

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 dal Km 23+549,15 al km 23+978,00
GENERALE
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due			
 Ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 Data:	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	3	7	0	0	0	0	1	A	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Ottobre 2021

Progettazione:

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

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RBRI3700001A_01
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 2 di 105</p>

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Documentazione di progetto	5
2.2	Normativa e standard di riferimento	5
2.3	Bibliografia	6
3	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	7
3.1	Geometria del rilevato	7
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
4.1	Indagini disponibili	8
4.2	Inquadramento stratigrafico	9
4.3	Condizioni geotecniche del sito	11
4.4	Sintesi del modello geotecnico di riferimento	24
4.4.1	Materiale da rilevato	24
4.4.2	Falda	24
5	CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	25
5.1	Sollecitazione sismica di progetto	25
5.1.1	Vita Nominale	25
5.1.2	Classe d'uso	25
5.1.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	26
5.1.4	Categorie di Sottosuolo	26
5.1.5	Condizioni topografiche	26
5.1.6	Accelerazione sismica di riferimento	27
5.2	Suscettibilità alla liquefazione	27
5.2.1	CRR da correlazione su prove CPT	29
5.2.2	CRR da correlazione su prove SPT	31
5.3	Risultati delle verifiche a liquefazione	34
6	VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO	41
6.1	Criteri di verifica agli Stati Limite	41
6.1.1	Stati limite ultimi (SLU)	41
6.1.2	Stati limite di esercizio (SLE)	43
6.1.3	Verifiche in condizioni sismiche	43
6.2	Azioni di progetto	44
6.2.1	Azioni permanenti	44
6.2.2	Azioni variabili	44

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 3 di 105

6.2.3	Azione sismica.....	44
6.3	Verifiche e risultati SLU	45
6.3.1	Premessa	45
6.3.2	Verifiche SLU in condizione statiche.....	45
6.3.3	Verifiche SLU in condizioni sismiche.....	47
6.4	Verifica e risultati SLE	49
7	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	55
Allegati		56
ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO		57
ALLEGATO 2 - SONDAGGI.....		59
ALLEGATO 3 - SEZ. N° 22 - TABULATI DI SLIDE		81
ALLEGATO 4 - SEZ. N° 22 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE.....		97
ALLEGATO 5 - versione dei software utilizzati.....		105

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 4 di 105

1 INTRODUZIONE



Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica del rilevato RI37, previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova. Tale rilevato si estende tra il km 23+549,15 e il km 23+978,00.

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 (capitolo 5);
- verifiche geotecniche dei rilevati (capitolo 6);
- conclusioni e raccomandazioni (capitolo 7).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 5 di 105</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] IN1710EI2LZGE0000017A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico tav.6 di 11
- [4] IN1710EI2RHGE0000006A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [5] IN1710EI2P5GE0000001A-11A Planimetrie con classificazione sismica del territorio
- [6] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [7] IN1710EI2RHGE0000008A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 2/2 (da 21+990 a 44+250)
- [8] IN1710EI2PRGE0000002A Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [9] IN1710EI2PRGE0000004A Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)
- [10] IN1710EI2PRGE0000007A-8A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [11] IN1710EI2PRGE00000011A-12A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)
- [12] IN1710EI2IGGE0000002A Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [13] IN1710EI2IGGE0000004A Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)

2.2 Normativa e standard di riferimento

- [14] 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
- [15] 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
- [16] UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [17] UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- [18] RFI DTC SI PS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 2, Ponti e strutture
- [19] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 3, Corpo



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 6 di 105</p>

stradale

- [20] 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
- [21] RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- [22] 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
- [23] RFI TCAR ST AR 01 001 D Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h
- [24] 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

- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1982), “Ground motions and soil liquefaction during earthquakes”, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA.
- [31] 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.
- [32] Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, L.W.D., Harder, L.F. Jr., Hynes, M.H., Ishihara, K., Koester, J.P., Liao, S.S.C., Marcuson, W.F. III, Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R.B. and Stokoe, K.H. II (2001), “Liquefaction Resistance of Soil: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils”, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol. 127, n° 10, pp.817-833.
- [33] Rocscience (2017), Slide ver 9.012, dic. 2020
- [34] Rocscience (2009), Settle 3D ver 2.011

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 7 di 105</p>

3 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Il rilevato ferroviario in esame è quello relativo alla Linea AV. Ha inizio alla pk 23+549,15 e si estende fino alla pk 23+978,00, per una lunghezza totale di 428,85 m.

3.1 Geometria del rilevato

Il rilevato, lungo 428,85 m, presenta nel suo sviluppo altezze variabili da circa 2,50 m a circa 3,50 m rispetto al piano campagna. Nei punti ove necessario, si raccorda al terreno naturale con una scarpata con pendenza 2/3 (V:H).

Di seguito si riporta la sezione n. 22 alla pk 23+978 che risulta rappresentativa per conformazione geometrica del rilevato.

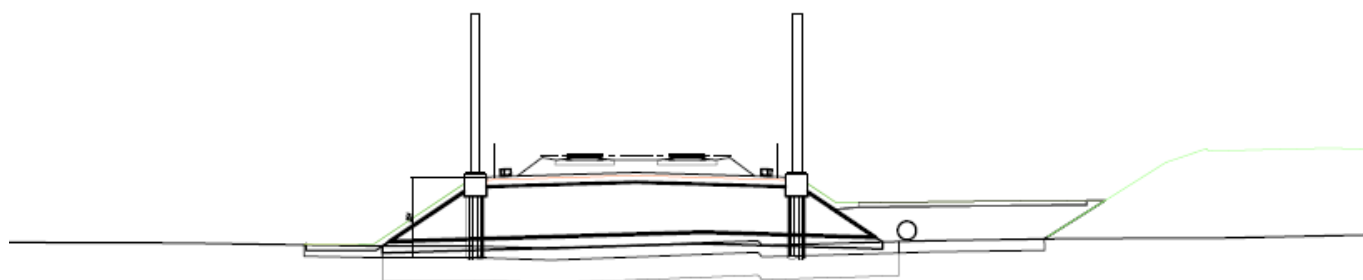




Figura 1 – Sezione di riferimento n.22 RI37 alla pk 23+978 estratta da sezioni PE (Doc Rif.[1]).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 8 di 105

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 Indagini disponibili

L'ubicazione delle indagini disponibili, in prossimità dell'opera esaminata, è illustrata nella Figura 2, estratta dalla Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico (Doc. Rif. [3]). Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni di sintesi delle indagini (Doc. Rif. [12] - Doc. Rif [13]).



Il risultato delle indagini è riportato in ALLEGATO 2 - .

Le indagini disponibili lungo la tratta in cui ricade il rilevato in oggetto (dalla pk 23+549,15 alla pk 23+978,00) e nelle immediate vicinanze sono elencate in Tabella 1. Nel seguente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica, ottenuta basandosi sui risultati delle indagini eseguite nella tratta 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 23+549,15 a pk 23+978,00

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
23+498	BH-DH-PE-47	2020-2021
23+532	MASW-PE-10	2020-2021
23+590	CPTU34V	2015
23+670	BH19V	2015
23+670	CPTU35V e CPTU35Vbis	2015
23+974	CPTU-PE-26	2020-2021
24+000	BH-PE-48	2020-2021

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 9 di 105</p>

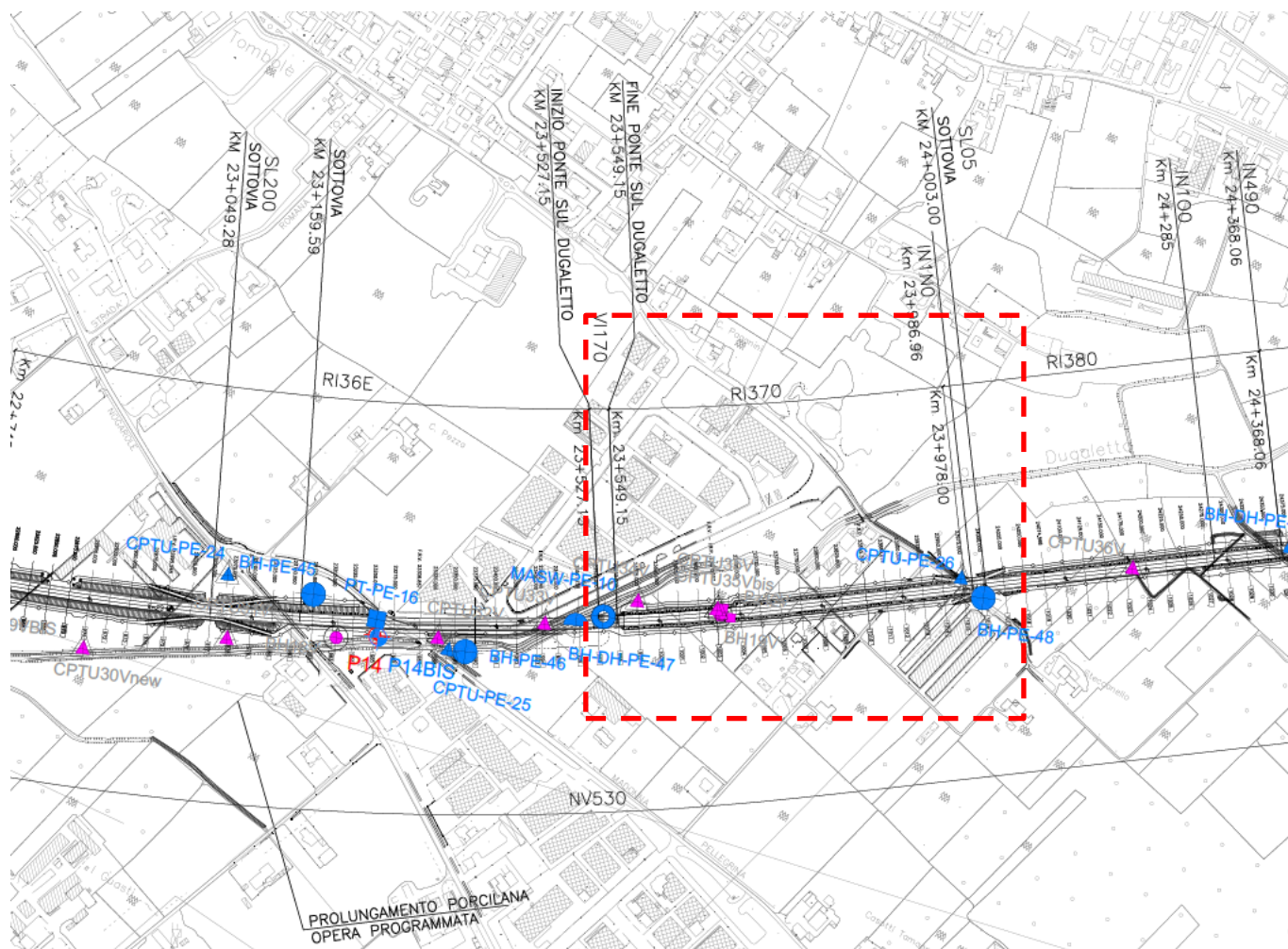




Figura 2 - Planimetria Rilevato RI37, estratto dalla Planimetria Generale (Doc. Rif[3])

4.2 Inquadramento stratigrafico

Dal punto di vista stratigrafico, l'area del rilevato è interessata dalla presenza di strato superficiale di sabbie limose (Unità 4) fino alla profondità di circa 4 m da p.c., seguito, da uno strato di depositi teneri di natura limoso argillosa (Unità 3b) dello spessore di circa quattro metri. Al di sotto e fino alle massime profondità indagate vi è uno strato di sabbie (Unità 4). Questa unità risulta interrotta da un livello limoso-argilloso (Unità 3b) presente a circa 19 m da p.c. e da un livello argilloso (Unità 2) presente a circa 35 m da p.c., entrambi di spessore medio pari a circa 3 metri.

Per una trattazione di dettaglio delle unità sopra citate si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale del tratto in esame (Doc. Rif. [2]). Nella Figura 3 si riporta il profilo geotecnico specifico per il rilevato RI37, estratto dalla Planimetria e Profilo Geotecnico (Doc. Rif. [3]).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 10 di 105</p>

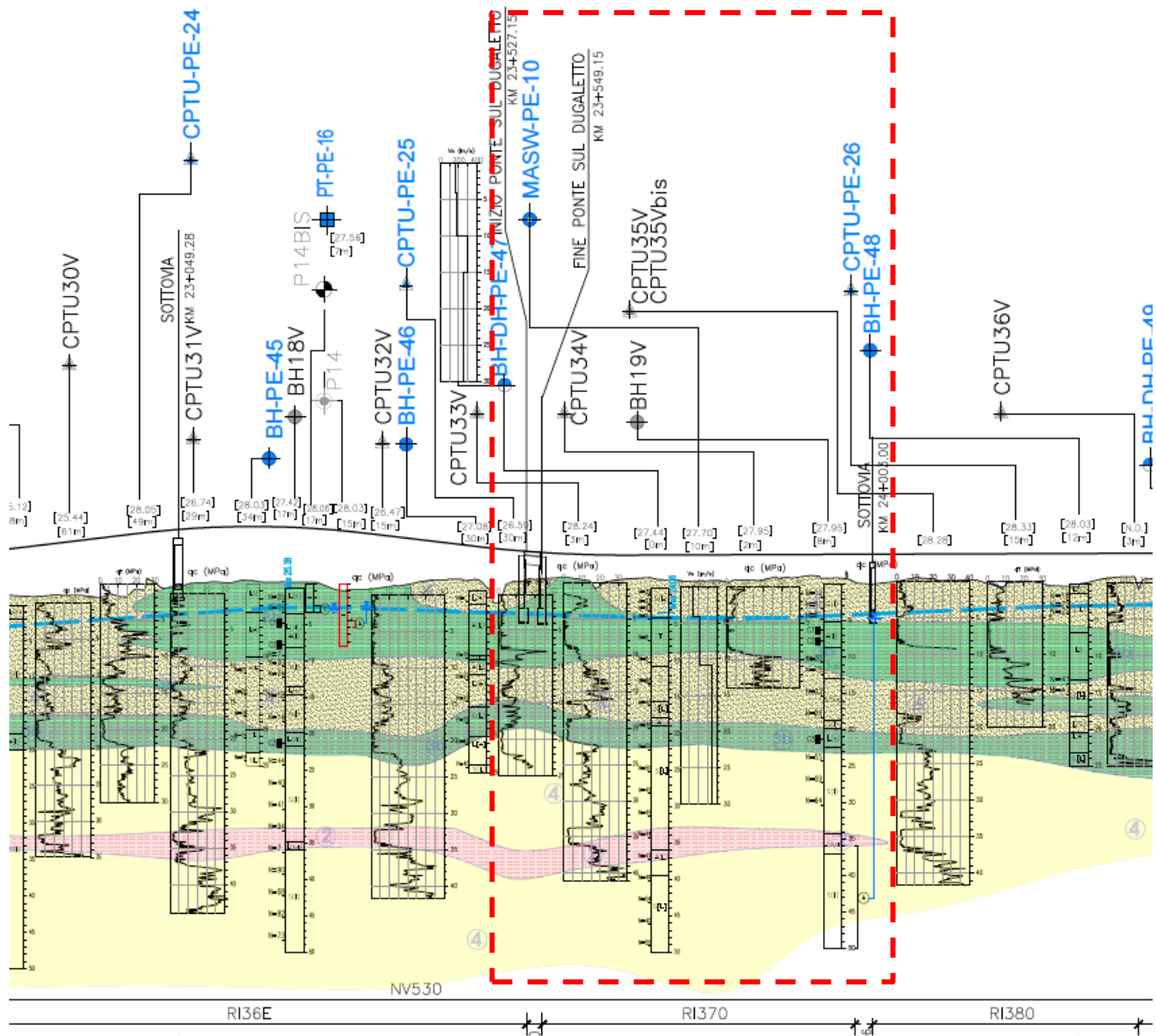




Figura 3 - Profilo Geotecnico Rilevato RI37, estratto dal Profilo Geotecnico Generale (Doc. Rif.[3])

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 11 di 105</p>

4.3 Condizioni geotecniche del sito

Come definito dall'inquadramento stratigrafico, il tratto in oggetto è caratterizzato dalla presenza di alternanze di sabbie (Unità 4) e limi argillosi e argille limose (Unità 3b).

I materiali a grana fine dell'Unità 3b hanno una plasticità media, con LL variabile generalmente nel campo 25-45, LP = 15÷30 e IP nel range 10-20. L'indice di consistenza I_c è inferiore a 1, a testimonianza della consistenza medio-bassa dei materiali. I terreni sono classificabili come argille inorganiche di media e bassa plasticità. I contenuti d'acqua sono generalmente vicini al LP, e si aggirano mediamente nel campo 20-30%.

All'interno dei limi argillosi dell'Unità 3b, si registrano resistenze alla punta q_c inferiori a 1.0 MPa. Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza al taglio e di storia tensionale, l'interpretazione delle prove CPTU e i risultati delle prove di laboratorio indicano che si tratta di terreni teneri con c_u variabili nel campo 30÷70 kPa, mentre più in profondità i valori di resistenza non drenata superano i 60 kPa. I valori di OCR decrescono con la profondità: partendo da un intervallo di 2÷4 all'interno degli strati più superficiali si approssimano all'unità (OCR = 1.1÷1.3) andando negli strati più profondi.

Per quanto riguarda l'Unità 4, le sabbie limose e sabbie con limo che la costituiscono presentano un contenuto di fini compreso tra 10 e 40% nei primi metri superficiali e inferiore al 20% più in profondità. I valori di N_{SPT} sono generalmente compresi tra 5 e 40 colpi, dap.c. a circa 20 m di profondità. I materiali possono essere descritti pertanto come da poco a moderatamente addensati, con densità relative comprese tra 40 e 70%. Più in profondità i valori di N_{SPT} sono compresi tra 45 e 65 colpi, con il conseguente aumento della densità nel campo 60-80%.


Si stimano perciò angoli di attrito compresi tra 34° e 37°.

Il profilo di V_s derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. Rif. [4]), conferma la presenza di uno strato di depositi poco consistenti caratterizzato da V_s = 140-170 m/s ed indica velocità crescenti fino alle massime profondità indagate, laddove si stimano V_s = 400 m/s circa. Sulla base dei valori di V_s si sono stimati i valori del modulo di taglio alle piccole deformazioni (G₀).

Per i materiali a grana grossa, si è stimato il valore del modulo di Young (E₀) utilizzando da teoria dell'elasticità a partire dal valore del modulo G₀, ed utilizzando valori di ν = 0.25-0.30. Il valore del modulo di Young operativo (E_{op}) per il calcolo di cedimenti di fondazioni superficiali e rilevati è stato calcolato ipotizzando valori del decadimento del modulo dell'ordine di 1/5 di quello iniziale per gli strati superficiali e dell'ordine di 1/3 di quello iniziale per gli strati più in profondità, dove le deformazioni attese sono minori.

Le seguenti figure riportano i risultati delle principali prove di sito e dei parametri geotecnici dei terreni, interpretati alla luce di quanto riferito in [2] e [3].

- Valori N_{SPT} da prove SPT (v. Figura 4);

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 12 di 105</p>

- Risultati prove CPT (v. Figura 5)
- Risultati analisi granulometriche (v. Figura 6)
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 7);
- Densità relativa stimata da prove CPT (v. Figura 8);
- Angolo di resistenza al taglio stimato da prove SPT (v. Figura 9);
- Contenuto d'acqua, limite liquido e limite plastico terreni Unità 3b (v. Figura 10)
- Carta di Casagrande terreni Unità 3b (v. Figura 11)
- Coesione non drenata stimata da prove CPT terreni Unità 3b (v. Figura 12)
- Velocità delle onde di taglio (v. Figura 13);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di Vs (v. Figura 14).

