

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza



PROGETTO ESECUTIVO

VIADOTTI E PONTI

AV – Viadotto Montebello Vicentino dal km 33+463,75 al km 33+722,75



SCAVI, DEMOLIZIONE, OPERE PROVVISORIALI

Relazione di calcolo opere provvisoriali








GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due						-
 ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 N. 4289 Data: Aprile 2022		ing. Paolo Carmona  Data: Aprile 2022						

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	C	L	V	I	2	1	0	1	0	0	1	B	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Alberto LEVORATO 	Aprile 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	G. Furlani 	Aprile 2021	V. Pastore 	Aprile 2021	P. Ascari 	Aprile 2021	P. Ascari 
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	G. Furlani 	Aprile 2022	V. Pastore 	Aprile 2022	P. Ascari 	Aprile 2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI2101001B.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 2 di 136	

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	10
2.1	Normativa di riferimento.....	10
2.2	Documenti di riferimento.....	10
2.3	Software di riferimento.....	10
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	11
4	ANALISI DELLE PARATIE.....	12
4.1	Combinazioni e coefficienti parziali.....	12
4.2	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	13
4.3	Elementi strutturali	14
4.4	Carichi applicati.....	14
4.5	Stabilità globale.....	15
4.6	Sezioni di calcolo	16
4.7	Discretizzazione di calcolo.....	16
4.7.1	Sezione 1	17
4.7.2	Sezione 2	17
4.7.3	Sezione 3.....	18
4.7.4	Sezione 4	18
4.8	Fasi di calcolo	19
4.8.1	Sezione 1	19
4.8.2	Sezione 2.....	21
4.8.3	Sezione 3.....	23
4.8.4	Sezione 4.....	25
4.9	Principali risultati delle analisi.....	28
4.9.1	Sezione 1	28
4.9.2	Sezione 2.....	32
4.9.3	Sezione 3.....	36
4.9.4	Sezione 4.....	40

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 3 di 136

4.9.5	Stima portate di emungimento sezione 1	44
4.9.6	Stima portate di emungimento sezione 4	46
4.10	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	48
4.10.1	Sezione 1 e Sezione 2	48
4.10.2	Sezione 3 e Sezione 4	51
4.11	Verifiche di resistenza palancole	51
4.11.1	Sezione 1 (PU22).....	53
4.11.2	Sezione 2 (PU18).....	54
4.11.3	Sezione 3 (PU22).....	55
4.11.4	Sezione 4 (PU22).....	56
5	APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS	57
5.1	Sezione 1	57
5.2	Sezione 2	83
5.3	Sezione 3	102
5.4	Sezione 4	121

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 4 di 136

1 PREMESSA

La presente relazione sviluppa il dimensionamento, la verifica geotecnica e stabilità strutturale delle paratie provvisorie necessarie per la realizzazione delle fondazioni del viadotto VI21 – Viadotto Montebello Vicentino dal km 33+463.75 al km 33+722.75, previsto nell’ambito della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

In particolare si tratta di palancolati metallici posti a presidio dello scavo delle pile 1÷11. Verranno realizzati con profili a doppia onda PU18 e PU22 (in funzione delle altezze di scavo) disposti planimetricamente sull’intero perimetro delle fondazioni, al fine di consentire lo scavo in sicurezza e limitare i processi di filtrazione idraulica verso l’interno. In relazione alla massima profondità di scavo ed al livello di falda presente, che variano in base alla sezione di calcolo, si prevedono:

- pile P1, P2, P9, P10 e P11 palancole PU22 con lunghezza L=15.0 m;
- pile P3÷P8 palancole PU18 con lunghezza L=11.0 m;

Per la pila P10, prima di infiggere le palancole, si prevede inoltre di effettuare un prescavo tutto attorno alla fondazione, di profondità 1.0 m e larghezza 4.0 m dall’asse della palanca.

È inoltre prevista la realizzazione di 2 pozzi di aggotamento per ogni plinto, ubicati all’interno del palancolato. In presenza di terreni granulari permeabili, verranno attivati prima di iniziare lo scavo e consentiranno di mantenere asciutto il fondo scavo durante l’approfondimento, la scapitozzatura dei pali, la posa delle armature e il getto del plinto.

Le opere di sostegno in argomento, in accordo al punto 2.4.1 NTC2008, sono da ritenersi opere provvisionali e per esse è omessa la verifica sismica.

Le analisi statiche e le verifiche di seguito esposte hanno consentito di definire le caratteristiche minime di inerzia e resistenza delle opere provvisionali. Tuttavia, si deve tenere presente che nei terreni granulari addensati considerazioni legate a difficoltà di infissione delle palancole possono diventare determinanti nella scelta della sezione. In relazione alle condizioni locali ed alle tecnologie di infissione disponibili in cantiere, si potrebbe verificare la necessità di operare con palancole più ‘pesanti’, sovradimensionate quindi rispetto alle semplici necessità statiche.

Nelle seguenti figure si riportano le sezioni delle opere provvisionali di riferimento per i calcoli di seguito eseguiti.

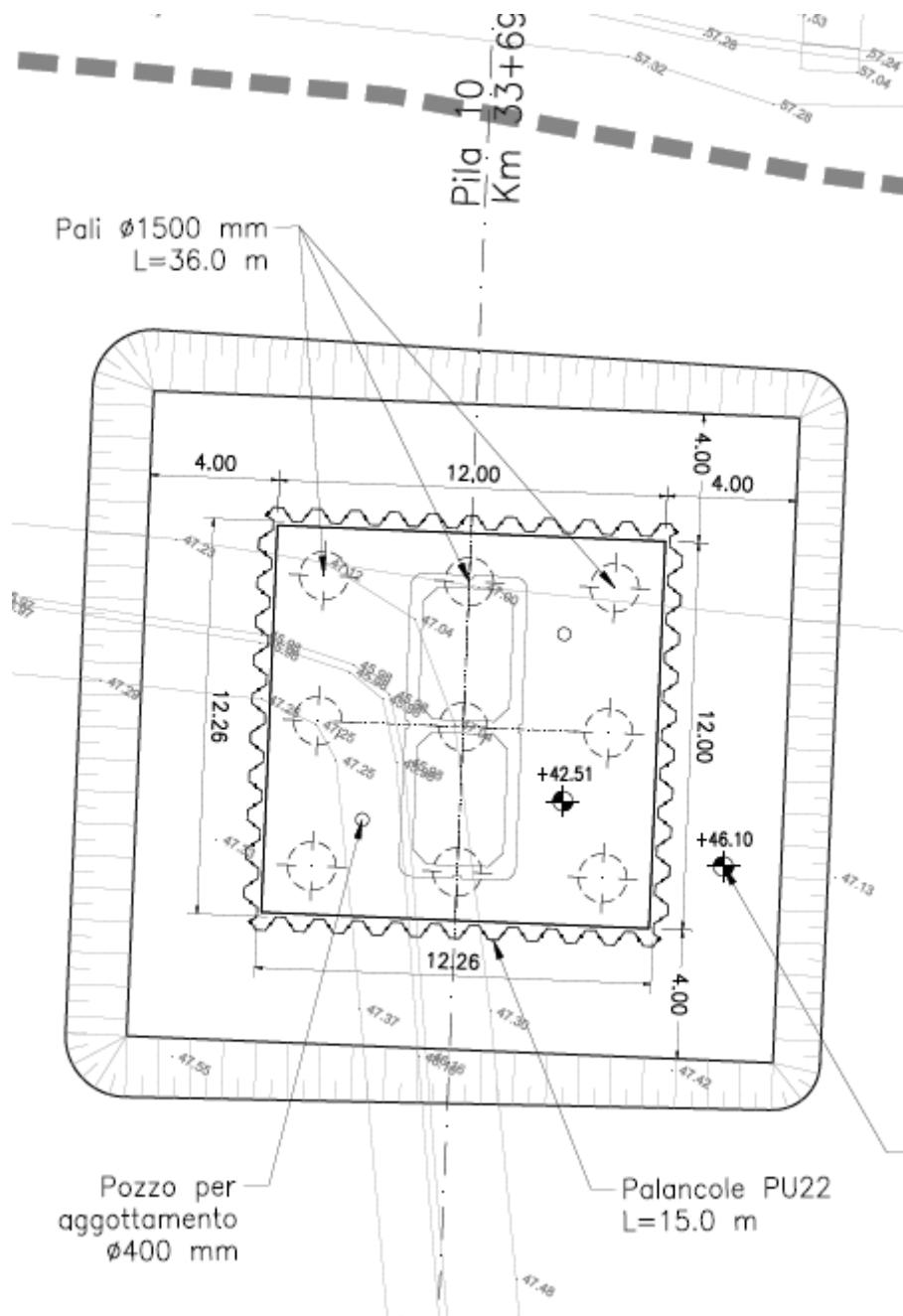


Figura 2 – Pianta - Pila P10

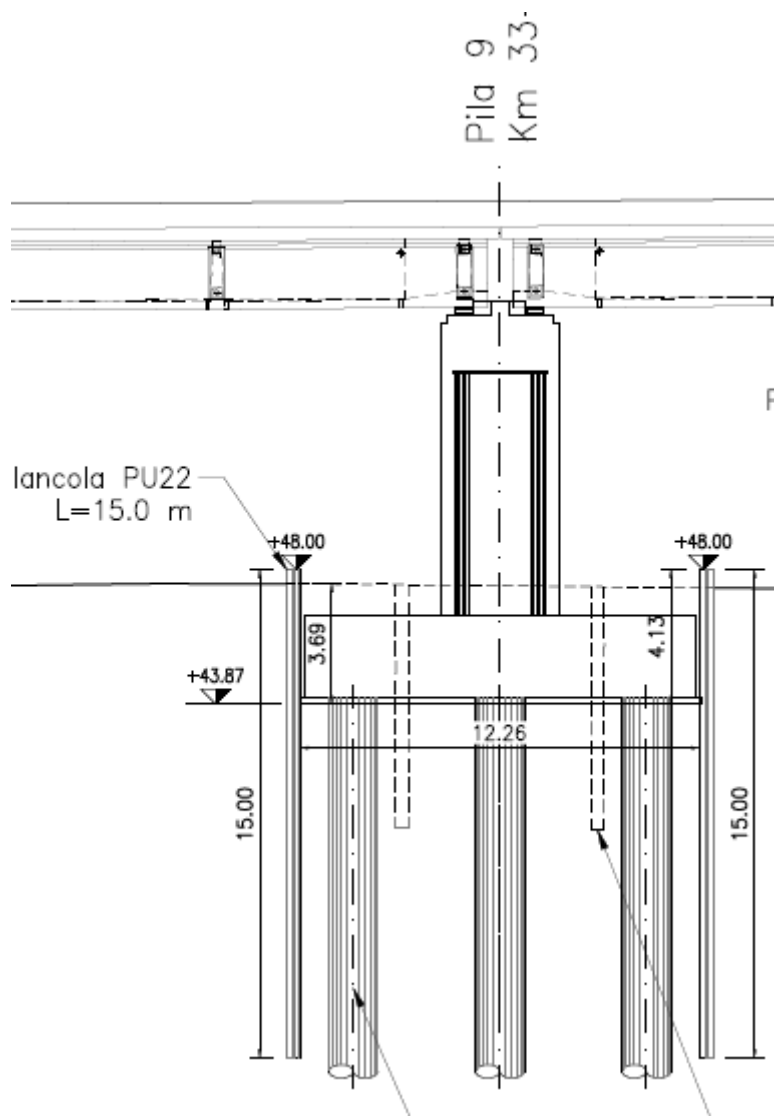


Figura 3 – Sezione - Pila P9

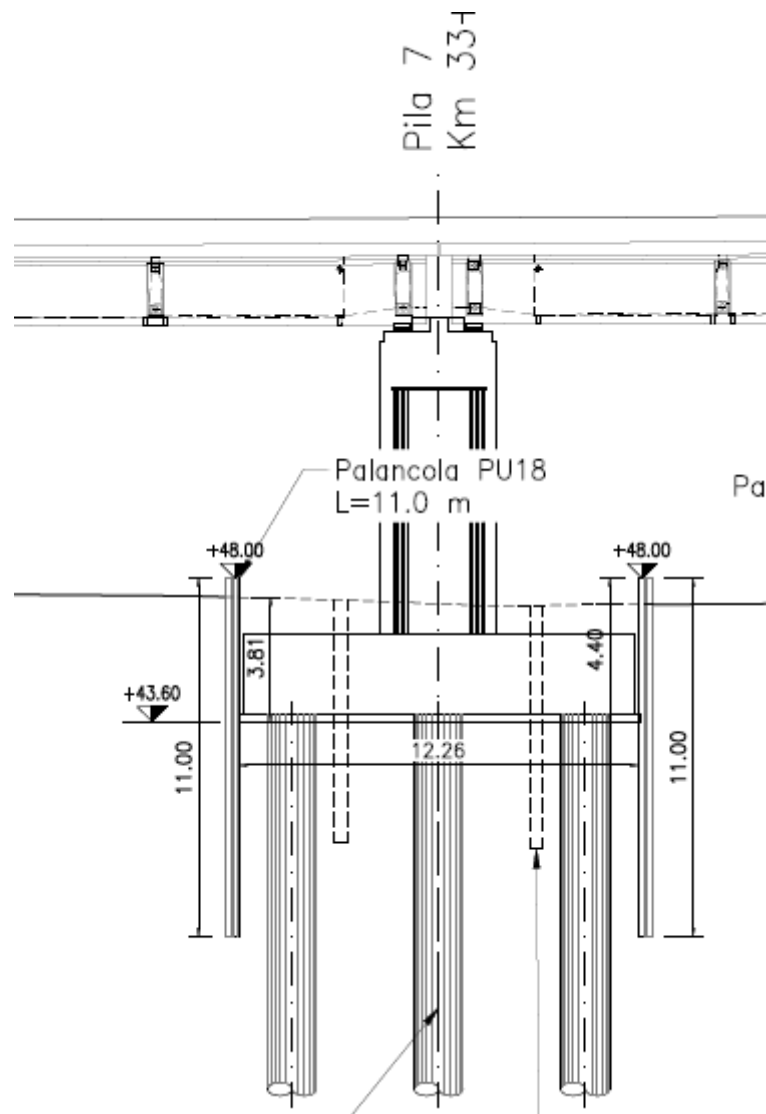


Figura 4 – Sezione - Pila P7

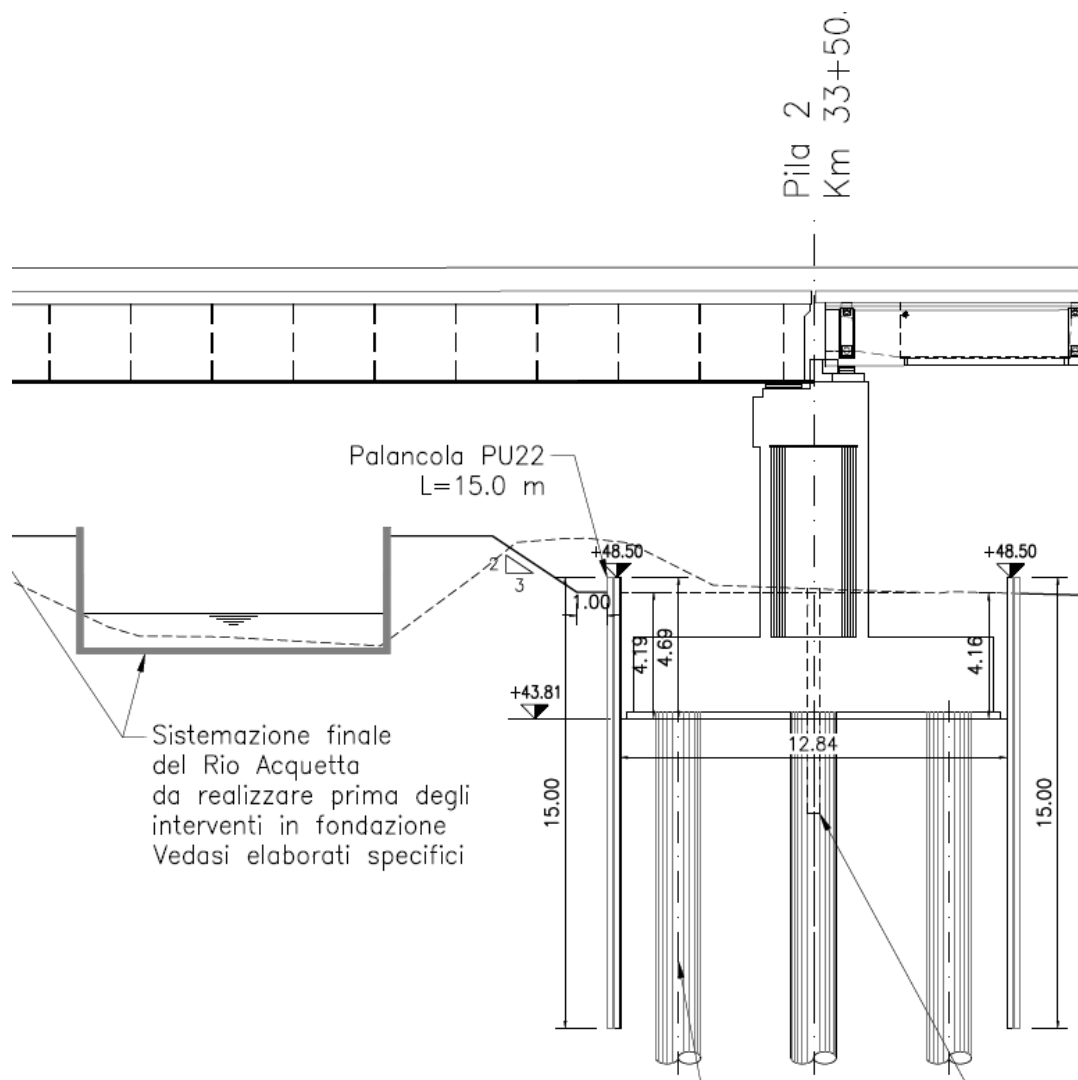


Figura 5 – Sezione - Pila P2

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 10 di 136	

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

- [NR 1] D.M. 14/01/2008 – “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- [NR 2] UNI EN 1997-1:2005 – “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”.
- [NR 3] UNI EN 1998-1:2005 – “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- [NR 4] BS 8006:1995 – “Code of practice for Strengthened/reinforced soils and other fills”.
- [NR 5] UNI EN 1993-5:2006 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio-Piling”.

2.2 Documenti di riferimento

- [DR 1.] IN1712EI2FZVI2100001 - Profilo Geotecnico - VI21_Viadotto Montebello Vicentino AV dal km 33+463,52 al km 33+722,12.
- [DR 2.] IN1711EI2RBGE0000003 – Relazione Geotecnica Generale (dal km 21+990 al km 33+500).
- [DR 3.] IN1711EI2RBGE0000004 – Relazione Geotecnica Generale (dal km 33+500 al km 44+250).
- [DR 4.] IN1712EI2RBVI2100001 – Relazione Geotecnica - VI21_Viadotto Montebello Vicentino AV dal km 33+463,52 al km 33+722,12.

2.3 Software di riferimento

Le analisi sono svolte per mezzo del codice Plaxis 2D 2020 (Delft, Olanda).

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle palancole si prevede l'impiego di acciaio S 275 JR - EN 10025-2 (Fe430 B) cui corrisponde una tensione di snervamento $f_{yk} = 275$ MPa.

Nel presente documento si fa riferimento a palancole con un profilo PU18 e PU22, le cui caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nelle seguenti tabelle.

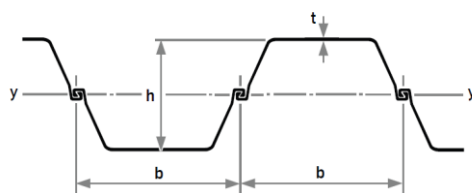


Tabella 1 - Caratteristiche palancole PU18

Nome	Tipo	A	b	h	t	S	I_y	W_{elx}	W_{plx}	w
(-)	(-)	(m ² /m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴ /m)	(m ³ /m)	(m ³ /m)	(kN/m ²)
PU18	U	0.01633	0.6	0.43	0.0112	0.009	0.0003865	0.0018	0.002134	1.26

Tabella 2 - Caratteristiche palancole PU22

Nome	Tipo	A	b	h	t	S	I_y	W_{elx}	W_{plx}	w
(-)	(-)	(m ² /m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴ /m)	(m ³ /m)	(m ³ /m)	(kN/m ²)
PU22	U	0.01829	0.6	0.45	0.0121	0.0095	0.0004946	0.0022	0.00258	1.44

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 12 di 136	

4 ANALISI DELLE PARATIE

4.1 Combinazioni e coefficienti parziali

Le azioni sulle opere di sostegno sono state ricavate mediante lo studio dell'interazione tra l'opera e il terreno e dipendono quindi dallo stato tensionale iniziale in sito, dal regime delle pressioni interstiziali, dalle proprietà meccaniche dei terreni, degli elementi strutturali e dal contatto terra-opera, dalla geometria dell'opera e dalla sequenza costruttiva. Il peso del terreno che interagisce con la paratia e le azioni che da esso derivano sono considerati come azioni permanenti strutturali. Si considera inoltre un sovraccarico accidentale agente sul p.c. circostante che simula la presenza dei mezzi di cantiere.

Le analisi sono state effettuate in conformità al DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni). In particolare la norma prevede tre combinazioni progettuali distinte. La prima combinazione, indicata con la sigla SLE è di riferimento per le verifiche di compatibilità delle deformazioni proprie ed indotte dalle paratie, la seconda combinazione, indicata con la sigla STR, è quella di riferimento per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali, la terza, indicata con la sigla GEO, è di riferimento per le verifiche di stabilità geotecnica.

La prima analisi (SLE), volta alla valutazione delle deformazioni della struttura e delle sollecitazioni in esercizio è stata effettuata utilizzando nel modello i parametri caratteristici del terreno ed i valori caratteristici delle azioni.

La seconda analisi (STR) da usare per le verifiche di resistenza strutturale è stata svolta con riferimento all'Approccio 1 - Combinazione 1: A1+M1+R1. Quindi è stata effettuata utilizzando nel modello i parametri caratteristici del terreno ed i valori caratteristici delle azioni permanenti (spinte terreno ed acqua), nonché amplificando le azioni variabili per un coefficiente γ_q^* ($\gamma_q^* = 1.50/1.30 = 1.15$). Il coefficiente amplificativo equivalente del gruppo A1 ($\gamma_q = 1.30$) è stato infine applicato direttamente alle sollecitazioni ricavate dalle analisi, in accordo al paragrafo 6.2.4.1.3 del D.M. 17/01/2018.

Come indicato al par.C.6.5.3.1 della Circolare Ministeriale, per le verifiche di stabilità geotecnica (GEO) si fa riferimento all'Approccio 1 - Combinazione 2: A2+M2+R2. Pertanto, dopo la simulazione di tutte le fasi di scavo, il margine di sicurezza si ricava con un ulteriore passo di calcolo, finalizzato alla ricerca di un meccanismo di collasso del terreno, riducendo progressivamente i parametri di resistenza dopo aver incrementato le azioni permanenti non strutturali e le azioni variabili (sovraccarichi) dei coefficienti parziali (γ_{G2} , γ_Q) del gruppo A2. La verifica è soddisfatta se il fattore di riduzione dei parametri risulta non inferiore al prodotto dei coefficienti parziali γ_M e γ_R .

Nelle seguenti tabelle si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (amplificativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno) ed adottati nelle suddette combinazioni di calcolo.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001 Rev. B Foglio 13 di 136

Tabella 3 - Combinazioni per analisi statiche in esercizio (SLE)

Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu
sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 4 - Combinazioni per analisi statiche (STR e GEO)

	Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)			Resistenze (γ_R)
	Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu	
	sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli				
<i>STR</i> (A1 + M1 + R1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>GEO</i> (A2 + M2 + R2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40	1.10

4.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per le unità costituenti il terreno esistente si è utilizzato un modello costitutivo elastico-perfettamente-plastico con criterio di rottura alla Mohr-Coulomb. Nelle seguenti tabelle si riportano, per i litotipi di interesse progettuale, la stratigrafia ed i parametri geotecnici di resistenza e di rigidezza che ne caratterizzano il comportamento numerico.

Tabella 5 – Stratigrafia 1 - Parametri geotecnici per le pile 1÷8

Da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	φ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	K [m/s]
0.0	- 3.0	argilla	18.5	70	27	5	15	5*10 ⁻⁶
-3.0	-7.0	ghiaia	20.0	-	40	0	50	10 ⁻⁴
-7.0	-8.5	argilla	18.5	70	27	5	15	5*10 ⁻⁶
-8.5	-11.5	sabbia	19.0	-	37	0	40	10 ⁻⁴
-11.5	-17.0	ghiaia	20.0	-	40	0	50	10 ⁻⁴
-17.0	-21.0	argilla	18.5	80	27	5	15	5*10 ⁻⁶
-21.0	-31.0	ghiaia	20.0	-	40	0	50	10 ⁻⁴

Dove:

γ = peso di volume naturale

φ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = Eo / (3÷5)

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

K = permeabilità

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001 Rev. B Foglio 14 di 136

Tabella 6 – Stratigrafia 2 - Parametri geotecnici per le pile 9÷11

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	K [m/s]
0	- 10	argilla	18.5	70	27	5	15	5*10 ⁻⁶
-10	-27	ghiaia	20.0	-	40	0	50	10 ⁻⁴

Per il materiale costituente l'argine modellato nel calcolo delle opere provvisionali lato pile 1 e 2, sono stati assunti i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $\phi' = 27^\circ$
- $c' = 5 \text{ kPa}$
- $E' = 30 \text{ MPa}$.

La falda, in accordo a quanto indicato nella relazione geotecnica ([DR 4.]) è stata assunta per il calcolo delle opere provvisionali a quota +45.0 m s.l.m..

4.3 Elementi strutturali

Le palancole provvisorie sono state modellate con elementi snelli (tipo beam), con legame costitutivo elastico lineare, aventi modulo di Young dell'acciaio ($E=2.1 \cdot 10^8 \text{ kPa}$), area e inerzia propria del profilato scelto (vedasi Tabella 1 e Tabella 2).

Sezione 1: profili PU22, L=15.0 m, infisse per almeno 14.5 m da p.c. (stratigrafia 1)

Sezione 2: profili PU18, L=11.0 m, infisse per almeno 10.0 m da p.c. (stratigrafia 1)

Sezione 3: profili PU22, L=15.0 m, infisse per almeno 14.5 m da p.c. (stratigrafia 2)

Sezione 4: profili PU22, L=15.0 m, infisse per almeno 14.5 m da p.c. (stratigrafia 2)

Gli elementi strutturali interagiscono con il terreno circostante mediante elementi interfaccia caratterizzati con adesione nulla ed angolo di resistenza al taglio $\delta' = 2/3 \phi' \leq 20^\circ$.

4.4 Carichi applicati

La presenza del sovraccarico accidentale dovuto al transito dei mezzi di cantiere è stata cautelativamente considerata nelle analisi applicando al piano campagna un sovraccarico di 10 kPa, uniformemente distribuito ed infinitamente esteso.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 15 di 136	

4.5 Stabilità globale

La determinazione del coefficiente di sicurezza avviene mediante un algoritmo iterativo ($\varphi' - c'$ reduction method, Dawson, Roth and Drescher, 1999) che, sulla base dei dati di partenza (c' e $\tan \varphi'$), determina successive condizioni di equilibrio del sistema eseguendo, ad ogni ciclo, una progressiva riduzione delle resistenze fino al raggiungimento del collasso (condizione di non equilibrio del sistema):

$$c'_{prova} = c' / FS_{prova}$$

$$\varphi'_{prova} = \arctan(\tan \varphi' / FS_{prova})$$

In Figura 6 la progressiva riduzione delle resistenze è rappresentata nel piano di Mohr-Coulomb per il singolo elemento di terreno. Si osserva che i parametri di deformabilità non influenzano in maniera apprezzabile i risultati del calcolo e, pertanto, possono essere considerati senza particolari affinamenti.

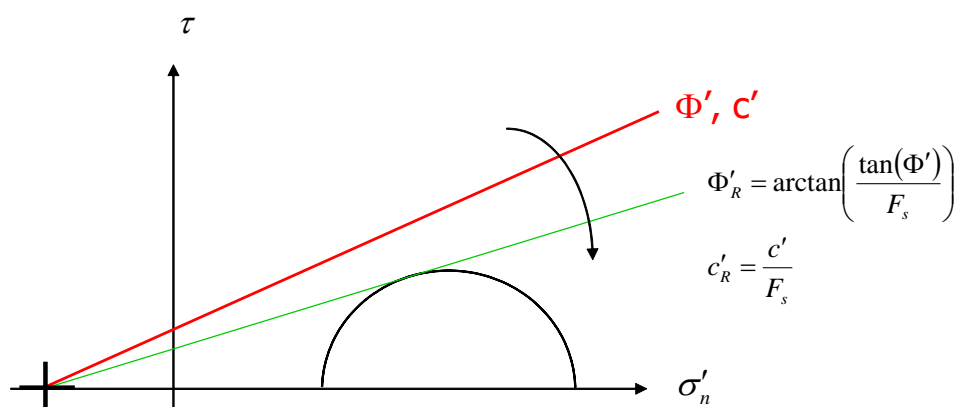


Figura 6 - Phi-c reduction method

Rispetto ai classici metodi dell'equilibrio limite presenta numerosi vantaggi (e.g. Dawson and Roth, 1999, and Cala and Flisiak, 2001):

- le superfici di rottura si propagano in maniera "naturale"; quindi non occorre specificare preventivamente i cinematici e le potenziali superfici di rottura su cui ricercare il coefficiente di sicurezza minimo;
- non richiede la definizione di ipotesi di calcolo "artificiali" (es. ipotesi sulle forze di interfaccia);
- la metodologia non implica limitazioni sulla forma e la modalità di propagazione delle potenziali superfici di rottura (anche multiple e/o con propagazioni complesse delle zone di snervamento) in funzione delle esigenze del sistema;
- l'interazione con eventuali elementi strutturali vengono modellate in maniera realistica con una mobilitazione delle resistenze in funzione della deformazione relativa rispetto al terreno circostante e non semplicemente mediante forze equivalenti.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 16 di 136	

- la soluzione converge in un meccanismo che è cinematicamente ammissibile (si noti che i metodi classici dell'equilibrio limite prescindono dalla valutazione degli spostamenti e non richiedono pertanto la conoscenza dei legami tensioni-deformazioni ma del solo criterio di resistenza dei terreni interessati).

Tale analisi di stabilità è generalmente svolta a partire dalla configurazione di progetto maggiormente cautelativa che risulta essere la fase di raggiungimento della massima profondità di scavo.

Tale analisi equivale alla verifica SLU (GEO) prevista dalla normativa vigente: combinazione 2 (A2+M2+R2), in base alla quale la stabilità geotecnica deve essere verificata con i parametri di resistenza del terreno ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2 ($\gamma_M = 1.25$ sia per la coesione sia per la resistenza al taglio, $\gamma_R = 1.1$).

Pertanto, per verificare le verifiche di stabilità geotecnica richieste dalla normativa occorre avere $FS > 1.25 \cdot 1.1 = 1.375$.

4.6 Sezioni di calcolo

Si sono individuate 4 sezioni di calcolo che rappresentano le situazioni più gravose in relazioni alle condizioni stratigrafiche ed alla massima altezza di scavo.

- **Sezione 1.** Si riferisce allo scavo della pila 2 che presenta altezza di scavo di 4.2 m e falda a 3 m da p.c.. La sezione di calcolo è cautelativamente rappresentativa per le pile 1 e 2 (stratigrafia 1).
- **Sezione 2.** Si riferisce allo scavo della pila 7 che presenta altezza di scavo di 3.8 m e falda a 2.4 m da p.c.. La sezione di calcolo è cautelativamente rappresentativa per le pile dalla 3 alla 8 comprese (stratigrafia 1).
- **Sezione 3.** Si riferisce allo scavo della pila 9 che presenta altezza di scavo di 3.7 m e falda a 2.6 m da p.c.. La sezione di calcolo è cautelativamente rappresentativa per le pile 9 e 11 (stratigrafia 2).
- **Sezione 4.** Si riferisce allo scavo della pila 10 che presenta altezza massima di scavo di 4.7 m e falda a 2.3 m da p.c. (stratigrafia 2).

4.7 Discretizzazione di calcolo

La mesh è costituita da elementi finiti triangolari a 15 nodi, quindi con funzioni di forma del 4° grado, con 12 punti di integrazione numerica interni per ogni elemento. Le dimensioni della mesh, in relazione alle dimensioni degli scavi, sono sempre sufficienti a garantire che i risultati delle analisi siano indipendenti dalla particolare discretizzazione adottata e sono tali da permettere di vincolare il lato inferiore della mesh bloccando gli spostamenti verticali ed orizzontali ed i lati sinistro e destro bloccando gli spostamenti orizzontali.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 17 di 136</p>

4.7.1 Sezione 1

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 1, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 25 m circa, è costituito da circa 2720 elementi triangolari e da circa 22480 nodi.

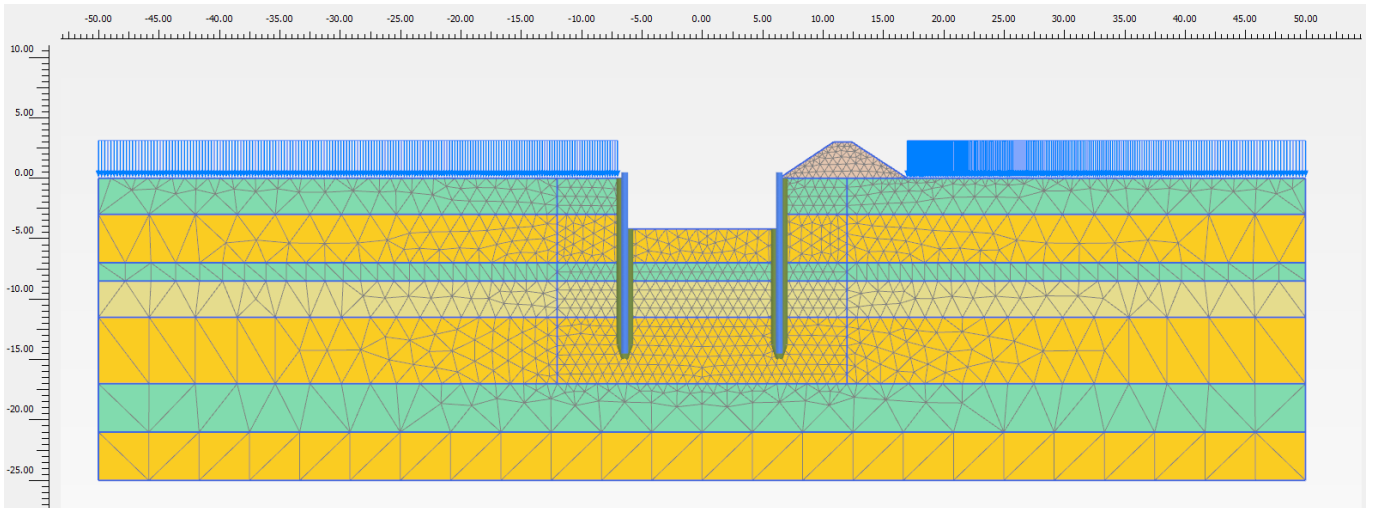


Figura 7 - Sezione 1, Discretizzazione del modello di calcolo

4.7.2 Sezione 2

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 2, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 28 m circa, è costituito da circa 2420 elementi triangolari e da circa 19850 nodi.

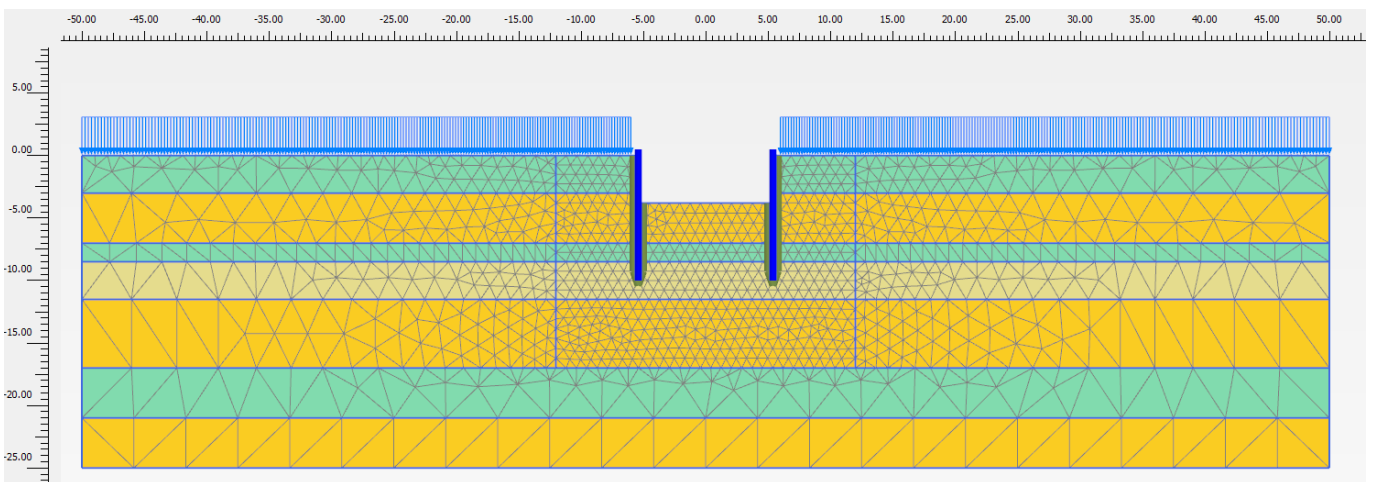


Figura 8 - Sezione 2, Discretizzazione del modello di calcolo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 18 di 136</p>

4.7.3 Sezione 3

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 3, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 25 m circa, è costituito da circa 2240 elementi triangolari e da circa 18600 nodi.

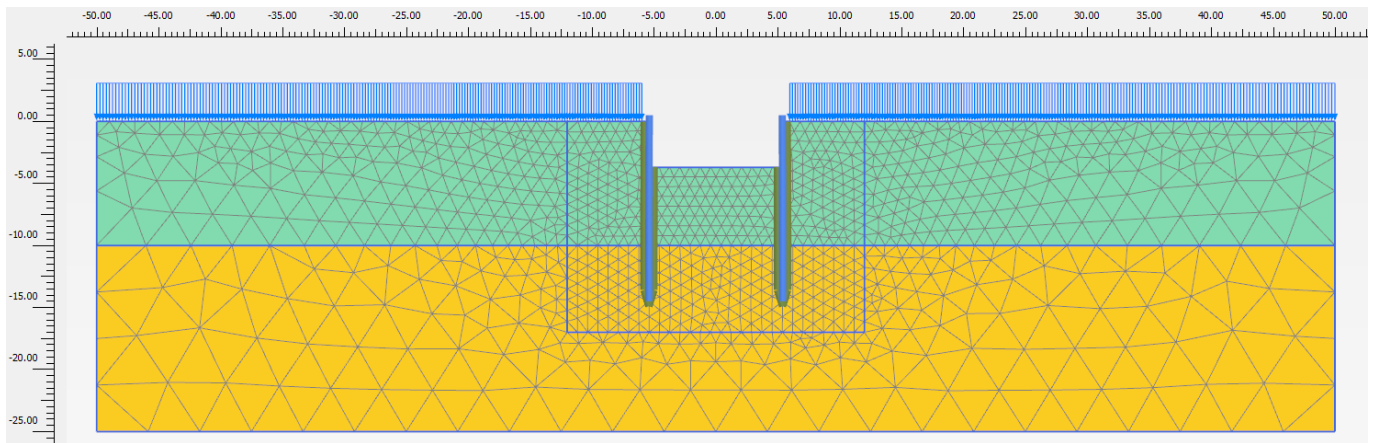


Figura 9 - Sezione 3, Discretizzazione del modello di calcolo

4.7.4 Sezione 4

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 4, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 25 m circa, è costituito da circa 2460 elementi triangolari e da circa 20330 nodi.

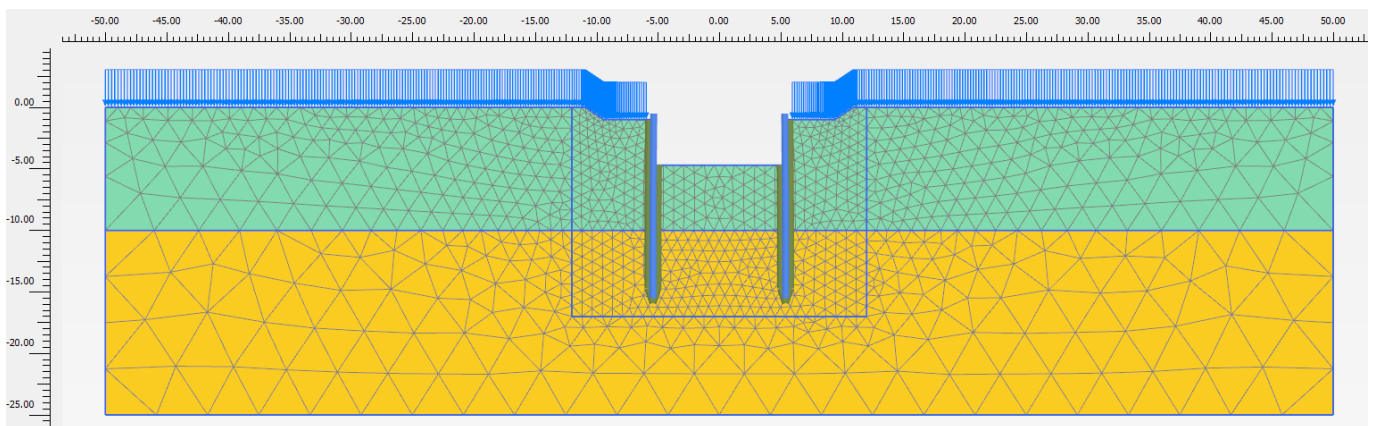


Figura 10 - Sezione 4, Discretizzazione del modello di calcolo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 19 di 136

4.8 Fasi di calcolo

Il tipo di analisi utilizzato consente di riprodurre nel dettaglio la storia della costruzione di opere geotecniche.

In generale, mediante il codice FEM utilizzato, possono essere schematizzate entrambe le paratie contrapposte, l'evoluzione delle condizioni idrauliche al contorno, la variazione delle condizioni di vincolo e di carico.

