

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 42+825,00 al km 43+175,00
GENERALE
Relazione Geotecnica**

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
IN17	12	E	I2	RB	RI8200	001	A	- - - D - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Agosto 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	M. Conti <i>Maria Conti</i>	Agosto 2021	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Agosto 2021	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Agosto 2021	P. Ascari
								Data: Agosto 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RBRI8200001A_01.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 2 di 70</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	Premessa.....	7
3.2	Geometria del rilevato.....	7
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
4.1	Indagini disponibili.....	8
4.2	Inquadramento stratigrafico	9
4.3	Livello di falda	11
4.4	Condizioni geotecniche del sito	12
4.5	Sintesi del modello geotecnico di riferimento	21
4.5.1	Materiale da rilevato.....	21
5	CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	23
5.1	Sollecitazione sismica di progetto.....	23
5.1.1	Vita Nominale.....	23
5.1.2	Classe d'uso	23
5.1.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	24
5.1.4	Categorie di Sottosuolo.....	24
5.1.5	Condizioni topografiche	24
5.1.6	Accelerazione sismica di riferimento	24
5.2	Suscettibilità alla liquefazione.....	25
5.2.1	CRR da correlazione su prove CPT	27
5.2.2	CRR da correlazione su prove SPT.....	29
5.2.3	Commento ai risultati	31
5.2.4	Soil improvement	38
6	VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO	41
7	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	42
Allegati		43
ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO.....		44
ALLEGATO 2 – INDAGINI		46

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	3 di 70

ALLEGATO 3 - TABULATI DI SLIDE- ANALISI SLU STATICA	67
ALLEGATO 4 - TABULATI DI SLIDE – ANALISI SLU SISMICA.....	68
ALLEGATO 5 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE	69

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 4 di 70

1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica del rilevato RI82, previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova. Tale rilevato si estende tra il km 42+825,00 e il km 43+175,00.

La relazione descrive in dettaglio il modello geotecnico definito per il rilevato sulla base delle indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze dell'opera e delle caratteristiche geotecniche attribuite ai materiali rinvenuti lungo la tratta. Le verifiche discusse sono state eseguite ai sensi della Normativa vigente (v. capitolo seguente) e gli interventi proposti sono volti a garantire la stabilità dei rilevati ed il rispetto dei requisiti prestazionali previsti per le opere in oggetto.

Il documento è così organizzato:

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBR1820001A</p>	<p>Foglio 5 di 70</p>

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documentazione di progetto

- [1] Sezioni di Progetto Esecutivo
- [2] IN1710EI2RBGE0000002A Relazione Geotecnica (da 10+050 a 21+990)
- [3] IN1710EI2LZGE0000016B Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico 11 di 11
- [4] IN1710EI2RHGE0000005A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 1/2
- [5] IN1710EI2P5GE0000001A Planimetrie con classificazione sismica del territorio 1 di 11
- [6] IN1710EI2RHGE0000003A Relazione idrogeologica 1/2
- [7] IN1710EI2RHGE0000007A-8A Relazione di sintesi dei sondaggi e delle prove eseguite
- [8] IN1710EI2PRGE0000001A-2A, Risultati Indagini in sito di Progetto – SOCOTEC
- [9] IN1710EI2PRGE0000003A-4A, Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI
- [10] IN1710EI2PRGE0000005A-8A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – SOCOTEC
- [11] IN1710EI2PRGE0000009A-12A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [12] IN1710EI2IGGE0000001A-2A, Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – SOCOTEC
- [13] IN1710EI2IGGE0000003A-4A, Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI

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 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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 6 di 70</p>

- [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] Rocscience (2017), Slide ver 7.0, 2017
- [30] Rocscience (2009), Settle 3D ver 2.0, 2009
- [31] 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.
- [32] Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1982), “Ground motions and soil liquefaction during earthquakes”, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] Priebe H.J., “Vibroreplacement to prevent earthquake induced liquefaction”. Ground Engineering, September 1998.
- [36] Idriss I.M. and Boulanger R.W. (2008), “Soil liquefaction during earthquakes”.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 7 di 70

3 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

3.1 Premessa

Il rilevato ferroviario in esame si estende tra il km 42+825,00 e il km 43+175,00 per una lunghezza totale di 350 m circa. Il rilevato risulta in affiancamento alla Linea Storica. Alla pk 42+986 si incontra un cavalcavia. Per la tratta in esame non si evidenziano altre interferenze con opere principali adiacenti e/o attraversate.

3.2 Geometria del rilevato

Il rilevato presenta una sezione regolare per tutto il tracciato, e risulta affiancato alla linea storica. Alla pk 43+100, si riscontra l'altezza massima del rilevato pari a 0.5 m sul p.c. esistente (Figura 1). Come risulta evidente dalla figura citata, non vi sono le condizioni per un problema di stabilità del rilevato, in quanto il piano ferro si pone praticamente alla stessa quota del p.c. all'esterno. Anche dal punto di vista delle deformazioni, i carichi applicati dal rilevato, in eccesso a quelli attualmente applicati, si riducono praticamente alla sola realizzazione del ballast.

In virtù di tali considerazioni, le verifiche SLU e SLE sono omesse.

Tuttavia, come di scuso più oltre, verso l'estremità est del rilevato si rilevano problematiche di potenziale liquefazione del terreno, che richiedono la presenza di colonne di ghiaie atte alla riduzione degli effetti della potenziale liquefazione.

Di tale argomento si tratterà più nel dettaglio nel capitolo dedicato all'analisi dei risultati delle analisi di liquefazione.

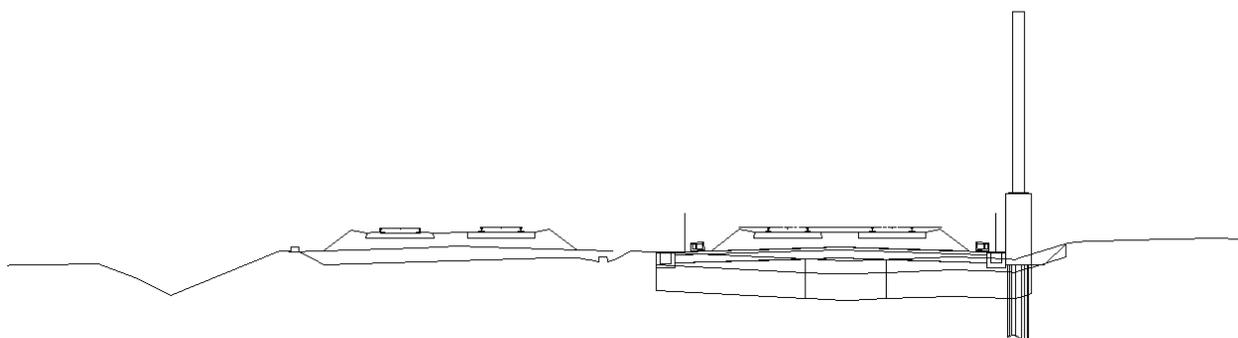


Figura 1 – Sezione di riferimento A (pk 43+100) estratta da sezioni PE (Doc Rif. [1])

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 8 di 70

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 Indagini disponibili

L'ubicazione delle indagini disponibili relative all'opera esaminata è illustrata nella Figura 3, estratta dalla Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico (Doc. Rif. [3]). Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni di sintesi delle indagini (Doc. Rif. [7] - [13]). Il risultato delle indagini è riportato in ALLEGATO 2.

Le indagini disponibili lungo il tratto d'interesse per il rilevato in oggetto sono elencate in Tabella 1. Per la caratterizzazione geotecnica si è considerata, tenuta in conto l'omogeneità stratigrafica dell'area, una serie di indagini non solo di stretta competenza del rilevato, ma anche quelle effettuate nell'adiacente area della WBS RI34, al fine di pervenire ad un quadro di riferimento di maggiore dettaglio e attendibilità.

Nel seguente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica, ottenuta basandosi sui risultati delle indagini relative all'area di interesse e sulla caratterizzazione generale dell'area in cui si inserisce il rilevato, presentata nella Relazione Geotecnica (Doc. Rif. [2]).

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

Tabella 1 - Indagini tra pk 42+825 e pk 43+175

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
42+900	CPTU-PE-48	2020-2021
42+950	BH-PE-90	2020-2021
42+976	BH-PE-91Bis	2020-2021
42+980	BH-PE-91ter	2020-2021
43+025	BH-PZ-PE-91	2020-2021
43+042	CPTU-PE-49	2020-2021
43+074	MASW-PE-25	2020-2021
43+095	CPTU-PE-50	2020-2021
43+100	P17-17bis	2015
43+129	PT69	2015
43+140	CPTU100	2015
43+140	S 81	2015

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 9 di 70

4.2 Inquadramento stratigrafico

Dal punto di vista stratigrafico, l'area del rilevato è interessata dalla presenza di una coltre superficiale con spessore totale pari a 6/7 m, costituita localmente da terreni di riporto, con spessore variabile da 0 fino a 3m, seguiti da terreni limoso/argillosi, generalmente debolmente sabbiosi, consistenti, (Unità 2).

I terreni di riporto, sulla base della descrizione dei sondaggi, sono generalmente costituiti da limi argillosi e sabbiosi, talora con clasti, e localmente con frammenti di laterizi. La descrizione risulta compatibile con la presenza di materiali scavati in posto e quindi riportati.

Al di sotto di questa copertura (costituita dai riporti e da materiale dell'unità 2), si riscontra uno strato di ghiaie ben addensate (Unità 6) fino a una profondità di circa 25 m. Al di sotto delle ghiaie si incontra una lente di argille (Unità 2) ed infine il substrato sabbioso (Unità 4) che si estende in profondità.

Verso la zona più ad Est (CPTU100), le prove indicano la presenza di qualche livello potenzialmente liquefacibile, come si vedrà in sede di commento dei risultati delle analisi di liquefazione.

Da quanto sopra, risulta evidente che il comportamento del rilevato sarà governato principalmente dalle caratteristiche della coltre superficiale soprastante le ghiaie. Pertanto, nei capitoli successivi, si presterà particolare attenzione alle caratteristiche geotecniche di tale strato.

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

Nella Figura 2 si riporta il profilo geotecnico specifico per il rilevato RI82, estratto dalla Planimetria e Profilo Geotecnico Tav. 11 di 11 (Doc. Rif. [3]).

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
10 di 70

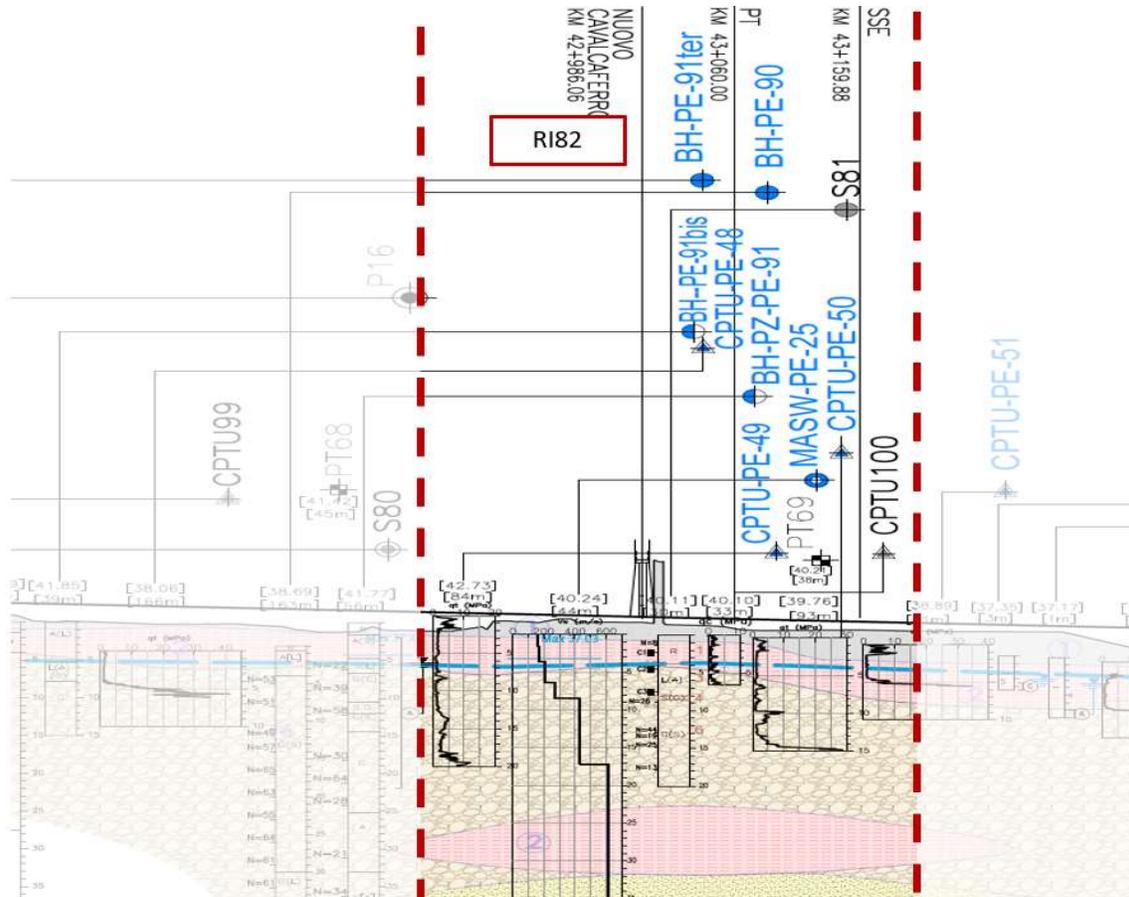


Figura 2 - Profilo Geotecnico Rilevato RI82, estratto dal Profilo Geotecnico Generale (Doc. Rif. [3])

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI820001A

Foglio

11 di 70

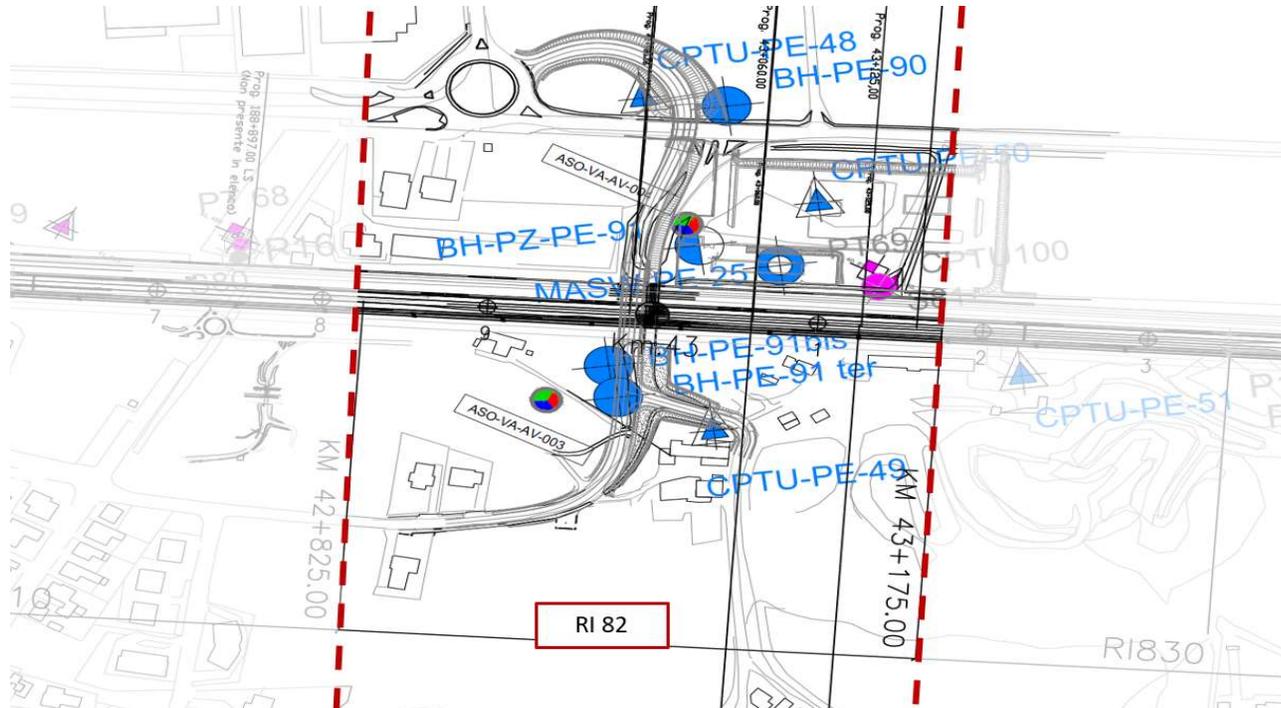


Figura 3 - Planimetria Rilevato RI82, estratto dalla Planimetria Generale (Doc. Rif. [3])

4.3 Livello di falda

Per il livello di falda si è fatto riferimento ai valori di soggiacenza misurati nei piezometri lungo l'area in cui si inserisce l'opera in esame e riportati nella Relazione Idrogeologica (Doc. Ref. [6]). Quest'ultimi indicano una sostanziale stabilità nelle escursioni stagionali.

