



COMUNE DI UTA

PIANO STRAORDINARIO DI EDILIZIA SCOLASTICA ISCOL@ INTERVENTO IN ASSE I:
SCUOLE DEL NUOVO MILLENNIO CREAZIONE NUOVO POLO SCOLASTICO NEL
COMUNE DI UTA



II SINDACO

Giacomo Porcu

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marcello Figus

Rossiprodi Associati srl (Mandataria RTP) (progetto architettonico, coordinamento) via Marconi 29, 50131 Firenze -Tel: 055583759 Fax 0557349005 pec: rossiprodi@pec.it firmato digitalmente	COLUCCI & PARTNERSStudio Associato (Mandante RTP) (progetto architettonico) Piazzetta del Gelso 4, 56025 Pontedera (PI) firmato digitalmente
TELLUS ENGINEERING srl (Mandante RTP) (progetto strutture, rilievi e indagini preliminari) via Genova 6, 09125 Cagliari firmato digitalmente	OMEGA ENGINEERING INGEGNERI ASSOCIATI (Mandante RTP) (progetto impianti, progetto antincendio) via G. Ravizza 22/b, 56121 Pisa firmato digitalmente
GEOPROGETTI Studio Associato (Mandante RTP) (aspetti geologici) via Venezia 77, 56038 Ponsacco (PI) firmato digitalmente	Arch. ANDREA GUIDI (Mandante RTP) (giovane professionista) Località Molino Giusti 5, 55040 Stazzema (LU) firmato digitalmente
Ing. Daniele Mariotti - Rossiprodi Associati srl (coordinamento della sicurezza in fase di progettazione) via Marconi 29, 50131 Firenze -Tel: 055583759 danielemariotti@rossiprodi.it firmato digitalmente	Ing. Iunior Alessandra Taccori (acustica) Via San Gemiliano 77, 09028 Sestu (CA) Tel: 340 9870215 alessandra.taccori@tiscali.it alessandra.taccori@ingpec.eu firmato digitalmente

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI GENERALI				NOME FILE: PD EG ET 11 1.doc	
RELAZIONE GEOLOGICA				SCALA:	PE EG ET 11 1
				DATA:	DESCRIZIONE:
AGG.: 0	DATA: 18/03/2021	DESCRIZIONE: EMISSIONE	AGG.: 1	DATA: 05/2021	DESCRIZIONE: VALIDAZIONE

**PIANO STRAORDINARIO DI EDILIZIA SCOLASTICA ISCOL@
INTERVENTO IN ASSE 1: SCUOLE DEL NUOVO MILLENNIO
CREAZIONE NUOVO POLO SCOLASTICO NEL COMUNE DI UTA**

**PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE GEOLOGICA
PD EG ET 11 0**

INDICE

PREMESSA.....	2
<i>figura 1 - ubicazione area di intervento</i>	3
1 - CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO.....	3
<i>figura 2 - stralcio Carta geologica della Sardegna 1:25'000.....</i>	4
2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
<i>figura 3 - stralcio Carta geologica ISPRA 1:10'000.....</i>	6
<i>figura 4 - foto aerea dell'area di intervento</i>	7
2.1 - lineamenti idrogeologici.....	7
3 - PERICOLOSITA' DELL'AREA.....	9
4 - INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLAZIONE DEL SOTTOSUOLO.....	11
<i>Campagna geognostica:.....</i>	11
<i>Prove di laboratorio:.....</i>	11
<i>Sintesi dei risultati:.....</i>	12
<i>tabella 1 - schema assetto stratigrafico.....</i>	13
4.1 – indicazioni per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni.....	13
<i>tabella 2 - parametri geomeccanici.....</i>	14
4.2 – indicazioni geologico-tecniche generali.....	14
5 – CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO.....	14
4.1 – categoria topografica.....	15
4.2 – categoria di sottosuolo.....	15
4.3 – parametri sismici di sito.....	16
4.4 - effetti sismici di sito: sicurezza nei confronti della liquefazione.....	16
CONCLUSIONI.....	17

Appendici alla relazione:

- appendice 1: sezione geologica;
- appendice 2: schede stratigrafiche sondaggi in sito;
- appendice 3: elaborazione prove penetrometriche in sito;
- appendice 4: report delle attività geognostiche e sismiche;
- appendice 5: parametri sismici e spettri di risposta.

PREMESSA

La presente indagine geologica è stata svolta a supporto del progetto definitivo per la realizzazione di una scuola primaria e secondaria, nell'ambito del primo lotto di intervento per un nuovo polo scolastico nel Comune di Uta, nel territorio della Città Metropolitana di Cagliari (figura 1).

Per il quadro conoscitivo di base si è fatto riferimento alla cartografia geologica della Regione Sardegna, ai dati geologici dell'ISPRA ed alle cartografie di pericolosità idraulica del P.A.I. Regione Sardegna.

La caratterizzazione del sottosuolo è stata effettuata tramite una campagna geognostica costituita da cinque prove penetrometriche, due sondaggi a carotaggio continuo con prove in foro e prelievo di campioni per prove di laboratorio.

Al termine dei due sondaggi uno è stato adibito a piezometro per la misura della falda, l'altro è stato attrezzato per l'esecuzione di una prova geofisica down-hole ai fini della caratterizzazione sismica del sottosuolo.

I risultati delle indagini effettuate hanno permesso di giungere alla ricostruzione del modello geologico dell'area di intervento e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi del substrato.

La presente indagine è stata condotta in riferimento alle Norme di Attuazione del P.A.I. della Regione Sardegna (febbraio 2018) ed alle Norme tecniche per le costruzioni (NTC) (Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto 17 gennaio 2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e Circolare C.S.LL.PP. 21 Gennaio 2019, n. 7: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle NTC di cui al D.M. 17 Gennaio 2018").

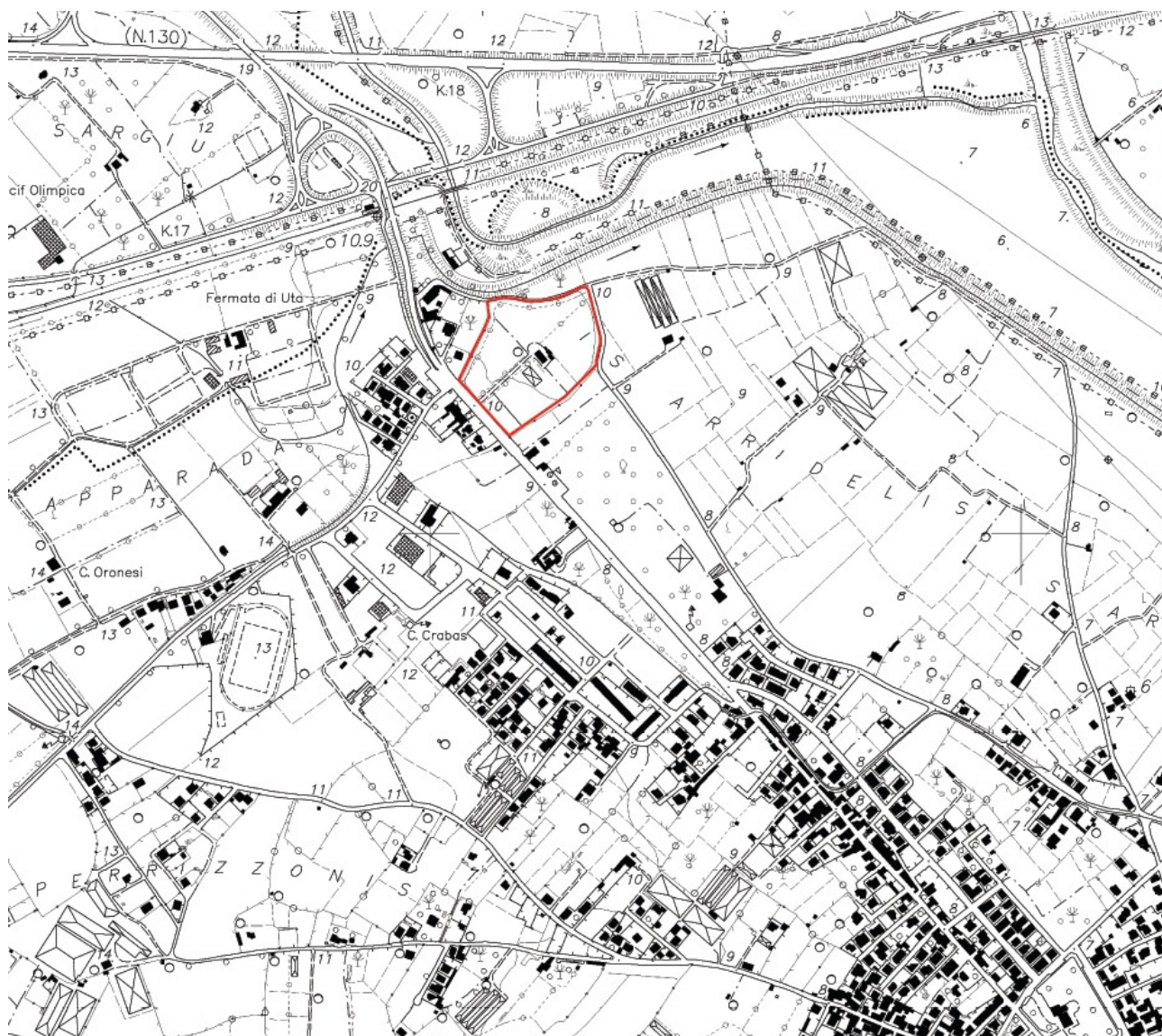


figura 1 - ubicazione area di intervento
(da CTRN 10k n. 556080 - 556120)

1 - CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

La nuova scuola si inserisce all'interno di un'area aperta di circa 38.000 mq destinata ad attività scolastiche, ubicata poco a Nord dell'abitato di Uta.

Il presente lotto di intervento riguarda l'edificio che ospiterà la scuola primaria e secondaria, che avrà dimensioni di circa 80 x 87 m per un'altezza di 7,5 m circa, su due piani fuori terra. Le fondazioni previste sono del tipo superficiale nastriforme (figura 4 e appendice 1).

Per maggiori dettagli sugli interventi previsti si rimanda agli elaborati progettuali.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche attribuibili all'intervento ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018:

TIPO DI COSTRUZIONE	VITA NOMINALE	CLASSE D'USO	COEFF. D'USO	PERIODO DI RIFERIMENTO Vr
2	≥ 50 anni	III	1,5	75 anni

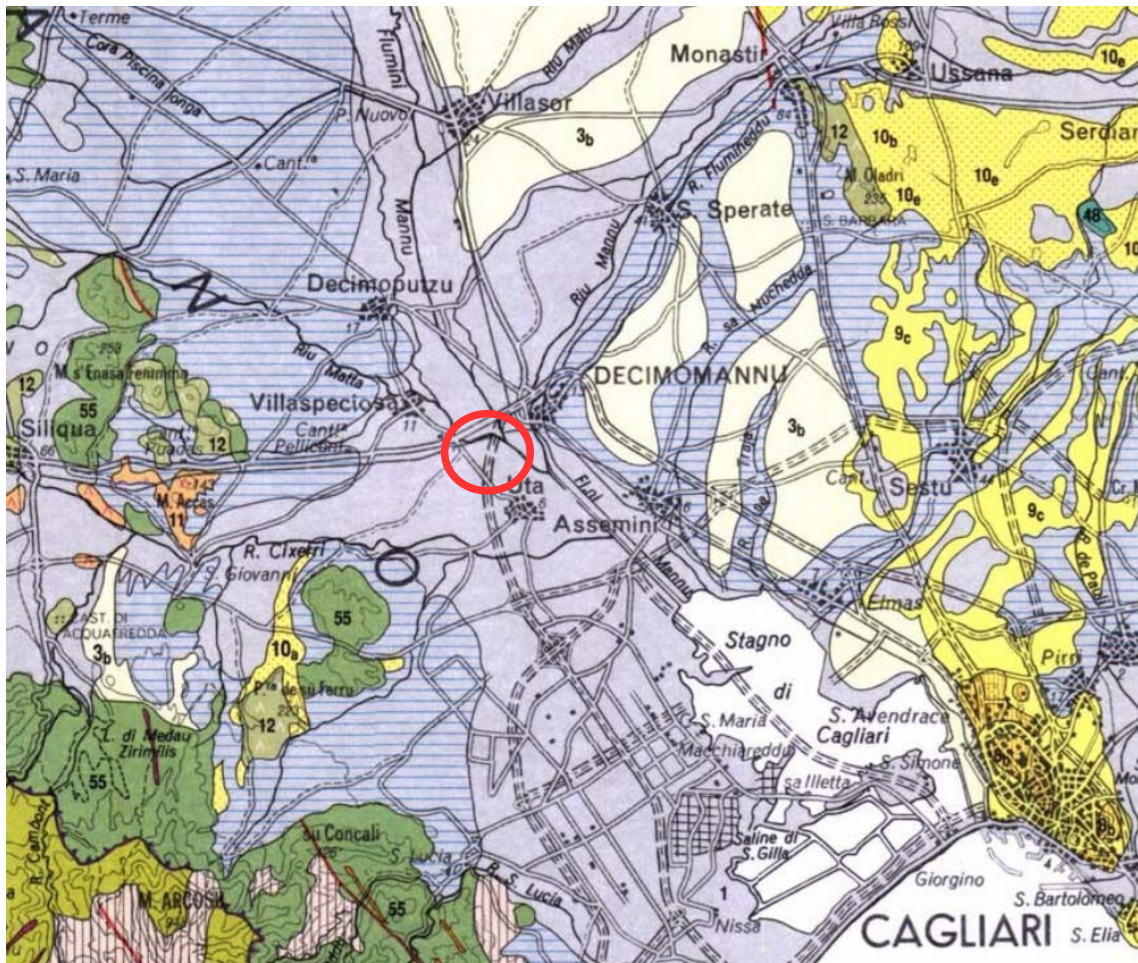


figura 2 - stralcio Carta geologica della Sardegna 1:25'000
(a cura del SGN e R.A. Sardegna)

DEPOSITI QUATERNARI QUATERNARY DEPOSITS



1

Ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali, travertini 1. Olocene.
Alluvial, colluvial, eolian and littoral gravels, sands, silts, sandy clays, travertine 1. Holocene.



2c

Arenarie eoliche con Cervidi (*Megaceros verticornis*, *Dama dama*) e Proboscidi (*Elephas melitensis*) (Arenarie wurmiane Auct.) (Nurra; Iglesiente; etc.) 2c. Conglomerati, arenarie e biocalcareni di spiaggia (Panchina Auct.), con Molluschi (*Mytilus senegalensis*, *Spondylus gaederopus*, *Strombus bubonius*, *Patella ferruginea*, *Conus testudinarius*) e Celenterati (*Cladocora coespitosa*) 2b. Pleistocene sup.. Conglomerati, sabbie, argille più o meno compatte, in terrazzi e conoidi alluvionali (Alluvioni antiche Auct.) 2a. ? Pliocene - Pleistocene.



2b



55

Successione pre-Ordoviciano medio
Pre- Middle Ordovician sequence

Arenarie di S. Vito e Formazione di Solanas - Metarenarie micacee e quarziti alternate a metapeliti e rari metaconglomerati, con piste, impronte di Meduse e Acritarchi (*Vulcanisphaera ferrosa*, *Leiospheridia fumiana*, *Michrystidium lanceolatum*, *Acanthodiacrodium complanatum*) (Sarrabus: Br. Laccol, Riu Ceraxa, S. Vito; Sarcidano: Laconi, Villanovatulo; Gerrei: Br. Maresusus, Quirra; Rio S. Giorgio; Arburese; etc.); nella parte alta metapeliti viola, nere e verdastre, quarziti e metaconglomerati quarzosi 55. Cambriano medio - Ordoviciano inferiore.

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di intervento ricade nel tratto di pianura interno alla costa di Cagliari, ad una quota s.l.m. di 10 m circa (figure 1 e 2).

Il contesto geomorfologico è quello di pianura alluvionale, con un ampio reticolo idrografico che fa capo ai due principali corsi d'acqua della zona, il Flumini Mannu ed il Fiume Cixerri, posti rispettivamente a Nord ed a Sud dell'area di intervento, i quali confluiscono poco più a Sud nello Stagno costiero di Cagliari (Stagno di Santa Gilla), immediatamente a Sud-est di Assemini.

Dalla letteratura geologica si rileva che l'area in esame si trova sui terreni quaternari, di spessore anche superiore ai 100 m, di riempimento alluvionale del Graben del Campidano, il quale ha un andamento NW-SE (figura 2).

Sul bordo Ovest della piana del Campidano, all'altezza di Uta, i terreni alluvionali si appoggiano in discordanza sui termini paleozoici del complesso metamorfico sardo, rappresentati da metarenarie e metapeliti dell'Ordoviciano medio (Arenarie di San Vito e Formazione di Solanas).

La cartografia geologica di maggior dettaglio, dell'ISPRA-Servizio geologico e del Geoportale Regionale, indica che i tipi litologici che interessano l'area di intervento sono rappresentati dai sedimenti alluvionali olocenici, costituiti da sabbie con subordinati limi ed argille.

Tali terreni, per locali eteropie sia laterali che verticali, si intercalano alle alluvioni terrazzate del Pleistocene-olocene, costituite da depositi eterogenei di ghiaie e ciottoli in abbondante matrice argilloso-limosa e sabbiosa rossastra, ben addensati (figura 3).

ISPRA-Servizio Geologico d'Italia



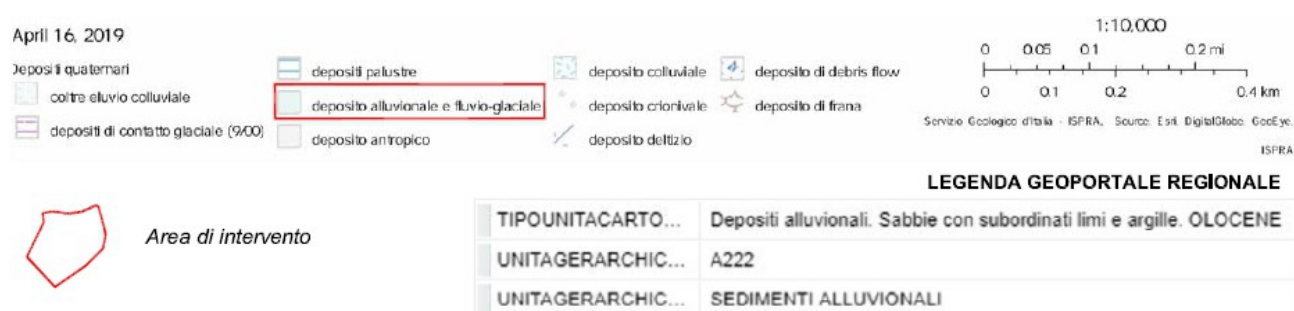


figura 3 - stralcio Carta geologica ISPRA 1:10'000

Nell'indagine geologica dell'aprile 2019 a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica, per un inquadramento preliminare delle caratteristiche stratigrafiche e geomeccaniche, si è fatto riferimento alla banca dati dell'ISPRA, con la stratigrafia n. 195826 ubicata a circa 350 m dall'area di intervento, ed allo "Studio delle caratteristiche geologico-tecnico dei terreni dell'area urbana di Cagliari" (G. Barroccu, T. Crespellani, A. Loi, 1979).

Tenuto conto del quadro geologico generale, nella presente indagine è stata approfondita la conoscenza del sottosuolo tramite una specifica campagna geognostica in sito.

In sintesi, gli esiti delle indagini in sito hanno indicato la presenza nei primi 5-6 metri circa di profondità, di letti ghiaiosi in matrice sabbiosa mediamente addensati, poi fino a circa 15 metri, di sabbie in matrice limo-argillosa, di consistenza sempre elevata. Oltre i 15 metri sono stati rilevate ghiaie minute in matrice sabbioso-limosa compatta.

Le prove penetrometriche in sito si sono arrestate tra i 4 ed i 10 m di profondità, per l'elevata consistenza dei litotipi che ne hanno impedito l'ulteriore avanzamento.

