

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 32+825,00 a pk 33+163,52**

**GENERALE**

**Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA	
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due						-	
		ing. Paolo Carmona		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	6	4	A	0	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Aprile 2021



Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	N. Valimberti	Aprile 2021	V. Pastore	Aprile 2021	P. Ascari	Aprile 2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RBRI64A0001A.DOCX
		Cod. origine:





Progetto cofinanziato dalla Unione Europea



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 2 di 152</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 .....	8
3.1	Geometria del rilevato.....	8
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	11
4.1	Indagini disponibili.....	11
4.2	Inquadramento stratigrafico .....	12
4.3	Condizioni geotecniche del sito .....	14
4.4	Sintesi del modello geotecnico di riferimento .....	23
4.4.1	Materiale da rilevato.....	24
4.4.2	Falda .....	24
5	CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	26
5.1	Sollecitazione sismica di progetto.....	26
5.1.1	Vita Nominale.....	26
5.1.2	Classe d'uso .....	26
5.1.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica .....	27
5.1.4	Categorie di Sottosuolo.....	27
5.1.5	Condizioni topografiche .....	27
5.1.6	Accelerazione sismica di riferimento .....	28
5.2	Suscettibilità alla liquefazione.....	28
5.2.1	CRR da correlazione su prove CPT .....	30
5.2.2	CRR da correlazione su prove SPT.....	32
5.3	Risultati delle verifiche a liquefazione.....	35
6	VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO .....	38
6.1	Criteri di verifica agli Stati Limite.....	38
6.1.1	Stati limite ultimi (SLU).....	38
6.1.2	Stati limite di esercizio (SLE) .....	40
6.1.3	Verifiche in condizioni sismiche e post-sismiche.....	40
6.2	Azioni di progetto .....	40
6.2.1	Azioni permanenti .....	41
6.2.2	Azioni variabili .....	41

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 3 di 152

6.2.3	Azione sismica .....	41
6.3	Verifiche e risultati SLU .....	42
6.3.1	Premessa .....	42
6.3.2	Verifiche SLU in condizione statiche .....	42
6.3.3	Verifiche SLU in condizioni sismiche .....	43
6.4	Verifica e risultati SLE .....	47
7	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI .....	55
Allegati .....		56
ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO .....		57
ALLEGATO 2 - SONDAGGI .....		59
ALLEGATO 3 - SEZ. N° 1 - TABULATI DI SLIDE .....		65
ALLEGATO 4 - SEZ. N° 5 - TABULATI DI SLIDE .....		85
ALLEGATO 5 - SEZ. N° 15 - TABULATI DI SLIDE .....		105
ALLEGATO 6 - SEZ. N° 5 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE .....		138
ALLEGATO 7 - SEZ. N° 15 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE .....		146

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 4 di 152</p>

## 1 INTRODUZIONE



Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica del rilevato RI64A, previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova. Tale rilevato si estende tra il km 32+825,00 ed il km 33+163,52.

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 applicata (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);
- conclusioni e raccomandazioni (capitolo 7).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 5 di 152</p>



## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Documentazione di progetto

- [1] Sezioni di Progetto Esecutivo
- [2] IN1710EI2RBGE0000003A Relazione Geotecnica (da 21+990 a 33+500)
- [3] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [4] IN1710EI2RHGE0000006A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [5] IN1711EI2P5GE0000045A-55A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico tav.1-11
- [6] IN1710EI2LZGE0000019A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico
- [7] IN1711EI2RGGE0000008A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 2/2 (da 21+990 a 44+250)
- [8] IN1711EI2P5GE0000067A-77A Carta di ubicazione indagini di Progetto Esecutivo, tav. 1-11
- [9] IN1711EI2SGGE0000002A Programma indagini in sito di Progetto Esecutivo (da 21+990 a 44+250)
- [10] IN1711EI2PRGE0000002A Programma indagini di laboratorio di Progetto Esecutivo 1 di 2 (da 21+990 a 44+250)
- [11] IN1710EI2RHGE0000008A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 2/2 (da 21+990 a 44+250)
- [12] IN1710EI2PRGE0000002A Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [13] IN1710EI2PRGE0000004A Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)
- [14] IN1710EI2PRGE0000007A-8A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [15] IN1710EI2PRGE00000011A-12A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)
- [16] IN1710EI2IGGE0000002A Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [17] IN1710EI2IGGE0000004A Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)

### 2.2 Normativa e standard di riferimento


- [18] 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
- [19] 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
- [20] UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 6 di 152</p>

- [21] UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- [22] RFI DTC SI PS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 2, Ponti e strutture
- [23] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 3, Corpo stradale
- [24] 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
- [25] RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- [26] 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
- [27] RFI TCAR ST AR 01 001 D Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h
- [28] 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.



- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] 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.
- [34] Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1982), “Ground motions and soil liquefaction during earthquakes”, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA.
- [35] 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.
- [36] 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.,

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 7 di 152</p>

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.

[37] Rocscience (2017), Slide ver 9.012, dic. 2020

[38] Rocscience (2009), Settle 3D ver 2.011

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 8 di 152

### 3 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Il rilevato ferroviario in esame è quello relativo alla Linea AV che si estende dalla pk 32+825,00 alla pk 33+163,52, per una lunghezza totale di 338,52 m. La tratta in esame si sviluppa in affiancamento alla seconda variante della Linea Storica e termina con l'inizio del "Viadotto Montebello (WBS VI07)"; la principale interferenza che si presenta è il nuovo sottovia (WBS SL11) alla pk 32+918,32.

#### 3.1 Geometria del rilevato

Il rilevato, lungo 338,52 m, presenta nel suo sviluppo una altezza costante con valore pari a circa 10,5 m rispetto al piano campagna. Nelle sezioni iniziali, dalla progressiva pk 32+825,00 (sezione n.1), l'opera è parzialmente addossata al rilevato della linea storica esistente (ovvero sono presenti entrambe le scarpate); progressivamente si distanzia da quest'ultimo fino ad assumere la geometria propria di rilevato completo e separato in corrispondenza della pk 33+050,00 (sezione n.10).

I suddetti rilevati si raccordano al terreno naturale con una scarpata con pendenza 2/3 (V:H).

Di seguito si riportano, nella Figura 1, nella Figura 2 e nella Figura 3, le sezioni n. 01, 05 e 15, rispettivamente alle pk 32+825,00, pk 32+925,00 e pk 33+163,00, che risultano le più rappresentative per altezza massima del rilevato e/o per conformazione geometrica (la separazione dei due rilevati delle linee storica ed AV), o per l'interazione con altre strutture viarie (sottovia SL 11 alla 32+925 circa). ).



Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52  
Relazione Geotecnica

Progetto  
IN17

Lotto  
12

Codifica  
EI2RBRI64A0001A

Foglio  
9 di 152

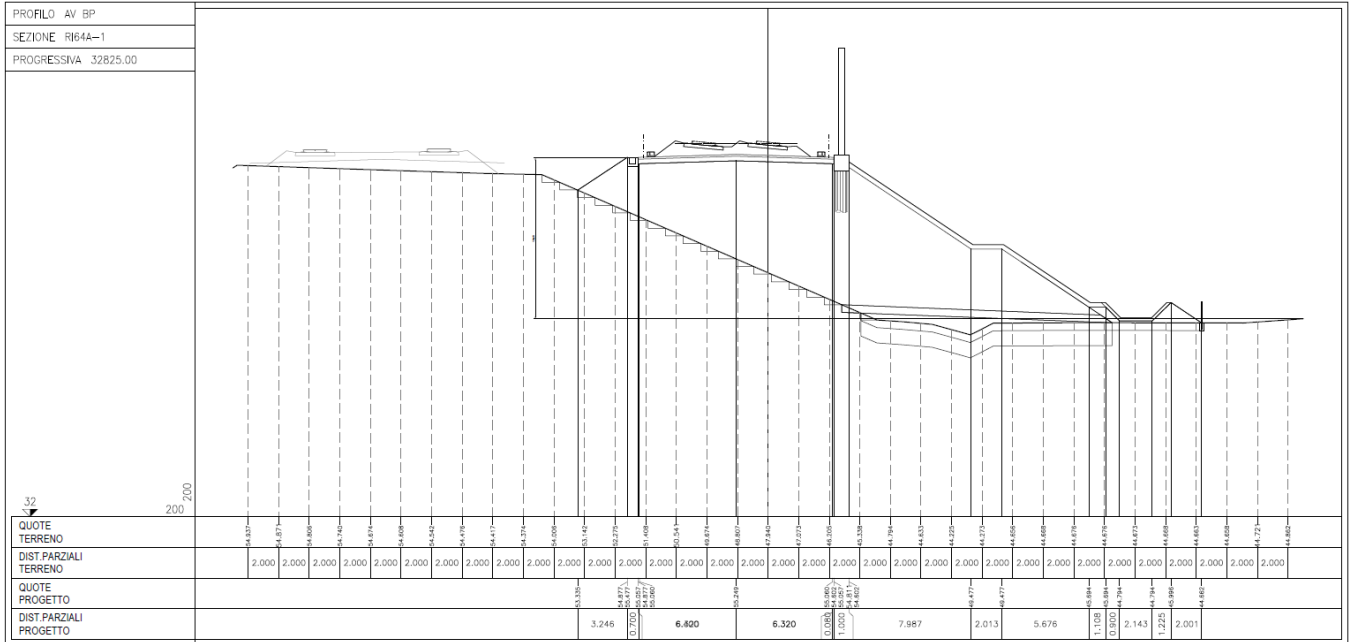


Figura 1 – Sezione di riferimento n° 1 (pk 32+825,00) estratta da sezioni PE (Doc Rif.[1])

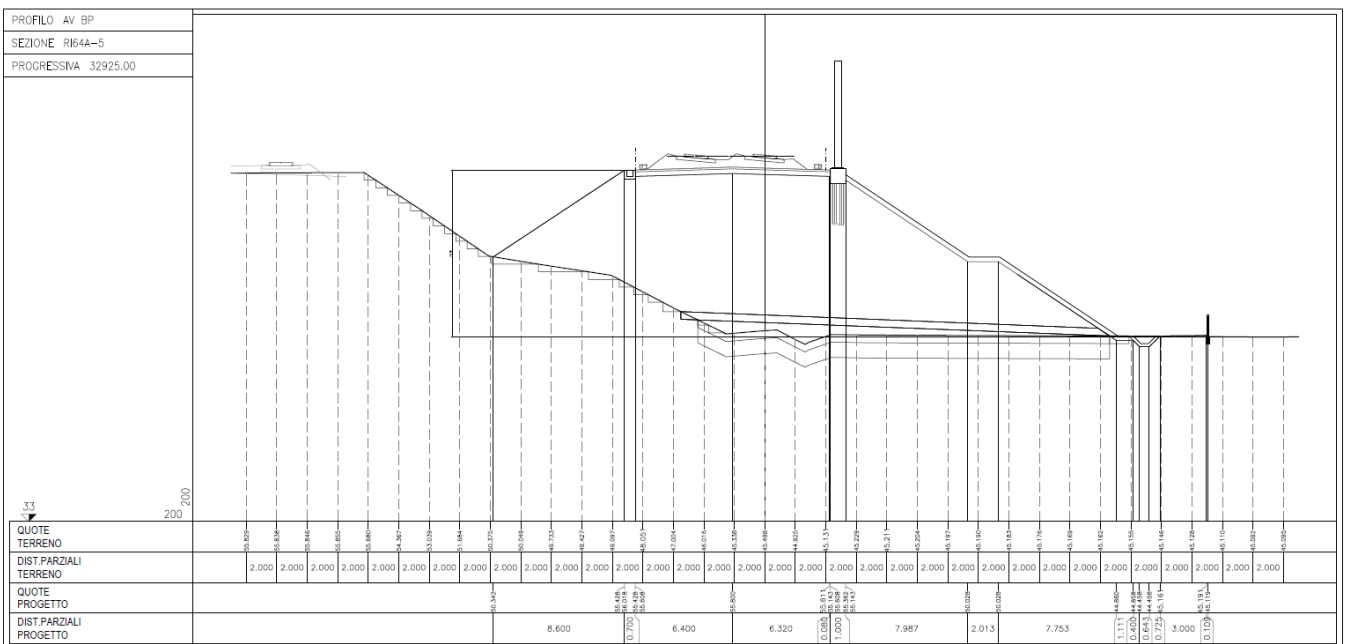




Figura 2 – Sezione di riferimento n° 5 (pk 32+925,00) estratta da sezioni PE (Doc Rif.[1])

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 10 di 152</p>

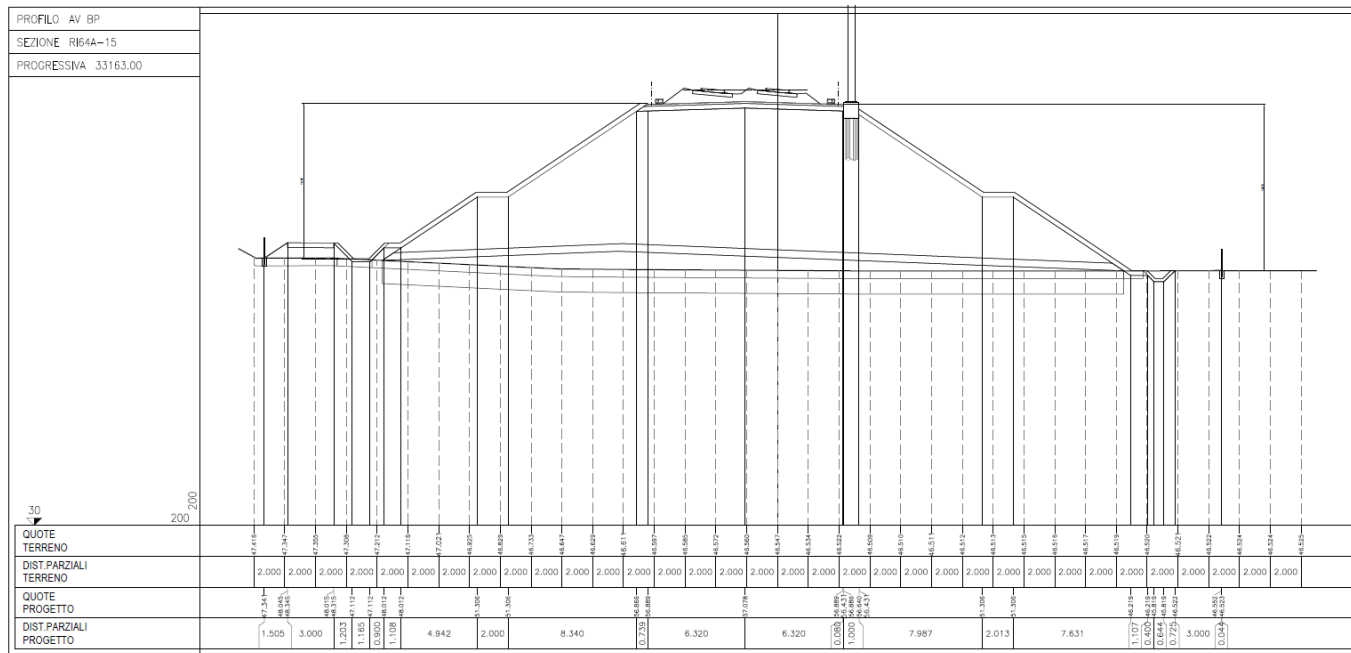




Figura 3 – Sezione di riferimento n° 15 (pk 33+163,00) estratta da sezioni PE (Doc Rif.[1])

La presente relazione riporta le analisi di stabilità delle 3 sezioni appena descritte. Per quanto riguarda invece l'analisi dei cedimenti, si fa riferimento alla sezione 05 (pk 32+925,00), ubicata in prossimità del sottovia SL11 (pk 32+918,32) e alla sezione n°15 in quanto rappresentativa delle condizioni più gravose.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 11 di 152

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 4.1 Indagini disponibili

L'ubicazione delle indagini disponibili relative all'opera esaminata è illustrata nella Figura 4, estratta dalla Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico (Doc. Rif. [6]). Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni di sintesi delle indagini (Doc. Rif. [7] - Doc. Rif [17]).



Il risultato delle indagini è riportato in ALLEGATO 2 - .

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 all'area 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]).

*Tabella 1 - Indagini da pk 32+825 a pk 33+163*

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
33+073	BH – DH – PE66	2020
32+870	NA203R013	2002
32+950	SP47bis	2015

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 12 di 152</p>

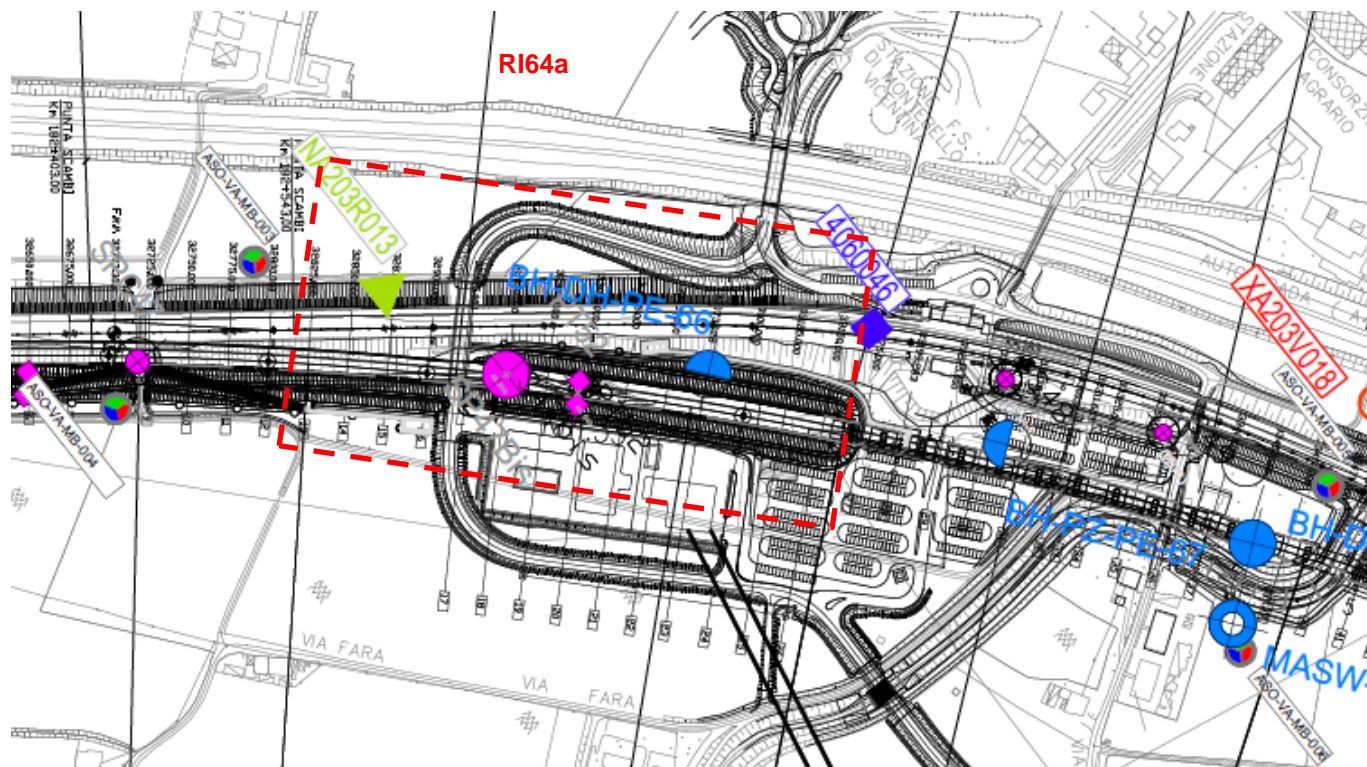




Figura 4 - Planimetria Rilevato RI64a, estratto dalla Planimetria Generale (Doc. Rif.[6])

## 4.2 Inquadramento stratigrafico

L'andamento stratigrafico nell'area è caratterizzato dalla presenza di ghiaie ben addensate (Unità 6), intervallate da lenti di spessore variabile di limo argilloso e limo da compatto a molto compatto (Unità 2) e di limi argillosi e argille limose (Unità 3b). Le lenti sono ubicate alle profondità di circa 7m, 15m, 26m, 35m, 48m. In superficie è presente uno strato di materiale di riporto di spessore variabile fino al valore massimo di circa 3 metri nella prima parte del rilevato (pk 32+825). Per una trattazione di dettaglio delle unità sopra citate si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale del tratto in esame (Doc. Rif. [2]). Nella Figura 5 si riporta il profilo geotecnico specifico per il rilevato RI64a, estratto dalla Planimetria e Profilo Geotecnico (Doc. Rif. [6]).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 13 di 152</p>

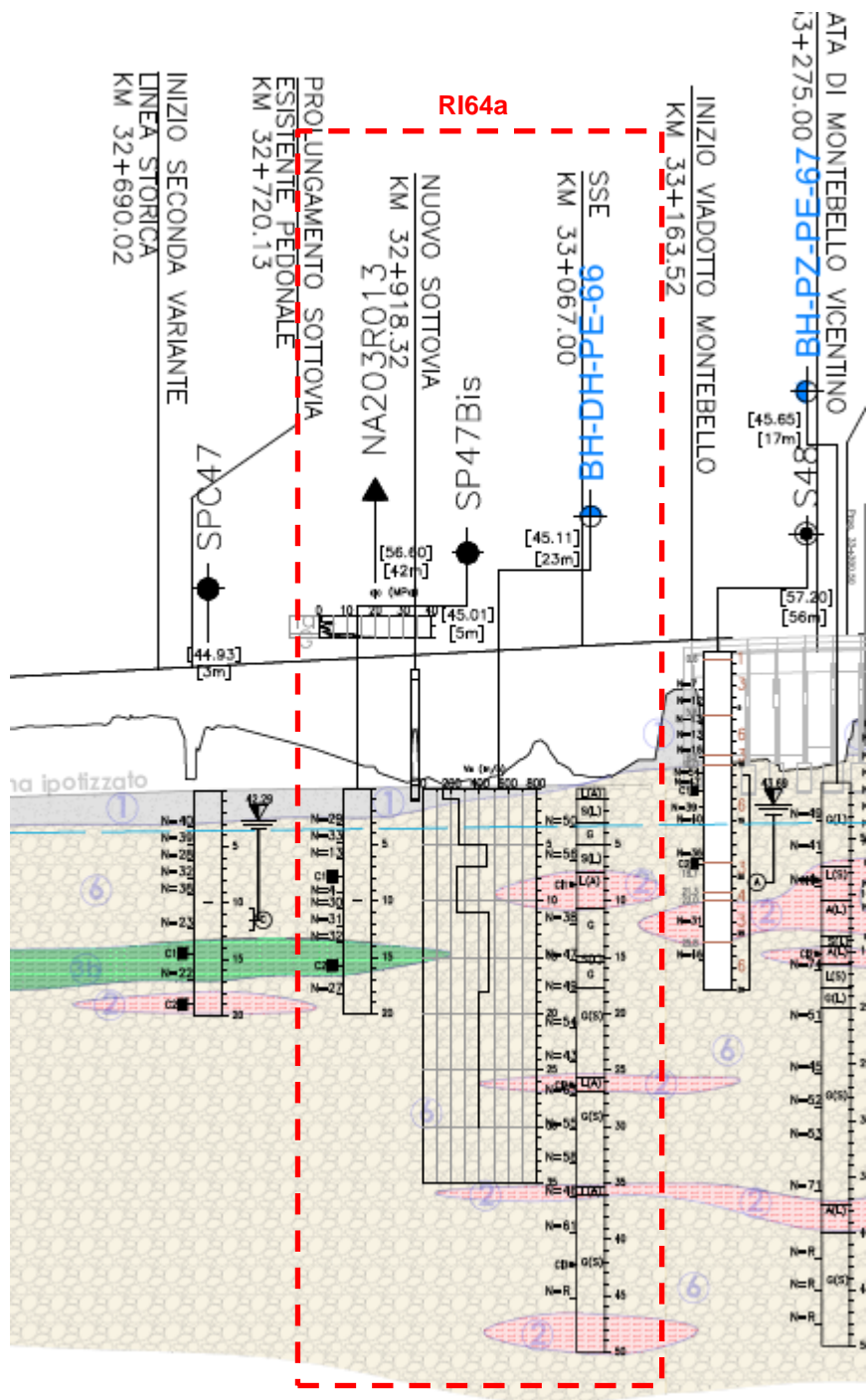




Figura 5 - Profilo Geotecnico Rilevato RI64a, estratto dal Profilo Geotecnico Generale (Doc. Rif. [6])

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 14 di 152</p>

### 4.3 Condizioni geotecniche del sito

La Figura 7 mostra i risultati delle prove SPT eseguite nel tratto interessato dal rilevato in esame. La porzione più superficiale del terreno, non coinvolta nelle prove SPT, è costituita da uno strato di profondità variabile è costituita da uno strato di profondità variabile fra 0.5 e 0.9 m di materiale vegetale e di natura argilloso limosa, da rimuovere nelle operazioni di scotico.

Procedendo con la profondità si incontra uno strato di ghiaie e ghiaie sabbiose ben addensate (Unità 6), che si estende fino alle profondità investigate (50m) intervallato da lenti di materiale fine (Unità 2 e Unità 3b) ubicate a varie profondità.

All'interno del deposito incoerente le percentuali di materiale a grana fine sono generalmente inferiori a 30%, con una generale prevalenza di ghiaia (percentuali superiori al 40%). L'Unità 3b è costituita da limi argillosi e argille limose, da tenere a mediamente compatte.

Per l'Unità 6 si registrano valori di  $N_{SPT}$  compresi tra 30 e 60 colpi/30cm e crescenti con la profondità.



La densità relativa risulta variabile fra il 35% e il 55% per il substrato superficiale, mentre in profondità l'addensamento aumenta notevolmente fino a 86%.

L'angolo di resistenza al taglio, si assesta intorno a 40°, con una variabilità maggiore negli strati superficiali (intervallo tra 37° e 42°).

Per analizzare il profilo delle onde di taglio  $V_s$  è stato redatto un grafico di confronto tra i risultati delle correlazioni con le SPT del sondaggio di riferimento (SPC47) ed i risultati derivanti dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. Rif.[4]), basata sui risultati delle prove MASW e SPT (vedi Figura 10) di tutta la tratta da pk 32+000 a pk 36+000. In entrambe le valutazioni, si conferma la presenza di materiali incoerenti mediamente addensati. In particolare, facendo riferimento ai risultati più generali basati sui risultati delle prove MASW e SPT, si osserva che, ad esclusione del primo strato superficiale di riporto fino alla profondità massima di 3 metri, i valori di  $V_s$  per le ghiaie superficiali sono compresi tra 200 m/s e 300 m/s. A profondità maggiori, ovvero oltre i 20 metri, le velocità sono da considerarsi pressoché costanti fino a 50 m pc. Tuttavia, si evidenzia una differenza significativa tra i risultati generali rappresentativi dell'intera tratta e i dati stimati a partire dalle prove SPT. Nel primo caso il valore è di circa 400 m/s, mentre dalle prove SPT il valore si assesta attorno ai 300 m/s. La prova DH mostra un profilo piuttosto irregolare rispetto al profilo generale e ai dati stimati tramite la prova SPT.

