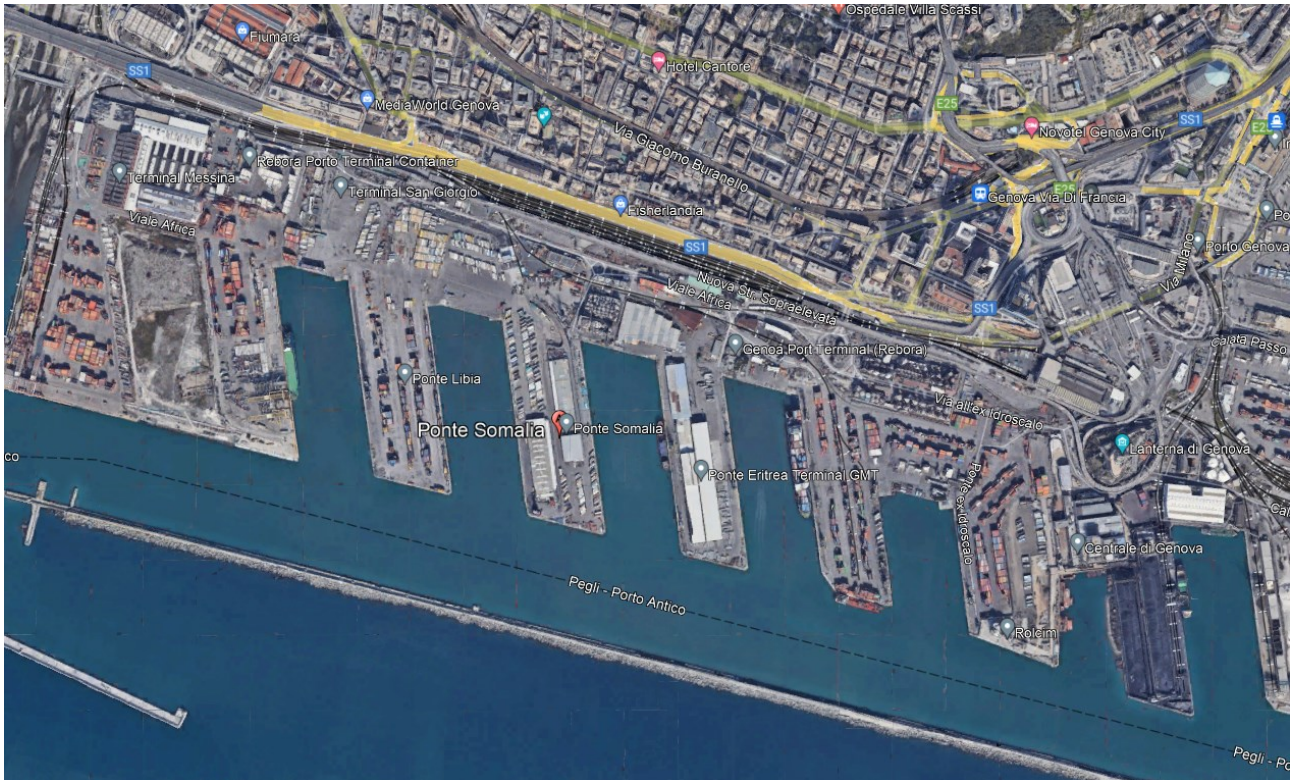


Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710



COMUNE DI GENOVA (GE)



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA SISMICA


Dott. Geol. Gabriele Anselmi

Maggio 2024



INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO	7
4.1	Geomorfologia	11
5	VINCOLI GEOMORFOLOGICI E IDRAULICI	12
6	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
7	ZONAZIONE GEOLOGICA	15
8	MICROZONAZIONE SISMICA	17
9	CAMPAGNA DI INDAGINE	18
10	MODALITÀ DI INTERPRETAZIONE DELLE MISURE IN SITO	20
10.1	<i>PROVE PENETROMETRICHE SPT</i>	20
10.1.1	Densità relativa (DR) da SPT	20
10.1.2	Modulo elastico (E) da SPT	20
10.1.3	Angolo di attrito (Φ^{\wedge}) da SPT	21
10.1	Coesione non drenata proveniente dalla prova Pocket penetrometer test	21
11	RISULTATI DELLE PROVE IN SITU	22
11.1	<i>NUMERO DI COLPI RICAVATI DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO</i>	22
11.2	<i>DENSITÀ RELATIVA RICAVATA DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO</i>	24
11.3	<i>MODULO ELASTICO RICAVATO DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO</i>	26
11.4	<i>ANGOLO D'ATTRITO RICAVATO DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO</i>	28
11.1	Coesione non drenata proveniente dalla prova Pocket penetrometer test	30
12	RISULTATI DELLE PROVE IN LABORATORIO	33
13	STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	34
14	SISMICITA'	35
14.1	Zona sismica	35
14.2	CPTI 15 – DBMI15 V 4.0	48
14.3	Indagini geofisiche – DOHN-HOLE	55
14.4	<i>CATEGORIA DI SOTTOSUOLO</i>	60
14.5	<i>CATEGORIA TOPOGRAFICA</i>	61
14.6	<i>PERICOLOSITÀ SISMICA</i>	62
14.6.1	Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento	62
14.6.2	Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno	64
14.6.3	Definizione della pericolosità sismica di base	66

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

14.6.4	Pericolosità sismica di sito	71
15	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI	79
16	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI	80
17	LIQUEFAZIONE	81
17.1	<i>VERIFICA DI LIQUEFAZIONE</i>	82
18	CONCLUSIONE	89
	ALLEGATO: CAMPAGNA D'INDAGINE GEOGNOSTICA	90



1 PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta al fine di inquadrare il contesto nel quale dovranno essere posizionati dei nuovi silos sulla banchina denominata Ponte Somalia, nel Porto di Genova.

Il documento riporta e commenta le risultanze della campagna d'indagine geognostica e geofisica condotta, definisce i parametri geotecnici e verifica la potenziale liquefazioni dei terreni oggetto dei futuri interventi.

Tale relazione ottempera a quanto richiesto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

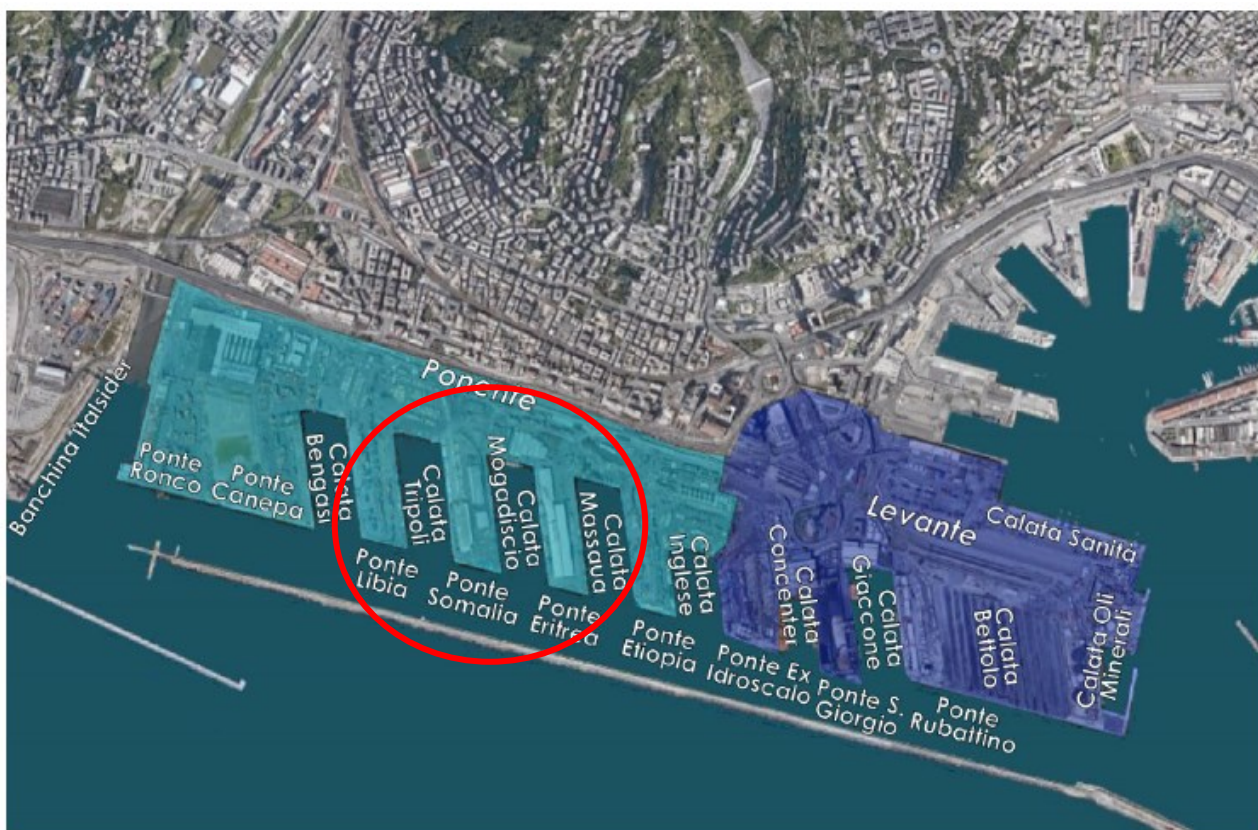



Figura 1: Area d'intervento



Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
[e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it](mailto:gabriele.anselmi_g@libero.it)
Cell.348-7012710

2 NORMATIVA

- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione del territorio nazionale.
- Circolare 10/04/97 n°65/AA.GG. – Istruzioni per l’applicazione delle “Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui ad D.M. 16.01.1996
- Ordinanza della protezione civile n.2788 del 12/06/1998 “Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale” GU 146 del 25/06/1998
- O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- D.M. 17.01.2018: Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della regione Liguria (D.G.R. 13-03-2017 n. 216)
- Ordinanza del PCM n. 3519/2006
- Decreto: “L.R. 21 luglio 1983, nr. 29. Adozione delle Linee Guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Liquefazione (LQ) ed approvazione criteri tecnici integrativi alla DGR 471/2010” della Regione Liguria – Giunta Regionale Atto N° 535-2021 - Seduta N° 3677 - del 18/06/2021 - Numero d’Ordine 19, NP/2021/196157

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

-  PUC Comune di Genova
-  Campagna indagine geognostica -Injectosond 2024



4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto d'interesse è rappresentata nel Foglio n. 213 "Genova" della Carta Geologica Italiana (Progetto CARG), in scala 1: 50.000, riportato nella figura seguente.

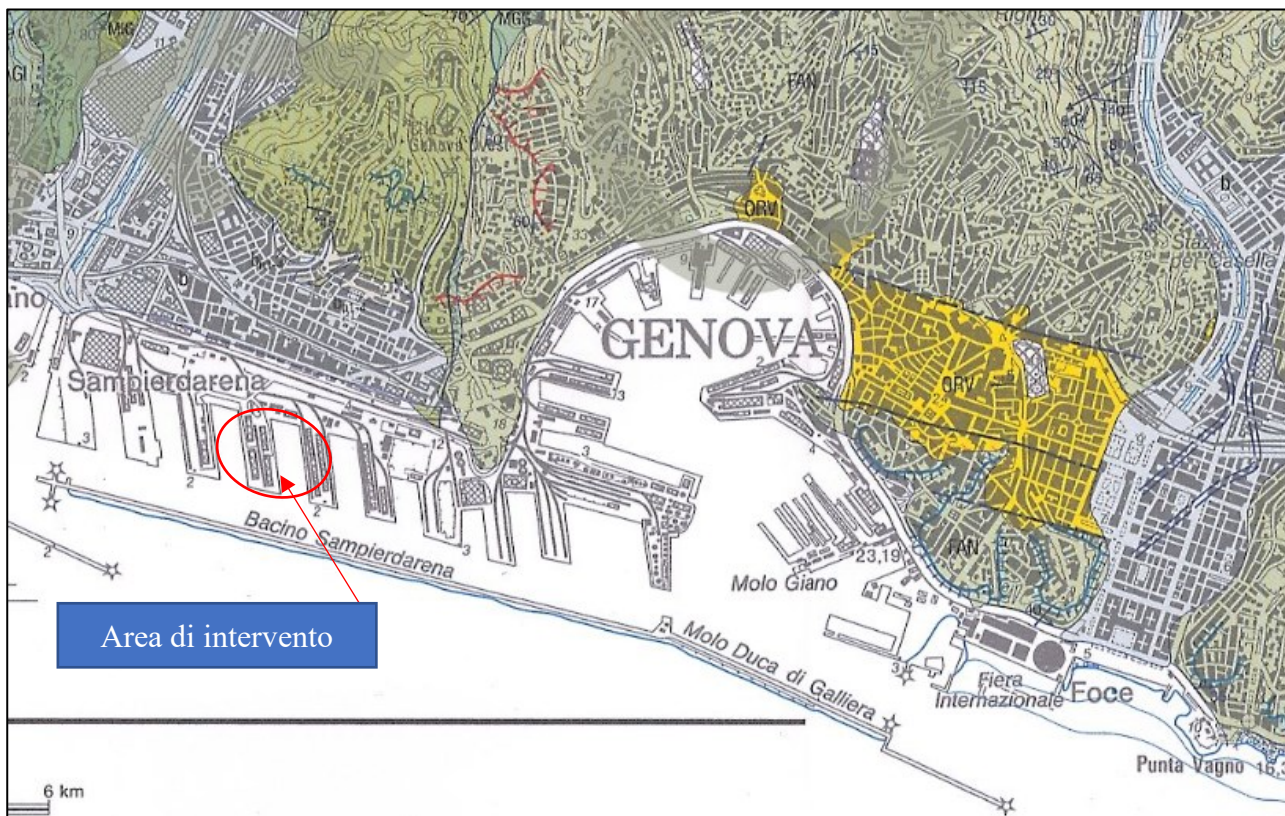
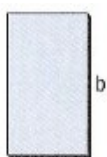


Figura 2: Stralcio della Carta Geologica d'Italia - Foglio "Genova" n° 213 in scala 1:50.000



depositi alluvionali in evoluzione

Depositi ghiaiosi, spesso con blocchi e/o materiali fini, che costituiscono gli alvei attuali dei corsi d'acqua e le aree adiacenti; verso la foce raggiungono spessori considerevoli.

OLOCENE

DEPOSITI PLIOCENICI

argille di Ortovero



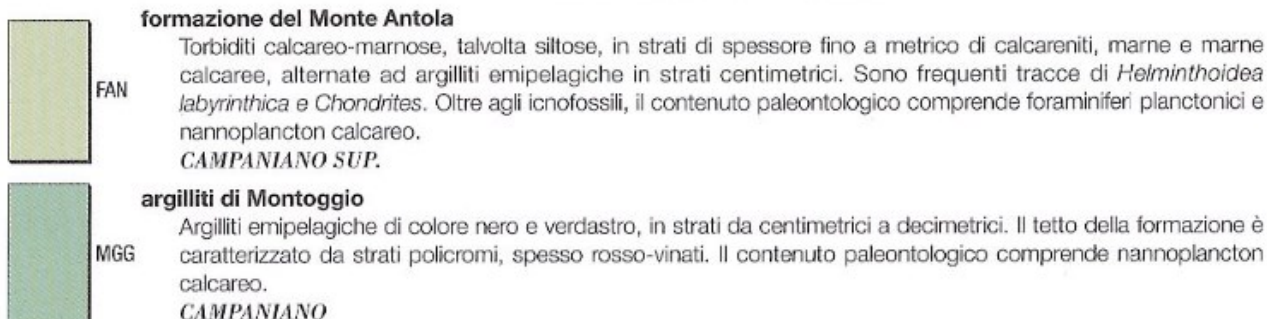
argille marnose, marne, silti e arenarie fini, di colore da grigio cinereo a grigio-azzurro a giallastro, in strati da centimetrici a pluricentimetrici. Il contenuto paleontologico comprende foraminiferi planctonici, bentonici, diatomee, nannoplancton calcareo.

ZANCLEANO INF.

litofacies a breccie e conglomerati di base.



UNITÀ TETTONICA ANTOLA



UNITÀ TETTONICA RONCO

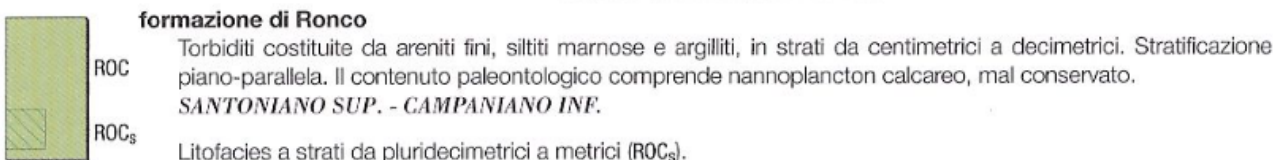


Figura 3: Stralcio legenda della Carta Geologica d'Italia - Foglio "Genova" n° 213 in scala 1:50.000

L'area territoriale di Sampierdarena e del Porto Antico – Area di levante del Porto di Genova è caratterizzata dalla presenza dell'unità tettonica Antola e più in particolare della formazione del Monte Antola. Si tratta di torbiditi calcareo- marnose con strati di spessore fino a plurimetrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. Affiora in potenti successioni e costituisce il substrato della parte orientale della città di Genova. Di seguito è riportato lo schema stratigrafico della successione.

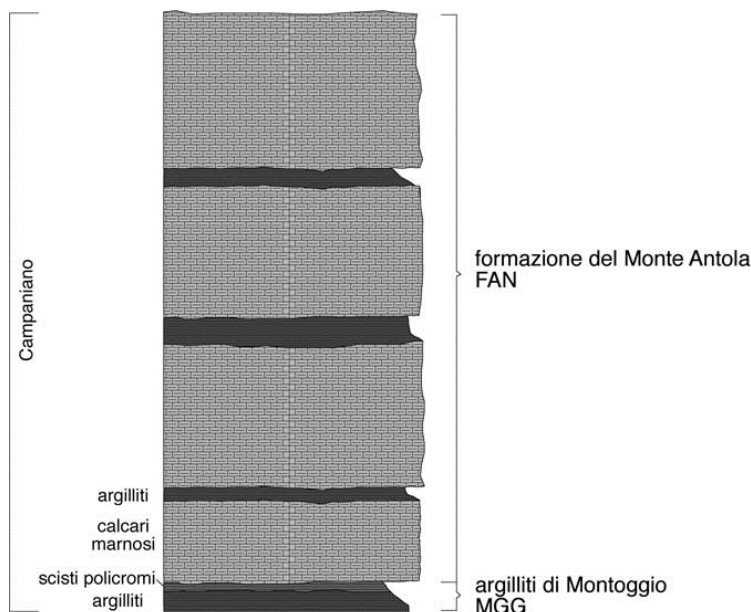


Figura 4: Schema stratigrafico formazione Monte Antola (Note Illustrative Foglio Genova).

Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
[e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it](mailto:g@libero.it)
Cell.348-7012710



dell'unità è caratterizzato dalla sovrapposizione di diversi eventi plicativi: sono quindi presenti sia settori dove prevalgono superfici di strato a giacitura normale sia settori dove occorrono giaciture a polarità rovesciata.

Continuando l'inquadramento geologico attraverso la Carta Geologica d'Italia si nota che l'area portuale di Levante e del Porto Antico è caratterizzata dalla presenza di depositi pliocenici e in particolare delle argille di Ortovero. Si tratta di argille marnose, marne, silti e arenarie fini, di colore da grigio cinereo a grigio-azzurro a giallastro, in strati da centimetrici a pluricentimetrici.

Spostandoci a ovest, l'area di Sampierdarena è vicina alla foce del torrente Polcevera e qui si trovano di conseguenza i depositi alluvionali del torrente stesso in continua evoluzione. Si tratta di depositi ghiaiosi, spesso con blocchi e/o materiali fini, che costituiscono l'alveo attuale del corso d'acqua. In questa situazione di particolare vicinanza alla foce gli spessori di questi depositi sono considerevoli.

Nella parte estremamente orientale del porto di Genova sono presenti nuovamente questi depositi

Di seguito si riportano le carte geologiche desunte dal PUC di Genova, in scala 1: 5.000, per un maggior dettaglio dell'area di interesse.

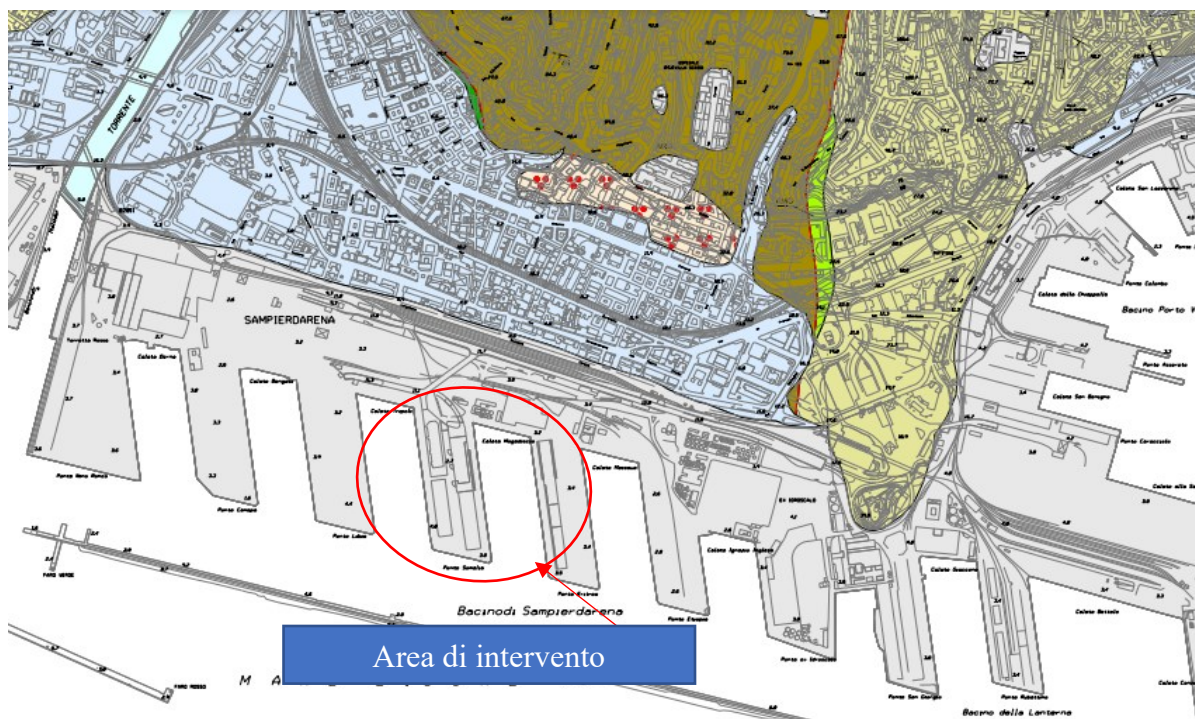


Figura 6: Area territoriale di Sampierdarena dalla Carta geologica n. 37 desunta dal PUC di Genova in scala 1:5.000.

In base alle carte del PUC di Genova soprariportate, la zona di intervento si trova in vicinanza alla banchina e quindi a terreni di riempimento (riporto) costituiti da materiale rimaneggiato antropico.



4.1 GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista geomorfologico l'area è limitrofa al versante il quale, nella sua parte prossima al mare, è caratterizzato dalla presenza di terrazzamenti marini legati agli alti stazionamenti eustatici quaternari e al lento sollevamento subito dall'area costiera. L'area in esame dalla cartografia del PUC di Genova, di seguito riportata, si trova in vicinanza della zona caratterizzata da riporti strutturali e riempimenti artificiali.

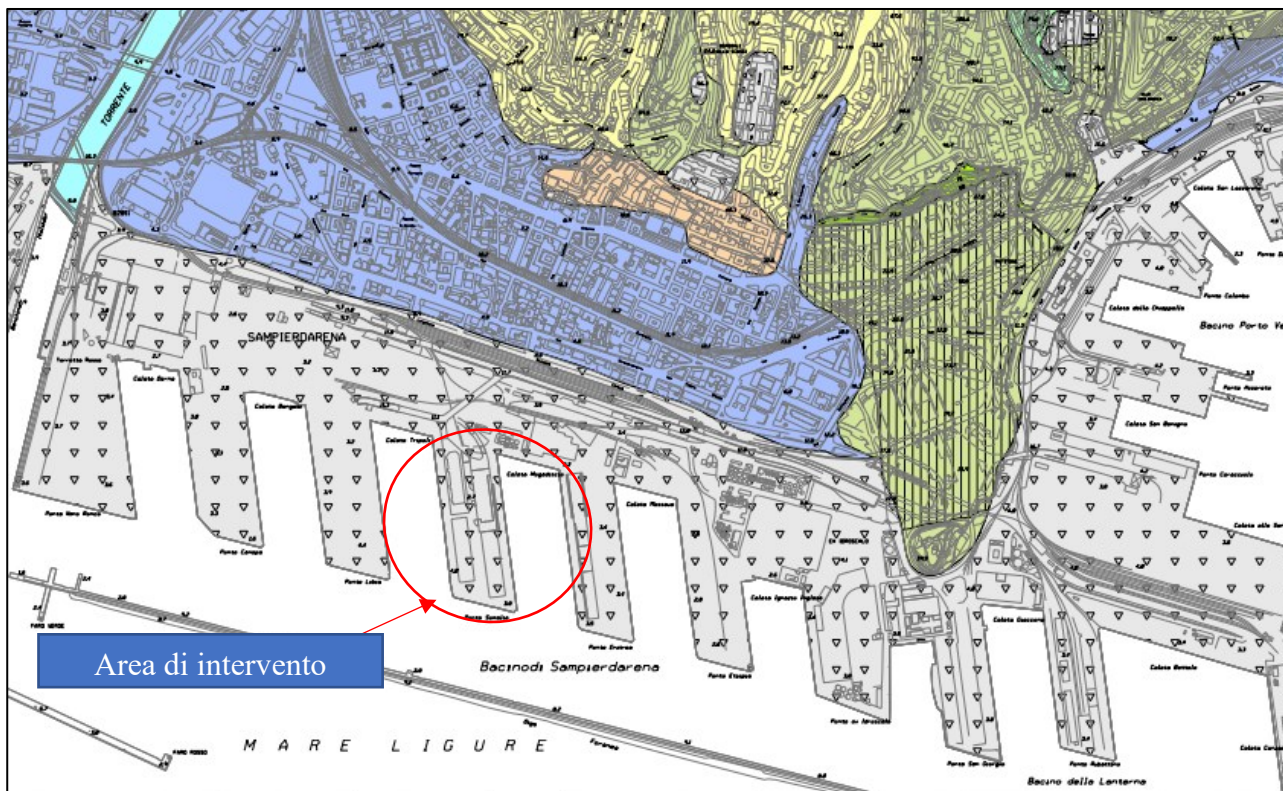


Figura 7: Area territoriale di Sampierdarena dalla Carta geomorfologica n. 37 desunta dal PUC di Genova in scala 1:5.000.



5 VINCOLI GEOMORFOLOGICI E IDRAULICI

Di seguito vengono riportati gli stralci delle carte dei vincoli geomorfologici e idraulici desunte dal PUC di Genova. Dalle seguenti carte si desume che le aree di intervento sono poste in vicinanza dei riporti antropici (Tipo B2).

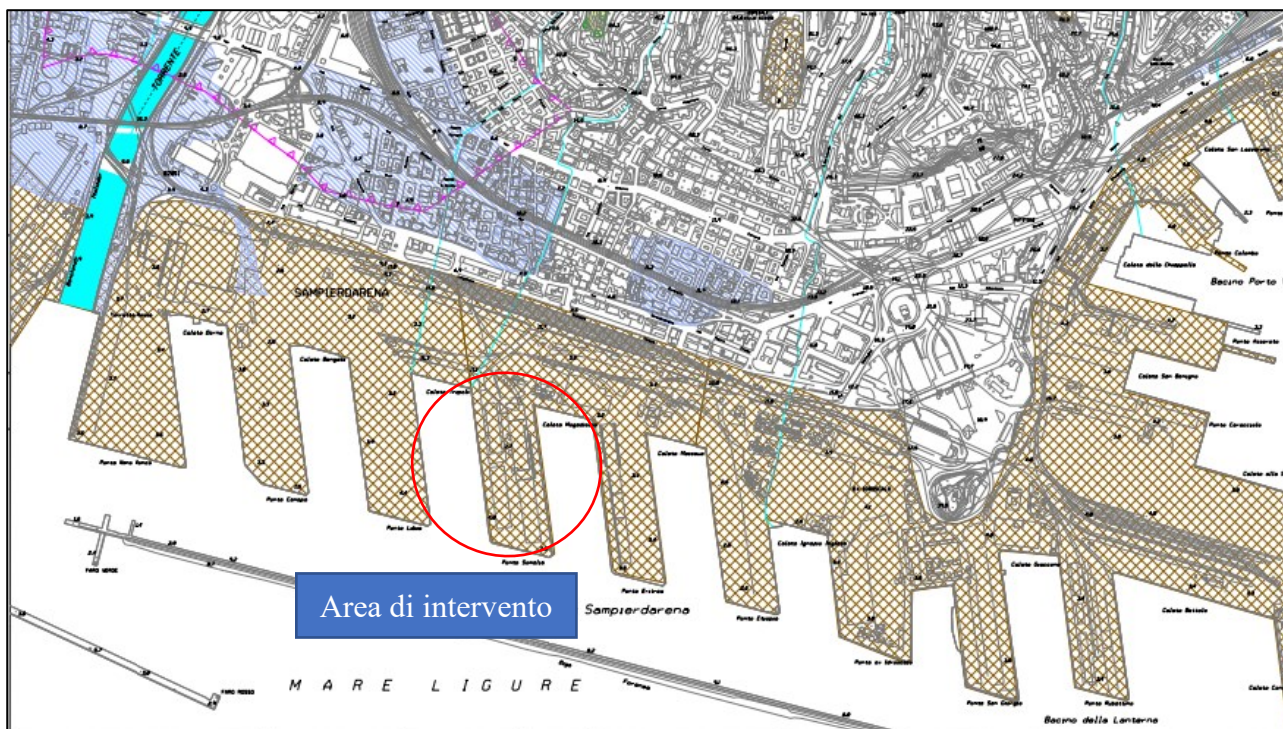


Figura 8: Area territoriale di Sampierdarena dalla Carta dei vincoli geomorfologici e idraulici n. 37 desunta dal PUC di Genova in scala 1:5.000.

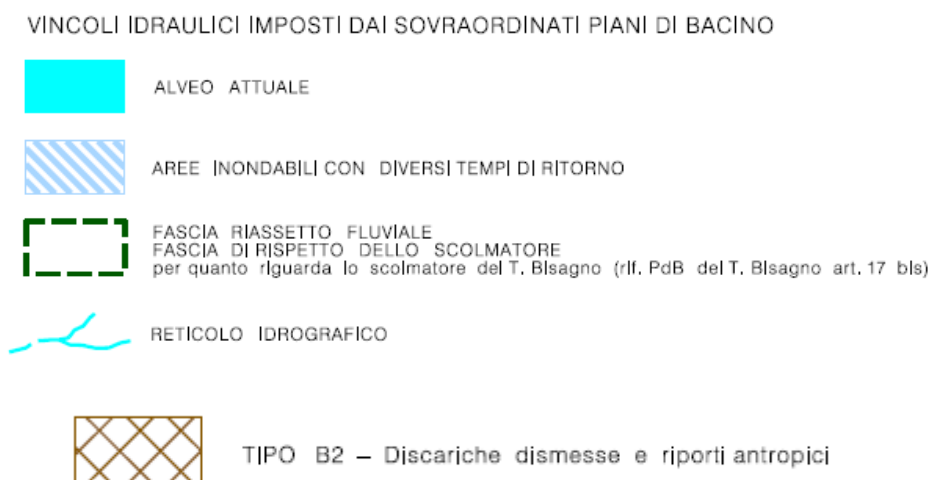


Figura 9: Stralcio di legenda della Carta dei vincoli geomorfologici e idraulici del PUC di Genova



6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Di seguito sono riportati gli stralci delle carte idrogeologiche desunte dal PUC di Genova. Dalle carte idrogeologiche si evince che l'area in oggetto ricade in vicinanza alle zone a permeabilità variabile (Colmate, riporti e discariche)

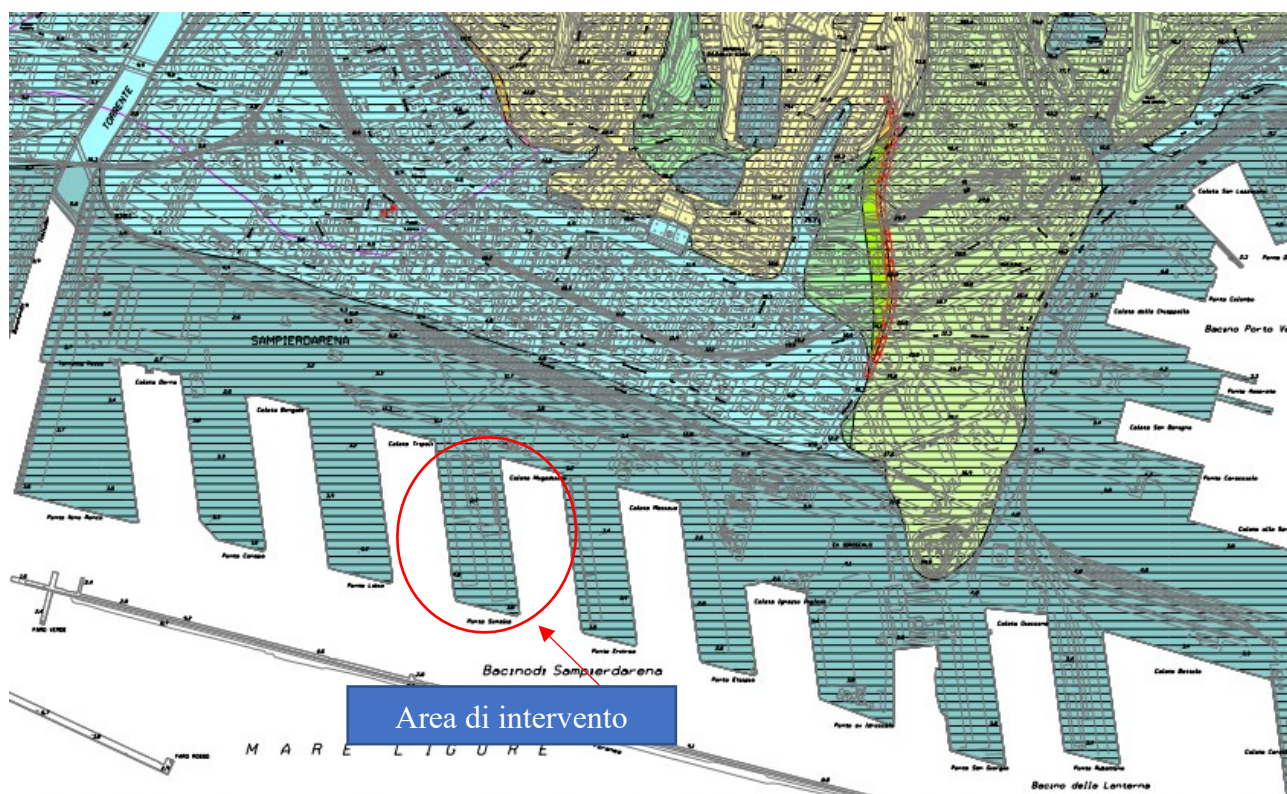


Figura 10: Area territoriale di Sampierdarena dalla Carta idrogeologica n. 37 desunta dal PUC di Genova in scala 1:5.000.



LEGENDA




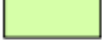








	Zone permeabili per porosità (Alluvioni e spiagge)
	Zone permeabili per porosità su substrati permeabili o semipermeabili (Coltri sciolte, depositi periglaciali, ammassi detritici)
	Zone permeabili per porosità su substrati impermeabili (Coltri sciolte, depositi periglaciali, ammassi detritici)
	Zone permeabili per fessurazione e/o carsismo (Ammassi rocciosi)
	Zone a bassa permeabilità per fessurazione (Ammassi rocciosi)
	Zone Impermeabili (Ammassi rocciosi)
	Zone a permeabilità variabile (Colmate, riporti e discariche)
	Zone urbanizzate sostanzialmente impermeabili
	Zone a forte contrasto di permeabilità
	Acquifero significativo
	Sorgenti
	Pozzi

Figura 11: Stralcio di legenda della Carta idrogeologica del PUC di Genova



7 ZONAZIONE GEOLOGICA

Di seguito sono riportati gli stralci delle carte della zonazione geologica desunta dal PUC di Genova. L'area in oggetto è posta in vicinanza della Zona B: Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata.