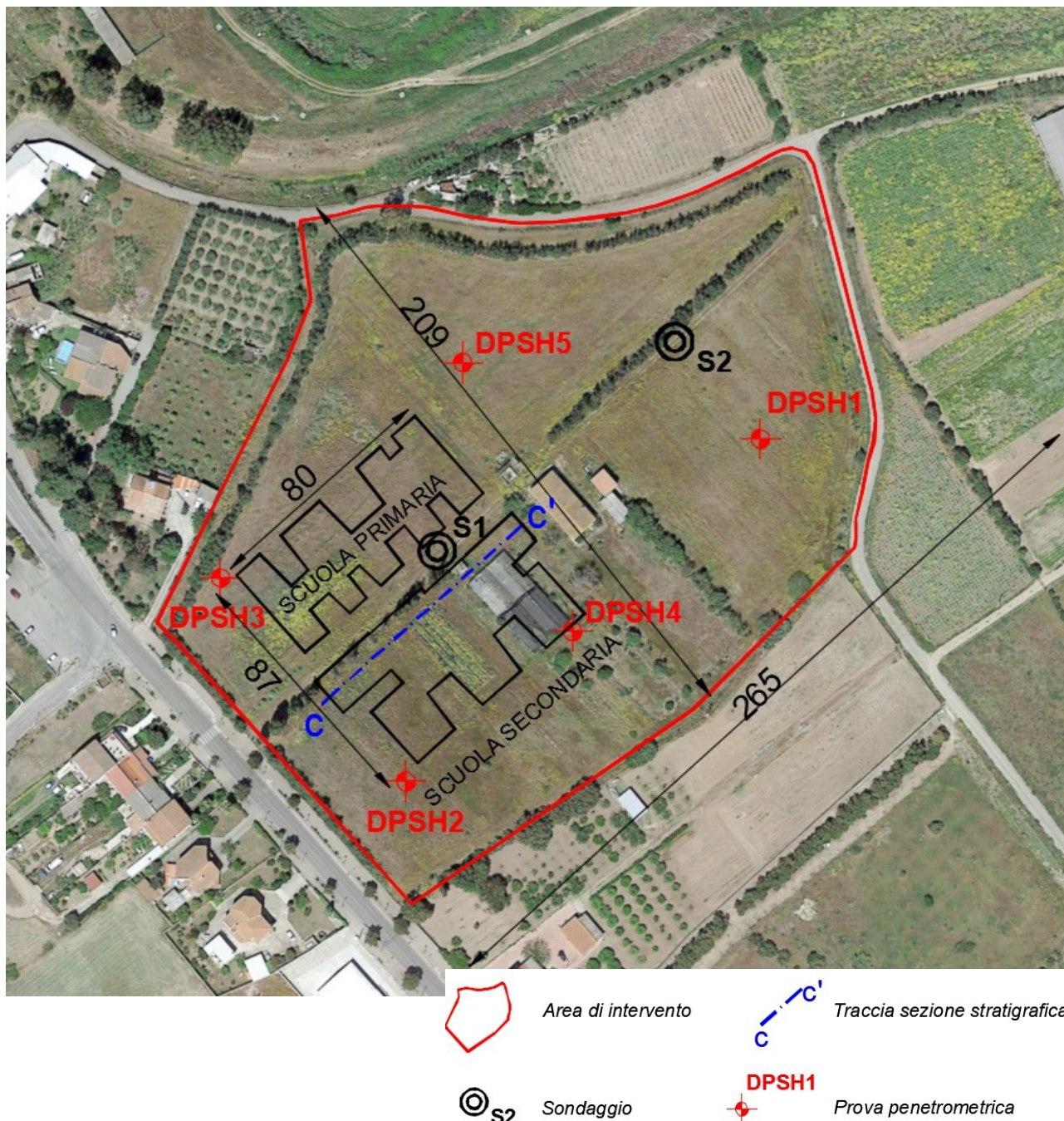


figura 4 - foto aerea dell'area di intervento
con ubicazione delle indagini effettuate in sito (foto da Google Maps)

2.1 - lineamenti idrogeologici

L'area in oggetto è lambita a Nord da un corso d'acqua di ordine minore, denominato Rio Mannu (o Rio Spinosu), che circa 800 m verso Nord-est confluisce nel Flumini Mannu (figure 1 e 2).

L'assetto idrogeologico della zona in cui si inserisce l'intervento è sostanzialmente condizionato dalla distribuzione dei depositi sedimentari e dai rapporti eteropici tra termini a

differente capacità di infiltrazione.

La prevalenza dei terreni è a permeabilità generalmente media, in quanto costituiti da alluvioni ciottoloso-ghiaiose a matrice prevalentemente sabbiosa le quali, per la buona capacità di drenaggio e di infiltrazione efficace, consentono la percolazione delle acque meteoriche verso il basso in tempi relativamente brevi, senza che si formino ristagni.

La presenza di intercalazioni a granulometria fine già da qualche metro di profondità dal p.c., talora può determinare la formazione di falde idriche sospese, a causa del tamponamento indotto da questi livelli a bassa permeabilità.

In considerazione di ciò detti terreni possono essere sede sia di una falda idrica superficiale, alimentata direttamente dalle precipitazioni e dai flussi di subalveo della rete idrografica, sia di un sistema multifalda condizionato dall'alternanza irregolare di strati permeabili ed a bassa permeabilità.

Tali falde acquistano maggiore importanza man mano che aumenta la profondità per cui una presenza idrica significativa può ritrovarsi, generalmente, a partire da profondità di 30÷40 m dal piano campagna.

Nell'area in oggetto, mentre i fori delle prove penetrometriche sono risultati asciutti, la falda misurata in corrispondenza del sondaggio 2 è risultata alla profondità di 5,1 m ed in corrispondenza del sondaggio 1 i livelli saturi sono stati incontrati alla profondità di 7 e 17 m.

In sintesi, l'assetto idrogeologico del volume di sottosuolo significativo è caratterizzato dalla presenza di piccole falde sospese racchiuse tra livelli a bassa permeabilità, con soggiacenza superiore ai 5 metri.

Considerato l'assetto litostratigrafico del sito, si può ritenere che anche in funzione delle fluttuazioni stagionali influenzate dal regime pluviometrico, le variazioni della soggiacenza non interferiranno con il substrato di fondazione, dato che il livello saturo si pone ad alcuni metri oltre il piano di fondazione.



Foto 1: sondaggio S1



Foto 2: sondaggio S2

3 - PERICOLOSITA' DELL'AREA

I dati di sottosuolo acquisiti indicano la presenza di un considerevole spessore di terreni di buona consistenza, per cui si escludono particolari criticità di natura geologico-stratigrafica.

La zona sismica a cui appartiene il territorio di Cagliari è la Zona "4", che corrisponde ad un livello di pericolosità basso ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003 aggiornato con D.G.R.S n. 15/31 del 2004.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di Cagliari, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004.

Zona sismica 4		Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.		
Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a _g]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a _g]	numero comuni con territori ricadenti ..
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	a _g ≤ 0,05 g	0,05 g	2.187
Uta		4		

Dato il contesto di pianura alluvionale, l'analisi delle problematiche che possono interessare l'area è dunque da rivolgersi principalmente agli aspetti riguardanti la pericolosità idraulica connessa alla presenza dei corsi d'acqua nella zona.

L'area di intervento ricade all'interno delle fasce fluviali del PSFF del PAI, per cui, ai sensi dell'Art. 30 ter comma 1 delle Norme di Attuazione, il Comune di Uta ha promosso uno studio idraulico volto a determinare le effettive aree di pericolosità idraulica da classificare

come prescritto dalle Norme stesse.

I risultati dello studio idraulico, redatto dall'Ing. Italo Frau nel novembre 2018, sono stati recepiti dal C.I. dell'Autorità di Bacino Regionale, che con Delibera del 19/02/2019 n. 5 ha adottato in via definitiva la variante al P.A.I. relativa alle "aree di pericolosità idraulica afferenti al tronco del Rio Spinosu in corrispondenza della confluenza con Flumini Mannu".

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della carta dell'inviluppo della pericolosità idraulica ai sensi del PAI allegata alla suddetta Delibera, da cui si rileva che l'area di intervento non è interessata da livelli di pericolosità media o elevata, ma ricade in classe Hi1 "pericolosità moderata" riferita ad eventi con tempo di ritorno di 500 anni.



Per tale classe di pericolosità le Norme dell'Autorità di Bacino non prevedono particolari vincoli o prescrizioni, ma demandano la disciplina dell'uso del territorio agli strumenti

urbanistici.

Il progetto in esame prevede il rialzamento del piano di calpestio del piano terra di +15 cm rispetto al p.d.c. Tale rialzamento garantirà un minimo franco di sicurezza nei confronti di eventuali fenomeni di temporaneo malfunzionamento del reticolo di scolo delle acque.

Per quanto riguarda il sistema di scoline campestri intercettate dall'intervento, dovrà esserne prevista la corretta ricucitura con il reticolo scolante al contorno

Dal punto di vista del rischio idraulico, l'intervento in progetto non comporta dunque alcuna significativa interferenza con l'assetto del reticolo, né quindi aumenta le condizioni di rischio nell'area di intervento o al contorno, per cui non si configura alcuna situazione di pericolosità per le persone, in linea con gli indirizzi a livello urbanistico locale e di Autorità di Bacino.

4 - INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLAZIONE DEL SOTTOSUOLO

Per ricostruire l'assetto stratigrafico ed individuare le caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo, nel corso della presente indagine è stata effettuata una campagna geognostica in sito, seguita da prove di laboratorio geotecnico sui campioni di terreno prelevati in sito, così articolata:

Campagna geognostica:

- n. 5 prove penetrometriche con penetrometro dinamico superpesante;
- due sondaggi, uno dei quali con perforazione a carotaggio continuo fino a 20 m di profondità e prosecuzione a distruzione di nucleo fino a 35 m (S1); l'altro profondo 10 m (S2);
- n. 7 prove SPT in foro di sondaggio (4 nel foro S1 e 3 nel foro S2);
- installazione di tubo piezometrico nel sondaggio S2;
- prelievo di un campione indisturbato nel sondaggio S1;
- prelievo di un campione disturbato per analisi granulometriche dal carotaggio S1;
- esecuzione di prova sismica DownHole fino a 35 m nel foro di sondaggio S1;
- esecuzione di due rilevamenti di microtremori sismici atte a verificare la presenza di fattori di amplificazione locale sismica nello spettro HVSR ed eventuali frequenze caratteristiche sitospecifiche.

Il report completo della ditta Geotest s.r.l. di Cagliari che ha effettuato le indagini è riportato in appendice 4 alla presente relazione.

Prove di laboratorio:

Sul campione indisturbato C1, prelevato da -3 a -3,35 m nel sondaggio S1, è stato possibile effettuare le seguenti prove: determinazione della massa volumica, dell'umidità naturale, dei limiti di Atterberg e prova di taglio diretto consolidato drenato per la definizione dei parametri

geomeccanici efficaci.

Sul campione disturbato S1CD, prelevato dal materiale carotato nel corso del sondaggio S1, tra 7,2 e 8 m, è stata effettuata la determinazione della massa volumica, dei limiti di Atterberg, l'analisi granulometrica e la classificazione AGI del materiale (appendice 8).

Sintesi dei risultati:

Le prove penetrometriche sono state effettuate con un penetrometro superpesante statico/dinamico Pagani mod. TG 63-150, munito di manicotto (Punta Begemann) per la misura dell'attrito laterale per le prove statiche.

Per quanto riguarda le caratteristiche delle attrezzature con ulteriori specifiche tecniche ed una documentazione fotografica, si rimanda ai certificati di prova in appendice 4.

L'ubicazione delle prove è indicata in figura 4, mentre l'elaborazione numerica dei dati è stata riportata in appendice 3.

Le prove, tutte di tipo dinamico, sono state spinte fino a raggiungere le condizioni di rifiuto strumentale, che salvo la prova DPSH2 che ha raggiunto i 9,8 m, sono risultate tra i 1,2 e gli 4,4 m circa, a causa della elevata resistenza del terreno che ne ha impedito la prosecuzione a profondità maggiori.

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti con una sonda CMV MK 900 D munita di carotiere semplice di diametro 101 mm. La loro ubicazione è indicata in figura 4. Il sondaggio S1 è stato spinto fino a 35 m di profondità, dei quali i primi 20 effettuati con carotaggio continuo. Il sondaggio S2 è stato spinto fino a 10 m di profondità.

Il campione indisturbato S1C1 è stato prelevato da -3 a -3,35 m di profondità nel sondaggio S1, in corrispondenza di un livello a granulometria prevalentemente fine.

Nei terreni più profondi, data la granulometria a dominanza sabbiosa, è stato ritenuto più idoneo effettuare direttamente prove standard in foro.

Le prove SPT in corso di sondaggio indicano tutti terreni di buona consistenza e sono state eseguite alle seguenti profondità:

- nel sondaggio S1 a 3,35 m (SPT= 52); 6,2 m (SPT = 30); 9 m (SPT=33) e 13,3 m (SPT = 35);
- nel sondaggio S2 a 2,1 m (SPT > 50), 6,4 m (SPT = 25) e 9 m (SPT = 37).

La consistenza dei terreni carotati è stata testata preliminarmente sul cantiere in maniera speditiva tramite *vane test*, ed è risultata utile a fornire un ulteriore parametro di correlazione per la modellizzazione geologica e stratigrafica del sottosuolo.

Nella successiva fase di attribuzione dei parametri geomeccanici a ciascun orizzonte litotecnico individuato, data la generale dominanza di granulometrie sabbiose, i parametri di resistenza non drenata derivabili dai risultati del *vane test* sono stati cautelativamente non considerati.

Il foro del sondaggio S1 è stato successivamente attrezzato per la prova sismica down-hole (foto 3).

La profondità e la distribuzione delle indagini, sia in sito che di laboratorio, è risultata idonea per individuare l'assetto stratigrafico e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni compresi nel volume geotecnico significativo, che sono risultate anche coerenti con l'assetto geologico della zona.

Dalla correlazione dei dati così acquisiti ed elaborati, si è potuto ricostruire il modello geologico-stratigrafico del sottosuolo, che si riporta schematicamente nella seguente tabella. Dato l'assetto non perfettamente piano-parallelo degli orizzonti geotecnici individuati, gli spessori dei diversi litotipi sono qui definiti con un certo margine di variabilità.

L'assetto stratigrafico con una modellazione dell'andamento dei contatti tra i litotipi è stato riportato graficamente anche nell'appendice 1, con le caratteristiche di consistenza e i loro spessori all'interno del volume significativo.

Nome strato	Profondità dal p.d.c (m)	Litotipo dominante	Consistenza
"1"	0 – 1	suolo	-
"2"	1 – 4,5 / 7 circa	ghiaia in scarsa matrice sabbiosa	mediamente addensata
"2a"	3	livello di limo argilloso sabbioso di spessore variabile, fino a 80 cm circa	consistente
"3"	4,5 - 15	sabbia con limo e argilla a tratti ghiaiosa	mediamente addensata
"4"	15 - 20 circa	ghiaietto con sabbia a limo	addensato

tabella 1 - schema assetto stratigrafico

Le analisi geotecniche sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi sono state affidate dalla ditta Geotest al Laboratorio Servizi Geotecnici di Cagliari.

Sui campioni prelevati è stata effettuata la determinazione delle caratteristiche fisiche e dei limiti di Atterberg. Per la determinazione dei parametri geomeccanici efficaci sono state effettuate prove di taglio diretto consolidate drenate (C.D.) a basse velocità di prova.

I certificati delle prove di laboratorio sono stati riportati in appendice 4.

4.1 – indicazioni per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni

Nel presente paragrafo, sulla base delle prove effettuate sui terreni si forniscono gli elementi per la caratterizzazione geomeccanica del volume geotecnico maggiormente interessato dalla diffusione dei carichi in fondazione, esteso fino a 15-20 m di profondità. Al livello più profondo (strato "4"), che dalle osservazioni di campagna nel corso del sondaggio S1, ha evidenziato una consistenza anche maggiore dello strato soprastante, a favore di sicurezza sono stati comunque attribuiti gli stessi parametri geomeccanici dello strato "3".

Nella seguente tabella vengono quindi riportati i parametri geomeccanici medi attribuibili agli orizzonti stratigrafici individuati e si propongono al progettista i relativi valori caratteristici ai sensi delle NTC.

Trattandosi di terreni che nel complesso presentano una sostanziale componente granulare, ad essi sono stati correlati solo i parametri geomeccanici relativi alle condizioni efficaci.

Si fa presente che, a favore di cautela, nella determinazione di tali valori, ci si è

principalmente riferiti alle già buone caratteristiche risultate dalle prove penetrometriche in sito e di laboratorio, mentre i dati delle prove SPT nei fori dei sondaggi indicano una consistenza anche più elevata.

La coltre di suolo, che sarà superata dal piano di fondazione, non è da considerarsi significativa ai fini delle verifiche inerenti al sistema geotecnico. Anche il livello 2a, di piccolo spessore ed incerta continuità, non viene parametrizzato in quanto poco significativo ai fini delle stesse verifiche.

Il coefficiente di compressibilità volumetrica è stato determinato ricorrendo alle formule di Malcev & Menzebach a partire da una media cautelativa dei valori di N_{spt} .

Analogamente l'angolo di attrito è stato ricavato applicando la ben nota correlazione di Meyerhof a partire dai valori di N_{spt} , che fornisce valori mediamente cautelativi in relazione ad altre possibili metodologie.

Il valore della coesione efficace è stato significativamente ridotto rispetto a quello fornito dai certificati di laboratorio, per tenere conto, a favore di sicurezza, della minor componente a grana fine dei rimanenti tratti non campionati.

Strato	Profondità (m)	valori	φ' (°)	C' (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	M_v (cm ² /t)	γ (t/m ³)
1	0 – 1	<i>medio caratt.</i>	- -	- -	- -	- -	- -
2	1 – 4,5 --> 7 circa	<i>medio caratt.</i>	34 33	- 0,02	- -	3,2 3,6	1,87 1,87
3	4,5 – 15	<i>medio caratt.</i>	31 30	- 0,03	- -	9 10	1,87 1,87
4	15 - 20 ed oltre	<i>medio caratt.</i>	31 30	- 0,02	- -	9 10	1,87 1,87

tabella 2 - parametri geomeccanici

Legenda: γ = peso di volume naturale; C_u = coesione non drenata; c' = coesione efficace o drenata; φ' = angolo di attrito efficace; M_v = coefficiente di compressibilità volumetrica.

4.2 – indicazioni geologico-tecniche generali

L'indagine geognostica condotta consente di concludere che il sottosuolo dell'area è caratterizzato dalla presenza di litotipi a comportamento prevalentemente granulare e di elevata consistenza. Perciò è possibile escludere la necessità di fondazioni profonde, potendo i terreni sostenere carichi elevati e compatibili con la tipologia delle strutture in progetto.

5 – CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO

La zona sismica a cui appartiene il territorio di Cagliari è la Zona "4" che corrisponde ad un livello di pericolosità basso ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003 aggiornato con D.G.R.S n.

15/31 del 2004 (appendice 2).

Il rapporto conclusivo dell'INGV del 2004 (INGV - Redazione della mappa di pericolosità sismica PCM 3274/2003 - Rapporto conclusivo, aprile 2004), indica che a questa classe corrisponde un'accelerazione massima di base del suolo modesta, che riferita a siti su roccia o suolo molto rigido e con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, non supera il valore di 0,05 g.

La frequenza di vibrazione naturale delle coperture è stata misurata in sito tramite due indagini in sismica passiva, che elaborate in termini di rapporto tra le due componenti di vibrazione orizzontale e verticale (H/V o HVSR) mostrano valori di amplificazione modesti, senza picchi significativi nello spettro delle frequenze indagate.

In particolare, per la misura HVSR1, ubicata vicino al sondaggio S1, il picco di H/V, del valore di circa 0,9, è alla frequenza di circa 13,7 Hz. Per la misura HVSR2, effettuata vicino al sondaggio S2, il picco di H/V del valore di circa 1,6 si individua intorno a 7,4 Hz.

Dal punto di vista sismostratigrafico, la registrazione diretta delle velocità sismiche con metodo down-hole mostra la presenza di coperture con velocità medio-elevata già dai primi metri di sottosuolo, con graduale aumento fin dalla superficie e prive di significativi contrasti di velocità per tutto lo spessore indagato di 35 m.

