

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+163,75 al km 33+463,75


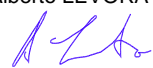
SCAVI, DEMOLIZIONE, OPERE PROVVISORIALI

Relazione di calcolo opere provvisoriali








GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due						-
 MALAVENDA ing. Paolo Carmona Dat: Aprile 2022		 Dat: Aprile 2022						

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

IN17 12 E I2 CL VI0701 001 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  DATA: Aprile 2022
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	G. Furlani 	Aprile 2022	V. Pastore 	Aprile 2022	P. Ascari 	Aprile 2022	

CIG. 8377957CD1 CUP: J41E91000000009 File: IN1712EI2CLVI0701001B.DOCX.DOCX

Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 2 di 35	

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Normativa di riferimento.....	5
2.2	Documenti di riferimento.....	5
2.3	Software di riferimento.....	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
4	ANALISI DELLE PARATIE.....	7
4.1	Combinazioni e coefficienti parziali.....	7
4.2	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	8
4.3	Elementi strutturali	9
4.4	Carichi applicati.....	9
4.5	Stabilità globale.....	9
4.6	Sezione di calcolo.....	11
4.7	Discretizzazione di calcolo.....	11
4.8	Fasi di calcolo	12
4.9	Principali risultati delle analisi	15
4.9.1	Stima portate di emungimento.....	19
4.10	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	21
4.11	Verifiche di resistenza.....	22
5	APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS.....	24
5.1	Sezione 1.....	24

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 3 di 35

1 PREMESSA

La presente relazione sviluppa il dimensionamento, la verifica geotecnica e stabilità strutturale delle paratie provvisorie relative al viadotto VI07 – Viadotto Montebello Vicentino dal km 33+163.75 al km 33+463.75, previsto nell’ambito della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

In particolare si tratta di palancole metalliche poste a presidio dello scavo della spalla A e delle pile 1÷11. Verranno realizzati con profili a doppia onda PU18 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 (-4.3 m dal p.c. circa) e al livello di falda presente (+45.0 m s.l.m. a cui corrisponde una soggiacenza minima di circa -1.5 m dal p.c.) si prevedono palancole con lunghezza L=12.0 m, che verranno infisse per almeno 11.5 m.

È inoltre prevista la realizzazione di 2 pozzi di aggettamento 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 provvisorie 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 provvisorie. 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 e 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 immagini sono riportate le sezioni della pila presa a riferimento per il calcolo.

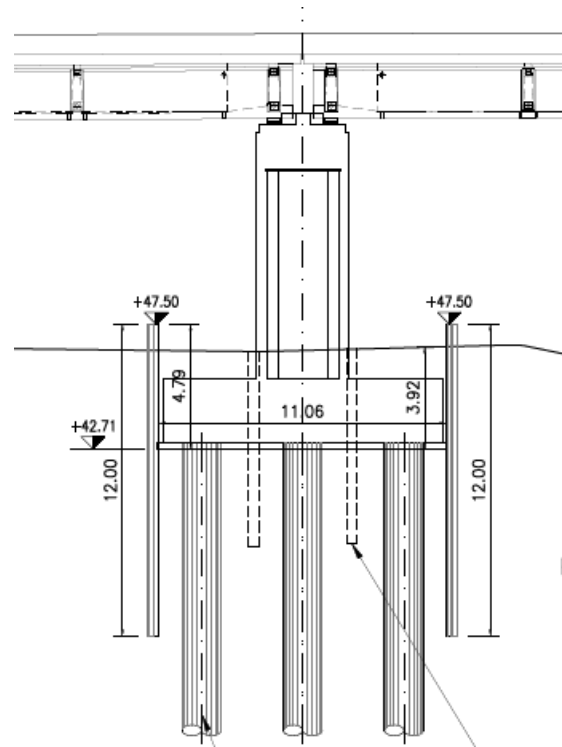


Figura 1 – sezione longitudinale -Pila P4

PILA 4
SEZIONE TRASVERSALE
Scala 1:200

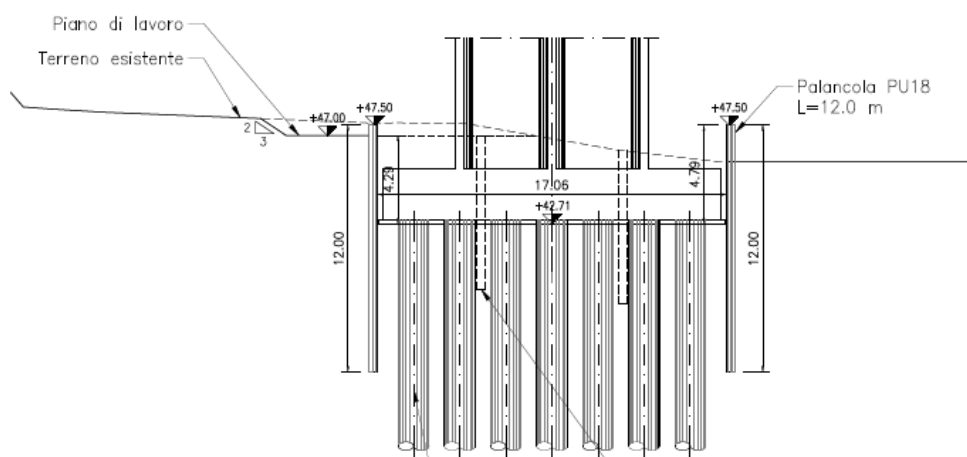


Figura 2 – sezione trasversale - Pila P4

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 5 di 35	

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.] IN1712EI2FZVI0700001 - Profilo Geotecnico - VI07_AV - Viadotto Montebello Vicentino dal km 33+163,00 al km 33+463,52.
- [DR 2.] IN1711EI2RBGE0000003 – Relazione Geotecnica (dal km 21+990 al km 33+500).
- [DR 3.] IN1712EI2RBVI0700001 - Relazione Geotecnica - VI07_AV - Viadotto Montebello Vicentino dal km 33+163,00 al km 33+463,52.
- [DR 4.] Manuale di progettazione RFI.
- [DR 5.] Capitolato RFI.

2.3 Software di riferimento

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 6 di 35

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, le cui caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nella seguente tabella.

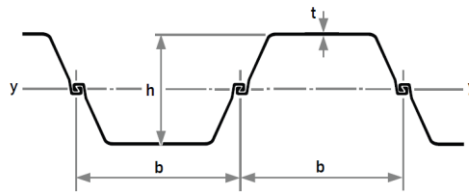


Tabella 1 - Caratteristiche palancole di progetto

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 7 di 35	

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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001</td> <td>Rev. B</td> <td>Foglio 8 di 35</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 8 di 35
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 8 di 35		

Tabella 2 - 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 3 - 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.

Nella seguente tabella si riportano, per i litotipi di interesse progettuale, i parametri geotecnici di resistenza e di rigidità che ne caratterizzano il comportamento numerico.

Tabella 4 - Parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	φ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	K [m/s]
0	- 8	Ghiaia (6)	20	-	40	0	50	10 ⁻⁴
-8	-15	limi argillosi e sabbia (2)	18	60	27	5	15	5*10 ⁻⁶
-15	-40	Sabbia + ghiaia (6)	20	-	37	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

La falda è stata considerata a quota +45.0 m s.l.m. in accordo a quanto indicato nella relazione geotecnica dell'opera.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 9 di 35	

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 ($E=2.1 \cdot 10^8$ kPa), area e inerzia propria del profilato scelto (vedasi Tabella 1).

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

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.

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 3 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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 10 di 35

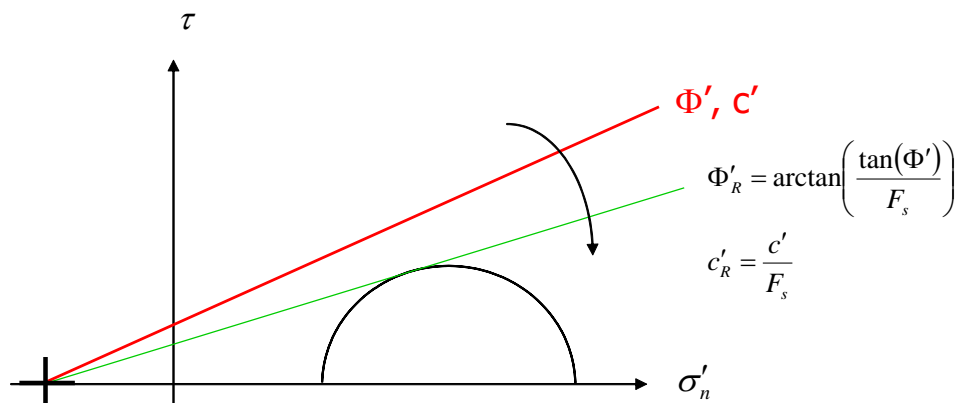


Figura 3 - Phi-c reduction method

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 cinematismi e le potenziali superfici di rottura su cui ricercare il coefficiente di sicurezza minimo;
- non richiede al 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.
- 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 $FS > 1.25 \cdot 1.1 = 1.375$.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 11 di 35	

4.6 Sezione di calcolo

Si è individuata una sezione di calcolo (Pila 4) cautelativamente rappresentativa per l'intera opera, che contempla la condizione stratigrafica peggiore e la massima altezza di scavo (4.3 m), vedasi Figura 1 e Figura 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.

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata, 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 2140 elementi triangolari e da circa 17630 nodi.

