



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico Orientale
Porti di Trieste e Monfalcone

PROGETTO AdSP n. 1951

Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste

CUP: C94E21000460001

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Fascicolo A– intervento PNC da autorizzare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:		
arch. Gerardo Nappa	AdSP MAO	Responsabile dell'integrazione e Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione
arch. Sofia Dal Piva	AdSP MAO	Progettazione generale
arch. Stefano Semenik	AdSP MAO	Progettazione generale
ing. Roberto Leoni	BITECNO S.r.l.	Sistema di trazione elettrica ferroviaria
ing. Saturno Minnucci	MINNUCCI ASSOCIATI S.r.l.	Impianti speciali e segnalamenti ferroviari
ing. Dario Fedrigo	ALPE ENGINEERING S.r.l.	Progettazione strutturale oo.cc. ferrovia e strade
ing. Andrea Guidolin p.i. Furio Benci	SQS S.r.l.	Progettazione della sicurezza
ing. Sara Agnoletto	HMR Ambiente S.r.l.	Progettazione MISP e cassa di colmata
p.i. Trivellato, dott. G. Malvasi, dott. S. Bartolomei	p.i. Antonio Trivellato d.i.	Modellazione rumore, atmosfera, vibrazioni
dott. Gabriele Cailotto ing. Anca Tamasan	NEXTECO S.r.l.	Studio di impatto ambientale e piano di monitoraggio ambientale
ing. Sebastiano Cristoforetti	CRISCON S.r.l.s.	Relazione di sostenibilità
ing. Tommaso Tassi	F&M Ingegneria S.p.A.	Progettazione degli edifici pubblici nel contesto dell'ex area "a caldo"
ing. Michele Titton	ITS s.r.l.	Connessione stradale alla GVT
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: ing. Paolo Crescenzi		

NOME FILE: 5EDF_P_R_C-GEO_1GE_003_02_00	SCALA: ---
TITOLO ELABORATO: Relazione geotecnica – edifici pubblici	ELABORATO: 5EDF_P_R_C-GEO_1GE_003_02_00

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	30/06/2023	Definitivo	T. Tassi	S. Dal Piva	G.Nappa

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 1 di 124</p>
---	---	----------------------

Sommario

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4	INDAGINI ESEGUITE	6
4.1	INDAGINI PREGRESSE	6
4.2	INDAGINI RECENTI	12
4.3	INDAGINI ATTUALI	13
4.4	PLANIMETRIA RIASSUNTIVA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO	14
5	TEORIE DI BASE	15
5.1	PROVE SPT – FORMAZIONI GRANULARI	15
5.1.1	<i>Densità relativa</i>	15
5.1.2	<i>Proprietà meccaniche</i>	16
5.1.3	<i>Proprietà deformative</i>	16
5.2	CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO	17
5.2.1	<i>Classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi</i>	20
6	ELABORAZIONE DELLE PROVE	22
6.1	AREA EDIFICI	22
6.1.1	<i>S19 (Imprefond 2020)</i>	22
6.1.2	<i>S20 (Imprefond 2020)</i>	25
6.1.3	<i>Sm2 (Progetto PLT 2015)</i>	28
6.1.4	<i>Ns3 (Progetto PLT 2015)</i>	31
6.1.5	<i>SRV01 (Nasone 2019)</i>	42
6.1.6	<i>SRV02 (Nasone 2019)</i>	44
6.1.7	<i>SRV03 (Nasone 2019)</i>	46
6.1.8	<i>SRV04 (Nasone 2019)</i>	48
6.1.9	<i>SRV05 (Nasone 2019)</i>	50
6.1.10	<i>SRV06 (Nasone 2019)</i>	52
6.1.11	<i>SG001 (CEF 2021)</i>	54
6.1.12	<i>SG002 (CEF 2021)</i>	66
6.1.13	<i>SG003 (CEF 2021)</i>	78

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 2 di 124</p>
---	---	----------------------

6.1.14	SG004 (CEF 2021).....	88
6.1.15	SG016DH (CEF 2021)	90
6.1.16	Grafici riassuntivi.....	95
6.2	PROVE DI PERMEABILITÀ.....	101
6.3	GRAFICI RIASSUNTIVI.....	103
7	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO.....	121
7.1	AREA EDIFICI - FERRIERA.....	122
8	CONCLUSIONI.....	123

Sommario figure

Figura 4-1	– Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche ed ambientali (Area Imprefond,2003).....	7
Figura 4-2	– Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Progetto PLT, 2015)	8
Figura 4-3	– Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Invitalia, 2018)	9
Figura 4-4	– Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Nasone, 2019)	10
Figura 4-5	– Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (CEF, 2021-2022)...	11
Figura 4-6	– Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Geosyntech 2021) .	12

Sommario tabelle

Tabella 5-1	– Quadro sinottico delle quote del tetto per il Flysch alterato ed integro (Area a mare)	17
Tabella 5-2	– Quadro sinottico delle quote del tetto per il Flysch alterato ed integro (Area a terra)	18
Tabella 5-3	– Quadro sinottico degli indici di RQD (Area a mare)	19

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001 RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"	Pag. 3 di 124
---	--	---------------

1 PREMESSA

Il presente elaborato viene redatto nell'ambito della progettazione preliminare relativamente alla rivalutazione dell'area portuale in zona Servola ed alla progettazione del Molo VIII di Trieste. A tal proposito, lo stesso consiste in un'analisi critica delle indagini geognostiche pregresse e di quelle più recenti. Con il presente elaborato si fornisce quindi uno studio dei parametri geotecnici (fisici, meccanici e deformativi) delle differenti formazioni geologiche sito specifiche, determinando quindi il modello geotecnico rappresentativo dell'area edificata.

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001 RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"	Pag. 4 di 124
---	--	---------------

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. del 17.01.2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare Min. n°7 del 21.01.2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'<<Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni>>" di cui al decreto ministeriale 17.01.2018.

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001 RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"	Pag. 5 di 124
---	--	---------------

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] "Relazione geologica di caratterizzazione geotecnica e sismica", per il progetto definitivo di ampliamento del Molo VII, di Geosyntech S.r.l. (novembre 2014).
- [2] Onofri Roberto, 1982 "Caratteristiche geolitologiche e geomeccaniche del Flysch nella Provincia di Trieste".

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 6 di 124</p>
---	---	----------------------

4 INDAGINI ESEGUITE

4.1 Indagini pregresse

Per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dell'area, ci si è avvalsi anche di campagne di indagini e studi pregressi, condotti in corrispondenza e/o in vicinanza della vicina piattaforma logistica.

Di seguito vengono elencate le campagne d'indagine considerate, utili alla definizione del modello geotecnico, ed in particolare vengono menzionate le sole indagini d'interesse al progetto in studio. Per eventuali approfondimenti si rimanda alla specifica relazione sulle indagini.

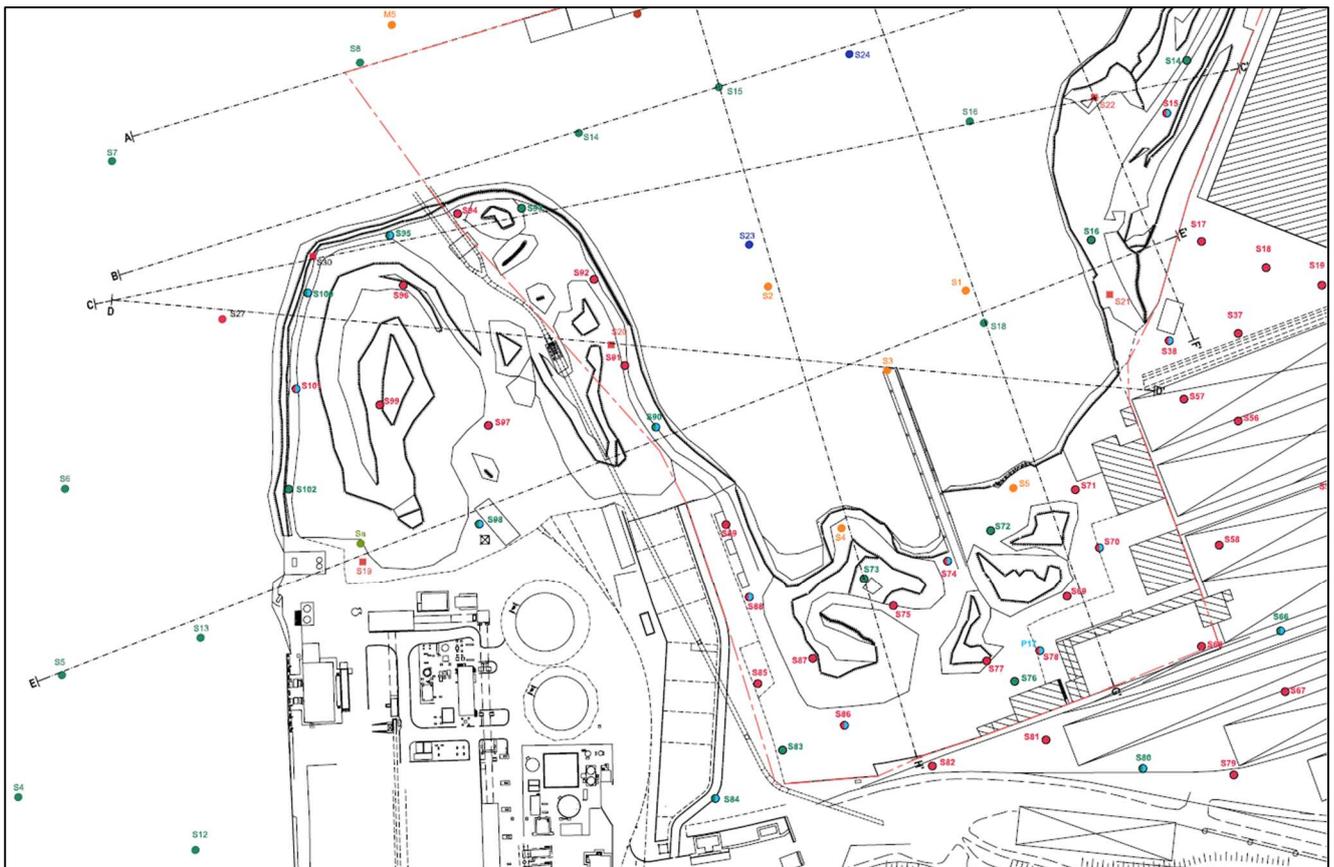
Nella seguente tabella si riporta la legenda utile per individuare le indagini disponibili per ogni verticale considerata.

Sigla	Descrizione
SPT	Standard Penetration Test
PP	Pocket penetrometer
Vane	Torvane
RQD	Rock quality designation
gr	Analisi granulometrica
i&s	Determinazione parametri indice e stato
ed	Prova edometrica
CU	Prova di compressione triassiale consolidata non drenata
CD	Prova di compressione triassiale consolidata drenata
UU	Prova di compressione triassiale non consolidata non drenata
TX	Prova di taglio diretto
ELL	Espansione laterale libera
PL	Point load test
cr	Colonna risonante
bet	Bender elements test in cella triassiale
Falda	Rilevazione della falda
Lefranc	Prova di permeabilità Lefranc
(CR)	Campione rimaneggiato
n.d.	Nessuna prova disponibile



Imprefond, anno 2003:

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Imprefond	2003	S19	1	4	n.d.	RQD, PP, Vane, SPT
		S20	1	5	n.d.	PP, Vane, SPT



- LIMITE AREA PRIMO STRALCIO
- S19 SONDAGGIO CON ANALISI D.M. 471/99 E ANALISI ACQUE DI FALDA (Geosyntech srl - 2002)
- S1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO (Geosyntech srl - 2002)
- S2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO (Imprefond srl - 2000+2001)
- S2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO (Mecassol srl - 1999)
- S21 SONDAGGIO GEOGNOSTICO (Imprefond srl - 2003)
- S18 SONDAGGIO GEOGNOSTICO A MARE (Imprefond srl - 2003)
- S23 SONDAGGIO GEOGNOSTICO A MARE (Geosyntech srl - 2008)
- S2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO A MARE (A.T.I. Imprefond srl - Geosyntech srl - Theolab srl - 2008)
- S21 SONDAGGIO GEOGNOSTICO (Geosyntech srl - 2009)
- S5 SONDAGGIO AMBIENTALE (Geosyntech srl - 2008)
- S4 SONDAGGIO AMBIENTALE ARMATO CON TUBO PIEZOMETRICO (Geosyntech srl - 2008)
- S14 SONDAGGIO AMBIENTALE (Geosyntech srl - 2005)
- S34 SONDAGGIO AMBIENTALE ARMATO CON TUBO PIEZOMETRICO (Geosyntech srl - 2005)

Figura 4-1 – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche ed ambientali (Area Imprefond, 2003)



Progetto PLT (Piattaforma Logistica Trieste), anno 2015:

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Progetto PLT	2015	NS3	2	2	gr, ed, ELL, CU, PL	RQD, PP, Vane, Falda, SPT
		Sm2	1	0	PL	RQD, Falda, SPT

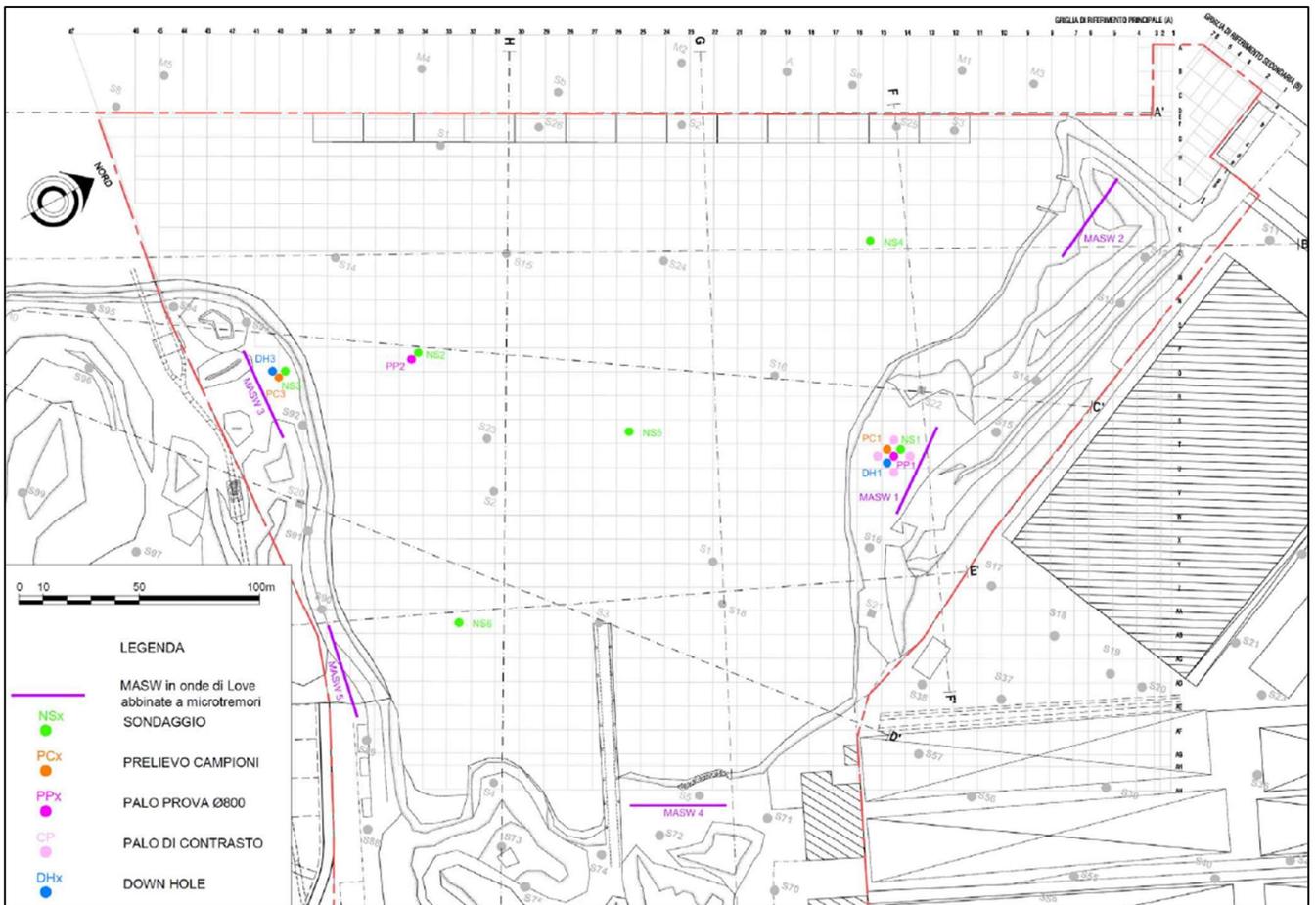


Figura 4-2 – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Progetto PLT, 2015)



Invitalia, anno 2018:

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Invitalia	2018	S2A1	2	1	gr, i&s, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S3A1	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc
		S4A1	4	3	gr, i&s, ed, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S5A1	2	1	gr, i&s, ed, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S6A1	2	0	gr (CR)	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S7A1	2	1	gr, i&s, ed, UU, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S2A3	2	1	gr, i&s, ed, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S3A3	2	1	gr, i&s, ed, UU, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S4A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda
		S5A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda
		S6A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc
		S7A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc
		S8A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc

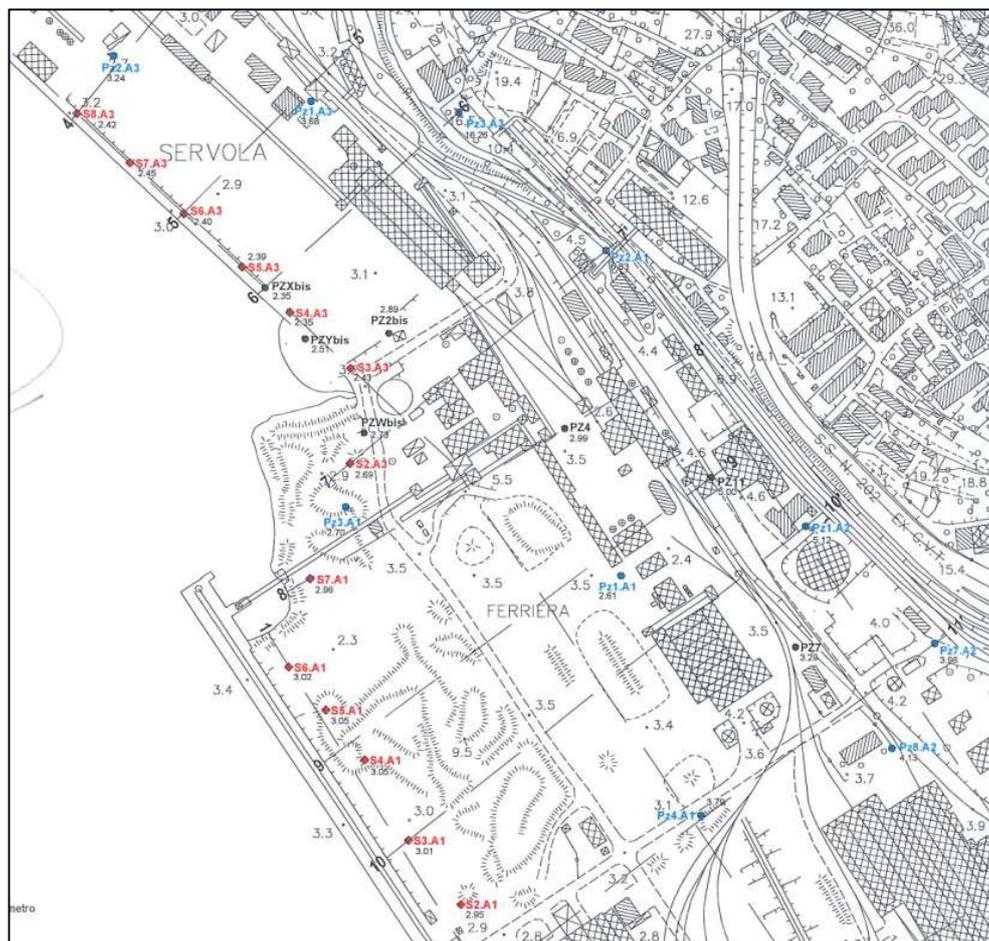


Figura 4-3 – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Invitalia, 2018)



Nasone, anno 2019:

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Nasone	2019	SRV01	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV02	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV03	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV04	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV05	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV06	0	0	n.d.	PP, Falda

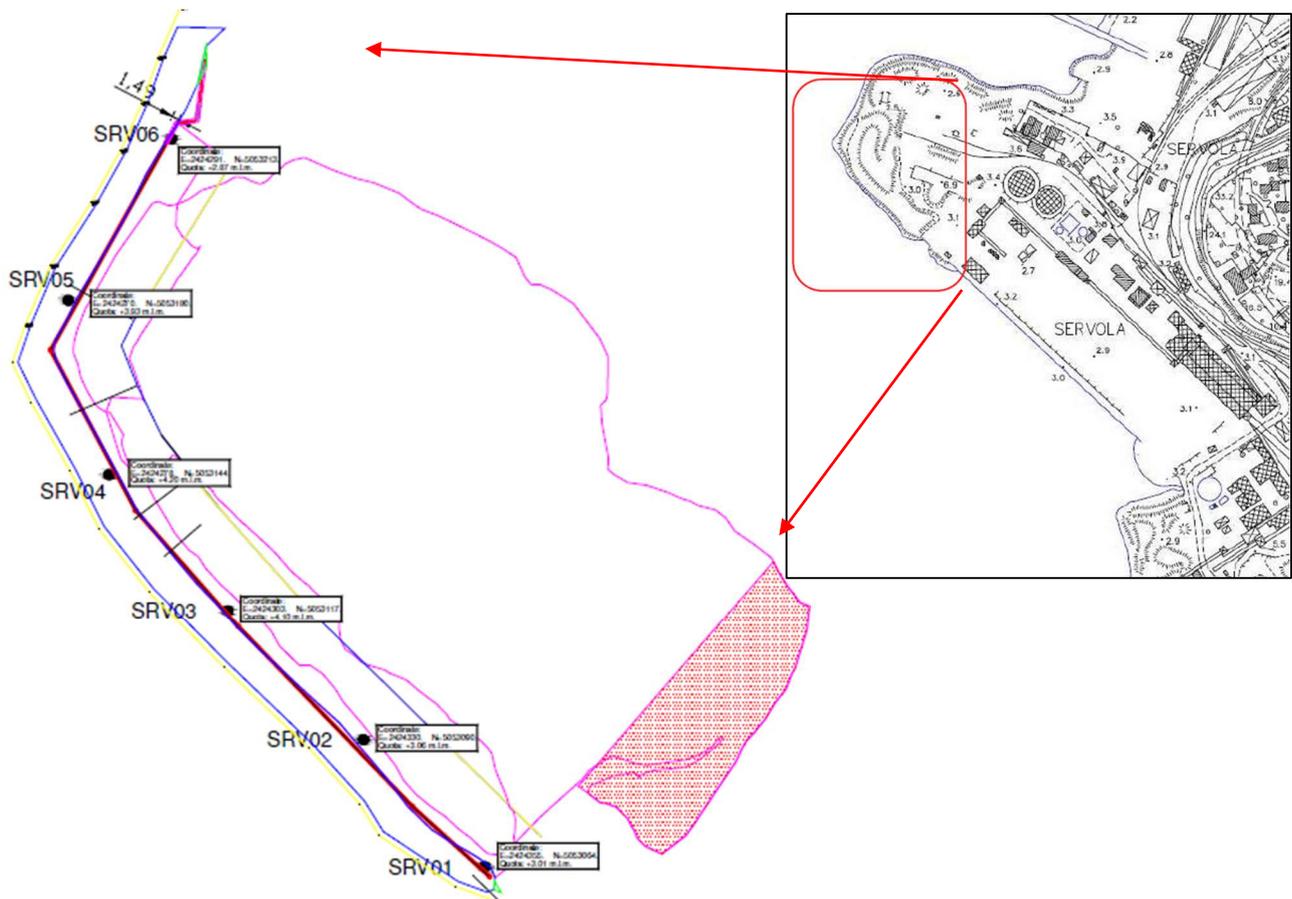
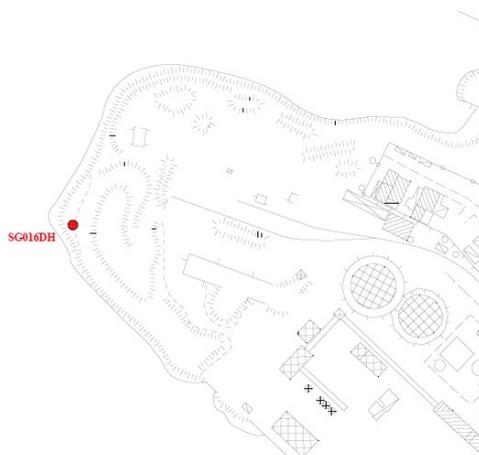
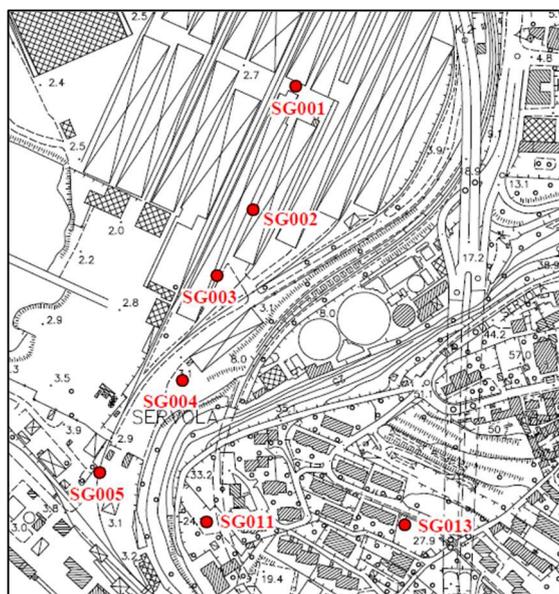


Figura 4-4 – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Nasone, 2019)



CEF, anno 2021-2022:

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
CEF	2021	SG001	1	4	gr, i&s, ed, TX,	PP, Vane, SPT,
		SG002	1	4	gr, i&s, ed, TX,	PP, Vane, SPT,
		SG003	1	3	gr, i&s, ed, TX,	PP, Vane, SPT,
		SG004	0	0	0	SPT
	2022	SG016DH	n.d.	3	i&s, bet, ed, CU, cr	PP, Vane



● Sondaggio geognostico eseguito

Figura 4-5 - Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (CEF, 2021-2022)

4.2 Indagini recenti

Al fine di individuare i parametri del terreno dell'area di interesse è stata considerata la campagna di indagini eseguita dalla Geosyntech S.r.l., nel corso dell'anno 2021, costituita da prove in sito e di laboratorio. Le prove qui menzionate, vengono elencate di seguito:

- n°4 sondaggi geognostici a distruzione di nucleo (TS21/42, TS21/44, TS21/49, TS21/51).
- n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (TS21/41, TS21/52).
- n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo in corrispondenza dei sedimenti superficiali ed a distruzione di nucleo in corrispondenza della roccia [*Flysch*] (TS21/43, TS21/50).
- n°3 tomografie sismiche a riflessione eseguite in mare.

In particolare, per ogni verticale sono state effettuate le seguenti prove:

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Geosyntech	2021	TS21/041	0	0	n.d.	PP, Vane, SPT
		TS21/042	0	0	n.d.	RQD
		TS21/043	1	3	i&s, gr, bet, ed, CU	PP, Vane, SPT
		TS21/044	0	0	n.d.	RQD
		TS21/049	0	0	n.d.	RQD
		TS21/050	0	3	i&s, gr, bet, ed, CU	PP, Vane, SPT
		TS21/051	0	0	n.d.	RQD
		TS21/052	0	0	n.d.	PP, Vane, SPT

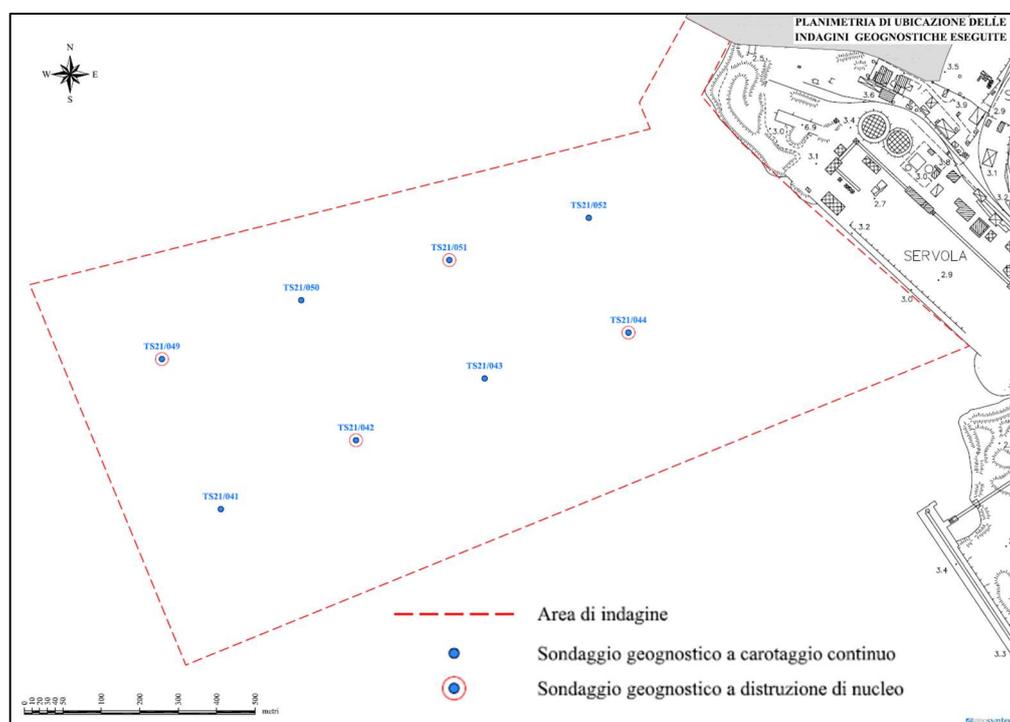


Figura 4-6 – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (Geosyntech 2021)

Per maggiori approfondimenti si invita a consultare la relazione sulle indagini.

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 13 di 124</p>
---	---	-----------------------

4.3 Indagini attuali

Al fine di individuare i parametri del terreno dell'area interessata dalla zona gru RMG e della zona nuovo accosto Ro-Ro è stata considerata la campagna di indagini eseguita dalla Ground Engineering S.a.s., nel corso dell'anno 2023, costituita da prove in sito e di laboratorio. Le prove qui menzionate, vengono elencate di seguito:

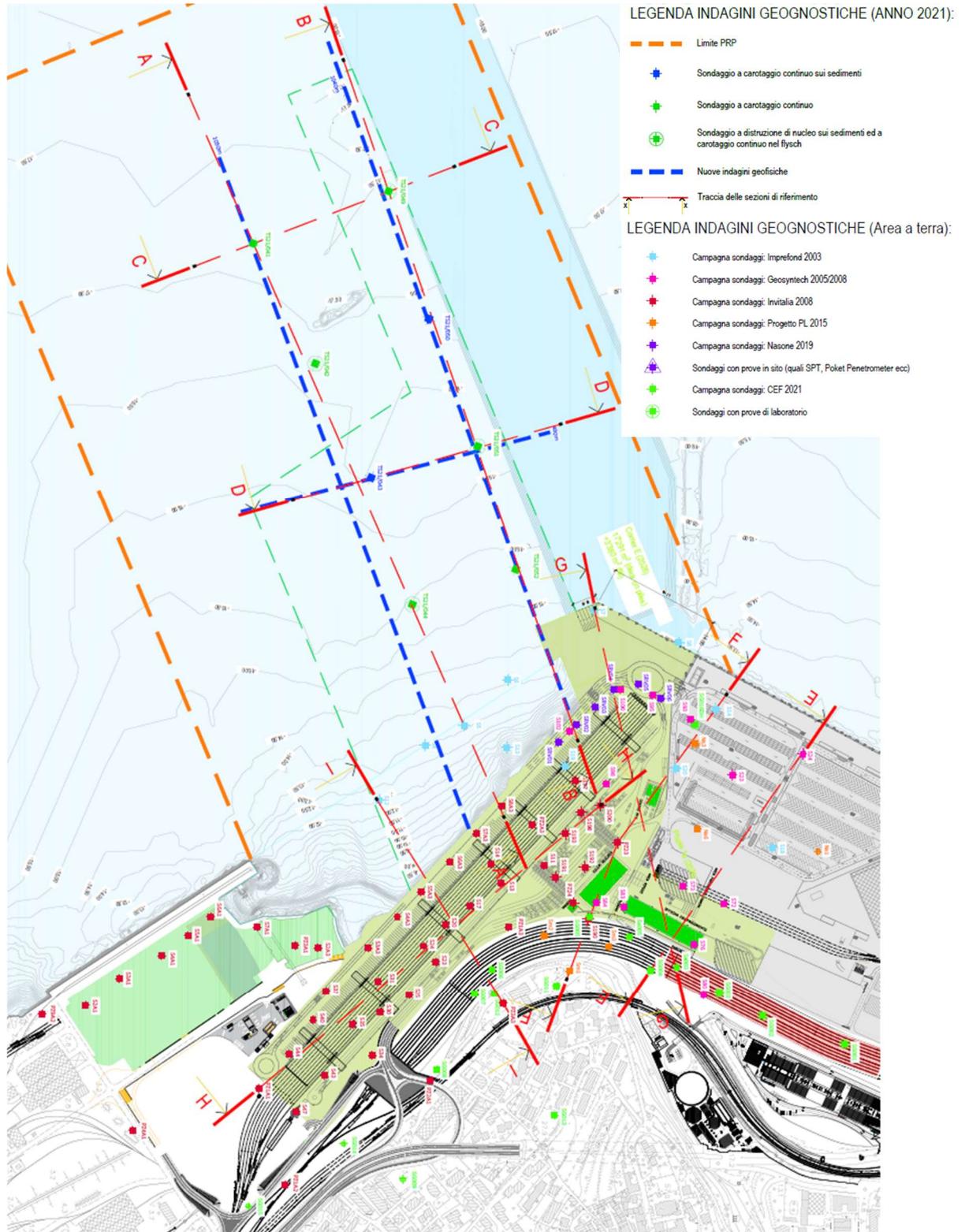
- n°10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S01, S02, S03, S04, S05, S06, S07, S08, S09, S10).

In particolare, per ogni verticale sono state effettuate le seguenti prove:

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST.	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Ground Engineering S.a.s.	2023	S01	0	2		PP, Vane
		S02	0	0		SPT
		S03	0	0		SPT
		S04	0	1		PP, Vane, SPT
		S05	0	2		SPT
		S06	0	0		PP, Vane, SPT
		S07	0	2		PP, Vane, SPT
		S08	0	2		PP, Vane, SPT
		S09	0	2		PP, Vane, SPT
		S10				SPT



4.4 Planimetria riassuntiva delle indagini geognostiche di riferimento



	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 15 di 124</p>
---	---	-----------------------

5 TEORIE DI BASE

5.1 PROVE SPT – Formazioni granulari

5.1.1 Densità relativa

La densità relativa delle formazioni granulari è determinata sulla base dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT, utilizzando le correlazioni riportate nel seguito.

Skempton (1986)

In base al valore di N_{SPT} è possibile determinare lo stato di addensamento dei terreni incoerenti (D_r) mediante l'espressione:

$$D_r(\%) = \sqrt{\frac{(N1)_{60}}{A}} 100$$

essendo:

$$(N1)_{60} = C_N N_{SPT} \frac{ER}{60}$$

dove:

- ER : rendimento energetico del sistema di battitura che secondo Skempton (1986) può essere assunto uguale a 60 per l'Italia;
- N_{SPT} : numero di colpi misurati con la prova standard SPT;
- $(N1)_{60}$: valore di N riferito ad un valore unitario della pressione;
- $C_N = \sqrt{\frac{p_a}{\sigma'_{v0}}}$: coefficiente di correzione secondo la relazione di Liao e Withman (1986);
- p_a : pressione atmosferica;
- σ'_{v0} : tensione efficace alla profondità di riferimento;
- A : costante che dipende dalla storia tensionale, dalla granulometria e dall'età del deposito. È pari a 55 per sabbie fini, a 60 per sabbie medie e a 65 per sabbie grosse.

Gibbs & Holtz (1957)

Il metodo di Gibbs & Holtz è valido per sabbie da fini a grossolane, per qualsiasi valore della pressione efficace, in depositi normalconsolidati.

La densità relativa vale:

$$D_r(\%) = 21 \sqrt{\frac{N_{SPT}}{\sigma + 0.7}} 100$$

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 16 di 124</p>
---	---	-----------------------

Schultze & Mezembach (1961)

Il metodo di Schultze & Mezembach è valido per sabbie da fini a ghiaiose, per qualunque valore della pressione efficace, in depositi normalconsolidati.

La densità relativa vale:

$$Dr(\%) = e^{0.478 \ln(N'_{SPT}) - 0.262 \ln(\sigma) + 2.84}$$

Dr (%)	Classificazione
<15	Molto sciolto
15 - 35	Sciolto
35 - 65	Medio
65 - 85	Denso
>85	Molto denso

5.1.2 Proprietà meccaniche

L'angolo di attrito φ è determinato dalla rielaborazione delle prove penetrometriche SPT, utilizzando le correlazioni proposte da vari autori a partire da valori di N_{SPT} . Di seguito si riportano una tabella contenente le principali correlazioni utilizzate.

AUTORE	FORMULA	TERRENO
Shoi & Fukuni Road Bridge Specification	$\varphi = \sqrt{15N'_{SPT}} + 15 = 24^\circ$	Sabbie fini o limose
Japanese National Railway	$\varphi = 0.3N'_{SPT} + 27 = 29^\circ$	Da sabbie medio-grosse fino a sabbie ghiaiose

5.1.3 Proprietà deformative

Il metodo utilizzato è quello di Jamiolkoswki (1988) che porta alla determinazione del modulo E pari a:

$$E = (10.5 - 3.5 \cdot D_R) \cdot N_{SPT}$$

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 17 di 124</p>
---	---	-----------------------

5.2 Classificazione dell'ammasso roccioso

Il substrato roccioso flyschoidale, che si incontra al di sotto del materiale alluvionale marino/continentale superficiale (oppure, localmente, allo strato di riporto per l'area a terra), è costituito da un primo orizzonte alterato per poi passare ad un Flysch integro.

