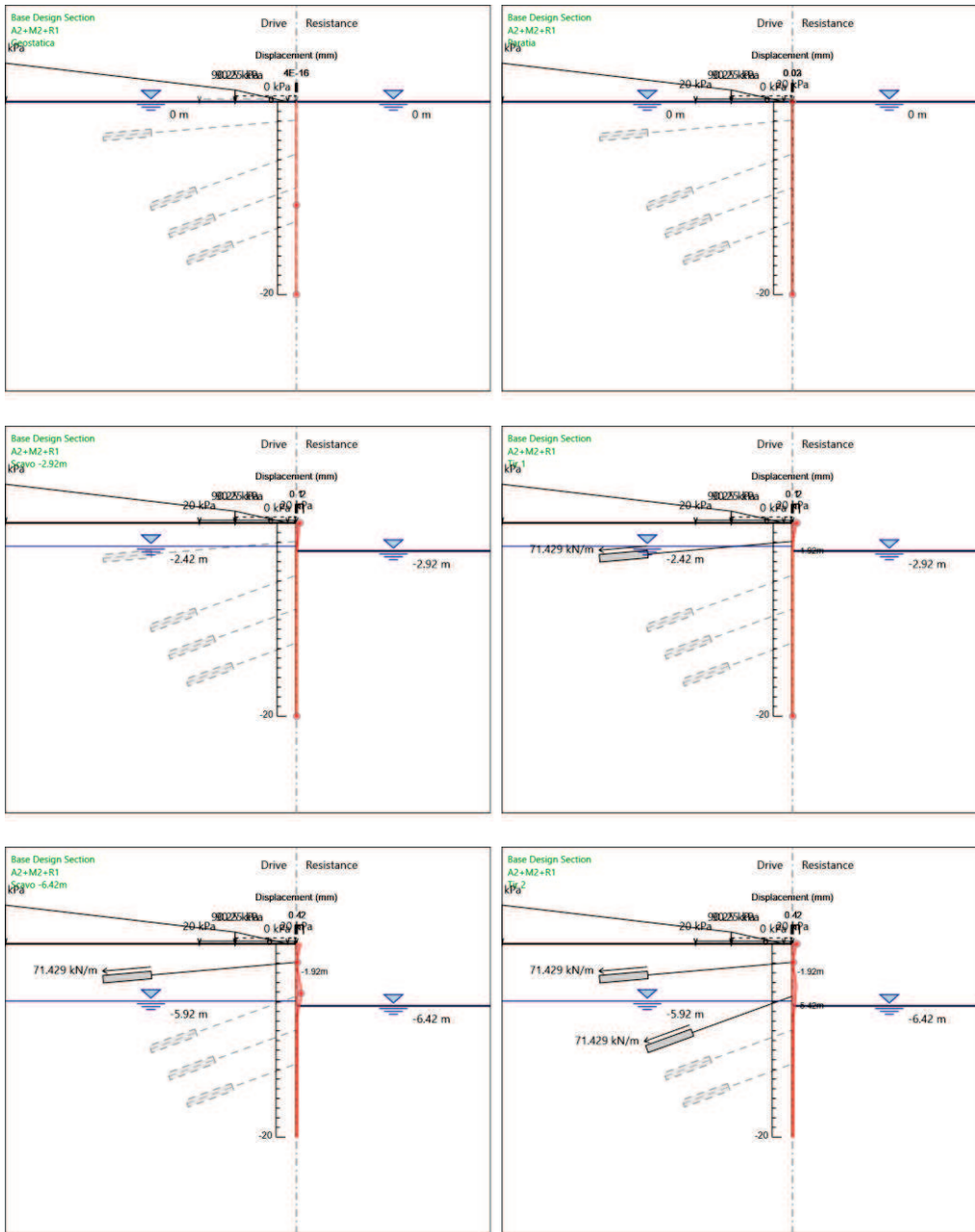
Stage	Forza (kN/m)
Tir 4	120.718
Fondo scavo	121.969159

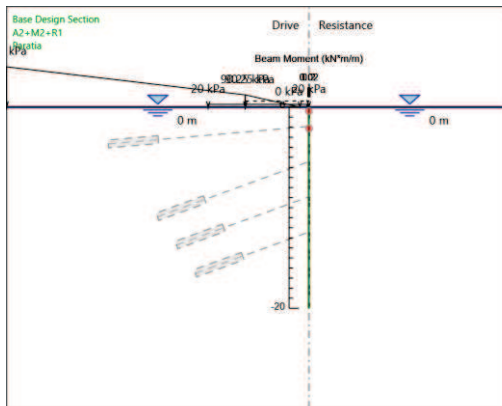
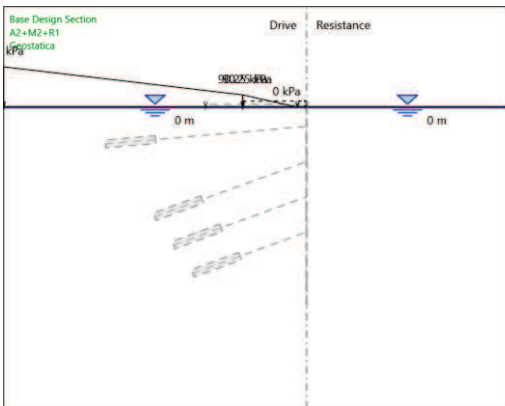
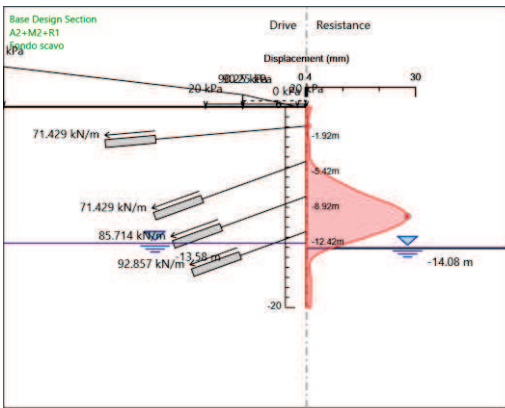
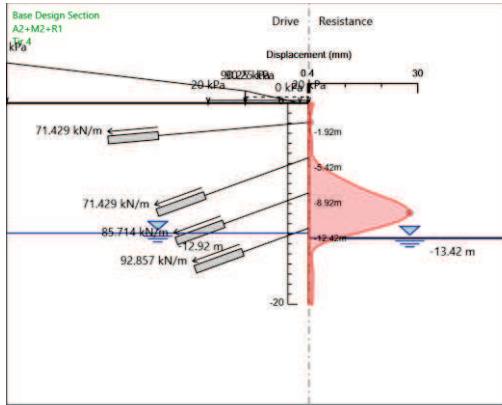
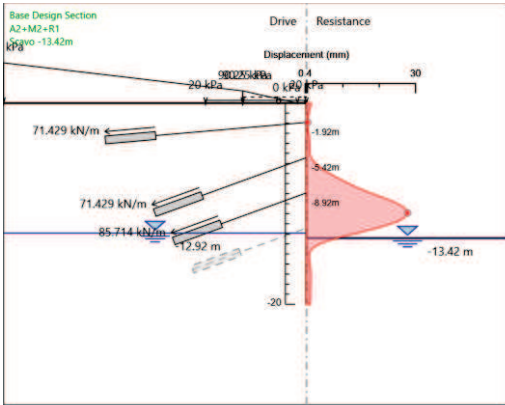
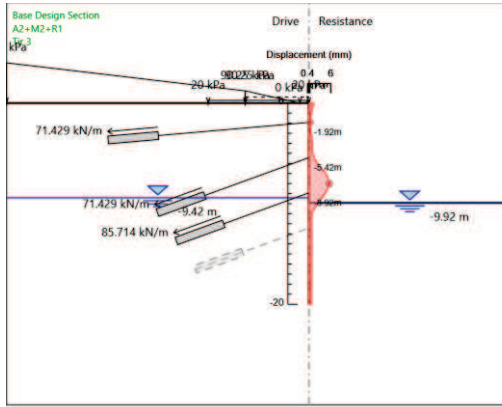
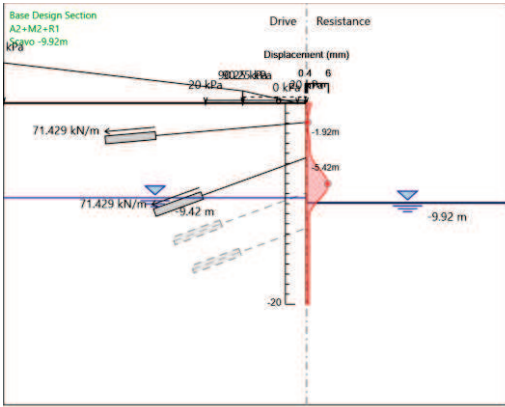
Design Assumption: A1+M1+R1 Sollecitazione TIR1

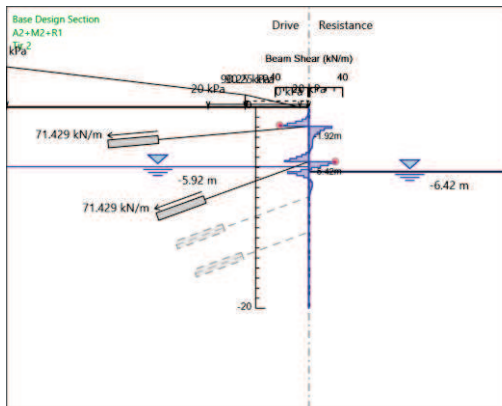
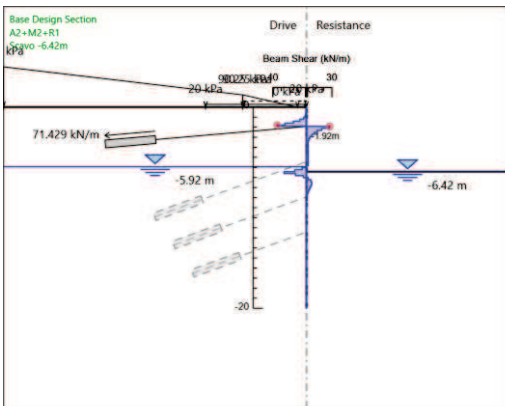
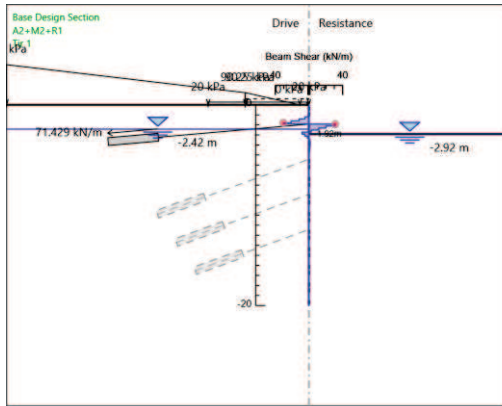
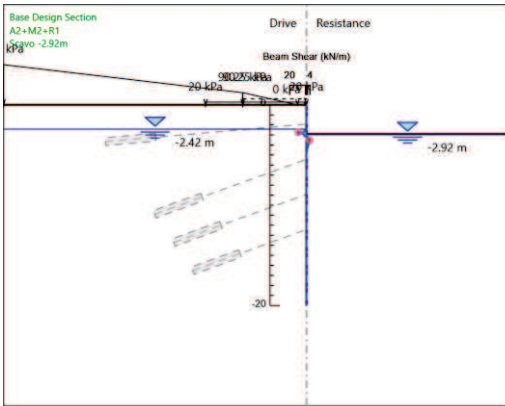
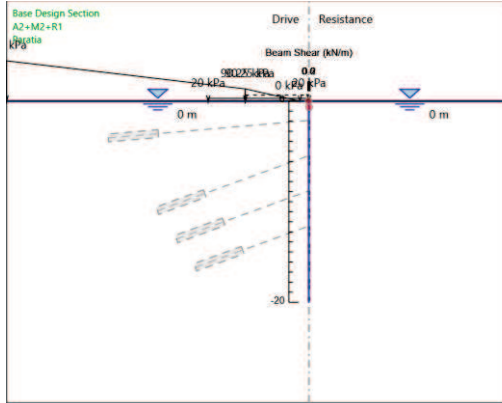
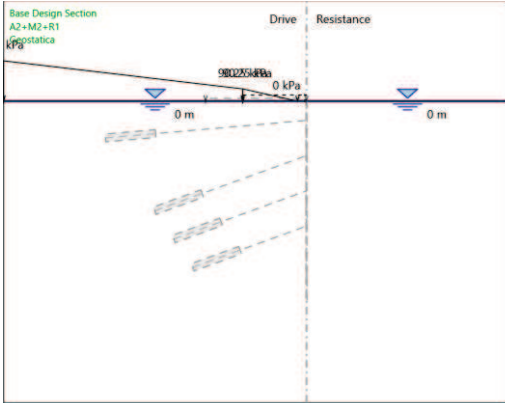
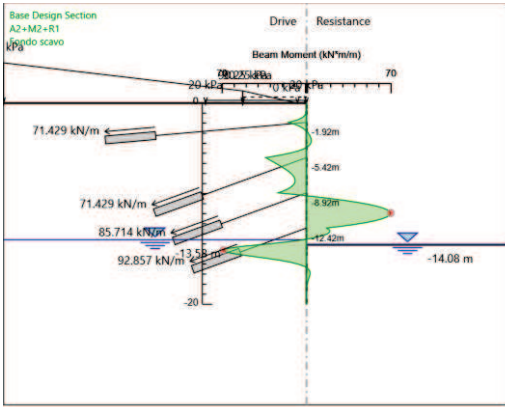
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	92.859
Scavo -6.42m	92.89111
Tir 2	92.896752
Scavo -9.92m	92.902108
Tir 3	92.902082
Scavo -13.42m	92.901848
Tir 4	92.901835
Fondo scavo	92.901835

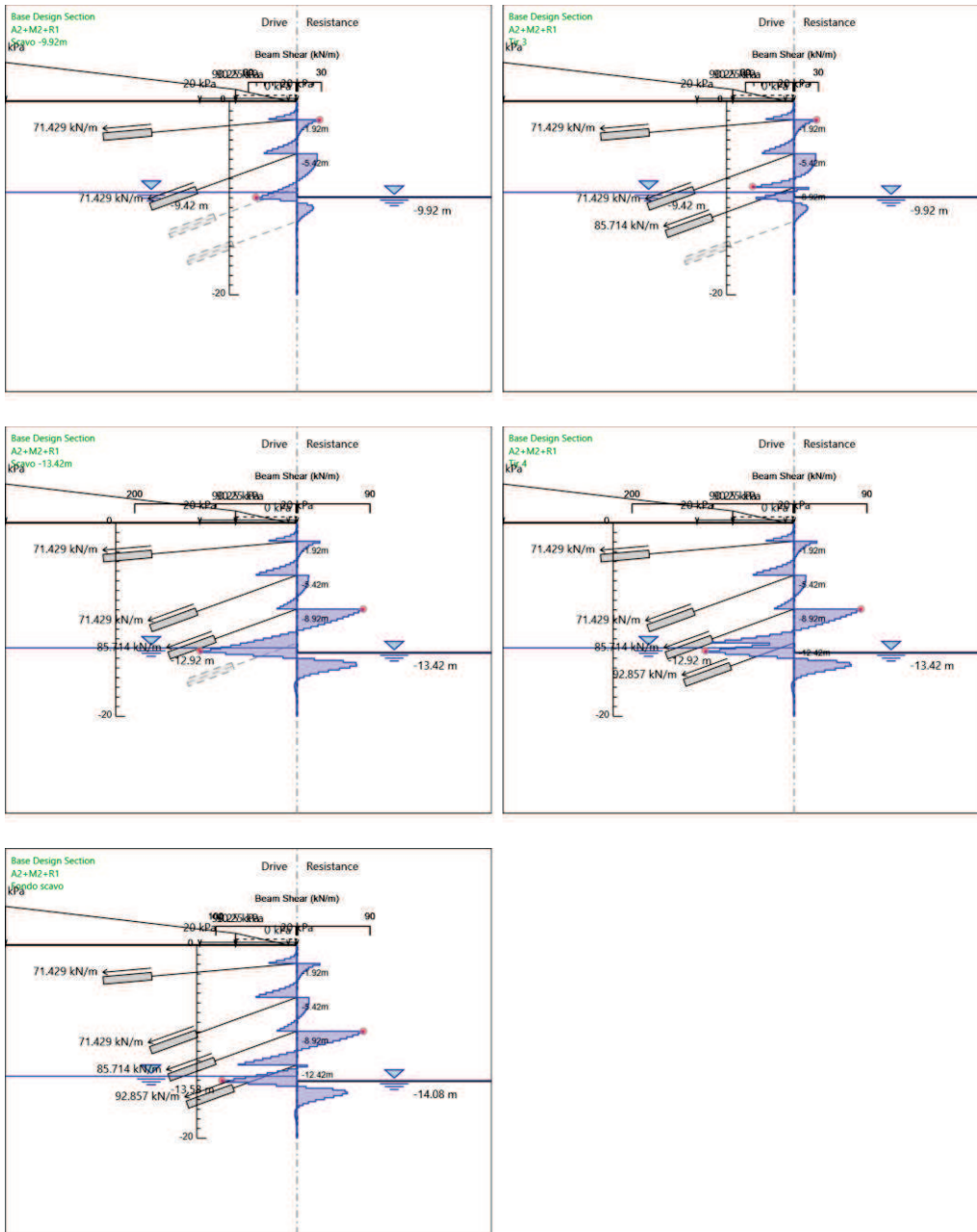
5.3. Risultati A2+M2+R1

Tabella Grafici dei Risultati









Risultati Elementi strutturali - A2+M2+R1

Design Assumption: A2+M2+R1 Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.92m	72.15672
Tir 3	72.23672
Scavo -13.42m	72.05733
Tir 4	72.08801
Fondo scavo	72.10379

Design Assumption: A2+M2+R1 Sollecitazione TIR3

Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Scavo -13.42m	117.1383
Tir 4	117.7089
Fondo scavo	117.6847

Design Assumption: A2+M2+R1 Sollecitazione TIR4

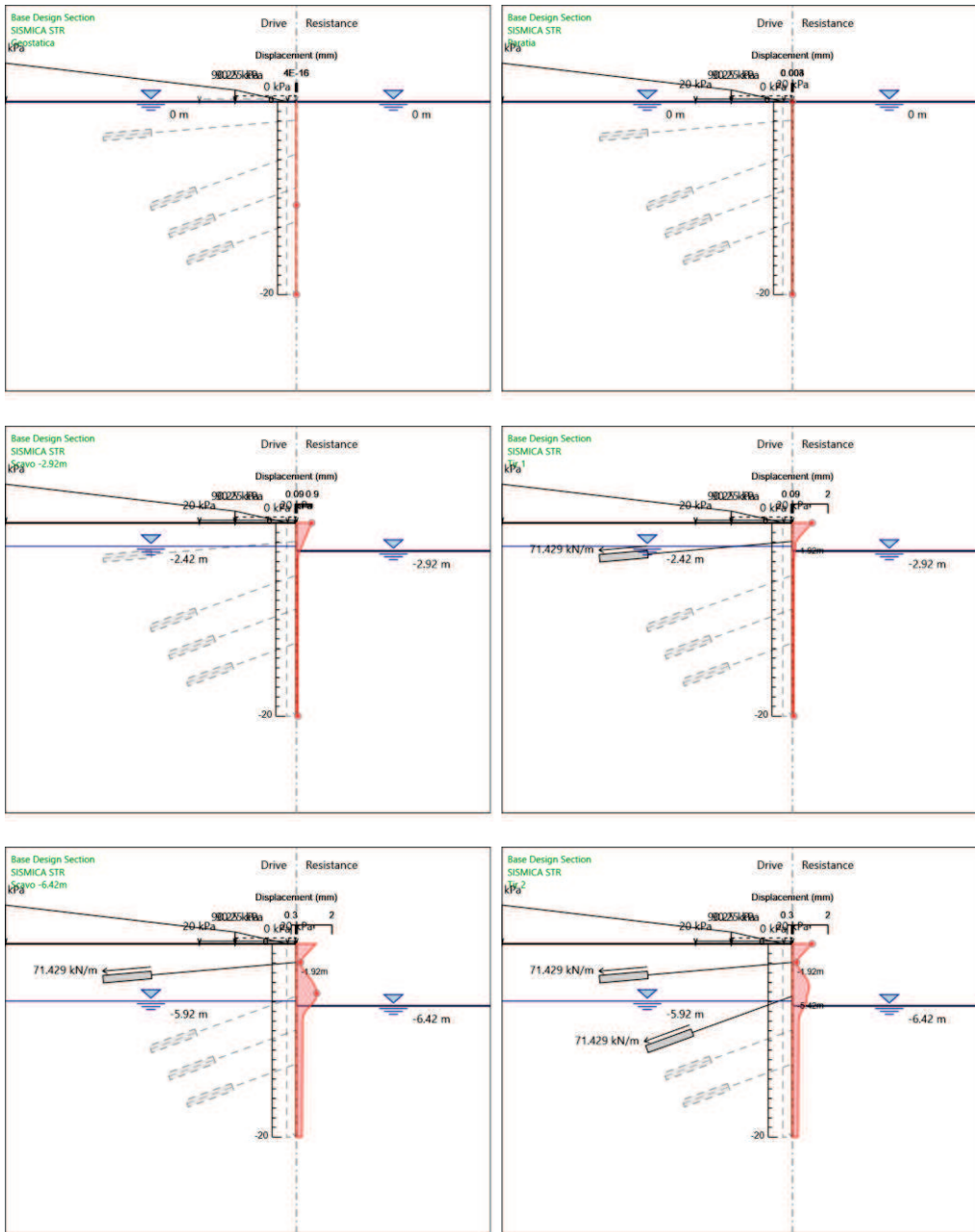
Stage	Forza (kN/m)
Tir 4	92.86
Fondo scavo	99.88953

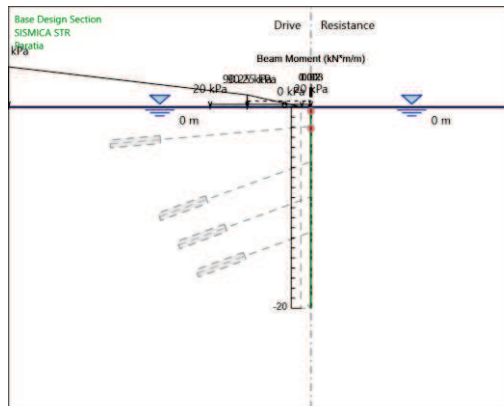
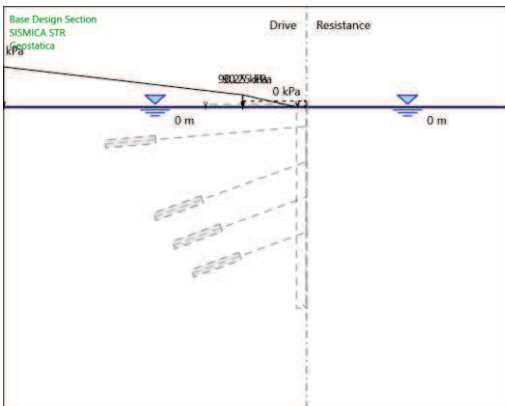
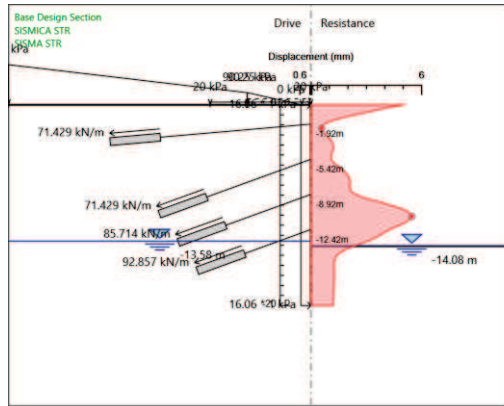
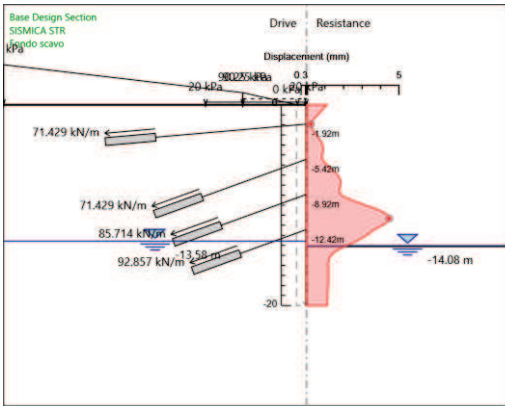
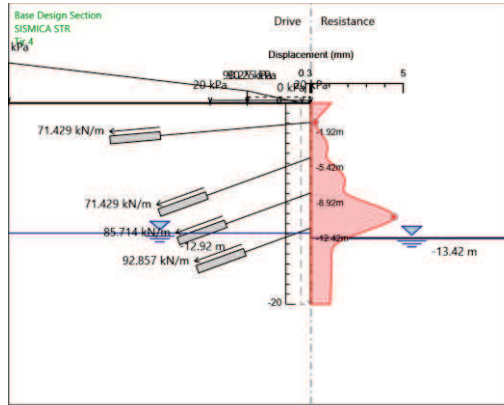
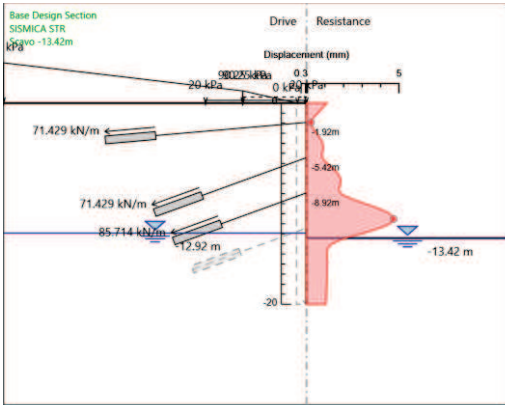
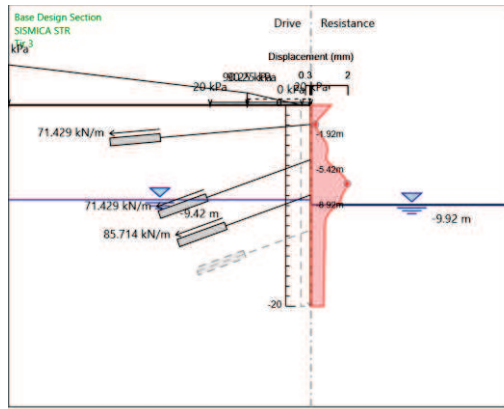
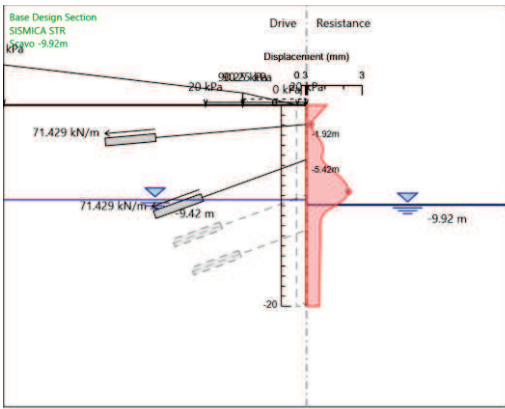
Design Assumption: A2+M2+R1 Sollecitazione TIR1

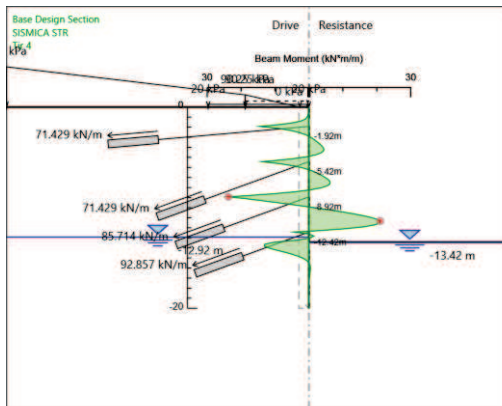
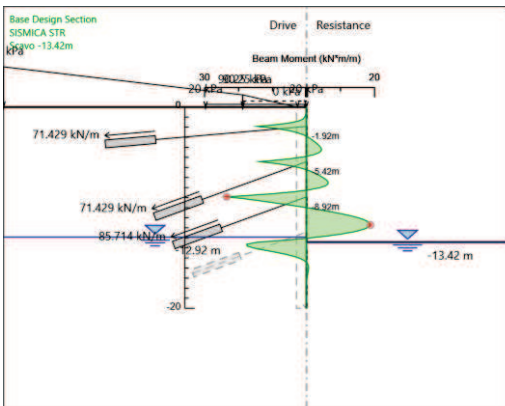
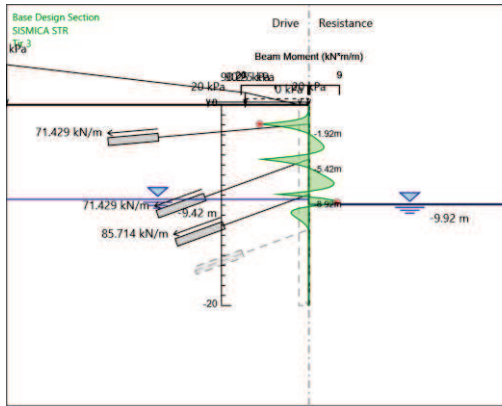
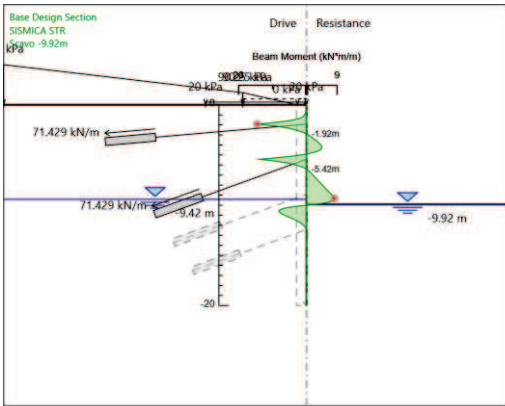
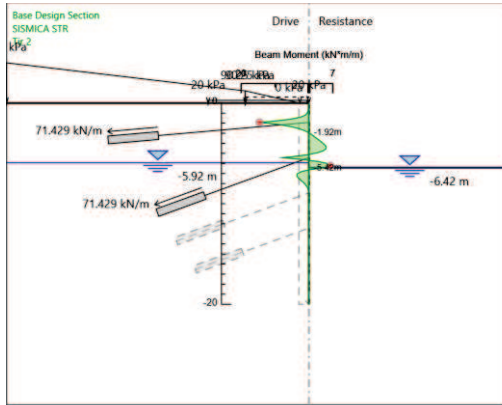
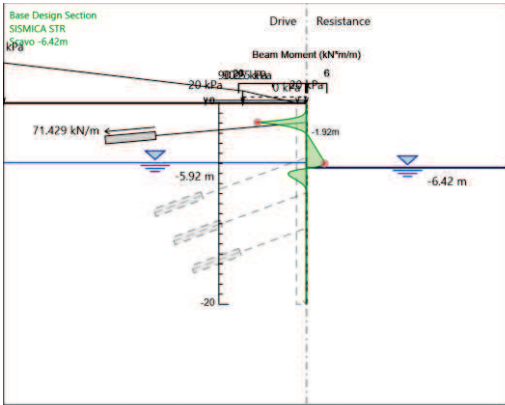
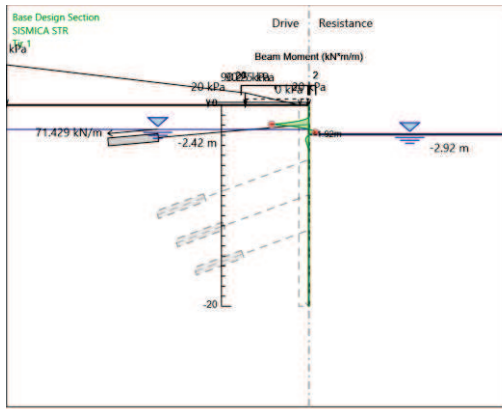
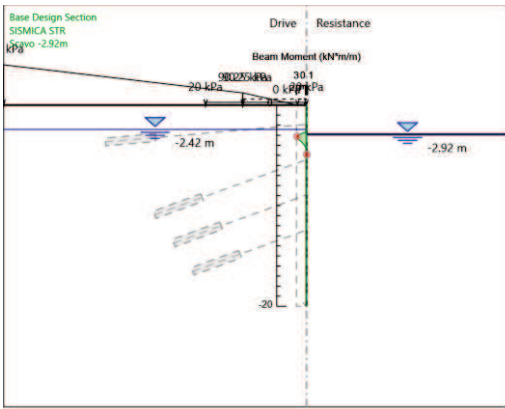
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.42m	71.46845
Tir 2	71.47465
Scavo -9.92m	71.48438
Tir 3	71.48389
Scavo -13.42m	71.49055
Tir 4	71.49077
Fondo scavo	71.49081

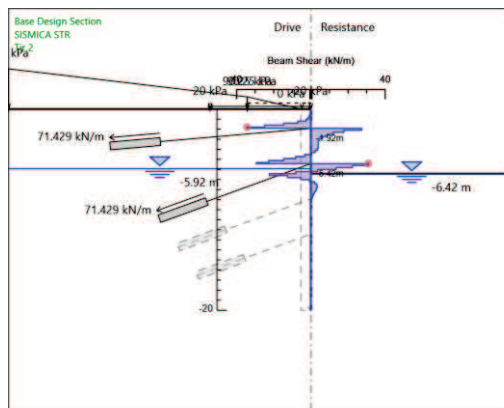
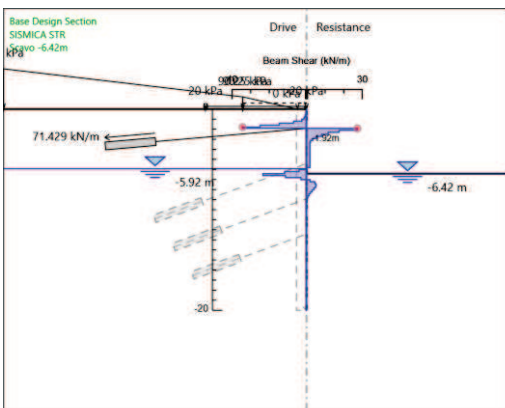
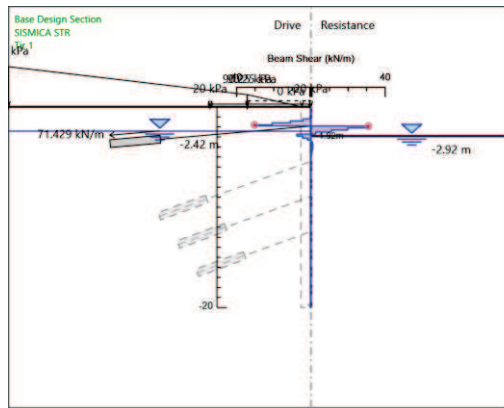
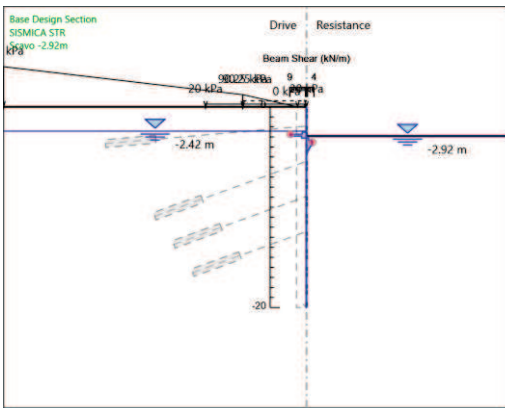
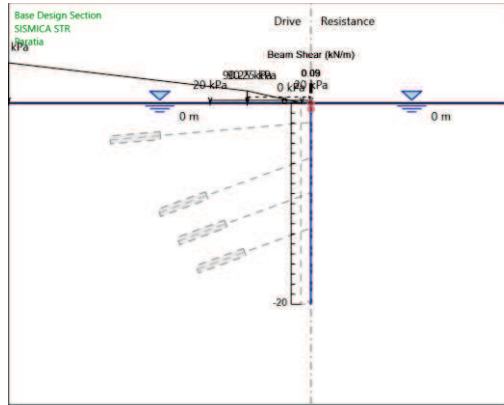
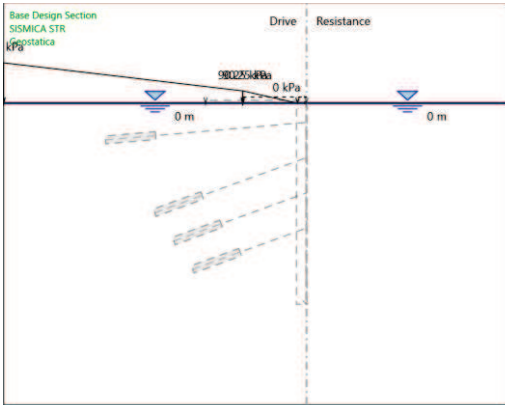
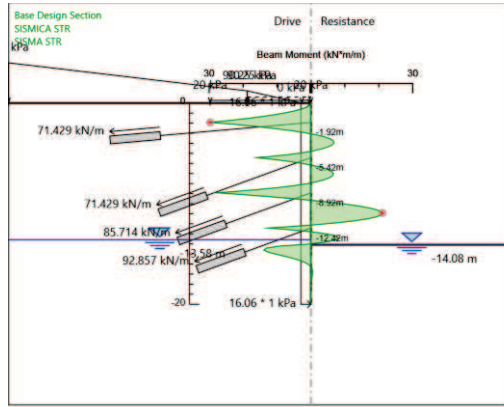
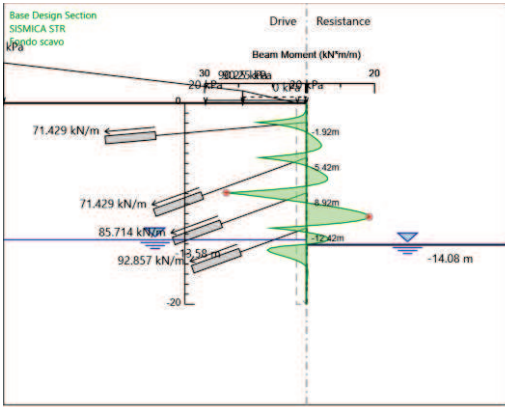
6.1. Risultati SISMICA STR

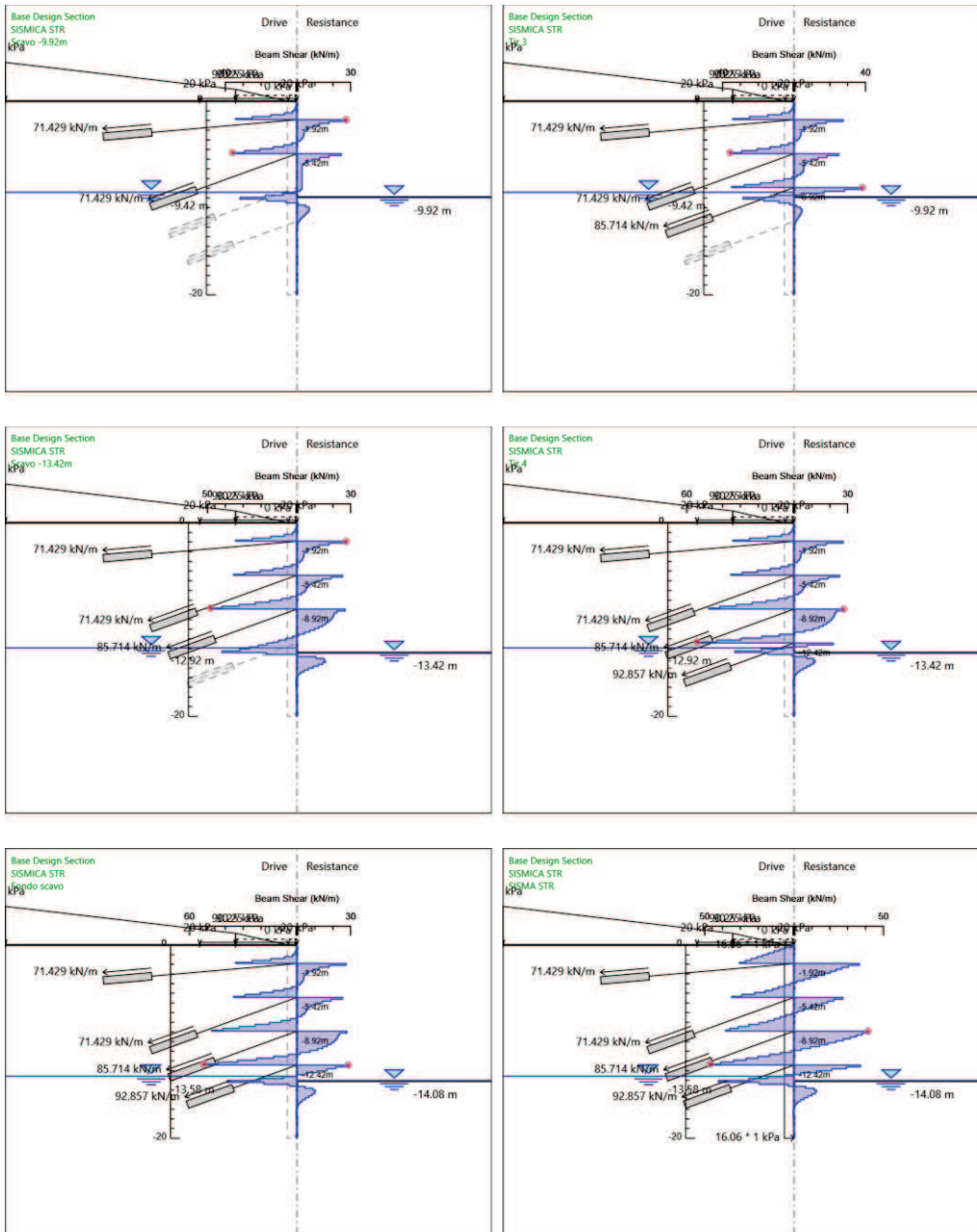
Tabella Grafici dei Risultati











Risultati Elementi strutturali - SISMICA STR

Design Assumption: SISMICA STR Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.92m	71.4836
Tir 3	71.50382
Scavo -13.42m	71.51424
Tir 4	71.51418
Fondo scavo	71.51405
SISMA STR	72.00306

Design Assumption: SISMICA STR Sollecitazione TIR3

Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Scavo -13.42m	86.00851
Tir 4	86.06166
Fondo scavo	86.06344
SISMA STR	87.42703

Design Assumption: SISMICA STR Sollecitazione TIR4

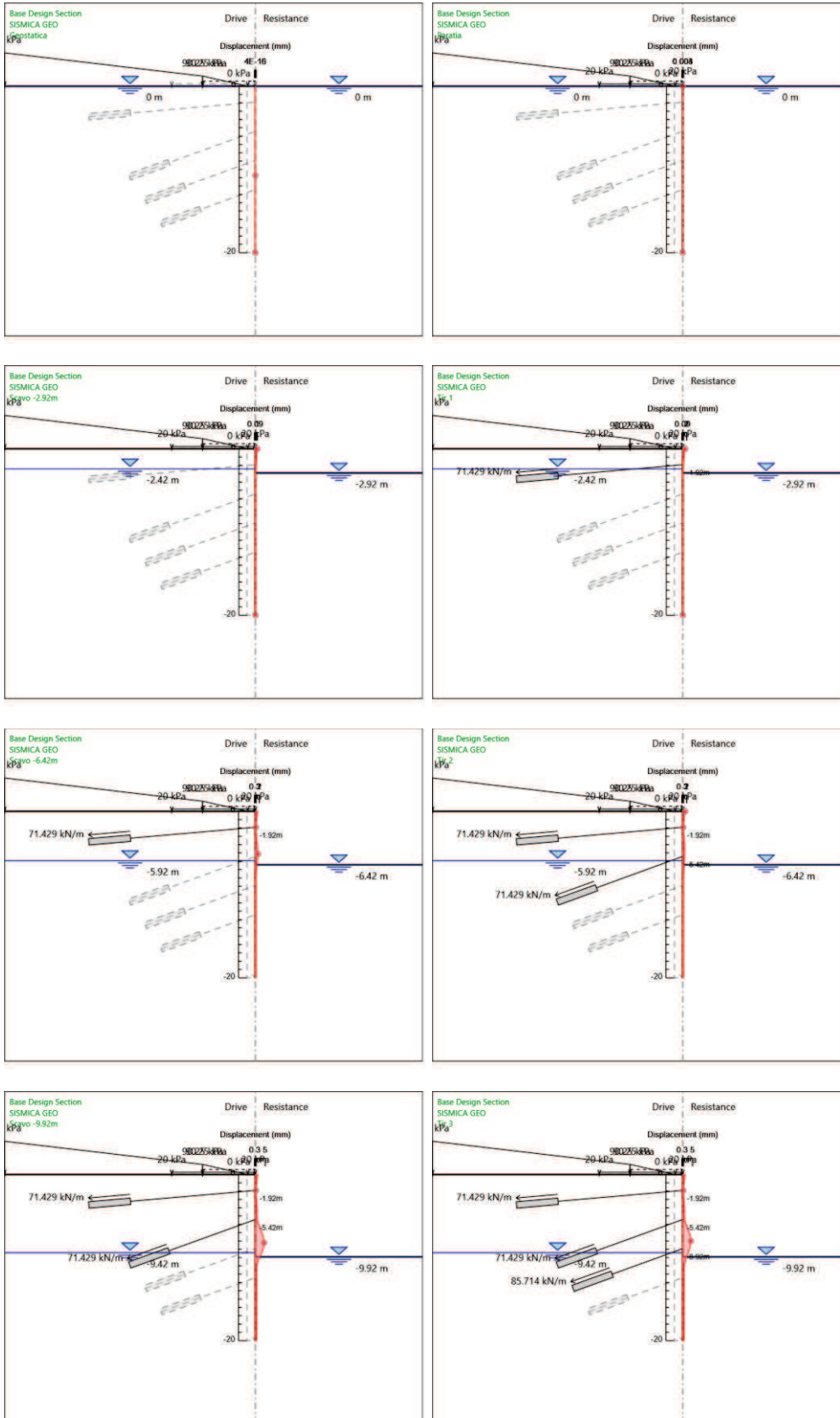
Stage	Forza (kN/m)
Tir 4	92.86
Fondo scavo	93.68288
SISMA STR	95.40518

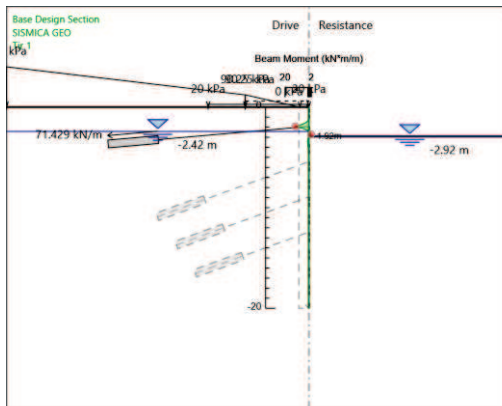
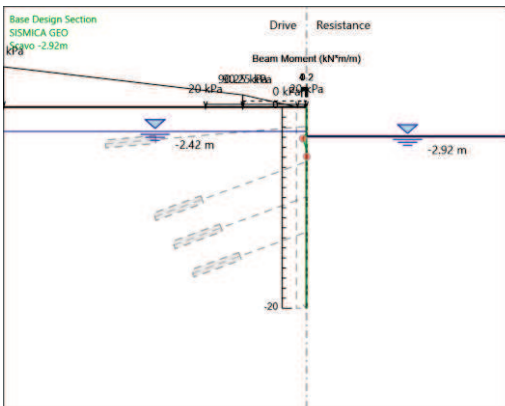
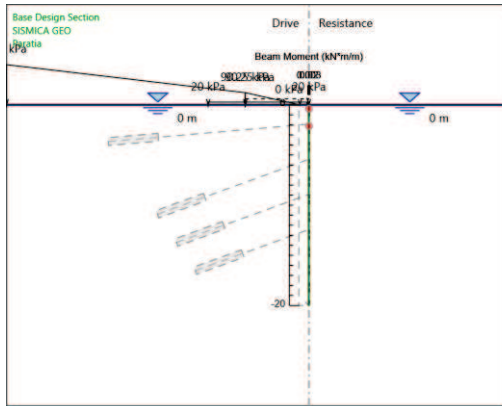
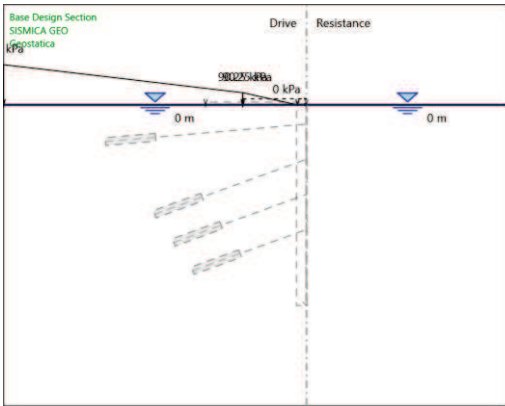
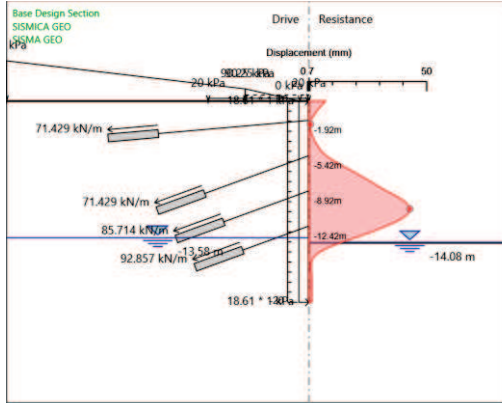
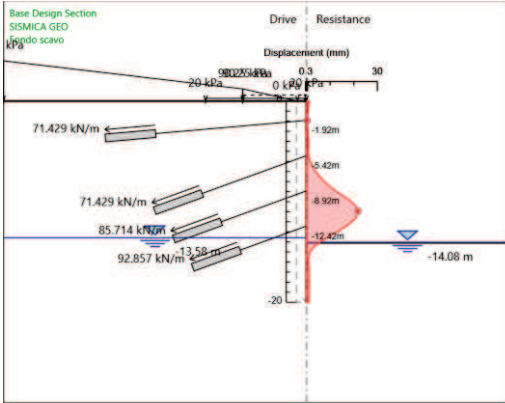
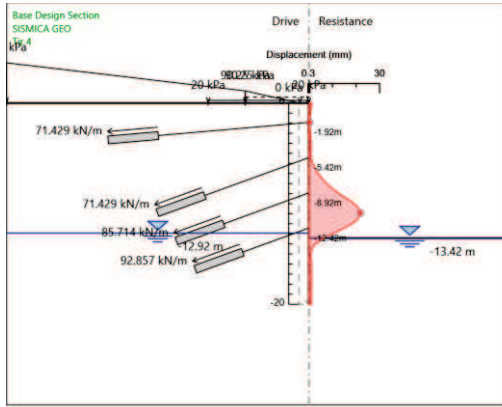
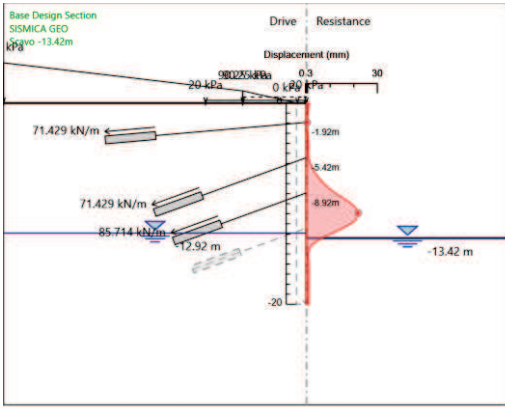
Design Assumption: SISMICA STR Sollecitazione TIR1

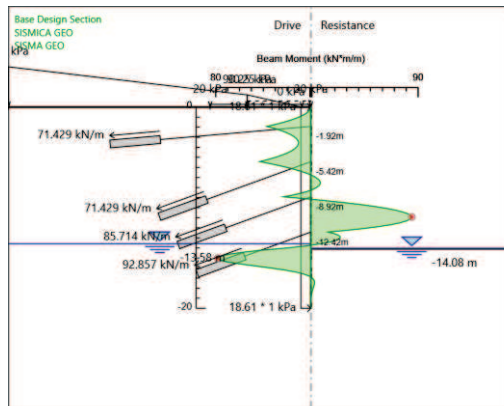
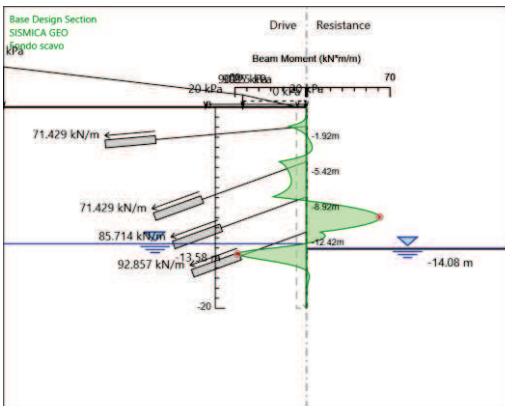
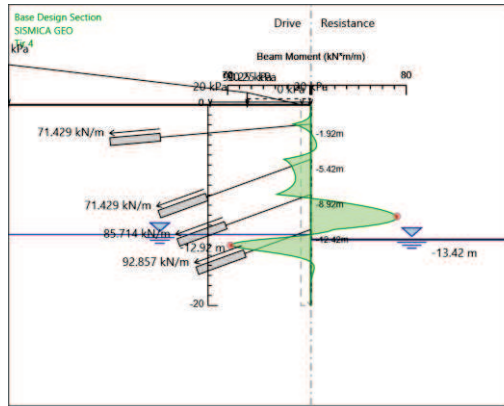
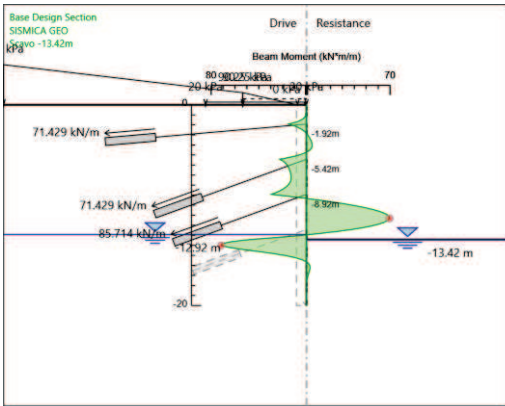
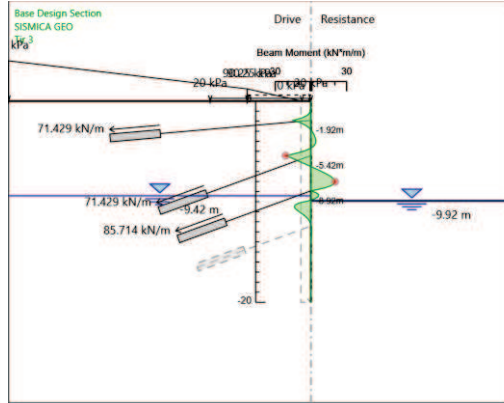
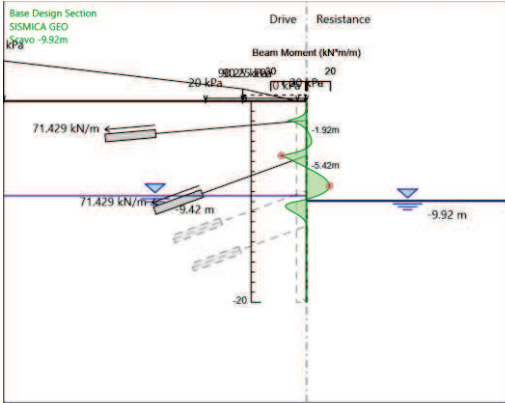
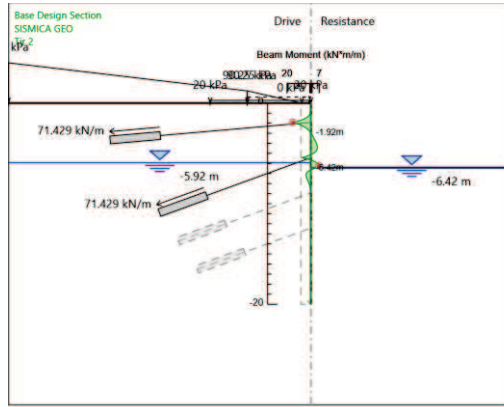
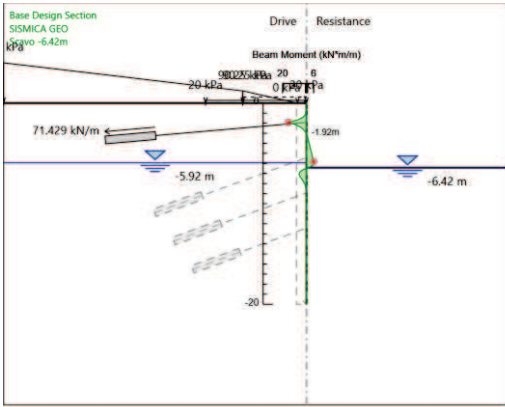
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.42m	71.45288
Tir 2	71.4573
Scavo -9.92m	71.46128
Tir 3	71.46127
Scavo -13.42m	71.46112
Tir 4	71.46112
Fondo scavo	71.46112
SISMA STR	72.27829