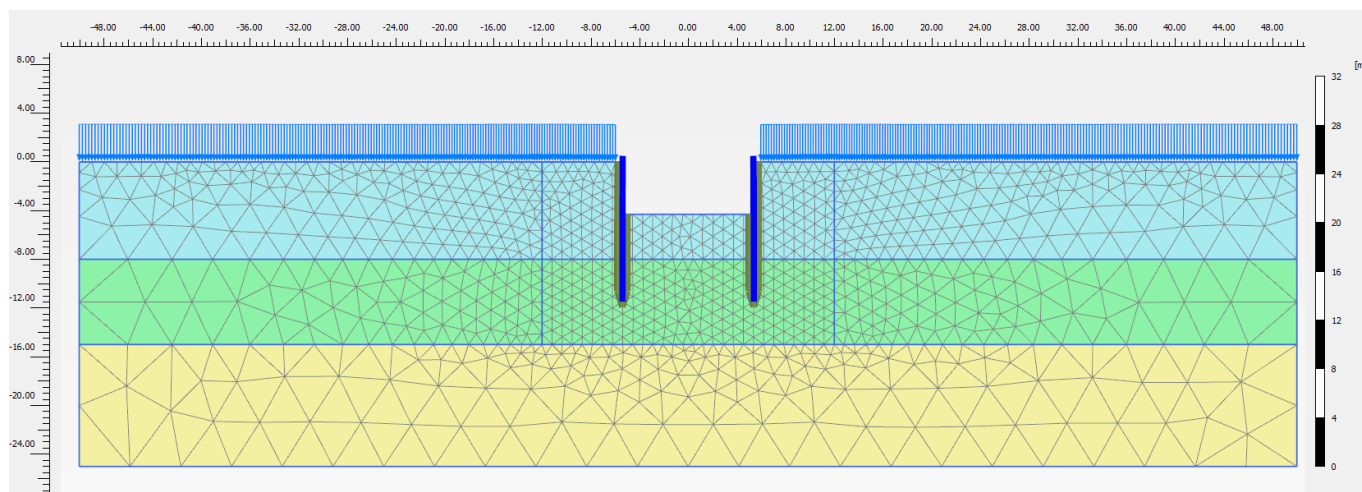


Figura 4 - Discretizzazione del modello di calcolo

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 12 di 35	

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.

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento (a -1.5 m da p.c. locale).
- Fase 2. Posa in opera delle palancole.
- Fase 3. Raggiungimento dello scavo massimo 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 sicurezza desiderato, maggiore di 1.375 (FS min = 1.25×1.1), in osservanza alla normativa per la verifica SLU GEO (cfr. § 4.5).

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 13 di 35

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.

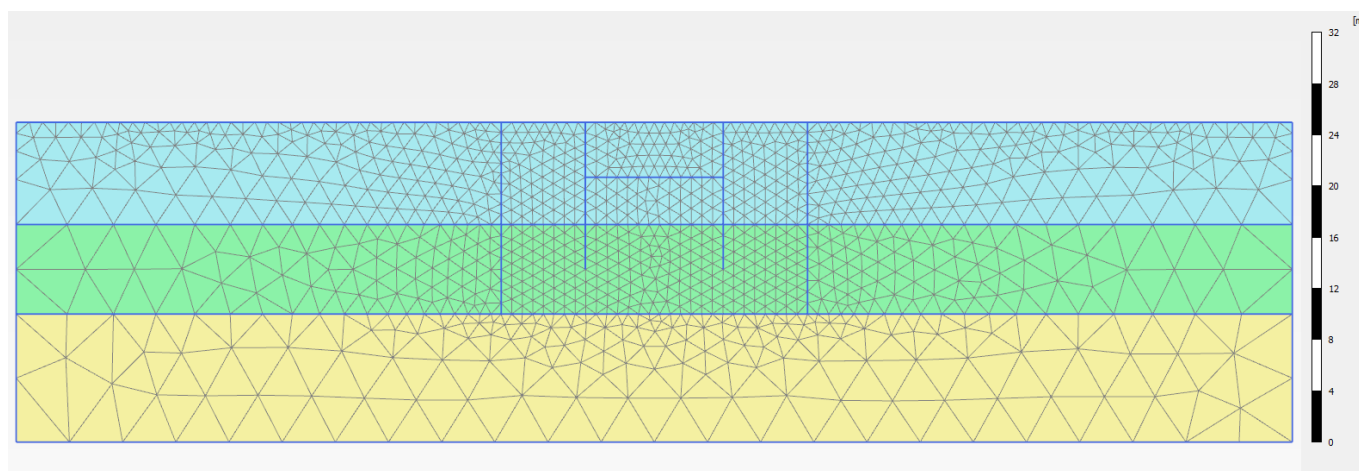


Figura 5 - Inizializzazione geostatica

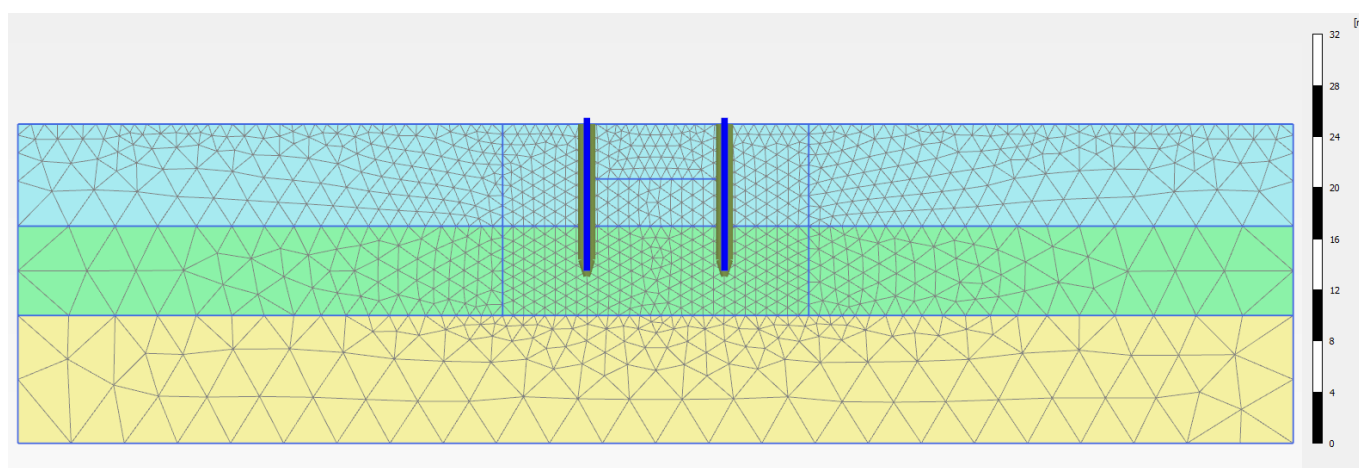


Figura 6 – Realizzazione palancole

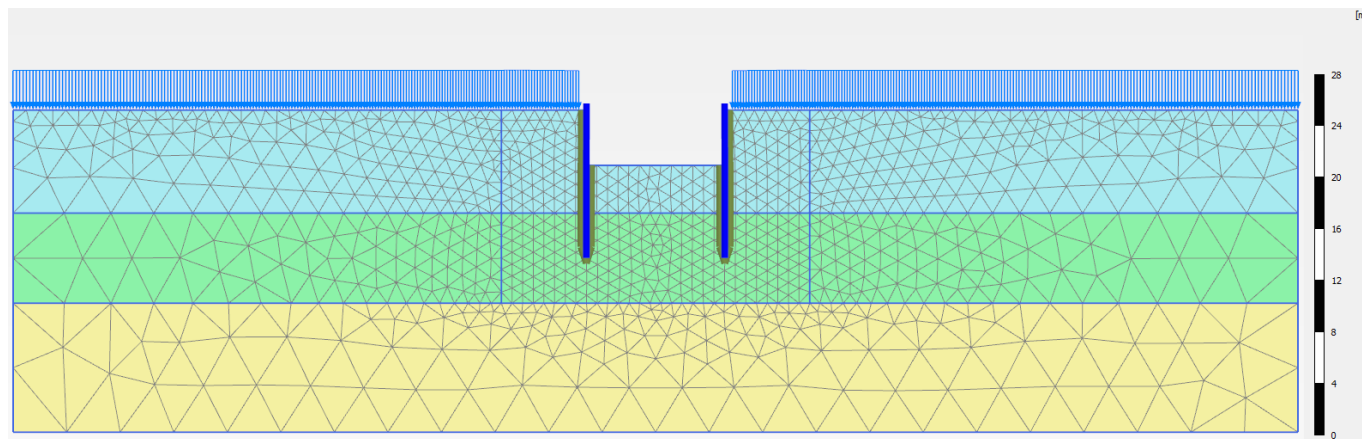


Figura 7 - Scavo massimo con sovraccarico accidentale

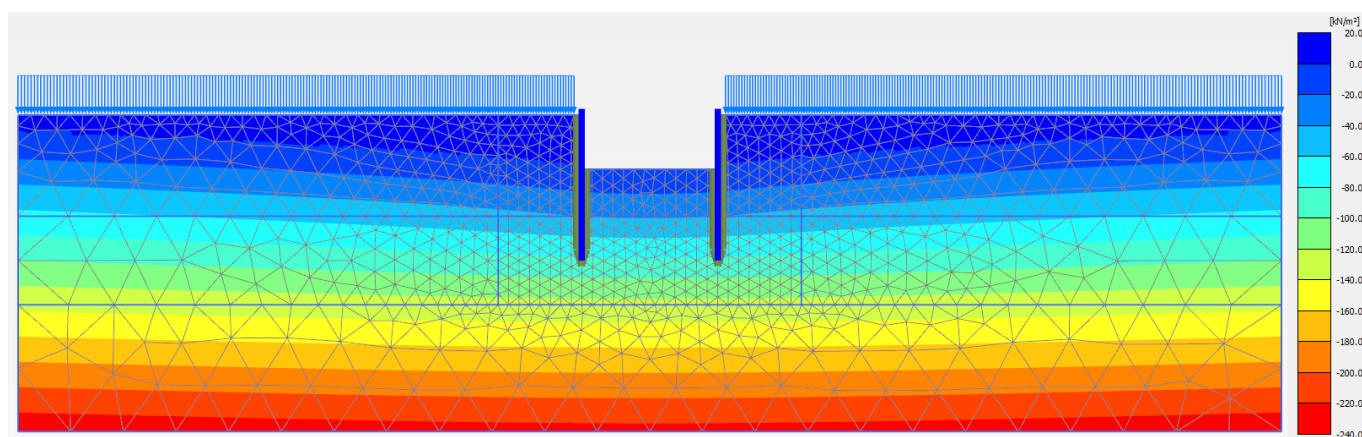


Figura 8 - Pressioni neutre in fase di massimo scavo con sovraccarico accidentale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 15 di 35	

4.9 Principali risultati delle analisi

La sezione di calcolo presenta palancole di lunghezza 12.0 m a sbalzo, la falda è circa a quota -1.5 m da p.c. e lo scavo massimo risulta a quota - 4.3 m da p.c..

Nelle seguenti immagini 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.

