

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
VI19_AV – Scavalco Fonte delle Monache dal km 1+315,00 al km 1+337,00
SCAVI, DEMOLIZIONI, OPERE PROVVISORIALI
Relazione di calcolo stabilità scavi**

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA	
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due						-	
		ing. Paolo Carmona							
Data: Settembre 2021		Data: Settembre 2021							

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

I N 1 7 1 1 E I 2 C L V I 1 9 0 1 0 0 1 B - - - D I - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Settembre 2021

Progettazione:

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

CIG. 8377957CD1 CUP: J41E9100000009 File: IN1711EI2CLV11901001B
Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 2 di 19

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	Programmi di calcolo utilizzati	5
3	ANALISI DI STABILITA'	6
3.1	Metodologie di calcolo verifica di stabilità.....	6
3.2	Carichi.....	7
3.3	Sezione di calcolo.....	9
3.4	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	11
3.5	Risultati	12
	APPENDICE A. ANALISI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE	13

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica Documento E12 CL VI 19 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 3 di 19</p>

1 PREMESSA

Il presente documento sviluppa il calcolo per la stabilità della scarpata di scavo con chiodatura prevista a presidio degli scavi provvisionali necessari per la realizzazione delle fondazioni delle spalle dell'opera VI19 – Scavalco Fonte delle Monache ubicato tra le progressive chilometriche 1+315.00 e 1+337.00 della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Le particolari condizioni idrogeologiche locali e vincoli ambientali non consentono il ricorso a opere di sostegno (anche provvisionali) di tipo profondo.

In generale per la realizzazione delle fondazioni delle spalle, poiché il livello di falda è sotto il fondo scavo, si prevedono scavi a cielo aperto con scarpate stabili a pendenza 2 (verticale) / 3 (orizzontale). Per il lato dello scavo parallelo alla linea storica (che rimane in esercizio durante le lavorazioni) è necessario utilizzare scarpate a pendenza maggiore (1 / 1), altrimenti gli scavi vanno a ridosso del muro esistente della ferrovia (vedasi Figura 6, Figura 7). In particolare si prevede un sistema di rafforzamento corticale con chiodature + rete + spritz beton (vedasi particolare in figura seguente) al fine di garantire la stabilità della scarpata.

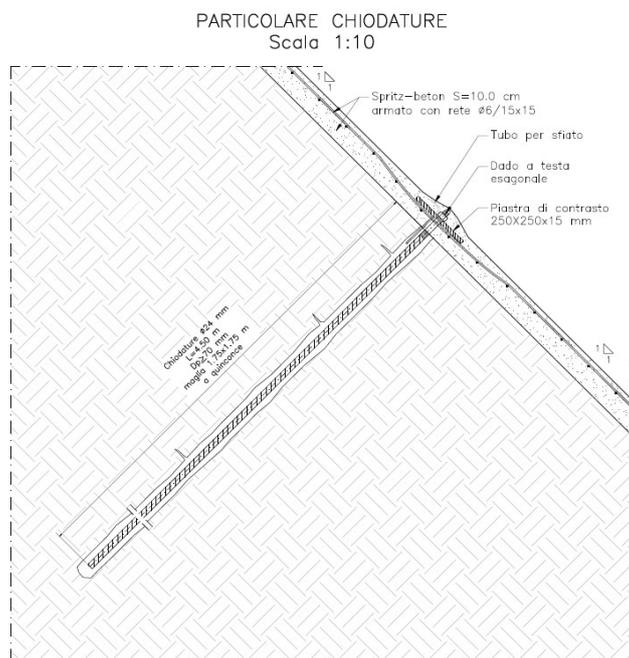


Figura 1 – Sezione tipologica intervento

Come si evince dalle sezioni trasversali (vedasi figura seguente), la posizione dei chiodi e la loro lunghezza porta ad escludere interferenze con la fondazione esistente del muro della linea storica. Comunque, in fase di cantiere prima di iniziare le lavorazioni, ciò potrà essere verificato con saggi locali idonei ad individuare conformazione e profondità della fondazione esistente.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 4 di 19</p>

