

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
PARTE GENERALE
GEOLOGIA E GEOTECNICA
GENERALE
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA Inserito all'Ordine degli Ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Giugno 2021	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Giugno 2021	Data:		

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

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Giugno 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA VALIDATORE	A. Mingoia 	Aprile 2021	V. Pastore 	Aprile 2021	P. Ascari 	Aprile 2021	
C	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA ITALFERR	A. Mingoia 	Giugno 2021	V. Pastore 	Giugno 2021	P. Ascari 	Giugno 2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710EI2RBGE0000002C.DOCX
Progetto cofinanziato dalla Unione Europea		Cod. origine:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 2 di 176</p>

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Documentazione di progetto.....	5
2.2	Normativa e standard di riferimento.....	6
2.3	Bibliografia	6
3	DESCRIZIONE DELLE CAMPAGNE DI INDAGINE.....	10
4	DATI PIEZOMETRICI.....	15
5	CRITERI DI VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	25
5.1	Premessa.....	25
5.2	Densità relativa dei materiali a grana grossa	25
5.2.1	Generalità	25
5.2.2	Sabbie.....	25
5.2.3	Ghiaie.....	26
5.3	Resistenza al taglio – parametri drenati	27
5.3.1	Materiali a grana grossa	27
5.3.1.1	Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Bolton (1986)	27
5.3.1.2	Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Schmertmann.....	29
5.3.2	Materiali a grana fine	30
5.4	Resistenza al taglio – parametri non drenati	31
5.5	Determinazione della storia tensionale – (OCR).....	32
5.6	Determinazione del coefficiente di consolidazione verticale c_v	33
6	BREVE DESCRIZIONE DEL TRACCIATO, DELLE OPERE PRINCIPALI DA REALIZZARE E DEL PROFILO STRATIGRAFICO	40
6.1	Introduzione	40
6.2	Falda di progetto	40
6.3	Principali Unità individuate.....	41
6.4	Tratto compreso fra pk 10+050 e pk 14+546	42
6.5	Tratto compreso fra pk 14+546 e pk 16+340	64
6.6	Tratto compreso fra pk 16+340 e pk 19+159	87
6.7	Tratto compreso fra pk 19+159 e pk 21+990 (spalla Est Vi Alpone).....	106
6.8	Permeabilità	126
7	RIASSUNTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	127
8	PROBLEMATICHE DI LIQUEFAZIONE.....	129
9	STABILIZZAZIONE SUPERFICIALE DEI MATERIALI IN SITO	130
9.1	Requisiti normativi.....	130
9.2	Granulometria ed IP.....	131
9.3	Contenuto di solfati	135

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 3 di 176

9.4	Contenuto di sostanze organiche	135
9.5	Prove su miscele terreno-legante eseguite durante la fase di Progetto Esecutivo	135
ALLEGATI.....		145
Allegato 1	- Sintesi dei risultati delle prove fisiche di laboratorio	146
Allegato 2	- Planimetrie tracciato ed ubicazione delle indagini.....	169
Allegato 3	- Profili geotecnici.....	173

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 4 di 176

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce il secondo volume della Relazione Geotecnica Generale di Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova, e riguarda il tratto compreso tra le progressive 10+050 e 21+990.

Il documento si basa su tutti i risultati delle indagini realizzate lungo il percorso in oggetto, sia durante la fase di Progetto Definitivo (d'ora in avanti denominato PD), sia durante ulteriori fasi conoscitive, ad esempio richieste dalla Conferenza dei Servizi, sia durante la più recente campagna di indagine approntata specificatamente per la fase di Progetto Esecutivo (d'ora in avanti denominato PE).

Il documento è così organizzato:

- Definizione dei documenti di riferimento (Capitolo 2);
- presentazione delle campagne d'indagine eseguite (capitolo 3);
- sintesi delle misure piezometriche (capitolo 4);
- Criteri di valutazione dei parametri geotecnici (Capitolo 5);
- Breve descrizione delle principali opere e delle condizioni geotecniche e stratigrafiche generali presenti nella tratta in questione (Capitolo 6);
- Stima dei principali parametri geotecnici di interesse per la progettazione (Capitolo 7);
- Discussione sulle problematiche di liquefazione (Capitolo 8).
- Esame della problematica dei trattamenti a calce per i terreni superficiali (Capitolo 9)

Scopo del documento è di fornire un quadro geotecnico di riferimento, da utilizzare ai fini del dimensionamento delle opere da realizzare.

Si ricorda che, in ogni caso, in base alla Normativa NTC 2008, l'unico responsabile della parametrizzazione geotecnica, nonché dello sviluppo del modello geotecnico, è il progettista (punto 6.2.2. delle NTC) delle singole opere. Quanto qui di seguito esposto pertanto deve essere inteso come una caratterizzazione geotecnica orientativa, e che il progettista dovrà comunque far propria o modificare a seconda delle condizioni locali, del modello di terreno adottato per il calcolo, e delle caratteristiche dell'opera da progettare.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 5 di 176

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documentazione di progetto

- [1] IN1710EI2RHGE0000001A Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [2] IN1710EI2RHGE0000002A Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [3] IN1710EI2RHGE0000003A Relazione idrogeologica 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [4] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [5] IN1710EI2RHGE0000005A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [6] IN1710EI2RHGE0000006A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [7] IN1710EI2LZGE0000012A-22A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico tav. 1-11
- [8] IN1710EI2RHGE0000007A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [9] IN1710EI2RHGE0000008A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [10] IN1710EI2P5GE0000012A-22A Planimetria di ubicazione indagini di Progetto Esecutivo, tav. 1-11
- [11] IN1710EI2PRGE0000001A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC
- [12] IN1710EI2PRGE0000002A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - SOCOTEC
- [13] IN1710EI2PRGE0000003A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [14] IN1710EI2PRGE0000004A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [15] IN1710EI2PRGE0000005A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC - Vol.1
- [16] IN1710EI2PRGE0000006A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC - Vol.2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 6 di 176

- [17] IN1710EI2PRGE0000007A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - SOCOTEC - Vol.1
- [18] IN1710EI2PRGE0000008A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - SOCOTEC - Vol.2
- [19] IN1710EI2PRGE0000009A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.1
- [20] IN1710EI2PRGE00000010A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.2
- [21] IN1710EI2PRGE00000011A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.1
- [22] IN1710EI2PRGE00000012A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.2
- [23] IN1710EI2IGGE0000001A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC
- [24] IN1710EI2IGGE0000002A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da 21+990 a 44+250 - SOCOTEC
- [25] IN1710EI2IGGE0000003A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [26] IN1710EI2IGGE0000004A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da 21+990 a 44+250 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI

2.2 Normativa e standard di riferimento

- [27] 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
- [28] 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

2.3 Bibliografia

- [29] Andrus, R. D., and Stokoe, K. H. (2000), “Liquefaction resistance of soils from shear-wave velocity”, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Eng., ASCE 126(11), 1015–025

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 7 di 176

- [30] Atkinson J.H. and Sallfors G. (1991), "Experimental determination of soil properties. General Session 1", Proc. X ECSMF, Florence, Vol. 3, pp-915-956
- [31] Atkinson J.H. (2000), "Non-linear soil stiffness in routine design", Geotechnique, Vol.50, n.5, pp.487-508
- [32] Baligh (1975) "Theory of deep site static cone penetration resistance" Research Report R-75-56, MIT, Cambridge
- [33] Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" Geotechnique 36 , n° 1
- [34] Chen B.S. e Mayne P.W. (1996), "Statistical relationship between piezocone measurements and stress history of clays", Canadian Geotechnical Journal, n.3, pp.488-499
- [35] Clayton C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and use" CIRIA Report n° 143, 1995
- [36] Cubrinovski, M., and Ishihara, K. (1999) "Empirical Correlation between SPT N-Value and Relative Density for Sandy Soils," Soils and Foundations, Japanese Geotechnical Society, Vol. 39, No. 5, pp 61-71
- [37] DeGroot D.J. e Sandven R. (2004), "General report: Laboratory and field comparison". Proc. ISC-2 Geotechnical and geophysical Site Characterization, Viana da Fonseca & Mayne ed.. pp.1775-1789
- [38] Houlsby G. T., Teh, C. I. (1988) "Analysis of the piezocone in clay" Penetration Testing 1988, ISOPT-1, De Ruiter (ed.). Balkema Rotterdam
- [39] Ishihara K. (1996), "Soil behaviour in earthquake Engineering". Clarendon Press, Oxford
- [40] Ishihara K., Tsukamoto Y., Shimizu Y. (2001) "Estimate of relative density from in-situ penetration tests" Proceedings In-situ 2001, Bali
- [41] Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) "New correlations of penetration tests for design practice" Proceedings of I International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando
- [42] Jeffries M.G. and Been, K. (2006), "Soil liquefaction- A critical state approach". Taylor & Francis, ISBN 0-419-16170-8, 478 pages
- [43] Keaveny J.M. e Mitchell J.K. (1986), "Strength of fine-grained soils using the piezocone". Use of in-situ tests in Geotechnical Engineering (GSP 6), ASCE, Reston, Va., pp.668-699
- [44] Kulhawy F.H. e Mayne P.W. (1990), "Manual on estimating soil properties for foundation design", Cornell University, Geotechnical Engineering Group, Ithaca, New York, EL-6800, Research Project 1493-6
- [45] Lancellotta R. (1987) "Geotecnica" Zanichelli, Bologna

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 8 di 176</p>

- [46] Lunne T., Berre T. and Strandvik S. (1997), "Sample disturbance effects in soft low plastic Norwegian clay". Conference on Recent Developments in Soil and Pavement mechanics, Rio de Janeiro, June 1997, Proc. pp.81-102
- [47] Lunne T., Christoffersen H.P., Tjelta T.I. (1985) "Engineering use of piezocone data in North Sea clays" Proc. XI ICSMFE, S. Francisco
- [48] Lunne, T., Robertson, P.K., Powell, J.J.M. (1997). "Cone Penetration Testing in Engineering Practice" Blackie Academic and Professional, London
- [49] Mair R.J. (1993), "Developments on geotechnical engineering research.: applications to tunnels and deep excavation. Unwin Memorial Lecture 1992", Proc. Inst. Civ. Engineering, Vol.3, pp.27-41
- [50] Mesri G. e Godlewski P.M. (1977), "Time and stress-compressibility relationship". JGED, ASCE, GT5
- [51] Mesri G. e Abdel-Ghaffar M.E.M. (1993), "Cohesion intercept in effective stress analysis", JGED, ASCE, Vol.119, N.8, Agosto 1993, pp.1229-1249
- [52] Robertson P.K. and Cabal K.L. (2012), "Guide to Penetration Testing" Gregg Drilling & testing Inc. Publications. 5th Edition, November 2012. Teh, C.I. & Houlsby, G.T. (1991), "An analytical study of the cone penetration test in clay", Geotechnique 41, n. 1, pp. 17-34
- [53] Schmertmann J.H. (1978), "Guidelines for cone penetration test performance and design", Report FHWA-TS-78-209, U.S. Department of Transportation, Washington
- [54] Seed H.B. e Idriss I.M. (1970), "Soil moduli and damping factors for dynamic response analysis", Report EERC 70-10, University of California, EERC, Berkeley
- [55] Seed H.B. and Sun J.I. (1989) Implications of Site Effects in the Mexico City Earthquake of September 19, 1985 for Earthquake-Resistant Design Criteria in the San Francisco Bay Area of California. National Science Foundation, Washington, DC., March 1989, 138 p
- [56] Skempton A.W. (1986) "Standard Penetration Test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation" Geotechnique 36, n° 3
- [57] Stroud M.A. (1988) "The Standard Penetration Test – Its application and interpretation" Penetration Testing in UK, Proceedings of the Geotechnical Conference organized by ICE, Birmingham
- [58] Tavenas F., Leblond P., Jean P., Leroueil S. (1983a) "The permeability of natural soft clays. Part I: Methods of laboratory measurement" Canadian Geotechnical Journal, vol. 20

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 9 di 176

- [59] Tavenas F., Jean P., Leblond P., Leroueil S. (1983b) "The permeability of natural soft clays. Part II: Permeability characteristics" Canadian Geotechnical Journal, vol. 20
- [60] Terzaghi K., Peck R.B. and Mesri G. (1996), "Soil mechanics in engineering practice", 3rd edition, Wiley & Sons, New York
- [61] Tokimatsu K and Yoshimi Y. (1983), Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on Spt N-Value and Fines Content." Soils and Foundations, Vol.23, Issue no.4, 56-74
- [62] Youd T.D. (1972) "Factors controlling maximum and minimum density of sands" Proceedings of Symposium on Eval. Dens., ASTM STP 523

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 10 di 176

3 DESCRIZIONE DELLE CAMPAGNE DI INDAGINE

Per la progettazione della tratta Verona – Padova della linea AV/AC Torino – Venezia, a partire dal 2014 sono state eseguite numerose indagini nell'ambito delle varie fasi progettuali susseguite nel tempo. Le principali sono:

- campagna indagini 2014 e 2015 per PD;
- campagna indagini 2018 per CDS;
- campagna indagini 2020 per PE.

In particolar modo, le indagini relative alla campagna del 2018 hanno fatto seguito alle richieste emerse nella CDS, mentre quelle più recenti riguardano il Progetto Esecutivo. Oltre a queste, sono state individuate alcune indagini storiche risalenti al periodo compreso tra il 1998 ed il 2002.

Le indagini eseguite in sito comprendono:

- sondaggi a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo (BH);
- sondaggi con installazione di piezometro di Casagrande o a tubo aperto (BH-PZ);
- perforazioni per l'esecuzione di prove cross-hole o down-hole (rispettivamente BH-CH e BH-DH);
- prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT);
- prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU);
- pozzetti esplorativi (PT);
- prove geofisiche tipo MASW.

La posizione delle indagini eseguite nelle varie fasi di progettazione è illustrata nella Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico (Doc. rif. [7]) e riportata in Allegato 2. Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni di sintesi delle indagini (Doc. Rif. [8] e [9]).

Le indagini disponibili ed esaminate nel tratto in questione sono riportate in Tabella 1.

I risultati delle indagini di sito e di laboratorio sono riportati nei documenti da [11] a [26]. Ad essi si rimanda per una caratterizzazione geotecnica di dettaglio per la progettazione delle singole WBS.

La sintesi dei risultati delle prove fisiche di laboratorio sono riportati in Allegato 1.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 11 di 176

Tabella 1 - Indagini tra pk 10+050 e pk 21+990

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
10+400	CPTU16	2014/2015
10+418	PT10	
10+524	BH-PE-21	2020-2021
10+550	CPTU18	2014/2015
10+555	CPTU-PE-05	2020-2021
10+560	SPA16	2014/2015
10+580	BH-PE-22	2020-2021
11+313	BH-DH-PE-23	2020-2021
11+450	SA203P010	2002
11+500	CPTU21	2014/2015
11+510	SP17	2014/2015
11+520	CH4	2014/2015
11+597	BH-PE-24	2020-2021
11+697	BH-PE-25	2020-2021
11+697	BH-PE-25Bis	2020-2021
11+700	SPAA19	2014/2015
11+720	CPTU24 e CPTU24bis	2014/2015
11+800	PT12	
12+000	CPTU25	2014/2015
12+010	SPA20	2014/2015
12+030	P1	2015
12+030	P1 bis	2015
12+030	P1 quater	2015
12+030	P1 ter	2015
12+035	PT-PE-07	2020-2021
12+113	PT13	
12+117	CPTU-PE-06	2020-2021
12+266	MASW-PE-05	2020-2021
12+319	BH-PE-27	2020-2021
12+340	SPA20bis	2014/2015
12+470	P2	2015
12+510	CPTU28 e CPTU28bis	2014/2015
12+510	CPTU29 e CPTU29bis	2014/2015
12+550	SPA21	2014/2015
12+566	PT14	
12+580	CPTU30 e CPTU30bis	2014/2015
12+774	PT15	
12+780	CPTU30ter	2014/2015
13+000	P3	2015
13+000	P3 bis	2015
13+033	CPTU-PE-07	2020-2021
13+132	BH-PZ-PE-28	2020-2021
13+190	CPTU31	2014/2015
13+285	CPTU-PE-08	2020-2021
13+287	BH-PE-29	2020-2021
13+320	P4	2015
13+433	PT16	
13+485	CPTU31bis	2014/2015
13+721	BH-PE-30	2020-2021

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 12 di 176</p>

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
13+730	MASW-PE-06	2020-2021
13+800	CPTU32	2014/2015
13+808	PT17	
13+920	P5	2015
13+920	P5bis	2015
14+143	CPTU-PE-09	2020-2021
14+350	CPTU32bis	2014/2015
14+350	P6	2015
14+352	PT18	
14+641	BH-PZ-PE-31	2020-2021
14+691	BH-PE-32	2020-2021
14+691	BH-PE-32Bis	2020-2021
14+705	CPTU-PE-10	2020-2021
14+862	PT19	
14+870	CPTU33 e CPTU33bis	2014/2015
14+880	CPTU34 e CPTU34bis	2014/2015
14+880	CPTU35 e CPTU35bis	2014/2015
14+880	SP22	2014/2015
14+890	SPA23 + CH5	2014/2015
14+940	CPTU37 e CPTU37bis	2014/2015
15+133	PT20	
15+150	SA203C011	2002
15+280	P7	2015
15+280	P7bis	2015
15+325	CPTU35Bis-B	2014/2015
15+517	PT21	
15+548	CPTU-PE-11	2020-2021
15+830	CPTU-PE-12	2020-2021
15+860	BH-PE-33	2020-2021
15+880	P8	2015
15+960	CPTU35Ter	2014/2015
16+030	P9	2015
16+030	P9bis	2015
16+160	SPA24	2014/2015
16+170	BH1V	2015
16+237	CPTU-PE-13	2020-2021
16+297	PT22	
16+495	CPTU-PE-14	2020-2021
16+499	BH-PZ-PE-35	2020-2021
16+556	BH-PE-34	2020-2021
16+576	BH2V	2015
16+610	CPTU1V	2015
16+635	PT23	
16+761	CPTU-PE-15	2020-2021
16+767	MASW-PE-07	2020-2021
16+792	BH-PE-36	2020-2021
16+800	PT-PE-12	2020-2021
16+820	P10	2015
16+823	CPTU2V	2015
17+050	BH3V+CH1V	2015
17+200	CPTU-PE-16	2020-2021
17+250	CPTU3V	2015

GENERAL CONTRACTOR


 Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA


 ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

E12RBGE0000002C

Foglio

13 di 176

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
17+250	P11	2015
17+250	P11bis	2015
17+359	SPA25	
17+420	CPTU4V	2015
17+580	BH4V	2015
17+600	P20	2015
17+650	CPTU-PE-17	2020-2021
17+725	CPTU5V	2015
17+875	CPTU6V	2015
18+400	CPTU-PE-19	2020-2021
18+413	BH-PE-37	2020-2021
18+720	BH5V	2015
18+893	BH-PZ-PE-38	2020-2021
18+910	CPTU9V	2015
18+940	BH6V+CH2V	2015
19+060	CPTU10V e CPTU10Vbis	2015
19+060	CPTU-PE-21	2020-2021
19+070	CPTU11V	2015
19+142	MASW-PE-08	2020-2021
19+360	BH7V	2015
19+510	CPTU12V	2015
19+820	BH8V	2015
19+820	CPTU13V e CPTU13Vbis	2015
19+900	CPTU-PE-21ter	2020-2021
20+005	CPTU-PE-22	2020-2021
20+008	BH-PE-39	2020-2021
20+010	BH-PE-38Bis	2020-2021
20+012	PT-PE-07bis	2020-2021
20+020	CPTU14V e CPTU14Vbis	2015
20+150	BH9V	2015
20+275	CPTU15V e CPTU15Vbis	2015
20+300	P12	2015
20+383	BH-PZ-PE-40	2020-2021
20+570	BH10V	2015
20+580	CPTU17V e CPTU17Vbis	2015
20+600	CPTU16V e CPTU16Vbis	2015
20+677	BH-DH-PE-41	2020-2021
20+680	BH11V	2015
20+930	CPTU19V	2015
20+940	BH12V	2015
21+100	CPTU20V	2015
21+119	BH-PE-42	2020-2021
21+140	CPTU21V	2015
21+141	MASW-PE-09	2020-2021
21+260	BH13V	2015
21+260	CPTU22V	2015
21+375	BH14V+CH3V	2015
21+550	CPTU23V	2015
21+630	P13	2015
21+640	CPTU24V e CPTU24Vbis	2015
21+677	BH-PE-43	2020-2021
21+870	CPTU25V	2015

GENERAL CONTRACTOR

 Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA

 ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RBGE0000002C

Foglio

14 di 176

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
21+870	BH15V	2015

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 15 di 176

4 DATI PIEZOMETRICI

Nelle tabelle che seguono (da Tabella 2 a Tabella 10) si elencano le letture piezometriche eseguite nel corso delle diverse campagne di indagine a partire da novembre 2014.

Per quanto concerne la definizione dei livelli di falda di progetto, si rimanda al capitolo 6.2.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 24 di 176

Tabella 10 – Riepilogo dati piezometrici 9/9

PK	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	25-27/09/18	04/10/18	12/10/18	19/10/18	25/10/18	30-31/10/18	26-27/08/20	23-24/09/20	28-29/10/20	25-26/11/20	11/01-08/02/21	16/03/21	12/04/21	03-14/05/21	27-31/05/21	03-09/06/21
10+550	SPA16	5029394	1667653	29.78	2.16					1.92	1.93	1.99	1.80	2.12						1.64
11+500	SDA18	5029266	1668601	29.74	2.90					2.65	2.89	2.91	2.76	3.01						2.00
11+710	SPAA19 sup	5029267	1668803	28.08	1.57					1.32	1.48	1.45	1.31	1.54						1.21
11+710	SPAA19 prof	5029267	1668803	28.08	1.70					1.43	1.55	1.52	1.37	1.60						1.31
12+025	SPA20	5029328	1669095	28.67	2.41					2.15	2.29	2.26	2.12	2.33						2.02
12+100	P1 Ter	5029206	1669116	30.05	falada ass.					falda ass.	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
12+100	P1 quater	5029210	1669116	30.04	4.35					distrutto	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
12+100	P1 bis	5029203	1669115	30.05	falada ass.					falda ass.	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
12+100	P1	5029201	1669115	30.02	4.25					distrutto	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
12+340	SPA20bis	5029315	1669429	26.44							distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
12+500	P2	5029304	1669557	26.01	0.68					0.40	0.54	0.46	0.35	0.51						
12+550	SPA21	5029301	1669595	26.35	0.73					0.42	0.60	0.52	0.40	0.60						0.52
13+000	P3 bis	5029394	1670070	26.10	1.42					1.08	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
13+000	P3	5029392	1670069	26.06	1.42					1.09	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
13+132	PZ-PE-28	5029464.235	1670203.433	26.08											0.84					
13+320	P4	5029325	1670417	25.64	1.57					1.23	1.44	1.40	1.22	1.42						
13+800	P5 bis	5029255	1670993	25.09	assente					1.42	falda ass.	falda ass.	1.42	falda ass.						
13+800	P5	5029255	1670990	25.06	1.76					1.41	1.68	1.61	1.42	1.64						
14+300	P6	5029440	1671440	26.99	2.11					1.80	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
14+650	PZ-PE-31	5029411.407	1671726.797	24.53											0.55					
14+875	SPA23	5029327	1671950	24.14							distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
15+350	P7 bis	5029164	1672322	23.41	1.38					0.96	1.36	1.26	0.69	1.08						
15+350	P7	5029164	1672320	23.43	1.27					0.97	1.17	1.22	0.95	1.18						
15+900	P8	5029054	1672929	23.66	2.11					1.80	1.98	1.87	1.66	1.96						
16+025	P9 bis	5029024	1673095	23.12	1.44					1.05	1.26	1.04	0.63	1.32						
16+025	P9	5029024	1673097	23.10	1.49					1.17	1.43	1.26	1.04	1.35						
16+175	SPA24	5029004	1673202	23.31	1.51					1.19	1.53	1.28	1.12	1.36						
16+200	BH1V	5028976	1673232	22.47	1.47					1.15	1.40	1.23	1.10	1.33						
16+500	BH2V	5028905	1673519	22.25	1.58					1.26	1.49	1.32	1.21	1.40						
16+517	PZ-PE-35	5028927.274	1673522.1	22.60											0.39					
16+775	P10	5028870	1673810	21.37	0.70					0.51	0.61	0.46	0.43	0.49						
17+300	P11 bis	5028801	1674285	21.60	1.16					0.73	1.08	0.79	0.70	0.99						
17+300	P11	5028803	1674285	21.59	1.10					0.93	0.99	0.83	0.81	1.00						
17+600	BH4V	5028768	1674595	21.59	1.23					1.04	1.18	0.96	0.86	1.03						
17+725	P20	5028802	1674600	21.94	1.61					1.45	1.50	1.18	1.15	1.39						
18+725	BH8V	5028557	1676867	21.65	1.80					1.43	inaccessibile	inaccessibile	inaccessibile	inaccessibile						
18+850	PZ-PE-38	5028613.534	1675894.666	22.06											0.57					
20+075	P12	5028473	1677281	21.04	2.87					2.50	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
20+400	PZ-PE-40	5028435.646	1677369.908	22.99											1.88					
20+575	BH10V	5028374	1677548	26.50	6.87					6.44	7.00	6.58	6.09	6.49						
20+950	BH12V	5028358	1677925	25.20	5.58					5.19	5.73	5.34	5.10	5.22						
21+850	BH15V	5028405	1678951	26.30	6.72					6.33	7.39	6.79	6.31	6.37						
21+900	P13	5028465	1678637	27.79	3.77					3.61	3.74	3.50	3.48	3.66						
21+900	P 13 bis										distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 25 di 176

5 CRITERI DI VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

5.1 Premessa

Di seguito si illustrano le metodologie seguite per la valutazione dei parametri geotecnici, a partire dai dati di prove in sito e di laboratorio.

Si precisa che, in accordo a quanto previsto dalle NTC 2008 al punto 6.2.2, rimane responsabilità del progettista l'assunzione del modello geotecnico e dei parametri caratteristici da adottare nel calcolo. In tale luce, il progettista dovrà quindi valutare le condizioni locali, e potrà assumere, sempre a partire dai dati di base (indagini in sito e prove di laboratorio contenute nei documenti di riferimento), valori diversi da quelli qui stimati e proposti, anche utilizzando correlazioni diverse da quelle di seguito esposte.

5.2 Densità relativa dei materiali a grana grossa

5.2.1 Generalità

I valori di densità relativa dei terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie), è stata svolta a partire dai dati delle prove SPT e CPT.

5.2.2 Sabbie

Per le sabbie, i valori di D_r a partite dai dati SPT sono stati stimati in accordo a quanto indicato da Skempton (1986, Doc. rif. [54]). Nella formulazione adottata, la densità relativa D_r può essere correlata al valore N_{SPT} con la seguente relazione:

$$D_r = \left(\frac{1}{A+B \cdot \sigma_{vo}} \cdot N_{SPT} \right)^{0.5}$$

essendo:

- A, B costanti empiriche indicate in Tabella 11;
- σ_{vo} pressione verticale efficace esistente in sito alla quota della prova SPT (kg/cm²);
- N_{SPT} numero di colpi per 30 cm di infissione.

Tabella 11 - Costanti empiriche A e B (Skempton, 1986)

Tipo di materiale	A	B
Sabbie fini normalmente consolidate	27,5	27,5
Sabbie grosse normalmente consolidate	43,3	21,7
Sabbie sovra consolidate	27,5 - 43,3	(21,7 - 27,5)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 26 di 176

Per quanto concerne invece la stima della D_r a partire dai dati CPT, ci si è avvalsi della correlazione proposta da Kulhawy and Mayne (1990, Doc. rif. [44]):

$$(D_r)^2 = Q_{tn} / k_{Dr}$$

dove:

Q_{tn} resistenza alla punta normalizzata = $(q/p_a) / (\sigma'_{vo}/p_a)^{0.5}$

K_{Dr} costante valida per sabbie silicee, che dipende dalla compressibilità, dal grado di sovraconsolidazione e dall'età del deposito. Per le sabbie medie, tipicamente normalconsolidate e relativamente recenti incontrate nell'area in questione, si è adottato un valore costante e pari a 350, assunto come rappresentativo tutti i depositi sabbiosi della tratta;

P_a pressione atmosferica = 98.1 kPa

σ'_{vo} tensione verticale efficace (geostatica) alla generica quota.

Tale correlazione è di fatto stata impiegata solo per le sabbie, avendo il penetrometro generalmente incontrato rifiuto nelle ghiaie.

5.2.3 Ghiaie

L'interpretazione dei valori NSPT per le ghiaie è stata eseguita in accordo al metodo proposto da Cubrinowski & Ishihara (1999, Doc. rif. [36]) per materiali normalmente consolidati, caratterizzati da un coefficiente di spinta a riposo k_o dell'ordine di 0,4÷0,5, successivamente esteso da Ishihara et al. (2001, Doc. rif. [40]) anche al caso dei terreni sovraconsolidati. Tale metodo utilizza la seguente espressione:

$$D_r = \left\{ \frac{(N_{SPT})_{78\%} \cdot \left(0,23 + \frac{0,06}{D_{50}}\right)^{1,7}}{9} \cdot \left(\frac{98}{\sigma'_{vo}}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{k_{o,NC}}{k_{o,SC}}\right)^{1/2} \right\}^{1/2}$$

essendo:

D_r densità relativa (-);

$(N_{SPT})_{78\%}$ numero di colpi/30 cm associabile ad un'energia trasferita alle aste pari al 78% di quella teorica (-);

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 27 di 176

D_{50}	diametro delle particelle corrispondente al 50% di passante (mm);
σ'_{vo}	pressione verticale efficace geostatica (kPa);
$k_{o,NC}$	coefficiente di spinta a riposo di terreni normalmente consolidati (-) (si veda il paragrafo precedente);
$k_{o,SC}$	coefficiente di spinta a riposo di terreni sovraconsolidati (-) (si veda il paragrafo precedente).

Si rileva che l'espressione sopra indicata è applicabile al seguente caso.

- Energia trasferita alle aste pari al 78%. L'esperienza acquisita nelle indagini eseguite in Italia ha mostrato che mediamente l'energia trasferita alle aste è inferiore al 78% e pari all'incirca al 60%; nell'applicazione della formula, il valore N_{SPT} misurato, assunto pari a $(N_{SPT})_{60\%}$, viene pertanto corretto in base alla seguente equazione:

$$(N_{SPT})_{78\%} = (N_{SPT})_{60\%} \cdot \frac{60}{78}$$

- Resistenze ottenute con il campionatore standard nelle sabbie e con il campionatore LPT, di diametro maggiore rispetto a quello standard, nel caso delle ghiaie. In questa sede, in mancanza di prove con il campionatore LPT, l'applicazione della formula in presenza di terreni sabbioso-ghiaiosi ($D_{50} \geq 1$ mm) è stata fatta senza apportare alcuna correzione ai valori N_{SPT} misurati (su tale aspetto si vedano Clayton, 1995 [35]; Skempton, 1986 [54]; Tokimatsu & Yoshimi, 1983 [61]).

5.3 Resistenza al taglio – parametri drenati

5.3.1 Materiali a grana grossa

Per i materiali a grana grossa (sabbie e ghiaie), i valori dei parametri di resistenza al taglio sono stati qui stimati a partire dai risultati delle prove in situ, e segnatamente dalle prove SPT e CPT.

Sia per sabbie che per le ghiaie i valori dell'angolo di resistenza al taglio operativo sono stati stimati considerando i diversi approcci di seguito descritti.

5.3.1.1 Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Bolton (1986)

L'angolo di resistenza al taglio di picco φ' può essere determinato con il metodo proposto da Bolton (1986, Doc. rif. [33]). Tale metodo, unitamente alla procedura utilizzata per tenere conto della non linearità dell'involuppo di rottura, può essere sintetizzato nel modo seguente.

La non linearità dell'involuppo di rottura può essere messa in conto facendo riferimento alla nota

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 28 di 176</p>

espressione di Baligh (1975, Doc. rif. [32]):

$$\tau_{ff} = \sigma_{ff}' \cdot [\tan \varphi_o' + \tan \alpha \cdot (\frac{1}{2.3} - \log_{10} \frac{\sigma_{ff}'}{p_a})]$$

essendo:

- $\varphi_o' > \varphi_{cv}'$ angolo di attrito riferito ad una pressione $\sigma_{ff}' = 272$ kPa (°);
- φ_{cv}' angolo di attrito a volume costante, corrispondente a pressioni σ_{ff}' elevate (°);
- α angolo che determina la curvatura dell'involuppo di rottura (°);
- p_a 98.1 kPa;
- σ_{ff}' tensione efficace normale alla superficie di rottura (kPa);
- τ_{ff} tensione di taglio agente sulla superficie di rottura (kPa).

L'angolo di attrito φ_o' può essere stimato come segue (vedi Bolton, 1986):

- φ_o' $\varphi_{cv}' + m \cdot DI$
- DI $D_r \cdot [Q - \ln(p_f')] - 1$

essendo:

- Q 10
- p_f' $1.4 \cdot \sigma_{ff}'$ (v. Jamiokowski et al. 1988, Doc. rif. [41]) (kPa)
- m costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalenti (v. Tabella 12) (°)
- D_r densità relativa, valutata in accordo con quanto riportato al punto 5.2

Tabella 12 - Valori della costante empirica m secondo Bolton (1986)

Condizioni di rottura	m(°)
Tipo prova triassiale di compressione ($\sigma_2' = \sigma_3'$)	3
Tipo prova triassiale in estensione o di deformazione piana ($\sigma_2' \neq \sigma_3'$)	5

σ_2' = tensione principale efficace intermedia

σ_3' = tensione principale efficace minore

I valori dell'angolo di attrito φ_{cv}' possono essere ricavati da prove di laboratorio (triassiali o di taglio diretto) su provini ricostituiti a basse densità relative e, in assenza di queste ultime, assegnati in base a quanto

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 29 di 176</p>

indicato nella Tabella 13 (v. ad esempio Youd 1972 o Stroud 1988, Doc. rif. [62] e [57]).

Tabella 13 Valori di φ_{cv} per sabbie silicee secondo quanto riportato in Stroud (1988) e Youd (1972)

	Sabbie ben gradate	Sabbie uniformi
Sabbie a spigoli vivi	$\varphi_{cv}' = 38^\circ$	$\varphi_{cv}' = 34^\circ$
Sabbie a spigoli arrotondati	$\varphi_{cv}' = 33^\circ$	$\varphi_{cv}' = 30^\circ$

Nel caso delle ghiaie si potrà assumere mediamente $\varphi_{cv}' = 35^\circ \div 36^\circ$.

Per la determinazione di α si può fare riferimento a quanto indicato in Jamiolkowski et al. (1988), e precisamente:

$$\alpha = \frac{D_r - 0.2}{0.8} \cdot 10^\circ > 0^\circ$$

5.3.1.2 Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Schmertmann

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio operativo per sabbie e ghiaie è stato anche stimato in accordo alla formulazione proposta da Schmertmann (1978, Doc. rif. [53]), ed illustrata nella Figura 1, sulla base dei valori di densità relativa stimati al punto 5.2, ed entrando nel grafico a seconda della granulometria prevalente del materiale riscontrato in un data area.

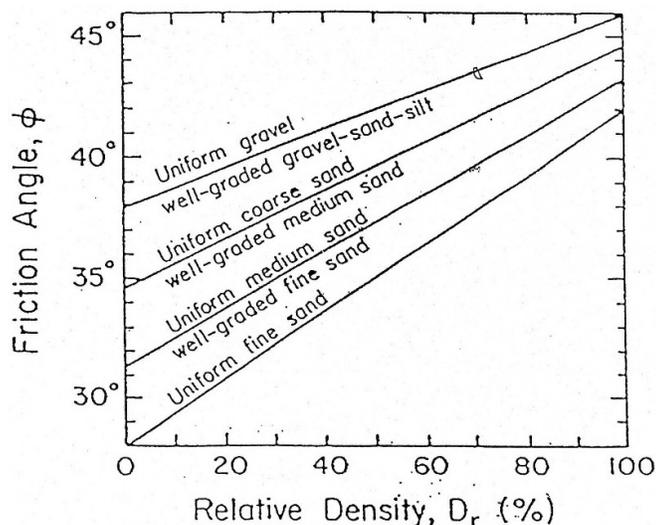


Figura 1 -Relazione fra angolo di resistenza al taglio operativo e densità relativa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 30 di 176

5.3.1.3 Angolo di resistenza al taglio di sabbie in accordo a Robertson e Cabal (2012) e Jefferies e Been (2006)

Sulla base degli studi di Jefferies e Been (2006, Doc. rif. [42]), Robertson e Cabal (2012, Doc. rif. [52]), hanno proposto la seguente correlazione fra la resistenza alla punta normalizzata Q_{tn} e, il valore dell'angolo di attrito a volume costante ϕ_{cv} :

$$\phi' = \phi'_{cv} + 15.94 * \log(Q_{tn}) - 26.88$$

dove

Q_{tn} resistenza alla punta normalizzata $= (q_t - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0}$

ϕ'_{cv} angolo d'attrito a volume costante, considerate variabile fra 32° e 34°.

5.3.2 Materiali a grana fine

Avendo a disposizione prove triassiali consolidate non drenate, si è generalmente proceduto ad una stima dei parametri di resistenza al taglio drenata c' e ϕ' mediante interpolazione dei punti di rottura.

In alternativa, i valori sono stati stimati sulla base delle correlazioni riportate nella Figura 2 e nella Figura 3, come citati da Mesri e Abdel Ghaffar (1993, Doc. rif. [51]). I valori riportati nell'articolo citato si riferiscono a back-analysis di rotture di pendii, in argille NC e OC.

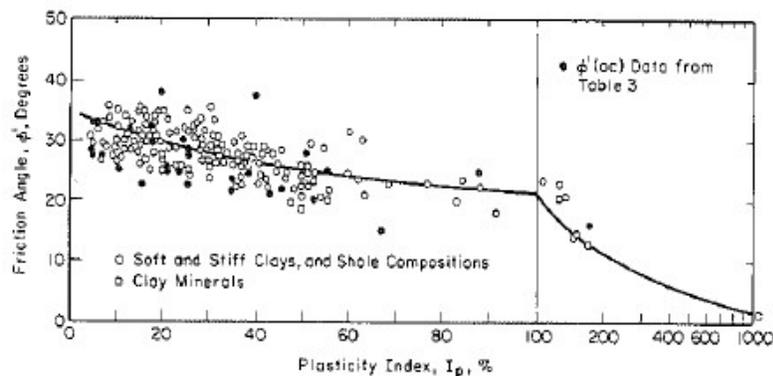


Figura 2 - Valori dell'angolo di resistenza al taglio per materiali argillosi (Mesri e Abdel-Ghaffar, 1993)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 31 di 176</p>

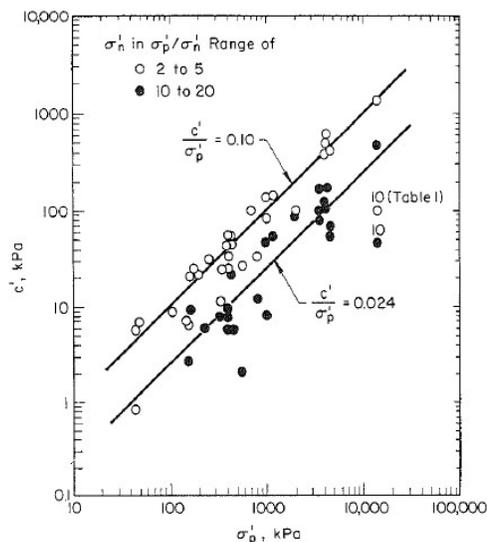


Figura 3 - Valori della coesione intercetta c' in funzione della tensione di preconsolidazione e del valore della tensione normale al piano di rottura, al momento della rottura σ'_n (da Mesri e Abdel-Ghaffar, 1993)

5.4 Resistenza al taglio – parametri non drenati

I valori della resistenza al taglio non drenata c_u sono stati stimati sulla base delle prove di laboratorio e delle prove penetrometriche tipo CPTU.

Nella stima dei parametri qui fornita, si è tenuto in conto quanto segue:

- I valori delle prove di laboratorio possono talora essere affetti da un grado di disturbo del campione. Nella loro valutazione si è quindi tenuto conto di tale possibile degrado, stimato sulla base di diversi elementi, ed in particolare:
 - ✓ sulla natura dei materiali, tenendo conto che i materiali con elevata componente sabbioso-limoso, sono generalmente più sensibili al campionamento;
 - ✓ sulla compatibilità fra valori delle prove speditive (pocket e vane) condotte sulle carote (in sito o in laboratorio) ed i valori da prove triassiali;
 - ✓ privilegiando i valori ottenuti da prove consolidate non drenate (TX-CIU), rispetto a quelle del tipo TX-UU, che usualmente, ed in particolare per i materiali più teneri, e più sensibili al campionamento, possono sottostimare le reali resistenze di sito;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 32 di 176

- i valori ottenuti da prove in sito CPTU risultano in genere affidabili, essendo supportati da numerosi studi, sia teorici che empirici, che dimostrano una stretta correlazione fra la resistenza alla punta q_t e il valore della resistenza al taglio non drenata.

Per l'interpretazione delle prove CPTU, ci si è avvalsi della seguente correlazione, derivata essenzialmente dalla teoria della capacità portante di fondazioni profonde:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_k}$$

utilizzando un fattore $N_k = 14$, in accordo a Lunne et al. (1997, Doc. rif. [48]).

5.5 Determinazione della storia tensionale – (OCR)

Per la valutazione della tensione di preconsolidazione dei materiali argillosi, si è in generale fatto riferimento alle prove edometriche, ove il valore della tensione di preconsolidazione è stato stimato con il classico metodo di Casagrande.

In alternativa, il valore della tensione di preconsolidazione (e quindi di OCR), è stato anche valutato sulla base dei dati CPTU mediante la seguente correlazione di Chen e Mayne (1996, Doc. rif. [34]):

$$\sigma_p = k \cdot (q_t - \sigma_{v0})$$

in cui il valore del coefficiente k viene stimato sulla base del valore dell'indice di plasticità, nel modo seguente:

$$k = 0.86 \cdot IP^{-0.28}$$

Un valore di $k = 0.33$ è stato generalmente considerato adeguato per i materiali rinvenuti nella tratta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 33 di 176

5.6 Determinazione del coefficiente di consolidazione verticale c_v

Il valore del coefficiente di consolidazione in direzione verticale è stato ottenuto generalmente dalle prove edometriche, facendo riferimento ai provini di migliore qualità.

In alternativa, il coefficiente di consolidazione può essere stimato interpretando le prove di dissipazione, valutando il valore in direzione orizzontale c_h , in accordo a Teh e Houlsby (1988, Doc. rif. [38]).

La relazione proposta è la seguente:

$$T^* = \frac{c_h t}{r^2 \sqrt{I_r}}$$

essendo:

- T^* fattore adimensionale funzione della percentuale di dissipazione della sovrappressione interstiziale iniziale; per una dissipazione del 50% $T^* = 0.245$;
- I_r indice di rigidità del materiale, stimato in accordo alla Figura 4 (Keaveny and Mitchell, 1986, Doc. rif. [43]), funzione dell'indice di plasticità del materiale. Per il caso in esame, si è considerato $I_r = 140$

$$I_r \approx \frac{0.65 \cdot G_o}{C_u} = \text{indice di rigidità};$$

- r raggio del cono, pari a 1.78 cm;
- t tempo necessario ad una determinata dissipazione.

Tabella 14 - Fattore adimensionale T (da Houlsby & Teh, 1988)

	Grado di consolidazione U %			
	30	40	50	60
Pietra porosa sulla punta	T = 0.032	T = 0.063	T = 0.118	T = 0.226
Pietra porosa alla base del cono	T = 0.078	T = 0.142	T = 0.245	T = 0.439

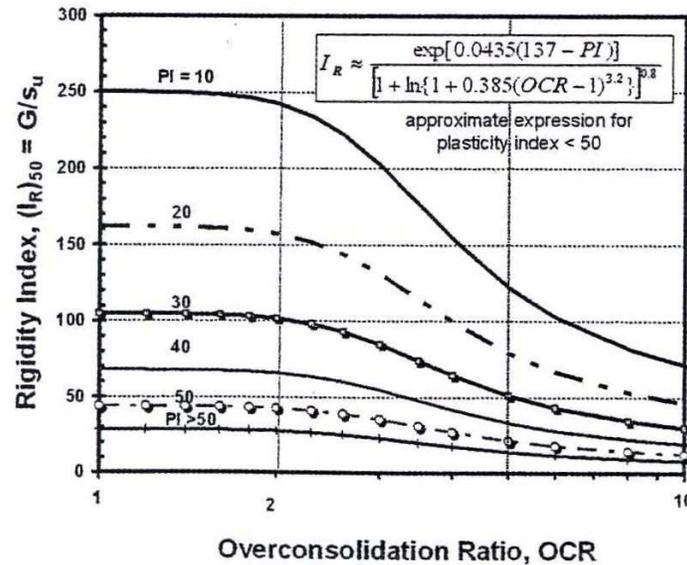


Figura 4 – Coefficiente di sovraconsolidazione in funzione dell'indice di rigidità (Keaveny and Mitchell, 1986)

Nei piezoconi tradizionalmente impiegati in Italia, la pietra porosa si trova alla base della punta (u2), si è fatto quindi riferimento ai valori riportati nella seconda riga della Tabella 14.

In accordo alle indicazioni di Baligh (1975, Doc. rif. [32]), il processo di dissipazione della sovrappressione interstiziale avviene nel ramo di scarico. In sostanza, la penetrazione della punta provoca un eccesso di sovrappressioni interstiziali, e la loro dissipazione fa tornare le tensioni efficaci allo stato precedente l'infissione. Pertanto, i valori di c_h ottenuti da tale formulazione (ma non solo da questa), sono relativi allo stato di sovraconsolidazione del materiale.

Per ottenere il valore di c_h nelle condizioni NC, Baligh propone di correggere il valore ottenuto con un coefficiente pari al rapporto fra il valore del coefficiente di ricompressione RR e quello di compressione vergine CR, entrambi ottenuti da prove edometriche. Si applica quindi la seguente correlazione:

$$C_h(NC) = C_h(OC) \frac{RR}{CR} \approx \frac{C_h(OC)}{8}$$

Nella valutazione del coefficiente in direzione verticale, si è tenuto conto di quanto suggerito da Lancellotta (1987, Doc. rif. [44]):

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 35 di 176

- nei depositi argillosi uniformi, non tettonizzati, la permeabilità in direzione orizzontale può essere più elevata che non in direzione verticale, in virtù di strutture deposizionali, per un fattore dell'ordine di 1.5;
- nel caso di terreni stratificati, con fitte alternanze sabbioso-limose, i valori fra k_h / k_v possono essere sensibilmente più elevati, e variare nel campo 5 - 15.

5.7 Permeabilità di progetto

Per quanto concerne i valori di permeabilità, si presentano nel seguito i risultati delle prove di tipo Lefranc. Per quanto concerne la valutazione della permeabilità dell'acquifero sabbioso-ghiaioso di San martino Buonalbergo, si rimanda alle relazioni e agli studi specialistici contenuti nel documento dello studio idrogeologico (Doc. rif. [3]).

Si ricorda come i valori di permeabilità siano fortemente influenzati da condizioni locali. Si raccomanda pertanto, nel caso di assunzione per il dimensionamento di opere di aggotamento della falda, ed in generale per analisi di filtrazione, di esaminare attentamente le condizioni e la stratigrafia locale del sito, e valutare il possibile ampio spettro di valori che la permeabilità può assumere. Ciò tenendo anche conto dei fattori legati all'anisotropia dei depositi, in coerenza con quanto sopra riportato per il valore del coefficiente di consolidazione in direzione verticale ed orizzontale.

5.8 Parametri di deformazione

5.8.1 Materiali a grana grossa

Per quanto concerne la stima dei parametri di deformabilità dei materiali a grana grossa, si è ritenuto di procedere come segue:

- valutazione dei moduli di taglio e di Young iniziali G_0 ed E_0 , sulla base dei dati delle misure geofisiche effettuate nelle diverse fasi progettuali, (CH, DH e MASW), con un confronto dei dati sperimentali con i valori e le tendenze deducibili dalle prove penetrometriche dinamiche (SPT) e statiche (CPT);
- sulla base dei valori tipici di deformazione attesa per le diverse opere (seguendo ad esempio quanto raccomandato da Atkinson e Salfors (1991, Doc. rif. [30]), e da Atkinson (2000, Doc. rif. [29]), e riportato in Figura 5), valutazione dell'entità degrado dei moduli iniziali, facendo riferimento a curve di letteratura.

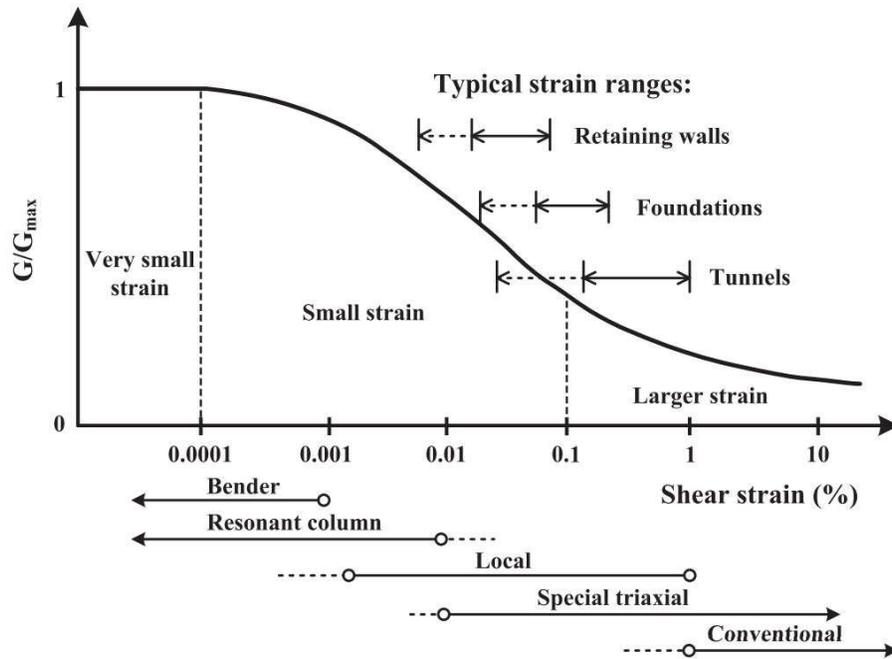


Figura 5 – Livelli deformativi raggiunti dal terreno per diverse opere di ingegneria (Doc. rif.[29],[31])

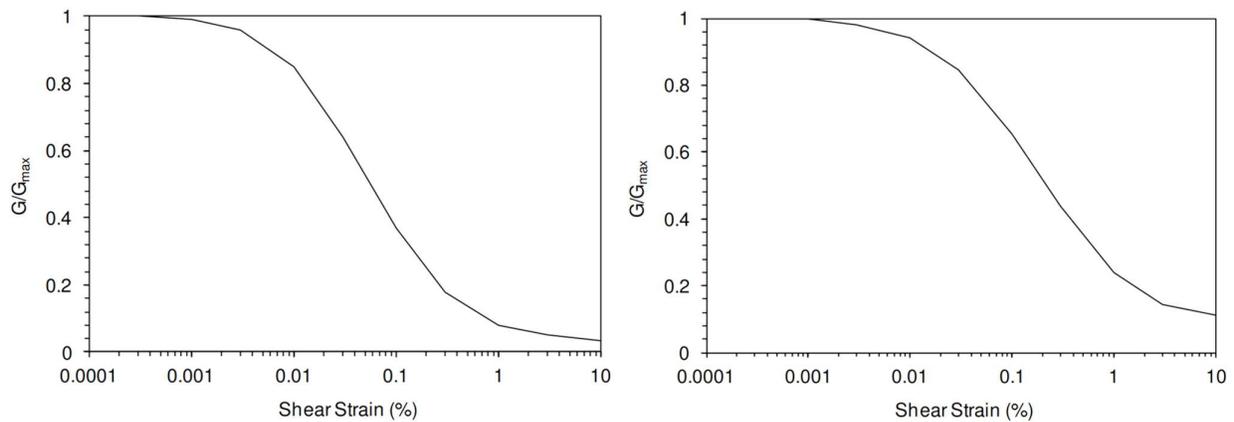


Figura 6 – Curva di decadimento del modulo di taglio per depositi sabbiosi (a sinistra, Doc. rif. [54]) e argillosi (a destra, Doc. rif. [55])

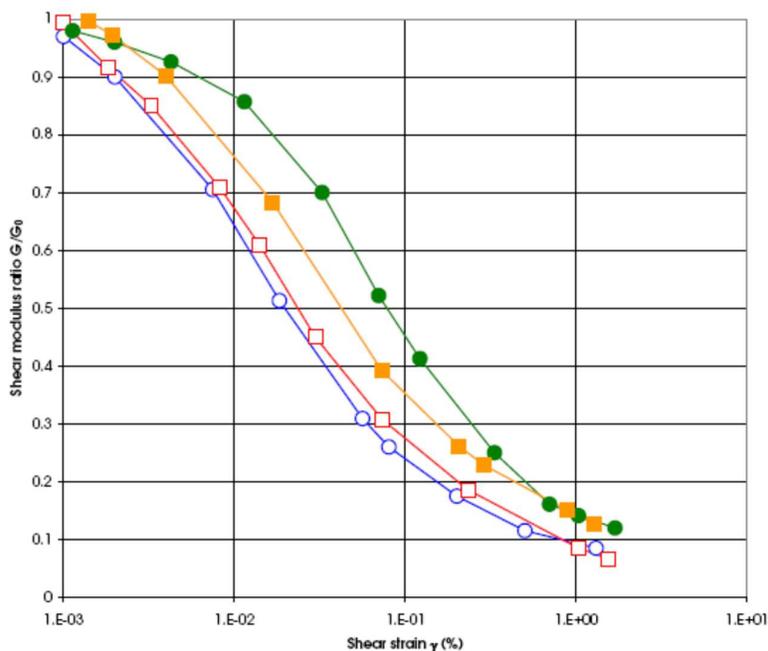


Figura 7 – Altro esempio di curva di decadimento del modulo di taglio (Doc. rif. [39])

Le curve di degrado del modulo in funzione della distorsione a taglio a disposizione in letteratura sono molte e il progettista potrà scegliere quella che riterrà più opportuna. In questa sede, si sono generalmente proposti valori di moduli di Young operativi, validi per il calcolo di cedimenti di fondazioni superficiali e per scavi, ipotizzando valori del decadimento del modulo dell'ordine di $1/3 \div 1/5$ di quello iniziale.