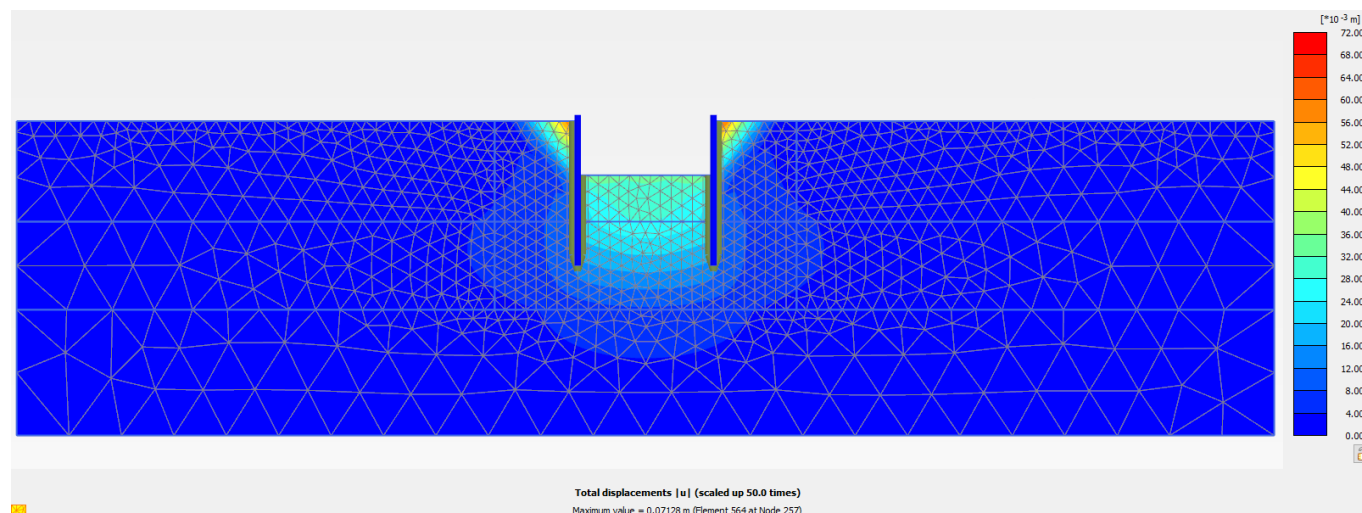


Figura 9 - Spostamenti totali in fase di scavo massimo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E12 CL VI 07 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 16 di 35</p>

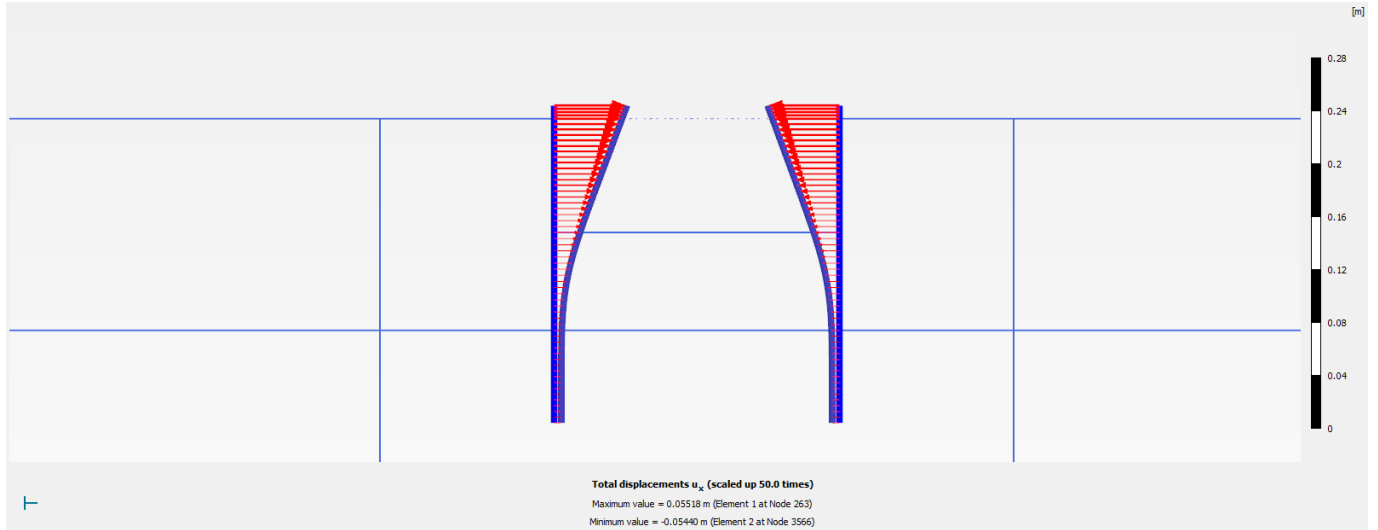


Figura 10 - Spostamenti totali palancole SLE

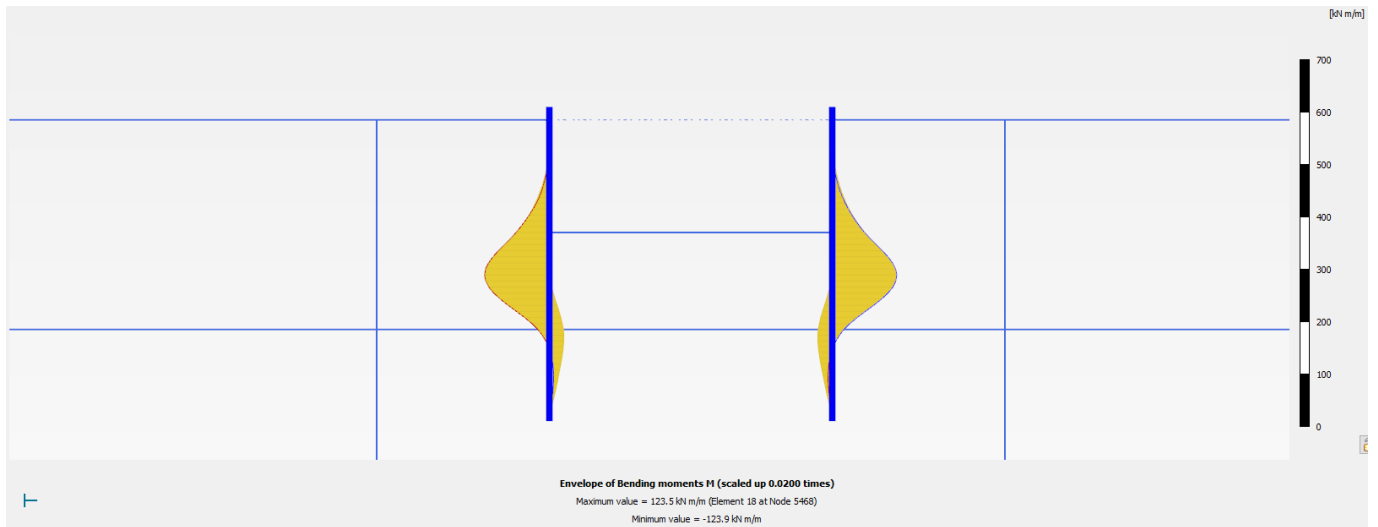


Figura 11 - Involuppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 17 di 35</p>	