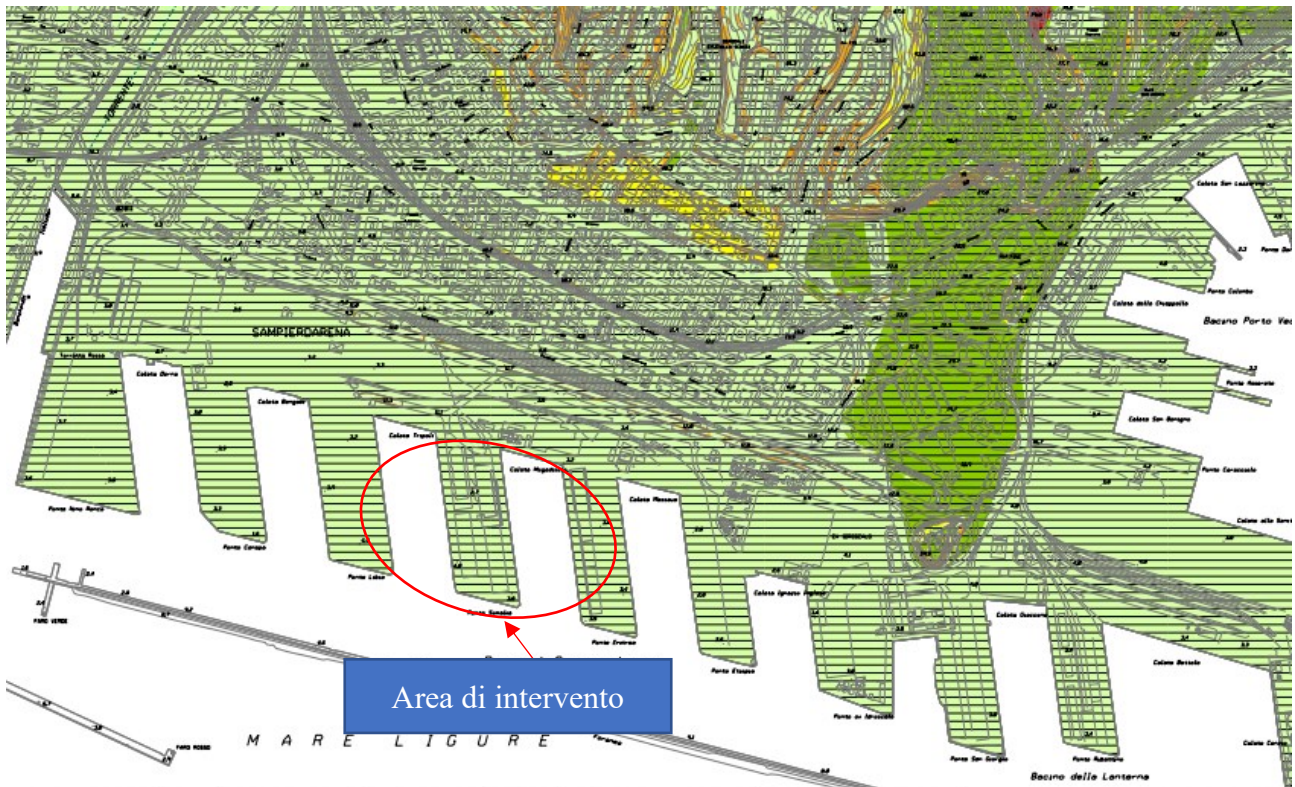


Figura 12: Area territoriale di Sampierdarena dalla Carta della zonizzazione geologica n. 37 desunta dal PUC di Genova in scala 1:5.000.



LEGENDA

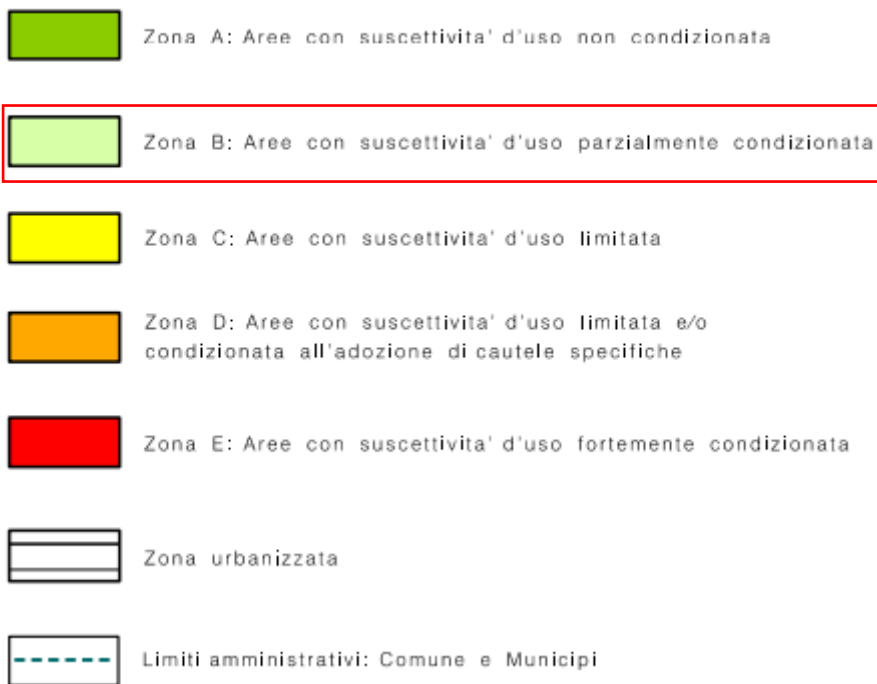


Figura 13: Stralcio di legenda della Carta della zonizzazione geologica del PUC di Genova



8 MICROZONAZIONE SISMICA

Di seguito si riportano le cartografie della microzonazione sismica dal PUC di Genova. Dalle carte seguenti si desume che l'area si trova in vicinanza della zona classificata dalla microzonazione sismica come B5s: riporti con spessori > di 3m e acclività < di 15° (amplificazione stratigrafica).

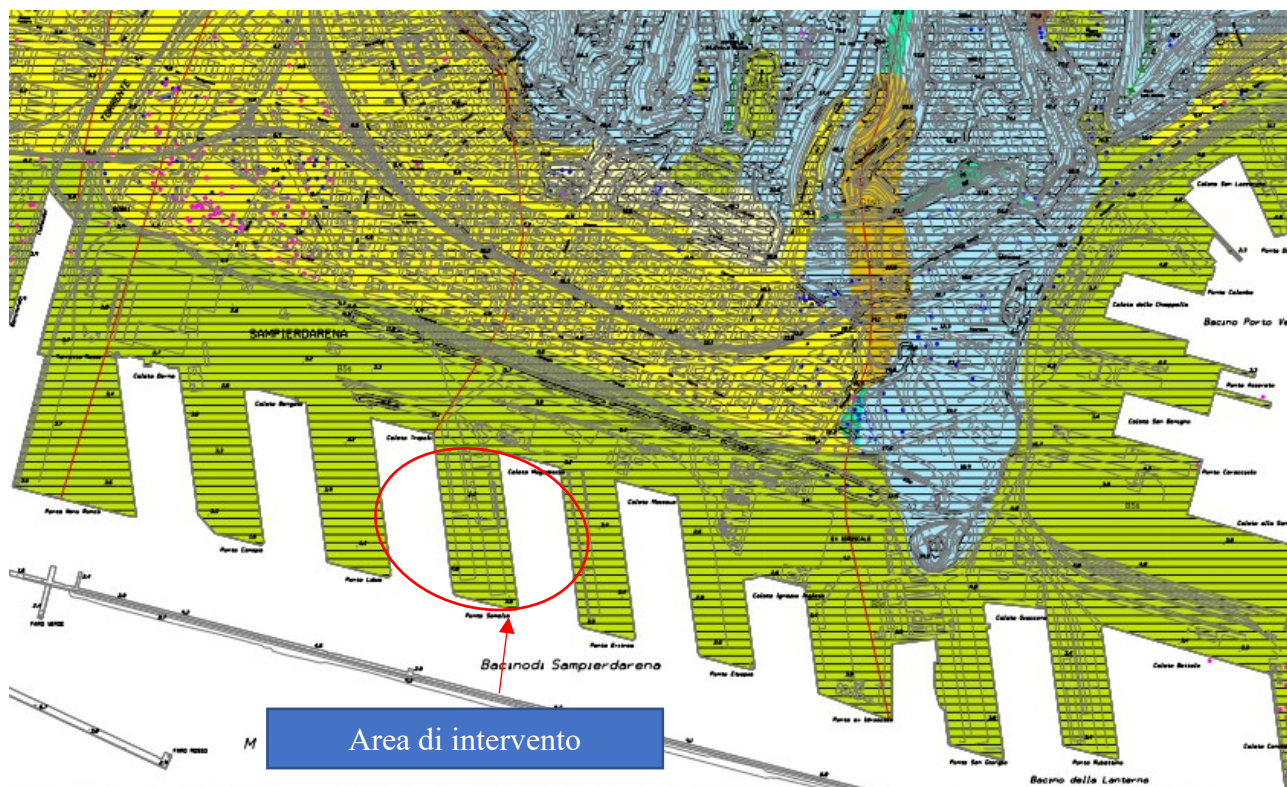


Figura 14: Area territoriale di Sampierdarena dalla Carta delle MOPS n. 37 desunta dal PUC di Genova in scala 1:5.000.

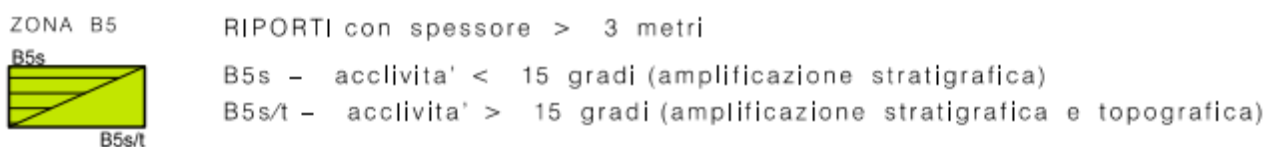


Figura 15: Stralcio di legenda della Carta delle MOPS del PUC di Genova



9 CAMPAGNA DI INDAGINE

Nel 2024, è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:

- N°4 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2, S3 e S4) spinti fino alla profondità massima di 30 m
- Prove penetrometriche dinamiche SPT fino alla profondità di 18 m
- Prelievo dei campioni per l'esecuzione delle prove geotecniche in laboratorio
- N°1 prova geofisica Down-Hole

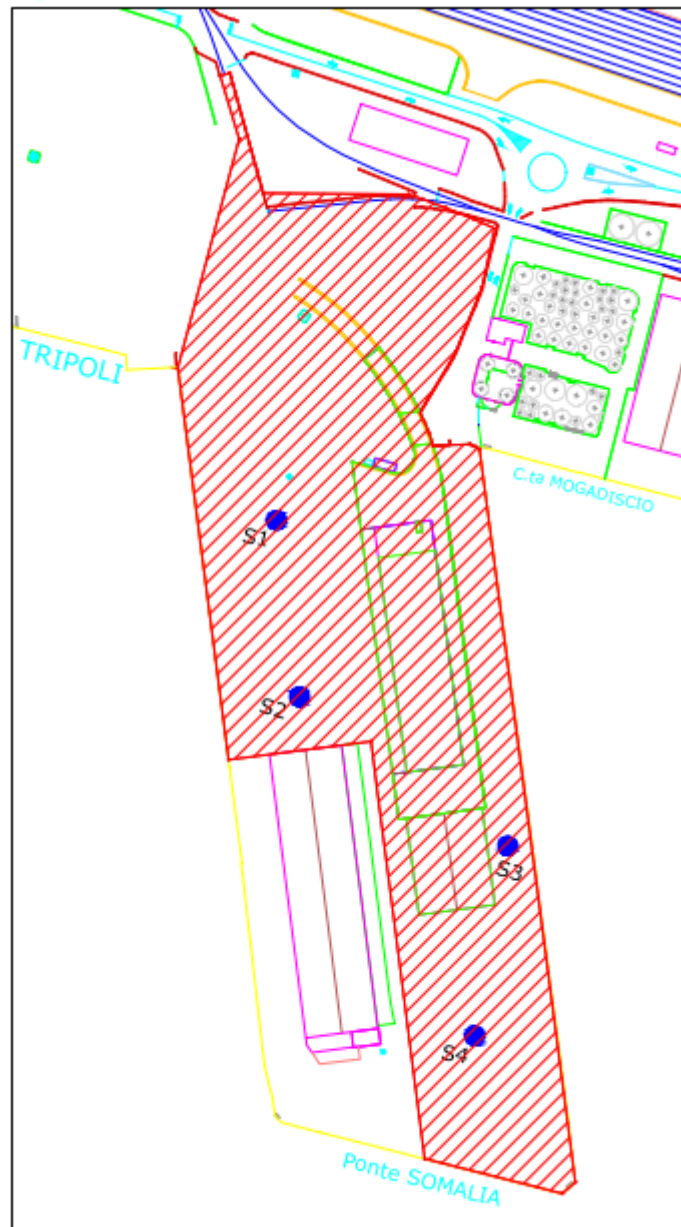




Figura 16: Ubicazione delle prove in situ nell'area di studio

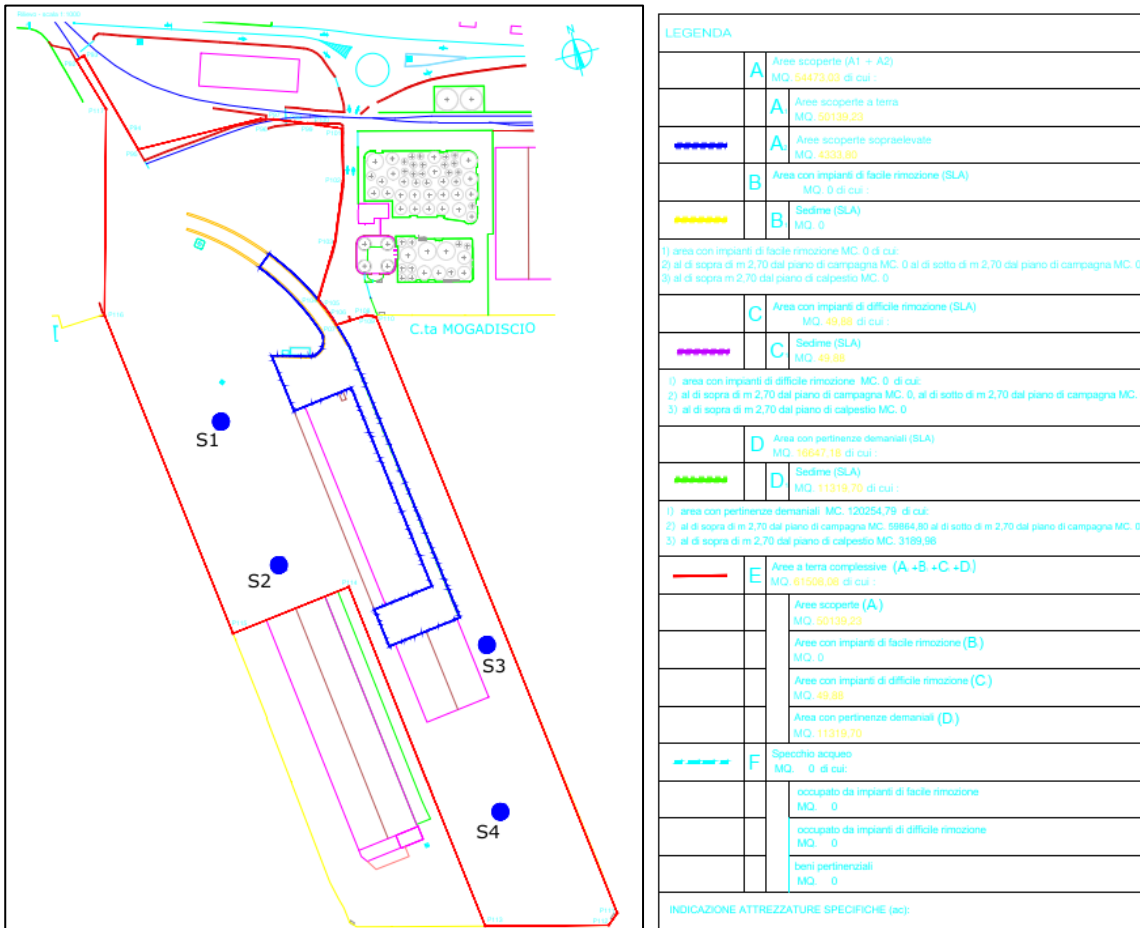


Figura 17: Ubicazione delle prove in situ nell'area di studio e legenda



10 MODALITÀ DI INTERPRETAZIONE DELLE MISURE IN SITO

10.1 PROVE PENETROMETRICHE SPT

I risultati ottenuti in campo sono stati corretti con le formulazioni di Gibbs e Holtz, che tengono conto degli effetti della pressione, del diametro di perforazione e della lunghezza delle aste di perforazione. La relazione è la seguente:

$$\text{For } N < 15N' = NSPT$$

$$\text{For } N \geq 15N' = 15 + 1/2(NSPT - 15)$$

È necessario tenere in conto anche dell'efficienza del dispositivo di perforazione, riducendo il valore di NSPT con la seguente correlazione:

$$N1(60) = C_n N_{SPT}$$

Dove:

$$C_n = \frac{3}{2 + \frac{\sigma'_{v0}}{100}}$$

L'efficienza del sistema di battitura è stata assunta pari al 60%.

10.1.1 Densità relativa (DR) da SPT


Partendo dai valori di NSPT è possibile valutare i valori di densità relativa con la seguente formula:

$$D_r = \sqrt{\frac{C_N \cdot N_{SPT}}{60}} \quad (\text{Skempton, 1986})$$

10.1.2 Modulo elastico (E) da SPT

Utilizzando i parametri valutati precedentemente, è stato calcolato il modulo elastico utilizzando le seguenti formule:

$$E = (36,79 + 1,043 \cdot N_{SPT}) \rightarrow \text{in MPa} \rightarrow \text{D'Appolonia}$$

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

10.1.3 Angolo di attrito (Φ') da SPT

Utilizzando i parametri valutati precedentemente, l'angolo di resistenza al taglio ϕ' di picco del terreno è stato calcolato utilizzando le seguenti formule:

$$\phi' = 15 + [20 \cdot N1(60)]^{0.5} \text{Owasaki e Iwasaki}$$

10.1 COESIONE NON DRENATA PROVENIENTE DALLA PROVA POCKET PENETROMETER TEST

Si esprime di seguito la formula per il calcolo della coesione non drenata proveniente dalla prova Pocket test.

$$C_u = q_u / 2$$

Dove q_u rappresenta il valore registrato durante la prova (kg/cm^2)

11 RISULTATI DELLE PROVE IN SITU

11.1 NUMERO DI COLPI RICAVATI DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO

Si riportano di seguito la tabella e il grafico del numero di colpi proveniente dalle prove SPT

Sondaggio	Profondità [m]	N _{SPT}	N'	σ'_{vo} [kPa]	Cn	N ₁₍₆₀₎
S1	9,0	37	26,00	106,00	0,98	36,27
	10,9	11	13,00	123,10	0,93	10,21
	12,3	7	11,00	135,70	0,89	6,26
	15,0	13	14,00	160,00	0,83	10,83
S2	6,0	30	22,50	79,00	1,08	32,26
	7,5	33	24,00	92,50	1,03	33,85
	10,0	8	11,5	115,00	0,95	7,62
	12,0	9	12	133,00	0,90	8,11
	15,0	13	14	160,00	0,83	10,83
S3	5,0	26	20,5	70,00	1,11	28,89
	7,0	18	16,5	88,00	1,04	18,75
	9,0	22	18,5	106,00	0,98	21,57
	10,5	31	23	119,50	0,94	29,11
	15,0	9	12	160,00	0,83	7,50
S4	3,0	18	16,5	52,00	1,19	21,43
	6,0	19	17	79,00	1,08	20,43
	10,0	6	10,5	115,00	0,95	5,71
	12,0	4	9,5	133,00	0,90	3,60
	15,0	6	10,5	160,00	0,83	5,00
	18,0	4	9,5	187,00	0,78	3,10

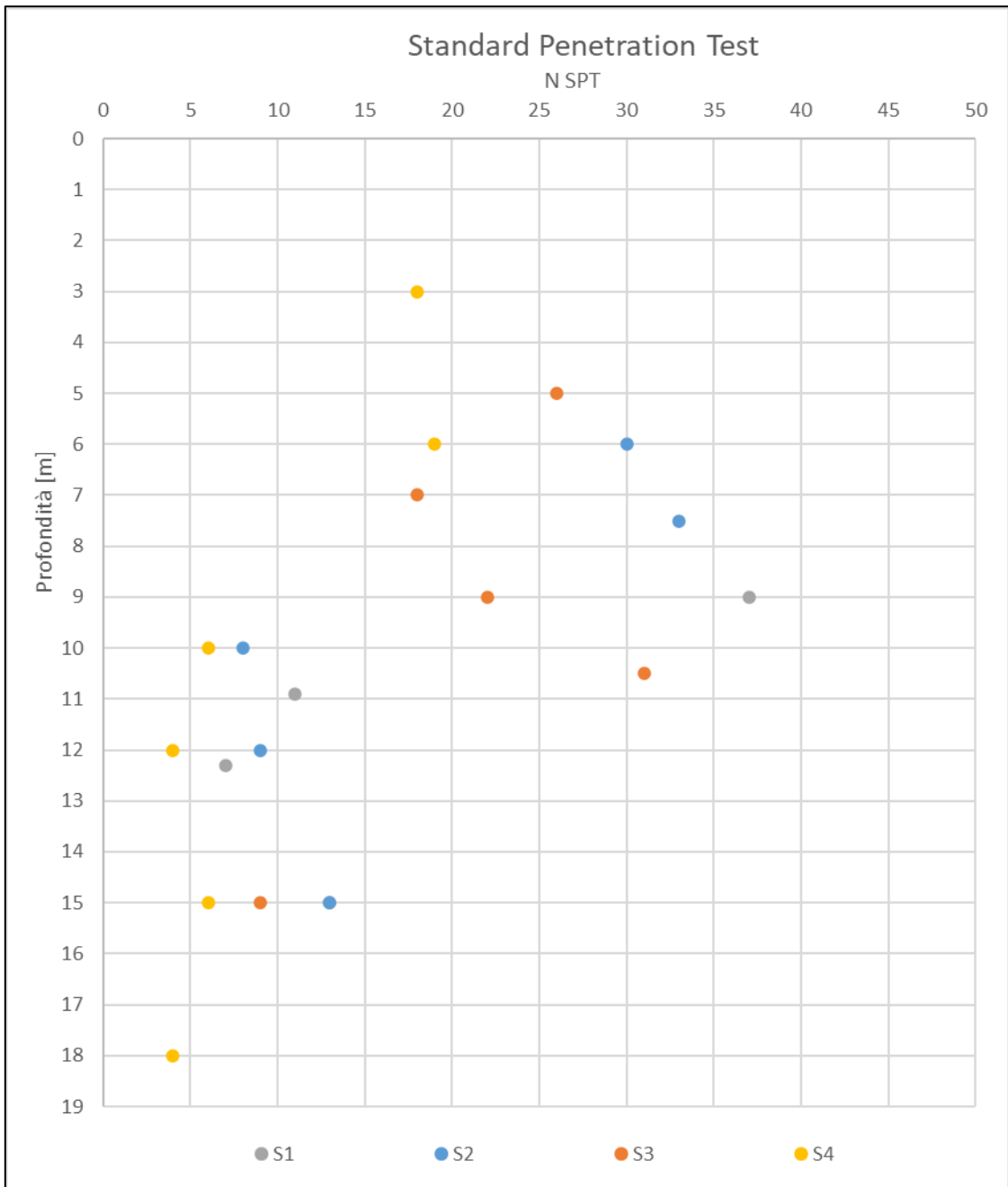


Figura 18: Grafico di Nspt

11.2 DENSITÀ RELATIVA RICAVATA DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO

Si riportano di seguito la tabella e il grafico della densità relativa proveniente dalle prove SPT.

Sondaggio	Profondità [m]	N ₁₍₆₀₎	Dr [%]
S1	9,0	36,27	78%
	10,9	10,21	41%
	12,3	6,26	32%
	15,0	10,83	42%
S2	6,0	32,26	73%
	7,5	33,85	75%
	10,0	7,62	36%
	12,0	8,11	37%
	15,0	10,83	42%
S3	5,0	28,89	69%
	7,0	18,75	56%
	9,0	21,57	60%
	10,5	29,11	70%
	15,0	7,50	35%
S4	3,0	21,43	60%
	6,0	20,43	58%
	10,0	5,71	31%
	12,0	3,60	25%
	15,0	5,00	29%
	18,0	3,10	23%

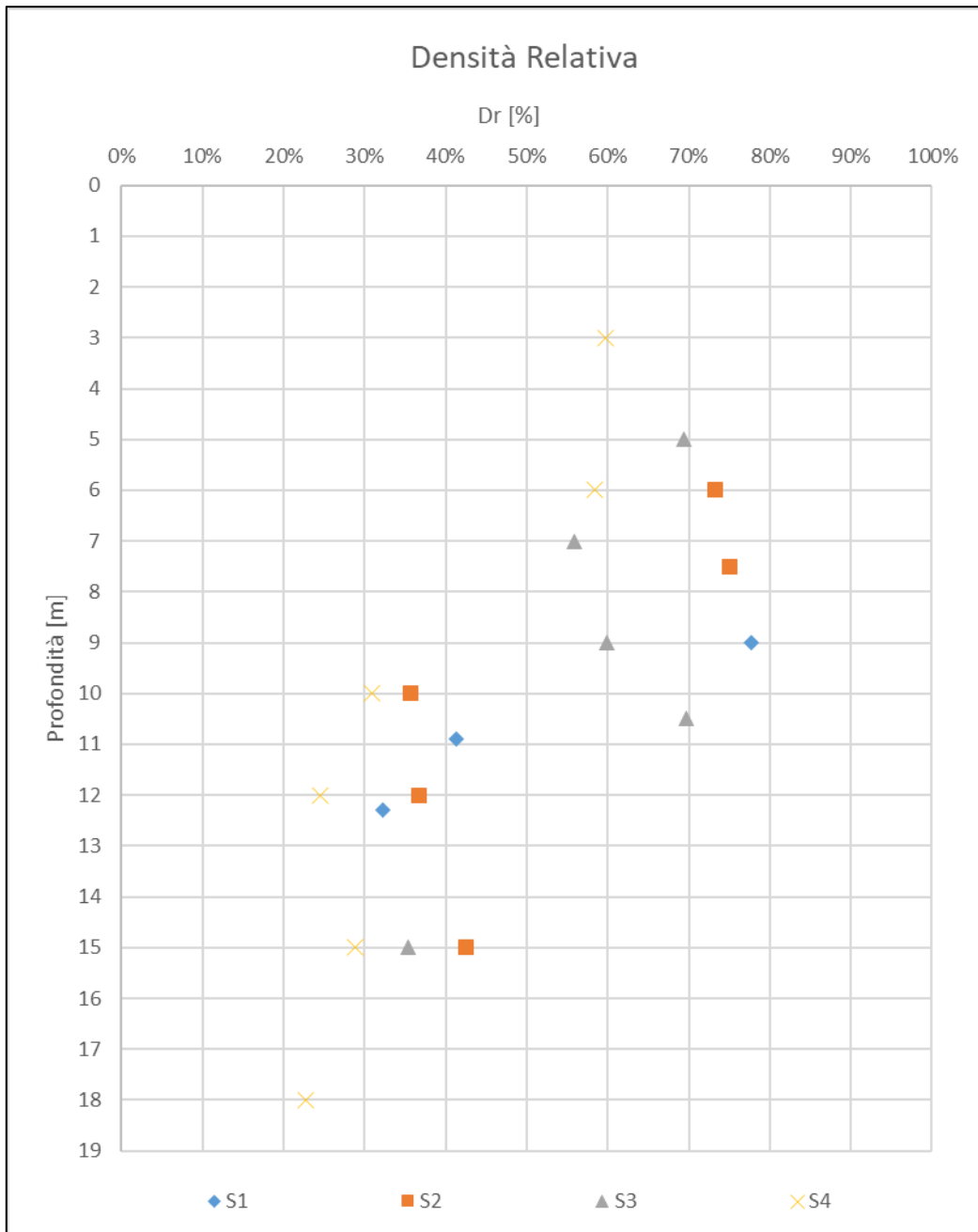


Figura 19: Grafico della densità relativa Dr

11.3 MODULO ELASTICO RICAVATO DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO

Si riportano di seguito la tabella e il grafico del modulo elastico ricavato dalle prove SPT.

Sondaggio	Profondità [m]	N _{SPT}	N ₁₍₆₀₎	Dr [%]	E [kPa] (D'Appolonia)
S1	9,0	37	36,3	78%	75381
	10,9	11	10,2	41%	48263
	12,3	7	6,3	32%	44091
	15,0	13	10,8	42%	50349
S2	6,0	30	32,3	73%	68080
	7,5	33	33,8	75%	71209
	10,0	8	7,6	36%	45134
	12,0	9	8,1	37%	46177
	15,0	13	10,8	42%	50349
S3	5,0	26	28,9	69%	63908
	7,0	18	18,8	56%	55564
	9,0	22	21,6	60%	59736
	10,5	31	29,1	70%	69123
	15,0	9	7,5	35%	46177
S4	3,0	18	21,4	60%	55564
	6,0	19	20,4	58%	56607
	10,0	6	5,7	31%	43048
	12,0	4	3,6	25%	40962
	15,0	6	5,0	29%	43048
	18,0	4	3,1	23%	40962

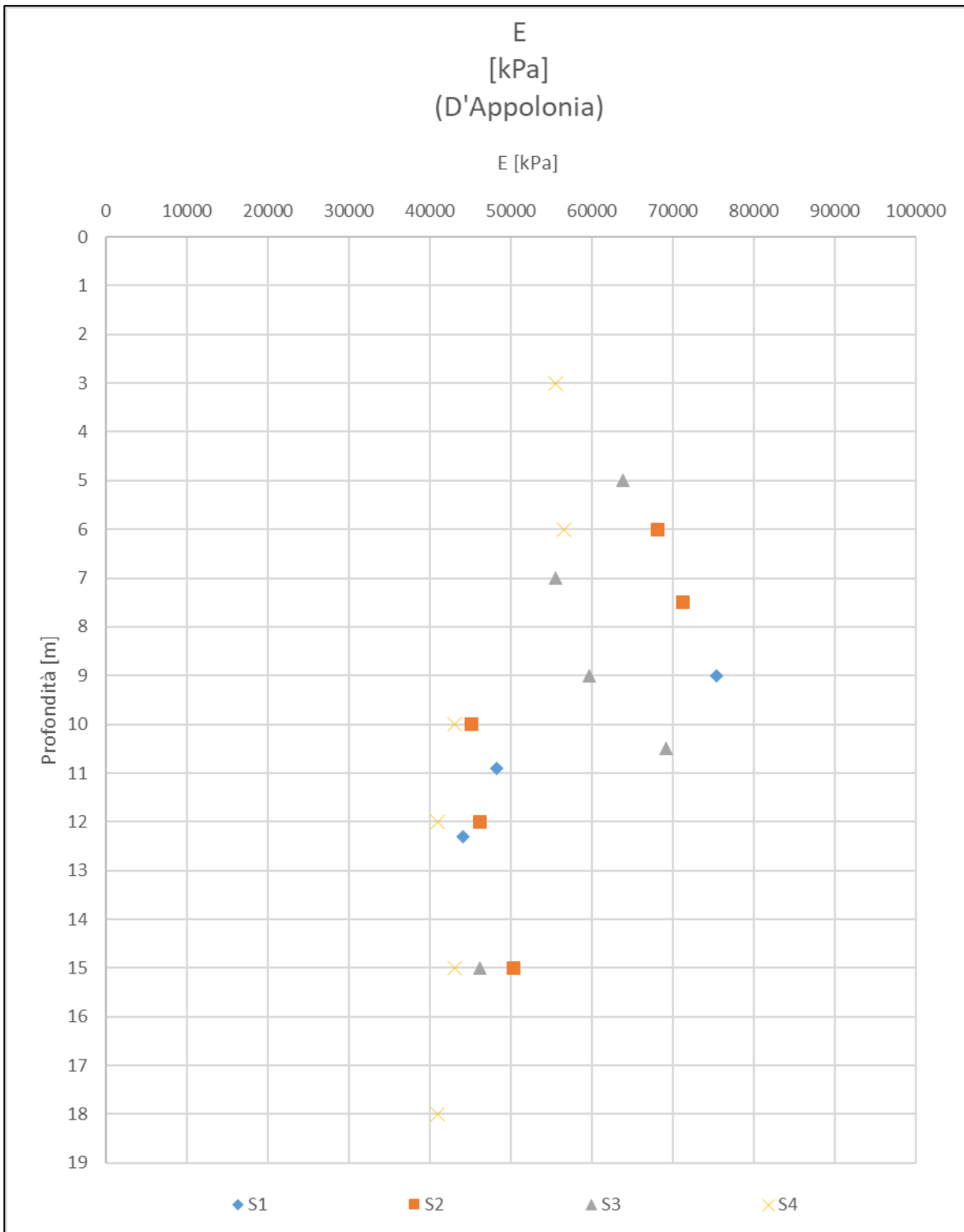


Figura 20: Grafico del modulo elastico E

11.4 ANGOLO D'ATTRITO RICAVATO DALLE PROVE SPT REALIZZATE IN FORO

Si riportano di seguito la tabella e il grafico dell'angolo d'attrito ricavato dalle prove SPT.

Sondaggio	Profondità [m]	$N_{1(60)}$	ϕ' [°]
S1	9,0	36,3	41,93
	10,9	10,2	29,29
	12,3	6,3	26,19
	15,0	10,8	29,72
S2	6,0	32,3	40,40
	7,5	33,8	41,02
	10,0	7,6	27,34
	12,0	8,1	27,73
	15,0	10,8	29,72
S3	5,0	28,9	39,04
	7,0	18,8	34,36
	9,0	21,6	35,77
	10,5	29,1	39,13
	15,0	7,5	27,25
S4	3,0	21,4	35,70
	6,0	20,4	35,21
	10,0	5,7	25,69
	12,0	3,6	23,49
	15,0	5,0	25,00
	18,0	3,1	22,87

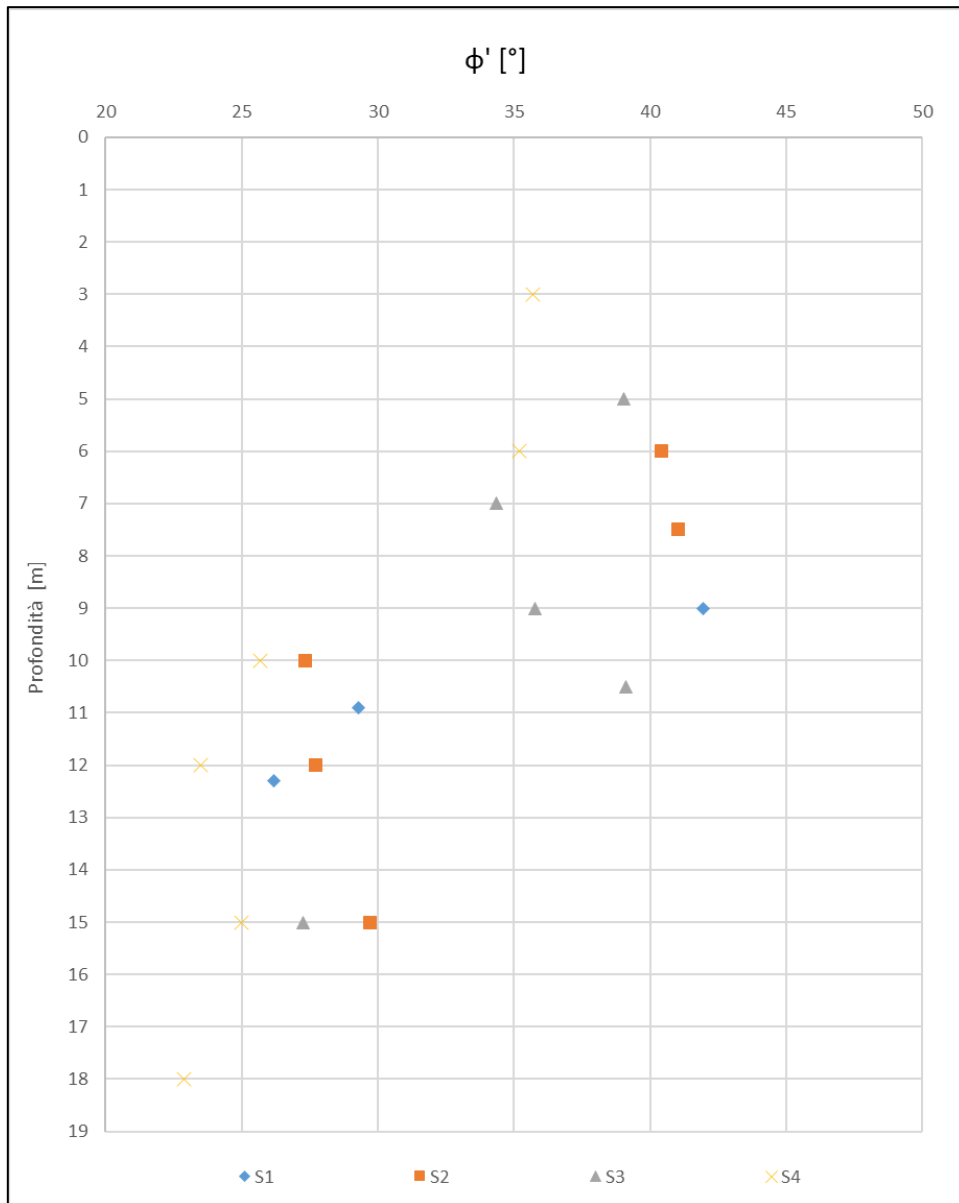


Figura 21: Grafico dell'angolo d'attrito ϕ



11.1 COESIONE NON DRENATA PROVENIENTE DALLA PROVA POCKET PENETROMETER TEST

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva della coesione non drenata Cu proveniente dalla prova penetrometer test.

