



COMUNE DI SCARLINO PROVINCIA DI GROSSETO

VARIANTE AL SISTEMA DI COLLEGAMENTO VIARIO CON LA STRADA S.P. 158 "DELLE COLLACCHIE" E CON LA RETE VIARIA COMUNALE E PROVINCIALE IN LOC. PUNTONE



RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA ESECUTIVA

Committenti: Residenze Baia Scarlino S.r.l.

Progettista: Ing. Simone Guidoni

Studio Geologico

Dr. Geol. Fabrizio Fanciulletti

Dr. Geol. Lorenzo Fanciulletti

Dr. Claudio Petroni

Marzo 2020

STUDIO TECNICO DI PROFESSIONISTI



Dr.ssa Chimico S. Fanciulletti

Dr. Geologo L. Fanciulletti

**PROGETTAZIONE, AMBIENTE E
SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO**

Via dell'Industria 974 - 58022 - Follonica (GR) - Tel. 0566 216224
Cel. 329 1322355 - l.fanciulletti@gmail.com - www.studiostalf.net



Dr. Geol. F. Fanciulletti
Dr.ssa Arch. L. Macii

Via Meucci 4 - 58022 - Follonica (GR)
Tel/Fax 0566 090075 - Cell. 3386281063
studiostalf@gmail.com - www.studiostalf.net

Sommario

0. Premessa.....	5
1. Ubicazione e consistenza degli interventi	5
2. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico.....	9
3. Vincolistica sovraordinata.....	12
4. Strumenti di pianificazione comunale.....	14
5. Modellazione geotecnica e sismica.....	15
5.1 Studio 2014 – Sondaggi geognostici, analisi di laboratorio, SPT.....	18
5.2 Studio 2014 – Prove penetrometriche dinamiche DPSH.....	28
5.3 Studio 2014 – Indagine sismica con metodologia MASW.....	31
5.4 Indagini ambientali 2016-2019 – Sondaggio ambientale C.9.....	33
5.5 Modello geotecnico e parametri caratteristici.....	33
5.6 Modello sismico e categoria sismica di suolo.....	34
6. Conclusioni.....	35

Appendici

- Fotografie cassette catalogatrici Sondaggi S.1 ed S.2 – 2014
- Certificati di laboratorio geotecnico campioni – 2014
- Elaborazione prove S.P.T. 2014
- Elaborazione prove penetrometriche DPSH – 2014
- Elaborazione prove DPSH – 2014
- Relazione MASW - 2014

0. Premessa

Il presente studio, commissionato dalla ditta Residenze Baia Scarlino S.r.l. è finalizzato alla valutazione della fattibilità geologica ed alla ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico del volume significativo di terreno interessato dal progetto per la realizzazione della “Variante al sistema di collegamento viario con la strada S.P. 158 -Delle Collacchie- e con la rete viaria comunale e provinciale in loc. Puntone”.

Lo studio è redatto in ottemperanza alle vigenti norme in materia di governo del territorio, sia al punto di vista urbanistico ed ambientale, sia dal punto di vista della progettazione edilizia e sismica. Di seguito si riporta il quadro normativo di riferimento:

- L.R.T. n. 65/2014 e ss.mm.ii. - *Norme per il governo del territorio*;
- D.P.G.R. n. 36/R/2009 ss.mm.ii. - *Disciplina sulla modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico*;
- D.P.G.R. n. 53/R/2011 - *Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche*;
- D.M. 17.01.2018 - *Norme Tecniche per le Costruzioni*;
- OPCM n° 3519/2006 - *Classificazione di pericolosità sismica del territorio nazionale*;
- DGRT n. 421 del 26/05/2014 - *Classificazione sismica dei comuni della Regione Toscana*;
- R.D. 3267/1923 - *Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*;
- L.R. 39/2000 - *Legge Forestale della Toscana*;
- D.P.G.R. 48/R/2003 ss.mm.ii - *Regolamento di Attuazione della Legge Forestale della Toscana*;
- D.lgs 152/06 e ss.mm.ii - *Testo Unico in materia ambientale*
- L.R. 41/2018 - *Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua*;

Il presente elaborato comprende le indagini geologiche necessarie per la valutazione di fattibilità ai fini del Vincolo Idrogeologico (art. 75 del D.P.G.R. 43/R/2003 ss.mm.ii.).

Il presente elaborato presenta carattere esecutivo (ai sensi del D.M. 17.01.20158) e pertanto può essere considerato valido ai fini del deposito delle indagini presso i competenti uffici del Genio Civile.

1. Ubicazione e consistenza degli interventi

L'area di intervento è ubicata in loc. Puntone, ed interessa l'area di pertinenza della S.P. 58 “Delle Collacchie”, nel tratto a Sud rispetto all'attraversamento della stessa sul F. Fiumara, per una lunghezza di ca. 300-350 m.

L'area è ricompresa nel foglio 318100 alla scala 1:10000 (anno 2010) e nella sezione 32508 alla scala 1:2000 della Carta Tecnica Regionale Regione Toscana. Di seguito al testo si riporta un estratto con l'ubicazione dell'area di intervento. Per maggiori dettagli circa la corretta definizione delle aree di intervento si rimanda alla documentazione tecnico-progettuale redatta a cura del progettista Ing. Simone Guidoni, della quale si riportano alcuni passaggi e stralci di seguito.

[...] L'intervento consiste nel rivedere il sistema viario in Località Puntone del Comune di Scarlino, mediante la realizzazione di alcune opere per consentire un migliore smistamento delle diverse correnti di traffico da Castiglione della Pescaia a Follonica e viceversa (traffico costiero) e dalle aree dell'entroterra e da/per il Porto turistico. [...]

[...]

LOTTO A) Rotatoria incrocio tra la S.P. 158 e la S.P. 60 e riqualificazione Piazza Dani. "breve termine"

LOTTO B) Intersezione a raso con via della Dogana e realizzazione sottopasso ciclopeditone. "medio termine". [...]

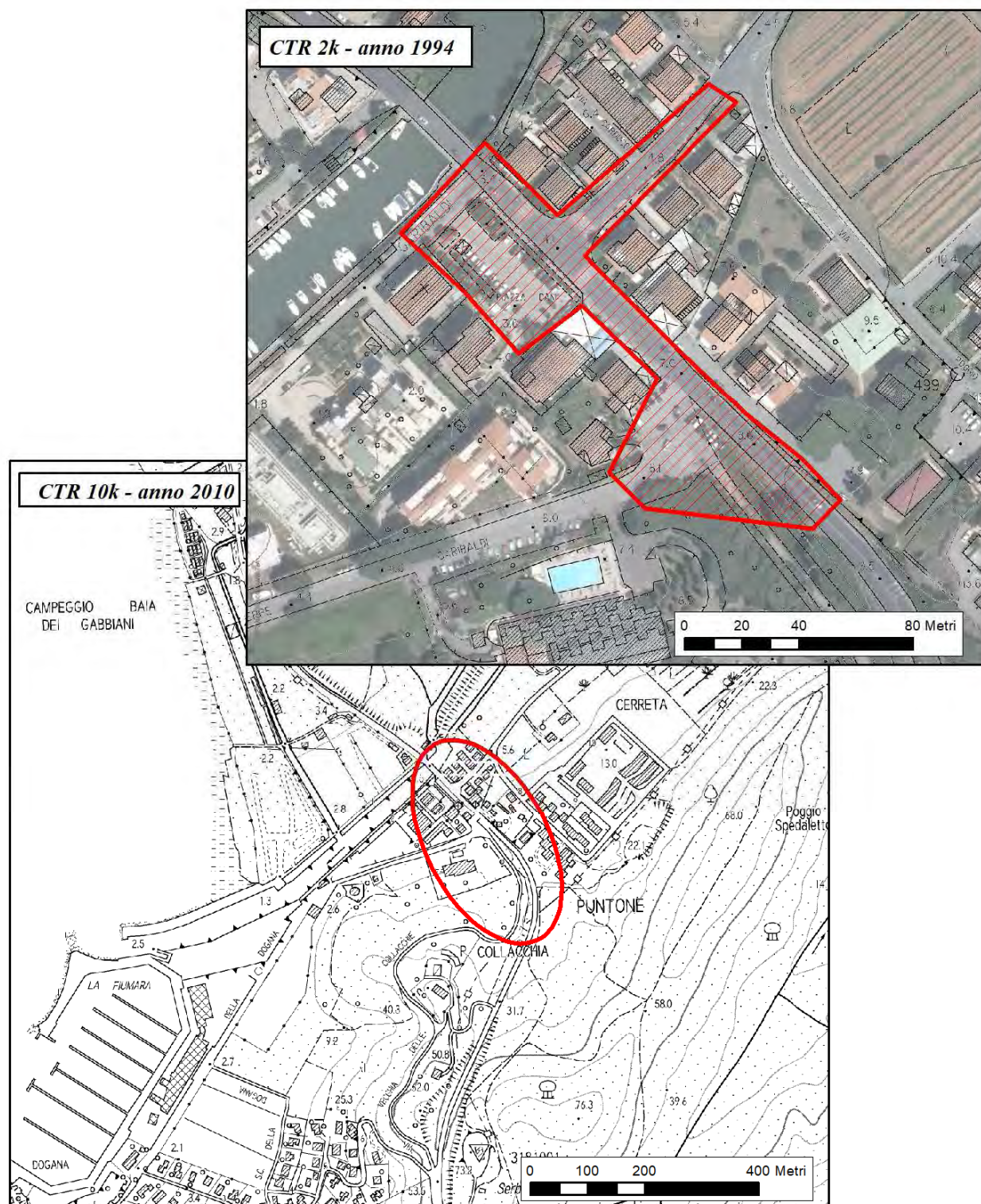


Figura 1 - Ubicazione dell'area di intervento (poligoni rossi) sulle Carte Tecniche Regionali disponibili sul sito Cartoteca Regione Toscana.

[...] Gli interventi di cui al lotto A consistono nella modifica dell'attuale incrocio semaforizzato posto tra la SP158 "delle Collacchie" e la SP60 del Puntone "Scarlinese", mediante l'inserimento di una rotatoria ed il conseguente adeguamento della Piazza Dani, mentre quelli di cui al lotto B, nella modifica dell'incrocio a raso tra la SP158 e via della Dogana e con la realizzazione di un sottopasso ciclo-pedonale della S.P.158 all'altezza della piazzetta della Chiesa, per la messa in sicurezza dei due fronti. [...]



Figura 2 - Estratto documentazione progettuale con rappresentazione dei lotti di intervento.

Per quanto riguarda il lotto A, gli interventi di interesse dal punto di vista geologico-tecnico, consistono essenzialmente in:

- realizzazione della rotatoria con annessi movimenti terra ed adeguamento viabilità al contorno;
- rifacimento pavimentazione piazza Dani;
- realizzazione di rampa di collegamento fra il marciapiede e la piazza con pendenza <8%;
- adeguamento e nuove installazioni di arredi urbani ed aiuole;
- adeguamento impianto di illuminazione sostituzione/installazione di n. 20 corpi illuminanti montati su pali con altezze fuori terra comprese fra 4,5 m ed 8 m;
- adeguamento impianto di raccolta e smaltimento acque meteoriche mediante pozzetti dim. 50x50 cm e condotta in PVC phi 200 mm.

- realizzazione della nuova intersezione a raso di Via della Dogana con annessi movimenti terra ed adeguamento della viabilità al contorno;
- realizzazione sotto-attraversamento ciclo-pedonale in corrispondenza della “Piazzetta della Chiesa” ed annesse opere di scavo, realizzazione muri in cls armato ed installazione scatolari prefabbricati in cls (lunghezza complessiva 10,50m, larghezza 3m e altezza netta di 2,50m);
- rifacimento pavimentazione largo Cala Violina;
- adeguamento e nuove installazioni di arredi urbani ed aiuole;
- realizzazione di un muretto di delimitazione tra parte pedonale e area carrabile di accesso alle abitazioni;
- adeguamento impianto di illuminazione sostituzione/installazione di corpi illuminanti montati su pali con altezze fuori terra comprese fra 4,5 m ed 8 m;
- adeguamento impianto di raccolta e smaltimento acque meteoriche mediante pozzetti dim. 50x50 cm e condotta in PVC phi 200 mm.



2. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico

L'area di indagine si inquadra nel contesto geologico-strutturale e tettonico dell'Appennino Settentrionale.

Per l'inquadramento di dettaglio si fa riferimento al rilevamento geologico e geomorfologico alla scala 1:2000 eseguito nel 2015 a cura dagli scriventi, in occasione dello Studio di “*Valutazione della propensione al dissesto idrogeologico del territorio comunale*”.

In un intorno significativo dell'area in esame affiorano le seguenti unità litostratigrafiche:

- Depositi Quaternari
 - r – Riporto: rilevati stradali e movimenti terra
(*Olocene*)
 - Frane: depositi sciolti, caotici, non classati, dati da frammenti del materiale di provenienza immersi in una matrice detritica.
(*Olocene*)
 - b2a – Depositi eluvio-colluviali: sabbie limose e argillose di disfacimento del Macigno, in posto o debolmente trasportate.
(*Olocene*)
- Unità Toscane (unità della Falda Toscana)
 - MAC – Macigno: Torbiditi silicoclastiche con prevalenza di sequenza dominate da arenarie e microconglomerati. Il grado metamorfico di queste rocce è molto basso, paragonabile a quello delle unità Liguri soprastanti. In questa zona, la formazione del Macigno raggiunge spessori molto elevati, sia in virtù di assetti sedimentari particolari, sia grazie a numerosi raddoppi tettonici, spesso poco riconoscibili sul terreno.
(*Oligocene sup. – Miocene inf*)

In particolare, l'area di intervento interessa le zone di affioramento delle coperture quaternarie (b2a, b), poste al di sopra di un substrato litoide rappresentato dal Macigno (MAC).

Dal punto di vista geomorfologico l'area di intervento si colloca nella fascia di raccordo fra la piana alluvionale e di colmata del Padule di Scarlino/Fiumara, ed il rilievo arenaceo di Poggio Spedaletto. Tale fascia è caratterizzata da pendenze per lo più blande (0%-20%), instaurate in funzione dell'angolo di naturale riposo dei depositi eluvio-colluviali (b2a) derivanti dall'alterazione e debole trasporto delle sabbie limose di disfacimento delle arenarie Macigno affioranti nel rilievo di Poggio Spedaletto. Non sono da segnalare, per un intorno significativo dell'area di intervento, dissesti attivi, ad eccezione dell'area a ruscellamento prevalentemente concentrato cartografata ad Est dell'area di intervento e legata ad una piccola cavetta dismessa che non interessa e non è interessata dagli interventi.

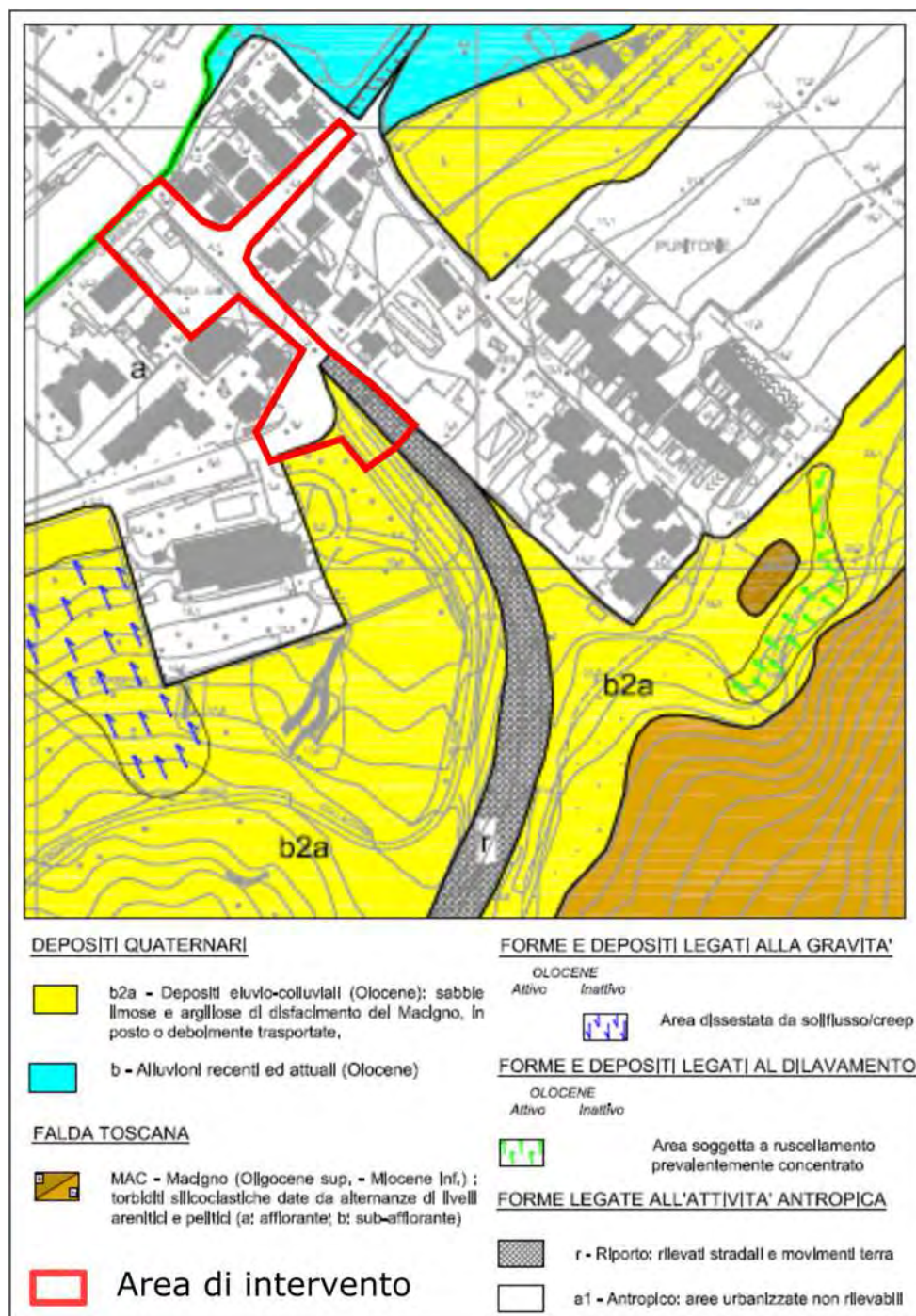


Figura 4 - Estratto Carta geologica e geomorfologica da studio per la "Valutazione della Propensione al Dissesto Idrogeologico del territorio comunale" (Comune di Scarlino, Marzo 2015).

Dalla ricostruzione dell'assetto geologico strutturale e stratigrafico e sulla base dei dati di letteratura disponibili, è possibile formulare delle ipotesi circa il modello idrogeologico dell'area di studio. Il contesto strutturale e stratigrafico dell'area evidenzia la presenza di due unità idrogeologiche principali: una costituita dai depositi quaternari sciolti di natura sabbiosa e sabbioso-limosa (di seguito denominata *Unità Idrogeologica 1*), ed una costituita dalle arenarie torbiditiche appartenenti alla formazione del Macigno (di seguito denominata *Unità Idrogeologica 2*).

Con riferimento al modello stratigrafico riportato precedentemente si avrà quindi:

Unità Idrogeologica 1: terreno di riporto, sabbie e sabbie limose, regolate al tetto del Macigno (alterazione).

Unità Idrogeologica 2: Arenaria Macigno "sana"

In occasione dello “Studio per la caratterizzazione del sito potenzialmente contaminato di Via Garibaldi, loc. Puntone” (PRO.MO.MAR., 2016), è stato ricostruito l’assetto piezometrico in periodo di magra e di morbida, relativamente all’area di intervento. Di seguito si riportano gli stralci relativi a tali elaborazioni. Dall’esame della cartografia si evince come l’area interessata dagli interventi in progetto sia caratterizzata da quote piezometriche assolute comprese fra 1,0 -1,5 m slm, con blande variazioni stagionali. Considerato che le quote p.c. del tratto di strada oggetto di interventi risultano (da C.T.R.) comprese fra 3,4 ed 8,6 m (in corrispondenza della mezzeria di Via delle Collacchie), sono attese soggiacenze comprese di ca. 2,4 – 7,1 m, in aumento da NW verso SE. In particolare, l’area ove verrà realizzato il sotto-attraversamento ciclo-pedonale in corrispondenza di “Piazzetta della Chiesa”, è caratterizzata da valori di soggiacenza attesi di ca. 7,1 m da piano strada nel periodo di morbida.

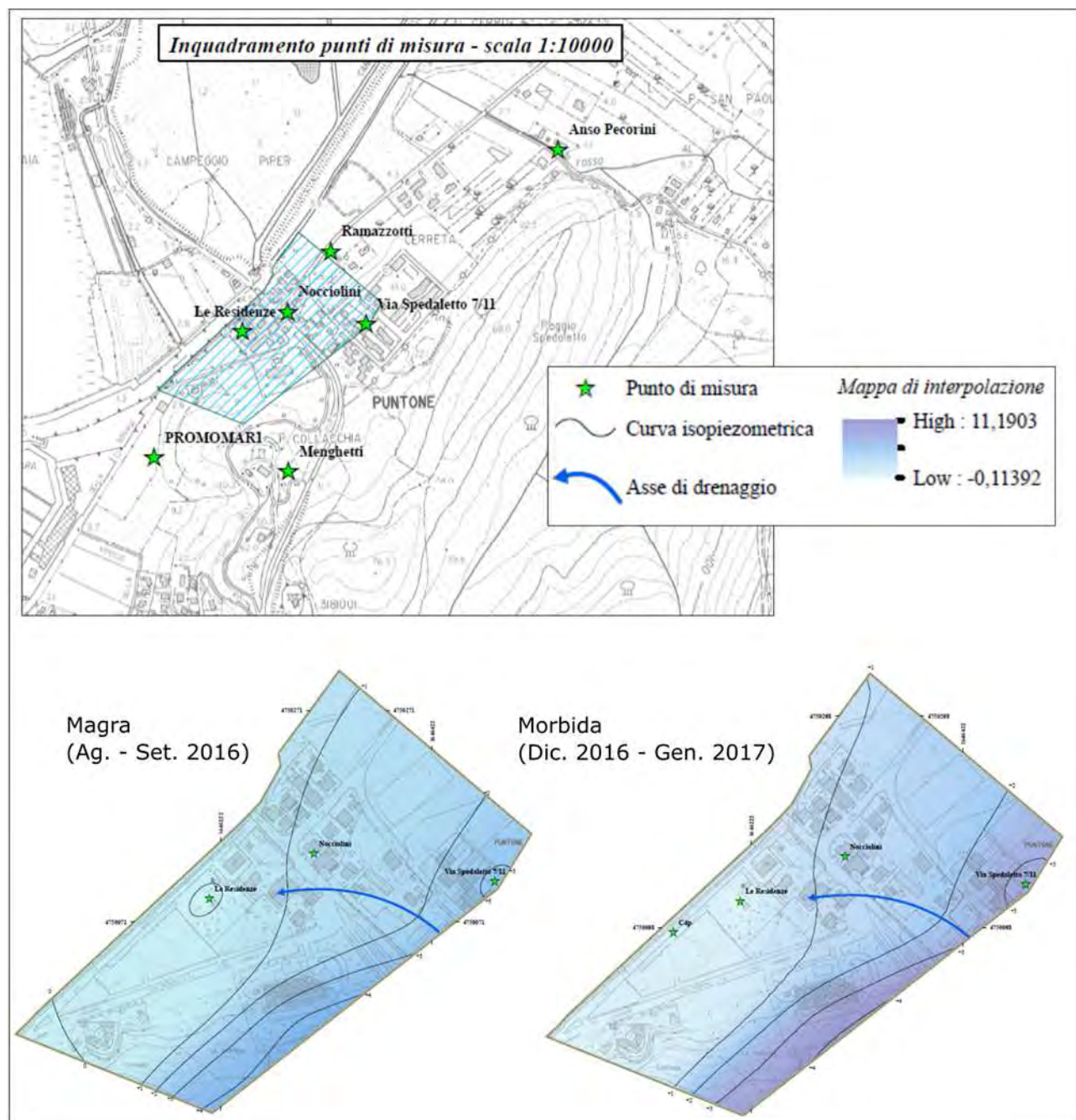


Figura 5 - Mappe isopiezometriche estratte dallo “Studio per la caratterizzazione del sito potenzialmente contaminato di Via Garibaldi, loc. Puntone”.

Alla luce del quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico sopra richiamato ed in considerazione delle caratteristiche degli interventi in progetto, non sono da prevedere interferenze negative. In particolare, il quadro geomorfologico risulta stabile e le opere, se correttamente eseguite, non comporteranno alterazioni del

normale equilibrio morfogenetico; dal punto di vista idraulico, l'area risulta già ampiamente urbanizzata pertanto non sussistono particolari problematiche in riferimento alla circolazione superficiale, anche in considerazione del fatto che il nuovo progetto prevede l'adeguamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque; dal punto di vista idrogeologico, la circolazione sub-superficiale e profonda non risulta interferire con le opere in progetto. In particolare l'area ove verrà realizzato il sotto-attraversamento ciclo-pedonale in corrispondenza di "Piazzetta della Chiesa" (unica opera di rilevanza dal punto di vista degli scavi), è caratterizzata da valori di soggiacenza attesi di ca. 7,1 m da piano strada nel periodo di morbida, ampiamente superiori alle profondità massime di scavo previste per l'opera.

3. Vincolistica sovraordinata

L'area di studio rientra quasi totalmente fra le zone vincolate ai sensi del RD 3267/1923 in ordine al Vincolo Idrogeologico.

L'area di studio risulta esterna alle zone PFE e PFME di cui al PAI frane del Distretto Appennino Settentrionale attualmente in vigore.

In base alla cartografia afferente al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), l'area ricade in classe di pericolosità P.1 (bassa). Per tali aree valgono le prescrizioni di cui all'art. 11 delle Norme di Piano di PGRA, ovvero:

Art. 11 – Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del Territorio

1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

Ovvero in tali aree non sussistono restrizioni relative alla fattibilità degli interventi previsti dai vigenti strumenti di governo del territorio in quanto trattasi di aree in condizioni morfologiche favorevoli rispetto alle zone circostanti; unica prescrizione è che gli interventi non interferiscano con eventuali interventi di mitigazione e/o gestione del rischio idraulico, la qual cosa risulta evidente in quanto l'intervento è ubicato all'interno del tessuto urbano dove non sono previste opere di presidio idraulico.

L'intervento inoltre risulta ammissibile e compatibile con quanto previsto dalla LRT 41/2018 che norma e disciplina gli interventi edificatori in area urbana considerando esclusivamente le aree a pericolosità P.2 (alluvioni poco frequenti) e P.3 (alluvioni frequenti) e non considera affatto le aree P.1.

La stessa mappa del rischio (ripresa dalle mappe disponibili sul sito del Distretto dell'Appennino Settentrionale) riporta, per l'area in esame, un livello di rischio R2, ovvero, secondo la definizione di cui alla LRT 41/2018:

“rischio medio R2”, definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del d.l. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche;

Per quanto sopra l'intervento risulta quindi ammissibile e compatibile con quanto previsto dalle vigenti disposizioni in materia di rischio/pericolosità idraulica.

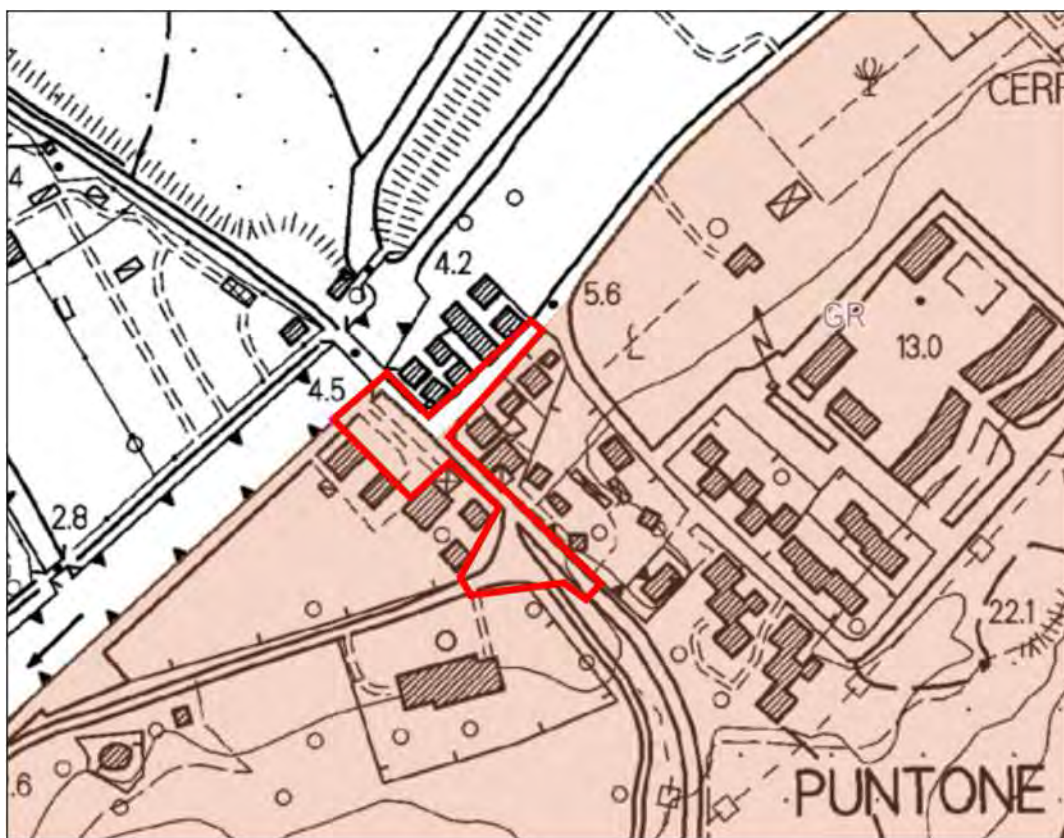


Figura 6 - Inquadramento dell'area di intervento (perimetro rosso) in riferimento alle zone tutelate ai sensi del R.D. 3267/1923 in ordine al Vincolo Idrogeologico.



Figura 7 - Inquadramento dell'area di intervento (pallino rosso) in riferimento alle zone interessate da PFE e PFME di cui alla cartografia del PAI-frane Distretto Appennino Settentrionale.

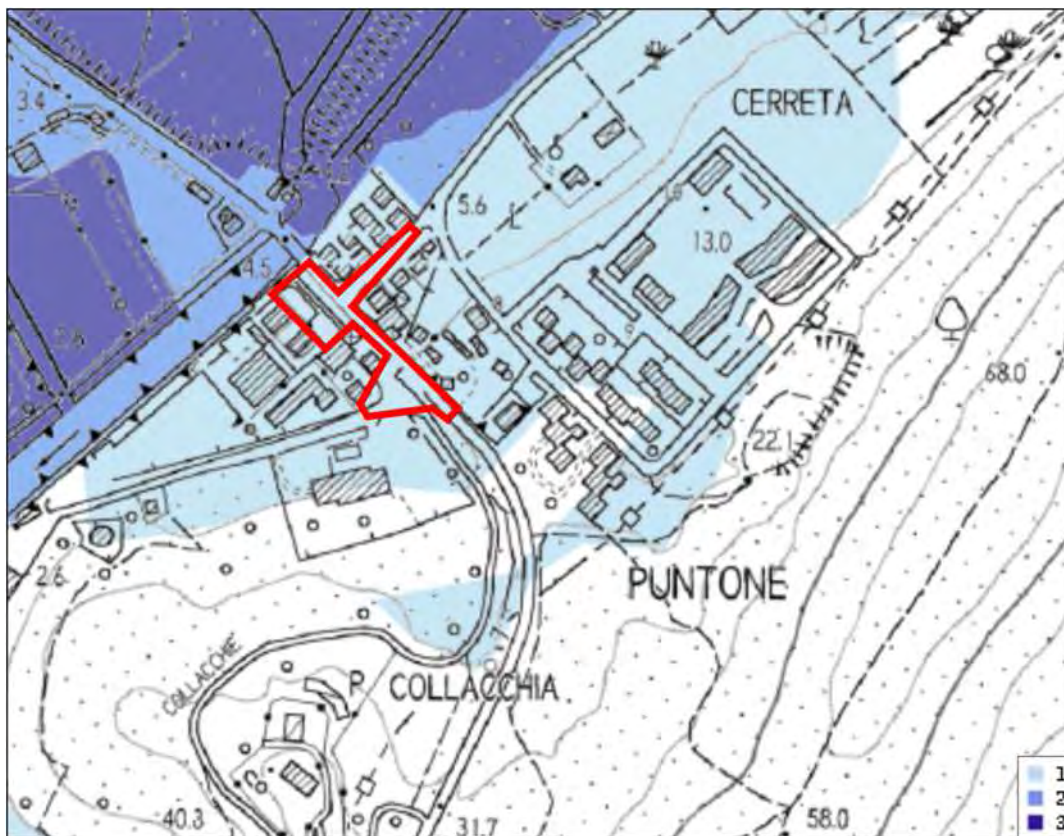


Figura 8 - Inquadramento dell'area di intervento (perimetro rosso) in riferimento alle zone interessate da Pericolosità da Alluvione Fluviale di cui alla cartografia del PGRA Distretto Appennino Settentrionale.

4. Strumenti di pianificazione comunale

Il presente studio costituisce parte integrante della “Variante agli strumenti urbanistici comunali contestuale al progetto di nuova viabilità del Puntone”.

La Variante viene redatta in assenza di nuove indagini geologiche, in applicazione dell’art. 5 comma 2 del D.P.G.R. 53/R/2011, in quanto la Variante non comporta modifiche delle Pericolosità o Fattibilità, in base all’art. 4, comma 3, lett. d) del medesimo decreto.

Per la consultazione delle cartografie relative alle pericolosità/vulnerabilità insistenti sull’area di progetto, si rimanda alla consultazione delle tavole geologiche allegate alla Variante sopra richiamata. Di seguito si riporta la sintesi delle condizioni di pericolosità/vulnerabilità:

Pericolosità geologica	G.2
Pericolosità Idraulica	P.1
Vulnerabilità delle Falde	V.1 (parte) e V.2 (parte)

Sulla base delle condizioni di pericolosità/vulnerabilità e delle caratteristiche delle opere in progetto, all’intervento viene assegnata una classe di fattibilità 2 – Fattibilità con normali vincoli, ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011.

5. Modellazione geotecnica e sismica

Dal punto di vista geotecnico e sismico, l'unico intervento che assume rilevanza dal punto di vista strutturale, ai fini dell'applicazione dell'art. 7 del D.P.G.R. n. 36/R/2009, è costituito dalla realizzazione del sotto-attraversamento ciclo-pedonale: tale intervento prevede la realizzazione di un volume strutturale (scatolari prefabbricati in cls) pari a ca. $(3,0 \times 2,5 \times 10,5) \times 1,10 = 86,4$ mc (aumento del 10% relativo all'ingombro delle murature e pertanto ricade in classe di indagine n. 1 ai sensi dell'art. 7 del DPGR 36/R/2009. Per tale classe di indagine, la normativa recita: *“classe d'indagine n.1, riferita alle opere di volume lordo inferiore a centocinquanta metri cubi con altezza in gronda inferiore a sei metri. Con riferimento a tale classe d'indagine sono sufficienti considerazioni di natura geologica, geofisica e geotecnica basate su indagini, da allegare in copia al progetto, già eseguite in prossimità dell'intervento o desunte da studi già compiuti e pubblicati con riferimento alle aree interessate. Tali considerazioni sono adeguatamente motivate, giustificate ed argomentate e sono compiute anche in presenza di problematiche di versante;”*.

In ottemperanza alla riclassificazione sismica dei comuni della Regione Toscana operata dalla Del. G.R. n°421 del 26.05.2014, che recepisce ed applica quanto previsto dalla O.P.C.M. 3274/03, aggiornata dalla O.P.C.M. 3519/06, al comune di Scarlino viene assegnata una classe di sismicità bassa (Zona 4), a cui corrisponde una accelerazione massima al suolo di 0.05g. Tale classificazione costituisce la pericolosità sismica di base, ovvero fornisce i valori di accelerazione massima al suolo, attesi con una eccedenza del 10% su un tempo di ritorno di 50 anni, riferita a substrato sismico ($V_s \geq 800$ m/s) affiorante in condizioni sub-orizzontali.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, questa rappresenta una misura dello scuotimento al sito, che può differire sensibilmente dallo scuotimento di base in relazione alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali. La pericolosità sismica locale viene ricavata sulla base dell'analisi dei fattori di amplificazione del moto sismico (fattori litologico-strutturali, sismo-stratigrafici e morfologici) e di liquefazione, attraverso studi dedicati.