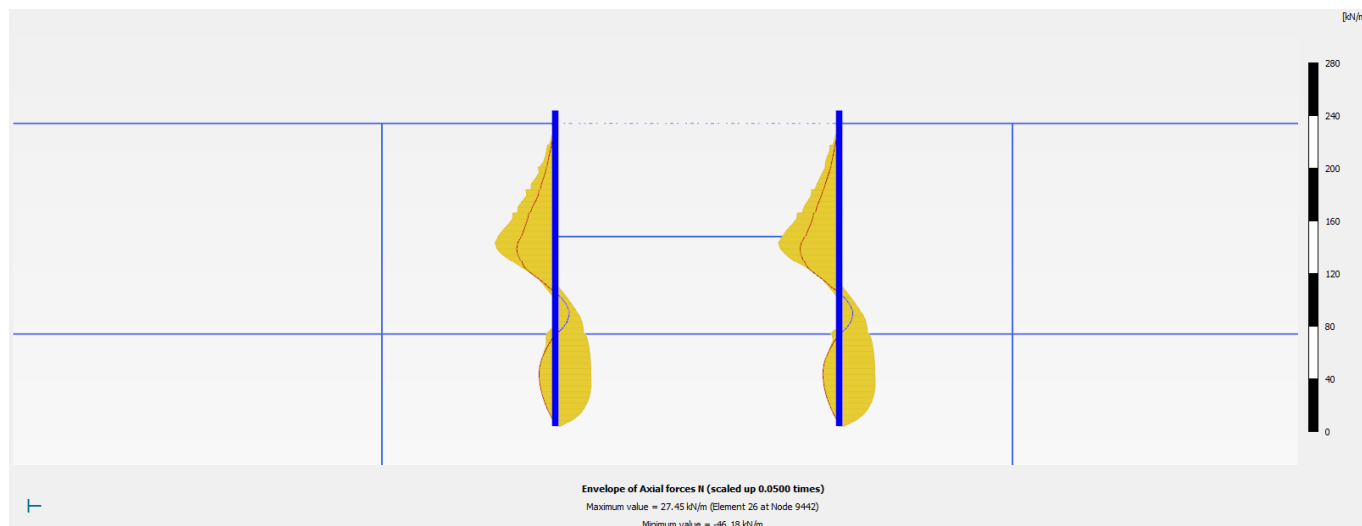


Figura 12 - Involuppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

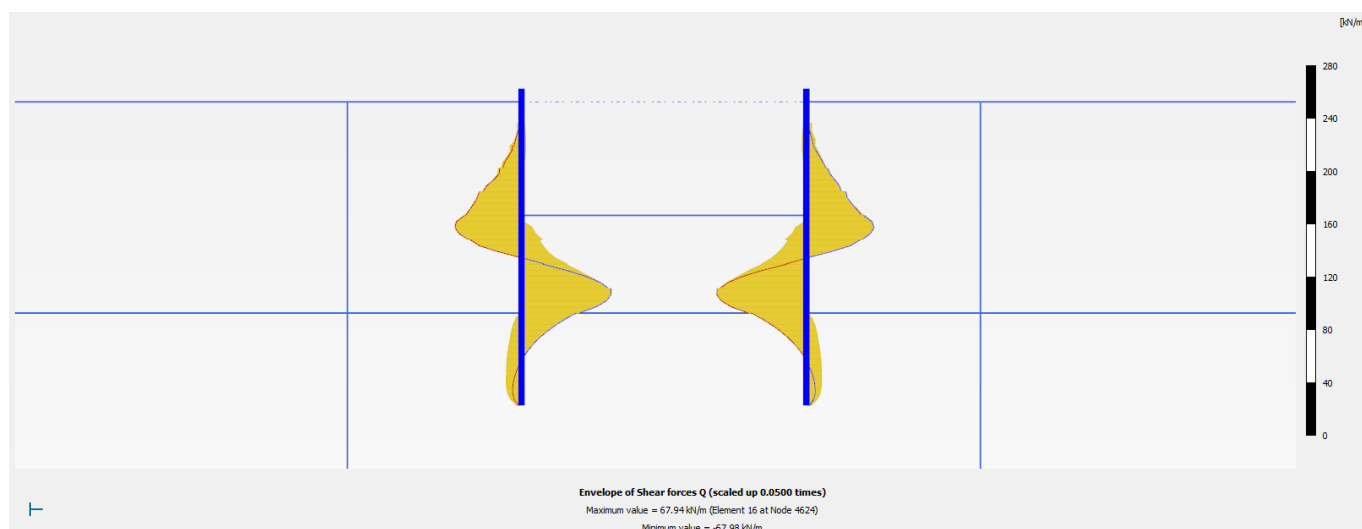


Figura 13 – Involuppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

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 5 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	47	61.1
momento massimo, Mmax [kNm/m]	124	161.2
taglio massimo, Tmax [kN/m]	68	88.4
Spostamento max [mm]	55	-

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 18 di 35

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.

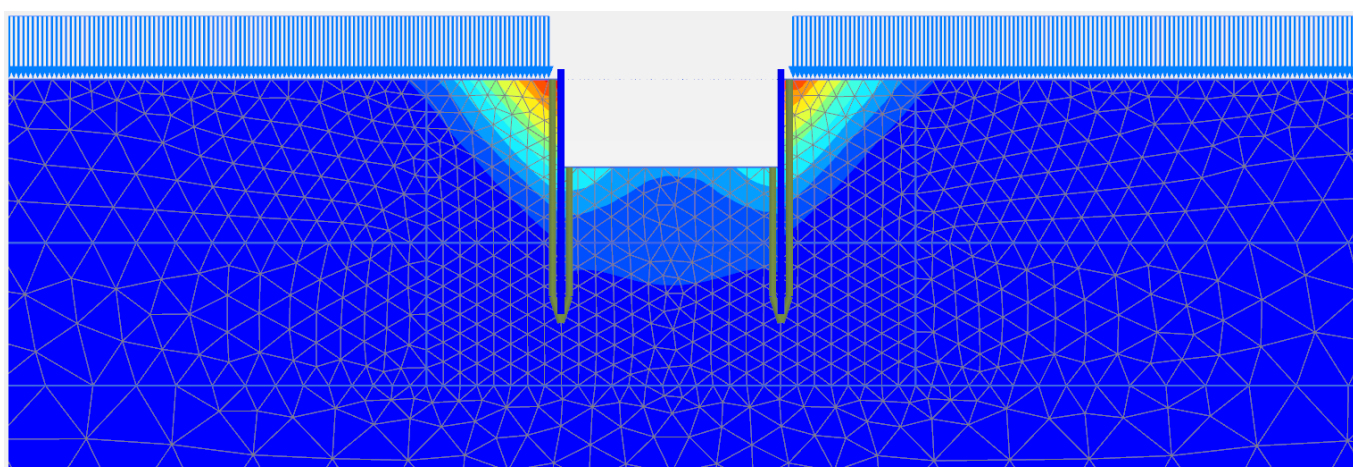


Figura 14 - Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

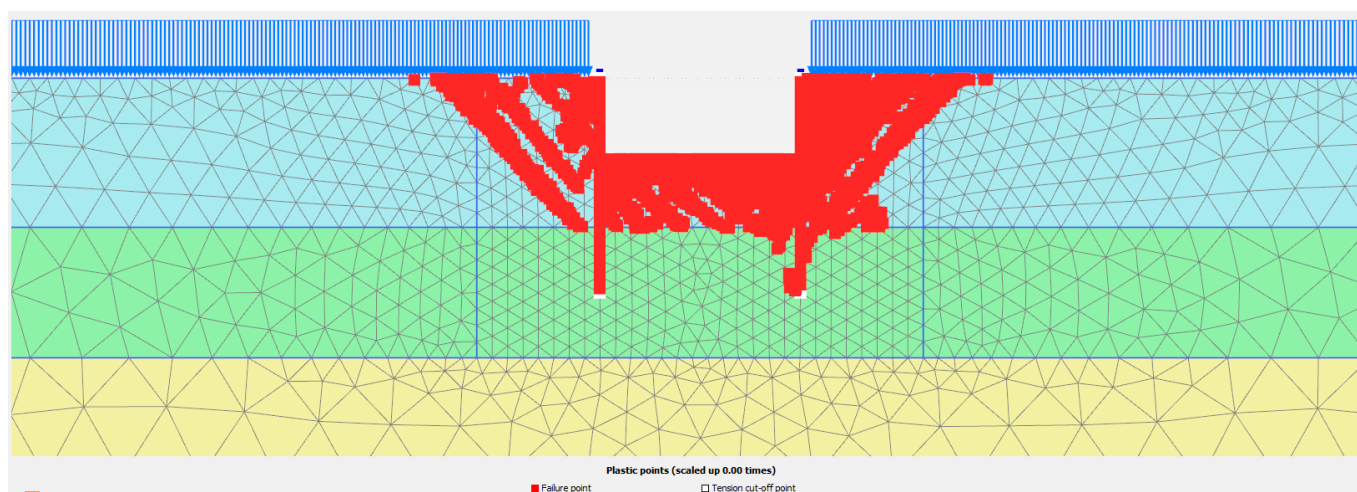


Figura 15 - Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 19 di 35

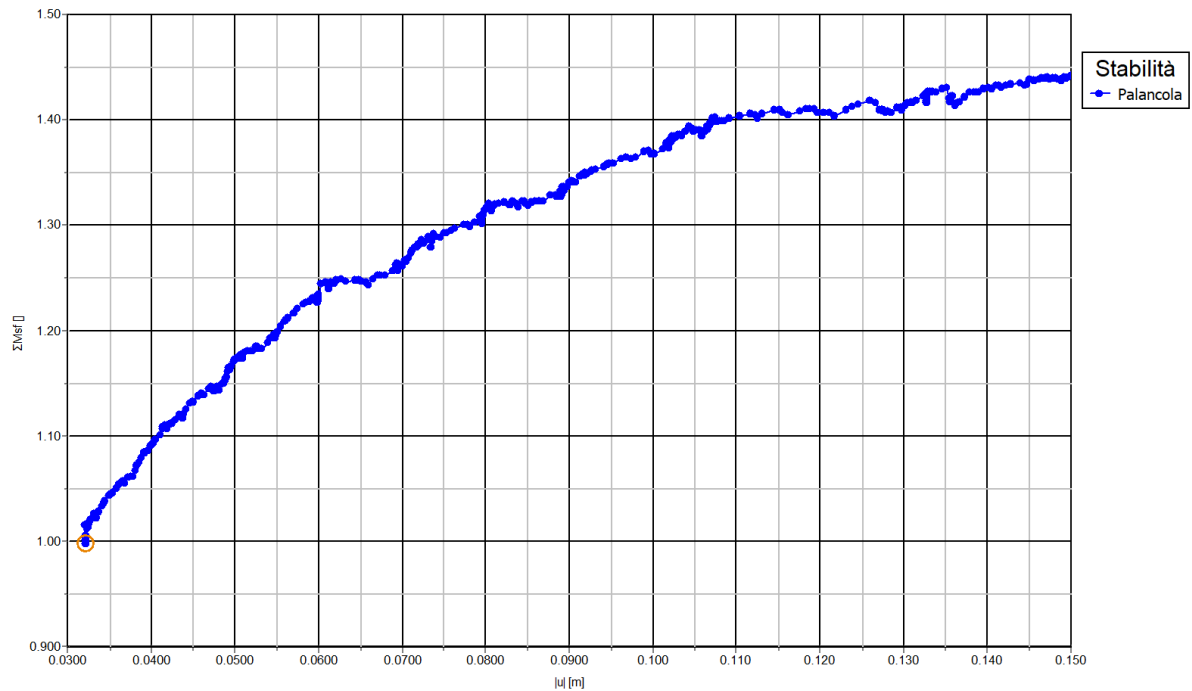


Figura 16 - Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

4.9.1 Stima portate di emungimento

Per l'analisi eseguita in corrispondenza della sezione si fornisce nelle figure seguenti una stima della portata di aggotamento: 172 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=	4.87E-05	m3/s/m
L=	20.5	m
Qtot=	172	m3/day