Ai fini progettuali si assume perciò una falda di progetto a piano campagna.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 12 di 70</p>

4.4 Condizioni geotecniche del sito

Come definito dalla sezione stratigrafica, il tratto in oggetto è caratterizzato da una copertura superficiale di limi argillosi/argille limose (Unità 2) per uno spessore di circa 5-6 m.

Si precisa che tale spessore è relativo all'asse della linea AV, mentre in direzione trasversale (dove sono state eseguite le prove penetrometriche ed i sondaggi per la progettazione del nuovo cavalcavia IV10) indicano spessori generalmente maggiori, in particolar modo nella parte a nord del tracciato, mentre nella parte a Sud si trova una emersione di una colata basaltica.

Come evidenziato dalle prove CPTU-PE-48 e CPTU-PE-49 e dai sondaggi BH-PE-91 e BH-PE-92, nella prima parte della sequenza stratigrafica prevale la componente argillosa. Dall'interpretazione delle prove CPTU (v. Figura 5) tale deposito può essere caratterizzato con una resistenza al taglio non drenata che cala con la profondità da un massimo di 100 kPa nella parte sommitale, per scendere a valori attorno a circa 70 kPa alla base dello strato.

Procedendo verso Est, la CPTU100 e il sondaggio S81 indicano la presenza di materiale potenzialmente liquefacibile, oppure terreni coesivi con resistenze al taglio modeste, dell'ordine dei 20÷30 kPa (v. Figura 5). Anche tali materiali, pur non liquefacibili, possono presentare consistenti riduzioni della loro resistenza al taglio non drenata, sotto il carico ciclico, e comunque accumulano rilevanti deformazioni plastiche sotto il carico ciclico di progetto.

Si evidenzia che, mentre le prove CPTU-PE- 48, 49 e 50 presentano un profilo di resistenza alla punta q_c tipico di materiali argillosi continui, la prova CPTU 100 presenta un profilo di q_c tipico di alternanze argillose ad altre più sabbiose. Di tale differenza, e delle implicazioni progettuali, si parlerà in sede di commento dei risultati delle analisi di liquefazione e dei provvedimenti previsti in fondazione.

A tale proposito, la Figura 4 riporta i dati granulometrici dei materiali, così come ottenuti dalle determinazioni granulometriche di laboratorio delle indagini effettuate nella zona. Come si può notare, una gran parte dei materiali si presenta in una situazione di confine fra materiali liquefacibili e non liquefacibili. Si ricorda che, da un punto di vista strettamente tecnico, tutta la curva granulometrica deve rimanere all'interno del fuso stabilito. Se ne conclude che, per la maggior parte dei terreni di superficie qui rinvenuti, le granulometrie dei materiali sono riferibili in genere e terreni non liquefacibili, così come definiti dalle NTC 2008.

Procedendo con la profondità si incontra uno strato di ghiaie e ghiaie sabbiose ben addensate (Unità 6), che si estende fino anche 20 m pc. All'interno del deposito incoerente le percentuali di materiale a grana fine sono inferiori a 10% e si registrano valori di N_{SPT} mediamente pari a 50 colpi/30cm. La densità relativa delle ghiaie risulta pari al 40% e quindi il deposito risulta mediamente addensato.

In corrispondenza del BH-PE-91, tra 25 e 32 m p.c., si riscontra una lente di materiale argilloso (Unità 2), i valori di Pocket Penetrometer restituiscono una resistenza al taglio non drenata $c_u=80$ kPa, che si ritiene possa sottostimare

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 13 di 70</p>

la reale resistenza al taglio disponibile in sito.

Infine, si individua un deposito di sabbia limosa mediamente addensata (Unità 4), a partire dalla profondità di 32 m pc fino alla quota di fine sondaggi. In questo deposito le percentuali di materiale fino sono inferiori al 10%, i valori medi di N_{SPT} sono pari a 40 colpi/30cm. La densità relativa delle sabbie risulta generalmente attorno a 50%.

Il profilo di V_s derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. Rif. [4]), basata sui risultati delle prove DH, MASW e infine SPT, conferma la presenza di materiali incoerenti da mediamente a molto addensati. Fino a 20 m pc, per le ghiaie superficiali si stimano valori di V_s pari a 270-300 m/s. A profondità maggiori, nelle sabbie, le velocità sono pari a 320 m/s. Sulla base dei valori di V_s si sono stimati i valori del modulo di taglio alle piccole deformazioni (G_0). Per le ghiaie si considera un valore di 140 MPa, mentre per le sabbie profonde si ottengono valori pari a 190 MPa.

Per i materiali a grana grossa, si è stimato il valore del modulo di Young (E_0) utilizzando da teoria dell'elasticità a partire dal valore del modulo G_0 , ed utilizzando valori di $\nu = 0.25-0.30$. Il valore del modulo di Young operativo (E_{op}) 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.

Ai fini della caratterizzazione geotecnica degli strati sotto la coltre superficiale, le seguenti figure riportano i risultati delle principali prove di sito e dei parametri geotecnici dei terreni, interpretati alla luce di quanto riferito in [2] e [4].

- Distribuzione delle granulometrie da analisi di laboratorio (v. Figura 4);
- Resistenza al taglio non drenata dell'unità 2 (v. Figura 5);
- Valori N_{SPT} da prove SPT (v. Figura 6);
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 7);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 8);
- Velocità delle onde di taglio stimata da prove in sito (v. Figura 9);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di V_s (v. Figura 10).

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
14 di 70

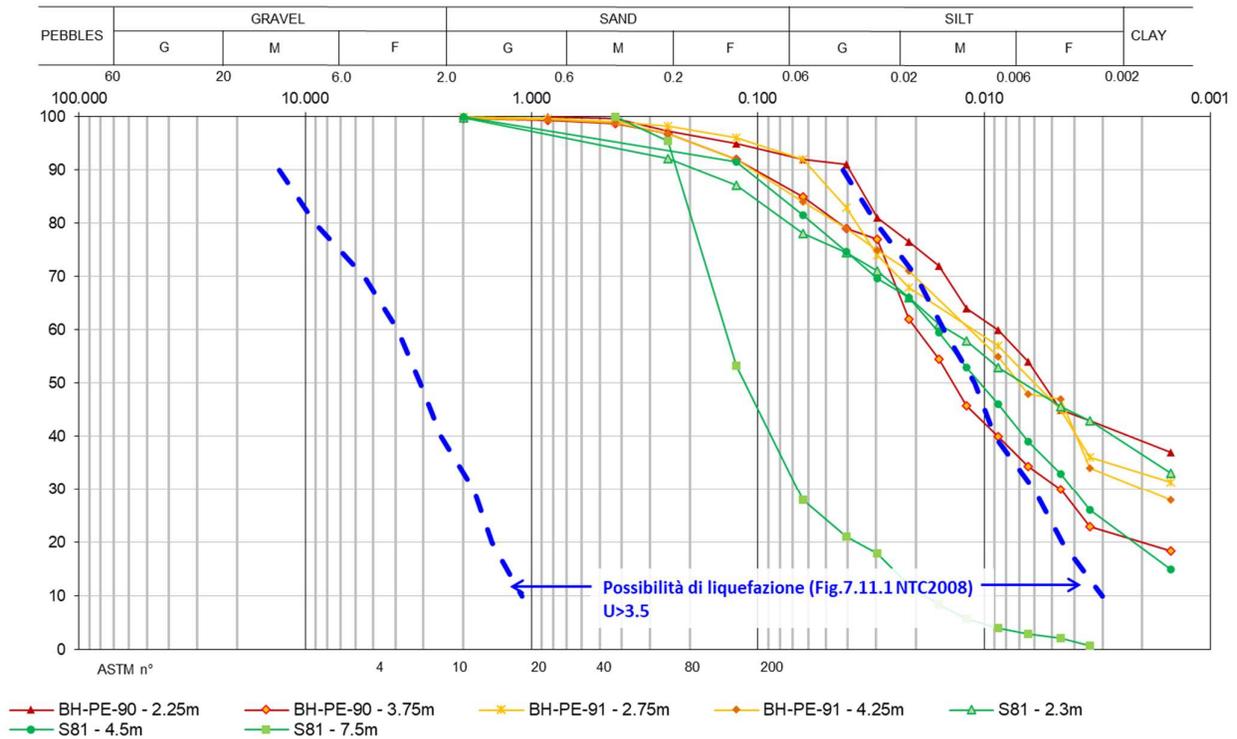


Figura 4 – Sintesi analisi granulometriche dei terreni superficiali e suscettibili alla liquefazione tra pk 42+825 e pk 43+175

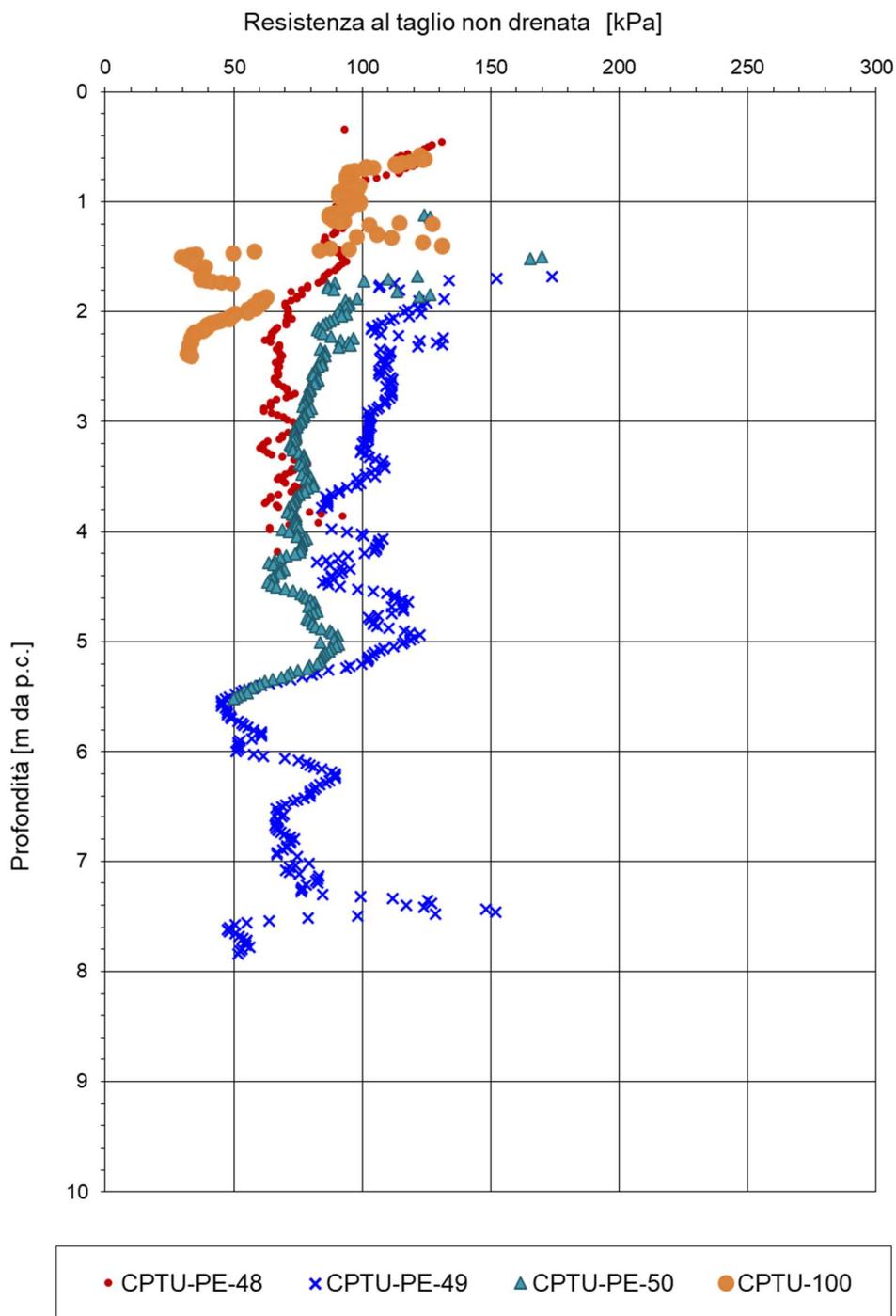


Figura 5 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU tra pk 42+825 e pk 43+175