Sulla base dei valori di  $V_s$  si sono stimati i valori del modulo di taglio alle piccole deformazioni ( $G_0$ ). Impiegando le risultanze delle prove SPT, per le ghiaie superficiali si ottengono valori compresi tra 50 MPa e 150 MPa, mentre gli strati profondi si ottengono valori compresi tra 150 MPa e 200 MPa.

Per i materiali a grana grossa, si è stimato il valore del modulo di Young ( $E_0$ ) 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 ( $E_{op}$ )

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 15 di 152

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.



Sulla base di questi criteri, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio:

- Distribuzione delle granulometrie da analisi di laboratorio (v. Figura 6);
- Valori  $N_{SPT}$  da prove SPT (v. Figura 7);
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 8);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 9);
- Confronto della Velocità delle onde di taglio stimata da prove in sito (v. Figura 10);
- Confronto Modulo di taglio alle piccole deformazioni stimato da prove in sito (v. Figura 11)

Dai sondaggi BH-PE-66 e SP47bis sono stati prelevati campioni per l'esecuzione di prove di laboratorio. In particolare sono state eseguite misure di contenuto d'acqua ( $w\%$ ) e limiti liquido e plastico (LL, LP) e prove triassiali non consolidate non drenate (TX-UU).

I campioni sono stati prelevati alle profondità di circa 8m, 26m, 36m, e 42m in corrispondenza degli strati definiti come Unità 2 (limi argillosi e limi da compatti a molto compatti).

Il contenuto d'acqua è in tre casi su quattro pari a 30% ed il limite plastico è compreso tra 22% e 28% (Figura 12). Il limite liquido, invece, mostra una maggiore variabilità, conseguentemente l'indice di plasticità IP dell'Unità 2 varia tra 10% e 30%. Il riflesso di tale differenza è visibile anche in Figura 13 (Carta di Casagrande).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 16 di 152</p>

## AV/AC VERONA VICENZA

### RI64a da pk 32+825 a pk 33+163

Contributi granulometrici (%)

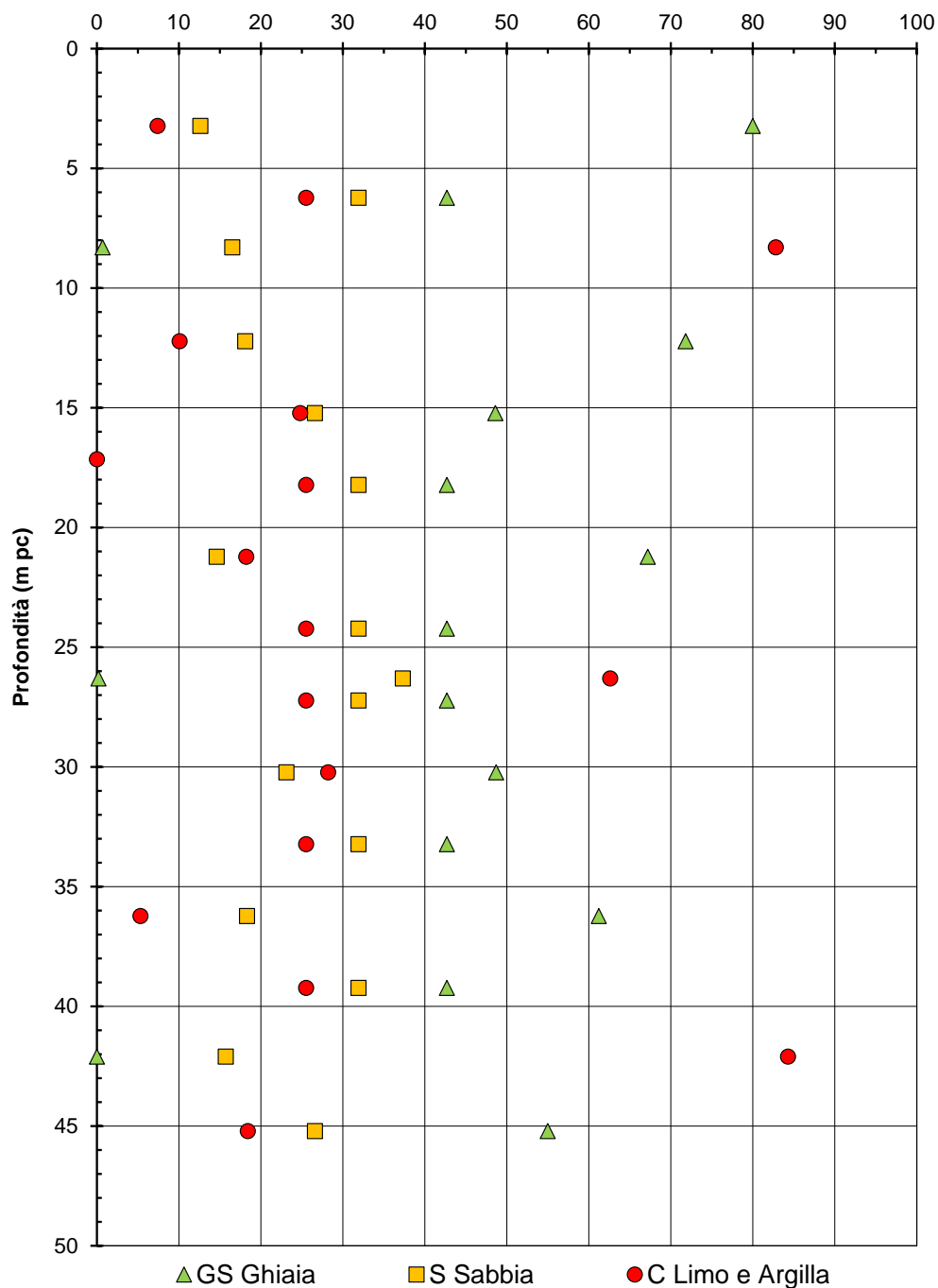




Figura 6 – Sintesi analisi granulometriche – RI64a (pk 32+825 ÷ 33+163)



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 17 di 152</p>

## AV/AC VERONA VICENZA

### RI64a da pk 32+825 a pk 33+163

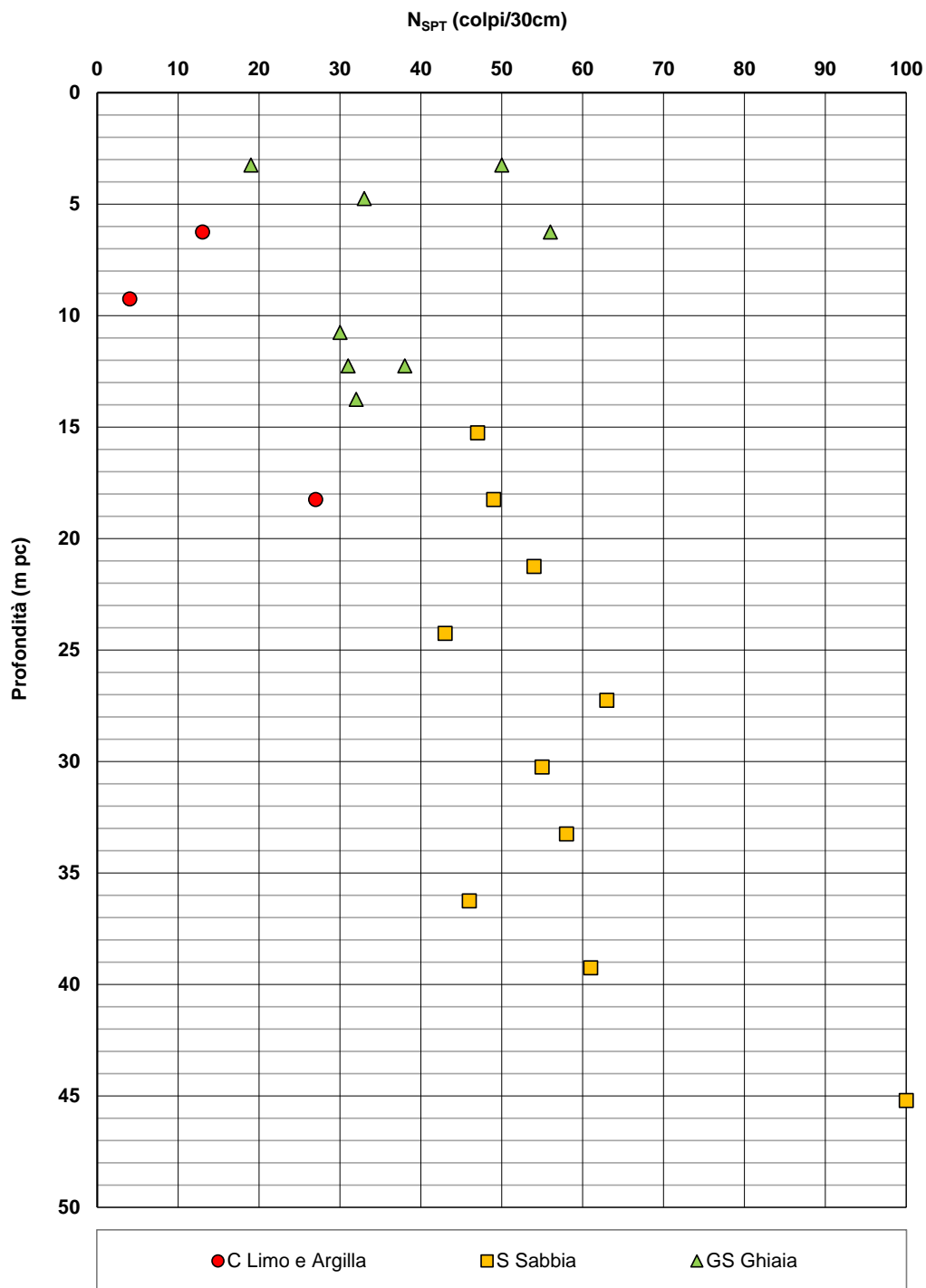


Figura 7 – Esito delle prove SPT – RI64a (pk 32+825 ÷ 33+163)

**AV/AC VERONA VICENZA**

**RI64a da pk 32+825 a pk 33+163**

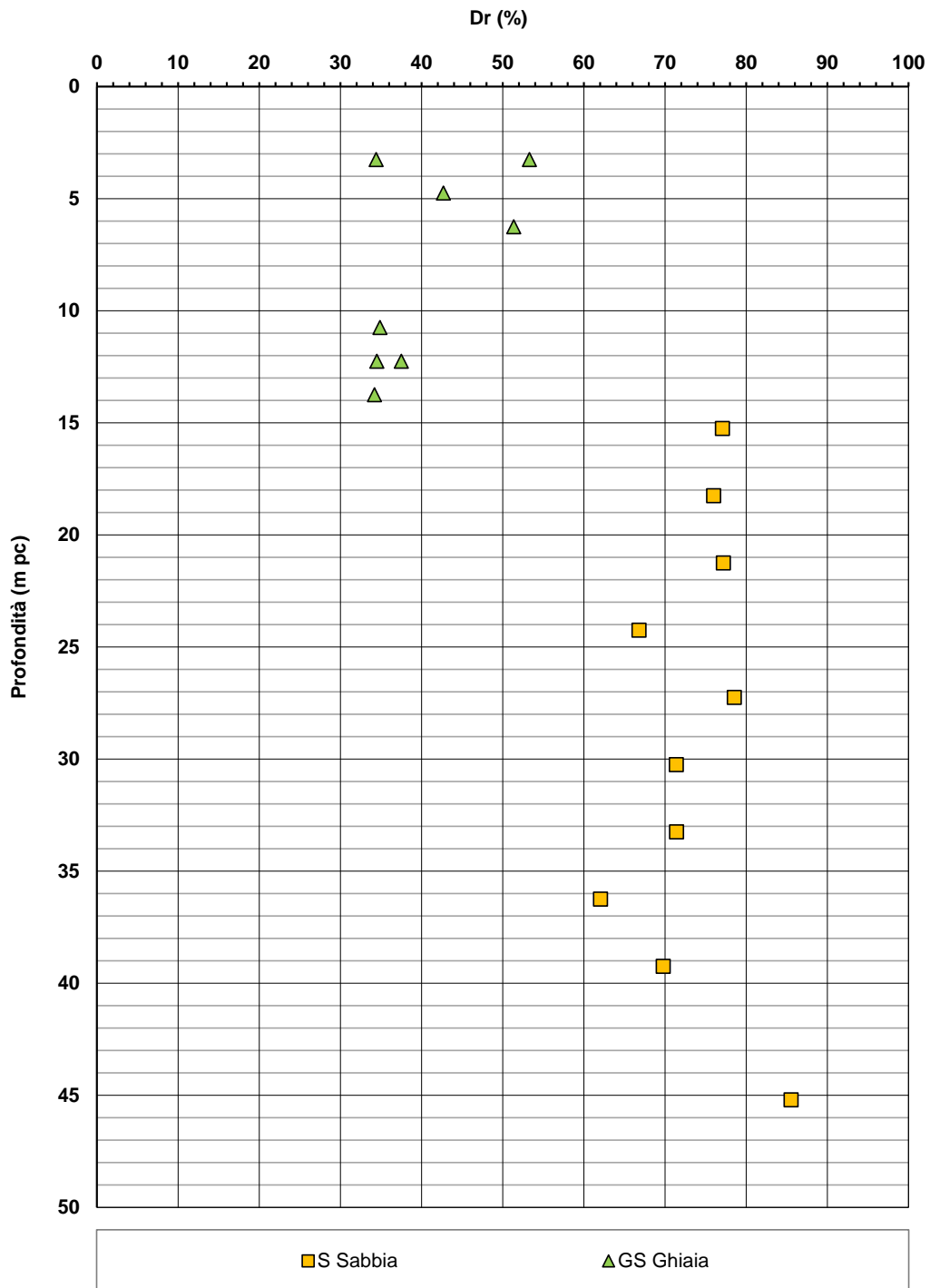




Figura 8 – Densità relativa da prove SPT - RI64a (pk 32+825 ÷ 33+163)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 19 di 152</p>

**AV/AC VERONA VICENZA**

**RI64a da pk 32+825 a pk 33+163**

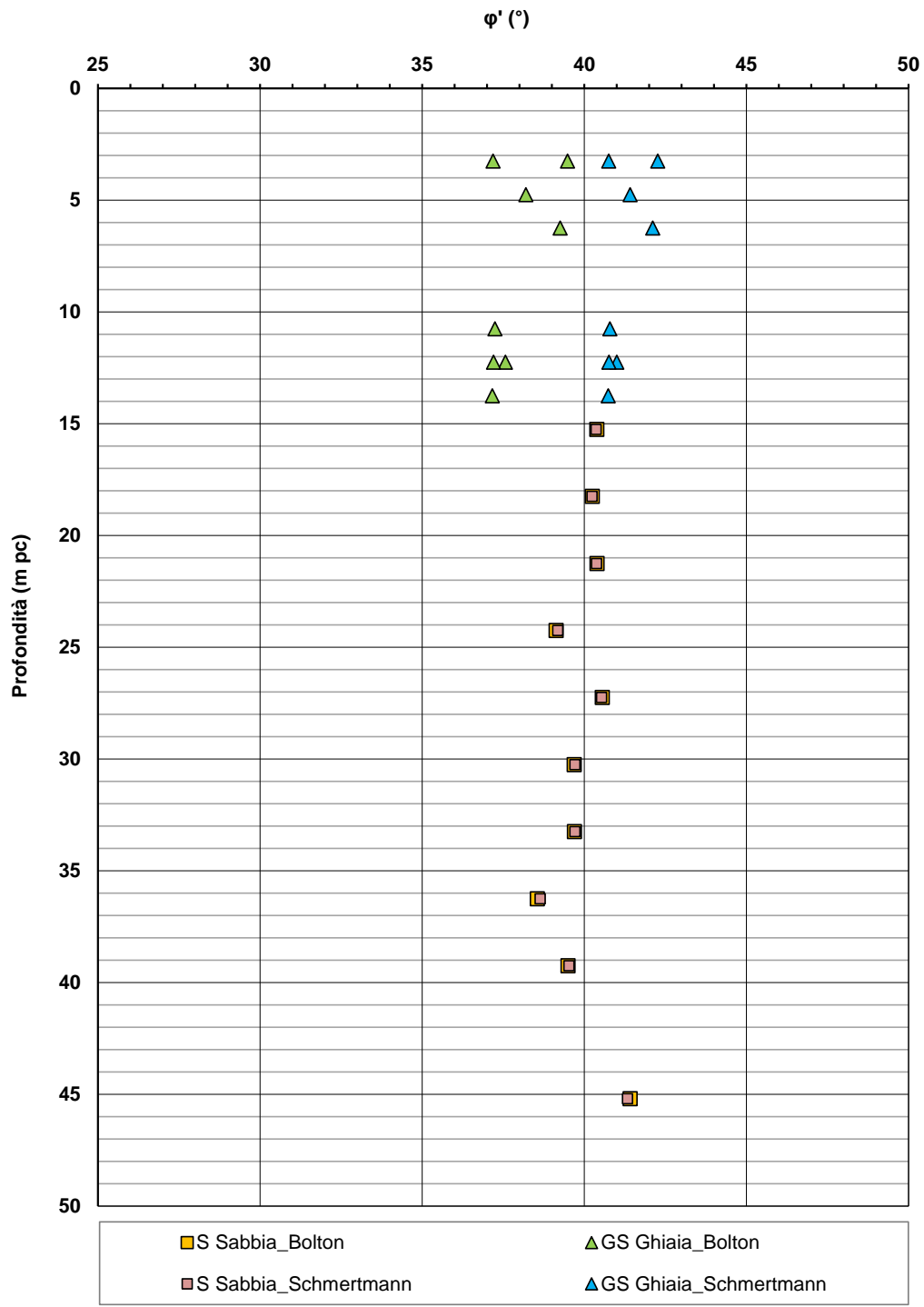




Figura 9 – Angoli di attrito da prove SPT - RI64a (pk 32+825 ÷ 33+163)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 20 di 152</p>

## AV/AC VERONA VICENZA

**RI64a da pk 32+825 a pk 33+163**

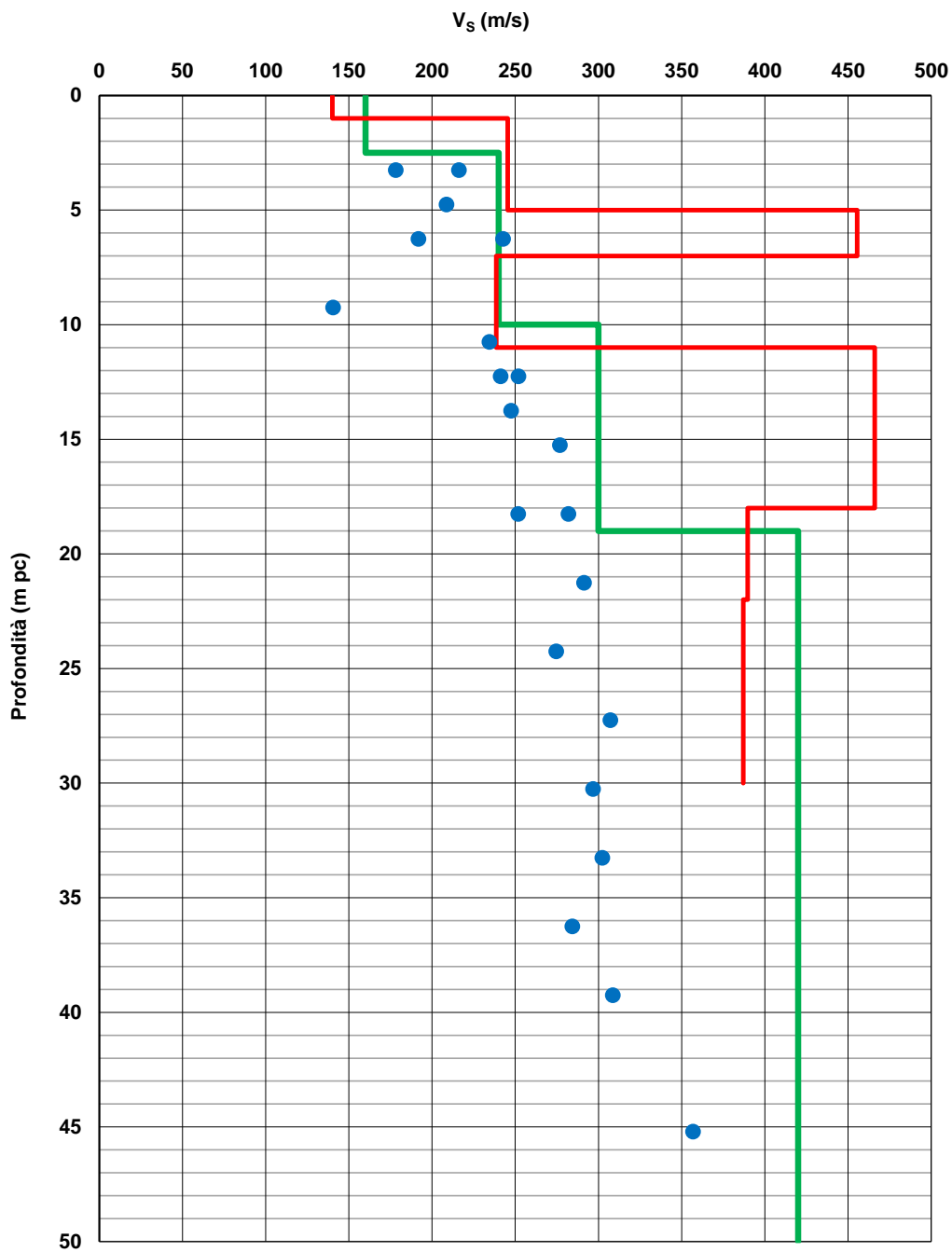


Figura 10 – Confronto  $V_s$  con dati di correlazioni con SPT (blu) e prova DH (rosso) di RI64a e Profilo generale (verde) tra pk 32+000 a pk 36+000 (Doc. Rif.[2])

**AV/AC VERONA VICENZA**

RI64a da pk 32+825 a pk 33+163

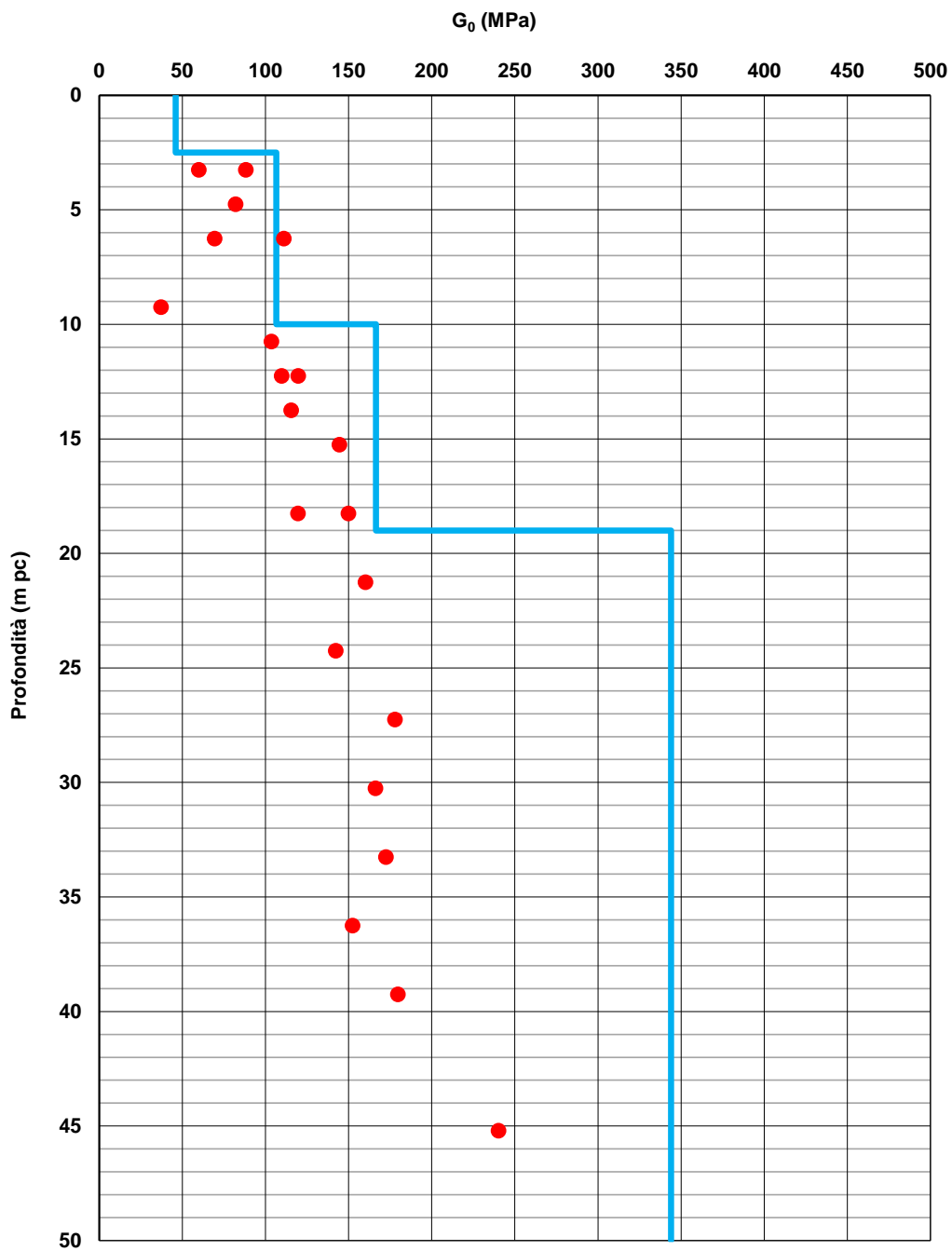


Figura 11 – Confronto  $G_0$  con dati di correlazioni con SPT di RI64a e Profilo generale tra pk 32+000 a pk 36+000 (Doc. Rif.[2])