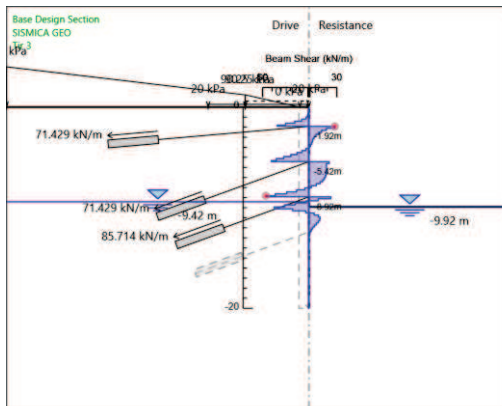
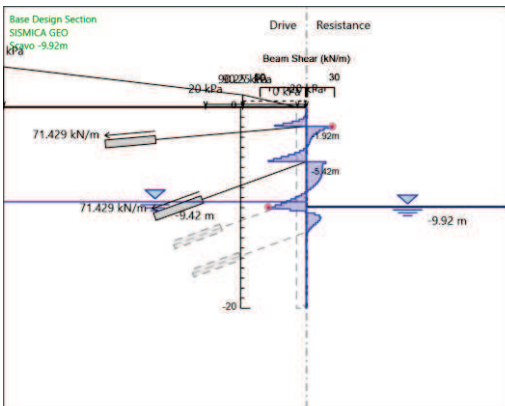
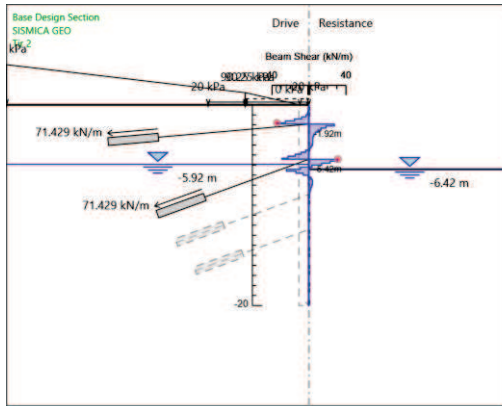
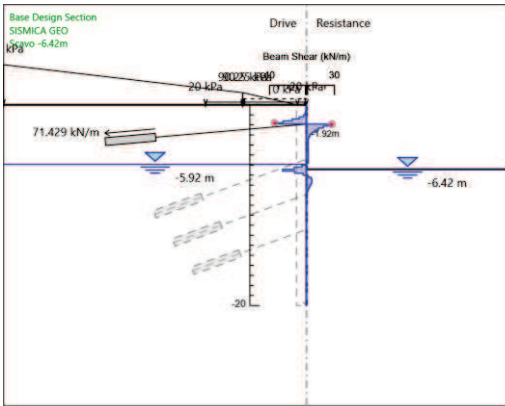
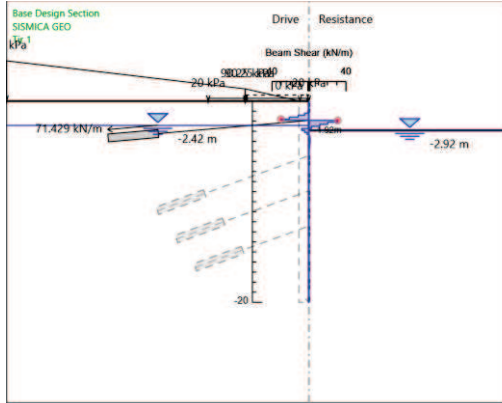
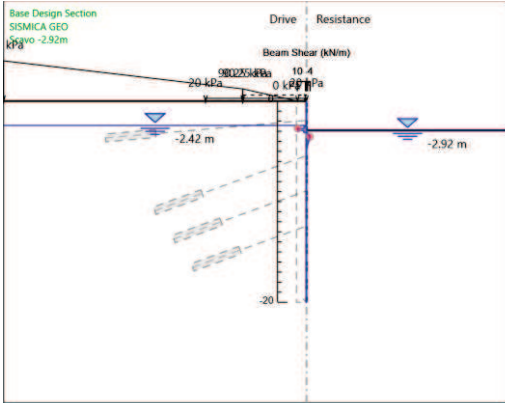
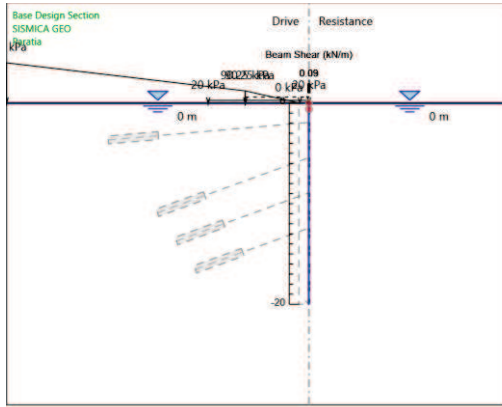
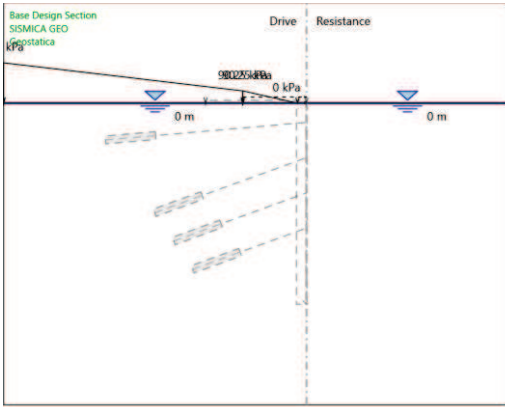
7.1. Risultati SISMICA GEO

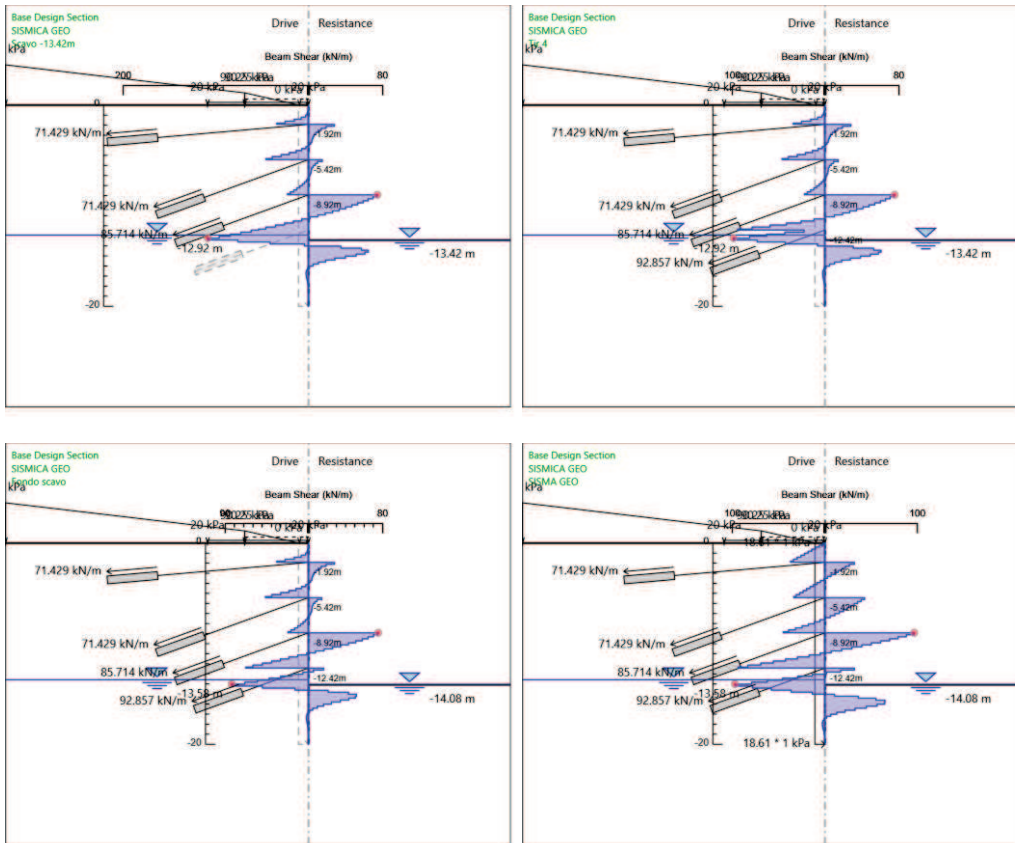
Tabella Grafici dei Risultati











Risultati Elementi strutturali - SISMICA GEO

Design Assumption: SISMICA GEO Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.92m	71.69464
Tir 3	71.74583
Scavo -13.42m	71.48993
Tir 4	71.48653
Fondo scavo	71.48885
SISMA GEO	84.72778

Design Assumption: SISMICA GEO Sollecitazione TIR3

Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Scavo -13.42m	106.7701
Tir 4	107.2567
Fondo scavo	107.2467
SISMA GEO	157.2218

Design Assumption: SISMICA GEO Sollecitazione TIR4

Stage	Forza (kN/m)
Tir 4	92.86
Fondo scavo	98.26778
SISMA GEO	145.5144

Design Assumption: SISMICA GEO Sollecitazione TIR1

Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.42m	71.46542
Tir 2	71.47163
Scavo -9.92m	71.48045
Tir 3	71.48024
Scavo -13.42m	71.48296
Tir 4	71.48322
Fondo scavo	71.4833
SISMA GEO	72.60023

2. Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropali/0.40m

Area equivalente : 0.0184298855607986 m

Inerzia equivalente : 0 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.22 m

Efficacia : 0.8

Materiale acciaio : S275

Sezione : CHS139.7*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1397 m

3. Fasi di Calcolo

Geostatica

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Paratia

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Scavo -2.78m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.78 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.78 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.28 m

Falda di destra : -2.78 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tir 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.78 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.78 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.28 m

Falda di destra : -2.78 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 10 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Scavo -6.28m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.28 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.28 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.78 m

Falda di destra : -6.28 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 10 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tir 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.28 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.28 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.78 m

Falda di destra : -6.28 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.28 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 8 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 10 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Scavo -9.78m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.78 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.78 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9.28 m

Falda di destra : -9.78 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.28 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 8 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 10 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tir 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -9.78 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.78 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9.28 m

Falda di destra : -9.78 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.28 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 8 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : -8.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 5 m

Precarico : 240 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 10 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Fondo scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -10.44 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-10.44 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -9.94 m

Falda di destra : -10.44 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Carico mezzi

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno

X iniziale : -3.41 m

X finale : -0.9 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : Profilo terreno 2

X iniziale : -30 m

X finale : -3.41 m

Pressione iniziale : 33.4 kPa

Pressione finale : 33.4 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Paratia

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Micropali/0.40m

Tirante : TIR2

X : 0 m

Z : -5.28 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 8 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR3

X : 0 m

Z : -8.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 5 m

Precarico : 240 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Tirante : TIR1

X : 0 m

Z : -1.78 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.16 m

Lunghezza libera : 10 m

Precarico : 200 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 Trefoli

Tipo di barre : Barre trefoli

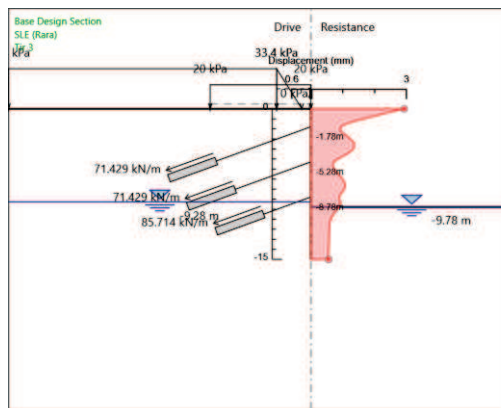
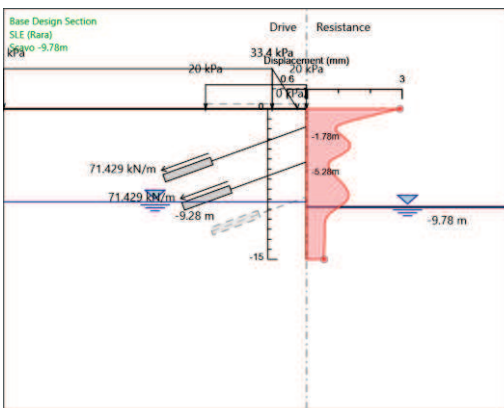
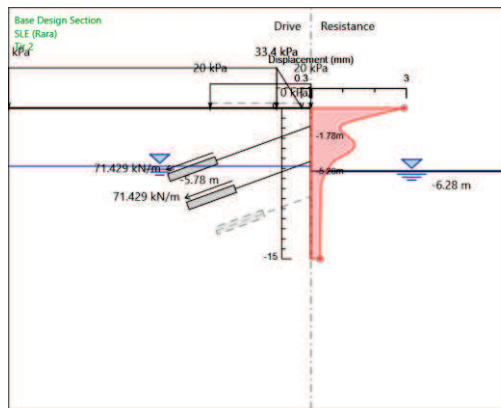
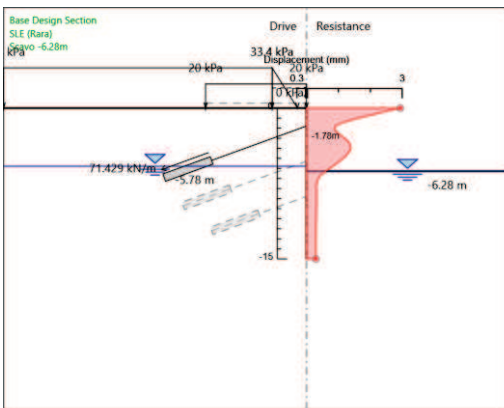
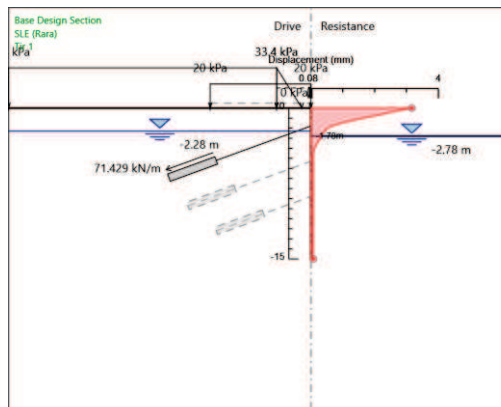
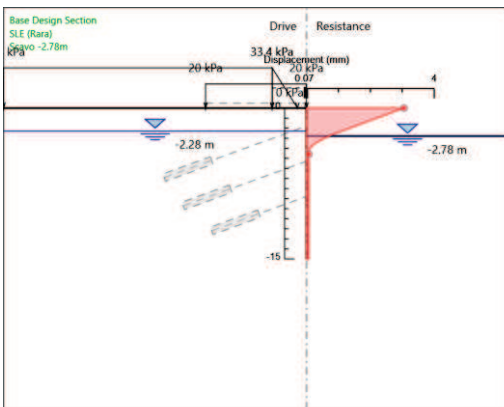
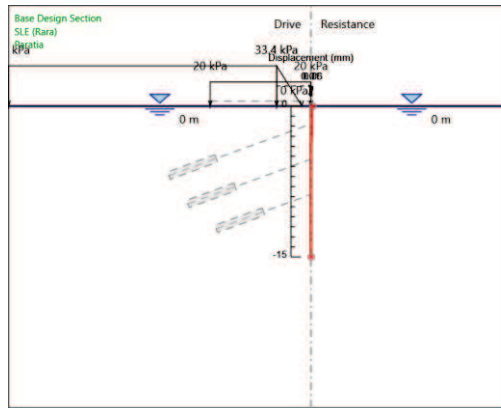
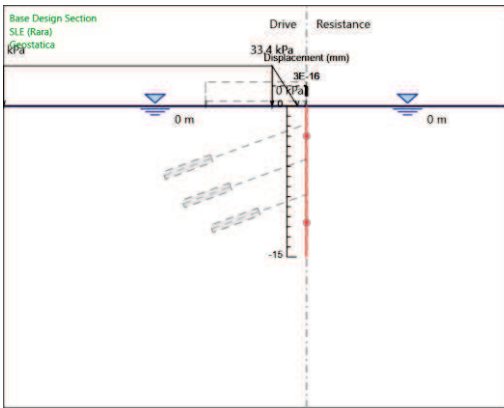
Numero di barre : 3

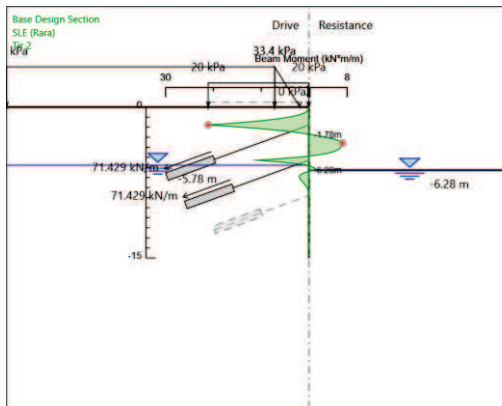
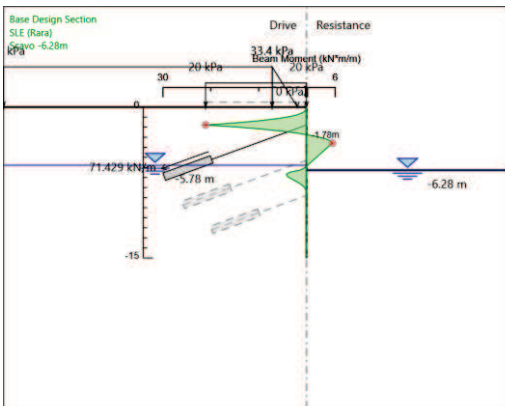
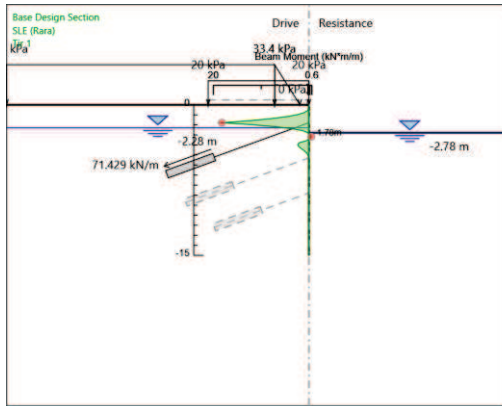
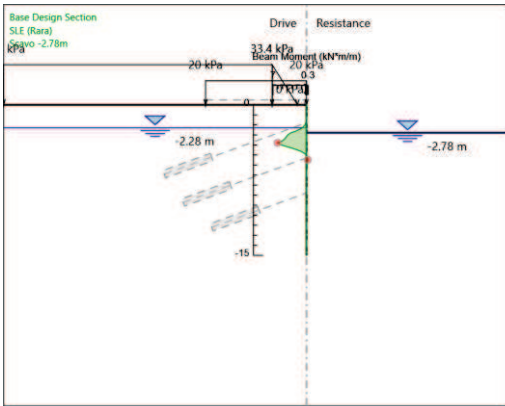
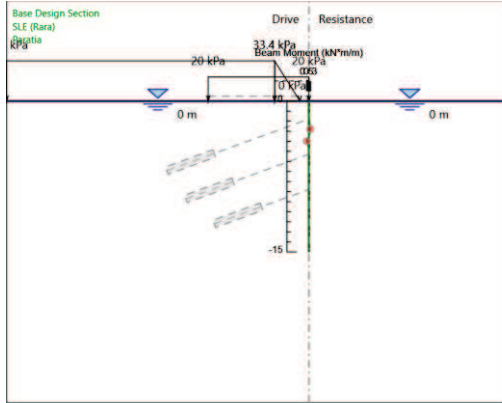
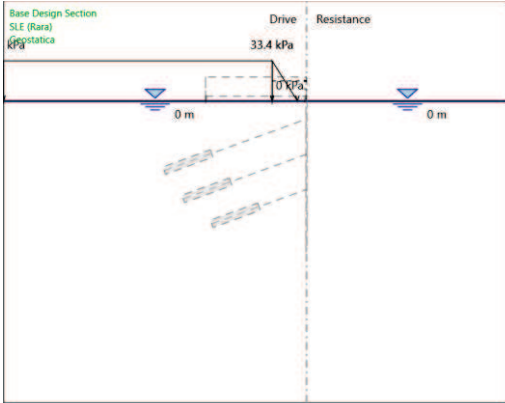
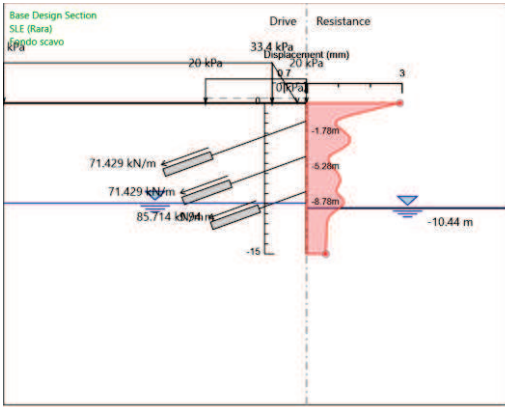
Diametro : 0.01331 m

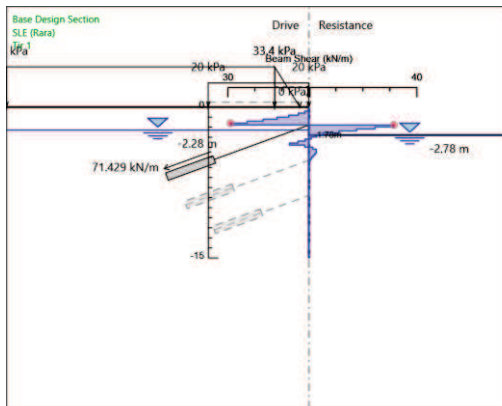
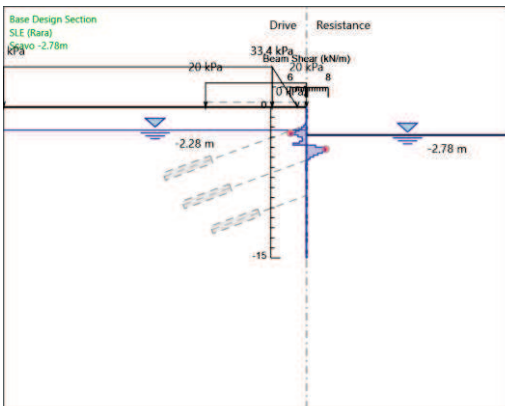
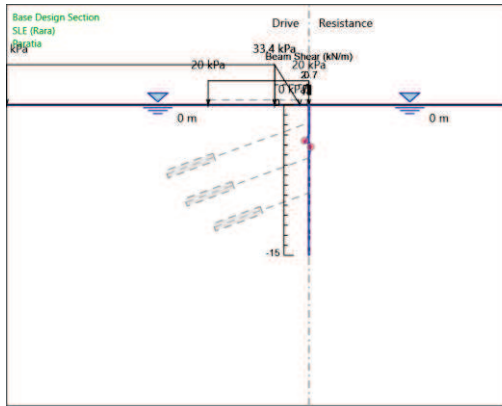
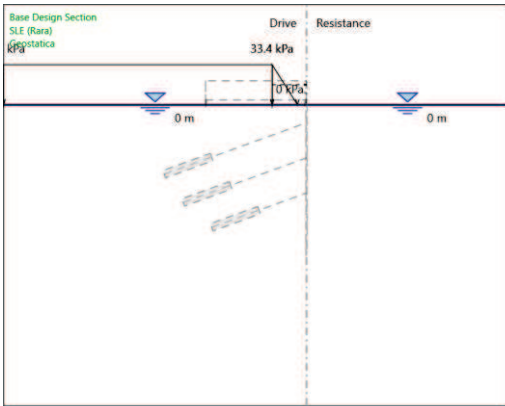
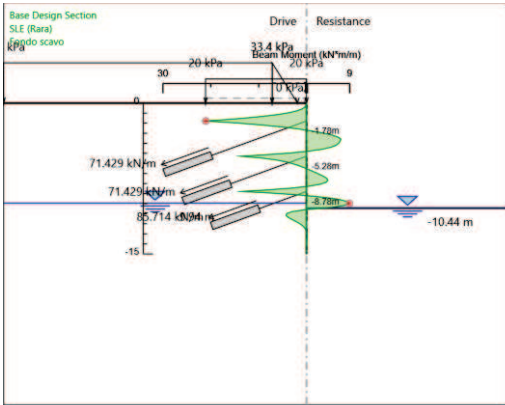
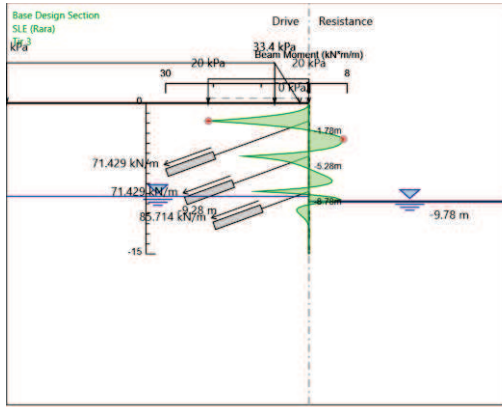
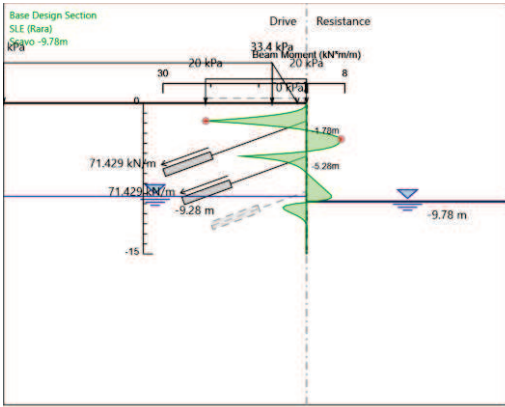
Area : 0.000417 m²

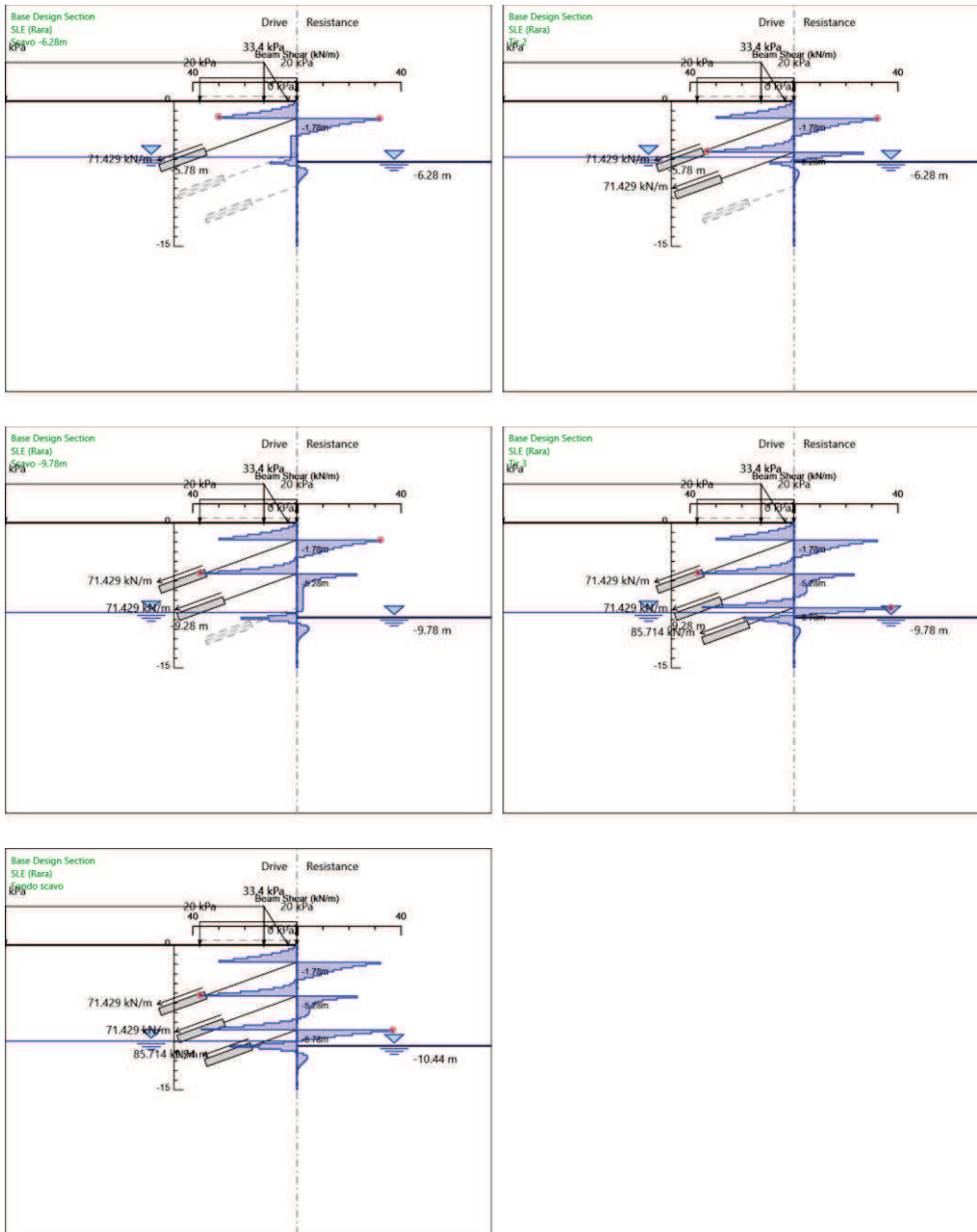
4. Risultati SLE (Rara)

Tabella Grafici dei Risultati









Risultati Elementi strutturali - SLE (Rara)

Design Assumption: SLE (Rara) Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.78m	71.42407
Tir 3	71.43709
Fondo scavo	71.43879

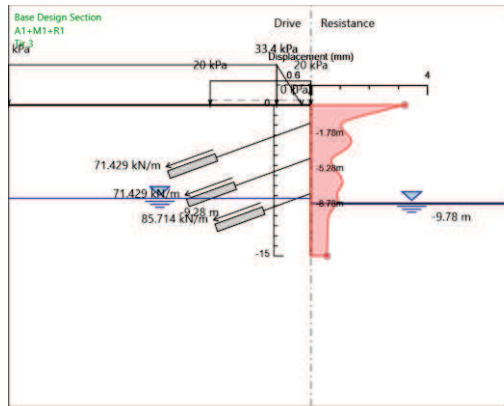
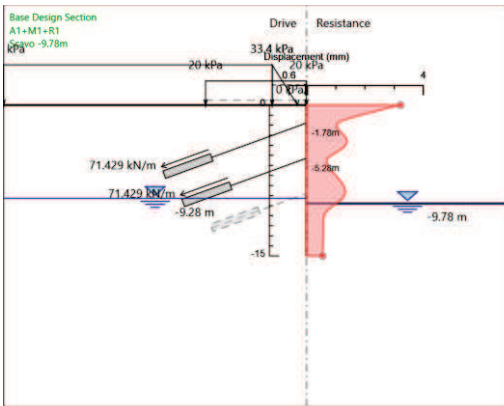
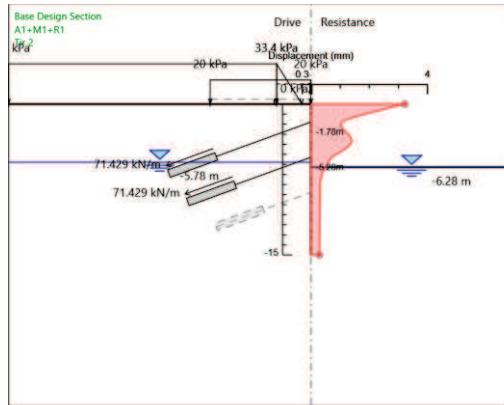
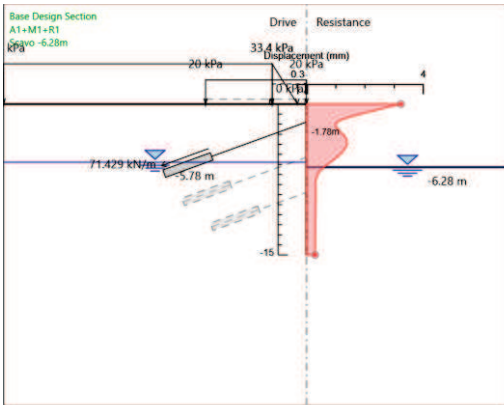
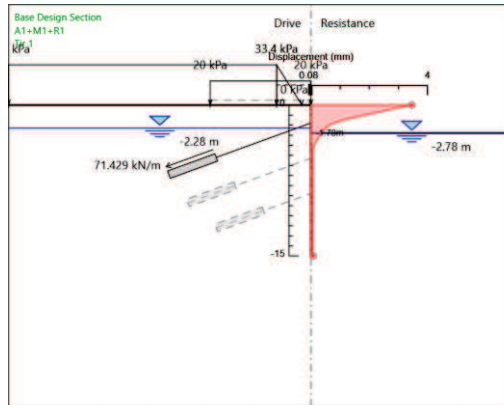
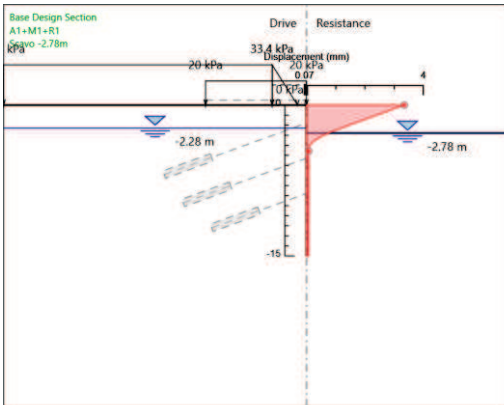
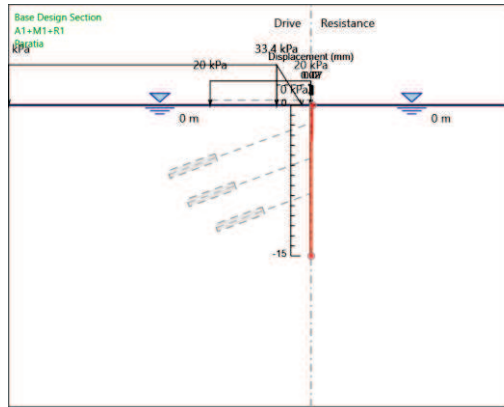
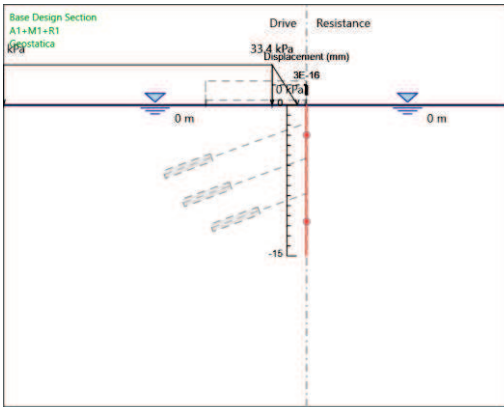
Design Assumption: SLE (Rara) Sollecitazione TIR3

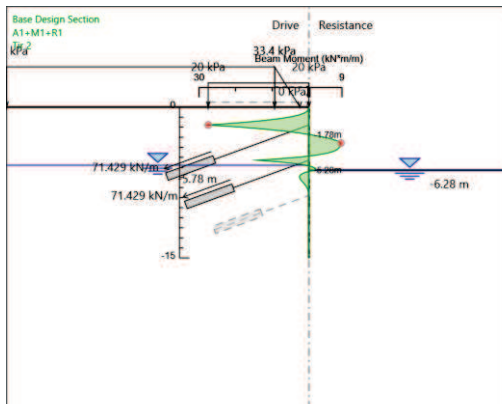
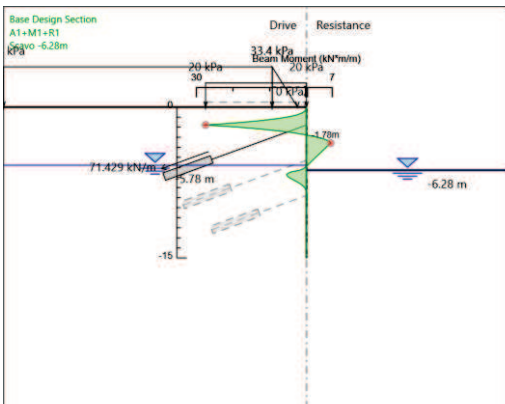
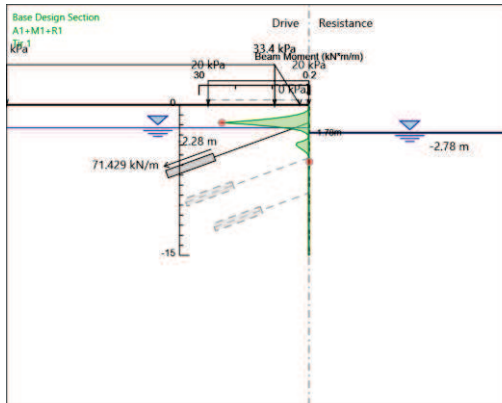
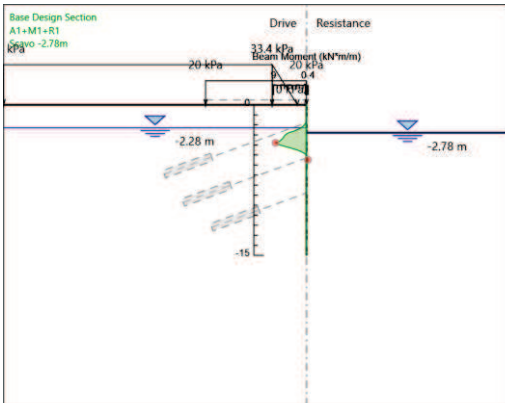
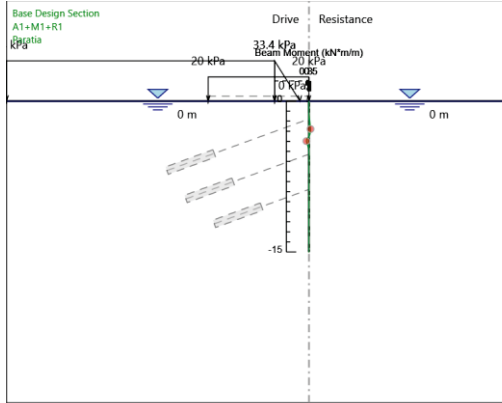
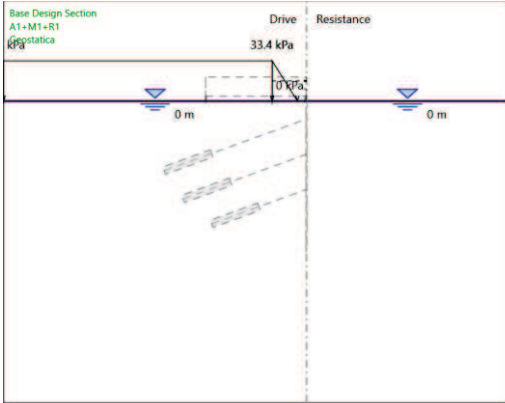
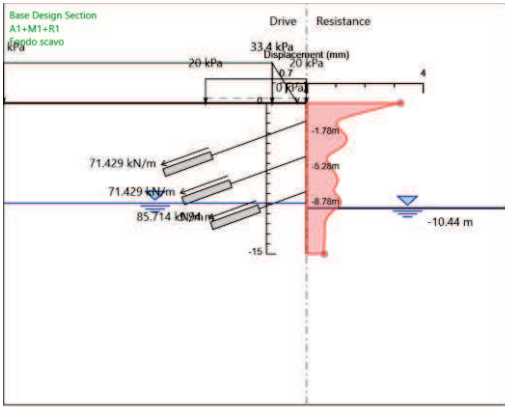
Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Fondo scavo	85.86725

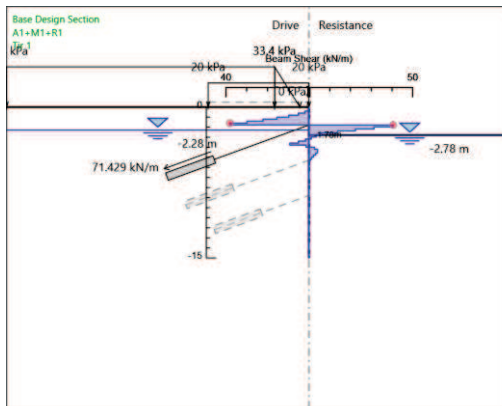
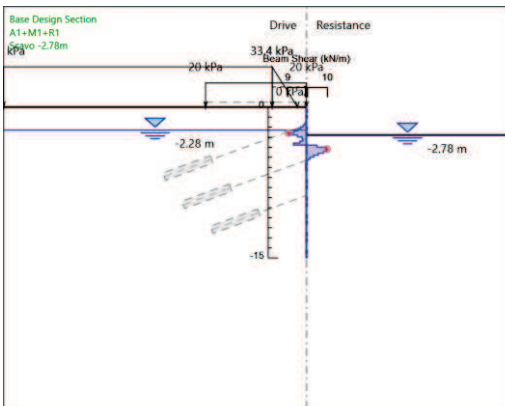
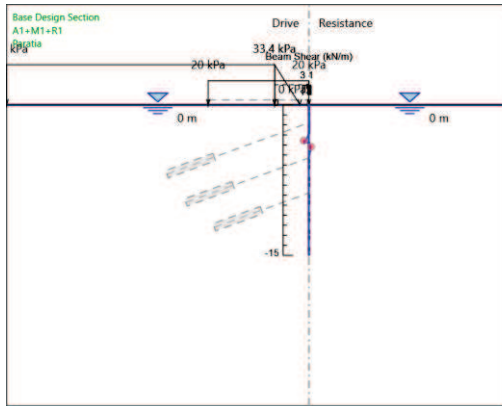
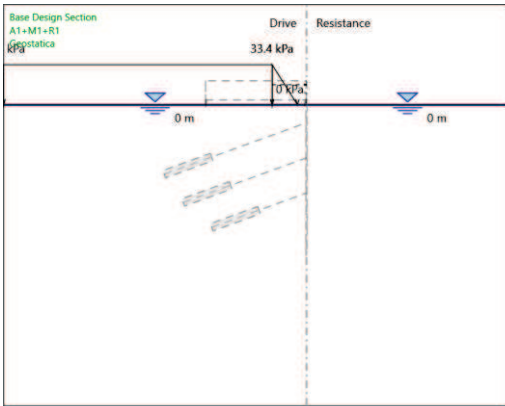
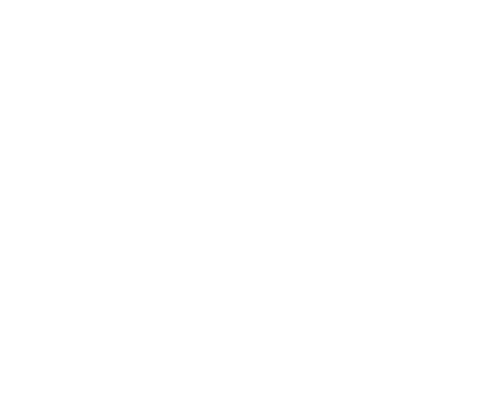
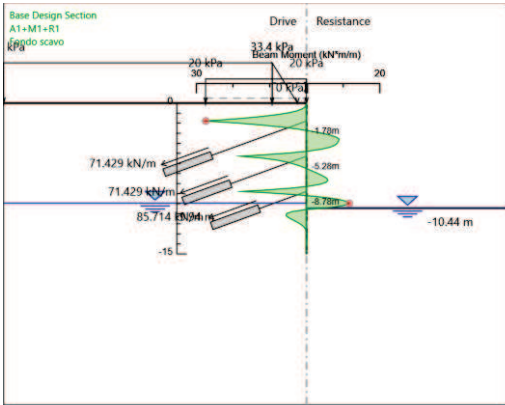
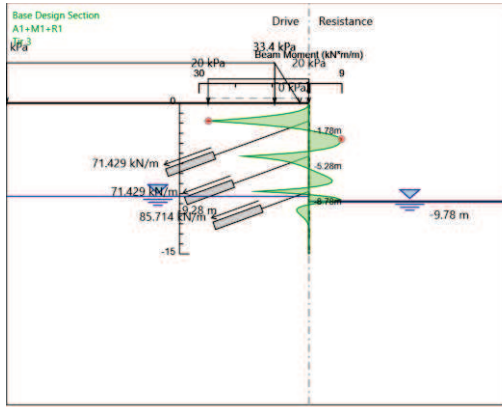
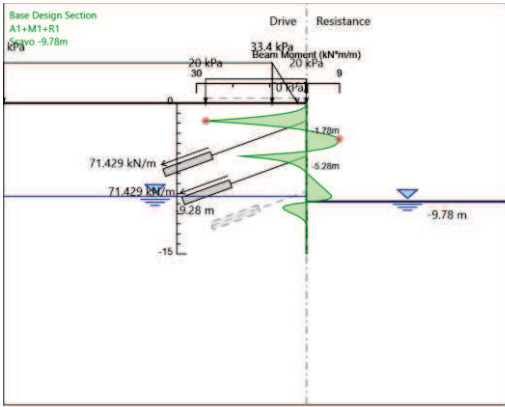
Design Assumption: SLE (Rara) Sollecitazione TIR1

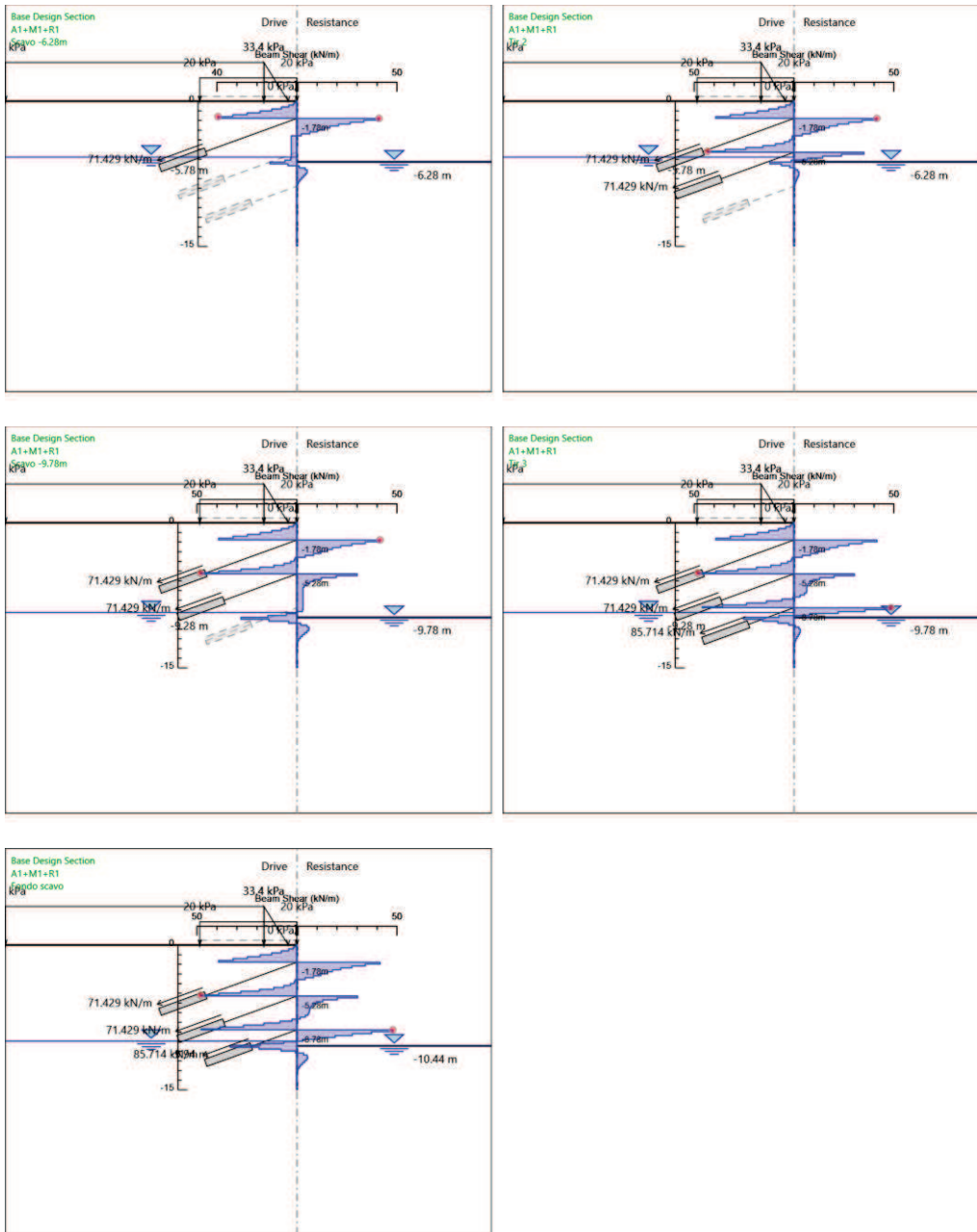
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.28m	71.97477
Tir 2	72.03662
Scavo -9.78m	72.04151
Tir 3	72.04095
Fondo scavo	72.04082

5. Risultati A1+M1+R1









Risultati Elementi strutturali - A1+M1+R1

Design Assumption: A1+M1+R1 Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	92.859
Scavo -9.78m	92.851304
Tir 3	92.86823
Fondo scavo	92.87044

Design Assumption: A1+M1+R1 Sollecitazione TIR3

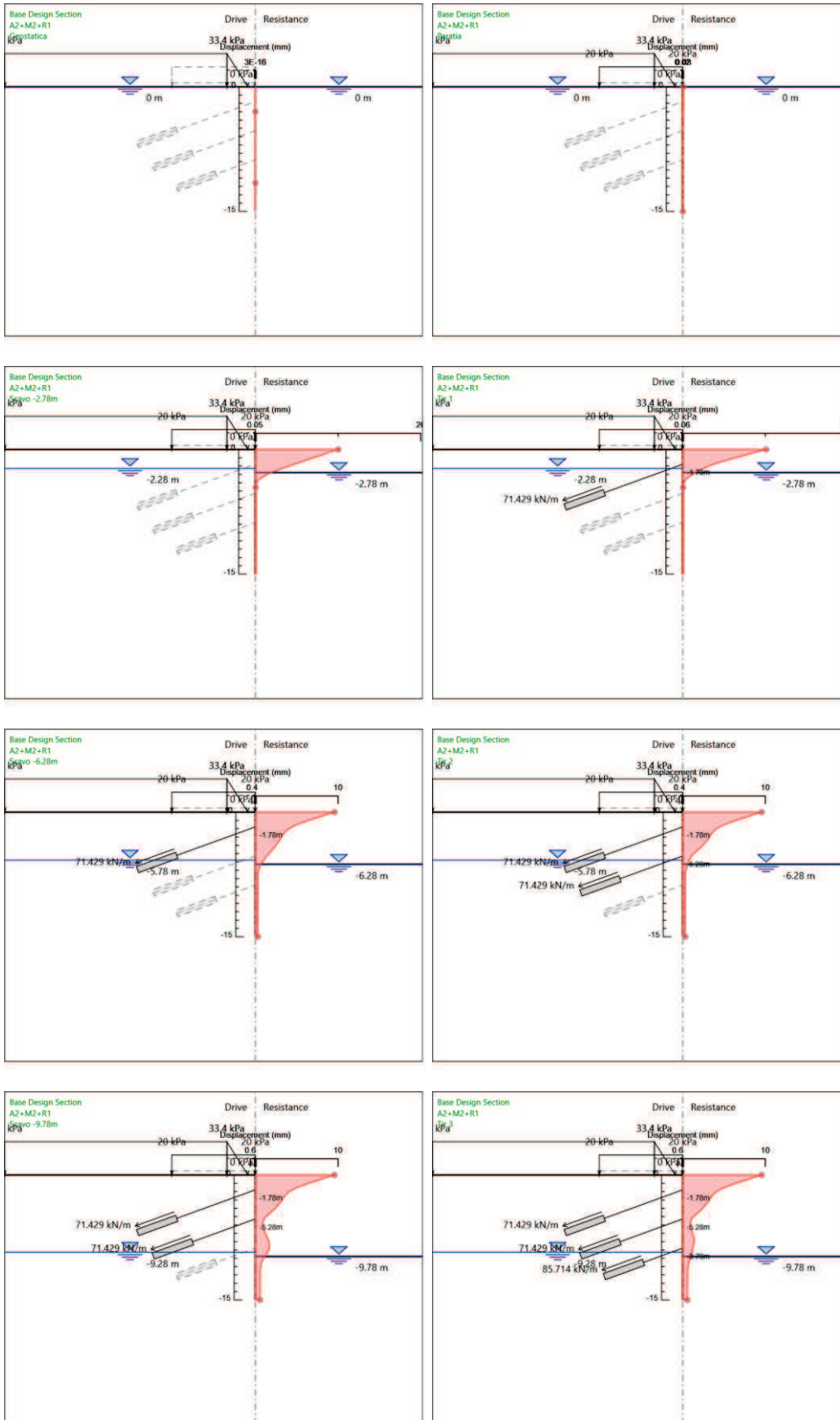
Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	111.423
Fondo scavo	111.628413