AV/AC VERONA VICENZA

RI 82 tra pk 42+825 e pk 43+175

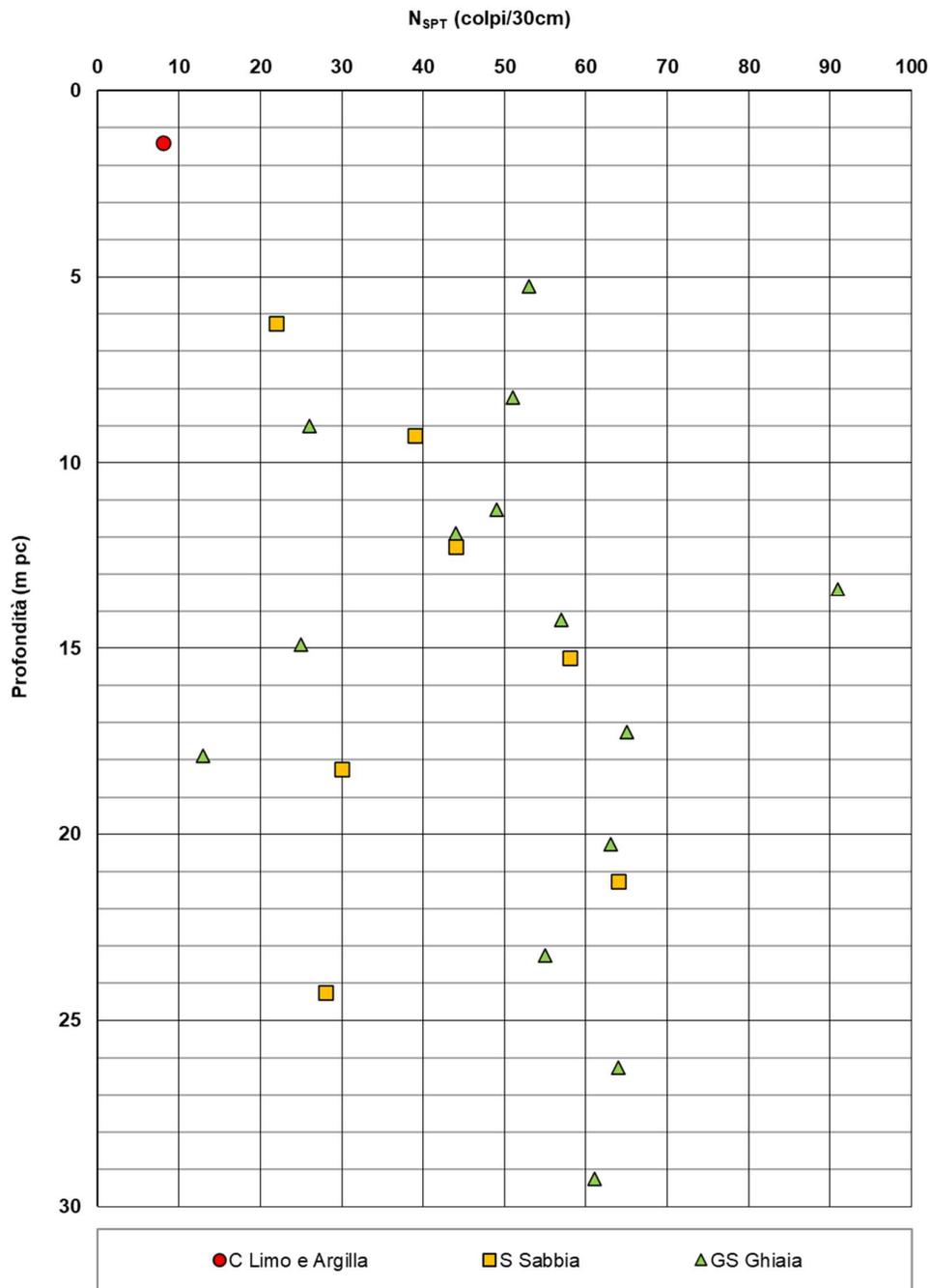


Figura 6 – Esito delle prove SPT tra pk 42+825 e pk 43+175

AV/AC VERONA VICENZA

RI 82 tra pk 42+825 e pk 43+175

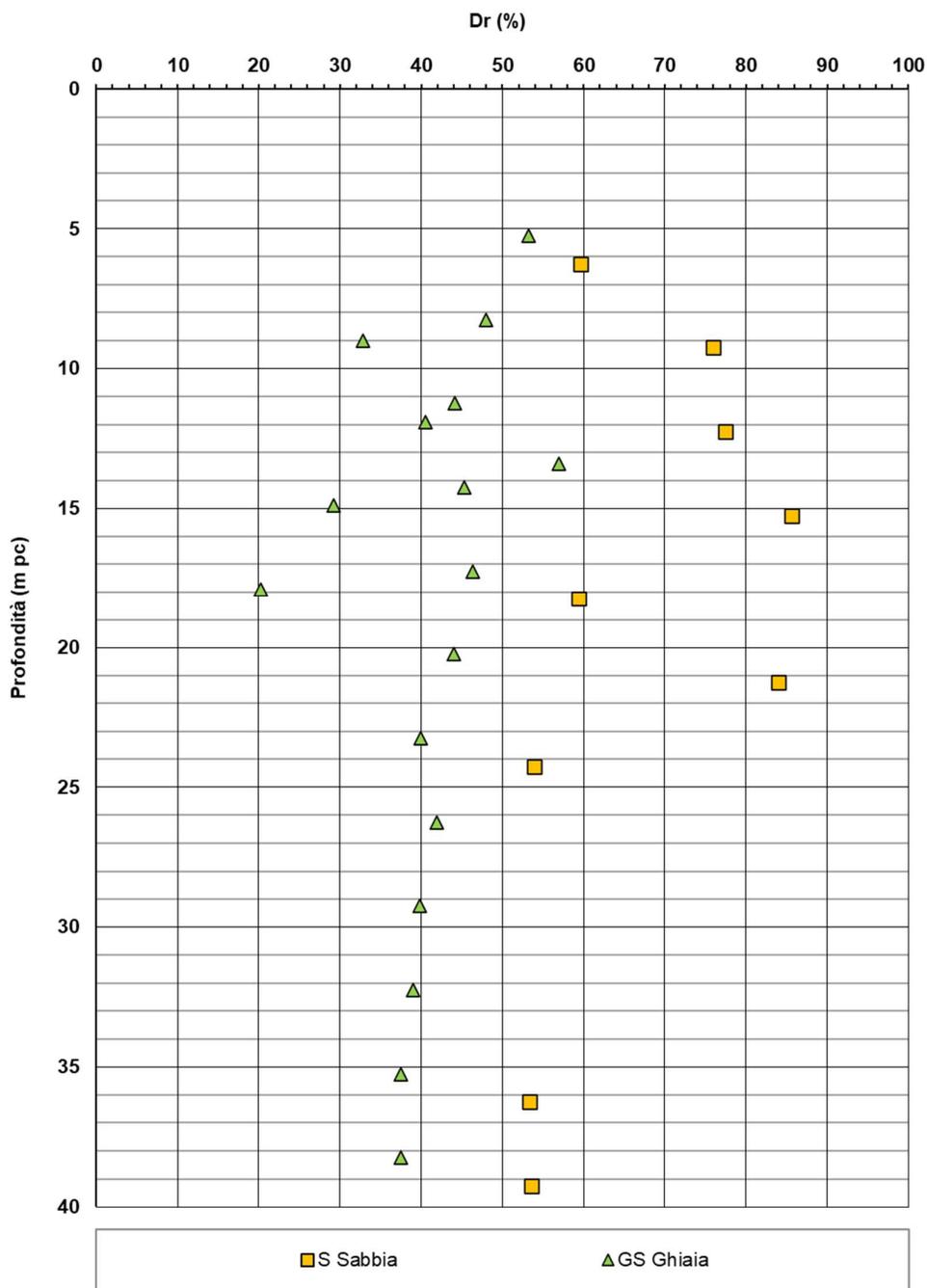


Figura 7 – Densità relativa da prove SPT tra pk 42+825 e pk 43+175

AV/AC VERONA VICENZA

RI 82 tra pk 42+825 e pk 43+175

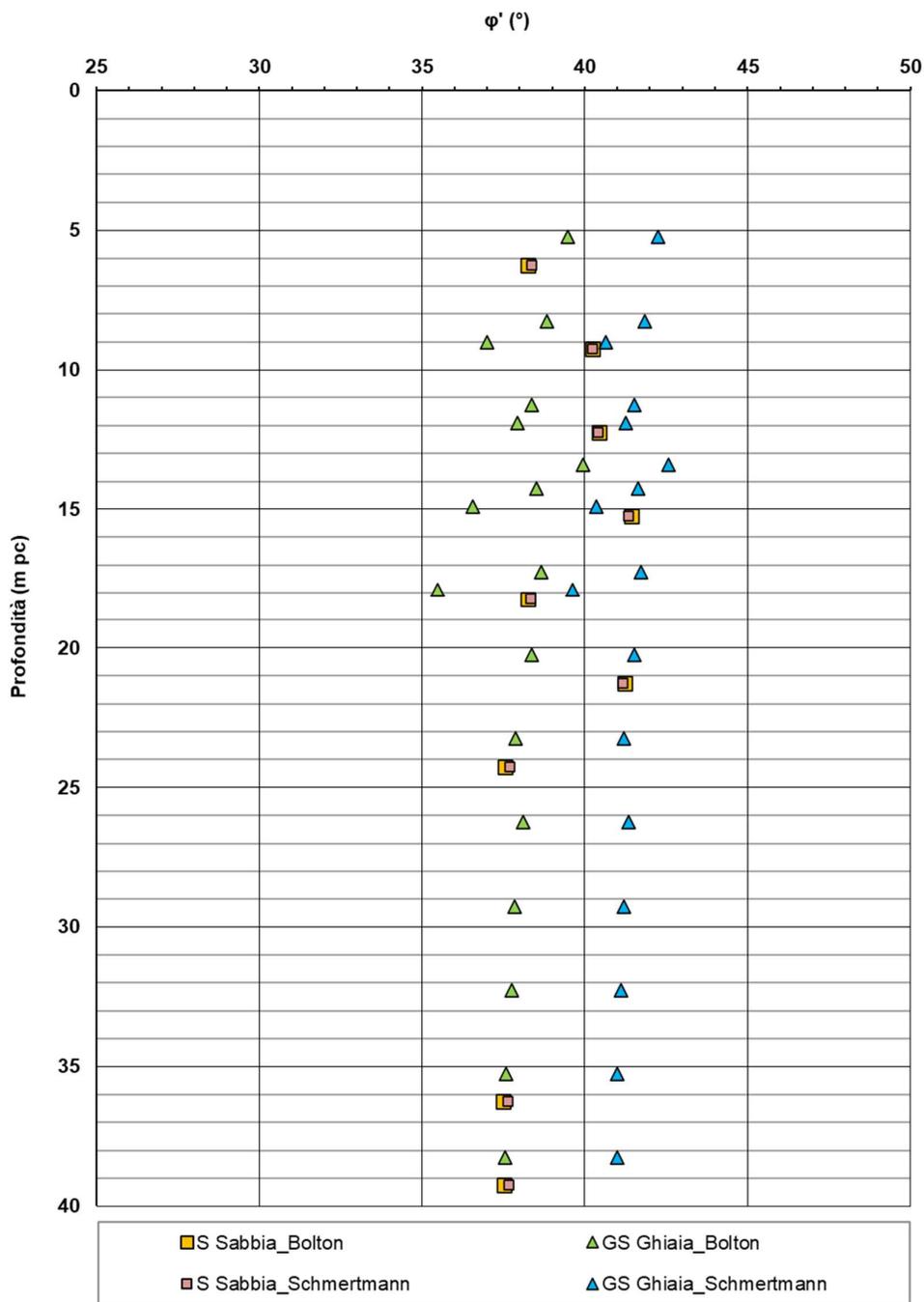


Figura 8 – Angoli di attrito da prove SPT tra pk 42+825 e pk 43+175

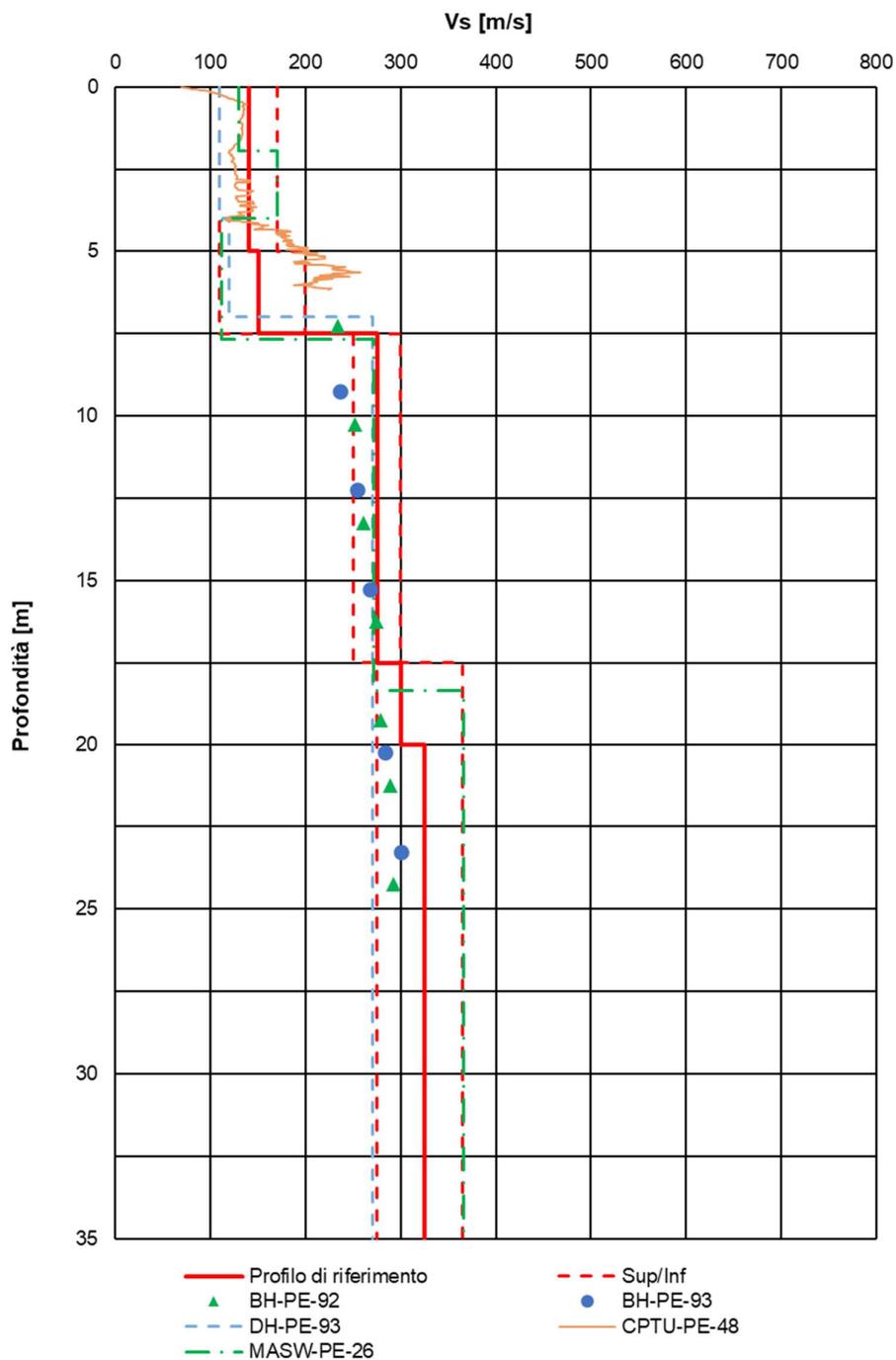


Figura 9 – Profilo di Vs di riferimento, a confronto con dati di correlazioni con SPT e prove geofisiche tipo MASW tra pk 42+825 e pk 43+175

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI820001A

Foglio

20 di 70

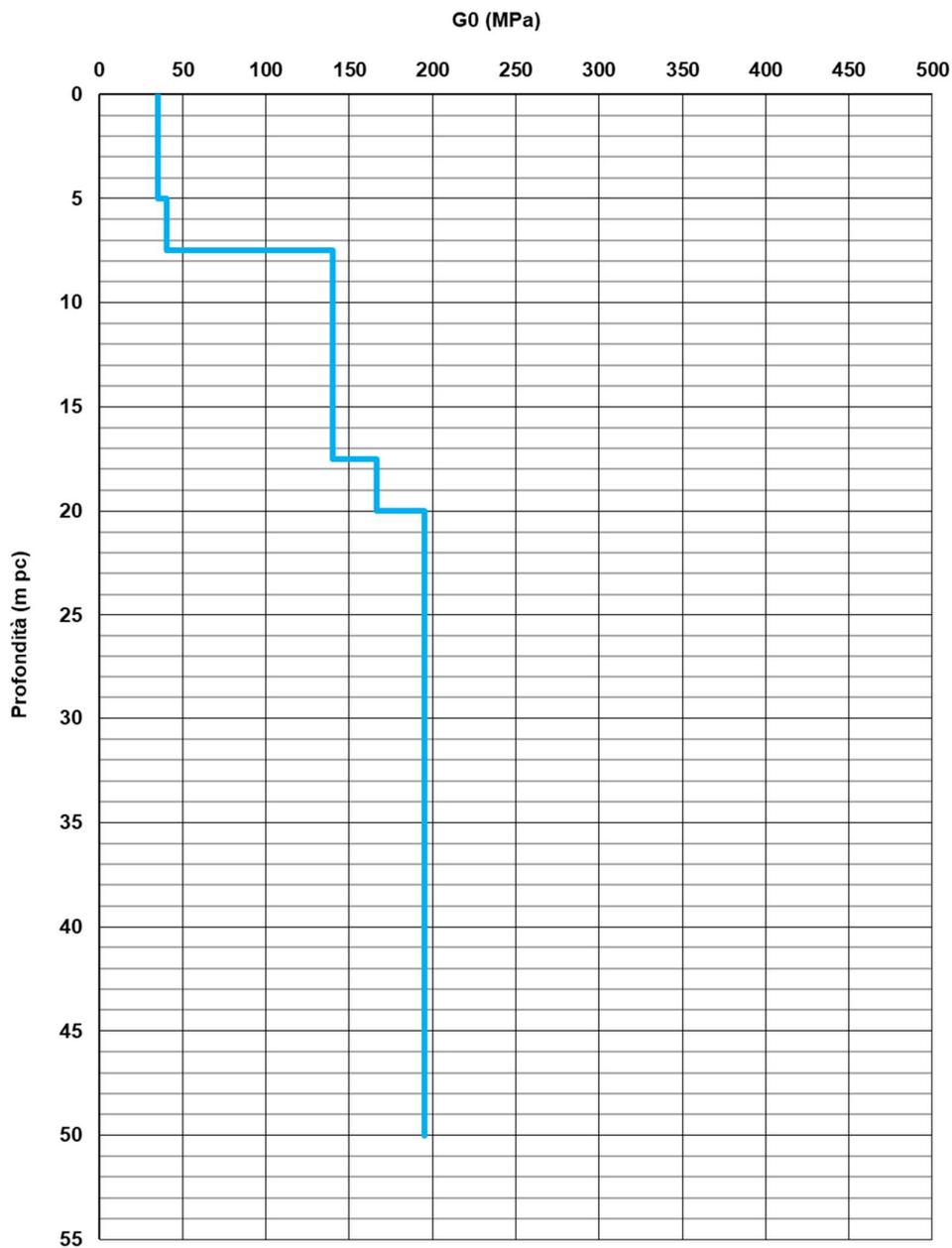


Figura 10 – Modulo di taglio G_0 tra pk 42+825 e pk 43+175

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 21 di 70

4.5 Sintesi del modello geotecnico di riferimento

Sulla base di quanto esposto al punto precedente, i modelli geotecnici considerati per le verifiche del rilevato in questione sono riassunti in Tabella 2 e in Tabella 3.