AV/AC VERONA VICENZA

RI37 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00

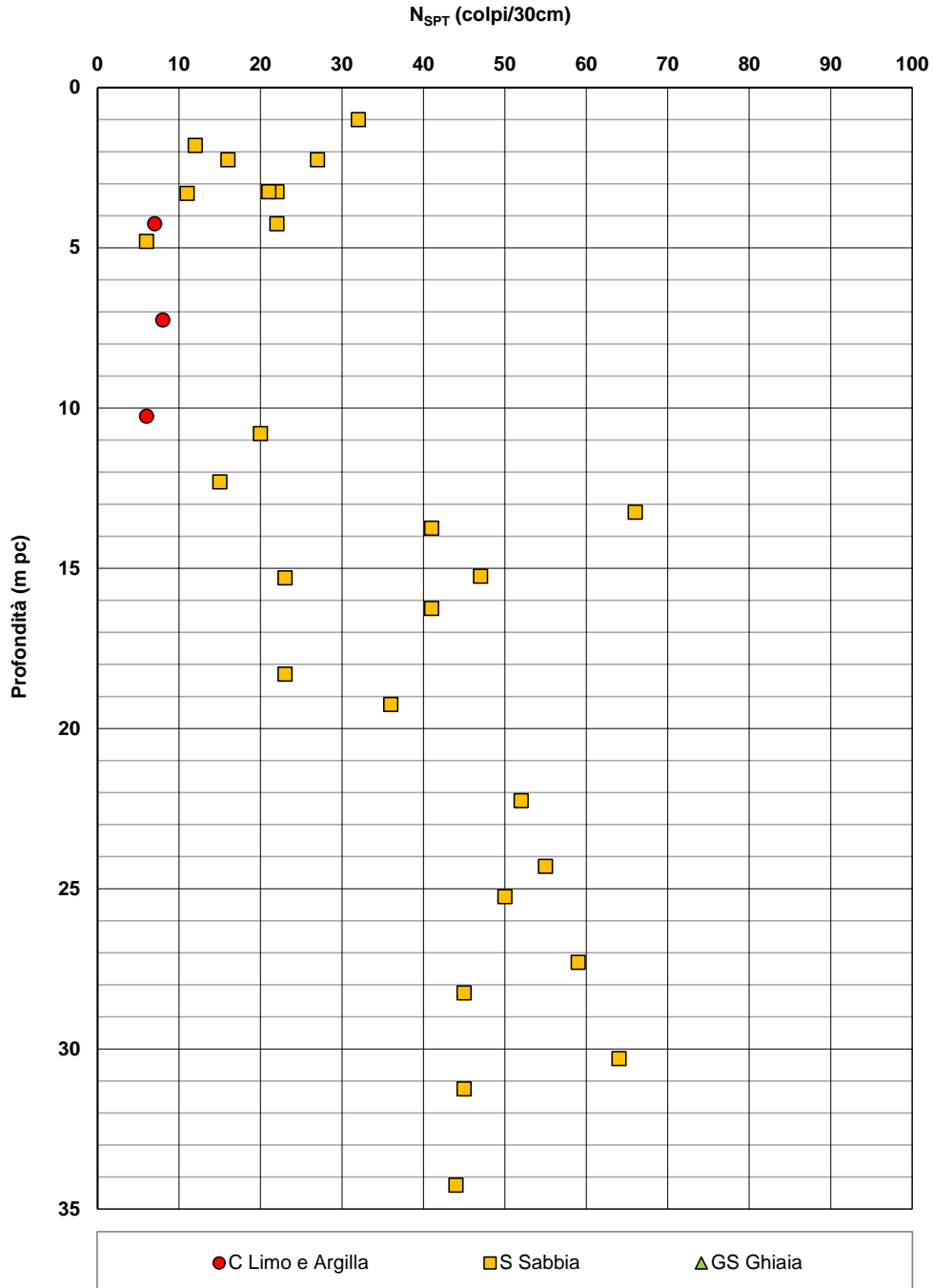


Figura 4 – Risultati delle prove SPT – RI37

RI37

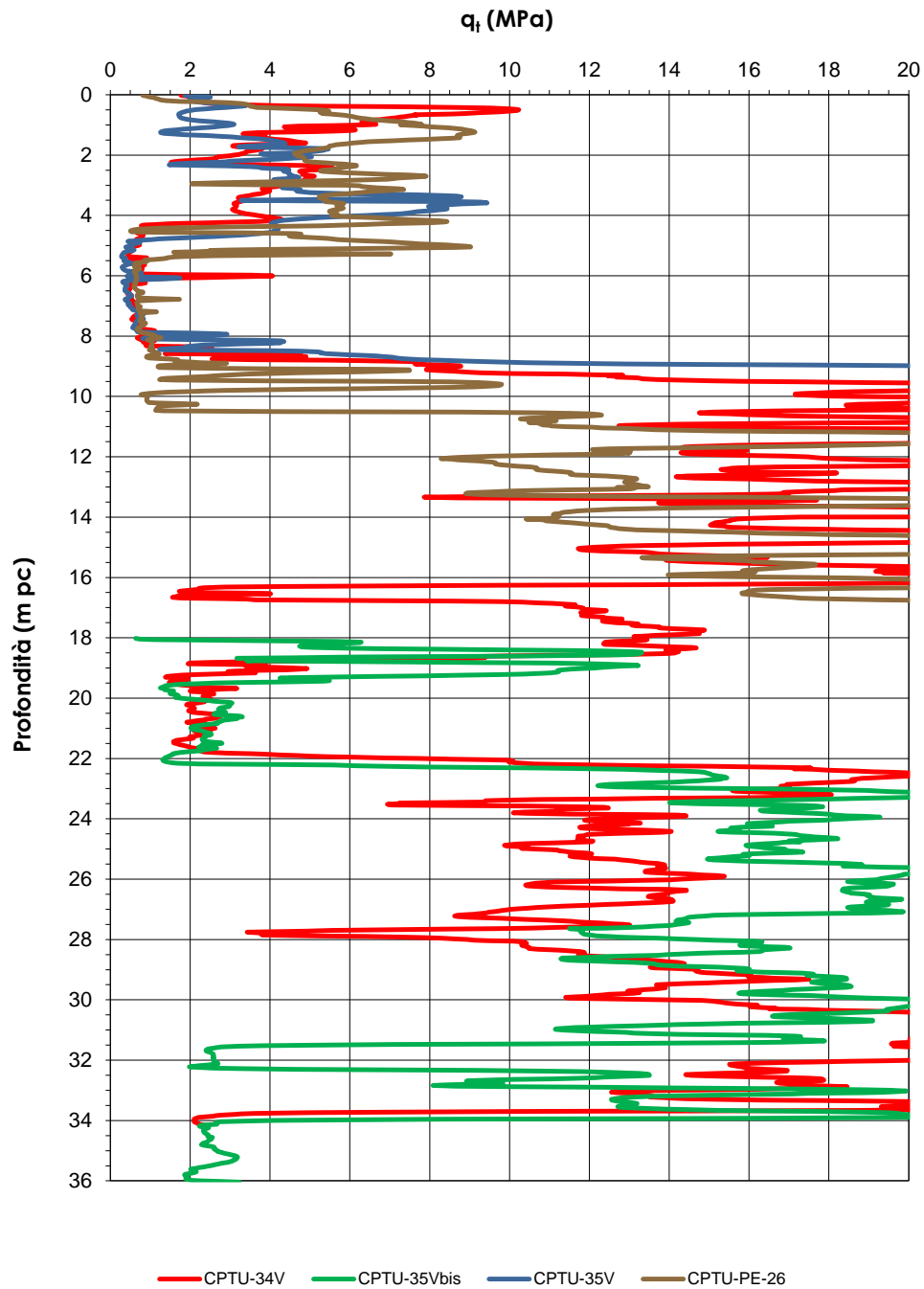


Figura 5 – Risultati delle prove CPT – RI37

AV/AC VERONA VICENZA

RI37 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00

Contributi granulometrici (%)

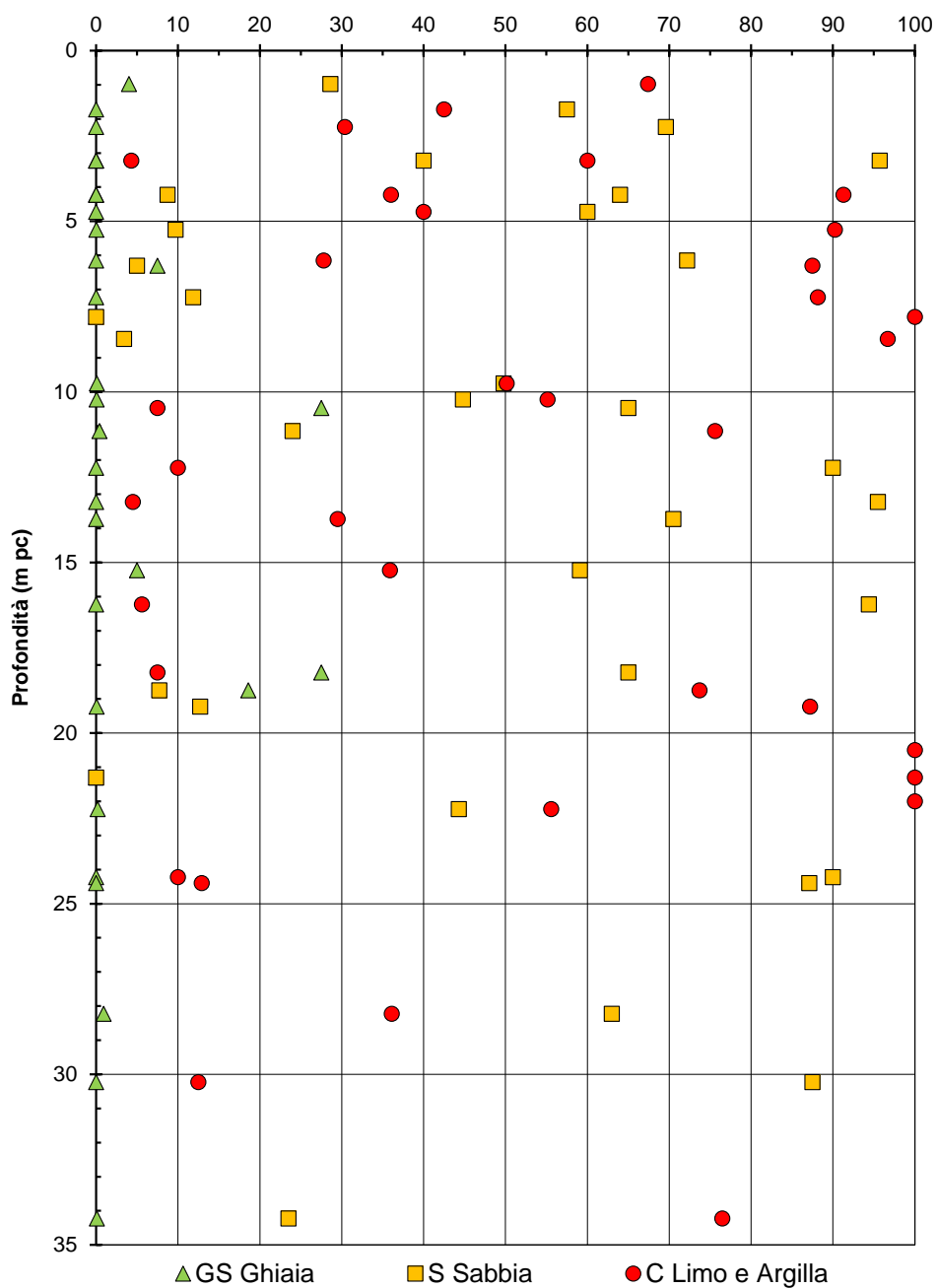


Figura 6 – Sintesi analisi granulometriche – RI37

AV/AC VERONA VICENZA

RI37 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00

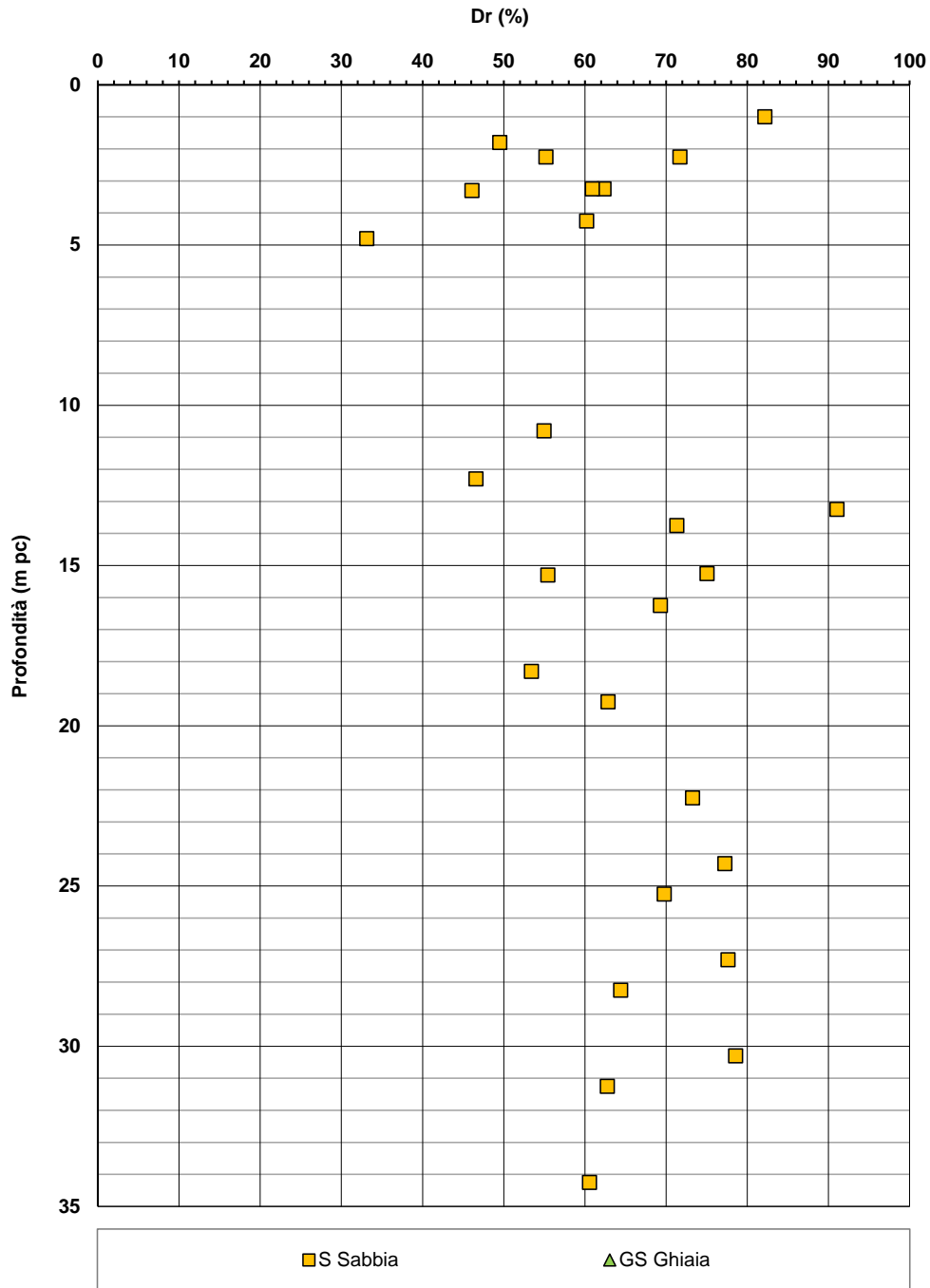


Figura 7 – Densità relativa da prove SPT – RI37

RI37

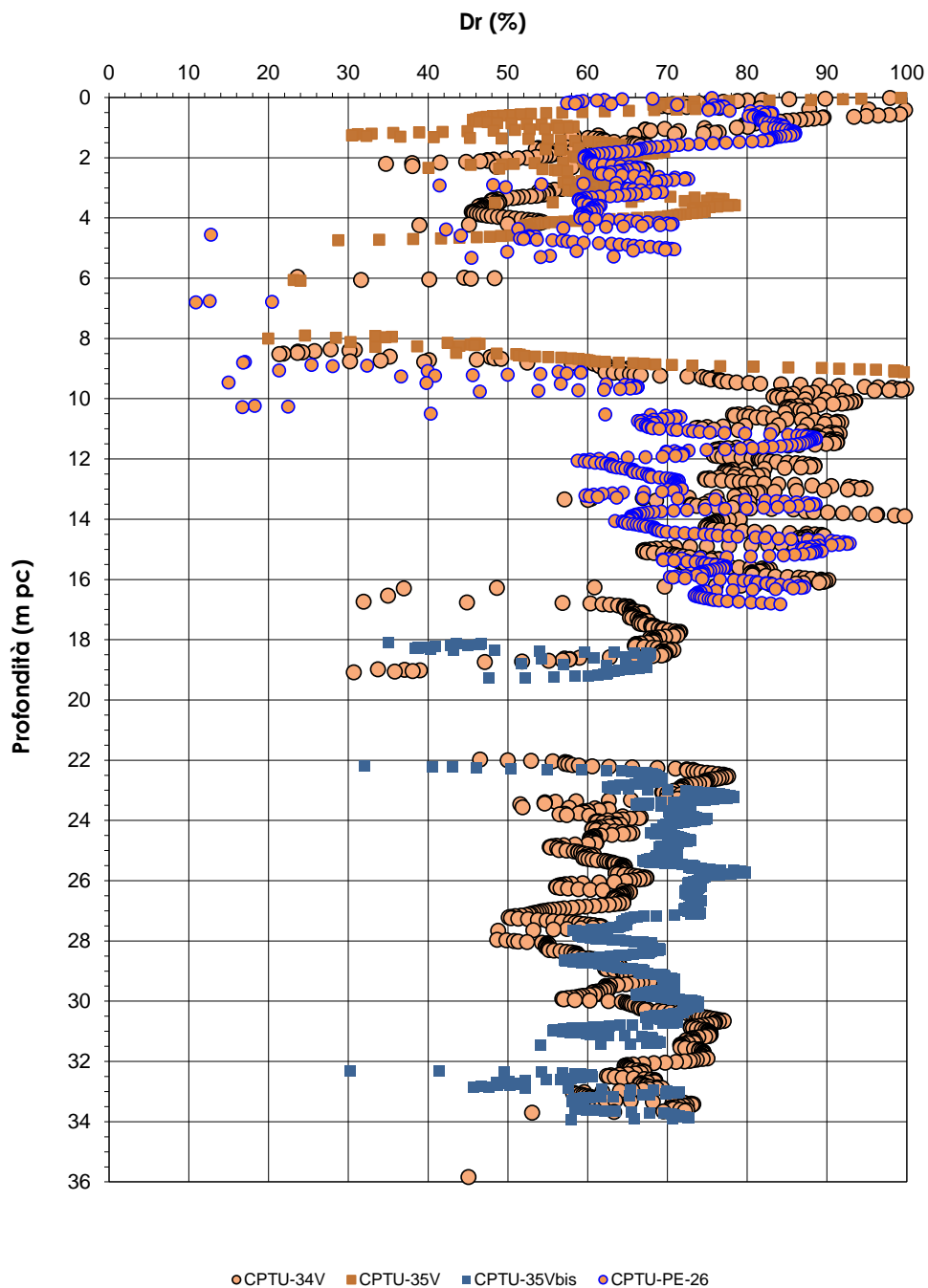


Figura 8 – Densità relativa da prove CPT – RI37

AV/AC VERONA VICENZA

RI37 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00

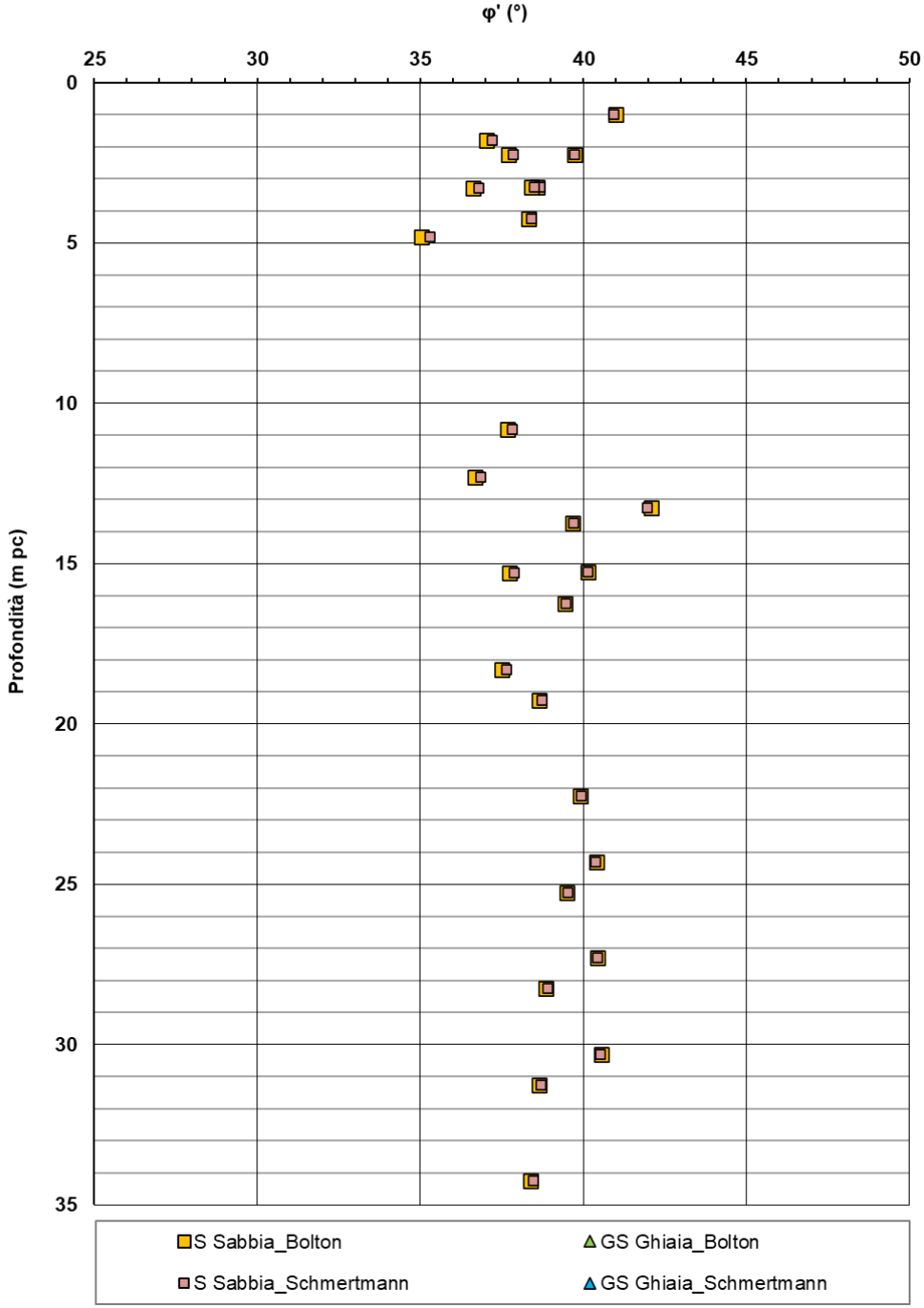


Figura 9 – Angoli di resistenza al taglio da prove SPT – RI37

AV/AC VERONA VICENZA

RI37 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00

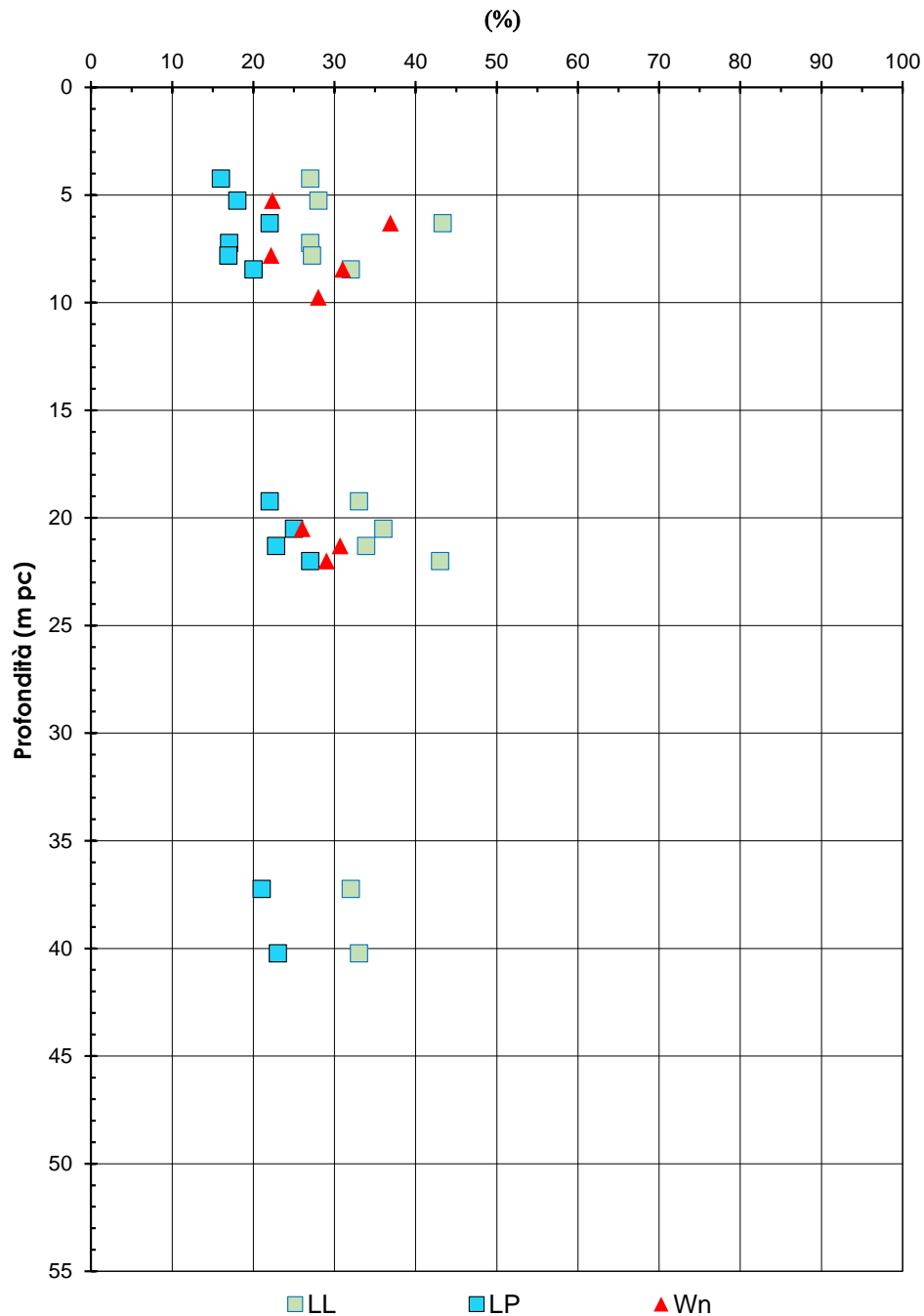


Figura 10 – Contenuto d'acqua, limite liquido e limite plastico – RI37

AV/AC VERONA VICENZA
RI37 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00

