

Città di Pompei

Città Metropolitana di Napoli



Realizzazione nuovi loculi, ossari e riqualificazione delle parti comuni del Cimitero comunale

<input type="checkbox"/>	STATO DEI LUOGHI	ELABORATO: RELAZIONE GEOLOGICA			
<input type="checkbox"/>	STATO DI PROGETTO				
<input checked="" type="checkbox"/>	STRUTTURE				
<input type="checkbox"/>	IMPIANTI				
<input type="checkbox"/>	CAPITOLATI - COMPUTI				
<input type="checkbox"/>	GEOLOGIA				
<input type="checkbox"/>	SICUREZZA				
<input type="checkbox"/>	ANTINCENDIO				
<input type="checkbox"/>	RELAZIONE	DATA	SCALA	ELABORATO N°:	
<input type="checkbox"/>	DICHIARAZIONI	dic. 2023	1:200	STR00	
<input type="checkbox"/>	VARIE				
<input type="checkbox"/>	PROGETTO PRELIMINARE	<input type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO

Il Progettista:
Ing. Gianluca Fimiani

Il Progettista esecutivo:
Arch. Pietro Buononato

Il R.U.P.:
Arch. Massimo Manfellotto



CITTA' DI POMPEI

Città Metropolitana di Napoli

Intervento di Riqualificazione del Cimitero di Pompei

PROGETTO ESECUTIVO

(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Studio Geologico – Tecnico

Studio di Geologia Tecnica

dott. geol. Ugo Ugati
viale mons. Luigi Di Liegro, 1
80045 – Pompei (NA)
tel/fax 081.8599053
cell 335.6741386
e-mail: geougo@libero.it
p.e.c.: studio.ugati@epap.sicurezzapostale.it



con allegati

Redazione

dott. geol.
Antonio Zerella

Verifica

dott. geol. Ugo Ugati

Approvazione

dott. geol. Ugo Ugati

- **Relazione geologica** (cfr. par. C. 6.2.1., Circ. Min. Infr. 7/19)
- **Relazione sulla modellazione sismica del sito di costruzione** (cfr. par. C. 10.1, Circ. Min. Infr. 7/19)

Il geologo

dott. Ugo Ugati

Il Committente

Amministrazione Comunale

Il Responsabile del Procedimento

geom. Salvatore Giugliano

Collaborazione

dott. geol. Antonio Zerella

1. INDICE

1.	INDICE	2
2.	PREMESSA.....	3
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	9
4.	INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE.....	15
5.	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA.....	25
6.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA.....	29
7.	COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA DELLE OPERE	44
8.	CONCLUSIONI.....	46
9.	BIBLIOGRAFIA.....	49

2. PREMESSA

Lo Scrivente è stato incaricato dall'Amministrazione Comunale di Pompei, giusta Determina del Dirigente del VI Settore Tecnico: Lavori Pubblici – arch. Gianfranco Marino - n°269 del 27/02/2019, di redigere il presente studio geologico – tecnico finalizzato alla progettazione esecutiva dell'intervento di riqualificazione del Cimitero di Pompei. Nello specifico il presente elaborato costituisce un aggiornamento dello studio geologico – tecnico, già redatto dallo Scrivente nel 2013, secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018).



Foto 1. L'ingresso principale del Cimitero Comunale di Pompei.

Le opere in questione saranno realizzate all'interno dell'area cimiteriale di Pompei, posta ad una quota di circa 32 m.s.l.m., ubicata nei pressi del confine

settentrionale del medesimo territorio comunale, ed in adiacenza a quello di Boscoreale.

Il presente studio geologico – tecnico, completo dei suoi allegati, è stato compilato per la fase di progettazione di cui sopra e finalizzato alla conclusione di tutte le opere necessarie alla riqualificazione del cimitero comunale in ottemperanza alla legislazione vigente in materia di lavori pubblici. (cfr. art. 23 del D.Lgs 50/2016 del 18 aprile 2016 e ss.mm.ii.).

In ottemperanza alle leggi di settore il seguente elaborato adempie anche alla Legge Regionale n°3 del 27 febbraio 2007 – Disciplina dei lavori pubblici, dei servizi e delle forniture in Campania.

Inoltre, lo studio geologico – tecnico, viene redatto, come già accennato in precedenza, per rispondere alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018, nonché pubblicate sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n°42 del 20 febbraio 2018, adempiendo, tra l'altro, alla L.R. n°9/83 e s.m.i. ed al suo provvedimento attuativo vigente “Regolamento per l'espletamento delle attività di autorizzazione e di deposito dei progetti, ai fini della prevenzione del rischio sismico in Campania” n°4/2010.

Ci si riferisce, inoltre, al vademecum per le denunce di lavori presso gli ex Settori provinciali del Genio Civile, approvato con Decreto Dirigenziale del Coordinatore Area Lavori Pubblici della Regione Campania n°53 del 12/11/2009, consentendo nella fattispecie di progettare le strutture finalizzando la documentazione per l'ottenimento dell'autorizzazione sismica da parte degli enti competenti in materia, con le modalità previste dal Regolamento Regionale n°4/2010, come specificato dal Decreto Dirigenziale dell'A.G.C. 15 n°65 del 03/08/2010, ed integrato dalla Circolare dell'AGC n°15 prot. n°93560 del 07/02/2011. Tale elaborato contiene al suo interno la relazione geologica (cfr. par. C. 6.2.1., Circ. Min. Infr. n°7 del 21 gennaio 2019) e la relazione sulla modellazione sismica del sito di costruzione (cfr. par. C. 10.1., Circ. Min. Infr. n°7 del 21 gennaio 2019), nonché fornisce al progettista tutti i dati utili alla modellazione geotecnica dell'opera, consentendo le “calcolazioni” del caso

sull'interazione struttura – terreno di fondazione; in effetti, questo elaborato costituisce aggiornamento del precedente, redatto ai sensi del D.M. 14.01.2008 e pertanto questo risponde alla subentrata normativa (D.M. 17.01.2018).

Per la redazione del presente studio si è tenuto conto di una campagna di indagini geognostiche pregressa eseguita nel sito in esame nell'anno 2012. Tale campagna, commisurate alla tipologia degli interventi a farsi, è consistita nell'esecuzione delle seguenti indagini:

- n°3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH);
- n°1 prova sismica MASW.

Il presente elaborato è stato, quindi, redatto effettuando una serie di sopralluoghi ed un attento rilevamento geologico e geomorfologico, consentendo di rilevare le litologie affioranti e le eventuali caratteristiche morfologiche nei dintorni del sito.

A questa fase è seguita quella di reperimento dei dati cartografici, geologici, geotecnici e geomorfologici sull'intero territorio comunale prima, e successivamente sull'area in questione, al fine di implementare i dati raccolti durante i sopralluoghi, per ricostruire, quindi, il modello geologico del sito d'interesse.

In particolare, la ricerca bibliografica ha preso come riferimento diverse pubblicazioni scientifiche e lo studio geologico – tecnico allegato al P.R.G. ed al P.U.C. di Pompei.

Al fine di ottenere ulteriori conoscenze sull'assetto geolitologico e geologico – tecnico dell'area sono stati prese come indagini di riferimento un sondaggio (S1_{ac}), realizzato per lo studio geologico dell'ampliamento del cimitero comunale nell'anno 2000, un sondaggio (S6_{prg}), eseguito per lo studio geologico – tecnico allegato al P.R.G. nell'anno 1982, un sondaggio (S16_{puc}) con prelievi di campioni effettuato nel 2008 per lo studio geologico – tecnico del PUC del comune di Pompei, ed infine tre sondaggi a distruzione di nucleo (S1_{ms}, S2_{ms} e S3_{ms}) con prelievo di campioni eseguiti nel 2014 per lo studio geologico – tecnico del progetto relativo alla verifica della capacità dei terreni di mineralizzare le salme all'interno del Cimitero Comunale di Pompei, quest'ultimo effettuato dallo

Scrivente.

Inoltre si è fatto riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale Campania Centrale, oggi accorpata all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale che è l'ente pianificatore, in materia di difesa suolo, competente sul territorio comunale di Pompei.

In sintesi, lo studio geologico – tecnico è stato condotto seguendo alcune fasi operative che è possibile così sintetizzare:

- Acquisizione degli elaborati relativi alle opere a farsi presso l'ufficio tecnico;
- Acquisizione presso l'ufficio tecnico comunale ed altri enti territoriali sovracomunali di dati utili all'inquadramento geologico – tecnico dell'area;
- Rilevamento geologico e geomorfologico del sito e delle aree contermini, atto ad appurare i contatti stratigrafici dei termini litologici presenti nell'area in esame e le forme del paesaggio al fine di valutarne la stabilità;
- Riunioni informali con il progettista per il trasferimento dei primi dati sul sito d'interesse;
- Elaborazione della cartografia tematica e redazione dello studio geologico – tecnico.

Sintetizzando la progettazione a cui si riferisce questo studio geologico – tecnico si precisa quanto segue.

Prima degli anni '80 la struttura cimiteriale del Comune di Pompei copriva un'area di circa 18.000 m², disposta sostanzialmente su due livelli, avendo accesso al livello inferiore direttamente da via Nolana. Quest'ultimo ha in pianta una forma sostanzialmente quadrata, al centro della quale vi sono otto aree destinate all'inumazione, mentre di fronte all'ingresso si ergono due chiese, di cui una ipogea. Alle spalle di codeste strutture si diparte il secondo livello del cimitero antico, occupato per metà da cappelle gentilizie familiari, mentre la restante parte è costituita da otto sezioni destinate all'inumazione.

L'ampliamento del cimitero, iniziato appunto negli anni '80, si è sviluppato su di un unico livello di pianta rettangolare che ha permesso la costruzione di ulteriori cappelle gentilizie familiari; l'accesso al cimitero di nuova realizzazione avviene

da una traversa di via Nolana.

Pertanto è possibile suddividere, come mostrato nell'elaborato TG2, redatto in scala 1:5.000, l'area cimiteriale in due blocchi, ovvero il cimitero "vecchio" e quello "nuovo", collegati tra loro da un piccolo varco realizzato nelle vecchie mura di cinta.

Gli interventi a farsi interessano entrambe le aree cimiteriali, e consistono nella realizzazione di nuovi loculi e ossari, in virtù dell'ampia domanda da parte della cittadinanza di Pompei.

I nuovi loculi sono stati delocalizzati e aumentati di numero rispetto a quelli previsti nel progetto originale, eliminando le batterie di loculi posizionate nei viali a destra e sinistra dell'ingresso del Cimitero "vecchio" e quelli posizionati all'interno delle colonne monumentali sia del Cimitero "vecchio" che di quello "nuovo"; per quanto riguarda quelli in corrispondenza del muro di cinta del Cimitero Nuovo, lato ovest, sono stati sostituiti da loculi e ossari. Altre quattro batterie sono previste nel viale di fronte all'ingresso del cimitero nuovo ed altre sei batterie sono state collocate a destra e sinistra della scala di accesso alla Chiesa presente nel Cimitero Vecchio.

In particolare il progetto in questione prevede la realizzazione di 591 loculi e di 104 ossari in conglomerato cementizio vibrocompresso, realizzando tra l'altro il collegamento tra questi ed il muro di cinta, attualmente fatiscente e da demolire e ricostruire, in cemento armato. Il complesso degli ossari sarà dotato di solaio di copertura e sormontato al bordo da un muretto, e dinanzi ad essi sarà realizzata una pavimentazione in massetto autobloccante, mentre il materiale di rivestimento sia dei loculi che degli ossari sarà costituito da marmo bianco di Carrara.

Il presente progetto in questione prevede inoltre la realizzazione di un impianto elettrico costituito da un quadro elettrico generale e da sei sottoquadri, con le rispettive linee secondarie, che porteranno l'energia elettrica ai vari settori del cimitero, collegati a pozzetti di derivazione, da cui fuoriescono i fili per l'illuminazione votiva dei singoli loculi ed ossari.



Foto 2. Il colonato ove saranno realizzati i nuovi loculi.

L'impianto sarà realizzato mediante linee elettriche poste entro tubazioni interrate e guaine flessibili incassate nella struttura, complete di scatole di derivazione.

In ogni caso, per maggiori dettagli tecnici si rimanda agli elaborati descrittivi e cartografici dell'intera progettazione in questione.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Pompei rientra, in parte, all'interno del contesto alluvionale della Piana del Sarno (zona meridionale), ed in parte in quello vulcanico del Somma – Vesuvio (zona settentrionale) che è la porzione di territorio di nostro interesse in quanto l'area in cui ricade il cimitero comunale è parte di quest'ultimo contesto. Pertanto, grazie anche all'analisi di dettaglio scaturita dallo studio di fonti bibliografiche (carte geologiche), nonché dalle conoscenze acquisite dai sondaggi di riferimento, è doveroso ricondurre la storia geologica di questa zona come facente parte del complesso vulcanico vesuviano.



Figura 1. Struttura morfologico – strutturale della Piana Campana meridionale, ovvero Piana del Sarno.

L'edificio vulcanico del Somma – Vesuvio (vulcano – strato costituito da un vecchio apparato, il Monte Somma, e da uno più giovane, il Vesuvio) ha avuto origine tra la fine del Pliocene e l'inizio del Pleistocene ed occupa la parte meridionale della Piana Campana.

Tutti i prodotti vulcanici che si rinvenivano in affioramento appartengono per lo più alla storia eruttiva recente; difatti, la storia geologica di questa parte del territorio di Pompei è strettamente legata agli eventi effusivi e/o esplosivi che da circa 2.000 anni a questa parte ne hanno determinato l'attuale conformazione.

La grande eruzione del 79 d.C. è ben rappresentata lungo tutto il versante sud – orientale, ovvero quello di Ns. interesse. Questa è costituita da una successione di piroclastiti messi in posto con meccanismi diversi, ora da flusso piroclastico, ora da surge, ora da prodotti di caduta; si tratta di pomici, ceneri, sabbie in genere ordinatamente disposte con spessori complessivi che raggiungono una decina di metri. Dopo l'eruzione del 79 d.C., dell'antico Monte Somma resta, nella parte settentrionale, un piccolo lembo, e in quella occidentale, il Colle del Salvatore sul quale sorge l'Osservatorio Vesuviano. Non vi sono evidenze morfologiche del fianco meridionale del Monte Somma, poiché quest'ultimo fu ribassato dalla calderizzazione e, in seguito, sepolto dai prodotti eruttivi del Vesuvio.

Non si hanno notizie storiche di eruzioni comprese tra il 79 d.C. ed il 1631; alcuni depositi, affioranti sopra i prodotti relativi all'eruzione del 79 d.C., indicano peraltro che una, sia pur modesta, attività vulcanica dovette verificarsi prima di quella disastrosa del 1631. Durante quest'ultima eruzione il cono del Vesuvio fu ulteriormente squarciato da una forte eruzione con l'emissione di prodotti piroclastici rappresentati da prodotti da caduta, flussi piroclastici e da lave originatesi da diverse bocche eruttive avventizie. La lava raggiunse il mare e determinò importanti danni.

Dopo il 1631 e fino al 1944, anno dell'ultima eruzione, il Vesuvio è stato frequentemente in attività. Sono stati riconosciuti diversi cicli eruttivi i quali hanno interessato direttamente il territorio cittadino. In corrispondenza di queste eruzioni storiche lingue di lava giunsero fino al centro abitato, in qualche caso raggiungendo il mare. Associate alle lave si depositarono quasi sempre materiali piroclastici sciolti con una distribuzione areale maggiore rispetto alle lave stesse.

Dalla storia evolutiva del complesso vulcanico si può facilmente immaginare come il sottosuolo di questa parte di territorio comunale di Pompei

(cfr. indagini di riferimento) sia costituito da colate laviche antiche e da piroclastiti sciolte (pomici, ceneri, lapilli e scorie) sovrapposte alle prime ed ascrivibili ai fenomeni storici di cui sopra. Queste ultime sono rappresentate da strati di terreni aventi diverso spessore e a granulometria variabile dalle ghiaie (pomici e scorie) ai limi (ceneri) con diverso grado di addensamento e compattezza.

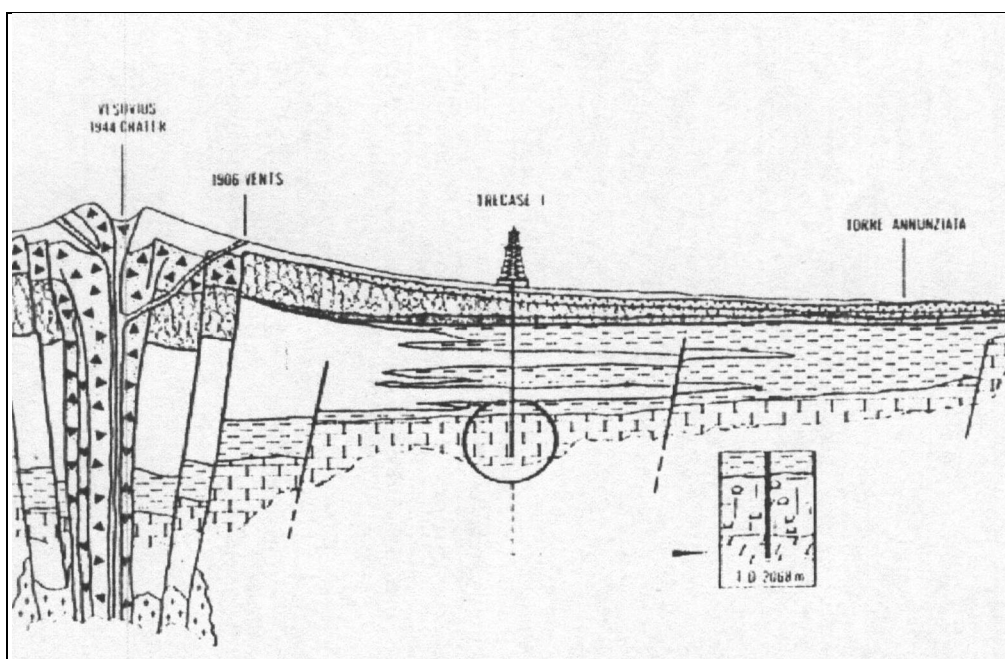


Figura 2. Sezione geologica schematica del complesso vulcanico del versante meridionale del Somma – Vesuvio.