Tabella 2 – Modello geotecnico di riferimento da pk 42+825 a pk 43+100

Unità	da m pc*	a m pc*	γ kN/m ³	ϕ_k °	$c_{u,k}$ kPa	G_0 MPa	E'_{op} MPa
2	0.5	6	18	-	70	-	14
6	6	25	19	-	-	140	80
2	25	32	19	39	80	-	16
4	32	-	19	38	-	150	120

Tabella 3 – Modello geotecnico di riferimento da pk 43+100 a pk 43+175

Unità	da m pc*	a m pc*	γ kN/m ³	ϕ_k °	$c_{u,k}$ kPa	G_0 MPa	E'_{op} MPa
2	0.5	6	18	28(30)***	-	-	5(11)***
6	4	30	19	39	-	140	80
4	30	-	19	38	-	150	120

*** i valori tra parentesi () si riferiscono alle caratteristiche del terreno trattato con colonne in ghiaia

In relazione a quanto riportato nelle tabelle, si precisa quanto segue:

- Come si vedrà in seguito, in alcuni tratti le coperture superficiali necessitano di interventi di miglioramento delle caratteristiche meccaniche, in relazione all'esito delle verifiche di liquefazione.
- I valori dei parametri indicati fra parentesi sono quelli del terreno migliorato con le colonne di ghiaia. In particolare:
 - Il valore dell'angolo di resistenza al taglio del terreno sciolto, una volta trattato con colonne di ghiaia avente angolo di resistenza al taglio $\phi' = 40^\circ$ è stato stimato pari a 36° .
 - I moduli E' del terreno naturale sono stati impiegati per ricavare le caratteristiche del terreno migliorato con colonne di ghiaia, secondo quanto riportato al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Per la falda si fa riferimento a quanto riportato in 4.3.

4.5.1 Materiale da rilevato

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI820001A

Foglio

22 di 70

Tabella 4 - Caratteristiche materiale da rilevato

	γ kN/m³	φ °	c' kPa
Materiali da rilevato	20	38	0

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 23 di 70

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 5 – 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 dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 24 di 70</p>

Tabella 6 – Valori del coefficiente di uso C_u

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

5.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

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

5.1.4 Categorie di Sottosuolo

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

- A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*
- B *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*
- C *Depositati 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 *Depositati 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 $i > 30^\circ$.*

5.1.6 Accelerazione sismica di riferimento

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 25 di 70</p>

a_g (g) (SLV)	0.221
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.378
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$)	0.305

5.2 Suscettibilità alla liquefazione

Lo studio della suscettibilità alla liquefazione dei terreni identificati nell'area di realizzazione del rilevato è stato eseguito nel rispetto della normativa vigente (Doc. rif. [14]). Le analisi di liquefazione sono descritte in dettaglio nelle Relazioni sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base (Doc. rif. [4]), alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

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

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

- L'analisi di disaggregazione dei valori di pericolosità sismica (accelerazione su suolo rigido orizzontale) di cui alle NTC2008, fornita quale elaborazione aggiuntiva direttamente dal progetto INGV-DPC S1.
- Analisi dei dati di magnitudo da terremoti storici aventi epicentro entro una distanza di 30Km dal tracciato di progetto, sulla base delle informazioni fornite dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11.
- Magnitudo attesa per un periodo di ritorno pari almeno a 975 anni valutata sulla base del modello delle zone sismogenetiche ZS9 (riportato in Figura 1), alla base delle mappe di pericolosità sismica del territorio italiano allegate alle NTC2008, e sulla distribuzione dei valori di magnitudo associati ai massimi terremoti storici.

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 26 di 70</p>

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

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

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

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

dove:

a_{max} accelerazione di picco al sito

g accelerazione di gravità

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 27 di 70</p>

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 11: 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 11, 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 $I_c = 2.6$ è stato considerato lo spartiacque tra terreni con contenuto di fine inferiore a 35% e comportamento assimilabile

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 28 di 70

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

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

$$q_{c1Nes} = q_{c1N} \cdot k_c$$

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

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

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

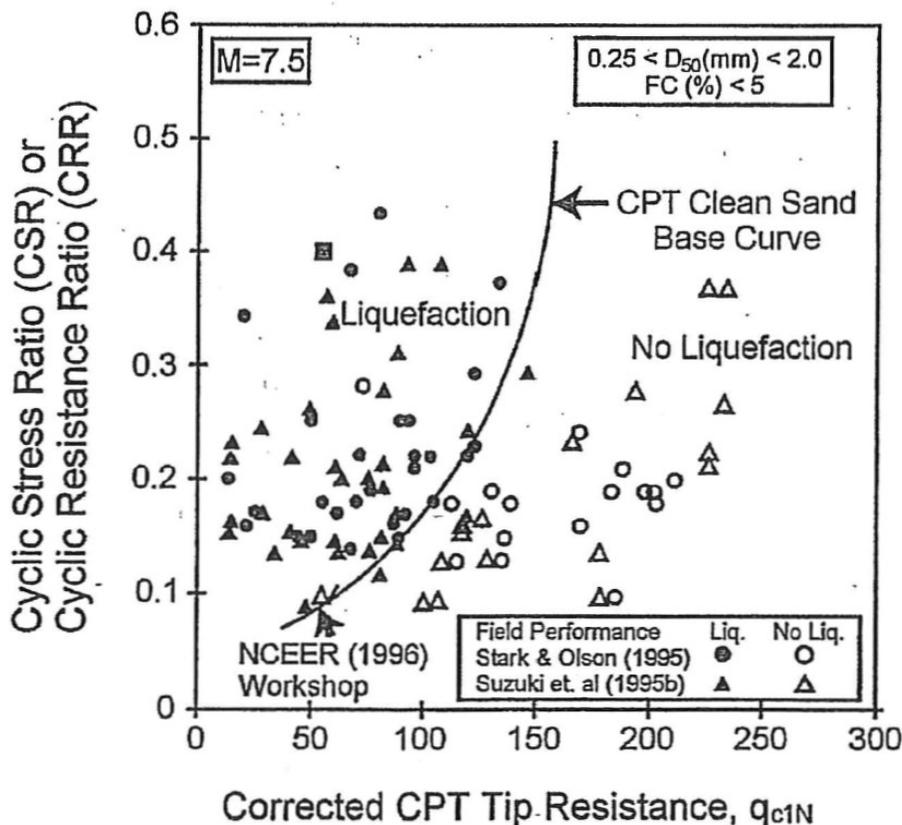


Figura 11 - Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e valori corretti di resistenza alla punta q_{c1N} – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Robertson & Wride, 1998)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 29 di 70

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

In Figura 12, 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 12, 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 dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 30 di 70</p>

Si può osservare dalla Figura 12 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:

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

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

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

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):

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

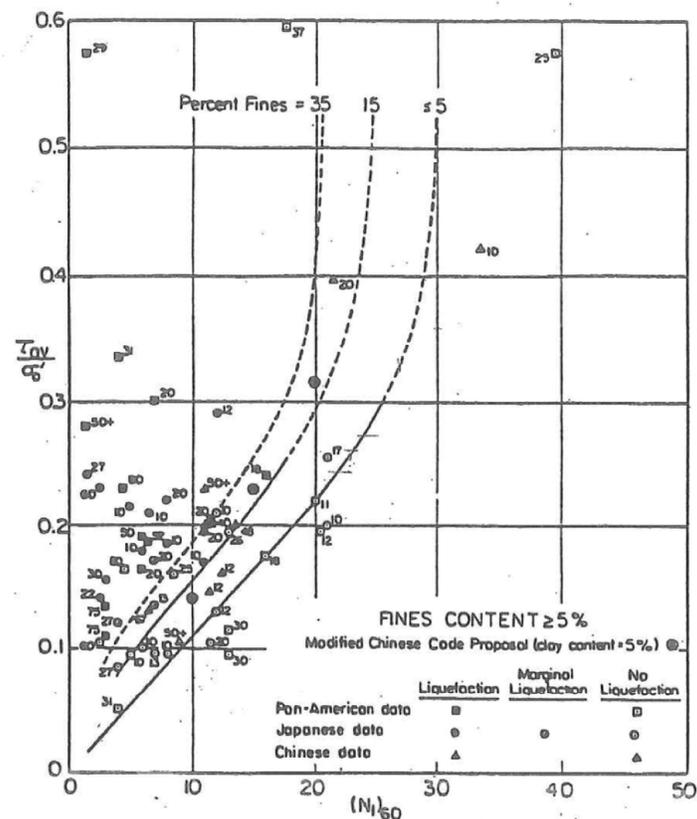


Figura 12 - Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e $N_{1(60)}$ – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Seed et al., 1985).

5.2.3 Commento ai risultati

I risultati dell'interpretazione delle prove CPTU in termini di potenziale di liquefazione indicano rischi di potenziale liquefazione nella porzione di tracciato interessata dal rilevato RI82.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 32 di 70

In particolare:

- dall'analisi sulle CPTU-PE-48, 49 e 50 si si evidenzia la presenza di materiale potenzialmente liquefacibile nei primi 4m, con $FL < 1.0$.
- Tuttavia, dalle stratigrafie i sondaggi vicini BH-PE-90,91,91bis e 91ter (v. ALLEGATO 2), indicano chiaramente che i materiali della coltre superficiale sono in massima parte costituiti da terreni di natura limoso e argillosa, e che non rientrano nel fuso dei materiali liquefacibili in accordo alle NTC 2008.
- Tale osservazione è anche confermata dall'andamento della resistenza alla punta q_c , che si presenta, nei tratti indicati come potenzialmente liquefacibili, piuttosto regolare, come tipico dei terreni limoso-argillosi. Inoltre, per questi tratti, il valore di I_c è pari a 2.6, limite che funzione fra "spartiacque" fra terreni potenzialmente liquefacibili e no. Nel caso di valori praticamente coincidenti con il limite, i risultati dell'analisi vanno considerati con attenzione, essendo nell'ambito delle tipiche incertezze del metodo, e valutati anche alla luce di altri dati. In questo caso, le analisi granulometriche risultano inequivocabilmente indicare la presenza di terreni a comportamento argilloso ("clay-like"), e tale rilevanza sperimentale è stata considerata dirimente sull'incertezza del metodo.
- Se ne conclude pertanto che i materiali superficiali sono costituiti da terreni generalmente di natura argilloso-limosa, e pertanto non passibili di liquefazione.
- dall'analisi sulla CPTU100 si evidenzia invece la presenza di materiale potenzialmente liquefacibile tra 0 e 4.0 m pc, con $FL < 1.0$. in questo caso, , come già notato, i terreni si presentano più alternati, e la presenza di livelli effettivamente potenzialmente liquefacibili trova maggiore riscontro sperimentale. In aggiunta, i terreni argillosi, anche se presenti, sono caratterizzati da resistenze al taglio molto modeste. Pertanto, sotto l'effetto del carico ciclico, anch'essi in grado di sviluppare rilevanti sovrappressioni interstiziali, con conseguenti elevati cedimenti.

In quest'ultimo contesto stratigrafico, pur non evidenziano la presenza di condizioni di SLU (il rilevato è a raso), si configura tuttavia una situazione di sito non stabile.

Si segnala inoltre che, anche in assenza di acclarati fenomeni di instabilità, con formazioni di importanti superfici di scorrimento, le deformazioni accumulate durante il carico ciclico di progetto, sia nelle sabbie che nelle argille, possono risultare tali da pregiudicare le funzionalità dell'opera, inducendo spostamenti e cedimenti non rimediabili attraverso ordinari interventi di manutenzione/riparazione, ma che invece potrebbero richiedere il rifacimento del rilevato ed interventi sui terreni di fondazione, con conseguente interruzione della funzionalità della linea per periodi non trascurabili.

Si segnala infine che tale eventualità è ancora maggiore per un rilevato raso, o di altezza molto modesta, per il quale uno sviluppo di elevati cedimento di strati superficiali si ripercuoterebbe immediatamente sulla funzionalità dell'armamento ferroviario.

Si prescrivono pertanto interventi di miglioramento dei terreni, che verranno illustrati nel paragrafo successivo.