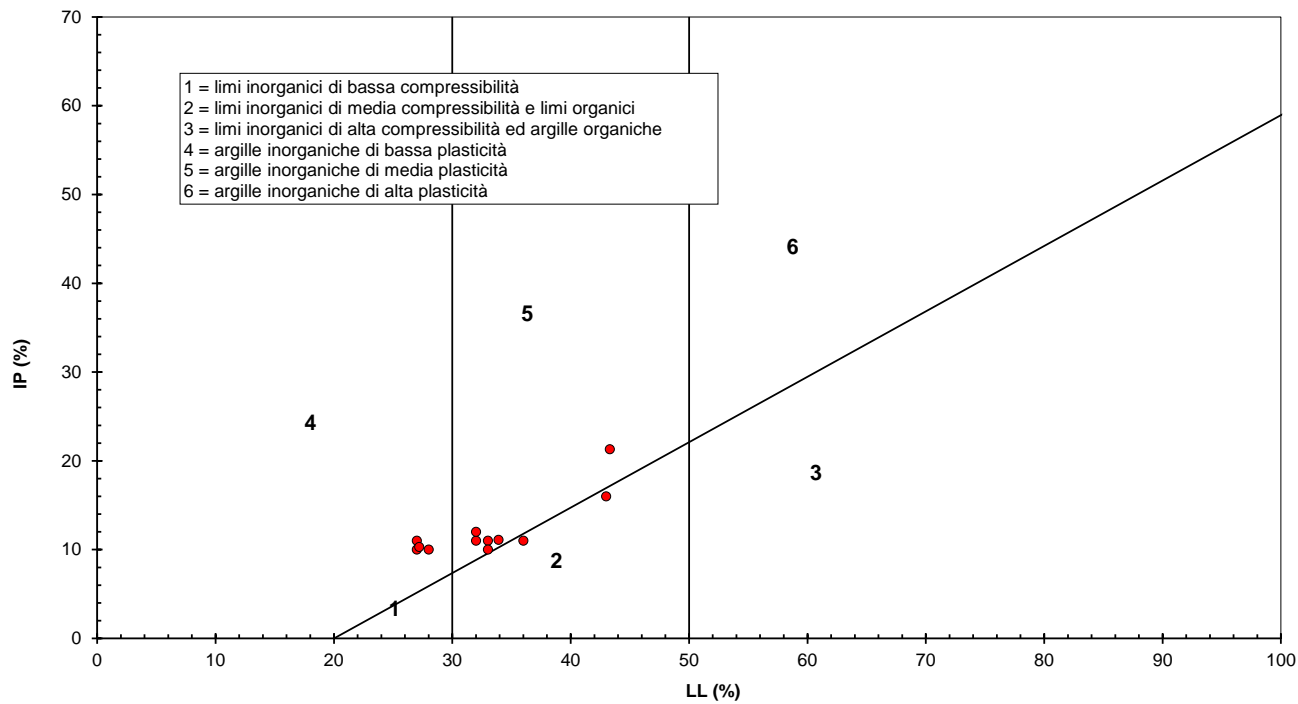




Figura 11 – Carta di Casagrande (Unità 3b) – RI37

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 21 di 105</p>

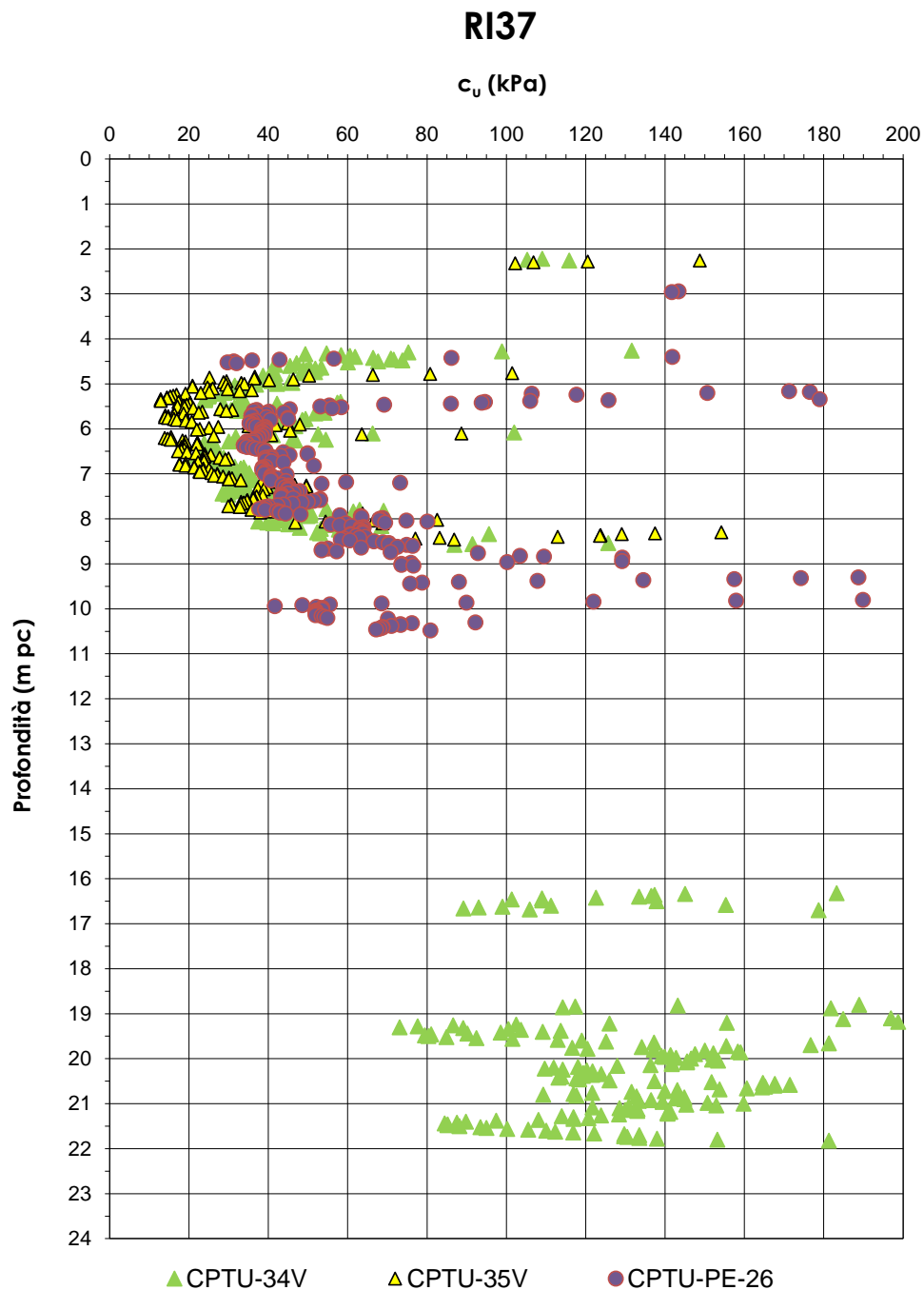


Figura 12 – Coesione non drenata da interpretazione prove CPT (Unità 3b) – RI37

AV/AC VERONA VICENZA

pk 20+000 - pk 24+000

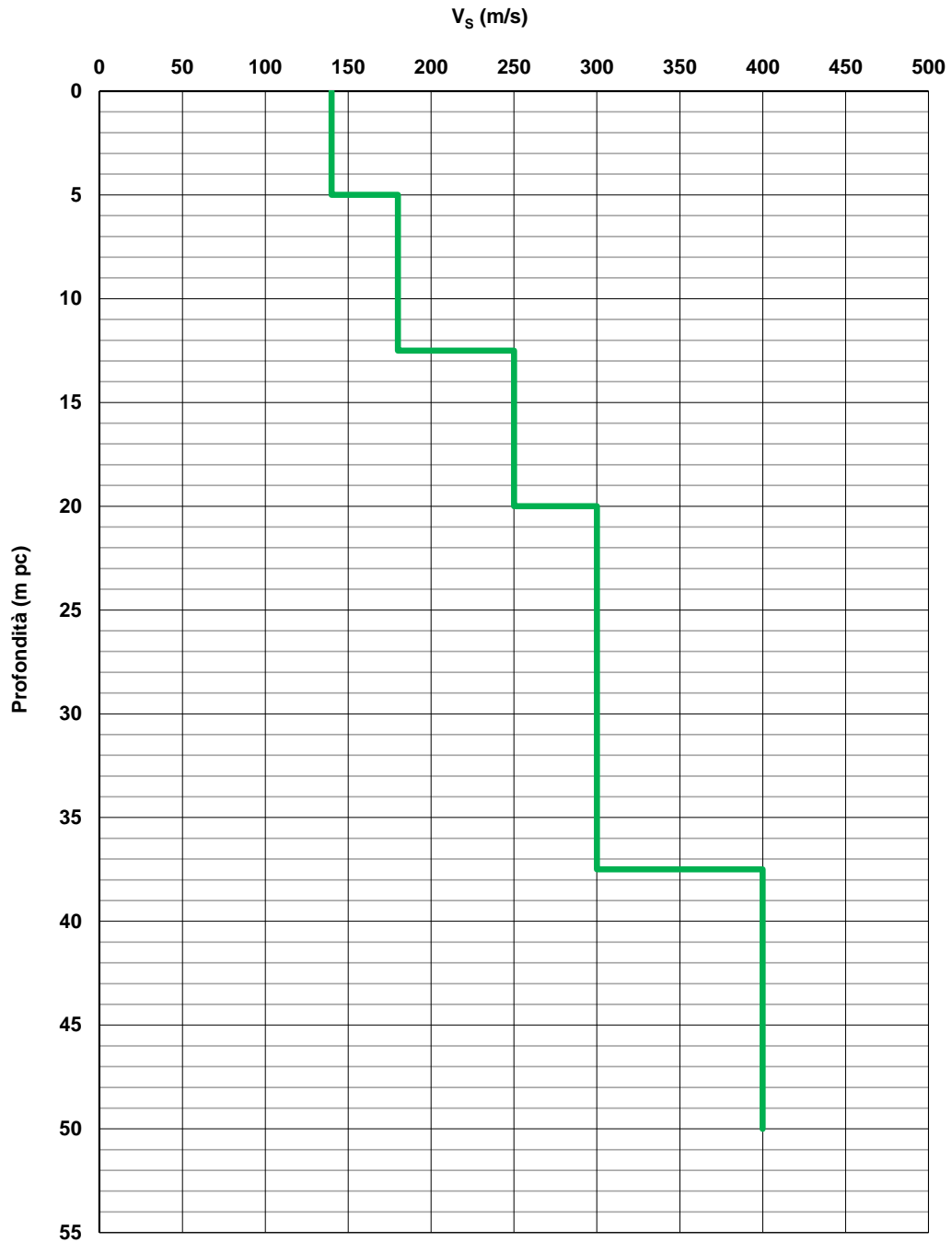


Figura 13 – Profilo di velocità Vs tra pk 20+000 e pk 24+000 (Doc. Rif.[2])

AV/AC VERONA VICENZA

pk 20+000 - pk 24+000

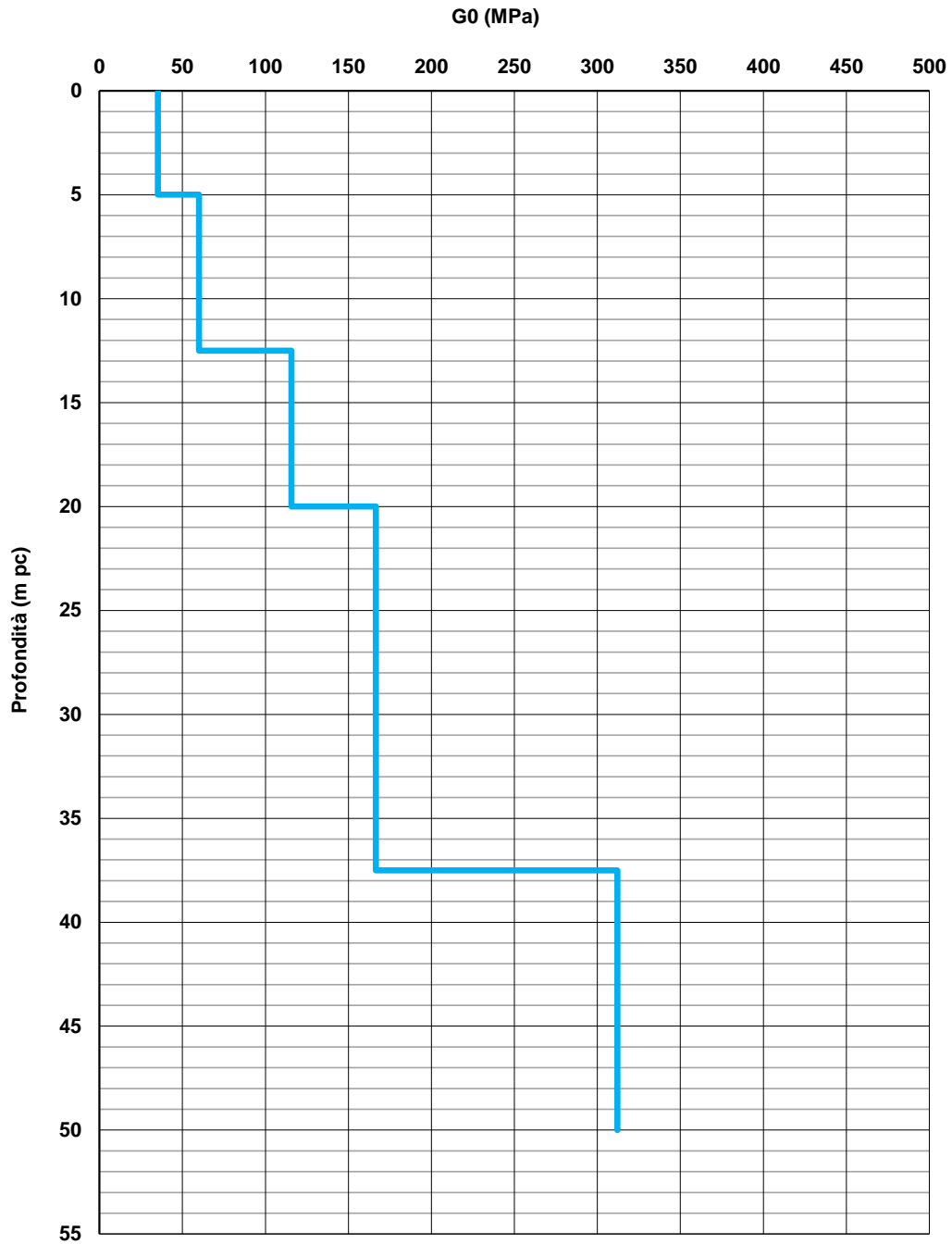




Figura 14 – Profilo generale G₀ tra pk 20+000 - pk 24+000 (Doc. Rif.[2]).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 24 di 105</p>

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.

Tabella 2 – Modello geotecnico di riferimento

Unità	da m pc	a m pc	γ kN/m ³	φ_k °	c_k' kPa	$c_{u,k}$ kPa	σ'_P kPa	E'_{op} MPa	RR -	CR -	c_v m ² /s	$C\alpha\varepsilon$ -
4	0	4	19	34	0			20				
3b	4	8	18.5		0	40	160		0.02	0.18		
4	8	19	19	38	0			50				
3b	19	22	18.5	26	0	80		15				
4	22	34-	19	38	0	-		80				

4.4.1 Materiale da rilevato

Le caratteristiche dei rilevati ferroviari sono desunte dal MdP (Doc. rif. [19]) e sono di seguito riassunte:

Tabella 3 - Caratteristiche materiale da rilevato



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

4.4.2 Falda

Per il livello di faldasi 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. [6]). Quest'ultimi indicano una sostanziale stabilità nelle escursioni stagionali.

Ai fini progettuali si assume:

- falda di progetto a lungo termine: -1.5 m da p.c.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 25 di 105

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. [18] e [19]), 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 ($V < 250$ km/h)</i>	$V_N = 50$ anni
<i>Altre opere nuove a velocità $V < 250$ km/h</i>	$V_N = 75$ anni
<i>Altre opere nuove a velocità $V \geq 250$ 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.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 26 di 105</p>

Tabella 5 – Valori del coefficiente di uso C_u

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

5.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

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

5.1.4 Categorie di Sottosuolo



Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2018. Come discusso nella Relazione sulla modellazione sismica 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 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 27 di 105</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)	0.207
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.397
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$)	0.289

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. [14]).



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 o 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 30 km 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 di zone sismogenetiche ZS9, 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 espresse in sede di Progetto Definitivo, è stato considerato ragionevole assumere per il tracciato di progetto un valore di magnitudo di riferimento da adottare nelle verifiche a liquefazione di cui ai paragrafi successivi pari a 6.5.

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 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 28 di 105</p>

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

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

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

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

dove:

a_{max} accelerazione di picco al sito

g accelerazione di gravità

τ_c valore rappresentativo dello sforzo di taglio ciclico

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

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

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



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

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

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

dove CSR_M e N_M rappresentano i valori di CSR e numero di cicli equivalenti per il valore di magnitudo di progetto, mentre $(CSR)_{M=7.5}$ e $N_{M=7.5}$ sono riferiti all'evento con $M=7.5$.

Nel presente studio, in accordo sia alle prescrizioni dell'Eurocodice 8, sia a quanto suggerito da Youd et al., 2001 e

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 29 di 105

Idriss e Boulanger (2004) si è assunto per $M = 6.0 - MSF = 2$.

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

5.2.1 CRR da correlazione su prove CPT

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

Il procedimento utilizzato per la stima di CRR a partire dai risultati di prove CPT si basa sulla relazione riportata in Figura 15: 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 15, la resistenza alla punta q_c è normalizzata rispetto al valore di pressione atmosferica ($p_a = 100$ kPa) e corretta (q_{c1N}) mediante la seguente relazione:

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

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

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



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

dove:

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

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

Tanto maggiore è il valore di I_c , tanto maggiore sarà il contenuto presunto di fini. Nell'analisi condotta il valore $I_c =$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 30 di 105

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 l_c sono determinati al termine di una procedura iterativa, ipotizzando in prima istanza $n = 1$. Se l_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 l_c è ancora inferiore a 2.6, i nuovi valori di n e l_c sono confermati. In caso contrario si è in presenza di terreni intermedi e il calcolo finale viene svolto con $n = 0.75$.

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

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

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

per $l_c \leq 1.64$

$$K_c = 1.0$$

per $l_c > 1.64$

$$K_c = - 0.403(l_c)^4 + 5.581(l_c)^3 - 21.63(l_c)^2 + 33.75(l_c) - 17.88$$

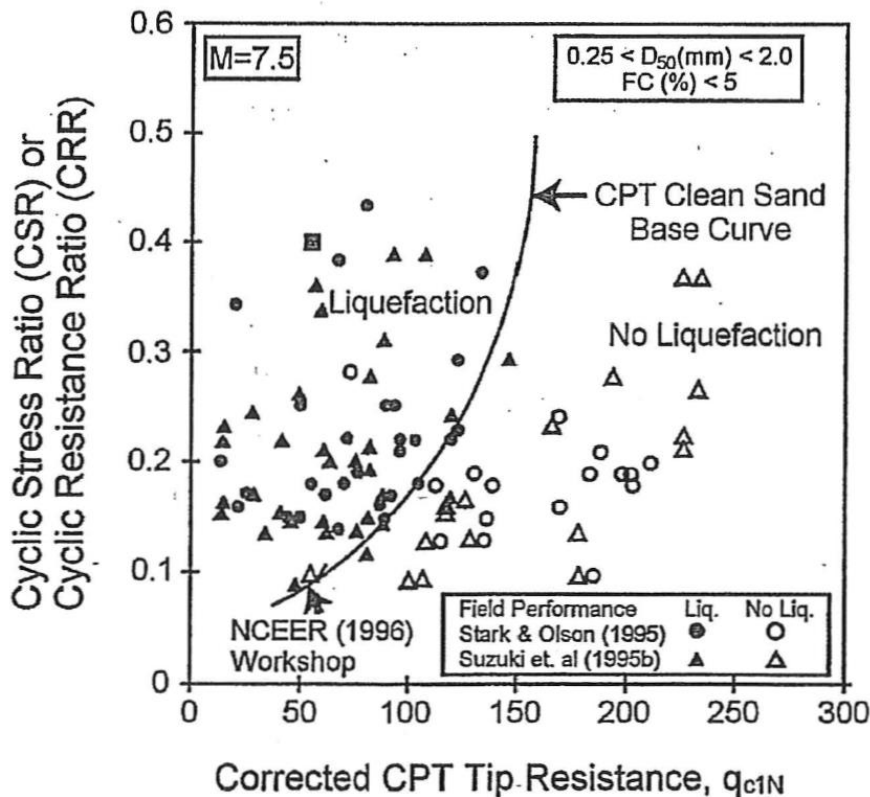




Figura 15: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e valori corretti di resistenza alla punta q_{c1N} – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Robertson & Wride, 1998)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 31 di 105

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

In Figura 16, 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 proposta da Liao e Whitman (1986):

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

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

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



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

in cui ER_m è il fattore di rendimento (espresso in %) del trasferimento dell'energia del maglio all'attrezzo campionario, 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 campionario) sono stati assunti pari ad 1 dato che le prove sono state eseguite sulla base delle raccomandazioni fornite dall'AGI (1977).