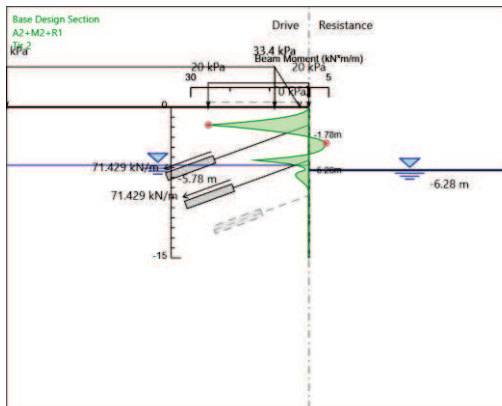
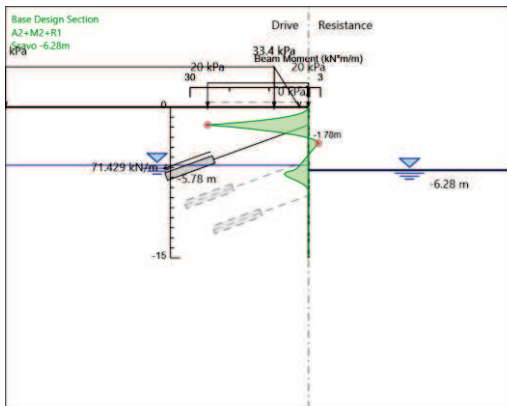
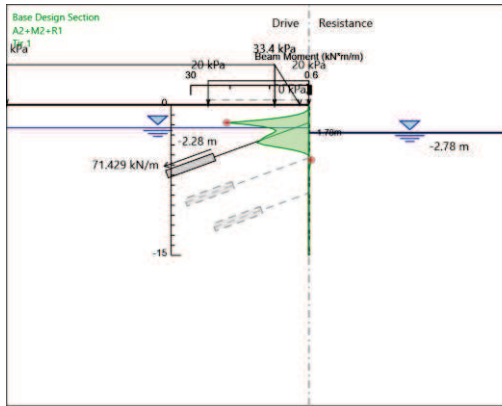
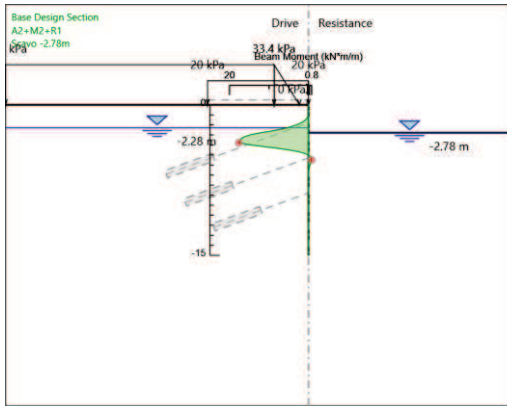
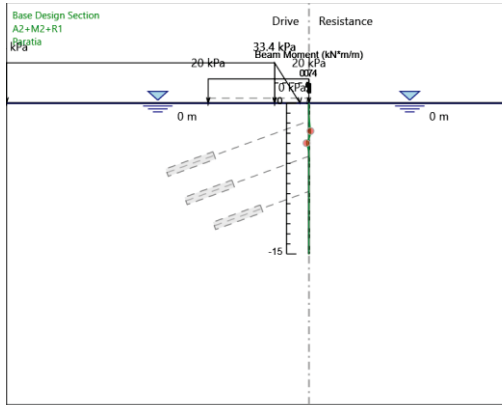
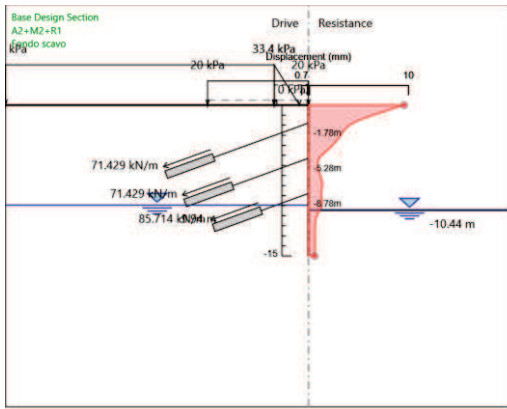
Design Assumption: A1+M1+R1 Sollecitazione TIR1

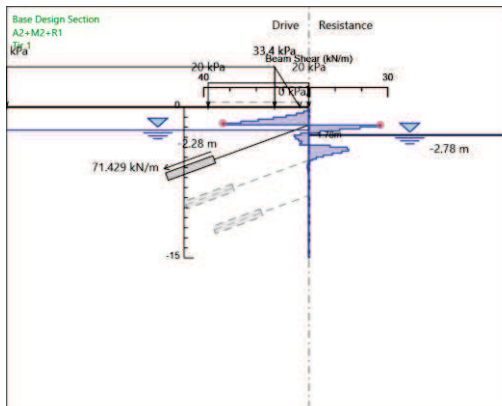
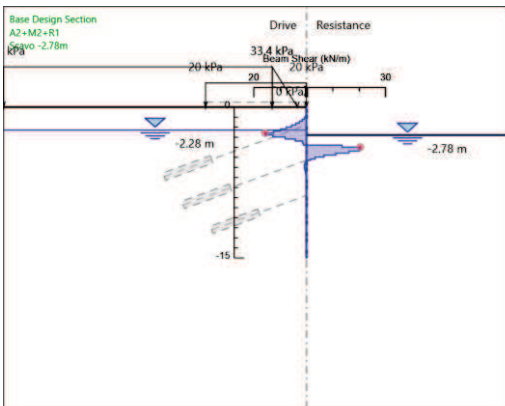
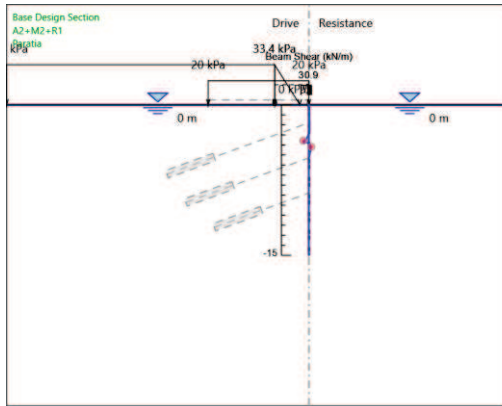
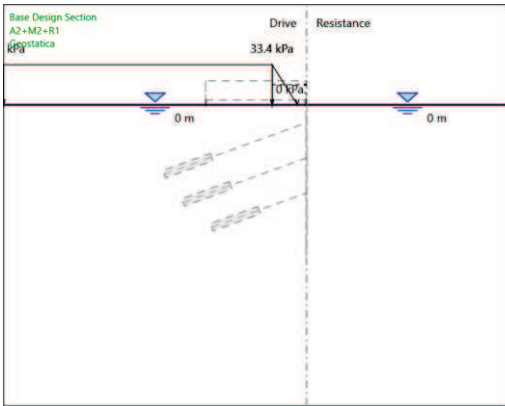
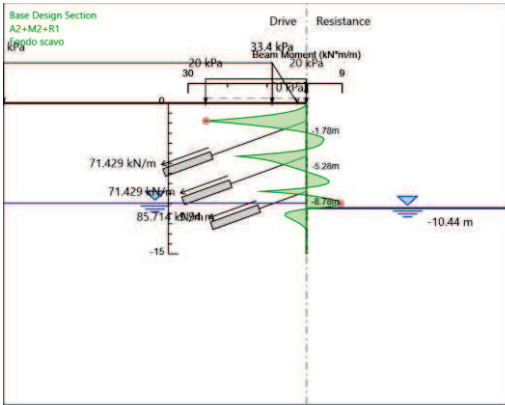
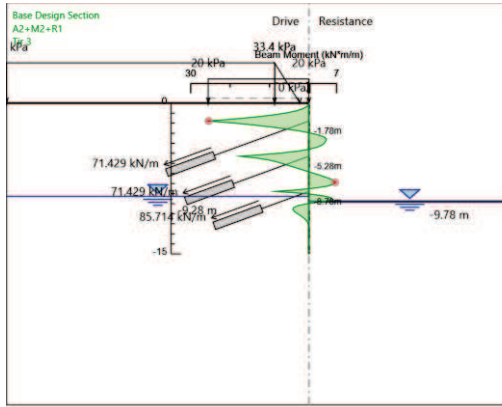
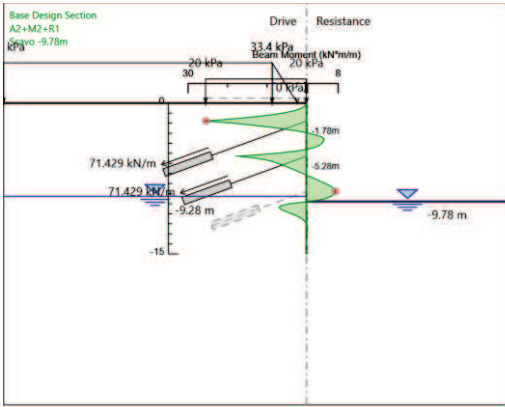
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	92.859
Scavo -6.28m	93.588898
Tir 2	93.66929
Scavo -9.78m	93.675686
Tir 3	93.674958
Fondo scavo	93.674789

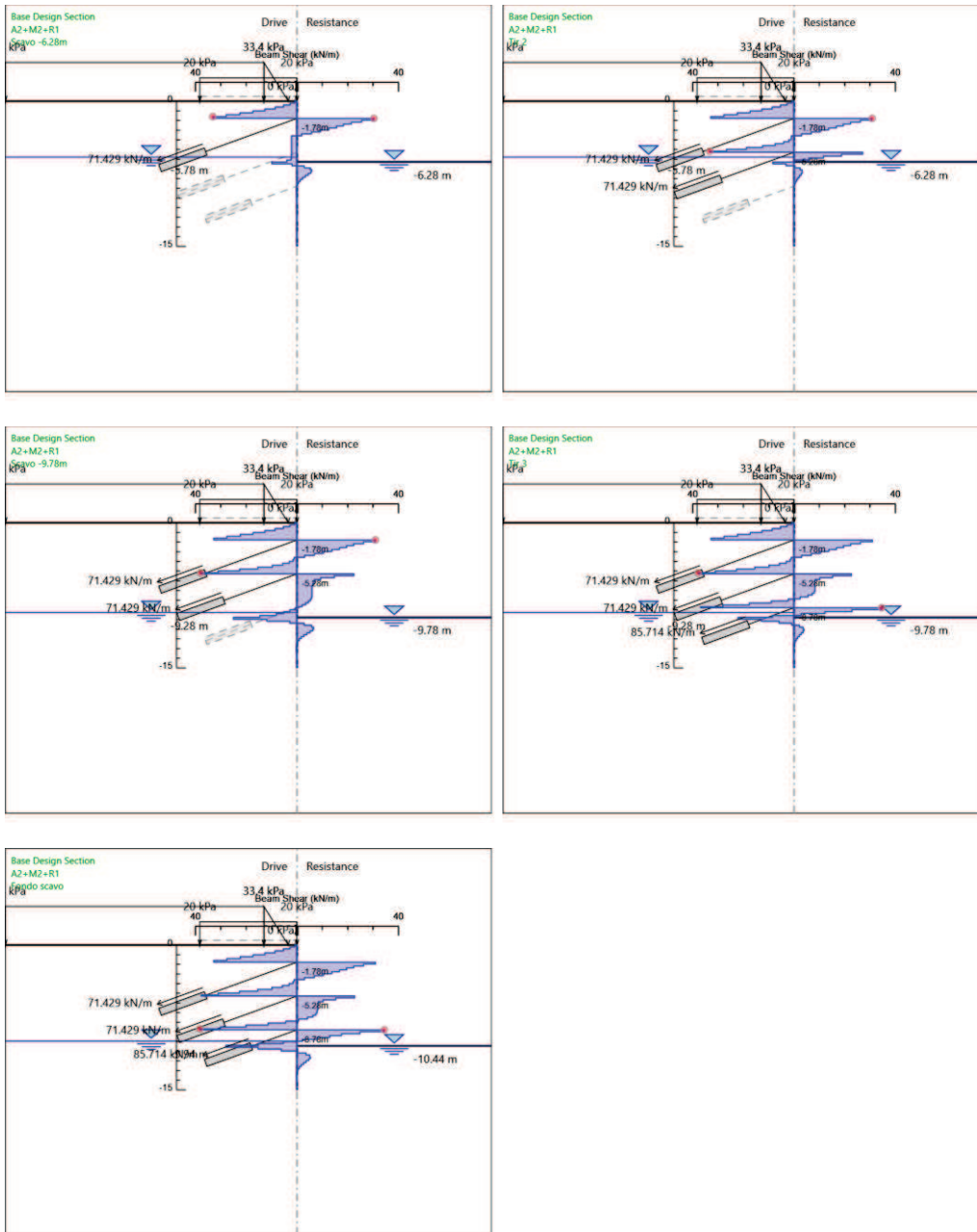
6. Risultati A2+M2+R1

Tabella Grafici dei Risultati









Risultati Elementi strutturali - A2+M2+R1

Design Assumption: A2+M2+R1 Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.78m	71.42126
Tir 3	71.4436
Fondo scavo	71.44563

Design Assumption: A2+M2+R1 Sollecitazione TIR3

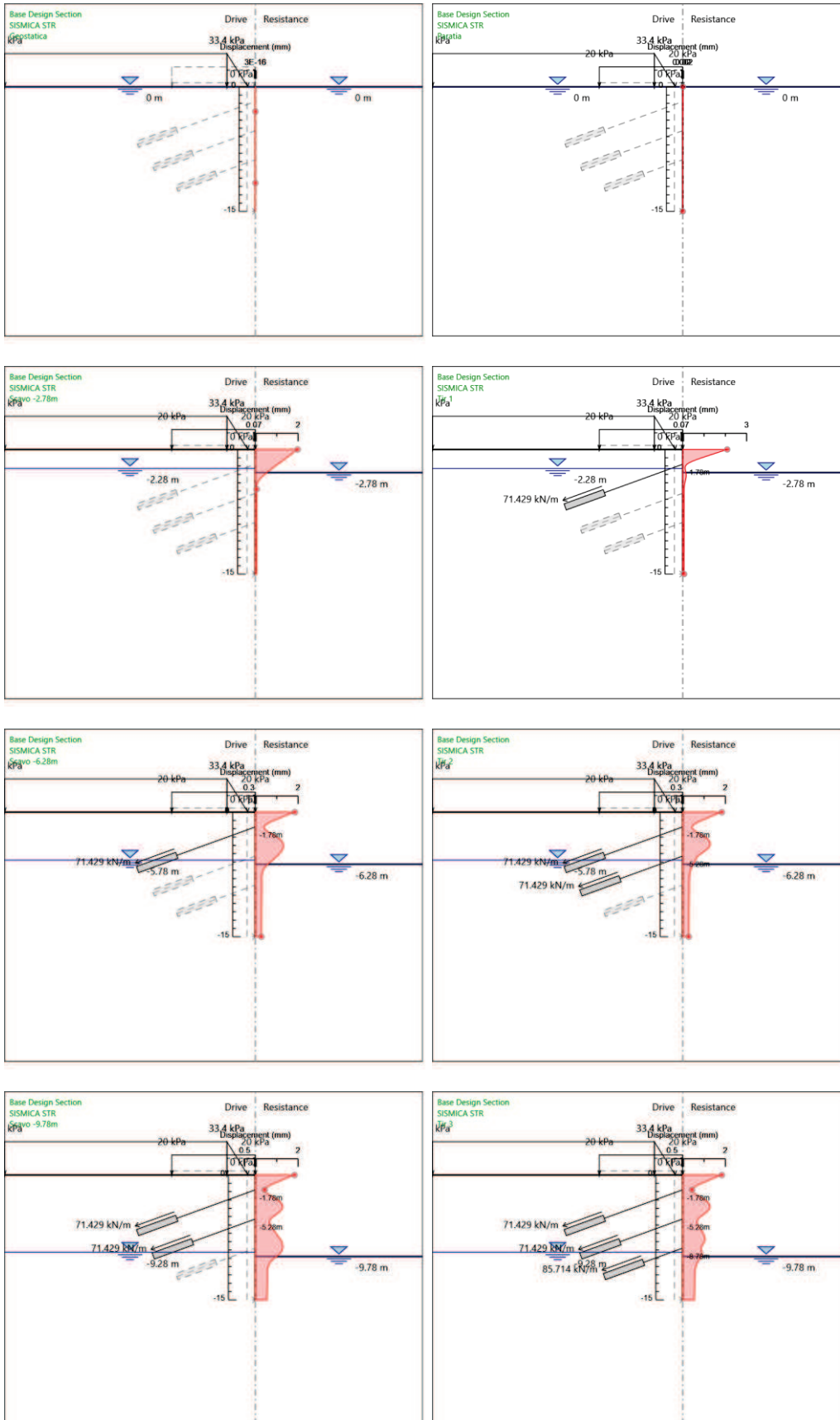
Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Fondo scavo	85.92924

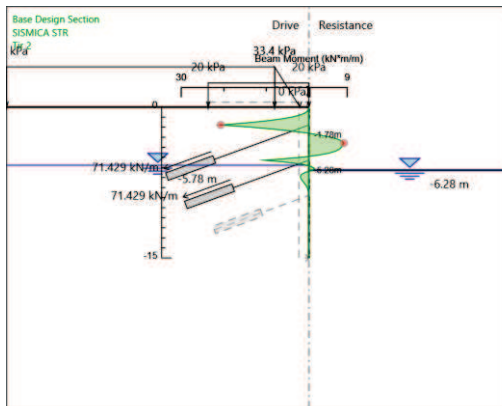
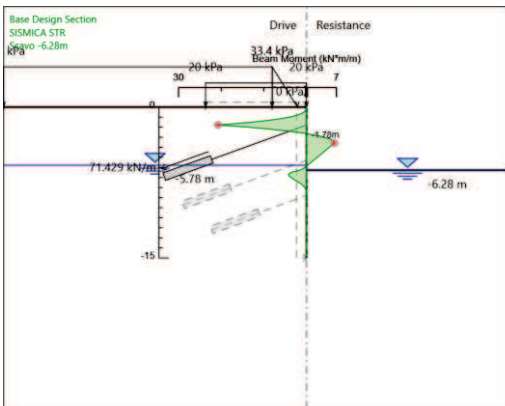
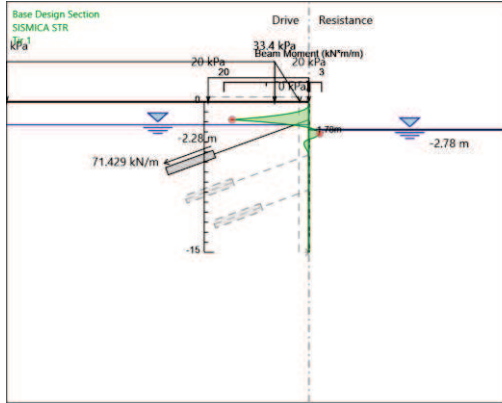
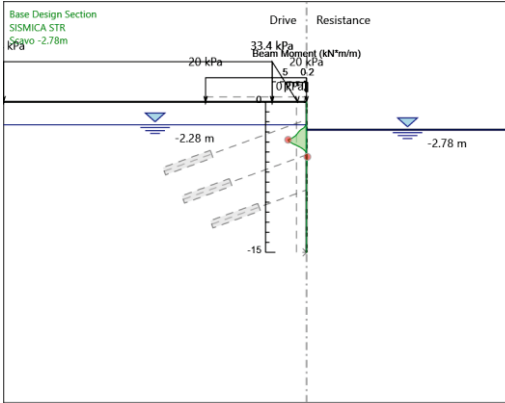
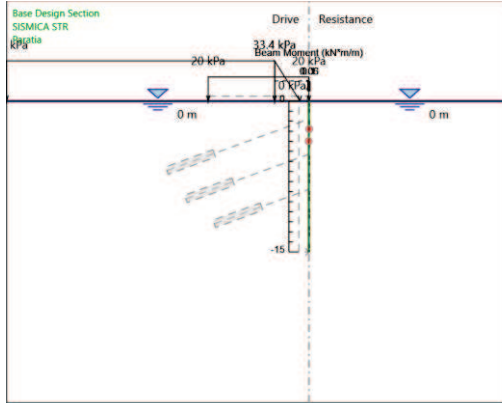
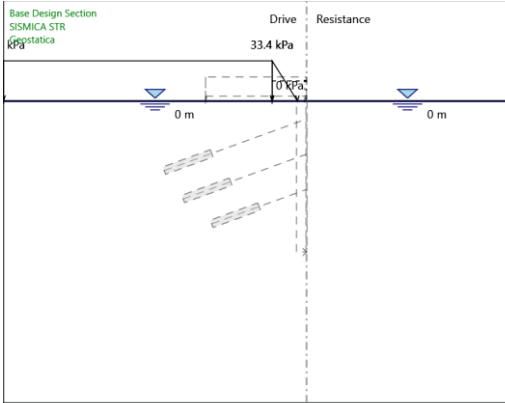
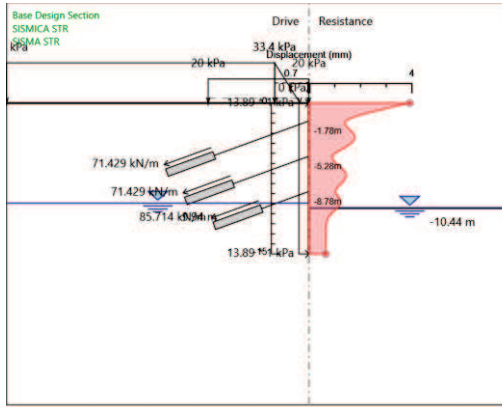
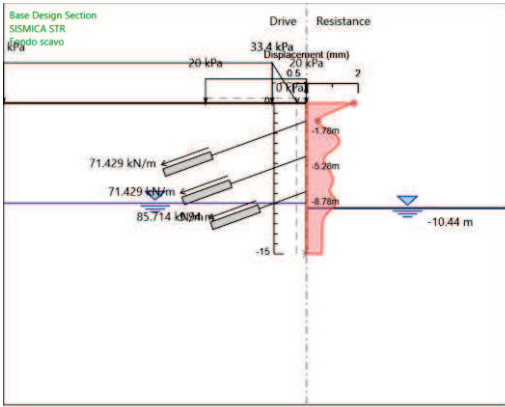
Design Assumption: A2+M2+R1 Sollecitazione TIR1

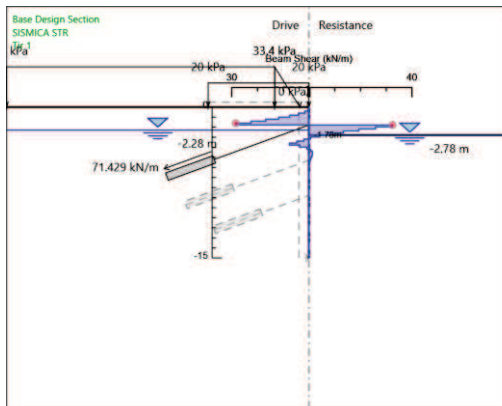
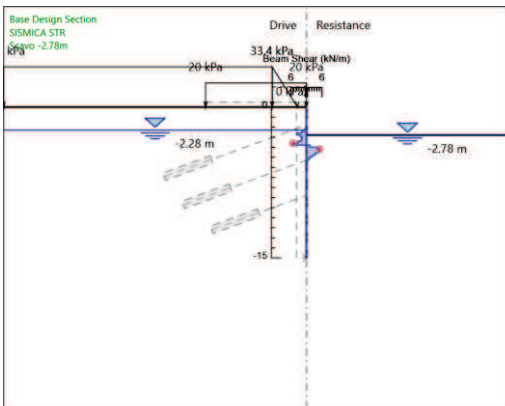
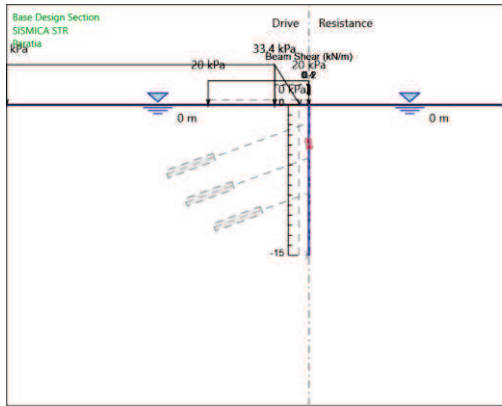
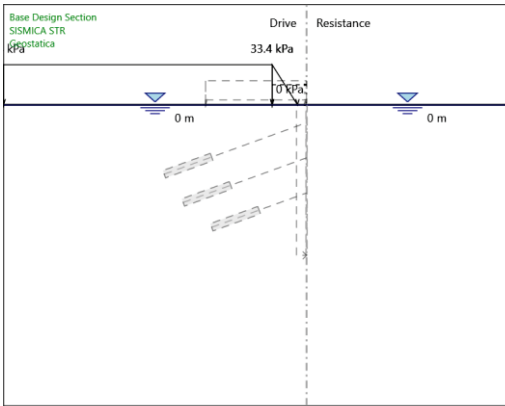
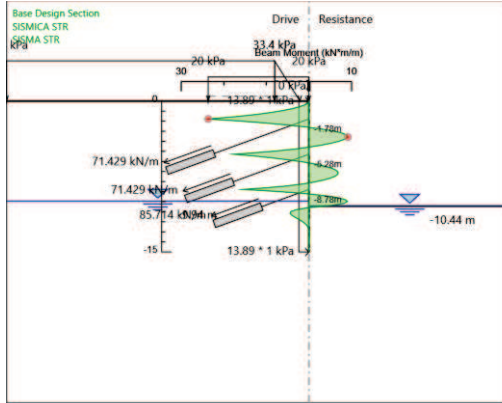
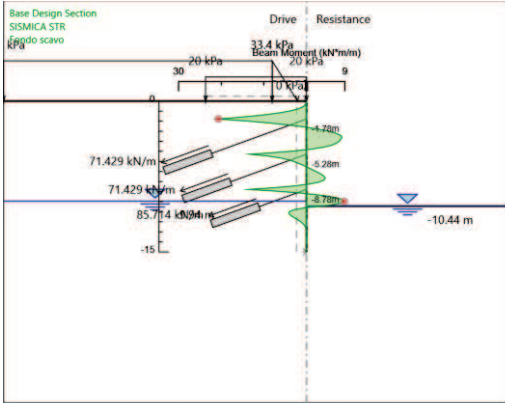
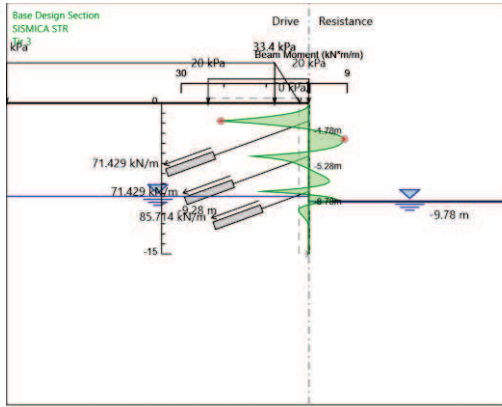
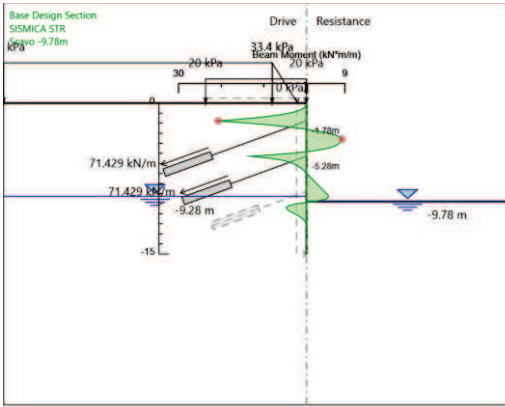
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.28m	72.9693
Tir 2	73.06832
Scavo -9.78m	73.07425
Tir 3	73.07297
Fondo scavo	73.07278

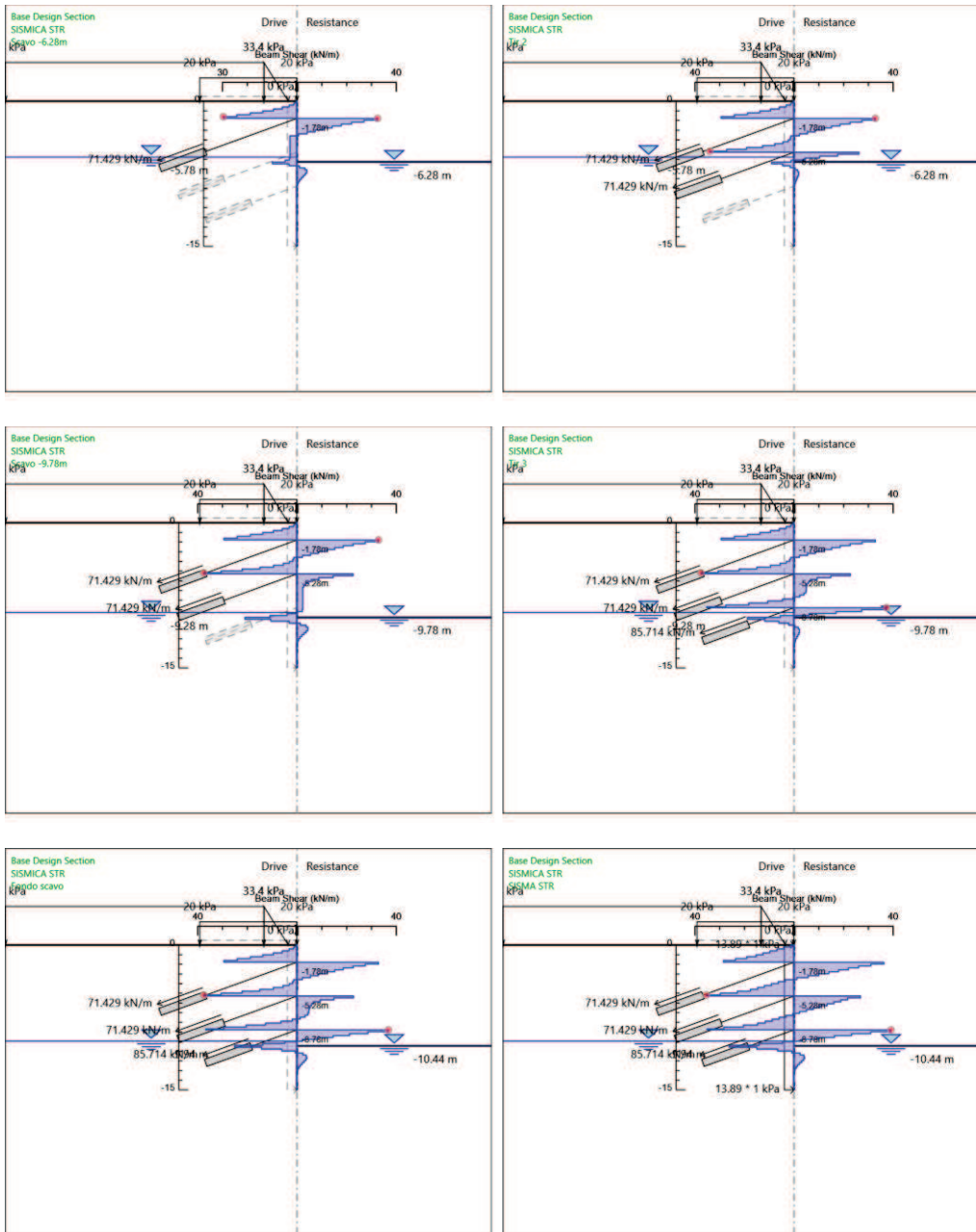
Risultati SISMICA STR

Tabella Grafici dei Risultati









Risultati Elementi strutturali - SISMA STR

Design Assumption: SISMA STR Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.78m	71.42362
Tir 3	71.43664
Fondo scavo	71.43833
SISMA STR	71.94987

Design Assumption: SISMICA STR Sollecitazione TIR3

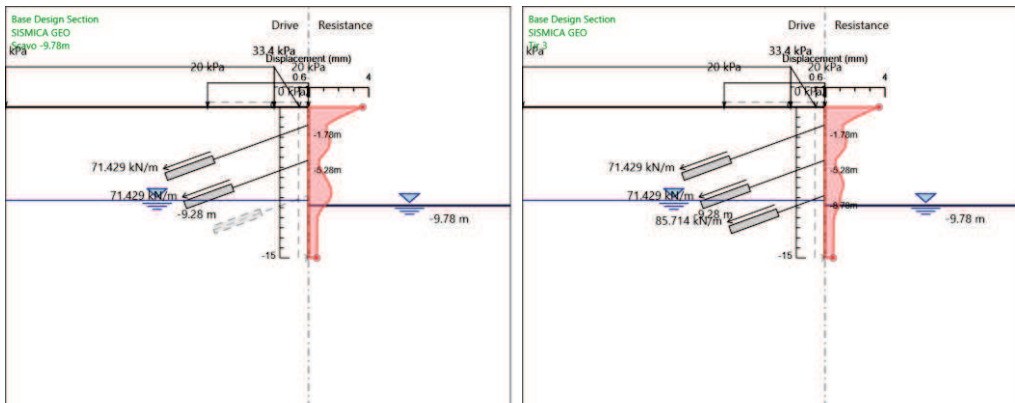
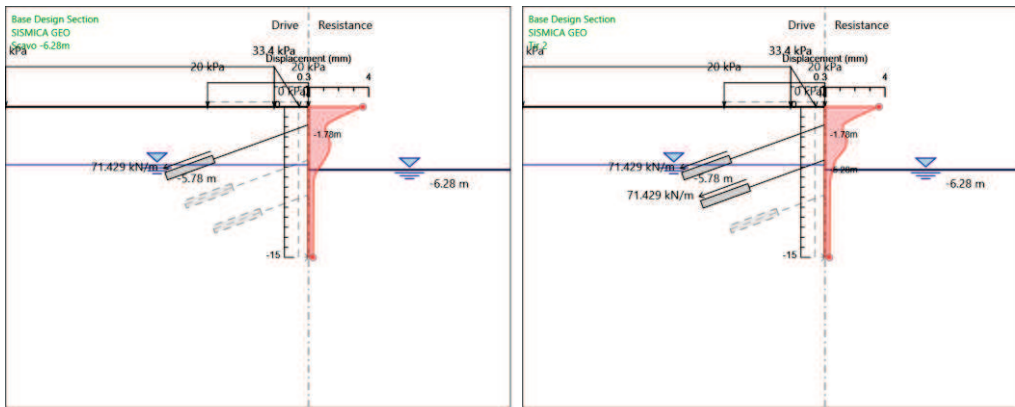
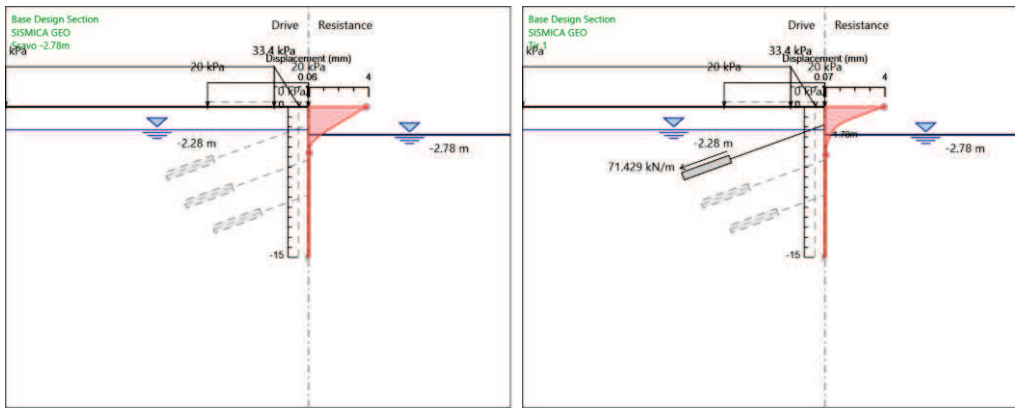
Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Fondo scavo	85.86327
SISMA STR	86.33498

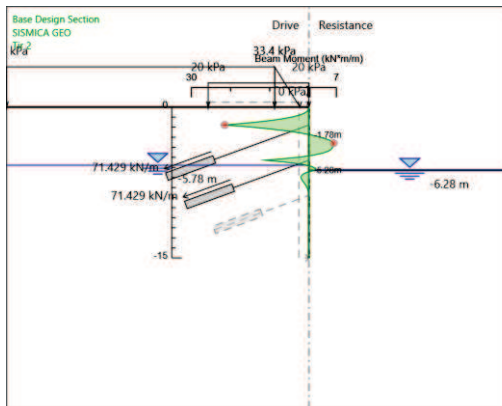
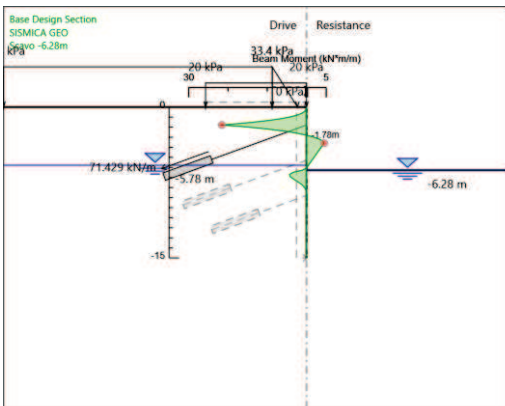
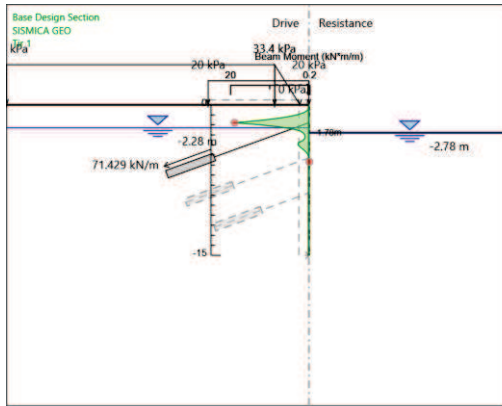
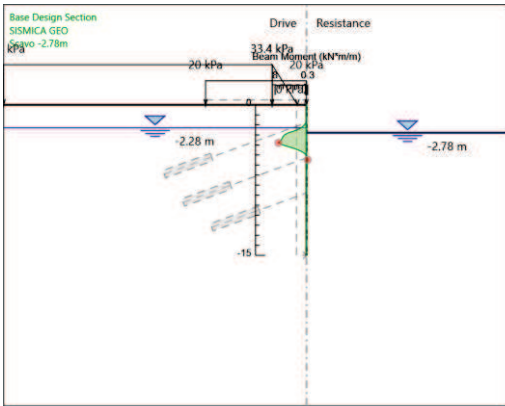
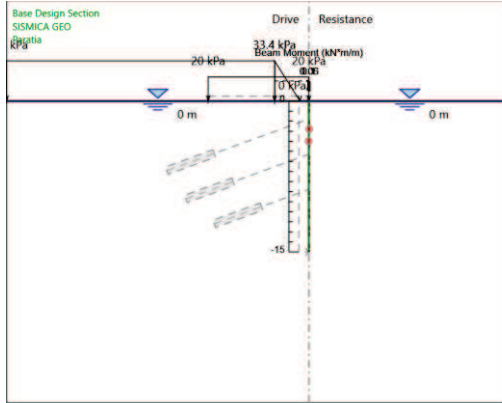
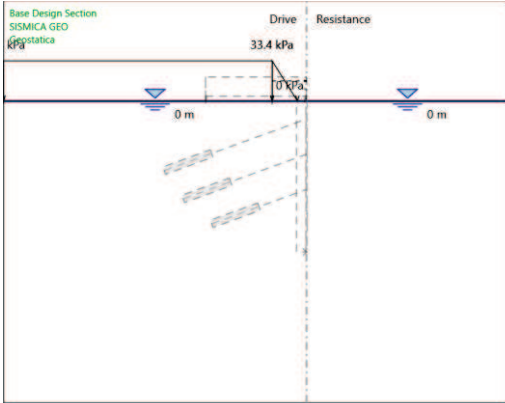
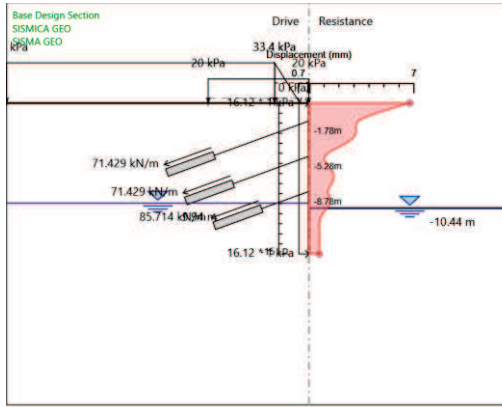
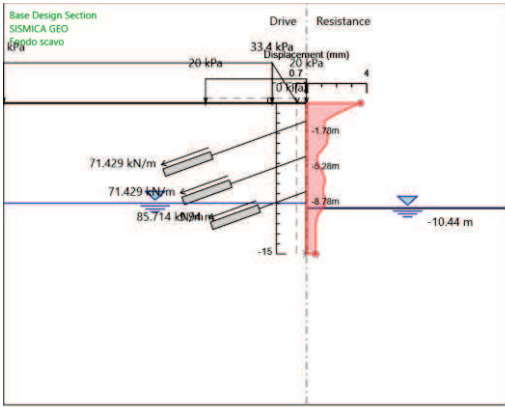
Design Assumption: SISMICA STR Sollecitazione TIR1

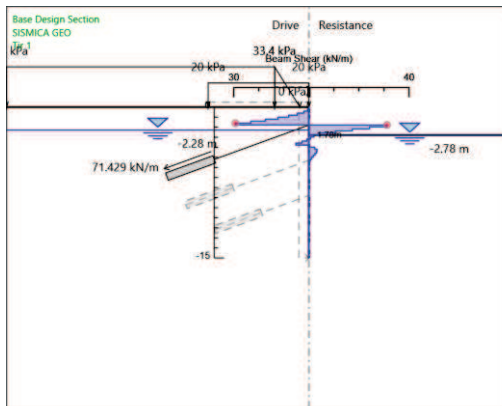
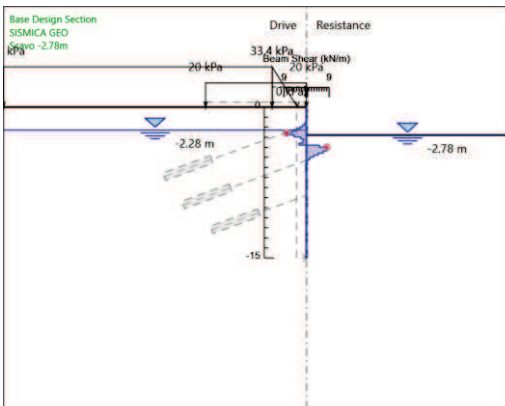
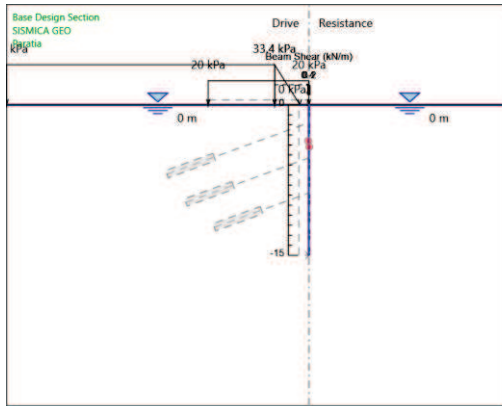
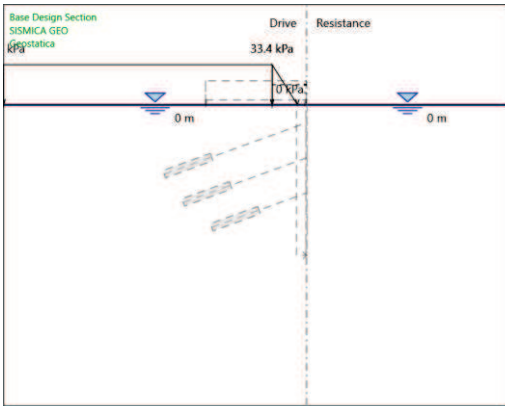
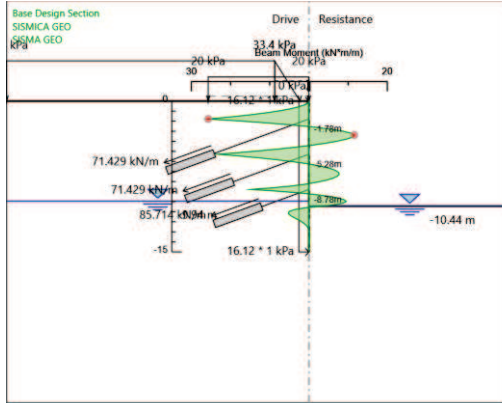
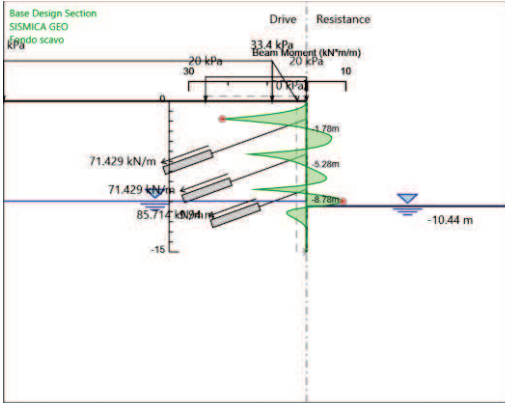
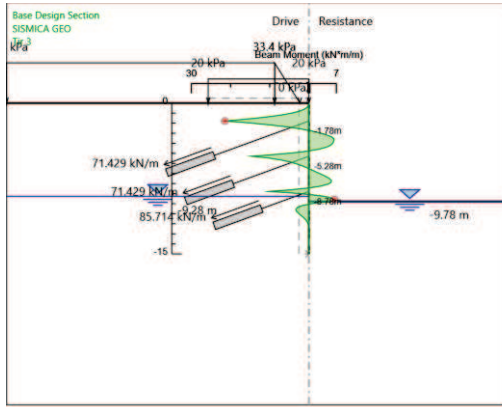
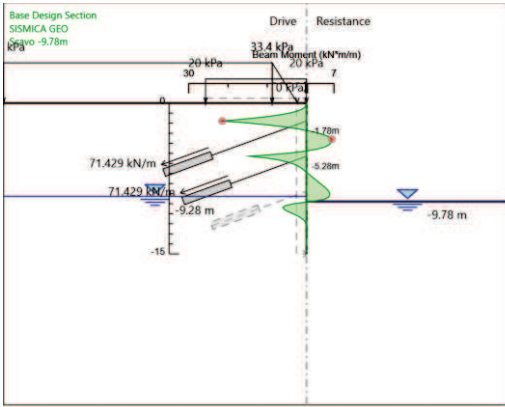
Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.28m	71.90593
Tir 2	71.96729
Scavo -9.78m	71.97201
Tir 3	71.97145
Fondo scavo	71.97131
SISMA STR	74.23184

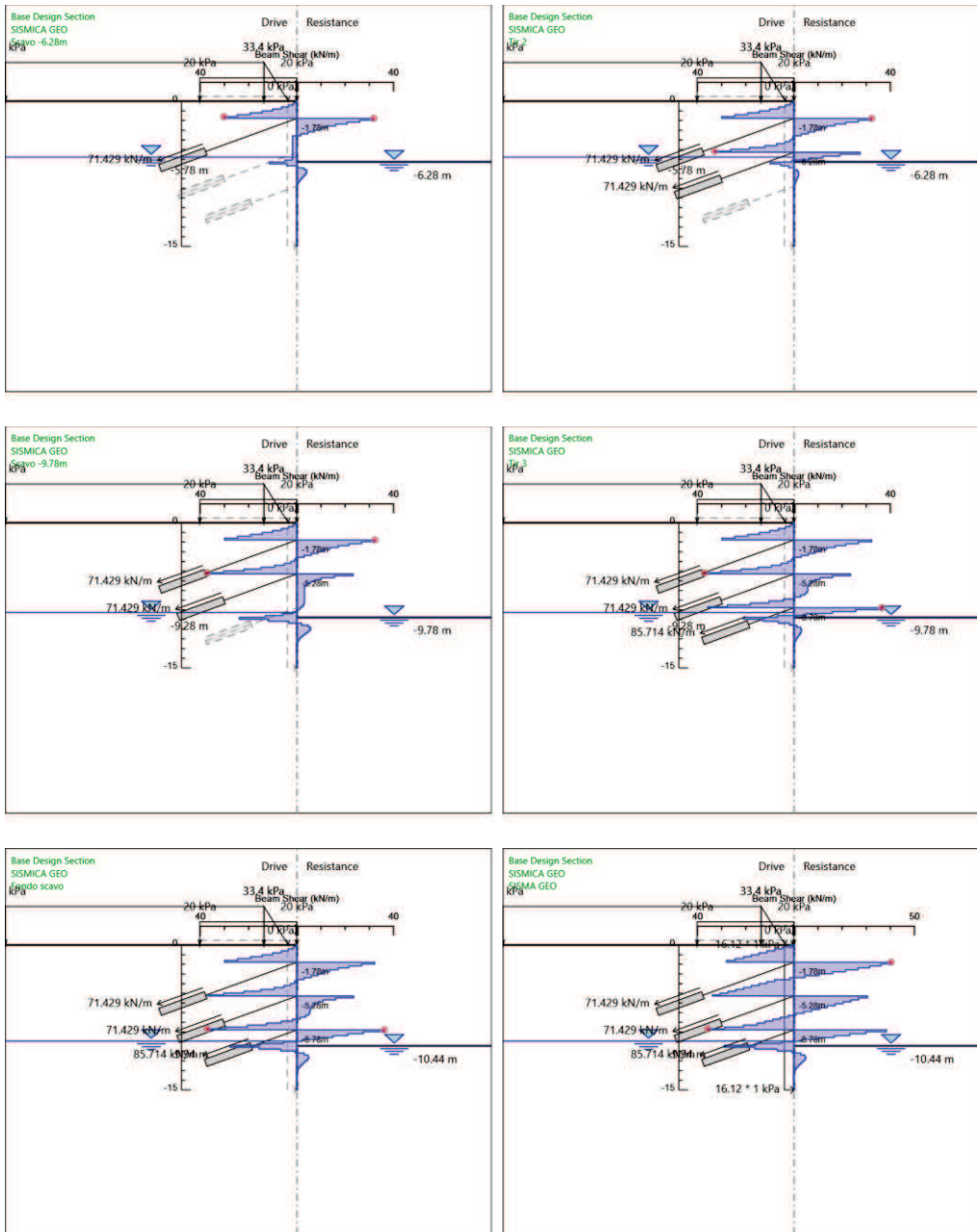
Risultati SISMICA GEO

Tabella Grafici dei Risultati









Risultati Elementi strutturali - SISMICA GEO

Design Assumption: SISMICA GEO Sollecitazione TIR2

Stage	Forza (kN/m)
Tir 2	71.43
Scavo -9.78m	71.42853
Tir 3	71.44661
Fondo scavo	71.44858
SISMA GEO	72.33377

Design Assumption: SISMICA GEO Sollecitazione TIR3

Stage	Forza (kN/m)
Tir 3	85.71
Fondo scavo	85.91947
SISMA GEO	86.5444

Design Assumption: SISMICA GEO Sollecitazione TIR1

Stage	Forza (kN/m)
Tir 1	71.43
Scavo -6.28m	72.06266
Tir 2	72.14352
Scavo -9.78m	72.14855
Tir 3	72.14751
Fondo scavo	72.14733
SISMA GEO	76.75681

3 VERIFICHE DI STABILITÀ

3.1 GALLERIA FORZA D'AGRÒ – IMBOCCO LATO MESSINA – SEZIONE 1

3.1.1 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno “Caratteristica”

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 10 kPa

Phi: 35 °

Phi-B: 0 °

FDN

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 25 kN/m³

Cohesion: 70 kPa

Phi: 34 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Grid

Upper Left: (42.640571, 69.917958) m
Lower Left: (42.572207, 54.809431) m
Lower Right: (65.371727, 55.11707) m
Grid Horizontal Increment: 30
Grid Vertical Increment: 30
Left Projection Angle: 0 °
Right Projection Angle: 0 °

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Upper Right Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Lower Left Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Lower Right Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Number of Increments: 0
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °
UsePoints: 0

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (21, 61.8) m
Right Coordinate: (82.220698, 36.3) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	21.28	52.52
	43.370108	52.410189
	46.505087	50.614756
	48.830847	48.334787
	51.168054	45.873564
	51.961097	36.190255
	83.561847	36.367456

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical
Coordinates

	X (m)	Y (m)
	42	55
	43	54.74
	46.2	54.27
	47.95	53
	52.21	51.21

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0
Vert Seismic Load: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile
Outside Point: (52.171618, 50.140332) m
Inside Point: (52.171618, 30.140332) m
Slip Surface Intersection: (52.172, 29.742) m
Total Length: 20 m
Reinforcement Direction: 90 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: No
Pile Spacing: 1 m
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Load Used: 0 kN
Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Anchor
Outside Point: (52.14322, 48.143904) m
Inside Point: (30.027698, 46.209046) m
Slip Surface Intersection: (25.763, 45.836) m
Total Length: 22.2 m
Reinforcement Direction: 5 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m

Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 3

Type: Anchor
Outside Point: (52.240386, 44.663361) m
Inside Point: (37.67515, 39.362048) m
Slip Surface Intersection: (32.711, 37.555) m
Total Length: 15.5 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (52.107666, 41.634702) m
Inside Point: (39.233877, 36.949026) m

Slip Surface Intersection: (35.335, 35.53) m
Total Length: 13.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (52.150711, 38.69026) m
Inside Point: (41.156307, 34.688625) m
Slip Surface Intersection: (38.352, 33.668) m
Total Length: 11.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m

Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bond

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	13,8,1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12	2836.5725
Region 2	FDN	9,7,14,15,16,17	17.90955
Region 3	B2	17,9,10,11,18	12.488736

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	21	0
Point 2	21	61.8
Point 3	23.38	61.3
Point 4	26.15	58.3
Point 5	28.9	57.03
Point 6	33.48	55.77
Point 7	36.39	55.51
Point 8	83.49	0
Point 9	49.06	48.97
Point 10	51.11	46.55
Point 11	52.17	45.77
Point 12	52.17	36.3
Point 13	83.49	36.3
Point 14	43.05	53.61
Point 15	43.8	53.6
Point 16	46.16	53.21
Point 17	47.92	52.03
Point 18	52.166534	50.043969