In linea di principio, nel momento in cui anche un generico materiale argilloso, per effetto del cambio tensionale, si trovi in un campo deformativo a principale componente elastica, si può seguire allo stesso modo questa procedura.

5.8.2 Materiali a grana fine

Quando non ci si trovi ad operare in campo elastico, e convenga invece adottare parametri che definiscano il comportamento sia nel ramo di ricarica (comportamento elastico o pseudo-elastico), e nel campo di compressione vergine, per la definizione dei parametri di deformazione vengono forniti i valori di RR e CR, (rapporto di ricompressione e di compressione vergine), nel piano $\varepsilon_v - \log \sigma'_v$.

Per quanto invece concerne la deformabilità viscosa, viene fornito, quando di possibile interesse, un valore

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 38 di 176

di c_{ae} (coefficiente di compressibilità secondaria), sempre nel piano e_v -logs' $_v$, generalmente dedotto, laddove disponibili, dalle prove edometriche. In alternativa, si è utilizzata la correlazione proposta da Mesri e Godlewski (1977, Doc. rif. [51]):

$$c_{ae}/CR = 0.04 \pm 0.01.$$

Infine, nel caso in cui ci si è trovati di fronte a strati profondi di modesto spessore in profondità (>15-20 m da p.c.), per i quali non sono disponibili misure geofisiche né prove di laboratorio, il valore del modulo di Young operativo, da impiegare solo nel caso in cui il materiale sia ricaricato nel ramo della ricompressione, e quindi senza importanti deformazioni plastiche, è stata stimato con la correlazione empirica:

$$E' = 200-300 \cdot c_u.$$

5.9 Qualità dei campioni

Per i materiali argillosi, molti dei dati qui dedotti ed in particolare quelli relativi alla storia tensionale ed alla deformabilità, provengono dall'interpretazione dei risultati delle prove meccaniche di laboratorio ed in particolare delle prove edometriche.

Con riferimento a queste prove, la qualità dei campioni indisturbati di materiali argillosi può essere valutata sulla base di criteri proposti in letteratura. Ad esempio Lunne et al. (1997, Doc. rif. [46]) e Terzaghi et al. (1996, Doc. rif. [57]), propongono una classificazione della qualità dei campioni basata sulla misura dell'entità di deformazione del campione all'applicazione della tensione verticale efficace di sito σ'_{v0} . Il principio alla base di tale criterio di valutazione è che maggiore è il valore della deformazione a tale livello tensionale, maggiore è il disturbo. In termini quantitativi, le tabelle che seguono mostrano la classificazione come riportata da De Groot e Sandven (2004) (Doc. rif. [37]).

Tabella 15 - Grado di affidabilità dei campioni (SQD) Terzaghi et al. (1996)

Deformazione volumetrica $\varepsilon_{vol}(\%)$ a σ'_{v0} (in una prova edometrica $\varepsilon_{vol} = \varepsilon_{assiale}$)	SQD
<1	A (best)
1÷2	B
2÷4	C
4÷8	D
>8	E (worst)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 39 di 176

Tabella 16 - Grado di affidabilità dei campioni Lunne et al. (1997). $\Delta e/e_0$ a σ'_{v0}

OCR = 1 ÷ 2	OCR = 2 ÷ 4	Livello
< 0.04	< 0.03	Da molto buono a eccellente
0.04 ÷ 0.07	0.03 ÷ 0.05	Da buono ad accettabile
0.07 ÷ 0.14	0.05 ÷ 0.10	Scarso
>0.14	>0.10	Molto scarso

In virtù di tale classificazione, si sono generalmente esclusi i dati provenienti dai campioni di scarsa qualità. In ogni caso, il progettista può utilmente consultare direttamente il dato sperimentale, al fine di valutare l'attendibilità dell'operazione svolta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 40 di 176

6 BREVE DESCRIZIONE DEL TRACCIATO, DELLE OPERE PRINCIPALI DA REALIZZARE E DEL PROFILO STRATIGRAFICO

6.1 Introduzione

Il tratto d'interesse è compreso tra le pk 10+050 e pk 21+990 ed è rappresentato nelle figure in Allegato 2. All'interno di esso si prevede la realizzazione di:

- viadotti Grena (VI18) , Alpone(VI05) ed Illasi (VI02);
- ponti sul canale Sereghetta (VI03) e sul dev. Dugale (VI04);
- cavalcavia;
- sottovia;
- sottopassi;
- rilevati, di altezza compresa tra 1.8 m e 7.6 m.

Sulla base delle evidenze geotecniche riscontrate, il tratto è stato suddiviso in zone relativamente omogenee, anche tenendo in conto della posizione dei singoli manufatti, per fornire un inquadramento generale relativamente a: stratigrafia, caratteristiche e problematiche geotecniche.

Nei seguenti capitoli si descrivono le unità geotecniche identificate esaminando i risultati delle indagini. La distribuzione spaziale di tali materiali è illustrata nei Profili Geotecnici (Doc. rif. [7], v. Allegato 3). Si rimanda invece alle relazioni geotecniche delle singole WBS per informazioni di dettaglio ed assunzioni progettuali.

6.2 Falda di progetto

I valori di soggiacenza misurati nei piezometri lungo la tratta in esame, riportati nel capitolo 4, indicano una sostanziale stabilità nelle escursioni stagionali. La differenza di quota massima e minima misurata risulta essere inferiore ad 2 m.

Le letture disponibili indicano una soggiacenza di falda generalmente modesta. Ai fini progettuali, prendendo a riferimento i livelli di falda definiti nella relazione idrogeologica (Doc. rif. [1]), si assumerà un livello di falda coincidente con il piano campagna per la progettazione delle opere definitive.

Nella progettazione delle opere provvisorie di sostegno degli scavi, ad esempio in presenza di opere temporanee di sostegno di rilevati realizzati al disopra del pc attuale, la quota di falda lato monte degli scavi potrà essere scelta dal progettista coerentemente con le letture piezometriche disponibili in zona, e

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 41 di 176</p>

tenendo conto della morfologia dell'area, ed eventualmente prescrivendo controlli in corso d'opera, al fine di garantire la necessaria sicurezza e funzionalità.

6.3 Principali Unità individuate

I terreni rinvenuti lungo il tracciato sono stati raggruppati in Unità geotecniche di riferimento. All'interno di ciascuna Unità si ritrovano quei terreni che hanno caratteristiche fisiche e meccaniche omogenee, sia pure nell'ambito della naturale variabilità normalmente esibita dalle formazioni sedimentarie.

Nel tratto oggetto della presente relazione, sono state individuate le seguenti unità (a partire dal p.c.)

- Depositi superficiali recenti (Unità 3a e 3b), generalmente di spessore variabile da 3 a 6 metri, con un tendenziale inspessimento procedendo verso est, ove raggiungono un massimo spessore di circa 10/12 m a fine tratta, in corrispondenza della Spalla Ovest del Viadotto Alpone. Nel primo tratto, e fino al km 18 circa, si tratta prevalentemente di limi sabbiosi poco addensati (Unità 3a) con problematiche di liquefazione a partire dal km 12, spesso intervallati da livelli coesivi (unità3b). Nei profili, tali alternanze sono state denominate con Unità3a/3b. A partire dal km 18 circa e fino al km 21 circa, prevale invece la facies limoso-argillosa (Unità 3b) . Le caratteristiche geotecniche di tali materiali sono state principalmente desunte dalle prove CPT e SPT, e, ove prevalenti i depositi argillosi 3b, anche dai dati di laboratorio sui campioni indisturbati
- Depositi ghiaiosi (Unità 6). Si tratta in genere di ghiaie con sabbie e sabbiose, limose o debolmente limose, presenti praticamente lungo tutto il tratto esaminato. Le loro caratteristiche sono state desunte dall'interpretazione delle prove SPT per quanto concerne le caratteristiche di resistenza al taglio, (le CPT hanno praticamente sempre incontrato rifiuto), e dalle prove geofisiche (MASW; CH, e DH) per quanto concerne i parametri di deformazione. (si veda al proposito il capitolo 5)
- Sabbie medie e grossolane, a volte ghiaiose/con ghiaia, generalmente debolmente limose o limose (Unità 4). Anche per queste si sono seguite le stesse metodologie adottate per le ghiaie, utilizzando correlazioni differenti, (si veda al proposito il capitolo 5). Nella zona terminale del tracciato qui esaminato, dal km 21 in poi (orientativamente nella seconda metà del VI Alpone), le sabbie, generalmente più sciolte e meno grossolane, sono presenti fino da p.c.
- Limi argillosi compatti (Unità 2). Sono generalmente presenti a profondità superiori ai 10 m da p.c. Si tratta di depositi a grana fine sovraconsolidati, poco plastici, compatti, generalmente di spessore modesto, da metrico fino ad un massimo di 3-4 m. Sono stati caratterizzati sulla base delle prove di laboratorio, dei pocket eseguiti sulle carote, e da qualche prova SPT.

Nel seguito, per tratti identificati come stratigraficamente relativamente omogenei, viene riportata una descrizione stratigrafica ed una caratterizzazione geotecnica più di dettaglio.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 42 di 176

6.4 Tratto compreso fra pk 10+050 e pk 14+546

Il tratto in esame parte dalla spalla Est del Viadotto Fibbio e si estende per circa 4500 m, lungo i quali si prevede la realizzazione di rilevati di altezza compresa tra 2.5 m e 7.6 m, del Viadotto Illasi (pk 11+494 circa), del ponte sul canale Sereghetta (pk 12+310 circa), di un cavalcavia alla pk 13+240 e di sottovia e sottopassi (Doc. rif. [7]).

I rilevati ferroviari di nuova realizzazione (RI17, RI18, RI19, RI20, RI21, RI22 e RI23) raggiungono la massima altezza in prossimità del Viadotto Fibbio (circa 8 m), in corrispondenza delle due spalle del Viadotto Illasi (7 m ca), per poi abbassarsi verso il ponte sul canale Sereghetta, con altezze massime dell'ordine dei 4 m.

Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 17 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH, SP, SPA), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche, pozzetti esplorativi (PT) e prove geofisiche tipo down-hole (DH), cross-hole (CH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati (Doc. rif. [7], [8], [9], [11] e seguenti).

Tabella 17 - Indagini tra pk 10+050 e pk 14+546

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
10+400	CPTU16	2014/2015
10+418	PT10	
10+524	BH-PE-21	2020-2021
10+550	CPTU18	2014/2015
10+555	CPTU-PE-05	2020-2021
10+560	SPA16	2014/2015
10+580	BH-PE-22	2020-2021
11+313	BH-DH-PE-23	2020-2021
11+450	SA203P010	2002
11+500	CPTU21	2014/2015
11+510	SP17	2014/2015
11+520	CH4	2014/2015
11+597	BH-PE-24	2020-2021
11+697	BH-PE-25	2020-2021
11+697	BH-PE-25Bis	2020-2021
11+700	SPAA19	2014/2015
11+720	CPTU24 e CPTU24bis	2014/2015
11+800	PT12	
12+000	CPTU25	2014/2015
12+010	SPA20	2014/2015

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 43 di 176

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
12+030	P1	2015
12+030	P1 bis	2015
12+030	P1 quater	2015
12+030	P1 ter	2015
12+035	PT-PE-07	2020-2021
12+113	PT13	
12+117	CPTU-PE-06	2020-2021
12+266	MASW-PE-05	2020-2021
12+319	BH-PE-27	2020-2021
12+340	SPA20bis	2014/2015
12+470	P2	2015
12+510	CPTU28 e CPTU28bis	2014/2015
12+510	CPTU29 e CPTU29bis	2014/2015
12+550	SPA21	2014/2015
12+566	PT14	
12+580	CPTU30 e CPTU30bis	2014/2015
12+774	PT15	
12+780	CPTU30ter	2014/2015
13+000	P3	2015
13+000	P3 bis	2015
13+033	CPTU-PE-07	2020-2021
13+132	BH-PZ-PE-28	2020-2021
13+190	CPTU31	2014/2015
13+285	CPTU-PE-08	2020-2021
13+287	BH-PE-29	2020-2021
13+320	P4	2015
13+433	PT16	
13+485	CPTU31bis	2014/2015
13+721	BH-PE-30	2020-2021
13+730	MASW-PE-06	2020-2021
13+800	CPTU32	2014/2015
13+808	PT17	
13+920	P5	2015
13+920	P5bis	2015
14+143	CPTU-PE-09	2020-2021
14+350	CPTU32bis	2014/2015
14+350	P6	2015
14+352	PT18	

La Figura 8 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 44 di 176

dei dati, che verranno comunque interpretati separatamente per ogni Unità individuata, fornisca un utile quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche, la successione può essere così definita:

- Nei primi 2-5 m di profondità si evidenzia la presenza di depositi eterogenei, costituiti da alternanze di limi argillosi, localmente sovraconsolidati per essiccamento se prossimi alla superficie, tendenti a diventare teneri più in profondità (Unità 3b), in genere di bassa e media plasticità (IP=15-35), e limi sabbiosi e sabbie limose sciolte (Unità 3a). All'interno di questi ultimi strati si registrano resistenze penetrometriche anche < 1 MPa ed $N_{SPT} < 5$ colpi/30 cm (nei livelli più sabbiosi, sciolti). Su tali materiali, in sede di PD, sono state compiute diverse analisi granulometriche volte a definirne il comportamento in relazione alla suscettibilità alla liquefazione.
- Lo strato sottostante raggiunge all'incirca i 10-15 m da p.c. ed è composto da ghiaie e sabbie debolmente limose, mediamente addensate e con un contenuto di fini non superiore a 20%. L'unità in questione (Unità 6) ha uno spessore pressoché costante lungo il tratto, con un ispessimento in corrispondenza della spalla ovest del Viadotto Illasi. Le prove penetrometriche SPT hanno fornito resistenze piuttosto elevate, con NSPT generalmente compresi tra 20 colpi/30 cm e 70 colpi/30 cm; in alcuni casi si raggiungono le condizioni di rifiuto.
- A profondità superiori si rinviene uno spesso strato di sabbie limose (Unità 4), caratterizzato da uno stato di addensamento medio-alto e con percentuali di fini tra 10% e 20%. In tale unità si misurano resistenze alla penetrazione variabili e mediamente piuttosto alte, con NSPT tra 20 colpi/30 cm e 60 colpi/30 cm e $q_c = 10\div 25$ MPa.
- Localmente, all'interno dell'Unità 4 si evidenzia la presenza di livelli di argilla con limo (Unità 2) di spessore generalmente compreso tra 2 m e 3 m, ma che raggiungono i 7 m di spessore intorno alla pk 13+700. Tali livelli non risultano essere continui e si localizzano prevalentemente a pochi metri dallo strato ghiaioso ed a profondità superiori a 25 m pc (Doc. Rif. [7]).

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 6.3, e più in particolare:

- Caratteristiche granulometriche delle diverse Unità riscontrate (Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12)
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b (Figura 13 e Figura 14)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 45 di 176

- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 15 e Figura 16);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 17 e Figura 18);
- Limiti di Atterberg, Carta di plasticità di Casagrande e indice di consistenza (Figura 19 e Figura 20)
- Resistenza al taglio non drenata da prove di lab per Unità 3b e 2 (Figura 21)
- Velocità delle onde di taglio (Figura 22 e Figura 23, per il dettaglio si rimanda[5]);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di V_s (v. Figura 24 e Figura 25).

Sulla base di tali dati, si osserva quanto segue:

- relativamente all'Unità 3a e 3b, si osservano fitte intercalazioni di materiali incoerenti e coesivi. In superficie, l'effetto dell'essiccamento si fa avvertire (con riferimento al primo metro, tendenzialmente). Più in profondità i terreni limoso sabbiosi si presentano generalmente sciolti. Si tratta in genere di materiali che, quando coesivi, presentano caratteristiche di plasticità medio alte (LL= 40-70)
- Le ghiaie dell'Unità 6 presentano D_r nel campo 30-65%.
- Le sabbie profonde dell'Unità 4 sono caratterizzate da densità relative medio-alte e comprese tra 40% e 70%;
- Si stimano angoli di attrito compresi tra 37° e 42° per l'unità ghiaiosa, mentre per gli strati sabbiosi addensati le interpretazioni indicano angoli compresi tra 36° e 40° .
- I pochi dati di resistenza al taglio non drenate dell'Unità 2 in profondità forniscono valori superiori ai 100 kPa, in linea con i dati dei tratti precedenti.
- Il profilo di V_s derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [5]) conferma la presenza di materiali mediamente addensati e di terreni di consistenza medio-bassa in superficie, ove si registrano velocità di circa 200 m/s. A profondità maggiori di 5 m pc si suggeriscono valori tra 300 m/s e 350 m/s e fino a 400 m/s nella porzione finale del tratto.
- I valori di modulo di taglio alle piccole deformazioni (G_0) sono pari a circa di circa 150÷200 MPa per le ghiaie mediamente addensate e 200÷300 MPa per le sabbie addensate.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

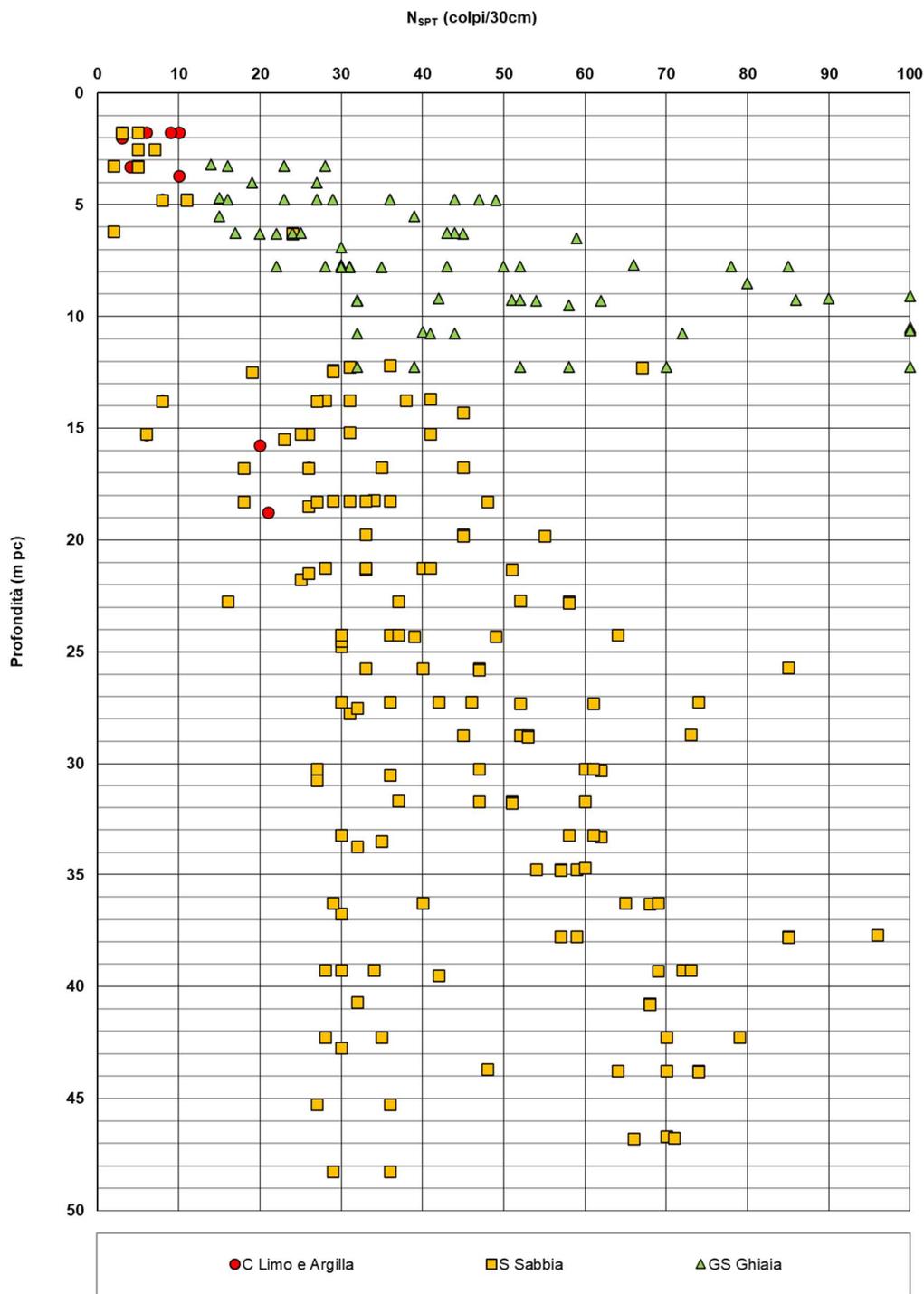


Figura 8 – Esito delle prove SPT tra pk 10+050 e pk 14+546

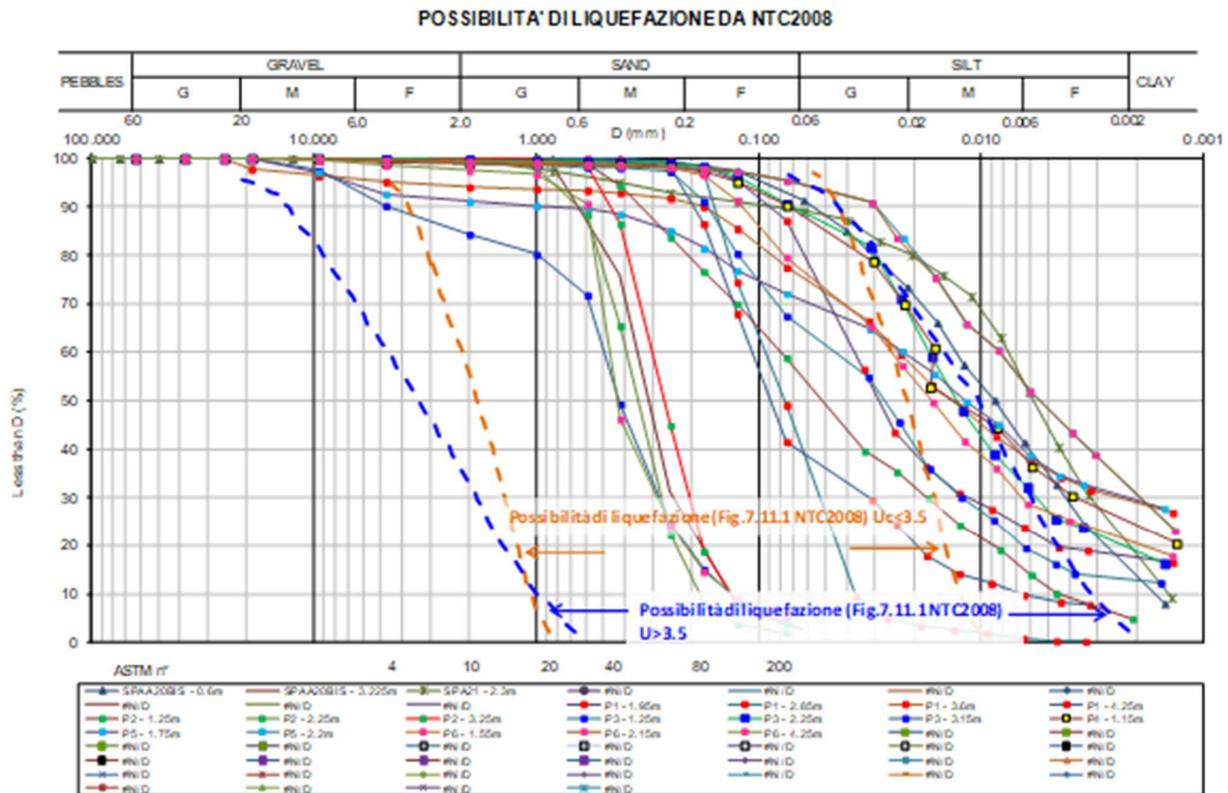


Figura 9 - Risultati delle analisi granulometriche dei materiali superficiali m 12+150 ed il km 14+300

Contributi granulometrici (%)

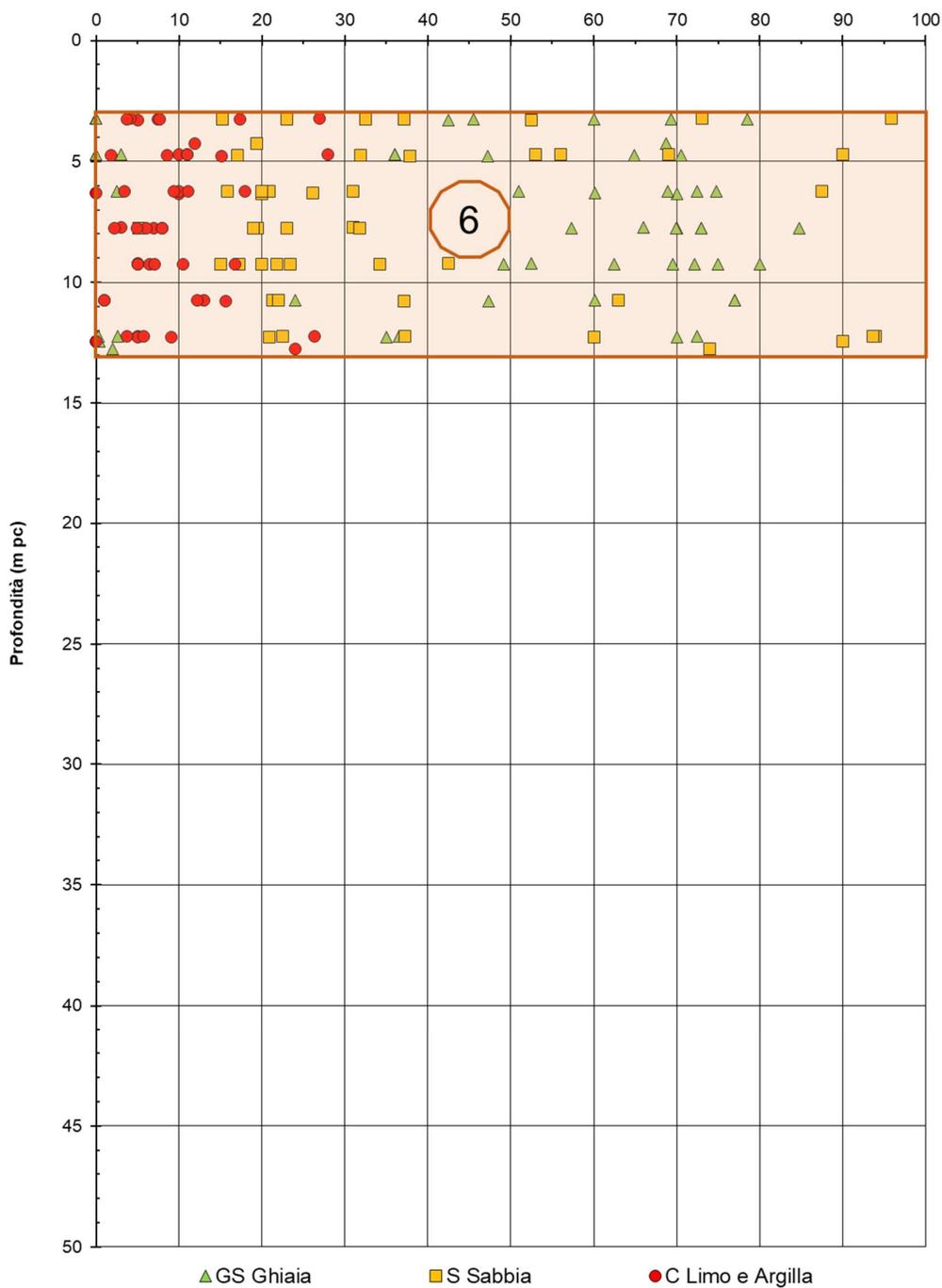


Figura 10 – Caratteristiche granulometriche Unità 6 tra pk 10+050 e pk 14+546

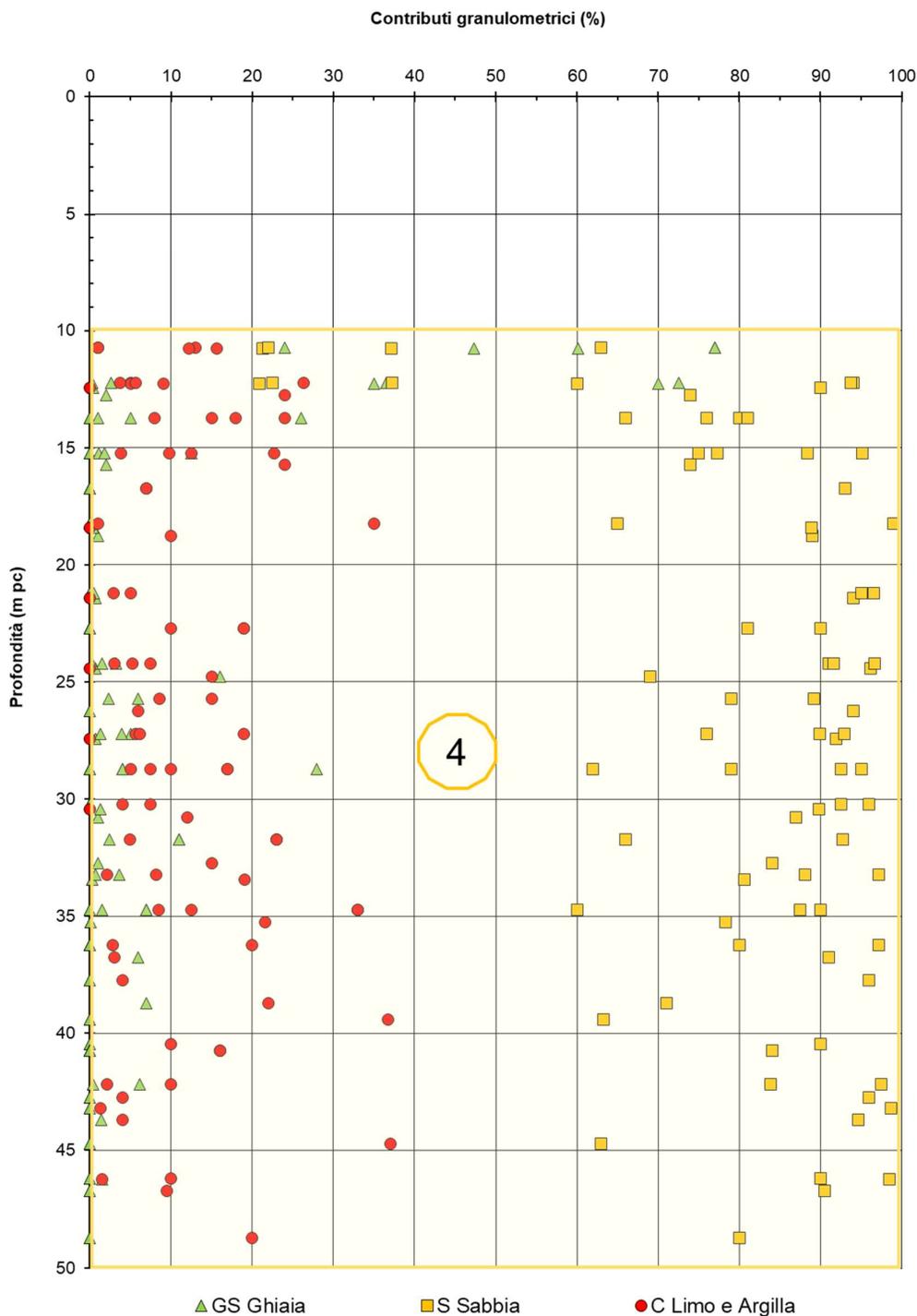


Figura 11 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 10+050 e pk 14+546

Contributi granulometrici (%)

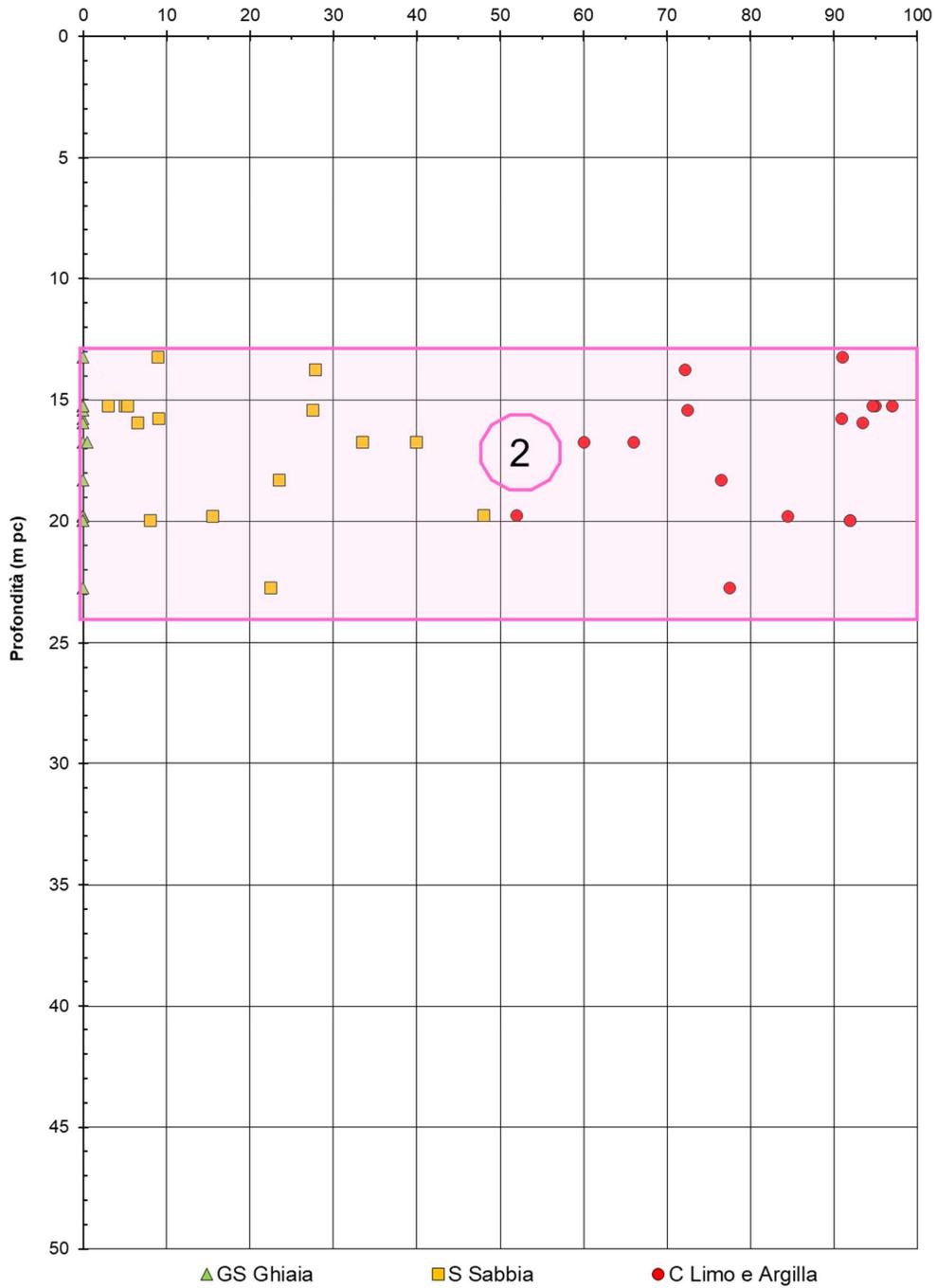


Figura 12 – Caratteristiche granulometriche Unità 2 tra pk 10+050 e pk 14+546

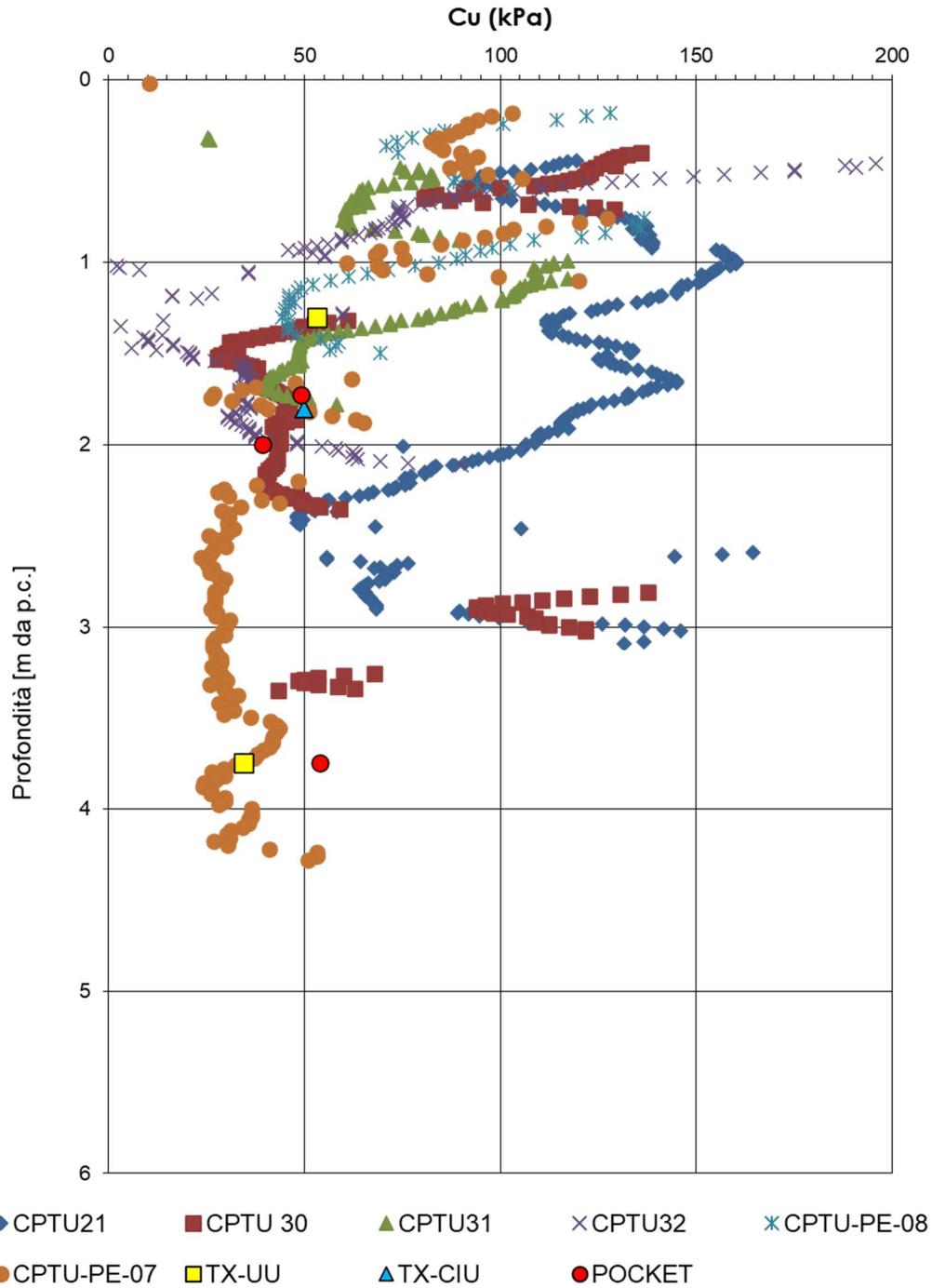


Figura 13 - Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3a/b tra pk 10+050 e pk 14+546

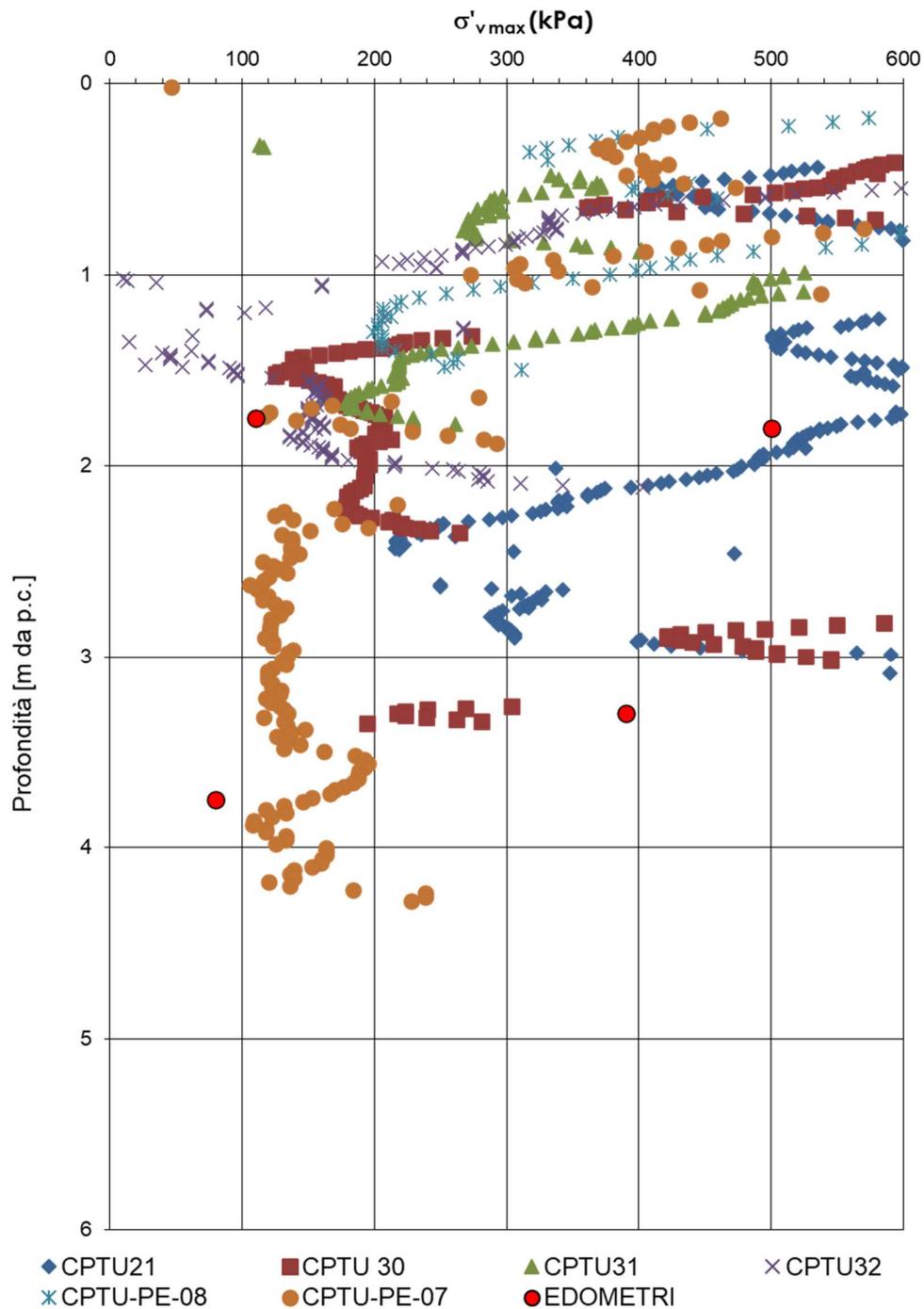


Figura 14 - Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3a/b tra pk 10+050 e pk 14+546

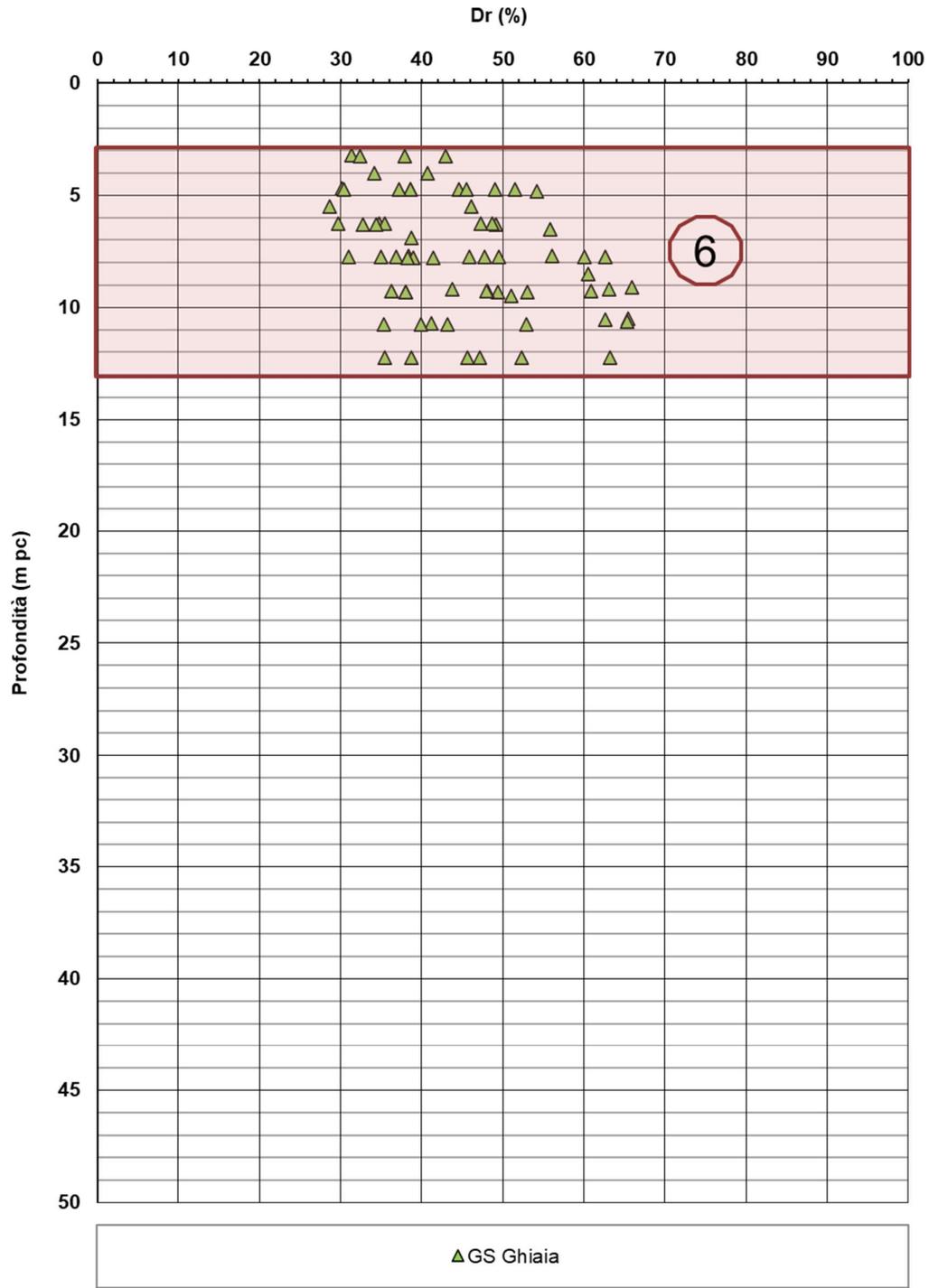


Figura 15 – Densità relativa da prove SPT Unità 6 tra pk 10+050 e pk 14+546

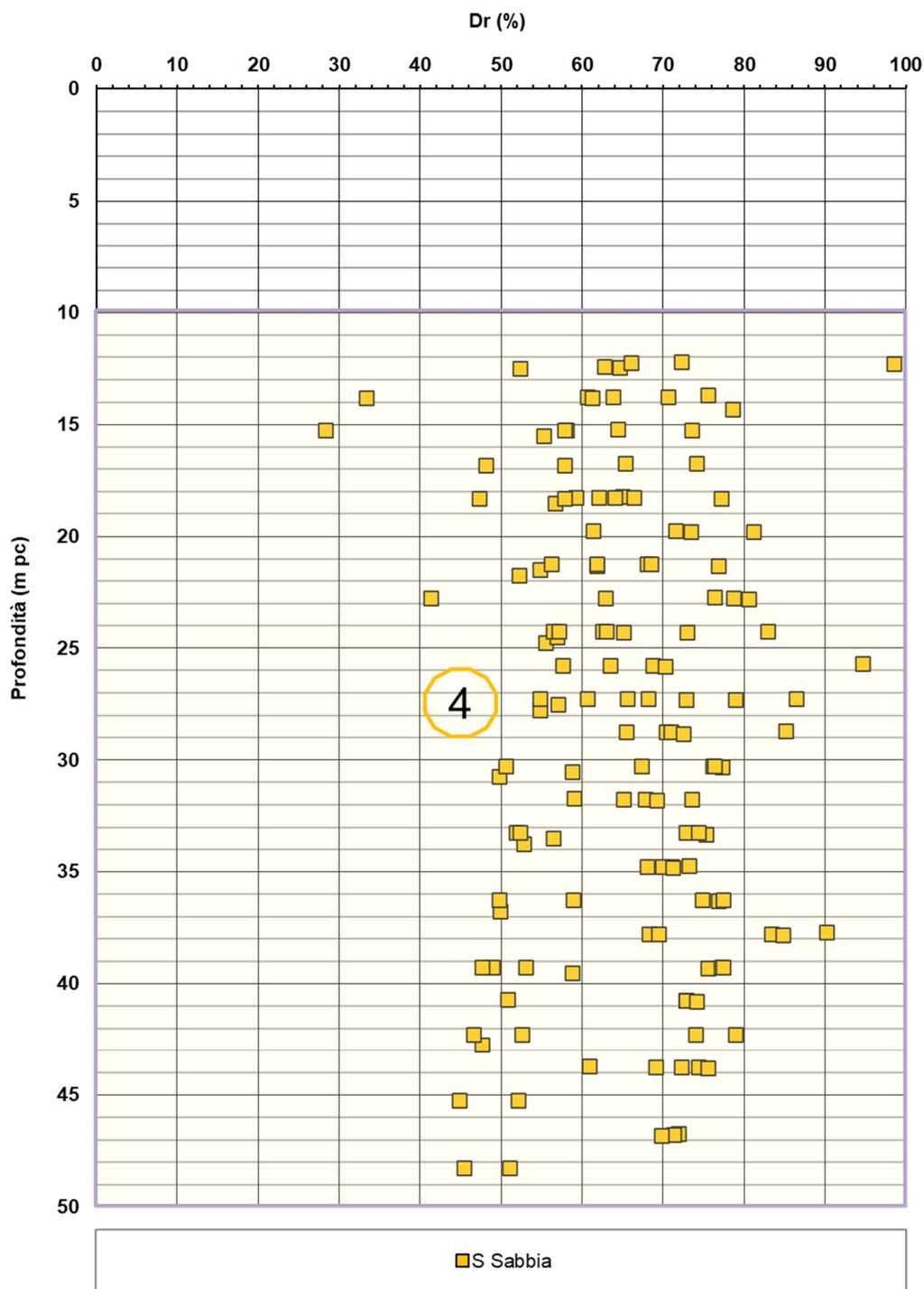


Figura 16 – Densità relativa da prove SPT Unità 4 tra pk 10+050 e pk 14+546

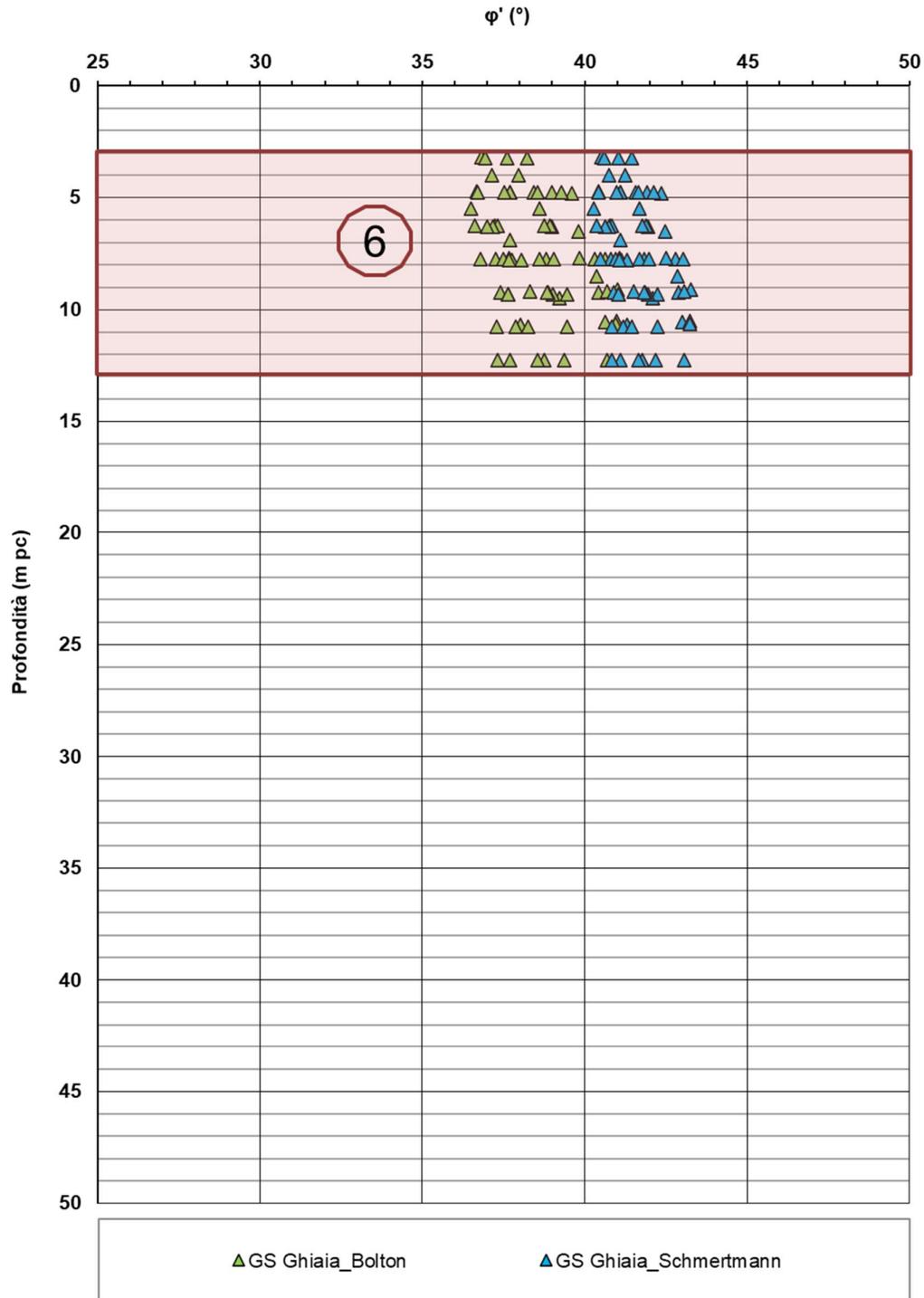


Figura 17 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 6 tra pk 10+050 e pk 14+546