L'assenza di significativi picchi nello spettro del rapporto H/V, esclude inoltre la presenza, anche per profondità maggiori di 35 m, di eventuali forti contrasti di impedenza o inversioni di velocità sismica che possano favorire anomale amplificazioni dell'input sismico.

Il quadro delle caratteristiche sismostratigrafiche del sito consente di proporre al progettista, per la determinazione dell'azione sismica di progetto, l'approccio semplificato di cui al Cap. 3.2.2 del D.M. 17/1/2018.

4.1 – categoria topografica

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, trovandosi in un contesto di pianura la categoria topografica di cui alla tabella 3.2.III delle NTC c alla "T1".

4.2 – categoria di sottosuolo

La misura delle velocità sismiche in sito è stata effettuata tramite un metodo attivo in foro (down-hole), all'interno del foro di sondaggio S1 appositamente attrezzato, fino alla profondità di - 35 m (report completo in appendice 4).

Tramite l'indagine sismica è stato dunque possibile determinare oltre al profilo verticale della velocità delle onde S anche il valore V_{seq} del sottosuolo. Il valore della V_{seq} che si ricava dalle indagini sismiche in sito è di 500 m/s.

Visti i parametri di resistenza dei litotipi del substrato, visti inoltre il valore della V_{seq} ed il profilo di velocità sismica del sottosuolo, si conclude che al substrato dell'area di intervento si può attribuire il profilo sismostratigrafico della categoria di sottosuolo "B", definita dal D.M. 17 gennaio 2018 al Cap. 3.2.2, con il relativo spettro di risposta elastico al suolo.

...

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.

...

4.3 – parametri sismici di sito

L'azione sismica di progetto in base alla quale verificare il rispetto degli stati limite, è stata valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, riferita ad un sito ideale, rigido e con superficie topografica orizzontale (categoria “A” delle NTC), definita a livello nazionale dall'INGV. La risposta sismica locale (coefficienti sismici di sito) è stata poi determinata correggendo i parametri dell'azione sismica individuata, tenendo conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo e dalla morfologia della superficie (coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica).

Per far questo si è utilizzato il software della ditta Geostru “Geostru PS parametri sismici” che, a partire dai dati di input quali Vita Nominale e Classe d'uso dell'edificio, categoria di sottosuolo e categoria topografica, restituisce i coefficienti sismici (k_h , k_v , β) che modificano in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, l'azione sismica di riferimento e quindi l'accelerazione massima attesa al sito (A_{max} in m/s^2), in relazione ai T_r considerati.

I risultati restituiti dal programma sono stati riportati nell'appendice 5, con gli spettri di risposta della categoria di normativa.



Foto 3: foro del sondaggio S1 allestito per la prova sismica down-hole

4.4 - effetti sismici di sito: sicurezza nei confronti della liquefazione

Le indagini effettuate evidenziano la presenza di un sottosuolo costituito da terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, con livelli a matrice limo argillosa, di elevata

consistenza, tanto da provocare l'arresto di tutte le prove penetrometriche per rifiuto strumentale.

Tale assetto stratigrafico del sottosuolo, unitamente all'input sismico molto basso della zona, rappresenta evidentemente un substrato non suscettibile di fenomeni di liquefazione in campo sismico.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 (Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) capitolo 7.11.3.4.2, le verifiche di suscettibilità alla liquefazione potranno essere omesse in quanto i risultati delle indagini evidenziano che si verifica la circostanza di cui al punto 1.

CONCLUSIONI

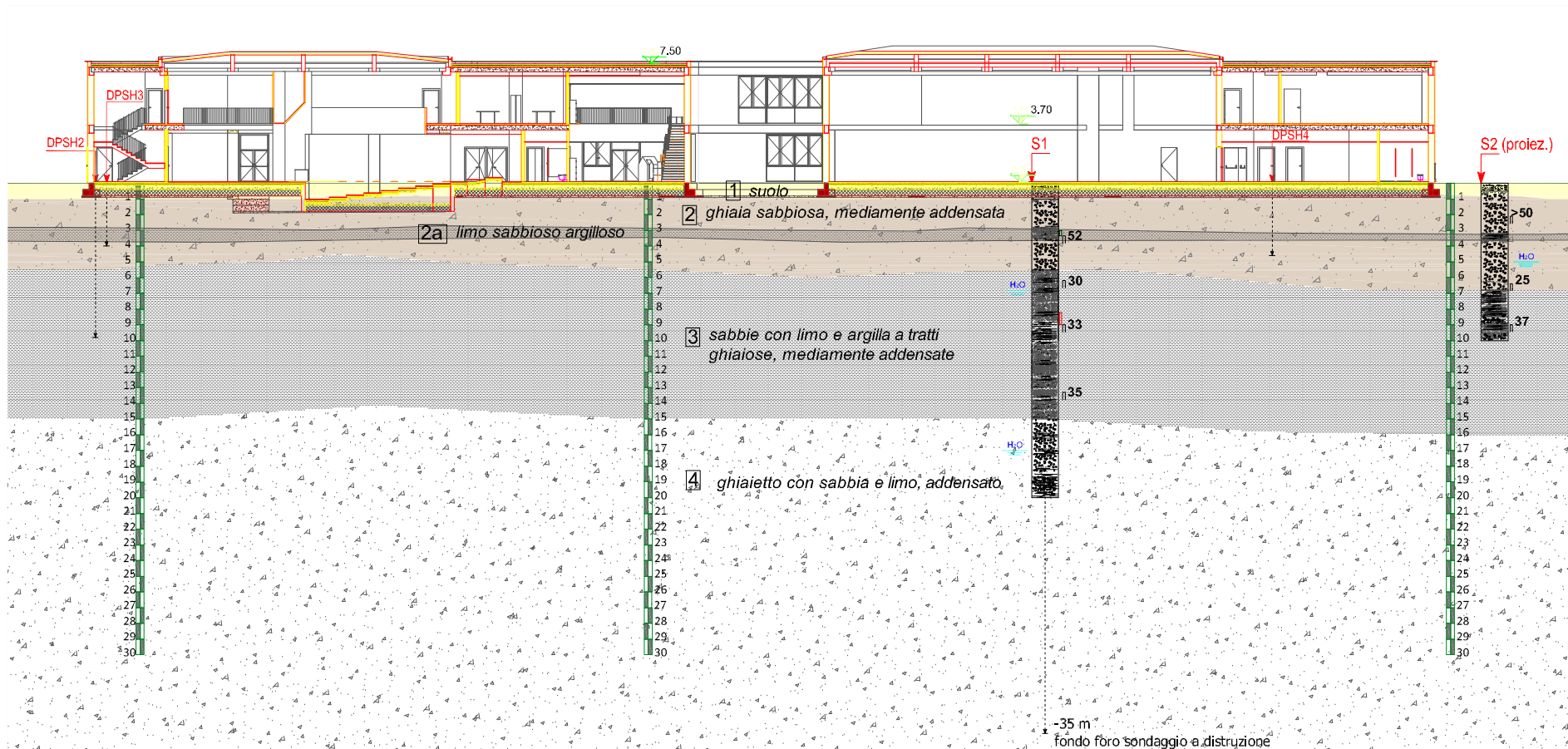
Sulla base delle indagini effettuate si è rilevato che l'intervento in progetto non è esposto a particolari problematiche di natura geologica o idraulica che ne possano condizionare la realizzazione.

A partire dai risultati delle indagini geologico-tecniche effettuate, conformi al D.M. 17 gennaio 2018, il progettista potrà sviluppare la relazione geotecnica con le opportune verifiche ai sensi delle N.T.C.

Sulla base dei risultati ottenuti e nei limiti di quanto sopra esposto, si conclude che l'intervento in progetto è compatibile con il contesto geologico nel quale si inserisce.

Geol. Francesca Franchi

Ponsacco, maggio 2020



C'_k = coesione efficace,
valore caratteristico

Φ'_k = angolo di attrito
efficace, valore caratteristico

C1 campioni indisturbati

m_{vk} = coefficiente di compressibilità
volumetrica, valore caratteristico

γ_k = peso di volume,
valore caratteristico

||³⁵ N_{spt} (colpi)

2 ghiaia sabbiosa

$\Phi'_k = 33^\circ$

$m_{vk} = 3,6 \text{ cm}^2/t$

$C'_k = 0,02 \text{ Kg/cm}^2$

$\gamma = 1,87 \text{ g/cm}^3$

3 sabbie con limo e argilla,
a tratti ghiaiose

$\Phi'_k = 30^\circ$

$m_{vk} = 10 \text{ cm}^2/t$

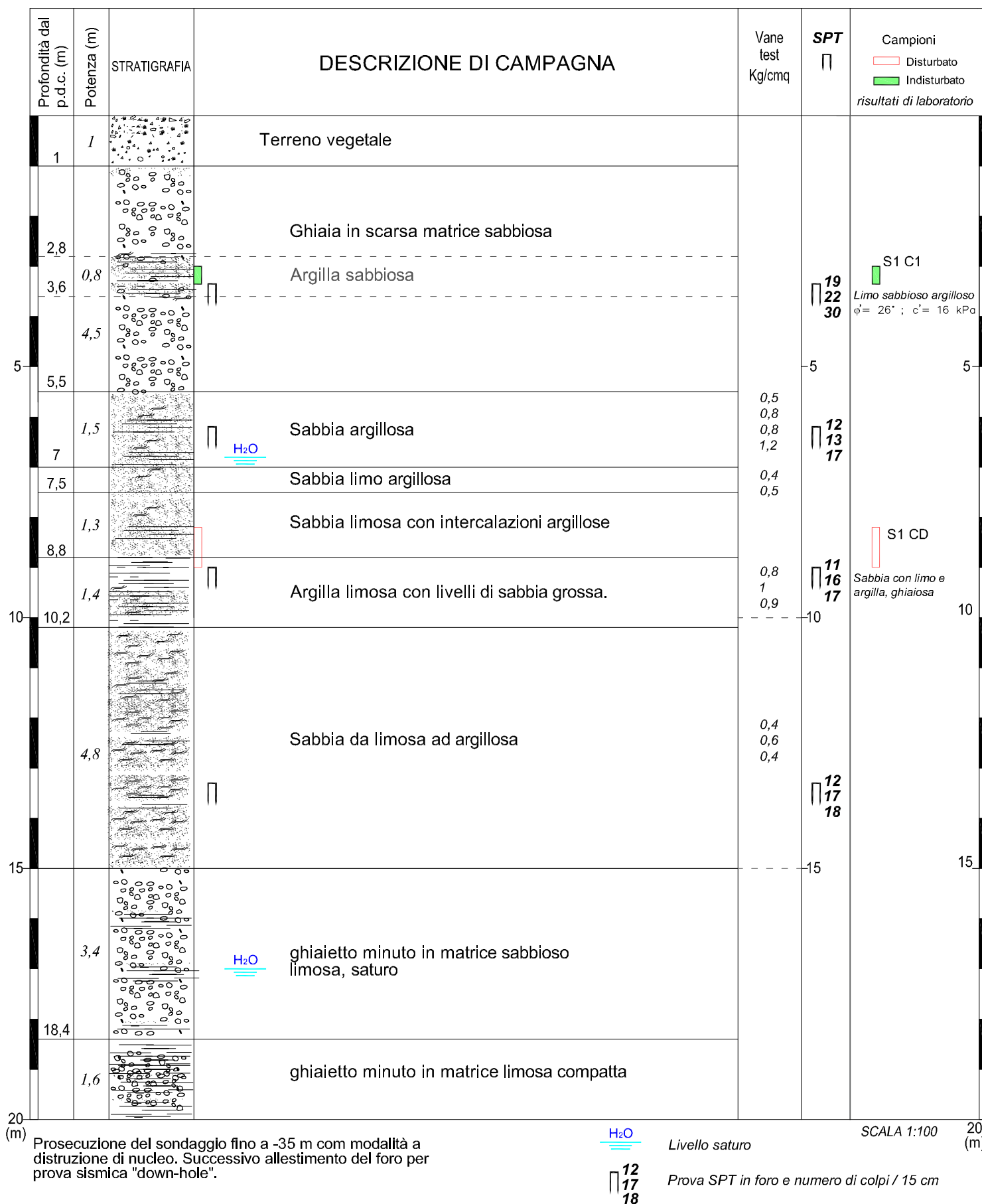
$C'_k = 0,03 \text{ Kg/cm}^2$

$\gamma = 1,87 \text{ g/cm}^3$

LOG SONDAGGIO IN SITO S1

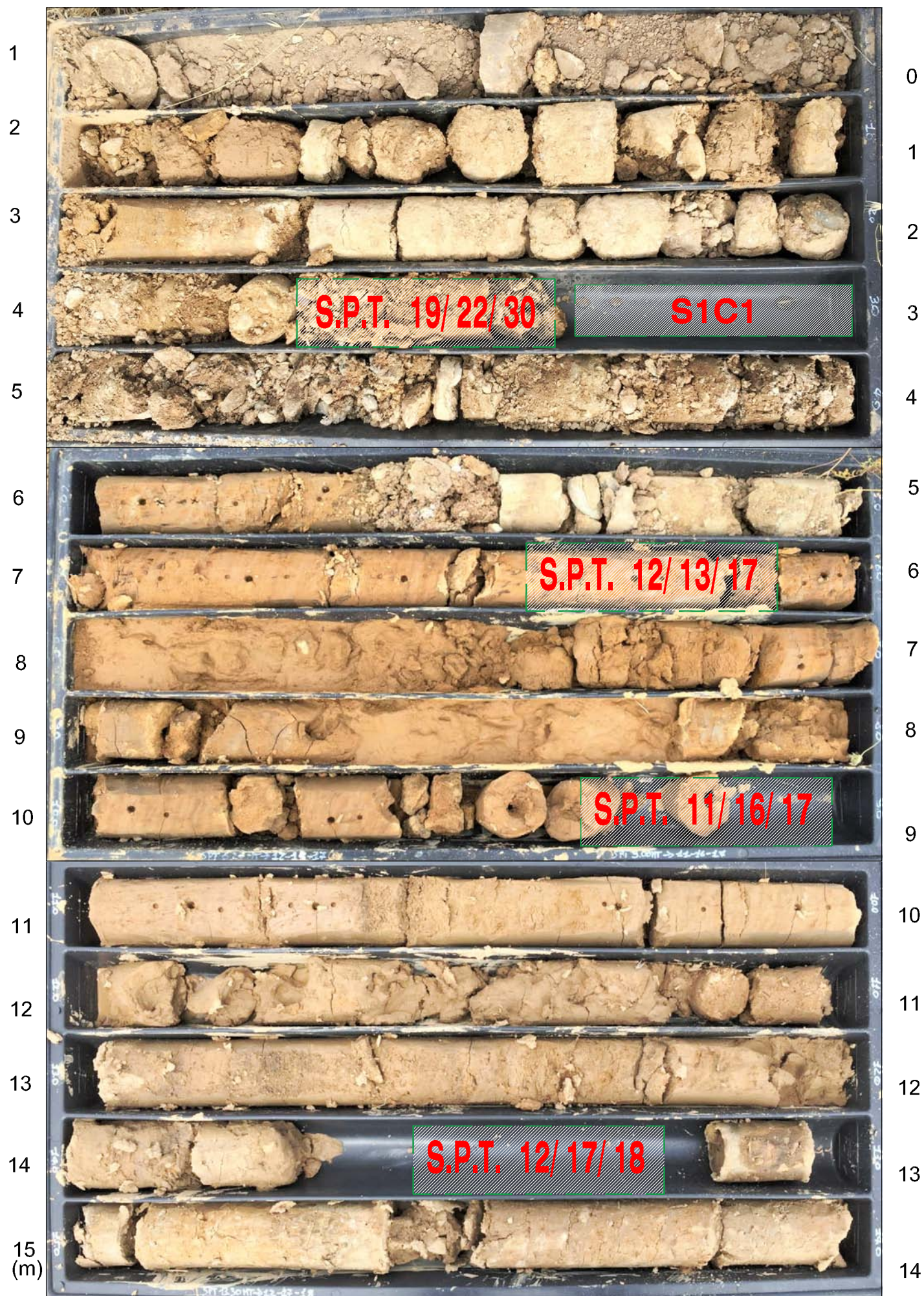
GEOPROGETTI

Committente : Comune di Uta	Cantiere : Uta, Via Stazione	Diametro foro : 101 mm
Data inizio perforazione : 10/07/2019	Ditta esecutrice : GEOTEST s.r.l.	Profondità raggiunta 35 m
Data fine perforazione : 11/07/2019	Sonda : CMV MK 900 D	Metodo di perforazione : Carotaggio continuo (→ 20 m) / distruz.
Quota piano di campagna s.l.m. (m) : 10	Stratigrafia : Geol. Francesca Franchi	Tipo di corona : Widia
		Attrezzo di perforazione : Carotiere semplice



STRATIGRAFIA CAROTAGGIO

Sondaggio S1: Loc. Uta, data 10 luglio 2019



STRATIGRAFIA CAROTAGGIO

Sondaggio S1: Loc. Uta, data 10 luglio 2019



LOG SONDAGGIO IN SITO S2

GEOPROGETTI

Committente : Comune di Uta	Cantiere : Uta, Via Stazione	Diametro foro : 101 mm
Data inizio perforazione : 08/07/2019	Ditta esecutrice : GEOTEST s.r.l.	Profondità raggiunta 10 m
Data fine perforazione : 08/07/2019	Sonda : CMV MK 900 D	Metodo di perforazione : Carotaggio continuo
Quota piano di campagna s.l.m. (m) : 10	Stratigrafia : Geol. Francesca Franchi	Tipo di corona : Widia
		Attrezzo di perforazione : Carotiere semplice



Allestimento del foro con piezometro.
Livello acqua - 5,1 m dal p.d.c.