## AV/AC VERONA VICENZA

### RI64a da pk 32+825 a pk 33+163

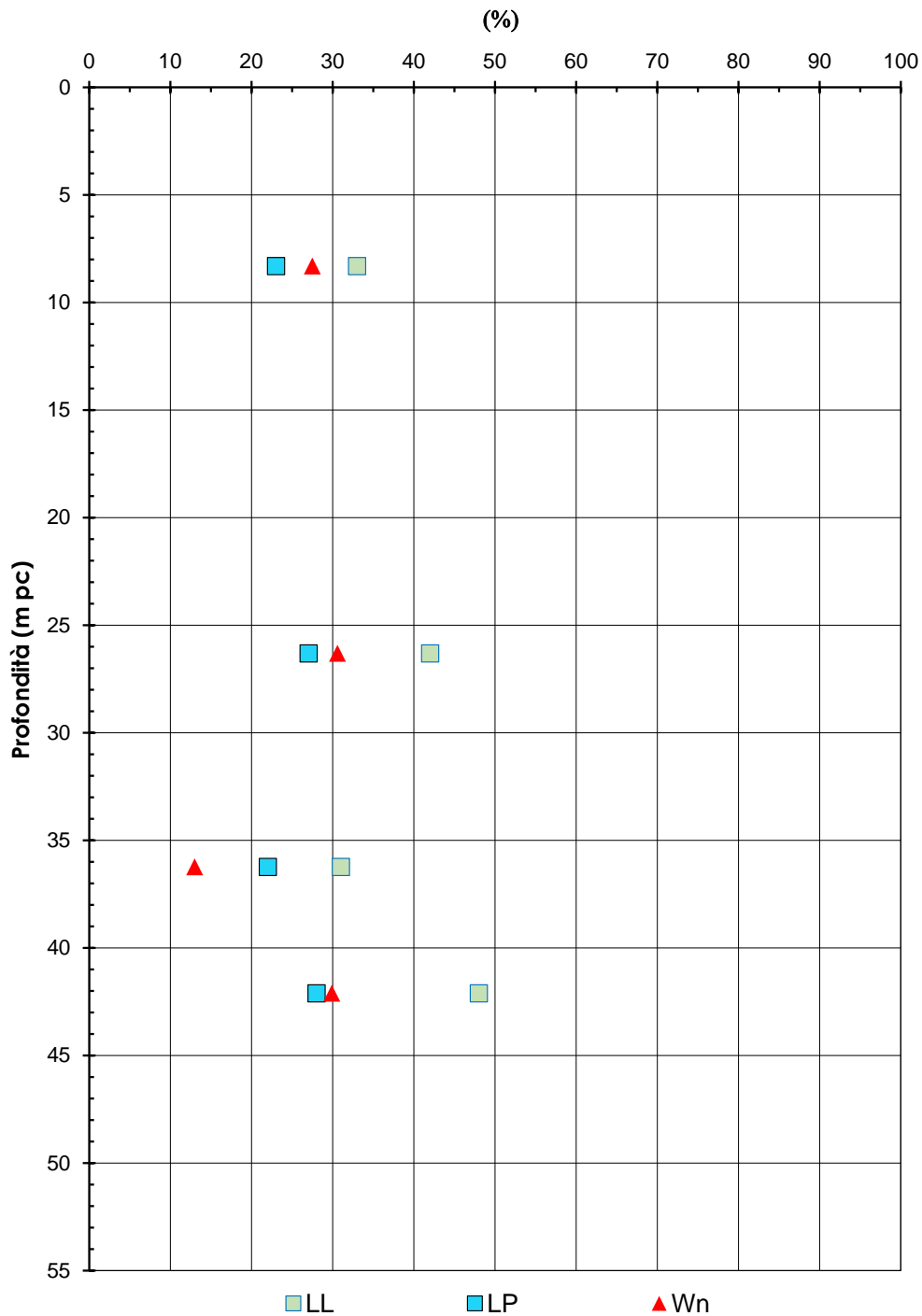


Figura 12 – Contenuto d'acqua, limite liquido e limite plastico - RI64a (pk 32+825 ÷ 33+163)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 23 di 152</p>

**AV/AC VERONA VICENZA**

**RI64a da pk 32+825 a pk 33+163**

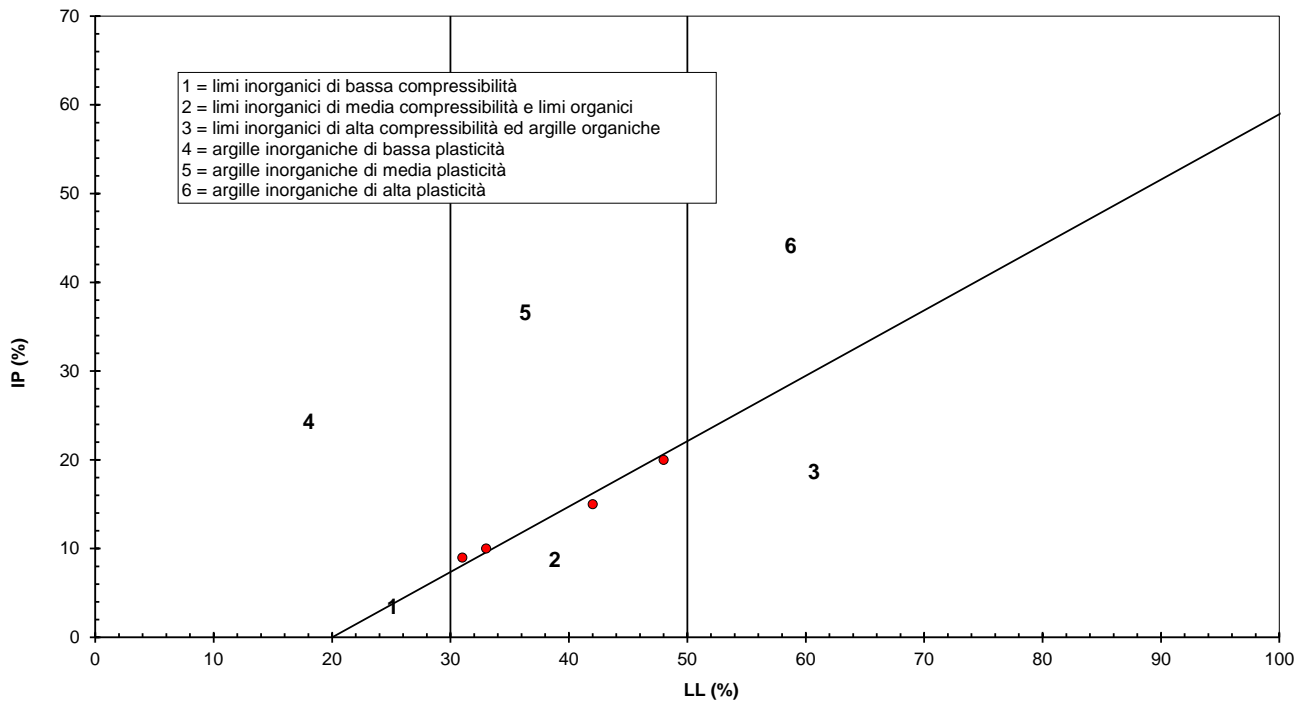




Figura 13 – Carta di Casagrande - RI64a (pk 32+825 ÷ 33+163)

**4.4 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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 24 di 152

*Tabella 2 – Modello geotecnico di riferimento*

Unità	da m pc*	a m pc*	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi_k$ °	$c_k'$ kPa	$c_{u,k}$ kPa	$G_0$ MPa	$E'_{op}$ MPa
1	0	1	-	-	-	-	-	20
6	1	7	19	39	0	-	-	60
3b	7	10	18.5	28	0	50	-	10
6	10	15	19	39	0	-	-	80
2	15	17	19			70	-	15
6	17	25	19	39	0	-	-	120
2	25	27	19			100	-	25
6	>27	---	19	39	0	-	-	150

#### 4.4.1 Materiale da rilevato

Le caratteristiche dei rilevati ferroviari sono desunte dal MdP (Doc. rif. [23]) e sono di seguito riassunte:

*Tabella 3 - Caratteristiche materiale da rilevato*

	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi$ °	$c'$ kPa
Materiale da rilevato	20	40	0

Per le ragioni che verranno espone nelle verifiche di stabilità, è necessario che questi rilevati siano realizzati mediante l'impiego di terreni aventi angolo di resistenza al taglio  $\geq 40^\circ$ , o parametri di resistenza  $c'$  e  $f'$  equivalenti. Per tale motivo, si dovranno impiegare materiali tipo A1 o, in subordine, A2.-4.

#### 4.4.2 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. Rif.[3]). Quest'ultimi indicano una sostanziale stabilità nelle escursioni stagionali.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 25 di 152</p>

Ai fini progettuali si assume:

- falda di progetto a medio e lungo termine: -1m da p.c.
- falda di progetto media: -3 m da p.c.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 26 di 152

## 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. [22] e [23]), l'opera in oggetto viene inserita nella tipologia di costruzione con  $V_N = 100$  anni.

Tabella 4 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

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



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 27 di 152

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 e nelle Planimetrie con classificazione sismica dei terreni, 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 Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 28 di 152</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)	0.214
Coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_s$	1.388
Coefficiente di amplificazione topografica $S_t$	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
$a_{max}$ (g) ( $a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ )	0.297

## 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 applicata (Doc. rif. [18]).



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 CPTI11.
- Magnitudo attesa per un periodo di ritorno pari almeno a 975 anni valutata sulla base del modello delle zone sismogenetiche ZS9 (riportato in Figura 1), alla base delle mappe di pericolosità sismica del territorio italiano allegate 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 esposte 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 6.5.

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 (CRR) così definiti:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 29 di 152</p>

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

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

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

$\tau_c$  valore rappresentativo dello sforzo di taglio ciclico

$\sigma_{vo}$  tensione verticale alla profondità in esame, in termini di tensioni totali

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 30 di 152</p>

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  $M = 6.5 - MSF = 1.7$ .

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 14: 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 14, 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  $\sigma'_{v0}$  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:

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

$$F = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}} \times 100$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 31 di 152

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):

$$\text{for } I_c \leq 1.64 \quad K_c = 1.0$$

$$\text{for } I_c > 1.64 \quad K_c = -0.403(I_c)^4 + 5.581(I_c)^3 - 21.63(I_c)^2 + 33.75(I_c) - 17.88$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 32 di 152

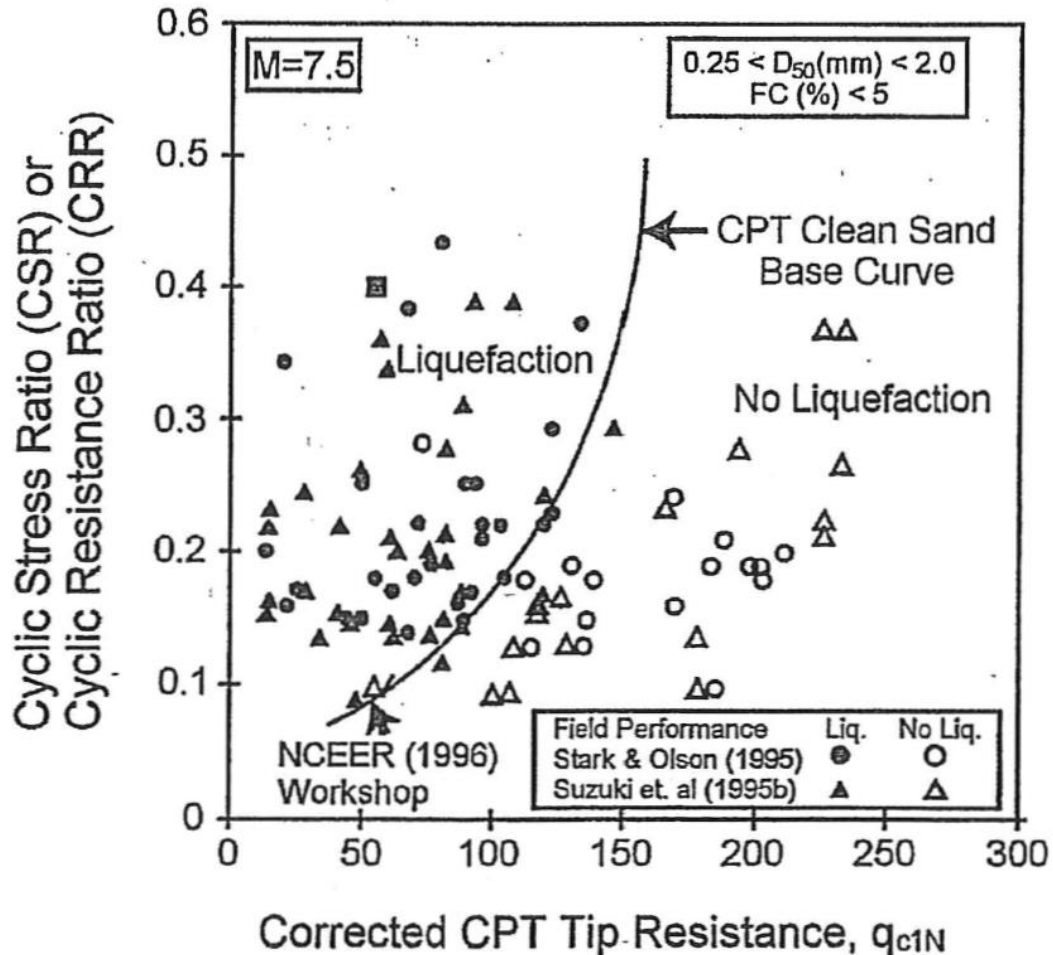


Figura 14: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e valori corretti di resistenza alla punta  $q_{c1N}$  – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Robertson & Wride, 1998)

### 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 17, originariamente proposta da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), e successivamente confermata da Youd et al. (2001).



In Figura 17, 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 Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 33 di 152

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  $\sigma'_{vo}$  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 17, 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 17 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 di  $N_{1(60)}$  ai valori corrispondenti per sabbia pulita  $N_{1(60)cs}$ :

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 34 di 152

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

In cui:

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

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

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

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

$$\beta = [0.99 + (FC \cdot 1.5/1000)] \text{ per } 5\% < FC < 35\%$$

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

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:

$$\sigma'_{v0} = \text{tensione verticale efficace}$$

$$p_a = \text{pressione atmosferica di riferimento}$$

$$f = \text{fattore che dipende dalla densità relative del materiale in sito.}$$

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 Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 35 di 152</p>

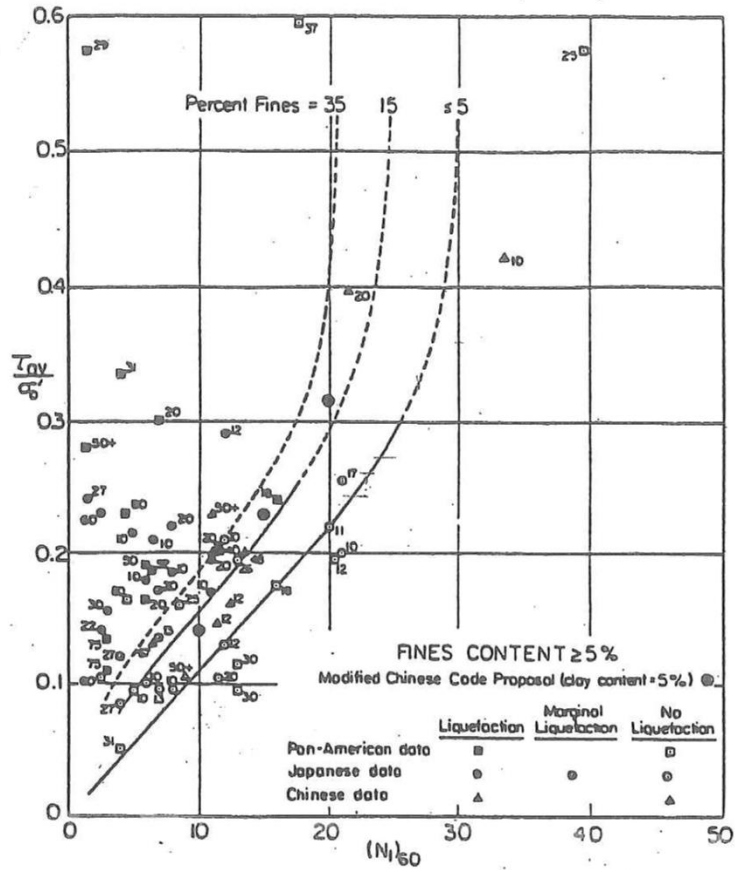


Figura 15: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e  $N_{1(60)}$  – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Seed et al., 1985).

### 5.3 Risultati delle verifiche a liquefazione

I risultati (cfr. Figura 16 e Figura 17) indicano come non si evidenzino rischi di potenziale liquefazione nella porzione di tracciato interessata dal rilevato RI64A, in linea con gli stati di addensamento e le granulometrie descritte in precedenza.

Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52  
Relazione Geotecnica

Progetto  
IN17

Lotto  
12

Codifica  
EI2RBRI64A0001A

Foglio  
36 di 152

T tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova BH-PE-66 Pr. 33+100  
a<sub>max</sub> = 0.297g M<sub>calc</sub> = 6.5 MSF = 1.7 Metodo NCEER 1996 - 1998 - 2001  
Altezza rilevato = 8m

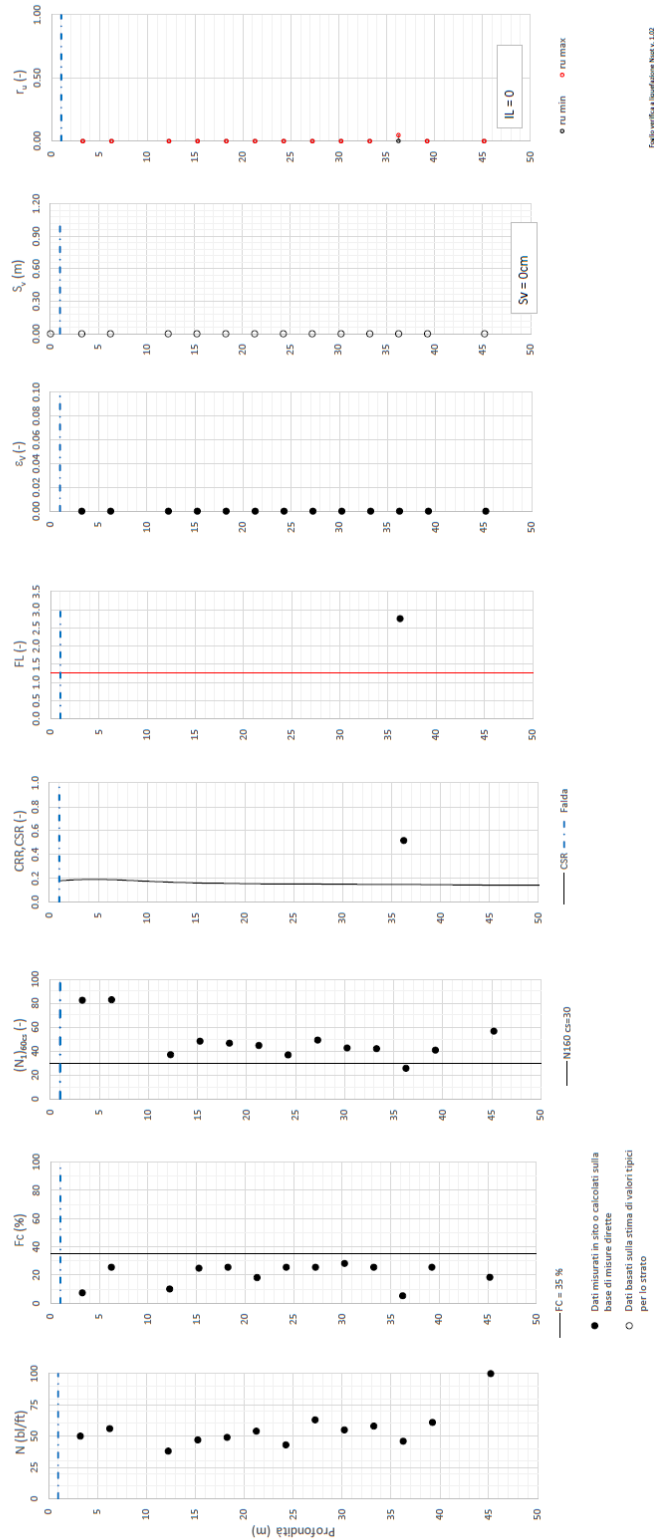


Figura 16 – Verifica Liquefazione da risultati SPT BH-PE-66

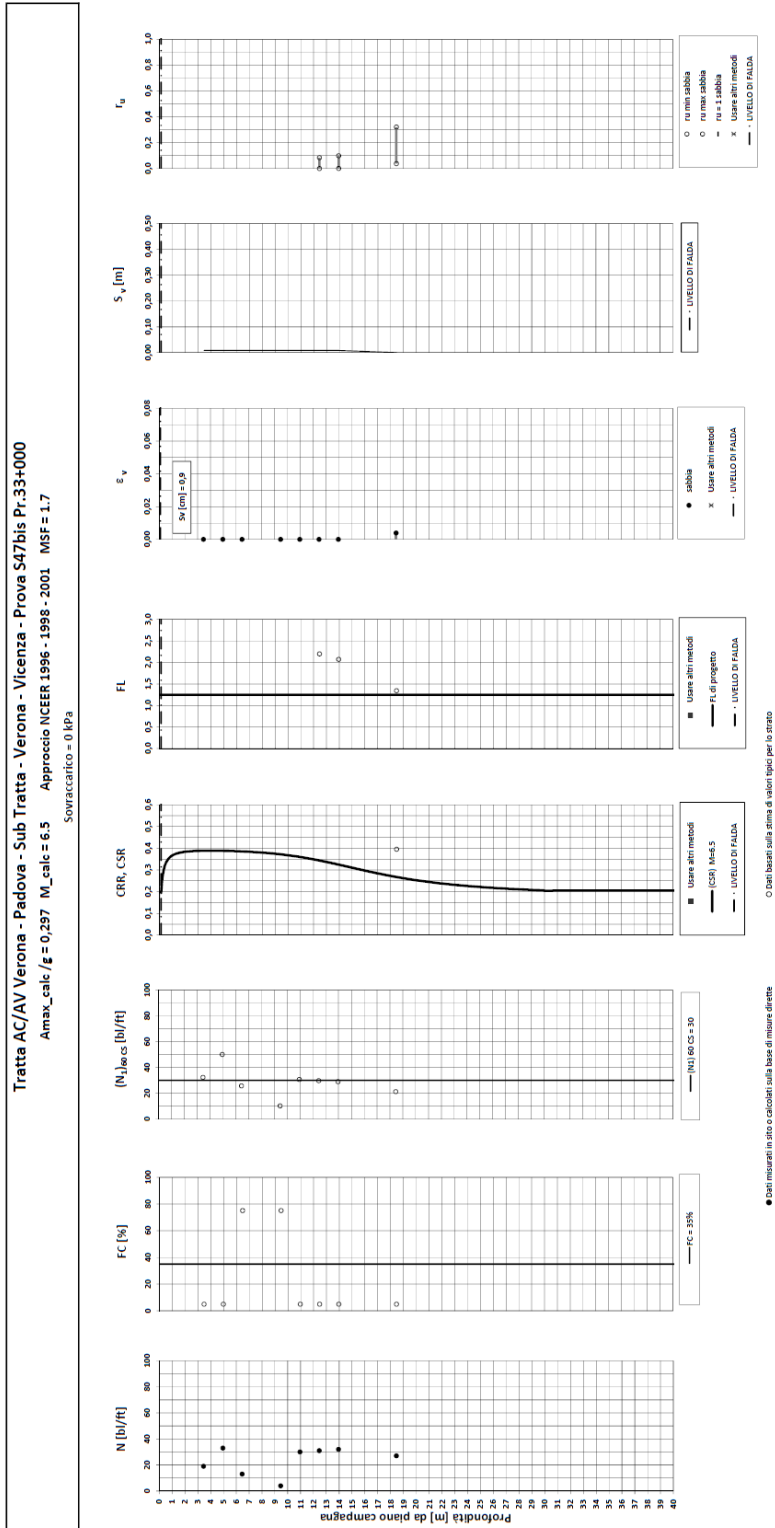




Figura 17 – Verifica Liquefazione da risultati SP47bis

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 38 di 152

## 6 VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO

### 6.1 Criteri di verifica agli Stati Limite

Per le opere in esame, la normativa applicata richiede l'esecuzione delle seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese (par. 6.2.3. del Doc. Rif. [18]):

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

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

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif. [18]})$$

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. [18]).

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

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [18]})$$

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.

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. [18]), tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta se:

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

essendo R resistenza globale del sistema (vedasi Par. C.6.8.6.2 del Doc. Rif. [18]), calcolata sulla base delle azioni

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 39 di 152

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. [18]), 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 $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

dove:



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

*Tabella 7 – Coefficienti parziali sui terreni (Tab. 6.2.II, Doc. Rif. [18])*

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

*Tabella 8 – Coefficienti parziali per verifiche di stabilità globale - SLU*

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 40 di 152

### 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. [18]), 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 piano di posa del ballast, e fino alla fine 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. [23] e [27]). Laddove si superino i limiti riferiti al primo livello di qualità (10 mm, Doc. rif. [27]), 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 ≤ 6	$\Delta H \leq 10$ SCARTXL ≤ 4
2° livello di qualità	$10 < \Delta H \leq 15$ $6 < \text{SCARTXL} \leq 10$	$10 < \Delta H \leq 15$ $4 < \text{SCARTXL} \leq 8$
3° livello di qualità esecuzione a breve termine anche in relazione ai limiti di sghembo (2)	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) $10 < \text{SCARTXL} \leq 14$	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) $8 < \text{SCARTXL} \leq 12$
(1) il valore di $\Delta H$ 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 e post-sismiche

La stabilità globale in condizioni sismiche e post-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  $\psi$  per il carico variabile da traffico è stato posto pari a 0.2 (Doc. rif. [23]).

## 6.2 Azioni di progetto

Le azioni di progetto considerate nella analisi sono state definite coerentemente a quanto prescritto nel MdP (Doc. rif. [22]) e nelle NTC (Doc. rif. [18]) e sono di seguito descritte.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 41 di 152

### 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/m<sup>3</sup>
- Peso elementi in cls 25 kN/m<sup>3</sup>

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, valutati nel rispetto delle normative di riferimento e considerando il caso peggiore tra i tre modelli di carico previsti: LM71, SW/0 ed SW/2. Per ogni binario, tale azione risulta essere pari a 61.4 kPa (LM71) ed applicata su una superficie definita dalla larghezza della traversa e dalla larghezza di diffusione del carico nel ballast (2.8 m 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



$\beta_s$  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.[18] )

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 42 di 152

## 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 9 (Doc. Rif. [37]). 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. [18]), la verifica SLU di stabilità globale è soddisfatta se è verificata, sia in condizioni statiche che sismiche, la relazione seguente:

$$FS \geq R2 = 1.1.$$

La verifica è stata condotta con riferimento alla già citate sezioni di riferimento, in condizioni non drenate, in relazione ai litotipi presenti. 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, per i terreni di fondazione, e in Tabella 3, per il materiale da rilevato.

### 6.3.2 Verifiche SLU in condizione statiche

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

Per quanto riguarda la falda, è stata considerata la condizione di lungo termine come da punto 4.4.2. 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.