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva. Le fasi di scavo vengono simulate mediante la disattivazione dei cluster di terreno corrispondenti.

Nelle fasi in cui lo scavo intercetta il livello di falda, il calcolo tenso-deformativo viene fatto procedere dall'analisi 2D di filtrazione per la corretta determinazione delle pressioni neutre in fase di scavo. Tale calcolo idraulico contempla le seguenti condizioni al contorno: sui bordi della discretizzazione del modello di calcolo vengono fissati i valori iniziali delle pressioni neutre; pertanto tali bordi permettono la comunicazione con l'esterno e quindi l'alimentazione del processo di filtrazione; i contorni delle palancole si considerano impermeabili; il piano di scavo viene definito come una superficie drenante in equilibrio con la pressione atmosferica (pressione neutra nulla); viene così simulata l'operazione di emungimento a fondo scavo.

I modelli 2D sviluppati includono tutte le principali fasi esecutive, per i vari stati limite di progetto previsti dalla normativa. Nel seguito si illustrano esclusivamente le fasi di calcolo che riguardano le opere provvisorie. I risultati delle analisi saranno riportati nella sezione successiva.

4.8.1 Sezione 1

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento (corrisponde ad una soggiacenza minima di circa -3.0 m dal p.c.).
- Fase 2. Posa in opera delle palancole.
- Fase 3. Raggiungimento dello scavo massimo (-4.2 m dal p.c.) e contestuale attivazione del sistema di dewatering e mantenimento del livello idrico interno allo scavo a quota fondo scavo. Il mantenimento "all'asciutto" dell'interno della trincea (tramite emungimento) è simulato imponendo la quota del piano libero della falda interno a fondo scavo e operando un'analisi di filtrazione in condizioni stazionarie.
- Fase 4. Applicazione del carico accidentale.
- Fase 5. Applicazione del carico accidentale amplificato ($x 1.50/1.30 = 1.15$).
- Fase 6. Applicazione del carico accidentale amplificato ($x 1.30$).
- Fase 7. A partire dalla Fase 6 si esegue la verifica di stabilità globale, riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni (ϕ' - c' *reduction method*) fino al raggiungimento del coefficiente di sicurezza desiderato, maggiore di 1.375 (FS min = 1.25 x 1.1), in osservanza alla normativa per la verifica SLU GEO (cfr. § 4.5).

Le Fasi 3 e 4 sono rappresentative delle condizioni SLE per la valutazione degli spostamenti.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 20 di 136</p>	

La Fase 5 è quella di riferimento per le verifiche STR A1+M1 amplificando le sollecitazioni di calcolo ottenute x 1.30.
La Fase 7 contempla la verifica di stabilità GEO (A2+M2+R2).

E' stata riprodotta l'intera storia dell'opera in costruzione che include la rimodellazione dell'argine (rappresentato in maniera schematica con rilevato di area equivalente). Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini.

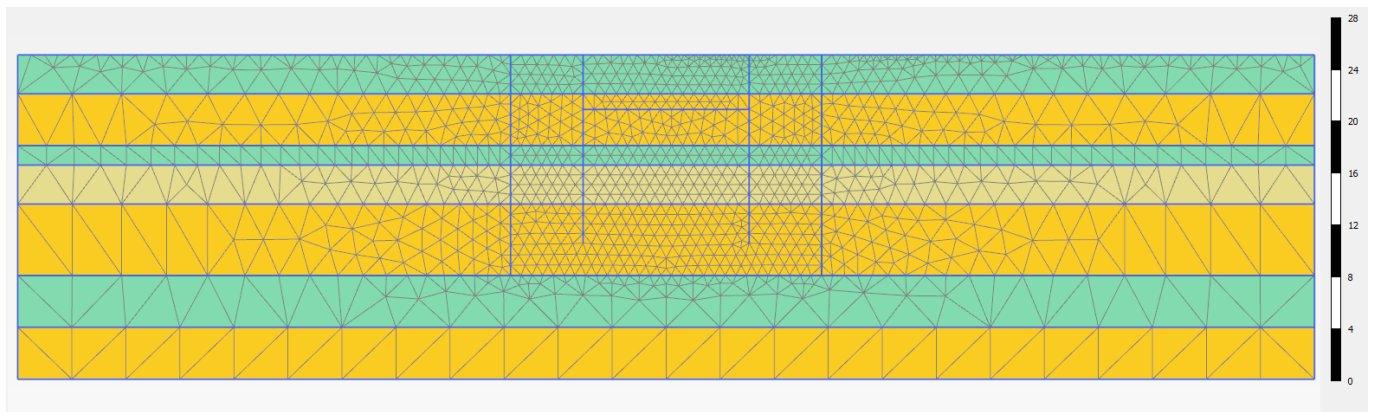


Figura 11 - Sezione 1, Inizializzazione geostatica

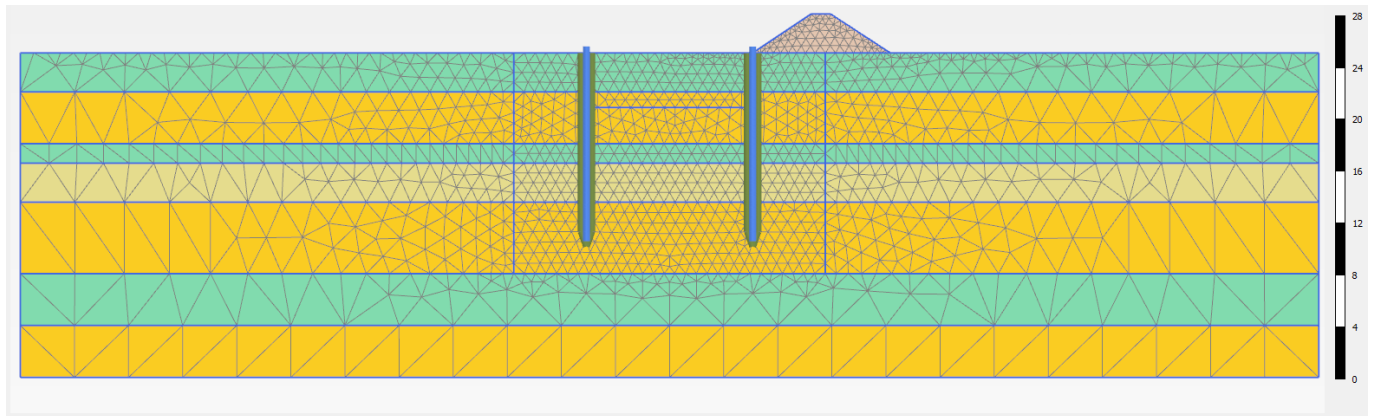


Figura 12 - Sezione 1, Realizzazione palancole

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 21 di 136</p>	

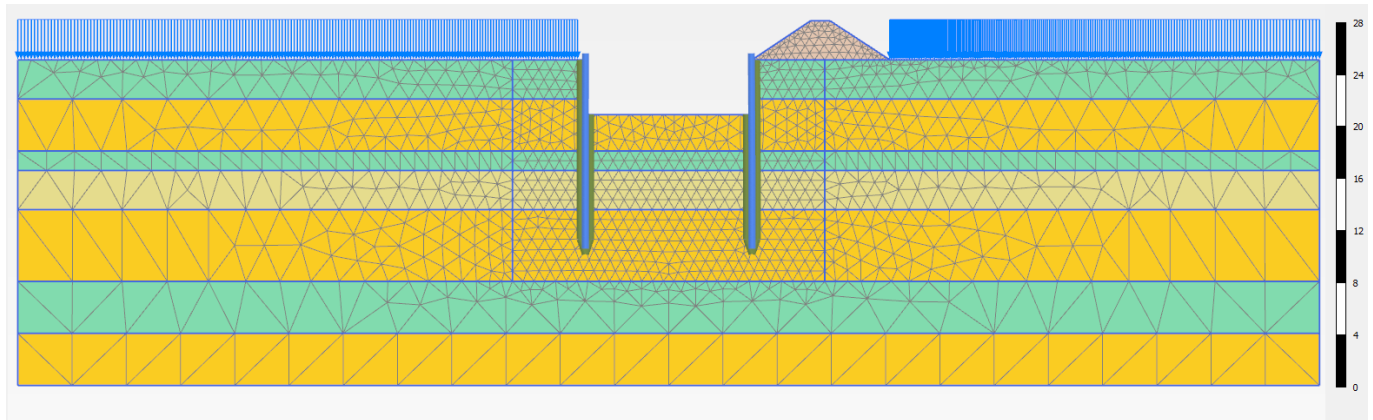


Figura 13 - Sezione 1, Scavo massimo e applicazione carico accidentale

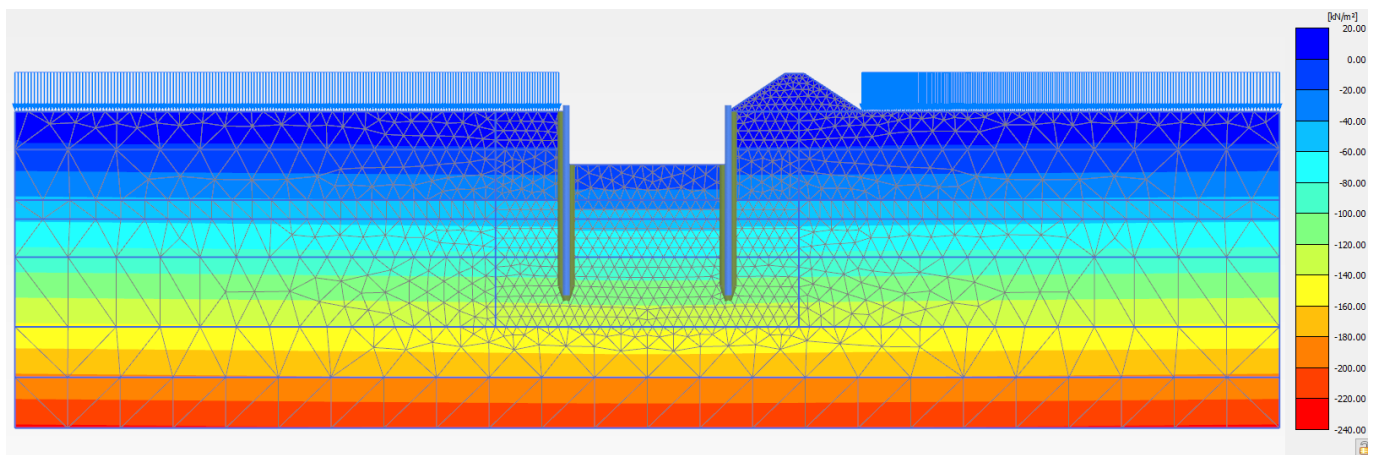


Figura 14 - Sezione 1, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carico accidentale

4.8.2 Sezione 2

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento (corrisponde ad una soggiacenza minima di circa -2.4 m dal p.c.).
- Fase 2. Esecuzione delle palancole.
- Fase 3. Raggiungimento dello scavo massimo (-3.8 m dal p.c.) e contestuale attivazione del sistema di dewatering e mantenimento del livello idrico interno allo scavo a quota fondo scavo. Il mantenimento "all'asciutto" dell'interno della trincea (tramite emungimento) è simulato imponendo la quota del piano libero della falda interno a fondo scavo e operando un'analisi di filtrazione in condizioni stazionarie.
- Fase 4. Applicazione del carico accidentale.
- Fase 5. Applicazione del carico accidentale amplificato ($\times 1.50/1.30 = 1.15$).
- Fase 6. Applicazione del carico accidentale amplificato ($\times 1.30$).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 22 di 136</p>	

Fase 7. A partire dalla Fase 6 si esegue la verifica di stabilità globale, riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni (φ' - c' *reduction method*) fino al raggiungimento del coefficiente di sicurezza desiderato, maggiore di 1.375 (FS min = 1.25 x 1.1), in osservanza alla normativa per la verifica SLU GEO (cfr. §4.5).

Le Fasi 3 e 4 sono rappresentative delle condizioni SLE per la valutazione degli spostamenti.

La Fase 5 è quella di riferimento per le verifiche STR A1+M1 amplificando le sollecitazioni di calcolo ottenute x 1.30.

La Fase 7 contempla la verifica di stabilità GEO (A2+M2+R2).

Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini.

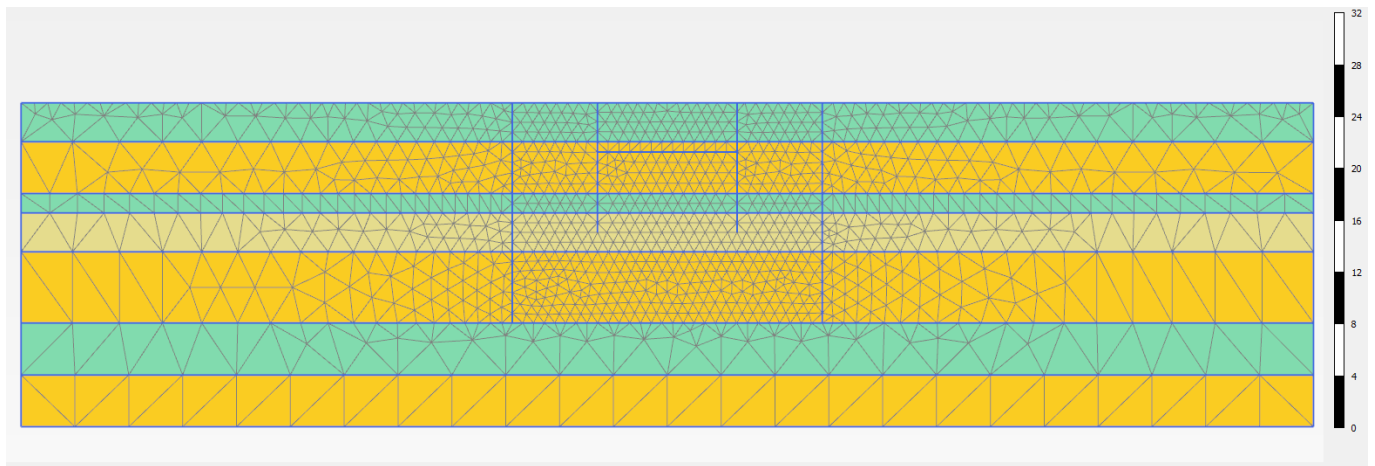


Figura 15 - Sezione 2, Inizializzazione geostatica

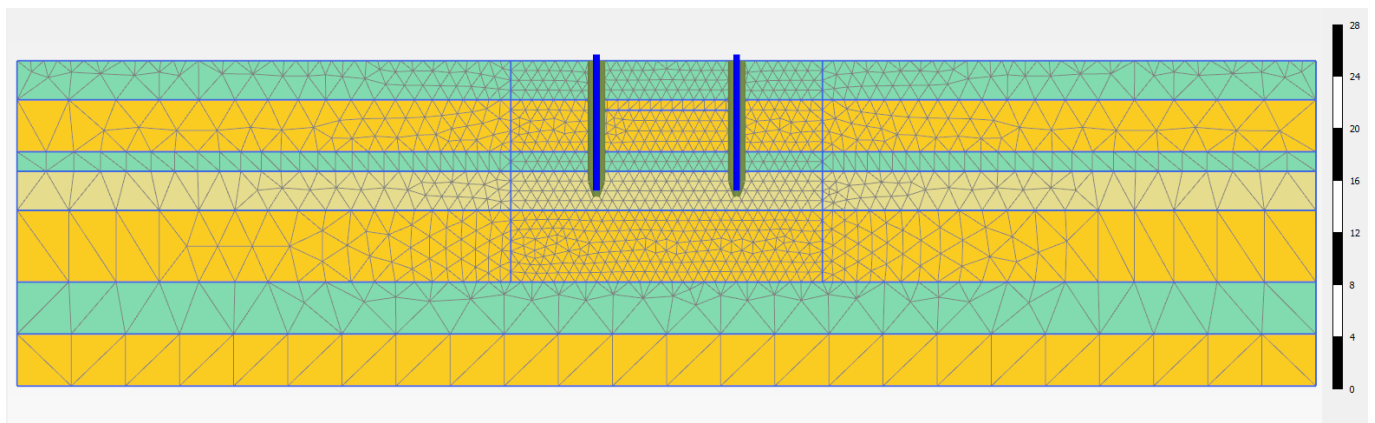


Figura 16 - Sezione 2, Realizzazione palancole

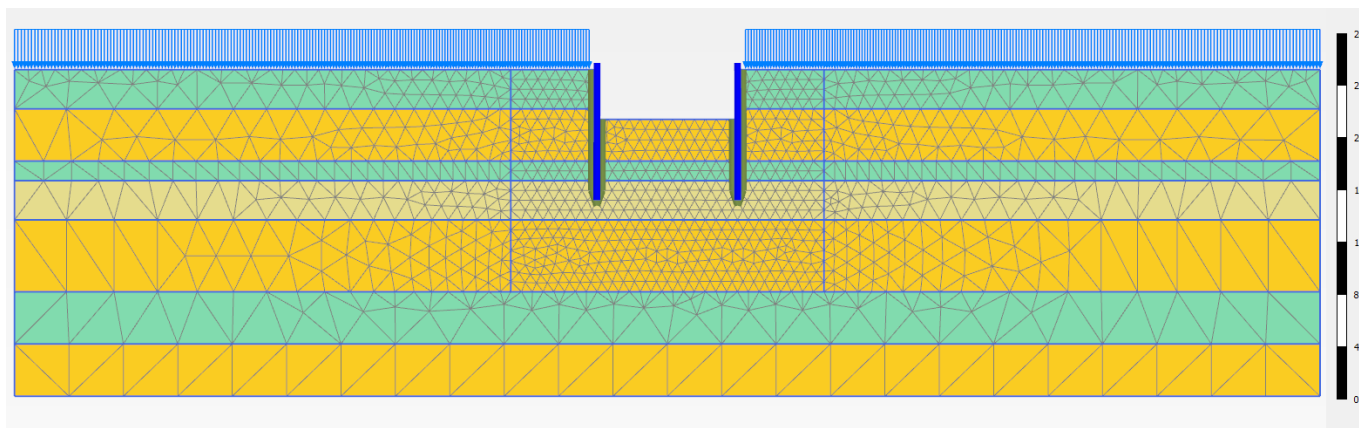


Figura 17 - Sezione 2, Scavo massimo e applicazione carico accidentale

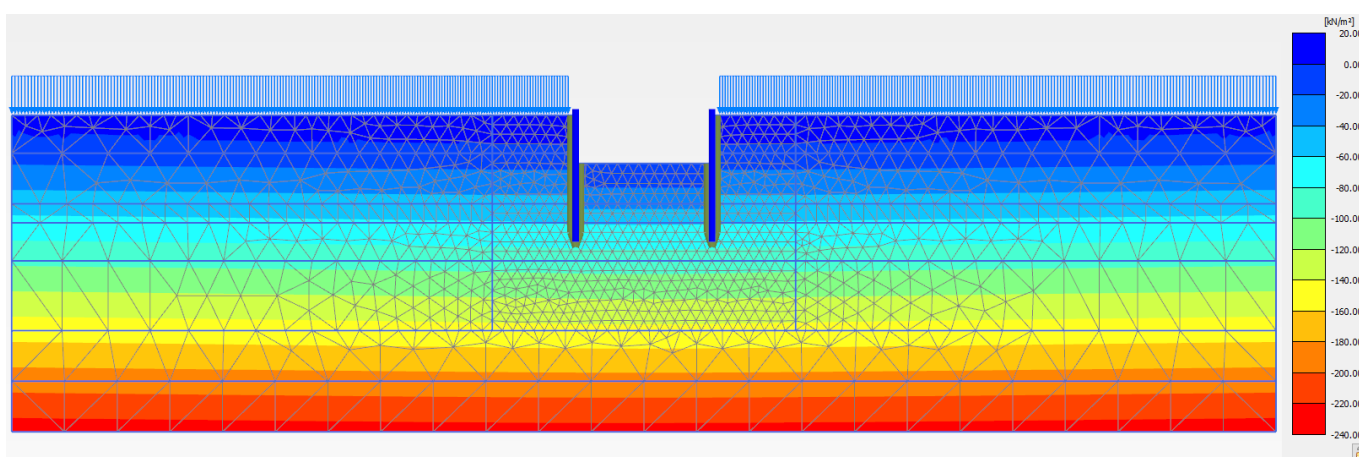


Figura 18 - Sezione 2, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carico accidentale

4.8.3 Sezione 3

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento (corrisponde ad una soggiacenza minima di circa -2.6 m dal p.c.).
- Fase 2. Esecuzione delle palancole.
- Fase 3. Raggiungimento dello scavo massimo (-3.7 m dal p.c.) e contestuale attivazione del sistema di dewatering e mantenimento del livello idrico interno allo scavo a quota fondo scavo. Il mantenimento "all'asciutto" dell'interno della trincea (tramite emungimento) è simulato imponendo la quota del piano libero della falda interno a fondo scavo e operando un'analisi di filtrazione in condizioni stazionarie.
- Fase 4. Applicazione del carico accidentale.
- Fase 5. Applicazione del carico accidentale amplificato ($\times 1.50/1.30 = 1.15$).
- Fase 6. Applicazione del carico accidentale amplificato ($\times 1.30$).
- Fase 7. A partire dalla Fase 6 si esegue la verifica di stabilità globale, riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni (φ' - c' reduction method) fino al raggiungimento del coefficiente di

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 24 di 136	

sicurezza desiderato, maggiore di 1.375 (FS min = 1.25 x 1.1), in osservanza alla normativa per la verifica SLU GEO (cfr. §4.5).

Le Fasi 3 e 4 sono rappresentative delle condizioni SLE per la valutazione degli spostamenti.

La Fase 5 è quella di riferimento per le verifiche STR A1+M1 amplificando le sollecitazioni di calcolo ottenute x 1.30.

La Fase 7 contempla la verifica di stabilità GEO (A2+M2+R2)

Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini.

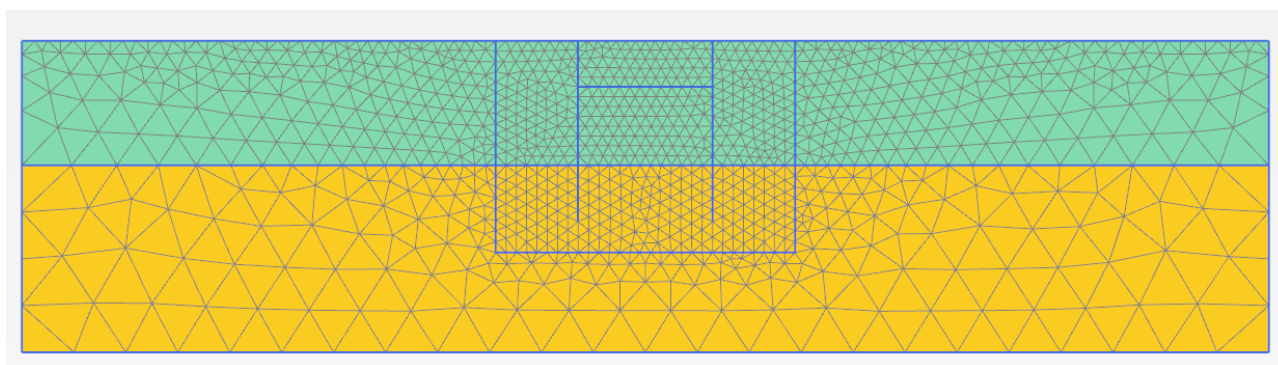


Figura 19 - Sezione 3, Inizializzazione geostatica

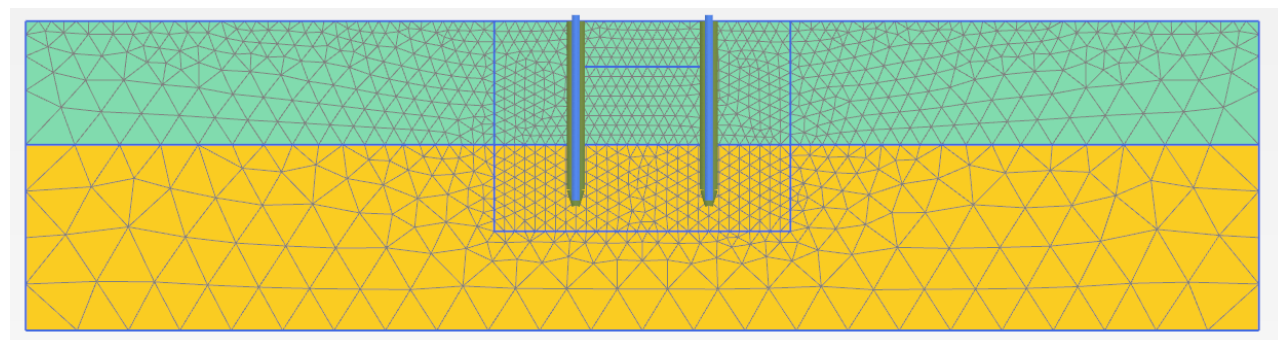


Figura 20 - Sezione 3, Realizzazione palancole

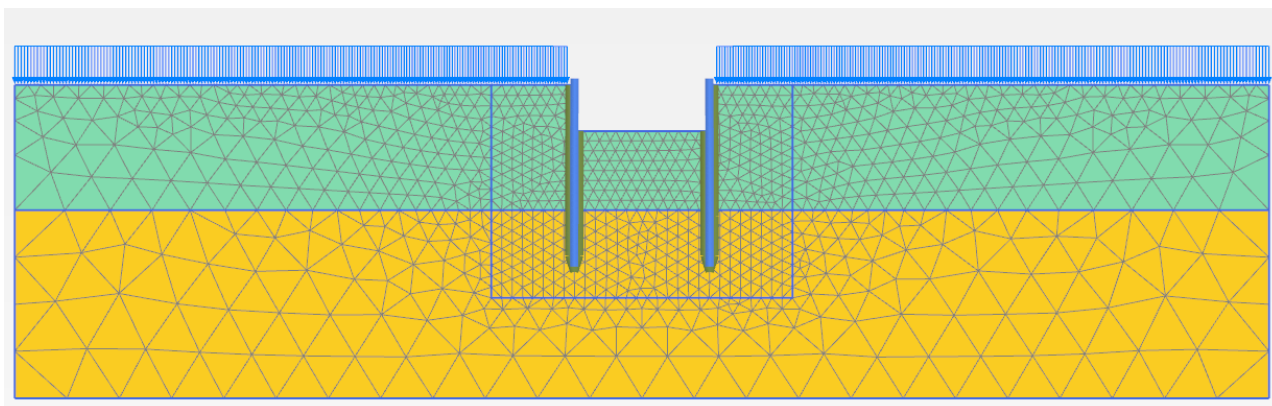


Figura 21 - Sezione 3, Scavo massimo e applicazione carico accidentale

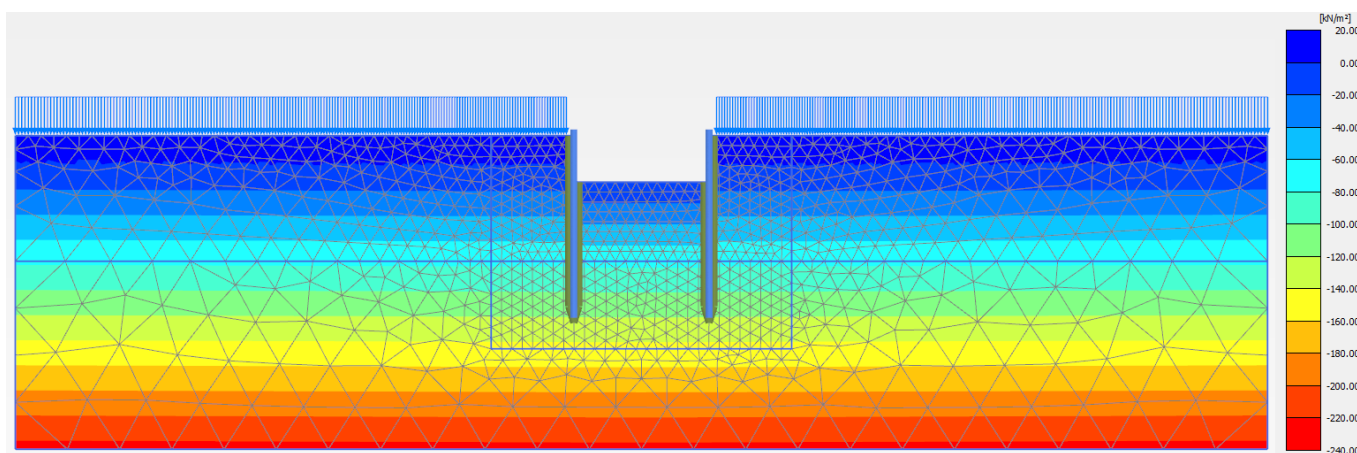


Figura 22 - Sezione 3, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carico accidentale

4.8.4 Sezione 4

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento (corrisponde ad una soggiacenza minima di circa -2.3 m dal p.c.).
- Fase 2. Esecuzione del prescavo (-1.0 m da p.c.) e successiva esecuzione delle palancole.
- Fase 3. Raggiungimento dello scavo massimo (-4.7 m dal p.c.) e contestuale attivazione del sistema di dewatering e mantenimento del livello idrico interno allo scavo a quota fondo scavo. Il mantenimento "all'asciutto" dell'interno della trincea (tramite emungimento) è simulato imponendo la quota del piano libero della falda interno a fondo scavo e operando un'analisi di filtrazione in condizioni stazionarie.
- Fase 4. Applicazione del carico accidentale.
- Fase 5. Applicazione del carico accidentale amplificato ($x 1.50/1.30 = 1.15$).
- Fase 6. Applicazione del carico accidentale amplificato ($x 1.30$).
- Fase 7. A partire dalla Fase 6 si esegue la verifica di stabilità globale, riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni (*ϕ' - c' reduction method*) fino al raggiungimento del coefficiente di sicurezza desiderato, maggiore di 1.375 (FS min = 1.25×1.1), in osservanza alla normativa per la verifica SLU GEO (cfr. §4.5).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 26 di 136	

Le Fasi 3 e 4 sono rappresentative delle condizioni SLE per la valutazione degli spostamenti.

La Fase 5 è quella di riferimento per le verifiche STR A1+M1 amplificando le sollecitazioni di calcolo ottenute x 1.30.

La Fase 7 contempla la verifica di stabilità GEO (A2+M2+R2)

Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini.

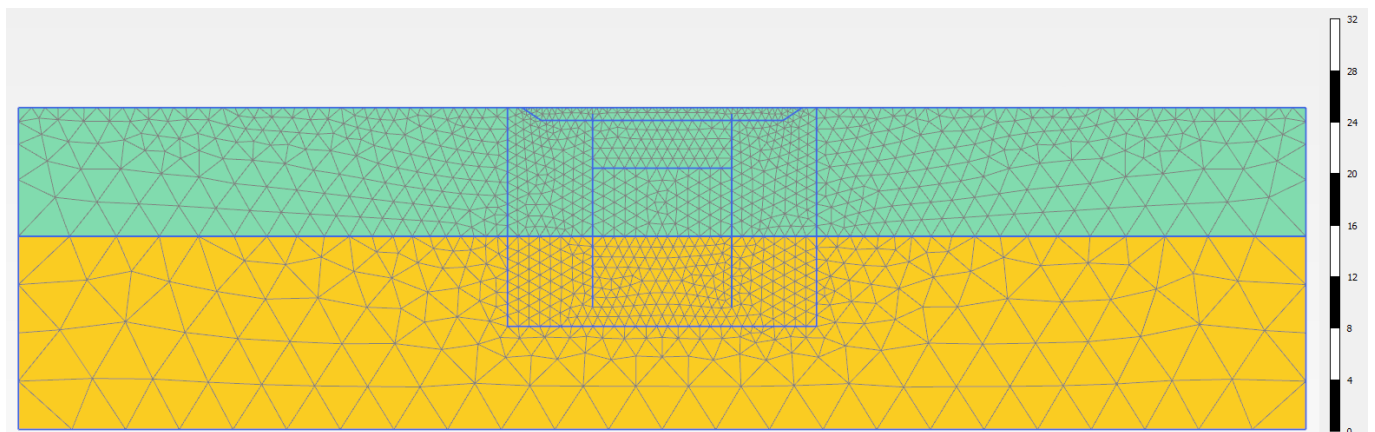


Figura 23 - Sezione 4, Inizializzazione geostatica

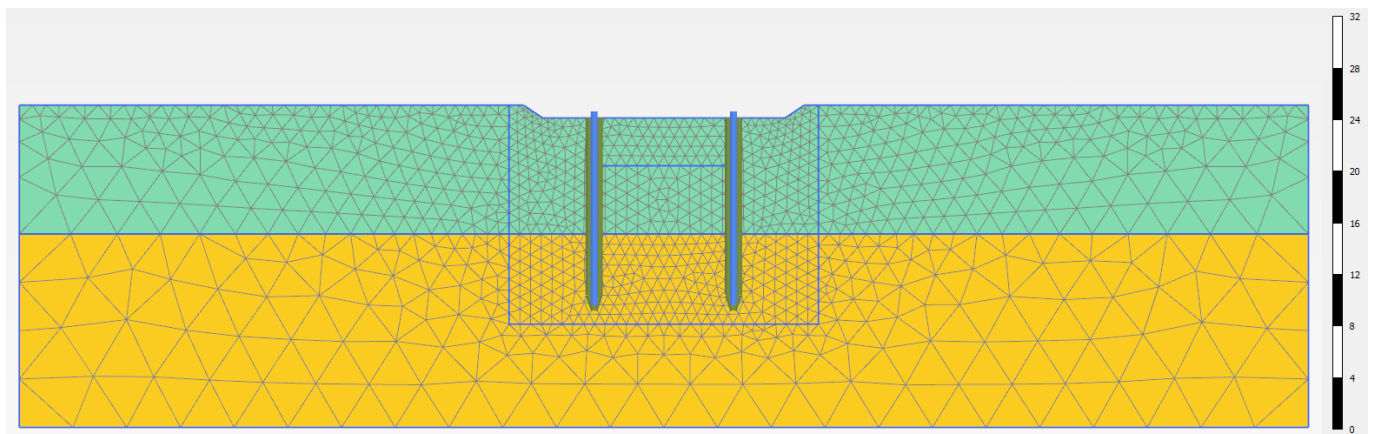


Figura 24 - Sezione 4, Esecuzione del prescavo e realizzazione palancole

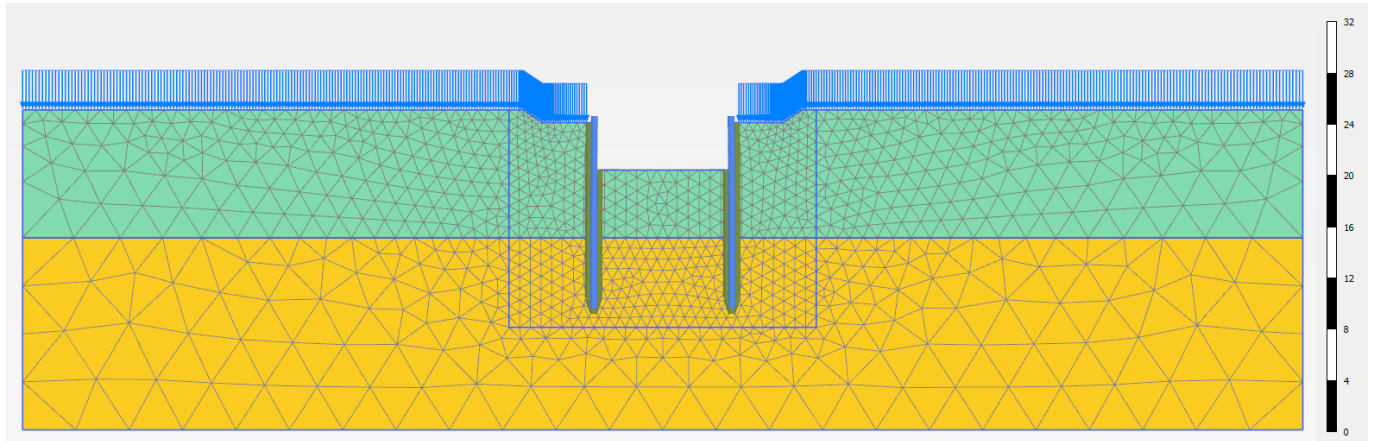


Figura 25 - Sezione 4, Scavo massimo e applicazione carico accidentale

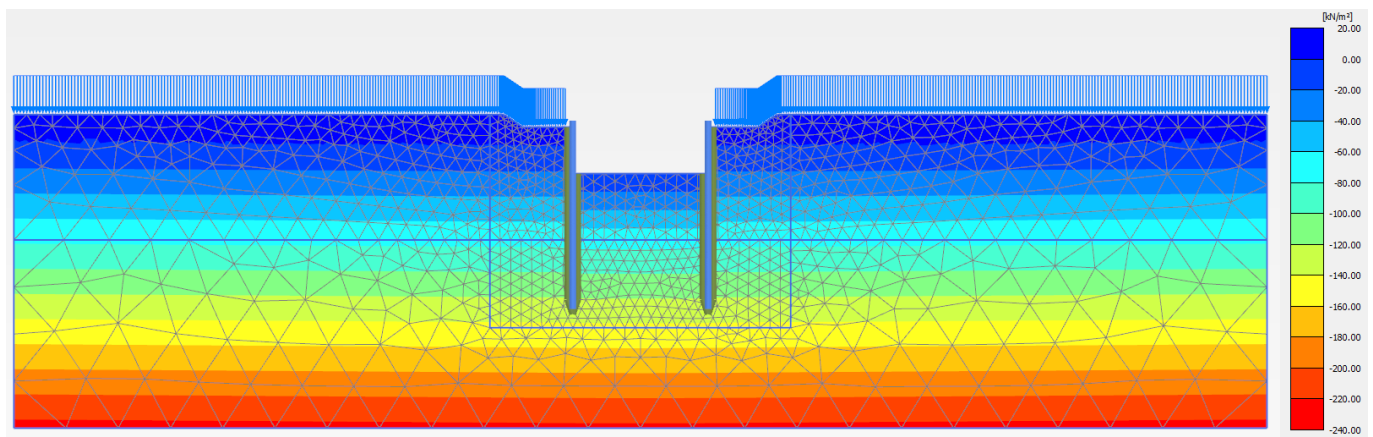


Figura 26 - Sezione 4, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carico accidentale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 28 di 136</p>	

4.9 Principali risultati delle analisi

Nelle seguenti immagini, per ogni sezione di calcolo, si riporta:

- il campo di spostamenti totali al raggiungimento del fondo scavo massimo;
- gli spostamenti delle palancole in rappresentazione vettoriale;
- le azioni interne di momento flettente, azione assiale e taglio sulle palancole, come involucro di tutte le fasi esecutive modellate;
- la tabella riassuntiva delle azioni interne massime nelle palancole;
- evidenza della verifica di stabilità globale.

4.9.1 Sezione 1

Questa sezione di calcolo presenta palancole PU22 di lunghezza 15.0 m a sbalzo, la falda è circa a quota -3.0 m da p.c. e lo scavo massimo risulta a quota -4.2 da p.c..