STRATIGRAFIA CAROTAGGIO

Sondaggio S2: Loc. Uta, data 8 luglio 2019



ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE IN SITO

Committente: - Comune di Uta
Località: - Uta, Is Arridelis

Prova penetrometrica n°:
Data:

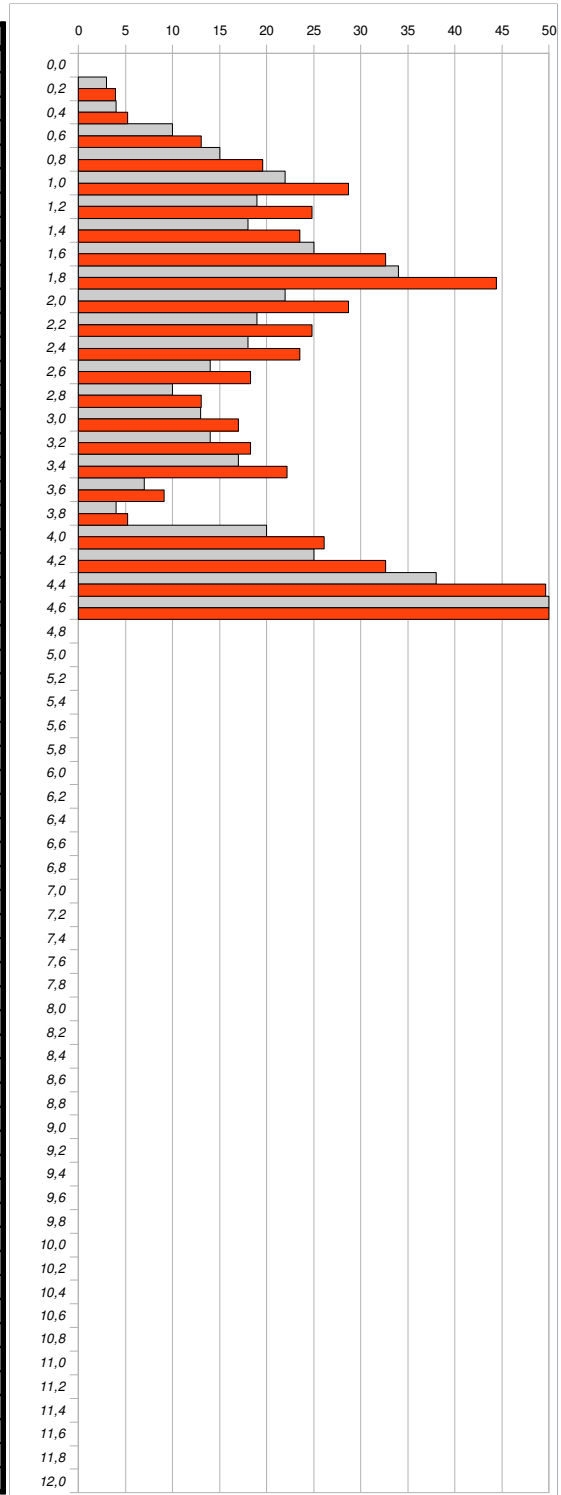
DPSH 1
05,07,2019

Penetrometro dinamico Pagani

tipo DPSH Europeo TG 63, 200KN

Peso del maglio: 63 kg

Profondità	N° colpi	NSPT eq.	Dr	mv	φ	Cu
0,0 - 0,2	3	4	<0,2	55,7	<30°	0,1-0,25
0,2 - 0,4	4	5	0,2-0,4	41,7	30°-35°	0,25-0,5
0,4 - 0,6	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
0,6 - 0,8	15	20	0,4-0,6	8,3	35°-40°	1,0-2,0
0,8 - 1,0	22	29	0,4-0,6	5,7	35°-40°	1,0-2,0
1,0 - 1,2	19	25	0,4-0,6	6,6	35°-40°	1,0-2,0
1,2 - 1,4	18	23	0,4-0,6	7,0	35°-40°	1,0-2,0
1,4 - 1,6	25	33	0,6-0,8	5,0	40°-45°	>2
1,6 - 1,8	34	44	0,6-0,8	3,7	40°-45°	>2
1,8 - 2,0	22	29	0,4-0,6	5,7	35°-40°	1,0-2,0
2,0 - 2,2	19	25	0,4-0,6	6,6	35°-40°	1,0-2,0
2,2 - 2,4	18	23	0,4-0,6	7,0	35°-40°	1,0-2,0
2,4 - 2,6	14	18	0,4-0,6	8,9	35°-40°	1,0-2,0
2,6 - 2,8	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
2,8 - 3,0	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
3,0 - 3,2	14	18	0,4-0,6	8,9	35°-40°	1,0-2,0
3,2 - 3,4	17	22	0,4-0,6	7,4	35°-40°	1,0-2,0
3,4 - 3,6	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
3,6 - 3,8	4	5	0,2-0,4	41,7	30°-35°	0,25-0,5
3,8 - 4,0	20	26	0,4-0,6	6,3	35°-40°	1,0-2,0
4,0 - 4,2	25	33	0,6-0,8	5,0	40°-45°	>2
4,2 - 4,4	38	50	0,6-0,8	3,3	40°-45°	>2
4,4 - 4,6	100	131	0,8	1,3	>45°	>2
4,6 - 4,8	0	0				
4,8 - 5,0	0	0				
5,0 - 5,2	0	0				
5,2 - 5,4	0	0				
5,4 - 5,6	0	0				
5,6 - 5,8	0	0				
5,8 - 6,0	0	0				
6,0 - 6,2	0	0				
6,2 - 6,4	0	0				
6,4 - 6,6	0	0				
6,6 - 6,8	0	0				
6,8 - 7,0	0	0				
7,0 - 7,2	0	0				
7,2 - 7,4	0	0				
7,4 - 7,6	0	0				
7,6 - 7,8	0	0				
7,8 - 8,0	0	0				
8,0 - 8,2	0	0				
8,2 - 8,4	0	0				
8,4 - 8,6	0	0				
8,6 - 8,8	0	0				
8,8 - 9,0	0	0				
9,0 - 9,2	0	0				
9,2 - 9,4	0	0				
9,4 - 9,6	0	0				
9,6 - 9,8	0	0				
9,8 - 10,0	0	0				
10,0 - 10,2	0	0				
10,2 - 10,4	0	0				
10,4 - 10,6	0	0				
10,6 - 10,8	0	0				
10,8 - 11,0	0	0				
11,0 - 11,2	0	0				
11,2 - 11,4	0	0				
11,4 - 11,6	0	0				
11,6 - 11,8	0	0				
11,8 - 12,0	0	0				



■ Nspt equivalente
■ N° colpi

Committente: - Comune di Uta
Località: - Uta, Is Arridelis

Prova penetrometrica n°:
Data:

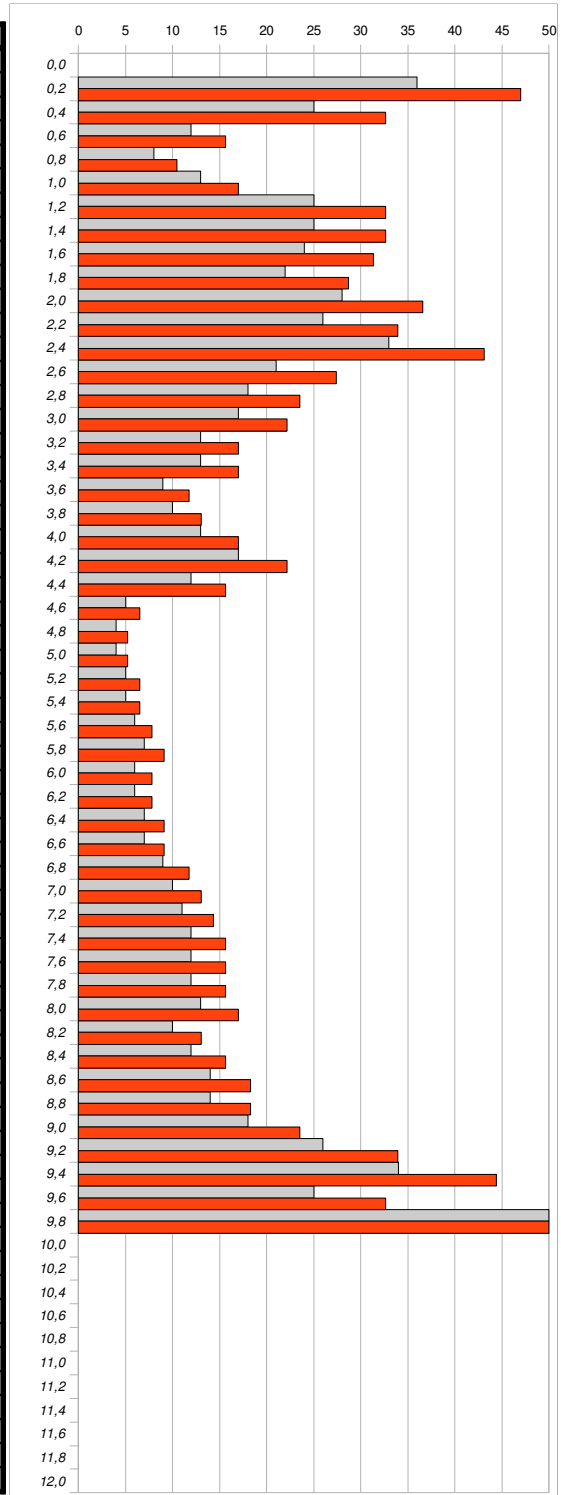
DPSH 2
05,07,2019

Penetrometro dinamico Pagani

tipo DPSH Europeo TG 63, 200KN

Peso del maglio: 63 kg

Profondità	N° colpi	NSPT eq.	Dr	mv	φ	Cu
0,0 - 0,2	36	47	0,6-0,8	3,5	40°-45°	>2
0,2 - 0,4	25	33	0,6-0,8	5,0	40°-45°	>2
0,4 - 0,6	12	16	0,4-0,6	10,4	35°-40°	1,0-2,0
0,6 - 0,8	8	10	0,4-0,6	15,7	35°-40°	0,5-1,0
0,8 - 1,0	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
1,0 - 1,2	25	33	0,6-0,8	5,0	40°-45°	>2
1,2 - 1,4	25	33	0,6-0,8	5,0	40°-45°	>2
1,4 - 1,6	24	31	0,6-0,8	5,2	40°-45°	>2
1,6 - 1,8	22	29	0,4-0,6	5,7	35°-40°	1,0-2,0
1,8 - 2,0	28	37	0,6-0,8	4,5	40°-45°	>2
2,0 - 2,2	26	34	0,6-0,8	4,8	40°-45°	>2
2,2 - 2,4	33	43	0,6-0,8	3,8	40°-45°	>2
2,4 - 2,6	21	27	0,4-0,6	6,0	35°-40°	1,0-2,0
2,6 - 2,8	18	23	0,4-0,6	7,0	35°-40°	1,0-2,0
2,8 - 3,0	17	22	0,4-0,6	7,4	35°-40°	1,0-2,0
3,0 - 3,2	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
3,2 - 3,4	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
3,4 - 3,6	9	12	0,4-0,6	13,9	35°-40°	0,5-1,0
3,6 - 3,8	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
3,8 - 4,0	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
4,0 - 4,2	17	22	0,4-0,6	7,4	35°-40°	1,0-2,0
4,2 - 4,4	12	16	0,4-0,6	10,4	35°-40°	1,0-2,0
4,4 - 4,6	5	7	0,2-0,4	33,4	30°-35°	0,25-0,5
4,6 - 4,8	4	5	0,2-0,4	41,7	30°-35°	0,25-0,5
4,8 - 5,0	4	5	0,2-0,4	41,7	30°-35°	0,25-0,5
5,0 - 5,2	5	7	0,2-0,4	33,4	30°-35°	0,25-0,5
5,2 - 5,4	5	7	0,2-0,4	33,4	30°-35°	0,25-0,5
5,4 - 5,6	6	8	0,2-0,4	27,8	30°-35°	0,25-0,5
5,6 - 5,8	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
5,8 - 6,0	6	8	0,2-0,4	27,8	30°-35°	0,25-0,5
6,0 - 6,2	6	8	0,2-0,4	27,8	30°-35°	0,25-0,5
6,2 - 6,4	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
6,4 - 6,6	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
6,6 - 6,8	9	12	0,4-0,6	13,9	35°-40°	0,5-1,0
6,8 - 7,0	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
7,0 - 7,2	11	14	0,4-0,6	11,4	35°-40°	0,5-1,0
7,2 - 7,4	12	16	0,4-0,6	10,4	35°-40°	1,0-2,0
7,4 - 7,6	12	16	0,4-0,6	10,4	35°-40°	1,0-2,0
7,6 - 7,8	12	16	0,4-0,6	10,4	35°-40°	1,0-2,0
7,8 - 8,0	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
8,0 - 8,2	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
8,2 - 8,4	12	16	0,4-0,6	10,4	35°-40°	1,0-2,0
8,4 - 8,6	14	18	0,4-0,6	8,9	35°-40°	1,0-2,0
8,6 - 8,8	14	18	0,4-0,6	8,9	35°-40°	1,0-2,0
8,8 - 9,0	18	23	0,4-0,6	7,0	35°-40°	1,0-2,0
9,0 - 9,2	26	34	0,6-0,8	4,8	40°-45°	>2
9,2 - 9,4	34	44	0,6-0,8	3,7	40°-45°	>2
9,4 - 9,6	25	33	0,6-0,8	5,0	40°-45°	>2
9,6 - 9,8	100	131	0,8	1,3	>45°	>2
9,8 - 10,0	0	0				
10,0 - 10,2	0	0				
10,2 - 10,4	0	0				
10,4 - 10,6	0	0				
10,6 - 10,8	0	0				
10,8 - 11,0	0	0				
11,0 - 11,2	0	0				
11,2 - 11,4	0	0				
11,4 - 11,6	0	0				
11,6 - 11,8	0	0				
11,8 - 12,0	0	0				



NSPT equivalente
N° colpi

Committente: - Comune di Uta

Località: - Uta, Is Arridelis

Prova penetrometrica n°:

DPSH 3

Data:

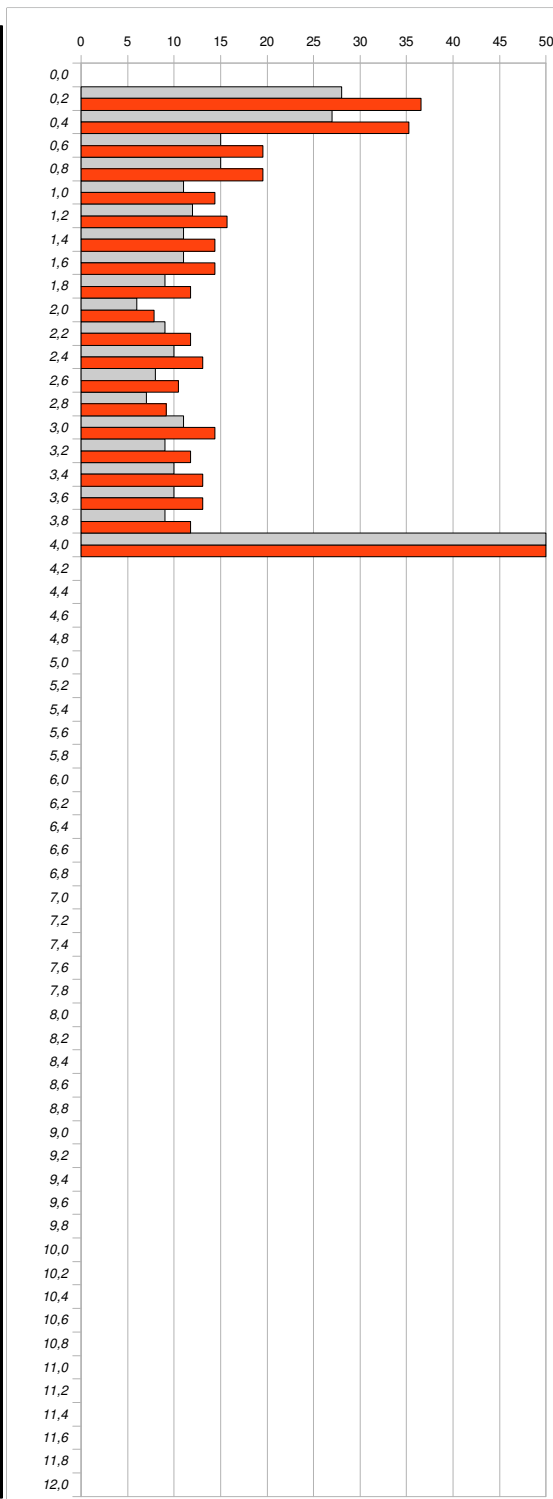
05,07,2019

Penetrometro dinamico Pagani

tipo DPSH Europeo TG 63, 200KN

Peso del maglio: 63 kg

Profondità	N° colpi	NSPT eq.	Dr	mv	ϕ	Cu
0,0 - 0,2	28	37	0,6-0,8	4,5	40°-45°	>2
0,2 - 0,4	27	35	0,6-0,8	4,6	40°-45°	>2
0,4 - 0,6	15	20	0,4-0,6	8,3	35°-40°	1,0-2,0
0,6 - 0,8	15	20	0,4-0,6	8,3	35°-40°	1,0-2,0
0,8 - 1,0	11	14	0,4-0,6	11,4	35°-40°	0,5-1,0
1,0 - 1,2	12	16	0,4-0,6	10,4	35°-40°	1,0-2,0
1,2 - 1,4	11	14	0,4-0,6	11,4	35°-40°	0,5-1,0
1,4 - 1,6	11	14	0,4-0,6	11,4	35°-40°	0,5-1,0
1,6 - 1,8	9	12	0,4-0,6	13,9	35°-40°	0,5-1,0
1,8 - 2,0	6	8	0,2-0,4	27,8	30°-35°	0,25-0,5
2,0 - 2,2	9	12	0,4-0,6	13,9	35°-40°	0,5-1,0
2,2 - 2,4	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
2,4 - 2,6	8	10	0,4-0,6	15,7	35°-40°	0,5-1,0
2,6 - 2,8	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
2,8 - 3,0	11	14	0,4-0,6	11,4	35°-40°	0,5-1,0
3,0 - 3,2	9	12	0,4-0,6	13,9	35°-40°	0,5-1,0
3,2 - 3,4	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
3,4 - 3,6	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
3,6 - 3,8	9	12	0,4-0,6	13,9	35°-40°	0,5-1,0
3,8 - 4,0	100	131	0,8	1,3	>45°	>2
4,0 - 4,2	0	0				
4,2 - 4,4	0	0				
4,4 - 4,6	0	0				
4,6 - 4,8	0	0				
4,8 - 5,0	0	0				
5,0 - 5,2	0	0				
5,2 - 5,4	0	0				
5,4 - 5,6	0	0				
5,6 - 5,8	0	0				
5,8 - 6,0	0	0				
6,0 - 6,2	0	0				
6,2 - 6,4	0	0				
6,4 - 6,6	0	0				
6,6 - 6,8	0	0				
6,8 - 7,0	0	0				
7,0 - 7,2	0	0				
7,2 - 7,4	0	0				
7,4 - 7,6	0	0				
7,6 - 7,8	0	0				
7,8 - 8,0	0	0				
8,0 - 8,2	0	0				
8,2 - 8,4	0	0				
8,4 - 8,6	0	0				
8,6 - 8,8	0	0				
8,8 - 9,0	0	0				
9,0 - 9,2	0	0				
9,2 - 9,4	0	0				
9,4 - 9,6	0	0				
9,6 - 9,8	0	0				
9,8 - 10,0	0	0				
10,0 - 10,2	0	0				
10,2 - 10,4	0	0				
10,4 - 10,6	0	0				
10,6 - 10,8	0	0				
10,8 - 11,0	0	0				
11,0 - 11,2	0	0				
11,2 - 11,4	0	0				
11,4 - 11,6	0	0				
11,6 - 11,8	0	0				
11,8 - 12,0	0	0				



■ Nspt equivalente
■ N° colpi

Committente: - Comune di Uta
Località: - Uta, Is Arridelis

Prova penetrometrica n°:
Data:

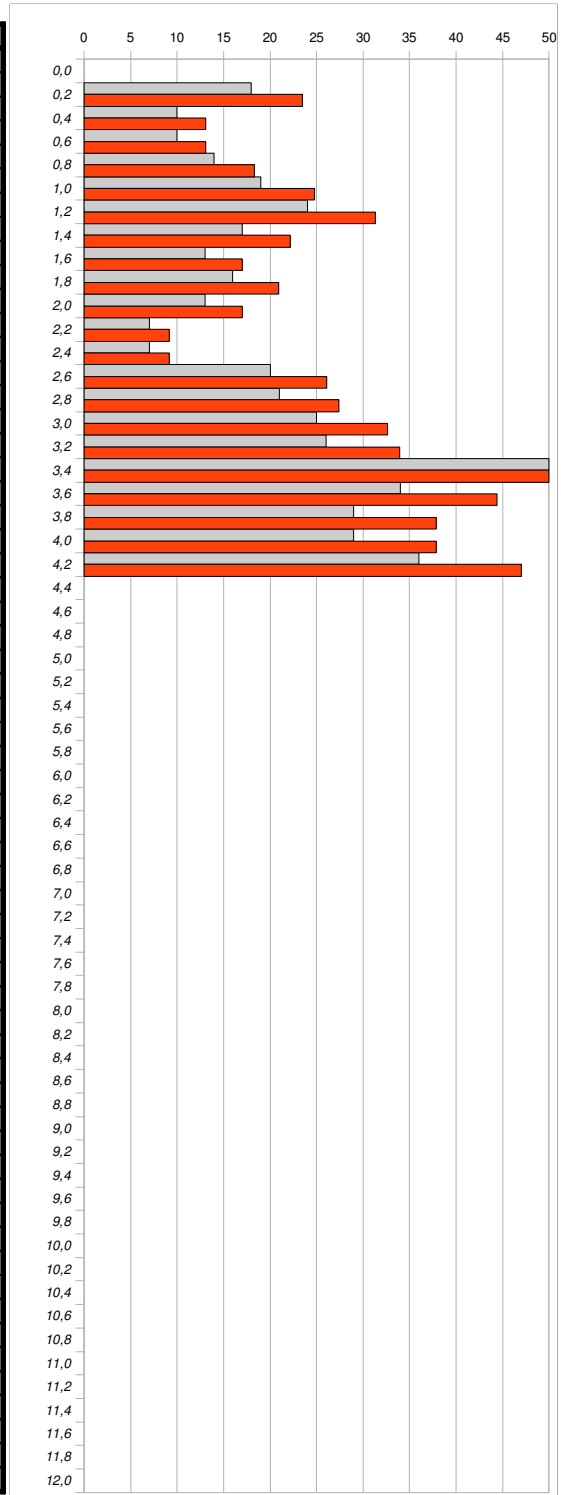
DPSH 4
05,07,2019

Penetrometro dinamico Pagani

tipo DPSH Europeo TG 63, 200KN

Peso del maglio: 63 kg

Profondità	N° colpi	NSPT eq.	Dr	mv	ϕ	Cu
0,0 - 0,2	18	23	0,4-0,6	7,0	35°-40°	1,0-2,0
0,2 - 0,4	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
0,4 - 0,6	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
0,6 - 0,8	14	18	0,4-0,6	8,9	35°-40°	1,0-2,0
0,8 - 1,0	19	25	0,4-0,6	6,6	35°-40°	1,0-2,0
1,0 - 1,2	24	31	0,6-0,8	5,2	40°-45°	>2
1,2 - 1,4	17	22	0,4-0,6	7,4	35°-40°	1,0-2,0
1,4 - 1,6	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
1,6 - 1,8	16	21	0,4-0,6	7,8	35°-40°	1,0-2,0
1,8 - 2,0	13	17	0,4-0,6	9,6	35°-40°	1,0-2,0
2,0 - 2,2	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
2,2 - 2,4	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
2,4 - 2,6	20	26	0,4-0,6	6,3	35°-40°	1,0-2,0
2,6 - 2,8	21	27	0,4-0,6	6,0	35°-40°	1,0-2,0
2,8 - 3,0	25	33	0,6-0,8	5,0	40°-45°	>2
3,0 - 3,2	26	34	0,6-0,8	4,8	40°-45°	>2
3,2 - 3,4	50	65	0,8	2,5	>45°	>2
3,4 - 3,6	34	44	0,6-0,8	3,7	40°-45°	>2
3,6 - 3,8	29	38	0,6-0,8	4,3	40°-45°	>2
3,8 - 4,0	29	38	0,6-0,8	4,3	40°-45°	>2
4,0 - 4,2	36	47	0,6-0,8	3,5	40°-45°	>2
4,2 - 4,4	0	0				
4,4 - 4,6	0	0				
4,6 - 4,8	0	0				
4,8 - 5,0	0	0				
5,0 - 5,2	0	0				
5,2 - 5,4	0	0				
5,4 - 5,6	0	0				
5,6 - 5,8	0	0				
5,8 - 6,0	0	0				
6,0 - 6,2	0	0				
6,2 - 6,4	0	0				
6,4 - 6,6	0	0				
6,6 - 6,8	0	0				
6,8 - 7,0	0	0				
7,0 - 7,2	0	0				
7,2 - 7,4	0	0				
7,4 - 7,6	0	0				
7,6 - 7,8	0	0				
7,8 - 8,0	0	0				
8,0 - 8,2	0	0				
8,2 - 8,4	0	0				
8,4 - 8,6	0	0				
8,6 - 8,8	0	0				
8,8 - 9,0	0	0				
9,0 - 9,2	0	0				
9,2 - 9,4	0	0				
9,4 - 9,6	0	0				
9,6 - 9,8	0	0				
9,8 - 10,0	0	0				
10,0 - 10,2	0	0				
10,2 - 10,4	0	0				
10,4 - 10,6	0	0				
10,6 - 10,8	0	0				
10,8 - 11,0	0	0				
11,0 - 11,2	0	0				
11,2 - 11,4	0	0				
11,4 - 11,6	0	0				
11,6 - 11,8	0	0				
11,8 - 12,0	0	0				



NSPT equivalente
N° colpi

Committente: - Comune di Uta
Località: - Uta, Is Arridelis

Prova penetrometrica n°:
Data:

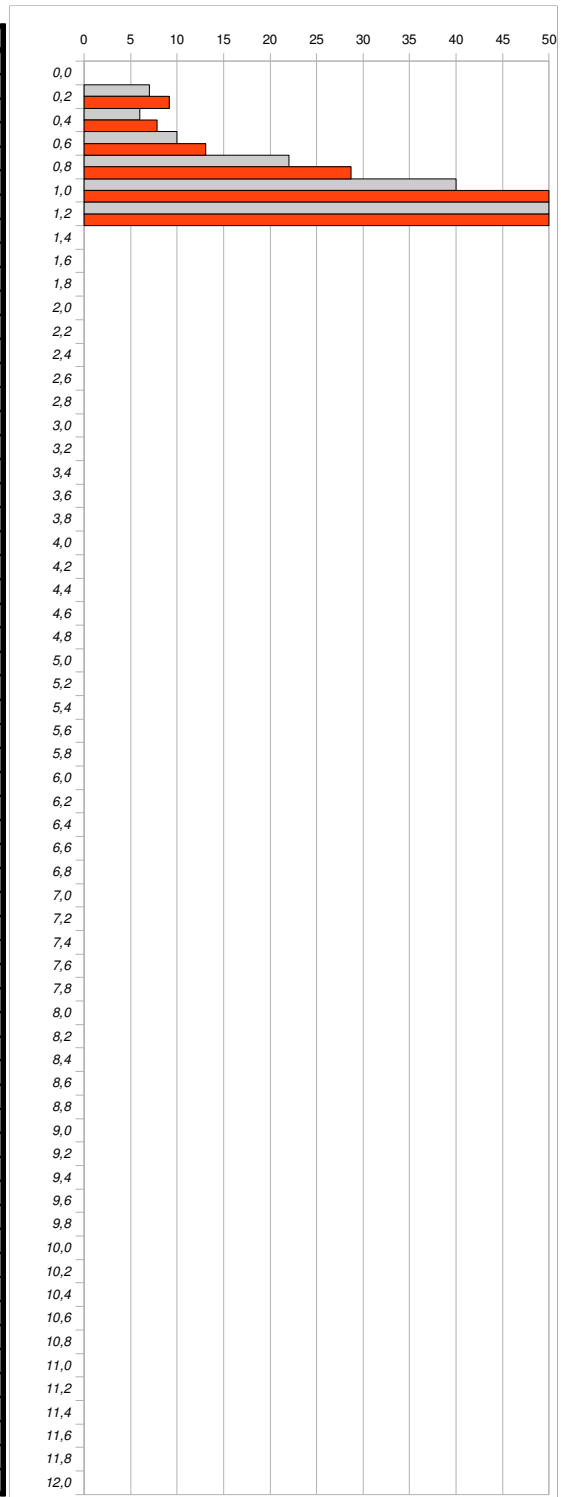
DPSH 5
05,07,2019

Penetrometro dinamico Pagani

tipo DPSH Europeo TG 63, 200KN

Peso del maglio: 63 kg

Profondità	N° colpi	NSPT eq.	Dr	mv	ϕ	Cu
0,0 - 0,2	7	9	0,2-0,4	17,9	30°-35°	0,5-1,0
0,2 - 0,4	6	8	0,2-0,4	27,8	30°-35°	0,25-0,5
0,4 - 0,6	10	13	0,4-0,6	12,5	35°-40°	0,5-1,0
0,6 - 0,8	22	29	0,4-0,6	5,7	35°-40°	1,0-2,0
0,8 - 1,0	40	52	0,8	3,1	>45°	>2
1,0 - 1,2	100	131	0,8	1,3	>45°	>2
1,2 - 1,4	0	0				
1,4 - 1,6	0	0				
1,6 - 1,8	0	0				
1,8 - 2,0	0	0				
2,0 - 2,2	0	0				
2,2 - 2,4	0	0				
2,4 - 2,6	0	0				
2,6 - 2,8	0	0				
2,8 - 3,0	0	0				
3,0 - 3,2	0	0				
3,2 - 3,4	0	0				
3,4 - 3,6	0	0				
3,6 - 3,8	0	0				
3,8 - 4,0	0	0				
4,0 - 4,2	0	0				
4,2 - 4,4	0	0				
4,4 - 4,6	0	0				
4,6 - 4,8	0	0				
4,8 - 5,0	0	0				
5,0 - 5,2	0	0				
5,2 - 5,4	0	0				
5,4 - 5,6	0	0				
5,6 - 5,8	0	0				
5,8 - 6,0	0	0				
6,0 - 6,2	0	0				
6,2 - 6,4	0	0				
6,4 - 6,6	0	0				
6,6 - 6,8	0	0				
6,8 - 7,0	0	0				
7,0 - 7,2	0	0				
7,2 - 7,4	0	0				
7,4 - 7,6	0	0				
7,6 - 7,8	0	0				
7,8 - 8,0	0	0				
8,0 - 8,2	0	0				
8,2 - 8,4	0	0				
8,4 - 8,6	0	0				
8,6 - 8,8	0	0				
8,8 - 9,0	0	0				
9,0 - 9,2	0	0				
9,2 - 9,4	0	0				
9,4 - 9,6	0	0				
9,6 - 9,8	0	0				
9,8 - 10,0	0	0				
10,0 - 10,2	0	0				
10,2 - 10,4	0	0				
10,4 - 10,6	0	0				
10,6 - 10,8	0	0				
10,8 - 11,0	0	0				
11,0 - 11,2	0	0				
11,2 - 11,4	0	0				
11,4 - 11,6	0	0				
11,6 - 11,8	0	0				
11,8 - 12,0	0	0				



■ Nspt equivalente
■ N° colpi

COMUNE DI UTA
(Prov. di Cagliari Città Metropolitana)

**REALIZZAZIONE PIANO STRAORDINARIO DI EDILIZIA SCOLASTICA ISCOL@
INTERVENTO IN ASSE I SCUOLE DEL NUOVO MILLENNIO CREAZIONE NUOVO POLO
SCOLASTICO NEL COMUNE DI UTA**

REPORT ATTIVITA'
GEOGNOSTICHE - PROVE IN SITO (DPSH-SPT) E DI LABORATORIO
PROVE SISMICHE DOWNHOLE



GEOTEST SRL

Sede legale : Viale Diaz, 48 - 09125 CAGLIARI - **Tel/Fax** 070.303083
Portatile +39 3287906283 / 284 - **E-mail** geotest_srl@libero.it **PEC** geotestcagliari@legalmail.it

Committente:

COMUNE DI UTA
Piazza S'Olivariu - 09010 Uta (CA)
T+39 07096660201 - CF/PIVA 80009610926
Responsabile Area Tecnica Ing. Marcello Figus

Oggetto:

REPORT ATTIVITA' DI CAMPO

Data:

08/2019

Scala:

GEOTEST SRL direttore tecnico
Geologo [Ses. A - n. 441]

Dott. Mario STRINNA



Amministratore Geotest srl:

Sig. Marco ADAMU

Aggiornamenti:

Tavola:

File: Geotest /report/2019/UTA

COMUNE DI UTA

(Prov. di Cagliari - Città Metropolitana)

**REALIZZAZIONE PIANO STRAORDINARIO DI EDILIZIA SCOLASTICA ISCOL @
INTERVENTO IN ASSE I SCUOLE DEL NUOVO MILLENNIO CREAZIONE
NUOVO POLO SCOLASTICO NEL COMUNE DI UTA**

REPORT ATTIVITA'

**GEOGNOSTICHE – PROVE IN SITO (DPSH-SPT) E DI LABORATORIO
PROVE SISMICHE DOWNHOLE**

COMMITTENTE

COMUNE DI UTA

Piazza S'Olivariu - 09010 Uta (CA)

T+39 07096660201 - CF/PIVA 80009610926

Responsabile Area Tecnica Ing. Marcello Figus

GEOTEST SRL [Sez. A] (direttore tecnico)

Geol. Mario STRINNA

La presente relazione non può essere né copiata né riprodotta, anche parzialmente, se non con il consenso del professionista incaricato, previa autorizzazione scritta. Eventuali mancanze saranno punite ai sensi di legge (Art.2578 C.C. - L.22.4.1941 N.6331)

This report can be neither copied nor reproduced, even partially, except with the consent of the professional person in charge, prior written permission. Any deficiencies will be punished according to the law (Art.2578 CC - L.22.4.1941 N.6331)



INDICE

1 . ATTIVITA' DI INDAGINE GEOGNOSTICA, PROVE IN SITO E DI LABORATORIO	pag. 3
1.1 - Indagini geognostiche	pag. 3
1.1.1 - Sondaggi geognostici	pag. 3
 PLANIMETRIA INDAGINI GEOGNOSTICHE	pag. 4
1.2 – Prove in sito (S.P.T)	pag. 4
1.3 – Analisi di laboratorio geotecnico	pag. 4
1.4 – Prove in sito DPSH	pag. 5
1.4.1 - Caratteristiche strumentali del penetrometro	pag. 5
1.4.2 - Esito delle prove penetrometriche	pag. 6
 2. RISULTATI DELL'INDAGINE GEOFISICA	pag. 11
2.1 - PROVA DOWN-HOLE	pag. 12
2.2 - RISULTATI DELLA PROVA DOWN-HOLE	pag. 15
2.3 - PROVA NAKAMURA - HVSR	pag. 19
2.3.1 - UTA1-HVSR	pag. 21
2.3.2 - UTA2-HVSR	pag. 22

Appendice

- Diagrammi prove penetrometriche DPSH pag. 23
- Certificati prove di laboratorio pag. 29



1 . ATTIVITA' DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, PROVE IN SITO E DI LABORATORIO

1.1 - Indagini geognostiche

La verifica geognostica si è esplicata con le seguenti indagini e prove in sito, eseguite dal 08 Luglio al 10 Luglio 2019, con le seguenti attività:

- N. 2 sondaggi geognostici continui a rotazione, con testa a rotazione da 101mm
- N. 6 S.P.T. in foro di sondaggio da 10m (3) – da 35m (3)

1.1.1 - Sondaggi geognostici

Sono stati eseguiti n. 2 sondaggi geognostici (indicati con le sigle Sond S₁÷S₂) in diversi punti dell'area secondo uno standard di rappresentatività, utilizzando una sonda a rotazione **CMV 900** cingolata:

Sondaggi	Profondità di prova da p.c.
Sond. S ₁	-10.00 metri
Sond. S ₂	-35.00 metri (15m a distruzione di nucleo)



Figura 1 – es. Postazione S1

PLANIMETRIA INDAGINI GEOGNOSTICHE



Figura 2 – Planimetria su base aerea (scala grafica)

1.2 – Prove in sito (S.P.T)

Nel corso dei sondaggi geognostici sono state effettuate nelle litologie presenti incoerenti/litoidi delle prove in sito SPT (Standard Penetration Test) per una prima valutazione della resistenza del terreno, così distribuite:

- N. 3 prove penetrometriche discontinue S.P.T. in ciascun foro di sondaggio, a quote variabili al fine di avere una rappresentatività della resistenza litologica presente nell'areale investigato:

Vert. Sondaggi	Profondità di prova da p.c. (m)	NSPT
S1		n. 3
S2		n. 3

1.3 – Analisi di laboratorio geotecnico

Le prove di laboratorio condotte sui campioni di terreno rappresentativi, dell'area in progetto, comprendono prove di resistenza meccanica, in particolare: n. 1 Prova di Taglio + n. 1 Analisi

granulometrica - limiti di Atterberg – Classificazione delle terre – massa volumica e umidità naturale +
 n. 1 massa volumica – umidità naturale – Limiti di Atterberg.

Campioni [quota prelievo]	Analisi granulometrica + Limiti Atterberg + Classificazione terre, massa volumica, umidità naturale	Prova di Taglio CD	Massa volumica, Umidità naturale, Atterberg
S1CD disturbato	x		
S1C1 fustella ind.		x	x

1.4 – Prove in sito DPSH

1.4.1 - Caratteristiche strumentali del penetrometro

Sono state condotte n. 5 prove penetrometriche dinamiche continue (denominate DPSH1..... DPSH5). L'attrezzatura impiegata è un Penetrometro “superpesante” Pagani TG63/150 (anno di costruzione dicembre 2005), con le seguenti dotazioni riconosciute nella procedura ISSMFE (1988) dall'Associazione Geotecnica Internazionale:

– Altezza di caduta	75 cm
– Peso massa battente	63,5 kg
– Peso sistema di caduta	8,0 kg
– Diametro della punta conica	50,46 mm
– Angolo al vertice della punta conica	90°
– Area della punta conica	20 cm ²
– Lunghezza delle aste	1 m
– Peso batteria di aste concentriche	6,30 kg/m cad
– Profondità giunzione prima asta	0,80 m
– Avanzamento punta	0,20 m
– Rivestimento / fanghi	no

Le prove sono state spinte sino al raggiungimento delle condizioni di “rifiuto strumentale” (N20 > 60 colpi), ovvero a profondità variabili tra 1,00÷4,40 m dal p.c., così come precisato in TABELLA 1.

VERTICALE	PROFONDITÀ DAL P.C. (m)
DPSH1	4,40
DPSH2	9,80
DPSH3	4,00
DPSH4	4,60
DPSH5	1,20

TABELLA 1 – Profondità raggiunta dalle prove DPSH.

Il test consiste nell'infissione, mediante una massa battente, una batteria di aste munita all'estremità di una punta conica e nella registrazione del numero di colpi necessari all'approfondimento di tratti consecutivi di 20 cm (N20).



Le letture di campagna vengono restituite sotto forma di grafici aventi in ordinata la profondità ed in ascissa il numero dei colpi N20 ("logs penetrometrici") che consentono di evidenziare le variazioni delle caratteristiche "meccaniche" dei terreni testati ed al contempo, attraverso l'andamento del valore di N20 lungo la verticale, una prima macrodistinzione tra terreni "granulari" o "incoerenti" (sabbie e ghiaie) e terreni "coesivi" (argille).

1.4.2 - Esito delle prove penetrometriche

PROF. (m)	N ₂₀ (colpi)	CALCOLO COEFFICIENTE RIDUZIONE SONDA	Resistenza dinamica (Mpa) ridotta	
0,20	3	0,855	2,44	2,86
0,40	4	0,851	3,24	3,81
0,60	10	0,847	8,07	9,53
0,80	15	0,793	11,34	14,29
1,00	22	0,740	14,35	19,40
1,20	19	0,786	13,17	16,75
1,40	18	0,783	12,42	15,87
1,60	25	0,730	16,08	22,04
1,80	34	0,676	20,27	29,97
2,00	22	0,723	13,05	18,04
2,20	19	0,770	12,00	15,58
2,40	18	0,767	11,33	14,76
2,60	14	0,764	8,78	11,48
2,80	10	0,811	6,65	8,20
3,00	13	0,759	7,56	9,97
3,20	14	0,756	8,12	10,73
3,40	17	0,753	9,82	13,03
3,60	7	0,801	4,30	5,37
3,80	4	0,798	2,45	3,07
4,00	20	0,746	10,74	14,40
4,20	25	0,694	12,48	18,00
4,40	38	0,641	17,55	27,35

TABELLA 2 – Letture e costanti della prova DPSH 1.



PROF. (m)	N ₂₀ (colpi)	CALCOLO COEFFICIENTE RIDUZIONE SONDA	Resistenza dinamica (Mpa) ridotta	
0,20	36	0,705	24,17	34,31
0,40	25	0,751	17,89	23,82
0,60	12	0,847	9,69	11,44
0,80	8	0,843	6,43	7,62
1,00	13	0,790	9,05	11,46
1,20	25	0,736	16,23	22,04
1,40	25	0,733	16,15	22,04
1,60	24	0,730	15,44	21,16
1,80	22	0,726	14,09	19,40
2,00	28	0,723	16,61	22,96
2,20	26	0,720	15,36	21,32
2,40	33	0,667	18,06	27,07
2,60	21	0,714	12,30	17,22
2,80	18	0,761	11,24	14,76
3,00	17	0,759	9,89	13,03
3,20	13	0,756	7,54	9,97
3,40	13	0,753	7,51	9,97
3,60	9	0,801	5,53	6,90
3,80	10	0,798	6,12	7,67
4,00	13	0,746	6,98	9,36
4,20	17	0,744	9,10	12,24
4,40	12	0,791	6,84	8,64
4,60	5	0,789	2,84	3,60
4,80	4	0,787	2,27	2,88
5,00	4	0,785	2,13	2,71
5,20	5	0,783	2,66	3,39
5,40	5	0,781	2,65	3,39
5,60	6	0,779	3,17	4,07
5,80	7	0,777	3,69	4,75
6,00	6	0,775	2,98	3,85
6,20	6	0,774	2,98	3,85
6,40	7	0,772	3,47	4,49
6,60	7	0,770	3,46	4,49
6,80	9	0,769	4,44	5,77
7,00	10	0,767	4,67	6,08
7,20	11	0,766	5,12	6,69
7,40	12	0,764	5,58	7,30
7,60	12	0,763	5,57	7,30
7,80	12	0,761	5,56	7,30
8,00	13	0,710	5,34	7,52
8,20	10	0,759	4,39	5,78
8,40	12	0,757	5,26	6,94
8,60	14	0,706	5,72	8,10
8,80	14	0,705	5,71	8,10
9,00	18	0,703	6,98	9,92
9,20	26	0,652	9,35	14,33
9,40	34	0,601	11,27	18,74
9,60	25	0,650	8,96	13,78
9,80	60	0,549	18,15	33,07

TABELLA 3 – Letture e costanti della prova DPSH 2.