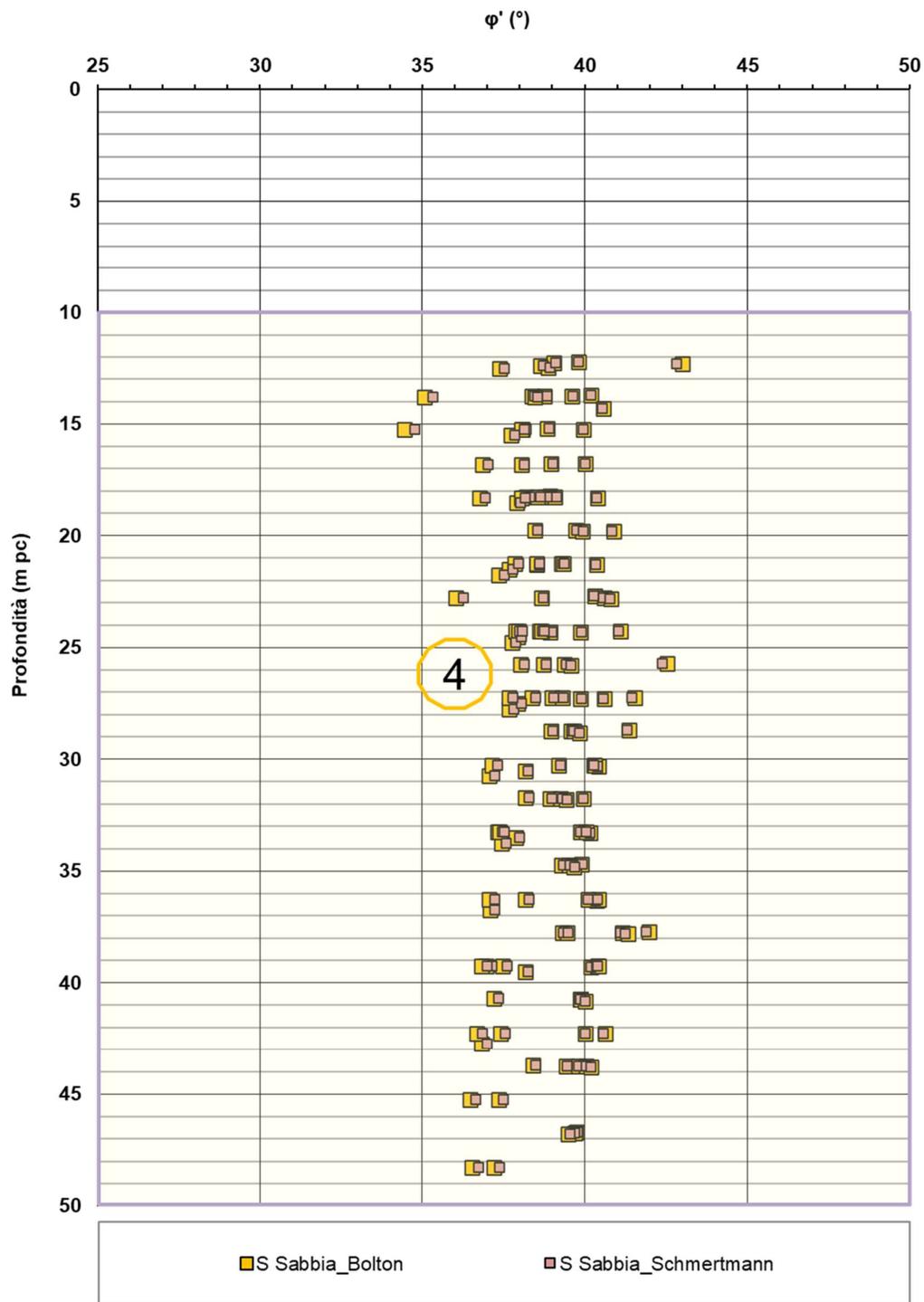


Figura 18 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 4 tra pk 10+050 e pk 14+546

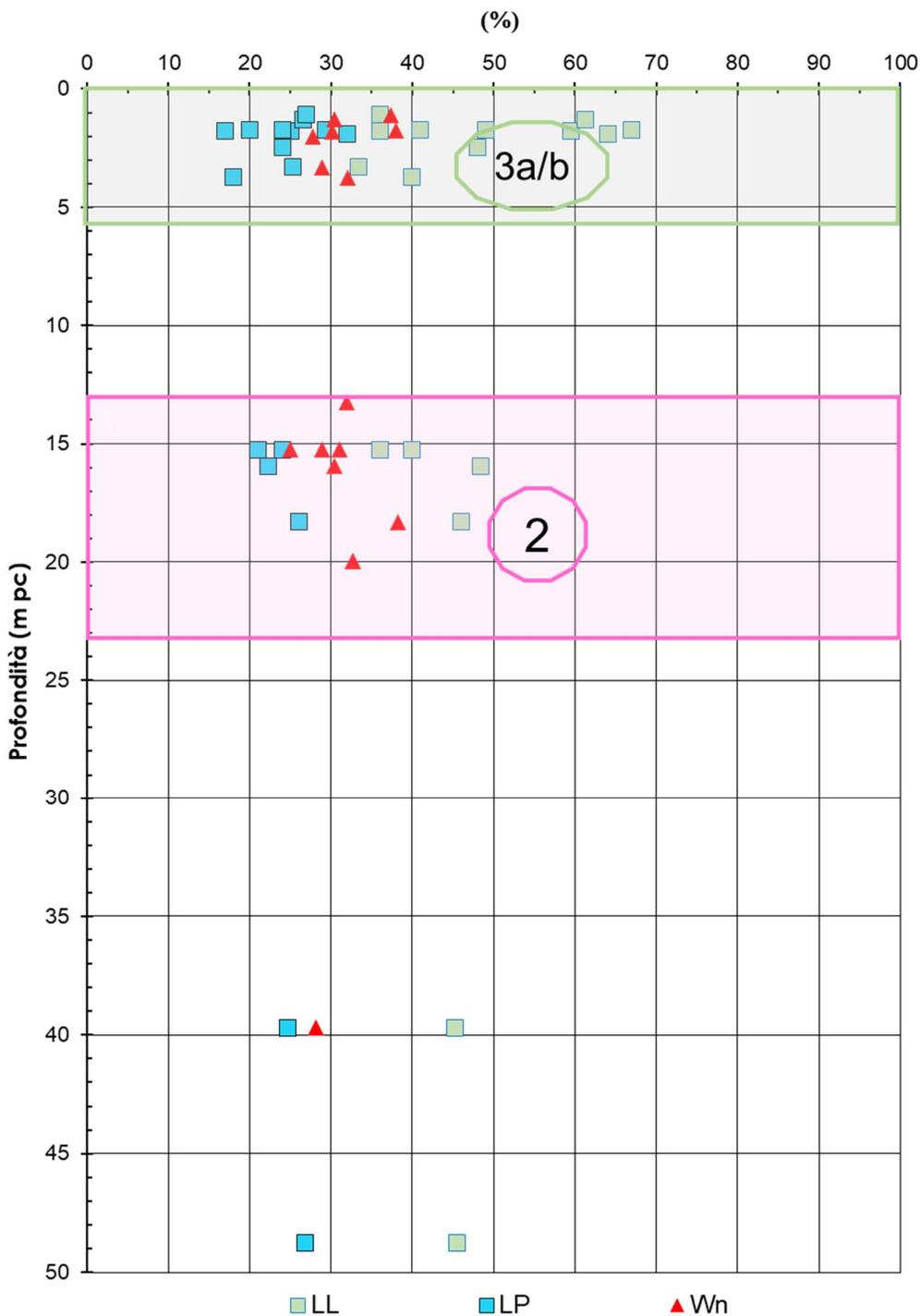


Figura 19 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 10+050 e pk 14+546

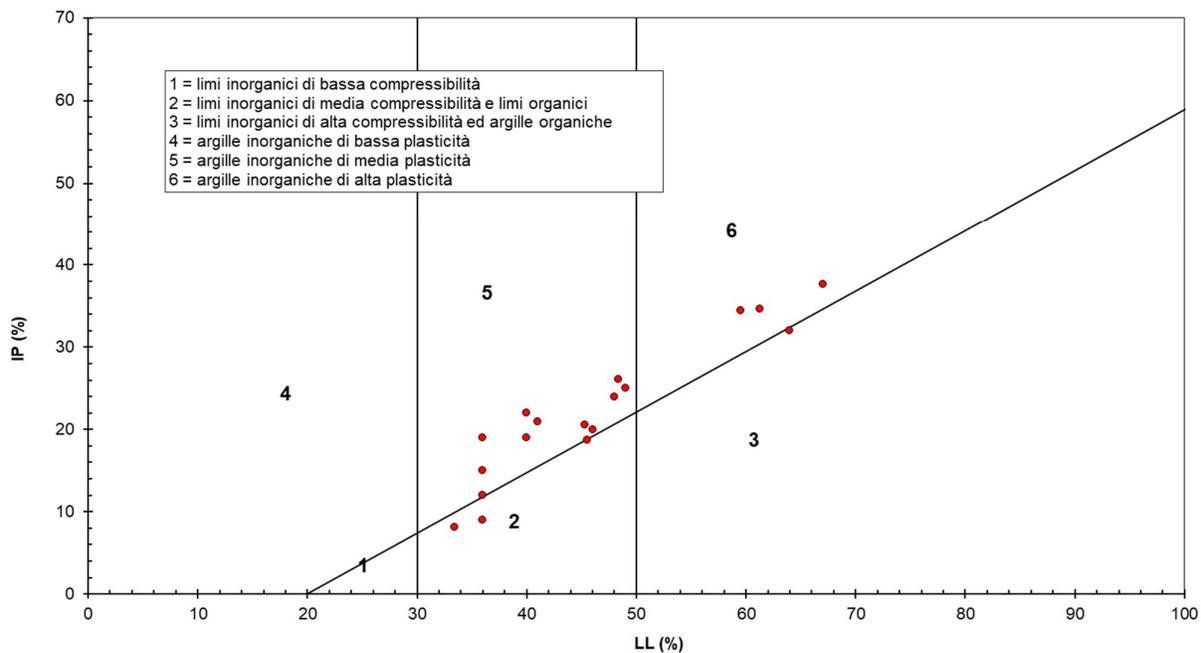


Figura 20 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi tra pk 10+050 e pk 14+546

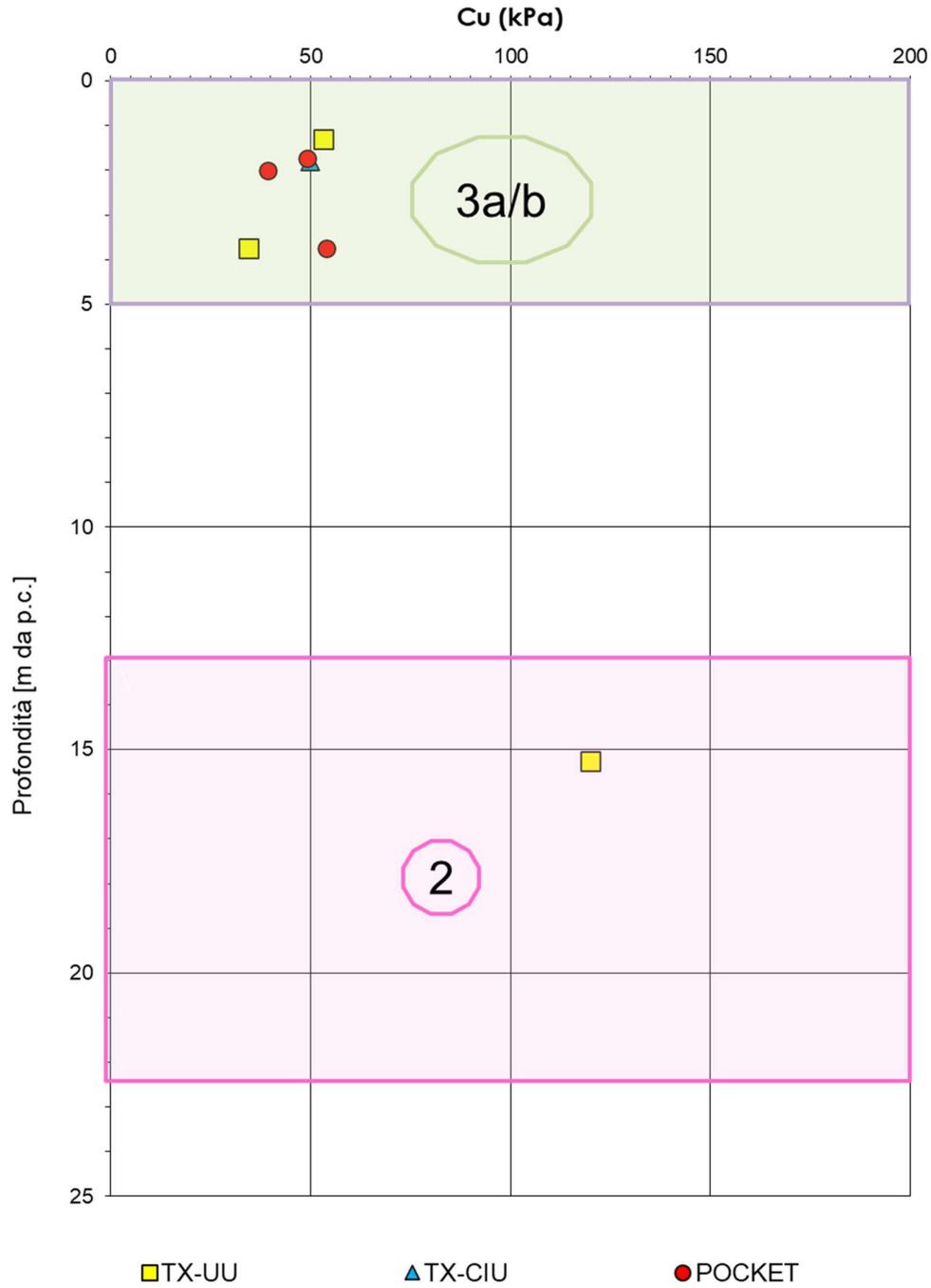


Figura 21 - Resistenza al taglio non drenata da prove di laboratorio tra pk 10+050 e pk 14+546

AV/AC VERONA VICENZA

pk 7+555 - pk 13+240

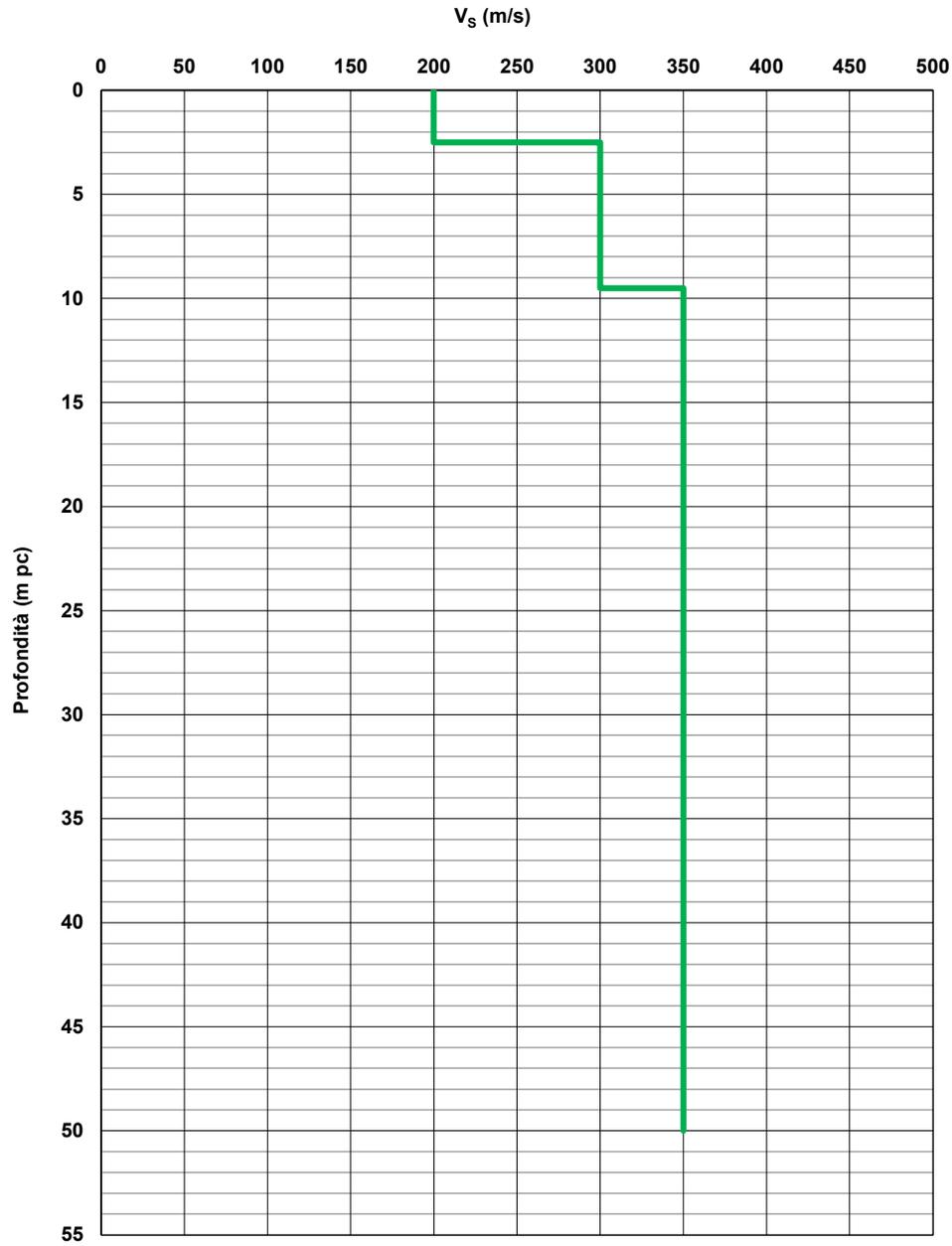


Figura 22 – Profilo di velocità V_s tra pk 7+555 e pk 13+240 (Doc. rif. [5])

AV/AC VERONA VICENZA

pk 13+240 - pk 20+000

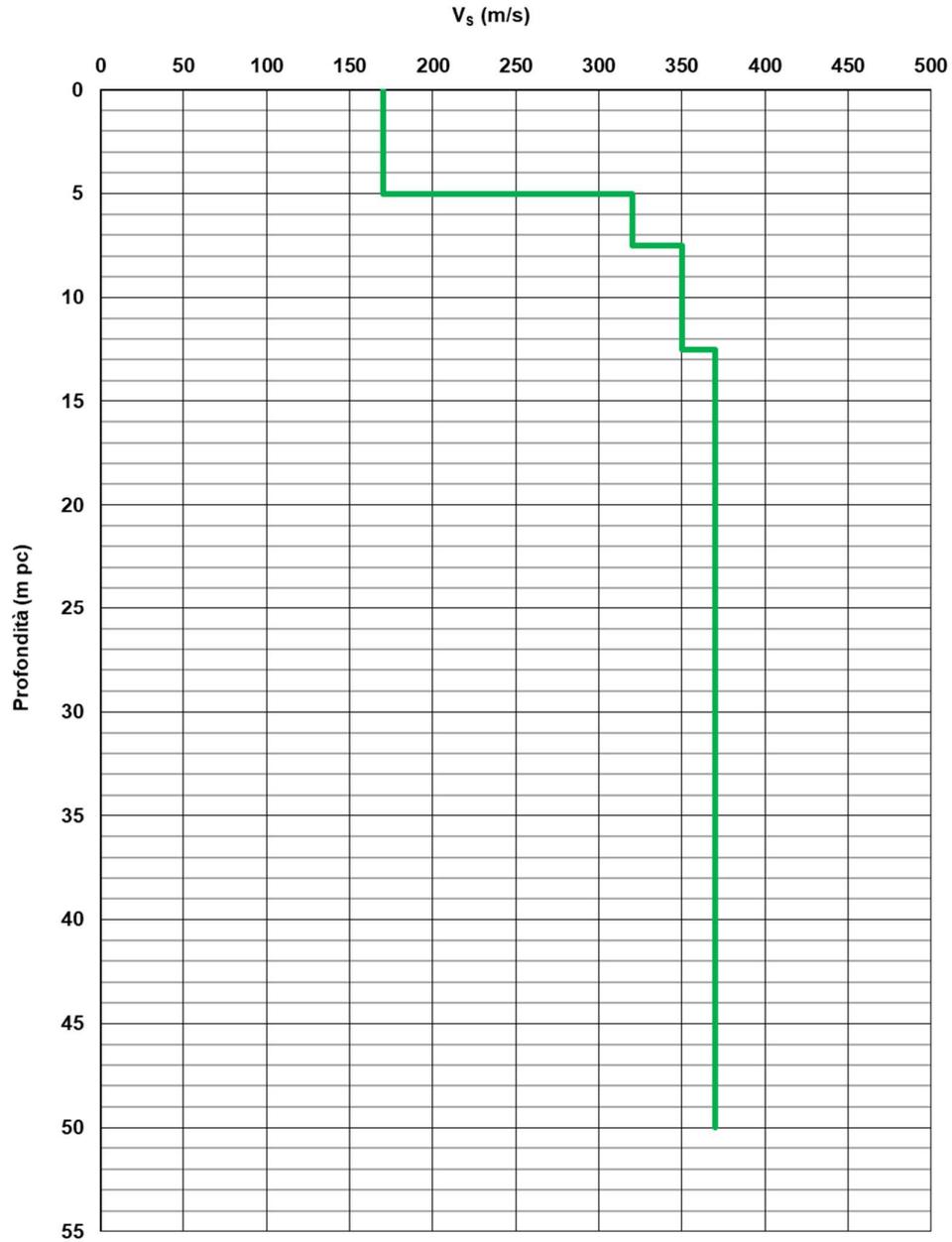


Figura 23 – Profilo di velocità V_s tra pk 13+240 e pk 20+000 (Doc. rif. [5])

AV/AC VERONA VICENZA

pk 7+555 - pk 13+240

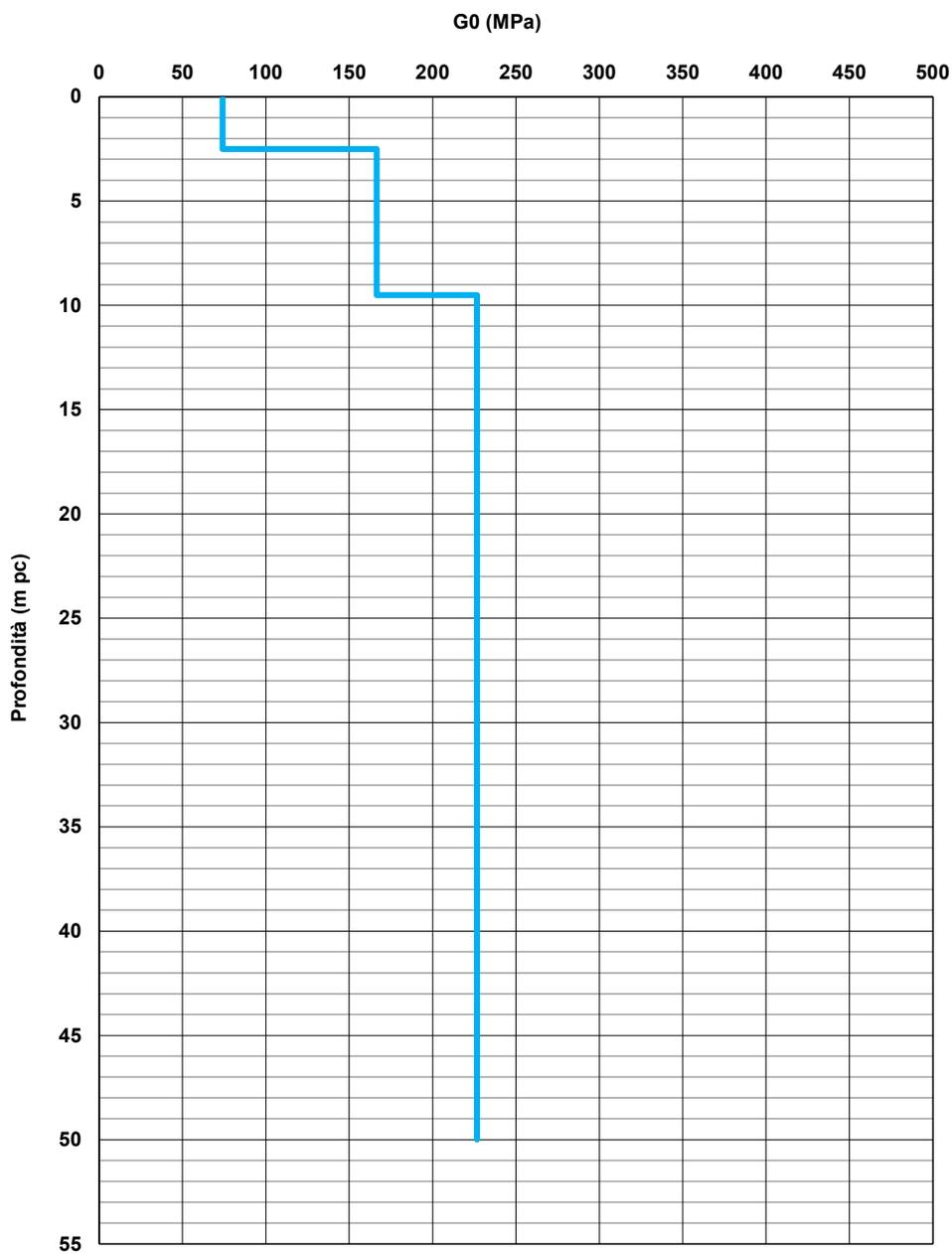


Figura 24 – Modulo di taglio G₀ tra pk 7+555 e pk 13+200

AV/AC VERONA VICENZA

pk 13+240 - pk 20+000

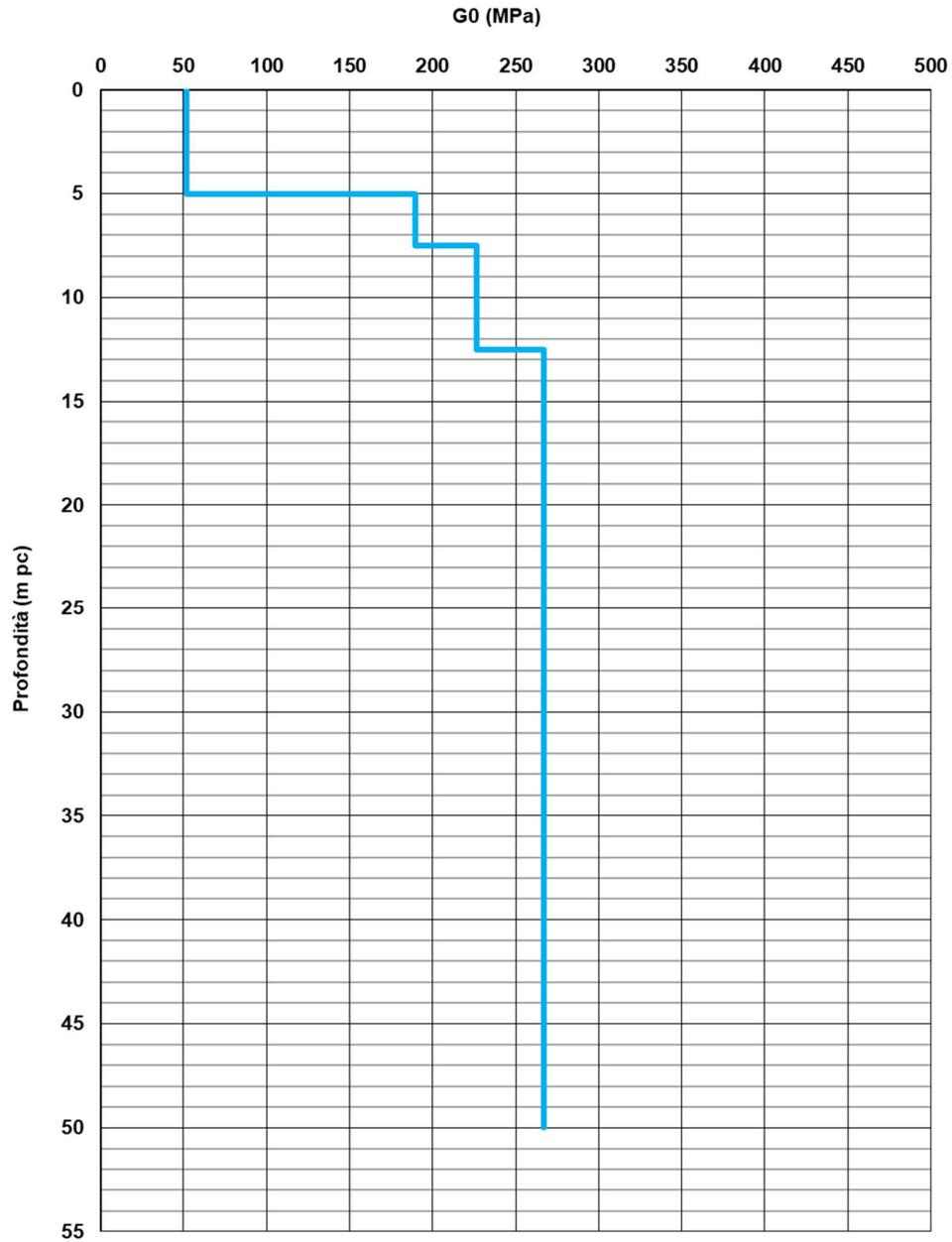


Figura 25 – Modulo di taglio G_0 tra pk 13+240 e pk 20+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 64 di 176

6.5 Tratto compreso fra pk 14+546 e pk 16+340

Il tratto in esame prevede la realizzazione di rilevati con altezza compresa tra 1.8 m e 4 m, di un cavalcavia alla pk 14+673 e di un sottovia alla pk 16+194.

Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 18 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH, SP, SPA), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche, pozzetti esplorativi (PT) e prove geofisiche tipo down-hole (DH), cross-hole (CH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati (Doc. rif. [7], [8], [9], [11] e seguenti).

Tabella 18 - Indagini tra pk 14+546 e pk 16+340

Progressiva Pk	Indagini ID	Campagna Anno
14+641	BH-PZ-PE-31	2020-2021
14+691	BH-PE-32	2020-2021
14+691	BH-PE-32Bis	2020-2021
14+705	CPTU-PE-10	2020-2021
14+862	PT19	
14+870	CPTU33 e CPTU33bis	2014/2015
14+880	CPTU34 e CPTU34bis	2014/2015
14+880	CPTU35 e CPTU35bis	2014/2015
14+880	SP22	2014/2015
14+890	SPA23 + CH5	2014/2015
14+940	CPTU37 e CPTU37bis	2014/2015
15+133	PT20	
15+150	SA203C011	2002
15+280	P7	2015
15+280	P7bis	2015
15+325	CPTU35Bis-B	2014/2015
15+517	PT21	
15+548	CPTU-PE-11	2020-2021
15+830	CPTU-PE-12	2020-2021
15+860	BH-PE-33	2020-2021
15+880	P8	2015
15+960	CPTU35Ter	2014/2015
16+030	P9	2015
16+030	P9bis	2015
16+160	SPA24	2014/2015
16+170	BH1V	2015
16+237	CPTU-PE-13	2020-2021

La Figura 26 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme dei dati, che verranno comunque interpretati separatamente per ogni Unità individuata, fornisca un utile

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 65 di 176

quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato. Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche, la successione può essere così definita:

- Nei primi 2-5 m di profondità si evidenzia la presenza di depositi eterogenei, costituiti da alternanze di limi argillosi, localmente sovraconsolidati per essiccamento se prossimi alla superficie, tendenti a diventare teneri più in profondità (Unità 3b), in genere di bassa e media plasticità ($IP=15-35$), e limi sabbiosi e sabbie limose sciolte (Unità 3a). All'interno di questi ultimi strati si registrano resistenze penetrometriche anche < 1 MPa ed $NSPT < 5$ colpi/30 cm (nei livelli più sabbiosi, sciolti). Su tali materiali, in sede di PD, sono state compiute diverse analisi granulometriche volte a definirne il comportamento in relazione alla suscettibilità alla liquefazione.
- Si segnala che, in corrispondenza del tratto compreso fra le progressive 14+300 fino alla 15+300, i terreni di copertura superficiali appaiono composti in modo predominante da argille mediamente compatte (Unità 3b). In corrispondenza del cavalcaferrovia IV05 al 14+673, si è inoltre rinvenuta la presenza di spesse coltri di materiali organico, (BH32 da ca 2 a 7 m da p.c.). Gli approfondimenti di indagine, e le conseguenti prove di laboratorio hanno evidenziato che si tratta in ogni caso di materiali consistenti, con indice dei vuoti attorno a 0.9-1.0, resistenze al taglio non drenata dell'ordine dei 50-70 kPa, e tensione di preconsolidazione dell'ordine dei 200-250 kPa. Le Figura 30 e la Figura 31 mostrano rispettivamente i valori di resistenza al taglio non drenata da prove TX – CIU e UU e da CPTU, e i valori di tensione di preconsolidazione dedotti sia dalle prove edometriche che dalle CPTU.
- Nei successivi 5 - 10 m di profondità vi sono ghiaie con sabbie a tratti debolmente limose (Unità 6), caratterizzate da un contenuto di fini non superiore al 10%, da densità relative medio-basse e valori di N_{SPT} piuttosto variabili, tra 18 colpi/30 cm e 50 colpi/30 cm.
- A profondità di poco superiori si individua un livello continuo di limi con argilla debolmente sabbiosi, debolmente sovraconsolidati ed aventi media plasticità, con $q_c = 2-3$ MPa (Unità 2). Nei primi 400 m del tratto in esame, tale strato risulta presente anche a profondità maggiori e fino a 25 m pc , sempre caratterizzati da materiali di buona consistenza.. Si evidenzia, inoltre, che in corrispondenza del sondaggio BH-PE-31 (sempre in corrispondenza dell'IV05), tra 13.5 m pc e 16.5 m pc, nel corso delle perforazioni è stato rinvenuto del materiale torboso mediamente consistente.
- L'unità più profonda è costituita da sabbie dense con basso contenuto di fini (Unità 4). A profondità superiori di 12 m pc, lo stato esibisce elevate resistenze alla penetrazione, con N_{SPT} comprese tra 30 colpi/30 cm e 50 colpi/30 cm.

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 66 di 176

l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 416.3, e più in particolare:

- Caratteristiche granulometriche delle diverse Unità riscontrate (v. Figura 27, Figura 28 e Figura 29);
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b (v. Figura 30 e Figura 31);
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni argillosi, posti all'interno delle alternanze dell'Unità 3a/b (v. Figura 32 e Figura 33);
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 2 (v. Figura 34 e Figura 35 (sono stati inclusi, per completezze dei dati, anche quelli relative alle argille più superficiali poste all'interno dell'Unità 3a/b)
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 36 e Figura 37);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 38 e Figura 39);
- Limiti di Atterberg e carta di plasticità di Casagrande (v. Figura 40 e Figura 41);
- Velocità delle onde di taglio (Doc. rif. [5], v. Figura 43);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni, a partire dai valori stimati di V_s (v. Figura 44).

Sulla base di tali dati, si osserva quanto segue:

- Il profilo stratigrafico è molto uniforme nel tratto considerato
- I valori di resistenza non drenata ricavati da diverse prove di laboratorio per l'Unità 3b, sia quando si trova in strati uniformi sia quando è intervallata da livelli più sabbiosi, sono in linea con quelli ottenibili dall'interpretazione delle prove penetrometriche, e variano generalmente fra 40 e 80 kPa, con valori più elevati in sommità.
- I valori di resistenza al taglio non drenata per le argille dell'Unità 2 oscillano fra 100 e i 200 kPa.
- Per i depositi ghiaiosi si stimano densità relative comprese tra 40% e 50%, mentre per le sabbie profonde si hanno $D_R=50\%÷70\%$.
- Si stimano angoli di attrito compresi tra 39° e 42° per l'unità ghiaiosa, mentre per gli strati sabbiosi addensati le interpretazioni indicano angoli compresi tra 37° e 40°.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 67 di 176

- Il profilo di Vs derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [5]) evidenzia la presenza di materiali poco consistenti in superficie, con Vs = 170 m/s ed un notevole contrasto d'impedenza a circa 5 m pc. In particolar modo, a profondità superiori per lo strato ghiaioso si hanno velocità superiori a 300 m/s, mentre per le sabbie dense la velocità è superiore a 350 m/s fino a 50 m pc.
- I depositi poco consistenti superficiali sono caratterizzabili con un modulo di taglio a piccole deformazioni (G_0) di circa 30÷50 MPa, mentre nelle ghiaie mediamente addensate e per le sabbie dense si hanno valori che si incrementano con la profondità nel campo 180-270 MPa.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

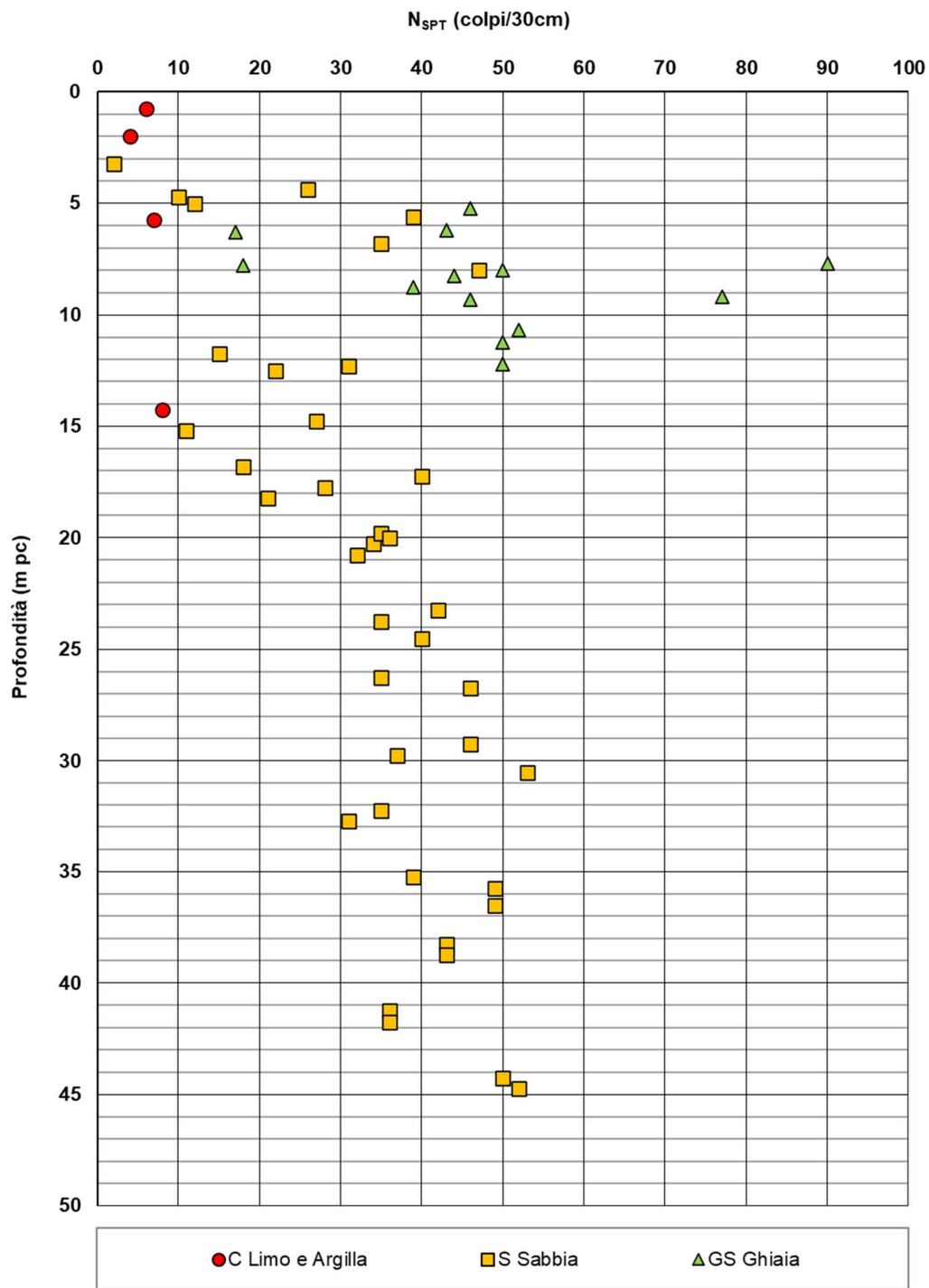


Figura 26 – Esito delle prove SPT tra pk 14+546 e pk 16+340

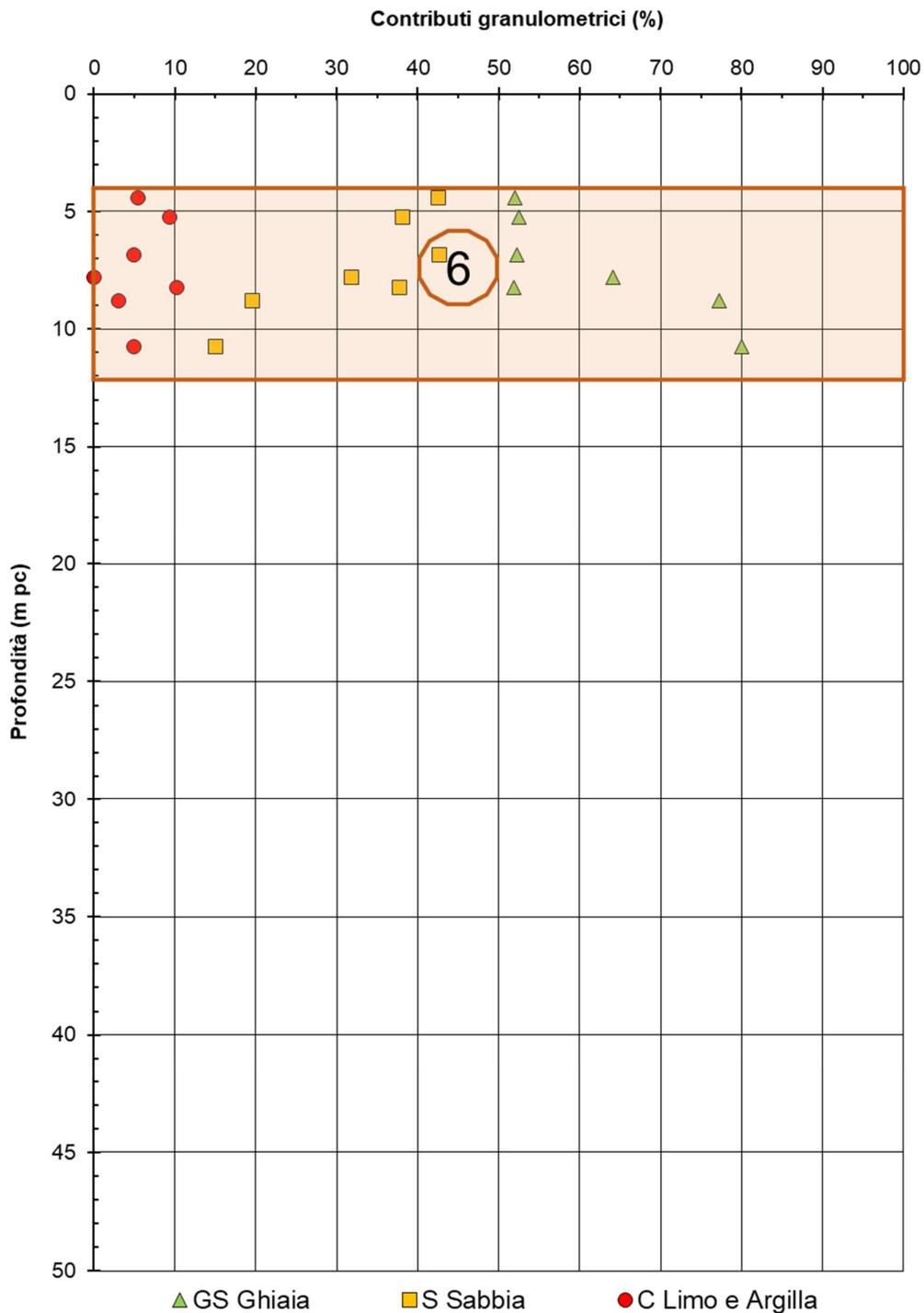


Figura 27 – Caratteristiche granulometriche Unità 6 tra pk 14+546 e pk 16+340

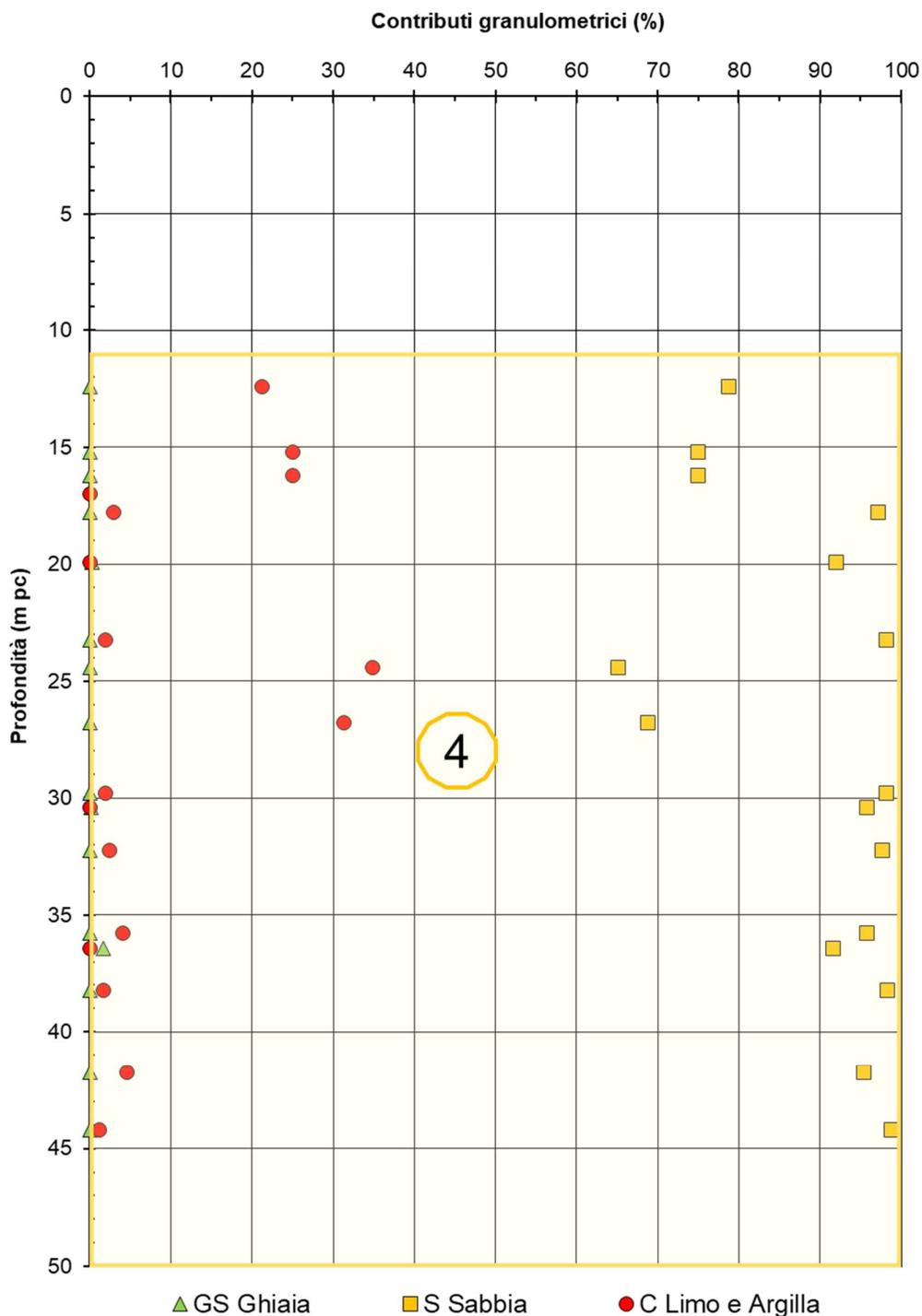


Figura 28 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 14+546 e pk 16+340

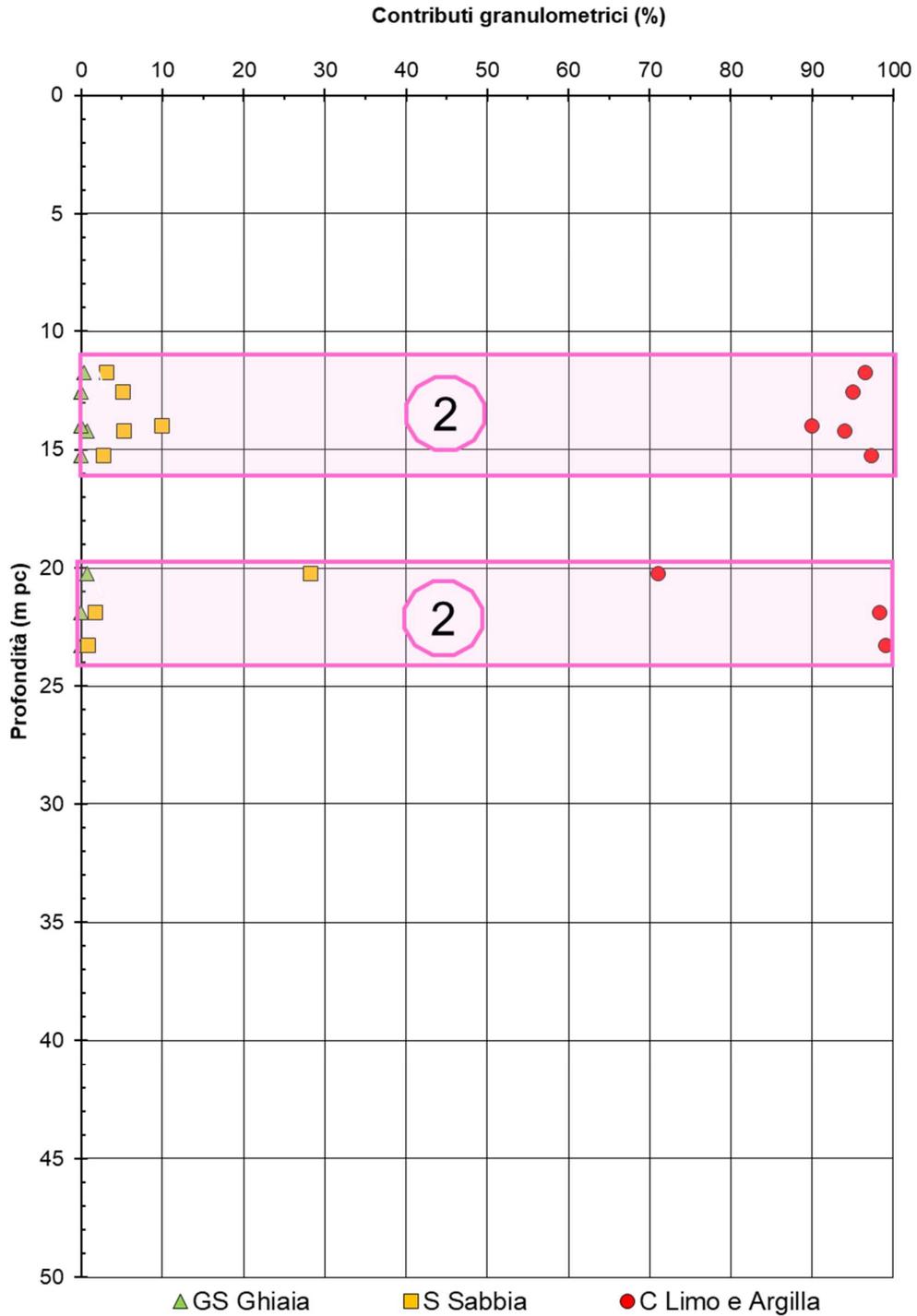


Figura 29 – Caratteristiche granulometriche Unità 2 tra pk 14+546 e pk 16+340

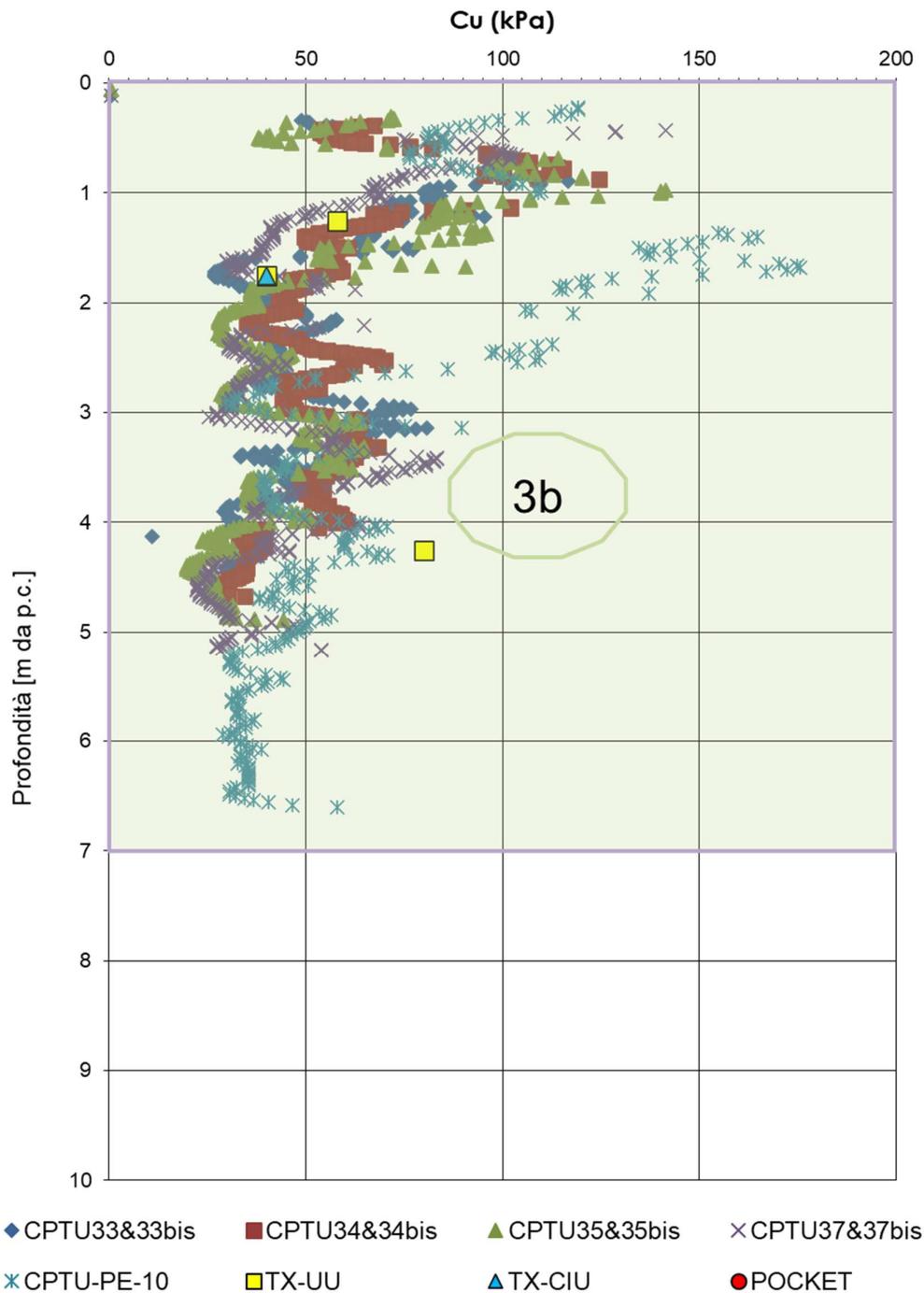


Figura 30 - Resistenza al taglio non drenata da CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b tra pk 14+546 e pk 15+300