SPALLA A
SEZIONE TRASVERSALE
Scala 1:100

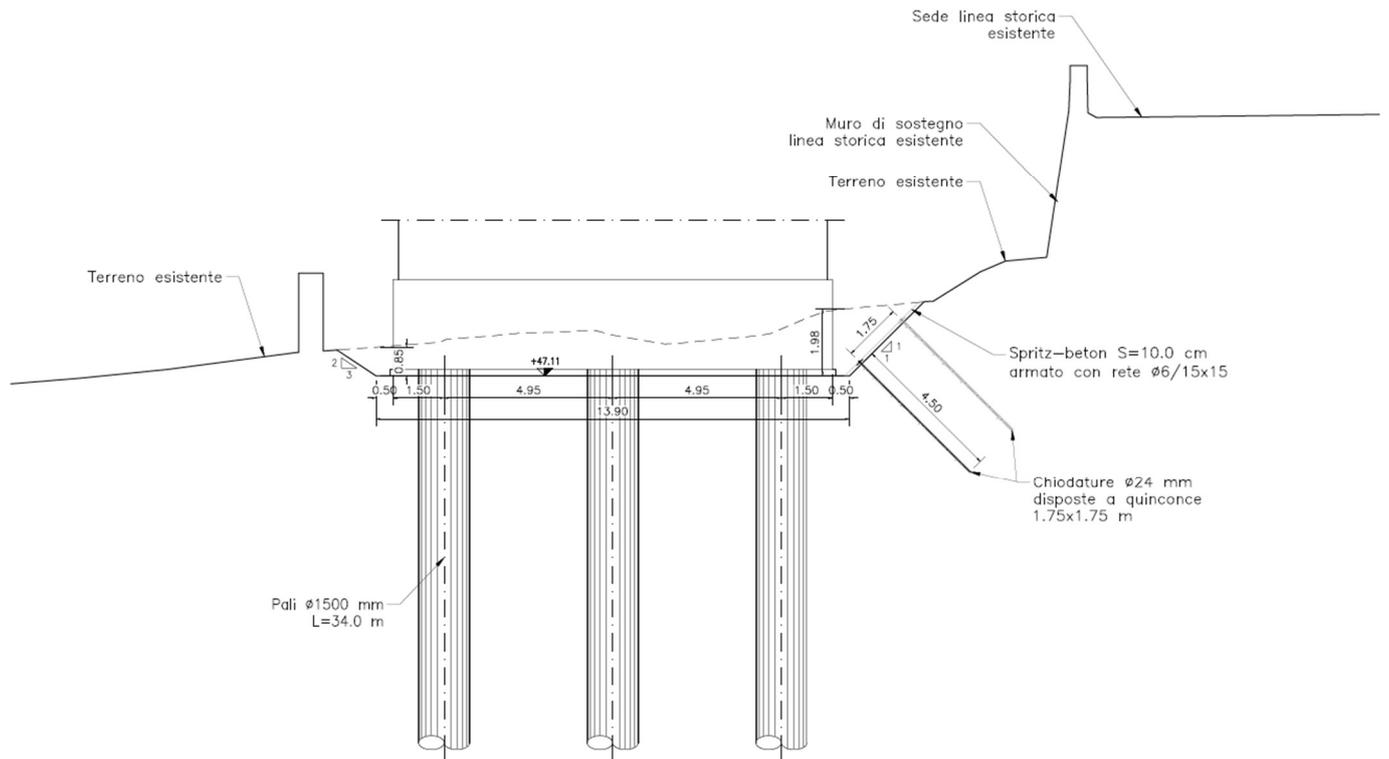


Figura 2 – Sezione trasversale scavi per palificata spalla A

Per la sistemazione definitiva dell'area si rimanda agli appositi elaborati di progetto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 5 di 19

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] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [NR 3] BS 8006:1995 – “Code of practice for Strengthened/reinforced soils and other fills”.
- [NR 4] Manuale di Progettazione RFI.

2.2 Documenti di riferimento

- [DR 1.] IN1711EI2FZVI1900001A – Profilo Geotecnico - VI19_Scavalco Fonte delle Monache dal Km 1+315,00 al Km 1+337,00.
- [DR 2.] IN1711EI2RBGE0000001A – Relazione Geotecnica (dal km 0+000 al km 10+050).
- [DR 3.] IN1711EI2RBVI1900001A – Relazione Geotecnica - VI19_Scavalco Fonte delle Monache dal Km 1+315,00 al Km 1+337,00.

2.3 Programmi di calcolo utilizzati

Le analisi sono svolte per mezzo del programma di calcolo Slide 2018, prodotto da Rocscience. E' validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2008, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l'idoneità di utilizzo nel caso specifico.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 6 di 19

3 ANALISI DI STABILITA'

Nel presente capitolo si riporta la verifica di stabilità globale della scarpata di scavo provvisoria con chiodatura prevista a presidio delle lavorazioni per la realizzazione delle fondazioni del ponte lato rilevato linea storica in esercizio.

3.1 Metodologie di calcolo verifica di stabilità

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante il codice di calcolo SLIDE 18, in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. Il coefficiente di sicurezza a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}} \quad \text{coefficiente di sicurezza}$$

In conformità alla normativa vigente (D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" – NTC2008), l'analisi di stabilità globale deve svolgersi agli SLU: A2+M2+R2.

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali di seguito riportati.

$$\gamma_\phi = 1.25 \quad \text{coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio}$$

$$\gamma_c = 1.25 \quad \text{coefficiente parziale per la coesione drenata}$$

L'analisi viene quindi condotta con i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

$$\tan(\phi'_d) = \tan(\phi'_k) / \gamma_\phi \quad \text{angolo di resistenza al taglio}$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_c \quad \text{coesione drenata}$$

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 (γ_R) sia in condizioni statiche, che sismiche. Pertanto il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare $FS \geq 1.1$.