Il principale aspetto morfologico del complesso vulcanico è rappresentato da un netto contrasto tra il Monte Somma ed il cono regolare del Vesuvio; le due strutture si collegano lungo la Valle del Gigante, in uno stretto semicerchio, il cui fondo è formato da flussi di lava di diverse eruzioni. Il Monte Somma si presenta con il tipico profilo asimmetrico di giovane caldera, con pareti sub – verticali che bordano l'interno dell'area crollata. La topografia esterna mostra, invece, un'acclività più moderata di quella interna e presenta un notevole numero di valli di erosione che incidono i versanti. Schematicamente si può dire che, nella parte superiore del rilievo del Monte Somma, risultano esposte colate laviche più vecchie, coperte da un sottile strato di sabbia vulcanica; continuando verso il basso, l'inclinazione diviene più moderata e, laddove uno svariato numero di gole

si uniscono, si forma un vallone. All'interno di questi valloni sono stati messi in evidenza delle importanti linee di frattura di origine vulcanica.

Questa morfologia così composita influenza l'andamento della idrografia superficiale. Essa mostra un andamento sub – radiale ed è maggiormente concentrata nella parte bassa del vulcano ove prevalgono i prodotti piroclastici poco permeabili (piroclastiti a granulometria più fine). Nella parte alta del vulcano il ruscellamento delle acque di apporto meteorico è relativamente più attivo a causa della elevata acclività delle colate. Tuttavia i deflussi superficiali sono generalmente ridotti, in quanto si infiltrano nella parte bassa del versante che fa da raccordo con la piana, dove la pendenza diminuisce.

Il versante del Vesuvio, a cui ci si deve riferire per contestualizzare geologicamente l'area in questione presenta, invece, una morfologia sub – pianeggiante che tende al raccordo con la Piana del Sarno. Le colate laviche, sul lato occidentale, arrivano fino al mare, mentre nel settore sud – orientale si perdono al di sotto della sedimentazione piroclastico alluvionale della Piana del Sarno. Un altro aspetto importante che caratterizza i versanti del Vesuvio è la presenza di fratture dovute ad eruzioni effusive laterali del periodo più recente (1637-1944). Quest'ultimo aspetto influenza la rete idrografica che, su questi versanti, è meno sviluppata rispetto a quelli del Monte Somma; probabilmente, ciò è dovuto all'infiltrazione dell'acqua meteorica nelle suddette fratture.

Dal punto di vista idrogeologico l'alternanza di lave e livelli piroclastici è l'elemento caratterizzante dello schema di deflusso delle acque sotterranee. Le lave sono dotate soprattutto di una permeabilità per fessurazione (dovuta alla tipica fratturazione da raffreddamento) ad andamento normale all'asse della colata, questa può essere considerata la componente verticale della permeabilità. La componente orizzontale della stessa permeabilità aumenta alla base e al tetto delle singole colate laviche, dove la roccia è più scoriacea e poggia su livelli di lapilli e pomici molto permeabili. Si può quindi affermare che le lave hanno un grado di permeabilità, per fessurazione, che potremmo definire medio; esso, invece, risulta basso quando le lave si presentano compatte.

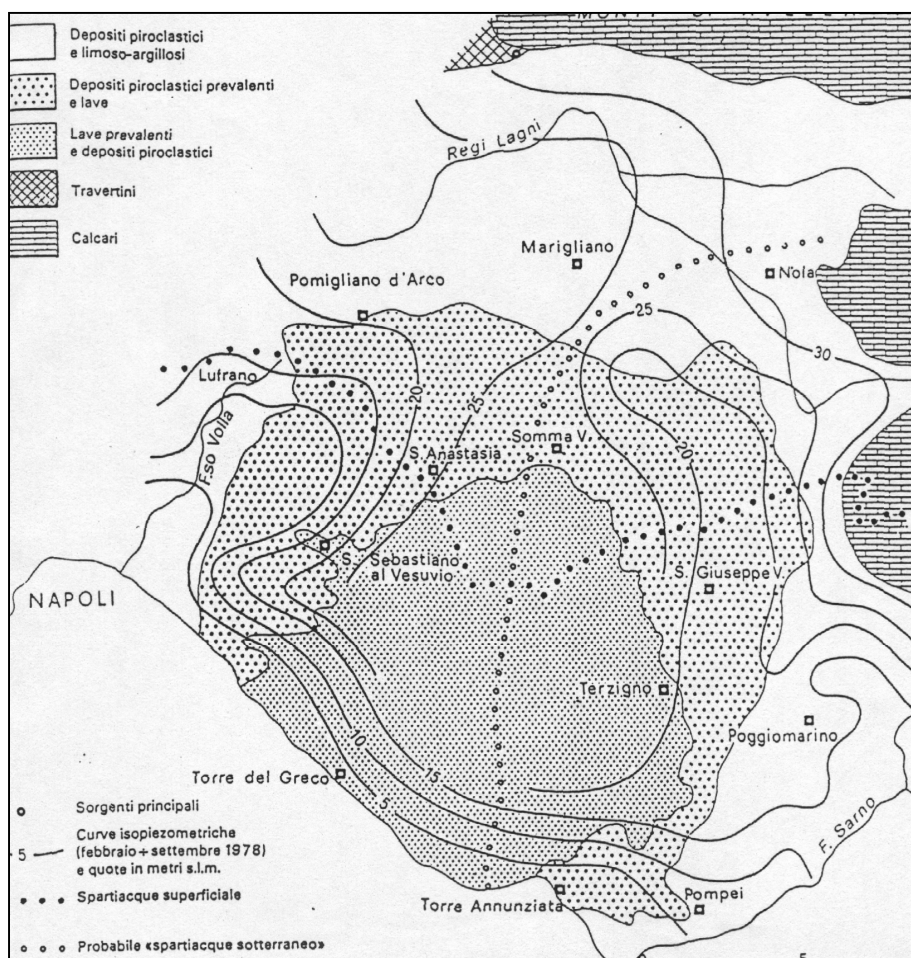


Figura 3. Schema idrogeologico del complesso vulcanico del Somma - Vesuvio.

Per quanto riguarda le piroclastiti, invece, dobbiamo distinguere l'alto grado di permeabilità, per porosità, di pomici, lapilli e scorie (depositi piroclastici sciolti) da quello più basso delle ceneri le quali, in particolari condizioni di sedimentazione e diagenesi, possono diventare dei veri e propri litotipi impermeabili. I due complessi idrogeologici, così distinti, presentano varie interconnessioni, quindi ciò fa sì che, in realtà, la circolazione idrica sotterranea non sia per falde idriche sovrapposte, così come si potrebbe ipotizzare in linea teorica, ma preferenzialmente basale.

Pertanto, lo schema idrogeologico del Somma – Vesuvio è riconducibile ad una struttura idrogeologica differenziabile dalla piana circostante, a causa della tipica morfologia del vulcano – strato e della notevole permeabilità dei terreni affioranti. Tali terreni assorbono facilmente la maggior parte delle acque

meteoriche le quali vanno ad alimentare l'acquifero superficiale il cui pelo libero si rinviene ad una quota piezometrica di pochi metri superiore al livello del mare. Il deflusso idrico sotterraneo si sviluppa radialmente, cioè dal complesso vulcanico alle strutture adiacenti, e trova recapito nelle falde perivulcaniche (piane alluvionali) e, lungo la fascia costiera, nel mare. Come si ribadirà di seguito vista la profondità della falda nella località di interesse, la stessa non incide sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di sedime delle fondazioni delle opere in oggetto.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

Come ribadito in premessa, in base all'importanza delle opere a farsi, ritenute come opere di media entità, ovvero non propriamente rientranti all'interno della categoria di opere minori (Decreto Dirigenziale dell'A.G.C. 15 n°65 del 03/08/2010, pubblicato sul B.U.R.C. n°55 del 09/08/2010, cfr. fig.4), la presente relazione geologico – tecnica è stata supportata da una campagna di indagini geognostiche commisurata alle tipologie edilizie, già eseguita nell'anno 2012 e di cui questo studio geologico – tecnico ha fatto ovviamente proprie.

INTERVENTI DI NUOVA EDIFICAZIONE e INTERVENTI di ADEGUAMENTO o MIGLIORAMENTO DI COSTRUZIONI ESISTENTI (par. 8.4.1 e 8.4.2, NTC-2008)	
1	chioschi e gazebo
2	portali, strutture di sostegno per insegne pubblicitarie e simili, con superficie esposta ≤ 20 mq ed altezza strutturale ≤ 6 m
3	pannelli solari e fotovoltaici su strutture di sostegno (pali e simili) di altezza strutturale ≤ 3 m
4	loculi e cappelle funerarie limitatamente a strutture con n.1 impalcato fuori terra; monumenti funerari
5	muri di recinzione (altezza strutturale fino a 3,00 m) senza funzioni di contenimento
6	opere di sostegno con altezza di ritenuta ≤ 2 m
7	gabbionate di altezza strutturale fuori terra ≤ 3 m
8	manufatti edilizi con struttura indipendente, anche interrati, con volumetria ≤ 60 mc (es.: garage, locali tecnici, rimesse attrezzi, spogliatoi e simili)
9	opere idrauliche minori, quali briglie, pennelli, opere di difesa spondale, prive di ancoraggi e con fondazioni dirette, di altezza strutturale ≤ 2 m
10	piscine non aperte al pubblico
11	vasche e serbatoi interrati o a livello di terreno, di volumetria lorda ≤ 100 mc
12	strutture di impianti ascensori, montacarichi e piattaforme elevatrici
13	scale con struttura indipendente, di altezza fino a n. 2 piani
14	antenne per telefonia mobile, da installare anche su edifici esistenti
15	strutture di sostegno per dispositivi di telecomunicazione, illuminazione, segnaletica stradale (quali pali, tralicci, torri faro...), isolate, non ancorate ad edifici, di altezza strutturale ≤ 10 m
16	soppalchi, tettoie e pensiline metalliche o lignee, con struttura indipendente, fino ad una superficie in pianta ≤ 20 mq e di altezza strutturale ≤ 4 m
17	edifici agricoli non residenziali (escluse le serre) accessori all'abitazione o all'azienda agricola, di volumetria strutturale ≤ 200 mc
18	serre, adibite a coltivazione, con altezza strutturale massima ≤ 3,00 m
19	tettoie ad uso agricolo con superficie in pianta ≤ 500 mq, con altezze strutturali ≤ 6,00 m e con interassi tra gli elementi strutturali verticali ≤ 5,00 m

Figura 4. Stralcio elenco opere minori di cui al Decreto n°65/2010.

Nel complesso tale campagna d'indagini, comprensiva di quelle consultate come riferimento, ha fornito i dati necessari per progettare le strutture in maniera da adeguare lo stesso progetto esecutivo alla recente normativa tecnica sulle costruzioni (cfr. D.M. 17.01.2018), oltre che a ricostruire il modello geologico – tecnico sulla verticale d'interesse.

Le indagini a suo tempo eseguite, scaturirono da una sostanziale semplicità del modello geologico – tecnico, in quanto ci troviamo su un'area caratterizzata da una superficie sub - pianeggiante in cui affiorano livelli di terreni piroclastici eruttati dal Somma – Vesuvio, intercalati sovente da paleosuoli; pertanto la suddetta campagna d'indagini, come già ribadito in premessa, è stata caratterizzata dalle seguenti attività:

- n°3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH);
- n°1 indagine sismica eseguita con metodologia MASW.

Per il dettaglio esecutivo e di “report” finale si rimanda a questo paragrafo ed agli allegati predisposti.

Le indagini sono state predisposte per determinare alcuni parametri che sono di seguito elencati:

- Definizione del modello geologico – tecnico in ottemperanza al D.M. del 17 gennaio 2018.
- Definizione delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dalle suddette opere, nonché eventuali altri fattori che possono scaturire dalle attività di indagini e/o rilevamento.
- Caratterizzazione sismica del sito grazie al profilo con metodologia MASW.
- Verifica alla liquefazione.

L'ubicazione di tutte le indagini effettuate è stata riportata sull'elaborato TG3, redatto in scala 1:1.000 – “Ubicazione delle indagini geognostiche pregresse” allegata alla presente relazione.

Le prove penetrometriche DPSH furono eseguite dalla ditta GEOSEVI s.a.s., autorizzata come da riferimento in fregio ai certificati delle stesse prove, allegate a codesto studio; l'indagine sismica MASW è stata svolta dal dott. geol. Francesco Cuccurullo Traversa San Rocco, 52 – 84016 Pagani (SA). Nella tabella in basso si riporta il prospetto sintetico delle ditte e/o professionisti che hanno eseguito le indagini del caso.

Tipologia indagine	Ditta esecutrice	Indirizzo
Prove penetrometriche	GEOSEVI s.a.s.	via del Centenario, 142 –

DPSH		84084 Fisciano (SA)
Indagine sismica eseguita con metodologia MASW	dott. geol. Francesco Cuccurullo	via Traversa San Rocco Moro, 52 – 84016 Pagani (SA)

Di seguito sono riportate le caratteristiche e le modalità operative delle singole indagini eseguite durante la suddetta campagna.

Dynamic Probing Super Heavy

La campagna d'indagini in situ è stata caratterizzata dall'esecuzione di n°3 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti (DPSH), distribuite sull'intera area cimiteriale, seguendo le metodologie previste dalla norma DIN 4094.

La prova penetrometrica dinamica continua è molto praticata in Italia data la sua semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione; essa consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta d'acciaio, facendo cadere sulla sommità delle aste stesse un maglio di peso e grandezza standard (le dimensioni ed il peso variano a seconda della tipologia di prova). I valori misurati attraverso questa tipologia di prova sono i numeri di colpi necessari per una data penetrazione nel terreno. Poiché sono numerose le differenze tra i penetrometri esistenti, secondo le varie classificazioni (ISSMFE, MEARDI-AGI, DIN ecc.), esistono diverse modalità di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue; le svariate tipologie di penetrometri utilizzati per questo tipo di prova possono essere elencati nella seguente tabella (ISSMFE, 1998).

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa battente (Kg)	Profondità max. indagine
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20 – 25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH	$M \geq 60$	25 m

(Super Heavy)			
---------------	--	--	--

Tabella 1. Schema caratteristiche macchinario utilizzato.

Nel caso specifico delle indagini eseguite per questo lavoro si è utilizzato un penetrometro superpesante DPSH EMILIA (20), avente le seguenti caratteristiche:

- peso massa battente – 63,5 kg;
- altezza di caduta libera – 0,75 m;
- peso sistema di battuta – 30,0 kg;
- diametro punta conica – 50,5 mm;
- area di base punta – 20,0 cm²;
- lunghezza delle aste – 1 m;
- peso aste a metro – 8,0 kg/m;
- avanzamento punta – 0,20 m;
- numero colpi per punta – N(20);
- coefficiente di correlazione – 1,521;
- angolo di apertura punta – 60°.

Le profondità di investigazione delle tre prove DPSH eseguite per codesto lavoro sono elencate nella seguente tabella:

D.P.S.H.	Profondità dal p.c. (m)
P1	2,80
P2	8,20
P3	12,00

Tabella 2. Profondità di investigazione rispetto al piano campagna delle prove penetrometriche dinamiche continue DPSH eseguite.

A tal proposito bisogna specificare che le prime due prove DPSH (P1 e P2) hanno investigato il sottosuolo sino alla profondità di rifiuto, dovuto alla presenza di strati litologici fortemente addensati o, come nel caso della prova P1, di grossi trovanti litoidi. Nel caso della prova penetrometrica P3 l'indagine è stata spinta

sino ad una profondità di 12,00 m senza portarla a rifiuto, in quanto si sostiene di aver raggiunto una profondità più che sufficiente per la successiva caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, nonché per motivazioni di carattere strumentale, in quanto oltre una data profondità i dati restituiti da codesta tipologia di prova risultano poco attendibili a causa del peso stesso delle aste.

Indagine sismica

Tra le indagini eseguite è stata prevista un'indagine sismica a rifrazione con metodologia MASW, eseguita al centro dell'area cimiteriale, al fine ottemperare a quanto previsto dal D. M. del 17 gennaio 2018.

La strumentazione utilizzata può essere così sintetizzata:

Base di acquisizione	<i>Sismografo portatile M.A.E. A6000-S</i>
Numero di canali	<i>24</i>
Sensori di acquisizione	<i>Geofoni Geospace da 4,5 Hz</i>

Tabella 3. Caratteristiche generali della strumentazione adoperata.

L'indagine sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves, ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) è basata sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh che forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità, alle profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_P e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_S , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 17 gennaio 2018).

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 5) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera. L'asse maggiore delle ellissi è normale alla

superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado rispetto alla direzione di propagazione delle onde che vengono generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a $0.92 V_s$. In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e $0.92 V_s$. La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

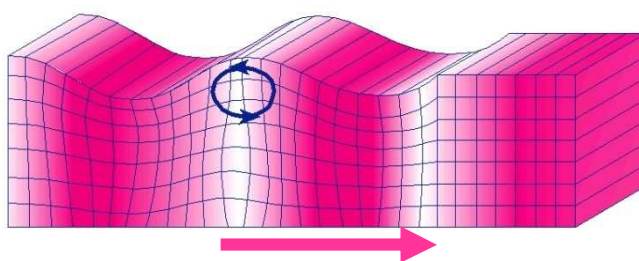


Figura 5. Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto alla direzione di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio V_s tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%). Inoltre l'ampiezza delle onde superficiali dipende da \sqrt{r} e non da r come per le onde di volume.