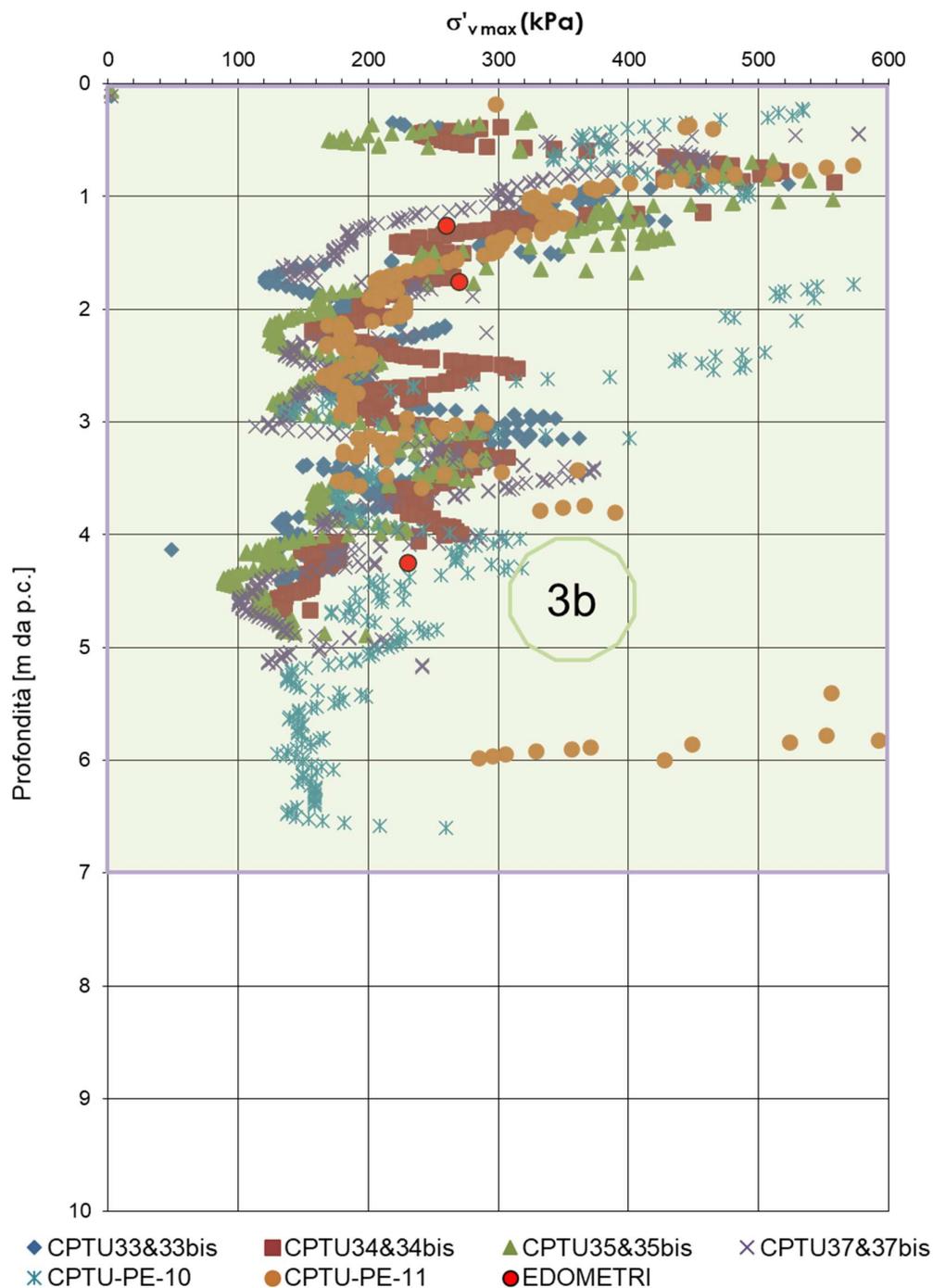


Figura 31 - Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b tra pk 14+546 e pk 15+300

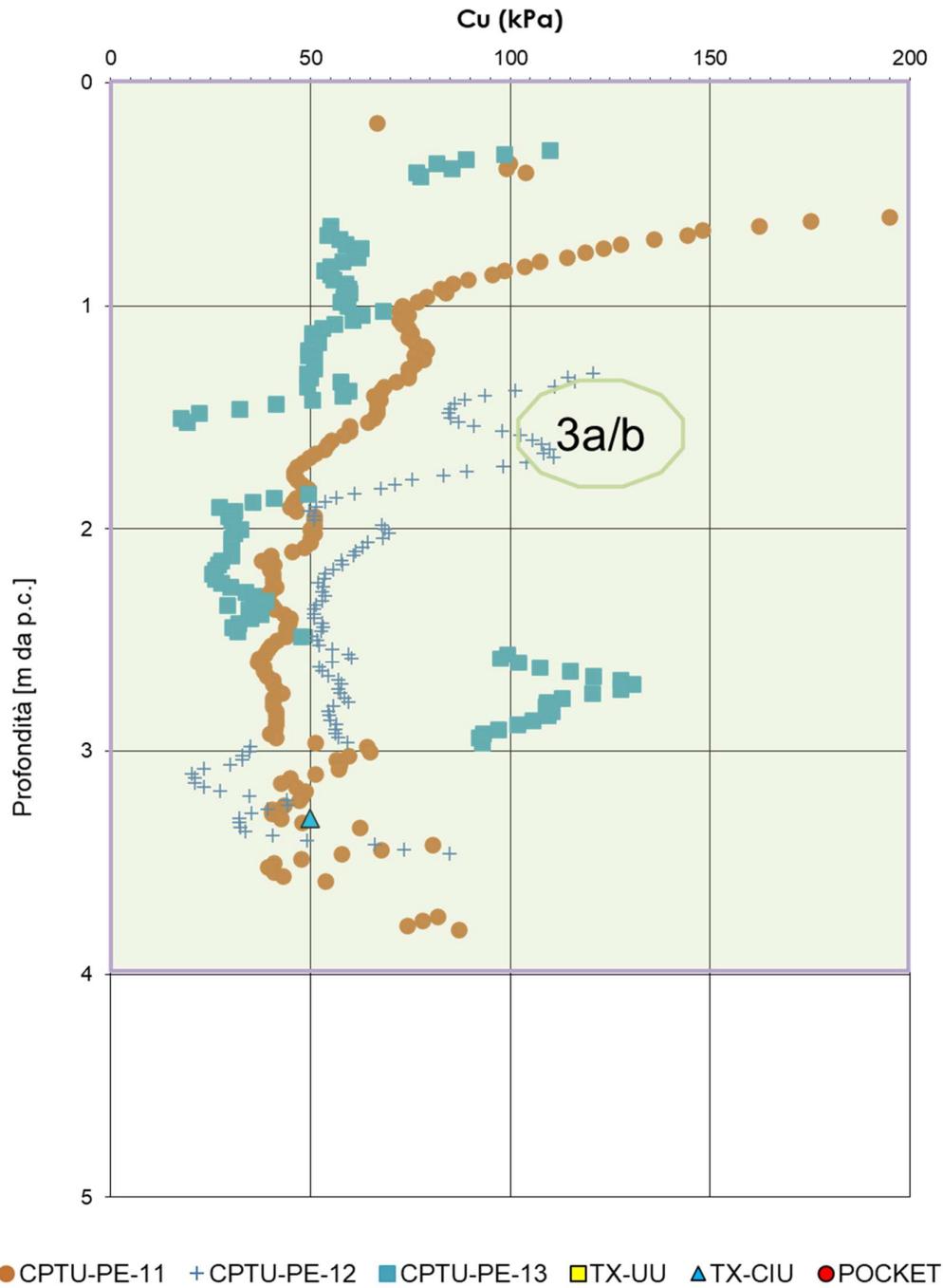


Figura 32 - Resistenza al taglio non drenata da CPTU e da prove di laboratorio su terreni argillosi all'interno dell' Unità 3a/b tra pk 15+300 e pk 16+340

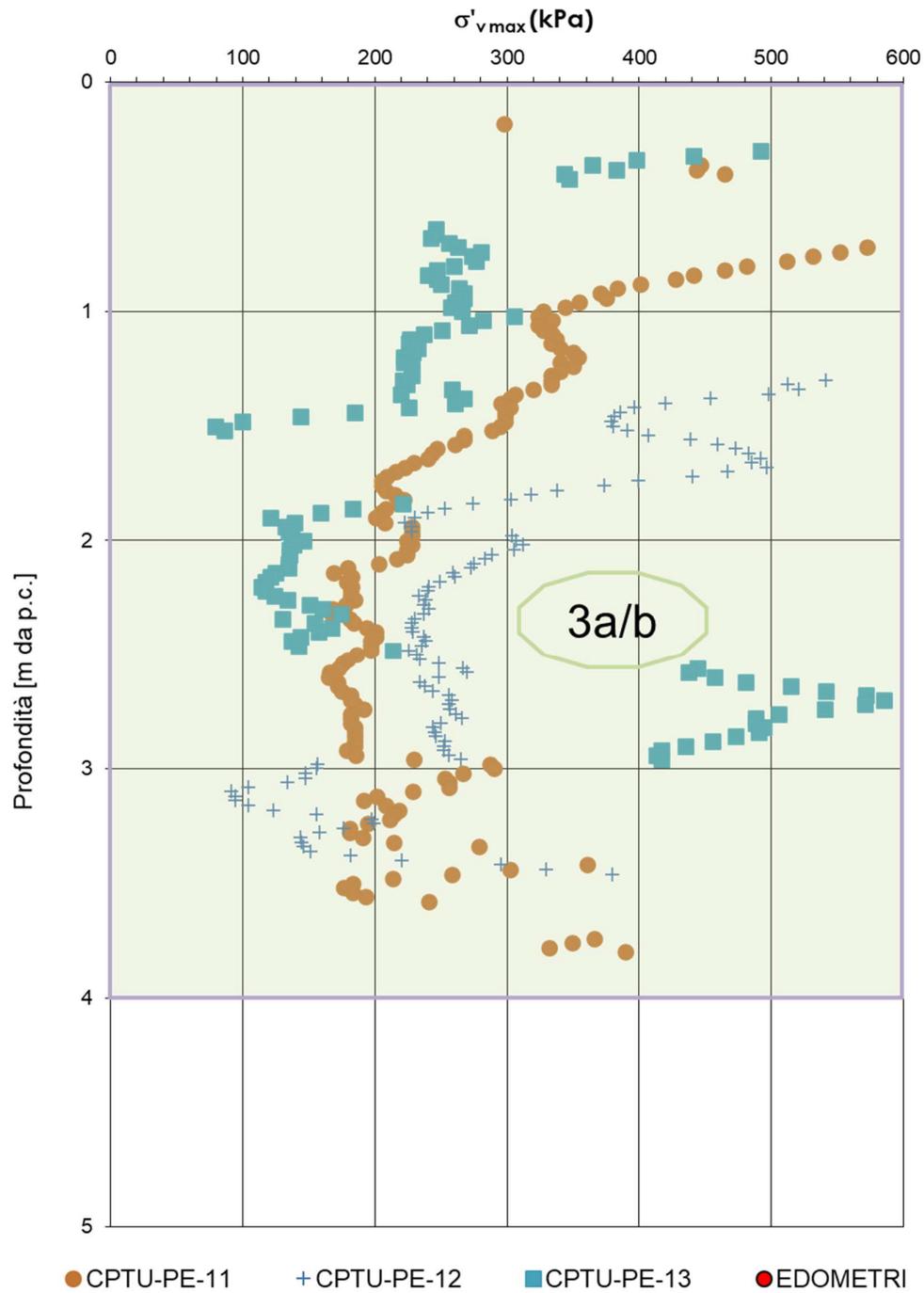


Figura 33 - Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche su terreni argillosi all'interno dell' Unità 3a/b tra pk 15+300 e pk 16+340

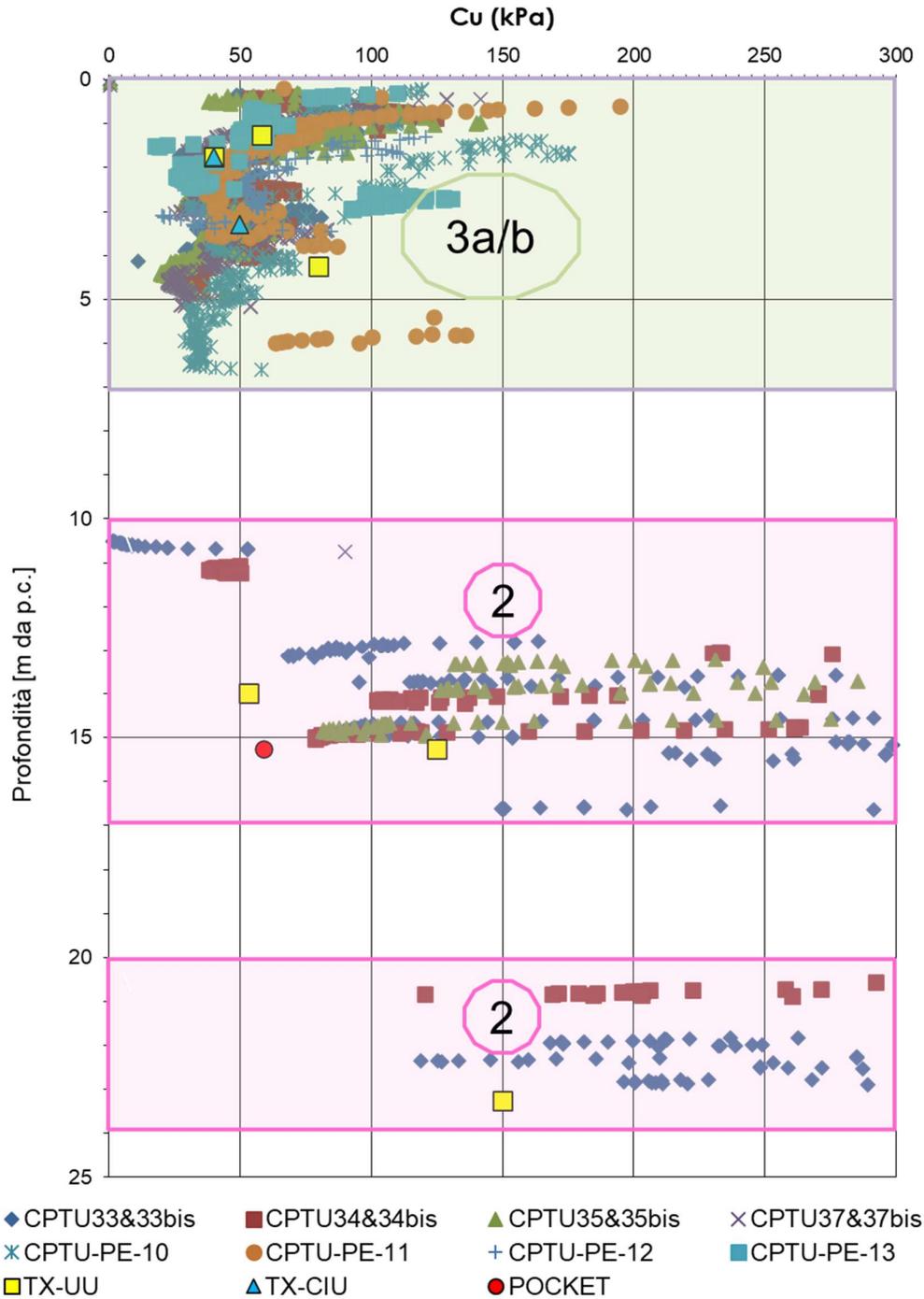


Figura 34 - Resistenza al taglio non drenata da CPTU e da prove di laboratorio Unità 2 tra pk 14+546 e pk 16+340

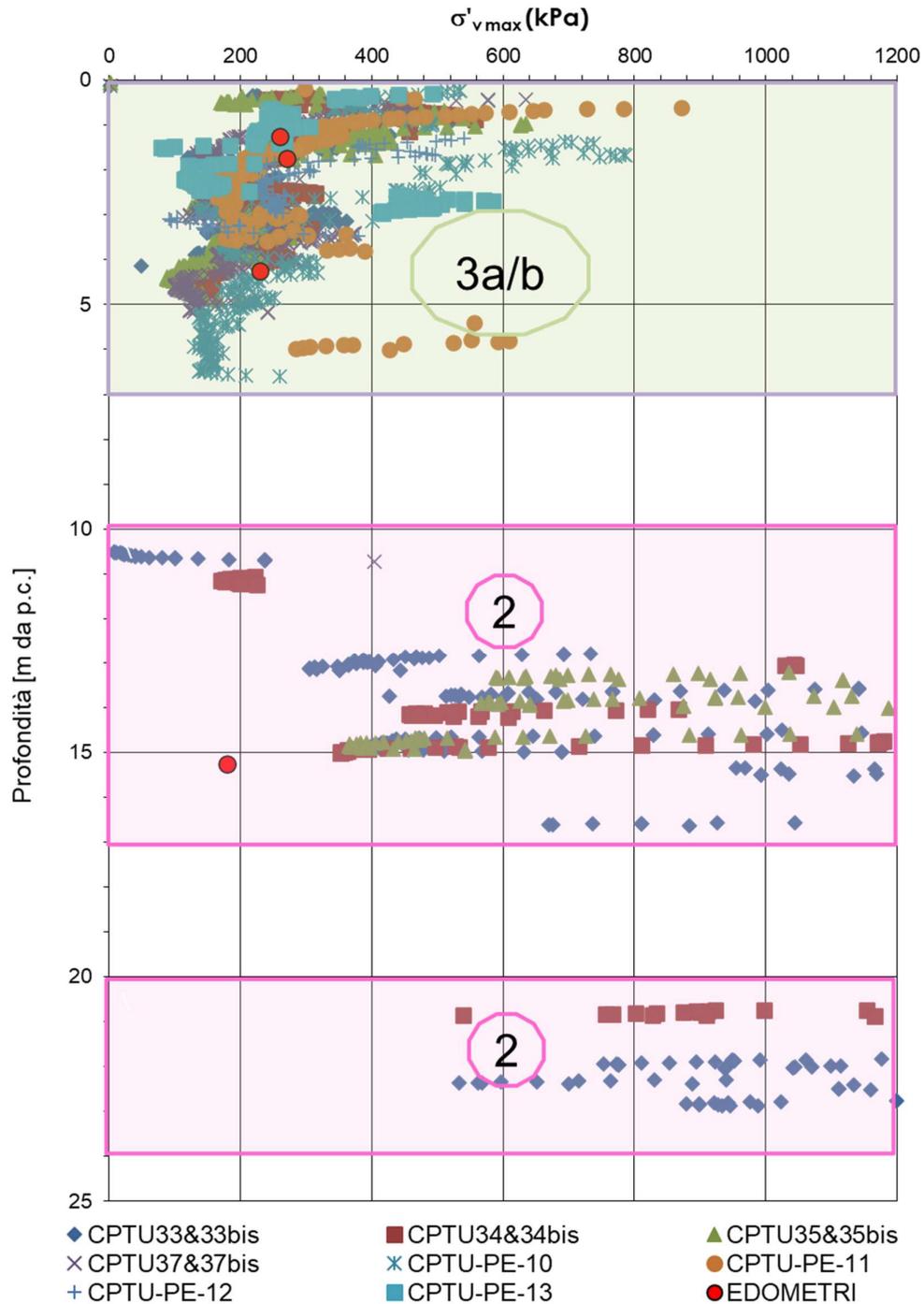


Figura 35 - Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 2 tra pk 14+546 e pk 16+340

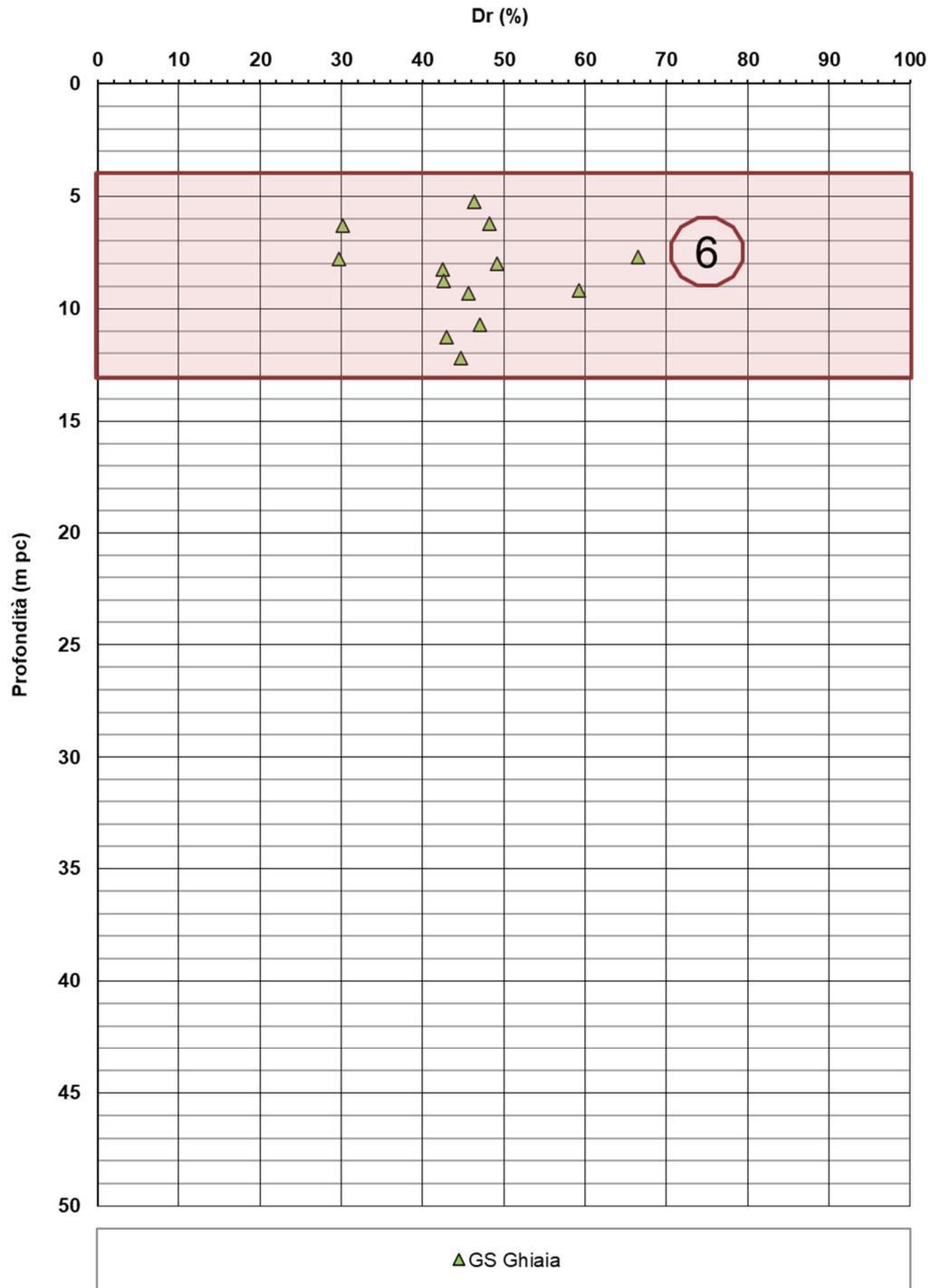


Figura 36 – Densità relativa da prove SPT Unità 6 tra pk 14+546 e pk 16+340

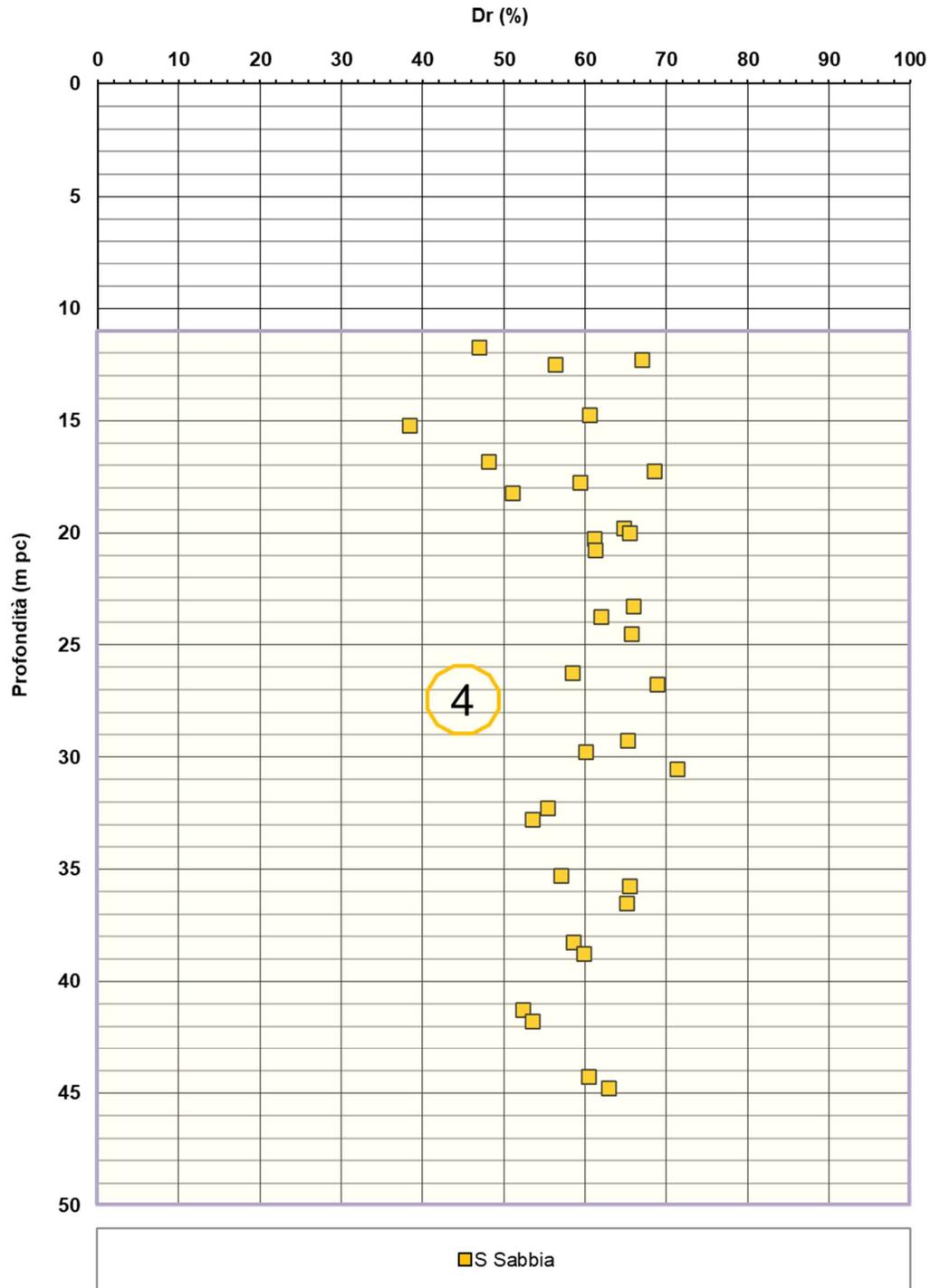


Figura 37 – Densità relativa da prove SPT Unità 4 tra pk 14+546 e pk 16+340

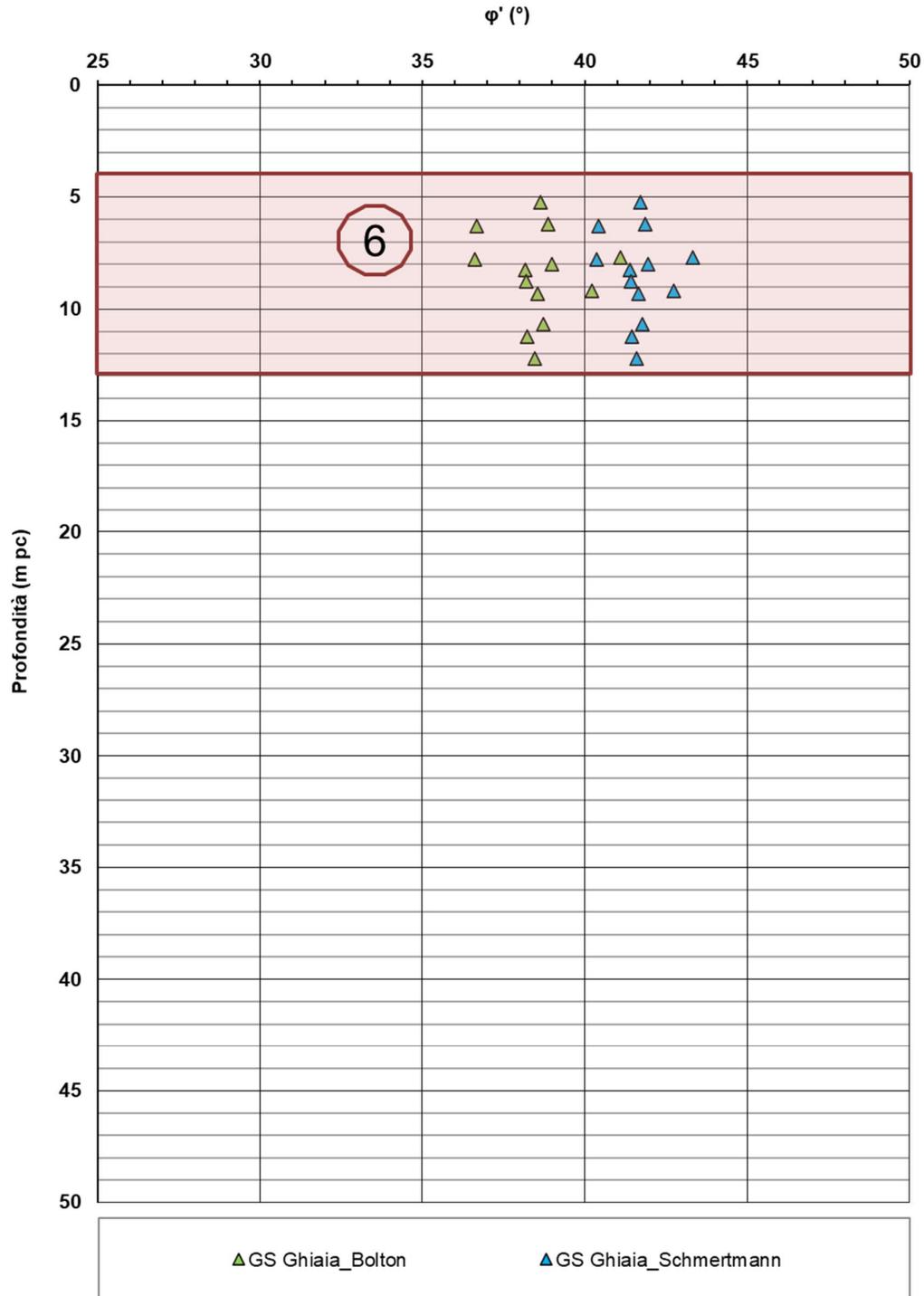


Figura 38 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 6 tra pk 14+546 e pk 16+340

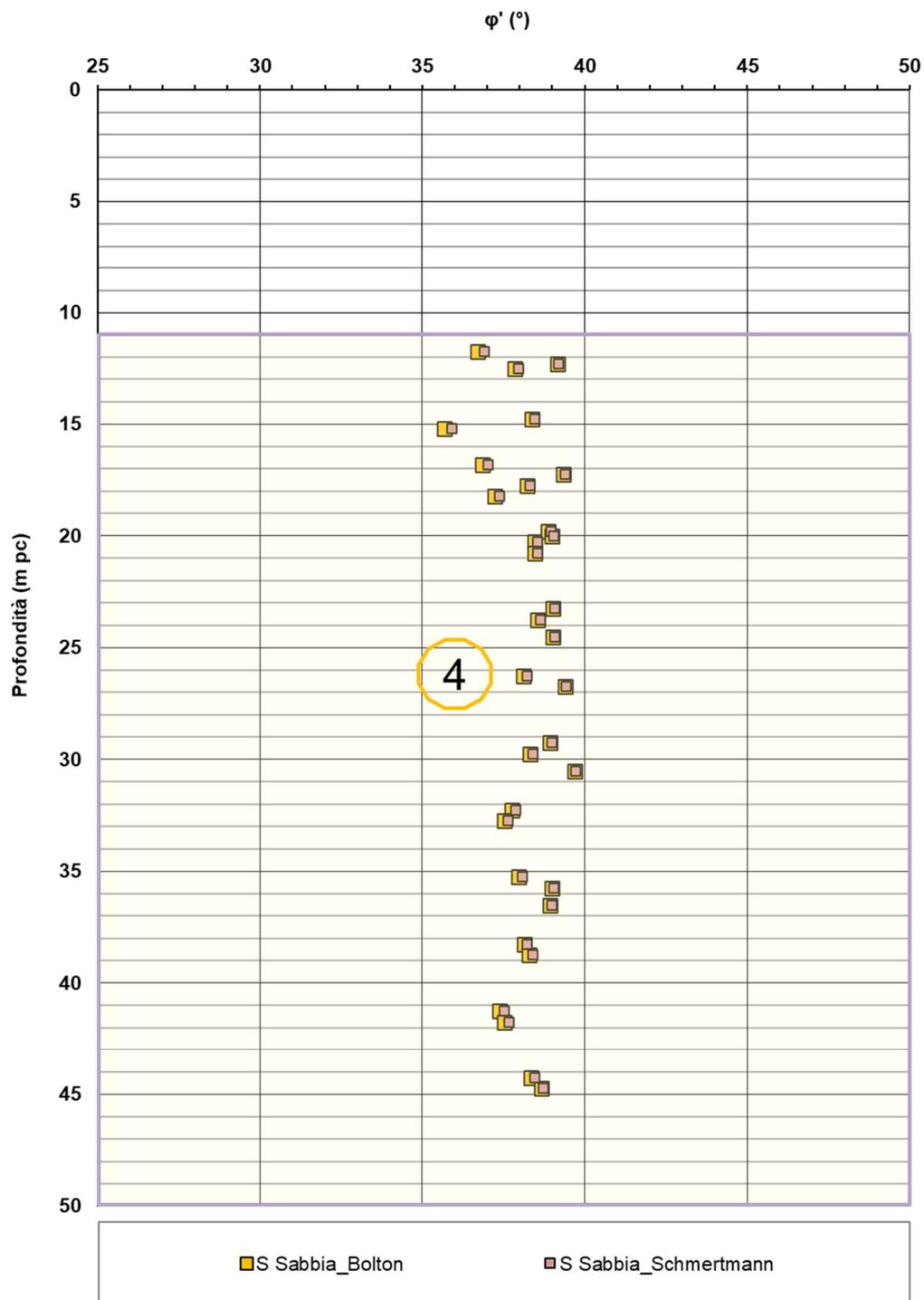


Figura 39 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 4 tra pk 14+546 e pk 16+340

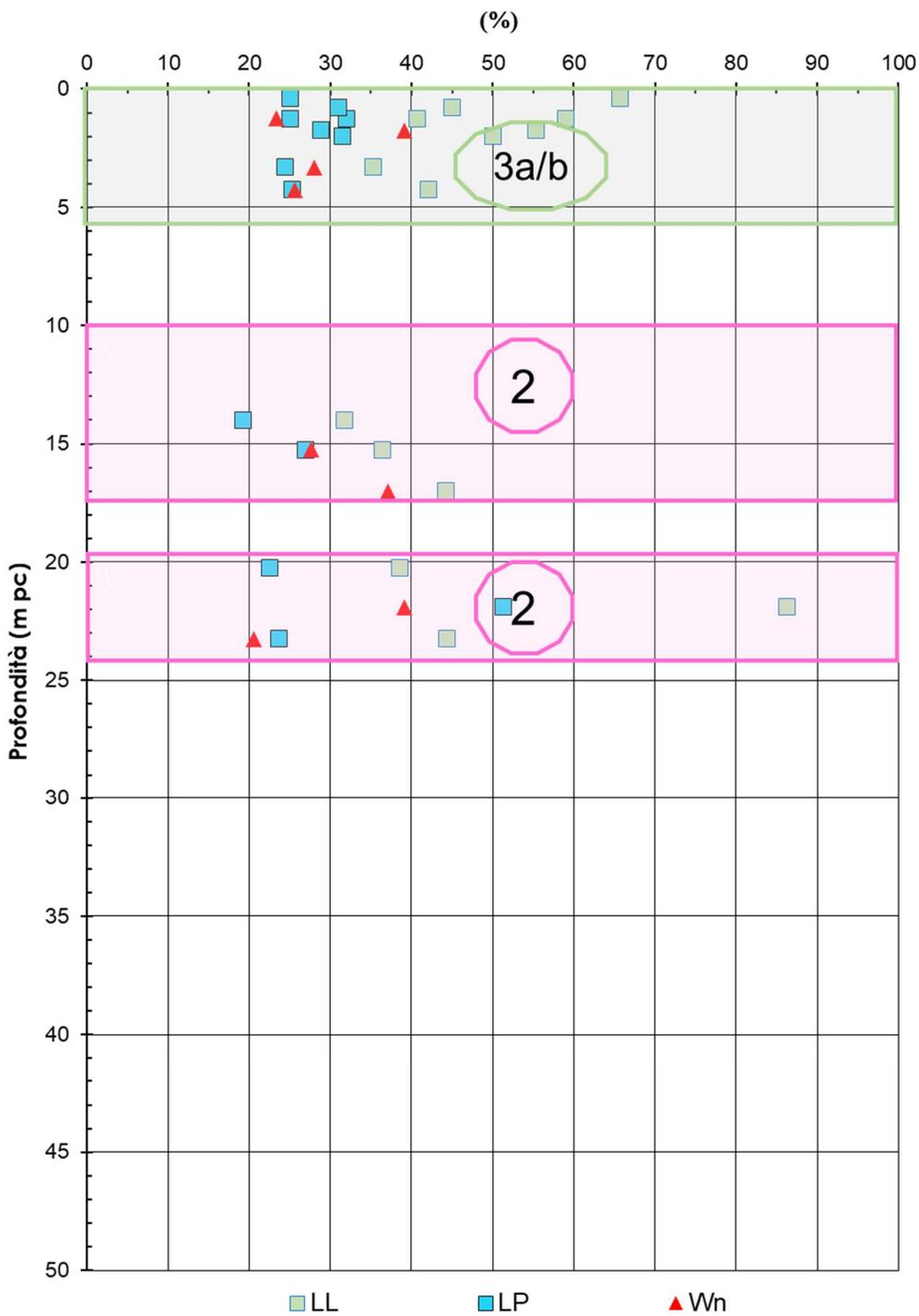


Figura 40 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 14+546 e pk 16+340

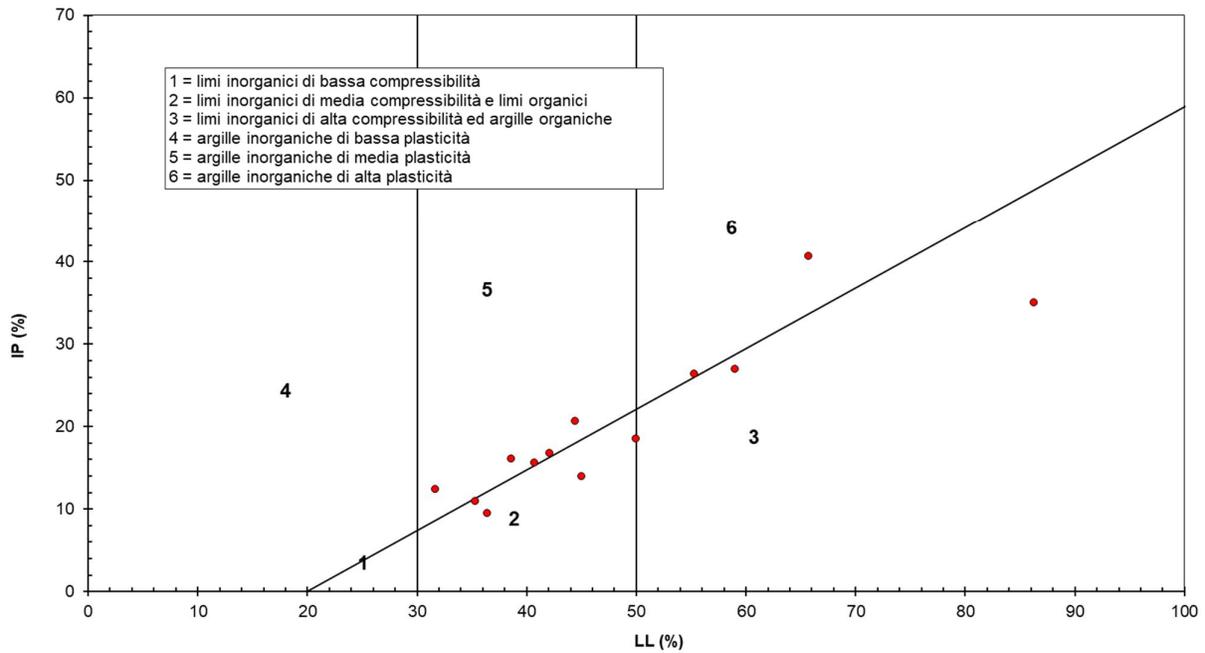


Figura 41 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi tra pk 14+546 e pk 16+340

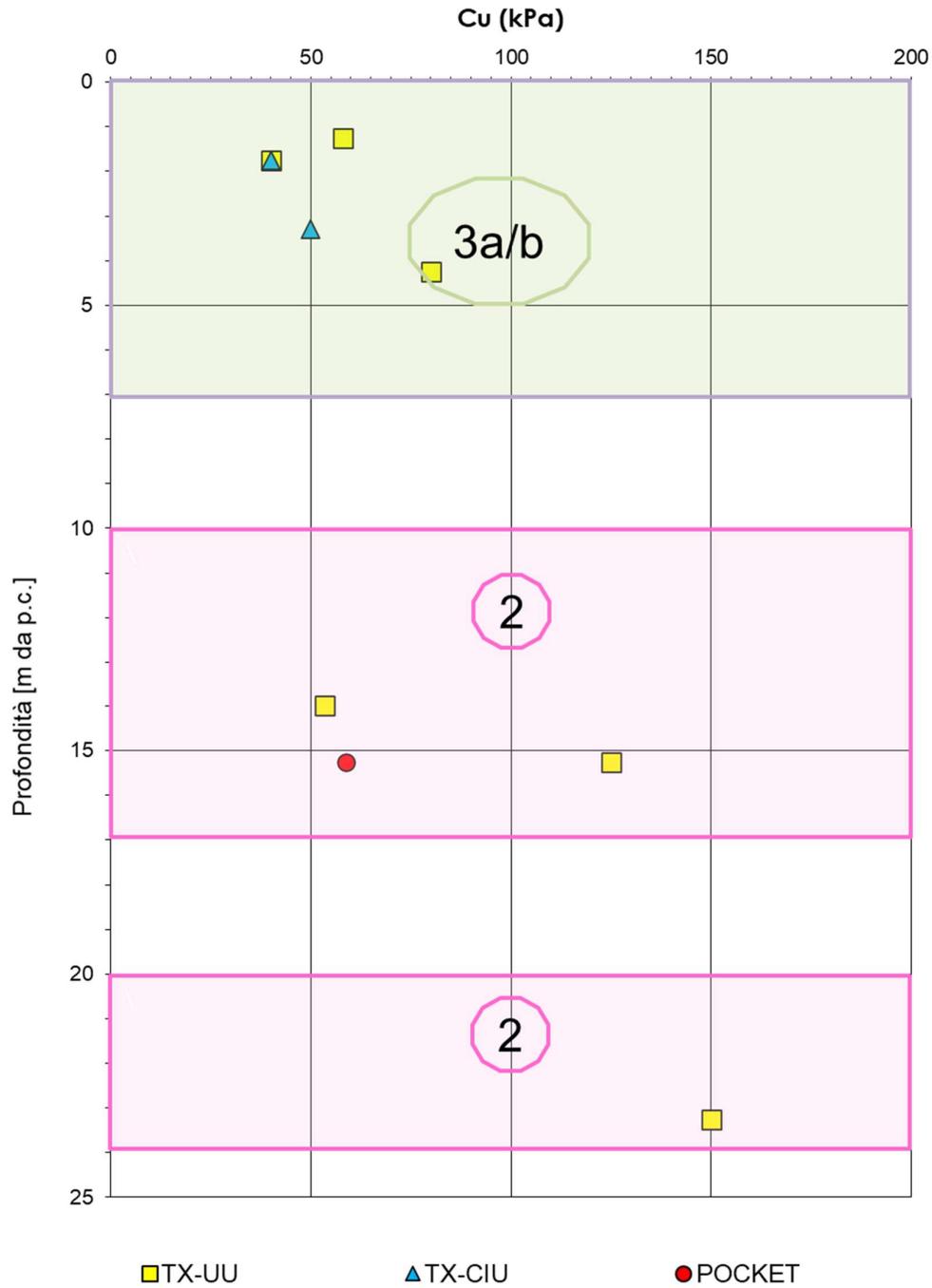


Figura 42 - Resistenza al taglio non drenata da prove di laboratorio tra pk 14+546 e pk 16+340

AV/AC VERONA VICENZA

pk 13+240 - pk 20+000

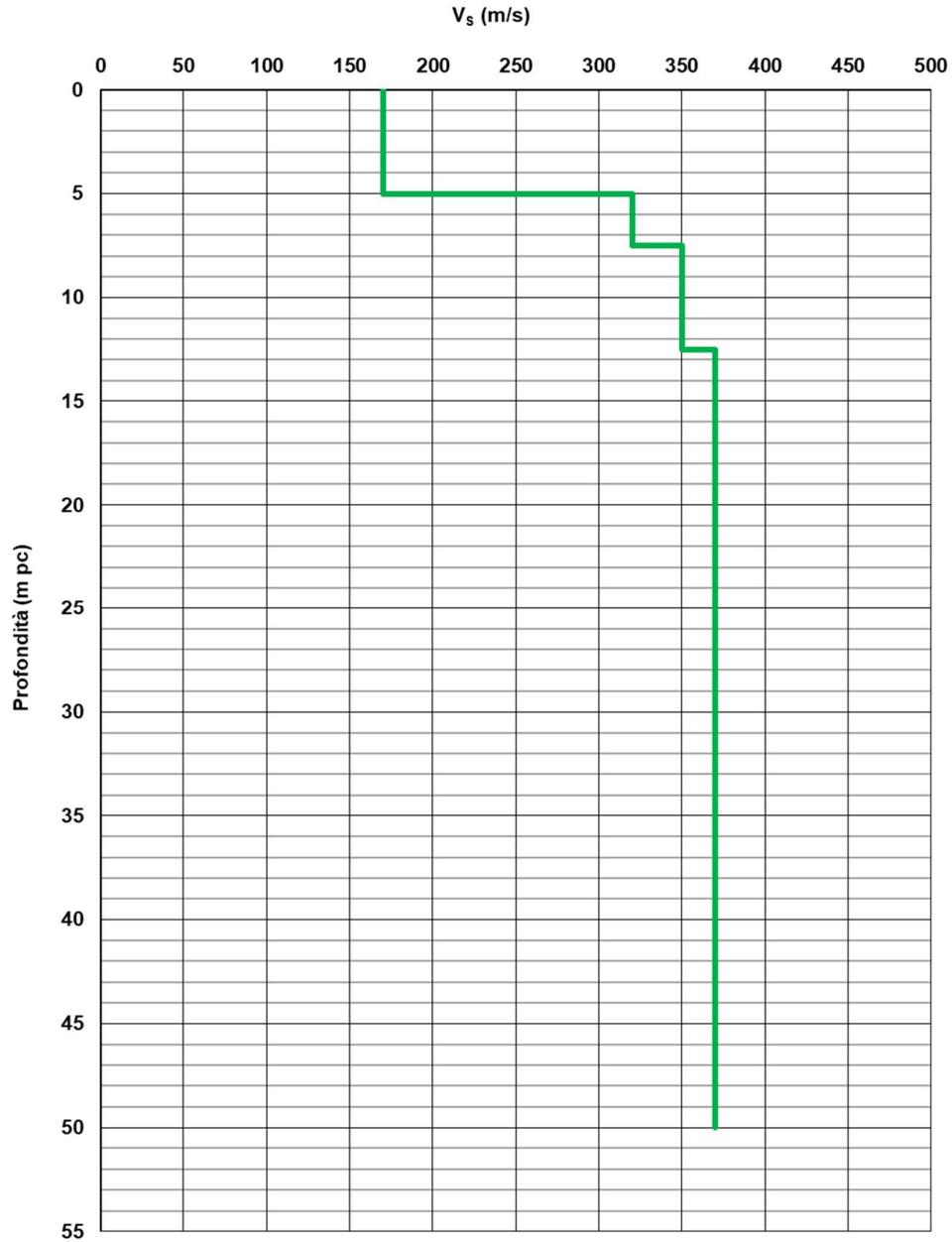


Figura 43 – Profilo di velocità Vs tra pk 13+240 e pk 20+000 (Doc. rif.[5])

AV/AC VERONA VICENZA

pk 13+240 - pk 20+000

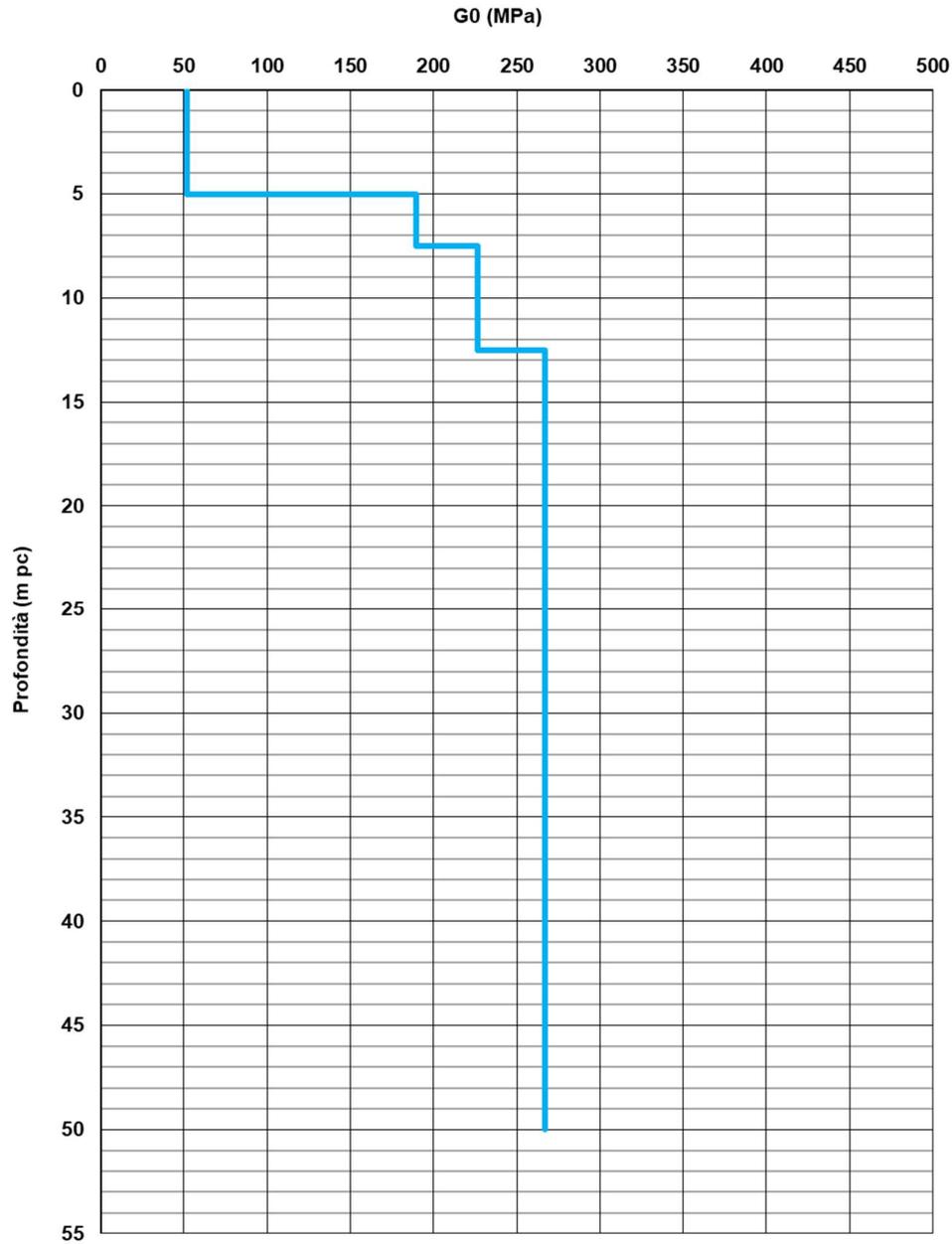


Figura 44 – Modulo di taglio G_0 tra pk 13+240 e pk 20+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 87 di 176

6.6 Tratto compreso fra pk 16+340 e pk 19+159

Lungo il tratto di lunghezza pari circa 2800 m si prevede la realizzazione di rilevati di altezza variabile tra 1.5 m ed 8.6 m, del Ponte sul dev. Dugale e del Viadotto Grena.

Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 19 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH, SP, SPA), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche, pozzetti esplorativi (PT) e prove geofisiche tipo down-hole (DH), cross-hole (CH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati (Doc. rif. [7], [8], [9], [11] e seguenti).

Tabella 19 - Indagini tra pk 16+340 e pk 19+159

Progressiva Pk	Indagini ID	Campagna Anno
16+297	PT22	
16+495	CPTU-PE-14	2020-2021
16+499	BH-PZ-PE-35	2020-2021
16+556	BH-PE-34	2020-2021
16+576	BH2V	2015
16+610	CPTU1V	2015
16+635	PT23	
16+761	CPTU-PE-15	2020-2021
16+767	MASW-PE-07	2020-2021
16+792	BH-PE-36	2020-2021
16+800	PT-PE-12	2020-2021
16+820	P10	2015
16+823	CPTU2V	2015
17+050	BH3V+CH1V	2015
17+200	CPTU-PE-16	2020-2021
17+250	CPTU3V	2015
17+250	P11	2015
17+250	P11bis	2015
17+359	SPA25	
17+420	CPTU4V	2015
17+580	BH4V	2015
17+600	P20	2015
17+650	CPTU-PE-17	2020-2021
17+725	CPTU5V	2015
17+875	CPTU6V	2015
18+400	CPTU-PE-19	2020-2021
18+413	BH-PE-37	2020-2021
18+720	BH5V	2015
18+893	BH-PZ-PE-38	2020-2021
18+910	CPTU9V	2015
18+940	BH6V+CH2V	2015
19+060	CPTU10V e CPTU10Vbis	2015
19+060	CPTU-PE-21	2020-2021
19+070	CPTU11V	2015
19+142	MASW-PE-08	2020-2021

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 88 di 176

La Figura 45 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme dei dati, che verranno comunque interpretati separatamente per ogni Unità individuata, fornisca un utile quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche, la successione riprende sostanzialmente quella del tratto precedente, e può essere così definita:

- Nei primi metri si evidenzia la presenza di depositi eterogenei, costituiti da alternanze di limi argillosi, localmente sovraconsolidati per essiccamento se prossimi alla superficie, tendenti a diventare teneri più in profondità (Unità 3b), e limi sabbiosi e sabbie limose sciolte (Unità 3a). Gli spessori di tale coltre si mantengono piuttosto esigui, dell'ordine dei 2÷4 m, fino alla progressiva 18+000 circa, per poi incrementarsi verso il viadotto Grena, dove raggiungono anche la decina di metri di spessore (BH5V), laddove i rilevati raggiungono la loro massima altezza (circa 8 m). Su tali materiali sono state compiute diverse analisi granulometriche volte a definirne il comportamento in relazione alla suscettibilità alla liquefazione.
- Più in profondità e fino a 20 m pc circa si individua uno spesso strato di ghiaie con sabbie limose (Unità 6), con contenuto di fini generalmente inferiore a 15%. Gli N_{SPT} sono compresi tra 20 colpi/30 cm e 60 colpi/30 cm.
- Lo strato sottostante raggiunge la massima profondità indagata (50 m) ed è costituito da sabbie limose (Unità 4), con un contenuto di fine non superiore al 20%. Si stima che il materiale si trovi in uno stato di addensamento medio-alto e nel corso delle indagini si sono misurati valori di $N_{SPT} = 20\div 50$ colpi/30cm.
- Localmente, all'interno di questo strato si rinviene un livello di limo argillosi di spessore pari a 2÷3 m a profondità comprese tra 20 m e 30 m pc (Unità 2). L'interpretazione della prova CPTU 11 V, penetrata per un breve tratto all'interno di questo livello, fornisce valori di c_u dell'ordine dei 100÷120 kPa, in linea con i dati dell'Unità 2 del tratto precedente.
- In corrispondenza dei sondaggi più ad ovest (BH-PE-37 e BH-PE-38) e ad una profondità compresa tra 9 m e 11.5 m da p.c. circa, si riscontra la presenza di argille limose torbose e limi argillosi torbosi, comunque compatti.

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 6.3, e più in particolare:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 89 di 176</p>

- Caratteristiche granulometriche delle diverse Unità riscontrate (v. Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49);
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b (v. Figura 50 e Figura 51);
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 52 e Figura 53);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 54 e Figura 55);
- Limiti di Atterberg e carta di plasticità di Casagrande (v. Figura 56 e Figura 57);
- Velocità delle onde di taglio (Doc. rif. [5], v. Figura 58);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni, a partire dai valori stimati di V_s (v. Figura 59).

Sulla base di tali dati, si osserva quanto segue:

- I dati di plasticità e di contenuto d'acqua dei terreni argillosi 3b (Figura 56 e Figura 57) indicano che si tratta di materiali di plasticità da media ad alta ($LL= 30\div70$, $LP= 20\div30$), con contenuti d'acqua non lontani dal limite liquido, ad indicazione di una consistenza medio-bassa del materiale.
- Nelle alternanze superficiali dell'Unità 3a/b, molte granulometrie ricadono all'interno del fuso granulometrico dei terreni liquefacibili.
- Vi è un buon accordo fra la resistenza al taglio non drenata da prove TX e da CPTU. I valori sono più elevati in corrispondenza del p.c. (costa essiccata), e variabili nel campo $40\div70$ kPa, per scendere con la profondità a valori nel campo $30\div40$ kPa. La concordanza fra dato di laboratorio e interpretazione CPTU vale anche per la pressione di preconsolidazione, per la quale si può stabilire un ragionevole range nel campo $100\div200$ kPa.
- Nell'unità ghiaiosa si hanno densità relative di $30\div55\%$, mentre nelle sabbie sottostanti $D_R = 50\div75\%$.
- Si stimano angoli di attrito compresi tra 39° e 42° per l'unità ghiaiosa, mentre per gli strati sabbiosi le interpretazioni indicano angoli compresi tra 37° e 39° .
- Il profilo di V_s derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [5]) evidenzia la presenza di materiali poco consistenti in superficie, con $V_s = 170$ m/s ed un notevole contrasto d'impedenza a circa 5 m pc. In particolar modo, a profondità superiori per lo strato

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 90 di 176

ghiaioso si hanno velocità superiori a 300 m/s, mentre per le sabbie dense la velocità è superiore a 350 m/s fino a 50 m pc.

- I depositi poco consistenti superficiali sono caratterizzabili con un modulo di taglio a piccole deformazioni (G_0) di circa 30÷50 MPa, mentre nelle ghiaie mediamente addensate e per le sabbie dense si hanno valori che si incrementano con la profondità nel campo 180-270 MPa.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

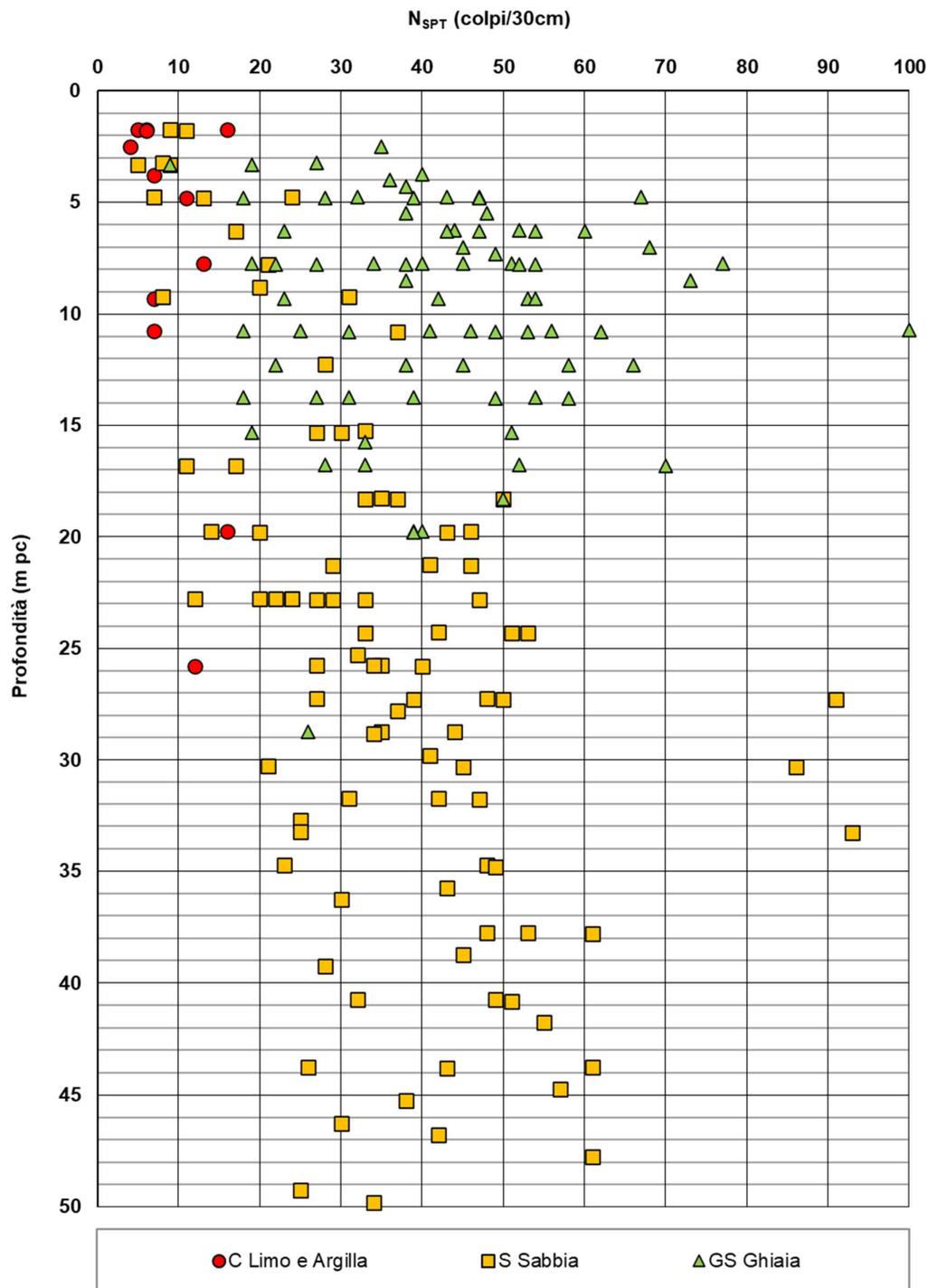


Figura 45 – Esito delle prove SPT tra pk 16+340 e pk 19+159

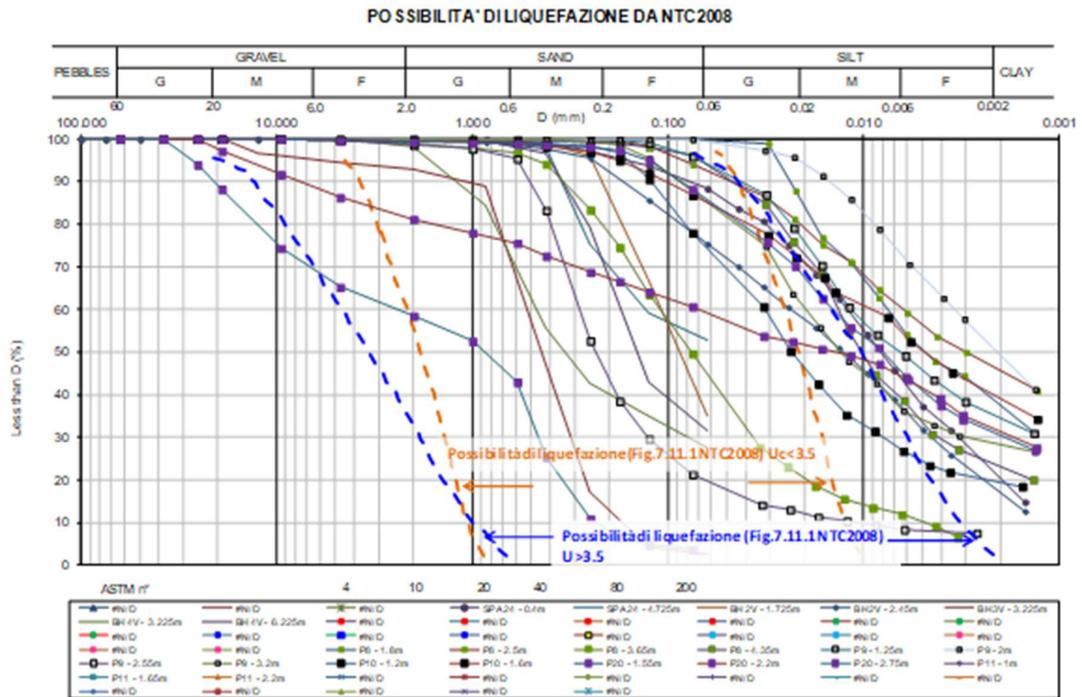


Figura 46. Dati granulometrici sui terreni 3a / 3b nel tratto fra la 15+300 ed il km 17+800

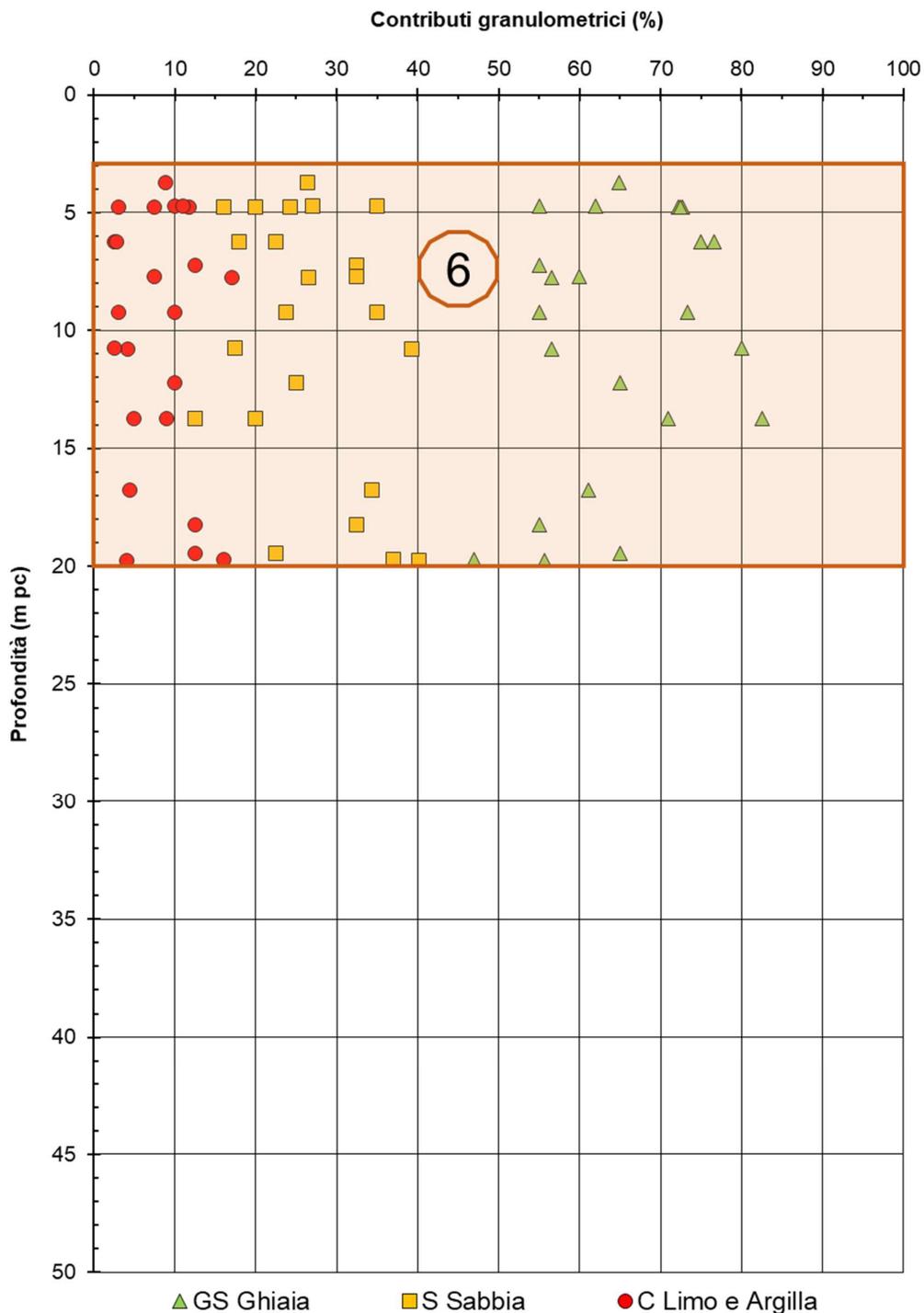


Figura 47 – Caratteristiche granulometriche Unità 6 tra pk 16+340 e pk 19+159

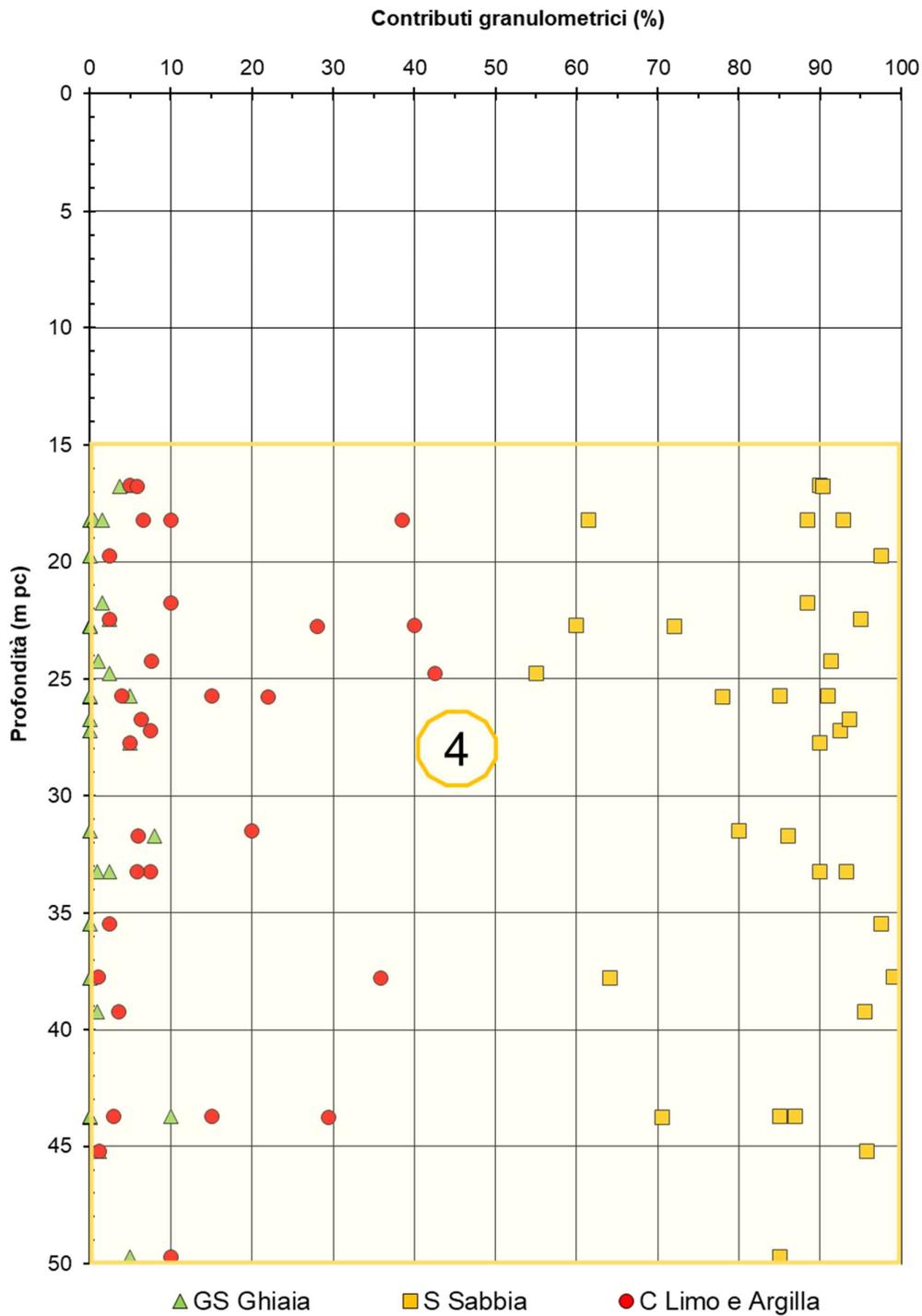


Figura 48 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 16+340 e pk 19+159

Contributi granulometrici (%)

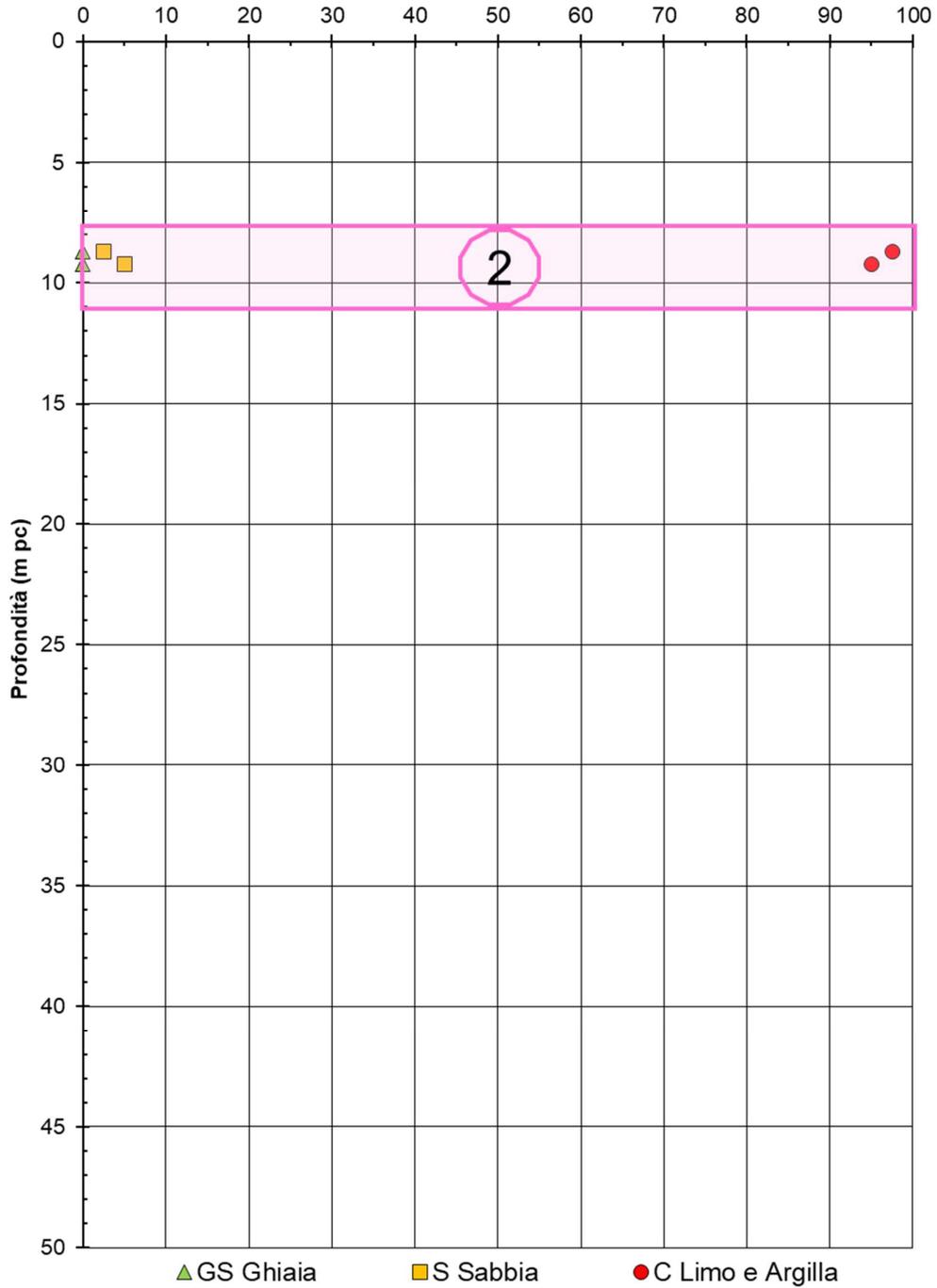


Figura 49 – Caratteristiche granulometriche Unità 2 tra pk 16+340 e pk 19+159

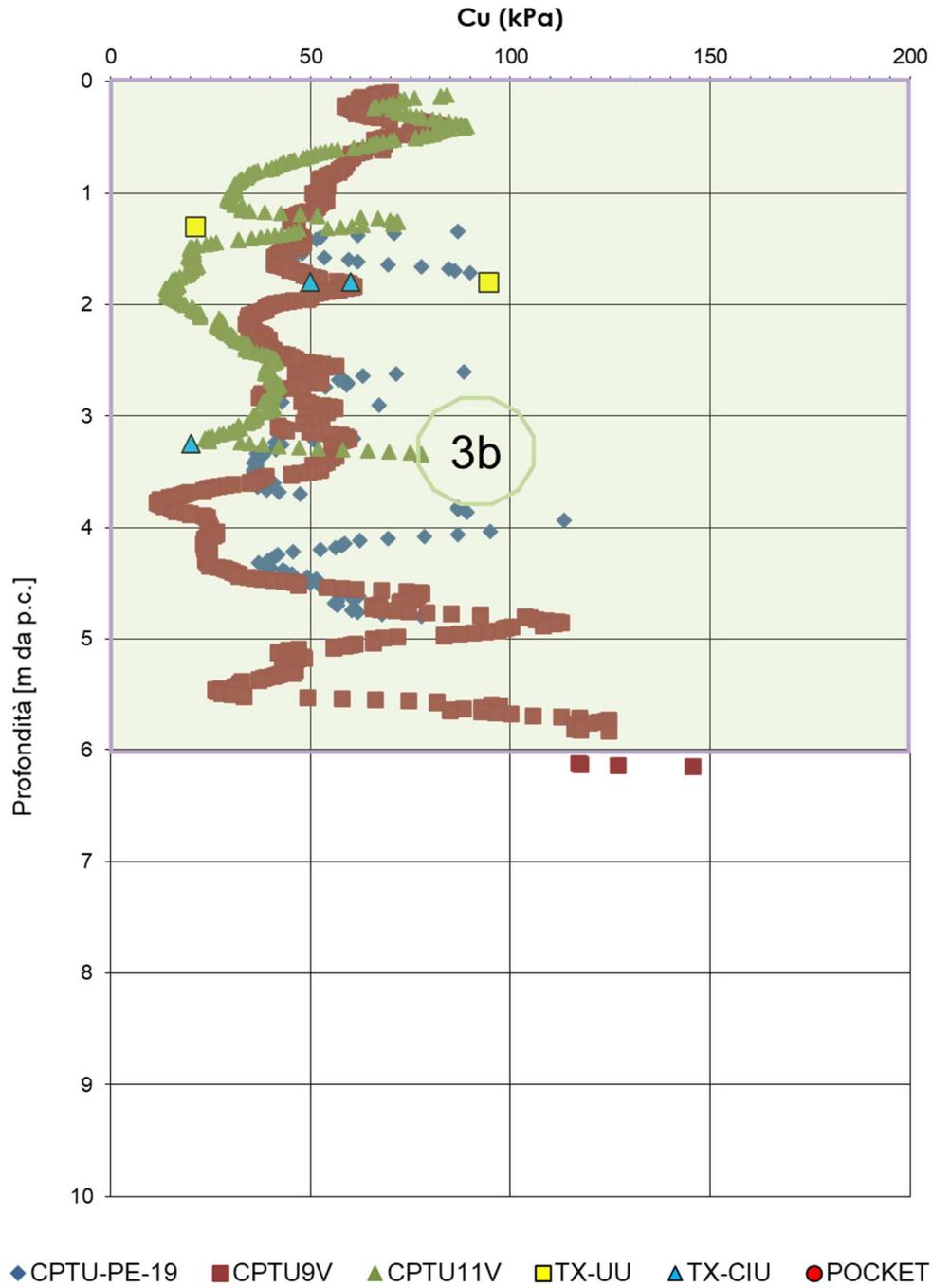


Figura 50 - Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b tra pk 16+340 e pk 19+159

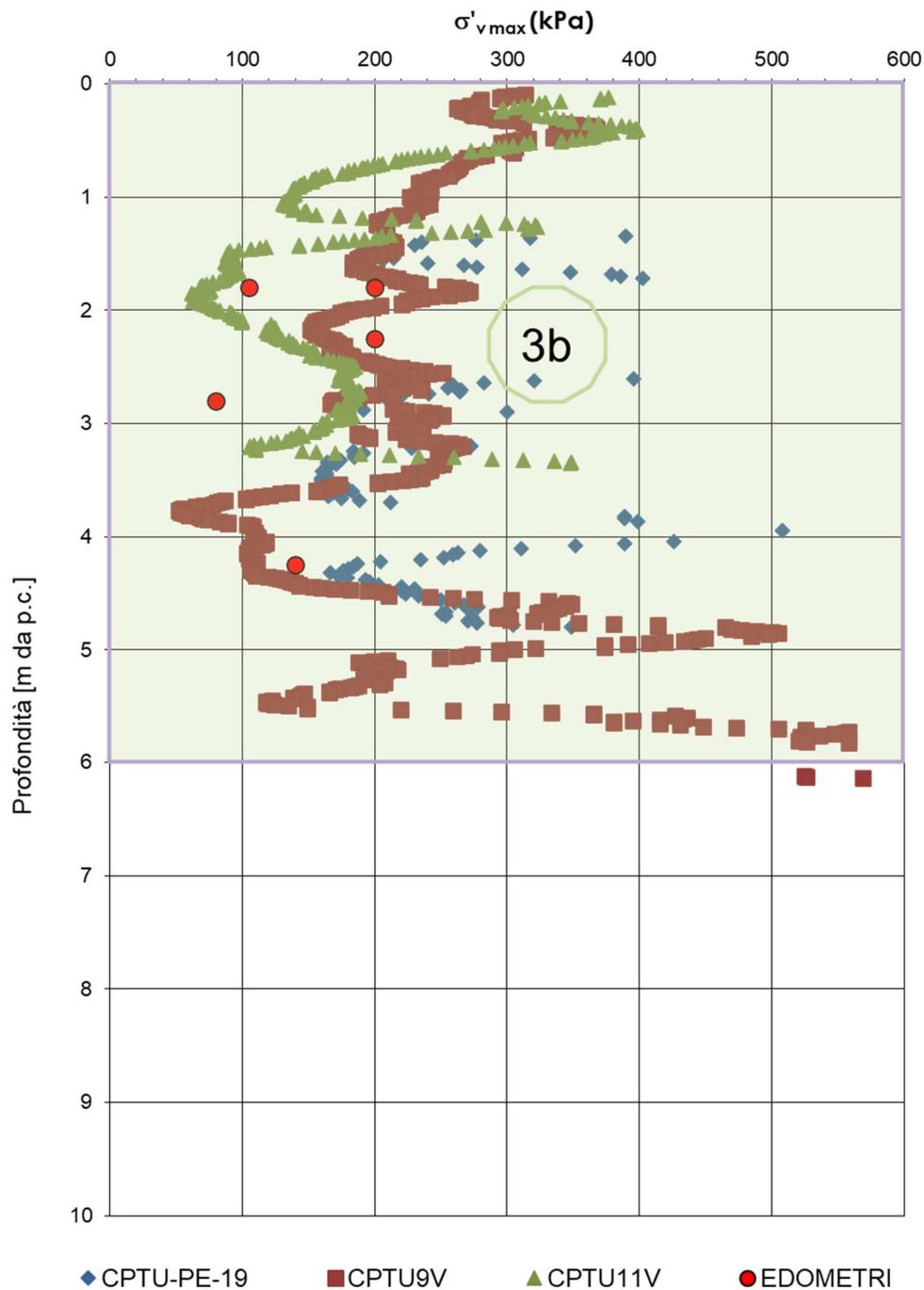


Figura 51 - Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b tra pk 16+340 e pk 19+159

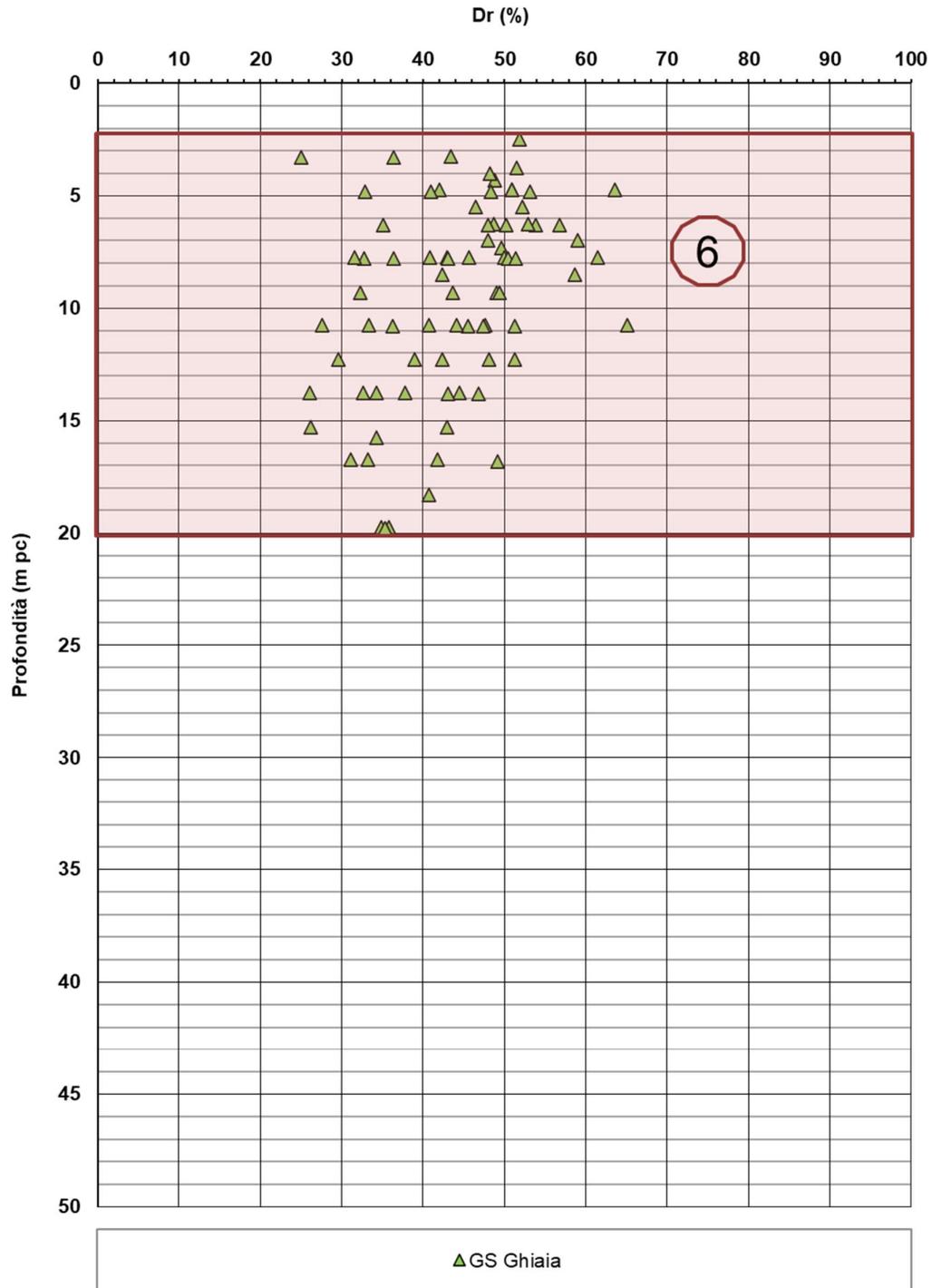


Figura 52 – Densità relativa da prove SPT Unità 6 tra pk 16+340 e pk 19+159

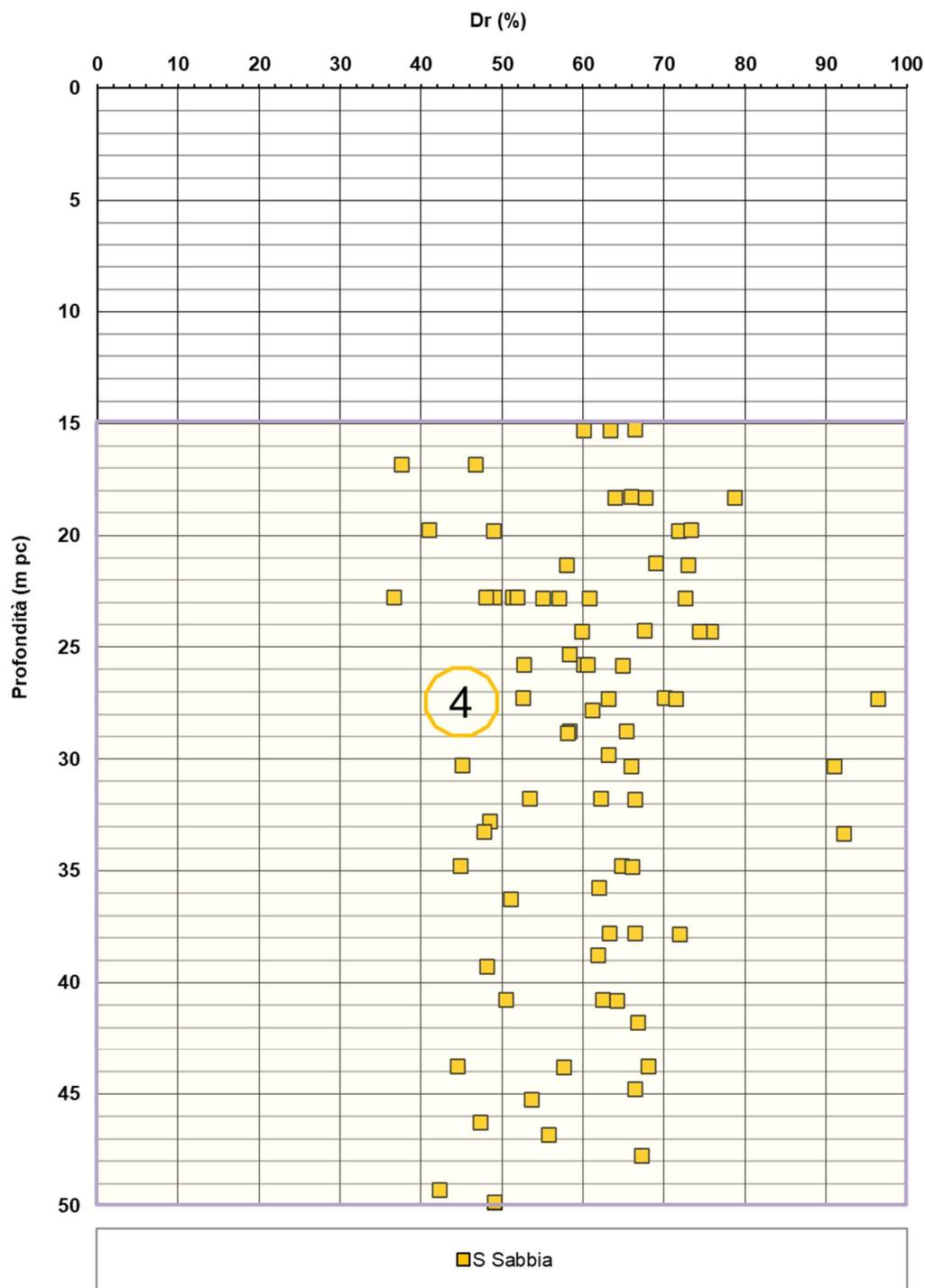


Figura 53 – Densità relativa da prove SPT Unità 4 tra pk 16+340 e pk 19+159

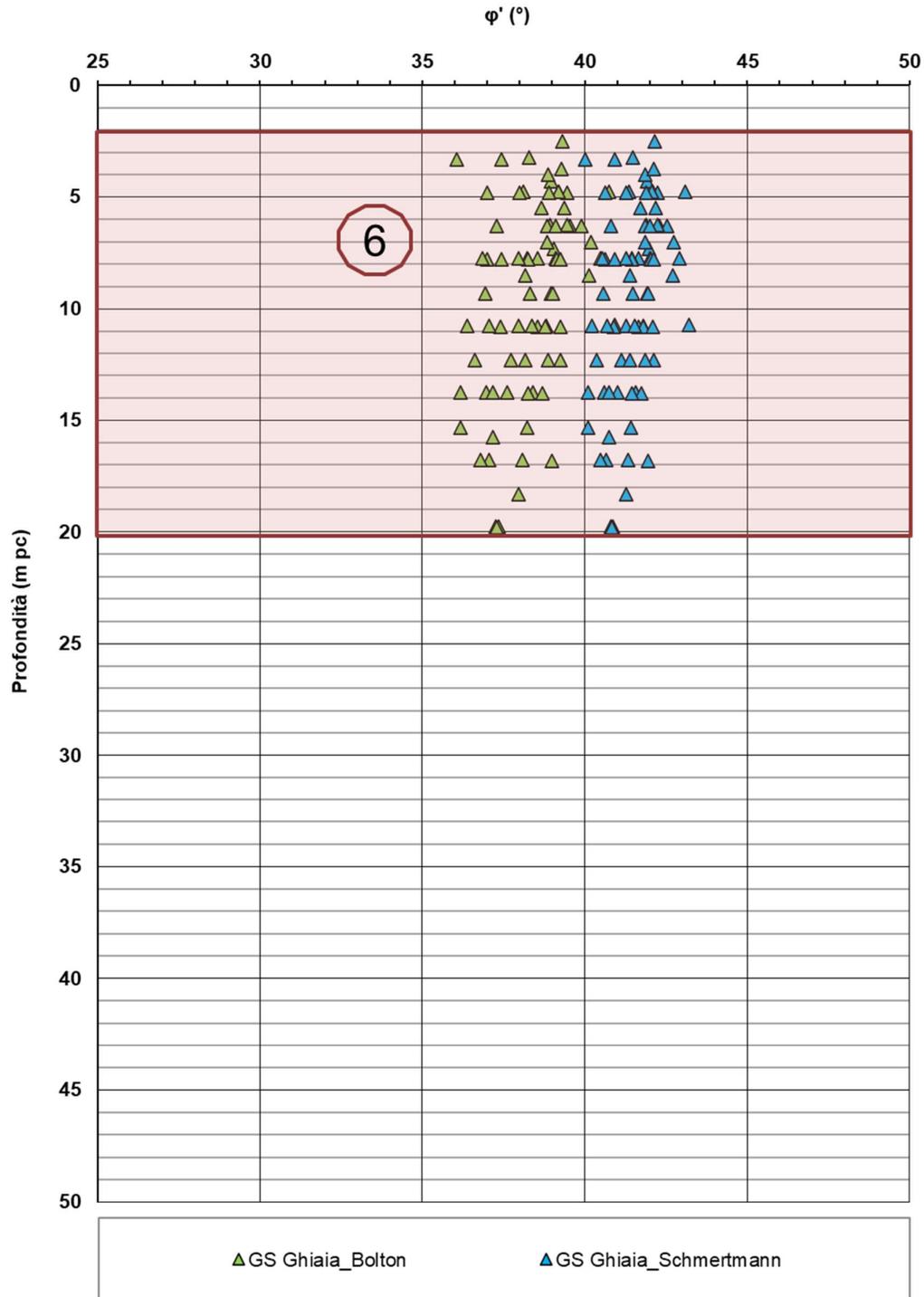


Figura 54 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 6 tra pk 16+340 e pk 19+159

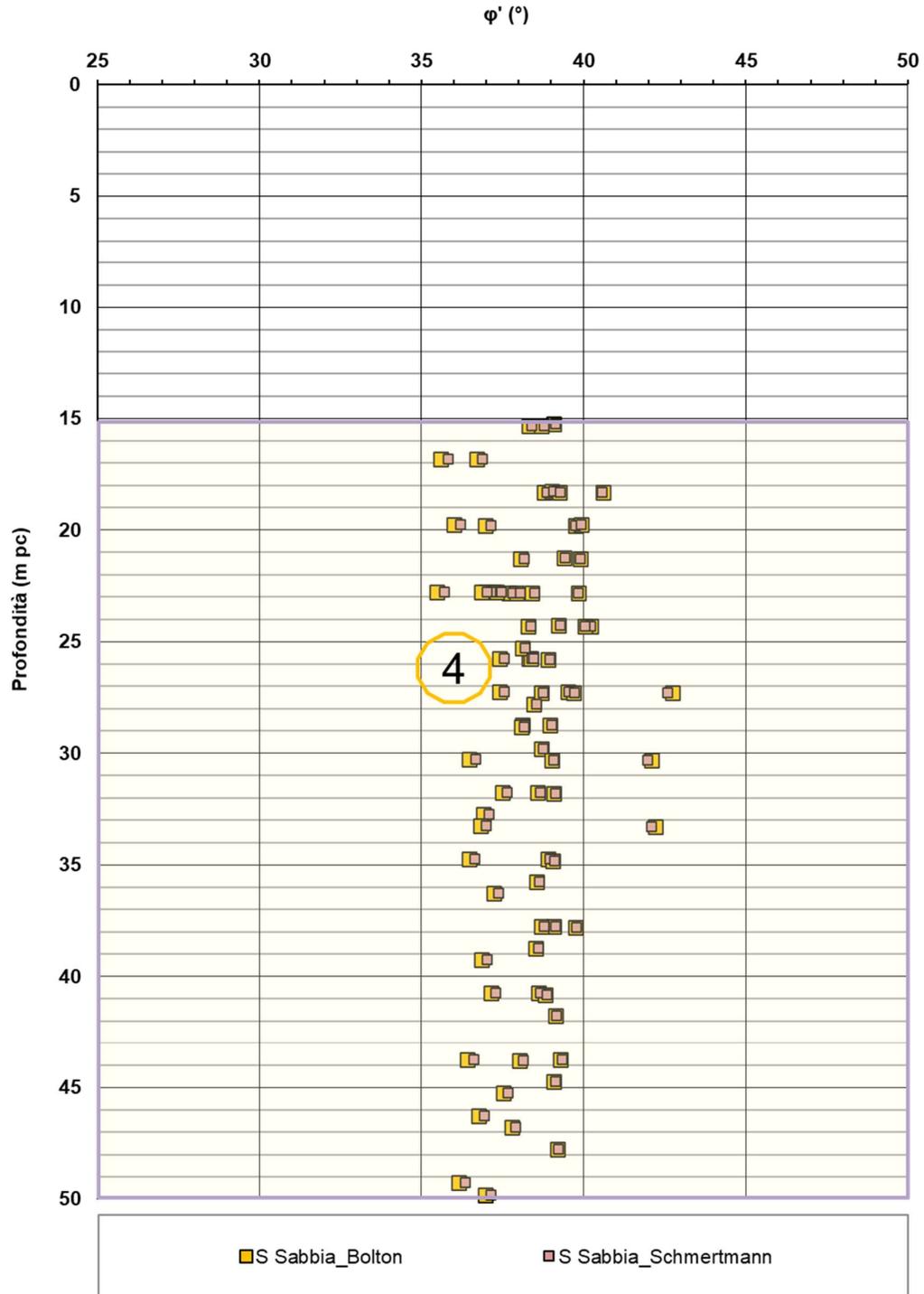


Figura 55 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 4 tra pk 16+340 e pk 19+159

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 102 di 176</p>

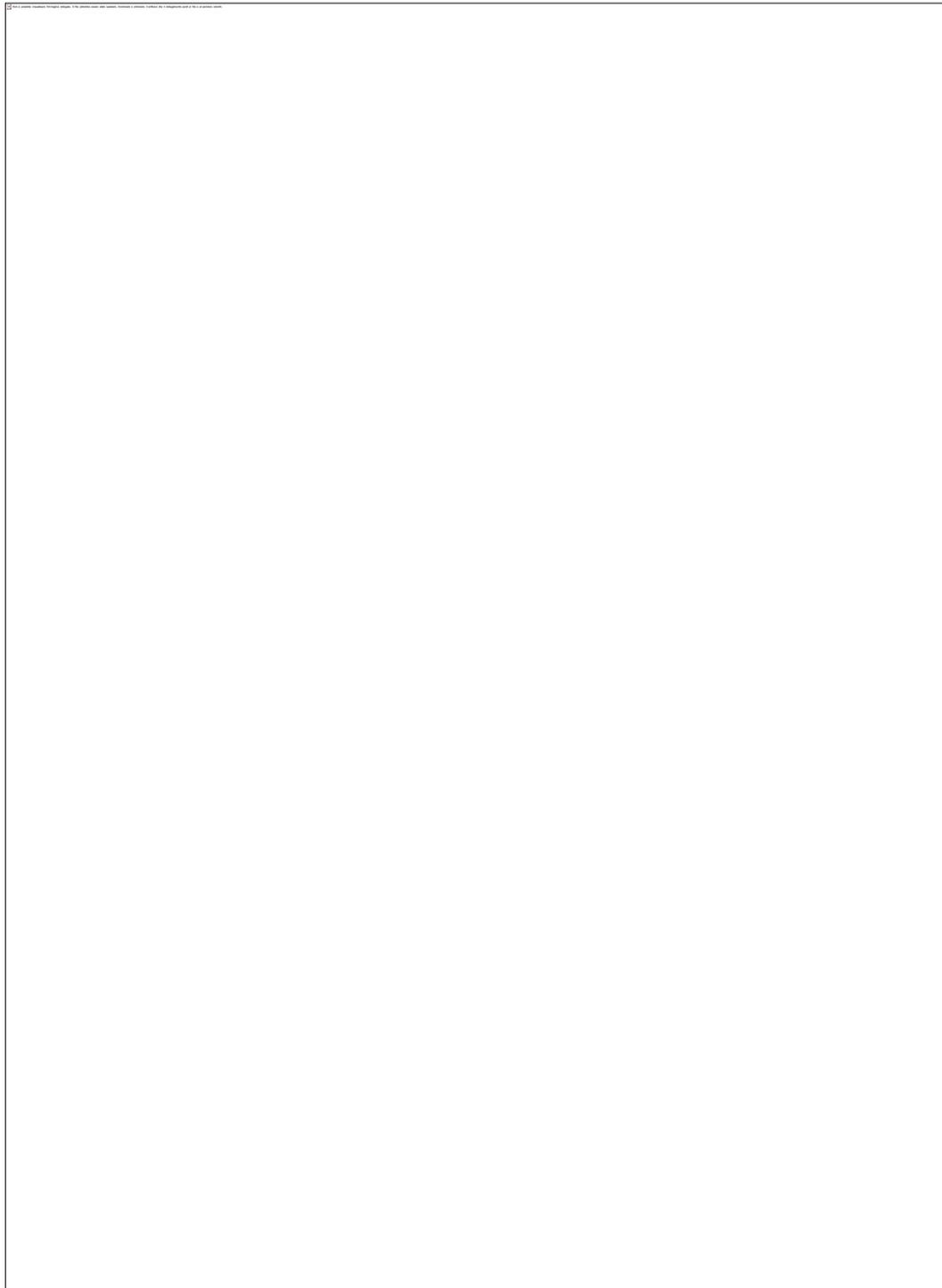


Figura 56 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 16+340 e pk 19+159

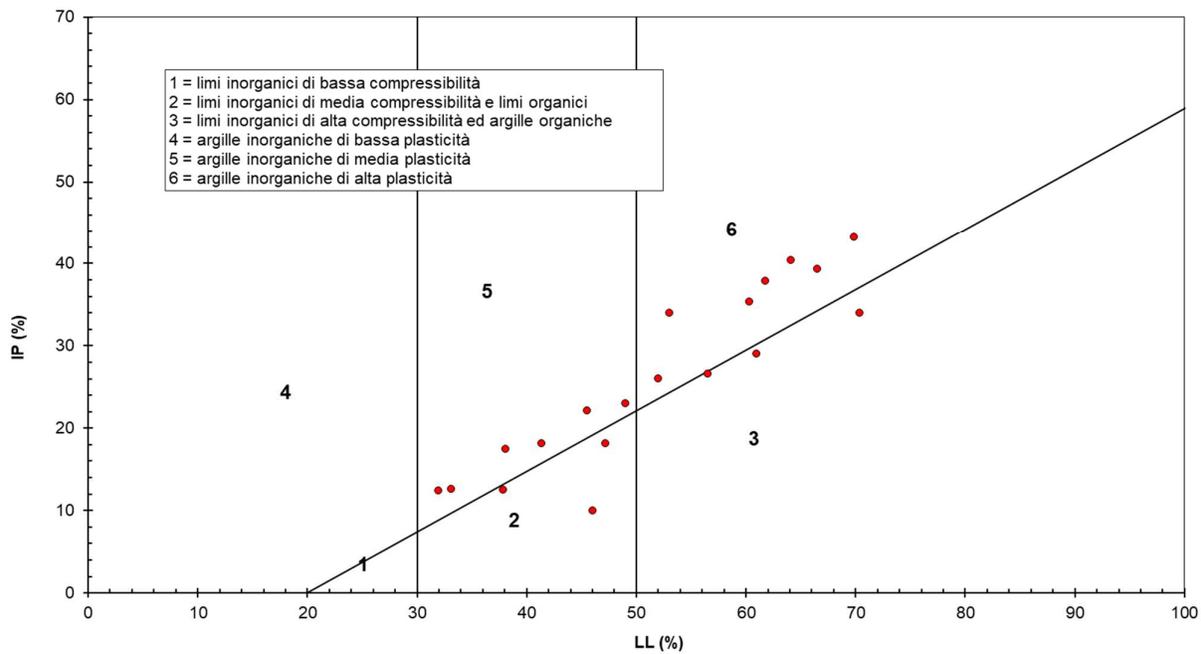


Figura 57 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi tra pk 16+340 e pk 19+159

AV/AC VERONA VICENZA

pk 13+240 - pk 20+000

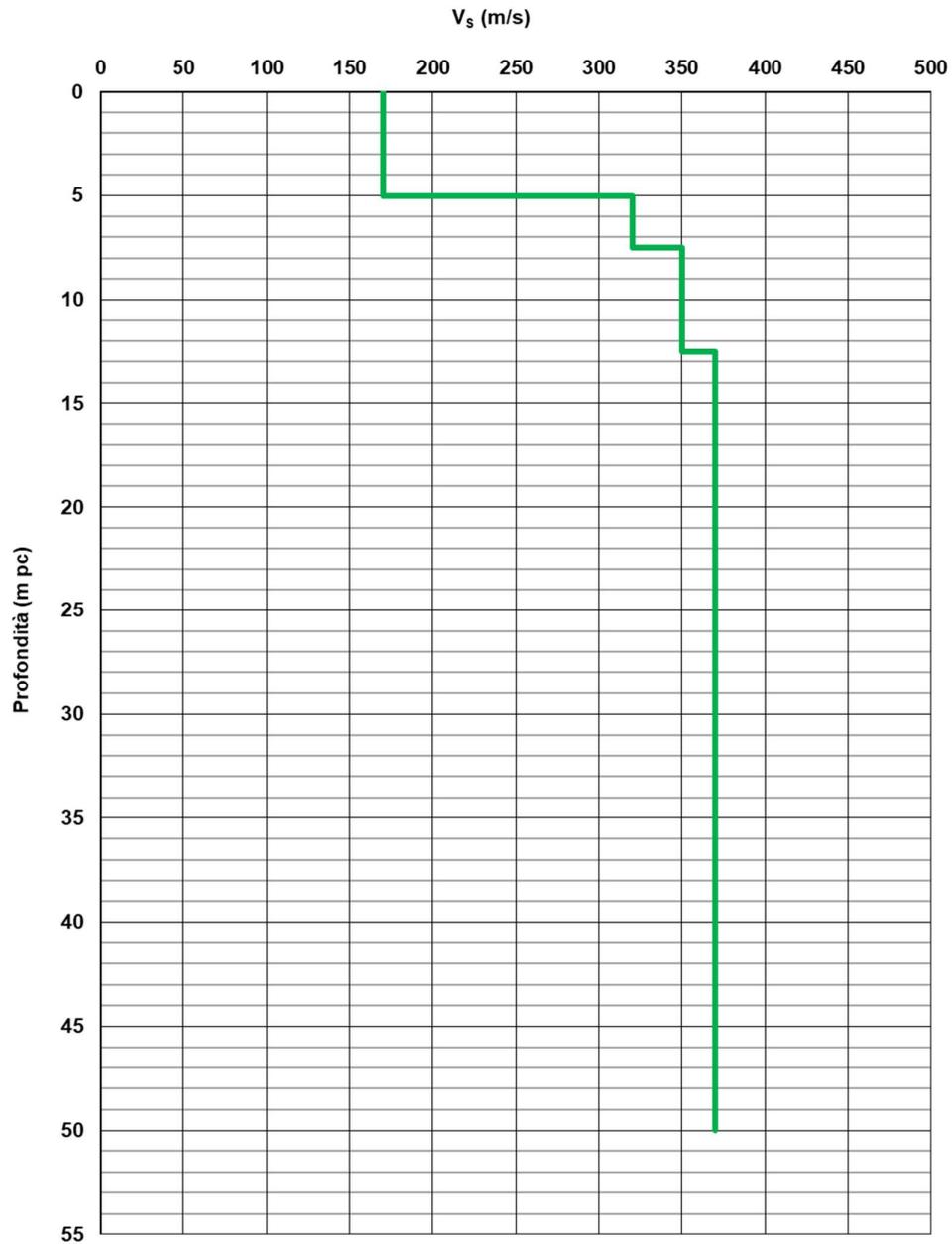


Figura 58 – Profilo di velocità V_s tra pk 13+240 e pk 20+000 (Doc. rif.[5])

AV/AC VERONA VICENZA

pk 13+240 - pk 20+000

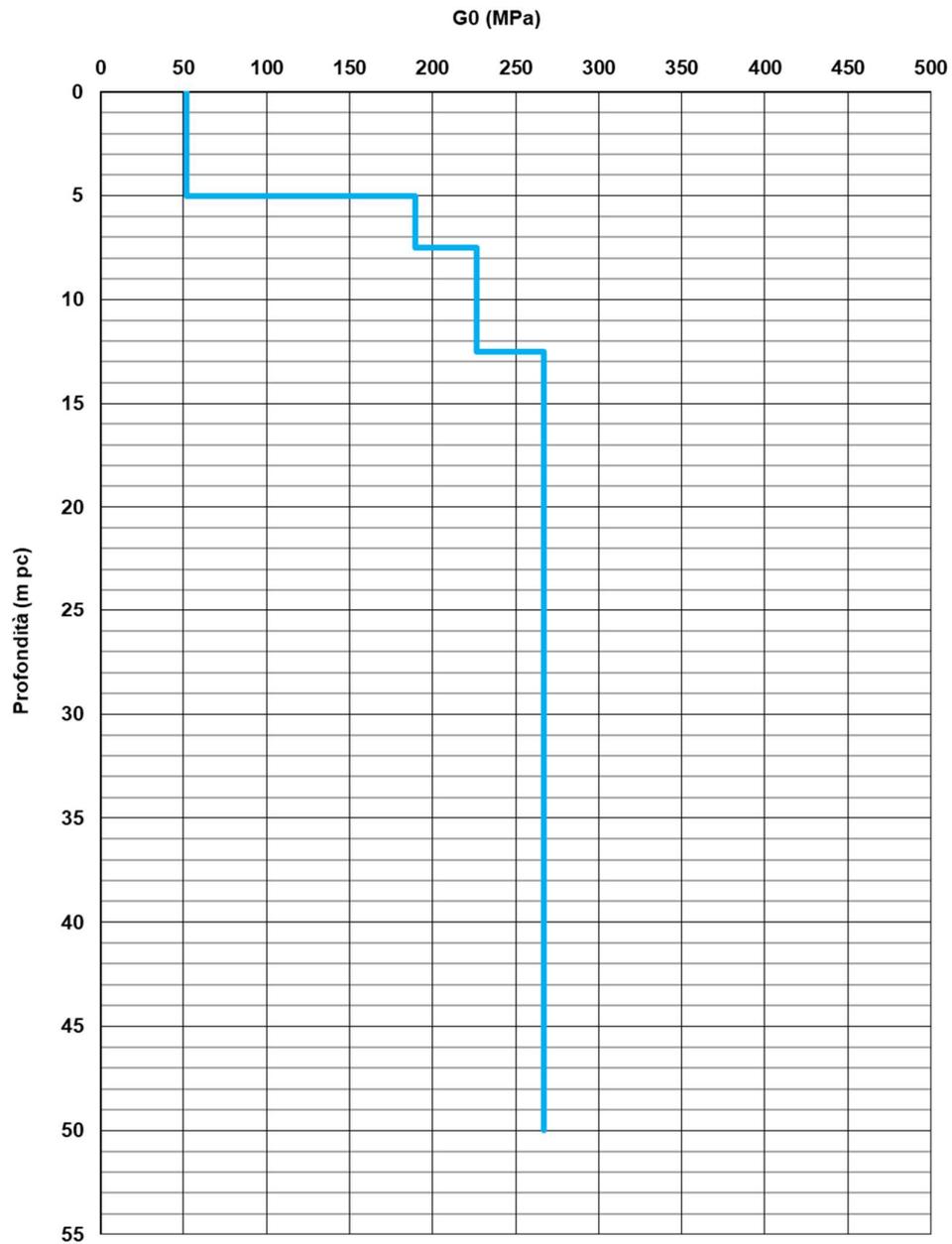


Figura 59 – Modulo di taglio G₀ tra pk 13+240 e pk 20+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 106 di 176

6.7 Tratto compreso fra pk 19+159 e pk 21+990 (spalla Est Vi Alpone)

Il tratto in questione include il Viadotto Alpone, fino al termine della tratta esaminata e si estende per circa 2800 m.

Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 20 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH, SP, SPA), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche, pozzetti esplorativi (PT) e prove geofisiche tipo down-hole (DH), cross-hole (CH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati (Doc. rif. [7], [8], [9], [11] e seguenti).

Tabella 20 - Indagini tra pk 19+159 e pk 21+990

Progressiva Pk	Indagini ID	Campagna Anno
19+360	BH7V	2015
19+510	CPTU12V	2015
19+820	BH8V	2015
19+820	CPTU13V e CPTU13Vbis	2015
19+900	CPTU-PE-21ter	2020-2021
20+005	CPTU-PE-22	2020-2021
20+008	BH-PE-39	2020-2021
20+010	BH-PE-38Bis	2020-2021
20+012	PT-PE-07bis	2020-2021
20+020	CPTU14V e CPTU14Vbis	2015
20+150	BH9V	2015
20+275	CPTU15V e CPTU15Vbis	2015
20+300	P12	2015
20+383	BH-PZ-PE-40	2020-2021
20+570	BH10V	2015
20+580	CPTU17V e CPTU17Vbis	2015
20+600	CPTU16V e CPTU16Vbis	2015
20+677	BH-DH-PE-41	2020-2021
20+680	BH11V	2015
20+930	CPTU19V	2015
20+940	BH12V	2015
21+100	CPTU20V	2015
21+119	BH-PE-42	2020-2021
21+140	CPTU21V	2015
21+141	MASW-PE-09	2020-2021
21+260	BH13V	2015
21+260	CPTU22V	2015
21+375	BH14V+CH3V	2015
21+550	CPTU23V	2015
21+630	P13	2015
21+640	CPTU24V e CPTU24Vbis	2015
21+677	BH-PE-43	2020-2021
21+870	CPTU25V	2015
21+870	BH15V	2015

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 107 di 176</p>

La Figura 60 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme dei dati, che verranno comunque interpretati separatamente per ogni Unità individuata, fornisca un utile quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche in questo intervallo di progressive si possono identificare due tratti distinti e la successione può essere così definita:

- Un primo tratto, che va dalla progressiva 19+159 fino a circa la 21+100 (CPTU20V, BH-PE-42), nel quale i depositi superficiali diventano a predominante natura argillosa (unità 3b), e si inspessiscono; raggiungendo i 10 m di altezza sulla spalla del Viadotto Alpone. Proseguendo, tali depositi mantengono quindi uno spessore variabile fra 10 e 15, e raggiungono un massimo in corrispondenza delle due indagini citate, dove lo spessore complessivo è di quasi 20 m. All'interno di questo primo tratto, sotto la coltre argillosa tenera, si trova uno strato di ghiaia continuo, di 6÷8 m di spessore, fino ad una profondità da p.c che si mantiene costante nell'ordine dei 20 m (Unità 6). Al disotto delle ghiaie e fino alle massime profondità indagate (50 m) vi è uno strato di sabbie (Unità 4), talora intercalato da un livello limoso-argilloso compatto (unità 2) di un paio di metri di spessore a profondità comprese fra i 25 e i 30 m da p.c.
- Dalla progressiva 21+100 circa, e fino alla fine del tratto considerato (spalla est dell'Alpone), lo strato superiore viene in pratica sostituito da uno strato a predominante natura sabbiosa (Unità 4), di una quindicina di metri di spessore, a tratti con fitte intercalazioni fini, a sua volta seguito da uno strato di depositi coesivi teneri (Unità 3a e Unità 3b), dello spessore di circa 5 m, fino alla profondità di 20 m. L'Unità 4, nella sua parte inferiore (fra 10 e 15 m circa da p.c.) viene pian piano arricchito in componente fine, spostandosi verso la spalla Est dell'Alpone. In questo secondo tratto, la ghiaia scompare, e il suo posto viene preso, fino alle massime profondità indagate (50 m) da uno strato di sabbie (Unità 4). Anche in questo tratto, l'Unità 4 di base è interrotta da livelli argillosi compatti (Unità 2) di spessore maggiore rispetto al primo tratto, e variabile fra 2 e 5 m.

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 6.3, e più in particolare:

- Caratteristiche granulometriche delle diverse Unità riscontrate (Figura 61, Figura 62 e Figura 63);

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 108 di 176

- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b e Unità 2 (Figura 64 e Figura 65);
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b (in presenza di alternanze con livelli sabbiosi, Unità3a/b) /b e Unità 2 (Figura 66 e Figura 67);
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 68 e Figura 69);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 70 e Figura 71);
- Limiti di Atterberg, Carta di plasticità di Casagrande e indice di consistenza (Figura 72 e Figura 73)
- Velocità delle onde di taglio (Figura 74, per il dettaglio si rimanda[5]);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di V_s (v. Figura 75).

Sulla base di tali dati, si osserva quanto segue:

- Per quanto concerne le caratteristiche dell'Unità 3b, la Figura 72 mostra i valori dei contenuti d'acqua naturali, dei limiti di Atterberg e dell'indice di consistenza di tutti i materiali argillosi presenti nell'area. Per l'unità 3b si deve essenzialmente fare riferimento ai valori relativi ai primi 10÷15 m da p.c. Come si può notare, si tratta di limi con argilla a plasticità media e alta, talora con componente organica, con valori di LL nel campo 60÷80. Alcuni valori di LL (qui non plottati per chiarezza di illustrazione del grafico) sono dell'ordine di 150÷200, a testimonianza comunque della locale presenza di materiale a elevata componente organica. I valori del limite plastico sono dell'ordine di $LP= 20÷40$, ed i valori dell'indice di consistenza I_c sono nel range 0.4÷0.8, caratteristici di materiali da poco a mediamente consistenti. Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza al taglio e di storia tensionale, la Figura 64 e la Figura 65 illustrano i dati di laboratorio delle prove TX e EDO, e l'interpretazione delle prove CPTU nei terreni argillosi della tratta in questione. Si osserva che al disotto di una possibile crosta essiccata di 1÷2 m di spessore, si trovano terreni teneri con c_u variabili nel campo 25÷50 kPa. I valori di tensione di preconsolidazione variano nel campo 100÷200 kPa, con valori di OCR che decrescono con la profondità, a partire da un range di 2÷3 alla sommità dello strato, e si approssimano all'unità ($OCR = 1.1÷1.3$) avvicinandosi alla base dello strato stesso.
- A profondità maggiori si rinvengono unità costituite da sabbia limosa debolmente argillosa (Unità 4), con un contenuto di fini pari a 10÷25%, densa e che esibisce una resistenza alla penetrazione decisamente superiore a quella dei materiali soprastanti, con N_{SPT} generalmente compresi tra 20 colpi/30cm e 60 colpi/30cm, anche superiori oltre i 35 m p.c. I valori di resistenza alla punta q_c

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 109 di 176

oscillano fra 10 e 20 MPa. Nella parte sommitale si hanno valori fra il 40 e l'80%, mentre più in profondità compresi fra il 30 e 60%. Si stimano angoli di attrito compresi tra 37° e 40°.

- Nella porzione occidentale del viadotto, tra i depositi coesivi più superficiale e l'unità sabbiosa densa si rinvencono livelli costituiti da ghiaie con sabbia limose (Unità 6), con contenuto di fini che può arrivare fino al 40%. Il materiale risulta essere da poco a mediamente addensato, con N_{SPT} variabili tra 20 colpi/30cm e 70 colpi/30cm. Si calcolano densità relative di 30-50% e si stimano angoli di attrito compresi tra 37° e 40°.
- Il profilo di V_s derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [5]) 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. Si stima che nella parte sommitale di inizio tratto (fra la 20 e 21, ove la parte sommitale è occupata da materiali tenerti argillosi), i valori di V_s possano anche essere più bassi, dell'ordine dei 100-120 m/s. A partire dal profilo di V_s si definisce un modulo di taglio alle piccole deformazioni (G_0) che cresce con la profondità da 30-60 MPa fino a 300 MPa, a 40 m pc.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

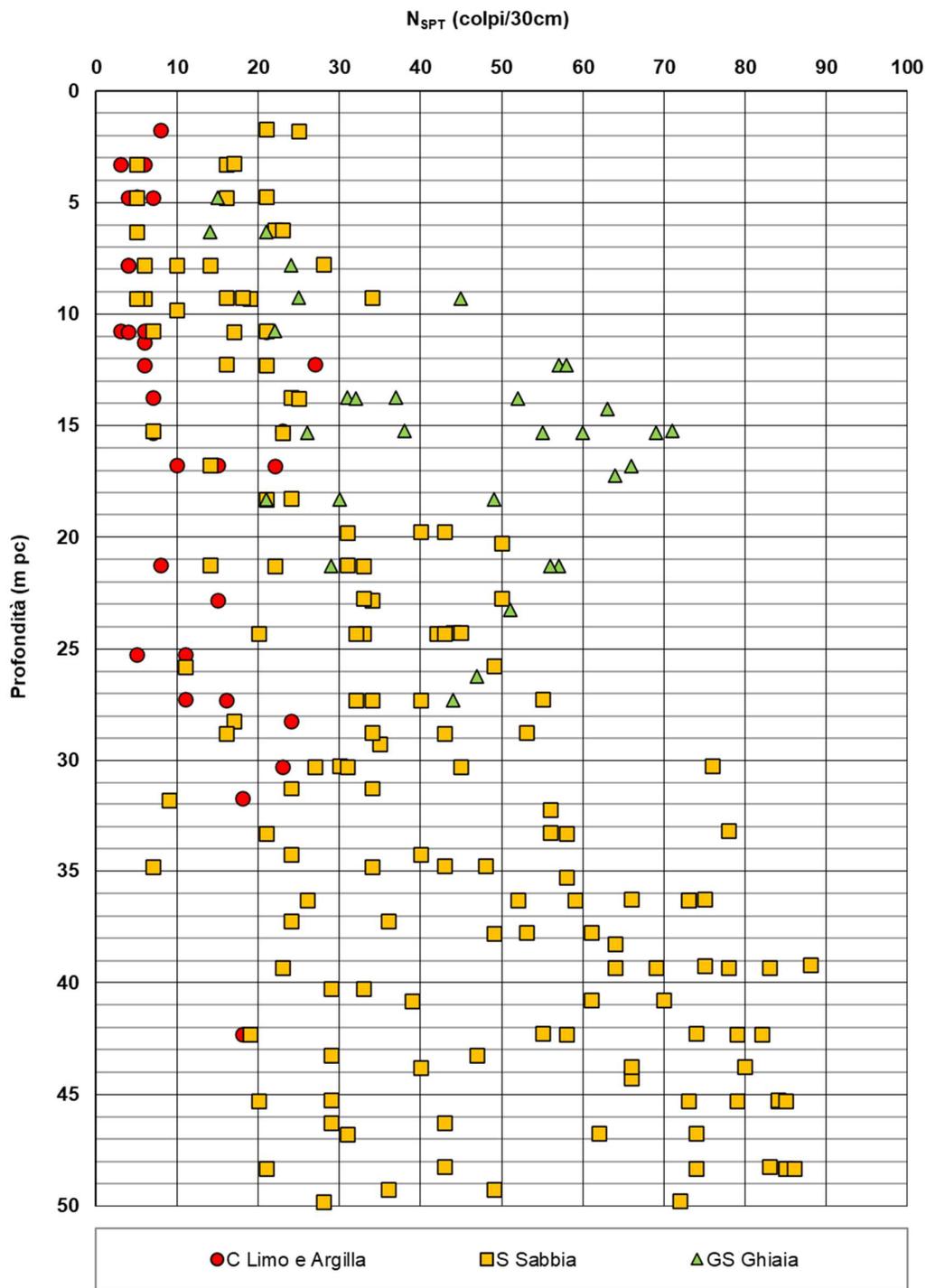


Figura 60 – Esito delle prove SPT tra pk 19+159 e pk 21+990

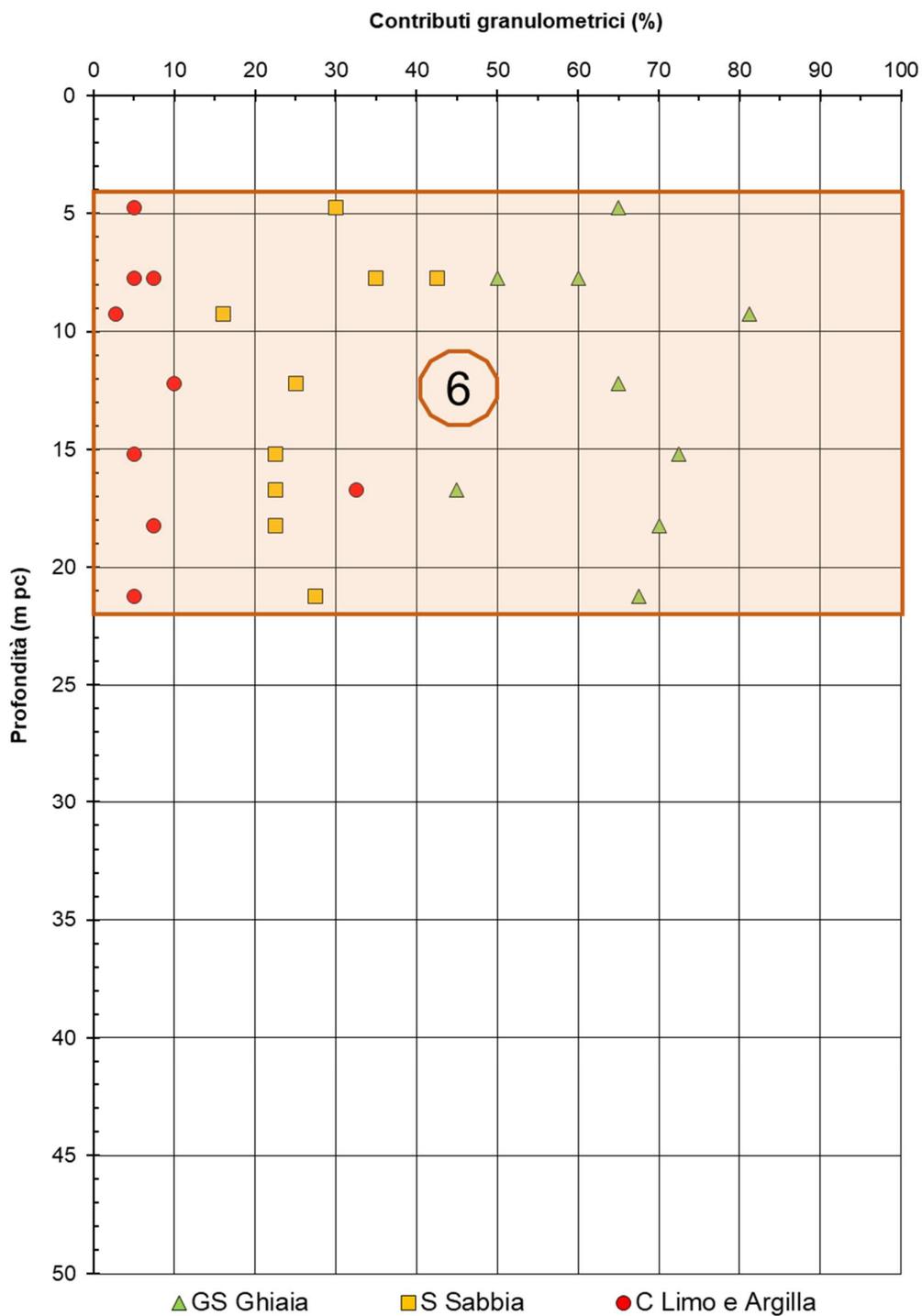


Figura 61 – Caratteristiche granulometriche Unità 6 tra pk 19+159 e pk 21+990

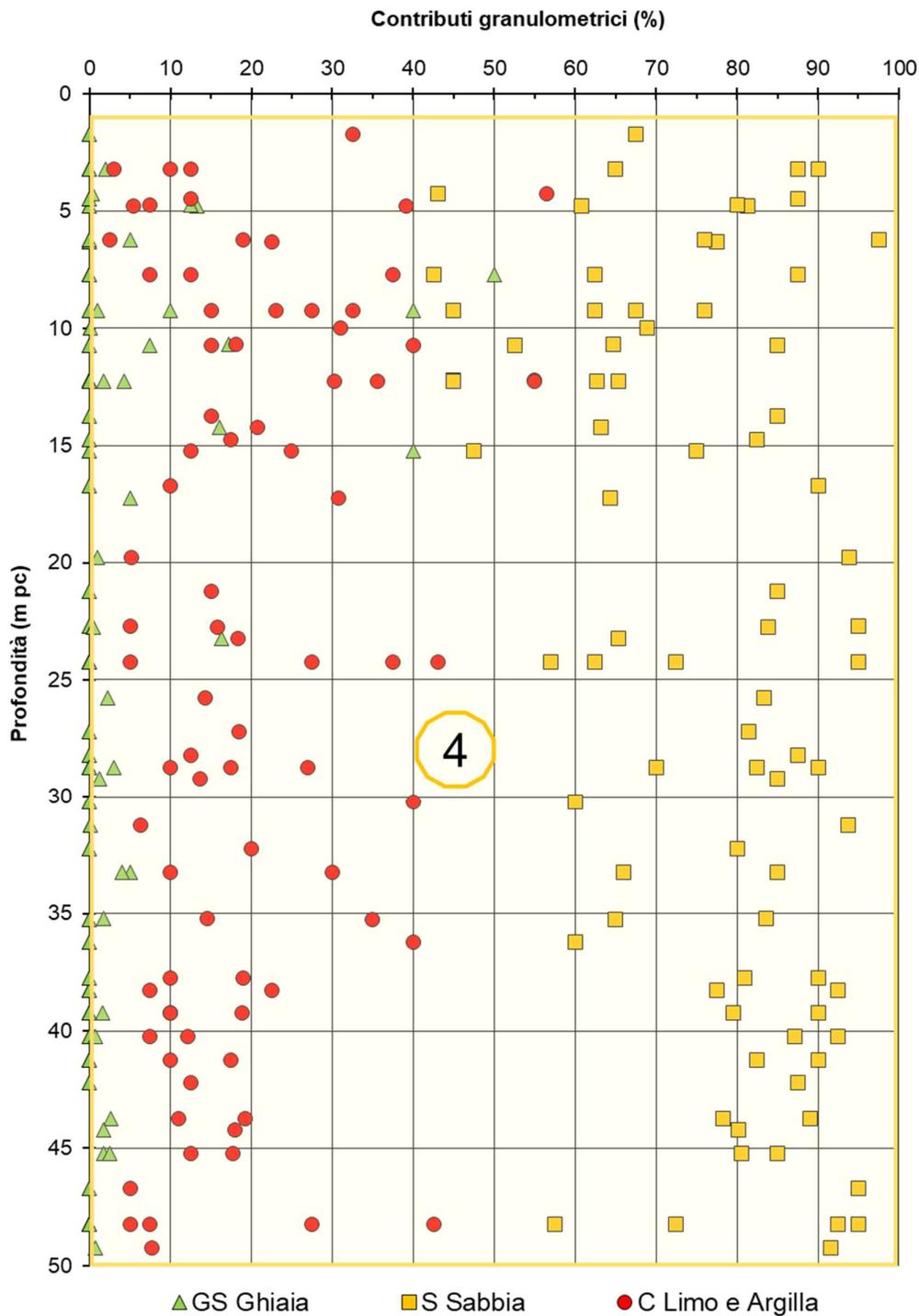


Figura 62 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 19+159 e pk 21+990

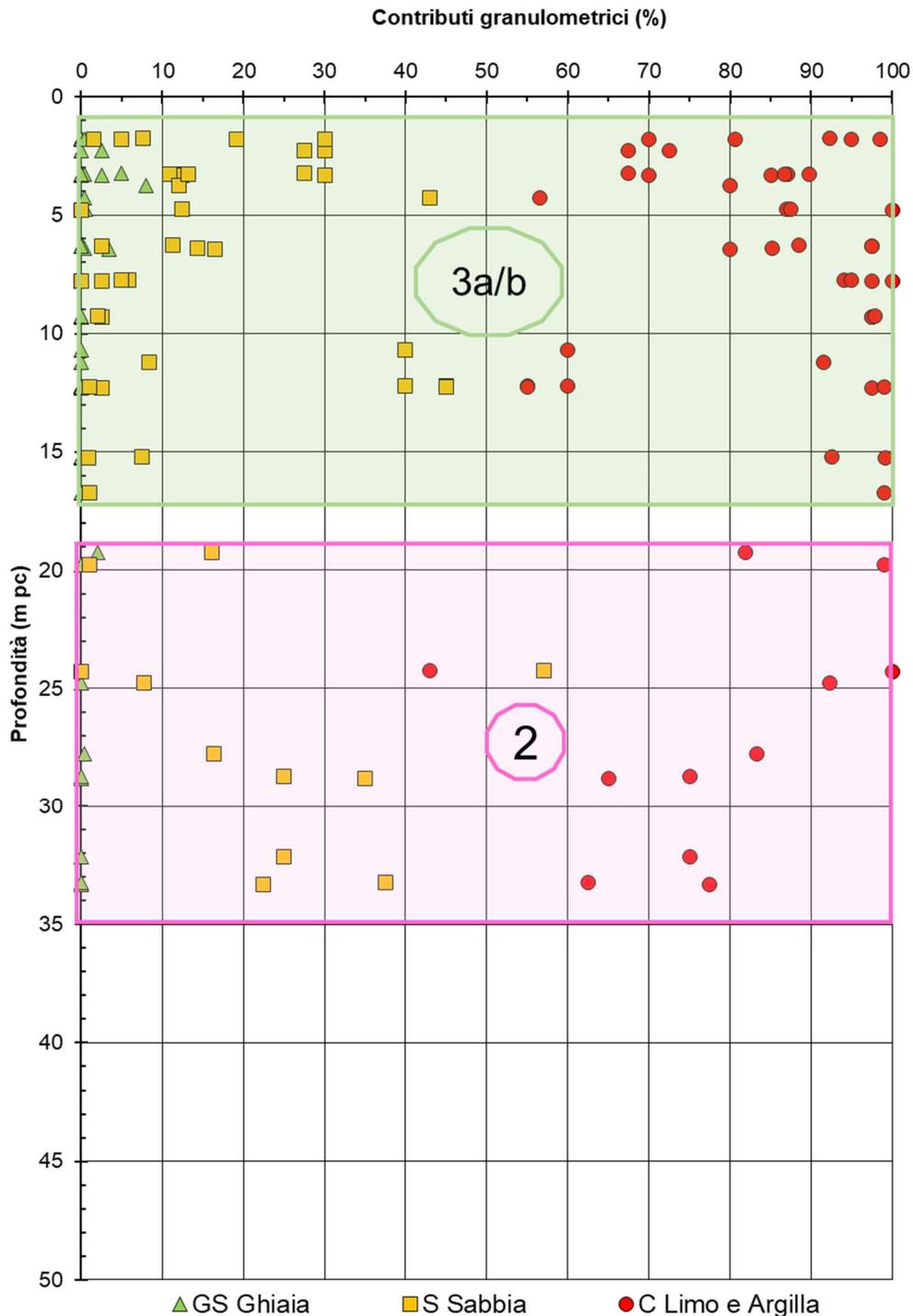


Figura 63 – Caratteristiche granulometriche Unità 6 tra pk 19+159 e pk 21+990

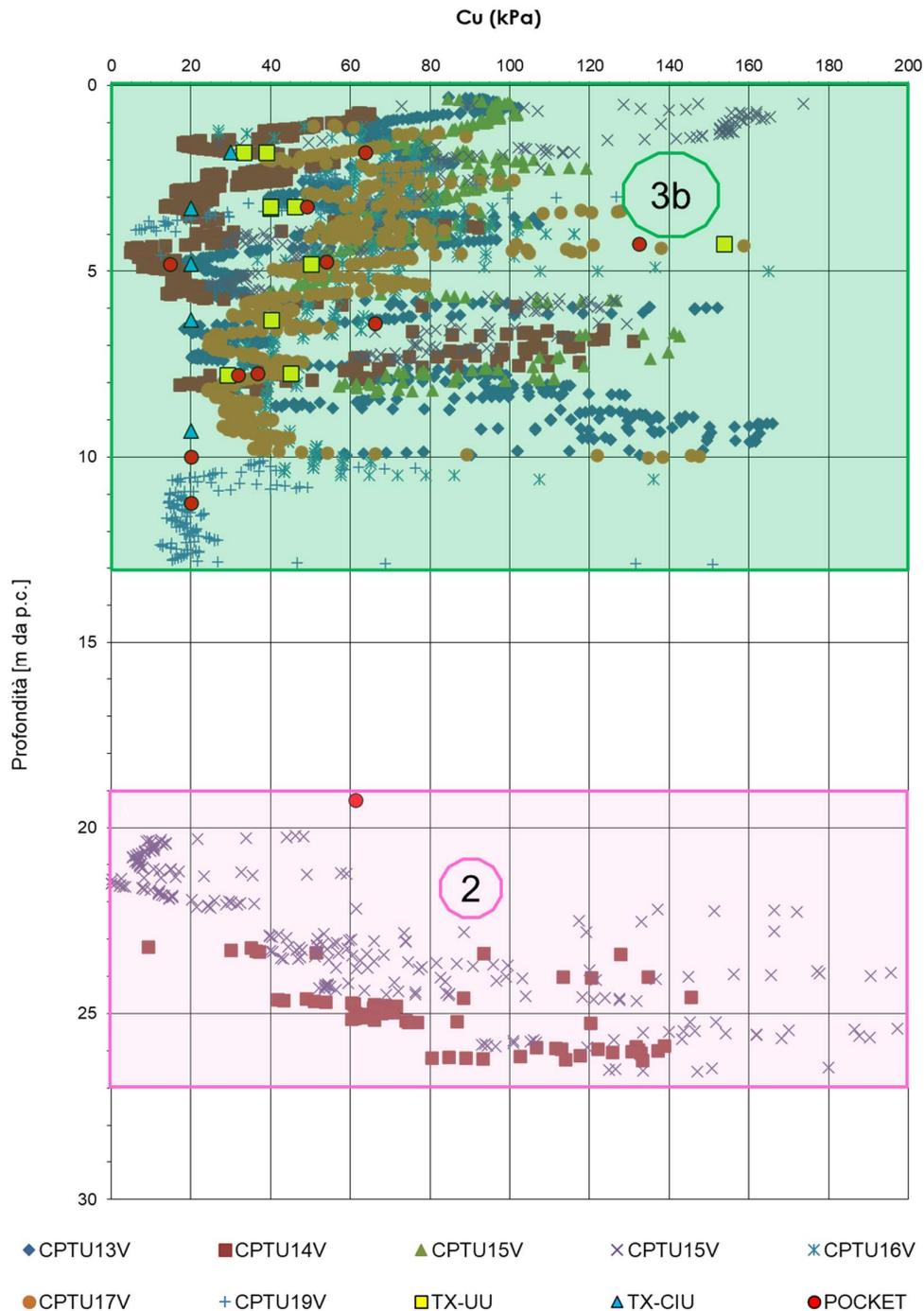


Figura 64 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b e Unità 2 tra pk 19+159 e pk 21+100

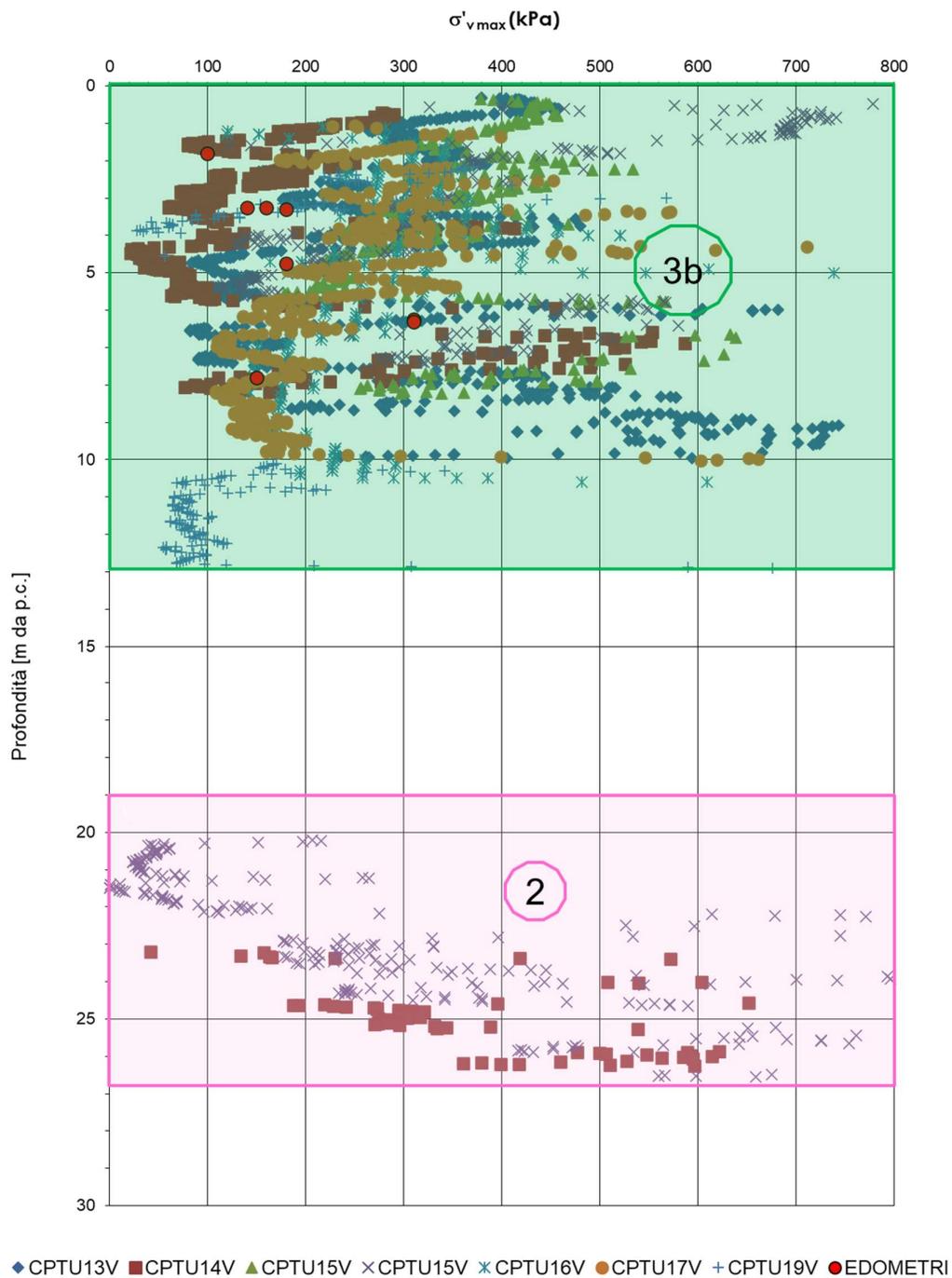


Figura 65 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b e Unità 2 tra pk 19+159 e pk 21+100

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RBGE0000002C

Foglio

116 di
176

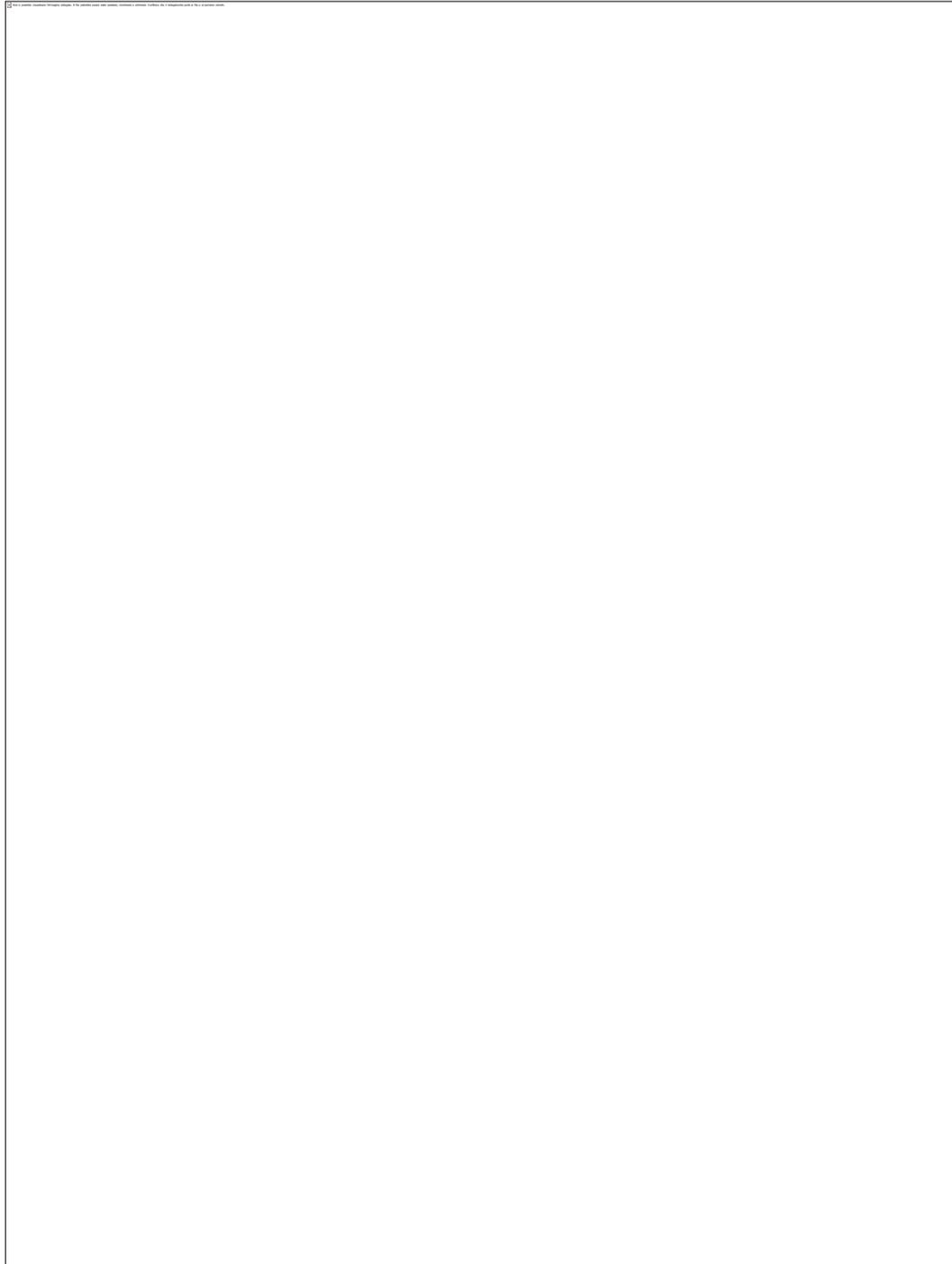


Figura 66 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b, Unità 3a/b e Unità 2 tra pk 21+100 e pk 21+990

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RBGE0000002C

Foglio

117 di
176

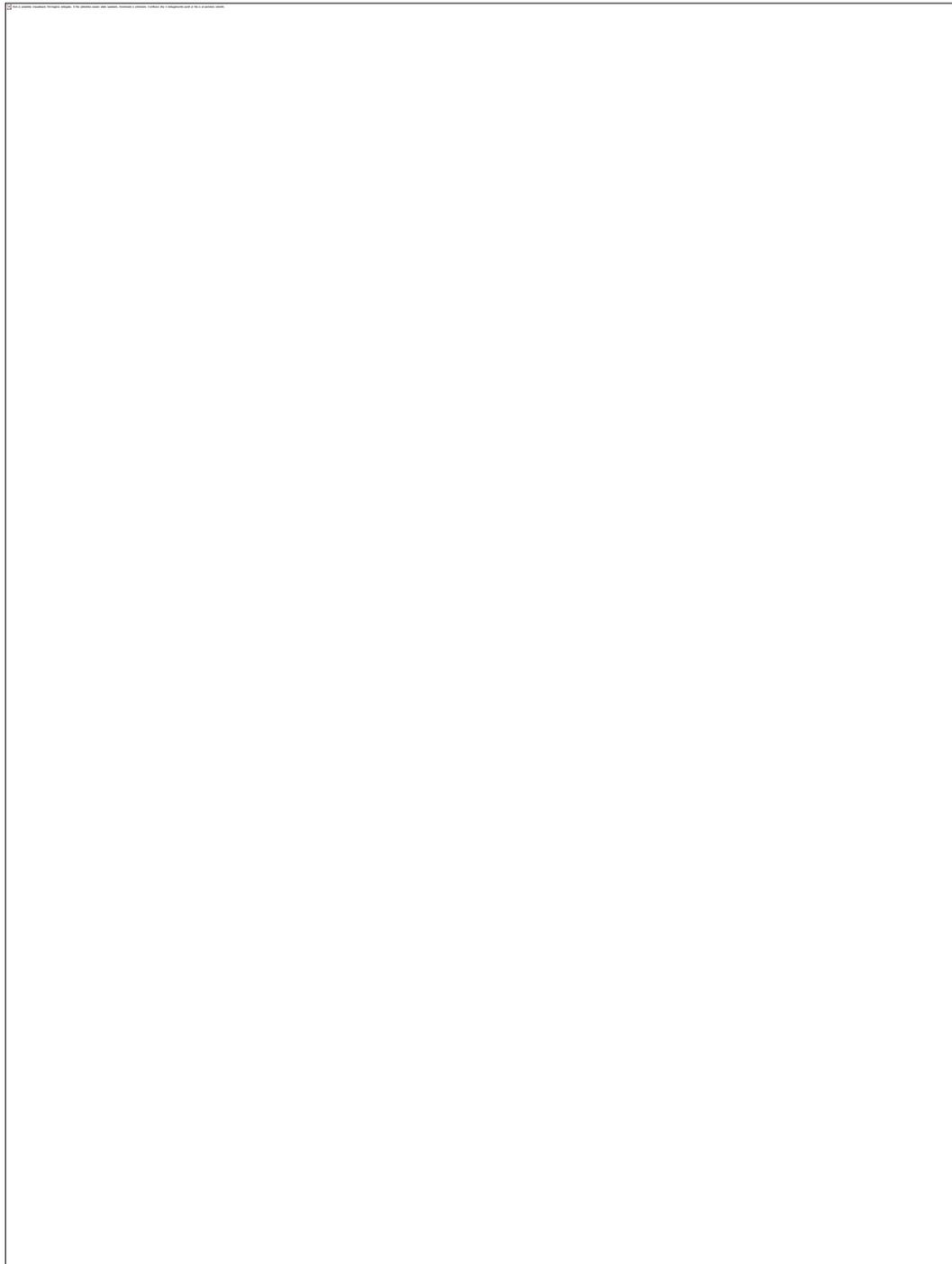


Figura 67 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b, Unità 3a/b e Unità 2 tra pk 21+100 e pk 21+990

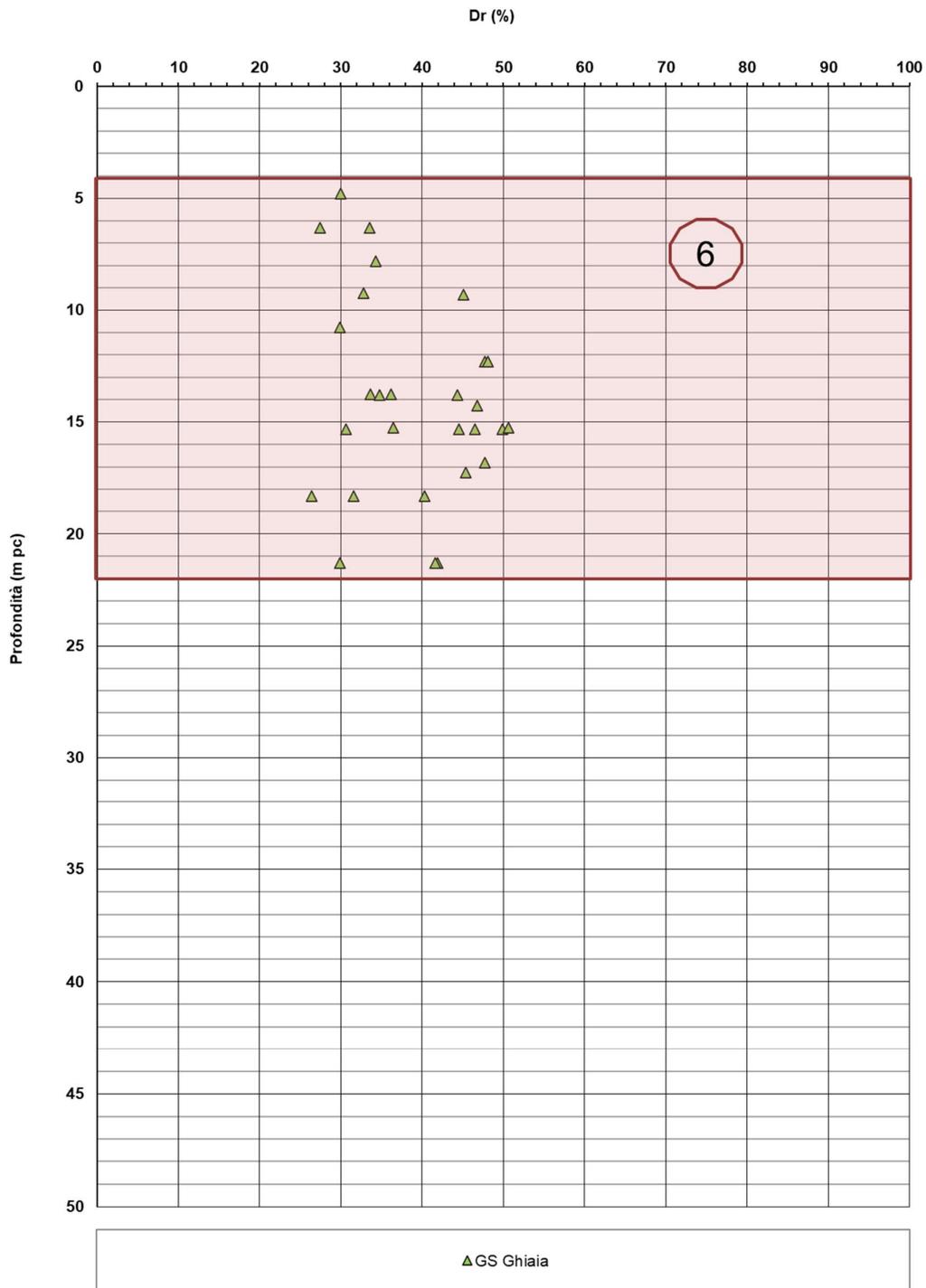


Figura 68 – Densità relativa da prove SPT Unità 6 tra pk 19+159 e pk 21+990

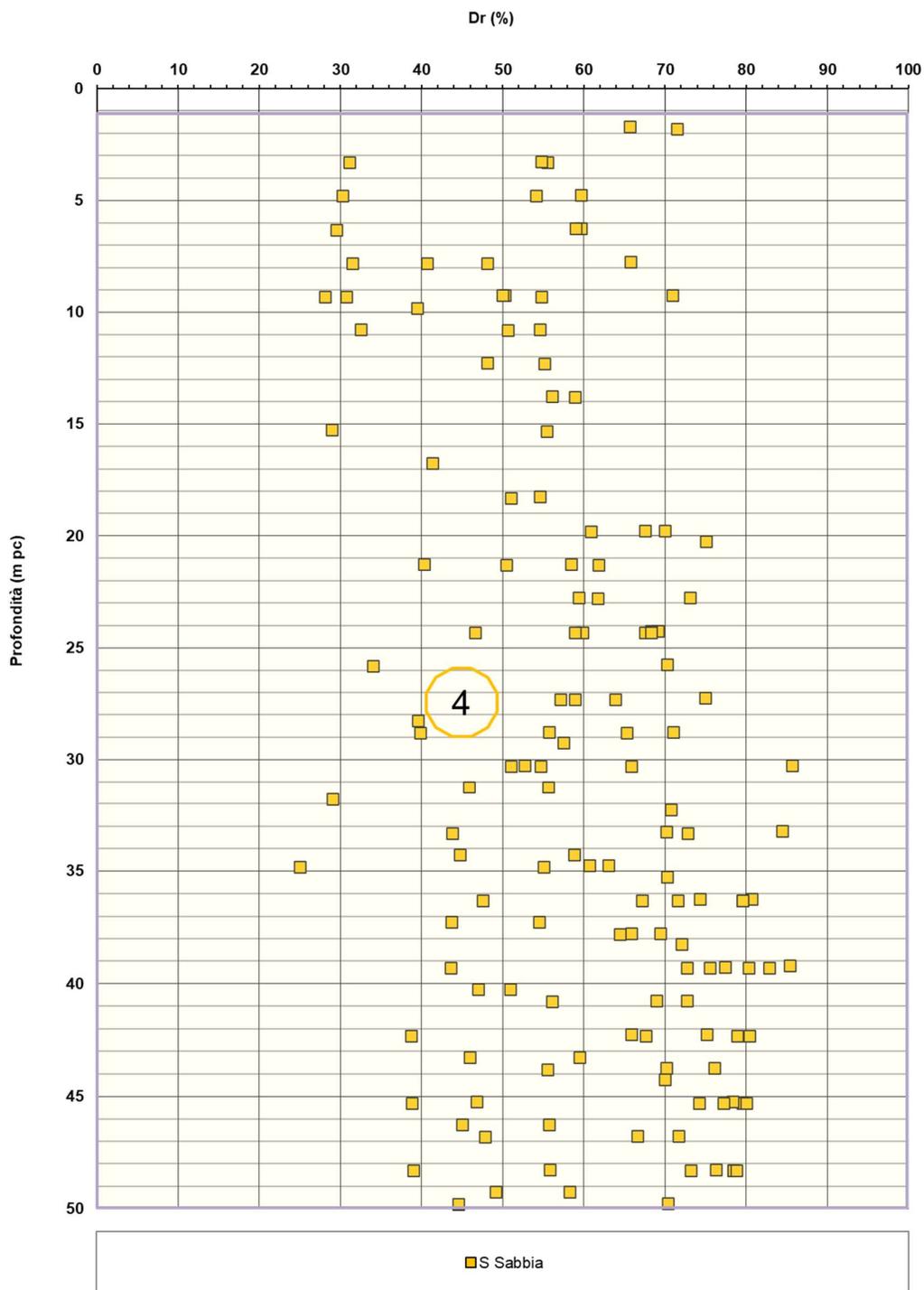


Figura 69 – Densità relativa da prove SPT Unità 4 tra pk 19+159 e pk 21+990

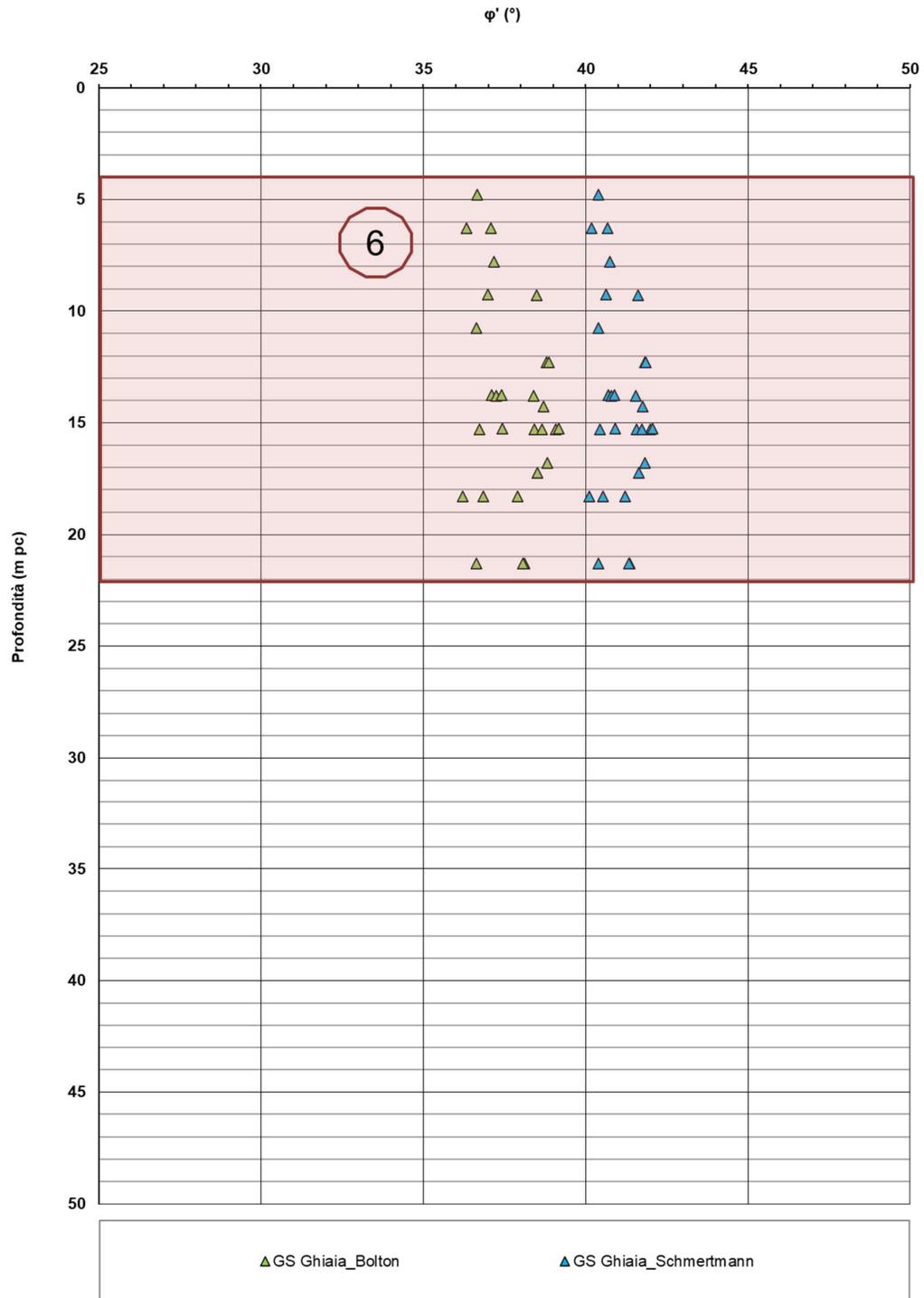


Figura 70 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 6 tra pk 19+159 e pk 21+990