In Figura 18, Figura 20 e Figura 22 sono riportate le superfici di rottura critiche per la combinazione DA1C2 delle 3 sezioni di calcolo; il fattore di sicurezza FS per ciascuna sezione relativo a tali meccanismi è pari a:

Sezione	FS (DA1C2)
1	1.349
5	1.344
15	1.346

Essendo soddisfatta in tutti i casi la relazione:

$$FS_{MIN} \geq R2 = 1.1,$$

**le verifiche di stabilità globale in campo statico risultano soddisfatte.**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 43 di 152</p>

### 6.3.3 Verifiche SLU in condizioni sismiche

In accordo a quanto riportato precedentemente, la azione sismica è stata definita attraverso i seguenti coefficienti sismici:

$$K_H = + 0.083 \quad (\text{concorde alla direzione di scivolamento})$$

$$K_V = \pm 0.042 \quad (\text{positivo sisma verso il basso})$$

Il carico da traffico ferroviario ( $q$ ), assunto pari a 61.4 kPa, è stato modellato come un carico distribuito applicato in corrispondenza delle impronte delle traversine ferroviarie. Tale sovraccarico è stato inserito nei calcoli col proprio valore caratteristico in accordo a quanto specificato dalle NTC 2008 (vedasi Par.7.11.1 del Doc. Rif. [18]). Seguendo le prescrizioni desunte dal MdP (Doc. rif. [23]), in condizioni sismiche si applica il coefficiente di combinazione  $\psi$  per il carico variabile da traffico ferroviario pari a 0,2. La quota della falda è stata assunta come la media delle letture disponibili come riportato al punto 4.4.2. 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.

In Figura 19, Figura 21 e Figura 23 sono riportate le superfici di rottura critiche delle 3 sezioni di calcolo facendo riferimento alla situazione più gravosa, ovvero quella con sisma verso l'alto (-kv); il fattore di sicurezza FS per ciascuna sezione relativo a tali meccanismi è pari a:

Sezione	FS (sismica)
1	1.127
5	1.130
15	1.138

Essendo soddisfatta in tutti i casi la relazione:

$$F_{S_{MIN}} \geq R_2 = 1.1,$$

#### **le verifiche di stabilità globale in campo sismico risultano soddisfatte.**

Si rimarca che le verifiche di stabilità non vengono soddisfatte per valori dell'angolo di resistenza al taglio del materiale costituente il rilevato pari a 38°, come riportato in Figura 24. Anche le altre sezioni esaminate hanno evidenziato la stessa problematica, che non dipende dalla natura del terreno di fondazione, come evidenziato dalla presenza di superfici di rottura che attraversano il corpo del rilevato. Pertanto, al fine di soddisfare le verifiche di stabilità in campo sismico, si richiede che il materiale costituente il nuovo rilevato sia caratterizzato da un angolo di resistenza al taglio  $\geq 40^\circ$  (ad esempio usualmente assicurati da materiali tipo A1), ovvero valori di  $c'$  e  $\phi'$  (nel caso, ad esempio, di materiali del tipo A2-4) che forniscano resistenze al taglio equivalenti.

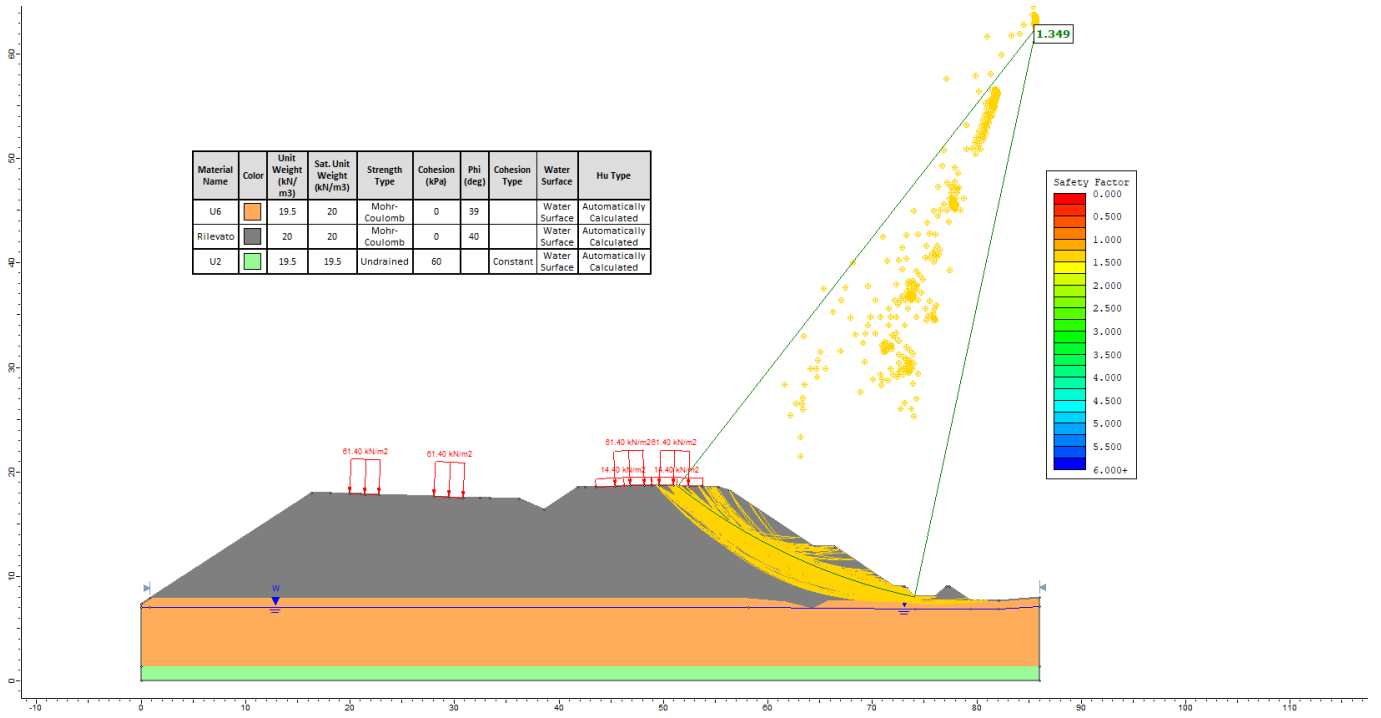


Figura 18 - Rilevato sezione n° 1- pk 32+825,00 - Analisi SLU in campo statico DA1C2

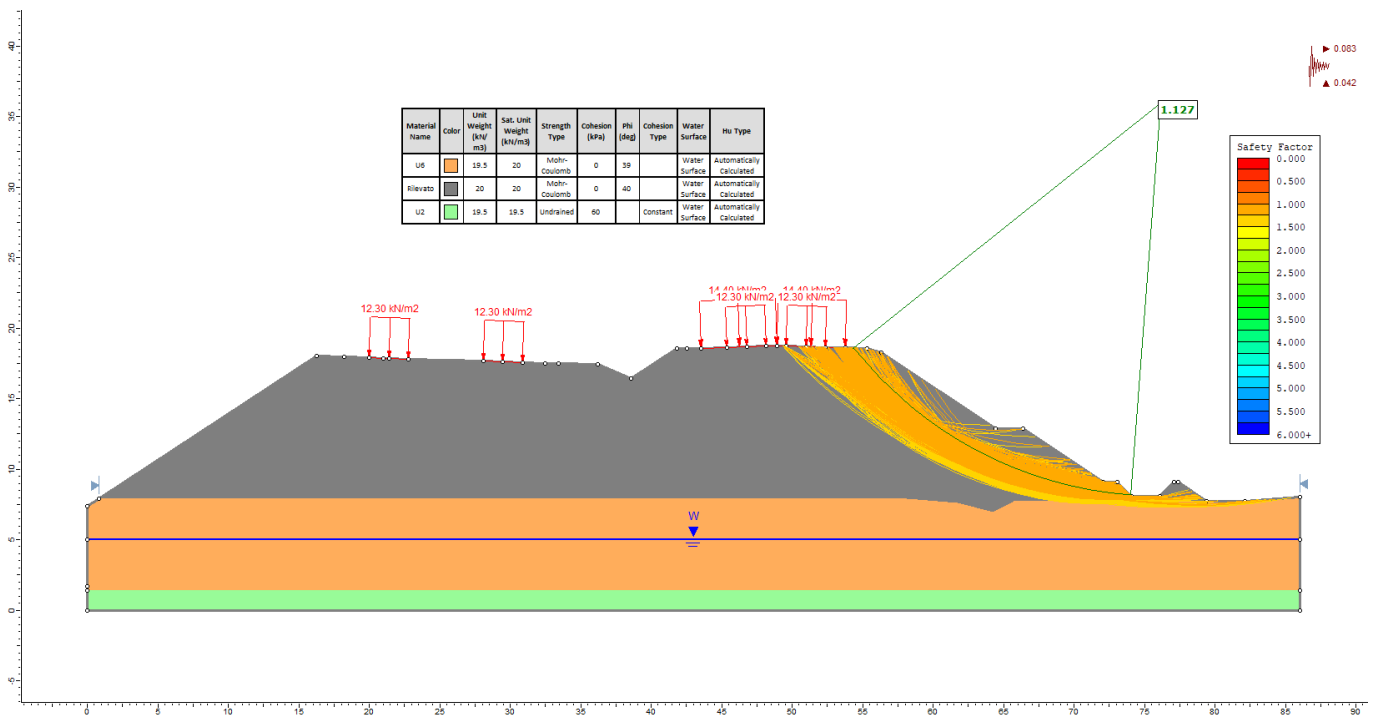


Figura 19 - Rilevato sezione n° 1- pk 32+825,00 - Analisi SLU in campo sismico

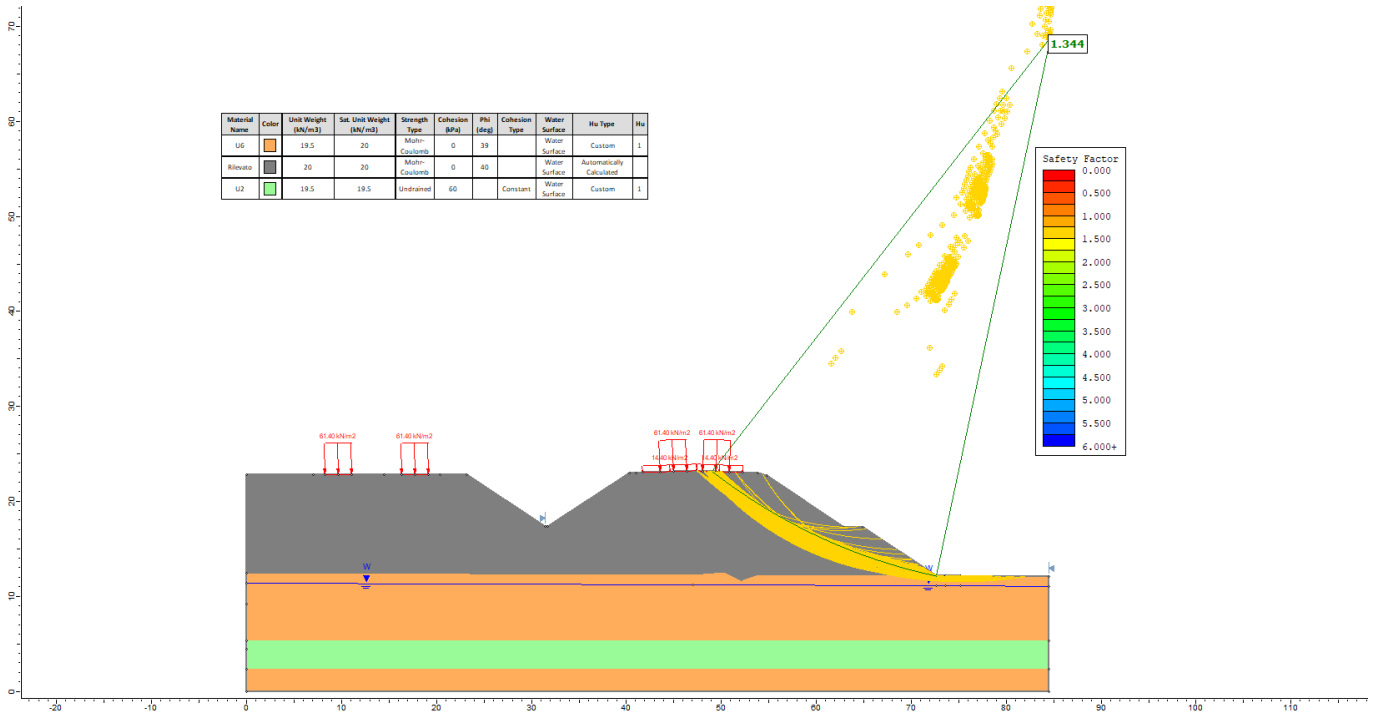


Figura 20 - Rilevato sezione n° 5 - pk 32+925,00 - Analisi SLU in campo statico DA1C2

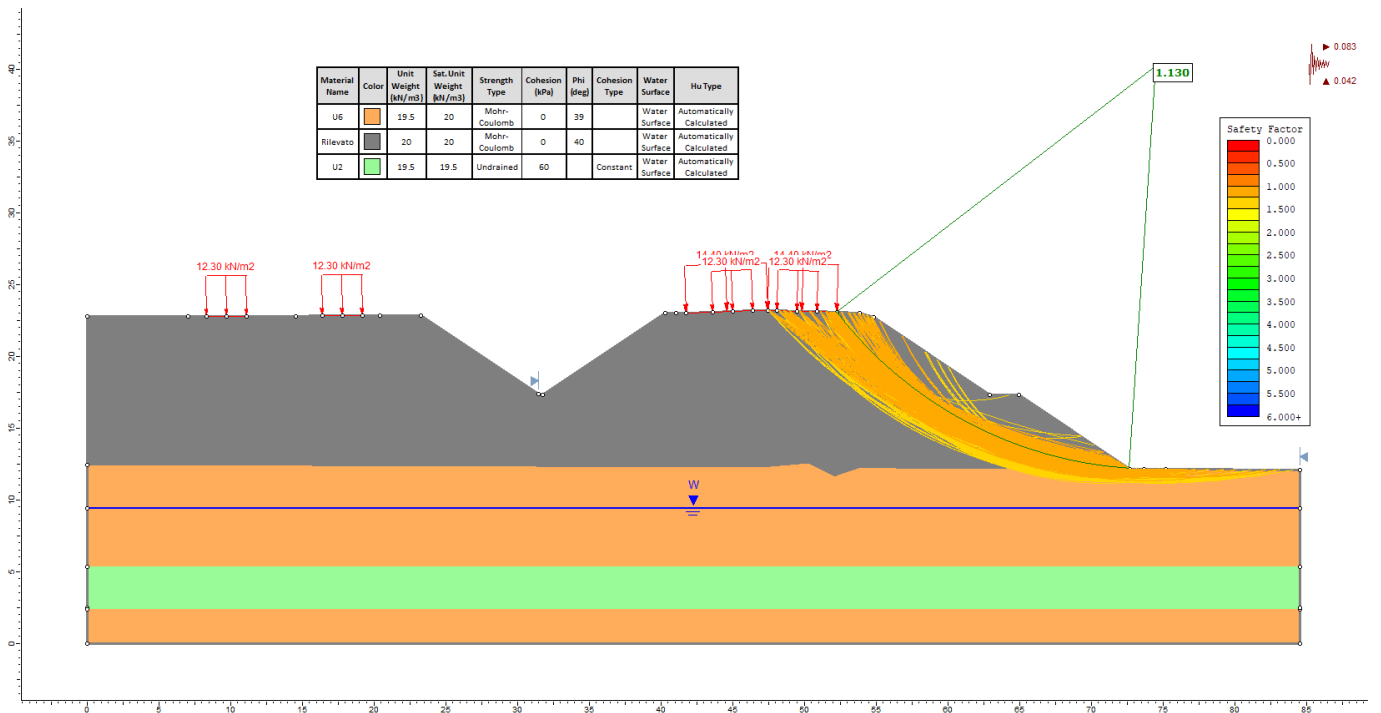


Figura 21 - Rilevato sezione n° 5 - pk 32+925,00 - Analisi SLU in sismico

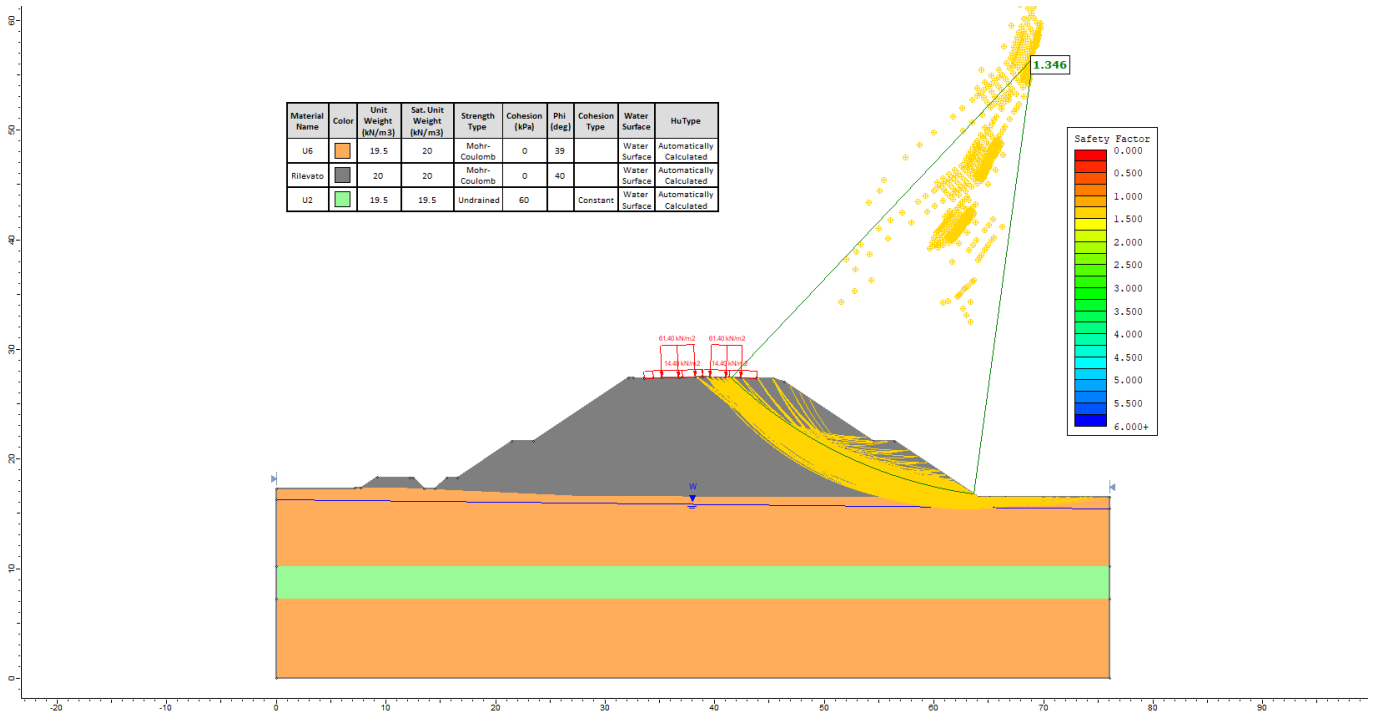


Figura 22 - Rilevato sezione n° 15 - pk 33+163,00 - Analisi SLU in campo statico DA1C2

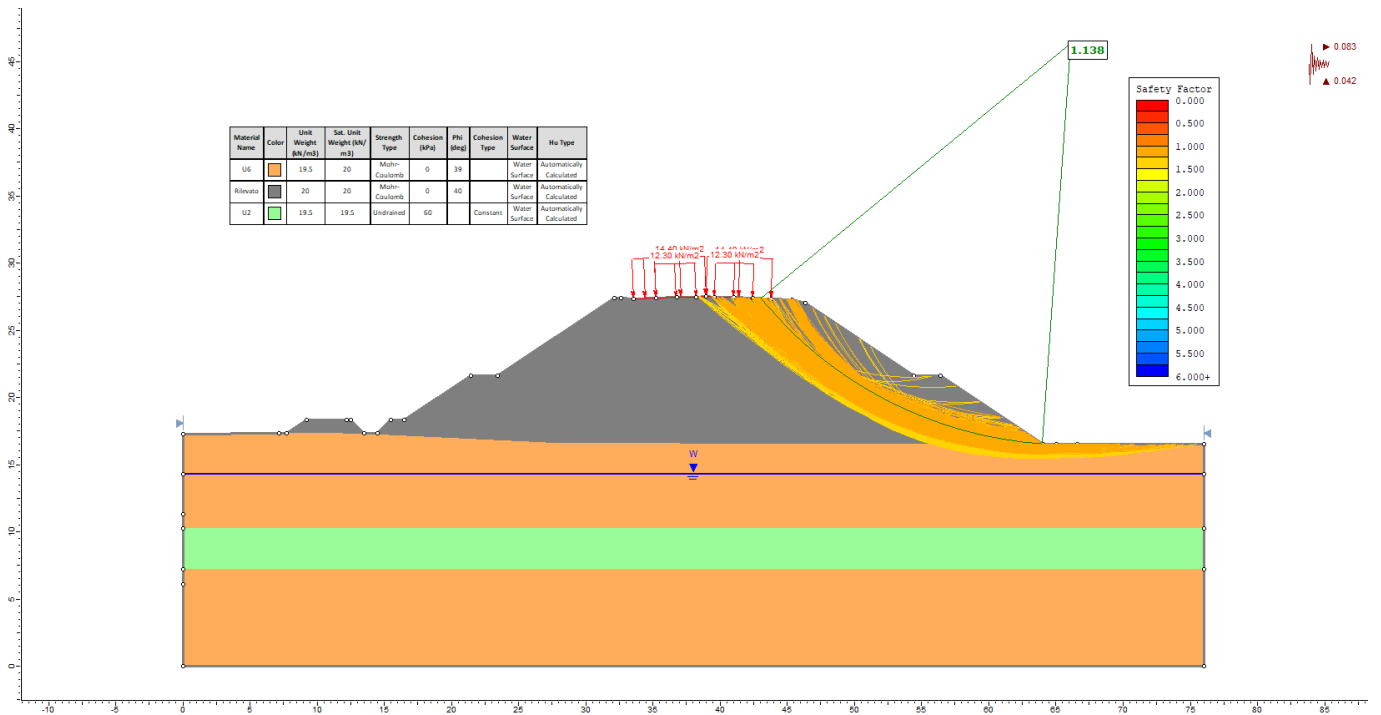




Figura 23 - Rilevato sezione n° 15 - pk 33+163,00 - Analisi SLU in sismico

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 47 di 152

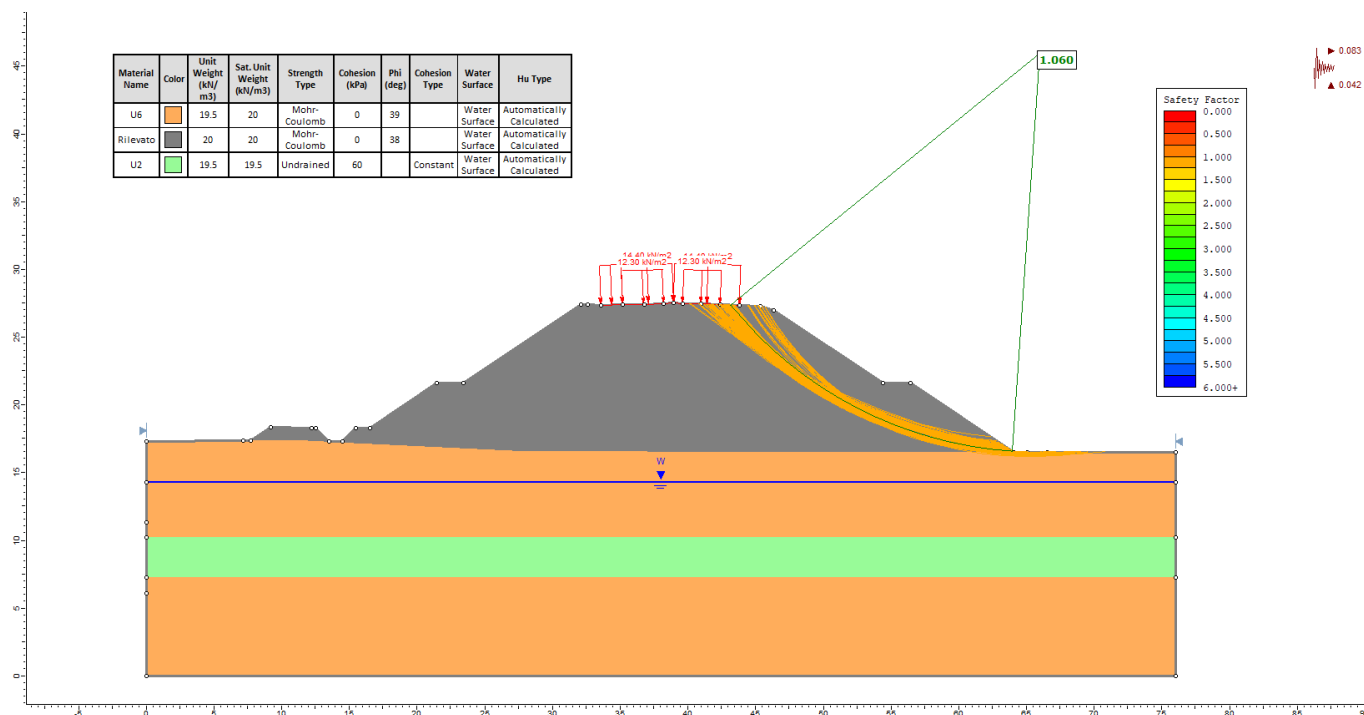


Figura 24- Rilevato sezione n° 14 - pk 32+825,00 -Analisi SLU in sismico con  $\phi'$  ril= 38°

## 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. [38]) 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 rigidezza 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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 48 di 152

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

$\nu$  = coefficiente di Poisson

$B$  = semilarghezza dell'area di carico in direzione  $x$

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

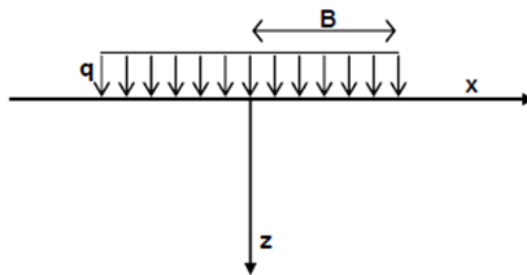


Figura 25 – Modello di calcolo Settle 3D – carico uniforme

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



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 49 di 152

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

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

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

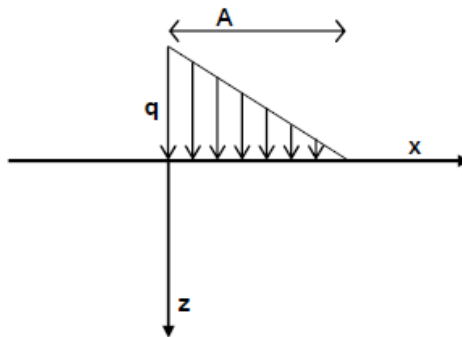


Figura 26 - Modello di calcolo Settle 3D – carico linearmente crescente

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 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, deve essere verificata la seguente disequaglianza:

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [18]})$$

dove

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 50 di 152</p>

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 alle seguenti sezioni:

- sezione n.5 - pk 32+925,00: sezione di riferimento per il sottovia ubicato alla pk 32+918,32
- sezione n.15 - pk 33+163,00

illustrate alle figure Figura 2, Figura 3. Il modello di calcolo implementato per i due sezioni analizzate sono riportati da Figura 27 a Figura 31.