PROF. (m)	N ₂₀ (colpi)	CALCOLO COEFFICIENTE RIDUZIONE SONDA	Resistenza dinamica (Mpa)	
			ridotta	
0,20	28	0,755	20,14	26,68
0,40	27	0,751	19,32	25,73
0,60	15	0,797	11,39	14,29
0,80	15	0,793	11,34	14,29
1,00	11	0,840	8,14	9,70
1,20	12	0,836	8,85	10,58
1,40	11	0,833	8,08	9,70
1,60	11	0,830	8,04	9,70
1,80	9	0,826	6,56	7,93
2,00	6	0,823	4,05	4,92
2,20	9	0,820	6,05	7,38
2,40	10	0,817	6,70	8,20
2,60	8	0,814	5,34	6,56
2,80	7	0,811	4,66	5,74
3,00	11	0,809	6,82	8,43
3,20	9	0,806	5,56	6,90
3,40	10	0,803	6,16	7,67
3,60	10	0,801	6,14	7,67
3,80	9	0,798	5,51	6,90
4,00	60	0,596	25,74	43,19

TABELLA 4 – Letture e costanti della prova **DPSH 3**.



PROF. (m)	N ₂₀ (colpi)	CALCOLO COEFFICIENTE RIDUZIONE SONDA	Resistenza dinamica (Mpa)	
			ridotta	
0,20	18	0,805	13,80	17,15
0,40	10	0,851	8,11	9,53
0,60	10	0,847	8,07	9,53
0,80	13	0,793	9,83	12,39
1,00	14	0,790	9,75	12,34
1,20	19	0,786	13,17	16,75
1,40	24	0,733	15,51	21,16
1,60	17	0,780	11,68	14,99
1,80	13	0,776	8,90	11,46
2,00	16	0,773	10,15	13,12
2,20	13	0,770	8,21	10,66
2,40	7	0,817	4,69	5,74
2,60	7	0,814	4,67	5,74
2,80	20	0,761	12,49	16,40
3,00	21	0,709	11,41	16,10
3,20	25	0,706	13,53	19,17
3,40	26	0,703	14,02	19,94
3,60	50	0,601	23,04	38,34
3,80	34	0,648	16,90	26,07
4,00	29	0,696	14,53	20,88
4,20	29	0,694	14,48	20,88
4,40	36	0,641	16,62	25,91
4,60	60	0,589	25,45	43,19

TABELLA 5 – Letture e costanti della prova DPSH 4.



PROF. (m)	N ₂₀ (colpi)	CALCOLO COEFFICIENTE RIDUZIONE SONDA	Resistenza dinamica (Mpa) ridotta	
0,20	7	0,855	5,70	6,67
0,40	6	0,851	4,86	5,72
0,60	10	0,847	8,07	9,53
0,80	22	0,743	15,58	20,97
1,00	40	0,640	22,56	35,26
1,20	60	0,636	33,66	52,90

TABELLA 6 – Letture e costanti della prova DPSH 5.



2. RISULTATI DELL'INDAGINE GEOFISICA DOWNHOLE

PREMESSA

Nel mese di Luglio, è stata eseguita una campagna geofisica comprendente l'esecuzione di una prova in foro di tipo DownHole + n. 2 prove micrometri sismici HVSr.

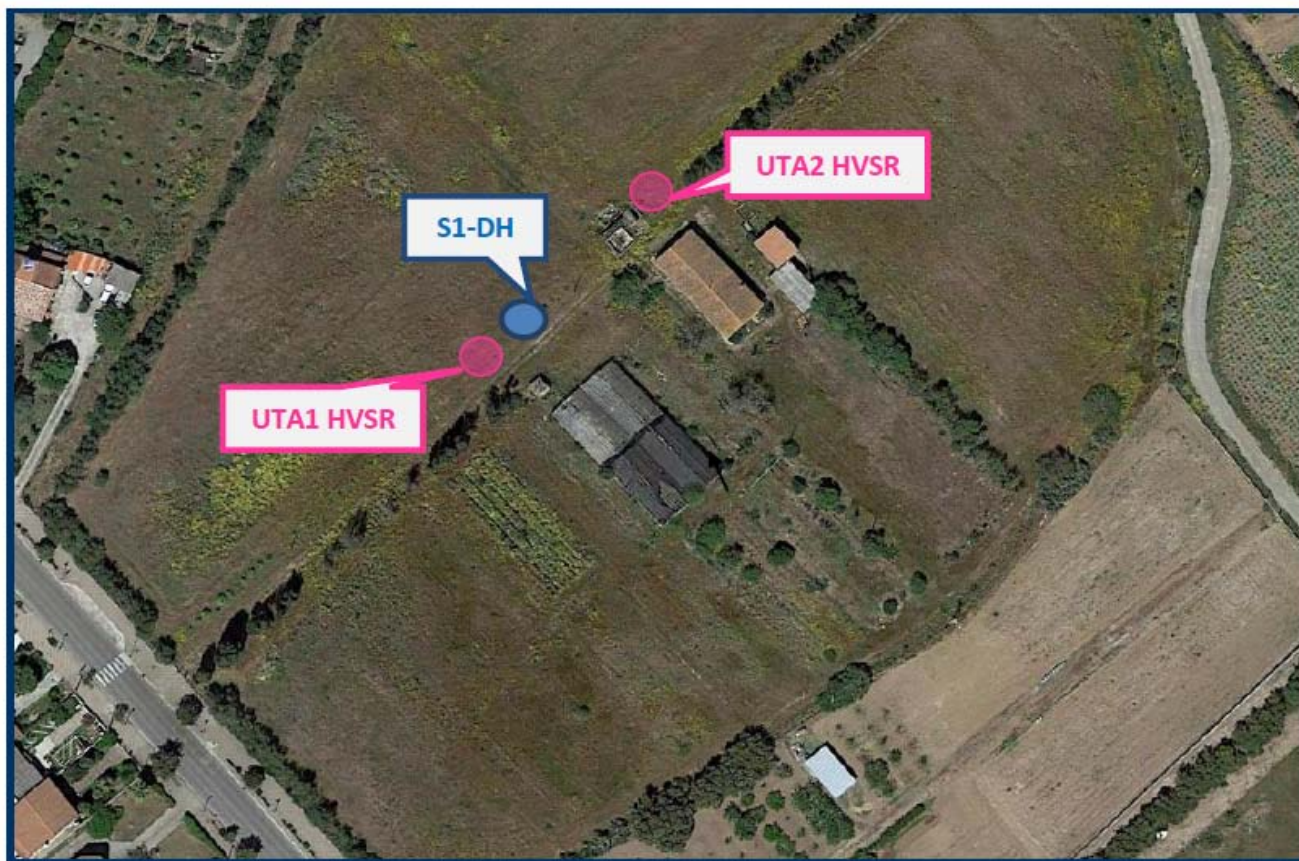


fig. 1 - Area indagine con ubicazione geofisica



2.1 - PROVA DOWN-HOLE

Cenni teorici

L'indagine sismica in foro di tipo down-hole viene effettuata mediante l'utilizzo di una sorgente energizzante in superficie e un geofono "3D" calato nel foro (schema in Figura 3). Il geofono 3D è costituito da tre geofoni di cui uno verticale e due orizzontali posti ortogonalmente tra di loro. Un sistema meccanico permette alla sonda di ancorarsi alle pareti del foro alle profondità stabilite. Il geofono verticale registra l'arrivo delle onde P, mentre i due geofoni orizzontali registrano l'arrivo delle onde S. Nella tecnica down-hole un sismografo registra il treno d'onda generato dalla sorgente che viene rilevato dal ricevitore calato in foro; ne risulta un sismogramma nel quale si possono individuare i tempi di arrivo delle onde dirette (onde P) e di taglio (onde S). La sorgente energizzante è costituita da una massa battente di 10 kg. Per la generazione delle onde P viene effettuata un'energizzazione verticale su piastra circolare mentre per la generazione delle onde S l'energizzazione è orizzontale su due lati di una particolare piastra posta sotto le ruote di un automezzo, il cui peso ha il compito di rendere la stessa più solidale col terreno in modo da trasmettere al meglio le onde di taglio generate.

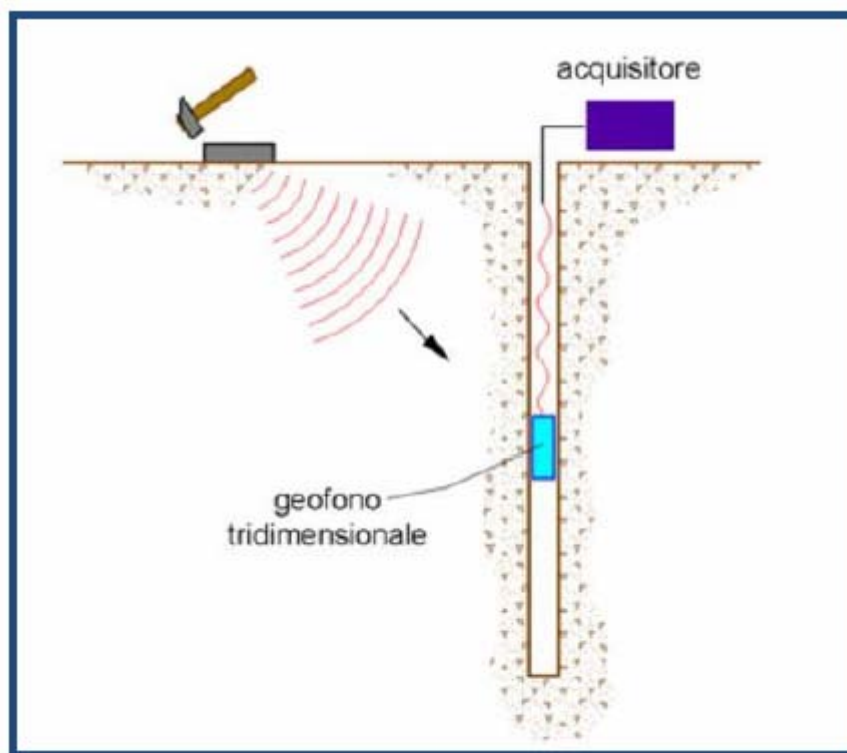


Fig. 2 Schema operativo prova down-hole

Modalità operative

Le prove sismiche down-hole sono state effettuate nel foro S1-DH, attrezzato con rivestimento di tubi in PVC del diametro di 80 mm; al momento delle misure il foro conteneva acqua dalla profondità di circa 5.50 metri). I dati sono stati acquisiti dal piano campagna fino ad una profondità di 35 metri per il down-hole S1-DH, con intervalli di 1 metro, utilizzando la seguente procedura:

- Ancoraggio della sonda triassiale, energizzazione verticale ed acquisizione della traccia sismica relativa alle onde P.
- Energizzazione orizzontale ed acquisizione delle tracce sismiche relative alle onde S.
- Memorizzazione dei dati, sblocco dell'ancoraggio della sonda triassiale e passaggio all'acquisizione successiva.

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata con un'apparecchiatura MAE E4000 e geofono da foro 3D con ancoraggio pneumatico con campionamento a 5 microsecondi e lunghezza di registrazione 256 millisecondi.

I dati acquisiti sono stati visualizzati su video in tempo reale per un controllo preventivo della bontà dell'acquisizione ed in seguito salvati su hard disk interno.

Ogni sismogramma è composto da n.3 tracce sismiche corrispondenti ad altrettanti canali così assegnati:

- canale n. 1: segnale acquisito dal geofono verticale (P)
- canale n. 2: segnale acquisito dal primo geofono orizzontale (S1)
- canale n. 3: segnale acquisito dal secondo geofono orizzontale (S2)

Attraverso uno specifico software Downhole della "Geostru" le tracce sismiche relative alle onde P ed S di ogni sismogramma sono state separate e raggruppate in seguito in tre files distinti (uno per le onde P e due per onde S) contenenti tutte le tracce P o S alle diverse profondità. Dei due sismogrammi S è stato scelto quello col dato migliore, ovvero quello che al momento dell'acquisizione in foro era orientato nella posizione più favorevole. In seguito si è proceduto alla lettura dei tempi di arrivo.

Moduli elastici dinamici

Per la caratterizzazione del sito e del terreno in esame, specialmente in termini di deformabilità dei materiali in associazione ai dati geotecnici, può essere utile fornire ulteriori parametri che la prova down-hole è in grado di ricavare oltre ai dati delle velocità di propagazione delle onde sismiche (V_p e V_s) nel sottosuolo.

I moduli elastici dinamici del terreno possono infatti contribuire ad una migliore definizione dei carichi e delle spinte da parte di manufatti sul terreno di fondazione. Attraverso la determinazione sia delle velocità delle onde di compressione sia delle velocità delle onde di taglio è possibile ricavare i seguenti parametri:



- Coefficiente di Poisson ν (v)
- Modulo di Young E
- Modulo di Taglio dinamico G
- Modulo di Compressibilità dinamico (o Bulk modulus) E_d
- Modulo di Compressibilità volumetrica E_v

Il Coefficiente di Poisson (ν), noto come la costante che lega le deformazioni in un corpo, può essere collegato, da un punto di vista bidimensionale, ad uno sforzo di trazione, che causa nel corpo stesso un allungamento in una direzione e un raccorciamento nell'altra, o ad uno sforzo di compressione che, analogamente, determina una contrazione in una direzione e una dilatazione nella direzione opposta. Tale parametro può presentare un range di variazione compreso tra un massimo di 0.5 ed un minimo di 0; il valore di 0.5 è caratteristico di materiali che si deformano senza cambiamenti di volume (es. acqua), valori leggermente inferiori (0.47 - 0.49) sono tipici di argille o materiali molto saturi; valori inferiori sono indicativi di materiali da poco consolidati a sovraconsolidati. Per le rocce si presentano range di variazioni molto ampi collegati in particolare sia al grado di fratturazione sia alla presenza di cavità, stratificazioni e litologie e comunque tra (0.46 e 0.20). In funzione di V_p e di V_s il parametro è definito dalla seguente relazione: Coefficiente di Poisson $\nu = \frac{1}{2} (V_p/V_s)^2 - 1 / (V_p/V_s)^2 - 1$

Il Modulo di Young (E) definisce la deformazione longitudinale di un corpo, intesa come il rapporto tra l'allungamento (o l'accorciamento) e la lunghezza originale del corpo stesso; in funzione dei valori della velocità delle onde di compressione V_p , della densità geofisica e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione: Modulo di Young $E = V_s^2 \rho \cdot [3V_p^2 - 4V_s^2 / V_p^2 - V_s^2]$

Il Modulo di Taglio (G) definisce invece la deformazione tangenziale di un corpo, intesa come l'angolo di cui ruota il corpo stesso in seguito ad uno sforzo di taglio; in funzione dei valori della velocità delle onde di taglio V_s e della densità geofisica il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Taglio $G = V_s^2 \rho$

Il Modulo di Compressibilità o Bulk modulus (E_v) è quel parametro ottenibile se lo sforzo viene applicato tridimensionalmente (lungo tutti i tre assi cartesiani) generando una pressione idrostatica uniforme con la quale si avranno componenti dello sforzo uguali e con deformazione rappresentata da una variazione di volume la quale può essere indicata numericamente dall'inverso del coefficiente di compressibilità; utilizzando i valori del modulo di elasticità e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione: Modulo di Compressibilità $E_v = \rho [V_p^2 - 4/3 V_s^2]$



I moduli dinamici così calcolati risultano comunque sempre più elevati di quelli statici forniti da prove di carico in situ in quanto gli impulsi sismici sono di breve durata e le sollecitazioni ad essi associate sono relativamente modeste e rientrano nel campo delle deformazioni istantanee.

2.2 - RISULTATI DELLA PROVA DOWN-HOLE

Nell'area in esame è stata eseguita una prospezione sismica in foro di tipo down-hole allo scopo di determinare i moduli elastici dinamici dei terreni. La prospezione è stata effettuata mediante n.1 sondaggio sismico di tipo down-hole, a 35m di profondità dal piano campagna, individuando ogni metro di profondità in maniera diretta il valore delle velocità delle onde di taglio e di pressione.

MISURE DOWN HOLE S1-DH



Fig. 3 Ubicazione down-hole S1-DH

Esecuzione prova down-hole S1-DH



Interpretazione delle misure

Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1.5	35	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	2.8	3.5
2	2.00	3.3	6.1
3	3.00	3.9	8.6
4	4.00	4.1	9.6
5	5.00	4.7	11.2
6	6.00	5.6	12.6
7	7.00	6.2	14.5
8	8.00	6.9	16.4
9	9.00	7.6	18
10	10.00	8.8	19.5
11	11.00	9.7	21.4
12	12.00	10.2	23.3
13	13.00	10.6	24
14	14.00	10.9	27.5
15	15.00	11.6	30.4
16	16.00	12.1	32.8
17	17.00	12.6	34.9
18	18.00	13.2	37.5
19	19.00	14	40.4
20	20.00	14.5	43.3
21	21.00	15.3	45.2



22	22.00	15	47
23	23.00	15.6	49.1
24	24.00	16.1	50.7
25	25.00	16.9	52.5
26	26.00	17.7	54.5
27	27.00	18.5	56.4
28	28.00	19	58.2
29	29.00	20.4	60
30	30.00	20.9	61.3
31	31.00	21.2	63
32	32.00	21.7	64.4
33	33.00	22.5	65.2
34	34.00	23	66.8
35	35.00	23	69.4

Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.8028	1.5532	1.9415
2.5000	2.6400	4.8800
3.3541	3.4883	7.6921
4.2720	3.8390	8.9888
5.2202	4.5018	10.7277
6.1847	5.4328	12.2238
7.1589	6.0624	14.1781
8.1394	6.7818	16.1191
9.1241	7.4966	17.7551
10.1119	8.7026	19.2843
11.1018	9.6111	21.2038
12.0934	10.1212	23.1201
13.0863	10.5301	23.8418
14.0801	10.8380	27.3435
15.0748	11.5424	30.2491
16.0702	12.0472	32.6568
17.0661	12.5512	34.7649
18.0624	13.1544	37.3705
19.0591	13.9566	40.2747
20.0562	14.4594	43.1787
21.0535	15.2611	45.0851
22.0511	14.9653	46.8911
23.0489	15.5669	48.9959
24.0468	16.0687	50.6013
25.0450	16.8697	52.4058
26.0432	17.6706	54.4095
27.0416	18.4715	56.3132
28.0402	18.9728	58.1167
29.0388	20.3728	59.9199
30.0375	20.8739	61.2235
31.0363	21.1752	62.9264
32.0351	21.6762	64.3294
33.0341	22.4768	65.1327
34.0331	22.9777	66.7351
35.0321	22.9789	69.3364



Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
643.83	215.07	23.73	--	641.96	1003.04	1283.92	147.09
920.13	340.31	21.58	0.4208	254.85	1863.07	724.18	1523.27
1178.83	355.61	21.20	0.4499	273.38	3004.12	792.75	2639.62
1851.44	771.19	23.08	0.4605	1399.71	19135.67	4088.55	4269.39
1508.75	575.08	22.18	0.415	747.99	5148.44	2116.81	4151.11
1074.11	668.40	22.46	0.184	1023.20	2642.33	2422.94	1278.06
1588.31	511.69	21.58	0.4421	576.16	5551.39	1661.76	4783.17
1390.05	515.20	21.50	0.4204	581.93	4236.22	1653.15	3460.32
1398.99	611.25	21.94	0.382	835.90	4378.70	2310.43	3264.17
829.19	653.94	22.06	0.364	961.97	1546.65	1923.94	264.03
1100.72	520.97	21.31	0.3557	589.78	2632.79	1599.13	1846.42
1120.40	521.84	21.26	0.4619	590.36	8331.67	1726.09	7544.52
1445.58	585.62	24.65	0.2636	485.97	5033.50	1296.19	8598.87
1247.80	596.58	18.96	0.4961	157.68	3938.71	471.81	6183.47
1119.65	344.16	19.62	0.4688	236.97	4032.19	696.12	3716.23
1980.98	415.33	20.27	0.477	356.55	8111.35	1053.25	7635.95
1984.13	474.36	20.70	0.4697	474.97	8309.79	1396.13	7676.50
1657.83	383.79	19.90	0.4717	298.90	5577.15	879.78	5178.62
1246.57	344.33	19.45	0.4587	235.15	3082.00	686.03	2768.46
1128.86	344.35	19.42	0.4845	234.82	7833.16	697.18	7520.07
1247.35	524.55	20.91	0.3926	586.69	3317.49	1634.05	2535.24
1236.54	553.71	21.06	0.4979	658.42	3486.23	1972.50	2467.63
1662.23	475.11	20.51	0.4555	472.10	5778.66	1374.28	5149.20
1992.82	622.90	21.39	0.4459	846.30	8662.16	2447.33	7533.75
1248.44	554.17	20.99	0.3773	657.32	3336.01	1810.65	2459.58
1248.59	499.08	20.60	0.4049	523.22	3274.81	1470.14	2577.18
1248.60	525.29	20.76	0.3925	584.12	3300.30	1626.77	2521.47
1994.82	554.48	20.92	0.4581	655.86	8488.84	1912.62	7614.36
1714.28	554.57	20.90	0.4577	655.45	1087.33	1310.90	213.40
1995.62	767.11	21.91	0.4133	1314.73	8897.69	3716.22	7144.72
1318.95	587.23	21.06	0.4838	740.55	6855.88	2197.66	6648.48
1996.00	712.76	21.66	0.4269	1122.08	8799.52	3202.19	7303.41
1249.06	544.87	24.28	0.4045	3836.86	3862.73	7673.72	7365.23
1996.41	624.06	21.20	0.4459	841.91	8616.18	2434.64	7493.63
2203.20	684.42	19.46	0.50	293.25	8740.32	879.75	7970.85

Metodo diretto

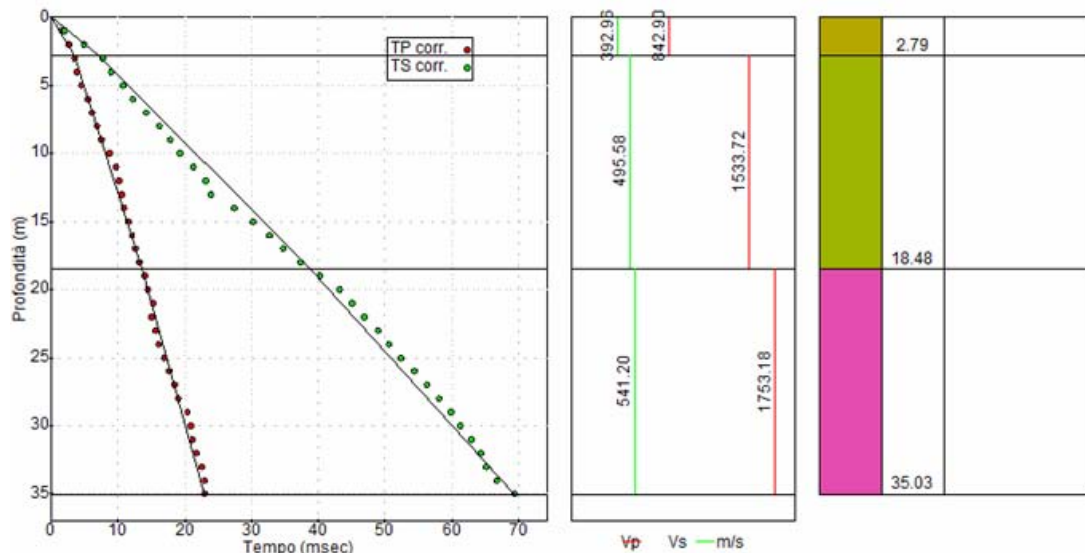
Profondità di riferimento: 30 m
 VS30: 499.62 m/s

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
842.9	392.96	21.42	0.36	337.34	1552.15	918.35	1102.36
1533.72	495.58	20.88	0.44	523.01	5009.33	1508.06	4311.99
1753.18	541.2	21.14	0.45	631.53	6627.13	1828.07	5785.09



Domocrome



2.3 - PROVA NAKAMURA - HVSr

Per le indagini con tecnica dei rapporti spettrali o HVSr è stato utilizzato il Theremino Dolfrang basato sul convertitore AD7124-8 di Analog Devices avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Canali 3
- Frequenza di campionamento 10, 20, 25, 50, 100, 200, 500 campioni
- Noise microvolt 0,17
- Filtro passa banda 0,25 hz- 80 hz
- Gain 10000 x

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSr (Nakamura, 1989) è completamente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimento di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale. Tale tecnica costituisce una parte importante nella valutazione del rischio sismico di un determinato sito perché permette di calcolarne la frequenza fondamentale o frequenza di risonanza. La frequenza caratteristica di risonanza di un sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento delle strutture in termini di risposta sismica locale. Si dovranno quindi adottare adeguate precauzioni nel costruire strutture aventi la medesima frequenza di vibrazione del terreno per evitare effetti di "doppia risonanza", estremamente pericolosi.

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh. Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916).

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- ◆ Spettri di Fourier
- ◆ Rapporti spettrali
- ◆ Rapporti spettrali H/V

L'elaborazione delle misure H/V è consistita in un lavoro di pulizia del dato finalizzato ad eliminare i segnali e poter quindi procedere con il calcolo degli spettri delle componenti orizzontali (H) e verticali (V) successivamente sintetizzate appunto nel rapporto spettrale H/V.

Per l'elaborazione dei dati e la definizione della frequenza fondamentale del sito è stato utilizzato il software open source Geopsy risultati riportati delle misurazioni per ogni stazione di misura comprendono:

- Grafico del rapporto H/V e relativa f_0 calcolata
- Grafico andamento del rapporto H/V in funzione della direzione

A seguito si riportano i grafici sopra elencati (elaborazione del segnale eseguita con software Geopsy) relative alle due prove HVSR eseguite.

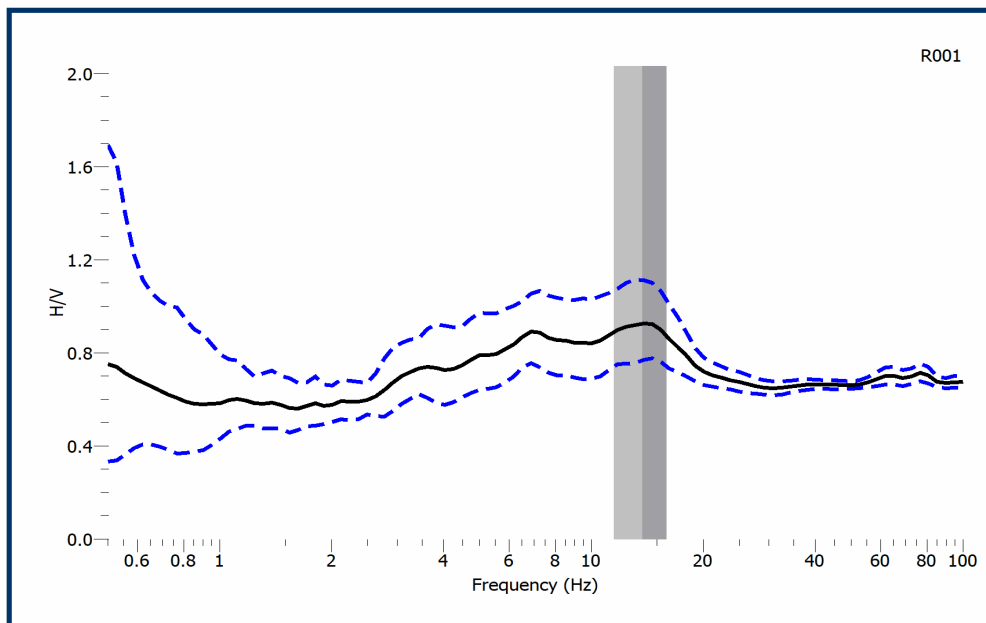


Fig. 4 Ubicazione prove HVSR

2.3.1 - UTA1-HVSR

- Inizio registrazione: 28/07/19 16:40:45 Fine registrazione: 28/07/19 17:04:26
- Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
- Dato GPS non disponibile
- Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)
- Freq. campionamento: 128 Hz
- Lunghezza finestre: 20 s

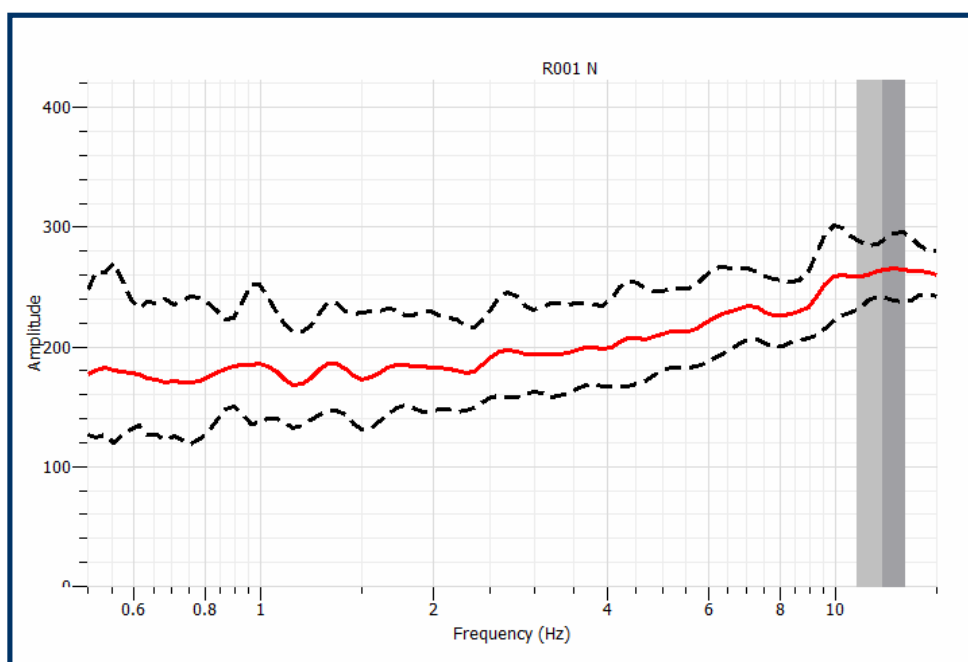
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Frequenza del picco del rapporto H/V (frequenza naturale di vibrazione del sito): $f_0 = 13.7205 \pm 2.22182$

$A_0 = 0.924085$

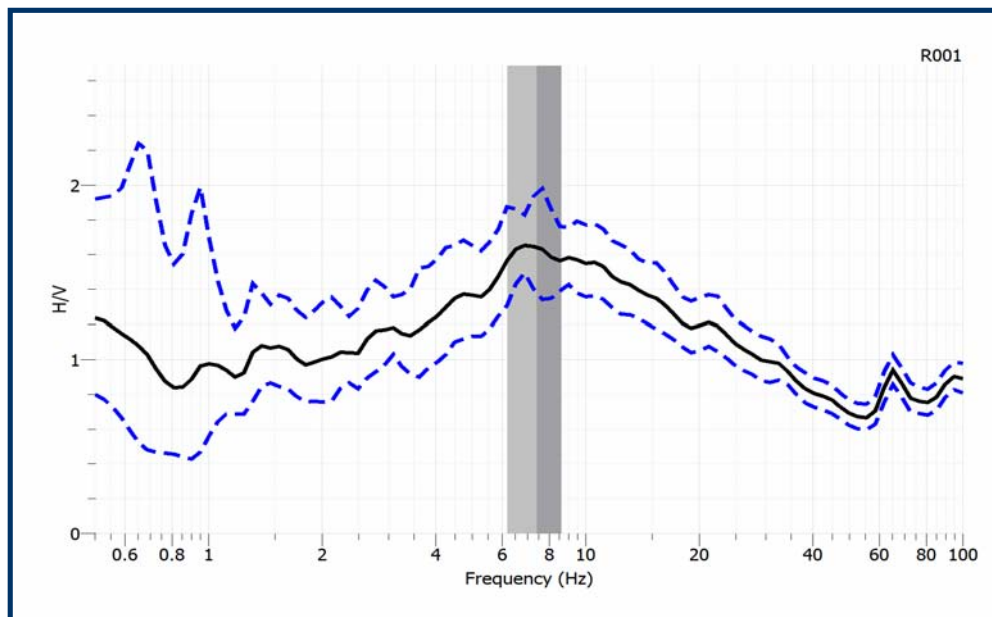
ANALISI SPETTRALE



2.3.2 - UTA2-HVSR

- Inizio registrazione: 28/07/19 17:30:10 Fine registrazione: 28/07/19 17:55:12
- Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
- Dato GPS non disponibile
- Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)
- Freq. campionamento: 128 Hz
- Lunghezza finestre: 20 s

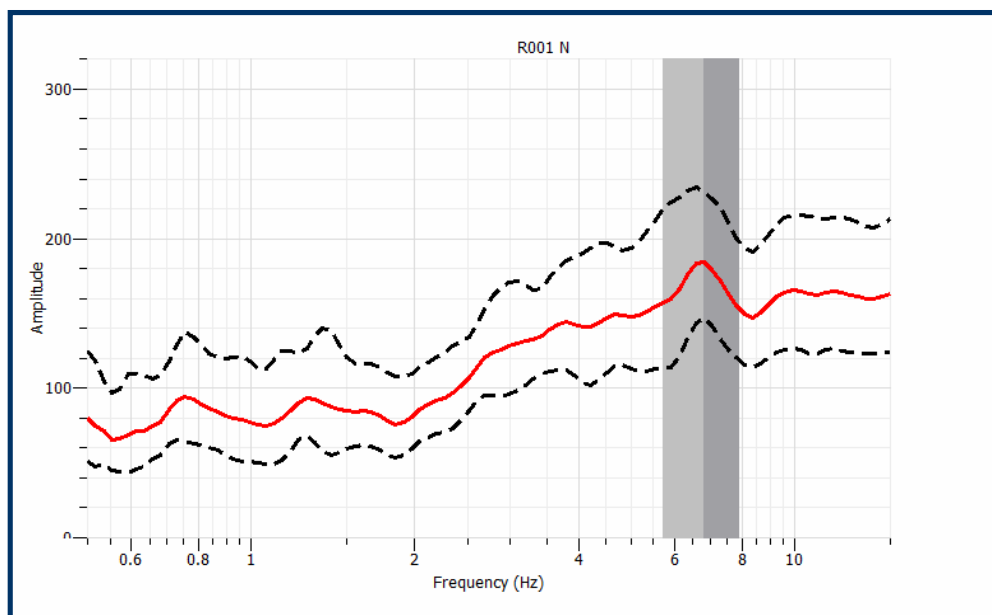
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Frequenza del picco del rapporto H/V (frequenza naturale di vibrazione del sito): $f_0 = 7.4028 \pm 1.20739$

$A_0 = 1.64172$

ANALISI SPETTRALE



DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE DPSH



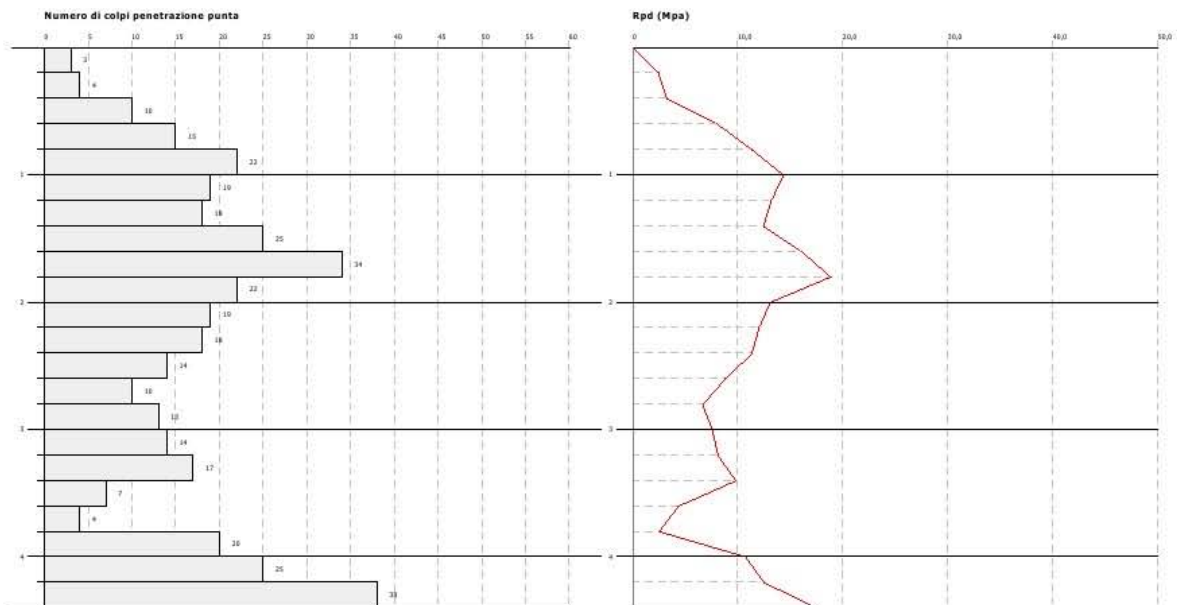
GEOTEST S.R.L.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Certificato PS_20190705_145 - DPSH1
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere : Realizzazione di un nuovo edificio da adibire a nido di infanzia
Località : **Uta**, Comune di Uta Via Stazione

Data :05/07/2019

Scala 1:10



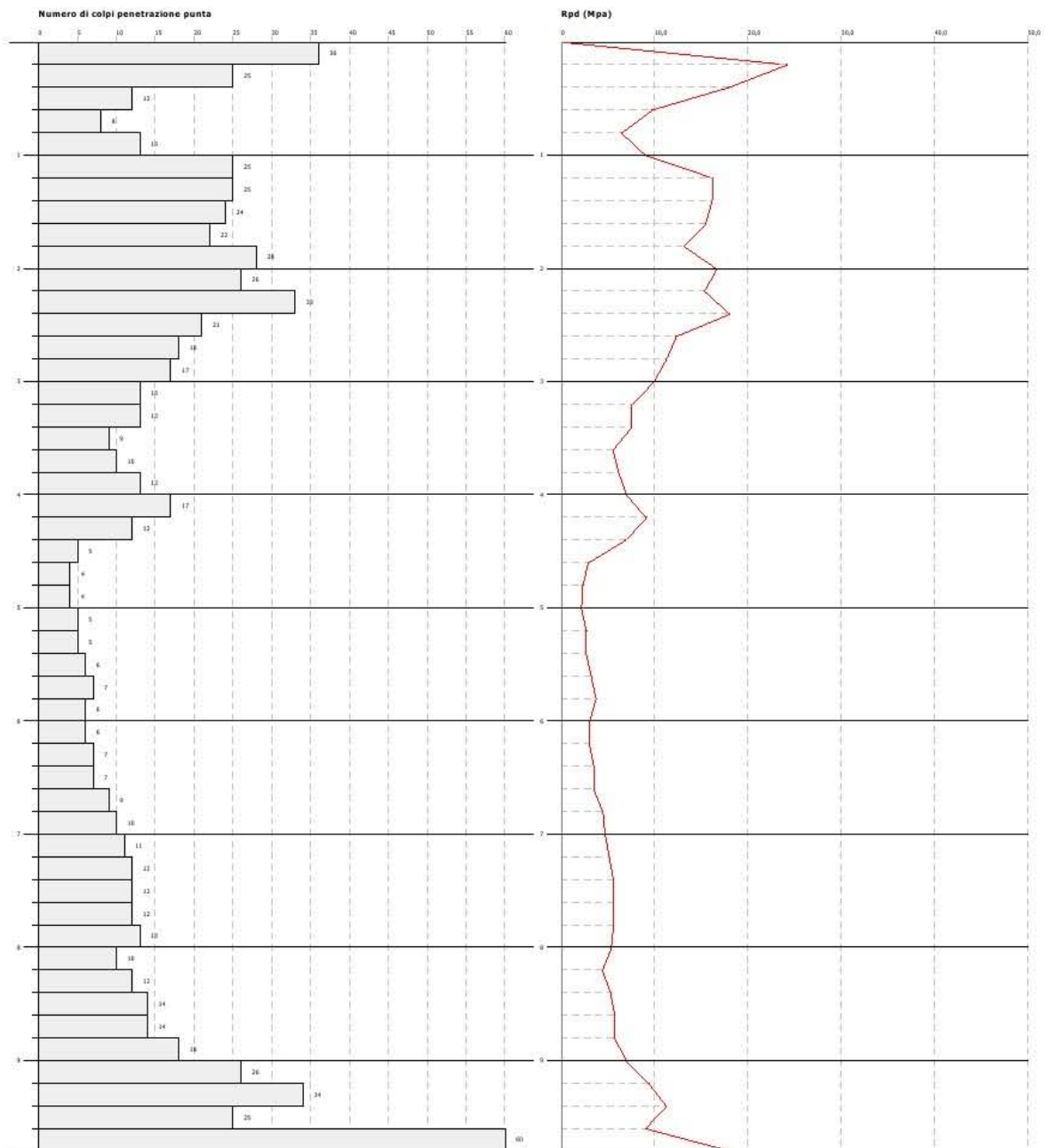
GEOTEST S.R.L.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Certificato PS_20190705_142 - DPSH2
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
 Cantiere : Realizzazione di un nuovo edificio da adibire a nido di infanzia
 Località : Uta, Comune di Uta Via Stazione