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	481	2.689	(54.006, 62.518)	32.826	(21.1884, 61.7604)	(73.7601, 36.3)

Slices of Slip Surface: 481

	Slip	X (m)	Y (m)	PWP	Base Normal	Frictional	Cohesive
--	------	-------	-------	-----	-------------	------------	----------

	Surface			(kPa)	Stress (kPa)	Strength (kPa)	Strength (kPa)
1	481	21.23422	60.85695	0	-82.586981	-55.705622	70
2	481	22.01074	56.23311	0	0.57556976	0.3882267	70
3	481	23.06074	51.6072	0	99.410256	67.053064	70
4	481	24.0725	49.15087	0	145.13395	97.894088	70
5	481	25.4575	46.37533	0	187.58878	126.53023	70
6	481	26.8375	44.13452	0	224.48908	151.4198	70
7	481	28.2125	42.243765	0	261.12496	176.13101	70
8	481	29.663335	40.5242	0	296.30124	199.85771	70
9	481	31.19	38.940615	0	330.94123	223.22268	70
10	481	32.716665	37.551	0	361.24251	243.66115	70
11	481	34.2075	36.349665	0	390.13335	263.14827	70
12	481	35.6625	35.30877	0	418.34826	282.17947	70
13	481	37.325	34.266225	0	443.37756	299.06194	70
14	481	39.195	33.241125	0	464.58274	313.36501	70
15	481	41.065	32.366785	0	482.14375	325.21007	70
16	481	42.192905	31.89106	0	511.46566	344.98794	70
17	481	42.692905	31.7039	0	515.33282	347.59638	70
18	481	43.185055	31.526535	0	509.2842	343.51653	70
19	481	43.585055	31.38996	0	523.64209	353.20105	70
20	481	44.98	30.98028	0	535.61332	361.27574	70
21	481	46.332545	30.601075	0	534.45711	360.49588	70
22	481	46.85624	30.48122	0	541.43971	365.2057	70
23	481	47.563695	30.33153	0	536.51549	361.88426	70
24	481	48.375425	30.180905	0	518.71581	349.87823	70
25	481	48.945425	30.083725	0	521.45966	351.72898	70
26	481	50.085	29.942465	0	513.65799	346.46669	70
27	481	51.53555	29.78696	0	493.6156	332.94793	70
28	481	52.063815	29.74875	0	501.94876	338.56871	70
29	481	52.188265	29.741455	0	442.88953	298.73276	70
30	481	53.08828	29.715675	0	162.73714	109.76759	70
31	481	54.844845	29.713555	0	166.39568	112.2353	70
32	481	56.60141	29.80569	0	167.76168	113.15668	70
33	481	58.35797	29.992885	0	166.75723	112.47917	70
34	481	60.114535	30.2768	0	163.2722	110.12849	70
35	481	61.8711	30.66003	0	157.16005	106.00579	70
36	481	63.62766	31.146225	0	148.23757	99.987503	70
37	481	65.384225	31.740285	0	136.25366	91.904256	70
38	481	67.14079	32.44863	0	120.90752	81.553149	70

39	481	68.89735	33.2796	0	101.77216	68.646189	70
40	481	70.653915	34.24406	0	78.294936	52.810601	70
41	481	72.64613	35.5306	0	45.017179	30.364471	70

3.1.2 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno A2+M2+R2 SLU

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 8 kPa

Phi: 29.26 °

Phi-B: 0 °

FDN

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 25 kN/m³

Cohesion: 56 kPa

Phi: 28.35 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Grid

Upper Left: (42.640571, 69.917958) m

Lower Left: (42.572207, 54.809431) m
Lower Right: (65.371727, 55.11707) m
Grid Horizontal Increment: 30
Grid Vertical Increment: 30
Left Projection Angle: 0 °
Right Projection Angle: 0 °

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Upper Right Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Lower Left Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Lower Right Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Number of Increments: 0
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °
UsePoints: 0

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (21, 61.8) m
Right Coordinate: (82.220698, 36.3) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	21.28	52.52
	43.370108	52.410189
	46.505087	50.614756
	48.830847	48.334787
	51.168054	45.873564
	51.961097	36.190255
	83.561847	36.367456

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 26 kN/m³
Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	42	55
	43	54.74
	46.2	54.27
	47.95	53
	52.21	51.21

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (52.171618, 50.140332) m

Inside Point: (52.171618, 30.140332) m

Slip Surface Intersection: (52.172, 29.742) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1 m

Shear Capacity: 0 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 0 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Anchor

Outside Point: (52.14322, 48.143904) m

Inside Point: (30.027698, 46.209046) m

Slip Surface Intersection: (25.763, 45.836) m

Total Length: 22.2 m

Reinforcement Direction: 5 °

Applied Load Option: Constant

F of S Dependent: No

Bond Length: 0 m

Bond Diameter: 0.31830989 m

Bond Safety Factor: 1

Bond Skin Friction: 1 kPa

Bond Resistance: 1 kN/m

Anchor Spacing: 1 m

Bar Capacity: 0 kN

Bar Safety Factor: 1

Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 3

Type: Anchor
Outside Point: (52.240386, 44.663361) m
Inside Point: (37.67515, 39.362048) m
Slip Surface Intersection: (32.711, 37.555) m
Total Length: 15.5 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (52.107666, 41.634702) m
Inside Point: (39.233877, 36.949026) m
Slip Surface Intersection: (35.335, 35.53) m
Total Length: 13.7 m
Reinforcement Direction: 20 °

Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (52.150711, 38.69026) m
Inside Point: (41.156307, 34.688625) m
Slip Surface Intersection: (38.352, 33.668) m
Total Length: 11.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	13,8,1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12	2836.5725
Region 2	FDN	9,7,14,15,16,17	17.90955
Region 3	B2	17,9,10,11,18	12.488736

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	21	0
Point 2	21	61.8
Point 3	23.38	61.3
Point 4	26.15	58.3
Point 5	28.9	57.03
Point 6	33.48	55.77
Point 7	36.39	55.51
Point 8	83.49	0
Point 9	49.06	48.97
Point 10	51.11	46.55
Point 11	52.17	45.77
Point 12	52.17	36.3
Point 13	83.49	36.3
Point 14	43.05	53.61
Point 15	43.8	53.6
Point 16	46.16	53.21
Point 17	47.92	52.03
Point 18	52.166534	50.043969

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	481	2.152	(54.006, 62.518)	32.826	(21.1884, 61.7604)	(73.7601, 36.3)

Slices of Slip Surface: 481

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	481	21.23422	60.85695	0	-82.581454	-44.558535	56

2	481	22.01074	56.23311	0	0.59829187	0.32282078	56
3	481	23.06074	51.6072	0	99.446708	53.658532	56
4	481	24.0725	49.15087	0	145.17223	78.330683	56
5	481	25.4575	46.37533	0	187.62787	101.2385	56
6	481	26.8375	44.13452	0	224.52576	121.14753	56
7	481	28.2125	42.243765	0	261.16091	140.91478	56
8	481	29.663335	40.5242	0	296.34076	159.8968	56
9	481	31.19	38.940615	0	330.97888	178.58651	56
10	481	32.716665	37.551	0	361.28239	194.9374	56
11	481	34.2075	36.349665	0	390.16623	210.52228	56
12	481	35.6625	35.30877	0	418.37676	225.74385	56
13	481	37.325	34.266225	0	443.40519	239.24846	56
14	481	39.195	33.241125	0	464.60659	250.68812	56
15	481	41.065	32.366785	0	482.17324	260.16656	56
16	481	42.192905	31.89106	0	517.46299	279.20788	56
17	481	42.692905	31.7039	0	521.44645	281.35724	56
18	481	43.185055	31.526535	0	512.31975	276.43274	56
19	481	43.585055	31.38996	0	529.48754	285.69598	56
20	481	44.98	30.98028	0	541.43874	292.14449	56
21	481	46.332545	30.601075	0	537.58457	290.0649	56
22	481	46.85624	30.48122	0	547.41541	295.36933	56
23	481	47.563695	30.33153	0	542.30844	292.61376	56
24	481	48.375425	30.180905	0	521.72267	281.50628	56
25	481	48.945425	30.083725	0	527.40983	284.5749	56
26	481	50.085	29.942465	0	520.00244	280.57809	56
27	481	51.53555	29.78696	0	497.16561	268.25601	56
28	481	52.063815	29.74875	0	508.89732	274.5861	56
29	481	52.188265	29.741455	0	527.67715	284.71914	56
30	481	53.08828	29.715675	0	162.73714	87.808196	56
31	481	54.844845	29.713555	0	166.39568	89.782235	56
32	481	56.60141	29.80569	0	167.76168	90.51929	56
33	481	58.35797	29.992885	0	166.75723	89.97732	56
34	481	60.114535	30.2768	0	163.26661	88.093881	56
35	481	61.8711	30.66003	0	157.15453	84.795982	56
36	481	63.62766	31.146225	0	148.22668	79.978779	56
37	481	65.384225	31.740285	0	136.24298	73.512725	56
38	481	67.14079	32.44863	0	120.89708	65.232526	56
39	481	68.89735	33.2796	0	101.76201	54.907804	56
40	481	70.653915	34.24406	0	78.280219	42.237715	56
41	481	72.64613	35.5306	0	45.006099	24.283974	56

3.1.3 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno A2+M2+R2 SLV

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 8 kPa

Phi: 29.26 °

Phi-B: 0 °

FDN

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 25 kN/m³

Cohesion: 56 kPa

Phi: 28.35 °

Phi-B: 0 °

Slip Surface Grid

Upper Left: (42.640571, 69.917958) m
Lower Left: (42.572207, 54.809431) m
Lower Right: (65.371727, 55.11707) m
Grid Horizontal Increment: 30
Grid Vertical Increment: 30
Left Projection Angle: 0 °
Right Projection Angle: 0 °

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Upper Right Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Lower Left Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Lower Right Coordinate: (52.202756, 29.74065) m
Number of Increments: 0
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °
UsePoints: 0

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (21, 61.8) m
Right Coordinate: (82.220698, 36.3) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	21.28	52.52
	43.370108	52.410189
	46.505087	50.614756
	48.830847	48.334787
	51.168054	45.873564
	51.961097	36.190255
	83.561847	36.367456

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 4 kN/m³

Direction: Vertical
Coordinates

	X (m)	Y (m)
	42	55
	43	54.74
	46.2	54.27
	47.95	53
	52.21	51.21

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0814
Vert Seismic Load: 0.0407
Ignore seismic load in strength: No

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile
Outside Point: (52.171618, 50.140332) m
Inside Point: (52.171618, 30.140332) m
Slip Surface Intersection: (52.172, 29.744) m
Total Length: 20 m
Reinforcement Direction: 90 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: No
Pile Spacing: 1 m
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Load Used: 0 kN
Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Anchor
Outside Point: (52.14322, 48.143904) m
Inside Point: (30.027698, 46.209046) m
Slip Surface Intersection: (26.249, 45.878) m
Total Length: 22.2 m
Reinforcement Direction: 5 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa

Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 3

Type: Anchor
Outside Point: (52.240386, 44.663361) m
Inside Point: (37.67515, 39.362048) m
Slip Surface Intersection: (33.257, 37.754) m
Total Length: 15.5 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (52.107666, 41.634702) m

Inside Point: (39.233877, 36.949026) m
Slip Surface Intersection: (35.894, 35.734) m
Total Length: 13.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (52.150711, 38.69026) m
Inside Point: (41.156307, 34.688625) m
Slip Surface Intersection: (38.908, 33.87) m
Total Length: 11.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN

Resisting Force Used: 1 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bond

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	13,8,1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12	2836.5725
Region 2	FDN	9,7,14,15,16,17	17.90955
Region 3	B2	17,9,10,11,18	12.488736

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	21	0
Point 2	21	61.8
Point 3	23.38	61.3
Point 4	26.15	58.3
Point 5	28.9	57.03
Point 6	33.48	55.77
Point 7	36.39	55.51
Point 8	83.49	0
Point 9	49.06	48.97
Point 10	51.11	46.55
Point 11	52.17	45.77
Point 12	52.17	36.3
Point 13	83.49	36.3
Point 14	43.05	53.61
Point 15	43.8	53.6
Point 16	46.16	53.21
Point 17	47.92	52.03
Point 18	52.166534	50.043969

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	576	1.857	(55.533, 64.049)	34.469	(21.1388, 61.7708)	(75.9815, 36.3)

Slices of Slip Surface: 576

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	576	21.20942	60.981135	0	-74.630113	-40.268224	56
2	576	22.16589	56.351315	0	2.0658544	1.1146745	56
3	576	23.21589	52.068505	0	89.545407	48.31608	56
4	576	24.0725	50.06757	0	123.87711	66.840462	56
5	576	25.4575	47.26818	0	166.02463	89.582031	56
6	576	26.8375	44.991825	0	203.52721	109.81733	56
7	576	28.2125	43.061645	0	241.19531	130.14193	56
8	576	29.663335	41.29868	0	277.7624	149.87246	56
9	576	31.19	39.66852	0	314.08048	169.46863	56
10	576	32.716665	38.23175	0	346.21186	186.80578	56
11	576	34.2075	36.98392	0	377.00382	203.42023	56
12	576	35.6625	35.897205	0	407.1733	219.69879	56
13	576	37.325	34.80162	0	434.47549	234.43025	56
14	576	39.195	33.71592	0	458.24772	247.25706	56
15	576	41.065	32.779695	0	478.41582	258.13917	56
16	576	42.192905	32.266115	0	493.2387	266.13716	56
17	576	42.692905	32.061875	0	497.56423	268.47109	56
18	576	43.185055	31.867595	0	500.4576	270.03227	56
19	576	43.585055	31.71716	0	507.93552	274.06714	56
20	576	44.98	31.257975	0	521.86105	281.58094	56
21	576	46.332545	30.83043	0	530.07945	286.01535	56
22	576	46.85624	30.691305	0	530.03234	285.98993	56
23	576	47.563695	30.51529	0	526.50218	284.08516	56
24	576	48.375425	30.33393	0	517.10462	279.01451	56
25	576	48.945425	30.21494	0	512.51562	276.53842	56
26	576	50.085	30.02849	0	505.12519	272.55076	56
27	576	51.53555	29.81466	0	494.3635	266.74407	56
28	576	52.063815	29.754575	0	494.17466	266.64218	56
29	576	52.188265	29.742065	0	218.79218	118.05385	56
30	576	53.08828	29.67748	0	166.712	89.952915	56
31	576	54.844845	29.59747	0	172.78023	93.227152	56
32	576	56.60141	29.607175	0	176.6579	95.319429	56
33	576	58.35797	29.70667	0	178.28693	96.198407	56
34	576	60.114535	29.89674	0	177.56598	95.809401	56
35	576	61.8711	30.178915	0	174.38187	94.091354	56
36	576	63.62766	30.555535	0	168.58167	90.961732	56
37	576	65.384225	31.029835	0	159.98246	86.321849	56

38	576	67.14079	31.606115	0	148.33194	80.035573	56
39	576	68.89735	32.28995	0	133.32263	71.936987	56
40	576	70.653915	33.08849	0	114.5397	61.80227	56
41	576	72.644535	34.15413	0	87.671047	47.30473	56
42	576	74.869205	35.54541	0	49.931833	26.941755	56

3.2

GALLERIA FORZA D'AGRÒ – IMBOCCO LATO MESSINA – SEZIONE 2

3.2.1 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno “Caratteristica”

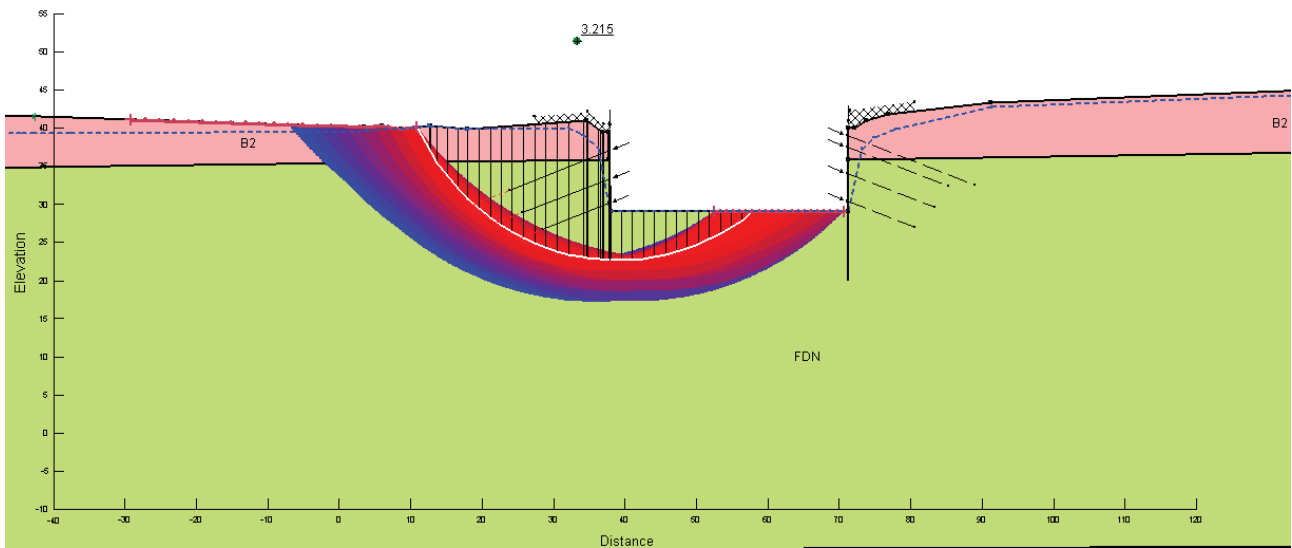


Figura 1 - Risultati della verifica di stabilità globale. Mappa dei risultati condizione “caratteristica” (superfici con FS minimo in rosso, superfici con FS massimo in blu)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 30

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 10 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

FDN

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 70 kPa
Phi: 34 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (-29.115346, 41.105801) m
Left-Zone Right Coordinate: (10.925378, 40.099787) m
Left-Zone Increment: 20
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (52.466989, 28.954661) m
Right-Zone Right Coordinate: (70.654616, 28.950145) m
Right-Zone Increment: 20
Radius Increments: 20

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-42.647406, 41.534703) m
Right Coordinate: (184.33502, 46.803162) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	-55.021216	39.150697
	3.8781772	39.603295
	6.2519403	39.840671
	8.72	39.82
	12.569428	40.30836
	18.01	39.8
	32.115522	39.957091
	34.17608	39.018392
	36.293876	37.335603

	37.86	28.95
	71.24	28.95
	73.197101	37.260965
	74.929344	38.709308
	77.944627	39.816057
	91.35053	42.67915
	183.94951	46.092879

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	27.36479	41.513957
	34.7828	42.090913
	37.049414	40.5661
	37.847455	40.629593

Surcharge Load 2

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	71.452166	42.281334
	80.593968	43.351844

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (37.864689, 39.41678) m

Inside Point: (37.864689, 23.91678) m

Slip Surface Intersection: (37.865, 22.673) m

Total Length: 15.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: No
Pile Spacing: 1 m
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Load Used: 0 kN
Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Pile
Outside Point: (71.254953, 39.961128) m
Inside Point: (71.254953, 19.961128) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 20 m
Reinforcement Direction: 90 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: No
Pile Spacing: 1 m
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Load Used: 0 kN
Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 3

Type: Anchor
Outside Point: (37.876405, 33.343386) m
Inside Point: (25.6604, 28.897124) m
Slip Surface Intersection: (22.135, 27.614) m
Total Length: 13 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (37.814835, 30.05997) m
Inside Point: (28.417908, 26.639769) m
Slip Surface Intersection: (25.682, 25.644) m
Total Length: 10 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No

Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (71.196953, 39.03651) m
Inside Point: (89.051112, 32.538127) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 19 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 6

Type: Anchor
Outside Point: (71.169557, 37.446071) m
Inside Point: (85.264946, 32.315769) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 15 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m

Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 7

Type: Anchor
Outside Point: (71.20452, 34.066826) m
Inside Point: (83.420524, 29.620564) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 13 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 8

Type: Anchor
Outside Point: (71.155133, 30.376879) m
Inside Point: (80.552059, 26.956677) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 10 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice

Shear Capacity: 0 kN
 Shear Safety Factor: 1
 Shear Option: Parallel to Slip
 Shear Load: 0 kN
 Applied Load: 0 kN
 Anchor Load Used: 0 kN
 Resisting Force Used: 0 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bar

Reinforcement 9

Type: Anchor
 Outside Point: (37.888766, 36.988958) m
 Inside Point: (23.793376, 31.858656) m
 Slip Surface Intersection: (18.831, 30.052) m
 Total Length: 15 m
 Reinforcement Direction: 20 °
 Applied Load Option: Constant
 F of S Dependent: No
 Bond Length: 0 m
 Bond Diameter: 0.31830989 m
 Bond Safety Factor: 1
 Bond Skin Friction: 1 kPa
 Bond Resistance: 1 kN/m
 Anchor Spacing: 1 m
 Bar Capacity: 0 kN
 Bar Safety Factor: 1
 Bar Load: 0 kN
 Load Distribution: Conc. in 1 slice
 Shear Capacity: 0 kN
 Shear Safety Factor: 1
 Shear Option: Parallel to Slip
 Shear Load: 0 kN
 Applied Load: 0 kN
 Anchor Load Used: 0 kN
 Resisting Force Used: 1 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bond

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	1,2,3,4,5,6,7,8	12010.031
Region 2	B2	2,9,10,11,12,13,14,15,16,17,3	510.36247
Region 3	B2	6,18,19,20,21,22,23,7	889.44504

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-55.058485	-15.487828
Point 2	-55.363038	34.735498
Point 3	37.84	35.74
Point 4	38.006444	28.958251

Point 5	71.24	28.95
Point 6	71.24	35.74
Point 7	184.35778	37.553234
Point 8	184.86811	-14.603243
Point 9	-55.505464	41.942243
Point 10	3.5188158	40.071454
Point 11	6.0244547	40.186845
Point 12	8.72	39.82
Point 13	12.74	40.33
Point 14	18.01	39.8
Point 15	34.62	40.93
Point 16	36.94	39.38
Point 17	37.84	39.38
Point 18	71.24	39.93
Point 19	72.2	39.93
Point 20	73.7	40.97
Point 21	76.88	41.76
Point 22	91.207916	43.268797
Point 23	184.35825	46.804044

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	8947	3.215	(39.054, 54.047)	31.396	(10.9254, 40.0998)	(57.9233, 28.9533)
2	8926	3.217	(38.457, 53.081)	30.438	(10.9254, 40.0998)	(57.0139, 28.9535)
3	8968	3.219	(39.65, 55.033)	32.374	(10.9254, 40.0998)	(58.8327, 28.9531)
4	8905	3.224	(37.859, 52.135)	29.501	(10.9254, 40.0998)	(56.1045, 28.9538)
5	8989	3.228	(40.246, 56.038)	33.373	(10.9254, 40.0998)	(59.742, 28.9529)
6	8884	3.239	(37.261, 51.21)	28.583	(10.9254, 40.0998)	(55.1951, 28.954)
7	9010	3.241	(40.841, 57.065)	34.391	(10.9254, 40.0998)	(60.6514, 28.9526)

8	9031	3.258	(41.435, 58.111)	35.429	(10.9254, 40.0998)	(61.5608, 28.9524)
9	8863	3.261	(36.661, 50.304)	27.685	(10.9254, 40.0998)	(54.2858, 28.9542)
10	9052	3.279	(42.029, 59.177)	36.488	(10.9254, 40.0998)	(62.4702, 28.9522)
11	8842	3.292	(36.061, 49.419)	26.807	(10.9254, 40.0998)	(53.3764, 28.9544)
12	9073	3.303	(42.622, 60.264)	37.567	(10.9254, 40.0998)	(63.3796, 28.952)
13	8990	3.318	(39.369, 52.196)	30.908	(10.9254, 40.0998)	(59.742, 28.9529)
14	8969	3.321	(38.784, 51.309)	30.029	(10.9254, 40.0998)	(58.8327, 28.9531)
15	8506	3.321	(38.3, 56.299)	33.658	(8.93621, 39.8474)	(57.9233, 28.9533)
16	9011	3.321	(39.952, 53.101)	31.806	(10.9254, 40.0998)	(60.6514, 28.9526)
17	8527	3.322	(38.892, 57.336)	34.687	(8.93621, 39.8474)	(58.8327, 28.9531)
18	8485	3.325	(37.707, 55.283)	32.65	(8.93621, 39.8474)	(57.0139, 28.9535)
19	8548	3.328	(39.484, 58.393)	35.736	(8.93621, 39.8474)	(59.742, 28.9529)
20	8948	3.328	(38.198, 50.439)	29.167	(10.9254, 40.0998)	(57.9233, 28.9533)
21	9032	3.328	(40.536, 54.024)	32.721	(10.9254, 40.0998)	(61.5608, 28.9524)
22	9094	3.330	(43.215, 61.371)	38.667	(10.9254, 40.0998)	(64.289, 28.9517)
23	8821	3.332	(35.459, 48.553)	25.949	(10.9254, 40.0998)	(52.467, 28.9547)
24	8464	3.335	(37.113, 54.287)	31.661	(8.93621, 39.8474)	(56.1045, 28.9538)
25	8569	3.338	(40.075, 59.47)	36.806	(8.93621, 39.8474)	(60.6514, 28.9526)
26	9053	3.340	(41.118, 54.964)	33.653	(10.9254, 40.0998)	(62.4702, 28.9522)
27	8927	3.342	(37.612, 49.587)	28.323	(10.9254, 40.0998)	(57.0139, 28.9535)
28	8443	3.352	(36.519, 53.311)	30.693	(8.93621, 39.8474)	(55.1951, 28.954)
29	8590	3.352	(40.666, 60.568)	37.896	(8.93621, 39.8474)	(61.5608, 28.9524)
30	9074	3.356	(41.7, 55.922)	34.604	(10.9254, 40.0998)	(63.3796, 28.952)

Slices of Slip Surface: 8947

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8947	11.747405	38.642605	15.313332	22.818478	5.25516	10
2	8947	12.654715	37.052935	31.847144	53.250989	14.987133	10

3	8947	13.23781	36.20033	39.675201	68.126248	19.921638	10
4	8947	14.448015	34.579755	54.459865	81.437225	18.196459	70
5	8947	15.87281	32.89843	69.639833	119.92791	33.919736	70
6	8947	17.297605	31.4322	82.717236	153.90747	48.01842	70
7	8947	18.789565	30.087495	95.337157	187.73604	62.323834	70
8	8947	20.348695	28.84944	107.64854	221.77052	76.976245	70
9	8947	21.90783	27.7622	118.48299	252.54454	90.425657	70
10	8947	23.466965	26.80758	128.01521	280.40765	102.79	70
11	8947	25.026095	25.97197	136.37994	305.63564	114.16441	70
12	8947	26.585225	25.244965	143.67588	328.42975	124.61806	70
13	8947	28.15658	24.614325	150.03242	369.24498	147.86074	70
14	8947	29.740155	24.075115	155.49281	388.40941	157.10423	70
15	8947	31.32373	23.62785	160.05156	405.47496	165.54018	70
16	8947	33.1458	23.22912	159.45032	422.24736	177.25884	70
17	8947	34.39804	22.998315	155.37888	432.78499	187.11279	70
18	8947	34.7014	22.95364	153.45477	435.06429	189.94802	70
19	8947	35.53834	22.857085	147.87804	429.68609	190.08193	70
20	8947	36.44413	22.75939	135.05837	422.25016	193.71331	70
21	8947	36.76719	22.73424	118.34238	419.205	202.9344	70
22	8947	36.994705	22.71802	106.55713	417.05388	209.4327	70
23	8947	37.444705	22.694135	83.157882	418.54324	226.22028	70
24	8947	37.843725	22.673705	62.406302	419.95168	241.1674	70
25	8947	37.926945	22.670705	61.580914	236.06541	117.69128	70
26	8947	38.772305	22.660975	61.67633	157.05186	64.331609	70
27	8947	40.304035	22.68463	61.444595	158.50567	65.468522	70
28	8947	41.83576	22.783305	60.47687	158.11125	65.85522	70
29	8947	43.367485	22.95771	58.766205	155.82654	65.46802	70
30	8947	44.89921	23.20914	56.300834	151.60359	64.282522	70

31	8947	46.430935	23.539505	53.060782	145.36079	62.257142	70
32	8947	47.96266	23.95141	49.021363	137.02043	59.356121	70
33	8947	49.494385	24.448265	44.148467	126.44808	55.511787	70
34	8947	51.026115	25.03445	38.399704	113.49907	50.655161	70
35	8947	52.55784	25.715535	31.720438	97.983055	44.6947	70
36	8947	54.089565	26.498585	24.040999	79.638101	37.500719	70
37	8947	55.62129	27.392625	15.273055	58.153494	28.923221	70
38	8947	57.153015	28.40933	5.3023475	33.089204	18.742471	70
39	8947	57.92108	28.951655	-0.016212268	19.482421	13.141059	70

Slices of Slip Surface: 8926

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8926	11.747405	38.585165	15.876663	23.565911	5.3840693	10
2	8926	12.654715	36.934255	33.012897	55.059852	15.437444	10
3	8926	13.18207	36.13849	40.332545	68.997918	20.07171	10
4	8926	14.355115	34.52935	55.039663	81.950353	18.15149	70
5	8926	15.81707	32.7651	71.001819	122.51035	34.742939	70
6	8926	17.279025	31.241675	84.603399	157.99607	49.503985	70
7	8926	18.789565	29.87223	97.448098	192.58171	64.168433	70
8	8926	20.348695	28.63418	109.7582	226.78861	78.938005	70
9	8926	21.90783	27.551405	120.5456	257.61927	92.457355	70
10	8926	23.466965	26.604705	130.0014	285.45387	104.85402	70
11	8926	25.026095	25.779835	138.26086	310.58049	116.23106	70
12	8926	26.585225	25.06598	145.43412	333.20459	126.65278	70
13	8926	28.15658	24.45077	151.63894	373.82683	149.86762	70
14	8926	29.740155	23.929155	156.92856	392.71466	159.03973	70
15	8926	31.32373	23.50146	161.29191	409.45455	167.38782	70
16	8926	33.1458	23.127835	160.44345	425.79921	178.98472	70

17	8926	34.39804	22.915285	156.19293	436.0373	188.75741	70
18	8926	34.7014	22.8753	154.22417	438.22926	191.56385	70
19	8926	35.53834	22.792375	148.51045	432.58074	191.60783	70
20	8926	36.44413	22.709615	135.54619	424.88097	195.15877	70
21	8926	36.76719	22.69005	118.77499	421.75321	204.36139	70
22	8926	36.994705	22.67781	106.94675	419.57084	210.86762	70
23	8926	37.444705	22.662025	83.472857	420.99882	227.66413	70
24	8926	37.843725	22.648795	62.650606	422.35143	242.62127	70
25	8926	37.926945	22.647335	61.810002	237.72884	118.65876	70
26	8926	38.79823	22.654835	61.736939	158.0505	64.96432	70
27	8926	40.381805	22.71391	61.157082	158.77107	65.841468	70
28	8926	41.965375	22.856005	59.763995	157.4328	65.878441	70
29	8926	43.548945	23.08231	57.544314	153.98858	65.05248	70
30	8926	45.132515	23.39476	54.480395	148.36278	63.324468	70
31	8926	46.716085	23.796115	50.544415	140.45686	60.646713	70
32	8926	48.299655	24.290105	45.69975	130.13025	56.949091	70
33	8926	49.88323	24.88162	39.898586	117.22829	52.159541	70
34	8926	51.466805	25.57698	33.079232	101.5302	46.170763	70
35	8926	53.050375	26.384325	25.161728	82.749449	38.843408	70
36	8926	54.633945	27.314245	16.041848	60.514591	29.997243	70
37	8926	56.217515	28.380675	5.583347	34.304514	19.372672	70
38	8926	57.0116	28.951765	-0.017318959	20.004391	13.493132	70

Slices of Slip Surface: 8968

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8968	11.747405	38.695785	14.791847	22.132606	5.1400547	10
2	8968	12.654715	37.16294	30.768997	51.588543	14.578003	10
3	8968	13.29301	36.25775	39.061115	67.338248	19.799862	10

4	8968	14.540015	34.62738	53.905441	80.99447	18.271781	70
5	8968	15.92801	33.025285	68.349475	117.52542	33.169597	70
6	8968	17.316005	31.61531	80.904453	150.04705	46.637272	70
7	8968	18.789565	30.29599	93.291056	183.12053	60.590746	70
8	8968	20.348695	29.059255	105.59035	216.95675	75.117581	70
9	8968	21.90783	27.96887	116.45595	247.64658	88.489196	70
10	8968	23.466965	27.00763	126.04865	275.5141	100.81572	70
11	8968	25.026095	26.16257	134.50978	300.82037	112.17791	70
12	8968	26.585225	25.423695	141.92246	323.75878	122.65015	70
13	8968	28.15658	24.778905	148.41733	364.73285	145.90666	70
14	8968	29.740155	24.22341	154.03815	384.14556	155.20941	70
15	8968	31.32373	23.757915	158.78053	401.5097	163.72289	70
16	8968	33.1458	23.33569	158.40296	418.67444	175.55532	70
17	8968	34.39804	23.087775	154.5012	429.49231	185.48384	70
18	8968	34.7014	23.03869	152.61995	431.84246	188.33796	70
19	8968	35.53834	22.92933	147.16877	426.71067	188.55339	70
20	8968	36.44413	22.817605	134.48701	419.54754	192.27576	70
21	8968	36.76719	22.7872	117.82296	416.54755	201.49228	70
22	8968	36.994705	22.76725	106.07202	414.42324	207.98553	70
23	8968	37.444705	22.735755	82.750809	415.98769	224.77111	70
24	8968	37.843725	22.70855	62.064765	417.43942	239.70323	70
25	8968	37.926945	22.704105	61.253766	234.23717	116.67878	70
26	8968	38.80729	22.679005	61.499602	155.89444	63.670124	70
27	8968	40.408985	22.67692	61.520409	158.00167	65.07743	70
28	8968	42.01068	22.75426	60.761371	158.15977	65.696048	70
29	8968	43.612375	22.91161	59.218606	156.32339	65.498003	70
30	8968	45.21407	23.150155	56.879232	152.44471	64.459726	70
31	8968	46.815765	23.471735	53.725607	146.45741	62.548391	70

32	8968	48.417455	23.87893	49.732227	138.2586	59.71179	70
33	8968	50.01915	24.375165	44.865672	127.73055	55.893063	70
34	8968	51.620845	24.964865	39.082045	114.71824	51.017257	70
35	8968	53.22254	25.65367	32.326864	99.022134	44.986528	70
36	8968	54.824235	26.44878	24.529708	80.390737	37.67874	70
37	8968	56.42593	27.3594	15.598906	58.488555	28.929434	70
38	8968	58.027625	28.39744	5.4189526	32.868813	18.515164	70
39	8968	58.830565	28.95154	-0.015105179	18.951481	12.782935	70

Slices of Slip Surface: 8905

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8905	11.747405	38.522965	16.486623	24.383242	5.5292718	10
2	8905	12.654715	36.805915	34.269831	57.036161	15.941156	10
3	8905	13.125755	36.071745	41.038744	69.947799	20.242338	10
4	8905	14.261255	34.47593	55.648189	82.543282	18.140969	70
5	8905	15.76075	32.62487	72.426283	125.29495	35.660369	70
6	8905	17.26025	31.04346	86.561436	162.33072	51.107029	70
7	8905	18.789565	29.6501	99.626334	197.6727	66.133106	70
8	8905	20.348695	28.41352	111.92076	232.03083	81.015271	70
9	8905	21.90783	27.33664	122.65471	262.89471	94.593075	70
10	8905	23.466965	26.39925	132.01677	290.66864	107.01204	70
11	8905	25.026095	25.58648	140.1609	315.65076	118.3694	70
12	8905	26.585225	24.88712	147.18659	338.07578	128.75638	70
13	8905	28.15658	24.288695	153.2247	378.49094	151.944	70
14	8905	29.740155	23.78605	158.33161	397.06442	161.02732	70
15	8905	31.32373	23.37934	162.49169	413.43999	169.26677	70
16	8905	33.1458	23.032535	161.37725	429.31254	180.72464	70
17	8905	34.39804	22.839455	156.93703	439.20983	190.3954	70

18	8905	34.7014	22.80447	154.91576	441.3261	193.18621	70
19	8905	35.53834	22.736065	149.06546	435.38726	193.12649	70
20	8905	36.44413	22.669205	135.94311	427.38367	196.57914	70
21	8905	36.76719	22.65559	119.11402	424.19695	205.78104	70
22	8905	36.994705	22.647585	107.24368	421.95851	212.27783	70
23	8905	37.444705	22.640425	83.685358	423.31509	229.08314	70
24	8905	37.843725	22.63487	62.786727	424.61025	244.05305	70
25	8905	37.926945	22.63505	61.930544	239.19205	119.56439	70
26	8905	38.76033	22.65828	61.703212	158.78246	65.480776	70
27	8905	40.268105	22.74312	60.870686	158.82155	66.06869	70
28	8905	41.77588	22.90593	59.274242	156.93005	65.869676	70
29	8905	43.283655	23.148025	56.900234	153.04952	64.85351	70
30	8905	44.79143	23.471425	53.728526	147.10139	62.980791	70
31	8905	46.299205	23.878935	49.731888	138.99357	60.207763	70
32	8905	47.80698	24.374265	44.874208	128.59199	56.468355	70
33	8905	49.314755	24.96223	39.108125	115.74397	51.691527	70
34	8905	50.82253	25.64903	32.372459	100.2216	45.764825	70
35	8905	52.330305	26.442625	24.58961	81.768889	38.567911	70
36	8905	53.838075	27.35333	15.658671	60.004838	29.911868	70
37	8905	55.34585	28.39471	5.4457936	34.439651	19.556604	70
38	8905	56.102125	28.95188	-0.018425965	20.506024	13.831488	70

Slices of Slip Surface: 8989

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8989	11.747405	38.745135	14.307812	21.502265	5.0376105	10
2	8989	12.654715	37.265135	29.766909	50.06004	14.209403	10
3	8989	13.347705	36.311185	38.487122	66.613823	19.694528	10
4	8989	14.969055	34.30374	56.688701	88.935685	21.750866	70

5	8989	16.99635	32.138825	76.063252	138.38329	42.035393	70
6	8989	18.789565	30.49785	91.313123	178.727	58.961403	70
7	8989	20.348695	29.26363	103.58784	212.34426	73.357132	70
8	8989	21.90783	28.171315	114.47012	242.92953	86.646972	70
9	8989	23.466965	27.204675	124.11982	270.77968	98.923319	70
10	8989	25.026095	26.35137	132.65886	296.1438	110.27198	70
11	8989	26.585225	25.601825	140.17817	319.19264	120.74678	70
12	8989	28.15658	24.944095	146.79934	360.31227	144.01629	70
13	8989	29.740155	24.373555	152.56593	379.94341	153.36805	70
14	8989	31.32373	23.891105	157.47504	397.56972	161.94591	70
15	8989	33.1458	23.446905	157.31047	415.08625	173.87196	70
16	8989	34.39804	23.182955	153.56958	426.1731	183.8734	70
17	8989	34.7014	23.129735	151.72541	428.5793	186.74031	70
18	8989	35.53834	23.00834	146.39538	423.67196	187.02542	70
19	8989	36.44413	22.88343	133.84176	416.72645	190.80813	70
20	8989	36.76719	22.84809	117.22554	413.80152	200.04302	70
21	8989	36.994705	22.824625	105.50598	411.7089	206.53648	70
22	8989	37.444705	22.78597	82.257554	413.32965	223.31095	70
23	8989	37.843725	22.7524	61.633779	414.8255	238.23083	70
24	8989	37.926945	22.746595	60.836698	232.25842	115.62541	70
25	8989	38.842275	22.705865	61.237968	154.57118	62.954048	70
26	8989	40.51394	22.677385	61.517553	157.34113	64.633819	70
27	8989	42.185605	22.73278	60.973534	158.05343	65.481219	70
28	8989	43.85727	22.872475	59.599951	156.67734	65.479526	70
29	8989	45.52893	23.09754	57.394832	153.15763	64.592822	70
30	8989	47.200595	23.409745	54.333098	147.42432	62.79082	70
31	8989	48.87226	23.811635	50.391877	139.38031	60.023457	70
32	8989	50.54392	24.306625	45.537592	128.90521	56.232166	70

33	8989	52.215585	24.89917	39.726687	115.83484	51.335596	70
34	8989	53.88725	25.59499	32.902358	99.977399	45.242687	70
35	8989	55.558915	26.40138	24.99446	81.06857	37.822465	70
36	8989	57.23058	27.327705	15.909694	58.771286	28.910509	70
37	8989	58.90224	28.386085	5.5302428	32.624068	18.275016	70
38	8989	59.740055	28.951425	-0.013998055	18.410137	12.417794	70

Slices of Slip Surface: 8884

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8884	11.747405	38.45546	17.148765	25.27968	5.6933279	10
2	8884	12.654715	36.66683	35.634736	59.203298	16.502885	10
3	8884	13.06882	35.99955	41.799235	70.99654	20.444173	10
4	8884	14.166365	34.419245	56.290395	83.228851	18.170218	70
5	8884	15.70382	32.4773	73.927249	128.3061	36.678997	70
6	8884	17.241275	30.837285	88.600554	166.93443	52.836866	70
7	8884	18.789565	29.42103	101.87018	203.02607	68.230506	70
8	8884	20.348695	28.187515	114.138	237.50277	83.210587	70
9	8884	21.90783	27.118075	124.79967	268.36283	96.834574	70
10	8884	23.466965	26.191485	134.0543	296.04616	109.2649	70
11	8884	25.026095	25.39226	142.06525	320.85961	120.59832	70
12	8884	26.585225	24.70881	148.93416	343.04711	130.93084	70
13	8884	28.15658	24.128605	154.79474	383.2129	154.07	70
14	8884	29.740155	23.6464	159.69919	401.44116	163.05701	70
15	8884	31.32373	23.262175	163.64077	417.41614	171.17365	70
16	8884	33.1458	22.944	162.24546	432.77143	182.47207	70
17	8884	34.39804	22.771675	157.60152	442.30452	192.0346	70
18	8884	34.7014	22.742015	155.52771	444.32032	194.79307	70
19	8884	35.53834	22.689075	149.52822	438.06826	194.62272	70

20	8884	36.44413	22.63916	136.23714	429.76388	197.98628	70
21	8884	36.76719	22.631885	119.34573	426.47859	207.16373	70
22	8884	36.994705	22.62839	107.43136	424.18709	213.65444	70
23	8884	37.444705	22.63043	83.782948	425.47303	230.47287	70
24	8884	37.843725	22.633055	62.804514	426.69463	245.44698	70
25	8884	37.926945	22.634985	61.931483	240.4293	120.3983	70
26	8884	38.72243	22.67352	61.553558	159.26274	65.905678	70
27	8884	40.15441	22.783085	60.478817	158.64469	66.21372	70
28	8884	41.58639	22.96563	58.688721	156.2115	65.779942	70
29	8884	43.01837	23.222595	56.16877	151.91157	64.579331	70
30	8884	44.45035	23.55605	52.898581	145.65561	62.565405	70
31	8884	45.88233	23.96881	48.850525	137.36443	59.703383	70
32	8884	47.314305	24.46457	43.98844	126.89803	55.923223	70
33	8884	48.74628	25.048055	38.266391	114.11179	51.158368	70
34	8884	50.17826	25.725315	31.62447	98.795715	45.307577	70
35	8884	51.61024	26.504105	23.986715	80.682367	38.2417	70
36	8884	53.04222	27.394435	15.255662	59.417157	29.787304	70
37	8884	54.4742	28.40945	5.3012004	34.531343	19.71598	70
38	8884	55.19266	28.95199	-0.019533412	20.98389	14.153812	70

Slices of Slip Surface: 9010

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	9010	11.747405	38.79103	13.857651	20.919767	4.9449467	10
2	9010	12.654715	37.360275	28.833816	48.641949	13.869804	10
3	9010	13.40192	36.361015	37.948802	65.943715	19.602249	10
4	9010	15.05038	34.362975	56.033806	88.20812	21.701849	70
5	9010	17.02346	32.293635	74.518354	135.29628	40.995228	70
6	9010	18.789565	30.69321	89.397476	174.52903	57.421955	70

7	9010	20.348695	29.462585	101.63535	207.92092	71.690523	70
8	9010	21.90783	28.369465	112.52587	238.37668	84.887443	70
9	9010	23.466965	27.398555	122.21917	266.18907	97.108924	70
10	9010	25.026095	26.53813	130.82444	291.58155	108.43204	70
11	9010	26.585225	25.77904	138.44118	314.72607	118.90566	70
12	9010	28.15658	25.10953	145.17788	355.96312	142.17644	70
13	9010	29.740155	24.52512	151.08257	375.79093	151.5677	70
14	9010	31.32373	24.026915	156.14333	393.65329	160.20249	70
15	9010	33.1458	23.562185	156.18105	411.50064	172.21524	70
16	9010	34.39804	23.28321	152.5862	422.8167	182.27277	70
17	9010	34.7014	23.22611	150.78165	425.28669	185.15599	70
18	9010	35.53834	23.09341	145.56292	420.59066	185.50855	70
19	9010	36.44413	22.95611	133.13139	413.86972	189.36039	70
20	9010	36.76719	22.916125	116.55802	410.98409	198.59289	70
21	9010	36.994705	22.889355	104.87291	408.92896	205.08839	70
22	9010	37.444705	22.84397	81.688452	410.58835	221.84578	70
23	9010	37.843725	22.804415	61.124637	412.13026	236.75628	70
24	9010	37.926945	22.79733	60.339252	230.1539	114.54142	70
25	9010	38.81506	22.74284	60.87358	152.97714	62.124634	70
26	9010	40.432295	22.6855	61.435834	156.31164	63.994537	70
27	9010	42.049525	22.704335	61.251415	157.78949	65.115753	70
28	9010	43.666755	22.79947	60.318366	157.38361	65.471332	70
29	9010	45.283985	22.97154	58.63053	155.05473	65.038944	70
30	9010	46.901215	23.221725	56.177334	150.75248	63.791744	70
31	9010	48.51845	23.55178	52.940428	144.4071	61.695046	70
32	9010	50.135685	23.964095	48.896763	135.92819	58.703439	70
33	9010	51.752915	24.461805	44.015757	125.20728	54.764375	70
34	9010	53.370145	25.0489	38.258386	112.10567	49.810625	70

35	9010	54.987375	25.73042	31.574385	96.43189	43.746939	70
36	9010	56.60461	26.51271	23.902417	77.974916	36.472362	70
37	9010	58.221845	27.403775	15.163939	56.421974	27.828896	70
38	9010	59.839075	28.41381	5.2585036	31.40415	17.635461	70
39	9010	60.649555	28.951315	-0.012890947	17.870559	12.053844	70

Slices of Slip Surface: 9031

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	9031	11.747405	38.83381	13.438061	20.380683	4.8612767	10
2	9031	12.654715	37.449035	27.963277	47.329149	13.56013	10
3	9031	13.45569	36.407575	37.442836	65.324998	19.5233	10
4	9031	15.131035	34.41942	55.406434	87.541468	21.675354	70
5	9031	17.050345	32.442265	73.036265	132.37186	40.022361	70
6	9031	18.789565	30.88224	87.54398	170.52165	55.969144	70
7	9031	20.348695	29.656175	99.738068	203.67075	70.103481	70
8	9031	21.90783	28.56327	110.62383	233.98807	83.210231	70
9	9031	23.466965	27.589135	120.34834	261.73858	95.368918	70
10	9031	25.026095	26.722655	129.01466	287.14259	106.65863	70
11	9031	26.585225	25.955095	136.71534	310.35936	117.12437	70
12	9031	28.15658	25.274885	143.55781	351.70552	140.3974	70
13	9031	29.740155	24.677715	149.58255	371.6943	149.81627	70
14	9031	31.32373	24.16489	154.78673	389.77497	158.50157	70
15	9031	33.1458	23.680985	155.01736	407.91435	170.58117	70
16	9031	34.39804	23.387945	151.55921	419.43273	180.68297	70
17	9031	34.7014	23.3272	149.79261	421.97505	183.58937	70
18	9031	35.53834	23.18388	144.67569	417.47202	184.00344	70
19	9031	36.44413	23.03494	132.35723	410.95809	187.91865	70
20	9031	36.76719	22.99059	115.8276	408.10988	197.14689	70

21	9031	36.994705	22.96071	104.17687	406.08032	203.63645	70
22	9031	37.444705	22.90899	81.050744	407.80509	220.39859	70
23	9031	37.843725	22.8638	60.541558	409.38451	235.29754	70
24	9031	37.926945	22.855505	59.768686	227.94029	113.43318	70
25	9031	38.847545	22.785975	60.448932	151.34762	61.31194	70
26	9031	40.52975	22.702855	61.268574	155.32267	63.440289	70
27	9031	42.211955	22.699795	61.297627	157.34484	64.784663	70
28	9031	43.894165	22.776775	60.541762	157.38842	65.323895	70
29	9031	45.57637	22.934325	58.995573	155.42956	65.045542	70
30	9031	47.258575	23.173535	56.649621	151.412	63.918034	70
31	9031	48.94078	23.49611	53.486443	145.26264	61.903826	70
32	9031	50.622985	23.904405	49.481867	136.90199	58.96562	70
33	9031	52.30519	24.401545	44.606456	126.20636	55.039833	70
34	9031	53.987395	24.99155	38.820569	113.03141	50.055843	70
35	9031	55.6696	25.679495	32.073851	97.207344	43.933096	70
36	9031	57.351805	26.47179	24.303839	78.493869	36.551637	70
37	9031	59.03401	27.376545	15.430726	56.596182	27.76645	70
38	9031	60.716215	28.404085	5.3538625	31.119918	17.379424	70
39	9031	61.55906	28.9512	-0.011783745	17.333847	11.691828	70

Slices of Slip Surface: 8863

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8863	11.747405	38.38202	17.868799	26.263899	5.8783127	10
2	8863	12.654715	36.515765	37.1154	61.581605	17.131421	10
3	8863	13.011225	35.921305	42.619022	72.155962	20.681988	10
4	8863	14.070375	34.359025	56.968526	84.02199	18.247791	70
5	8863	15.646225	32.32192	75.505592	131.56646	37.813534	70
6	8863	17.222075	30.6229	90.721642	171.82663	54.706003	70

7	8863	18.789565	29.185	104.1885	208.65607	70.464267	70
8	8863	20.348695	27.956295	116.40696	243.21646	85.534089	70
9	8863	21.90783	26.895945	126.97522	274.04314	99.198565	70
10	8863	23.466965	25.981735	136.11206	301.59114	111.61705	70
11	8863	25.026095	25.19758	143.96996	326.19613	122.9131	70
12	8863	26.585225	24.53154	150.67686	348.11469	133.17349	70
13	8863	28.15658	23.97106	156.34155	388.0025	156.25728	70
14	8863	29.740155	23.510825	161.02801	405.83802	165.12644	70
15	8863	31.32373	23.150665	164.73354	421.36368	173.09922	70
16	8863	33.1458	22.863055	163.04065	436.15661	184.21904	70
17	8863	34.39804	22.712875	158.17765	445.27454	193.6493	70
18	8863	34.7014	22.68889	156.05116	447.20491	196.38569	70
19	8863	35.53834	22.652435	149.8822	440.60752	196.0967	70
20	8863	36.44413	22.620585	136.4217	431.92275	199.31797	70
21	8863	36.76719	22.62007	119.46103	428.59334	208.51238	70
22	8863	36.994705	22.62139	107.50133	426.23095	214.98584	70
23	8863	37.444705	22.633245	83.756162	427.42283	231.8061	70
24	8863	37.843725	22.6446	62.691887	428.565	246.78453	70
25	8863	37.926945	22.6484	61.799938	241.40542	121.14543	70
26	8863	38.74618	22.707935	61.216251	159.41325	66.23471	70
27	8863	40.225655	22.85991	59.725813	157.87241	66.200713	70
28	8863	41.705125	23.093115	57.438241	154.2989	65.333337	70
29	8863	43.1846	23.40967	54.334217	148.62314	63.598679	70
30	8863	44.664075	23.81257	50.382722	140.73024	60.940174	70
31	8863	46.143545	24.30585	45.545177	130.49828	57.301593	70
32	8863	47.62302	24.89479	39.769624	117.7511	52.599173	70
33	8863	49.102495	25.586255	32.98829	102.25108	46.718343	70
34	8863	50.581965	26.38919	25.114013	83.697798	39.515262	70

35	8863	52.06144	27.315345	16.031276	61.698064	30.802637	70
36	8863	53.540915	28.38045	5.5854103	35.669719	20.292122	70
37	8863	54.2832	28.952105	-0.020640958	21.430305	14.454923	70

Slices of Slip Surface: 9052

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	9052	11.747405	38.873775	13.046313	19.880258	4.7851794	10
2	9052	12.654715	37.53202	27.149493	46.108752	13.275416	10
3	9052	13.509045	36.45117	36.966282	64.754605	19.457594	10
4	9052	15.211065	34.47324	54.805801	86.928958	21.667343	70
5	9052	17.07702	32.58499	71.612365	129.60494	39.116483	70
6	9052	18.94548	30.944685	86.947994	169.92368	55.967808	70
7	9052	20.81644	29.510905	101.21084	208.74329	72.53155	70
8	9052	22.687395	28.25683	113.71407	243.73644	87.701197	70
9	9052	24.55835	27.16118	124.66489	275.30339	101.60695	70
10	9052	26.42931	26.208065	134.21412	303.73553	114.34364	70
11	9052	28.15658	25.439855	141.93804	347.52422	138.66963	70
12	9052	29.740155	24.83098	148.08349	367.66398	148.10891	70
13	9052	31.32373	24.30461	153.41838	385.93047	156.83139	70
14	9052	33.1458	23.802815	153.82175	404.34222	168.97819	70
15	9052	34.39804	23.49662	150.4915	416.07263	179.13674	70
16	9052	34.7014	23.43246	148.75537	418.6524	182.04785	70
17	9052	35.53834	23.27916	143.73741	414.32607	182.51436	70
18	9052	36.44413	23.11928	131.52979	408.00314	186.48362	70
19	9052	36.76719	23.070825	115.0408	405.19098	195.70877	70
20	9052	36.994705	23.03802	103.41213	403.19325	202.20492	70
21	9052	37.444705	22.980335	80.3512	404.95589	218.94863	70
22	9052	37.843725	22.92984	59.893685	406.57611	233.84025	70