Per le verifiche di stabilità in presenza di scarpate con chiodature, il programma SLIDE consente di usare l'opzione "Support" in cui i singoli chiodi sono modellati come "soil nail", a cui viene assegnata la forza limite dell'acciaio, la forza limite allo sfilamento, l'interasse chiodi. Nel caso in esame in base alle caratteristiche delle chiodature i dati di input sono i seguenti (vedasi tabulati di calcolo in Appendice A):

Barre metalliche $\phi 24$ mm.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 										
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto</td> <td style="width: 15%;">Lotto</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento</td> <td style="width: 15%;">Rev.</td> <td style="width: 25%;">Foglio</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>11</td> <td>EI2 CL VI 19 0 1 001</td> <td>B</td> <td>7 di 19</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio	IN17	11	EI2 CL VI 19 0 1 001	B	7 di 19
Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio							
IN17	11	EI2 CL VI 19 0 1 001	B	7 di 19							

$F_s = 177 \text{ kN}$ forza assiale limite acciaio (area barra 452 mm^2 , acciaio B450C: $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_M=1.15$)

$F_f = 54 \text{ kN}$ forza assiale limite fondazione, valutata come:

$$F_f = (\pi \cdot D_p \cdot \alpha \tau \cdot L) / F_S = 54 \text{ kN}$$

$B = 54 / 4.5 = 12 \text{ kN/m}$ forza a metro di barra (Bond Strength)

Dove

$D_p = 70 \text{ mm}$ diametro di perforazione

$L = 4.5 \text{ m}$ lunghezza barra

$\alpha \tau = 105 \text{ kPa}$ tensione di adesione fondazione-terreno (iniezione IGU con riferimento a Bustamante e Doix, vedasi parametri esplicitati in figura seguente)

$F_S = \gamma_R \cdot \xi_3 = 1.1 \cdot 1.75 = 1.925$ fattori parziali da normativa per tiranti provvisori con numero di verticali di indagine pari a 2 (ξ_3 assunto in accordo a quanto fatto per la valutazione della portanza dei pali)

Interasse = 1.75 m.

NSPT	pl	α	s	$\alpha \tau$
[--]	[MPa]	[--]	[MPa]	[kPa]
14	0.933	1.1	0.096	106
Limi e Argille	IGU			

Terreno	Valori di α	
	IRS	IGU
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2
Argilla	1,8 - 2,0	1,2
Marne	1,8	1,1 - 1,2
Calcarei marnosi	1,8	1,1 - 1,2
Calcarei alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1

Tabella 1. Valori del coefficiente α (da Viggiani, 1999)

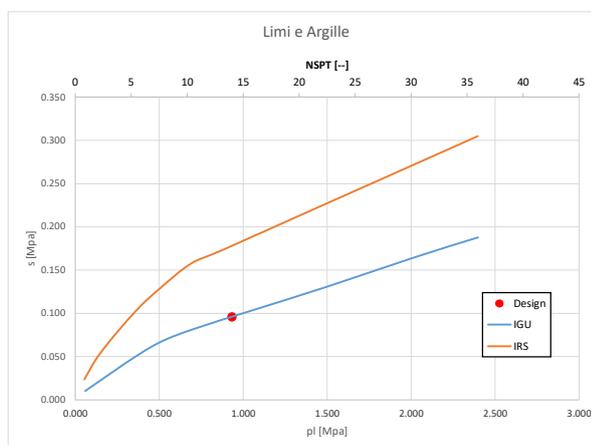


Figura 3 – Tensione di adesione laterale – Bustamante e Doix

3.2 Carichi

Le analisi di stabilità sono state svolte considerando il carico del rilevato ferroviario agente a monte con i carichi permanenti ed accidentali valutati in accordo alle STI (specifiche tecniche di interoperabilità) e indicate nel manuale Italferr.

Oltre ai carichi permanenti (14.4 kPa, a cui poi va applicato il coefficiente parziale per le azioni, $\gamma_F = 1.3$, Tabella 5.2.V NTC 2008), va considerato un carico da traffico ferroviario, valutato dal modello di carico 71 di cui al punto 6.3.2. della norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E12 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 8 di 19

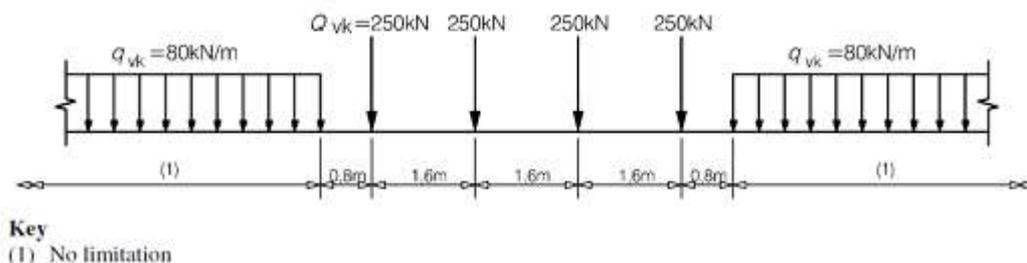
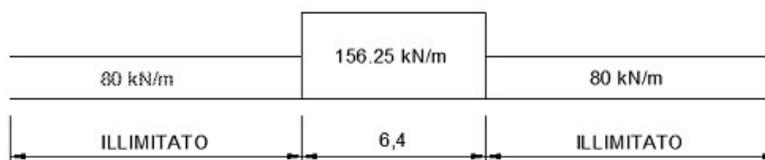
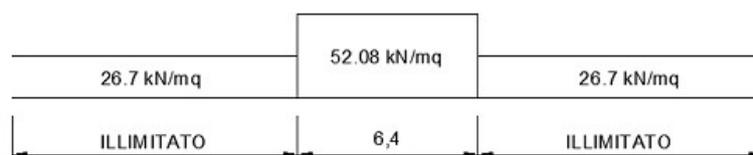


Figura 4 - Load model 71 (al punto 6.3.2. della norma EN 1991-2:2003)

Il carico equivalente per le opere in terra si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla norma EN 1991-1:2003. Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale il carico verticale equivalente a metro lineare agente a quota piattaforma ferroviaria risulta pari a: $p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kN/m}$



Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m (a 0.7 m dal piano ferro), secondo quanto previsto dalla norma EN 1991-2:2003 punto 6.3.6.4, si ricava il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria.