<i>Campagna</i>	<i>Anno</i>	<i>ID</i>	<i>Fondale</i> [m s.l.m.m.]	<i>Quota tetto del</i> <i>Flysch alterato</i> [m s.l.m.m.]	<i>Quota tetto del</i> <i>Flysch integro</i> [m s.l.m.m.]
Geosyntech	2021	TS21/41	-17.80	-57.80	-59.80
Geosyntech	2021	TS21/42	-17.10	-56.00	-56.70
Geosyntech	2021	TS21/43	-15.90	-38.90	-
Geosyntech	2021	TS21/44	-15.70	-38.60	-41.20
Geosyntech	2021	TS21/49	-17.60	-56.10	-56.60
Geosyntech	2021	TS21/50	-17.30	-	-
Geosyntech	2021	TS21/51	-16.90	-50.00	-50.90
Geosyntech	2021	TS21/52	-15.70	-39.20	-40.20

Tabella 5-1 – Quadro sinottico delle quote del tetto per il Flysch alterato ed integro (Area a mare)

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 18 di 124</p>
---	---	-----------------------

<i>Campagna</i>	<i>Anno</i>	<i>ID</i>	<i>Piano campagna</i> <i>[m s.l.m.m.]</i>	<i>Quota tetto del Flysch alterato</i> <i>[m s.l.m.m.]</i>	<i>Quota tetto del Flysch integro</i> <i>[m s.l.m.m.]</i>
Imprefond	2003	S19	+3.4	-23.6	-25.7
Imprefond	2003	S20	+3.0	-25.8	-30.7
Progetto	2015	Sm1	+26	+24.5	+11.9
Progetto	2015	Sm2	+3.2	+2.2	+1.1
Progetto	2015	Sm3	+2.9	+2.1	-1.1
Progetto	2015	Ns3	+2.5	-30.2	-33.0
CEF	2021	SG003	+2.78	-10.72	-12.0
CEF	2021	SG005	+2.96	-1.24	-1.74
Ground Engineering	2023	S01			
Ground Engineering	2023	S02			
Ground Engineering	2023	S03			
Ground Engineering	2023	S04			
Ground Engineering	2023	S05			
Ground Engineering	2023	S06			
Ground Engineering	2023	S07			
Ground Engineering	2023	S08			
Ground Engineering	2023	S09			
Ground Engineering	2023	S10			

Tabella 5-2 – Quadro sinottico delle quote del tetto per il Flysch alterato ed integro (Area a terra)

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 19 di 124</p>
---	---	-----------------------

Dalle indagini eseguite è emersa una situazione abbastanza omogenea dal punto di vista della profondità del substrato roccioso, con una tendenza all'approfondimento man mano che ci si allontana dal molo esistente.

<i>Campagna</i>	<i>Anno</i>	<i>ID</i>	<i>Condizione del Flysch interessato</i>	<i>Quota media da fondale marino</i> [m]	<i>Indice RQD</i> [%]
Geosyntech	2021	TS21/42	Integro	-41.50	12
Geosyntech	2021	TS21/42	Integro	-42.50	13
Geosyntech	2021	TS21/44	Integro	-26.50	11
Geosyntech	2021	TS21/44	Integro	-27.50	40
Geosyntech	2021	TS21/49	Integro	-41.50	10
Geosyntech	2021	TS21/49	Integro	-42.30	78
Geosyntech	2021	TS21/51	Integro	-34.50	12
Geosyntech	2021	TS21/51	Integro	-35.50	10
Geosyntech	2021	TS21/51	Integro	-36.25	20

Tabella 5-3 – Quadro sinottico degli indici di RQD (Area a mare)

5.2.1 Classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi

Per attribuire dei valori ai parametri di resistenza dell'ammasso roccioso si è partiti dalla caratterizzazione meccanica effettuata sui provini di roccia integra, da questi si è proceduto con la determinazione degli indici di classificazione RMR (Rock Mass Rating).

5.2.1.1 Classificazione RMR di Bieniawsky

L'indice RMR (Rock Mass Rating) o di Bieniawski (Bieniawski, 1974, 1989, 1993) prende in considerazione cinque proprietà:

- resistenza alla compressione uniassiale della roccia intatta (A1);
- indice RQD (A2);
- spaziatura delle discontinuità (A3);
- tipo e condizioni delle discontinuità (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiali di riempimento) (A4);
- condizioni idrauliche (A5);
- a seconda della applicazione, una correzione per la giacitura delle discontinuità (A6).

Ciascun parametro è valutato in modo quantitativo ed a ciascuno è assegnato un indice parziale, come indicato di seguito.

1. σ_c (MPa)	> 250	250 ÷ 100	100 ÷ 50	50 ÷ 25	25 ÷ 5	5 ÷ 1	< 1
Indice parziale	15	12	7	4	2	1	0
2. RQD (%)	100 ÷ 90	90 ÷ 75	75 ÷ 50	50 ÷ 25	< 25		
Indice parziale	20	17	13	8	3		
3. J_z (m)	> 2	2 ÷ 0.6	0.6 ÷ 0.2	0.2 ÷ 0.06	< 0.06		
Indice parziale	20	15	10	8	5		
4. Condizione delle discontinuità	Pareti molto scabre, giunti non continui, chiusi, roccia non alterata	Pareti poco scabre, apertura < 1 mm, roccia poco alterata	Pareti poco scabre, apertura < 1 mm, roccia molto alterata	Pareti laminate, riempimento < 5 mm, apertura 1 ÷ 5 mm, giunti continui	Riempimento mat. sciolto > 5 mm, apertura > 5 mm, giunti continui		
Indice parziale	30	25	20	10	0		
5. Condizioni idrauliche							
Afflusso per 10 m di galleria (l/min)	0	< 10	10 ÷ 25	25 ÷ 125	> 125		
Condizioni pareti	asciutte	umide	bagnate	gocciolanti	fluenti		
Pressione acqua / sforzo principale	0	0.0 ÷ 0.1	0.1 ÷ 0.2	0.2 ÷ 0.5	> 0.5		
Indice parziale	15	10	7	4	0		

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 21 di 124</p>
---	---	-----------------------

B. RATING ADJUSTMENT FOR DISCONTINUITY ORIENTATIONS (See F)						
Strike and dip orientations		Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable
Ratings	Tunnels & mines	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	

La somma algebrica degli indici parziali relativi ai singoli parametri fornisce l'indice RMR dell'ammasso roccioso: $RMR_c = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6$.

In base al valore di questo indice, l'ammasso roccioso viene suddiviso in n°5 classi come di seguito sintetizzato.

RMR _c	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	≤ 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

Per ciascuna classe è indicata da Bieniawski una stima, seppur di larga massima, dei parametri di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso (coesione e angolo di resistenza al taglio). Nella pratica si usa differenziare:

$$RMR_{base} = RMR_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$RMR_{corretto} = RMR_c = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6$$

Dal valore di RMR_b si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Bieniawsky assumono il valore:

$$\text{Coesione } c \text{ (kPa)} = 5 RMR_b$$

$$\text{Angolo di attrito } \phi \text{ (}^\circ\text{)} = 0,5 RMR_b + 5$$

$$\text{Modulo di deformazione } E \text{ (GPa)} = 2 RMR_b - 100$$

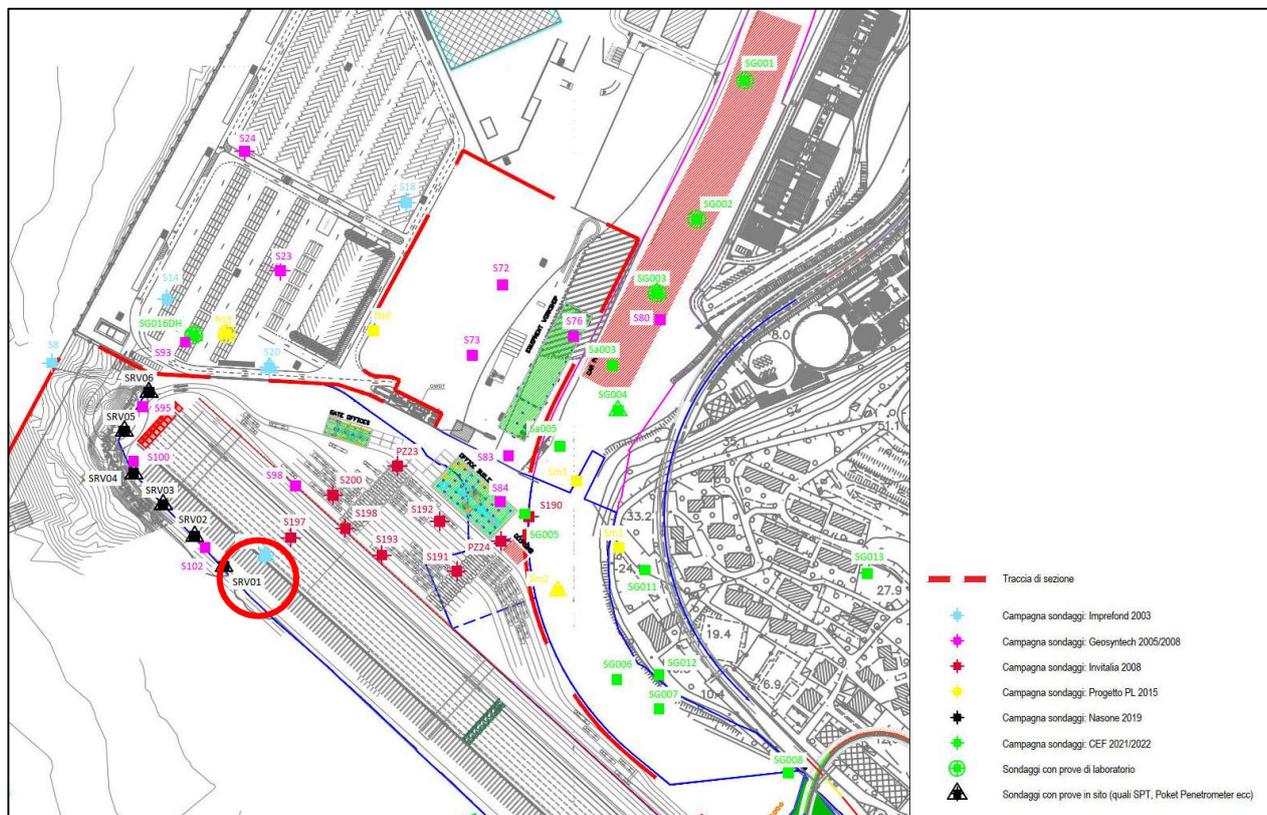


6 ELABORAZIONE DELLE PROVE

In questa sezione vengono presentate le differenti prove eseguite, in laboratorio ed in sito, in corrispondenza dell'area a mare e dell'area a terra, con il fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico la porzione di territorio interessata dagli interventi in progetto.

6.1 Area edifici

6.1.1 S19 (Imprefond 2020)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+3.0	-21.0	<i>Riporto</i>
-21.0	-24.0	<i>Argilla limosa</i>
-24.0	-26.1	<i>Flysch alterato</i>
-26.1	-27.8 (fine sondaggio)	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-9 – Quadro sinottico del log stratigrafico S19 (Imprefond, 2020)

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 23 di 124</p>
---	---	-----------------------

6.1.1.1 Prove in sito

6.1.1.1.1 Standard Penetration Test (SPT)

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}
S19 (2003)	7.03	2.97	Rifiuto
	4.04	5.96	Rifiuto
	1.02	8.98	Rifiuto
	-1.95	11.95	Rifiuto

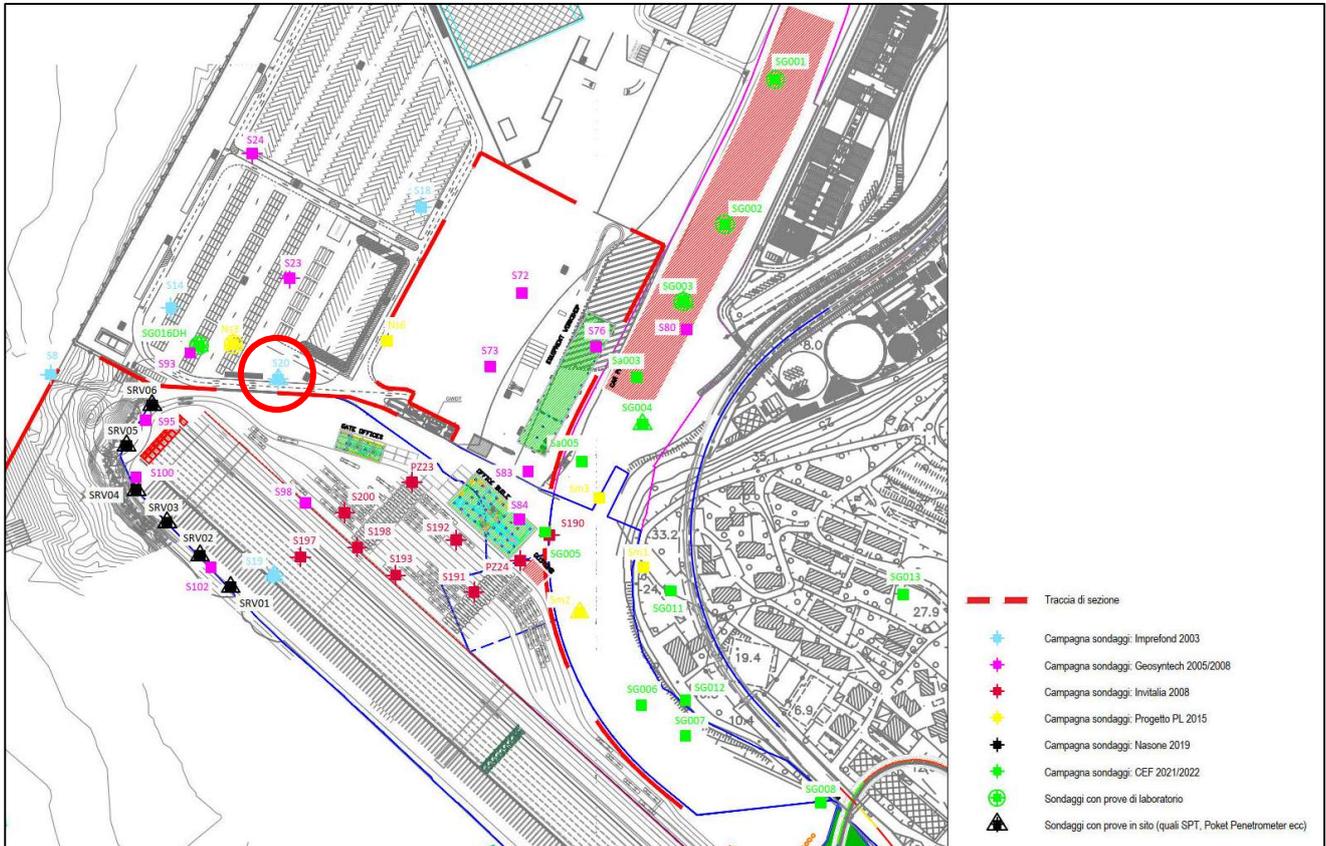
6.1.1.1.2 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		S19	
Quota terreno [m.s.l.m.m.]		3	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
24	27	190	100
		210	
		200	100
Argilla limosa		100	100

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.2 S20 (Imprefond 2020)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+2.5	-16.5	<i>Riporto</i>
-16.5	-26.3	<i>Argilla – Argilla limosa</i>
-26.3	-31.5	<i>Flysch alterato</i>
-31.5	-32.5 (fine sondaggio)	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-9 – Quadro sinottico del log stratigrafico S20 (Imprefond, 2020)



6.1.2.1 Prove in sito

6.1.2.1.1 Standard Penetration Test (SPT)

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Dr [%]				Classificazione di Peck e Bazaraa (1969)
				Skempton 1986	Gibbs & Holz (1957)	Schulze & Mezembach (1961)	Valore medio	
S20 (2003)	-2.15	2.95	12	57	72	76	69	Medio
	-5.18	5.98	67	118	120	118	118	Molto Denso
	-8.14	8.94	46	89	95	93	92	Molto Denso
	-11.16	11.96	43	81	86	85	84	Denso

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	φ (°)								
				Shioie Fukuni	Japanese National Railway	De Mello 1971	Owasaki & Iwasaki	Sowers (1961)	Peck-Hanson & Thornburn	Meyerhof (1965)	Schmertmann	Valore medio
S20 (2003)	-2.15	2.95	12	28	31	28	30	31	31	34	40	31
	-5.18	5.98	67	40	39	33	44	39	39	42	46	40
	-8.14	8.94	46	36	36	32	40	37	36	40	43	37
	-11.16	11.96	43	36	36	31	39	36	35	39	43	37

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	E [kg/cm ²]	
				Jamiolkowski (scegliere formula da "tabella")	Valore Medio (No Bowles)
S20 (2003)	-2.15	2.95	12	102	128
	-5.18	5.98	67	261	348
	-8.14	8.94	46	225	276
	-11.16	11.96	43	222	266



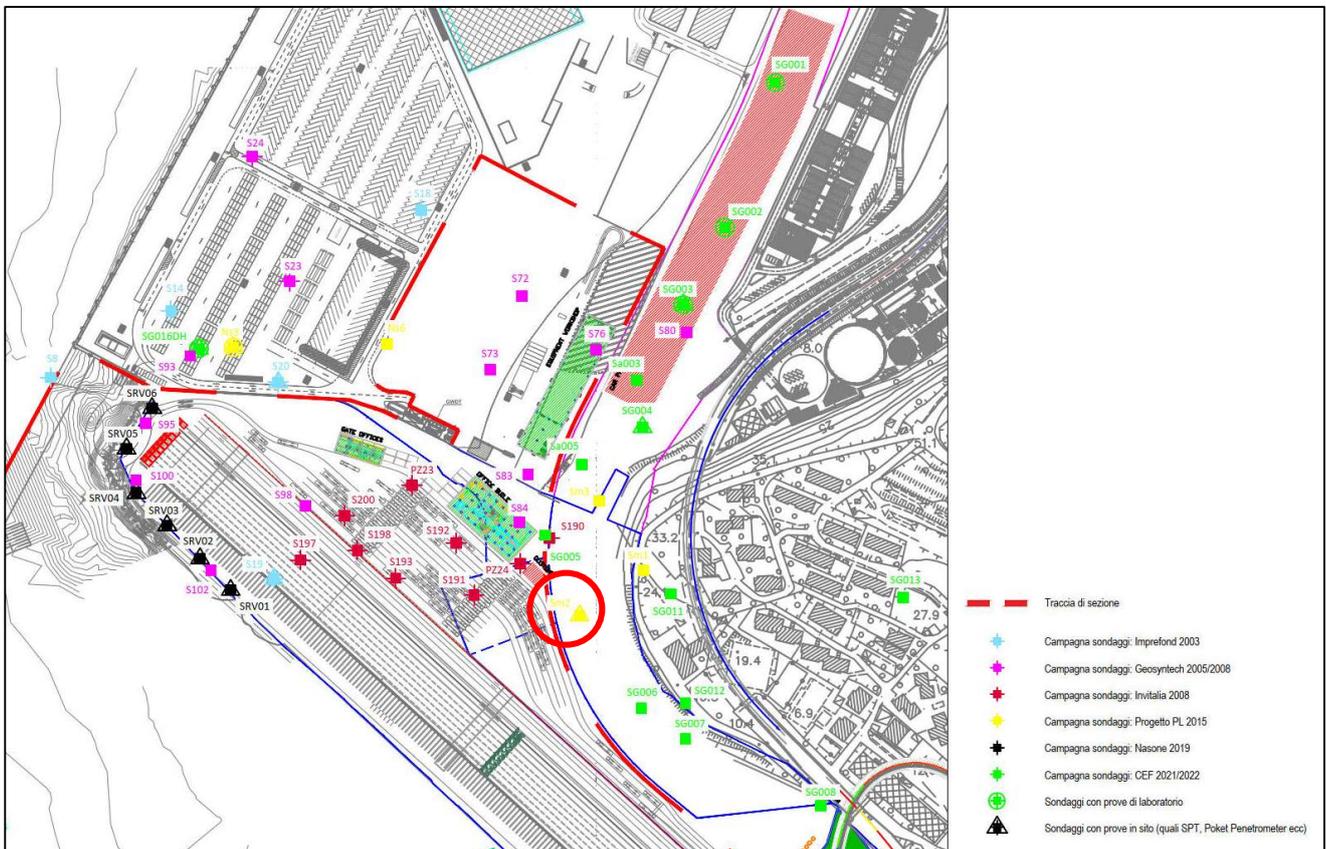
6.1.2.1.2 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		S20	
Quota terreno [m.s.l.m.m.]		2.5	
Quota m da	p.c. a	P.P. kPa	Vane kPa
22	27	80	40
		80	40
		100	
		110	50
		90	
		170	50
		170	80
Argilla limosa		57	52

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.3 Sm2 (Progetto PLT 2015)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+3.2	+2,5	<i>Asfalto e terreno di sottofondo</i>
+2.5	+2.2	<i>Terreno di copertura eluvio-colluviale</i>
+2.2	+1.1	<i>Flysch alterato</i>
+1.1	-6.4 (fine sondaggio)	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-9 – Quadro sinottico del log stratigrafico Sm2 (Progetto PLT, 2015)

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 29 di 124</p>
---	---	-----------------------

6.1.3.1 Prove di laboratorio

6.1.3.1.1 Point Load Test (PLT)

Provino	Profondità media [m]	Tipo	Massa volumica [t/m ³]	H _{iniz} [mm]	Largh. [mm]	Forza [kN]	Diam. Equiv. [mm]	Is [MPa]	Is ₅₀ [MPa]	Resistenza a compressione uniaassiale [MPa]
Sm2		D		78		2.2	78	0.36	0.44	9.68
		D		78		1.3	78	0.21	0.26	5.72
		D		78		1.3	78	0.21	0.26	5.72
		A		30	78	3.6	55	1.21	1.26	27.62
		A		34	78	1.7	58	0.50	0.54	11.88
		A		29	78	0.7	54	0.24	0.25	5.50
		A		27	78	3.9	52	1.45	1.48	32.56
		A		30	78	1.9	55	0.64	0.66	14.52
		A		28	78	2.2	53	0.79	0.81	17.82



6.1.3.2 Prove in situ

6.1.3.2.1 Standard Penetration Test (SPT)

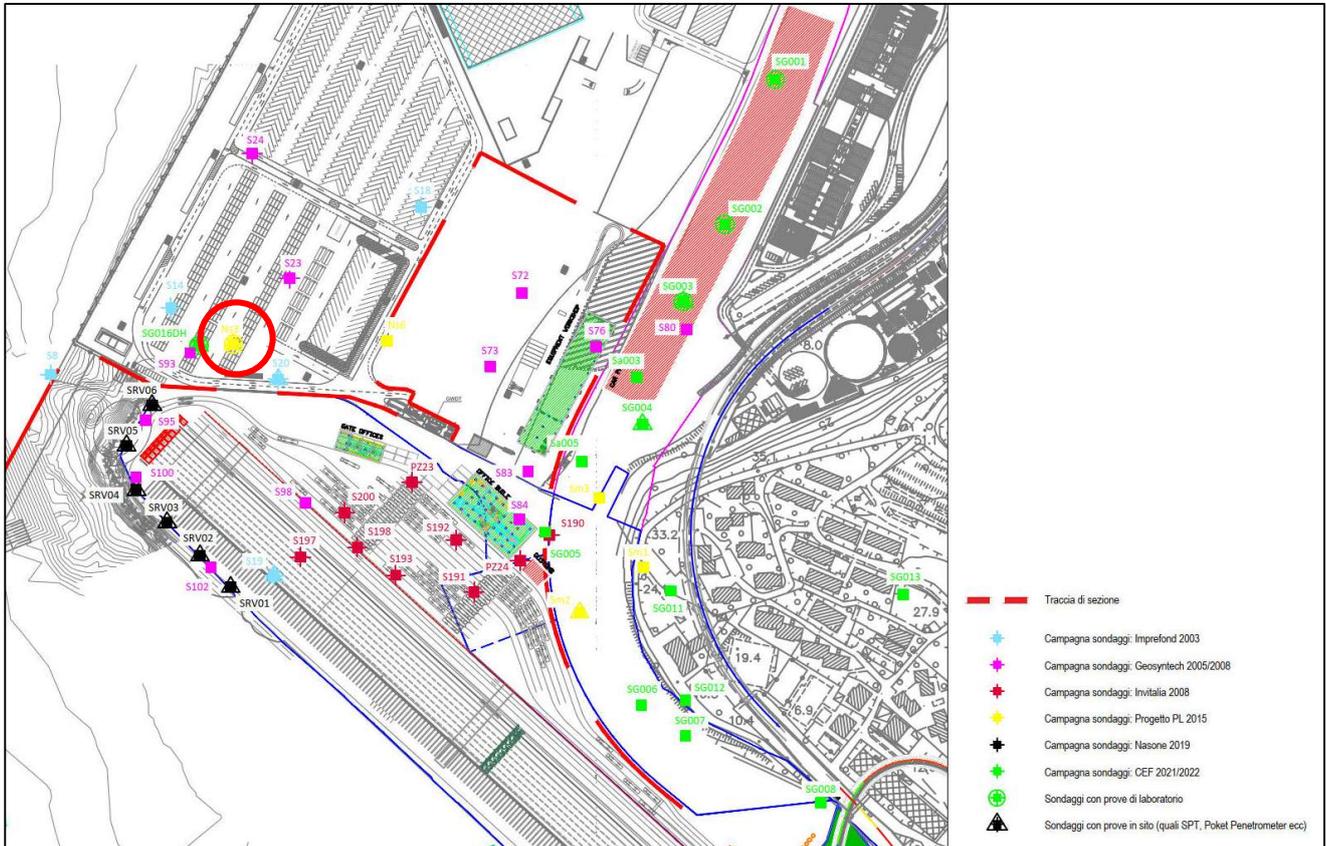
Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Skempton 1986	Gibbs & Holtz (1957)	Schulze & Mezembach (1961)	Valore medio	Classificazione di Peck e Bazaraa (1969)
				Dr [%]				
Sm2 (2015)	2,40	0,80	58	154	174	198	175	Molto Denso

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Shioi e Fukuni	Japanese National Railway	De Mello 1971	Owasaki & Iwasaki	Sowers (1961)	Peck-Hanson & Thornburn	Meyerhof (1965)	Schemmertmann	Valore medio
				φ (°)								
Sm2 (2015)	2,40	0,80	58	44,5	44,4	34,3	49,1	44,2	43,4	42,7	49,9	44,0

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Jamiolkowski (scegliere formula da "tabella")	Valore Medio (No Bowles)
				E [kg/cm ²]	
Sm2 (2015)	2,40	0,80	58	297	458



6.1.4 Ns3 (Progetto PLT 2015)



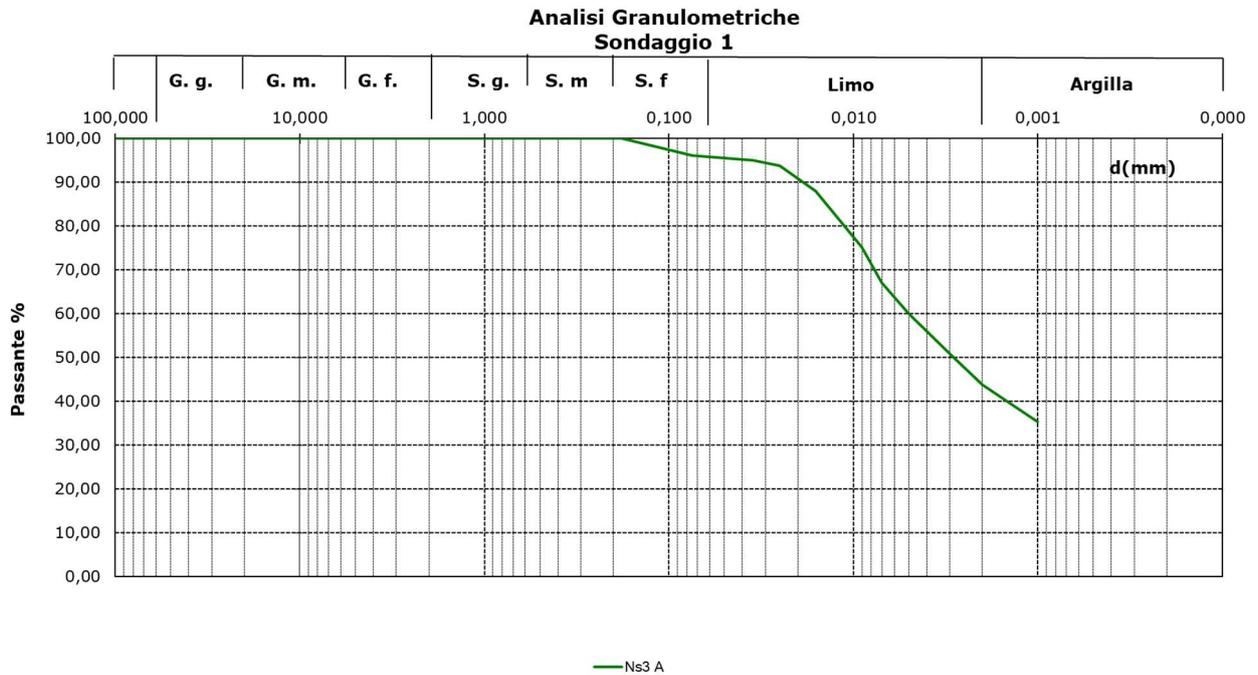
Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+2.5	-16.9	<i>Riporto</i>
-16.9	-30.2	<i>Limo argilloso</i>
-30.2	-35.5	<i>Flysch alterato</i>
-35.5	-46.5 (fine sondaggio)	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-10 – Quadro sinottico del log stratigrafico Ns3 (Progetto PLT, 2015)



6.1.4.1 Prove di laboratorio

6.1.4.1.1 Ns3-A - Analisi granulometrica





6.1.4.1.2Ns3-A - Prova triassiale consolidata e non drenata (CU)

Diagramma dello sforzo tangenziale massimo

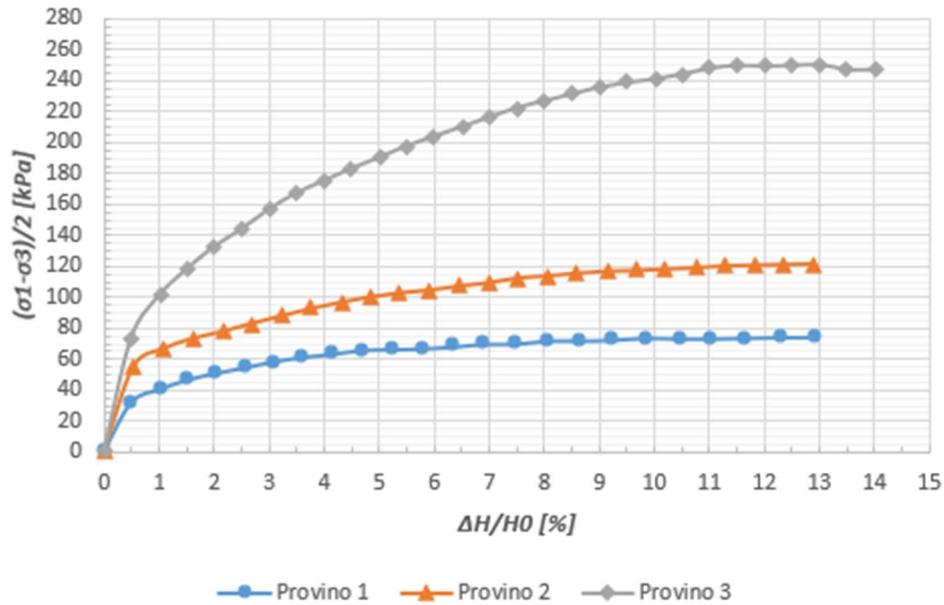


Diagramma della variazione della pressione interstiziale

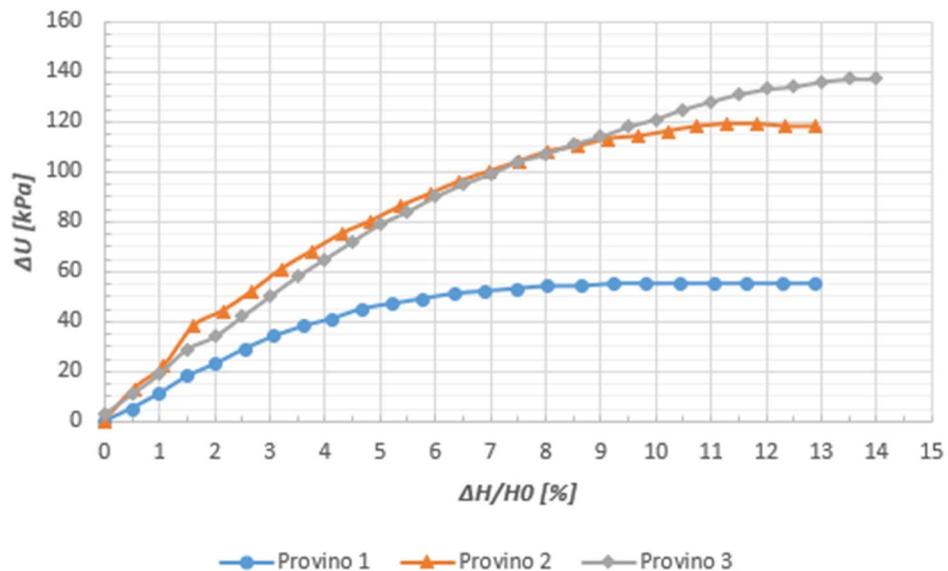
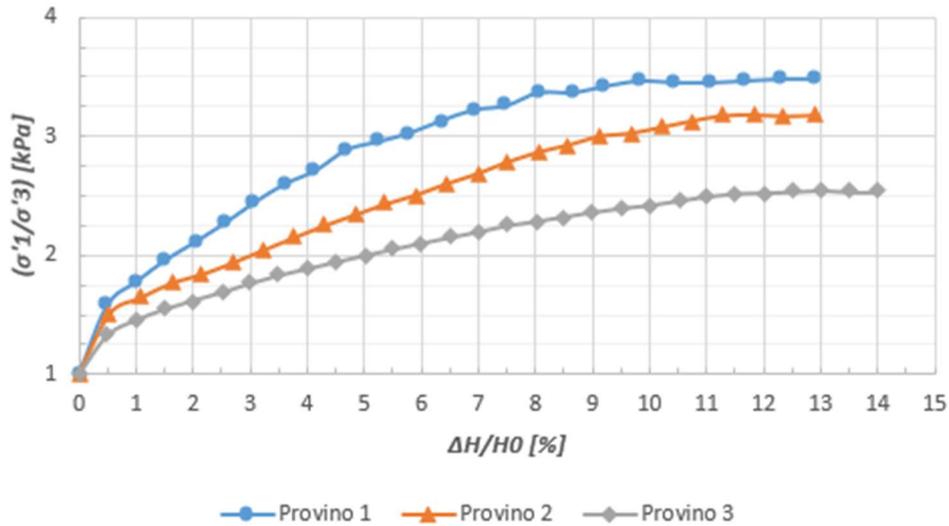




Diagramma del rapporto degli sforzi principali in funzione della deformazione assiale dei provini

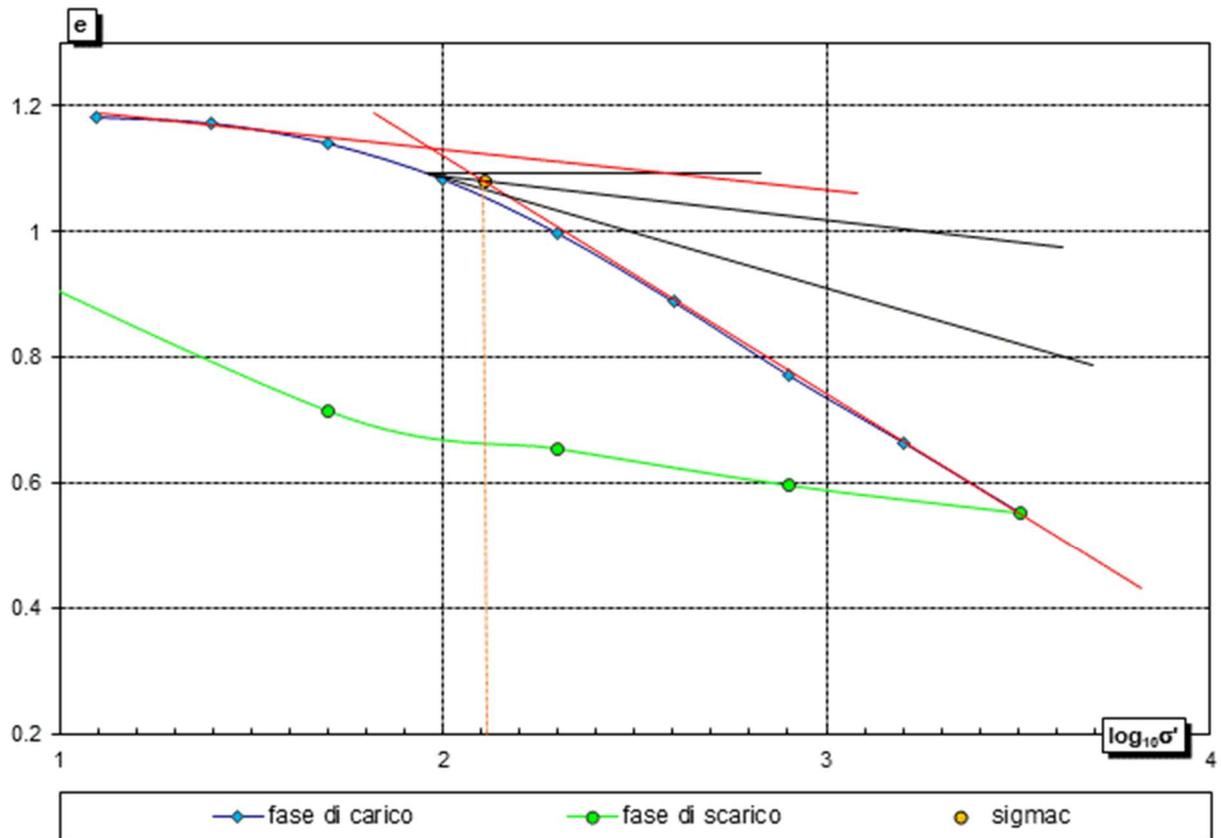


Provino 1	$\tau_{\max} = 74$ kPa
Provino 2	$\tau_{\max} = 122$ kPa
Provino 3	$\tau_{\max} = 250$ kPa