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
33 di 70

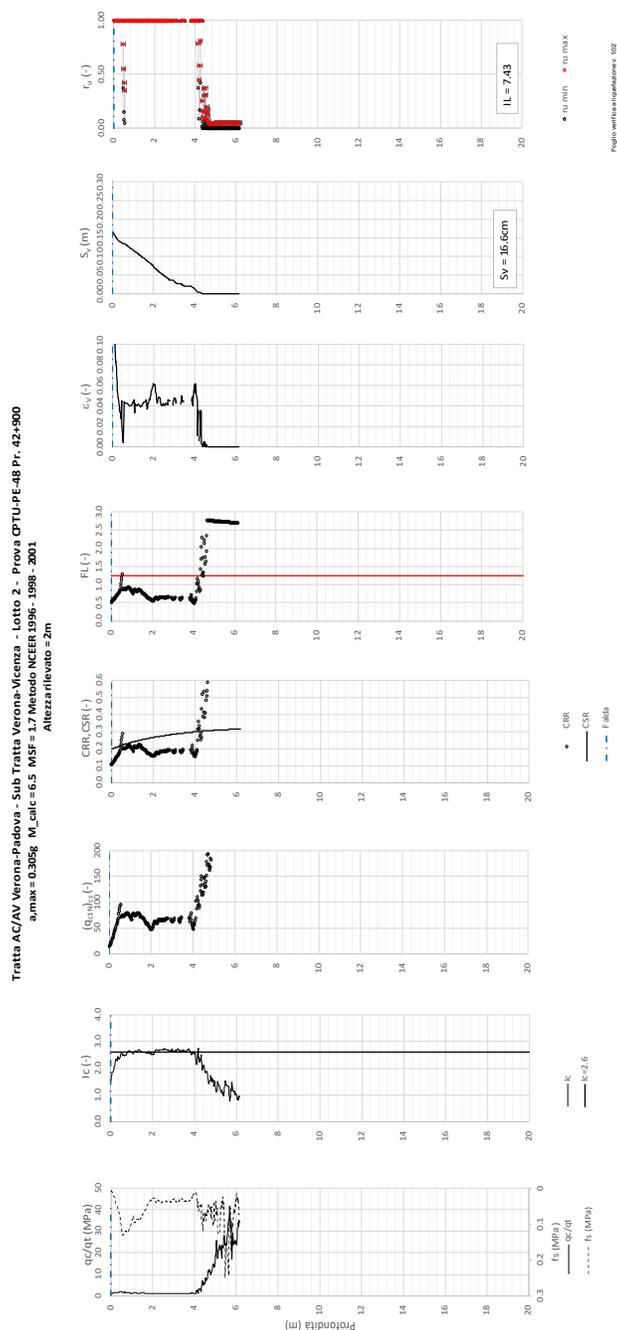


Figura 13 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU-PE-48

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
34 di 70

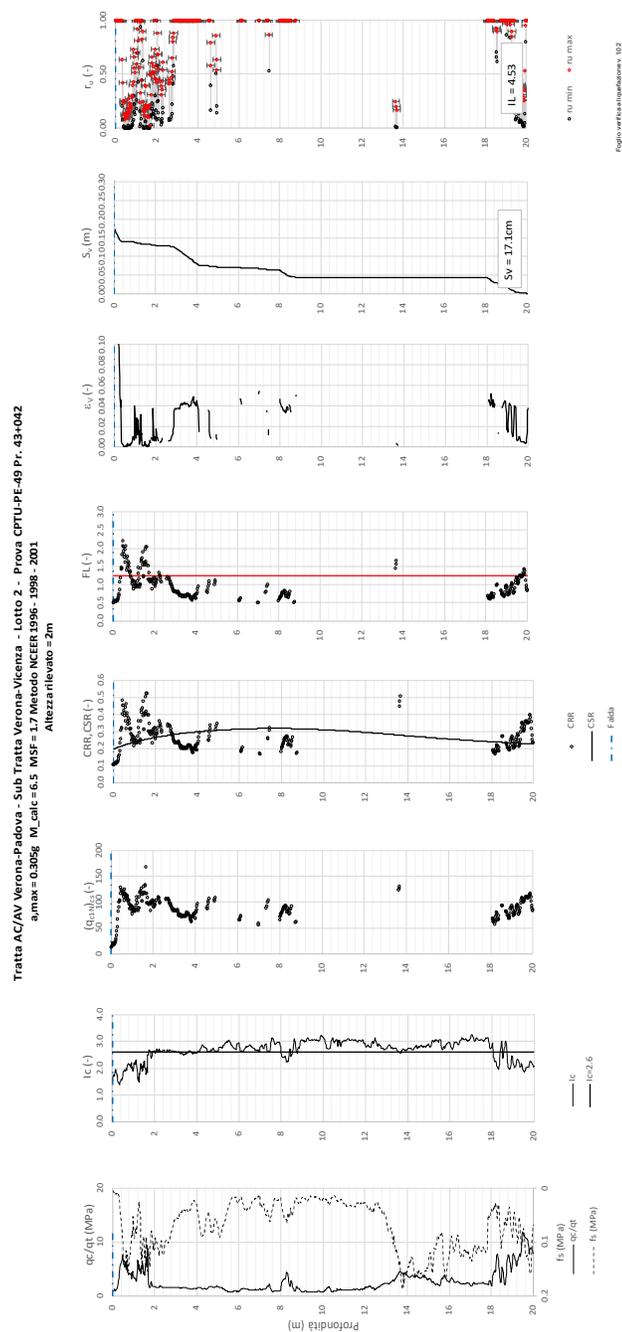


Figura 14 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU-PE-49

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
35 di 70

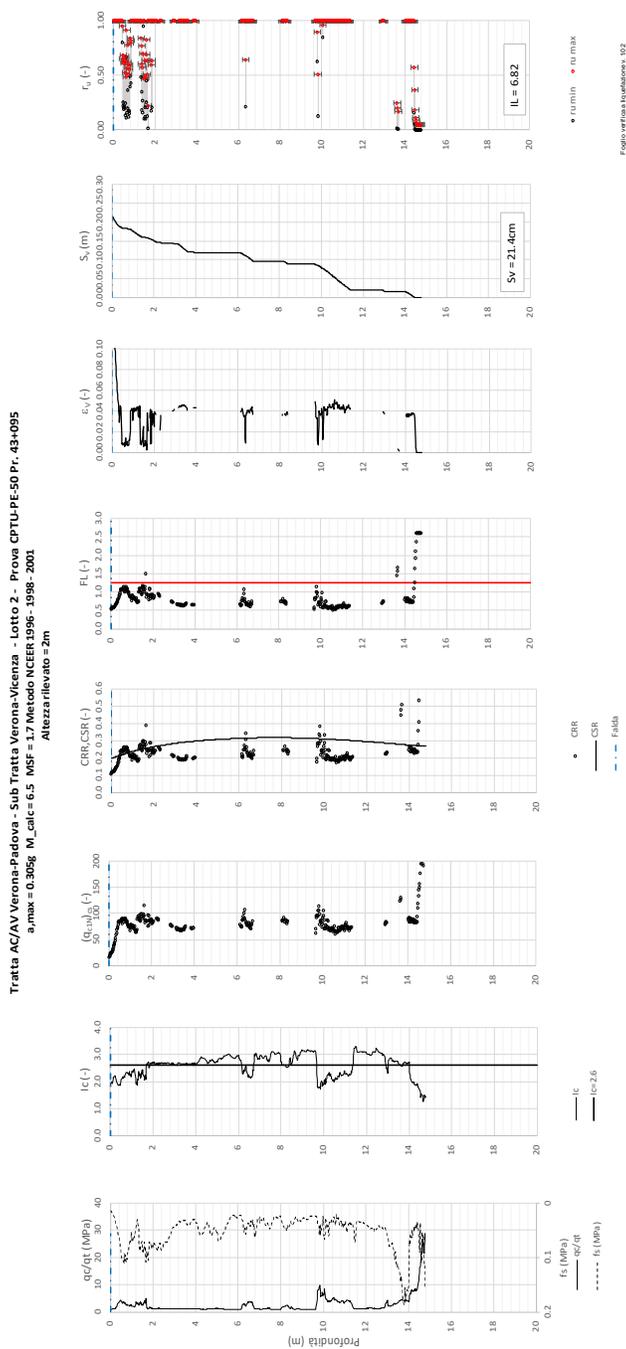


Figura 15 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU-PE-50

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
36 di 70

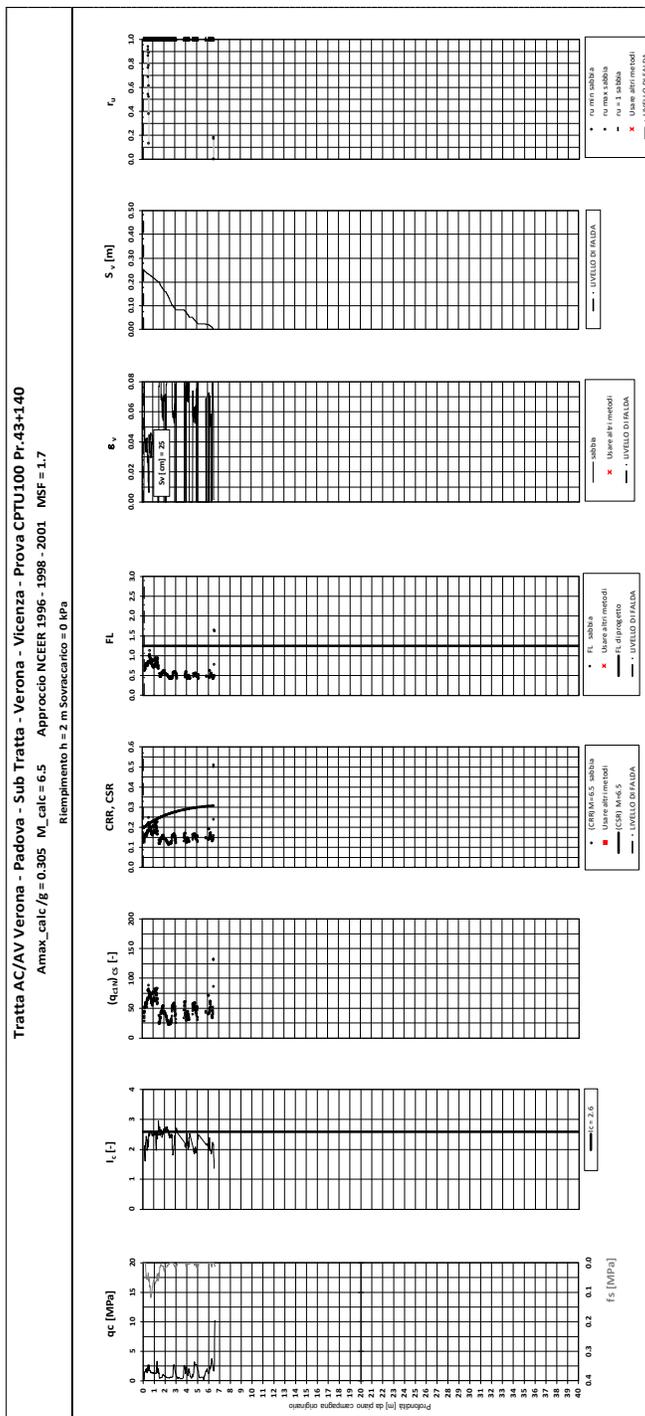


Figura 16 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU100

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
37 di 70

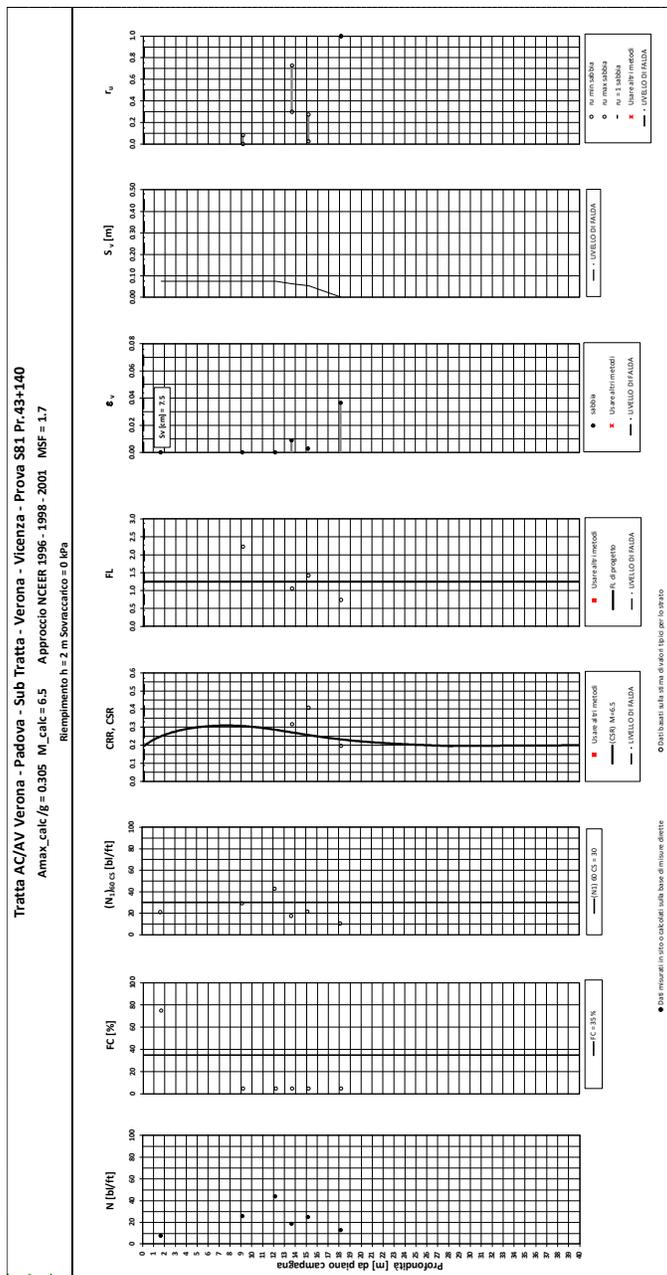


Figura 17 – Verifica Liquefazione da risultati SPT da S81

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 38 di 70</p>

5.2.4 Soil improvement

Come mostrato dalla CPTU100, alla pk 43+140 si evidenzia la presenza di materiale a rischio di liquefazione. Pertanto, dalla pk 43+100 alla pk 43+175 si prescrive l'esecuzione di un trattamento di miglioramento delle caratteristiche dei terreni, mediante l'installazione di colonne in ghiaia con diametro $D=800$ mm, lunghezza $L=4$ m, a maglia rettangolare $2\text{ m} \times 2.4\text{ m}$.

Per la descrizione delle fasi realizzative e per la geometria del trattamento, si faccia riferimento agli elaborati grafici di progetto.

Per il dimensionamento delle colonne, si è proceduto come segue:

- Si è dimensionata la spaziatura degli interventi sulla base delle indicazioni di Priebe (Doc.Rif.[35]). Il metodo proposto da Priebe consiste nel valutare, in funzione della "densità" del trattamento (i.e., la spaziatura fra le colonne), la diminuzione di azione ciclica sul terreno dovuta alla presenza delle colonne stesse. Nel grafico di Figura 18 Ac è l'area della colonna, mentre A è l'area di pertinenza della colonna stessa. A titolo di esempio, spaziando colonne $D=800$ mm su maglia rettangolare 2.0×2.4 m, si ottiene un "area ratio" $A/A_c=4.8/0.5=9.6$, che consente di ridurre l'azione ciclica sul terreno di un fattore (P_s/P nel grafico in ordinate) che può essere stimato pari a 0.65 per colonne realizzate con materiale avente angolo di resistenza al taglio dell'ordine dei 40° .
- Sulla base di tale riduzione, si è rivalutato l'effetto dell'azione ciclica ridotta sui terreni naturali. Nelle figure seguenti si riportano le verifiche di liquefazione eseguite con tale criterio. Come si può notare, per effetto della riduzione della PGA da 0.305 a 0.198 (appunto di un fattore 0.65), si assiste ad un notevole miglioramento del comportamento del materiale, con limitazione delle sovrappressioni interstiziali, e quindi ad una sostanziale riduzione dei cedimenti.
- Si segnala inoltre che il metodo di Priebe trascura l'effetto di addensamento dei materiali indotto dalla realizzazione delle colonne. Inoltre, il metodo non tiene in conto dell'effetto di drenaggio indotto dalla presenza di colonne di ghiaia, che favorisce l'ulteriore diminuzione delle sovrappressioni.
- Si conclude pertanto che tale trattamento è in grado di limitare sensibilmente i danni potenziali derivanti da una elevata mobilitazione della resistenza al taglio ciclica, con considerevole riduzione dei cedimenti e dei danni localizzati.

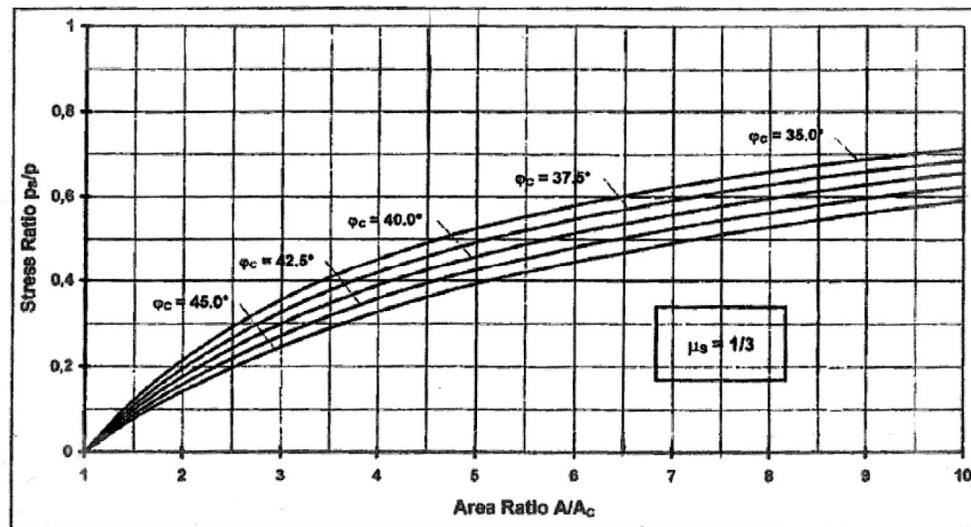


Figura 18 – Riduzione dello stress ratio sismico in funzione dell'area ratio delle colonne di ghiaia
(Doc.Rif.[35])

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
40 di 70

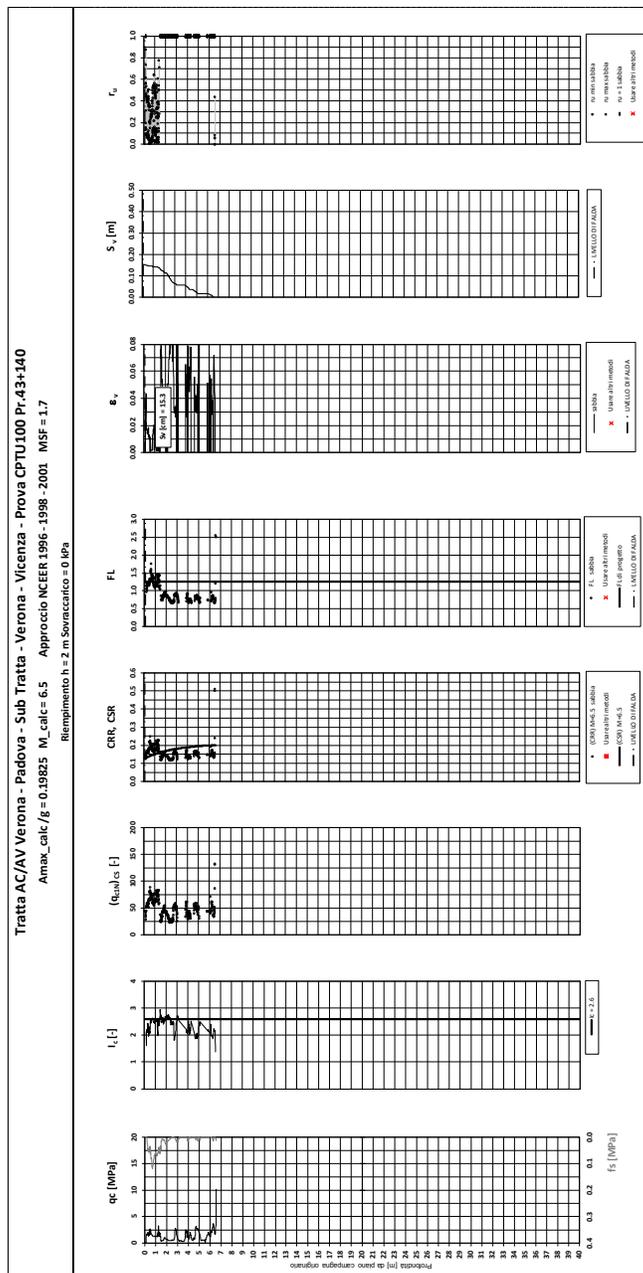


Figura 19 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU100 dopo soil improvement

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 41 di 70</p>

6 VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO

Per le ragioni riportate al punto 3.2, non si sono eseguite le verifiche SLU e SLE.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 42 di 70

7 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

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

Per le ragioni discusse nel dettaglio al punto 5.2.3, nella parte finale della WBS si prescrive un intervento come definito al punto 5.2.4, e più in particolare:

- Dalla pk 43+100 alla 43+175 (fine della WBS), installazione di colonne di ghiaia di diametro 800 mm, disposte su maglia rettangolare 2 x 2.4m (2 m in senso trasversale e 2.4 m in senso longitudinale all'asse delle linea)

Su tutto il rilevato è stata spesso segnalata la presenza di materiali di riporto, di natura eterogenea.