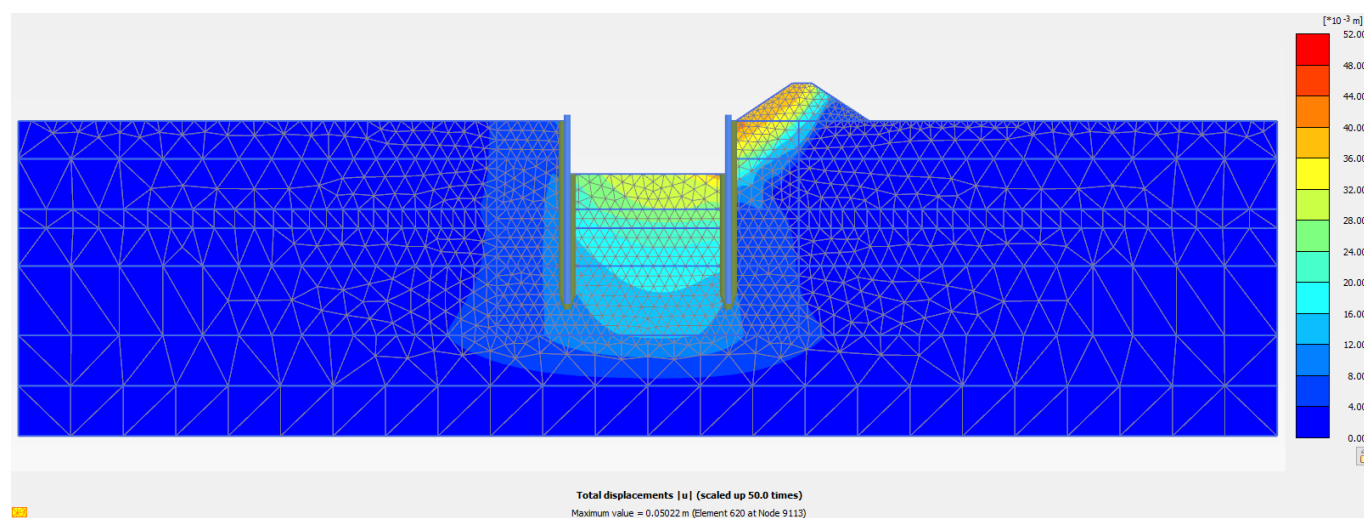


Figura 27 - Sezione 1, Spostamenti totali in fase di scavo massimo

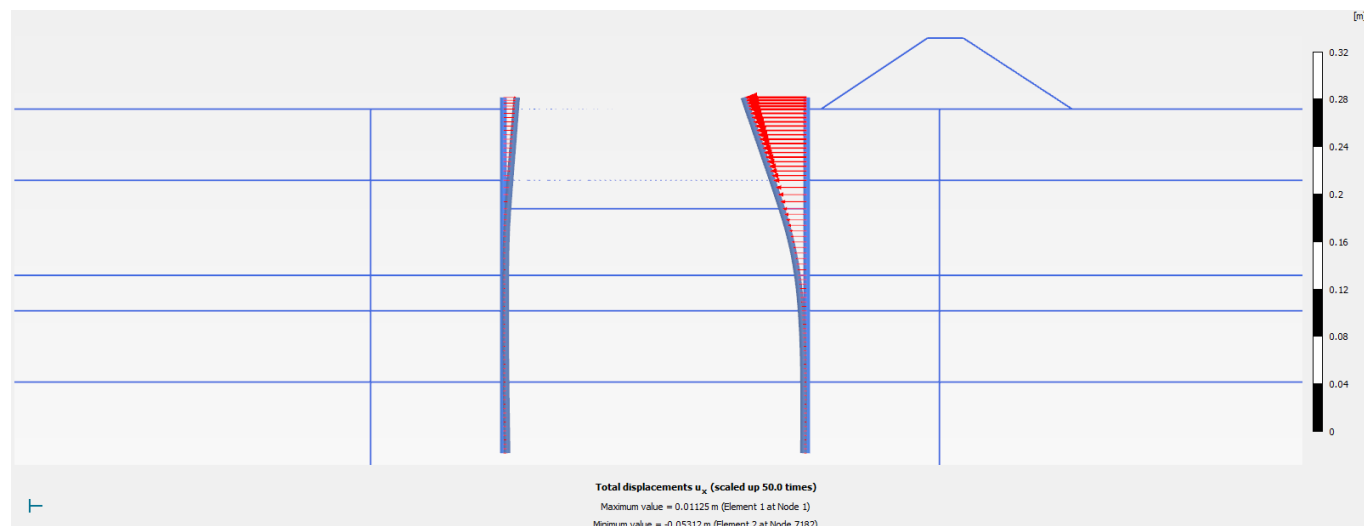


Figura 28 - Sezione 1, Spostamenti totali palancole SLE

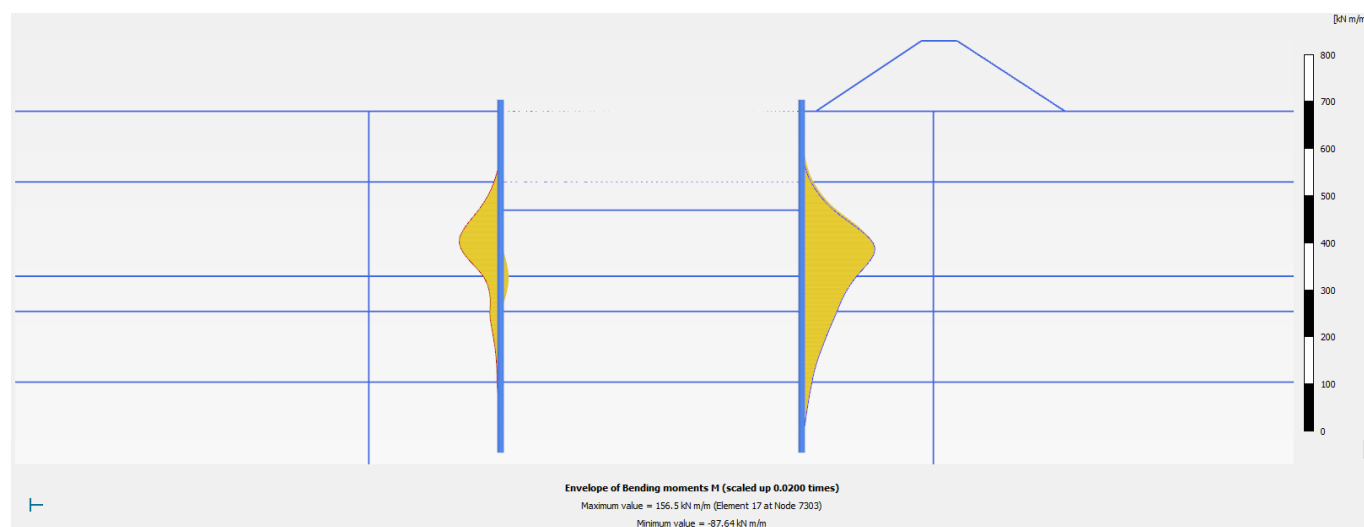


Figura 29 - Sezione1, Involuppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 30 di 136</p>

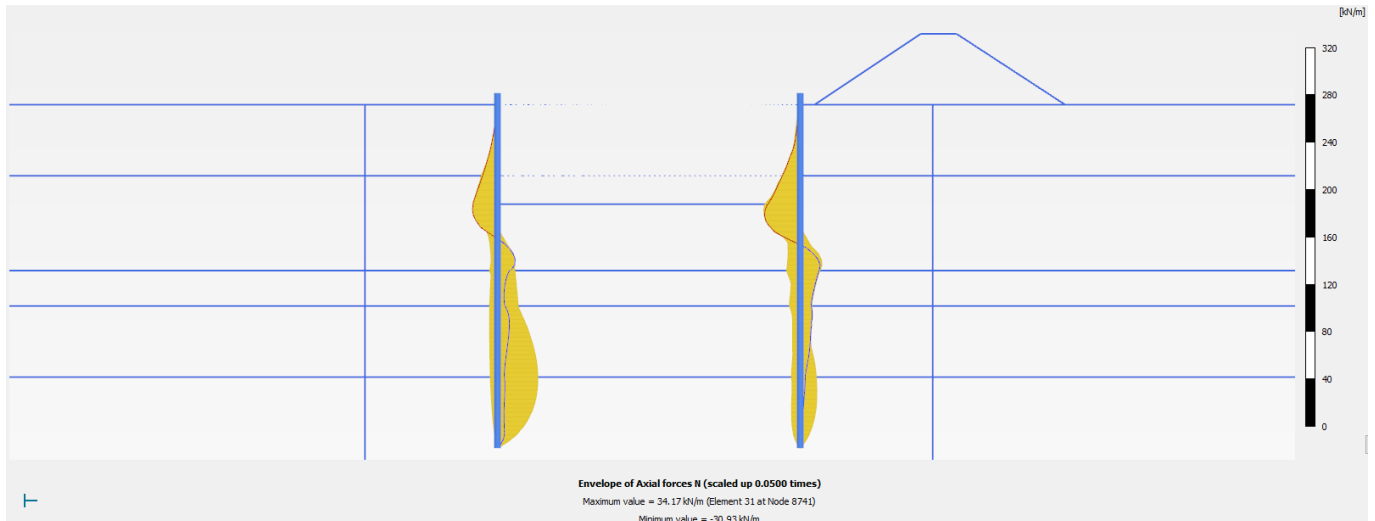


Figura 30 - Sezione 1, Involuppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

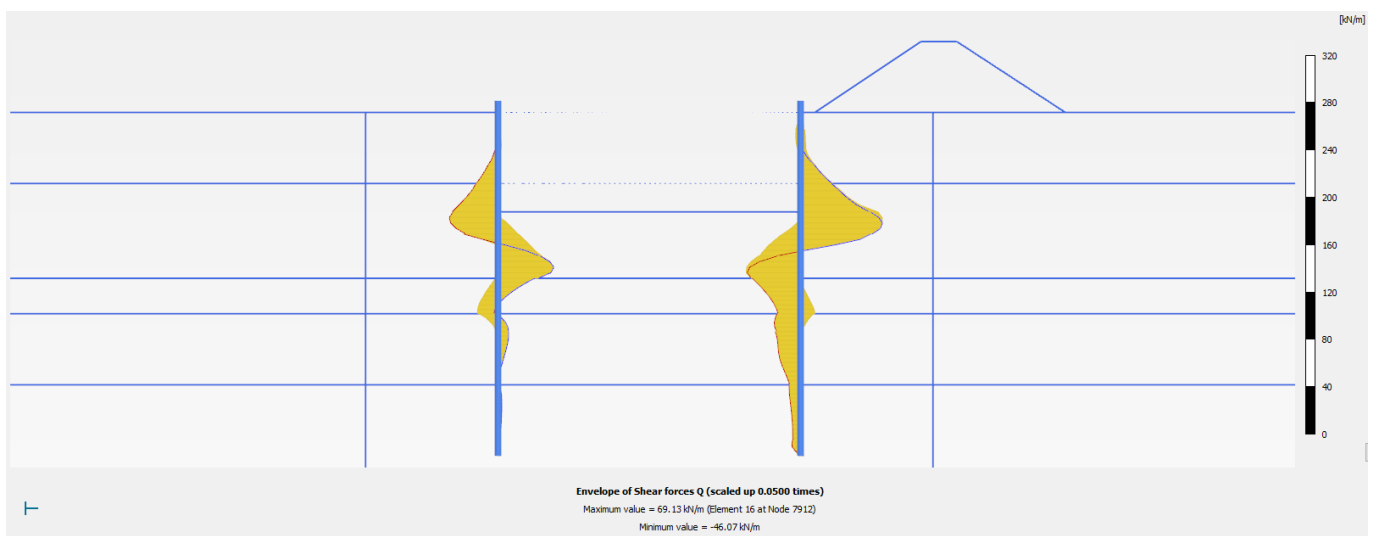


Figura 31 - Sezione 1, Involuppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i massimi risultati in termini di azione interne sulle palancole, finalizzanti le verifiche di resistenza. I valori delle sollecitazioni allo SLU si ottengono amplificando i risultati della fase di calcolo 5 per il coefficiente parziale $\gamma_A = 1.3$, in accordo a quanto esplicitato nel precedente paragrafo 4.8.

Tabella 7 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	35	45.5
momento massimo, Mmax [kNm/m]	157	204.1
taglio massimo, Tmax [kN/m]	70	91
Spostamento max [mm]	53	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 31 di 136</p>

Nelle seguenti immagini si espongono nell'ordine il campo di spostamenti globali e i punti di plasticizzazione ottenuti al termine dell'analisi *c-φ-reduction* effettuata con la finalità di soddisfare la verifica di stabilità globale dell'opera in condizioni di scavo massimo. Nella successiva immagine si riporta anche il diagramma dell'incremento del fattore di sicurezza con lo spostamento totale di un punto di controllo. Quest'ultimo evidenzia che il fattore di sicurezza alla stabilità globale ottenuto è superiore al minimo imposto dalla normativa, pari a 1.375, pertanto la verifica di stabilità globale è soddisfatta.

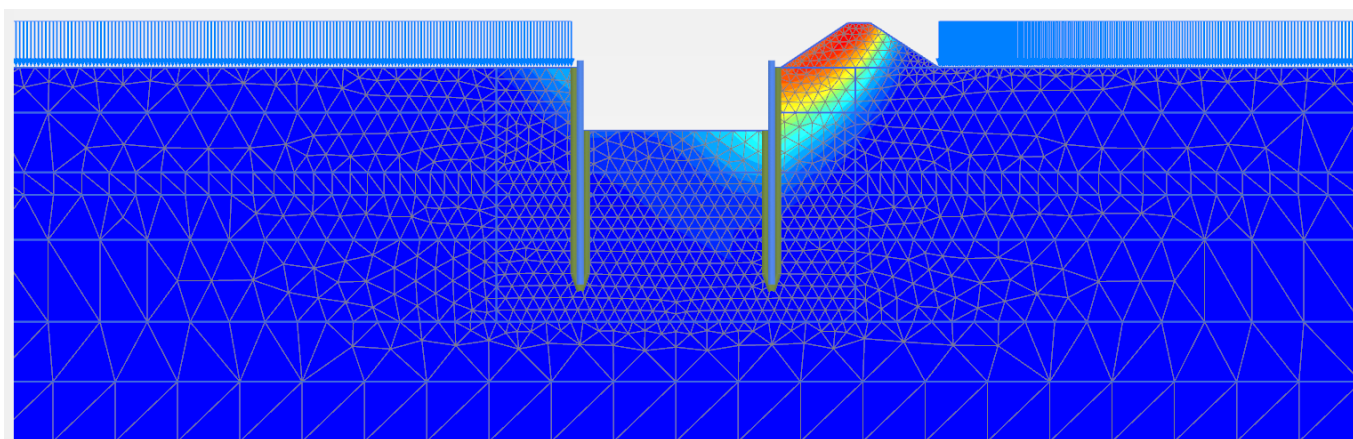


Figura 32 - Sezione 1, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

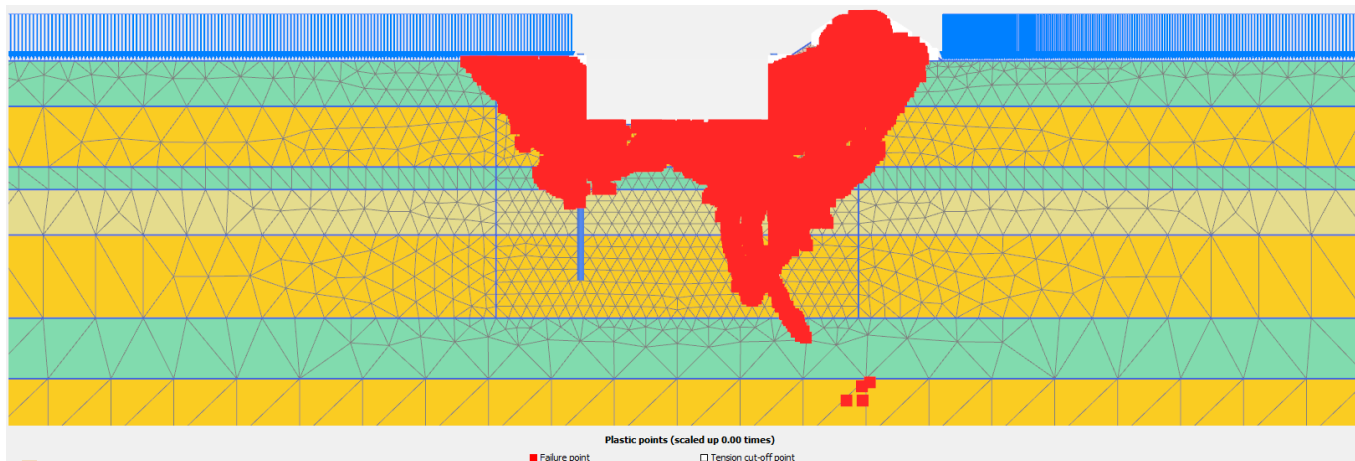


Figura 33 - Sezione 1, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 32 di 136</p>	

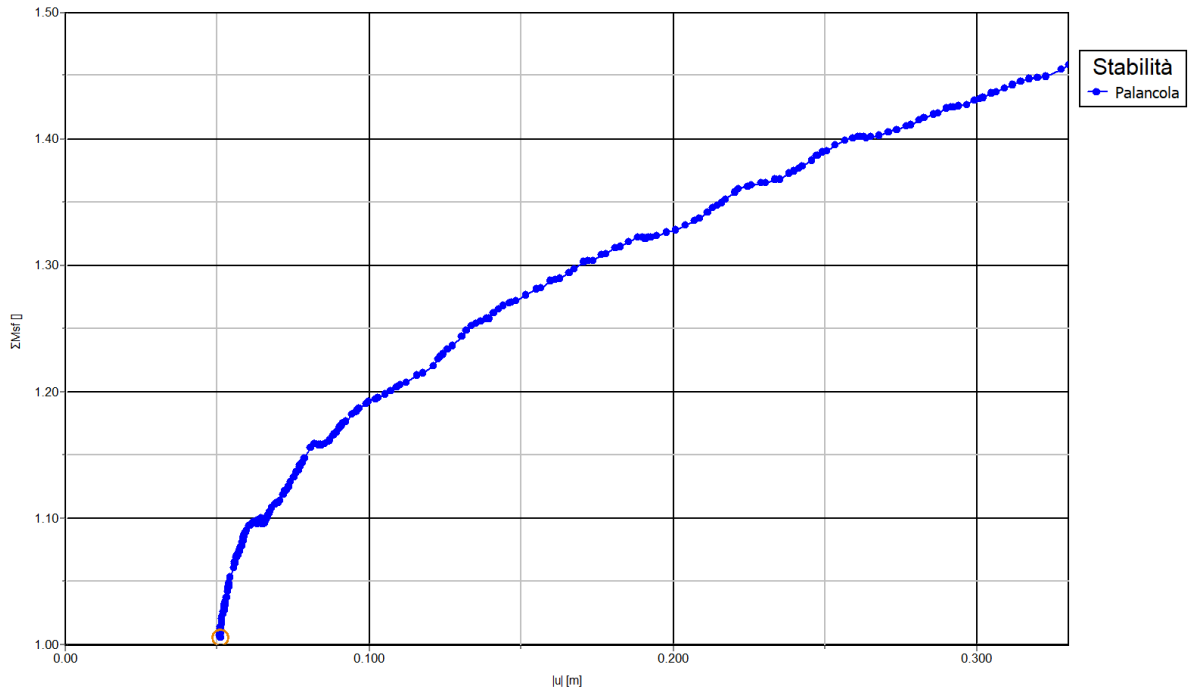


Figura 34 - Sezione 1, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

4.9.2 Sezione 2

Questa sezione di calcolo presenta palancole PU18 di lunghezza 11.0 m a sbalzo, la falda è circa a quota -2.4 m da p.c. e lo scavo massimo risulta a quota -3.8 m da p.c..

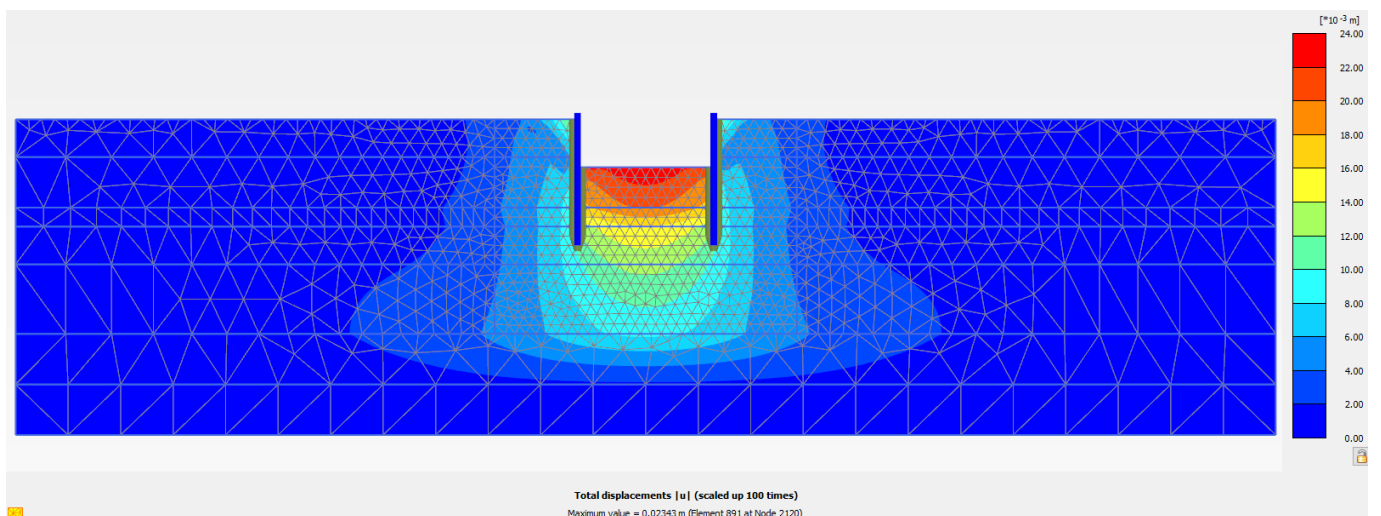


Figura 35 – Sezione 2, Spostamenti totali in fase di scavo massimo

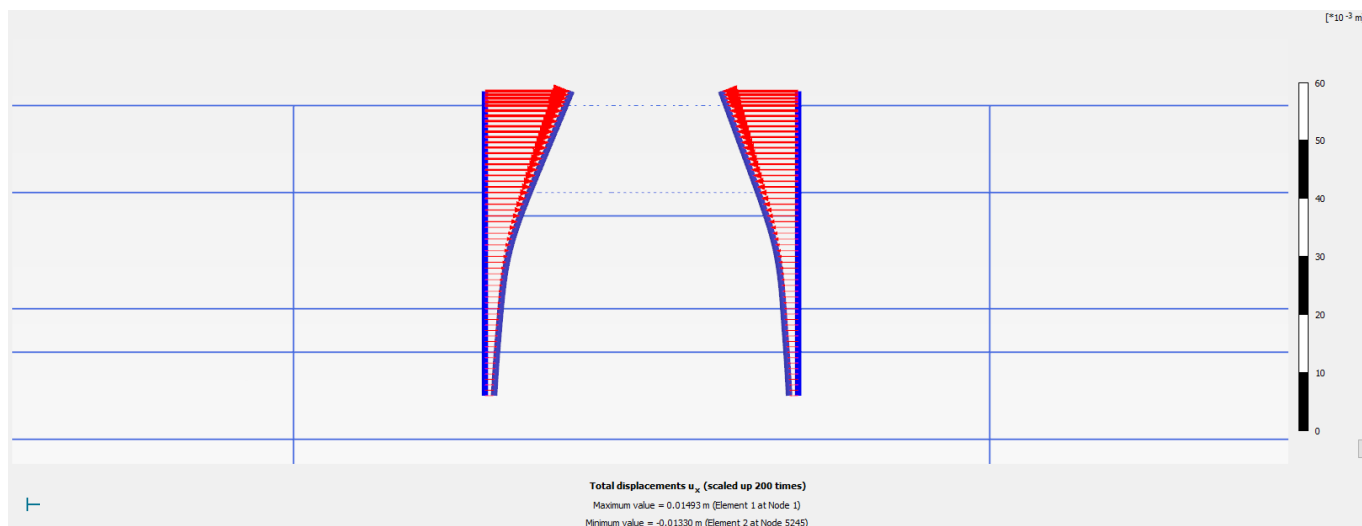


Figura 36 - Sezione 2, Spostamenti totali palancole SLE

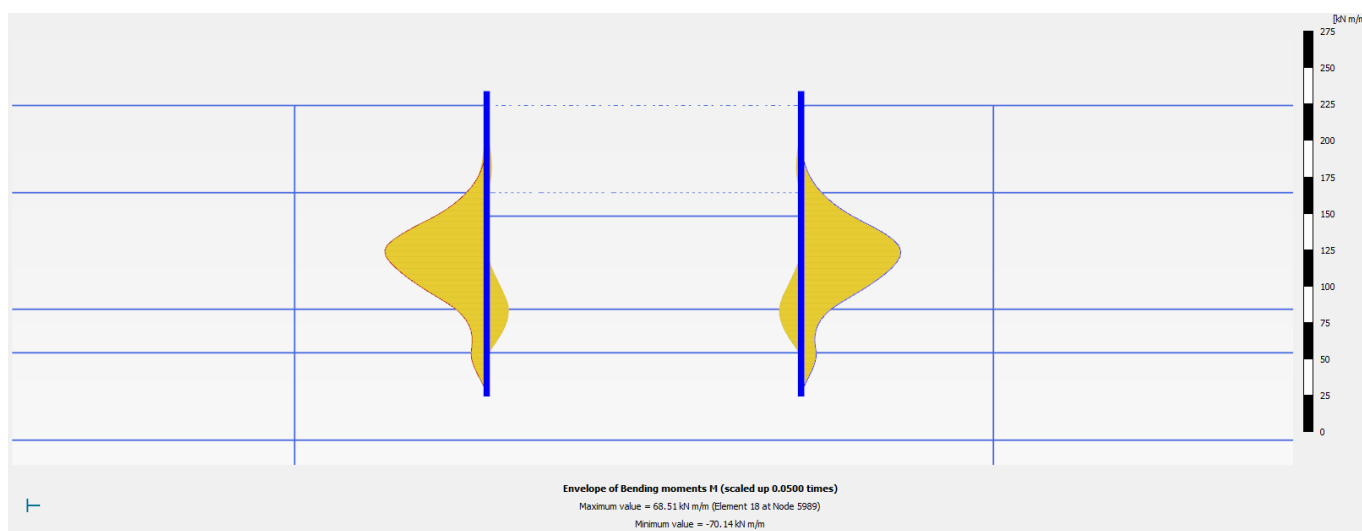


Figura 37 – Sezione 2, Involuppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 34 di 136</p>	

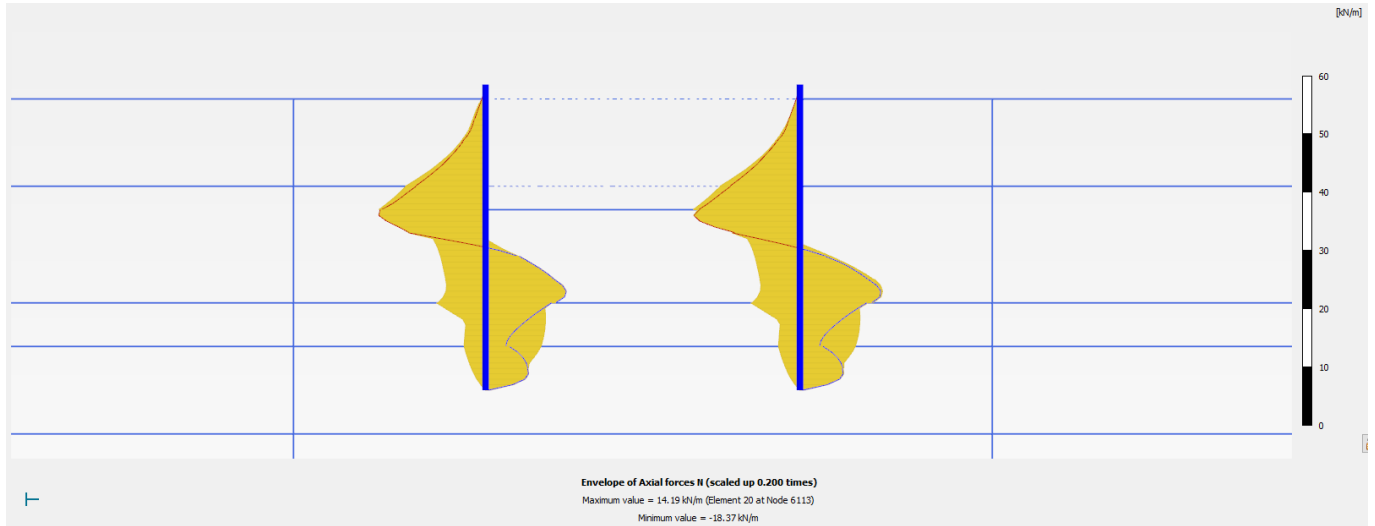


Figura 38 - Sezione 2, Involuppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

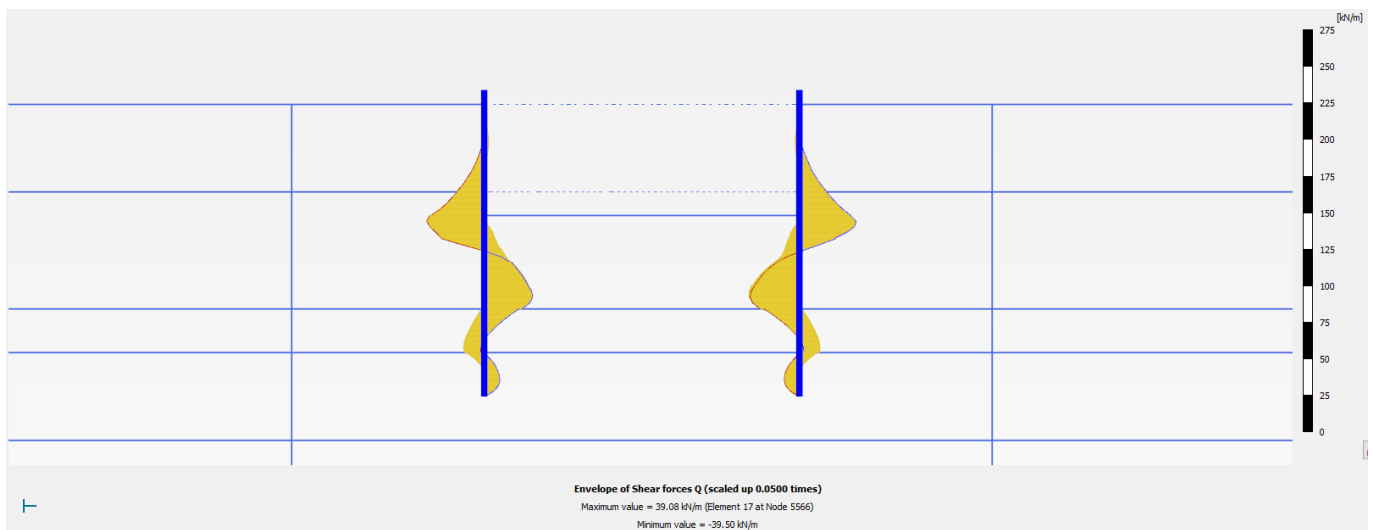


Figura 39 - Sezione 2, Involuppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i massimi risultati in termini di azione interne sulle palancole, finalizzanti le verifiche di resistenza. I valori delle sollecitazioni allo SLU si ottengono amplificando i risultati della fase di calcolo 5 per il coefficiente parziale $\gamma_A = 1.3$, in accordo a quanto esplicitato nel precedente paragrafo 4.8.

Tabella 8 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5:SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, N_{max} [kN/m]	19	24.7
momento massimo, M_{max} [kNm/m]	71	92.3
taglio massimo, T_{max} [kN/m]	40	52
Spostamento max [mm]	15	-

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 35 di 136

Nelle seguenti immagini si espongono nell'ordine il campo di spostamenti globali e i punti di plasticizzazione ottenuti al termine dell'analisi *c-φ-reduction* effettuata con la finalità di soddisfare la verifica di stabilità globale dell'opera in condizioni di scavo massimo. Nella successiva immagine si riporta anche il diagramma dell'incremento del fattore di sicurezza con lo spostamento totale di un punto di controllo. Quest'ultimo evidenzia che il fattore di sicurezza alla stabilità globale ottenuto è superiore al minimo imposto dalla normativa, pari a 1.375, pertanto la verifica di stabilità globale è soddisfatta.

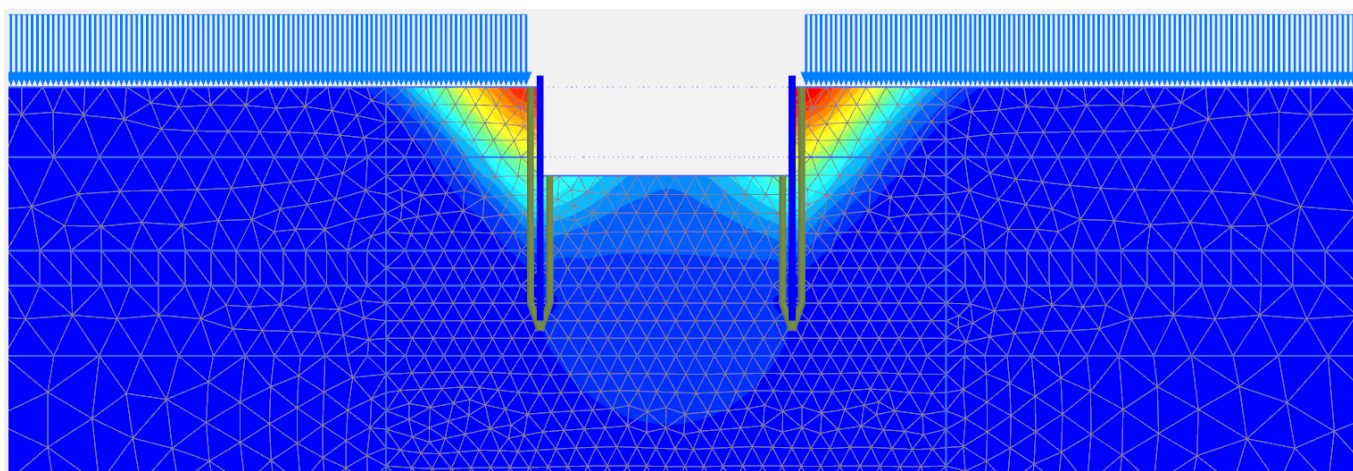


Figura 40 - Sezione 2, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

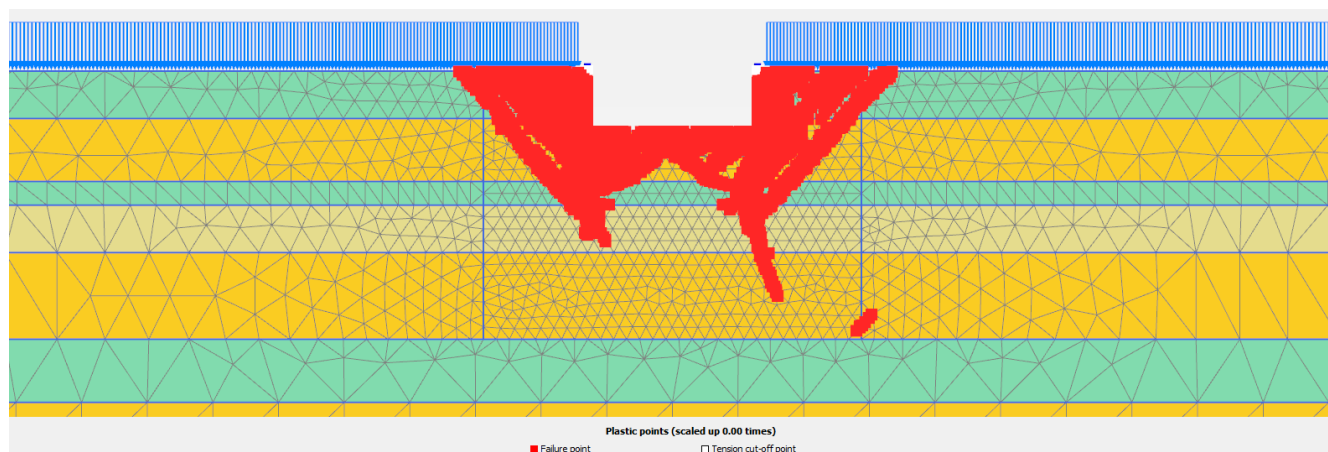


Figura 41 - Sezione 2, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

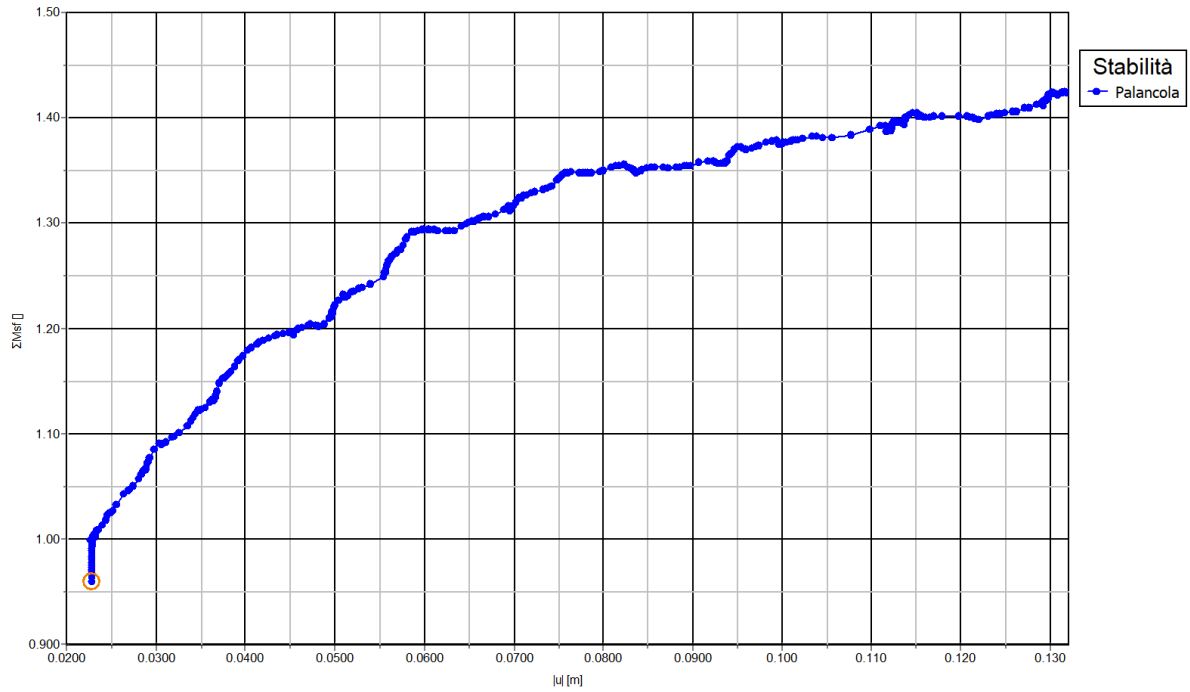


Figura 42 - Sezione 2, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

4.9.3 Sezione 3

Questa sezione di calcola presenta palancole PU22 di lunghezza 15.0 m a sbalzo, la falda è circa a quota -2.6 m da p.c. e lo scavo massimo risulta a quota -3.7 m da p.c..