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_s , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 17 gennaio 2018).

Infatti, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica dalle

vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P, risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_S , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati; pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

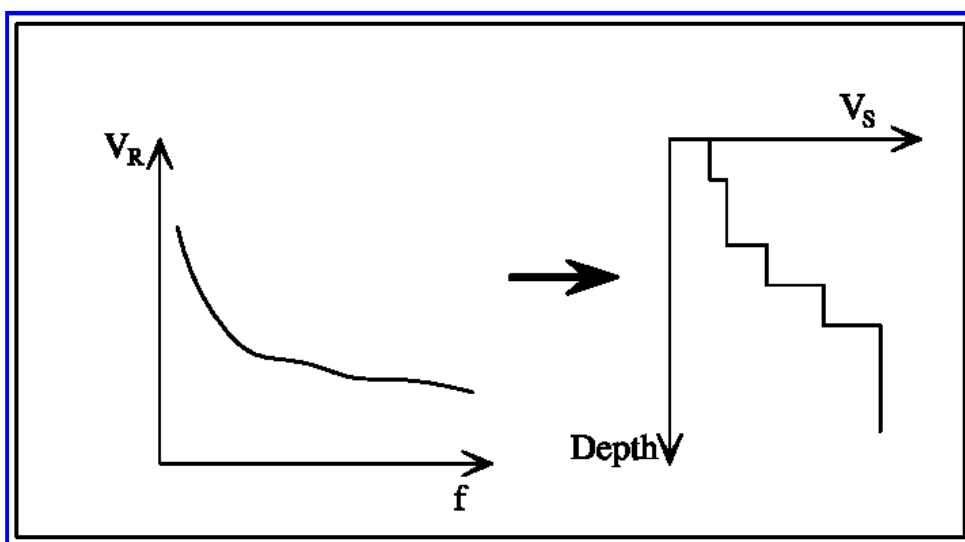


Figura 6. Velocità delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (a sinistra) e profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità (a destra) ricavato tramite processo d'inversione.

La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) è pari a circa il 90% delle onde di taglio (V_S). Le tecniche di analisi delle onde di Rayleigh vengono realizzate con procedure operative meno onerose della comune sismica a rifrazione e delle prove in foro e hanno un grado di incertezza nella determinazione delle $V_S < 15\%$.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh vengono

successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede quattro passi fondamentali:

1. Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente – geofoni che viene spostato lungo la linea dello stendimento stesso dopo ogni acquisizione.
2. Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione).
3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle V_s (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico).
4. Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle V_s dei terreni con approccio multicanale (con almeno due acquisizioni dei segnali, ovvero uno spostamento lungo la linea dello stendimento).

Al fine di caratterizzare sismicamente il suolo in area progettuale, come più volte ribadito, è stata eseguita una prospezione sismica MASW, con le seguenti caratteristiche:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Offset e spacing (m)</i>	<i>Direzione</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>50.00</i>	<i>2.00</i>	<i>N 252° E</i>

Tabella 4. Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000 – S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per

l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch – screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo; l'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

Le onde sismiche sono state generate da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 10 kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra posizionata alla distanza di 1.50 m dal primo geofono; quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 2 m. La lunghezza complessiva dello stendimento (50.00 m.) è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni del sito in esame fino alla profondità di 35,1 m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.488Hz$.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate, come accennato poc'anzi, con il programma SurfSeis2.05 della Kansas Geological Survey che ha

permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di una sezione sismostratigrafica 2D delle V_s .

L'interpretazione della prospezione sismica eseguita sarà commentata nei paragrafi successivi, all'interno dei quali si forniranno utili indicazioni al progettista, anche numeriche, per la predisposizione del progetto esecutivo con i dovuti calcoli delle strutture. Di seguito si riportano i valori acquisiti durante le attività di campagna e che saranno trattate nelle prossime elaborazioni.

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s) acquisizione n.1</i>	<i>V_s (m/s) acquisizione n.2</i>
S1	0.0 – 2.5	168	168
S2	2.5 – 9.2	270	269
S3	9.2 – 16.9	313	317
S4	16.9 – 22.2	366	358
S5	22.2 – 28.9	413	410
S6	28.9 – 35.1	645	651

Tabella 5. Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

5. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Dal punto di vista geolitologico, come si evince dall'elaborato TG4 redatto scala 1:2.000, in tutta l'area cimiteriale affiorano depositi di origine piroclastica, costituenti i prodotti da caduta e da flusso delle eruzioni di tipo pliniano del centro eruttivo Somma Vesuvio.

Sempre dall'osservazione della carta geolitologica, si evince come nell'area in questione, così come all'interno del cimitero di Pompei, tali terreni piroclastici si differenzino principalmente per un aumento delle granulometrie più grossolane, ovvero di ghiaie, rappresentate sia da pomici bianche che da scorie scure eterometriche; pertanto nell'area cimiteriale nord-orientale si ha in prevalenza l'affioramento di sabbie e limi con livelli di pomici bianche, mentre nella porzione di cimitero sud – occidentale affiorano prevalentemente sabbie e ghiaie (pomici e scorie).



Foto 3. La morfologia come si presenta nei dintorni del Cimitero Comunale di Pompei.

La carta tematica in questione è stata redatta basandosi innanzitutto su informazioni bibliografiche, quali le carte geologiche del CARG in scala 1:10.000 redatte dall'ex Autorità di Bacino del Sarno, dettagliandola attraverso le osservazioni svolte durante gli attenti sopralluoghi effettuati sul sito di interesse e nelle aree contermini, nonché grazie alle indagini geognostiche eseguite ed al reperimento di ulteriori dati ricavati dai sondaggi presi come riferimento. Precisamente tali indagini di riferimento sono caratterizzate dal sondaggio S1_{ac}, effettuato per lo studio geologico tecnico per l'ampliamento del cimitero, dal sondaggio S16_{puc}, allegato allo studio geologico del P.U.C. di Pompei, ed infine dal sondaggio geognostico S6_{prg} effettuato per lo studio geologico – tecnico allegato al P.R.G..

L'ubicazione dei suddetti sondaggi di riferimento è mostrata all'interno dell'elaborato TG4 e le corrispondenti descrizioni stratigrafie sono state allegate a codesto studio.

Come già descritto nei paragrafi precedenti, per codesto lavoro sono state effettuate nel 2012 tre prove penetrometriche DPSH le quali mostrano talvolta risultati differenti a causa soprattutto di una maggiore o minore presenza di ghiaia (scorie); in effetti nel caso della prova penetrometrica P1 la presenza di un trovante litoide piuttosto grande ha portato a rifiuto l'indagine stessa, ma in ogni caso è possibile definire il modello geologico – tecnico del sottosuolo.

Ad ogni modo, in base sia ai dati ottenuti dalle indagini effettuate che quelle di riferimento, è stata ricostruita una stratigrafia di sintesi del modello geologico tecnico lungo la verticale del sito in esame e significativo dell'intera area cimiteriale:

- 0,00 – 2,20 m: sabbia debolmente limosa con ghiaia (pomici e scorie), di colore grigio scuro;
- 2,20 – 5,00 m: sabbia limosa, di colore grigio – verdognolo;
- 5,00 – 7,00 m: ghiaia (pomici), di colore biancastro;
- 7,00 – 13,00 m: sabbia, di colore grigio giallognolo;
- 13,00 – 15,00 m: limo sabbioso, di colore grigio – verdognolo;
- 15,00 – 30,00 m: tufo giallo compatto.

Dagli elaborati progettuali messi a disposizione dal progettista risulta che le opere in progetto hanno il loro piano di sedime impostato all'interno della sabbia debolmente limosa con ghiaia, le cui caratteristiche geomeccaniche saranno illustrate all'interno dei successivi paragrafi.

Dal punto di vista strutturale non si riscontra la presenza di faglie, certe o presunte, dato che il sito in esame è ubicato ai margini della piana del Sarno ben lontano dai rilievi carbonatici che la delimitano, nonché gli stessi depositi di riempimento celano le forme strutturali sottostanti, profonde anche diverse migliaia di metri al di sotto del p.c.

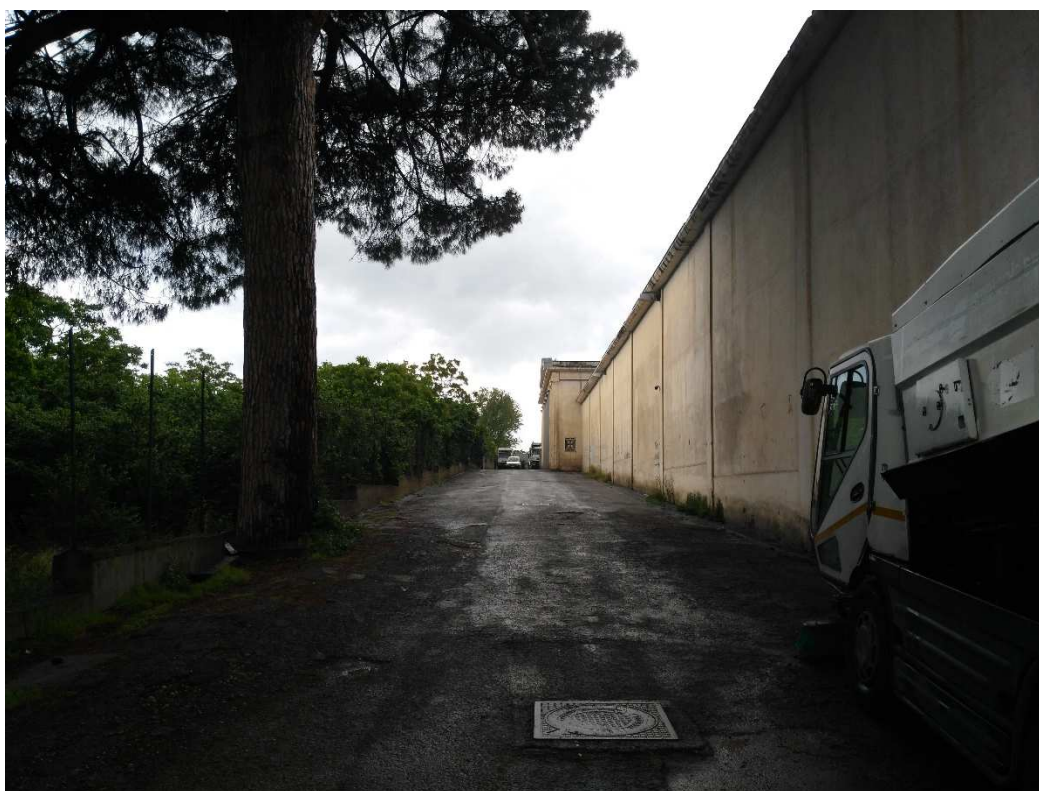


Foto 4. L'area cimiteriale come risulta leggermente rialzata sulla piana circostante.

Per quanto concerne invece gli aspetti morfologici dell'area di studio si è constatato sia durante i sopralluoghi sia dall'osservazione della cartografia (cfr. TG1 e TG2) che l'intero cimitero è ubicato in una zona rialzata, di qualche metro, rispetto alle aree poste ad est e a sud, essendo parte dell'area distale delle pendici del complesso vulcanico del Somma – Vesuvio.

In ogni caso le pendenze di tale area risultano piuttosto blande, con valori intorno al 2%, e questa condizione fa sì che quest'area sia nel complesso stabile dato che mancano quei fattori che predispongono un determinato territorio al dissesto, uno di questi è, appunto, l'acclività.

Dalle osservazioni svolte in attività di campo si è constatato un grado di urbanizzazione non molto elevato, riscontrando nelle zone contermini l'area di studio la presenza di vaste aree destinate ad uso agricolo, permettendo in tal modo il regolare deflusso delle acque superficiali, evitando problemi di allagamento in corrispondenza di eventi piovosi di forte entità, un problema che si manifesta sovente in prossimità di alvei strada, i quali non sono stati riscontrati nei pressi dell'area di interesse. Tali osservazioni sono avvalorate dall'assenza di classificazione riguardante il rischio idraulico del sito in esame nel P.S.A.I. redatto dall'ex Autorità di Bacino della Campania Centrale, oggi facente parte del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, che come già specificato in precedenza è l'ente pianificatore in materia di difesa suolo di tutto il territorio comunale di Pompei.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, dal sondaggio di riferimento S16_{puc} si può asserire che la falda idrica sotterranea si trova ad una profondità di circa 22 m rispetto al p.c., ragion per cui la falda non interagisce con il piano di sedime delle opere a farsi, la quale potrebbe causare l'aumento delle pressioni neutre. Ad ogni modo una precisazione da fare comunque è che in questi terreni, in cui vi è alternanza di sabbie, ghiaie in matrice sabbiosa, limi e limi argillosi, è possibile l'instaurarsi di piccole falde sospese, a carattere prevalentemente stagionale, che si concentrano nei livelli sabbioso – ghiaiosi più permeabili tamponati a letto da quelli limo – argillosi che presentano un grado di permeabilità nettamente minore. Comunque il caso appena citato non si verifica in corrispondenza del sito in questione.

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Come accennato nel paragrafo precedente, il modello stratigrafico sulla verticale del sito è stato ricostruito grazie alla campagna d'indagini realizzata nel 2012 ed effettuata appositamente per una corretta progettazione delle opere a farsi, oltre che dalla consultazione dei sondaggi presi come riferimento. I dati stratigrafici emersi da quest'ultimi e dalle prove eseguite hanno evidenziato che il piano di sedime delle strutture a farsi ricade all'interno della sabbia debolmente limosa con ghiaia (pomici e scorie). Ciò premesso, quindi, la caratterizzazione geotecnica e sismica dell'intervento, di cui al seguente paragrafo, persegue i sottostanti obiettivi:

- Definizione dei valori caratteristici dei parametri geomeccanici dei terreni di sedime, in particolare di quelli fondali;
- Verifica alla liquefazione;
- Caratterizzazione sismica con analisi progettuale e azioni di progetto.

Per la definizione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione sono stati elaborati sia i valori ottenuti dalle indagini geotecniche eseguite per codesto lavoro (cfr. DPSH e MASW), sia quelli derivanti dalle prove SPT svolte all'interno del sondaggio di riferimento S16_{puc}, nonché dalle analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati all'interno di quest'ultimo (S16C1 e S16C2) e di quelli prelevati dai tre sondaggi a distruzione di nucleo (S1_{ms}, S2_{ms} e S3_{ms}) eseguiti nel 2014 per lo studio geologico – tecnico del progetto relativo alla verifica della capacità dei terreni di mineralizzare le salme all'interno del Cimitero Comunale di Pompei.

Le analisi di laboratorio eseguite sui campioni di riferimento citati poc'anzi hanno restituito per i diversi parametri geotecnici i seguenti valori:

Sigla campione	Profondità (m)	Descrizione	Peso di volume (KN/m ³)	Porosità (%)	Grado di saturazione (%)	Coesione drenata (kPa)	Angolo di attrito (°)
S16C1	2,50 – 3,00	Limo con sabbia debolmente ghiaioso	14,10	53,22	27,61	0,33	32,37
S16C2	6,50 – 7,00	Sabbia con	14,75	56,14	62,41	-	-

		limo					
S1C1	2,00 – 2,50	Sabbia deolmente limosa	18,4	46,7	88,3	-	-
S2C1	3,00 – 3,50	Sabbia con ghiaia	14,6	60,8	73,2	-	-
S3C1	4,00 – 4,50	Sabbia debolmente limosa	18,5	44,2	82,4	-	-

Tabella 6. I principali parametri geotecnici ottenuti dalle prove di laboratorio prese come riferimento.

Durante la campagna d'indagini in situ sono state eseguite tre prove DPSH, spinte sino alla profondità di "rifiuto" per quanto riguarda le prime due prove, mentre la prova penetrometrica P3 ha investigato il sottosuolo sino ad una profondità di 12 m, per i motivi ampiamente descritti nei precedenti paragrafi.

Tale tipologia d'indagini ha fornito in maniera continua il numero di colpi $N_{(20)DPSH}$ necessari per l'avanzamento della punta conica nel terreno, restituendo complessivamente valori eterogenei di N_{DPSH} , mostrando i valori più elevati generalmente in corrispondenza delle profondità maggiori, raggiungendo un valore massimo di 50 $N_{(20)}$ in caso di rifiuto della prova.

Le prove penetrometriche dinamiche sono certamente le più conosciute fra le prove geotecniche in situ, poiché definiscono in modo inequivocabile il grado di addensamento dei terreni attraversati, motivo per il quale vengono effettuate soprattutto in presenza di terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie).

Per poter interpretare codesta tipologia di prova e poter ottenere i diversi parametri geotecnici esistono diverse metodologie; quella applicata nel presente lavoro consiste essenzialmente nella correlazione tra il numero di colpi misurati con la DPSH ed il numero di colpi N_{spt} . Trattandosi nel Ns. caso, come già esposto nei precedenti paragrafi, di prove eseguite con un penetrometro superpesante DPSH EMILIA (20), la relazione empirica tra i dati DPSH ed SPT è la seguente:

$$N_{spt} = \beta_t N_{20 \text{ DPSH}}$$

dove β_t rappresenta il coefficiente di correlazione, tipico per ciascuna tipologia di strumentazione, pari in questo caso ad 1,521 (vedi allegati). Dunque si è scelto

di applicare questo tipo di correlazione per ottenere essenzialmente i valori di N_{spt} corrispondenti, avvalendosi principalmente di software che rielaborano codesti dati, correlandone i diversi parametri geotecnici.