Sulla base della descrizione di questi materiali, si tratta di sovente di argille sabbiose e con sabbie, con locale presenza di laterizi.

Pertanto, si prescrive la realizzazione dello scotico di almeno 50 cm di materiale vegetale. A fondo scavo, si dovrà controllare la natura dei materiali. In caso di presenza di materiali di natura organica, o di rifiuti, si dovrà procedere ad una loro rimozione.

Se è possibile ottemperare alle prescrizioni del capitolato RFI, parte 2, sezione 5, ottenendo quindi i desiderati valori di modulo su piastra dopo compattazione, si potrà procedere con adeguata compattazione del fondo scavo. In alternativa, si può procedere mediante trattamento a calce, qualora i materiali rientrino, come caratteristiche, nell'ambito di quanto stabilito dal Capitolato RFI, sezione 18.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	43 di 70

ALLEGATI

GENERAL CONTRACTOR

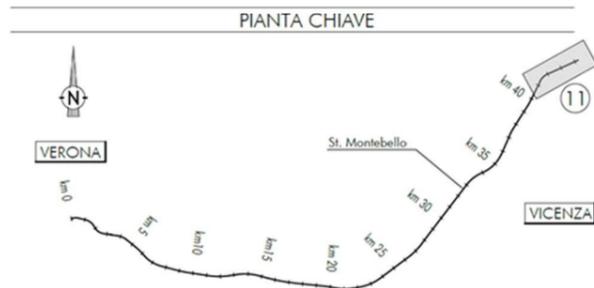
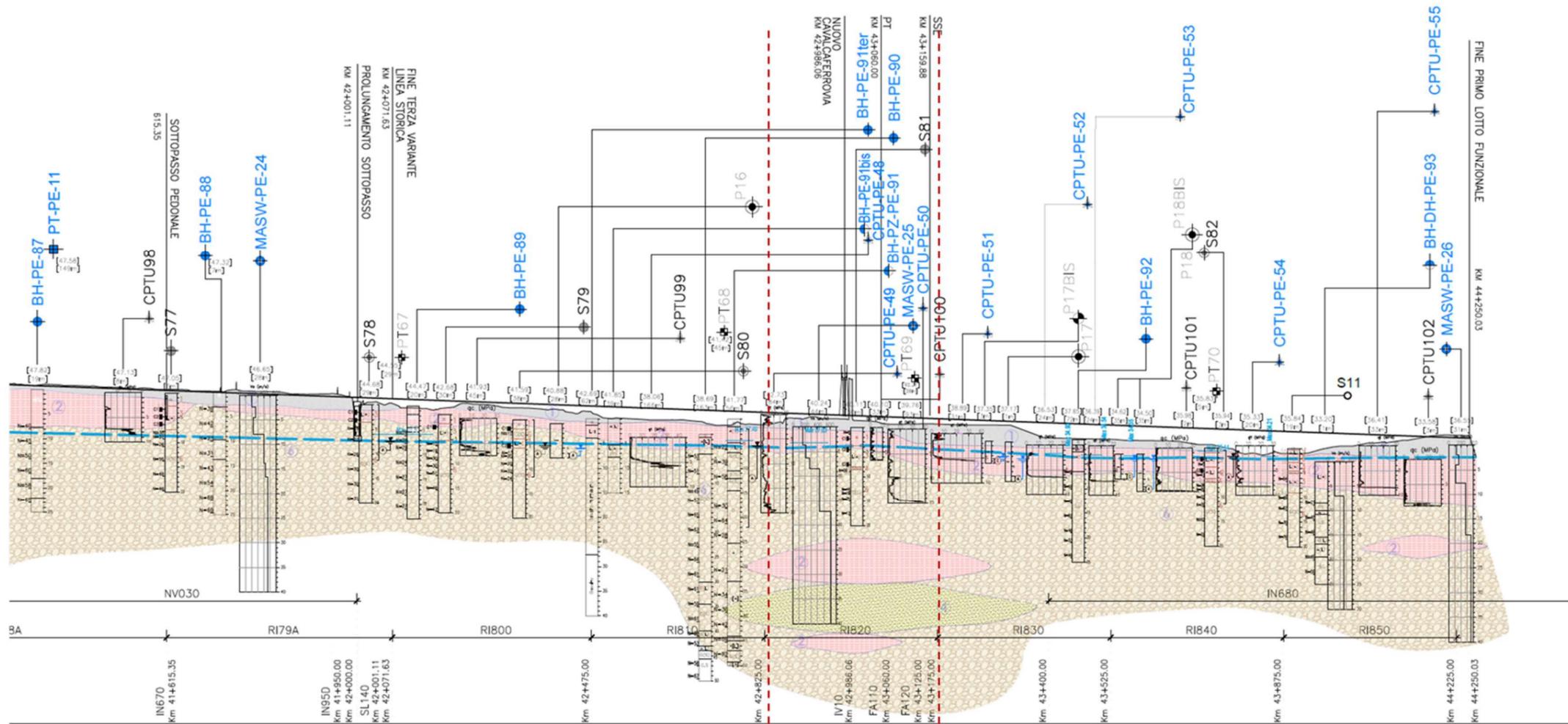


ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	44 di 70

ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO



- LEGENDA**
- Campagna indagini integrative PE**
- BH-PE-87 Sondaggio a carotaggio continuo
 - BH-PZ-PE-91 Sondaggio a carotaggio continuo con l'installazione di piezometro a tubo aperto o Casagrande
 - MASW-PE-24 Indagini MIV
 - CPTU-PE-50 Prova penetrometrica statica con piezometro
- Campagna indagini 2018 per CDS**
- P1+P15, P20 Sondaggio a carotaggio continuo con installazione di Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - P1+15Bis Foro a distribuzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C)
- Campagna indagini 2015**
- P1+P15, P20 Sondaggio a carotaggio continuo con installazione di Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - P1+15Bis Foro a distribuzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
- Campagna indagini 2014**
- SP Sondaggio a carotaggio continuo (SP) con installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - SP Foro a distribuzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
 - CPTU Prova penetrometrica statica con piezometro (possibilità di avanzamento con trivellazione)
 - CPTU Prova penetrometrica statica con piezometro "tradizionale"
 - CH Foro a distribuzione di nucleo per esecuzione prove CROSS-HOLE
 - PT Rizzato esplorativo a 1,5 m da p.c. con prove di carico su piastra
 - Profondità delle indagini
- Altre simboli:**
- PT Rizzato esplorativo
 - BH-DH-PE-93 Sondaggio con esecuzione di prova down hole
 - CH-PE-92 Sondaggio con esecuzione di prova down hole
 - Indagini orientali
- Nota per PE:** In blu le indagini disponibili e con coordinate cart., in rosso indagini ancora non disponibili o con coordinate non note.

- Campagna indagini pregresse**
- 1998 Sondaggio geognostico (campagna 1998)
 - 2002 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 Navoledo s.r.l.)
- Classi dei terreni**
- 1 Riporto
 - 2 Limi argillosi e limi da compatte a molto compatte, generalmente sovraconsolidati
 - 3a Area con prevalenza di sabbie limose, con limi e limi sabbiosi, con sabbia, a comportamento drenato, da soffici a mediamente addensati
 - 3b Area con prevalenza di limi argillosi e argille limose, da tenere a mediamente compatte, generalmente NC o debolmente OC
 - 3c Area di attacco: sia in verticale che parametrica, di materiali 3a e 3b
 - 4 Sabbie generalmente da debolmente limose a limose, da mediamente addensati a molto addensati
 - 6 Ghiaie, ghiaie con sabbie, con presenza locale di ciottoli, anche di grandi dimensioni (fino a 80/100mm)
- Linee di confine:**
- Asse di progetto
 - confine di Provincia
 - Confine Comunale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	46 di 70

ALLEGATO 2 – INDAGINI



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBR1820001A

Foglio
47 di 70



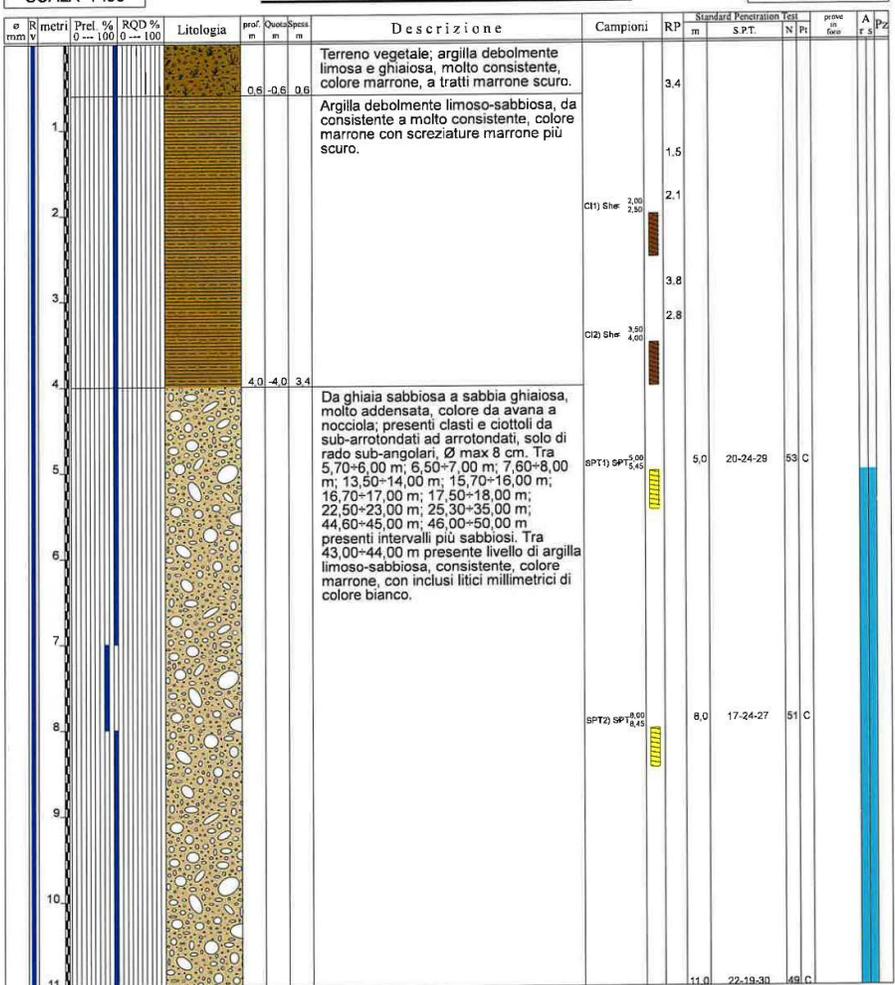
Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Colfemeroni, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserv-ing.it

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 90
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 19/12/2020 - 21/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+000	

SCALA 1 :55

STRATIGRAFIA - BH PE 90

Pagina 1/5



Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
48 di 70



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° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 90
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 19/12/2020 - 21/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+000	

SCALA 1:55 **STRATIGRAFIA - BH PE 90** Pagina 2/5

Profondità (m)	litologia	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test (S.P.T.)	Test N	Test Pf	prova in foro	A	Pz
12.00	Litologia: Ghiaia sabbiosa a sabbia ghiaiosa, molto addensata, colore da avana a nocciola; presenti clasti e ciottoli da sub-arrotolati ad arrotondati, solo di rado sub-angolari, Ø max 8 cm.	Da ghiaia sabbiosa a sabbia ghiaiosa, molto addensata, colore da avana a nocciola; presenti clasti e ciottoli da sub-arrotolati ad arrotondati, solo di rado sub-angolari, Ø max 8 cm. Tra 5,70+6,00 m; 6,50+7,00 m; 7,60+8,00 m; 13,50+14,00 m; 15,70+16,00 m; 16,70+17,00 m; 17,50+18,00 m; 22,50+23,00 m; 25,30+35,00 m; 44,60+45,00 m; 46,00+50,00 m presenti intervalli più sabbiosi. Tra 43,00+44,00 m presente livello di argilla limoso-sabbiosa, consistente, colore marrone, con inclusi litici millimetrici di colore bianco.	SPT3) SP 11,00 11,45							
14.00		SPT4) SP 14,00 14,45	14,0	18-25-31	57	C				
17.00		SPT5) SP 17,00 17,45	17,0	23-29-36	65	C				
20.00		SPT6) SP 20,00 20,45	20,0	24-28-35	83	C				

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
49 di 70



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

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 90
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 19/12/2020 - 21/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+000	

SCALA 1:55

STRATIGRAFIA - BH PE 90

Pagina 3/5

Profondità (m)	RP (m)	Standard Penetration Test (SPT)	Testi (N)	Previsione (C)	Altri (A)	Profilo (P)
23.00 - 23.45	23.0	23-26-29	55	C		
26.00 - 26.45	26.0	24-33-31	64	C		
29.00 - 29.45	29.0	30-30-31	61	C		
32.00 - 32.45	32.0	26-26-35	61	C		

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
50 di 70



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

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 90
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 19/12/2020 - 21/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+000	

SCALA 1:55

STRATIGRAFIA - BH PE 90

Pagina 4/5

e mm	R v	metri	Prel. 0-100	% 0-100	RQD 0-100	% 0-100	Litologia	prof. m	Quota Spesa m	Descrizione	Campioni	RP m	Standard Penetration s.P.T.	Yes N	No P	prov. in file	A r	Pz
34										Da ghiaia sabbiosa a sabbia ghiaiosa, molto addensata, colore da avana a nocciola; presenti clasti e ciottoli da sub-arrotondati ad arrotondati, solo di rado sub-angolari, Ø max 8 cm. Tra 5,70+6,00 m; 6,50+7,00 m; 7,60+8,00 m; 13,50+14,00 m; 15,70+16,00 m; 16,70+17,00 m; 17,50+18,00 m; 22,50+23,00 m; 25,30+35,00 m; 44,60+45,00 m; 46,00+50,00 m presenti intervalli più sabbiosi. Tra 43,00+44,00 m presente livello di argilla limoso-sabbiosa, consistente, colore marrone, con inclusi litici millimetrici di colore bianco.	SPT11) #35,00 #35,45	35,0	25-31-28	59	C			
35											SPT12) #38,00 #38,45	38,0	29-30-31	61	C			
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41												SPT13) #41,00 #41,45	41,0	27-32-36	66	C		
42																		
43																		
44												1,5 1,3						
												44,0	21-25-28	53	C			

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
51 di 70



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

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 90
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 19/12/2020 - 21/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+000	

SCALA 1:55

STRATIGRAFIA - BH PE 90

Pagina 5/5

Profondità (m)	Litologia	Descrizione	Campioni	Standard Penetration Test		Test		Prove in situ	A	Pz	
				RP (m)	S.P.T.	N	Pt				
45.00	[Diagramma stratigrafico con ghiaia sabbiosa e argilla limoso-sabbiosa]	Da ghiaia sabbiosa a sabbia ghiaiosa, molto addensata, colore da avana a nocciola; presenti clasti e ciottoli da sub-arrotolati ad arrotondati, solo di rado sub-angolari, Ø max 8 cm. Tra 5,70-6,00 m; 6,50-7,00 m; 7,60-8,00 m; 13,50-14,00 m; 15,70-16,00 m; 16,70-17,00 m; 17,50-18,00 m; 22,50-23,00 m; 25,30-35,00 m; 44,60-45,00 m; 46,00-50,00 m presenti intervalli più sabbiosi. Tra 43,00-44,00 m presente livello di argilla limoso-sabbiosa, consistente, colore marrone, con inclusi litici millimetrici di colore bianco.	SPT14) 44,20								
46.00											
47.00			SPT15) 47,00	47,0	26-26-32	58	C				
48.00											
49.00			SPT16) 49,80	49,8	28-30-37	67	C				
50.00											

Utilizzato carotiere semplice.
Prelevati n. 2 campioni indisturbati.
Prelevati n. 16 campioni rimaneggiati S.P.T.
Eseguite n. 16 prove S.P.T.
Approvvigionamento e trasporto di acqua necessaria per la perforazione.