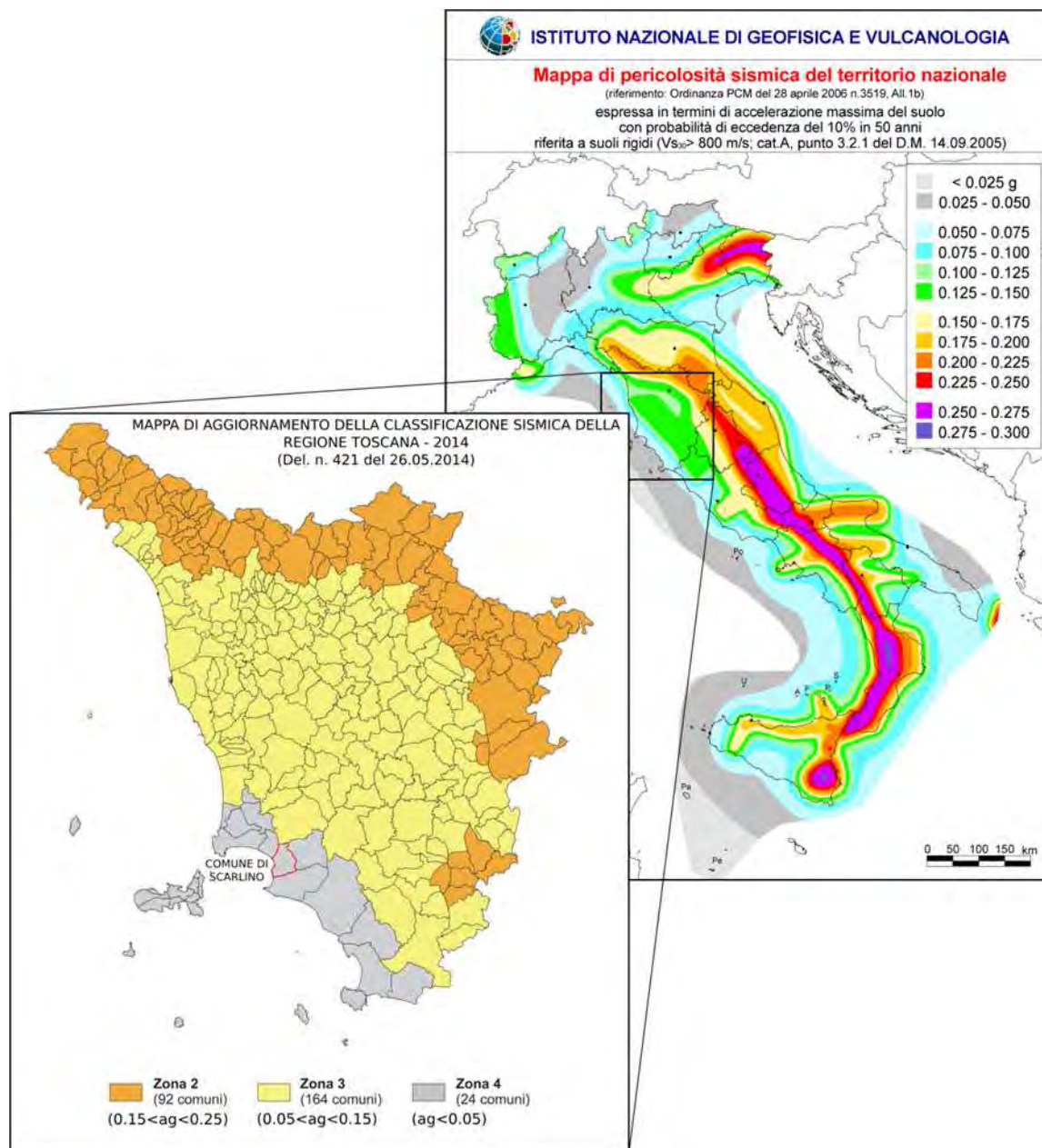


Figura 9 - mappa della pericolosità sismica di base della Regione Toscana

In considerazione di quanto sopra richiamato ed alla luce della tipologia di interventi da eseguire, la ricostruzione del modello geotecnico e sismico del volume significativo di terreno interessato dalle opere in progetto è stata eseguita sulla base di dati pregressi, disponibili per l'area in esame. In particolare, di seguito si riporta il quadro delle indagini disponibili ed utilizzate come base per le elaborazioni di cui al presente studio.

- *Progetto per la realizzazione del nuovo sistema viario in Località Puntone di Scarlino, (PRO.MO.MAR., 2014)*

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT in foro (n. 6) e prelievo di campioni sottoposti ad analisi di laboratorio (n. 2);
- n. 2 indagini penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH
- n. 1 indagine sismica con metodologia MASW

- Studio per la caratterizzazione del sito potenzialmente contaminato di Via Garibaldi, loc. Puntone, (PRO.MO.MAR., 2016-2019)

- n. 1 sondaggio ambientale a carotaggio continuo (C.9)
- n. 2 campagne di rilievo piezometrico (morbida e magra)

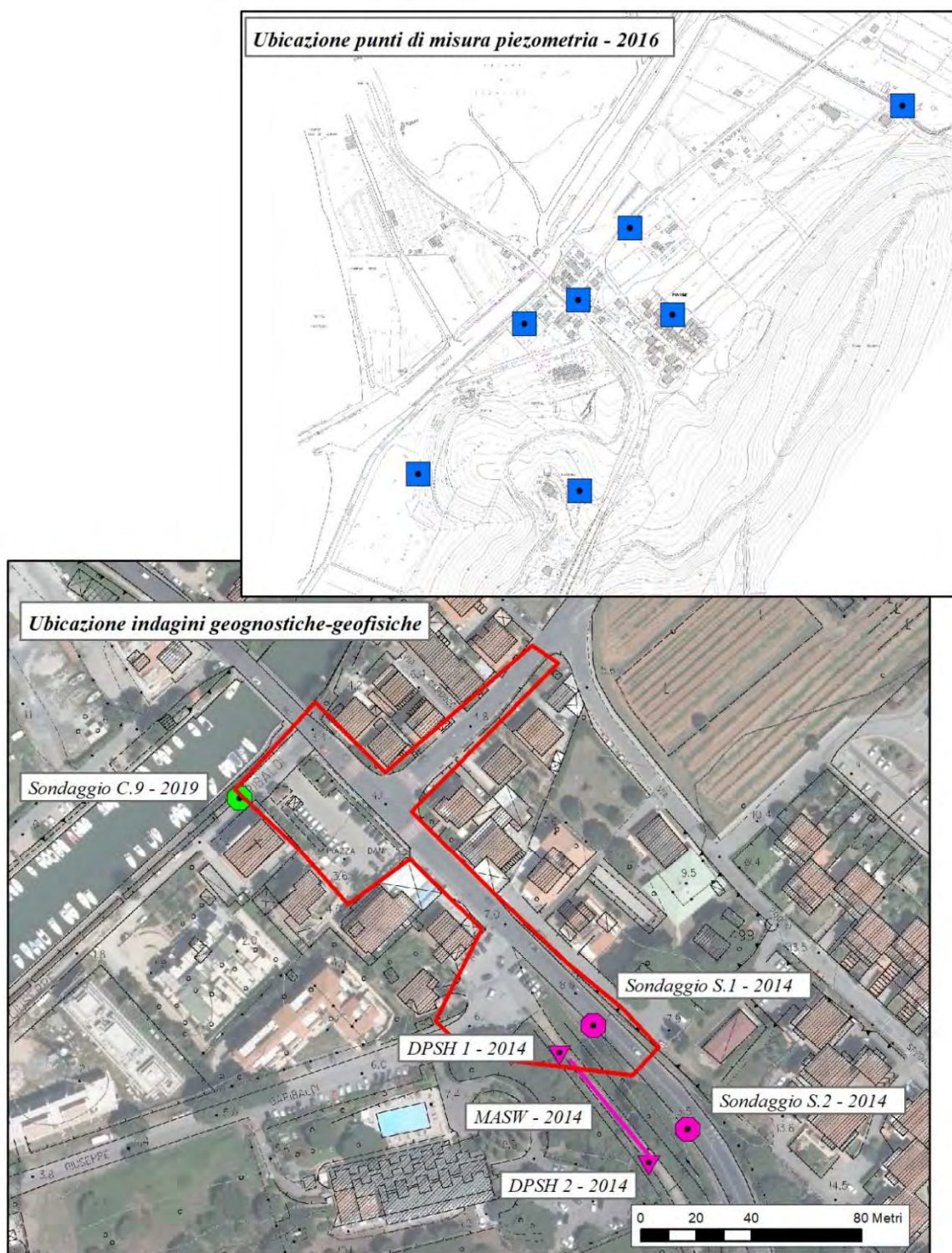


Figura 10 - Ubicazione indagini geognostiche-geofisiche e punti di misura piezometrici in riferimento all'area di intervento (perimetro rosso)

5.1 Studio 2014 – Sondaggi geognostici, analisi di laboratorio, SPT



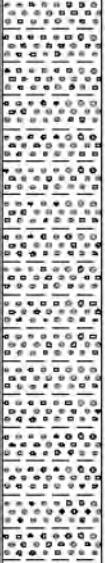
Riferimento: Studio Stalf per conto di Marina management										Sondaggio: S1					
Località: Strada delle Collacchie - Scarlino (GR)										Quota:					
Impresa esecutrice: GammaGeoservizi S.r.l.										Data: 20/10/2014					
Coordinate:										Redattore:					
Perforazione: Sondaggio a carotaggio continuo															
Ø mm	R V	A F	Pz	metri bar	LITOLOGIA	Campioni	RP	VI	Prel. % 0 — 100	SPT SPT	N	RQD % 0 — 100	prof. m	DESCRIZIONE	
				1						7-21-25	48			Terreno di riporto (sabbie e ghiaie)	
				2									2.4		
				3						3-3-4	7		3.5	Sabbie debolmente ghiaiose marroni con detrito di Macigno.	
				4		1) She < 4,10 4,70									Limi argillosi sabbiosi marrone chiaro.
				5											
				6											
				7											
				8											
				9											
				10							3-12-17	29			
				11											
				12											
				13											
101														13.0	

Figura 11 - Stratigrafia sondaggio S.1

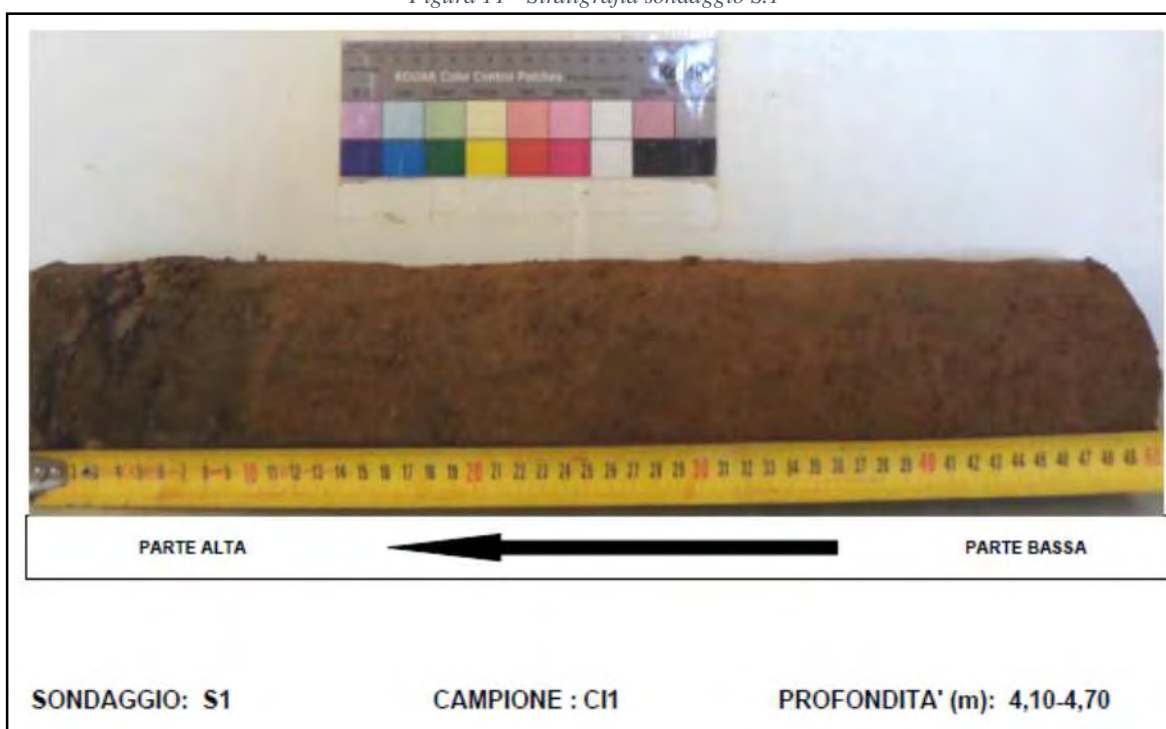


Figura 12 - Documentazione fotografica campione S.1-C.1



Figura 13 - Documentazione fotografica S.1.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1 - Spt1
TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	46	1.95	46	Skempton 1986	77.1

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	46	1.95	46	Japanese National Railway	40.8

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	46	1.95	46	Schmertmann (1978) (Sabbie)	368.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	46	1.95	46	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	243.16

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	46	1.95	46	Meyerhof ed altri	2.22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	46	1.95	46	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
[1] - Strato	46	1.95	46	Navfac 1971-1982	7.64

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1 Spt2
TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	7	4.05	7	Skempton 1986	25.97

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	7	4.05	7	Japanese National Railway	29.1

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	7	4.05	7	Schmertmann (1978) (Sabbie)	56.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	7	4.05	7	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	69.22

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	7	4.05	7	Meyerhof ed altri	1.62

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	7	4.05	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Strato	7	4.05	7	Navfac 1971-1982	1.44

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1 Spt3
TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	29	10.65	22	Skempton 1986	54.08

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	29	10.65	22	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	33.17

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Strato	29	10.65	22	Schmertmann (1978) (Sabbie)	176.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	29	10.65	22	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	136.12

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	29	10.65	22	Meyerhof ed altri	2.03

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	29	10.65	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.44

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Strato	29	10.65	22	Navfac 1971-1982	4.39

Riferimento: Studio Staff per conto di Marina management										Sondaggio: S2									
Località: Strada delle Collacchie - Scarlino (GR)										Quota:									
Impresa esecutrice: GammaGeoservizi S.r.l.										Data: 21/10/2014									
Coordinate:										Redattore:									
Perforazione: Sondaggio a carotaggio continuo																			
o mm	R V	A I	Pz	metri m	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 — 100	SPT SPT	N	RQD % 0 — 100	prof. m	DESCRIZIONE					
										14-15-8	23	1,6			Terreno di riporto (sabbie e ghiaie)				
				2											Sabbie e ghiaie con detrito di Macigno.				
				3															
				4															
				5									4,5						
				6						6-7-8	15				Limi argillosi sabbiosi, debolmente ghiaiosei marroni.				
				7											Limi argillosi sabbiosi marrone chiaro.				
				8															
				9									9,0						
				10									10,2		Detrito di Macigno in matrice sabbioso-limosa.				
				11					19-22-19	41									
				12									12,0						

Figura 14 - Stratigrafia Sondaggio S.2



Figura 15 - Documentazione fotografica campione S.2-C.1.



Figura 16 - Documentazione fotografica sondaggio S.2.

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2 Spt1
TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	23	1.95	23	Skempton 1986	55.43

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	23	1.95	23	Japanese National Railway	33.9

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	23	1.95	23	Schmertmann (1978) (Sabbie)	184.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	23	1.95	23	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	140.58

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	23	1.95	23	Meyerhof ed altri	2.05

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	23	1.95	23	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.46

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
[1] - Strato	23	1.95	23	Navfac 1971-1982	4.56

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2 Spt2
TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	15	6.45	15	Skempton 1986	43.02

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	15	6.45	15	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	30

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	15	6.45	15	Schmertmann (1978) (Sabbie)	120.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	15	6.45	15	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	104.90

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	15	6.45	15	Meyerhof ed altri	1.88

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	15	6.45	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Strato	15	6.45	15	Navfac 1971-1982	3.12

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2 Spt3
TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	41	10.95	28	Skempton 1986	61.41

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	41	10.95	28	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	35.49

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Strato	41	10.95	28	Schmertmann (1978) (Sabbie)	224.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	41	10.95	28	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	162.88

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	41	10.95	28	Meyerhof ed altri	2.11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	41	10.95	28	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Strato	41	10.95	28	Navfac 1971-1982	5.33

Strato di riporto – spessore medio 4 m

Detrito sabbioso ghiaioso eterometrico ed eterogeneo ben costipato; i valori sono quelli minimi ottenuti dalle prove penetrometriche SPT 1 realizzate nei fori di sondaggio S1 e S2.

Nspt:		23
Densità relativa	Dr:	55,43%
Angolo di attrito	φ :	33,9°
Modulo di Young	Ey:	184,00 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed:	140,58 kg/cm ²
Peso di volume	γ :	2,05 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat} :	2,46 t/m ³
Modulo di reazione	k0:	4,56 kg/cm ³

Limi argillosi sabbiosi – spessore medio 5 m

I valori riportati sono la media tra i valori ottenuti dalle prove penetrometriche SPT 2 realizzate nei fori di sondaggio S1 e S2.

Nspt:		11
Densità relativa	Dr:	34,5%
Angolo di attrito	φ :	29,55°
Modulo di Young	Ey:	88,00 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed:	87,00 kg/cm ²
Peso di volume	γ :	1,75 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat} :	1,93 t/m ³
Modulo di reazione	k0:	2,28 kg/cm ³

Limi argillosi sabbiosi addensati – spessore medio 3 m

I valori riportati derivano dalla prova penetrometrica SPT 3 realizzata nel foro di sondaggio S1.

Nspt:		29
Densità relativa	Dr:	54,08%
Angolo di attrito	φ :	33,17°
Modulo di Young	Ey:	176,00 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed:	136,6012 kg/cm ²
Peso di volume	γ :	2,03 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat} :	2,44 t/m ³
Modulo di reazione	k0:	4,39 kg/cm ³

Regolite di Macigno – spessore 1,80 m fino a fine prova (rinvenuto nel sondaggio S2)

I valori derivano dalla prova penetrometrica SPT 3 realizzata nel foro di sondaggio S2

Nspt:		41
Densità relativa	D _k :	61,41%
Angolo di attrito	φ :	35,5°
Modulo di Young	Ey:	224,00 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed:	162,88 kg/cm ²
Peso di volume	γ :	2,11 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat} :	2,50 t/m ³
Modulo di reazione	k0:	5,33 kg/cm ³

COMMITTENTE: STALF STUDIO TECNICO A SSOCIATO srl																					
CANTIERE: SP COLLACCHIE-SCARLINO																					
DATI RIASSUNTIVI PROVE DI LABORATORIO : SONDAGGI S1 - S2																					
Identificativo campione				Descrizione terreno				Proprietà fisiche								Analisi granulometrica				Prova di taglio diretto Picco	
V.A.	Sond.	Camp.	m da p.c.					γ	Wn	γ s	γ d	Porosità	Indice dei vuoti	Grado di saturazione	Chiusa (60-2 mm)	Sabbia (2,0-0,05 mm)	Limo (0,05-0,002 mm)	Argilla (<0,002mm)	C *	φ *	
								kN/m ³	%	-	kN/m ³	n	e	se%	%	%	%	%	kPa	°	
1717-1	S1	CI1	4,10-4,70	Limo con argilla debolemente sabbioso marrone scuro giallastro (10YR4/4). Molto consistente, umido frazione fine plastica. Non reagente all'HCL.				19,16	18,0	2,67	16,24	38,0	0,613	78,5	0,0	5,7	55,4	38,9	4,5	28,9	
1717-2	S2	CI1	8,10-8,55	Limo con argilla debolemente sabbioso marrone giallastro (10YR 5/4 5/6). Presenti nella parte alta elementi alterati di natura arenacea. Consistente, omogeneo, umido frazione fine plastica. Non reagente all'HCL.				20,18	18,3	2,65	17,06	34,4	0,523	92,6	0,0	10,0	48,2	41,8	13,8	23,6	

5.2 Studio 2014 – Prove penetrometriche dinamiche DPSH

DPSH 1

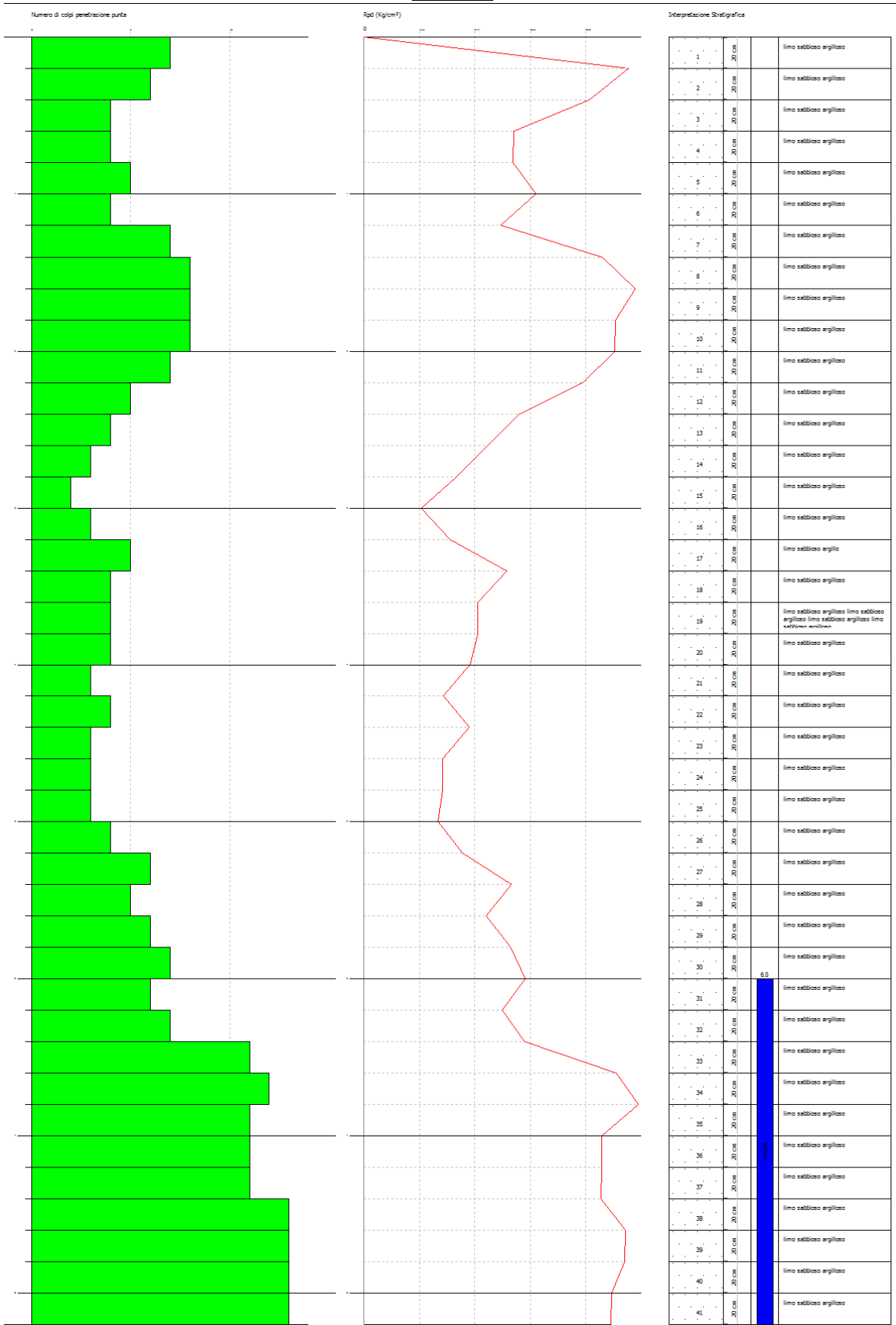


Figura 17 - Grafico n colpi-prof. Ed Rdp-prof. prova penetrometrica DPSH 1.

Parametri geotecnici (valori corrispondenti al quinto percentile di distribuzione della media della popolazione dei valori determinati mediante correlazioni)

Strato A: Limi argillosi sabbiosi – spessore 6,40 m

Nspt		6,2
Densità relativa	Dr	24,1%
Angolo di attrito	φ	29°
Modulo di young	Ey	49,8 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed	66,7 kg/cm ²
Peso di volume	γ	1,6 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat}	1,89 t/m ³
Modulo di reazione	k0	1,25 kg/cm ³

Strato B: Limi argillosi sabbiosi addensati – spessore 1,80 (fine prova)

Nspt		17,1
Densità relative	Dr	44,9%
Angolo di attrito	φ	31,8°
Modulo di young	Ey	128,5 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed	109,64 kg/cm ²
Peso di volume	γ	1,92 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat}	1,95 t/m ³
Modulo di reazione	k0	3,33 kg/cm ³

DPSH 2

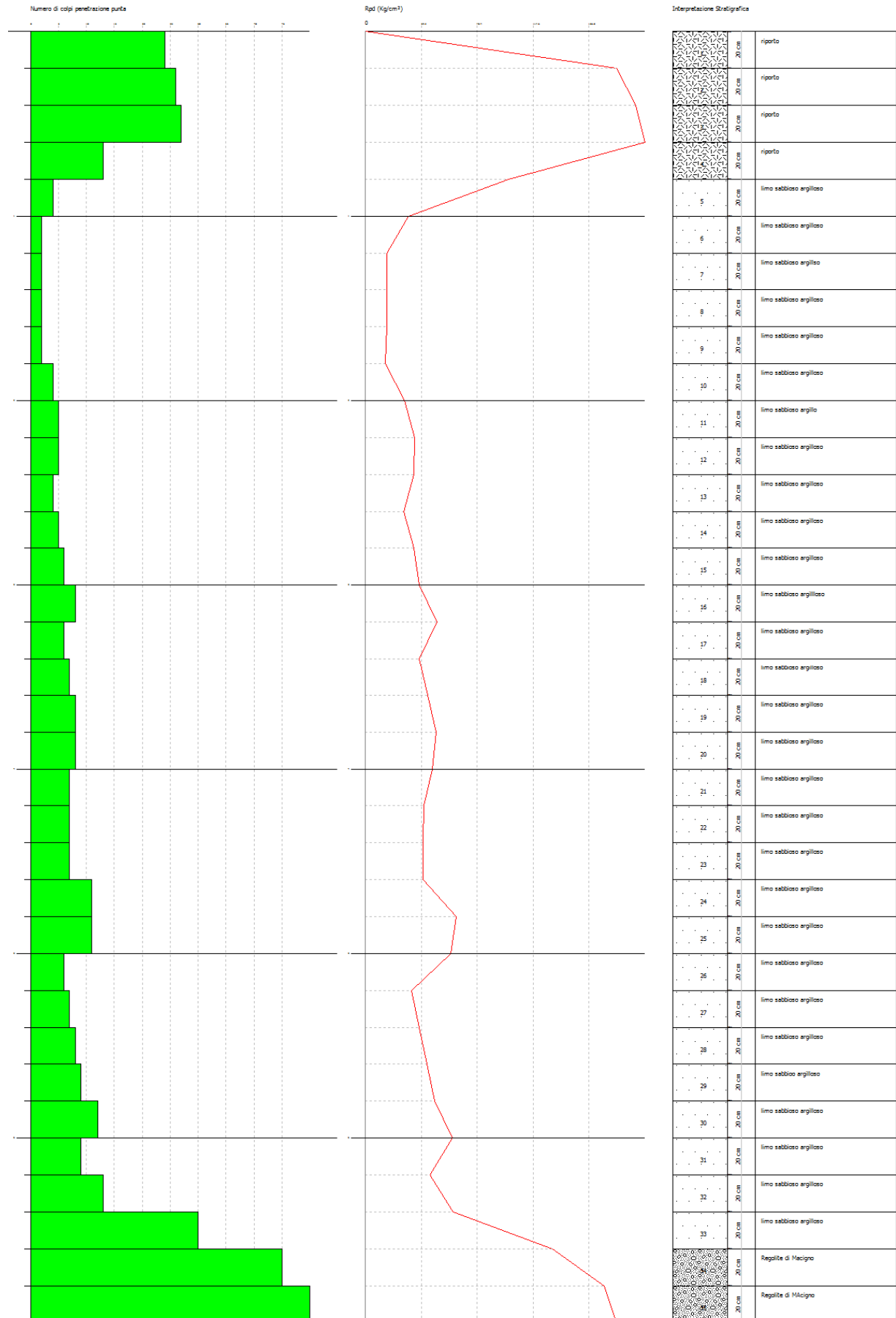


Figura 18 - Grafico n colpi-prof. Ed Rdp-prof. prova penetrometrica DPSH 2.

Parametri geotecnici (valori corrispondenti al quinto percentile di distribuzione della media della popolazione dei valori determinati mediante correlazioni)

Strato di riporto – spessore 0,80 m

Non caratterizzato dal punto di vista geotecnico mediante DPSH in quanto di spessore limitato ed eterogeneo.

Strato A: Limi argillosi sabbiosi – spessore 4,60 m

Nspt		6,5
Densità relativa	Dr	24,4%
Angolo di attrito	φ	29°
Modulo di Young	Ey	52,44 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed	67,24 kg/cm ²
Peso di volume	γ	1,59 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat}	1,89 t/m ³
Modulo di reazione	k0	1,33 kg/cm ³

Strato B: Limi argillosi sabbiosi addensati – spessore 1,80

Nspt		12,2
Densità relativa	Dr	31,4%
Angolo di attrito	φ	30,7°
Modulo di Young	Ey	97,68 kg/cm ²
Modulo edometrico	Ed	92,46 kg/cm ²
Peso di volume	γ	1,8 t/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat}	1,9 t/m ³
Modulo di reazione	k0	2,55 kg/cm ³

Strato C: Regolite di Macigno – spessore 0,60 m (fine prova)

La prova penetrometrica ha dato “rifiuto” in corrispondenza di questo strato.

5.3 Studio 2014 – Indagine sismica con metodologia MASW

Nella prospezione eseguita è stato realizzato uno stendimento a 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 1,0 metro

Il metodo d’interpretazione si sviluppa in due fasi:

- Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;
- Inversione della curva di dispersione individuata attraverso l’utilizzo di algoritmi genetici.

Di seguito si riporta l’output delle varie fasi di interpretazione dei dati di campagna

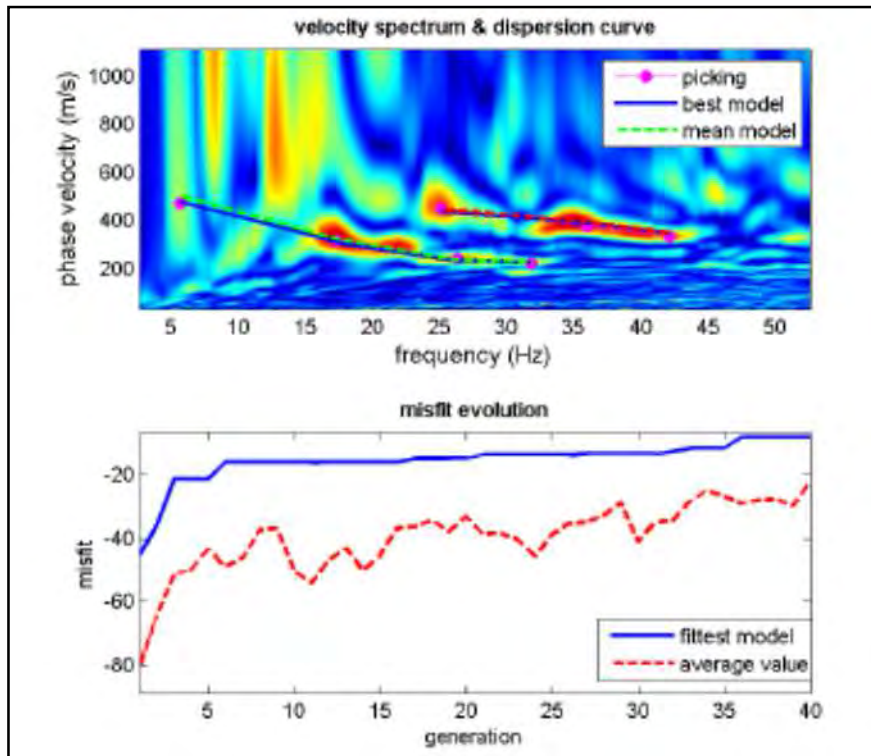


Figura 19 - Spettro di risposta sismoelastica e dispersione; digramma di misfit delle soluzioni genetiche.

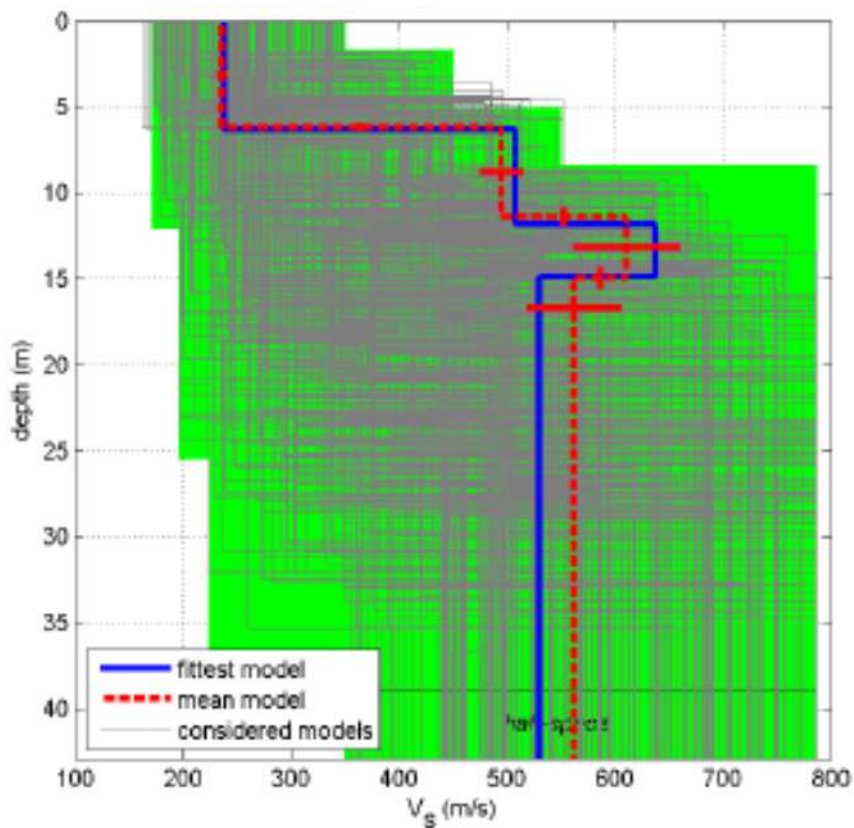


Figura 20 - Modello di inversione monodimensionale.

Mean model
 V_s (m/s): 236, 495, 611, 562
 Standard deviations (m/s): 4, 20, 49, 44
 Thickness (m): 6.2, 5.2, 3.5
 Standard deviations (m/s): 0.2, 0.5, 0.7

5.4 Indagini ambientali 2016-2019 – Sondaggio ambientale C.9

Stratigrafia:

0.00 – 0.10 m	Asfalto
0.10 – 0.75 m	Riporto: ghiaie dal grigio al rosso
0.75 – 1.70 m	Riporto: sabbie e ghiaie da grigio al rossastro
1.70 – 2.18 m	Riporto: ceneri di pirite miste ad altro materiale di riporto
2.18 – 3.00 m	Riporto: ghiaie in matrice sabbiosa

5.5 Modello geotecnico e parametri caratteristici

I valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici del terreno sono la media tra i valori ottenuti dalle prove penetrometriche SPT nei fori di sondaggio e dalle prove penetrometriche DPSH. Laddove presenti sono stati assunti come caratteristici i risultati minimi delle prove di laboratorio effettuate sui campioni indisturbati prelevati nei due sondaggi; i valori di tali parametri del terreno risultano perfettamente confrontabili con i valori ottenuti dalle elaborazioni delle prove penetrometriche.