Sondaggio	Profondità [m]	Rd [Kg/cm ²]	Cu [Kg/cm ²]	Cu [kPa]
S2	5,3	3	1,5	150
	8,3	3	1,5	150
	9,3	0,8	0,4	40
	9,7	2	1	100
	10,5	1,5	0,75	75
	11,3	3	1,5	150
	11,7	3	1,5	150
	12,3	0,8	0,4	40
	12,6	1	0,5	50
	12,9	2,5	1,25	125
	13,5	1	0,5	50
	14,3	0,7	0,35	35
	14,8	2	1	100
	S4	10,3	1,0	0,5
10,8		0,5	0,25	25
11,5		0,7	0,35	35
12,2		0,2	0,1	10
12,5		0,2	0,1	10
12,8		0,2	0,1	10
13,3		0,5	0,25	25
13,7		0,5	0,25	25
14,5		0,5	0,25	25
15,2		1,0	0,5	50
15,5		0,2	0,1	10
15,8		1,0	0,5	50
16,2		0,5	0,25	25
16,5		0,8	0,4	40
16,8		4,5	2,25	225
17,2		0,5	0,25	25
17,5		0,2	0,1	10
17,8		0,2	0,1	10
18,5		0,2	0,1	10
19,2		0,2	0,1	10
19,5		0,2	0,1	10
19,8		0,2	0,1	10
20,2	0,5	0,25	25	
20,5	0,5	0,25	25	
20,8	1,0	0,5	50	
21,3	0,5	0,25	25	

Dott. Gabriele Anselmi



Via Roma 2,

27020 Scaldasole-PV

e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it

Cell.348-7012710

21,8	0,8	0,4	40
22,2	0,2	0,1	10
22,5	0,2	0,1	10
22,8	0,2	0,1	10
23,2	1,0	0,5	50
23,5	1,0	0,5	50
23,8	1,0	0,5	50
24,3	3,2	1,6	160
24,5	3,0	1,5	150
24,8	0,5	0,25	25
25,4	0,2	0,1	10
25,8	0,5	0,25	25
26,3	1,0	0,5	50
26,7	4,5	2,25	225
27,2	1,0	0,5	50
27,4	1,0	0,5	50
27,8	0,5	0,25	25
28,3	0,2	0,1	10
28,5	0,5	0,25	25
28,8	0,5	0,25	25
29,3	0,2	0,1	10
29,8	0,2	0,1	10

Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

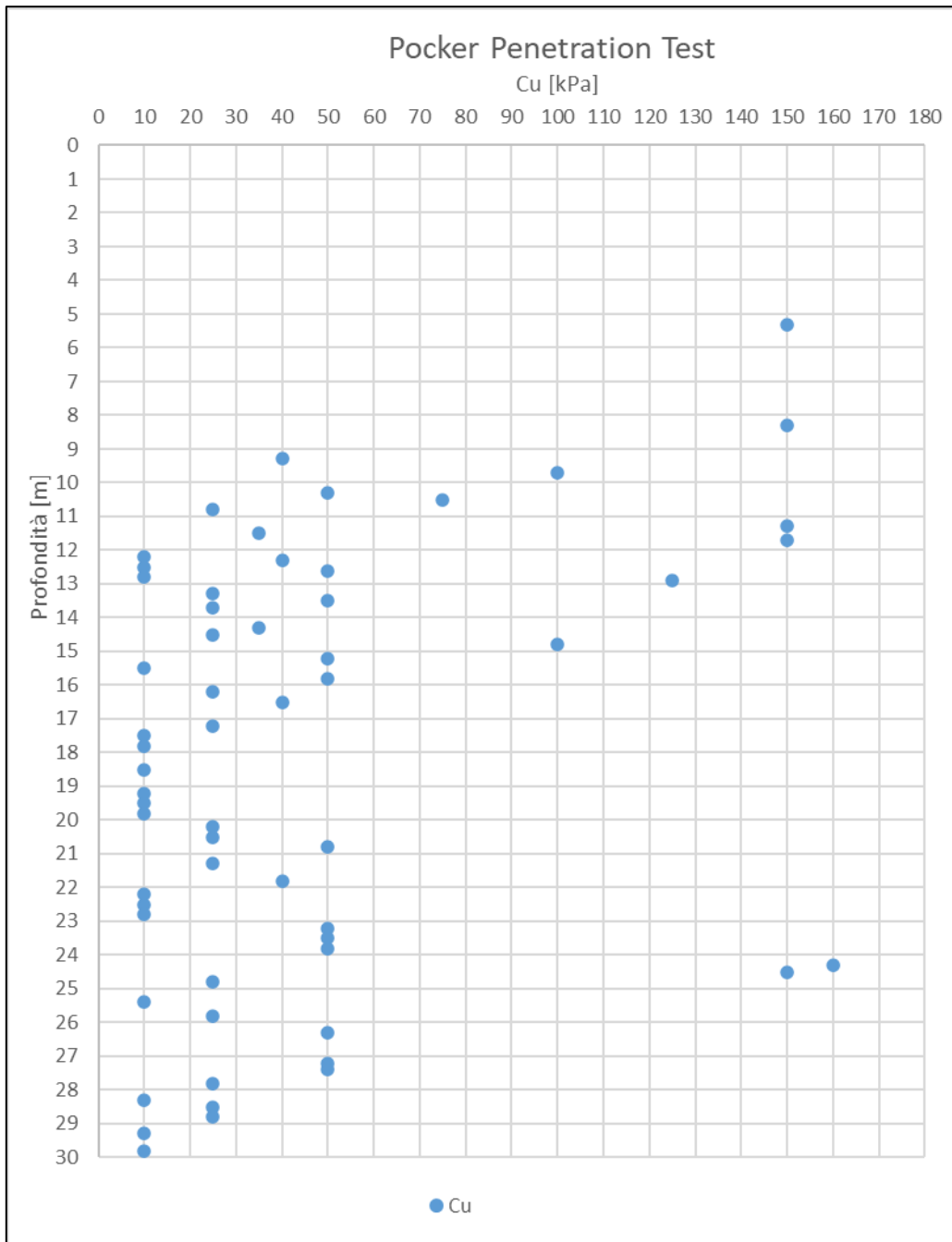


Figura 22: Coesione non drenata Cu



12 RISULTATI DELLE PROVE IN LABORATORIO

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei risultati delle prove geotecniche (Analisi granulometrica) eseguite in laboratorio.

Sondaggio	Campione	Profondità [m]	Ghiaia [%]	Sabbia [%]	Limo [%]	Argilla [%]
S4	CR1	4,30 – 5,00	42,87	33,83	11,40	11,90
	CR2	9,00 – 10,00	26,72	55,05	11,05	7,17
	CR3	14,00 – 14,50	1,21	77,74	13,00	8,04
	CR4	18,50 – 19,00	2,44	74,09	16,24	7,23
	CR5	24,00 – 24,50	0,00	55,87	27,61	16,53
	CR6	28,50 – 29,00	0,06	77,60	14,66	7,69



13 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Dalla campagna d'indagine eseguita, si deduce la stratigrafia di riferimento seguente:

Strato	Profondità [m]	Litologia
1	0,0 – 0,1	Asfalto di colore nero
2	0,1 – 2,4	Misto cementato fragile di colore da marrone a grigio
3	2,4 – 10,0	Ghiaia eterogenea limosa debolmente sabbiosa di colore marrone da fine a grossolana (riporto)
4	>10,0	Sabbia e ghiaia debolmente limosa di colore marrone – grigio .

Nota: Nel sondaggio S4, tra la profondità 2,4 m – 6,0 m si trova la sabbia con ghiaia $N_{SPT} = 18$.

L'altezza del riempimento si colloca a circa +2,5m s.l.m.



14 SISMICITA'

14.1 ZONA SISMICA

Secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006 – “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” riferita all'intero territorio nazionale, il territorio comunale di Genova è classificato in **zona sismica 3** a “sismicità molto bassa”, cui corrisponde un valore massimo di ag pari a 0,15g.

Di seguito è riportato uno stralcio dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della regione Liguria (D.G.R. 13-03-2017 n. 216), in cui il comune di Genova è classificato in **zona sismica 3**.

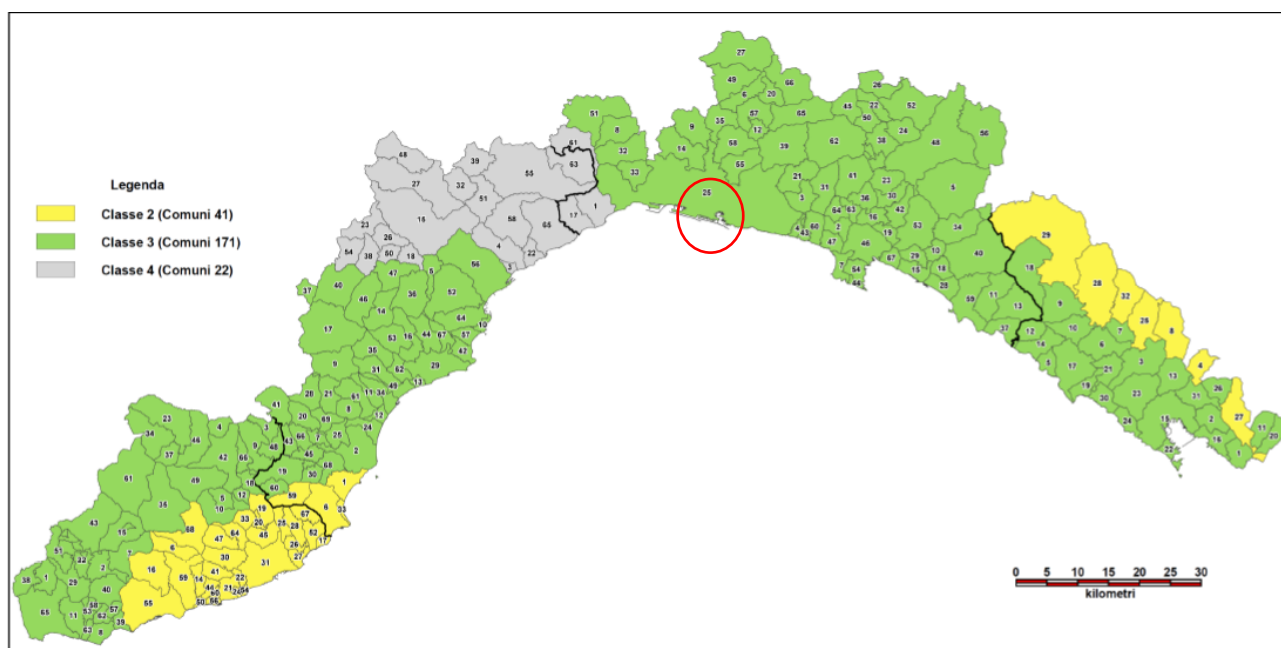


Figura 23: elenco dei comuni lombardi con indicazione della zona sismica di appartenenza e AgMax relativa; Carta della zonazione sismica della Regione Liguria.

Zona sismica
3

Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.230
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	2.815
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	2.235

Tabella 1 - zone sismiche in cui è stato diviso il territorio nazionale secondo l'Ordinanza del PCM n. 3519/2006.

La figura seguente mostra la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, successivamente è riportata l'immagine dell'area di interesse e l'accelerazione al suolo tipo A con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni del comune di Genova, pari a **PGA = 0.05-0.15**, valore caratteristico della **zona sismica di tipo 3**.

Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

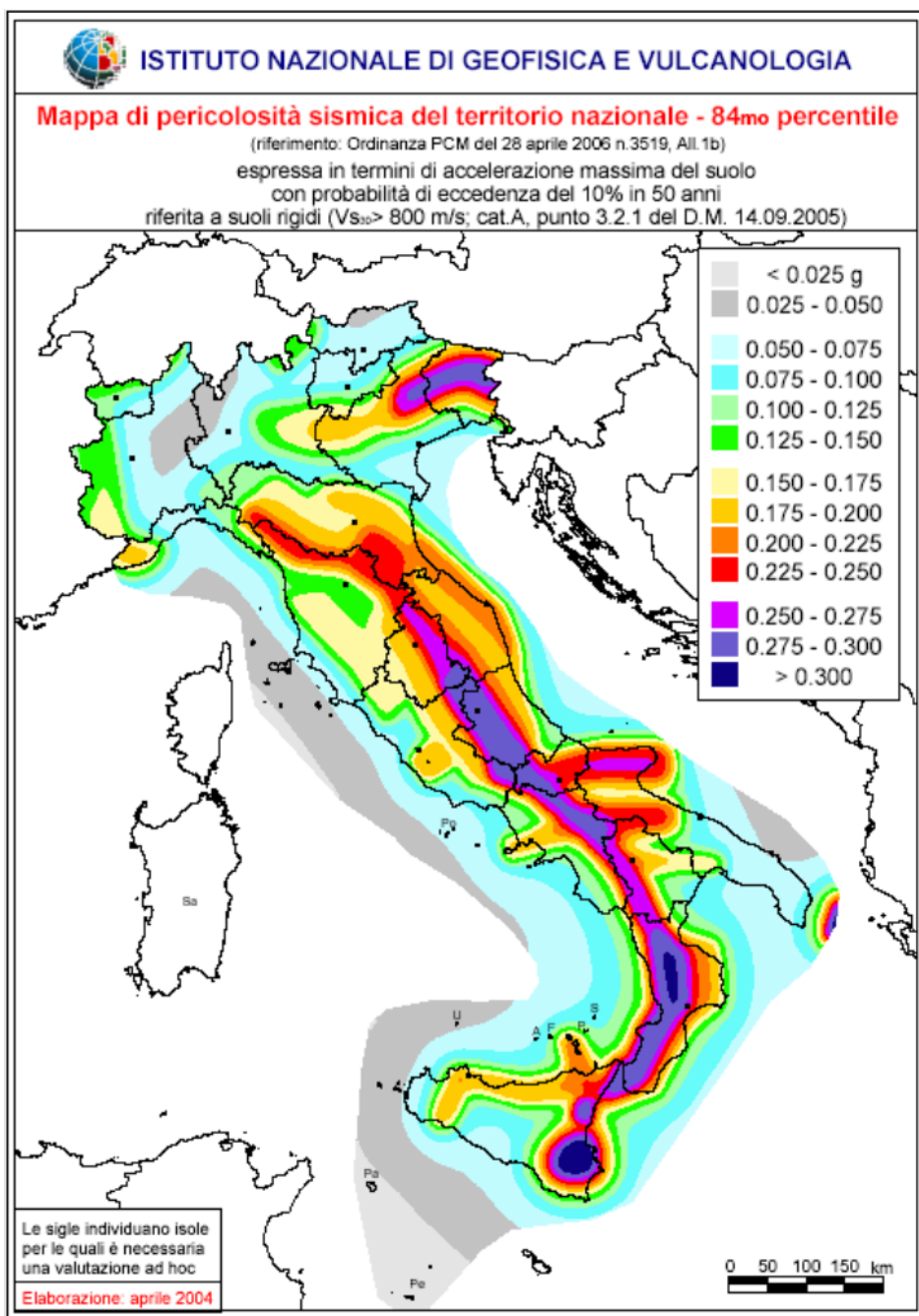


Figura 24: All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail: gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell. 348-7012710

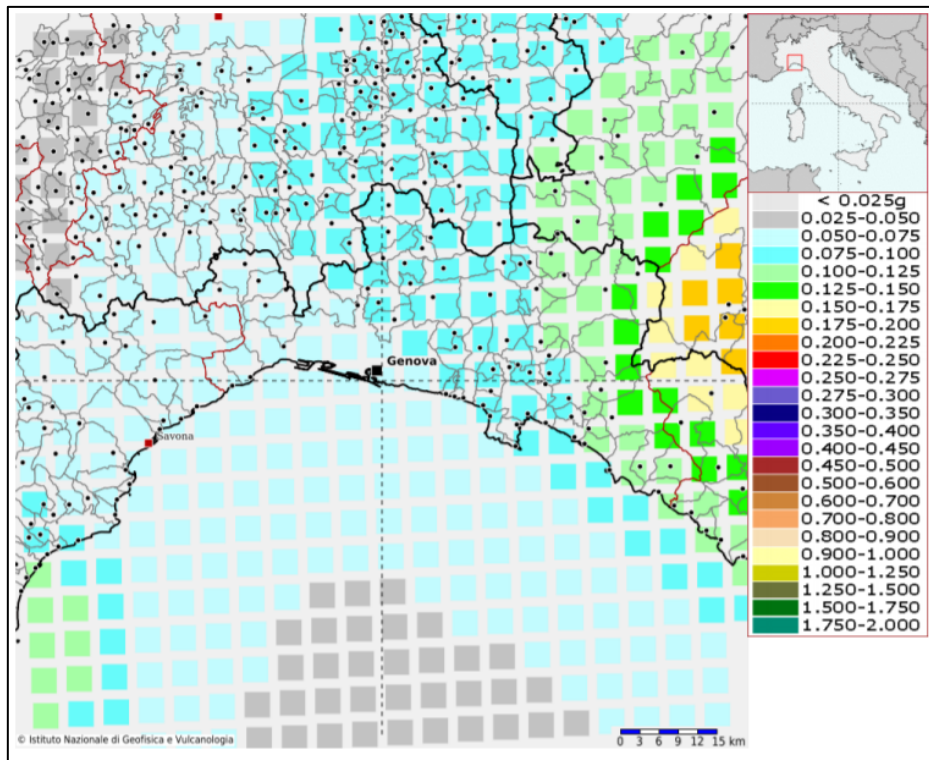
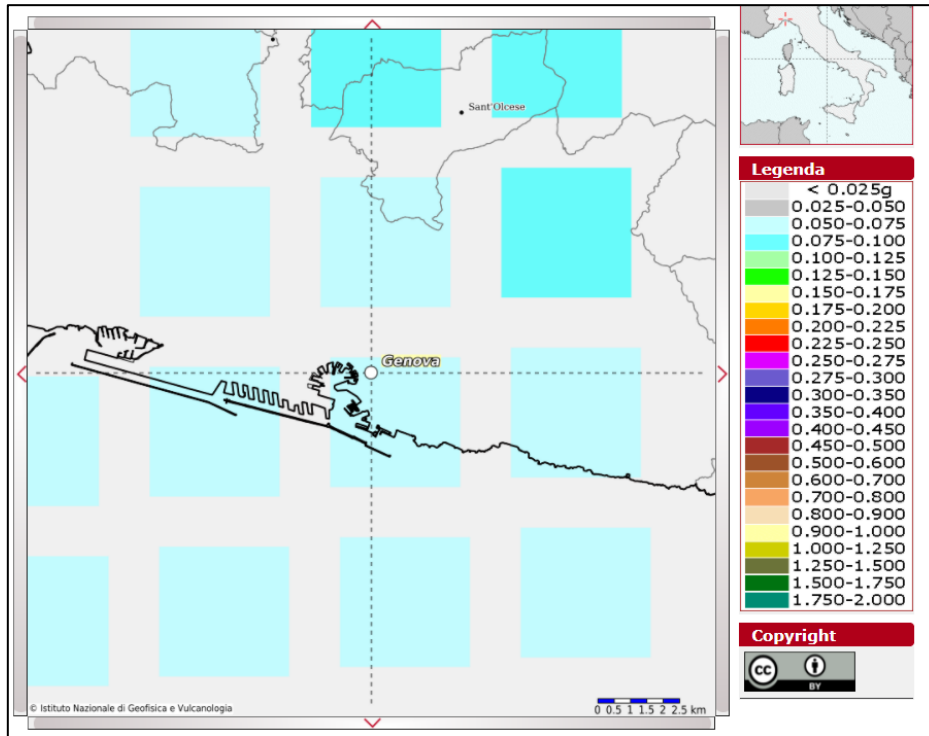



Figura 25 : INGV - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Comune di Genova (GE)

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
[e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it](mailto:gabriele.anselmi_g@libero.it)
Cell.348-7012710

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'**ID 16918** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

In base all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, sono state definite sulla base di più approfonditi studi, le zone di pericolosità sismica per il territorio nazionale ed è stata definita la mappa di pericolosità sismica MPSO4, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s e $TR = 475$ anni).

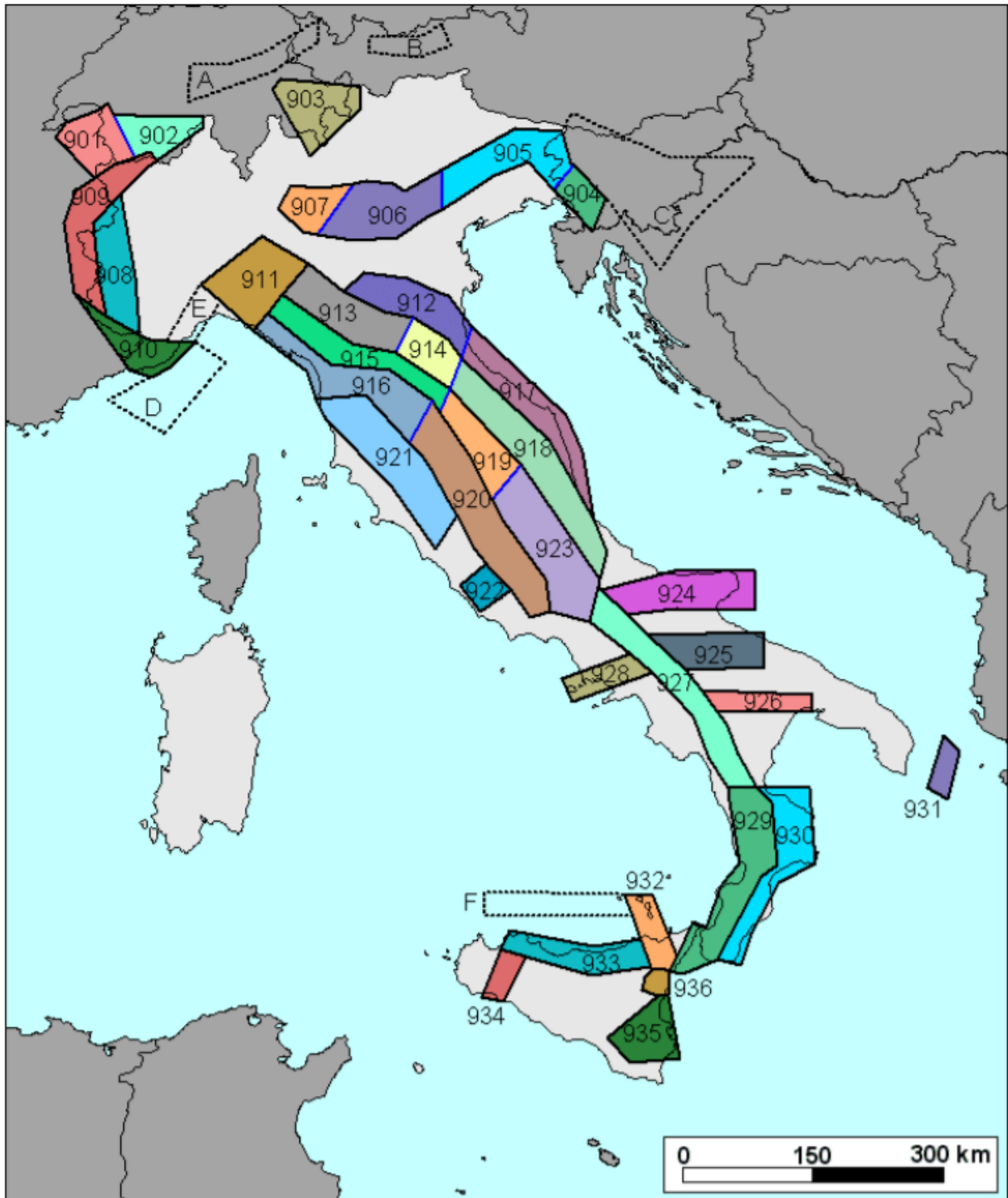


Figura 26: Zonazione sismogenetica ZS9

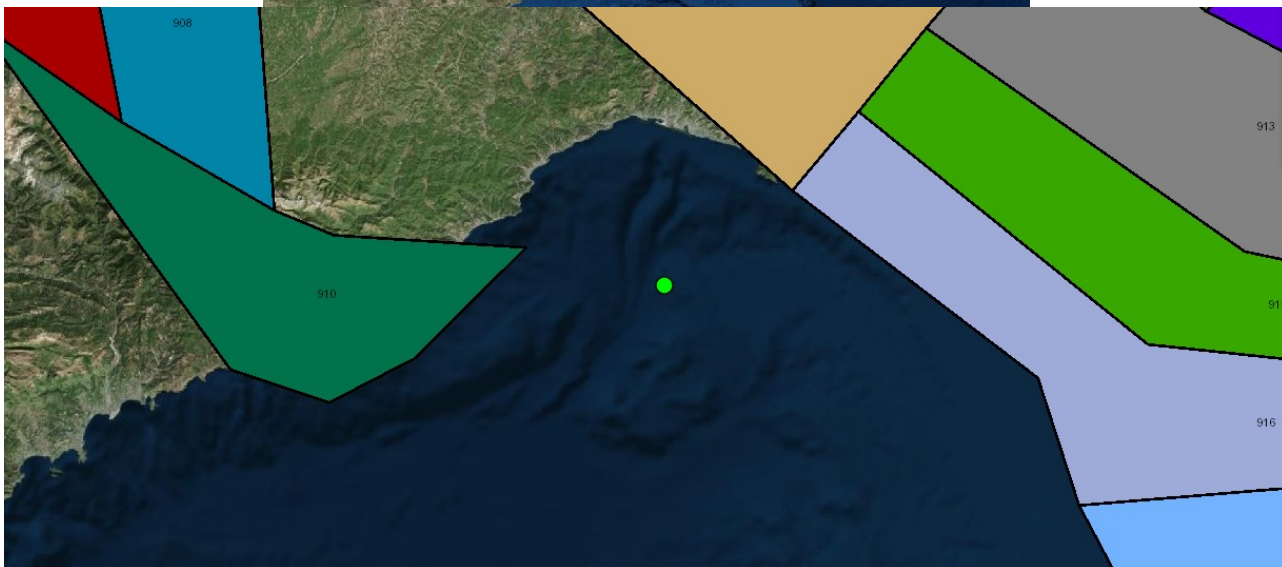
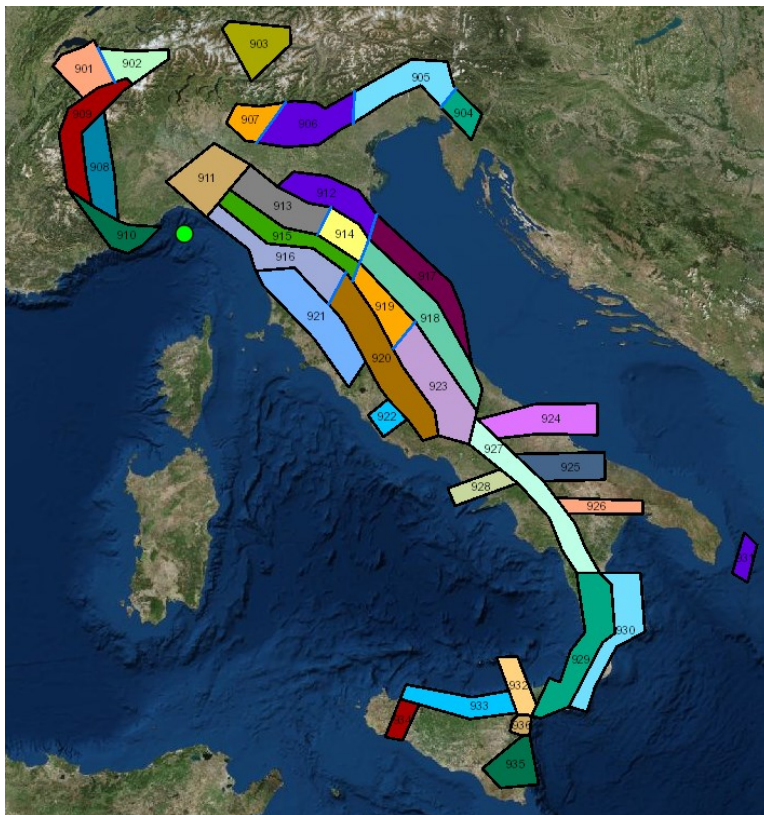


Figura 27: Zonazione sismogenetica ZS9, dove l'area d'interesse è evidenziata da un cerchio verde.

Come è possibile vedere alla figura precedente, l'area oggetto d'interesse non ricade all'interno di alcuna zona della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al. 2008), utilizzata per la compilazione della mappa di pericolosità sismica MPS04.

Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell.348-7012710



Le figure seguenti mostrano la disaggregazione per l'area oggetto di studio della stima di PGA con il 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Il grafico è una elaborazione che mostra il contributo delle sorgenti sismogenetiche alla pericolosità sismica di un certo sito: le sorgenti vengono discretizzate per intervalli di spazio e magnitudo.

Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

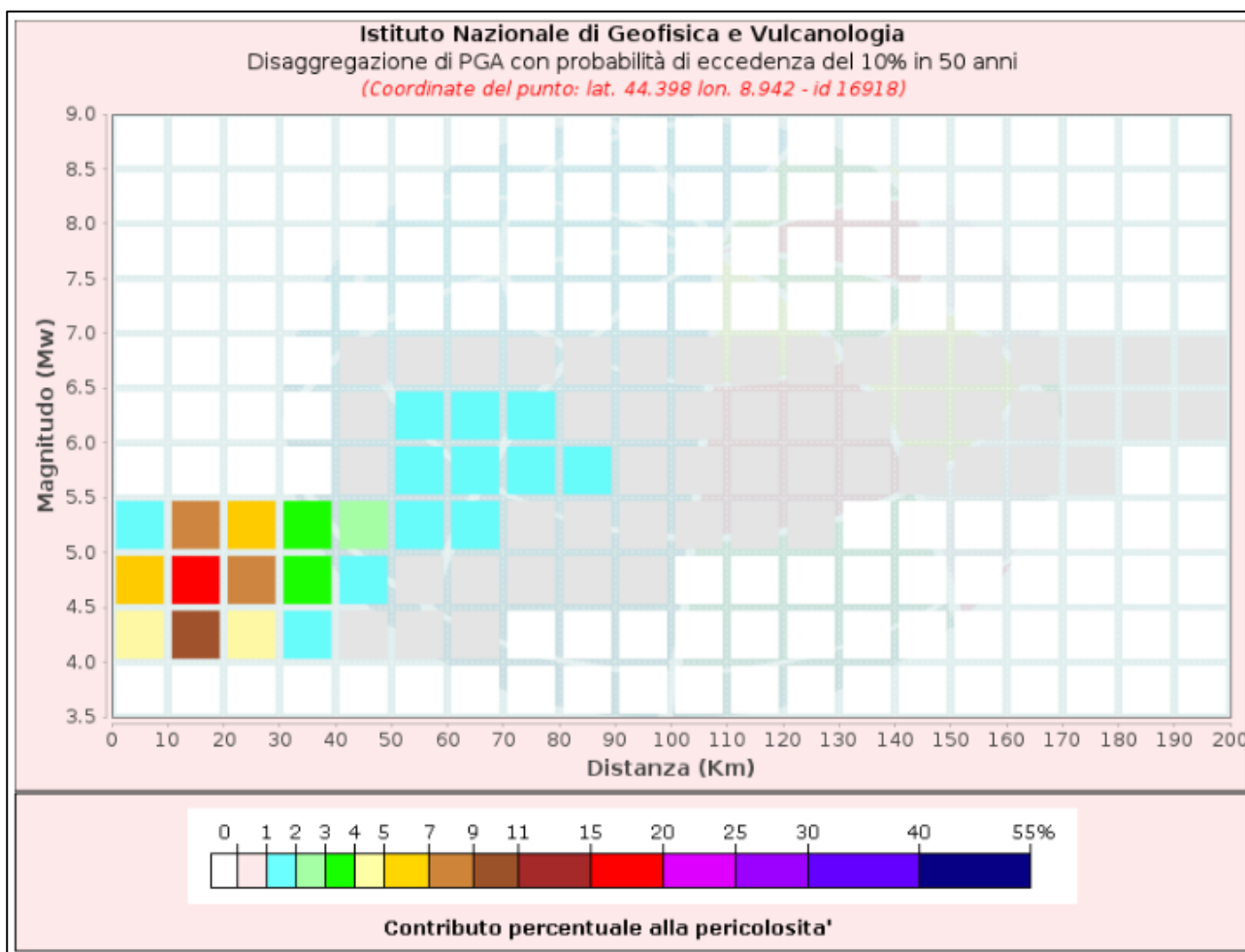


Figura 28: Disaggregazione del valore a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	4.6200	5.8900	1.9000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	10.5000	16.4000	7.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	4.4200	8.8800	5.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	1.5600	3.9700	3.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.3620	1.8200	2.0100	0.4520	0.3340	0.0496	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0323	0.8620	1.8400	1.4500	1.1900	0.1370	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0049	0.3110	1.3400	1.6100	1.4400	0.1410	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.1090	0.8460	1.3300	1.2100	0.0921	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0219	0.4720	1.0200	0.9820	0.0592	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0005	0.2200	0.7180	0.7670	0.0398	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0898	0.5070	0.6220	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0273	0.3210	0.4810	0.0186	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0037	0.1730	0.3310	0.0129	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0724	0.1680	0.0077	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0292	0.0858	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0124	0.0521	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0320	0.0065	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0185	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0112	0.0046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0074	0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Valori Medi: magnitudo = 4.99 ; distanza = 32.1 ; epsilon = 1.16											

Figura 29: Disaggregazione del valore a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).

Da quanto citato sopra, la magnitudo massima dell'area oggetto di studio è pari a 4,99. Per il calcolo sismico viene presa in considerazione la magnitudo citata nel **“L.R. 21 luglio 1983, nr. 29. Adozione delle Linee Guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Liquefazione (LQ) ed approvazione criteri tecnici integrativi alla DGR 471/2010”** della Regione Liguria – Giunta Regionale Atto N° 535-2021 - Seduta N° 3677 - del 18/06/2021 - Numero d’Ordine 19, NP/2021/196157, che il comune di Genova è di magnitudo 6, prendendo in questo modo in considerazione la condizione più gravosa.

Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
[e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it](mailto:g@libero.it)
Cell.348-7012710




5	<i>GENOVA</i>	6.0
6	<i>Masone</i>	5.5
7	<i>Mele</i>	5.5
8	<i>Mezzanego</i>	5.5
9	<i>Ne</i>	5.5
10	<i>Rezzoaglio</i>	5.5
11	<i>Rossiglione</i>	5.5
12	<i>Santo Stefano d'Aveto</i>	6.0
13	<i>Tiglieto</i>	5.5

Figura 30: Tabella 1c. Criteri tecnici relativi al recepimento delle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) nel territorio ligure e indirizzi per la pianificazione urbanistica comunale

Secondo li DGR N°535 del 18/06/2021 della Regione Liguria, il comune di Genova ricade nelle aree successibili alla Liquefazione. Di seguito si riporta lo stralcio che evidenzia questo fatto.