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Paciti



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
53 di 70



Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via C.ottomereni, 5 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 91
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 12/12/2020 - 16/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+010	

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 91

Pagina 2/5

o mm	R metri	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	prof m	Quota m	Spes m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test	Test	prove in firo	A f s	Pz
	13,0							Sabbia limosa debolmente argillosa, medio-fine, da moderatamente addensata ad addensata, colore da avana a nocciola; presenti ciasti e ciottoli da sub-arrottondati ad arrottondati, Ø max. 4-5 cm. Tra 7,00-7,40 m; 8,50-8,80 m; 10,00-10,60 m; 11,00-11,50 m; 16,00-20,40 m e 21,60-24,00 m presenti intervalli di ghiaia sabbiosa.	SPT3) SP 12,00 15,46						
	14,0														
	15,0								SPT4) SP 15,00 15,46	15,0	11-28-30	58	C		
	16,0														
	17,0														
	18,0								SPT5) SP 18,00 15,46	18,0	18-12-18	30	C		
	19,0														
	20,0														
	21,0								SPT6) SP 21,00 15,46	21,0	20-28-36	64	C		
	22,0														
	23,0														
	24,0									24,0	9-13-15	28	C		

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



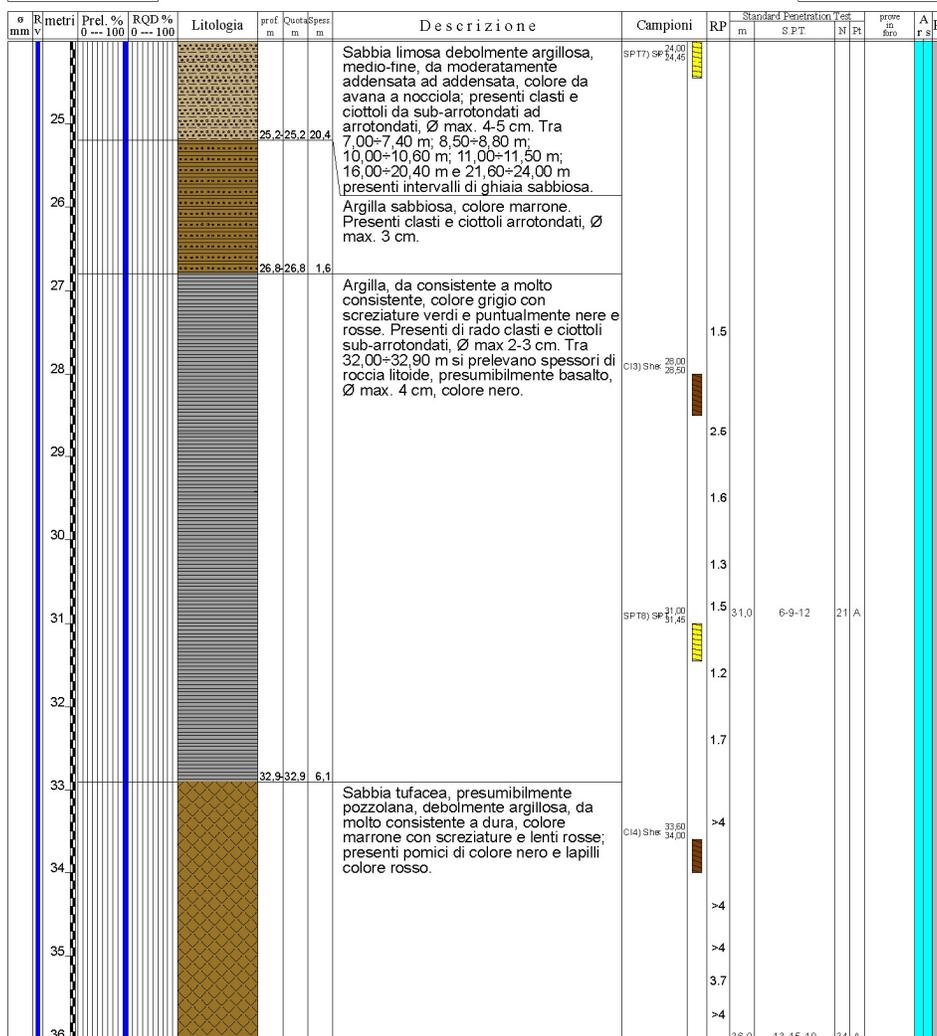
Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via C. Colombo, 5 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 91
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 12/12/2020 - 16/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+010	

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 91

Pagina 3/5



Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
56 di 70



Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via C.ottomaroni, 5 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 91
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 12/12/2020 - 16/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 43+010	

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 91

Pagina 5/5

Ø mm	R metri	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	prof m	Quota m	Spes m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test	Test N	Test Pl	prove in firo	A f s	Pz
101	50				49,3	49,3	2,3	Ghiaia sabbiosa, colore da marrone chiaro a nocciola; presenti ciottoli sub-arrotondati, Ø max. 7 cm.	SPT(13) 84/20							
					50,0	50,0	0,7	Sabbia tufacea, presumibilmente pozzolana, debolmente argillosa, da molto consistente a dura, colore da marrone a grigia; presenti pomici colore nero e lapilli colore rosso.								

Utilizzato carotiere semplice.
Prelevati n. 4 campioni indisturbati.
Prelevati n. 13 campioni rimaneggiati S.P.T.
Eseguite n. 13 prove S.P.T.
Installato tubo piezometrico da 3" fino a 22,00 m da p.c.
Installato chiusino in ferro.
Approvvigionamento e trasporto di acqua necessaria per la perforazione.

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti

Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

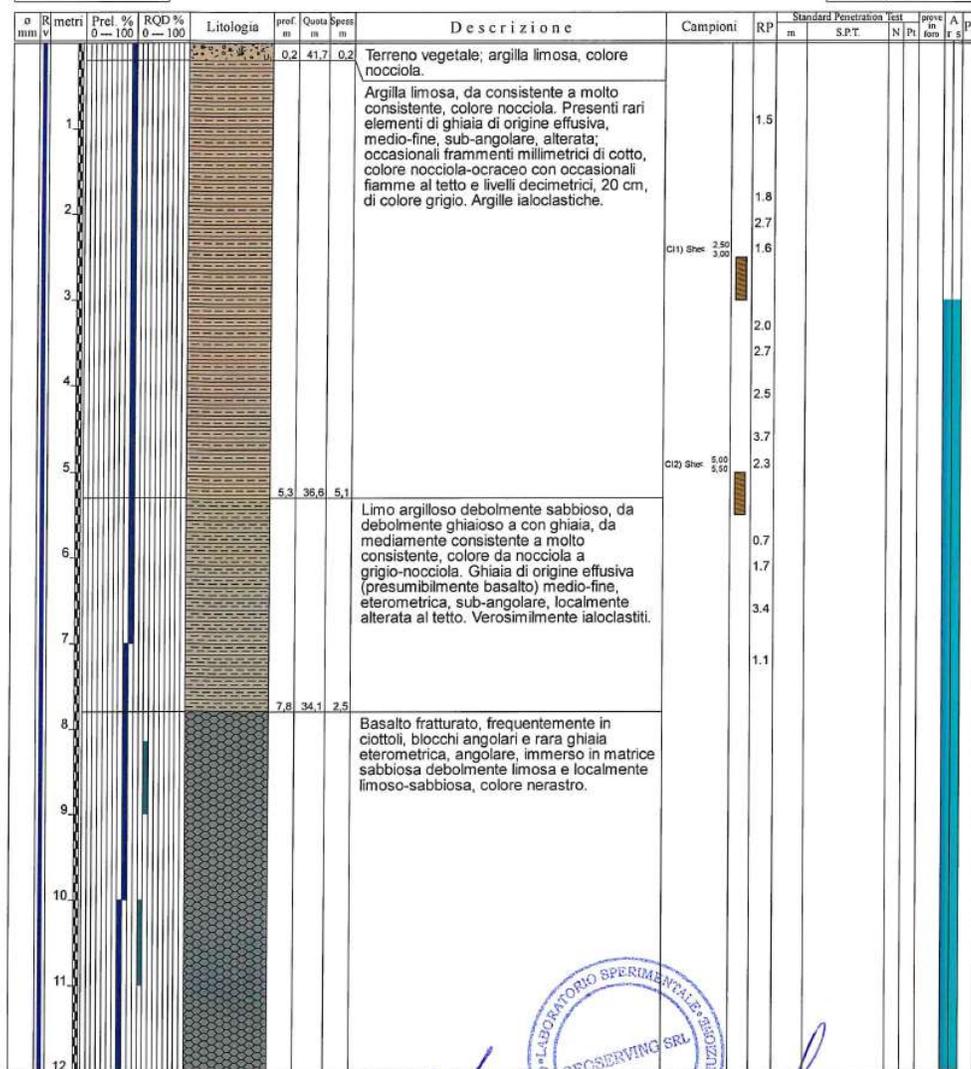
Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
57 di 70

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 91 bis del 04/02/2021		Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020	
Committente: IricAV Due		Sondaggio: BH PE 91 bis	
Riferimento: Integrazione AV/AC VR-VI		Data: 30/01/2021-01/02/2021	
Coordinate: 45° 30' 58.18" N - 11° 28' 11,77" E		Quota: 41,853 m s.l.m.	
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZL, prog. km 43+010			

SCALA 1:60 **STRATIGRAFIA - BH PE 91 bis** Pagina 1/2



Il Geologo di Cantiere
dott. geol. Alessio Sacconi

Il Responsabile della Commessa
dott. geol. Giuseppe Pizzi



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI820001A

Foglio

58 di 70



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

Certificato n° V5845/21 BH PE 91 bis del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due Sondaggio: BH PE 91 bis

Riferimento: Integrazione AV/AC VR-VI Data: 30/01/2021-01/02/2021

Coordinate: 45° 30' 58.18" N - 11° 28' 11.77" E Quota: 41,853 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 43+010

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 91 bis

Pagina 2/2

Profondità (m)	Riduzione (mm)	Prel. % (0-100)	RQD % (0-100)	Litologia	prof. (m)	Quota (m)	Spess. (m)	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test		N	Pt	preval. in foto	A	Pz
											m	S.P.T.					
13.0								Basalto fratturato, frequentemente in ciottoli, blocchi angolari e rara ghiaia eterometrica, angolare, immerso in matrice sabbiosa debolmente limosa e localmente limoso-sabbiosa, colore nerastro.									
14.0																	
15.0																	
16.0																	
17.0																	
18.0																	
19.0					19.0	22.9	11.2										

Utilizzato carotiere semplice tra 0,00+7,80 m da p.c.
Utilizzato carotiere doppio con corona diamantata tra 7,80+19,00 m da p.c.
Prelevati n. 2 campioni indisturbati.

Il Geologo di Cantiere
dott. geol. Alessio Saccon

Il Responsabile della Commessa
dott. geol. Giuseppe Pacitti





Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
59 di 70

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 66771 - Fax.: +39 0532 66119

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

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



COMMITTENTE: **CONSORZIO IRI·CAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)**

CANTIERE: **Altavilla Vicentina (VI)**

PERFORAZIONE: BH-PE-91 ter

ESECUZIONE: 19-30/03/2021

COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°: SF210306

OPERATORE: EL HACHMI-HAMMANI

RESPONSABILE: MAGHINI-BRAIATO

PROFONDITA': 40,00 m

RIVESTIMENTO: 27,00 m

QUOTA s.l.m.: 43,150 m

Indisturbato
 Rimaneaggiato
 Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA	
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
0-0,40			Terreno vegetale, marrone											
0,40-1,30			Riporto argilloso limoso ghiaioso, marrone Presenza di frammenti di laterizio				225	>100						
1,30-2,60			Limo argilloso, marrone Presenza di numerosi orizzonti ossidati, giallo-arancio	SP1	2,60	3,00	225	>100						
2,60-3,95			Frammenti scagliosi di roccia basaltica (spigolosi ed eterodimensionali) in matrice argillosa; marrone Presenza di sporadici blocchi (Ø 5-7 cm) Presenza di sporadici orizzonti ossidati, giallastro Presenza di livelli con abbondante matrice limoso argillosa				250	>100						
3,95-6,00														
6,00-9,00														
9,00-12,00														
12,00-15,00														
15,00-18,00														
18,00-20,00														

Il Direttore Tecnico SOA:
ing. Massimo De lasi

SF210306_BH-PE-91ter - pag 1 di 6

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI820001A

Foglio
60 di 70

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 66771 - Fax.: +39 0532 66119

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

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



COMMITTENTE: CONSORZIO IRI^{CAV} DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Altavilla Vicentina (VI)

PERFORAZIONE: BH-PE-91 ter RDP SITO N°: SF210306
ESECUZIONE: 19-30/03/2021 OPERATORE: EL HACHMI-HAMMANI
COMMESSA: 22036AV-20 RESPONSABILE: MAGHINI-BRAIATO

PROFONDITA': 40,00 m
RIVESTIMENTO: 27,00 m
QUOTA s.l.m.: 43,150 m

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			p.p. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILI	PALDA	
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
21			Frammenti scagliosi di roccia basaltica (spigolosi ed eterodimensionali) in matrice argillosa; marrone											
22			Presenza di sporadici blocchi (Ø 5-7 cm)											
23			Presenza di sporadici orizzonti ossidati, arancio											
24			Presenza di livelli con abbondante matrice limoso argillosa											
25														
26	26.00													
27	27.00		Roccia di origine basaltica, marrone chiaro-grigio											
			Presenza di tracce di alterazione											
			Presenza di numerose fratture riempite da calcite											
			Presenza di un orizzonte argilloso da 26.60 a 26.80 m											
28	27.60		Frammenti scagliosi di roccia basaltica (spigolosi ed eterodimensionali) in matrice argillosa; marrone											
			Presenza di sporadici blocchi (Ø 5-7 cm)											
			Presenza di sporadici orizzonti ossidati, arancio											
			Presenza di livelli con abbondante matrice limoso argillosa											
29														
30														
31			Roccia di origine basaltica, marrone chiaro-grigio (Localmente fratturata)											
			Presenza di tracce di alterazione											
			Fratture riempite da calcite											
			Presenza di livelli centimetrici argillosi (5-10 cm) con frammenti eterodimensionali e spigolosi di roccia basaltica (scagliosi)											
			Da 31.80 a 32.00 m											
			Da 34.60 a 34.70 m											
			Da 36.60 a 36.70 m											
			Presenza di un orizzonte argilloso da 30.65 a 30.68 m											
			Presenza di un orizzonte di roccia alterata e molto fratturata da 38.00 a 38.20 m											
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40	40.00		FINE SONDAGGIO											

Il Direttore Tecnico SOA:
ing. Massimo De Iasi

SF210306_BH-PE-91ter - pag 2 di 6

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI820001A

Foglio

62 di 70

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56110

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Nr. 01872430648
Headquarters: Via Barola, 101-109 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