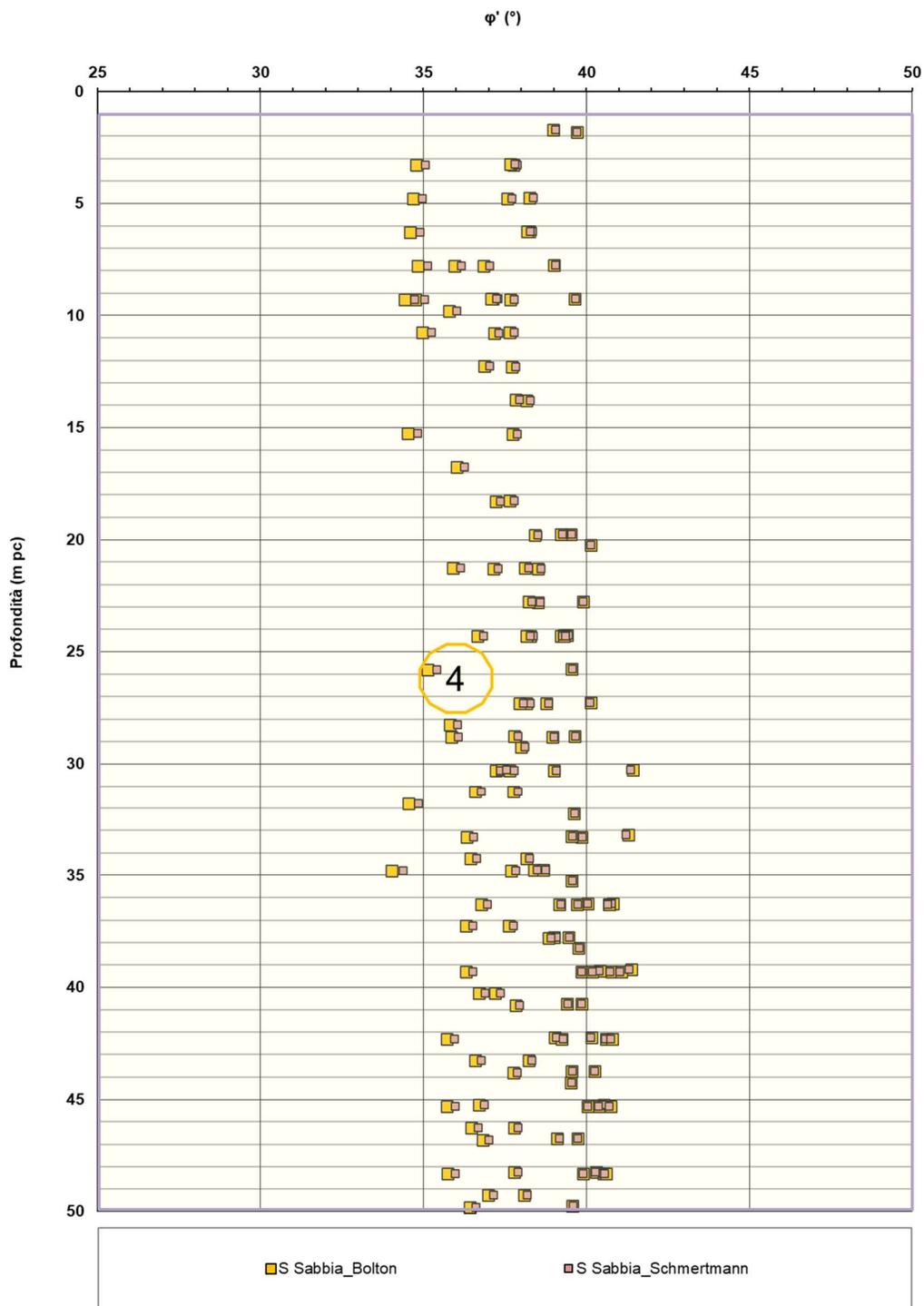


Figura 71 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 4 tra pk 19+159 e pk 21+990

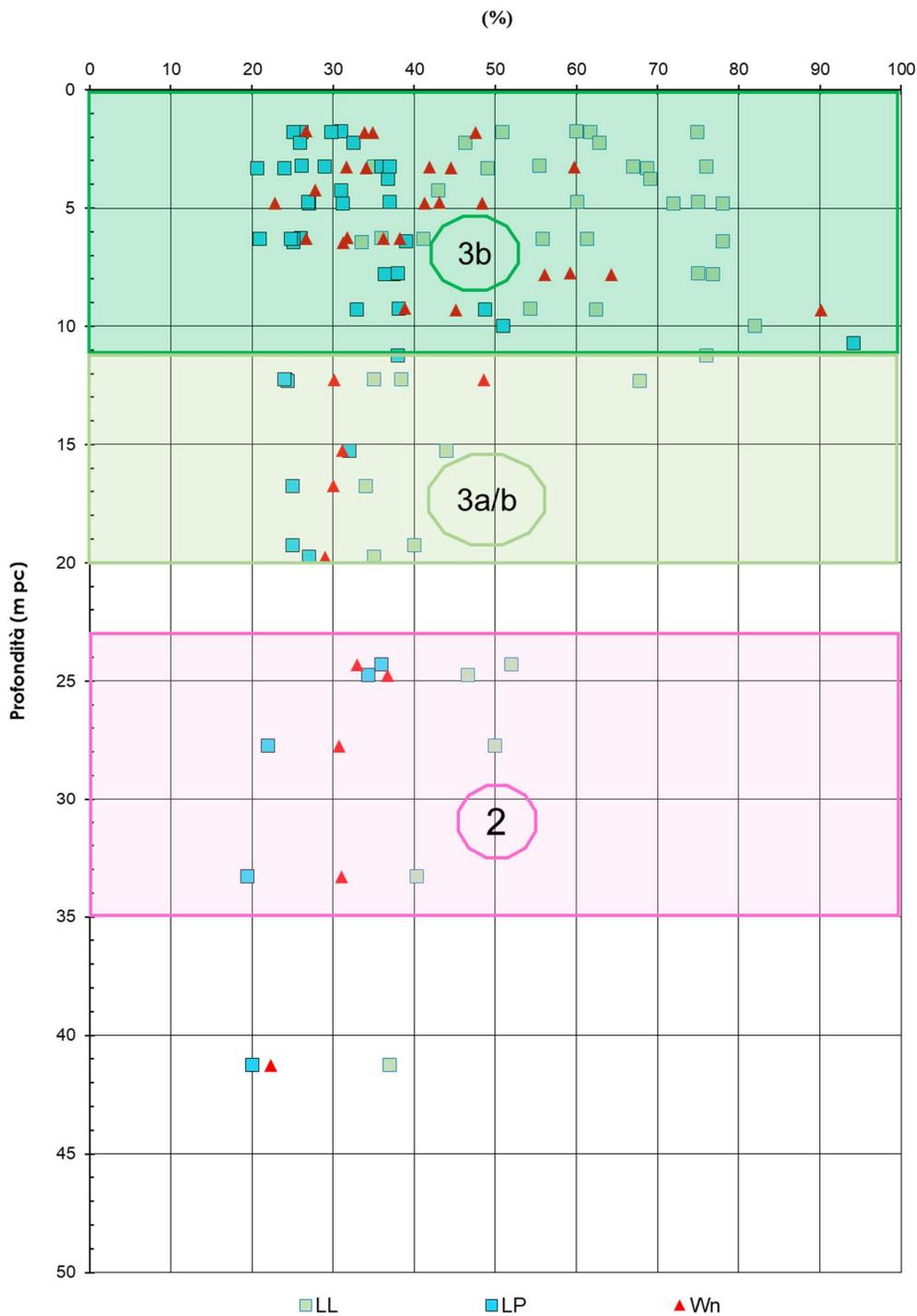


Figura 72 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 19+159 e pk 21+990

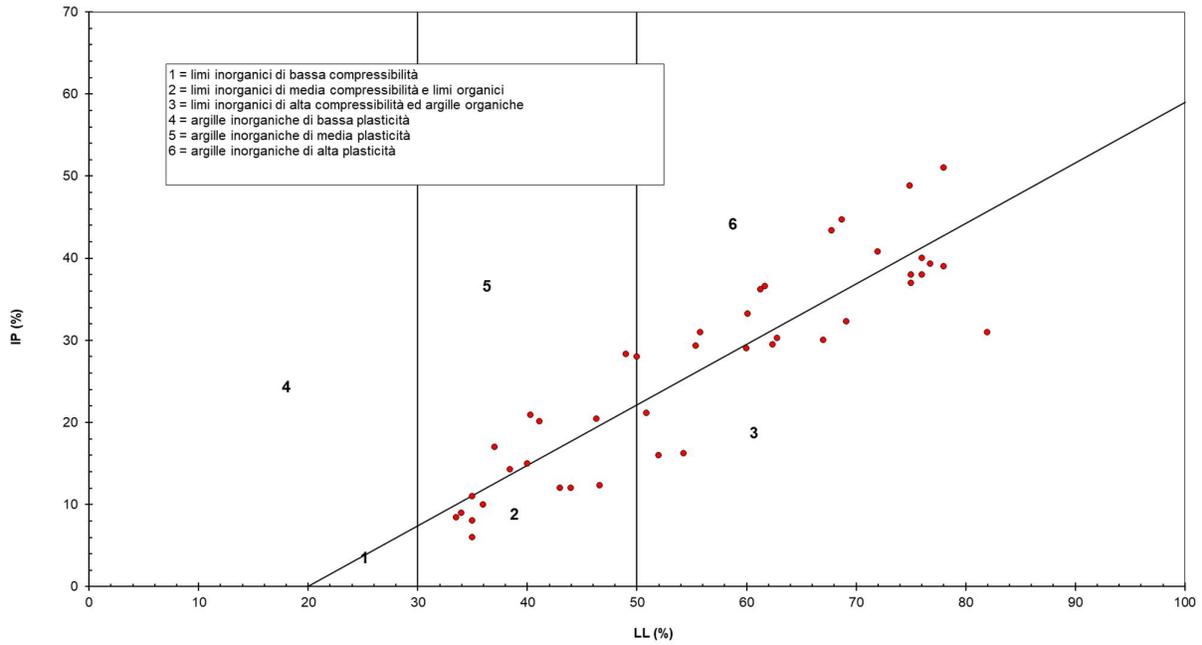


Figura 73 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi superficiali tra pk 19+159 e pk 21+990

AV/AC VERONA VICENZA

pk 20+000 - pk 24+000

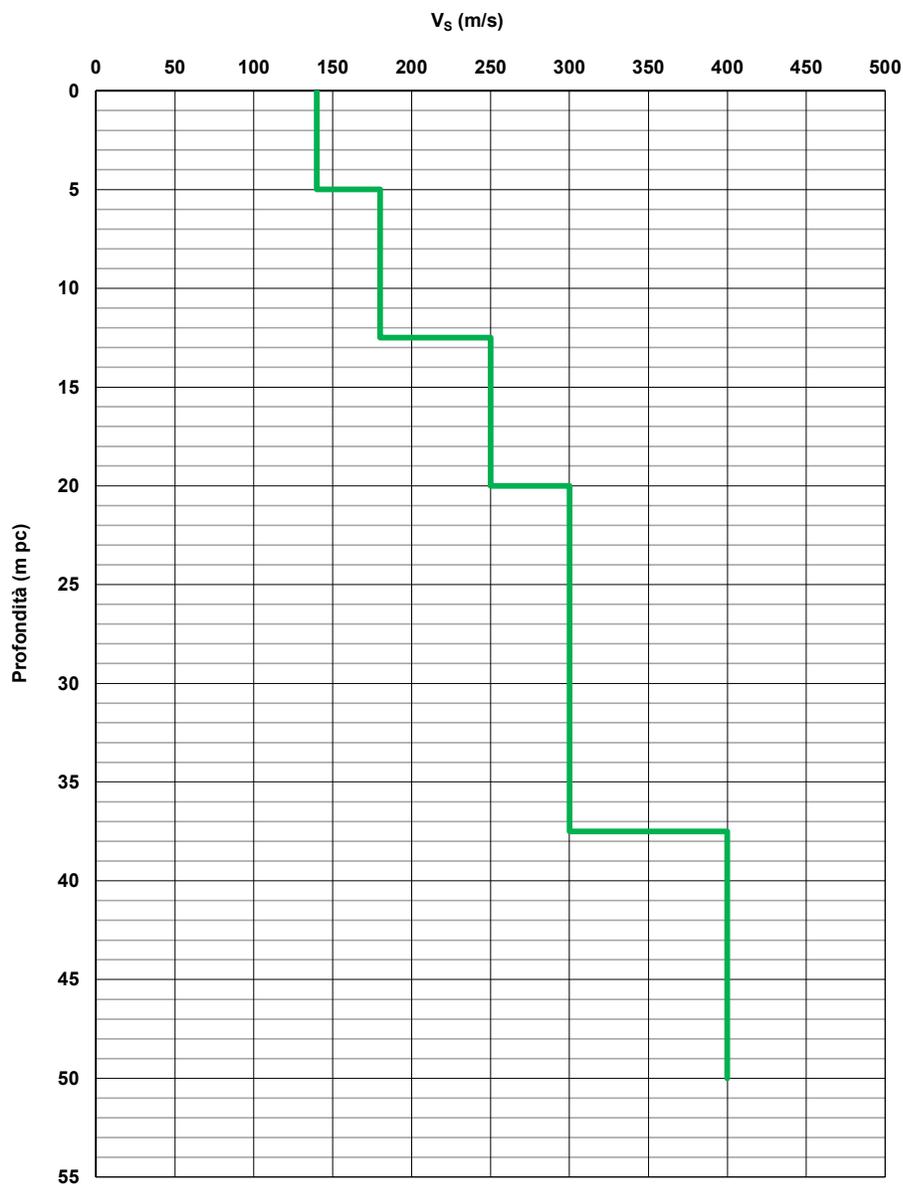


Figura 74 – Profilo di velocità V_s tra pk 20+000 e pk 24+000 (Doc. rif. [5])

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RBGE0000002C

Foglio

125 di
176

AV/AC VERONA VICENZA

pk 20+000 - pk 24+000

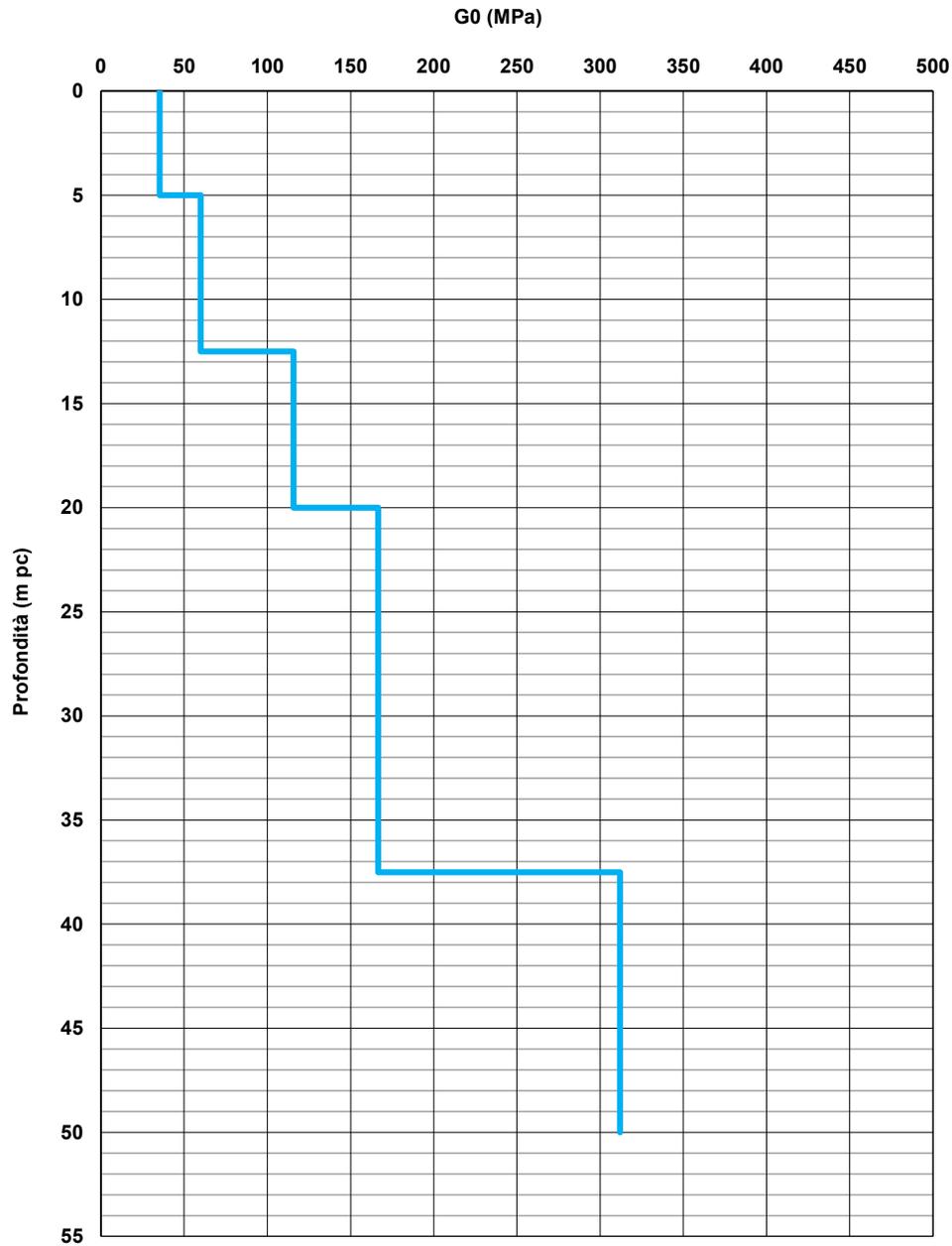


Figura 75 – Modulo di taglio G_0 tra pk 20+000 e pk 24+000

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 126 di 176

6.8 Permeabilità

I risultati delle prove Lefranc sono riportati nella Tabella 21.

Occorre tenere presente che, in particolare nella parte finale del tratto esaminato, caratterizzato da fitte intercalazioni e alternanze, i valori di permeabilità da considerare nella progettazione dovranno essere attentamente valutate dal progettista, in relazione alle condizioni locali, e tenendo conto dello spessore di terreno interessato dal fenomeno che si deve considerare. Per maggiori dettagli circa le permeabilità attese, si rimanda alla Relazione Idrogeologica (Doc. rif. [3]) ed alle Relazioni Geotecniche delle singole WBS.

Tabella 21 – Risultati prove Lefranc

Sondaggio n°	Profondità (m da pc)		livello falda (m da pc)	Litologia*	k (m/s)
	da	a			
BH-PE 23	4	4.2	2.65	G(S)	8.65E-05
BH-PE 23	5.5	5.7	2.65	G(S)	1.29E-04
BH-PE 23	8.8	9	2.65	G(S)	7.57E-05
BH-PE-24	3	3.5	2.3	S(L)	2.13E-05
BH-PE-24	5	5.5	2.3	G(S)	7.45E-05
BH-PE-24	7.4	7.7	2.3	G[S]	1.41E-04
BH-PE-25	3	3.5	1.7	G[S]	8.03E-05
BH-PE-25	4.5	5	1.7	G[S]	1.22E-05
BH-PE-25	7.5	7.8	1.7	G[S]	1.06E-05
BH-PE-43	4	4.5	3.2	S(L)	7.45E-06
BH-PE-43	6	6.5	3.2	S(L)	1.25E-05
BH-PE-43	9	9.5	3.2	S(L)	1.05E-05

* Doc. rif. [7]

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 127 di 176

7 RIASSUNTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Lo studio svolto ha avuto come finalità la classificazione e caratterizzazione dei depositi investigati, coerentemente con le indicazioni emerse dallo studio geologico-geomorfologico della zona. I Profili Geotecnici (Doc. rif. [7]) individuano la presenza delle unità stratigrafiche definite nei capitoli precedenti, sulla base dei risultati delle indagini disponibili. I principali parametri caratteristici suggeriti per ognuna delle unità sono elencati nelle Tabelle seguenti (da *Tabella 22* a *Tabella 25*).

Si ricorda ancora che, sulla base della Normativa qui di riferimento (NTC 2008), e come ulteriormente ribadito da quella in vigore (NTC 2018), la scelta dei parametri e della stratigrafia di progetto è di esclusiva responsabilità e competenza del progettista della singola opera. In questa luce, altri parametri, tipicamente quelli che governano i processi di consolidazione e drenaggio (ad ese. permeabilità, coefficienti di consolidazione) governati da condizioni locali (lenti drenanti, percorsi di drenaggio, storia tensionale), e dipendenti dal tipo di problema da esaminare, dovranno essere assunti dal progettista sulla base dei dati di base qui sinteticamente presentati, e tenendo conto dei risultati delle indagini di sito e di laboratorio, riportati nei Report fattuali delle indagini.

Tabella 22 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 10+145 alla 14+546

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c _u (kPa)	σ'_p (kPa)
3b	17.5-19	-	0	26-30	150-200	40-80	4-15	30-80	120-300
3a	17.5-19	25-40	0	30-34		-	5-10	-	-
6	19-20	30-60	0	37-43	300-350	170-230	80-170	-	-
4	19-20	50-80	0	37-40	350-400	230-300	110-240	-	-
2	19-20	-	0-10	26-28	-	-	25-40	150-250	-

Tabella 23 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 14+546 alla 16+340

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c _u (kPa)	σ'_p (kPa)
3b	17.5-19	-	0	26-30	100-200	20-80	4-15	25-80	120-300
3a	17.5-19	25-40	0	30-34			5-10	-	-
6	19-20	40-50	0	39-42	250-320	120-190	80-150	-	-
4	19-20	50-70	0	37-40	350-370	230-260	100-200	-	-
2	19-20	-	0-10	-	-	-	25-40	120-250	-

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 128 di 176

Tabella 24 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 16+340 alla 19+159

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c _u (kPa)	σ'_p (kPa)
3b	17.5-18.5	-	0	24-28	100-170	20-60	4-8	25-60	100-200
3a	17.5-19	25-50	0	28-33		-	5-10	-	-
6	19-20	30-50	0	39-42	250-320	120-190	80-150	-	-
4	19-20	50-70	0	37-39	350-370	230-260	100-200	-	-
2	19-20	-	0-10	-	-	-	20-40	100-120	≥500

Tabella 25 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 19+159 alla 21+990

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c _u (kPa)	σ'_p (kPa)
3b	16.5-18.5	-	0	22-26	100-150	20-40		25-60	100-200
6	19-20	30-50	0	37-40	180-250	60-120	40-100	-	-
4	19-20	50-80	0	37-40	250-400	120-300	100-240	-	-
2	17.5-19.5	-	0-10	-	-	-	20-40	150	-

Con riferimento ai valori riportati in tabella, si rimanda in generale al capitolo 5 per una spiegazione di dettaglio su come siano stati ricavati. In particolare, si segnala quanto segue

- 1) I valori dell'angolo d'attrito sono da considerare come valori operativi, più prossimi ai valori di picco.
- 2) Per le ghiaie e le sabbie delle Unità 6 e 4 rispettivamente, nella definizione dei valori caratteristici dell'angolo di resistenza al taglio, si consiglia di fare riferimento ai valori più elevati del range (ricavati generalmente con la correlazione di Schmertmann), tenendo conto della buona gradazione dei materiali di sito.
- 3) I valori dei moduli di Young E' operativi riportati per le Unità 4 e 6 sono stati ottenuti, come descritto al punto 5.8.1, ipotizzando un abbattimento del modulo di Young iniziale E₀ (a sua volta ottenuto dai profili di Vs con le relazioni elastiche utilizzando un $\nu=0.2$) di $1/3 \div 1/5$.
- 4) Per i valori del coefficiente di permeabilità, tenuto conto della sua forte variazione (anche di diversi ordini di grandezza) in relazione alle condizioni locali, al problema da esaminare e alla direzione principale del flusso del dato problema (anisotropia della permeabilità, di solito molto pronunciata terreni sedimentari) abilità, il progettista potrà fare riferimento orientativo ai dati di base di cui al 6.8.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 129 di 176

8 PROBLEMATICHE DI LIQUEFAZIONE

I dati acquisiti nel corso della campagna di PE hanno sostanzialmente confermato quanto già emerso in sede di PD, e più in particolare:

- Vengono sostanzialmente confermate le problematiche di liquefazione dello strato superficiale fra la spalla est del viadotto Illasi e la spalla ovest del Viadotto Alpone, e che interessano i rilevati di modeste altezze (3÷6 m, con picchi locali fino a 8 m), ferma restando la presenza di alcuni tratti nei quali prevalgono, come già emerso in sede di PD, strati coesivi mediamente compatti, non suscettibili di liquefazione. Il dettaglio dell'intervallo di progressive nelle quali sono da prevedere, eventualmente, interventi di miglioramento delle proprietà meccaniche dei terreni sarà oggetto del progetto delle singole WBS.
- Nella zona terminale del viadotto Alpone (dalla progressiva 21+500 circa in poi), i nuovi dati hanno sostanzialmente confermato la presenza di strati sabbioso - limosi sciolti, che evidenziano fattori di sicurezza inferiori all'unità, e comunque interessati da generazione di sovrappressioni interstiziali rilevanti, che dovranno essere considerate nella progettazione delle strutture di fondazione del viadotto. Anche in questo caso, un esame di dettaglio degli interventi previsti, in funzione della situazione locale, sarà oggetto del progetto della WBS di interesse.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 130 di 176

9 STABILIZZAZIONE SUPERFICIALE DEI MATERIALI IN SITO

9.1 Requisiti normativi

E' stata valutata, in termini generali, la possibile idoneità dei terreni più superficiali a subire un trattamento di stabilizzazione a calce per consentirne l'utilizzo per la realizzazione di rilevati e strati di sottofondo dei rilevati stessi.

La possibilità di utilizzo di calce per la stabilizzazione del terreno naturale viene analizzata nel capitolo 18.6.3 del Capitolato Generale Tecnico Di Appalto Delle Opere Civili - Parte II – RFI.

I pre-requisiti di idoneità dei materiali per il trattamento a calce sono sintetizzati nella Tabella 18.6.3.1.1-1, qui riportata per facilità di consultazione (Tabella 26).

Tabella 26 – Limiti di accettazione dei terreni naturali da sottoporre a trattamento di stabilizzazione con calce

Tabella 18.6.3.1.1-1

LIMITI DI ACCETTAZIONE DEL TERRENO NATURALE			
Test di Laboratorio	Norma di riferimento	Requisito	Limiti di accettabilità
Analisi granulometrica	CNR B.U n. 36 UNI EN 933-1 UNI CEN ISO/TS 17892-4	Granulometria	par. 2.1 della norma CNR B.U. n.36 ⁽¹⁾
Limiti di Atterberg (LL-LP)	UNI CEN ISO/TS 17892-12	Indice di plasticità IP	>10 ⁽¹⁾
Contenuto in sostanze organiche	ASTM D 2974 - C	Sostanze organiche	< 2% ⁽²⁾
Contenuto in solfati	UNI EN 1744-1	Solfati totali	< 0,25% ⁽³⁾

⁽¹⁾ Saranno ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso e un valore minore della plasticità a condizione che si dimostri l'idoneità della terra ad essere trattata, attraverso lo studio delle miscele di laboratorio e un campo prova preventivamente approvato da Ferrovie. In ogni caso il diametro massimo degli elementi non dovrà essere maggiore della metà dello spessore finito di ciascuno degli strati di terra trattata per la realizzazione dei rilevati e l'indice di plasticità dovrà essere IP>5

⁽²⁾ Questo valore può essere aumentato fino al 4%, nel caso di impiego del trattamento per il piano di posa del rilevato, a condizione che siano soddisfatti i valori delle prove sul prodotto finale riportati al capitolo II.5

⁽³⁾ Questo valore può essere aumentato fino a raggiungere l'1%, qualora lo studio di laboratorio della miscela sia stato ritenuto idoneo da Ferrovie

Dal punto di vista granulometrico, i materiali da assoggettare al trattamento a calce devono, in linea di principio, rientrare nel fuso granulometrico riportato nel paragrafo 2.1 della Norma CNR B.U. 36 del 21/2/1973, riportato nella Figura 76.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 131 di 176

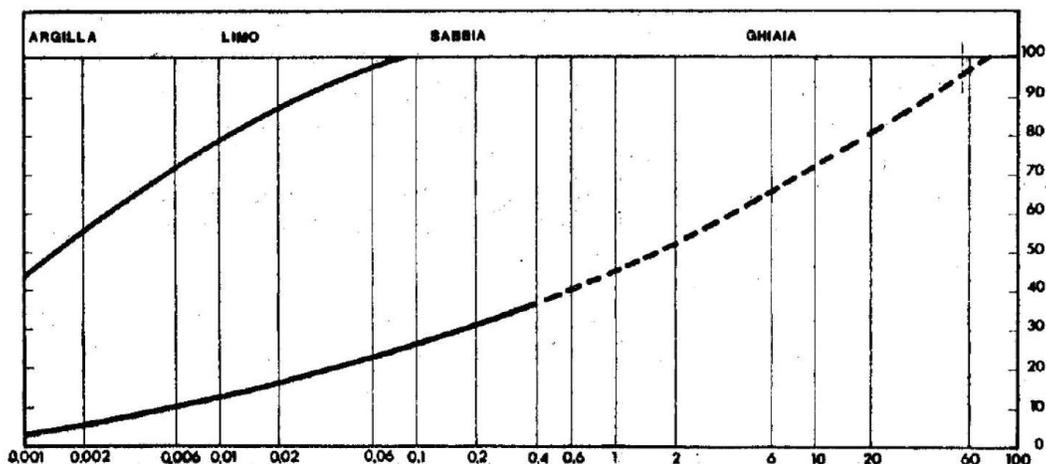


Figura 76 – Fuso granulometrico delle terre per la stabilizzazione con calce (CNR B.U. 36)

Come indicato nella Tabella 26, sono ammesse anche granulometrie non ricadenti nel fuso citato, anche con valori inferiori di plasticità, purché ne venga dimostrata l' idoneità tramite sperimentazione specifica di laboratorio e di sito.

9.2 Granulometria ed IP

Per valutare, in maniera preliminare ed in termini generali, la possibile idoneità al trattamento a calce dei terreni superficiali nella tratta in oggetto, sono stati esaminati i risultati delle prove di laboratorio disponibili eseguite su campioni di terreno prelevati nei sondaggi e nei pozzetti, nell'ambito dei primi 2 m circa di profondità da p.c..

Il grafico della Figura 77 mostra i valori del contenuto di fine determinati per profondità fino a 2 m da p.c.. Come si può vedere, il contenuto di fini (<0.063 mm) risulta generalmente superiore al 25%, valore limite inferiore del fuso granulometrico di Figura 76 (CNR B.U. 36).

La Figura 78 mostra l'andamento dei valori dell'indice di plasticità IP nei primi 2 m di profondità, determinato su campioni prelevati nei sondaggi e nei pozzetti esplorativi eseguiti lungo la tratta. Tranne pochi casi, la maggioranza dei materiali per i quali i limiti di plasticità risultano determinabili (IP>0) risulta conforme ai requisiti di accettazione di Tabella 26 (IP > 10) e solo alcuni valori cadono nell'intervallo 5 ÷ 10. Un solo campione tra quelli prelevati in pozzetto, alla progressiva Pk 12+030, risulta avere un valore di IP inferiore a 5. Vi sono invece numerosi campioni, tra quelli prelevati nei fori di sondaggio, per i quali la determinazione dei limiti plasticità non è risultata possibile (identificati nel grafico con IP = 0).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 132 di 176

In linea generale, le caratteristiche granulometriche e di plasticità del maggior parte dei campioni superficiali di natura coesiva appaiono compatibili con i requisiti minimi di accettazione delle terre per la stabilizzazione a calce. A questo proposito, viene confermato che i materiali appartenenti alla unità 3b si presentano con caratteristiche favorevoli nei confronti di questa tipologia di trattamento.

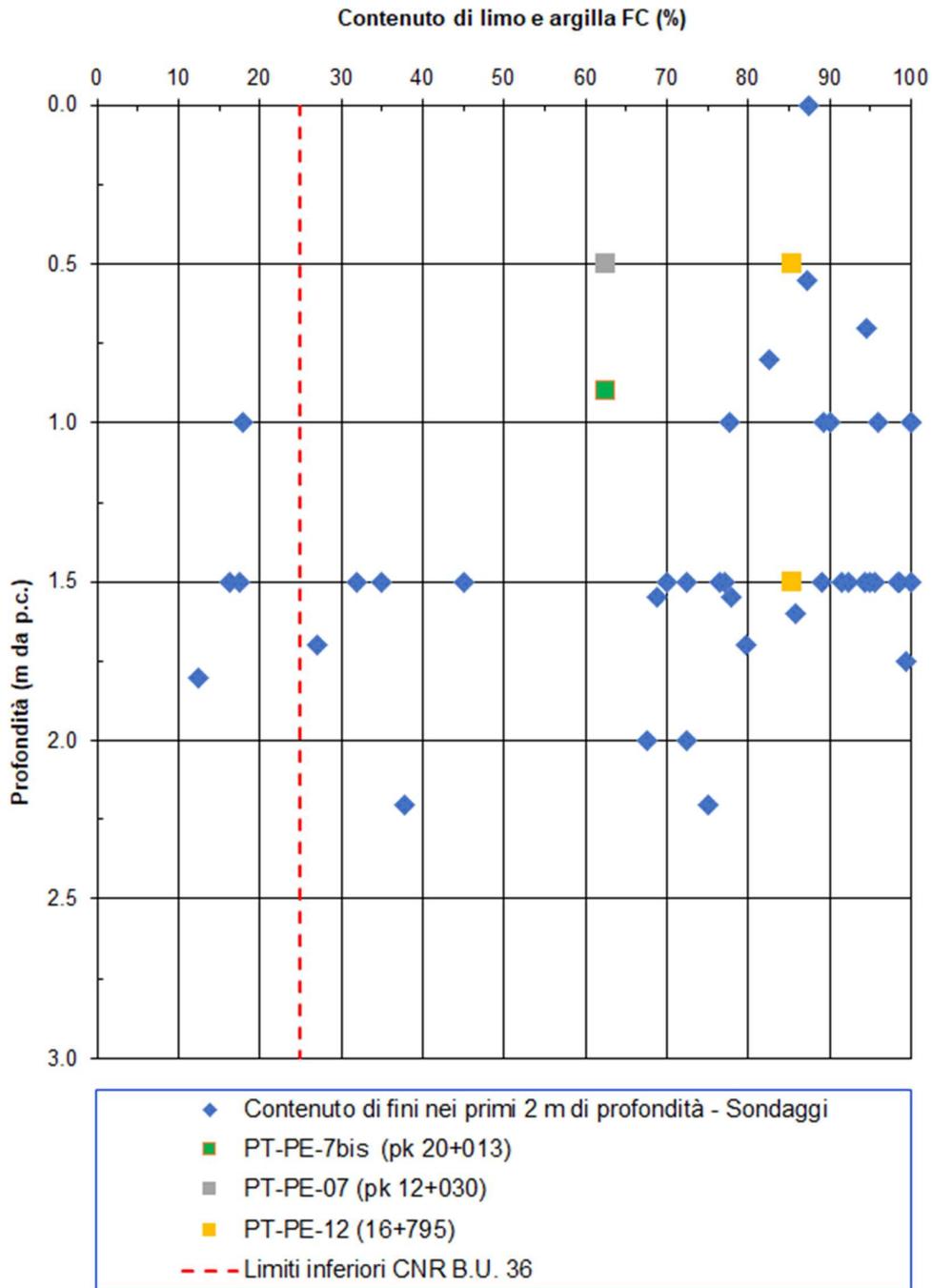


Figura 77 – Contenuto di fini dei campioni superficiali di terreno (0.0 ÷ 2.0 m)

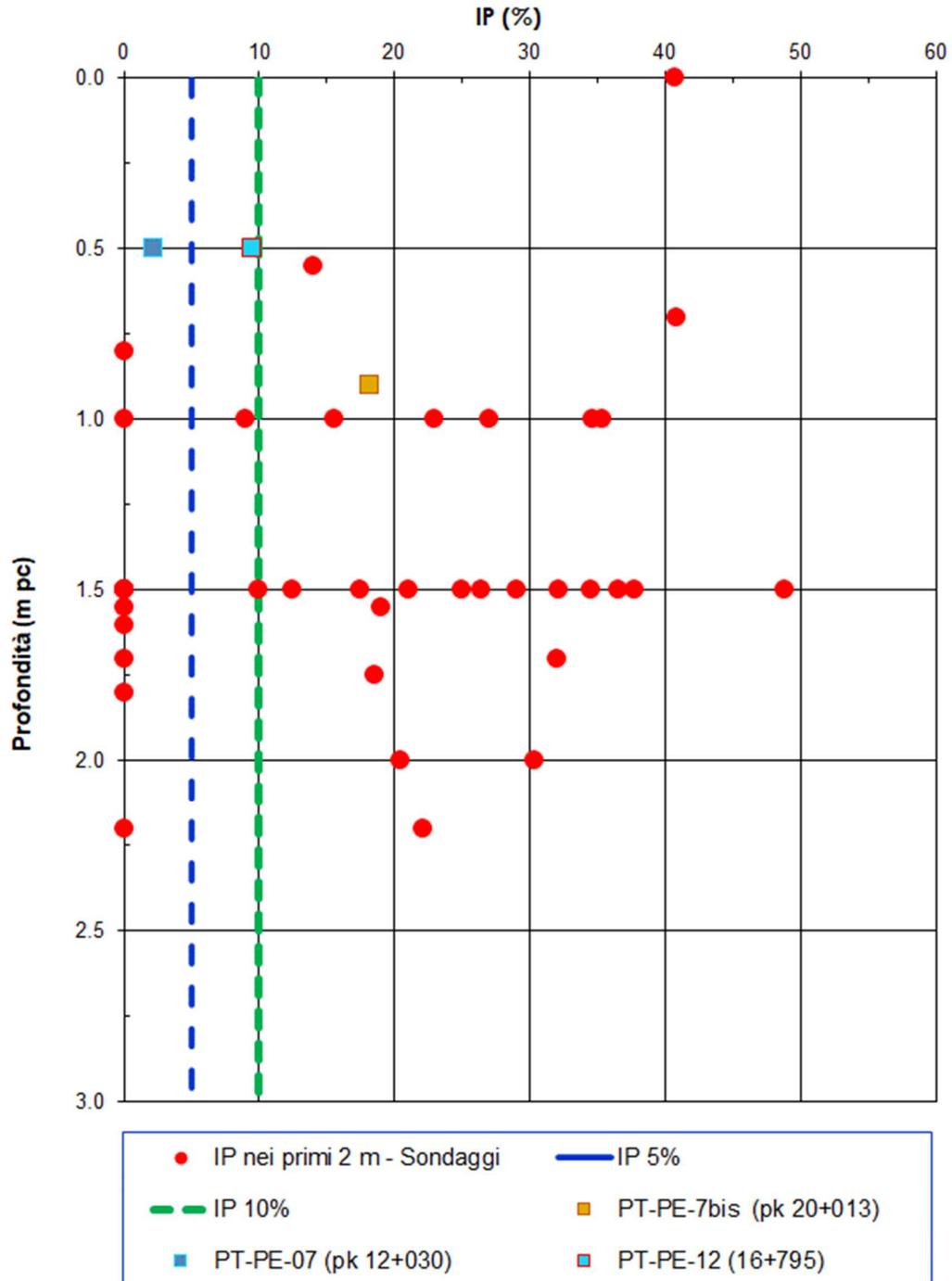


Figura 78 – IP dei campioni superficiali di terreno (0.0 ÷ 2.0 m)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 135 di 176

9.3 Contenuto di solfati

Per quanto riguarda i limiti di accettazione per i solfati, le informazioni disponibili indicano valori di concentrazione sui campioni superficiali (0.0 ÷ 2.0 m) generalmente inferiori allo 0.01 %, compatibili con quanto indicato in Tabella 26. In sede di realizzazione di ciascun singolo rilevato, dovranno in ogni caso essere eseguite ulteriori e puntuali determinazioni in tal senso sul materiale da stabilizzare.

9.4 Contenuto di sostanze organiche

Analogamente, specifiche determinazioni andranno condotte in fase di realizzazione in termini di contenuto di sostanze organiche, per valutare localmente la compatibilità con questa tipologia di trattamento.

In generale, per i campioni superficiali prelevati lungo l'intero tracciato, il contenuto di sostanza organica è risultato compreso tra l'1.2 ed il 4.4% (mediamente il 3%), come era lecito attendersi in terreni superficiali sottoposti ad intenso uso agricolo; si tratta di valori compatibili con il trattamento, previa idonea sperimentazione per la determinazione della miscela ottimale.

9.5 Prove su miscele terreno-legante eseguite durante la fase di Progetto Esecutivo

Durante la fase di progetto esecutivo sono state condotte sperimentazioni di laboratorio su miscele di terreno e calce, a partire da campioni prelevati in alcuni dei pozzetti lungo il tracciato della linea ferroviaria in progetto. Per quasi tutti questi campioni infatti, la curva granulometrica ricade nel fuso di riferimento CNR, come mostrato in Figura 79.

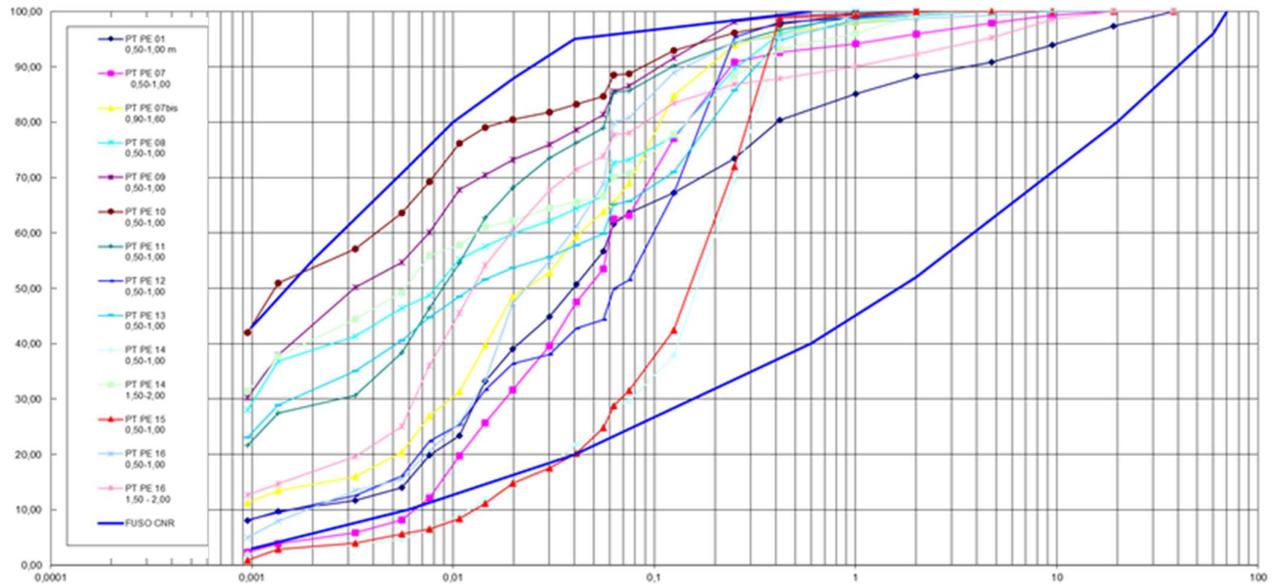


Figura 79. Curve granulometriche dei campioni prelevati dai pozzetti dislocati lungo la linea.

Le prove eseguite durante la fase di Progetto Esecutivo su miscele terreno – legante (calce o calce + cemento) sono sintetizzate nella Tabella 27.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 137 di 176

Tabella 27 - Risultati delle sperimentazioni di laboratorio eseguite su miscele di terreno con legante

Riferimento	Profondità (m)	Classificazione	Consumo iniziale di calce	Sperimentazione miscele terra - calce		
		UNI 11531	ASTM C 977 app (%)	CaO (%)		
PT PE 07 (pk 12+030)	0.5 - 1.0	A4		1% CaO + 2% cem	1% CaO + 2.5% cem	1% CaO + 3% cem
PT PE 07bis (pk 12+030)	0.9 - 1.6	A7-6	1.20	2.0	2.5	3.0
PT PE 08 (pk 34+380)	0.3					
	0.5 - 1.0	A7-6	3.10	2.5	3.0	3.5
	1.5 - 2.0	A7-5	3.40			
PT PE 09 (pk 38+010)	0.5 - 1.0	A7-5		2.5	3.0	3.5
PT PE 10 (pk 40+025)	0.3					
	0.5 - 1.0	A7-5	3.30	2.5	3.0	3.5
	1.5 - 2.0	A2-4	1.00			
PT PE 11 (pk 41+336)	0.3					
	0.5 - 1.0	A6	2.00	2.0	2.5	3.0
	1.5 - 2.0	A6	1.70	2.0	2.5	3.0
PT PE 12 (pk 16+795)	0.3					
	0.5 - 1.0	A4	1.10	1.5	2.0	2.5
	1.5 - 2.0	A2-4	1.00			
PT PE 13 (pk 28+384)	0.3					
	0.5 - 1.0	A7-6		2.5	3.0	3.5
	1.5 - 2.0	A4	1.10			
PT PE 16 (pk 23+253)	0.3					
	0.5 - 1.0	A4	1.40	1.5	2.0	2.5
	1.5 - 2.0	A6	1.30			

Come si può osservare, i valori del consumo iniziale di calce (CIC) variano da circa 1.1% per i materiali di tipo A4 ad oltre il 3% per i materiali argilloso limosi appartenenti gruppi A7-5 ed A7-6.

Le relative miscele sperimentali hanno dosaggi da 1.5% a 2.5% per i materiali di tipo A4 fino al 3.5% per i materiali di tipo A7-5 ed A7-6.

Come indicato in Tabella 27, sono state condotte sperimentazioni di alcune miscele terreno-calce (o, nel caso del materiale proveniente dal pozzetto PT-PE-07, con calce + cemento), su materiale proveniente da singoli pozzetti:

- PT-PE-7bis (Tabella 30)
- PT-PE-7 (Tabella 31)
- PT-PE-11 (Tabella 33).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 138 di 176

Sono state poi condotte sperimentazioni di miscelazione con calce su campioni di materiale composito, costituito da materiali all'incirca omogenei (ovvero appartenenti allo stesso gruppo) e provenienti da diversi pozzetti lungo la linea.

Si tratta, in particolare, di materiale del gruppo A4 proveniente dai pozzetti PT-PE-12 e PT-PE-16 (Tabella 32) e di materiali dei gruppi A7-5 ed A7-6 provenienti da PT-PE-8, PT-PE-9, PT-PE-10 e PT-PE-13 (Tabella 34).

I risultati completi delle sperimentazioni eseguite sulle miscele sono riportati in dettaglio dalla Tabella 30 alla Tabella 34. Si tratta in generale di risultati soddisfacenti, già a partire dai valori inferiori di percentuale di legante nelle miscele per ciascuno dei gruppi di terreni esaminati.

In particolare, per la tratta in esame (da Pk 10+050 a Pk 21+990) sono disponibili i risultati di due sperimentazioni eseguite su materiale di singoli pozzetti: PT-PE-7 (gruppo A4) e PT-PE-7bis (gruppo A7-6). Nel solo caso del materiale del gruppo A4, proveniente dal pozzetto PT-PE-7, la miscelazione è stata eseguita con cemento (dal 2 al 3%), con l'aggiunta dell'1% di calce.

Un'altra sperimentazione di interesse è quella eseguita su una miscela di materiali del gruppo A4 proveniente dai pozzetti PT-PE-12 (eseguito alla Pk 16+795) e PT-PE-16 (Pk 23+253, esterno alla tratta in esame).

Si osserva come i risultati ottenuti per le miscele con sola calce menzionate (PT-PE-7bis, PT-PE-12+PT-PE-16), in termini di IPI, di CBR a 7 giorni (di cui gli ultimi 4 di imbibizione) e di rigonfiamento lineare (Tabella 28) risultino ampiamente compatibili con i limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 18.6.3.2-2 del Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili - Parte II - Sezione 18, riportata per facilità di consultazione in Tabella 29.

Questi risultati forniscono quindi una buona indicazione generale per le successive fasi sperimentali, che saranno necessarie all'atto della costruzione.

Nella fase realizzativa dovranno comunque essere condotte tutte le sperimentazioni del caso per aree omogenee di materiale, secondo quanto riportato per esteso nei paragrafo 18.6.3.2 e 18.6.3.3 del Capitolato RFI citato, inclusa la realizzazione di campi prova sperimentali.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 139 di 176

Tabella 28 – Risultati delle prove sperimentali su campioni di terreno miscelati con legante relativi ai pozzetti di interesse.

