

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
RILEVATI
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
GENERALE
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due						
		Ing. Paolo Carmona Data: Ottobre 2021		Data:				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	R B	R I 3 8 0 0	0 0 1	A	- - - P - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Ottobre 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	G. Pepe	Ottobre 2021	V. Pastore	Ottobre 2021	P. Ascari	Ottobre 2021	

CIG: 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RBRI3800001A_01
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 2 di 154</p>

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Documentazione di progetto	5
2.2	Normativa e standard di riferimento	5
2.3	Bibliografia	6
3	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	7
3.1	Geometria del rilevato	7
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
4.1	Indagini disponibili	8
4.2	Inquadramento stratigrafico	9
4.3	Livello di falda	10
4.4	Condizioni geotecniche del sito	11
4.5	Sintesi del modello geotecnico di riferimento	20
4.5.1	Materiale da rilevato	20
5	CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	21
5.1	Sollecitazione sismica di progetto	21
5.1.1	Vita Nominale	21
5.1.2	Classe d'uso	21
5.1.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	22
5.1.4	Categorie di Sottosuolo	22
5.1.5	Condizioni topografiche	22
5.1.6	Accelerazione sismica di riferimento	23
5.2	Suscettibilità alla liquefazione	23
5.2.1	CRR da correlazione su prove CPT	25
5.2.2	CRR da correlazione su prove SPT	27
5.2.3	Commento ai risultati	31
6	VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO	35
6.1	Criteri di verifica agli Stati Limite	35
6.1.1	Stati limite ultimi (SLU)	35
6.1.2	Stati limite di esercizio (SLE)	37
6.1.3	Verifiche in condizioni sismiche	37
6.2	Azioni di progetto	37
6.2.1	Azioni permanenti	38
6.2.2	Azioni variabili	38
6.2.3	Azione sismica	38

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 3 di 154</p>

6.3	Verifiche e risultati SLU	39
6.3.1	Premessa.....	39
6.3.2	Verifiche SLU in condizione statiche	39
6.3.3	Verifiche SLU in condizioni sismiche	40
6.4	Verifica e risultati SLE.....	43
7	RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI	48
7.1	Introduzione	48
7.2	Analisi agli stati limite.....	49
7.3	Metodologia di calcolo	51
7.3.1	Portata laterale.....	51
7.3.1.1	Depositi coesivi	52
7.3.1.2	Depositi incoerenti	52
7.3.2	Portata di base.....	52
7.3.2.1	Depositi coesivi	53
7.3.2.2	Depositi incoerenti	53
7.3.2.3	Terreni stratificati	53
7.4	Stratigrafia di calcolo	54
7.5	Risultati	55
7.5.1	PALI D = 800 mm	56
8	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	60
	Allegati	61
	ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO.....	62
	ALLEGATO 2 - SONDAGGI.....	64
	ALLEGATO 3 - TABULATI DI SLIDE – ANALISI SLU STATICA	68
	ALLEGATO 4 - TABULATI DI SLIDE – ANALISI SLU sisma	88
	ALLEGATO 5 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE	110
	ALLEGATO 6 - TABULATI CALCOLO RESISTENZA PALI	114

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 4 di 154

1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica del rilevato RI38, previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova. Tale rilevato si estende tra il km 23+978 e il km 24+368.

La relazione descrive in dettaglio il modello geotecnico definito per il rilevato, ricavato sulla base delle indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze dell'opera e delle caratteristiche geotecniche attribuite ai materiali rinvenuti lungo la tratta.

Le verifiche discusse sono state eseguite ai sensi della Normativa vigente (v. capitolo seguente) e gli interventi proposti sono volti a garantire la stabilità dei rilevati ed il rispetto dei requisiti prestazionali previsti per le opere in oggetto.

Il documento è così organizzato:

- documenti e normativa di riferimento (capitolo 2);
- inquadramento dell'opera e caratteristiche geometriche del rilevato (capitolo 3);
- definizione del modello geotecnico di riferimento (capitolo 4);
- valutazione della suscettibilità alla liquefazione e descrizione degli eventuali interventi di mitigazione (capitolo 5);
- verifiche geotecniche dei rilevati (capitolo 6);
- calcolo del carico limite e della resistenza di progetto assiale dei pali di fondazione (capitolo 7)
- conclusioni e raccomandazioni (capitolo 8).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 5 di 154</p>

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documentazione di progetto

- [1] Sezioni di Progetto Esecutivo
- [2] IN1710EI2RBGE0000003A Relazione Geotecnica (da 21+991 a 33+500)
- [3] IN1710EI2LZGE0000017A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico
- [4] IN1710EI2RHGE0000006A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2
- [5] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2
- [6] IN1710EI2RHGE0000007A-8A Relazione di sintesi dei sondaggi e delle prove eseguite
- [7] IN1710EI2PRGE0000001A-2A, Risultati Indagini in sito di Progetto – SOCOTEC
- [8] IN1710EI2PRGE0000003A-4A, Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI
- [9] IN1710EI2PRGE0000005A-8A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – SOCOTEC
- [10] IN1710EI2PRGE0000009A-12A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [11] IN1710EI2IGGE0000001A-2A, Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – SOCOTEC
- [12] IN1710EI2IGGE0000003A-4A, Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI

2.2 Normativa e standard di riferimento

- [13] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30
- [14] 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
- [15] UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [16] UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- [17] RFI DTC SI PS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 2, Ponti e strutture
- [18] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 3, Corpo stradale
- [19] RFI DTC INC PO SP IFS 001 A Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- [20] RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 6 di 154</p>

- [21] RFI DTC SICS SP IFS 001 B Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 5 – “Opere in terra e scavi”– RFI
- [22] RFI TCAR ST AR 01 001 D Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h
- [23] Specifiche Tecniche di interoperabilità 2015 (REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea)

2.3 Bibliografia

- [24] Hynes, M.E., and Olsen, R.S. (1999), “Influence of confining stress on liquefaction resistance”, Proc., Int. Workshop on Phys. And Mech. Of Soil Liquefaction, Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 145-152.
- [25] Idriss, I.M. and Boulanger, R.W. (2004), “Semi-empirical procedures for evaluating liquefaction potential during earthquakes”. In: Proceedings, 11th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake engineering, and 3d International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering. D. Doolin et al., eds., Stallion press, Vol. 1, pp. 32-56.
- [26] Liao, S.C.C. and Whitman, R.V. (1986), “Overburden Correction Factors for SPT in sand”, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 112, No. 3, 373-377.
- [27] Robertson P.K. and Wride C.E. (1998). “Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test”. Canadian Geotechnical Journal, Ottawa, 35(3), pp. 442-459.
- [28] Rocscience (2017), Slide ver 7.0, 2017
- [29] Rocscience (2009), Settle 3D ver 2.0, 2009
- [30] Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1971), “Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential”, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, 97(9), pp.1249-1273.
- [31] Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1982), “Ground motions and soil liquefaction during earthquakes”, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA.
- [32] Seed, R.B., Tokimatsu, K., Harder, L.F., Chung, L.M. (1985), “The influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations”, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 111(12), pp.1425-1445.
- [33] Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, L.W.D., Harder, L.F. Jr., Hynes, M.H., Ishihara, K., Koester, J.P., Liao, S.S.C., Marcuson, W.F. III, Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R.B. and Stokoe, K.H. II (2001), “Liquefaction Resistance of Soil: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils”, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol. 127, n° 10, pp.817-833.
- [34] Priebe H.J., “Vibroreplacement to prevent earthquake induced liquefaction“. Ground Engineering, September 1998.
- [35] Idriss I.M. and Boulanger R.W. (2008), “Soil liquefaction during earthquakes”.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 7 di 154

3 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Il rilevato ferroviario in esame si estende tra il km 23+978 e la pk 24+368 per una lunghezza totale di ca. 390 m. Il rilevato si presenta senza banche, e raggiunge un'altezza massima di poco più di 3.4 m rispetto al piano campagna originario.

3.1 Geometria del rilevato

Il rilevato, presenta una sezione regolare per tutto il tracciato, con scarpate di pendenza 2/3 (V:H). Lungo il tratto che va dalla pk 24+025 alla pk 24+250 è presente anche un muro di sostegno su pali, in destra. La massima altezza del rilevato pari a 3.4 m si riscontra proprio alla sezione alla pk 24+250. La sezione citata (Figura 1), è quella ritenuta più severa per le verifiche del rilevato in esame.

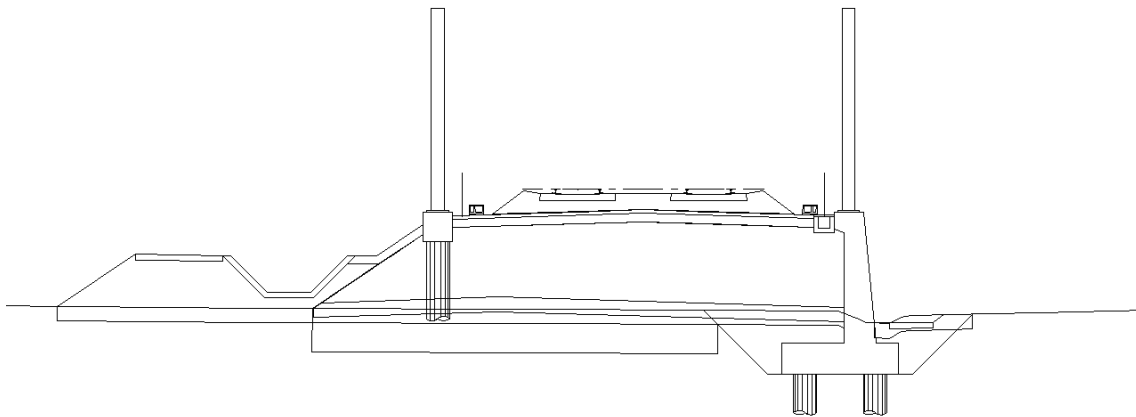


Figura 1 – Sezione di riferimento (pk 24+250)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 8 di 154</p>

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 Indagini disponibili

L'ubicazione delle indagini disponibili relative all'opera esaminata è illustrata nella Figura 3, estratta dalla Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico (Doc. Rif. [3]). Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni di sintesi delle indagini (Doc. Rif. [6] - [12]). Il risultato delle indagini è riportato in ALLEGATO 2.

Nella presente relazione si discuteranno i risultati delle indagini svolte lungo la tratta, che di per sé è sufficientemente estesa. Si segnala inoltre che la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni interagenti con l'opera è stata svolta considerando anche le indagini eseguite nelle aree circostanti (qui non direttamente commentate e per le quali si rimanda alle relazioni delle opere contigue) ed in generale sulla base di una visione d'insieme ricavabile elaborando tutte le indagini svolte lungo la tratta.

Le indagini disponibili lungo il tratto d'interesse per il rilevato in oggetto sono elencate in Tabella 1. Nel seguente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica, ottenuta basandosi sui risultati delle indagini relative alla zona di interesse e sulla caratterizzazione generale dell'area in cui si inserisce il rilevato, presentata nella Relazione Geotecnica (Doc. Rif. [2]).

Per una trattazione completa dei criteri utilizzati per la valutazione dei parametri geotecnici a partire dai dati di prove in sito e di laboratorio, si rimanda al capitolo 5 della Relazione Geotecnica Generale (Doc. Rif. [2]).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 9 di 154</p>

Tabella 1 - Indagini tra pk 23+978 e pk 24+368

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
23+974	CPTU-PE-26	2020-2021
24+000	BH-PE-48	2020-2021
24+175	CPTU36V	2015

4.2 Inquadramento stratigrafico

Dal punto di vista stratigrafico, l'area del rilevato è interessata dalla presenza di una coltre superficiale di sabbie (nel seguito Unità 4) a densità crescente con la profondità, fino a circa 6.0 m dal p.c. Si ritrovano poi limi argillosi (unità 3b) fino a 14 m di profondità e poi, di nuovo, le sabbie di cui sopra fino alla massima profondità di interesse, fatto salvo uno strato di limi presente tra i 20 ed i 24 m di profondità.

Per una trattazione di dettaglio delle unità sopra citate si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale del tratto in esame (Doc. Rif. [2]).

Nella Figura 2 si riporta il profilo geotecnico specifico per il rilevato RI36, estratto dalla Planimetria e Profilo Geotecnico Tav. 4 di 11 (Doc. Rif. [3]).

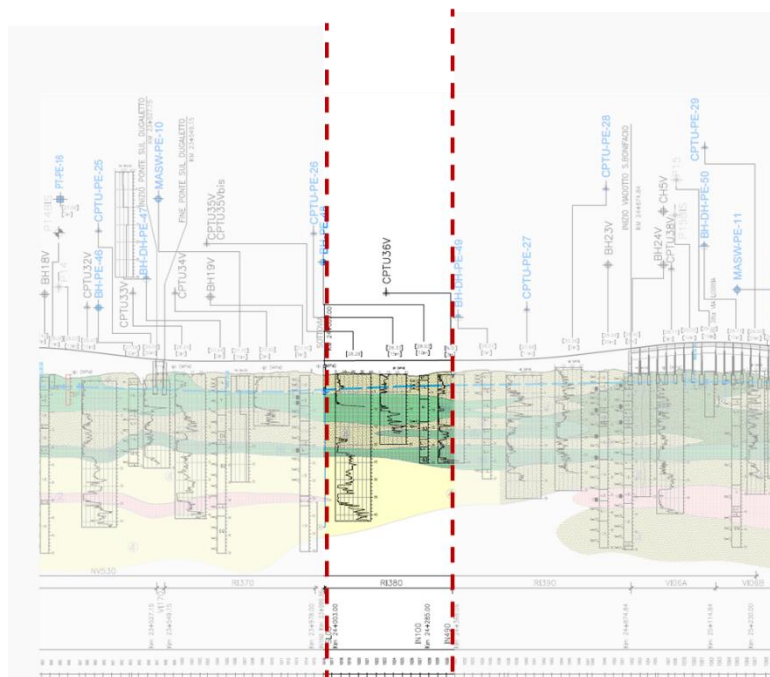


Figura 2 - Profilo Geotecnico Rilevato RI38, estratto dal Profilo Geotecnico Generale (Doc. Rif. [3])



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 10 di 154</p>



Figura 3 - Planimetria Rilevato RI38, estratto dalla Planimetria Generale (Doc. Rif. [3])

4.3 Livello di falda

Per il livello di falda si è fatto riferimento ai valori di soggiacenza misurati nei piezometri lungo l'area in cui si inserisce l'opera in esame e riportati nella Relazione Idrogeologica (Doc. Ref. [5]). Questi ultimi indicano una sostanziale stabilità nelle escursioni stagionali, ed indicano una falda di lungo termine a 1.5 m dal p.c., che verrà pertanto considerata come quota di progetto.

-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 11 di 154</p>

4.4 Condizioni geotecniche del sito

Come definito dalla sezione stratigrafica, il tratto in oggetto è caratterizzato dall'alternanza di strati sabbiosi (unità 4) e limo argillosi (unità 3b) fino alla massima profondità di interesse.

L'andamento stratigrafico presente nell'area è ben illustrato dai risultati delle prove CPTU riportate in Figura 4, ove emerge chiaramente la predominanza dei materiali sabbiosi dell'Unità 4, con qualche intercalazione di materiale più fine fra i 5÷6 e i 14 m di profondità, e tra i 20 ed i 24 m di profondità.

La Figura 5 sintetizza il contenuto di ghiaie, sabbie e limi/argille nei campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati lungo i sondaggi, compresi quelli estratti dal campionatore delle prove SPT. Si notano appunto la presenza di materiali limo-argillosi tra 8 e 12 m di profondità e tra 19÷20 m e 24 m di profondità.

La Figura 6 mostra i risultati delle prove SPT eseguite nel tratto interessato dal rilevato in esame.

La Figura 7 e la Figura 8 mostrano i valori di densità relativa ricavabili dalle prove SPT e CPTU per l'Unità 4. Come si vede, le interpretazioni risultano sostanzialmente in un buon accordo.

Per quanto riguarda i valori dell'angolo di resistenza al taglio, questi risultano sempre maggiori di 37° (vedasi Figura 9).


I livelli argillosi si presentano mediamente compatti, con resistenze al taglio non drenate minime $c_u \approx 30 \div 50$ kPa negli strati più superficiali e più alte ($c_u \approx 120$ kPa) negli strati più profondi (Figura 10).

Per i materiali a grana grossa, si è stimato il valore del modulo di Young iniziale (E_0) utilizzando da teoria dell'elasticità a partire dal valore del modulo G_0 , ed utilizzando valori di $\nu = 0.25-0.30$. Il valore del modulo di Young operativo (E_{op}) per il calcolo di cedimenti di fondazioni superficiali e rilevati è stato calcolato ipotizzando valori del decadimento del modulo dell'ordine di 1/5 di quello iniziale per gli strati superficiali e dell'ordine di 1/3 di quello iniziale per gli strati più in profondità, dove le deformazioni attese sono minori.

La Tabella 2 nel prossimo paragrafo riepilogherà le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni, funzionali anche alle analisi riportate nel cap. 6 di questa relazione

Le seguenti figure riportano i risultati delle principali prove di sito e dei parametri geotecnici dei terreni, interpretati alla luce di quanto riferito in [2] e [4].

- Risultati delle prove CPTU nel tratto in esame (Figura 4)
- Distribuzione delle granulometrie da analisi di laboratorio (v. Figura 5);
- Valori N_{SPT} da prove SPT (v. Figura 6);
- Densità relativa stimata da prove CPT (v. Figura 7);
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 8);
- Angolo di resistenza al taglio stimato da prove SPT (v. Figura 9);
- Resistenza al taglio non drenata da CPTU per unità 3b (v. Figura 10);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di V_s da prove CPT (v. Figura 11)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 12 di 154</p>

RI38

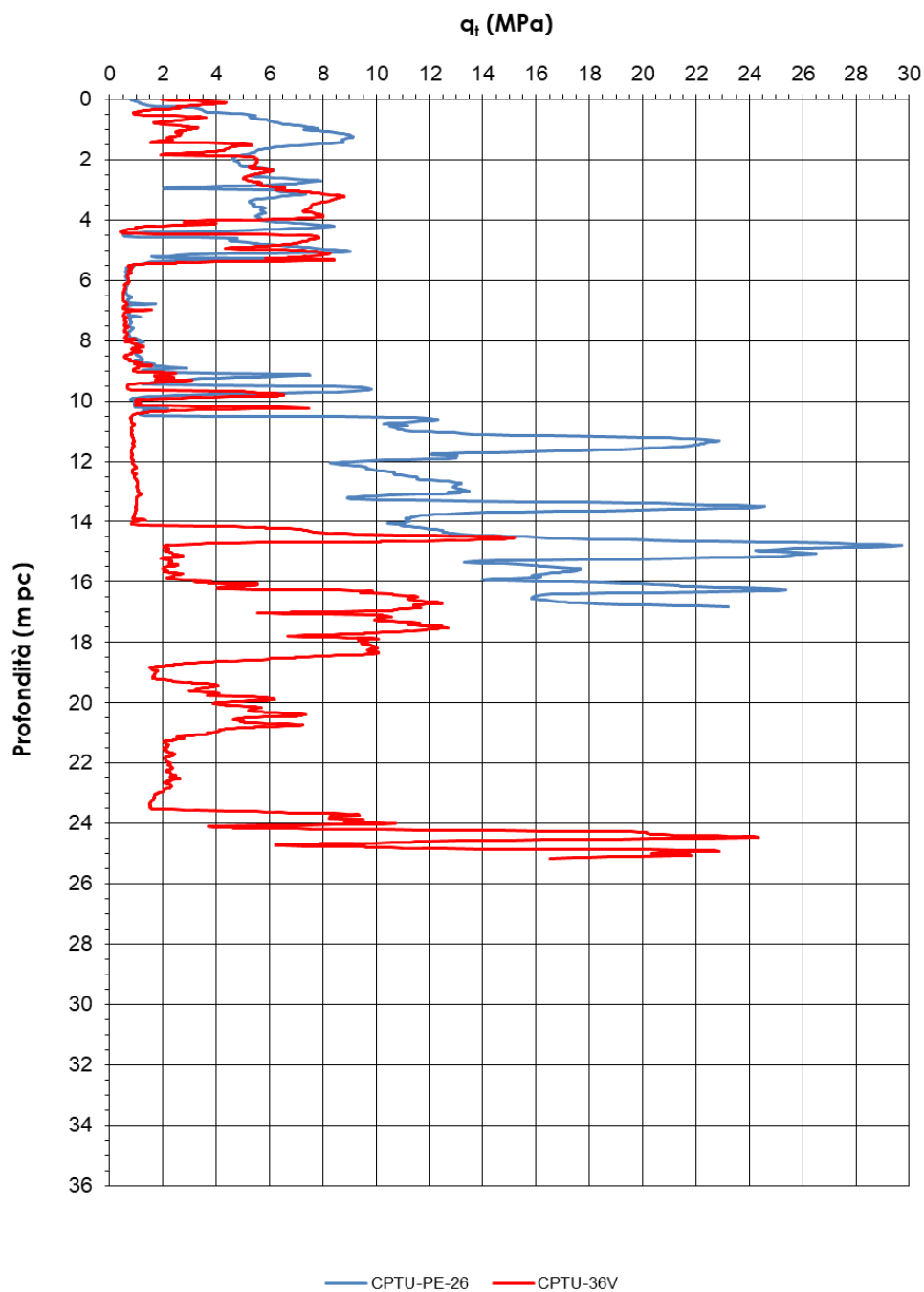




Figura 4 – Risultati delle prove penetrometriche statiche CPTU nel tratto di RI38

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 13 di 154</p>

AV/AC VERONA VICENZA

RI 38

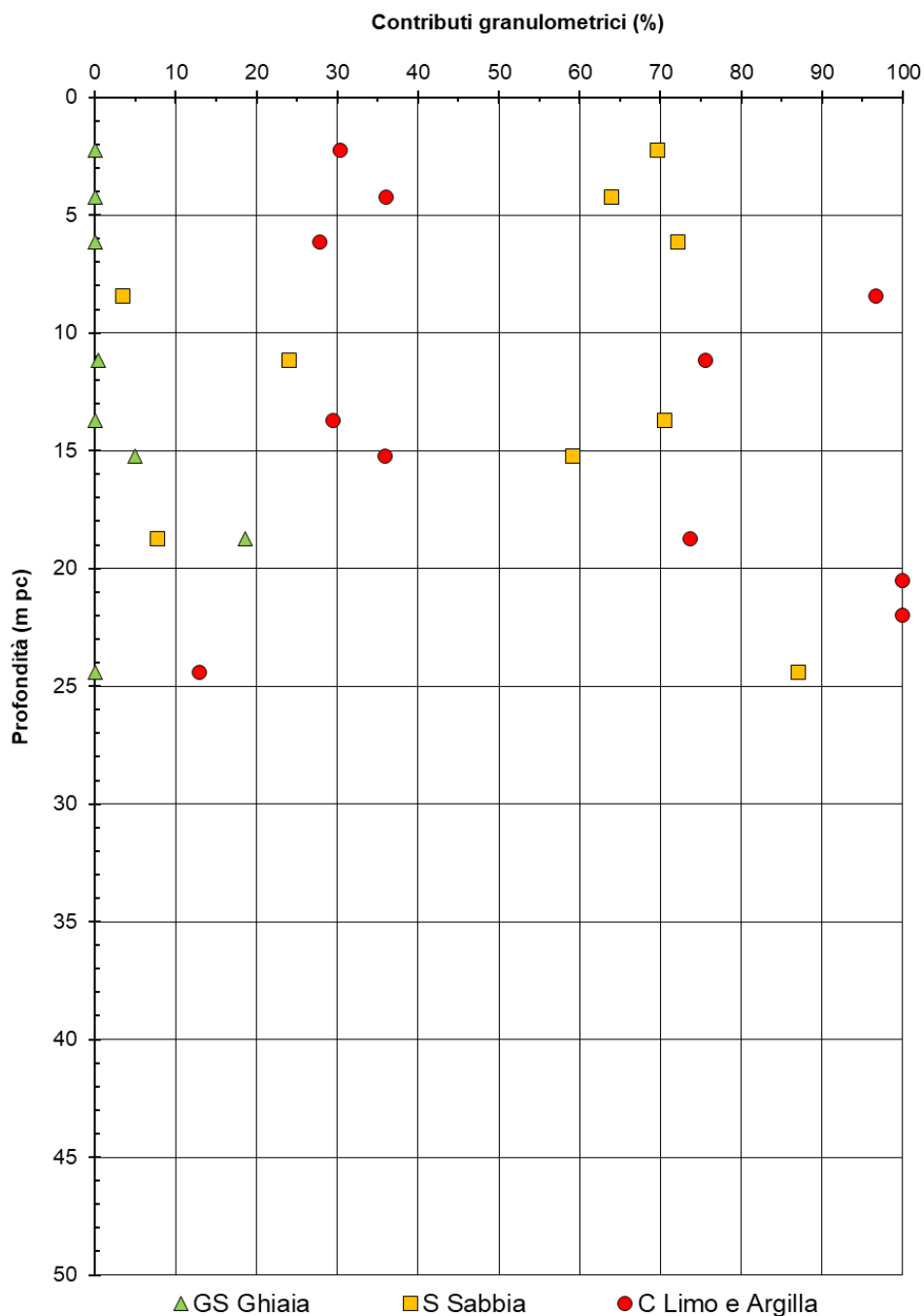




Figura 5 –Contenuti granulometrici da prove di laboratorio, rilevato RI38

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 14 di 154</p>

AV/AC VERONA VICENZA

Tra pk 23+978 e 24+368

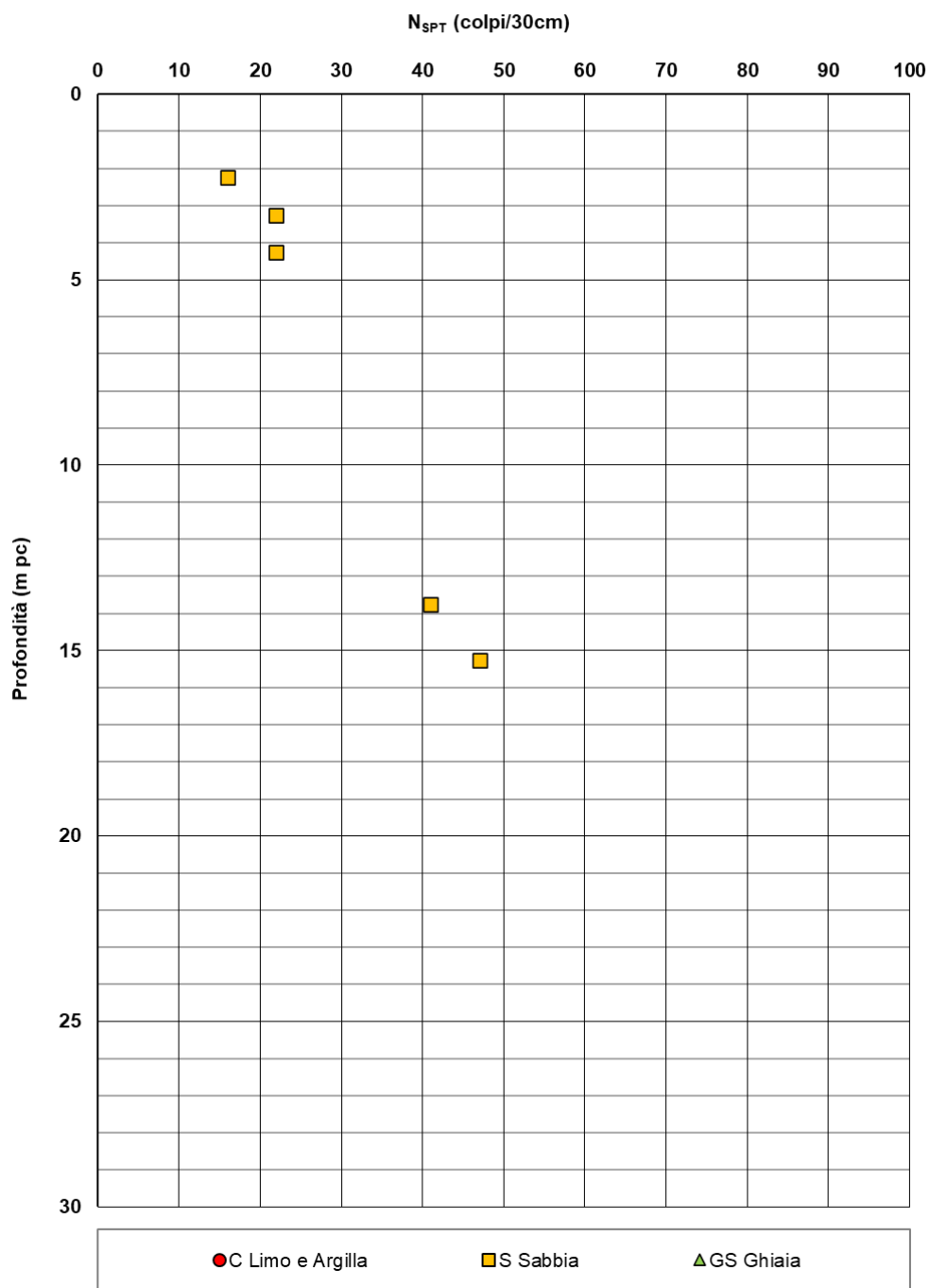




Figura 6 – Esito delle prove SPT , Rilevato RI38

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 15 di 154</p>

RI38

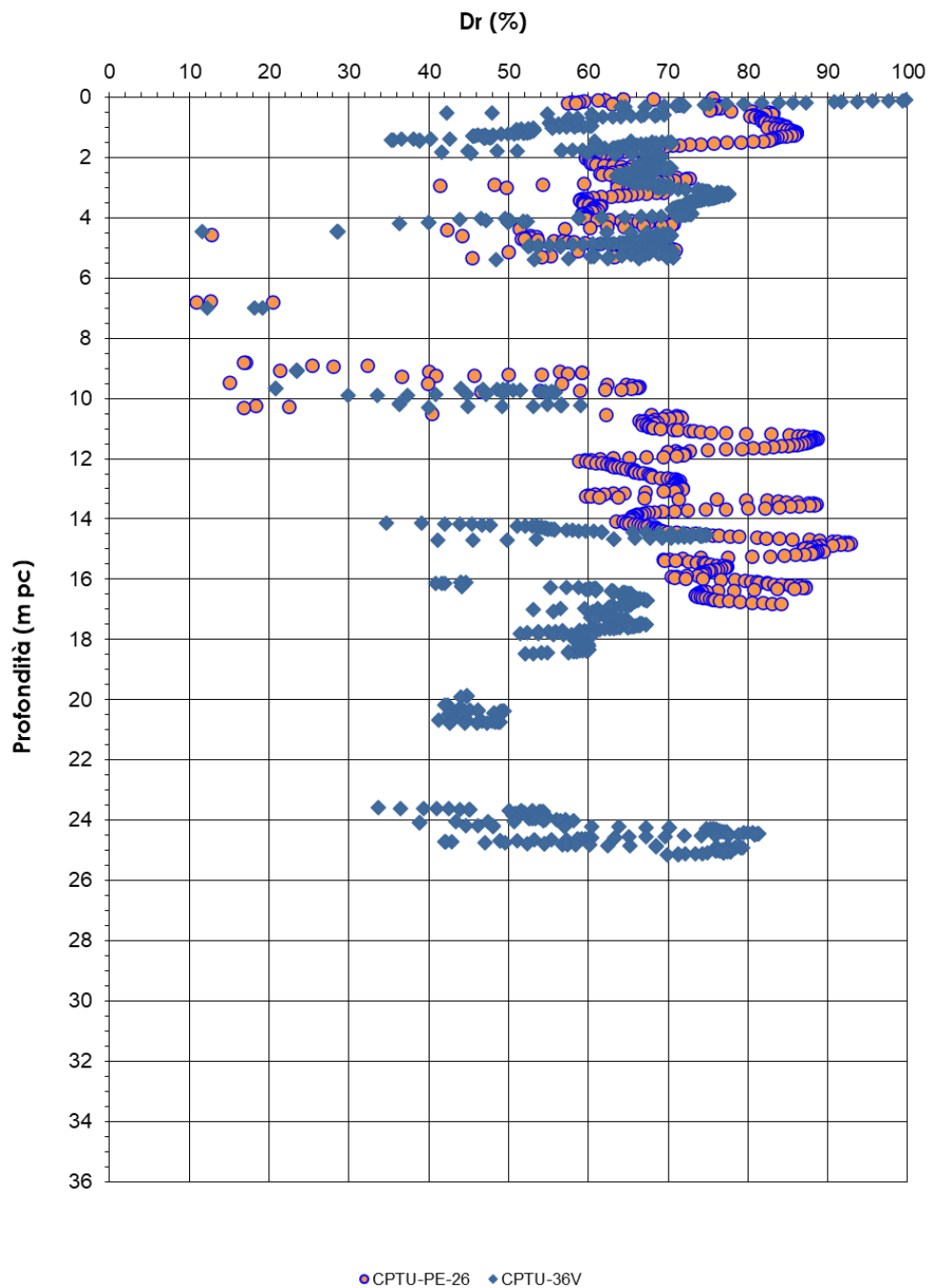




Figura 7 – Densità relativa da prove CPTU Rilevato RI38

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 16 di 154</p>

AV/AC VERONA VICENZA

Tra pk 23+978 e 24+368

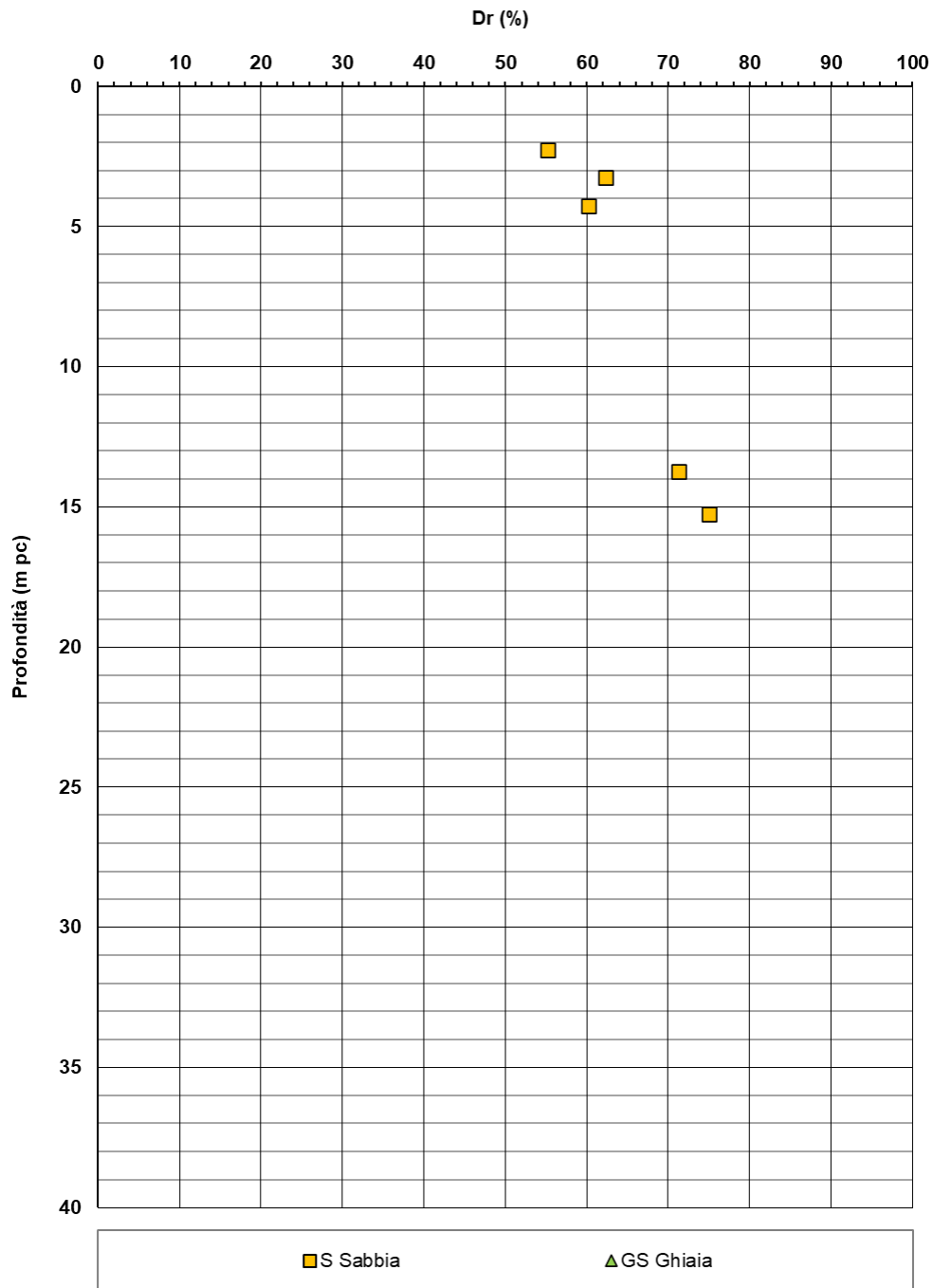




Figura 8 – Densità relativa da prove SPT, Rilevato RI38

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 17 di 154</p>

AV/AC VERONA VICENZA

Tra pk 23+978 e 24+368

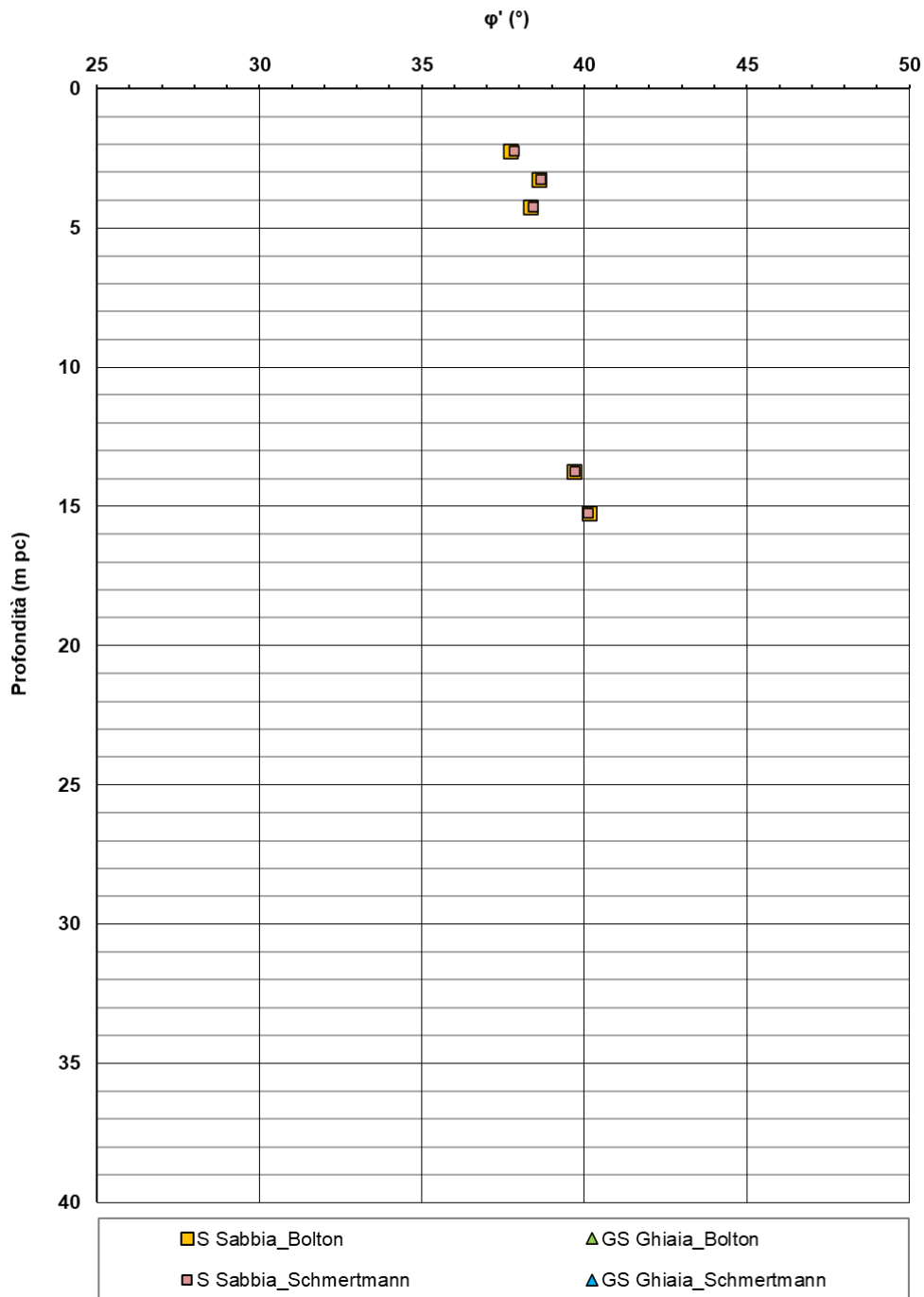


Figura 9 – Angoli di resistenza al taglio da prove SPT, Rilevato RI38

RI38

c_u (kPa)