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.

La storia di carico riprodotta nell'analisi è la seguente:

- Modellazione del rilevato esistente (per la sola sezione 5)
- Costruzione rilevato per AV
- Completamento rilevato con posa del ballast

I cedimenti totali sono stati calcolati in corrispondenza degli assi dei due binari AV di nuova costruzione, e sulle singole rotaie dei due binari del tracciato esistente. I risultati sono illustrati in Figura 32 e Figura 33, dove sono anche indicate le posizioni delle rotaie della linea storica e l'asse dei binari della linea AV.

Risulta quanto segue:

- sezione n.5 - pk 32+925,00
  - i cedimenti totali lungo i due assi delle nuove linee AV sono pari a 121 mm e 131 mm
  - il differenziale tra il cedimento dopo la costruzione del rilevato e quello dovuto alla posa del ballast è pari a circa 3 mm su entrambi gli assi della AV
  - il cedimento totale medio del binario dispari della linea esistente è pari a circa 2 mm. Il cedimento differenziale tra le due rotaie è inferiore ad 1 mm
  - il cedimento totale medio del binario pari della linea esistente è pari a circa 5 mm. Il cedimento differenziale tra le due rotaie è inferiore ad 1 mm
- sezione n.15 - pk 33+163,00
  - i cedimenti totali lungo i due assi delle nuove linee AV sono pari a 136 mm per entrambi gli assi
  - il differenziale tra il cedimento dopo la costruzione del rilevato e quello dovuto alla posa del ballast è pari a 3 mm su entrambi gli assi della AV

Considerato l'andamento stratigrafico (presenza in modo preponderante di materiali incoerenti), tale cedimento si esaurirà in pratica all'atto della applicazione dei carichi.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 51 di 152</p>

In particolare, i terreni argillosi, di spessore comunque limitato (max 2-3 m), e con drenaggio da entrambe la parti, , verranno ricompresi nel ramo di ricarica, ove sono operativi valori di Cv dell'ordine di almeno 5-10-7 m<sup>2</sup>/s. E' facile verificare, facendo ricordo alla teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi, che si ottengono valori della percentuale di consolidazione pari ad almeno il 90% nell'arco di 1-2 mesi.

Se ne conclude che i cedimenti di lungo termine sono da considerarsi praticamente trascurabili, e quindi non risultano essere necessarie analisi di consolidazione.

Inoltre, considerata la natura dei terreni, i cedimenti secondari sono trascurabili.

Dato il valore limitato dei cedimenti attesi, **la verifica SLE è quindi da considerarsi soddisfatta.**

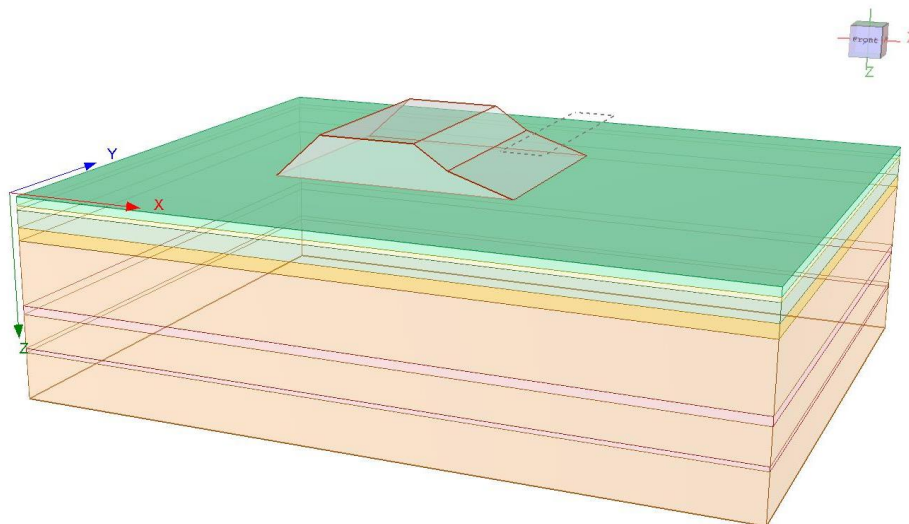


Figura 27 - Rilevato sez n° 5 pk 32+925,00 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Rilevato esistente

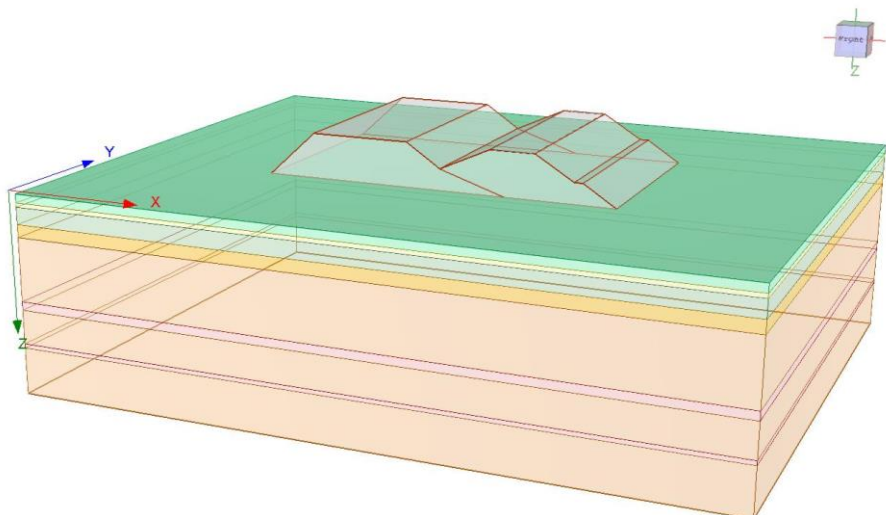




Figura 28 - Rilevato sez n° 5 pk 32+925,00 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Costruzione rilevato AV

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 52 di 152</p>

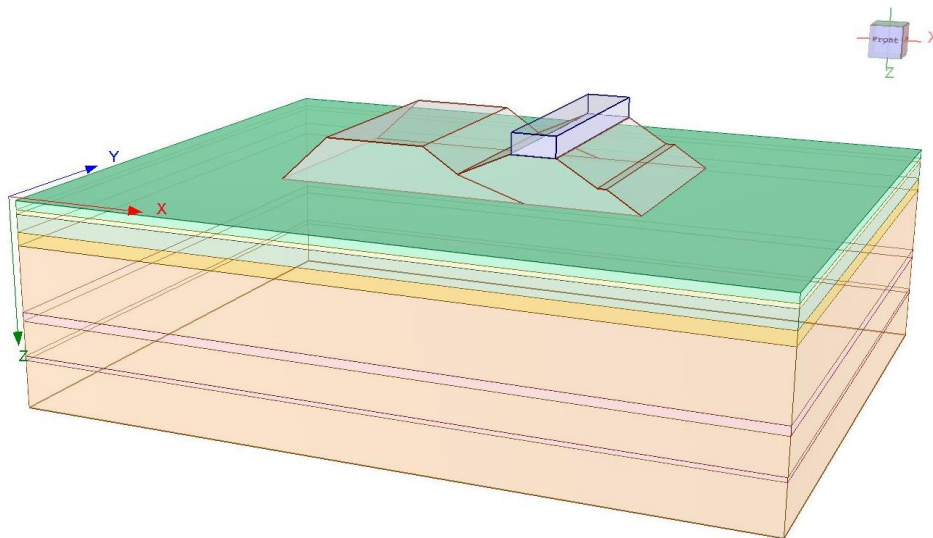


Figura 29 - Rilevato sez n° 5 pk 32+925,00 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Posa Ballast

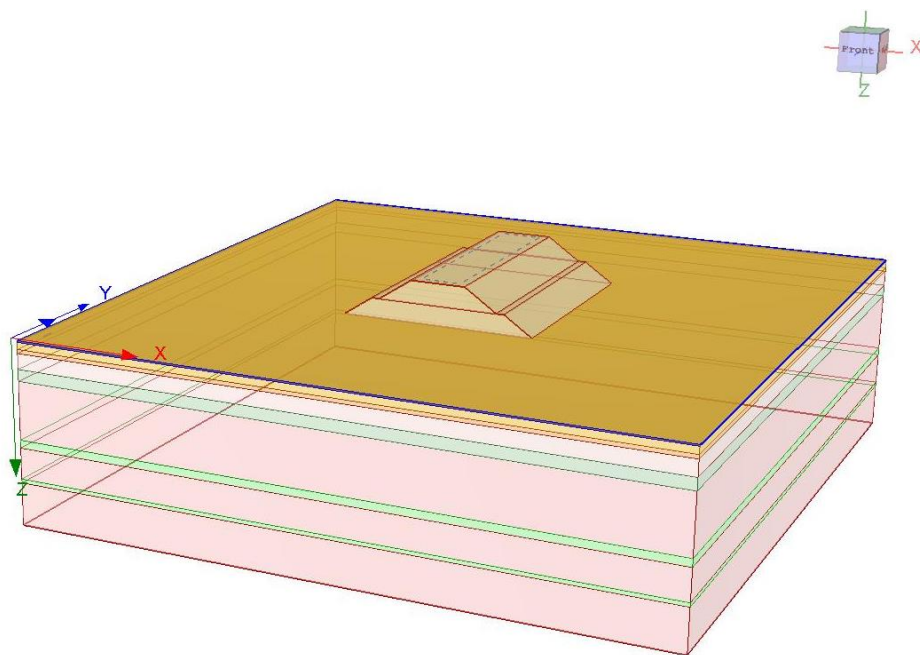




Figura 30 - Rilevato sez n° 15 pk 33+163,00 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Costruzione rilevato AV

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 53 di 152</p>

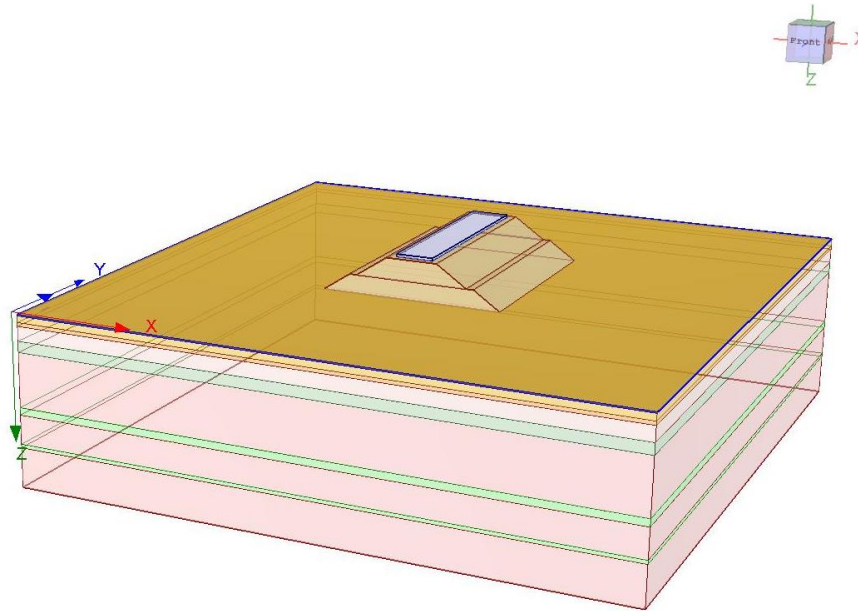


Figura 31 - Rilevato sez n° 15 pk 33+163,00 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Posa Ballast

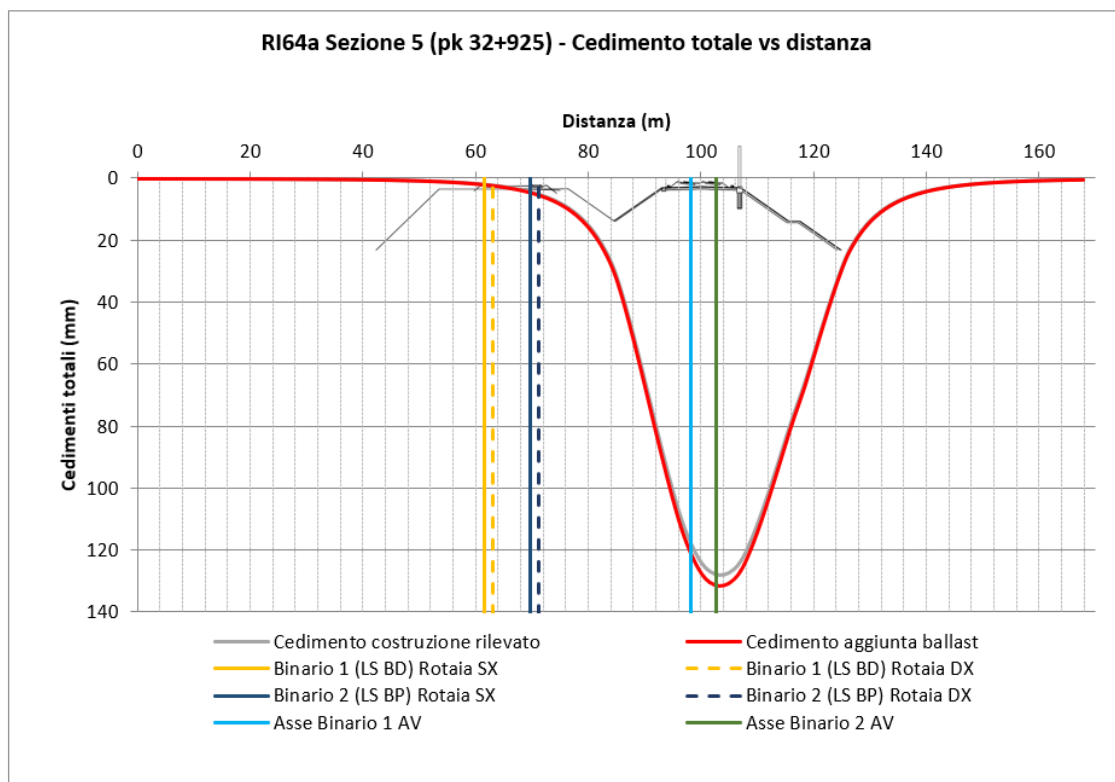




Figura 32 - Rilevato sezione n° 5 - pk 32+925,00 - Analisi SLE – Risultato Cedimenti

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 54 di 152</p>

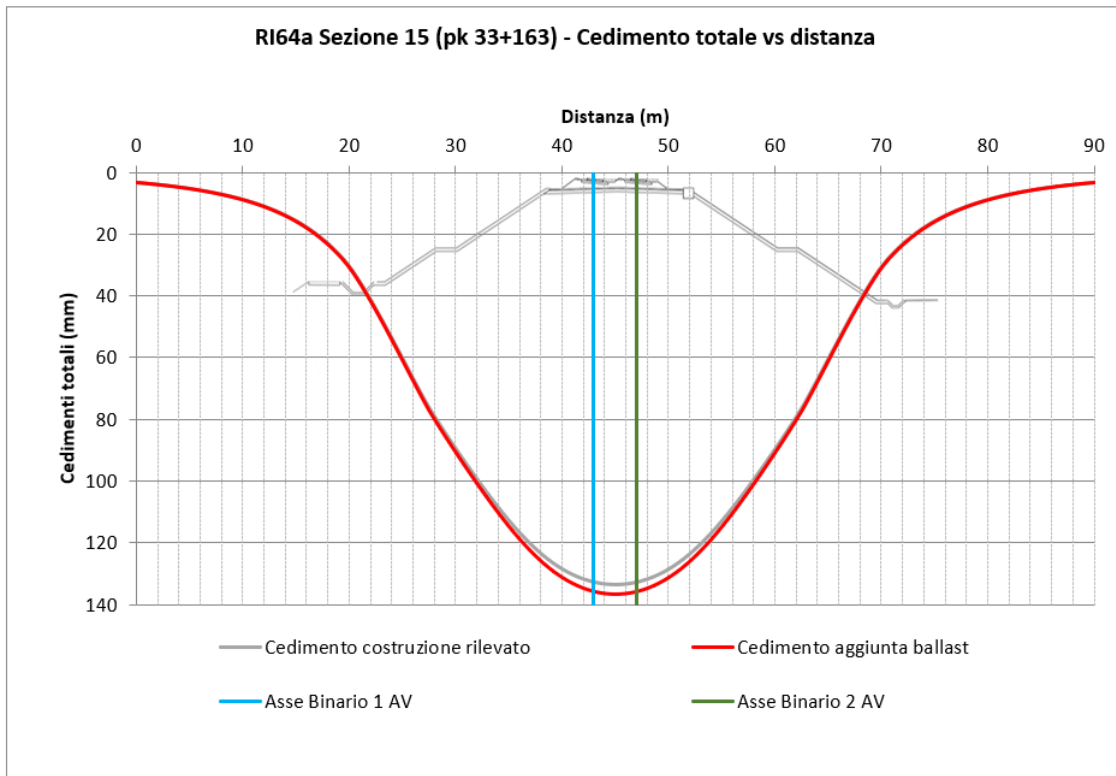


Figura 33 - Rilevato sezione n° 15 - pk 33+163,00 - Analisi SLE – Risultato Cedimenti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 55 di 152


## 7 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

In conclusione, il rilevato oggetto di questa analisi risulta stabile e i cedimenti attesi sono limitati e non differiti nel tempo. Non si evidenziano criticità di tipo geotecnico e pertanto non è previsto un monitoraggio.

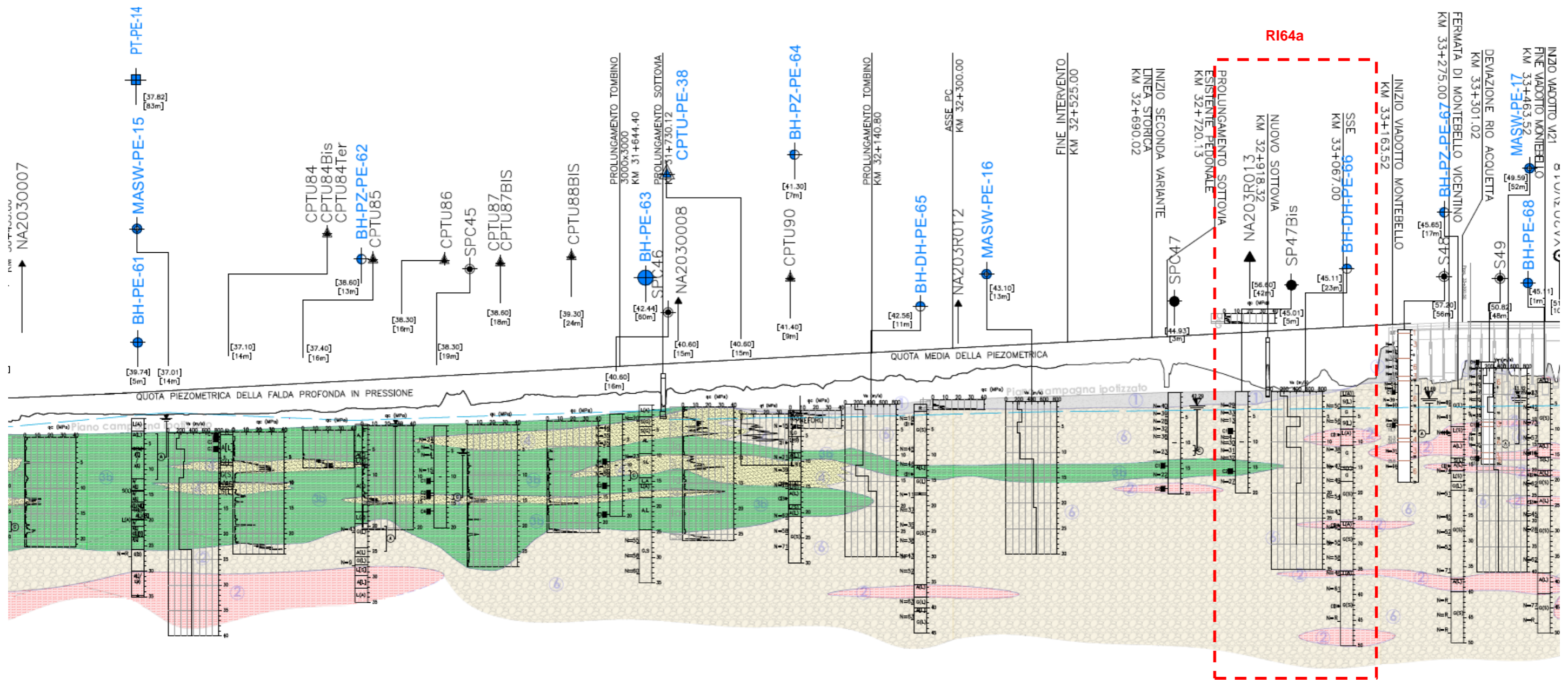
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 56 di 152</p>

**ALLEGATI**

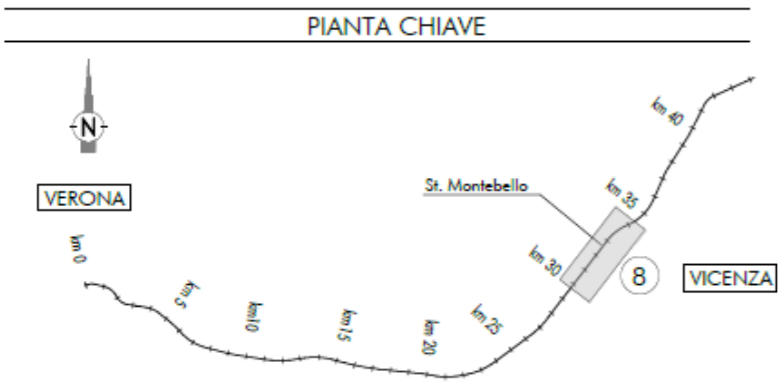


<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 57 di 152</p>

**ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO**



RI64a



**LEGENDA**

<b>Campagna indagini integrative PE</b>	PT-PE-A	Pozzetto esplorativo
BH-PE-A	BH-DH-PE-A	Sondaggio con esecuzione di prova down hole
BH-PZ-PE-A	CH-PE-A	Sondaggio con esecuzione di prova cross hole
MASW-PE-A		Indagini orientali
CPTU-PE-A		Nota per PE in blu le indagini disponibili e con coordinate certe, in rosso indagini ancora non disponibili o con coordinate non note
SP		
<b>Campagna indagini 2018 per CDS</b>		
P1+P15,P20		
P1+15Bis		
<b>Campagna indagini 2015</b>		
SP		
SPC		
SPA		
SPMA		
SOC		
SSA		
CPTU		
CH		
PT		

**Campagna indagini pregresse**

NA2030007	Sondaggio geognostico (campagna 1998)
4363000	Sondaggio geognostico, numero di riferimento (campagna 2002)
4363000	CPTU, numero di riferimento (campagna 2002)
4363000	Pozzo con stratigrafia, numero di riferimento (Dati ex Aziende Industriali Municipalizzate (VI) per gentile concessione Centro Idrico Novoledo s.r.l.)