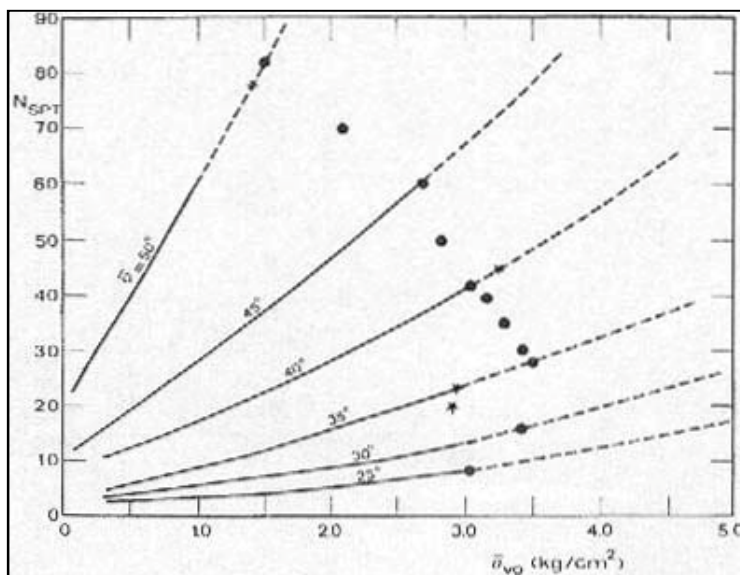


Figura 7. Il grafico che correla N_{spt} , ϕ e $\bar{\sigma}'_v$ (De Mello, 1971).

Nel corso degli anni la letteratura ha proposto una serie di correlazioni grazie alle quali, dal numero di colpi ottenuti da una prova SPT, è possibile risalire ai valori della densità relativa D_r e dell'angolo di attrito per i terreni investigati.

Generalmente al crescere del numero di colpi si ottengono valori via via più alti dei suddetti parametri, secondo specifiche espressioni matematiche rappresentate nei grafici riportati in figura 7 e 8.

Le principali correlazioni (De Mello, Gibbs e Holtz, Bazaraa, Marcuson & Bieganski, et alii), tuttavia, pongono dei limiti di applicabilità delle stesse soprattutto in virtù del numero di N_{spt} registrati; in particolare la correlazione di De Mello, che permette di calcolare l'angolo d'attrito, pone come limite di applicabilità quello di un numero di $N_{spt} > 80$ colpi/piede. Lo stesso limite è posto per la correlazione di Gibbs e Holtz per il calcolo della densità relativa.

Da quanto detto, quindi, se ne deduce che le prove SPT che vanno a rifiuto restituiscono valori non attendibili per i parametri D_r e ϕ , o comunque sovrastimati rispetto a quelli ottenuti tramite prove di laboratorio.

Alla luce della nuova normativa per le costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018), ed in particolare per gli aspetti della progettazione geotecnica, un numero considerevole di prove SPT consente di definire valori caratteristici delle caratteristiche geomeccaniche attendibili, perché valori scaturiti da famiglie statisticamente ammissibili di dati; nel nostro caso avendo convertito i dati ottenuti dalle prove DPSH in N_{spt} , ci si è avvalsi di una quantità di valori notevole, poiché, come già descritto in precedenza, con la prova penetrometrica dinamica si ottengono valori continui lungo tutta la verticale, sino alla profondità di arrivo della prova stessa.

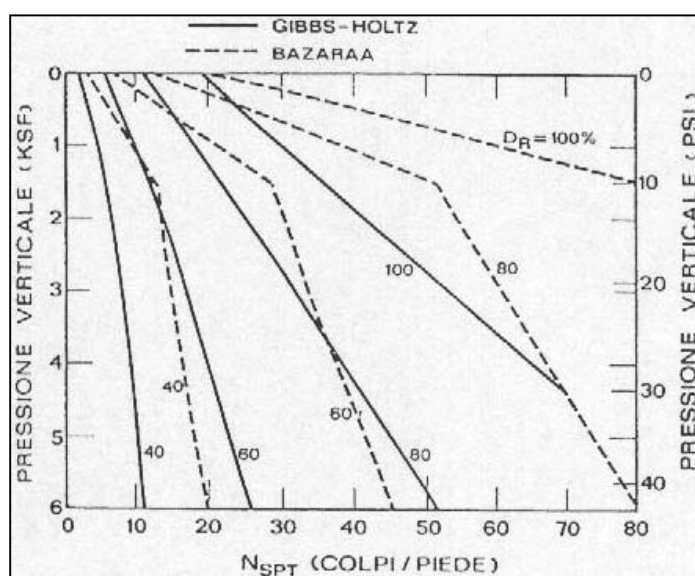


Figura 8. Il grafico che correla N_{spt} , D_r e $\delta'v$ (Gibbs – Holtz).

I risultati di codeste correlazioni sono consultabili nei tabulati allegati, per i quali bisogna specificare che, per il valore della densità relativa si è deciso di considerare i valori restituiti dalla correlazione di Bazaara (1967), che tra quelle utilizzate restituisce i valori più completi e cautelativi di D_r , ottenuti tramite il programma Geotecnica1 della Dario Flaccovio Editore.

I valori di D_r sono espressione del grado di addensamento dei litotipi; valori pari a 1 indicano un terreno molto denso mentre valori prossimi a 0 indicano terreni molto sciolti. Una prova SPT che, quindi, va a rifiuto o che presenta valori alti di N_{spt} , è indice di terreni molto addensanti, oltre il caso in cui si arriva ad

intercettare il substrato litoide.

Nel caso specifico, bisogna puntualizzare che sovente gli alti valori di densità relativa, soprattutto nei primi strati, sono da attribuire in realtà alla presenza di trovanti litoidi, come nel caso della prova P1 eseguita, andata a rifiuto ad una profondità di 2,80 m; per quanto riguarda le restanti due prove DPSH si ha un primo strato di ridotto spessore (0,20 m e 0,40 m) sciolto seguito da un secondo strato che presenta uno grado di addensamento medio – elevato e spesso 1,60 m nella prova P2 e 0,60 m nella la prova P3. Successivamente in tutte le prove i valori di densità relativa risultano medio – bassi (34%, 32% e 36%), in quanto si intercetta uno strato di pomici sciolte; infine gli ultimi strati scaturiti dalle prove DPSH in questione risultano caratterizzati da terreni mediamente addensati o addensati (vedi tabulati allegati).

Anche i valori del peso di volume naturale sono stati ottenuti tramite la conversione dei colpi $N_{20 \text{ DPSH}}$ in N_{spt} , tramite l'utilizzo del software Geotecnica 1 della Dario Flaccovio Editore. Precisamente codesto parametro geotecnico (γ) è stato ottenuto applicando in primis le correlazioni di Navfac (1971), secondo le quali conoscendo il valore della densità relativa e la rispettiva tipologia di terreno (SM, SP, ML, ecc..) si ottiene il valore del peso di volume secco γ_d (vedi tabulati allegati); successivamente per ricavare l'effettivo valore del peso di volume naturale γ ci si è avvalsi delle correlazioni e dei valori tipo corrispondenti alle diverse granulometrie riconosciute in letteratura (vedi fig. 9).

	n (%)	e	γ_d (kN/m ³)	γ (kN/m ³)
GHIAIA	25-40	0.3-0.7	14-21	18-23
SABBIA	25-50	0.3-1.0	13-18	16-21
LIMO	35-50	0.5-1.0	13-19	16-21
ARGILLA	30-70	0.4-2.3	7-18	14-21
TORBA	75-95	3.0-19.0	1-5	10-13

Figura 9. Valori tipici di alcuni parametri del terreno.

Da tale correlazione, come è possibile denotare dai tabulati allegati, si ricava anche il valore dell'angolo di attrito, il quale, per ottenere una maggiore quantità

di dati, è stato ricavato anche tramite la metodologia di De Mello poc'anzi menzionata. Osservando i valori ottenuti tramite le due diverse metodologie si denotano delle differenze, in quanto quella di De Mello tende a sovrastimare il valore dell'angolo di attrito in caso di terreni grossolani, mentre in presenza di terreni a granulometria fine sottostima tale parametro; pertanto tener conto di una mole di dati scaturiti da differenti metodologie permette un maggior confronto e successivamente di effettuare elaborazioni maggiormente cautelative.

Al fine di rendere la presente relazione completamente esecutiva e rispondente alle disposizioni regionali (cfr. Decreto Dirigenziale del Coordinatore Area Lavori Pubblici della Regione Campania n°53 del 12/11/2009) sono state eseguite le opportune elaborazioni sul dato statistico significativo dei rispettivi parametri (valori caratteristici).

Il modello geotecnico ricostruito, a ragion veduta, si spinge fino a profondità definite in base al volume significativo, ovvero fin dove la struttura incide sui terreni di fondazione; trattandosi in tal caso di fondazioni superficiali assimilabili a piccole platee (vedi figura 10) per il calcolo del volume significativo si è considerato una profondità pari al doppio della larghezza della fondazione (2,00 m circa), partendo ovviamente dal piano di posa di quest'ultima.

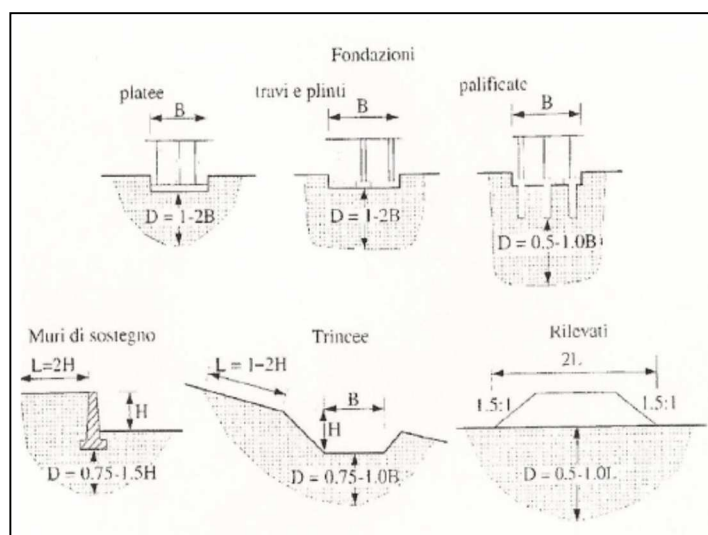


Figura 10. Schema volume significativo.

In effetti, considerando la metodologia descritta poc'anzi la profondità

significativa non supera i 5,00 metri dal p.c, pertanto ci si sofferma soltanto all'analisi del piano di sedime e del litostrato immediatamente sottostante, anche per i modesti carichi che le strutture inducono al piano di sedime.

In definitiva, in base alle informazioni ottenute dalle indagini geognostiche eseguite e quelle di riferimento, il modello geotecnico sulla verticale del sito può essere così sintetizzato:

- I° strato: 0,00 – 0,30 m: sabbia debolmente limosa sciolta;
- II° strato: 0,30 – 1,20 m: sabbia debolmente limosa mediamente addensata;
- III° strato: 1,20 – 3,20 m: sabbia debolmente limosa sciolta;
- IV° strato: 3,20 – 4,10 m: sabbia debolmente limosa mediamente addensata;
- V° strato: 4,10 – 5,00 m: sabbia debolmente limosa addensata.

In linea con il D.M. 17.01.2018, i parametri geomeccanici degli strati geotecnici considerati sono stati ottenuti tramite le prove geotecniche in situ eseguite (DPSH e MASW), nonché dalle informazioni ricavate dalle indagini geognostiche di riferimento (cfr. SPT e prove di laboratorio). Tali valori sono stati rielaborati al fine di renderli compatibili con i valori caratteristici di riferimento attraverso l'utilizzo del software Kappageo della Program Geo di Carpenedolo (BS). Per quanto riguarda i primi quattro parametri esposti nella tabella in basso (φ_k , C_k , γ_k e E_{dk}), i valori da rielaborare statisticamente sono stati ottenuti dalle elaborazioni descritte in precedenza applicate con il software Geotecnica 1 della Dario Flaccovio Editore; mentre per gli ultimi due parametri geotecnici, essendo dei moduli elastici, si è scelto di estrapolarli dai valori delle velocità V_s , ottenuti indirettamente dall'indagine sismica MASW M1 eseguita, utilizzando sempre il software Geotecnica 1 della Dario Flaccovio Editore. I fogli di calcolo delle elaborazioni di cui sopra sono allegati alla presente relazione.

Strato	Profondità (m)	Descrizione geotecnica	Peso di volume (KN/m ³) γ_k	Coesione drenata (kPa) C_k	Angolo di attrito (°) φ_k	Modulo edometrico E_{dk} (MPa)	Coefficiente di Poisson ν_k	Modulo elastico G (MPa)
--------	-------------------	---------------------------	---	---------------------------------------	--	---	---------------------------------------	----------------------------------

I°	0,00 – 0,30	Sabbia debolmente limosa sciolta	16,67	0,00	31,54	1,75	0,245	47,96
II°	0,30 – 1,20	Sabbia debolmente limosa med. addensata	19,07	0,00	35,84	9,94	0,245	54,86
III°	1,20 – 3,20	Sabbia debolmente limosa sciolta	15,65	0,00	31,65	4,12	0,245	66,39
IV°	3,20 – 4,10	Sabbia debolmente limosa med. addensata	17,92	0,00	36,29	10,39	0,244	133,17
V°	4,10 – 5,00	Sabbia debolmente limosa addensata	18,01	0,00	34,52	38,68	0,244	133,83

Tabella 7. Valori caratteristici parametri geotecnici.

Bisogna specificare che, tenendo conto di quanto espresso nel paragrafo 6.2.2. del D.M. 17.01.2018, *“per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato....”*. Pertanto, avendo applicato un approccio statistico per il calcolo dei valori caratteristici, seguendo quanto disposto dalla Normativa, sono stati ricavati i valori caratteristici prossimi ai valori medi. Tale scelta scaturisce anche dal fatto che gli stessi valori derivano da specifiche indagini eseguite all'interno del sito in esame.

A questo punto è doveroso procedere alla verifica delle condizioni per le quali può essere omessa la verifica a liquefazione; il punto 7.11.3.4.2 del D.M. 17.01.2018 prevede che si può omettere la verifica a liquefazione, ove si manifestino una delle seguenti circostanze che saranno approfondite di seguito, ovviamente ci si riferisce alla sola possibilità della liquefazione per le litologie che costituiscono il piano di sedime delle strutture previste, ovvero a quelle da ritenersi significative in virtù della profondità a cui si sviluppano le tensioni indotte dalla struttura:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub – orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in fusi granulometrici con coefficienti di uniformità stabiliti.

Per quanto riguarda il primo punto, come si avrà modo di precisare di seguito, l'accelerazione massima attesa nel territorio comunale di Pompei, in assenza di manufatti, è pari ad un "range" compreso tra 0,125 e 0,175 di g. Il parametro a_{gmax} si ricava direttamente dalla caratterizzazione sismica del sito attraverso la relazione: $a_{max} = S_s \times S_T \times a_g$, nel caso di specie il coefficiente topografico è pari ad 1,0, mentre il coefficiente di amplificazione stratigrafica nel caso del modello geologico in questione deve essere stimato come pari a 1,5 in ragione della classificazione di categoria di sottosuolo come C, alla luce di ciò l'accelerazione di sito deve essere considerata sempre maggiore di 0,10 e pertanto la condizione n°1 che esclude la liquefazione non è verificata.

Per quanto riguarda, poi, la profondità della falda, tenendo conto dei dati consultati dal sondaggio di riferimento S16_{puc} si può asserire che la falda idrica sotterranea si trova ad una profondità di circa 22 m rispetto al p.c. e quindi ad una profondità superiore ai 15 metri, pertanto si può stabilire che la condizione n°2 è verificata.

Il terzo punto da verificare per i litostrati caratterizzanti la verticale del sito, necessita della presenza di sabbie pulite e della elaborazione dei dati provenienti dalle prove, siano esse prove penetrometriche dinamiche o statiche.

Al fine di rispondere al punto 3 di cui sopra i valori di resistenza medi relativi ai singoli litostrati sono stati normalizzati, ove tale termine rappresenta il valore N_{SPT} riferito a un'efficienza d'infissione del 60%, per il tramite della relazione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} (100/\sigma_v)^{0.5}$$

la normalizzazione delle prove penetrometriche eseguite ha restituito i dati di cui nelle tabelle sotto riportate:

Strato	N _{SPT} medio	σ_v (kPa)	(N ₁) ₆₀
I°	3	3,33	16,43
II°	16	14,78	41,62
III°	5	36,69	8,26
IV°	11	40,27	17,33
V°	68	47,47	98,69

Tabella 8. Normalizzazione della prova penetrometrica P1.

Strato	N _{SPT} medio	σ_v (kPa)	(N ₁) ₆₀
I°	8	3,33	43,81
II°	17	33,85	29,22
III°	8	96,45	8,15
IV°	16	128,70	14,10
V°	64	139,51	54,19

Tabella 9. Normalizzazione della prova penetrometrica P2.

Strato	N _{SPT} medio	σ_v (kPa)	(N ₁) ₆₀
I°	5	6,67	19,36
II°	16	18,11	37,60
III°	6	27,50	11,44
IV°	18	117,10	16,63

Tabella 10. Normalizzazione della prova penetrometrica P3.

Alla luce delle elaborazioni di cui sopra questo punto è verificato parzialmente, in quanto per alcuni strati i valori di (N₁)₆₀ sono superiori a 30 mentre altri ciò non si verifica, pertanto gli strati di terreno esaminati possono risultare

potenzialmente liquefacibili.