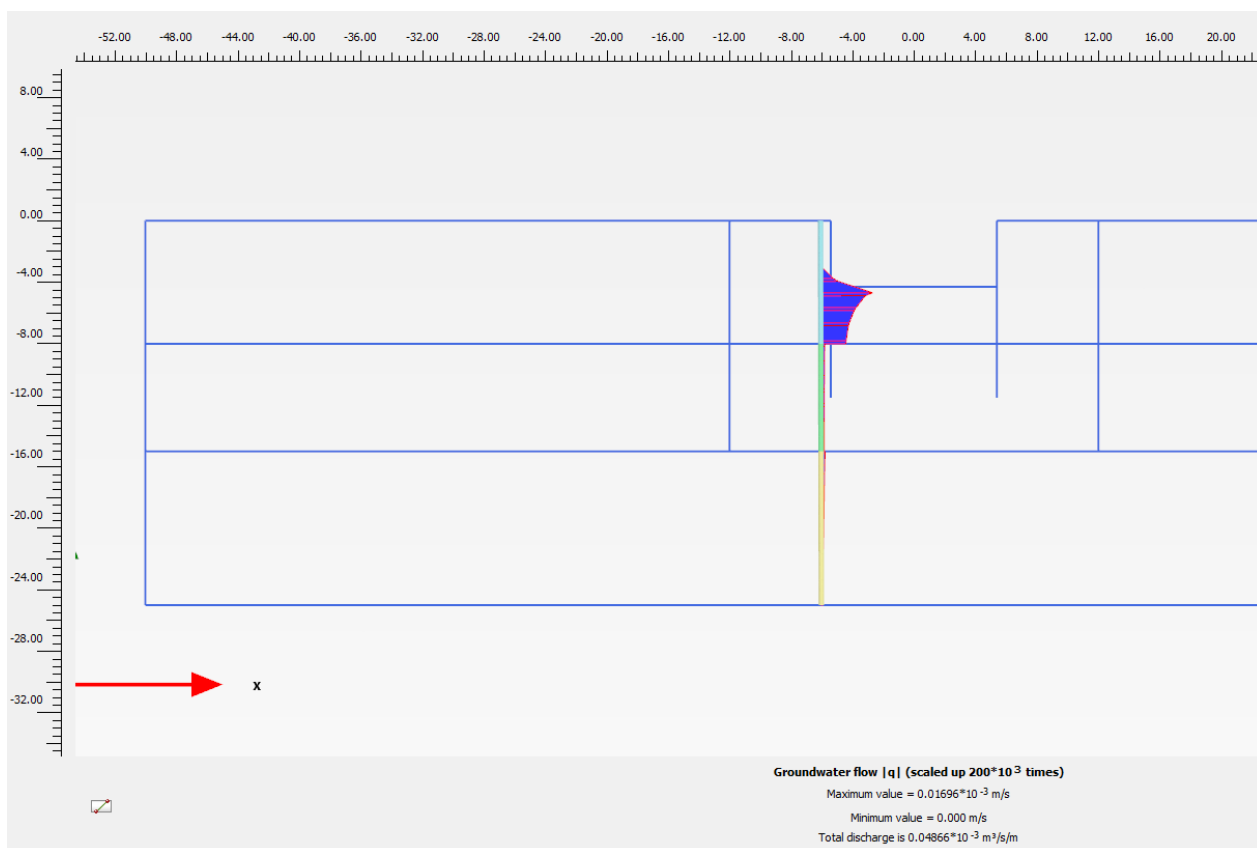
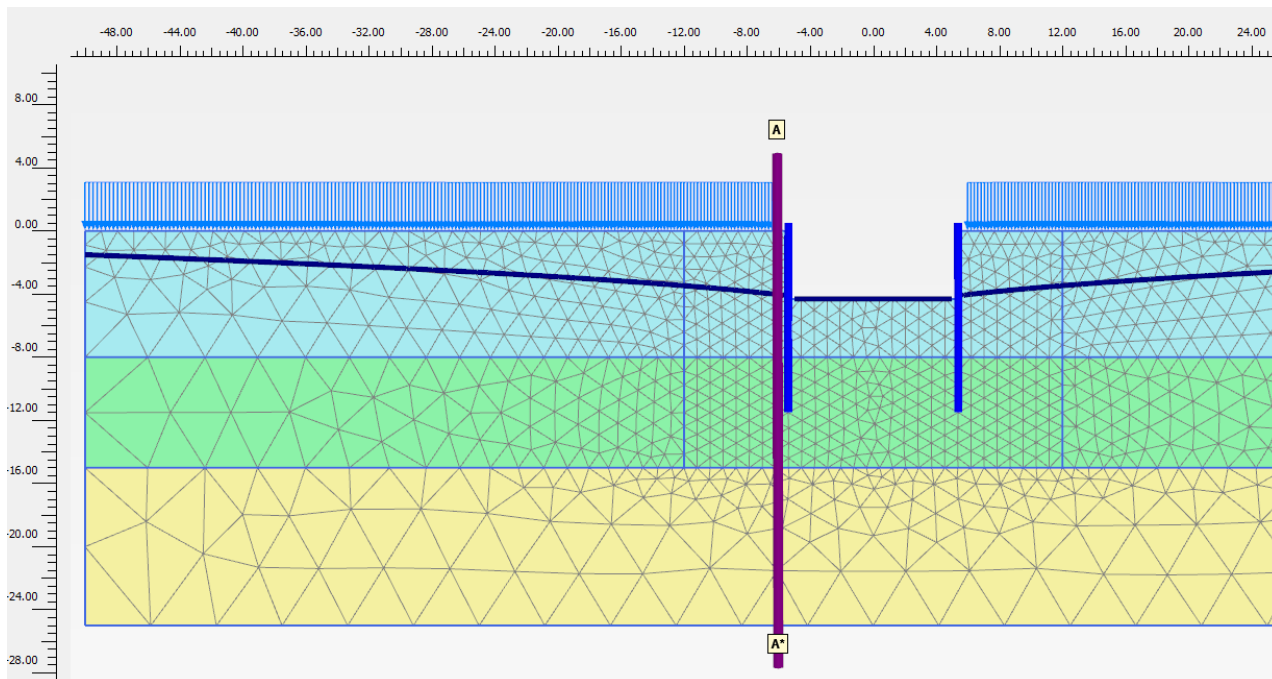


Figura 17 - Sezione A-A – stima portata q

4.10 Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici

Nel caso in esame le palancole attraversano l'unità incoerente presente a fondo scavo e intercettano l'unità coesiva a bassa permeabilità ove si attestano per circa 3-4 m. Pertanto la verifica di stabilità del fondo scavo viene effettuata con riferimento alla condizione di sollevamento a lungo termine.

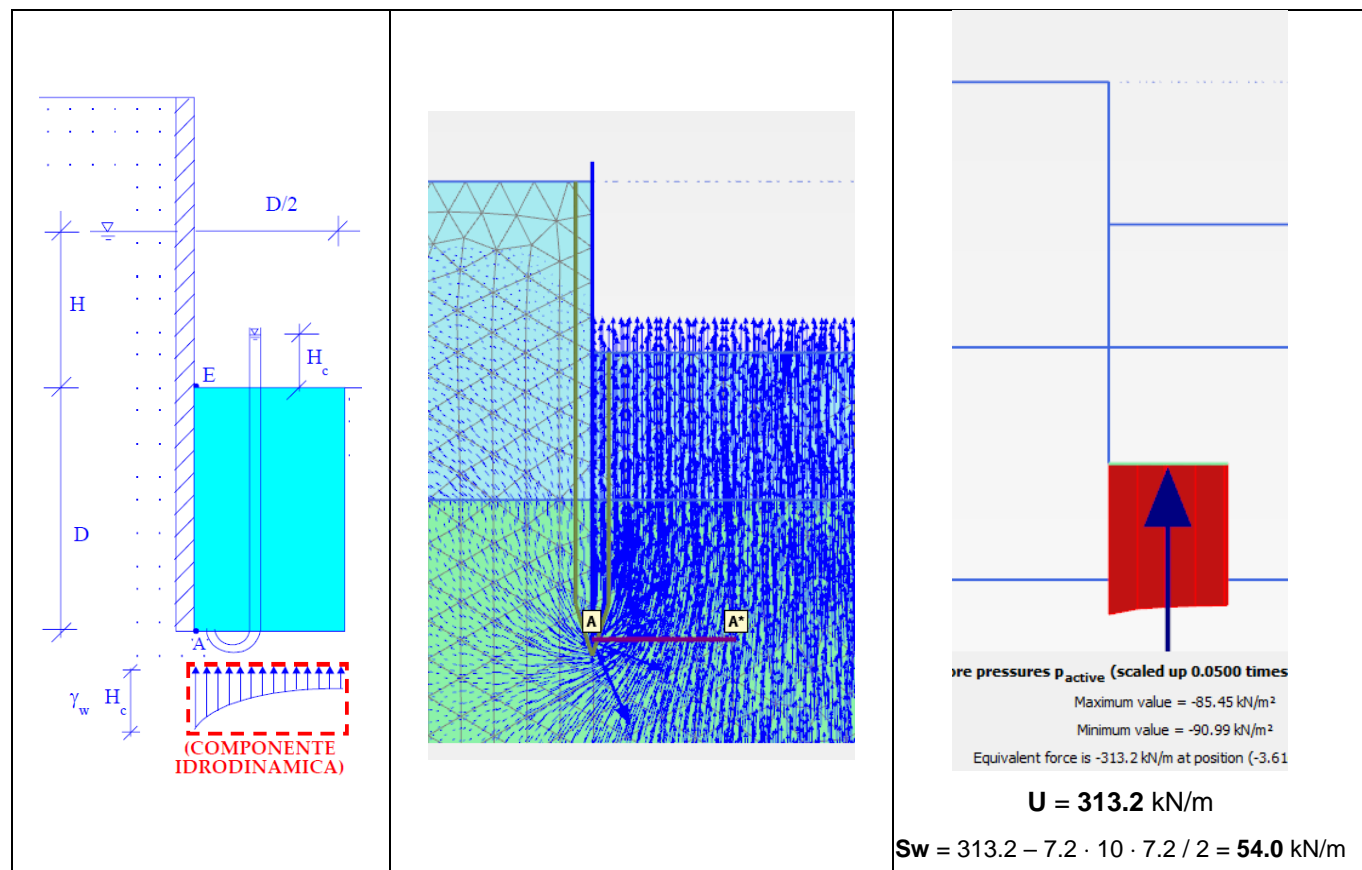
Sollevamento a lungo termine

Il sollevamento del fondo scavo è un fenomeno analogo al sifonamento, dovuto alle forze di filtrazione al piede di un diaframma, che si estende a tutta la profondità D dello scavo per una larghezza pari a $D/2$ (vedasi figura seguente). La forza instabilizzante è quella dovuta alle forze di filtrazione (componente idrodinamica della pressione interstiziale con carico idraulico H_c riferito al fondo scavo):

$$S_w = \gamma_w \cdot H_c \cdot D/2$$

mentre la forza stabilizzante è data dal peso immerso del cuneo di terreno ($\gamma' = 8 \text{ kN/m}^3$):

$$W' = \gamma' \cdot D \cdot D/2$$



D	D/2	γ'	W'	Sw	Sw,d = Sw · 1.1	W',d = W' · 0.9
7.2 m	3.6 m	8 kN/m ³	207.4 kN/m	54.0 kN/m	59.4 kN/m	186.7 kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001</td> <td>Rev. B</td> <td>Foglio 22 di 35</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 22 di 35
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 22 di 35		

Risultando $S_{wd} < W'd$, la verifica è soddisfatta.