Asse di progetto	confine di Provincia	Confine Comunale
------------------	----------------------	------------------

**Classi dei terreni**

1	Riperto	3a	Area con prevalenza di sabbie limose/ con limo e limi sabbiosi/ con sabbia, a comportamento drenato, da soffici a mediamente addensati	4	Sabbie generalmente da debolmente limose a limose, da mediamente addensati a molto addensati
2	Limii argillosi e limi da compatte a molto compatte, generalmente sovracconsolidati	3b	Area con prevalenza di limi argillosi e argille limose, da tenere a mediamente compatte, generalmente NC o debolmente OC	6	Ghiaie, ghiaie con sabbie, con presenza locale di ciottoli, anche di grandi dimensioni (fino a 80/100mm)
		3bB	Area di alternanza, sia in verticale che planimetriche, di materiali 3a e 3b		

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>R110a Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2GER110A0001</p>	<p>A</p>

**ALLEGATO 2 - SONDAGGI**



Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52  
Relazione Geotecnica

Progetto  
IN17

Lotto  
12

Codifica  
EI2RBRI64A0001A

Foglio  
60 di 152

VICENZETTO		SCHEMA DI SONDAGGIO				COMMESSA 038cm14				
		SECONDO RACCOMANDAZIONI AGI (1977)				PAG. 1 DI 1				
Rev 0	Data	SPERIMENTATORE Dott. Geol. P. Pasqualetto			DIRETTORE Dott. Geol. T. Vicenzetto					
<b>COMMITTENTE</b> Consorzio Iricav Due										
<b>PROGETTO</b> Linea AV/AC VR-PD Sub tratta VR-VI 1° Sub lotto Verona - Montebello V.										
PERFORAZIONE N. S.47.Bis		DATA INIZIO 25/02/2015		ULTIMAZIONE 26/02/2015						
COORDINATE: Nord Est		QUOTA P.C. =								
RESPONSABILE Dott. P. Pasqualetto		OPERATORE Sig. Salvador		ATTREZZATURA Casagrande C.8						
Da m	0.00	A m	20.00	Profondità Finale m	20.00	PAG.	DI			
				PAG. 1 DI 1						
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	TIPO	CAMPIONI NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER Kg/cm <sup>2</sup>	TORVAE Kg/cm <sup>2</sup>	S.P.T. N H	
Terreno vegetale		0.20								
Argilla limosa marrone con clasti ghiaiosi arrotondati Ømax 2-3 cm		0.50								
Ghiaia medio grossa sabbiosa limosa, a tratti con limo. Clasti poligenici, subarrotondati, Ø max 4 cm					1	2.00 2.20			11 * 14 15	3.00 3.15 3.30 3.45
Argilla limosa marrone chiaro-nocciola passante a sabbiosa da 5.20 m		4.80			2	5.00 5.20	1.2 0.9 1.2 1.4	0.34 0.30 0.35 0.40	13 * 17 16	4.50 4.65 4.80 4.95
Sabbia medio fine limosa marrone chiaro nocciola		5.50								
Argilla limosa marrone chiaro nocciola		6.00							1 *	6.00
Sabbia medio fine limosa marrone chiaro nocciola		6.60							2 11	6.15 6.30 6.45
Argilla limosa grigia		7.00								
Argilla da limosa debolmente sabbiosa a limosa sabbiosa grigio chiaro					A	7.50 8.20		1.3 0.40		
Limo argilloso sabbioso marrone chiaro giallognolo		9.00					0.5 0.6 0.5	0.15	1 *	9.00
Sabbia da fine a grossa limosa giallognola		9.40			3	9.20 9.40 10.00			2 2	9.15 9.30 9.45
Ghiaia da medio grossa a grossa sabbiosa limosa con clasti subarrotondati-arrotondati, poligenici, con Ømax 4-5 cm		10.80			4	10.20			12 * 13 17	10.50 10.65 10.80 10.95
Argilla debolmente limosa grigia		14.90					1.3 1.4	0.65 0.65	8 *	13.50
Argilla debolmente limosa grigia					B	15.40 16.00			13 19	13.65 13.80 13.95
Ghiaia medio grossa sabbiosa limosa; Ømax 5 cm		17.00					1.4 1.9 2.2	0.65 0.8 > 1.0		
Argilla debolmente limosa grigia		17.60								
Ghiaia da medio grossa a grossa limosa sabbiosa, a tratti debolmente sabbiosa. Clasti Ømax 5 cm		18.40			6	18.00 18.20	1.2 2.0	0.65 0.9	15 * 9 18	18.00 18.15 18.30 18.45

VICENZETTO s.r.l. - 35040 VILLA ESTENSE (PD) - VIA MUNICIPIO n. 18 - TEL. 0429/91798 - FAX 0429/91200 - info@vicenzetto.it

Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI64A0001A	61 di 152

<input type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T. <input type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST <input type="checkbox"/> SPEZZIONE DI CAROTA <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO										RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE				NOTE	
PROVE IN FORO		Prova Lefranc		DIMENSIONE SPEZZIONI		PROVE		STRUMENTAZIONE		MATERIALE RIPOSTO IN N° 4 CASSETTE CATALOGATRICI					
MANOVRA DI CAROTTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZIONI			TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	Ritombamento foro		DATA			
				< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm				METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE		RIVESTIMENTO		
1-20	100											25/02/2015			
									Riempimento con inerti	CAROTTAGGIO CONTINUO A SECCO	CAROTTIERE SEMPLICE Ø 101 mm	TUBI Ø 127 mm	12.00		
													26/02/2015		
													20.00		



Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52  
Relazione Geotecnica

Progetto  
IN17

Lotto  
12

Codifica  
EI2RBRI64A0001A

Foglio  
62 di 152

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](http://www.socotec.it)

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



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

CANTIERE: Montebello Vicentino

PERFORAZIONE: BH-PE-66  
ESECUZIONE: 13-17/11/2020  
COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°:  
OPERATORE: EL HACHMI  
RESPONSABILE: FERRABOSCHI

PROFONDITA': 50,00 m  
RIVESTIMENTO: 48,00 m  
QUOTA: -

Indisturbato  
 Rimaneggiato  
 Ambientale

SPT  
PA: punta aperta  
PC: punta chiusa

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO UTENSILE	FALDA	DOWN-HOLE
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
	0.10		Terreno vegetale											
1	0.90		Limo argilloso debolmente ghiaioso, marrone scuro											
2			Sabbia limosa marrone con ghiaia eterogenea (da fine a grossolana)											
3	3.00													
4			Ghiaia eterogenea (da fine a grossolana) in matrice sabbioso limosa, marrone											
5	5.00													
6	5.80		Sabbia medio-fine limosa con ghiaia eterogenea (da fine a grossolana), marrone											
7	6.60		Limo sabbioso con ghiaia eterogenea (da fine a grossolana), marrone											
8	7.40		Ghiaia eterogenea (da fine a grossolana) in matrice sabbioso limosa, marrone											
9	8.60		Limo con argilla, grigio				100	60						
10	9.20		Sabbia medio-fine limosa, marrone											
11	10.00		Limo argilloso debolmente sabbioso, marrone				100	50						
12	10.70		Argilla limosa grigia (sporadica ghiaia medio-fine)				110	60						
13			Ghiaia eterogenea (da fine a grossolana) in matrice sabbioso limosa, marrone				120	70						
14	14.80													
15	15.40		Sabbia medio-fine limosa con ghiaia eterogenea (da fine a grossolana), marrone-grigiastro											
16			Ghiaia eterogenea (da fine a grossolana) in matrice sabbioso limosa, marrone											
17	17.70													
18	18.40		Sabbia medio-fine limosa con ghiaia eterogenea (da fine a grossolana), grigio-marrone											
19														
20														

Il Direttore Tecnico SOA:  
ing. Massimo De Iasi

SFXXX\_BH-PE-66 - pag 1 di 7

Il Responsabile Prove in Sito:  
dott. Massimo Romagnoli

Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52  
Relazione Geotecnica

Progetto  
IN17

Lotto  
12

Codifica  
EI2RBRI64A0001A

Foglio  
63 di 152

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality - 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](http://www.socotec.it)



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

**CANTIERE: Montebello Vicentino**

PERFORAZIONE: BH-PE-66

ESECUZIONE: 13-17/11/2020

COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°:

OPERATORE: EL HACHMI

RESPONSABILE: FERRABOSCHI

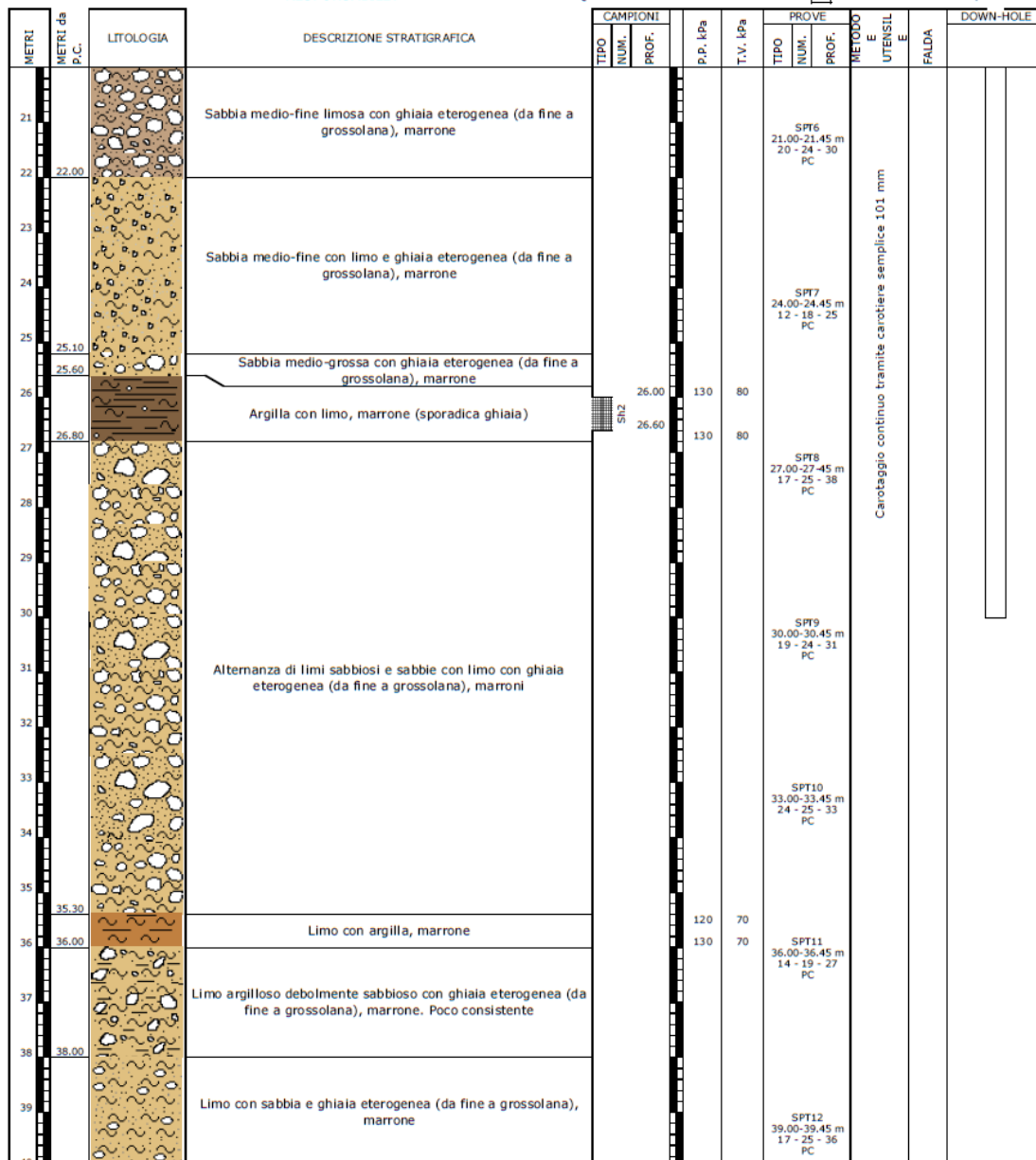
PROFONDITA': 50,00 m

RIVESTIMENTO: 48,00 m

QUOTA: -

Indisturbato  
 Rimaneggiato  
 Ambientale

SPT  
PA: punta aperta  
PC: punta chiusa



Il Direttore Tecnico SOA:  
ing. Massimo De Iasi

SFXXX\_BHPE-66 - pag 2 di 7

Il Responsabile Prove in Sito:  
dott. Massimo Romagnoli

Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52  
Relazione Geotecnica

Progetto  
IN17

Lotto  
12

Codifica  
EI2RBRI64A0001A

Foglio  
64 di 152

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](http://www.socotec.it)



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

**CANTIERE: Montebello Vicentino**

PERFORAZIONE: BH-PE-66

ESECUZIONE: 13-17/11/2020

COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°:

OPERATORE: EL HACHMI

RESPONSABILE: FERRABOSCHI

PROFONDITA': 50,00 m

RIVESTIMENTO: 48,00 m

QUOTA: -

Indisturbato  
 Rimaneggiato  
 Ambientale

SPT  
PA: punta aperta  
PC: punta chiusa

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. - kPa		T.V. - kPa		PROVE		
				TIPO	NUM.	PROF.	TIPO	NUM.	PROF.	METODO	UTENSIL	FALDA	
41			Limo con sabbia e ghiaia eterogenea (da fine a grossolana), marrone										
41.70						41.80							
42			Limo argilloso, marrone	SH3		42.40							
42.60													
43			Limo argilloso ghiaioso, marrone										
43.00													
44													
45													
46			Alternanza di limi sabbiosi e limi con sabbia medio-fina con ghiaia eterogenea (da fine a grossolana), grigio-marroni								SPT13 45,00-45,41 m 23 - 39 - R PC		
47													
48													
48.20							180	100					
49			Argilla limosa con sporadica ghiaia, marrone										
48.90							200	120					
50			Limo sabbioso con ghiaia eterogenea (da fine a grossolana), grigio-marrone										
50.00													
			FINE SONDAGGIO										
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													

Il Direttore Tecnico SOA:  
ing. Massimo De Iasi

SFXXX\_BHPE-66 - pag 3 di 7

Il Responsabile Prove in Sito:  
dott. Massimo Romagnoli



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 65 di 152</p>

**ALLEGATO 3 - SEZ. N° 1 - TABULATI DI SLIDE**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 66 di 152</p>


## Slide Analysis Information

### RI\_64A\_01

### Project Summary

File Name:	RI_64A_01.slmd
Slide Modeler Version:	9.012
Project Title:	SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created:	07/04/2021, 22:13:58

### Currently Open Scenarios



Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
Statica 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.348810	00h:00m:04.347s
		Spencer: 1.345030 Gle/morgenstem-price: 1.344560	
Sisimica kv+ 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.143400	00h:00m:03.614s
		Spencer: 1.145610 Gle/morgenstem-price: 1.145730	
Sismica kv- 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.126770	00h:00m:03.503s
		Spencer: 1.129260 Gle/morgenstem-price: 1.128590	

### General Settings

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

### Design Standard

 **Statica**



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 67 di 152</p>

Selected Type:	Eurocode 7 (User Defined)	
Name:	NTC2008 A2+M2+R2 Statica	
	<b>Type</b>	<b>Partial Factor</b>
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
Shear strength		1
Compressive strength		1
Bond strength		1
Seismic Coefficient		1

◆ **Sisimica kv+**

Selected Type:	Eurocode 7 (User Defined)	
Name:	NTC2008 A2+M2+R2 Sismica	
	<b>Type</b>	<b>Partial Factor</b>
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
Shear strength		1
Compressive strength		1
Bond strength		1
Seismic Coefficient		1

◆ **Sismica kv-**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 68 di 152</p>

Selected Type:	Eurocode 7 (User Defined)	
Name:	NTC2008 A2+M2+R2 Sismica	
	<b>Type</b>	<b>Partial Factor</b>
	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
	Shear strength	1
	Compressive strength	1
	Bond strength	1
	Seismic Coefficient	1

## Analysis Options



### All Open Scenarios

Slices Type:	Vertical
	<b>Analysis Methods Used</b>
	Bishop simplified
	GLE/Morgenstem-Price with interslice force function (Half Sine)
	Spencer
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

### All Open Scenarios

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 69 di 152</p>

## Random Numbers

### All Open Scenarios

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

## Surface Options

### All Open Scenarios

Surface Type:	Circular
Search Method:	Auto Refine Search
Divisions along slope:	20
Circles per division:	10
Number of iterations:	10
Divisions to use in next iteration:	50%
Composite Surfaces:	Disabled
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	3
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

## Seismic Loading

### ◆ Statica

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### ◆ Sisimica kv+



Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.083
Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.042

### ◆ Sismica kv-

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.083
Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.042

## Loading

### ◆ Statica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 70 di 152</p>

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Permanent
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable

◆ **Sisimica kv±**

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Dead
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 71 di 152</p>




**◆ Sismica kv-**

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Dead
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live

## Materials

---

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 72 di 152</p>

<b>U6</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	39
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
<b>Rilevato</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	20
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	40
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
<b>U2</b>	
Color	
Strength Type	Undrained
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Cohesion [kPa]	60
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated

### Materials In Use



Material	Statica	Sisimica kv+	Sisimica kv-
U6 	✓	✓	✓
Rilevato 	✓	✓	✓
U2 	✓	✓	✓

## Global Minimums

### ◆ Statica

Method: bishop simplified



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 73 di 152</p>

FS	1.348810
Center:	85.703, 62.561
Radius:	55.725
Left Slip Surface Endpoint:	51.378, 18.662
Right Slip Surface Endpoint:	74.082, 8.061
Resisting Moment:	33123.1 kN-m
Driving Moment:	24557.3 kN-m
Total Slice Area:	43.3753 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.7035 m
Surface Average Height:	1.91051 m

Method: spencer

FS	1.345030
Center:	85.703, 62.561
Radius:	55.725
Left Slip Surface Endpoint:	51.378, 18.662
Right Slip Surface Endpoint:	74.082, 8.061
Resisting Moment:	33030.1 kN-m
Driving Moment:	24557.3 kN-m
Resisting Horizontal Force:	526.727 kN
Driving Horizontal Force:	391.611 kN
Total Slice Area:	43.3753 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.7035 m
Surface Average Height:	1.91051 m



Method: gle/morgenstern-price

FS	1.344560
Center:	85.703, 62.561
Radius:	55.725
Left Slip Surface Endpoint:	51.378, 18.662
Right Slip Surface Endpoint:	74.082, 8.061
Resisting Moment:	33018.8 kN-m
Driving Moment:	24557.3 kN-m
Resisting Horizontal Force:	526.639 kN
Driving Horizontal Force:	391.68 kN
Total Slice Area:	43.3753 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.7035 m
Surface Average Height:	1.91051 m

◆ **Sisimica kv+**

Method: bishop simplified

FS	1.143400
Center:	76.120, 35.919
Radius:	27.858
Left Slip Surface Endpoint:	54.320, 18.574
Right Slip Surface Endpoint:	74.002, 8.141
Resisting Moment:	13491.5 kN-m
Driving Moment:	11799.4 kN-m
Total Slice Area:	39.3182 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	19.6816 m
Surface Average Height:	1.99771 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 74 di 152</p>

**Method: spencer**

FS	1.145610
Center:	76.120, 35.919
Radius:	27.858
Left Slip Surface Endpoint:	54.320, 18.574
Right Slip Surface Endpoint:	74.002, 8.141
Resisting Moment:	13517.5 kN-m
Driving Moment:	11799.4 kN-m
Resisting Horizontal Force:	428.442 kN
Driving Horizontal Force:	373.987 kN
Total Slice Area:	39.3182 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	19.6816 m
Surface Average Height:	1.99771 m

**Method: gle/morgenstern-price**



FS	1.145730
Center:	76.120, 35.919
Radius:	27.858
Left Slip Surface Endpoint:	54.320, 18.574
Right Slip Surface Endpoint:	74.002, 8.141
Resisting Moment:	13518.9 kN-m
Driving Moment:	11799.4 kN-m
Resisting Horizontal Force:	428.387 kN
Driving Horizontal Force:	373.899 kN
Total Slice Area:	39.3182 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	19.6816 m
Surface Average Height:	1.99771 m

◆ **Sismica kv-**

**Method: bishop simplified**

FS	1.126770
Center:	76.124, 35.926
Radius:	27.866
Left Slip Surface Endpoint:	54.320, 18.574
Right Slip Surface Endpoint:	74.001, 8.141
Resisting Moment:	12360.1 kN-m
Driving Moment:	10969.5 kN-m
Total Slice Area:	39.3044 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	19.6813 m
Surface Average Height:	1.99704 m

**Method: spencer**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 75 di 152</p>

FS		1.129260
Center:	76.124, 35.926	
Radius:	27.866	
Left Slip Surface Endpoint:	54.320, 18.574	
Right Slip Surface Endpoint:	74.001, 8.141	
Resisting Moment:	12387.4 kN-m	
Driving Moment:	10969.5 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	392.634 kN	
Driving Horizontal Force:	347.691 kN	
Total Slice Area:	39.3044 m2	
Surface Horizontal Width:	19.6813 m	
Surface Average Height:	1.99704 m	

Method: gle/morgenstern-price

FS		1.128590
Center:	76.124, 35.926	
Radius:	27.866	
Left Slip Surface Endpoint:	54.320, 18.574	
Right Slip Surface Endpoint:	74.001, 8.141	
Resisting Moment:	12380 kN-m	
Driving Moment:	10969.5 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	392.457 kN	
Driving Horizontal Force:	347.74 kN	
Total Slice Area:	39.3044 m2	
Surface Horizontal Width:	19.6813 m	
Surface Average Height:	1.99704 m	

## Global Minimum Support Data

### All Open Scenarios


No Supports Present

## Entity Information



### ◆ Statica

#### Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 76 di 152</p>




<p>External Boundary</p>	<p>6.44835e-06, -1.08468e-06 86.0156, -1.08468e-06 86.0156, 1.37 86.0156, 8 82.0902, 7.72246 79.3689, 7.72937 77.368, 9.0633 77.0823, 9.06045 76.0823, 8.06045 74.0823, 8.06045 73.0823, 9.06045 72.0823, 9.06045 66.4066, 12.8442 64.4066, 12.8442 56.3156, 18.2382 55.3156, 18.5443 53.7945, 18.5899 53.7497, 18.5913 52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163 48.9156, 18.7363 48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303 43.5592, 18.5756 42.5156, 18.5443 41.8156, 18.5443 38.5693, 16.4017 36.2238, 17.4145 33.4172, 17.4749 32.4664, 17.4954 30.8861, 17.5475 29.4861, 17.5936 28.0861, 17.6397 22.7942, 17.8139 21.3942, 17.86 21.0156, 17.8725 19.9942, 17.9061 18.1855, 17.9657 16.2873, 18.0282 0.84344, 7.92122 6.44835e-06, 7.36925 6.44835e-06, 1.37</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>38.5693, 16.4017 58.1321, 7.92122 61.7546, 7.63561 64.2403, 6.95012 65.7366, 7.71523 74.0965, 7.74275 79.3689, 7.72937</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>18.1855, 17.9657 18.1855, 15.8146 33.3814, 15.8146 33.4172, 17.4749</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 77 di 152</p>

Material Boundary	21.3942, 17.86 21.3942, 16.9189 22.7942, 16.9189 22.7942, 17.8139
Material Boundary	29.4861, 17.5936 29.4861, 16.9243 30.8861, 16.9243 30.8861, 17.5475
Material Boundary	43.5592, 18.5756 43.5592, 17.0973 53.7497, 17.0973 53.7497, 18.5913
Material Boundary	46.7826, 18.6723 46.7826, 17.6001 48.1826, 17.6001 48.1826, 18.7143
Material Boundary	50.9826, 18.6743 50.9826, 17.6791 52.3826, 17.6791 52.3826, 18.6323
Material Boundary	28.0861, 17.6397 28.0861, 16.9243 29.4861, 16.9243
Material Boundary	19.9942, 17.9061 19.9942, 16.9189 21.3942, 16.9189
Material Boundary	49.5826, 18.7163 49.5826, 17.6791 50.9826, 17.6791
Material Boundary	45.3826, 18.6303 45.3826, 17.6001 46.7826, 17.6001
Material Boundary	0.84344, 7.92122 58.1321, 7.92122
Material Boundary	6.44835e-06, 1.37 86.0156, 1.37

**Scenario-based Entities**



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 78 di 152

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	6.44835e-06, 7.05888 0.84344, 7.05888 58.1321, 7.05888 74.0965, 6.88042 79.3689, 6.86703 82.0902, 6.86012 86.0156, 7.13766	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	53.7497, 18.5913 52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163 48.9156, 18.7363 48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303 43.5592, 18.5756	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	22.7942, 17.8139 21.3942, 17.86 21.0156, 17.8725 19.9942, 17.9061	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	30.8861, 17.5475 29.4861, 17.5936 28.0861, 17.6397	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No



◆ **Sisimica kv+**

**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 79 di 152</p>



<p>External Boundary</p>	<p>6.44835e-06, -1.08468e-06 86.0156, -1.08468e-06 86.0156, 1.37 86.0156, 8 82.0902, 7.72246 79.3689, 7.72937 77.368, 9.0633 77.0823, 9.06045 76.0823, 8.06045 74.0823, 8.06045 73.0823, 9.06045 72.0823, 9.06045 66.4066, 12.8442 64.4066, 12.8442 56.3156, 18.2382 55.3156, 18.5443 53.7945, 18.5899 53.7497, 18.5913 52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163 48.9156, 18.7363 48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303 43.5592, 18.5756 42.5156, 18.5443 41.8156, 18.5443 38.5693, 16.4017 36.2238, 17.4145 33.4172, 17.4749 32.4664, 17.4954 30.8861, 17.5475 29.4861, 17.5936 28.0861, 17.6397 22.7942, 17.8139 21.3942, 17.86 21.0156, 17.8725 19.9942, 17.9061 18.1855, 17.9657 16.2873, 18.0282 0.84344, 7.92122 6.44835e-06, 7.36925 6.44835e-06, 1.37 6.44835e-06, 1.28985</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>38.5693, 16.4017 58.1321, 7.92122 61.7546, 7.63561 64.2403, 6.95012 65.7366, 7.71523 74.0965, 7.74275 79.3689, 7.72937</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>18.1855, 17.9657 18.1855, 15.8146 33.3814, 15.8146 33.4172, 17.4749</p>




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 80 di 152</p>

<p>Material Boundary</p>	<p>21.3942, 17.86 21.3942, 16.9189 22.7942, 16.9189 22.7942, 17.8139</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>29.4861, 17.5936 29.4861, 16.9243 30.8861, 16.9243 30.8861, 17.5475</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>43.5592, 18.5756 43.5592, 17.0973 53.7497, 17.0973 53.7497, 18.5913</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>46.7826, 18.6723 46.7826, 17.6001 48.1826, 17.6001 48.1826, 18.7143</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>50.9826, 18.6743 50.9826, 17.6791 52.3826, 17.6791 52.3826, 18.6323</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>28.0861, 17.6397 28.0861, 16.9243 29.4861, 16.9243</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>19.9942, 17.9061 19.9942, 16.9189 21.3942, 16.9189</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>49.5826, 18.7163 49.5826, 17.6791 50.9826, 17.6791</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>45.3826, 18.6303 45.3826, 17.6001 46.7826, 17.6001</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>0.84344, 7.92122 58.1321, 7.92122</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>6.44835e-06, 1.37 86.0156, 1.37</p>

**Scenario-based Entities**



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 81 di 152</p>

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	6.44835e-06, 5 86.0156, 5	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	53.7497, 18.5913 52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163 48.9156, 18.7363 48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303 43.5592, 18.5756	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	22.7942, 17.8139 21.3942, 17.86 21.0156, 17.8725 19.9942, 17.9061	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	30.8861, 17.5475 29.4861, 17.5936 28.0861, 17.6397	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No



◆ **Sismica kv-**

**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 82 di 152</p>




<p>External Boundary</p>	<p>6.44835e-06, -1.08468e-06 86.0156, -1.08468e-06 86.0156, 1.37 86.0156, 8 82.0902, 7.72246 79.3689, 7.72937 77.368, 9.0633 77.0823, 9.06045 76.0823, 8.06045 74.0823, 8.06045 73.0823, 9.06045 72.0823, 9.06045 66.4066, 12.8442 64.4066, 12.8442 56.3156, 18.2382 55.3156, 18.5443 53.7945, 18.5899 53.7497, 18.5913 52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163 48.9156, 18.7363 48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303 43.5592, 18.5756 42.5156, 18.5443 41.8156, 18.5443 38.5693, 16.4017 36.2238, 17.4145 33.4172, 17.4749 32.4664, 17.4954 30.8861, 17.5475 29.4861, 17.5936 28.0861, 17.6397 22.7942, 17.8139 21.3942, 17.86 21.0156, 17.8725 19.9942, 17.9061 18.1855, 17.9657 16.2873, 18.0282 0.84344, 7.92122 6.44835e-06, 7.36925 6.44835e-06, 1.70404 6.44835e-06, 1.37</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>38.5693, 16.4017 58.1321, 7.92122 61.7546, 7.63561 64.2403, 6.95012 65.7366, 7.71523 74.0965, 7.74275 79.3689, 7.72937</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>18.1855, 17.9657 18.1855, 15.8146 33.3814, 15.8146 33.4172, 17.4749</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 83 di 152</p>

<p>Material Boundary</p>	<p>21.3942, 17.86 21.3942, 16.9189 22.7942, 16.9189 22.7942, 17.8139</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>29.4861, 17.5936 29.4861, 16.9243 30.8861, 16.9243 30.8861, 17.5475</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>43.5592, 18.5756 43.5592, 17.0973 53.7497, 17.0973 53.7497, 18.5913</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>46.7826, 18.6723 46.7826, 17.6001 48.1826, 17.6001 48.1826, 18.7143</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>50.9826, 18.6743 50.9826, 17.6791 52.3826, 17.6791 52.3826, 18.6323</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>28.0861, 17.6397 28.0861, 16.9243 29.4861, 16.9243</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>19.9942, 17.9061 19.9942, 16.9189 21.3942, 16.9189</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>49.5826, 18.7163 49.5826, 17.6791 50.9826, 17.6791</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>45.3826, 18.6303 45.3826, 17.6001 46.7826, 17.6001</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>0.84344, 7.92122 58.1321, 7.92122</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>6.44835e-06, 1.37 86.0156, 1.37</p>

**Scenario-based Entities**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 84 di 152</p>

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	6.44835e-06, 5 86.0156, 5	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	53.7497, 18.5913 52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163 48.9156, 18.7363 48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303 43.5592, 18.5756	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	48.1826, 18.7143 46.7826, 18.6723 45.3826, 18.6303	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 12.3 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	52.3826, 18.6323 50.9826, 18.6743 49.5826, 18.7163	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 12.3 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	22.7942, 17.8139 21.3942, 17.86 21.0156, 17.8725 19.9942, 17.9061	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 12.3 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	30.8861, 17.5475 29.4861, 17.5936 28.0861, 17.6397	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 12.3 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 85 di 152</p>