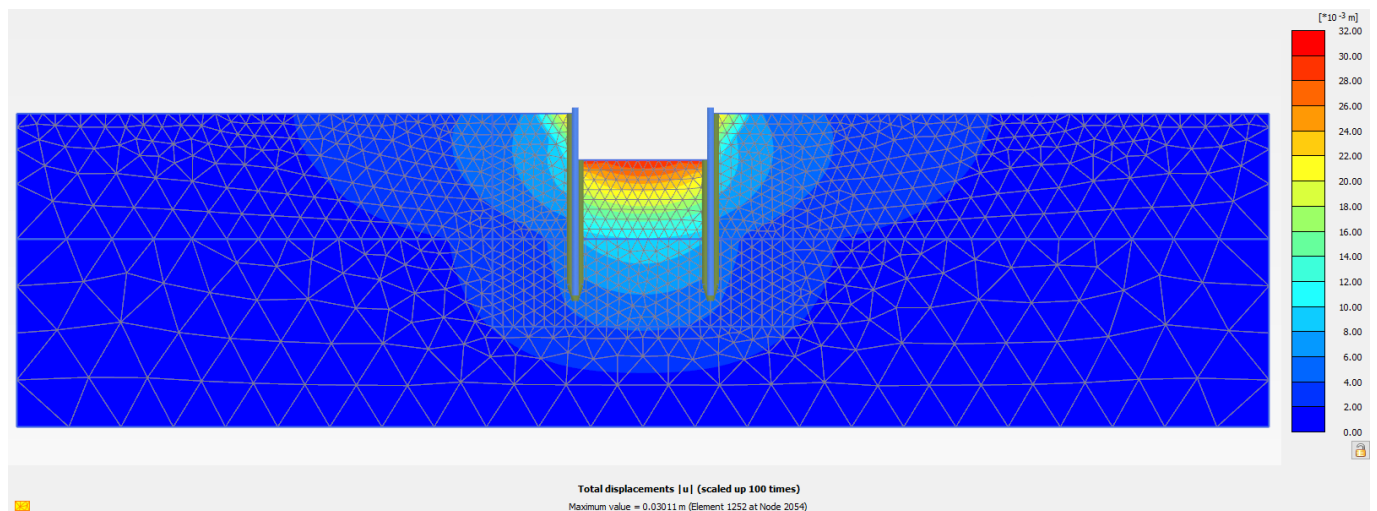


Figura 43 – Sezione 3, Spostamenti totali in fase di scavo massimo

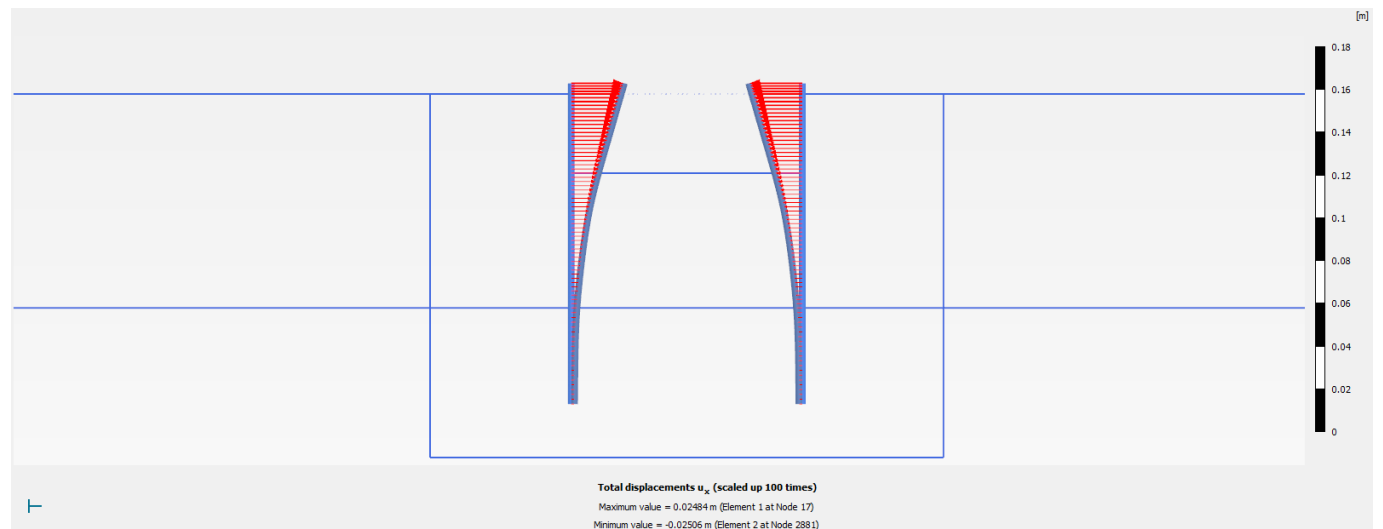


Figura 44 - Sezione 3, Spostamenti totali palancole SLE

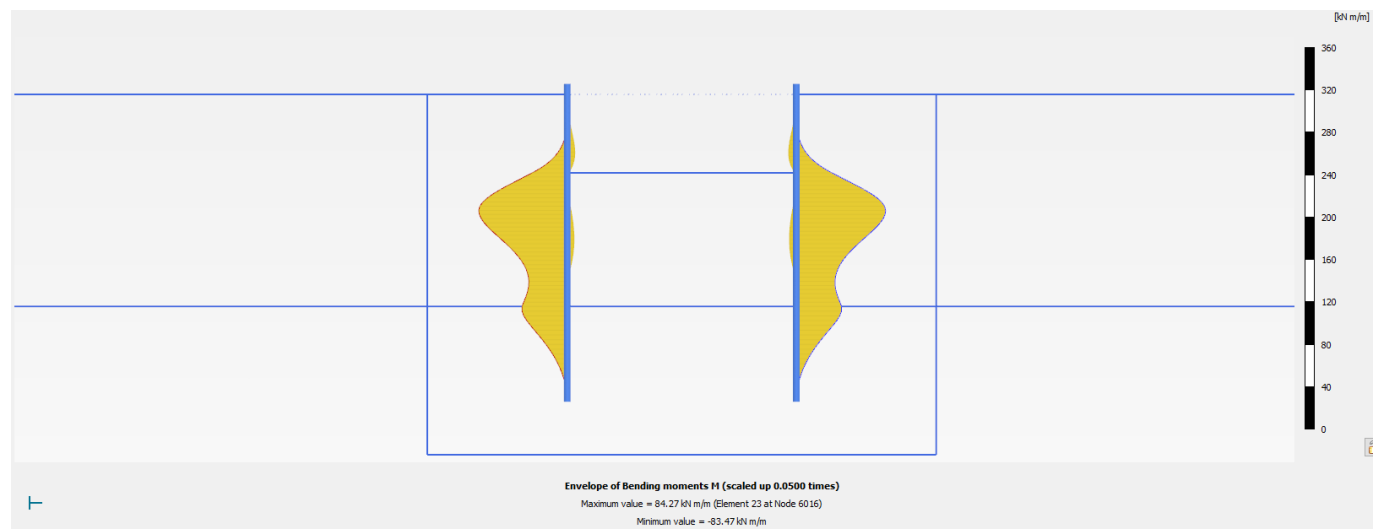


Figura 45 - Sezione 3, Involuppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 38 di 136</p>	

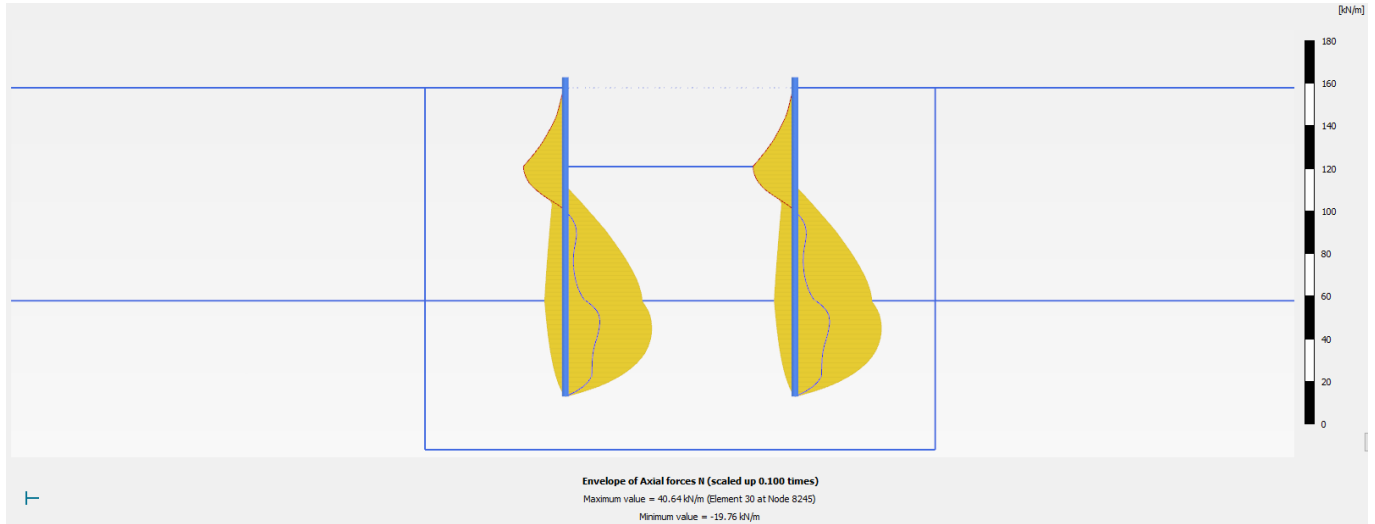


Figura 46 - Sezione 3, Involuppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

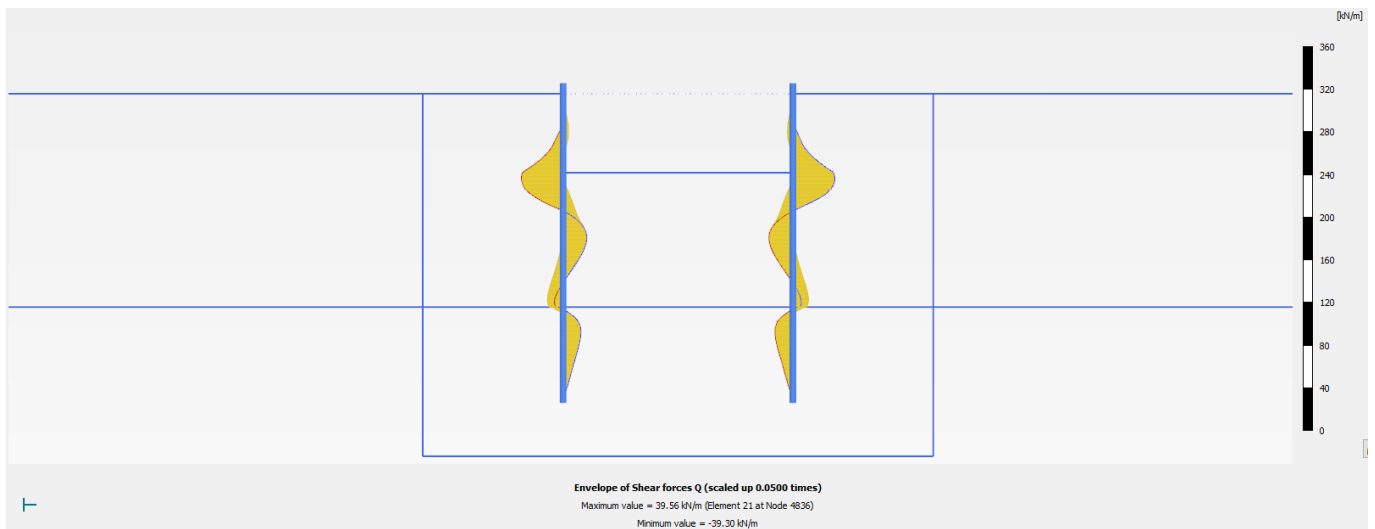


Figura 47 - Sezione 3, Involuppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i massimi risultati in termini di azione interne sulle palancole, finalizzanti le verifiche di resistenza. I valori delle sollecitazioni allo SLU si ottengono amplificando i risultati della fase di calcolo 5 per il coefficiente parziale $\gamma_A = 1.3$, in accordo a quanto esplicitato nel precedente paragrafo 4.8.

Tabella 9 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5:SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	41	53
momento massimo, Mmax [kNm/m]	84	109
taglio massimo, Tmax [kN/m]	40	52
Spostamento max [mm]	25	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 39 di 136</p>	

Nelle seguenti immagini si espongono nell'ordine il campo di spostamenti globali e i punti di plasticizzazione ottenuti al termine dell'analisi *c-φ-reduction* effettuata con la finalità di soddisfare la verifica di stabilità globale dell'opera in condizioni di scavo massimo. Nella successiva immagine si riporta anche il diagramma dell'incremento del fattore di sicurezza con lo spostamento totale di un punto di controllo. Quest'ultimo evidenzia che il fattore di sicurezza alla stabilità globale ottenuto è superiore al minimo imposto dalla normativa, pari a 1.375, pertanto la verifica di stabilità globale è soddisfatta.

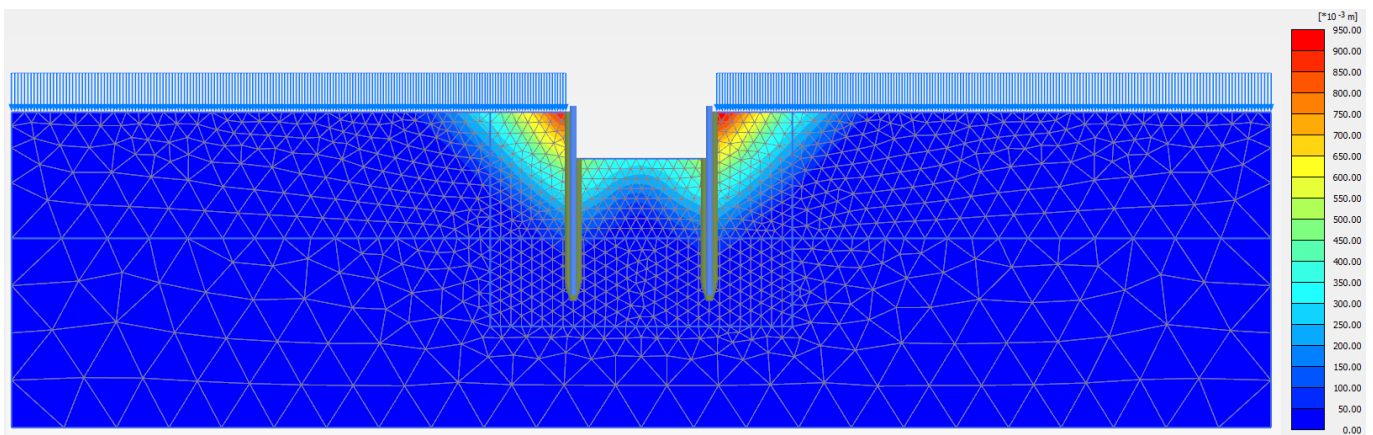


Figura 48 - Sezione 3, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

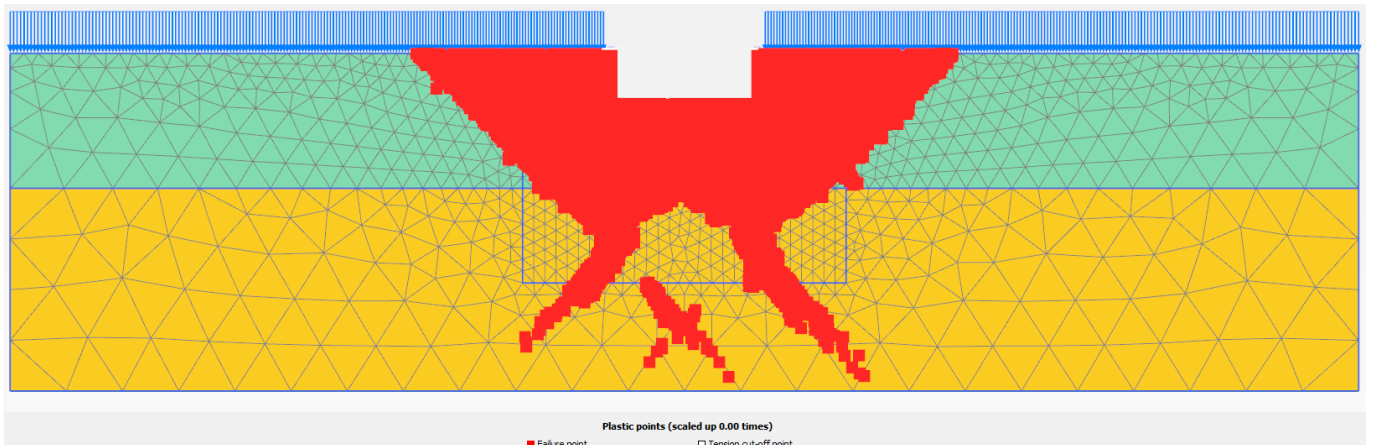


Figura 49 - Sezione 3, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 40 di 136</p>

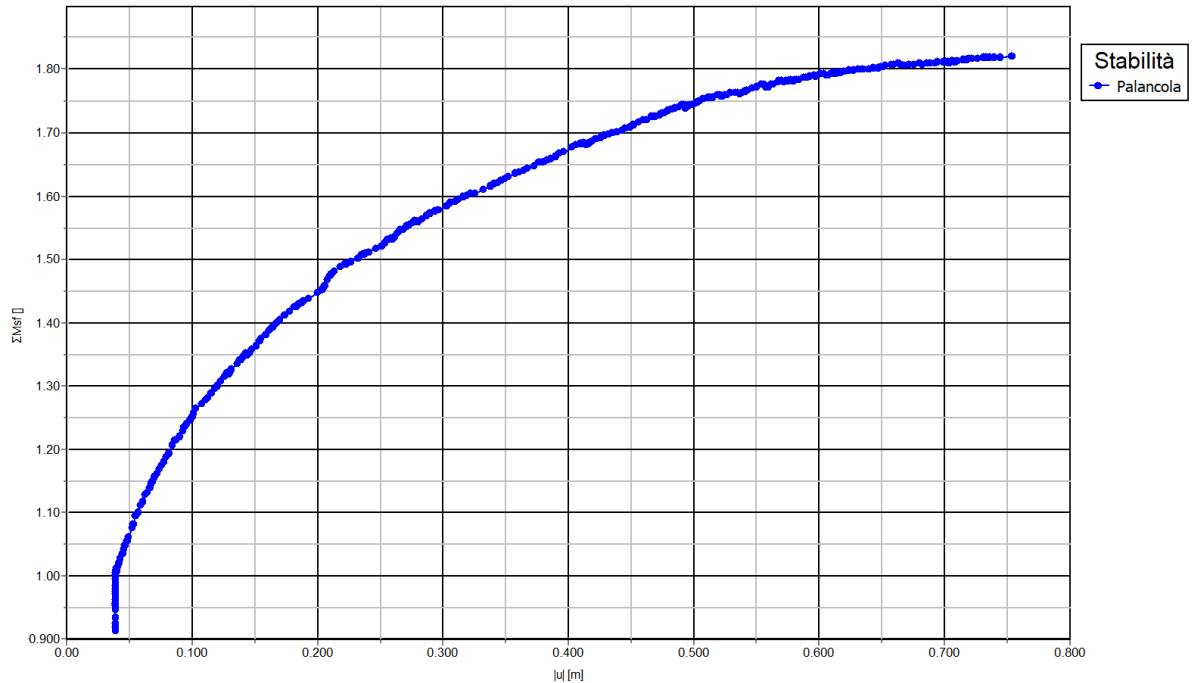


Figura 50 - Sezione 3, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

4.9.4 Sezione 4

Questa sezione di calcolo presenta palancole PU22 di lunghezza 15.0 m a sbalzo a seguito di un prescavo (-1.0 m da p.c.), la falda è circa a quota -2.3 m da p.c. e lo scavo massimo risulta a quota -4.7 m da p.c..

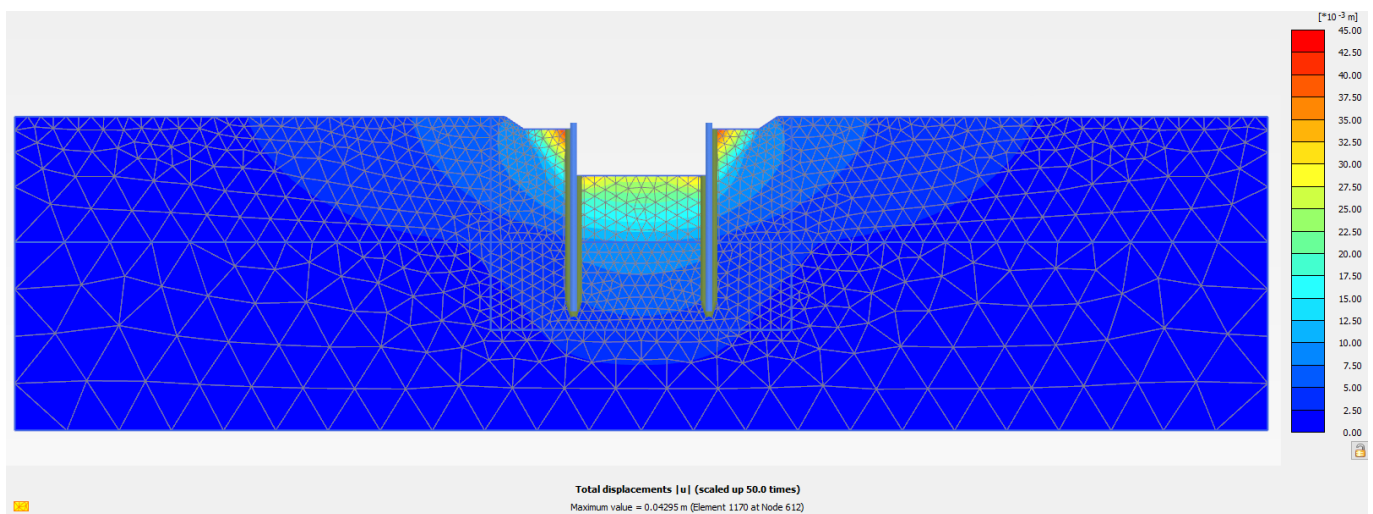


Figura 51 – Sezione 4, Spostamenti totali in fase di scavo massimo

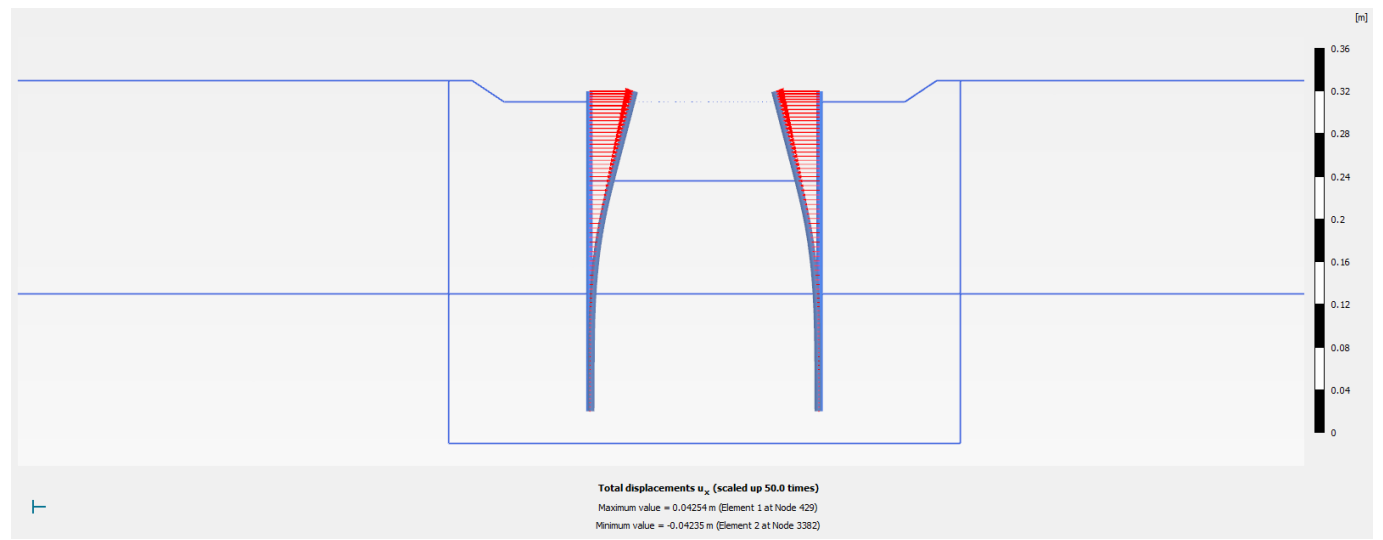


Figura 52 - Sezione 4, Spostamenti totali palancole SLE

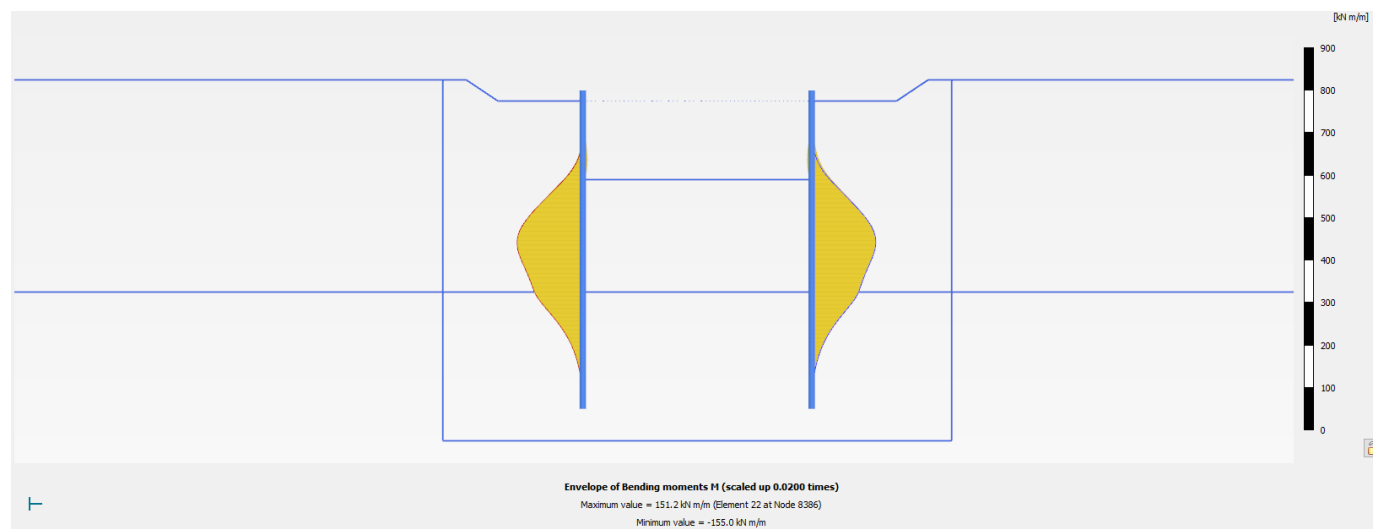


Figura 53 - Sezione 4, Inviluppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

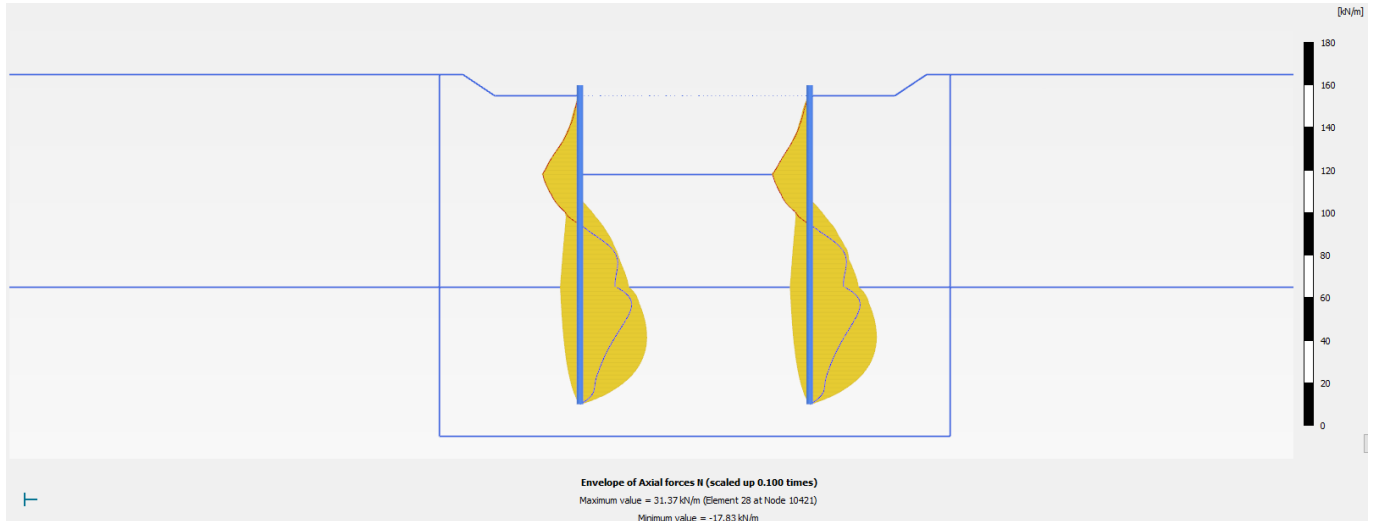


Figura 54 - Sezione 4, Inviluppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

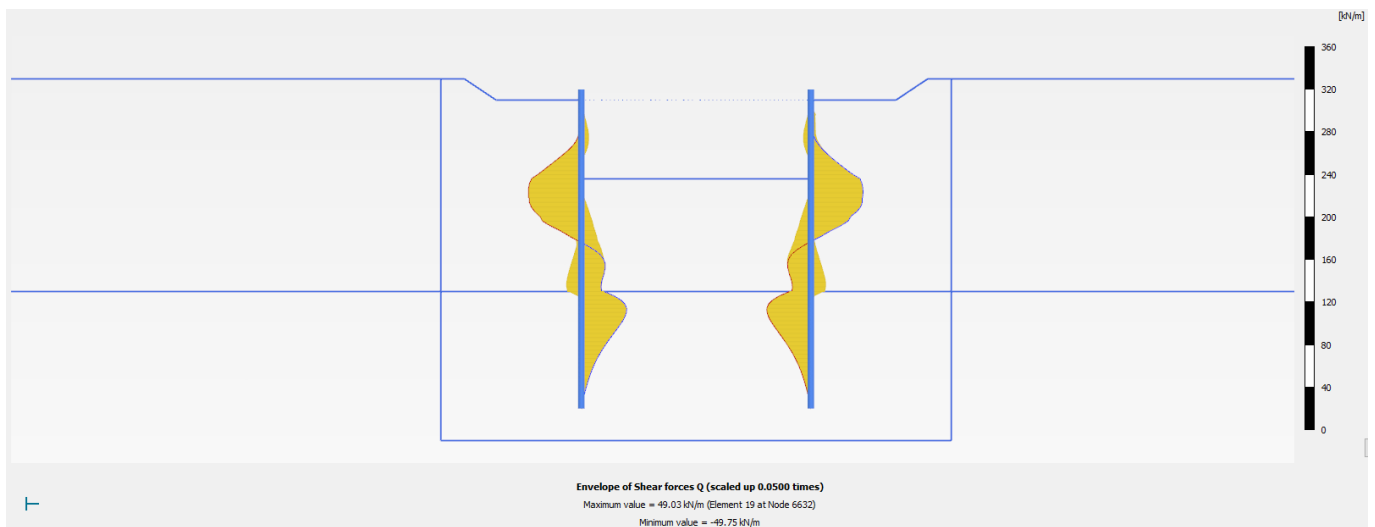


Figura 55 - Sezione 4, Inviluppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i massimi risultati in termini di azione interne sulle palancole, finalizzanti le verifiche di resistenza. I valori delle sollecitazioni allo SLU si ottengono amplificando i risultati della fase di calcolo 5 per il coefficiente parziale $\gamma_A = 1.3$, in accordo a quanto esplicitato nel precedente paragrafo 4.8.

Tabella 10 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	31	40
momento massimo, Mmax [kNm/m]	155	202
taglio massimo, Tmax [kN/m]	50	65
Spostamento max [mm]	43	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 43 di 136</p>	

Nelle seguenti immagini si espongono nell'ordine il campo di spostamenti globali e i punti di plasticizzazione ottenuti al termine dell'analisi *c-φ-reduction* effettuata con la finalità di soddisfare la verifica di stabilità globale dell'opera in condizioni di scavo massimo. Nella successiva immagine si riporta anche il diagramma dell'incremento del fattore di sicurezza con lo spostamento totale di un punto di controllo. Quest'ultimo evidenzia che il fattore di sicurezza alla stabilità globale ottenuto è superiore al minimo imposto dalla normativa, pari a 1.375, pertanto la verifica di stabilità globale è soddisfatta.

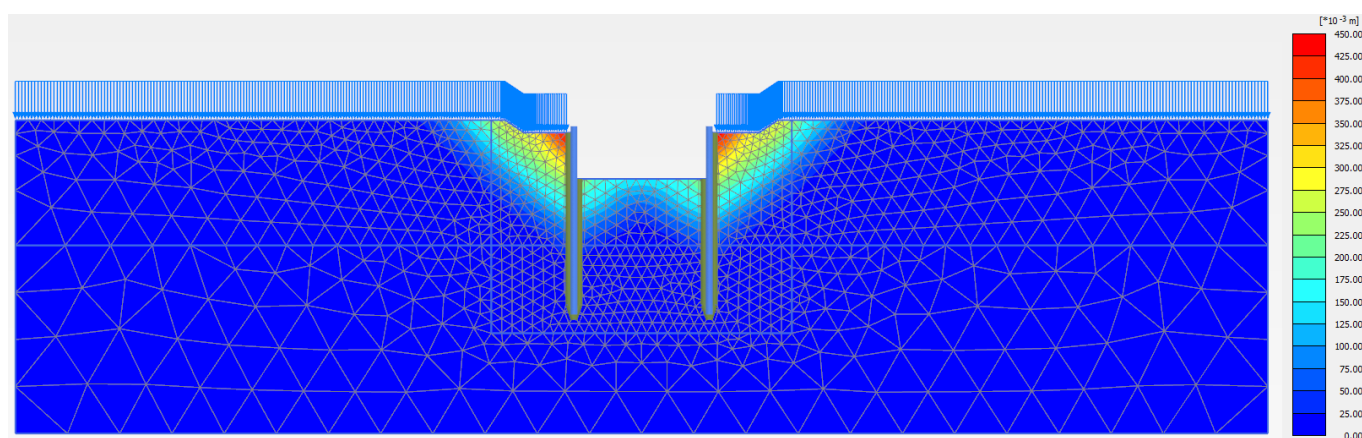


Figura 56 - Sezione 4, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

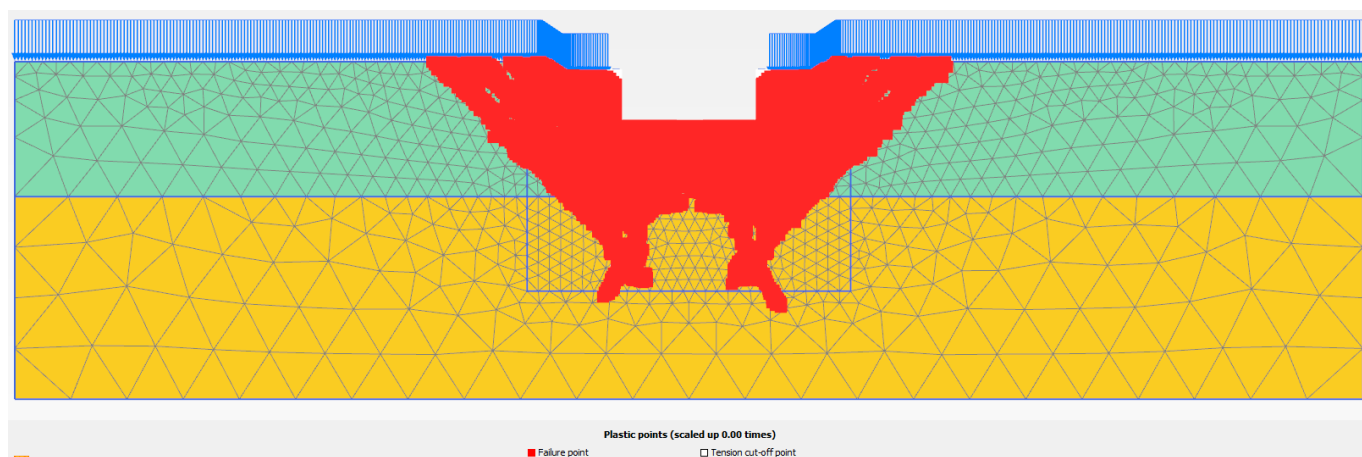


Figura 57 - Sezione 4, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

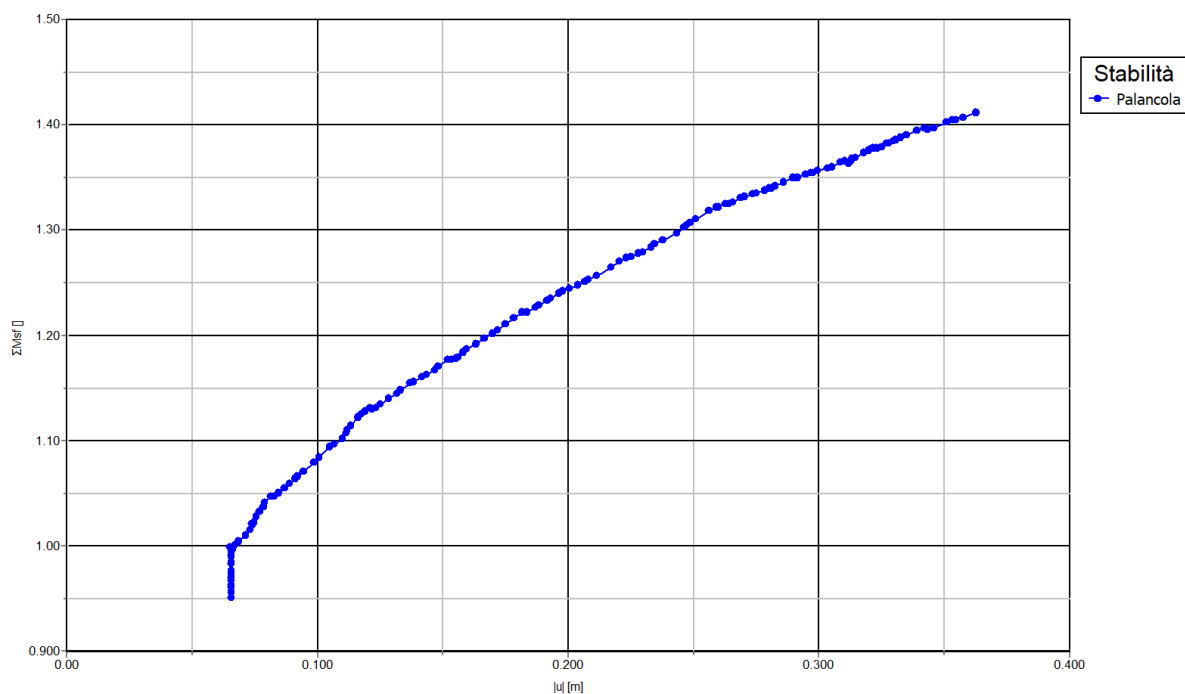


Figura 58 - Sezione 4, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

4.9.5 Stima portate di emungimento sezione 1

Per l'analisi eseguita in corrispondenza della sezione 1 con massimo scavo per la stratigrafia 1, si fornisce nelle figure seguenti una stima della portata di aggotamento: 42 m³/giorno, valutata considerando il problema simmetrico e quindi moltiplicando per due la stima di portata (q) desunta dalla seguente sezione (A-A) e considerando una lunghezza (L) amplificata cautelativamente del 20%. Tale stima di portata è puramente indicativa e per il dimensionamento del sistema di emungimento dovranno essere applicati fattori di sicurezza almeno pari a 4.

q=	1.19E ⁻⁰⁵	m ³ /s/m
L=	20.4	m
Qtot=	42	m ³ /day

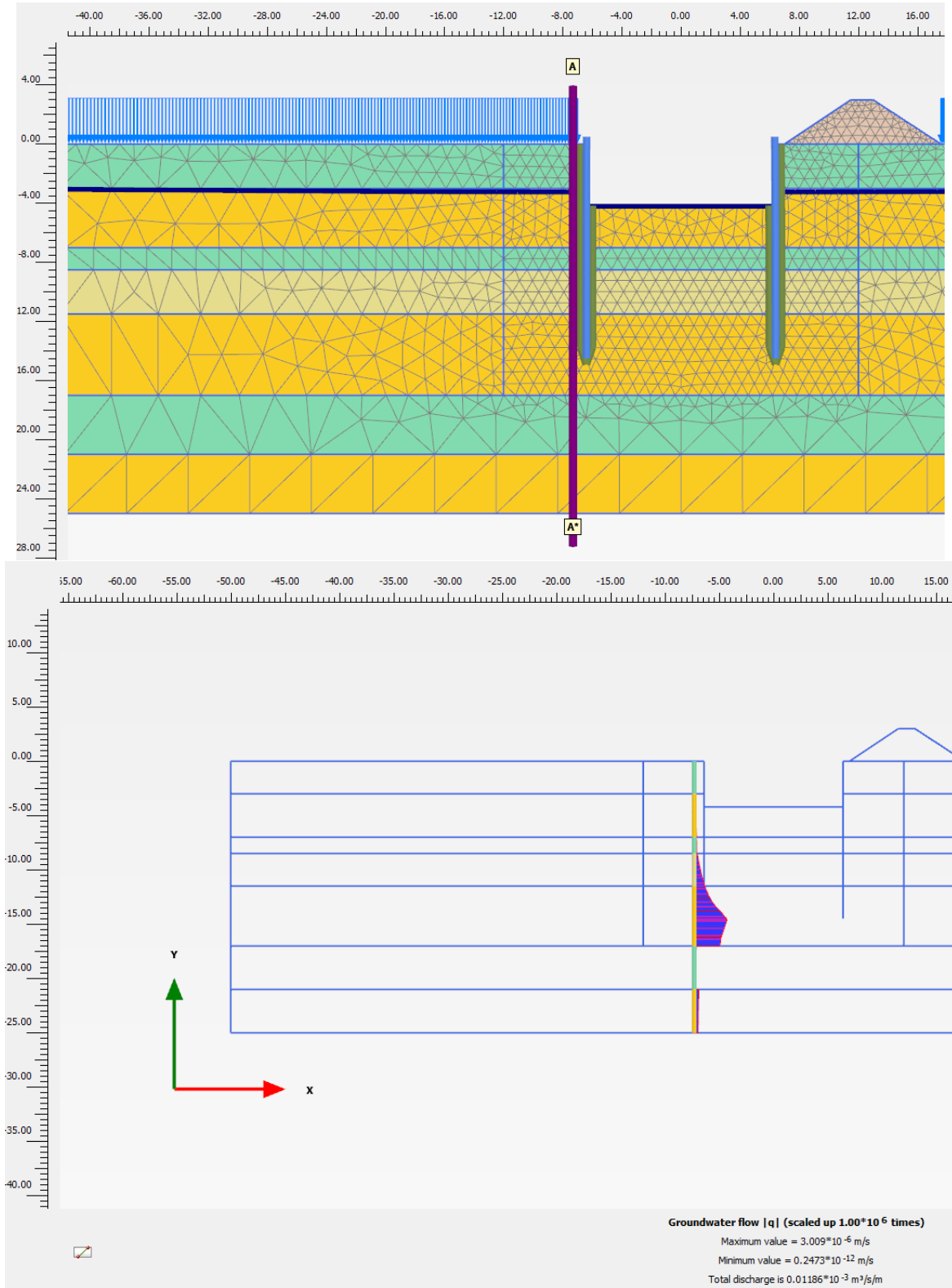


Figura 59 - Sezione A-A – stima portata q – sezione 1

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 46 di 136

4.9.6 Stima portate di emungimento sezione 4

Per l'analisi eseguita in corrispondenza della sezione 4 con massimo scavo per la stratigrafia 2, si fornisce nelle figure seguenti una stima della portata di aggotamento: 25 m³/ giorno, valutata considerando il problema simmetrico e quindi moltiplicando per due la stima di portata (q) desunta dalla seguente sezione (A-A) e considerando una lunghezza (L) amplificata cautelativamente del 20%. Tale stima di portata è puramente indicativa e per il dimensionamento del sistema di emungimento dovranno essere applicati fattori di sicurezza almeno pari a 4.

q=	9.97E ⁻⁰⁶	m3/s/m
L=	14.4	m
Qtot=	25	m3/day

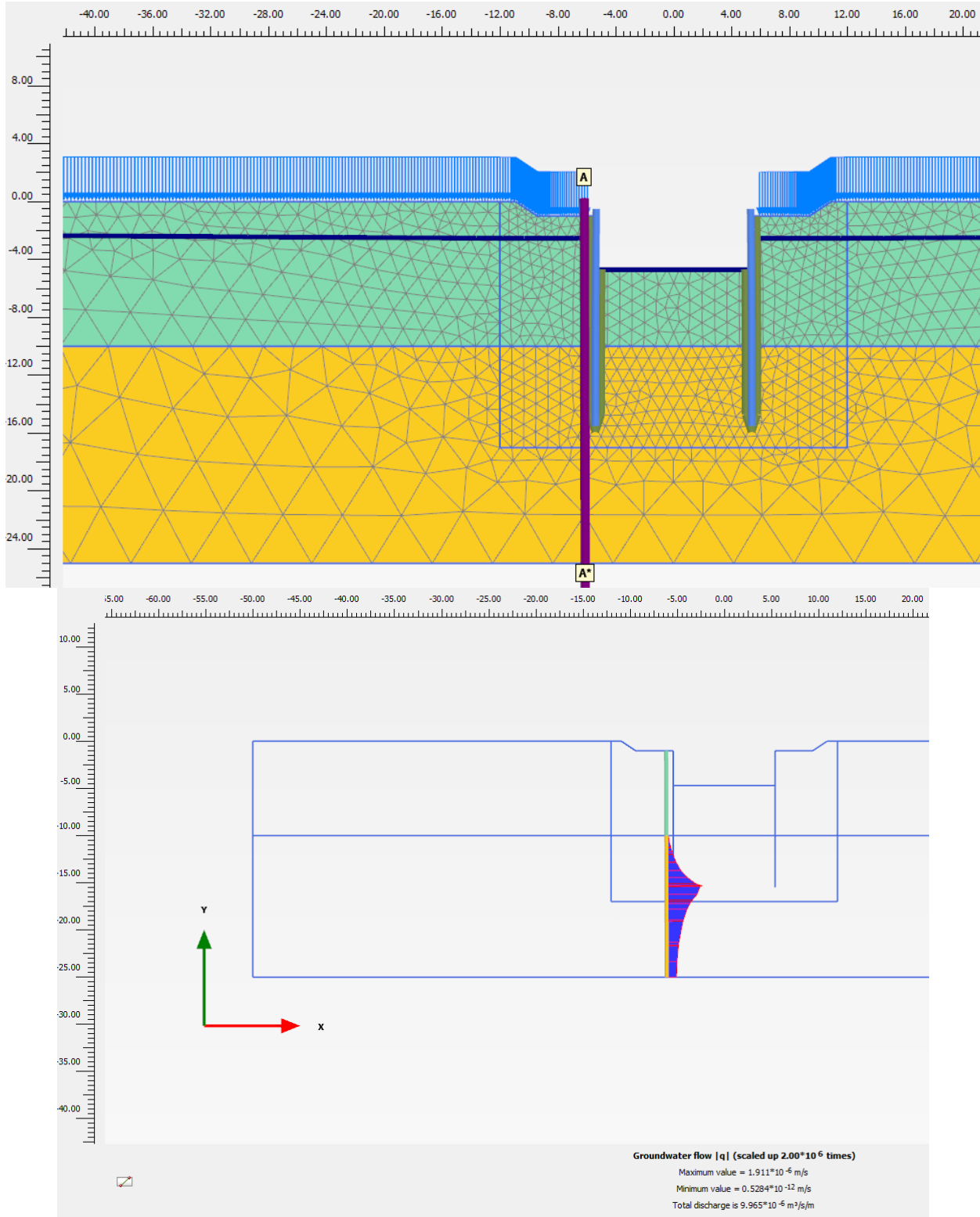


Figura 60 - Sezione A-A – stima portata q – sezione 4

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 48 di 136

4.10 Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici

4.10.1 Sezione 1 e Sezione 2

Sollevamento a breve termine

Se lo scavo interessa un terreno a grana fine sovrastante un terreno a elevata permeabilità deve essere considerata la condizione di sollevamento a breve termine. In questo caso l'azione instabilizzante è data dalla pressione idrostatica iniziale alla base dello strato di argilla:

$$p_w = \gamma_w \cdot H_w$$

mentre l'azione stabilizzante è la pressione totale alla base dello strato impervio:

$$p = \gamma_{sat} \cdot D$$

Per la verifica a sollevamento (UPL), si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nel paragrafo 6.2.3.2 delle NTC 2008 ove le azioni stabilizzanti vengono ridotte x 0.9 e le azioni instabilizzanti amplificate x 1.1.