Si esegue anche la verifica di stabilità del fondo scavo in termini di tensioni totali, applicando sempre i coefficienti parziali di norma per la combinazione EQU.

D	D/2	γ	W	U	U,d = U · 1.1	W,d = W · 0.9
7.2 m	3.6 m	18 kN/m ³	466.6 kN/m	313.2 kN/m	344.5 kN/m	419.9 kN/m

Risultando $U_d < W_d$, la verifica è soddisfatta.

4.11 Verifiche di resistenza

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:

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

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

Data l'azione assiale resistente del palancolato $N_{Rd} = A \cdot f_{yd}$, 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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI07 - 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 07 0 1 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 15%;">Foglio 23 di 35</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 23 di 35
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 23 di 35		

Essendo $N_{Ed} \leq N_{Rd}$, $M_{Ed} \leq M_{N,Rd} \leq M_{Rd}$, $V_{Ed} \leq V_{Rd}$, come mostrato nella seguente tabella, la verifica è soddisfatta.

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	
$N_{Ed} =$	61	kN/m	axial load	
$M_{Ed} =$	161	kN-m/m	bending moment	
$V_{Ed} =$	88	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 6 - Verifica di resistenza

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	$(R_d/F_{Ed})_{min}$ --
61	161	88	4191	549	933	549	3.40

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI07 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 07 0 1 001	Rev. B	Foglio 24 di 35	






5 APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS

5.1 Sezione 1

PLAXIS Report

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Normativa di riferimento.....	5
2.2	Documenti di riferimento.....	5
2.3	Software di riferimento.....	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
4	ANALISI DELLE PARATIE	7
4.1	Combinazioni e coefficienti parziali	7
4.2	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	8
4.3	Elementi strutturali	9
4.4	Carichi applicati	9
4.5	Stabilità globale	9
4.6	Sezione di calcolo.....	11
4.7	Discretizzazione di calcolo.....	11
4.8	Fasi di calcolo	12
4.9	Principali risultati delle analisi.....	15
4.9.1	Stima portate di emungimento.....	19
4.10	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	21
4.11	Verifiche di resistenza.....	22
5	APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS	24
5.1	Sezione 1	24

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb

Identification	Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
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	50.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	19.23E3	5769	19.23E3	5769	19.23E3
E_{oed}	kN/m ²	67.31E3	20.19E3	67.31E3	20.19E3	67.31E3
c_{ref}	kN/m ²	0.5000	5.000	1.000	0.5000	0.5000
ϕ (phi)	°	40.00	27.00	37.00	18.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification		Ghiaia	Limo	Sabbia+Ghiaia	Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
V_s	m/s	97.12	56.07	97.12	55.31	99.65
V_p	m/s	181.7	104.9	181.7	103.5	186.4
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	1.875E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Manual	Rigid	Rigid
R_{inter}		0.6700	0.6700	0.6700	1.000	1.000
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_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$K_{0,x}$		0.3572	0.5460	0.3982	0.6910	0.6580
$K_{0,z}$		0.3572	0.5460	0.3982	0.6910	0.6580
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_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia
Unfrozen water content	None	None	None	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
---	--------	-------

v (nu)	0.000
--------	-------

Rayleigh α	0.000
------------	-------

Rayleigh β	0.000
------------	-------

Prevent punching	No
------------------	----

Identification number	1
-----------------------	---

c	kJ/t/K	0.000
---	--------	-------

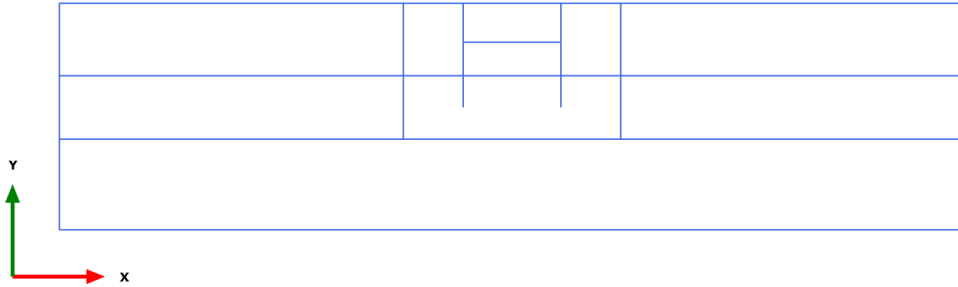
λ	kW/m/K	0.000
---	--------	-------

Identification	PU_18
----------------	-------

ρ	t/m ³	0.000
---	------------------	-------

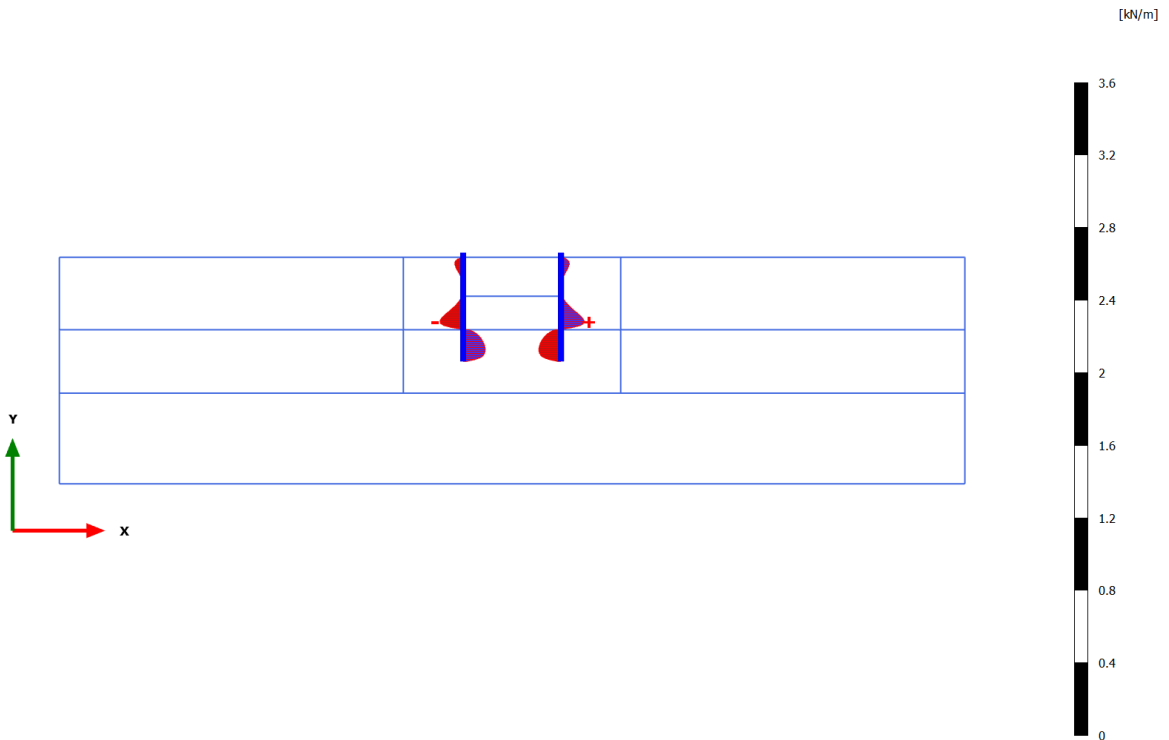
α	1/K	0.000
---	-----	-------

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

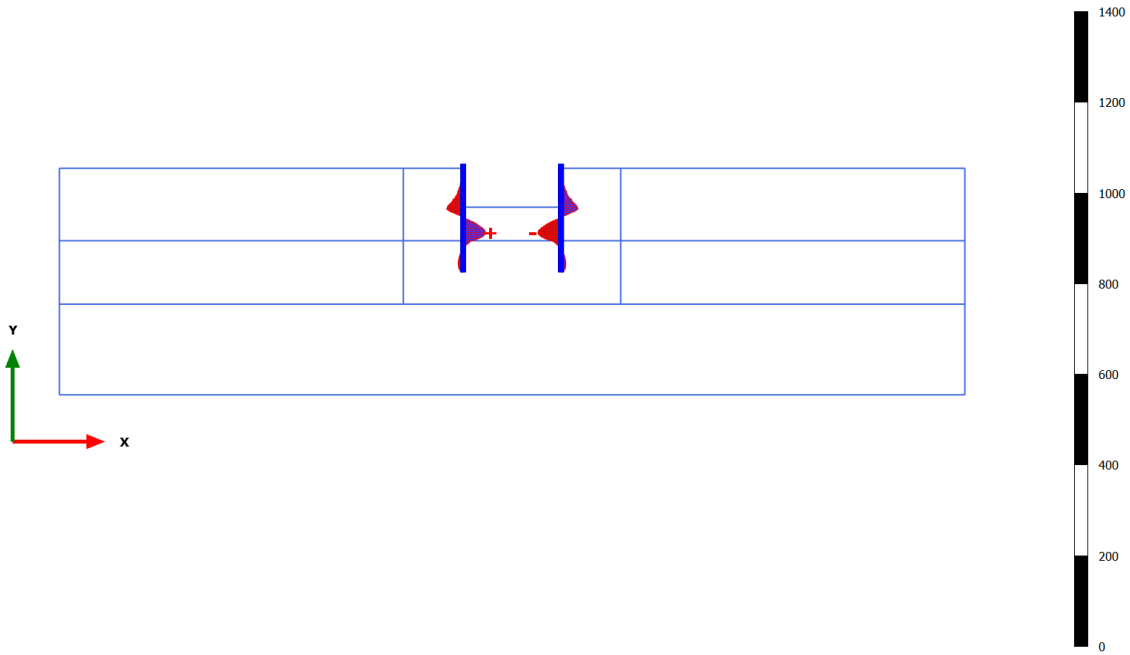
3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/4), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 20.0 times)
Maximum value = 0.1290 kN/m (Element 19 at Node 7295)
Minimum value = -0.1290 kN/m (Element 15 at Node 4623)

3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Scavo max (interface glued) [Phase_3] (3/158), Shear forces Q

[kN/m]