Per quanto riguarda l'ultimo punto in questione, è stato ritenuto opportuno esaminare le curve granulometriche dei campioni prelevati all'interno del sondaggio geognostico di riferimento (cfr. S16C1 e S16C2).

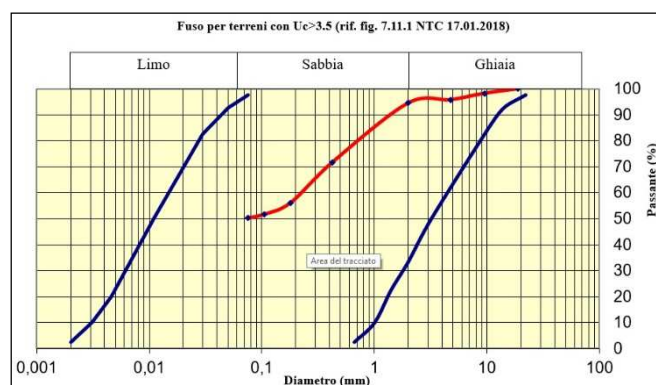


Figura 11. Confronto curva granulometrica del campione S16C1 con fuso granulometrico liquefacibile con $U_c > 3,5$.

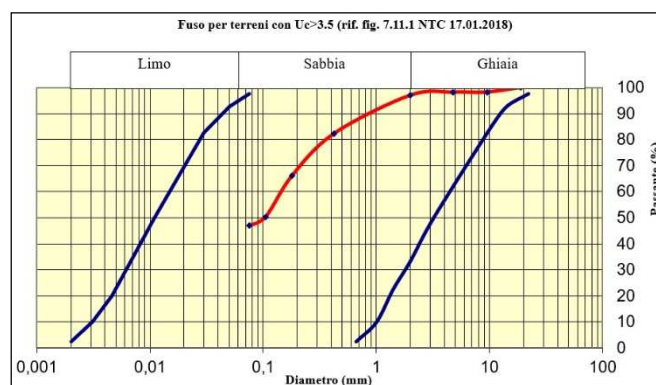


Figura 12. Confronto curva granulometrica del campione S16C2 con fuso granulometrico liquefacibile con $U_c > 3,5$.

Da tali curve (fig. 11 e 12) si evince che il fuso granulometrico relativi ai due campioni rientra all'interno dei fusi previsti per la liquefazione e pertanto tale punto non è verificato, facendo risultare i terreni potenzialmente liquefacibili. A tal uopo è opportuno specificare che dall'analisi granulometrica effettuata sui due campioni (cfr. allegati) risulta che il coefficiente di uniformità D_{60}/D_{10} risulta infinito essendo nullo il diametro corrispondente al 10%, pertanto per la verifica in questione si è tenuto conto di un coefficiente con valore superiore a 3,5.

In definitiva, ai fini dell'esclusione della verifica alla liquefazione per le litologie

caratterizzanti la profondità d'interesse, si è constatato il verificarsi, dei solo punti n°2 e parzialmente del n°3; pertanto, considerato che di condizioni manifeste ne basta una, per i motivi esposti poc'anzi i terreni in questione non sono suscettibili alla liquefazione e quindi la verifica con elaborazioni più complesse si può anche omettere.

Dalla classificazione sismica regionale scaturita dalla Delibera della Giunta Regionale n°5447 del 07.11.2002, risulta che il territorio del comune di Pompei rientra nella Zona Sismica 2 ovvero a pericolosità sismica media come gran parte della regione, ad eccezione dei comuni della Penisola Stabiese – Sorrentina che sono in Zona 3, mentre gran parte del Sannio e dell'Irpinia, in corrispondenza degli Appennini, rientrano nella Zona 1 (cfr. fig.13).

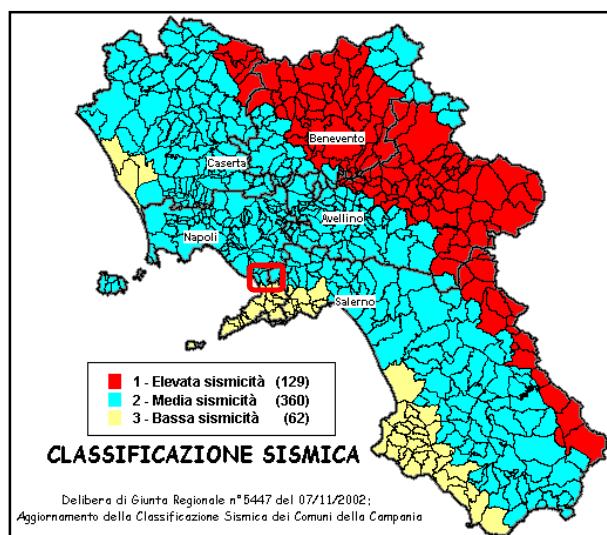


Figura 13. Classificazione sismica dei comuni della Campania. Nel riquadro rosso rientra il comune d'interesse.

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (cfr. fig.14), disponibile on – line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le ex Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), indica che il territorio comunale di Pompei rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0,125 e 0,175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

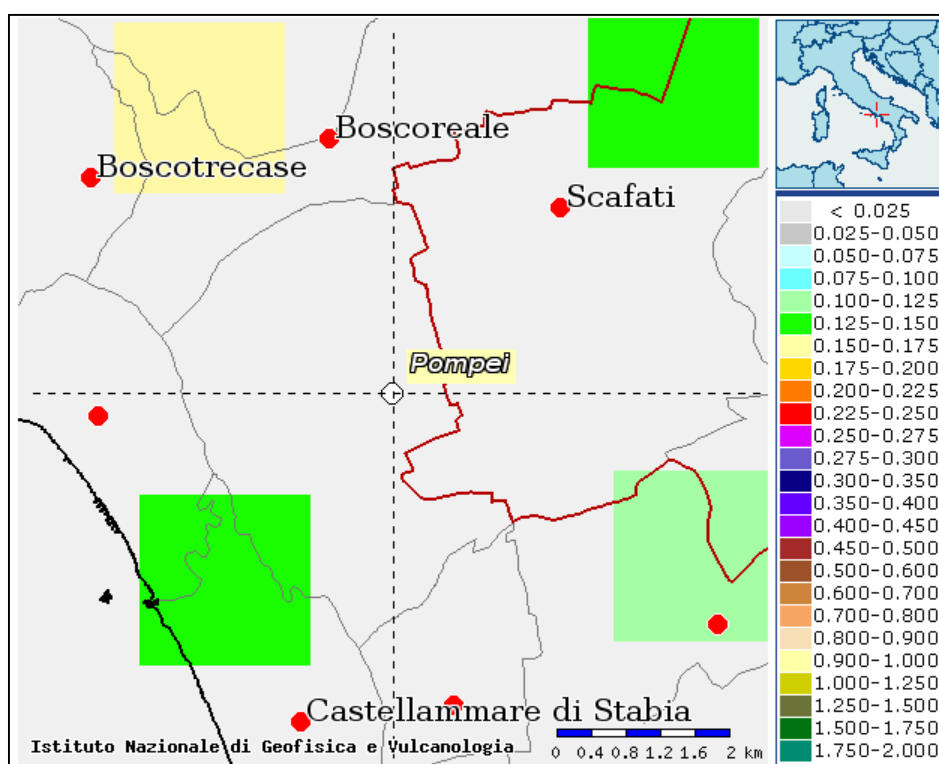


Figura 14. Mappa di pericolosità sismica del Comune di Pompei redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le ex Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

La determinazione della categoria di sottosuolo del sito è stata raggiunta mediante un'attenta analisi del modello geologico del sito, implementando i dati ottenuti con quelli provenienti dall'indagine sismica eseguita (MASW).

Come definito dalla Normativa (DM 17 gennaio 2018) la determinazione della categoria di sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s) utilizzando la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

- h_i è lo spessore (in metri) dell' i – esimo strato;
- $V_{s,i}$ è la velocità (in m/s) delle onde di taglio nell' i – esimo strato;

- N è il 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.

La stessa Norma specifica però che per profondità H del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente $V_{s,eq}$, è definita dal parametro V_{S30} , ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel caso specifico il substrato è posto a profondità superiori ai 30 metri suddetti, come scaturito dall'indagine sismica MASW eseguita, e pertanto nel caso specifico è stato posto il parametro H pari a 30 metri. I dati elaborati (vedi allegati) collocano i litotipi caratterizzanti il sottosuolo del sito d'interesse come di categoria **C**, ovvero *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”*.

Alla presente relazione si allegano i fogli di calcolo prodotti dal software “Spettri NTC ver. 1.0.2” distribuito gratuitamente dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, dai cui si evincono i parametri utili alla caratterizzazione sismica del sito per il periodo di ritorno considerato (cfr. 475 anni), ovvero:

- $a_g = 0,141$ g
- $F_0 = 2,437$
- $T_c^* = 0,364$ sec.

Ove a_g rappresenta l'accelerazione orizzontale massima al suolo, F_0 il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e T_c^* il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Come da normativa il successivo passaggio logico prevede l'analisi progettuale dell'intervento, in funzione della strategia scelta. Nella fattispecie, in applicazione del D.M. 17 gennaio 2018, si è tenuto conto del tipo di costruzione e della relativa classe d'uso; al primo parametro corrisponde una vita nominale ≥ 50 anni ed al secondo una classe d'uso II ($C_U = 1,0$). Da tali considerazioni

scaturiscono gli stessi valori da quelli ottenuti dalla fase precedente, considerando sempre un tempo di ritorno di 475 anni:

- $a_g = 0.141 \text{ g}$
- $F_0 = 2.437$
- $T_c^* = 0.364 \text{ sec.}$

In ultima sintesi è doveroso fornire le azioni di progetto con la verifica degli spettri di risposta con quelli della strategia di progettazione di cui sopra, in effetti, con quest'ultima parte della caratterizzazione sismica, in ottemperanza alle direttive del D.M. 17 gennaio 2018 è stato calcolato il valore dell'accelerazione massima al suolo a_{max} , nonché è stato verificato lo spettro di risposta di progetto, per gli stati limite ultimi (cfr. SLV e SLD).

L'accelerazione massima attesa al sito è stata valutata con la relazione:

$$a_{max}(S_d [g]) = S_s \times S_T \times a_g$$

dove:

- a_{max} = accelerazione orizzontale massima al sito;
- S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- S_T = coefficiente di amplificazione topografica.

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica nel caso del modello geologico in questione è stato stimato come pari a 1,5 in ragione alla classificazione del terreno come **C**, mentre quello topografico, in virtù delle caratteristiche del pendio su cui sorge il sito è stato valutato pari a 1,0; alla luce di ciò l'accelerazione può essere considerata quella di sito, ovvero:

$$a_{max}(S_d [g]) = 0,211 a_g.$$

Alla luce delle determinazioni degli spettri di risposta per lo stato limite considerato sono stati ricavati i dati utili alla progettazione delle opere di cui trattasi, difatti l'elaborazione dei dati sismici ha fornito i successivi parametri utili:

<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
<i>C</i>	<i>[0.055]</i>	<i>[0.141]</i>	<i>[0.194]</i>	<i>[0.515]</i>

da implementare all'interno dei calcoli per la realizzazione delle strutture.

7. COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA DELLE OPERE

Oltre a definire il modello geologico – tecnico del sottosuolo, questa relazione punta a verificare anche la compatibilità delle opere a farsi con le caratteristiche di stabilità del territorio circostante; tale verifica deve tenere in debito conto alcuni parametri fondamentali:

- Gli studi di pianificazione territoriale;
- Il rilevamento geologico e geomorfologico eseguito in corrispondenza del sito e delle aree contermini;
- Le indagini geognostiche eseguite e di riferimento.

Gli studi pianificatori cui si fa riferimento sono il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e gli allegati geologico – tecnici al P.R.G. ed al P.U.C. del comune di Pompei (NA).

Per quanto riguarda la compatibilità degli interventi con la pianificazione a più vasta scala di bacino ci si riferisce al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, redatto dall'ex Autorità di Bacino della Campania Centrale ed adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 23/02/2015, e pubblicato sul B.U.R.C. n.20 del 23/03/2015 e da tale data vigente. L'ex Autorità di Bacino della Campania Centrale oggi risulta accorpata all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale che è l'Ente pianificatore in materia di Difesa Suolo che ha competenza sull'intero territorio comunale di Pompei (NA).

Dalla visione degli elaborati della pianificazione a vasta scala, ovvero del P.S.A.I., ne deriva che l'area ove è ubicato il sito in questione è classificata come a pericolosità da frana nulla. Tale classificazione scaturisce dall'assetto morfologico sub – pianeggiante dell'area in esame, la quale è caratterizzata da pendenze blande ricadendo infatti tra le estreme pendici meridionali del Somma – Vesuvio e la piana del Sarno, ove è molto raro che possano innescarsi fenomeni di dissesto.

Come per la problematica frane, anche la pericolosità idraulica è nulla e quindi pure il conseguente rischio è nullo, tale classificazione scaturisce per la sostanziale lontananza del sito da canali e/o alvei – strada.

Per mostrare quest'ultime perimetrazioni, ovvero quelle riguardanti il rischio idraulico, sono state allegate a tale studio le corrispondenti carte tematiche (cfr. TG5 e TG6), le quali mostrano, in scala 1:5.000, gli stralci della pericolosità e del rischio idraulico delimitati dall'ex AdB della Campania Centrale.

Dall'osservazione dell'elaborato TG6 si denota come un alveo strada sia ubicato a Nord rispetto al cimitero comunale e lontano dallo stesso; tale alveo strada confluisce all'interno di una vasca di raccolta posta a poca distanza dal medesimo cimitero.

In definitiva lo studio di dettaglio sull'area, condotto con le modalità descritte nei paragrafi precedenti, ha dimostrato come le condizioni geologiche e geomorfologiche non possono essere considerate come predisponenti al dissesto.

Le condizioni di pericolosità e rischio dell'area non si possono individuare nemmeno in problemi di ruscellamento superficiale, in quanto l'area in esame non si trova lungo linee di impluvio, e né tantomeno lungo alvei strada o tratti tombati, tali da convogliare le acque di ruscellamento superficiale in corrispondenza del sito ove sono previste le opere a farsi.

8. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico – tecnico, redatto con le modalità fin qui esplicitate, si rende necessario al fine di procedere alla fase di progettazione esecutiva per l'intervento di riqualificazione del Cimitero di Pompei, in ottemperanza alla legislazione vigente in materia di lavori pubblici.

Da precisare che questa relazione fornisce anche utili indicazioni al progettista circa le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di sedime alle profondità significative, nonché caratterizza sismicamente il sito d'interesse consentendo la predisposizione dei calcoli strutturali.

In ottemperanza alle leggi di settore il seguente elaborato adempie anche alla Legge Regionale n°3 del 27 febbraio 2007 – Disciplina dei lavori pubblici, dei servizi e delle forniture in Campania – (cfr. art. 12, comma 6). Inoltre, dovendo effettuare la caratterizzazione geotecnica e sismica finalizzata a redigere i calcoli strutturali delle opere, tale studio geologico – tecnico, predisposto in questa fase progettuale, è stato redatto già per rispondere alle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018, nonché pubblicate sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n°42 del 20 febbraio 2018; adempiendo, tra l'altro, alla L.R. n°9/83 e del suo regolamento attuativo.

Per la stesura del presente elaborato si fa riferimento alla campagna di indagini eseguita nel 2012, ampiamente descritta nei paragrafi precedenti, eseguita in virtù della tipologia degli interventi a farsi, nonché effettuata per fornire i dati necessari alla progettazione, per ricostruire il modello geologico – tecnico sulla verticale d'interesse oltre che per caratterizzare sismicamente il sito in questione.

In sintesi lo studio geologico – tecnico è stato condotto seguendo alcune fasi operative che è possibile così sintetizzare:

- Acquisizione degli elaborati relativi alle opere a farsi;
- Acquisizione presso l'ufficio tecnico comunale ed altri enti territoriali sovracomunali di dati utili all'inquadramento geologico – tecnico dell'area;
- Rilevamento geologico e geomorfologico del sito e delle aree contermini,

atto ad appurare i contatti stratigrafici dei termini litologici presenti nell'area in esame e le forme del paesaggio al fine di valutarne la stabilità;

- Riunioni informali con il progettista per il trasferimento dei primi dati sul sito d'interesse;
- Elaborazione della cartografia tematica e redazione dello studio geologico – tecnico.

Il rilevamento di dettaglio ed i dati acquisiti e recuperati presso gli Enti hanno confermato la sostanziale stabilità dell'area su cui insiste il cimitero comunale. A tal uopo gli interventi in progetto risultano compatibili per quanto riguarda gli aspetti geologici e geotecnici, nonché dal punto di vista morfologico, in quanto non incidono né sulla stabilità del versante né sul naturale deflusso delle acque superficiali.

L'assenza di condizioni predisponenti i dissesti di versante è constatata anche dalle perimetrazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio redatto dall'ex AdB Regionale della Campania Centrale, le quali classificano l'area in esame a pericolosità e rischio frana nullo. Il sito in esame non risulta vulnerabile nemmeno dal punto di vista idraulico in quanto l'area non è ubicata lungo le naturali direttrici di flusso o di alvei strada che possono convogliare quantitativi d'acqua nei pressi del sito d'interesse.

Per quanto riguarda gli aspetti geotecnici, in base al rilevamento di dettaglio e ai dati acquisiti dalle indagini geognostiche eseguite e di riferimento, gli interventi come previsti in progetto sono compatibili con le caratteristiche dei terreni di sedime.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica del sito, in ottemperanza alle direttive del D.M. 17 gennaio 2018 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture n°7 del 21 gennaio 2019, sono stati calcolati i valori di cui alla tabella sottostante ed utili alla definizione della progettazione esecutiva di cui trattasi, oltre a fornire, all'interno del foglio di calcolo allegato, tutti i dati utili per una corretta progettazione delle opere:

<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------------	---------------------------------

<i>C</i>	<i>[0.055]</i>	<i>[0.141]</i>	<i>[0.194]</i>	<i>[0.515]</i>
----------	----------------	----------------	----------------	----------------

Questo è quanto dovuto in merito all'incarico conferitomi, lo Scrivente è a disposizione della committenza per qualsiasi altra delucidazione in merito, anche presso gli Enti preposti all'istruttoria della pratica in questione.