ϕ [°]	23
c [kPa]	27



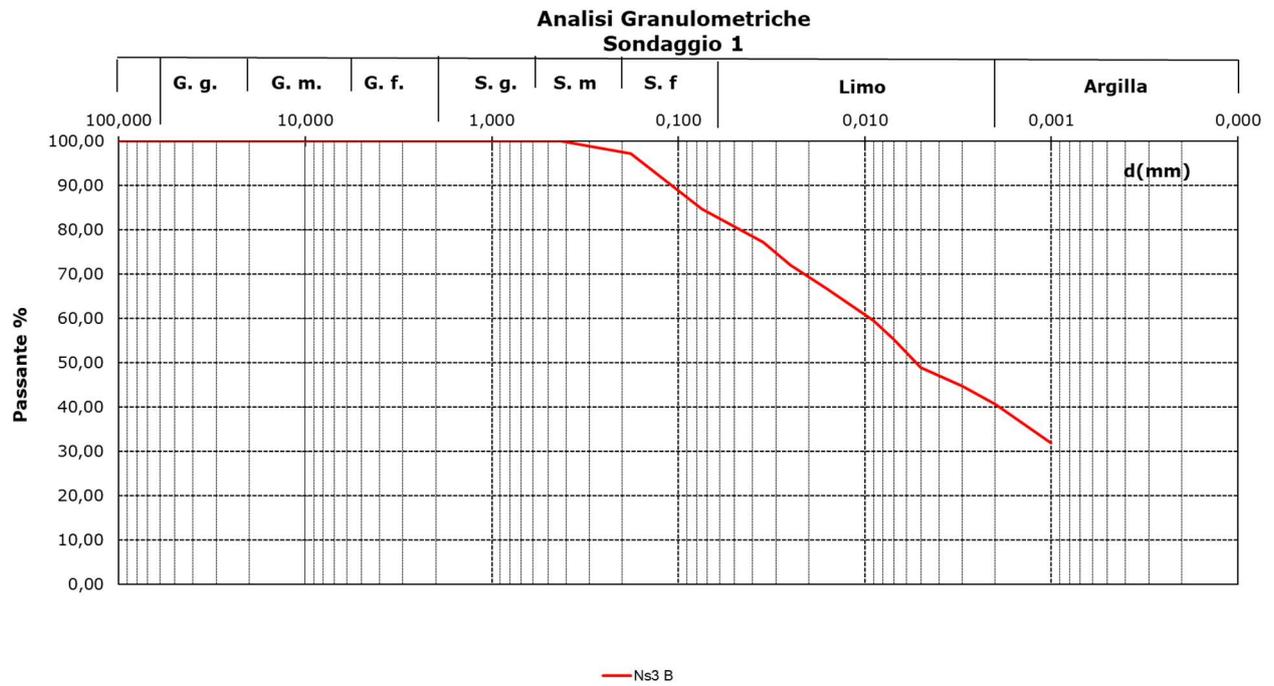
6.1.4.1.3Ns3-A - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricomprensione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR
					[/]	[/]	[/]			[/]
Ns3	A	20.4	21	20.7	0.109	0.372	0.090	128.82	185.50	1.00



6.1.4.1.4Ns3-B – Analisi granulometrica





6.1.4.1.5Ns3-B - Prova triassiale consolidata e non drenata (CU)

Diagramma dello sforzo tangenziale massimo

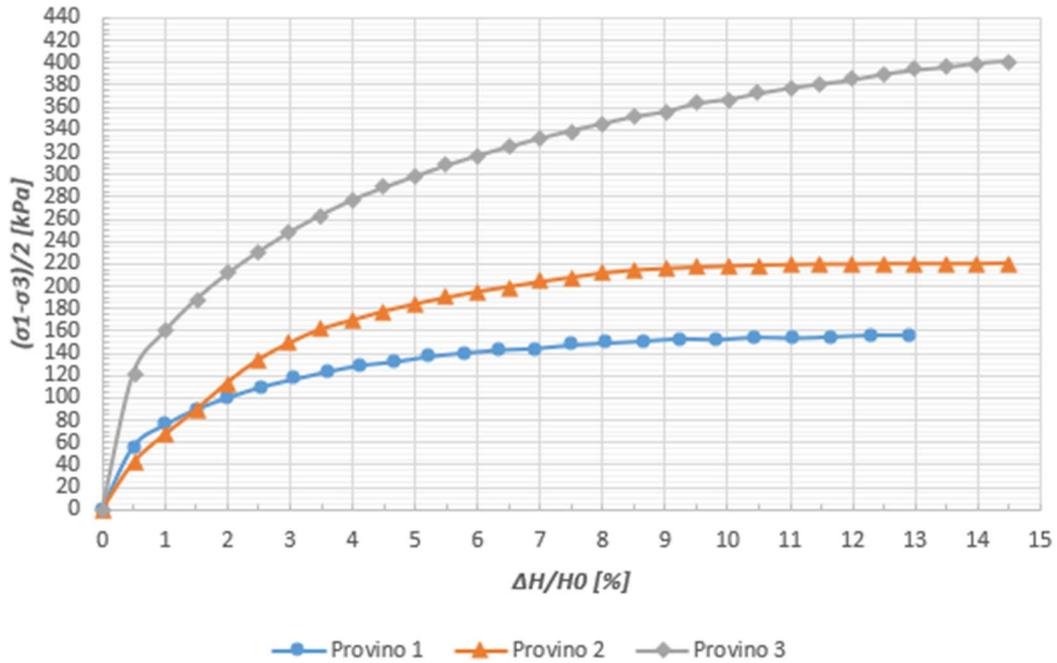


Diagramma della variazione della pressione interstiziale

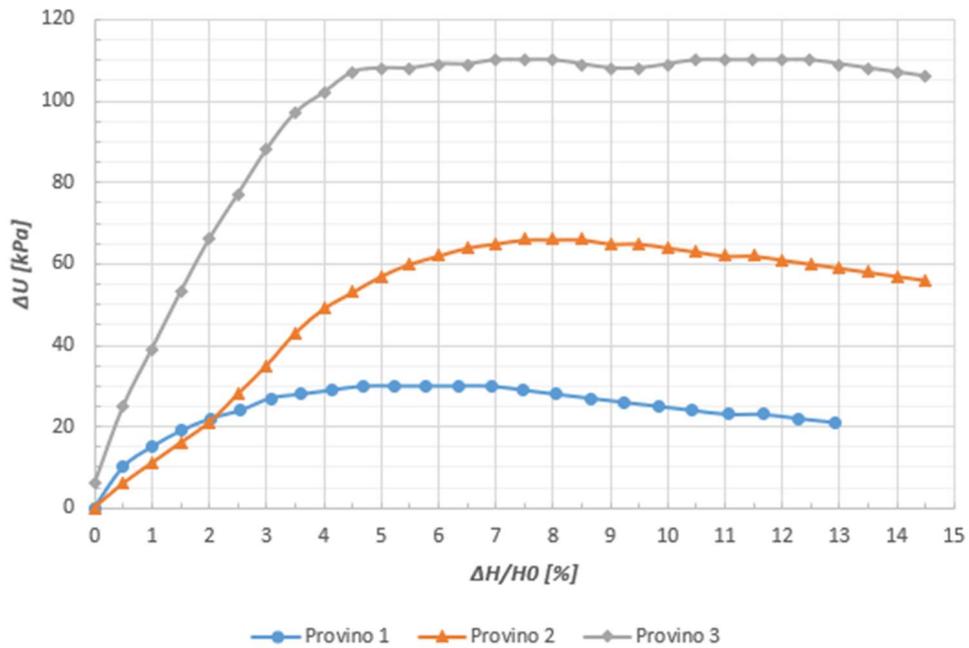
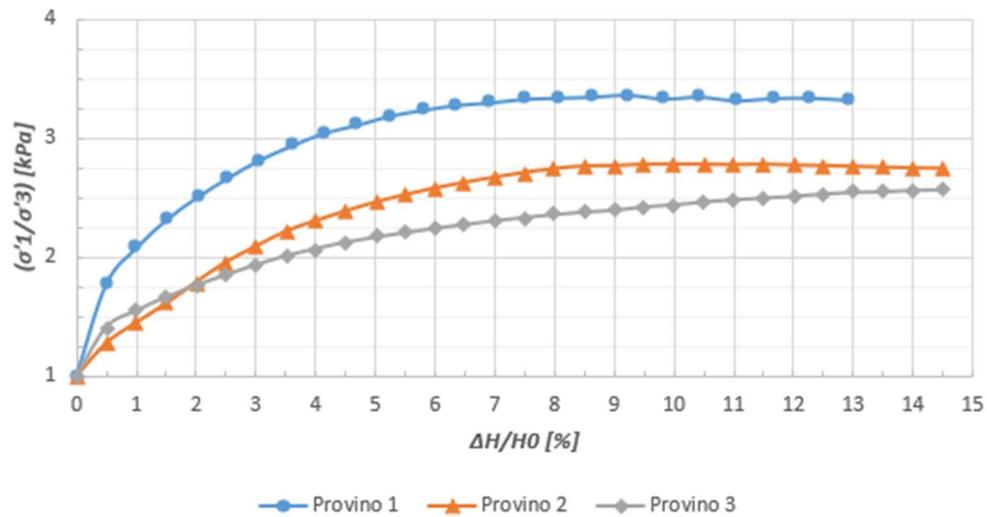




Diagramma del rapporto degli sforzi principali in funzione della deformazione assiale dei provini

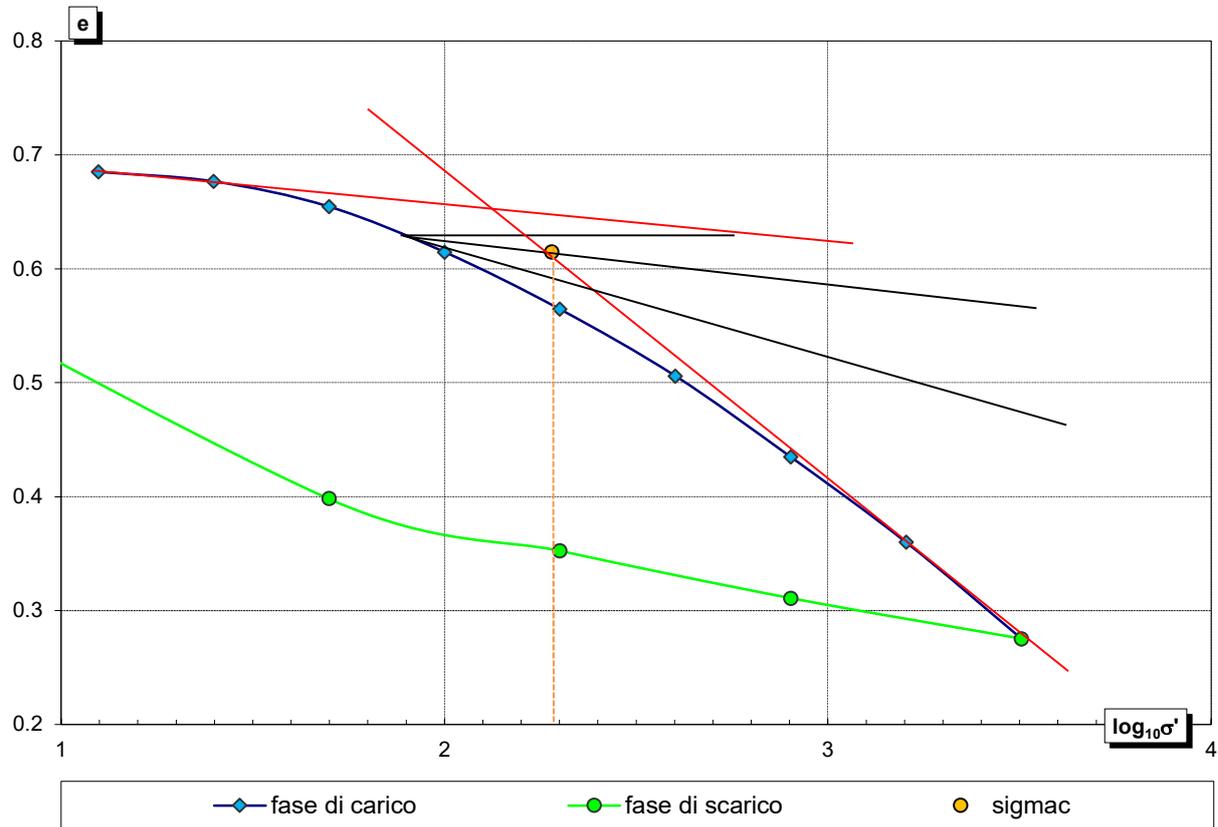


Provino 1	$\tau_{\max} = 245 \text{ kPa}$
Provino 2	$\tau_{\max} = 400 \text{ kPa}$
Provino 3	$\tau_{\max} = 710 \text{ kPa}$

ϕ [°]	23
c [kPa]	53



6.1.4.1.6Ns3-B - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR
					[/]	[/]	[/]			[/]
Ns3	B	28.5	29.1	28.8	0.078	0.256	0.068	190.55	292.75	1.00



6.1.4.2 Prove in sito

6.1.4.2.1 Standard Penetration Test (SPT)

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Skempton 1986	Gibbs & Holtz (1957)	Schultze & Mezembach (1961)	Valore medio	Classificazione di Peck e Bazaraa (1969)
				Dr [%]				
NS3 (2015)	-0,50	3,00	15	59	76	77	71	Medio
	-3,00	5,50	101	140	138	134	137	Molto Denso
	-6,50	9,00	7	34	44	44	41	Sciolto
	-9,50	12,00	33	69	75	75	73	Denso

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Shioi e Fukuni	Japanese National Railway	De Mello 1971	Owasaki & Iwasaki	Sowers (1961)	Peck-Hanson & Thornburn	Meyerhof (1965)	Schemertmann	Valore medio
				φ (°)								
NS3 (2015)	-0,50	3,00	15	30	32	29	32	32	31	35	40	32
	-3,00	5,50	101	44	44	34	49	44	43	43	48	44
	-6,50	9,00	7	25	29	26	27	30	29	32	38	28
	-9,50	12,00	33	34	34	31	37	35	34	38	41	35

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Jamioikoswki (scegliere formula da "tabelle") Valore Medio (No Bowles)	
				E [kg/cm ²]	
NS3 (2015)	-0,50	3,00	15	126	154
	-3,00	5,50	101	325	468
	-6,50	9,00	7	65	87
	-9,50	12,00	33	194	228



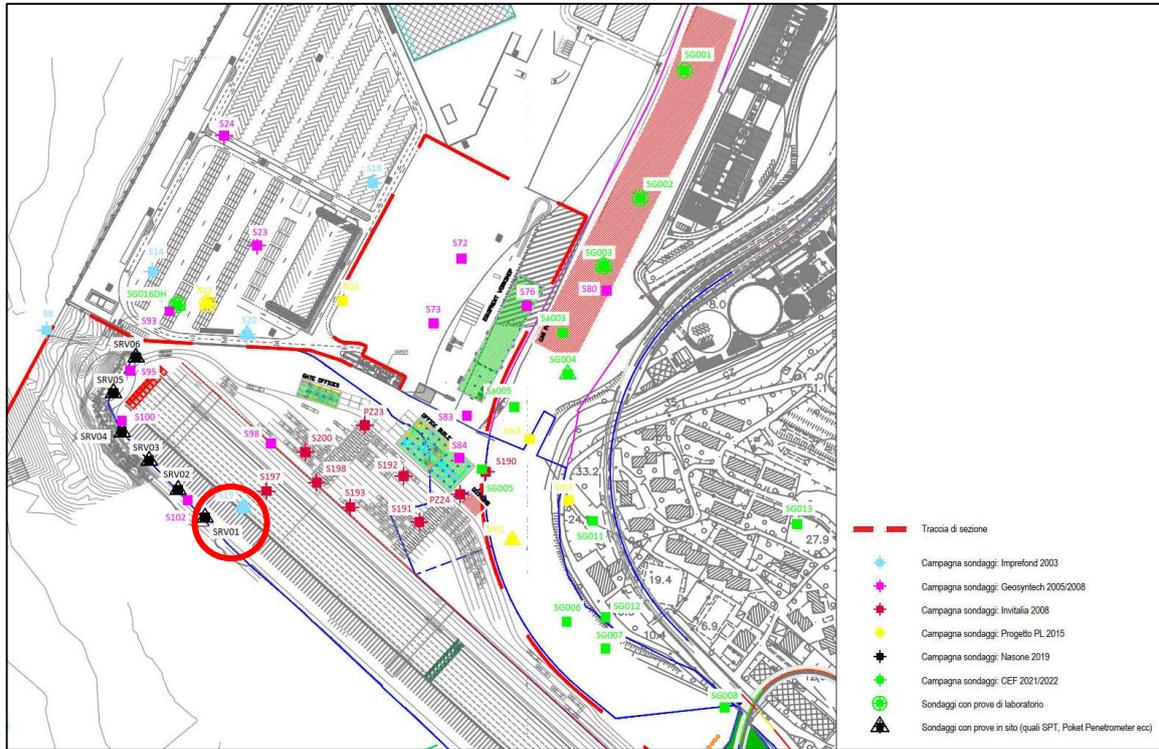
6.1.4.2.2 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		Ns3	
Quota terreno		2.5 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
19,5	25	100	60
		110	36
		110	40
		110	36
		80	52
		80	50
		100	-
		100	-
		100	-
		100	-
25,5	30,6	120	50
		140	110
		180	72
		220	-
		190	-
		200	-
		260	-
		240	-
		240	-
190	-		
Argilla limosa		50	46
Argilla limosa con concrezioni calcaree		99	77

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.5 SRV01 (Nasone 2019)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+3.01	-16.59	<i>Riporto</i>
-16.59	-25.79	<i>Limo argilloso</i>
-25.19	-25.79 (fine sondaggio)	<i>Flysch alterato</i>

Tabella 6-11 – Quadro sinottico del log stratigrafico SRV01 (Nasone 2019)

6.1.5.1 Prove in sito

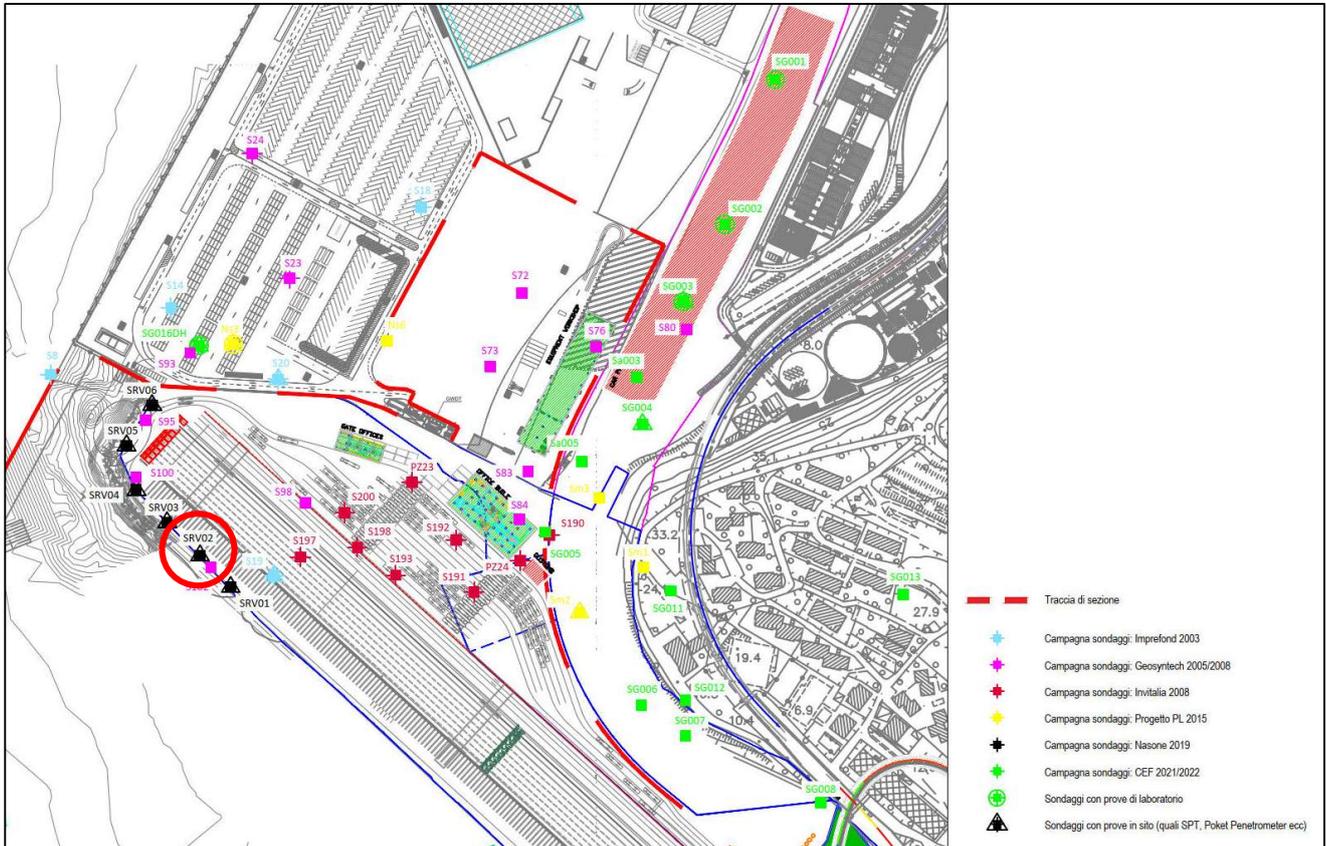
6.1.5.1.1 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SRV01	
Quota terreno		3.01 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
19.6	23	110	-
		140	-
		160	-
		120	-
		160	-
23	24.5	180	-
		200	-
		220	-
		200	-
Argilla limosa		50	-
Argilla limosa con concrezioni		99	-

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.6 SRV02 (Nasone 2019)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+3.06	-18.04	<i>Riporto</i>
-18.04	-21.94 (fine sondaggio)	<i>Limo argilloso</i>

Tabella 6-12 – Quadro sinottico del log stratigrafico SRV02 (Nasone 2019)

6.1.6.1 Prove in sito

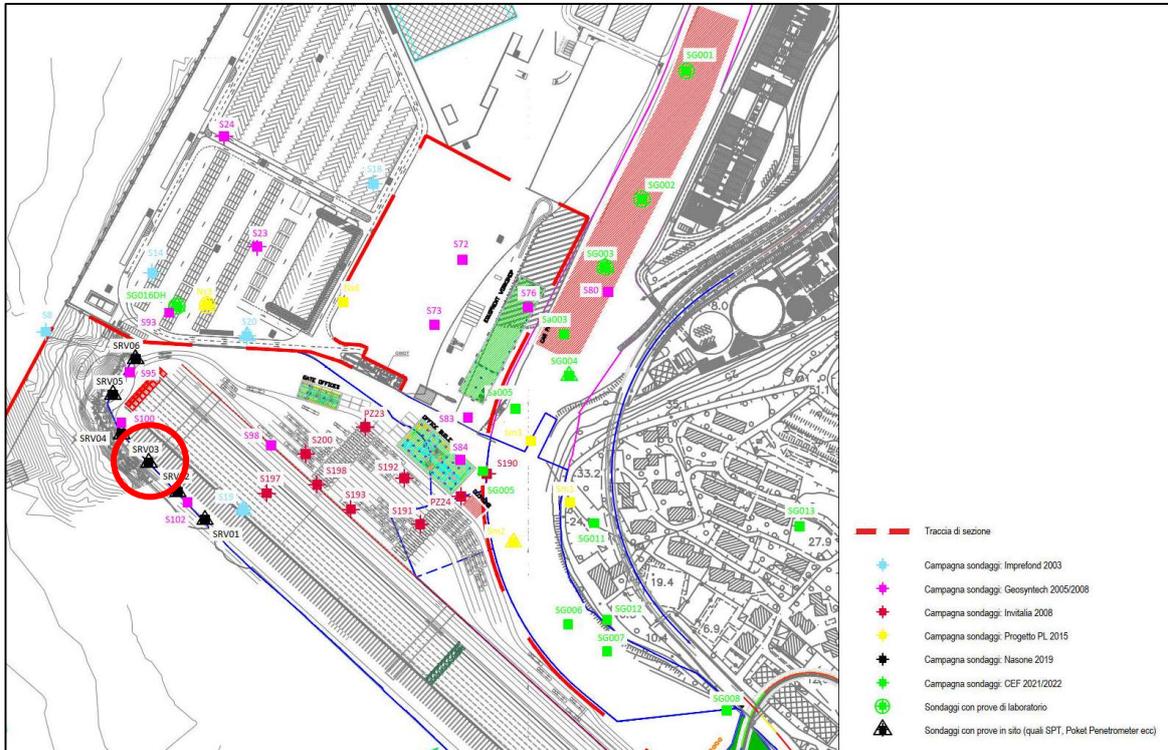
6.1.6.1.1 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SRV02	
Quota terreno		3.06 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
19,6	25	110	-
		140	-
		160	-
		120	-
		160	-
		140	-
		120	-
		130	-
Argilla limosa		68	-
Argilla limosa con concrezioni		-	-

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.7 SRV03 (Nasone 2019)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+4.1	-17	<i>Riporto</i>
-17	-23.4 (fine sondaggio)	<i>Limo argilloso</i>

Tabella 6-13 – Quadro sinottico del log stratigrafico SRV03 (Nasone 2019)

6.1.7.1 Prove in sito

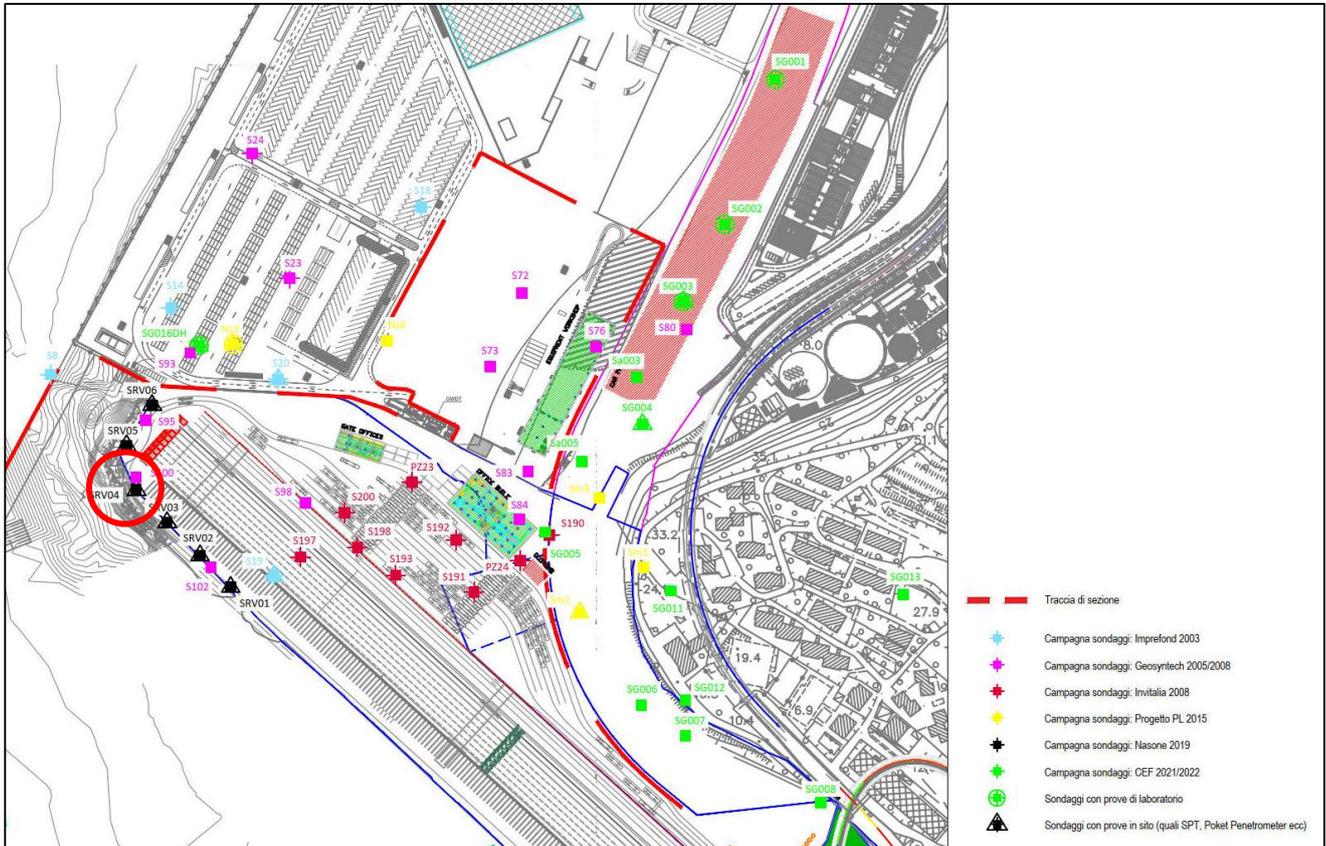
6.1.7.1.1 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SRV03	
Quota terreno		4.1 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
21,1	27,5	100	-
		120	-
		80	-
		110	-
		120	-
		140	-
		120	-
		130	-
		120	-
Argilla limosa		58	-
Argilla limosa con concrezioni		-	-

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.8 SRV04 (Nasone 2019)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+4.2	-23,8	<i>Riporto</i>
-23,8	-24.6 (fine sondaggio)	<i>Limo argilloso</i>

Tabella 6-14 – Quadro sinottico del log stratigrafico SRV04 (Nasone 2019)

6.1.8.1 Prove in sito

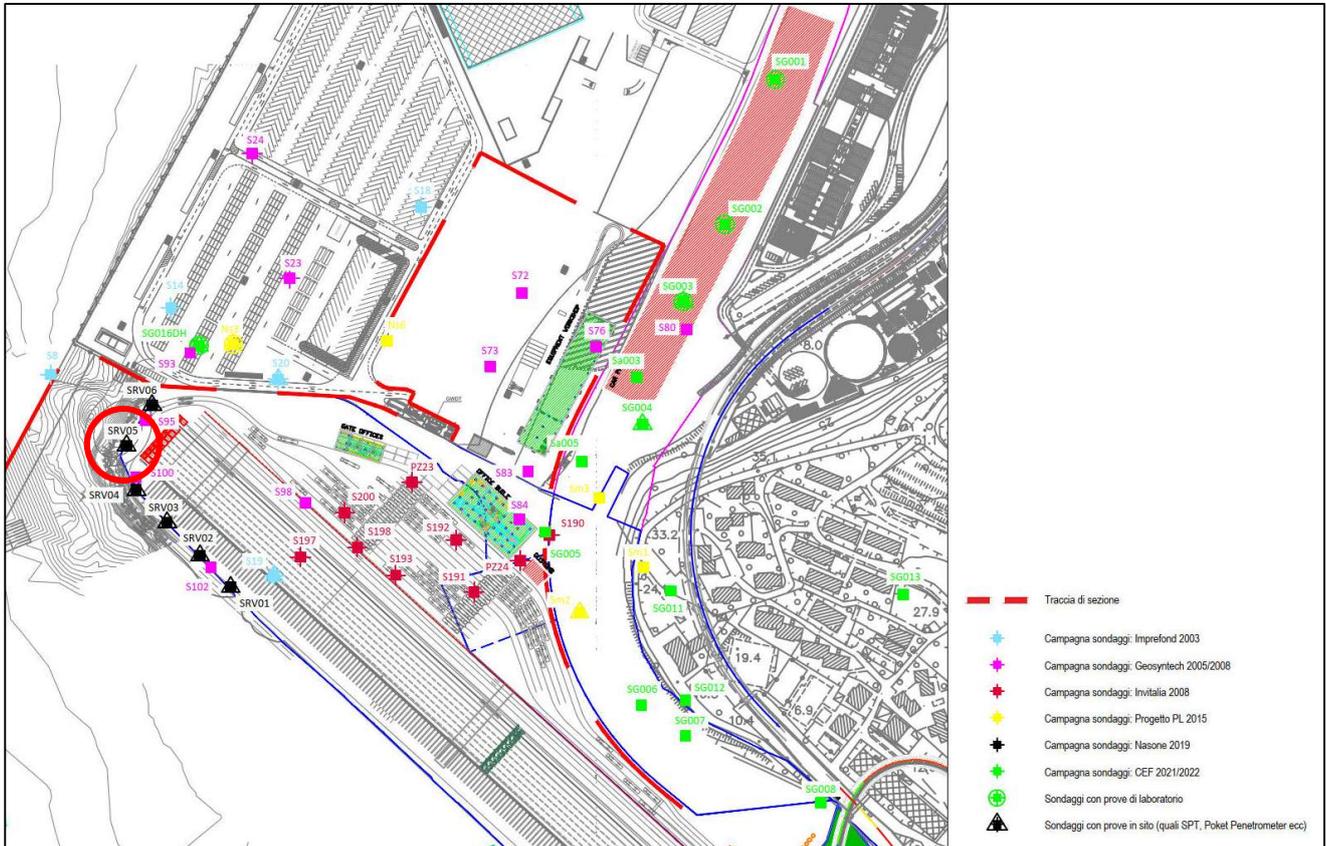
6.1.8.1.1 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SRV04	
Quota terreno		4,2 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
27,6	34,5	100	-
		120	-
		120	-
		120	-
		140	-
		140	-
		130	-
Argilla limosa		62	-
Argilla limosa con concrezioni		-	-

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.9 SRV05 (Nasone 2019)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+3.93	-18.07	<i>Riporto</i>
-18.07	-24.07 (fine sondaggio)	<i>Limo argilloso</i>

Tabella 6-15 – Quadro sinottico del log stratigrafico SRV05 (Nasone 2019)

6.1.9.1 Prove in sito

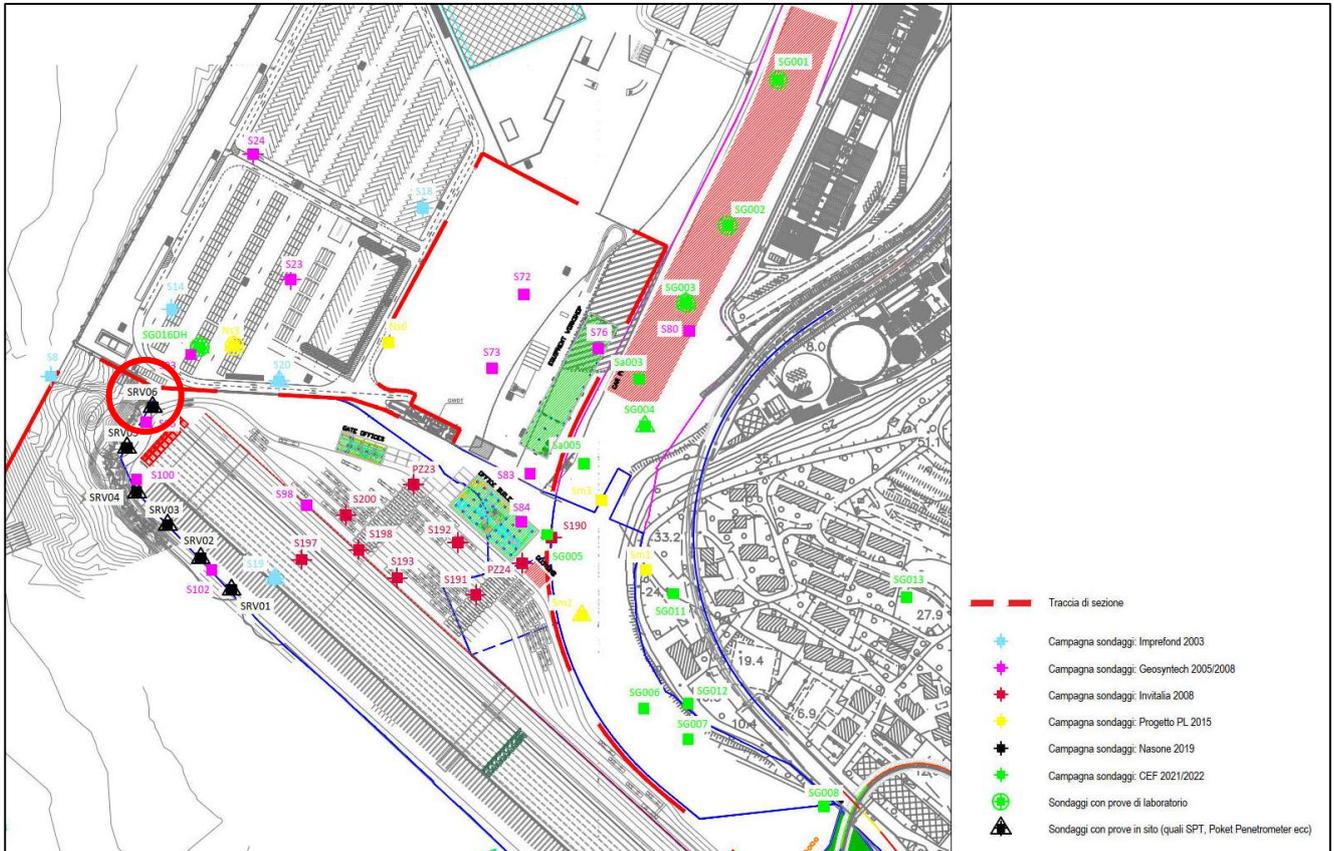
6.1.9.1.1 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SRV05	
Quota terreno		3,93 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
23	28	100	-
		120	-
		100	-
		120	-
		120	-
		130	-
		140	-
		140	-
Argilla limosa		61	-
Argilla limosa con concrezioni		-	-

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.10 SRV06 (Nasone 2019)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+2.87	-15.13	<i>Riporto</i>
-15.13	-21.13 (fine sondaggio)	<i>Limo argilloso</i>

Tabella 6-16 – Quadro sinottico del log stratigrafico SRV06 (Nasone 2019)

6.1.10.1 Prove in sito

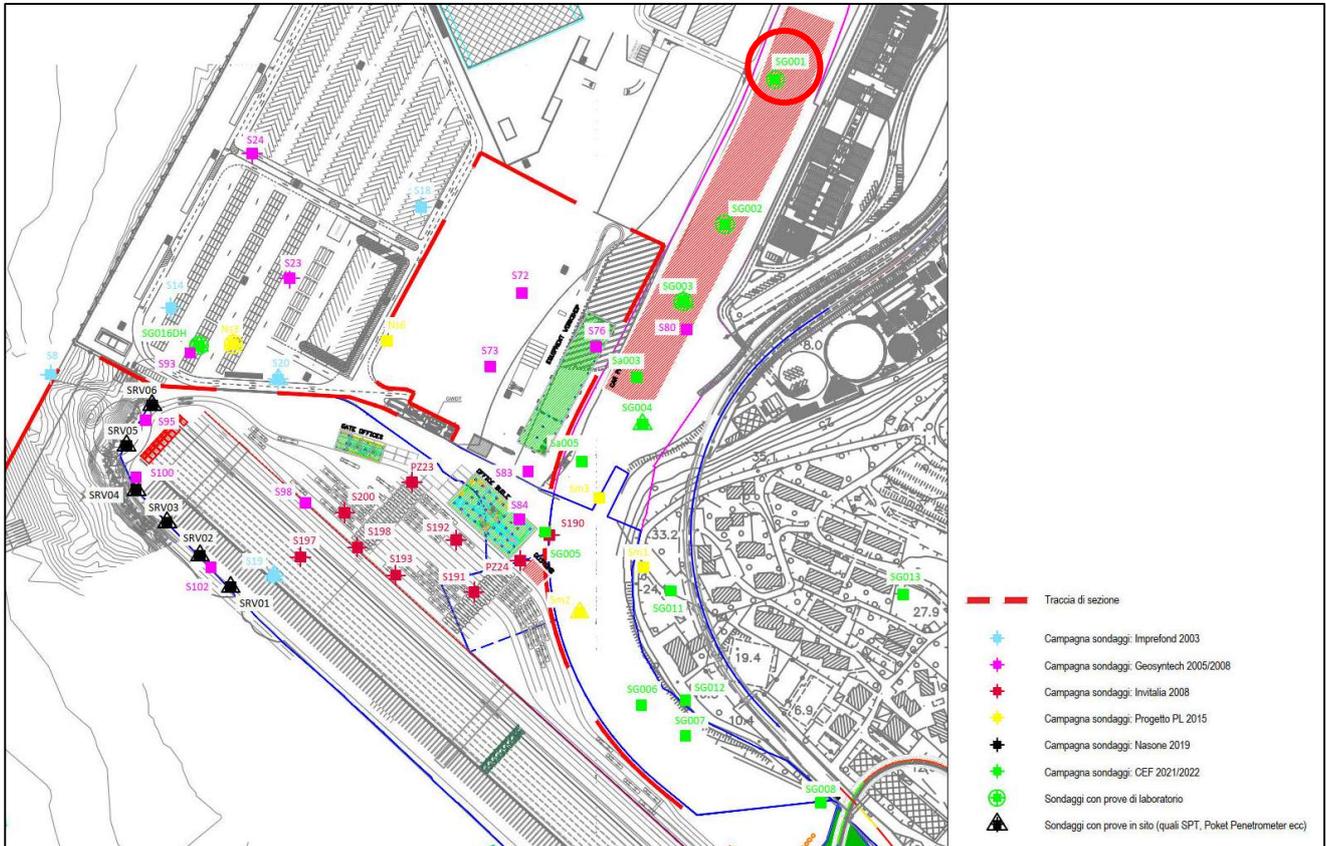
6.1.10.1.1 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SRV06	
Quota terreno		2,87 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
18	24	100	-
		100	-
		100	-
		120	-
		130	-
		140	-
		140	-
Argilla limosa		59	-
Argilla limosa con concrezioni		-	-