Sempre in Figura 16, 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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 32 di 105</p>

Si può osservare dalla Figura 16 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 $N_{1(60)cs}$:

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

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:

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

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 33 di 105</p>

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):

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

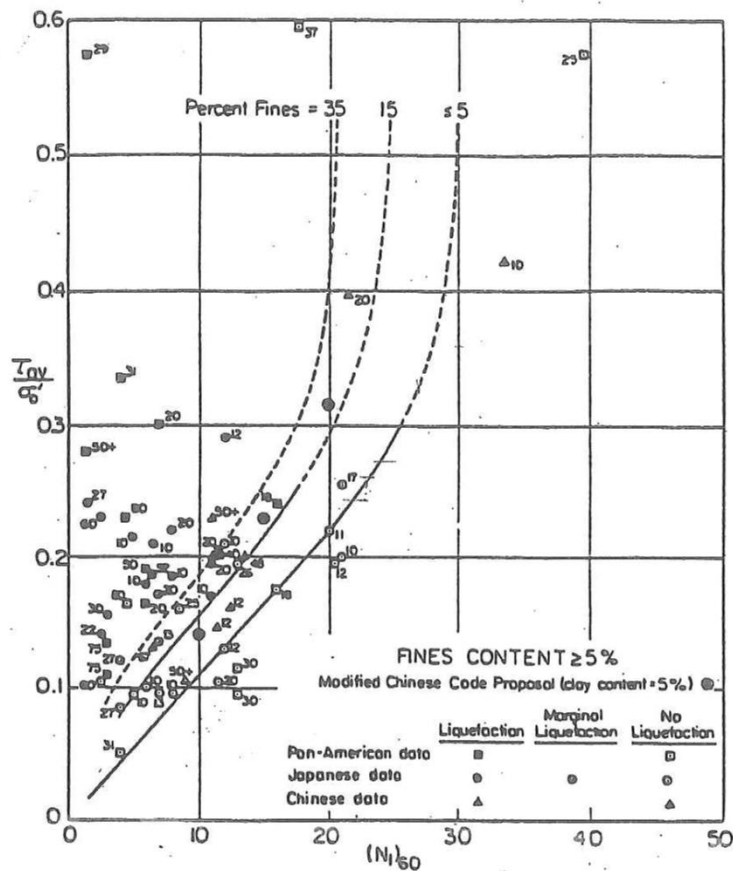


Figura 16: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e $N_{1(60)}$ – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Seed et al., 1985).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 34 di 105

5.3 Risultati delle verifiche a liquefazione

I risultati dell'interpretazione delle prove in sito indicano l'assenza di potenziali fenomeni di liquefazione lungo la WBS oggetto di questa relazione. In generale i valori del coefficiente di sicurezza calcolati sono nella quasi totalità dei casi superiori al limite minimo assegnato ($FL > 1.25$). I rari casi in cui il metodo adottato prevede il possibile sviluppo di sovrapressioni neutre con r_u prossime all'unità si verificano per strati di spessore molto limitato e tutti ubicati in corrispondenza di terreni a grana fine (evidenza testimoniata dal valore del parametro $I_c > 2.6$) in cui non sono possibili fenomeni di mobilità ciclica e più in generale di liquefazione.

Tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova BH-PE-47 Pr. 23+525
 $\sigma_{max} = 0,28g$ $M_Lat = 6$ $MSF = 2$ Metodo NCEER 1996 - 1998 - 2001
 Altezza rilevato = 3m

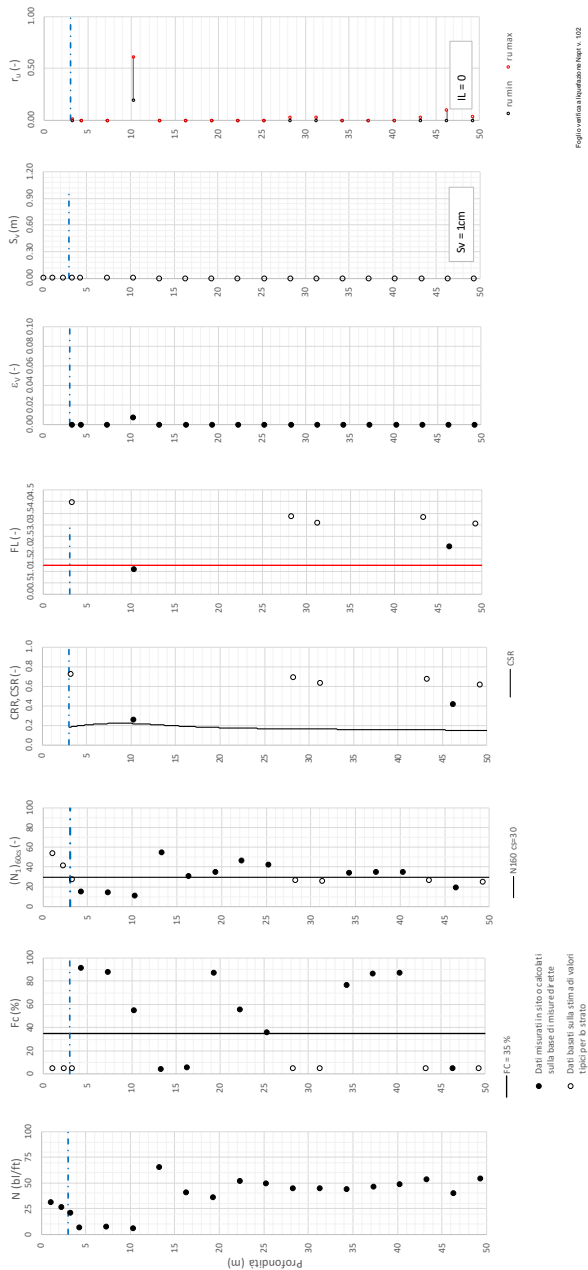


Figura 17 – Verifica Liquefazione da risultati BH-PE-47

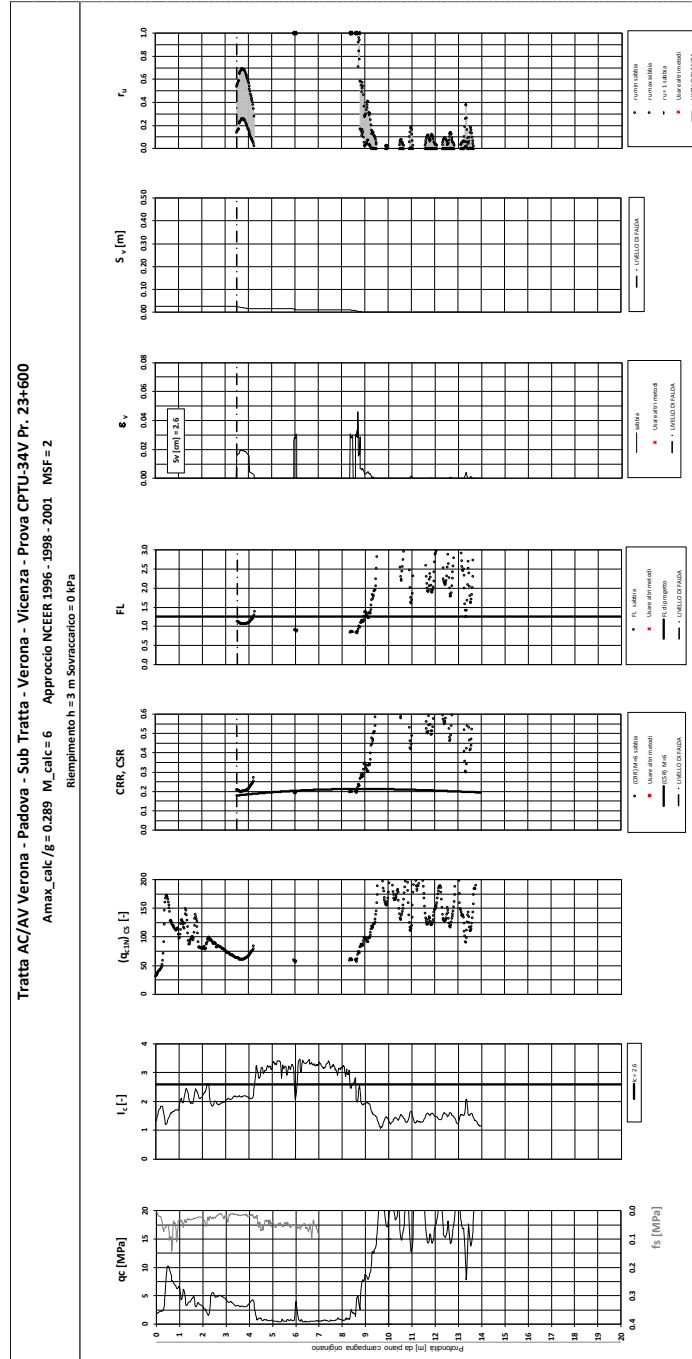


Figura 18 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU34V

Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
 Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

37 di 105

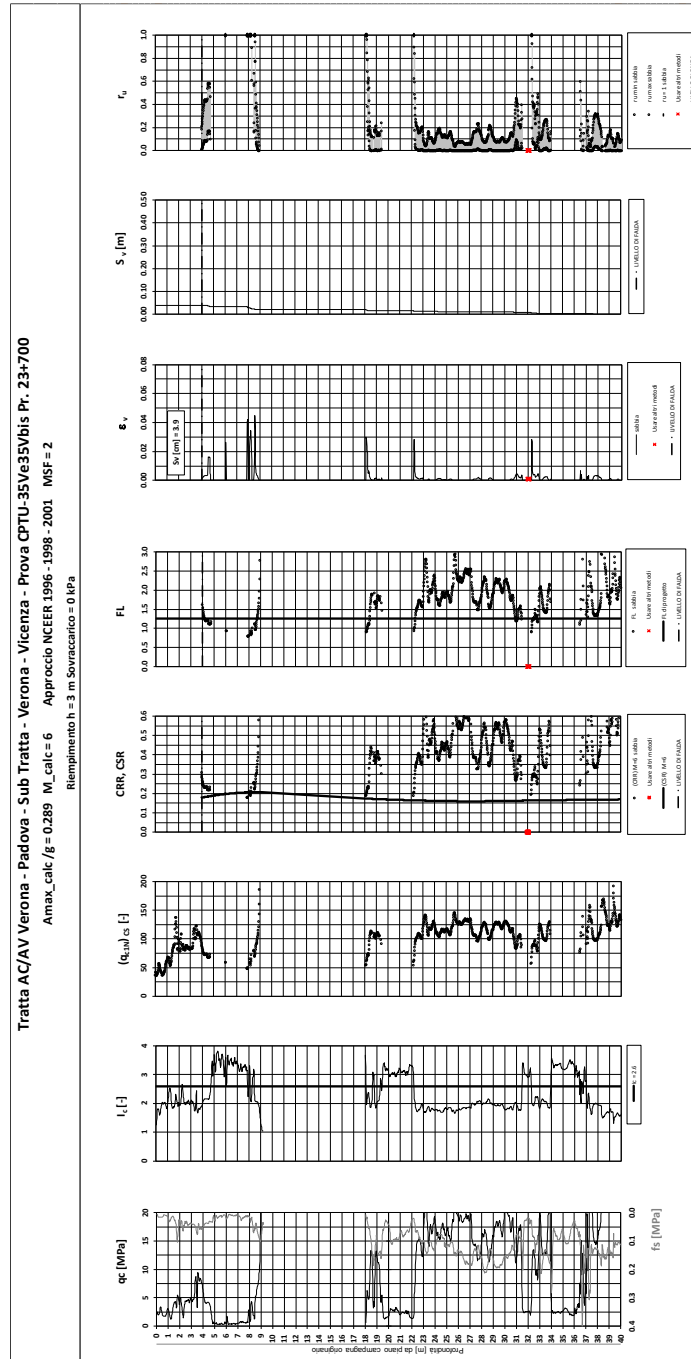


Figura 19 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU35V e CPTU35Vbis

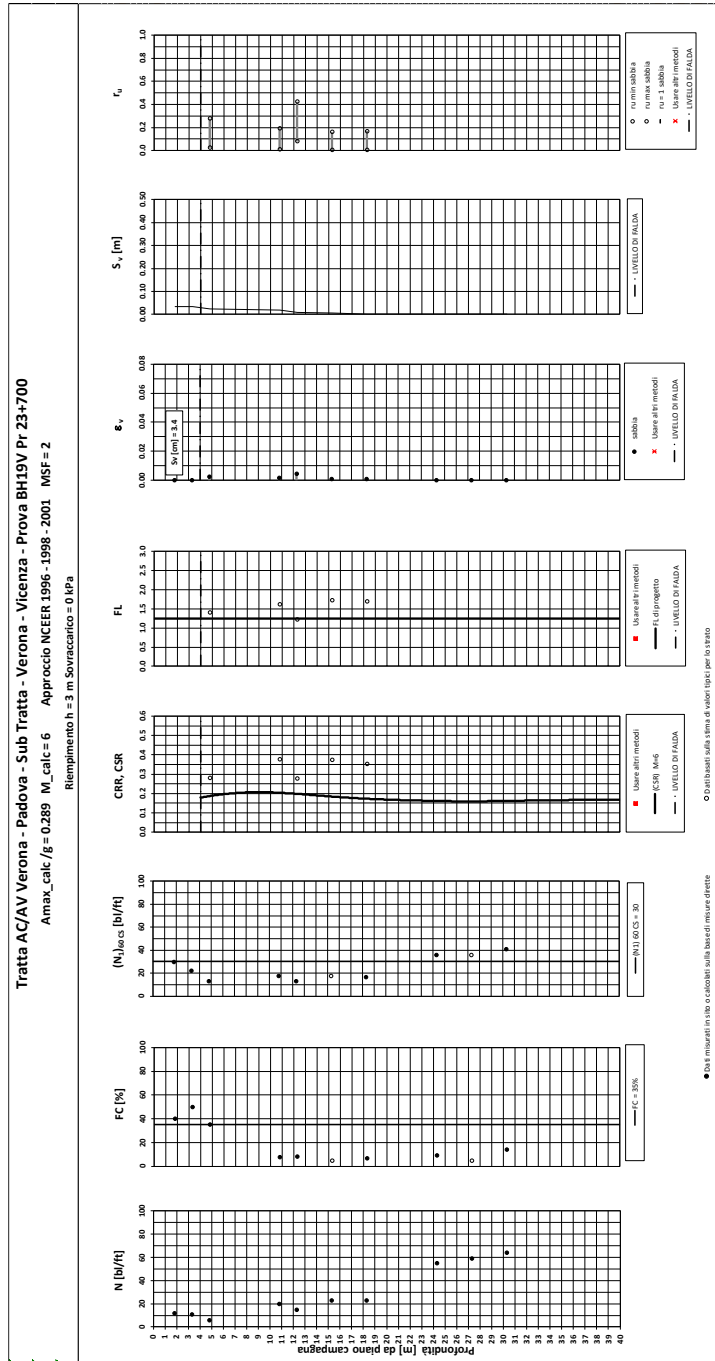


Figura 20 – Verifica Liquefazione da risultati BH19V

Tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova CPTU-PE-26 Pr. 23+974
a_max = 0,288g M_calc = 6 MSF = 2 Metodo NCEER 1996 - 1998 - 2001
Altezza rilevato = 3m

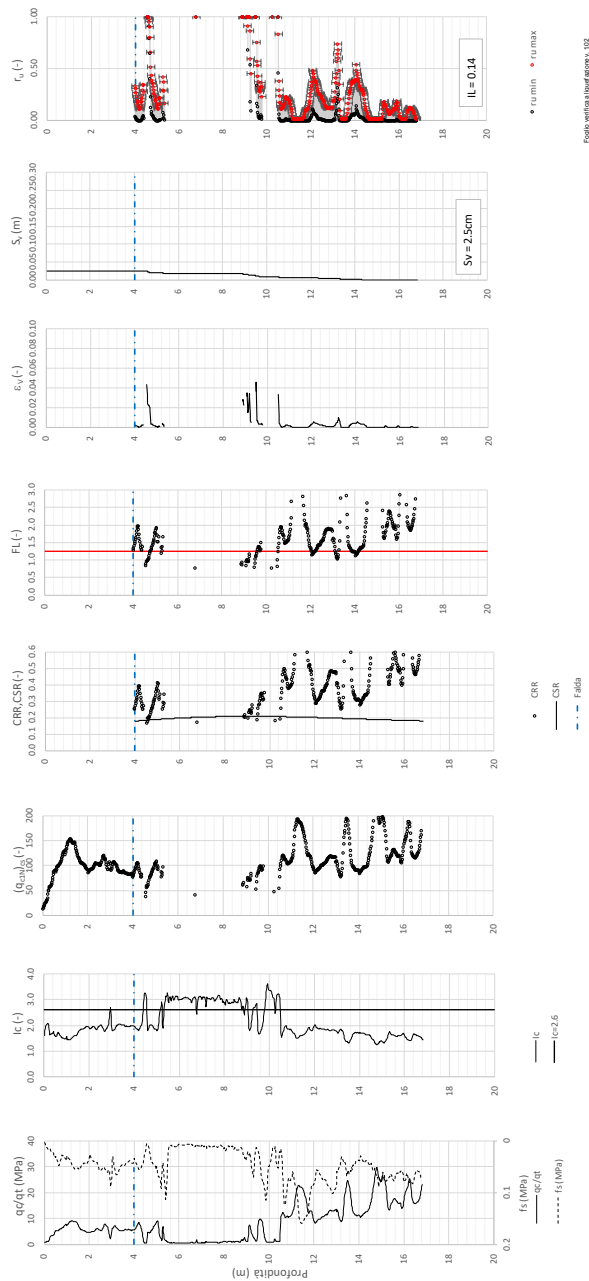


Figura 21 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU-PE-26

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

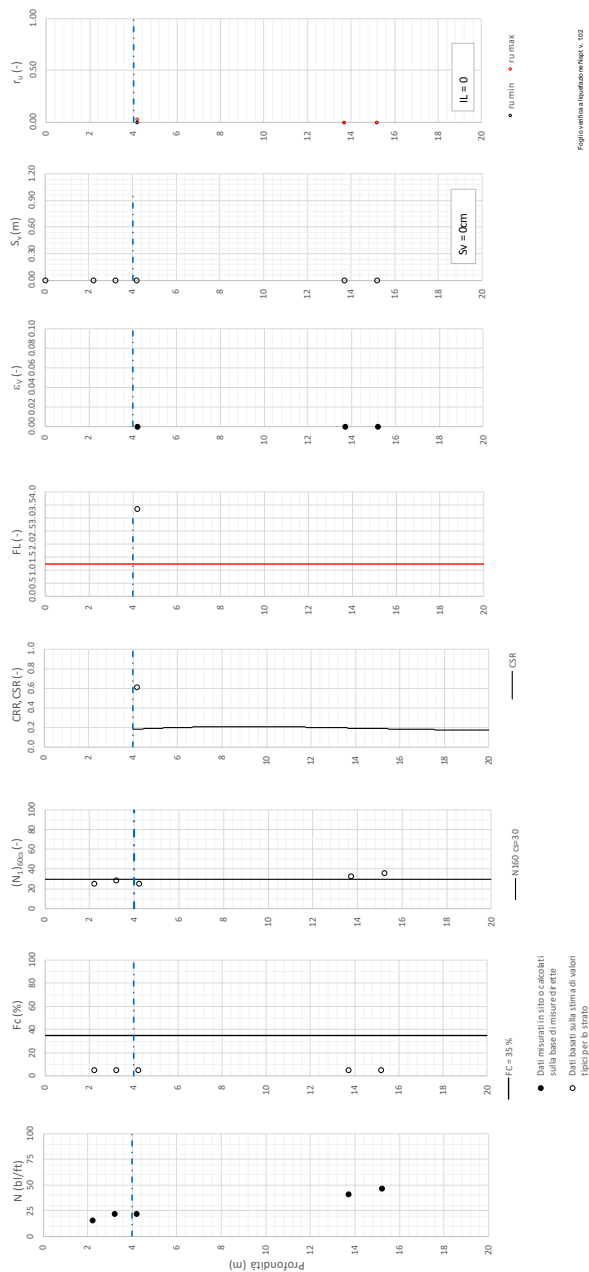




Figura 22 – Verifica Liquefazione da risultati BH-PE-48

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 41 di 105

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. [14]):

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

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

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif. [14]})$$

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. [14]).

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

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [14]})$$

dove:

E_d valore di progetto dell'effetto dell'azione;

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

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



Le verifiche vengono condotte con analisi statiche o pseudostatiche e, in accordo al MDP ITALFERR, il coefficiente di incremento dinamico delle azioni derivanti dal passaggio del treno è assunto pari all'unità. In base a quanto indicato dalle NTC 2008 le verifiche di sicurezza che devono essere condotte per opere costituite da materiali sciolti sono le seguenti.

6.1.1 Stati limite ultimi (SLU)

Le verifiche di stabilità in campo statico di opere in materiali sciolti, quali rilevati, devono essere eseguite secondo l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2 + M2 + R2, Doc. Rif. [14]), tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta se:

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 42 di 105</p>

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

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

Facendo riferimento a quanto richiesto dalle NTC (Doc. rif. [14]), per le verifiche agli stati limite ultimi si sono adottati i valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle che seguono.