Strato di riporto – spessore medio 4 m

Detrito sabbioso ghiaioso eterometrico ed eterogeneo ben costipato; i valori sono quelli minimi ottenuti dalle prove penetrometriche SPT 1 realizzate nei fori di sondaggio S1 e S2.

N _{sptk}		23
Densità relative	D _{r_k}	55,43%
Angolo di attrito	φ _k	33,9°
Modulo di Young	E _{y_k}	184,00 kg/cm ²
Modulo edometrico	E _{d_k}	140,58 kg/cm ²
Peso di volume	γ _k	2,05 t/m ³
Peso di volume saturo	γ _{sat_k}	2,46 t/m ³
Modulo di reazione	k _{0_k}	4,56 kg/cm ³

Limi argilloso-sabbiosi – spessore medio 5 m

I valori riportati sono la media tra quelli ottenuti dalle elaborazioni delle prove penetrometriche DPSH e SPT, oppure la media dei valori ottenuti dalle prove di laboratorio sui n.2 campioni indisturbati C1 e C2.

N _{sptk}		7,9	(media DPSH e SPT)
Densità relativa	D _{r_k} :	27,6%	(media DPSH e SPT)
Angolo di attrito	φ _k	26,25°	(media C1 e C2)
Coesione efficace	c' _k	0,15 kPa	(media C1 e C2)
Modulo di Yung	E _{y_k}	63,4 kg/cm ²	(media DPSH e SPT)
Modulo edometrico	E _{d_k}	73,65 kg/cm ²	(media DPSH e SPT)
Peso di volume	γ _k	1,97 t/m ³	(media C1 e C2)
Peso di volume saturo	γ _{sat_k}	2,65 t/m ³	(media C1 e C2)
Modulo di reazione	k _{0_k}	1,62 kg/cm ³	(media DPSH e SPT)
Contenuto naturale d'acqua	W _{n_k}	18,15%	(media C1 e C2)
Porosità	n _k :	36,2%	(media C1 e C2)
Indice dei vuoti	e _k :	0,57	(media C1 e C2)
Grado di saturazione	S _{r_k} :	85,5%	(media C1 e C2)

Limi argilloso sabbiosi addensati – spessore medio 3 m

I valori riportati sono la media tra quelli ottenuti dalle elaborazioni delle prove penetrometriche DPSH e SPT,

N _{sptk} :		19,4
Densità relativa	D _r _k	45,46%
Angolo di attrito	φ _k	31,9°
Modulo di Young	E _y _k	134 kg/cm ²
Modulo edometrico	E _d _k	112,74 kg/cm ²
Peso di volume	γ _k	1,92 t/m ³
Peso di volume saturo	γ _{sat} _k	2,1 t/m ³
Modulo di reazione	k ₀ _k	3,42 kg/cm ³

Regolite di Macigno – spessore 1,80 m fino a fine prova (rinvenuto nel sondaggio S2 e nella prova penetrometrica DPSH 2)

N _{sptk}		41
Densità relativa	D _k	61,41%
Angolo di attrito	φ _k	35,5°
Modulo di Young	E _y _k	224,00 kg/cm ²
Modulo edometrico	E _d _k	162,88 kg/cm ²
Peso di volume	γ _k	2,11 t/m ³
Peso di volume saturo	γ _{sat} _k	2,50 t/m ³
Modulo di reazione	k ₀ _k	5,33 kg/cm ³

5.6 Modello sismico e categoria sismica di suolo

Sulla base di quanto riportato al par. 3.2.2 del D.M. 17.01.2018:

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{seq} (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

V_{S_i} velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

[...] Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{S,eq} è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel caso in esame, la V_{seq} risulta pari a:

V_{s,eq} [m/sec] (H=30,00 m)	433 m/s
---	----------------

Sulla base della tab. 3.2.II del D.M. 17.01.2018, il sito di indagine è caratterizzato dalla seguente categoria di sottosuolo:

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

La categoria sismica di sottosuolo fornita nel presente elaborato è basata su una singola indagine ed altezza del substrato riferita alla quota piano campagna. Per la definizione della categoria sismica di sottosuolo da utilizzare a livello progettuale (che rimane a cura del progettista strutturale) si consiglia di basarsi sul quadro completo delle indagini a disposizione per l'area in esame e di riferire il calcolo della V_{seq} all'opera da eseguire, ai sensi del D.M. 17.01.2018: *Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.*

6. Conclusioni

Il presente elaborato ha permesso di:

- valutare la fattibilità geologica degli interventi in progetto ai fini del Vincolo Idrogeologico;
- fornire il modello geologico, geotecnico e sismico del volume di terreno significativo ai sensi del D.M. 17.01.2018.

Gli interventi in progetto risultano geologicamente fattibili ed in particolare:

- L'area in esame risulta caratterizzata dall'affioramento di coperture quaternarie (b2a, b), poste al di sopra di un substrato litoide rappresentato dal Macigno (MAC);
- il quadro geomorfologico risulta stabile e le opere, se correttamente eseguite, non comporteranno alterazioni del normale equilibrio morfogenetico;
- dal punto di vista idraulico, l'area risulta già ampiamente urbanizzata pertanto non sussistono particolari problematiche in riferimento alla circolazione superficiale, anche in considerazione del fatto che il nuovo progetto prevede l'adeguamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque;
- dal punto di vista idrogeologico, la circolazione sub-superficiale e profonda non risulta interferire con le opere in progetto. In particolare l'area ove verrà realizzato il sotto-attraversamento ciclo-pedonale in corrispondenza di "Piazzetta della Chiesa" (unica opera di rilevanza dal punto di vista degli scavi), è caratterizzata da valori di soggiacenza attesi di ca. 7,1 m da piano strada nel periodo di morbida, ampiamente superiori alle profondità massime di scavo previste per l'opera.
- L'area di studio rientra fra le zone vincolate ai sensi del RD 3267/1923 in ordine al Vincolo Idrogeologico.
- L'area di studio risulta esterna alle zone PFE e PFME di cui al PAI frane del Distretto Appennino Settentrionale.
- L'area ricade in classe di pericolosità P.1 (bassa) di cui al PGRA e l'intervento risulta fattibile si in base alla disciplina di piano (art. 11 delle Norme di Piano di PGRA) che ai sensi della L.R. 41/2018;
- Il presente studio costituisce parte integrante della "Variante agli strumenti urbanistici comunali contestuale al progetto di nuova viabilità del Puntone". Sulla base delle condizioni di pericolosità/vulnerabilità e delle caratteristiche delle opere in progetto, all'intervento viene assegnata una classe di fattibilità 2 – Fattibilità con normali vincoli, ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011.

- La modellazione geotecnica e sismica del volume di terreno significativo interessato dalle opere in progetto, è stata eseguita sulla base di indagini geognostiche e geofisiche disponibili per il sito in esame;

Follonica
18.03.2020

Dr. Geol. Fabrizio Fanciulletti
Dr. Geol. Lorenzo Fanciulletti
Dr. Claudio Petroni

APPENDICE

- FOTOGRAFIE CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGI S1 E S2 - 2014
- CERTIFICATI DI LABORATORIO CAMPIONI - 2014
- ELABORAZIONI PROVE S.P.T. - 2014
- ELABORAZIONI PROVE DPSH – 2014
- RELAZIONE MASW – 2014

FOTOGRAFIE CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGI S1 E S2 - 2014









GEOstudi srl

Laboratorio Geotecnico – Prove in sito

LABORATORIO AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI PRESIDENZA DEL CONSIGLIO
SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO TECNICO CENTRALE - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59
Autorizzazione N. 52497 – Prove geotecniche sulle terre (settore A) e prove geotecniche in sito



STALF- STUDIO TECNICO ASSOCIATO

S.P. COLLACCHIE –SCARLINO (GR)

ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

SONDAGGI S1 - S2

Committente	Archivio	Commessa	Prove di laboratorio
GAMMA GEOSERVIZI srl	COMM 84_14	84_14	Verbali di accettazione n° 1717

OTTOBRE 2014

COMMITTENTE:	STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO srl
CANTIERE:	SP COLLACCHIE-SCARLINO
DATI RIASSUNTIVI PROVE DI LABORATORIO :	SONDAGGI S1 - S2

Identificativo campione				Descrizione terreno	Proprietà fisiche						Analisi granulometrica				Prova di taglio diretto Picco		
					γ	Wn	γ_s	γ_d	Porosità	Indice dei vuoti	Grado di saturazione	Ghiaia (60-2 mm)	Sabbia (2,0-0,06 mm)	Limo (0,06-0,002 mm)	Argilla (<0,002mm)	C'	ϕ'
V.A.	Sond.	Camp.	m da p.c.		kN/m³	%	—	kN/m³	n	e	sr%	%	%	%	%	kPa	°
1717-1	S1	Cl1	4,10-4,70	Limo con argilla debolmente sabbioso marrone scuro giallastro (10YR4/4) .Molto consistente , umido frazione fine plastica. Non reagente all'HCL.	19,16	18,0	2,67	16,24	38,0	0,613	78,5	0,0	5,7	55,4	38,9	4,5	28,9
1717-2	S2	Cl1	8,10-8,55	Limo con argilla debolmente sabbioso marrone giallastro (10YR 5/4 5/6) Presenti nella parte alta elementi alterati di natura arenacea . Consistente, omogeneo , umido frazione fine plastica. Non reagente ll'HCL.	20,18	18,3	2,65	17,06	34,4	0,523	92,6	0,0	10,0	48,2	41,8	13,8	23,6



N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/1	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52326 / AP	Data	04/11/2014
		Data prelievo	20/10/2014	Data inizio prova		Pag.	1/1
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova			

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S1

Campione C1

Profondità [m] 4,10-4,70

FUSTELLA INOX

DIAMETRO INT.: cm 8,4

LUNGHEZZA: cm 70

APERTURA CAMPIONE (ASTM D 2488/93)**PROGRAMMA PROVE**APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO
PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854-92)
GRANULOMETRIA
TAGLIO DIRETTO C.D.**DESCRIZIONE VISUALE**

Limo con argilla debolmente sabbioso marrone scuro giallastro (10YR4/4) .Molto consistente , umido frazione fine plastica. Non reagente all'HCL.

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

		[cm]	POCKET PENETR. [kg/cm ²]	TOR VANE [kg/cm ²]		[cm]	PROVINI
		0				0	
		10				10	
		20	20	2, 2		20	TD1
		30				25	TD2
		35				30	TD3
		40		2, 7		40	
		50				50	
		60				60	
		70				70	
		80				80	
		90				90	
		100				100	

QUALITA' DEL CAMPIONE BUONA

NOTELo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)



GEOstudi srl

Laboratorio Geotecnico – Prove in sito

LABORATORIO AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI PRESIDENZA DEL CONSIGLIO
SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO TECNICO CENTRALE - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59

Autorizzazione N. 52497 – Prove geotecniche sulle terre (settore A) e prove geotecniche in sito

Commessa : 58_14

Cantiere : S.P. COLLACCHIE-SCARLINO (GR)

Committente: GAMMA GEOSERVIZI SRL



PARTE ALTA



PARTE BASSA

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE : CI1

PROFONDITA' (m): 4,10-4,70

**GEOstudi srl**Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)
Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell' Art. 59 del DPR n° 380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/1	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52327 / FV	Data	04/11/2014
		Data prelievo	20/10/2014	Data inizio prova		Pag.	1/1
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova			

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S1

Campione C1

Profondità [m] 4,10-4,70

CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854-92)

Massa picn.+acqua+terr.secco [g]	486,40	857,20
Temperatura [°C]	21,20	21,30
Massa picnometro + acqua [g]	439,97	777,95
Massa terreno secco [g]	74,39	126,51
Peso specifico dei grani	2,66	2,68
Peso specifico dei grani medio	2,67	

PROVA EFFETTUATA	TD1	TD2	TD3									
------------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CONTENUTO NATURALE DI ACQUA (ASTM D 2216-92)

GRANDEZZE INIZIALI

Massa conten.+terr.umido [g]	100,48	93,68	83,92									
Massa conten.+terr.secco [g]	87,99	82,08	74,42									
Massa contenitore [g]	18,76	20,42	19,47									
Contenuto d'acqua (%)	18,0	18,8	17,3									

PESO DI VOLUME UMIDO (BS 1377(90) PART 2)

Lato / diametro provino [mm]	L60,00	L59,91	L59,96									
Altezza provino [mm]	19,91	19,76	19,86									
Massa fustella + provino [g]	199,75	199,24	201,60									
Massa fustella [g]	61,50	60,10	60,81									
Peso di volume umido [kN/m³]	18,91	19,24	19,34									

CARATTERISTICHE DERIVATE

Peso di volume del secco [kN/m³]	16,02	16,19	16,49									
Indice dei vuoti	0,633	0,616	0,587									
Porosità (%)	38,78	38,13	37,00									
Grado di saturazione	76,02	81,48	78,55									

CONTENUTO NATURALE DI ACQUA (ASTM D 2216-92)

GRANDEZZE FINALI

Massa conten.+terr.umido [g]	124,04	126,72	130,14									
Massa conten.+terr.secco [g]	111,62	114,33	117,67									
Massa contenitore [g]	49,78	51,10	53,14									
Contenuto d'acqua (%)	20,1	19,6	19,3									

PESO DI VOLUME UMIDO (BS 1377(90) PART 2)

Altezza provino [mm]	19,57	19,20	19,16									
Massa fustella + provino [g]	199,75	199,24	201,60									
Massa fustella [g]	61,50	60,10	60,81									
Peso di volume umido [kN/m³]	19,57	19,94	20,40									

CARATTERISTICHE DERIVATE

Peso di volume del secco [kN/m³]	16,30	16,67	17,09									
Indice dei vuoti	0,606	0,570	0,531									
Porosità (%)	37,72	36,31	34,69									
Grado di saturazione	88,52	91,75	97,11									

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)

**GEOSTUDI srl**Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)
Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.itAutorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n° 380/2001
Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/1	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52328 / GR	Data	04/11/2014
		Data prelievo	20/10/2014	Data inizio prova	30/10/2014	Pag.	1/1
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova	01/11/2014		

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

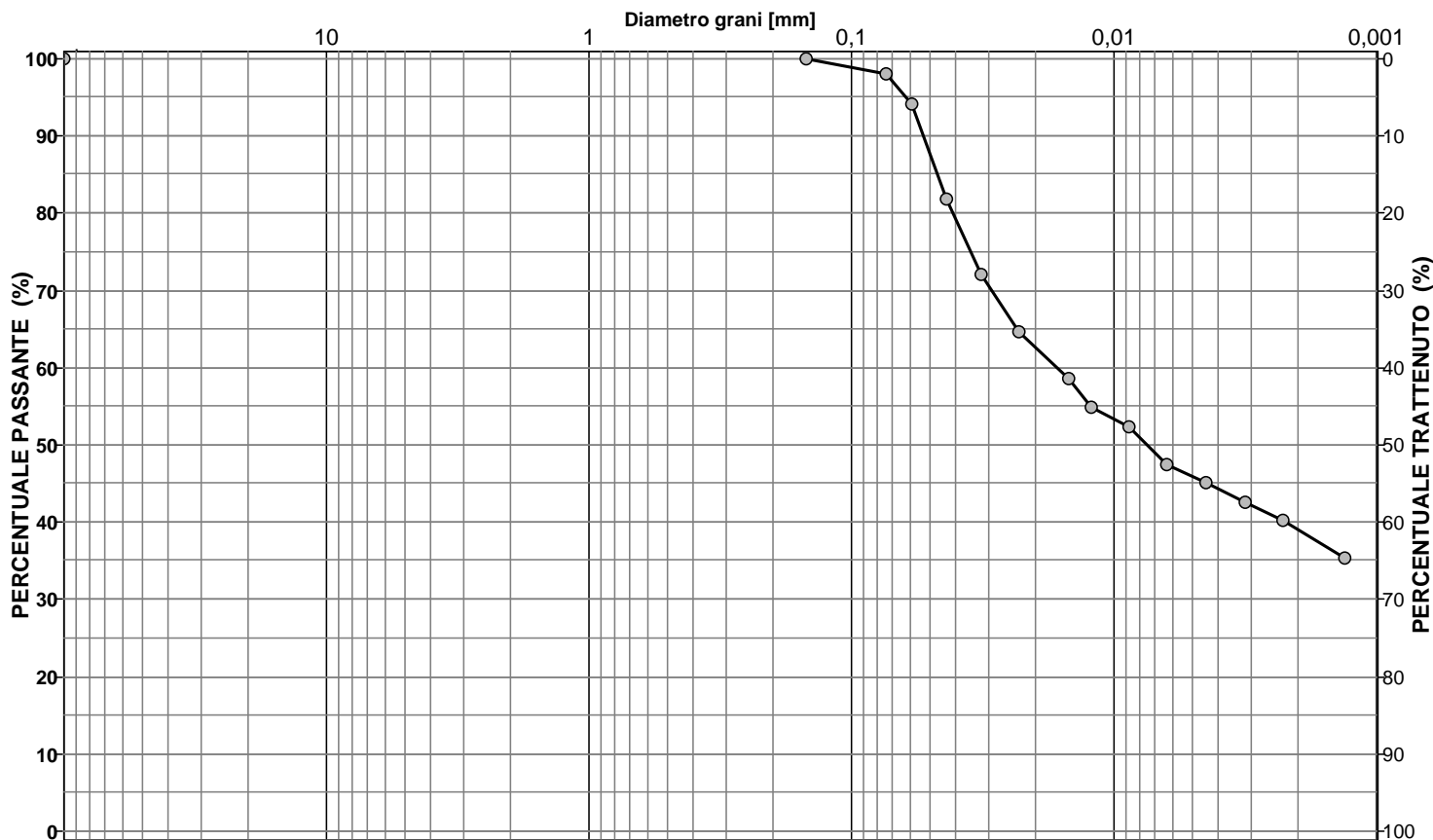
CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S1

Campione C1

Profondità [m] 4,10-4,70

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D422/63 - Class. AGI 1977

Descrizione del terreno **Limo con argilla debolmente sabbioso**

CIOTTOLI	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	0,0	5,7	55,4	38,8

Analisi per setacciatura

Analisi per sedimentazione

Massa mater. g 100,0	VAGLI	APERTURA SETACC. mm	PERC. CUMUL PASSANTE	PERC. CUMUL TRATTENUTO	DIMENSIONE GRANULI mm	PERC. CUMUL PASSANTE	PERC. CUMUL TRATTENUTO	
0,0	3,0 inch	76,2000	100,00	0,00	0,0592	94,08	5,92	d ₁₀ = mm -
0,0	2,5 inch	63,5000	100,00	0,00	0,0437	81,83	18,17	d ₃₀ = mm -
0,0	1,5 inch	38,1000	100,00	0,00	0,0319	72,03	27,97	d ₅₀ = mm 0,0075
0,0	1,0 inch	25,4000	100,00	0,00	0,0231	64,68	35,32	d ₆₀ = mm 0,0168
0,0	3/4 inch	19,0500	100,00	0,00	0,0149	58,56	41,44	d ₉₀ = mm 0,0540
0,0	1/2 inch	12,7000	100,00	0,00	0,0123	54,88	45,12	
0,0	3/8 inch	9,5100	100,00	0,00	0,0087	52,43	47,57	
0,0	4 mesh	4,7600	100,00	0,00	0,0063	47,53	52,47	
0,0	10 mesh	2,0000	100,00	0,00	0,0045	45,08	54,92	
0,0	16 mesh	1,0000	100,00	0,00	0,0032	42,63	57,37	
0,0	40 mesh	0,4200	100,00	0,00	0,0023	40,18	59,82	
0,0	60 mesh	0,2500	100,00	0,00	0,0013	35,28	64,72	
0,0	100 mesh	0,1490	100,00	0,00				
2,0	200 mesh	0,0740	98,00	2,00				

NOTE

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)

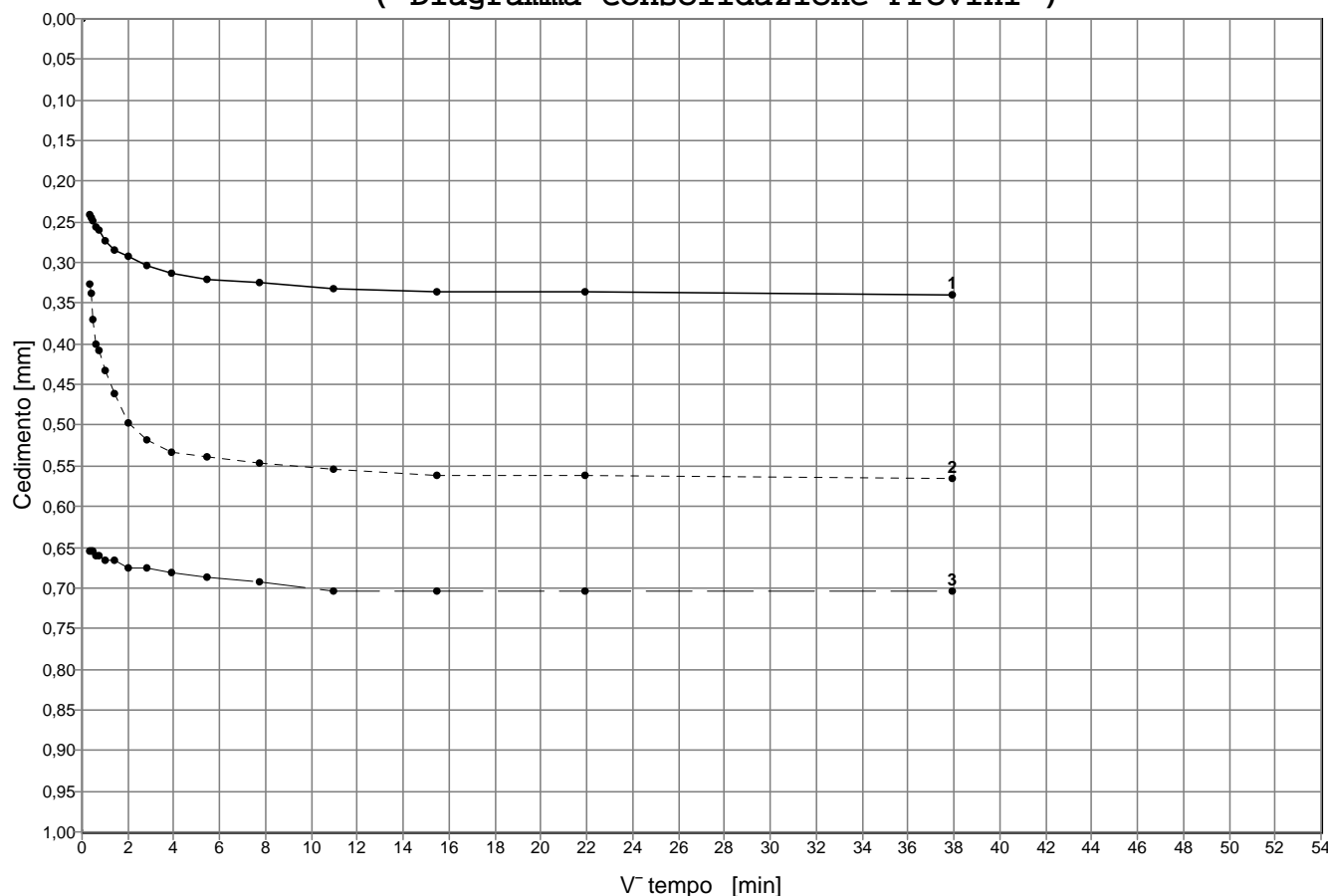


N.VERB.ACCELT./CAMP. **1717/1** Data ricevimento 24/10/2014
Data prelievo 20/10/2014
Data apertura 24/10/2014

CERTIFICATO N. **52329 / TD** Data 04/11/2014
Data inizio prova 24/10/2014
Data fine prova 30/10/2014 Pag. 1/4

COMMITTENTE **STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO**COMMESSA **084 / 2014**CANTIERE **S.P. Collacchie - Scarlino (GR)**Sondaggio **S1**Campione **C1**Profondità [m] **4,10-4,70****PROVA DI TAGLIO DIRETTO****ASTM D 3080/90**

PROVINO N.	1	2	3
Lato [mm]	60,00	59,91	59,96
Area di base [cm²]	36,00	35,89	35,95
Altezza iniziale [mm]	19,91	19,76	19,86
Contenuto naturale d'acqua iniziale (%)	18,0	18,8	17,3
Peso di volume iniziale [kN/m³]	18,91	19,24	19,34
Altezza finale [mm]	19,57	19,20	19,16
Contenuto naturale d'acqua finale (%)	20,1	19,6	19,3
Pressione verticale [kPa]	52,96	101,99	200,05
Cedimento finale [mm]	0,34	0,56	0,70
t 100 [min]	6,55	6,34	0,00
Velocità di deformazione calcolata [mm/min]	0,00000	0,00000	0,00000

(Diagramma Consolidazione Provini)

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)

**GEOSTUDI srl**Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)
Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n° 380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/1	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52329 / TD	Data	04/11/2014
		Data prelievo	20/10/2014	Data inizio prova	24/10/2014		
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova	30/10/2014	Pag.	2/4

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S1

Campione C1

Profondità [m] 4,10-4,70

PROVA DI TAGLIO DIRETTO**ASTM D 3080/90****(Diagramma Consolidazione Provini)**

PROVINO N.1		PROVINO N.2		PROVINO N.3		PROVINO N.4		PROVINO N.5	
Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]
0,10	0,24	0,10	0,33	0,10	0,65				
0,17	0,25	0,17	0,34	0,17	0,65				
0,25	0,25	0,25	0,37	0,25	0,65				
0,40	0,26	0,40	0,40	0,40	0,66				
0,50	0,26	0,50	0,41	0,50	0,66				
1,00	0,27	1,00	0,43	1,00	0,67				
2,00	0,28	2,00	0,46	2,00	0,67				
4,00	0,29	4,00	0,50	4,00	0,68				
8,00	0,30	8,00	0,52	8,00	0,68				
15,00	0,31	15,00	0,53	15,00	0,68				
30,00	0,32	30,00	0,54	30,00	0,69				
60,00	0,32	60,00	0,55	60,00	0,69				
120,00	0,33	120,00	0,55	120,00	0,70				
240,00	0,34	240,00	0,56	240,00	0,70				
480,00	0,34	480,00	0,56	480,00	0,70				
1440,00	0,34	1440,00	0,56	1440,00	0,70				

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)**Il Direttore del Laboratorio**
(Dott. Pasquale Manara)

**GEOstudi srl**

Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)

Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it



Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n° 380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/1	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52329 / TD	Data	04/11/2014
		Data prelievo	20/10/2014	Data inizio prova	24/10/2014		
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova	30/10/2014	Pag.	3/4

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

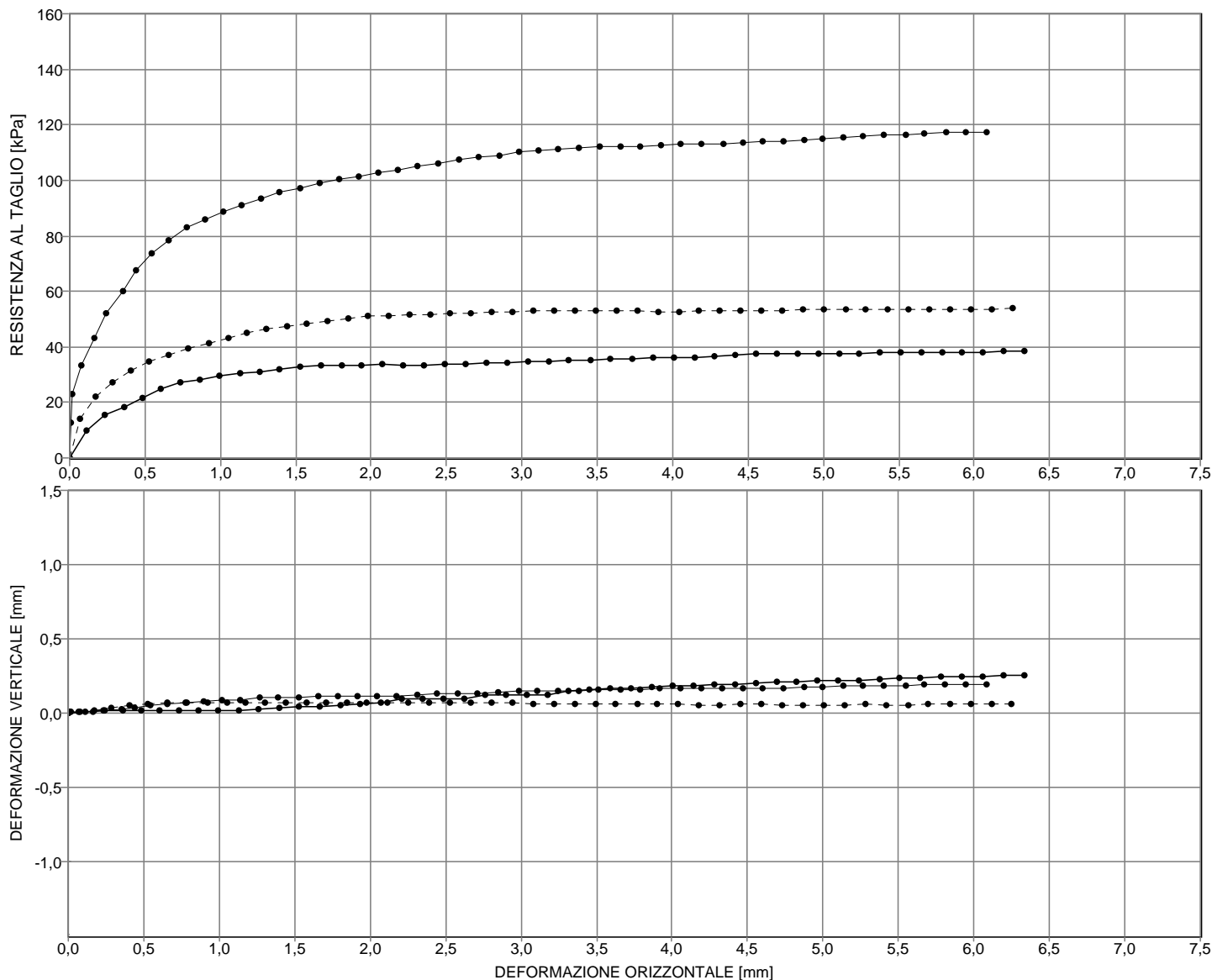
Sondaggio S1

Campione C1

Profondità [m] 4,10-4,70

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - PICCO
ASTM D 3080/90

PROVINO N.	1	2	3
Lato [mm]	60,00	59,91	59,96
Altezza [mm]	19,91	19,76	19,86
Velocità di deformazione [mm/min]	0,006	0,006	0,006
Pressione verticale [kPa]	52,96	101,99	200,05

**NOTE****Lo sperimentatore**
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)**Il Direttore del Laboratorio**
(Dott. Pasquale Manara)

**GEOSTUDI srl**

Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)

Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it



Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n°380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/1	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52329 / TD	Data	04/11/2014
		Data prelievo	20/10/2014	Data inizio prova	24/10/2014		
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova	30/10/2014	Pag.	4/4

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S1

Campione C1

Profondità [m] 4,10-4,70

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - PICCO

ASTM D 3080/90

(Diagramma Provini)

PROVINO N.1			PROVINO N.2			PROVINO N.3			PROVINO N.4			PROVINO N.5		
Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU
[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]
0,23	0,02	15,26	0,17	0,02	21,87	0,01	0,01	23,19						
0,36	0,02	18,16	0,29	0,04	27,05	0,08	0,01	33,50						
0,48	0,02	21,79	0,41	0,05	31,34	0,16	0,01	43,16						
0,61	0,02	25,06	0,53	0,06	34,49	0,25	0,02	52,18						
0,73	0,02	27,24	0,65	0,07	37,20	0,35	0,03	60,12						
0,87	0,02	27,97	0,79	0,07	39,45	0,44	0,04	67,64						
1,00	0,02	29,42	0,92	0,07	41,26	0,55	0,05	73,65						
1,13	0,02	30,51	1,05	0,07	43,06	0,66	0,06	78,59						
1,26	0,03	30,87	1,18	0,07	44,86	0,78	0,07	82,88						
1,40	0,04	31,96	1,31	0,07	46,44	0,90	0,08	85,89						
1,53	0,04	32,69	1,44	0,07	47,57	1,02	0,08	88,89						
1,66	0,05	33,42	1,58	0,07	48,47	1,14	0,09	91,26						
1,80	0,05	33,42	1,71	0,07	49,37	1,27	0,10	93,40						
1,94	0,06	33,42	1,85	0,07	50,27	1,39	0,10	95,76						
2,08	0,07	33,78	1,98	0,07	50,95	1,53	0,11	97,05						
2,21	0,09	33,42	2,12	0,07	51,18	1,66	0,11	98,77						
2,35	0,09	33,42	2,26	0,07	51,63	1,79	0,11	100,27						
2,49	0,09	33,78	2,39	0,07	51,63	1,92	0,11	101,35						
2,63	0,09	33,78	2,53	0,07	52,08	2,04	0,12	102,64						
2,77	0,12	34,14	2,66	0,07	52,08	2,18	0,12	103,71						
2,90	0,12	34,14	2,80	0,07	52,53	2,31	0,12	105,00						
3,04	0,12	34,87	2,94	0,07	52,75	2,44	0,13	105,86						
3,18	0,12	34,87	3,08	0,06	52,98	2,58	0,14	107,36						
3,31	0,15	35,23	3,22	0,06	53,20	2,71	0,14	108,22						
3,45	0,16	35,23	3,36	0,06	53,20	2,85	0,14	109,08						
3,59	0,17	35,60	3,49	0,06	53,20	2,98	0,15	110,15						
3,73	0,17	35,60	3,63	0,06	52,98	3,11	0,15	110,80						
3,87	0,18	36,32	3,77	0,06	52,98	3,24	0,15	111,22						
4,01	0,18	36,32	3,90	0,06	52,75	3,38	0,15	111,65						
4,14	0,19	36,32	4,04	0,06	52,75	3,52	0,16	112,08						
4,28	0,19	36,68	4,18	0,05	52,98	3,66	0,16	112,30						
4,42	0,20	37,05	4,32	0,05	52,98	3,79	0,16	112,30						
4,55	0,20	37,41	4,45	0,06	52,98	3,92	0,16	112,51						
4,69	0,21	37,41	4,59	0,06	53,20	4,05	0,16	112,94						
4,83	0,21	37,41	4,73	0,05	53,20	4,19	0,16	112,94						
4,96	0,22	37,41	4,87	0,05	53,43	4,33	0,17	113,16						
5,10	0,22	37,41	5,01	0,05	53,43	4,47	0,17	113,59						
5,24	0,22	37,41	5,15	0,05	53,43	4,60	0,17	113,80						
5,38	0,23	37,78	5,28	0,06	53,43	4,73	0,17	114,02						
5,51	0,23	37,78	5,42	0,05	53,66	4,87	0,17	114,66						
5,65	0,24	38,14	5,56	0,05	53,66	4,99	0,17	115,09						
5,79	0,24	38,14	5,70	0,06	53,66	5,13	0,18	115,30						
5,92	0,25	38,14	5,84	0,06	53,66	5,27	0,18	115,95						
6,06	0,25	38,14	5,98	0,06	53,66	5,40	0,19	116,38						
6,20	0,25	38,50	6,12	0,06	53,66	5,55	0,19	116,16						
6,33	0,25	38,50	6,25	0,06	53,88	5,67	0,19	117,02						
						5,81	0,19	117,24						
						5,95	0,19	117,24						
						6,09	0,20	117,45						

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)

CANTIERE	S.P. Collacchie - Scarlino (GR)
Sondaggio	S1
Campione	C1
Profondità	4,10-4,70

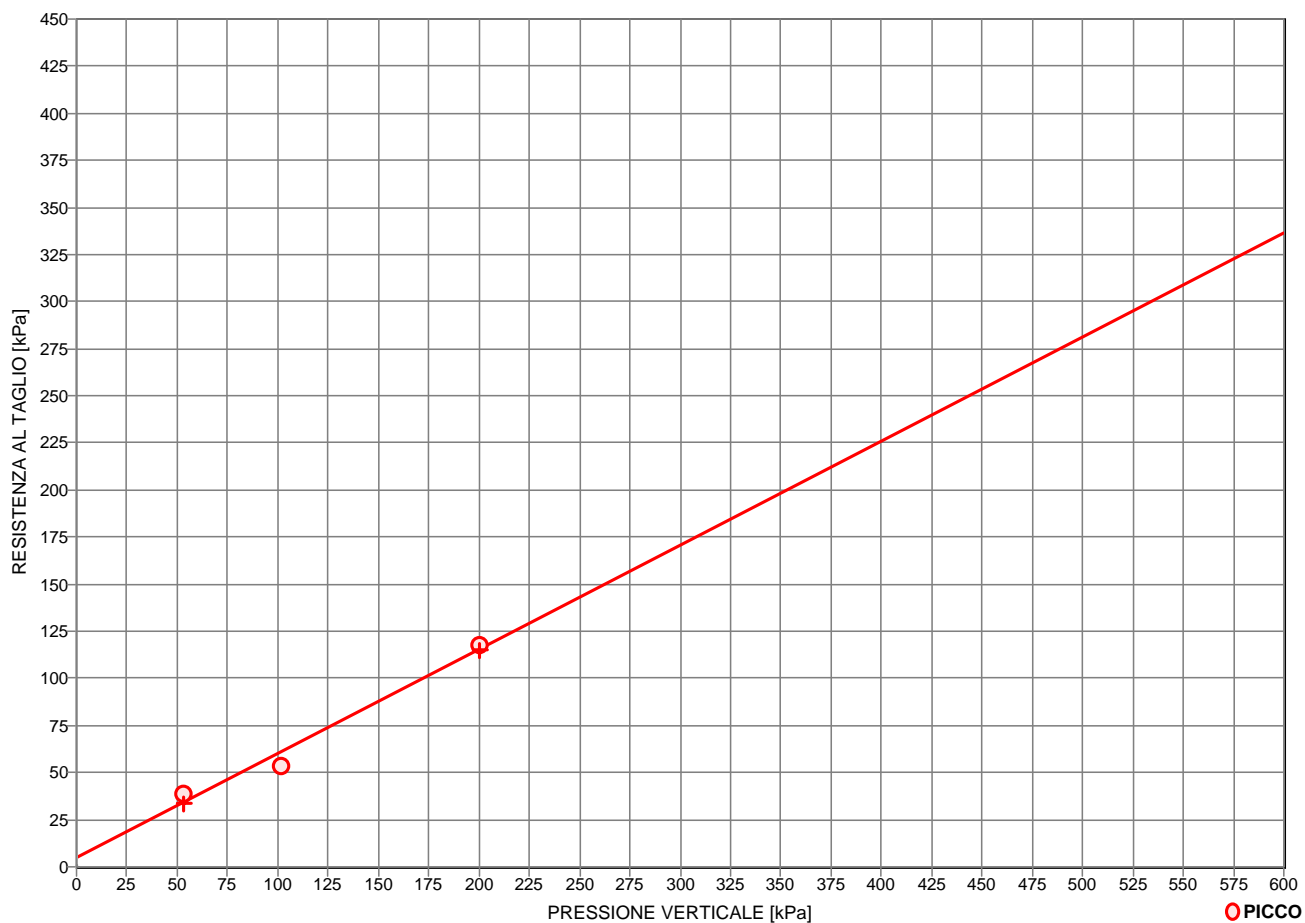
(Rif.:52329 / TD)	04/11/2014	1717/1
-------------------	------------	--------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D 3080/90

PROVINO N.	1	2	3
Lato [mm]	60,00	59,91	59,96
Altezza [mm]	19,91	19,76	19,86
Area di base [cm²]	36,00	35,89	35,95
Velocità di deformazione [mm/min]	0,006	0,006	0,006
Contenuto naturale d'acqua iniziale (%)	18,0	18,8	17,3
Peso di volume iniziale [kN/m³]	18,91	19,24	19,34
Contenuto naturale d'acqua finale (%)	20,1	19,6	19,3
TAU a rottura (picco) [kPa]	38,50	53,88	117,45
Deformazione orizz.a rottura (picco) [mm]	6,20	6,25	6,09
Deformazione vert.a rottura (picco) [mm]	0,25	0,06	0,20

Diagramma di resistenza al taglio



CONDIZIONI DI PROVA

PICCO

Angolo di resistenza al taglio [°]	28,9
Coesione intercetta [kPa]	4,5

NOTE

**GEOstudi srl**Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)
Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n° 380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCETT./CAMP.	1717/2	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52330 / AP	Data	04/11/2014
		Data prelievo	21/10/2014	Data inizio prova		Pag.	1/1
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova			

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S2

Campione C1

Profondità [m] 8,10-8,55

FUSTELLA INOX DIAMETRO INT.: cm 8,4 LUNGHEZZA: cm 70

APERTURA CAMPIONE (ASTM D 2488/93)**PROGRAMMA PROVE**

APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO
 PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854-92)
 CONTENUTO NATURALE DI ACQUA (ASTM D 2216-92)
 PESO DI VOLUME
 GRANULOMETRIA
 TAGLIO DIRETTO C.D.