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.11 SG001 (CEF 2021)



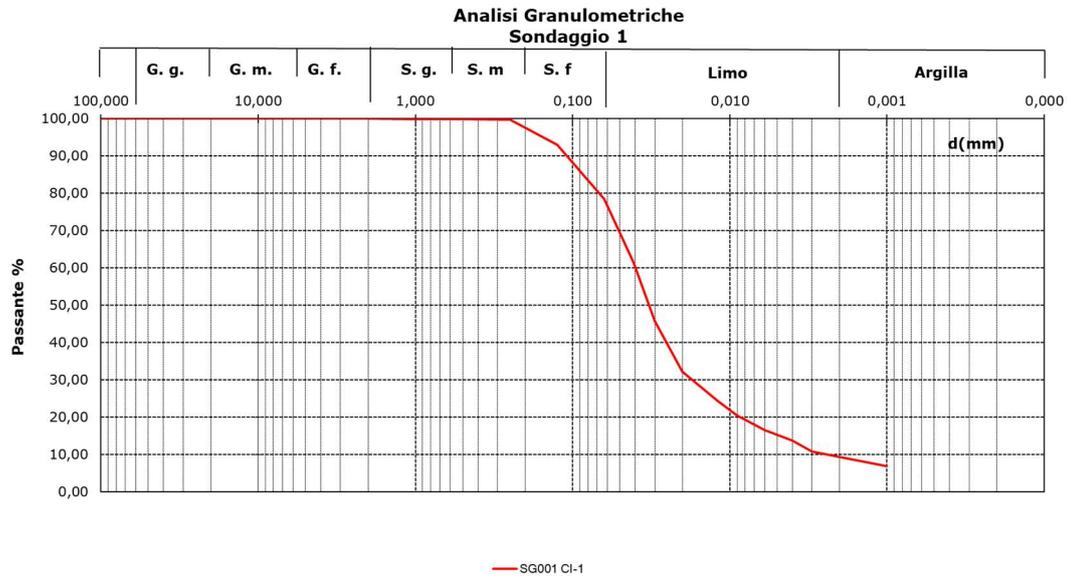
Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+2.71	-6.09	<i>Riporto</i>
-6.09	-15.89	<i>Limo argilloso</i>
-15.89	-18.09	<i>Flysch alterato</i>
-18.09	-20.8 (fine sondaggio)	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-17 – Quadro sinottico del log stratigrafico SG001 (CEF 2021)



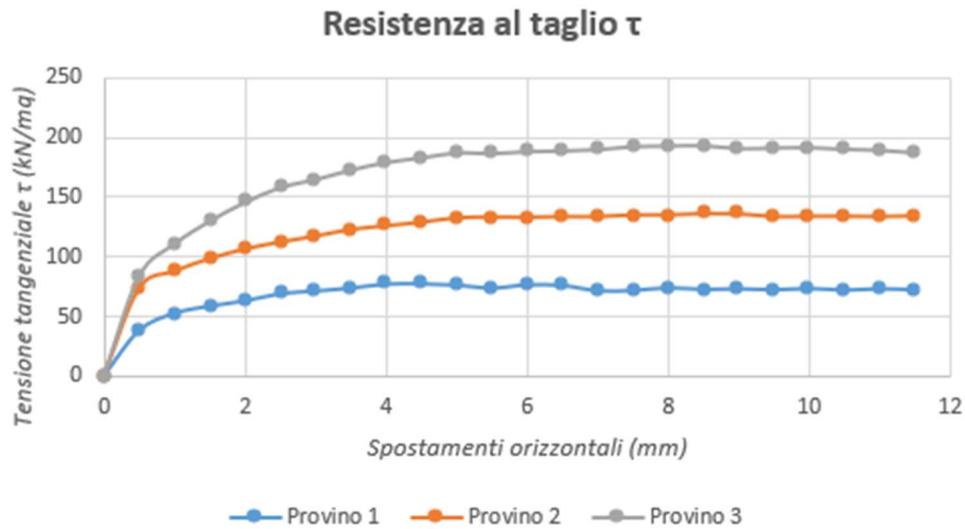
6.1.11.1 Prove di laboratorio

6.1.11.1.1 CI1 – Analisi granulometrica





6.1.11.1.2 CI1 – Taglio diretto

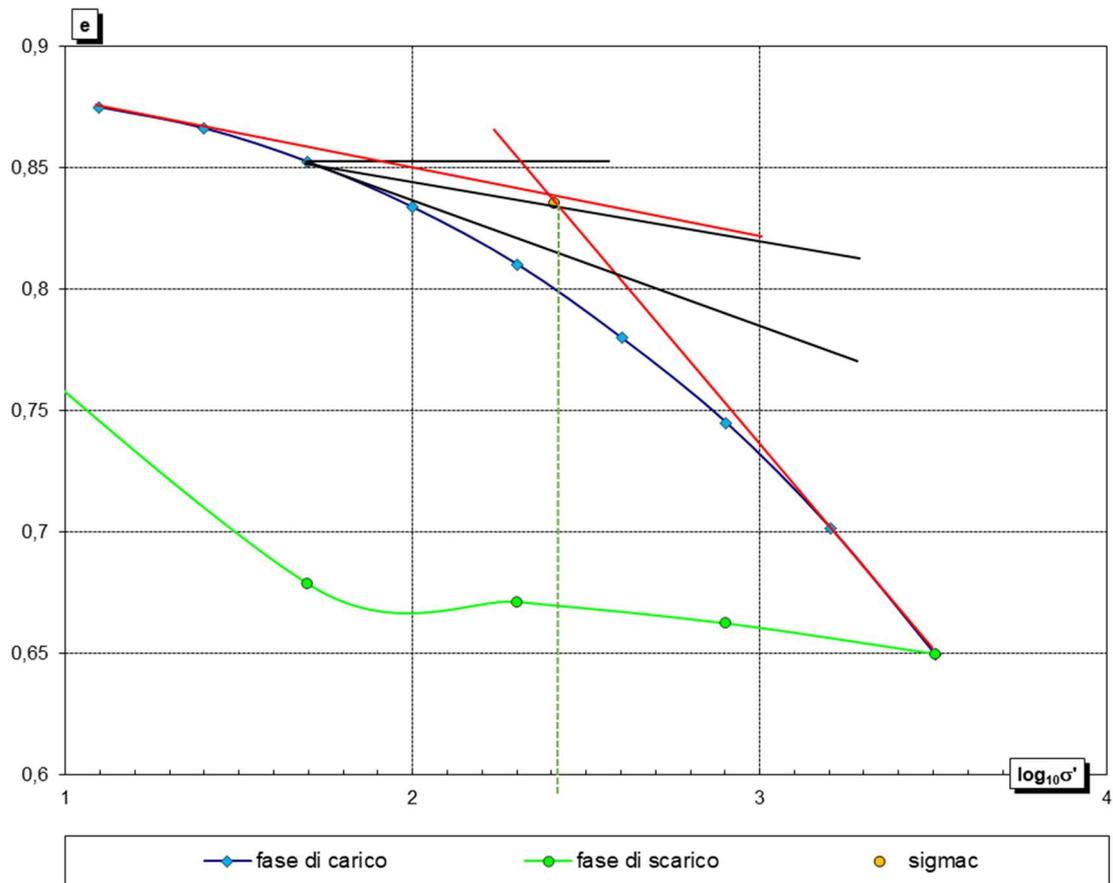


Provino 1	$\tau_{\max} = 77 \text{ kPa}$
Provino 2	$\tau_{\max} = 136 \text{ kPa}$
Provino 3	$\tau_{\max} = 193 \text{ kPa}$

ϕ [°]	31
c' [kPa]	20



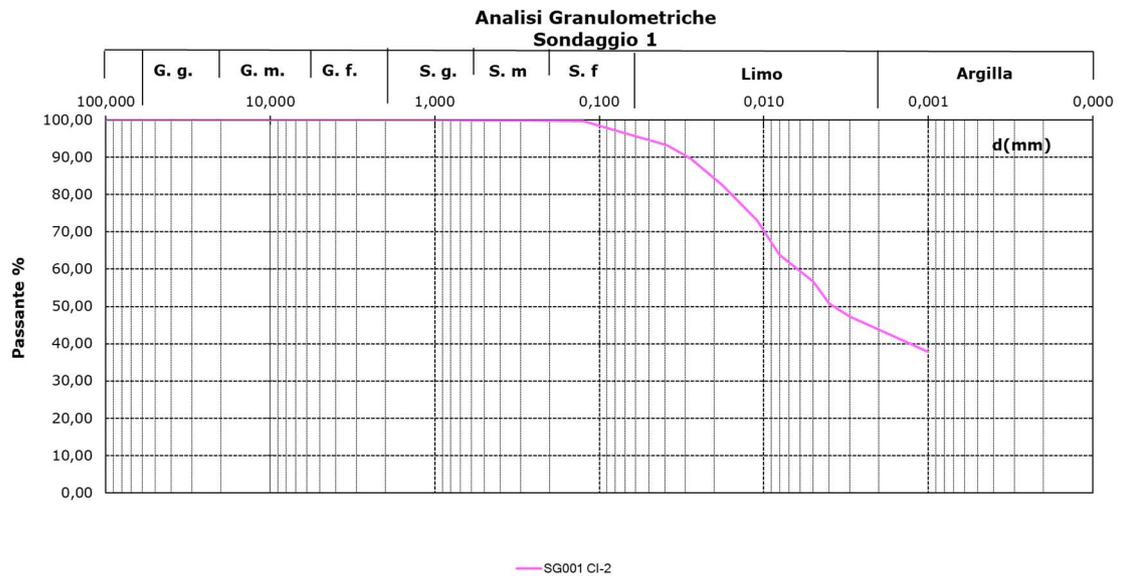
6.1.11.1.3 CI1 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR
					[/]	[/]	[/]			[/]
SG001	CI1	9.5	10.2	9.85	0.037	0.158	0.013	257.04	103.18	2.49

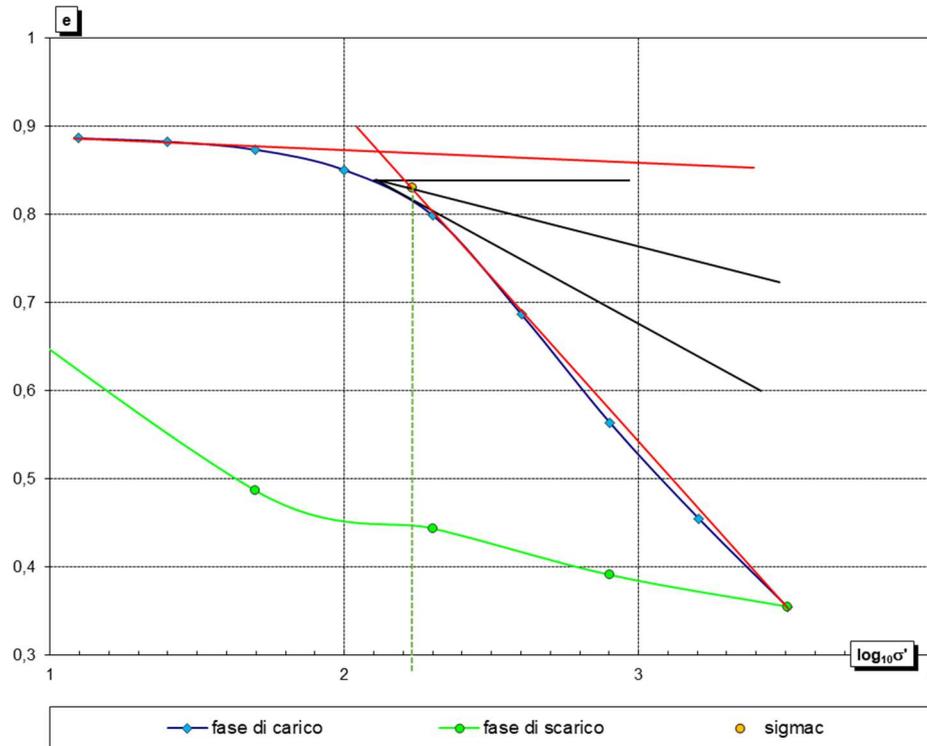


6.1.11.1.4 CI2 – Analisi granulometrica





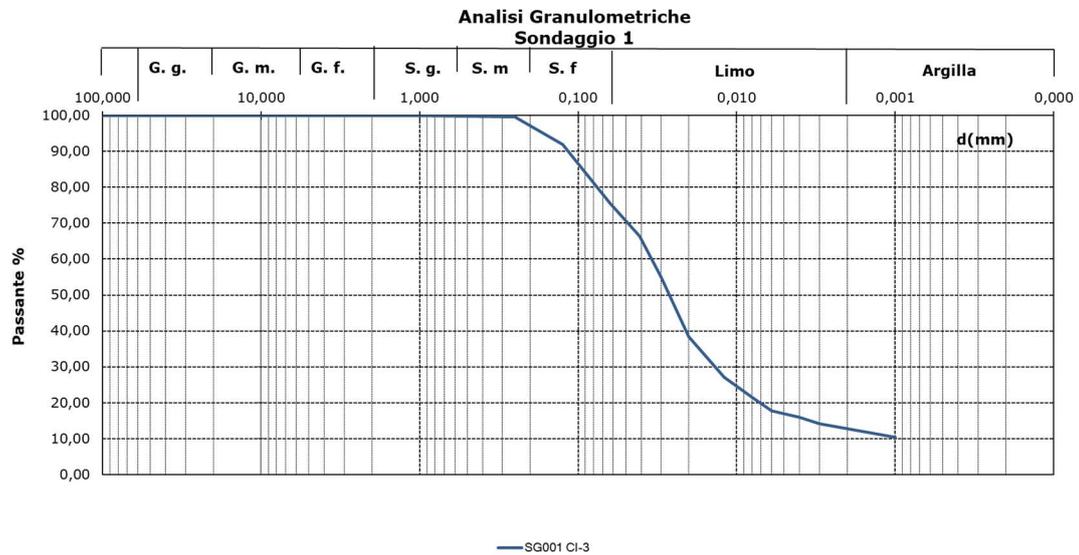
6.1.11.1.5 CI2 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c	σ'_v	OCR
					[/]	[/]	[/]	[kPa]	[kPa]	[/]
SG001	CI2	12.5	13.2	12.85	0.040	0.368	0.088	169.82	133.64	1.27

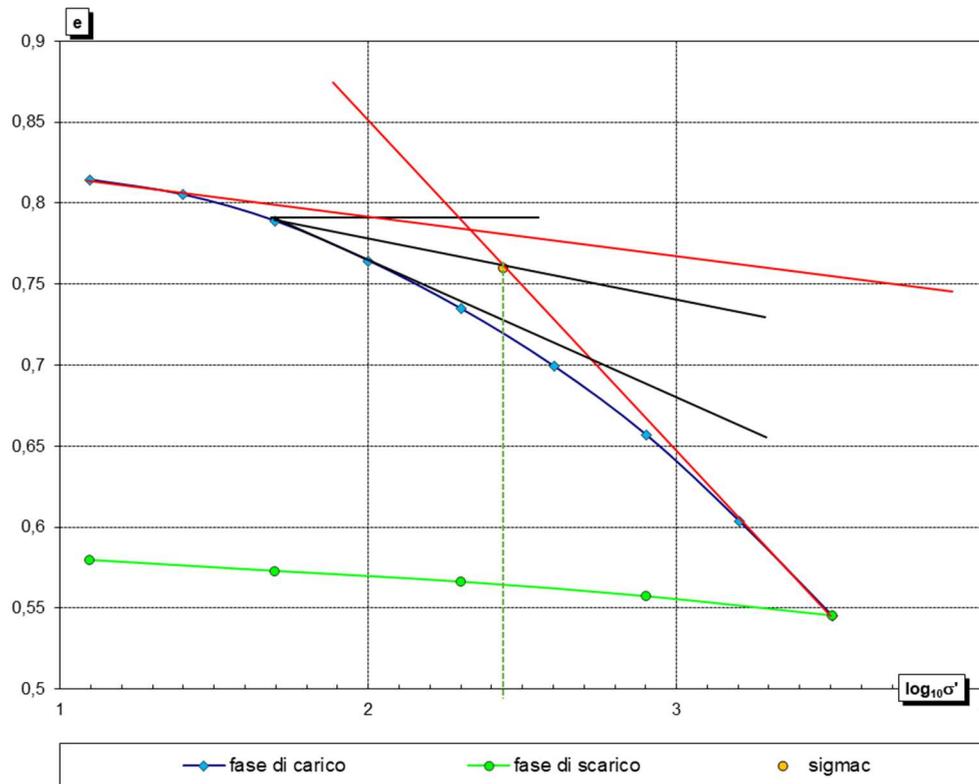


6.1.11.1.6 CI3 – Analisi granulometrica





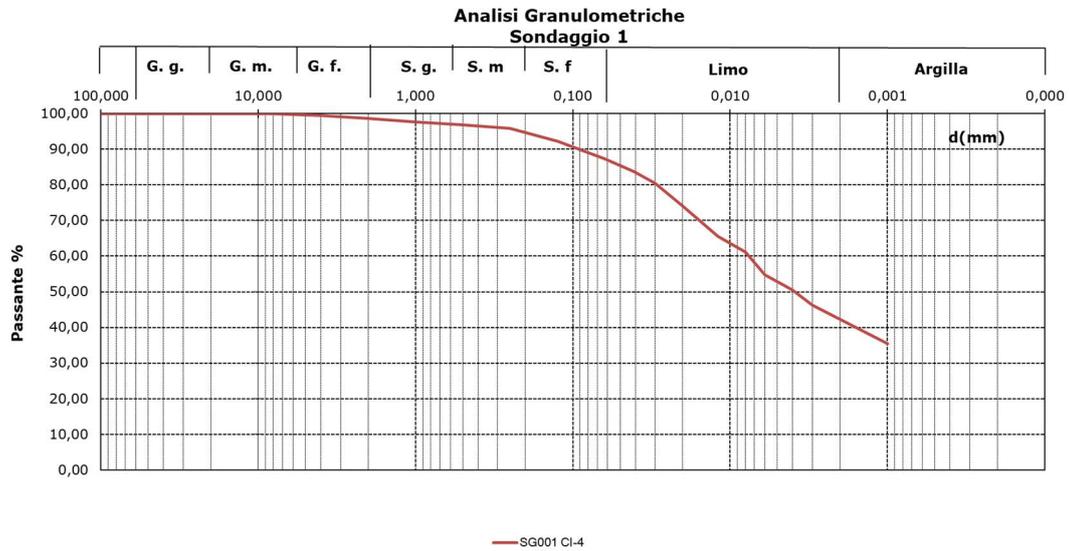
6.1.11.1.7 CI3 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricomprensione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR
					[/]	[/]	[/]			[/]
SG001	CI3	14	14,7	14,35	0,030	0,194	0,015	275,42	150,40	1,83

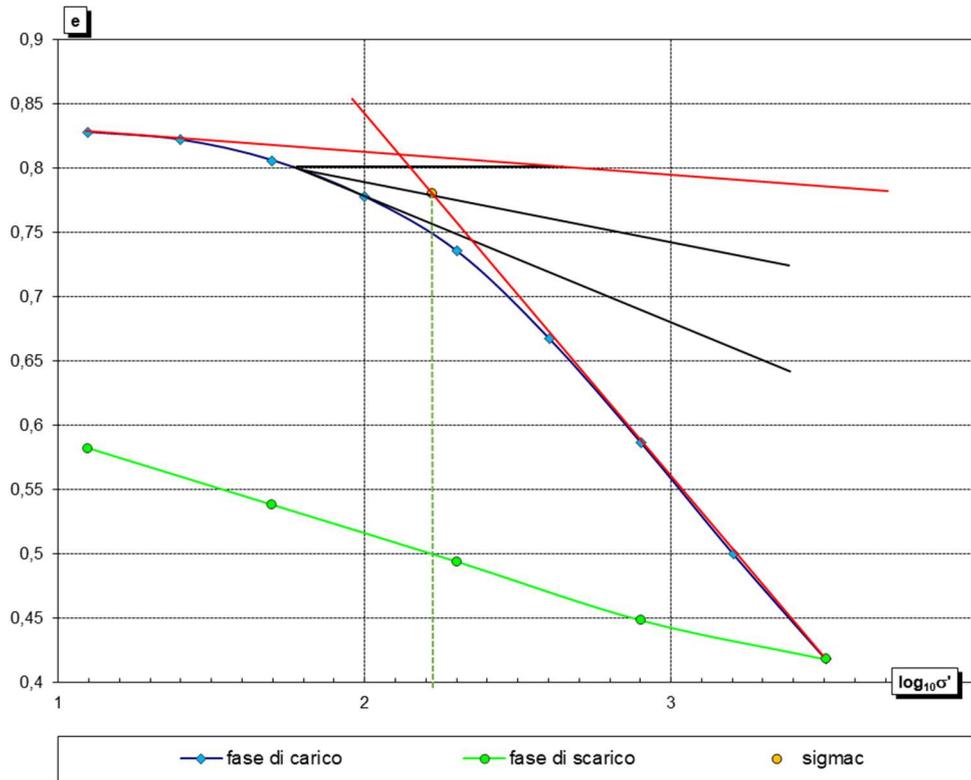


6.1.11.1.8 CI4 – Analisi granulometrica





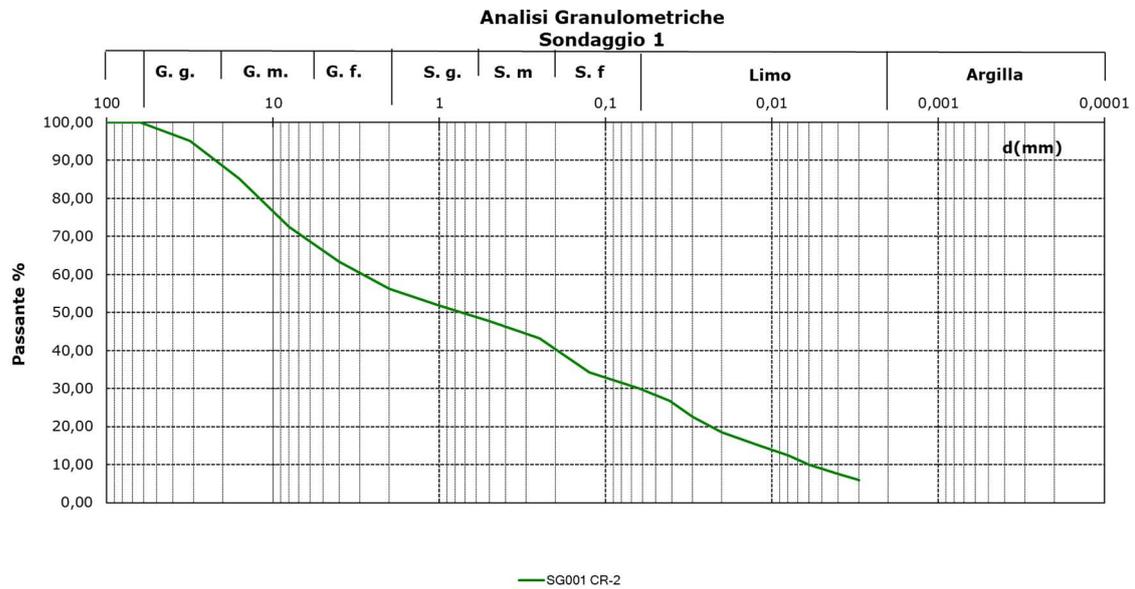
6.1.11.1.9 CI4 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	$\sigma'_{c'}$	σ'_v	OCR
					[/]	[/]	[/]	[kPa]	[kPa]	[/]
SG001	C4	15.5	16.2	15.85	0.056	0.276	0.074	165.96	179.13	1.00



6.1.11.1.10 CR2 – Analisi granulometrica





6.1.11.2 Prove in sito

6.1.11.2.1 Standard Penetration Test (SPT)

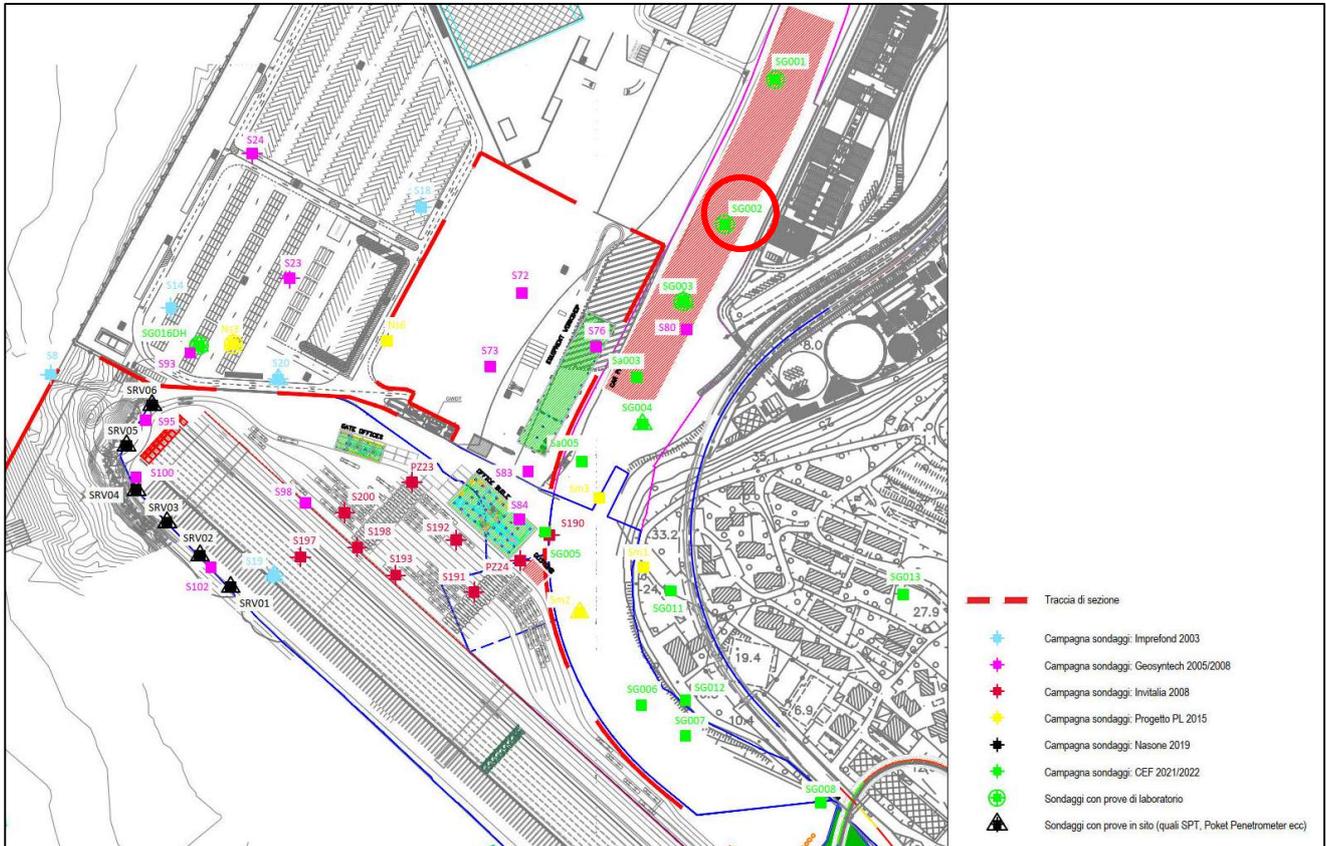
Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Skempton 1986	Gibbs & Holz (1957)	Schulze & Mezembach (1961)	Valore medio	Classificazione di Peck e Bazaraa (1969)
				Dr [%]				
SG001	1,21	1,50	6	42	52	57	50	Medio
	-0,29	3,00	6	37	48	50	45	Medio
	-1,79	4,50	13	52	67	68	62	Medio
	-3,29	6,00	22	64	77	76	73	Medio
	-4,79	7,50	101	132	131	126	130	Molto Denso
	-14,29	17,00	31	62	67	68	66	Medio
	-15,79	18,50	43	72	73	75	73	Denso

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Shioi e Fukuni	Japanese Natinal Railway	De Mello 1971	Owasaki & Iwasaki	Sowers (1961)	Peck-Hanson & Thornburn	Meyerhof (1965)	Schemmertmann	Valore medio
				φ (°)								
SG001	1,21	1,50	6	24	29	26	26	30	29	32	39	28
	-0,29	3,00	6	24	29	26	26	30	29	32	38	28
	-1,79	4,50	13	29	31	29	31	32	31	35	40	31
	-3,29	6,00	22	32	33	30	34	33	32	37	41	33
	-4,79	7,50	101	44	44	34	49	44	43	43	48	44
	-14,29	17,00	31	34	34	30	36	34	34	38	41	35
	-15,79	18,50	43	36	36	31	39	36	35	39	42	37

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Jamiołkowski (scegliere formula da "tabelle") Valore Medio (No Bowles)	
				E [kg/cm ²]	
SG001	1,21	1,50	6	54	78
	-0,29	3,00	6	55	78
	-1,79	4,50	13	113	138
	-3,29	6,00	22	153	183
	-4,79	7,50	101	341	473
	-14,29	17,00	31	192	222
	-15,79	18,50	43	232	270



6.1.12 SG002 (CEF 2021)



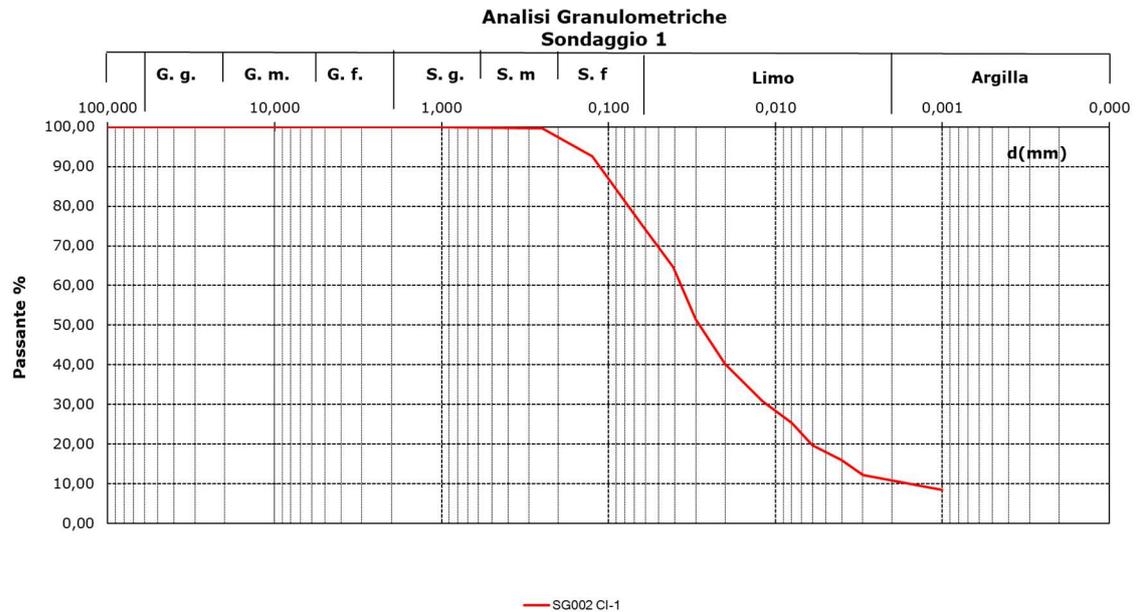
Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+2.75	-4.65	<i>Riporto</i>
-4.65	-15.05	<i>Limo argilloso</i>
-15.05	-18.65	<i>Flysch alterato</i>
-18.65	-21.25 (fine sondaggio)	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-18 – Quadro sinottico del log stratigrafico SG002 (CEF 2021)



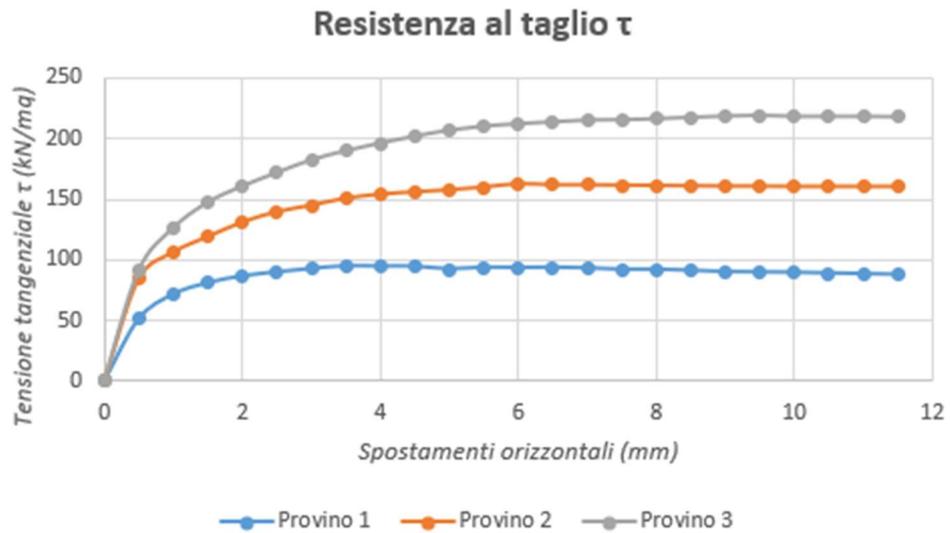
6.1.12.1 Prove di laboratorio

6.1.12.1.1 CI1 - Analisi granulometrica





6.1.12.1.2 CI1 – Taglio diretto

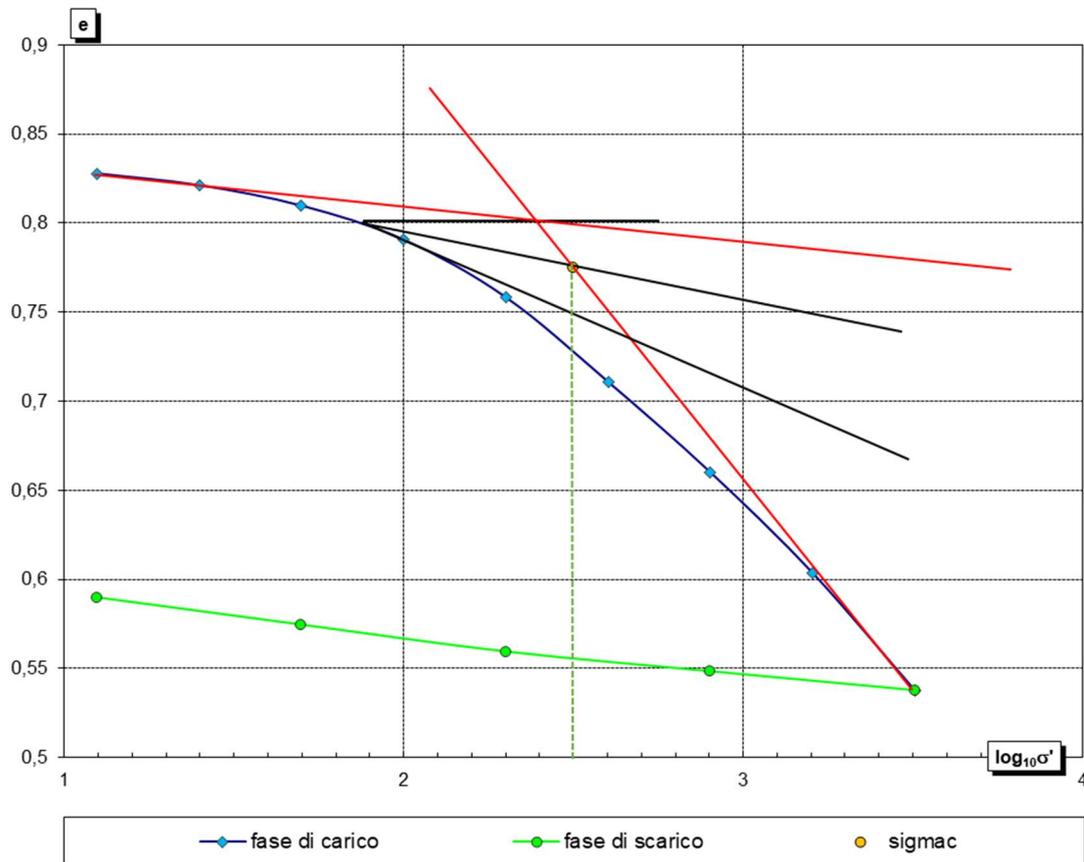


Provino 1	$\tau_{\max} = 94$ kPa
Provino 2	$\tau_{\max} = 162$ kPa
Provino 3	$\tau_{\max} = 218$ kPa