Figura 31 :Stralcio del Comune di Genova: area interessata da Liquefazione ai sensi della D.G.R n 535 del 18.06.2021.

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

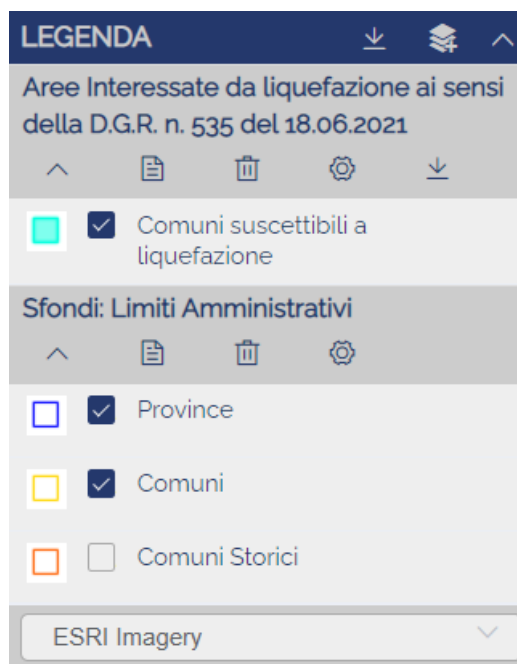


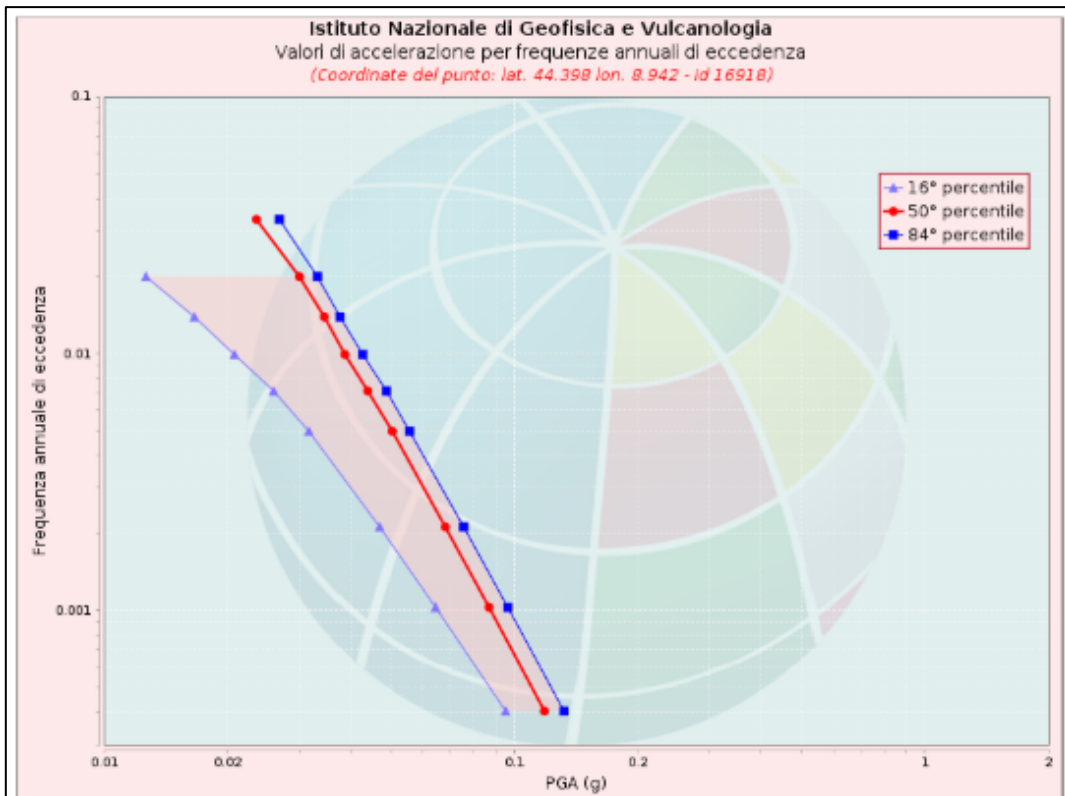
Figura 32 :Legenda dello Stralcio del Comune di Genova: area interessata da Liquefazione ai sensi della D.G.R n 535 del 18.06.2021.



Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.095	0.119	0.132
0.0010	0.064	0.087	0.096
0.0021	0.047	0.068	0.075
0.0050	0.032	0.050	0.056
0.0071	0.026	0.044	0.049
0.0099	0.021	0.039	0.043
0.0139	0.017	0.034	0.038
0.0199	0.013	0.030	0.033
0.0332	0.000	0.024	0.027



Figura 33: Curva di pericolosità

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

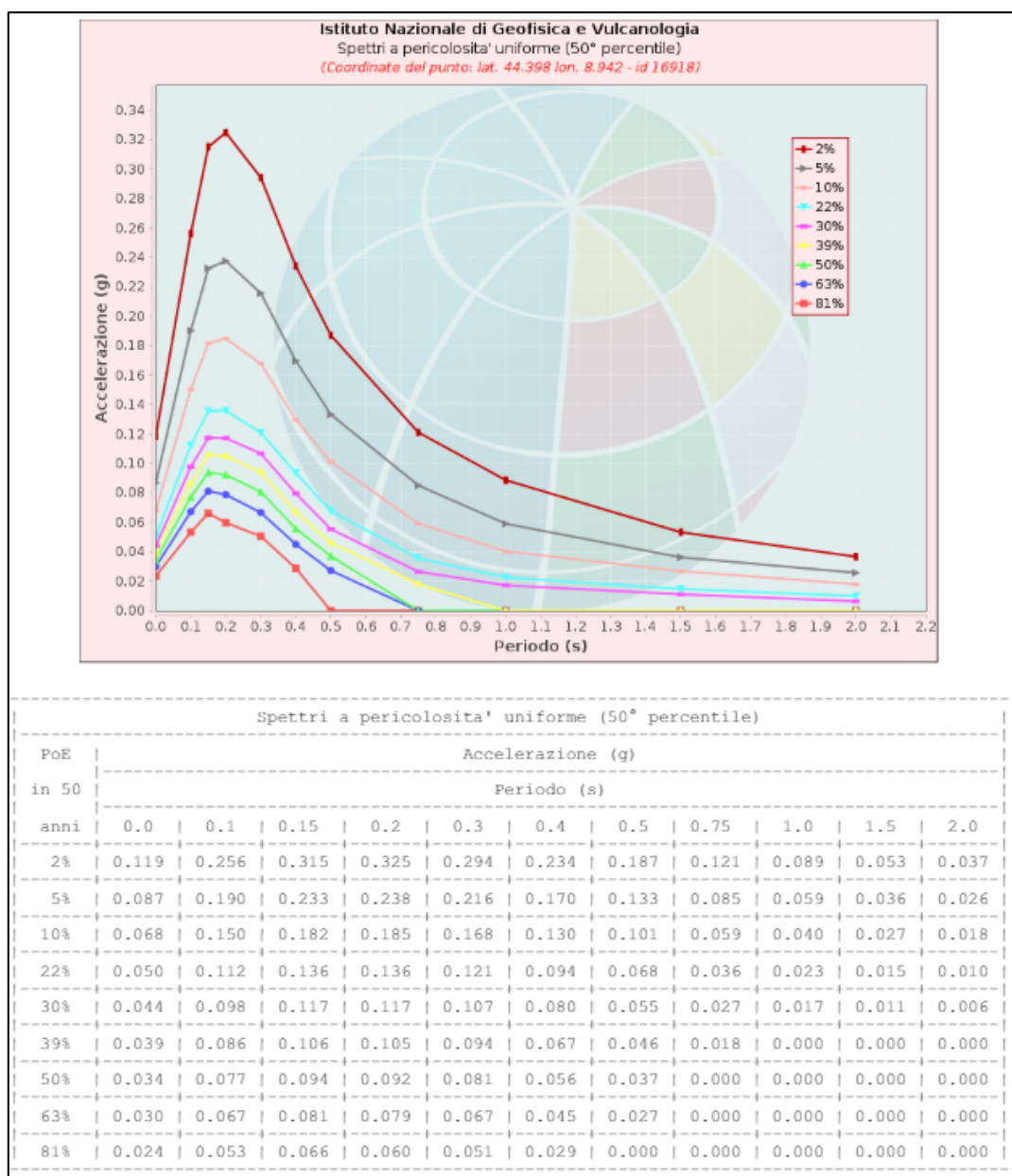



Figura 34: Spettro pericolosità uniforme

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
[e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it](mailto:gabriele.anselmi_g@libero.it)
Cell.348-7012710

14.2 CPTI 15 – DBMI15 V 4.0

La nuova versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 rappresenta una significativa evoluzione rispetto alle versioni precedenti, che sono quindi da considerare del tutto superate. Anche se i criteri generali di compilazione e la struttura sono gli stessi della precedente versione CPTI11 (Rovida et al., 2011), il contenuto del catalogo è stato ampiamente rivisto per quanto concerne:

- la copertura temporale, estesa a tutto il 2020
- il database macrosismico di riferimento (DBMI15 versione 4.0; Locati et al., 2022), significativamente aggiornato
- i dati strumentali considerati, nuovi e/o aggiornati
- le soglie di ingresso dei terremoti, abbassate a intensità massima 5 o magnitudo 4.0 (invece di 5-6 e 4.5 rispettivamente)
- la determinazione dei parametri macrosismici, basata su una nuova calibrazione dell'algoritmo Boxer
- le magnitudo strumentali, che comprendono un nuovo set di dati e nuove relazioni di conversione.

Il catalogo copre l'intero territorio italiano con porzioni delle aree e dei mari confinanti (Figura 1), e contiene 4894 terremoti nella finestra temporale 1000-2020. Il catalogo, quindi, considera e armonizza il più possibile dati di base di diverso tipo e provenienza.

La magnitudo utilizzata è la magnitudo momento (M_w) e in tutti i casi è riportata la relativa incertezza. Tutti i dati e i metodi utilizzati sono accuratamente esplicitati nel catalogo per garantire la massima trasparenza possibile nelle procedure di compilazione. Al pari di CPTI11, il catalogo non è stato declusterato e contiene quindi tutti i foreshocks e le repliche disponibili e conosciuti all'interno delle soglie di magnitudo e intensità considerate.

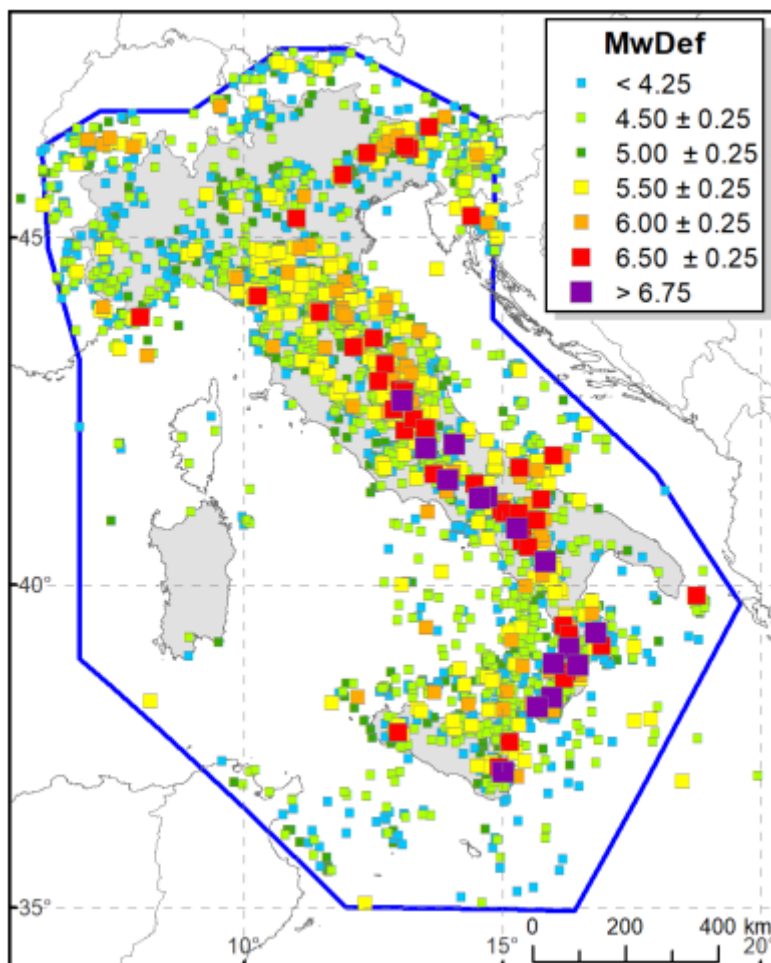


Figura 35 - Distribuzione geografica degli epicentri dei terremoti contenuti in CPTI15 per classi di Mw e limite della copertura spaziale (poligono blu)

Il catalogo include i terremoti con intensità massima o epicentrale maggiore o uguale a 5, insieme a quelli con magnitudo strumentale equivalente (secondo i metodi e le conversioni descritte nel seguito) a Mw 4.0 o superiore. Alcuni terremoti con Mw < 4.0 sono inclusi nel catalogo per le seguenti ragioni:

- per i terremoti dell'area vulcanica dell'Etna, la soglia di magnitudo è Mw 3.0 ma restano inclusi tutti i terremoti con intensità massima e/o epicentrale 5;
- per i terremoti nell'area vulcanica dei Campi Flegrei la soglia di magnitudo è Mw 3.1, corrispondente a intensità epicentrale 5 secondo le conversioni utilizzate;
- i terremoti contenuti in CPTI11 sono stati tutti, tranne alcuni dell'area etnea e gli eventi dimostrati falsi (vedi Appendice 4), mantenuti nella nuova versione del catalogo, anche se i nuovi dati o le nuove calibrazioni (o entrambi) hanno portato a stime di Mw < 4.0.

Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710



L'attuale versione del catalogo CPTI15 v4.0 consiste i) nell'estensione della copertura temporale della precedente versione 3.0 dalla fine 2019 al 31 dicembre 2020 e ii) nell'aggiornamento dei parametri di alcuni terremoti nel periodo settembre 2018 – dicembre 2019 conseguente alla pubblicazione e inserimento del Bollettino Rivisto dell'ISC (International Seismological Centre) per quel periodo.

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI sono stati pubblicati insieme e usano una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web.

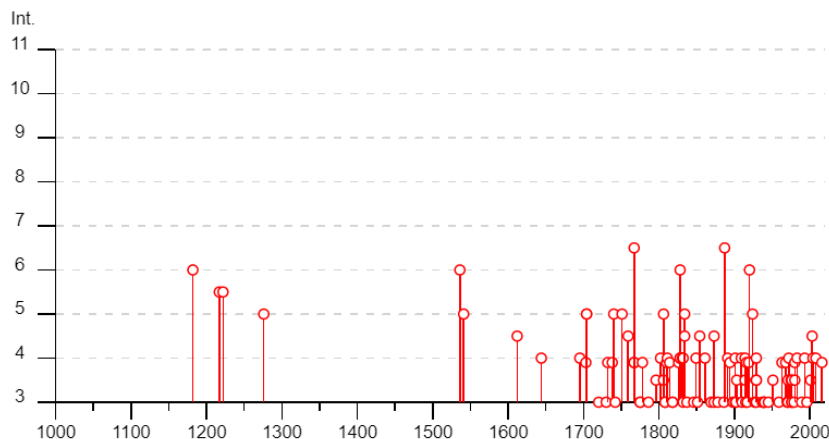
CPTI15 è consultabile liberamente all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15> e attraverso il "web service" dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI) all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/ASMI/services/>.

CPTI15 è un prodotto scientifico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) la cui realizzazione ha richiesto anni di lavoro e raccoglie il frutto della ricerca di diversi autori di diversi enti. CPTI15 può essere utilizzato per scopi scientifici, a condizione che la fonte sia sempre citata.

Di seguito viene riportata la mappa del catalogo CPTI15 desunta dal sito https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/.

Genova

PlaceID	IT_33336
Coordinate (lat, lon)	44.419, 8.898
Comune (ISTAT 2015)	Genova
Provincia	Genova
Regione	Liguria
Numero di eventi riportati	131



Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail: gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell. 348-7012710



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1182	08	15				Genova	1	6	4.63
5-6	1217	01	08				Genova	1	5-6	4.40
5-6	1222	12	25	12	30		Bresciano-Veronese	18	7-8	5.68
5	1276	07	29	18	30		Monferrato	9	5	4.81
6	1536	08	10	23			Genova	1	6	4.63
5	1541	10	22	18			Valle Scrivia	9	7	5.26
4-5	1612	01	31				Liguria occidentale	6	6-7	4.86
4	1644	02	15	04	30		Alpes Niçoises	29	8	5.74
4	1695	02	25	05	30		Asolano	107	10	6.40
F	1703	12	21	21			Piemonte-Liguria	3	4	3.70
5	1704	05	13	12	15		Riviera Ligure	4	5	4.16
5	1704	05	14	00	45		Riviera Ligure	2	5	4.16
3	1720	01	10				Toscana settentrionale	3	4-5	3.93
3	1730	03	29	00	05		Versilia	4	4	3.70
F	1732	05	21				Livorno	2	4-5	3.93
F	1738	11	05	00	30		Emilia occidentale	10	7	5.10
5	1740	03	06	05	40		Garfagnana	32	8	5.64
3	1742	01	27	11	20		Livornese	16	6	4.87
5	1751	11	21				Liguria	6	4	3.70
4-5	1759	05	26	22	15		Pavese	4	5	4.16
F	1767	01	21	07	45		Lunigiana	10	7	5.27
F	1767	01	21	09			Lunigiana	7	5-6	4.60
6-7	1767	02	07	03	45		Genovese	10	6	4.98
3	1775	01	04	18			Appennino emiliano	6	4	4.43
3	1775	01	05	22	45		Appennino emiliano	7	5	4.55
F	1778	02	18	02	18		Lunigiana	2	4-5	3.93
3	1786	12	25	01			Riminese	90	8	5.66
3-4	1796	10	22	04			Emilia orientale	27	7	5.45
4	1802	05	12	09	30		Valle dell'Oglio	94	8	5.60
3-4	1806	02	12				Reggiano	28	7	5.21
5	1806	03	31				Liguria occidentale	6	5	4.62
2	1807	09	05	01	30		Liguria occidentale	10	5-6	4.81
3	1808	04	02	16	43		Val Pellice	105	8	5.64
3	1808	04	16	01	15		Val Pellice	21	7	5.34
F	1810	12	25	00	45		Pianura emiliana	33	6	5.06
4	1811	07	15	22	44		Modenese-Reggiano	19	6-7	5.13

Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail: gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell. 348-7012710




F	🔗	1814 04 03	Costa pisano-livornese	4	6-7	5.12
3	🔗	1818 02 23 18 10	Liguria occidentale	45	7	5.32
3	🔗	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5.24
NF	🔗	1824 02 04 21 50	Oltrepò Pavese	8	5	4.49
F	🔗	1826 06 24 12 15	Garda occidentale	20	5	4.62
6	🔗	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5.72
4	🔗	1828 10 09 08	Oltrepò Pavese	6		
4	🔗	1828 10 10 01 30	Oltrepò Pavese	18		
4	🔗	1831 05 26 10 30	Liguria occidentale	33	8	5.56
2-3	🔗	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48
2	🔗	1832 03 11 06 45	Carpi	14	5	4.51
3	🔗	1832 03 11 08 45	Parmense	14		
4	🔗	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
5	🔗	1834 02 14 13 15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5.96
4-5	🔗	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5.08
3	🔗	1837 04 11 17	Lunigiana	60	9	5.94
2	🔗	1843 10 25 03 30	Mugello	17	6-7	5.03
3	🔗	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6.04
4	🔗	1849 11 28 18	Val di Taro	7	6	4.63
3	🔗	1851 02 05 09 50	Valtellina	30	5	4.72
4-5	🔗	1854 12 29 01 45	Liguria occidentale	86	7-8	5.72
NF	🔗	1857 02 01	Parmense-Reggiano	22	6-7	5.11
4	🔗	1861 03 16	Varese Ligure	2	6	4.63
3	🔗	1869 12 13 02 53	Sassuolo	13	5	4.57
2-3	🔗	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	🔗	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
4-5	🔗	1873 09 17	Appennino tosco-ligure	64	6-7	5.26
3	🔗	1878 09 10 13 31	Lunigiana	12	6-7	4.98
NF	🔗	1882 02 15 05	Val Borbera	18	6	4.77
3	🔗	1886 09 05	Torinese	101	7	5.22
6-7	🔗	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4	🔗	1891 06 07 01 06 1	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
F	🔗	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4.89
2-3	🔗	1897 07 06 20 44	Mar Ligure	62	5	4.22
3	🔗	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
3	🔗	1901 01 23 00 17 1	Oltrepò Pavese	90	5	4.23
4	🔗	1901 10 30 14 49 5	Garda occidentale	289	7-8	5.44

Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail: gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell. 348-7012710



3	🔗	1902 08 04 22 36 1	Lunigiana	60	6	4.78
3-4	🔗	1903 07 27 03 46	Lunigiana	79	7-8	5.19
2-3	🔗	1906 08 11 09 58	Liguria occidentale	82	5	4.41
4	🔗	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3	🔗	1910 01 23 01 50	Piacentino	118	5	4.39
2-3	🔗	1913 12 07 01 28	Valle Scrivia	56	5	4.57
3-4	🔗	1914 10 26 03 43 2	Torinese	63	7	5.24
4	🔗	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
3	🔗	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4.87
F	🔗	1916 08 16 07 06 1	Riminense	257	8	5.82
3	🔗	1917 01 07 03 39	Savonese	32	5	4.35
F	🔗	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
6	🔗	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
5	🔗	1924 09 21 20 18	Genovese	11	5	4.32
2	🔗	1926 01 01 18 04 0	Carniola interna	63	7-8	5.72
3	🔗	1927 10 28 21 49	Alta Val di Taro	39	6	4.66
2-3	🔗	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5.13
3-4	🔗	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5.36
3	🔗	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5.10
4	🔗	1929 04 29 18 36	Bolognese	45	6	5.20
3-4	🔗	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5.29
2	🔗	1935 03 19 07 27 1	Embrunais	254	7	5.25
3	🔗	1937 12 10 18 04	Frignano	28	6	5.30
3	🔗	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
3	🔗	1939 10 31 06 47	Lunigiana	19	5-6	4.85
3	🔗	1940 01 24 23 32 1	Appennino emiliano	6		
3	🔗	1945 12 15 05 27	Oltrepò Pavese	12	6	4.72
3-4	🔗	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
3	🔗	1959 01 26 05 35 4	Alta Val di Taro	14	5	4.27
F	🔗	1963 07 19 05 46 0	Mar Ligure	412		5.95
F	🔗	1968 04 18 19 38 1	Liguria occidentale	51	7-8	4.93
3	🔗	1970 12 31 22 04 4	Liguria occidentale	79	6	4.62
3	🔗	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
3-4	🔗	1971 09 25 10 34 0	Mar Ligure	31	5-6	4.33
4	🔗	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
3-4	🔗	1975 11 16 13 04 2	Appennino piacentino	10	4-5	4.93
3-4	🔗	1976 05 06 20 00 1	Friuli	770	9-10	6.45
3	🔗	1976 08 22 02 49 1	Alta Val di Taro	26	5	4.54

Dott. Gabriele Anselmi 
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell.348-7012710

3	📄	1976 09 15 09 21 1	Friuli	54	8-9	5.95
NF	📄	1978 12 05 15 39 0	Romagna	34	4-5	4.61
3	📄	1979 02 09 14 44	Bergamasco	73	6	4.78
F	📄	1980 01 05 14 32 2	Torinese	120	6-7	4.82
2-3	📄	1980 06 07 18 35 0	Garfagnana	102	6-7	4.64
3-4	📄	1980 12 23 12 01 0	Piacentino	69	6-7	4.57
4	📄	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	📄	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3	📄	1989 12 26 19 59 5	Mar Ligure	290		4.46
4	📄	1993 07 17 10 34 5	Liguria occidentale	336	5	4.34
NF	📄	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
3	📄	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
2	📄	2000 08 21 17 14	Monferrato	595	6	4.94
3-4	📄	2001 02 06 22 28 4	Mar Ligure	47	4-5	4.17
4-5	📄	2003 04 11 09 26 5	Valle Scrivia	78	6-7	4.81
4	📄	2004 11 24 22 59 3	Garda occidentale	176	7-8	4.99
NF	📄	2005 04 13 18 46 0	Valle del Trebbia	163	4	3.68
NF	📄	2005 04 18 10 59 1	Valle del Trebbia	284	4	3.97
4	📄	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
F	📄	2016 10 30 06 40 1	Valnerina	379		6.61

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Sampierdarena	3	1
Borzoli	1	3
Rivarolo Ligure	2	3
Sestri Ponente	10	4
San Giovanni Battista	1	4
Bolzaneto	2	5
Pegli	2	7
Sturla	1	7
Pontedecimo	11	9
Ceranesi (Santa Marta)	7	9
Sant'Olcese	3	10
Campomorone	5	10

Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
[e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it](mailto:g@libero.it)
Cell.348-7012710

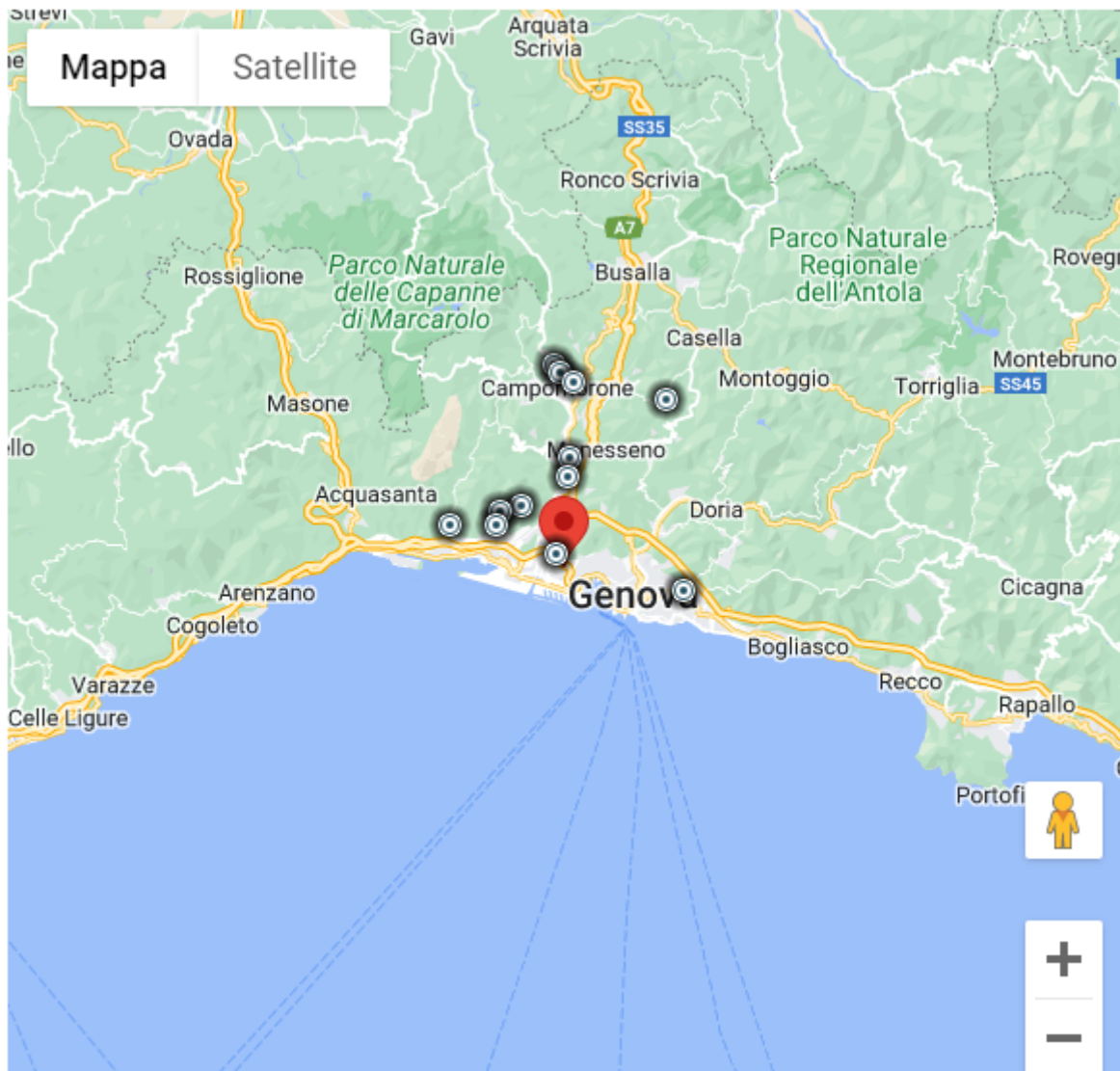


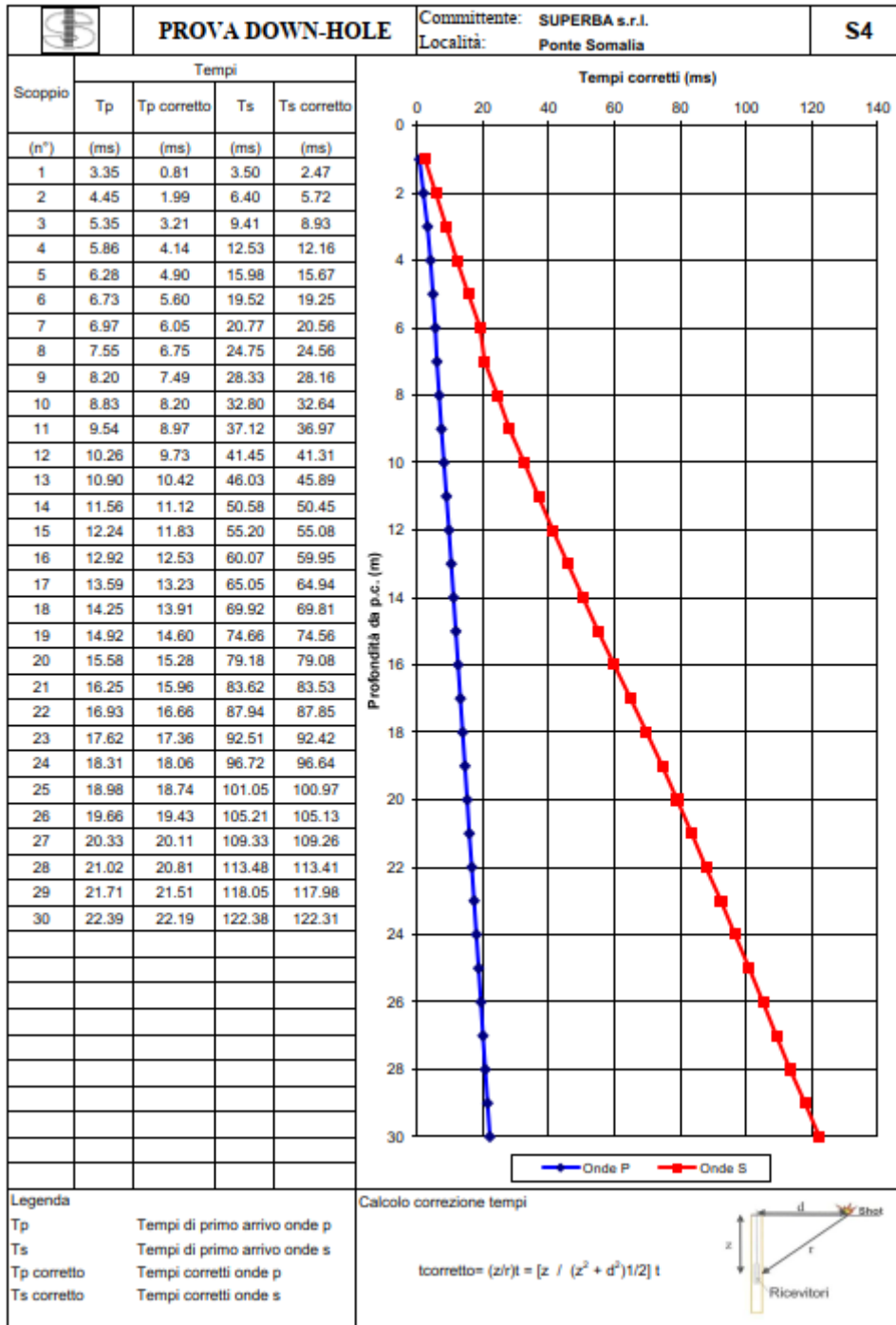
Figura 36: Dati desunti dalla consultazione del CPT115 e DBMI15 per l'area di Genova (GE)

14.3 INDAGINI GEOFISICHE – DOHN-HOLE

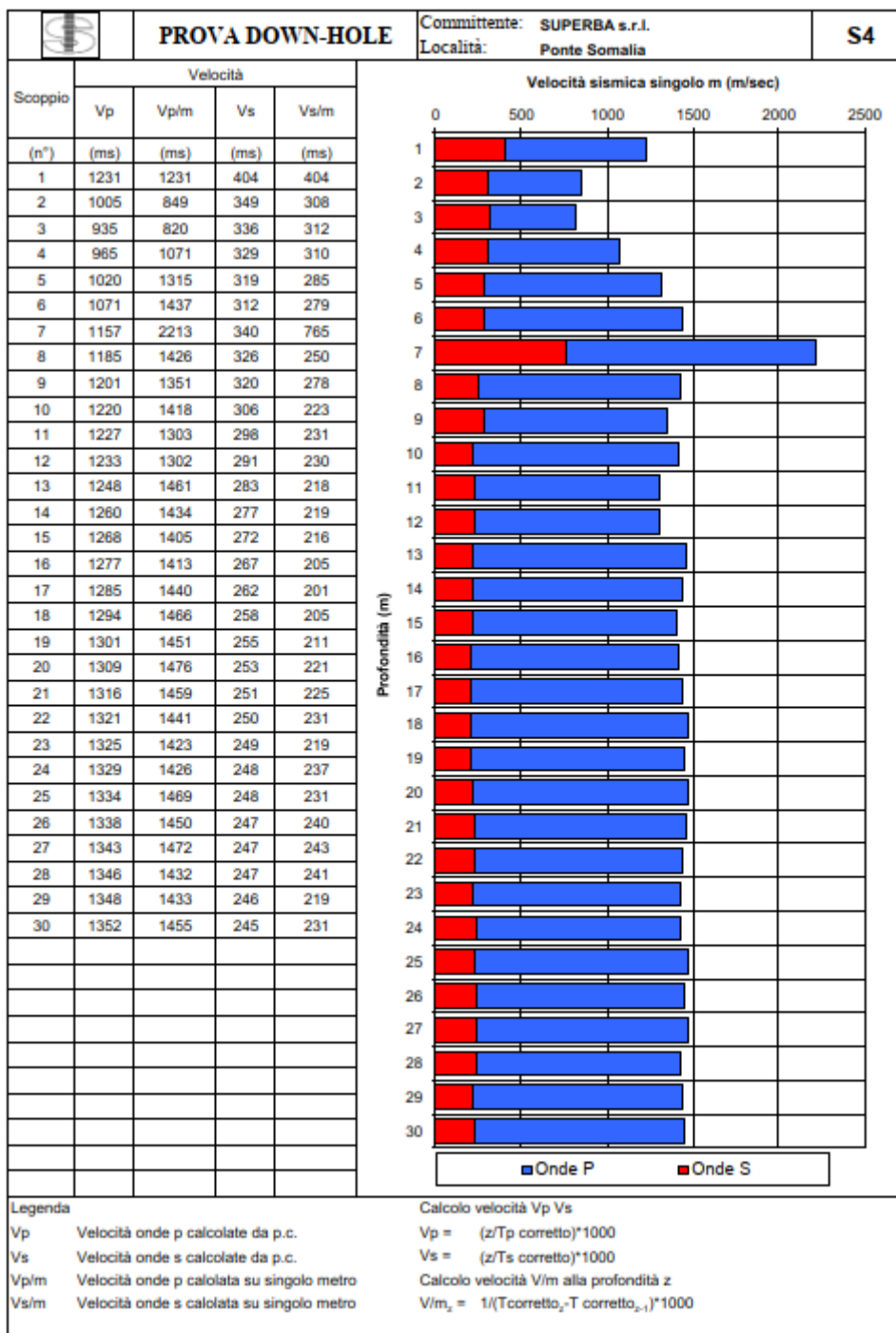
Durante la campagna d'indagine , è stata eseguita nel sondaggio S4, una prova downhole di 30 m di profondità.