DESCRIZIONE VISUALE

Limo con argilla debolmente sabbioso marrone giallastro (10YR 5/4 5/6). Presenti nella parte alta elementi alterati di natura arenacea. Consistente, omogeneo, umido frazione fine plastica. Non reagente ll'HCL.

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

		[cm]	POCKET PENETR. [kg/cm²]	TOR VANE [kg/cm²]		[cm]	PROVINI
Rammollito	0	0			0		
	10	10			10		
Limo con argilla debolmente sabbioso marrone giallastro (10YR 5/4 5/6). Presenti nella parte alta elementi alterati di natura arenacea. Consistente, omogeneo, umido frazione fine plastica. Non reagente ll'HCL.	20	20	20	1,6	20	20	TD1
	25				25		TD2
	30	30	30	1,7	30	30	TD3
	40	40			40		
	50	50			50		
	60	60			60		
	70	70			70		
	80	80			80		
	90	90			90		
	100	100			100		

QUALITA' DEL CAMPIONE SUFFICIENTE

NOTE

Lo sperimentatore
 (Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

Il Direttore del Laboratorio
 (Dott. Pasquale Manara)



GEOstudi srl

Laboratorio Geotecnico – Prove in sito

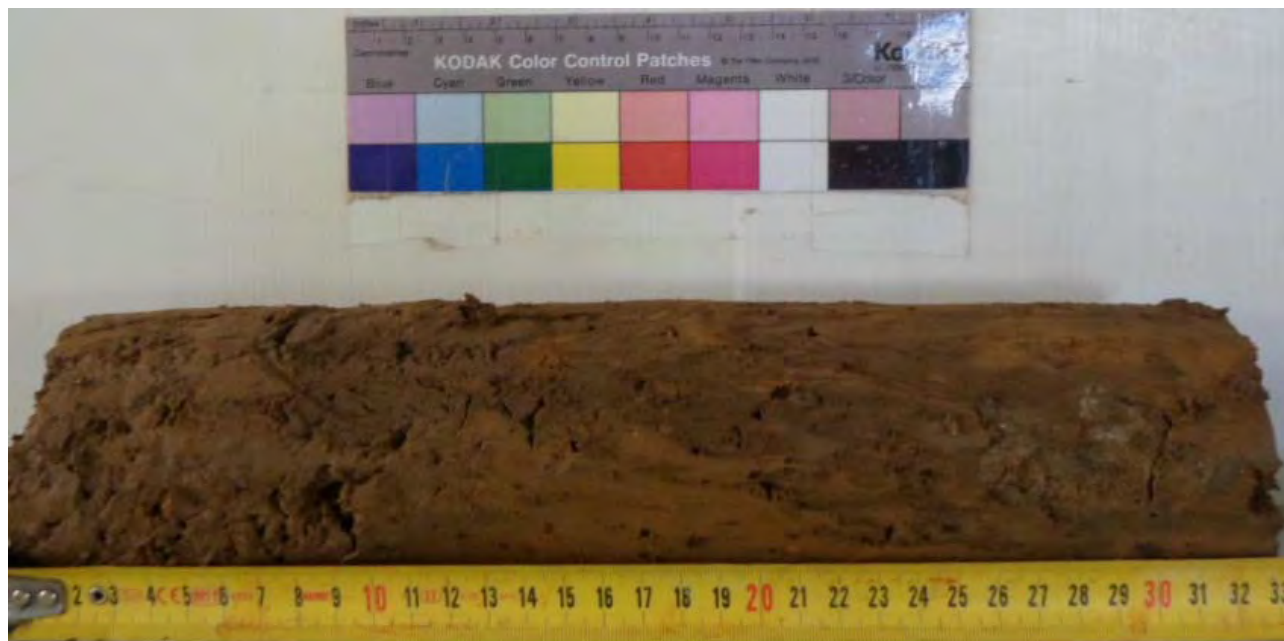
LABORATORIO AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO TECNICO CENTRALE - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59

Autorizzazione N. 52497 – Prove geotecniche sulle terre (settore A) e prove geotecniche in sito

Commessa : 58_14

Cantiere : S.P. COLLACCHIE-SCARLINO (GR)

Committente: GAMMA GEOSERVIZI SRL



PARTE ALTA



PARTE BASSA

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE : CI1

PROFONDITA' (m): 8,10-8,55

**GEOSTUDI srl**Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)
Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.itAutorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n° 380/2001
Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/2	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52331 / FV	Data	04/11/2014
		Data prelievo	21/10/2014	Data inizio prova		Pag.	1/1
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova			

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S2

Campione C1

Profondità [m] 8,10-8,55

CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854-92)

Massa picn.+acqua+terr.secco [g]	469,87	897,35
Temperatura [°C]	21,50	21,50
Massa picnometro + acqua [g]	431,23	820,34
Massa terreno secco [g]	61,97	123,61
Peso specifico dei grani	2,66	2,65
Peso specifico dei grani medio	2,65	

PROVA EFFETTUATA	TD1	TD2	TD3									
------------------	-----	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CONTENUTO NATURALE DI ACQUA (ASTM D 2216-92)

GRANDEZZE INIZIALI

Massa conten.+terr.umido [g]	106,06	79,34	83,03									
Massa conten.+terr.secco [g]	92,47	69,85	73,37									
Massa contenitore [g]	18,19	18,35	19,85									
Contenuto d'acqua (%)	18,3	18,4	18,0									

PESO DI VOLUME UMIDO (BS 1377(90) PART 2)

Lato / diametro provino [mm]	159,96	160,00	159,91									
Altezza provino [mm]	19,86	19,91	19,76									
Massa fustella + provino [g]	207,97	208,00	206,75									
Massa fustella [g]	60,81	61,50	60,10									
Peso di volume umido [kN/m³]	20,21	20,04	20,28									

CARATTERISTICHE DERIVATE

Peso di volume del secco [kN/m³]	17,09	16,92	17,18									
Indice dei vuoti	0,524	0,538	0,515									
Porosità (%)	34,36	34,98	34,01									
Grado di saturazione	92,77	90,90	92,96									

CONTENUTO NATURALE DI ACQUA (ASTM D 2216-92)

GRANDEZZE FINALI

Massa conten.+terr.umido [g]	127,10	143,98	134,30									
Massa conten.+terr.secco [g]	114,85	128,78	121,76									
Massa contenitore [g]	50,43	45,34	48,89									
Contenuto d'acqua (%)	19,0	18,2	17,2									

PESO DI VOLUME UMIDO (BS 1377(90) PART 2)

Altezza provino [mm]	19,64	19,43	19,01									
Massa fustella + provino [g]	207,97	208,00	206,75									
Massa fustella [g]	60,81	61,50	60,10									
Peso di volume umido [kN/m³]	20,57	20,50	20,93									

CARATTERISTICHE DERIVATE

Peso di volume del secco [kN/m³]	17,28	17,34	17,85									
Indice dei vuoti	0,506	0,501	0,458									
Porosità (%)	33,62	33,38	31,42									
Grado di saturazione	99,67	96,50	99,72									

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)



N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/2	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52332 / GR	Data	04/11/2014
		Data prelievo	21/10/2014	Data inizio prova	30/10/2014		
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova	01/11/2014	Pag.	1/1

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S2

Campione C1

Profondità [m] 8,10-8,55

ANALISI GRANULOMETRICA
ASTM D422/63 - Class. AGI 1977Descrizione del terreno **Limo con argilla debolmente sabbioso**

CIOTTOLI	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	0,0	10,0	48,2	41,8

Analisi per setacciatura

Analisi per sedimentazione

Massa mater. g 200,0	VAGLI	APERTURA SETACC. mm	PERC. CUMUL PASSANTE	PERC. CUMUL TRATTENUTO	DIMENSIONE GRANULI mm	PERC. CUMUL PASSANTE	PERC. CUMUL TRATTENUTO	d ₁₀ = mm -
0,0	3,0 inch	76,2000	100,00	0,00	0,0602	90,18	9,82	d ₃₀ = mm -
0,0	2.5 inch	63,5000	100,00	0,00	0,0440	80,27	19,73	d ₅₀ = mm 0,0049
0,0	1.5 inch	38,1000	100,00	0,00	0,0317	75,32	24,68	d ₆₀ = mm 0,0118
0,0	1.0 inch	25,4000	100,00	0,00	0,0229	67,88	32,12	d ₉₀ = mm 0,0599
0,0	3/4 inch	19,0500	100,00	0,00	0,0147	62,93	37,07	
0,0	1/2 inch	12,7000	100,00	0,00	0,0121	60,45	39,55	
0,0	3/8 inch	9,5100	100,00	0,00	0,0087	55,50	44,50	
0,0	4 mesh	4,7600	100,00	0,00	0,0062	51,78	48,22	
0,0	10 mesh	2,0000	100,00	0,00	0,0044	49,30	50,70	
0,0	16 mesh	1,0000	100,00	0,00	0,0032	45,59	54,41	
0,0	40 mesh	0,4200	100,00	0,00	0,0022	43,11	56,89	
0,0	60 mesh	0,2500	100,00	0,00	0,0013	38,15	61,85	
0,0	100 mesh	0,1490	100,00	0,00				
1,8	200 mesh	0,0740	99,10	0,90				

NOTE

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)



N.VERB.ACCELT./CAMP. **1717/2** Data ricevimento 24/10/2014
Data prelievo 21/10/2014
Data apertura 24/10/2014

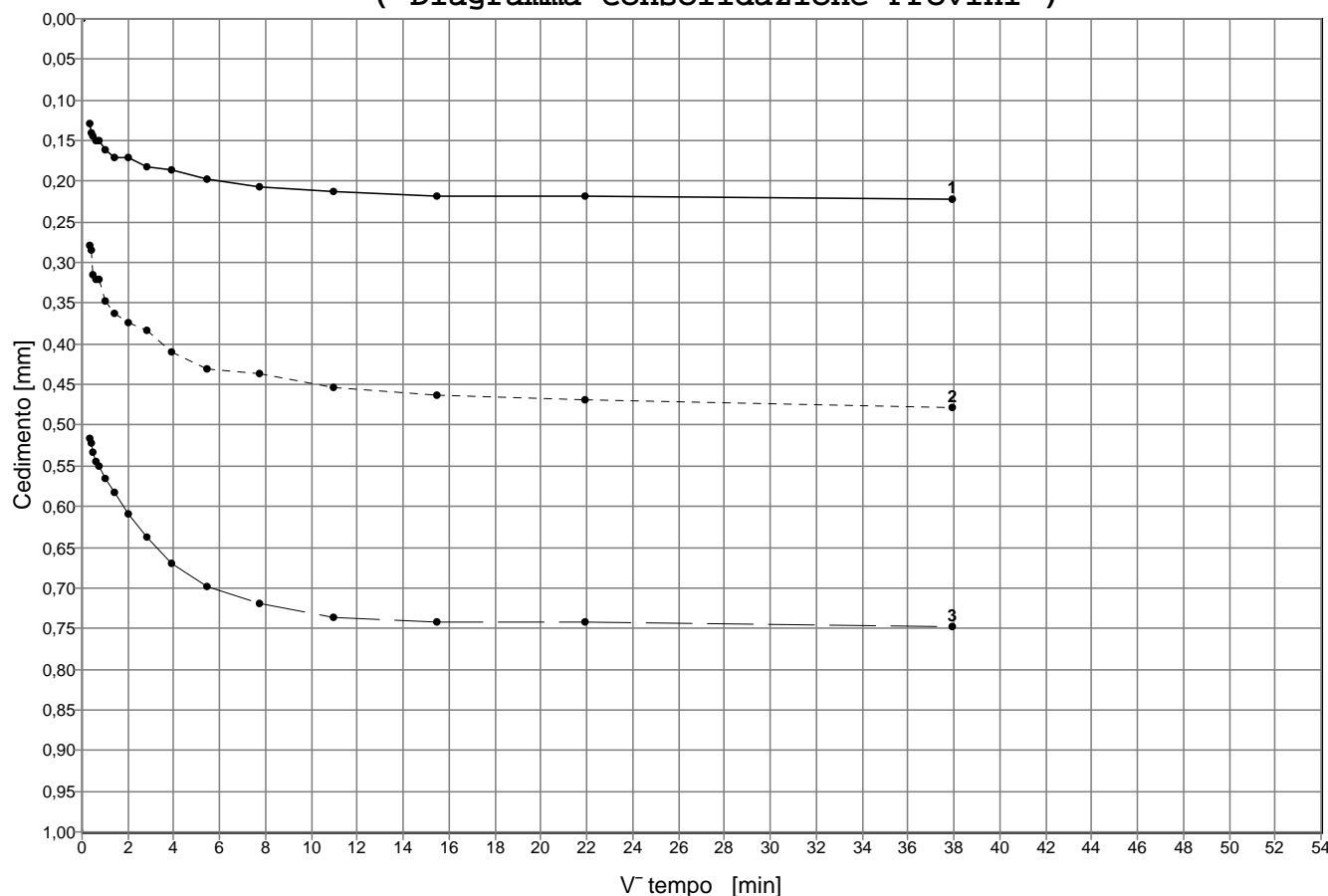
CERTIFICATO N. **52333 / TD** Data 04/11/2014
Data inizio prova 24/10/2014
Data fine prova 29/10/2014 Pag. 1/4

COMMITTENTE **STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO**COMMESSA **084 / 2014**CANTIERE **S.P. Collacchie - Scarlino (GR)**Sondaggio **S2**Campione **C1**Profondità [m] **8,10-8,55**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO ASTM D 3080/90

PROVINO N.	1	2	3
Lato [mm]	59,96	60,00	59,91
Area di base [cm ²]	35,95	36,00	35,89
Altezza iniziale [mm]	19,86	19,91	19,76
Contenuto naturale d'acqua iniziale (%)	18,3	18,4	18,1
Peso di volume iniziale [kN/m ³]	20,21	20,04	20,28
Altezza finale [mm]	19,64	19,43	19,11
Contenuto naturale d'acqua finale (%)	19,0	18,2	17,2
Pressione verticale [kPa]	52,96	101,99	200,05
Cedimento finale [mm]	0,22	0,48	0,75
t 100 [min]			
Velocità di deformazione calcolata [mm/min]			

(Diagramma Consolidazione Provini)



Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)

**GEOSTUDI srl**Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)
Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n° 380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/2	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52333 / TD	Data	04/11/2014
		Data prelievo	21/10/2014	Data inizio prova	24/10/2014		
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova	29/10/2014	Pag.	2/4

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S2

Campione C1

Profondità [m] 8,10-8,55

PROVA DI TAGLIO DIRETTO**ASTM D 3080/90****(Diagramma Consolidazione Provini)**

PROVINO N.1		PROVINO N.2		PROVINO N.3		PROVINO N.4		PROVINO N.5	
Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]	Tempo [min]	Deform.[mm]
0,10	0,13	0,10	0,28	0,10	0,52				
0,17	0,14	0,17	0,28	0,17	0,52				
0,25	0,15	0,25	0,32	0,25	0,53				
0,40	0,15	0,40	0,32	0,40	0,54				
0,50	0,15	0,50	0,32	0,50	0,55				
1,00	0,16	1,00	0,35	1,00	0,57				
2,00	0,17	2,00	0,36	2,00	0,58				
4,00	0,17	4,00	0,37	4,00	0,61				
8,00	0,18	8,00	0,38	8,00	0,64				
15,00	0,19	15,00	0,41	15,00	0,67				
30,00	0,20	30,00	0,43	30,00	0,70				
60,00	0,21	60,00	0,44	60,00	0,72				
120,00	0,21	120,00	0,45	120,00	0,74				
240,00	0,22	240,00	0,46	240,00	0,74				
480,00	0,22	480,00	0,47	480,00	0,74				
1440,00	0,22	1440,00	0,48	1440,00	0,75				

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)**Il Direttore del Laboratorio**
(Dott. Pasquale Manara)

**GEOstudi srl**

Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)

Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n° 380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito



N.VERB.ACCELT./CAMP. **1717/2** Data ricevimento 24/10/2014
Data prelievo 21/10/2014
Data apertura 24/10/2014

CERTIFICATO N. **52333 / TD**

Data 04/11/2014

Data inizio prova 24/10/2014

Data fine prova 29/10/2014

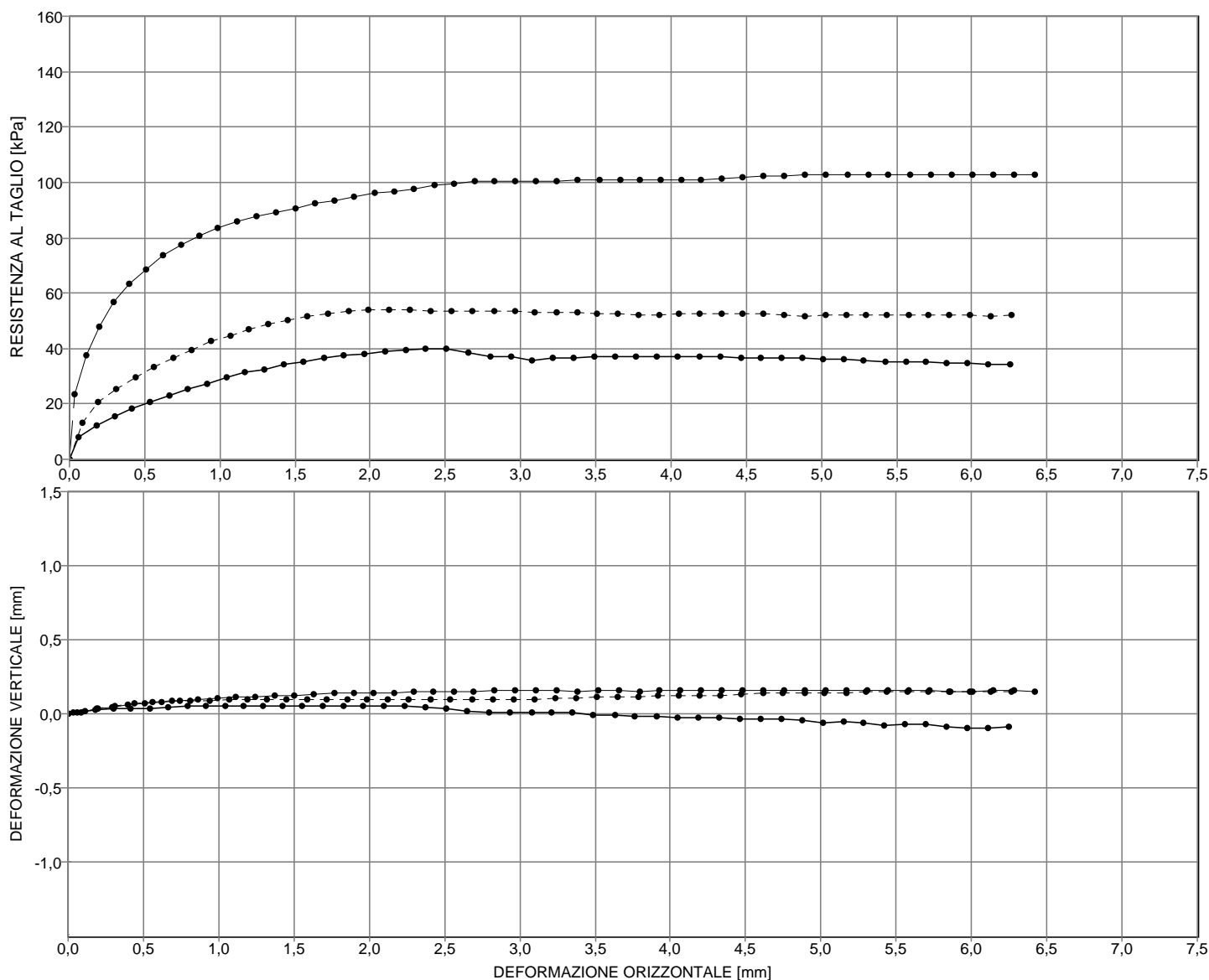
Pag. 3/4

COMMITTENTE **STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO**COMMESSA **084 / 2014**CANTIERE **S.P. Collacchie - Scarlino (GR)**Sondaggio **S2**Campione **C1**Profondità [m] **8,10-8,55**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - PICCO

ASTM D 3080/90

PROVINO N.	1	2	3
Lato [mm]	59,96	60,00	59,91
Altezza [mm]	19,86	19,91	19,76
Velocità di deformazione [mm/min]	0,006	0,006	0,006
Pressione verticale [kPa]	52,96	101,99	200,05



NOTE

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)

**GEOSTUDI srl**

Via San Salvador 3 00040 Pomezia (Rm)

Tel./fax: 0691603360 - 0691603317 e-mail: GEOSTUDILAB@fastwebnet.it



Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi dell'Art. 59 del DPR n°380/2001

Prove geotecniche sui terreni (settore A) - Prove geotecniche in sito

N.VERB.ACCELT./CAMP.	1717/2	Data ricevimento	24/10/2014	CERTIFICATO N.	52333 / TD	Data	04/11/2014
		Data prelievo	21/10/2014	Data inizio prova	24/10/2014		
		Data apertura	24/10/2014	Data fine prova	29/10/2014	Pag.	4/4

COMMITTENTE STALF STUDIO TECNICO ASSOCIATO

COMMESSA 084 / 2014

CANTIERE S.P. Collacchie - Scarlino (GR)

Sondaggio S2

Campione C1

Profondità [m] 8,10-8,55

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - PICCO

ASTM D 3080/90

(Diagramma Provini)

PROVINO N.1			PROVINO N.2			PROVINO N.3			PROVINO N.4			PROVINO N.5		
Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU	Def.ORIZZ.	Def.VERT.	TAU
[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]	[mm]	[mm]	[kPa]
0,18	0,03	12,21	0,19	0,03	20,45	0,11	0,02	37,44						
0,30	0,03	15,33	0,31	0,05	25,40	0,20	0,03	48,05						
0,42	0,03	18,19	0,44	0,07	29,67	0,29	0,04	56,60						
0,54	0,04	20,52	0,56	0,08	33,26	0,40	0,06	63,38						
0,66	0,05	22,86	0,69	0,08	36,63	0,51	0,07	68,68						
0,79	0,05	25,20	0,81	0,09	39,56	0,62	0,08	73,69						
0,91	0,05	27,28	0,94	0,09	42,48	0,74	0,09	77,53						
1,04	0,06	29,36	1,07	0,09	44,73	0,87	0,09	80,47						
1,17	0,06	31,44	1,19	0,10	46,97	0,99	0,10	83,42						
1,30	0,06	32,48	1,32	0,10	48,77	1,12	0,11	85,78						
1,43	0,06	34,03	1,45	0,10	50,12	1,24	0,12	87,55						
1,56	0,06	35,33	1,58	0,10	51,69	1,37	0,12	89,32						
1,69	0,06	36,37	1,72	0,10	52,59	1,50	0,13	90,79						
1,83	0,06	37,41	1,85	0,10	53,27	1,63	0,13	92,56						
1,96	0,06	38,19	1,99	0,10	53,94	1,77	0,14	93,15						
2,10	0,05	38,97	2,13	0,10	53,94	1,90	0,14	94,92						
2,23	0,05	39,49	2,26	0,10	53,94	2,03	0,14	96,10						
2,37	0,05	40,01	2,40	0,10	53,49	2,16	0,14	96,69						
2,51	0,03	39,75	2,54	0,10	53,27	2,29	0,15	97,57						
2,65	0,02	38,45	2,68	0,10	53,27	2,43	0,15	99,04						
2,80	0,01	37,15	2,82	0,10	53,27	2,56	0,15	99,63						
2,94	0,01	36,89	2,96	0,10	53,27	2,70	0,15	100,52						
3,08	0,01	35,85	3,09	0,10	53,04	2,83	0,15	100,52						
3,21	0,00	36,37	3,24	0,11	52,82	2,97	0,15	100,52						
3,35	0,01	36,63	3,38	0,11	52,82	3,10	0,15	100,52						
3,49	-0,01	36,89	3,51	0,11	52,59	3,24	0,15	100,52						
3,63	-0,01	37,15	3,65	0,11	52,37	3,38	0,15	100,81						
3,77	-0,02	37,15	3,79	0,12	52,14	3,52	0,15	100,81						
3,91	-0,02	37,15	3,92	0,12	52,14	3,66	0,15	100,81						
4,05	-0,03	36,89	4,05	0,12	52,37	3,79	0,15	100,81						
4,19	-0,03	36,89	4,19	0,13	52,59	3,93	0,15	100,81						
4,33	-0,02	36,89	4,34	0,13	52,37	4,07	0,15	101,11						
4,46	-0,04	36,63	4,47	0,13	52,37	4,20	0,15	101,11						
4,60	-0,03	36,63	4,61	0,14	52,37	4,34	0,15	101,40						
4,74	-0,03	36,63	4,75	0,14	52,14	4,48	0,15	101,70						
4,87	-0,05	36,37	4,89	0,14	51,69	4,62	0,15	102,29						
5,01	-0,06	36,11	5,03	0,14	52,14	4,76	0,15	102,29						
5,15	-0,05	36,11	5,17	0,14	52,14	4,89	0,15	102,58						
5,28	-0,06	35,85	5,30	0,15	51,92	5,03	0,15	102,88						
5,42	-0,08	35,33	5,44	0,15	52,14	5,17	0,15	102,88						
5,56	-0,07	35,07	5,58	0,15	52,14	5,31	0,15	102,88						
5,70	-0,07	35,07	5,71	0,15	52,14	5,45	0,15	102,88						
5,83	-0,09	34,81	5,85	0,15	52,14	5,59	0,15	102,88						
5,97	-0,10	34,55	5,99	0,15	51,92	5,73	0,15	102,88						
6,11	-0,10	34,29	6,13	0,15	51,69	5,86	0,15	102,88						
6,25	-0,09	34,29	6,27	0,15	51,92	6,00	0,15	102,88						
						6,14	0,15	102,88						
						6,28	0,15	102,58						
						6,42	0,15	102,88						

Lo sperimentatore
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Pasquale Manara)

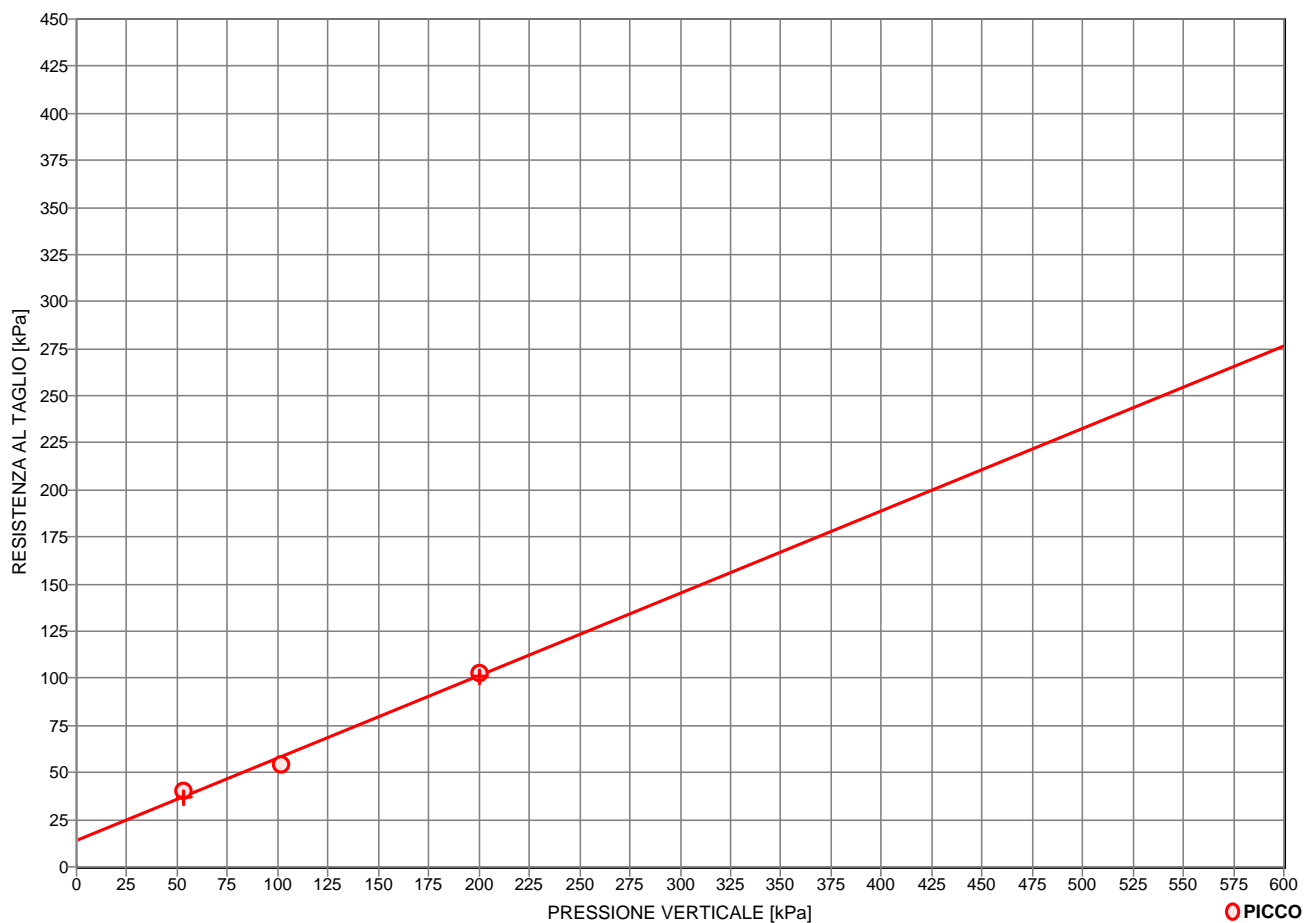
CANTIERE	S.P. Collacchie - Scarlino (GR)
Sondaggio	S2
Campione	C1
Profondità	8,10-8,55

(Rif.:52333 / TD)	04/11/2014	1717/2
-------------------	------------	--------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D 3080/90

PROVINO N.	1	2	3
Lato [mm]	59,96	60,00	59,91
Altezza [mm]	19,86	19,91	19,76
Area di base [cm²]	35,95	36,00	35,89
Velocità di deformazione [mm/min]	0,006	0,006	0,006
Contenuto naturale d'acqua iniziale (%)	18,3	18,4	18,1
Peso di volume iniziale [kN/m³]	20,21	20,04	20,28
Contenuto naturale d'acqua finale (%)	19,0	18,2	17,2
TAU a rottura (picco) [kPa]	40,01	53,94	102,88
Deformazione orizz.a rottura (picco) [mm]	2,37	1,99	5,03
Deformazione vert.a rottura (picco) [mm]	0,05	0,10	0,15

Diagramma di resistenza al taglio**CONDIZIONI DI PROVA****PICCO**

Angolo di resistenza al taglio [°]	23,6
Coesione intercetta [kPa]	13,8

NOTE

ELABORAZIONI PROVE S.P.T. – 2014

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1 - Spt1 TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	46	1.95	46	Skempton 1986	77.1