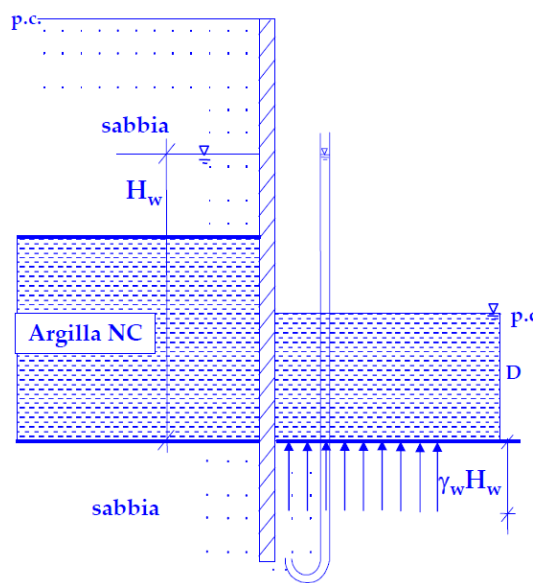


Figura 61 – Sollevamento a breve termine

Tabella 11 - Valori per verifica sollevamento Sezione 1 e Sezione 2

H _w	D	γ _{sat}	p _w	p	p _{w,d} = p _w · 1.1	p _d = p · 0.9
6.1m	4.7 m	18.5 kN/m ³	61.0 kPa	86.95 kPa	67.1 kN/m	78.26 kN/m

Risultando $p_{w,d} < p_d$, la verifica è soddisfatta.

Siccome lo strato di materiale coesivo potrebbe non essere continuo, cautelativamente, si espone di seguito anche la verifica nel caso di sifonamento.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 49 di 136</p>

Sifonamento

In un terreno privo di legami coesivi, in presenza di filtrazione ascendente quando il gradiente idraulico è prossimo al valore critico $i = i_c \approx 1$, si annullano le forze intergranulari, si annulla la resistenza del terreno e le particelle solide possono essere trasportate dall'acqua in movimento, dando origine ad un fenomeno progressivo di erosione che conduce al collasso della struttura del terreno. Tale fenomeno è noto come instabilità idrodinamica (o sifonamento). Il fattore di sicurezza globale nei confronti del sifonamento è il rapporto tra il gradiente idraulico critico, $i_c \approx 1.0$, e quello presente in esercizio (gradiente di efflusso), i_E :

$$FS = i_c / i_E \approx 1 / i_E$$

In via cautelativa, con riferimento al percorso di filtrazione più corto (situazione più critica), nell'ipotesi di perdita di carico lineare con la profondità e trascurando lo spessore del diaframma, il gradiente di efflusso, i_E è dato da:

$$i_E = H / (H + 2 \cdot D)$$

dove H è la differenza di carico idraulico monte-valle e D è la profondità di infissione della paratia misurata sotto il fondo scavo.

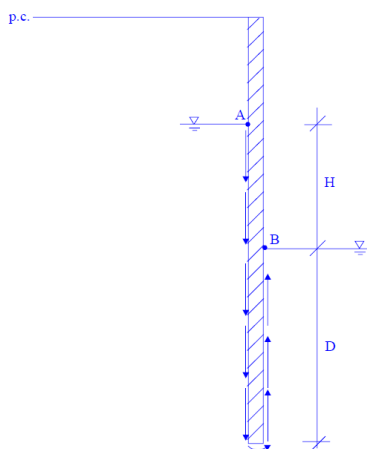


Figura 62 – Sifonamento

Tabella 12 – Valori per verifica sifonamento

H	D	i_E	FS
1.4 m	4.7 m	0.13	7.69

Si tratta quindi di gradienti di efflusso piuttosto bassi, tali da evitare il pericolo di sifonamento.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 50 di 136

Nel seguito si esprime la verifica di sifonamento in termini di pressioni come richiesto da NTC 2008, le pressioni totali a fondo scavo dovranno essere maggiori delle pressioni idrostatiche instabilizzanti:

$$U_{inst,d} \leq \sigma_{stb,d}$$

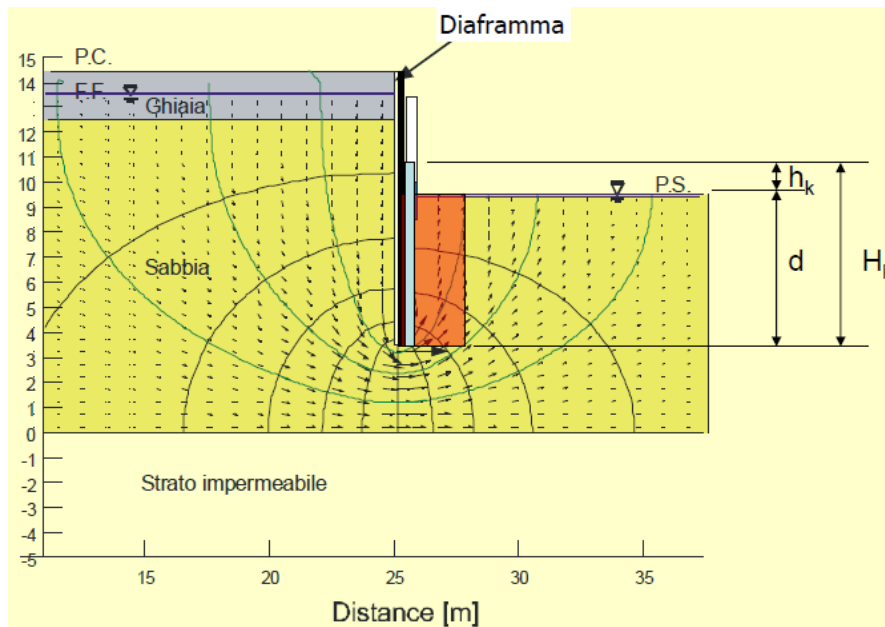


Figura 63 – Schema reticolo di filtrazione per verifica sifonamento

Quindi in termini di tensioni totali si verifica:

$$\gamma_{G,inst} (\gamma_w \cdot H_k) \leq \gamma_{G,std} (\gamma_{sat,k} \cdot d)$$

$$1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) \leq 0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$$

Dove:

$\gamma_{G,inst} = 1.3$; $\gamma_{G,std} = 0.9$ coefficienti parziali di normativa NTC 2008

γ_w = peso dell'acqua; $\gamma_{sat,k}$ = peso di volume del terreno

H_k ; d = profondità indicate come da schema di Figura 63.

Nel caso in esame si ha:

$$d = 4.7 \text{ m,}$$

$$H_k = d + h_k = d + (H/2) = 4.7 + (1.4 / 2) = 5.4 \text{ m}$$

$$1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) = 1.3 \cdot 10 \cdot 5.4 = 70.2 \text{ kPa}$$

$$0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d) = 0.9 \cdot 18.5 \cdot 4.7 = 78.3 \text{ kPa}$$

Quindi si verifica che: $1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) \leq 0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$

70.2 kPa è effettivamente < 78.3 kPa.

La verifica è soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 51 di 136	

4.10.2 Sezione 3 e Sezione 4

Nel caso in esame lo scavo interessa un deposito coesivo a bassa permeabilità presente nei primi 10 m dal p.c. e quindi fino a oltre 5 m dal fondo scavo; lo strato inferiore è prevalentemente ghiaioso. In questo contesto la configurazione di verifica del fondo scavo è quella di sollevamento a breve termine.

Sollevamento a breve termine

Lo schema di riferimento è sempre quello di Figura 61. Si procede per questa sezione alla verifica:

Tabella 13 - Valori per verifica sollevamento Sezione 4

Hw	D	γ_{sat}	pw	p	pw,d = pw · 1.1	p,d = p · 0.9
7.7 m	5.3 m	18.5 kN/m ³	77.0 kPa	98.05 kPa	84.7 kN/m	88.25 kN/m

Risultando $pw,d < p,d$, la verifica è soddisfatta.

4.11 Verifiche di resistenza palancole

Per le palancole si adotta la metodologia di verifica in accordo con la normativa italiana vigente (N.T.C.'08) e con l'Eurocodice 3 (EN 1993-5). Per le verifiche si considera cautelativamente per l'acciaio $f_{yk} = 270$ MPa.

Le azioni interne allo stato limite ultimo, N_{Ed} , M_{Ed} and V_{Ed} , sono ottenute dal paragrafo 4.9.

Si determina quindi:

$$M_{Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \cdot \beta_B \quad \text{momento resistente di progetto per sezioni di classe 1 e 2}$$

dove:

W_{pl} è il modulo di resistenza plastico

β_B è un coefficiente riduttivo per palancole a U, dipendente dal numero di palancole interconnesse e dal tipo di suolo

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad \text{resistenza a taglio di progetto}$$

Se la forza di taglio agente di progetto V_{Ed} è maggiore del 50% della resistenza di progetto V_{Rd} , il momento resistente si riduce secondo la seguente espressione:

$$M_{Rd} = \left(\beta_B \cdot W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w \cdot \sin \alpha} \right) f_{yd} \quad \text{momento resistente ridotto}$$

$$\rho = (2V_{Ed} / V_{Rd} - 1)^2$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 52 di 136	

Data l'azione assiale resistente del palancoleto $N_{Rd} = A \cdot f_{yd}$, dove A è la sezione resistente, se il rapporto N_{Ed}/N_{Rd} è maggiore di 0.25 per palancole ad U, o maggiore di 0.1 per palancole a Z, il momento resistente si riduce secondo la seguente espressione:

$$M_{N,Rd} = k \cdot M_{Rd} \left(1 - N_{Ed} / N_{Rd}\right) \leq M_{Rd} \quad \text{momento resistente ridotto}$$

dove:

k = 1.33 per palancole ad U

k = 1.11 per palancole a Z

Essendo $N_{Ed} \leq N_{Rd}$, $M_{Ed} \leq M_{N,Rd} \leq M_{Rd}$, $V_{Ed} \leq V_{Rd}$, come mostrato nelle seguenti tabelle, la verifica è soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 20%;">Foglio 53 di 136</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 53 di 136
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 53 di 136		

4.11.1 Sezione 1 (PU22)

Nella seguente tabella i risultati delle verifiche.

Tipo di profilo:	U_Z_Sheet_Pile			
Profilo:	PU 22			
Classe acciaio:	S 270			
$f_{yk} =$	270	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale	
$f_{yd} =$	257	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto	
$N_{Ed} =$	46	kN/m	axial load	
$M_{Ed} =$	204	kN-m/m	bending moment	
$V_{Ed} =$	91	kN/m	shear	
tipo:	2			
classe:	U			
$W_{el} =$	2200	cm ³ /m	modulo di resistenza elastico - asse forte	
$A =$	183	cm ² /m	area	
$W_{pl} =$	2580	cm ³ /m	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	69.3	cm ² /m	area resistente a taglio	
$b =$	600	mm	larghezza	
$h =$	450	mm	altezza	
$t_w =$	9.5	mm	spessore anima	
$t_f =$	12.1	mm	spessore ali	
$\alpha =$	62.4°	deg	inclinazione dell'anima	
$\beta_B =$	1.0		coefficiente riduttivo	
$n =$	0.01		axial load strength ratio	

Tabella 14 - Verifica di resistenza (Sezione 1)

AZIONI DI PROGETTO (F_{Ed})			RESISTENZE DI PROGETTO (R_d)				VERIFICA (>1)
N_{Ed}	M_{Ed}	V_{Ed}	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	$M_{N,Rd}$	$(R_d/F_{Ed})_{min}$
kN/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	--
46	204	91	4706	663	1029	663	3.25

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001 Rev. B Foglio 54 di 136

4.11.2 Sezione 2 (PU18)

Nella seguente tabella i risultati delle verifiche.

Tipo di profilo:	U_Z_Sheet_Pile			
Profilo:	PU 18			
Classe acciaio:	S 270			
$f_{yk} =$	270	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale	
$f_{yd} =$	257	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto	
$N_{Ed} =$	25	kN/m	axial load	
$M_{Ed} =$	92	kN-m/m	bending moment	
$V_{Ed} =$	52	kN/m	shear	
tipo:	2			
classe:	U			
$W_{el} =$	1800	cm ³ /m	modulo di resistenza elastico - asse forte	
$A =$	163	cm ² /m	area	
$W_{pl} =$	2134	cm ³ /m	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	62.8	cm ² /m	area resistente a taglio	
$b =$	600	mm	larghezza	
$h =$	430	mm	altezza	
$t_w =$	9	mm	spessore anima	
$t_f =$	11.2	mm	spessore ali	
$\alpha =$	57.5°	deg	inclinazione dell'anima	
$\beta_B =$	1.0		coefficiente riduttivo	
$n =$	0.01		axial load strength ratio	

Tabella 15 - Verifica di resistenza (Sezione 2)

AZIONI DI PROGETTO (F_{Ed})			RESISTENZE DI PROGETTO (R_d)				VERIFICA (>1)
N_{Ed} kN/m	M_{Ed} kNm/m	V_{Ed} kN/m	N_{Rd} kN/m	M_{Rd} kNm/m	V_{Rd} kN/m	$M_{N,Rd}$ kNm/m	(R_d/F_{Ed}) _{min} --
25	92	52	4191	549	933	549	5.95

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 15%;">Foglio 55 di 136</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 55 di 136
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 55 di 136		

4.11.3 Sezione 3 (PU22)

Nella seguente tabella i risultati delle verifiche.

Tipo di profilo:	U_Z_Sheet_Pile			
Profilo:	PU 22			
Classe acciaio:	S 270			
$f_{yk} =$	270	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale	
$f_{yd} =$	257	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto	
$N_{Ed} =$	53	kN/m	axial load	
$M_{Ed} =$	109	kN-m/m	bending moment	
$V_{Ed} =$	52	kN/m	shear	
tipo:	2			
classe:	U			
$W_{el} =$	2200	cm ³ /m	modulo di resistenza elastico - asse forte	
A =	183	cm ² /m	area	
$W_{pl} =$	2580	cm ³ /m	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	69.3	cm ² /m	area resistente a taglio	
b =	600	mm	larghezza	
h =	450	mm	altezza	
$t_w =$	9.5	mm	spessore anima	
$t_f =$	12.1	mm	spessore ali	
$\alpha =$	62.4°	deg	inclinazione dell'anima	
$\beta_B =$	1.0		coefficiente riduttivo	
n =	0.01		axial load strength ratio	

Tabella 16 - Verifica di resistenza (Sezione 3)

AZIONI DI PROGETTO (F_{Ed})			RESISTENZE DI PROGETTO (R_d)				VERIFICA (>1)
N_{Ed} kN/m	M_{Ed} kNm/m	V_{Ed} kN/m	N_{Rd} kN/m	M_{Rd} kNm/m	V_{Rd} kN/m	$M_{N,Rd}$ kNm/m	$(R_d/F_{Ed})_{min}$ --
53	109	52	4706	663	1029	663	6.09

 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI21 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 25%;">Foglio 56 di 136</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 56 di 136
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 21 0 1 001	Rev. B	Foglio 56 di 136		

4.11.4 Sezione 4 (PU22)

Nella seguente tabella i risultati delle verifiche.

Tipo di profilo:	U_Z_Sheet_Pile		
Profilo:	PU 22		
Classe acciaio:	S 270		
$f_{yk} =$	270	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale
$f_{yd} =$	257	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto
$N_{Ed} =$	42	kN/m	axial load
$M_{Ed} =$	202	kN·m/m	bending moment
$V_{Ed} =$	65	kN/m	shear
tipo:	2		
classe:	U		
$W_{el} =$	2200	cm ³ /m	modulo di resistenza elastico - asse forte
$A =$	183	cm ² /m	area
$W_{pl} =$	2580	cm ³ /m	modulo di resistenza plastico - asse forte
$A_v =$	69.3	cm ² /m	area resistente a taglio
$b =$	600	mm	larghezza
$h =$	450	mm	altezza
$t_w =$	9.5	mm	spessore anima
$t_f =$	12.1	mm	spessore ali
$\alpha =$	62.4°	deg	inclinazione dell'anima
$\beta_B =$	1.0		coefficiente riduttivo
$n =$	0.01		axial load strength ratio

Tabella 17 - Verifica di resistenza (Sezione 4)






DESIGN ACTIONS (F_{Ed})			DESIGN RESISTANCE (R_d)				CHECK (>1)
N_{Ed} kN/m	M_{Ed} kNm/m	V_{Ed} kN/m	N_{Rd} kN/m	M_{Rd} kNm/m	V_{Rd} kN/m	$M_{N,Rd}$ kNm/m	$(R_d/F_{Ed})_{min}$ --
40	202	65	4706	663	1029	663	3.29

5 APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS

5.1 Sezione 1




PLAXIS Report

1.1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (1/2)

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Identification number		1	2	3	4	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour						
Comments						
γ_{unsat}	kN/m ³	20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³	20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
Dilatancy cut-off		No	No	No	No	No
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e_{max}		999.0	999.0	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ²	50.00E3	15.00E3	50.00E3	15.00E3	40.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	19.23E3	5769	19.23E3	5769	15.38E3
E_{oed}	kN/m ²	67.31E3	20.19E3	67.31E3	20.19E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ²	1.000	1.000	1.000	5.000	1.000
ϕ (phi)	°	40.00	28.00	37.00	27.00	37.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
V_s	m/s	97.12	56.07	97.12	55.31	89.13
V_p	m/s	181.7	104.9	181.7	103.5	166.7
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.875E6	562.5E3	1.875E6	562.5E3	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K_0 determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$K_{0,x}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
$K_{0,z}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None	None
k_x	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
k_y	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
$-\psi_{\text{unsat}}$	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
S_s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c_k		1000E12	1000E12	1000E12	1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
f_{TV}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Identification	Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Unfrozen water content	None	None	None	None	None
1.1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (2/2)					
Identification	Argine	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia		
Identification number	6	7	8		
Drainage type	Drained	Drained	Drained		
Colour					
Comments					
γ_{unsat}	kN/m ³	19.00	18.50	19.00	
γ_{sat}	kN/m ³	19.00	18.50	19.00	
Dilatancy cut-off	No	No	No		
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	
e_{min}		0.000	0.000	0.000	
e_{max}		999.0	999.0	999.0	
Rayleigh α		0.000	0.000	0.000	
Rayleigh β		0.000	0.000	0.000	
E	kN/m ²	30.00E3	15.00E3	50.00E3	
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	
G	kN/m ²	11.54E3	5769	19.23E3	
E_{oed}	kN/m ²	40.38E3	20.19E3	67.31E3	

Identification		Argine	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
c_{ref}	kN/m ²	5.000	0.5000	0.5000
ϕ (phi)	°	27.00	18.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000
V_s	m/s	77.18	55.31	99.65
V_p	m/s	144.4	103.5	186.4
Set to default values		Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.125E6	562.5E3	1.875E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Rigid	Rigid
R_{inter}		0.6700	1.000	1.000

Identification		Argine	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes	Yes
K _{0,x}		0.5460	0.6910	0.6580
K _{0,z}		0.5460	0.6910	0.6580
Data set		Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μ m	%	10.00	10.00	10.00
2 μ m - 50 μ m	%	13.00	13.00	13.00
50 μ m - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None
k _x	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
k _y	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
$-\psi_{unsat}$	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000	0.5000


Identification		Argine	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
S_s	1/m	0.000	0.000	0.000
C_k		1000E12	1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000	0.000
f_{T_v}		0.000	0.000	0.000
Unfrozen water content		None	None	None

1.1.1.2 Materials - Plates -

Identification		PU_18	PU_22
Identification number		1	2
Comments			
Colour			
Material type		Elastic	Elastic
Isotropic		Yes	Yes
EA_1	kN/m	3.429E6	3.841E6
EA_2	kN/m	3.429E6	3.841E6
EI	kN m ² /m	81.16E3	103.9E3
d	m	0.5329	0.5697
w	kN/m/m	1.280	1.440
ν (nu)		0.000	0.000
Rayleigh α		0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000
Prevent punching		No	No
Identification number		1	2
c	kJ/t/K	0.000	0.000
λ	kW/m/K	0.000	0.000

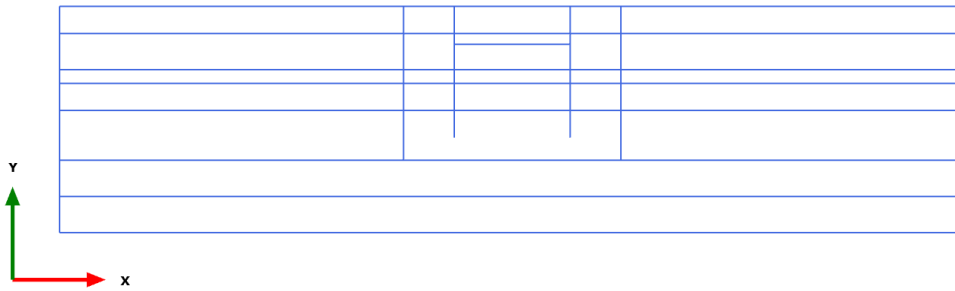
Identification		PU_18	PU_22
ρ	t/m ³	0.000	0.000
α	1/K	0.000	0.000

1.1.1.3 Materials - Anchors -

Identification		Puntone
Identification number		1
Comments		
Colour		
Material type		Elastic
EA	kN	10.00E3
L _{spacing}	m	1.000
Identification number		1
c	kJ/t/K	0.000
λ	kW/m/K	0.000
ρ	t/m ³	0.000
α	1/K	0.000
Identification number		1
c	kJ/t/K	0.000
λ	kW/m/K	0.000
ρ	t/m ³	0.000
α	1/K	0.000
A	m ²	0.000

Identification		Puntone
Identification number		1
c	kJ/t/K	0.000
λ	kW/m/K	0.000
ρ	t/m ³	0.000
α	1/K	0.000
A	m ²	0.000

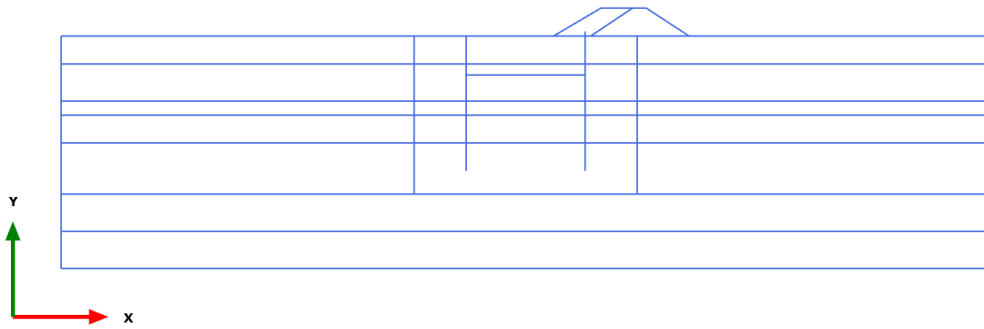
3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1.00 times)

No results

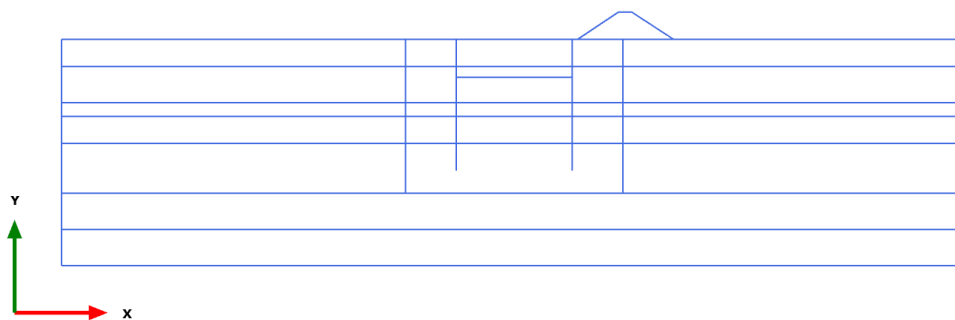
3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Argine [Phase_8] (8/4), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1.00 times)

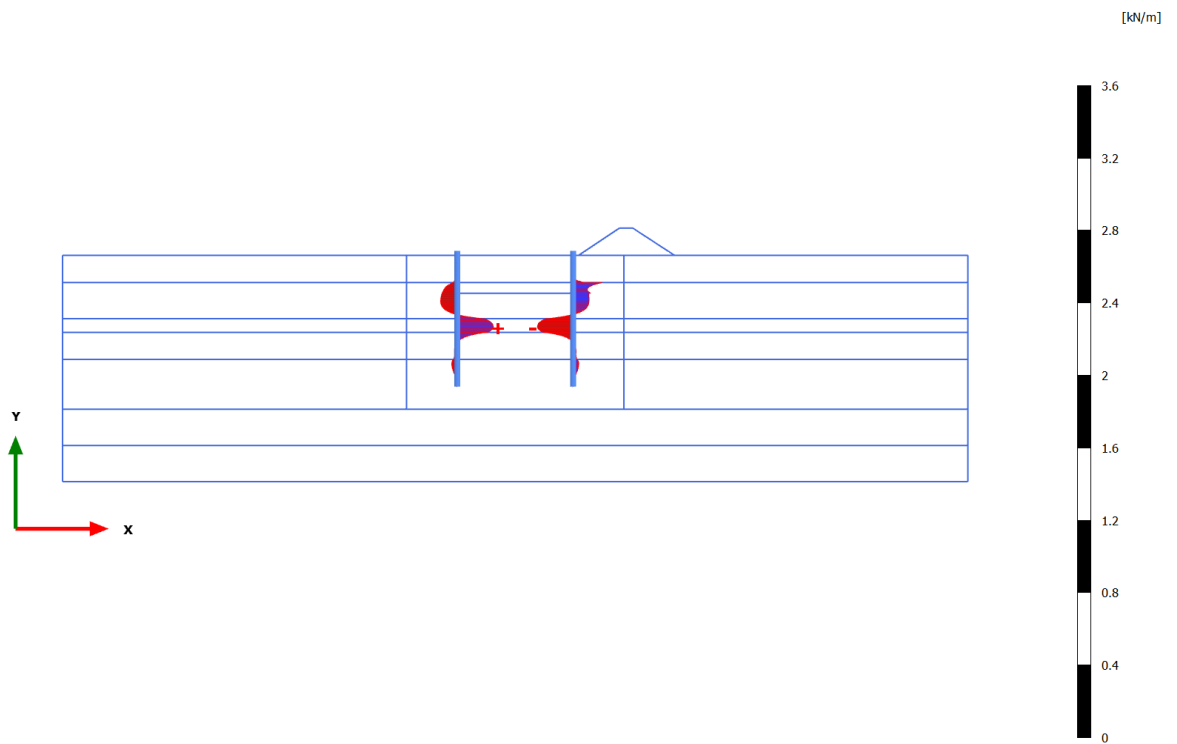
No results

3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Rimodellamento argine [Phase_9] (9/6), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1.00 times)

No results

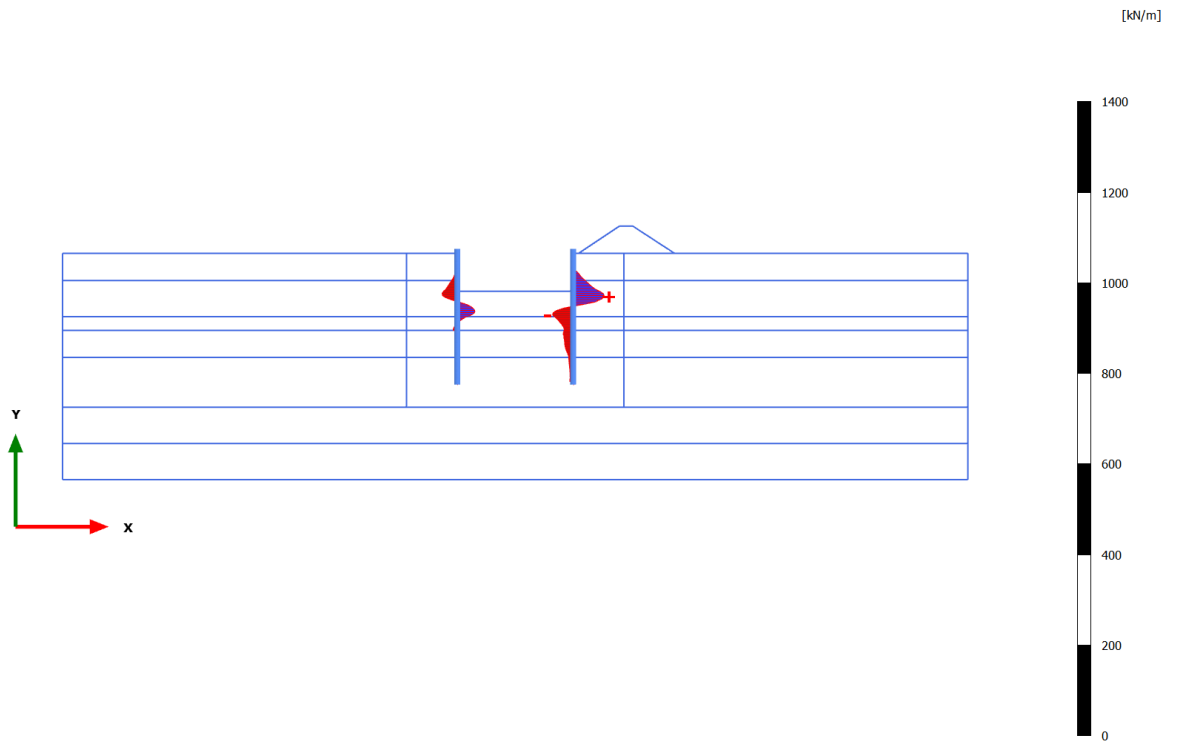


Shear forces Q (scaled up 20.0 times)

Maximum value = 0.1996 kN/m (Element 20 at Node 3610)

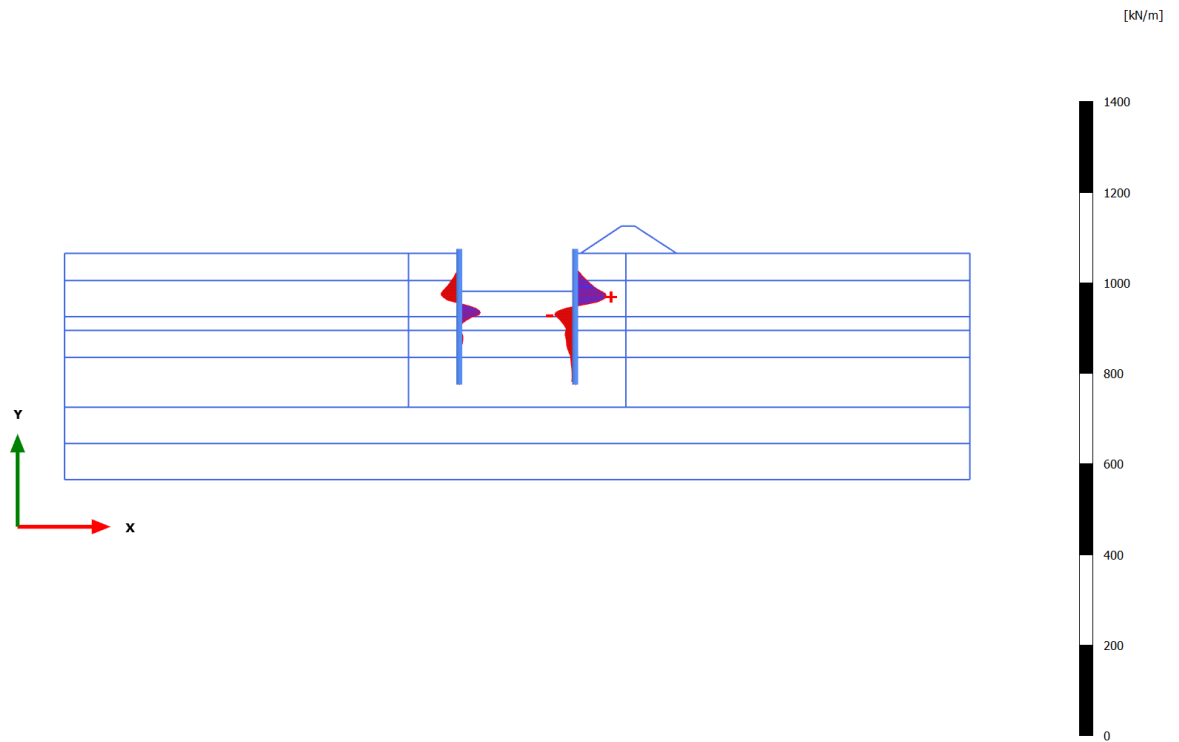
Minimum value = -0.1974 kN/m (Element 22 at Node 7525)

3.1.1.1.5 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/129), Shear forces Q

**Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)**

Maximum value = 68.84 kN/m (Element 16 at Node 7912)

Minimum value = -45.71 kN/m (Element 18 at Node 7473)

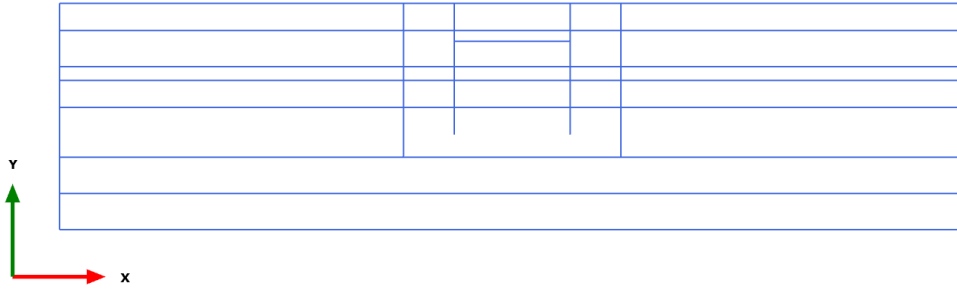


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 69.08 kN/m (Element 16 at Node 7912)

Minimum value = -45.24 kN/m (Element 18 at Node 7473)

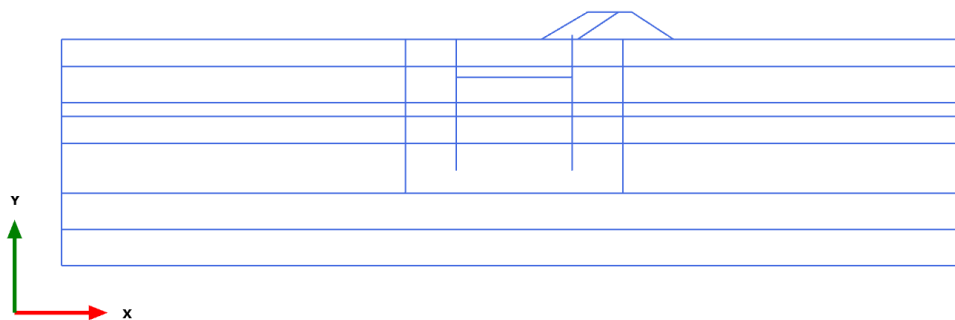
3.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1.00 times)

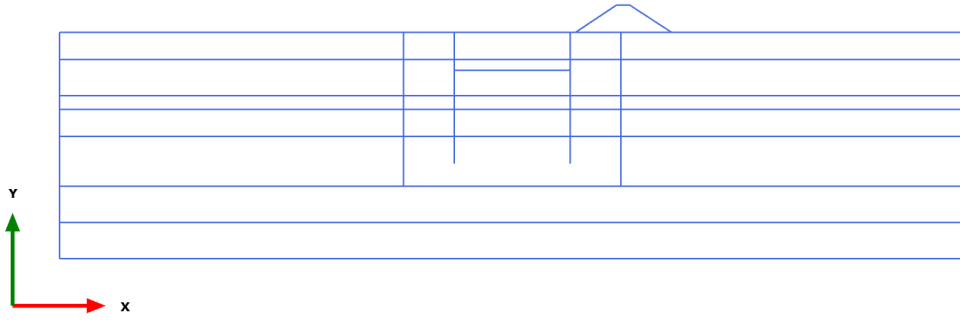
No results

3.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Argine [Phase_8] (8/4), Bending moments M



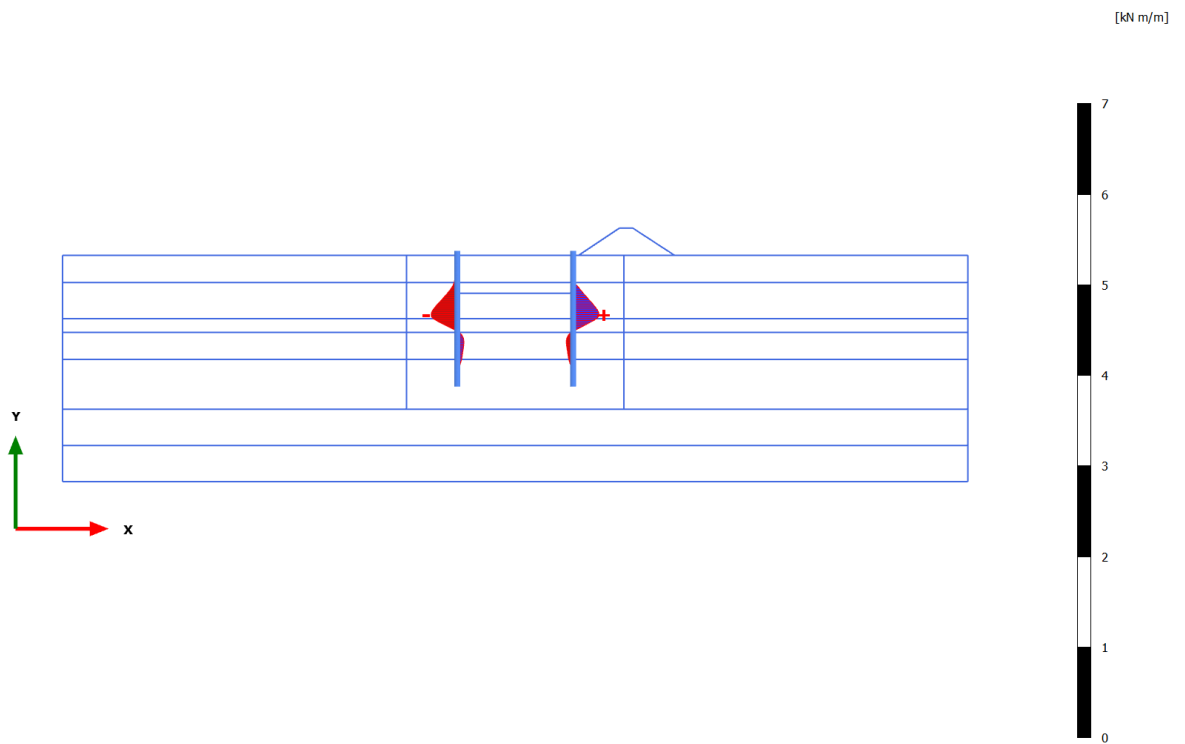
Bending moments M (scaled up 1.00 times)

No results



Bending moments M (scaled up 1.00 times)

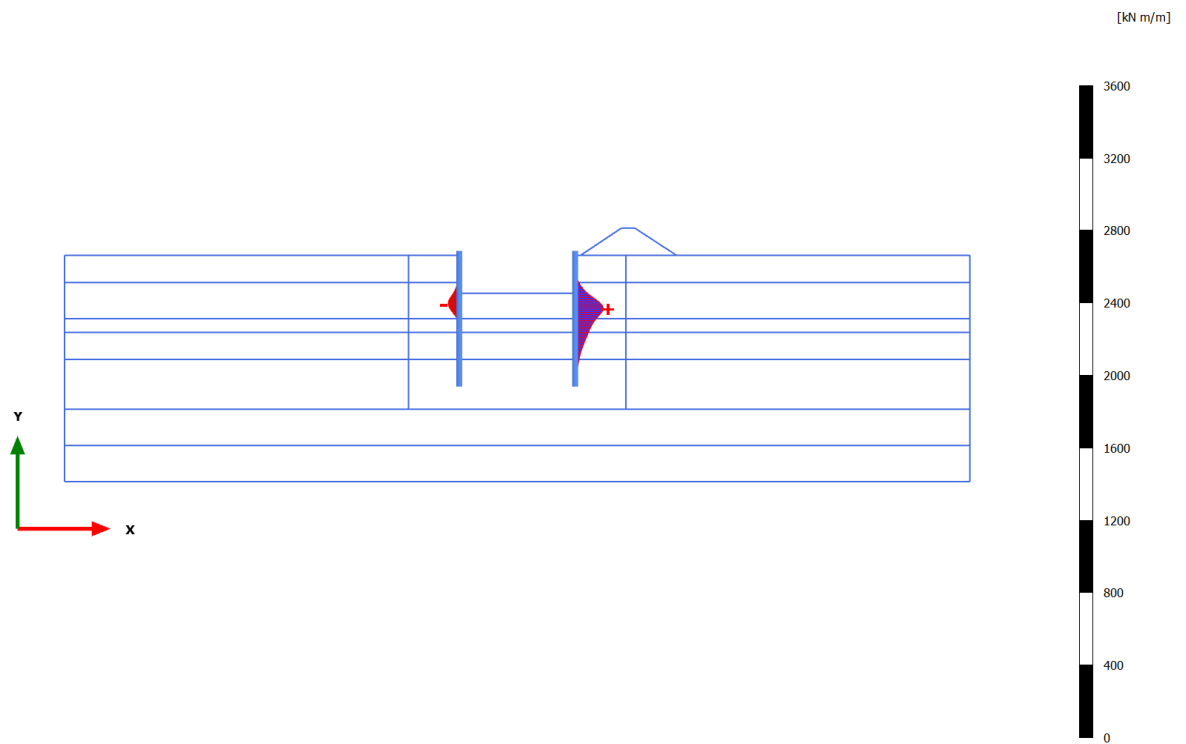
No results

**Bending moments M (scaled up 10.0 times)**

Maximum value = 0.2865 kN m/m (Element 18 at Node 7472)