**ALLEGATO 4 - SEZ. N° 5 - TABULATI DI SLIDE**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 86 di 152</p>

## Slide Analysis Information

### RI\_64A\_05

### Project Summary

File Name:	RI_64A_05.slmd
Slide Modeler Version:	9.012
Project Title:	SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created:	07/04/2021, 22:25:00

### Currently Open Scenarios



Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
Statica 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.344210 Spencer: 1.340340 Gle/morgenstern-price: 1.339900	00h:00m:04.89s
Sismica kv+ 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.146640 Spencer: 1.148920 Gle/morgenstern-price: 1.147950	00h:00m:03.322s
Sismica kv- 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.130150 Spencer: 1.132730 Gle/morgenstern-price: 1.130830	00h:00m:03.681s

### General Settings

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

### Design Standard

 Statica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 87 di 152</p>

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Statica

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
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica kv+**

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

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
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica kv-**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 88 di 152</p>

Selected Type:	Eurocode 7 (User Defined)	
Name:	NTC2008 A2+M2+R2 Sismica	
	<b>Type</b>	<b>Partial Factor</b>
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
Shear strength		1
Compressive strength		1
Bond strength		1
Seismic Coefficient		1

## Analysis Options

### All Open Scenarios



Slices Type:	Vertical
	<b>Analysis Methods Used</b>
	Bishop simplified
	GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
	Spencer
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check $m\alpha < 0.2$ :	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

## Groundwater Analysis

### All Open Scenarios

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 89 di 152</p>

## Random Numbers

### All Open Scenarios

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

## Surface Options

### All Open Scenarios

Surface Type:	Circular
Search Method:	Auto Refine Search
Divisions along slope:	20
Circles per division:	10
Number of iterations:	10
Divisions to use in next iteration:	50%
Composite Surfaces:	Disabled
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	3.5
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

## Seismic Loading

### ◆ Statica

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### ◆ Sismica kv+



Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.083
Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.042

### ◆ Sismica kv-

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.083
Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.042

## Loading

### ◆ Statica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 90 di 152</p>

&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Permanent
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	61.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Variable
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	61.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Variable
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	61.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Variable
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	61.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Variable
Load Action:	

◆ **Sismica kv+**

&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Dead
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 91 di 152</p>




◆ **Sismica kv-**

&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Dead
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	

## Materials

---

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 92 di 152</p>

<b>U6</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	39
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
<b>Rilevato</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	20
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	40
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
<b>U2</b>	
Color	
Strength Type	Undrained
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Cohesion [kPa]	60
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated



### Materials In Use

Material	Statica	Sismica kv+	Sismica kv-
U6 	✓	✓	✓
Rilevato 	✓	✓	✓
U2 	✓	✓	✓

## Global Minimums

### ◆ Statica

Method: bishop simplified

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 93 di 152</p>

FS	1.344210
Center:	84.683, 68.836
Radius:	57.941
Left Slip Surface Endpoint:	49.017, 23.172
Right Slip Surface Endpoint:	72.646, 12.158
Resisting Moment:	43862.9 kN-m
Driving Moment:	32631.1 kN-m
Total Slice Area:	52.8375 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	23.6285 m
Surface Average Height:	2.23617 m

Method: spencer

FS	1.340340
Center:	84.683, 68.836
Radius:	57.941
Left Slip Surface Endpoint:	49.017, 23.172
Right Slip Surface Endpoint:	72.646, 12.158
Resisting Moment:	43736.9 kN-m
Driving Moment:	32631.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:	669.866 kN
Driving Horizontal Force:	499.772 kN
Total Slice Area:	52.8375 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	23.6285 m
Surface Average Height:	2.23617 m



Method: gle/morgenstern-price

FS	1.339900
Center:	84.683, 68.836
Radius:	57.941
Left Slip Surface Endpoint:	49.017, 23.172
Right Slip Surface Endpoint:	72.646, 12.158
Resisting Moment:	43722.3 kN-m
Driving Moment:	32631.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:	669.755 kN
Driving Horizontal Force:	499.855 kN
Total Slice Area:	52.8375 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	23.6285 m
Surface Average Height:	2.23617 m

◆ **Sismica kv±**

Method: bishop simplified

FS	1.146640
Center:	74.442, 40.246
Radius:	28.111
Left Slip Surface Endpoint:	52.183, 23.078
Right Slip Surface Endpoint:	72.589, 12.196
Resisting Moment:	17106.6 kN-m
Driving Moment:	14918.9 kN-m
Total Slice Area:	49.2722 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.406 m
Surface Average Height:	2.41459 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 94 di 152</p>

**metoda: spencer**

FS	1.148920
Center:	74.442, 40.246
Radius:	28.111
Left Slip Surface Endpoint:	52.183, 23.078
Right Slip Surface Endpoint:	72.589, 12.196
Resisting Moment:	17140.6 kN-m
Driving Moment:	14918.9 kN-m
Resisting Horizontal Force:	538.207 kN
Driving Horizontal Force:	468.446 kN
Total Slice Area:	49.2722 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.406 m
Surface Average Height:	2.41459 m

**Method: gle/morgenstern-price**



FS	1.147950
Center:	74.442, 40.246
Radius:	28.111
Left Slip Surface Endpoint:	52.183, 23.078
Right Slip Surface Endpoint:	72.589, 12.196
Resisting Moment:	17126.2 kN-m
Driving Moment:	14918.9 kN-m
Resisting Horizontal Force:	537.885 kN
Driving Horizontal Force:	468.561 kN
Total Slice Area:	49.2722 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.406 m
Surface Average Height:	2.41459 m

◆ **Sismica kv-**

**Method: bishop simplified**

FS	1.130150
Center:	74.442, 40.246
Radius:	28.111
Left Slip Surface Endpoint:	52.183, 23.078
Right Slip Surface Endpoint:	72.589, 12.196
Resisting Moment:	15675.8 kN-m
Driving Moment:	13870.5 kN-m
Total Slice Area:	49.2722 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.406 m
Surface Average Height:	2.41459 m

**Method: spencer**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 95 di 152</p>

FS		1.132730
Center:	74.442, 40.246	
Radius:	28.111	
Left Slip Surface Endpoint:	52.183, 23.078	
Right Slip Surface Endpoint:	72.589, 12.196	
Resisting Moment:	15711.6 kN-m	
Driving Moment:	13870.5 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	493.491 kN	
Driving Horizontal Force:	435.663 kN	
Total Slice Area:	49.2722 m2	
Surface Horizontal Width:	20.406 m	
Surface Average Height:	2.41459 m	

Method: gle/morgenstern-price

FS		1.130830
Center:	74.442, 40.246	
Radius:	28.111	
Left Slip Surface Endpoint:	52.183, 23.078	
Right Slip Surface Endpoint:	72.589, 12.196	
Resisting Moment:	15685.2 kN-m	
Driving Moment:	13870.5 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	493.001 kN	
Driving Horizontal Force:	435.965 kN	
Total Slice Area:	49.2722 m2	
Surface Horizontal Width:	20.406 m	
Surface Average Height:	2.41459 m	

## Global Minimum Support Data

### All Open Scenarios



No Supports Present

## Entity Information

### ◆ Statica



#### Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 96 di 152</p>



<p>External Boundary</p>	<p>2.93008e-05, 22.823 2.93008e-05, 12.4318 2.93008e-05, 9.16545 2.93008e-05, 5.36 2.93008e-05, 4.45704 2.93008e-05, 2.37078 2.93008e-05, -1.75274e-05 84.5, -1.75274e-05 84.5, 2.37078 84.5, 5.36 84.5, 12.1012 75.1468, 12.1579 73.6503, 12.1544 72.6468, 12.1579 64.8911, 17.3283 62.8911, 17.3283 54.8001, 22.7223 53.8003, 23.0296 52.2638, 23.0754 50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005 47.4, 23.2204 46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054 41.745, 23.0508 41, 23.0284 40.3, 23.0184 31.7001, 17.3425 31.4097, 17.3898 23.2219, 22.8621 20.3902, 22.8501 19.1699, 22.8449 17.7699, 22.8389 16.3699, 22.833 14.5, 22.825 11.0757, 22.8245 9.67574, 22.8243 8.27574, 22.8241 7.03874, 22.824</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>31.7001, 17.3425 39.4333, 16.1323 46.9759, 12.2937 50.2884, 12.552 52.1497, 11.6091 52.3741, 11.7444 53.8598, 12.2543 56.3563, 12.215 72.6468, 12.1579</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>73.6503, 12.1544 74.1468, 11.6579 74.6468, 11.6579 75.138, 12.1492 75.1468, 12.1579</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>2.93008e-05, 12.4318 46.9759, 12.2937</p>






<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 97 di 152</p>

Material Boundary	41.745, 23.0508 41.745, 22.2097 52.2638, 22.2097 52.2638, 23.0754
Material Boundary	44.967, 23.1474 44.967, 22.413 46.367, 22.413 46.367, 23.1894
Material Boundary	49.467, 23.1588 49.467, 22.413 50.867, 22.413 50.867, 23.1171
Material Boundary	17.7699, 22.8389 17.7699, 21.9019 19.1699, 21.9019 19.1699, 22.8449
Material Boundary	9.67574, 22.8243 9.67574, 21.8865 11.0757, 21.8865 11.0757, 22.8245
Material Boundary	7.03874, 22.824 7.03874, 21.2313 20.3902, 21.2313 20.3902, 22.8501
Material Boundary	16.3699, 22.833 16.3699, 21.9019 17.7699, 21.9019
Material Boundary	8.27574, 22.8241 8.27574, 21.8865 9.67574, 21.8865
Material Boundary	48.067, 23.2005 48.067, 22.413 49.467, 22.413
Material Boundary	43.567, 23.1054 43.567, 22.413 44.967, 22.413
Material Boundary	2.93008e-05, 5.36 84.5, 5.36
Material Boundary	2.93008e-05, 2.37078 84.5, 2.37078

**Scenario-based Entities**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 98 di 152</p>

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	2.93008e-05, 11.387 46.9759, 11.249 72.6468, 11.1131 73.6503, 11.1096 75.1468, 11.1131 84.5, 11.0565	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	52.2638, 23.0754 50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005 47.4, 23.2204 46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054 41.745, 23.0508	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	11.0757, 22.8245 9.67574, 22.8243 8.27574, 22.8241	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	19.1699, 22.8449 17.7699, 22.8389 16.3699, 22.833	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No



◆ **Sismica kv+**

**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 99 di 152</p>




<p>External Boundary</p>	<p>2.93008e-05, 22.823 2.93008e-05, 12.4318 2.93008e-05, 5.36 2.93008e-05, 2.51168 2.93008e-05, 2.37078 2.93008e-05, -1.75274e-05 84.5, -1.75274e-05 84.5, 2.37078 84.5, 2.51168 84.5, 5.36 84.5, 12.1012 75.1468, 12.1579 73.6503, 12.1544 72.6468, 12.1579 64.8911, 17.3283 62.8911, 17.3283 54.8001, 22.7223 53.8003, 23.0296 52.2638, 23.0754 50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005 47.4, 23.2204 46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054 41.745, 23.0508 41, 23.0284 40.3, 23.0184 31.7001, 17.3425 31.4097, 17.3898 23.2219, 22.8621 20.3902, 22.8501 19.1699, 22.8449 17.7699, 22.8389 16.3699, 22.833 14.5, 22.825 11.0757, 22.8245 9.67574, 22.8243 8.27574, 22.8241 7.03874, 22.824</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>31.7001, 17.3425 39.4333, 16.1323 46.9759, 12.2937 50.2884, 12.552 52.1497, 11.6091 52.3741, 11.7444 53.8598, 12.2543 56.3563, 12.215 72.6468, 12.1579</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>73.6503, 12.1544 74.1468, 11.6579 74.6468, 11.6579 75.138, 12.1492 75.1468, 12.1579</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>2.93008e-05, 12.4318 46.9759, 12.2937</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 100 di 152</p>

Material Boundary	41.745, 23.0508 41.745, 22.2097 52.2638, 22.2097 52.2638, 23.0754
Material Boundary	44.967, 23.1474 44.967, 22.413 46.367, 22.413 46.367, 23.1894
Material Boundary	49.467, 23.1588 49.467, 22.413 50.867, 22.413 50.867, 23.1171
Material Boundary	17.7699, 22.8389 17.7699, 21.9019 19.1699, 21.9019 19.1699, 22.8449
Material Boundary	9.67574, 22.8243 9.67574, 21.8865 11.0757, 21.8865 11.0757, 22.8245
Material Boundary	7.03874, 22.824 7.03874, 21.2313 20.3902, 21.2313 20.3902, 22.8501
Material Boundary	16.3699, 22.833 16.3699, 21.9019 17.7699, 21.9019
Material Boundary	8.27574, 22.8241 8.27574, 21.8865 9.67574, 21.8865
Material Boundary	48.067, 23.2005 48.067, 22.413 49.467, 22.413
Material Boundary	43.567, 23.1054 43.567, 22.413 44.967, 22.413
Material Boundary	2.93008e-05, 5.36 84.5, 5.36
Material Boundary	2.93008e-05, 2.37078 84.5, 2.37078

**Scenario-based Entities**



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 101 di 152

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	2.93008e-05, 9.43178 84.5, 9.43178	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	52.2638, 23.0754 50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005 47.4, 23.2204 46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054 41.745, 23.0508	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	11.0757, 22.8245 9.67574, 22.8243 8.27574, 22.8241	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	19.1699, 22.8449 17.7699, 22.8389 16.3699, 22.833	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No



◆ **Sismica kv-**

**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 102 di 152</p>




<p>External Boundary</p>	<p>2.93008e-05, 22.823 2.93008e-05, 12.4318 2.93008e-05, 5.36 2.93008e-05, 2.51168 2.93008e-05, 2.37078 2.93008e-05, -1.75274e-05 84.5, -1.75274e-05 84.5, 2.37078 84.5, 2.51168 84.5, 5.36 84.5, 12.1012 75.1468, 12.1579 73.6503, 12.1544 72.6468, 12.1579 64.8911, 17.3283 62.8911, 17.3283 54.8001, 22.7223 53.8003, 23.0296 52.2638, 23.0754 50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005 47.4, 23.2204 46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054 41.745, 23.0508 41, 23.0284 40.3, 23.0184 31.7001, 17.3425 31.4097, 17.3898 23.2219, 22.8621 20.3902, 22.8501 19.1699, 22.8449 17.7699, 22.8389 16.3699, 22.833 14.5, 22.825 11.0757, 22.8245 9.67574, 22.8243 8.27574, 22.8241 7.03874, 22.824</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>31.7001, 17.3425 39.4333, 16.1323 46.9759, 12.2937 50.2884, 12.552 52.1497, 11.6091 52.3741, 11.7444 53.8598, 12.2543 56.3563, 12.215 72.6468, 12.1579</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>73.6503, 12.1544 74.1468, 11.6579 74.6468, 11.6579 75.138, 12.1492 75.1468, 12.1579</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>2.93008e-05, 12.4318 46.9759, 12.2937</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 103 di 152</p>



Material Boundary	41.745, 23.0508 41.745, 22.2097 52.2638, 22.2097 52.2638, 23.0754
Material Boundary	44.967, 23.1474 44.967, 22.413 46.367, 22.413 46.367, 23.1894
Material Boundary	49.467, 23.1588 49.467, 22.413 50.867, 22.413 50.867, 23.1171
Material Boundary	17.7699, 22.8389 17.7699, 21.9019 19.1699, 21.9019 19.1699, 22.8449
Material Boundary	9.67574, 22.8243 9.67574, 21.8865 11.0757, 21.8865 11.0757, 22.8245
Material Boundary	7.03874, 22.824 7.03874, 21.2313 20.3902, 21.2313 20.3902, 22.8501
Material Boundary	16.3699, 22.833 16.3699, 21.9019 17.7699, 21.9019
Material Boundary	8.27574, 22.8241 8.27574, 21.8865 9.67574, 21.8865
Material Boundary	48.067, 23.2005 48.067, 22.413 49.467, 22.413
Material Boundary	43.567, 23.1054 43.567, 22.413 44.967, 22.413
Material Boundary	2.93008e-05, 5.36 84.5, 5.36
Material Boundary	2.93008e-05, 2.37078 84.5, 2.37078

**Scenario-based Entities**



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 104 di 152</p>

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	2.93008e-05, 9.43178 84.5, 9.43178	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	52.2638, 23.0754 50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005 47.4, 23.2204 46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054 41.745, 23.0508	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	11.0757, 22.8245 9.67574, 22.8243 8.27574, 22.8241	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	19.1699, 22.8449 17.7699, 22.8389 16.3699, 22.833	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	46.367, 23.1894 44.967, 23.1474 43.567, 23.1054	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	50.867, 23.1171 49.467, 23.1588 48.067, 23.2005	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No





<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 105 di 152</p>

**ALLEGATO 5 - SEZ. N° 15 - TABULATI DI SLIDE**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 106 di 152</p>

**MATERIALE DA RILEVATO  $\phi' = 40^\circ$**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 107 di 152</p>

## Slide Analysis Information

### RI\_64A\_15

#### General Settings

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



#### Design Standard

##### ◆ Statica

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Statica

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
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

##### ◆ Sismica kv+

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 108 di 152</p>

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

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
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1



◆ **Sismica kv-**

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

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
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

## Analysis Options

### All Open Scenarios

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 109 di 152</p>

Slices Type:	Vertical
<b>Analysis Methods Used</b>	
	Bishop simplified
	GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
	Spencer
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

### All Open Scenarios

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



### All Open Scenarios

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

## Surface Options

### All Open Scenarios

Surface Type:	Circular
Search Method:	Auto Refine Search
Divisions along slope:	20
Circles per division:	10
Number of iterations:	10
Divisions to use in next iteration:	50%
Composite Surfaces:	Disabled
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	3.5
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 110 di 152</p>

## Seismic Loading

### ◆ Statica

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No

### ◆ Sismica kv+

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No  
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.083  
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.042

### ◆ Sismica kv-



Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No  
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.083  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.042

## Loading

### ◆ Statica

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Permanent
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable

### ◆ Sismica kv+

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 111 di 152</p>



&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Dead
Load Action:	&nbsp;
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	&nbsp;
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	&nbsp;


◆ **Sismica kv-**


&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Dead
Load Action:	&nbsp;
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	&nbsp;
&nbsp;	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Live
Load Action:	&nbsp;


## Materials

---

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 112 di 152</p>

<b>U6</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	39
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated

<b>Rilevato</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	20
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	40
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated

<b>U2</b>	
Color	
Strength Type	Undrained
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Cohesion [kPa]	60
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated

### Materials In Use



Material	Statica	Sismica kv+	Sismica kv-
U6 	✓	✓	✓
Rilevato 	✓	✓	✓
U2 	✓	✓	✓

## Global Minimums

### ◆ Statica

Method: bishop simplified



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 113 di 152</p>

FS	1.346400
Center:	69.059, 56.554
Radius:	40.108
Left Slip Surface Endpoint:	41.492, 27.422
Right Slip Surface Endpoint:	63.607, 16.818
Resisting Moment:	28220.3 kN-m
Driving Moment:	20959.7 kN-m
Total Slice Area:	52.483 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1153 m
Surface Average Height:	2.37316 m

Method: spencer

FS	1.346300
Center:	69.059, 56.554
Radius:	40.108
Left Slip Surface Endpoint:	41.492, 27.422
Right Slip Surface Endpoint:	63.607, 16.818
Resisting Moment:	28218.1 kN-m
Driving Moment:	20959.7 kN-m
Resisting Horizontal Force:	620.472 kN
Driving Horizontal Force:	460.872 kN
Total Slice Area:	52.483 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1153 m
Surface Average Height:	2.37316 m



Method: gle/morgenstern-price

FS	1.344970
Center:	69.033, 56.437
Radius:	39.996
Left Slip Surface Endpoint:	41.505, 27.421
Right Slip Surface Endpoint:	63.623, 16.808
Resisting Moment:	28124.9 kN-m
Driving Moment:	20911.2 kN-m
Resisting Horizontal Force:	620.413 kN
Driving Horizontal Force:	461.284 kN
Total Slice Area:	52.5689 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1178 m
Surface Average Height:	2.37677 m

◆ **Sismica kv±**

Method: bishop simplified

FS	1.154910
Center:	66.135, 46.541
Radius:	30.048
Left Slip Surface Endpoint:	42.992, 27.376
Right Slip Surface Endpoint:	63.979, 16.571
Resisting Moment:	19637.1 kN-m
Driving Moment:	17003.1 kN-m
Total Slice Area:	52.3763 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.9863 m
Surface Average Height:	2.49574 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 114 di 152</p>

**Method: spencer**

FS	1.157210
Center:	66.135, 46.541
Radius:	30.048
Left Slip Surface Endpoint:	42.992, 27.376
Right Slip Surface Endpoint:	63.979, 16.571
Resisting Moment:	19676.2 kN-m
Driving Moment:	17003.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:	579.209 kN
Driving Horizontal Force:	500.522 kN
Total Slice Area:	52.3763 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.9863 m
Surface Average Height:	2.49574 m

**Method: gle/morgenstern-price**



FS	1.155840
Center:	66.135, 46.541
Radius:	30.048
Left Slip Surface Endpoint:	42.992, 27.376
Right Slip Surface Endpoint:	63.979, 16.571
Resisting Moment:	19652.9 kN-m
Driving Moment:	17003.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:	578.788 kN
Driving Horizontal Force:	500.752 kN
Total Slice Area:	52.3763 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.9863 m
Surface Average Height:	2.49574 m

◆ **Sismica kv-**

**Method: bishop simplified**

FS	1.137850
Center:	66.074, 46.351
Radius:	29.850
Left Slip Surface Endpoint:	43.032, 27.375
Right Slip Surface Endpoint:	63.972, 16.575
Resisting Moment:	17832.5 kN-m
Driving Moment:	15672.1 kN-m
Total Slice Area:	52.2256 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.9403 m
Surface Average Height:	2.49403 m

**Method: spencer**

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 115 di 152

FS		1.140450
Center:		66.074, 46.351
Radius:		29.850
Left Slip Surface Endpoint:		43.032, 27.375
Right Slip Surface Endpoint:		63.972, 16.575
Resisting Moment:		17873.2 kN-m
Driving Moment:		15672.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:		529.617 kN
Driving Horizontal Force:		464.392 kN
Total Slice Area:		52.2256 m2
Surface Horizontal Width:		20.9403 m
Surface Average Height:		2.49403 m

**Method: gle/morgenstern-price**

FS		1.138180
Center:		66.074, 46.351
Radius:		29.850
Left Slip Surface Endpoint:		43.032, 27.375
Right Slip Surface Endpoint:		63.972, 16.575
Resisting Moment:		17837.6 kN-m
Driving Moment:		15672.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:		529.03 kN
Driving Horizontal Force:		464.804 kN
Total Slice Area:		52.2256 m2
Surface Horizontal Width:		20.9403 m
Surface Average Height:		2.49403 m

## Global Minimum Support Data

### All Open Scenarios



No Supports Present

## Entity Information



### ◆ Statica

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 116 di 152</p>

<p>External Boundary</p>	<p>-8.90439e-07, 17.3093 -8.90439e-07, 10.237 -8.90439e-07, 7.244 -8.90439e-07, -3.09909e-06 76.0347, -3.09909e-06 76.0347, 7.244 76.0347, 10.237 76.0347, 16.5259 66.5574, 16.5207 65.0554, 16.5198 64.056, 16.5193 56.4257, 21.6061 54.4257, 21.6061 46.3347, 27.0001 45.3347, 27.3062 43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375 32.6047, 27.401 32.1147, 27.3863 23.4447, 21.6063 21.4447, 21.6063 16.5032, 18.312 15.5032, 18.312 14.5032, 17.312 13.5032, 17.312 12.5032, 18.312 12.2175, 18.3149 9.21754, 18.3448 7.71225, 17.3413 7.17575, 17.3391</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>7.71225, 17.3413 11.9708, 17.3587 15.3701, 17.196 27.0347, 16.6473 47.0347, 16.5095 63.5153, 16.5191 64.056, 16.5193</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>65.0554, 16.5198 65.556, 16.0193 66.056, 16.0193 66.5574, 16.5207</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>33.5783, 27.3375 33.5783, 25.857 43.8136, 25.857 43.8136, 27.3519</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>36.8016, 27.4342 36.8016, 26.4972 38.2016, 26.4972 38.2016, 27.4762</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 117 di 152</p>

Material Boundary	41.0016, 27.4362 41.0016, 26.5432 42.4016, 26.5432 42.4016, 27.3942
Material Boundary	39.6016, 27.4782 39.6016, 26.5432 41.0016, 26.5432
Material Boundary	35.205, 27.3863 35.205, 26.4972 36.8016, 26.4972
Material Boundary	-8.90439e-07, 10.237 76.0347, 10.237
Material Boundary	-8.90439e-07, 7.244 76.0347, 7.244



**Scenario-based Entities**

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-8.90439e-07, 16.281 76.0347, 15.4976	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No



◆ **Sismica kv+**

**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 118 di 152</p>

<p>External Boundary</p>	<p>-8.90439e-07, 17.3093 -8.90439e-07, 11.3156 -8.90439e-07, 10.237 -8.90439e-07, 7.244 -8.90439e-07, 6.08513 -8.90439e-07, -3.09909e-06 76.0347, -3.09909e-06 76.0347, 7.244 76.0347, 10.237 76.0347, 16.5259 66.5574, 16.5207 65.0554, 16.5198 64.056, 16.5193 56.4257, 21.6061 54.4257, 21.6061 46.3347, 27.0001 45.3347, 27.3062 43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375 32.6047, 27.401 32.1147, 27.3863 23.4447, 21.6063 21.4447, 21.6063 16.5032, 18.312 15.5032, 18.312 14.5032, 17.312 13.5032, 17.312 12.5032, 18.312 12.2175, 18.3149 9.21754, 18.3448 7.71225, 17.3413 7.17575, 17.3391</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>7.71225, 17.3413 11.9708, 17.3587 15.3701, 17.196 27.0347, 16.6473 47.0347, 16.5095 63.5153, 16.5191 64.056, 16.5193</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>65.0554, 16.5198 65.556, 16.0193 66.056, 16.0193 66.5574, 16.5207</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>33.5783, 27.3375 33.5783, 25.857 43.8136, 25.857 43.8136, 27.3519</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>36.8016, 27.4342 36.8016, 26.4972 38.2016, 26.4972 38.2016, 27.4762</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 119 di 152</p>

Material Boundary	41.0016, 27.4362 41.0016, 26.5432 42.4016, 26.5432 42.4016, 27.3942
Material Boundary	39.6016, 27.4782 39.6016, 26.5432 41.0016, 26.5432
Material Boundary	35.205, 27.3863 35.205, 26.4972 36.8016, 26.4972
Material Boundary	-8.90439e-07, 10.237 76.0347, 10.237
Material Boundary	-8.90439e-07, 7.244 76.0347, 7.244