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	46	1.95	46	Japanese National Railway	40.8

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	46	1.95	46	Schmertmann (1978) (Sabbie)	368.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	46	1.95	46	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	243.16

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	46	1.95	46	Meyerhof ed altri	2.22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	46	1.95	46	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
[1] - Strato	46	1.95	46	Navfac 1971-1982	7.64

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1 Spt2 TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	7	4.05	7	Skempton 1986	25.97

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	7	4.05	7	Japanese National Railway	29.1

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	7	4.05	7	Schmertmann (1978) (Sabbie)	56.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	7	4.05	7	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	69.22

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	7	4.05	7	Meyerhof ed altri	1.62

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	7	4.05	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Strato	7	4.05	7	Navfac 1971-1982	1.44

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1 Spt3
TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	29	10.65	22	Skempton 1986	54.08

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	29	10.65	22	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	33.17

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Strato	29	10.65	22	Schmertmann (1978) (Sabbie)	176.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Strato	29	10.65	22	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	136.12

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	29	10.65	22	Meyerhof ed altri	2.03

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	29	10.65	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.44

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Strato	29	10.65	22	Navfac 1971-1982	4.39

ELABORAZIONI PROVE DPSH – 2014

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] – limo sabbioso argilloso	10.53	0.20	10.53	Skempton 1986	34.15
[2] – limo sabbioso argilloso	9.02	0.40	9.02	Skempton 1986	30.79
[3] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.60	6.02	Skempton 1986	23.5
[4] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.80	6.02	Skempton 1986	23.5
[5] – limo sabbioso argilloso	7.52	1.00	7.52	Skempton 1986	27.25
[6] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.20	6.02	Skempton 1986	23.5
[7] – limo sabbioso argilloso	10.53	1.40	10.53	Skempton 1986	34.15
[8] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.60	12.03	Skempton 1986	37.3
[9] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.80	12.03	Skempton 1986	37.3
[10] – limo sabbioso argilloso	12.03	2.00	12.03	Skempton 1986	37.3
[11] – limo sabbioso argilloso	10.53	2.20	10.53	Skempton 1986	34.15
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Skempton 1986	27.25
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Skempton 1986	23.5
[14] – limo sabbioso argilloso	4.51	2.80	4.51	Skempton 1986	19.52
[15] – limo sabbioso argilloso	3.01	3.00	3.01	Skempton 1986	15.33
[16] – limo sabbioso argilloso	4.51	3.20	4.51	Skempton 1986	19.52
[17] – limo sabbioso argilloso	7.52	3.40	7.52	Skempton 1986	27.25
[18] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.60	6.02	Skempton 1986	23.5
[19] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.80	6.02	Skempton 1986	23.5
[20] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.00	6.02	Skempton 1986	23.5
[21] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.20	4.51	Skempton 1986	19.52
[22] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.40	6.02	Skempton 1986	23.5
[23] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.60	4.51	Skempton 1986	19.52
[24] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.80	4.51	Skempton 1986	19.52
[25] – limo sabbioso argilloso	4.51	5.00	4.51	Skempton 1986	19.52
[26] – limo sabbioso argilloso	6.02	5.20	6.02	Skempton 1986	23.5
[27] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.40	9.02	Skempton 1986	30.79
[28] – limo sabbioso argilloso	7.52	5.60	7.52	Skempton 1986	27.25
[29] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.80	9.02	Skempton 1986	30.79
[30] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.00	10.53	Skempton 1986	34.15
[31] – limo sabbioso argilloso	9.02	6.20	9.02	Skempton 1986	30.79
[32] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.40	10.53	Skempton 1986	34.15
[33] – limo sabbioso argilloso	16.54	6.60	15.77	Skempton 1986	44.39
[34] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.80	16.525	Skempton 1986	45.7
[35] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.00	15.77	Skempton 1986	44.39
[36] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.20	15.77	Skempton 1986	44.39
[37] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.40	15.77	Skempton 1986	44.39
[38] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.60	17.275	Skempton 1986	46.96
[39] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.80	17.275	Skempton 1986	46.96
[40] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.00	17.275	Skempton 1986	46.96
[41] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.20	17.275	Skempton 1986	46.96

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] – limo sabbioso argilloso	10.53	0.20	10.53	Japanese National Railway	30.16
[2] – limo sabbioso argilloso	9.02	0.40	9.02	Japanese National Railway	29.71
[3] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.60	6.02	Japanese National Railway	28.81
[4] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.80	6.02	Japanese National Railway	28.81
[5] – limo sabbioso argilloso	7.52	1.00	7.52	Japanese National Railway	29.26
[6] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.20	6.02	Japanese National Railway	28.81
[7] – limo sabbioso argilloso	10.53	1.40	10.53	Japanese National Railway	30.16
[8] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.60	12.03	Japanese National Railway	30.61
[9] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.80	12.03	Japanese National Railway	30.61
[10] – limo sabbioso argilloso	12.03	2.00	12.03	Japanese National Railway	30.61
[11] – limo sabbioso argilloso	10.53	2.20	10.53	Japanese National Railway	30.16
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Japanese National Railway	29.26
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Japanese National Railway	28.81
[14] – limo sabbioso argilloso	4.51	2.80	4.51	Japanese National Railway	28.35
[15] – limo sabbioso argilloso	3.01	3.00	3.01	Japanese National Railway	27.9
[16] – limo sabbioso argilloso	4.51	3.20	4.51	Japanese National Railway	28.35
[17] – limo sabbioso argilloso	7.52	3.40	7.52	Japanese National Railway	29.26
[18] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.60	6.02	Japanese National Railway	28.81
[19] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.80	6.02	Japanese National Railway	28.81
[20] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.00	6.02	Japanese National Railway	28.81
[21] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.20	4.51	Japanese National Railway	28.35
[22] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.40	6.02	Japanese National Railway	28.81
[23] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.60	4.51	Japanese National Railway	28.35
[24] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.80	4.51	Japanese National Railway	28.35
[25] – limo sabbioso argilloso	4.51	5.00	4.51	Japanese National Railway	28.35
[26] – limo sabbioso argilloso	6.02	5.20	6.02	Japanese National Railway	28.81
[27] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.40	9.02	Japanese National Railway	29.71
[28] – limo sabbioso argilloso	7.52	5.60	7.52	Japanese National Railway	29.26
[29] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.80	9.02	Japanese National Railway	29.71
[30] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.00	10.53	Japanese National Railway	30.16
[31] – limo sabbioso argilloso	9.02	6.20	9.02	Japanese National Railway	29.71
[32] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.40	10.53	Japanese National Railway	30.16
[33] – limo sabbioso argilloso	16.54	6.60	15.77	Japanese National Railway	31.73
[34] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.80	16.525	Japanese National Railway	31.96
[35] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.00	15.77	Japanese National Railway	31.73
[36] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.20	15.77	Japanese National Railway	31.73
[37] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.40	15.77	Japanese National Railway	31.73
[38] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.60	17.275	Japanese National Railway	32.18
[39] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.80	17.275	Japanese National Railway	32.18
[40] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.00	17.275	Japanese National Railway	32.18
[41] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.20	17.275	Japanese National Railway	32.18

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] – limo sabbioso argilloso	10.53	0.20	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[2] – limo sabbioso argilloso	9.02	0.40	9.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	72.16
[3] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.60	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16

[4] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.80	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[5] – limo sabbioso argilloso	7.52	1.00	7.52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.16
[6] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.20	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[7] – limo sabbioso argilloso	10.53	1.40	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[8] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.60	12.03	Schmertmann (1978) (Sabbie)	96.24
[9] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.80	12.03	Schmertmann (1978) (Sabbie)	96.24
[10] – limo sabbioso argilloso	12.03	2.00	12.03	Schmertmann (1978) (Sabbie)	96.24
[11] – limo sabbioso argilloso	10.53	2.20	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.16
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[14] – limo sabbioso argilloso	4.51	2.80	4.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	36.08
[15] – limo sabbioso argilloso	3.01	3.00	3.01	Schmertmann (1978) (Sabbie)	24.08
[16] – limo sabbioso argilloso	4.51	3.20	4.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	36.08
[17] – limo sabbioso argilloso	7.52	3.40	7.52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.16
[18] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.60	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[19] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.80	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[20] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.00	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[21] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.20	4.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	36.08
[22] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.40	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[23] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.60	4.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	36.08
[24] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.80	4.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	36.08
[25] – limo sabbioso argilloso	4.51	5.00	4.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	36.08
[26] – limo sabbioso argilloso	6.02	5.20	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[27] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.40	9.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	72.16
[28] – limo sabbioso argilloso	7.52	5.60	7.52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.16
[29] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.80	9.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	72.16
[30] – limo sabbioso	10.53	6.00	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24

argilloso					
[31] – limo sabbioso argilloso	9.02	6.20	9.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	72.16
[32] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.40	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[33] – limo sabbioso argilloso	16.54	6.60	15.77	Schmertmann (1978) (Sabbie)	126.16
[34] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.80	16.525	Schmertmann (1978) (Sabbie)	132.20
[35] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.00	15.77	Schmertmann (1978) (Sabbie)	126.16
[36] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.20	15.77	Schmertmann (1978) (Sabbie)	126.16
[37] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.40	15.77	Schmertmann (1978) (Sabbie)	126.16
[38] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.60	17.275	Schmertmann (1978) (Sabbie)	138.20
[39] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.80	17.275	Schmertmann (1978) (Sabbie)	138.20
[40] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.00	17.275	Schmertmann (1978) (Sabbie)	138.20
[41] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.20	17.275	Schmertmann (1978) (Sabbie)	138.20

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] – limo sabbioso argilloso	10.53	0.20	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[2] – limo sabbioso argilloso	9.02	0.40	9.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	78.23
[3] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.60	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[4] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.80	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[5] – limo sabbioso argilloso	7.52	1.00	7.52	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	71.54
[6] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.20	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[7] – limo sabbioso argilloso	10.53	1.40	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[8] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.60	12.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	91.65
[9] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.80	12.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	91.65
[10] – limo sabbioso argilloso	12.03	2.00	12.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	91.65
[11] – limo sabbioso argilloso	10.53	2.20	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	71.54
[13] – limo	6.02	2.60	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85

sabbioso argilloso					
[14] – limo sabbioso argilloso	4.51	2.80	4.51	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	58.11
[15] – limo sabbioso argilloso	3.01	3.00	3.01	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	51.42
[16] – limo sabbioso argilloso	4.51	3.20	4.51	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	58.11
[17] – limo sabbioso argilloso	7.52	3.40	7.52	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	71.54
[18] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.60	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[19] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.80	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[20] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.00	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[21] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.20	4.51	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	58.11
[22] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.40	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[23] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.60	4.51	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	58.11
[24] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.80	4.51	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	58.11
[25] – limo sabbioso argilloso	4.51	5.00	4.51	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	58.11
[26] – limo sabbioso argilloso	6.02	5.20	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[27] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.40	9.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	78.23
[28] – limo sabbioso argilloso	7.52	5.60	7.52	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	71.54
[29] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.80	9.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	78.23
[30] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.00	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[31] – limo sabbioso argilloso	9.02	6.20	9.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	78.23
[32] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.40	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[33] – limo sabbioso argilloso	16.54	6.60	15.77	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	108.33
[34] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.80	16.525	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	111.70
[35] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.00	15.77	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	108.33
[36] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.20	15.77	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	108.33
[37] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.40	15.77	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	108.33
[38] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.60	17.275	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	115.05
[39] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.80	17.275	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	115.05

[40] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.00	17.275	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	115.05
[41] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.20	17.275	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	115.05

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] – limo sabbioso argilloso	10.53	0.20	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[2] – limo sabbioso argilloso	9.02	0.40	9.02	Meyerhof ed altri	1.70
[3] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.60	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[4] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.80	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[5] – limo sabbioso argilloso	7.52	1.00	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
[6] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.20	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[7] – limo sabbioso argilloso	10.53	1.40	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[8] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.60	12.03	Meyerhof ed altri	1.80
[9] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.80	12.03	Meyerhof ed altri	1.80
[10] – limo sabbioso argilloso	12.03	2.00	12.03	Meyerhof ed altri	1.80
[11] – limo sabbioso argilloso	10.53	2.20	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[14] – limo sabbioso argilloso	4.51	2.80	4.51	Meyerhof ed altri	1.52
[15] – limo sabbioso argilloso	3.01	3.00	3.01	Meyerhof ed altri	1.45
[16] – limo sabbioso argilloso	4.51	3.20	4.51	Meyerhof ed altri	1.52
[17] – limo sabbioso argilloso	7.52	3.40	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
[18] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.60	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[19] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.80	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[20] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.00	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[21] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.20	4.51	Meyerhof ed altri	1.52
[22] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.40	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[23] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.60	4.51	Meyerhof ed altri	1.52
[24] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.80	4.51	Meyerhof ed altri	1.52
[25] – limo sabbioso argilloso	4.51	5.00	4.51	Meyerhof ed altri	1.52
[26] – limo sabbioso argilloso	6.02	5.20	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[27] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.40	9.02	Meyerhof ed altri	1.70
[28] – limo sabbioso argilloso	7.52	5.60	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
[29] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.80	9.02	Meyerhof ed altri	1.70
[30] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.00	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[31] – limo sabbioso argilloso	9.02	6.20	9.02	Meyerhof ed altri	1.70
[32] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.40	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[33] – limo sabbioso argilloso	16.54	6.60	15.77	Meyerhof ed altri	1.90
[34] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.80	16.525	Meyerhof ed altri	1.92
[35] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.00	15.77	Meyerhof ed altri	1.90
[36] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.20	15.77	Meyerhof ed altri	1.90
[37] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.40	15.77	Meyerhof ed altri	1.90
[38] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.60	17.275	Meyerhof ed altri	1.94
[39] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.80	17.275	Meyerhof ed altri	1.94
[40] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.00	17.275	Meyerhof ed altri	1.94
[41] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.20	17.275	Meyerhof ed altri	1.94

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] – limo sabbioso argilloso	10.53	0.20	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[2] – limo sabbioso argilloso	9.02	0.40	9.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[3] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.60	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[4] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.80	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[5] – limo sabbioso argilloso	7.52	1.00	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
[6] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.20	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[7] – limo sabbioso argilloso	10.53	1.40	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[8] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.60	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[9] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.80	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[10] – limo sabbioso argilloso	12.03	2.00	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[11] – limo sabbioso argilloso	10.53	2.20	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[14] – limo sabbioso argilloso	4.51	2.80	4.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[15] – limo sabbioso argilloso	3.01	3.00	3.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[16] – limo sabbioso argilloso	4.51	3.20	4.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[17] – limo sabbioso argilloso	7.52	3.40	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
[18] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.60	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[19] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.80	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[20] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.00	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[21] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.20	4.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[22] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.40	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[23] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.60	4.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[24] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.80	4.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[25] – limo sabbioso argilloso	4.51	5.00	4.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[26] – limo sabbioso	6.02	5.20	6.02	Terzaghi-Peck	1.89

argilloso				1948-1967	
[27] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.40	9.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[28] – limo sabbioso argilloso	7.52	5.60	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
[29] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.80	9.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[30] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.00	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[31] – limo sabbioso argilloso	9.02	6.20	9.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[32] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.40	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[33] – limo sabbioso argilloso	16.54	6.60	15.77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[34] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.80	16.525	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[35] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.00	15.77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[36] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.20	15.77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[37] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.40	15.77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[38] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.60	17.275	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[39] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.80	17.275	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[40] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.00	17.275	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[41] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.20	17.275	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
[1] – limo sabbioso argilloso	10.53	0.20	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[2] – limo sabbioso argilloso	9.02	0.40	9.02	Navfac 1971-1982	1.89
[3] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.60	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[4] – limo sabbioso argilloso	6.02	0.80	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[5] – limo sabbioso argilloso	7.52	1.00	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
[6] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.20	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[7] – limo sabbioso argilloso	10.53	1.40	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[8] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.60	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
[9] – limo sabbioso argilloso	12.03	1.80	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
[10] – limo sabbioso argilloso	12.03	2.00	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
[11] – limo sabbioso argilloso	10.53	2.20	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[14] – limo sabbioso argilloso	4.51	2.80	4.51	Navfac 1971-1982	0.87
[15] – limo sabbioso argilloso	3.01	3.00	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
[16] – limo sabbioso argilloso	4.51	3.20	4.51	Navfac 1971-1982	0.87
[17] – limo sabbioso argilloso	7.52	3.40	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
[18] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.60	6.02	Navfac 1971-1982	1.22

[19] – limo sabbioso argilloso	6.02	3.80	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[20] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.00	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[21] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.20	4.51	Navfac 1971-1982	0.87
[22] – limo sabbioso argilloso	6.02	4.40	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[23] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.60	4.51	Navfac 1971-1982	0.87
[24] – limo sabbioso argilloso	4.51	4.80	4.51	Navfac 1971-1982	0.87
[25] – limo sabbioso argilloso	4.51	5.00	4.51	Navfac 1971-1982	0.87
[26] – limo sabbioso argilloso	6.02	5.20	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[27] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.40	9.02	Navfac 1971-1982	1.89
[28] – limo sabbioso argilloso	7.52	5.60	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
[29] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.80	9.02	Navfac 1971-1982	1.89
[30] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.00	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[31] – limo sabbioso argilloso	9.02	6.20	9.02	Navfac 1971-1982	1.89
[32] – limo sabbioso argilloso	10.53	6.40	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[33] – limo sabbioso argilloso	16.54	6.60	15.77	Navfac 1971-1982	3.27
[34] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.80	16.525	Navfac 1971-1982	3.42
[35] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.00	15.77	Navfac 1971-1982	3.27
[36] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.20	15.77	Navfac 1971-1982	3.27
[37] – limo sabbioso argilloso	16.54	7.40	15.77	Navfac 1971-1982	3.27
[38] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.60	17.275	Navfac 1971-1982	3.56
[39] – limo sabbioso argilloso	19.55	7.80	17.275	Navfac 1971-1982	3.56
[40] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.00	17.275	Navfac 1971-1982	3.56
[41] – limo sabbioso argilloso	19.55	8.20	17.275	Navfac 1971-1982	3.56

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - riporto	36.1	0.20	36.1	Skempton 1986	69.15
[2] - riporto	39.1	0.40	39.1	Skempton 1986	71.64
[3] - riporto	40.61	0.60	40.61	Skempton 1986	72.85
[4] - riporto	19.55	0.80	19.55	Skempton 1986	50.56
[5] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.00	6.02	Skempton 1986	23.5
[6] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.20	3.01	Skempton 1986	15.33
[7] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.40	3.01	Skempton 1986	15.33
[8] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.60	3.01	Skempton 1986	15.33
[9] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.80	3.01	Skempton 1986	15.33
[10] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.00	6.02	Skempton 1986	23.5
[11] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.20	7.52	Skempton 1986	27.25
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Skempton 1986	27.25
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Skempton 1986	23.5
[14] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.80	7.52	Skempton 1986	27.25
[15] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.00	9.02	Skempton 1986	30.79
[16] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.20	12.03	Skempton 1986	37.3
[17] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.40	9.02	Skempton 1986	30.79
[18] – limo sabbioso argilloso	10.53	3.60	10.53	Skempton 1986	34.15
[19] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.80	12.03	Skempton 1986	37.3
[20] – limo sabbioso argilloso	12.03	4.00	12.03	Skempton 1986	37.3
[21] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.20	10.53	Skempton 1986	34.15
[22] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.40	10.53	Skempton 1986	34.15

[23] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.60	10.53	Skempton 1986	34.15
[24] – limo sabbioso argilloso	16.54	4.80	16.54	Skempton 1986	45.73
[25] – limo sabbioso argilloso	16.54	5.00	16.54	Skempton 1986	45.73
[26] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.20	9.02	Skempton 1986	30.79
[27] – limo sabbioso argilloso	10.53	5.40	10.53	Skempton 1986	34.15
[28] – limo sabbioso argilloso	12.03	5.60	12.03	Skempton 1986	37.3
[29] – limo sabbioso argilloso	13.54	5.80	13.54	Skempton 1986	40.29
[30] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.00	18.05	Skempton 1986	48.22
[31] – limo sabbioso argilloso	13.54	6.20	13.54	Skempton 1986	40.29
[32] – limo sabbioso argilloso	19.55	6.40	19.55	Skempton 1986	50.56
[33] – Regolite di Macigno	30.51	6.60	30.51	Skempton 1986	100
[34] - Regolite di Macigno	67.68	6.80	67.68	Skempton 1986	100
[35] - Regolite di Macigno	75.2	7.00	75.2	Skempton 1986	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - riporto	36.1	0.20	36.1	Japanese National Railway	37.83
[2] - riporto	39.1	0.40	39.1	Japanese National Railway	38.73
[3] - riporto	40.61	0.60	40.61	Japanese National Railway	39.18
[4] - riporto	19.55	0.80	19.55	Japanese National Railway	32.86
[5] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.00	6.02	Japanese National Railway	28.81
[6] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.20	3.01	Japanese National Railway	27.9
[7] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.40	3.01	Japanese National Railway	27.9
[8] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.60	3.01	Japanese National Railway	27.9
[9] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.80	3.01	Japanese National Railway	27.9
[10] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.00	6.02	Japanese National Railway	28.81
[11] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.20	7.52	Japanese National Railway	29.26
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Japanese National Railway	29.26
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Japanese National Railway	28.81
[14] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.80	7.52	Japanese National Railway	29.26
[15] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.00	9.02	Japanese National Railway	29.71
[16] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.20	12.03	Japanese National Railway	30.61
[17] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.40	9.02	Japanese National Railway	29.71
[18] – limo sabbioso argilloso	10.53	3.60	10.53	Japanese National Railway	30.16
[19] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.80	12.03	Japanese National Railway	30.61

[20] – limo sabbioso argilloso	12.03	4.00	12.03	Japanese National Railway	30.61
[21] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.20	10.53	Japanese National Railway	30.16
[22] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.40	10.53	Japanese National Railway	30.16
[23] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.60	10.53	Japanese National Railway	30.16
[24] – limo sabbioso argilloso	16.54	4.80	16.54	Japanese National Railway	31.96
[25] – limo sabbioso argilloso	16.54	5.00	16.54	Japanese National Railway	31.96
[26] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.20	9.02	Japanese National Railway	29.71
[27] – limo sabbioso argilloso	10.53	5.40	10.53	Japanese National Railway	30.16
[28] – limo sabbioso argilloso	12.03	5.60	12.03	Japanese National Railway	30.61
[29] – limo sabbioso argilloso	13.54	5.80	13.54	Japanese National Railway	31.06
[30] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.00	18.05	Japanese National Railway	32.42
[31] – limo sabbioso argilloso	13.54	6.20	13.54	Japanese National Railway	31.06
[32] – limo sabbioso argilloso	19.55	6.40	19.55	Japanese National Railway	32.86
[33] – Regolite di Macigno	30.51	6.60	30.51	Japanese National Railway	45.6
[34] - Regolite di Macigno	67.68	6.80	67.68	Japanese National Railway	47.3
[35] - Regolite di Macigno	75.2	7.00	75.2	Japanese National Railway	49.56

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - riporto	36.1	0.20	36.1	Schmertmann (1978) (Sabbie)	288.80
[2] - riporto	39.1	0.40	39.1	Schmertmann (1978) (Sabbie)	312.80
[3] - riporto	40.61	0.60	40.61	Schmertmann (1978) (Sabbie)	324.88
[4] - riporto	19.55	0.80	19.55	Schmertmann (1978) (Sabbie)	156.40
[5] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.00	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[6] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.20	3.01	Schmertmann (1978) (Sabbie)	24.08
[7] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.40	3.01	Schmertmann (1978) (Sabbie)	24.08
[8] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.60	3.01	Schmertmann (1978) (Sabbie)	24.08
[9] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.80	3.01	Schmertmann (1978) (Sabbie)	24.08
[10] – limo sabbioso	6.02	2.00	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16

argilloso					
[11] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.20	7.52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.16
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.16
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
[14] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.80	7.52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	60.16
[15] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.00	9.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	72.16
[16] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.20	12.03	Schmertmann (1978) (Sabbie)	96.24
[17] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.40	9.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	72.16
[18] – limo sabbioso argilloso	10.53	3.60	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[19] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.80	12.03	Schmertmann (1978) (Sabbie)	96.24
[20] – limo sabbioso argilloso	12.03	4.00	12.03	Schmertmann (1978) (Sabbie)	96.24
[21] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.20	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[22] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.40	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[23] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.60	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[24] – limo sabbioso argilloso	16.54	4.80	16.54	Schmertmann (1978) (Sabbie)	132.32
[25] – limo sabbioso argilloso	16.54	5.00	16.54	Schmertmann (1978) (Sabbie)	132.32
[26] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.20	9.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	72.16
[27] – limo sabbioso argilloso	10.53	5.40	10.53	Schmertmann (1978) (Sabbie)	84.24
[28] – limo sabbioso argilloso	12.03	5.60	12.03	Schmertmann (1978) (Sabbie)	96.24
[29] – limo sabbioso argilloso	13.54	5.80	13.54	Schmertmann (1978) (Sabbie)	108.32
[30] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.00	18.05	Schmertmann (1978) (Sabbie)	144.40
[31] – limo sabbioso argilloso	13.54	6.20	13.54	Schmertmann (1978) (Sabbie)	108.32
[32] – limo sabbioso argilloso	19.55	6.40	19.55	Schmertmann (1978) (Sabbie)	156.40
[33] – Regolite di Macigno	30.51	6.60	30.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	513.69
[34] - Regolite di Macigno	67.68	6.80	67.68	Schmertmann (1978) (Sabbie)	541.44
[35] - Regolite di MACigno	75.2	7.00	75.2	Schmertmann (1978) (Sabbie)	601.60

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - riporto	36.1	0.20	36.1	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	199.01
[2] - riporto	39.1	0.40	39.1	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	212.39
[3] - riporto	40.61	0.60	40.61	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	219.12
[4] - riporto	19.55	0.80	19.55	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	125.19
[5] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.00	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[6] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.20	3.01	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	51.42
[7] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.40	3.01	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	51.42
[8] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.60	3.01	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	51.42
[9] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.80	3.01	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	51.42
[10] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.00	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[11] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.20	7.52	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	71.54
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	71.54
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	64.85
[14] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.80	7.52	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	71.54
[15] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.00	9.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	78.23
[16] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.20	12.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	91.65
[17] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.40	9.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	78.23
[18] – limo sabbioso argilloso	10.53	3.60	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[19] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.80	12.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	91.65
[20] – limo sabbioso argilloso	12.03	4.00	12.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	91.65
[21] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.20	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[22] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.40	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[23] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.60	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[24] – limo sabbioso argilloso	16.54	4.80	16.54	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	111.77
[25] – limo sabbioso argilloso	16.54	5.00	16.54	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	111.77
[26] – limo sabbioso	9.02	5.20	9.02	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	78.23

argilloso					
[27] – limo sabbioso argilloso	10.53	5.40	10.53	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	84.96
[28] – limo sabbioso argilloso	12.03	5.60	12.03	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	91.65
[29] – limo sabbioso argilloso	13.54	5.80	13.54	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	98.39
[30] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.00	18.05	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	118.50
[31] – limo sabbioso argilloso	13.54	6.20	13.54	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	98.39
[32] – limo sabbioso argilloso	19.55	6.40	19.55	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	125.19
[33] – Regolite di Macigno	30.51	6.60	30.51	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	316.85
[34] - Regolite di Macigno	67.68	6.80	67.68	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	339.85
[35] - Regolite di MAcigno	75.2	7.00	75.2	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	373.39

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - riporto	36.1	0.20	36.1	Meyerhof ed altri	2.18
[2] - riporto	39.1	0.40	39.1	Meyerhof ed altri	2.20
[3] - riporto	40.61	0.60	40.61	Meyerhof ed altri	2.20
[4] - riporto	19.55	0.80	19.55	Meyerhof ed altri	1.98
[5] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.00	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[6] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.20	3.01	Meyerhof ed altri	1.45
[7] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.40	3.01	Meyerhof ed altri	1.45
[8] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.60	3.01	Meyerhof ed altri	1.45
[9] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.80	3.01	Meyerhof ed altri	1.45
[10] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.00	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[11] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.20	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Meyerhof ed altri	1.58
[14] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.80	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
[15] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.00	9.02	Meyerhof ed altri	1.70
[16] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.20	12.03	Meyerhof ed altri	1.80
[17] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.40	9.02	Meyerhof ed altri	1.70
[18] – limo sabbioso argilloso	10.53	3.60	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[19] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.80	12.03	Meyerhof ed altri	1.80
[20] – limo sabbioso argilloso	12.03	4.00	12.03	Meyerhof ed altri	1.80
[21] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.20	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[22] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.40	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[23] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.60	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[24] – limo sabbioso argilloso	16.54	4.80	16.54	Meyerhof ed altri	1.92
[25] – limo sabbioso argilloso	16.54	5.00	16.54	Meyerhof ed altri	1.92
[26] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.20	9.02	Meyerhof ed altri	1.70
[27] – limo sabbioso argilloso	10.53	5.40	10.53	Meyerhof ed altri	1.75
[28] – limo sabbioso argilloso	12.03	5.60	12.03	Meyerhof ed altri	1.80
[29] – limo sabbioso argilloso	13.54	5.80	13.54	Meyerhof ed altri	1.84
[30] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.00	18.05	Meyerhof ed altri	1.95
[31] – limo sabbioso argilloso	13.54	6.20	13.54	Meyerhof ed altri	1.84

[32] – limo sabbioso argilloso	19.55	6.40	19.55	Meyerhof ed altri	1.98
[33] – Regolite di Macigno	30.51	6.60	30.51	Meyerhof ed altri	2.19
[34] - Regolite di Macigno	67.68	6.80	67.68	Meyerhof ed altri	2.37
[35] - Regolite di MACigno	75.2	7.00	75.2	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - riporto	36.1	0.20	36.1	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[2] - riporto	39.1	0.40	39.1	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[3] - riporto	40.61	0.60	40.61	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[4] - riporto	19.55	0.80	19.55	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.38
[5] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.00	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[6] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.20	3.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[7] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.40	3.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[8] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.60	3.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[9] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.80	3.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[10] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.00	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[11] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.20	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[14] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.80	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
[15] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.00	9.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[16] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.20	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[17] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.40	9.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[18] – limo sabbioso argilloso	10.53	3.60	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[19] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.80	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[20] – limo sabbioso argilloso	12.03	4.00	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[21] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.20	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[22] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.40	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[23] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.60	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[24] – limo sabbioso argilloso	16.54	4.80	16.54	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[25] – limo sabbioso argilloso	16.54	5.00	16.54	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[26] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.20	9.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[27] – limo sabbioso argilloso	10.53	5.40	10.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[28] – limo sabbioso argilloso	12.03	5.60	12.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[29] – limo sabbioso argilloso	13.54	5.80	13.54	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
[30] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.00	18.05	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97
[31] – limo sabbioso argilloso	13.54	6.20	13.54	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
[32] – limo sabbioso argilloso	19.55	6.40	19.55	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.38
[33] - Regolite di Macigno	30.51	6.60	30.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[34] - Regolite di Macigno	67.68	6.80	67.68	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[35] - Regolite di MACigno	75.2	7.00	75.2	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

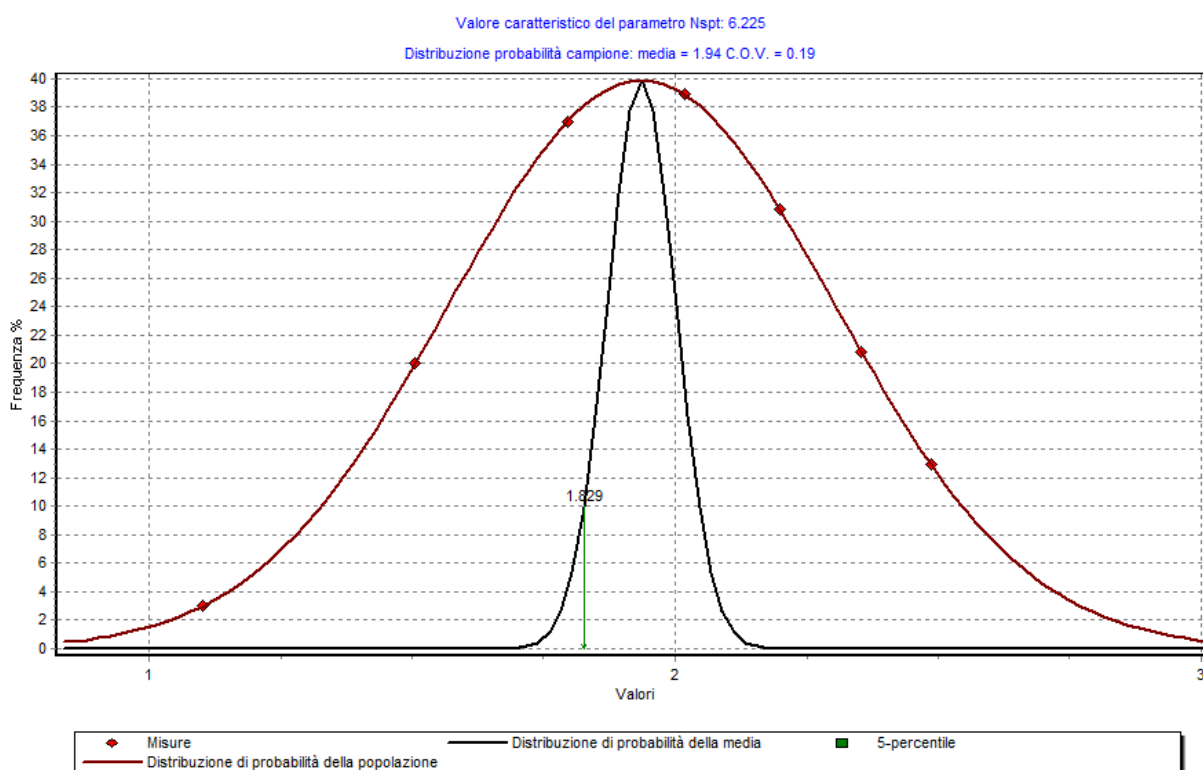
Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
[1] - riporto	36.1	0.20	36.1	Navfac 1971-1982	6.41
[2] - riporto	39.1	0.40	39.1	Navfac 1971-1982	6.78
[3] - riporto	40.61	0.60	40.61	Navfac 1971-1982	6.97
[4] - riporto	19.55	0.80	19.55	Navfac 1971-1982	3.97
[5] – limo sabbioso argilloso	6.02	1.00	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[6] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.20	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
[7] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.40	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
[8] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.60	3.01	Navfac 1971-1982	0.52