ϕ [°]	32
c' [kPa]	35



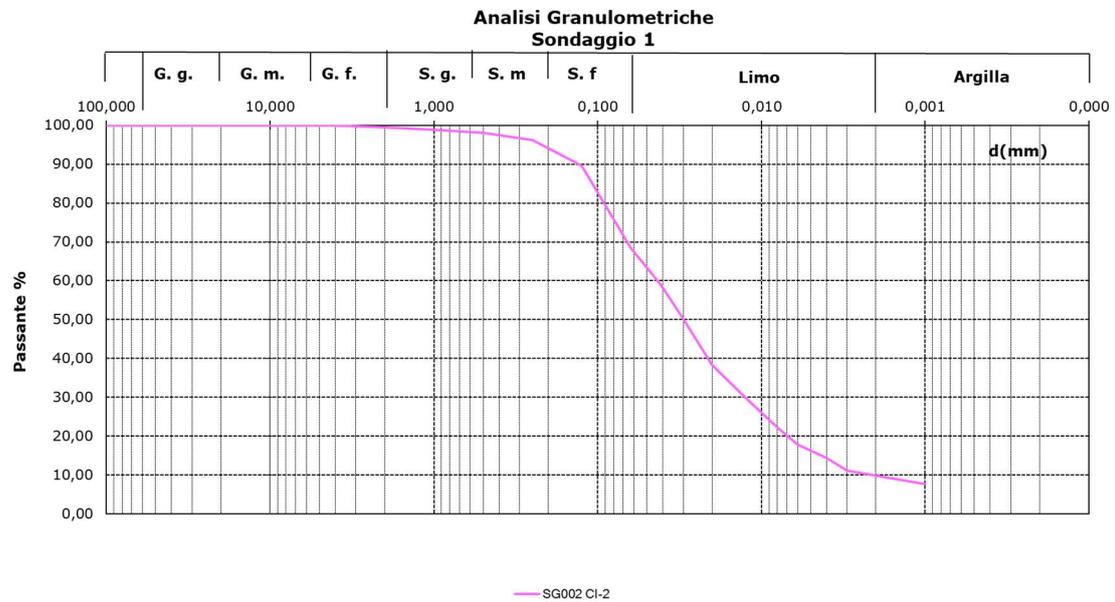
6.1.12.1.3 CI1 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricomprensione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c	σ'_v	OCR
					[/]	[/]	[/]	[kPa]	[kPa]	[/]
SG002	CI1	9.5	10.2	9.85	0.041	0.192	0.022	316.23	118.74	2.66

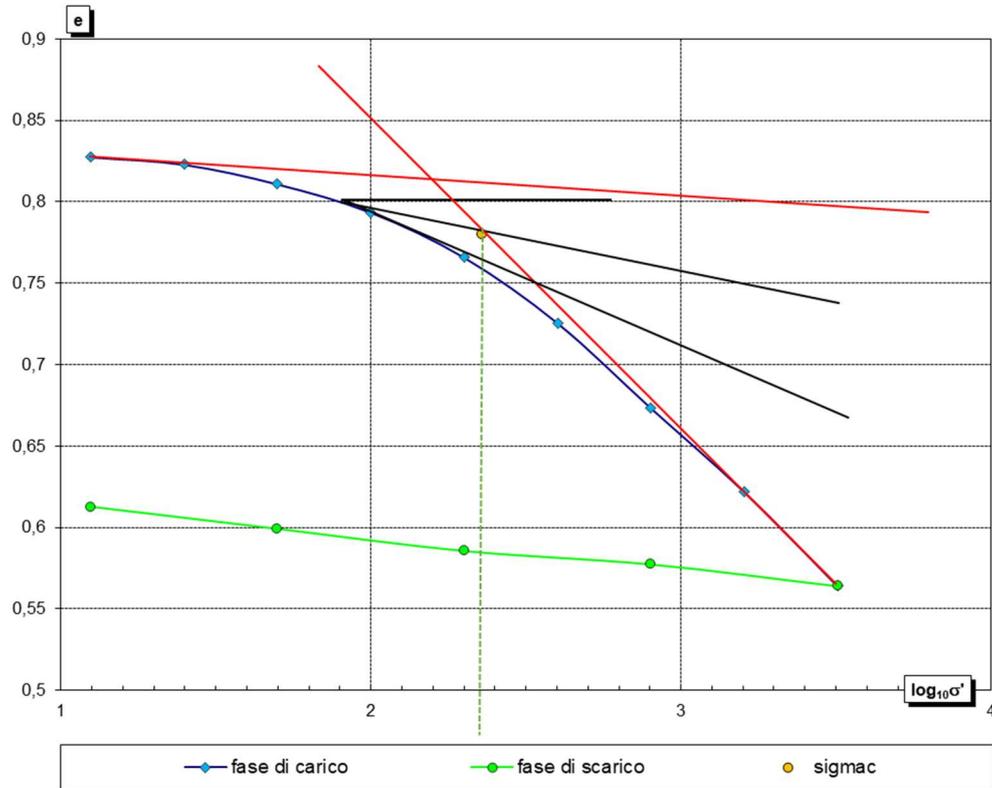


6.1.12.1.4 CI2 – Analisi granulometrica





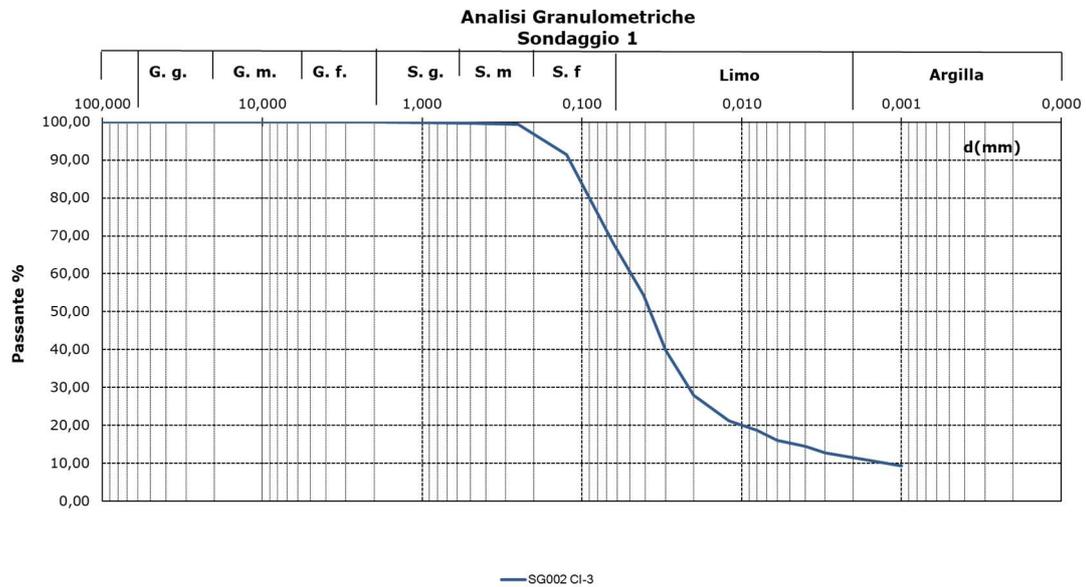
6.1.12.1.5 CI2 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C _r [/]	C _c [/]	C _s [/]	σ' _c [kPa]	σ' _v [kPa]	OCR [/]
SG002	CI2	11	11.7	11.35	0.038	0.179	0.020	229.09	133.84	1.71

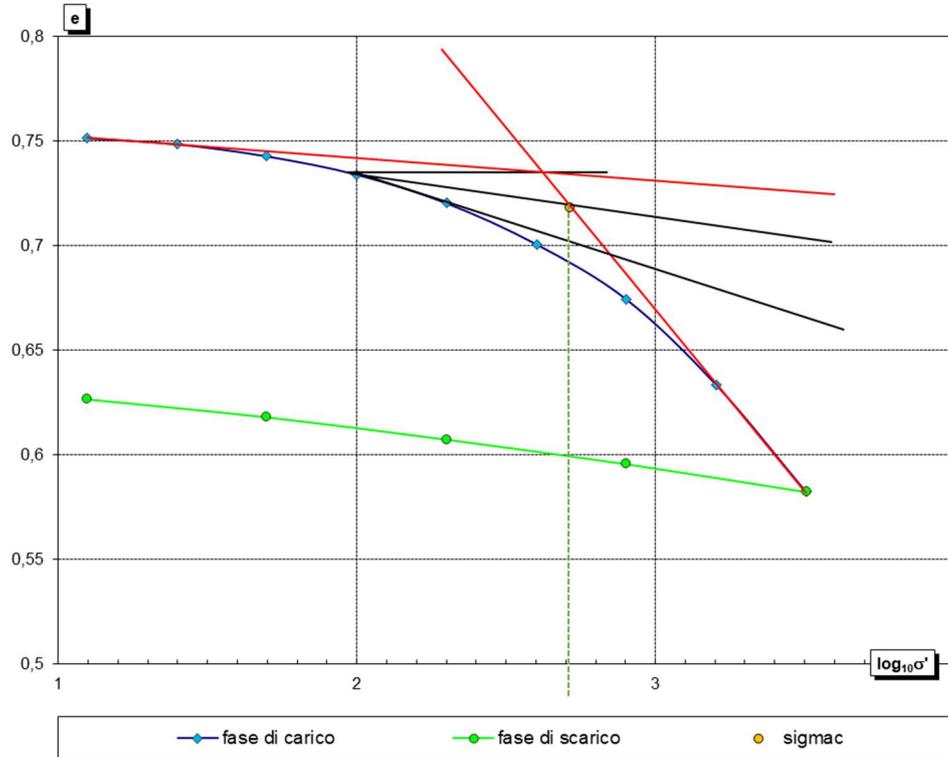


6.1.12.1.6 CI3 – Analisi granulometrica





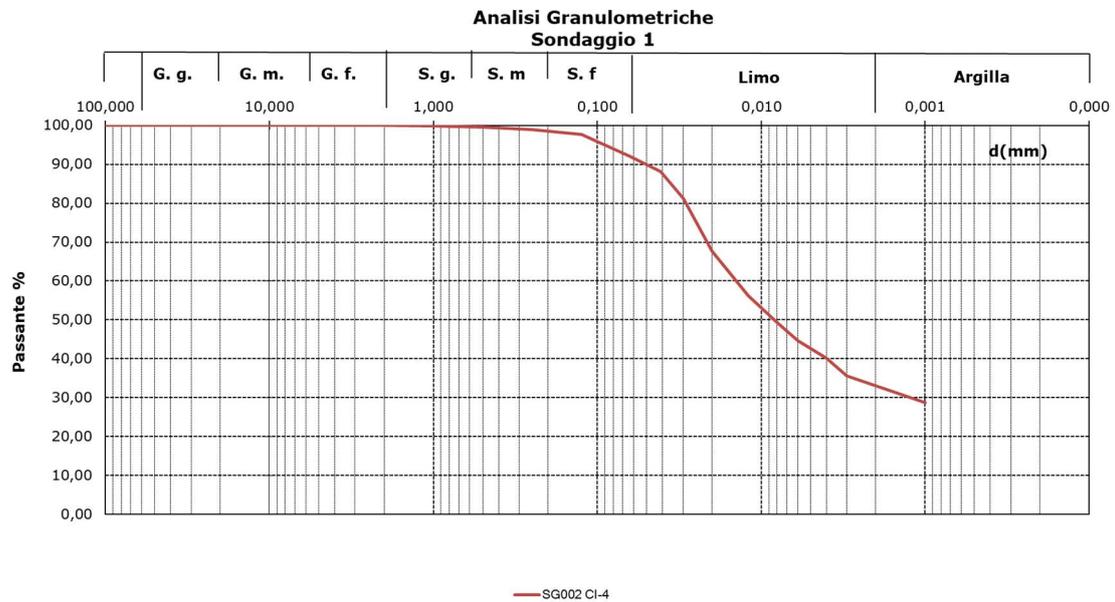
6.1.12.1.7 CI3 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricomprensione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C _r [/]	C _c [/]	C _s [/]	σ' _c [kPa]	σ' _v [kPa]	OCR [/]
SG002	CI3	12.5	13.2	12.85	0.019	0.153	0.017	518.80	136.47	3.80

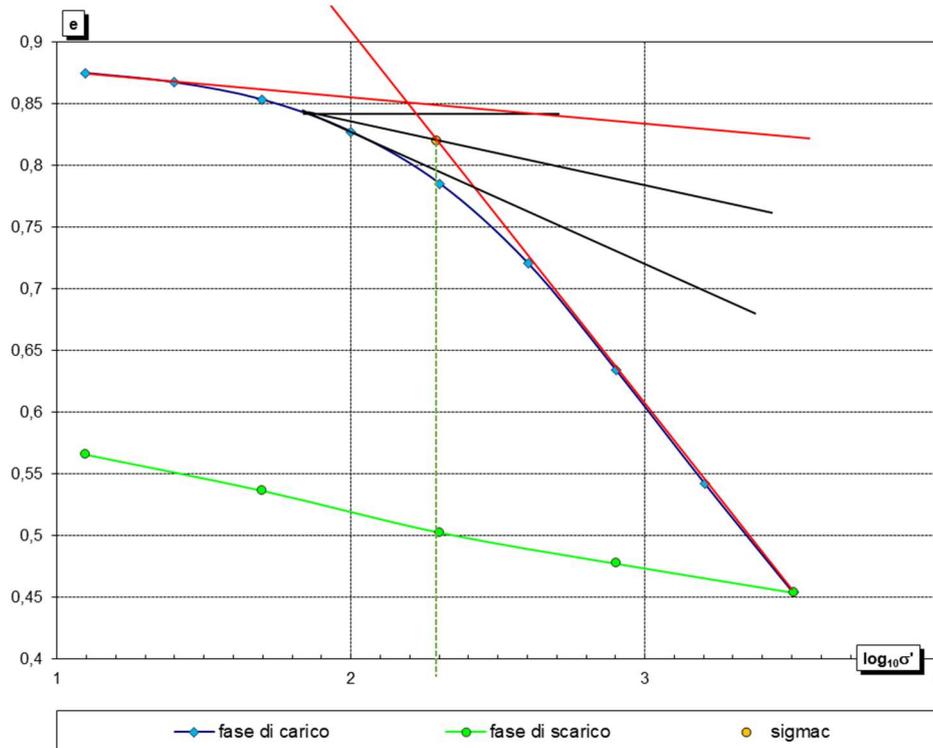


6.1.12.1.8 CI4 – Analisi granulometrica





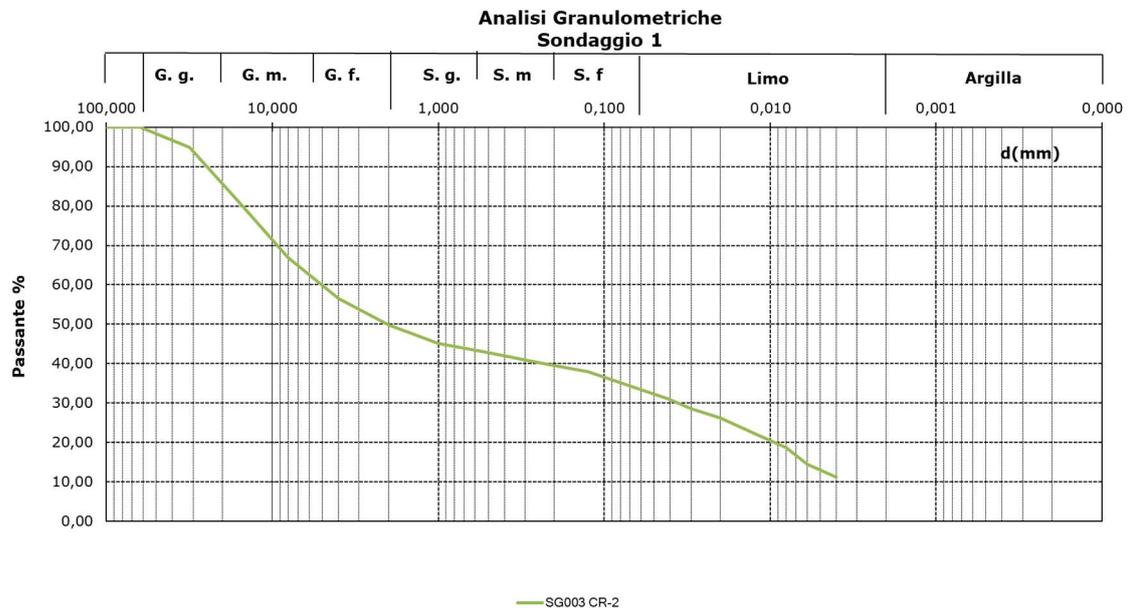
6.1.12.1.9 CI4 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR
					[/]	[/]	[/]			[/]
SG002	C4	14	14.7	14.35	0.052	0.295	0.049	194.98	143.51	1.36



6.1.12.1.10 CR2 – Analisi granulometrica





6.1.12.2 Prove in situ

6.1.12.2.1 Standard Penetration Test (SPT)

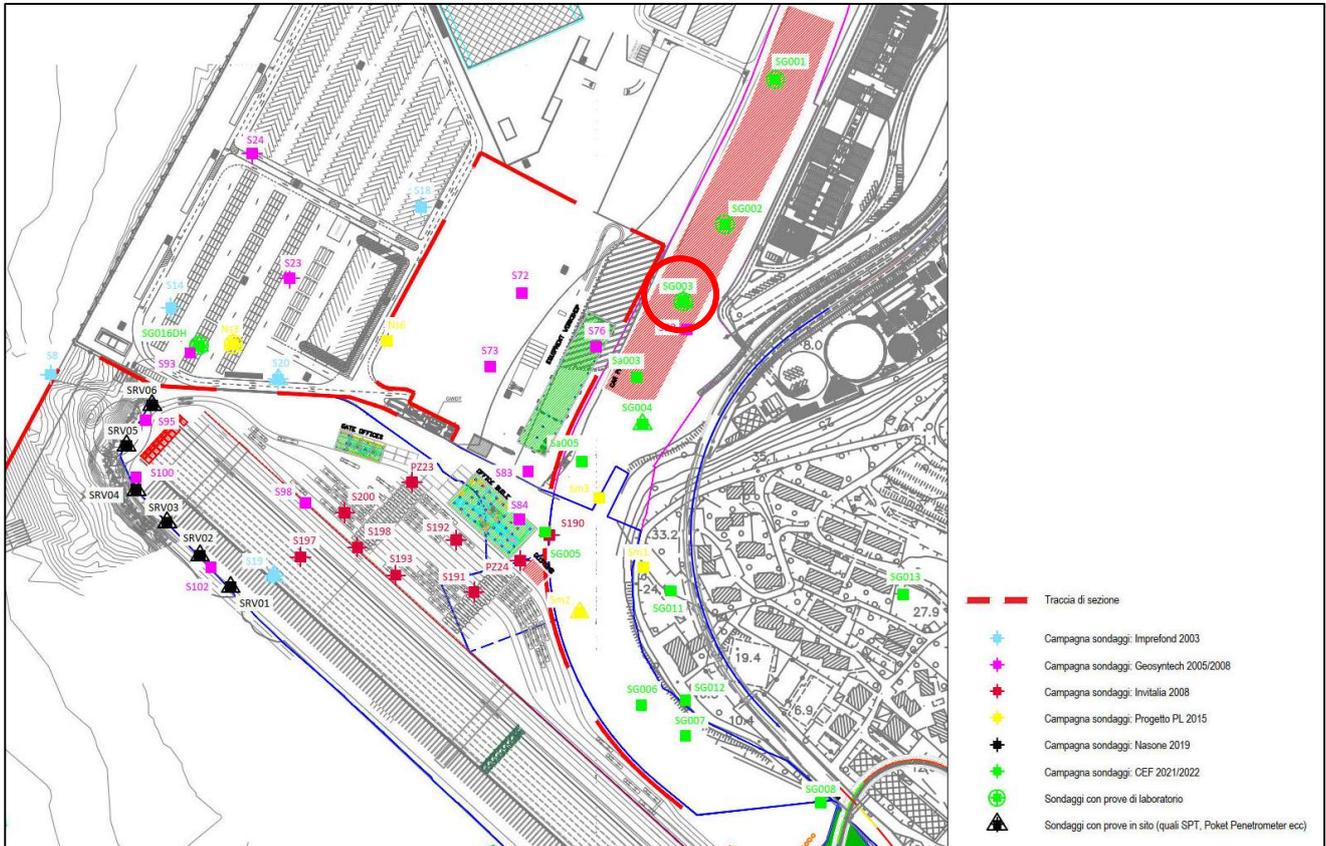
Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Dr [%]				
				Skempton 1986	Gibbs & Holtz (1957)	Schulze & Mezembach (1961)	Valore medio	Classificazione di Peck e Bazaraa (1969)
SG002	-0,25	3,00	20	68	82	83	78	Denso
	-1,75	4,50	14	54	70	70	65	Medio
	-3,25	6,00	18	58	73	72	68	Medio
	-4,75	7,50	5	29	38	39	36	Sciolto
	-14,25	17,00	22	52	60	61	58	Medio

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	φ (°)								
				Shioi e Fukuni	Japanese Natinal Railway	De Mello 1971	Owasaki & Iwasaki	Sowers (1961)	Peck-Hanson & Thornburn	Meyerhof (1965)	Schmertmann	Valore medio
SG002	-0,25	3,00	20	31	32	30	34	33	32	36	41	33
	-1,75	4,50	14	29	31	29	32	32	31	35	40	32
	-3,25	6,00	18	31	32	29	33	33	32	36	40	33
	-4,75	7,50	5	24	29	25	25	29	29	32	37	28
	-14,25	17,00	22	32	33	29	34	33	32	37	40	33

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	E [kg/cm ²]	
				Jamolkoswki (scegliere formula da "tabella")	Valore Medio (No Bowles)
SG002	-0,25	3,00	20	142	173
	-1,75	4,50	14	121	146
	-3,25	6,00	18	140	167
	-4,75	7,50	5	47	70
	-14,25	17,00	22	160	185



6.1.13 SG003 (CEF 2021)



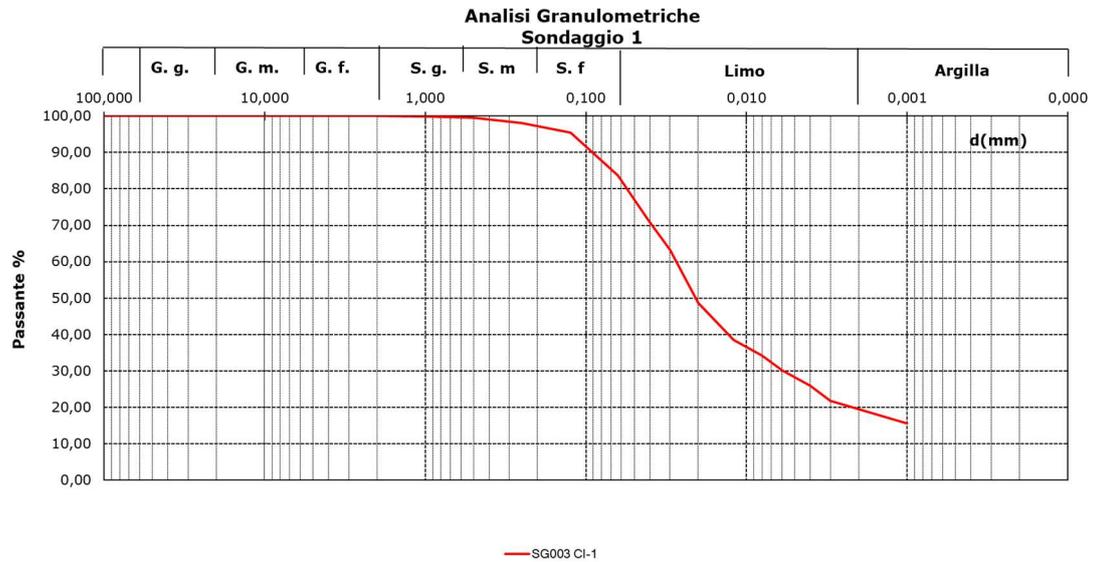
Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+2.75	-5.52	<i>Riporto</i>
-5.52	-10.72	<i>Limo argilloso</i>
-10.72	-12.42	<i>Flysch alterato</i>
-12.42	-17.22 (fine sondaggio)	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-19 – Quadro sinottico del log stratigrafico SG003 (CEF 2021)



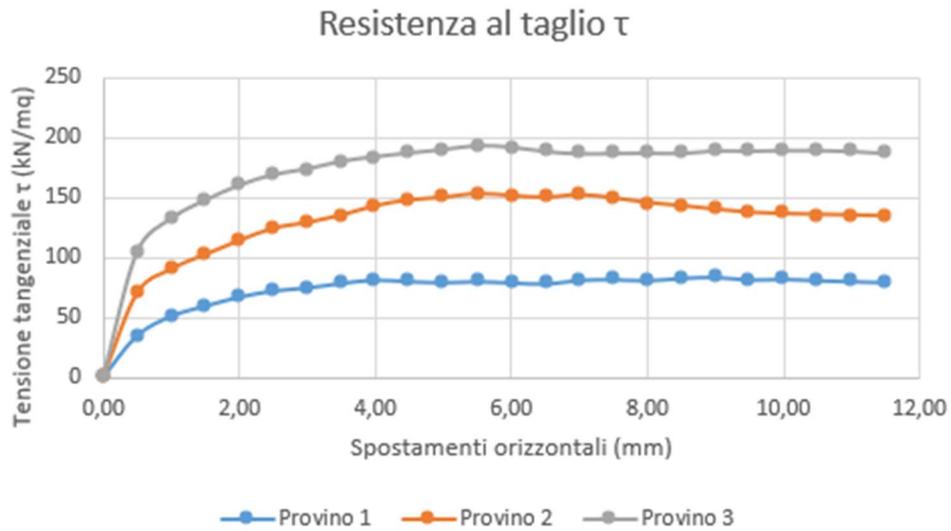
6.1.13.1 Prove di laboratorio

6.1.13.1.1 CI1 - Analisi granulometrica





6.1.13.1.2 CI1 – Taglio diretto

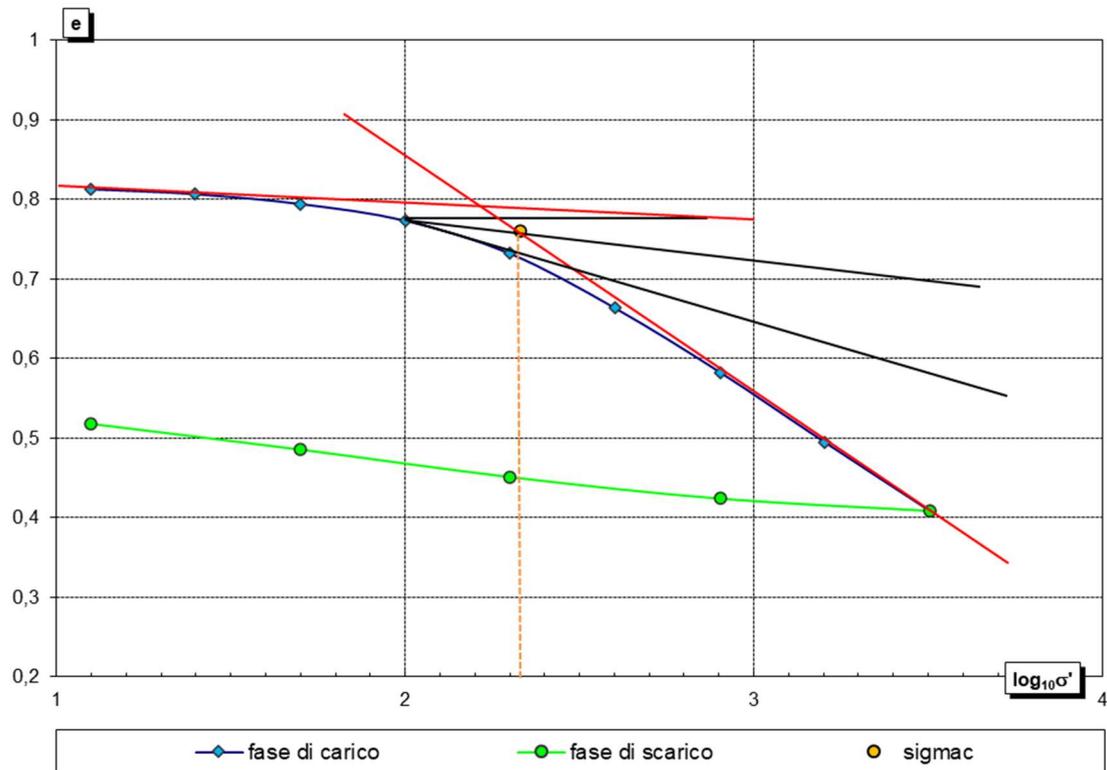


Provino 1	$\tau_{\max} = 84 \text{ kPa}$
Provino 2	$\tau_{\max} = 153 \text{ kPa}$
Provino 3	$\tau_{\max} = 193 \text{ kPa}$

ϕ [°]	29
c' [kPa]	34



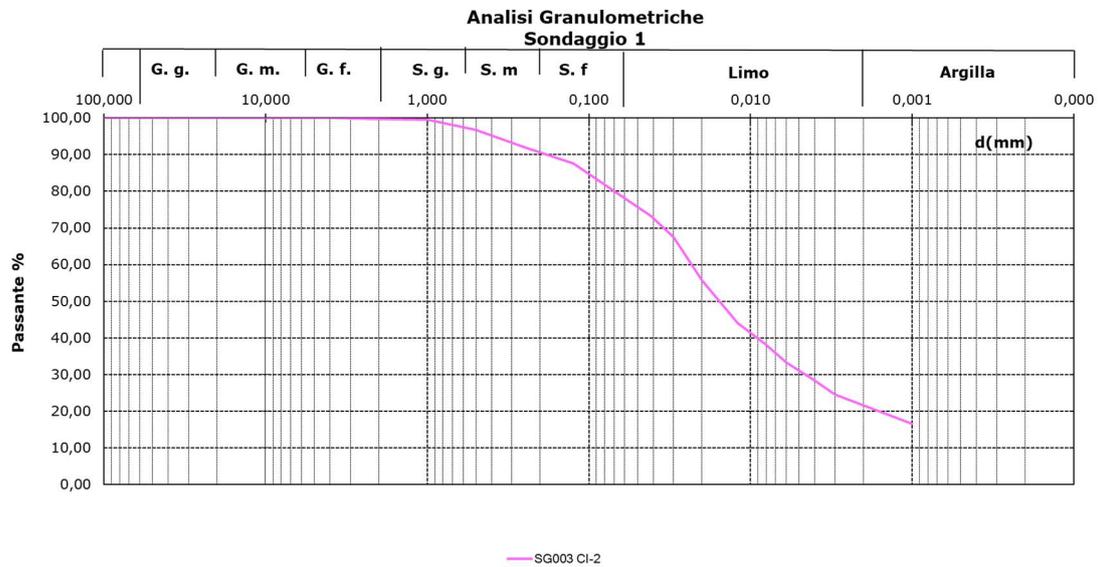
6.1.13.1.3 CI1 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricomprensione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c	σ'_v	OCR
					[/]	[/]	[/]	[kPa]	[kPa]	[/]
SG003	CI1	9	9.7	9.35	0.044	0.282	0.052	213.80	84.28	2.54

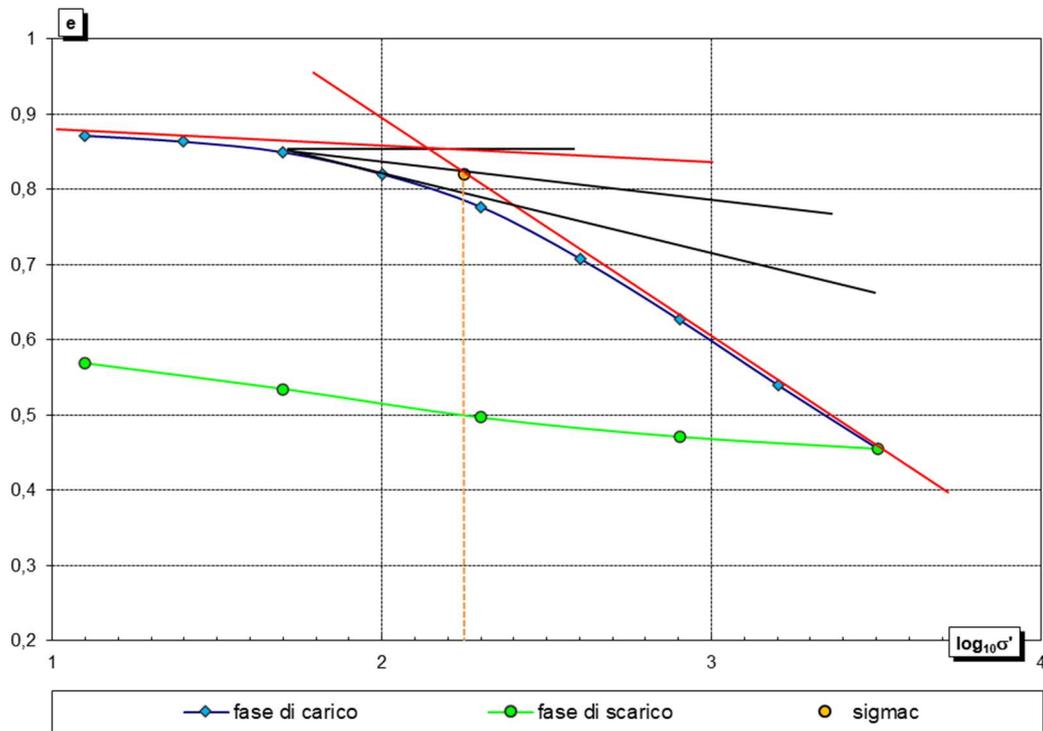


6.1.13.1.4 CI2 – Analisi granulometrica





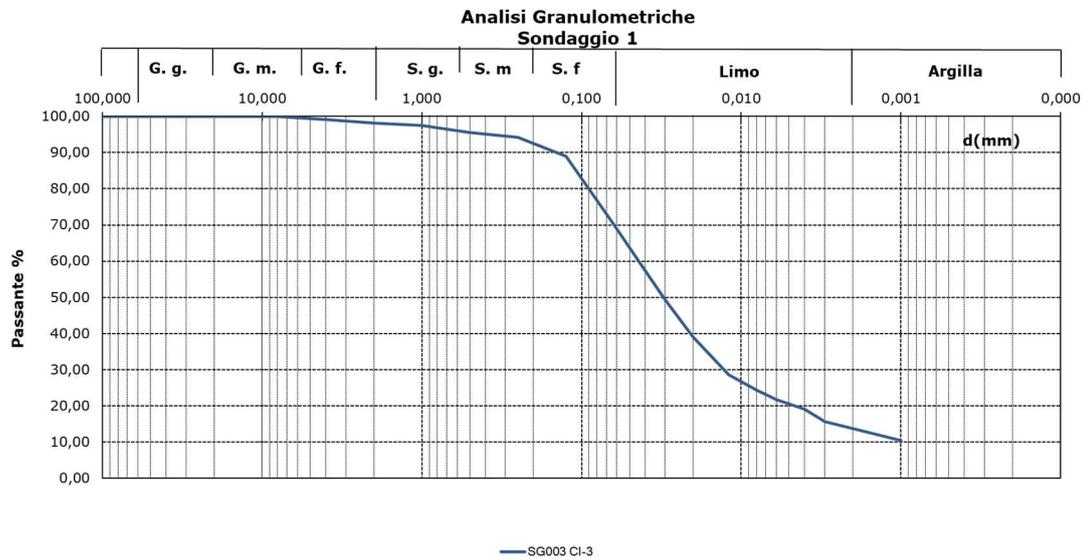
6.1.13.15 CI2 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r [/]	C_c [/]	C_s [/]	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR [/]
SG003	CI2	10.5	11.2	10.85	0.056	0.279	0.054	177.83	95.31	1.87

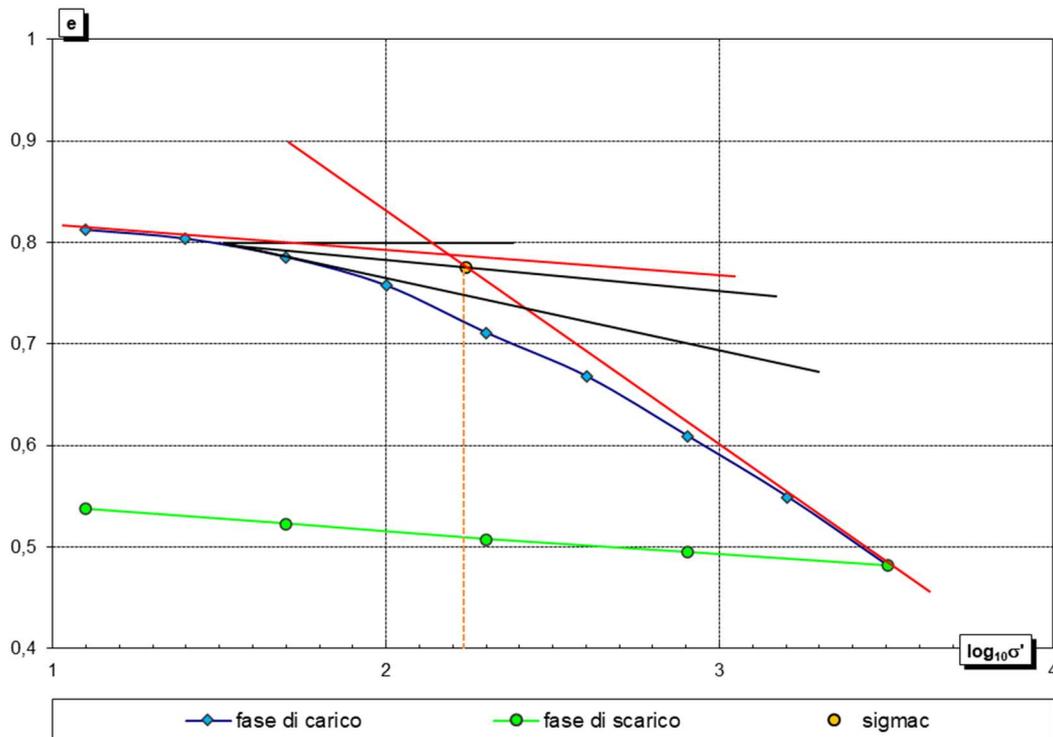


6.1.13.1.6 CI3 – Analisi granulometrica





6.1.13.1.7 CI3 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricomprensione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r [/]	C_c [/]	C_s [/]	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR [/]
SG003	C3	12.5	13.2	12.85	0.061	0.206	0.024	173.78	115.70	1.50



6.1.13.2 Prove in situ

6.1.13.2.1 Standard Penetration Test (SPT)

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Skempton 1986	Gibbs & Holtz (1957)	Schultze & Mezembach (1961)	Valore medio	Classificazione di Peck e Bazaraa (1969)
				Dr [%]				
SG003 (2021)	1,28	1,50	117	187	231	235	217	Molto Denso
	-0,22	3,00	101	147	145	142	145	Molto Denso
	-1,72	4,50	26	71	82	82	78	Denso
	-3,22	6,00	101	134	132	128	132	Molto Denso
	-4,72	7,50	11	43	55	56	51	Medio
	-11,22	14,00	134	132	125	123	127	Molto Denso
	-12,22	15,00	101	113	108	108	110	Molto Denso

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Shioi e Fukuni	Japanese National Railway	De Mello 1971	Owasaki & Iwasaki	Sowers (1961)	Peck-Hanson & Thornburn	Meyerhof (1965)	Schemmertmann	Valore medio
				φ (°)								
SG003 (2021)	1,28	1,50	117	57	62	37	63	61	60	29	53	53
	-0,22	3,00	101	44	44	34	49	44	43	43	49	44
	-1,72	4,50	26	33	33	30	35	34	33	37	42	34
	-3,22	6,00	101	44	44	34	49	44	43	43	48	44
	-4,72	7,50	11	28	30	28	30	31	30	34	39	31
	-11,22	14,00	134	48	49	35	54	49	48	42	48	47
	-12,22	15,00	101	44	44	34	49	44	43	43	46	44

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Jamioikoswki (scegliere formula da "tabella") Valore Medio (No Bowles)	
				E [kg/cm ²]	
SG003 (2021)	1,28	1,50	117	464	853
	-0,22	3,00	101	310	462
	-1,72	4,50	26	164	198
	-3,22	6,00	101	337	472
	-4,72	7,50	11	99	122
	-11,22	14,00	134	437	600
	-12,22	15,00	101	379	485

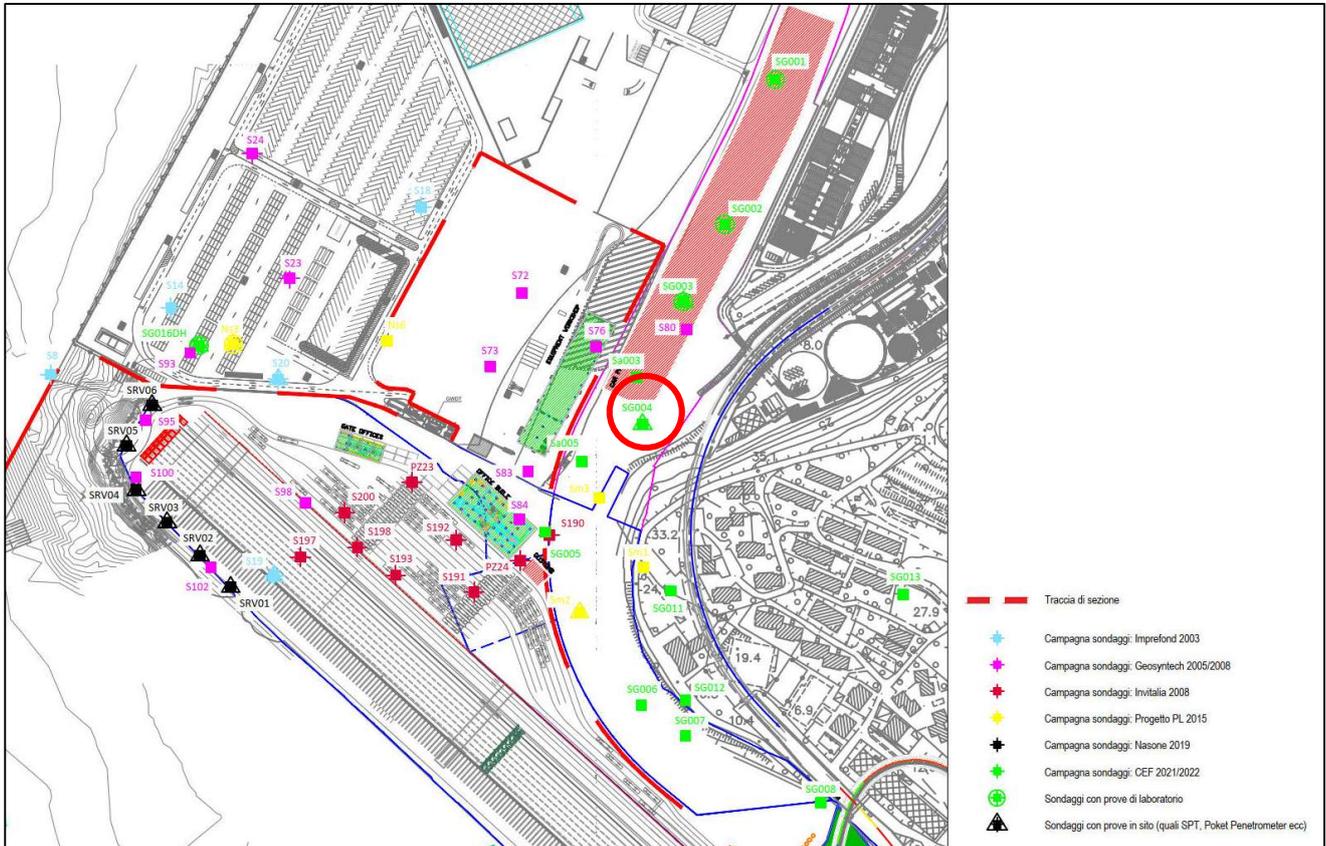
6.1.13.2.2 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SG003	
Quota terreno		2,78 m	
Quota m da p.c. da	a	P.P. kPa	Vane kPa
27,6	34,5	50	36
		75	44
		50	32
		75	44
		75	44
		75	52
		75	44
		75	40
Argilla limosa		34	42
Argilla limosa con concrezioni		-	-

Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.