Tabella 6 – Coefficienti parziali sulle azioni

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

dove:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Tabella 7 – Coefficienti parziali sui terreni (Tab. 6.2.II, Doc. Rif. [14])

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 43 di 105

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

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

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. [14]), 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. [19] e [23]). Laddove si superino i limiti riferiti al primo livello di qualità (10 mm, Doc. rif. [23]), 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 < SCARTXL ≤ 10	$10 < \Delta H \leq 15$ 4 < SCARTXL ≤ 8
3° livello di qualità esecuzione a breve termine anche in relazione ai limiti di sghembo (2)	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) 10 < SCARTXL ≤ 14	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) 8 < SCARTXL ≤ 12
(1) il valore di ΔH può essere ammesso solo a seguito di una verifica di assenza di problemi di sagoma (gallerie, interasse, posizione linea di contatto ecc.)		
(2) ATTENZIONE al rispetto delle condizioni di lavorabilità del binario previste dalla Norma sulla l.r.s.		

6.1.3 Verifiche in condizioni sismiche

La stabilità globale in condizioni sismiche 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 ψ per il carico variabile da traffico è stato posto pari a 0.2 (Doc. rif. [19]).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 44 di 105

6.2 Azioni di progetto

Le azioni di progetto considerate nella analisi sono state definite coerentemente a quanto prescritto nel MdP (Doc. rif. [18]) e nelle NTC (Doc. rif. [14]) e sono di seguito descritte.

6.2.1 Azioni permanenti

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

- Peso massicciata e armamento 18 kN/m³
- Peso elementi in cls 25 kN/m³

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

6.2.2 Azioni variabili

Le azioni variabili sono rappresentate dai carichi da traffico ferroviario, 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

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

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

g accelerazione di gravità.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 45 di 105

Tabella 10 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Doc. rif. [14])

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

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. [33]). 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. [14]), 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 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 23 sono riportate le superfici di rottura critiche per la combinazione DA1C2 della sezione di calcolo; il fattore di sicurezza FS relativo a tali meccanismi è pari a:



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 46 di 105

Sezione	FS (DA1C2)
22	1.48

Essendo soddisfatta la relazione:

$$F_{\text{MIN}} \geq R_2 = 1.1$$

le verifiche di stabilità globale in campo statico risultano soddisfatte.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 47 di 105

6.3.3 Verifiche SLU in condizioni sismiche

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

$$K_H = + 0.081 \quad (\text{concorde alla direzione di scivolamento})$$

$$K_V = \pm 0.041 \quad (\text{positivo sisma verso il basso})$$

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. [14]). Seguendo le prescrizioni desunte dal MdP (Doc. rif. [19]), in condizioni sismiche si applica il coefficiente di combinazione ψ 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 24 sono riportate le superfici di rottura critiche della sezione di calcolo facendo riferimento alla situazione più gravosa, ovverosia quella con sisma verso l'alto (-kv); il fattore di sicurezza FS relativo a tali meccanismi è pari a:

Sezione	FS (sismica)
22	1.36

Essendo soddisfatta la relazione:

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

le verifiche di stabilità globale in campo sismico risultano soddisfatte.

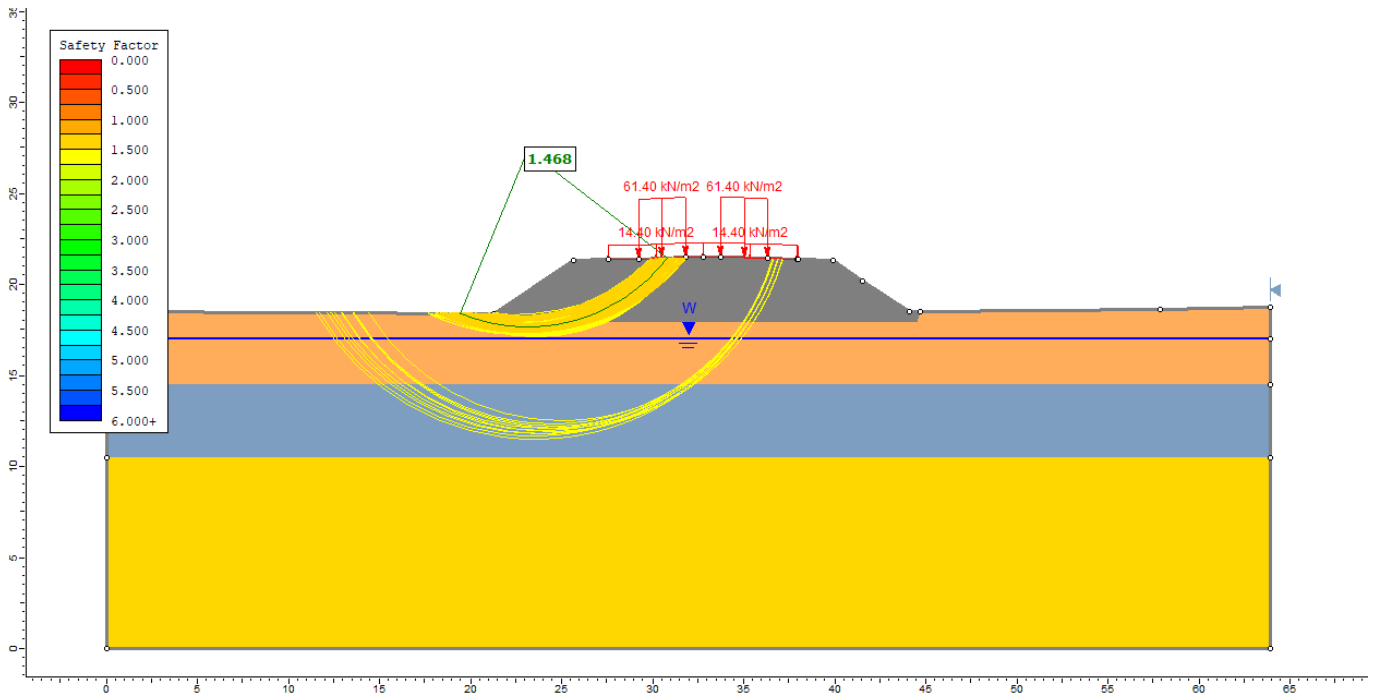


Figura 23 - Rilevato sezione n. 22 RI37 alla pk 23+978- Analisi SLU in campo statico DA1C2

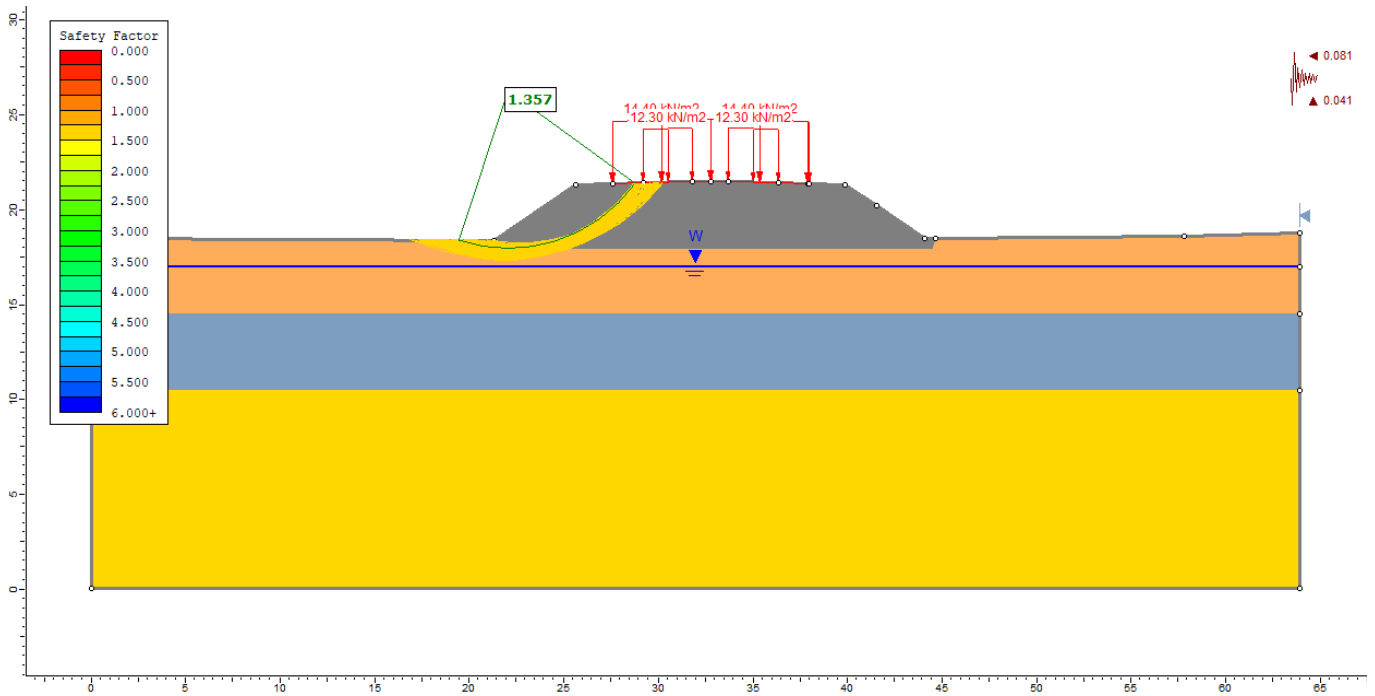




Figura 24 - Rilevato sezione n. 242 RI16 alla pk 11+817,65- Analisi SLU in campo sismico

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 49 di 105</p>

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. [34]) che permette di valutare l'andamento dei cedimenti nel tempo sotto diverse ipotesi di carico. Il programma discretizza l'area analizzata in un numero finito di aree di carico e valuta gli incrementi di tensione indotti da ogni singola area di carico componendo poi gli effetti. A partire dagli incrementi tensionali vengono poi calcolati i cedimenti.

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

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

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

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

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

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

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

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

dove:



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

q = carico applicato

ν = coefficiente di Poisson

B = semilarghezza dell'area di carico in direzione x

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 50 di 105</p>

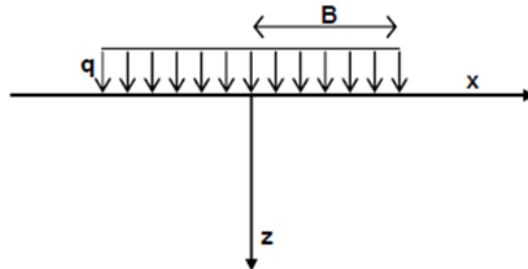


Figura 25 – Modello di calcolo Settle 3D – carico uniforme

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:

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

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

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

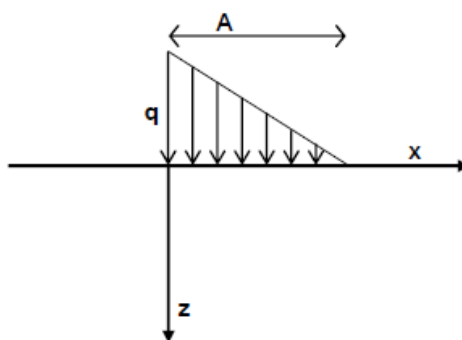




Figura 26 - Modello di calcolo Settle 3D – carico linearmente crescente

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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 51 di 105

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 diseuguaglianza:

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [14]})$$

dove

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

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

La verifica è stata condotta con riferimento alle seguenti sezioni:

- sezione n. 22 - ubicata alla pk 23+978 illustrata alla figura Figura 1. Il modello di calcolo implementato la sezione analizzata è illustrato in Figura 27 e Figura 28.

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 stima dei cedimenti, per i materiali dell'Unità 3b posti in prossimità del p.c. (4-8 m da p.c.), è stata condotta facendo riferimento ai parametri di compressibilità ricavati dalle prove edometriche. Trattandosi inoltre di materiali sovraconsolidati, in accordo alle indicazioni di letteratura, è stato assunto che il cedimento edometrico rappresenti una stima attendibile del cedimento totale. In considerazione dell'assetto stratigrafico dell'area interessata dalla realizzazione dell'opera in oggetto (Unità 3b confinata tra terreni granulari e spessore limitato), tale cedimento si esaurirà in pratica all'atto della applicazione dei carichi. I cedimenti di lungo termine sono da considerare nulli, e quindi sono risultano essere necessarie analisi di consolidazione. Anche i cedimenti secondari sono trascurabili.

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

- 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. I risultati sono illustrati in Figura 29 dove sono anche indicate le posizioni degli assi dei binari della linea AV.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 52 di 105</p>

Risulta quanto segue:

- sezione n. 22 - ubicata alla pk 23+978
 - i cedimenti totali lungo i due assi delle nuove linee AV sono pari a 38 mm su entrambi gli assi
 - il differenziale tra il cedimento dopo la costruzione del rilevato e quello dovuto alla posa del ballast è pari a circa 5 mm su entrambi gli assi della AV.

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

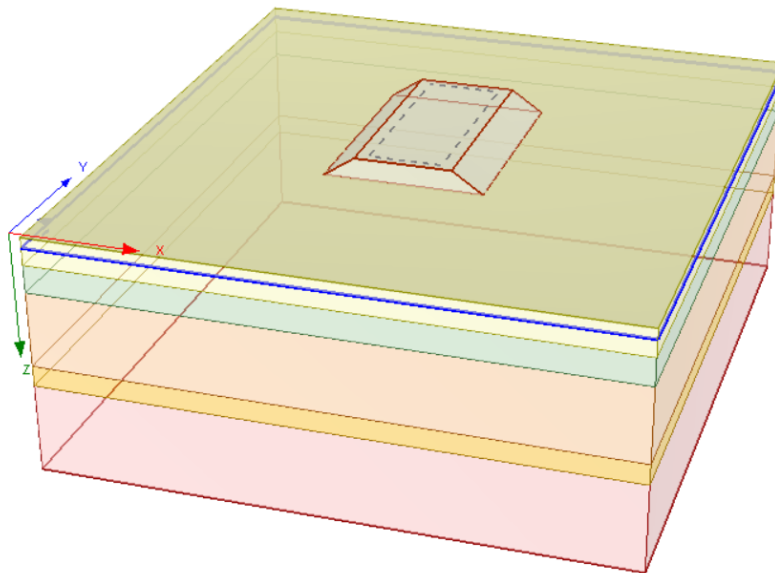


Figura 27 – Rilevato sezione n. 22 RI37 alla pk 23+978 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Costruzione rilevato AV

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 53 di 105</p>

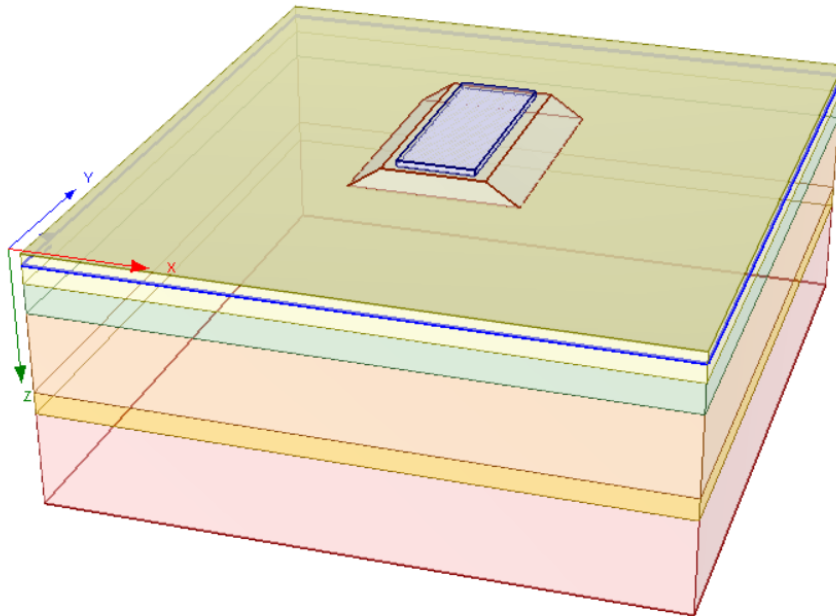


Figura 28 - Rilevato sezione n. 22 RI37 alla pk 23+978 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Posa Ballast

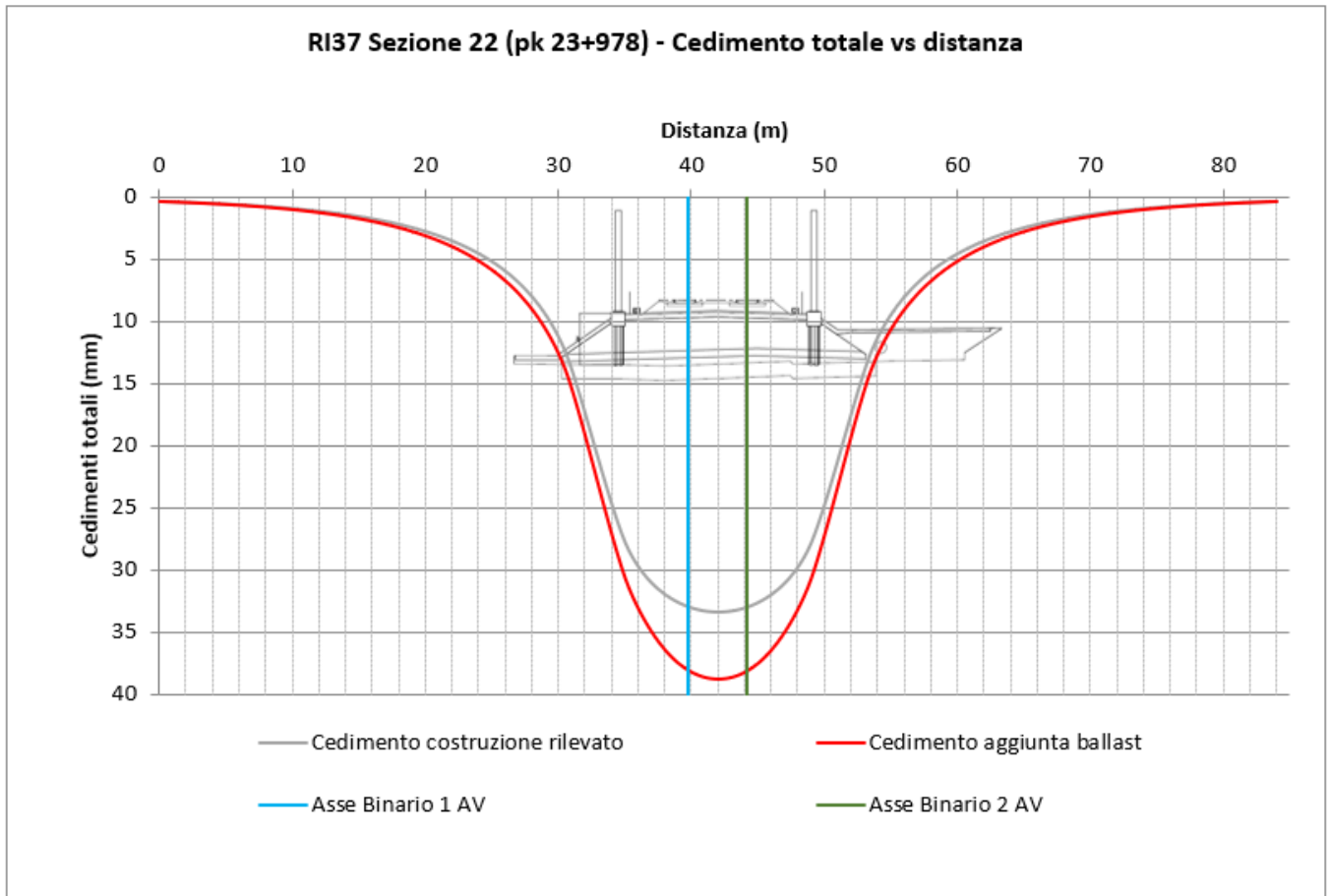


Figura 29 - Rilevato sezione n. 22 RI37 alla pk 23+978 - Analisi SLE – Risultato Cedimenti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 55 di 105

7 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

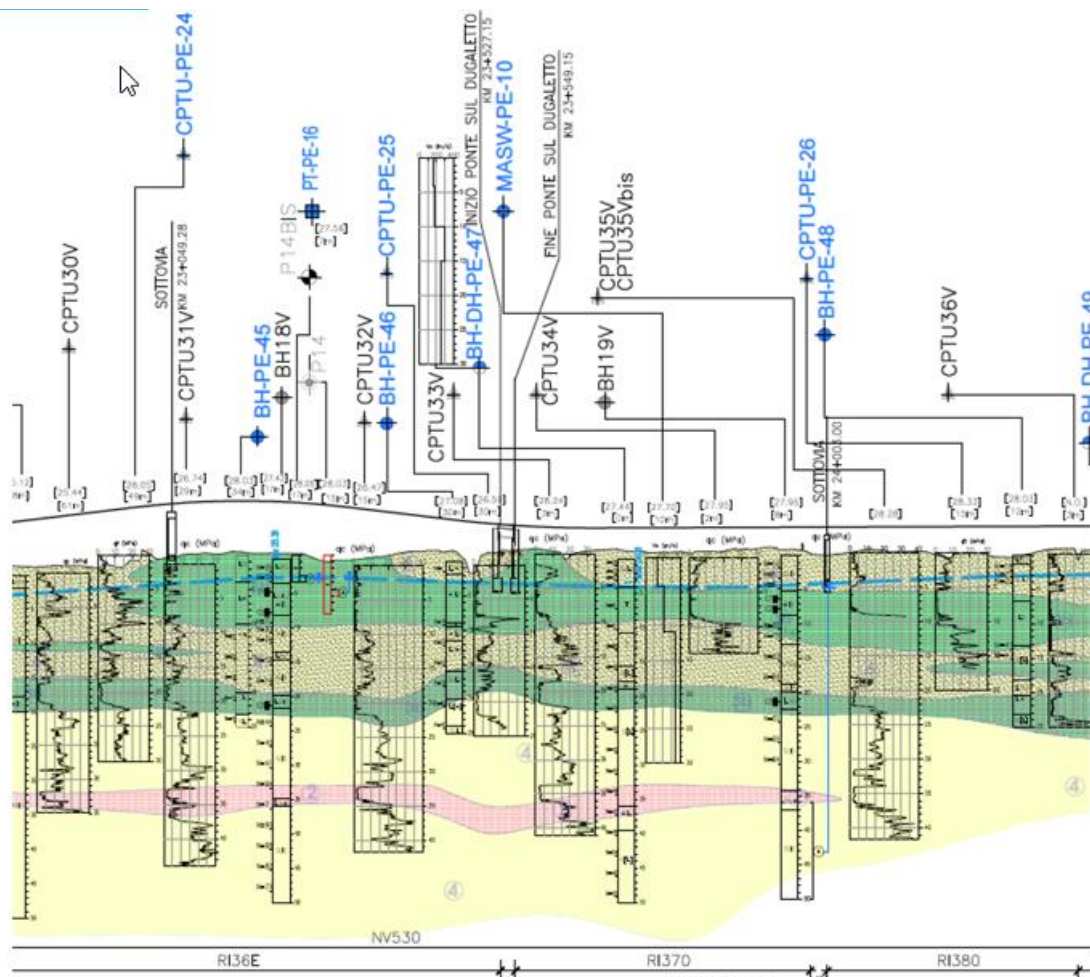
In conclusione, il rilevato oggetto di questa analisi risulta stabile nei confronti dei cinatismi delle superfici potenzialmente instabili che partono dalla sommità del rilevato e si estendono fino al terreno basale di fondazione.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 56 di 105</p>