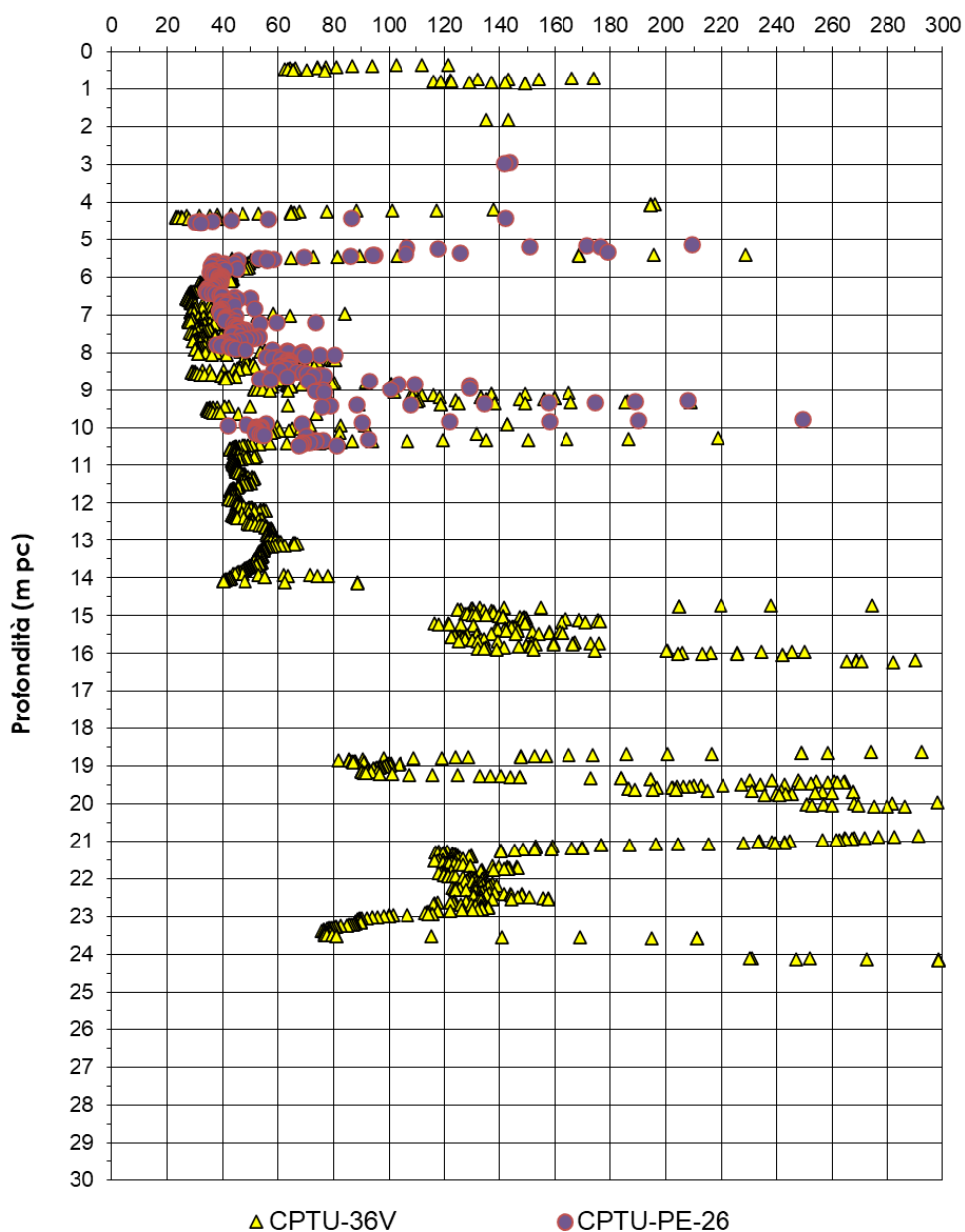




Figura 10 – Resistenza al taglio non drenata per RI 38

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 19 di 154</p>

AV/AC VERONA VICENZA

pk 20+000 - pk 24+000

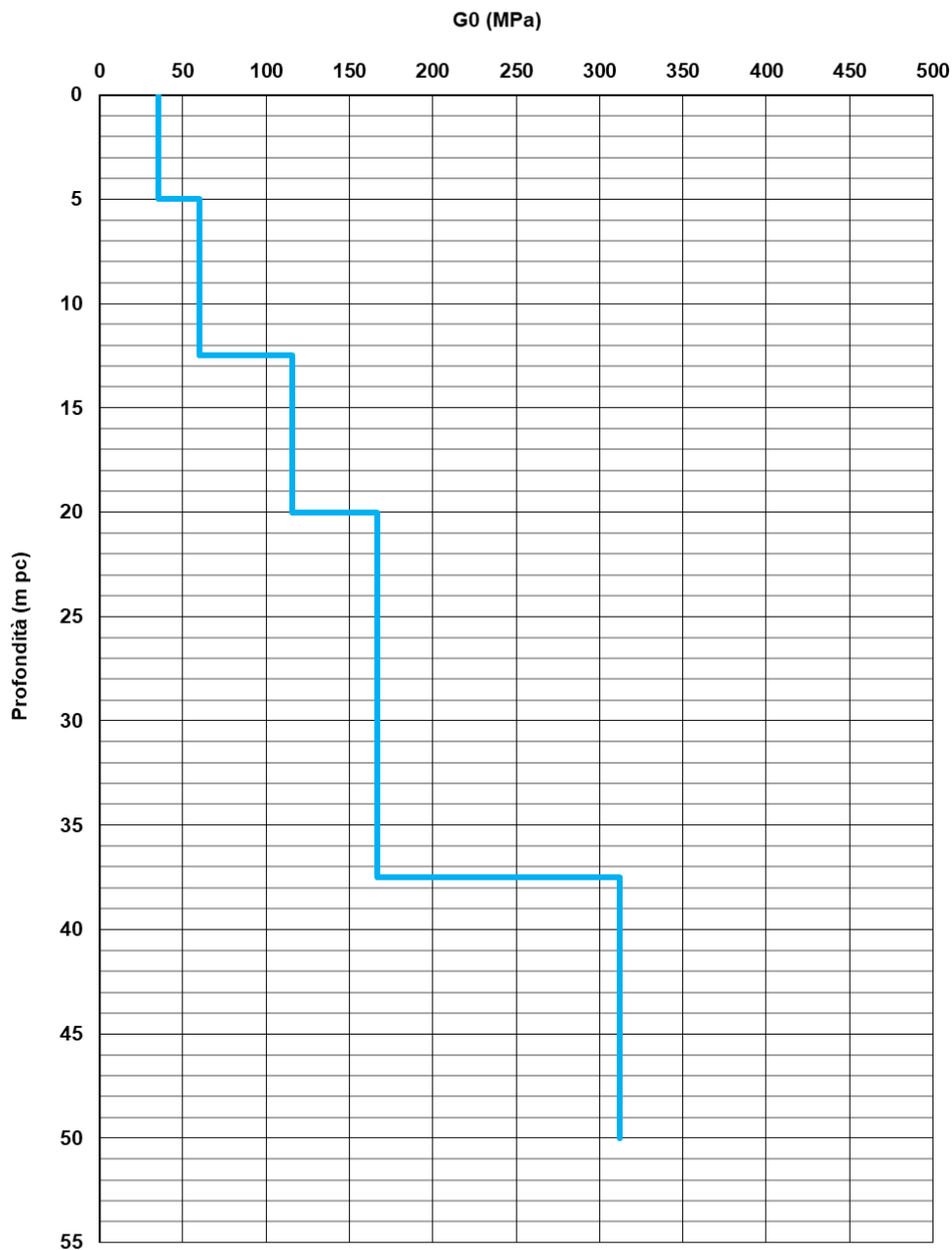




Figura 11 – Modulo di taglio G_0 tra pk 21+991 e pk 22+748

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 20 di 154

4.5 Sintesi del modello geotecnico di riferimento

Sulla base di quanto esposto al punto precedente, il modello geotecnico considerato per le verifiche del rilevato in questione è riportato in Tabella 2.

Tabella 2 – Modello geotecnico di riferimento

Unità	da m pc*	a m pc*	γ kN/m ³	φ_k °	c_k' kPa	$c_{u,k}$ kPa	σ_p	RR -	CR -	E'_{op} MPa
4	0	6	19	34	0	-				20
3b	6	14	18.5		0	30÷50	140-240	0.015	0.18	
4	14	20	19	34	-					30
3b	20	24	19	38	0	-				25
4	>24		19	-	-	120				100

* quota piano campagna = 28.0 m s.l.m.



La falda è stata posta a 1.5 m dal p.c. (v.4.3)

4.5.1 Materiale da rilevato

Le caratteristiche dei rilevati ferroviari sono desunte dal MdP (Doc. rif. [18]) e sono di seguito riassunte:

Tabella 3 - Caratteristiche materiale da rilevato

	γ kN/m ³	φ °	c' kPa
Materiale da rilevato	20	38	0

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 21 di 154

5 CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

5.1 Sollecitazione sismica di progetto

5.1.1 Vita Nominale

La vita nominale di un'opera V_N è intesa come il numero di anni nel quale la stessa, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Coerentemente a quanto previsto dal MdP (Doc. rif. [17] e [18]), l'opera in oggetto viene inserita nella tipologia di costruzione con $V_N = 100$ anni.

Tabella 4 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM 14.01.2008 a velocità convenzionale ($V < 250$ km/h)	$V_N = 50$ anni
Altre opere nuove a velocità $V < 250$ km/h	$V_N = 75$ anni
Altre opere nuove a velocità $V \geq 250$ km/h	$V_N = 100$ anni
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	$V_N \geq 100$ anni

5.1.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso III (Tabella §2.5.1.1.2.1 di RFI DTC SI PS MA IFS 001 B):

- I Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- II Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- III Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- IV Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il coefficiente d'uso è pari a 1.50, coerentemente a quanto indicato nella Tab. 2.4.II delle NTC.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 22 di 154</p>

Tabella 5 – Valori del coefficiente di uso C_u

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente d'uso	0.7	1.0	1.5	2.0

5.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_u = 100 \cdot 1.5 = 150$ anni.

5.1.4 Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2018. Come discusso nella Relazione sulla modellazione sismica (Doc. rif. [4]) e nelle Planimetrie con classificazione sismica dei terreni (Doc. rif. [5]), i terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di Categoria C:

- A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*
- B *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*
- C *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- D *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.*
- E *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

5.1.5 Condizioni topografiche

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la classificazione proposta nelle NTC, secondo la quale le categorie individuate si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come **T1**.

- T1 *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.*
- T2 *Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.*
- T3 *Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.*
- T4 *Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.*

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 23 di 154</p>

5.1.6 Accelerazione sismica di riferimento

Di seguito si riportano i valori dei parametri spettrali dipendenti dal sito dell'opera in oggetto:

a_g (g) (SLV)	0.218
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.382
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$)	0.301

5.2 Suscettibilità alla liquefazione

Lo studio della suscettibilità alla liquefazione dei terreni identificati nell'area di realizzazione del rilevato è stato eseguito nel rispetto della normativa vigente (Doc. rif. [13]). Le analisi di liquefazione sono descritte in dettaglio nelle Relazioni sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base (Doc. rif. [4]), alla quale si rimanda per maggiori dettagli.



Nello specifico, verificata la non rispondenza ai criteri di esclusione di cui alle NTC2008, la determinazione del potenziale di liquefazione è stata condotta per il periodo di ritorno dell'azione sismica corrispondente a quello dello stato limite ultimo di verifica (SLV) utilizzando i valori di pericolosità sismica al sito riportati al par. 5.1.6 relativi allo SLV (opere di linea ad esclusione delle gallerie artificiali, $V_R = 150$ anni).

Il valore di magnitudo necessario per la valutazione della pericolosità a liquefazione è stato determinato tenendo conto di tre differenti "fonti di dati" alla base delle definizioni dell'azione sismica di NTC2008, ossia:

- L'analisi di disaggregazione dei valori di pericolosità sismica (accelerazione su suolo rigido orizzontale) di cui alle NTC2008, fornita quale elaborazione aggiuntiva direttamente dal progetto INGV-DPC S1.
- Analisi dei dati di magnitudo da terremoti storici aventi epicentro entro una distanza di 30Km dal tracciato di progetto, sulla base delle informazioni fornite dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPT11.
- Magnitudo attesa per un periodo di ritorno pari almeno a 975 anni valutata sulla base del modello delle zone sismogenetiche ZS9 alla base delle mappe di pericolosità sismica del territorio italiano allegato alle NTC2008, e sulla distribuzione dei valori di magnitudo associati ai massimi terremoti storici.

Facendo sempre riferimento al Doc. rif. [4] per i dettagli dell'analisi sopra descritta, e in continuità con le considerazioni espresse in sede di Progetto Definitivo, è stato considerato ragionevole assumere per il tracciato di progetto un valore di magnitudo di riferimento da adottare nelle verifiche a liquefazione di cui ai paragrafi successivi pari a 6.0.

La valutazione di suscettibilità alla liquefazione è stata quindi condotta in accordo al "metodo semplificato" originariamente proposto da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), confrontando lo sforzo di taglio ciclico normalizzato rispetto alla pressione verticale in sito (CSR) e la resistenza normalizzata del terreno al taglio ciclico

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 24 di 154</p>

(CRR) così definiti:

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}} \quad \text{Rapporto di tensione ciclica}$$

$$CRR = \frac{\tau_l}{\sigma'_{v0}} \quad \text{Rapporto di resistenza ciclica}$$

Lo sforzo di taglio indotto ad ogni profondità in un terreno a superficie piana durante l'evento sismico è dovuto essenzialmente alla propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente. In accordo al metodo utilizzato, la tensione di taglio ciclico indotta dallo scuotimento sismico (sforzo di taglio ciclico normalizzato CSR) viene approssimata da un valore efficace dell'accelerazione pari al 65% della accelerazione di picco a_{max} come segue:

$$CSR = \frac{\tau_c}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{\tau_{max}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove:

a_{max} accelerazione di picco al sito

g accelerazione di gravità

τ_c valore rappresentativo dello sforzo di taglio ciclico

σ_{vo} tensione verticale alla profondità in esame, in termini di tensioni totali

σ'_{vo} tensione verticale alla profondità in esame, in termini di tensioni efficaci

r_d coefficiente di riduzione dello sforzo di taglio ciclico in funzione della profondità da piano campagna, calcolato come segue in accordo a Blake (Blake, 1996, riportato da Youd et al., 2001):

$$r_d = \frac{1 - 0.4113 \cdot z^{0.5} + 0.04052 \cdot z + 0.001753 \cdot z^{1.5}}{1 - 0.4177 \cdot z^{0.5} + 0.05729 \cdot z - 0.006205 \cdot z^{1.5} + 0.00121 \cdot z^2}$$

CSR può essere messo in relazione al numero di cicli significativi dell'azione sismica, funzione della magnitudo M . Per $M \neq 7.5$ è necessario introdurre un fattore di scala della magnitudo MSF così definito:

$$MSF = \frac{CSR_M}{(CSR)_{M=7.5}} = \left(\frac{N_{M=7.5}}{N_M} \right)^b$$

dove CSR_M e N_M rappresentano i valori di CSR e numero di cicli equivalenti per il valore di magnitudo di progetto,

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 25 di 154</p>

mentre $(CSR)_{M=7.5}$ e $N_{M=7.5}$ sono riferiti all'evento con $M=7.5$.

Nel presente studio, in accordo sia alle prescrizioni dell'Eurocodice 8, sia a quanto suggerito da Youd et al., 2001 e Idriss e Boulanger (2004) si è assunto per $M = 6.0 - MSF = 2$.

Il rapporto di resistenza ciclica CRR è stato valutato mediante relazioni empiriche che correlano la sollecitazione sismica ai risultati di prove in sito di tipo SPT o CPT.

5.2.1 CRR da correlazione su prove CPT

Per la stima del CRR sulla base di prove in-situ o di laboratorio sono disponibili diverse procedure. La procedura basata sui risultati di prove CPT è piuttosto ben consolidata e diffusa e viene qui utilizzata ai fini di una analisi del potenziale di liquefazione, considerando i dati di prove in sito disponibili allo stato attuale delle conoscenze.

Il procedimento utilizzato per la stima di CRR a partire dai risultati di prove CPT si basa sulla relazione riportata in Figura 12: la curva in figura si riferisce alla resistenza penetrometrica normalizzata q_{c1N} per le sabbie pulite che può essere espressa come segue (Robertson & Wride, 1998, come riportato da Youd et al., 2001):

$$\text{per } (q_{c1N})_{cs} < 50 \quad CRR_{7.5} = 0.833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0.05$$

$$\text{per } 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160 \quad CRR_{7.5} = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08$$

In Figura 12, la resistenza alla punta q_c è normalizzata rispetto al valore di pressione atmosferica ($p_a = 100$ kPa) e corretta (q_{c1N}) mediante la seguente relazione:

$$q_{c1N} = (q_c/P_a) (P_a/\sigma'_{v0})^n$$

dove σ'_{v0} è la tensione verticale efficace alla profondità in e l'esponente "n" varia da 0.5 per i materiali a grana grossa a 1 per i materiali a grana fine.

La natura dei materiali ed il relativo valore dell'esponente "n" sono determinati con procedura iterativa in relazione al valore del parametro I_c , indice del tipo di terreno, determinato come:

$$I_c = \left[(3.47 - \log Q)^2 + (1.22 + \log F)^2 \right]^{0.5}$$

dove:

$$Q = \left(\frac{q_c - \sigma_{v0}}{P_a} \right) \cdot \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}} \right)^n$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 26 di 154

$$F = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} \times 100$$

Tanto maggiore è il valore di I_c , tanto maggiore sarà il contenuto presunto di fini. Nell'analisi condotta il valore $I_c = 2.6$ è stato considerato lo spartiacque tra terreni con contenuto di fine inferiore a 35% e comportamento assimilabile a quello delle sabbie e terreni con contenuto di fine superiore al 35% e comportamento più simile a quello delle argille. Nel primo caso l'esponente n nella formula con cui viene determinato il parametro Q è pari a 0.5, nel secondo è pari a 1. Come detto, i valori effettivi di n e I_c sono determinati al termine di una procedura iterativa, ipotizzando in prima istanza $n = 1$. Se I_c così calcolato è superiore a 2.6, il risultato è consolidato. In caso contrario, il calcolo viene ripetuto ipotizzando $n = 0.5$. Se in questo secondo calcolo I_c è ancora inferiore a 2.6, i nuovi valori di n e I_c sono confermati. In caso contrario si è in presenza di terreni intermedi e il calcolo finale viene svolto con $n = 0.75$.

Il valore della resistenza penetrometrica normalizzata q_{c1N} è stato riportato ad un valore equivalente per le sabbie pulite attraverso la seguente relazione:

$$q_{c1Ncs} = q_{c1N} \cdot K_c$$

dove K_c è definito dalle seguenti equazioni (Robertson & Wride, 1998):

per $I_c \leq 1.64$ $K_c = 1.0$

per $I_c > 1.64$ $K_c = - 0.403(I_c)^4 + 5.581(I_c)^3 - 21.63(I_c)^2 + 33.75(I_c) - 17.88$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 27 di 154

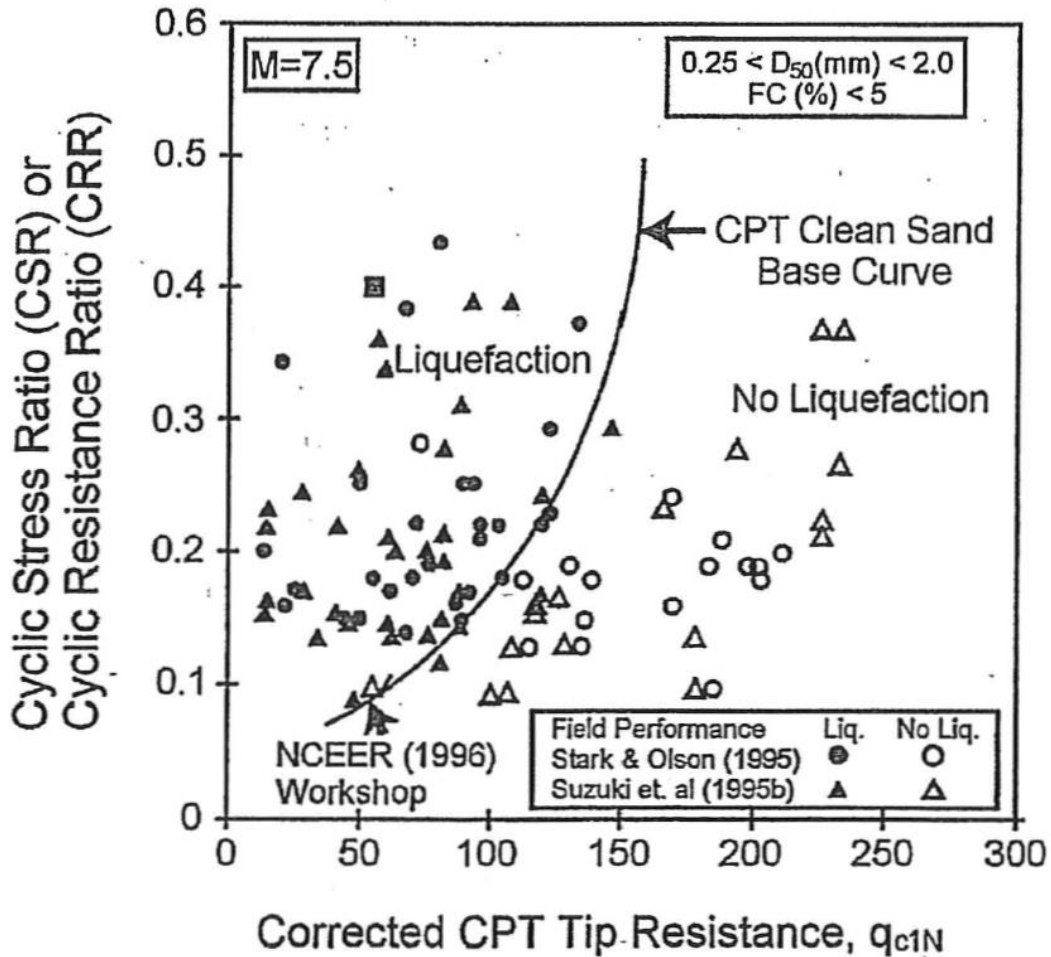


Figura 12: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e valori corretti di resistenza alla punta q_{c1N} – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Robertson & Wride, 1998)

5.2.2 CRR da correlazione su prove SPT



Il procedimento utilizzato per la stima di CRR a partire dai risultati di prove SPT si basa sulla relazione riportata in Figura 13, originariamente proposta da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), e successivamente confermata da Youd et al. (2001).

In Figura 13, i risultati delle prove SPT sono espressi in termini di numero di colpi corretti $N_{1(60)}$, ossia i valori sono normalizzati per una pressione verticale efficace pari a 100 kPa e corretti per un valore standard di energia trasmessa (60% del valore nominale) come segue:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N C_E C_B C_R C_S$$

dove:

C_N = coefficiente correttivo che tiene conto dell'influenza della pressione verticale efficace. In letteratura sono presenti diversi metodi per la valutazione del coefficiente correttivo C_N . Qui è stata applicata la seguente relazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 28 di 154

proposta da Liao e Whitman (1986):

$$C_N = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^{0.5} \leq 1.7$$

in cui P_a è la pressione atmosferica, pari a 100kPa, e σ'_{vo} è la tensione verticale in sito, in termini di sforzi efficaci.

C_E = coefficiente correttivo che va a considerare il rendimento energetico dell'attrezzatura e riconduce le misure ad un rendimento energetico del 60 % e può essere valutato nel modo seguente:

$$C_E = \frac{ER_m}{60}$$

in cui ER_m è il fattore di rendimento (espresso in %) del trasferimento dell'energia del maglio all'attrezzo campionatore, relativo alla macchina utilizzata per fare la prova; considerando che la configurazione di prova normalmente adoperata in Italia ha un rendimento energetico del 60 %, tale coefficiente è stato posto pari ad 1.

I coefficienti C_B (fattore correttivo per le dimensioni del foro di sondaggio), C_R (fattore correttivo per la lunghezza delle aste della macchina esecutrice) e C_S (fattore correttivo per il tipo di attrezzo campionatore) sono stati assunti pari ad 1 dato che le prove sono state eseguite sulla base delle raccomandazioni fornite dall'AGI (1977).

Sempre in Figura 13, viene riportato il valore di CSR calcolato ed i corrispondenti valori di $N_{1(60)}$ da siti in cui sono stati osservati o meno gli effetti della liquefazione per eventi simili avvenuti in passato, con Magnitudo pari $M = 7.5$. Le corrispondenti curve CRR sono state determinate all'interno del grafico in modo da separare chiaramente i dati corrispondenti all'avvenuta liquefazione da quelli per i quali non è stato osservato il fenomeno in esame.

Le curve sono valide per eventi simili di Magnitudo pari a 7.5, per cui è necessario introdurre un fattore di scala (MSF) per adattare le curve di CRR alla magnitudo di riferimento per il caso in esame, come indicato in precedenza.

Si può osservare dalla



Figura 13 come curve diverse siano state sviluppate per terreni aventi diverso contenuto di fini, a partire dalla curva di riferimento corrispondente alla sabbia pulita ($FC < 5\%$).

La curva di riferimento per sabbie pulite è descritta dalla seguente equazione (Rauch, 1998, come riportato da Youd et al., 2001)

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

L'equazione è valida per $N_{1(60)} < 30$. Nel caso in cui sia $N_{1(60)} \geq 30$, le sabbie pulite sono classificate come non liquefacibili, a causa della loro elevata densità.

L'equazione che segue (Idriss e Seed, come riportato da Youd et al. 2001) viene utilizzata per la correzione di valori

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 29 di 154

di $N_{1(60)}$ ai valori corrispondenti per sabbia pulita $N_{1(60)cs}$:

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta \cdot (N_1)_{60}$$

In cui:

$$\alpha = 0 \text{ per } FC < 5\%$$

$$\alpha = \exp [1.76 - (190/FC^2)] \text{ per } 5\% < FC < 35\%$$

$$\alpha = 5 \text{ per } FC \geq 35\%$$

$$\beta = 1 \text{ per } FC < 5\%$$

$$\beta = [0.99 + (FC1.5/1000)] \text{ per } 5\% < FC < 35\%$$

$$\beta = 1.2 \text{ per } FC \geq 35\%$$

La resistenza alla liquefazione aumenta meno che proporzionalmente al crescere della tensione di confinamento. Una rappresentazione di tale relazione è stata proposta da Hynes e Olsen (1999) e riportata da Youd et al. (2001), elaborata sulla base dei risultati di prove cicliche in laboratorio. In particolare gli autori raccomandano di utilizzare il seguente coefficiente di correzione:

$$k_\sigma = \left(\frac{\sigma'_{v0}}{p_a} \right)^{(f-1)} \leq 1$$

dove:

σ'_{v0} = tensione verticale efficace

p_a = pressione atmosferica di riferimento

f = fattore che dipende dalla densità relative del materiale in sito.

In accordo a Youd et al. (2001) il fattore “f” si può stimare come segue, sia per sabbie pulite o limose e per ghiaie:



$$40\% < DR < 60\% \quad f = 0.7 \div 0.8$$

$$60\% < DR < 80\% \quad f = 0.6 \div 0.7$$

Quando possibile, il contenuto di fini è stato determinato sulla base dei risultati delle rispettive granulometrie ottenute da laboratorio per ogni prova SPT. Nel caso quest'ultime non erano disponibili, facendo riferimento alla stratigrafia locale, si è ipotizzato un valore di contenuto di fini pari al 5% per i materiali sabbioso/ghiaiosi, mentre per i terreni limosi/argillosi è stato ipotizzato un contenuto di fini pari al 30-40%.

Pertanto, in accordo a Youd et al. (2001):

$$FL = (CRR_{7.5}/CSR) MSF k_\sigma$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 30 di 154</p>

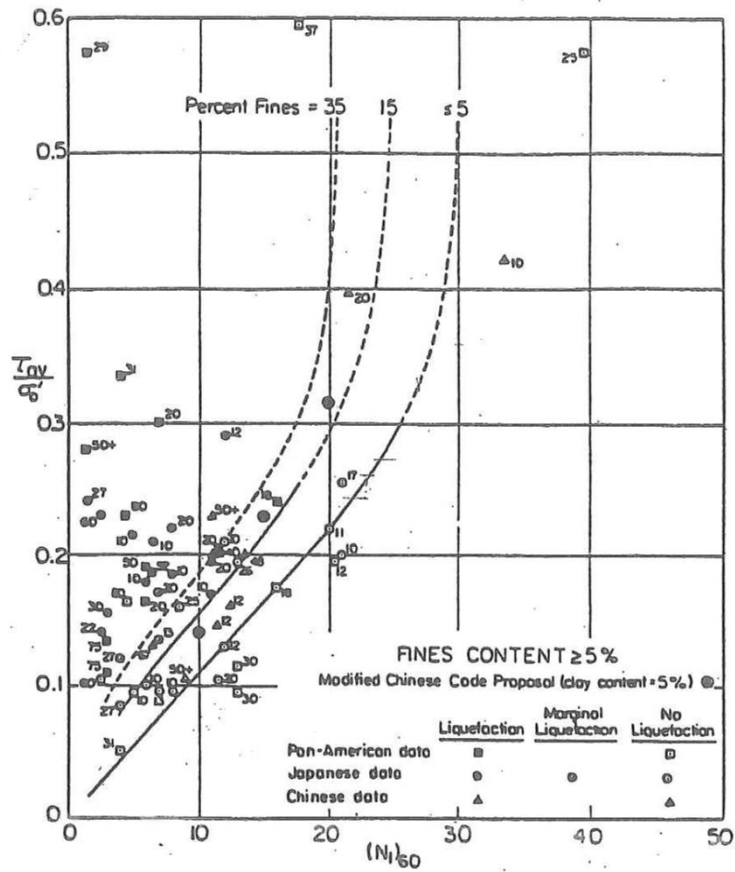



Figura 13: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e $N_{1(60)}$ – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Seed et al., 1985).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 31 di 154

5.2.3 Commento ai risultati

Osservando i risultati delle analisi riportate nel seguito appare chiaro che lungo tutta la WBS in esame non vi è il rischio di sviluppo di fenomeni di liquefazione che conducano a potenziali instabilità del rilevato. Questa considerazione deriva in primo luogo dalla visione d'insieme dei risultati delle analisi che mostrano come lungo le verticali esaminate il coefficiente di sicurezza FL sia generalmente superiore al limite minimo fissato (pari a 1.25) ed inoltre dall'evidenza che le sovrappressioni neutre rarissimamente, e solo per strati di spessore molto ridotto, raggiungano valori prossimi alla tensione media litostatica in sito ($r_u \approx 1$). Ciò avviene peraltro nella stragrande maggioranza dei casi in tratti in cui sia i sondaggi, sia le prove in sito (si veda a tal proposito il fatto che il valore assunto dal parametro I_c sia maggiore di 1.26) hanno evidenziato la presenza di terreni ad elevato contenuto di fini e a comportamento coesivo, per i quali i rischi di mobilità ciclica sono per definizione nulli.

Tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova CPTU-PE-26 Pr. 23+974
 $a_{max} = 0.28g$ $M_{calc} = 6$ $MSF = 2$ Metodo NCEER 1996 - 1998 - 2001
 Altezza rilevato = 3m

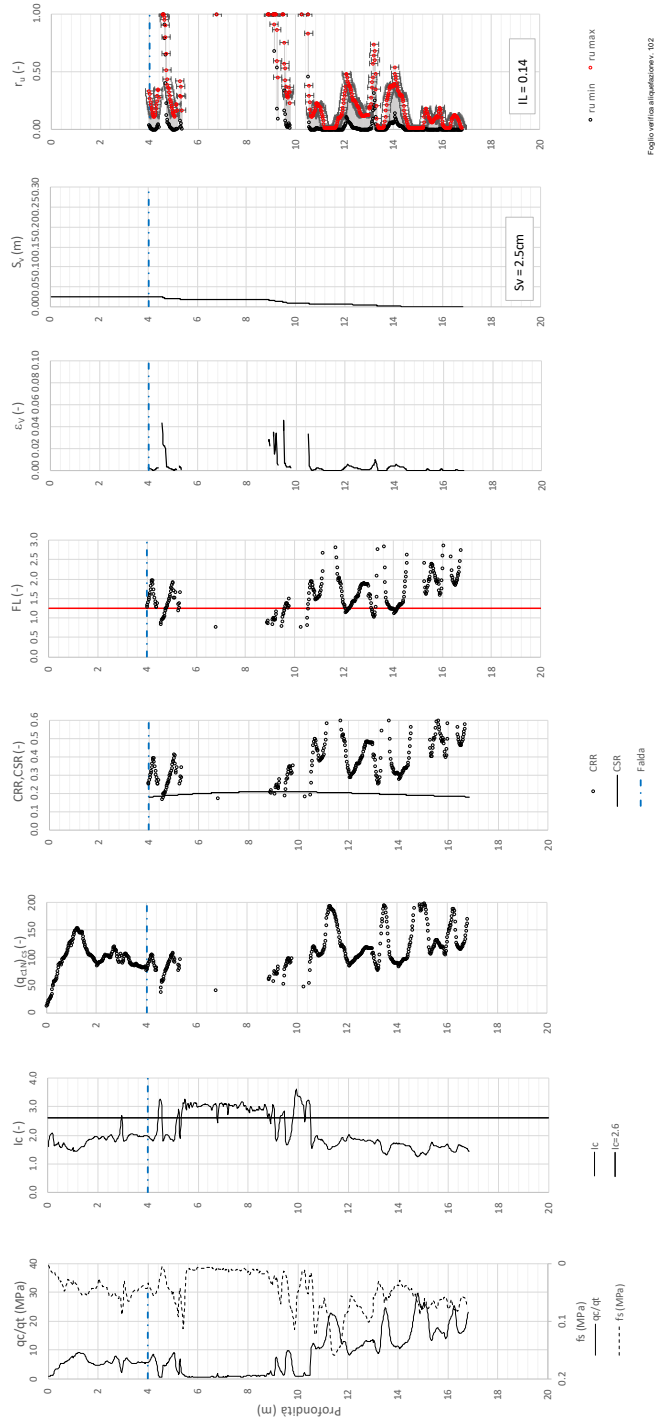
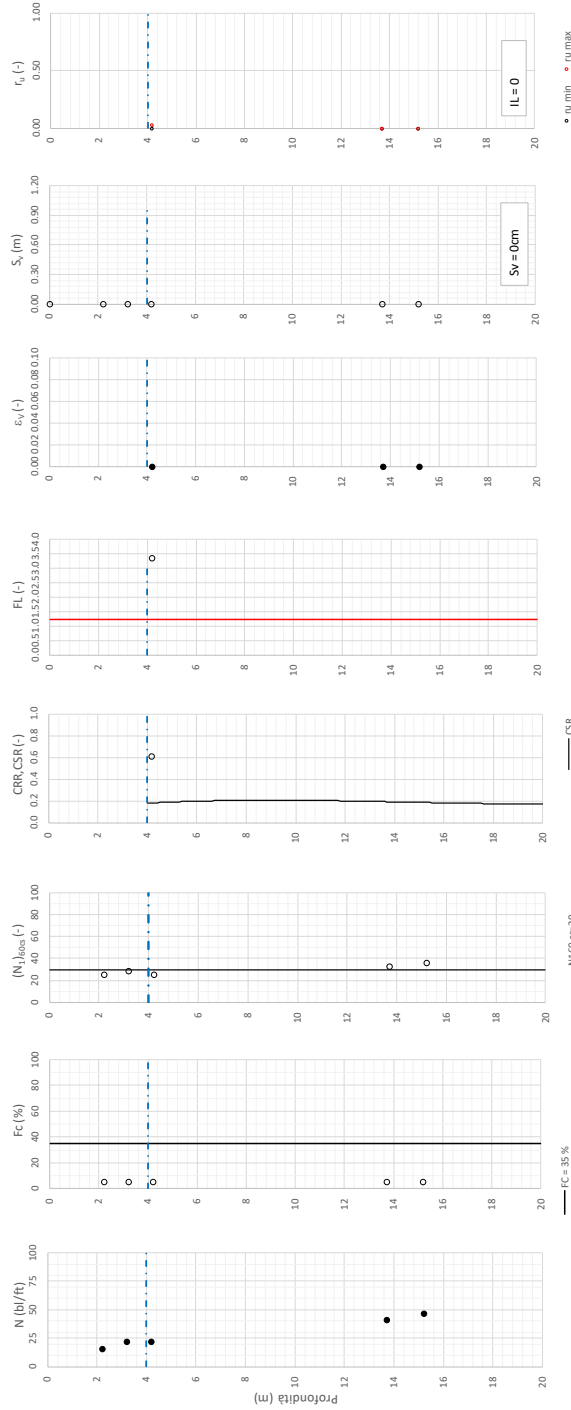


Figura 14 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU PE 26

Tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova BH-PE 48 Pr. 24+000
 $s_{max} = 0,28g$ $M_{calc} = 6$ $MSF = 2$ Metodo NCEER 1996 - 1998 - 2001
 Altezza rilevato = 3m



● Dati misurati in sito o calcolati sulla base di misure dirette
 ○ Dati basati sulla stima di valori tipici per lo strato

Foglio verifica sismotecnica N° 102

Figura 15 – Verifica Liquefazione da risultati BH PE 48

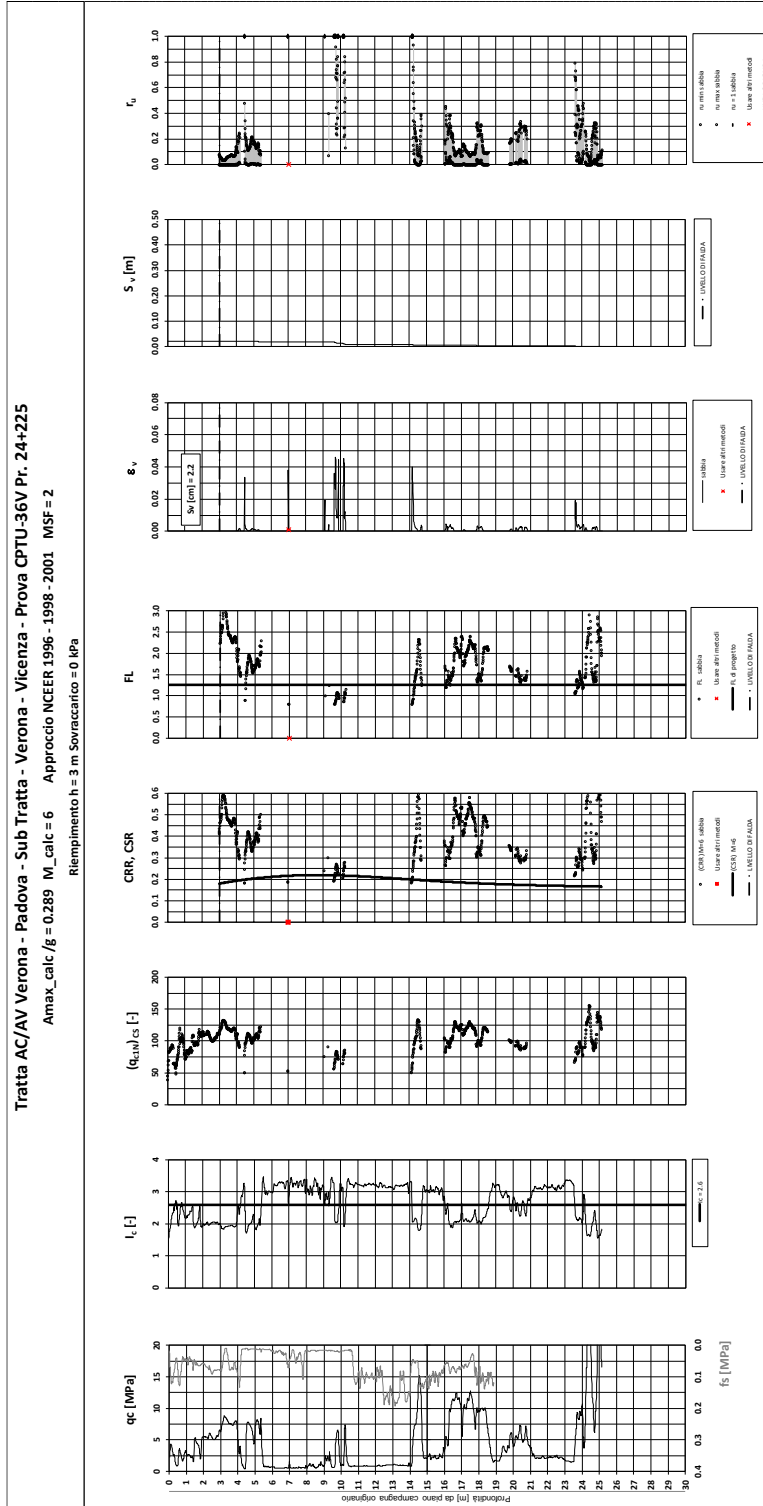




Figura 16 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU-36V

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 35 di 154

6 VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO

6.1 Criteri di verifica agli Stati Limite

Per le opere in esame, la normativa vigente richiede l'esecuzione delle seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese (par. 6.2.3. del Doc. Rif. [13]):

- Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU);
- Verifiche agli Stati Limite d'Esercizio (SLE).

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif. [13]})$$

dove:

E_d valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione $E_d \leq R_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare (si vedano i paragrafi seguenti). Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto E_d tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali di cui sopra alle azioni caratteristiche, oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche (Par. 6.2.3.1 del Doc. Rif. [13]).

Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [13]})$$

dove:

E_d valore di progetto dell'effetto dell'azione;

C_d valore limite prescritto dell'effetto delle azioni (definito Progettista Strutturale).

La verifica della condizione $E_d \leq C_d$ deve essere effettuata impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali.

Le verifiche vengono condotte con analisi statiche o pseudostatiche e, in accordo al MDP ITALFERR, il coefficiente di incremento dinamico delle azioni derivanti dal passaggio del treno è assunto pari all'unità.



In base a quanto indicato dalle NTC 2008 le verifiche di sicurezza che devono essere condotte per opere costituite da materiali sciolti sono le seguenti.

6.1.1 Stati limite ultimi (SLU)

Le verifiche di stabilità in campo statico di opere in materiali sciolti, quali rilevati, devono essere eseguite secondo l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2 + M2 + R2, Doc. Rif. [13]), tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta se:

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\gamma_R} R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 36 di 154

essendo R resistenza globale del sistema (vedasi Par. C.6.8.6.2 del Doc. Rif. [14]), calcolata sulla base delle azioni di progetto, dei parametri di progetto e della geometria di progetto $R = R \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_m}; a_d \right]$.

La stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno deve essere studiata nelle condizioni corrispondenti alle diverse fasi costruttive ed al termine della costruzione.

Facendo riferimento a quanto richiesto dalle NTC (Doc. rif. [13]), per le verifiche agli stati limite ultimi si sono adottati i valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle che seguono.

Tabella 6 – Coefficienti parziali sulle azioni

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

dove:



- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Tabella 7 – Coefficienti parziali sui terreni (Tab. 6.2.II, Doc. Rif. [13])

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

Tabella 8 – Coefficienti parziali per verifiche di stabilità globale

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 37 di 154

6.1.2 Stati limite di esercizio (SLE)

Deve essere verificato, mediante analisi effettuate impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali (Par. 6.5.3.2 del Doc. Rif. [13]), che gli spostamenti dell'opera in esame e del terreno circostante siano compatibili con la funzionalità della struttura e con la sicurezza e la funzionalità di manufatti adiacenti.

In particolare, successivamente al completamento del ballast, e per la durata della vita utile dell'opera (100 anni) i cedimenti residui devono essere inferiori a 5 cm.

Nel caso di rilevato da realizzarsi in affiancamento ad un rilevato esistente e mantenendo quest'ultimo in esercizio durante i lavori, si richiede che una stima del cedimento delle due rotaie in una stessa sezione verticale del rilevato, valutandone il decorso nel tempo. Inoltre, con riferimento alla tabella che segue, è necessario verificare che gli spostamenti indotti sui binari in esercizio durante la costruzione siano inferiori a 15 mm, ovvero inferiori ai valori limite dei difetti riferiti al secondo livello di qualità (Doc. rif. [18] e [22]). Laddove si superino i limiti riferiti al primo livello di qualità (10 mm, Doc. rif. [22]), è richiesto il monitoraggio del binario durante la costruzione.

Tabella 9 – Valori limite dei difetti in direzione trasversale (in mm)

	V ≤ 160 km/h	160 < V ≤ 300 km/h
1° livello di qualità	$\Delta H \leq 10$ $SCARTXL \leq 6$	$\Delta H \leq 10$ $SCARTXL \leq 4$
2° livello di qualità	$10 < \Delta H \leq 15$ $6 < SCARTXL \leq 10$	$10 < \Delta H \leq 15$ $4 < SCARTXL \leq 8$
3° livello di qualità esecuzione a breve termine anche in relazione ai limiti di sghembo (2)	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) $10 < SCARTXL \leq 14$	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) $8 < SCARTXL \leq 12$
(1) il valore di ΔH può essere ammesso solo a seguito di una verifica di assenza di problemi di sagoma (gallerie, interasse, posizione linea di contatto ecc.)		
(2) ATTENZIONE al rispetto delle condizioni di lavorabilità del binario previste dalla Norma sulla l.r.s.		

6.1.3 Verifiche in condizioni sismiche

La stabilità globale in condizioni sismiche di opere in materiali sciolti, quali rilevati, è stata verificata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2 + M2 + R2), tenendo conto dei coefficienti parziali richiamati in precedenza e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari ad uno. Il coefficiente di combinazione ψ per il carico variabile da traffico è stato posto pari a 0.2 (Doc. rif. [18]).

6.2 Azioni di progetto

Le azioni di progetto considerate nella analisi sono state definite coerentemente a quanto prescritto nel MdP (Doc. rif. [17]) e nelle NTC (Doc. rif. [13]) e sono di seguito descritte.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 38 di 154</p>

6.2.1 Azioni permanenti

In funzione della configurazione esaminata e della presenza o meno di elementi strutturali, i carichi permanenti sono stati calcolati assumendo:

Peso massicciata e armamento 18 kN/m³

Peso elementi in cls 25 kN/m³

In particolare, il peso della sovrastruttura ferroviaria è stato applicato sull'impronta del ballast, per un'altezza media fra il piano del ferro e l'estradosso del sub-ballast pari a 0.80 m.

6.2.2 Azioni variabili

Le azioni variabili sono rappresentate dai carichi da traffico ferroviario, qui determinati sulla base dello schema di carico più gravoso tra quelli previsti dalle NTC 2008, dalle Norme Europee e, conseguentemente, dal Manuale di Progettazione di RFI. In particolare, tale carico tiene conto della diffusione a partire dalla traversa e fino al piano di posa del ballast, secondo le prescrizioni di NTC e MdP. Nello specifico, è stato considerato il caso peggiore tra i tre modelli di carico previsti, ossia LM71, SW/0 ed SW/2. Per ogni binario, tale azione risulta essere pari a 61.4 kPa (LM71), da applicarsi su una superficie definita dalla larghezza della traversa e dalla larghezza di diffusione del carico nel ballast (2.8 m² in totale).

6.2.3 Azione sismica

L'azione sismica di progetto è stata definita sulla base della pericolosità sismica di base ed in considerazione di quanto discusso nel capitolo 5. Nelle analisi essa è stata definita adottando un'azione statica equivalente definita dal prodotto tra il peso W del volume di terreno potenzialmente instabile ed i coefficienti sismici orizzontale (k_h) e verticale (k_v):

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa (v. Tabella 10)

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito (v. capitolo 5.1.6)

g accelerazione di gravità.

Tabella 10 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Doc. rif.[13])

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 39 di 154</p>

Si trova nel presente caso:

$$a_g = 0.207 \text{ g}$$

$$S = 1.397$$

$$a_{\max} = 0.289 \text{ g}$$

$$k_h = 0.081$$

$$k_v = \pm 0.040$$

6.3 Verifiche e risultati SLU

6.3.1 Premessa

Le verifiche SLU della stabilità globale del rilevato (sia in condizioni statiche che sismiche) sono state condotte tramite il codice di calcolo SLIDE 7.0 (Doc. Rif. [28]). Le combinazioni di carico adottate nelle analisi fanno riferimento rispettivamente ai coefficienti parziali (A2+M2) per le analisi in campo statico e ai coefficienti parziali (M2) per le analisi sismiche. Tali coefficienti sono contenuti nella Tabella 7 della presente relazione.

Come da NTC 2008 (Doc. Rif. [13]), la verifica SLU di stabilità globale è soddisfatta se la relazione:

$$FS \geq R2 = 1.1.$$

è verificata sia in condizioni statiche che sismiche.

La verifica è stata condotta con riferimento alla già citata sezione di riferimento A riportata in Figura 1. La verifica è stata condotta facendo ricorso al metodo di Bishop modificato. Nel calcolo sono stati utilizzati i parametri geotecnici caratteristici definiti in Tabella 2.

6.3.2 Verifiche SLU in condizione statiche

Il carico da traffico ferroviario (q) assunto pari a 61.4 kPa (cfr. par. 6.2.2) è stato modellato come un carico distribuito applicato in corrispondenza delle impronte delle traversine ferroviarie. Tale sovraccarico è di tipo variabile/sfavorevole e, pertanto, il coefficiente parziale sulle azioni A2 è pari a 1.3.

Per quanto riguarda la falda, è stata considerata la condizione a lungo termine e quindi è stato preso un livello coincidente a piano campagna, come riportato nel paragrafo 4.3. Si sottolinea che nella ricerca delle superfici di rottura critiche sono state escluse tutte quelle superfici di spessore ridotto e che non interessano la sede ferroviaria. Sono state verificate sia le condizioni di stabilità sul lato ove è ubicato il muro, sia sul lato dove il muro non è presente. Nelle verifiche effettuate in corrispondenza delle sezioni con muri su pali, le resistenze al taglio di questi ultimi sono state considerate calcolando la resistenza al taglio di un elemento di calcestruzzo a sezione circolare $D = 800 \text{ mm}$ non armato. In questo caso la resistenza a taglio del calcestruzzo vale

$$\tau_{cls} = 0.21 f_{c,tk}$$

Nel caso dei pali in questione pertanto la resistenza vale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 40 di 154</p>

Td= 126 kN

In Figura 17 e Figura 18 sono riportate le superfici di rottura critica per la combinazione DA1C2. Il valore minimo di FS è pari a:

$$FS_{MIN} (DA1C2) = 1.36 > R2 = 1.1$$

la verifica di stabilità globale in campo statico risulta soddisfatta.

6.3.3 Verifiche SLU in condizioni sismiche

Le verifiche di stabilità in condizioni sismiche sono state svolte in accordo alla trattazione riportata in precedenza

In Figura 19 e Figura 20 sono riportate le superfici di rottura critiche. Il fattore di sicurezza FS è pari a:

$$FS_{MIN} = 1.39 > R2 = 1.1$$

la verifica di stabilità globale in condizioni sismiche risulta soddisfatta.

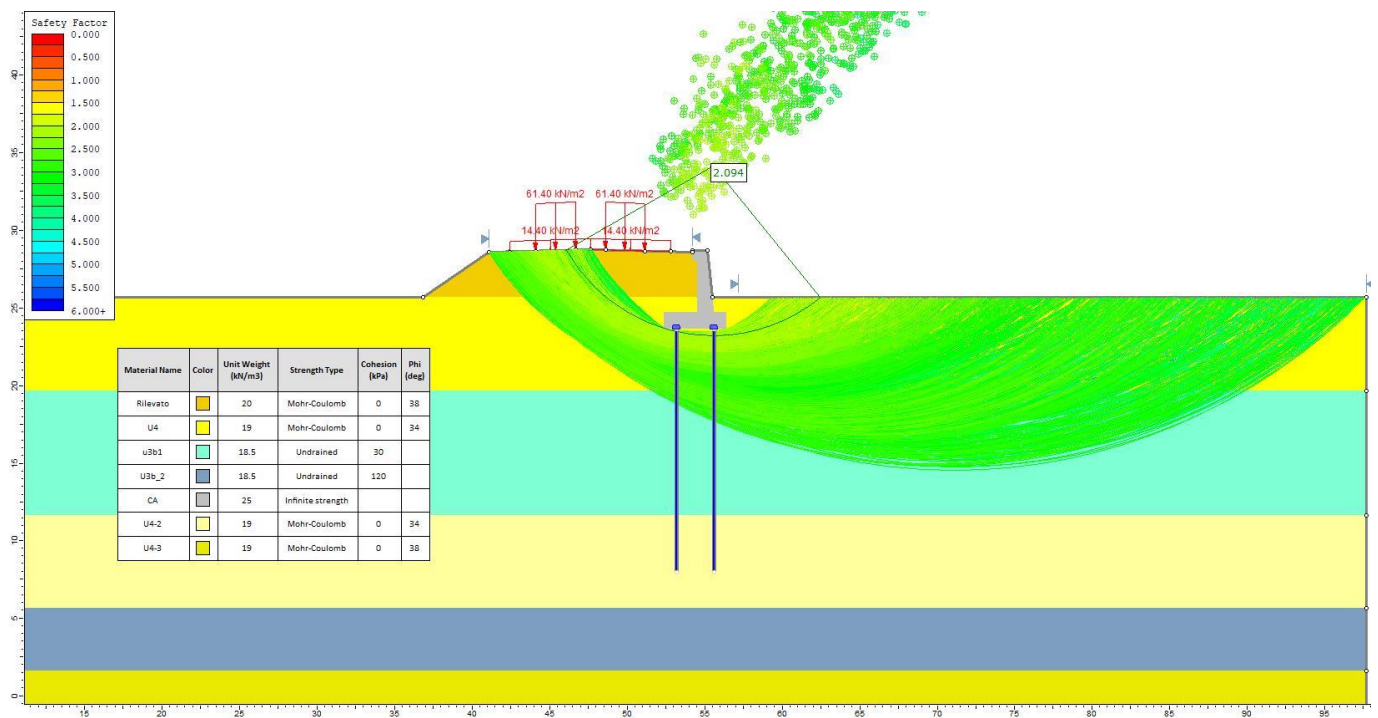


Figura 17 - Rilevato RI38- lato muro - Analisi SLU in campo statico DA1C2

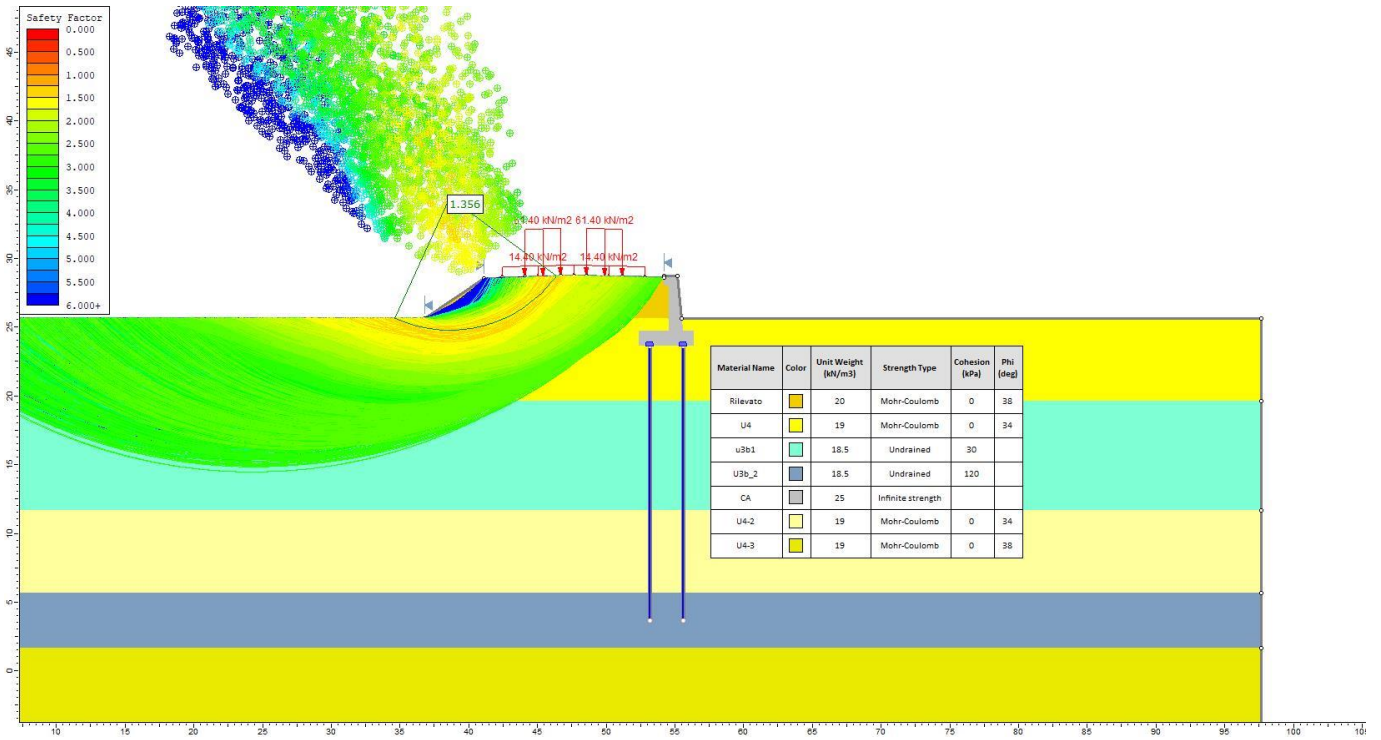


Figura 18 - Rilevato RI38- lato senza muro - Analisi SLU in campo statico DA1C2

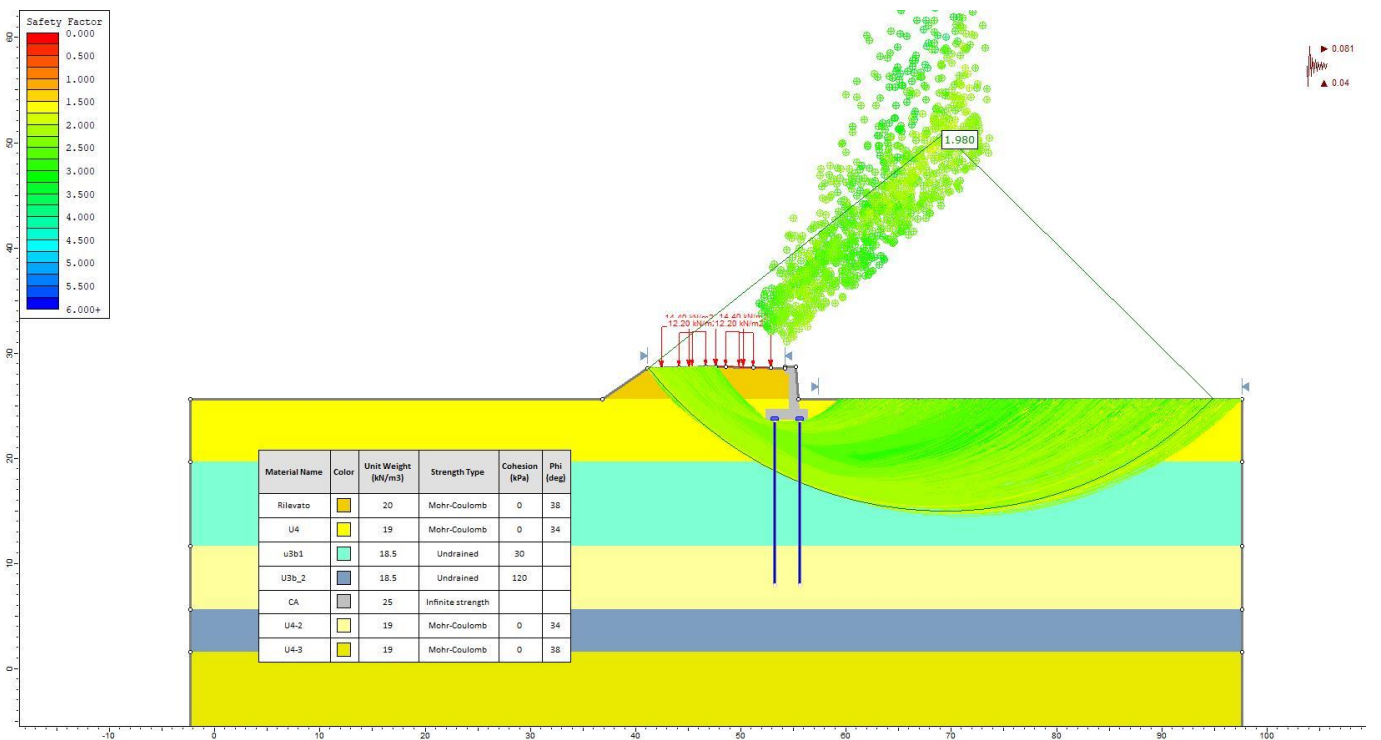


Figura 19 - Rilevato RI38- lato muro Analisi SLU in condizioni sismiche

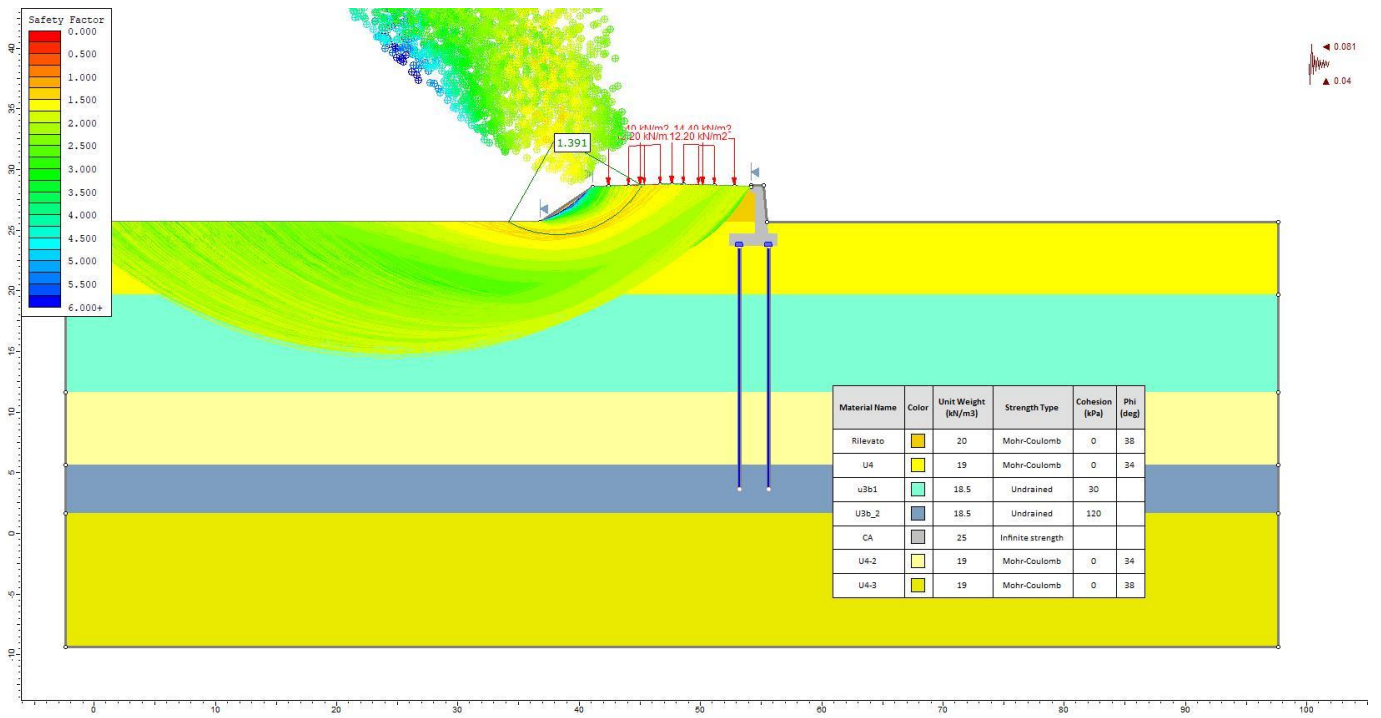



Figura 20 - Rilevato RI38- lato senza muro Analisi SLU in condizioni sismiche

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 43 di 154

6.4 Verifica e risultati SLE

La determinazione del campo di spostamenti è stata svolta mediante l'utilizzo del codice di calcolo SETTLE 3D (Doc. Rif. [29]) che permette di valutare l'andamento dei cedimenti nel tempo sotto diverse ipotesi di carico. Il programma discretizza l'area analizzata in un numero finito di aree di carico e valuta gli incrementi di tensione indotti da ogni singola area di carico componendo poi gli effetti. A partire dagli incrementi tensionali vengono poi calcolati i cedimenti.

La valutazione dell'incremento dello stato tensionale indotto nel terreno dai carichi applicati viene condotta all'interno del codice di calcolo con riferimento a soluzioni basate sulle seguenti ipotesi semplificative:

- il terreno è schematizzato come un semispazio elastico lineare, omogeneo ed isotropo (modello di Boussinesq);
- l'area di carico è posta sulla superficie del semispazio ed è ipotizzata avere rigidità nulla.

Per una generica condizione di carico viene quindi eseguita una discretizzazione in un numero finito di aree di carico sulle quali è applicata una pressione uniforme o variabile linearmente.

Per ogni direttrice di calcolo del cedimento vengono valutati gli incrementi di tensione indotti da ogni singola area di carico componendo poi gli effetti.

Il calcolo dell'incremento delle tensioni normali indotte da un'area di carico nastriforme, soggetta a un carico uniformemente distribuito (parte centrale del rilevato), viene eseguita sulla base delle formule di Jumikis (1971).

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi} \left[\tan^{-1}\left(\frac{x+B}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x-B}{z}\right) - \frac{z \cdot (x-B)}{(x-B)^2 + z^2} + \frac{z \cdot (x+B)}{(x+B)^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_x = \frac{q}{\pi} \left[\tan^{-1}\left(\frac{x+B}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x-B}{z}\right) + \frac{z \cdot (x-B)}{(x-B)^2 + z^2} - \frac{z \cdot (x+B)}{(x+B)^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_y = \nu \cdot (\Delta\sigma_z + \Delta\sigma_x)$$

dove:

$\Delta\sigma_z$, $\Delta\sigma_x$, $\Delta\sigma_y$ = incremento delle tensioni normali verticali e orizzontali

q = carico applicato

ν = coefficiente di Poisson

B = semilarghezza dell'area di carico in direzione x

x , y , z = coordinate geometriche di riferimento come indicato nella figura seguente.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 44 di 154</p>

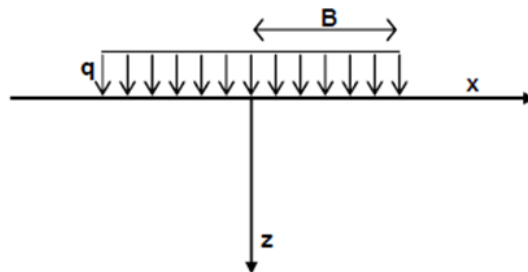


Figura 21 – Modello di calcolo Settle 3D – carico uniforme

Nel caso di un'area di carico nastroforme soggetta a un carico linearmente crescente (bordo del rilevato), le formule di Jumikis da applicare sono le seguenti:

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi \cdot A} \cdot \left[(x - A) \cdot \left(\tan^{-1}\left(\frac{x - A}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x}{z}\right) \right) + \frac{A \cdot z \cdot x}{x^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_x = \frac{q}{\pi \cdot A} \cdot \left[(x - A) \cdot \left(\tan^{-1}\left(\frac{x - A}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x}{z}\right) \right) + z \cdot \ln\left(\frac{x^2 + z^2}{(x - A)^2 + z^2}\right) - \frac{A \cdot z \cdot x}{x^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_y = \nu \cdot (\Delta\sigma_z + \Delta\sigma_x)$$

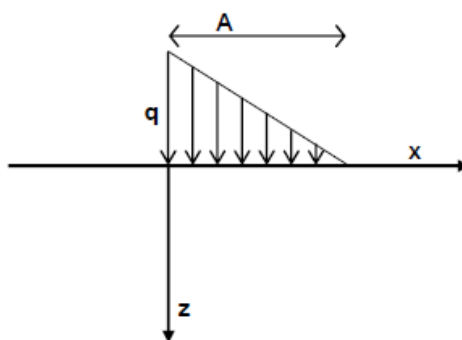


Figura 22 - Modello di calcolo Settle 3D – carico linearmente crescente

Il calcolo della deformazione verticale per ogni singolo sublayer viene valutato sulla base dell'incremento di sforzo verticale, utilizzando la seguente espressione:

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta\sigma_z}{E}$$

Il cedimento verticale totale viene quindi calcolato come sommatoria dei cedimenti dei diversi strati.