A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella seguente tabella.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E12 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 9 di 19

Tabella 1

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospenso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospenso
F1600	1,1

Nel caso in esame il coefficiente α è pari ad 1.0 perché le categorie di traffico sono P2 per il traffico passeggeri e F1 per il traffico merci.

Quindi in sintesi per le condizioni di carico esaminate si applicano i seguenti carichi (nella figura seguente è mostrato lo schema dei carichi applicati):

- Condizioni statiche: carico permanente pari a 18.7 kPa, carico accidentale pari a 67.7 kPa.

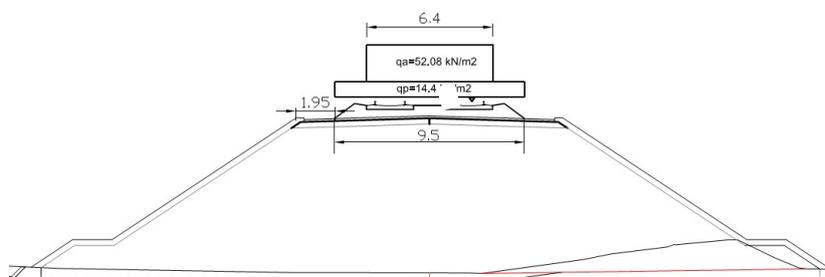


Figura 5 - Schema carichi applicati da STI

3.3 Sezione di calcolo

La verifica di stabilità è svolta per la sezione in corrispondenza della spalla A, rappresentativa comunque per entrambe le spalle.