23	9052	37.926945	22.920415	59.131868	225.63271	112.30623	70
24	9052	38.88003	22.83572	59.963723	149.60709	60.465217	70
25	9052	40.62721	22.726425	61.03615	154.22037	62.85355	70
26	9052	42.37439	22.7011	61.284596	156.78852	64.418212	70
27	9052	44.12157	22.75956	60.712135	157.29728	65.147506	70
28	9052	45.86875	22.90222	59.313352	155.71391	65.022999	70
29	9052	47.61593	23.130085	57.074501	151.98186	64.015819	70
30	9052	49.36311	23.44478	53.989623	146.03594	62.086027	70
31	9052	51.11029	23.848635	50.028881	137.78993	59.195574	70
32	9052	52.85747	24.344765	45.163656	127.12219	55.281727	70
33	9052	54.60465	24.937185	39.353826	113.89932	50.281568	70
34	9052	56.35183	25.631015	32.549306	97.922689	44.094904	70
35	9052	58.09901	26.43273	24.687026	78.972586	36.616073	70
36	9052	59.84619	27.350505	15.686249	56.738984	27.690419	70
37	9052	61.59337	28.394775	5.4448846	30.828905	17.121738	70
38	9052	62.46857	28.95109	-0.010676617	16.802165	11.333204	70

3.2.2 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno A2+M2+R2 SLU

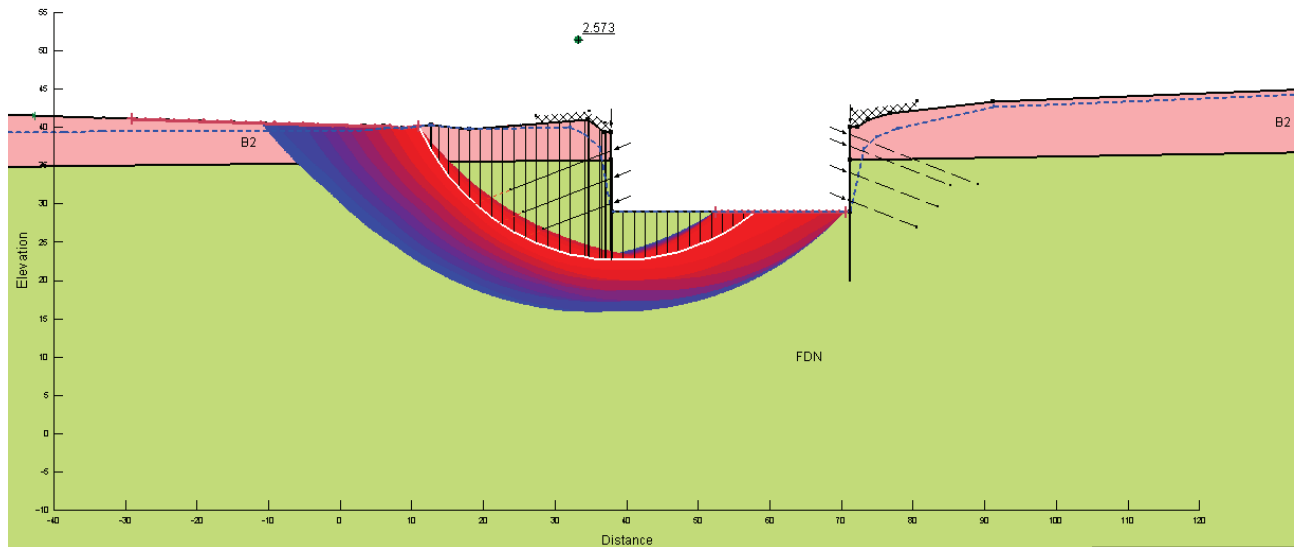


Figura 2- Risultati della verifica di stabilità globale. Mappa dei risultati condizione SLU (superfici con FS minimo in rosso, superfici con FS massimo in blu)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 8 kPa

Phi: 29.26 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

FDN

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 56 kPa
Phi: 28.35 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Grid

Upper Left: (17.602118, 53.407961) m
Lower Left: (16.519682, 37.456273) m
Lower Right: (60.842587, 37.142936) m
Grid Horizontal Increment: 30
Grid Vertical Increment: 20
Left Projection Angle: 0 °
Right Projection Angle: 0 °

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (37.870764, 23.34975) m
Upper Right Coordinate: (37.870764, 23.34975) m
Lower Left Coordinate: (37.870764, 23.34975) m
Lower Right Coordinate: (37.870764, 23.34975) m
Number of Increments: 0
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °
UsePoints: 0

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 39.24) m
Right Coordinate: (52.496436, 28.95) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	39.24
	4.2523661	39.030867
	6.5064666	39.088102
	8.72	39.82
	12.569428	40.30836
	18.01	39.8
	32.115522	39.957091

	34.17608	39.018392
	36.293876	37.335603
	37.86	28.95
	71.24	28.95
	73.197101	37.260965
	74.929344	38.709308
	77.944627	39.816057
	91.21	43.26
	100.61	44.052335

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 26 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	27.36479	41.513957
	34.7828	42.090913
	37.049414	40.5661
	37.847455	40.629593

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (37.864689, 39.41678) m

Inside Point: (37.864689, 23.91678) m

Slip Surface Intersection: (37.865, 23.351) m

Total Length: 15.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1 m

Shear Capacity: 0 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 0 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Pile
Outside Point: (71.24, 38.43) m
Inside Point: (71.24, 18.93) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 19.5 m
Reinforcement Direction: 90 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: No
Pile Spacing: 1 m
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Load Used: 0 kN
Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 3

Type: Anchor
Outside Point: (37.876405, 33.343386) m
Inside Point: (25.6604, 28.897124) m
Slip Surface Intersection: (25.882, 28.978) m
Total Length: 13 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (37.814835, 30.05997) m
Inside Point: (28.417908, 26.639769) m
Slip Surface Intersection: (28.506, 26.672) m
Total Length: 10 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN

Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (71.319749, 35.942726) m
Inside Point: (89.173909, 29.444343) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 19 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 6

Type: Anchor
Outside Point: (71.306241, 32.266514) m
Inside Point: (85.40163, 27.136212) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 15 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN

Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 7

Type: Anchor
Outside Point: (71.26888, 29.027871) m
Inside Point: (83.484884, 24.581609) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 13 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 8

Type: Anchor
Outside Point: (71.292503, 25.454434) m
Inside Point: (80.68943, 22.034232) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 10 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 9

Type: Anchor
 Outside Point: (37.888766, 36.988958) m
 Inside Point: (23.793376, 31.858656) m
 Slip Surface Intersection: (23.707, 31.827) m
 Total Length: 15 m
 Reinforcement Direction: 20 °
 Applied Load Option: Constant
 F of S Dependent: No
 Bond Length: 0 m
 Bond Diameter: 0.31830989 m
 Bond Safety Factor: 1
 Bond Skin Friction: 1 kPa
 Bond Resistance: 1 kN/m
 Anchor Spacing: 1 m
 Bar Capacity: 0 kN
 Bar Safety Factor: 1
 Bar Load: 0 kN
 Load Distribution: Conc. in 1 slice
 Shear Capacity: 0 kN
 Shear Safety Factor: 1
 Shear Option: Parallel to Slip
 Shear Load: 0 kN
 Applied Load: 0 kN
 Anchor Load Used: 0 kN
 Resisting Force Used: 1 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bond

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	1,2,3,4,5,6,7,8	3369.0833
Region 2	B2	2,9,10,11,12,13,14,15,16,17,3	160.84139
Region 3	B2	6,18,19,20,21,22,23,7	181.8405

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0
Point 2	0	35.74
Point 3	37.84	35.74
Point 4	37.86	28.95
Point 5	71.24	28.95
Point 6	71.24	35.74
Point 7	100.61	35.74
Point 8	100.61	0
Point 9	0	39.24

Point 10	4.27	39.03
Point 11	6.509129	39.151998
Point 12	8.72	39.82
Point 13	12.74	40.33
Point 14	18.01	39.8
Point 15	34.62	40.93
Point 16	36.94	39.38
Point 17	37.84	39.38
Point 18	71.24	38.43
Point 19	72.2	38.43
Point 20	73.7	39.47
Point 21	76.88	40.26
Point 22	91.21	43.26
Point 23	100.61	44.19

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	171	2.244	(38.952, 41.288)	17.97	(21.0272, 40.0053)	(52.0176, 28.95)

Slices of Slip Surface: 171

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	171	21.03378	39.91951	-0.84177629	-10.531505	-5.900341	8
2	171	21.44973	37.786875	20.118414	23.231833	1.7443121	8
3	171	22.4097	34.41483	53.293091	57.697306	2.3763854	56
4	171	23.510835	32.158435	75.540416	118.52876	23.195249	56
5	171	24.611965	30.495645	91.967569	164.84918	39.324782	56
6	171	25.713095	29.162925	105.16166	203.13467	52.863367	56
7	171	26.814225	28.0567	116.12943	235.93956	64.646038	56
8	171	27.839865	27.1775	124.86285	286.51232	87.221321	56

9	171	28.79001	26.47741	131.83233	309.39072	95.805309	56
10	171	29.740155	25.867645	137.91421	330.07612	103.68494	56
11	171	30.690305	25.33777	143.21908	348.82841	110.94077	56
12	171	31.64045	24.880005	147.80655	365.85847	117.65443	56
13	171	32.63066	24.474635	149.53361	381.70637	125.27362	56
14	171	33.66094	24.12218	148.38945	396.47197	133.85807	56
15	171	34.39804	23.90525	146.48495	406.25373	140.16363	56
16	171	34.7014	23.827285	144.88455	410.35104	143.23795	56
17	171	35.53834	23.66116	139.99294	409.05721	145.1792	56
18	171	36.44288	23.49384	127.92252	405.4856	149.76491	56
19	171	36.76594	23.4515	111.37399	403.44632	157.59367	56
20	171	36.994705	23.424175	99.628686	401.79452	163.03983	56
21	171	37.444705	23.384905	76.384371	404.58432	177.08709	56
22	171	37.843725	23.3514	55.759879	430.9923	202.46443	56
23	171	38.359355	23.33428	55.07325	191.72891	73.735392	56
24	171	39.37689	23.32936	55.121675	141.59542	46.658702	56
25	171	40.38815	23.38189	54.606711	142.90657	47.644018	56
26	171	41.39941	23.492	53.526662	142.83181	48.186444	56
27	171	42.41067	23.66077	51.871482	141.35212	48.281131	56
28	171	43.42193	23.889905	49.624177	138.39564	47.898485	56
29	171	44.43319	24.18185	46.760893	133.91869	47.027797	56
30	171	45.44445	24.5399	43.250245	127.80808	45.62493	56
31	171	46.45571	24.968425	39.047697	119.95878	43.657252	56
32	171	47.46697	25.473185	34.097231	110.20958	41.067995	56
33	171	48.47823	26.061805	28.324418	98.357522	37.787813	56
34	171	49.48949	26.744545	21.629062	84.102787	33.708993	56
35	171	50.50075	27.535555	13.871314	67.059831	28.698966	56
36	171	51.51201	28.455095	4.853525	46.632143	22.542519	56

3.2.3 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno A2+M2+R2 SLV

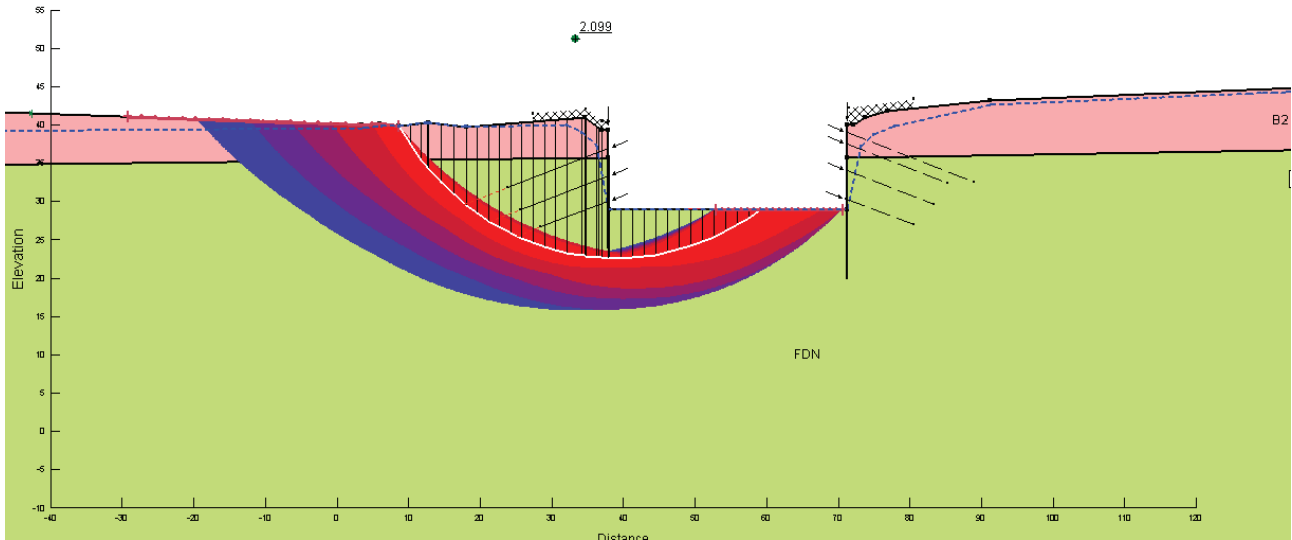


Figura 3 - Risultati della verifica di stabilità globale. Mappa dei risultati condizione SLV (superfici con FS minimo in rosso, superfici con FS massimo in blu)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 30

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 8 kPa

Phi: 29.26 °

Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

FDN

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 56 kPa
Phi: 28.35 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (-29.115346, 41.105801) m
Left-Zone Right Coordinate: (8.7099458, 39.821368) m
Left-Zone Increment: 20
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (58.746745, 28.953102) m
Right-Zone Right Coordinate: (70.654616, 28.950145) m
Right-Zone Increment: 20
Radius Increments: 20

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-42.647406, 41.534703) m
Right Coordinate: (184.33502, 46.803162) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	-55.021216	39.150697
	3.8781772	39.603295
	6.2519403	39.840671
	8.72	39.82
	12.569428	40.30836
	18.01	39.8
	32.115522	39.957091
	34.17608	39.018392
	36.293876	37.335603
	37.86	28.95
	71.24	28.95
	73.197101	37.260965

	74.929344	38.709308
	77.944627	39.816057
	91.35053	42.67915
	183.94951	46.092879

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 4 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	27.36479	41.513957
	34.7828	42.090913
	37.049414	40.5661
	37.847455	40.629593

Surcharge Load 2

Surcharge (Unit Weight): 4 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	71.452166	42.281334
	80.593968	43.351844

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0814

Vert Seismic Load: 0.0407

Ignore seismic load in strength: No

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (37.864689, 39.41678) m

Inside Point: (37.864689, 23.91678) m

Slip Surface Intersection: (37.865, 22.658) m

Total Length: 15.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1 m

Shear Capacity: 0 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 0 kN

Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Pile
Outside Point: (71.254953, 39.961128) m
Inside Point: (71.254953, 19.961128) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 20 m
Reinforcement Direction: 90 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: No
Pile Spacing: 1 m
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Load Used: 0 kN
Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 3

Type: Anchor
Outside Point: (37.876405, 33.343386) m
Inside Point: (25.6604, 28.897124) m
Slip Surface Intersection: (21.326, 27.32) m
Total Length: 13 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (37.814835, 30.05997) m
Inside Point: (28.417908, 26.639769) m
Slip Surface Intersection: (25.112, 25.436) m
Total Length: 10 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m

Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 1 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bond

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (71.196953, 39.03651) m
Inside Point: (89.051112, 32.538127) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 19 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 6

Type: Anchor
Outside Point: (71.169557, 37.446071) m
Inside Point: (85.264946, 32.315769) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 15 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN

Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 7

Type: Anchor
Outside Point: (71.20452, 34.066826) m
Inside Point: (83.420524, 29.620564) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 13 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 8

Type: Anchor
Outside Point: (71.155133, 30.376879) m
Inside Point: (80.552059, 26.956677) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 10 m
Reinforcement Direction: 160 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN

Resisting Force Used: 0 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bar

Reinforcement 9

Type: Anchor
 Outside Point: (37.888766, 36.988958) m
 Inside Point: (23.793376, 31.858656) m
 Slip Surface Intersection: (17.78, 29.67) m
 Total Length: 15 m
 Reinforcement Direction: 20 °
 Applied Load Option: Constant
 F of S Dependent: No
 Bond Length: 0 m
 Bond Diameter: 0.31830989 m
 Bond Safety Factor: 1
 Bond Skin Friction: 1 kPa
 Bond Resistance: 1 kN/m
 Anchor Spacing: 1 m
 Bar Capacity: 0 kN
 Bar Safety Factor: 1
 Bar Load: 0 kN
 Load Distribution: Conc. in 1 slice
 Shear Capacity: 0 kN
 Shear Safety Factor: 1
 Shear Option: Parallel to Slip
 Shear Load: 0 kN
 Applied Load: 0 kN
 Anchor Load Used: 0 kN
 Resisting Force Used: 1 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bond

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	1,2,3,4,5,6,7,8	12010.031
Region 2	B2	2,9,10,11,12,13,14,15,16,17,3	510.36247
Region 3	B2	6,18,19,20,21,22,23,7	889.44504

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-55.058485	-15.487828
Point 2	-55.363038	34.735498
Point 3	37.84	35.74
Point 4	38.006444	28.958251
Point 5	71.24	28.95
Point 6	71.24	35.74

Point 7	184.35778	37.553234
Point 8	184.86811	-14.603243
Point 9	-55.505464	41.942243
Point 10	3.5188158	40.071454
Point 11	6.0244547	40.186845
Point 12	8.72	39.82
Point 13	12.74	40.33
Point 14	18.01	39.8
Point 15	34.62	40.93
Point 16	36.94	39.38
Point 17	37.84	39.38
Point 18	71.24	39.93
Point 19	72.2	39.93
Point 20	73.7	40.97
Point 21	76.88	41.76
Point 22	91.207916	43.268797
Point 23	184.35825	46.804044

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	8821	2.099	(38.75, 57.505)	34.858	(8.70995, 39.8214)	(58.7467, 28.9531)
2	8842	2.099	(39.137, 58.197)	35.545	(8.70995, 39.8214)	(59.3421, 28.953)
3	8863	2.100	(39.524, 58.898)	36.241	(8.70995, 39.8214)	(59.9375, 28.9528)
4	8884	2.103	(39.911, 59.608)	36.946	(8.70995, 39.8214)	(60.5329, 28.9527)
5	8905	2.106	(40.298, 60.326)	37.659	(8.70995, 39.8214)	(61.1283, 28.9525)
6	8926	2.110	(40.684, 61.054)	38.382	(8.70995, 39.8214)	(61.7237, 28.9524)
7	8947	2.115	(41.07, 61.79)	39.113	(8.70995, 39.8214)	(62.3191, 28.9522)
8	8968	2.120	(41.456, 62.534)	39.852	(8.70995, 39.8214)	(62.9145, 28.9521)
9	8989	2.127	(41.842, 63.288)	40.601	(8.70995, 39.8214)	(63.5099, 28.9519)

10	8401	2.131	(38.52, 60.158)	37.514	(6.83379, 40.0767)	(59.3421, 28.953)
11	8422	2.132	(38.908, 60.878)	38.229	(6.83379, 40.0767)	(59.9375, 28.9528)
12	8380	2.132	(38.132, 59.447)	36.808	(6.83379, 40.0767)	(58.7467, 28.9531)
13	8443	2.133	(39.296, 61.607)	38.953	(6.83379, 40.0767)	(60.5329, 28.9527)
14	9010	2.134	(42.228, 64.05)	41.358	(8.70995, 39.8214)	(64.1053, 28.9518)
15	8464	2.135	(39.683, 62.344)	39.685	(6.83379, 40.0767)	(61.1283, 28.9525)
16	8485	2.138	(40.07, 63.091)	40.426	(6.83379, 40.0767)	(61.7237, 28.9524)
17	9031	2.141	(42.614, 64.822)	42.125	(8.70995, 39.8214)	(64.7007, 28.9516)
18	8506	2.142	(40.457, 63.845)	41.176	(6.83379, 40.0767)	(62.3191, 28.9522)
19	8527	2.147	(40.844, 64.609)	41.935	(6.83379, 40.0767)	(62.9145, 28.9521)
20	9052	2.150	(42.999, 65.602)	42.9	(8.70995, 39.8214)	(65.2961, 28.9515)
21	8906	2.151	(39.39, 55.949)	34.661	(8.70995, 39.8214)	(61.1283, 28.9525)
22	8927	2.151	(39.769, 56.59)	35.297	(8.70995, 39.8214)	(61.7237, 28.9524)
23	8885	2.152	(39.011, 55.316)	34.033	(8.70995, 39.8214)	(60.5329, 28.9527)
24	8948	2.152	(40.148, 57.238)	35.94	(8.70995, 39.8214)	(62.3191, 28.9522)
25	8548	2.153	(41.231, 65.381)	42.702	(6.83379, 40.0767)	(63.5099, 28.9519)
26	8864	2.154	(38.631, 54.691)	33.412	(8.70995, 39.8214)	(59.9375, 28.9528)
27	8969	2.154	(40.526, 57.894)	36.591	(8.70995, 39.8214)	(62.9145, 28.9521)
28	8990	2.157	(40.904, 58.558)	37.25	(8.70995, 39.8214)	(63.5099, 28.9519)
29	9073	2.159	(43.385, 66.391)	43.684	(8.70995, 39.8214)	(65.8915, 28.9513)
30	8569	2.159	(41.617, 66.162)	43.478	(6.83379, 40.0767)	(64.1053, 28.9518)

Slices of Slip Surface: 8821

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8821	8.7103255	39.820725	-0.0062966035	0.012354138	0.0069214823	0
2	8821	9.4724825	38.63797	12.534288	18.309005	3.2353214	8
3	8821	10.991395	36.45733	35.803791	61.809649	14.569943	8
4	8821	12.15898	34.97438	51.799697	74.198352	12.085659	56

5	8821	12.654715	34.393665	57.92792	89.606947	17.093076	56
6	8821	13.618335	33.382305	66.962922	113.43922	25.077249	56
7	8821	15.375	31.672475	82.120832	153.77764	38.663917	56
8	8821	17.131665	30.18275	95.119049	189.47025	50.909148	56
9	8821	18.789565	28.943	106.55988	221.99931	62.287738	56
10	8821	20.348695	27.91345	116.82526	252.22904	73.05992	56
11	8821	21.90783	26.998315	125.97202	279.97963	83.097995	56
12	8821	23.466965	26.187515	134.09643	305.44634	92.455398	56
13	8821	25.026095	25.4731	141.26864	328.75821	101.16388	56
14	8821	26.585225	24.84872	147.56087	350.05061	109.25754	56
15	8821	28.15658	24.30569	153.05898	373.5633	118.97768	56
16	8821	29.740155	23.84114	157.792	391.42688	126.06254	56
17	8821	31.32373	23.456545	161.73465	407.44619	132.57875	56
18	8821	33.1458	23.11597	160.55662	423.30044	141.76887	56
19	8821	34.39804	22.920155	156.14628	433.32867	149.5595	56
20	8821	34.7014	22.88271	154.14651	434.52159	151.28219	56
21	8821	35.53834	22.803275	148.40544	427.66149	150.67839	56
22	8821	36.44413	22.7234	135.41329	419.66763	153.37532	56
23	8821	36.76719	22.703595	118.64169	416.43461	160.68034	56
24	8821	36.994705	22.69099	106.81598	414.77679	166.16664	56
25	8821	37.444705	22.673425	83.361921	416.36088	179.67649	56
26	8821	37.843725	22.65852	62.554989	353.91684	157.21032	56
27	8821	37.926945	22.656545	61.719778	246.47668	99.689416	56
28	8821	38.870435	22.657665	61.707176	164.10301	55.249794	56
29	8821	40.598425	22.706565	61.227698	165.47948	56.251211	56
30	8821	42.326415	22.84162	59.902231	164.64191	56.514464	56
31	8821	44.054405	23.06385	57.728187	161.5394	56.013493	56
32	8821	45.782395	23.374965	54.674561	156.07943	54.715098	56

33	8821	47.510385	23.77742	50.727231	148.16844	52.576422	56
34	8821	49.238375	24.27455	45.852042	137.6527	49.532949	56
35	8821	50.966365	24.8707	40.005918	124.37253	45.521752	56
36	8821	52.694355	25.571435	33.133375	108.08454	40.441456	56
37	8821	54.422345	26.38384	25.166107	88.507788	34.177316	56
38	8821	56.150335	27.31697	16.015025	65.259398	26.570822	56
39	8821	57.878325	28.382495	5.5654095	37.821664	17.404531	56
40	8821	58.74453	28.95155	-0.015209675	22.832912	12.319971	56

Slices of Slip Surface: 8842

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8842	8.7103355	39.820725	0.0062965925	0.012327624	0.0069066279	0
2	8842	9.4891875	38.639965	12.535491	18.448505	3.3128028	8
3	8842	11.041475	36.459685	35.843042	62.092302	14.706311	8
4	8842	12.192365	35.02114	51.382579	73.678167	12.030046	56
5	8842	12.654715	34.4875	57.007932	87.838673	16.635365	56
6	8842	13.618335	33.485235	65.95176	111.39408	24.519347	56
7	8842	15.375	31.78794	80.987765	151.31568	37.946885	56
8	8842	17.131665	30.3047	93.924578	186.73186	50.076091	56
9	8842	18.789565	29.06722	105.34076	219.09447	61.378174	56
10	8842	20.348695	28.03706	115.61251	249.2335	72.097974	56
11	8842	21.90783	27.11925	124.78838	276.951	82.102495	56
12	8842	23.466965	26.304045	132.95279	302.41924	91.439135	56
13	8842	25.026095	25.583725	140.18612	325.78041	100.14125	56
14	8842	26.585225	24.9521	146.54782	347.15326	108.24082	56
15	8842	28.15658	24.400525	152.13266	370.76742	117.96892	56
16	8842	29.740155	23.926175	156.95854	388.77582	125.08182	56

17	8842	31.32373	23.530615	161.00536	404.97135	131.63691	56
18	8842	33.1458	23.17591	159.97183	421.05379	140.87218	56
19	8842	34.39804	22.9698	155.65994	431.23897	148.69438	56
20	8842	34.7014	22.929705	153.69107	432.47783	150.42517	56
21	8842	35.53834	22.842565	148.02315	425.76655	149.8622	56
22	8842	36.44413	22.754245	135.10805	417.91982	152.59695	56
23	8842	36.76719	22.73128	118.37042	414.73819	159.91137	56
24	8842	36.994705	22.71643	106.56554	413.07943	165.38593	56
25	8842	37.444705	22.69429	83.156492	414.68958	178.88555	56
26	8842	37.843725	22.67531	62.389914	352.43465	156.49965	56
27	8842	37.926945	22.672465	61.563529	245.29611	99.136723	56
28	8842	38.82688	22.6626	61.659743	163.33311	54.859973	56
29	8842	40.46776	22.686185	61.430059	165.16751	55.973689	56
30	8842	42.10864	22.785785	60.452581	165.0628	56.444612	56
31	8842	43.74952	22.96204	58.723931	162.9666	56.246291	56
32	8842	45.3904	23.21611	56.232197	158.82853	55.357975	56
33	8842	47.031275	23.549715	52.960547	152.56707	53.744762	56
34	8842	48.67215	23.96518	48.886134	144.08699	51.367596	56
35	8842	50.31303	24.46554	43.978993	133.2525	48.169369	56
36	8842	51.95391	25.054655	38.201427	119.91092	44.08805	56
37	8842	53.59479	25.73737	31.506136	103.86436	39.042381	56
38	8842	55.23567	26.519755	23.833261	84.862663	32.929679	56
39	8842	56.876545	27.40944	15.108455	62.573464	25.610729	56
40	8842	58.51742	28.416085	5.236145	36.574863	16.909455	56
41	8842	59.34	28.951475	-0.014484937	22.452211	12.114556	56

Slices of Slip Surface: 8863

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
--	--------------	-------	-------	-----------	--------------------------	---------------------------	-------------------------

1	8863	8.7103455	39.820725	-0.0062965944	0.012301124	0.0068917808	0
2	8863	9.5058075	38.641855	12.537415	18.586794	3.3892023	8
3	8863	11.091305	36.46193	35.882725	62.374413	14.842133	8
4	8863	12.225585	35.06637	50.980662	73.192237	11.984716	56
5	8863	12.654715	34.57828	56.116851	86.14629	16.203006	56
6	8863	13.618335	33.58515	64.971594	109.43045	23.988697	56
7	8863	15.375	31.900585	79.884865	148.93767	37.258871	56
8	8863	17.131665	30.424185	92.755338	184.06983	49.270628	56
9	8863	18.94548	29.087675	105.15722	219.2172	61.543425	56
10	8863	20.81644	27.877735	117.22953	254.70294	74.176623	56
11	8863	22.687395	26.82253	127.78242	286.84671	85.826433	56
12	8863	24.55835	25.90713	136.96043	315.91239	96.557238	56
13	8863	26.42931	25.12011	144.88463	342.11073	106.41743	56
14	8863	28.15658	24.49582	151.19428	368.00241	116.98332	56
15	8863	29.740155	24.01213	156.10977	386.14292	124.11915	56
16	8863	31.32373	23.606095	160.26926	402.49384	130.69729	56
17	8863	33.1458	23.237845	159.36394	418.79672	139.98233	56
18	8863	34.39804	23.021855	155.14851	429.1209	147.82748	56
19	8863	34.7014	22.97921	153.20159	430.41336	149.57536	56
20	8863	35.53834	22.88466	147.60883	423.85	149.05165	56
21	8863	36.44413	22.788225	134.77516	416.14915	151.82116	56
22	8863	36.76719	22.76223	118.06847	412.98721	159.12952	56
23	8863	36.994705	22.74522	106.28967	411.35507	164.60436	56
24	8863	37.444705	22.71867	82.918019	412.98634	178.0952	56
25	8863	37.843725	22.69578	62.189913	350.90869	155.7842	56
26	8863	37.926945	22.6921	61.370988	244.05631	98.571652	56
27	8863	38.849785	22.672895	61.559637	162.54471	54.488589	56
28	8863	40.536475	22.680775	61.481057	164.79697	55.746241	56

29	8863	42.223165	22.76735	60.630606	165.04177	56.337208	56
30	8863	43.909855	22.933195	59.004758	163.23708	56.24071	56
31	8863	45.596545	23.179415	56.592117	159.3204	55.429175	56
32	8863	47.283235	23.50769	53.372428	153.21821	53.87386	56
33	8863	48.969925	23.92034	49.325973	144.82758	51.52987	56
34	8863	50.656615	24.4204	44.421889	134.02451	48.346951	56
35	8863	52.343305	25.01175	38.622585	120.64221	44.255386	56
36	8863	54.029995	25.699285	31.879661	104.48358	39.174949	56
37	8863	55.716685	26.48914	24.133626	85.298239	33.002634	56
38	8863	57.403375	27.389045	15.308506	62.743836	25.594715	56
39	8863	59.090065	28.408795	5.3075452	36.393384	16.773009	56
40	8863	59.93547	28.951405	-0.013760079	22.073447	11.910186	56

Slices of Slip Surface: 8884

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8884	8.7103555	39.820725	-0.0062965517	0.012275312	0.0068773199	0
2	8884	9.5223475	38.64365	12.540486	18.724667	3.464726	8
3	8884	11.14089	36.464085	35.923493	62.655809	14.976946	8
4	8884	12.25864	35.11014	50.592585	72.739043	11.94958	56
5	8884	12.654715	34.66613	55.254851	84.526742	15.794256	56
6	8884	13.618335	33.68216	64.022165	107.54429	23.483263	56
7	8884	15.375	32.010495	78.807021	146.6379	36.599554	56
8	8884	17.131665	30.541255	91.60566	181.49077	48.499375	56
9	8884	18.94548	29.207755	103.97985	216.45163	60.686477	56
10	8884	20.81644	27.997515	116.05303	251.82873	73.260588	56
11	8884	22.687395	26.939225	126.63465	283.93035	84.872154	56
12	8884	24.55835	26.018445	135.8691	313.01422	95.582318	56
13	8884	26.42931	25.224075	143.86685	339.28035	105.4394	56

14	8884	28.15658	24.59149	150.25589	365.26807	116.01428	56
15	8884	29.740155	24.09891	155.26427	383.52873	123.16482	56
16	8884	31.32373	23.682855	159.51465	400.03341	129.77688	56
17	8884	33.1458	23.301615	158.73856	416.53606	139.09998	56
18	8884	34.39804	23.076145	154.61541	427.02221	146.98274	56
19	8884	34.7014	23.031055	152.6913	428.33713	148.73042	56
20	8884	35.53834	22.92939	147.17015	421.90835	148.24069	56
21	8884	36.44413	22.825155	134.41258	414.35956	151.05119	56
22	8884	36.76719	22.796235	117.73419	411.21489	158.35359	56
23	8884	36.994705	22.777145	105.97104	409.58887	163.82329	56
24	8884	37.444705	22.746365	82.646193	411.24321	177.30133	56
25	8884	37.843725	22.71971	61.954415	349.34324	155.06659	56
26	8884	37.926945	22.715225	61.1442	242.76043	97.9948	56
27	8884	38.872695	22.68659	61.424416	161.69634	54.103796	56
28	8884	40.6052	22.678515	61.507103	164.36328	55.49818	56
29	8884	42.3377	22.75184	60.786037	164.95858	56.208456	56
30	8884	44.0702	22.90705	59.262683	163.44411	56.213246	56
31	8884	45.8027	23.145195	56.927909	159.75735	55.483757	56
32	8884	47.535205	23.46792	53.762603	153.82044	53.988277	56
33	8884	49.26771	23.877515	49.745885	145.52839	51.681437	56
34	8884	51.00021	24.377025	44.847242	134.75204	48.509998	56
35	8884	52.73271	24.97035	39.028533	121.33862	44.412114	56
36	8884	54.465215	25.66242	32.241362	105.07514	39.298974	56
37	8884	56.19772	26.459445	24.42489	85.705731	33.065347	56
38	8884	57.93022	27.36924	15.502614	62.899229	25.573826	56
39	8884	59.66272	28.40171	5.3770547	36.205014	16.633864	56
40	8884	60.53095	28.95133	-0.013035227	21.693887	11.705386	56

Slices of Slip Surface: 8905

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8905	8.710365	39.820725	-0.0062965588	0.012249589	0.006862908	0
2	8905	9.538807	38.64536	12.544083	18.861872	3.5395809	8
3	8905	11.19024	36.466145	35.964438	62.940172	15.113322	8
4	8905	12.29154	35.1525	50.217638	72.31821	11.924822	56
5	8905	12.654715	34.751165	54.422175	82.973014	15.405197	56
6	8905	13.618335	33.77637	63.09926	105.7276	23.001005	56
7	8905	15.375	32.11774	77.753419	144.41505	35.968665	56
8	8905	17.131665	30.655935	90.479039	178.98383	47.754592	56
9	8905	18.94548	29.325825	102.8211	213.75467	59.856508	56
10	8905	20.81644	28.115715	114.89417	249.01968	72.370201	56
11	8905	22.687395	27.05479	125.50145	281.0709	83.940723	56
12	8905	24.55835	26.129095	134.78765	310.16066	94.62614	56
13	8905	26.42931	25.327855	142.84777	336.48333	104.48007	56
14	8905	28.15658	24.68743	149.31743	362.55803	115.05838	56
15	8905	29.740155	24.18639	154.4039	380.93327	122.22862	56
16	8905	31.32373	23.760765	158.74817	397.57876	128.866	56
17	8905	33.1458	23.36708	158.09646	414.27361	138.22569	56
18	8905	34.39804	23.13251	154.06378	424.90072	146.13569	56
19	8905	34.7014	23.08507	152.16151	426.25269	147.89157	56
20	8905	35.53834	22.976565	146.70838	419.95176	147.43413	56
21	8905	36.44413	22.864835	134.02486	412.5217	150.26874	56
22	8905	36.76719	22.833105	117.3716	409.3963	157.56798	56
23	8905	36.994705	22.812015	105.62896	407.80318	163.04436	56
24	8905	37.444705	22.777165	82.344451	409.47723	176.51127	56
25	8905	37.843725	22.74689	61.688171	347.74223	154.3464	56
26	8905	37.926945	22.741635	60.885722	241.41741	97.409611	56

27	8905	38.8956	22.703485	61.257094	160.78793	53.703925	56
28	8905	40.673915	22.67924	61.498962	163.87727	55.24034	56
29	8905	42.45223	22.7391	60.912828	164.82955	56.070421	56
30	8905	44.230545	22.883465	59.493383	163.60401	56.175045	56
31	8905	46.00886	23.11332	57.238554	160.149	55.527466	56
32	8905	47.787175	23.430275	54.131996	154.37156	54.086331	56
33	8905	49.56549	23.8366	50.147239	146.18125	51.817142	56
34	8905	51.343805	24.33533	45.256203	135.44337	48.662356	56
35	8905	53.12212	24.930385	39.420251	121.99706	44.556029	56
36	8905	54.900435	25.62673	32.591434	105.63541	39.41239	56
37	8905	56.67875	26.430635	24.70761	86.096906	33.123867	56
38	8905	58.457065	27.34999	15.691152	63.035527	25.545639	56
39	8905	60.23538	28.394815	5.4447837	36.010936	16.492601	56
40	8905	61.12643	28.951255	-0.012310291	21.31312	11.499935	56

Slices of Slip Surface: 8926

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8926	8.7103745	39.820725	-0.0062965543	-4.0702678	-2.2803928	8
2	8926	9.5551865	38.64699	12.54862	18.998144	3.6133858	8
3	8926	11.23936	36.46813	36.006196	63.219577	15.246466	8
4	8926	12.32429	35.193525	49.856641	71.926429	11.908212	56
5	8926	12.654715	34.833515	53.615169	81.486086	15.038331	56
6	8926	13.618335	33.86788	62.198699	103.98051	22.544241	56
7	8926	15.375	32.222385	76.727601	142.26371	35.361366	56
8	8926	17.131665	30.768285	89.378998	176.55161	47.035787	56
9	8926	18.94548	29.44191	101.68441	211.12869	59.052933	56
10	8926	20.81644	28.232325	113.75187	246.27339	71.504733	56
11	8926	22.687395	27.1692	124.38193	278.26621	83.031452	56

12	8926	24.55835	26.239045	133.70574	307.35976	93.698624	56
13	8926	26.42931	25.43139	141.83215	333.72883	103.54183	56
14	8926	28.15658	24.78356	148.37266	359.87742	114.12178	56
15	8926	29.740155	24.274475	153.54101	378.36287	121.30729	56
16	8926	31.32373	23.839715	157.97632	395.13676	127.96483	56
17	8926	33.1458	23.43411	157.43843	412.01131	137.36007	56
18	8926	34.39804	23.19081	153.49234	422.75894	145.28837	56
19	8926	34.7014	23.141115	151.61297	424.1559	147.05619	56
20	8926	35.53834	23.02603	146.22441	417.97609	146.62925	56
21	8926	36.44413	22.90709	133.60978	410.67198	149.49465	56
22	8926	36.76719	22.87266	116.98458	407.56364	156.78795	56
23	8926	36.994705	22.84965	105.26459	405.99329	162.2644	56
24	8926	37.444705	22.810885	82.013599	407.6922	175.72664	56
25	8926	37.843725	22.777125	61.391845	346.09584	153.61794	56
26	8926	37.926945	22.771125	60.596308	240.03016	96.817255	56
27	8926	38.918505	22.723385	61.065835	159.8248	53.287448	56
28	8926	40.742635	22.682765	61.464918	163.33266	54.96485	56
29	8926	42.566765	22.728965	61.007661	164.64731	55.920922	56
30	8926	44.390895	22.86229	59.704261	163.72019	56.123952	56
31	8926	46.21502	23.08367	57.53022	160.49331	55.55587	56
32	8926	48.039145	23.39466	54.482073	154.88598	54.175009	56
33	8926	49.863275	23.79751	50.530213	146.80004	51.944378	56
34	8926	51.687405	24.295245	45.649364	136.10097	48.80504	56
35	8926	53.511535	24.891795	39.798646	122.63025	44.693511	56
36	8926	55.33566	25.592165	32.93013	106.17147	39.518885	56
37	8926	57.159785	26.402665	24.981818	86.462765	33.173319	56
38	8926	58.983915	27.331275	15.874951	63.163484	25.515508	56
39	8926	60.808045	28.38811	5.5103773	35.813252	16.350544	56

40	8926	61.72191	28.95118	-0.011585585	20.934322	11.295547	56
----	------	----------	----------	--------------	-----------	-----------	----

Slices of Slip Surface: 8947

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8947	8.7103845	39.820725	-0.0062965628	-3.9994721	-2.2407291	8
2	8947	9.5715015	38.64855	12.553467	19.133908	3.6867328	8
3	8947	11.28827	36.47004	36.048285	63.501575	15.380876	8
4	8947	12.356895	35.23326	49.506722	71.562954	11.900897	56
5	8947	12.654715	34.91329	52.830143	80.063006	14.694056	56
6	8947	13.618335	33.9568	61.328459	102.30326	22.108804	56
7	8947	15.375	32.324515	75.724748	140.18732	34.782115	56
8	8947	17.131665	30.87834	88.300171	174.18794	46.342526	56
9	8947	18.94548	29.556025	100.56436	208.56716	58.275149	56
10	8947	20.81644	28.347355	112.62076	243.58799	70.666085	56
11	8947	22.687395	27.28243	123.27066	275.51927	82.148892	56
12	8947	24.55835	26.348235	132.63729	304.60018	92.78614	56
13	8947	26.42931	25.534615	140.81952	331.01558	102.62423	56
14	8947	28.15658	24.879805	147.42759	357.23205	113.20435	56
15	8947	29.740155	24.36308	152.66973	375.8117	120.40088	56
16	8947	31.32373	23.919595	157.19332	392.71421	127.08018	56
17	8947	33.1458	23.502565	156.76496	409.755	136.50602	56
18	8947	34.39804	23.25089	152.90189	420.62113	144.45347	56
19	8947	34.7014	23.199025	151.04647	422.05498	146.22826	56
20	8947	35.53834	23.077625	145.71283	415.99107	145.83422	56
21	8947	36.44413	22.95176	133.17168	408.81348	148.72824	56
22	8947	36.76719	22.91473	116.57117	405.72	156.01624	56
23	8947	36.994705	22.88987	104.86952	404.16169	161.48929	56
24	8947	37.444705	22.847335	81.655647	405.87901	174.94143	56

25	8947	37.843725	22.810225	61.06739	344.43404	152.89635	56
26	8947	37.926945	22.80351	60.278361	238.60067	96.217497	56
27	8947	38.87463	22.74827	60.818185	158.66663	52.796159	56
28	8947	40.611005	22.68924	61.399579	162.47105	54.535206	56
29	8947	42.34738	22.70741	61.2214	164.32961	55.634173	56
30	8947	44.083755	22.80288	60.285274	164.20402	56.071512	56
31	8947	45.820125	22.976225	58.582529	162.05661	55.831584	56
32	8947	47.5565	23.228505	56.110806	157.83472	54.887243	56
33	8947	49.292875	23.561275	52.847133	151.45108	53.203806	56
34	8947	51.02925	23.97667	48.773465	142.81681	50.743033	56
35	8947	52.765625	24.477455	43.862276	131.82039	47.459622	56
36	8947	54.502	25.06713	38.079331	118.30425	43.287015	56
37	8947	56.238375	25.750075	31.381841	102.09184	38.153045	56
38	8947	57.974745	26.531725	23.71585	82.944197	31.957882	56
39	8947	59.71112	27.418835	15.015932	60.578079	24.584001	56
40	8947	61.447495	28.419845	5.1992684	34.61018	15.869267	56
41	8947	62.317395	28.951105	-0.010860738	20.556477	11.091673	56

Slices of Slip Surface: 8968

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8968	8.710394	39.820725	-0.0062965958	-3.9302193	-2.2019298	8
2	8968	9.587741	38.650035	12.559022	19.2682	3.758859	8
3	8968	11.33696	36.471875	36.091017	63.782251	15.514185	8
4	8968	12.389355	35.27177	49.169261	71.222771	11.899429	56
5	8968	12.654715	34.9906	52.071515	78.692778	14.364054	56
6	8968	13.618335	34.043215	60.480481	100.68408	21.692685	56
7	8968	15.375	32.424195	74.748661	138.17229	34.221533	56
8	8968	17.131665	30.986155	87.24179	171.89139	45.674447	56

9	8968	18.94548	29.66819	99.46449	206.07264	57.522638	56
10	8968	20.81644	28.460785	111.50899	240.9567	69.846193	56
11	8968	22.687395	27.394455	122.17148	272.82323	81.287277	56
12	8968	24.55835	26.45663	131.57201	301.89006	91.898637	56
13	8968	26.42931	25.637475	139.80946	328.33245	101.72149	56
14	8968	28.15658	24.976095	146.4879	354.61512	112.29936	56
15	8968	29.740155	24.45211	151.79599	373.27932	119.50592	56
16	8968	31.32373	24.000305	156.39934	390.29908	126.20545	56
17	8968	33.1458	23.57234	156.08151	407.50159	135.65892	56
18	8968	34.39804	23.312635	152.29753	418.48898	143.62911	56
19	8968	34.7014	23.25869	150.46283	419.94597	145.40521	56
20	8968	35.53834	23.13121	145.18742	413.99846	145.04257	56
21	8968	36.44413	22.99868	132.71142	406.91565	147.95258	56
22	8968	36.76719	22.959155	116.13511	403.86824	155.25238	56
23	8968	36.994705	22.932515	104.4537	402.31159	160.71539	56
24	8968	37.444705	22.886355	81.273771	404.04071	174.15559	56
25	8968	37.843725	22.84602	60.716692	342.74625	152.17489	56
26	8968	37.926945	22.83861	59.934393	237.13132	95.610273	56
27	8968	38.8959	22.77426	60.563188	157.59556	52.355826	56
28	8968	40.67482	22.699525	61.300834	161.79778	54.225211	56
29	8968	42.453735	22.70434	61.248471	163.99799	55.440634	56
30	8968	44.23265	22.788735	60.423384	164.16655	55.976775	56
31	8968	46.011565	22.95322	58.810816	162.2533	55.814533	56
32	8968	47.79048	23.198805	56.403736	158.20574	54.929379	56
33	8968	49.569395	23.527025	53.183187	151.95511	53.294437	56
34	8968	51.34831	23.93999	49.133203	143.39344	50.860062	56
35	8968	53.12723	24.44046	44.225056	132.40858	47.581247	56
36	8968	54.906145	25.03195	38.424071	118.85555	43.398473	56

37	8968	56.68506	25.71886	31.687737	102.54543	38.232736	56
38	8968	58.463975	26.506665	23.961858	83.241492	31.985555	56
39	8968	60.24289	27.402175	15.179358	60.651006	24.53517	56
40	8968	62.021805	28.4139	5.2574464	34.395832	15.72222	56
41	8968	62.91288	28.951035	-0.010135778	20.182738	10.890014	56

Slices of Slip Surface: 8989

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8989	8.7104035	39.820725	-0.0062965977	-3.8623698	-2.1639166	8
2	8989	9.6039155	38.651455	12.565339	19.401792	3.8301651	8
3	8989	11.38546	36.473645	36.133924	64.061492	15.646593	8
4	8989	12.42169	35.309105	48.843309	70.905942	11.90435	56
5	8989	12.654715	35.065545	51.339752	77.380475	14.050811	56
6	8989	13.618335	34.12722	59.65894	99.123421	21.293878	56
7	8989	15.375	32.521495	73.794559	136.21785	33.681781	56
8	8989	17.131665	31.091765	86.207636	169.65609	45.02634	56
9	8989	18.94548	29.77843	98.383994	203.63466	56.790176	56
10	8989	20.81644	28.57263	110.41118	238.38685	69.051921	56
11	8989	22.687395	27.505265	121.08378	270.18138	80.448698	56
12	8989	24.55835	26.564205	130.51903	299.22319	91.027824	56
13	8989	26.42931	25.739915	138.80655	325.68833	100.83594	56
14	8989	28.15658	25.072355	145.54152	352.02605	111.41301	56
15	8989	29.740155	24.541485	150.91988	370.77177	118.62564	56
16	8989	31.32373	24.08174	155.60082	387.89812	125.34082	56
17	8989	33.1458	23.643305	155.3883	405.25154	134.81889	56
18	8989	34.39804	23.3759	151.6755	416.34197	142.80628	56
19	8989	34.7014	23.319955	149.86274	417.83671	144.59091	56
20	8989	35.53834	23.186635	144.64898	411.99398	144.25153	56

21	8989	36.44413	23.047705	132.23307	405.04684	147.20233	56
22	8989	36.76719	23.00578	115.68	401.98204	154.4802	56
23	8989	36.994705	22.97743	104.00862	400.445	159.94839	56
24	8989	37.444705	22.927775	80.867343	402.20535	173.38458	56
25	8989	37.843725	22.884335	60.340255	341.03504	151.45469	56
26	8989	37.926945	22.876265	59.564838	235.62997	94.999591	56
27	8989	38.91717	22.802755	60.283451	156.47742	51.903448	56
28	8989	40.73863	22.712175	61.17559	161.08602	53.908745	56
29	8989	42.56009	22.703505	61.260047	163.6291	55.235343	56
30	8989	44.381545	22.77669	60.541404	164.08479	55.868982	56
31	8989	46.203	22.93218	59.015534	162.4128	55.790139	56
32	8989	48.02446	23.17093	56.675193	158.54946	54.968373	56
33	8989	49.84592	23.494445	53.502468	152.42207	53.374123	56
34	8989	51.66738	23.90482	49.477915	143.93682	50.967259	56
35	8989	53.488835	24.404805	44.574862	132.97514	47.698203	56
36	8989	55.31029	24.99792	38.75816	119.38296	43.502784	56
37	8989	57.13175	25.688585	31.984568	102.97555	38.304655	56
38	8989	58.95321	26.482315	24.20059	83.522928	32.008597	56
39	8989	60.774665	27.385965	15.338511	60.717872	24.485375	56
40	8989	62.59612	28.40811	5.314461	34.180231	15.575125	56
41	8989	63.50837	28.95096	-0.0094109842	19.812086	10.690022	56

Slices of Slip Surface: 8401

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	8401	6.9111845	39.9556	-1.1812491	-2.530915	-1.4179608	8
2	8401	7.8542915	38.602875	12.007445	19.60389	4.2559555	8
3	8401	9.50924	36.40721	34.451331	60.249498	14.453583	8
4	8401	11.433955	34.255785	57.945609	92.576023	18.685558	56

5	8401	12.654715	32.98721	71.718953	127.14509	29.906322	56
6	8401	13.618335	32.125765	79.286886	147.65321	36.888465	56
7	8401	15.375	30.656415	92.087283	182.45921	48.762046	56
8	8401	17.131665	29.357385	103.21773	213.58939	59.553318	56
9	8401	18.94548	28.1749	114.11094	245.1988	70.73117	56
10	8401	20.81644	27.101345	124.84063	277.50843	82.375075	56
11	8401	22.687395	26.164625	134.23316	306.8152	93.120213	56
12	8401	24.55835	25.353635	142.38879	333.32688	103.0246	56
13	8401	26.42931	24.659725	149.39962	357.20014	112.12307	56
14	8401	28.15658	24.11343	154.94594	381.14115	122.04832	56
15	8401	29.740155	23.695105	159.22355	397.58307	128.61182	56
16	8401	31.32373	23.349635	162.78281	412.33024	134.64849	56
17	8401	33.1458	23.045625	161.24942	426.93897	143.35831	56
18	8401	34.39804	22.87188	156.61912	436.16019	150.83217	56
19	8401	34.7014	22.83901	154.5798	437.19497	152.49087	56
20	8401	35.53834	22.770415	148.72598	429.85075	151.68669	56
21	8401	36.44413	22.701825	135.62203	421.37258	154.18263	56
22	8401	36.76719	22.685415	118.81977	418.0123	161.43553	56
23	8401	36.994705	22.6751	106.97268	416.26562	166.88542	56
24	8401	37.444705	22.66153	83.478388	417.69539	180.33371	56
25	8401	37.843725	22.650125	62.637032	354.97135	157.73504	56
26	8401	37.926945	22.6488	61.795912	247.26918	100.07594	56
27	8401	38.895245	22.656425	61.720409	164.47713	55.444516	56
28	8401	40.67285	22.716405	61.133105	165.4104	56.264976	56
29	8401	42.450455	22.861155	59.710861	164.15592	56.355494	56
30	8401	44.228065	23.09167	57.451613	160.66213	55.689374	56
31	8401	46.00567	23.40957	54.334722	154.84754	54.233772	56
32	8401	47.783275	23.817155	50.33795	146.60597	51.943404	56

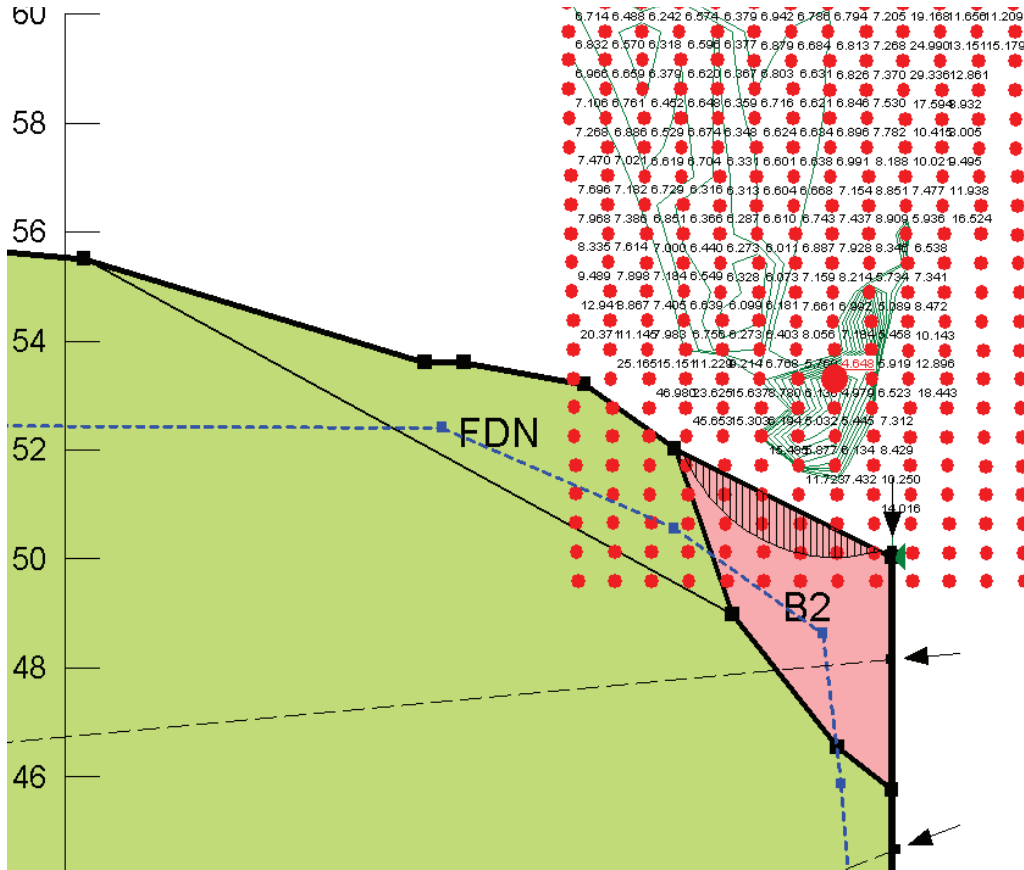
33	8401	49.56088	24.31749	45.43089	135.80935	48.765569	56
34	8401	51.338485	24.91454	39.575496	122.29292	44.631902	56
35	8401	53.11609	25.613335	32.722688	105.85243	39.458669	56
36	8401	54.893695	26.42021	24.809667	86.224741	33.137776	56
37	8401	56.671305	27.343175	15.757966	63.059431	25.522486	56
38	8401	58.44891	28.3924	5.4682854	35.910075	16.425499	56
39	8401	59.339925	28.951475	-0.014484931	21.139631	11.406326	56