Il calcolo dei cedimenti indotti dalla realizzazione del rilevato ferroviario è stato svolto modellando la successione

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 45 di 154</p>

stratigrafica in sito tenendo conto delle diverse caratteristiche di deformabilità degli strati, in accordo alla stratigrafia di progetto riportata in Tabella 2. Si sono assunti i valori caratteristici sia sulle azioni che sui materiali.

Si osserva come, in accordo con la stratigrafia e i parametri di progetto riportati nel Capitolo 4, i moduli elastici risultano di fatto indipendenti dallo stato tensionale ed il valore della quota della falda non ha alcuna influenza sull'esito del calcolo. Pertanto, nel calcolo la falda è stata rappresentata ad una quota convenzionale praticamente coincidente con il p.c.

Nell'ambito delle verifiche agli Stati Limite d'Esercizio, dev'essere verificata la seguente disequaglianza:

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [13]})$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'effetto dell'azione, e C_d è il valore limite prescritto dell'effetto delle azioni.

Sulla base di quanto riportato sopra, le verifiche geotecniche sono pertanto volte ad identificare un campo di spostamenti/cedimenti.

La verifica è stata condotta con riferimento alla già citata sezione di riferimento riportata in Figura 1. Il modello di calcolo implementato per il rilevato tipologico con altezza pari a 3.4 m è riportato in Figura 23. La larghezza del rilevato è pari a 22 m, con pendenza delle scarpate è 2V:3H. Nel calcolo sono stati utilizzati i parametri geotecnici definiti in Tabella 2.

Il carico dato dal completamento della linea ferroviaria, assunto pari a 14.4 kPa, è stato modellato come un carico distribuito applicato in corrispondenza dell'impronta del rilevato ferroviario.

I cedimenti sono stati calcolati al centro del nuovo rilevato, i valori calcolati sono riportati nella Figura 24.



Il cedimento calcolato in corrispondenza del centro del nuovo rilevato è di circa 6.5 cm. Tenendo conto che:

- la stratigrafia è caratterizzata per lo più da materiali granulari, con permeabilità medio-alta, con decorso dei cedimenti praticamente contemporaneo all'applicazione dei carichi
- che i percorsi di consolidazione degli strati a grana fine sono comunque molto limitati (max 4 m) e tenendo inoltre conto della presenza di intercalazioni sabbiose, così come evidenziato dalle prove CPTU, si considera che anche tali cedimenti si esauriranno praticamente all'atto dell'applicazione dei carichi,

si ritiene non necessario procedere con necessarie dettagliate analisi di consolidazione.

I cedimenti di lungo termine, e più in particolare quelli a far data dal termine dell'applicazione del carico del ballast e fino alla fine di vita utile dell'opera (100 anni), sono pertanto da considerare trascurabili.

La verifica SLE è quindi da considerarsi soddisfatta.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 46 di 154</p>

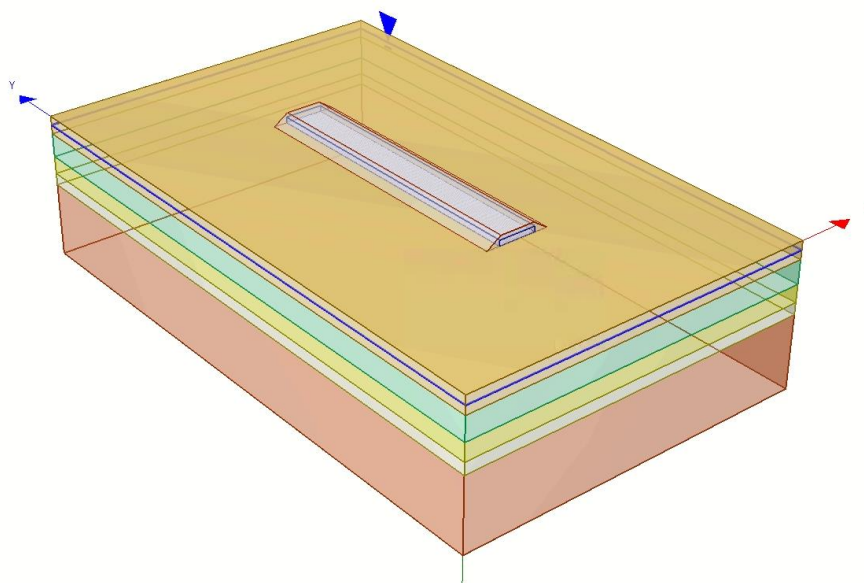


Figura 23 - Rilevato RI38 H=3.40 m - Analisi SLE – Modello di calcolo

Ri38: Cedimento del rilevato ferroviario linea AV

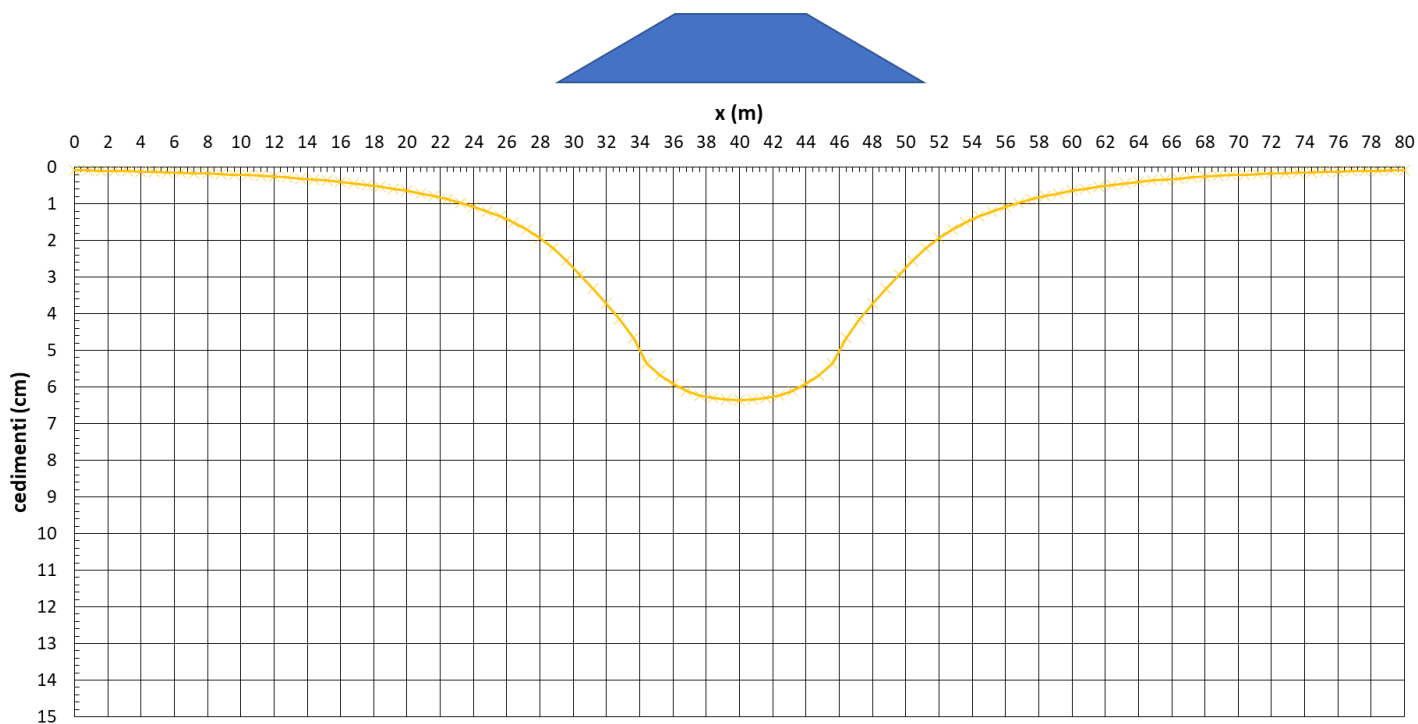


Figura 24 - Analisi SLE RI38 – Risultato Cedimenti

Ri38: cedimento al centro del rilevato AV

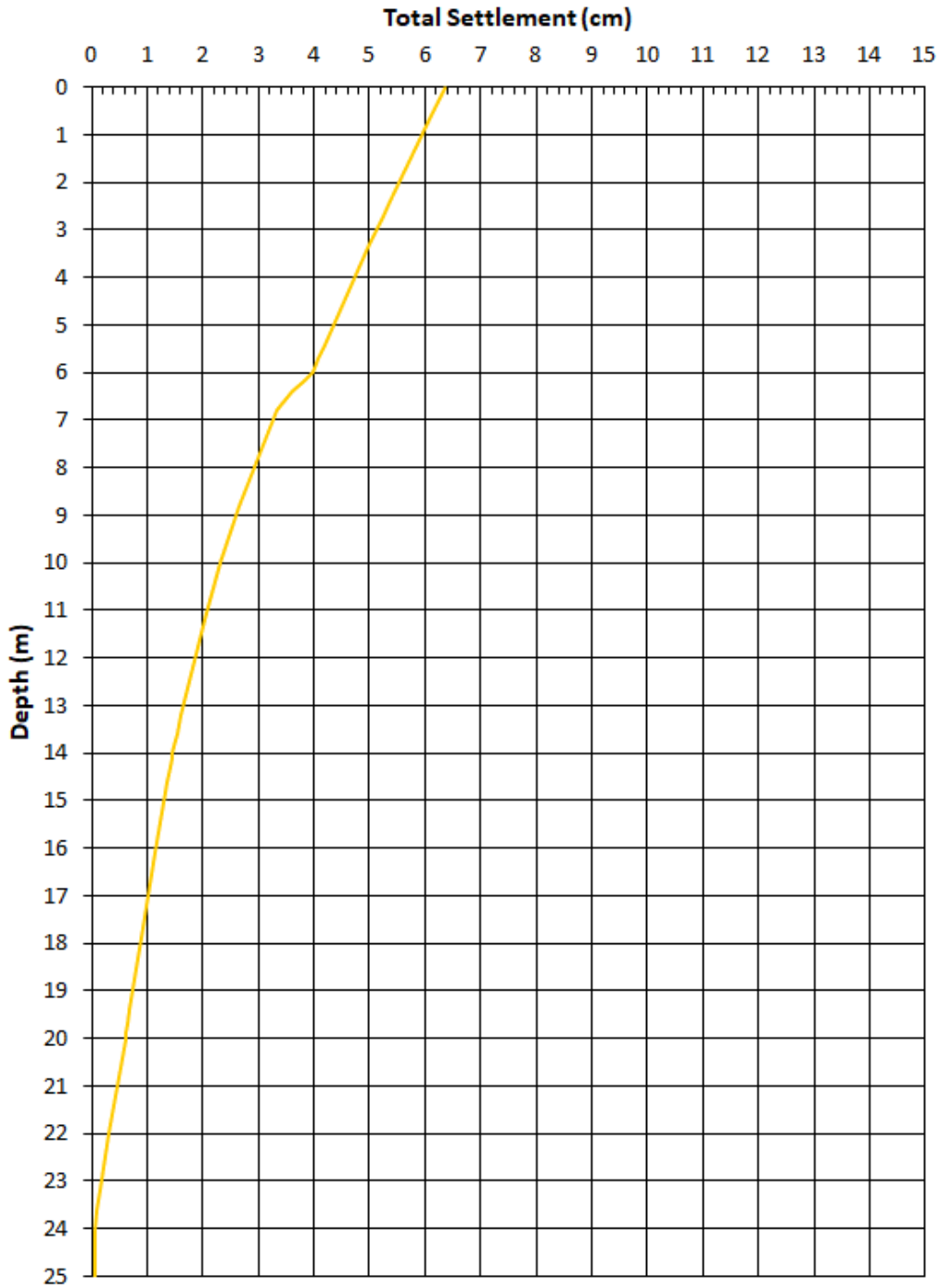




Figura 25 - Analisi SLE RI38 – Risultato cedimenti in profondità al centro del rilevato

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 48 di 154

7 RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI

7.1 Introduzione

Il muro di sostegno e mitigazione presente lungo il rilevato sarà fondato su pali in ca. Il calcolo del muro e le relative verifiche sono contenuti nel documento di progetto del muro di sostegno.

Di seguito si riportano i calcoli di dimensionamento dei pali sotto carico assiale, condotti per il diametro $D = 800$ mm. I calcoli sono stati svolti in accordo alle NTC 2008, seguendo i dettami validi per i pali trivellati. I calcoli sono anche da ritenere validi nel caso di impiego di pali CFA.

Per quanto concerne il comportamento dei pali sotto carichi orizzontali, i calcoli di verifica e dimensionamento sono contenuti nel documento relativo al calcolo del muro.

Il calcolo è stato condotto in accordo all'approccio elastico di Matlock e Reese (1960) utilizzando i seguenti valori di molle orizzontali:

$E_h = k_h \cdot z$, con z profondità da p.c. per terreni granulari e

$E_h = 400 \cdot c_u$ per terreni coesivi:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 49 di 154</p>

7.2 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali sono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente (DM 2008). La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo:

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

F_{cd} carico assiale di compressione di progetto;

R_{cd} capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

R_k valore caratteristico della capacità portante limite del palo;

γ_R coefficiente di sicurezza sulle resistenze

In particolare, le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) sono condotte con riferimento ad almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

Combinazione 1: A1 + M1 + R1

Combinazione 2: A2 + M1 + R2

Approccio 2:

Combinazione 1: A1 + M1 + R3,

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 5.2.V (ponti ferroviari), e Tab. 6.4.II delle NTC 2008 (Doc. Rif. [13]) e riportati nelle seguenti

Tabella 7-1 e Tabella 7-2.



Il peso del palo, in accordo con quanto riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC2008, deve essere incluso tra le azioni permanenti di cui alla

Tabella 7-1.

La resistenza di progetto a compressione $R_{c,d}$ è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ i coefficienti parziali γ_R riportati in tabella seguente, relativi alla condizione di pali trivellati.

Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ a compressione ed a trazione $R_{t,k}$ è ottenuto applicando i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 (Tabella 7-3) alle resistenze di calcolo $R_{c,cal}$; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative:

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 50 di 154

$$R_{t,k} = \min \left\{ \frac{(R_{t;cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t;cal})_{min}}{\xi_4} \right\}.$$

I valori di ξ_3 e ξ_4 da utilizzare nelle analisi sono funzione dal numero di sondaggi che sono stati considerati per valutare la resistenza del palo per ogni area omogenea o struttura/opera.

Tabella 7-1 – Tab. 5.2.V, NTC 2008

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

Tabella 7-2 – Tab. 6.4.II, NTC 2008

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.



Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

^(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 7-3 – Tab. 6.4.IV NTC 2008 - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

In conclusione, sulla base di quanto prescritto dalle NTC al paragrafo 7.11.5.3, in condizioni sismiche le curve di

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 51 di 154

capacità portante sono da calcolarsi con riferimento all'Approccio 2. Risultano, quindi, pressoché coincidenti con quelle calcolate agli SLU, utilizzando il medesimo approccio: le differenze si riducono ad un diverso fattore parziale applicato ad una frazione del peso del palo. Pertanto, nel caso in esame la stima è eseguita cautelativamente assumendo la combinazione A1+M1+R3, sia per le combinazioni statiche che per quelle sismiche. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti delle azioni A1 sono assunti unitari, come da §7.11.5.3-NTC2008.

7.3 Metodologia di calcolo

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) "Q_{tot,c,d}" in compressione è espressa dalla seguente relazione:

$$Q_{tot,c,d} = Q_{ll} / F_{SL,C} + Q_{bl} / F_{SB} - W'_{p-s} = Q_{l,c,d} + Q_{b,d} - W_{p-s,d}$$

dove:

- Q_{ll} valore di calcolo della portata laterale,
- Q_{bl} valore di calcolo della portata di base,
- Q_{l,c,d} valore di progetto della portata laterale,
- F_{SL,C} fattore di sicurezza per la portata laterale in compressione (= ξ · γ_s),
- F_{SB} fattore di sicurezza per la portata di base (= ξ · γ_b),
- Q_{b,d} valore di progetto della portata di base,
- W_{p-s} valore di progetto del peso del palo, al netto del peso del terreno asportato.

Diversamente, la portata di progetto a trazione "Q_{tot,tr,d}" è espressa dalla seguente relazione:

$$Q_{tot,tr,d} = Q_{LL,Tr} / F_{SL} + W'_P = Q_{l,tr,d} + W'_p$$

dove:

- Q_{LL} valore di calcolo della portata laterale,
- W'_P peso efficace del palo, alleggerito se sotto falda,
- F_{SL,Tr} fattore di sicurezza per la portata laterale in trazione (= γ_{st} · ξ).



In particolar modo, considerata la suscettibilità di liquefazione dello strato di depositi sciolti più superficiale, in condizioni di post-sisma il contributo di tale strato nel calcolo della capacità portante risulta essere trascurabile. A favore di sicurezza, la portata del palo fino a 4 m pc (v. capitolo 4.5) è stata considerata nulla sia per le combinazioni di calcolo post-sisma, che per le altre combinazioni eccezionali e per quelle agli SLU e SLV.

7.3.1 Portata laterale

La portata laterale limite è valutata con la seguente relazione:

$$Q_{ll} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 52 di 154</p>

- D diametro palo,
- τ_i tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,
- h_i altezza dello strato i-esimo.

7.3.1.1 Depositi coesivi

Per i terreni coesivi la tensione di adesione laterale limite è valutata con la seguente espressione:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{us,max}$$

dove:

c_u resistenza al taglio non drenata.

α coefficiente empirico, determinato in accordo a quanto indicato nel manuale FHWA 2010:

$$\alpha = 0.55 \quad \text{per } (c_u/p_a) \leq 1.5;$$

$$\alpha = 0.55 - 0.1 \cdot (c_u/p_a - 1.5) \quad \text{per } 1.5 \leq (c_u/p_a) \leq 2.5$$

Inoltre, per la resistenza laterale si impongono anche le seguenti condizioni:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} \geq 0.23 \cdot \sigma'_{v0}$$

$$\tau_{us,max} = 100 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno coesivo),}$$

dove:

σ'_{v0} tensione verticale efficace alla quota di riferimento.

7.3.1.2 Depositi incoerenti

Per i terreni incoerenti la tensione di aderenza laterale limite è valutata mediante metodo β con la seguente espressione (Reese & O'Neill, 1999, recepito nel manuale FHWA del 2010):

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \beta \cdot \sigma'_{v0} \leq \tau_{us,max}$$

dove:

$$\beta = 1.5 - 0.245 \cdot z^{0.50} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.20) \text{ per sabbie;}$$

$$\beta = 2.0 - 0.147 \cdot z^{0.75} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.80) \text{ per sabbie ghiaiose;}$$

σ'_{v0} tensione verticale efficace alla quota di riferimento.

$$\tau_{us,max} = 150 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno incoerente)}$$



7.3.2 Portata di base

Per la valutazione della portata di base limite si utilizzano le seguenti relazioni:

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

A_p area della base del palo,

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 53 di 154

q_{bl} portata limite specifica di base.

7.3.2.1 Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi è valutata con la seguente relazione:

$$q_{b,ult} \text{ (kPa)} = 9 \cdot c_{u,k}$$

dove $c_{u,k}$ indica il valore caratteristico della resistenza a taglio non drenata.

7.3.2.2 Depositi incoerenti

Il valore della portata di base allo stato critico (q_{bcr}) è stato valutato, considerando un rapporto fra il cedimento della base del palo ed il diametro del palo pari al 10%.

Generalmente sono disponibili dati di prove SPT, da cui si possono utilizzare le indicazioni di Reese e O'Neill, 1988, Fioravante et al., 1995:

$$q_{bcr, 0.1} = 75 N_{SPT} < 4000 \text{ kPa.}$$

Quando sono disponibili dati penetrometrici, si può considerare la seguente espressione (Salgado 2006, Ghionna et al., 1994):

$$q_{bcr 0.1} \cong 0.10 \div 0.16 q_c,$$

dove l'estremo inferiore può essere assunto per sabbie molto addensate e l'estremo superiore per sabbie mediamente addensate.

7.3.2.3 Terreni stratificati

Nel caso di terreni stratificati, costituiti da alternanze di strati di limi e argille e di sabbie e ghiaie, i criteri di valutazione delle portate laterali limite sono analoghi a quelli descritti precedentemente. Tuttavia, in accordo a quanto discusso in Meyerhof (1976), la portata di base negli strati sabbioso-ghiaiosi si riduce rispetto a quella caratteristica dello strato supposto omogeneo (v. figura seguente). Pertanto, nel caso di terreno stratificato, la mobilitazione dell'intera resistenza di base disponibile è subordinata alla condizione che il palo penetri nello strato portante per almeno 3 diametri. Viceversa, con l'avvicinarsi della base del palo ad uno strato inferiore di minore resistenza, la portata si riduce linearmente fino all'interfaccia tra gli strati, laddove eguaglia il valore di rottura dell'unità più debole

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 54 di 154</p>

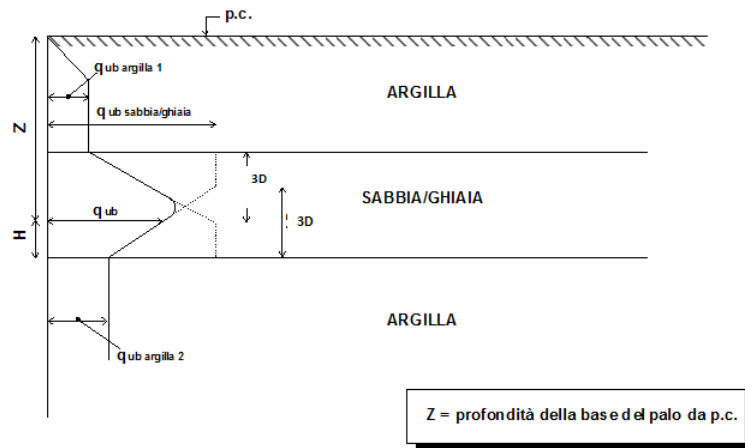


Figura 26- Criterio di valutazione della pressione ultima di base (q_{ub}) in terreni stratificati

7.4 Stratigrafia di calcolo

La stratigrafia di calcolo è quella Tabella 2, che qui sotto si riporta per comodità di consultazione, integrata con parametri per il calcolo della capacità portante dei pali e per la determinazione del comportamento del palo singolo sotto carico orizzontale.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 55 di 154</p>

Modello geotecnico di riferimento da pk 30+175,00 a pk 30+409,00

Unità	da m pc*	a m pc*	γ kN/m ³	ϕ_k °	c'_k kPa	$c_{u,k}$ kPa	$Q_{b,cr}$ (kPa)	E_h (kPa)	k_h (kN/m ³)
Sabbia (4)	0	6	19	34	-	-	-	$k_h \cdot z$	15000
Argilla (3b)	6	14	18.5	-	-	30-50	-	12000÷20000	-
Sabbia (4)	14	20	19	34	-	-	2000	$k_h \cdot z$	15000
Argilla (3b)	20	24	18.5	-	-	120	-	48000	-
Sabbia (4)	>24		19	38	-	-	3500	$k_h \cdot z$	15000

* quota piano campagna = 28.0 m s.l.m.

quota imposta muro = quota testa pali = 25.8 m s.l.m.

La quota testa pali si trova quindi a 2.2 metri al disotto del p.c.

Tenuto conto del numero di indagini presente nell'area, e delle cautele insite nel calcolo, si è assunto un valore di $\xi_4=1.48$.

In tabella si forniscono anche i criteri per la valutazione del comportamento del singolo palo sotto carichi orizzontali.

In particolare:



E_h (modulo di reazione orizzontale) = $400 \cdot c_u$ per terreni coesivi (in kPa)

$E_h(z) = k_h \cdot z = 15000 z$, essendo z la profondità da p.c., e ponendo $k_h = 15000$ kN/m³, per terreni addensati (ghiaie dell'unità 6).

7.5 Risultati

Si riportano di seguito le curve di capacità portante del palo singolo, calcolate sulla base della metodologia di calcolo discussa nei capitoli precedenti, per pali $D = 800$ mm, $D = 1000$ mm;

I tabulati di calcolo sono riportati in ALLEGATO 6.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 56 di 154</p>

7.5.1 PALI D = 800 mm

RI38 - Curve di capacità portante

Pali trivellati Φ 800
 Numero verticali indagate 3
 ξ_4 1.48

Lpalo m	CARICO LIMITE ULTIMO			CURVE SLU				
	$Q_{o,lim}$ kN	$Q_{o,cr}$ kN	$Q_{TOT,lim}$ kN	$Q_{c,d}$ kN	$Q_{t,d}$ kN	$Q_{s,d}$ kN	$Q_{c,t,d}$ kN	$Q_{o,t,d}$ kN
0.00	0	754	754	0	0	377	377	0
0.50	50	754	803	29	27	377	404	29
1.00	105	754	856	62	57	377	435	60
1.50	164	754	913	96	89	377	467	94
2.00	226	630	851	133	122	315	440	128
2.50	293	507	792	172	158	254	415	166
3.00	363	383	737	213	196	192	393	205
3.50	436	259	685	256	236	130	371	247
4.00	499	136	622	293	270	68	345	282
4.50	534	141	662	314	289	71	365	303
5.00	556	147	688	327	301	74	380	316
5.50	579	153	715	340	313	77	394	330
6.00	603	158	744	354	326	79	409	344
6.50	629	164	773	370	340	82	425	360
7.00	656	170	804	385	355	85	442	376
7.50	683	175	836	401	369	88	458	392
8.00	713	181	869	419	385	91	477	409
8.50	743	187	904	437	402	94	495	428
9.00	775	192	940	455	419	96	515	446
9.50	807	198	977	474	436	99	534	465
10.00	842	204	1015	495	455	102	556	485
10.50	877	209	1054	515	474	105	577	506
11.00	913	215	1095	536	494	108	599	527
11.50	951	221	1137	559	514	111	622	549
12.00	1005	226	1195	590	543	113	655	579
12.50	1091	382	1435	641	590	191	781	628
13.00	1192	538	1690	700	644	269	917	683
13.50	1293	694	1946	760	699	347	1052	740
14.00	1394	849	2201	819	754	425	1187	796
14.50	1495	1005	2457	878	808	503	1322	852
15.00	1596	1005	2557	938	863	503	1380	908
15.50	1697	1005	2656	997	917	503	1437	964
16.00	1798	913	2662	1056	972	457	1449	1020
16.50	1897	820	2668	1115	1025	410	1457	1075
17.00	1997	728	2673	1173	1079	364	1469	1130
17.50	2095	635	2678	1231	1132	318	1477	1185
18.00	2189	543	2678	1286	1183	272	1485	1237
18.50	2275	543	2763	1337	1230	272	1533	1286
19.00	2358	543	2844	1385	1275	272	1580	1332
19.50	2441	543	2925	1434	1319	272	1626	1378
20.00	2524	543	3007	1483	1364	272	1674	1424
20.50	2607	543	3088	1532	1409	272	1720	1471
21.00	2690	543	3170	1580	1454	272	1767	1517
21.50	2773	543	3251	1629	1499	272	1813	1564
22.00	2857	543	3333	1679	1544	272	1861	1610
22.50	2941	686	3558	1728	1590	343	1980	1658
23.00	3023	828	3782	1776	1634	414	2097	1703
23.50	3104	971	4004	1824	1678	486	2214	1749
24.00	3182	1114	4223	1870	1720	558	2330	1792
24.50	3260	1257	4442	1915	1762	629	2445	1836
25.00	3339	1257	4520	1962	1805	629	2490	1880
25.50	3419	1257	4599	2009	1848	629	2534	1925
26.00	3501	1257	4679	2057	1892	629	2581	1970
26.50	3585	1257	4761	2106	1938	629	2627	2018
27.00	3669	1257	4845	2156	1983	629	2675	2064
27.50	3755	1257	4929	2206	2030	629	2723	2113
28.00	3843	1257	5015	2258	2077	629	2774	2161
28.50	3932	1257	5103	2310	2125	629	2823	2211
29.00	4022	1257	5192	2363	2174	629	2875	2261
29.50	4114	1257	5282	2417	2224	629	2926	2313
30.00	4207	1257	5374	2472	2274	629	2979	2364
30.50	4302	1257	5467	2528	2325	629	3033	2417
31.00	4398	1257	5561	2584	2377	629	3088	2470
31.50	4496	1257	5657	2642	2430	629	3142	2525
32.00	4595	1257	5755	2700	2484	629	3198	2581
32.50	4695	1257	5853	2759	2538	629	3255	2636
33.00	4797	1257	5954	2818	2593	629	3313	2693
33.50	4900	1257	6055	2879	2649	629	3372	2750
34.00	5004	1257	6158	2940	2705	629	3430	2808
34.50	5110	1257	6263	3002	2762	629	3491	2866
35.00	5217	1257	6369	3065	2820	629	3551	2926
35.50	5326	1257	6476	3129	2879	629	3614	2986
36.00	5436	1257	6585	3194	2938	629	3676	3047
36.50	5548	1257	6695	3260	2999	629	3740	3109
37.00	5661	1257	6806	3326	3060	629	3804	3172
37.50	5776	1257	6919	3394	3122	629	3870	3235
38.00	5891	1257	7033	3461	3184	629	3935	3299

Figura 27- – Riassunto curve di carico limite ultimo e di resistenza di progetto SLU per pali D=800 mm

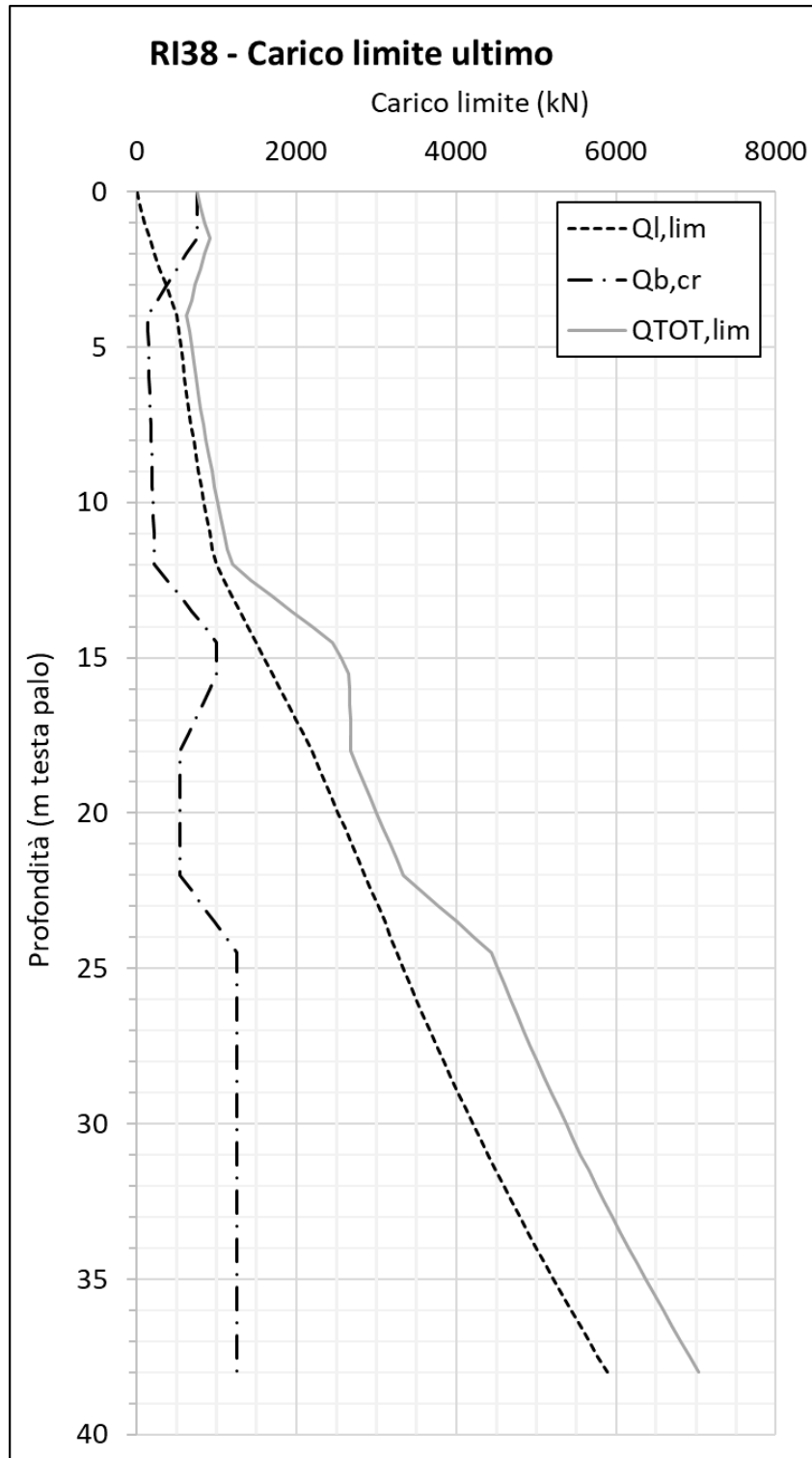


Figura 28- – Curve di carico limite ultimo per pali D=800 mm

Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
 Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