Si riportano di seguito i risultati della prova geofisica.

Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell.348-7012710



Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell.348-7012710



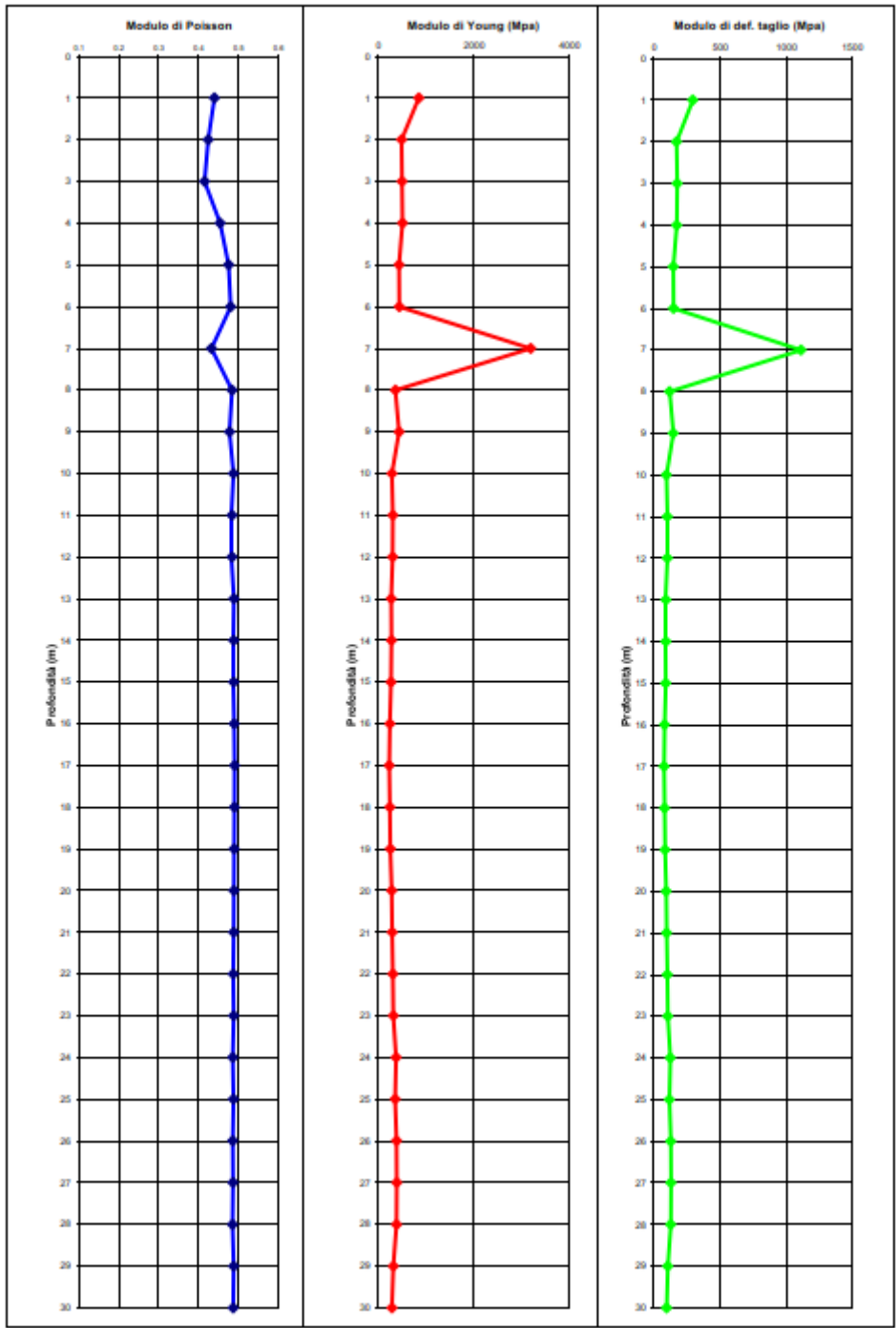


Figura 37: DH-S4

14.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.2018 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.11 (fig. definite in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$ corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità di tale substrato superiore a 30m la velocità equivalente $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, considerando le proprietà degli strati di terreno fino alla profondità di 30m.

L'espressione per la determinazione della velocità equivalente $V_{s,eq}$ è la seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_i^N \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

H = Profondità del substrato sismico con $V_s > 800$ m/s

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dalla prova sismica Down-hole e HVSR eseguita in corrispondenza dell'area di indagine.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno presenta per la linea eseguita, valori delle V_{s30} pari a **245 m/s riferito all'attuale piano campagna** per la prova Down-hole riferita all'attuale piano campagna per quello che riguarda l'area.

Per la classificazione del suolo si è ritenuto più attendibile adottare le risultanze provenienti dalle prove eseguite in sito per cui il terreno è pertanto classificabile in **categoria C**: *“Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*.



Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 38: Tabella 3.2.II “Categoria di sottosuolo” – D.M. 17.10.2018

14.5 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Secondo la più recente revisione delle Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (categorie topografiche da NTC2018):

T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$


T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$

T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15 \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 39: Tabella 3.2.III “Categoria topografica” – D.M. 17.10.2018

La categoria topografica dell’area di studio è T1

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

14.6 PERICOLOSITÀ SISMICA

14.6.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Nel DM 17 gennaio 2018-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tabella 2 Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.



TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di VN (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 2 - Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Nel caso specifico **VN = 50 anni**.


In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. CU = 0.7;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. CU = 1.0;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. CU = 1.5;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

Nel caso specifico di studio il coefficiente d'uso è pari a **1,0** caratteristico della classe d'uso II.

14.6.2 Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).


Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Dott. Gabriele Anselmi 
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail: gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell. 348-7012710

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento PVR (Tabella 3), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	PVR = 81%
Stato limite di esercizio: danno	SLD	PVR = 63%
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	PVR = 10%
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	PVR = 5%

Tabella 3 Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione:


$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è **VR = 75 anni**, il tempo di ritorno TR sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	TR = 45
Stato limite di esercizio: danno	SLD	TR = 75
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	TR = 712
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	TR = 1462

Tabella 4 Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

14.6.3 Definizione della pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC 2018:

- a_g = accelerazione orizzontale massima;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella, contenuta nell'Allegato B delle NTC 2018, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.



ID	LON	LAT	TR = 30			TR = 50			TR = 72			TR = 101		
			ag	F0	T*c	ag	F0	T*c	ag	F0	T*c	ag	F0	T*c
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 5- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC2018, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Questi ID e relative coordinate fanno riferimento ad un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno TR corrispondente alla VR e PVR fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere

ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC 2018:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag , Fo , TC^*) corrispondente al periodo di ritorno TR desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $TR_1, 2$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC 2018:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag , Fo , TC^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

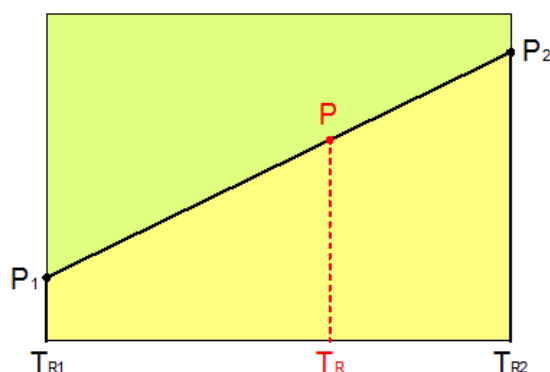


Figura 40: Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC 2018.



La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura seguente.

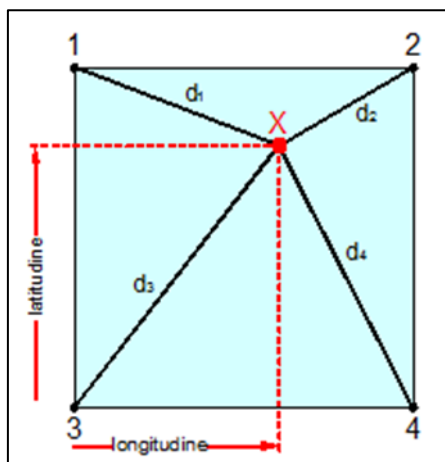


Figura 41: Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC 2018.

Pertanto, per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC 2018, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)]$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

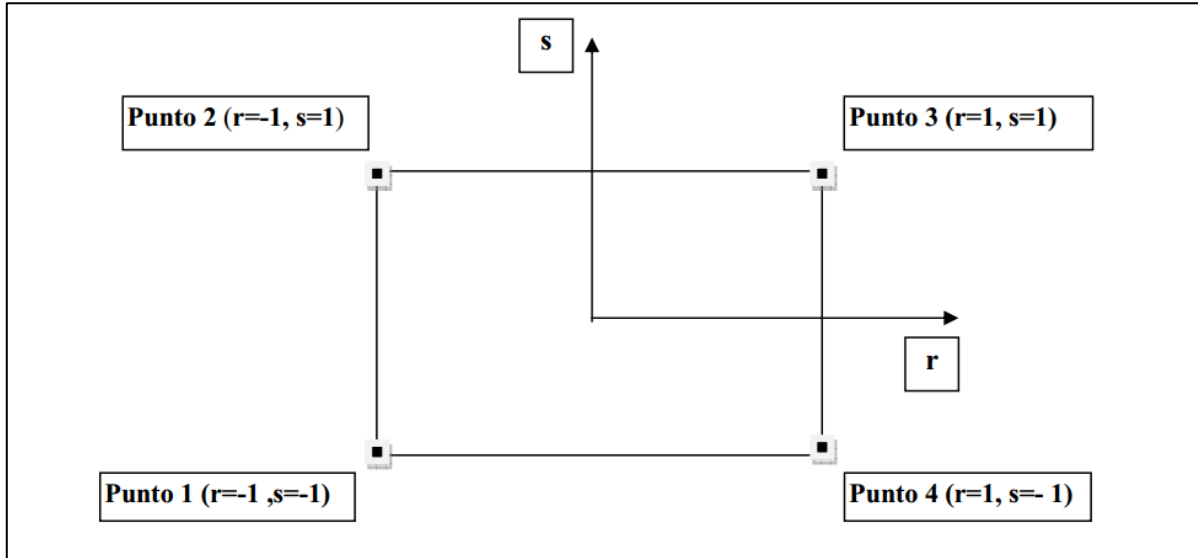


Figura 42: Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4$$


$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4]$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4]$$

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s, si determinano i parametri ag , F_0 , T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4]$$

Dove p rappresenta il parametro cercato

14.6.4 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2 delle NTC 2018).

14.6.4.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (TR) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

14.6.4.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Con

- β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{\max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito
- g : accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella Tabella 6

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < ag(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < ag(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$ag(g) \leq 0.1$	0.20	0.20


Tabella 6- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E). e del rapporto a_g/g . S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$T1: S_T = 1.0; T2: S_T = 1.20; T3: S_T = 1.20; T4: S_T = 1.40.$$

Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

14.6.4.3 Pericolosità sismica

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	44,4039497 [°]
Longitudine (WGS84):	8,8907385 [°]
Latitudine (ED50):	44,4049149 [°]
Longitudine (ED50):	8,8917847 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	16917	44,395040	8,872318	1896,67
2	16918	44,397740	8,942104	4076,39
3	16696	44,447680	8,938303	6021,53
4	16695	44,444970	8,868443	4824,29

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,022	2,559	0,180
SLD	50	0,028	2,524	0,203
	72	0,033	2,542	0,219
	101	0,037	2,556	0,239
	140	0,041	2,551	0,264
	201	0,047	2,529	0,273
SLV	475	0,063	2,562	0,290
SLC	975	0,079	2,571	0,307
	2475	0,106	2,577	0,319

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,024	2,538	0,181
SLD	50	0,030	2,529	0,207
	72	0,034	2,547	0,222
	101	0,039	2,560	0,243
	140	0,044	2,519	0,265
	201	0,050	2,534	0,270
SLV	475	0,068	2,536	0,288
SLC	975	0,087	2,535	0,296
	2475	0,119	2,523	0,308

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,024	2,519	0,193
SLD	50	0,031	2,526	0,210
	72	0,036	2,544	0,223
	101	0,040	2,553	0,251
	140	0,047	2,498	0,265
	201	0,054	2,530	0,267
SLV	475	0,074	2,522	0,283
SLC	975	0,097	2,504	0,291
	2475	0,135	2,482	0,296

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,023	2,554	0,180
SLD	50	0,029	2,520	0,205
	72	0,034	2,539	0,220

Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell.348-7012710



	101	0,038	2,553	0,241
	140	0,043	2,517	0,265
	201	0,050	2,522	0,270
SLV	475	0,068	2,524	0,287
SLC	975	0,088	2,520	0,294
	2475	0,121	2,509	0,300

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,023	2,548	0,182
SLD	50	0,029	2,525	0,205
SLV	475	0,066	2,544	0,288
SLC	975	0,085	2,545	0,300

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: C

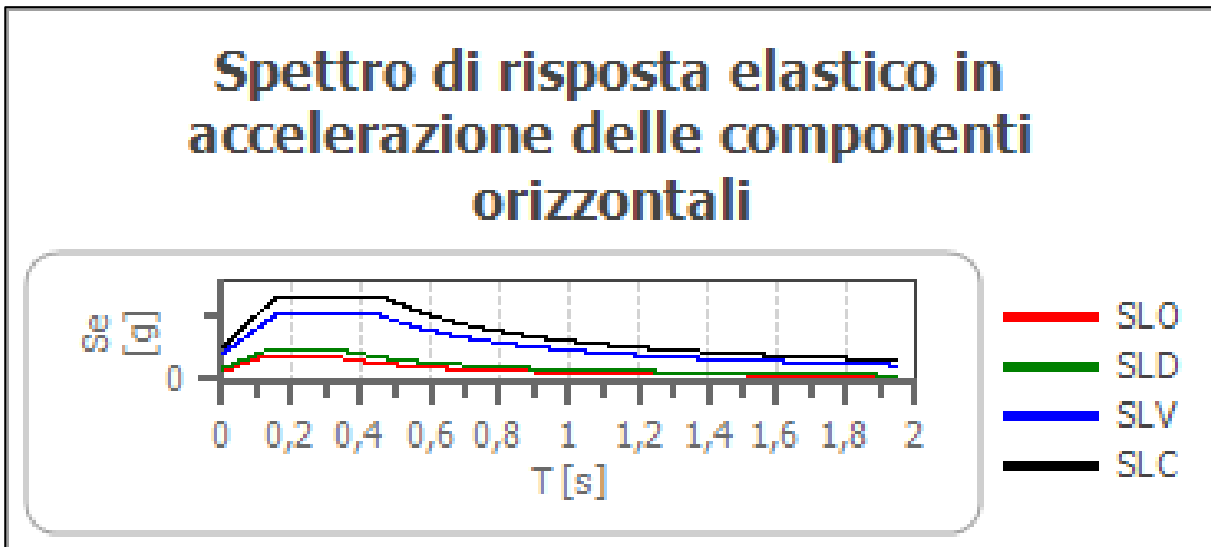
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,020	0,025
kv	0,003	0,004	0,010	0,013
amax [m/s ²]	0,336	0,430	0,977	1,247
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

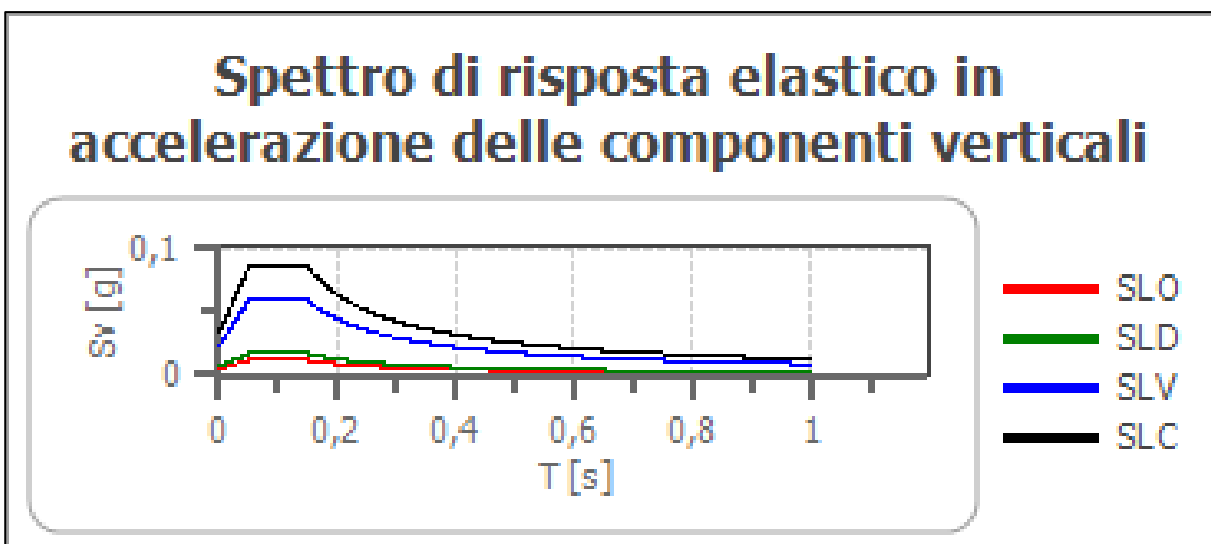


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,023	2,548	0,182	1,500	1,840	1,000	1,500	1,000	0,112	0,336	1,691	0,034	0,087
SLD	1,0	0,029	2,525	0,205	1,500	1,770	1,000	1,500	1,000	0,121	0,364	1,717	0,044	0,111
SLV	1,0	0,066	2,544	0,288	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,152	0,455	1,866	0,100	0,254
SLC	1,0	0,085	2,545	0,300	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,156	0,468	1,939	0,127	0,324

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$: 1,000





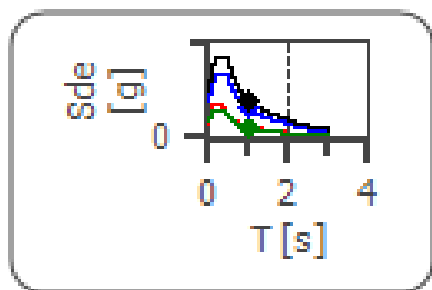
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,023	2,548	0,182	1	1,840	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,005	0,012
SLD	1,0	0,029	2,525	0,205	1	1,770	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,007	0,017
SLV	1,0	0,066	2,544	0,288	1	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,059
SLC	1,0	0,085	2,545	0,300	1	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,033	0,085

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _d e(T) Orizzontale [g]	0,029	0,027	0,077	0,101
k _v = S _d v _e (T) Verticale [g]	0,002	0,002	0,006	0,008

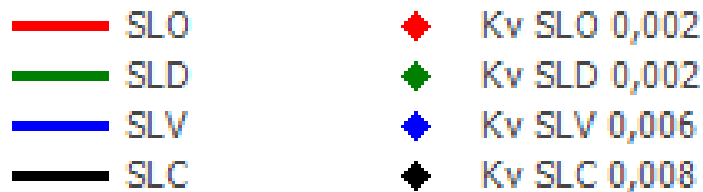
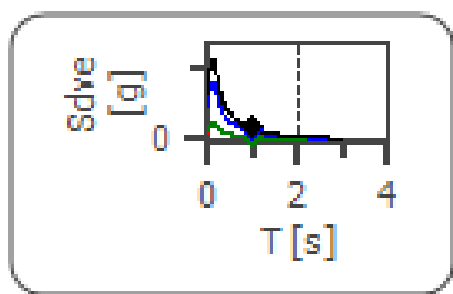
Spettro di progetto delle componenti orizzontali



- SLO
- SLD
- SLV
- SLC
- ◆ Khi SLO 0,029
- ◆ Khi SLD 0,027
- ◆ Khi SLV 0,077
- ◆ Khi SLC 0,101



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,023	2,548	0,182	1,500	1,840	1,000	1,500	1,000	0,112	0,336	1,691	0,034	0,087
SLO verticale	1,0	0,023	2,548	0,182	1,500	1,840	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,005	0,012
SLD orizzontale	1,0	0,029	2,525	0,205	1,500	1,770	1,000	1,500	1,500	0,121	0,364	1,717	0,044	0,074
SLD verticale	1,0	0,029	2,525	0,205	1,500	1,770	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,007	0,011
SLV orizzontale	1,0	0,066	2,544	0,288	1,500	1,580	1,000	1,500	1,500	0,152	0,455	1,866	0,100	0,169
SLV verticale	1,0	0,066	2,544	0,288	1,500	1,580	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,023	0,039
SLC orizzontale	1,0	0,085	2,545	0,300	1,500	1,560	1,000	1,500	1,500	0,156	0,468	1,939	0,127	0,216
SLC verticale	1,0	0,085	2,545	0,300	1,500	1,560	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,033	0,057



15 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici caratteristici dei terreni presenti nell'area di studio.

Strato	Profondità [m]	Litologia	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	C_u [kPa]	ϕ' [°]	E' [MPa]	E_u [Mpa]
1	0,0 – 0,1	Asfalto di colore nero	-	-	-	-	-	-
2	0,1 – 2,4	Misto cementato fragile di colore da marrone a grigio	-	-	-	-	-	-
3	2,4 – 10,0	Ghiaia eterogenea limosa debolmente sabbiosa di colore marrone da fine a grossolana (riporto)	19-22	-	-	35-40	60-70	-
4	>10,0	Sabbia e ghiaia debolmente limosa di colore marrone – grigio	20-22	-	10-20	27-32	40-50	3-6

Nota: Nel sondaggio S4, tra la profondità 2,4 m – 6,0 m si trova la sabbia con ghiaia $N_{SPT} = 18$.

dove:

γ = peso di volume

c' = coesione efficace

ϕ' = angolo d'attrito

E' = modulo elastico drenato

Il modulo di Poisson è stato assunto pari a 0,3.

L'altezza del riempimento si colloca a circa +2,5m s.l.m.



16 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici caratteristici dei terreni presenti nell'area di studio.

Strato	Profondità [m]	Litologia	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	C_u [kPa]	ϕ' [°]	E' [MPa]	E_u [MPa]
1	0,0 – 0,1	Asfalto di colore nero	-	-	-	-	-	-
2	0,1 – 2,4	Misto cementato fragile di colore da marrone a grigio	-	-	-	-	-	-
3	2,4 – 10,0	Ghiaia eterogenea limosa debolmente sabbiosa di colore marrone da fine a grossolana(riporto)	19-22	-	-	35	60	-
4	>10,0	Sabbia e ghiaia debolmente limosa di colore marrone – grigio	20-22	-	10	27	40	3

Nota: Nel sondaggio S4, tra la profondità 2,4 m – 6,0 m si trova la sabbia con ghiaia $N_{SPT} = 18$.

dove:

γ = peso di volume

c' = coesione efficace

C_u = coesione non drenata

ϕ' = angolo d'attrito

E' = modulo elastico drenato

E_u = modulo elastico non drenato

Il modulo di Poisson è stato assunto pari a 0,3.

L'altezza del riempimento si colloca a circa +2,5m s.l.m.



17 LIQUEFAZIONE

Secondo le norme NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa nel caso si verifichino una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 44 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 43 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

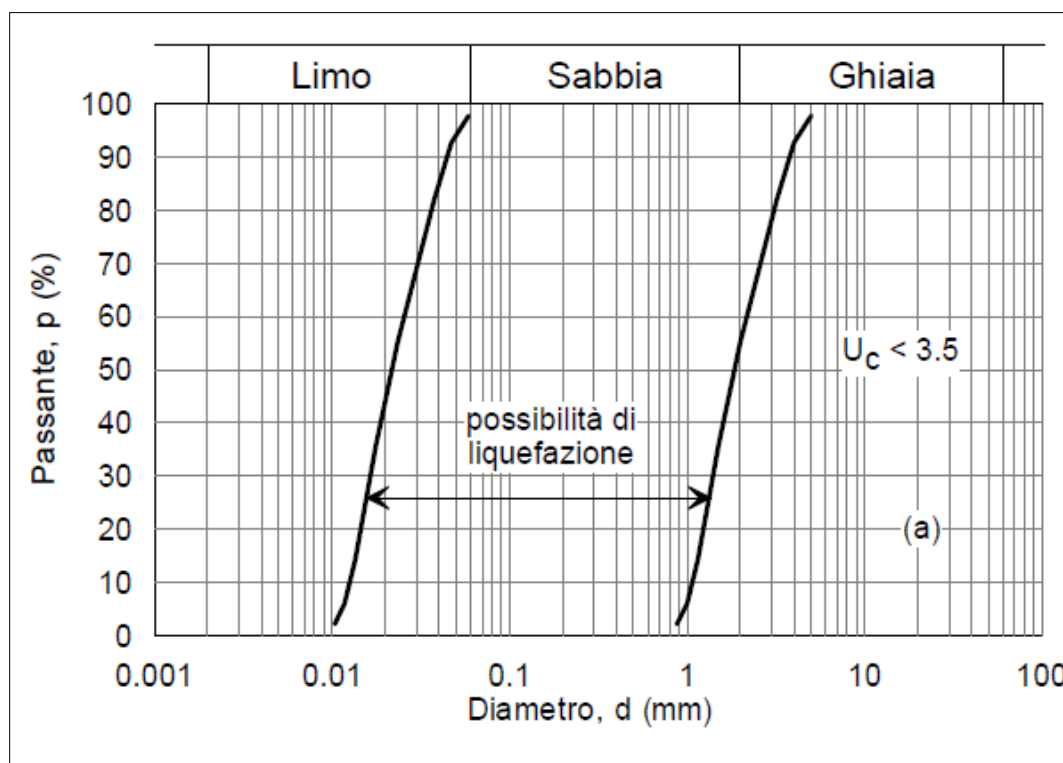


Figura 43: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

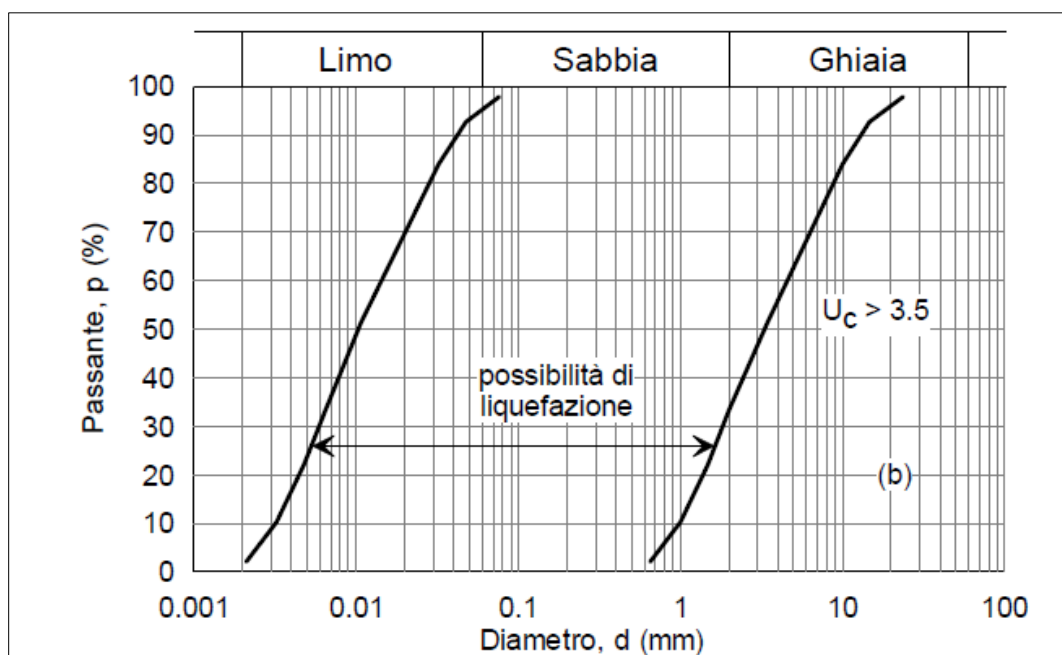


Figura 44: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

17.1 VERIFICA DI LIQUEFAZIONE

La verifica consiste nella stima alle varie profondità di un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto fra la resistenza alla liquefazione del terreno (CRR) e lo sforzo di taglio ciclico indotto dal sisma (CSR).

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

Le verifiche possono essere di tipo puntuale (singoli livelli) o globale (sull'intera colonna stratigrafica).

Il parametro CRR può essere ottenuto attraverso correlazioni semi-empiriche con prove in sito (prove penetrometriche statiche, dinamiche (SPT) o mediante misura delle velocità delle onde S. La grandezza CSR è funzione dell'accelerazione sismica orizzontale max in superficie e della magnitudo. Le NTC 2018 non indicano un valore specifico di F_s di riferimento, lasciando al progettista la scelta e la motivazione del margine di sicurezza.

L'Eurocodice 8 suggerisce, nel caso di impiego di correlazioni semi-empiriche, che un terreno debba essere considerato liquefacibile se lo sforzo di taglio indotto dal terremoto superi l'80% della resistenza mobilitata dal terreno.

$$CSR \geq 0.80 CRR$$

Questo comporta un coefficiente di sicurezza limite paria $F_s = CRR/CSR = 1.25$.

Dott. Gabriele Anselmi
 Via Roma 2,
 27020 Scaldasole-PV
 e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
 Cell.348-7012710



In accordo con l'Eurocodice 8, per considerare i depositi non liquefacibili, il valore di F_s calcolato deve essere maggiore di 1,25.

Sempre in accordo con la normativa vigente si è adottata una procedura di calcolo semplificata

VALUTAZIONE SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Reference Procedure: Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils [2001]

➡ $F_s = CRR / CRS = (CRR_{7.5} / CRS) \cdot MSF \cdot K_g$

➡ $CRS = 0.65 \cdot (\alpha_{max} / g) \cdot (\sigma_{vo} / \sigma'_{vo}) \cdot r_d$ (Seed & Idriss, 1971)

$r_d = 1 - 0.00765 z$	$z \leq 9.15 \text{ m}$	(Liao & Whitman, 1986b)
$r_d = 1.174 - 0.0267 z$	$9.15 < z \leq 23 \text{ m}$	
$r_d = \dots$	$z > 23 \text{ m}$	(Robertson & Wride, 1998)

$r_d = (1 - 0.4113 z^{0.5} + 0.04053 z + 0.001753 z^{1.5}) / (1 - 0.4177 z^{0.5} + 0.05729 z - 0.006205 z^{1.5} + 0.00121 z^2)$ (Blake, 1996)

➡ $CRR_{7.5} = 1 / [34 - (N_1)_{60cs}] + (N_1)_{60cs} / 135 + 50 / [10 \cdot (N_1)_{60cs} + 45]^2 - 1 / 200$ (Rauch, 1998)
 $(N_1)_{60cs} < 30$
 $(N_1)_{60cs} \geq 30$ No liquefazione

➡ $CRR_{7.5} = 1 / [34 - (N_1)_{60cs}] + (N_1)_{60cs} / 135 + 50 / [10 \cdot (N_1)_{60cs} + 45]^2 - 1 / 200$ (Rauch, 1998)
 $(N_1)_{60cs} < 30$
 $(N_1)_{60cs} \geq 30$ No liquefazione

$CRR_{7.5} = [a + c \cdot (N_1)_{60cs} + e \cdot (N_1)_{60cs}^2 + g \cdot (N_1)_{60cs}^3] / [1 + b \cdot (N_1)_{60cs} + d \cdot (N_1)_{60cs}^2 + f \cdot (N_1)_{60cs}^3 + h \cdot (N_1)_{60cs}^4]$ (Blake, 1996)

a =	0,04844	(Blake, 1996)
b =	-0,1248	
c =	-0,004721	
d =	0,009578	
e =	0,0006136	
f =	-0,0003285	
g =	-0,00001673	
h =	0,000003714	



NB 1 I valori di N_{SPT} vengono corretti in funzione di D_{50} come segue:

$$N_{\text{clean-sand}} = N_{SPT} (-0.19 \cdot \ln(D_{50}) + 0.721) \quad (\text{Tokimatsu, 1988})$$

NB 2 Le espressioni di CRR sono valide per approssimare la curva base delle CLEAN-SAND.
 In presenza di contenuto di fine $FC > 5\%$ i valori di $(N_1)_{60}$ vengono corretti

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

$\alpha = 0$	per $FC \leq 5\%$	(Seed & Idriss)
$\beta = 1$		
$\alpha = \exp[1.76 - (190/FC^2)]$	per $5 < FC < 35\%$	
$\beta = \exp[0.99 + (FC^{1.5}/1000)]$		
$\alpha = 5$	per $FC \geq 35\%$	
$\beta = 1.2$		

NB 3 Le espressioni di CRR sono valide per terremoti di magnitudo 7.5
 In presenza di magnitudo diverse da 7.5 i valori di CRR vengono corretti

$$CRR_{M_w} = MSF \cdot CRR_{7.5}$$

$$MSF = 10^{2.24} / M_w^{2.56} \quad \text{lower bound} \quad (\text{Revised Idriss, 1997})$$

$$MSF = (M_w / 7.5)^{-2.56} \quad \text{upper bound} \quad (\text{Andrus \& Stokoe, 1997})$$

NB 4 Le espressioni di CRR devono infine essere corrette in relazione allo stato tensionale in sito

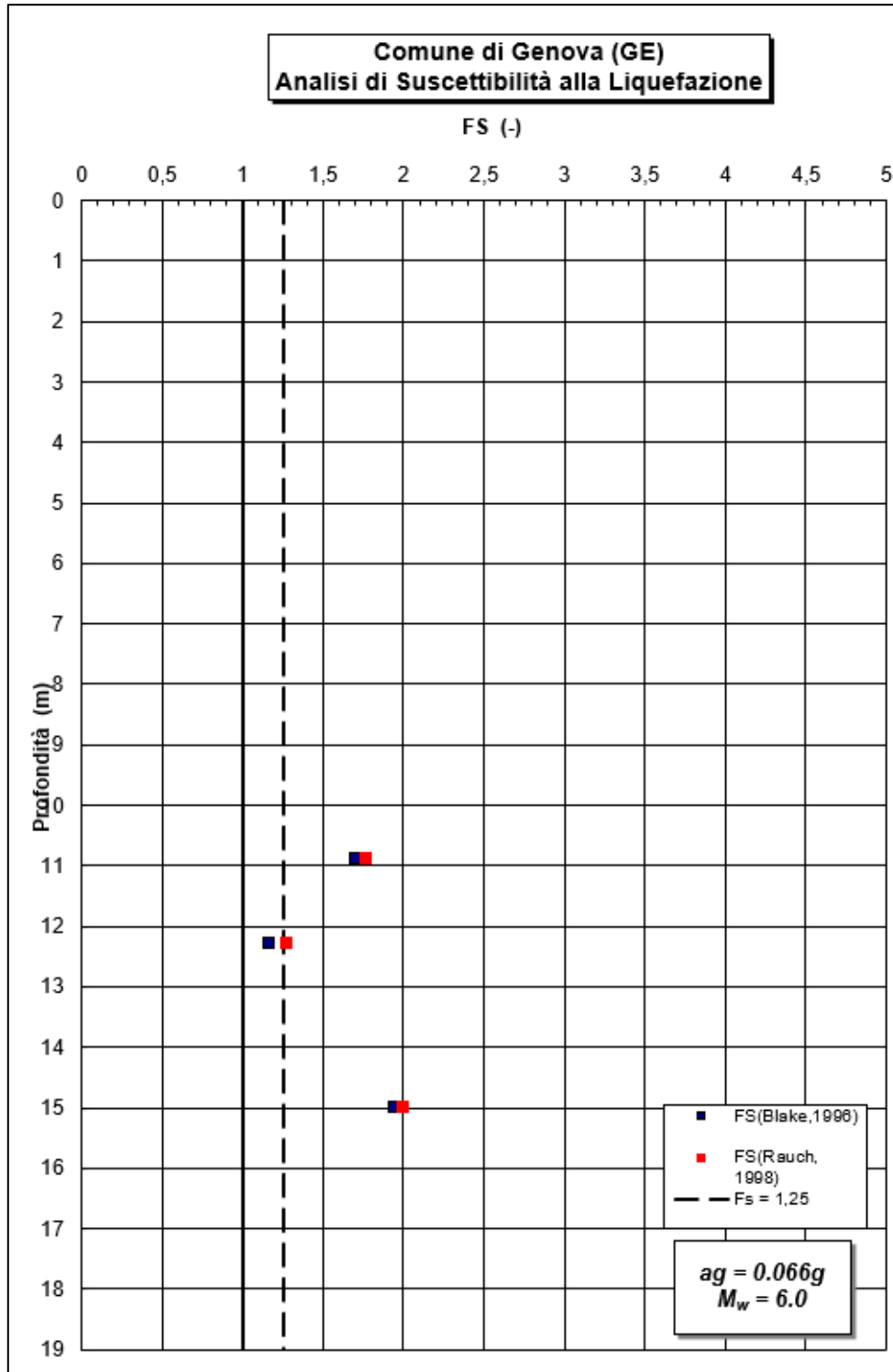
$$K_\sigma = (\sigma'_{vo} / 100)^{(1-f)}$$