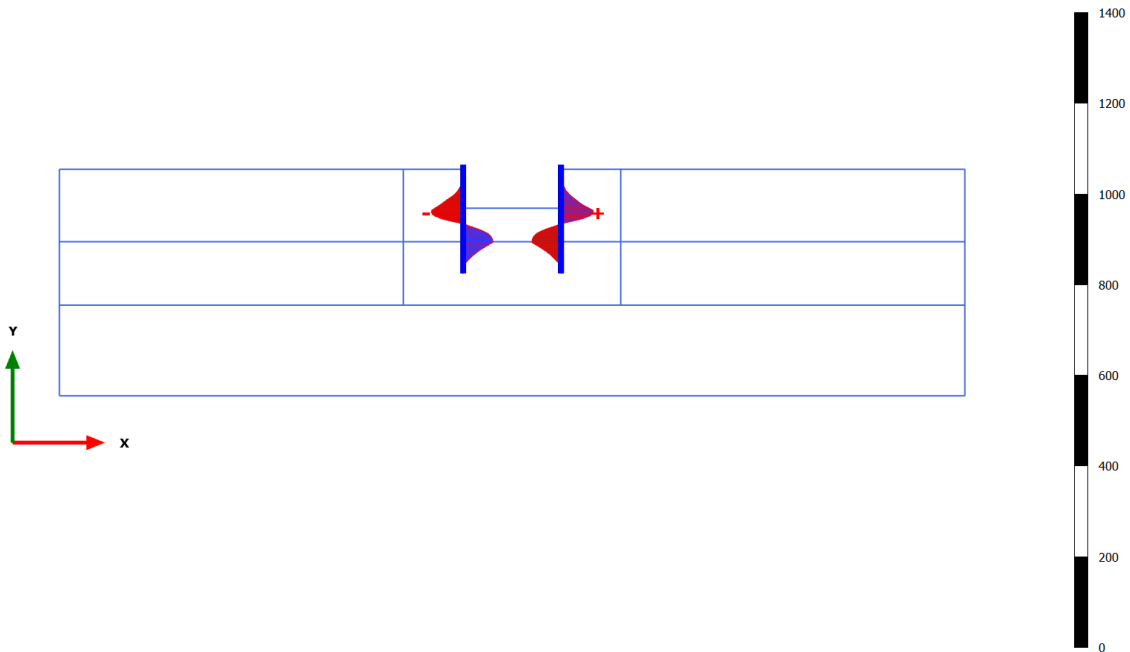


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 50.29 kN/m (Element 16 at Node 4623)
 Minimum value = -51.45 kN/m (Element 20 at Node 7295)

3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_8] (8/1347), Shear forces Q

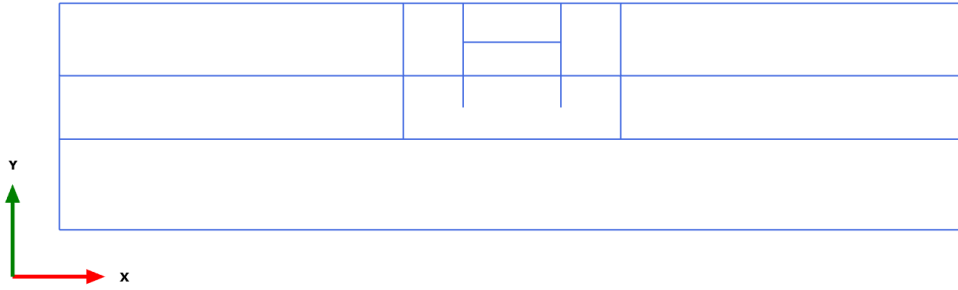
[kN/m]



Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 71.77 kN/m (Element 17 at Node 5251)
 Minimum value = -70.78 kN/m (Element 13 at Node 1981)

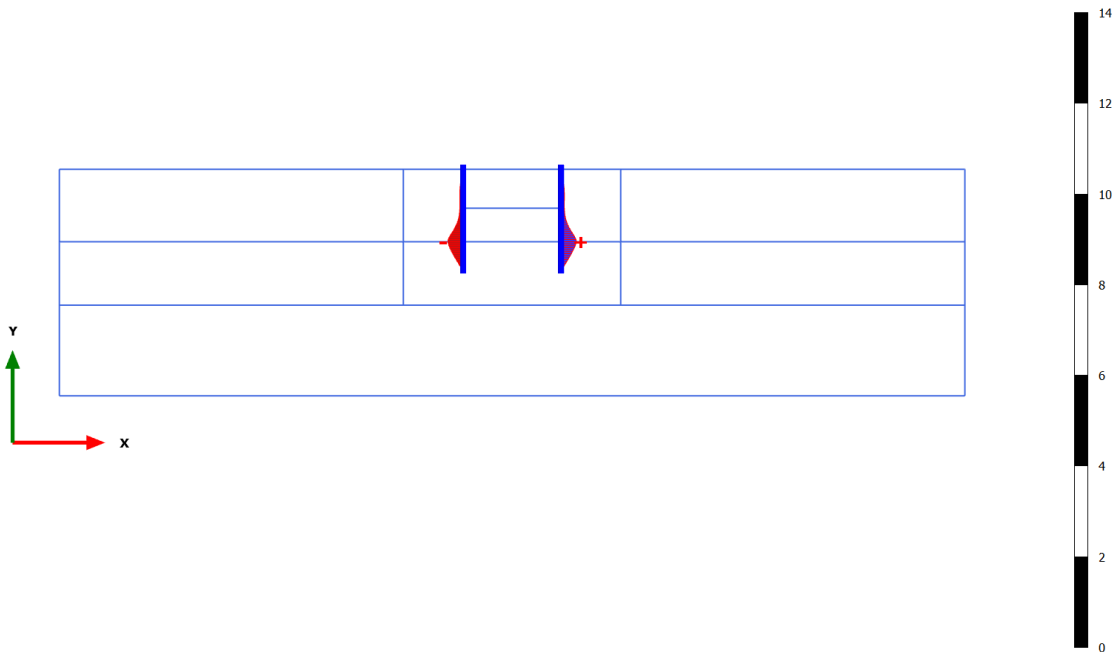
3.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



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

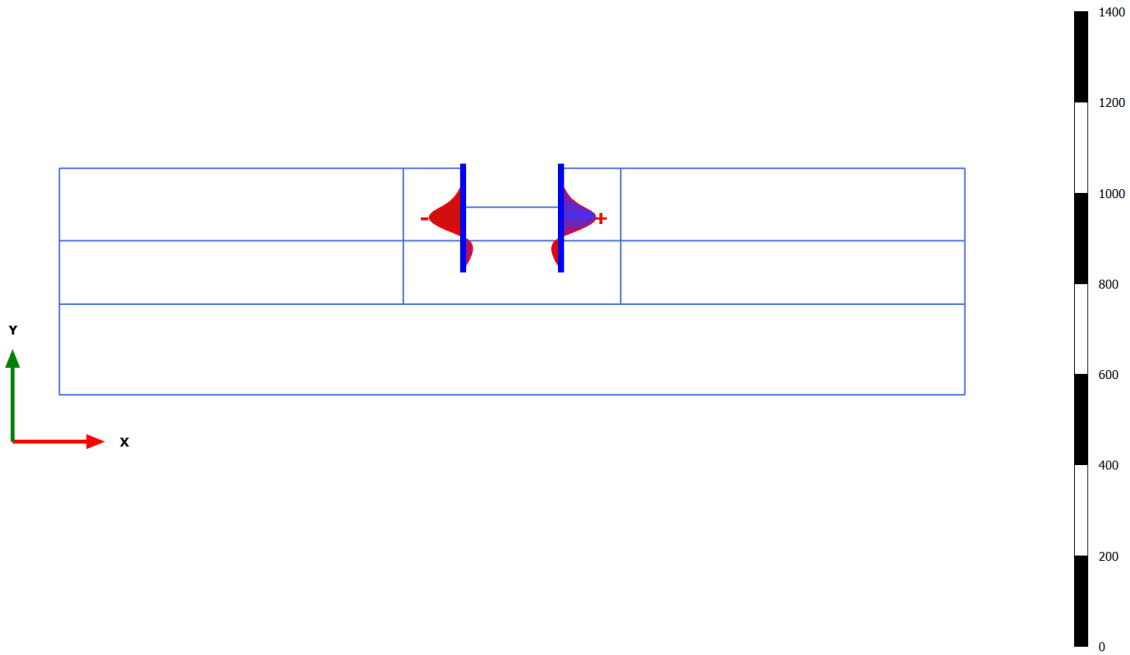
[kN m/m]



Bending moments M (scaled up 5.00 times)
Maximum value = 0.3387 kN m/m (Element 25 at Node 7886)
Minimum value = -0.3387 kN m/m (Element 16 at Node 5041)

3.1.1.2.3 Calculation results, Plate, Scavo max (interface glued) [Phase_3] (3/158), Bending moments M

[kN m/m]



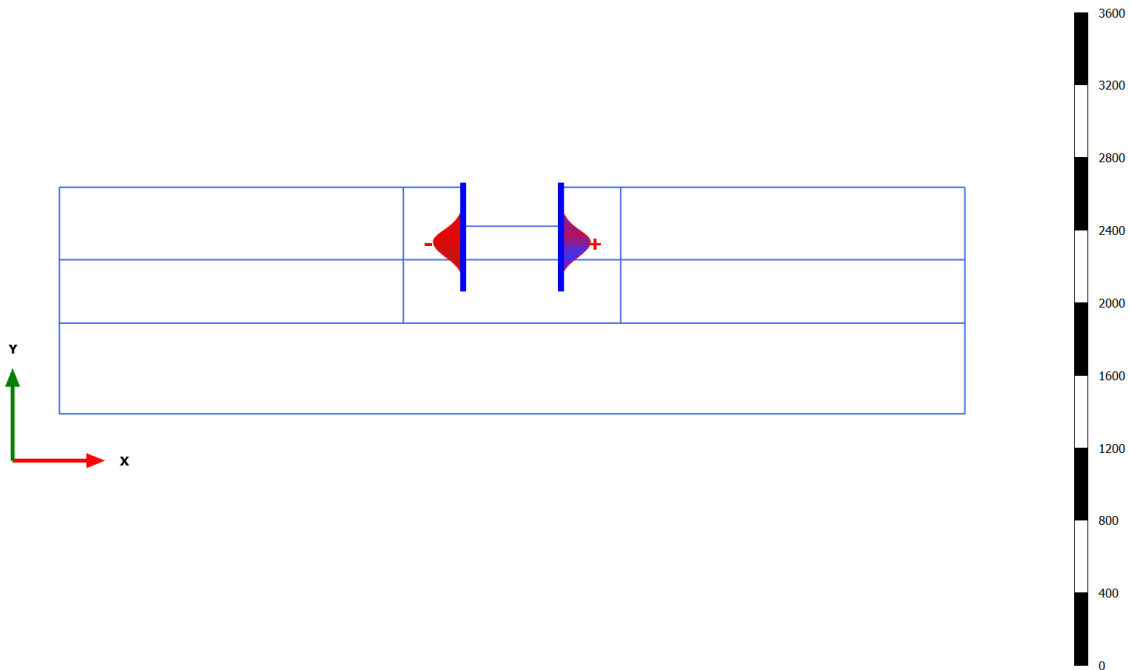
Bending moments M (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 77.49 kN m/m (Element 18 at Node 5466)