Data :02/07/2019

Scala 1:10



GEOTEST S.R.L.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Certificato PS_20190705_141 - DPSH3
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :

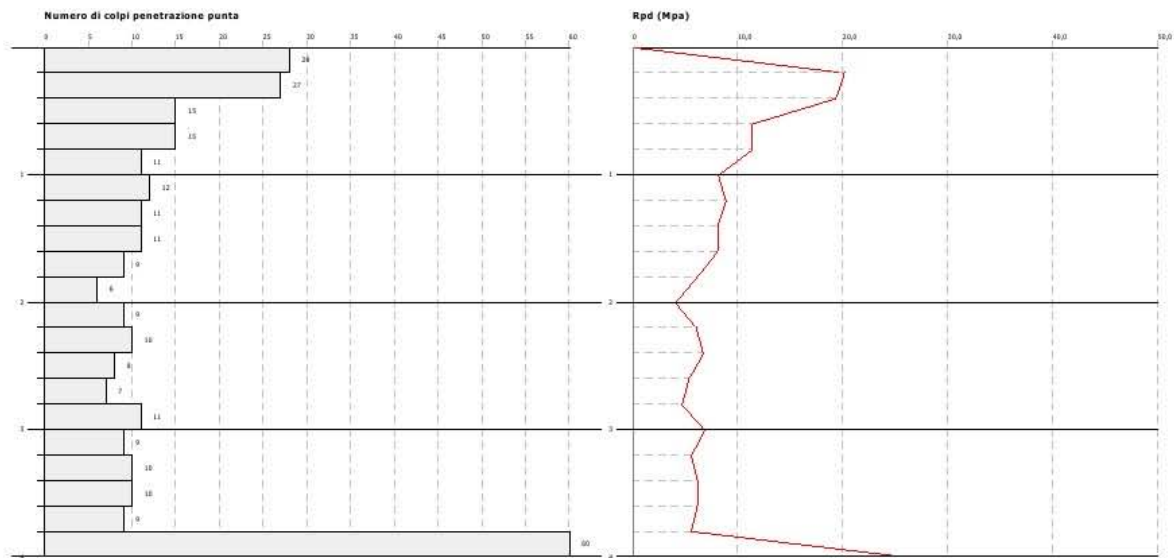
Realizzazione di un nuovo edificio da adibire a nido di infanzia

Data :05/07/2019

Cantiere :

Comune di Uta Via Stazione

Scala 1:10



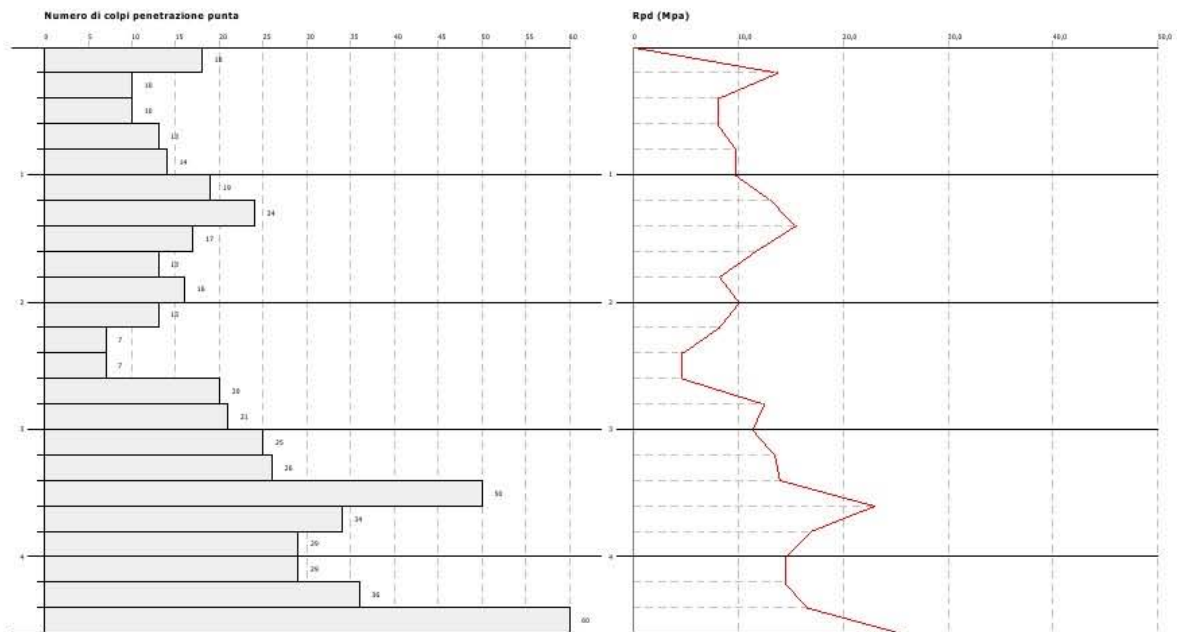
GEOTEST S.R.L.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Certificato PS_20190705_143 - DPSH4
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
 Cantiere : Realizzazione di un nuovo edificio da adibire a nido di infanzia
 Località : Comune di Uta Via Stazione

Data :05/07/2019

Scala 1:10



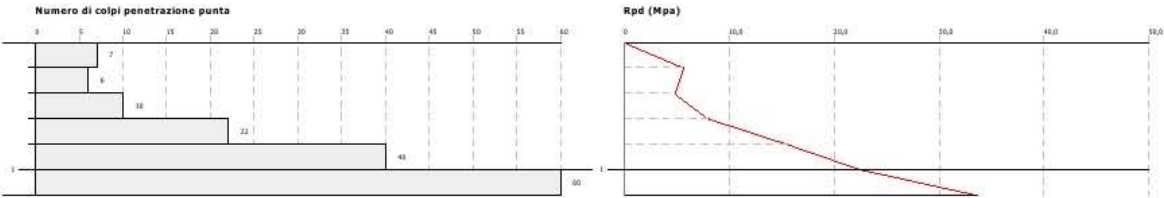
GEOTEST S.R.L.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Certificato PS_20190705_144 - DPSHS
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere : Realizzazione di un nuovo edificio da adibire a nido di infanzia
Località : Comune di Uta Via Stazione

Data :05/07/2019

Scala 1:10



CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO



www.servizigeotecnici.com
 info@servizigeotecnici.com

Servizi Geotecnici s.a.s.
 Via Libeccio, 32 - 09126 Cagliari
 Tel Fax +39070371705

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933:1-1999

Certificato N. **12393**
 Data 19/07/2019

Committente: GEOTEST S.R.L. - CAGLIARI
 Cantiere: Nuovo polo scolastico - UTA

Sondaggio : S1
 Campione: S1CD
 Profondità campionamento (m da p.c.): -7,2 ÷ -8,0 m da p.c.
 Data prelievo: 09/07/2019

Setacciatura

Setacci (mm)	Passante (%)
125,0	100,00
60,0	100,00
31,5	100,00
16,0	90,58
8,0	84,76
4,0	81,16
2,0	75,90
1,0	66,48
0,500	52,08
0,425	48,48
0,250	40,72
0,125	30,75
0,063	25,76

LIMITI DI ATTERBERG

Boll. Uff. C.N.R. - UNI 10014

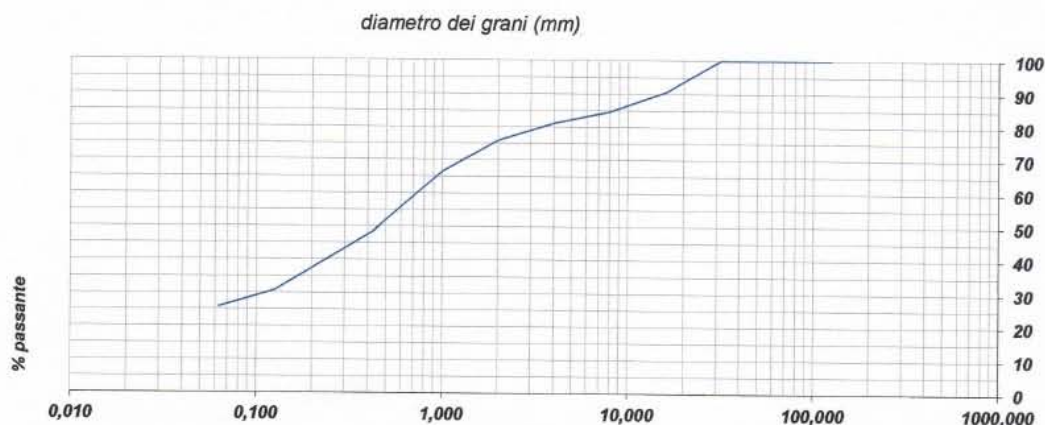
Limite Liquido	27
Limite Plastico	15
Indice Plastico	12

CLASSIFICAZIONE AGI

Ghiaia ($\phi > 2$ mm)	%	24,1
Sabbia ($2 > \phi > 0,063$ mm)	%	50,1
Limo e argilla ($\phi < 0,063$ mm)	%	25,8
Descrizione: Sabbia limoso ghiaiosa		

Peso specifico dei grani	(UNI EN 1097-6:2002)	g/cmc	2,62
Determinazione contenuto naturale d'acqua	(CNR-UNI 10008)	%	23,0
Determinazione peso di volume	(UNI EN 1097-6:2002)	g/cmc	1,87

Tipo campionamento
 Campione rimaneggiato



IL TECNICO
 Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
 Dott. Geol. Alessandro Melis

M39/0705 Analisi per setacciatura e sedimentazione/C
 Rev.0 del 10/10/12

Pagina 1 di 1

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2016 - Cert.N. SGQ022/09



www.servizigeotecnici.com
info@servizigeotecnici.com

Servizi Geotecnici s.a.s.
Via Libeccio 32 - 09126 Cagliari
Tel Fax +39070371705

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.

ASTM D3080

Certificato N. **12394**
Data 19.07.2019

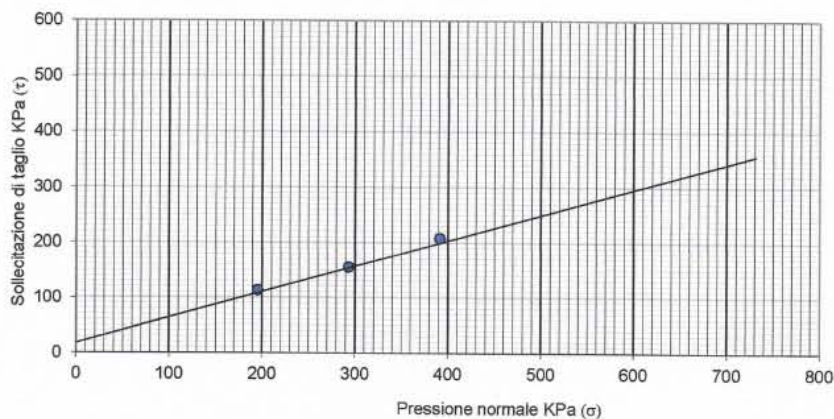
Committente: GEOTEST s.r.l. - CAGLIARI
Cantiere: Nuovo polo scolastico - UTA

Campione S1C1
Data prelievo: 09/07/2019
Profondità di prelievo: -3,00 ÷ -3,35 m da p.c.

CONSOLIDAZIONE		1	2	3
PRESSIONE VERTICALE	σ KPa	196	294	392
CEDIMENTO	mm	2,890	3,290	5,130

ROTTURA				
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO	τ KPa	112,4	154,6	207,3

Tipo campionamento: Campione indisturbato contenuto in fustella a pareti sottili	
Limo sabbioso argilloso	
Peso di volume (g/cm ³)	1,84



Angolo di resistenza al taglio
Coesione efficace

26,0 °
16 KPa

Note:

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Macrignale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

M41/0805 Prova di taglio/C
Rev.0 31/07/17

Pagina 1 di 1



www.servizigeotecnici.com
info@servizigeotecnici.com

Servizi Geotecnici s.a.s.
Via Libeccio 32 - 09126 CAGLIARI
Tel. Fax +39070371705

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE

C.N.R. - Bollettino Ufficiale - Anno VII - N.63

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE

C.N.R. - Bollettino Ufficiale - Anno XII - N.64

Certificato N. **12395**
Data: 19/07/2019

Committente: GEOTEST s.r.l. - CAGLIARI
Cantiere: Nuovo polo scolastico - UTA

Sondaggio : S1
Campione: S1C1
Profondità campionamento (m da p.c.): -3,00 ÷ -3,35 m da p.c.
Data prelievo: 09/07/2019

Massa volumica apparente	2,129	Mg/mc
Massa volumica reale	2,607	Mg/mc

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2015 - Cert. SGQ022/09



www.servizigeotecnici.com
info@servizigeotecnici.com

Servizi Geotecnici s.a.s.
09126 CAGLIARI, Via Libeccio 32
Tel Fax +39070371705

DETERMINAZIONE DELL'UMIDITA' NATURALE

CNR UNI 10008:63

Certificato N. **12396**

Data: 19/07/2019

Committente: GEOTEST s.r.l. - CAGLIARI

Cantiere: Nuovo polo scolastico - UTA

Sondaggio : S1
Campione: S1C1
Profondità campionamento (m da p.c.): -3,00 ÷ -3,35 m da p.c.
Data prelievo: 09/07/2019

UMIDITA' NATURALE	%	15,5
-------------------	---	------

Note:

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Melis

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2015 - Cert. SGQ022/09



www.servizigeotecnici.com
info@servizigeotecnici.com

Servizi Geotecnici s.a.s.
Via Libeccio, 32 - 09126 CAGLIARI
Tel Fax +39070371705

LIMITI DI ATTERBERG

Bollettino Ufficiale CNR - UNI 10014

Certificato N. 12397 -

Data 19/07/2019

Committente: GEOTEST SRL - CAGLIARI

Cantiere: Nuovo polo scolastico - UTA

Sondaggio : S1
Campione: S1C1
Profondità campionamento (m da p.c.): -3,00 ÷ -3,35 m da p.c.
Data prelievo: 09/07/2019

LIMITI DI ATTERBERG	
Boll.Uff.C.N.R. - UNI 10014	
Limite Liquido	28
Limite Plastico	16
Indice Plastico	12

IL TECNICO
Dott. Geol. Giorgio Madrigale



IL COORDINATORE
Dott. Geol. Alessandro Meis

Laboratorio operante in sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la UNI EN ISO 9001:2015 - Cert. SGQ022/09



Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 40,087200 [°]

longitudine: 8,981002 [°]

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	0	0,000000	0,000000	0,0
Sito 2	0	0,000000	0,000000	0,0
Sito 3	0	0,000000	0,000000	0,0
Sito 4	0	0,000000	0,000000	0,0

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,022	2,658	0,291
Danno (SLD)	63	75	0,028	2,704	0,303
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,056	2,936	0,358
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,066	3,027	0,384

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,410	1,000	0,005	0,003	0,264	0,200
SLD	1,200	1,400	1,000	0,007	0,003	0,328	0,200

SLV	1,200	1,350	1,000	0,013	0,007	0,654	0,200
SLC	1,200	1,330	1,000	0,016	0,008	0,779	0,200

Geostru

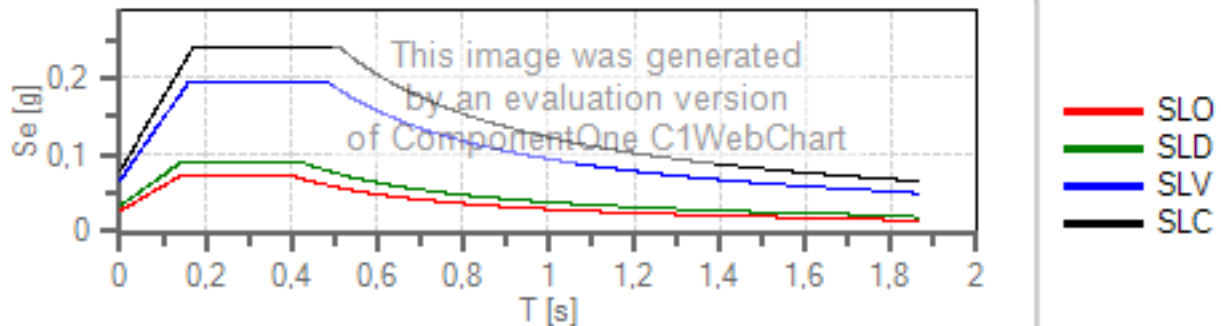
Geostru - Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

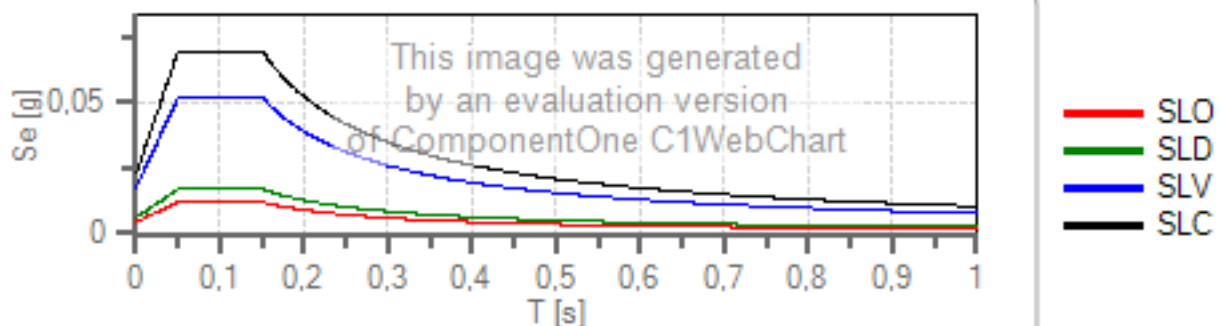
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,022	2,658	0,291	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,137	0,410	1,690
SLD	1,5	0,028	2,704	0,303	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,142	0,425	1,711
SLV	1,5	0,056	2,936	0,358	1,200	1,350	1,000	1,200	1,000	0,161	0,483	1,822
SLC	1,5	0,066	3,027	0,384	1,200	1,330	1,000	1,200	1,000	0,170	0,511	1,865

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,022	2,658	0,291	1,000	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1,5	0,028	2,704	0,303	1,000	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1,5	0,056	2,936	0,358	1,000	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1,5	0,066	3,027	0,384	1,000	1,330	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000