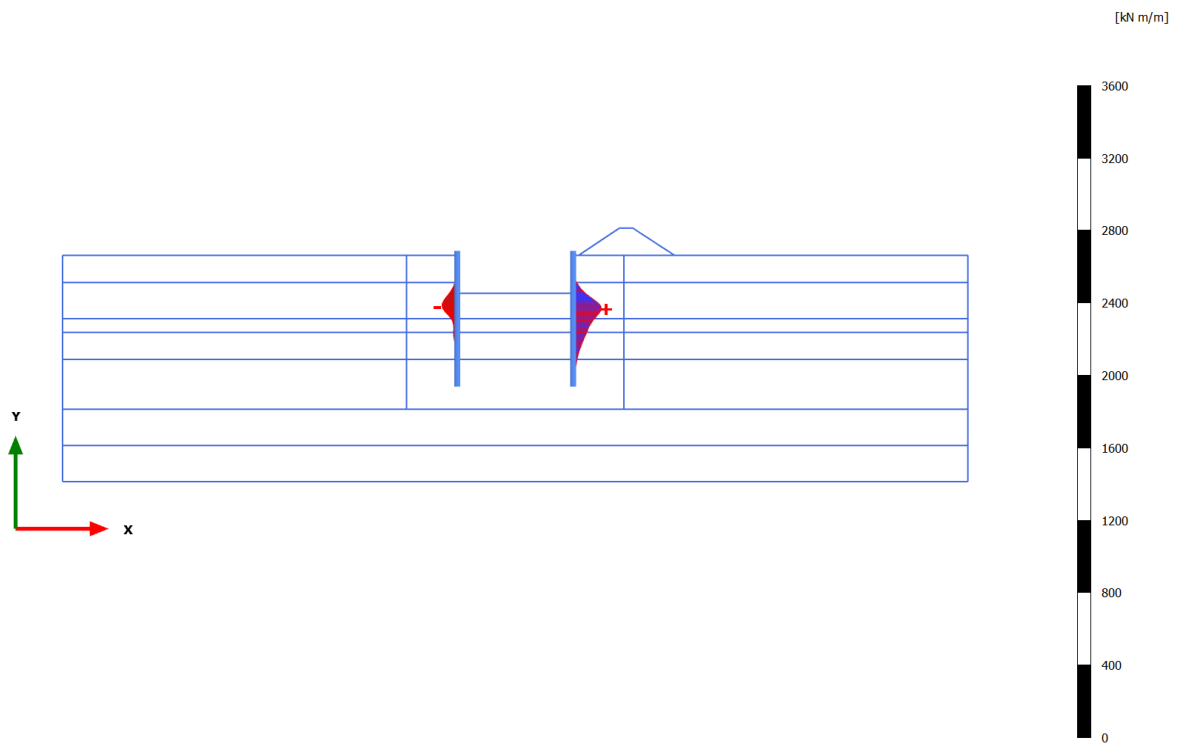
Minimum value = -0.2901 kN m/m (Element 15 at Node 2111)

3.1.1.2.5 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/129), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0.0200 times)**

Maximum value = 156.5 kN m/m (Element 17 at Node 7303)

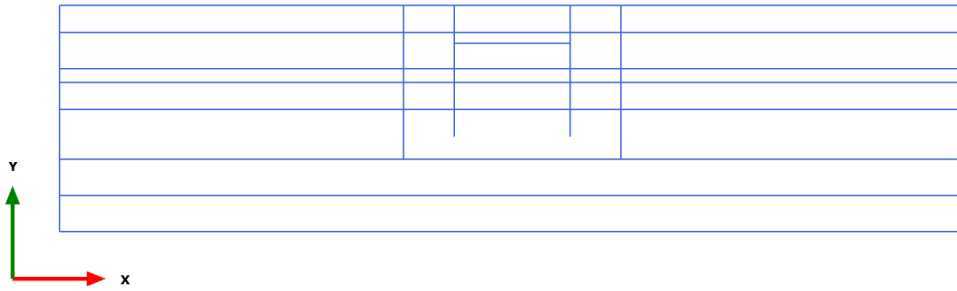
Minimum value = -61.61 kN m/m (Element 14 at Node 1492)

**Bending moments M (scaled up 0.0200 times)**

Maximum value = 156.0 kN m/m (Element 17 at Node 7303)

Minimum value = -84.29 kN m/m (Element 14 at Node 1491)

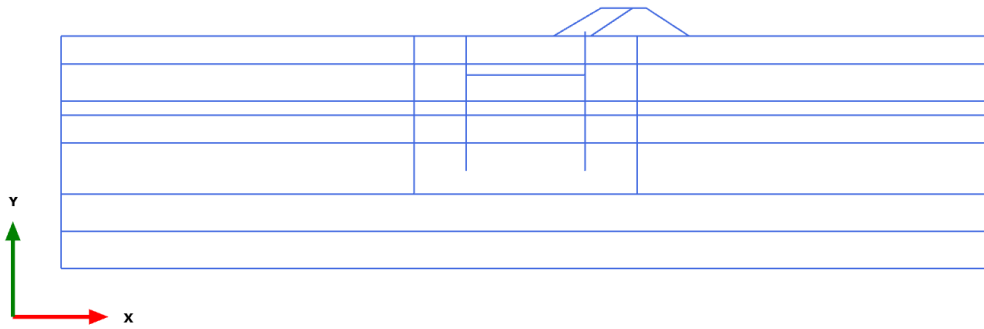
3.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

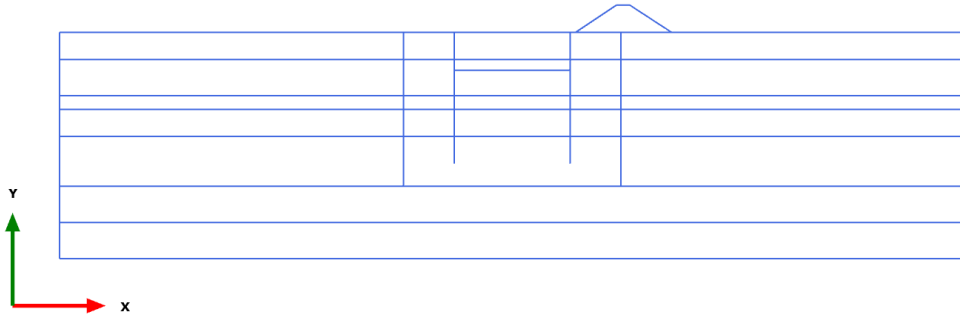
3.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Argine [Phase_8] (8/4), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

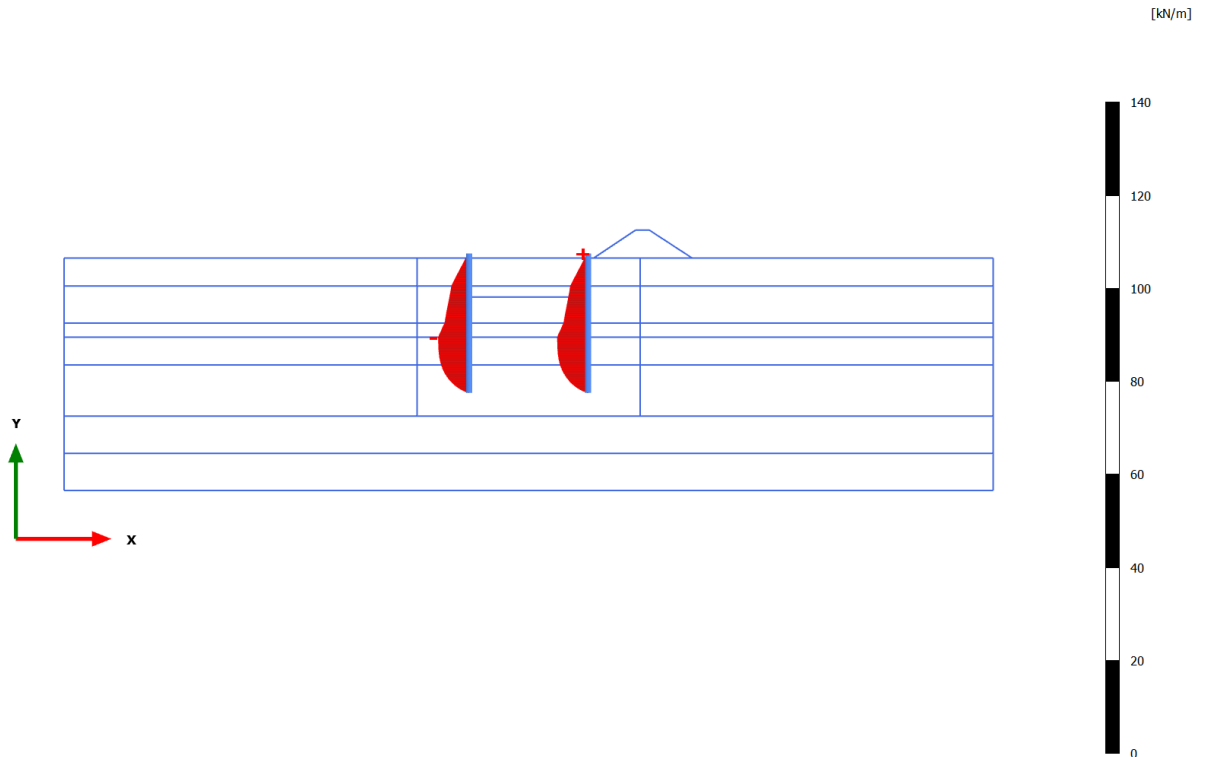
3.1.1.3.3 Calculation results, Plate, Rimodellamento argine [Phase_9] (9/6), Axial forces N



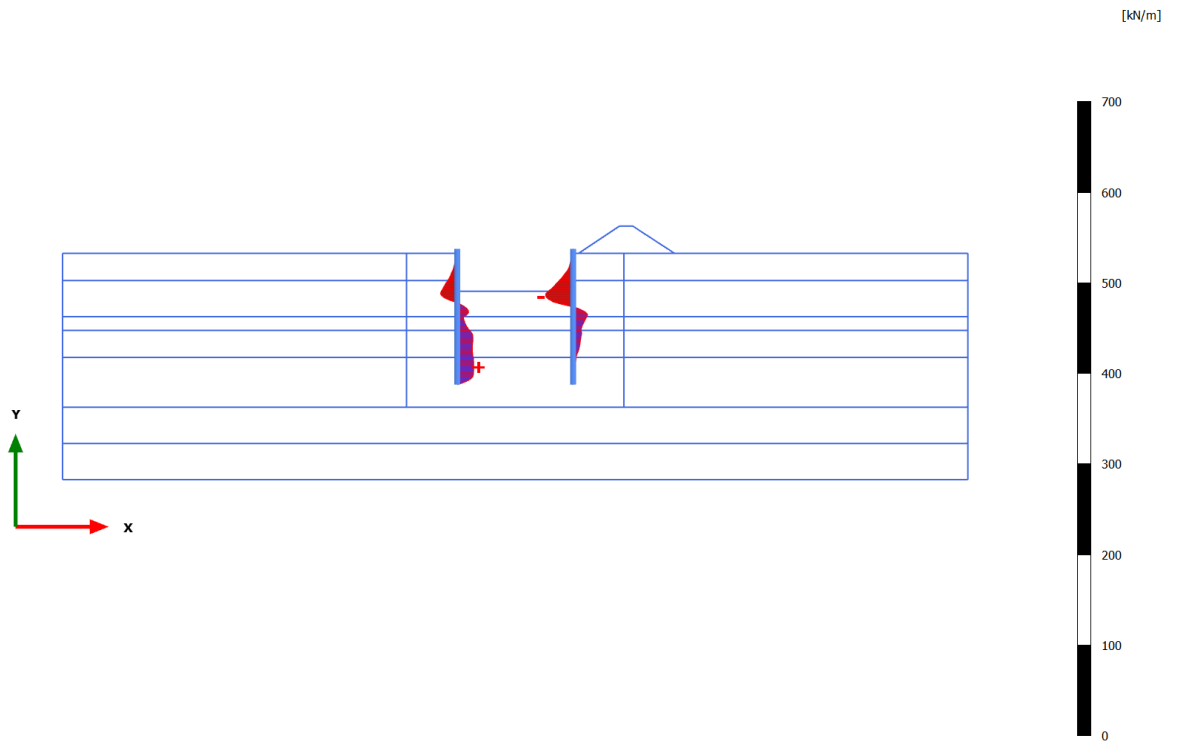
Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.1.3.4 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/8), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.500 times)**Maximum value = $-0.04374 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 7182)

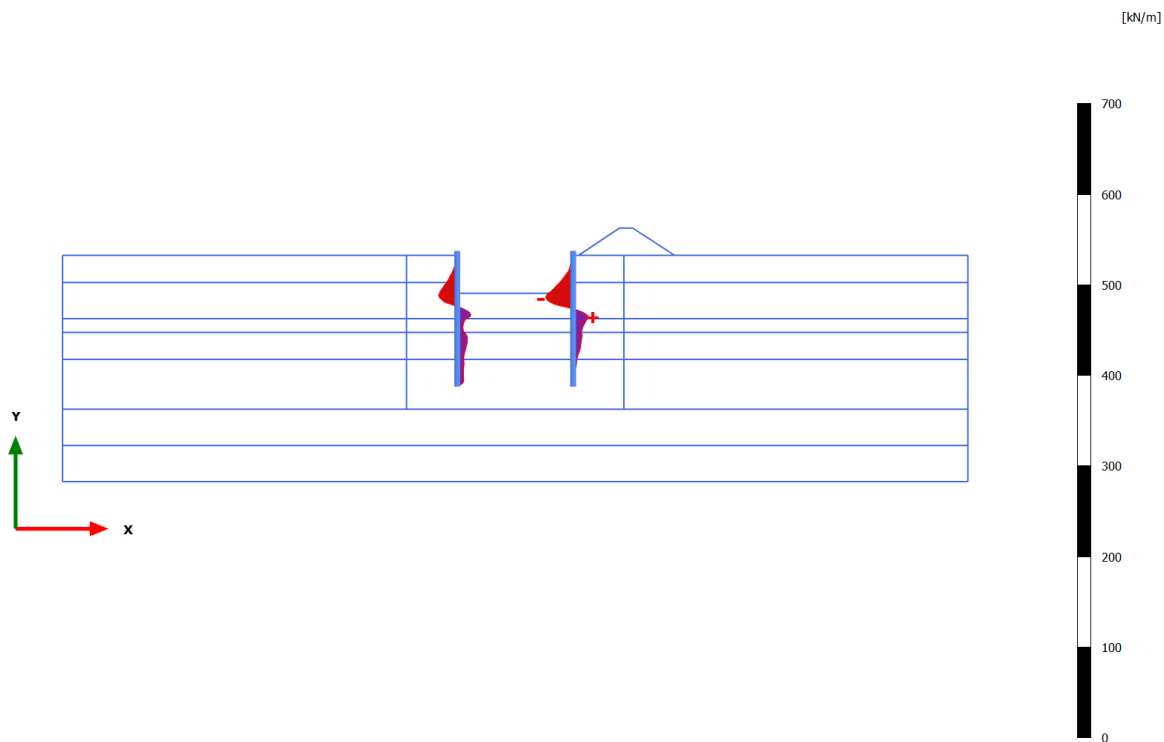
Minimum value = -6.600 kN/m (Element 20 at Node 4187)



Axial forces N (scaled up 0.100 times)

Maximum value = 18.18 kN/m (Element 32 at Node 10535)

Minimum value = -30.49 kN/m (Element 16 at Node 7912)

**Axial forces N (scaled up 0.100 times)**






Maximum value = 16.77 kN/m (Element 18 at Node 7473)

Minimum value = -30.27 kN/m (Element 16 at Node 7912)

5.2 Sezione 2

PLAXIS Report

1.1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (1/2)

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Identification number		1	2	3	4	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour						
Comments						
γ_{unsat}	kN/m ³	20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³	20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
Dilatancy cut-off		No	No	No	No	No
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e_{max}		999.0	999.0	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ²	50.00E3	15.00E3	50.00E3	15.00E3	40.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	19.23E3	5769	19.23E3	5769	15.38E3
E_{oed}	kN/m ²	67.31E3	20.19E3	67.31E3	20.19E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ²	0.5000	1.000	1.000	5.000	0.5000
ϕ (phi)	°	40.00	28.00	37.00	27.00	37.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
V_s	m/s	97.12	56.07	97.12	55.31	89.13
V_p	m/s	181.7	104.9	181.7	103.5	166.7
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.875E6	562.5E3	1.875E6	562.5E3	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K_0 determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$K_{0,x}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
$K_{0,z}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None	None
k_x	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
k_y	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
$-\psi_{\text{unsat}}$	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
S_s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c_k		1000E12	1000E12	1000E12	1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
f_{TV}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification	Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Unfrozen water content	None	None	None	None	None

1.1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (2/2)


Identification	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
Identification number	6	7
Drainage type	Drained	Drained
Colour		
Comments		
γ_{unsat}	kN/m ³ 18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³ 18.50	19.00
Dilatancy cut-off	No	No
e_{init}	0.5000	0.5000
e_{min}	0.000	0.000
e_{max}	999.0	999.0
Rayleigh α	0.000	0.000
Rayleigh β	0.000	0.000
E	kN/m ² 15.00E3	50.00E3
ν (nu)	0.3000	0.3000
G	kN/m ² 5769	19.23E3
E_{oed}	kN/m ² 20.19E3	67.31E3

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
c_{ref}	kN/m ²	0.5000	0.5000
ϕ (phi)	°	18.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000
V_s	m/s	55.31	99.65
V_p	m/s	103.5	186.4
Set to default values		Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	562.5E3	1.875E6
Stiffness		Standard	Standard
Strength		Rigid	Rigid
R_{inter}		1.000	1.000

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
Consider gap closure		Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes
K _{0,x}		0.6910	0.6580
K _{0,z}		0.6910	0.6580
Data set		Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse
< 2 μ m	%	10.00	10.00
2 μ m - 50 μ m	%	13.00	13.00
50 μ m - 2 mm	%	77.00	77.00
Use defaults		None	None
k _x	m/s	5.000E-6	0.1000E-3
k _y	m/s	5.000E-6	0.1000E-3
$-\psi_{unsat}$	m	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000

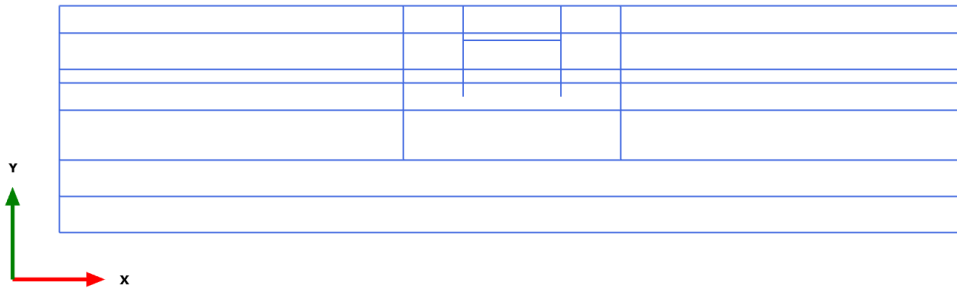
Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
S_s	1/m	0.000	0.000
c_k		1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000
f_{Tv}		0.000	0.000
Unfrozen water content		None	None

1.1.1.2 Materials - Plates -

Identification	PU_18
Identification number	1
Comments	
Colour	
Material type	Elastic
Isotropic	Yes
EA_1	kN/m 3.429E6
EA_2	kN/m 3.429E6
EI	kN m ² /m 81.16E3
d	m 0.5329
w	kN/m/m 1.280
ν (nu)	0.000
Rayleigh α	0.000
Rayleigh β	0.000
Prevent punching	No
Identification number	1
c	kJ/t/K 0.000
λ	kW/m/K 0.000

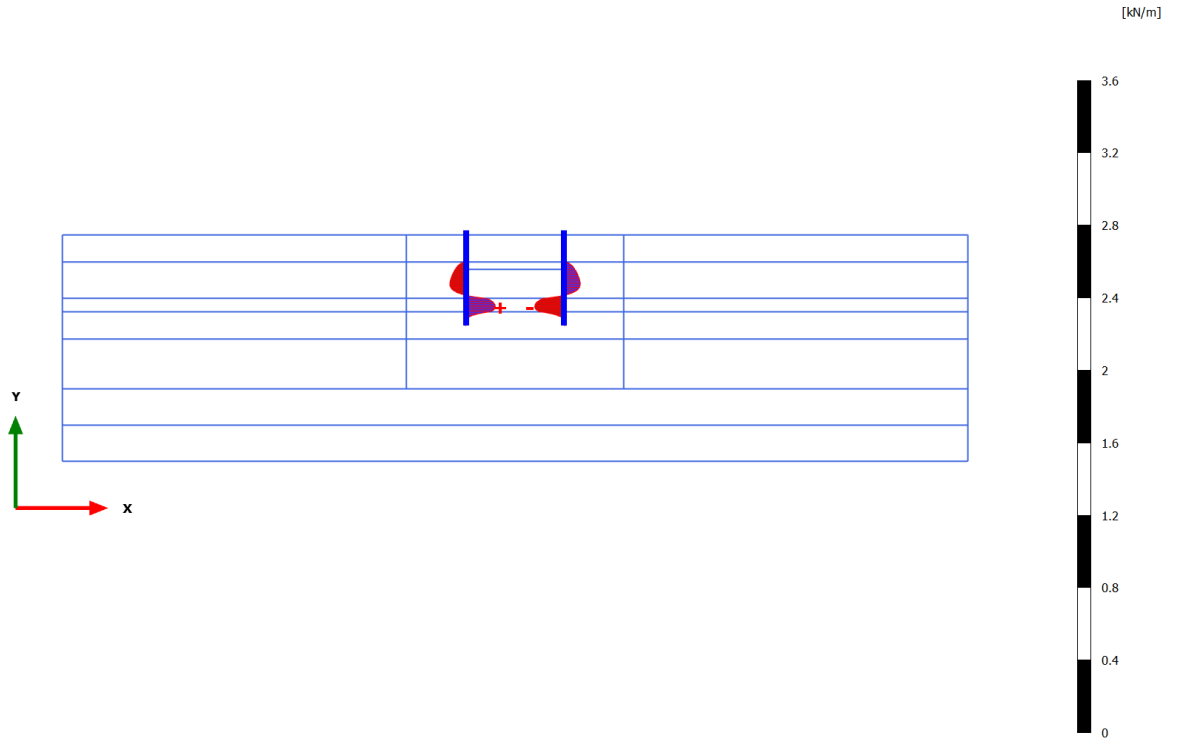
Identification	PU_18
ρ	t/m ³ 0.000
α	1/K 0.000

3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



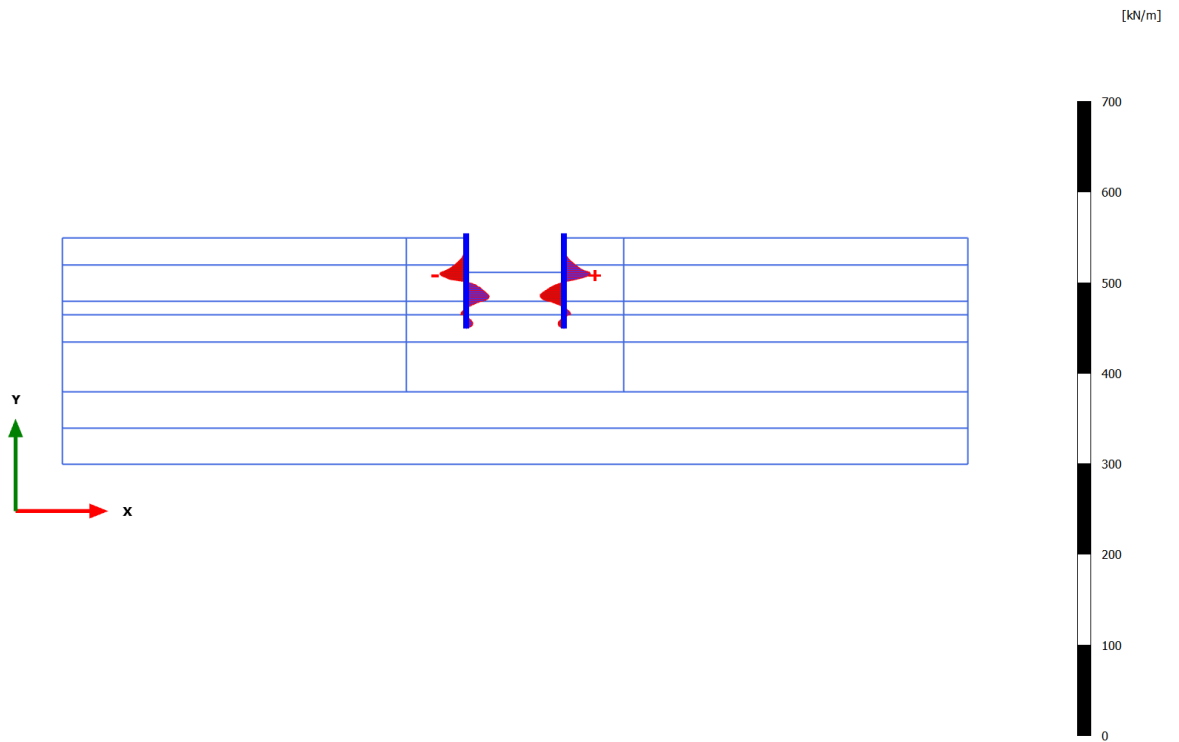
Shear forces Q (scaled up 1.00 times) No results
--

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/4), Shear forces Q

**Shear forces Q (scaled up 20.0 times)**

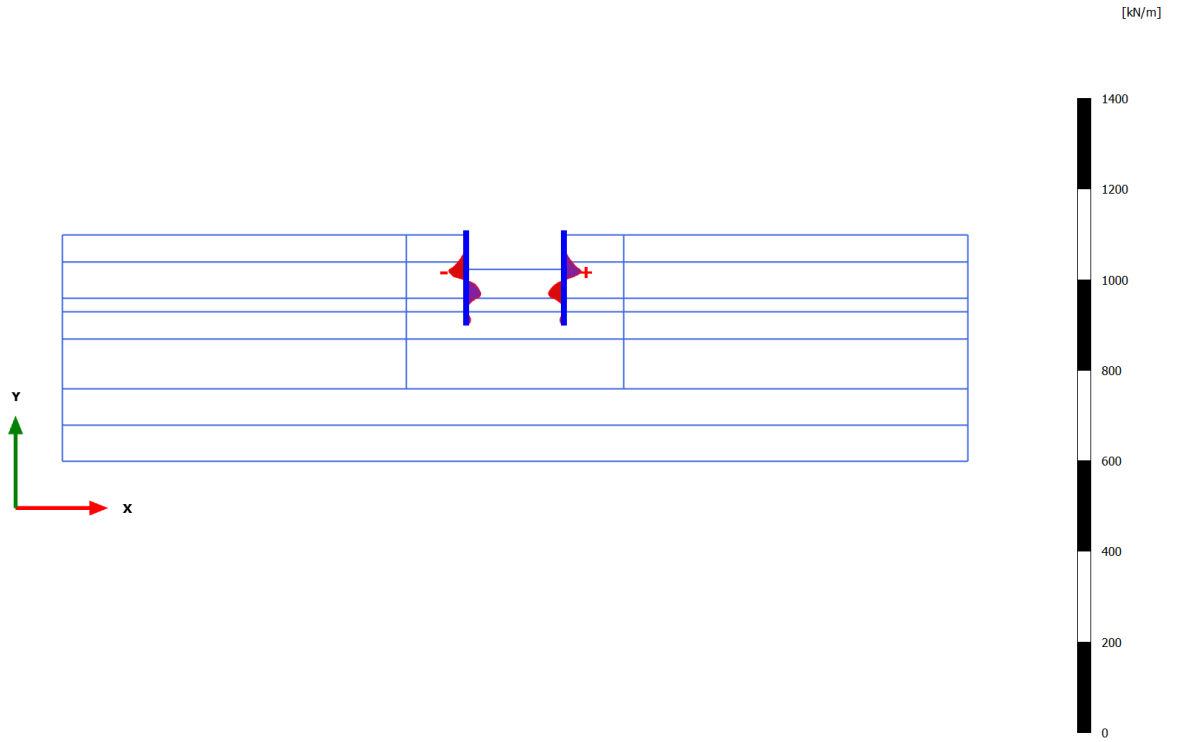
Maximum value = 0.1619 kN/m (Element 22 at Node 4792)

Minimum value = -0.1619 kN/m (Element 24 at Node 7821)

**Shear forces Q (scaled up 0.100 times)**

Maximum value = 29.36 kN/m (Element 17 at Node 5566)

Minimum value = -29.36 kN/m (Element 13 at Node 864)

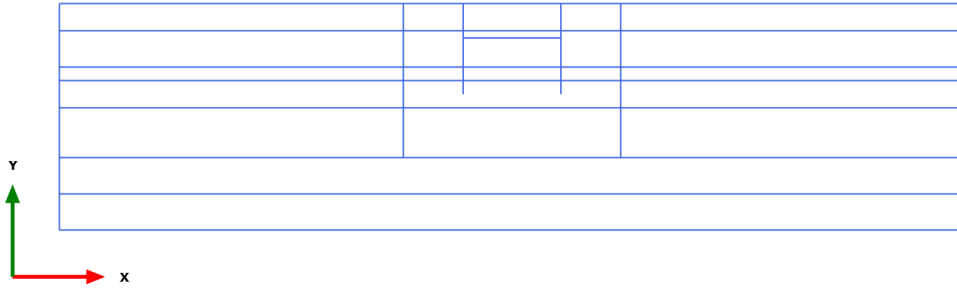


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 38.53 kN/m (Element 17 at Node 5566)

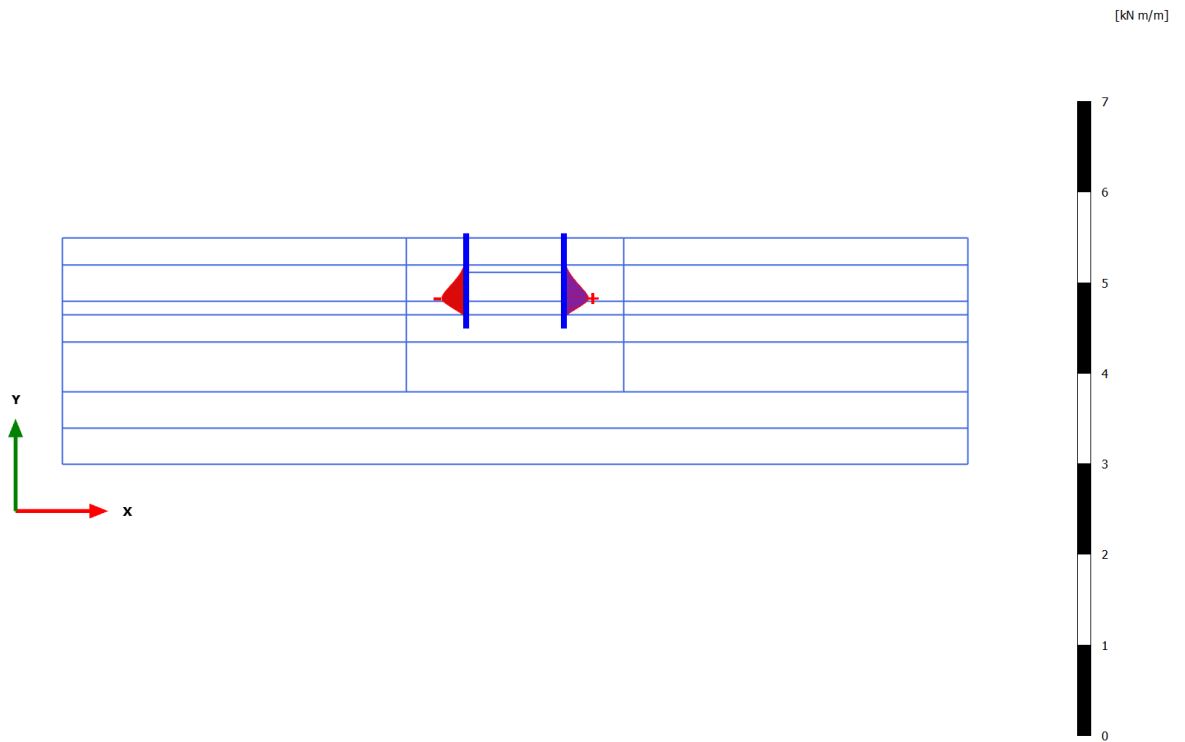
Minimum value = -38.94 kN/m (Element 13 at Node 864)

3.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



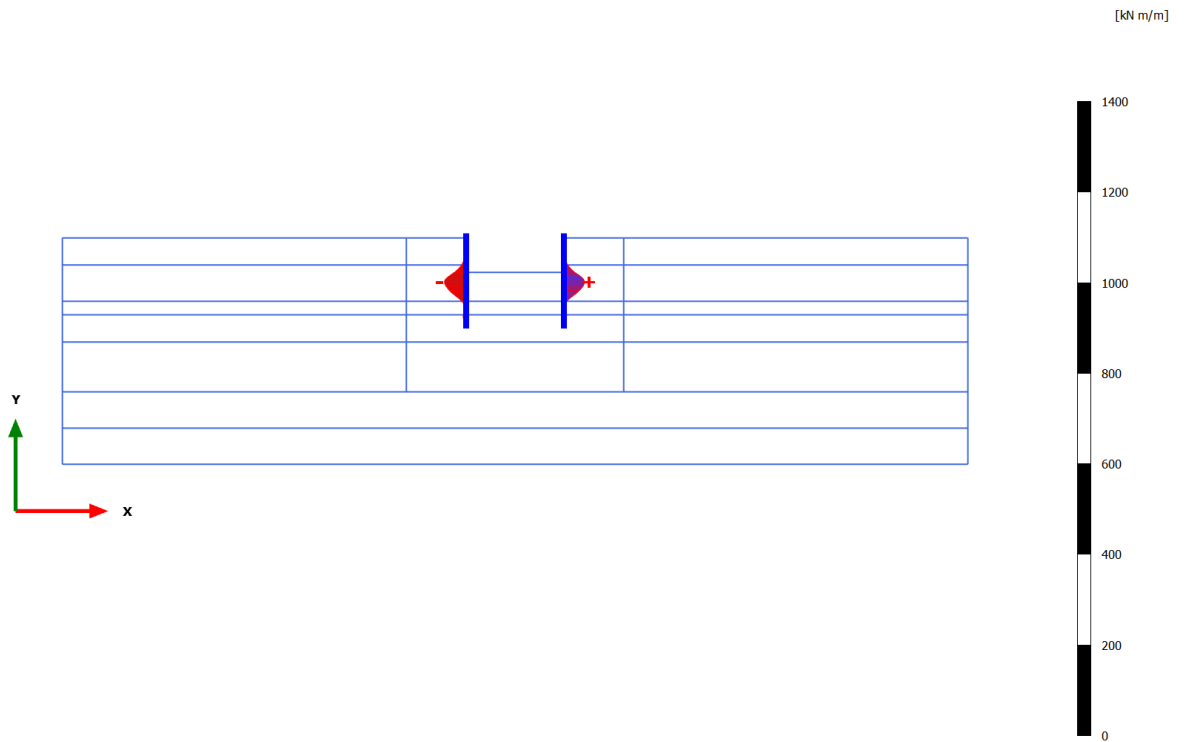
Bending moments M (scaled up 1.00 times)

No results

**Bending moments M (scaled up 10.0 times)**

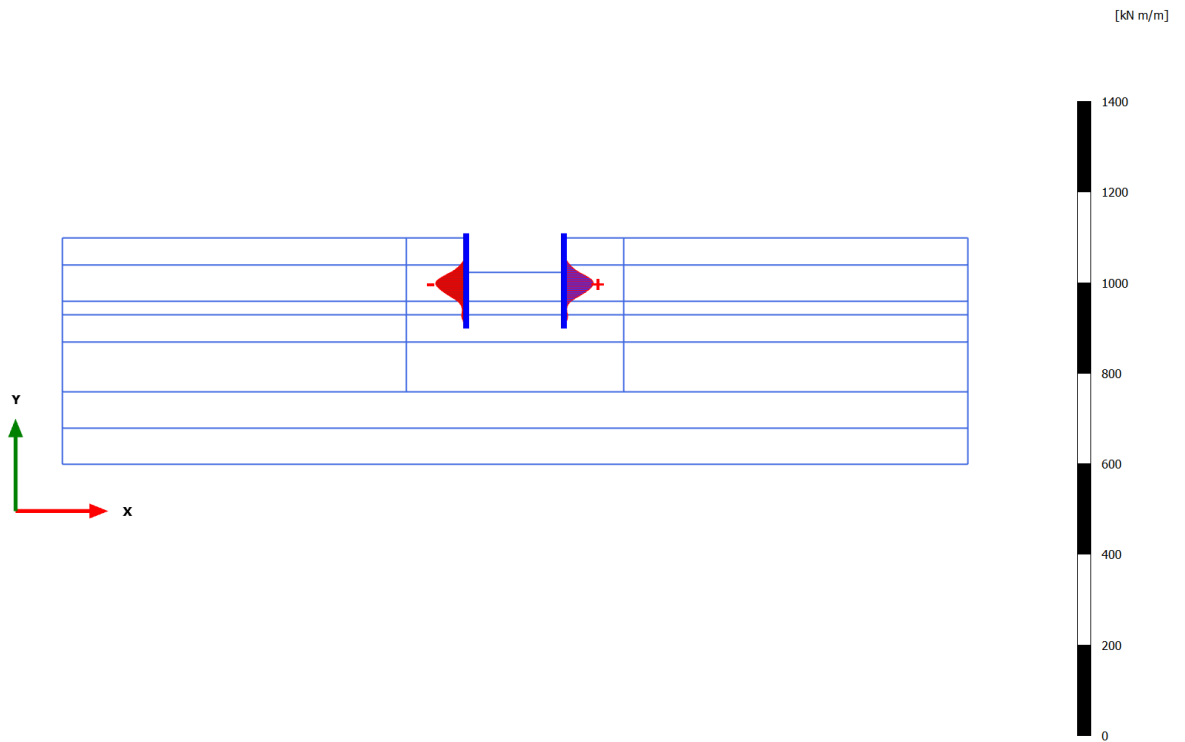
Maximum value = 0.2694 kN m/m (Element 20 at Node 6113)

Minimum value = -0.2694 kN m/m (Element 16 at Node 2905)

**Bending moments M (scaled up 0.0500 times)**

Maximum value = 45.25 kN m/m (Element 18 at Node 5988)

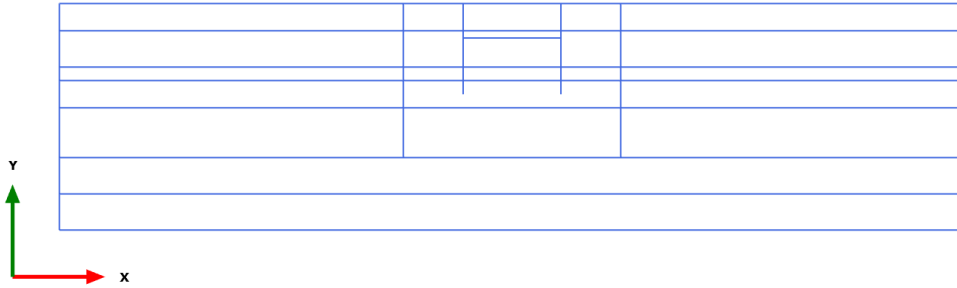
Minimum value = -48.12 kN m/m (Element 14 at Node 1336)

**Bending moments M (scaled up 0.0500 times)**

Maximum value = 65.09 kN m/m (Element 18 at Node 5989)

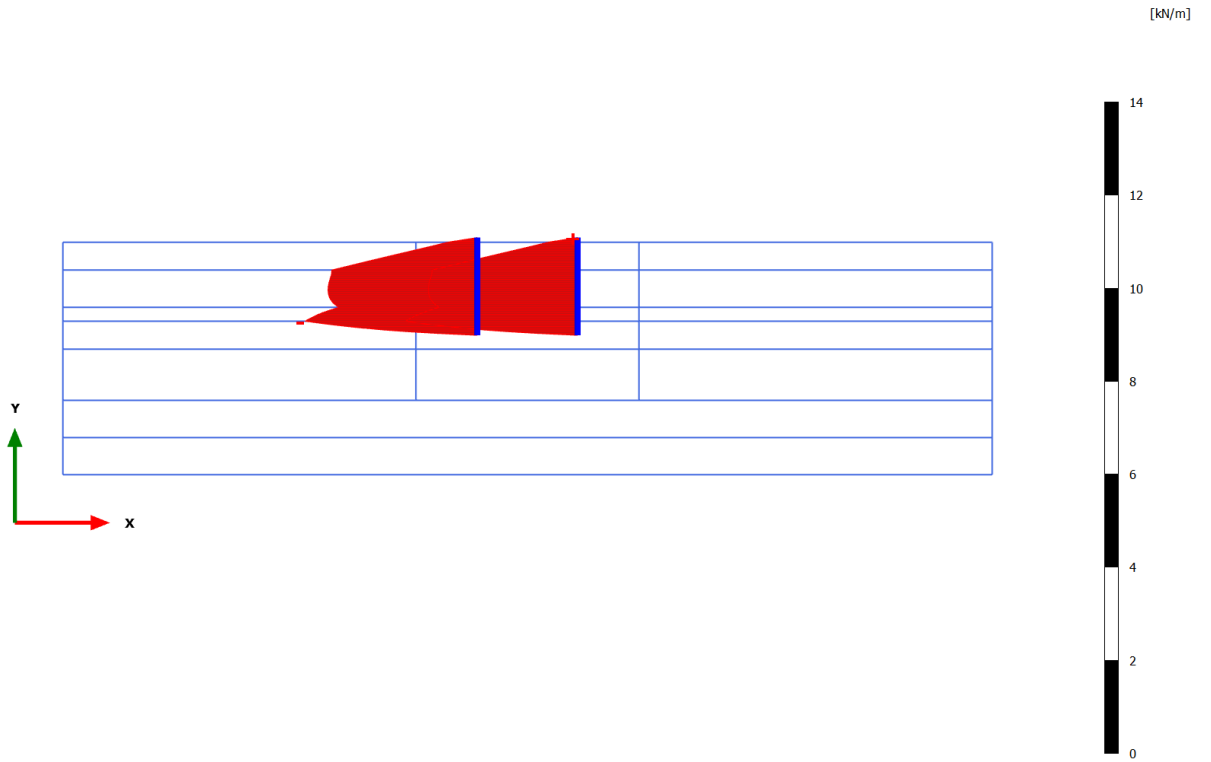
Minimum value = -67.49 kN m/m (Element 14 at Node 1337)