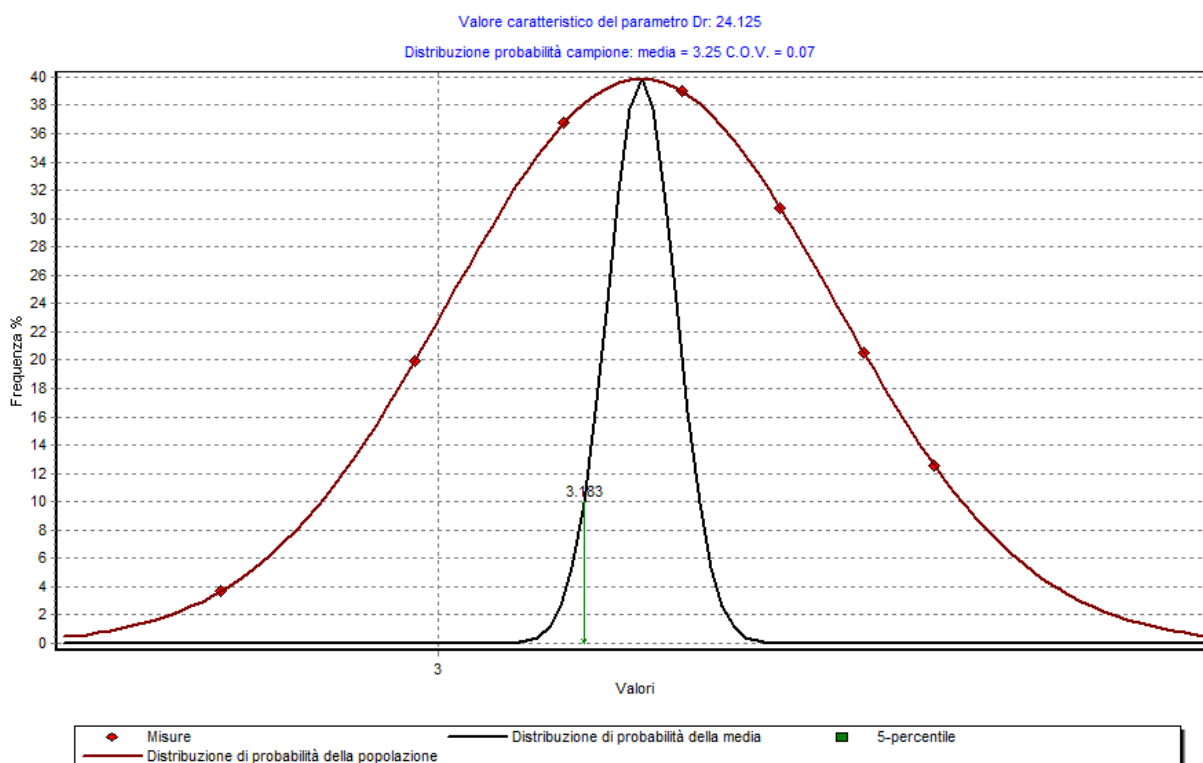
[9] – limo sabbioso argilloso	3.01	1.80	3.01	Navfac 1971-1982	0.52
[10] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.00	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[11] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.20	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
[12] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.40	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
[13] – limo sabbioso argilloso	6.02	2.60	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
[14] – limo sabbioso argilloso	7.52	2.80	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
[15] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.00	9.02	Navfac 1971-1982	1.89
[16] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.20	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
[17] – limo sabbioso argilloso	9.02	3.40	9.02	Navfac 1971-1982	1.89
[18] – limo sabbioso argilloso	10.53	3.60	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[19] – limo sabbioso argilloso	12.03	3.80	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
[20] – limo sabbioso argilloso	12.03	4.00	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
[21] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.20	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[22] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.40	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[23] – limo sabbioso argilloso	10.53	4.60	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[24] – limo sabbioso argilloso	16.54	4.80	16.54	Navfac 1971-1982	3.42
[25] – limo sabbioso argilloso	16.54	5.00	16.54	Navfac 1971-1982	3.42
[26] – limo sabbioso argilloso	9.02	5.20	9.02	Navfac 1971-1982	1.89
[27] – limo sabbioso argilloso	10.53	5.40	10.53	Navfac 1971-1982	2.22
[28] – limo sabbioso argilloso	12.03	5.60	12.03	Navfac 1971-1982	2.53
[29] – limo sabbioso argilloso	13.54	5.80	13.54	Navfac 1971-1982	2.84
[30] – limo sabbioso argilloso	18.05	6.00	18.05	Navfac 1971-1982	3.70
[31] – limo sabbioso argilloso	13.54	6.20	13.54	Navfac 1971-1982	2.84
[32] – limo sabbioso argilloso	19.55	6.40	19.55	Navfac 1971-1982	3.97
[33] – Regolite di Macigno	30.51	6.60	30.51	Navfac 1971-1982	9.87
[34] - Regolite di Macigno	67.68	6.80	67.68	Navfac 1971-1982	11.93
[35] - Regolite di MACigno	75.2	7.00	75.2	Navfac 1971-1982	11.93

ELABORAZIONE STATISTICA DPSH 1

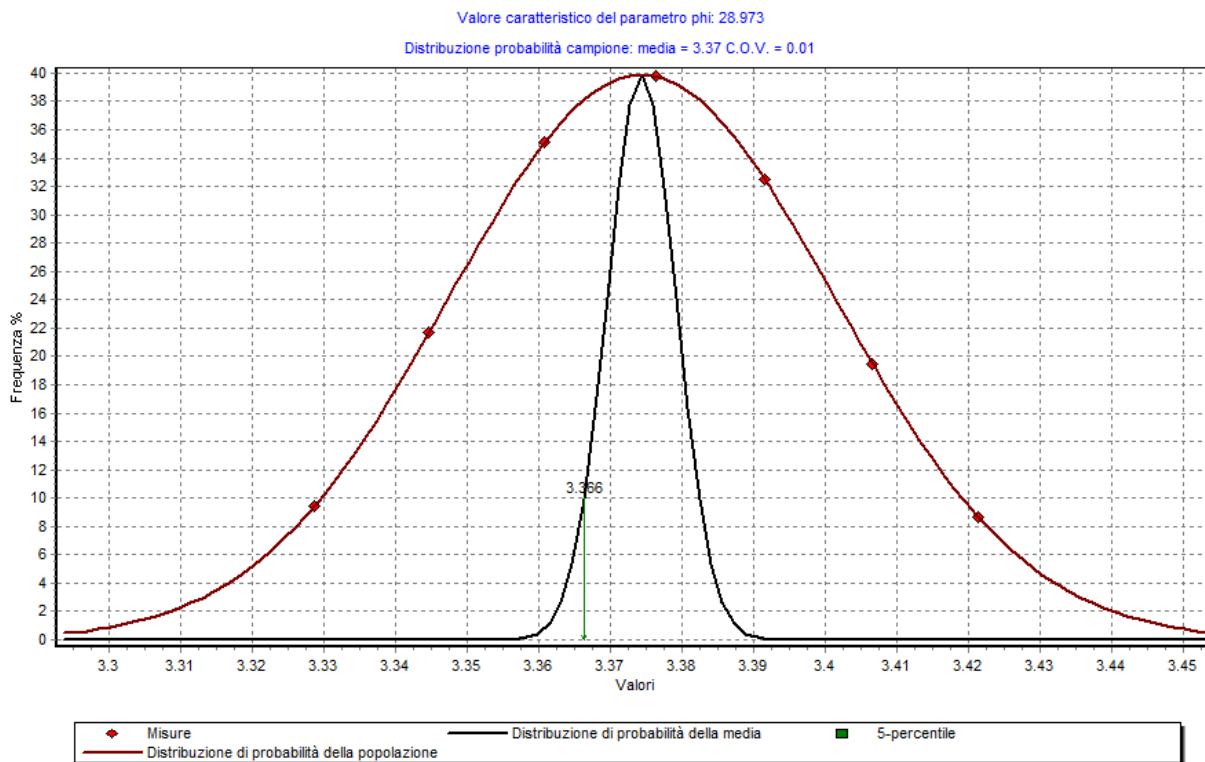
Strato A: Limi argillosi sabbiosi – spessore 6,40 m



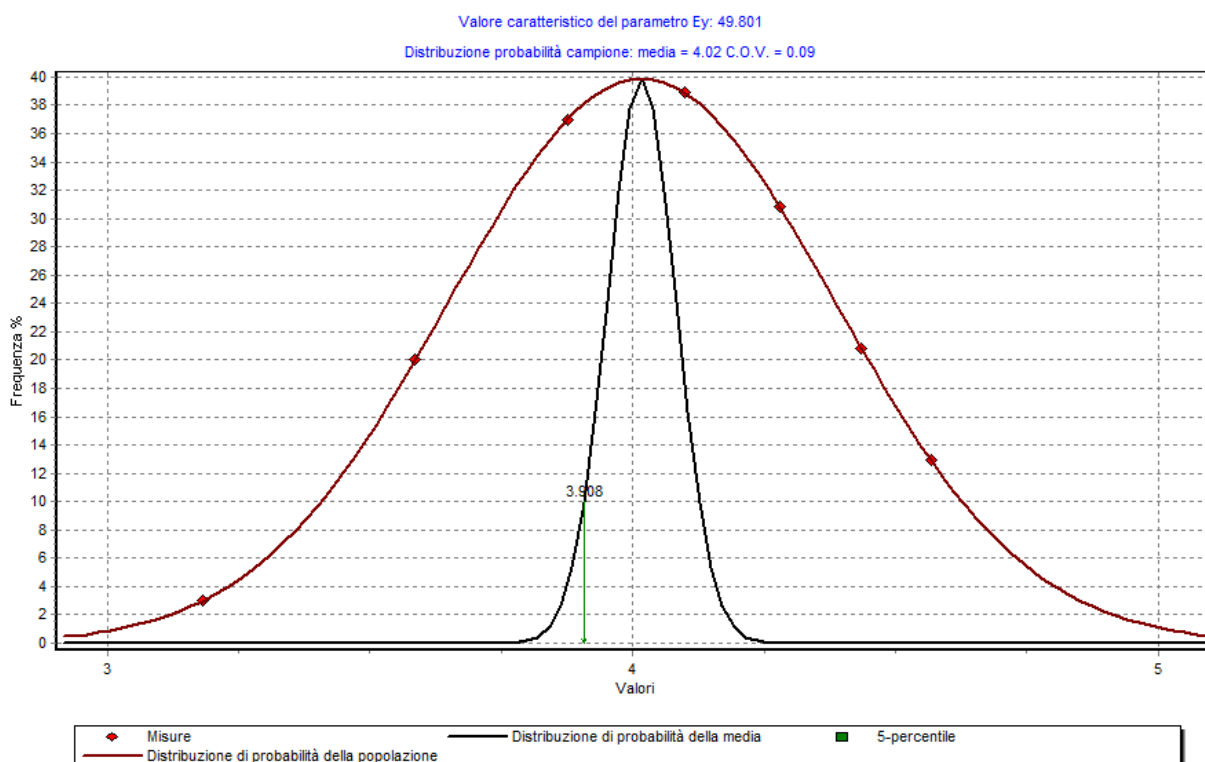
$N_{spt} = 6,2$



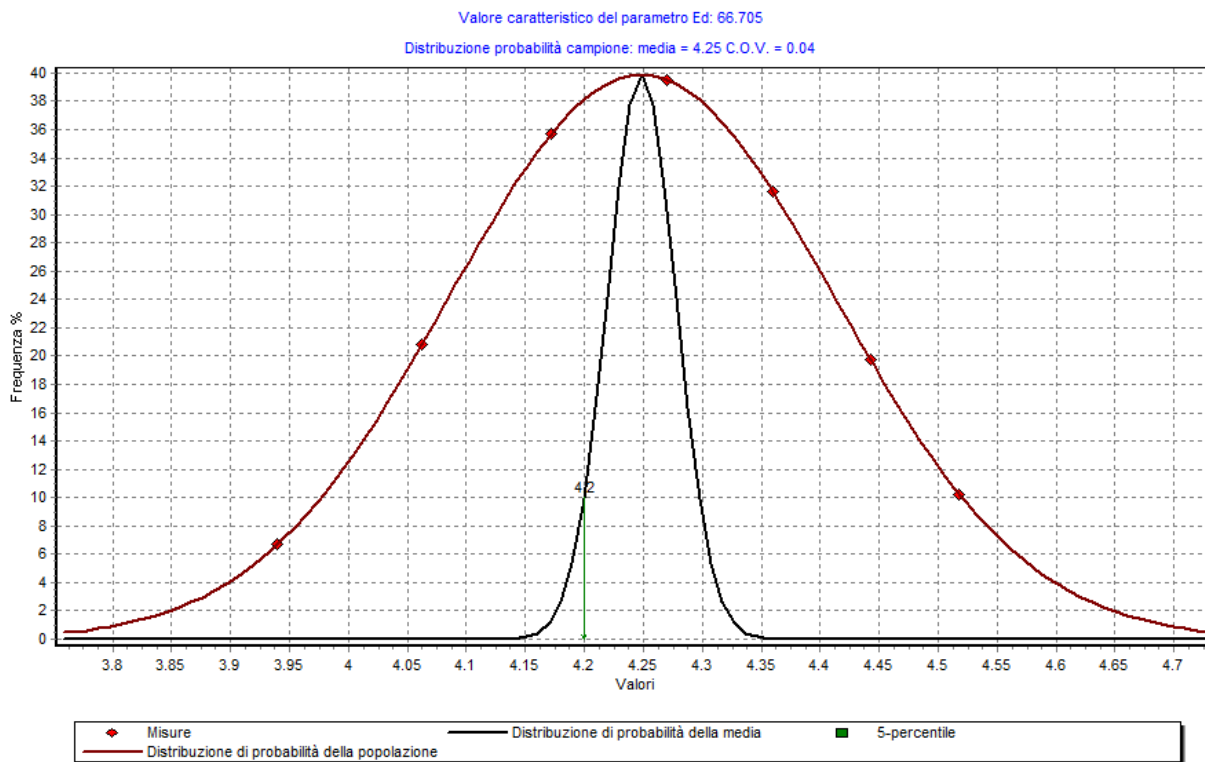
$D_r = 24,1\%$



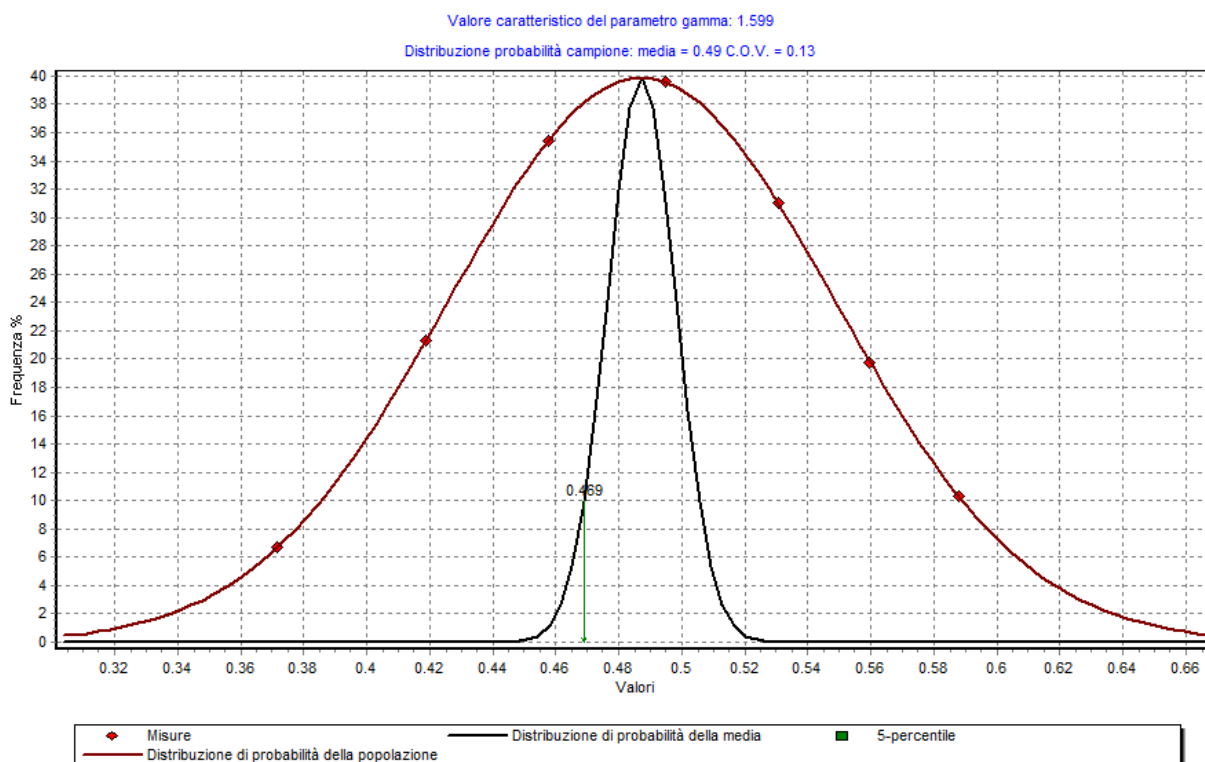
$$\varphi = 29^\circ$$



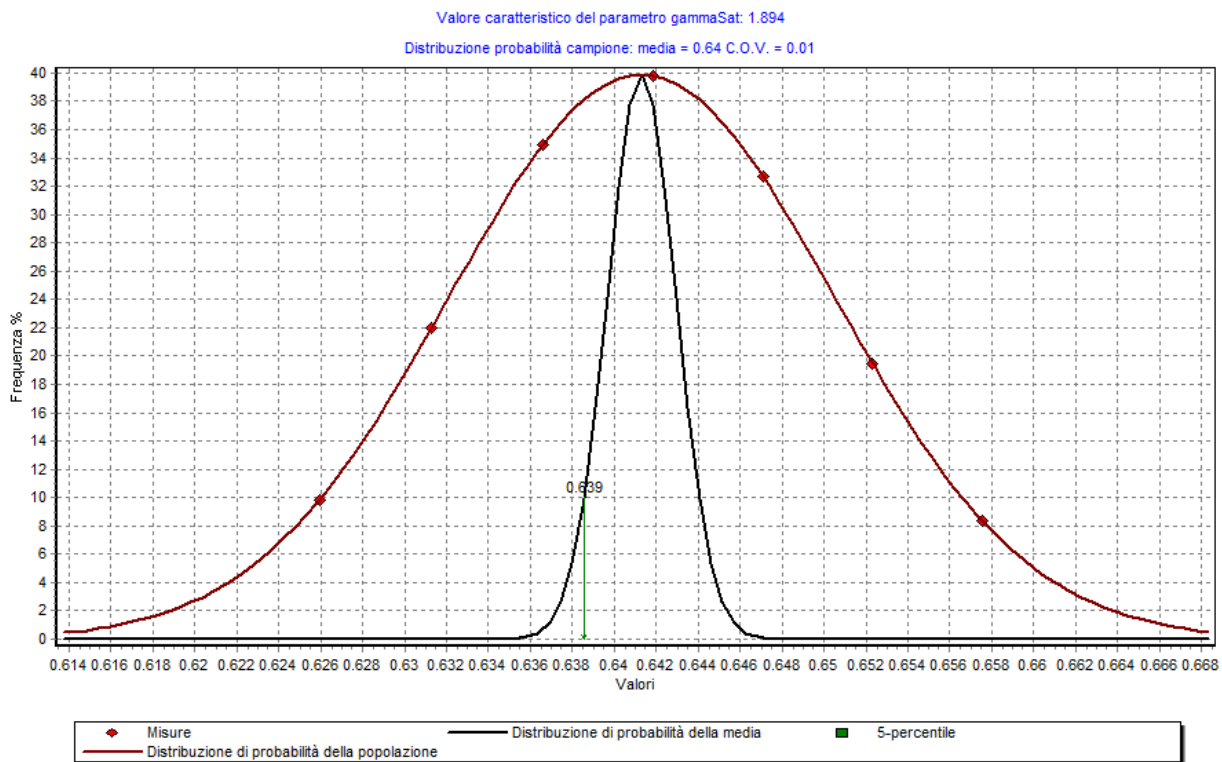
$$E_y = 49,8 \text{ kg/cm}^2$$



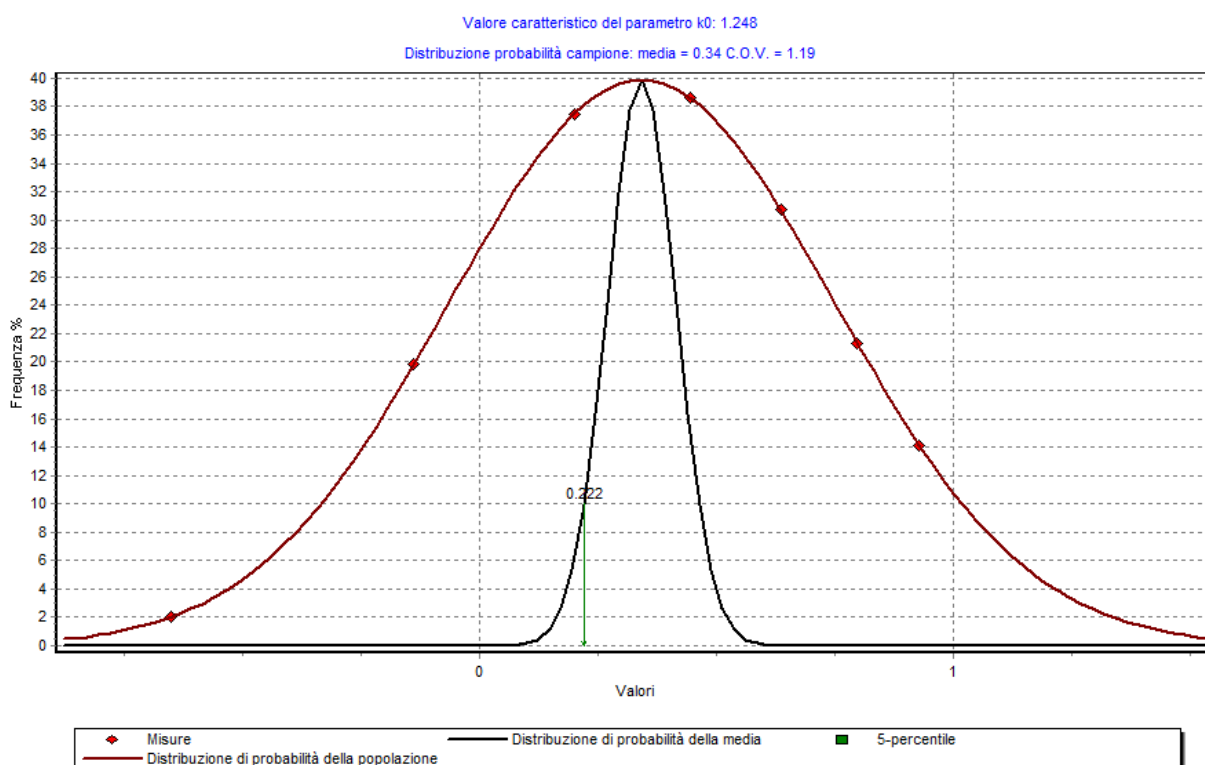
$E_d = 66,7 \text{ kg/cm}^2$



$\gamma = 1,6 \text{ t/m}^3$

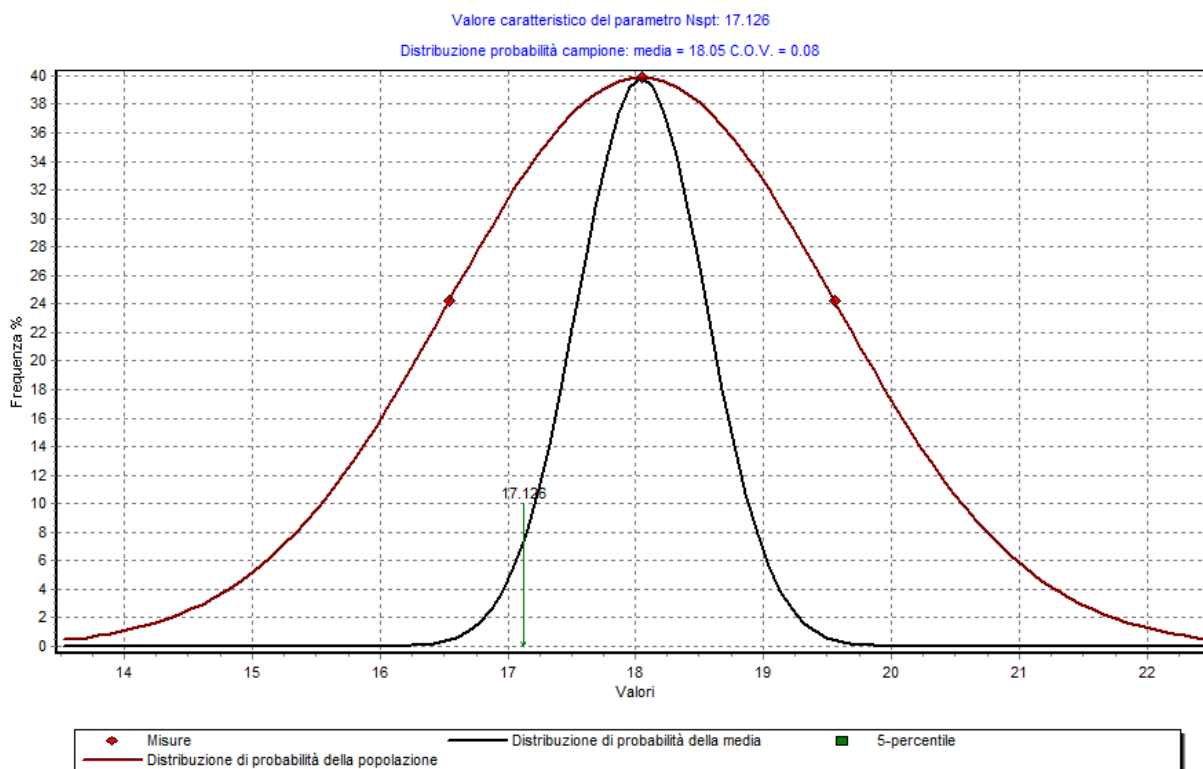


$$\gamma_{\text{sat}} = 1,89 \text{ t/m}^3$$

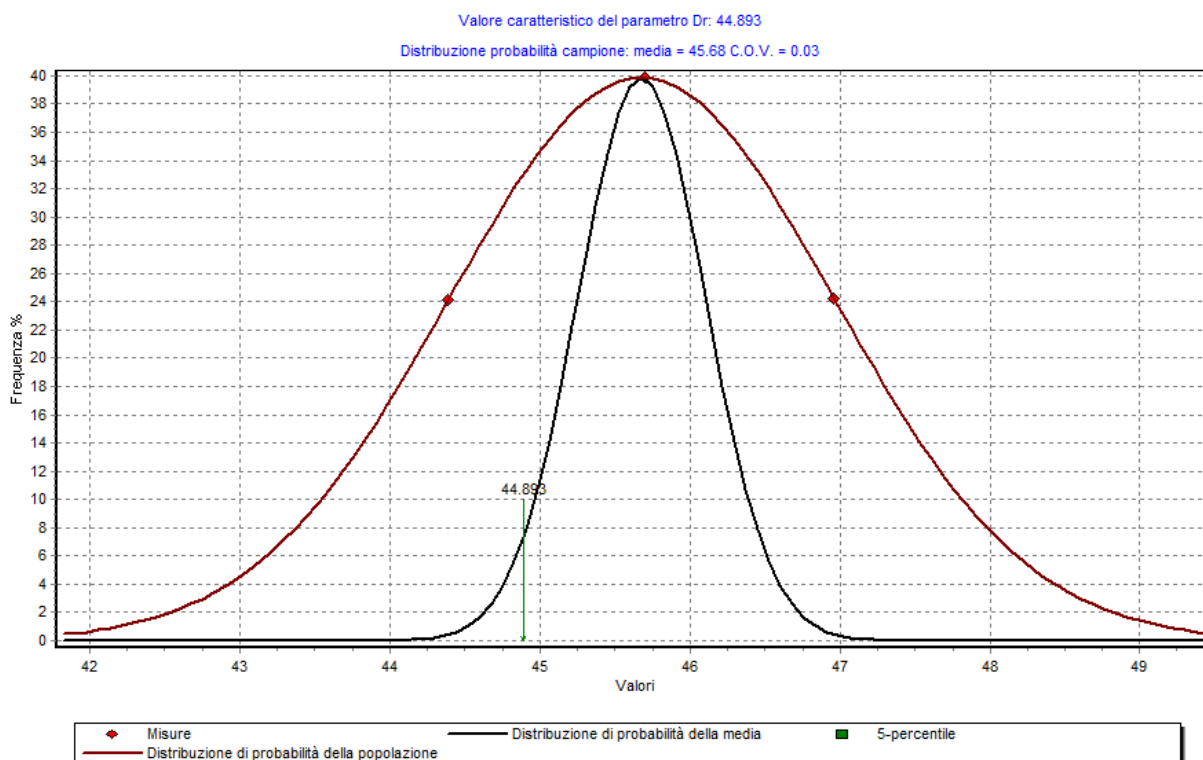


$$k_0 = 1,25 \text{ kg/cm}^3$$

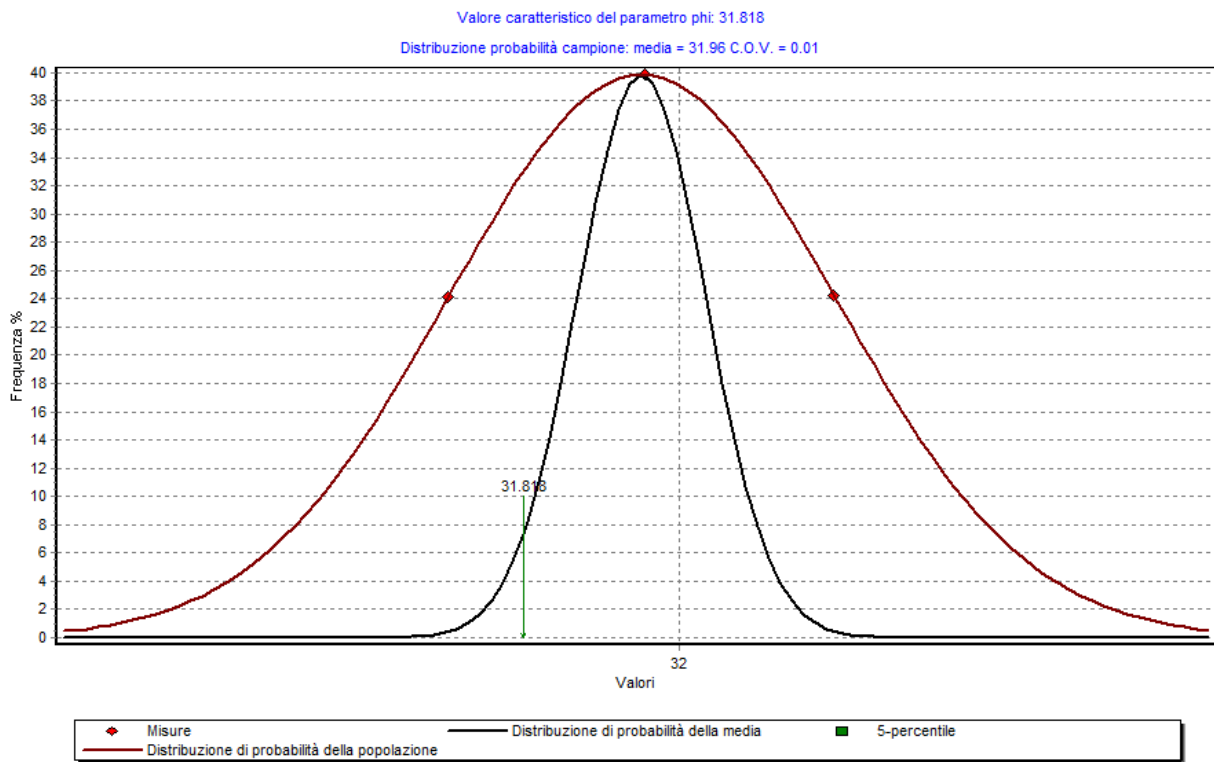
Strato B: Limi argillosi sabbiosi addensati – spessore 1,80 (fine prova)