ALLEGATI

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 57 di 105</p>

ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO



Campagna indagini 2018 per CDS

◆ Sondaggio geognostico

Campagna indagini 2015

P1-P15, P20 ◆ Sondaggio a carotaggio continuo con installazione di Piezometro a Tubo Aperto (A)
P1-15Bis ◆ Foro a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C)

Campagna indagini 2014

- SP ◆ Sondaggio a carotaggio continuo
 - SPC ◆ Sondaggio a carotaggio continuo (SP) con installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - SPA ◆
 - SPAA ◆
 - SDC ◆ Foro a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - SDA ◆
 - CPTU ◆ Prova penetrometrica statica con piezocono (possibilità di avanzamento con trivellazione)
 - CPTU* ◆ Prova penetrometrica statica con piezocono "tradizionale"
 - CH ◆ Foro a distruzione di nucleo per esecuzione prove CROSS-HOLE
 - PT ◆ Pozzetto esplorativo a 1.5 m da p.c. con prove di carico su piastra
- Profondità delle indagini

Campagna indagini pregresse

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



Classi dei terreni

- | | | |
|---|---|--|
| ① Riporto | 3a Area con prevalenza di sabbie limose/con limo e limi sabbiosi/con sabbia, a comportamento drenato, da sciolti a mediamente addensati | ④ Sabbie generalmente da debolmente limose a limose, da mediamente addensati a molto addensati |
| ② Limi argillosi e limi da compatte a molto compatte, generalmente sovraconsolidati | 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) |
| | 3ab Area di alternanze, sia in verticale che planimetriche, di materiali 3a e 3b | |

Campagna indagini integrative PE

- | | |
|---|--|
| BH-PE-n ◆ Sondaggio a carotaggio continuo | PT-PE-n ◆ Pozzetto esplorativo |
| BH-PZ-PE-n ◆ Sondaggio a carotaggio continuo con l'installazione di piezometro a tubo aperto o Casagrande | BH-DH-PE-n ◆ Sondaggio con esecuzione di prova down hole |
| MASW-PE-n ◆ Indagine MASW | CH-PE-n ◆ Sondaggio con esecuzione di prova cross hole |
| CPTU-PE-n ◆ Prova penetrometrica statica con piezocono | ◆ Indagini ambientali |

Note per PE: Le sigle in blu si riferiscono a indagini disponibili e con coordinate certe.
Le prove CPTU41bis, 42bis 43 bis e 43 ter sono state ripetute due volte, con due attrezzature diverse.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 59 di 105</p>

ALLEGATO 2 - SONDAGGI

Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

60 di 105

GEOSERVING S.r.l.
Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vitore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 47 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 47

Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza

Data: 12/11/2020 - 14/11/2020

Coordinate: 45° 23' 27.31" N - 11° 18' 14.11" E

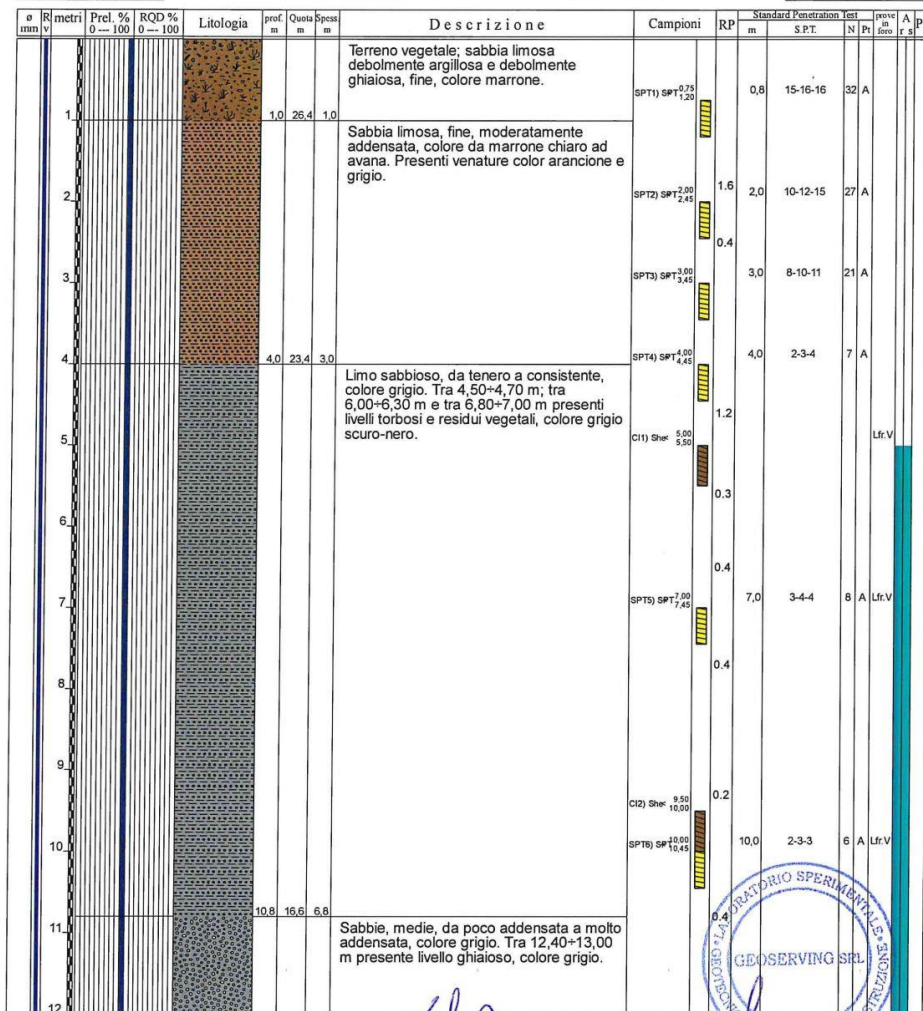
Quota: 27,438 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 23+520

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 47

Pagina 1/5



Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti

Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

61 di 105


 GEOSERVING S.r.l.

 Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 47 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 47

Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza

Data: 12/11/2020 - 14/11/2020

Coordinate: 45° 23' 27.31" N - 11° 18' 14.11" E

Quota: 27,438 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZL, prog. km 23+520

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 47

Pagina 2/5

Ø mm	R mm	metri v	Prel % 0-100	RQD % 0-100	Litologia	prof. m	Quota m	Spess. m	Descrizione	Campioni	RP	Standard m	Penetration S.P.T.	test N	prove in foro Pt	A f	Pz
		13							Sabbie, medie, da poco addensate a molto addensate, colore grigio. Tra 12,40+13,00 m presente livello ghiaioso, colore grigio.	SPT7) SP ^{13,00} _{13,45}	13,0	27-30-36	66	C			
		14									0.5						
		15				15.5	11.9	4.7									
		16							Sabbie debolmente limose, medio-fini, da sciolte ad addensate, colore grigio.	SPT8) SP ^{16,00} _{16,45}	16,0	12-18-23	41	A			
		17															
		18				17.8	9.6	2.3	Argilla, da tenera a consistente, colore grigio. Presenti rari livelli nerastr.			0.3					
		19				19.0	8.4	1.2		SPT9) SP ^{19,00} _{19,45}	19,0	12-18-18	36	A			
		20							Sabbie debolmente limose, medio-fini, da sciolte ad addensate, colore da grigio a grigio scuro.			1.0					
		21									3.5						
		22								SPT10) SP ^{22,00} _{22,45}	22,0	18-24-28	52	A			
		23															
		24															

 Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barasso

 Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti


Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3700001A

Foglio
62 di 105

GEOSERVING S.r.l. Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 47 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 47
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 12/11/2020 - 14/11/2020
Coordinate: 45° 23' 27.31" N - 11° 18' 14.11" E	Quota: 27.438 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 23+520	

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 47

Pagina 3/5

o mm	R v	metri	Prel. 0-100	ROD % 0-100	Litologia	prof m	Quota m	Spes m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test m	S.P.T. N	Test Pi	prov in foro A F S	A PZ
25					Sabbie debolmente limose, medio-fini, da sciolte ad addensate, colore da grigio a grigio scuro.					SPT11) 24.00 25.45	25,0	12-24-26	50	A		
26										SPT12) 28.00 28.45	28,0	20-22-23	45	A		
27										SPT13) 31.00 31.45	31,0	19-21-24	45	A		
28										SPT14) 34.00 34.45	34,0	20-22-22	44	A		
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36						36,0	-8,6	17,0								

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

63 di 105

GEOSERVING S.r.l. Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vitore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 47 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 47

Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza

Data: 12/11/2020 - 14/11/2020

Coordinate: 45° 23' 27.31" N - 11° 18' 14.11" E

Quota: 27,438 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 23+520

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 47



Pagina 4/5

o mm	R v	Prof. % 0-100	ROD % 0-100	Litologia	prof. m	Quota m	Spes. m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test			Pz
											m	S.P.T.	N	
					36,5	-9,1	0,5	Argilla, consistente, colore da grigio chiaro a grigio scuro. Tra 36,50+37,40 m presente argilla debolmente ghiaiosa, colore da grigio chiaro a grigio scuro.	SPT15) #27,22 37,45	1,5				
37								Argilla limoso sabbiosa, da mediamente consistente a consistente, colore grigio chiaro. Tra 36,50+37,40 m presente argilla debolmente ghiaiosa, colore da grigio chiaro a grigio scuro con screziature bianche.		37,0	19-23-24	47	A	
38										2,5				
39										0,9				
					39,5	-12,1	3,0	Sabbie debolmente limose, medio-fini, da poco addensate ad addensate, colore grigio.	SPT16) #40,00 40,45	40,0	19-22-27	49	A	
40														
41					41,0	-13,6	1,5	Sabbie, medie, da sciolte a molto addensate, colore grigio-marrastro.	SPT17) #41,00 43,45	43,0	21-25-29	54	A	
42														
43														
44														
45														
46									SPT18) #46,00 48,45	46,0	20-20-20	40	A	
47														
48														

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 64 di 105

GEOSERVING S.r.l.
Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vitore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 47 del 04/02/2021		Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020	
Committente: IricAV Due		Sondaggio: BH PE 47	
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza		Data: 12/11/2020 - 14/11/2020	
Coordinate: 45° 23' 27.31" N - 11° 18' 14.11" E		Quota: 27,438 m s.l.m.	
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZL, prog. km 23+520			



SCALA 1:60		STRATIGRAFIA - BH PE 47				Pagina 5/5											
o mm	R m	Prel. % 0-100	RQD % 0-100	Litologia	prof m	Quota m	Spes m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pr	prov in s r	A r	p z
49					50,0	-22,6	9,0	Sabbie, medie, da sciolte a molto addensate, colore grigio-marronastro.	SPT19) # 49,00 49,45		49,0	22-25-30	55	A			

Utilizzato carotiere semplice.
Prelevati n. 2 campioni indisturbati.
Prelevati n. 19 campioni rimaneggiati S.P.T.
Eseguite n. 19 prove S.P.T.
Installato tubo pcv per down-hole da 3" fino a 30,00 m da p.c.
Installato chiusino in ferro.

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 65 di 105

GEOSERVING S.r.l.
Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 47 del 04/02/2021		Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020	
Committente: IricAV Due		Sondaggio: BH PE 47	
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza		Data: 12/11/2020 - 14/11/2020	
Coordinate: 45° 23' 27.31" N - 11° 18' 14.11" E		Quota: 27,438 m s.l.m.	
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 23+520			

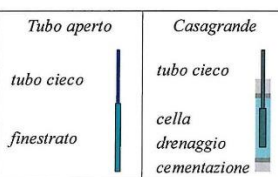
LEGENDA STRATIGRAFIA

o	R	metri	Prel. %	RQD %	Litologia	prof	Quota	Spes	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test			prov	A	p2		
mm	v		0-100	0-100		m	m	m			m	S.P.T.	N	Pt	in foro	f	3'		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Scala metrica
- 4) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 5) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Profondità della base dello strato (m)
- 8) Quota assoluta della base dello strato (m)
- 9) Spessore dello strato (m)
- 10) Descrizione della litologia dello strato
- 11) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 12) Simbolo del campione
- 13) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 14) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 15) Prova S.P.T.
- 16) Valore di N_{spt}
- 17) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 18) Prove in foro
- 19) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 20) Piezometri

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT
Amb = Ambientale

Lfr.C = Lefranc a carico costante
Lfr.V = Lefranc a carico variabile
Lug = Lugeon
Press = Prova pressiometrica
Dilat = Prova dilatometrica
Scis = Prova scissometrica
PLT = Point Load Test
Prov = Altra prova



Il Geologo di Cantiere
dott. geol. Gerardo Barasso

Il Responsabile della Commessa
dott. geol. Giuseppe Paolitti



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

66 di 105



indagini geognostiche
prove geotecniche in sito

PRIMA UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA - CANTIERE

COMITENTE IRICAV DUE

Linea AV/AC - Variante San Bonifacio

CANTIERE Linea AV/AC - Variante San Bonifacio

DATA 31/03/2015

PROFONDITÀ (m da P.C.)

QUOTA P.C. (m s.l.m.m.)

TIPO SINTA

NOTE:

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

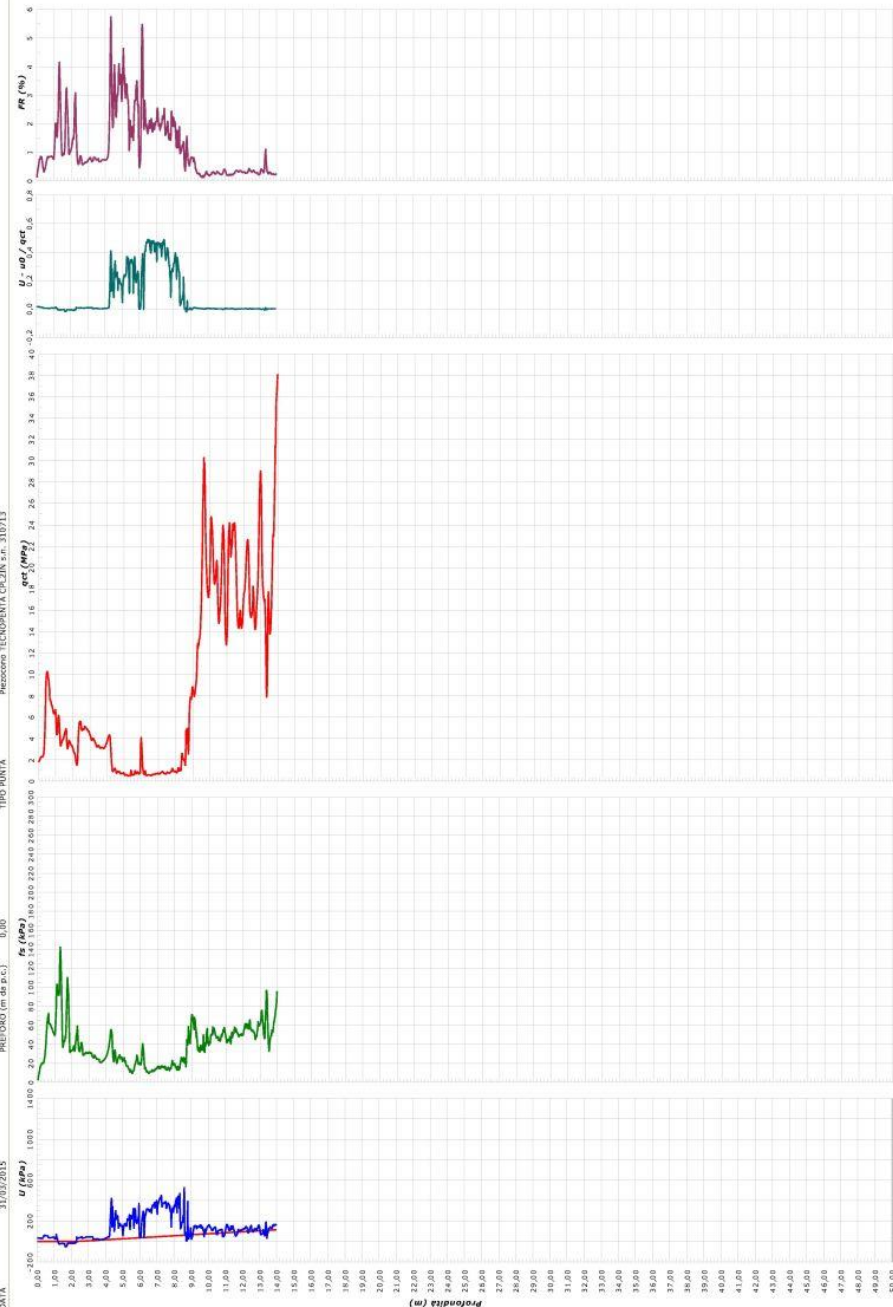
Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3700001A

67 di 105



indagini geognostiche
prove geotecniche in sito

PRIMA UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA - CANTIERE

COMITENTE IRICAV DUE

Linea AV/AC - Variante San Bonifacio

DATA 31/03/2015

PROFONDITÀ (m da p.c.) 2,30

PROFONDITÀ (m da p.c.) 0,00

NOTE:

Procedura TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)

TIPO SINTA

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)

PROFONDITÀ (m da p.c.)



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

68 di 105



indagini geognostiche
prove geotecniche in sito

PRIMA UNIVERSITA' DI PADOVA - DPT. DI INGEGNERIA CIVILE

COMITENTE IRICAV DUE

Linea AV/AC - Variante San Bonifacio

CANTIERE

3847 (m da p.c.) 2,30

18,00

02/04/2015

DATA

NOTE:

Recesso TECNORIENTA CR-21N s.n. 310713

TIPO SINTA

QUOTA s.c. (m s.l.m.m.)

300 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 0.0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0

PROFONDITA' (m da p.c.)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 0





Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3700001A

Foglio
69 di 105

RILEVIO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE		NOTE	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA
0		0	
100	05/03/2015	100	05/03/2015
200		200	

CAMPIONE RIMANEGGIATO		CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.		CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST		SPEZIONE DI CAROTA	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA

CAMPIONE INDISTRURBATO PARETI SOTTILI		CAMPIONE INDISTRURBATO A PISTONE		CAMPIONE INDISTRURBATO ROTATIVO	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA

PROVE IN FORO		PROVE PRESSIOMETRICO MENARD		PROVE PRESSIOMETRICO MENARD	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA

STRUMENTAZIONE		PERMEABILITÀ		PERMEABILITÀ	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA

MATERIALE RIPOSTO IN N° 10 CASSETTE CATALOGATRICI E FOTOGRAFATO		AGGIORNAMENTO IDRICO: N° 3 GIORNI	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA

SCHEDA DI SONDAGGIO		COMITENTE		COMM. cm017115	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA
0		0		0	
100		100		100	
200		200		200	

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		FORNARE		FORNARE	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		FORNARE		FORNARE	
PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA	PROFONDITA' (P.C.)	DATA



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3700001A

70 di 105

RILEVIO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE		NOTE			
PROFONDITÀ (m da 0)	DATA	DA 0	DA 10	DA 20	DA 30
0	06/03/2015				
10	06/03/2015				
20					
30					
40					

SCHEDA DI SONDAGGIO		COMM. cm017115		DI 3	
REV. 0	DATA	PROGETTISTA	VERIFICATORE	DATA	PROGETTO
0	31/12/2008	Consorzio IricAV Due	Dr. Ing. Davide Spionore	07/03/2015	Linea AV/AC VR-PD Variante di San Bonifacio
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		PROFONDITÀ (m da fondo)	PROFONDITÀ (m da p.c.)	PROFONDITÀ (m da p.c.)	PROFONDITÀ (m da p.c.)
Limo con livelli millimetrici e centimetrici di sabbia fine grigia.		22,40	21,00	24,45	24,45
Sabbia debolmente limosa grigia scura. Livello di limo sabbioso tra -33,00 m e -33,90 m da p.c.			27,00	27,45	27,45
Limo debolmente argilloso grigio scuro con tonature nere millimetriche. livello di sabbia limosa grigia tra -34,80 m e -34,90 m da p.c.		34,20	30,00	30,45	30,45
Limo sabbioso grigio, poco consistente.			33,00	33,50	33,50
Sabbia da fine a media grigia.		37,90	35,00	35,50	35,50
			36,00	36,50	36,50
		40,00	38,00	38,50	38,50



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3700001A

Foglio
71 di 105

RILEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE		NOTE	
PROVA P.C.D. (P.S.A. - S.T.)	DA: Data (gg/mm/aa)	IN: Piano Campione (P.C.)	DATA
<input type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T. <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST <input type="checkbox"/> SPEZIONE DI CAROTA <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO	07/03/2015 07/03/2015	MAGLIO "MENZI" A SGANCIAMENTO AUTOMAT. PESO MAGLIO 83,5 Kg CAPSULA 40 cm ALIMENTAZIONE A BASTE PESO BASTE 7,2 kg/m PUNTA Raymond PUNTA CONICA CHIUSA [X]	07/03/2015
PROVA IN FORO: <input type="checkbox"/> PERMEAB. LEFRANC <input type="checkbox"/> VANE TEST <input type="checkbox"/> PRESSIOMETRO MENARD <input type="checkbox"/> PERMEAB. LIGERON		STRUMENTAZIONE: <input type="checkbox"/> CAROTTERE SEMPLICE Ø 101 mm METODO DI PERFORAZIONE: <input type="checkbox"/> CAROTAGGIO CONTINUO A SECCO	
MANOVRA DI CAROTAGGIO: 100		50,00 50,00 50,00 50,00 50,00	

SCHEDE DI SONDAGGIO		COMM. cm017115
REV. 0	DATA: 31/12/2008	PAG. 3 DI 3
CERTIFICATO: cm019em01715 DIRETTORE: Dott. Ing. Davide Spindore		
COMMITENTE: Iricav Due CANTIERE: Linea AV/AC VR-PD Variante di San Bonifacio PERFORAZIONE: B115V DATA INIZIO: 05/03/2015 OPERAZIONE: ATTREZZATURA: Musiano A66		
RESPONSABILE: Dott. Fison OPERATORE: Sra. Venturini Data: 01/03/09 Profondità: 50,00 Pag. 5 DI 6	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA:	
SABBIA DA FINE A MEDIA GRIGIA.	PROFONDITA' in da fondo: 50,00 PROFONDITA' in da p.c.: 42,00 PROFONDITA' in da p.c.: 42,50 PROFONDITA' in da p.c.: 45,00 PROFONDITA' in da p.c.: 45,50 PROFONDITA' in da p.c.: 49,00 PROFONDITA' in da p.c.: 49,50	S.P.T.: N TORNI PROFONDITA' in da p.c. PROFONDITA' in da p.c. PROFONDITA' in da p.c. PROFONDITA' in da p.c.
FINE SONDAGGIO	GEOLAVORI S.p.A. - 35042 ESTE (PD) - VIA CALLIDO n. 7 - TEL. 0429/601478 - FAX 0429/55639	





Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto Lotto Codifica Foglio
IN17 12 EI2RBRI3700001A 72 di 105

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Cotyqual - Qualità Ambiente Sicurezza - UNIENISO 9001:2008 - UNIENISO 14001:2004 - BS OHSAS 18001:2007

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 41122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P.iva 01872430648
Headquarters: Via Barola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITENTE: CONSORZIO ITRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU 26 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.40 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]
DATA: 20/11/20 PREFORO (m da p.c.): OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m.: 18.239
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SF210088 - 25/01/21 Lat.: 45°23'36.65"N Long.: 11°18'34.14"E

Table with 20 columns (prof., qc, fs, U, incl., m, Mpa, kPa, kPa, U, incl., gradi) containing geotechnical data points for various soil profiles.