Pompei lì 05/06/2019

Il geologo

dott. Ugo Ugati

9. BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., Lineamenti di geologia regionale e tecnica, FORMEZ, Napoli, 1984;
- *Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale*, Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, Napoli, 2015;
- *Autorità di Bacino Regionale del Sarno*, Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, R.T.I. Enel – Hydro, Napoli, 2001;
- *Bosellini et alii*, Rocce e successioni sedimentarie, UTET, Torino, 1989;
- *Carrara et alii*, Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici, LIGUORI, Napoli, 1992;
- *Cassa per il Mezzogiorno*, Progetto per gli schemi idrici nel Mezzogiorno, Roma, 1983;
- *Castiglioni G.B.*, Geomorfologia, UTET, Torino, 1992;
- *Celico P.*, Prospezioni idrogeologiche, LIGUORI, Napoli, 1986;
- *Cestelli Guidi C.*, Geotecnica e tecnica delle fondazioni, HOEPLI, Milano, 1981;
- *Colombo P.*, Elementi di geotecnica, ZANICHELLI, Bologna, 1996;
- *Cremonini G.*, Rilevamento geologico, PITAGORA, Bologna, 1985;
- *Cutino P. & Forni M.*, Studio geologico – tecnico del territorio comunale (P.R.G. di Pompei), 1989;
- *Regione Campania*, Progetto Carg in scala 1:25.000 e 1:10.000, Napoli, 2002;
- *Rolandi Giuseppe*, Studio geologico tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale, 2008;
- *Rugarli P.*, Nuove norme tecniche per le costruzioni, EPC LIBRI, Roma, 2018;
- *Servizio Geologico Nazionale*, Foglio n°185 Salerno in scala 1:100.000, Roma, 1951;
- *Vallario A.*, Frane e territorio, LIGUORI, Napoli, 1992.



CITTA' DI POMPEI

Città Metropolitana di Napoli

Intervento di Riqualificazione del Cimitero di Pompei

PROGETTO ESECUTIVO

(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Studio Geologico – Tecnico

Studio di Geologia Tecnica

dott. geol. Ugo Ugati
viale mons. Luigi Di Liegro, 1
80045 – Pompei (NA)
tel/fax 081.8599053
cell 335.6741386
e-mail: geougo@libero.it
p.e.c.: studio.ugati@epap.sicurezzapostale.it



allegati

Redazione

dott. geol.
Antonio Zerella

Verifica

dott. geol. Ugo Ugati

Approvazione

dott. geol. Ugo Ugati

- **Relazione geologica** (cfr. par. C. 6.2.1., Circ. Min. Infr. 7/19)
- **Relazione sulla modellazione sismica del sito di costruzione** (cfr. par. C. 10.1, Circ. Min. Infr. 7/19)

Il geologo

dott. Ugo Ugati

Il Committente

Amministrazione Comunale

Il Responsabile del Procedimento

geom. Salvatore Giugliano

Collaborazione

dott. geol. Antonio Zerella

ELENCO ALLEGATI

- TG1. Corografia in scala 1:25.000;
- TG2. Stralcio aerofotogrammetrico in scala 1:5.000;
- TG3. Ubicazione delle indagini geognostiche pregresse in scala 1:1.000;
- TG4. Carta geolitologica in scala 1:2.000;
- TG5. Carta della pericolosità idraulica in scala 1:5.000;
- TG6. Carta rischio idraulico in scala 1:5.000;
- Report fotografico delle indagini geognostiche in situ eseguite (anno 2012);
- n°3 colonne stratigrafiche sondaggi geognostici di riferimento;
- n°7 tabulati prove DPSH in situ eseguite (anno 2012);
- n°4 tabulati acquisizione prova sismica MASW eseguita (anno 2012);
- n°23 tabulati prove di laboratorio di riferimento;
- n°3 tabulati conversione degli $N_{(20)}$ in N_{spt} (foglio excel);
- n°12 tabulati calcolo densità relativa da N_{spt} (Geotecnica 1 della Dario Flaccovio Editore);
- n°12 tabulati calcolo angolo d'attrito da N_{spt} (Geotecnica 1 della Dario Flaccovio Editore);
- n°4 tabulati calcolo γ_d dalla densità relativa D_r con grafici (Geotecnica 1 della Dario Flaccovio Editore);
- n°10 tabulati calcolo moduli elastici (foglio excel 2007 e Geotecnica 1 della Dario Flaccovio Editore);
- n°15 tabulati valori caratteristici parametri geotecnici modello geotecnico del sottosuolo a cinque strati (Kappageo di Programgeo);
- n°1 tabulato calcolo categoria di sottosuolo (DM 17 gennaio 2018);
- n°16 tabulati individuazione pericolosità sismica del sito (Spettri NTC versione 1.0.2.).



CITTA' di POMPEI
Città Metropolitana di Napoli

Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei

Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG1. COROGRAFIA

LEGENDA



Ubicazione sito oggetto
d'intervento



Scala 1:25.000



CITTA' di POMPEI
Città Metropolitana di Napoli

Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei


Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO


TG2. STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO



LEGENDA

 Ubicazione sito oggetto d'intervento

 Cimitero vecchio

 Cimitero nuovo

Scala 1:5.000



CITTA' di POMPEI
Città Metropolitana di Napoli




Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei

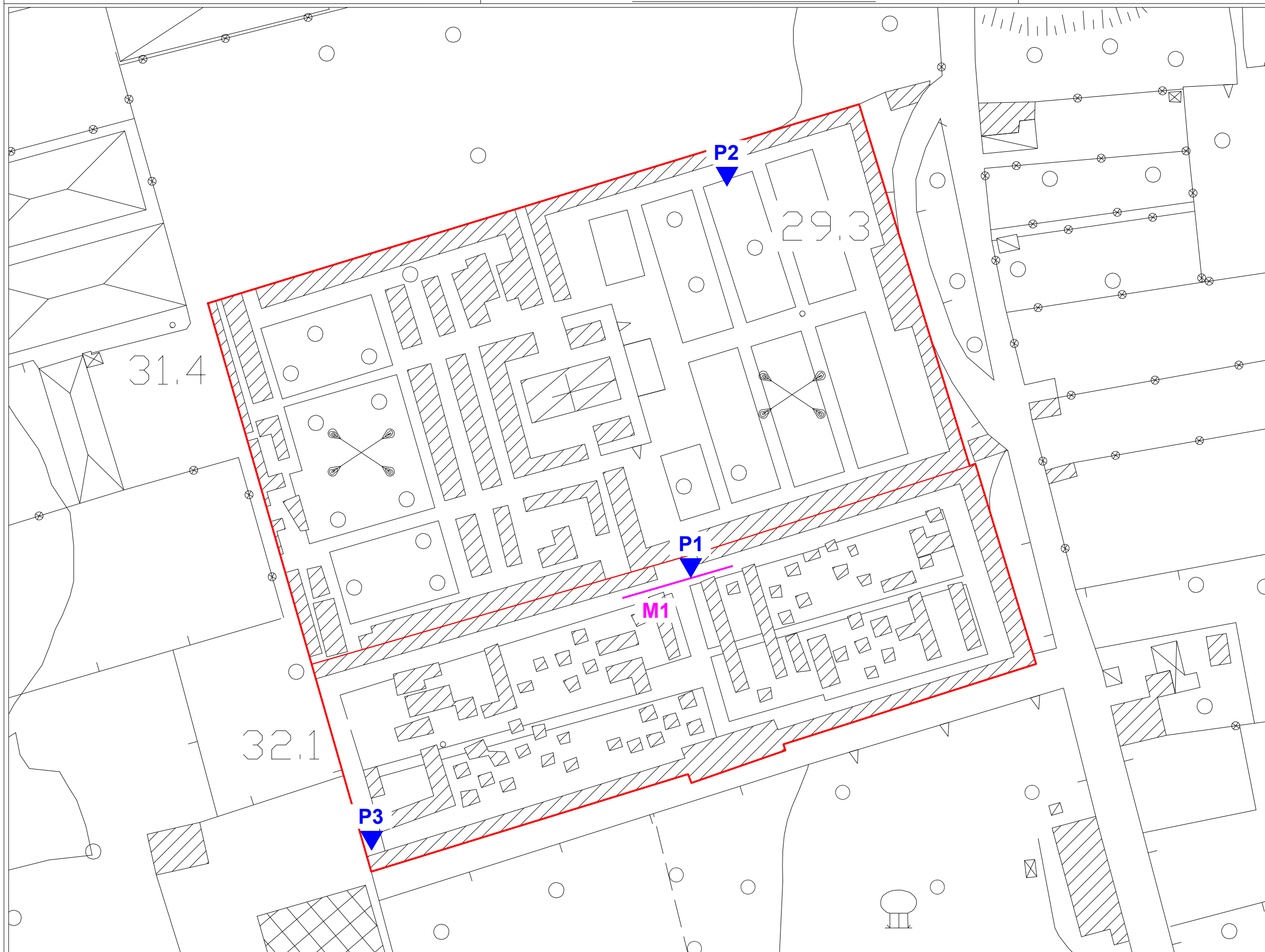
Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

**TG3. UBICAZIONE DELLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE PREGRESSE**

LEGENDA

-  Ubicazione sito oggetto d'intervento
-  **P1**
Prova penetrometrica dinamica DPSH
-  **M1**
Indagine sismica MASW



Scala 1:1.000



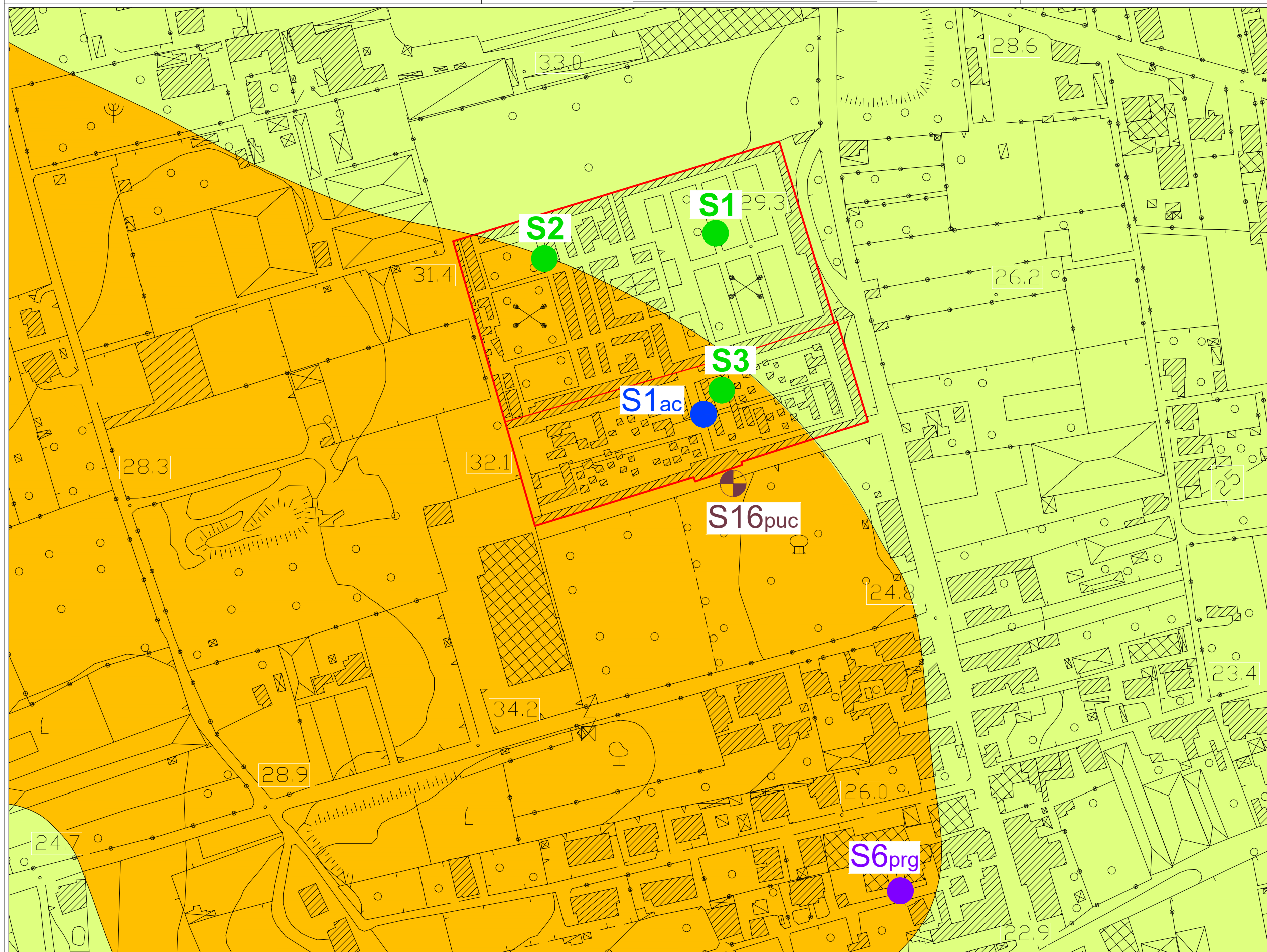
CITTA' di POMPEI
Città Metropolitana di Napoli

Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei








Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG4. CARTA GEOLITOLOGICA



LEGENDA

-  Ubicazione sito oggetto d'intervento
-  Sabbie e limi di origine piroclastica con livelli di pomici bianche
-  Sabbie e ghiaie (pomici e scorie) di origine piroclastica
-  **S6prg** Sondaggio geognostico di riferimento (P.R.G. anno 1982)
-  **S1ac** Sondaggio geognostico di riferimento (ampliamento cimitero anno 2000)
-  **S16puc** Sondaggio geognostico di riferimento con prelievo campioni indisturbati ed indagine sismica down-hole (P.U.C. anno 2008)
-  **S1** Sondaggi geognostici a distruzione di nucleo con prelievo di campioni (Mineralizzazione Salme anno 2014)

Scala 1:2.000



CITTA' di POMPEI
Città Metropolitana di Napoli

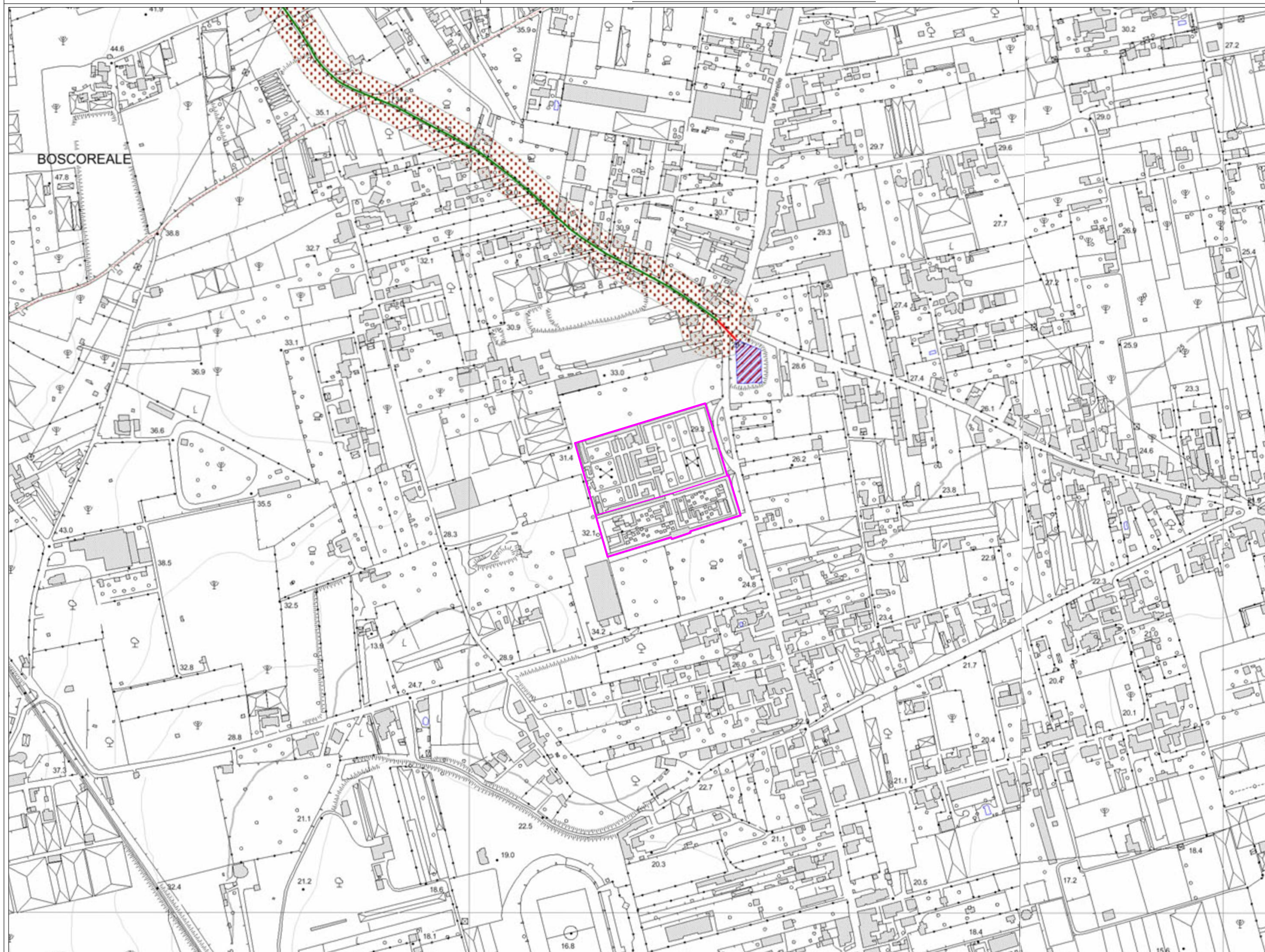
Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei

Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG5. CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

(P.S.A.I. ex Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale)



LEGENDA

- Ubicazione sito oggetto d'intervento
- P3 - Pericolosità elevata per elevato trasporto solido
- P3 - Pericolosità elevata - Aree di Attenzione
- Vasca
- Tratto Tombato
- Alveo strada

Scala 1:5.000



CITTA' di POMPEI
Città Metropolitana di Napoli

Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei

Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)








STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG6. CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO

(P.S.A.I. ex Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale)



LEGENDA

-  Ubicazione sito oggetto d'intervento
-  R2 - Rischio medio
-  R3 - Rischio elevato
-  R4 - Rischio molto elevato
-  Vasca
-  Tratto Tombato
-  Alveo strada

Scala 1:5.000



Foto 1. Postazione della prova penetrometrica DPSH P1 eseguita (anno 2012).