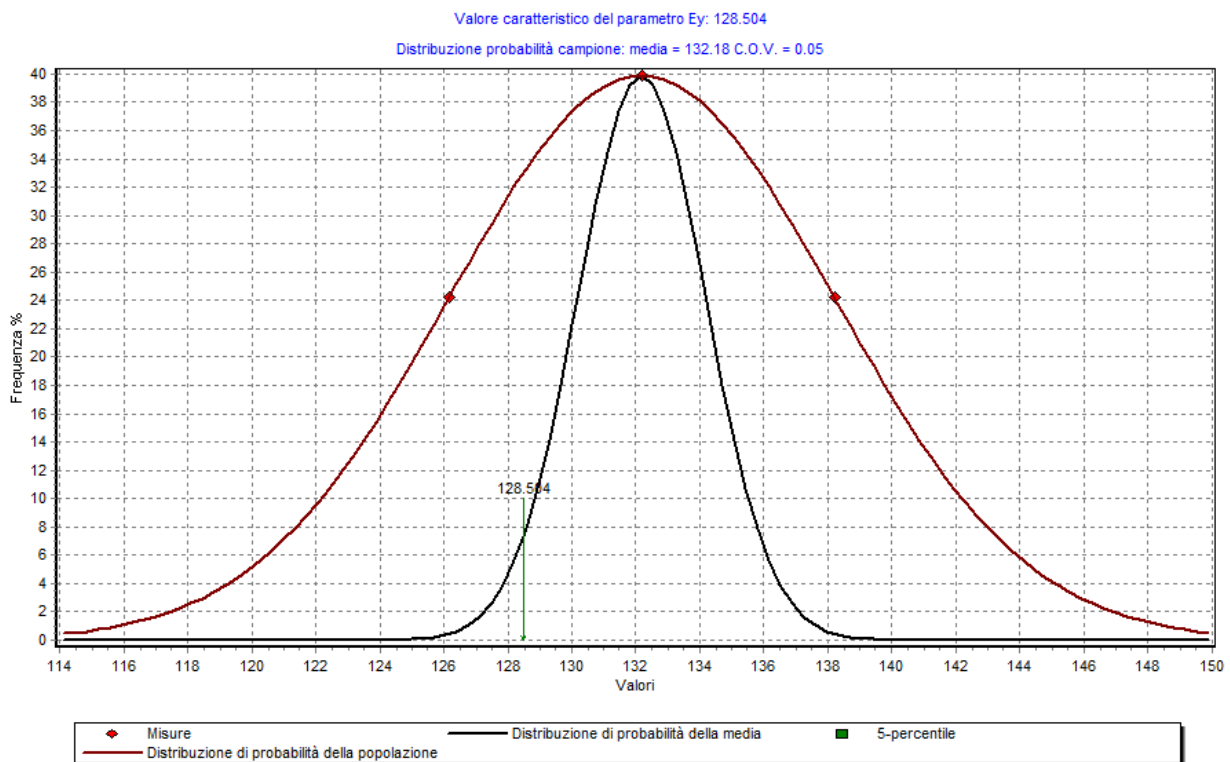
$N_{spt} = 17,1$



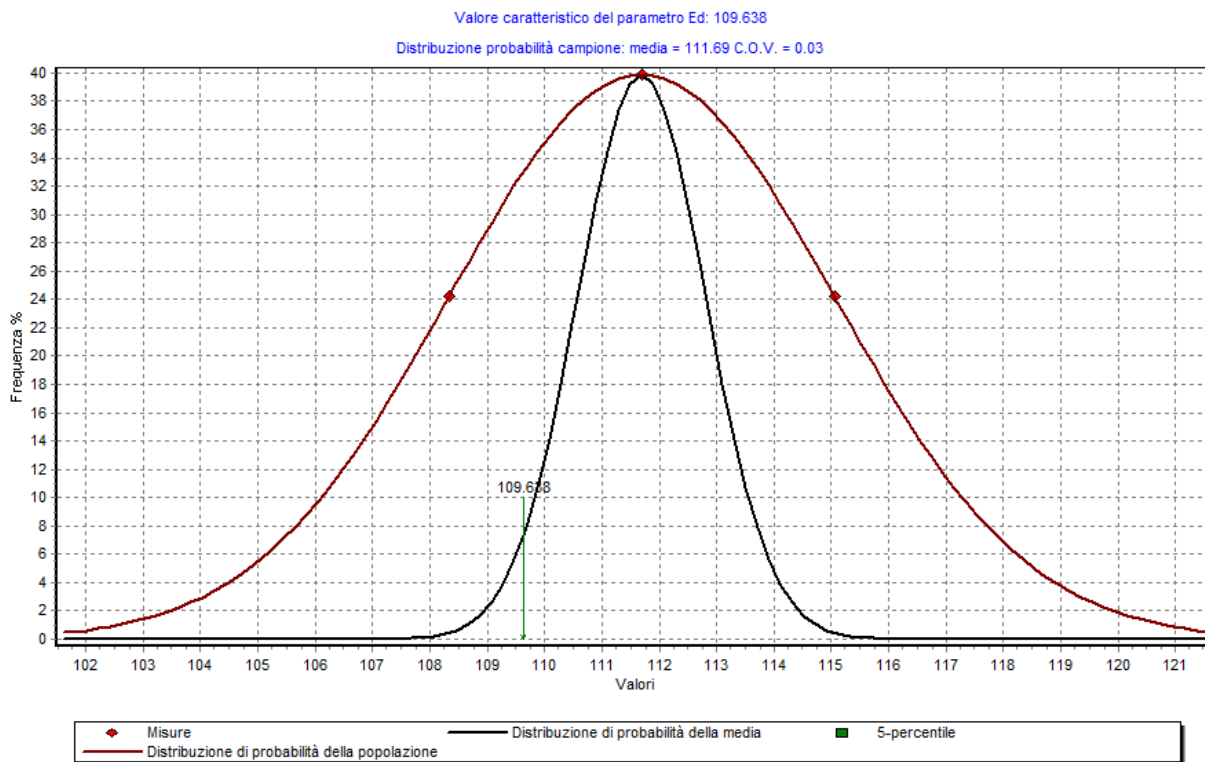
$D_r = 44,9\%$



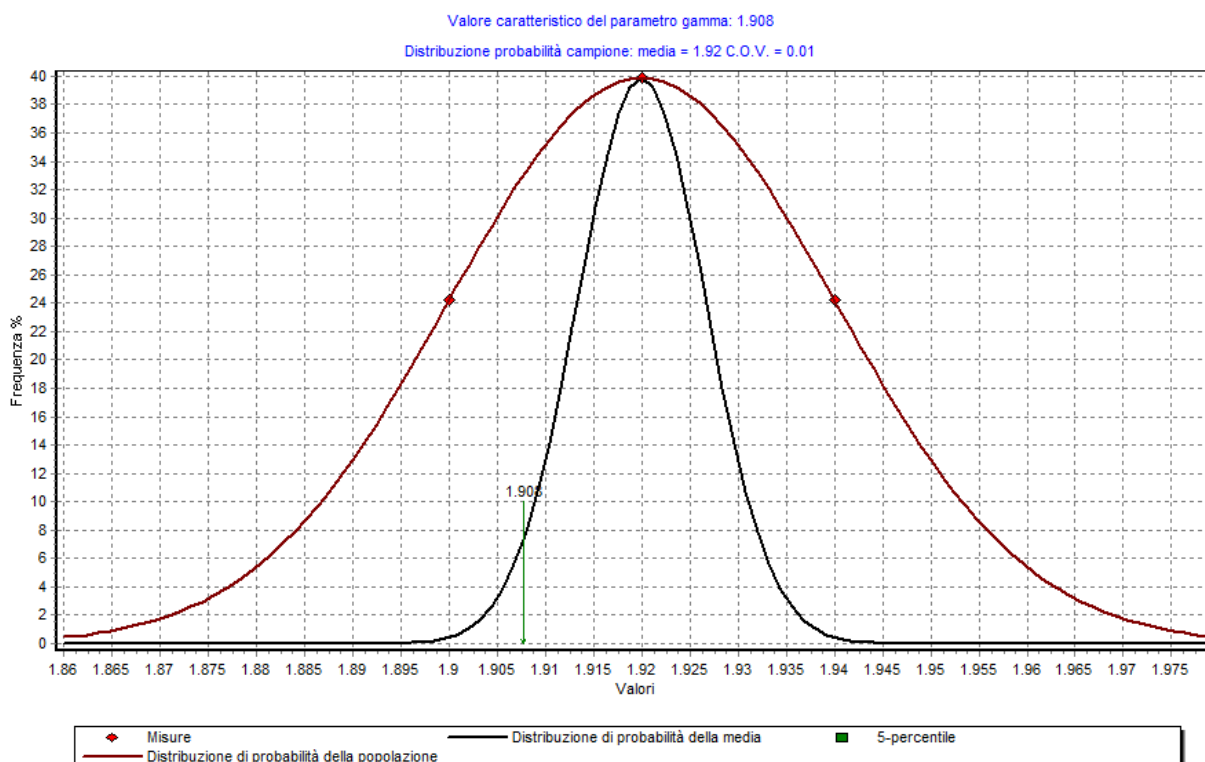
$$\varphi = 31,8^{\circ}$$



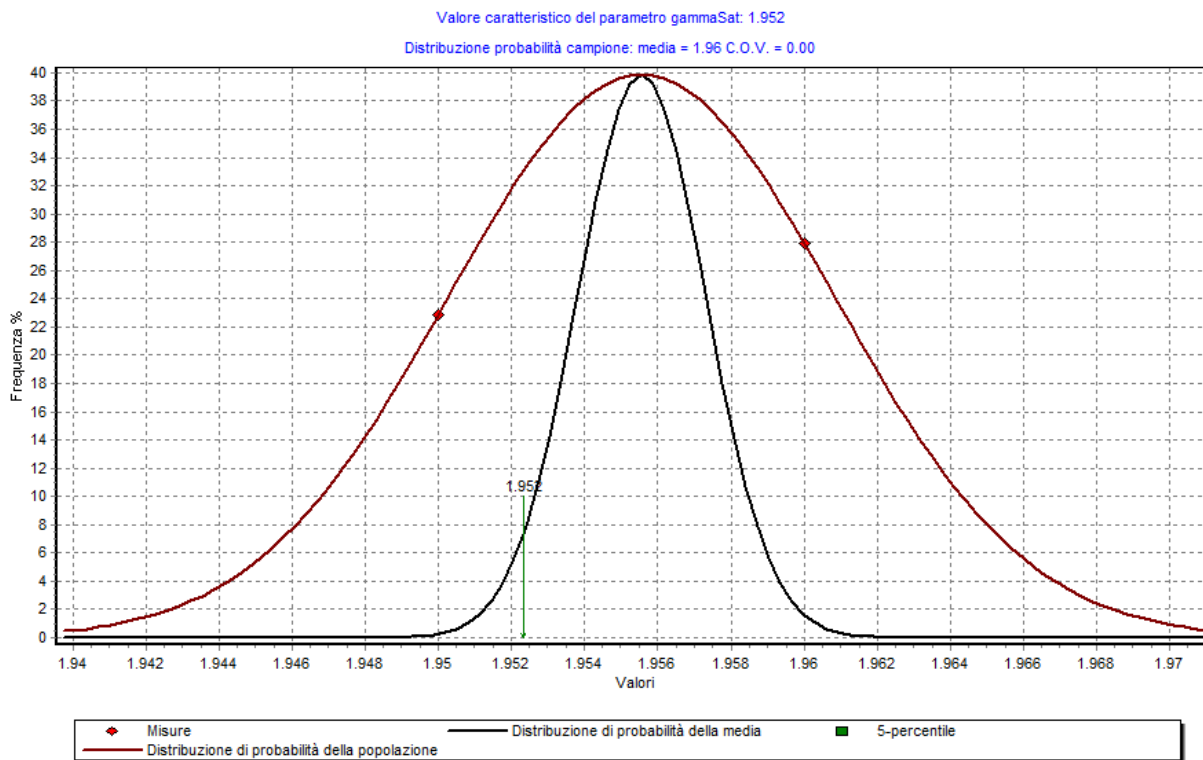
$$E_y = 128,5 \text{ kg/cm}^2$$



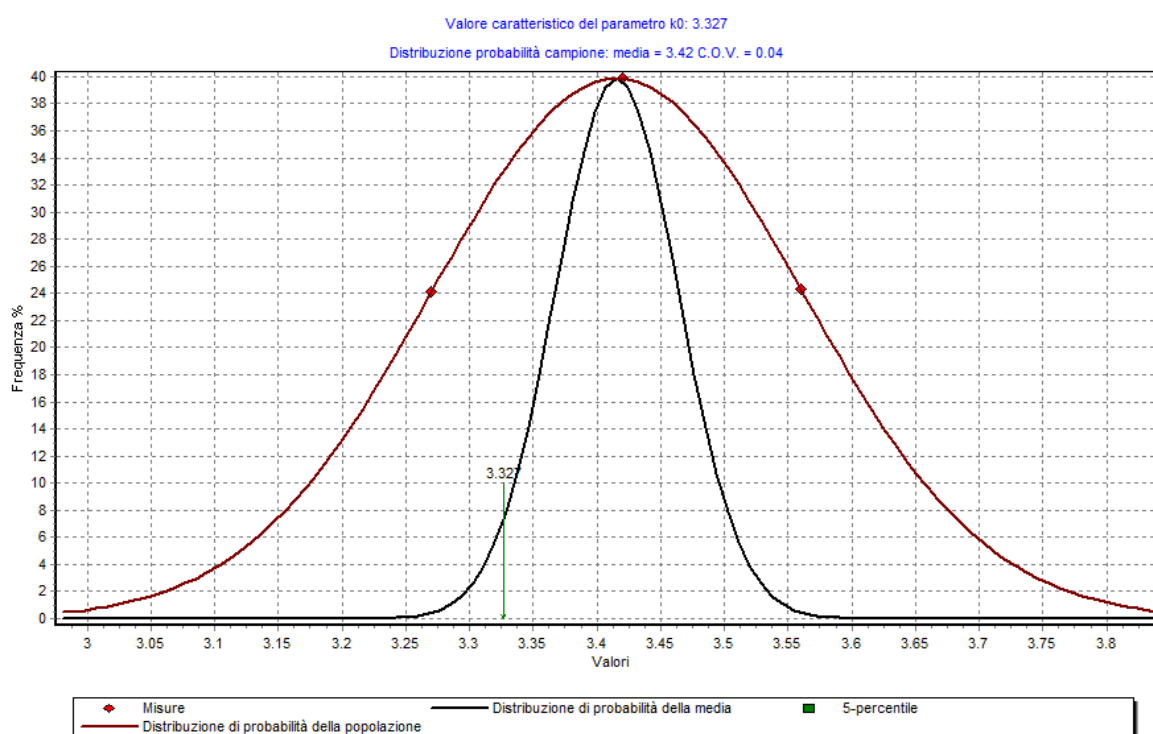
$$E_d = 109,64 \text{ kg/cm}^2$$



$$\gamma = 1,92 \text{ t/m}^3$$



$$\gamma_{\text{sat}} = 1,95 \text{ t/m}^3$$



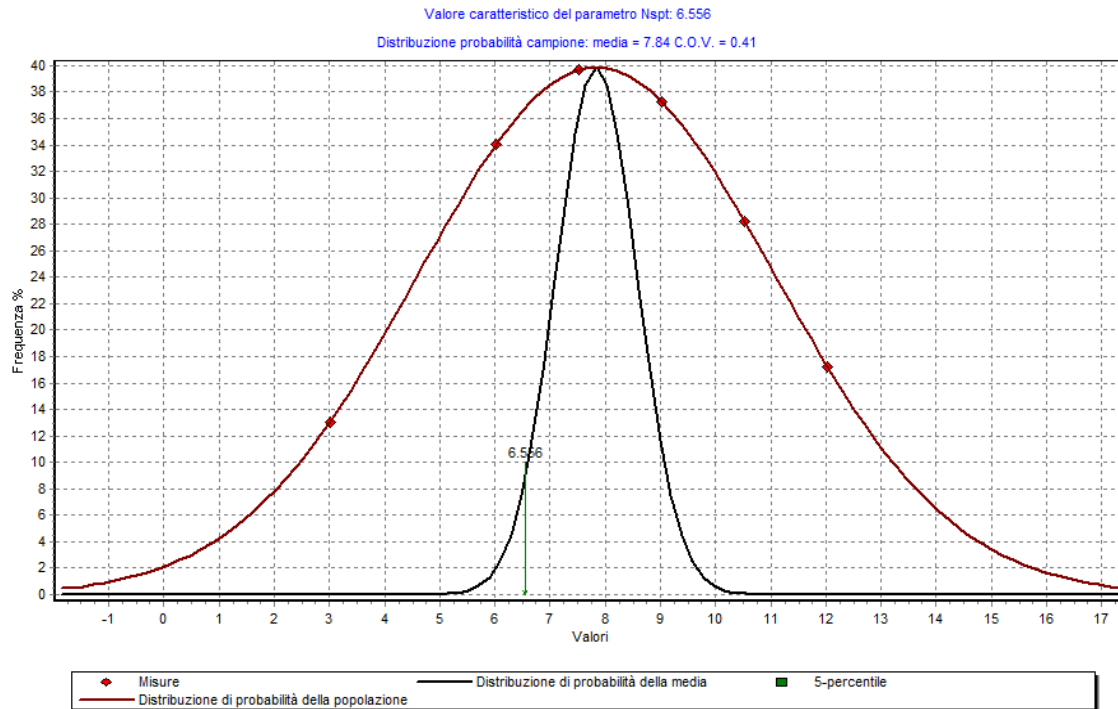
$$k_0 = 3,33 \text{ kg/cm}^3$$

ELABORAZIONE STATISTICA DPSH 2

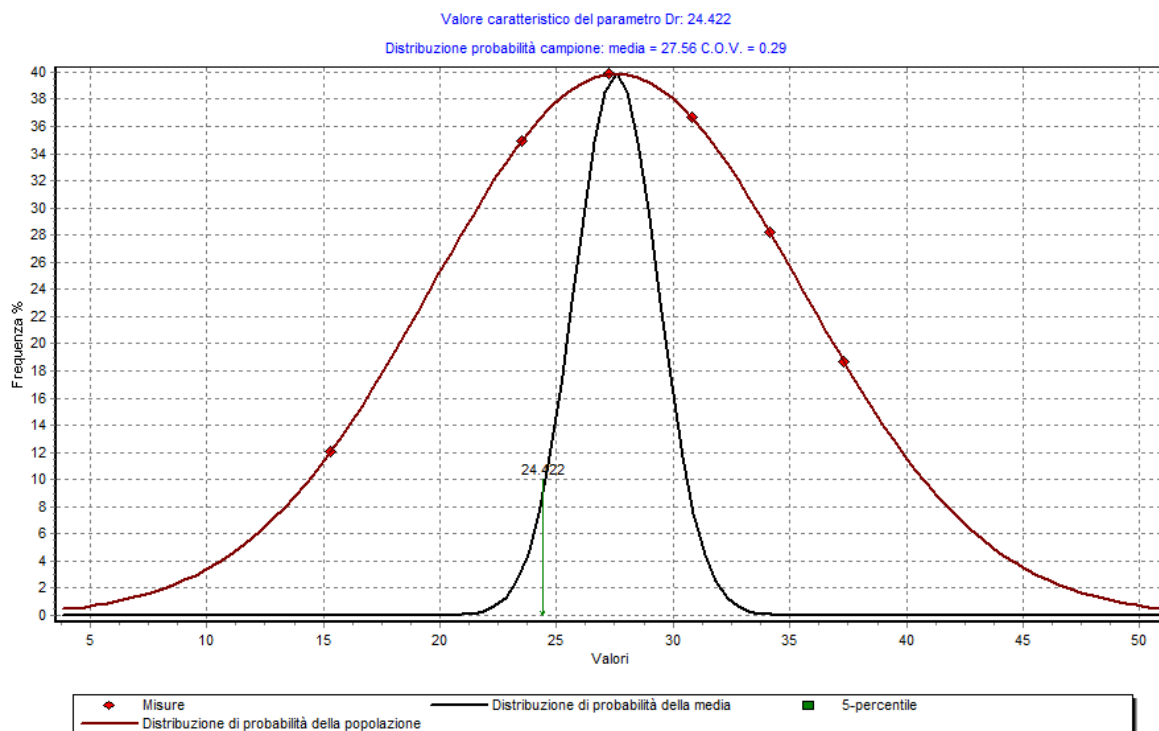
Strato di riporto – spessore 0,80 m

Non caratterizzato dal punto di vista geotecnico mediante DPSH in quanto di spessore limitato ed eterogeneo.

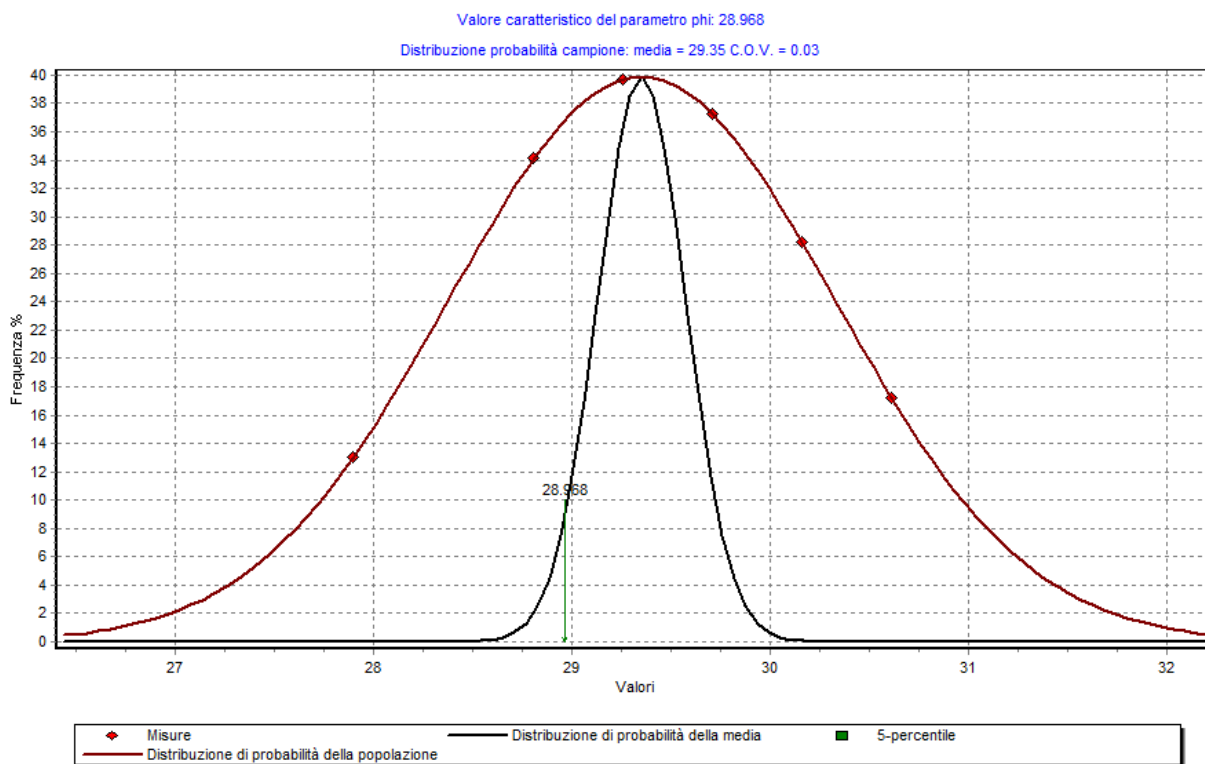
Strato A: Limi argillosi sabbiosi – spessore 4,60 m