6.1.14 SG004 (CEF 2021)



Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+4.28	+3.38	<i>Riporto</i>
+3.38	-0.42	<i>Limo argilloso</i>
-0.42	-7.72 (fine sondaggio)	<i>Flysch alterato</i>

Tabella 6-20 – Quadro sinottico del log stratigrafico SG004 (CEF 2021)



6.1.14.1 Prove in sito

6.1.14.1.1 Standard Penetration Test (SPT)

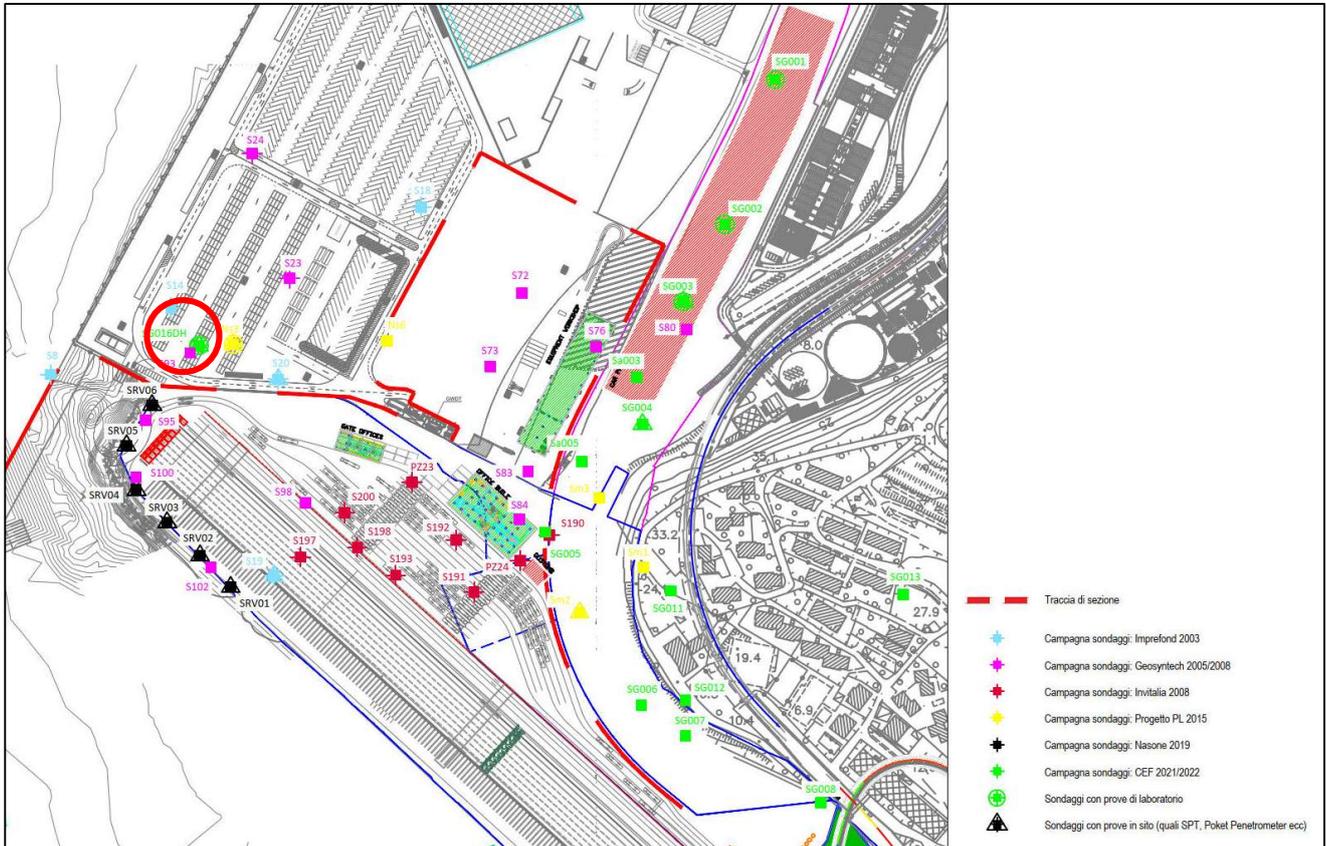
Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Skempton 1986	Gibbs & Holtz (1957)	Schultze & Mezembach (1961)	Valore medio	Classificazione di Peck e Bazaraa (1969)
				Dr [%]				
SG004 (2021)	2,78	1,50	15	67	83	88	79	Denso
	1,28	3,00	24	71	92	92	85	Denso
	-0,22	4,50	101	134	132	128	131	Molto Denso

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Shioi e Fukuni	Japanese National Railway	De Mello 1971	Owasaki & Iwasaki	Sowers (1961)	Peck-Hanson & Thornburn	Meyerhof (1965)	Schmertmann	Valore medio
				φ (°)								
SG004 (2021)	2,78	1,50	15	30	32	29	32	32	31	35	41	32
	1,28	3,00	24	34	34	31	37	35	34	38	42	35
	-0,22	4,50	101	44	44	34	49	44	43	43	48	44

Sondaggio	prof. [m s.l.m.m.]	prof. [m da p.c.]	N _{SPT}	Jamiolkowski (scegliere formula da "tabella")	
				Valore Medio (No Bowles)	
				E [kg/cm ²]	
SG004 (2021)	2,78	1,50	15	122	152
	1,28	3,00	24	192	228
	-0,22	4,50	101	338	472



6.1.15 SG016DH (CEF 2021)



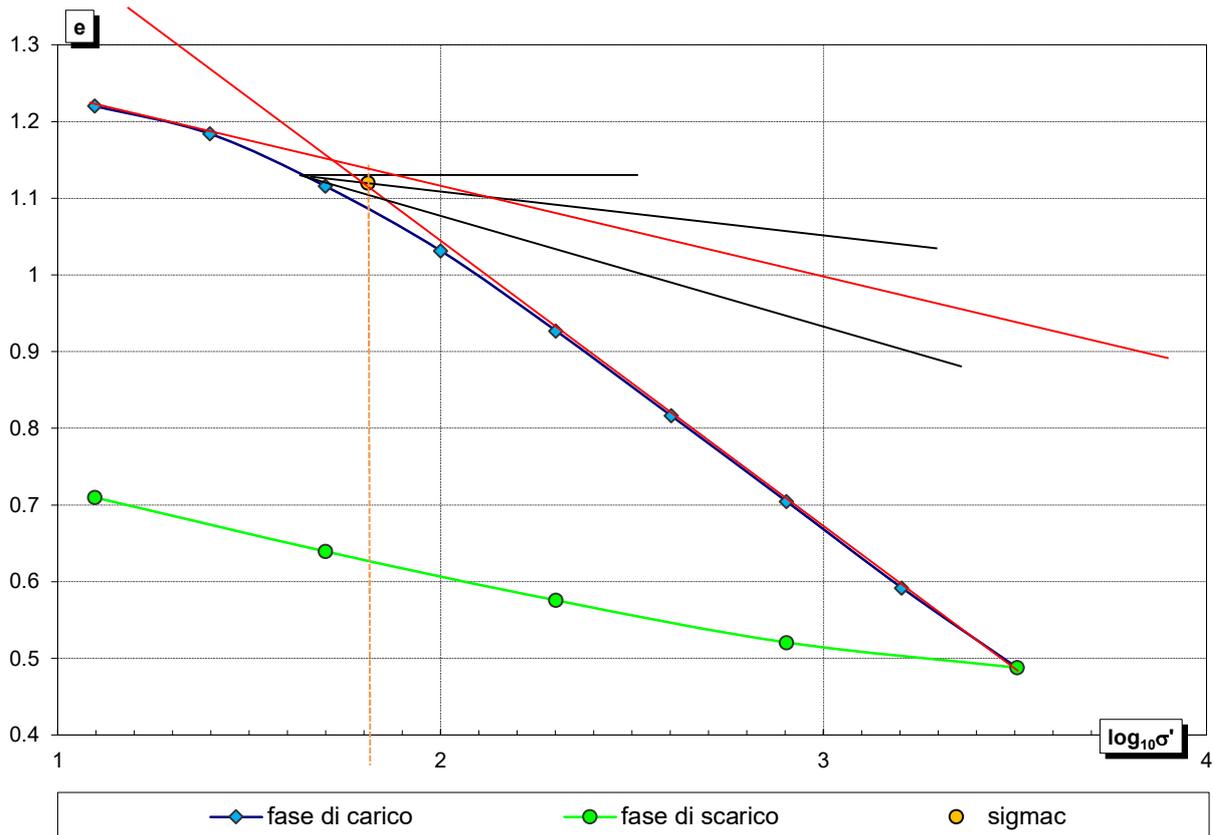
Da [m s.l.m.m.]	A [m s.l.m.m.]	Descrizione stratigrafia
+4.46	-17.14	<i>Riporto</i>
-17.14	-32.54	<i>Limo argilloso</i>
-32.54	-34.4	<i>Flysch alterato</i>
-34.4	-36.54	<i>Flysch integro</i>

Tabella 6-21 – Quadro sinottico del log stratigrafico SG016DH (CEF 2021)



6.1.15.1 Prove di laboratorio

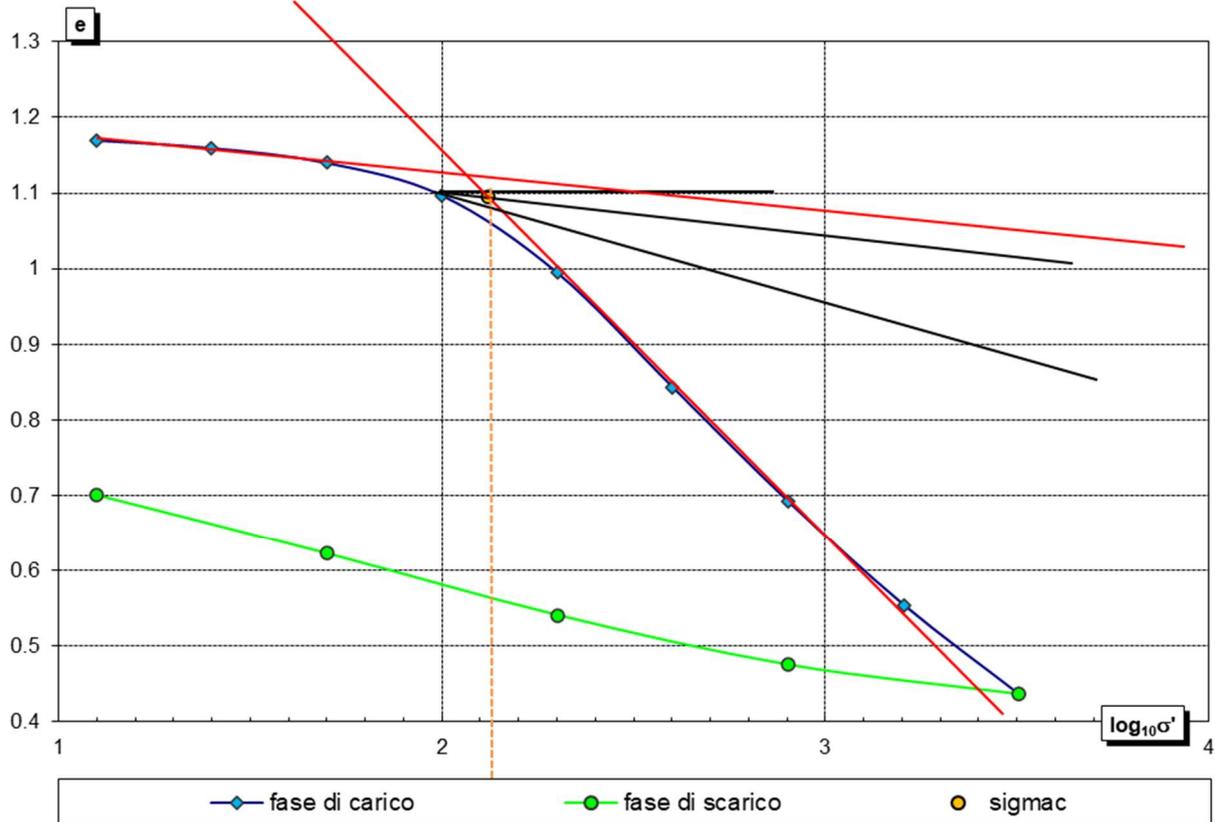
6.1.15.1.1 CI1 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r [/]	C_c [/]	C_s [/]	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR [/]
SG016	CI1	24.3	25	24.65	0.209	0.361	0.105	64.57	181.28	1.00



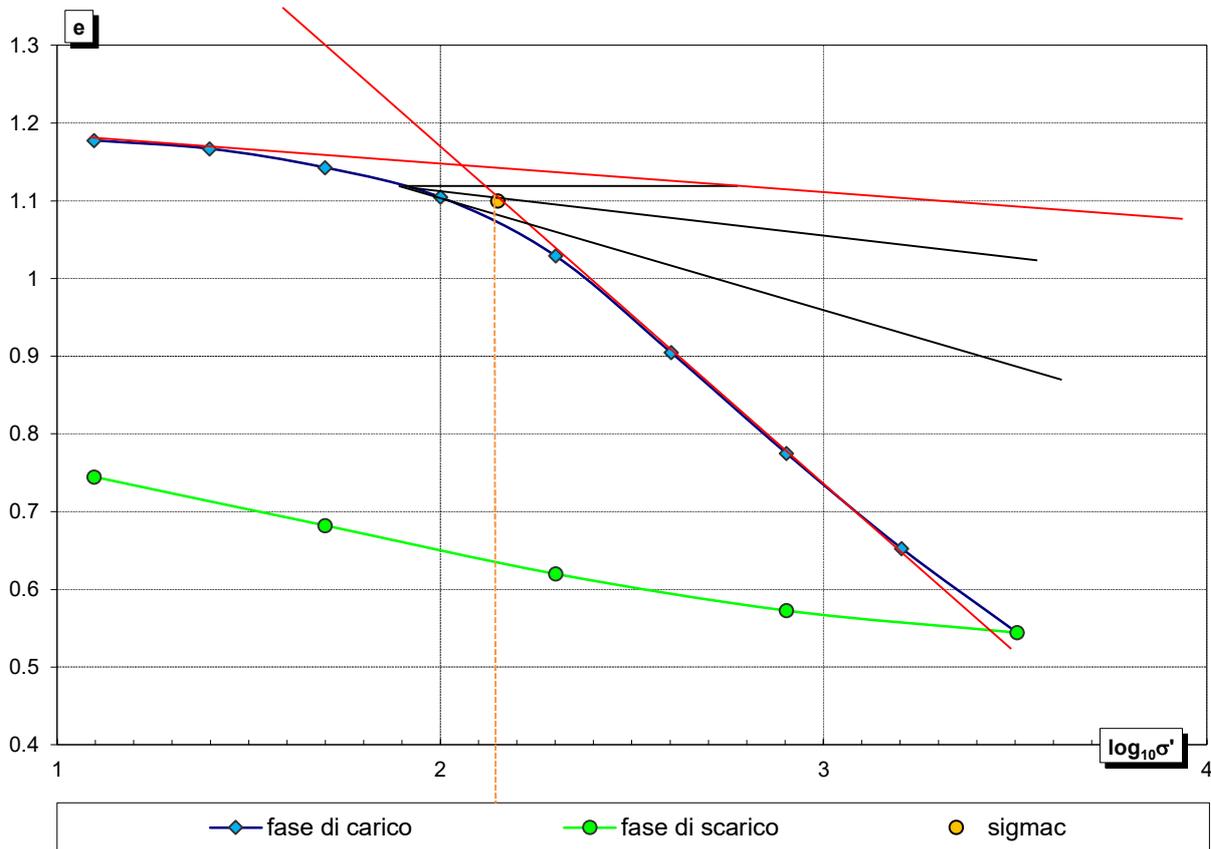
6.1.15.1.2 CI2 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricompressione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r [/]	C_c [/]	C_s [/]	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR [/]
SG016	CI2	26	26.7	26.35	0.081	0.464	0.110	131.83	199.84	1.00



6.1.15.1.3 CI3 - Prova edometrica



Sondaggio	Campione	Profondità Tetto	Profondità Letto	Profondità Media	Indice di ricomprensione	Indice di compressione	Indice di rigonfiamento	Tensione di preconsolidazione	Tensione in sito	Grado di sovraconsolidazione
n°	n°	[m]	[m]	[m]	C_r	C_c	C_s	σ'_c [kPa]	σ'_v [kPa]	OCR
					[/]	[/]	[/]			[/]
SG016	CI3	29	26.7	27.85	0.081	0.399	0.076	141.25	211.21	1.00



6.1.15.2 Prove in sito

6.1.15.2.1 Pocket Penetrometer e Vane test

Sondaggi		SG016DH	
Quota terreno		4,46 m	
Quota m da	p.c. a	P.P. kPa	Vane kPa
		100	96
		100	56
		75	48
		75	48
		75	48
		75	44
		50	20
		50	36
		50	24
		50	20
		50	16
		50	16
		50	16
		100	28
		100	32
		50	24
25	32,5	75	24
		50	24
		50	24
		75	24
		50	32
		50	32
		75	32
		75	48
		75	40
		50	36
		50	24
		50	36
		50	36
		75	40
		75	54
		75	54
		75	68
		100	68
		150	112
		150	100
		125	88
		125	80
		150	92
32,5	35,5	150	100
		150	96
		175	108
		200	168
		200	108
		200	112
		34	35
		81	106

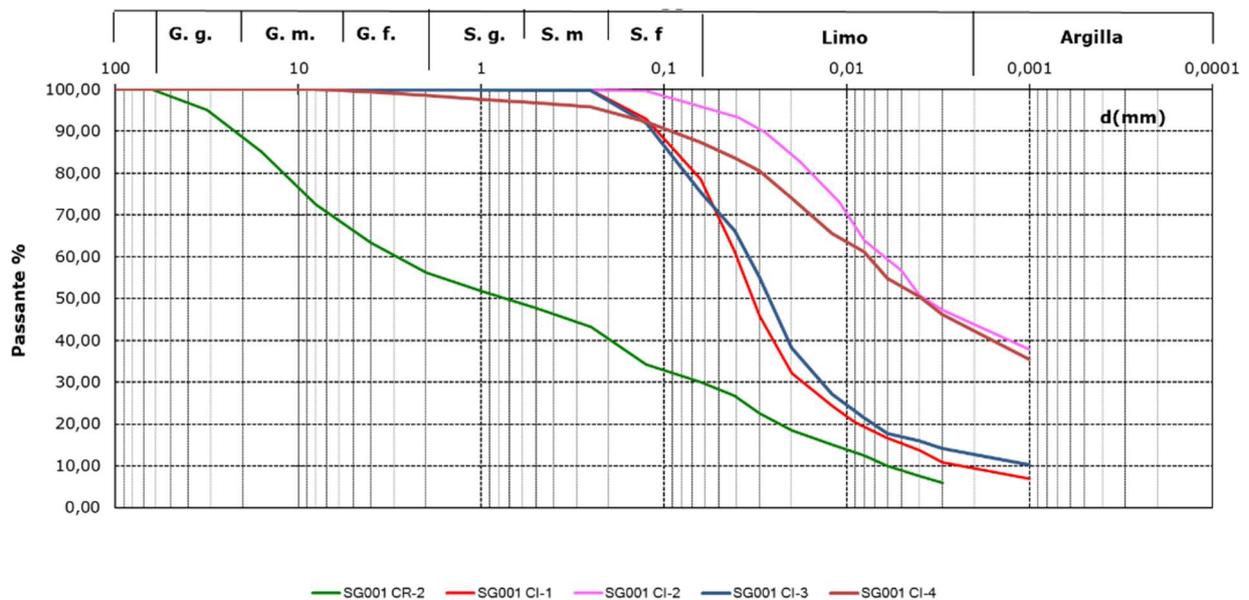
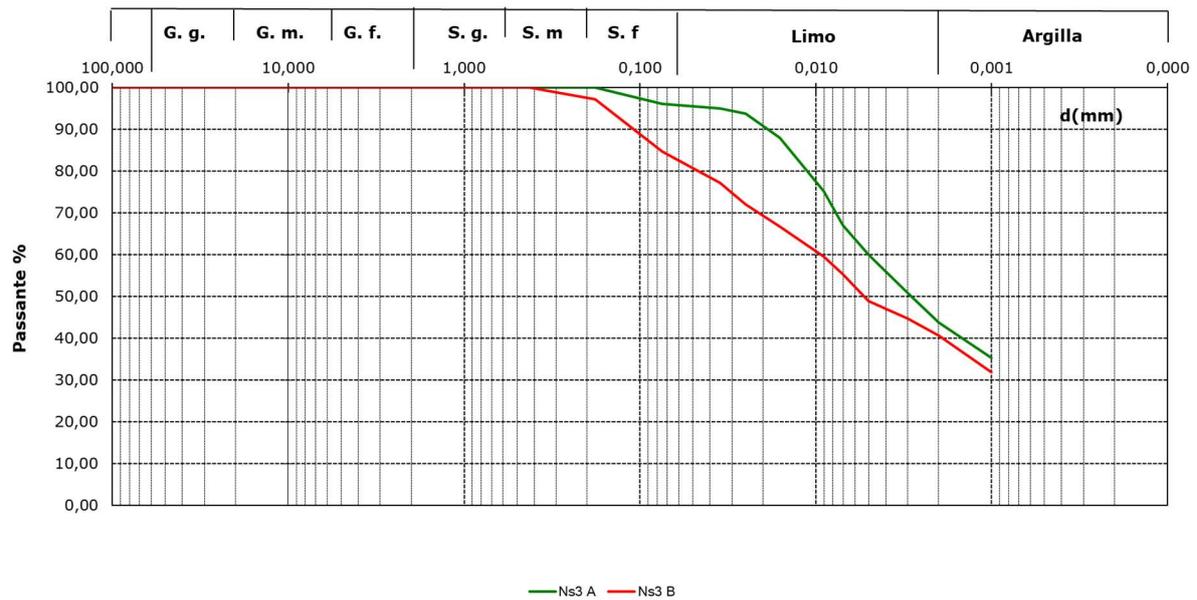
Le litologie, distinte sulla descrizione stratigrafica del log, appartengono alla categoria A "Depositi alluvionali marini/continentali" del modello geotecnico al capitolo 7.1.

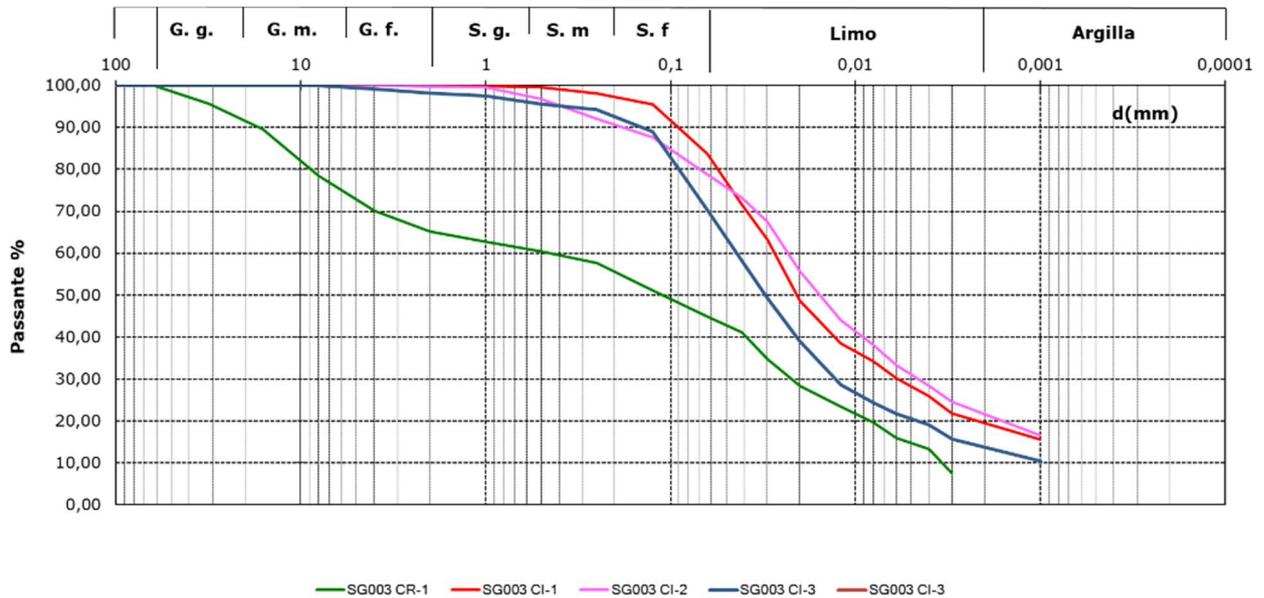
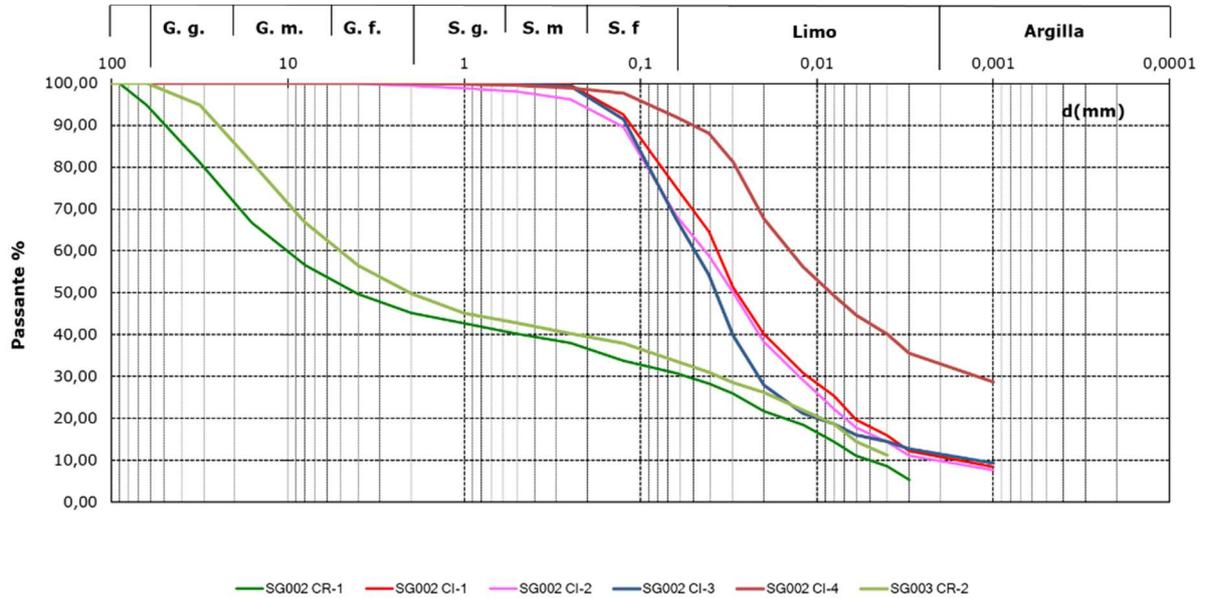


6.1.16 Grafici riassuntivi

Vengono di seguito riportati dei grafici riassuntivi in funzione dei valori medi di riferimento riscontrati dalle indagini svolte.

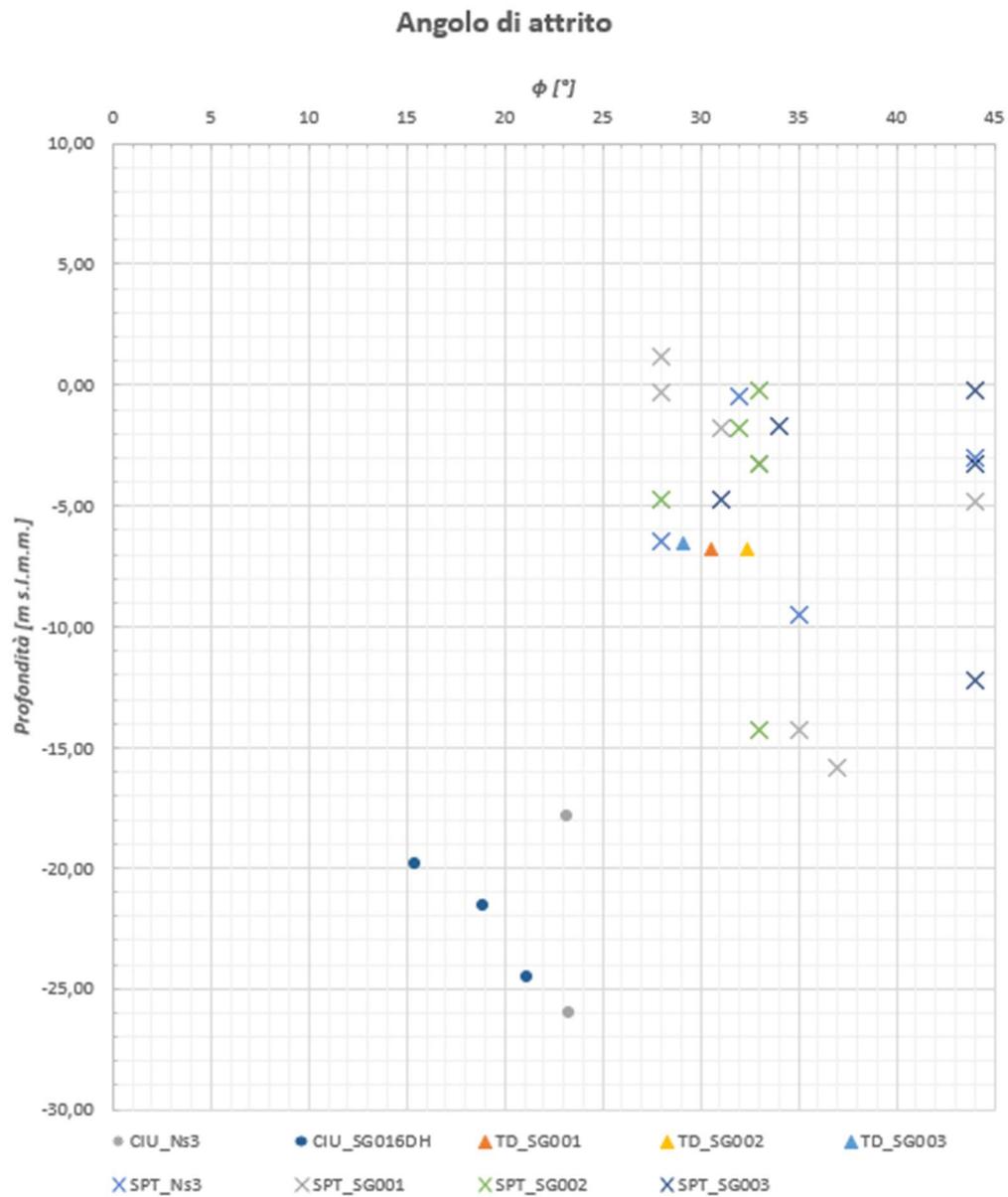
Analisi granulometriche:

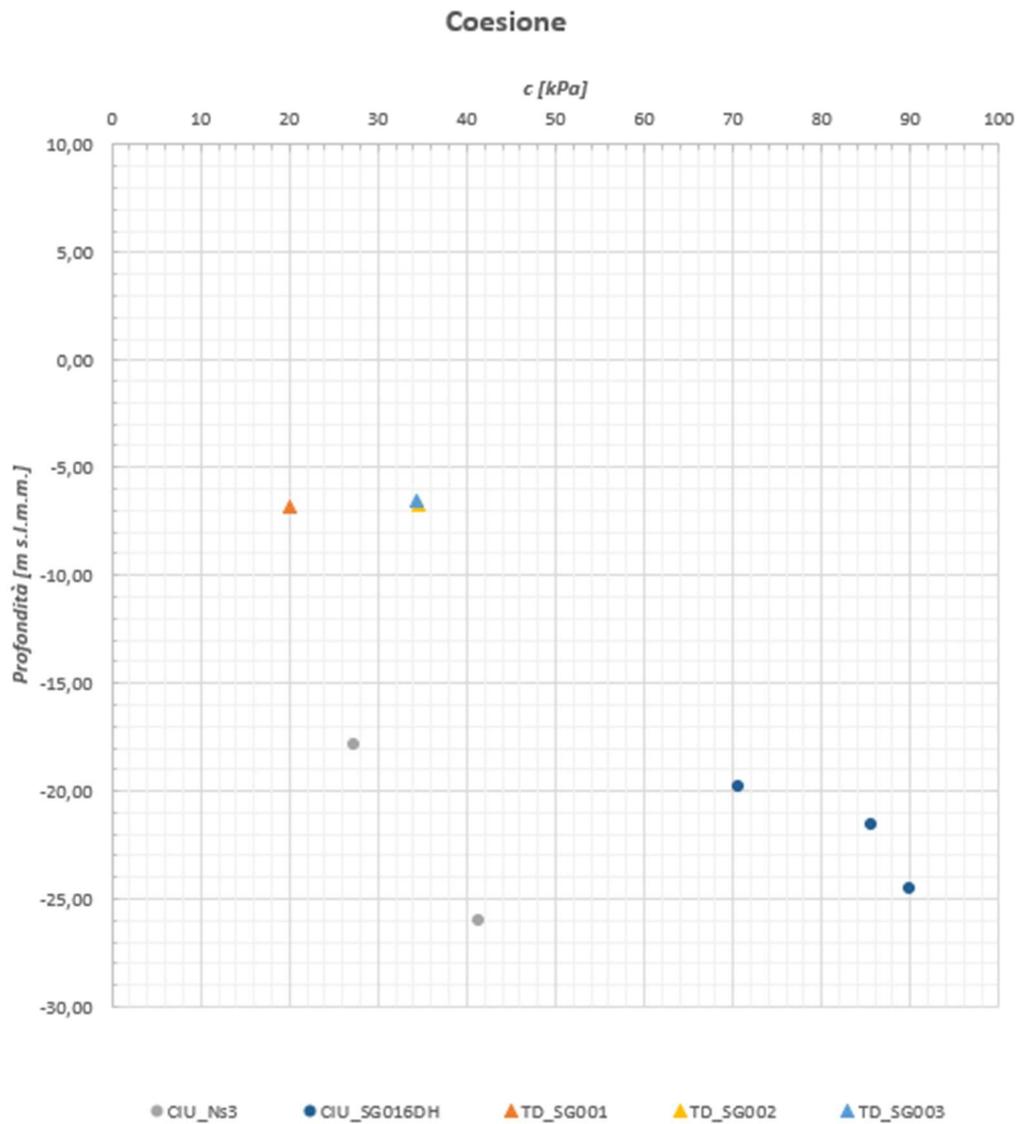


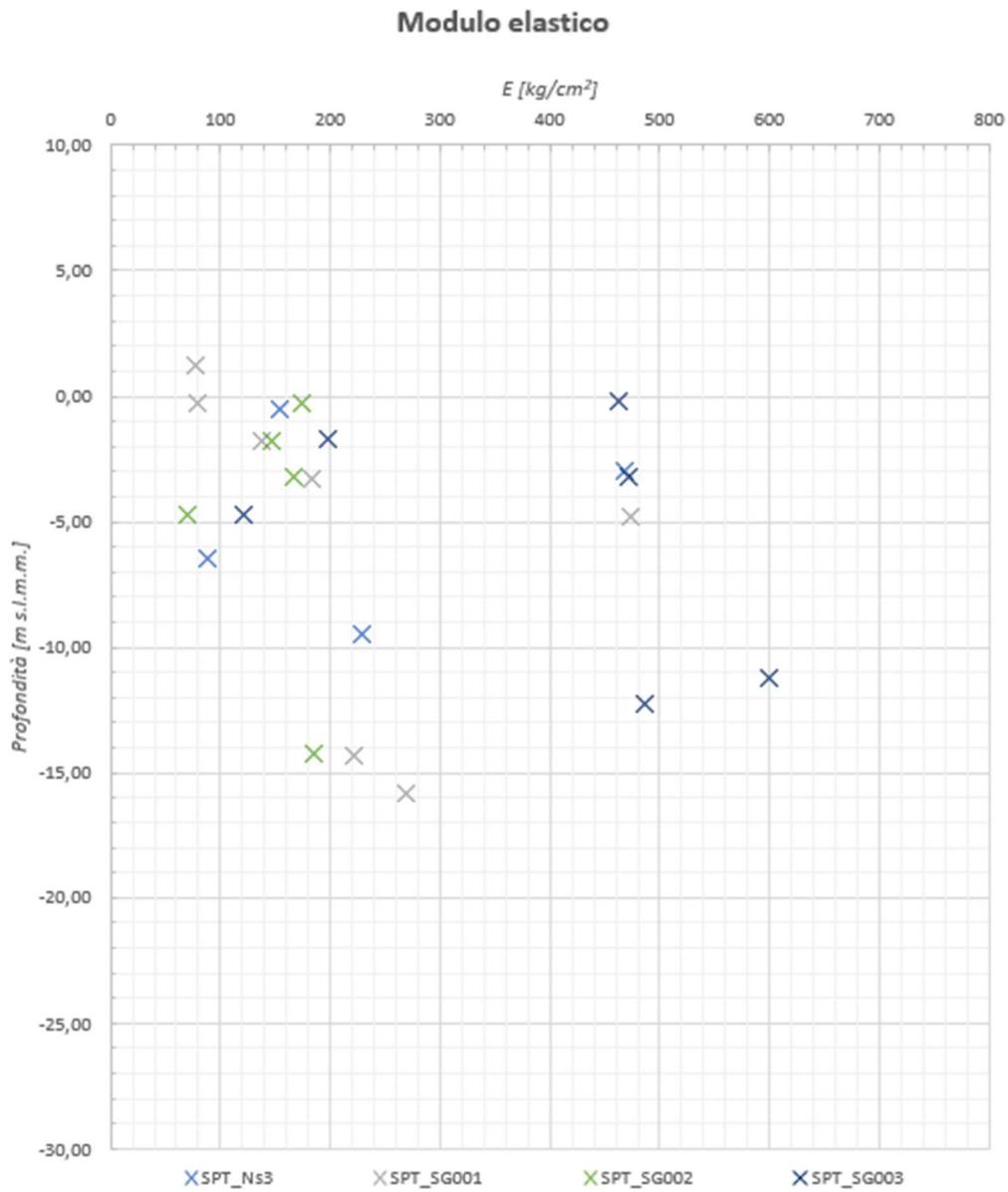




Parametri drenati:



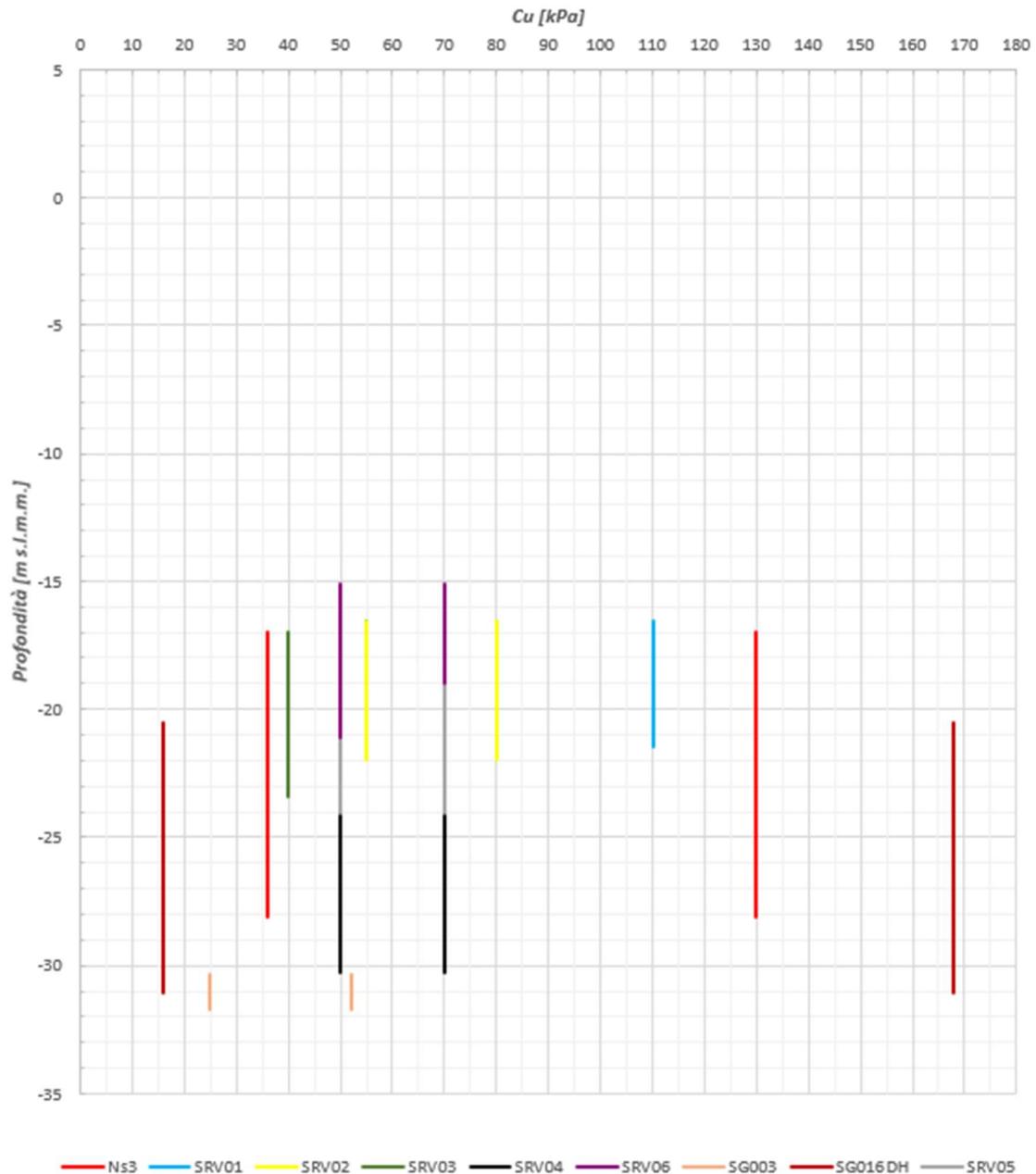






Parametri non drenati:

Coesione non drenata - Area edifici



Il grafico di cui sopra rappresenta, per ciascun sondaggio di riferimento, i valori massimi e minimi registrati in occasione dei Pocket Penetrometer e dei Vane Test.

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 101 di 124</p>
---	---	------------------------

6.2 Prove di permeabilità

Si riporta di seguito un quadro sinottico delle permeabilità rilevate in occasione delle prove di permeabilità di tipo *Lefranc* eseguite nell'area d'interesse. Per l'area oggetto di esame non sono disponibili prove di permeabilità in sito, a tal proposito per una caratterizzazione idraulica dell'area si è beneficiato delle prove di permeabilità di aree prossime effettuate nelle stesse condizioni litostratigrafiche.

Campagna indagine	Sondaggio	Profondità [m da p.c.]	Litologia	Tempo di prova [minuti]	Permeabilità stimata [m/s]	Data
Invitalia 2018	S2A1	-29.5/-30.0	<i>Limo argilloso debolmente sabbioso</i>	60	1.27×10^{-07}	22/11/2018
	S3A1	-25.0/-25.5	<i>Riporto</i>	5	1.04×10^{-04}	29/11/2018
	S4A1	-25.0/-25.5	<i>Limo argilloso debolmente sabbioso</i>	60	1.14×10^{-07}	03/12/2018
	S5A1	-24.0/-25.5	<i>Limo argilloso/Flysch alterato</i>	20	1.99×10^{-05}	27/11/2018
	S6A1	-22.5/-24.0	<i>Flysch alterato</i>	3	6.37×10^{-05}	23/11/2018
	S7A1	-17.0/-17.5	<i>Limo argilloso</i>	40	5.31×10^{-08}	28/09/2018
	S2A3	-17.5/-18.0	<i>Argilla limosa</i>	40	2.07×10^{-08}	23/10/2018
	S3A3	-10.0/-10.5	<i>Limo argilloso</i>	40	7.15×10^{-08}	24/09/2018
	S6A3	-10.5/-12.0	<i>Flysch</i>	50	6.20×10^{-08}	19/09/2018

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 102 di 124</p>
---	---	------------------------

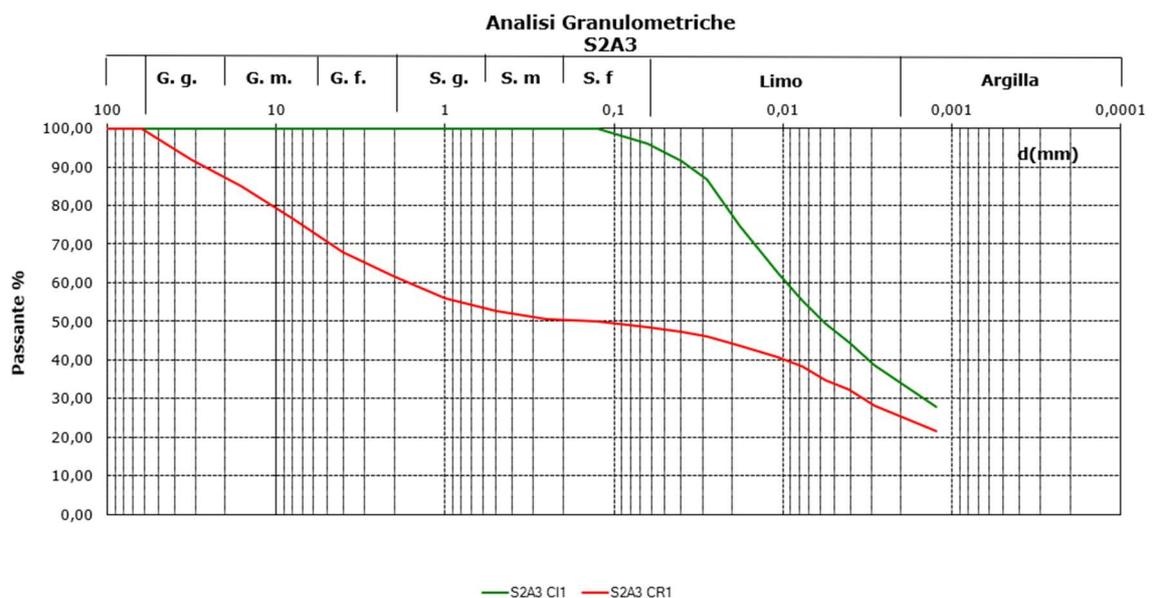
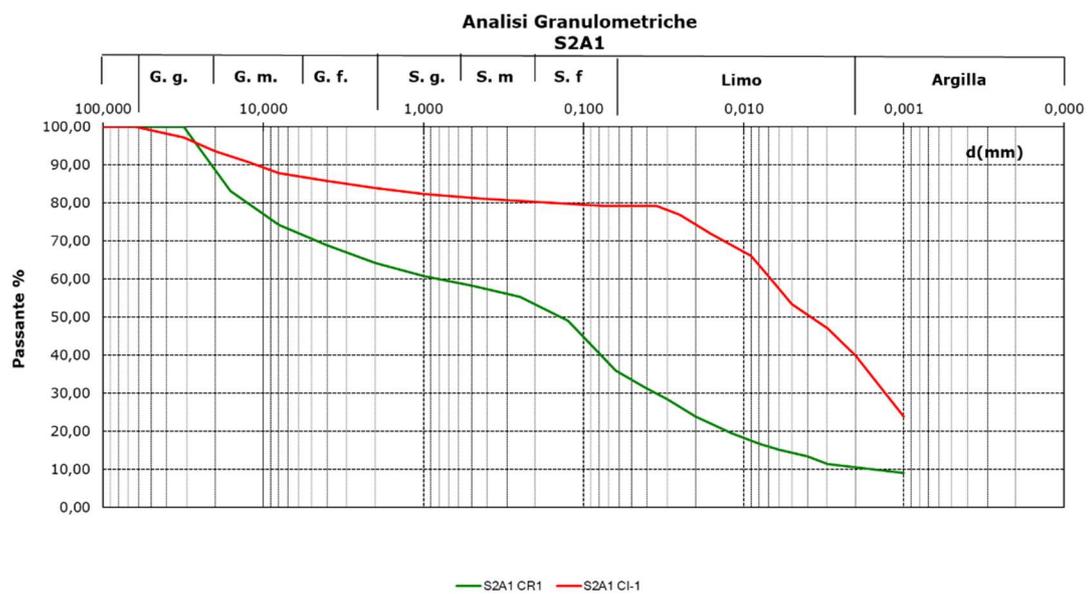
	S8A3	-12.0/- 13.0	<i>Flysch alterato</i>	8	4.26x10 ⁻⁰⁵	27/09/2018
--	------	-----------------	------------------------	---	------------------------	------------



6.3 Grafici riassuntivi

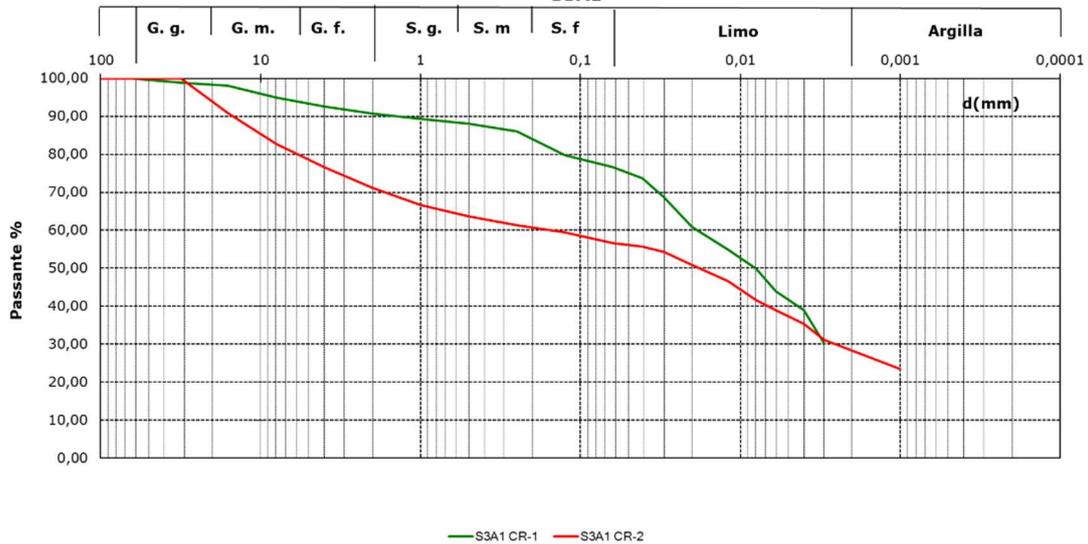
Vengono di seguito riportati dei grafici riassuntivi in funzione dei valori medi di riferimento riscontrati dalle indagini svolte.

Analisi granulometriche:

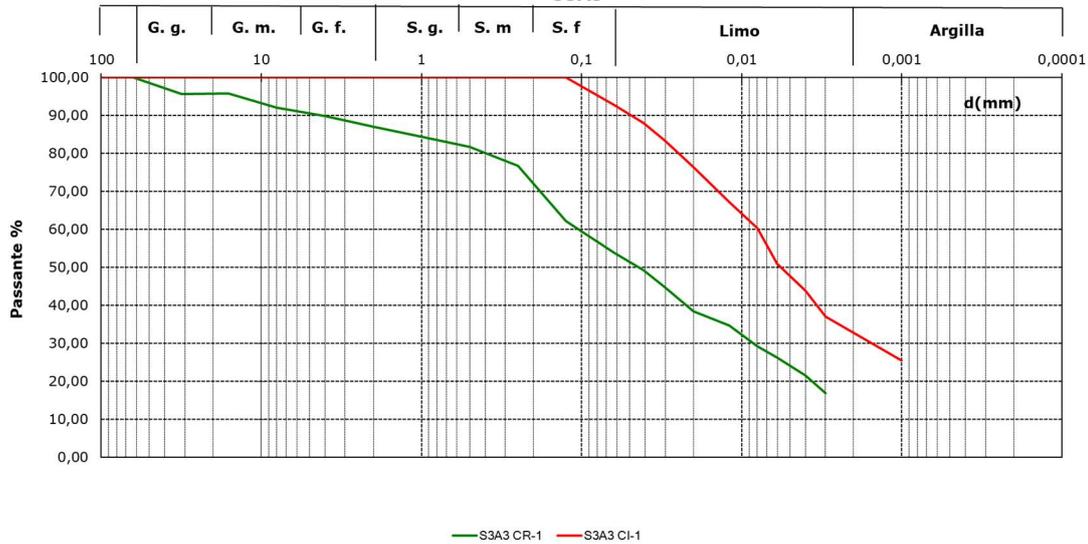




**Analisi Granulometriche
S3A1**

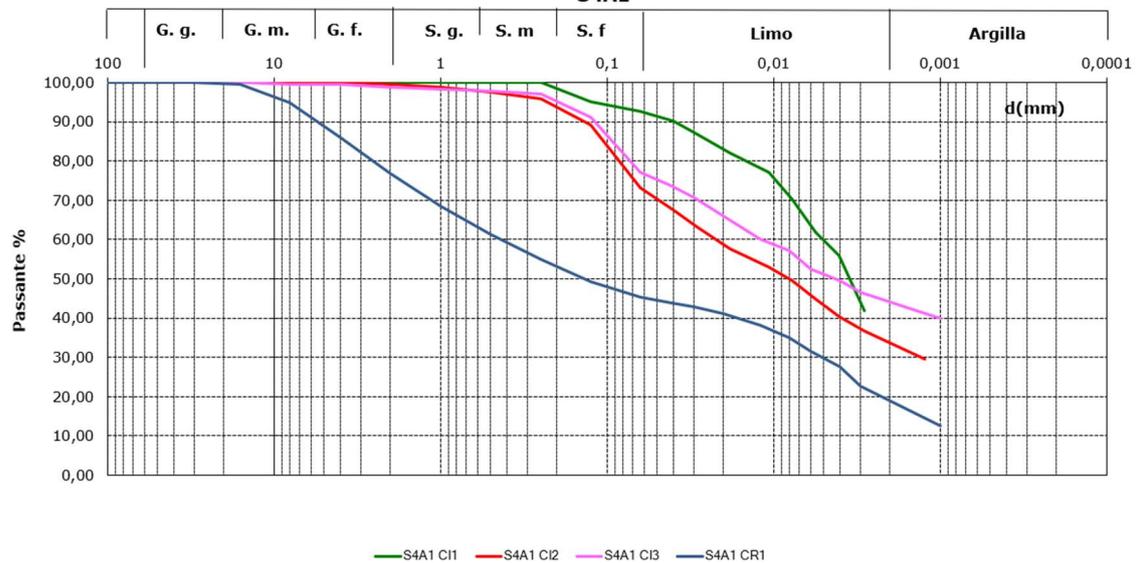


**Analisi Granulometriche
S3A3**

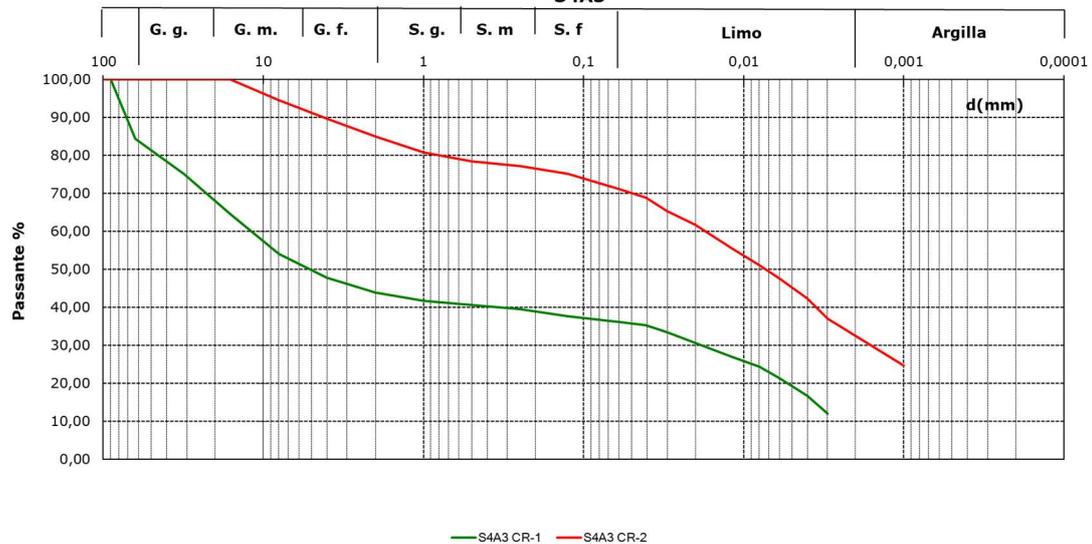




Analisi Granulometriche S4A1

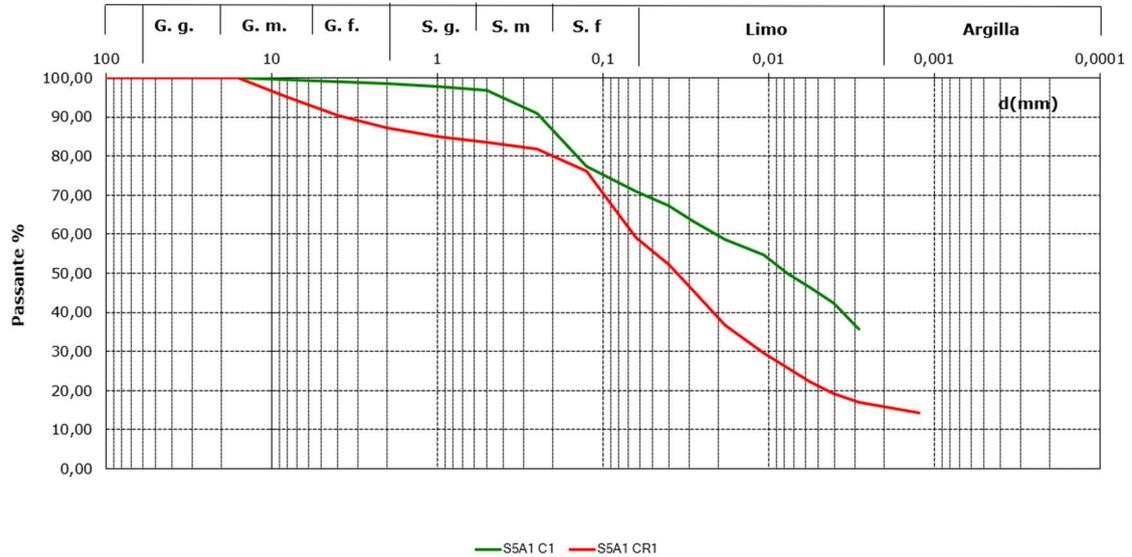


Analisi Granulometriche S4A3

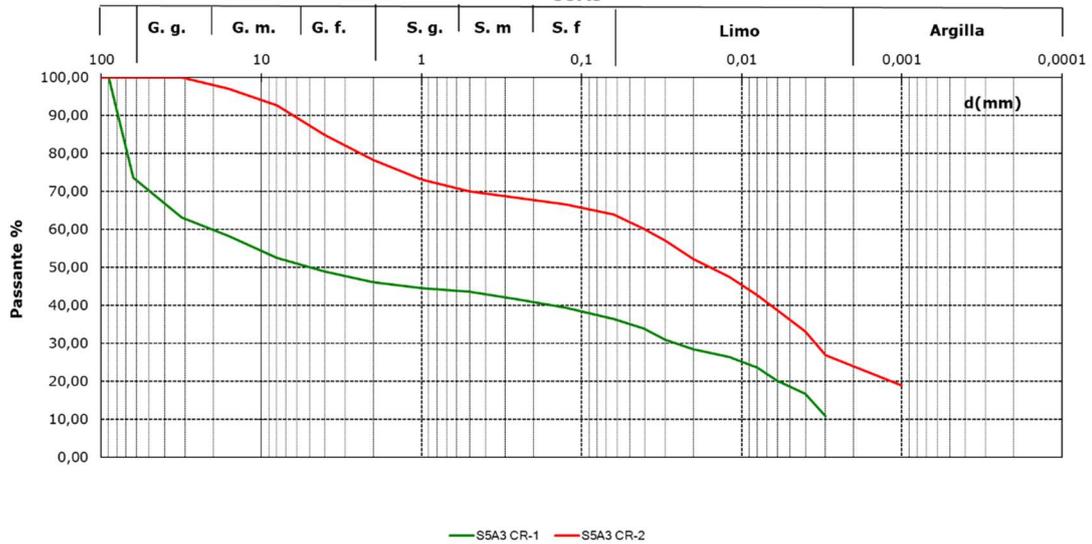




**Analisi Granulometriche
S5A1**

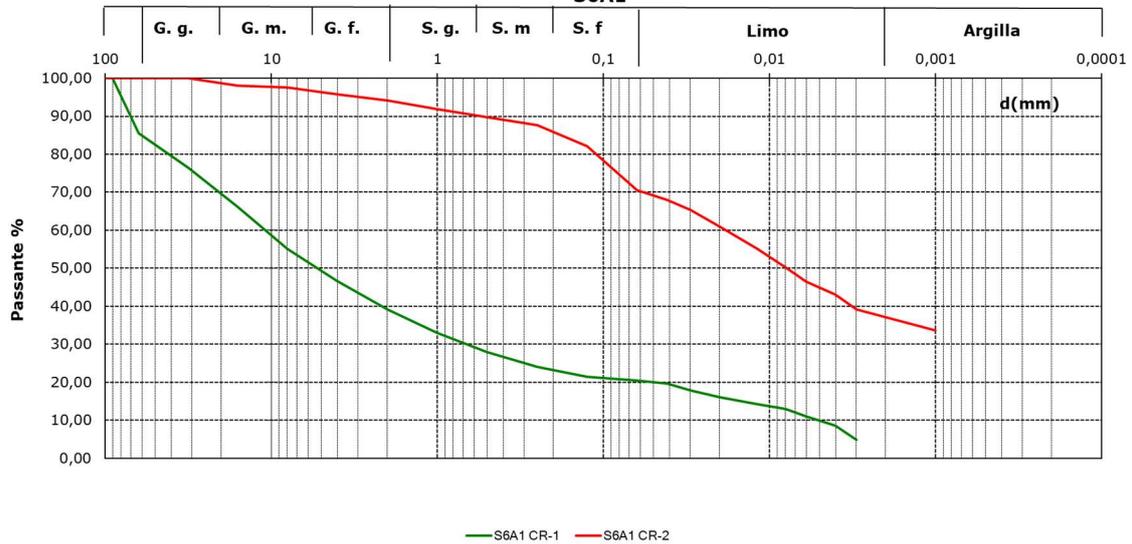


**Analisi Granulometriche
S5A3**

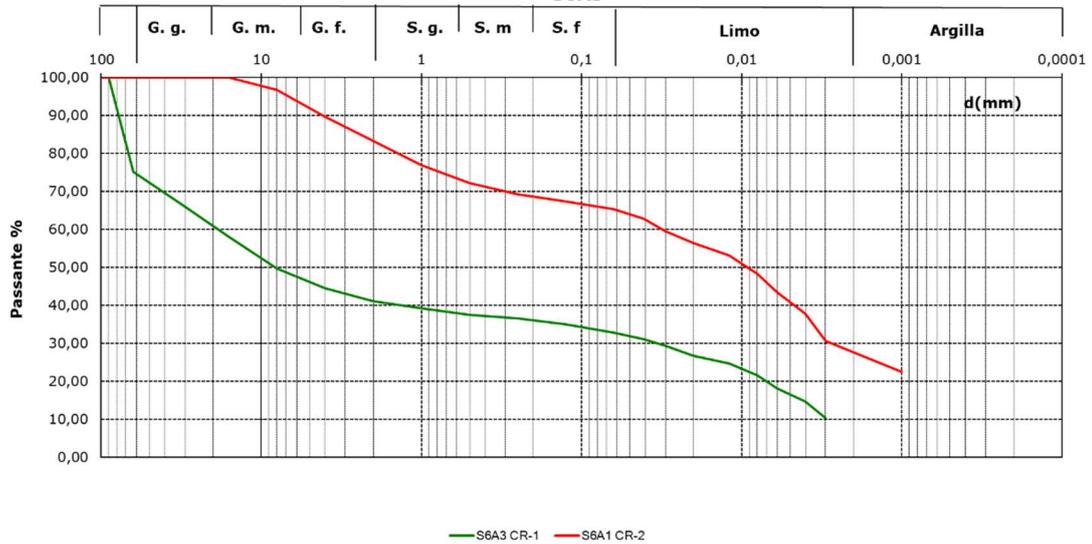




Analisi Granulometriche S6A1

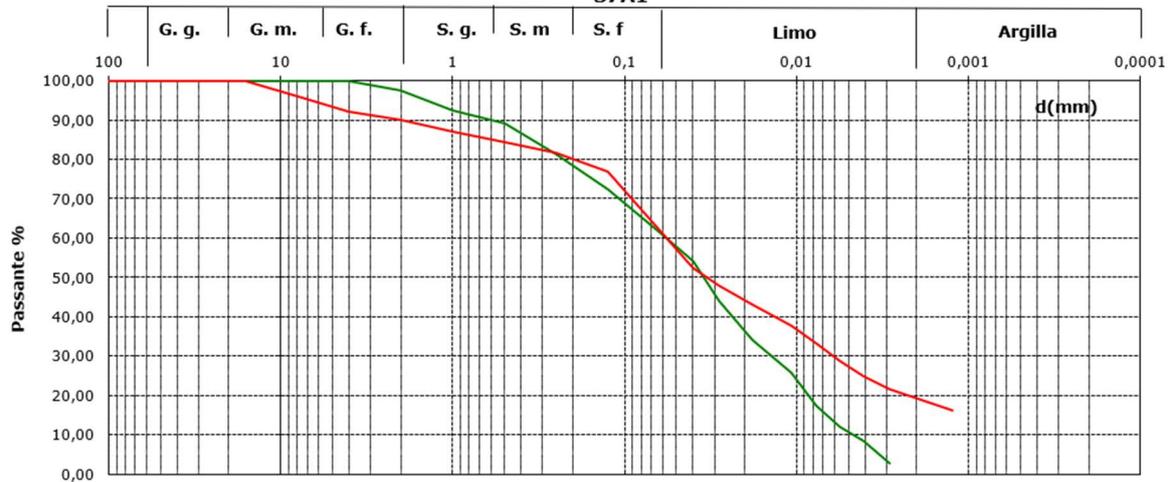


Analisi Granulometriche S6A3



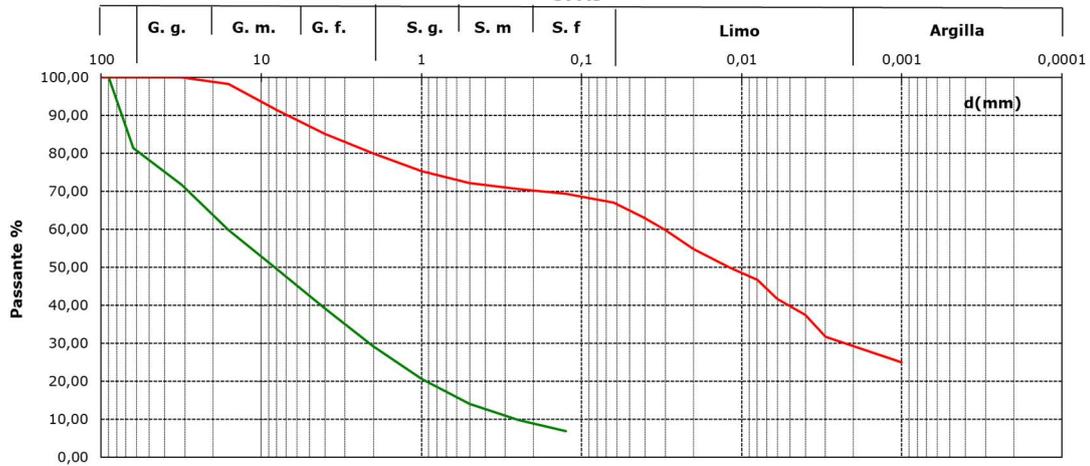


Analisi Granulometriche S7A1

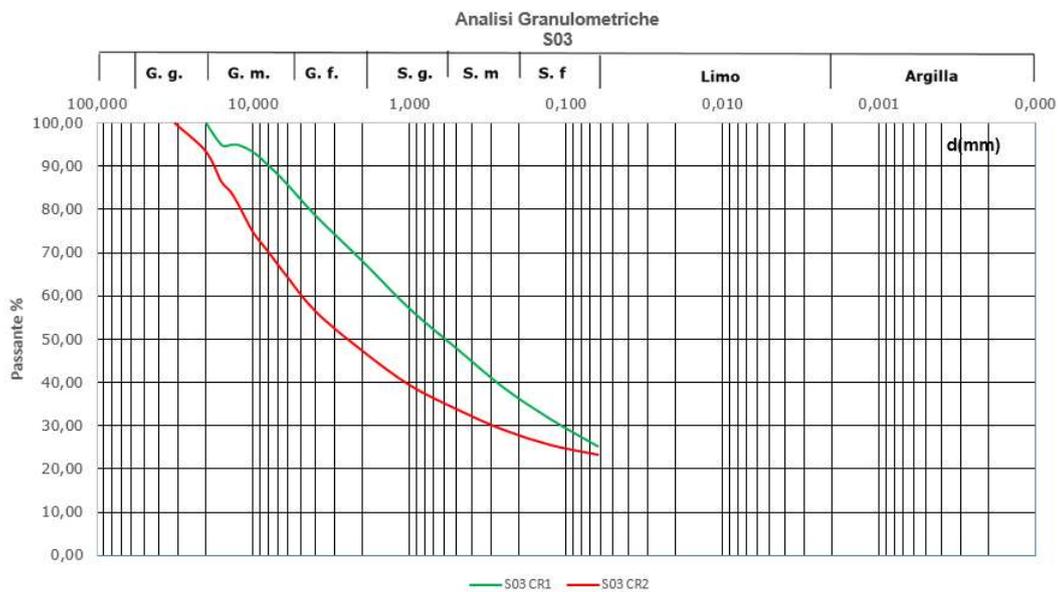
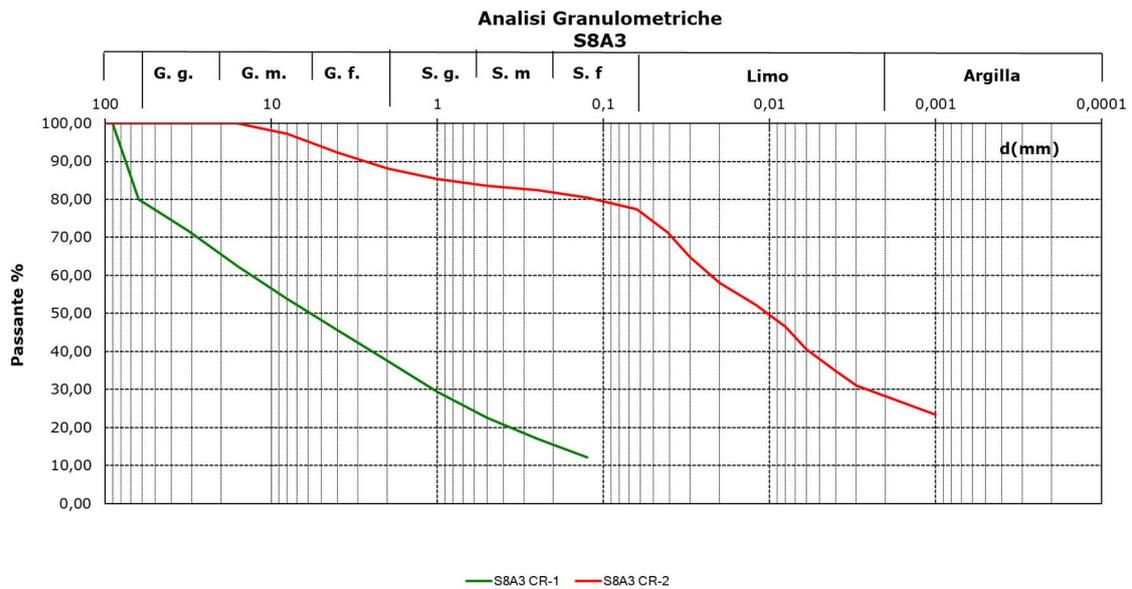