Foto 2. Esecuzione della prova DPSH P1 (anno 2012).



Foto 3. Postazione della prova penetrometrica DPSH P2 eseguita (anno 2012).

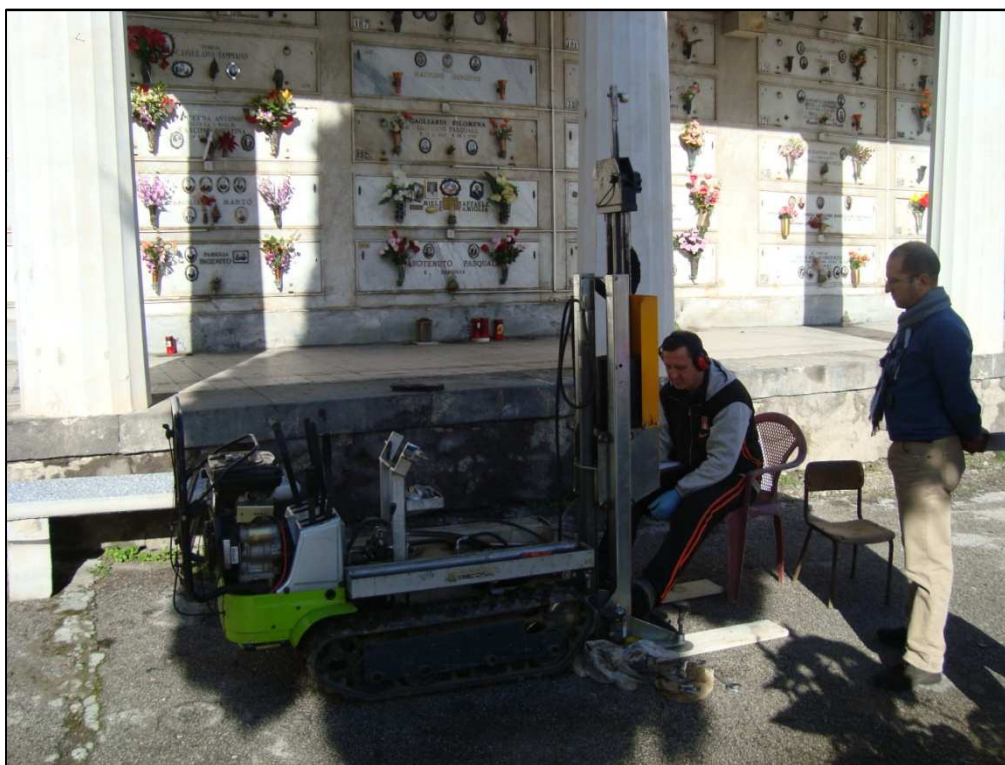


Foto 4. Esecuzione della prova DPSH P2 (anno 2012).

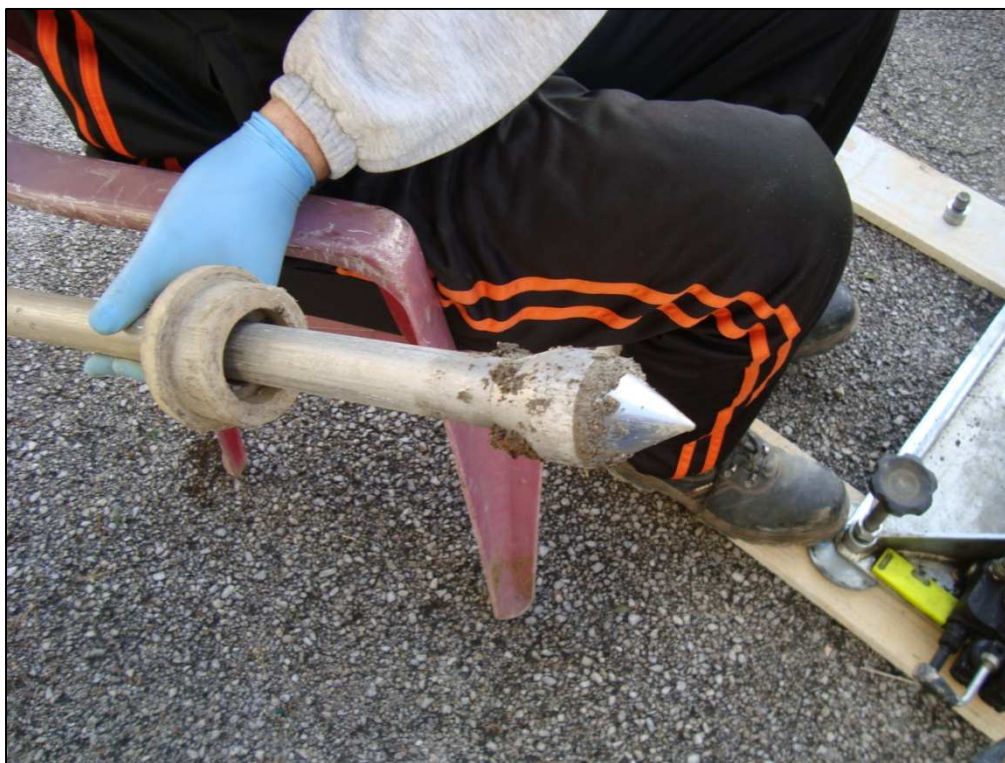


Foto 5. Punta conica alla fine dell'esecuzione della prova DPSH P2.



Foto 6. Postazione della prova penetrometrica DPSH P3 eseguita (anno 2012).

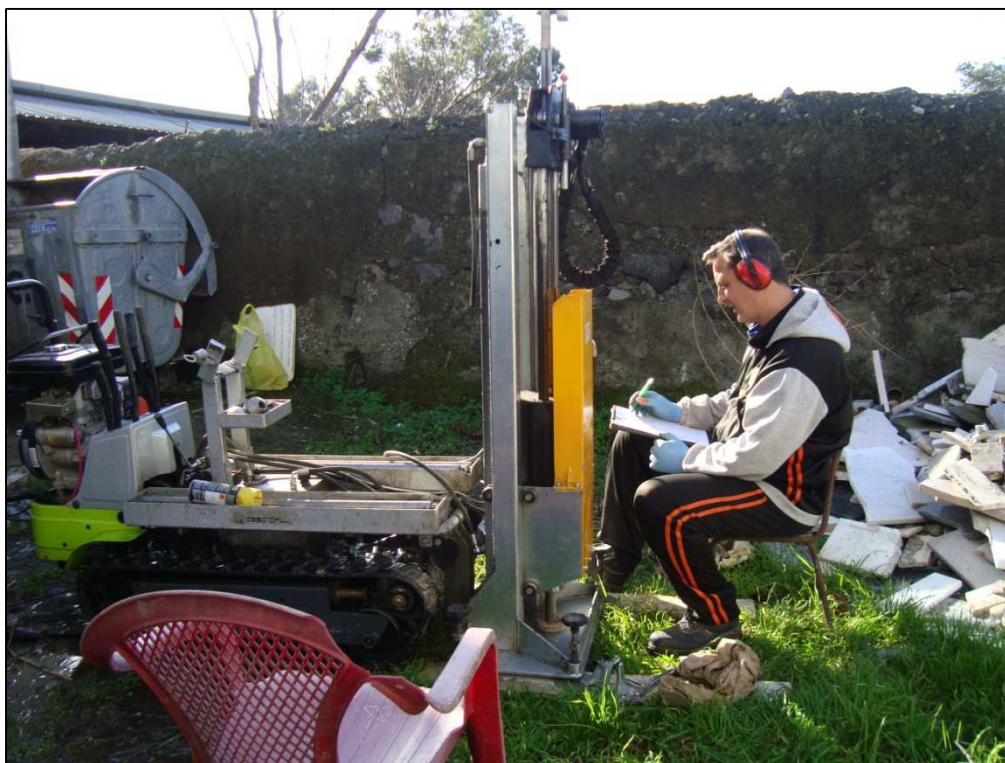


Foto 7. Esecuzione della prova DPSH P3 (anno 2012).



Foto 8. Punta conica alla fine dell'esecuzione della prova DPSH P3.

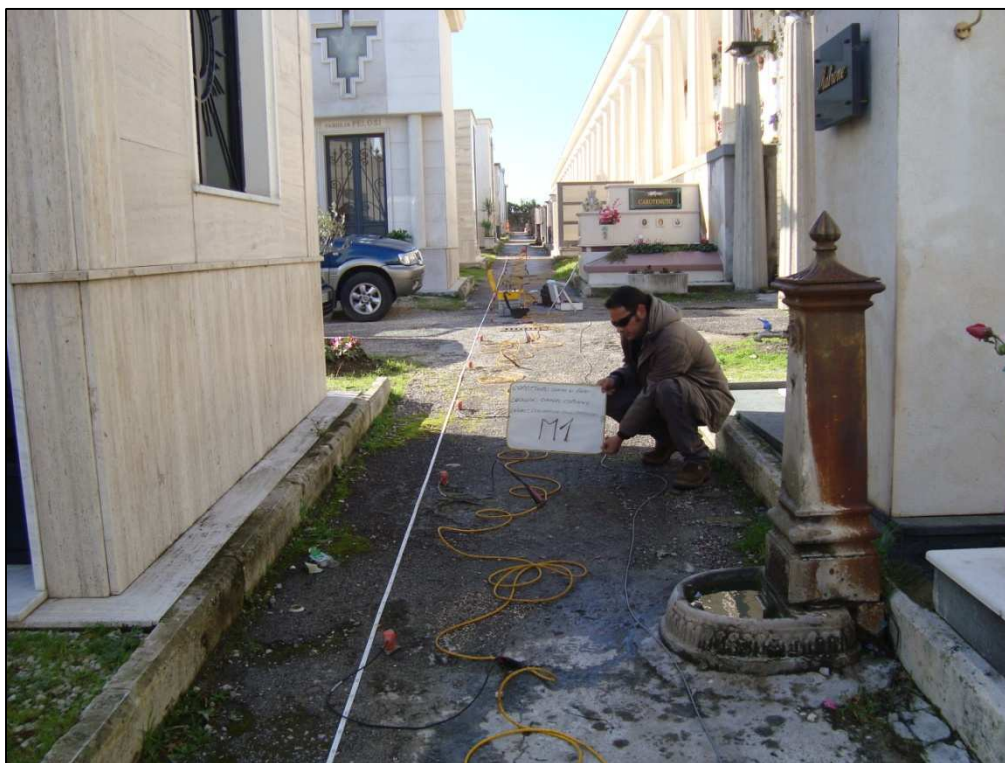


Foto 9. Lo stendimento sismico MASW M1 eseguito (anno 2012).

R S C D C P C P R G

dott. geol. Ugo Ugati

viale mons. Di Liegro, 1

80045, Pompei (NA)

tel/fax :081/8599053

Committente: Comune di Pompei - Ampliamento Cimitero

Località: Cimitero Comunale

Data inizio/fine: 27/03/00

Attrezzatura: non nota

Lunghezza perforazione (m): 8,0

Quota del p.c. s.l.m.(m): 29

Sigla: S1ac

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE
0,50	0,50			Terreno vegetale
1,50	1,50			Sabbia di origine piroclastica con matrice pozzolanica
2,00	2,00			
6,00	6,00			Sabbia piroclastica da mediamente addensata a molto addensata
8,00	8,00			

dott. geol. Ugo Ugati
viale mons. Di Liegro, 1
80045, Pompei (NA)
tel/fax :081/8599053

Committente: Comune di Pompei - Studio geologico - tecnico allegato P.R.G

Località: Via Nolana

Data inizio/fine: 1982

Attrezzatura: non nota

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Quota del p.c. s.l.m.(m): 23

Sigla: S6prg

metodo di perforazione: distruzione di nucleo

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Carotiere diam.mm/ prof.m	Falda
1	1,20			Terreno vegetale umificato		
2	1,20			Pomici bianche		
3	2,40			Sabbie fini di origine piroclastica con pomici e litici di varia pezzatura		
4	1,60			Sabbie fini di origine piroclastica addensate		
5	4,00			Pomici bianche		
6	1,90			Sabbie di origine piroclastica con lapilli		
7	5,90			Sabbie fini di origine piroclastica addensate		
8	1,50			Pomici bianche		
9	7,40			Sabbie di origine piroclastica con lapilli		
10	1,60			Sabbie fini di origine piroclastica addensate		
11	9,00			Paleosuoli		
12	0,90			Sabbie fini di origine piroclastica con pomici e litici di varia pezzatura		
13	9,90			Paleosuoli		
14	1,70			Sabbie di origine piroclastica con pomici bianche		
15	11,60					
	1,40					
	13,00					
	1,10					
	14,10					
	0,90					
	15,00					



GEOSVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/2857383 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas@gmail.com



CONCESSIONE MINISTERIALE N.5030

**Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001**

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"**

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	079/055
CERTIFICATO N.	143
PAGINA	1/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: DR. GEOL. UGO UGATI

Lavoro: REALIZZAZIONI LOCULI CIMITERO

Località: POMPEI (NA) - CIMITERO COMUNALE - Data di esecuzione: 28.12.2012 - Data di emissione 31.12.2012

CARATTERISTICHE TECNICHE : D.P.S.H.

PESO MASSA BATTENTE	M	= 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms	= 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 60 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma	= 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO	
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q	= (MH)/(A δ) = 11,91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	β_t	= Q/Qspt = 1,521 (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



GEOSVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/2857383 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas@gmail.com



**Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001**

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"**

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	079/055
CERTIFICATO N.	143
PAGINA	2/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.1

Committente: DR. GEOL. UGO UGATI

Lavoro: REALIZZAZIONI LOCULI CIMITERO

Località: POMPEI (NA) - CIMITERO COMUNALE - Data di esecuzione: 28.12.2012 - Data di emissione 31.12.2012

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	1,40 - 1,60	4	27,6	2
0,20 - 0,40	7	52,1	1	1,60 - 1,80	4	27,6	2
0,40 - 0,60	14	104,3	1	1,80 - 2,00	2	12,9	3
0,60 - 0,80	10	74,5	1	2,00 - 2,20	2	12,9	3
0,80 - 1,00	4	27,6	2	2,20 - 2,40	7	45,0	3
1,00 - 1,20	4	27,6	2	2,40 - 2,60	40	257,4	3
1,20 - 1,40	4	27,6	2	2,60 - 2,80	50	321,7	3

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



GEOSEVI S.A.S.
 Sede legale: Via del Centenario 142
 C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
 Tel. Fax 089/2857383 cell. 347/2301400
 Partita IVA - C.F. 04666680659
 e-mail: geosevisas@gmail.com



CONCESSIONE MINISTERIALE N.5030

**Art. 59 del D.P.R.
 n. 380/2001**

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
 "Settore Indagini "**

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	079/055
CERTIFICATO N.	143
PAGINA	3/4

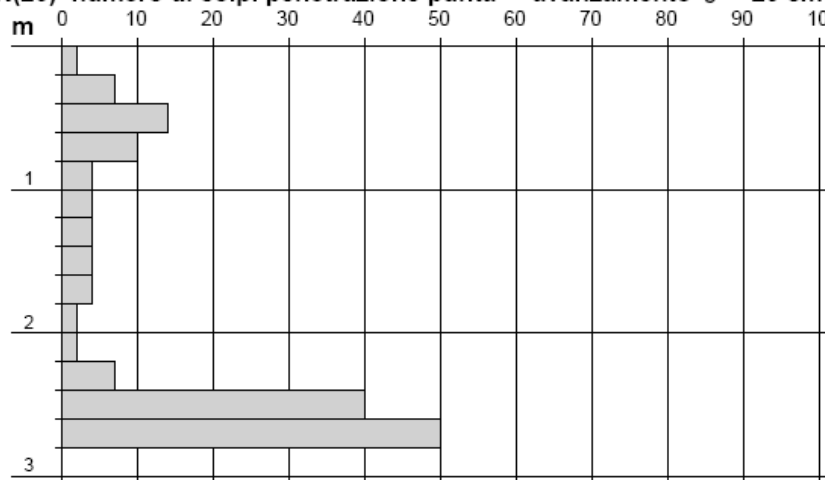
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: DR. GEOL. UGO UGATI