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De lasi

SF210088_CPTU-PE-26.xls - pag 1 di 4

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

74 di 105

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl P.Iva 01872430848
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



SOCOTEC

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

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza

PROVA N°: CPTU 26 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.40

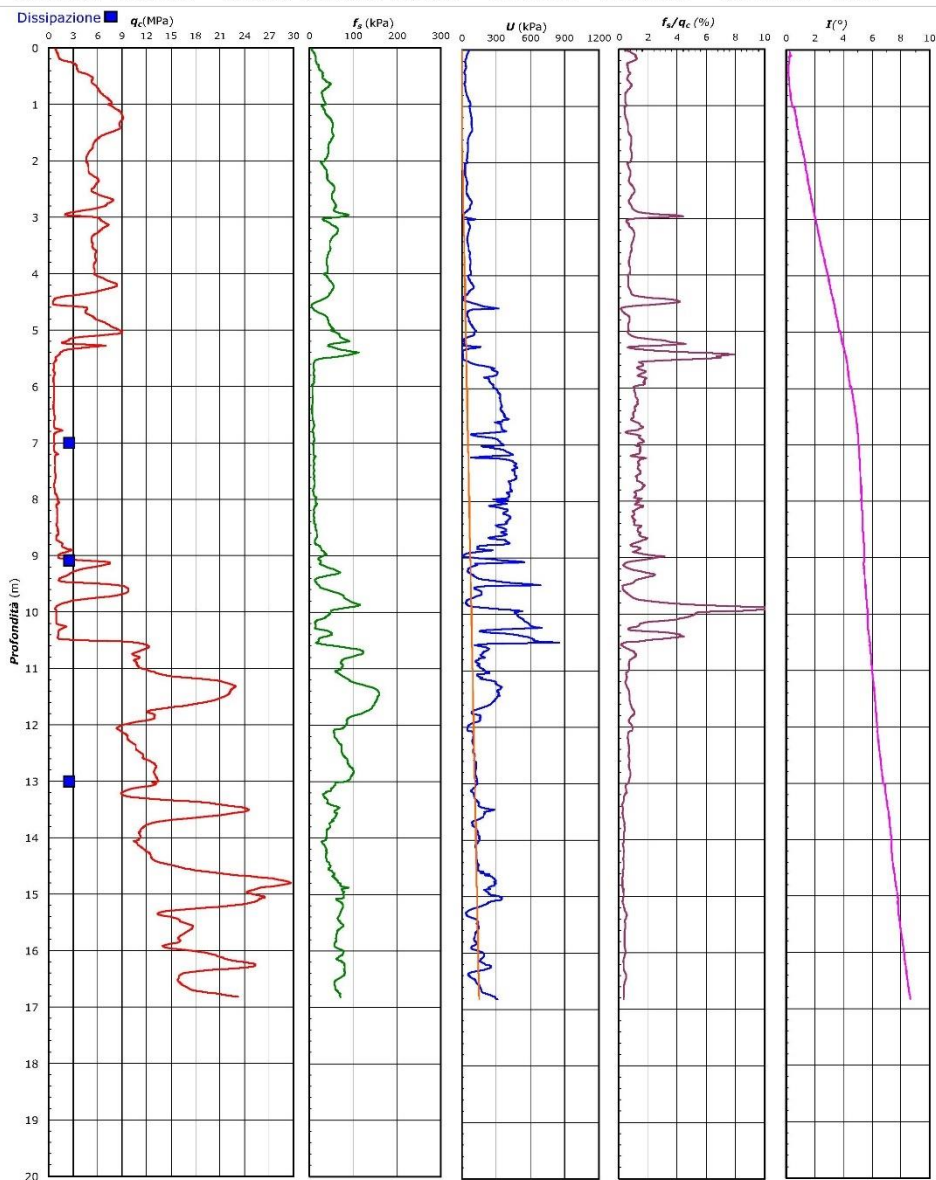
PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]

DATA: 20/11/20 PREFORO (m da p.c.):

Lat.: 45°23'36.65"N Long.: 11°18'34.14"E

COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SF210088 - 25/01/21



OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m.: 28.329



Il Direttore Tecnico SO:
Ing. Massimo De Iasi

SF210088_CPTU-PE-26.xls - pag 3 di 4

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 75 di 105</p>

Accredita con Sistemi di Gestione certificati da Certiqualty - Qualità Ambientale Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2001 - UNI EN ISO 14001:2004 - ISO 45001:2018

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



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

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza

PROVA N°: CPTU 26 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.40 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]

DATA: 20/11/20 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'36.65"N Long.: 11°18'34.14"E

COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SF210088 - 25/01/21 OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m.: 28.329

UBICAZIONE

Località: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza



NOTE: Utilizzato 1 anello allargatore da inizio prova

Il Direttore Tecnico SO:
Ing. Massimo De Iasi

SF210088_CPTU-PE-26.xls - pag 4 di 4

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

76 di 105

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



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

CANTIERE: **Linea Alta Velocità Verona-Vicenza**

PROVA: **CPTU 26 Dissipazione 1**

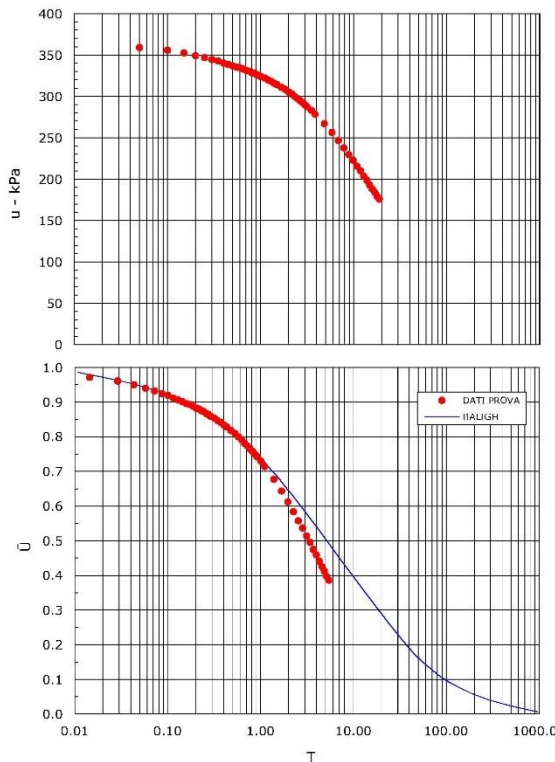
COMMESSA: **22036AV/20**

DATA PROVA: **20/11/20** R.d.P. n°: **SF210016** rev.00 del: **13/01/21**

Atterzatura impiegata Penetrometro: GeoMil 20T Punta: piezocono Tecnopenta G1 - CPL21N

Profondità prova di dissipazione da p.c. (m) 7.00
Profondità falda da p.c. (m) 1.40
U₀ = pressione interstiziale di equilibrio (bar) 0.55
U_i = pressione interstiziale al tempo t = 0 (bar) 3.68

Dati di Prova					
Tempo (min)	U (bar)	Ū	Tempo (min)	U (bar)	Ū
0.00	3.68	1.00	6.83	2.47	0.61
0.05	3.59	0.97	7.83	2.38	0.58
0.10	3.56	0.96	8.83	2.30	0.56
0.15	3.53	0.95	9.83	2.23	0.54
0.20	3.49	0.94	10.83	2.16	0.51
0.25	3.47	0.93	11.83	2.10	0.50
0.30	3.44	0.92	12.83	2.04	0.47
0.35	3.43	0.92	13.83	1.99	0.46
0.40	3.40	0.91	14.83	1.93	0.44
0.45	3.39	0.91	15.83	1.88	0.43
0.50	3.37	0.90	16.83	1.84	0.41
0.55	3.36	0.90	17.83	1.79	0.40
0.60	3.35	0.89	18.83	1.76	0.39
0.65	3.33	0.89			
0.70	3.31	0.88			
0.75	3.31	0.88			
0.80	3.29	0.88			
0.85	3.28	0.87			
0.90	3.27	0.87			
0.95	3.26	0.86			
1.00	3.24	0.86			
1.10	3.23	0.85			
1.20	3.20	0.85			
1.30	3.18	0.84			
1.40	3.16	0.83			
1.50	3.14	0.83			
1.67	3.11	0.82			
1.83	3.09	0.81			
2.00	3.05	0.80			
2.17	3.03	0.79			
2.33	3.00	0.78			
2.50	2.97	0.77			
2.67	2.95	0.77			
2.83	2.92	0.76			
3.00	2.90	0.75			
3.17	2.88	0.74			
3.50	2.83	0.73			
3.83	2.79	0.71			
4.83	2.67	0.68			
5.83	2.57	0.64			



$K_h / K_v = 1$ (macrostruttura assente o scarsamente presente, depositi omogenei)
 α (Mitchell 1978) = 4
 $c_h = 0.93$
m/sec cm/sec
K = 1.41E-08 1.41E-06

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

Il Tecnico:
dott. Lorenzo Zanirato



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

77 di 105

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



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

CANTIERE: **Linea Alta Velocità Verona-Vicenza**

PROVA: **CPTU 26 Dissipazione 2**

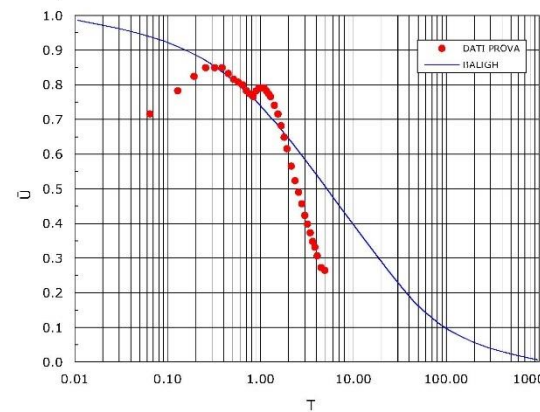
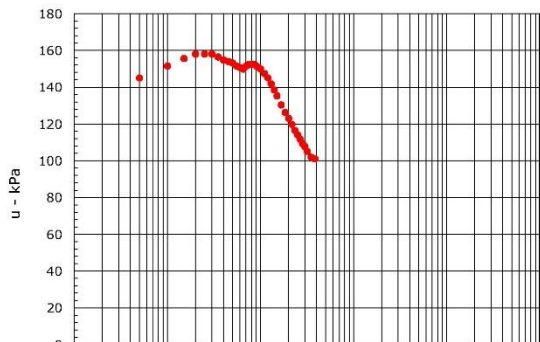
COMMESSA: **22036AV/20**

DATA PROVA: **20/11/20** R.d.P. n°: **SF210017** rev.00 del: **13/01/21**

Atterzatura impiegata Penetrometro: GeoMil 20T Punta: piezocono Tecnopenta G1 - CPL21N

Profondità prova di dissipazione da p.c. (m) 9.08
Profondità falda da p.c. (m) 1.40
U₀ = pressione interstiziale di equilibrio (bar) 0.75
U_i = pressione interstiziale al tempo t = 0 (bar) 1.73

Dati di Prova					
Tempo (min)	U (bar)	Ū J(t)-U ₀ /U _i -U ₀	Tempo (min)	U (bar)	Ū J(t)-U ₀ /U _i -U ₀
0.00	1.73	1.00			
0.05	1.45	0.72			
0.10	1.52	0.78			
0.15	1.56	0.82			
0.20	1.58	0.85			
0.25	1.58	0.85			
0.30	1.58	0.85			
0.35	1.56	0.83			
0.40	1.55	0.82			
0.45	1.54	0.81			
0.50	1.53	0.80			
0.55	1.52	0.78			
0.60	1.51	0.77			
0.65	1.50	0.77			
0.70	1.52	0.78			
0.75	1.52	0.79			
0.80	1.52	0.79			
0.85	1.52	0.79			
0.90	1.52	0.78			
0.95	1.51	0.77			
1.00	1.50	0.77			
1.10	1.47	0.74			
1.20	1.45	0.72			
1.30	1.42	0.68			
1.40	1.39	0.65			
1.50	1.35	0.62			
1.67	1.30	0.57			
1.83	1.26	0.52			
2.00	1.23	0.49			
2.17	1.20	0.46			
2.33	1.17	0.42			
2.50	1.14	0.40			
2.67	1.12	0.37			
2.83	1.09	0.35			
3.00	1.08	0.33			
3.17	1.05	0.31			
3.50	1.02	0.27			
3.83	1.01	0.26			



$K_h / K_v = 1$ (macrostruttura assente o scarsamente presente, depositi omogenei)
 α (Mitchell 1978) = 1
 $c_h = 4.14$ m/sec cm/sec
K = NON DETERMINABILE

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

Il Tecnico:
dott. Lorenzo Zanirato



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

78 di 105

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



SOCOTEC

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

CANTIERE: **Linea Alta Velocità Verona-Vicenza**

PROVA: **CPTU 26 Dissipazione 3**

COMMESSA: **22036AV/20**

DATA PROVA: **20/11/20** R.d.P. n°: **SF210018** rev.00 del: **13/01/21**

Atterraggiatura impiegata Penetrometro: GeoMil 20T Punta: piezocono Tecnopenta G1 - CPL21N

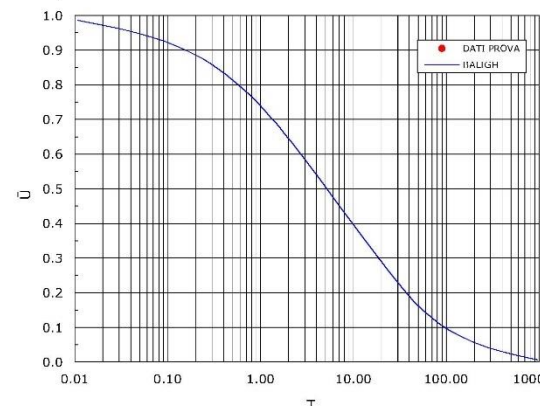
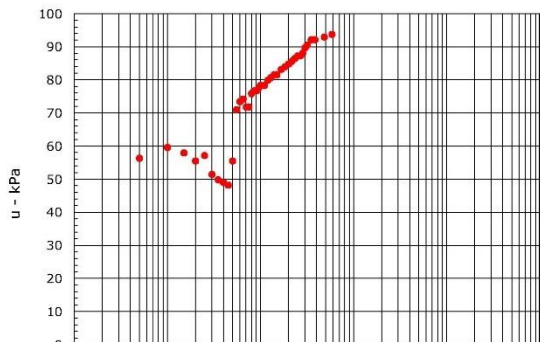
Profondità prova di dissipazione da p.c. (m) 13.00

Profondità falda da p.c. (m) 1.40

U₀ = pressione interstiziale di equilibrio (bar) 1.14

U_i = pressione interstiziale al tempo t = 0 (bar) 0.95

Dati di Prova					
Tempo (min)	U (bar)	Ū J(t)-U ₀ /U _i -U ₀	Tempo (min)	U (bar)	Ū J(t)-U ₀ /U _i -U ₀
0.00	0.95	1.00			
0.05	0.56	3.00			
0.10	0.60	2.83			
0.15	0.58	2.91			
0.20	0.56	3.04			
0.25	0.57	2.96			
0.30	0.51	3.25			
0.35	0.50	3.34			
0.40	0.49	3.38			
0.45	0.48	3.42			
0.50	0.56	3.04			
0.55	0.71	2.23			
0.60	0.73	2.11			
0.65	0.74	2.06			
0.70	0.72	2.19			
0.75	0.72	2.19			
0.80	0.76	1.98			
0.85	0.77	1.94			
0.90	0.77	1.94			
0.95	0.77	1.89			
1.00	0.78	1.85			
1.10	0.78	1.85			
1.20	0.80	1.77			
1.30	0.81	1.72			
1.40	0.82	1.68			
1.50	0.82	1.68			
1.67	0.83	1.60			
1.83	0.84	1.55			
2.00	0.85	1.51			
2.17	0.86	1.47			
2.33	0.86	1.43			
2.50	0.87	1.38			
2.67	0.87	1.38			
2.83	0.88	1.34			
3.00	0.90	1.26			
3.17	0.91	1.21			
3.50	0.92	1.13			
3.83	0.92	1.13			
4.83	0.93	1.09			
5.83	0.94	1.04			



$K_h / K_v = 1$ (macrostruttura assente o scarsamente presente, depositi omogenei)
 α (Mitchell 1978) = 1
 $c_h = 4.14$ m/sec cm/sec
K = NON DETERMINABILE

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

Il Tecnico:
dott. Lorenzo Zanirato

Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

79 di 105

Avvicina 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 0069
www.socotec.it



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

CANTIERE: San Bonifacio (VR)

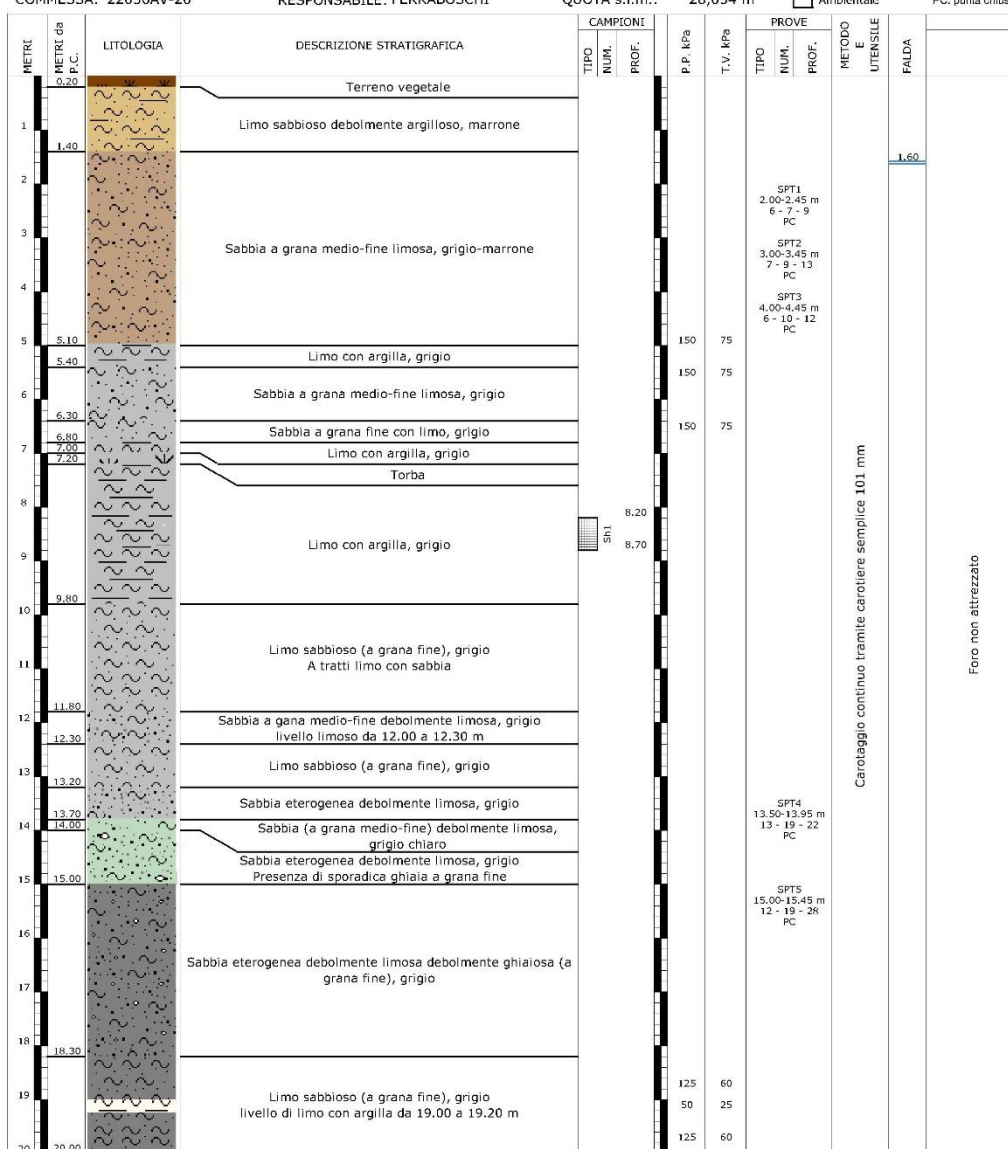
PERFORAZIONE: BH-PE-48
ESECUZIONE: 18-22/12/2020
COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°: SF201159
OPERATORE: EL HACHMI
RESPONSABILE: FERRABOSCHI

PROFONDITA': 25,00 m
RIVESTIMENTO: 24,00 m
QUOTA s.l.m.: 28,034 m

Indisturbato
 Rimanceggiato
 Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa



Il Direttore Tecnico SOA:
ing. Massimo De Iasi

SF201159_BI I-PE-48 - pag. 1 di 5

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

80 di 105

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



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

CANTIERE: **San Bonifacio (VR)**

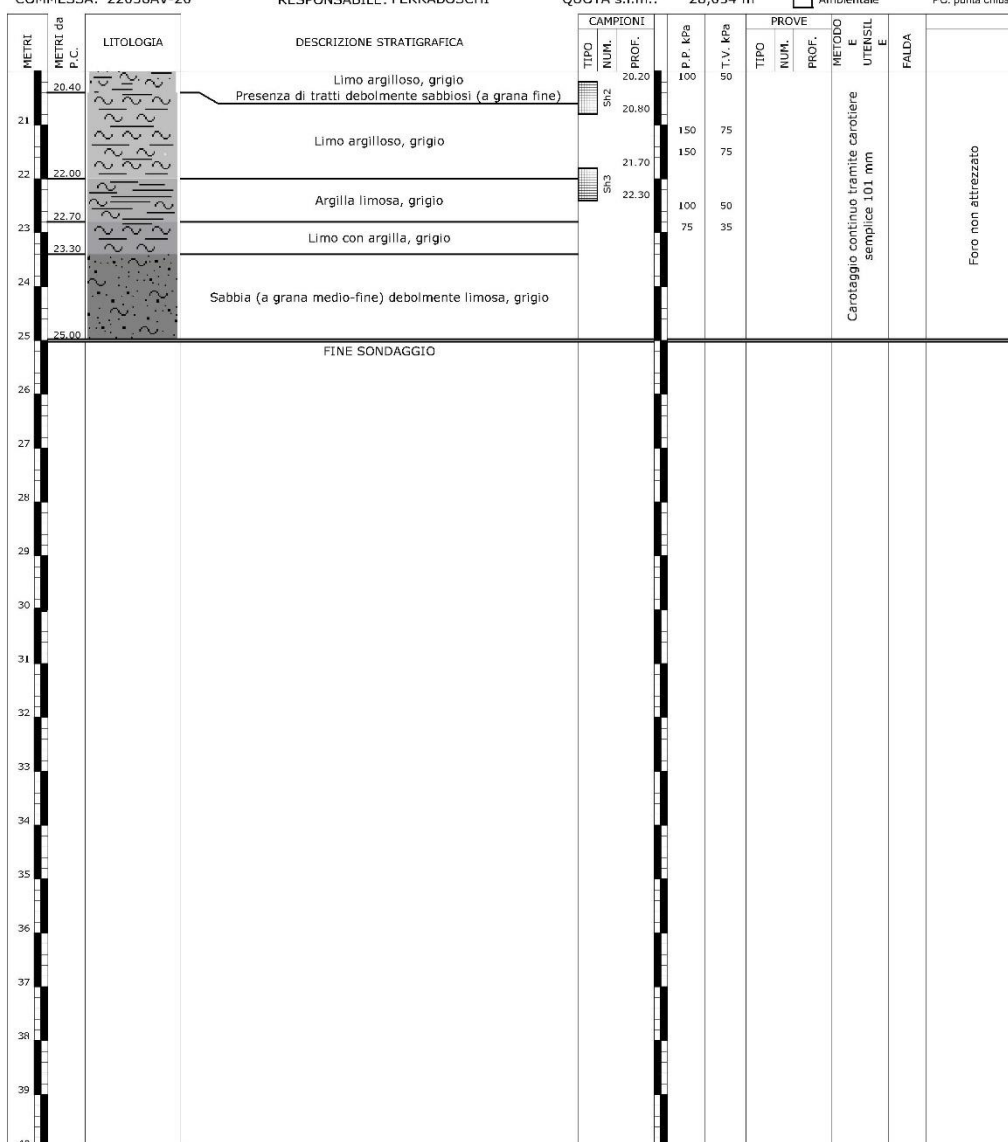
PERFORAZIONE: BH-PE-48
ESECUZIONE: 18-22/12/2020
COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°: SF201159
OPERATORE: EL HACHMI
RESPONSABILE: FERRABOSCHI

PROFONDITA': 25,00 m
RIVESTIMENTO: 24,00 m
QUOTA s.l.m.: 28,034 m

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa



Il Direttore Tecnico SOA:
ing. Massimo De Iasi

SF201159_BH-PE-48 - pag 2 di 5

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 81 di 105</p>

ALLEGATO 3 - SEZ. N° 22 - TABULATI DI SLIDE

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 82 di 105</p>



Slide Analysis Information

RI_37

Project Summary

File Name:	RI_37.slmd
Slide Modeler Version:	9.012
Project Title:	SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created:	07/10/2021, 16:36:41

Currently Open Scenarios



Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
Statica 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.467610 Spencer: 1.458840 Gle/morgenstern-price: 1.454530	00h:00m:02.600s
	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.381380 Spencer: 1.379340 Gle/morgenstern-price: 1.379630	00h:00m:01.981s
Sismica - kv+ 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.356550 Spencer: 1.353680 Gle/morgenstern-price: 1.355510	00h:00m:02.136s
	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.356550 Spencer: 1.353680 Gle/morgenstern-price: 1.355510	00h:00m:02.136s

General Settings

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

Design Standard

 **Statica**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 83 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

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 da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 84 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

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

Slices Type:	Vertical
	Analysis Methods Used
	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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 85 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

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]: 2.5
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): 0.081
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.041

◆ Sismica - kv-

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.081
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.041

Loading

◆ Statica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 86 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021



 	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Permanent
Load Action:	
 	Constant
Distribution:	61.4
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Variable
Load Action:	
 	Constant
Distribution:	61.4
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Variable
Load Action:	

◆ **Sismica - kv+**

 	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Dead
Load Action:	
 	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Live
Load Action:	
 	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Live
Load Action:	

◆ **Sismica - kv-**





 	Constant
Distribution:	14.4
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Dead
Load Action:	
 	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Live
Load Action:	
 	Constant
Distribution:	12.3
Magnitude [kPa]:	Vertical
Orientation:	Live
Load Action:	

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 87 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

Materials

Rilevato	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	38
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
U4 superficiale	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	34
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
U4 profondo	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	38
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
UG3b	
Color	
Strength Type	Undrained
Unit Weight [kN/m ³]	18.5
Cohesion [kPa]	40
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated

Materials In Use

Material	Statica	Sismica - kv+	Sismica - kv-
Rilevato 	✓	✓	✓
U4 superficiale 	✓	✓	✓
U4 profondo 	✓	✓	✓
UG3b 	✓	✓	✓

Global Minimums



◆ Statica

Method: bishop simplified

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 88 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

FS		1.467610
Center:	23.138, 27.348	
Radius:	9.679	
Left Slip Surface Endpoint:	19.424, 18.409	
Right Slip Surface Endpoint:	30.815, 21.452	
Resisting Moment:	3266.53 kN-m	
Driving Moment:	2225.75 kN-m	
Total Slice Area:	20.3291 m ²	
Surface Horizontal Width:	11.3913 m	
Surface Average Height:	1.78462 m	

Method: spencer

FS		1.458840
Center:	23.124, 27.167	
Radius:	9.440	
Left Slip Surface Endpoint:	19.603, 18.409	
Right Slip Surface Endpoint:	30.633, 21.447	
Resisting Moment:	2973.14 kN-m	
Driving Moment:	2038.01 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	275.203 kN	
Driving Horizontal Force:	188.645 kN	
Total Slice Area:	19.3176 m ²	
Surface Horizontal Width:	11.0295 m	
Surface Average Height:	1.75144 m	

Method: gle/morgenstern-price

FS		1.454530
Center:	23.162, 27.420	
Radius:	9.775	
Left Slip Surface Endpoint:	19.372, 18.410	
Right Slip Surface Endpoint:	30.906, 21.455	
Resisting Moment:	3363.42 kN-m	
Driving Moment:	2312.37 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	300.507 kN	
Driving Horizontal Force:	206.601 kN	
Total Slice Area:	20.7929 m ²	
Surface Horizontal Width:	11.5337 m	
Surface Average Height:	1.80279 m	

◆ **Sismica - kv±**

Method: bishop simplified

FS		1.381380
Center:	22.142, 26.219	
Radius:	8.213	
Left Slip Surface Endpoint:	19.603, 18.409	
Right Slip Surface Endpoint:	28.786, 21.391	
Resisting Moment:	1298.08 kN-m	
Driving Moment:	939.7 kN-m	
Total Slice Area:	12.0735 m ²	
Surface Horizontal Width:	9.18306 m	
Surface Average Height:	1.31476 m	

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 89 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

Method: spencer

FS		1.379340
Center:	21.671, 26.706	
Radius:	8.859	
Left Slip Surface Endpoint:	18.553, 18.414	
Right Slip Surface Endpoint:	28.759, 21.391	
Resisting Moment:	1465.38 kN-m	
Driving Moment:	1062.38 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	149.412 kN	
Driving Horizontal Force:	108.321 kN	
Total Slice Area:	12.9704 m ²	
Surface Horizontal Width:	10.2053 m	
Surface Average Height:	1.27095 m	

Method: gle/morgenstern-price

FS		1.379630
Center:	21.671, 26.706	
Radius:	8.859	
Left Slip Surface Endpoint:	18.553, 18.414	
Right Slip Surface Endpoint:	28.759, 21.391	
Resisting Moment:	1465.69 kN-m	
Driving Moment:	1062.38 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	149.265 kN	
Driving Horizontal Force:	108.192 kN	
Total Slice Area:	12.9704 m ²	
Surface Horizontal Width:	10.2053 m	
Surface Average Height:	1.27095 m	

◆ **Sismica - kv-**

Method: bishop simplified

FS		1.356550
Center:	22.071, 26.287	
Radius:	8.302	
Left Slip Surface Endpoint:	19.449, 18.409	
Right Slip Surface Endpoint:	28.776, 21.391	
Resisting Moment:	1219.03 kN-m	
Driving Moment:	898.624 kN-m	
Total Slice Area:	12.1634 m ²	
Surface Horizontal Width:	9.32665 m	
Surface Average Height:	1.30415 m	

Method: spencer

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 90 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

FS		1.353680
Center:	21.744, 26.646	
Radius:	8.779	
Left Slip Surface Endpoint:	18.697, 18.413	
Right Slip Surface Endpoint:	28.776, 21.391	
Resisting Moment:	1337.03 kN-m	
Driving Moment:	987.7 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	137.7 kN	
Driving Horizontal Force:	101.723 kN	
Total Slice Area:	12.8823 m ²	
Surface Horizontal Width:	10.0788 m	
Surface Average Height:	1.27816 m	

Method: gle/morgenstern-price

FS		1.355510
Center:	21.675, 26.711	
Radius:	8.866	
Left Slip Surface Endpoint:	18.552, 18.414	
Right Slip Surface Endpoint:	28.767, 21.391	
Resisting Moment:	1358.93 kN-m	
Driving Moment:	1002.52 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	138.191 kN	
Driving Horizontal Force:	101.948 kN	
Total Slice Area:	13.0059 m ²	
Surface Horizontal Width:	10.2155 m	
Surface Average Height:	1.27315 m	

Global Minimum Support Data

All Open Scenarios

No Supports Present

Entity Information

◆ Statica

Shared Entities

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 91 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021





Type	Coordinates (x,y)
External Boundary	0.0133832, 0.0183333 63.9188, 0.0183333 63.9188, 10.5029 63.9188, 14.5029 63.9188, 18.7596 57.8243, 18.6297 44.6523, 18.4958 44.0908, 18.4901 41.5322, 20.1959 39.88, 21.2973 37.9692, 21.3785 37.9349, 21.38 36.3223, 21.421 33.7137, 21.4873 32.776, 21.5112 31.8174, 21.4824 29.2137, 21.4043 27.558, 21.3546 25.6473, 21.2973 21.3019, 18.4004 0.0133832, 18.5029 0.0133832, 14.5029 0.0133832, 10.5029
Material Boundary	21.3019, 18.4004 21.4109, 17.8898 21.6459, 16.7889 44.296, 16.9959 44.5083, 17.8898 44.6523, 18.4958
Material Boundary	27.558, 21.3546 27.558, 20.0208 37.9446, 20.0208 37.9692, 21.3785
Material Boundary	29.2137, 21.4043 29.2137, 20.5654 31.8268, 20.5654 31.8174, 21.4824
Material Boundary	33.7137, 21.4873 33.7137, 20.5724 36.3223, 20.5724 36.3223, 21.421
Material Boundary	0.0133832, 14.5029 63.9188, 14.5029
Material Boundary	0.0133832, 10.5029 63.9188, 10.5029
Material Boundary	21.4109, 17.8898 44.5083, 17.8898

Scenario-based Entities

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 92 di 105


RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	0.0133832, 16.994 63.9188, 16.994	Assigned to:  Rilevato  U4 superficiale  U4 profondo  UG3b
Distributed Load	27.558, 21.3546 29.2137, 21.4043 31.8174, 21.4824 32.776, 21.5112 33.7137, 21.4873 36.3223, 21.421 37.9349, 21.38 37.9692, 21.3785	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	29.2137, 21.4043 31.8174, 21.4824	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	33.7137, 21.4873 36.3223, 21.421	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

◆ **Sismica - kv+**

Shared Entities

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 93 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021





Type	Coordinates (x,y)
External Boundary	0.0133832, 0.0183333 63.9188, 0.0183333 63.9188, 10.5029 63.9188, 14.5029 63.9188, 18.7596 57.8243, 18.6297 44.6523, 18.4958 44.0908, 18.4901 41.5322, 20.1959 39.88, 21.2973 37.9692, 21.3785 37.9349, 21.38 36.3223, 21.421 33.7137, 21.4873 32.776, 21.5112 31.8174, 21.4824 29.2137, 21.4043 27.558, 21.3546 25.6473, 21.2973 21.3019, 18.4004 0.0133832, 18.5029 0.0133832, 14.5029 0.0133832, 10.5029
Material Boundary	21.3019, 18.4004 21.4109, 17.8898 21.6459, 16.7889 44.296, 16.9959 44.5083, 17.8898 44.6523, 18.4958
Material Boundary	27.558, 21.3546 27.558, 20.0208 37.9446, 20.0208 37.9692, 21.3785
Material Boundary	29.2137, 21.4043 29.2137, 20.5654 31.8268, 20.5654 31.8174, 21.4824
Material Boundary	33.7137, 21.4873 33.7137, 20.5724 36.3223, 20.5724 36.3223, 21.421
Material Boundary	0.0133832, 14.5029 63.9188, 14.5029
Material Boundary	0.0133832, 10.5029 63.9188, 10.5029
Material Boundary	21.4109, 17.8898 44.5083, 17.8898

Scenario-based Entities

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 94 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	0.0133832, 16.994 63.9188, 16.994	Assigned to:  Rilevato  U4 superficiale  U4 profondo  UG3b
Distributed Load	27.558, 21.3546 29.2137, 21.4043 31.8174, 21.4824 32.776, 21.5112 33.7137, 21.4873 36.3223, 21.421 37.9349, 21.38 37.9692, 21.3785	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	29.2137, 21.4043 31.8174, 21.4824	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	33.7137, 21.4873 36.3223, 21.421	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

◆ **Sismica - kv-**

Shared Entities

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 95 di 105</p>

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021





Type	Coordinates (x,y)
External Boundary	0.0133832, 0.0183333 63.9188, 0.0183333 63.9188, 10.5029 63.9188, 14.5029 63.9188, 18.7596 57.8243, 18.6297 44.6523, 18.4958 44.0908, 18.4901 41.5322, 20.1959 39.88, 21.2973 37.9692, 21.3785 37.9349, 21.38 36.3223, 21.421 33.7137, 21.4873 32.776, 21.5112 31.8174, 21.4824 29.2137, 21.4043 27.558, 21.3546 25.6473, 21.2973 21.3019, 18.4004 0.0133832, 18.5029 0.0133832, 14.5029 0.0133832, 10.5029
Material Boundary	21.3019, 18.4004 21.4109, 17.8898 21.6459, 16.7889 44.296, 16.9959 44.5083, 17.8898 44.6523, 18.4958
Material Boundary	27.558, 21.3546 27.558, 20.0208 37.9446, 20.0208 37.9692, 21.3785
Material Boundary	29.2137, 21.4043 29.2137, 20.5654 31.8268, 20.5654 31.8174, 21.4824
Material Boundary	33.7137, 21.4873 33.7137, 20.5724 36.3223, 20.5724 36.3223, 21.421
Material Boundary	0.0133832, 14.5029 63.9188, 14.5029
Material Boundary	0.0133832, 10.5029 63.9188, 10.5029
Material Boundary	21.4109, 17.8898 44.5083, 17.8898

Scenario-based Entities

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 96 di 105

RI_37

giovedì 14 ottobre 2021

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	0.0133832, 16.994 63.9188, 16.994	Assigned to:  Rilevato  U4 superficiale  U4 profondo  UG3b
Distributed Load	27.558, 21.3546 29.2137, 21.4043 31.8174, 21.4824 32.776, 21.5112 33.7137, 21.4873 36.3223, 21.421 37.9349, 21.38 37.9692, 21.3785	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	29.2137, 21.4043 31.8174, 21.4824	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	33.7137, 21.4873 36.3223, 21.421	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 97 di 105</p>

**ALLEGATO 4 - SEZ. N° 22 - TABULATI DI SETTLE 3D -
ANALISI SLE**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 98 di 105</p>

Settle3 Analysis Information

settle_RI37

Project Settings

Document Name	settle_RI37.s3z
Date Created	07/10/2021, 23:58:39
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	Costruzione
2	Ballast

Results

Time taken to compute: 2.22896 seconds

Stage: Costruzione

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 99 di 105</p>

settle_RI37

giovedì 14 ottobre 2021

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	33.4979
Total Consolidation Settlement [mm]	0	9.04547
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	9.04547
Immediate Settlement [mm]	0	24.4524
Loading Stress ZZ [kPa]	0	54
Loading Stress XX [kPa]	-24.3367	42.9204
Loading Stress YY [kPa]	-23.1005	81.7377
Effective Stress ZZ [kPa]	0	342.06
Effective Stress XX [kPa]	1.50465	359.513
Effective Stress YY [kPa]	-9.50771	405.665
Total Stress ZZ [kPa]	0	670.695
Total Stress XX [kPa]	1.50465	688.148
Total Stress YY [kPa]	-9.50771	734.3
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	0.00287655
Pore Water Pressure [kPa]	0	328.635
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.45	341.946
Over-consolidation Ratio	1	3.09108
Void Ratio	0	1.1
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	2.74749

Stage: Ballast

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 100 di 105</p>

settle_RI37

giovedì 14 ottobre 2021



Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	38.8984
Total Consolidation Settlement [mm]	0	10.2107
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	10.2107
Immediate Settlement [mm]	0	28.6877
Loading Stress ZZ [kPa]	0	67.5489
Loading Stress XX [kPa]	-24.459	44.6589
Loading Stress YY [kPa]	-21.9153	81.6207
Effective Stress ZZ [kPa]	0	343.29
Effective Stress XX [kPa]	1.3729	359.419
Effective Stress YY [kPa]	-8.1034	405.458
Total Stress ZZ [kPa]	0	671.925
Total Stress XX [kPa]	1.3729	688.054
Total Stress YY [kPa]	-8.1034	734.093
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	359.301
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	494.486
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	1326.93
Total Strain	1.05651e-08	0.00337658
Pore Water Pressure [kPa]	0	328.635
Degree of Consolidation [%]	0	100
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.450211	343.177
Over-consolidation Ratio	1	3.09078
Void Ratio	0	1.1
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	3.13972

Loads

1. Rectangular Load: "Rectangular Load 1"

Length	10.4 m
Width	28 m
Rotation angle	0 degrees
Load Type	Flexible
Area of Load	291.2 m ²
Load	14.4 kPa
Depth	-3 m
Installation Stage	Ballast

Coordinates

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 101 di 105</p>

settle_RI37

giovedì 14 ottobre 2021

X [m]	Y [m]
-5.2	1.16408
5.2	1.16408
5.2	29.1641
-5.2	29.1641

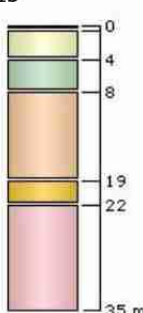
Embankments

1. Embankment: "Embankment Load 1"

Label	Embankment Load 1						
Center Line	(0, 0) to (0, 30.594)						
Near End Angle	90 degrees						
Far End Angle	90 degrees						
Number of Layers	1						
Base Width	22.8						
Layer	Stage	Left Bench Width (m)	Left Angle (deg)	Height (m)	Unit Weight (kN/m ³)	Right Angle (deg)	Right Bench Width (m)
1	Costruzione	0	34	3	18	34	0

Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	bonifica	0.5	0
2	UG4 sup	3.5	0.5
3	UG3b sup	4	4
4	UG4 med	11	8
5	UG3b prof	3	19
6	UG4 prof	13	22



Soil Properties

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3700001A

102 di
105

settle_RI37

giovedì 14 ottobre 2021

Property	UG4 sup	UG3b sup	UG4 med	UG3b prof
Color				
Unit Weight [kN/m3]	19	18.5	19	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19	18.5	19	18.5
K0	1	1	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Disabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	20000	-	50000	15000
Esur [kPa]	10000	-	50000	15000
Primary Consolidation	Disabled	Enabled	Disabled	Disabled
Material Type		Non-Linear		
Cc	-	0.18	-	-
Cr	-	0.02	-	-
e0	-	1.1	-	-
Pc [kPa]	-	160	-	-
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	UG4 prof		bonifica	
Color				
Unit Weight [kN/m3]		19		18
Saturated Unit Weight [kN/m3]		19		18
K0		1		1
Immediate Settlement		Enabled		Enabled
Es [kPa]		80000		20000
Esur [kPa]		80000		20000
Undrained Su A [kN/m2]		0		0
Undrained Su S		0.2		0.2
Undrained Su m		0.8		0.8
Piezo Line ID		1		1

Groundwater

Groundwater method
Water Unit Weight

Piezometric Lines
9.81 kN/m3

Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	1.5 m

Query Lines

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3700001A

Foglio

103 di
105

settle_RI37

giovedì 14 ottobre 2021

Line #	Query Line Name	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	Query Line 1	-41.994, 14.5246	41.994, 14.5246	300	Auto: 71

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3700001A	Foglio 104 di 105
---	------------------	-------------	-----------------------------	-------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 23+549,15 a pk 23+978,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3700001A</p>	<p>Foglio 105 di 105</p>

ALLEGATO 5 - VERSIONE DEI SOFTWARE UTILIZZATI

- 1) Slide ver 7.0
- 2) Settle 3D ver 2.003