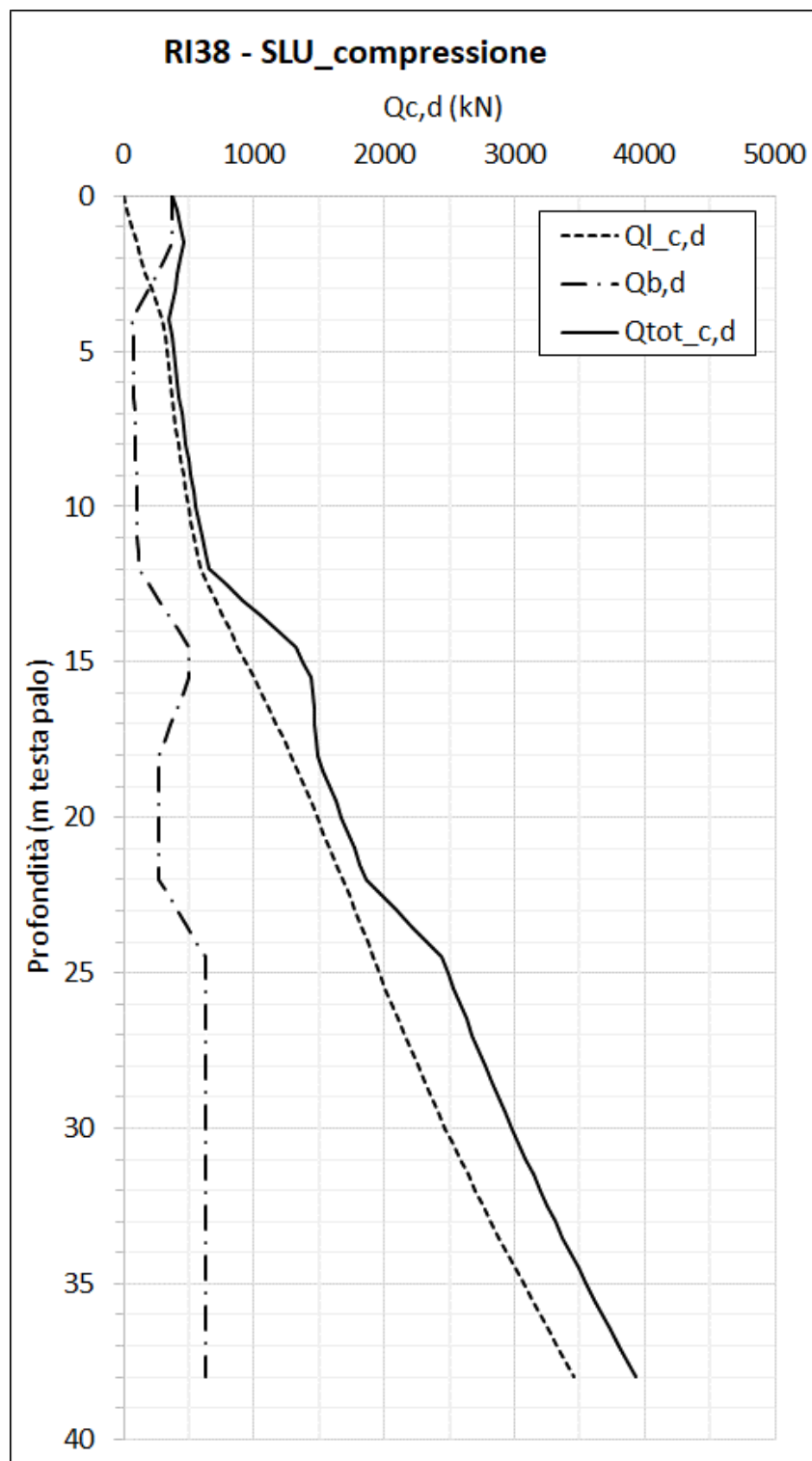
12

Codifica

EI2RBRI3800001A

Foglio

58 di 154


 Figura 29– Curve di resistenza di progetto SLU, compressione per pali $D=800$ mm

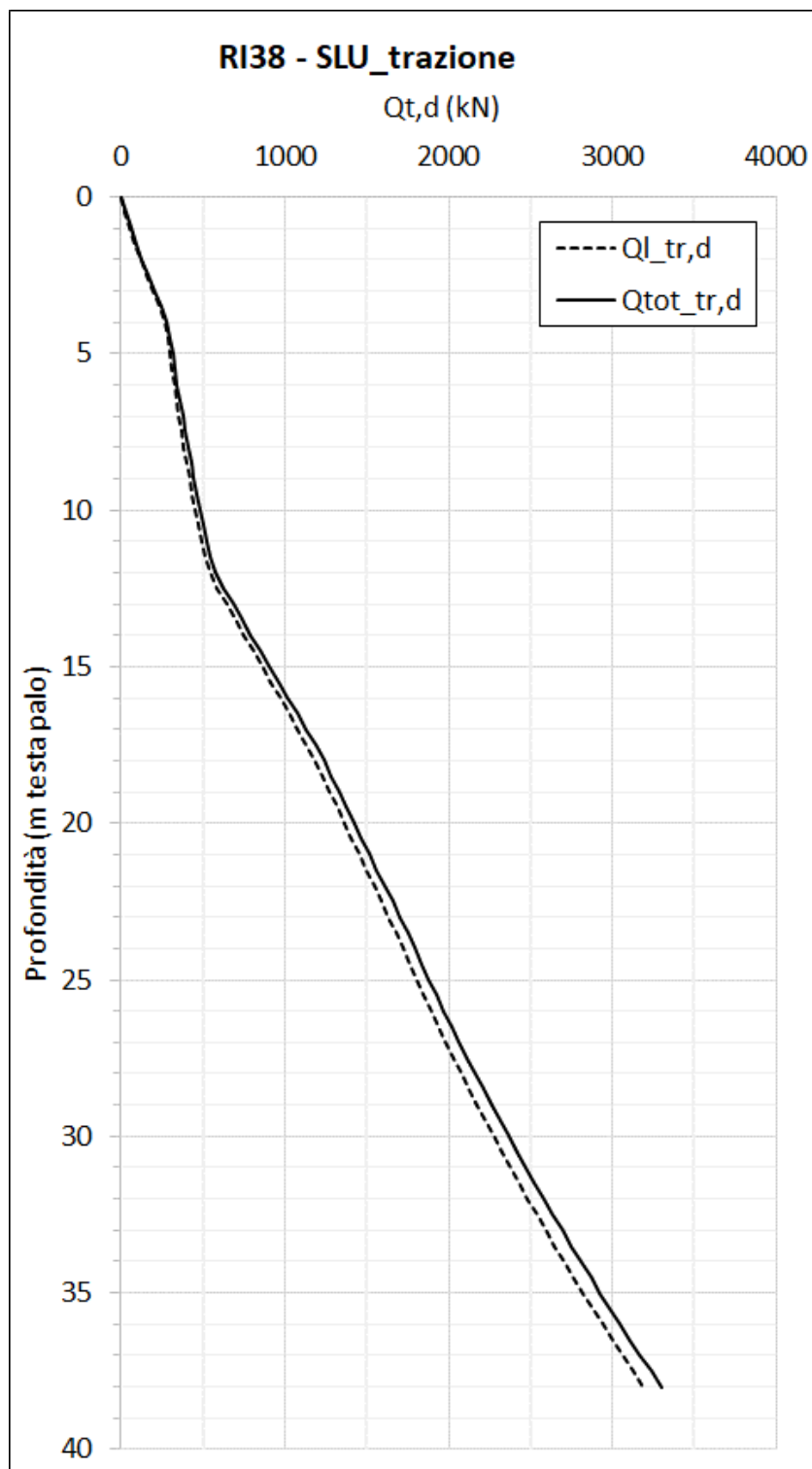


Figura 30- Curve di resistenza di progetto SLU, trazione per pali $D=800$ mm

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 60 di 154</p>

8 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

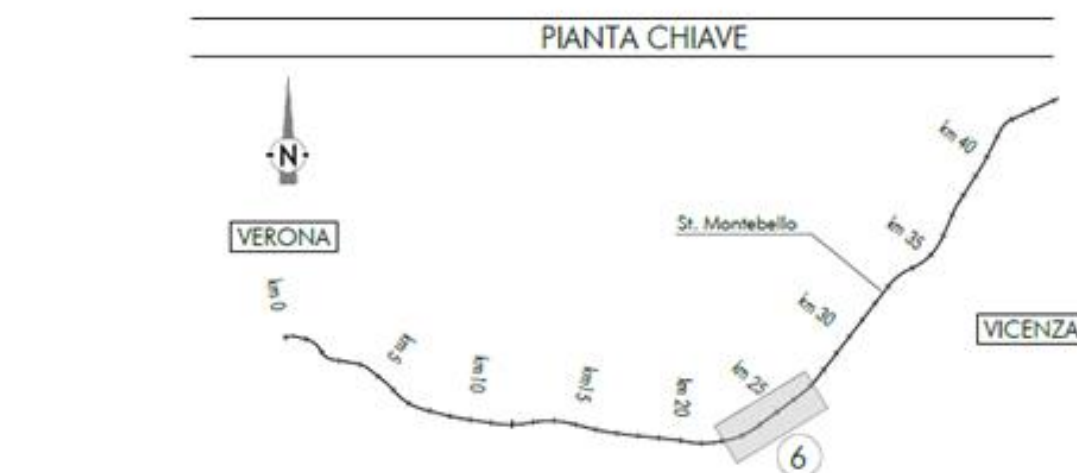
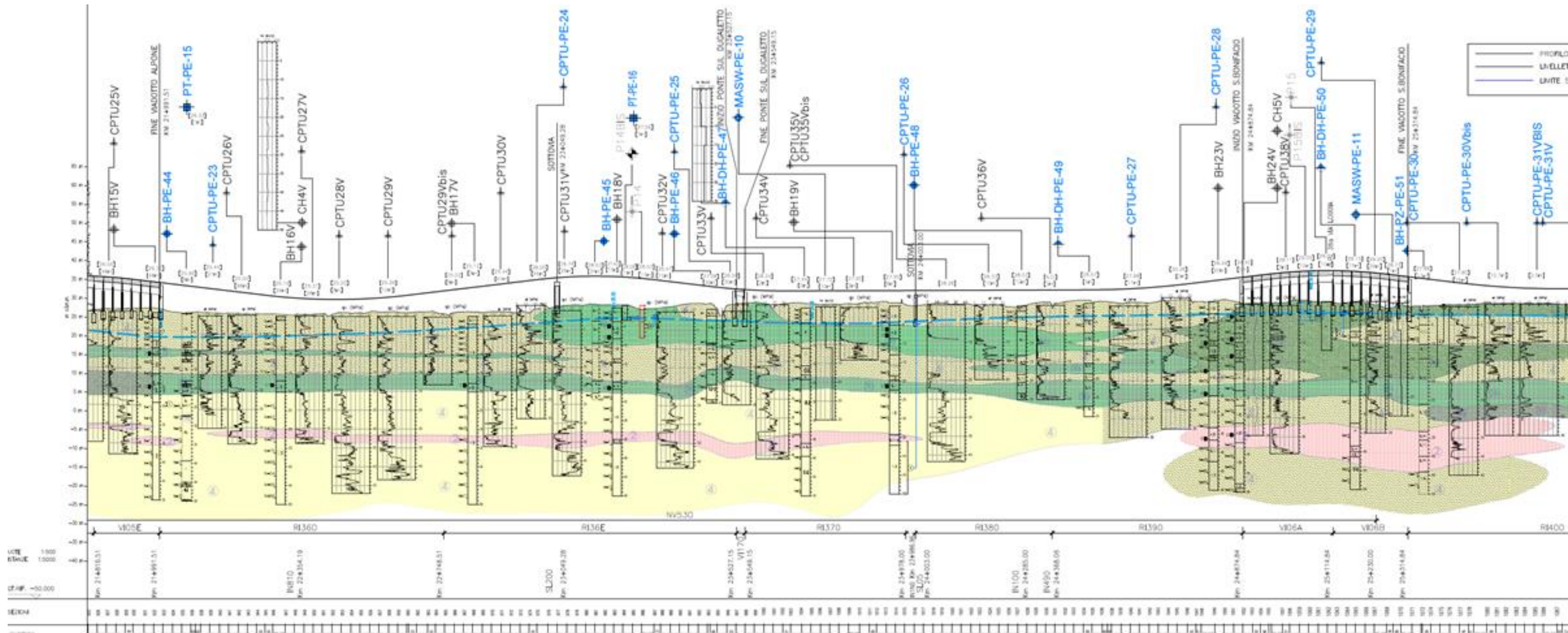
In conclusione, il rilevato oggetto di questa analisi risulta stabile e i cedimenti attesi sono limitati e non differiti nel tempo..

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 61 di 154</p>

ALLEGATI

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 62 di 154</p>

ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO



- LEGENDA**
- Campagna indagini integrative PE**
- Sondaggio a sondaggio continuo
 - Sondaggio a sondaggio continuo con l'installazione di piezometro a tubo aperto o Casagrande indaga 100s
 - ▲ Prova penetrometrica statica con placca
- Campagna indagini 2018 per CDS**
- Sondaggio geognostico
- Campagna indagini 2015**
- Sondaggio a sondaggio continuo con installazione di Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - Fara a distribuzione di nuclei per installazione di Piezometro Casagrande (C)
- Campagna indagini 2014**
- Sondaggio a sondaggio continuo
 - Sondaggio a sondaggio continuo (SP) con installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - Fara a distribuzione di nuclei per installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - ▲ Prova penetrometrica statica con placca (previsione di avanzamento con livellazione)
 - ▲ Prova penetrometrica statica con placca "trasparente"
 - Fara a distribuzione di nuclei per esecuzione prove CROSS-HOLE
 - Pozzetto esplorativo a 1,5 m da p.c. con prove di carico su placca
 - Profondità delle indagini
- Altri simboli:**
- Ricetto esportato
 - Sondaggio con esecuzione di prove due fasi
 - Sondaggio con esecuzione di prove una fase
 - Indagini aeree
 - Rete per PE in situ e indagini di campo a con coordinate aerea, in caso indagini aeree non disponibili o con coordinate non note

- Campagna indagini pregresse**
- Sondaggio geognostico (campagna 1998)
 - Sondaggio geognostico, numero di riferimento (campagna 2002)
 - CPTU, numero di riferimento (campagna 2002)
 - Pozzo con stratigrafia, numero di riferimento (Dati ex Aziende Industriali Municipalizzate (VI) per gentile concessione Centro Idrico Novaledo s.r.l.)
- Classi dei terreni**
- 1) Risperto
 - 2) Limi argillosi e limi da compatte a molto compatte, generalmente sovraconsolidati
 - 3a) Aria con prevalenza di sabbie limose, con limi e limi sabbiosi, con sabbie, a compartimento denso, da sabbie a mediamente cedevoli
 - 3b) Aria con prevalenza di limi argillosi e argille limose, da tenere a mediamente compatte, generalmente IC o debolmente OC
 - 3c) Aria di alterazione, sia in verticale che perimetrale, di materiali 3a e 3b
 - 4) Sabbie generalmente da debolmente limose a limose, da mediamente cedevoli a molto cedevoli
 - 5) Ghiaie, ghiaie con sabbie, con presenza locale di ciottoli, anche di grandi dimensioni (fino a 80/100mm)
- Altri simboli:**
- Asse di progetto
 - confine di Provincia
 - Confine Comunale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>R119 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2GERI190001</p>	<p>A</p>

ALLEGATO 2 - SONDAGGI



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3800001A

Foglio

65 di 154

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da CertiQuality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - BS OHSAS 18001:2007

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



COMMITTENTE: CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: San Bonifacio (VR)

PERFORAZIONE: BH-PE-48

ESECUZIONE: 18-22/12/2020

COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°: SF201159

OPERATORE: EL HACHMI

RESPONSABILE: FERRABOSCHI

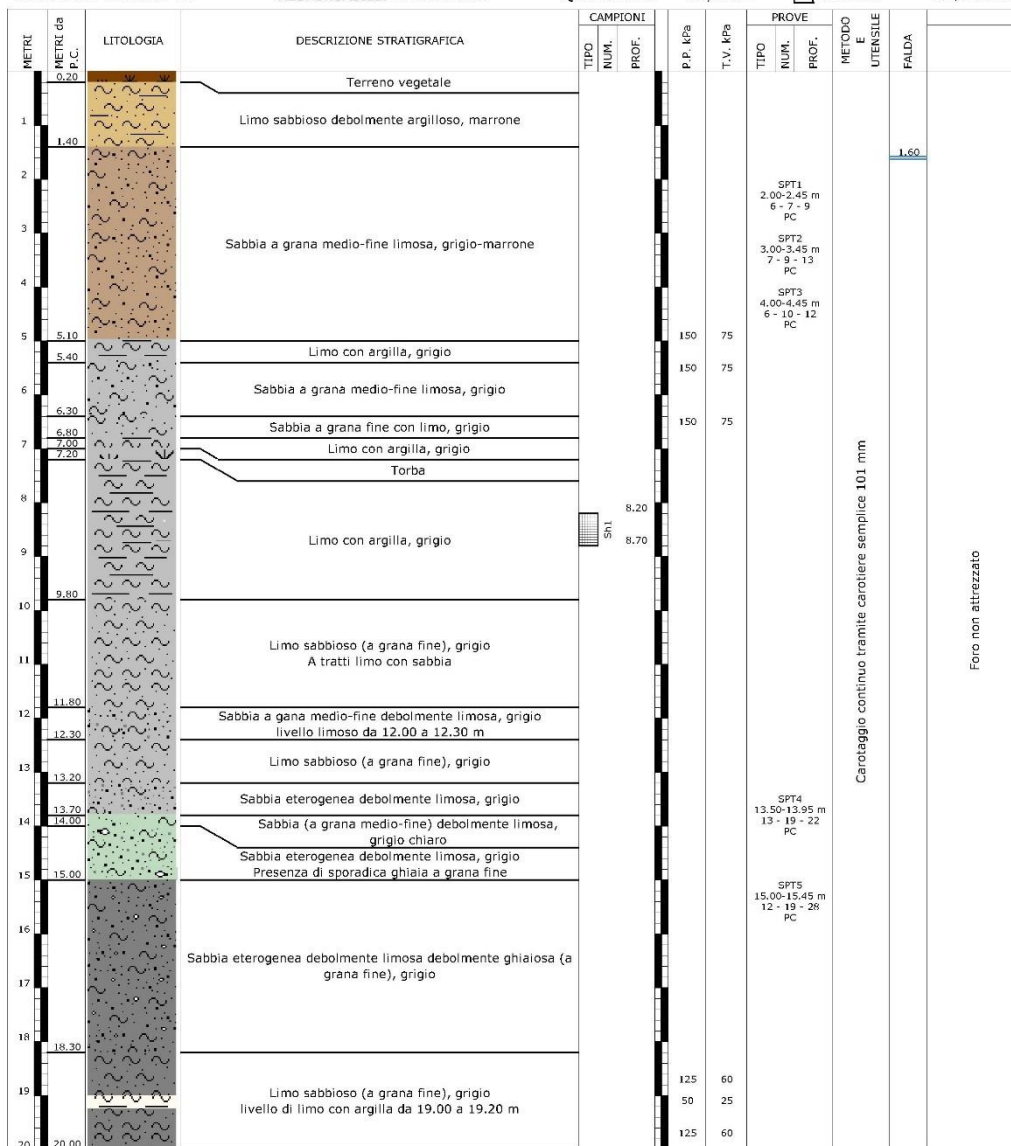
PROFONDITA': 25,00 m

RIVESTIMENTO: 24,00 m

QUOTA s.l.m.: 28,034 m

Indisturbato
Rimaneggiato
Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa



Il Direttore Tecnico SOA:
ing. Massimo De Iasi

SF201159 BI I-PE-40 - pag 1 di 5

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3800001A

Foglio

66 di 154

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - BS OHSAS 18001:2007

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



COMMITTENTE: **CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)**

CANTIERE: **San Bonifacio (VR)**

PERFORAZIONE: BH-PE-48

ESECUZIONE: 18-22/12/2020

COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°: SF201159

OPERATORE: EL HACHMI

RESPONSABILE: FERRABOSCHI

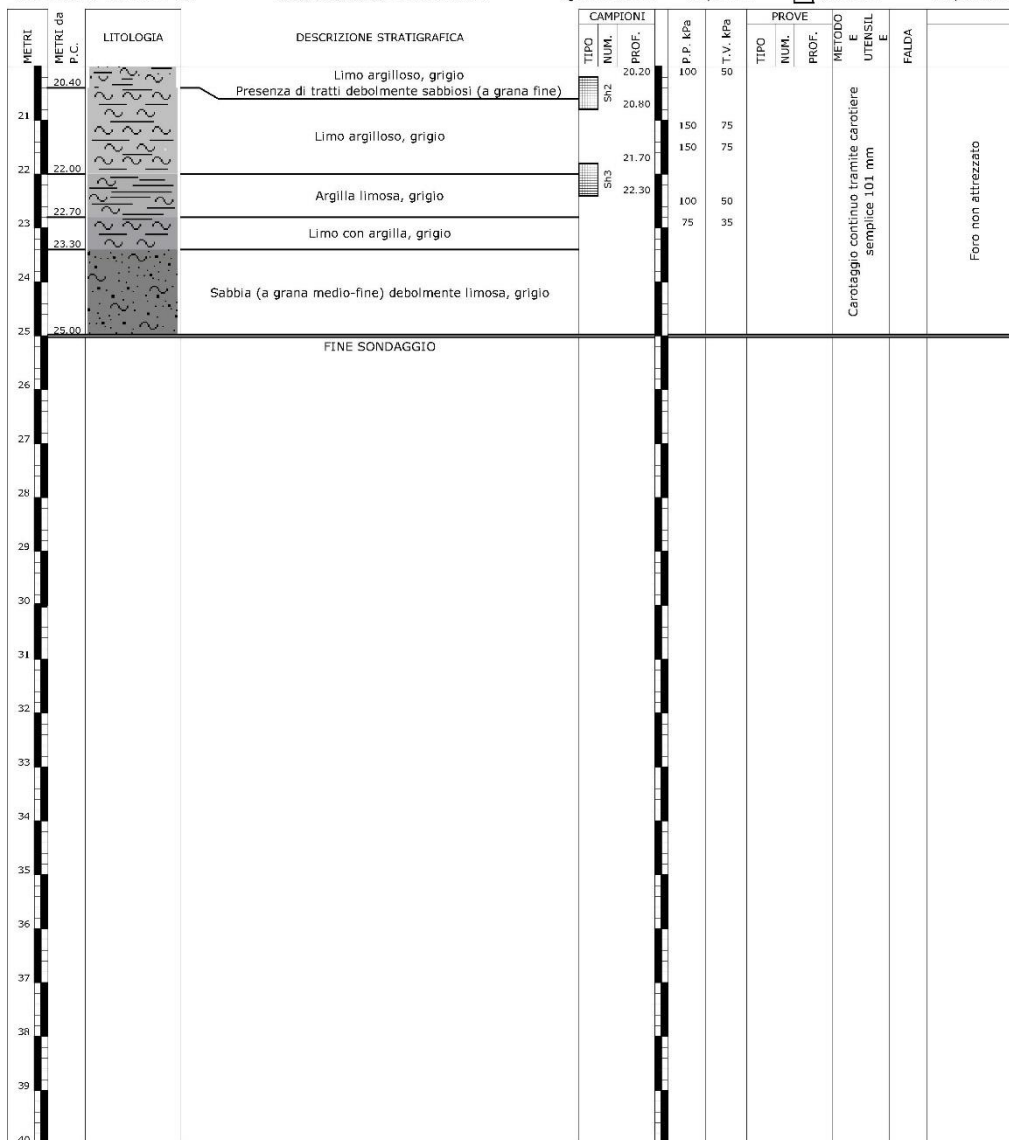
PROFONDITA': 25,00 m

RIVESTIMENTO: 24,00 m

QUOTA s.l.m.: 28,034 m

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa



Il Direttore Tecnico SOA:
ing. Massimo De Iasi

SF201159_BH-PE-48 - pag 2 di 5

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 67 di 154
--	------------------	-------------	-----------------------------	---------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 68 di 154</p>

ALLEGATO 3- TABULATI DI SLIDE – ANALISI SLU STATICA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 69 di 154</p>

Slide Analysis Information
SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: 38STAT_falda.slim
Slide Modeler Version: 7.038
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 07/10/2021, 14:46:13

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: A2+M2+R2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1
Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

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

Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

70 di 154

SLIDINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 2 of 10

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

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: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Minimum Area [m²]: 20
Minimum Weight: Not Defined

Seismic

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Vertical
Load Action: Variable

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 61.4
Orientation: Vertical
Load Action: Variable

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 61.4
Orientation: Vertical
Load Action: Variable

Material Properties



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

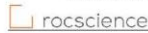
IN17

12

EI2RBRI3800001A

71 di 154

SLIDEINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 3 of 10

Property	Rilevato	U4	u3b1	U3b_2	CA	U4-2	U4-3
Color							
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Undrained	Undrained	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	20	19	18.5	18.5	25	19	19
Cohesion [kPa]	0	0				0	0
Friction Angle [deg]	38	34				34	38
Cohesion Type			Function Of Depth				
Cohesion (Top) [kPa]			30				
Cohesion Change [kPa/m]			2.5				
Water Surface	None	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Pali Fond Muro

Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 2.4 m
Pile Shear Strength: 127 kN
Force Direction: Perpendicular to Pile

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.355770
Center:	38.604, 34.439
Radius:	9.644
Left Slip Surface Endpoint:	34.625, 25.654
Right Slip Surface Endpoint:	46.369, 28.719
Resisting Moment:	3726.26 kN-m
Driving Moment:	2748.43 kN-m
Total Slice Area:	21.7805 m ²
Surface Horizontal Width:	11.7443 m
Surface Average Height:	1.85455 m

Method: janbu simplified

FS	1.195690
Center:	38.139, 32.746
Radius:	8.130
Left Slip Surface Endpoint:	34.165, 25.654
Right Slip Surface Endpoint:	45.181, 28.683
Resisting Horizontal Force:	245.52 kN
Driving Horizontal Force:	205.337 kN
Total Slice Area:	20.1054 m ²
Surface Horizontal Width:	11.0161 m
Surface Average Height:	1.82508 m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4159
Number of Invalid Surfaces: 841

Error Codes:

Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -105 reported for 98 surfaces
Error Code -113 reported for 410 surfaces
Error Code -114 reported for 21 surfaces
Error Code -128 reported for 311 surfaces

Method: janbu simplified

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 72 di 154</p>

Number of Valid Surfaces: 4154
Number of Invalid Surfaces: 846

Error Codes:

Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -105 reported for 98 surfaces
Error Code -108 reported for 5 surfaces
Error Code -113 reported for 410 surfaces
Error Code -114 reported for 21 surfaces
Error Code -128 reported for 311 surfaces

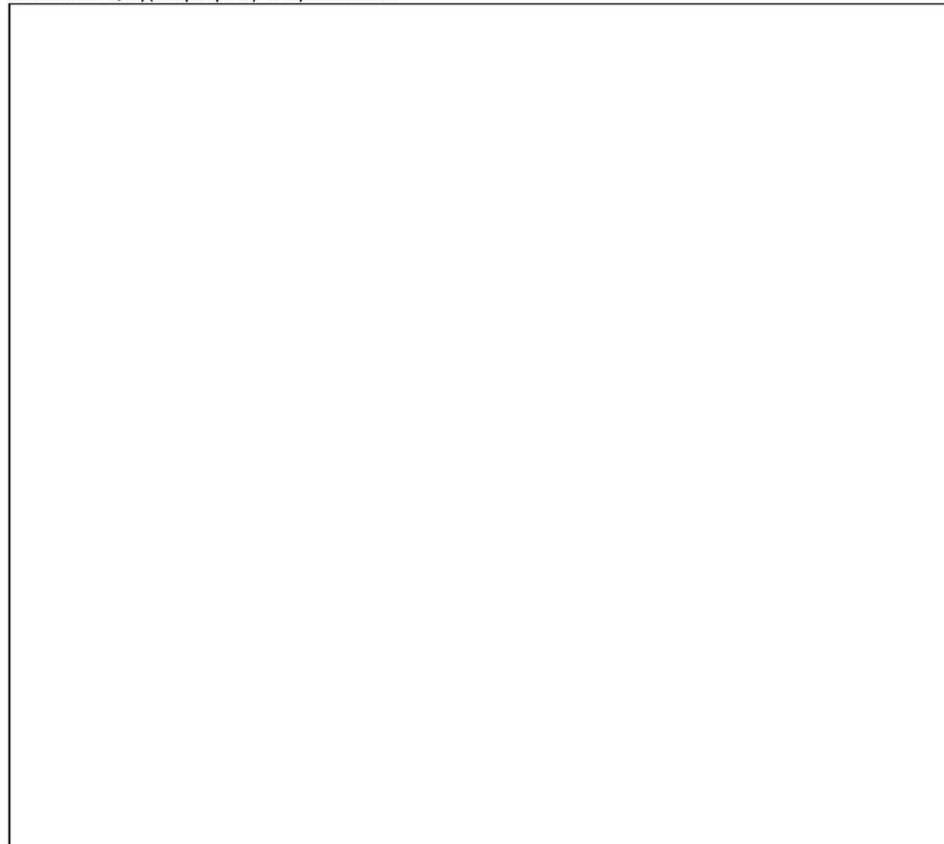
Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 105 = More than two surface / slope intersections with no valid slip surface.
- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- 113 = Surface intersects outside slope limits.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.
- 128 = Surface volume below minimum volume.

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.35577





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

73 di 154

SLIDENINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 5 of 10

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	0.234078	0.227518	-23.6097	U4	0	28.3516	0.468046	0.634563	1.17597	0	1.17597	0.971392	0.971392
2	0.234078	0.666406	-22.1004	U4	0	28.3516	1.35079	1.83136	3.39389	0	3.39389	2.84538	2.84538
3	0.234078	1.0735	-20.6071	U4	0	28.3516	2.14547	2.90876	5.3905	0	5.3905	4.58377	4.58377
4	0.234078	1.44977	-19.1282	U4	0	28.3516	2.85854	3.87552	7.18211	0	7.18211	6.19068	6.19068
5	0.234078	1.79605	-17.6626	U4	0	28.3516	3.49561	4.73924	8.78277	0	8.78277	7.6697	7.6697
6	0.234078	2.11311	-16.2087	U4	0	28.3516	4.06154	5.50651	10.2046	0	10.2046	9.02399	9.02399
7	0.234078	2.40162	-14.7655	U4	0	28.3516	4.56057	6.18308	11.4585	0	11.4585	10.2565	10.2565
8	0.234078	2.66217	-13.3319	U4	0	28.3516	4.99645	6.77404	12.5537	0	12.5537	11.3696	11.3696
9	0.234078	2.89527	-11.9067	U4	0	28.3516	5.37248	7.28385	13.4984	0	13.4984	12.3656	12.3656
10	0.234078	3.26838	-10.4889	U4	0	28.3516	5.99802	8.13193	15.0701	0	15.0701	13.9596	13.9596
11	0.234078	4.14996	-9.07763	U4	0	28.3516	7.53402	10.2144	18.9293	0	18.9293	17.7255	17.7255
12	0.234078	5.04551	-7.67188	U4	0	28.3516	9.06356	12.2881	22.7723	0	22.7723	21.5514	21.5514
13	0.234078	5.91509	-6.27076	U4	0	28.3516	10.5162	14.2575	26.422	0	26.422	25.2665	25.2665
14	0.234078	6.75894	-4.8734	U4	0	28.3516	11.8949	16.1267	29.886	0	29.886	28.8718	28.8718
15	0.234078	7.57723	-3.47894	U4	0	28.3516	13.2022	17.8992	33.1709	0	33.1709	32.3683	32.3683
16	0.234078	8.37011	-2.08654	U4	0	28.3516	14.4406	19.5782	36.2824	0	36.2824	35.7563	35.7563
17	0.234078	9.13766	-0.695377	U4	0	28.3516	15.6122	21.1665	39.2258	0	39.2258	39.0363	39.0363
18	0.234078	9.87993	0.695377	U4	0	28.3516	16.7185	22.6665	42.0055	0	42.0055	42.2084	42.2084
19	0.234078	10.5969	2.08654	U4	0	28.3516	17.7613	24.0803	44.6256	0	44.6256	45.2727	45.2727
20	0.234078	11.2886	3.47894	U4	0	28.3516	18.742	25.4098	47.0897	0	47.0897	48.2291	48.2291
21	0.234078	11.9548	4.8734	U4	0	28.3516	19.6617	26.6567	49.4004	0	49.4004	51.0768	51.0768
22	0.234078	12.5955	6.27076	U4	0	28.3516	20.5215	27.8224	51.5604	0	51.5604	53.8154	53.8154
23	0.234078	13.2105	7.67188	U4	0	28.3516	21.3221	28.9079	53.5721	0	53.5721	56.4443	56.4443
24	0.234078	13.7994	9.07763	U4	0	28.3516	22.0644	29.9142	55.4372	0	55.4372	58.9625	58.9625
25	0.234078	14.3622	10.4889	U4	0	28.3516	22.7488	30.8421	57.1568	0	57.1568	61.3685	61.3685
26	0.234078	14.8983	11.9067	U4	0	28.3516	23.3758	31.6922	58.7318	0	58.7318	63.6607	63.6607
27	0.234078	15.4075	13.3319	U4	0	28.3516	23.9456	32.4647	60.1636	0	60.1636	65.8381	65.8381
28	0.234078	15.8492	14.7655	U4	0	28.3516	24.3968	33.0765	61.2975	0	61.2975	67.7277	67.7277
29	0.234078	15.7502	16.2087	U4	0	28.3516	24.0103	32.5525	60.3264	0	60.3264	67.306	67.306
30	0.234078	15.466	17.6626	U4	0	28.3516	23.3468	31.6529	58.6591	0	58.6591	66.0933	66.0933
31	0.234078	15.1526	19.1282	U4	0	28.3516	22.647	30.7041	56.9009	0	56.9009	64.7556	64.7556
32	0.234078	14.8092	20.6071	U4	0	28.3516	21.9106	29.7058	55.051	0	55.051	63.2898	63.2898
33	0.234078	14.435	22.1004	U4	0	28.3516	21.1377	28.6578	53.1087	0	53.1087	61.692	61.692
34	0.234078	14.029	23.6097	U4	0	28.3516	24.0198	32.5653	60.35	0	60.35	70.8489	70.8489
35	0.236606	13.7211	25.145	Rilevato	0	32.0066	29.0916	39.4415	63.1037	0	63.1037	76.759	76.759
36	0.236606	13.2103	26.7082	Rilevato	0	32.0066	27.9168	37.8488	60.5554	0	60.5554	74.6011	74.6011
37	0.236606	12.6609	28.2932	Rilevato	0	32.0066	26.6969	36.1949	57.9092	0	57.9092	72.2799	72.2799
38	0.236606	12.0712	29.9021	Rilevato	0	32.0066	25.4311	34.4787	55.1634	0	55.1634	69.7882	69.7882
39	0.236606	11.4392	31.5375	Rilevato	0	32.0066	24.1185	32.6992	52.3164	0	52.3164	67.118	67.118
40	0.236606	10.7629	33.2022	Rilevato	0	32.0066	22.7584	30.8551	49.366	0	49.366	64.2599	64.2599
41	0.236606	10.0396	34.8991	Rilevato	0	32.0066	37.7813	51.2227	81.9525	0	81.9525	108.308	108.308
42	0.236606	9.26642	36.6319	Rilevato	0	32.0066	47.3274	64.1651	102.659	0	102.659	137.849	137.849
43	0.236606	8.43998	38.4046	Rilevato	0	32.0066	45.3628	61.5015	98.3979	0	98.3979	134.358	134.358
44	0.236606	7.55634	40.222	Rilevato	0	32.0066	43.3272	58.7417	93.9823	0	93.9823	130.625	130.625
45	0.236606	6.61082	42.0896	Rilevato	0	32.0066	41.2159	55.8793	89.4027	0	89.4027	126.631	126.631
46	0.236606	5.59787	44.0141	Rilevato	0	32.0066	39.0237	52.9072	84.6478	0	84.6478	122.351	122.351
47	0.236606	4.5108	46.0032	Rilevato	0	32.0066	36.7444	49.8169	79.7033	0	79.7033	117.758	117.758
48	0.236606	3.34141	48.0668	Rilevato	0	32.0066	34.3704	46.5983	74.5539	0	74.5539	112.816	112.816
49	0.236606	2.07947	50.217	Rilevato	0	32.0066	31.8929	43.2395	69.1802	0	69.1802	107.482	107.482
50	0.236606	0.711969	52.4692	Rilevato	0	32.0066	29.3013	39.7258	63.5584	0	63.5584	101.702	101.702

Global Minimum Query (Janbu simplified) - Safety Factor: 1.19569





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

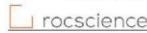
IN17

12

EI2RBRI3800001A

74 di 154

SLIDINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 6 of 10

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	0.220782	0.250148	-28.3774	U4	0	28.3516	0.67594	0.808215	1.49778	0	1.49778	1.13265	1.13265
2	0.220782	0.732418	-26.623	U4	0	28.3516	1.93424	2.31275	4.286	0	4.286	3.31644	3.31644
3	0.220782	1.17944	-24.8951	U4	0	28.3516	3.04875	3.64536	6.75559	0	6.75559	5.34073	5.34073
4	0.220782	1.59274	-23.191	U4	0	28.3516	4.03503	4.82464	8.94105	0	8.94105	7.21238	7.21238
5	0.220782	1.97361	-21.5084	U4	0	28.3516	4.90582	5.86584	10.8706	0	10.8706	8.9373	8.9373
6	0.220782	2.32323	-19.8451	U4	0	28.3516	5.67173	6.78163	12.5677	0	12.5677	10.5207	10.5207
7	0.220782	2.6426	-18.1991	U4	0	28.3516	6.34164	7.58264	14.0522	0	14.0522	11.9672	11.9672
8	0.220782	2.93262	-16.5685	U4	0	28.3516	6.92309	8.27787	15.3406	0	15.3406	13.2809	13.2809
9	0.220782	3.19405	-14.9516	U4	0	28.3516	7.42249	8.875	16.4471	0	16.4471	14.465	14.465
10	0.220782	3.42758	-13.3468	U4	0	28.3516	7.84538	9.38064	17.3842	0	17.3842	15.5229	15.5229
11	0.220782	3.63378	-11.7526	U4	0	28.3516	8.19651	9.80049	18.1623	0	18.1623	16.457	16.457
12	0.220782	3.8134	-10.1676	U4	0	28.3516	8.48054	10.1401	18.7917	0	18.7917	17.2708	17.2708
13	0.220782	4.31349	-8.59038	U4	0	28.3516	9.46148	11.313	20.9652	0	20.9652	19.5359	19.5359
14	0.220782	5.10081	-7.01974	U4	0	28.3516	11.0392	13.1995	24.4613	0	24.4613	23.102	23.102
15	0.220782	5.86238	-5.45438	U4	0	28.3516	12.5221	14.9726	27.7473	0	27.7473	26.5516	26.5516
16	0.220782	6.59845	-3.89309	U4	0	28.3516	13.9146	16.6375	30.8327	0	30.8327	29.8858	29.8858
17	0.220782	7.30918	-2.33471	U4	0	28.3516	15.2202	18.1987	33.7258	0	33.7258	33.1053	33.1053
18	0.220782	7.99469	0.778044	U4	0	28.3516	16.4424	19.66	36.4339	0	36.4339	36.2106	36.2106
19	0.220782	8.65503	0.778044	U4	0	28.3516	17.5838	21.0248	38.9631	0	38.9631	39.2019	39.2019
20	0.220782	9.2902	2.33471	U4	0	28.3516	18.6471	22.2961	41.3191	0	41.3191	42.0794	42.0794
21	0.220782	9.90015	3.89309	U4	0	28.3516	19.6342	23.4764	43.5065	0	43.5065	44.8426	44.8426
22	0.220782	10.4848	5.45438	U4	0	28.3516	20.547	24.5679	45.529	0	45.529	47.4909	47.4909
23	0.220782	11.0439	7.01974	U4	0	28.3516	21.3871	25.5723	47.3906	0	47.3906	50.024	50.024
24	0.220782	11.5772	8.59038	U4	0	28.3516	22.1557	26.4913	49.0938	0	49.0938	52.4407	52.4407
25	0.220782	12.0846	10.1676	U4	0	28.3516	22.8537	27.326	50.6405	0	50.6405	54.7392	54.7392
26	0.220782	12.5655	11.7526	U4	0	28.3516	23.4822	28.0774	52.0328	0	52.0328	56.9183	56.9183
27	0.220782	13.0196	13.3468	U4	0	28.3516	24.0414	28.7461	53.2725	0	53.2725	58.9764	58.9764
28	0.220782	13.4464	14.9516	U4	0	28.3516	24.5319	29.3325	54.3592	0	54.3592	60.9103	60.9103
29	0.220782	13.8454	16.5685	U4	0	28.3516	24.9537	29.8369	55.2938	0	55.2938	62.7179	62.7179
30	0.220782	14.2157	18.1991	U4	0	28.3516	25.3067	30.259	56.076	0	56.076	64.396	64.396
31	0.220782	14.5566	19.8451	U4	0	28.3516	25.5907	30.5986	56.7051	0	56.7051	65.9412	65.9412
32	0.220782	14.7588	21.5084	U4	0	28.3516	25.6166	30.6295	56.7627	0	56.7627	66.8577	66.8577
33	0.220782	14.4611	23.191	U4	0	28.3516	24.7742	29.6223	54.8961	0	54.8961	65.5098	65.5098
34	0.220782	14.077	24.8951	U4	0	28.3516	23.7956	28.4522	52.7275	0	52.7275	63.7706	63.7706
35	0.220782	13.6593	26.623	U4	0	28.3516	22.7737	27.2303	50.4631	0	50.4631	61.8787	61.8787
36	0.220782	13.2062	28.3774	U4	0	28.3516	21.7076	25.9556	48.1012	0	48.1012	59.8275	59.8275
37	0.219143	12.6098	30.1547	Rilevato	0	32.0066	23.0776	27.5936	44.1477	0	44.1477	57.5548	57.5548
38	0.219143	12.06	31.9579	Rilevato	0	32.0066	25.2017	30.1334	48.2114	0	48.2114	63.9334	63.9334
39	0.219143	11.4678	33.7973	Rilevato	0	32.0066	27.5237	32.9098	52.6533	0	52.6533	71.077	71.077
40	0.219143	10.8304	35.6772	Rilevato	0	32.0066	25.9098	30.9801	49.5657	0	49.5657	68.1682	68.1682
41	0.219143	10.1445	37.6025	Rilevato	0	32.0066	24.2393	28.9827	46.37	0	46.37	65.0385	65.0385
42	0.219143	9.40647	39.5791	Rilevato	0	32.0066	22.5103	26.9153	43.0627	0	43.0627	61.6709	61.6709
43	0.219143	8.61172	41.6139	Rilevato	0	32.0066	20.7204	24.7752	39.6386	0	39.6386	58.044	58.044
44	0.219143	7.75479	43.7151	Rilevato	0	32.0066	18.8673	22.5595	36.0936	0	36.0936	54.1332	54.1332
45	0.219143	6.829	45.893	Rilevato	0	32.0066	16.9485	20.2652	32.4227	0	32.4227	49.908	49.908
46	0.219143	5.826	48.1602	Rilevato	0	32.0066	39.5383	47.2756	75.6375	0	75.6375	119.797	119.797
47	0.219143	4.73521	50.5328	Rilevato	0	32.0066	38.4452	45.9685	73.5461	0	73.5461	120.238	120.238
48	0.219143	3.54274	53.0318	Rilevato	0	32.0066	35.4138	42.3439	67.747	0	67.747	114.797	114.797
49	0.219143	2.2299	55.6858	Rilevato	0	32.0066	32.2086	38.5115	61.6156	0	61.6156	108.806	108.806
50	0.219143	0.770345	58.5352	Rilevato	0	32.0066	28.7969	34.4322	55.089	0	55.089	102.146	102.146