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-7bis				PT-PE-7			PT-PE-12 + PT-PE-16				
	PT-PE-7bis naturale	PT-PE-7bis trattato a CaO 2%	PT-PE-7bis trattato a CaO 2.5%	PT-PE-7bis trattato a CaO 3%	PT-PE-7 naturale	PT-PE-7 trattato a CaO 1.0 % e CEM 2.0%	PT-PE-7 trattato a CaO 1.0 % e CEM 2.5%	PT-PE-7 trattato a CaO 1.0 % e CEM 3.0%	PT-PE-12+16 naturale	PT-PE-12+16 trattato a CaO 1.5%	PT-PE-12+16 trattato a CaO 2.0%	PT-PE-12+16 trattato a CaO 2.5%
Profondità (m da p.c.)	0.90-1.60 m				0.50 - 1.00 + 1.50 - 2.00 m			0.50 - 1.00 m				
Classificazione UNI 11531-1	A7-6				A4				A4			
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all'umidità ottima)		74.5	94.9	94.3		81.8	97.4	86.1		62.6	78.4	86.2
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all'umidità ottima)		94.2	95.3	102.3		80.8	84.6	76.8		65.5	78.7	99.8
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all'umidità ottima) (7 gg)		100.2	126.1	130.7		121.7	134.0	146.9		67.0	90	102.4
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all'umidità ottima) (7 gg)		95.7	121.2	121.4		109.8	120.5	150.7		72.3	81.9	109.4
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.09	0.06	0.05		0.03	0.04	0.03		0.07	0.05	0.07

Tabella 29 – Limiti di accettazione delle miscele Terra/Calce in accordo al Capitolato Tecnico RFI

Tabella 18.6.3.2-2

LIMITI DI ACCETTAZIONE DELLE MISCELE TERRA/CALCE		
Test di Laboratorio	Norma di riferimento	Limiti di accettabilità
Indice di portanza CBR imbibito a 7 giorni, di cui i primi 3 di maturazione e gli ultimi 4 di imbibizione	UNI EN 13286-47	$\geq 20 \%$ per gli strati del piano di posa $\geq 50 \%$ per gli strati del corpo del rilevato $< 1\%$ per il Rigonfiamento lineare
Indice di portanza immediato (IPI)		≥ 10 (IPI ₁₀)

Tabella 30 – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiale prelevato nel pozzetto PT-PE-7bis

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-7bis (pk 20+013)				
	Camp.	PT-PE-7bis naturale	PT-PE-7bis trattato a CaO al 2%	PT-PE-7bis trattato a CaO al 2.5%	PT-PE-7bis trattato a CaO al 3%
Prof. (m da p.c.)		0,90-1,60	0,90-1,60	0,90-1,60	0,90-1,60
Descrizione	Limo con sabbia argilloso marrone rossiccio				
UNI 11531-1	A7-6				
ghiaia (> 2 mm)	0.7%				
sabbia (> 0.06 mm)	34.1%				
limo (> 2 µm)	50.6%				
argilla (< 2 µm)	14.7%				
Wn	35.7%				
LL	41.8%				
LP	23.6%				
IP	18.2%				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod (Mg/m ³)	2.035	2.040	2.036	2.072	
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m ³)	1.798	1.785	1.768	1.755	
W% Ottimo da prova proctor mod.	13.2	14.3	15.2	16.8	
Gs (Mg/m ³) (STIMATO)	2.70				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	77.7				
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	73.0				
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	3.1				
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	3.8				
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	4.94				
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	23.2				
SOLFATI (%)					
SOSTANZA ORGANICA (%)	1.9				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)	1.5				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		74.5	94.9	94.3	
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		94.2	95.3	102.3	
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		100.2	126.1	130.7	
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		95.7	121.2	121.4	
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.09	0.06	0.05	
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		17.2	18.3	20.0	
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		104.9	124.7	142.6	
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		84.3	129.5	138.8	
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.02	0.03	0.03	
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)					
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale, MPa)		0.67	0.66	0.74	
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.34	0.33	0.37	
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale MPa)		0.75	0.86	0.92	
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.37	0.43	0.46	
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale MPa)		0.79	0.81	0.68	
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.39	0.40	0.34	
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale MPa)		0.76	1.05	1.07	
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.38	0.52	0.53	
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale MPa)		0.85	1.04	1.09	
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.43	0.52	0.54	
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale MPa)		0.96	0.99	1.04	
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.48	0.49	0.52	

Tabella 31 – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiale del pozzetto PTPE 7

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-7			
	Camp.	PT-PE-7 naturale	PT-PE-7 trattato a CaO al 1.0 % e CEM 2,0%	PT-PE-7 trattato a CaO al 1.0 % e CEM 2,5%
Prof. (m da p.c.)	0,50 - 1,00 + 1,50 - 2,00 m			
Descrizione	limocon sabbia e sabbia con limo marrone chiaro			
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod (Mg/m ³)	2.118	2.158	2.201	2.257
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m ³)	1.915	1.935	1.960	1.994
W% Ottimo da prova proctor mod.	10.6	11.5	12.3	13.2
Gs (Mg/m ³) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	20.2			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	28.5			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	5.6			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	8.2			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	2.01			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	17.7			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		81.8	97.4	86.1
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		80.8	84.6	76.8
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		121.7	134.0	146.9
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		109.8	120.5	150.7
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.03	0.04	0.03
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		13.83	14.5	15.3
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		146.4	180.6	156.6
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		159.6	165.2	153.0
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.03	0.03	0.02
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)		13.26	13.88	15.57
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.96	1.00	1.32
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.48	0.50	0.66
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.98	1.11	1.4
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.49	0.55	0.7
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.87	1.21	1.28
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.44	0.61	0.64
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		1.01	1.27	1.54
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.51	0.64	0.77
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		1.12	1.41	1.58
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.56	0.71	0.79
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		1.13	1.41	1.61
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.56	0.70	0.81

Tabella 32 -- Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiali dei pozzetti PTPE 12

- 16

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-12 + 16			
	PT-PE-12+16 naturale	PT-PE-12+16 trattato a CaO al 1,5%	PT-PE-12+16 trattato a CaO al 2,0%	PT-PE-12+16 trattato a CaO al 2,5%
Camp.	0,50 - 1,00 m			
Prof. (m da p.c.)				
Descrizione				
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m ³)	2.061	2.077	2.068	2.053
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m ³)	1.834	1.843	1.820	1.795
W% Ottimo da prova proctor mod.	12.4	12.7	13.6	14.4
Gs (Mg/m ³) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	29.0			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	30.8			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	5.1			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	6.2			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	2.88			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	17.2			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	62.6	78.4	86.2	
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	65.5	78.7	99.8	
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)	67.0	90	102.4	
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)	72.3	81.9	109.4	
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)	0.07	0.05	0.07	
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)	16.4	17.7	18.8	
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)	77.4	92.8	110.2	
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)	73.2	91.6	107.8	
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)	0.02	0.06	0.04	
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)	14.61	16.63	17.91	
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)	0.53	0.69	0.88	
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))	0.27	0.35	0.44	
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)	0.53	0.83	0.88	
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))	0.27	0.41	0.44	
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)	0.49	0.81	0.96	
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))	0.25	0.4	0.48	
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)	0.58	0.8	1.04	
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))	0.29	0.4	0.52	
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)	0.54	0.84	1.13	
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))	0.27	0.42	0.57	
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)	0.64	0.82	1.04	
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))	0.32	0.41	0.52	

Tabella 33 - – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiale del pozzetto PTPE

11

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-11			
	PT-PE-11 naturale	PT-PE-11 trattato a CaO al 2,0%	PT-PE-11 trattato a CaO al 2,5%	PT-PE-11 trattato a CaO al 3,0%
Camp.	0,50 - 1,00 + 1,50 - 2,00 m			
Prof. (m da p.c.)				
Descrizione				
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m ³)	2.055	2.054	2.055	2.054
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m ³)	1.815	1.805	1.793	1.765
W% Ottimo da prova proctor mod.	13.2	13.8	14.6	16.4
Gs (Mg/m ³) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	46.4			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	48.4			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 m m (all' umidità ottima)	6.5			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 m m (all' umidità ottima)	6.4			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	3.89			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	21.1			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		62	77.6	95.3
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		62.3	85.5	94.8
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 m m (all' umidità ottima) (7 gg)		80.4	75.9	105.7
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 m m (all' umidità ottima) (7 gg)		68.1	91.5	108.7
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.12	0.04	0.04
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		17.0	18.3	18.9
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 m m (all' umidità ottima) (28 gg)		86.8	106.2	120.9
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 m m (all' umidità ottima) (28 gg)		85.5	104.3	117.6
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.05	0.03	0.03
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)		14.83	18.9	18.72
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.64	0.77	0.89
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.32	0.38	0.45
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.69	0.87	0.96
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.35	0.44	0.48
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.68	0.87	1.06
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.34	0.44	0.53
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.75	1.04	1.24
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.37	0.52	0.62
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.78	1.09	1.39
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.39	0.55	0.69
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.79	1.08	1.18
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.39	0.54	0.59

Tabella 34 – – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiali dei pozzetti PTPE 8 – 9 - 10 – 13

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-08+09+10+13			
	PTPE-8+9+10+13 naturale	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO al 2,5 %	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO al 3,0 %	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO al 3,5 %
Camp.	0,50 - 1,00 m			
Prof. (m da p.c.)				
Descrizione				
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m ³)	2.021	2.022	2.022	2.001
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m ³)	1.736	1.721	1.705	1.673
W% Ottimo da prova proctor mod.	16.4	17.5	18.6	19.6
Gs (Mg/m ³) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	28.7			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	32.4			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	2.8			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	4.1			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	4.02			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	21.1			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		61.4	63.4	65.3
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		62.9	70.1	72.3
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		86.7	106.4	146.4
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		65.4	84,6	118.9
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.06	0.04	0.06
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		19.9	20.9	22.6
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		86.8	123.7	154.4
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		96.9	116.6	143.1
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.03	0.03	0.06
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)		19.82	20.5	22.31
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.44	0.71	0.86
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.22	0.36	0.43
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.47	0.68	0.99
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.24	0.34	0.49
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.39	0.73	1.05
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.19	0.37	0.52
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.51	0.93	1.09
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.26	0.47	0.55
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.6	0.87	1.11
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.3	0.43	0.55
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.74	0.87	1.02
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.37	0.44	0.51

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	10	EI2RBGE0000002C	145 di 176

ALLEGATI

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 146 di 176</p>

ALLEGATO 1 - SINTESI DEI RISULTATI DELLE PROVE FISICHE DI LABORATORIO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 147 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		1.73	2.00	21.00	71.00	6.00	77.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		4.73	3.00	69.00			28.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		7.73	66.00	31.00			3.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		10.73	24.00	63.00			13.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		13.73	26.00	66.00			8.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62	A	15.25	0.00	3.00	77.00	20.00	97.00	19.24		25.00	36.00	21.00
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		19.75	0.00	48.00			52.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		25.73	6.00	79.00			15.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		28.73	28.00	62.00			10.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		32.73	1.00	84.00			15.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		38.73	7.00	71.00			22.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		44.73	0.00	63.00			37.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		26.23	0.00	94.00			6.00					
BH-PE-16	10+524	2021	31.62		53.73	0.00	84.00			16.00					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8	A	1.80	0.00	8.50	76.50	15.00	91.50		2.68	30.10	59.50	25.00
SPA16	10+536	2014/2015	29.8	B	19.80	0.00	15.50	77.00	7.50	84.50	19.30	2.76			
SPA16	10+536	2014/2015	29.8	C	39.70	0.00	5.00	80.00	15.00	95.00	20.00	2.76	28.20	45.30	24.70
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		3.30	42.50	52.50			5.00					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		4.73	37.50	32.50			30.00					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		6.35	70.00	20.00			10.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 148 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		9.23	52.50	42.50			5.00					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		12.23	72.50	22.50			5.00					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		13.73	5.00	80.00			15.00					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		15.23	12.50	75.00			12.50					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		22.73	0.00	22.50			77.50					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		28.73	0.00	95.00			5.00					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		34.73	0.00	87.50			12.50					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		43.73	0.00	42.50			57.50					
SPA16	10+536	2014/2015	29.8		48.73	0.00	80.00			20.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		1.78	2.00	20.00	57.00	21.00	78.00				36.00	17.00
BH-PE-22	10+580	2021	29.19	CI1	3.75	0.00	15.00	67.00	18.00	85.00	18.33		32.00	40.00	18.00
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		7.78	70.00	23.00			7.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		13.75	0.00	76.00			24.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19	CI2	15.25	0.00	5.00	80.00	15.00	95.00	18.66		31.00	40.00	21.00
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		15.78	0.00	9.00			91.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		18.78	1.00	89.00			10.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		24.78	16.00	69.00			15.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		30.78	1.00	87.00			12.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		36.78	6.00	91.00			3.00					
BH-PE-22	10+580	2021	29.19		42.78	0.00	96.00			4.00					
XA203P010	11+460	2002	29.5		3.63	0.20	11.40	58.00	30.40	88.40	19.20				

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 149 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
XA203P010	11+460	2002	29.5		6.30	60.10	26.10	0.00	0.00	0.00	17.70				
XA203P010	11+460	2002	29.5		12.43	0.40	90.00	0.00	0.00	0.00	17.30				
XA203P010	11+460	2002	29.5		15.43	0.00	27.50	66.30	6.20	72.50	17.60				
XA203P010	11+460	2002	29.5		18.43	0.40	88.90	0.00	0.00	0.00	18.50				
XA203P010	11+460	2002	29.5		21.43	0.70	94.00	0.00	0.00	0.00	16.70				
XA203P010	11+460	2002	29.5		24.43	0.70	96.20	0.00	0.00	0.00	17.70				
XA203P010	11+460	2002	29.5		27.43	0.70	91.90	0.00	0.00	0.00	18.30				
XA203P010	11+460	2002	29.5		30.43	1.30	89.80	0.00	0.00	0.00	18.50				
XA203P010	11+460	2002	29.5		33.43	0.30	80.60	13.50	5.60	19.10	20.10				
XA203P010	11+460	2002	29.5		35.25	0.10	78.30	13.60	8.00	21.60	19.40				
XA203P010	11+460	2002	29.5		39.43	0.00	63.30	21.40	15.30	36.70	20.20				
SP17	11+525	2014/2015	29.8	A	1.30	0.00	0.00	82.50	17.50	100.00	18.90	2.75	30.40	61.30	26.60
SP17	11+525	2014/2015	29.8	B	3.30	5.00	5.00	80.00	10.00	90.00	19.80	2.73	28.90	33.40	25.30
SP17	11+525	2014/2015	29.8		4.73	0.00	90.00			10.00					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		6.23	2.50	87.50			10.00					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		9.25	80.00	15.00			5.00					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		12.25	35.00	60.00			5.00					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		16.73	0.00	40.00			60.00					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		22.73	0.00	90.00			10.00					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		28.73	0.00	92.50			7.50					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		34.73	1.50	90.00			8.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 150 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
SP17	11+525	2014/2015	29.8		40.48	0.00	90.00			10.00					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		46.73	0.00	90.50			9.50					
SP17	11+525	2014/2015	29.8		48.75	0.00	1.50	87.00	11.50	98.50				45.50	26.80
BH-PE-24	11+597	2021	27.51		1.93	0.00	20.29	61.76	17.95	79.71		2.72		64.00	32.00
BH-PE-24	11+597	2021	27.51		3.23	0.00	95.90			4.10					
BH-PE-24	11+597	2021	27.51		4.75	64.90	31.90			1.80					
BH-PE-24	11+597	2021	27.51		7.75	69.90	19.50			6.00					
BH-PE-24	11+597	2021	27.51		12.23	0.30	94.00			5.70					
BH-PE-25	11+697	2020	27.54		1.73	1.69	81.98	11.15	5.19	16.34		2.70			
BH-PE-25	11+697	2020	27.54		3.25	78.50	15.20			3.70					
BH-PE-25	11+697	2020	27.54		4.75	70.50	17.00			8.60					
BH-PE-25	11+697	2020	27.54		6.25	74.80	15.80			9.40					
BH-PE-25	11+697	2020	27.54		9.25	72.20	17.30			10.50					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1	A	15.95	0.00	6.50	91.00	2.50	93.50	18.80	2.73	30.40	48.40	22.30
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		1.00	0.00	17.50	62.50	20.00	82.50					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		3.25	60.00	32.50			7.50					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		9.25	75.00	20.00			5.00					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		18.23	0.00	65.00			35.00					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		21.23	0.00	95.00			5.00					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		24.23	1.50	91.00			7.50					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		27.23	5.00	76.00			19.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 151 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		30.23	0.00	92.50			7.50					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		36.23	0.00	80.00			20.00					
SPAA19	11+725	2014/2015	28.1		46.20	0.00	90.00			10.00					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		1.78	0.00	31.10			68.80					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		4.78	47.20	37.80			15.10					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		7.78	84.80	5.10			2.20					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		10.78	47.30	37.10			15.60					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		15.23	0.00	77.25	19.62	3.13	22.75		2.67			
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		18.23	0.00	99.00			1.00					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		24.23	0.30	96.70			3.00					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		30.23	0.00	96.00			4.00					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		36.23	0.00	97.20			2.80					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		43.23	0.00	98.70			1.30					
BH-PE-27	12+319	2020	25.96		46.23	1.50	98.50			1.50					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		1.10	0.50	22.00			77.60		2.71	37.42	36.00	27.00
BH-PE-28	13+132	2020	25.51	A	1.75	0.00	1.60	26.60	71.80	98.40	18.01	2.71	38.00	67.00	29.30
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		3.23	0.00	73.10			26.90					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		6.25	72.50	20.90			3.40					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		9.25	62.50	21.80			6.40					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		15.23	1.10	95.10			3.80					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		21.23	0.50	96.60			2.90					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 152 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		27.23	1.30	92.90			5.70					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		33.23	0.70	97.20			2.10					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51		42.23	0.40	97.50			2.10					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39	A	2.00	0.05	72.83	19.33	7.79	27.12	19.16	2.77	27.77		
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		2.53	3.60	84.30			12.10					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		3.25	69.30	23.00			7.70					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		4.25	68.70	19.40			11.90					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		6.25	68.90	20.00			11.10					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		9.25	69.50	23.40			7.10					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		12.25	70.00	20.90			9.10					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		15.23	1.80	88.40			9.80					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		27.23	3.90	89.90			6.20					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		33.23	3.60	88.10			8.20					
BH-PE-29	13+287	2020	25.39		42.23	6.20	83.80			10.00					
BH-PE-30	13+721	2021	27.85		1.73	0.00	10.86	58.81	30.33	89.14		2.71		49.00	24.00
BH-PE-30	13+721	2021	27.85		2.48	0.00	7.85	57.29	34.87	92.16		2.72		48.00	24.00
BH-PE-30	13+721	2021	27.85		3.25	45.50	37.10			17.40					
BH-PE-30	13+721	2021	27.85		6.25	51.00	31.00			18.00					
BH-PE-30	13+721	2021	27.85		9.25	49.10	34.20			16.70					
BH-PE-30	13+721	2021	27.85		12.23	2.60	93.70			3.70					
BH-PE-30	13+721	2021	27.85		24.23	3.20	91.60			5.30					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 153 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-30	13+721	2021	27.85	CIA	15.25	0.00	5.32	70.35	24.34	94.69	18.84	2.63	28.87	36.00	24.00
BH-PE-30	13+721	2021	27.85	CIB	18.30	0.00	23.46	53.99	22.56	76.55	17.69	2.70	38.27	46.00	26.00
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		5.23	52.50	38.10			9.40					
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		8.23	51.90	37.80			10.30					
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		14.23	0.70	5.30	79.90	14.10	94.00		2.67			
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		20.23	0.70	28.20	38.50	32.60	71.10		2.64		38.60	22.50
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		23.23	0.00	98.10			1.90					
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		32.23	0.00	97.60			2.40					
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		38.23	0.00	98.30			1.70					
BH-PE-31	14+641	2021	24.04		44.23	0.00	98.80			1.20					
BH-PE-31	14+641	2021	24.04	CI1	1.75	0.70	4.90	31.10	63.30	94.40	17.80	2.71	39.10	55.30	28.90
BH-PE-31	14+641	2021	24.04	CI2	15.25	0.00	2.70	44.30	53.00	97.30	18.80	2.58	27.70	36.40	26.90
BH-PE-32	14+691	2021	24.38	CI1	1.25	0.00	10.00	49.10	40.90	90.00	19.40	2.61	23.30	40.70	25.10
BH-PE-32	14+691	2021	24.38	CI2	4.25	0.00	1.20	31.20	67.60	98.80	19.70	2.73	25.60	42.10	25.30
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		1.25	0.20	3.78	77.29	18.73	96.02				59.00	32.00
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		8.78	77.20	19.60			3.10					
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		11.75	0.30	3.10			96.60					
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		12.55	0.00	5.10			95.00					
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		17.78	0.00	97.10			2.90					
BH-PE-32	14+691	2021	24.38	CI3	23.25	0.00	0.90	30.40	68.70	99.10		2.60	20.60	44.40	23.70
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		26.78	0.00	68.77	23.87	7.40	31.27		2.74			

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 154 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		29.78	0.00	98.10			1.90					
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		35.78	0.10	95.80			4.10					
BH-PE-32	14+691	2021	24.38		41.78	0.00	95.40			4.60					
XA203C011	15+140	2002	24.3	A	17.00					0.00	17.90		37.10	44.20	
XA203C011	15+140	2002	24.3		4.93	5.90	79.40	0.00	0.00	0.00	19.50				
XA203C011	15+140	2002	24.3		7.80	64.10	31.80	0.00	0.00	0.00					
XA203C011	15+140	2002	24.3		12.43	0.00	78.80	12.50	8.70	21.20	20.40				
XA203C011	15+140	2002	24.3		19.93	0.30	92.00	0.00	0.00	0.00	17.90				
XA203C011	15+140	2002	24.3		21.90	0.00	1.70	30.70	67.60	98.30	17.30		39.10	86.30	51.30
XA203C011	15+140	2002	24.3		24.43	0.00	65.10	21.70	13.20	34.90	21.20				
XA203C011	15+140	2002	24.3		30.43	0.20	95.80	0.00	0.00	0.00	17.90				
XA203C011	15+140	2002	24.3		36.43	1.70	91.60	0.00	0.00	0.00	17.50				
BH-PE-33	15+860	2021	23.15		0.78	0.00	12.70	52.70	34.60	87.30		2.65		45.00	31.00
BH-PE-33	15+860	2021	23.15		1.98	0.00	0.70	39.00	60.30	99.30		2.64		50.00	31.50
BH-PE-33	15+860	2021	23.15		3.23	0.00	32.60	46.20	21.20	67.40		2.67			
BH-PE-33	15+860	2021	23.15		3.85	0.00	61.30	25.60	13.10	38.70		2.66			
BH-PE-33	15+860	2021	23.15		4.43	52.00	42.60			5.40					
BH-PE-33	15+860	2021	23.15		6.83	52.30	42.70			5.00					
SPA24	16+150	2014/2015	23.4	A	3.30	2.50	7.50	71.50	18.50	90.00	20.40	2.68	28.00	35.30	24.40
SPA24	16+150	2014/2015	23.4		14.00	0.00	10.00	65.00	25.00	90.00				31.70	19.30
SPA24	16+150	2014/2015	23.4		0.40	0.00	12.50	67.50	20.00	87.50				65.70	25.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 155 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
SPA24	16+150	2014/2015	23.4		4.73	0.00	47.50			52.50					
SPA24	16+150	2014/2015	23.4		7.73	45.00	47.50			7.50					
SPA24	16+150	2014/2015	23.4		10.73	80.00	15.00			5.00					
SPA24	16+150	2014/2015	23.4		15.23	0.00	75.00			25.00					
SPA24	16+150	2014/2015	23.4		16.23	0.00	75.00			25.00					
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		1.73	0.00	65.00			35.00					
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		2.45	0.00	25.00	57.50	17.50	75.00				45.50	23.40
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		7.23	55.00	32.50			12.50					
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		8.73	22.50	65.00			12.50					
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		15.23	0.00	30.00			70.00					
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		18.23	0.00	61.50			38.50					
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		22.48	2.50	95.00			2.50					
BH2V	16+475	2014/2015	22.25		27.73	5.00	90.00			5.00					
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		1.75	0.05	23.49	63.03	13.43	76.46		2.62		46.00	36.00
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		2.35	0.00	62.30	32.55	5.15	37.70		2.72			
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		4.78	72.20	16.00			11.80					
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		10.78	56.50	39.30			4.20					
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		16.78	61.10	34.30			4.50					
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		19.78	55.70	40.20			4.10					
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		25.78	0.00	78.00			22.00					
BH-PE-35	16+499	2020	22.60	CI	33.25	0.00	24.50	41.30	34.20	75.50	19.00		28.10	47.20	29.10

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 156 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		37.78	0.10	64.10			35.80					
BH-PE-35	16+499	2020	22.60		43.78	0.00	70.60			29.40					
SP24Bis	16+500	2014/2015		A	1.30	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	19.30	2.74	37.30	60.30	25.00
SP24Bis	16+500	2014/2015		B	14.30	5.00	7.00	75.50	12.50	88.00	20.60	2.70	27.10	32.00	19.60
SP24Bis	16+500	2014/2015		C	24.80	0.00	10.00	67.50	22.50	90.00	18.70	2.70	36.00	64.10	23.70
SP24Bis	16+500	2014/2015			2.40	0.00	27.50	60.00	12.50	72.50				33.10	20.50
SP24Bis	16+500	2014/2015			3.23	5.00	62.50			32.50					
SP24Bis	16+500	2014/2015			33.23	2.50	90.00		7.50	7.50					
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		2.48	59.10	33.80			7.10					
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		4.75	72.70	24.20			3.10					
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		9.25	73.30	23.70			3.00					
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		12.23	34.10	58.70			7.20					
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		18.23	0.50	92.90			6.60					
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		24.23	1.10	91.30			7.60					
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		1.10	0.00	10.70			89.30				49.00	26.00
BH-PE-36	16+792	2020	21.74		1.70	0.30	13.90			85.80					
SP24Ter	16+810	2014/2015			1.80	0.00	82.50		17.50	17.50	19.00		28.70		
SP24Ter	16+810	2014/2015		B	21.30	0.00	5.00	65.00	30.00	95.00	19.50	2.71	30.50	61.80	23.90
SP24Ter	16+810	2014/2015			3.23	0.00	97.50		2.50	2.50					
SP24Ter	16+810	2014/2015			4.73	12.50	80.00			7.50					
SP24Ter	16+810	2014/2015			27.23	0.00	92.50			7.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 157 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH3V	17+050	2014/2015	20.66		2.10	0.00	87.50			12.50	19.00		25.50		
BH3V	17+050	2014/2015	20.66		3.23	7.50	90.00			2.50					
BH3V	17+050	2014/2015	20.66		4.73	55.00	35.00			10.00					
BH3V	17+050	2014/2015	20.66		7.73	60.00	32.50			7.50					
BH3V	17+050	2014/2015	20.66		12.23	65.00	25.00			10.00					
BH3V	17+050	2014/2015	20.66		18.23	1.50	88.50			10.00					
BH3V	17+050	2014/2015	20.66		25.75	0.00	85.00			15.00					
SPA25	17+360	2014/2015		A	1.80	0.00	0.00	90.50	9.50	100.00	19.50	2.71	34.90	37.90	25.40
SPA25	17+360	2014/2015			4.75	72.50	20.00			7.50					
SPA25	17+360	2014/2015			6.25	75.00	22.50			2.50					
SPA25	17+360	2014/2015			8.70	0.00	2.50	77.50	20.00	97.50				56.50	29.90
SPA25	17+360	2014/2015			10.75	80.00	17.50			2.50					
SPA25	17+360	2014/2015			16.73	5.00	90.00			5.00					
SPA25	17+360	2014/2015			19.73	0.00	97.50			2.50					
BH4V	17+575	2014/2015	21.59	A	1.80	0.00	55.00	45.00	0.00	45.00	19.50		30.40		
BH4V	17+575	2014/2015	21.59		3.23	0.00	72.50			27.50					
BH4V	17+575	2014/2015	21.59		6.23	0.00	67.50			32.50					
BH4V	17+575	2014/2015	21.59		9.23	0.00	5.00	65.00	30.00	95.00			74.40	42.70	
BH4V	17+575	2014/2015	21.59		13.75	82.50	12.50			5.00					
BH4V	17+575	2014/2015	21.59		18.23	55.00	32.50			12.50					
BH4V	17+575	2014/2015	21.59		21.75	1.50	88.50			10.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 158 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH4V	17+575	2014/2015	21.59		24.75	2.50	55.00			42.50					
BH-PE-37	18+413	2020	22.15		1.10	0.80	81.30			18.00					
BH-PE-37	18+413	2020	22.15		1.73	0.00	68.20			31.80					
BH-PE-37	18+413	2020	22.15		2.48	0.00	6.06	75.67	18.26	93.93		2.67		61.00	32.00
BH-PE-37	18+413	2020	22.15		3.73	64.90	26.40			8.80					
BH-PE-37	18+413	2020	22.15		6.25	76.60	18.00			2.80					
BH-PE-37	18+413	2020	22.15	CIA	3.25	0.00	40.80	47.40	11.80	59.20	19.00	2.67	28.50		
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97	A	3.25	0.00	0.00	65.00	35.00	100.00	18.00	2.70	43.00	66.50	27.20
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		1.73	2.50	25.00	60.00	12.50	72.50				38.10	20.60
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		4.73	0.00	0.00	67.50	32.50	100.00				69.90	26.70
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		9.23	55.00	35.00			10.00					
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		19.48	65.00	22.50			12.50					
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		22.73	0.00	60.00			40.00					
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		31.48	0.00	80.00			20.00					
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		35.48	0.00	97.50			2.50					
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		43.73	0.00	85.00			15.00					
Bh6V	18+950	2014/2015	20.97		49.73	5.00	85.00			10.00					
BH7V	19+360	2015	21.24	A	1.80	0.00	5.00	60.00	35.00	95.00	17.60	2.75	47.60	74.90	26.10
BH7V	19+360	2015	21.24	B	3.30	0.00	30.00	52.50	17.50	70.00	19.20	2.68	34.10	49.00	20.70
BH7V	19+360	2015	21.24		4.73	65.00	30.00			5.00					
BH7V	19+360	2015	21.24		7.73	50.00	42.50			7.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 159 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH7V	19+360	2015	21.24		12.23	65.00	25.00			10.00					
BH7V	19+360	2015	21.24		16.73	45.00	22.50			32.50					
BH7V	19+360	2015	21.24		22.73	0.00	95.00			5.00					
BH7V	19+360	2015	21.24		28.73	0.00	90.00			10.00					
BH-PE-39	20+008	2020	21.51	A	3.25	0.17	12.75	70.09	16.98	87.07	17.40	2.71	31.68	35.00	29.00
BH-PE-39	20+008	2020	21.51	B	4.80	13.24	81.31	2.23	3.22	5.45		2.75	22.84		
BH-PE-39	20+008	2020	21.51	C	6.25	0.17	11.31	67.81	20.71	88.52	18.30	2.72	31.78	36.00	26.00
BH-PE-39	20+008	2020	21.51		9.25	81.20	16.10			2.70					
BH-PE-39	20+008	2020	21.51		12.25	4.30	65.40			30.30					
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		1.80	0.00	1.50	68.50	30.00	98.50	18.70		34.90	61.70	25.10
BH9V	20+175	2014/2015	21.94	B	3.30	2.50	12.50	60.00	25.00	85.00	18.10		44.50	68.70	24.00
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		4.80	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	17.50		41.30	78.00	27.00
BH9V	20+175	2014/2015	21.94	D	6.45	3.50	16.50	70.00	10.00	80.00	18.40	2.74	31.20	33.50	25.10
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		7.80	0.00	2.50	62.50	35.00	97.50	15.50		64.30	76.80	37.50
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		15.23	40.00	47.50			12.50					
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		24.25	0.00	95.00			5.00					
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		33.23	5.00	85.00			10.00					
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		40.23	0.00	92.50			7.50					
BH9V	20+175	2014/2015	21.94		48.23	0.00	92.50			7.50					
BH-PE-40	20+383	2020	22.99	A	3.25	0.44	10.87	46.65	43.05	89.70	16.92	2.69	41.93	76.00	36.00
BH-PE-40	20+383	2020	22.99	B	4.75	0.57	12.43	46.57	40.42	86.99	17.64	2.68	43.14	75.00	37.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 160 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		6.40	0.45	14.36	43.47	41.71	85.18		2.70		78.00	39.00
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		10.68	17.22	64.67	13.80	4.31	18.11					
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		19.25	2.00	16.10			81.90				40.00	25.00
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		22.75	0.50	83.80			15.80					
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		25.75	2.30	83.40			14.30					
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		33.23	4.00	66.00			30.00					
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		39.23	1.60	79.60			18.90					
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		43.75	2.60	78.30			19.20					
BH-PE-40	20+383	2020	22.99		45.23	1.70	80.60			17.70					
BH10V	20+570	2015	26.5		6.30	0.00	2.50	67.50	30.00	97.50	18.80		38.20	61.30	25.10
BH10V	20+570	2015	26.5	B	7.80	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	16.80	2.67	56.10	100.30	36.40
BH10V	20+570	2015	26.5		9.30	0.00	2.50	62.50	35.00	97.50	15.10		90.10	143.60	48.70
BH10V	20+570	2015	26.5		2.25	2.50	30.00			67.50				46.30	25.90
BH10V	20+570	2015	26.5		3.23	5.00	27.50			67.50				55.40	26.10
BH10V	20+570	2015	26.5		4.73	0.00	12.50			87.50				60.10	26.90
BH10V	20+570	2015	26.5		15.23	72.50	22.50			5.00					
BH10V	20+570	2015	26.5		24.23	0.00	72.50			27.50					
BH10V	20+570	2015	26.5		28.23	0.00	87.50			12.50					
BH10V	20+570	2015	26.5		32.25	0.00	80.00			20.00					
BH10V	20+570	2015	26.5		35.25	0.00	65.00			35.00					
BH10V	20+570	2015	26.5		38.25	0.00	77.50			22.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 161 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH10V	20+570	2015	26.5		41.25	0.00	82.50			17.50					
BH10V	20+570	2015	26.5		48.25	0.00	72.50			27.50					
BH-PE-41	20+677	2020	30.15	CI1	1.75	0.00	7.68	63.20	29.12	92.32	19.26	2.70	26.69	60.00	31.00
BH-PE-41	20+677	2020	30.15	CI2	4.25	0.42	43.04	49.31	7.22	56.53	17.91	2.77	27.81	43.00	31.00
BH-PE-41	20+677	2020	30.15	CI3	7.75	0.04	5.91	48.99	45.06	94.05	13.98	2.53	59.24	75.00	38.00
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		10.00	0.13	68.86	25.86	5.15	31.01		2.60		82.00	51.00
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		11.23	0.04	8.39	45.23	46.34	91.57		2.55		76.00	38.00
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		14.23	16.10	63.20			20.70					
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		17.23	5.00	64.30			30.80					
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		23.23	16.30	65.40			18.30					
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		29.23	1.30	85.00			13.70					
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		35.23	1.80	83.60			14.50					
BH-PE-41	20+677	2020	30.15	CI4	41.25	6.20	2.80			91.00			22.37	37.00	20.00
BH-PE-41	20+677	2020	30.15		44.23	1.80	80.20			18.00					
BH11V	20+680	2015	27.07	A	4.80						17.70		48.40	72.00	31.20
BH11V	20+680	2015	27.07	B	33.30	0.00	22.50	60.00	17.50	77.50	19.60		31.00	40.30	19.40
BH11V	20+680	2015	27.07		2.25	0.00	27.50	52.50	20.00	72.50				62.80	32.50
BH11V	20+680	2015	27.07		3.75	8.00	12.00	53.00	27.00	80.00				69.10	36.80
BH11V	20+680	2015	27.07		7.73	60.00	35.00			5.00					
BH11V	20+680	2015	27.07		9.23	10.00	62.50			27.50					
BH11V	20+680	2015	27.07		12.23	0.00	45.00	45.00	10.00	55.00				38.40	24.10

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 162 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH11V	20+680	2015	27.07		18.23	70.00	22.50			7.50					
BH11V	20+680	2015	27.07		24.23	0.00	62.50			37.50					
BH11V	20+680	2015	27.07		30.23	0.00	60.00			40.00					
BH11V	20+680	2015	27.07		38.25	0.00	92.50			7.50					
BH11V	20+680	2015	27.07		41.25	0.00	90.00			10.00					
BH11V	20+680	2015	27.07		48.25	0.00	95.00			5.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2	A	1.80	0.00	30.00	50.00	20.00	70.00	18.60		33.90	50.90	29.80
BH12V	20+850	2014/2015	25.2	B	6.30	0.00	2.50	67.50	30.00	97.50	18.20	2.73	36.20	55.80	24.80
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		9.30	0.00	2.50	65.00	32.50	97.50	17.00	2.76	45.10	62.40	32.90
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		12.30	0.00	2.50	67.50	30.00	97.50				67.80	24.40
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		7.73	0.00	5.00	65.00	30.00	95.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		10.73	7.50	52.50	15.00	25.00	40.00				198.30	94.20
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		15.23	0.00	75.00			25.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		21.23	67.50	27.50			5.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		24.23	0.00	57.00			43.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		28.80	0.00	35.00	62.50	2.50	65.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		33.23	0.00	37.50			62.50					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		36.23	0.00	60.00			40.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		39.23	0.00	90.00			10.00					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		42.23	0.00	87.50			12.50					
BH12V	20+850	2014/2015	25.2		48.23	0.00	57.50			42.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 163 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-42	21+119	2020	24.64		19.78	1.00	93.90			5.20					
BH-PE-42	21+119	2020	24.64		31.23	0.10	93.70			6.30					
BH-PE-42	21+119	2020	24.64		40.23	0.70	87.20			12.10					
BH-PE-42	21+119	2020	24.64		49.23	0.70	91.60			7.70					
BH-PE-42	21+119	2020	24.64		1.78	0.34	19.10	62.87	17.69	80.56					
BH-PE-42	21+119	2020	24.64		4.78	0.02	60.83	28.70	10.45	39.15					
BH-PE-42	21+119	2020	24.64	C11	3.25	0.02	13.24	62.53	24.21	86.74	15.45	2.64	59.75	67.00	37.00
BH-PE-42	21+119	2020	24.64	C12	9.25	0.00	2.10	53.20	44.70	97.90	17.70	2.64	38.90	54.30	38.10
BH-PE-42	21+119	2020	24.64	C13	12.25	1.72	62.71	27.55	8.02	35.57	17.10	2.45	48.58		
BH-PE-42	21+119	2020	24.64	C16	27.75	0.41	16.37	43.30	39.93	83.23		2.75	30.69	50.00	22.00
BH-PE-42	21+119	2020	24.64	C14	15.25	0.00	0.90	40.50	58.60	99.10	18.70	2.68	31.10	44.00	32.00
BH-PE-42	21+119	2020	24.64	C15	24.75	0.00	7.70	62.40	29.90	92.30	17.30	2.49	36.70	46.60	34.30
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		6.30	0.00	77.50		22.50	22.50	20.00		26.70	41.10	21.00
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		1.73	0.00	67.50			32.50					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		3.23	0.00	90.00			10.00					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		4.48	0.00	87.50			12.50					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		7.73	0.00	62.50			37.50					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		9.23	0.00	67.50			32.50					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		10.68	0.00	40.00			60.00					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		12.23	0.00	40.00			60.00					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		15.23	0.00	7.50			92.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 164 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		21.23	0.00	85.00			15.00					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		27.23	0.00	81.50			18.50					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		39.23	0.00	90.00			10.00					
BH13V	21+400	2014/2015	26.12		45.23	2.50	85.00			12.50					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		3.23	0.00	87.50			12.50					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		4.73	12.50	80.00			7.50					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		6.23	0.00	97.50			2.50					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		7.73	0.00	87.50			12.50					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		9.23	40.00	45.00			15.00					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		10.73	0.00	85.00			15.00					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		12.25	0.00	45.00			55.00					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		13.73	0.00	85.00			15.00					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		14.75	0.00	82.50			17.50					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		16.73	0.00	90.00			10.00					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		28.73	0.00	82.50			17.50					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		37.73	0.00	90.00			10.00					
BH14V	21+375	2014/2015	25.96		46.73	0.00	95.00			5.00					
BH-PE-28	13+132	2020	25.51	A	1.75					0.00					
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		1.73	0.00	8.71	68.18	23.11	91.29				41.00	20.00
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		7.75	57.30	31.80			4.90					
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		10.75	60.10	21.30			12.20					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 165 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		16.73	0.50	33.50			66.00					
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		25.73	2.30	89.20			8.60					
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		31.73	2.40	92.70			4.90					
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		37.73	0.00	96.00			4.00					
BH-PE-23	11+313	2021	30.45		43.73	1.40	94.60			4.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		1.73	12.00	29.00	46.00	13.00	59.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		4.73	36.00	56.00			11.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		7.75	73.00	19.00			8.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		10.73	77.00	22.00			1.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		13.73	1.00	81.00			18.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		16.73	0.00	93.00			7.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	A	19.95	0.00	8.00	89.00	3.00	92.00	18.40		32.70		
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		22.73	0.00	81.00			19.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		12.75	2.00	74.00			24.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		28.73	4.00	79.00			17.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		31.73	11.00	66.00			23.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		34.73	7.00	60.00			33.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62		40.73	0.00	84.00			16.00					
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		1.78	0.00	10.44	61.14	28.41	89.55		2.71		52.00	26.00
BH-PE-38	18+893	2021	22.06	B521-T2	2.80	0.00	14.50	43.00	42.50	85.50	18.70	2.70	32.10	41.40	23.30
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		4.78	3.10	52.00			45.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 166 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		7.78	56.50	26.50			17.00					
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		10.78	31.34	41.74	21.51	5.41	26.92		2.72			
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		16.78	3.70	90.40			5.90					
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		22.78	0.00	72.00			28.10					
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		26.75	0.00	93.66	2.60	3.74	6.34		2.71	22.23		
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		27.23	4.03	16.43	60.48	19.06	79.54		2.67			
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		33.23	0.90	93.20			5.90					
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		39.23	0.90	95.50			3.60					
BH-PE-38	18+893	2021	22.06		45.23	1.20	95.80			1.20					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT1	1.70	12.00	29.00			59.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT2	4.73	36.00	53.00			11.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT3	7.75	73.00	19.00			8.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT4	10.73	77.00	22.00			1.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT5	16.73	0.00	93.00			7.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	A	19.95	0.00	8.00	89.00	3.00	92.00	18.40		32.70		
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT7	22.73	0.00	81.00			19.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT8	15.73	2.00	74.00			24.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT9	28.73	4.00	79.00			17.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT10	31.73	11.00	66.00			23.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT11	34.73	7.00	60.00			33.00					
BH-PE-21	10+524	2021	31.62	SPT13	40.73	0.00	84.00			16.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 167 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-27	12+319	2020	25.96	B250 T5	13.25	0.00	8.90	62.70	28.40	91.10	18.10	2.69	31.90		
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT1	3.23	2.00	65.00			3.00					
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT2	6.23	5.00	76.00			19.00					
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT3	9.23	1.00	76.00			23.00					
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	A	12.25	0.00	1.00	78.00	21.00	99.00	18.36		30.10	35.00	24.00
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	B	16.75	0.00	1.00	88.00	11.00	99.00	18.60		30.00	34.00	25.00
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	C	19.75	0.00	1.00	88.00	11.00	99.00	18.80		29.00	35.00	27.00
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	D	24.30	0.00	0.00	54.00	46.00	100.00	18.30		33.00	52.00	36.00
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT4	28.73	0.00	25.00	71.00	4.00	75.00					
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT5	28.73	3.00	70.00	24.00	3.00	27.00					
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT6	32.13	0.00	25.00			75.00					
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT8	37.73		81.00			19.00					
BH-PE-43	21+677	2021	26.35	SPT9	43.73		89.00			11.00					
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	A	1.80		6.00	56.00	35.00	91.00			39.00	53.00	19.00
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	A	1.80										
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	A	1.80										
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	SPT2	4.73	62.00	27.00			11.00					
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	SPT4	13.73	71.00	20.00			9.00					
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	SPT6	19.73	47.00	37.00			16.00					
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	SPT8	25.73	5.00	91.00			4.00					
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	SPT10	31.73	8.00	86.00			6.00					

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000002C	Foglio 168 di 176

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	γ_t	Gs	w _n	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m ³]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	SPT12	37.75		99.00			1.00					
BH-PE-34	16+556	2021	22.58	SPT14	43.73	10.00	87.00			3.00					
BH-PE-25Bis	11+697	2021		CR1	12.23	36.50	37.20			26.30					
BH-PE-25Bis	11+697	2021		T2	13.75		27.80	64.20	8.00	72.20	19.70	2.74			
BH-PE-38bis	18+893	2021	22.06	T1	2.25		9.00	68.00	23.00	91.00	18.60	2.72	33.50	35.90	
BH-PE-38bis	18+893	2021	22.06	T2	4.25		2.00	32.00	67.00	99.00	17.30	2.68	43.50	70.40	36.40

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 169 di 176</p>

ALLEGATO 2 - PLANIMETRIE TRACCIATO ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE000002C</p>	<p>Foglio 170 di 176</p>

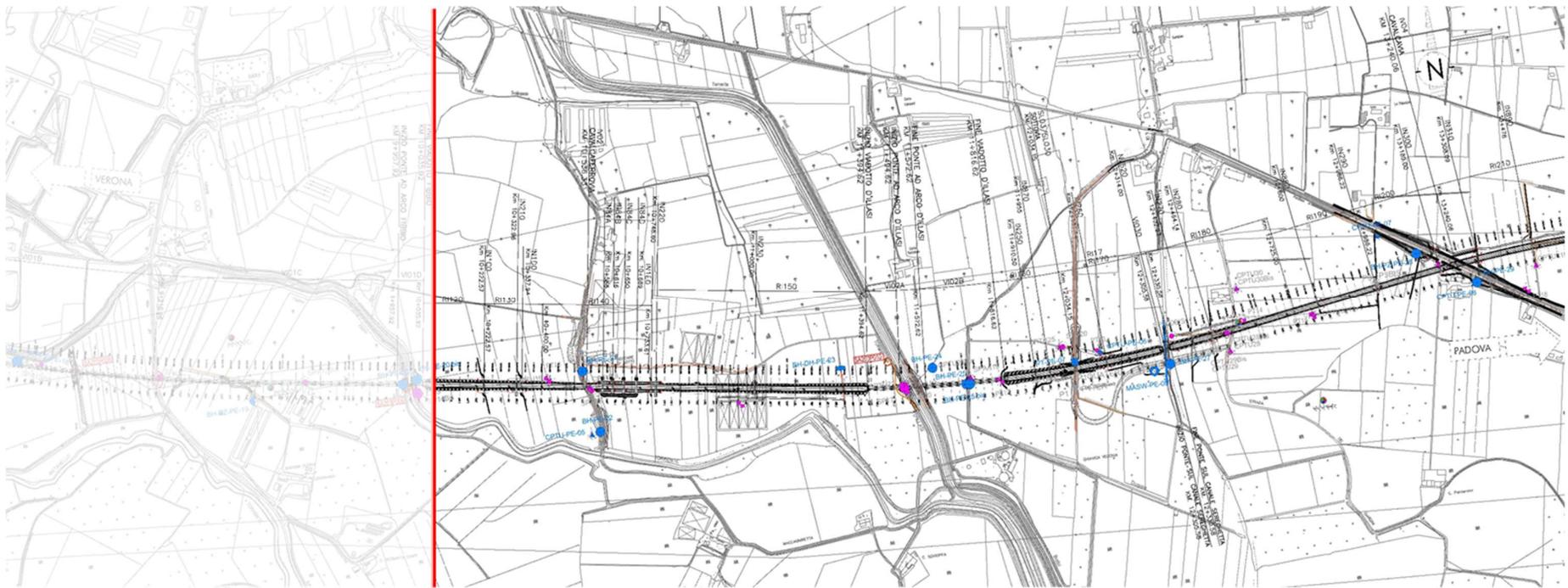


Figura 80 – Planimetria tracciato ed ubicazione indagini tra pk 10+050 e pk 13+500

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE000002C</p>	<p>Foglio 171 di 176</p>



Figura 81 – Planimetria tracciato ed ubicazione indagini tra pk 13+500 e pk 18+000

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RBGE000002C

Foglio

172 di
176



Figura 82 – Planimetria tracciato ed ubicazione indagini tra pk 18+000 e pk 21+990

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000002C</p>	<p>Foglio 173 di 176</p>

ALLEGATO 3 – PROFILI GEOTECNICI

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C	Foglio 174 di 176

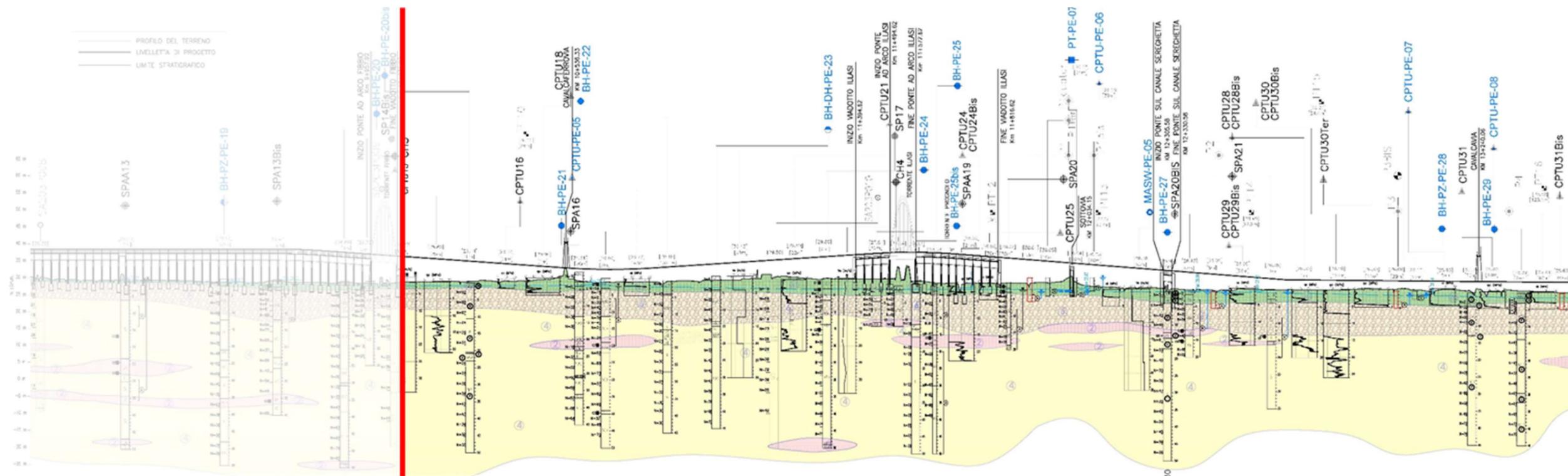


Figura 83 – Profilo Geotecnico, tra pk 10+050 e pk 13+500

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica
E12RBGE000002C

Foglio
175 di
176

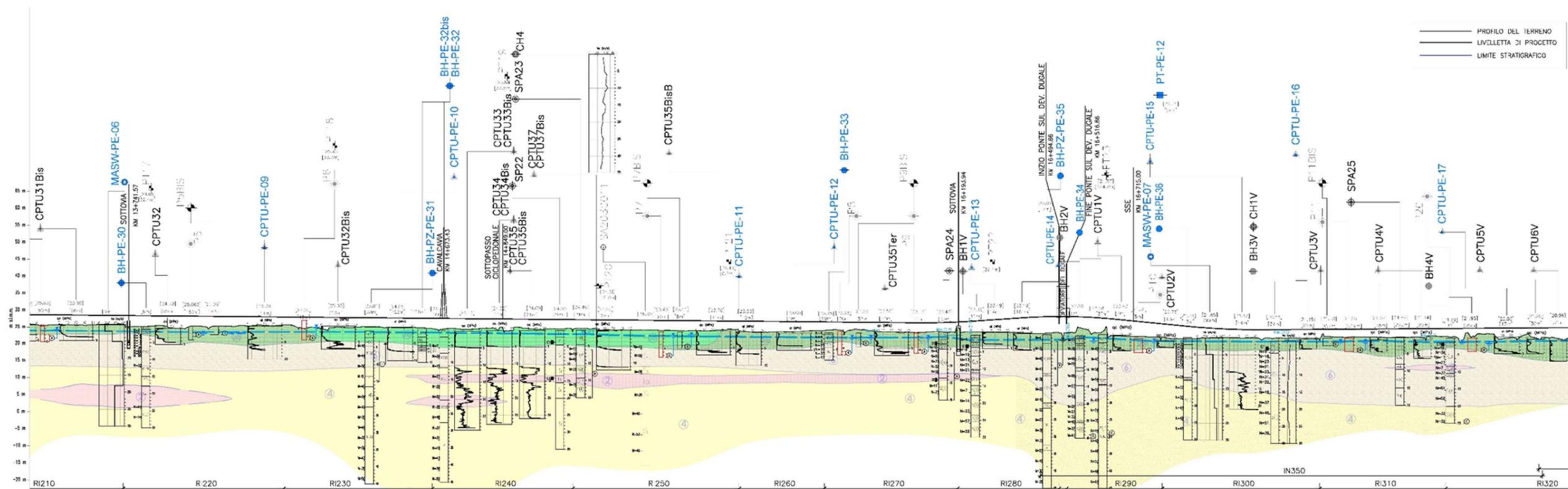


Figura 84 – Profilo Geotecnico, tra pk 13+500 e pk 18+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000002C

Relazione geotecnica (da 10+050 a 21+990)

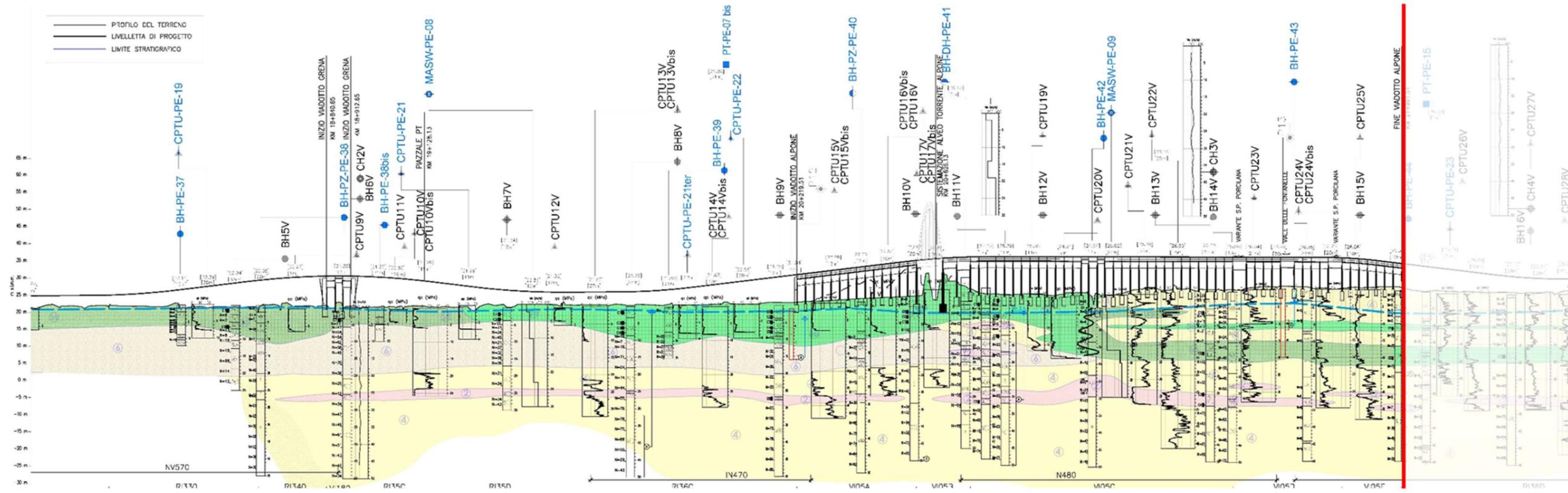


Figura 85 – Profilo Geotecnico, tra pk 18+000 e pk 21+990