3.3 GALLERIA FORZA D'AGRÒ – IMBOCCO LATO MESSINA – VERIFICA SCAVI (SEZIONE1)

3.3.1 Verifiche di stabilità degli scavi "Caratteristica"

CARATTERISTICA

FS = 4.648



Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 10 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °

FDN

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 70 kPa
Phi: 34 °
Phi-B: 0 °

Slip Surface Grid

Upper Left: (45.832887, 60.207342) m
Lower Left: (46.030701, 49.591346) m
Lower Right: (60.586484, 49.558377) m
Grid Horizontal Increment: 20
Grid Vertical Increment: 20
Left Projection Angle: 0 °
Right Projection Angle: 0 °

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (41.404061, 54.358104) m
Upper Right Coordinate: (60.594727, 54.358104) m
Lower Left Coordinate: (41.404061, 48.849545) m
Lower Right Coordinate: (60.704623, 49.041863) m
Number of Increments: 10
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °
UsePoints: 0

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (33.977015, 55.725593) m
Right Coordinate: (52.166534, 50.043969) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	21.28	52.52
	43.370108	52.410189
	47.915425	50.552939

	50.828062	48.629752
	51.168054	45.873564
	51.961097	36.190255
	83.561847	36.367456

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (52.171618, 50.140332) m

Inside Point: (52.171618, 30.140332) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 20 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1 m

Shear Capacity: 0 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 0 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Anchor

Outside Point: (52.14322, 48.143904) m

Inside Point: (30.027698, 46.209046) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 22.2 m

Reinforcement Direction: 5 °

Applied Load Option: Constant

F of S Dependent: No

Bond Length: 0 m

Bond Diameter: 0.31830989 m

Bond Safety Factor: 1

Bond Skin Friction: 1 kPa

Bond Resistance: 1 kN/m

Anchor Spacing: 1 m

Bar Capacity: 0 kN

Bar Safety Factor: 1

Bar Load: 0 kN

Load Distribution: Conc. in 1 slice

Shear Capacity: 0 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Option: Parallel to Slip

Shear Load: 0 kN

Applied Load: 0 kN

Anchor Load Used: 0 kN

Resisting Force Used: 0 kN/m

Available Bond Length: 0 m

Required Bond Length: 0 m

Governing Component: Bar

Reinforcement 3

Type: Anchor

Outside Point: (52.240386, 44.663361) m
Inside Point: (37.67515, 39.362048) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 15.5 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (52.107666, 41.634702) m
Inside Point: (39.233877, 36.949026) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 13.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (52.150711, 38.69026) m
Inside Point: (41.156307, 34.688625) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 11.7 m
Reinforcement Direction: 20 °

Applied Load Option: Constant
 F of S Dependent: No
 Bond Length: 0 m
 Bond Diameter: 0.31830989 m
 Bond Safety Factor: 1
 Bond Skin Friction: 1 kPa
 Bond Resistance: 1 kN/m
 Anchor Spacing: 1 m
 Bar Capacity: 0 kN
 Bar Safety Factor: 1
 Bar Load: 0 kN
 Load Distribution: Conc. in 1 slice
 Shear Capacity: 0 kN
 Shear Safety Factor: 1
 Shear Option: Parallel to Slip
 Shear Load: 0 kN
 Applied Load: 0 kN
 Anchor Load Used: 0 kN
 Resisting Force Used: 0 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bar

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	13,8,1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12	2836.5725
Region 2	FDN	9,7,14,15,16,17	17.90955
Region 3	B2	17,9,10,11,18	12.488736

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	21	0
Point 2	21	61.8
Point 3	23.38	61.3
Point 4	26.15	58.3
Point 5	28.9	57.03
Point 6	33.48	55.77
Point 7	36.39	55.51
Point 8	83.49	0
Point 9	49.06	48.97
Point 10	51.11	46.55
Point 11	52.17	45.77
Point 12	52.17	36.3

Point 13	83.49	36.3
Point 14	43.05	53.61
Point 15	43.8	53.6
Point 16	46.16	53.21
Point 17	47.92	52.03
Point 18	52.166534	50.043969

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	1703	4.648	(51.056, 53.295)	3.267	(48.0756, 51.9572)	(51.9395, 50.1501)

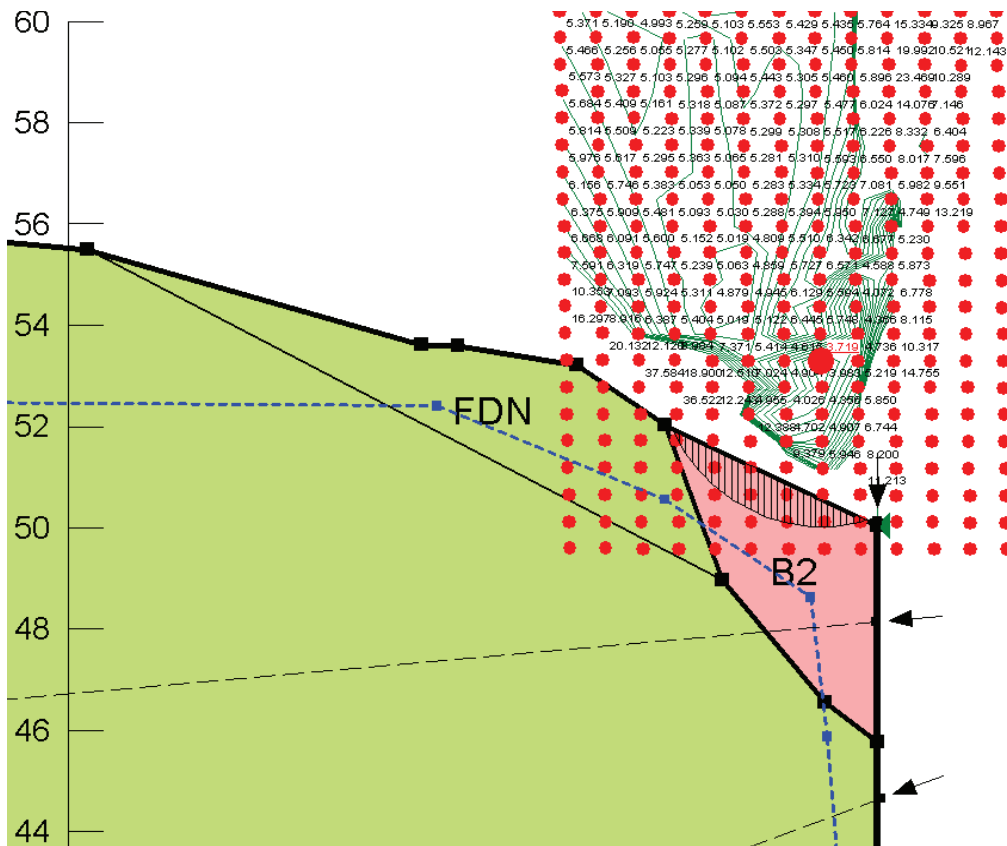
Slices of Slip Surface: 1703

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	1703	48.141145	51.82712	0	-1.7563942	-1.2298404	10
2	1703	48.272215	51.590045	0	1.599625	1.1200695	10
3	1703	48.403285	51.39175	0	4.3366009	3.0365206	10
4	1703	48.534355	51.220775	0	6.6127769	4.6303162	10
5	1703	48.665425	51.0707	0	8.5226328	5.9676117	10
6	1703	48.79649	50.93748	0	10.128776	7.0922453	10
7	1703	48.927555	50.81837	0	11.474492	8.0345255	10
8	1703	49.058625	50.7114	0	12.592629	8.8174539	10
9	1703	49.189695	50.61511	0	13.506745	9.4575244	10
10	1703	49.320765	50.528385	0	14.23635	9.9683995	10
11	1703	49.451835	50.450335	0	14.795192	10.359705	10
12	1703	49.582905	50.380265	0	15.196819	10.640927	10
13	1703	49.713975	50.317615	0	15.448833	10.81739	10
14	1703	49.845045	50.26192	0	15.561205	10.896073	10
15	1703	49.976115	50.2128	0	15.537997	10.879823	10
16	1703	50.107185	50.16995	0	15.385952	10.77336	10

17	1703	50.238255	50.13311	0	15.108527	10.579105	10
18	1703	50.36932	50.10207	0	14.709272	10.299543	10
19	1703	50.500385	50.076665	0	14.190177	9.9360691	10
20	1703	50.631455	50.05676	0	13.553178	9.4900373	10
21	1703	50.762525	50.04226	0	12.798496	8.9616034	10
22	1703	50.884725	50.033375	0	11.993465	8.3979148	10
23	1703	50.998055	50.029395	0	11.153213	7.809564	10
24	1703	51.111385	50.02935	0	10.224355	7.1591707	10
25	1703	51.23234	50.033785	0	9.1326967	6.3947831	10
26	1703	51.36092	50.04329	0	7.8617484	5.5048555	10
27	1703	51.489505	50.05793	0	6.47208	4.5317992	10
28	1703	51.61809	50.07777	0	4.960334	3.4732633	10
29	1703	51.74667	50.10291	0	3.3221846	2.3262187	10
30	1703	51.87525	50.133475	0	1.5524799	1.0870581	10

3.3.2 Verifiche di stabilità degli scavi A2+M2+R2 SLU

FS = 3.719



Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Right to Left

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 27.4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

PDTb

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 36 kPa
Phi: 34.8 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Grid

Upper Left: (8.3834, 31.4396) m
Lower Left: (8.3834, 17.4896) m
Lower Right: (25.500067, 17.4396) m
Grid Horizontal Increment: 15
Grid Vertical Increment: 15
Left Projection Angle: 0 °
Right Projection Angle: 0 °

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (15.330562, 10.639644) m
Upper Right Coordinate: (28.538895, 17.889644) m
Lower Left Coordinate: (16.441673, 9.6535327) m
Lower Right Coordinate: (29.47408, 14.739181) m
Number of Increments: 15
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °
UsePoints: 0

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 10.61) m
Right Coordinate: (39, 19.08) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)

	0	10.61
	14.7	10.61
	21.013493	10.734507
	27.934789	11.232193
	34.092196	11.695156
	38.918585	11.961359

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	PDTb	1,9,10,8	289.74664
Region 2	B2	9,2,3,11,4,5,6,7,10	270.60989

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0.0092425
Point 2	0	10.61
Point 3	14.7	10.61
Point 4	23.7	16.61
Point 5	25.7	16.61
Point 6	28.7	18.61
Point 7	39	19.08
Point 8	39	-0.0987822
Point 9	0	7.4152604
Point 10	39	7.3540017
Point 11	21.600278	15.210185

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)

1	1624	1.320	(14.089, 23.053)	12.382	(24.663, 16.61)	(14.8237, 10.6925)
---	------	-------	------------------	--------	-----------------	--------------------

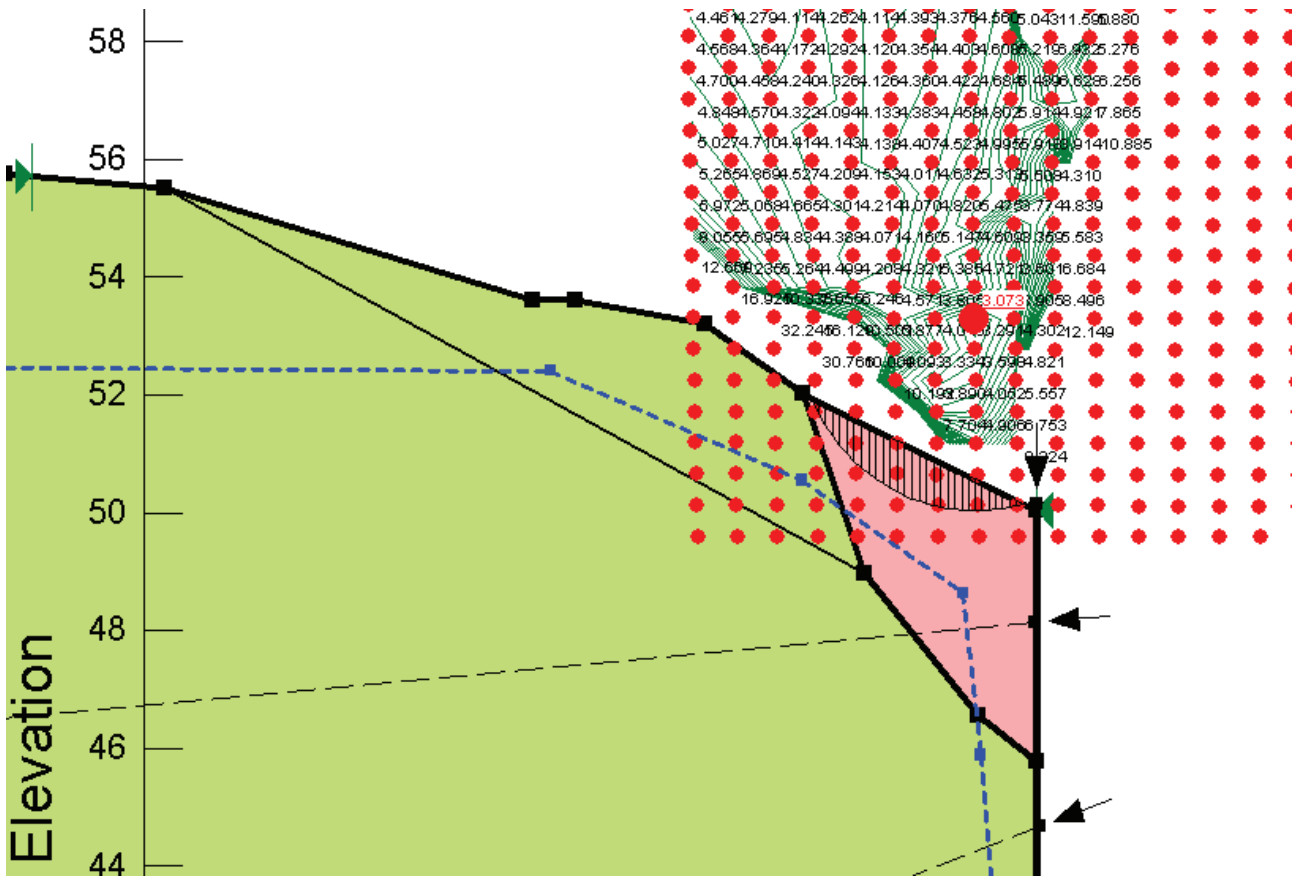
Slices of Slip Surface: 1624

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	1624	14.98658	10.7043	- 0.8694017 6	1.4797709	0.76704038	4
2	1624	15.31236	10.732315	- 1.0811562	4.6652066	2.4182134	4
3	1624	15.63814	10.769035	- 1.3782155	7.6367541	3.9585173	4
4	1624	15.96392	10.814535	- 1.7614242	10.398692	5.3901702	4
5	1624	16.2897	10.86891	-2.231683	12.953911	6.7146697	4
6	1624	16.61548	10.932285	- 2.7902117	15.305252	7.9334889	4
7	1624	16.94126	11.004805	- 3.4383374	17.45514	9.0478854	4
8	1624	17.26704	11.08663	-4.177735	19.404425	10.058299	4
9	1624	17.592815	11.17795	- 5.0105339	21.154704	10.965557	4
10	1624	17.91859	11.278995	-5.938486	22.706302	11.769829	4
11	1624	18.24437	11.390015	- 6.9642192	24.058869	12.470933	4
12	1624	18.57015	11.511295	- 8.0904769	25.211991	13.068655	4
13	1624	18.89593	11.643165	- 9.3207902	26.164406	13.56234	4
14	1624	19.22171	11.785995	- 10.658357	26.914613	13.95121	4
15	1624	19.54749	11.94021	- 12.108002	27.459904	14.233862	4

16	1624	19.87327	12.106295	-13.67352	27.796474	14.408324	4
17	1624	20.199045	12.284795	-15.36106	27.922647	14.473726	4
18	1624	20.52482	12.47634	- 17.176759	27.832517	14.427007	4
19	1624	20.8506	12.681655	- 19.127277	27.521207	14.265639	4
20	1624	21.16019	12.88992	-21.03474	27.019246	14.005447	4
21	1624	21.453585	13.100545	- 22.893238	26.343512	13.65518	4
22	1624	21.775255	13.347675	- 25.089049	25.364581	13.14775	4
23	1624	22.12521	13.635565	- 27.666432	24.032061	12.457037	4
24	1624	22.475165	13.94601	- 30.464817	22.395098	11.608516	4
25	1624	22.825115	14.28141	- 33.507946	20.43681	10.593436	4
26	1624	23.17507	14.644765	- 36.823052	18.135348	9.4004716	4
27	1624	23.525025	15.039905	- 40.451765	15.469887	8.0188277	4
28	1624	23.860495	15.45229	- 44.258976	11.276772	5.8453233	4
29	1624	24.181485	15.884585	- 48.273317	5.6743111	2.9412835	4
30	1624	24.502475	16.360275	- 52.711807	-0.12853124	-0.066624269	4

3.3.3 Verifiche di stabilità degli scavi A2+M+2R2 SLV

FS = 3.073



Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Settings

Apply Phreatic Correction: No

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Use Staged Rapid Drawdown: No

SlipSurface

Direction of movement: Left to Right

Allow Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Minimum Slice Width: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1

Materials

B2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 8 kPa
Phi: 29.26 °
Phi-B: 0 °

FDN

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 56 kPa
Phi: 28.35 °
Phi-B: 0 °

Slip Surface Grid

Upper Left: (45.832887, 60.207342) m
Lower Left: (46.030701, 49.591346) m
Lower Right: (60.586484, 49.558377) m
Grid Horizontal Increment: 20
Grid Vertical Increment: 20
Left Projection Angle: 0 °
Right Projection Angle: 0 °

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (41.404061, 54.358104) m
Upper Right Coordinate: (60.594727, 54.358104) m
Lower Left Coordinate: (41.404061, 48.849545) m
Lower Right Coordinate: (60.704623, 49.041863) m
Number of Increments: 10
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °
UsePoints: 0

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (33.977015, 55.725593) m
Right Coordinate: (52.166534, 50.043969) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	21.28	52.52
	43.370108	52.410189
	47.915425	50.552939
	50.828062	48.629752
	51.168054	45.873564

	51.961097	36.190255
	83.561847	36.367456

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0814
Vert Seismic Load: 0.0407
Ignore seismic load in strength: No

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile
Outside Point: (52.171618, 50.140332) m
Inside Point: (52.171618, 30.140332) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 20 m
Reinforcement Direction: 90 °
Applied Load Option: Variable
F of S Dependent: No
Pile Spacing: 1 m
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Load Used: 0 kN
Shear Option: Parallel to Slip
Resisting Force Used: 0 kN/m

Reinforcement 2

Type: Anchor
Outside Point: (52.14322, 48.143904) m
Inside Point: (30.027698, 46.209046) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 22.2 m
Reinforcement Direction: 5 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 3

Type: Anchor
Outside Point: (52.240386, 44.663361) m
Inside Point: (37.67515, 39.362048) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 15.5 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 4

Type: Anchor
Outside Point: (52.107666, 41.634702) m
Inside Point: (39.233877, 36.949026) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 13.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m
Bond Diameter: 0.31830989 m
Bond Safety Factor: 1
Bond Skin Friction: 1 kPa
Bond Resistance: 1 kN/m
Anchor Spacing: 1 m
Bar Capacity: 0 kN
Bar Safety Factor: 1
Bar Load: 0 kN
Load Distribution: Conc. in 1 slice
Shear Capacity: 0 kN
Shear Safety Factor: 1
Shear Option: Parallel to Slip
Shear Load: 0 kN
Applied Load: 0 kN
Anchor Load Used: 0 kN
Resisting Force Used: 0 kN/m
Available Bond Length: 0 m
Required Bond Length: 0 m
Governing Component: Bar

Reinforcement 5

Type: Anchor
Outside Point: (52.150711, 38.69026) m
Inside Point: (41.156307, 34.688625) m
Slip Surface Intersection: (0, 0) m
Total Length: 11.7 m
Reinforcement Direction: 20 °
Applied Load Option: Constant
F of S Dependent: No
Bond Length: 0 m

Bond Diameter: 0.31830989 m
 Bond Safety Factor: 1
 Bond Skin Friction: 1 kPa
 Bond Resistance: 1 kN/m
 Anchor Spacing: 1 m
 Bar Capacity: 0 kN
 Bar Safety Factor: 1
 Bar Load: 0 kN
 Load Distribution: Conc. in 1 slice
 Shear Capacity: 0 kN
 Shear Safety Factor: 1
 Shear Option: Parallel to Slip
 Shear Load: 0 kN
 Applied Load: 0 kN
 Anchor Load Used: 0 kN
 Resisting Force Used: 0 kN/m
 Available Bond Length: 0 m
 Required Bond Length: 0 m
 Governing Component: Bar

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	FDN	13,8,1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12	2836.5725
Region 2	FDN	9,7,14,15,16,17	17.90955
Region 3	B2	17,9,10,11,18	12.488736

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	21	0
Point 2	21	61.8
Point 3	23.38	61.3
Point 4	26.15	58.3
Point 5	28.9	57.03
Point 6	33.48	55.77
Point 7	36.39	55.51
Point 8	83.49	0
Point 9	49.06	48.97
Point 10	51.11	46.55
Point 11	52.17	45.77
Point 12	52.17	36.3
Point 13	83.49	36.3

Point 14	43.05	53.61
Point 15	43.8	53.6
Point 16	46.16	53.21
Point 17	47.92	52.03
Point 18	52.166534	50.043969

Critical Slip Surfaces

	Number	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	1703	3.073	(51.056, 53.295)	3.267	(48.0756, 51.9572)	(51.9395, 50.1501)

Slices of Slip Surface: 1703

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	1703	48.141145	51.82712	0	-2.2746767	-1.2744017	8
2	1703	48.272215	51.590045	0	1.139976	0.6386786	8
3	1703	48.403285	51.39175	0	3.9492876	2.2126129	8
4	1703	48.534355	51.220775	0	6.3025454	3.5310402	8
5	1703	48.665425	51.0707	0	8.2897768	4.6443989	8
6	1703	48.79649	50.93748	0	9.9712283	5.5864425	8
7	1703	48.927555	50.81837	0	11.390005	6.3813212	8
8	1703	49.058625	50.7114	0	12.576934	7.0463056	8
9	1703	49.189695	50.61511	0	13.556208	7.5949498	8
10	1703	49.320765	50.528385	0	14.346233	8.0375661	8
11	1703	49.451835	50.450335	0	14.962005	8.3825562	8
12	1703	49.582905	50.380265	0	15.414724	8.6361947	8
13	1703	49.713975	50.317615	0	15.713849	8.8037816	8
14	1703	49.845045	50.26192	0	15.868022	8.8901578	8
15	1703	49.976115	50.2128	0	15.882182	8.8980911	8
16	1703	50.107185	50.16995	0	15.761931	8.8307198	8
17	1703	50.238255	50.13311	0	15.511097	8.690188	8

18	1703	50.36932	50.10207	0	15.132201	8.4779093	8
19	1703	50.500385	50.076665	0	14.628498	8.195707	8
20	1703	50.631455	50.05676	0	14.001017	7.8441565	8
21	1703	50.762525	50.04226	0	13.249859	7.4233157	8
22	1703	50.884725	50.033375	0	12.441976	6.970694	8
23	1703	50.998055	50.029395	0	11.594331	6.4957957	8
24	1703	51.111385	50.02935	0	10.652245	5.9679863	8
25	1703	51.23234	50.033785	0	9.5404064	5.3450718	8
26	1703	51.36092	50.04329	0	8.241169	4.617166	8
27	1703	51.489505	50.05793	0	6.8147971	3.8180324	8
28	1703	51.61809	50.07777	0	5.2575128	2.9455541	8
29	1703	51.74667	50.10291	0	3.5641367	1.9968297	8
30	1703	51.87525	50.133475	0	1.7286499	0.96848684	8

GALLERIA FORZA D'AGRO' - RELAZIONE
GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE OPERE DI
IMBOCCO LATO MESSINA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	ALLEGATO
RS2S	02	D 07 RB	GA 09 000	B	2

ALLEGATO 2

TITOLO	Analisi e verifica della galleria artificiale
TIPO DI DOCUMENTO:	Documento - Formato A4
CODIFICA:	-
PAGINE:	109
DATA:	Settembre 2017
SORGENTE:	U.O. Gallerie Italferr S.p.A.
NOTE:	-

1 GALLERIA FORZA D'AGRÒ – LATO MESSINA

SEZIONE POLICENTRICA MASSIMA COPERTURA – PK 22+751.00

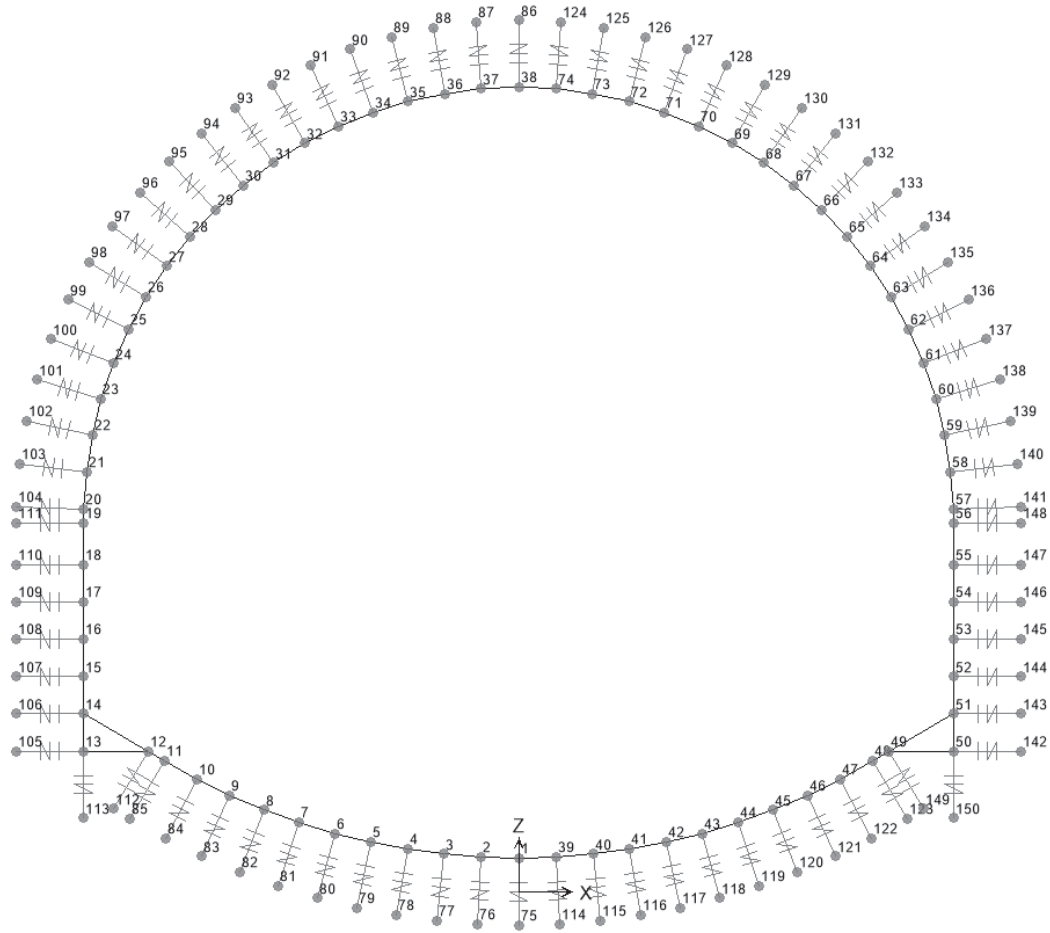


Figura 1 - Modello agli elementi finiti (numerazione nodi).

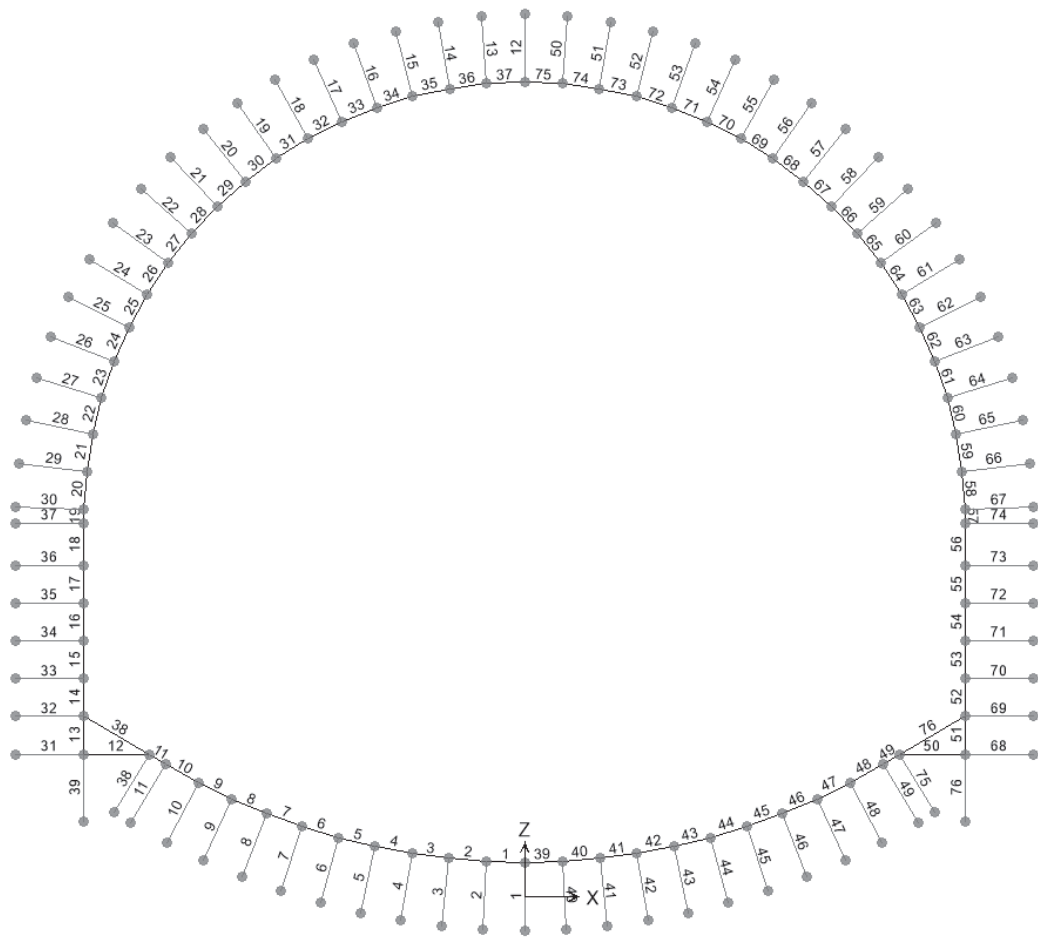


Figura 2 - Modello agli elementi finiti (numerazione FRAME e LINK)

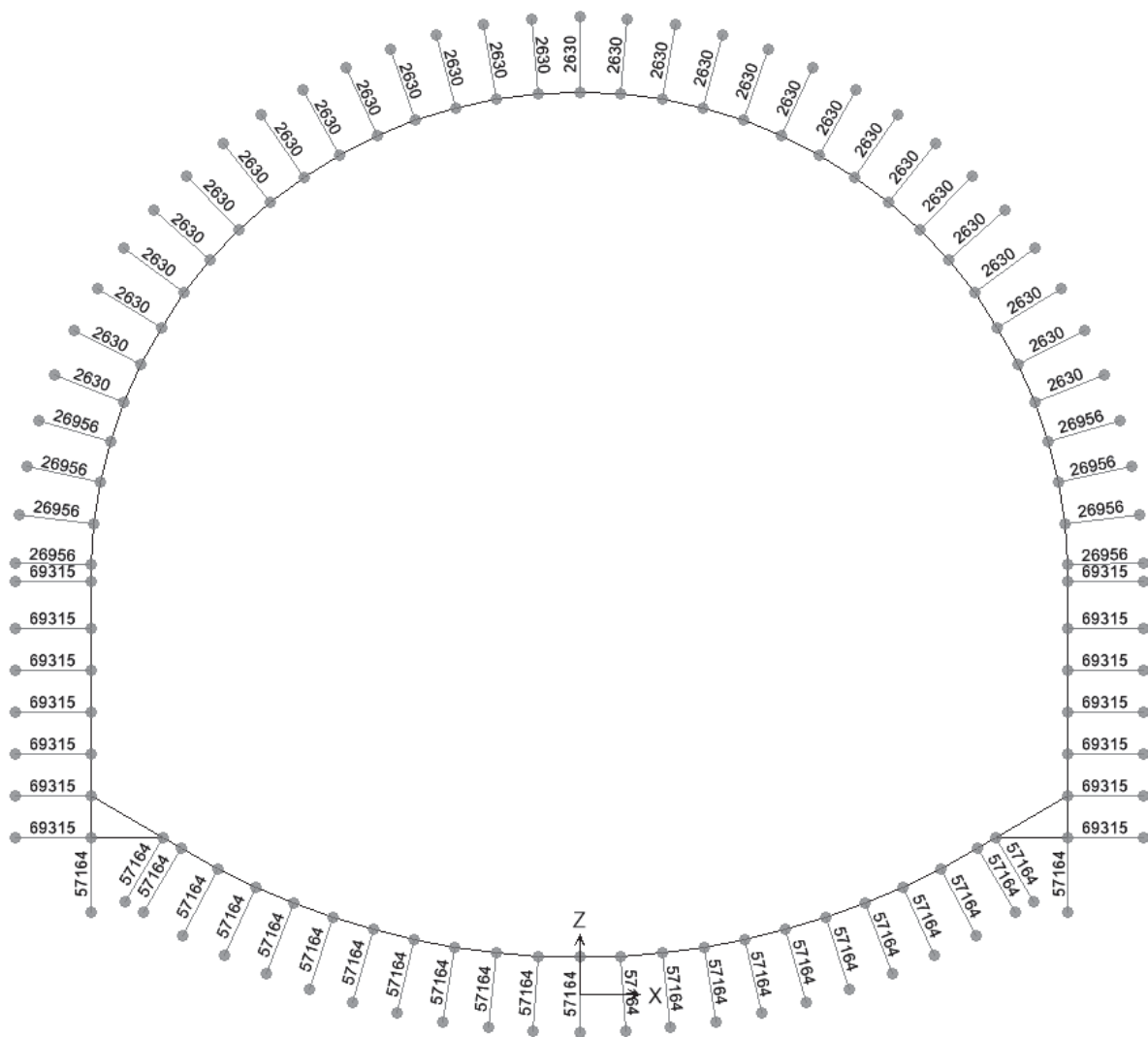


Figura 3 - Link che schematizzano il terreno

2 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE AGLI SLU/SLV/SLE

SOLLECITAZIONI

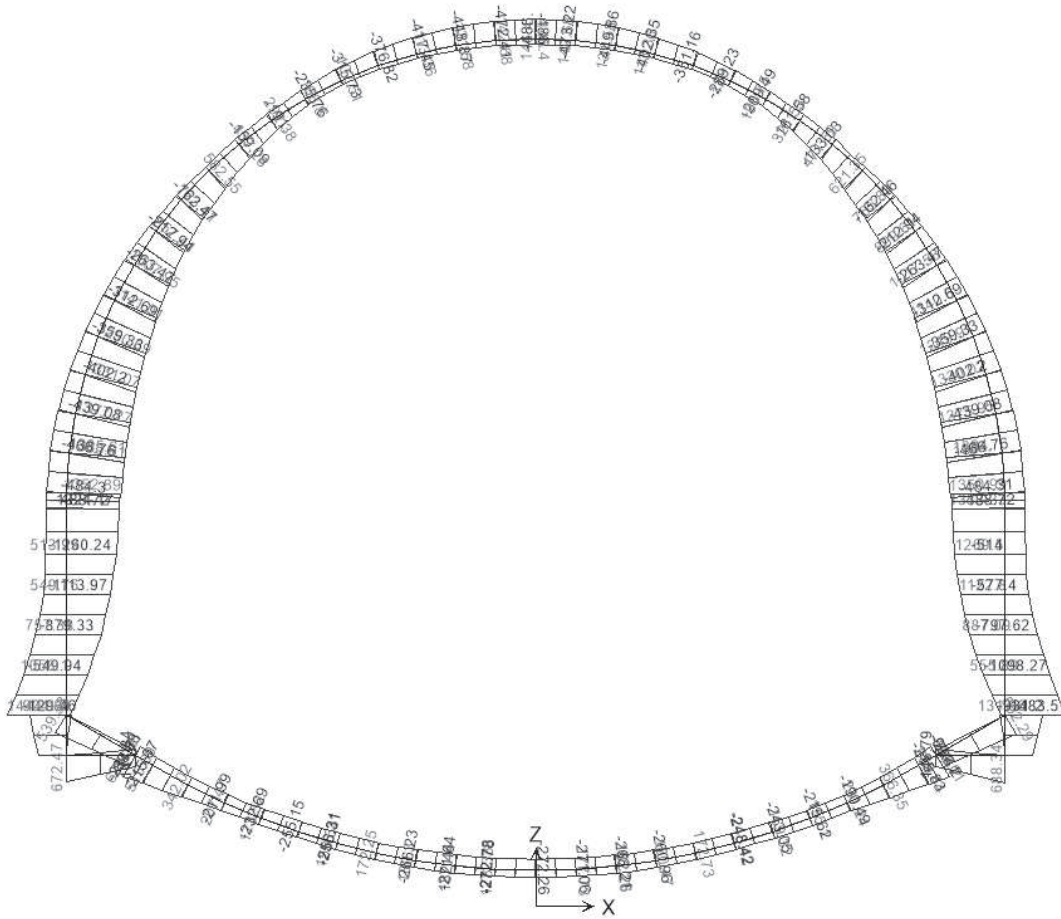


Figura 4 - Momento flettente: SLU-inv

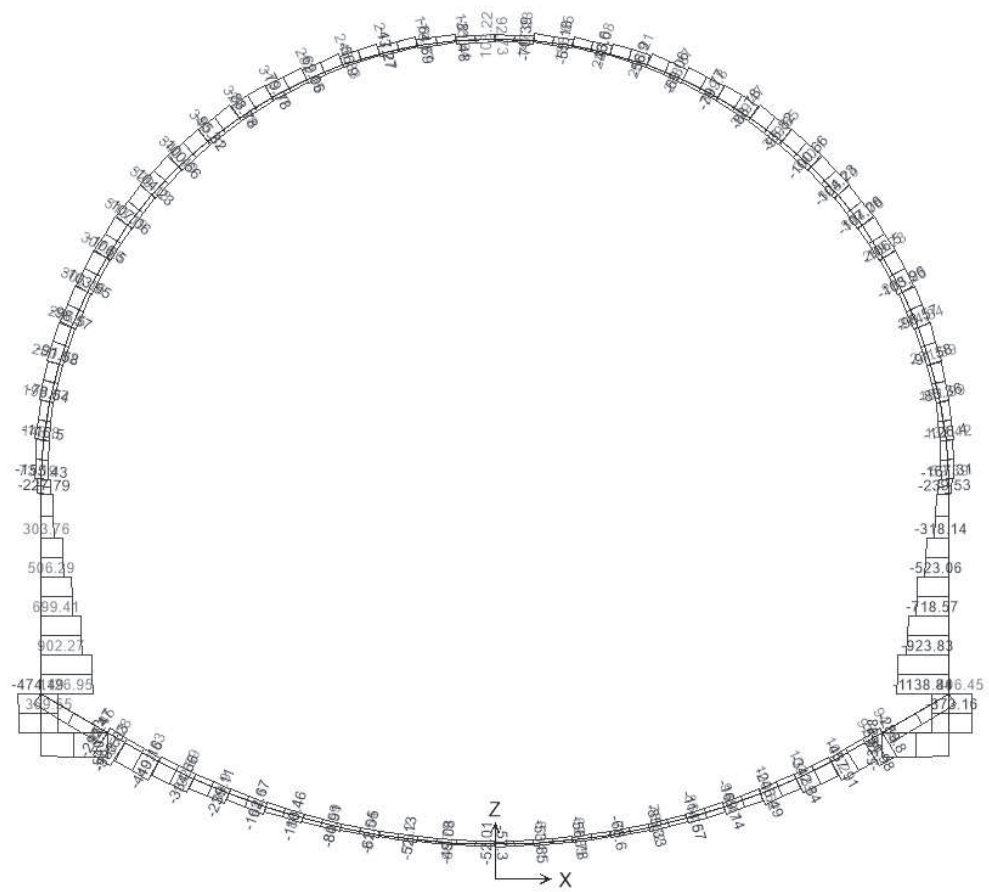


Figura 6 - Taglio: SLU-inv

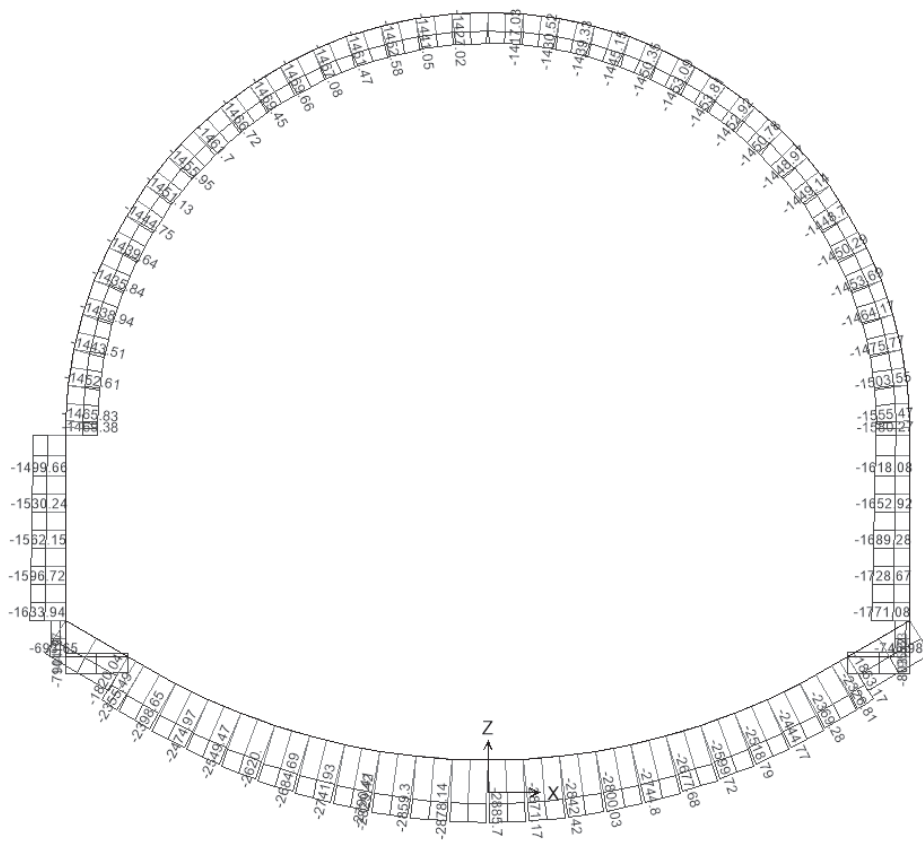


Figura 8 - Sforzo normale: SLV-inv

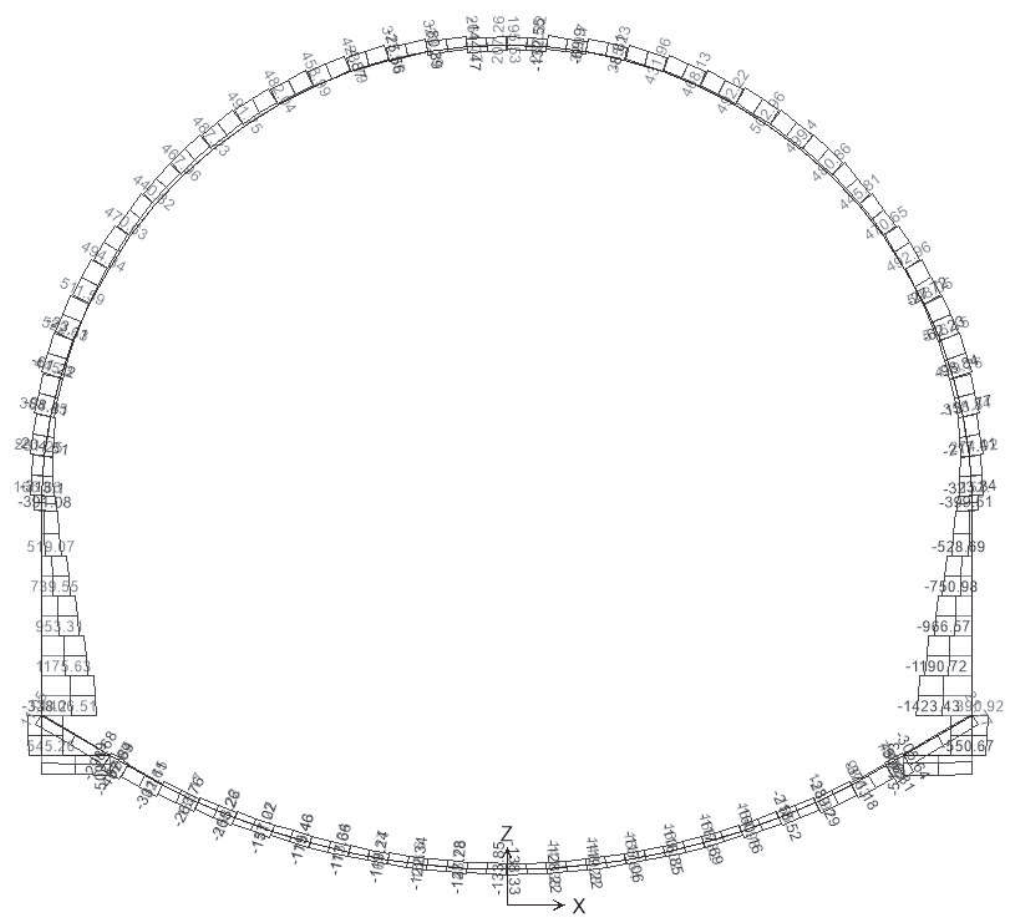
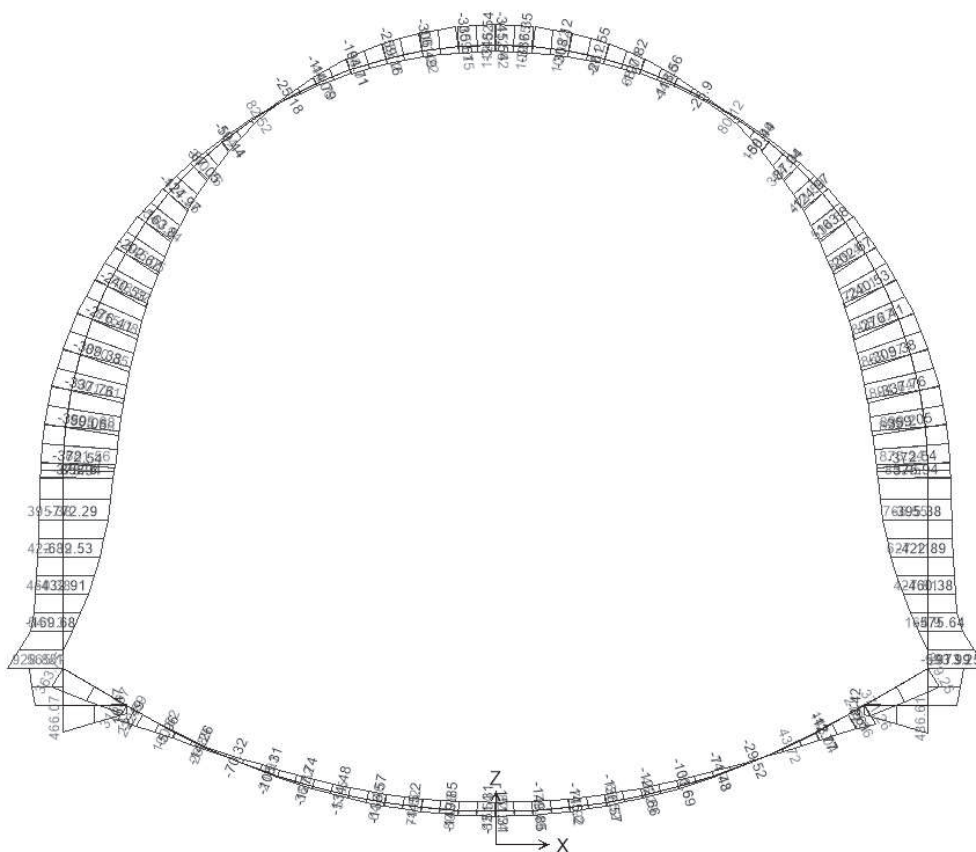