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.35577

--



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

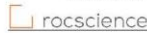
IN17

12

EI2RBRI3800001A

75 di 154

SLIDENINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 7 of 10

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	34.6246	25.6536	0	0	0
2	34.8587	25.5512	0.229564	0	0
3	35.0928	25.4562	0.867446	0	0
4	35.3269	25.3682	1.84268	0	0
5	35.561	25.287	3.09298	0	0
6	35.795	25.2125	4.56351	0	0
7	36.0291	25.1444	6.20589	0	0
8	36.2632	25.0827	7.97731	0	0
9	36.4973	25.0272	9.8399	0	0
10	36.7313	24.9779	11.7601	0	0
11	36.9654	24.9345	13.8132	0	0
12	37.1995	24.8971	16.2797	0	0
13	37.4336	24.8656	19.1132	0	0
14	37.6677	24.8399	22.2474	0	0
15	37.9017	24.8199	25.6203	0	0
16	38.1358	24.8057	29.1739	0	0
17	38.3699	24.7972	32.8539	0	0
18	38.604	24.7943	36.6094	0	0
19	38.838	24.7972	40.3923	0	0
20	39.0721	24.8057	44.1574	0	0
21	39.3062	24.8199	47.8619	0	0
22	39.5403	24.8399	51.4652	0	0
23	39.7744	24.8656	54.9289	0	0
24	40.0084	24.8971	58.2165	0	0
25	40.2425	24.9345	61.2932	0	0
26	40.4766	24.9779	64.126	0	0
27	40.7107	25.0272	66.6833	0	0
28	40.9447	25.0827	68.9351	0	0
29	41.1788	25.1444	70.8478	0	0
30	41.4129	25.2125	72.3472	0	0
31	41.647	25.287	73.4244	0	0
32	41.8811	25.3682	74.0909	0	0
33	42.1151	25.4562	74.3596	0	0
34	42.3492	25.5512	74.2453	0	0
35	42.5833	25.6536	73.6772	0	0
36	42.8199	25.7646	73.5325	0	0
37	43.0565	25.8837	72.9102	0	0
38	43.2931	26.011	71.8334	0	0
39	43.5297	26.1471	70.3275	0	0
40	43.7663	26.2923	68.4212	0	0
41	44.0029	26.4471	66.1466	0	0
42	44.2395	26.6122	63.5339	0	0
43	44.4761	26.7881	60.6397	0	0
44	44.7127	26.9757	57.4864	0	0
45	44.9493	27.1758	54.1302	0	0
46	45.186	27.3895	50.6301	0	0
47	45.4226	27.6181	47.0466	0	0
48	45.6592	27.8631	43.3318	0	0
49	45.8958	28.1265	39.5489	0	0
50	46.1324	28.4107	35.7512	0	0
51	46.369	28.7187	32.000	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.19569





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

76 di 154

SLIDENETTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 8 of 10

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	34.1648	25.6536	0	0	0
2	34.3855	25.5343	0.32772	0	0
3	34.6063	25.4236	1.22868	0	0
4	34.8271	25.3212	2.5933	0	0
5	35.0479	25.2266	4.32899	0	0
6	35.2687	25.1396	6.35684	0	0
7	35.4895	25.0599	8.60925	0	0
8	35.7102	24.9873	11.028	0	0
9	35.931	24.9216	13.5626	0	0
10	36.1518	24.8627	16.1695	0	0
11	36.3726	24.8103	18.8105	0	0
12	36.5934	24.7643	21.4526	0	0
13	36.8141	24.7247	24.0672	0	0
14	37.0349	24.6914	26.8533	0	0
15	37.2557	24.6642	29.9531	0	0
16	37.4765	24.6431	33.3	0	0
17	37.6973	24.6281	36.8323	0	0
18	37.9181	24.6191	40.493	0	0
19	38.1388	24.6161	44.2288	0	0
20	38.3596	24.6191	47.9904	0	0
21	38.5804	24.6281	51.7313	0	0
22	38.8012	24.6431	55.4082	0	0
23	39.022	24.6642	58.9803	0	0
24	39.2427	24.6914	62.4092	0	0
25	39.4635	24.7247	65.6586	0	0
26	39.6843	24.7643	68.6942	0	0
27	39.9051	24.8103	71.4834	0	0
28	40.1259	24.8627	73.9957	0	0
29	40.3467	24.9216	76.2016	0	0
30	40.5674	24.9873	78.0735	0	0
31	40.7882	25.0599	79.5849	0	0
32	41.009	25.1396	80.7109	0	0
33	41.2298	25.2266	81.4223	0	0
34	41.4506	25.3212	81.6942	0	0
35	41.6713	25.4236	81.5402	0	0
36	41.8921	25.5343	80.9785	0	0
37	42.1129	25.6536	80.0297	0	0
38	42.3321	25.7809	79.4614	0	0
39	42.5512	25.9176	78.3877	0	0
40	42.7703	26.0643	76.6898	0	0
41	42.9895	26.2216	74.5635	0	0
42	43.2086	26.3904	72.0439	0	0
43	43.4278	26.5715	69.171	0	0
44	43.6469	26.7662	65.9913	0	0
45	43.8661	26.9757	62.5592	0	0
46	44.0852	27.2018	58.9395	0	0
47	44.3043	27.4466	49.0828	0	0
48	44.5235	27.7127	37.9251	0	0
49	44.7426	28.0039	25.9537	0	0
50	44.9618	28.3249	13.2215	0	0
51	45.1809	28.683	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
52.8058	28.619
47.65	28.7571
42.4472	28.601

Distributed Load

X	Y
46.6686	28.7277
44.1001	28.6506



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
 Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3800001A

Foglio

77 di 154

Distributed Load

X	Y
48.5866	28.732
51.1513	28.6633

External Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
-2.35	11.6536
-2.35	5.65355
-2.35	1.65355
-2.35	-9.34645
97.65	-9.34645
97.65	1.65355
97.65	5.65355
97.65	11.6536
97.65	19.6536
97.65	25.6536
55.479	25.6536
55.2003	28.6996
54.2003	28.6996
54.2003	28.5816
47.65	28.7571
41.1003	28.5606
36.8084	25.6536
-2.35	25.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
97.65	19.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	11.6536
97.65	11.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	5.65355
97.65	5.65355

Material Boundary

X	Y
-2.35	1.65355
97.65	1.65355


Material Boundary

X	Y
36.8084	25.6536
54.4939	25.6536

Material Boundary

X	Y

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica



Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3800001A

Foglio
78 di 154

X	Y
54.2003	28.5816
54.2003	28.0816
54.5503	27.9816
54.4939	25.6536
54.5503	24.6996
52.4003	24.6996
52.4003	23.6496
56.4003	23.6496
56.4003	24.6996
55.6082	24.6996
55.479	25.6536

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 79 di 154</p>

Slide Analysis Information
SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: 38STAT_muro.slim
Slide Modeler Version: 7.038
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 07/10/2021, 14:46:13

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: A2+M2+R2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1
Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used
Bishop simplified
Janbu simplified

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

Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica








Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

80 di 154

Property	Rilevato	U4	u3b1	U3b_2	CA	U4-2	U4-3
Color							
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Undrained	Undrained	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	20	19	18.5	18.5	25	19	19
Cohesion [kPa]	0	0				0	0
Friction Angle [deg]	38	34				34	38
Cohesion Type				120			
Cohesion Type			Function Of Depth				
Cohesion (Top) [kPa]			30				
Cohesion Change [kPa/m]			2.5				
Water Surface	None	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Pali Fond Muro

Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 2.4 m
Pile Shear Strength: 127 kN
Force Direction: Perpendicular to Pile

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	2.093570
Center:	55.538, 34.122
Radius:	10.934
Left Slip Surface Endpoint:	46.038, 28.709
Right Slip Surface Endpoint:	62.456, 25.654
Resisting Moment:	9607.01 kN-m
Driving Moment:	4588.83 kN-m
Passive Support Moment:	1039.78 kN-m
Total Slice Area:	48.0283 m ²
Surface Horizontal Width:	16.4179 m
Surface Average Height:	2.92536 m

Method: janbu simplified

FS	1.797900
Center:	54.942, 31.457
Radius:	8.241
Left Slip Surface Endpoint:	47.161, 28.742
Right Slip Surface Endpoint:	60.794, 25.654
Resisting Horizontal Force:	673.809 kN
Driving Horizontal Force:	374.775 kN
Passive Horizontal Support Force:	96.2121 kN
Total Slice Area:	41.9004 m ²
Surface Horizontal Width:	13.6333 m
Surface Average Height:	3.07339 m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 1190
Number of Invalid Surfaces: 3810

Error Codes:

Error Code -99 reported for 3718 surfaces
Error Code -113 reported for 44 surfaces
Error Code -114 reported for 48 surfaces

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 81 di 154</p>



Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 1190
Number of Invalid Surfaces: 3810

Error Codes:

Error Code -99 reported for 3718 surfaces
Error Code -113 reported for 44 surfaces
Error Code -114 reported for 48 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 99 = Slip surface intersects an infinite strength material. If infinite strength regions are defined for a model, a large number of potential slip surfaces may show this error code. This is Normal.
- 113 = Surface intersects outside slope limits.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 2.09357





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

82 di 154

SLIDENETPRET 7.038



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 5 of 10

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	0.322889	1.74595	-58.699	Rilevato	0	32.0066	20.8248	43.5981	69.7538	0	69.7538	104.003	104.003
2	0.322889	5.04433	-55.5739	Rilevato	0	32.0066	22.9831	48.1167	76.9833	0	76.9833	110.517	110.517
3	0.322889	7.99571	-52.6818	Rilevato	0	32.0066	9.33105	19.5352	31.2548	0	31.2548	43.4955	43.4955
4	0.322889	10.6672	-49.9708	Rilevato	0	32.0066	11.4028	23.8725	38.1943	0	38.1943	51.7696	51.7696
5	0.322889	13.1049	-47.4054	Rilevato	0	32.0066	13.3686	27.988	44.7789	0	44.7789	59.3198	59.3198
6	0.322889	15.2826	-44.9597	Rilevato	0	32.0066	15.1932	31.8081	50.8906	0	50.8906	66.0625	66.0625
7	0.322889	17.227	-42.6145	Rilevato	0	32.0066	16.8834	35.3465	56.5517	0	56.5517	72.0846	72.0846
8	0.322889	19.0162	-40.3547	Rilevato	0	32.0066	20.5033	42.9251	68.677	0	68.677	86.0987	86.0987
9	0.3294	21.0554	-38.147	U4	0	28.3516	34.8332	72.9258	135.146	0	135.146	162.505	162.505
10	0.3294	22.5553	-35.983	U4	0	28.3516	36.2705	75.9349	140.723	0	140.723	167.058	167.058
11	0.3294	23.9377	-33.8768	U4	0	28.3516	37.6285	78.7779	145.991	0	145.991	171.255	171.255
12	0.3294	25.2113	-31.8216	U4	0	28.3516	38.9126	81.4663	150.973	0	150.973	175.121	175.121
13	0.3294	26.3834	-29.8111	U4	0	28.3516	40.1275	84.0097	155.687	0	155.687	178.678	178.678
14	0.3294	27.4602	-27.8404	U4	0	28.3516	41.2771	86.4165	160.147	0	160.147	181.947	181.947
15	0.3294	28.4471	-25.9049	U4	0	28.3516	42.3648	88.6936	164.367	0	164.367	184.943	184.943
16	0.3294	29.3486	-24.0006	U4	0	28.3516	37.5194	78.5495	145.568	0	145.568	162.273	162.273
17	0.3294	30.1684	-22.1242	U4	0	28.3516	25.7366	53.8814	99.853	0	99.853	110.316	110.316
18	0.3294	30.9101	-20.2725	U4	0	28.3516	26.4917	55.4622	102.783	0	102.783	112.568	112.568
19	0.3294	31.5764	-18.4427	U4	0	28.3516	27.1974	56.9396	105.521	0	105.521	114.59	114.59
20	0.3294	33.2624	-16.6321	U4	0	28.3516	28.6484	59.9775	111.15	0	111.15	119.708	119.708
21	0.3294	34.7681	-14.8385	U4	0	28.3516	28.65	59.9807	111.156	0	111.156	118.746	118.746
22	0.3294	35.2221	-13.0597	U4	0	28.3516	26.0059	54.4451	100.898	0	100.898	106.93	106.93
23	0.3294	35.6089	-11.2937	U4	0	28.3516	26.4993	55.4781	102.812	0	102.812	108.104	108.104
24	0.3294	35.9298	-9.53839	U4	0	28.3516	26.9473	56.416	104.55	0	104.55	109.078	109.078
25	0.3294	36.2975	-7.79213	U4	0	28.3516	27.4343	57.4357	106.44	0	106.44	110.194	110.194
26	0.3294	38.779	-6.05313	U4	0	28.3516	29.5363	61.8364	114.595	0	114.595	117.727	117.727
27	0.3294	44.2777	-4.31971	U4	0	28.3516	33.9844	71.1488	131.853	0	131.853	134.42	134.42
28	0.3294	44.3921	-2.59025	U4	0	28.3516	34.3351	71.883	133.214	0	133.214	134.767	134.767
29	0.3294	29.2706	0.863157	U4	0	28.3516	22.8147	47.7642	88.5167	0	88.5167	88.8604	88.8604
30	0.3294	17.603	0.863157	U4	0	28.3516	13.8274	28.9487	53.6478	0	53.6478	53.4395	53.4395
31	0.3294	17.4325	2.59025	U4	0	28.3516	13.8013	28.8939	53.546	0	53.546	52.9217	52.9217
32	0.3294	16.513	4.31971	U4	0	28.3516	13.1773	27.5877	51.1255	0	51.1255	50.1301	50.1301
33	0.3294	15.0456	6.05313	U4	0	28.3516	12.1034	25.3393	46.9589	0	46.9589	45.6755	45.6755
34	0.3294	14.7953	7.79213	U4	0	28.3516	11.9999	25.1227	46.5573	0	46.5573	44.9152	44.9152
35	0.3294	14.481	9.53839	U4	0	28.3516	11.8437	24.7956	45.9511	0	45.9511	43.961	43.961
36	0.3294	14.1019	11.2937	U4	0	28.3516	11.6329	24.3543	45.1334	0	45.1334	42.8102	42.8102
37	0.3294	13.657	13.0597	U4	0	28.3516	11.3654	23.7943	44.0957	0	44.0957	41.4593	41.4593
38	0.3294	13.1448	14.8385	U4	0	28.3516	11.0389	23.1107	42.8288	0	42.8288	39.9042	39.9042
39	0.3294	12.5638	16.6321	U4	0	28.3516	10.6505	22.2975	41.322	0	41.322	38.1404	38.1404
40	0.3294	11.9121	18.4427	U4	0	28.3516	10.197	21.3481	39.5624	0	39.5624	36.1619	36.1619
41	0.3294	11.1876	20.2725	U4	0	28.3516	9.67467	20.2546	37.5359	0	37.5359	33.9624	33.9624
42	0.3294	10.3878	22.1242	U4	0	28.3516	9.07918	19.0079	35.2254	0	35.2254	31.5342	31.5342
43	0.3294	9.50978	24.0006	U4	0	28.3516	8.40536	17.5972	32.6113	0	32.6113	28.8688	28.8688
44	0.3294	8.55019	25.9049	U4	0	28.3516	7.64722	16.01	29.6697	0	29.6697	25.9556	25.9556
45	0.3294	7.50515	27.8404	U4	0	28.3516	6.79753	14.2311	26.3732	0	26.3732	22.7831	22.7831
46	0.3294	6.37015	29.8111	U4	0	28.3516	5.84771	12.2426	22.688	0	22.688	19.3375	19.3375
47	0.3294	5.13989	31.8216	U4	0	28.3516	4.78723	10.0224	18.5735	0	18.5735	15.6028	15.6028
48	0.3294	3.80817	33.8768	U4	0	28.3516	3.60306	7.54325	13.9791	0	13.9791	11.5601	11.5601
49	0.3294	2.36767	35.983	U4	0	28.3516	2.27898	4.7712	8.842	0	8.842	7.18726	7.18726
50	0.3294	0.809611	38.147	U4	0	28.3516	0.794222	1.66276	3.08142	0	3.08142	2.45761	2.45761

Global Minimum Query (Janbu simplified) - Safety Factor: 1.7979

--



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

83 di 154

SLIDENET/FPRET 7.038



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 6 of 10

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	0.275673	1.922	-68.1915	Rilevato	0	32.0066	4.78099	8.59575	13.7526	0	13.7526	25.7008	25.7008
2	0.275673	5.38654	-63.4656	Rilevato	0	32.0066	7.84315	14.1012	22.5608	0	22.5608	38.2681	38.2681
3	0.275673	8.18047	-59.4352	Rilevato	0	32.0066	10.5917	19.0428	30.4671	0	30.4671	48.4018	48.4018
4	0.275673	10.5466	-55.8433	Rilevato	0	32.0066	13.0989	23.5505	37.679	0	37.679	56.9849	56.9849
5	0.275673	12.6185	-52.5598	Rilevato	0	32.0066	15.4214	27.7261	44.3597	0	44.3597	64.5007	64.5007
6	0.275673	14.4603	-49.5074	Rilevato	0	32.0066	17.3175	33.9175	50.9803	0	50.9803	72.5287	72.5287
7	0.275673	16.1143	-46.6357	Rilevato	0	32.0066	18.9031	39.9031	57.7418	0	57.7418	89.9501	89.9501
8	0.272177	17.3422	-43.9262	U4	0	28.3516	17.7859	32.9352	64.5997	0	64.5997	106.8293	106.8293
9	0.272177	18.5998	-41.352	U4	0	28.3516	19.6281	36.2473	71.2473	0	71.2473	123.5914	123.5914
10	0.272177	19.7469	-38.8761	U4	0	28.3516	21.3544	39.3511	77.7888	0	77.7888	140.2498	140.2498
11	0.272177	20.795	-36.4838	U4	0	28.3516	22.9776	42.2694	84.196	0	84.196	156.9179	156.9179
12	0.272177	21.7534	-34.1635	U4	0	28.3516	24.5077	45.0204	97.294	0	97.294	173.595	173.595
13	0.272177	22.6295	-31.9054	U4	0	28.3516	26.0533	47.6189	110.109	0	110.109	190.281	190.281
14	0.272177	23.4294	-29.7015	U4	0	28.3516	27.5202	50.0777	123.665	0	123.665	206.976	206.976
15	0.272177	24.1582	-27.5451	U4	0	28.3516	28.9343	52.4083	137.39	0	137.39	223.681	223.681
16	0.272177	24.8201	-25.4302	U4	0	28.3516	30.2976	54.6191	151.193	0	151.193	240.396	240.396
17	0.272177	25.4189	-23.3519	U4	0	28.3516	31.6199	56.7146	165.139	0	165.139	257.121	257.121
18	0.272177	25.9575	-21.3057	U4	0	28.3516	32.9059	58.7001	179.114	0	179.114	273.856	273.856
19	0.272177	26.4386	-19.2877	U4	0	28.3516	34.1582	60.5787	193.132	0	193.132	290.591	290.591
20	0.272177	26.8604	-17.2943	U4	0	28.3516	35.3776	62.3572	207.193	0	207.193	307.326	307.326
21	0.272177	27.2241	-15.3223	U4	0	28.3516	36.5639	64.0449	221.307	0	221.307	324.061	324.061
22	0.272177	27.5316	-13.3687	U4	0	28.3516	37.7176	65.6106	235.376	0	235.376	340.796	340.796
23	0.272177	27.7851	-11.4308	U4	0	28.3516	38.8681	67.0741	250.401	0	250.401	357.531	357.531
24	0.272177	27.9869	-9.50617	U4	0	28.3516	40.0001	68.3326	265.382	0	265.382	374.266	374.266
25	0.272177	28.1474	-7.59228	U4	0	28.3516	41.1176	69.4941	280.319	0	280.319	391.001	391.001
26	0.272177	28.2679	-5.68689	U4	0	28.3516	42.2206	70.5576	295.214	0	295.214	407.736	407.736
27	0.272177	28.3492	-3.78779	U4	0	28.3516	43.3099	71.5311	310.067	0	310.067	424.471	424.471
28	0.272177	28.3921	-1.89286	U4	0	28.3516	44.3754	72.4246	324.842	0	324.842	441.206	441.206
29	0.272177	28.4065	0	U4	0	28.3516	45.4179	73.2331	340.067	0	340.067	457.941	457.941
30	0.272177	28.3937	1.89286	U4	0	28.3516	46.4374	73.9576	355.736	0	355.736	474.676	474.676
31	0.272177	28.3532	3.78779	U4	0	28.3516	47.4349	74.5971	371.961	0	371.961	491.411	491.411
32	0.272177	28.2877	5.68689	U4	0	28.3516	48.4094	75.1616	388.636	0	388.636	508.146	508.146
33	0.272177	28.1992	7.59228	U4	0	28.3516	49.3519	75.6511	405.761	0	405.761	524.881	524.881
34	0.272177	28.0877	9.50617	U4	0	28.3516	50.2624	76.0656	423.336	0	423.336	541.616	541.616
35	0.272177	27.9532	11.4308	U4	0	28.3516	51.1409	76.4051	441.361	0	441.361	558.351	558.351
36	0.272177	27.7957	13.3687	U4	0	28.3516	51.9874	76.6776	459.836	0	459.836	575.086	575.086
37	0.272177	27.6152	15.3223	U4	0	28.3516	52.8019	76.8821	478.761	0	478.761	591.821	591.821
38	0.272177	27.4127	17.2943	U4	0	28.3516	53.5824	77.0276	498.036	0	498.036	608.556	608.556
39	0.272177	27.1882	19.2877	U4	0	28.3516	54.3289	77.1151	517.661	0	517.661	625.291	625.291
40	0.272177	26.9427	21.3057	U4	0	28.3516	55.0404	77.1446	537.636	0	537.636	642.026	642.026
41	0.272177	26.6772	23.3519	U4	0	28.3516	55.7129	77.1051	557.961	0	557.961	658.761	658.761
42	0.272177	26.3927	25.4302	U4	0	28.3516	56.3464	77.0076	578.636	0	578.636	675.496	675.496
43	0.272177	26.0892	27.5451	U4	0	28.3516	56.9409	76.8521	599.661	0	599.661	692.231	692.231
44	0.272177	25.7667	29.7015	U4	0	28.3516	57.4964	76.6376	621.036	0	621.036	708.966	708.966
45	0.272177	25.4252	31.9054	U4	0	28.3516	58.0129	76.3731	642.761	0	642.761	725.701	725.701
46	0.272177	25.0647	34.1635	U4	0	28.3516	58.4904	76.0586	664.936	0	664.936	742.436	742.436
47	0.272177	24.6852	36.4838	U4	0	28.3516	58.9289	75.7041	687.561	0	687.561	759.171	759.171
48	0.272177	24.2877	38.8761	U4	0	28.3516	59.3284	75.3096	710.636	0	710.636	775.906	775.906
49	0.272177	23.8722	41.352	U4	0	28.3516	59.6909	74.8751	734.161	0	734.161	792.641	792.641
50	0.272177	23.4387	43.9262	U4	0	28.3516	60.0164	74.4006	758.136	0	758.136	809.376	809.376

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 2.09357





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

84 di 154

SLIDEPREFET 7.038



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 7 of 10

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	46.0378	28.7087	0	0	0
2	46.3606	28.1777	30.3202	0	0
3	46.6835	27.7066	59.1692	0	0
4	47.0064	27.283	69.3961	0	0
5	47.3293	26.8986	80.3977	0	0
6	47.6522	26.5474	91.8092	0	0
7	47.9751	26.225	103.314	0	0
8	48.298	25.9279	114.664	0	0
9	48.6209	25.6536	126.888	0	0
10	48.9503	25.3948	150.383	0	0
11	49.2797	25.1557	172.097	0	0
12	49.6091	24.9345	191.993	0	0
13	49.9385	24.7301	210.039	0	0
14	50.2679	24.5414	226.209	0	0
15	50.5973	24.3674	240.478	0	0
16	50.9267	24.2074	252.824	0	0
17	51.2561	24.0607	261.818	0	0
18	51.5855	23.9268	266.716	0	0
19	51.9149	23.8052	270.498	0	0
20	52.2443	23.6953	273.133	0	0
21	52.5737	23.5969	274.637	0	0
22	52.9031	23.5096	274.903	0	0
23	53.2325	23.4332	251.071	0	0
24	53.5619	23.3675	249.109	0	0
25	53.8913	23.3121	246.022	0	0
26	54.2207	23.267	241.786	0	0
27	54.5501	23.2321	236.063	0	0
28	54.8795	23.2072	228.153	0	0
29	55.2089	23.1923	218.832	0	0
30	55.5383	23.1873	211.759	0	0
31	55.8677	23.1923	183.961	0	0
32	56.1971	23.2072	178.619	0	0
33	56.5265	23.2321	173.008	0	0
34	56.8559	23.267	167.382	0	0
35	57.1853	23.3121	161.332	0	0
36	57.5147	23.3675	154.889	0	0
37	57.8441	23.4332	148.089	0	0
38	58.1735	23.5096	140.977	0	0
39	58.5029	23.5969	133.605	0	0
40	58.8323	23.6953	126.031	0	0
41	59.1617	23.8052	118.328	0	0
42	59.4911	23.9268	110.575	0	0
43	59.8205	24.0607	102.868	0	0
44	60.1499	24.2074	95.3175	0	0
45	60.4793	24.3674	88.0528	0	0
46	60.8087	24.5414	81.2263	0	0
47	61.1381	24.7301	75.0187	0	0
48	61.4675	24.9345	69.6458	0	0
49	61.7969	25.1557	65.3678	0	0
50	62.1263	25.3948	62.5026	0	0
51	62.4557	25.6536	0	0	0

Global Minimum Query (Janbu simplified) - Safety Factor: 1.7979





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

85 di 154

SLIDENETPRET 7.038



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 8 of 10

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	47.1608	28.7424	0	0	0
2	47.4365	28.0535	8.15665	0	0
3	47.7121	27.5014	18.45	0	0
4	47.9878	27.0346	29.752	0	0
5	48.2635	26.6283	41.4501	0	0
6	48.5392	26.2683	53.1703	0	0
7	48.8148	25.9454	75.3194	0	0
8	49.0905	25.6536	97.822	0	0
9	49.3627	25.3914	120.543	0	0
10	49.6349	25.1518	141.387	0	0
11	49.907	24.9324	160.366	0	0
12	50.1792	24.7311	177.492	0	0
13	50.4514	24.5464	192.771	0	0
14	50.7236	24.377	206.208	0	0
15	50.9957	24.2217	217.807	0	0
16	51.2679	24.0797	225.787	0	0
17	51.5401	23.9503	230.378	0	0
18	51.8123	23.8328	233.934	0	0
19	52.0844	23.7267	236.432	0	0
20	52.3566	23.6314	237.854	0	0
21	52.6288	23.5467	238.197	0	0
22	52.901	23.4721	237.418	0	0
23	53.1732	23.4074	235.711	0	0
24	53.4453	23.3524	206.227	0	0
25	53.7175	23.3068	202.467	0	0
26	53.9897	23.2705	197.665	0	0
27	54.2619	23.2434	191.746	0	0
28	54.534	23.2254	184.413	0	0
29	54.8062	23.2164	174.751	0	0
30	55.0784	23.2164	163.765	0	0
31	55.3506	23.2254	152.494	0	0
32	55.6227	23.2434	119.166	0	0
33	55.8949	23.2705	113.353	0	0
34	56.1671	23.3068	107.057	0	0
35	56.4393	23.3524	100.417	0	0
36	56.7114	23.4074	94.1295	0	0
37	56.9836	23.4721	87.5	0	0
38	57.2558	23.5467	80.5637	0	0
39	57.528	23.6314	73.3625	0	0
40	57.8002	23.7267	65.9456	0	0
41	58.0723	23.8328	58.3717	0	0
42	58.3445	23.9503	50.7103	0	0
43	58.6167	24.0797	43.0444	0	0
44	58.8889	24.2217	35.4734	0	0
45	59.161	24.377	28.1174	0	0
46	59.4332	24.5464	21.1235	0	0
47	59.7054	24.7311	14.6731	0	0
48	59.9776	24.9324	8.99454	0	0
49	60.2497	25.1518	4.37982	0	0
50	60.5219	25.3914	1.21185	0	0
51	60.7941	25.6536	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
52.8058	28.619
47.65	28.7571
42.4472	28.601

Distributed Load





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3800001A

Foglio

86 di 154

SLIDENETPRET 7.030



X	Y
46.6686	28.7277
44.1001	28.6506

Distributed Load

X	Y
48.5866	28.732
51.1513	28.6633

External Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
-2.35	11.6536
-2.35	5.65355
-2.35	1.65355
-2.35	-9.34645
97.65	-9.34645
97.65	1.65355
97.65	5.65355
97.65	11.6536
97.65	19.6536
97.65	25.6536
55.479	25.6536
55.2003	28.6996
54.2003	28.6996
54.2003	28.5816
47.65	28.7571
41.1003	28.5606
36.8084	25.6536
-2.35	25.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
97.65	19.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	11.6536
97.65	11.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	5.65355
97.65	5.65355

Material Boundary

X	Y
-2.35	1.65355
97.65	1.65355

Material Boundary

X	Y
36.8084	25.6536
54.4939	25.6536

Material Boundary

X	Y

X	Y
46.6686	28.7277
44.1001	28.6506

Distributed Load

X	Y
48.5866	28.732
51.1513	28.6633

External Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
-2.35	11.6536
-2.35	5.65355
-2.35	1.65355
-2.35	-9.34645
97.65	-9.34645
97.65	1.65355
97.65	5.65355
97.65	11.6536
97.65	19.6536
97.65	25.6536
55.479	25.6536
55.2003	28.6996
54.2003	28.6996
54.2003	28.5816
47.65	28.7571
41.1003	28.5606
36.8084	25.6536
-2.35	25.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
97.65	19.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	11.6536
97.65	11.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	5.65355
97.65	5.65355

Material Boundary

X	Y
-2.35	1.65355
97.65	1.65355

Material Boundary

X	Y
36.8084	25.6536
54.4939	25.6536

Material Boundary

X	Y

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 88 di 154</p>

ALLEGATO 4 - TABULATI DI SLIDE – ANALISI SLU SISMA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 89 di 154</p>

Slide Analysis Information
SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: 38sis_falda.slim
Slide Modeler Version: 7.038
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 07/10/2021, 14:46:13

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: A2+M2+R2 (SIS)

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1
Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1


Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used	
Bishop simplified	
Janbu simplified	

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

GENERAL CONTRACTOR



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
IN17	12	EI2RBRI3800001A	90 di 154

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

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: 5000
 Upper Angle: Not Defined
 Lower Angle: Not Defined
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth: Not Defined
 Minimum Area [m²]: 20
 Minimum Weight: Not Defined

Seismic

Advanced seismic analysis: No
 Staged pseudostatic analysis: No

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.081
 Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.04

3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 14.4
 Orientation: Vertical
 Load Action: Live



Distributed Load 2








Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 12.2
 Orientation: Vertical
 Load Action: Live

Distributed Load 3

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 12.2
 Orientation: Vertical
 Load Action: Live

Material Properties

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 91 di 154

Property	Rilevato	U4	u3b1	U3b_2	CA	U4-2	U4-3
Color							
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Undrained	Undrained	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	20	19	18.5	18.5	25	19	19
Cohesion [kPa]	0	0				0	0
Friction Angle [deg]	38	34				34	38
Cohesion Type				120			
Cohesion Type			Function Of Depth				
Cohesion (Top) [kPa]			30				
Cohesion Change [kPa/m]			2.5				
Water Surface	None	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Pali Fond Muro

Support Type: Micro-Pile
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2.4 m
 Pile Shear Strength: 127 kN
 Force Direction: Perpendicular to Pile

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.391440
Center:	38.139, 32.746
Radius:	8.130
Left Slip Surface Endpoint:	34.165, 25.654
Right Slip Surface Endpoint:	45.181, 28.683
Resisting Moment:	1961.54 kN-m
Driving Moment:	1409.72 kN-m
Total Slice Area:	20.1054 m ²
Surface Horizontal Width:	11.0161 m
Surface Average Height:	1.82508 m

Method: janbu simplified

FS	1.225580
Center:	38.139, 32.746
Radius:	8.130
Left Slip Surface Endpoint:	34.165, 25.654
Right Slip Surface Endpoint:	45.181, 28.683
Resisting Horizontal Force:	206.803 kN
Driving Horizontal Force:	168.74 kN
Total Slice Area:	20.1054 m ²
Surface Horizontal Width:	11.0161 m
Surface Average Height:	1.82508 m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4159
 Number of Invalid Surfaces: 841

Error Codes:

Error Code -101 reported for 1 surface
 Error Code -105 reported for 98 surfaces
 Error Code -113 reported for 410 surfaces
 Error Code -114 reported for 21 surfaces
 Error Code -128 reported for 311 surfaces

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 92 di 154</p>

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 4159
 Number of Invalid Surfaces: 841

Error Codes:

Error Code -101 reported for 1 surface
 Error Code -105 reported for 98 surfaces
 Error Code -113 reported for 410 surfaces
 Error Code -114 reported for 21 surfaces
 Error Code -128 reported for 311 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 105 = More than two surface / slope intersections with no valid slip surface.
- 113 = Surface intersects outside slope limits.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.
- 128 = Surface volume below minimum volume.