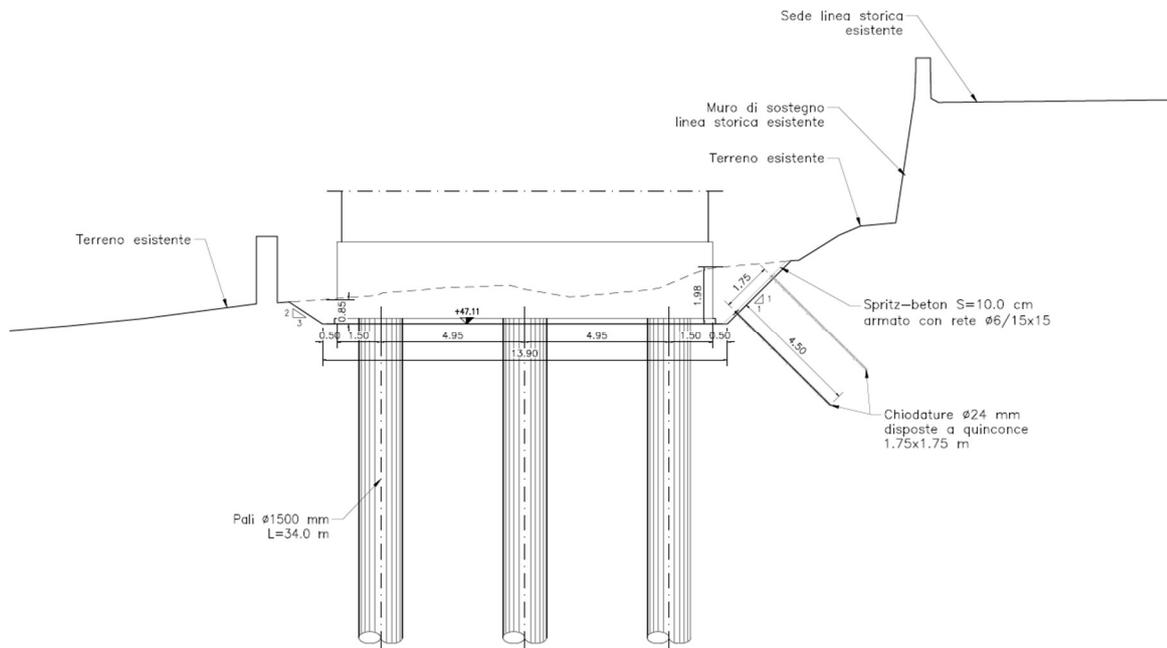


Figura 6 – Sezione di calcolo – spalla A

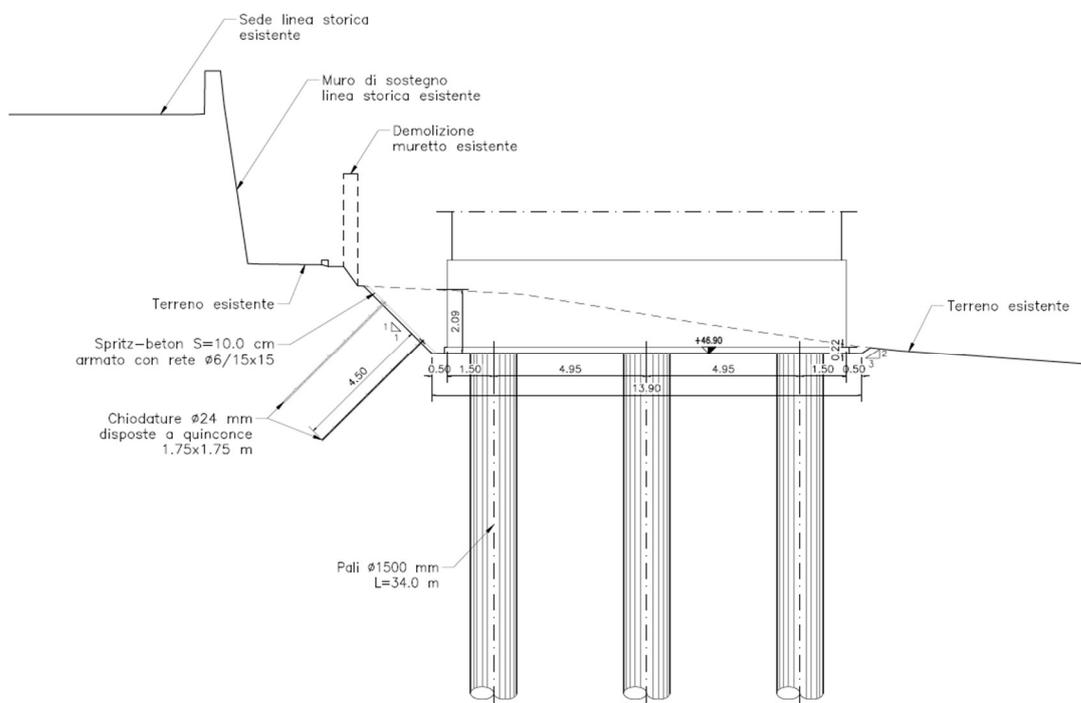


Figura 7 – Sezione di calcolo – spalla B

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 11 di 19

3.4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Nella seguente tabella si riportano, per le unità geotecniche di interesse progettuale, i parametri geotecnici, per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica ([DR 3.]).

Tabella 2 – Parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
0	5.0	argilla	18.5	27	5
5.0	12.5	ghiaia	19.0	37 (*)	0
12.5	16.5	argilla	19.0	27	5
16.5	28.5	sabbia	19.0	37 (*)	0

(*) il valore dell'angolo di resistenza al taglio assunto nel calcolo è cautelativo e rappresenta il valore minimo nell'ambito dei depositi incoerenti presenti nel sito (unità 6 ed unità 4).

Per il rilevato ferroviario esistente si considerano i seguenti parametri geotecnici, usualmente utilizzati in ambito Italferr per le verifiche dei rilevati ferroviari esistenti:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

La falda è stata considerata a quota +45.3 m s.l.m..

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 12 di 19

3.5 Risultati

Nella seguente figura si riportano i risultati della verifica di stabilità nelle sole condizioni statiche SLU in quanto si tratta di opera provvisoria. Il fattore di sicurezza minimo è > 1.1 , quindi la verifica di stabilità è soddisfatta, secondo quanto previsto da normativa.