Minimum value = -74.89 kN m/m (Element 14 at Node 2372)

3.1.1.2.4 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_8] (8/1347), Bending moments M

[kN m/m]

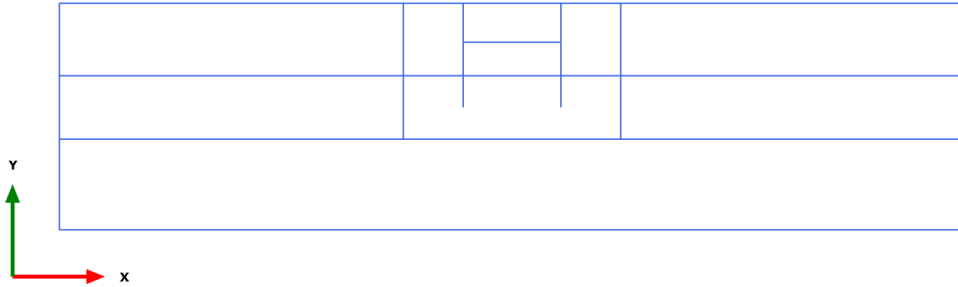


Bending moments M (scaled up 0.0200 times)

Maximum value = 161.8 kN m/m (Element 18 at Node 6467)

Minimum value = -164.8 kN m/m (Element 14 at Node 3659)

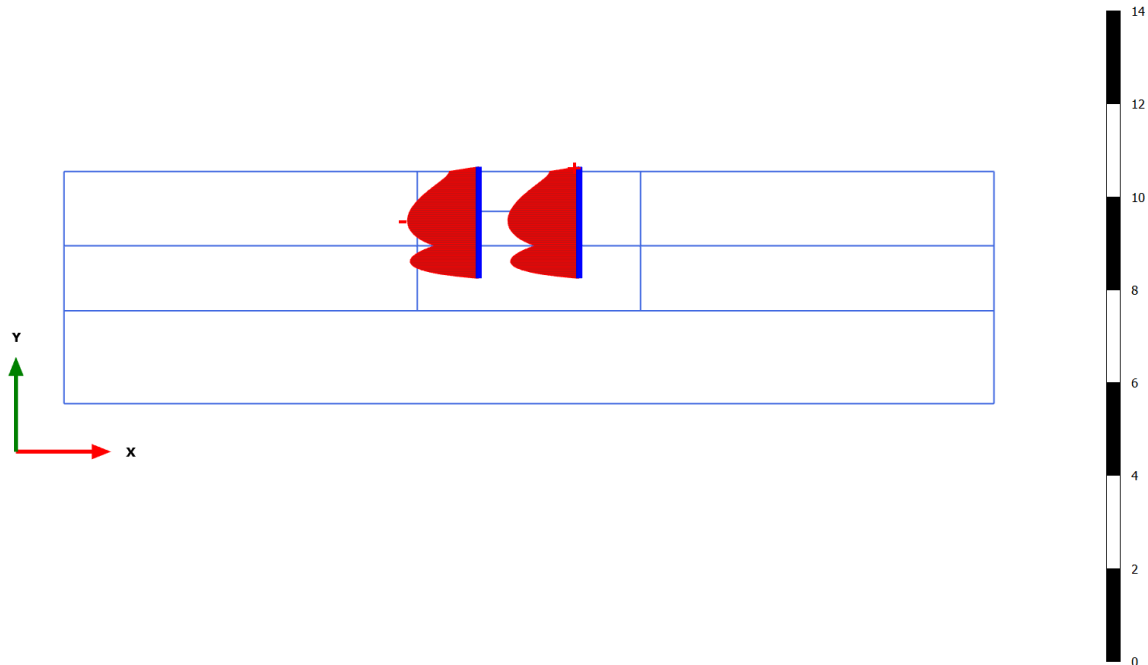
3.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/4), Axial forces N

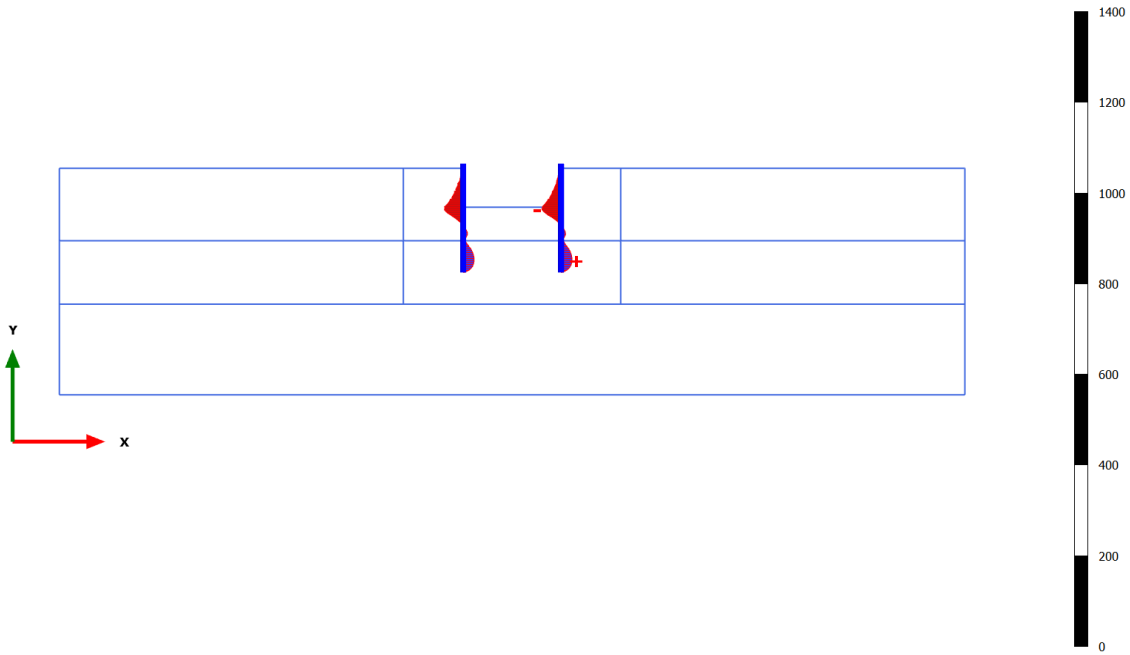
[kN/m]



Axial forces N (scaled up 5.00 times)
Maximum value = $-0.03888 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 3566)
Minimum value = -1.533 kN/m (Element 13 at Node 2371)

3.1.1.3.3 Calculation results, Plate, Scavo max (interface glued) [Phase_3] (3/158), Axial forces N

[kN/m]



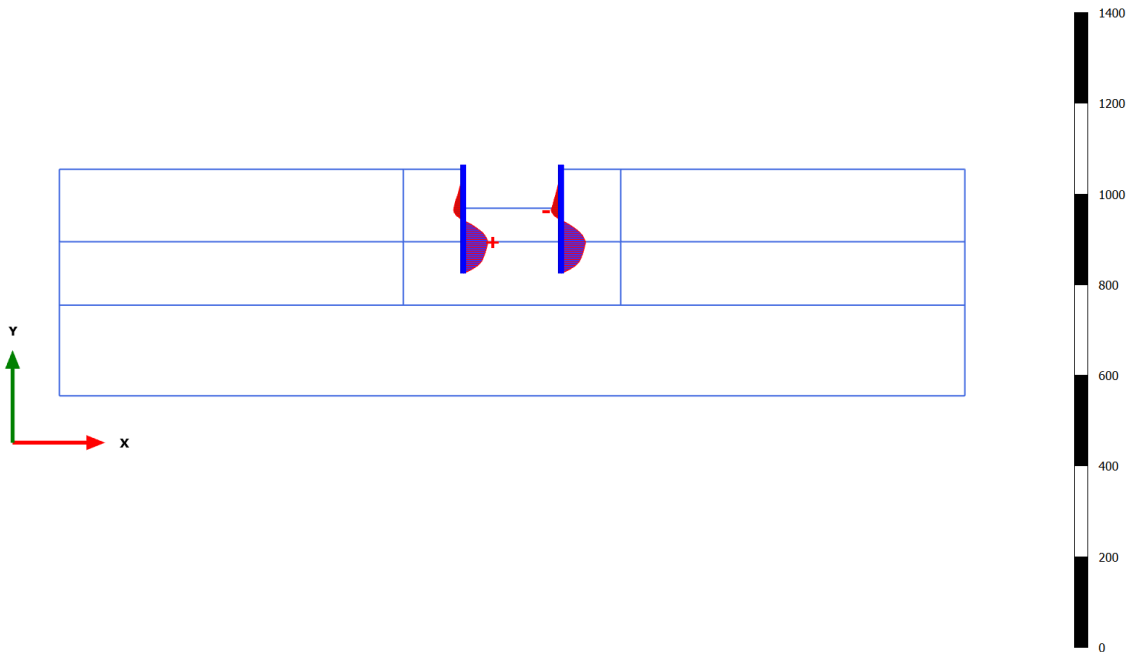
Axial forces N (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 24.53 kN/m (Element 27 at Node 9444)

Minimum value = -42.35 kN/m (Element 17 at Node 5250)

3.1.1.3.4 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_8] (8/1347), Axial forces N

[kN/m]



Axial forces N (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 55.07 kN/m (Element 21 at Node 5041)

Minimum value = -21.71 kN/m (Element 17 at Node 5250)