**Scenario-based Entities**

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-8.90439e-07, 14.3093 76.0347, 14.3093	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 12.3 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 12.3 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No

◆ **Sismica kv-**



**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 120 di 152</p>




<p>External Boundary</p>	<p>-8.90439e-07, 17.3093 -8.90439e-07, 11.3156 -8.90439e-07, 10.237 -8.90439e-07, 7.244 -8.90439e-07, 6.08513 -8.90439e-07, -3.09909e-06 76.0347, -3.09909e-06 76.0347, 7.244 76.0347, 10.237 76.0347, 16.5259 66.5574, 16.5207 65.0554, 16.5198 64.056, 16.5193 56.4257, 21.6061 54.4257, 21.6061 46.3347, 27.0001 45.3347, 27.3062 43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375 32.6047, 27.401 32.1147, 27.3863 23.4447, 21.6063 21.4447, 21.6063 16.5032, 18.312 15.5032, 18.312 14.5032, 17.312 13.5032, 17.312 12.5032, 18.312 12.2175, 18.3149 9.21754, 18.3448 7.71225, 17.3413 7.17575, 17.3391</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>7.71225, 17.3413 11.9708, 17.3587 15.3701, 17.196 27.0347, 16.6473 47.0347, 16.5095 63.5153, 16.5191 64.056, 16.5193</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>65.0554, 16.5198 65.556, 16.0193 66.056, 16.0193 66.5574, 16.5207</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>33.5783, 27.3375 33.5783, 25.857 43.8136, 25.857 43.8136, 27.3519</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>36.8016, 27.4342 36.8016, 26.4972 38.2016, 26.4972 38.2016, 27.4762</p>





<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 121 di 152</p>



Material Boundary	41.0016, 27.4362 41.0016, 26.5432 42.4016, 26.5432 42.4016, 27.3942
Material Boundary	39.6016, 27.4782 39.6016, 26.5432 41.0016, 26.5432
Material Boundary	35.205, 27.3863 35.205, 26.4972 36.8016, 26.4972
Material Boundary	-8.90439e-07, 10.237 76.0347, 10.237
Material Boundary	-8.90439e-07, 7.244 76.0347, 7.244

**Scenario-based Entities**

Type	Coordinates (x, y)	Master Scenario
Water Table	-8.90439e-07, 14.3093 76.0347, 14.3093	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 122 di 152</p>

**MATERIALE DA RILEVATO  $\phi' = 38^\circ$**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 123 di 152</p>

## Slide Analysis Information

### RI\_64A\_15\_phi38

#### Project Summary

File Name:	RI_64A_15_phi38.sld
Slide Modeler Version:	9.012
Project Title:	SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created:	07/04/2021, 22:31:30

#### Currently Open Scenarios



Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
Statica 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.254030 Spencer: 1.253920 Gle/morgenstern-price: 1.252300	00h:00m:03.839s
Sismica kv+ 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.075350 Spencer: 1.077530 Gle/morgenstern-price: 1.076560	00h:00m:03.648s
Sismica kv- 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.059520 Spencer: 1.061880 Gle/morgenstern-price: 1.059950	00h:00m:03.822s

#### General Settings

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

#### Design Standard

 **Statica**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 124 di 152</p>

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Statica



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
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica kv+**

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)  
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

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
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica kv-**

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 125 di 152

Selected Type:	Eurocode 7 (User Defined)	
Name:	NTC2008 A2+M2+R2 Sismica	
	<b>Type</b>	<b>Partial Factor</b>
	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
	Shear strength	1
	Compressive strength	1
	Bond strength	1
	Seismic Coefficient	1

## Analysis Options



### All Open Scenarios

Slices Type:	Vertical
	<b>Analysis Methods Used</b>
	Bishop simplified
	GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
	Spencer
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check $m_{\alpha} < 0.2$ :	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

## Groundwater Analysis

### All Open Scenarios

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 126 di 152</p>

## Random Numbers

### All Open Scenarios

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

## Surface Options

### All Open Scenarios

Surface Type:	Circular
Search Method:	Auto Refine Search
Divisions along slope:	20
Circles per division:	10
Number of iterations:	10
Divisions to use in next iteration:	50%
Composite Surfaces:	Disabled
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth [m]:	3.5
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

## Seismic Loading

### ◆ Statica

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### ◆ Sismica kv+



Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.083
Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.042

### ◆ Sismica kv-

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.083
Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.042

## Loading

### ◆ Statica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 127 di 152</p>



&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Permanent
Load Action:	
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	61.4
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Variable

◆ **Sismica kv+**




&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Dead
Load Action:	
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live

◆ **Sismica kv-**



&nbsp;	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Normal to boundary
Orientation:	Dead
Load Action:	
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live
&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Normal to boundary
Load Action:	Live

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 128 di 152</p>

## Materials

<b>U6</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	39
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
<b>Rilevato</b>	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	20
Saturated Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	38
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
<b>U2</b>	
Color	
Strength Type	Undrained
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19.5
Cohesion [kPa]	60
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated

### Materials In Use



Material	Statica	Sismica kv+	Sismica kv-
U6 	✓	✓	✓
Rilevato 	✓	✓	✓
U2 	✓	✓	✓

## Global Minimums

### ◆ Statica

Method: bishop simplified



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 129 di 152

FS	1.254030
Center:	69.115, 56.810
Radius:	40.351
Left Slip Surface Endpoint:	41.463, 27.422
Right Slip Surface Endpoint:	63.574, 16.840
Resisting Moment:	26421.7 kN-m
Driving Moment:	21069.4 kN-m
Total Slice Area:	52.3058 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1112 m
Surface Average Height:	2.36558 m

**Method: spencer**

FS	1.253920
Center:	69.115, 56.810
Radius:	40.351
Left Slip Surface Endpoint:	41.463, 27.422
Right Slip Surface Endpoint:	63.574, 16.840
Resisting Moment:	26419.4 kN-m
Driving Moment:	21069.4 kN-m
Resisting Horizontal Force:	577.356 kN
Driving Horizontal Force:	460.441 kN
Total Slice Area:	52.3058 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1112 m
Surface Average Height:	2.36558 m



**Method: gle/morgenstern-price**

FS	1.252300
Center:	69.060, 56.558
Radius:	40.111
Left Slip Surface Endpoint:	41.492, 27.422
Right Slip Surface Endpoint:	63.607, 16.819
Resisting Moment:	26247 kN-m
Driving Moment:	20959 kN-m
Resisting Horizontal Force:	577.352 kN
Driving Horizontal Force:	461.033 kN
Total Slice Area:	52.4761 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1147 m
Surface Average Height:	2.37291 m

◆ **Sismica kv+**

**Method: bishop simplified**

FS	1.075350
Center:	65.954, 45.973
Radius:	29.461
Left Slip Surface Endpoint:	43.108, 27.373
Right Slip Surface Endpoint:	63.965, 16.580
Resisting Moment:	17777.7 kN-m
Driving Moment:	16532 kN-m
Total Slice Area:	51.998 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	20.8574 m
Surface Average Height:	2.49302 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 130 di 152</p>

**Method: spencer**

FS	1.077530
Center:	65.954, 45.973
Radius:	29.461
Left Slip Surface Endpoint:	43.108, 27.373
Right Slip Surface Endpoint:	63.965, 16.580
Resisting Moment:	17813.7 kN-m
Driving Moment:	16532 kN-m
Resisting Horizontal Force:	534.704 kN
Driving Horizontal Force:	496.232 kN
Total Slice Area:	51.998 m2
Surface Horizontal Width:	20.8574 m
Surface Average Height:	2.49302 m

**Method: gle/morgenstern-price**



FS	1.076560
Center:	65.954, 45.973
Radius:	29.461
Left Slip Surface Endpoint:	43.108, 27.373
Right Slip Surface Endpoint:	63.965, 16.580
Resisting Moment:	17797.8 kN-m
Driving Moment:	16532 kN-m
Resisting Horizontal Force:	534.38 kN
Driving Horizontal Force:	496.376 kN
Total Slice Area:	51.998 m2
Surface Horizontal Width:	20.8574 m
Surface Average Height:	2.49302 m

◆ **Sismica kv-**

**Method: bishop simplified**

FS	1.059520
Center:	65.954, 45.973
Radius:	29.461
Left Slip Surface Endpoint:	43.108, 27.373
Right Slip Surface Endpoint:	63.965, 16.580
Resisting Moment:	16302.5 kN-m
Driving Moment:	15386.7 kN-m
Total Slice Area:	51.998 m2
Surface Horizontal Width:	20.8574 m
Surface Average Height:	2.49302 m

**Method: spencer**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 131 di 152</p>

FS	1.061880
Center:	68.639, 54.014
Radius:	37.762
Left Slip Surface Endpoint:	41.839, 27.411
Right Slip Surface Endpoint:	64.034, 16.534
Resisting Moment:	22327.1 kN-m
Driving Moment:	21026.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:	525.356 kN
Driving Horizontal Force:	494.743 kN
Total Slice Area:	54.4974 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1951 m
Surface Average Height:	2.45538 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.059950
Center:	68.639, 54.014
Radius:	37.762
Left Slip Surface Endpoint:	41.839, 27.411
Right Slip Surface Endpoint:	64.034, 16.534
Resisting Moment:	22286.6 kN-m
Driving Moment:	21026.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:	524.868 kN
Driving Horizontal Force:	495.182 kN
Total Slice Area:	54.4974 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	22.1951 m
Surface Average Height:	2.45538 m

## Global Minimum Support Data

### All Open Scenarios



o Supports Present

## Entity Information



### Statica

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 132 di 152</p>

<p>External Boundary</p>	<p>-8.90439e-07, 17.3093 -8.90439e-07, 10.237 -8.90439e-07, 7.244 -8.90439e-07, -3.09909e-06 76.0347, -3.09909e-06 76.0347, 7.244 76.0347, 10.237 76.0347, 16.5259 66.5574, 16.5207 65.0554, 16.5198 64.056, 16.5193 56.4257, 21.6061 54.4257, 21.6061 46.3347, 27.0001 45.3347, 27.3062 43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375 32.6047, 27.401 32.1147, 27.3863 23.4447, 21.6063 21.4447, 21.6063 16.5032, 18.312 15.5032, 18.312 14.5032, 17.312 13.5032, 17.312 12.5032, 18.312 12.2175, 18.3149 9.21754, 18.3448 7.71225, 17.3413 7.17575, 17.3391</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>7.71225, 17.3413 11.9708, 17.3587 15.3701, 17.196 27.0347, 16.6473 47.0347, 16.5095 63.5153, 16.5191 64.056, 16.5193</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>65.0554, 16.5198 65.556, 16.0193 66.056, 16.0193 66.5574, 16.5207</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>33.5783, 27.3375 33.5783, 25.857 43.8136, 25.857 43.8136, 27.3519</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>36.8016, 27.4342 36.8016, 26.4972 38.2016, 26.4972 38.2016, 27.4762</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 133 di 152</p>

Material Boundary	41.0016, 27.4362 41.0016, 26.5432 42.4016, 26.5432 42.4016, 27.3942
Material Boundary	39.6016, 27.4782 39.6016, 26.5432 41.0016, 26.5432
Material Boundary	35.205, 27.3863 35.205, 26.4972 36.8016, 26.4972
Material Boundary	-8.90439e-07, 10.237 76.0347, 10.237
Material Boundary	-8.90439e-07, 7.244 76.0347, 7.244



**Scenario-based Entities**

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-8.90439e-07, 16.281 76.0347, 15.4976	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 61.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782	Constant DistributionOrientation: Normal to boundary Magnitude: 61.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No



◆ **Sismica kv+**

**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 134 di 152</p>

<p>External Boundary</p>	<p>-8.90439e-07, 17.3093 -8.90439e-07, 11.3156 -8.90439e-07, 10.237 -8.90439e-07, 7.244 -8.90439e-07, 6.08513 -8.90439e-07, -3.09909e-06 76.0347, -3.09909e-06 76.0347, 7.244 76.0347, 10.237 76.0347, 16.5259 66.5574, 16.5207 65.0554, 16.5198 64.056, 16.5193 56.4257, 21.6061 54.4257, 21.6061 46.3347, 27.0001 45.3347, 27.3062 43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375 32.6047, 27.401 32.1147, 27.3863 23.4447, 21.6063 21.4447, 21.6063 16.5032, 18.312 15.5032, 18.312 14.5032, 17.312 13.5032, 17.312 12.5032, 18.312 12.2175, 18.3149 9.21754, 18.3448 7.71225, 17.3413 7.17575, 17.3391</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>7.71225, 17.3413 11.9708, 17.3587 15.3701, 17.196 27.0347, 16.6473 47.0347, 16.5095 63.5153, 16.5191 64.056, 16.5193</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>65.0554, 16.5198 65.556, 16.0193 66.056, 16.0193 66.5574, 16.5207</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>33.5783, 27.3375 33.5783, 25.857 43.8136, 25.857 43.8136, 27.3519</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>36.8016, 27.4342 36.8016, 26.4972 38.2016, 26.4972 38.2016, 27.4762</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 135 di 152</p>

Material Boundary	41.0016, 27.4362 41.0016, 26.5432 42.4016, 26.5432 42.4016, 27.3942
Material Boundary	39.6016, 27.4782 39.6016, 26.5432 41.0016, 26.5432
Material Boundary	35.205, 27.3863 35.205, 26.4972 36.8016, 26.4972
Material Boundary	-8.90439e-07, 10.237 76.0347, 10.237
Material Boundary	-8.90439e-07, 7.244 76.0347, 7.244



**Scenario-based Entities**

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-8.90439e-07, 14.3093 76.0347, 14.3093	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

◆ **Sismica kv-**



**Shared Entities**

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 136 di 152</p>




<p>External Boundary</p>	<p>-8.90439e-07, 17.3093 -8.90439e-07, 11.3156 -8.90439e-07, 10.237 -8.90439e-07, 7.244 -8.90439e-07, 6.08513 -8.90439e-07, -3.09909e-06 76.0347, -3.09909e-06 76.0347, 7.244 76.0347, 10.237 76.0347, 16.5259 66.5574, 16.5207 65.0554, 16.5198 64.056, 16.5193 56.4257, 21.6061 54.4257, 21.6061 46.3347, 27.0001 45.3347, 27.3062 43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375 32.6047, 27.401 32.1147, 27.3863 23.4447, 21.6063 21.4447, 21.6063 16.5032, 18.312 15.5032, 18.312 14.5032, 17.312 13.5032, 17.312 12.5032, 18.312 12.2175, 18.3149 9.21754, 18.3448 7.71225, 17.3413 7.17575, 17.3391</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>7.71225, 17.3413 11.9708, 17.3587 15.3701, 17.196 27.0347, 16.6473 47.0347, 16.5095 63.5153, 16.5191 64.056, 16.5193</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>65.0554, 16.5198 65.556, 16.0193 66.056, 16.0193 66.5574, 16.5207</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>33.5783, 27.3375 33.5783, 25.857 43.8136, 25.857 43.8136, 27.3519</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>36.8016, 27.4342 36.8016, 26.4972 38.2016, 26.4972 38.2016, 27.4762</p>





<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 137 di 152</p>



Material Boundary	41.0016, 27.4362 41.0016, 26.5432 42.4016, 26.5432 42.4016, 27.3942
Material Boundary	39.6016, 27.4782 39.6016, 26.5432 41.0016, 26.5432
Material Boundary	35.205, 27.3863 35.205, 26.4972 36.8016, 26.4972
Material Boundary	-8.90439e-07, 10.237 76.0347, 10.237
Material Boundary	-8.90439e-07, 7.244 76.0347, 7.244

**Scenario-based Entities**

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-8.90439e-07, 14.3093 76.0347, 14.3093	Assigned to:  U6  Rilevato  U2
Distributed Load	43.8136, 27.3519 42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782 38.9347, 27.4982 38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863 33.5783, 27.3375	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	38.2016, 27.4762 36.8016, 27.4342 35.205, 27.3863	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	42.4016, 27.3942 41.0016, 27.4362 39.6016, 27.4782	Constant DistributionOrientation: Normal to boundaryMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 138 di 152</p>

**ALLEGATO 6 - SEZ. N° 5 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 139 di 152

## Settle3 Analysis Information

### RI64\_5

#### Project Settings

Document Name	RI64_5.s3z
Date Created	09/04/2021, 18:07:50
Stress Computation Method	Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus	0.9
Use average properties to calculate layered stresses	
Improve consolidation accuracy	
Ignore negative effective stresses in settlement calculations	



#### Stage Settings

Stage #	Name
1	Rilevato esistente
2	Nuovo rilevato
3	Posa ballast

#### Results (relative to Stage: Rilevato esistente)



Time taken to compute: 11.1061 seconds

**Stage: Rilevato esistente**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 140 di 152</p>



Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	0
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	0
Loading Stress ZZ [kPa]	0	0
Loading Stress XX [kPa]	0	0
Loading Stress YY [kPa]	0	0
Effective Stress ZZ [kPa]	0	0
Effective Stress XX [kPa]	0	0
Effective Stress YY [kPa]	0	0
Total Stress ZZ [kPa]	0	0
Total Stress XX [kPa]	0	0
Total Stress YY [kPa]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	0	0
Pore Water Pressure [kPa]	0	0
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	0	0
Over-consolidation Ratio	0	0
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	0

**Stage: Nuovo rilevato**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 141 di 152</p>

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	128.245
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	128.245
Loading Stress ZZ [kPa]	-0.0757142	208.014
Loading Stress XX [kPa]	-74.2565	352.367
Loading Stress YY [kPa]	-94.1171	293.75
Effective Stress ZZ [kPa]	-0.0757142	208.014
Effective Stress XX [kPa]	-74.2565	352.367
Effective Stress YY [kPa]	-94.1171	293.75
Total Stress ZZ [kPa]	-0.0757142	208.014
Total Stress XX [kPa]	-74.2565	352.367
Total Stress YY [kPa]	-94.1171	293.75
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	-3.43728e-06	0.018532
Pore Water Pressure [kPa]	0	0
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	0	208
Over-consolidation Ratio	-1.71235e-05	0.00062271
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	-9.69448e-05	4.22698

**Stage: Posa ballast**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 142 di 152</p>



Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	131.426
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	131.426
Loading Stress ZZ [kPa]	-6.72079e-07	215.604
Loading Stress XX [kPa]	-73.8068	353.008
Loading Stress YY [kPa]	-93.5606	294.307
Effective Stress ZZ [kPa]	-6.72079e-07	215.604
Effective Stress XX [kPa]	-73.8068	353.008
Effective Stress YY [kPa]	-93.5606	294.307
Total Stress ZZ [kPa]	-6.72079e-07	215.604
Total Stress XX [kPa]	-73.8068	353.008
Total Stress YY [kPa]	-93.5606	294.307
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	68.3486
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	68.3486
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	3.69475e-09	0.0189953
Pore Water Pressure [kPa]	0	0
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	7.57269e-05	215.575
Over-consolidation Ratio	-1.71235e-05	0
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	4.29533

## Loads

### **1. Rectangular Load: "Rectangular Load 1"**

Length	50 m
Width	10 m
Rotation angle	90 degrees
Load Type	Flexible
Area of Load	500 m2
Load	14.4 kPa
Depth	-10.4 m
Installation Stage	Posa ballast

### **Coordinates**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 143 di 152</p>

X [m]	Y [m]
64.9	-3.55271e-15
64.9	50
54.9	50
54.9	-3.55271e-15

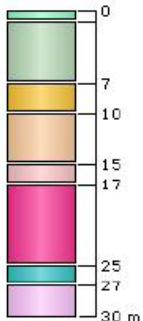
## Embankments

### 1. Embankment: "Rilevato esistente"









Label	Rilevato esistente	
Center Line	(0, 0) to (0, 50)	
Near End Angle	90 degrees	
Far End Angle	90 degrees	
Number of Zones	2	
Number of Sections	2	
Zone	Name	Unit Weight (kN/m3)
1	New Zone	20
2	New Zone 2	20

## Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Bonifica	1	0
2	Ghiaia U6 superficiale	6	1
3	Limo argilloso U2 superficiale	3	7
4	Ghiaia U6 media	5	10
5	Limo argilloso U2 medio	2	15
6	Ghiaia U6 profonda	8	17
7	Limo argillodo U2 profondo	2	25
8	Ghiaia U6 profonda >27m	3	27



## Soil Properties

Property	Ghiaia U6 superficiale	Ghiaia U6 media	Limo argilloso U2 superficiale	Limo argilloso U2 medio
Color				
Unit Weight [kN/m3]	19.5	19.5	18.5	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19.5	19.5	18.5	18.5
K0	1	1	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	60000	80000	10000	15000
Esur [kPa]	60000	80000	10000	15000
Undrained Su A [kN/m2]	0	0	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8	0.8	0.8
Piezo Line ID	1	1	1	1
Property	Bonifica	Ghiaia U6 profonda	Limo argilloso U2 profondo	Ghiaia U6 profonda >27m
Color				
Unit Weight [kN/m3]	18	19.5	18.5	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18	19.5	18.5	19.5
K0	1	1	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	20000	120000	25000	150000
Esur [kPa]	20000	120000	25000	150000
Undrained Su A [kN/m2]	0	0	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8	0.8	0.8
Piezo Line ID	1	1	1	1

## Groundwater

Groundwater method  
Water Unit Weight



Piezometric Lines  
9.81 kN/m3

### Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	1 m

## Query Lines



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 145 di 152</p>



Line #	Query Line Name	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	Query Line 1	-41.95, 25	125.85, 25	200	Auto: 69

## Field Point Grid



Number of points	524
Expansion Factor	2

### Grid Coordinates

X [m]	Y [m]
125.85	91.95
125.85	-41.95
-41.95	-41.95
-41.95	91.95

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 146 di 152</p>

**ALLEGATO 7 - SEZ. N° 15 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 147 di 152</p>

## Settle3 Analysis Information

### RI64\_15

#### Project Settings

Document Name	RI64_15.s3z
Date Created	08/04/2021, 15:04:36
Stress Computation Method	Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus	0.9
Use average properties to calculate layered stresses	
Improve consolidation accuracy	
Ignore negative effective stresses in settlement calculations	



#### Stage Settings

Stage #	Name
1	Nuova linea
2	Ballast

#### Results



Time taken to compute: 0 seconds

**Stage: Nuova linea**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 148 di 152</p>

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	133.579
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	133.579
Loading Stress ZZ [kPa]	0.000390014	209.815
Loading Stress XX [kPa]	-63.7407	159.067
Loading Stress YY [kPa]	-79.8779	317.328
Effective Stress ZZ [kPa]	0.000390014	387.72
Effective Stress XX [kPa]	-18.8074	410.487
Effective Stress YY [kPa]	-49.5684	601.036
Total Stress ZZ [kPa]	0.000390014	672.21
Total Stress XX [kPa]	-18.8074	694.977
Total Stress YY [kPa]	-49.5684	885.526
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	1.21412e-08	0.0185589
Pore Water Pressure [kPa]	0	284.49
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.900402	386.728
Over-consolidation Ratio	1	1
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	4.56297

**Stage: Ballast**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 149 di 152</p>



Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	136.852
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	136.852
Loading Stress ZZ [kPa]	0.000390014	217.394
Loading Stress XX [kPa]	-63.7123	159.632
Loading Stress YY [kPa]	-79.4205	317.038
Effective Stress ZZ [kPa]	0.000390014	389.428
Effective Stress XX [kPa]	-18.4274	410.47
Effective Stress YY [kPa]	-49.032	600.762
Total Stress ZZ [kPa]	0.000390014	673.918
Total Stress XX [kPa]	-18.4274	694.96
Total Stress YY [kPa]	-49.032	885.252
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	56.1953
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	56.1953
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	1.64331e-08	0.0190331
Pore Water Pressure [kPa]	0	284.49
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.9005	388.445
Over-consolidation Ratio	1	1
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	4.63677

## Loads

### 1. Rectangular Load: "Rectangular Load 1"

Length	55 m
Width	10.2 m
Rotation angle	90 degrees
Load Type	Flexible
Area of Load	561 m2
Load	14.4 kPa
Depth	-10.7 m
Installation Stage	Ballast

### Coordinates

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 150 di 152</p>

X [m]	Y [m]
12.779	3.55206
12.779	58.5521
2.579	58.5521
2.579	3.55206

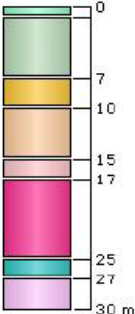
## Embankments



### 1. Embankment: "Embankment Load 1"

Label	Embankment Load 1						
Center Line	(7.679, 1.484) to (7.679, 60.483)						
Near End Angle	90 degrees						
Far End Angle	90 degrees						
Number of Layers	2						
Base Width	50						
Layer	Stage	Left Bench Width (m)	Left Angle (deg)	Height (m)	Unit Weight (kN/m3)	Right Angle (deg)	Right Bench Width (m)
1	Nuova linea	0	34	5	20	34	0
2	Nuova linea	2	34	5.7	20	34	2









## Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Bonifica	1	0
2	Ghiaia U6 superficiale	6	1
3	Limo argilloso U2 superficiale	3	7
4	Ghiaia U6 media	5	10
5	Limo argilloso U2 medio	2	15
6	Ghiaia U6 profonda	8	17
7	Limo argilloso U2 profondo	2	25
8	Ghiaia U6 profonda >27m	3	27



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI64A0001A</p>	<p>Foglio 151 di 152</p>

## Soil Properties

Property	Ghiaia U6 superficiale	Ghiaia U6 media	Limo argilloso U2 superficiale	Limo argilloso U2 medio
Color				
Unit Weight [kN/m3]	19.5	19.5	18.5	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19.5	19.5	18.5	18.5
K0	1	1	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	60000	80000	10000	15000
Esur [kPa]	60000	80000	10000	15000
Undrained Su A [kN/m2]	0	0	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8	0.8	0.8
Piezo Line ID	1	1	1	1
Property	Bonifica	Ghiaia U6 profonda	Limo argilloso U2 profondo	Ghiaia U6 profonda >27m
Color				
Unit Weight [kN/m3]	18	19.5	18.5	19.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18	19.5	18.5	19.5
K0	1	1	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	20000	120000	25000	150000
Esur [kPa]	20000	120000	25000	150000
Undrained Su A [kN/m2]	0	0	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8	0.8	0.8
Piezo Line ID	1	1	1	1



## Groundwater

Groundwater method	Piezometric Lines
Water Unit Weight	9.81 kN/m3

### Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	1 m

## Query Lines

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Rilevato ferroviario Linea AV da pk 32+825,00 a pk 33+163,52 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI64A0001A	Foglio 152 di 152

Line #	Query Line Name	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	Query Line 1	-37.321, 31.0521	52.679, 31.0521	200	Auto: 69

## Field Point Grid

Number of points	419
Expansion Factor	3

## Grid Coordinates

X [m]	Y [m]
91.678	119.482
91.678	-57.515
-76.32	-57.515
-76.32	119.482