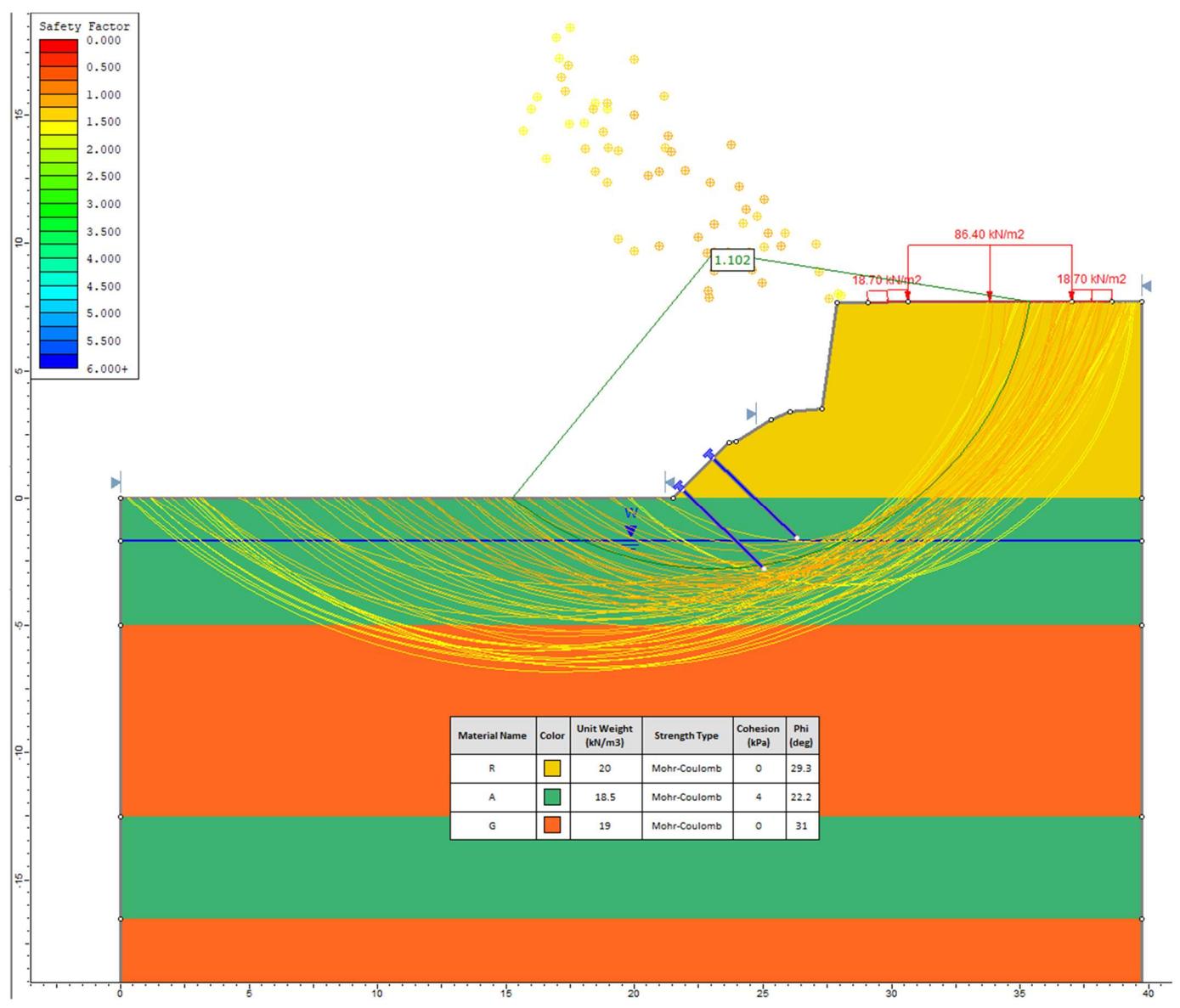


Figura 8 – Risultati della verifica di stabilità provvisoria – statica SLU

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 13 di 19

APPENDICE A. ANALISI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE

Slide Analysis Information

SPA_01

Project Summary

File Name: SPA_01.slmd
Slide Modeler Version: 8.024
Compute Time: 00h:00m:00.83s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 29/03/2021, 12:02:03

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Data Output: Standard
Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check malpha < 0.2: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]: 9.81
Use negative pore pressure cutoff: Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]: 0
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 14 di 19

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 500
Upper Angle [°]: Not Defined
Lower Angle [°]: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 18.7
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 18.7
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 86.4
Orientation: Normal to boundary

Materials

Property	R	A	G
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	18.5	19
Cohesion [kPa]	0	4	0
Friction Angle [°]	29.3	22.2	31

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 15 di 19

Water Surface	None	Water Table	Water Table
Hu Value		1	1
Ru Value	0		

Support

Support 1

- Support Type: Soil Nail
- Force Application: Passive
- Force Orientation: Parallel to Reinforcement
- Out-of-Plane Spacing: 1.75 m
- Tensile Capacity: 177 kN
- Plate Capacity: 177 kN
- Bond Strength: 12 kN/m

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.102270
Center:	23.094, 9.633
Radius:	12.422
Left Slip Surface Endpoint:	15.252, 0.000
Right Slip Surface Endpoint:	35.363, 7.693
Resisting Moment:	13478.2 kN-m
Driving Moment:	12227.7 kN-m
Passive Support Moment:	10.2838 kN-m
Maximum Single Support Force:	1.37234 kN
Total Support Force:	1.37234 kN
Total Slice Area:	91.7322 m2
Surface Horizontal Width:	20.1119 m
Surface Average Height:	4.56109 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 65
Number of Invalid Surfaces: 435

Slice Data

- Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10227

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 										
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto</td> <td style="width: 15%;">Lotto</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento</td> <td style="width: 10%;">Rev.</td> <td style="width: 25%;">Foglio</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>11</td> <td>EI2 CL VI 19 0 1 001</td> <td>B</td> <td>16 di 19</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio	IN17	11	EI2 CL VI 19 0 1 001	B	16 di 19
Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio							
IN17	11	EI2 CL VI 19 0 1 001	B	16 di 19							