$f = 0.8$	per $Dr \leq 40\%$	(Hynes & Olsen, 1999)
$f = 0.8 - 0.005 \cdot (Dr - 40)$	per $40 < Dr < 80\%$	
$f = 0.6$	per $Dr \geq 80\%$	



Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

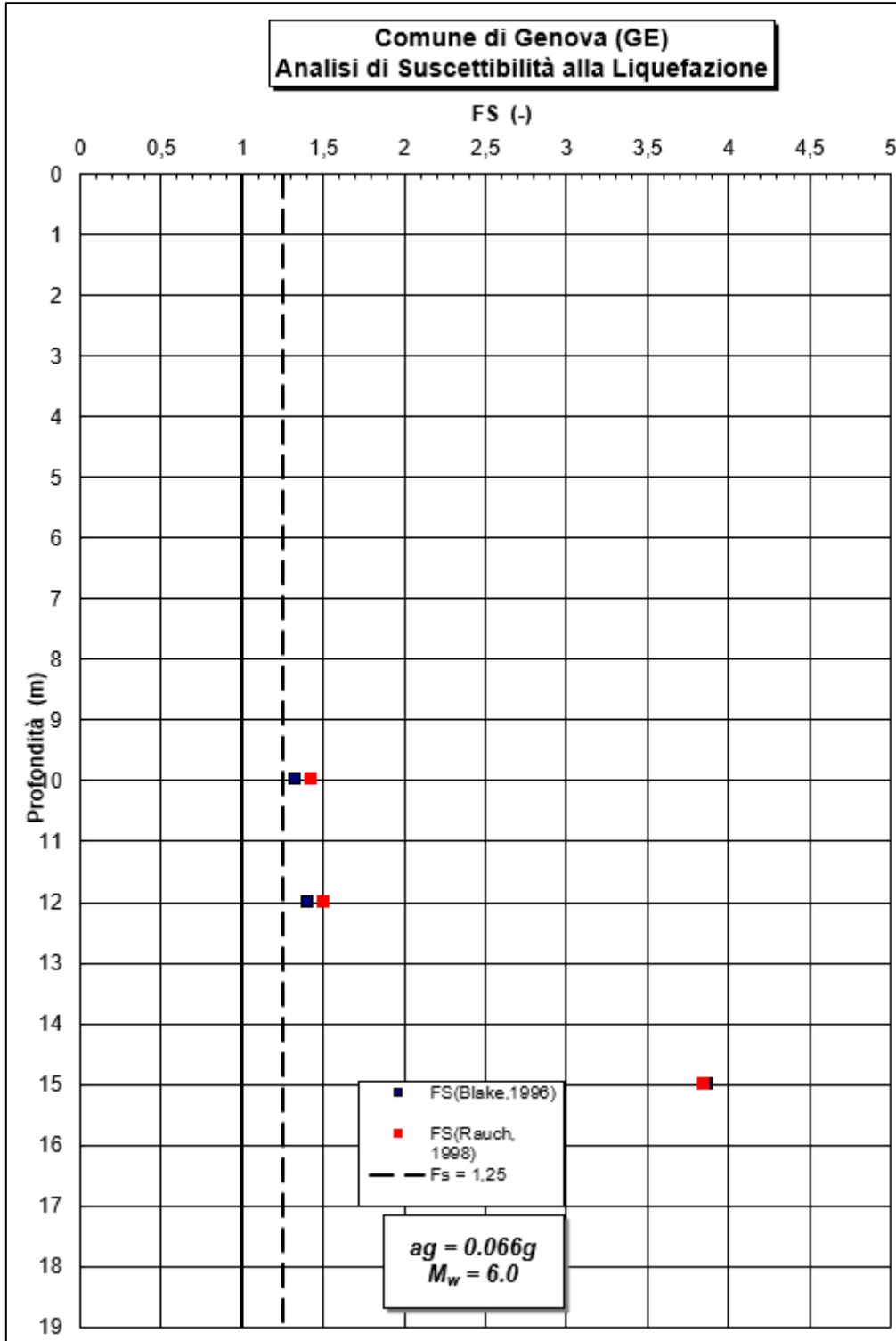
Sondaggio S1





Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

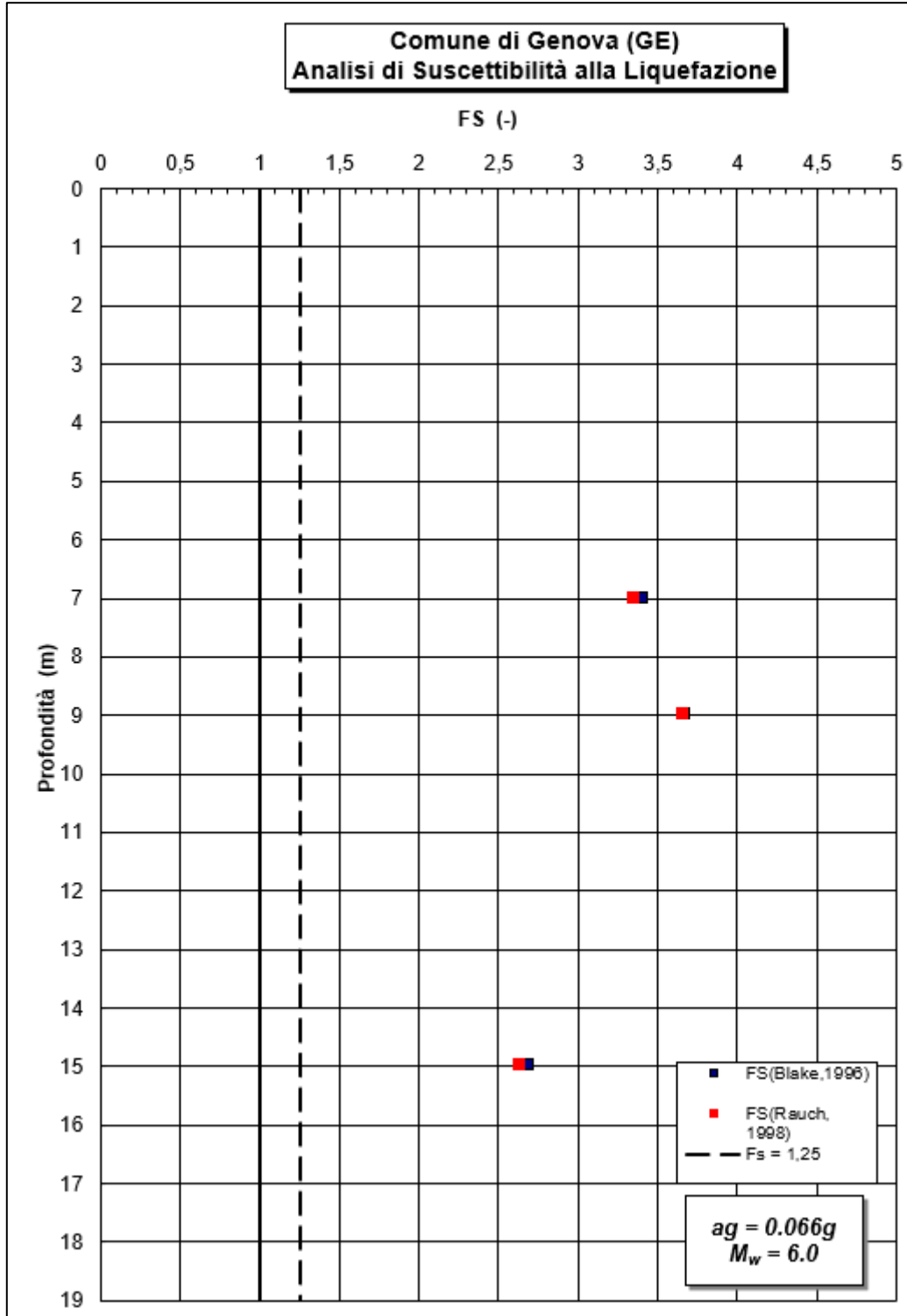
Sondaggio S2



Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710



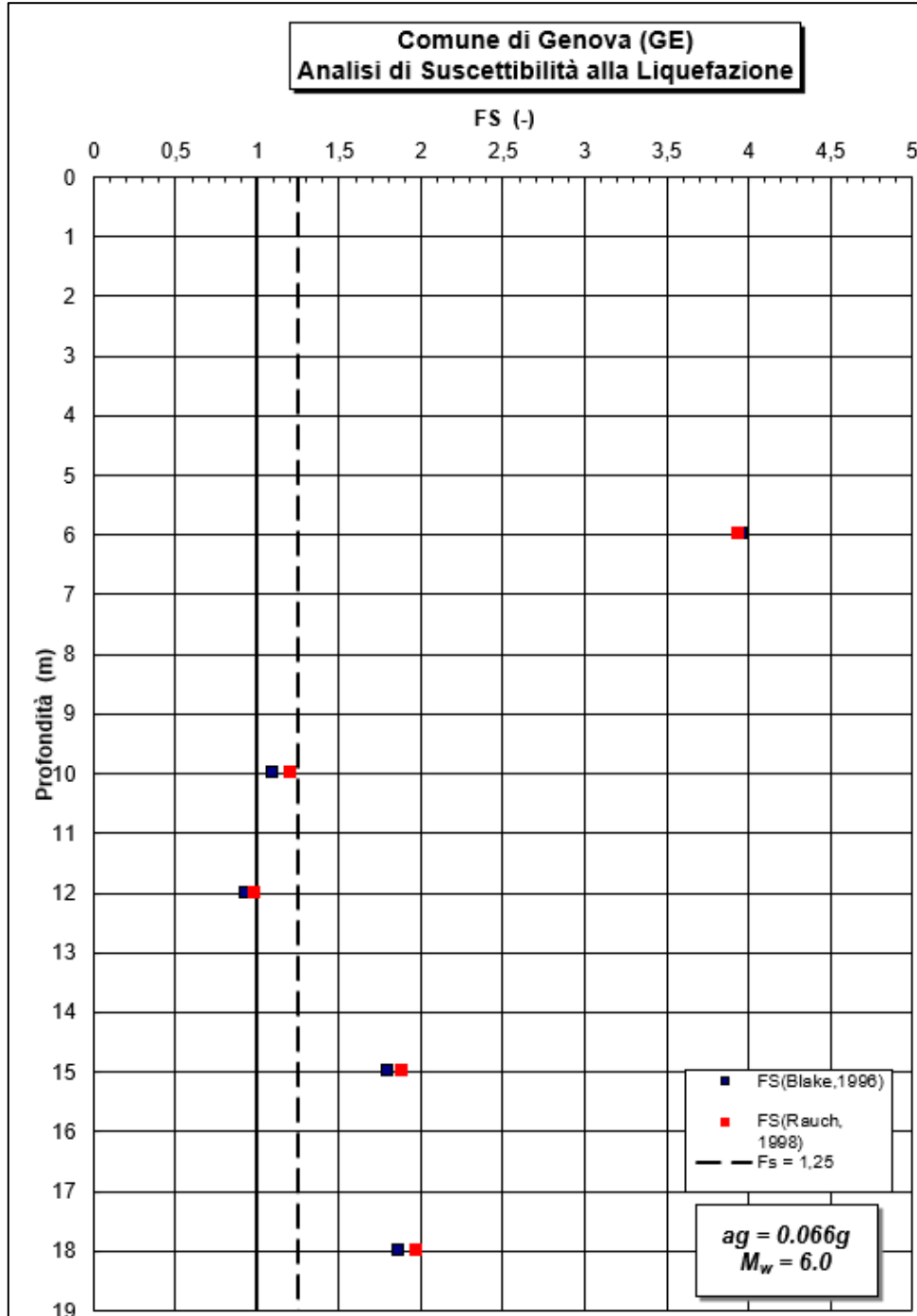
Sondaggio S3





Dott. Gabriele Anselmi
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

Sondaggio S4




I numeri di colpi maggiori di 30 non compaiono all'interno dei grafici in quanto NSPT >30 non induce suscettibilità alla liquefazione. Il terreno risulta sostanzialmente non liquefacibile. I valori di NSPT riscontrati al di sotto del riporto con bassi numeri di colpi si ritengono inficiati dalla presenza di materiale fine. Tale considerazione è supportata dall'esecuzione delle prove Pocket sulle carote provenienti dai sondaggi.



18 CONCLUSIONE

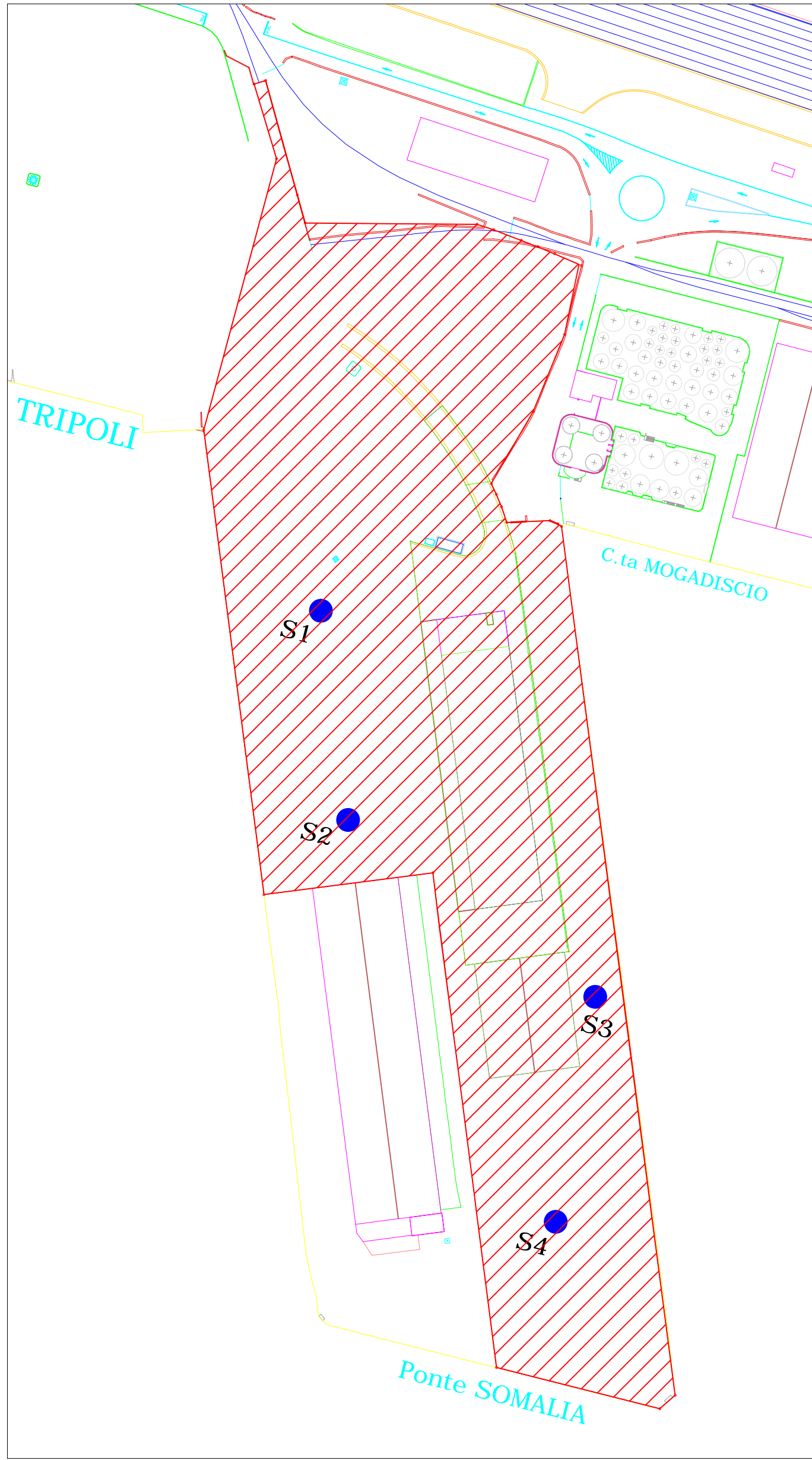
Sulla base di quanto esposto si conclude quanto segue:

- la zona indagata oggetto di intervento fa riferimento alla banchina portuale “Ponte Somalia” quindi a terreni di riempimento (riporto) costituiti da materiale grossolano rimaneggiato antropico.
- Dalle carte idrogeologiche si evince che l’area in oggetto ricade in vicinanza alle zone a permeabilità variabile (Colmate, riporti e discariche).
- L’area in oggetto è posta in vicinanza della Zona B: *Aree con suscettività d’uso parzialmente condizionata*.
- l’area si trova in vicinanza della zona classificata dalla microzonazione sismica come B5s: riporti con spessori > di 3m e acclività < di 15° (amplificazione stratigrafica).
- Nel 2024, è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:
 - N°4 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2, S3 e S4) spinti fino alla profondità massima di 30 m
 - Prove penetrometriche dinamiche SPT fino alla profondità di 18 m
 - Prelievo dei campioni per l’esecuzione delle prove geotecniche in laboratorio
 - N°1 prova geofisica Down-Hole
- Dai risultati dell’indagine Down-hole Il terreno è classificabile in **categoria C**;
- Secondo l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006 – “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” riferita all’intero territorio nazionale, il territorio comunale di Genova è classificato in **zona sismica 3** a “sismicità molto bassa”, cui corrisponde un valore massimo di a_g pari a 0,15g.
- I numeri di colpi maggiori di 30 non compaiono all’interno dei grafici in quanto $NSPT > 30$ non induce suscettibilità alla liquefazione. Il terreno risulta sostanzialmente non liquefacibile. I valori di NSPT riscontrati al di sotto del riporto con bassi numeri di colpi si ritengono inficiati dalla presenza di materiale fine. Tale considerazione è supportata dall’esecuzione delle prove Pocket sulle carote proveniente dai sondaggi.

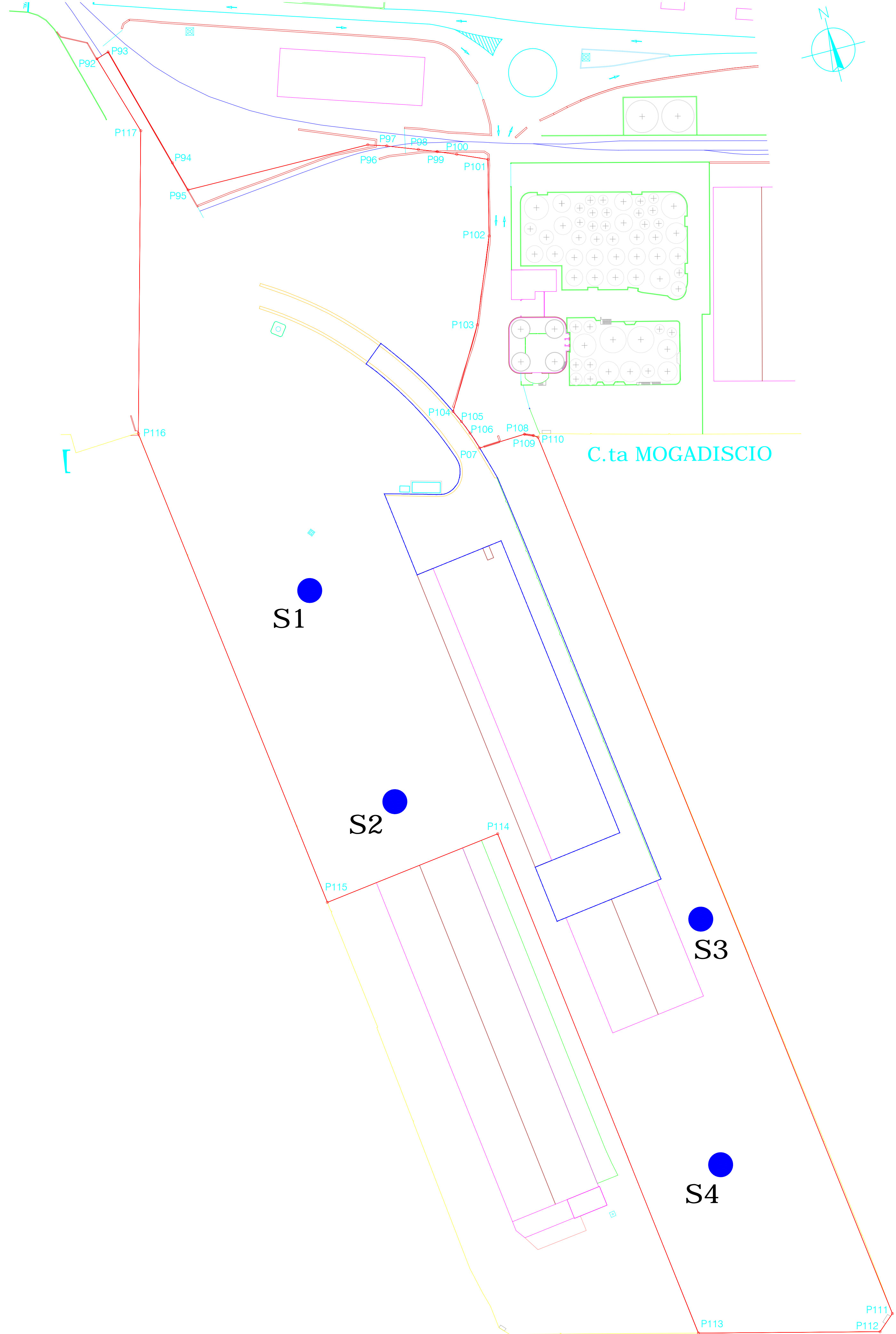
Dott. Gabriele Anselmi 
Via Roma 2,
27020 Scaldasole-PV
e-mail-gabriele.anselmi_g@libero.it
Cell.348-7012710

ALLEGATO: CAMPAGNA D'INDAGINE GEOGNOSTICA

Inquadramento - scala 1:2000



Rilievo - scala 1:1000



LEGENDA

LEGENDA	
	A Aree scoperte (A1 + A2) MQ. 54473,03 di cui :
	A Aree scoperte a terra MQ. 50139,23
	A Aree scoperte sopraelevate MQ. 4333,80
	B Area con impianti di facile rimozione (SLA) MQ. 0 di cui :
	B Sedime (SLA) MQ. 0
1) area con impianti di facile rimozione MC. 0 di cui: 2) al di sopra di m 2,70 dal piano di campagna MC. 0, al di sotto di m 2,70 dal piano di campagna MC. 0 3) al di sopra di m 2,70 dal piano di calpestio MC. 0	
	C Area con impianti di difficile rimozione (SLA) MQ. 49,88 di cui :
	C Sedime (SLA) MQ. 49,88
1) area con impianti di difficile rimozione MC. 0 di cui: 2) al di sopra di m 2,70 dal piano di campagna MC. 0, al di sotto di m 2,70 dal piano di campagna MC. 0 3) al di sopra di m 2,70 dal piano di calpestio MC. 0	
	D Area con pertinenze demaniali (SLA) MQ. 16647,18 di cui :
	D Sedime (SLA) MQ. 11319,70 di cui :
1) area con pertinenze demaniali MC. 120254,79 di cui: 2) al di sopra di m 2,70 dal piano di campagna MC. 59864,80 al di sotto di m 2,70 dal piano di campagna MC. 0 3) al di sopra di m 2,70 dal piano di calpestio MC. 3189,98	
	E Aree a terra complessive (A + B + C + D) MQ. 61508,08 di cui :
	Aree scoperte (A) MQ. 50139,23
	Aree con impianti di facile rimozione (B) MQ. 0
	Aree con impianti di difficile rimozione (C) MQ. 49,88
	Area con pertinenze demaniali (D) MQ. 11319,70
	F Specchio acque MQ. 0 di cui:
	occupato da impianti di facile rimozione MQ. 0
	occupato da impianti di difficile rimozione MQ. 0
	beni pertinenziali MQ. 0
INDICAZIONE ATTREZZATURE SPECIFICHE (ao):	

LEGENDA ESECUZIONE NUOVI SONDAGGI:

S1 - S2 - S3 - S4

ZD-001

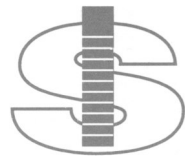
COORDINATE GAUSS BOAGA

VERTICE	NORD	EST
P92	4917258,942	1491204,249
P93	4917260,371	1491209,371
P94	4917209,450	1491223,577
P95	4917197,028	1491227,032
P96	4917196,372	1491303,666
P97	4917193,944	1491311,125
P98	4917189,210	1491323,419
P99	4917186,394	1491330,754
P100	4917183,306	1491337,241
P101	4917178,018	1491350,232
P102	4917147,250	1491342,707
P103	4917112,954	1491328,748
P104	4917080,802	1491310,031

COORDINATE GAUSS BOAGA

VERTICE	NORD	EST
P105	4917075,940	1491312,320
P106	4917070,400	1491314,580
P107	4917063,450	1491316,895
P108	4917064,284	1491336,212
P109	4917062,807	1491339,709
P110	4917061,653	1491341,350
P111	4916674,280	1491392,010
P112	4916668,305	1491385,160
P113	4916686,674	1491312,343
P114	4916907,267	1491283,988
P115	4916897,553	1491208,666
P116	4917104,686	1491181,792
P117	4917225,595	1491214,258

RICHIEDENTE: Ponte Libia palazzina uffici snc - 16149 - Genova (Ge) c.f./p.iva 01425220991		
OGGETTO: COMPENDIO DEMANIALE MARITTIMO SU PONTE SOMALIA ATTIVITA' DI STOCCAGGIO ROTABILI E MERCI VARIE		ATTO DI CONCESSIONE DEMANIALE MARITTIMA ex Art.18 legge 84/1994
LOCALIZZAZIONE : Area demaniale marittima Ponte Somalia - Porto di GENOVA		
OGGETTO TAVOLA: STRALCIO CARTOGRAFICO DI RIFERIMENTO LEGENDA CON SPECIFICHE AREA COMPLESSIVA A TERRA IN CONCESSIONE "STATO DI PROGETTO" ZD001	SCALA 1:2000 1:1000	TAVOLA N. 1B
TECNICO: Geom. ALBERTO BERTINI STUDIO TECNICO c.f. BRTLRT68L04D969A Via Giulio Tanini 35A - 16133 Genova - tel/fax 010.316.380 Email studio@albertobertini.it		firma

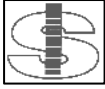


Committente: **SUPERBA s.r.l.**
Cantiere: **Ponte Somalia**

Sondaggio: **S1**
Quota caposaldo: **p.c.**

Data inizio: **09/05/2024**
Data termine: **09/05/2024**

Quote			Risultato dei sondaggi						Idrogeologia		Geotecnica				Strumentazione					Perforazione					Annotazioni		
Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza strato (m)	Stratigrafia	Campioni	Percentuale di carotaggio	Rock Quality Designation	Descrizione dei litotipi	Livello della falda	Prove di permeabilità		Prove pressiometriche tipo Menard	Standard Penetration Test	Pocket Penetrometer (kg/cm ²)	Torvane Shear Test (kg/cm ²)	Inclinometro	Tubo in PVC per Down-Hole	Piezometro A tubo aperto	Assesometro	Estensimetro	Rivestimento	Metodo e diametro	Fluido	Utensili			Computo metrico	
									LUGEON profondità e U.L.	LEFRANC profondità e K (cm/s)													Carotiere semplice Corona di Widia	Carotiere doppio Corona di Widia	Carotiere doppio Corona diamantata		
	0.00						Asfalto di colore nero.													127 mm						N° casse: 3 Rivest.(127): 15.0 m	
	0.10	1.90					Misto cementato fragile di colore da marrone a grigio.													Perforazione diametro 101 : a carotaggio continuo da 0.00 m a 15.00 m di profondità							
	3.30	7.00					Ghiaia eterogenea limosa debolmente sabbiosa di colore marrone.																				
	9.00	1.75					Ghiaia eterogenea da fine a grossolana talvolta limoso sabbiosa grigia. Livello stratigrafico addensato (valore di N _{SPT} pari a 37 a 9.00 m di profondità).				Prof.: 9.00 m 7 - 15 - 22	37															
	10.75	4.25					Sabbia medio-fine debolmente limosa con passate ghiaiose medio-fini di colore marrone-grigio. Livello stratigrafico da poco addensato a moderatamente addensato (valori di N _{SPT} pari a 11, 7 e 13 rispettivamente a 10.90 m, 12.30 m e 15.00 m di profondità).				Prof.: 10.90 m 3 - 5 - 6	11															
											Prof.: 12.30 m 2 - 2 - 5	7															
	15.00										Prof.: 15.00 m 4 - 5 - 8	13															



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **09/05/2024** Sondaggio: **S1** Prova: **1**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	9,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	9,00	Punta chiusa	<input checked="" type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input type="checkbox"/>
		Liv. Falda (m)	

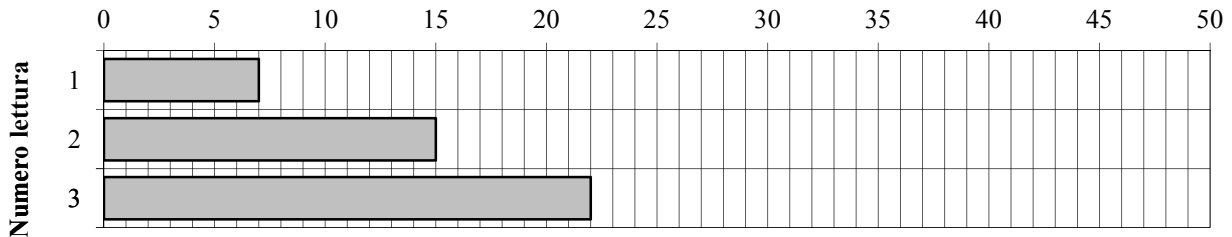
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	7		
N2	15		
N3	22		
Nspt	37	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	37		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d</small>							
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:					
		> 10 m			1,0		
		6-10 m			0,95		Coeff C1
		4-6 m			0,85		
		3-4 m			0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)			1,0		Coeff C2
		Campionatore ASTM senza portacampione			1,2		
		Diametro del foro:			1,0		Coeff C3
		65-115 mm			1,0		
		150 mm			1,05		
		200 mm			1,15		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coesione non drenata Cu [kg/cmq]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	84	1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	60	2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	85	2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
media	76	2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
Angolo di attrito Φ' [°]		3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	38,6	3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	38,1			
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	32,1			
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	42,2			
media	37,7			



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **09/05/2024** Sondaggio: **S1** Prova: **2**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **10,90** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **10,90** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

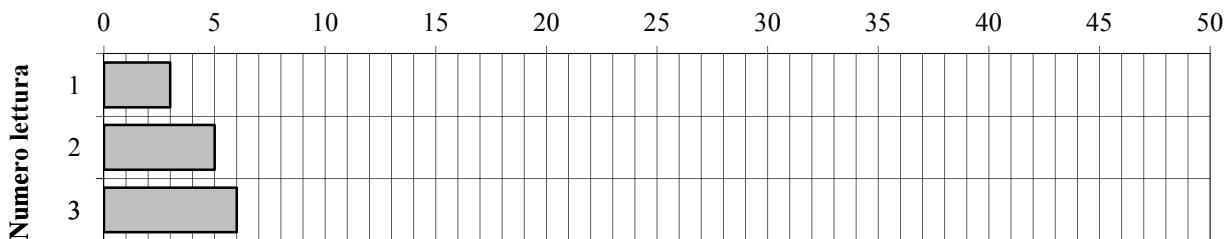
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	3		
N2	5		
N3	6		
Nspt	11	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	11		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (X)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d </small>							
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)			1,0	Coeff C2	
		Campionatore ASTM senza portacampione			1,2		
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cmq]

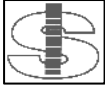
Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	43
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	30
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	45
media	39

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]

Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	27,8
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	30,3
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	27,3
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	29,8
media	28,8

2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **09/05/2024** Sondaggio: **S1** Prova: **3**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	12,30	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	12,30	Punta chiusa	<input type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input checked="" type="checkbox"/>

Liv. Falda (m)

DATI PROVA

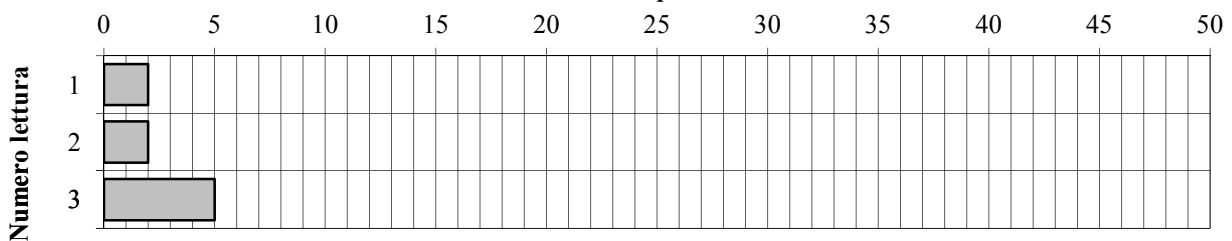
RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	2		
N2	2		
N3	5		
Nspt	7	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	7		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
Lunghezza aste:		> 10 m	1,0				
		6-10 m	0,95				
		4-6 m	0,85				
		3-4 m	0,75				
Campionatore standard (SSMGE, AGI)			1,0	Coeff C1			
Campionatore ASTM senza portacampione			1,2	Coeff C2			
Diametro del foro:		65-115 mm	1,0				
		150 mm	1,05				
		200 mm	1,15	Coeff C3			

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cmq]

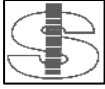
Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	33
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	22
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	35
media	30

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]

Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	25,2
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	29,1
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	25,5
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	26,8
media	26,7

2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **09/05/2024** Sondaggio: **S1** Prova: **4**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **15,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **15,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

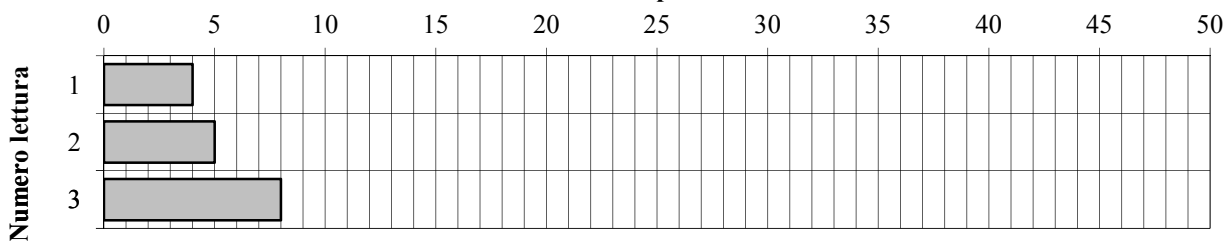
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	4		
N2	5		
N3	8		
Nspt	13	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	13		

UK, Italia	Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998). $N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2			
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	41	1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	27	2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	45	2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
media	38	2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
Angolo di attrito Φ' [°]		3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	29,0	3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	30,9		Cu=0,05(Nspt)	*
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	27,7			
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	31,1			
media	29,7			

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S1



Piazzamento Sondaggio S1



Cassetta da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta da 10.00 m a 15.00 m



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **08/05/2024** Sondaggio: **S2** Prova: **1**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	6,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	6,00	Punta chiusa	<input checked="" type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input type="checkbox"/>
		Liv. Falda (m)	

DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	4		
N2	12		
N3	18		
Nspt	30	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	29		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60

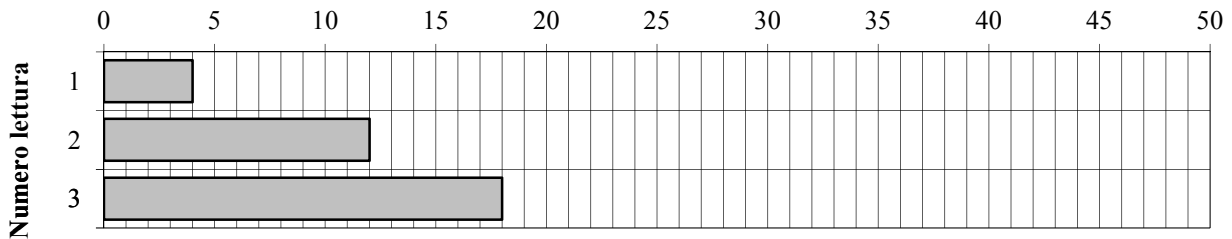
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia.
 ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d

Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).