Figura 9 - Taglio: SLV-inv



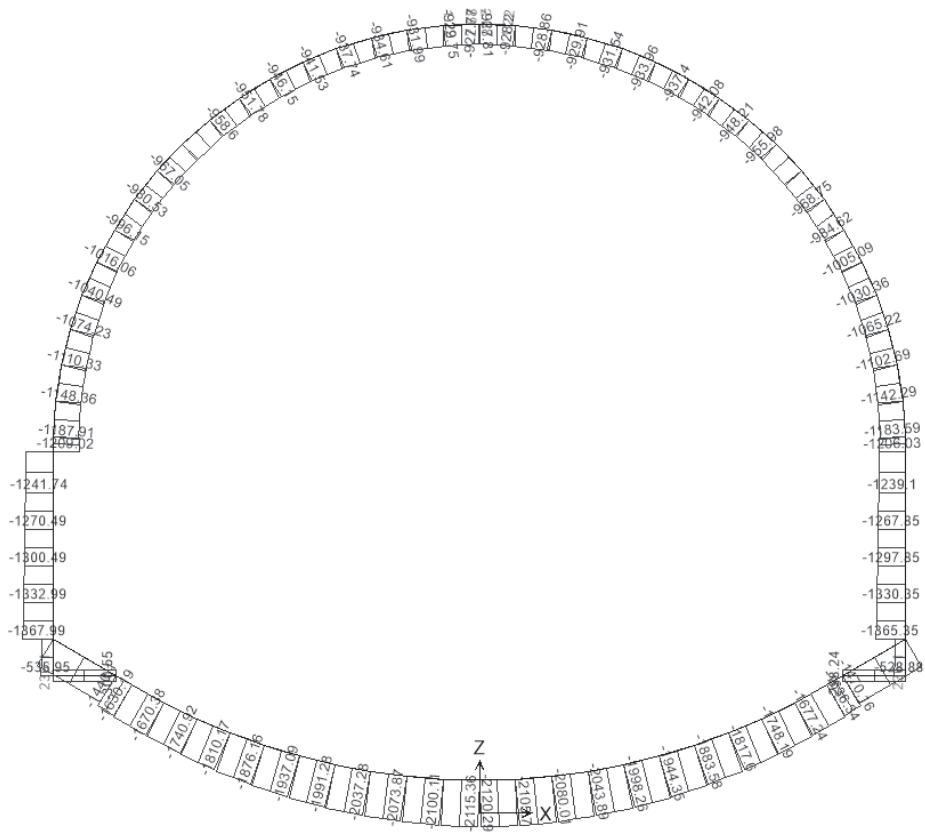


Figura 11 - Sforzo normale: SLE-rara

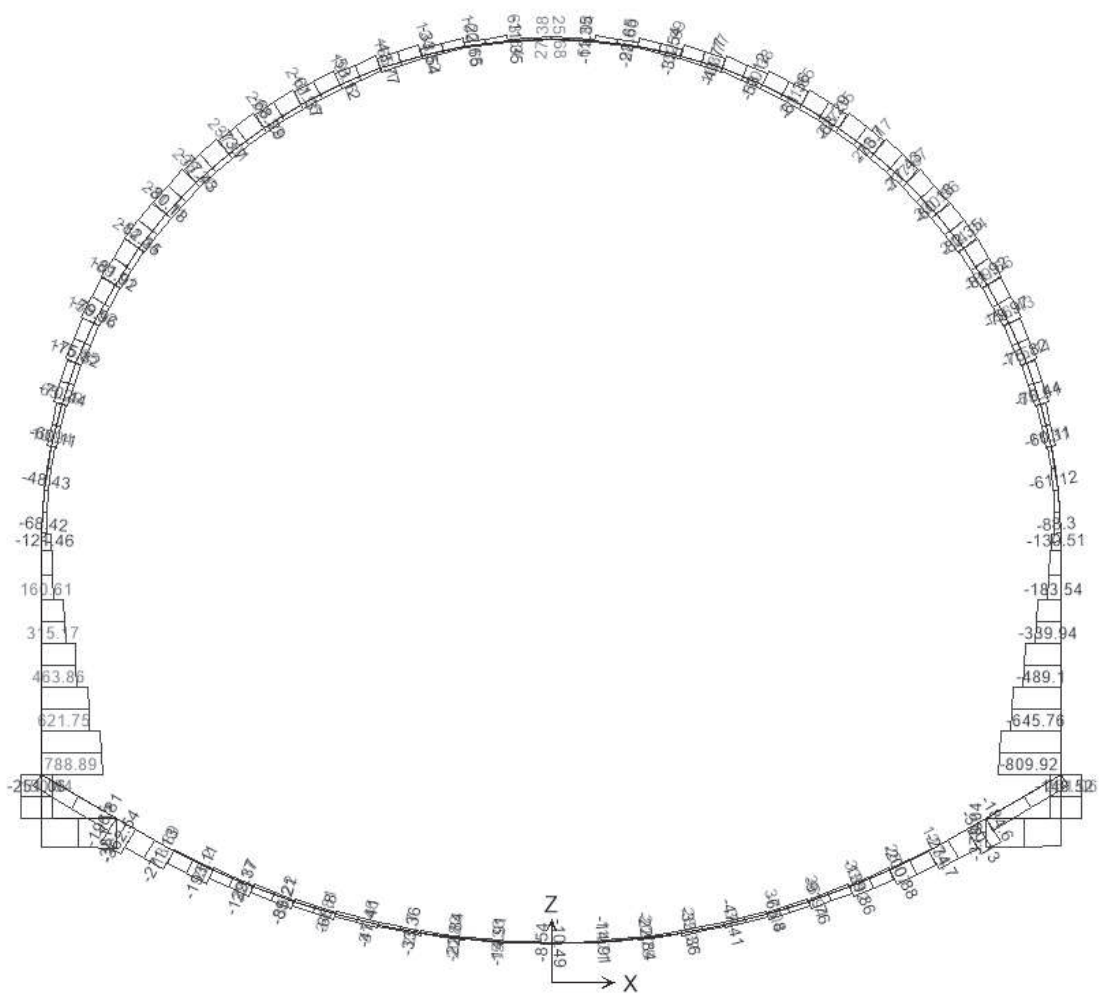


Figura 12 - Taglio: SLE-rara

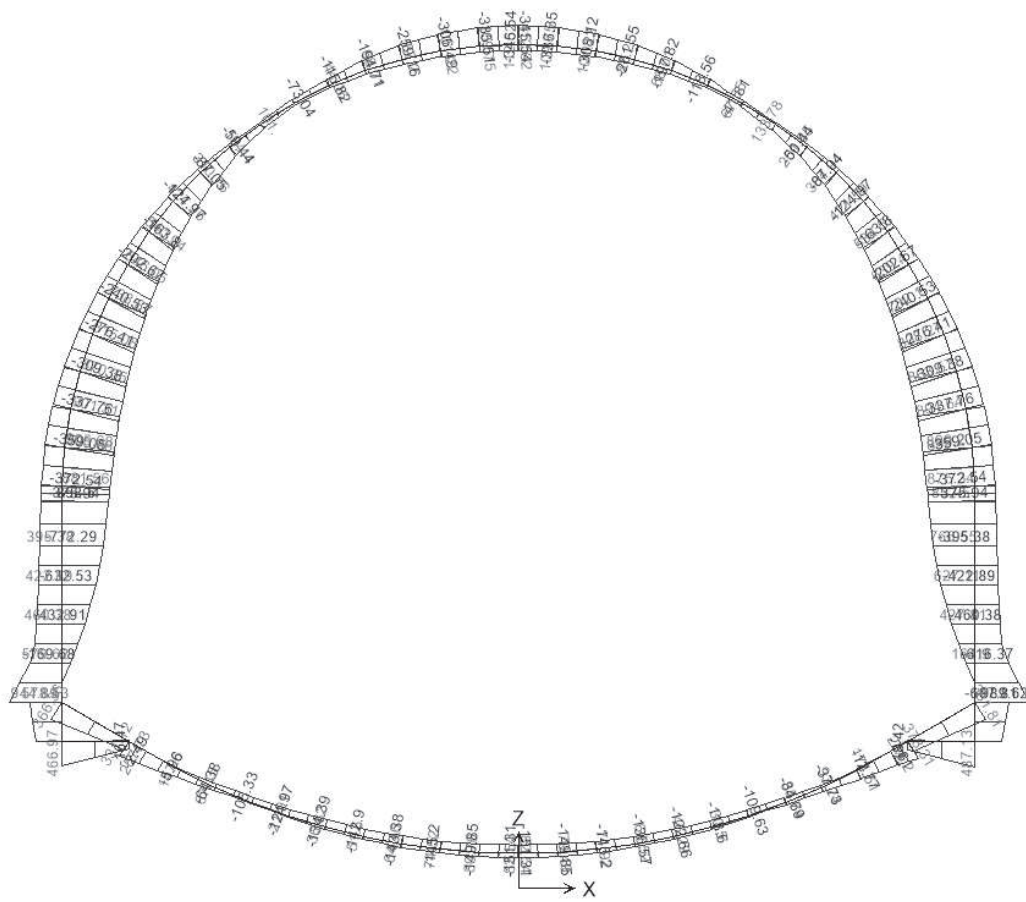


Figura 13 - Momento flettente: SLE-freq-inv

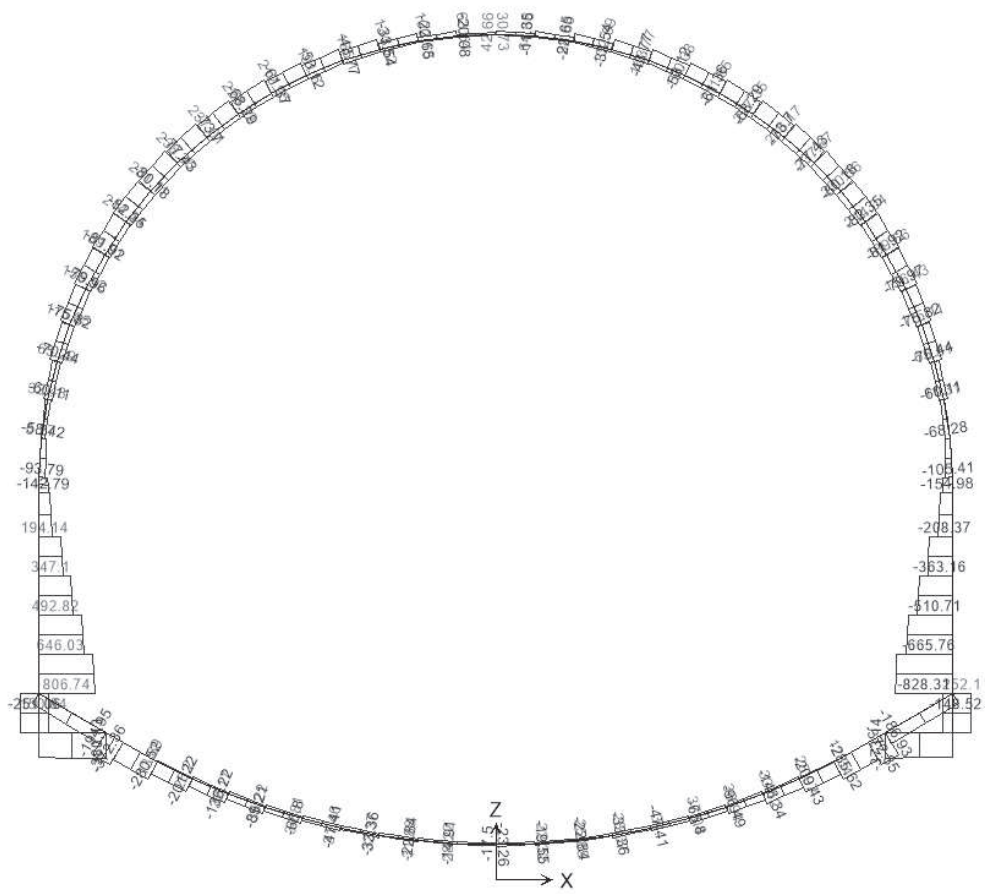


Figura 15 - Taglio: SLE-freq-inv

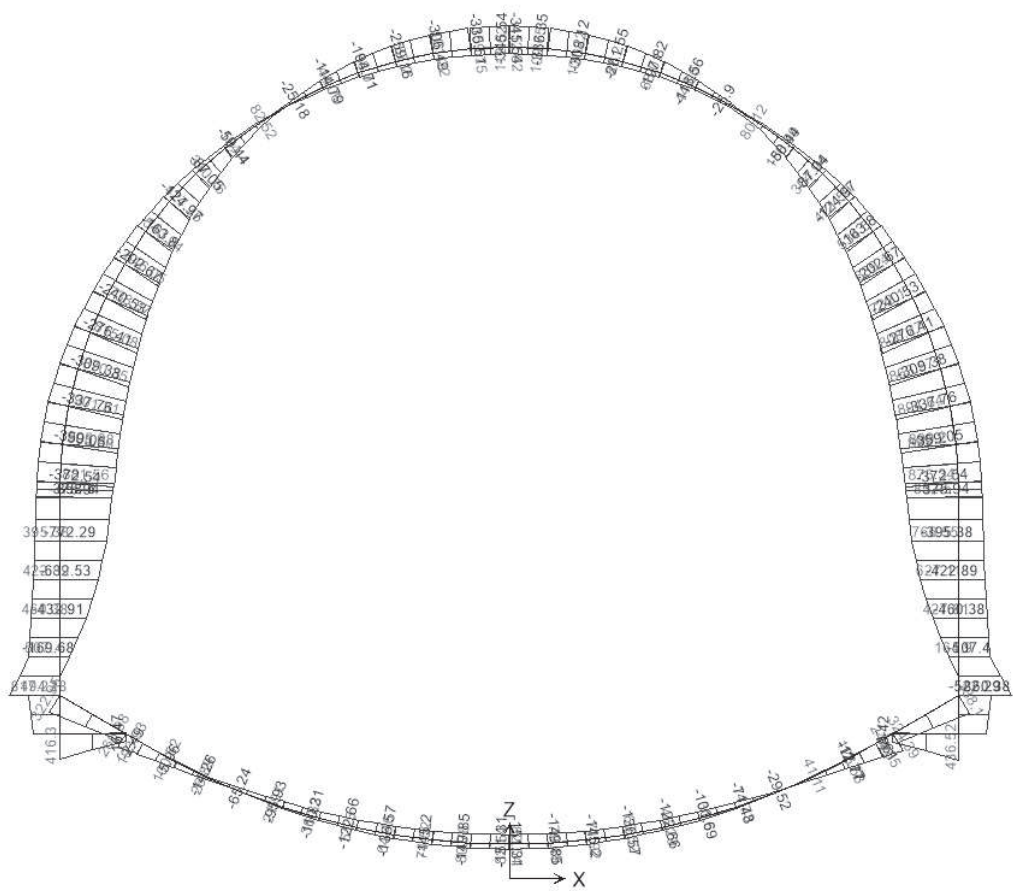


Figura 16 - Momento flettente: SLE-qp

3 VERIFICHE

Considerando la spiccata asimmetria che caratterizza le sollecitazioni agenti sul manufatto, le verifiche vengono condotte su tutti gli elementi che schematizzano la sezione, suddividendoli in elementi di calotta (sez. 1 e sez. 2), piedritti (sez.3) e fondazione (sez.4). Di seguito si riportano indicativamente le sezioni maggiormente sollecitate.

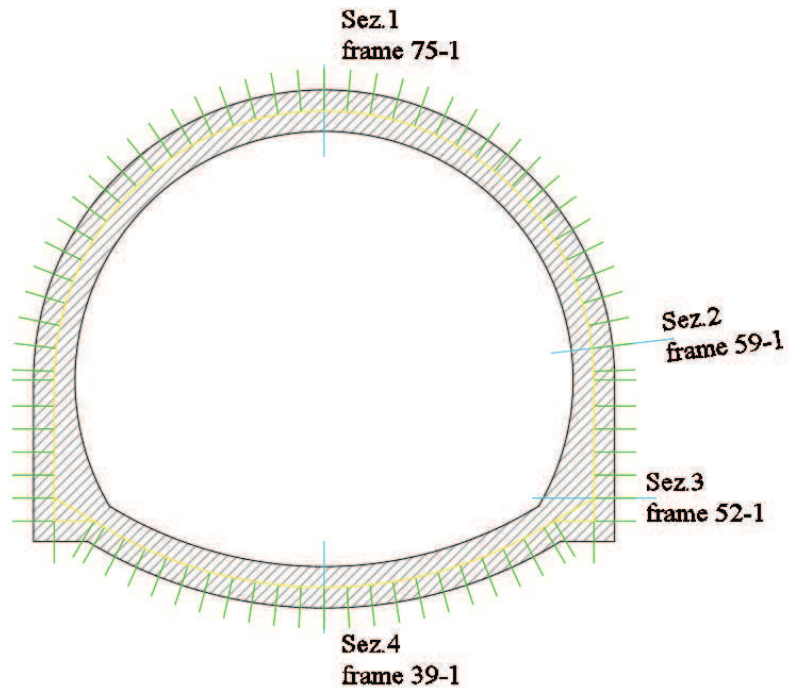


Figura 19 - Sezioni di interesse per le verifiche

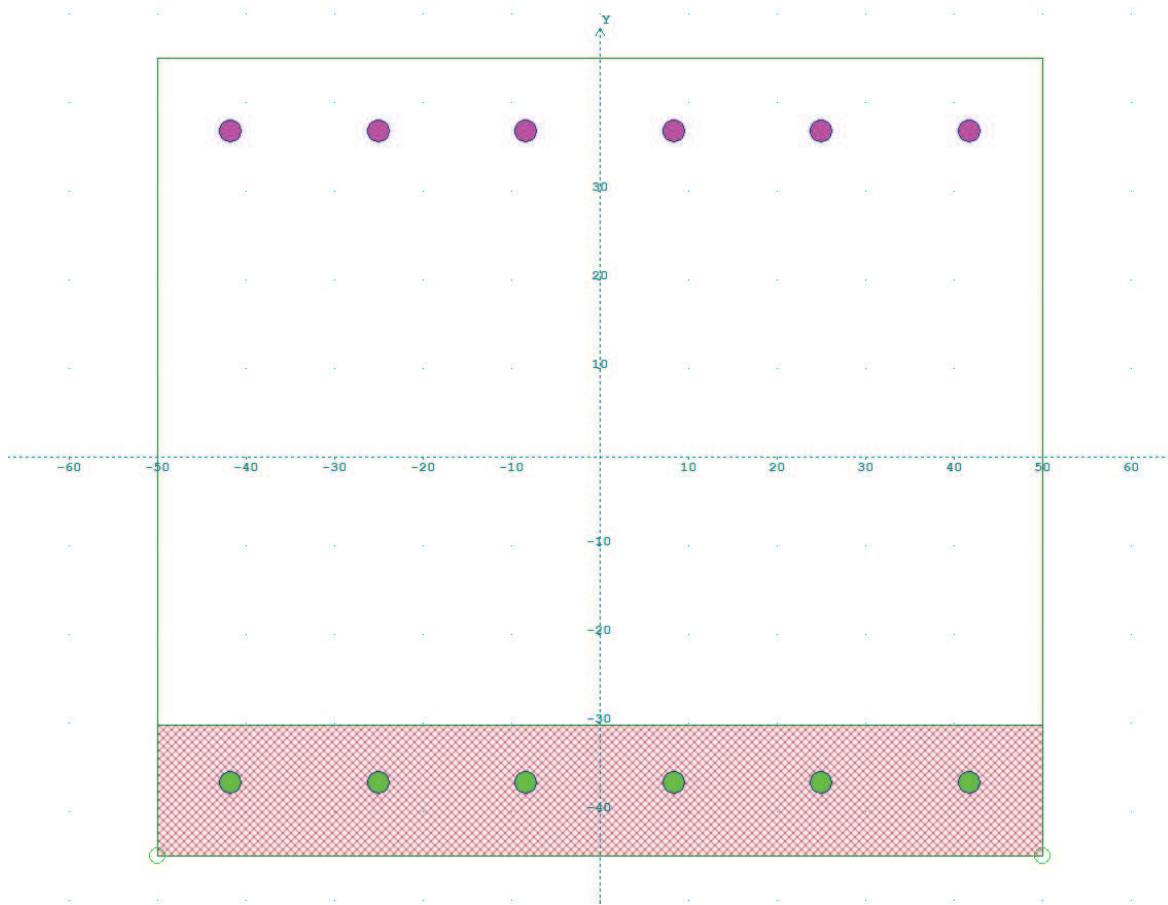
Si riportano nel seguito i tabulati delle sollecitazioni relativi a tutti gli elementi della sezione;

Nel seguito verranno dunque presentate prima le verifiche SLU/SLV a pressoflessione e le verifiche SLE tensionali e a fessurazione; al termine vengono riassunte una di seguito all'altra le verifiche a taglio.

3.1 VERIFICA SEZ.1 – Calotta

La sezione si riferisce alla calotta, dove lo spessore dell'elemento è 90cm. La sezione è stata armata con $6\phi 26/100\text{cm}$ su entrambi i lati del rivestimento; si è considerato un copriferro pari a $70\text{ mm} + 13\text{ mm}$ dello spessore dell'armatura secondaria, per un totale di 83 mm per favorire il posizionamento di ferri di ripartizione $\Phi 16/20$ in senso longitudinale alla galleria. L'armatura a taglio viene verificata in seguito.

Si propone il tabulato di verifica. Si fa riferimento alle 23 combinazioni di Stato Limite Ultimo (7SLU+16SLV) e alle 5 combinazioni di Stato Limite di esercizio (1SLE-C+3SLE-F+1SLE-QP).



MATERIALI:

Calcestruzzo: C25/30; $R_{ck}=30.00$; $E_c=31447.16$; N/mm^2 ; $\gamma_c: 1.50$
 $f_{ck}=24.90$; $f_{cd}=14.11$; $f_{ctk}=1.79$; $f_{ctd}=1.19$; $f_{ctm}=2.56$; $f_{ctf}=3.07$; (in N/mm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=14.11\text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre: B450C; $\gamma_s: 1.15$

$f_{yk}=450.00$; $f_{yd}=391.30$; $f_{bd}=2.69$; $E_s=206000.00$; (in N/mm^2);

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0675$; $k=1.15$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=430.00$, $f_{yds}=373.91$ (in N/mm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes) $\cdot 100=20.00\%$

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm): $B = 100.00\text{ cm}$; Altezza (cm): $H = 90.00\text{ cm}$

Rotazione: $\text{rot} = 0.00\text{ gradi}$

Area totale acciaio : $A_{st} = 63.71\text{ cm}^2$

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 9000.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$

Momenti d'inerzia: $J_x = 6075000.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 7500000.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 7500000.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 6075000.00 \text{ cm}^4$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -1.57 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (KN, KNm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	-2.86	142.68	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.02	0.00	0.00	0.00	-14.75	0.00
3	-2.86	142.68	0.00	0.00	16.61	0.00
4	756.47	-437.25	0.00	0.00	-14.75	0.00
5	756.47	-182.94	0.00	0.00	17.96	0.00
6	1085.51	-437.25	0.00	0.00	16.12	0.00
7	1085.51	-154.31	0.00	0.00	16.12	0.00
8	1224.12	-182.94	0.00	0.00	6.69	0.00
9	-2.86	142.68	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.02	0.00	0.00	0.00	-14.76	0.00
11	-2.86	142.68	0.00	0.00	8.89	0.00
12	570.35	-293.26	0.00	0.00	-14.76	0.00
13	570.35	-2.20	0.00	0.00	8.89	0.00
14	842.62	-293.26	0.00	0.00	0.46	0.00
15	842.62	95.73	0.00	0.00	0.46	0.00
16	878.15	-2.20	0.00	0.00	-13.66	0.00
17	-2.20	109.75	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.01	0.00	0.00	0.00	-11.35	0.00
19	-2.20	109.75	0.00	0.00	20.10	0.00
20	769.73	-473.14	0.00	0.00	-11.35	0.00
21	769.73	-325.75	0.00	0.00	26.63	0.00
22	1081.68	-473.14	0.00	0.00	20.10	0.00
23	1081.68	-325.75	0.00	0.00	32.19	0.00
24	1200.97	-410.13	0.00	0.00	26.63	0.00
25	-2.86	142.68	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.02	0.00	0.00	0.00	-14.75	0.00
27	-2.86	142.68	0.00	0.00	-14.48	0.00
28	732.77	-439.12	0.00	0.00	-18.34	0.00
29	732.77	-186.18	0.00	0.00	-15.56	0.00
30	1041.02	-439.12	0.00	0.00	-36.55	0.00
31	1041.02	-159.31	0.00	0.00	-36.55	0.00
32	1157.26	-186.18	0.00	0.00	-70.39	0.00
33	-2.20	109.75	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.01	0.00	0.00	0.00	-11.35	0.00
35	-2.20	109.75	0.00	0.00	-8.86	0.00
36	746.71	-473.22	0.00	0.00	-14.10	0.00
37	746.71	-330.16	0.00	0.00	-8.86	0.00
38	1036.79	-473.22	0.00	0.00	-29.49	0.00
39	1036.79	-330.16	0.00	0.00	-29.49	0.00
40	1134.27	-415.67	0.00	0.00	-48.86	0.00
41	-2.86	142.68	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.02	0.00	0.00	0.00	-14.75	0.00
43	-2.86	142.68	0.00	0.00	48.71	0.00
44	728.53	-405.79	0.00	0.00	-14.75	0.00
45	728.53	-153.66	0.00	0.00	54.56	0.00
46	1051.48	-405.79	0.00	0.00	48.71	0.00
47	1051.48	-103.23	0.00	0.00	68.07	0.00
48	1165.35	-153.66	0.00	0.00	54.56	0.00
49	-2.20	109.75	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.01	0.00	0.00	0.00	-11.35	0.00
51	-2.20	109.75	0.00	0.00	48.35	0.00
52	742.78	-443.47	0.00	0.00	-11.35	0.00
53	742.78	-295.70	0.00	0.00	65.39	0.00
54	1047.13	-443.47	0.00	0.00	48.35	0.00

55	1047.13	-295.70	0.00	0.00	91.91	0.00
56	1142.92	-357.88	0.00	0.00	65.39	0.00
57	835.01	-136.88	0.00	0.00	12.40	0.00
58	853.48	-140.72	0.00	0.00	11.14	0.00
59	853.48	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
60	1417.03	-668.71	0.00	0.00	-127.03	0.00
61	853.48	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
62	1411.00	-598.93	0.00	0.00	-132.55	0.00
63	853.48	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
64	1013.74	-415.76	0.00	0.00	-44.30	0.00
65	853.48	-134.05	0.00	0.00	11.14	0.00
66	1002.77	-153.21	0.00	0.00	-44.91	0.00
67	853.48	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
68	1236.31	-491.58	0.00	0.00	-66.85	0.00
69	853.48	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
70	1242.32	-449.82	0.00	0.00	-64.65	0.00
71	853.48	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
72	947.46	-305.84	0.00	0.00	-27.52	0.00
73	853.48	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
74	970.37	-159.99	0.00	0.00	-14.62	0.00
75	853.48	-136.88	0.00	0.00	187.26	0.00
76	1401.92	-519.13	0.00	0.00	11.14	0.00
77	853.48	-136.88	0.00	0.00	192.96	0.00
78	1398.33	-446.78	0.00	0.00	11.14	0.00
79	853.48	-136.88	0.00	0.00	71.46	0.00
80	1009.79	-360.26	0.00	0.00	11.14	0.00
81	853.48	-110.71	0.00	0.00	73.14	0.00
82	1010.91	-136.88	0.00	0.00	11.14	0.00
83	853.48	-136.88	0.00	0.00	110.63	0.00
84	1244.99	-409.95	0.00	0.00	11.14	0.00
85	853.48	-136.88	0.00	0.00	114.96	0.00
86	1254.81	-371.44	0.00	0.00	11.14	0.00
87	853.48	-136.88	0.00	0.00	42.02	0.00
88	949.03	-272.50	0.00	0.00	11.14	0.00
89	853.48	-136.78	0.00	0.00	50.05	0.00
90	986.47	-144.17	0.00	0.00	11.14	0.00

Combinazioni rare:			
comb	N	Mx	My
1	835.01	-121.64	0.00
2	927.42	-140.72	0.00

Combinazioni frequenti:			
comb	N	Mx	My
1	835.01	-81.07	0.00
2	845.81	-140.72	0.00
3	835.01	-140.72	0.00
4	874.27	-180.62	0.00
5	835.01	-140.72	0.00
6	880.98	-168.71	0.00

Combinazioni quasi permanenti:			
comb	N	Mx	My
1	-2.20	109.75	0.00
2	0.01	0.00	0.00
3	-2.20	109.75	0.00
4	581.90	-336.35	0.00
5	581.90	-140.72	0.00
6	835.01	-336.35	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 60):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-60361.253550$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha= -180.000000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\varepsilon_c = 3.50000 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\varepsilon_f = -15.79569 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\varepsilon_f = 1.53973 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):
 NS=1417030.00; MxiS=-0.00; MyiS=668710.00; TxiS=127030.00; TyiS=-0.00
 Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):
 NR=1417032.88; MxiR= -0.00; MyiR= 1500055.90

Mxi0=-0.00, Myi0=-0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 MR= $((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=1500055.90$; MS= $((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=668710.00$
 Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 2.2432 > 1
 VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.1814)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\varepsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6667$

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA
 Comb. n.ro: 60; NS=1417030.00 < Nrd=12652258.66 N VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE MASSIMA DI TRAZIONE
 Comb. n.ro: 1; NS=-2860.00 > Nrt=-2829621.58 N VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE S.L.E.: TENSIONI (fck = 24.90 N/mm²)
 Comb. rara n.ro 2: Tens. cls= 1.79 < 0.60•fck = 14.94 N/mm²
 Comb. rara n.ro 2: Tens. acciaio= 3.45 > -0.80•fyk = -360.00 N/mm²
 Comb. q. per. n.ro 4: Tens. cls= 3.53 < 0.45•fck = 11.20 N/mm²
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICHE S.L.E.: FESSURAZIONE
 Comb. freq. n.ro 4: Tens. min. cls= -0.23 N/mm²; $\sigma_t=fctm/1.2=-2.13$ N/mm², fcfk=-2.15 N/mm²
 wk=1.7•srm• $\varepsilon_{sm}=0.0000$ mm < w3=0.4 mm VERIFICA POSITIVA

Comb. q. per. n.ro 4: Tens. min. cls= -1.47 N/mm²; $\sigma_t=fctm/1.2=-2.13$ N/mm², fcfk=-2.15 N/mm²
 wk=1.7•srm• $\varepsilon_{sm}=0.0000$ mm < w2=0.3 mm VERIFICA POSITIVA

Armatura staffe adottata: As=15.00 cm²/m -> 1Ø8 a 2 bracci ogni 6.70 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\varepsilon_c \times 1000$
1	-50.00	-45.00	3.50
2	-50.00	45.00	-17.76
3	50.00	45.00	-17.76
4	50.00	-45.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\varepsilon_f \times 1000$
1	41.70	36.70	26.00	-15.80
2	41.70	-36.70	26.00	1.54
3	-41.70	-36.70	26.00	1.54
4	-41.70	36.70	26.00	-15.80
5	-25.02	36.70	26.00	-15.80
6	-8.34	36.70	26.00	-15.80
7	8.34	36.70	26.00	-15.80
8	25.02	36.70	26.00	-15.80
9	-25.02	-36.70	26.00	1.54
10	-8.34	-36.70	26.00	1.54
11	8.34	-36.70	26.00	1.54

12	25.02	-36.70	26.00	1.54
----	-------	--------	-------	------

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-50.00	-30.18
2	50.00	-30.18

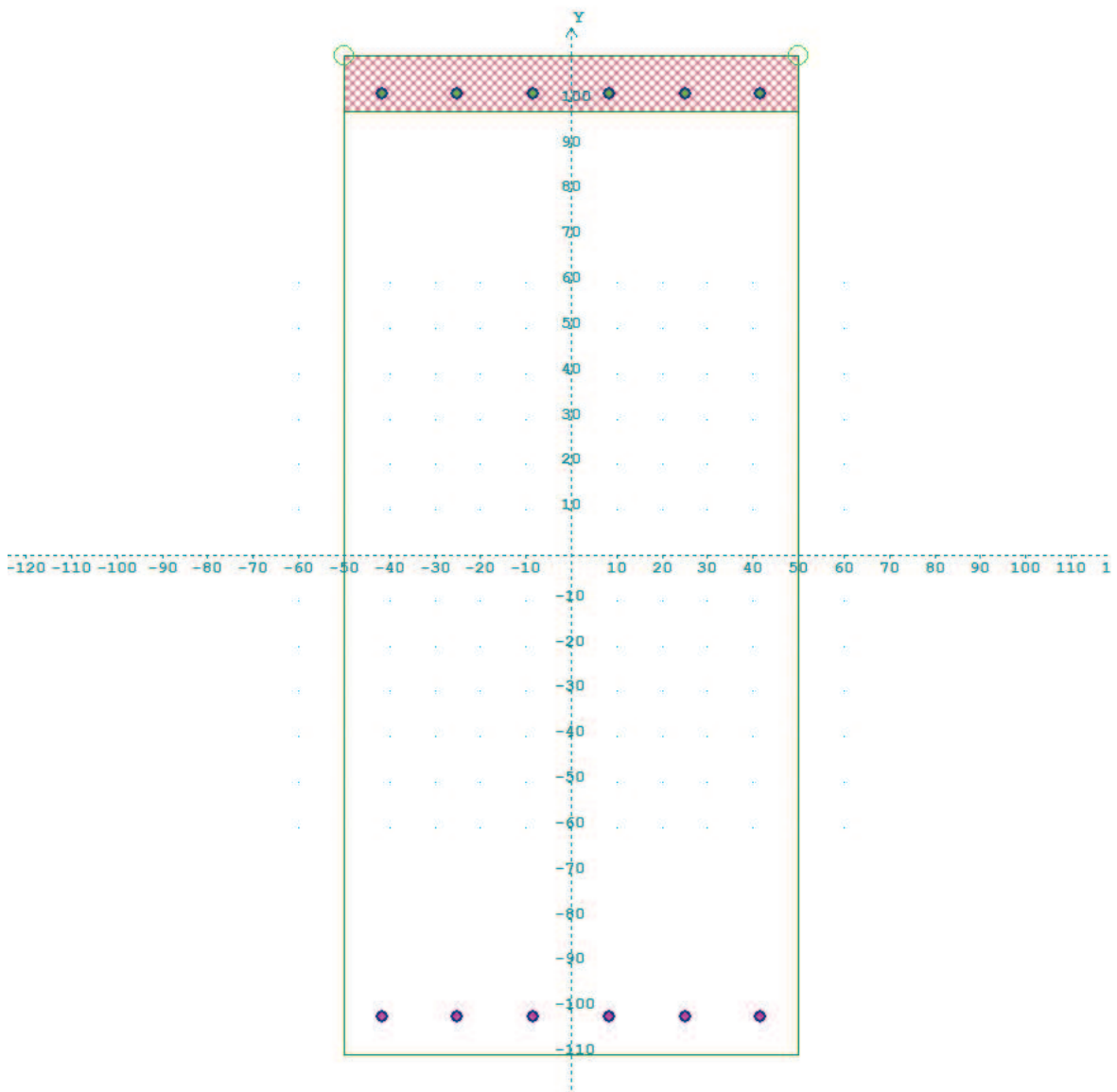
Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd= 12652.26 KN); T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt= -2829.62 KN); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(KN)	(KNm)	(KNm)	(KN)	(KNm)	(KNm)	(cm²)	(cm²)			
1	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
2	0.02	0.00	0.00	12652.26	-0.00	0.00	0.00	63.71	632613	C	
3	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
4	756.47	-0.00	437.25	756.47	-0.00	1275.66	31.86	31.86	2.9175	N	
5	756.47	-0.00	182.94	756.47	-0.00	1275.66	31.86	31.86	6.9731	N	
6	1085.51	-0.00	437.25	1085.51	-0.00	1388.47	31.86	31.86	3.1755	N	
7	1085.51	-0.00	154.31	1085.51	-0.00	1388.47	31.86	31.86	8.9979	N	
8	1224.12	-0.00	182.94	1224.12	-0.00	1435.40	31.86	31.86	7.8463	N	
9	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
10	0.02	0.00	0.00	12652.26	-0.00	0.00	0.00	63.71	632613	C	
11	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
12	570.35	-0.00	293.26	570.34	-0.00	1211.20	31.86	31.86	4.1301	N	
13	570.35	-0.00	2.20	570.34	-0.00	1211.20	31.86	31.86	22.1833	C	
14	842.62	-0.00	293.26	842.61	-0.00	1305.37	31.86	31.86	4.4512	N	
15	842.62	0.00	-95.73	842.61	0.00	-1305.37	31.86	31.86	13.6359	N	
16	878.15	-0.00	2.20	878.16	-0.00	1317.57	31.86	31.86	14.4079	C	
17	-2.20	0.00	-109.75	-2.20	0.00	-1011.02	31.86	31.86	9.2120	N	
18	0.01	0.00	0.00	12652.26	-0.00	0.00	0.00	63.71	1265226	C	
19	-2.20	0.00	-109.75	-2.20	0.00	-1011.02	31.86	31.86	9.2120	N	
20	769.73	-0.00	473.14	769.73	-0.00	1280.23	31.86	31.86	2.7058	N	
21	769.73	-0.00	325.75	769.73	-0.00	1280.23	31.86	31.86	3.9301	N	
22	1081.68	-0.00	473.14	1081.67	-0.00	1387.17	31.86	31.86	2.9318	N	
23	1081.68	-0.00	325.75	1081.67	-0.00	1387.17	31.86	31.86	4.2584	N	
24	1200.97	-0.00	410.13	1200.96	-0.00	1427.60	31.86	31.86	3.4808	N	
25	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
26	0.02	0.00	0.00	12652.26	-0.00	0.00	0.00	63.71	632613	C	
27	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
28	732.77	-0.00	439.12	732.77	-0.00	1267.48	31.86	31.86	2.8864	N	
29	732.77	-0.00	186.18	732.77	-0.00	1267.48	31.86	31.86	6.8078	N	
30	1041.02	-0.00	439.12	1041.02	-0.00	1373.31	31.86	31.86	3.1274	N	
31	1041.02	-0.00	159.31	1041.02	-0.00	1373.31	31.86	31.86	8.6203	N	
32	1157.26	-0.00	186.18	1157.26	-0.00	1412.80	31.86	31.86	7.5884	N	
33	-2.20	0.00	-109.75	-2.20	0.00	-1011.02	31.86	31.86	9.2120	N	
34	0.01	0.00	0.00	12652.26	-0.00	0.00	0.00	63.71	1265226	C	
35	-2.20	0.00	-109.75	-2.20	0.00	-1011.02	31.86	31.86	9.2120	N	
36	746.71	-0.00	473.22	746.70	-0.00	1272.29	31.86	31.86	2.6886	N	
37	746.71	-0.00	330.16	746.70	-0.00	1272.29	31.86	31.86	3.8535	N	
38	1036.79	-0.00	473.22	1036.79	-0.00	1371.86	31.86	31.86	2.8990	N	
39	1036.79	-0.00	330.16	1036.79	-0.00	1371.86	31.86	31.86	4.1551	N	
40	1134.27	-0.00	415.67	1134.27	-0.00	1405.01	31.86	31.86	3.3801	N	
41	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
42	0.02	0.00	0.00	12652.26	-0.00	0.00	0.00	63.71	632613	C	
43	-2.86	0.00	-142.68	-2.86	0.00	-1010.78	31.86	31.86	7.0843	N	
44	728.53	-0.00	405.79	728.53	-0.00	1266.02	31.86	31.86	3.1199	N	
45	728.53	-0.00	153.66	728.53	-0.00	1266.02	31.86	31.86	8.2391	N	
46	1051.48	-0.00	405.79	1051.48	-0.00	1376.87	31.86	31.86	3.3931	N	
47	1051.48	-0.00	103.23	1051.48	-0.00	1376.87	31.86	31.86	12.0328	C	
48	1165.35	-0.00	153.66	1165.35	-0.00	1415.55	31.86	31.86	9.2122	N	
49	-2.20	0.00	-109.75	-2.20	0.00	-1011.02	31.86	31.86	9.2120	N	
50	0.01	0.00	0.00	12652.26	-0.00	0.00	0.00	63.71	1265226	C	

51	-2.20	0.00	-109.75	-2.20	0.00	-1011.02	31.86	31.86	9.2120	N	
52	742.78	-0.00	443.47	742.78	-0.00	1270.94	31.86	31.86	2.8659	N	
53	742.78	-0.00	295.70	742.78	-0.00	1270.94	31.86	31.86	4.2981	N	
54	1047.13	-0.00	443.47	1047.14	-0.00	1375.39	31.86	31.86	3.1014	N	
55	1047.13	-0.00	295.70	1047.14	-0.00	1375.39	31.86	31.86	4.6513	N	
56	1142.92	-0.00	357.88	1142.93	-0.00	1407.94	31.86	31.86	3.9341	N	
57	835.01	-0.00	136.88	835.01	-0.00	1302.74	31.86	31.86	9.5174	N	
58	853.48	-0.00	140.72	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.3029	N	
59	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
60	1417.03	-0.00	668.71	1417.03	-0.00	1500.06	31.86	31.86	2.2432	N	
61	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
62	1411.00	-0.00	598.93	1411.01	-0.00	1498.06	31.86	31.86	2.5012	N	
63	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
64	1013.74	-0.00	415.76	1013.74	-0.00	1364.00	31.86	31.86	3.2807	N	
65	853.48	-0.00	134.05	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.7658	N	
66	1002.77	-0.00	153.21	1002.77	-0.00	1360.26	31.86	31.86	8.8784	N	
67	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
68	1236.31	-0.00	491.58	1236.31	-0.00	1439.50	31.86	31.86	2.9283	N	
69	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
70	1242.32	-0.00	449.82	1242.31	-0.00	1441.53	31.86	31.86	3.2047	N	
71	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
72	947.46	-0.00	305.84	947.45	-0.00	1341.34	31.86	31.86	4.3858	N	
73	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
74	970.37	-0.00	159.99	970.38	-0.00	1349.20	31.86	31.86	8.4330	N	
75	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
76	1401.92	-0.00	519.13	1401.93	-0.00	1495.04	31.86	31.86	2.8799	N	
77	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
78	1398.33	-0.00	446.78	1398.32	-0.00	1493.84	31.86	31.86	3.3436	N	
79	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
80	1009.79	-0.00	360.26	1009.78	-0.00	1362.65	31.86	31.86	3.7824	N	
81	853.48	-0.00	110.71	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	11.8246	N	
82	1010.91	-0.00	136.88	1010.92	-0.00	1363.04	31.86	31.86	9.9579	N	
83	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
84	1244.99	-0.00	409.95	1244.98	-0.00	1442.43	31.86	31.86	3.5185	N	
85	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
86	1254.81	-0.00	371.44	1254.81	-0.00	1445.74	31.86	31.86	3.8922	N	
87	853.48	-0.00	136.88	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5639	N	
88	949.03	-0.00	272.50	949.02	-0.00	1341.88	31.86	31.86	4.9243	N	
89	853.48	-0.00	136.78	853.49	-0.00	1309.10	31.86	31.86	9.5708	N	
90	986.47	-0.00	144.17	986.48	-0.00	1354.70	31.86	31.86	9.3965	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

3.2 VERIFICA SEZ.2 – Calotta

La sezione si riferisce alla calotta, dove lo spessore dell'elemento varia da 90 a 220cm. La sezione è stata armata con $6\phi 26/100\text{cm}$ su entrambi i lati del rivestimento; si è considerato un copriferro pari a $70\text{ mm} + 13\text{ mm}$ dello spessore dell'armatura secondaria, per un totale di 83 mm per favorire il posizionamento di ferri di ripartizione $\Phi 16/20$ in senso longitudinale alla galleria. L'armatura a taglio viene verificata in seguito.

Si propone il tabulato di verifica. Si fa riferimento alle 23 combinazioni di Stato Limite Ultimo (7SLU+16SLV) e alle 5 combinazioni di Stato Limite di esercizio (1SLE-C+3SLE-F+1SLE-QP).



MATERIALI:

Calcestruzzo: C25/30; $R_{ck}=30.00$; $E_c= 31447.16$; N/mm^2 ; $\gamma_c: 1.50$
 $f_{ck}=24.90$; $f_{cd}=14.11$; $f_{ctk}=1.79$; $f_{ctd}=1.19$; $f_{ctm}=2.56$; $f_{cfm}=3.07$; (in N/mm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=14.11\text{ N}/\text{mm}^2$; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre: B450C; $\gamma_s : 1.15$
 $f_{yk}=450.00$; $f_{yd}=391.30$; $f_{bd}=2.69$; $E_s=206000.00$; (in N/mm²);
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0675$; $k=1.15$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=430.00$, $f_{yds}=373.91$ (in N/mm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
 Base (cm): B = 100.00 cm; Base (cm): H = 220.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 63.71 cm²

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
 Area: Acls = 22000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 88733333.33 cm⁴; Jy = 18333333.33 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 88733333.33 cm⁴; Jeta = 18333333.33 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:
 Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (KN, KNm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
2	337.76	-466.76	0.00	0.00	-58.23	0.00
3	337.76	1168.95	0.00	0.00	8.99	0.00
4	595.63	-466.76	0.00	0.00	-62.71	0.00
5	595.63	1168.95	0.00	0.00	8.99	0.00
6	1333.49	454.18	0.00	0.00	-67.85	0.00
7	1333.49	454.18	0.00	0.00	-67.85	0.00
8	1508.27	371.07	0.00	0.00	-81.25	0.00
9	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
10	337.76	-466.76	0.00	0.00	-58.23	0.00
11	337.76	745.56	0.00	0.00	-17.27	0.00
12	534.39	-466.76	0.00	0.00	-62.71	0.00
13	534.39	745.56	0.00	0.00	-17.27	0.00
14	1279.16	-85.08	0.00	0.00	-86.03	0.00
15	1279.16	-85.08	0.00	0.00	-79.58	0.00
16	1457.46	-313.85	0.00	0.00	-86.10	0.00
17	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
18	259.82	-359.05	0.00	0.00	-44.79	0.00
19	259.82	1312.91	0.00	0.00	33.44	0.00
20	524.04	-359.05	0.00	0.00	-48.23	0.00
21	524.04	1312.91	0.00	0.00	33.44	0.00
22	1082.25	895.12	0.00	0.00	-30.57	0.00
23	1081.21	1109.81	0.00	0.00	-30.57	0.00
24	1082.50	895.12	0.00	0.00	-34.43	0.00
25	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
26	337.76	-466.76	0.00	0.00	-58.23	0.00
27	337.76	1188.89	0.00	0.00	103.27	0.00
28	602.19	-466.76	0.00	0.00	-58.23	0.00
29	602.19	1188.89	0.00	0.00	103.27	0.00
30	1357.08	485.44	0.00	0.00	78.50	0.00
31	1357.08	485.44	0.00	0.00	128.47	0.00
32	1574.07	447.03	0.00	0.00	78.50	0.00
33	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
34	259.82	-359.05	0.00	0.00	-44.79	0.00
35	259.82	1312.35	0.00	0.00	119.58	0.00
36	534.61	-359.05	0.00	0.00	-44.79	0.00
37	534.61	1312.35	0.00	0.00	119.58	0.00
38	1110.14	896.24	0.00	0.00	106.37	0.00
39	1110.14	1119.81	0.00	0.00	156.71	0.00
40	1157.74	896.24	0.00	0.00	106.37	0.00
41	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00

42	337.76	-466.76	0.00	0.00	-58.23	0.00
43	337.76	1240.82	0.00	0.00	-11.83	0.00
44	558.52	-466.76	0.00	0.00	-79.46	0.00
45	558.52	1240.82	0.00	0.00	-11.83	0.00
46	1288.97	528.80	0.00	0.00	-93.41	0.00
47	1288.97	528.80	0.00	0.00	-93.41	0.00
48	1436.30	472.79	0.00	0.00	-126.40	0.00
49	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
50	259.82	-359.05	0.00	0.00	-44.79	0.00
51	259.82	1384.00	0.00	0.00	13.90	0.00
52	487.98	-359.05	0.00	0.00	-61.07	0.00
53	487.98	1384.00	0.00	0.00	13.90	0.00
54	1037.31	969.69	0.00	0.00	-56.58	0.00
55	1011.00	1207.07	0.00	0.00	-56.58	0.00
56	1037.31	969.69	0.00	0.00	-79.21	0.00
57	1025.76	349.37	0.00	0.00	-52.19	0.00
58	1049.10	338.24	0.00	0.00	-53.99	0.00
59	1049.10	1762.16	0.00	0.00	343.74	0.00
60	1285.17	321.82	0.00	0.00	-53.99	0.00
61	1049.10	1481.36	0.00	0.00	314.98	0.00
62	1490.98	309.38	0.00	0.00	-53.99	0.00
63	791.72	1179.65	0.00	0.00	138.24	0.00
64	1049.10	338.24	0.00	0.00	-53.99	0.00
65	1049.10	338.24	0.00	0.00	33.32	0.00
66	1503.55	169.44	0.00	0.00	-53.99	0.00
67	1049.10	1178.66	0.00	0.00	139.50	0.00
68	1125.21	338.24	0.00	0.00	-53.99	0.00
69	1049.10	1001.90	0.00	0.00	124.51	0.00
70	1274.10	332.12	0.00	0.00	-53.99	0.00
71	843.62	811.40	0.00	0.00	40.19	0.00
72	1049.10	338.24	0.00	0.00	-53.99	0.00
73	1049.10	338.24	0.00	0.00	-18.07	0.00
74	1349.99	183.40	0.00	0.00	-53.99	0.00
75	762.59	1944.36	0.00	0.00	-53.99	0.00
76	1049.10	338.24	0.00	0.00	-179.79	0.00
77	973.96	1642.81	0.00	0.00	-53.99	0.00
78	1049.10	338.24	0.00	0.00	-217.41	0.00
79	623.97	1300.62	0.00	0.00	-44.79	0.00
80	1049.10	338.24	0.00	0.00	-54.43	0.00
81	1049.10	338.33	0.00	0.00	-53.99	0.00
82	1348.21	272.12	0.00	0.00	-160.88	0.00
83	871.76	1372.22	0.00	0.00	-53.99	0.00

Combinazioni rare:			
comb	N	Mx	My
1	1025.76	349.37	0.00
2	1142.29	294.00	0.00

Combinazioni frequenti:			
comb	N	Mx	My
1	1025.76	349.37	0.00
2	1120.08	189.95	0.00
3	1025.76	384.53	0.00
4	1054.58	335.20	0.00
5	1005.98	482.75	0.00
6	1025.77	349.37	0.00

Combinazioni quasi permanenti:			
comb	N	Mx	My
1	0.00	121.40	0.00
2	259.82	-359.05	0.00
3	259.82	899.20	0.00
4	458.18	-359.05	0.00
5	458.18	899.20	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 75):
Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-195407.029416$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -56.75706 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 1.13754 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NS=762590.00; MxiS=1944360.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=-53990.00

Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NR=762595.70; MxiR= 3643545.82; MyiR= 0.00

Mxi0=-0.00, Myi0=-0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR= $((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=3643545.82$; MS= $((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=1944360.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.8739 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.0581)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.5126$

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 32; NS=1574070.00 < Nrd=27326658.66 N VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE S.L.E.: TENSIONI (fck = 24.90 N/mm²)

Comb. rara n.ro 1: Tens. cls= 0.84 < 0.60•fck = 14.94 N/mm²

Comb. rara n.ro 1: Tens. acciaio= 1.30 > -0.80•fyk = -360.00 N/mm²

Comb. q. per. n.ro 3: Tens. cls= 2.09 < 0.45•fck = 11.20 N/mm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICHE S.L.E.: FESSURAZIONE

Comb. freq. n.ro 5: Tens. min. cls= -0.10 N/mm²; $\sigma_t = f_{ctm}/1.2 = -2.13$ N/mm², fcfk=-2.15 N/mm²

wk=1.7•srm• ϵ_{sm} =0.0000 mm < w3=0.4 mm VERIFICA POSITIVA

Comb. q. per. n.ro 3: Tens. min. cls= -0.89 N/mm²; $\sigma_t = f_{ctm}/1.2 = -2.13$ N/mm², fcfk=-2.15 N/mm²

wk=1.7•srm• ϵ_{sm} =0.0000 mm < w2=0.3 mm VERIFICA POSITIVA

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-50.00	-110.00	-59.12
2	-50.00	110.00	3.50
3	50.00	110.00	3.50
4	50.00	-110.00	-59.12

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	41.70	101.70	26.00	1.14
2	41.70	-101.70	26.00	-56.76
3	-41.70	-101.70	26.00	-56.76
4	-41.70	101.70	26.00	1.14
5	-25.02	101.70	26.00	1.14
6	-8.34	101.70	26.00	1.14
7	8.34	101.70	26.00	1.14
8	25.02	101.70	26.00	1.14
9	-25.02	-101.70	26.00	-56.76
10	-8.34	-101.70	26.00	-56.76
11	8.34	-101.70	26.00	-56.76

12	25.02	-101.70	26.00	-56.76
----	-------	---------	-------	--------

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-50.00	97.70
2	50.00	97.70

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd= 27326.66 KN); T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt= -2829.62 KN); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(KN)	(KNm)	(KNm)	(KN)	(KNm)	(KNm)	(cm²)	(cm²)			
1	0.00	157.83	0.00	-0.01	2924.71	0.00	31.86	31.86	18.5308	N	
2	337.76	-466.76	0.00	337.75	-3258.07	0.00	31.86	31.86	6.9802	N	
3	337.76	1168.95	0.00	337.75	3258.07	0.00	31.86	31.86	2.7872	N	
4	595.63	-466.76	-0.00	595.65	-3491.84	0.00	31.86	31.86	7.4810	N	
5	595.63	1168.95	-0.00	595.65	3491.84	0.00	31.86	31.86	2.9872	N	
6	1333.49	454.18	-0.00	1333.47	4164.23	-0.00	31.86	31.86	9.1687	N	
7	1333.49	454.18	-0.00	1333.47	4164.23	-0.00	31.86	31.86	9.1687	N	
8	1508.27	371.07	-0.00	1508.28	4323.90	0.00	31.86	31.86	11.6525	N	
9	0.00	157.83	0.00	-0.01	2924.71	0.00	31.86	31.86	18.5308	N	
10	337.76	-466.76	0.00	337.75	-3258.07	0.00	31.86	31.86	6.9802	N	
11	337.76	745.56	0.00	337.75	3258.07	0.00	31.86	31.86	4.3700	N	
12	534.39	-466.76	-0.00	534.37	-3436.25	0.00	31.86	31.86	7.3619	N	
13	534.39	745.56	-0.00	534.37	3436.25	0.00	31.86	31.86	4.6090	N	
14	1279.16	-85.08	-0.00	1279.15	-4114.66	0.00	31.86	31.86	21.3630	C	
15	1279.16	-85.08	-0.00	1279.15	-4114.66	0.00	31.86	31.86	21.3630	C	
16	1457.46	-313.85	0.00	1457.46	-4277.50	0.00	31.86	31.86	13.6291	N	
17	0.00	121.40	0.00	-0.01	2924.71	0.00	31.86	31.86	24.0915	N	
18	259.82	-359.05	-0.00	259.83	-3187.77	0.00	31.86	31.86	8.8783	N	
19	259.82	1312.91	-0.00	259.83	3187.77	0.00	31.86	31.86	2.4280	N	
20	524.04	-359.05	0.00	524.06	-3426.89	0.00	31.86	31.86	9.5443	N	
21	524.04	1312.91	0.00	524.06	3426.89	0.00	31.86	31.86	2.6101	N	
22	1082.25	895.12	0.00	1082.24	3934.88	0.00	31.86	31.86	4.3959	N	
23	1081.21	1109.81	-0.00	1081.21	3933.94	0.00	31.86	31.86	3.5447	N	
24	1082.50	895.12	0.00	1082.50	3935.11	0.00	31.86	31.86	4.3962	N	
25	0.00	157.83	0.00	-0.01	2924.71	0.00	31.86	31.86	18.5308	N	
26	337.76	-466.76	0.00	337.75	-3258.07	0.00	31.86	31.86	6.9802	N	
27	337.76	1188.89	0.00	337.75	3258.07	0.00	31.86	31.86	2.7404	N	
28	602.19	-466.76	0.00	602.18	-3497.75	0.00	31.86	31.86	7.4937	N	
29	602.19	1188.89	0.00	602.18	3497.75	0.00	31.86	31.86	2.9420	N	
30	1357.08	485.44	-0.00	1357.08	4185.83	-0.00	31.86	31.86	8.6227	N	
31	1357.08	485.44	-0.00	1357.08	4185.83	-0.00	31.86	31.86	8.6227	N	
32	1574.07	447.03	0.00	1574.08	4383.99	0.00	31.86	31.86	9.8069	N	
33	0.00	121.40	0.00	-0.01	2924.71	0.00	31.86	31.86	24.0915	N	
34	259.82	-359.05	-0.00	259.83	-3187.77	0.00	31.86	31.86	8.8783	N	
35	259.82	1312.35	-0.00	259.83	3187.77	0.00	31.86	31.86	2.4291	N	
36	534.61	-359.05	-0.00	534.62	-3436.48	0.00	31.86	31.86	9.5710	N	
37	534.61	1312.35	-0.00	534.62	3436.48	0.00	31.86	31.86	2.6186	N	
38	1110.14	896.24	0.00	1110.12	3960.28	0.00	31.86	31.86	4.4188	N	
39	1110.14	1119.81	0.00	1110.12	3960.28	0.00	31.86	31.86	3.5366	N	
40	1157.74	896.24	0.00	1157.76	4003.82	-0.00	31.86	31.86	4.4674	N	
41	0.00	157.83	0.00	-0.01	2924.71	0.00	31.86	31.86	18.5308	N	
42	337.76	-466.76	0.00	337.75	-3258.07	0.00	31.86	31.86	6.9802	N	
43	337.76	1240.82	0.00	337.75	3258.07	0.00	31.86	31.86	2.6257	N	
44	558.52	-466.76	0.00	558.50	-3458.15	0.00	31.86	31.86	7.4088	N	
45	558.52	1240.82	0.00	558.50	3458.15	0.00	31.86	31.86	2.7870	N	
46	1288.97	528.80	0.00	1288.99	4123.64	-0.00	31.86	31.86	7.7981	N	
47	1288.97	528.80	0.00	1288.99	4123.64	-0.00	31.86	31.86	7.7981	N	
48	1436.30	472.79	-0.00	1436.29	4258.15	0.00	31.86	31.86	9.0064	N	
49	0.00	121.40	0.00	-0.01	2924.71	0.00	31.86	31.86	24.0915	N	
50	259.82	-359.05	-0.00	259.83	-3187.77	0.00	31.86	31.86	8.8783	N	

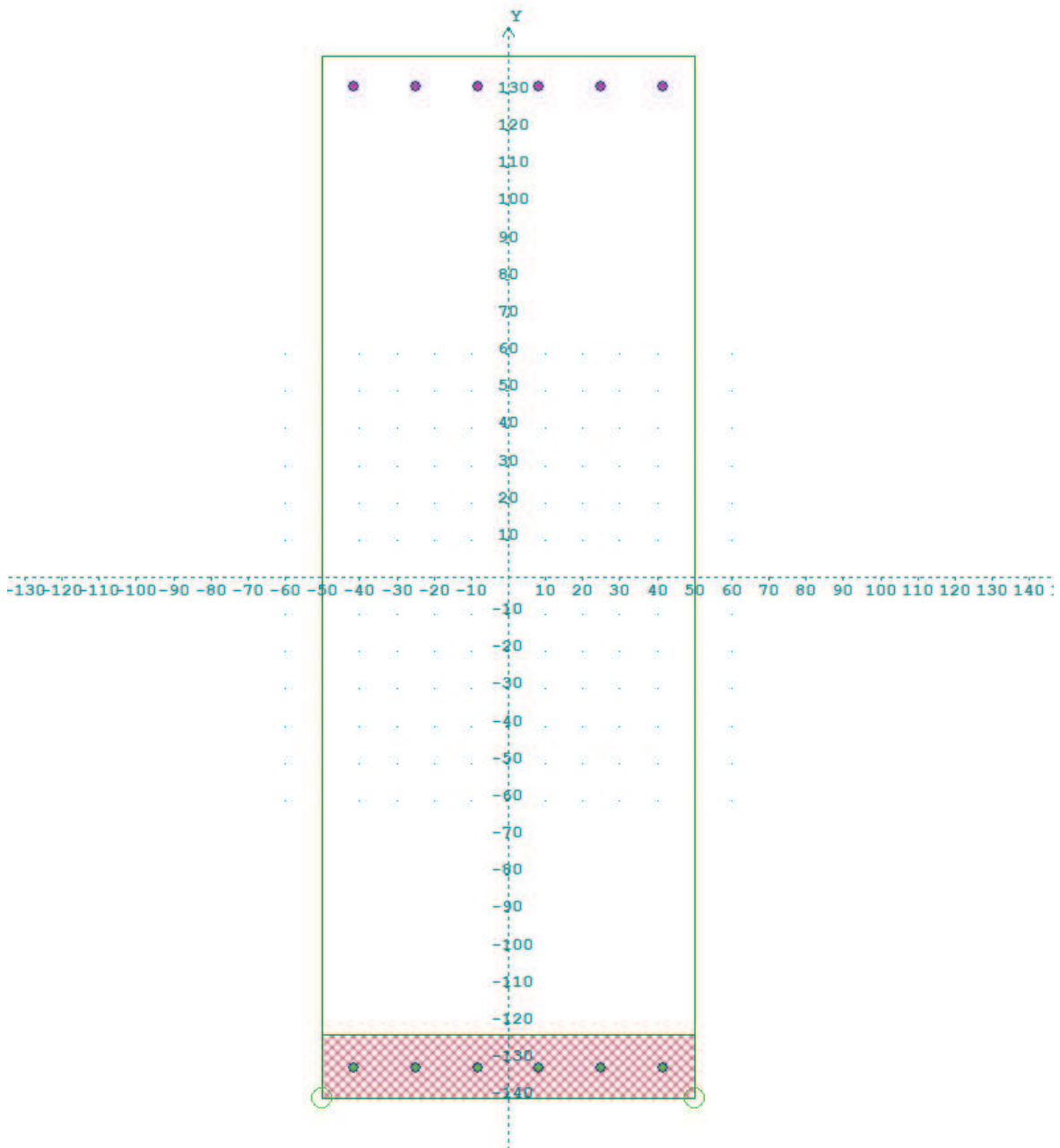
51	259.82	1384.00	-0.00	259.83	3187.77	0.00	31.86	31.86	2.3033	N
52	487.98	-359.05	0.00	487.97	-3394.09	0.00	31.86	31.86	9.4530	N
53	487.98	1384.00	0.00	487.97	3394.09	0.00	31.86	31.86	2.4524	N
54	1037.31	969.69	-0.00	1037.29	3893.88	0.00	31.86	31.86	4.0156	N
55	1011.00	1207.07	0.00	1010.99	3869.86	0.00	31.86	31.86	3.2060	N
56	1037.31	969.69	-0.00	1037.29	3893.88	0.00	31.86	31.86	4.0156	N
57	1025.76	349.37	-0.00	1025.76	3883.35	0.00	31.86	31.86	11.1153	N
58	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
59	1049.10	1762.16	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	2.2158	N
60	1285.17	321.82	-0.00	1285.17	4120.15	-0.00	31.86	31.86	12.8027	N
61	1049.10	1481.36	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	2.6359	N
62	1490.98	309.38	0.00	1490.98	4308.12	0.00	31.86	31.86	13.9250	N
63	791.72	1179.65	-0.00	791.72	3670.09	0.00	31.86	31.86	3.1112	N
64	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
65	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
66	1503.55	169.44	0.00	1503.55	4319.59	0.00	31.86	31.86	18.1748	C
67	1049.10	1178.66	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	3.3128	N
68	1125.21	338.24	-0.00	1125.22	3974.09	0.00	31.86	31.86	11.7493	N
69	1049.10	1001.90	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	3.8973	N
70	1274.10	332.12	-0.00	1274.09	4110.04	0.00	31.86	31.86	12.3752	N
71	843.62	811.40	-0.00	843.63	3717.34	0.00	31.86	31.86	4.5814	N
72	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
73	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
74	1349.99	183.40	-0.00	1350.00	4179.35	-0.00	31.86	31.86	20.2421	C
75	762.59	1944.36	0.00	762.60	3643.55	0.00	31.86	31.86	1.8739	N
76	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
77	973.96	1642.81	0.00	973.95	3836.08	0.00	31.86	31.86	2.3351	N
78	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
79	623.97	1300.62	-0.00	623.95	3517.48	0.00	31.86	31.86	2.7045	N
80	1049.10	338.24	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5441	N
81	1049.10	338.33	-0.00	1049.12	3904.67	0.00	31.86	31.86	11.5410	N
82	1348.21	272.12	-0.00	1348.23	4177.73	0.00	31.86	31.86	15.3525	N
83	871.76	1372.22	-0.00	871.74	3742.90	0.00	31.86	31.86	2.7276	N

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

3.3 VERIFICA SEZ.3 – Piedritti

La sezione si riferisce ai piedritti, dove lo spessore dell'elemento è variabile da 220cm a 280cm. La sezione è stata armata con $6\phi 26/100\text{cm}$ all'intradosso e all'estradosso del rivestimento; si è considerato un copriferro pari a $70\text{ mm} + 13\text{ mm}$ dello spessore dell'armatura secondaria, per un totale di 83 mm per favorire il posizionamento di ferri di ripartizione $\Phi 16/20$ in senso longitudinale alla galleria. L'armatura a taglio viene verificata in seguito.