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



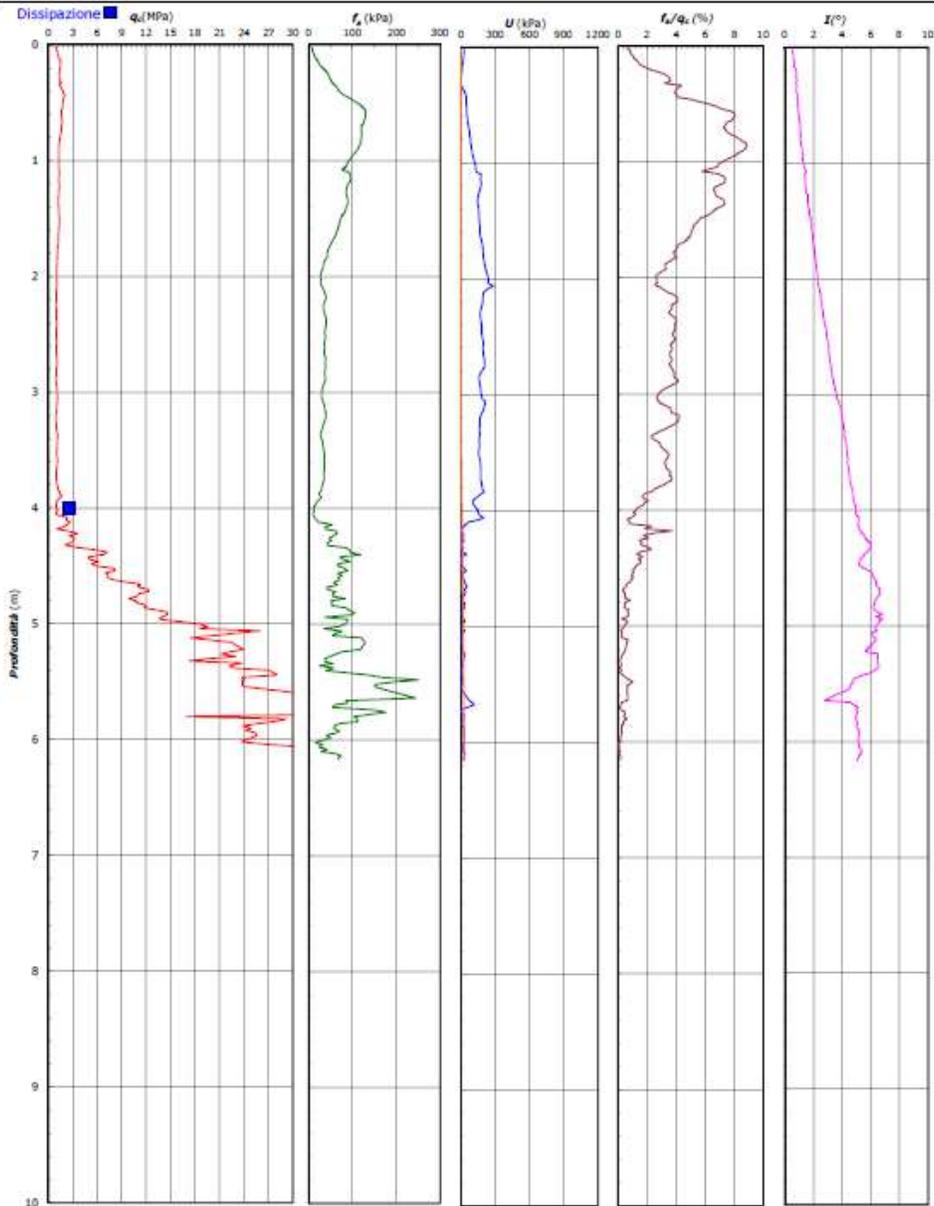
COMMITTENTE: **CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)**

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

PROVA N°: CPTU 48 PROF. FALDA (m da p.c.): 3.20 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL21N (matr. 121114)[$\alpha = 0.66$]

DATA: 23/11/20 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45° 31' 04.38" Long.: 11° 28' 08.48"

COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SF210102 - 25/01/21 OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m.: 38.059



Il Direttore Tecnico SO:
Ing. Massimo De Iasi

SF210102_CPTU48-48-48 - pag 2 di 3

Il Responsabile Prove In Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	63 di 70

FERRARA DEPARTMENT Azienda con Sistema di Gestione certificato da Certiprofit - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - ISO 45001:2018

Via Annibale Zucchini, 66 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 96771 - Fax: +39 0532 96119

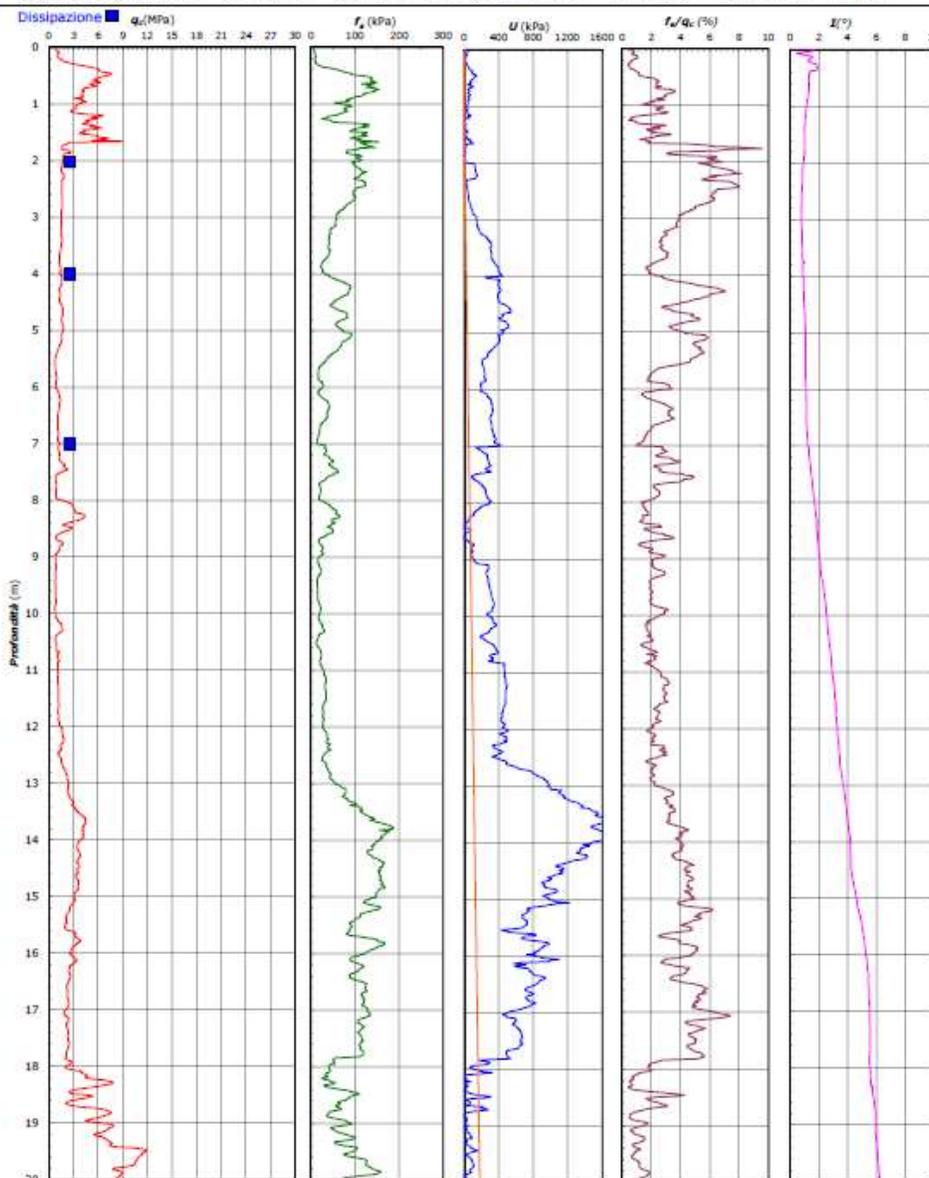
SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iva 01872430648
Headquarters: Via Barloia, 101-103 - 20020 Linate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0090



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

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza

PROVA N°: CPTU-PE-49 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.40 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)($\alpha = 0.66$)
DATA: 17/11/20 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45° 30' 57.6391 Long.: 11° 28' 15.40703" E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SF210103 - 25/01/21 OPERATORE: L. Zanirato QUOTA s.l.m.: 42.234



Il Direttore Tecnico SO:
Ing. Massimo De Iasi

SF210103_CPTU-PE-49.de - pag. 2 di 3

Il Responsabile Prove In Sito:
dott. Massimo Romagnoli

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 64 di 70
---	------------------	-------------	----------------------------	--------------------



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	65 di 70

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

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iv. 01872490648
Headquarters: Via Barlole, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Accordo con Sistemi di Gestione certificati da Certipathy - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - ISO 45001:2018



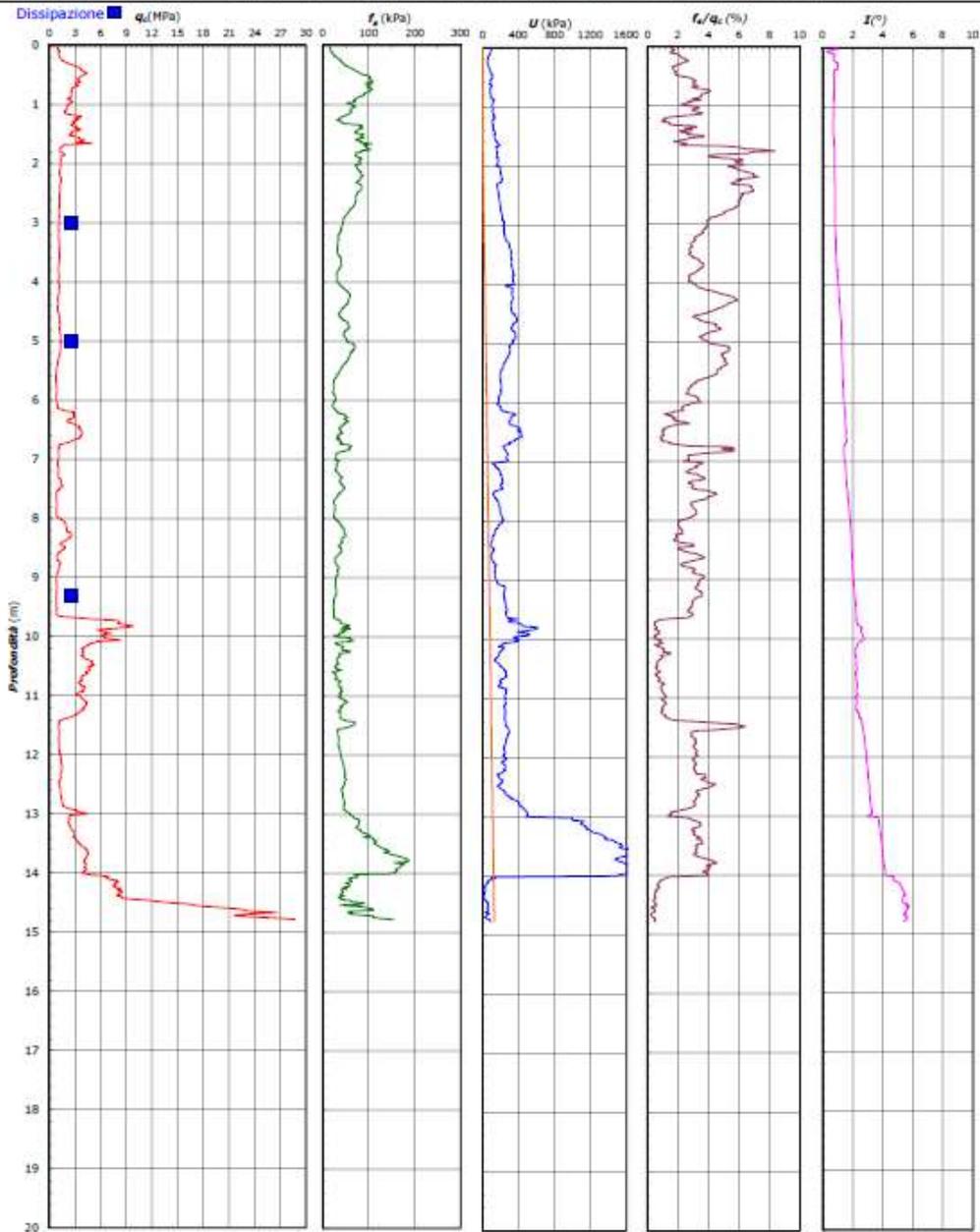
COMMITTENTE: CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza

PROVA N°: CPTU-PE-50 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.30 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[$\alpha = 0.66$]

DATA: 18/11/20 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°31'0.33"N Long.: 11°28'17.17"E

COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SF210104 - 25/01/21 OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m.: 39.761





Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

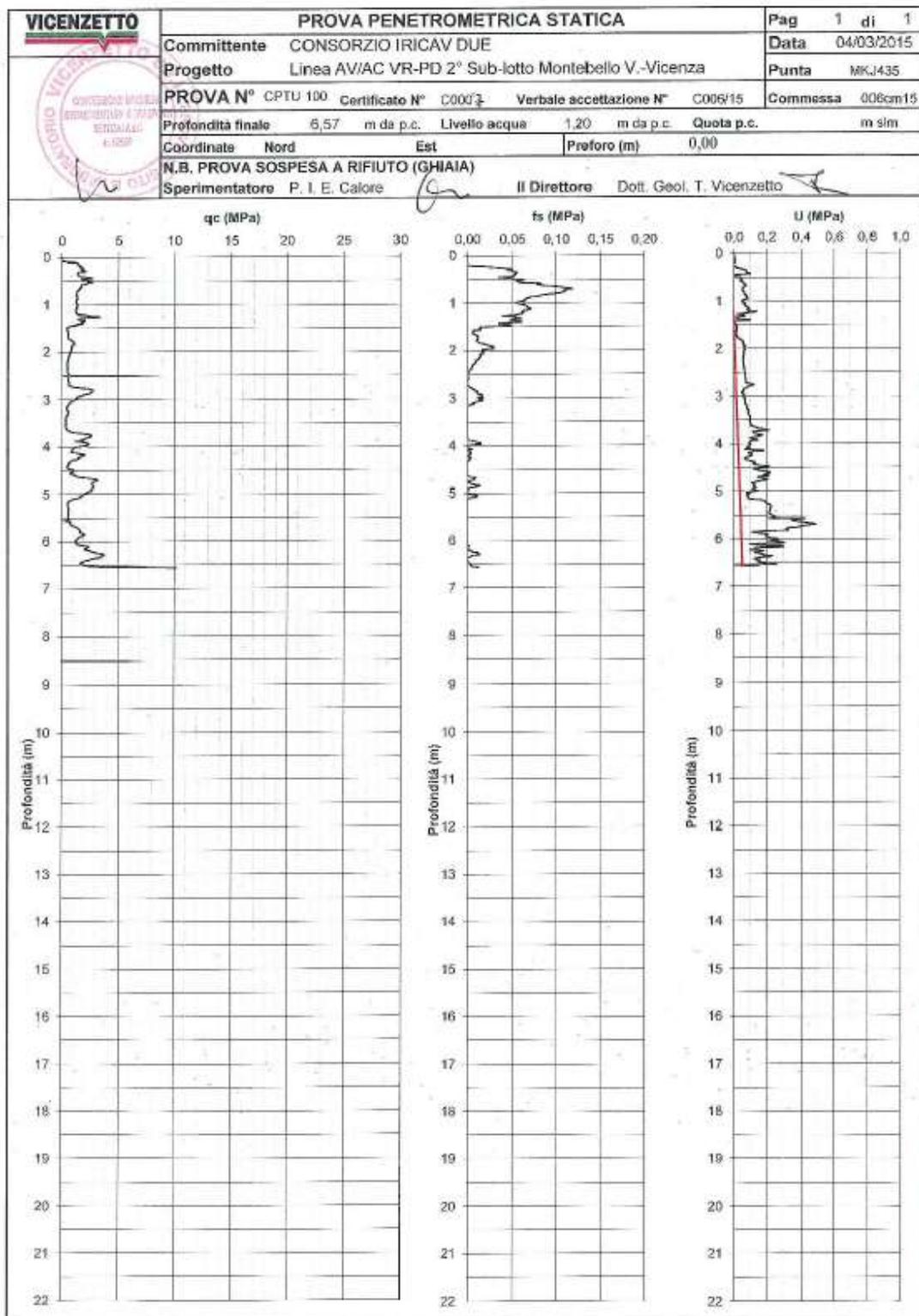
12

Codifica

EI2RBRI820001A

Foglio

66 di 70



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI820001A</p>	<p>Foglio 67 di 70</p>

ALLEGATO 3 - TABULATI DI SLIDE- ANALISI SLU STATICA

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	68 di 70

ALLEGATO 4 - TABULATI DI SLIDE – ANALISI SLU SISMICA

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI820001A	69 di 70

ALLEGATO 5- TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Rilevato ferroviario dal km 42+825,00 al km 43+175,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI820001A	Foglio 70 di 70
---	------------------	-------------	----------------------------	--------------------