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.393848	1.12091	-37.9975	A	4	22.2	6.58732	7.261	7.99084	0	7.99084	2.84473	2.84473
2	0.393848	3.27383	-35.7259	A	4	22.2	9.13951	10.0742	14.8844	0	14.8844	8.31073	8.31073
3	0.393848	5.25615	-33.5174	A	4	22.2	11.353	12.5141	20.8631	0	20.8631	13.3437	13.3437
4	0.393848	7.08106	-31.364	A	4	22.2	13.2819	14.6402	26.0728	0	26.0728	17.977	17.977
5	0.393848	8.75948	-29.259	A	4	22.2	14.9666	16.4972	30.6233	0	30.6233	22.2385	22.2385
6	0.393848	10.3006	-27.1966	A	4	22.2	16.4383	18.1194	34.5985	0	34.5985	26.1516	26.1516
7	0.393848	11.7122	-25.1716	A	4	22.2	17.7213	19.5337	38.0642	0	38.0642	29.7359	29.7359
8	0.406852	13.4501	-23.1474	A	4	22.2	18.4761	20.3656	40.9557	0.853095	40.1026	33.0569	32.2038
9	0.406852	14.6961	-21.121	A	4	22.2	18.7685	20.688	43.3697	2.47713	40.8926	36.1196	33.6425
10	0.406852	15.8185	-19.1219	A	4	22.2	19.0034	20.9469	45.4671	3.93991	41.5272	38.8785	34.9386
11	0.406852	16.8217	-17.1468	A	4	22.2	19.1844	21.1464	47.2637	5.24752	42.0162	41.3447	36.0971
12	0.406852	17.7099	-15.1924	A	4	22.2	19.3146	21.2899	48.7727	6.40515	42.3675	43.5278	37.1226
13	0.406852	18.4864	-13.2561	A	4	22.2	19.3964	21.3801	50.006	7.41719	42.5888	45.4366	38.0194
14	0.406852	19.1541	-11.335	A	4	22.2	19.4324	21.4197	50.9729	8.28735	42.6855	47.0776	38.7902
15	0.406852	19.7152	-9.42681	A	4	22.2	19.4241	21.4106	51.682	9.01871	42.6633	48.457	39.4383
16	0.406852	20.5264	-7.52911	A	4	22.2	19.7126	21.7286	53.0563	9.6138	43.4425	50.4509	40.8371
17	0.406852	23.7129	-5.63969	A	4	22.2	22.2921	24.5719	60.4846	10.0746	50.41	58.2832	48.2086
18	0.406852	27.2752	-3.75642	A	4	22.2	25.2101	27.7883	68.6943	10.4027	58.2916	67.0391	56.6364
19	0.406852	30.7365	-1.8772	A	4	22.2	28.0143	30.8793	76.4648	10.5991	65.8657	75.5466	64.9475
20	0.406852	34.0972	0	A	4	22.2	30.7084	33.849	83.8073	10.6646	73.1427	83.8073	73.1427
21	0.406852	37.3465	1.8772	A	4	22.2	33.2857	36.6898	90.7031	10.5991	80.104	91.7941	81.195
22	0.406852	38.8603	3.75642	A	4	22.2	34.306	37.8145	93.2626	10.4027	82.8599	95.515	85.1123
23	0.406852	40.3697	5.63969	A	4	22.2	35.3429	38.9574	95.7351	10.0746	85.6605	99.2252	89.1506
24	0.406852	42.0958	7.52911	A	4	22.2	37.345	41.1643	100.682	9.6138	91.0683	105.618	96.0042
25	0.406852	43.7187	9.42681	A	4	22.2	37.7531	41.6141	101.189	9.01871	92.1706	107.457	98.4388
26	0.406852	44.8896	11.335	A	4	22.2	38.5493	42.4917	102.608	8.28735	94.3209	110.336	102.048
27	0.406852	45.6205	13.2561	A	4	22.2	38.9963	42.9845	102.946	7.41719	95.5286	112.133	104.715
28	0.406852	45.4965	15.1924	A	4	22.2	38.7625	42.7267	101.302	6.40515	94.897	111.828	105.423
29	0.406852	44.9138	17.1468	A	4	22.2	38.1951	42.1013	98.6119	5.24752	93.3644	110.396	105.149
30	0.406852	44.805	19.1219	A	4	22.2	38.058	41.9502	96.9341	3.93991	92.9942	110.129	106.189
31	0.406852	59.4598	21.121	A	4	22.2	49.7115	54.7955	126.948	2.47713	124.47	146.151	143.673
32	0.406852	74.8742	23.1474	A	4	22.2	61.6862	67.9949	157.668	0.853095	156.815	184.039	183.186
33	0.393848	72.1022	25.1716	A	4	22.2	60.8265	67.0472	154.493	0	154.493	183.079	183.079
34	0.393848	70.7114	27.1966	A	4	22.2	58.8976	64.9211	149.283	0	149.283	179.548	179.548
35	0.393848	69.1972	29.259	A	4	22.2	61.1741	67.4304	155.432	0	155.432	189.703	189.703
36	0.393848	67.5607	31.364	A	4	22.2	60.4279	66.6079	153.416	0	153.416	190.249	190.249
37	0.393848	65.7783	33.5174	A	4	22.2	58.1342	64.0796	147.221	0	147.221	185.724	185.724
38	0.393848	63.8386	35.7259	A	4	22.2	55.7266	61.4258	140.718	0	140.718	180.8	180.8
39	0.393848	61.7141	37.9975	A	4	22.2	68.9953	76.0514	176.557	0	176.557	230.457	230.457
40	0.40243	60.5376	40.3685	R	0	29.3	84.1576	92.7644	165.304	0	165.304	236.848	236.848
41	0.40243	57.6584	42.8528	R	0	29.3	79.4255	87.5483	156.009	0	156.009	229.694	229.694
42	0.40243	54.5113	45.4418	R	0	29.3	74.4603	82.0754	146.257	0	146.257	221.874	221.874
43	0.40243	51.0581	48.1561	R	0	29.3	69.2302	76.3104	135.984	0	135.984	213.294	213.294
44	0.40243	47.248	51.0231	R	0	29.3	63.693	70.2069	125.107	0	125.107	203.827	203.827
45	0.40243	43.0107	54.0811	R	0	29.3	57.7921	63.7025	113.516	0	113.516	193.298	193.298
46	0.40243	38.2441	57.3856	R	0	29.3	51.4467	56.7082	101.053	0	101.053	181.453	181.453
47	0.40243	32.7886	61.024	R	0	29.3	44.5344	49.0889	87.4753	0	87.4753	167.897	167.897
48	0.40243	26.3673	65.1491	R	0	29.3	36.8485	40.617	72.3786	0	72.3786	151.94	151.94
49	0.40243	18.4007	70.0836	R	0	29.3	27.9715	30.8321	54.9421	0	54.9421	132.144	132.144
50	0.40243	6.96541	76.9109	R	0	29.3	16.556	18.2492	32.5197	0	32.5197	103.726	103.726

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E12 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 17 di 19