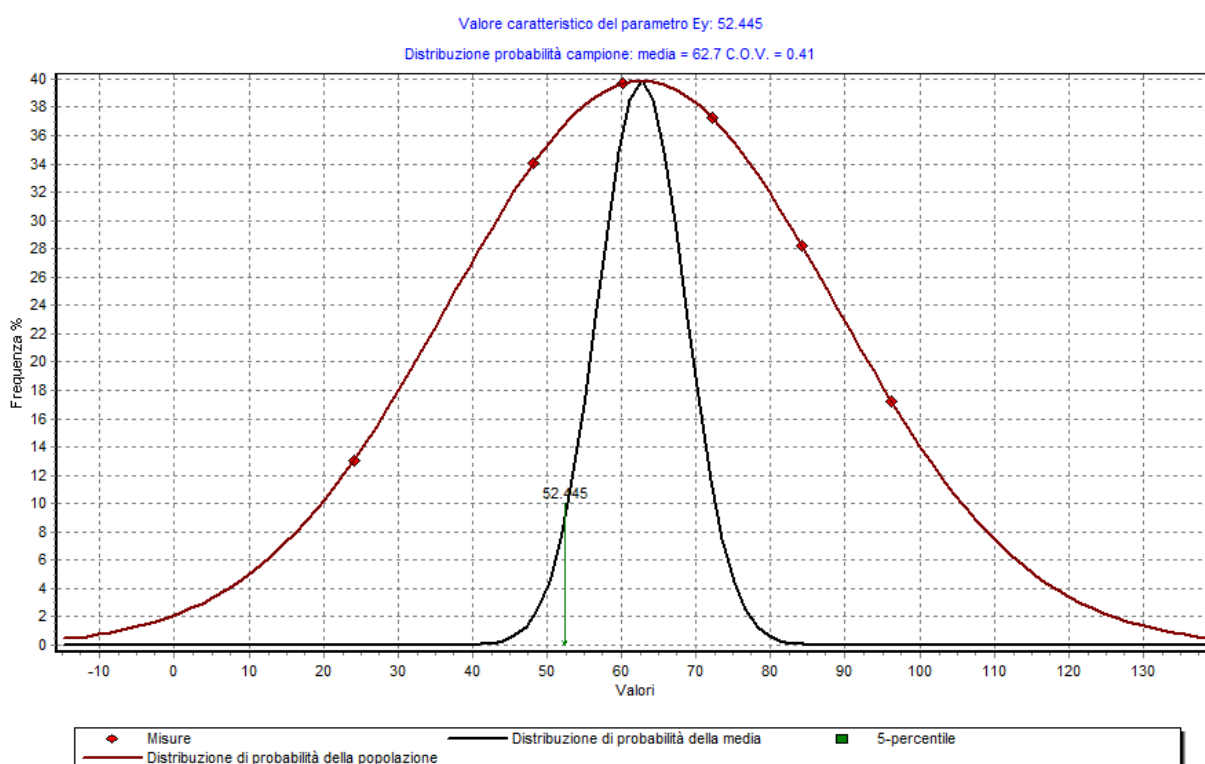
$N_{spt} = 6,5$



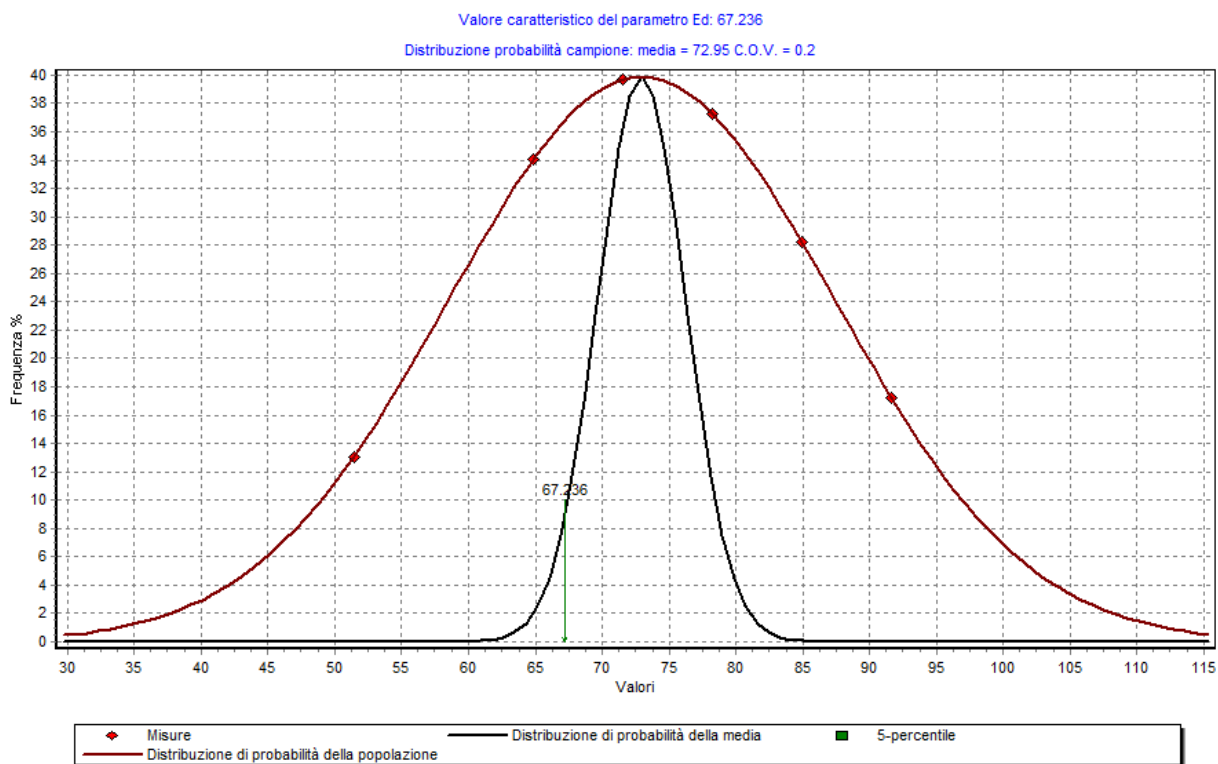
$D_r = 24,4\%$



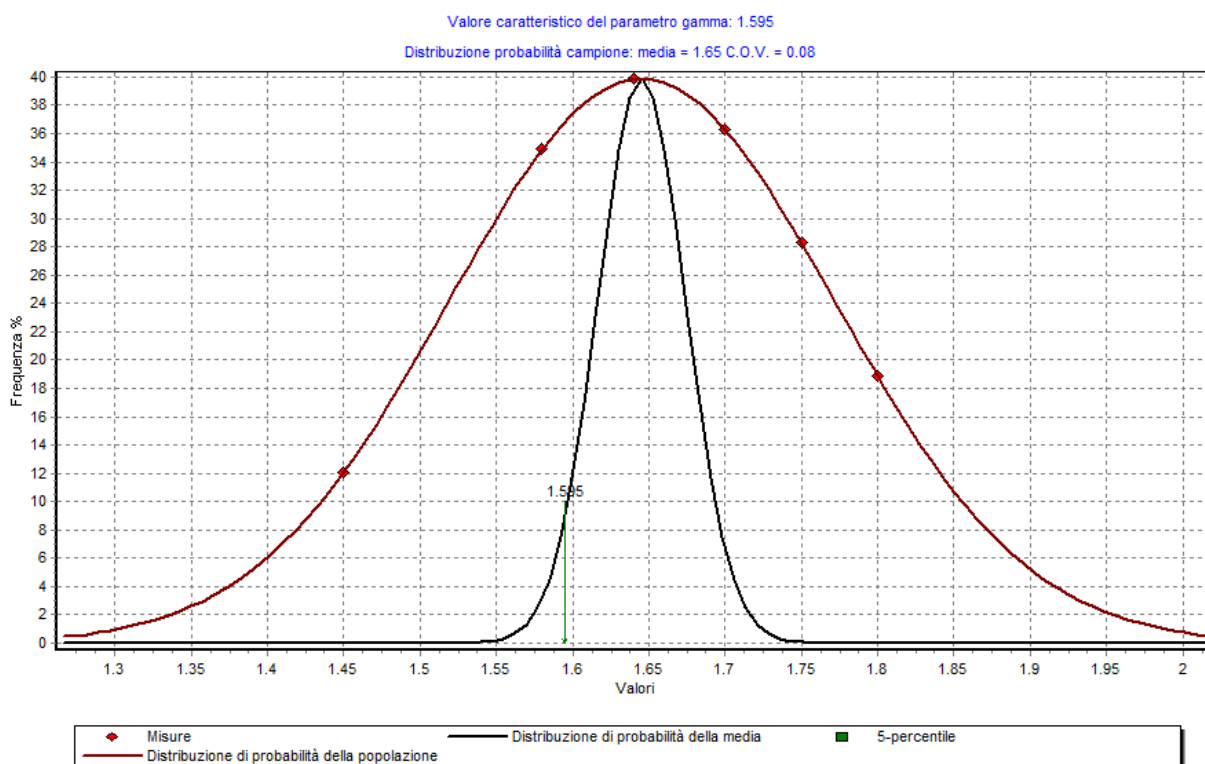
$$\varphi = 29^\circ$$



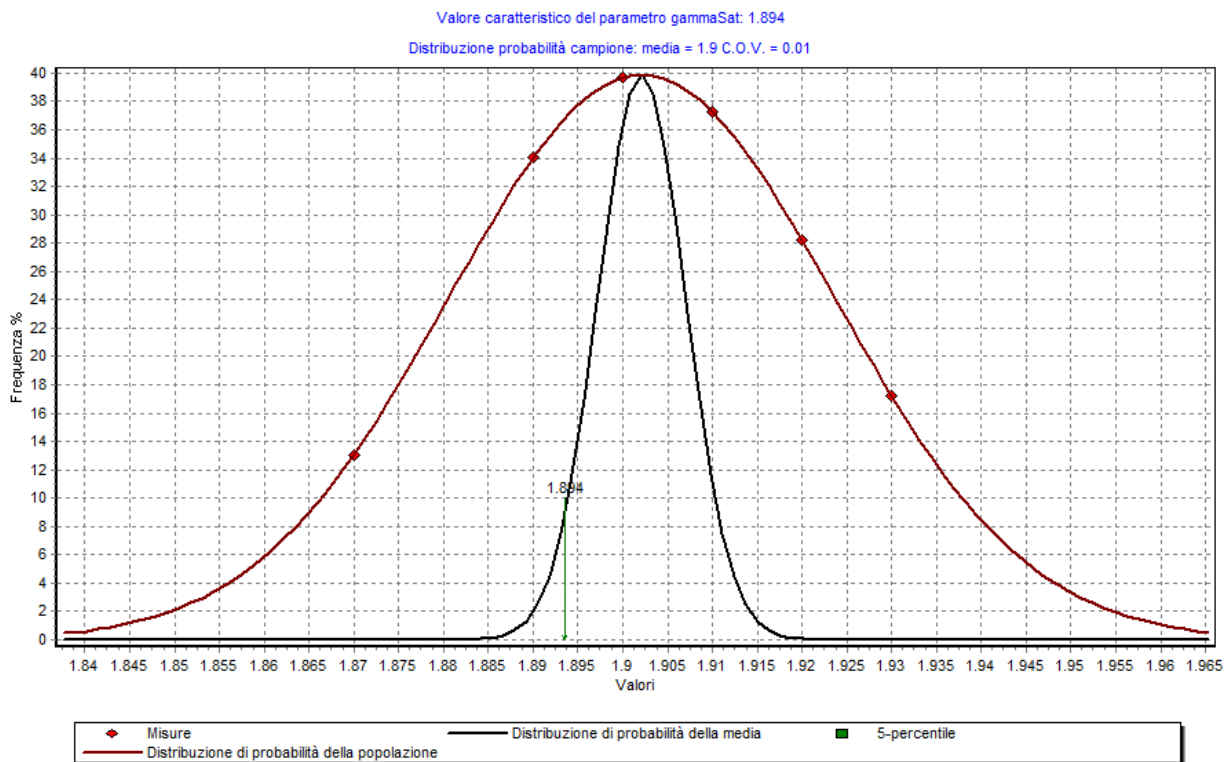
$$E_y = 52,44 \text{ kg/cm}^2$$



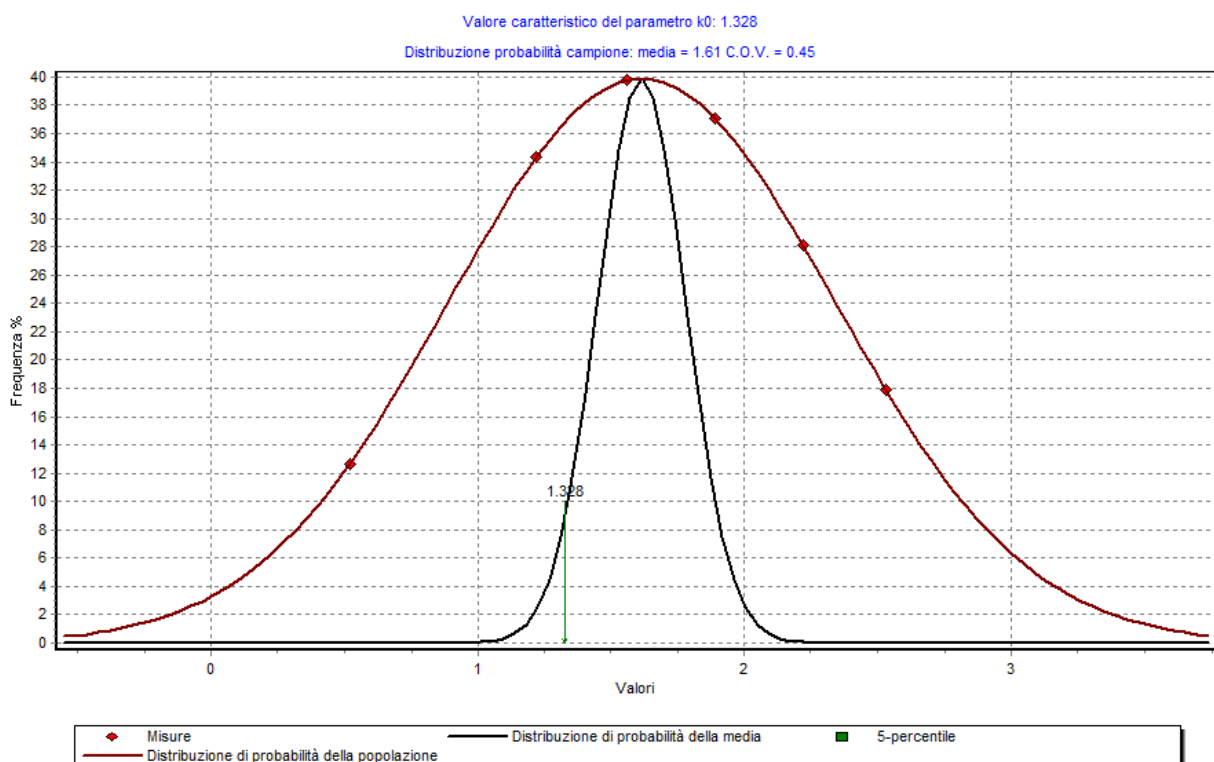
$$E_d = 67,24 \text{ kg/cm}^2$$



$$\gamma = 1,59 \text{ t/m}^3$$

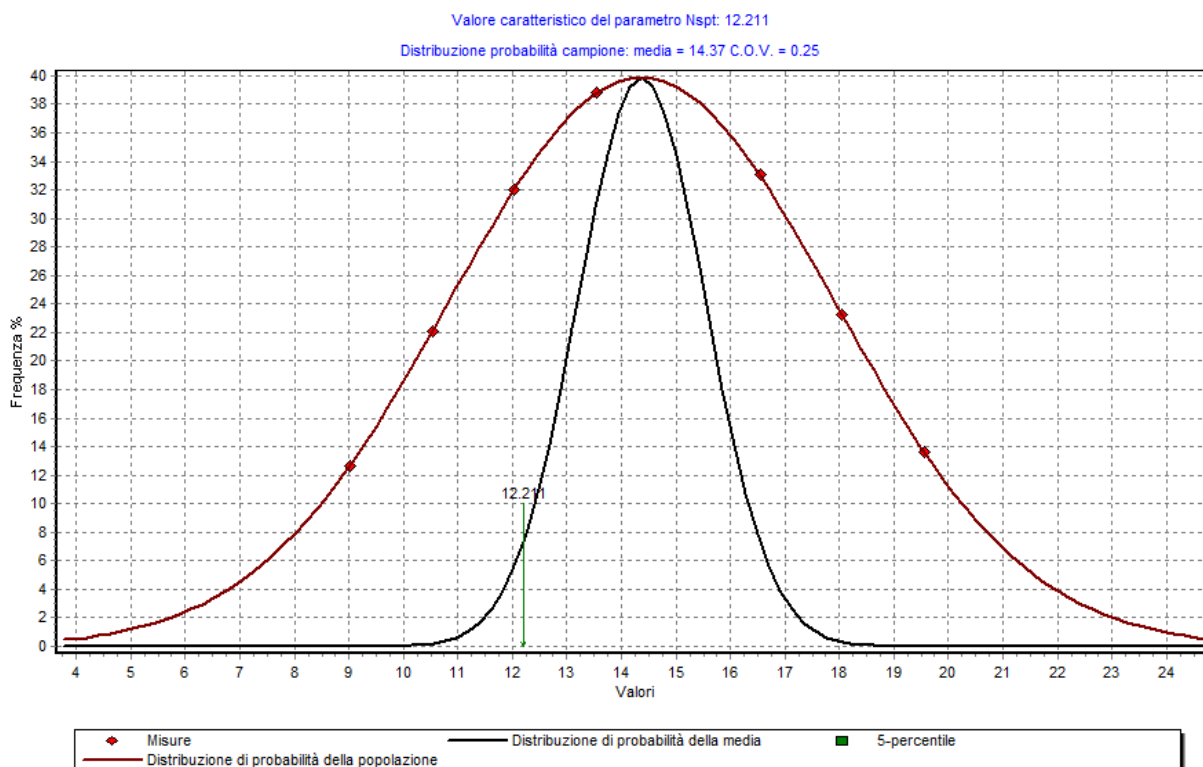


$$\gamma_{\text{sat}} = 1,89 \text{ t/m}^3$$

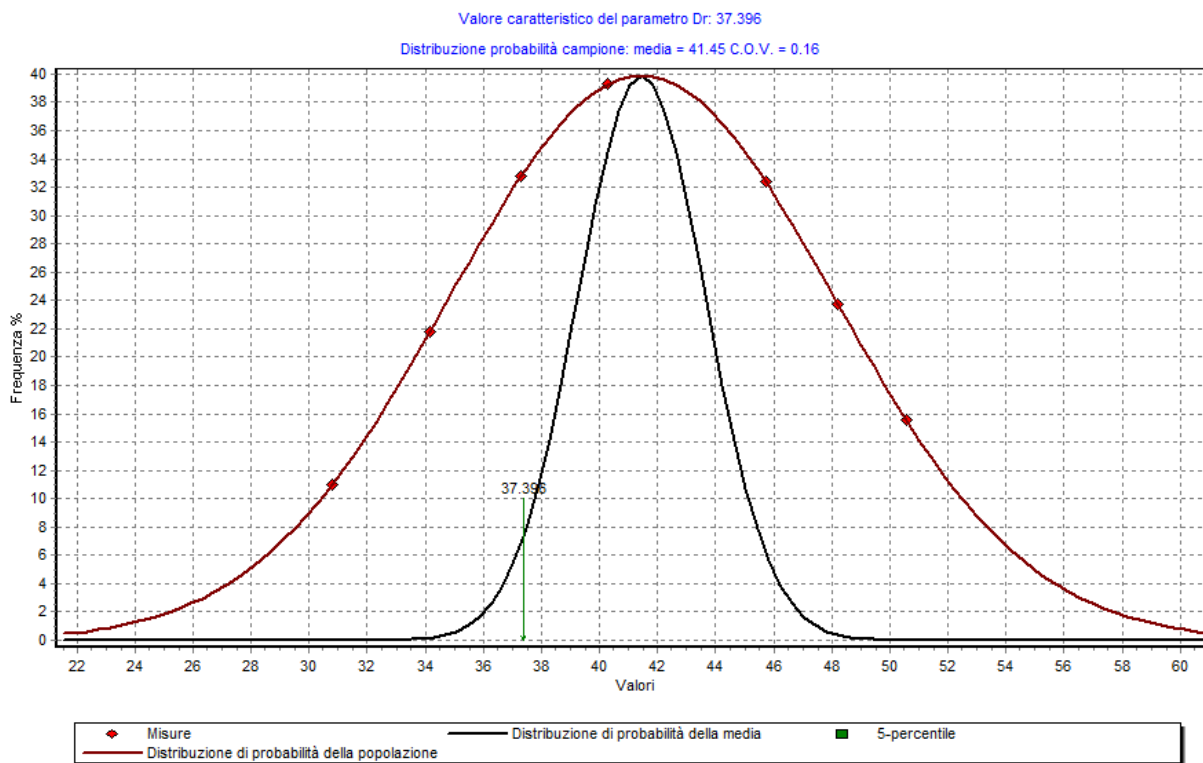


$$k_0 = 1,33 \text{ kg/cm}^3$$

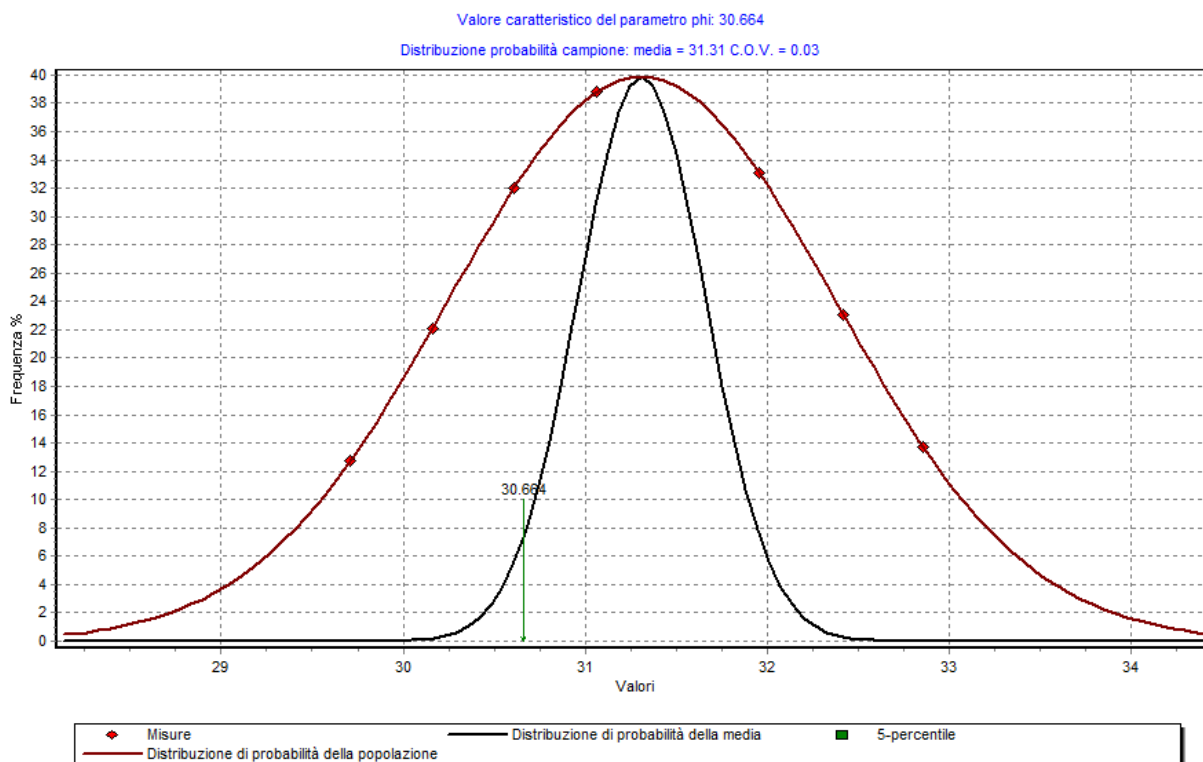
Strato B: Limi argillosi sabbiosi addensati – spessore 1,80



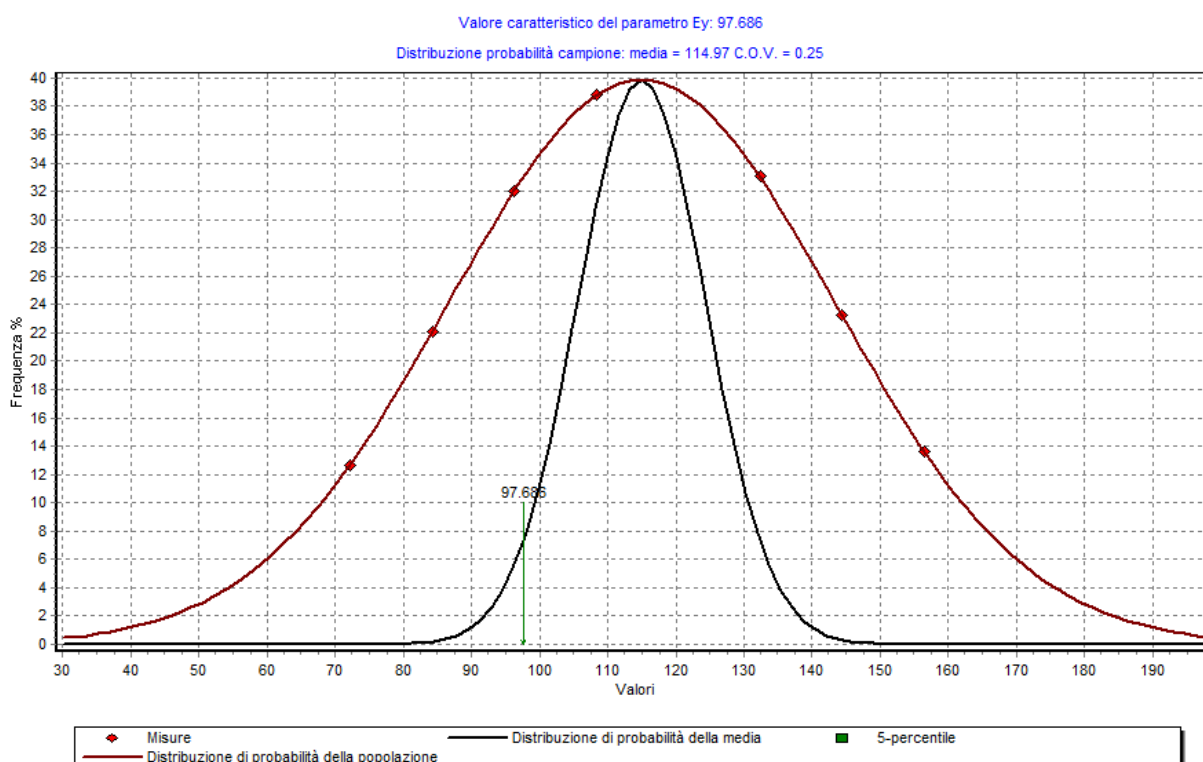
$N_{spt} = 12,2$



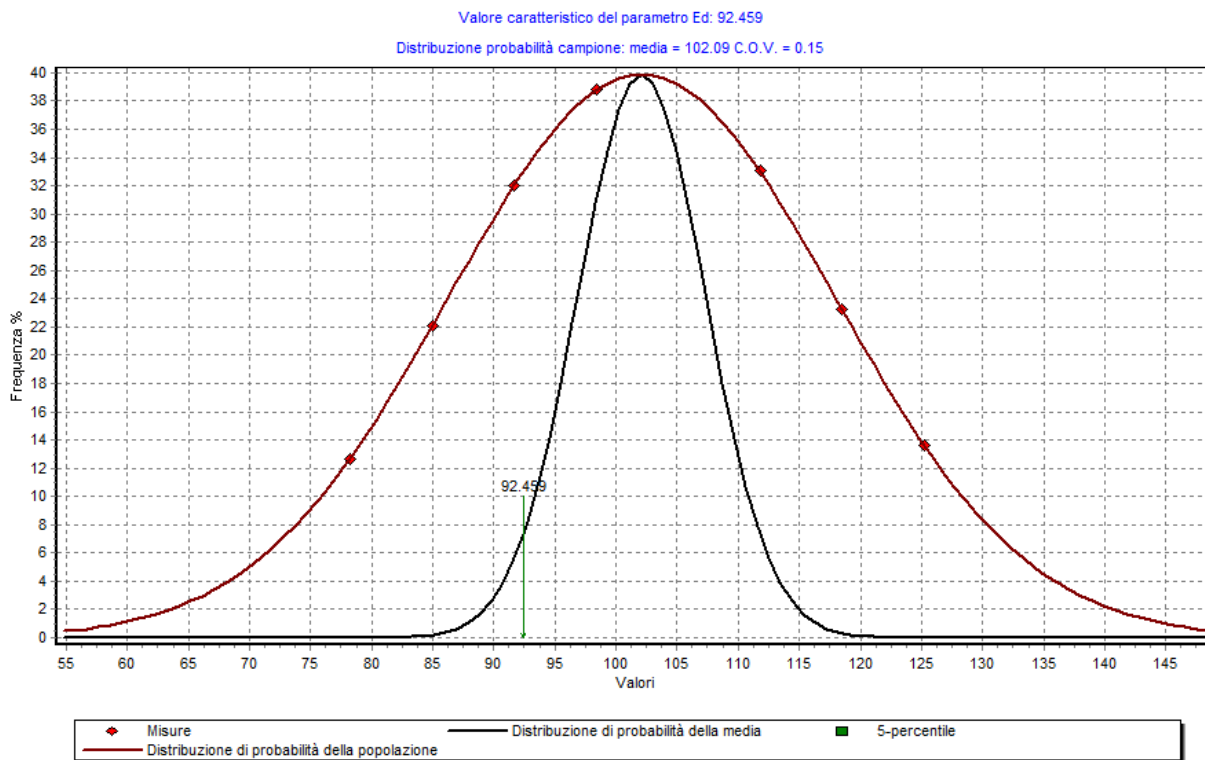
$D_r = 31,4\%$



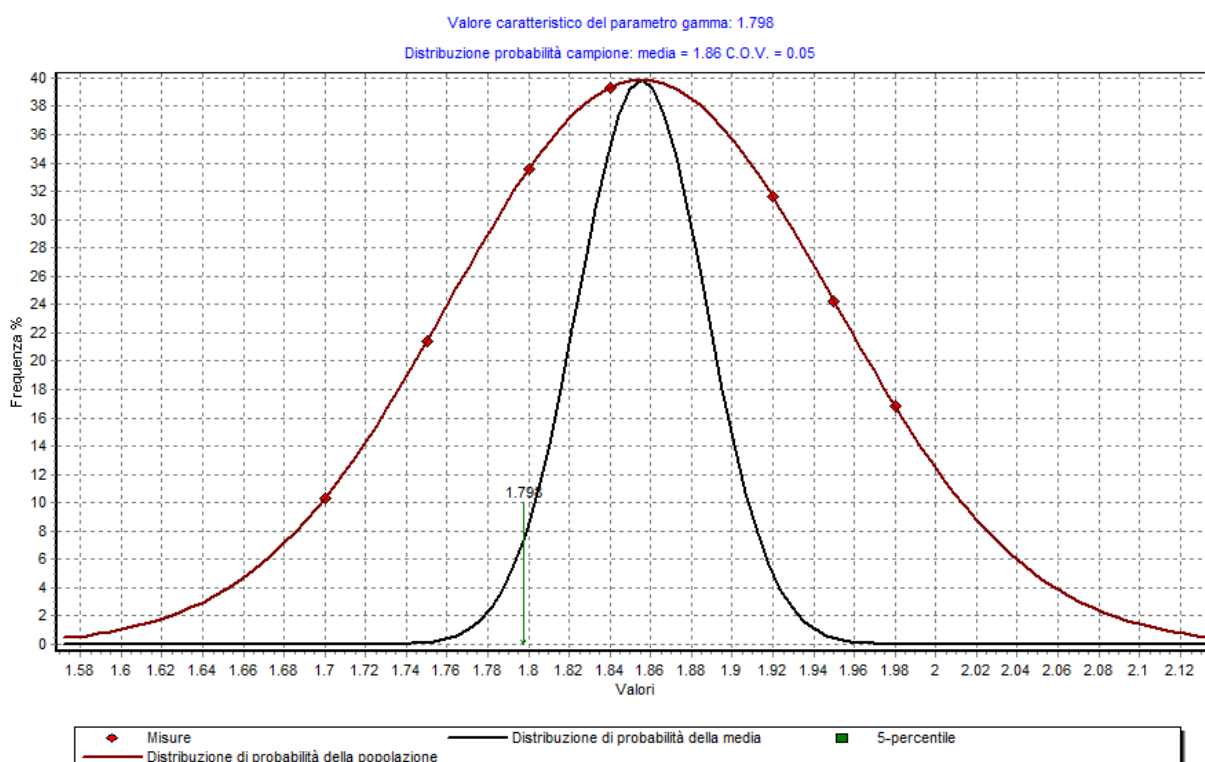
$$\varphi = 30,7^\circ$$



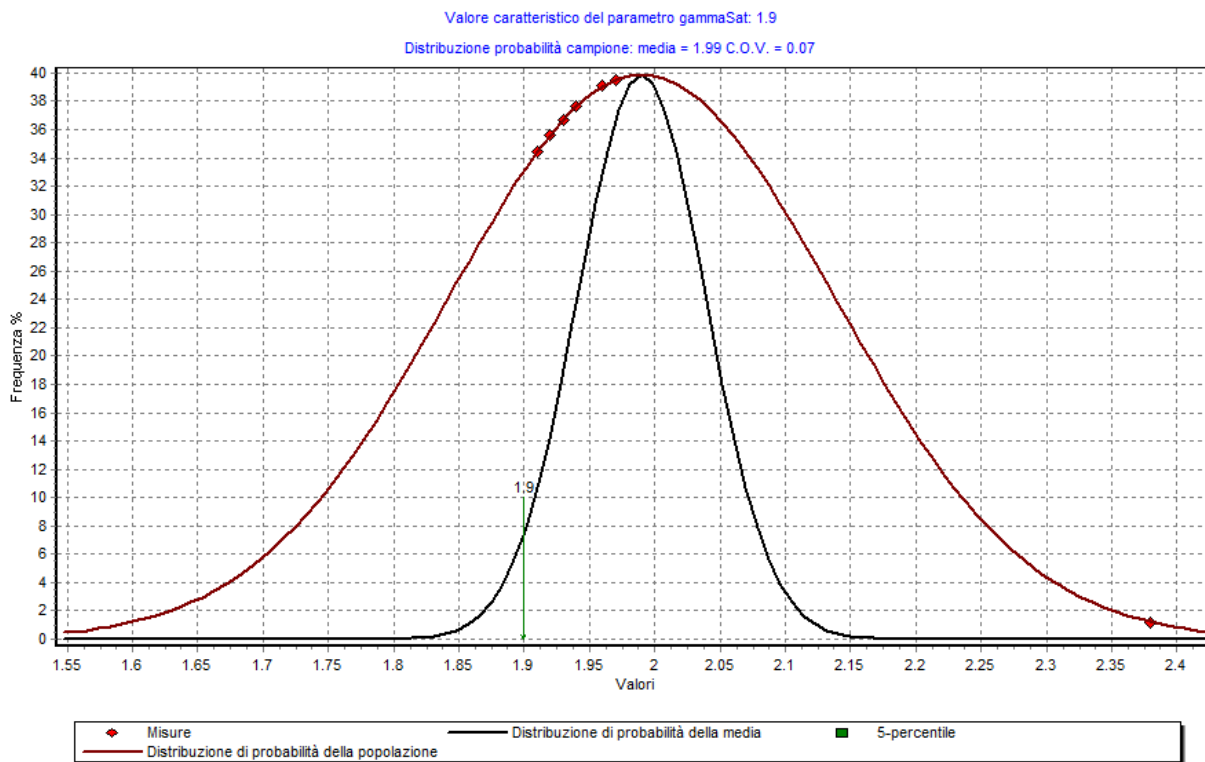
$$E_y = 97,68 \text{ kg/cm}^2$$



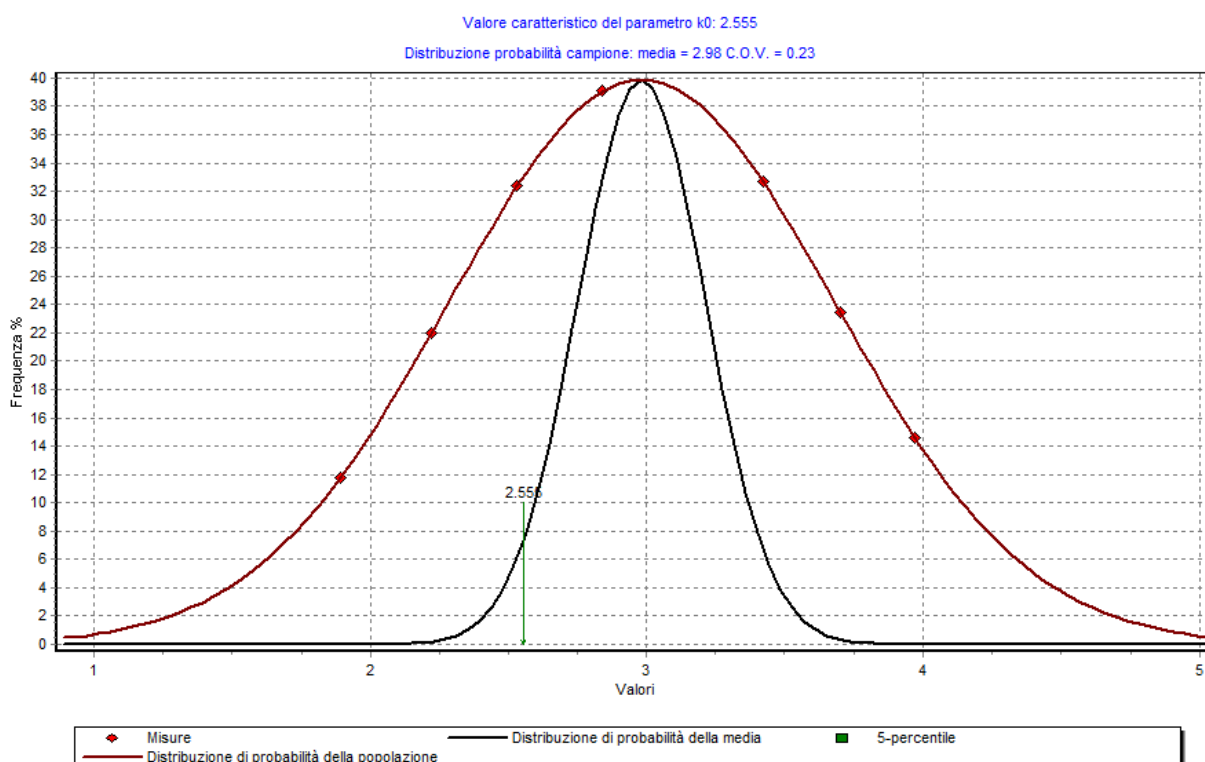
$$E_d = 92,46 \text{ kg/cm}^2$$



$$\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$$



$$\gamma_{\text{sat}} = 1,9 \text{ t/m}^3$$



$$k_0 = 2,55 \text{ kg/cm}^3$$

COMUNE DI SCARLINO
(PROVINCIA DI GROSSETO)



PROSPEZIONE SISMICA MASW
LOCALITA' COLLACCHIE

Gamma Geoservizi S.r.l.



Associazione Nazionale
Imprese Specializzate
in Indagini Geognostiche

PROSPEZIONE SISMICA MASW

LOCALITA' COLLACCHIE

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INDAGINE MASW	4
2.1 Introduzione.....	4
2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato.....	4
2.3 Analisi e risultati conseguiti.....	6

1. PREMESSA

Su incarico del Dr. Geol. Fabrizio Fanciulletti, la Gamma Geoservizi S.r.l. ha condotto un'indagine geofisica in un'area ubicata in località Collacchie, Comune di Scarlino (Gr). Sull'area è stata realizzata una prospezione sismica dove sono stati acquisiti segnali per la definizione della Vs30 con metodologia MASW. Di seguito si riportano le principali caratteristiche dello stendimento:

MASW per la caratterizzazione della Vs30

- distanza intergeofonica di metri 2,00;
- n. geofoni = 24;
- n. acquisizioni per l'analisi Masw = 8;
- dataset scelto per l'analisi = **puntonesx06.DAT**;
- punto di energizzazione = metri 6,00 esterno al geofono n°1.



Documentazione fotografica

2. INDAGINE MASW

2.1 Introduzione

Sull'area di studio è stata realizzata un'indagine sismica con acquisizione in tecnica MASW, finalizzata alla stima della velocità di propagazione delle onde sismiche nei primi 30 m di suolo (V_{s30}).

Nella prospezione eseguita è stato realizzato uno stendimento a 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 1,0 metri.

L'utilizzo di geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz) serve a caratterizzare in profondità per evitare eccessivo abbattimento delle ampiezze.

E' particolarmente importante adottare una distanza intergeofonica piccola (come nel nostro caso) in modo da avere informazioni anche sulle porzioni di terreno più superficiali.

Sono state realizzate acquisizioni con punti di energizzazione posti a distanze diverse seguendo un criterio geometrico; le acquisizioni sono state realizzate sia sul lato sinistro dello stendimento sismico (esterne al geofono 1) che sul lato destro (esterne al geofono 24) con tecnica stacking per sommare algebricamente i segnali ottenuti cercando di rendere in tal modo la potenza del segnale superiore a quella del rumore di fondo.

2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), è una tecnica di indagine non invasiva, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni (in questa prospezione sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, la cui velocità è strettamente correlata con la rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

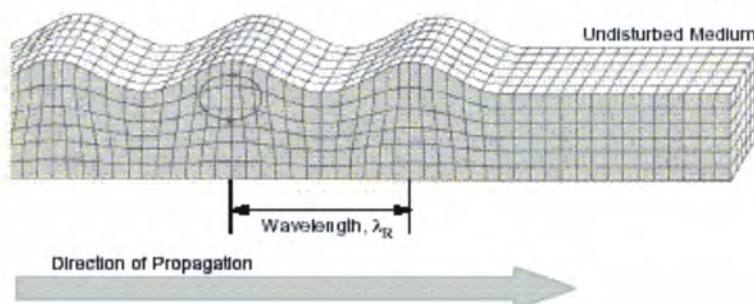


Fig.1: onda di Rayleigh sulla superficie libera di un semispazio omogeneo

Le onde di Rayleigh sono delle onde di superficie che si propagano sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, generate dall'interferenza tra le onde di compressione (onde P) e le onde di taglio (onde Sv).

In un mezzo stratificato tali onde sono di tipo guidato e dispersivo e sono definite pseudo-Rayleigh: in questa sede, per questioni di semplicità si parlerà dunque di Onde di Rayleigh.

In un mezzo stratificato come accennato, le onde di Rayleigh sono di tipo dispersivo, vale a dire che con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La natura dispersiva delle onde superficiali implica che onde ad alta frequenza, quindi con lunghezza d'onda ridotta, si propagano negli strati più superficiali e danno di conseguenza informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo; viceversa onde con bassa frequenza, si propagano in strati a maggior profondità di cui forniranno le relative informazioni sulle velocità di propagazione a tali profondità.

Il metodo MASW può essere distinto in attivo e passivo, nel primo caso le onde sono generate artificialmente da una sorgente in un punto della superficie del suolo caratterizzando la parte più superficiale del sottosuolo; nel secondo caso vengono misurati i rumori di fondo presenti (questa metodologia si adotta quando è d'interesse caratterizzare il sottosuolo a profondità d'investigazione maggiori di 50 metri).

Nel corso di questa indagine è stato adottato il metodo attivo che solitamente permette la caratterizzazione dei primi 35-50 metri di sottosuolo. Il metodo attivo consente in genere di ottenere una velocità di fase sperimentale (detta anche curva di dispersione), compresa tra i 5 ed i 70 Hz, permettendo di caratterizzare la parte più superficiale del terreno.

L'elaborazione dei dati è stata implementata attraverso l'ausilio del programma **winMASW 5.2**.

Il metodo d'interpretazione si sviluppa in due fasi:

- Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;
- Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

2.3 Analisi e risultati conseguiti

Fase 1 - Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;

In prima analisi sono stati studiati tutti i dataset di campagna per verificare la qualità delle tracce e dello spettro risultante. Dopo questa prima fase di “scrematura”, la scelta è ricaduta sul dataset **mossx02** che ha consentito un'analisi sufficientemente esaustiva del dato.

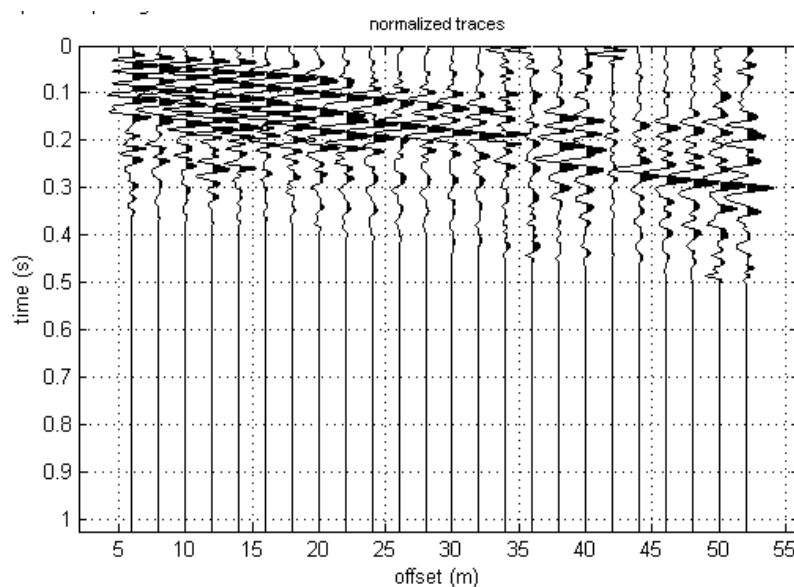


Figura 2: tracce del segnale acquisito

Attraverso la modellazione diretta è stata definita la curva di dispersione dello spettro analizzato.

La curva di dispersione associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è estraibile dallo spettro del segnale poiché è approssimativamente posta sui massimi del valore assoluto dello spettro.

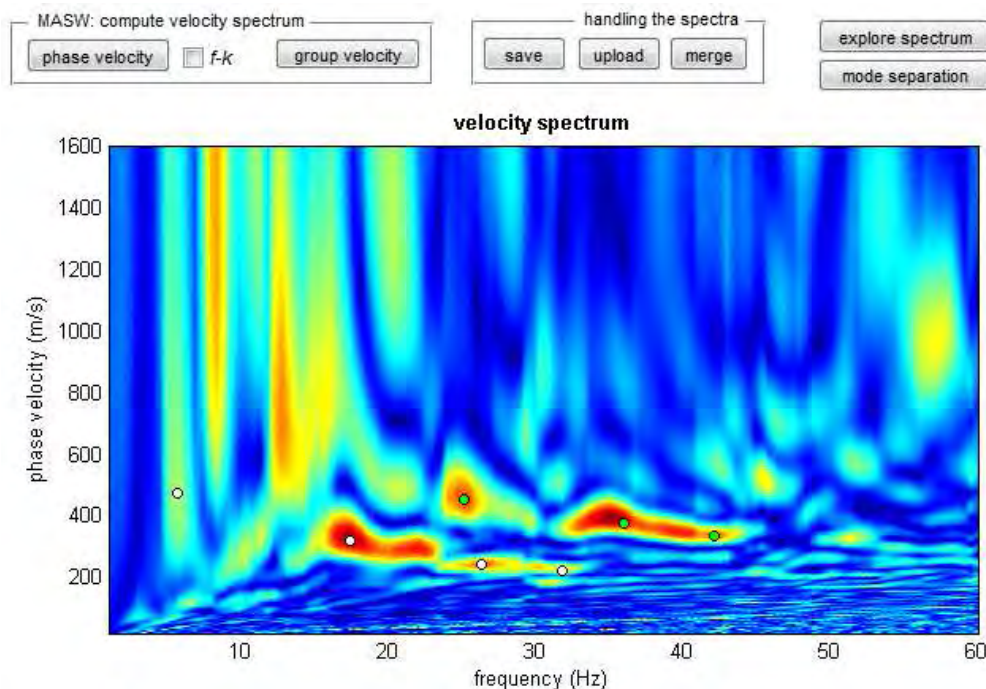


Figura 3: fase di picking dello spettro di coerenza

Fase 2 - Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Una volta definita la curva si è proceduto alla fase di inversione settando i parametri richiesti dal software per lo sviluppo dei modelli attraverso gli algoritmi genetici.

A questo punto, la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione teorica approssimativamente coincidente con la curva sperimentale. Questa delicata fase di interpretazione è comunemente detta **fase di inversione**.

Al termine delle operazioni di calcolo descritte, si ottiene un modello del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs nei primi 30 metri di sottosuolo.

Di seguito si riporta l'output delle varie fasi di interpretazione dei dati di campagna, utilizzando il software **winMASW 5.2**.

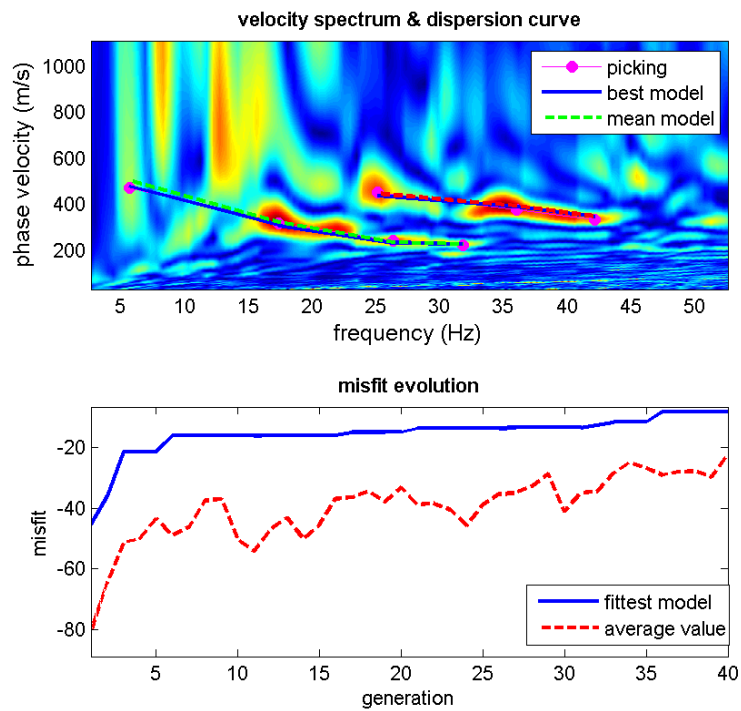


Figura 4: Output del software WinMasw

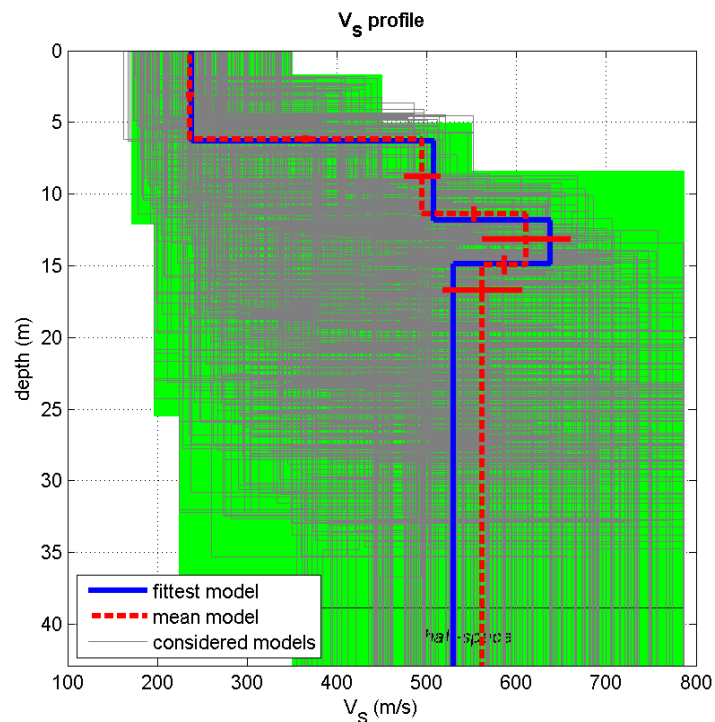


Figura 5: Output del software WinMasw

Mean model

Vs (m/s): 236, 495, 611, 562

Standard deviations (m/s): 4, 20, 49, 44

Thickness (m): 6.2, 5.2, 3.5

Standard deviations (m/s): 0.2, 0.5, 0.7

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.96, 2.14, 2.26, 2.20

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 109 524 844 695

Estimated static shear modulus (MPa) (approximate values): 0 0 0 0

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: puntone6sx.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 668, 1418, 2352, 1817

Poisson: 0.43 0.43 0.46 0.45

Vs 30 ricavata dalla MASW	velocità media	categoria suolo
	433 m/sec	B

Dalla normativa:

A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C: Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D: Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

S1: Depositì di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2: Depositì di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

*Il metodo MASW fornisce valori attendibili per la **stima della velocità media della V_{s30}** nel sottosuolo, mentre il modello stratigrafico ottenuto con questa tecnica deve essere considerato puramente indicativo e comunque da confermare con ulteriori informazioni stratigrafiche derivanti da conoscenze certe o da ulteriori indagini in sito.*

Si consiglia al professionista “una valutazione ragionata” della categoria di sottosuolo eventualmente integrando il dato monodimensionale ottenuto con la MASW con i risultati di indagini eseguite nello stesso contesto come prove penetrometriche , stratigrafie di pozzi o sondaggi, prospezioni sismiche a rifrazione, misure di rumore sismico ecc.

Ricordiamo che la metodologia tende a sovrastimare leggermente il dato della V_{s30} e che la definizione esatta della categoria di suolo resta di competenza del tecnico.