N ₆₀ = N _{SPT} · $\frac{ER}{60}$	Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).	
	Lunghezza aste:	
	> 10 m	1,0
	6-10 m	0,95
	4-6 m	0,85
	3-4 m	0,75
	Campionatore standard (SSMGE, AGI)	1,0
	Campionatore ASTM senza portacampione	1,2
	Diametro del foro:	
	65-115 mm	1,0
	150 mm	1,05
	200 mm	1,15

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

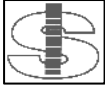
Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	84
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	66
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	83
media	78

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]

Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	35,7
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	35,6
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	31,3
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	38,9
media	35,3

2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **08/05/2024** Sondaggio: **S2** Prova: **2**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **7,50** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **7,50** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

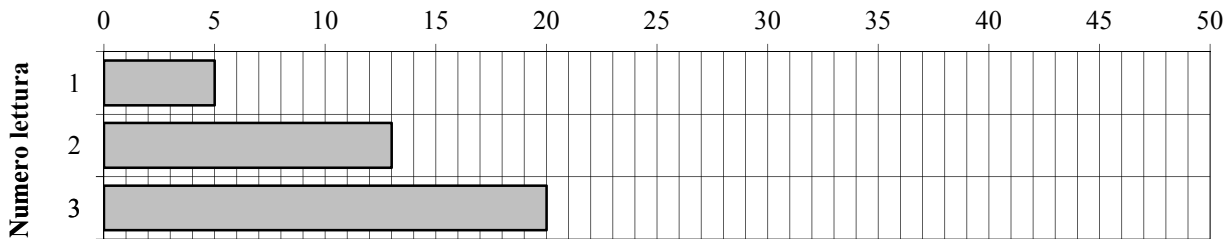
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	5		
N2	13		
N3	20		
Nspt	33	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	31		

Sollevamento		Battitura				ER (%)																												
Tipo	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d																													
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60																											
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d </small>																																		
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>																																		
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$		<table border="1"> <tr> <td>Lunghezza aste:</td> <td>> 10 m</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6-10 m</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4-6 m</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3-4 m</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>Campionatore standard (SSMGE, AGI)</td> <td></td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Campionatore ASTM senza portacampione</td> <td></td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>Diametro del foro:</td> <td>65-115 mm</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>150 mm</td> <td>1,05</td> </tr> <tr> <td></td> <td>200 mm</td> <td>1,15</td> </tr> </table>						Lunghezza aste:	> 10 m	1,0		6-10 m	0,95		4-6 m	0,85		3-4 m	0,75	Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Campionatore ASTM senza portacampione		1,2	Diametro del foro:	65-115 mm	1,0		150 mm	1,05		200 mm	1,15
Lunghezza aste:	> 10 m	1,0																																
	6-10 m	0,95																																
	4-6 m	0,85																																
	3-4 m	0,75																																
Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0																																
Campionatore ASTM senza portacampione		1,2																																
Diametro del foro:	65-115 mm	1,0																																
	150 mm	1,05																																
	200 mm	1,15																																
n.b.: Coefficienti C2=C3=1																																		

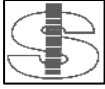
Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coesione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	82	1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	61	2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	82	2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
media	75	2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
Angolo di attrito Φ' [°]		3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	36,7	3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	36,4			
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	31,5			
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	40,0			
media	36,2			



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **08/05/2024** Sondaggio: **S2** Prova: **3**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	10,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	10,00	Punta chiusa	<input type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input checked="" type="checkbox"/>

Liv. Falda (m)

DATI PROVA

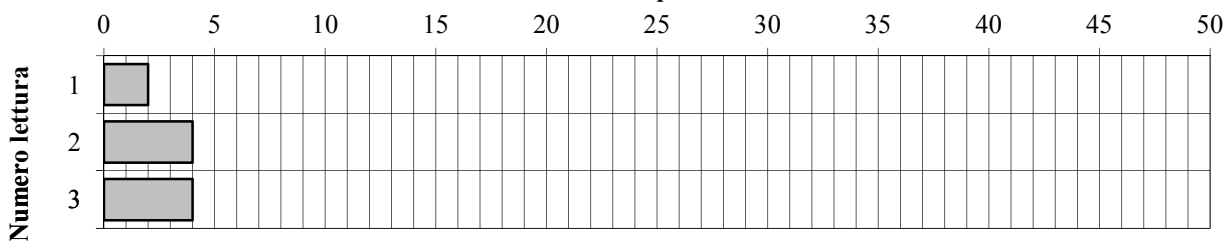
RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	2		
N2	4		
N3	4		
Nspt	8	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	8		

UK, Italia	Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d</small>							
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)			1,0	Coeff C2	
		Campionatore ASTM senza portacampione			1,2		
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



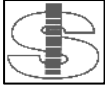
Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	38
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	27
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	40
media	35

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	26,0
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	29,4
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	26,2
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	27,6
media	27,3



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **08/05/2024** Sondaggio: **S2** Prova: **4**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	12,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	12,00	Punta chiusa	<input type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input checked="" type="checkbox"/>

Liv. Falda (m)

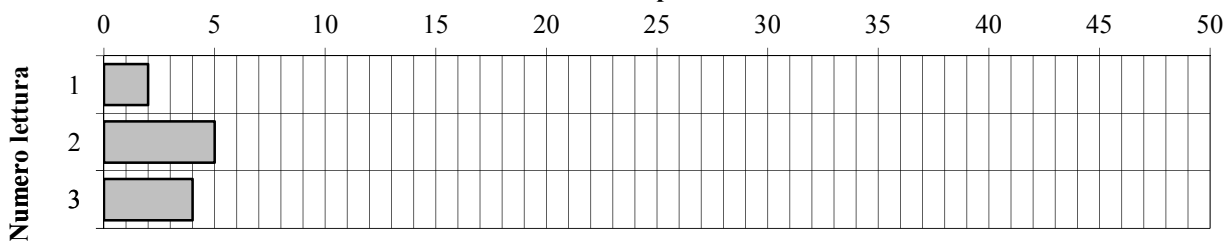
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	2		
N2	5		
N3	4		
Nspt	9	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	9		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)																																
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d																																	
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60																															
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>																																						
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$		<table border="0"> <tr> <td>Lunghezza aste:</td> <td>> 10 m</td> <td>1,0</td> <td rowspan="3">Coeff C1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6-10 m</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4-6 m</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3-4 m</td> <td>0,75</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Campionatore standard (SSMGE, AGI)</td> <td></td> <td>1,0</td> <td rowspan="2">Coeff C2</td> </tr> <tr> <td>Campionatore ASTM senza portacampione</td> <td></td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>Diametro del foro:</td> <td>65-115 mm</td> <td>1,0</td> <td rowspan="3">Coeff C3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>150 mm</td> <td>1,05</td> </tr> <tr> <td></td> <td>200 mm</td> <td>1,15</td> </tr> </table>						Lunghezza aste:	> 10 m	1,0	Coeff C1		6-10 m	0,95		4-6 m	0,85		3-4 m	0,75		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2	Campionatore ASTM senza portacampione		1,2	Diametro del foro:	65-115 mm	1,0	Coeff C3		150 mm	1,05		200 mm	1,15
Lunghezza aste:	> 10 m	1,0	Coeff C1																																			
	6-10 m	0,95																																				
	4-6 m	0,85																																				
	3-4 m	0,75																																				
Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2																																			
Campionatore ASTM senza portacampione		1,2																																				
Diametro del foro:	65-115 mm	1,0	Coeff C3																																			
	150 mm	1,05																																				
	200 mm	1,15																																				
n.b.: Coefficienti C2=C3=1																																						

Numero colpi/30 cm



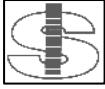
Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cmq]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	37
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	25
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	40
media	34

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	26,6
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	29,7
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	26,5
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	28,4
media	27,8



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **08/05/2024** Sondaggio: **S2** Prova: **5**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	15,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	15,00	Punta chiusa	<input type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input checked="" type="checkbox"/>

Liv. Falda (m)

DATI PROVA

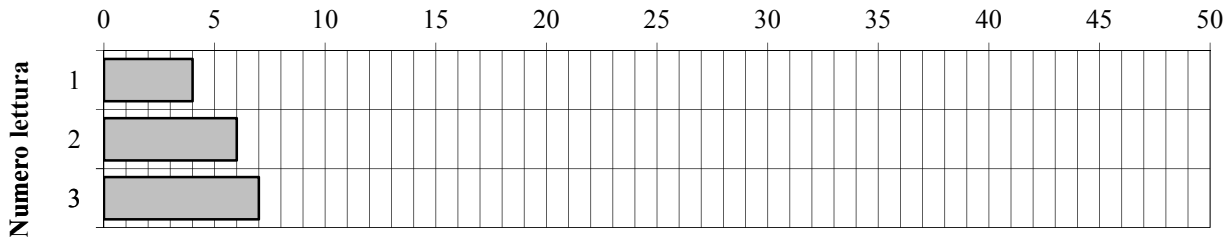
RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	4		
N2	6		
N3	7		
Nspt	13	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	13		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d</small>							
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:					
		> 10 m			1,0		
		6-10 m			0,95		Coeff C1
		4-6 m			0,85		
		3-4 m			0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)			1,0		Coeff C2
		Campionatore ASTM senza portacampione			1,2		
		Diametro del foro:			1,0		Coeff C3
		65-115 mm			1,05		
		150 mm			1,15		
		200 mm			1,15		

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	41
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	27
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	45
media	38

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	29,0
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	30,9
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	27,7
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	31,1
media	29,7

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S2



Piazzamento Sondaggio S2



Cassetta da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta da 10.00 m a 15.00 m



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **07/05/2024** Sondaggio: **S3** Prova: **1**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **5,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **5,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

DATI PROVA

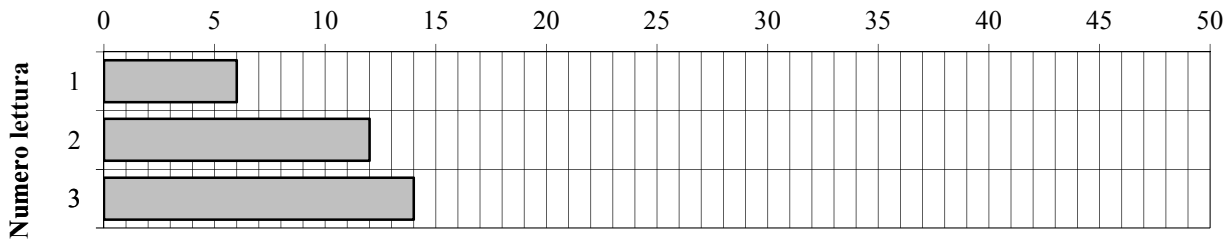
RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	6		
N2	12		
N3	14		
Nspt	26	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	22		

UK, Italia	Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998). $N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2			
		Diametro del foro: 65-115 mm		1,0	Coeff C3		
		150 mm		1,05			
		200 mm		1,15			

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

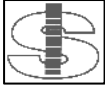
Coazione non drenata Cu [kg/cmq]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	78
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	63
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	77
media	73

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	33,2
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	33,6
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	30,4
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	36,0
media	33,3

INJECTOSOND ITALIA srl - Piazza C. Golgi 25/C - 16011 ARENZANO (GE) - tel. +390109131047



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **07/05/2024** Sondaggio: **S3** Prova: **2**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	7,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	7,00	Punta chiusa	<input checked="" type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input type="checkbox"/>
		Liv. Falda (m)	

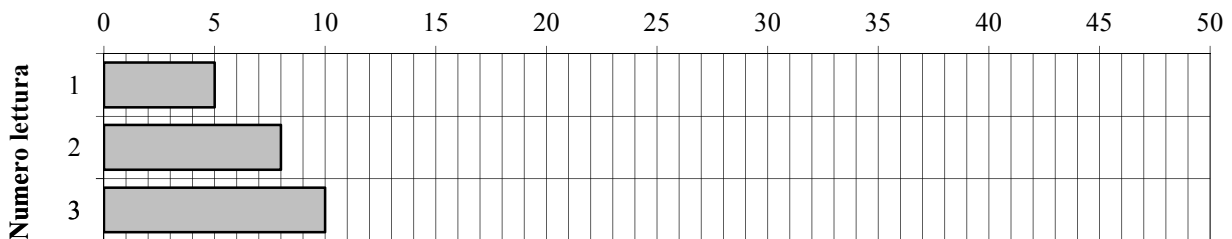
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	5		
N2	8		
N3	10		
Nspt	18	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	17		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d </small>							
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:					
		> 10 m			1,0		
		6-10 m			0,95		Coeff C1
		4-6 m			0,85		
		3-4 m			0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)			1,0		Coeff C2
		Campionatore ASTM senza portacampione			1,2		
		Diametro del foro:			1,0		Coeff C3
		65-115 mm			1,05		
		150 mm			1,15		
		200 mm			1,15		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cmq]

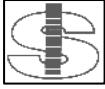
Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	62
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	47
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	63
media	57

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]

Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	31,0
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	32,1
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	29,3
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	33,5
media	31,5

2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **07/05/2024** Sondaggio: **S3** Prova: **3**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **9,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **9,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

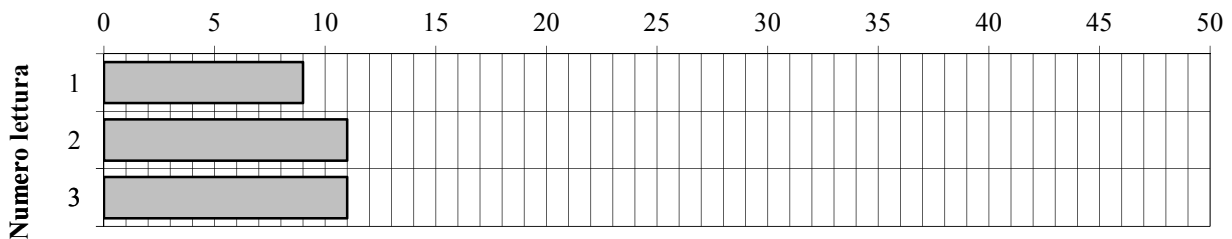
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	9		
N2	11		
N3	11		
Nspt	22	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	22		

Sollevamento		Battitura				ER (%)	
Tipo	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (X)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d </small>							
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
N ₆₀ = N _{SPT} · $\frac{ER}{60}$		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)			1,0	Coeff C2	
		Campionatore ASTM senza portacampione			1,2		
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

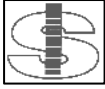
Coesione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	65
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	47
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	66
media	59

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	33,2
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	33,6
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	30,1
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	36,0
media	33,2

INJECTOSOND ITALIA srl - Piazza C. Golgi 25/C - 16011 ARENZANO (GE) - tel. +390109131047



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **07/05/2024** Sondaggio: **S3** Prova: **4**

INFORMAZIONI GENERALI

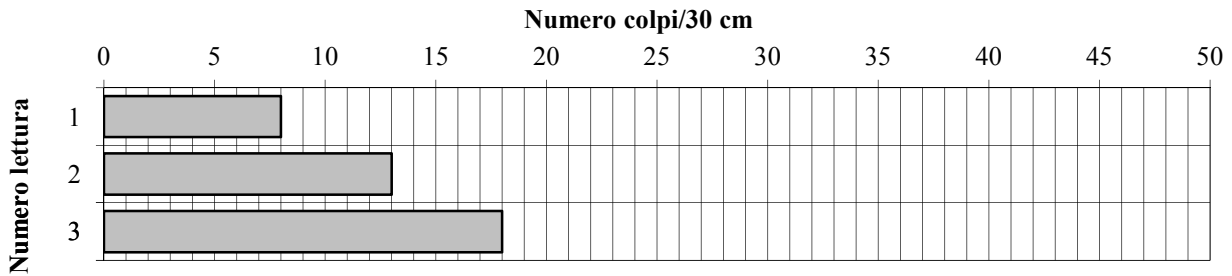
Quota prova (m): **10,50** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **10,50** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	8		
N2	13		
N3	18		
Nspt	31	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	31		

UK, Italia	Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998). $N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2			
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							



Densità Relativa Dr [%]

Coesione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	73
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	51
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	75
media	66

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	36,6
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	36,3
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	31,3
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	39,9
media	36,0



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **07/05/2024** Sondaggio: **S3** Prova: **5**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **15,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **15,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1 **3**

N2 **5**

N3 **4**

Nspt **9** Rifiuto (cm) **0**

N60_{corr} 9

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (X)	19	0,60	60

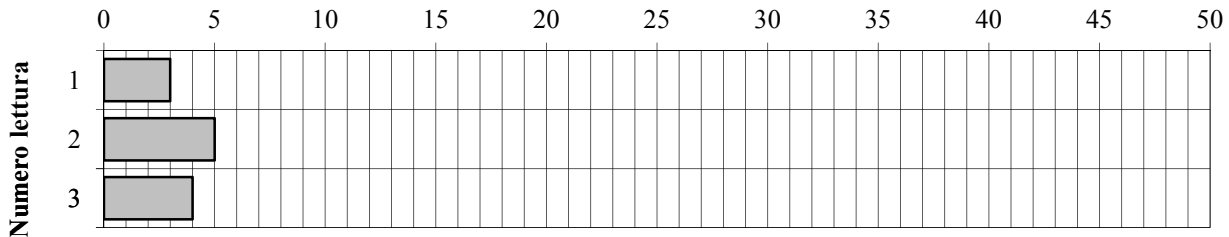
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia.
 ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d

Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{spt} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).

N ₆₀ = N _{SPT} · $\frac{ER}{60}$	Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{spt} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).
	Lunghezza aste: > 10 m 1,0
	6-10 m 0,95
	4-6 m 0,85
	3-4 m 0,75
	Campionatore standard (SSMGE, AGI) 1,0
	Campionatore ASTM senza portacampione 1,2
	Diametro del foro: 65-115 mm 1,0
	150 mm 1,05
	200 mm 1,15

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coesione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm²)
 $Dr(\%) = 21\sqrt{(Nspt/\sigma + 0.7)}$ 34

Skempton (sigma in kg/cm²)
 $\ln(Dr\%) = 0,478\ln(Nspt) - 0,262\ln(\sigma) + 2,84$ 22

Schultz & Mezembach (sigma in kPa)
 $Dr(\%) = 100\sqrt{(Nspt\sqrt{98/\sigma}) / (32 + 0,288\sigma)}$ 38

media 31

Angolo di attrito Φ' [°]

Road Bridge Specifications
 $\Phi' = \sqrt{(Nspt) + 15}$ 26,6

Japanese National Railways
 $\Phi' = (0,3 * Nspt) + 27$ 29,7

De Mello (sigma in kg/cm²)
 $\Phi' = 19 - (0,38 * \sigma) + (8,73 * \ln(Nspt))$ 26,3

Owasaki & Iwasaki
 $\Phi' = \sqrt{(20 * Nspt) + 15}$ 28,4

media 27,8

1- Terzaghi & Peck Cu=0,067(Nspt) *

2a- Sanglerat: argille media plasticità Cu=0,125(Nspt) *

2b- Sanglerat: argille limose Cu=0,1(Nspt) *

2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose Cu=0,067(Nspt) *

3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità Cu=0,025(Nspt) *

3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità

Cu=0,05(Nspt) *

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S3



Piazzamento Sondaggio S3



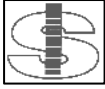
Cassetta da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta da 10.00 m a 15.00 m



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **03/05/2024** Sondaggio: **S4** Prova: **1**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **3,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **3,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

DATI PROVA

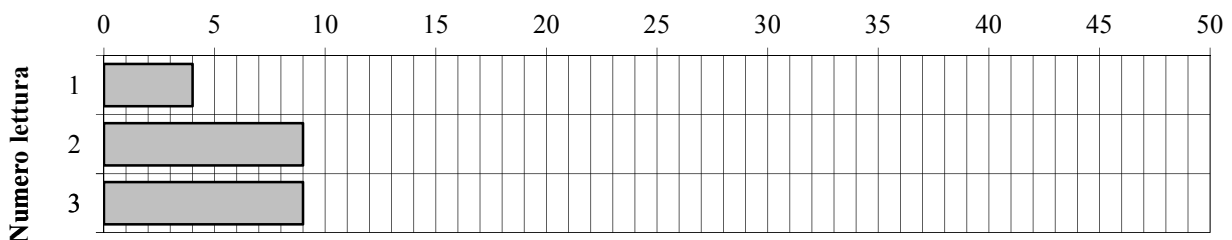
RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	4		
N2	9		
N3	9		
Nspt	18	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	14		

UK, Italia	Trip	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
		-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{spt} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998). $N_{60} = N_{spt} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2			
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	69
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	62
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	70
media	67

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	29,2
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	31,1
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	28,7
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	31,4
media	30,1

INJECTOSOND ITALIA srl - Piazza C. Golgi 25/C - 16011 ARENZANO (GE) - tel. +390109131047



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **03/05/2024** Sondaggio: **S4** Prova: **2**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	6,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	6,00	Punta chiusa	<input checked="" type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input type="checkbox"/>
		Liv. Falda (m)	

DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	4		
N2	8		
N3	11		
Nspt	19	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	18		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60

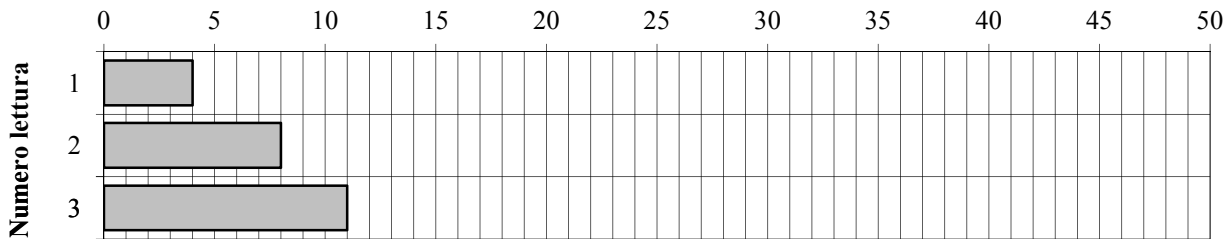
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia.
 ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d

Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).

N ₆₀ = N _{SPT} · $\frac{ER}{60}$	Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).	
	Lunghezza aste:	
	> 10 m	1,0
	6-10 m	0,95
	4-6 m	0,85
	3-4 m	0,75
	Campionatore standard (SSMGE, AGI)	1,0
	Campionatore ASTM senza portacampione	1,2
	Diametro del foro:	
	65-115 mm	1,0
	150 mm	1,05
	200 mm	1,15

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

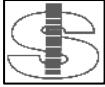
Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	67
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	52
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	67
media	62

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]

Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt)+15	31,5
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt)+27	32,4
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	29,6
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	34,0
media	31,9

2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **03/05/2024** Sondaggio: **S4** Prova: **3**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **10,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **10,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

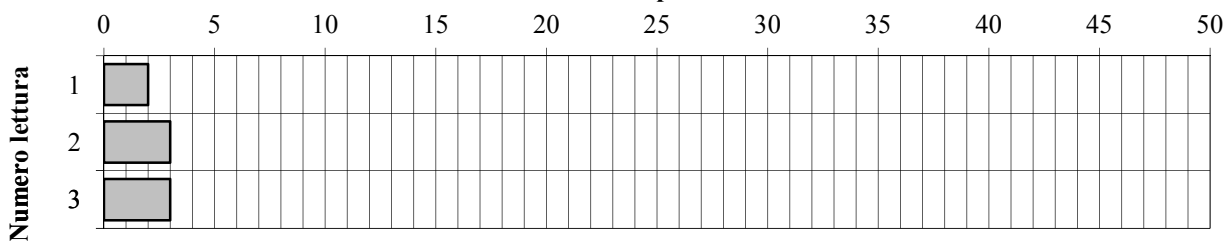
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	2		
N2	3		
N3	3		
Nspt	6	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	6		

UK, Italia	Trip	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
		-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998). $N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2			
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							

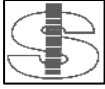
Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	33	1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	23	2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	35	2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
media	30	2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
Angolo di attrito Φ' [°]		3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	24,5	3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	28,8			
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	25,1			
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	26,0			
media	26,1			



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **03/05/2024** Sondaggio: **S4** Prova: **4**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	12,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	12,00	Punta chiusa	<input type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input checked="" type="checkbox"/>

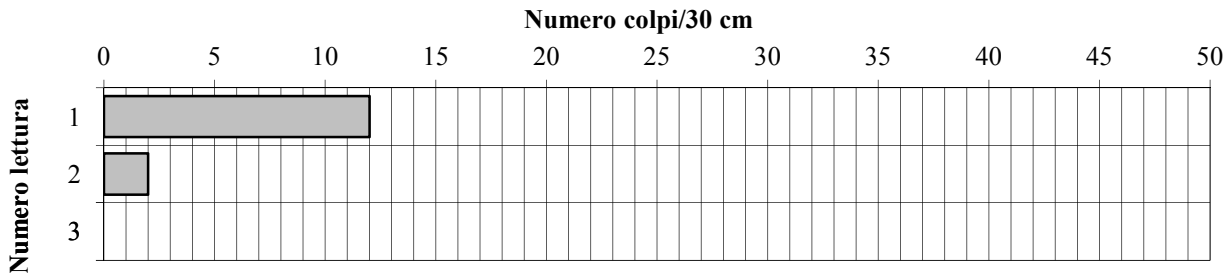
Liv. Falda (m)

DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	12		
N2	2		
N3	0		
Nspt	2	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	2		

UK, Italia	Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
	Trip	-	100	Pilcon (X)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (*) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d</small>							
<small>Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
		6-10 m		0,95			
		4-6 m		0,85			
		3-4 m		0,75			
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C1		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2	Coeff C2		
		Diametro del foro: 65-115 mm		1,0			
		150 mm		1,05			
		200 mm		1,15	Coeff C3		
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							



Densità Relativa Dr [%]

Coesione non drenata Cu [kg/cmq]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	18
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	12
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	19
media	16

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	20,5
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	27,6
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	20,8
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	21,3
media	22,6



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **03/05/2024** Sondaggio: **S4** Prova: **5**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **15,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **15,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

DATI PROVA

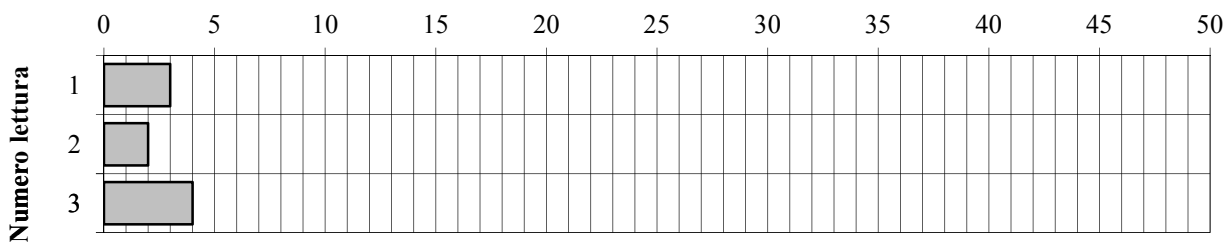
RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	3		
N2	2		
N3	4		
Nspt	6	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	6		

Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)	
	Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d		
UK, Italia	Trip	-	100	Pilcon (X)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{spt} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998). $N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:	> 10 m	1,0			
			6-10 m	0,95	Coeff C1		
			4-6 m	0,85			
			3-4 m	0,75			
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2			
		Diametro del foro:	65-115 mm	1,0			
			150 mm	1,05	Coeff C3		
			200 mm	1,15			

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

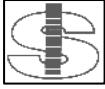
Coazione non drenata Cu [kg/cm²]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cm ²) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	28
Skempton (sigma in kg/cm ²) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	18
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	31
media	26

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	24,5
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	28,8
De Mello (sigma in kg/cm ²) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	24,8
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	26,0
media	26,0

INJECTOSOND ITALIA srl - Piazza C. Golgi 25/C - 16011 ARENZANO (GE) - tel. +390109131047



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **03/05/2024** Sondaggio: **S4** Prova: **5**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m): **15,00** Peso volume (kN/m³ stima) **18,00**
 Quota rivestimento (m): **15,00** Punta chiusa
 Diametro aste di perforazione (mm): **50** Punta aperta Liv. Falda (m)

DATI PROVA

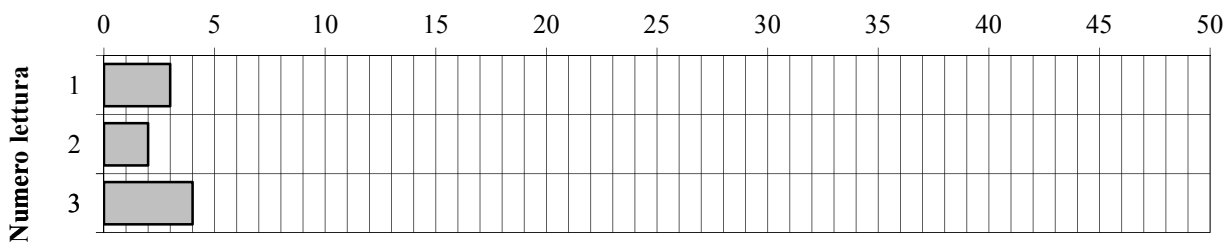
RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	3		
N2	2		
N3	4		
Nspt	6	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	6		

UK, Italia	Tipo	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
	Trip	-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER _v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η _d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER _v · η _d							
Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N _{spt} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998). $N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$							
		Lunghezza aste:		> 10 m	1,0		
				6-10 m	0,95	Coeff C1	
				4-6 m	0,85		
				3-4 m	0,75		
		Campionatore standard (SSMGE, AGI)		1,0	Coeff C2		
		Campionatore ASTM senza portacampione		1,2			
		Diametro del foro:		65-115 mm	1,0		
				150 mm	1,05	Coeff C3	
				200 mm	1,15		

n.b.: Coefficienti C2=C3=1

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

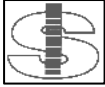
Coazione non drenata Cu [kg/cmq]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	28
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	18
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	31
media	26

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità		
	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	24,5
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	28,8
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	24,8
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	26,0
media	26,0

INJECTOSOND ITALIA srl - Piazza C. Golgi 25/C - 16011 ARENZANO (GE) - tel. +390109131047



INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

RAPPORTO PROVA SPT (Standard Penetration Test)

Norme e specifiche di riferimento: **A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana 1977**

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia** Data: **03/05/2024** Sondaggio: **S4** Prova: **6**

INFORMAZIONI GENERALI

Quota prova (m):	18,00	Peso volume (kN/m ³ stima)	18,00
Quota rivestimento (m):	18,00	Punta chiusa	<input type="checkbox"/>
Diametro aste di perforazione (mm):	50	Punta aperta	<input checked="" type="checkbox"/>

Liv. Falda (m)

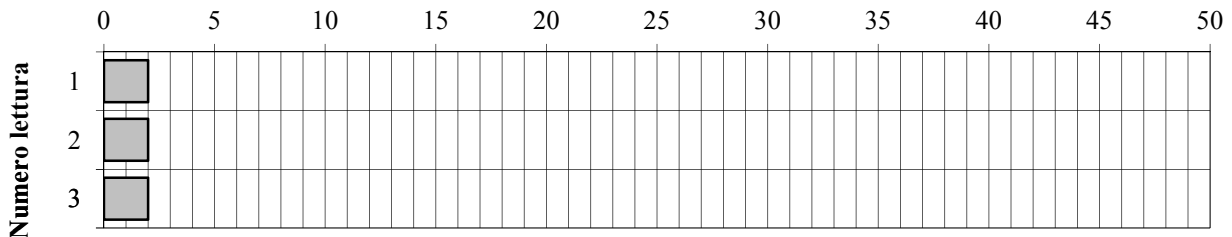
DATI PROVA

RENDIMENTO SISTEMA E CORREZIONI

N1	2		
N2	2		
N3	2		
Nspt	4	Rifiuto (cm)	0
N60_{corr}	4		

UK, Italia	Trip	Sollevamento		Battitura			ER (%)
		Cabestano (Diametro)	ER _v (%)	Maglio	Testa di battuta (kg)	η _d	
		-	100	Pilcon (S)	19	0,60	60
<small>(*) 1 giro; (**) 2 giri; (S) Tipo Senzi per l'Italia. ER_v = (Energia potenziale)/(Energia all'impatto); η_d = (Energia all'impatto)/(Energia trasmessa); ER = ER_v · η_d Tabella 2: Correzioni approssimate ai valori N_{SPT} misurati (adattata da Skempton 1986 con gli aggiornamenti di Robertson e Wride 1998).</small>							
$N_{60} = N_{SPT} \cdot \frac{ER}{60}$				Lunghezza aste: > 10 m 1,0 6-10 m 0,95 4-6 m 0,85 3-4 m 0,75 Coeff C1			
				Campionatore standard (SSMGE, AGI) 1,0 Campionatore ASTM senza portacampione 1,2 Coeff C2			
				Diametro del foro: 65-115 mm 1,0 150 mm 1,05 200 mm 1,15 Coeff C3			
n.b.: Coefficienti C2=C3=1							

Numero colpi/30 cm



Densità Relativa Dr [%]

Coazione non drenata Cu [kg/cmq]

Gibbs e Holtz (sigma in kg/cmq) Dr(%) = 21√(Nspt/σ+0.7)	21
Skempton (sigma in kg/cmq) ln(Dr%)=0,478ln(Nspt)-0,262ln(σ)+2,84	13
Schultz & Mezembach (sigma in kPa) Dr(%)=100√(Nspt√98/σ)/(32+0,288σ)	24
media	20

1- Terzaghi & Peck	Cu=0,067(Nspt)	*
2a- Sanglerat: argille media plasticità	Cu=0,125(Nspt)	*
2b- Sanglerat: argille limose	Cu=0,1(Nspt)	*
2c- Sanglerat: argille limo-sabbiose	Cu=0,067(Nspt)	*
3a- Shioi-Fukui Argille Media plasticità	Cu=0,025(Nspt)	*
3b- Shioi-Fukui Argille Alta plasticità	Cu=0,05(Nspt)	*

Angolo di attrito Φ' [°]	
Road Bridge Specifications Φ'=√(Nspt) +15	22,7
Japanese National Railways Φ'=(0,3*Nspt) +27	28,2
De Mello (sigma in kg/cmq) Φ'=19-(0,38*σ)+(8,73*Ln(Nspt))	23,0
Owasaki & Iwasaki Φ'=√(20*Nspt)+15	23,9
media	24,5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S4



Piazzamento Sondaggio S4



Cassetta da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta da 10.00 m a 15.00 m



Cassetta da 15.00 m a 20.00 m



Cassetta da 20.00 m a 25.00 m



Cassetta da 25.00 m a 30.00 m

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 13/05/2024

ANALISI GRANULOMETRICA

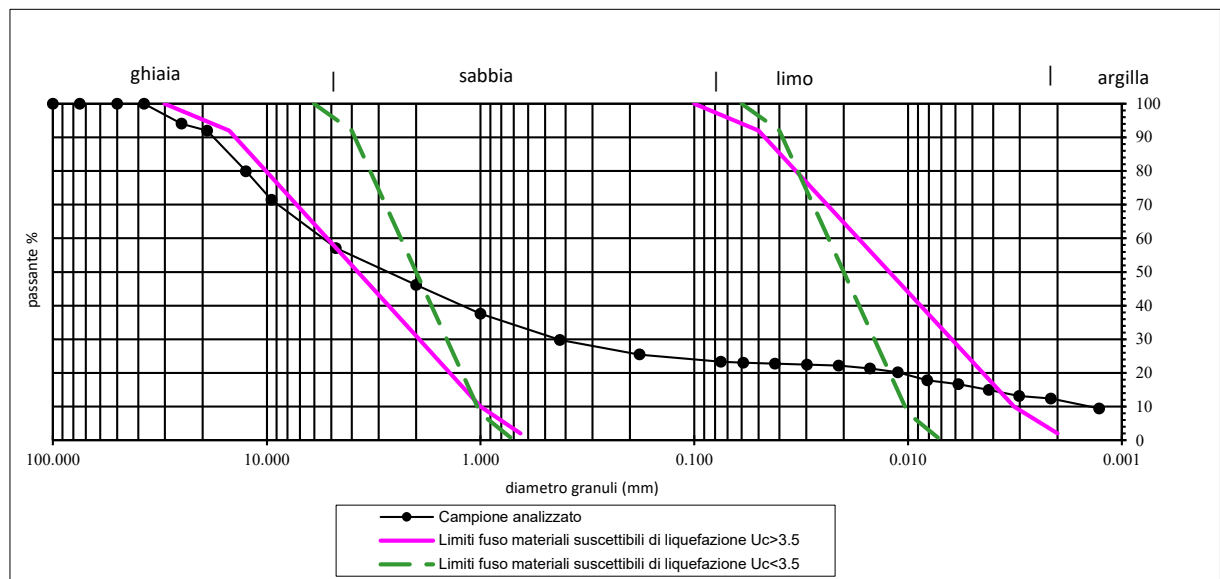
Certificato n° 1896

Committente: Superba S.r.l.	Sondaggio: S4
Cantiere: Ponte Somalia	Campione: CR1
Località: Porto di Genova	Profondità: 4.30-5.00 m
Verbale di accettazione n°: 58	Data esecuzione prova: 09-13/05/2024
Data verbale: 08/05/2024	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note:	Rep: 24/089