Si propone il tabulato di verifica. Si fa riferimento alle 23 combinazioni di Stato Limite Ultimo (7SLU+16SLV) e alle 5 combinazioni di Stato Limite di esercizio (1SLE-C+3SLE-F+1SLE-QP).



MATERIALI:

Calcestruzzo: C25/30; $R_{ek}=30.00$; $E_c=31447.16$; N/mm^2 ; $\gamma_c=1.50$
 $f_{ck}=24.90$; $f_{cd}=14.11$; $f_{ctk}=1.79$; $f_{ctd}=1.19$; $f_{ctm}=2.56$; $f_{ctf}=3.07$; (in N/mm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=14.11$ N/mm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre: B450C; $\gamma_s : 1.15$
 $f_{yk}=450.00$; $f_{yd}=391.30$; $f_{bd}=2.69$; $E_s=206000.00$; (in N/mm²);
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0675$; $k=1.15$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=430.00$, $f_{yds}=373.91$ (in N/mm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
 Base (cm): B = 100.00 cm; Base (cm): H = 280.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 63.71 cm²

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
 Area: Acls = 28000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 182933333.33 cm⁴; Jy = 23333333.33 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 182933333.33 cm⁴; Jeta = 23333333.33 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:
 Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (KN, KNm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
2	597.36	-732.43	0.00	0.00	-145.62	0.00
3	597.36	-214.97	0.00	0.00	-145.62	0.00
4	860.69	-732.43	0.00	0.00	-858.68	0.00
5	860.69	-214.97	0.00	0.00	-858.68	0.00
6	1622.48	-1118.50	0.00	0.00	-997.99	0.00
7	1622.48	-1118.50	0.00	0.00	-997.99	0.00
8	1798.40	-1287.80	0.00	0.00	-1061.32	0.00
9	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
10	597.36	-732.43	0.00	0.00	-145.62	0.00
11	597.36	-360.38	0.00	0.00	-145.62	0.00
12	799.74	-732.43	0.00	0.00	-672.19	0.00
13	799.74	-360.38	0.00	0.00	-672.19	0.00
14	1567.07	-1285.27	0.00	0.00	-765.07	0.00
15	1567.07	-1285.27	0.00	0.00	-765.07	0.00
16	1743.28	-1483.50	0.00	0.00	-781.18	0.00
17	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
18	459.51	-563.41	0.00	0.00	-112.02	0.00
19	459.51	-26.52	0.00	0.00	-112.02	0.00
20	727.53	-563.41	0.00	0.00	-845.99	0.00
21	727.53	-26.52	0.00	0.00	-845.99	0.00
22	1305.04	-677.85	0.00	0.00	-1001.33	0.00
23	1304.66	-603.11	0.00	0.00	-1001.33	0.00
24	1305.51	-677.85	0.00	0.00	-1083.40	0.00
25	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
26	597.36	-732.43	0.00	0.00	-145.62	0.00
27	597.36	-47.57	0.00	0.00	-145.62	0.00
28	850.01	-732.43	0.00	0.00	-886.10	0.00
29	850.01	-47.57	0.00	0.00	-886.10	0.00
30	1621.13	-888.52	0.00	0.00	-1028.16	0.00
31	1621.13	-888.52	0.00	0.00	-1028.16	0.00
32	1830.78	-979.29	0.00	0.00	-1108.73	0.00
33	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
34	459.51	-563.41	0.00	0.00	-112.02	0.00
35	459.51	122.44	0.00	0.00	-112.02	0.00
36	722.05	-563.41	0.00	0.00	-866.91	0.00
37	722.05	122.44	0.00	0.00	-866.91	0.00
38	1309.41	-460.10	0.00	0.00	-1016.62	0.00
39	1309.41	-326.26	0.00	0.00	-1016.62	0.00
40	1350.37	-460.10	0.00	0.00	-1103.27	0.00
41	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00

42	597.36	-732.43	0.00	0.00	-145.62	0.00
43	597.36	-227.74	0.00	0.00	-145.62	0.00
44	827.37	-732.43	0.00	0.00	-885.08	0.00
45	827.37	-227.74	0.00	0.00	-885.08	0.00
46	1582.62	-1147.55	0.00	0.00	-1030.36	0.00
47	1582.62	-1147.55	0.00	0.00	-1030.36	0.00
48	1734.56	-1365.89	0.00	0.00	-1117.37	0.00
49	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
50	459.51	-563.41	0.00	0.00	-112.02	0.00
51	459.51	-35.54	0.00	0.00	-112.02	0.00
52	695.03	-563.41	0.00	0.00	-871.00	0.00
53	695.03	-35.54	0.00	0.00	-871.00	0.00
54	1264.86	-708.49	0.00	0.00	-1034.16	0.00
55	1242.52	-683.67	0.00	0.00	-1034.16	0.00
56	1265.04	-708.90	0.00	0.00	-1138.84	0.00
57	1248.07	-860.38	0.00	0.00	-767.68	0.00
58	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-776.15	0.00
59	1271.57	149.09	0.00	0.00	-761.51	0.00
60	1435.24	-883.04	0.00	0.00	-1296.84	0.00
61	1271.57	-159.14	0.00	0.00	-761.36	0.00
62	1680.19	-883.04	0.00	0.00	-1299.83	0.00
63	928.04	-28.95	0.00	0.00	-762.80	0.00
64	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-908.00	0.00
65	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-761.51	0.00
66	1771.08	-1118.14	0.00	0.00	-908.97	0.00
67	1271.57	-257.16	0.00	0.00	-769.59	0.00
68	1326.86	-883.04	0.00	0.00	-1051.26	0.00
69	1271.57	-421.84	0.00	0.00	-768.23	0.00
70	1463.67	-883.04	0.00	0.00	-1037.96	0.00
71	1075.10	-412.02	0.00	0.00	-773.45	0.00
72	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-854.57	0.00
73	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-761.81	0.00
74	1542.18	-985.58	0.00	0.00	-796.40	0.00
75	990.38	-583.38	0.00	0.00	-776.15	0.00
76	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-1420.05	0.00
77	1241.99	-883.04	0.00	0.00	-776.15	0.00
78	1271.57	-904.98	0.00	0.00	-1423.43	0.00
79	788.86	-323.62	0.00	0.00	-776.15	0.00
80	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-977.14	0.00
81	1271.57	-883.04	0.00	0.00	-776.15	0.00
82	1645.51	-1379.58	0.00	0.00	-976.05	0.00
83	1117.07	-728.39	0.00	0.00	-776.15	0.00

Combinazioni rare:			
comb	N	Mx	My
1	1248.07	-860.38	0.00
2	1365.35	-973.25	0.00

Combinazioni frequenti:			
comb	N	Mx	My
1	1248.07	-860.38	0.00
2	1342.59	-989.62	0.00
3	1248.07	-772.62	0.00
4	1271.10	-860.61	0.00
5	1231.13	-855.91	0.00
6	1248.32	-861.17	0.00

Combinazioni quasi permanenti:			
comb	N	Mx	My
1	0.00	121.40	0.00
2	459.51	-563.41	0.00
3	459.51	-165.36	0.00
4	662.07	-563.41	0.00
5	662.07	-165.36	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 16):
Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-245968.044095$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\varepsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\varepsilon_f = -52.38571 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\varepsilon_f = 1.79278 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NS=1743280.00; MxiS=-1483500.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=-781180.00

Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NR=1743269.87; MxiR= -5946955.89; MyiR= -0.00

Mxi0=-0.00, Myi0=-0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR= $((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=5946955.89$; MS= $((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=1483500.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 4.0087 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.0626$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\varepsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.5183$

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 32; NS=1830780.00 < Nrd=34099458.66 N VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE S.L.E.: TENSIONI ($f_{ck} = 24.90$ N/mm²)

Comb. rara n.ro 2: Tens. cls= 1.20 < 0.60• f_{ck} = 14.94 N/mm²

Comb. rara n.ro 2: Tens. acciaio= -4.25 > -0.80• f_{yk} = -360.00 N/mm²

Comb. q. per. n.ro 2: Tens. cls= 0.76 < 0.45• f_{ck} = 11.20 N/mm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICHE S.L.E.: FESSURAZIONE

Comb. freq. n.ro 2: Tens. min. cls= -0.23 N/mm²; $\sigma_t = f_{ctm}/1.2 = -2.13$ N/mm², $f_{ctk} = -2.15$ N/mm²

$w_k = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.0000$ mm < $w_3 = 0.4$ mm VERIFICA POSITIVA

Comb. q. per. n.ro 2: Tens. min. cls= -0.24 N/mm²; $\sigma_t = f_{ctm}/1.2 = -2.13$ N/mm², $f_{ctk} = -2.15$ N/mm²

$w_k = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.0000$ mm < $w_2 = 0.3$ mm VERIFICA POSITIVA

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\varepsilon_c \times 1000$
1	-50.00	-140.00	3.50
2	-50.00	140.00	-54.09
3	50.00	140.00	-54.09
4	50.00	-140.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\varepsilon_f \times 1000$
1	41.70	131.70	26.00	-52.39
2	41.70	-131.70	26.00	1.79
3	-41.70	-131.70	26.00	1.79
4	-41.70	131.70	26.00	-52.39
5	-25.02	131.70	26.00	-52.39
6	-8.34	131.70	26.00	-52.39
7	8.34	131.70	26.00	-52.39
8	25.02	131.70	26.00	-52.39
9	-25.02	-131.70	26.00	1.79
10	-8.34	-131.70	26.00	1.79
11	8.34	-131.70	26.00	1.79
12	25.02	-131.70	26.00	1.79

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-50.00	-122.98
2	50.00	-122.98

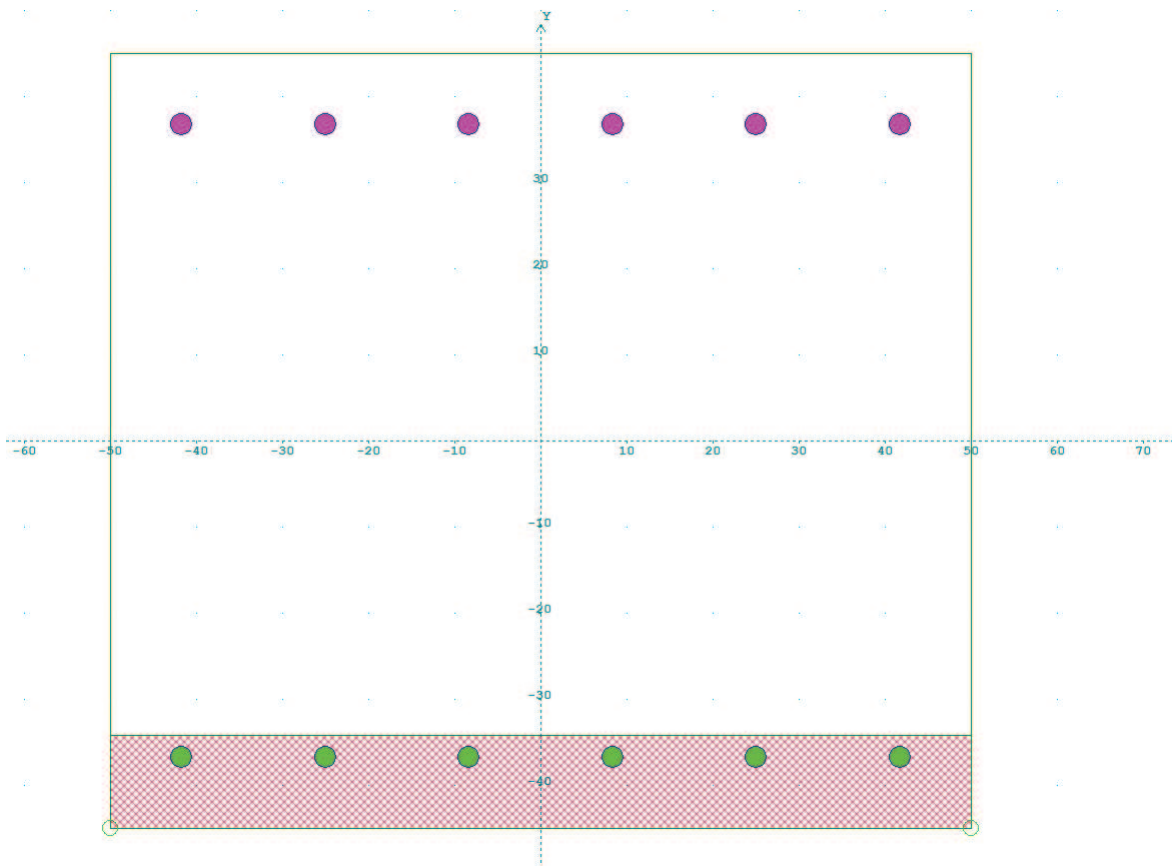
Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd= 34099.46 KN); T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt= -2829.62 KN); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(KN)	(KNm)	(KNm)	(KN)	(KNm)	(KNm)	(cm²)	(cm²)			
1	0.00	157.83	0.00	0.00	3772.59	0.00	31.86	31.86	23.9029	N	
2	597.36	-732.43	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	6.2237	N	
3	597.36	-214.97	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	21.2049	N	
4	860.69	-732.43	-0.00	860.70	-4903.21	-0.00	31.86	31.86	6.6944	N	
5	860.69	-214.97	-0.00	860.70	-4903.21	-0.00	31.86	31.86	22.8088	N	
6	1622.48	-1118.50	-0.00	1622.47	-5806.05	-0.00	31.86	31.86	5.1909	N	
7	1622.48	-1118.50	-0.00	1622.47	-5806.05	-0.00	31.86	31.86	5.1909	N	
8	1798.40	-1287.80	0.00	1798.41	-6011.27	-0.00	31.86	31.86	4.6679	N	
9	0.00	157.83	0.00	0.00	3772.59	0.00	31.86	31.86	23.9029	N	
10	597.36	-732.43	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	6.2237	N	
11	597.36	-360.38	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	12.6489	N	
12	799.74	-732.43	0.00	799.75	-4823.51	-0.00	31.86	31.86	6.5856	N	
13	799.74	-360.38	0.00	799.75	-4823.51	-0.00	31.86	31.86	13.3845	N	
14	1567.07	-1285.27	-0.00	1567.07	-5741.49	-0.00	31.86	31.86	4.4671	N	
15	1567.07	-1285.27	-0.00	1567.07	-5741.49	-0.00	31.86	31.86	4.4671	N	
16	1743.28	-1483.50	0.00	1743.27	-5946.96	-0.00	31.86	31.86	4.0087	N	
17	0.00	121.40	0.00	0.00	3772.59	0.00	31.86	31.86	31.0757	N	
18	459.51	-563.41	-0.00	459.51	-4377.55	-0.00	31.86	31.86	7.7697	N	
19	459.51	-26.52	-0.00	459.51	-4377.55	-0.00	31.86	31.86	74.2083	C	
20	727.53	-563.41	0.00	727.52	-4728.96	-0.00	31.86	31.86	8.3935	N	
21	727.53	-26.52	0.00	727.52	-4728.96	-0.00	31.86	31.86	46.8702	C	
22	1305.04	-677.85	0.00	1305.07	-5436.70	-0.00	31.86	31.86	8.0205	N	
23	1304.66	-603.11	0.00	1304.66	-5436.21	-0.00	31.86	31.86	9.0136	N	
24	1305.51	-677.85	-0.00	1305.49	-5437.18	-0.00	31.86	31.86	8.0212	N	
25	0.00	157.83	0.00	0.00	3772.59	0.00	31.86	31.86	23.9029	N	
26	597.36	-732.43	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	6.2237	N	
27	597.36	-47.57	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	57.0836	C	
28	850.01	-732.43	0.00	850.00	-4889.22	-0.00	31.86	31.86	6.6753	N	
29	850.01	-47.57	0.00	850.00	-4889.22	-0.00	31.86	31.86	40.1165	C	
30	1621.13	-888.52	-0.00	1621.15	-5804.50	-0.00	31.86	31.86	6.5328	N	
31	1621.13	-888.52	-0.00	1621.15	-5804.50	-0.00	31.86	31.86	6.5328	N	
32	1830.78	-979.29	0.00	1830.80	-6049.12	-0.00	31.86	31.86	6.1770	N	
33	0.00	121.40	0.00	0.00	3772.59	0.00	31.86	31.86	31.0757	N	
34	459.51	-563.41	-0.00	459.51	-4377.55	-0.00	31.86	31.86	7.7697	N	
35	459.51	122.44	-0.00	459.51	4377.55	0.00	31.86	31.86	35.7526	N	
36	722.05	-563.41	-0.00	722.05	-4721.80	-0.00	31.86	31.86	8.3807	N	
37	722.05	122.44	-0.00	722.05	4721.80	0.00	31.86	31.86	38.5642	N	
38	1309.41	-460.10	0.00	1309.43	-5441.77	-0.00	31.86	31.86	11.8274	N	
39	1309.41	-326.26	0.00	1309.43	-5441.77	-0.00	31.86	31.86	16.6792	N	
40	1350.37	-460.10	-0.00	1350.34	-5489.33	-0.00	31.86	31.86	11.9307	N	
41	0.00	157.83	0.00	0.00	3772.59	0.00	31.86	31.86	23.9029	N	
42	597.36	-732.43	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	6.2237	N	
43	597.36	-227.74	-0.00	597.36	-4558.42	-0.00	31.86	31.86	20.0159	N	
44	827.37	-732.43	-0.00	827.37	-4859.62	-0.00	31.86	31.86	6.6349	N	
45	827.37	-227.74	-0.00	827.37	-4859.62	-0.00	31.86	31.86	21.3385	N	
46	1582.62	-1147.55	-0.00	1582.61	-5759.57	-0.00	31.86	31.86	5.0190	N	
47	1582.62	-1147.55	-0.00	1582.61	-5759.57	-0.00	31.86	31.86	5.0190	N	
48	1734.56	-1365.89	0.00	1734.59	-5936.82	-0.00	31.86	31.86	4.3465	N	
49	0.00	121.40	0.00	0.00	3772.59	0.00	31.86	31.86	31.0757	N	
50	459.51	-563.41	-0.00	459.51	-4377.55	-0.00	31.86	31.86	7.7697	N	
51	459.51	-35.54	-0.00	459.51	-4377.55	-0.00	31.86	31.86	74.2083	C	

52	695.03	-563.41	-0.00	695.03	-4686.41	-0.00	31.86	31.86	8.3179	N	
53	695.03	-35.54	-0.00	695.03	-4686.41	-0.00	31.86	31.86	49.0619	C	
54	1264.86	-708.49	0.00	1264.85	-5390.04	-0.00	31.86	31.86	7.6078	N	
55	1242.52	-683.67	-0.00	1242.52	-5364.16	-0.00	31.86	31.86	7.8461	N	
56	1265.04	-708.90	0.00	1265.04	-5390.26	-0.00	31.86	31.86	7.6037	N	
57	1248.07	-860.38	0.00	1248.07	-5370.60	-0.00	31.86	31.86	6.2421	N	
58	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
59	1271.57	149.09	0.00	1271.56	5397.82	0.00	31.86	31.86	26.8168	C	
60	1435.24	-883.04	-0.00	1435.24	-5588.02	-0.00	31.86	31.86	6.3282	N	
61	1271.57	-159.14	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	26.8168	C	
62	1680.19	-883.04	-0.00	1680.19	-5873.33	-0.00	31.86	31.86	6.6513	N	
63	928.04	-28.95	0.00	928.04	-4991.25	-0.00	31.86	31.86	36.7435	C	
64	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
65	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
66	1771.08	-1118.14	-0.00	1771.10	-5979.42	-0.00	31.86	31.86	5.3476	N	
67	1271.57	-257.16	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	20.9901	N	
68	1326.86	-883.04	0.00	1326.88	-5462.07	-0.00	31.86	31.86	6.1855	N	
69	1271.57	-421.84	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	12.7959	N	
70	1463.67	-883.04	-0.00	1463.68	-5621.10	-0.00	31.86	31.86	6.3656	N	
71	1075.10	-412.02	-0.00	1075.12	-5170.21	-0.00	31.86	31.86	12.5485	N	
72	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
73	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
74	1542.18	-985.58	-0.00	1542.20	-5712.53	-0.00	31.86	31.86	5.7961	N	
75	990.38	-583.38	-0.00	990.39	-5072.41	-0.00	31.86	31.86	8.6949	N	
76	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
77	1241.99	-883.04	-0.00	1241.98	-5363.53	-0.00	31.86	31.86	6.0739	N	
78	1271.57	-904.98	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	5.9646	N	
79	788.86	-323.62	-0.00	788.86	-4809.28	-0.00	31.86	31.86	14.8609	N	
80	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
81	1271.57	-883.04	0.00	1271.56	-5397.82	-0.00	31.86	31.86	6.1128	N	
82	1645.51	-1379.58	-0.00	1645.54	-5832.96	-0.00	31.86	31.86	4.2281	N	
83	1117.07	-728.39	0.00	1117.06	-5218.81	-0.00	31.86	31.86	7.1649	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

3.4 VERIFICA SEZ.4 – Fondazione

La sezione si riferisce all'arco rovescio, dove lo spessore dell'elemento è 90cm. La sezione è stata armata con $6\phi 26/100\text{cm}$ su entrambi i lati del rivestimento; si è considerato un copriferro pari a $70\text{ mm} + 13\text{ mm}$ dello spessore dell'armatura secondaria, per un totale di 83 mm per favorire il posizionamento di ferri di ripartizione $\Phi 16/20$ in senso longitudinale alla galleria. L'armatura a taglio viene verificata in seguito.

Si propone il tabulato di verifica. Si fa riferimento alle 23 combinazioni di Stato Limite Ultimo (7SLU+16SLV) e alle 5 combinazioni di Stato Limite di esercizio (1SLE-C+3SLE-F+1SLE-QP).



MATERIALI:

Calcestruzzo: C25/30; $R_{ck}=30.00$; $E_c=31447.16$; N/mm^2 ; $\gamma_c: 1.50$
 $f_{ck}=24.90$; $f_{cd}=14.11$; $f_{ctk}=1.79$; $f_{ctd}=1.19$; $f_{ctm}=2.56$; $f_{cfm}=3.07$; (in N/mm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=14.11$ N/mm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre: B450C; $\gamma_s: 1.15$

$f_{yk}=450.00$; $f_{yd}=391.30$; $f_{bd}=2.69$; $E_s=206000.00$; (in N/mm^2);

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0675$; $k=1.15$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=430.00$, $f_{yds}=373.91$ (in N/mm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes) $\cdot 100=20.00\%$

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm): $B = 100.00$ cm; Base (cm): $H = 90.00$ cm

Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 63.71$ cm^2

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 9000.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$

Momenti d'inerzia: $J_x = 6075000.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 7500000.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 7500000.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 6075000.00 \text{ cm}^4$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -1.57 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (KN, KNm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
2	454.18	-196.71	0.00	0.00	-11.11	0.00
3	454.18	107.30	0.00	0.00	0.61	0.00
4	2126.09	-196.71	0.00	0.00	-11.11	0.00
5	2126.09	107.30	0.00	0.00	0.61	0.00
6	2612.86	-122.05	0.00	0.00	-13.64	0.00
7	2612.86	-122.05	0.00	0.00	-13.41	0.00
8	2778.42	-160.23	0.00	0.00	-13.64	0.00
9	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
10	454.18	-196.71	0.00	0.00	-11.11	0.00
11	454.18	28.70	0.00	0.00	-2.20	0.00
12	1710.40	-196.71	0.00	0.00	-11.11	0.00
13	1710.40	28.70	0.00	0.00	-2.20	0.00
14	2146.93	-214.15	0.00	0.00	-10.15	0.00
15	2146.93	-214.15	0.00	0.00	-9.27	0.00
16	2237.42	-272.26	0.00	0.00	-9.69	0.00
17	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
18	349.37	-151.31	0.00	0.00	-8.54	0.00
19	349.37	159.10	0.00	0.00	3.16	0.00
20	2051.68	-151.31	0.00	0.00	-8.54	0.00
21	2051.68	159.10	0.00	0.00	3.16	0.00
22	2486.96	1.40	0.00	0.00	-13.24	0.00
23	2486.96	34.31	0.00	0.00	-13.24	0.00
24	2607.83	1.40	0.00	0.00	-13.77	0.00
25	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
26	454.18	-196.71	0.00	0.00	-11.11	0.00
27	454.18	118.00	0.00	0.00	25.86	0.00
28	2109.40	-196.71	0.00	0.00	-11.11	0.00
29	2109.40	118.00	0.00	0.00	25.87	0.00
30	2579.95	-112.76	0.00	0.00	23.23	0.00
31	2579.95	-112.76	0.00	0.00	39.14	0.00
32	2752.98	-149.96	0.00	0.00	23.23	0.00
33	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
34	349.37	-151.31	0.00	0.00	-8.54	0.00
35	349.37	167.70	0.00	0.00	29.07	0.00
36	2032.59	-151.31	0.00	0.00	-8.54	0.00
37	2032.59	167.70	0.00	0.00	30.88	0.00
38	2454.66	10.35	0.00	0.00	29.07	0.00
39	2454.66	42.32	0.00	0.00	50.19	0.00
40	2582.07	10.35	0.00	0.00	30.88	0.00
41	0.00	157.83	0.00	0.00	0.00	0.00
42	454.18	-196.71	0.00	0.00	-11.11	0.00
43	454.18	116.85	0.00	0.00	-10.95	0.00
44	2105.79	-196.71	0.00	0.00	-29.98	0.00
45	2105.79	116.85	0.00	0.00	-29.98	0.00
46	2607.80	-105.87	0.00	0.00	-38.41	0.00
47	2607.80	-105.87	0.00	0.00	-38.41	0.00
48	2781.63	-143.22	0.00	0.00	-55.50	0.00
49	0.00	121.40	0.00	0.00	0.00	0.00
50	349.37	-151.31	0.00	0.00	-8.54	0.00
51	349.37	166.56	0.00	0.00	-8.42	0.00
52	2029.05	-151.31	0.00	0.00	-27.95	0.00
53	2029.05	166.56	0.00	0.00	-27.95	0.00
54	2481.55	16.73	0.00	0.00	-39.00	0.00

55	2481.55	47.88	0.00	0.00	-39.00	0.00
56	2609.77	16.73	0.00	0.00	-57.30	0.00
57	2009.89	-93.89	0.00	0.00	-10.46	0.00
58	2031.99	-99.00	0.00	0.00	-10.49	0.00
59	2028.31	133.81	0.00	0.00	125.23	0.00
60	2775.84	-99.32	0.00	0.00	-10.46	0.00
61	2029.87	53.76	0.00	0.00	129.31	0.00
62	2844.54	-100.67	0.00	0.00	-10.46	0.00
63	2020.00	98.15	0.00	0.00	35.45	0.00
64	2138.80	-99.00	0.00	0.00	-10.46	0.00
65	2031.99	-99.00	0.00	0.00	46.89	0.00
66	2367.35	-178.12	0.00	0.00	-10.46	0.00
67	2031.99	42.25	0.00	0.00	69.34	0.00
68	2492.65	-99.00	0.00	0.00	-10.46	0.00
69	2031.99	4.72	0.00	0.00	76.25	0.00
70	2496.36	-99.00	0.00	0.00	-10.46	0.00
71	2030.22	0.53	0.00	0.00	12.22	0.00
72	2151.60	-99.00	0.00	0.00	-10.46	0.00
73	2031.99	-99.00	0.00	0.00	34.12	0.00
74	2166.75	-127.79	0.00	0.00	-10.46	0.00
75	2031.99	136.64	0.00	0.00	-10.46	0.00
76	2790.31	-99.00	0.00	0.00	-138.33	0.00
77	2031.99	61.78	0.00	0.00	-10.46	0.00
78	2885.70	-99.00	0.00	0.00	-130.19	0.00
79	2031.99	89.44	0.00	0.00	-10.46	0.00
80	2115.11	-99.00	0.00	0.00	-64.35	0.00
81	2031.99	-99.00	0.00	0.00	-10.46	0.00
82	2436.80	-159.72	0.00	0.00	-37.80	0.00
83	2031.99	42.57	0.00	0.00	-10.46	0.00

Combinazioni rare:			
comb	N	Mx	My
1	2009.89	-93.89	0.00
2	2120.29	-119.34	0.00

Combinazioni frequenti:			
comb	N	Mx	My
1	2009.89	-93.89	0.00
2	2033.81	-131.79	0.00
3	2008.72	-80.43	0.00
4	2058.00	-94.25	0.00
5	2009.89	-74.41	0.00
6	2080.04	-93.89	0.00

Combinazioni quasi permanenti:			
comb	N	Mx	My
1	0.00	121.40	0.00
2	349.37	-151.31	0.00
3	349.37	82.54	0.00
4	1635.45	-151.31	0.00
5	1635.45	82.54	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-68446.724648$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.000000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -23.03425 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 0.80435 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NS=454180.00; MxiS=-0.00; MyiS=196710.00; TxiS=11110.00; TyiS=-0.00

Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):
 NR=454178.35; MxiR= -0.00; MyiR= 1170776.76

Mxi0=-0.00, Myi0=-0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 MR= $((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=1170776.76$; MS= $((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=196710.00$
 Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 5.9518 > 1
 VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.1319)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6049$

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA
 Comb. n.ro: 78; NS=2885700.00 < Nrd=12652258.66 N VERIFICA POSITIVA

Fattore di sicurezza SLU per le azioni di compressione : Resistenza/Sicurezza = 4.3845 > 1
 VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=63.71 cm²; AreaCls=9000.00 cm²)
 Armatura tesa (comb. 1): AfT=31.86 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=12.08 cm²
 AfT=31.86 cm² > 0.0013•bt•d=10.62 cm²
 con: bt=100.00 cm; d=81.70 cm
 Aftesa max (comb. 1)=31.86 cm² e Afcompr max (comb. 1)=31.86 cm² < 0.04•AreaCls=360.00 cm²
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICHE S.L.E.: TENSIONI (fck = 24.90 N/mm²)
 Comb. rara n.ro 2: Tens. cls= 2.86 < 0.60•fck = 14.94 N/mm²
 Comb. rara n.ro 2: Tens. acciaio= 23.02 > -0.80•fyk = -360.00 N/mm²
 Comb. q. per. n.ro 4: Tens. cls= 2.57 < 0.45•fck = 11.20 N/mm²
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICHE S.L.E.: FESSURAZIONE
 Comb. freq. n.ro 2: Tens. min. cls= 1.24 N/mm²; $\sigma_t=fctm/1.2=-2.13$ N/mm², fcfk=-2.15 N/mm²
 wk=1.7•srm• ϵ_{sm} =0.0000 mm < w3=0.4 mm VERIFICA POSITIVA

Comb. q. per. n.ro 1: Tens. min. cls= -0.74 N/mm²; $\sigma_t=fctm/1.2=-2.13$ N/mm², fcfk=-2.15 N/mm²
 wk=1.7•srm• ϵ_{sm} =0.0000 mm < w2=0.3 mm VERIFICA POSITIVA

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-50.00	-45.00	3.50
2	-50.00	45.00	-25.73
3	50.00	45.00	-25.73
4	50.00	-45.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	41.70	36.70	26.00	-23.03
2	41.70	-36.70	26.00	0.80
3	-41.70	-36.70	26.00	0.80
4	-41.70	36.70	26.00	-23.03
5	-25.02	36.70	26.00	-23.03
6	-8.34	36.70	26.00	-23.03
7	8.34	36.70	26.00	-23.03
8	25.02	36.70	26.00	-23.03
9	-25.02	-36.70	26.00	0.80
10	-8.34	-36.70	26.00	0.80
11	8.34	-36.70	26.00	0.80
12	25.02	-36.70	26.00	0.80

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-50.00	-34.22
2	50.00	-34.22

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd= 12652.26 KN); T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt= -2829.62 KN); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(KN)	(KNm)	(KNm)	(KN)	(KNm)	(KNm)	(cm²)	(cm²)			
1	0.00	0.00	-157.83	-0.01	0.00	-1011.78	31.86	31.86	6.4106	N	
2	454.18	-0.00	196.71	454.18	-0.00	1170.78	31.86	31.86	5.9518	N	
3	454.18	0.00	-107.30	454.18	0.00	-1170.78	31.86	31.86	10.9112	N	
4	2126.09	-0.00	196.71	2126.09	-0.00	1726.69	31.86	31.86	5.9510	C	
5	2126.09	0.00	-107.30	2126.09	0.00	-1726.69	31.86	31.86	5.9510	C	
6	2612.86	-0.00	122.05	2612.85	-0.00	1856.62	31.86	31.86	4.8423	C	
7	2612.86	-0.00	122.05	2612.85	-0.00	1856.62	31.86	31.86	4.8423	C	
8	2778.42	-0.00	160.23	2778.41	-0.00	1897.33	31.86	31.86	4.5538	C	
9	0.00	0.00	-157.83	-0.01	0.00	-1011.78	31.86	31.86	6.4106	N	
10	454.18	-0.00	196.71	454.18	-0.00	1170.78	31.86	31.86	5.9518	N	
11	454.18	0.00	-28.70	454.18	0.00	-1170.78	31.86	31.86	27.8574	C	
12	1710.40	-0.00	196.71	1710.39	-0.00	1596.53	31.86	31.86	7.3973	C	
13	1710.40	0.00	-28.70	1710.39	0.00	-1596.53	31.86	31.86	7.3973	C	
14	2146.93	-0.00	214.15	2146.94	-0.00	1732.55	31.86	31.86	5.8932	C	
15	2146.93	-0.00	214.15	2146.94	-0.00	1732.55	31.86	31.86	5.8932	C	
16	2237.42	-0.00	272.26	2237.42	-0.00	1757.73	31.86	31.86	5.6548	C	
17	0.00	0.00	-121.40	-0.01	0.00	-1011.78	31.86	31.86	8.3343	N	
18	349.37	-0.00	151.31	349.37	-0.00	1134.20	31.86	31.86	7.4959	N	
19	349.37	0.00	-159.10	349.37	0.00	-1134.20	31.86	31.86	7.1288	N	
20	2051.68	-0.00	151.31	2051.67	-0.00	1705.54	31.86	31.86	6.1668	C	
21	2051.68	0.00	-159.10	2051.67	0.00	-1705.54	31.86	31.86	6.1668	C	
22	2486.96	0.00	-1.40	2486.95	0.00	-1824.46	31.86	31.86	5.0874	C	
23	2486.96	0.00	-34.31	2486.95	0.00	-1824.46	31.86	31.86	5.0874	C	
24	2607.83	0.00	-1.40	2607.84	0.00	-1855.36	31.86	31.86	4.8516	C	
25	0.00	0.00	-157.83	-0.01	0.00	-1011.78	31.86	31.86	6.4106	N	
26	454.18	-0.00	196.71	454.18	-0.00	1170.78	31.86	31.86	5.9518	N	
27	454.18	0.00	-118.00	454.18	0.00	-1170.78	31.86	31.86	9.9218	N	
28	2109.40	-0.00	196.71	2109.39	-0.00	1721.98	31.86	31.86	5.9980	C	
29	2109.40	0.00	-118.00	2109.39	0.00	-1721.98	31.86	31.86	5.9980	C	
30	2579.95	-0.00	112.76	2579.95	-0.00	1848.34	31.86	31.86	4.9041	C	
31	2579.95	-0.00	112.76	2579.95	-0.00	1848.34	31.86	31.86	4.9041	C	
32	2752.98	-0.00	149.96	2752.97	-0.00	1891.21	31.86	31.86	4.5958	C	
33	0.00	0.00	-121.40	-0.01	0.00	-1011.78	31.86	31.86	8.3343	N	
34	349.37	-0.00	151.31	349.37	-0.00	1134.20	31.86	31.86	7.4959	N	
35	349.37	0.00	-167.70	349.37	0.00	-1134.20	31.86	31.86	6.7633	N	
36	2032.59	-0.00	151.31	2032.59	-0.00	1699.40	31.86	31.86	6.2247	C	
37	2032.59	0.00	-167.70	2032.59	0.00	-1699.40	31.86	31.86	6.2247	C	
38	2454.66	0.00	-10.35	2454.66	0.00	-1816.06	31.86	31.86	5.1544	C	
39	2454.66	0.00	-42.32	2454.66	0.00	-1816.06	31.86	31.86	5.1544	C	
40	2582.07	0.00	-10.35	2582.06	0.00	-1848.87	31.86	31.86	4.9000	C	
41	0.00	0.00	-157.83	-0.01	0.00	-1011.78	31.86	31.86	6.4106	N	
42	454.18	-0.00	196.71	454.18	-0.00	1170.78	31.86	31.86	5.9518	N	
43	454.18	0.00	-116.85	454.18	0.00	-1170.78	31.86	31.86	10.0195	N	
44	2105.79	-0.00	196.71	2105.79	-0.00	1720.95	31.86	31.86	6.0083	C	
45	2105.79	0.00	-116.85	2105.79	0.00	-1720.95	31.86	31.86	6.0083	C	
46	2607.80	-0.00	105.87	2607.81	-0.00	1855.36	31.86	31.86	4.8517	C	
47	2607.80	-0.00	105.87	2607.81	-0.00	1855.36	31.86	31.86	4.8517	C	
48	2781.63	-0.00	143.22	2781.63	-0.00	1898.10	31.86	31.86	4.5485	C	
49	0.00	0.00	-121.40	-0.01	0.00	-1011.78	31.86	31.86	8.3343	N	
50	349.37	-0.00	151.31	349.37	-0.00	1134.20	31.86	31.86	7.4959	N	
51	349.37	0.00	-166.56	349.37	0.00	-1134.20	31.86	31.86	6.8096	N	
52	2029.05	-0.00	151.31	2029.05	-0.00	1698.29	31.86	31.86	6.2356	C	

53	2029.05	0.00	-166.56	2029.05	0.00	-1698.29	31.86	31.86	6.2356	C	
54	2481.55	0.00	-16.73	2481.55	0.00	-1823.06	31.86	31.86	5.0985	C	
55	2481.55	0.00	-47.88	2481.55	0.00	-1823.06	31.86	31.86	5.0985	C	
56	2609.77	0.00	-16.73	2609.78	0.00	-1855.85	31.86	31.86	4.8480	C	
57	2009.89	-0.00	93.89	2009.89	-0.00	1692.27	31.86	31.86	6.2950	C	
58	2031.99	-0.00	99.00	2031.98	-0.00	1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
59	2028.31	0.00	-133.81	2028.31	0.00	-1698.06	31.86	31.86	6.2378	C	
60	2775.84	-0.00	99.32	2775.83	-0.00	1896.71	31.86	31.86	4.5580	C	
61	2029.87	0.00	-53.76	2029.86	0.00	-1698.55	31.86	31.86	6.2330	C	
62	2844.54	-0.00	100.67	2844.55	-0.00	1913.08	31.86	31.86	4.4479	C	
63	2020.00	0.00	-98.15	2019.99	0.00	-1695.44	31.86	31.86	6.2635	C	
64	2138.80	-0.00	99.00	2138.80	-0.00	1730.27	31.86	31.86	5.9156	C	
65	2031.99	-0.00	99.00	2031.98	-0.00	1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
66	2367.35	-0.00	178.12	2367.36	-0.00	1792.97	31.86	31.86	5.3445	C	
67	2031.99	0.00	-42.25	2031.98	0.00	-1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
68	2492.65	-0.00	99.00	2492.65	0.00	1825.94	31.86	31.86	5.0758	C	
69	2031.99	0.00	-4.72	2031.98	0.00	-1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
70	2496.36	-0.00	99.00	2496.36	-0.00	1826.90	31.86	31.86	5.0683	C	
71	2030.22	0.00	-0.53	2030.22	0.00	-1698.66	31.86	31.86	6.2320	C	
72	2151.60	-0.00	99.00	2151.61	-0.00	1733.86	31.86	31.86	5.8804	C	
73	2031.99	-0.00	99.00	2031.98	-0.00	1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
74	2166.75	-0.00	127.79	2166.76	-0.00	1738.12	31.86	31.86	5.8393	C	
75	2031.99	0.00	-136.64	2031.98	0.00	-1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
76	2790.31	-0.00	99.00	2790.30	-0.00	1900.18	31.86	31.86	4.5344	C	
77	2031.99	0.00	-61.78	2031.98	0.00	-1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
78	2885.70	-0.00	99.00	2885.70	0.00	1922.74	31.86	31.86	4.3845	C	
79	2031.99	0.00	-89.44	2031.98	0.00	-1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
80	2115.11	-0.00	99.00	2115.12	-0.00	1723.60	31.86	31.86	5.9818	C	
81	2031.99	-0.00	99.00	2031.98	-0.00	1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
82	2436.80	-0.00	159.72	2436.80	-0.00	1811.37	31.86	31.86	5.1922	C	
83	2031.99	0.00	-42.57	2031.98	0.00	-1699.21	31.86	31.86	6.2265	C	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

3.5 VERIFICHE A TAGLIO

Si riportano di seguito le verifiche a taglio; si prevede di predisporre spilli $9\Phi 14/mq$ nei piedritti, in calotta e nell'arco rovescio. Si propongono di seguito le verifiche.

3.5.1 Verifica SEZ 1

La sezione si riferisce alla calotta dove lo spessore delle membrature è pari a 90cm. Si prevede l'utilizzo di 9spilli $\Phi 14/m^2$:

VERIFICA SLU A TAGLIO PER ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
<u>Calcolo del taglio resistente</u>					
classe cls		Rck		30.00	N/mm ²
resist. caratteristica cilindrica		fck		24.90	N/mm ²
coeff riduttivo per carichi lunga durata		α_{cc}		0.85	
coeff. parziale		γ_c		1.50	
resist. di calcolo a compressione		fcd		14.11	N/mm ²
resist. media trazione cls (trazione semplice)		fctm		2.56	N/mm ²
resist. media trazione cls (flessione)		fctm		3.07	N/mm ²
resist. caratteristica a trazione cls (flessione)		fck		2.15	N/mm ²
resist.caratt. snerv.acciaio		fyk		450	N/mm ²
coeff. parziale		γ_s		1.15	
resistenza di progetto		fyd		391.30	N/mm ²
altezza membratura resistente a V		D		0.90	m
altezza utile sezione		d		0.82	m
larghezza membratura resist. a V		bw		1.00	m
diametro staffe 1		Ds (1)		14	mm
n bracci staffe 1		nb (1)		3	
interasse staffe 1		s (1)		33	cm
diametro staffe 2		Ds (2)		0	mm
n bracci staffe 2		nb (2)		0	
interasse staffe 2		s (2)		0	cm
area staffe 1		Asw (1)		462	
area staffe 2		Asw (2)		0	mm ²
inclinazione staffe rispetto asse		α		90	°
inclinazione bielle compresse cls		θ		22	°
coefficiente maggiorativo per compressione		α_c		1	
Resistenza taglio acciaio		V_{rsd}		997	kN
Resistenza taglio cls		V_{rzd}		1802	kN
Resistenza a taglio		V_{rd}		997	kN
TAGLIO AGENTE		V_{sdu}		192.96	kN
				ok	
				F.S. =	5.16

$V_{rd} > V_{sd}$ – VERIFICATO

3.5.2 Verifica SEZ 2

La sezione si riferisce alla calotta dove lo spessore delle membrature che varia da 90 a 220 cm. Si prevede l'utilizzo di 9spilli Φ 14/m² :

VERIFICA SLU A TAGLIO PER ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
<u>Calcolo del taglio resistente</u>					
classe cls		Rck		30.00	N/mm ²
resist. caratteristica cilindrica		fck		24.90	N/mm ²
coeff riduttivo per carichi lunga durata		α_{cc}		0.85	
coeff. parziale		γ_c		1.50	
resist. di calcolo a compressione		fcd		14.11	N/mm ²
resist. media trazione cls (trazione semplice)		fctm		2.56	N/mm ²
resist. media trazione cls (flessione)		fctm		3.07	N/mm ²
resist. caratteristica a trazione cls (flessione)		fck		2.15	N/mm ²
resist.caratt. snerv.acciaio		fyk		450	N/mm ²
coeff. parziale		γ_s		1.15	
resistenza di progetto		fyd		391.30	N/mm ²
altezza membratura resistente a V		D		2.20	m
altezza utile sezione		d		2.12	m
larghezza membratura resist. a V		bw		1.00	m
diametro staffe 1		Ds (1)		14	mm
n bracci staffe 1		nb (1)		3	
interasse staffe 1		s (1)		33	cm
diametro staffe 2		Ds (2)		0	mm
n bracci staffe 2		nb (2)		0	
interasse staffe 2		s (2)		0	cm
area staffe 1		Asw (1)		462	
area staffe 2		Asw (2)		0	mm ²
inclinazione staffe rispetto asse		α		90	°
inclinazione bielle compresse cls		θ		22	°
coefficiente maggiorativo per compressione		α_c		1	
Resistenza taglio acciaio		V_{rsd}		2582	kN
Resistenza taglio cls		V_{rzd}		4669	kN
Resistenza a taglio		V_{rd}		2582	kN
TAGLIO AGENTE		V_{sdu}		343.74	kN
				ok	
				F.S. =	7.51

V_{rd} > V_{sdu} – VERIFICATO

3.5.3 Verifica SEZ 3

La sezione di verifica dei piedritti che hanno uno spessore che varia da 220 a 280cm. Si prevede l'utilizzo di 9spilli Φ 14/m²:

VERIFICA SLU A TAGLIO PER ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
<u>Calcolo del taglio resistente</u>					
classe cls		Rck		30.00	N/mm ^q
resist. caratteristica cilindrica		fck		24.90	N/mm ^q
coeff riduttivo per carichi lunga durata		α_{cc}		0.85	
coeff. parziale		γ_c		1.50	
resist. di calcolo a compressione		fcd		14.11	N/mm ^q
resist. media trazione cls (trazione semplice)		fctm		2.56	N/mm ^q
resist. media trazione cls (flessione)		fcfm		3.07	N/mm ^q
resist. caratteristica a trazione cls (flessione)		fcfk		2.15	N/mm ^q
resist.caratt. snerv.acciaio		fyk		450	N/mm ^q
coeff. parziale		γ_s		1.15	
resistenza di progetto		fyd		391.30	N/mm ^q
altezza membratura resistente a V		D		2.80	m
altezza utile sezione		d		2.72	m
larghezza membratura resist. a V		bw		1.00	m
diametro staffe 1		Ds (1)		14	mm
n bracci staffe 1		nb (1)		3	
interasse staffe 1		s (1)		33	cm
diametro staffe 2		Ds (2)		0	mm
n bracci staffe 2		nb (2)		0	
interasse staffe 2		s (2)		0	cm
area staffe 1		Asw (1)		462	
area staffe 2		Asw (2)		0	mm ^q
inclinazione staffe rispetto asse		α		90	°
inclinazione bielle compresse cls		θ		22	°
coefficiente maggiorativo per compressione		α_c		1	
Resistenza taglio acciaio		Vrsd		3314	kN
Resistenza taglio cls		Vrcd		5992	kN
Resistenza a taglio		Vrd		3314	kN
TAGLIO AGENTE		Vsdu		1423.43	kN
				ok	
				F.S. =	2.33

Vrd > Vsdu - VERIFICATO

3.5.4 Verifica 4

La sezione di verifica dell'arco rovescio ha uno spessore di 90 cm e Si prevede l'utilizzo di 9spilli Φ 14/m:

VERIFICA SLU A TAGLIO PER ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO					
<u>Calcolo del taglio resistente</u>					
classe cls		Rck		30.00	N/mm ²
resist. caratteristica cilindrica		fck		24.90	N/mm ²
coeff riduttivo per carichi lunga durata		α_{cc}		0.85	
coeff. parziale		γ_c		1.50	
resist. di calcolo a compressione		fcd		14.11	N/mm ²
resist. media trazione cls (trazione semplice)		fctm		2.56	N/mm ²
resist. media trazione cls (flessione)		fcfm		3.07	N/mm ²
resist. caratteristica a trazione cls (flessione)		fcfk		2.15	N/mm ²
resist.caratt. snerv.acciaio		fyk		450	N/mm ²
coeff. parziale		γ_s		1.15	
resistenza di progetto		fyd		391.30	N/mm ²
altezza membratura resistente a V		D		0.90	m
altezza utile sezione		d		0.82	m
larghezza membratura resist. a V		bw		1.00	m
diametro staffe 1		Ds (1)		14	mm
n bracci staffe 1		nb (1)		3	
interasse staffe 1		s (1)		33	cm
diametro staffe 2		Ds (2)		0	mm
n bracci staffe 2		nb (2)		0	
interasse staffe 2		s (2)		0	cm
area staffe 1		Asw (1)		462	
area staffe 2		Asw (2)		0	mm ²
inclinazione staffe rispetto asse		α		90	°
inclinazione bielle compresse cls		θ		22	°
coefficiente maggiorativo per compressione		α_c		1	
Resistenza taglio acciaio		V_{rsd}		997	kN
Resistenza taglio cls		V_{rzd}		1802	kN
Resistenza a taglio		V_{rd}		997	kN
TAGLIO AGENTE		V_{sdu}		138.33	kN
				ok	
				F.S. =	7.20

V_{rd} > V_{sdu} - VERIFICATO