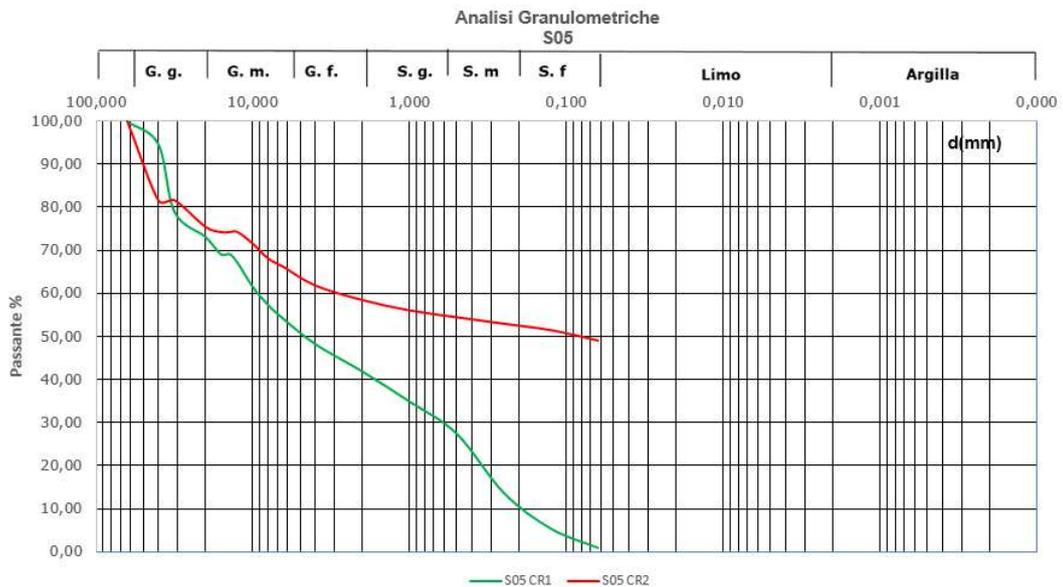
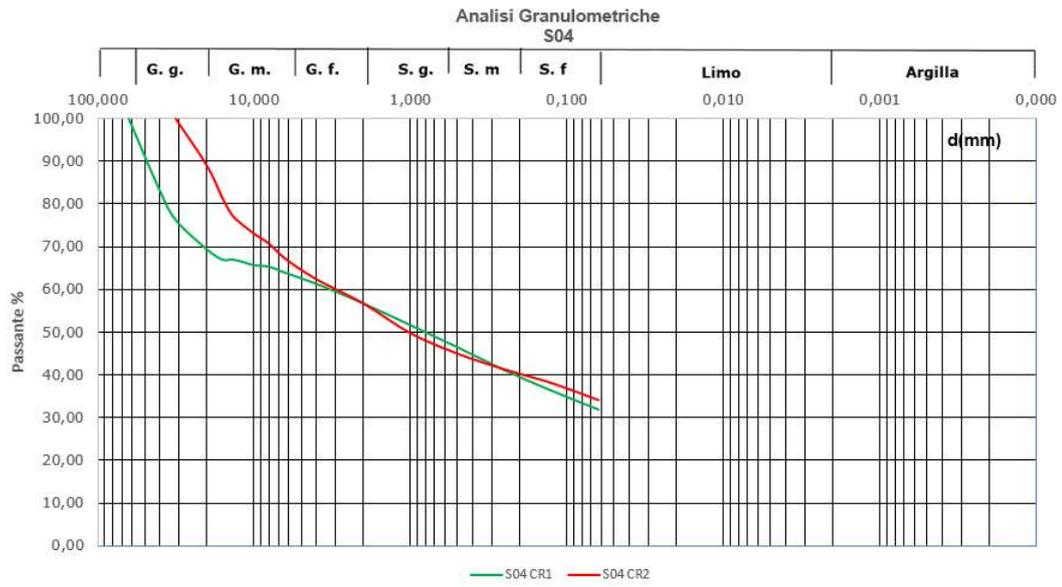
— S7A1 CI1 — S7A1 CR-1

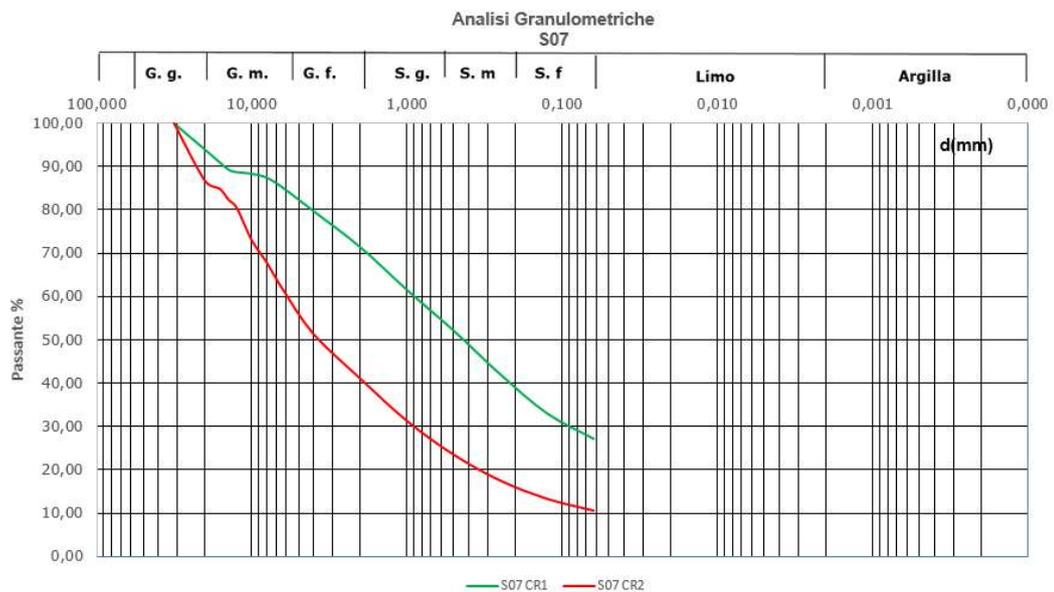
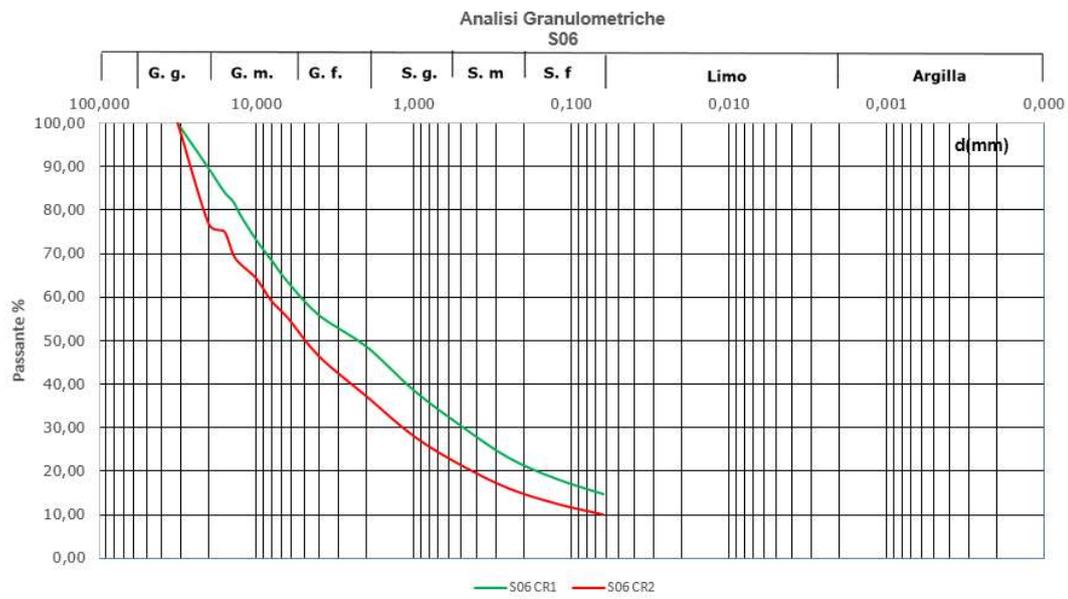
Analisi Granulometriche S7A3



— S7A3 CR-1 — S7A3 CR-2

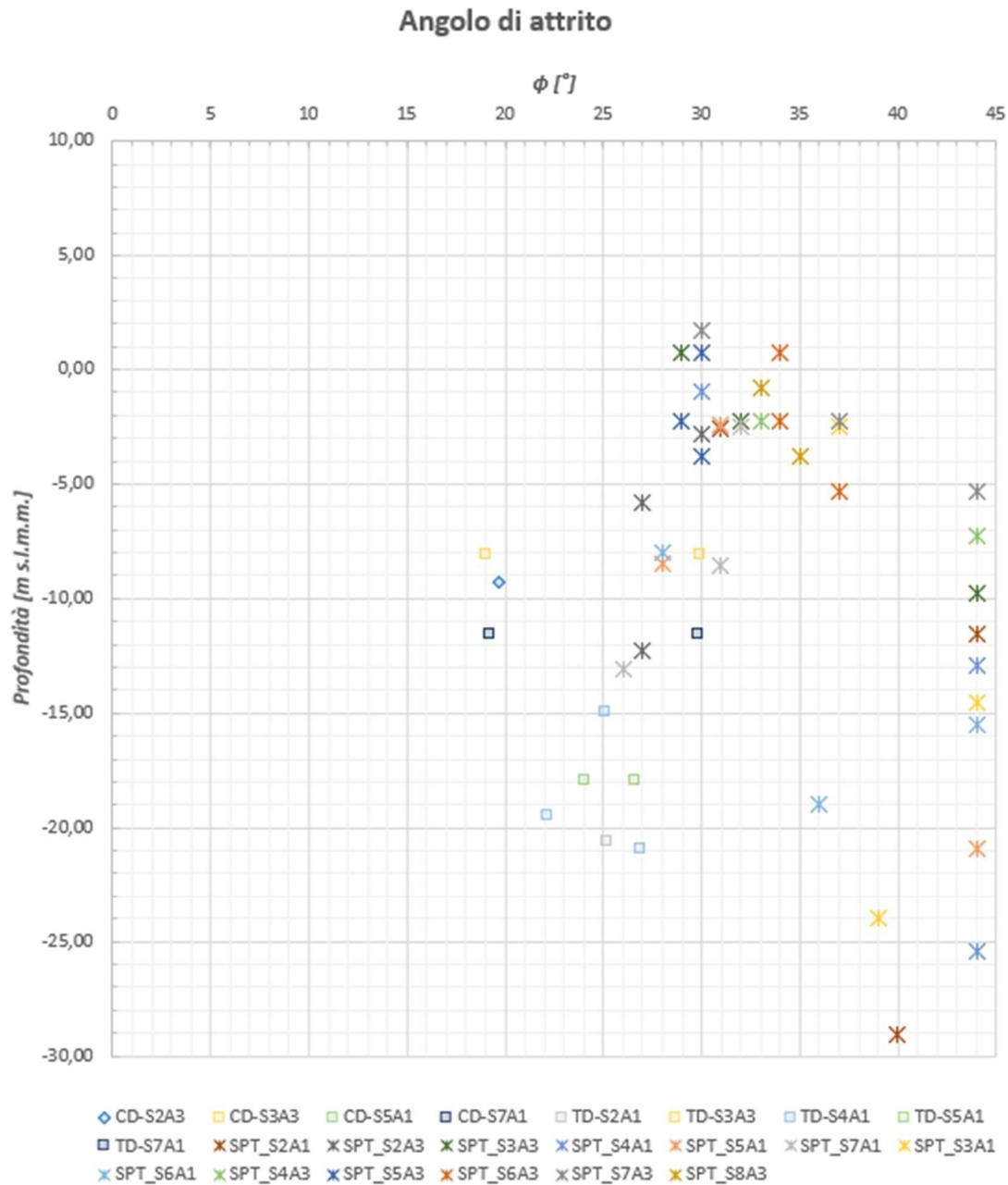


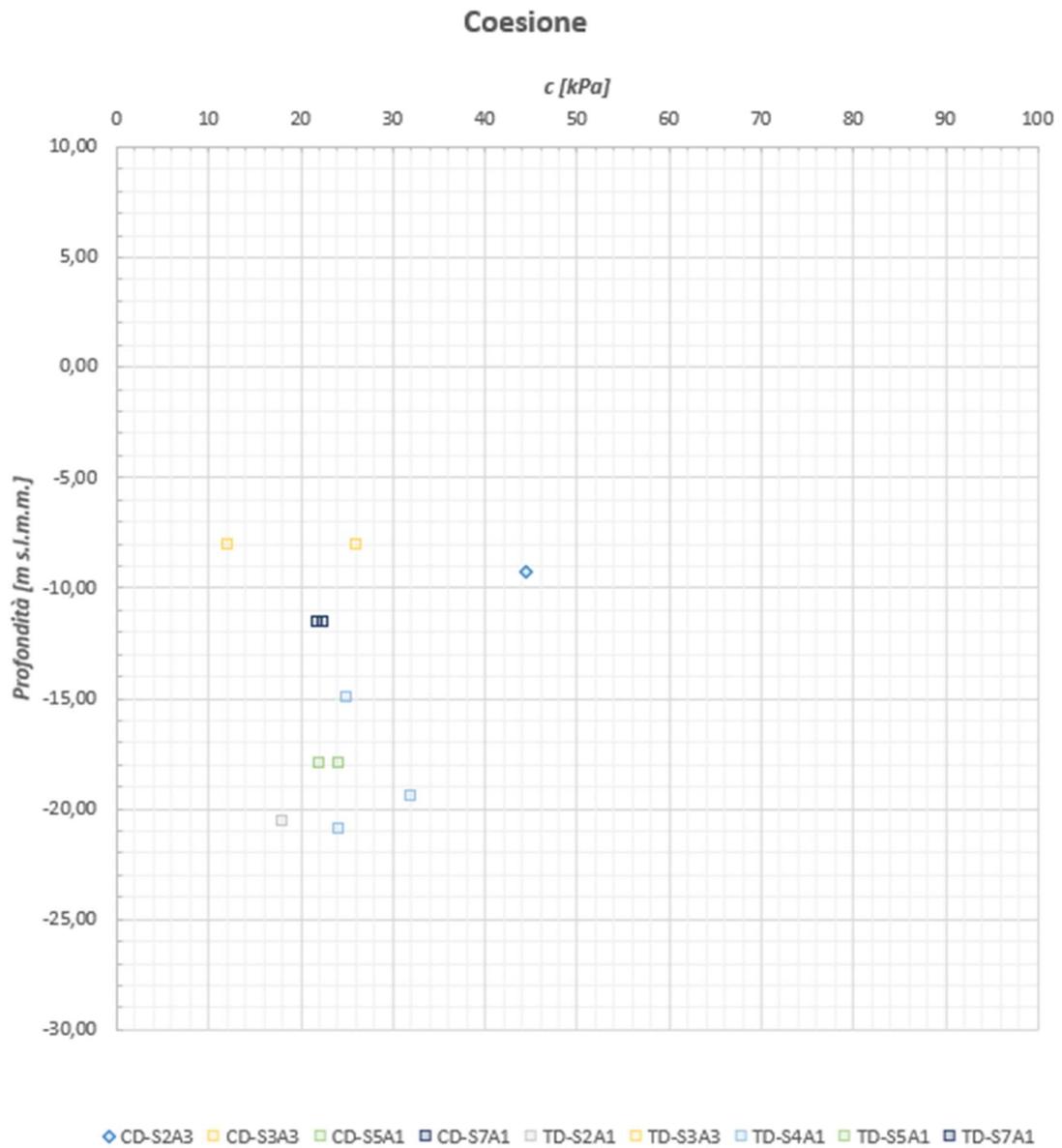


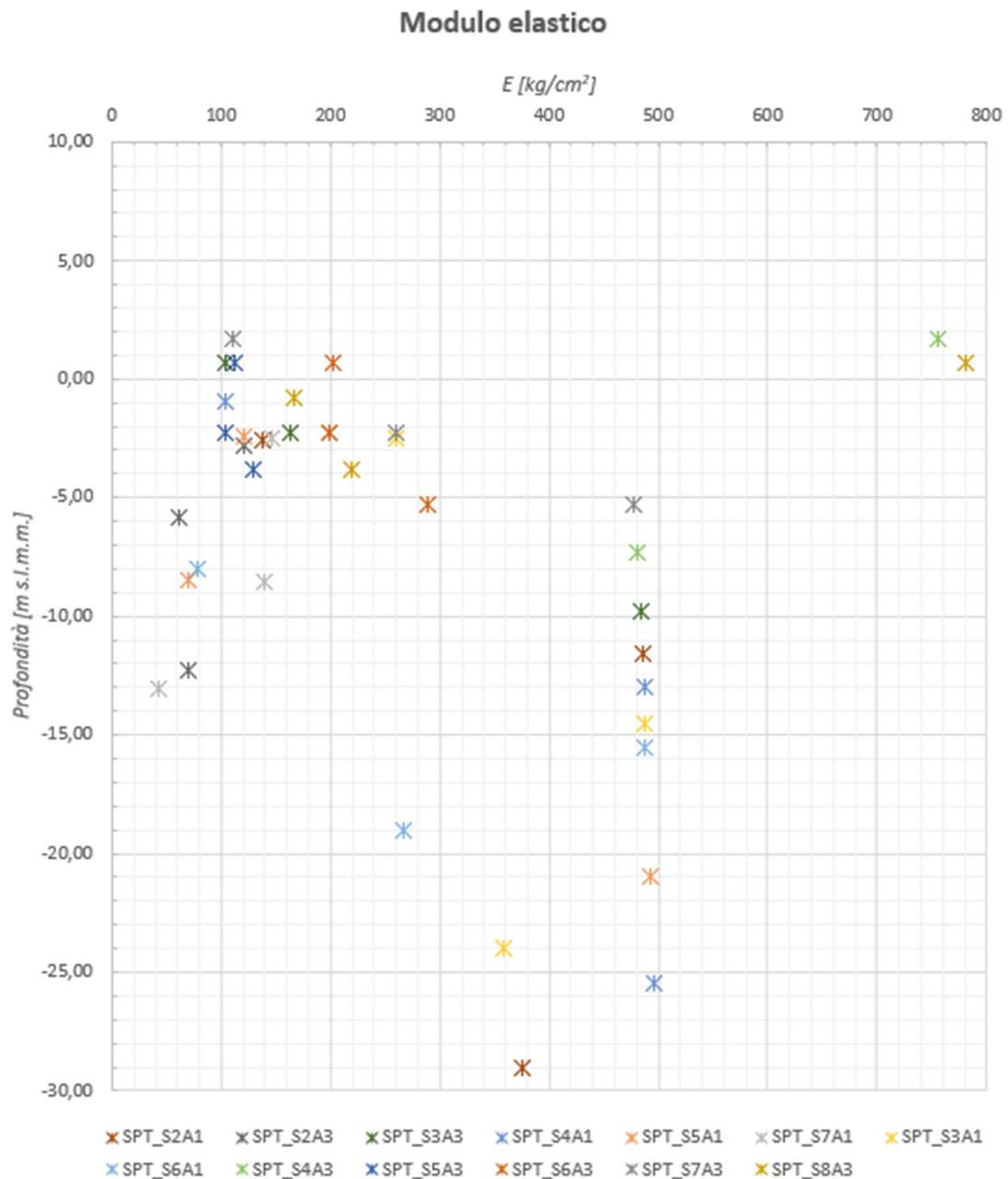




Parametri drenati:



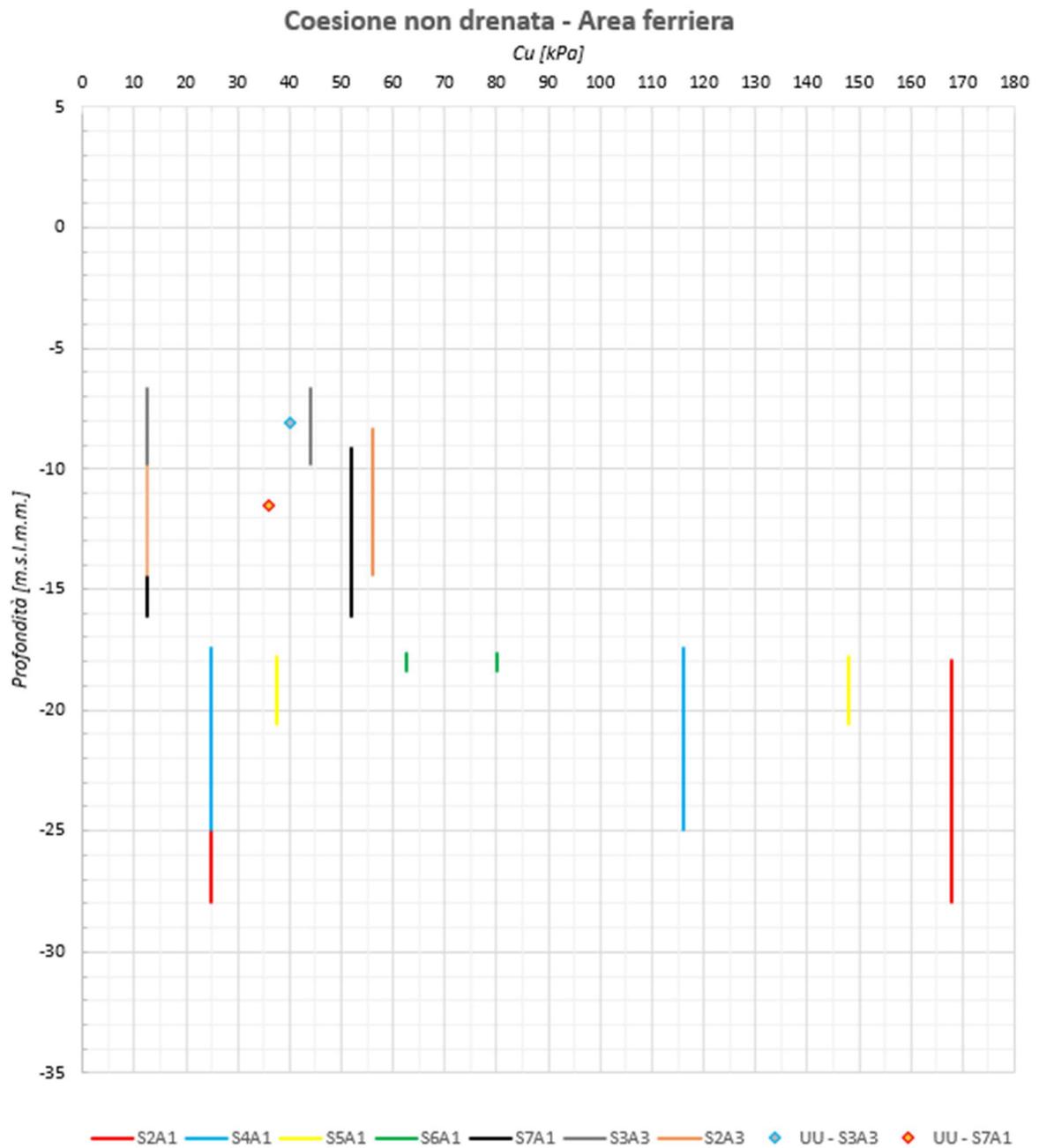




Il grafico di cui sopra rappresenta, per ciascun sondaggio di riferimento, i valori massimi e minimi registrati in occasione dei Pocket Penetrometer e dei Vane Test.

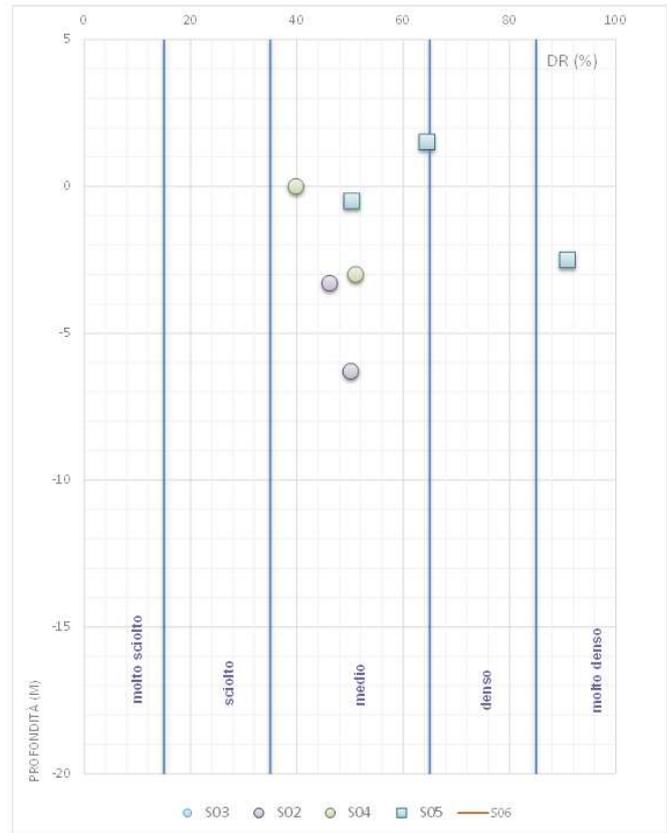
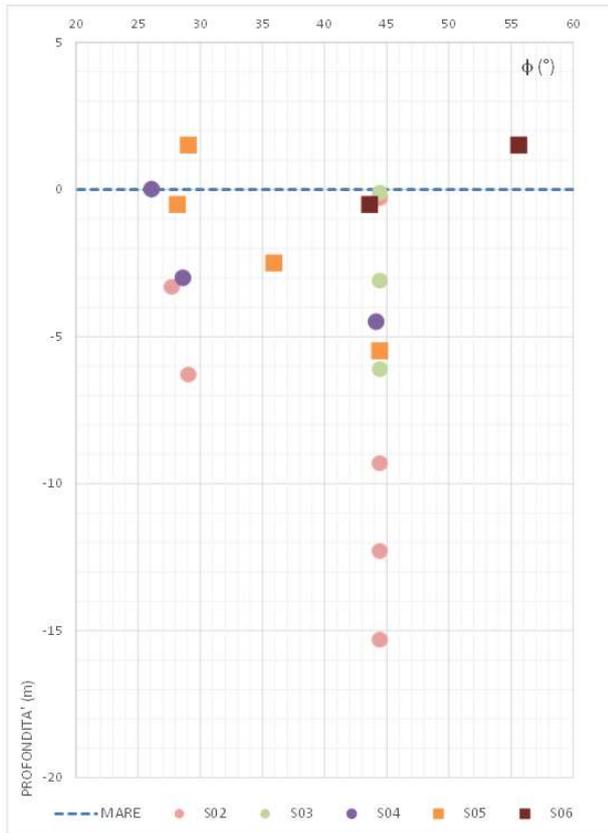


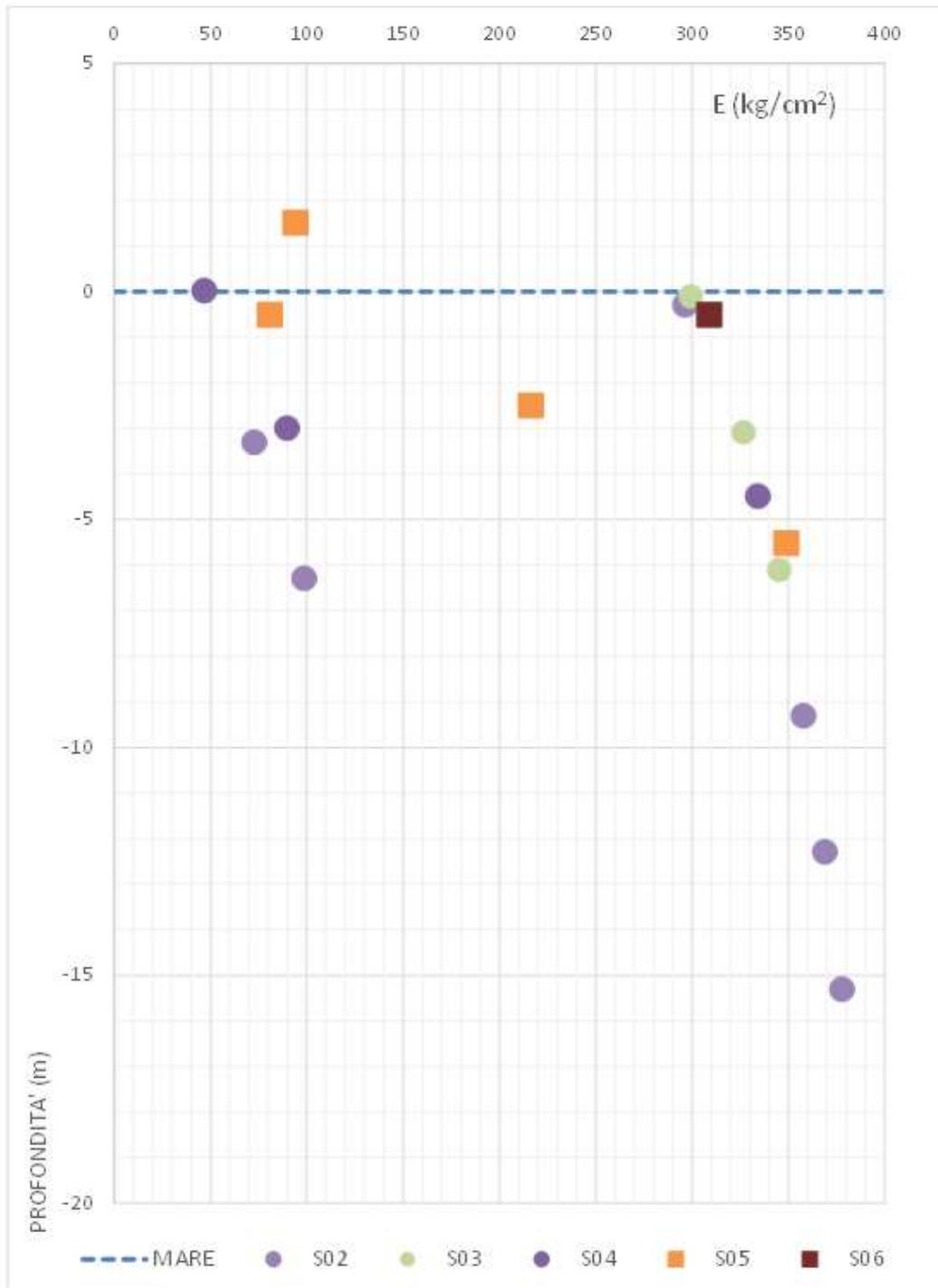
Parametri non drenati:





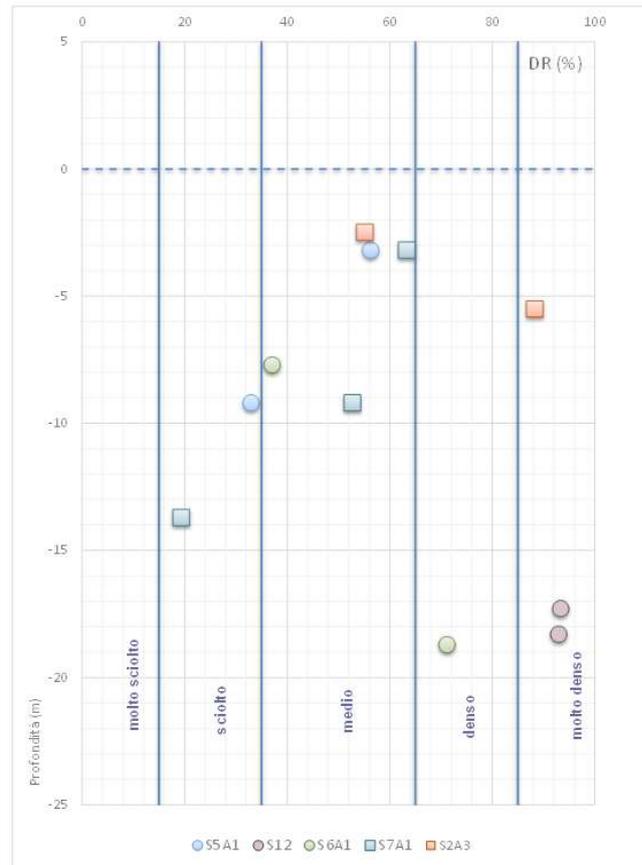
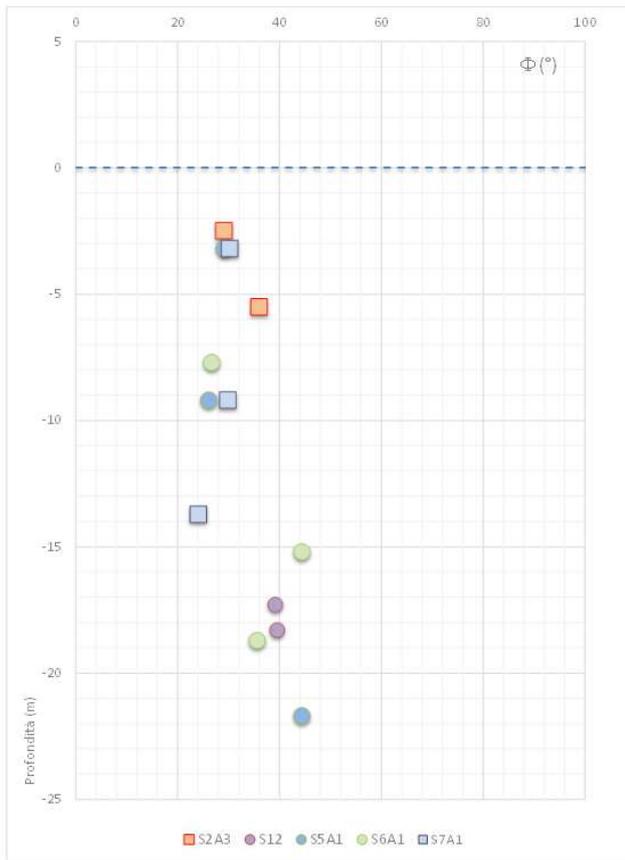
Parametri area gru RMG:

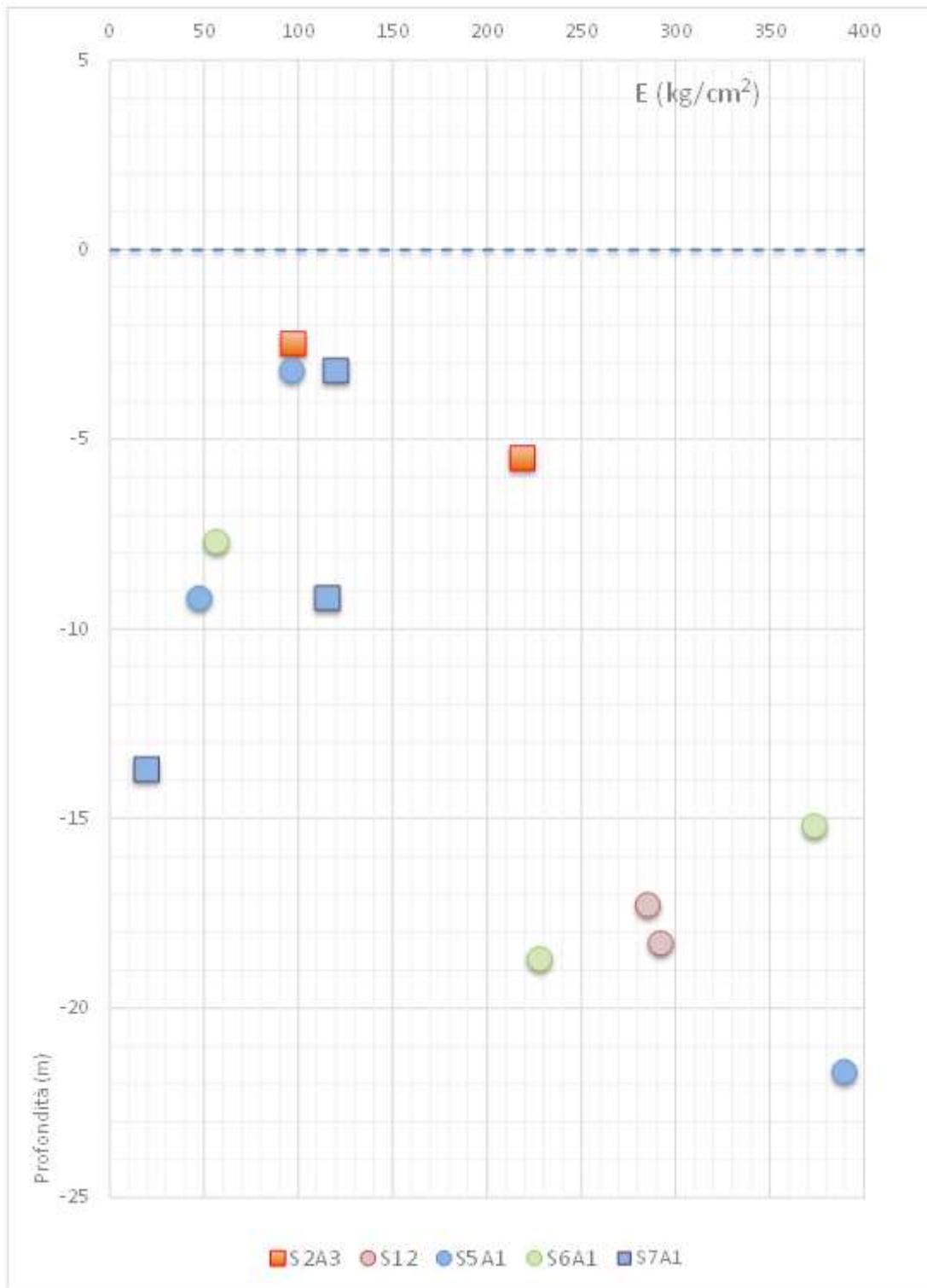






Parametri area banchina Arvedi:





	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"</p>	<p>Pag. 121 di 124</p>
---	---	------------------------

7 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Dall'analisi delle indagini eseguite nell'area in studio è possibile determinare il seguente modello geotecnico generale di riferimento per l'area a mare e per l'area a terra.

Gruppo	Sigla	Formazione	Descrizione
R		Riporto	
A	<i>A1</i>	Depositi alluvionali marini/continentali	<i>Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso</i>
	<i>A2</i>		<i>Limo argilloso-sabbioso</i>
B		Flysch alterato	<i>Matrice limosa-sabbiosa-argillosa con eventuali corpi arenacei, o scaglie di marna, inglobati in essa</i>
C		Flysch integro	<i>Alternanza di marne ed arenarie</i>



7.1 Area edifici - ferriera

Litologia	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kPa]	E [MPa]	Cu [kPa]
R	18	30-35	-	10-40	-
A	17-19	20-27	15-35	10-20	20-70
B	23	35	0-20	100-130	-
C	23	32-35	270-300	15.000-20.000	-

Litologia	Cr [-]	Cc [-]	Cs [-]	e0 [-]	OCR [-]	G0 [MPa]	Vs [m/s]	σ_c [MPa]
R	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0,019-0,127	0,153-0,464	0.012-0.110	0,657-1.275	1-3	55,5-79,1	175-204	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	10-40

Litologia	K [m/s]
R	1.04×10^{-04}
A	$1.14 \times 10^{-07} - 7.15 \times 10^{-08}$
B	$1.99 \times 10^{-05} - 4.26 \times 10^{-05}$
C	6.20×10^{-08}

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001 RELAZIONE GEOTECNICA - Edifici pubblici ex area "a caldo"	Pag. 123 di 124
---	--	-----------------

8 CONCLUSIONI

Con il presente elaborato sono state considerate le indagini geotecniche eseguite in occasione delle campagne d'indagine pregresse e quelle più recenti. Le indagini hanno interessato sia la parte a terra che la parte a mare.

L'interpolazione dei parametri geotecnici, derivati dalle prove di laboratorio e da quelle eseguite in sito, ha permesso di definire il modello geotecnico di riferimento sia per l'area a mare che per l'area a terra. Quest'ultima, relativamente all'assetto stratigrafico sito specifico, risulta essere un'area particolarmente complessa a causa dell'elevata variabilità spaziale degli spessori litostratigrafici. In particolare, si nota uno spessore del materiale di riporto molto variabile, con valori che oscillano approssimativamente da un minimo di circa 1-3 metri fino a valori di circa 25-27 metri.

Pertanto, sono stati definiti dei modelli geotecnici di riferimento generali, i quali dovranno essere relazionati alle sezioni geotecniche di riferimento per definire gli spessori litostratigrafici idonei alle sezioni di progetto.