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.39144





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

93 di 154

SLIDINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 5 of 10

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	0.220782	0.250148	-28.3774	U4	0	28.3516	0.533305	0.742062	1.37519	0	1.37519	1.0871	1.0871
2	0.220782	0.732418	-26.623	U4	0	28.3516	1.5323	2.1321	3.95122	0	3.95122	3.18313	3.18313
3	0.220782	1.17944	-24.8951	U4	0	28.3516	2.42424	3.37319	6.25119	0	6.25119	5.12615	5.12615
4	0.220782	1.59274	-23.191	U4	0	28.3516	3.21956	4.47982	8.30201	0	8.30201	6.9227	6.9227
5	0.220782	1.97361	-21.5084	U4	0	28.3516	3.92691	5.46406	10.126	0	10.126	8.57847	8.57847
6	0.220782	2.32323	-19.8451	U4	0	28.3516	4.55358	6.33603	11.7419	0	11.7419	10.0985	10.0985
7	0.220782	2.6426	-18.1991	U4	0	28.3516	5.10572	7.1043	13.1657	0	13.1657	11.4871	11.4871
8	0.220782	2.93262	-16.5685	U4	0	28.3516	5.5886	7.7762	14.4109	0	14.4109	12.7482	12.7482
9	0.220782	3.19405	-14.9516	U4	0	28.3516	6.00675	8.35803	15.4891	0	15.4891	13.885	13.885
10	0.220782	3.42758	-13.3468	U4	0	28.3516	6.36409	8.85525	16.4106	0	16.4106	14.9007	14.9007
11	0.220782	3.63378	-11.7526	U4	0	28.3516	6.66402	9.27259	17.184	0	17.184	15.7975	15.7975
12	0.220782	3.8134	-10.1676	U4	0	28.3516	6.90994	9.61476	17.8181	0	17.8181	16.5788	16.5788
13	0.220782	4.31349	-8.59038	U4	0	28.3516	7.72523	10.7492	19.9205	0	19.9205	18.7535	18.7535
14	0.220782	5.10081	-7.01974	U4	0	28.3516	9.03158	12.5669	23.2891	0	23.2891	22.177	22.177
15	0.220782	5.86238	-5.45438	U4	0	28.3516	10.2648	14.2828	26.4688	0	26.4688	25.4887	25.4887
16	0.220782	6.59845	-3.89309	U4	0	28.3516	11.4276	15.9008	29.4674	0	29.4674	28.6897	28.6897
17	0.220782	7.30918	-2.33471	U4	0	28.3516	12.5226	17.4245	32.2912	0	32.2912	31.7806	31.7806
18	0.220782	7.99469	-0.778044	U4	0	28.3516	13.5522	18.8571	34.9461	0	34.9461	34.762	34.762
19	0.220782	8.65503	0.778044	U4	0	28.3516	14.5182	20.2012	37.4369	0	37.4369	37.634	37.634
20	0.220782	9.2902	2.33471	U4	0	28.3516	15.4222	21.4591	39.768	0	39.768	40.3968	40.3968
21	0.220782	9.90015	3.89309	U4	0	28.3516	16.2657	22.6327	41.943	0	41.943	43.0499	43.0499
22	0.220782	10.4848	5.45438	U4	0	28.3516	17.0498	23.7238	43.9649	0	43.9649	45.5929	45.5929
23	0.220782	11.0439	7.01974	U4	0	28.3516	17.7755	24.7336	45.8365	0	45.8365	48.0253	48.0253
24	0.220782	11.5772	8.59038	U4	0	28.3516	18.4437	25.6633	47.5594	0	47.5594	50.3456	50.3456
25	0.220782	12.0846	10.1676	U4	0	28.3516	19.0549	26.5138	49.1354	0	49.1354	52.5528	52.5528
26	0.220782	12.5655	11.7526	U4	0	28.3516	19.6096	27.2856	50.5655	0	50.5655	54.6452	54.6452
27	0.220782	13.0196	13.3468	U4	0	28.3516	20.1079	27.979	51.8508	0	51.8508	56.6215	56.6215
28	0.220782	13.4464	14.9516	U4	0	28.3516	20.5501	28.5943	52.9909	0	52.9909	58.4787	58.4787
29	0.220782	13.8454	16.5685	U4	0	28.3516	20.936	29.1312	53.9862	0	53.9862	60.2149	60.2149
30	0.220782	14.2157	18.1991	U4	0	28.3516	21.2654	29.5895	54.8351	0	54.8351	61.8264	61.8264
31	0.220782	14.5566	19.8451	U4	0	28.3516	21.5377	29.9684	55.5374	0	55.5374	63.3106	63.3106
32	0.220782	14.7588	21.5084	U4	0	28.3516	21.5935	30.0461	55.6814	0	55.6814	64.191	64.191
33	0.220782	14.611	23.191	U4	0	28.3516	20.9168	29.1045	53.9365	0	53.9365	62.8975	62.8975
34	0.220782	14.077	24.8951	U4	0	28.3516	20.1231	28.0001	51.8898	0	51.8898	61.2285	61.2285
35	0.220782	13.6593	26.623	U4	0	28.3516	19.2905	26.8416	49.7427	0	49.7427	59.4124	59.4124
36	0.220782	13.2062	28.3774	U4	0	28.3516	18.4183	25.628	47.4939	0	47.4939	57.4433	57.4433
37	0.219143	12.6098	30.1547	Rilevato	0	32.0066	19.6865	27.3926	43.8261	0	43.8261	55.2632	55.2632
38	0.219143	12.06	31.9579	Rilevato	0	32.0066	20.9444	29.1429	46.6263	0	46.6263	59.6925	59.6925
39	0.219143	11.4678	33.7973	Rilevato	0	32.0066	22.3354	31.0784	49.7232	0	49.7232	64.6739	64.6739
40	0.219143	10.8304	35.6772	Rilevato	0	32.0066	21.0184	29.2458	46.7912	0	46.7912	61.8818	61.8818
41	0.219143	10.1445	37.6025	Rilevato	0	32.0066	19.6495	27.3411	43.7439	0	43.7439	58.8774	58.8774
42	0.219143	9.40647	39.5791	Rilevato	0	32.0066	18.2269	25.3616	40.5768	0	40.5768	55.6441	55.6441
43	0.219143	8.61172	41.6139	Rilevato	0	32.0066	16.7483	23.3042	37.2849	0	37.2849	52.1619	52.1619
44	0.219143	7.75479	43.7151	Rilevato	0	32.0066	15.2114	21.1657	33.8634	0	33.8634	48.4073	48.4073
45	0.219143	6.829	45.893	Rilevato	0	32.0066	13.6135	18.9423	30.3063	0	30.3063	44.3508	44.3508
46	0.219143	5.826	48.1602	Rilevato	0	32.0066	15.3574	21.3689	34.1886	0	34.1886	51.3409	51.3409
47	0.219143	4.73521	50.5328	Rilevato	0	32.0066	13.7731	19.1645	30.6619	0	30.6619	47.3895	47.3895
48	0.219143	3.54274	53.0318	Rilevato	0	32.0066	11.8611	16.504	26.4053	0	26.4053	42.1636	42.1636
49	0.219143	2.2299	55.6858	Rilevato	0	32.0066	9.86352	13.7245	21.9582	0	21.9582	36.4099	36.4099
50	0.219143	0.770345	58.5352	Rilevato	0	32.0066	7.77461	10.8179	17.3079	0	17.3079	30.0124	30.0124

Global Minimum Query (Janbu simplified) - Safety Factor: 1.22558





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

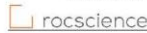
IN17

12

EI2RBRI3800001A

94 di 154

SLIDINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 6 of 10

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	0.220782	0.250148	-28.3774	U4	0	28.3516	0.628238	0.769956	1.42689	0	1.42689	1.08752	1.08752
2	0.220782	0.732418	-26.623	U4	0	28.3516	1.79902	2.20484	4.08602	0	4.08602	3.18423	3.18423
3	0.220782	1.17944	-24.8951	U4	0	28.3516	2.83746	3.47754	6.44458	0	6.44458	5.12777	5.12777
4	0.220782	1.59274	-23.191	U4	0	28.3516	3.75763	4.60528	8.53449	0	8.53449	6.92467	6.92467
5	0.220782	1.97361	-21.5084	U4	0	28.3516	4.5711	5.60225	10.3821	0	10.3821	8.58073	8.58073
6	0.220782	2.32323	-19.8451	U4	0	28.3516	5.28748	6.48023	12.0092	0	12.0092	10.1009	10.1009
7	0.220782	2.6426	-18.1991	U4	0	28.3516	5.91487	7.24915	13.4342	0	13.4342	11.4895	11.4895
8	0.220782	2.93262	-16.5685	U4	0	28.3516	6.46013	7.91741	14.6726	0	14.6726	12.7506	12.7506
9	0.220782	3.19405	-14.9516	U4	0	28.3516	6.92913	8.4922	15.7378	0	15.7378	13.8874	13.8874
10	0.220782	3.42758	-13.3468	U4	0	28.3516	7.32688	8.97968	16.6412	0	16.6412	14.9029	14.9029
11	0.220782	3.63378	-11.7526	U4	0	28.3516	7.65779	9.38523	17.3927	0	17.3927	15.7995	15.7995
12	0.220782	3.8134	-10.1676	U4	0	28.3516	7.9261	9.71407	18.0021	0	18.0021	16.5806	16.5806
13	0.220782	4.31349	-8.59038	U4	0	28.3516	8.84602	10.8415	20.0915	0	20.0915	18.7552	18.7552
14	0.220782	5.10081	-7.01974	U4	0	28.3516	10.3247	12.6537	23.4499	0	23.4499	22.1786	22.1786
15	0.220782	5.86238	-5.45438	U4	0	28.3516	11.7155	14.3583	26.6088	0	26.6088	25.4901	25.4901
16	0.220782	6.59845	-3.89309	U4	0	28.3516	13.0224	15.96	29.577	0	29.577	28.6908	28.6908
17	0.220782	7.30918	-2.33471	U4	0	28.3516	14.2487	17.4629	32.3623	0	32.3623	31.7814	31.7814
18	0.220782	7.99469	-0.778044	U4	0	28.3516	15.3974	18.8708	34.9714	0	34.9714	34.7623	34.7623
19	0.220782	8.65503	0.778044	U4	0	28.3516	16.4711	20.1867	37.4101	0	37.4101	37.6338	37.6338
20	0.220782	9.2902	2.33471	U4	0	28.3516	17.4721	21.4135	39.6835	0	39.6835	40.3959	40.3959
21	0.220782	9.90015	3.89309	U4	0	28.3516	18.4022	22.5534	41.796	0	41.796	43.0483	43.0483
22	0.220782	10.4848	5.45438	U4	0	28.3516	19.2631	23.6085	43.7512	0	43.7512	45.5905	45.5905
23	0.220782	11.0439	7.01974	U4	0	28.3516	20.0561	24.5804	45.5524	0	45.5524	48.022	48.022
24	0.220782	11.5772	8.59038	U4	0	28.3516	20.7824	25.4705	47.2021	0	47.2021	50.3415	50.3415
25	0.220782	12.0846	10.1676	U4	0	28.3516	21.4429	26.28	48.7021	0	48.7021	52.5478	52.5478
26	0.220782	12.5655	11.7526	U4	0	28.3516	22.0383	27.0097	50.0542	0	50.0542	54.6392	54.6392
27	0.220782	13.0196	13.3468	U4	0	28.3516	22.5691	27.6602	51.2598	0	51.2598	56.6144	56.6144
28	0.220782	13.4464	14.9516	U4	0	28.3516	23.0355	28.2318	52.3191	0	52.3191	58.4706	58.4706
29	0.220782	13.8454	16.5685	U4	0	28.3516	23.4376	28.7247	53.2325	0	53.2325	60.2056	60.2056
30	0.220782	14.2157	18.1991	U4	0	28.3516	23.7754	29.1387	53.9999	0	53.9999	61.8165	61.8165
31	0.220782	14.5566	19.8451	U4	0	28.3516	24.0485	29.4733	54.6201	0	54.6201	63.2995	63.2995
32	0.220782	14.7588	21.5084	U4	0	28.3516	24.0791	29.5109	54.6895	0	54.6895	64.1786	64.1786
33	0.220782	14.611	23.191	U4	0	28.3516	23.2935	28.548	52.9052	0	52.9052	62.8845	62.8845
34	0.220782	14.077	24.8951	U4	0	28.3516	22.3794	27.4277	50.829	0	50.829	61.2148	61.2148
35	0.220782	13.6593	26.623	U4	0	28.3516	21.4241	26.2569	48.6592	0	48.6592	59.3983	59.3983
36	0.220782	13.2062	28.3774	U4	0	28.3516	20.4268	25.0347	46.3944	0	46.3944	57.4288	57.4288
37	0.219143	12.6098	30.1547	Rilevato	0	32.0066	21.7352	26.6382	42.6191	0	42.6191	55.2463	55.2463
38	0.219143	12.06	31.9579	Rilevato	0	32.0066	23.0873	28.2953	45.2705	0	45.2705	59.6735	59.6735
39	0.219143	11.4678	33.7973	Rilevato	0	32.0066	24.5805	30.1254	48.1984	0	48.1984	64.6519	64.6519
40	0.219143	10.8304	35.6772	Rilevato	0	32.0066	23.0922	28.3013	45.2799	0	45.2799	61.8594	61.8594
41	0.219143	10.1445	37.6025	Rilevato	0	32.0066	21.5507	26.4121	42.2573	0	42.2573	58.855	58.855
42	0.219143	9.40647	39.5791	Rilevato	0	32.0066	19.9541	24.4553	39.1267	0	39.1267	55.6218	55.6218
43	0.219143	8.61172	41.6139	Rilevato	0	32.0066	18.3005	22.4287	35.8844	0	35.8844	52.1403	52.1403
44	0.219143	7.75479	43.7151	Rilevato	0	32.0066	16.5878	20.3297	32.526	0	32.526	48.386	48.386
45	0.219143	6.829	45.893	Rilevato	0	32.0066	14.8137	18.1554	29.0473	0	29.0473	44.3301	44.3301
46	0.219143	5.826	48.1602	Rilevato	0	32.0066	16.6732	20.4344	32.6937	0	32.6937	51.3157	51.3157
47	0.219143	4.73521	50.5328	Rilevato	0	32.0066	14.9164	18.2812	29.2487	0	29.2487	47.3648	47.3648
48	0.219143	3.54274	53.0318	Rilevato	0	32.0066	12.8109	15.7008	25.1201	0	25.1201	42.1404	42.1404
49	0.219143	2.2299	55.6858	Rilevato	0	32.0066	10.6213	13.0172	20.8266	0	20.8266	36.3884	36.3884
50	0.219143	0.770345	58.5352	Rilevato	0	32.0066	8.34323	10.2253	16.3598	0	16.3598	29.9935	29.9935

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.39144





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

95 di 154

SLIDINTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 7 of 10

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	34.1648	25.6536	0	0	0
2	34.3855	25.5343	0.261254	0	0
3	34.6063	25.4236	0.976827	0	0
4	34.8271	25.3212	2.05594	0	0
5	35.0479	25.2266	3.42156	0	0
6	35.2687	25.1396	5.00795	0	0
7	35.4895	25.0599	6.75871	0	0
8	35.7102	24.9873	8.62526	0	0
9	35.931	24.9216	10.5657	0	0
10	36.1518	24.8627	12.5437	0	0
11	36.3726	24.8103	14.5278	0	0
12	36.5934	24.7643	16.4911	0	0
13	36.8141	24.7247	18.4103	0	0
14	37.0349	24.6914	20.4274	0	0
15	37.2557	24.6642	22.6373	0	0
16	37.4765	24.6431	24.9822	0	0
17	37.6973	24.6281	27.4083	0	0
18	37.9181	24.6191	29.8661	0	0
19	38.1388	24.6161	32.3093	0	0
20	38.3596	24.6191	34.6949	0	0
21	38.5804	24.6281	36.9824	0	0
22	38.8012	24.6431	39.1342	0	0
23	39.022	24.6642	41.1148	0	0
24	39.2427	24.6914	42.8907	0	0
25	39.4635	24.7247	44.4305	0	0
26	39.6843	24.7643	45.7045	0	0
27	39.9051	24.8103	46.6847	0	0
28	40.1259	24.8627	47.3446	0	0
29	40.3467	24.9216	47.6591	0	0
30	40.5674	24.9873	47.6044	0	0
31	40.7882	25.0599	47.1582	0	0
32	41.009	25.1396	46.2992	0	0
33	41.2298	25.2266	45.0169	0	0
34	41.4506	25.3212	43.3525	0	0
35	41.6713	25.4236	41.3295	0	0
36	41.8921	25.5343	38.9684	0	0
37	42.1129	25.6536	36.2925	0	0
38	42.3321	25.7809	33.9969	0	0
39	42.5512	25.9176	31.2262	0	0
40	42.7703	26.0643	27.8882	0	0
41	42.9895	26.2216	24.2456	0	0
42	43.2086	26.3904	20.3382	0	0
43	43.4278	26.5715	16.2117	0	0
44	43.6469	26.7662	11.9191	0	0
45	43.8661	26.9757	7.52234	0	0
46	44.0852	27.2018	3.0947	0	0
47	44.3043	27.4466	-2.38643	0	0
48	44.5235	27.7127	-7.9185	0	0
49	44.7426	28.0039	-13.2993	0	0
50	44.9618	28.3249	-18.3731	0	0
51	45.1809	28.683	0	0	0

Global Minimum Query (Janbu simplified) - Safety Factor: 1.22558





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

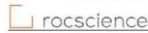
IN17

12

EI2RBRI3800001A

96 di 154

SLIDENTERPRET 7.030



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 8 of 10

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	34.1648	25.6536	0	0	0
2	34.3855	25.5343	0.288547	0	0
3	34.6063	25.4236	1.07841	0	0
4	34.8271	25.3212	2.26933	0	0
5	35.0479	25.2266	3.77676	0	0
6	35.2687	25.1396	5.52891	0	0
7	35.4895	25.0599	7.46444	0	0
8	35.7102	24.9873	9.53075	0	0
9	35.931	24.9216	11.6825	0	0
10	36.1518	24.8627	13.8807	0	0
11	36.3726	24.8103	16.0916	0	0
12	36.5934	24.7643	18.286	0	0
13	36.8141	24.7247	20.439	0	0
14	37.0349	24.6914	22.7118	0	0
15	37.2557	24.6642	25.2144	0	0
16	37.4765	24.6431	27.8858	0	0
17	37.6973	24.6281	30.6693	0	0
18	37.9181	24.6191	33.5129	0	0
19	38.1388	24.6161	36.3679	0	0
20	38.3596	24.6191	39.1894	0	0
21	38.5804	24.6281	41.9352	0	0
22	38.8012	24.6431	44.5661	0	0
23	39.022	24.6642	47.0453	0	0
24	39.2427	24.6914	49.3382	0	0
25	39.4635	24.7247	51.4122	0	0
26	39.6843	24.7643	53.2367	0	0
27	39.9051	24.8103	54.7829	0	0
28	40.1259	24.8627	56.0236	0	0
29	40.3467	24.9216	56.933	0	0
30	40.5674	24.9873	57.4869	0	0
31	40.7882	25.0599	57.6623	0	0
32	41.009	25.1396	57.4377	0	0
33	41.2298	25.2266	56.7975	0	0
34	41.4506	25.3212	55.7622	0	0
35	41.6713	25.4236	54.3524	0	0
36	41.8921	25.5343	52.5885	0	0
37	42.1129	25.6536	50.4932	0	0
38	42.3321	25.7809	48.8066	0	0
39	42.5512	25.9176	46.6976	0	0
40	42.7703	26.0643	44.0824	0	0
41	42.9895	26.2216	41.1388	0	0
42	43.2086	26.3904	37.9053	0	0
43	43.4278	26.5715	34.4259	0	0
44	43.6469	26.7662	30.7515	0	0
45	43.8661	26.9757	26.9415	0	0
46	44.0852	27.2018	23.0659	0	0
47	44.3043	27.4466	18.2441	0	0
48	44.5235	27.7127	13.3431	0	0
49	44.7426	28.0039	8.54849	0	0
50	44.9618	28.3249	4.00727	0	0
51	45.1809	28.683	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
52.8058	28.619
47.65	28.7571
42.4472	28.601

Distributed Load



X	Y
46.6686	28.7277
44.1001	28.6506

Distributed Load

X	Y
48.5866	28.732
51.1513	28.6633

External Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
-2.35	11.6536
-2.35	5.65355
-2.35	1.65355
-2.35	-9.34645
97.65	-9.34645
97.65	1.65355
97.65	5.65355
97.65	11.6536
97.65	19.6536
97.65	25.6536
55.479	25.6536
55.2003	28.6996
54.2003	28.6996
54.2003	28.5816
47.65	28.7571
41.1003	28.5606
36.8084	25.6536
-2.35	25.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
97.65	19.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	11.6536
97.65	11.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	5.65355
97.65	5.65355

Material Boundary

X	Y
-2.35	1.65355
97.65	1.65355


Material Boundary

X	Y
36.8084	25.6536
54.4939	25.6536

Material Boundary

X	Y

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI380001A

Foglio
98 di 154

X	Y
54.2003	28.5816
54.2003	28.0816
54.5503	27.9816
54.4939	25.6536
54.5503	24.6996
52.4003	24.6996
52.4003	23.6496
56.4003	23.6496
56.4003	24.6996
55.6082	24.6996
55.479	25.6536

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 99 di 154</p>

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: 38sis_muro.slim
Slide Modeler Version: 7.038
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 07/10/2021, 14:46:13

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20


Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: A2+M2+R2 (SIS)

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1
Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

GENERAL CONTRACTOR




Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
IN17	12	EI2RBRI3800001A	100 di 154

SLIDEINTERPRET 7.038 SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 2 of 10

 Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

	Bishop simplified
	Janbu 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/m ³]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

Random Numbers

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:	5000
Upper Angle:	Not Defined
Lower Angle:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area [m ²]:	20
Minimum Weight:	Not Defined


Seismic

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.081
Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.04

3 Distributed Loads present








<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 101 di 154</p>

Distributed Load 1
 Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 14.4
 Orientation: Vertical
 Load Action: Live

Distributed Load 2
 Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 12.2
 Orientation: Vertical
 Load Action: Live

Distributed Load 3
 Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 12.2
 Orientation: Vertical
 Load Action: Live

Material Properties

Property	Rilevato	U4	u3b1	U3b_2	CA	U4-2	U4-3
Color							
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Undrained	Undrained	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19	18.5	18.5	25	19	19
Cohesion [kPa]	0	0				0	0
Friction Angle [deg]	38	34				34	38
Cohesion Type			Function Of Depth				
Cohesion (Top) [kPa]			30				
Cohesion Change [kPa/m]			2.5				
Water Surface	None	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Pali Fond Muro

Support Type: Micro-Pile
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2.4 m
 Pile Shear Strength: 127 kN
 Force Direction: Perpendicular to Pile


Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.979610
Center:	69.355, 50.912
Radius:	35.929
Left Slip Surface Endpoint:	41.222, 28.564
Right Slip Surface Endpoint:	94.907, 25.654
Resisting Moment:	77348.3 kN-m
Driving Moment:	39072.5 kN-m
Passive Support Moment:	3140.18 kN-m
Total Slice Area:	414.614 m2
Surface Horizontal Width:	53.6849 m
Surface Average Height:	7.7231 m

Method: janbu simplified

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3800001A

Foglio
102 di
154

	FS	1.813160
Center:	69.468, 50.396	
Radius:	35.468	
Left Slip Surface Endpoint:	41.509, 28.573	
Right Slip Surface Endpoint:	94.880, 25.654	
Resisting Horizontal Force:	1897.61 kN	
Driving Horizontal Force:	1046.58 kN	
Passive Horizontal Support Force:	96.2121 kN	
Total Slice Area:	413.958 m2	
Surface Horizontal Width:	53.3714 m	
Surface Average Height:	7.75617 m	

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 1216
Number of Invalid Surfaces: 3784

Error Codes:

Error Code -99 reported for 3746 surfaces
Error Code -114 reported for 38 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 1216
Number of Invalid Surfaces: 3784

Error Codes:

Error Code -99 reported for 3746 surfaces
Error Code -114 reported for 38 surfaces

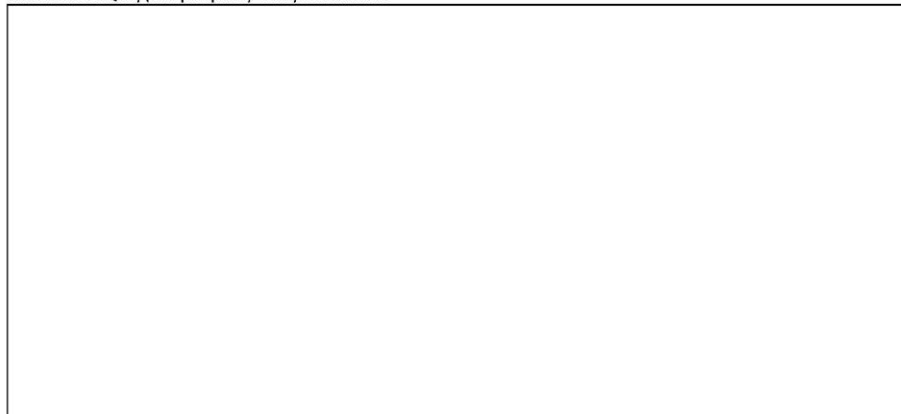
Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 99 = Slip surface intersects an infinite strength material. If infinite strength regions are defined for a model, a large number of potential slip surfaces may show this error code. This is Normal.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.97961





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

103 di
154

SLIDENRPRET 7.038



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 5 of 10

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	1.29059	20.3065	-49.9382	Rilevato	0	32.0066	3.63515	7.19618	11.5134	0	11.5134	15.8361	15.8361
2	1.29059	58.8715	-46.8348	Rilevato	0	32.0066	13.7482	27.216	43.5437	0	43.5437	58.2018	58.2018
3	1.11967	78.8277	-44.0873	U4	0	28.3516	19.6167	38.8335	71.9663	0	71.9663	90.9678	90.9678
4	1.11967	101.709	-41.6495	U4	0	28.3516	24.972	49.4349	91.613	0	91.613	113.823	113.823
5	1.11967	122.802	-39.3008	U4	0	28.3516	28.1976	55.8202	103.446	0	103.446	126.527	126.527
6	1.11967	142.06	-37.0287	U4	0	28.3516	30.7969	60.9658	112.982	0	112.982	136.213	136.213
7	1.11967	158.792	-34.8228	U4	0	28.3516	36.534	72.323	134.029	0	134.029	159.442	159.442
8	1.11967	174.043	-32.6745	U4	0	28.3516	40.7984	80.7649	149.674	0	149.674	175.84	175.84
9	1.11967	188.047	-30.5769	U4	0	28.3516	42.8478	84.822	157.193	0	157.193	182.509	182.509
10	1.04201	188.203	-28.5936	u3b1	21.9357	0	11.0808	21.9357	181.758	0	181.758	187.798	187.798
11	1.04201	202.935	-26.7171	u3b1	22.9111	0	11.5735	22.9111	182.837	0	182.837	188.662	188.662
12	1.04201	219.686	-24.8711	u3b1	23.8106	0	12.0279	23.8106	196.823	0	196.823	202.399	202.399
13	1.04201	208.053	-23.0523	u3b1	24.6378	0	12.4458	24.6378	186.384	0	186.384	191.681	191.681
14	1.04201	165.34	-21.2578	u3b1	25.3957	0	12.8286	25.3957	147.338	0	147.338	152.329	152.329
15	1.04201	169.076	-19.4849	u3b1	26.0868	0	13.1777	26.0868	151.108	0	151.108	155.771	155.771
16	1.04201	175.841	-17.7313	u3b1	26.7135	0	13.4943	26.7135	157.688	0	157.688	162.003	162.003
17	1.04201	181.931	-15.9946	u3b1	27.2777	0	13.7793	27.2777	163.664	0	163.664	167.614	167.614
18	1.04201	187.365	-14.273	u3b1	27.781	0	14.0336	27.781	169.05	0	169.05	172.62	172.62
19	1.04201	192.158	-12.5644	u3b1	28.225	0	14.2579	28.225	173.858	0	173.858	177.036	177.036
20	1.04201	196.325	-10.8671	u3b1	28.611	0	14.4528	28.611	178.1	0	178.1	180.874	180.874
21	1.04201	199.876	-9.17941	u3b1	28.94	0	14.619	28.94	181.784	0	181.784	184.146	184.146
22	1.04201	202.821	-7.49973	u3b1	29.2128	0	14.7568	29.2128	184.917	0	184.917	186.859	186.859
23	1.04201	205.168	-5.82651	u3b1	29.4302	0	14.8667	29.4302	187.505	0	187.505	189.022	189.022
24	1.04201	206.923	-4.15827	u3b1	29.5928	0	14.9488	29.5928	189.551	0	189.551	190.638	190.638
25	1.04201	208.091	-2.49356	u3b1	29.7009	0	15.0034	29.7009	191.06	0	191.06	191.714	191.714
26	1.04201	208.674	-	u3b1	29.7549	0	15.0307	29.7549	192.033	0	192.033	192.251	192.251
27	1.04201	208.674	0.830954	u3b1	29.7549	0	15.0307	29.7549	192.469	0	192.469	192.251	192.251
28	1.04201	208.091	2.49356	u3b1	29.7009	0	15.0034	29.7009	192.367	0	192.367	191.714	191.714
29	1.04201	206.923	4.15827	u3b1	29.5928	0	14.9488	29.5928	191.725	0	191.725	190.638	190.638
30	1.04201	205.168	5.82651	u3b1	29.4302	0	14.8667	29.4302	190.538	0	190.538	189.021	189.021
31	1.04201	202.821	7.49973	u3b1	29.2128	0	14.7568	29.2128	188.801	0	188.801	186.858	186.858
32	1.04201	199.876	9.17941	u3b1	28.94	0	14.619	28.94	186.507	0	186.507	184.145	184.145
33	1.04201	196.325	10.8671	u3b1	28.611	0	14.4528	28.611	183.647	0	183.647	180.873	180.873
34	1.04201	192.158	12.5644	u3b1	28.225	0	14.2579	28.225	180.212	0	180.212	177.034	177.034
35	1.04201	187.365	14.273	u3b1	27.781	0	14.0336	27.781	176.188	0	176.188	172.618	172.618
36	1.04201	181.931	15.9946	u3b1	27.2777	0	13.7793	27.2777	171.561	0	171.561	167.611	167.611
37	1.04201	175.841	17.7313	u3b1	26.7135	0	13.4943	26.7135	166.315	0	166.315	162.001	162.001
38	1.04201	169.076	19.4849	u3b1	26.0868	0	13.1777	26.0868	160.43	0	160.43	155.768	155.768
39	1.04201	161.615	21.2578	u3b1	25.3957	0	12.8286	25.3957	153.885	0	153.885	148.894	148.894
40	1.04201	153.434	23.0523	u3b1	24.6378	0	12.4458	24.6378	146.653	0	146.653	141.357	141.357
41	1.04201	144.504	24.8711	u3b1	23.8106	0	12.0279	23.8106	138.706	0	138.706	133.13	133.13
42	1.04201	134.793	26.7171	u3b1	22.9111	0	11.5735	22.9111	130.008	0	130.008	124.183	124.183
43	1.04201	124.263	28.5936	u3b1	21.9357	0	11.0808	21.9357	120.522	0	120.522	114.482	114.482
44	1.11967	120.606	30.5769	U4	0	28.3516	33.5961	66.5072	123.251	0	123.251	103.401	103.401
45	1.11967	105.93	32.6745	U4	0	28.3516	30.0003	59.3888	110.059	0	110.059	90.8184	90.8184
46	1.11967	90.0072	34.8228	U4	0	28.3516	25.9557	51.3821	95.2217	0	95.2217	77.1668	77.1668
47	1.11967	72.7386	37.0287	U4	0	28.3516	21.3984	42.3605	78.5026	0	78.5026	62.361	62.361
48	1.11967	54.0061	39.3008	U4	0	28.3516	16.2453	32.1593	59.5976	0	59.5976	46.3006	46.3006
49	1.11967	33.6652	41.6495	U4	0	28.3516	10.3848	20.5578	38.0977	0	38.0977	28.8616	28.8616
50	1.11967	11.5364	44.0873	U4	0	28.3516	3.66306	7.25143	13.4384	0	13.4384	9.89019	9.89019

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.81316





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

104 di
154

SLIDENETPRET 7.038



SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 6 of 10

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	1.2735	20.0998	-50.4129	Rilevato	0	32.0066	4.60911	8.35706	13.3707	0	13.3707	18.9447	18.9447
2	1.2735	58.2505	-47.2821	Rilevato	0	32.0066	14.6405	26.5455	42.4708	0	42.4708	58.3266	58.3266
3	1.10341	77.8484	-44.5156	U4	0	28.3516	21.6109	39.184	72.6157	0	72.6157	93.8642	93.8642
4	1.10341	100.39	-42.065	U4	0	28.3516	26.7366	48.4778	89.8394	0	89.8394	113.968	113.968
5	1.10341	121.163	-39.7059	U4	0	28.3516	29.6685	53.7938	99.6909	0	99.6909	124.327	124.327
6	1.10341	139.968	-37.425	U4	0	28.3516	33.0141	59.8599	110.932	0	110.932	136.196	136.196
7	1.10341	156.375	-35.2117	U4	0	28.3516	39.6914	71.9668	133.369	0	133.369	161.381	161.381
8	1.10341	171.414	-33.0574	U4	0	28.3516	43.8199	79.4525	147.241	0	147.241	175.761	175.761
9	1.10341	185.226	-30.9546	U4	0	28.3516	45.6643	82.7967	153.439	0	153.439	180.828	180.828
10	1.04049	188.793	-28.9547	u3b1	21.9426	0	12.1019	21.9426	181.703	0	181.703	188.399	188.399
11	1.04049	202.777	-27.0505	u3b1	22.931	0	12.647	22.931	180.637	0	180.637	187.095	187.095
12	1.04049	222.814	-25.1781	u3b1	23.8421	0	13.1495	23.8421	199.4	0	199.4	205.581	205.581
13	1.04049	197.288	-23.3341	u3b1	24.6795	0	13.6113	24.6795	176.158	0	176.158	182.029	182.029
14	1.04049	164.817	-21.5154	u3b1	25.4465	0	14.0343	25.4465	146.538	0	146.538	152.07	152.07
15	1.04049	169.464	-19.7191	u3b1	26.1457	0	14.42	26.1457	151.19	0	151.19	156.358	156.358
16	1.04049	176.297	-17.9429	u3b1	26.7796	0	14.7696	26.7796	157.879	0	157.879	162.661	162.661
17	1.04049	182.446	-16.1843	u3b1	27.35	0	15.0842	27.35	163.957	0	163.957	168.335	168.335
18	1.04049	187.931	-14.4413	u3b1	27.8589	0	15.3648	27.8589	169.438	0	169.438	173.395	173.395
19	1.04049	192.769	-12.7118	u3b1	28.3077	0	15.6124	28.3077	174.337	0	174.337	177.859	177.859
20	1.04049	196.973	-10.9941	u3b1	28.6977	0	15.8275	28.6977	178.663	0	178.663	181.738	181.738
21	1.04049	200.556	-9.28631	u3b1	29.0301	0	16.0108	29.0301	182.425	0	182.425	185.043	185.043
22	1.04049	203.528	-7.58681	u3b1	29.3058	0	16.1628	29.3058	185.632	0	185.632	187.785	187.785
23	1.04049	205.895	-5.89401	u3b1	29.5254	0	16.2839	29.5254	188.288	0	188.288	189.969	189.969
24	1.04049	207.666	-4.20636	u3b1	29.6896	0	16.3745	29.6896	190.398	0	190.398	191.602	191.602
25	1.04049	208.843	-2.52236	u3b1	29.7989	0	16.4348	29.7989	191.964	0	191.964	192.688	192.688
26	1.04049	209.431	-	u3b1	29.8534	0	16.4648	29.8534	192.989	0	192.989	193.231	193.231
27	1.04049	209.431	0.840546	u3b1	29.8534	0	16.4648	29.8534	193.472	0	193.472	193.23	193.23
28	1.04049	208.843	2.52236	u3b1	29.7989	0	16.4348	29.7989	193.412	0	193.412	192.688	192.688
29	1.04049	207.666	4.20636	u3b1	29.6896	0	16.3745	29.6896	192.805	0	192.805	191.6	191.6
30	1.04049	205.895	5.89401	u3b1	29.5254	0	16.2839	29.5254	191.648	0	191.648	189.966	189.966
31	1.04049	203.528	7.58681	u3b1	29.3058	0	16.1628	29.3058	189.935	0	189.935	187.782	187.782
32	1.04049	200.556	9.28631	u3b1	29.0301	0	16.0108	29.0301	187.658	0	187.658	185.04	185.04
33	1.04049	196.973	10.9941	u3b1	28.6977	0	15.8275	28.6977	184.809	0	184.809	181.734	181.734
34	1.04049	192.769	12.7118	u3b1	28.3077	0	15.6124	28.3077	181.376	0	181.376	177.854	177.854
35	1.04049	187.931	14.4413	u3b1	27.8589	0	15.3648	27.8589	177.348	0	177.348	173.391	173.391
36	1.04049	182.446	16.1843	u3b1	27.35	0	15.0842	27.35	172.708	0	172.708	168.33	168.33
37	1.04049	176.297	17.9429	u3b1	26.7796	0	14.7696	26.7796	167.439	0	167.439	162.656	162.656
38	1.04049	169.464	19.7191	u3b1	26.1457	0	14.42	26.1457	161.521	0	161.521	156.352	156.352
39	1.04049	161.927	21.5154	u3b1	25.4465	0	14.0343	25.4465	154.93	0	154.93	149.397	149.397
40	1.04049	153.66	23.3341	u3b1	24.6795	0	13.6113	24.6795	147.641	0	147.641	141.769	141.769
41	1.04049	144.632	25.1781	u3b1	23.8421	0	13.1495	23.8421	139.621	0	139.621	133.44	133.44
42	1.04049	134.811	27.0505	u3b1	22.931	0	12.647	22.931	130.836	0	130.836	124.378	124.378
43	1.04049	124.156	28.9547	u3b1	21.9426	0	12.1019	21.9426	121.243	0	121.243	114.548	114.548
44	1.10341	118.852	30.9546	U4	0	28.3516	37.4556	67.913	125.856	0	125.856	103.391	103.391
45	1.10341	104.387	33.0574	U4	0	28.3516	33.5163	60.7705	112.62	0	112.62	90.8064	90.8064
46	1.10341	88.696	35.2117	U4	0	28.3516	29.067	52.7031	97.6697	0	97.6697	77.1562	77.1562
47	1.10341	71.682	37.425	U4	0	28.3516	24.0296	43.5696	80.7434	0	80.7434	62.3547	62.3547
48	1.10341	53.2262	39.7059	U4	0	28.3516	18.3019	33.1842	61.4971	0	61.4971	46.2994	46.2994
49	1.10341	33.1833	42.065	U4	0	28.3516	11.7445	21.2946	39.4631	0	39.4631	28.8642	28.8642
50	1.10341	11.3725	44.5156	U4	0	28.3516	4.1617	7.54583	13.9839	0	13.9839	9.89199	9.89199

Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.97961

--



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3800001A

105 di
154

SLIDENETPRET 7.038

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 7 of 10



Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	41.222	28.5643	0	0	0
2	42.5126	27.0296	14.6243	0	0
3	43.8032	25.6536	61.5713	0	0
4	44.9229	24.569	124.05	0	0
5	46.0426	23.5732	195.566	0	0
6	47.1622	22.6567	268.755	0	0
7	48.2819	21.8121	341.215	0	0
8	49.4016	21.0332	417.572	0	0
9	50.5213	20.3151	493.484	0	0
10	51.6409	19.6536	564.747	0	0
11	52.683	19.0856	671.681	0	0
12	53.725	18.5611	747.654	0	0
13	54.767	18.0781	847.993	0	0
14	55.809	17.6346	910.228	0	0
15	56.851	17.2293	969.984	0	0
16	57.893	16.8606	1025.66	0	0
17	58.935	16.5274	1078.39	0	0
18	59.977	16.2287	1127.65	0	0
19	61.019	15.9636	1173.02	0	0
20	62.061	15.7314	1214.11	0	0
21	63.103	15.5314	1250.58	0	0
22	64.145	15.363	1282.15	0	0
23	65.187	15.2258	1308.58	0	0
24	66.229	15.1195	1329.65	0	0
25	67.2711	15.0437	1345.19	0	0
26	68.3131	14.9983	1355.09	0	0
27	69.3551	14.9832	1359.24	0	0
28	70.3971	14.9983	1357.57	0	0
29	71.4391	15.0437	1350.07	0	0
30	72.4811	15.1195	1336.73	0	0
31	73.5231	15.2258	1317.61	0	0
32	74.5651	15.363	1292.76	0	0
33	75.6071	15.5314	1262.32	0	0
34	76.6491	15.7314	1226.43	0	0
35	77.6911	15.9636	1185.29	0	0
36	78.7331	16.2287	1139.14	0	0
37	79.7751	16.5274	1088.28	0	0
38	80.8171	16.8606	1033.06	0	0
39	81.8592	17.2293	973.877	0	0
40	82.9012	17.6346	911.222	0	0
41	83.9432	18.0781	845.655	0	0
42	84.9852	18.5611	777.83	0	0
43	86.0272	19.0856	708.507	0	0
44	87.0692	19.6536	638.577	0	0
45	88.1889	20.3151	529.201	0	0
46	89.3085	21.0332	425.165	0	0
47	90.4282	21.8121	329.239	0	0
48	91.5479	22.6567	244.874	0	0
49	92.6676	23.5732	176.445	0	0
50	93.7872	24.569	129.609	0	0
51	94.9069	25.6536	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.81316





Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3800001A

Foglio

106 di
154

SLIDENETPRET 7.038

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program: Page 8 of 10



Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	41.5087	28.5729	0	0	0
2	42.7822	27.0328	16.3541	0	0
3	44.0557	25.6536	61.015	0	0
4	45.1591	24.5686	122.271	0	0
5	46.2626	23.5729	190.378	0	0
6	47.366	22.6566	258.818	0	0
7	48.4694	21.8122	327.418	0	0
8	49.5728	21.0335	400.17	0	0
9	50.6762	20.3154	471.47	0	0
10	51.7796	19.6536	537.663	0	0
11	52.8201	19.0779	644.974	0	0
12	53.8606	18.5466	717.69	0	0
13	54.9011	18.0574	819.597	0	0
14	55.9416	17.6086	873.958	0	0
15	56.9821	17.1984	932.821	0	0
16	58.0226	16.8255	987.938	0	0
17	59.0631	16.4885	1040.05	0	0
18	60.1035	16.1866	1088.66	0	0
19	61.144	15.9186	1133.3	0	0
20	62.1845	15.6839	1173.6	0	0
21	63.225	15.4818	1209.21	0	0
22	64.2655	15.3116	1239.84	0	0
23	65.306	15.173	1265.25	0	0
24	66.3465	15.0656	1285.22	0	0
25	67.387	14.9891	1299.58	0	0
26	68.4275	14.9433	1308.21	0	0
27	69.4679	14.928	1310.99	0	0
28	70.5084	14.9433	1307.88	0	0
29	71.5489	14.9891	1298.84	0	0
30	72.5894	15.0656	1283.88	0	0
31	73.6299	15.173	1263.04	0	0
32	74.6704	15.3116	1236.4	0	0
33	75.7109	15.4818	1204.07	0	0
34	76.7514	15.6839	1166.21	0	0
35	77.7919	15.9186	1123.01	0	0
36	78.8324	16.1866	1074.74	0	0
37	79.8728	16.4885	1021.68	0	0
38	80.9133	16.8255	964.183	0	0
39	81.9538	17.1984	902.677	0	0
40	82.9943	17.6086	837.649	0	0
41	84.0348	18.0574	769.674	0	0
42	85.0753	18.5466	699.422	0	0
43	86.1158	19.0779	627.675	0	0
44	87.1563	19.6536	555.35	0	0
45	88.2597	20.3154	440.379	0	0
46	89.3631	21.0335	330.997	0	0
47	90.4665	21.8122	230.071	0	0
48	91.5699	22.6566	141.2	0	0
49	92.6733	23.5729	68.9811	0	0
50	93.7767	24.5686	19.4207	0	0
51	94.8802	25.6536	0	0	0

List Of Coordinates

Distributed Load

X	Y
52.8058	28.619
47.65	28.7571
42.4472	28.601

Distributed Load

--	--

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3800001A

Foglio
107 di
154

X	Y
46.6686	28.7277
44.1001	28.6506

Distributed Load

X	Y
48.5866	28.732
51.1513	28.6633

External Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
-2.35	11.6536
-2.35	5.65355
-2.35	1.65355
-2.35	-9.34645
97.65	-9.34645
97.65	1.65355
97.65	5.65355
97.65	11.6536
97.65	19.6536
97.65	25.6536
55.479	25.6536
55.2003	28.6996
54.2003	28.6996
54.2003	28.5816
47.65	28.7571
41.1003	28.5606
36.8084	25.6536
-2.35	25.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
97.65	19.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	11.6536
97.65	11.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	5.65355
97.65	5.65355

Material Boundary

X	Y
-2.35	1.65355
97.65	1.65355

Material Boundary

X	Y
36.8084	25.6536
54.4939	25.6536

Material Boundary

X	Y

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3800001A

Foglio
108 di
154

X	Y
46.6686	28.7277
44.1001	28.6506

Distributed Load

X	Y
48.5866	28.732
51.1513	28.6633

External Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
-2.35	11.6536
-2.35	5.65355
-2.35	1.65355
-2.35	-9.34645
97.65	-9.34645
97.65	1.65355
97.65	5.65355
97.65	11.6536
97.65	19.6536
97.65	25.6536
55.479	25.6536
55.2003	28.6996
54.2003	28.6996
54.2003	28.5816
47.65	28.7571
41.1003	28.5606
36.8084	25.6536
-2.35	25.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	19.6536
97.65	19.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	11.6536
97.65	11.6536

Material Boundary

X	Y
-2.35	5.65355
97.65	5.65355

Material Boundary

X	Y
-2.35	1.65355
97.65	1.65355

Material Boundary

X	Y
36.8084	25.6536
54.4939	25.6536

Material Boundary

X	Y

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 109 di 154</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI380001A</p>	<p>Foglio 110 di 154</p>

ALLEGATO 5 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 111 di 154</p>

Settle3D Analysis Information

Rilevato

Project Settings

Document Name: Ri38.s3z
 Project Title: Rilevato
 Date Created: 08/06/2021, 14:59:10
 Stress Computation Method: Boussinesq
 Groundwater method: Water Table
 Water Unit Weight: 9.81 kN/m³
 Depth to water table: 3 [m]

Stage Settings

Stage #	Name
1	Stage 1

Results

Time taken to compute: 1.01771 seconds

Stage: Stage 1

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [m]	0	0.0636294
Consolidation Settlement [m]	0	0.025102
Immediate Settlement [m]	0	0.0385274
Loading Stress [kPa]	0	109.02
Effective Stress [kPa]	-0	455.703
Total Stress [kPa]	0	906.963
Total Strain	-0	0.0091714
Pore Water Pressure [kPa]	0	451.26
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	2.85	455.508
Over-consolidation Ratio	1	1.69839
Void Ratio	0	0.69999
Hydroconsolidation Settlement [m]	0	0

Loads

1. Rectangular Load

Length: 13 m
 Width: 100 m
 Rotation angle: 0 degrees
 Load Type: Flexible

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 112 di 154



Area of Load: 1300 m²
Load: 11.6 kPa
Depth: 0 m
Installation Stage: Stage 1

Coordinates

X [m]	Y [m]
-6.49696	-50
6.50304	-50
6.50304	50
-6.49696	50

Embankments

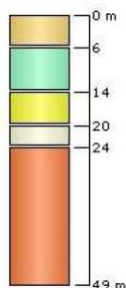
1. Embankment

Center Line: (0, -50) to (0, 50)
Number of Layers: 1
Near End Angle: 90 degrees
Far End Angle: 90 degrees
Base Width: 22.3

Layer	Stage	Left Bench Width (m)	Left Angle (deg)	Height (m)	Unit Weight (kN/m ³)	Right Angle (deg)	Right Bench Width (m)
1	Stage 1	0	34	3.4	20	34	0

Soil Layers






Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	u4	6	0
2	3b-1	8	6
3	U4-2	6	14
4	3b-2	4	20
5	U4--3	25	24



Soil Properties

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 113 di 154</p>

Property	3b-2	u4	3b-1	U4-2	U4-3
Color					
Unit Weight [kN/m ³]	18.5	19	18.5	19	19
Saturated Unit Weight [kN/m ³]	18	19	18.5	18	18
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Disabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	25000	20000		30000	1e+006
Esur [kPa]	25000	20000		30000	100000
Primary Consolidation	Disabled	Disabled	Enabled	Disabled	Disabled
Material Type	Non-Linear				
Cce	0.18				
Cre	0.015				
OCR	1	1	1.7	1	1

Query Points

Point #	(X,Y) Location	Number of Divisions
1	0.00303833, 4.9738e-014	Auto: 57

Query Lines

Line #	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	-40,0	40,0	100	Auto: 57

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 114 di 154</p>

ALLEGATO 6- TABULATI CALCOLO RESISTENZA PALI

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 115 di 154

*** P A L ***

Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)

ottobre 2006

pag. 1

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

Quota testa palo da p.c. = 2.20 m
Quota falda da p.c. = 1.50 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.00 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 800. mm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 116 di 154

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"

quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli

strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .800 = 2.40$ m

entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .800 = 2.40$ m

sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 117 di 154</p>

pag. 2

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "S" (Incoerente) da 0.00 a 6.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

$\tau = \beta \cdot S'v < 150.0 \text{ kPa}$

$\beta = 1.50 - .245 Z^{.50}$

Z = profondita da piano campagna

$\tau > .25 \cdot S'v$

$\tau < 1.20 \cdot S'v$

Qb variabile lin. da 1500. a 1500. kPa

Strato 2 "LA" (Coesivo) da 6.00 a 14.00 m

Gn = 18.5 kN/m³ Ge = 8.5 kN/m³

$\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 118 di 154</p>

Criterio alfa(Cu) nel seguito

$$\tau > .23 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u$$

Cu variabile lin. da 30.0 a 50.0 kPa

Strato 3 "S" (Incoerente) da 14.00 a 20.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$\beta = 1.50 - .245 Z^{.50}$$

Z = profondita da piano campagna

$$\tau > .25 * S'v$$

$$\tau < 1.20 * S'v$$

Qb variabile lin. da 2000. a 2000. kPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 119 di 154

pag. 3

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "LA " (Coesivo) da 20.00 a 24.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 \cdot S'_v$

$Q_b = 9.0 \cdot C_u$

C_u variabile lin. da 120.0 a 120.0 kPa

Strato 5 "S " (Incoerente) da 24.00 a 40.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \beta \cdot S'_v < 150.0 \text{ kPa}$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 120 di 154</p>

$$\beta = 1.50 - .245 Z^{.50}$$

Z = profondità da piano campagna

$$\tau > .25 * S_v$$

$$\tau < 1.20 * S_v$$

Qb variabile lin. da 2500. a 2500. kPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 121 di 154

pag. 4

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu	

1 "S "	1.00	1.00	-	
2 "LA "	1.00	1.00	1.00	
3 "S "	1.00	1.00	-	
4 "LA "	1.00	1.00	1.00	
5 "S "	1.00	1.00	-	

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni

superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot c_u$

Cu	alfa
kPa	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 122 di 154</p>

.0 .55
150.0 .55
250.0 .45
400.0 .45

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 123 di 154


pag. 5

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
2.00	33.0	38.0	--	1.15	38.1	1500.
2.50	37.5	47.5	--	1.11	41.7	1500.
3.00	42.0	57.0	--	1.08	45.2	1500.
3.50	46.5	66.5	--	1.04	48.4	1500.
4.00	51.0	76.0	--	1.01	51.5	1254.
4.50	55.5	85.5	--	.98	54.4	1008.
5.00	60.0	95.0	--	.95	57.1	762.
5.50	64.5	104.5	--	.93	59.7	516.
6.00	69.0	114.0	--	.57	39.3	270.
6.50	73.3	123.3	31.3	.23	17.2	281.
7.00	77.5	132.5	32.5	.23	17.9	293.
7.50	81.8	141.8	33.8	.23	18.8	304.
8.00	86.0	151.0	35.0	.23	19.8	315.
8.50	90.3	160.3	36.3	.23	20.8	326.
9.00	94.5	169.5	37.5	.23	21.7	338.
9.50	98.8	178.8	38.8	.23	22.7	349.
10.00	103.0	188.0	40.0	.23	23.7	360.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 124 di 154</p>

10.50	107.3	197.3	41.3	.23	24.7	371.
11.00	111.5	206.5	42.5	.23	25.6	383.
11.50	115.8	215.8	43.8	.23	26.6	394.
12.00	120.0	225.0	45.0	.23	27.6	405.
12.50	124.3	234.3	46.3	.23	28.6	416.
13.00	128.5	243.5	47.5	.23	29.6	428.
13.50	132.8	252.8	48.8	.23	30.5	439.
14.00	137.0	262.0	50.0	.41	55.7	450.
14.50	141.5	271.5	--	.57	80.2	760.
15.00	146.0	281.0	--	.55	80.5	1070.
15.50	150.5	290.5	--	.54	80.6	1380.
16.00	155.0	300.0	--	.52	80.6	1690.
16.50	159.5	309.5	--	.50	80.5	2000.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 125 di 154


pag. 6

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
17.00	164.0	319.0	--	.49	80.3	2000.
17.50	168.5	328.5	--	.48	80.1	2000.
18.00	173.0	338.0	--	.46	79.7	1816.
18.50	177.5	347.5	--	.45	79.2	1632.
19.00	182.0	357.0	--	.43	78.6	1448.
19.50	186.5	366.5	--	.42	78.0	1264.
20.00	191.0	376.0	--	.37	71.6	1080.
20.50	195.5	385.5	120.0	.34	66.0	1080.
21.00	200.0	395.0	120.0	.33	66.0	1080.
21.50	204.5	404.5	120.0	.32	66.0	1080.
22.00	209.0	414.0	120.0	.32	66.0	1080.
22.50	213.5	423.5	120.0	.31	66.0	1080.
23.00	218.0	433.0	120.0	.30	66.0	1080.
23.50	222.5	442.5	120.0	.30	66.0	1080.
24.00	227.0	452.0	120.0	.30	67.0	1080.
24.50	231.5	461.5	--	.29	66.5	1364.
25.00	236.0	471.0	--	.27	64.9	1648.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 126 di 154</p>

25.50	240.5	480.5	--	.26	63.2	1932.
26.00	245.0	490.0	--	.25	61.4	2216.
26.50	249.5	499.5	--	.25	62.4	2500.
27.00	254.0	509.0	--	.25	63.5	2500.
27.50	258.5	518.5	--	.25	64.6	2500.
28.00	263.0	528.0	--	.25	65.8	2500.
28.50	267.5	537.5	--	.25	66.9	2500.
29.00	272.0	547.0	--	.25	68.0	2500.
29.50	276.5	556.5	--	.25	69.1	2500.
30.00	281.0	566.0	--	.25	70.3	2500.
30.50	285.5	575.5	--	.25	71.4	2500.
31.00	290.0	585.0	--	.25	72.5	2500.
31.50	294.5	594.5	--	.25	73.6	2500.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 127 di 154

pag. 7

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
32.00	299.0	604.0	--	.25	74.8	2500.
32.50	303.5	613.5	--	.25	75.9	2500.
33.00	308.0	623.0	--	.25	77.0	2500.
33.50	312.5	632.5	--	.25	78.1	2500.
34.00	317.0	642.0	--	.25	79.3	2500.
34.50	321.5	651.5	--	.25	80.4	2500.
35.00	326.0	661.0	--	.25	81.5	2500.
35.50	330.5	670.5	--	.25	82.6	2500.
36.00	335.0	680.0	--	.25	83.8	2500.
36.50	339.5	689.5	--	.25	84.9	2500.
37.00	344.0	699.0	--	.25	86.0	2500.
37.50	348.5	708.5	--	.25	87.1	2500.
38.00	353.0	718.0	--	.25	88.3	2500.
38.50	357.5	727.5	--	.25	89.4	2500.
39.00	362.0	737.0	--	.25	90.5	2500.
39.50	366.5	746.5	--	.25	91.6	2500.
40.00	371.0	756.0	--	.25	92.8	2500.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 128 di 154</p>

zz = Profondita' da piano campagna

S'v = Tensione verticale efficace

Sv = Tensione verticale totale

Cu = Coesione non drenata

Tau = Tensione di adesione laterale limite

qb = Portata di base limite unitaria

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 129 di 154

pag. 8

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	QII	Qbl	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	754.	0.	754.	754.
.50	50.	754.	2.	803.	803.
1.00	105.	754.	3.	856.	856.
1.50	164.	754.	5.	913.	913.
2.00	226.	630.	6.	851.	851.
2.50	293.	507.	8.	792.	792.
3.00	363.	383.	9.	737.	737.
3.50	436.	259.	11.	685.	685.
4.00	499.	136.	12.	622.	622.
4.50	534.	141.	14.	662.	662.
5.00	556.	147.	15.	688.	688.
5.50	579.	153.	17.	715.	715.
6.00	603.	158.	18.	744.	744.
6.50	629.	164.	20.	773.	773.
7.00	656.	170.	21.	804.	804.
7.50	683.	175.	23.	836.	836.
8.00	713.	181.	24.	869.	869.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 130 di 154</p>

8.50	743.	187.	26.	904.	904.
9.00	775.	192.	27.	940.	940.
9.50	807.	198.	29.	977.	977.
10.00	842.	204.	30.	1015.	1015.
10.50	877.	209.	32.	1054.	1054.
11.00	913.	215.	33.	1095.	1095.
11.50	951.	221.	35.	1137.	1137.
12.00	1005.	226.	36.	1195.	1195.
12.50	1091.	382.	38.	1435.	1435.
13.00	1192.	538.	39.	1690.	1690.
13.50	1293.	694.	41.	1946.	1946.
14.00	1394.	849.	42.	2201.	2201.
14.50	1495.	1005.	44.	2457.	2457.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 131 di 154

pag. 9

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	QII	Qbl	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
15.00	1596.	1005.	45.	2557.	2557.
15.50	1697.	1005.	47.	2656.	2656.
16.00	1798.	913.	48.	2662.	2662.
16.50	1897.	820.	50.	2668.	2668.
17.00	1997.	728.	51.	2673.	2673.
17.50	2095.	635.	53.	2678.	2678.
18.00	2189.	543.	54.	2678.	2678.
18.50	2275.	543.	56.	2763.	2763.
19.00	2358.	543.	57.	2844.	2844.
19.50	2441.	543.	59.	2925.	2925.
20.00	2524.	543.	60.	3007.	3007.
20.50	2607.	543.	62.	3088.	3088.
21.00	2690.	543.	63.	3170.	3170.
21.50	2773.	543.	65.	3251.	3251.
22.00	2857.	543.	66.	3333.	3333.
22.50	2941.	686.	68.	3558.	3558.
23.00	3023.	828.	69.	3782.	3782.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 132 di 154

23.50	3104.	971.	71.	4004.	4004.
24.00	3182.	1114.	72.	4223.	4223.
24.50	3260.	1257.	74.	4442.	4442.
25.00	3339.	1257.	75.	4520.	4520.
25.50	3419.	1257.	77.	4599.	4599.
26.00	3501.	1257.	78.	4679.	4679.
26.50	3585.	1257.	80.	4761.	4761.
27.00	3669.	1257.	81.	4845.	4845.
27.50	3755.	1257.	83.	4929.	4929.
28.00	3843.	1257.	84.	5015.	5015.
28.50	3932.	1257.	86.	5103.	5103.
29.00	4022.	1257.	87.	5192.	5192.
29.50	4114.	1257.	89.	5282.	5282.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 133 di 154

pag. 10

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=800mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	QII	Qbl	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
30.00	4207.	1257.	90.	5374.	5374.
30.50	4302.	1257.	92.	5467.	5467.
31.00	4398.	1257.	93.	5561.	5561.
31.50	4496.	1257.	95.	5657.	5657.
32.00	4595.	1257.	97.	5755.	5755.
32.50	4695.	1257.	98.	5853.	5853.
33.00	4797.	1257.	100.	5954.	5954.
33.50	4900.	1257.	101.	6055.	6055.
34.00	5004.	1257.	103.	6158.	6158.
34.50	5110.	1257.	104.	6263.	6263.
35.00	5217.	1257.	106.	6369.	6369.
35.50	5326.	1257.	107.	6476.	6476.
36.00	5436.	1257.	109.	6585.	6585.
36.50	5548.	1257.	110.	6695.	6695.
37.00	5661.	1257.	112.	6806.	6806.
37.50	5776.	1257.	113.	6919.	6919.
38.00	5891.	1257.	115.	7033.	7033.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 134 di 154

Lp = Lunghezza utile del palo

Qll = Portata laterale limite

Qbl = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 135 di 154

*** P A L ***

Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)

ottobre 2006

pag. 1

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

Quota testa palo da p.c. = 2.20 m
Quota falda da p.c. = 1.50 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.00 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1000. mm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 136 di 154

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.000 = 3.00$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.000 = 3.00$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 137 di 154</p>

pag. 2

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "S" (Incoerente) da .00 a 6.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

$\tau = \beta \cdot S'v < 150.0 \text{ kPa}$

$\beta = 1.50 - .245 Z^{.50}$

Z = profondita da piano campagna

$\tau > .25 \cdot S'v$

$\tau < 1.20 \cdot S'v$

Qb variabile lin. da 1500. a 1500. kPa

Strato 2 "LA" (Coesivo) da 6.00 a 14.00 m

Gn = 18.5 kN/m³ Ge = 8.5 kN/m³

$\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 138 di 154</p>

Criterio alfa(Cu) nel seguito

$$\tau > .23 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u$$

Cu variabile lin. da 30.0 a 50.0 kPa

Strato 3 "S" (Incoerente) da 14.00 a 20.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$\beta = 1.50 - .245 Z^{.50}$$

Z = profondita da piano campagna

$$\tau > .25 * S'v$$

$$\tau < 1.20 * S'v$$

Qb variabile lin. da 2000. a 2000. kPa

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 139 di 154</p>

pag. 3

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "LA" (Coesivo) da 20.00 a 24.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 \cdot S'v$

$Q_b = 9.0 \cdot C_u$

C_u variabile lin. da 120.0 a 120.0 kPa

Strato 5 "S" (Incoerente) da 24.00 a 40.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \beta \cdot S'v < 150.0 \text{ kPa}$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 140 di 154</p>

$$\beta = 1.50 - .245 Z^{.50}$$

Z = profondità da piano campagna

$$\tau > .25 * S_v$$

$$\tau < 1.20 * S_v$$

Qb variabile lin. da 2500. a 2500. kPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 141 di 154

pag. 4

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu	


1 "S "	1.00	1.00	-	
2 "LA "	1.00	1.00	1.00	
3 "S "	1.00	1.00	-	
4 "LA "	1.00	1.00	1.00	
5 "S "	1.00	1.00	-	

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni

superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot c_u$

Cu	alfa
kPa	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 142 di 154</p>

.0 .55
150.0 .55
250.0 .45
400.0 .45

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 143 di 154


pag. 5

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
2.00	33.0	38.0	--	1.15	38.1	1500.
2.50	37.5	47.5	--	1.11	41.7	1500.
3.00	42.0	57.0	--	1.08	45.2	1500.
3.50	46.5	66.5	--	1.04	48.4	1295.
4.00	51.0	76.0	--	1.01	51.5	1090.
4.50	55.5	85.5	--	.98	54.4	885.
5.00	60.0	95.0	--	.95	57.1	680.
5.50	64.5	104.5	--	.93	59.7	475.
6.00	69.0	114.0	--	.57	39.3	270.
6.50	73.3	123.3	31.3	.23	17.2	281.
7.00	77.5	132.5	32.5	.23	17.9	293.
7.50	81.8	141.8	33.8	.23	18.8	304.
8.00	86.0	151.0	35.0	.23	19.8	315.
8.50	90.3	160.3	36.3	.23	20.8	326.
9.00	94.5	169.5	37.5	.23	21.7	338.
9.50	98.8	178.8	38.8	.23	22.7	349.
10.00	103.0	188.0	40.0	.23	23.7	360.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 144 di 154</p>

10.50	107.3	197.3	41.3	.23	24.7	371.
11.00	111.5	206.5	42.5	.23	25.6	383.
11.50	115.8	215.8	43.8	.23	26.6	394.
12.00	120.0	225.0	45.0	.23	27.6	405.
12.50	124.3	234.3	46.3	.23	28.6	416.
13.00	128.5	243.5	47.5	.23	29.6	428.
13.50	132.8	252.8	48.8	.23	30.5	439.
14.00	137.0	262.0	50.0	.41	55.7	450.
14.50	141.5	271.5	--	.57	80.2	708.
15.00	146.0	281.0	--	.55	80.5	967.
15.50	150.5	290.5	--	.54	80.6	1225.
16.00	155.0	300.0	--	.52	80.6	1483.
16.50	159.5	309.5	--	.50	80.5	1742.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 145 di 154


pag. 6

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
17.00	164.0	319.0	--	.49	80.3	2000.
17.50	168.5	328.5	--	.48	80.1	1847.
18.00	173.0	338.0	--	.46	79.7	1693.
18.50	177.5	347.5	--	.45	79.2	1540.
19.00	182.0	357.0	--	.43	78.6	1387.
19.50	186.5	366.5	--	.42	78.0	1233.
20.00	191.0	376.0	--	.37	71.6	1080.
20.50	195.5	385.5	120.0	.34	66.0	1080.
21.00	200.0	395.0	120.0	.33	66.0	1080.
21.50	204.5	404.5	120.0	.32	66.0	1080.
22.00	209.0	414.0	120.0	.32	66.0	1080.
22.50	213.5	423.5	120.0	.31	66.0	1080.
23.00	218.0	433.0	120.0	.30	66.0	1080.
23.50	222.5	442.5	120.0	.30	66.0	1080.
24.00	227.0	452.0	120.0	.30	67.0	1080.
24.50	231.5	461.5	--	.29	66.5	1317.
25.00	236.0	471.0	--	.27	64.9	1553.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 146 di 154</p>

25.50	240.5	480.5	--	.26	63.2	1790.
26.00	245.0	490.0	--	.25	61.4	2027.
26.50	249.5	499.5	--	.25	62.4	2263.
27.00	254.0	509.0	--	.25	63.5	2500.
27.50	258.5	518.5	--	.25	64.6	2500.
28.00	263.0	528.0	--	.25	65.8	2500.
28.50	267.5	537.5	--	.25	66.9	2500.
29.00	272.0	547.0	--	.25	68.0	2500.
29.50	276.5	556.5	--	.25	69.1	2500.
30.00	281.0	566.0	--	.25	70.3	2500.
30.50	285.5	575.5	--	.25	71.4	2500.
31.00	290.0	585.0	--	.25	72.5	2500.
31.50	294.5	594.5	--	.25	73.6	2500.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 147 di 154

pag. 7

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
32.00	299.0	604.0	--	.25	74.8	2500.
32.50	303.5	613.5	--	.25	75.9	2500.
33.00	308.0	623.0	--	.25	77.0	2500.
33.50	312.5	632.5	--	.25	78.1	2500.
34.00	317.0	642.0	--	.25	79.3	2500.
34.50	321.5	651.5	--	.25	80.4	2500.
35.00	326.0	661.0	--	.25	81.5	2500.
35.50	330.5	670.5	--	.25	82.6	2500.
36.00	335.0	680.0	--	.25	83.8	2500.
36.50	339.5	689.5	--	.25	84.9	2500.
37.00	344.0	699.0	--	.25	86.0	2500.
37.50	348.5	708.5	--	.25	87.1	2500.
38.00	353.0	718.0	--	.25	88.3	2500.
38.50	357.5	727.5	--	.25	89.4	2500.
39.00	362.0	737.0	--	.25	90.5	2500.
39.50	366.5	746.5	--	.25	91.6	2500.
40.00	371.0	756.0	--	.25	92.8	2500.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 148 di 154

zz = Profondita' da piano campagna

S'v = Tensione verticale efficace

Sv = Tensione verticale totale

Cu = Coesione non drenata

Tau = Tensione di adesione laterale limite

qb = Portata di base limite unitaria

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI380001A	Foglio 149 di 154

pag. 8

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	QII	Qbl	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	1178.	0.	1178.	1178.
.50	63.	1178.	2.	1238.	1238.
1.00	131.	1178.	5.	1304.	1304.
1.50	204.	1017.	7.	1214.	1214.
2.00	283.	856.	9.	1130.	1130.
2.50	366.	695.	12.	1049.	1049.
3.00	454.	534.	14.	974.	974.
3.50	545.	373.	16.	902.	902.
4.00	623.	212.	19.	816.	816.
4.50	668.	221.	21.	867.	867.
5.00	695.	230.	24.	901.	901.
5.50	724.	239.	26.	937.	937.
6.00	754.	247.	28.	973.	973.
6.50	786.	256.	31.	1012.	1012.
7.00	819.	265.	33.	1052.	1052.
7.50	854.	274.	35.	1093.	1093.
8.00	891.	283.	38.	1136.	1136.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 150 di 154</p>

8.50	929.	292.	40.	1180.	1180.
9.00	968.	300.	42.	1226.	1226.
9.50	1009.	309.	45.	1274.	1274.
10.00	1052.	318.	47.	1323.	1323.
10.50	1096.	327.	49.	1373.	1373.
11.00	1142.	336.	52.	1426.	1426.
11.50	1189.	345.	54.	1479.	1479.
12.00	1257.	353.	57.	1554.	1554.
12.50	1363.	556.	59.	1861.	1861.
13.00	1490.	759.	61.	2188.	2188.
13.50	1616.	962.	64.	2515.	2515.
14.00	1743.	1165.	66.	2842.	2842.
14.50	1869.	1368.	68.	3169.	3169.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI380001A	Foglio 151 di 154


pag. 9

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	QII	Qbl	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
15.00	1996.	1571.	71.	3496.	3496.
15.50	2122.	1450.	73.	3499.	3499.
16.00	2247.	1330.	75.	3502.	3502.
16.50	2372.	1210.	78.	3504.	3504.
17.00	2496.	1089.	80.	3505.	3505.
17.50	2619.	969.	82.	3505.	3505.
18.00	2736.	848.	85.	3500.	3500.
18.50	2844.	848.	87.	3605.	3605.
19.00	2948.	848.	90.	3707.	3707.
19.50	3052.	848.	92.	3808.	3808.
20.00	3155.	848.	94.	3909.	3909.
20.50	3259.	848.	97.	4011.	4011.
21.00	3363.	848.	99.	4112.	4112.
21.50	3466.	848.	101.	4213.	4213.
22.00	3571.	848.	104.	4315.	4315.
22.50	3676.	1034.	106.	4604.	4604.
23.00	3779.	1220.	108.	4891.	4891.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 152 di 154

23.50	3880.	1406.	111.	5175.	5175.
24.00	3977.	1592.	113.	5456.	5456.
24.50	4075.	1778.	115.	5737.	5737.
25.00	4174.	1963.	118.	6019.	6019.
25.50	4274.	1963.	120.	6117.	6117.
26.00	4377.	1963.	123.	6218.	6218.
26.50	4481.	1963.	125.	6319.	6319.
27.00	4587.	1963.	127.	6423.	6423.
27.50	4694.	1963.	130.	6528.	6528.
28.00	4804.	1963.	132.	6635.	6635.
28.50	4915.	1963.	134.	6744.	6744.
29.00	5028.	1963.	137.	6855.	6855.
29.50	5143.	1963.	139.	6967.	6967.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3800001A	Foglio 153 di 154

RI38 - CURVE CAPACITA' PORTANTE

Palo D=1000mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Qll	Qbl	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
30.00	5259.	1963.	141.	7081.	7081.
30.50	5378.	1963.	144.	7197.	7197.
31.00	5498.	1963.	146.	7315.	7315.
31.50	5620.	1963.	148.	7435.	7435.
32.00	5743.	1963.	151.	7556.	7556.
32.50	5869.	1963.	153.	7679.	7679.
33.00	5996.	1963.	156.	7804.	7804.
33.50	6125.	1963.	158.	7930.	7930.
34.00	6255.	1963.	160.	8058.	8058.
34.50	6388.	1963.	163.	8189.	8189.
35.00	6522.	1963.	165.	8320.	8320.
35.50	6658.	1963.	167.	8454.	8454.
36.00	6796.	1963.	170.	8589.	8589.
36.50	6935.	1963.	172.	8727.	8727.
37.00	7076.	1963.	174.	8865.	8865.
37.50	7219.	1963.	177.	9006.	9006.
38.00	7364.	1963.	179.	9149.	9149.

Lp = Lunghezza utile del palo

Qll = Portata laterale limite

Qbl = Portata di base limite

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario AV da pk 23+978,00 a pk 24+368,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3800001A</p>	<p>Foglio 154 di 154</p>

W_p = Peso efficace del palo

Q_u = Portata totale limite

Q_d = Portata di progetto = $Q_{II}/FS,I + Q_{bI}/FS,b - W_p$