M (gr) = 1017.33					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00	Areometro tipo	152 H
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	Dispersivo	esametafosfato di sodio
25	60.63	5.96	5.96	94.04	Correz. dispersivo Cd	-1
19	21.06	2.07	8.03	91.97	Correz. menisco Cm	0.5
12.5	122.35	12.03	20.06	79.94	Correz. temperatura Ct	-4+0,25*T
9.50	86.81	8.53	28.59	71.41	Campione secco Psp (g)	40
4.75	145.32	14.28	42.87	57.13		
2.00	111.53	10.96	53.84	46.16		
1.00	87.52	8.60	62.44	37.56		
0.425	79.31	7.80	70.24	29.76	Peso spec.f<0,074 (Gs) =	2.72
0.180	43.70	4.30	74.53	25.47	Costante K =	1.000
0.075	22.09	2.17	76.70	23.30		
Fondo	237.01					

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	20.5	39.0	39.5	1.13	0.0590	39.63	99.08	23.08
1	20.5	38.5	39.0	1.13	0.0419	39.13	97.83	22.79
2	20.5	38.0	38.5	1.13	0.0297	38.63	96.58	22.50
4	20.5	37.5	38.0	1.13	0.0211	38.13	95.33	22.21
8	20.5	36.0	36.5	1.13	0.0151	36.63	91.58	21.34
15	20.5	34.0	34.5	1.13	0.0112	34.63	86.58	20.17
30	20.5	30.0	30.5	1.13	0.0081	30.63	76.58	17.84
60	20.5	28.0	28.5	1.13	0.0058	28.63	71.58	16.68
120	20.5	25.0	25.5	1.13	0.0042	25.63	64.08	14.93
240	20.5	22.0	22.5	1.13	0.0030	22.63	56.57	13.18
480	21.0	20.5	21.0	1.25	0.0021	21.25	53.14	12.38
1440	21.0	15.5	16.0	1.25	0.0013	16.25	40.63	9.47

Classificazione	USCS	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			42.87	33.83	11.40	11.90



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 13/05/2024

ANALISI GRANULOMETRICA

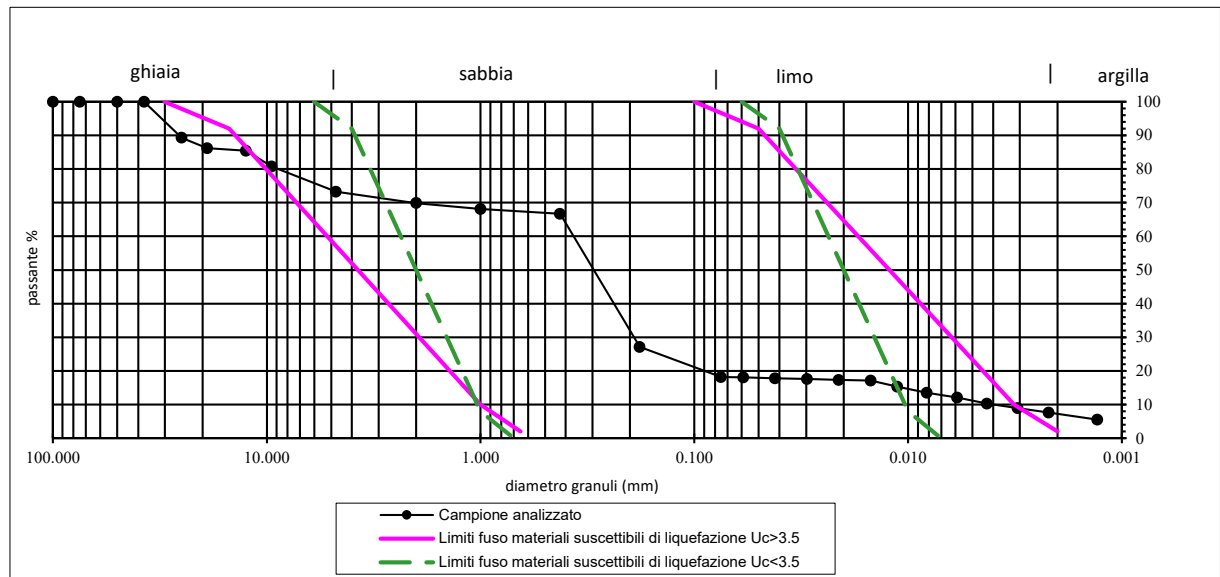
Certificato n° 1897

Committente: Superba S.r.l.	Sondaggio: S4
Cantiere: Ponte Somalia	Campione: CR2
Località: Porto di Genova	Profondità: 9.00-10.00 m
Verbale di accettazione n°: 58	Data esecuzione prova: 09-13/05/2024
Data verbale: 08/05/2024	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note:	Rep: 24/089

M (gr) = 703.08					Analisi con areometro				
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°				
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	152 H			
75	0.00	0.00	0.00	100.00					
50	0.00	0.00	0.00	100.00					
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00					
25	75.33	10.71	10.71	89.29			Areometro tipo	esametafosfato di sodio	
19	21.52	3.06	13.78	86.22			Dispersivo		
12.5	5.52	0.79	14.56	85.44			Correz. dispersivo Cd		-1
9.50	33.00	4.69	19.25	80.75			Correz. menisco Cm		0.5
4.75	52.50	7.47	26.72	73.28			Correz. temperatura Ct		-4+0,25*T
2.00	23.89	3.40	30.12	69.88			Campione secco Psp (g)	40	
1.00	12.56	1.79	31.91	68.09					
0.425	9.93	1.41	33.32	66.68			Peso spec.f<0,074 (Gs) =	2.72	
0.180	278.31	39.58	72.90	27.10			Costante K =	1.000	
0.075	62.39	8.87	81.78	18.22					
Fondo	128.13								

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	20.5	39.0	39.5	1.13	0.0590	39.63	99.08	18.06
1	20.5	38.5	39.0	1.13	0.0419	39.13	97.83	17.83
2	20.5	38.0	38.5	1.13	0.0297	38.63	96.58	17.60
4	20.5	37.5	38.0	1.13	0.0211	38.13	95.33	17.37
8	20.5	37.0	37.5	1.13	0.0150	37.63	94.08	17.15
15	20.5	33.0	33.5	1.13	0.0113	33.63	84.08	15.32
30	20.5	29.0	29.5	1.13	0.0082	29.63	74.08	13.50
60	20.5	26.0	26.5	1.13	0.0059	26.63	66.58	12.13
120	20.5	22.0	22.5	1.13	0.0043	22.63	56.57	10.31
240	20.5	19.0	19.5	1.13	0.0031	19.63	49.07	8.94
480	21.0	16.0	16.5	1.25	0.0022	16.75	41.88	7.63
1440	21.0	11.5	12.0	1.25	0.0013	12.25	30.63	5.58

Classificazione	USCS	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			26.72	55.05	11.05	7.17



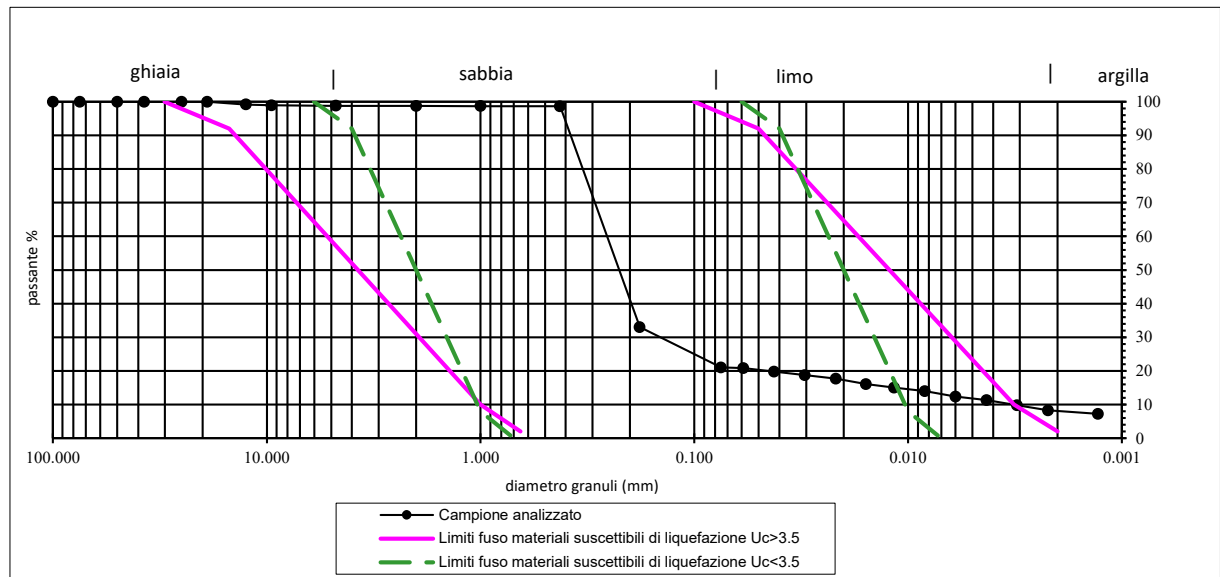
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: Superba S.r.l.	Sondaggio: S4
Cantiere: Ponte Somalia	Campione: CR3
Località: Porto di Genova	Profondità: 14.00-14.50 m
Verbale di accettazione n°: 58	Data esecuzione prova: 09-13/05/2024
Data verbale: 08/05/2024	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note:	Rep: 24/089

M (gr) = 594.29					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	152 H
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
25	0.00	0.00	0.00	100.00		
19	0.00	0.00	0.00	100.00		
12.5	4.94	0.83	0.83	99.17		
9.50	1.45	0.24	1.08	98.92		
4.75	0.81	0.14	1.21	98.79		
2.00	0.31	0.05	1.26	98.74		
1.00	0.25	0.04	1.31	98.69		
0.425	0.37	0.06	1.37	98.63		
0.180	389.85	65.60	66.97	33.03		
0.075	71.25	11.99	78.96	21.04		
Fondo	125.06					
					Peso spec.f<0,074 (Gs) = 2.72	
					Costante K = 1.000	

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	20.5	39.0	39.5	1.13	0.0590	39.63	99.08	20.85
1	20.5	37.0	37.5	1.13	0.0424	37.63	94.08	19.80
2	20.5	35.0	35.5	1.13	0.0304	35.63	89.08	18.75
4	20.5	33.0	33.5	1.13	0.0218	33.63	84.08	17.69
8	20.5	30.0	30.5	1.13	0.0157	30.63	76.58	16.11
15	20.5	28.0	28.5	1.13	0.0116	28.63	71.58	15.06
30	20.5	26.0	26.5	1.13	0.0083	26.63	66.58	14.01
60	20.5	23.0	23.5	1.13	0.0060	23.63	59.07	12.43
120	20.5	21.0	21.5	1.13	0.0043	21.63	54.07	11.38
240	20.5	18.0	18.5	1.13	0.0031	18.63	46.57	9.80
480	21.0	15.0	15.5	1.25	0.0022	15.75	39.38	8.29
1440	21.0	13.0	13.5	1.25	0.0013	13.75	34.38	7.24

Classificazione	USCS	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			1.21	77.74	13.00	8.04



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 13/05/2024

ANALISI GRANULOMETRICA

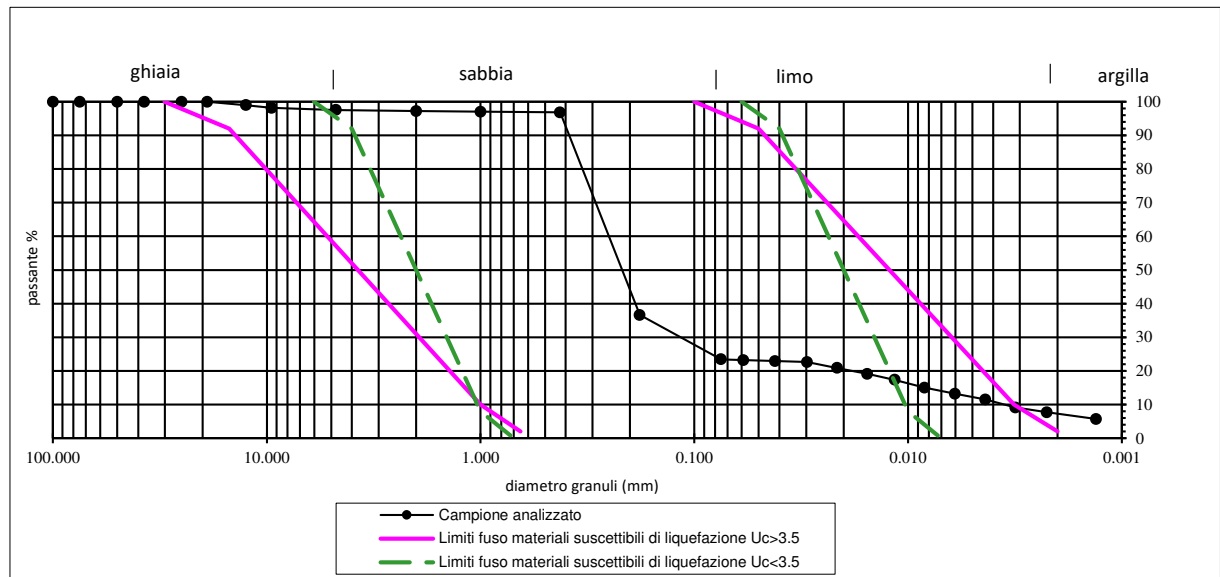
Certificato n° 1899

Committente: Superba S.r.l.	Sondaggio: S4
Cantiere: Ponte Somalia	Campione: CR4
Località: Porto di Genova	Profondità: 18.50-19.00 m
Verbale di accettazione n°: 58	Data esecuzione prova: 09-13/05/2024
Data verbale: 08/05/2024	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note:	Rep: 24/089

M (gr) = 466.43					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	152 H
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
25	0.00	0.00	0.00	100.00		
19	0.00	0.00	0.00	100.00		
12.5	4.77	1.02	1.02	98.98		
9.50	3.71	0.80	1.82	98.18		
4.75	2.92	0.63	2.44	97.56		
2.00	1.63	0.35	2.79	97.21		
1.00	0.78	0.17	2.96	97.04		
0.425	0.79	0.17	3.13	96.87		
0.180	280.91	60.23	63.36	36.64		
0.075	61.46	13.18	76.53	23.47		
Fondo	109.46					
					Areometro tipo	esametatafosfato di sodio
					Dispersivo	Cd
					Correz. dispersivo	Cm
					Correz. menisco	Ct
					Correz. temperatura	Psp (g)
					Peso spec. f<0,074 (Gs) =	Costante K =

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	20.5	39.0	39.5	1.13	0.0590	39.63	99.08	23.25
1	20.5	38.5	39.0	1.13	0.0419	39.13	97.83	22.96
2	20.5	38.0	38.5	1.13	0.0297	38.63	96.58	22.67
4	20.5	35.0	35.5	1.13	0.0215	35.63	89.08	20.91
8	20.5	32.0	32.5	1.13	0.0155	32.63	81.58	19.14
15	20.5	29.0	29.5	1.13	0.0116	29.63	74.08	17.38
30	20.5	25.0	25.5	1.13	0.0084	25.63	64.08	15.04
60	20.5	22.0	22.5	1.13	0.0060	22.63	56.57	13.28
120	20.5	19.0	19.5	1.13	0.0044	19.63	49.07	11.52
240	20.5	15.0	15.5	1.13	0.0031	15.63	39.07	9.17
480	21.0	12.5	13.0	1.25	0.0022	13.25	33.13	7.78
1440	21.0	9.0	9.5	1.25	0.0013	9.75	24.38	5.72

Classificazione	USCS	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			2.44	74.09	16.24	7.23



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 13/05/2024

ANALISI GRANULOMETRICA

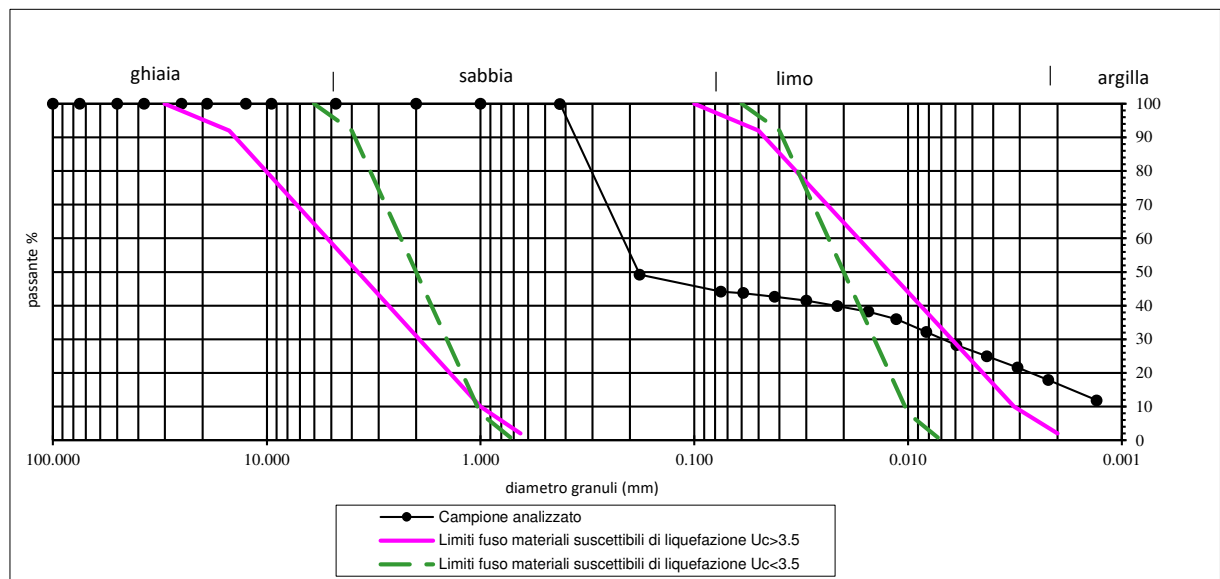
Certificato n° 1900

Committente: Superba S.r.l.	Sondaggio: S4
Cantiere: Ponte Somalia	Campione: CR5
Località: Porto di Genova	Profondità: 24.00-24.50 m
Verbale di accettazione n°: 58	Data esecuzione prova: 09-13/05/2024
Data verbale: 08/05/2024	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note:	Rep: 24/089

M (gr) = 371.48					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	152 H
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
25	0.00	0.00	0.00	100.00		
19	0.00	0.00	0.00	100.00		
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
4.75	0.00	0.00	0.00	100.00		
2.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1.00	0.13	0.03	0.03	99.97		
0.425	0.22	0.06	0.09	99.91		
0.180	188.30	50.69	50.78	49.22		
0.075	18.88	5.08	55.87	44.13		
Fondo	163.95					
					Peso spec.f<0,074 (Gs) =	2.72
					Costante K =	1.000

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	20.5	39.0	39.5	1.13	0.0590	39.63	99.08	43.73
1	20.5	38.0	38.5	1.13	0.0420	38.63	96.58	42.63
2	20.5	37.0	37.5	1.13	0.0300	37.63	94.08	41.52
4	20.5	35.5	36.0	1.13	0.0214	36.13	90.33	39.87
8	20.5	34.0	34.5	1.13	0.0153	34.63	86.58	38.21
15	20.5	32.0	32.5	1.13	0.0113	32.63	81.58	36.00
30	20.5	28.5	29.0	1.13	0.0082	29.13	72.83	32.14
60	20.5	25.0	25.5	1.13	0.0059	25.63	64.08	28.28
120	20.5	22.0	22.5	1.13	0.0043	22.63	56.57	24.97
240	20.5	19.0	19.5	1.13	0.0031	19.63	49.07	21.66
480	21.0	15.5	16.0	1.25	0.0022	16.25	40.63	17.93
1440	21.0	10.0	10.5	1.25	0.0013	10.75	26.88	11.86

Classificazione	USCS	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0.00	55.87	27.61	16.53



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 13/05/2024

ANALISI GRANULOMETRICA

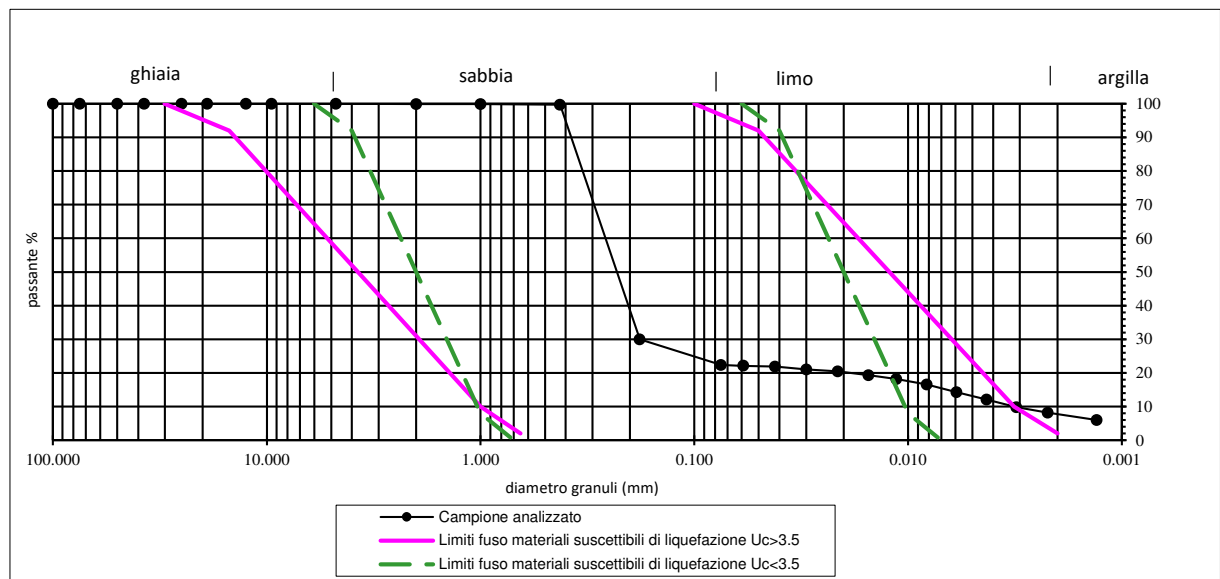
Certificato n° 1901

Committente: Superba S.r.l.	Sondaggio: S4
Cantiere: Ponte Somalia	Campione: CR6
Località: Porto di Genova	Profondità: 28.50-29.00 m
Verbale di accettazione n°: 58	Data esecuzione prova: 09-13/05/2024
Data verbale: 08/05/2024	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note:	Rep: 24/089

M (gr) = 555.93					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00	Areometro tipo	152 H
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	Dispersivo	esametafosfato di sodio
25	0.00	0.00	0.00	100.00	Correz. dispersivo Cd	-1
19	0.00	0.00	0.00	100.00	Correz. menisco Cm	0.5
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00	Correz. temperatura Ct	-4+0,25*T
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Campione secco Psp (g)	40
4.75	0.32	0.06	0.06	99.94		
2.00	0.16	0.03	0.09	99.91		
1.00	0.17	0.03	0.12	99.88		
0.425	0.92	0.17	0.28	99.72	Peso spec.f<0,074 (Gs) =	2.72
0.180	387.71	69.74	70.02	29.98	Costante K =	1.000
0.075	42.43	7.63	77.66	22.34		
Fondo	124.22					

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	20.5	39.0	39.5	1.13	0.0590	39.63	99.08	22.14
1	20.5	38.5	39.0	1.13	0.0419	39.13	97.83	21.86
2	20.5	37.0	37.5	1.13	0.0300	37.63	94.08	21.02
4	20.5	36.0	36.5	1.13	0.0213	36.63	91.58	20.46
8	20.5	34.0	34.5	1.13	0.0153	34.63	86.58	19.35
15	20.5	32.0	32.5	1.13	0.0113	32.63	81.58	18.23
30	20.5	29.0	29.5	1.13	0.0082	29.63	74.08	16.55
60	20.5	25.0	25.5	1.13	0.0059	25.63	64.08	14.32
120	20.5	21.0	21.5	1.13	0.0043	21.63	54.07	12.08
240	20.5	17.0	17.5	1.13	0.0031	17.63	44.07	9.85
480	21.0	14.0	14.5	1.25	0.0022	14.75	36.88	8.24
1440	21.0	10.0	10.5	1.25	0.0013	10.75	26.88	6.01

Classificazione	USCS	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0.06	77.60	14.66	7.69





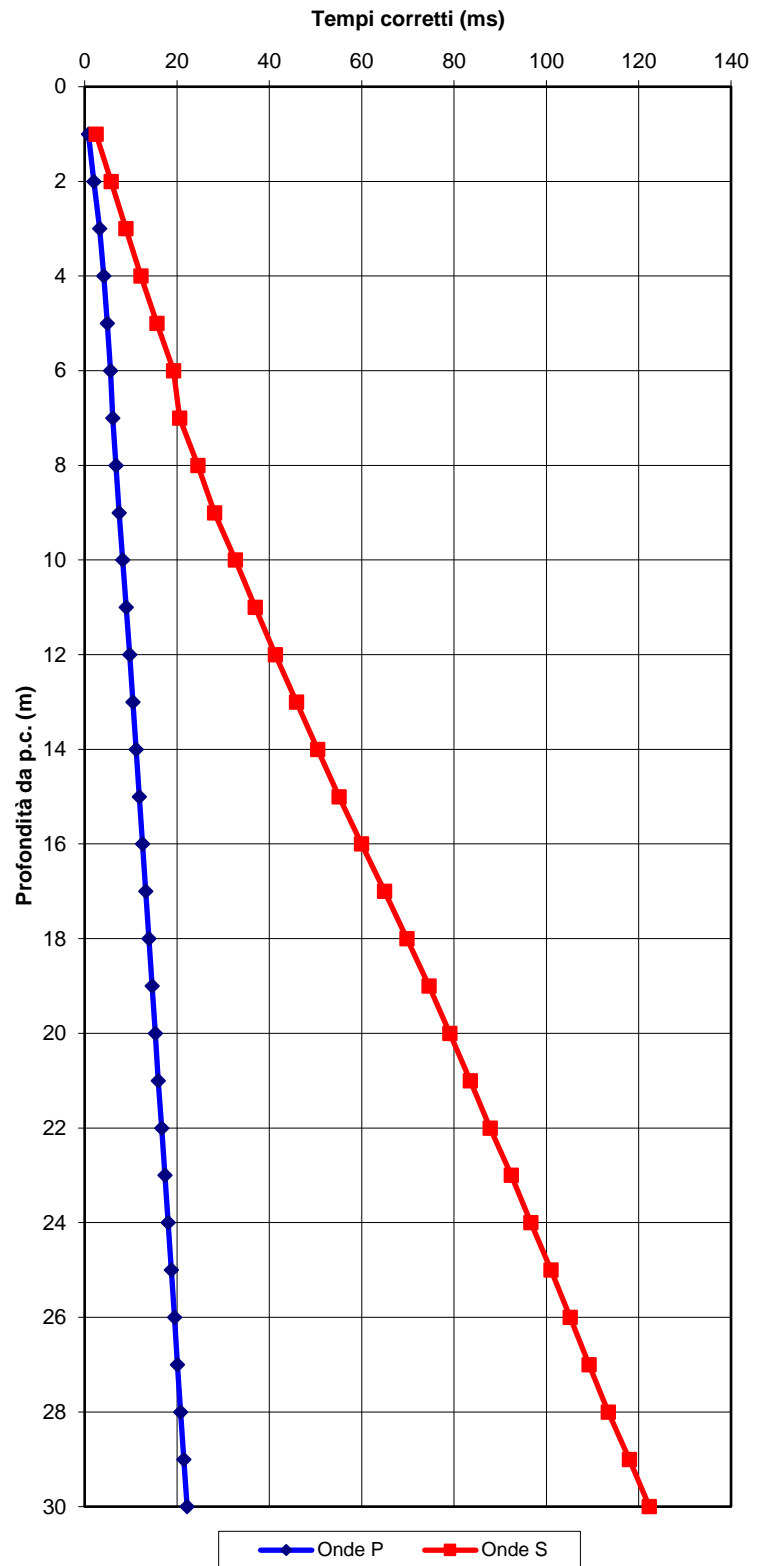
PROVA DOWN-HOLE

Committente: **SUPERBA s.r.l.**

Località: **Ponte Somalia**

S4

Scoppio	Tempi			
	Tp	Tp corretto	Ts	Ts corretto
(n°)	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)
1	3.35	0.81	3.50	2.47
2	4.45	1.99	6.40	5.72
3	5.35	3.21	9.41	8.93
4	5.86	4.14	12.53	12.16
5	6.28	4.90	15.98	15.67
6	6.73	5.60	19.52	19.25
7	6.97	6.05	20.77	20.56
8	7.55	6.75	24.75	24.56
9	8.20	7.49	28.33	28.16
10	8.83	8.20	32.80	32.64
11	9.54	8.97	37.12	36.97
12	10.26	9.73	41.45	41.31
13	10.90	10.42	46.03	45.89
14	11.56	11.12	50.58	50.45
15	12.24	11.83	55.20	55.08
16	12.92	12.53	60.07	59.95
17	13.59	13.23	65.05	64.94
18	14.25	13.91	69.92	69.81
19	14.92	14.60	74.66	74.56
20	15.58	15.28	79.18	79.08
21	16.25	15.96	83.62	83.53
22	16.93	16.66	87.94	87.85
23	17.62	17.36	92.51	92.42
24	18.31	18.06	96.72	96.64
25	18.98	18.74	101.05	100.97
26	19.66	19.43	105.21	105.13
27	20.33	20.11	109.33	109.26
28	21.02	20.81	113.48	113.41
29	21.71	21.51	118.05	117.98
30	22.39	22.19	122.38	122.31

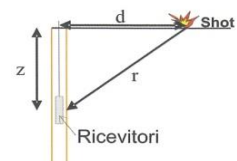


Legenda

Tp	Tempi di primo arrivo onde p
Ts	Tempi di primo arrivo onde s
Tp corretto	Tempi corretti onde p
Ts corretto	Tempi corretti onde s

Calcolo correzione tempi

$$t_{\text{corretto}} = (z/r)t = [z / (z^2 + d^2)^{1/2}] t$$



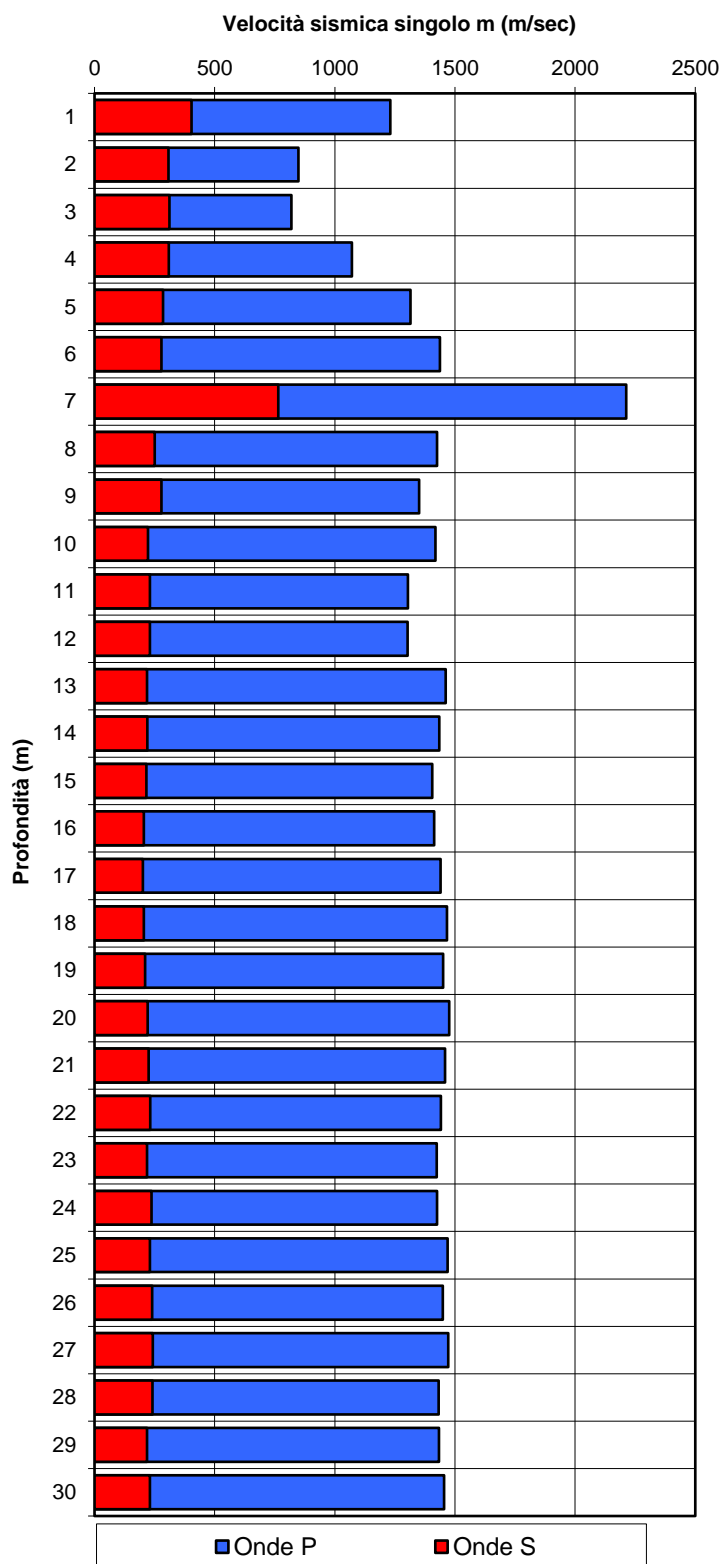


PROVA DOWN-HOLE

Committente: **SUPERBA s.r.l.**
Località: **Ponte Somalia**

S4

Scoppio	Velocità			
	Vp	Vp/m	Vs	Vs/m
(n°)	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)
1	1231	1231	404	404
2	1005	849	349	308
3	935	820	336	312
4	965	1071	329	310
5	1020	1315	319	285
6	1071	1437	312	279
7	1157	2213	340	765
8	1185	1426	326	250
9	1201	1351	320	278
10	1220	1418	306	223
11	1227	1303	298	231
12	1233	1302	291	230
13	1248	1461	283	218
14	1260	1434	277	219
15	1268	1405	272	216
16	1277	1413	267	205
17	1285	1440	262	201
18	1294	1466	258	205
19	1301	1451	255	211
20	1309	1476	253	221
21	1316	1459	251	225
22	1321	1441	250	231
23	1325	1423	249	219
24	1329	1426	248	237
25	1334	1469	248	231
26	1338	1450	247	240
27	1343	1472	247	243
28	1346	1432	247	241
29	1348	1433	246	219
30	1352	1455	245	231



Legenda

Vp Velocità onde p calcolate da p.c.
Vs Velocità onde s calcolate da p.c.
Vp/m Velocità onde p calcolata su singolo metro
Vs/m Velocità onde s calcolata su singolo metro

Calcolo velocità Vp Vs

$Vp = (z/Tp \text{ corretto}) * 1000$
 $Vs = (z/Ts \text{ corretto}) * 1000$
Calcolo velocità V/m alla profondità z
 $V/m_z = 1/(T_{\text{corretto}_z} - T_{\text{corretto}_{z-1}}) * 1000$