3.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N

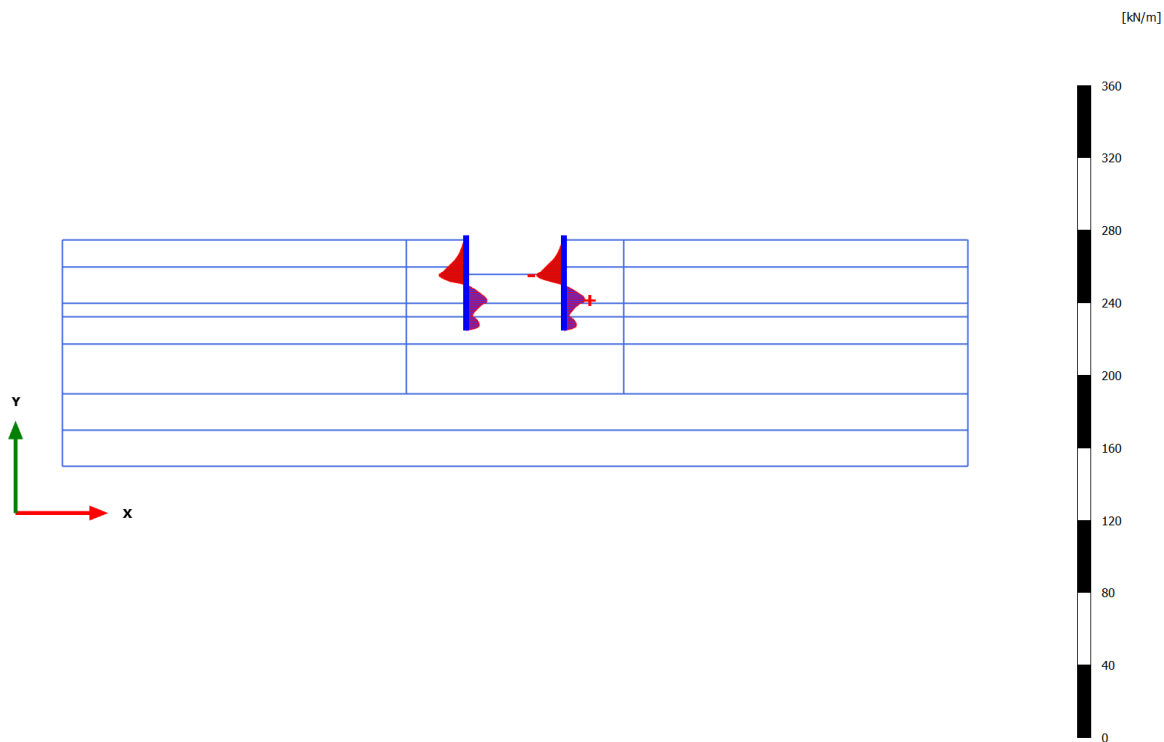


Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

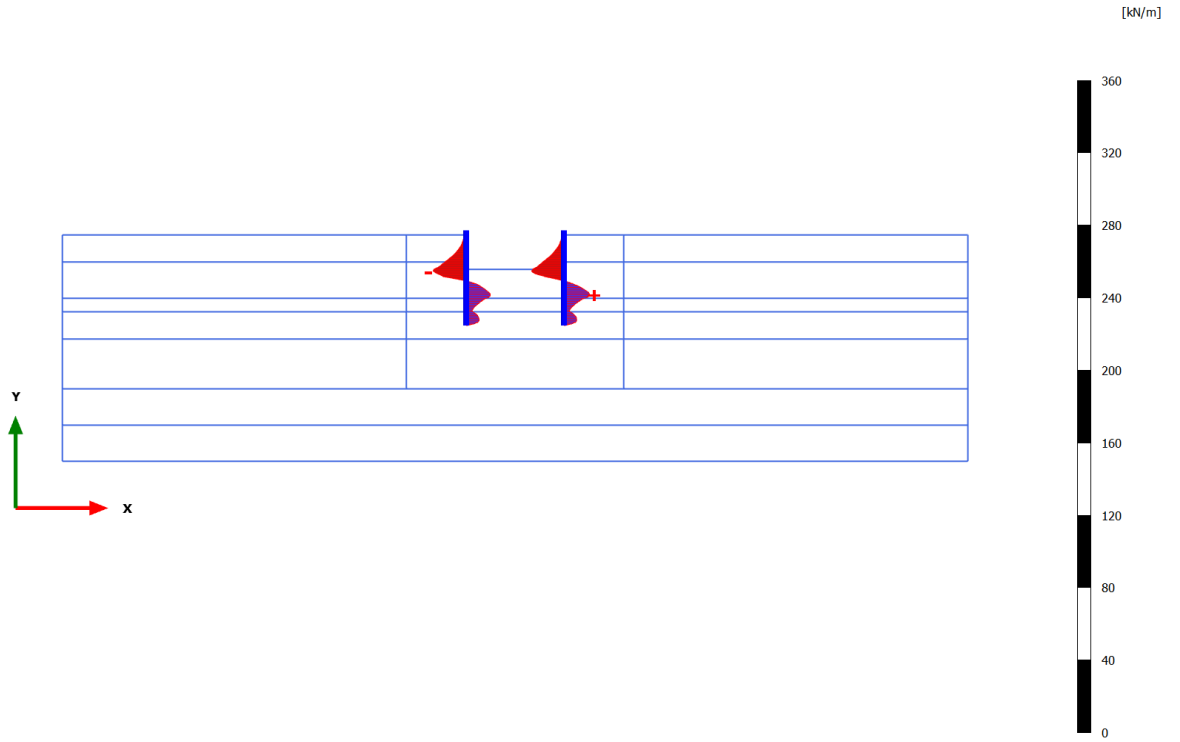
**Axial forces N (scaled up 5.00 times)**Maximum value = $-0.03888 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 5245)

Minimum value = -3.710 kN/m (Element 22 at Node 5159)

**Axial forces N (scaled up 0.200 times)**

Maximum value = 11.60 kN/m (Element 20 at Node 6113)

Minimum value = -15.24 kN/m (Element 12 at Node 5922)

**Axial forces N (scaled up 0.200 times)**






Maximum value = 14.18 kN/m (Element 20 at Node 6113)

Minimum value = -18.19 kN/m (Element 13 at Node 864)

5.3 Sezione 3

PLAXIS Report

1.1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (1/2)

Identification	Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Identification number	1	2	3	4	5
Drainage type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour					
Comments					
γ_{unsat}	kN/m ³ 20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³ 20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
Dilatancy cut-off	No	No	No	No	No
e_{init}	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e_{max}	999.0	999.0	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ² 50.00E3	15.00E3	50.00E3	15.00E3	40.00E3
ν (nu)	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ² 19.23E3	5769	19.23E3	5769	15.38E3
E_{oed}	kN/m ² 67.31E3	20.19E3	67.31E3	20.19E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ² 1.000	1.000	1.000	5.000	1.000
ϕ (phi)	° 40.00	28.00	37.00	27.00	37.00
ψ (psi)	° 0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
V_s	m/s	97.12	56.07	97.12	55.31	89.13
V_p	m/s	181.7	104.9	181.7	103.5	166.7
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.875E6	562.5E3	1.875E6	562.5E3	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K_0 determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$K_{0,x}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
$K_{0,z}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None	None
k_x	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
k_y	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
$-\psi_{\text{unsat}}$	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
S_s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c_k		1000E12	1000E12	1000E12	1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
f_{TV}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification	Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Unfrozen water content	None	None	None	None	None

1.1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (2/2)



Identification	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
Identification number	6	7
Drainage type	Drained	Drained
Colour		
Comments		
γ_{unsat}	kN/m ³ 18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³ 18.50	19.00
Dilatancy cut-off	No	No
e_{init}	0.5000	0.5000
e_{min}	0.000	0.000
e_{max}	999.0	999.0
Rayleigh α	0.000	0.000
Rayleigh β	0.000	0.000
E	kN/m ² 15.00E3	50.00E3
ν (nu)	0.3000	0.3000
G	kN/m ² 5769	19.23E3
E_{oed}	kN/m ² 20.19E3	67.31E3

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
c_{ref}	kN/m ²	1.000	1.000
ϕ (phi)	°	18.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000
V_s	m/s	55.31	99.65
V_p	m/s	103.5	186.4
Set to default values		Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	562.5E3	1.875E6
Stiffness		Standard	Standard
Strength		Rigid	Rigid
R_{inter}		1.000	1.000

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
Consider gap closure		Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes
K _{0,x}		0.6910	0.6580
K _{0,z}		0.6910	0.6580
Data set		Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse
< 2 μ m	%	10.00	10.00
2 μ m - 50 μ m	%	13.00	13.00
50 μ m - 2 mm	%	77.00	77.00
Use defaults		None	None
k _x	m/s	5.000E-6	0.1000E-3
k _y	m/s	5.000E-6	0.1000E-3
$-\psi_{unsat}$	m	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000

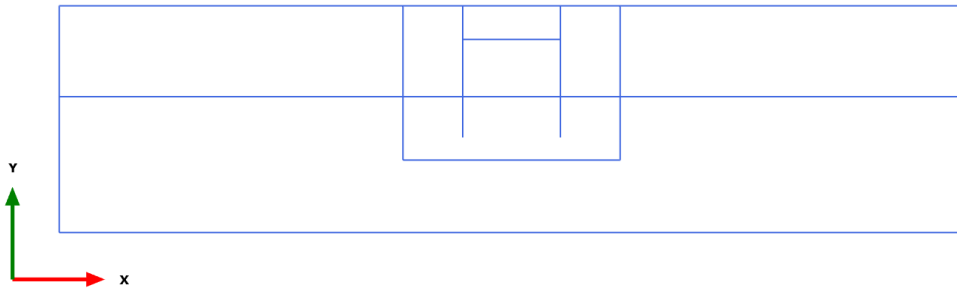
Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
S_s	1/m	0.000	0.000
C_k		1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000
f_{Tv}		0.000	0.000
Unfrozen water content		None	None

1.1.1.2 Materials - Plates -

Identification		PU_18	PU_22
Identification number		1	2
Comments			
Colour			
Material type		Elastic	Elastic
Isotropic		Yes	Yes
EA_1	kN/m	3.429E6	3.841E6
EA_2	kN/m	3.429E6	3.841E6
EI	kN m ² /m	81.16E3	103.9E3
d	m	0.5329	0.5697
w	kN/m/m	1.280	1.440
ν (nu)		0.000	0.000
Rayleigh α		0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000
Prevent punching		No	No
Identification number		1	2
c	kJ/t/K	0.000	0.000
λ	kW/m/K	0.000	0.000

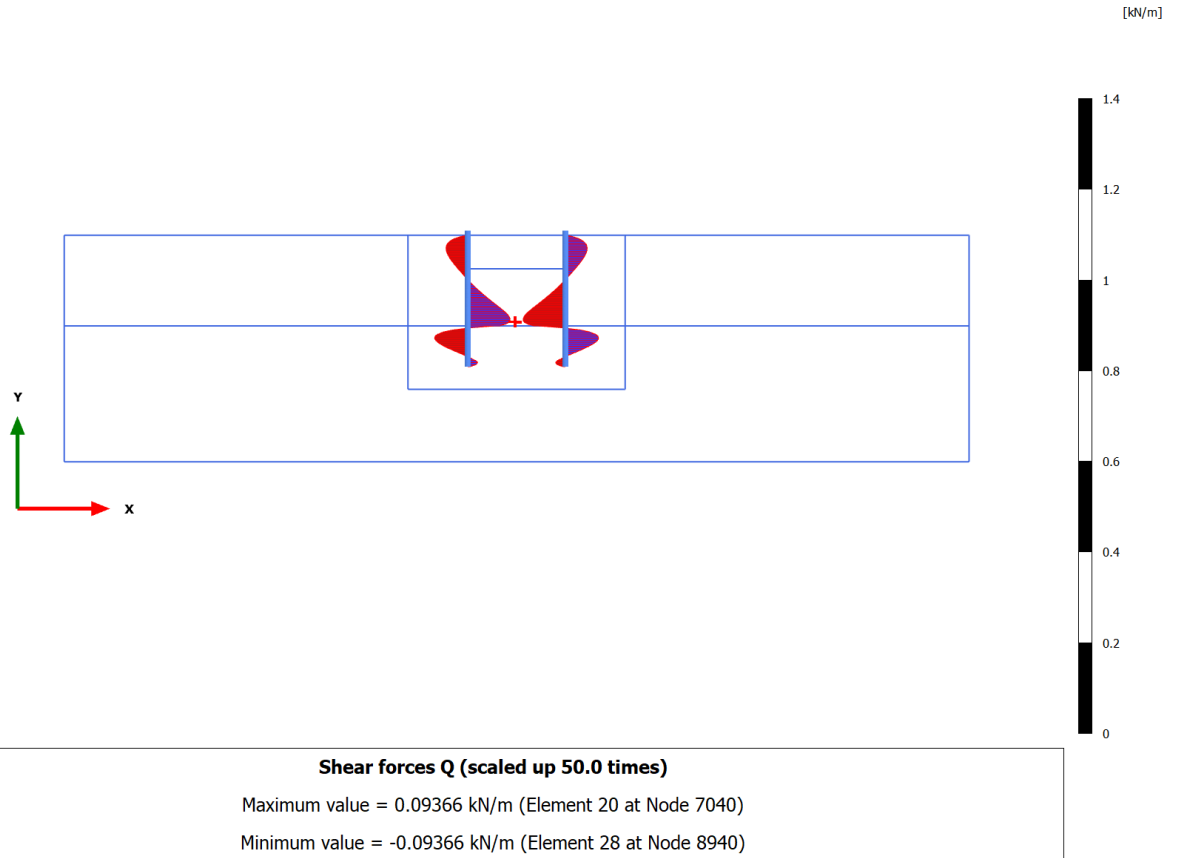
Identification	PU_18	PU_22
ρ	t/m ³ 0.000	0.000
α	1/K 0.000	0.000

3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q

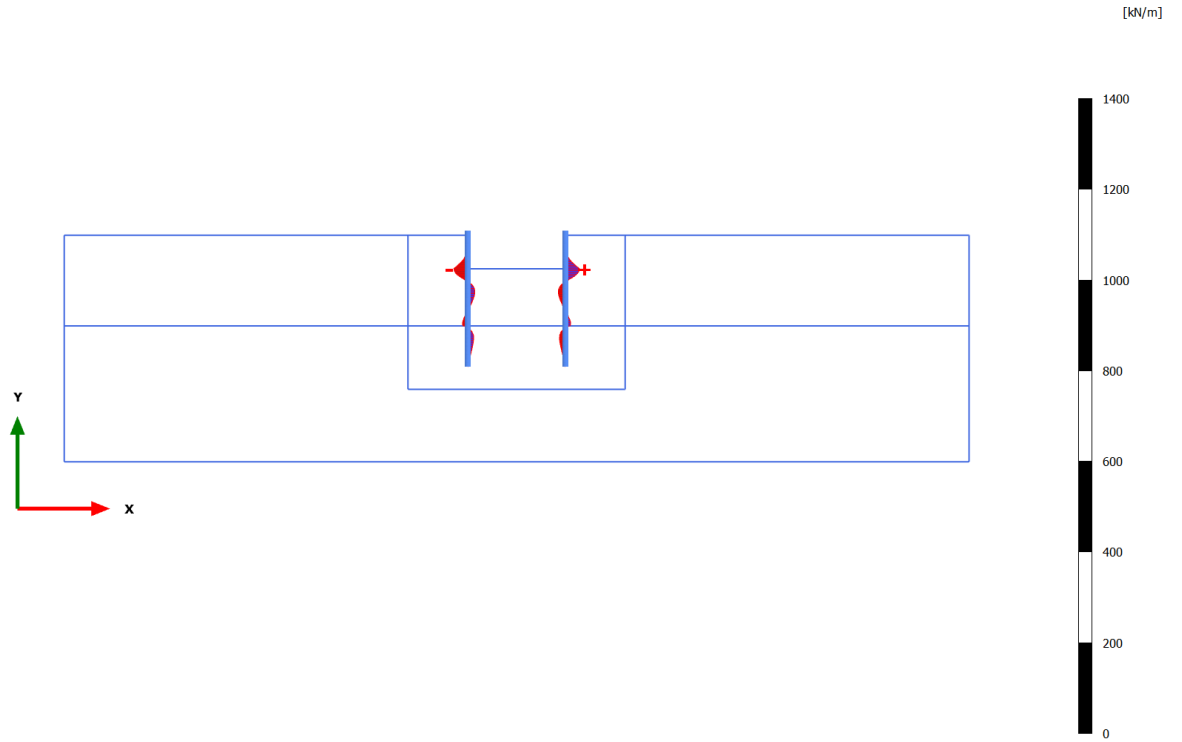


Shear forces Q (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/4), Shear forces Q



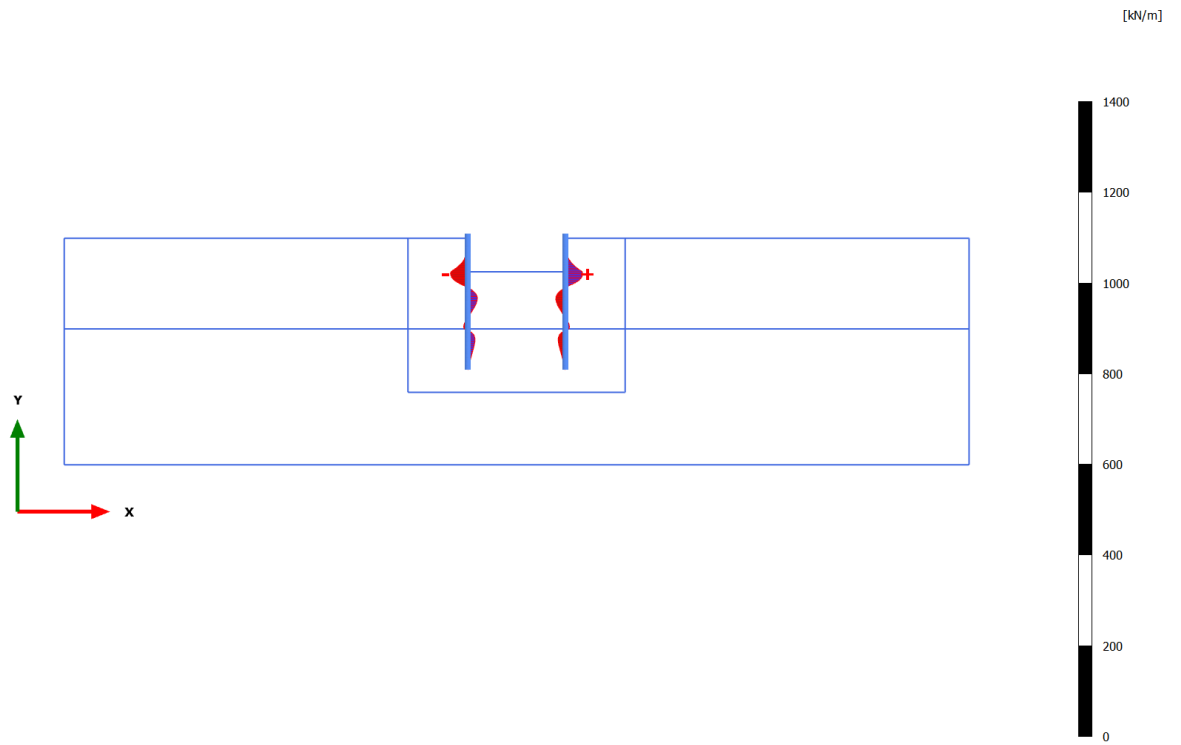
3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/105), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 31.35 kN/m (Element 12 at Node 4835)

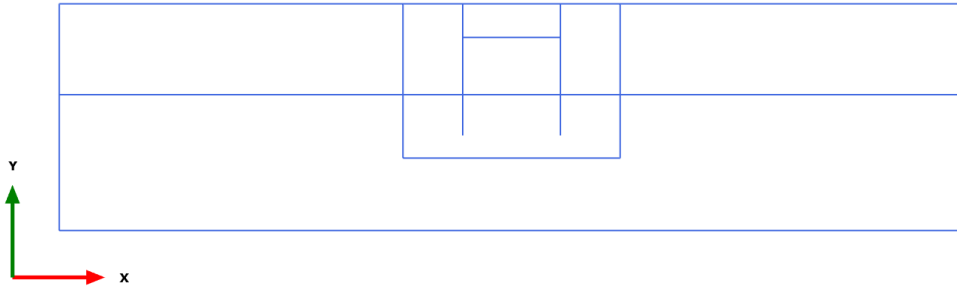
Minimum value = -31.01 kN/m (Element 7 at Node 1397)

**Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)**

Maximum value = 38.22 kN/m (Element 21 at Node 4836)

Minimum value = -38.02 kN/m (Element 13 at Node 1398)

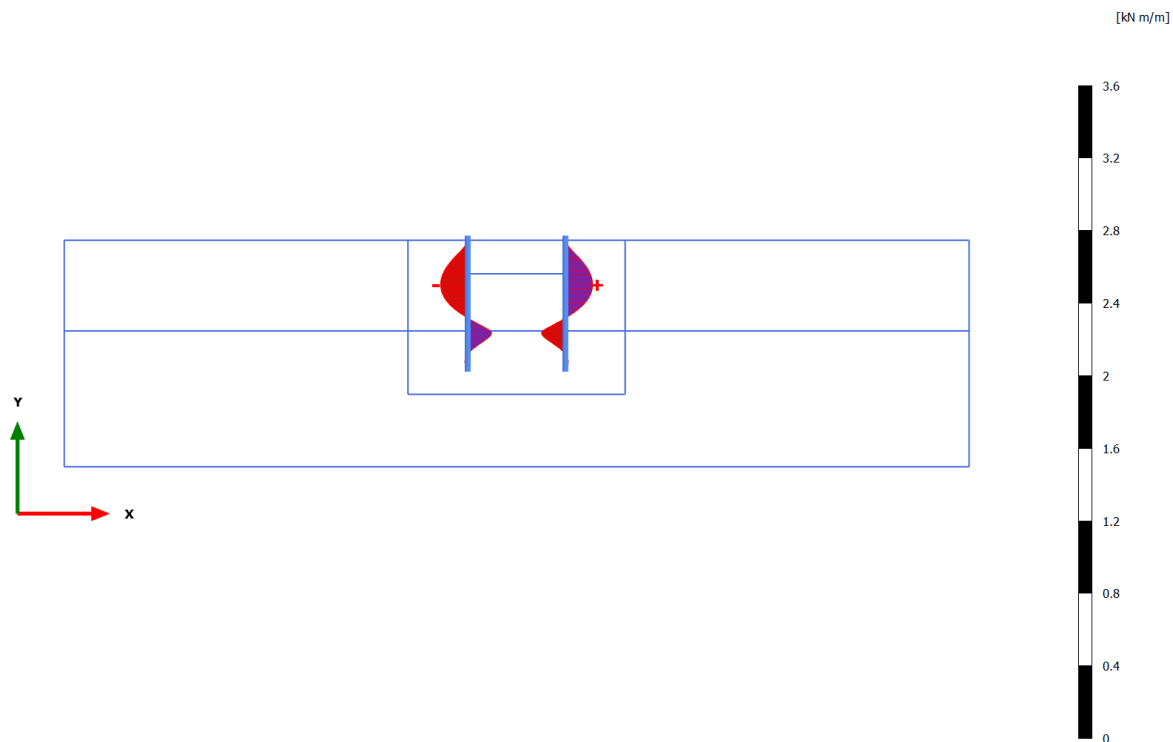
3.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/4), Bending moments M

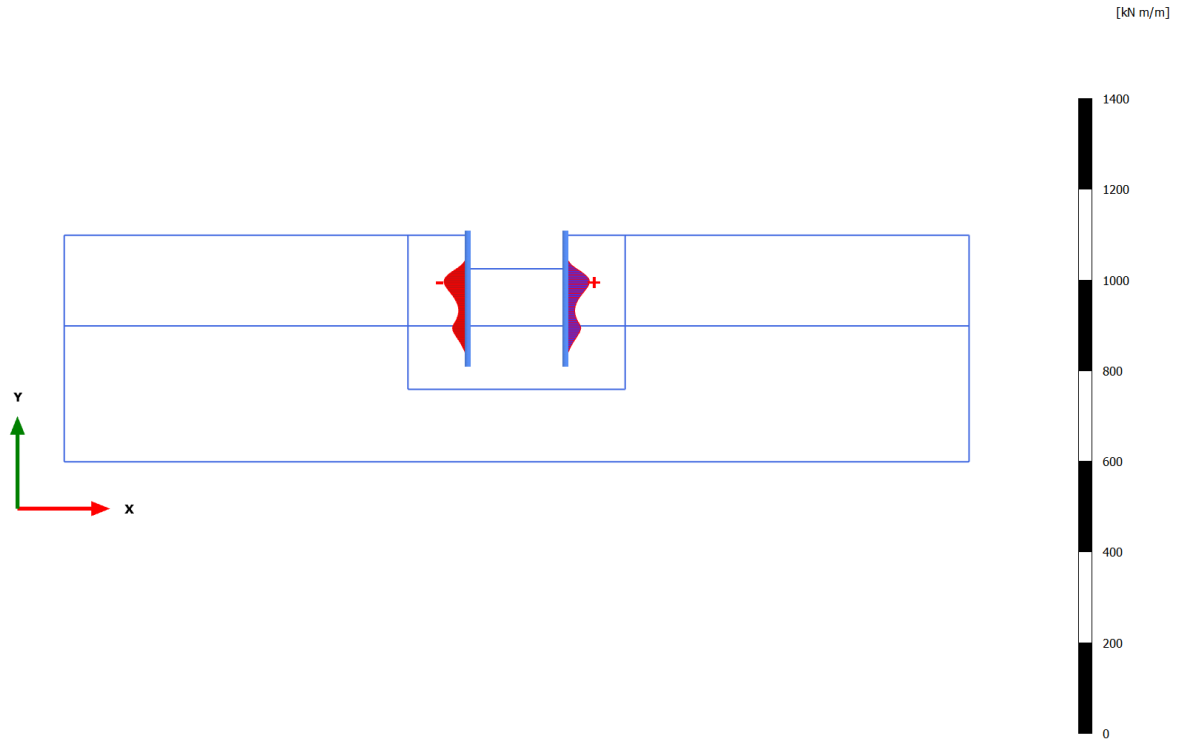


Bending moments M (scaled up 20.0 times)

Maximum value = 0.1502 kN m/m (Element 22 at Node 5435)

Minimum value = -0.1502 kN m/m (Element 14 at Node 1759)

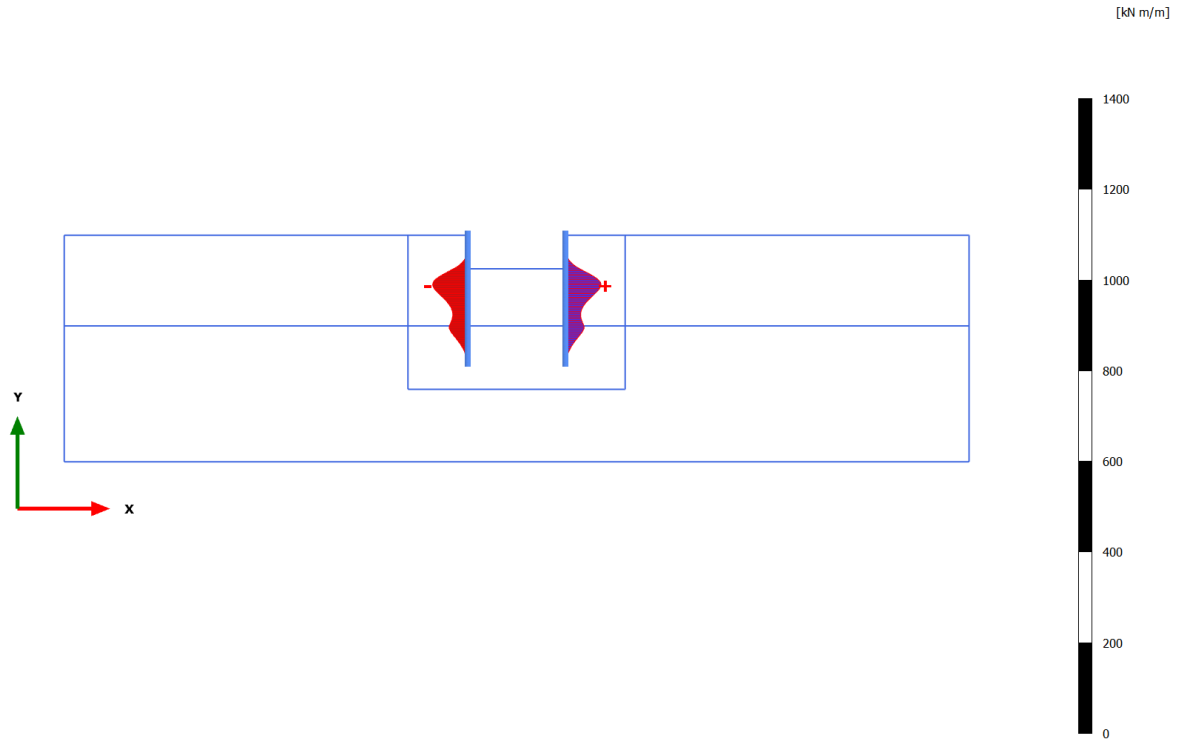
3.1.1.2.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/105), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 52.99 kN m/m (Element 22 at Node 5436)

Minimum value = -52.36 kN m/m (Element 14 at Node 1758)

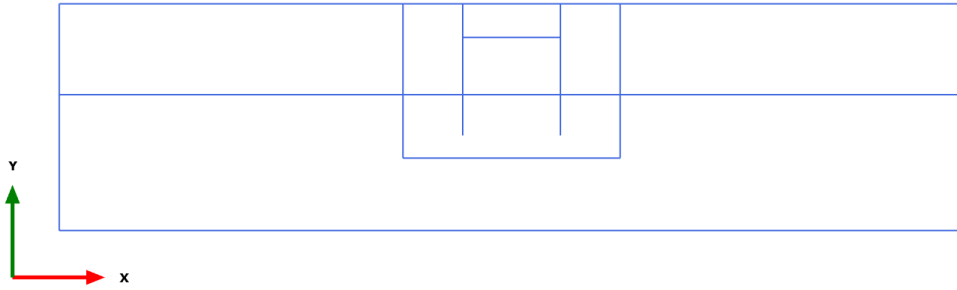


Bending moments M (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 78.38 kN m/m (Element 23 at Node 6016)

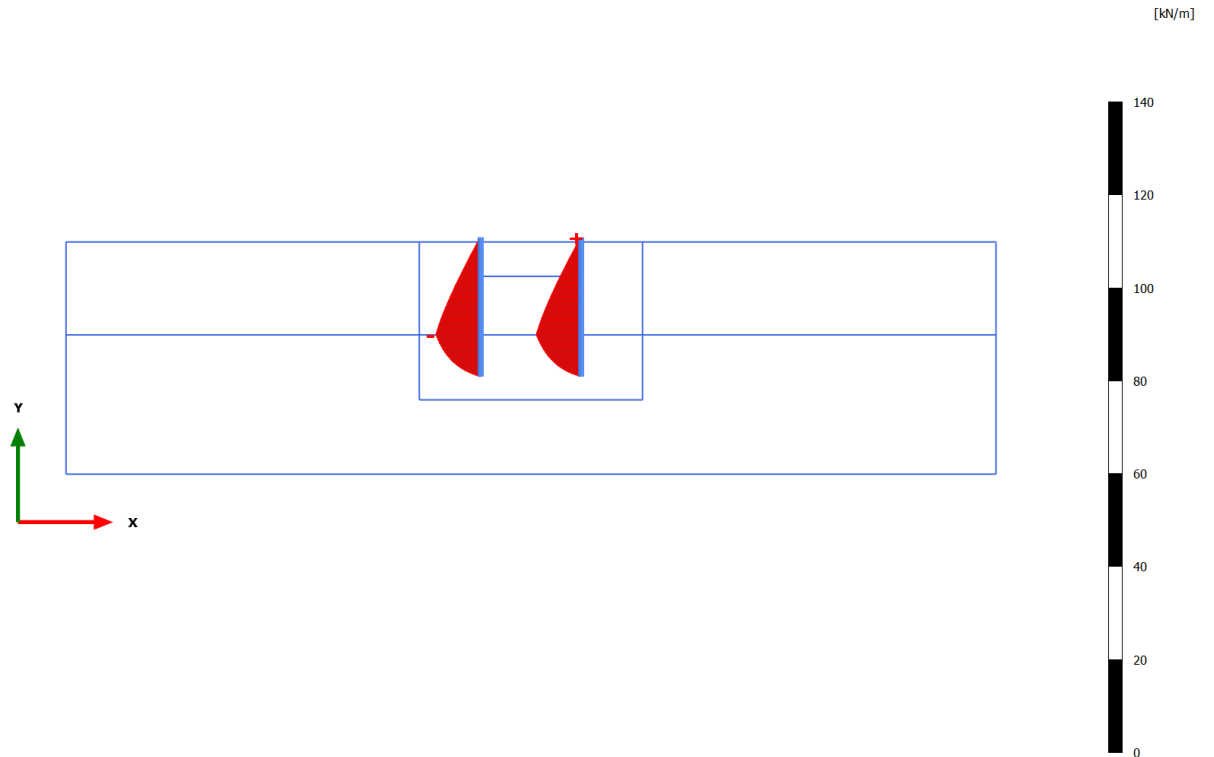
Minimum value = -77.62 kN m/m (Element 15 at Node 2150)

3.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

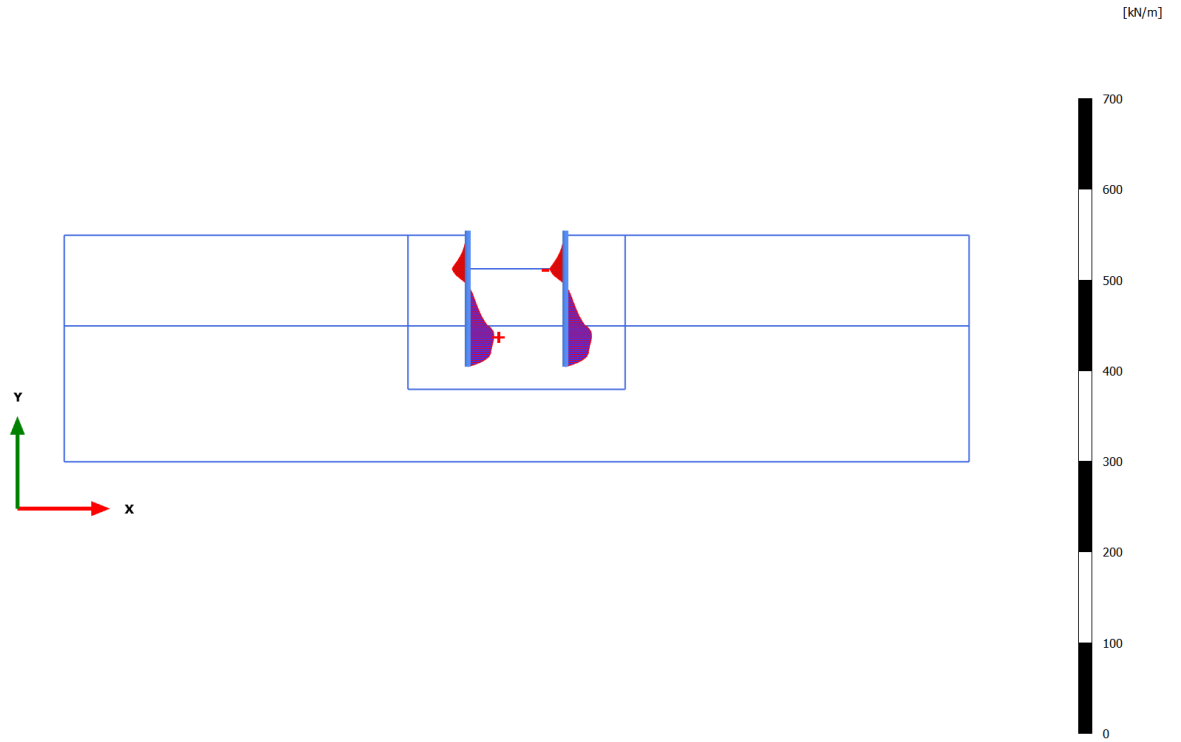


Axial forces N (scaled up 0.500 times)

Maximum value = $-0.04374 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 2881)

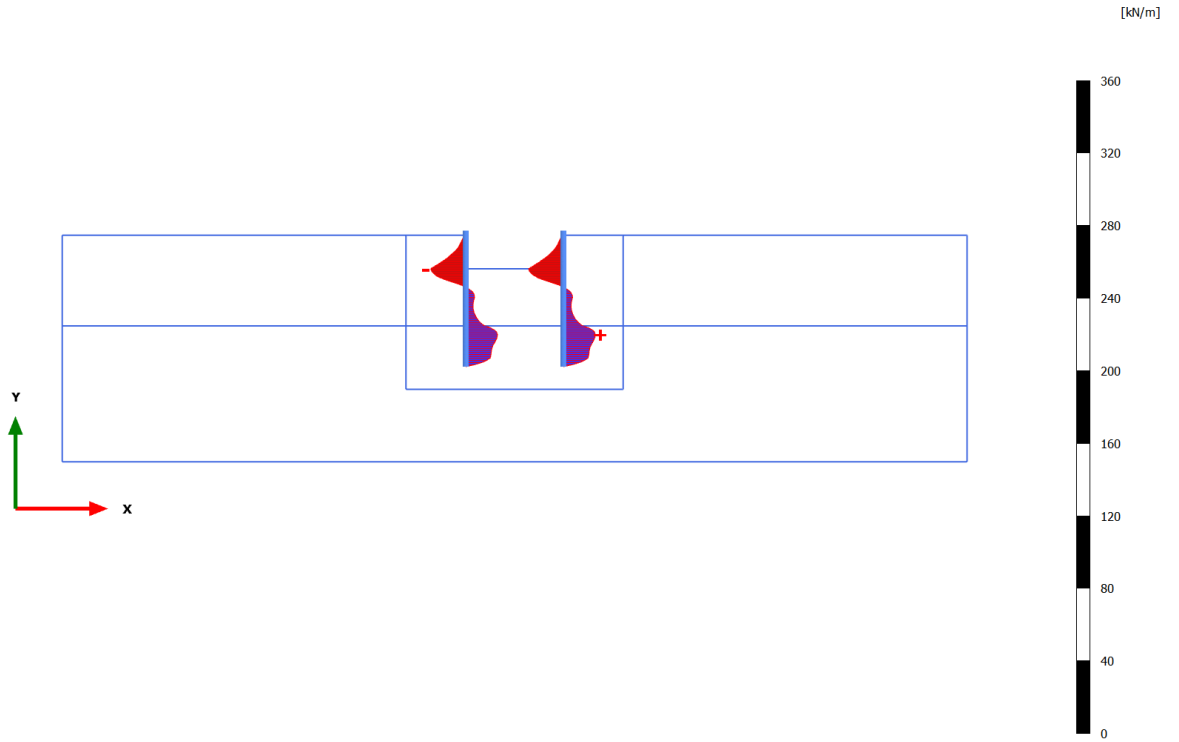
Minimum value = -9.690 kN/m (Element 20 at Node 7355)

3.1.1.3.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/105), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.100 times)**

Maximum value = 28.91 kN/m (Element 30 at Node 8244)

Minimum value = -17.34 kN/m (Element 12 at Node 4835)

**Axial forces N (scaled up 0.200 times)**






Maximum value = 17.67 kN/m (Element 35 at Node 10125)

Minimum value = -19.39 kN/m (Element 7 at Node 1397)

5.4 Sezione 4



PLAXIS Report

1.1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (1/2)

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Identification number		1	2	3	4	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour						
Comments						
γ_{unsat}	kN/m ³	20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³	20.00	18.00	20.00	18.50	19.00
Dilatancy cut-off		No	No	No	No	No
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e_{max}		999.0	999.0	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ²	50.00E3	15.00E3	50.00E3	15.00E3	40.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	19.23E3	5769	19.23E3	5769	15.38E3
E_{Oed}	kN/m ²	67.31E3	20.19E3	67.31E3	20.19E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ²	1.000	1.000	1.000	5.000	1.000
ϕ (phi)	°	40.00	28.00	37.00	27.00	37.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
V_s	m/s	97.12	56.07	97.12	55.31	89.13
V_p	m/s	181.7	104.9	181.7	103.5	166.7
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.875E6	562.5E3	1.875E6	562.5E3	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K_0 determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$K_{0,x}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
$K_{0,z}$		0.3572	0.5305	0.3982	0.5460	0.3982
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None	None
k_x	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
k_y	m/s	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3	5.000E-6	0.1000E-3
$-\psi_{\text{unsat}}$	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
S_s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c_k		1000E12	1000E12	1000E12	1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
f_{T_v}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla	Sabbia
Unfrozen water content		None	None	None	None	None
1.1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (2/2)						
Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia			
Identification number		6	7			
Drainage type		Drained	Drained			
Colour						
Comments						
γ_{unsat}	kN/m ³	18.50	19.00			
γ_{sat}	kN/m ³	18.50	19.00			
Dilatancy cut-off		No	No			
e_{init}		0.5000	0.5000			
e_{min}		0.000	0.000			
e_{max}		999.0	999.0			
Rayleigh α		0.000	0.000			
Rayleigh β		0.000	0.000			
E	kN/m ²	15.00E3	50.00E3			
ν (nu)		0.3000	0.3000			
G	kN/m ²	5769	19.23E3			
E_{Oed}	kN/m ²	20.19E3	67.31E3			