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10227**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	15.2515	3.09944e-11	0	0	0
2	15.6454	-0.30768	5.05237	0	0
3	16.0392	-0.590959	12.8675	0	0
4	16.4331	-0.851813	22.7799	0	0
5	16.8269	-1.09188	34.2688	0	0
6	17.2208	-1.31253	46.9188	0	0
7	17.6146	-1.51491	60.3934	0	0
8	18.0085	-1.7	74.4165	0	0
9	18.4153	-1.87394	89.0553	0	0
10	18.8222	-2.0311	103.505	0	0
11	19.229	-2.17216	117.649	0	0
12	19.6359	-2.29769	131.385	0	0
13	20.0427	-2.40817	144.63	0	0
14	20.4496	-2.50401	157.312	0	0
15	20.8564	-2.58557	169.373	0	0
16	21.2633	-2.65312	180.765	0	0
17	21.6701	-2.70689	191.636	0	0
18	22.077	-2.74707	203.133	0	0
19	22.4839	-2.77378	215.223	0	0
20	22.8907	-2.78712	227.637	0	0
21	23.2976	-2.78712	240.128	0	0
22	23.7044	-2.77378	252.457	0	0
23	24.1113	-2.74707	263.92	0	0
24	24.5181	-2.70689	274.449	0	0
25	24.925	-2.65312	285.111	0	0
26	25.3318	-2.58557	293.632	0	0
27	25.7387	-2.50401	300.943	0	0
28	26.1455	-2.40817	306.938	0	0
29	26.5524	-2.29769	311.513	0	0
30	26.9592	-2.17216	314.67	0	0
31	27.3661	-2.0311	316.476	0	0
32	27.7729	-1.87394	316.745	0	0
33	28.1798	-1.7	314.412	0	0
34	28.5736	-1.51491	309.767	0	0
35	28.9675	-1.31253	302.746	0	0
36	29.3613	-1.09188	292.613	0	0
37	29.7552	-0.851813	279.677	0	0
38	30.149	-0.590959	264.266	0	0
39	30.5429	-0.30768	246.447	0	0
40	30.9367	2.10214e-11	219.309	0	0
41	31.3392	0.342113	196.615	0	0
42	31.7416	0.715457	170.325	0	0
43	32.144	1.12414	140.51	0	0
44	32.5464	1.57354	107.252	0	0
45	32.9489	2.07091	70.653	0	0
46	33.3513	2.62646	30.8404	0	0
47	33.7537	3.25538	-12.0147	0	0
48	34.1562	3.9821	-57.6674	0	0
49	34.5586	4.85101	-105.733	0	0

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 CL VI 19 0 1 001	Rev. B	Foglio 18 di 19

50	34.961	5.96172	-155.504	0	0
51	35.3635	7.69256	0	0	0

Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	39.7418	-26.9176
	39.7418	-16.5
	39.7418	-12.5
	39.7418	-5
	39.7418	0
	39.7418	7.69256
	38.5665	7.69256
	37.0165	7.69256
	30.6165	7.69256
	29.0665	7.67129
	27.8911	7.66341
	27.2718	3.5
	26.0592	3.38807
	25.3194	3.06995
	23.9407	2.20384
	23.6701	2.18823
	21.4818	4.36557e-11
	0	0
0	-5	
0	-12.5	
0	-16.5	
0	-26.9176	
Material Boundary	X	Y
	21.4818	4.36557e-11
Material Boundary	X	Y
	39.7418	0
Material Boundary	X	Y
	0	-5
Material Boundary	X	Y
	39.7418	-5
Material Boundary	X	Y
	0	-12.5
Material Boundary	X	Y
	39.7418	-12.5
Material Boundary	X	Y
	0	-16.5
Material Boundary	X	Y
	39.7418	-16.5

Scenario-based Entities

GENERAL CONTRACTOR



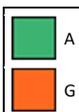
Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

VI19 - RELAZIONE DI CALCOLO STABILITA° SCAVI.	Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
	IN17	11	EI2 CL VI 19 0 1 001	B	19 di 19

Type	Coordinates	Master Scenario						
Water Table	<table border="1"> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> <tr><td>0</td><td>-1.7</td></tr> <tr><td>39.7418</td><td>-1.7</td></tr> </table>	X	Y	0	-1.7	39.7418	-1.7	<p>Assigned to materials:</p> 
	X	Y						
0	-1.7							
39.7418	-1.7							
Distributed Load	<table border="1"> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> <tr><td>30.6165</td><td>7.69256</td></tr> <tr><td>29.0665</td><td>7.67129</td></tr> </table>	X	Y	30.6165	7.69256	29.0665	7.67129	<p>Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 18.7 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No</p>
	X	Y						
30.6165	7.69256							
29.0665	7.67129							
Distributed Load	<table border="1"> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> <tr><td>38.5665</td><td>7.69256</td></tr> <tr><td>37.0165</td><td>7.69256</td></tr> </table>	X	Y	38.5665	7.69256	37.0165	7.69256	<p>Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 18.7 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No</p>
	X	Y						
38.5665	7.69256							
37.0165	7.69256							
Distributed Load	<table border="1"> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> <tr><td>37.0165</td><td>7.69256</td></tr> <tr><td>30.6165</td><td>7.69256</td></tr> </table>	X	Y	37.0165	7.69256	30.6165	7.69256	<p>Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 86.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No</p>
	X	Y						
37.0165	7.69256							
30.6165	7.69256							