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
c_{ref}	kN/m ²	1.000	1.000
ϕ (phi)	°	18.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000
V_s	m/s	55.31	99.65
V_p	m/s	103.5	186.4
Set to default values		Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783
ν_u		0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	562.5E3	1.875E6
Stiffness		Standard	Standard
Strength		Rigid	Rigid
R_{inter}		1.000	1.000

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
Consider gap closure		Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes
K _{0,x}		0.6910	0.6580
K _{0,z}		0.6910	0.6580
Data set		Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00
Use defaults		None	None
k _x	m/s	5.000E-6	0.1000E-3
k _y	m/s	5.000E-6	0.1000E-3
-ψ _{unsat}	m	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000

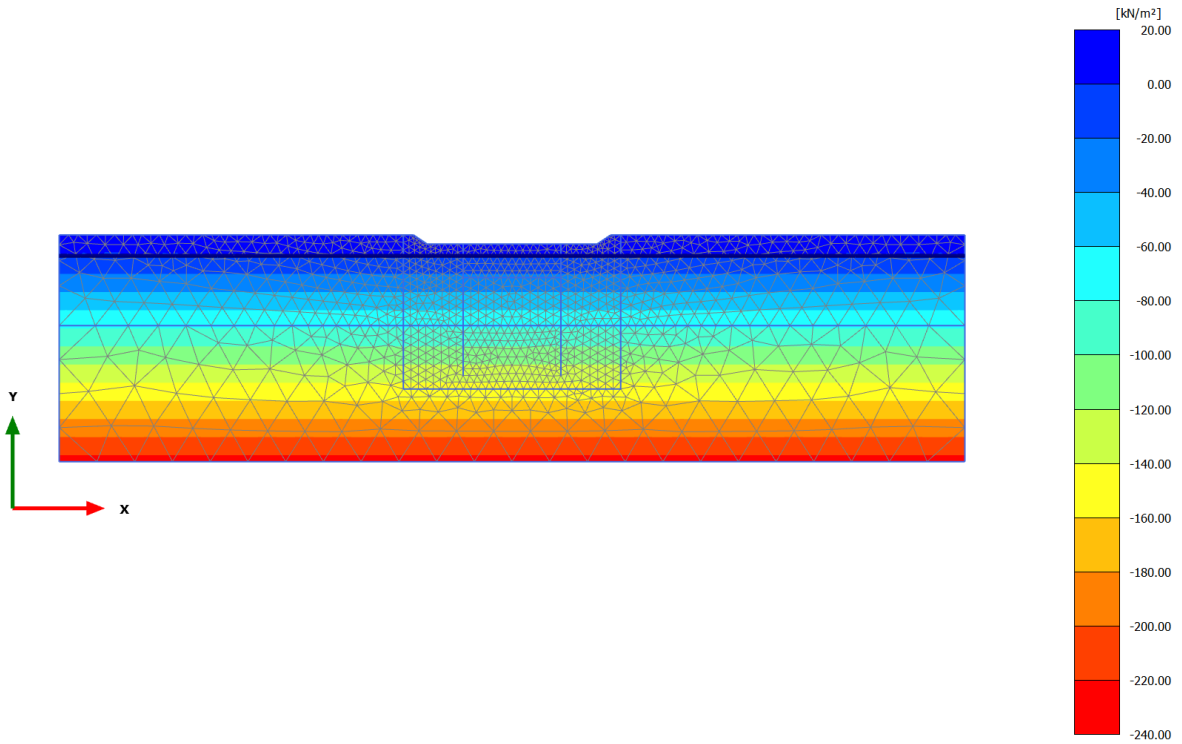
Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
S_s	1/m	0.000	0.000
C_k		1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000
f_{Tv}		0.000	0.000
Unfrozen water content		None	None

1.1.1.2 Materials - Plates -

Identification		PU_18	PU_22
Identification number		1	2
Comments			
Colour			
Material type		Elastic	Elastic
Isotropic		Yes	Yes
EA_1	kN/m	3.429E6	3.841E6
EA_2	kN/m	3.429E6	3.841E6
EI	kN m ² /m	81.16E3	103.9E3
d	m	0.5329	0.5697
w	kN/m/m	1.280	1.440
ν (nu)		0.000	0.000
Rayleigh α		0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000
Prevent punching		No	No
Identification number		1	2
c	kJ/t/K	0.000	0.000
λ	kW/m/K	0.000	0.000

Identification		PU_18	PU_22
ρ	t/m ³	0.000	0.000
α	1/K	0.000	0.000

2.1.1.1.1 Calculation results, Prescavo [Phase_8] (8/6), Active pore pressures p_{active}

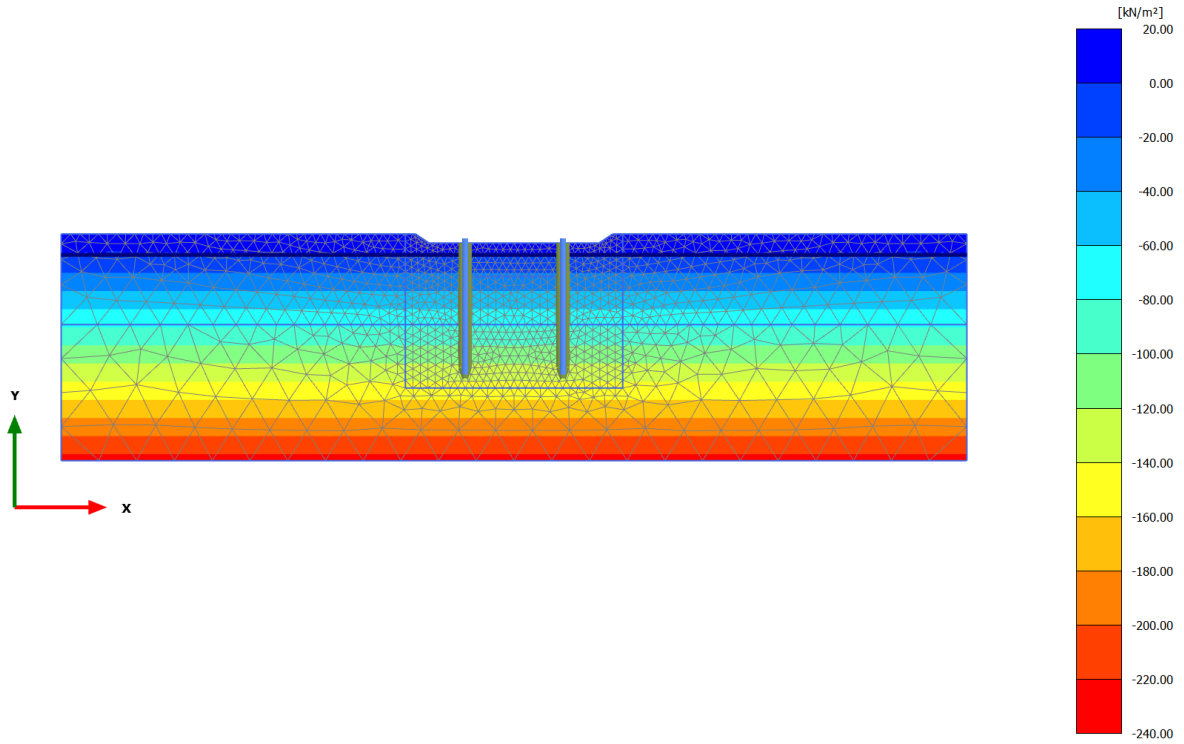


Active pore pressures p_{active} (scaled up 0.0100 times) (Pressure = negative)

Maximum value = 0.000 kN/m² (Element 215 at Node 2010)

Minimum value = -227.0 kN/m² (Element 2056 at Node 9501)

2.1.1.1.2 Calculation results, Palancolato [Phase_2] (2/8), Active pore pressures p_{active}

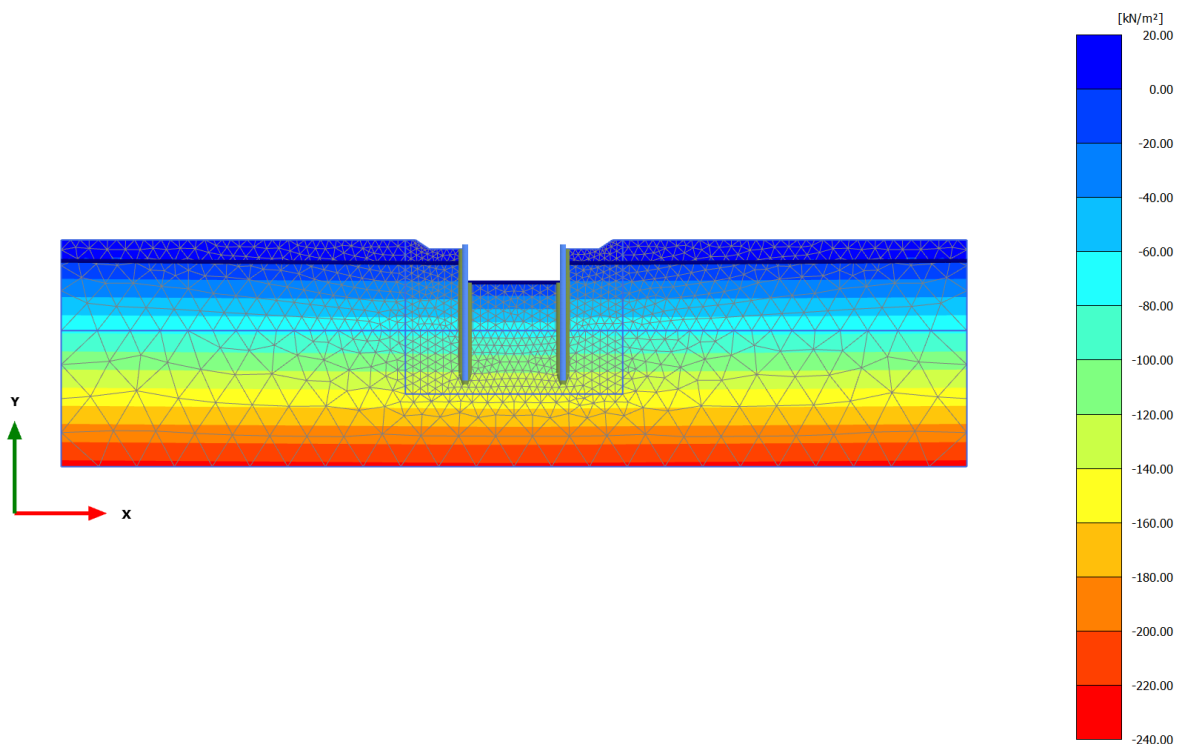


Active pore pressures p_{active} (scaled up 0.0100 times) (Pressure = negative)

Maximum value = 0.000 kN/m² (Element 215 at Node 2010)

Minimum value = -227.0 kN/m² (Element 2056 at Node 9501)

2.1.1.1.3 Calculation results, Scavo max [Phase_3] (3/134), Active pore pressures p_{active}

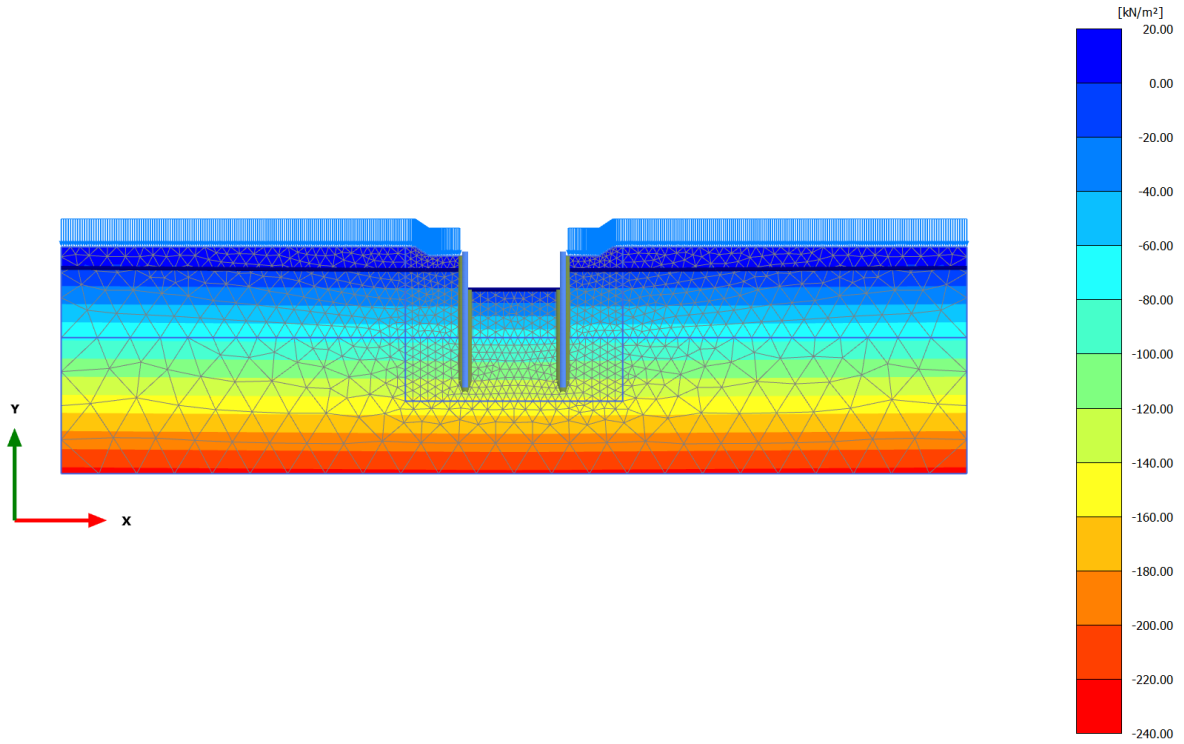


Active pore pressures p_{active} (scaled up 0.0100 times) (Pressure = negative)

Maximum value = 0.000 kN/m² (Element 308 at Node 4759)

Minimum value = -227.0 kN/m² (Element 2078 at Node 8475)

2.1.1.1.4 Calculation results, Sovraccarico [Phase_5] (5/227), Active pore pressures p_{active}

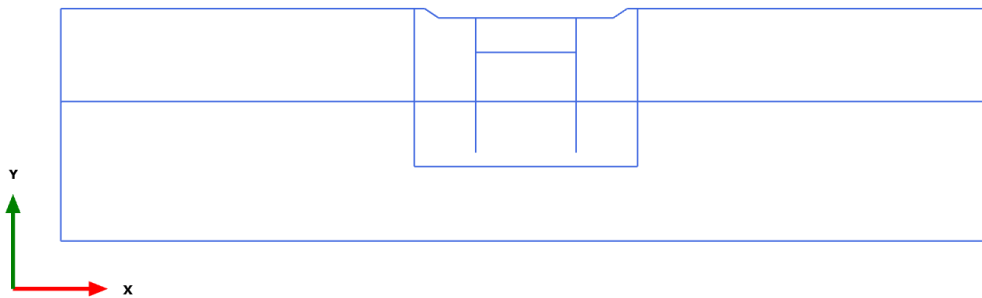


Active pore pressures p_{active} (scaled up 0.0100 times) (Pressure = negative)

Maximum value = 0.000 kN/m² (Element 308 at Node 4759)

Minimum value = -227.0 kN/m² (Element 2078 at Node 8475)

3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Prescavo [Phase_8] (8/6), Shear forces Q

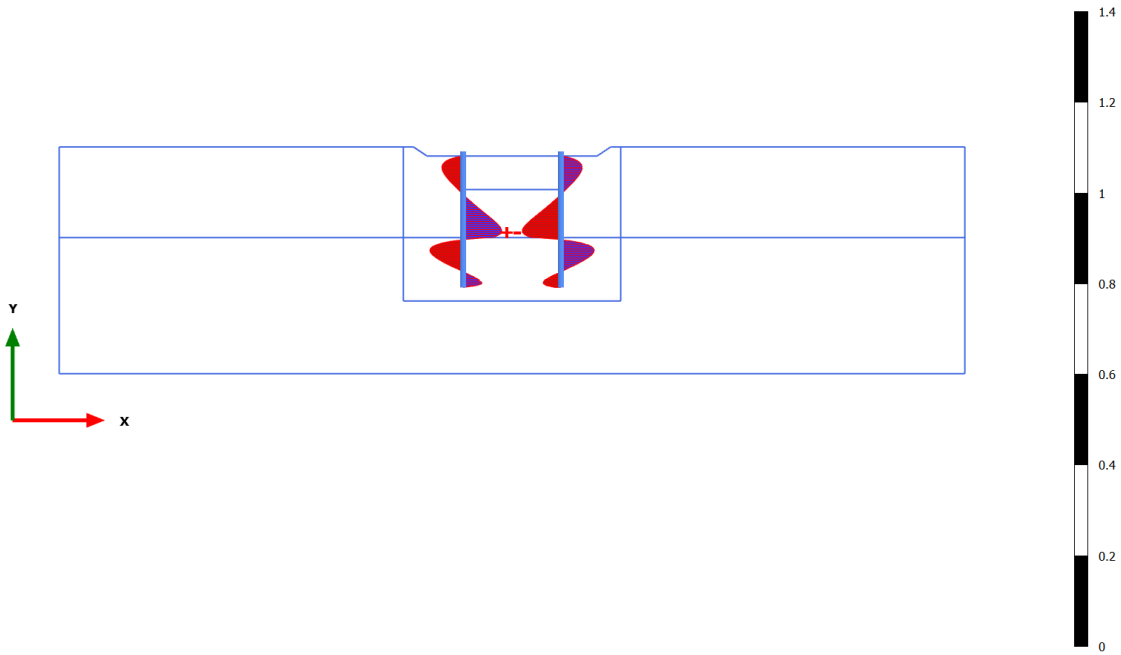


Shear forces Q (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/8), Shear forces Q

[kN/m]



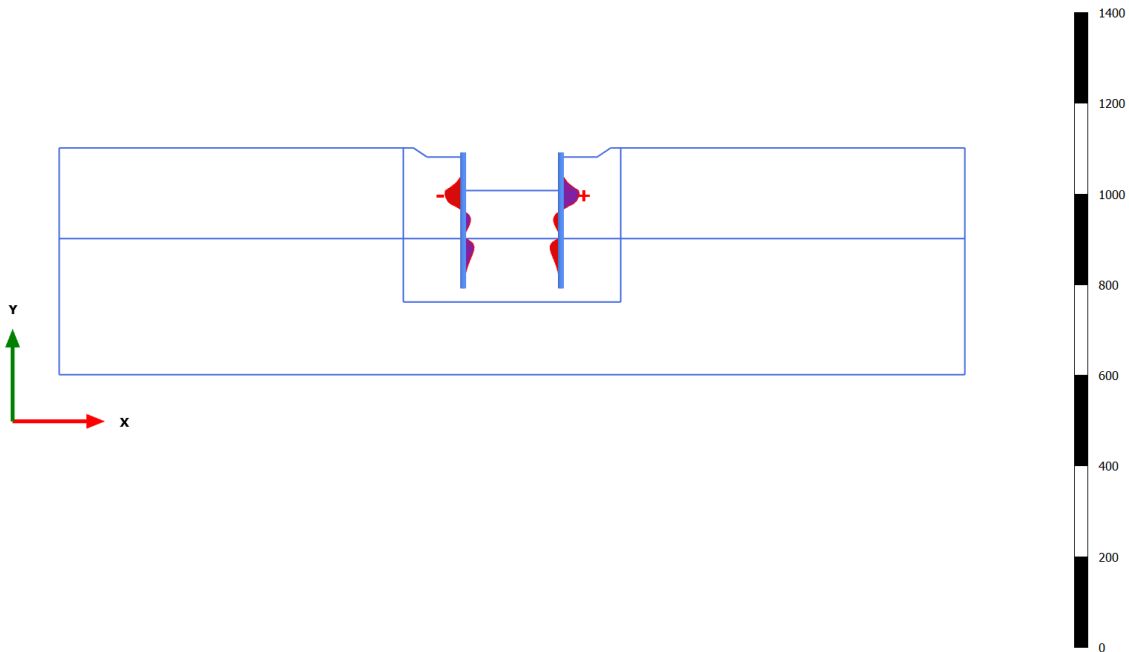
Shear forces Q (scaled up 50.0 times)

Maximum value = 0.08576 kN/m (Element 18 at Node 7336)

Minimum value = -0.08569 kN/m (Element 24 at Node 9434)

3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/134), Shear forces Q

[kN/m]



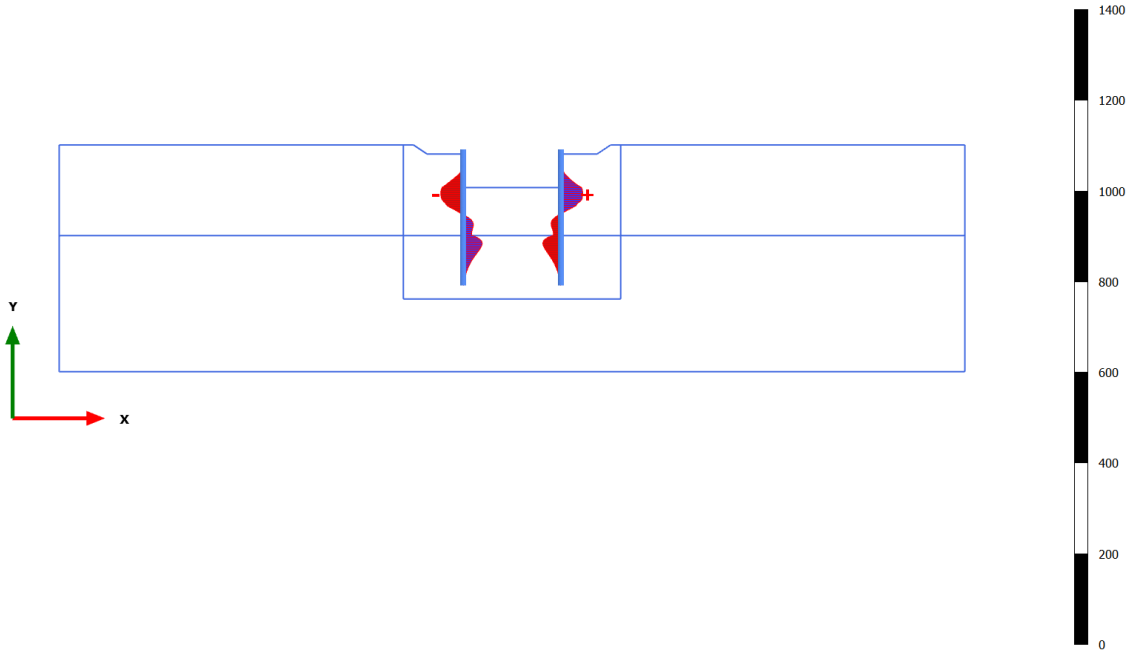
Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 40.32 kN/m (Element 19 at Node 6631)

Minimum value = -40.26 kN/m (Element 13 at Node 2446)

3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/227), Shear forces Q

[kN/m]

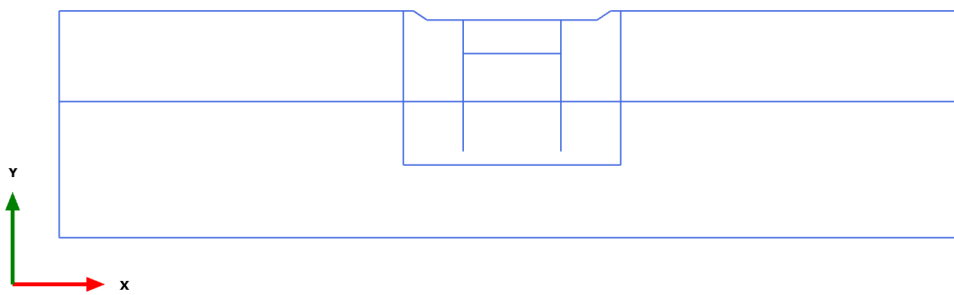


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 48.09 kN/m (Element 19 at Node 6632)

Minimum value = -49.44 kN/m (Element 13 at Node 2447)

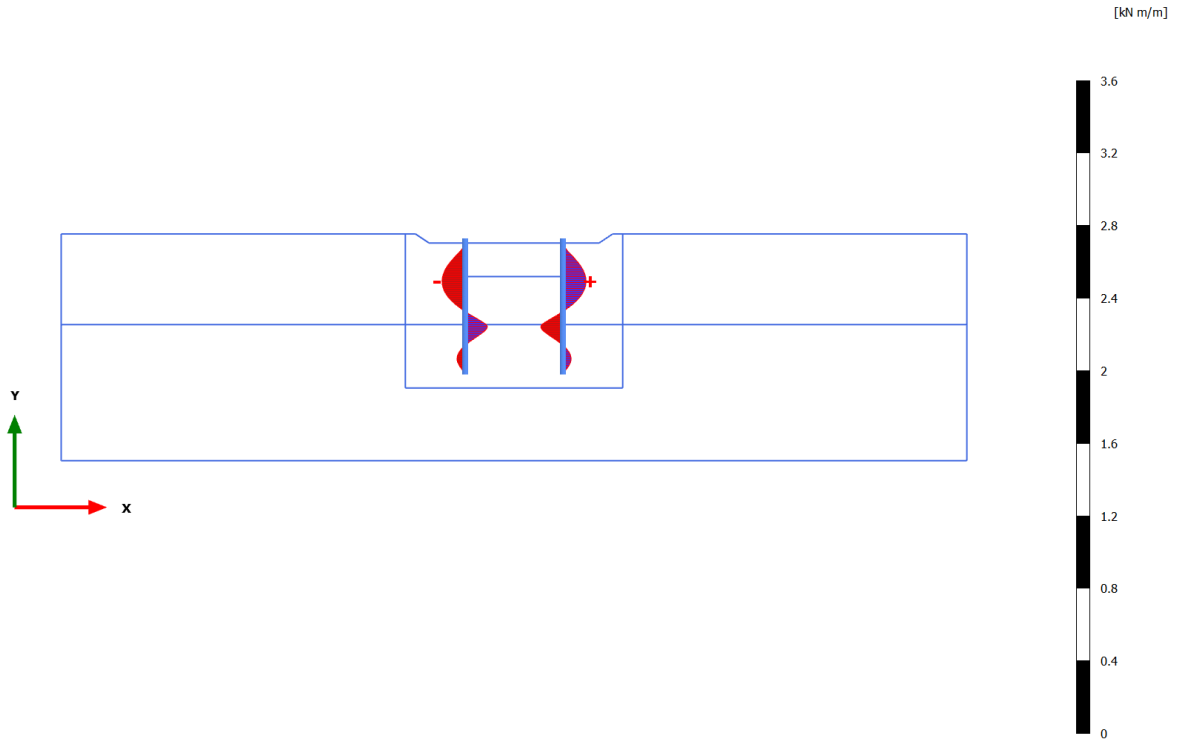
3.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Prescavo [Phase_8] (8/6), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1.00 times)

No results

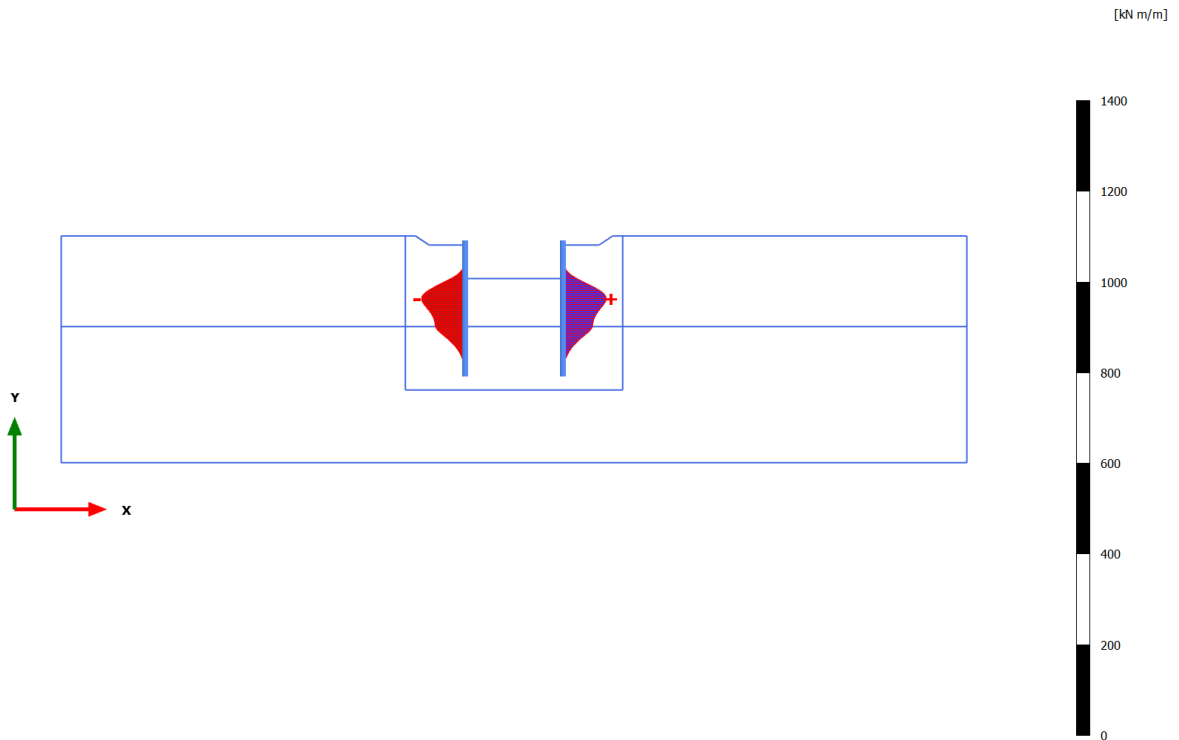
3.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/8), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 20.0 times)

Maximum value = 0.1274 kN m/m (Element 19 at Node 6631)
 Minimum value = -0.1274 kN m/m (Element 13 at Node 2446)

3.1.1.2.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/134), Bending moments M

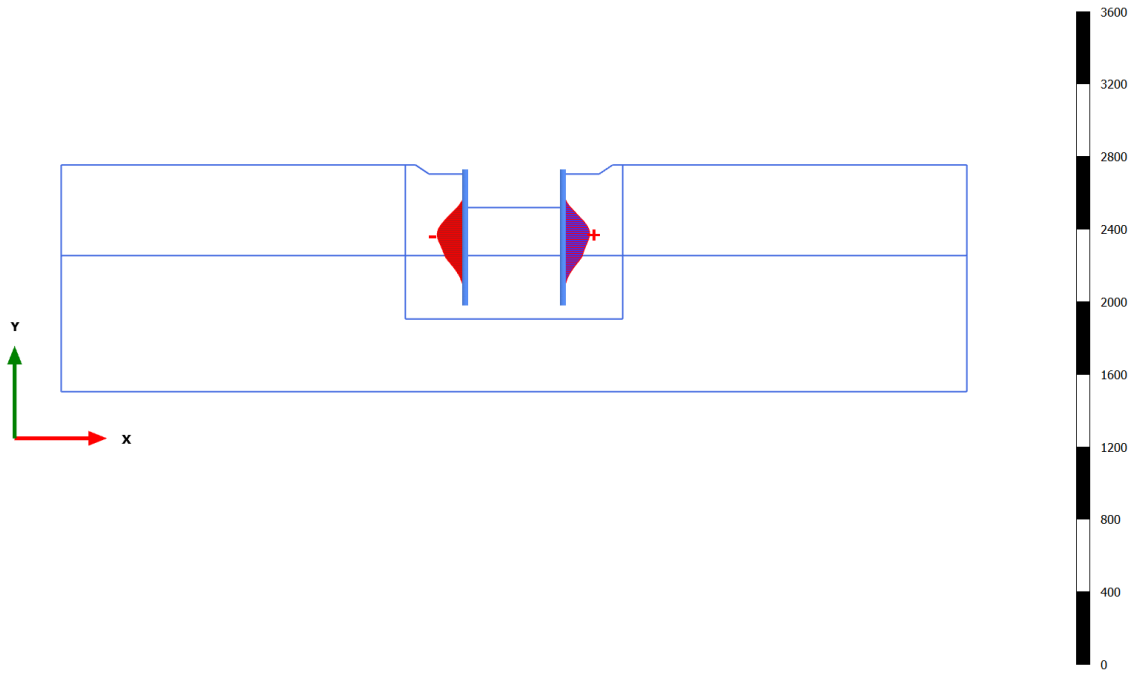


Bending moments M (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 95.70 kN m/m (Element 21 at Node 7851)
 Minimum value = -96.26 kN m/m (Element 15 at Node 3967)

3.1.1.2.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/227), Bending moments M

[kN m/m]

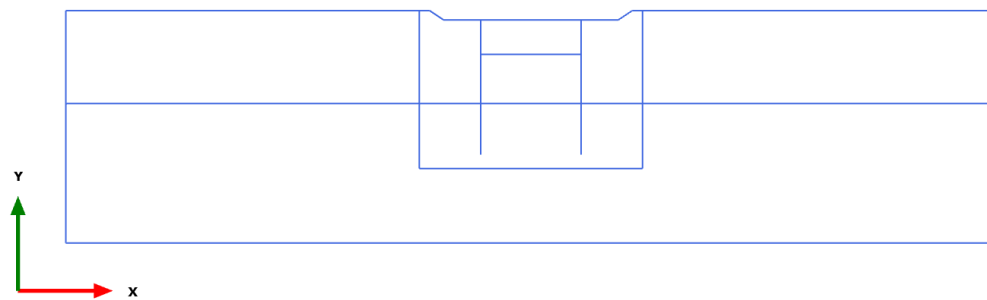


Bending moments M (scaled up 0.0200 times)

Maximum value = 147.7 kN m/m (Element 22 at Node 8386)

Minimum value = -153.9 kN m/m (Element 16 at Node 5367)

3.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Prescavo [Phase_8] (8/6), Axial forces N

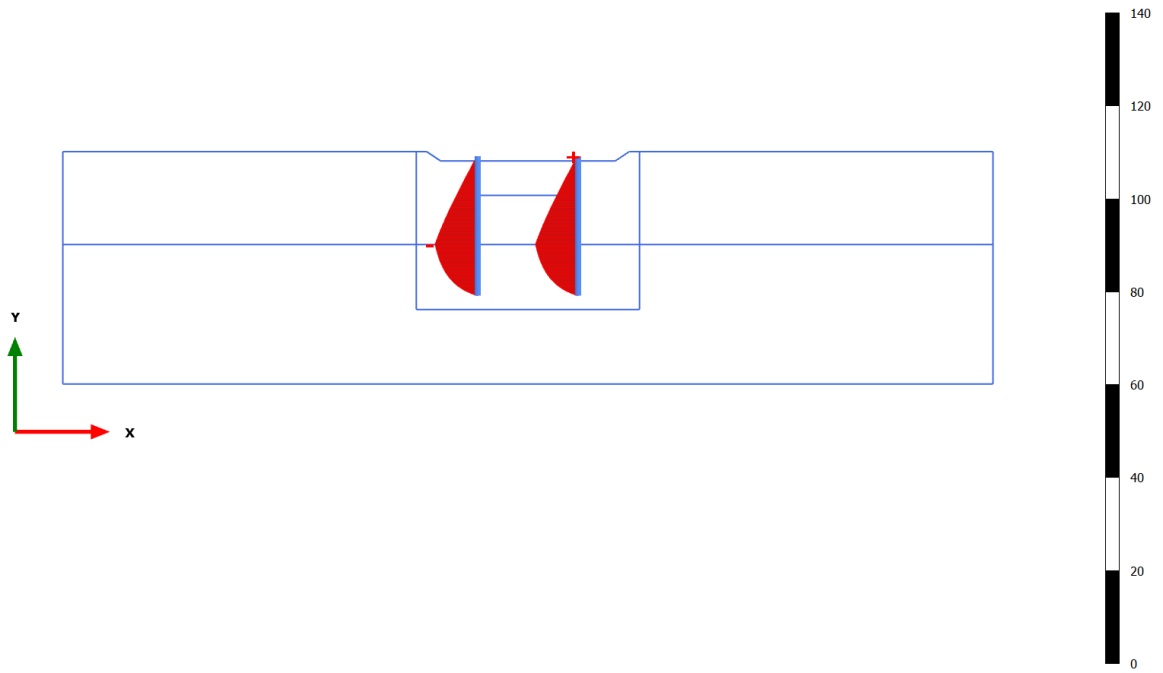


Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/8), Axial forces N

[kN/m]



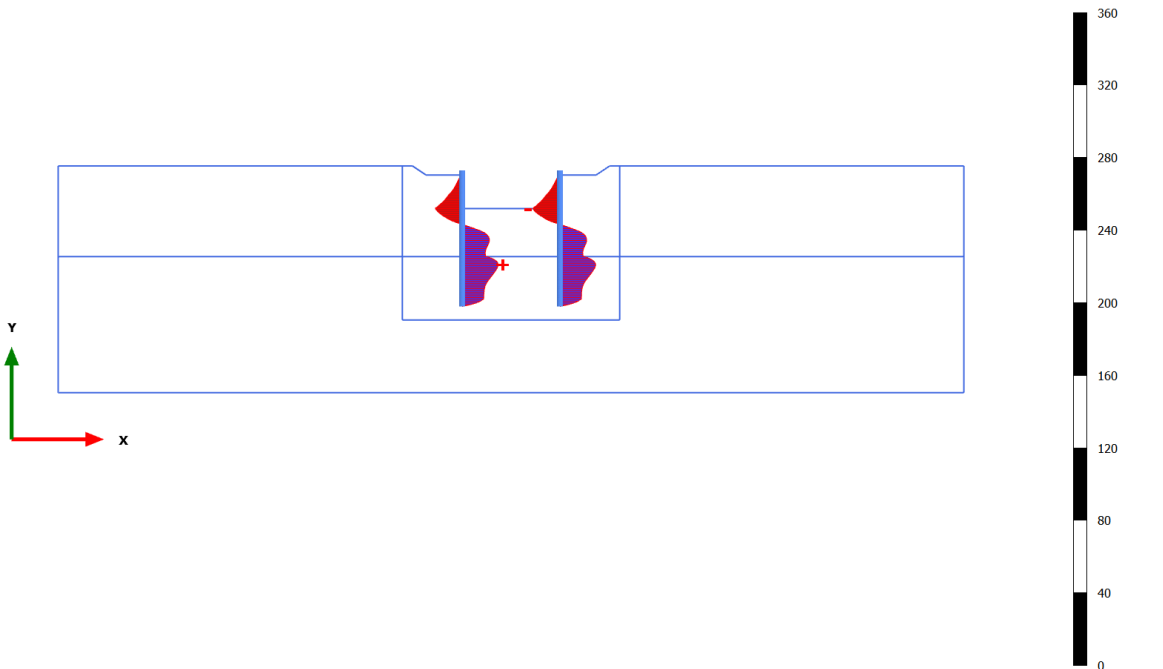
Axial forces N (scaled up 0.500 times)

Maximum value = $-0.04374 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 3382)

Minimum value = -9.185 kN/m (Element 18 at Node 7537)

3.1.1.3.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/134), Axial forces N

[kN/m]



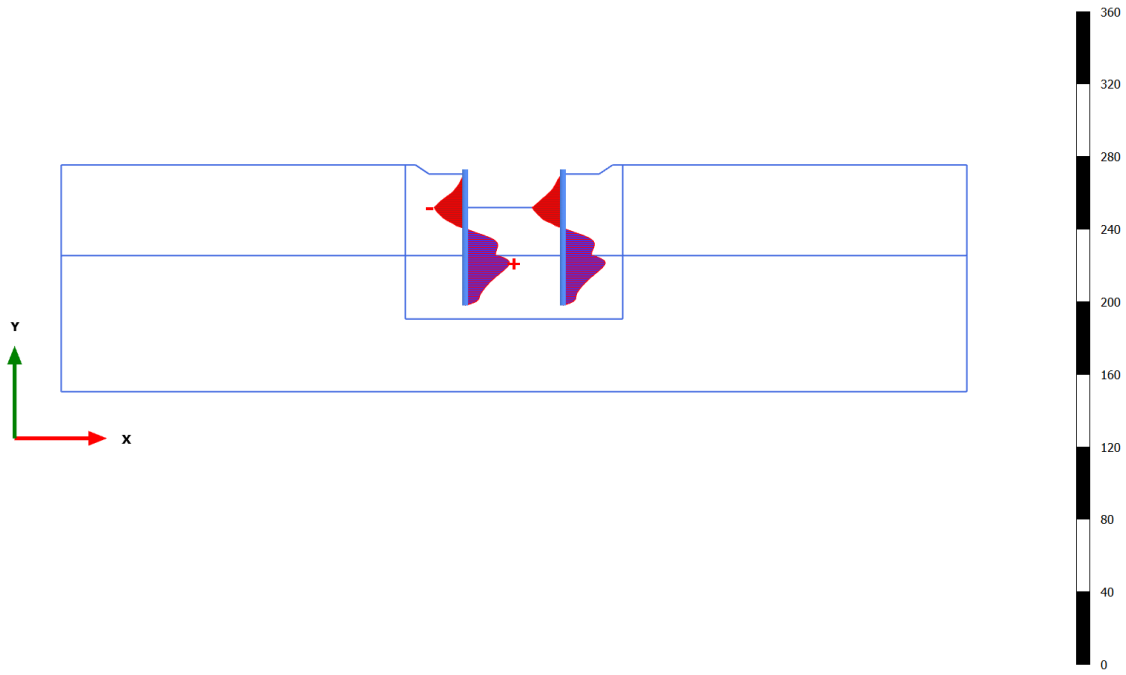
Axial forces N (scaled up 0.200 times)

Maximum value = 19.89 kN/m (Element 26 at Node 8509)

Minimum value = -15.09 kN/m (Element 12 at Node 6629)

3.1.1.3.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/227), Axial forces N

[kN/m]

**Axial forces N (scaled up 0.200 times)**

Maximum value = 24.61 kN/m (Element 26 at Node 8509)

Minimum value = -17.19 kN/m (Element 7 at Node 2444)