Lavoro: REALIZZAZIONI LOCULI CIMITERO

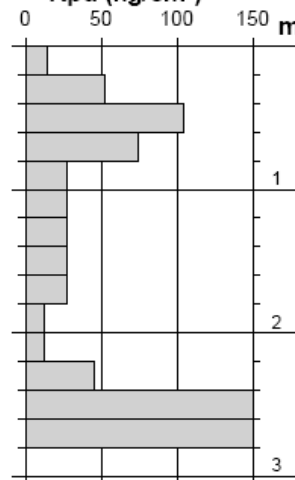
Località: POMPEI (NA) -CIMITERO COMUNALE -Data di esecuzione: 28.12.2012 -Data di emissione 31.12.2012

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm



Lo Sperimentatore

Rpd (kg/cm²)



Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
 Il Direttore Responsabile
 Dott. Domenico Sessa



GEOSVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/2857383 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas@gmail.com



CONCESSIONE MINISTERIALE N.5030

**Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001**

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"**

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	079/055
CERTIFICATO N.	144
PAGINA	2/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.2

Committente: DR. GEOL. UGO UGATI

Lavoro: REALIZZAZIONI LOCULI CIMITERO

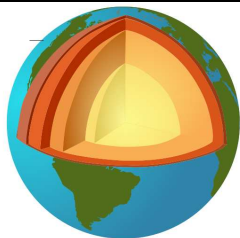
Località: POMPEI (NA) - CIMITERO COMUNALE - Data di esecuzione: 28.12.2012 - Data di emissione 31.12.2012

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	5	37,2	1	4,20 - 4,40	2	11,3	5
0,20 - 0,40	20	149,0	1	4,40 - 4,60	3	17,0	5
0,40 - 0,60	10	74,5	1	4,60 - 4,80	5	28,3	5
0,60 - 0,80	8	59,6	1	4,80 - 5,00	4	21,4	6
0,80 - 1,00	10	69,0	2	5,00 - 5,20	3	16,0	6
1,00 - 1,20	9	62,1	2	5,20 - 5,40	4	21,4	6
1,20 - 1,40	12	82,9	2	5,40 - 5,60	4	21,4	6
1,40 - 1,60	10	69,0	2	5,60 - 5,80	6	32,1	6
1,60 - 1,80	10	69,0	2	5,80 - 6,00	9	45,5	7
1,80 - 2,00	5	32,2	3	6,00 - 6,20	7	35,4	7
2,00 - 2,20	5	32,2	3	6,20 - 6,40	16	80,9	7
2,20 - 2,40	6	38,6	3	6,40 - 6,60	16	80,9	7
2,40 - 2,60	6	38,6	3	6,60 - 6,80	9	45,5	7
2,60 - 2,80	4	25,7	3	6,80 - 7,00	8	38,4	8
2,80 - 3,00	2	12,0	4	7,00 - 7,20	9	43,2	8
3,00 - 3,20	10	60,2	4	7,20 - 7,40	7	33,6	8
3,20 - 3,40	10	60,2	4	7,40 - 7,60	12	57,6	8
3,40 - 3,60	10	60,2	4	7,60 - 7,80	32	153,6	8
3,60 - 3,80	6	36,1	4	7,80 - 8,00	45	205,6	9
3,80 - 4,00	4	22,7	5	8,00 - 8,20	50	228,4	9
4,00 - 4,20	3	17,0	5				

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/2857383 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas@gmail.com



CONCESSIONE MINISTERIALE N.5030

**Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001**

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "**

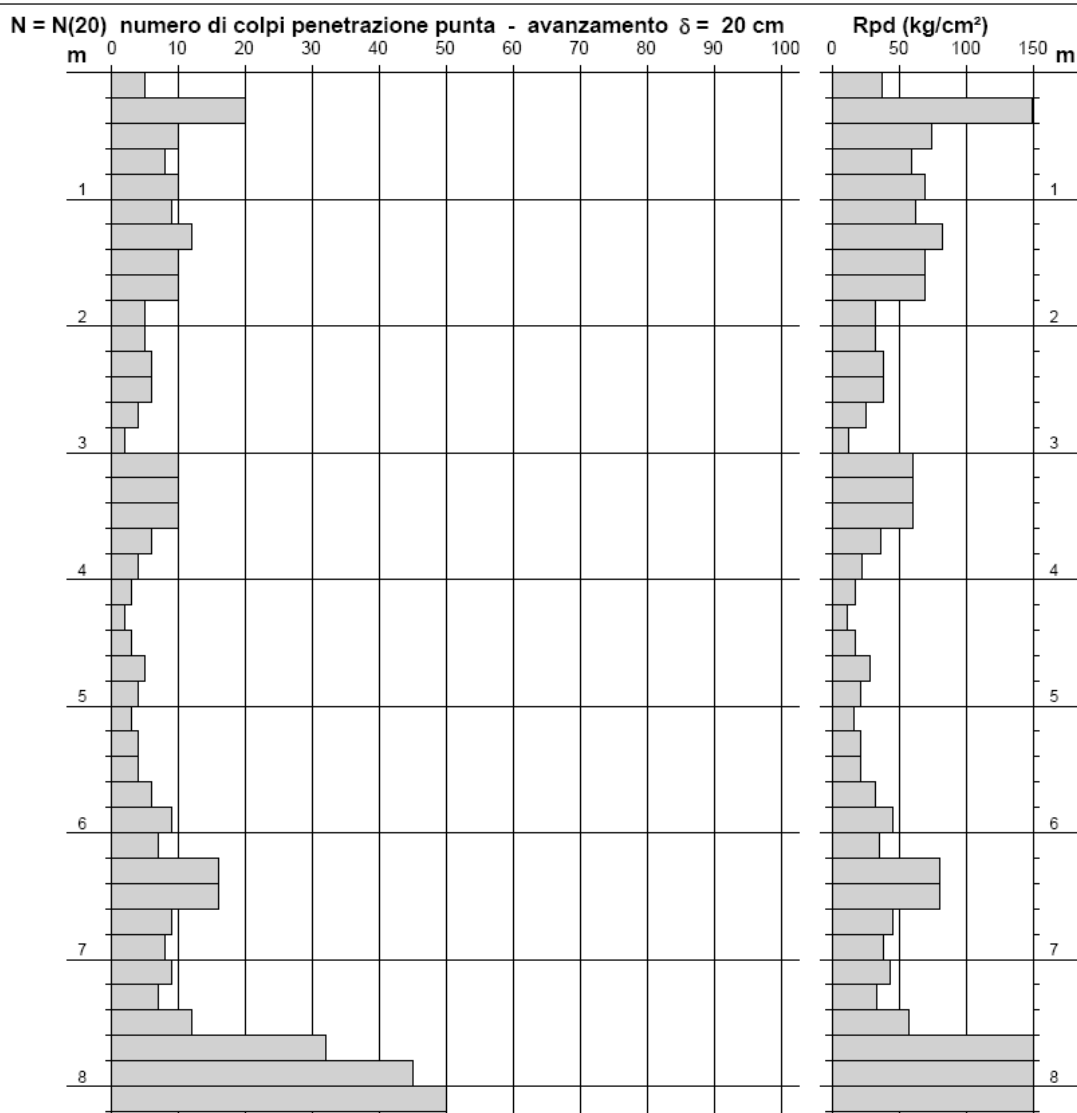
PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	079/055
CERTIFICATO N.	144
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: DR. GEOL. UGO UGATI

Lavoro: REALIZZAZIONI LOCULI CIMITERO

Località: POMPEI (NA) -CIMITERO COMUNALE -Data di esecuzione: 28.12.2012 -Data di emissione 31.12.2012



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.r.l.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



GEOSVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/2857383 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas@gmail.com



CONCESSIONE MINISTERIALE N.5030

**Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001**

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"**

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	079/055
CERTIFICATO N.	145
PAGINA	2/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.3

Committente: DR. GEOL. UGO UGATI

Lavoro: REALIZZAZIONI LOCULI CIMITERO

Località: POMPEI (NA) - CIMITERO COMUNALE - Data di esecuzione: 28.12.2012 - Data di emissione 31.12.2012

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	6,00 - 6,20	10	50,6	7
0,20 - 0,40	5	37,2	1	6,20 - 6,40	15	75,9	7
0,40 - 0,60	11	81,9	1	6,40 - 6,60	9	45,5	7
0,60 - 0,80	11	81,9	1	6,60 - 6,80	5	25,3	7
0,80 - 1,00	10	69,0	2	6,80 - 7,00	4	19,2	8
1,00 - 1,20	4	27,6	2	7,00 - 7,20	2	9,6	8
1,20 - 1,40	2	13,8	2	7,20 - 7,40	2	9,6	8
1,40 - 1,60	5	34,5	2	7,40 - 7,60	1	4,8	8
1,60 - 1,80	21	145,0	2	7,60 - 7,80	1	4,8	8
1,80 - 2,00	19	122,3	3	7,80 - 8,00	1	4,6	9
2,00 - 2,20	20	128,7	3	8,00 - 8,20	1	4,6	9
2,20 - 2,40	30	193,0	3	8,20 - 8,40	1	4,6	9
2,40 - 2,60	30	193,0	3	8,40 - 8,60	1	4,6	9
2,60 - 2,80	15	96,5	3	8,60 - 8,80	1	4,6	9
2,80 - 3,00	4	24,1	4	8,80 - 9,00	2	8,7	10
3,00 - 3,20	4	24,1	4	9,00 - 9,20	2	8,7	10
3,20 - 3,40	10	60,2	4	9,20 - 9,40	5	21,8	10
3,40 - 3,60	11	66,3	4	9,40 - 9,60	16	69,7	10
3,60 - 3,80	11	66,3	4	9,60 - 9,80	19	82,8	10
3,80 - 4,00	11	62,3	5	9,80 - 10,00	20	83,3	11
4,00 - 4,20	8	45,3	5	10,00 - 10,20	10	41,7	11
4,20 - 4,40	10	56,6	5	10,20 - 10,40	9	37,5	11
4,40 - 4,60	8	45,3	5	10,40 - 10,60	10	41,7	11
4,60 - 4,80	9	51,0	5	10,60 - 10,80	5	20,8	11
4,80 - 5,00	7	37,4	6	10,80 - 11,00	5	19,9	12
5,00 - 5,20	7	37,4	6	11,00 - 11,20	4	16,0	12
5,20 - 5,40	7	37,4	6	11,20 - 11,40	5	19,9	12
5,40 - 5,60	3	16,0	6	11,40 - 11,60	5	19,9	12
5,60 - 5,80	4	21,4	6	11,60 - 11,80	8	31,9	12
5,80 - 6,00	12	60,7	7	11,80 - 12,00	9	34,5	13

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSVI s.r.l.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Gessa



GEOSVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/2857383 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e-mail: geosevisas@gmail.com



CONCESSIONE MINISTERIALE N.5030

Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	079/055
CERTIFICATO N.	145
PAGINA	3/4

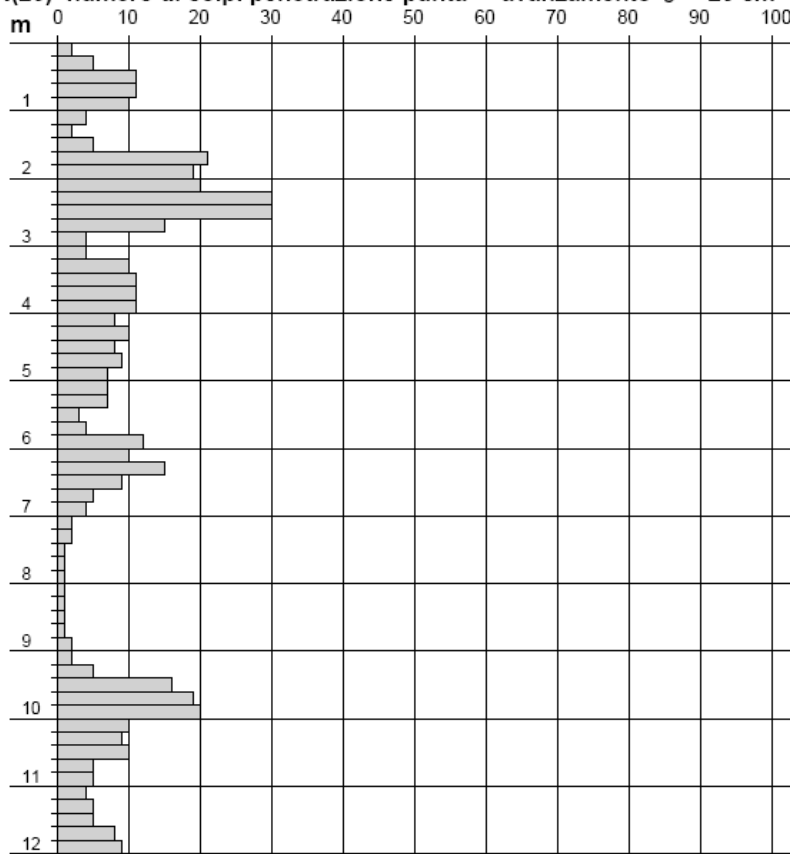
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: DR. GEOL. UGO UGATI

Lavoro: REALIZZAZIONI LOCULI CIMITERO

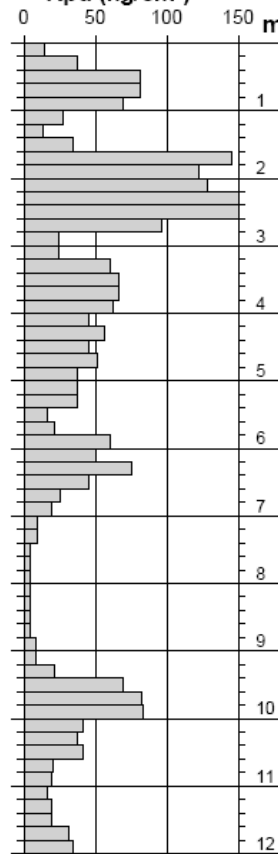
Località: POMPEI (NA) -CIMITERO COMUNALE -Data di esecuzione: 28.12.2012 -Data di emissione 31.12.2012

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm



Lo Sperimentatore

Rpd (kg/cm²)

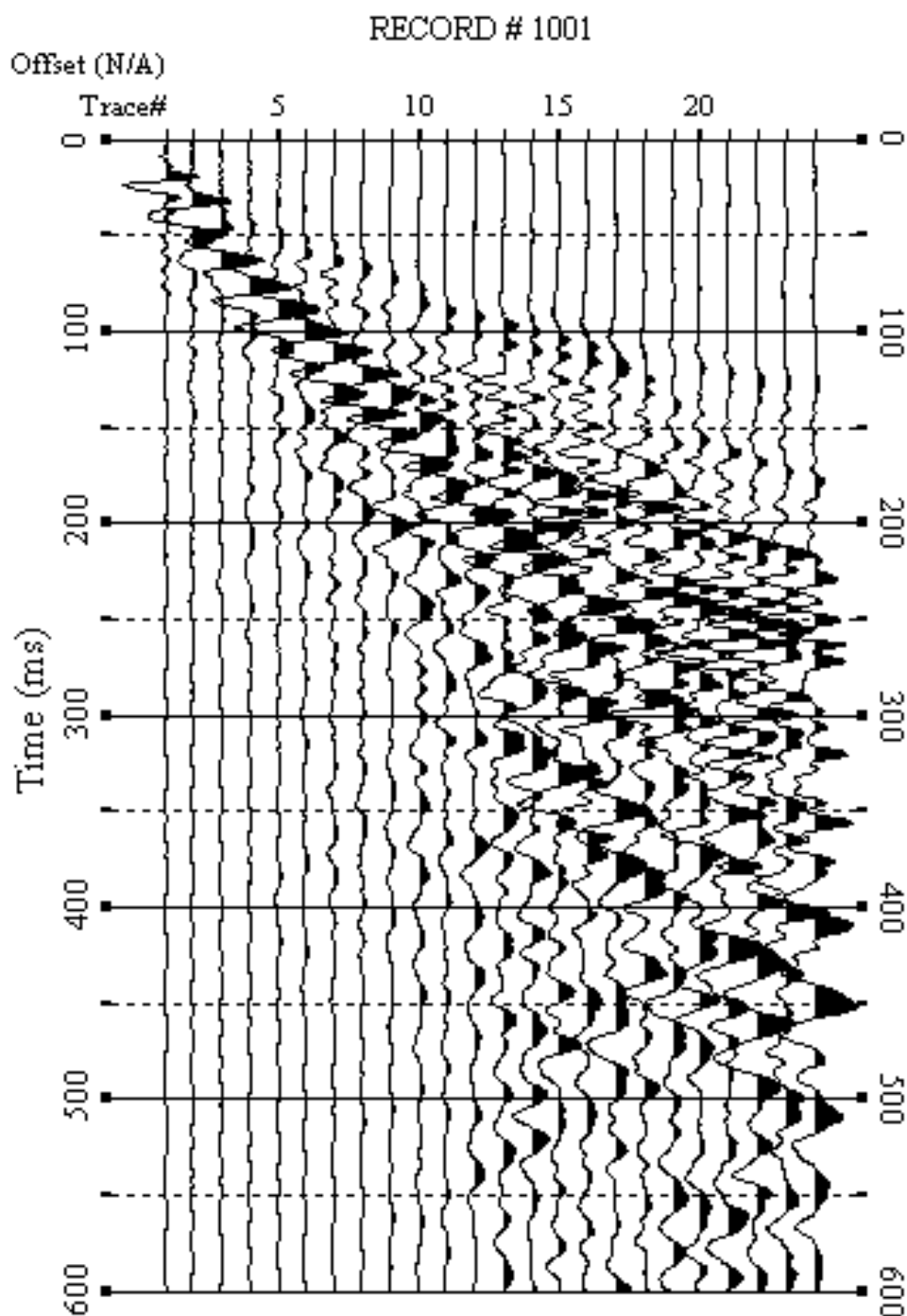


Il Direttore Responsabile

GEOSVI S.A.S.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Gessa
[Signature]

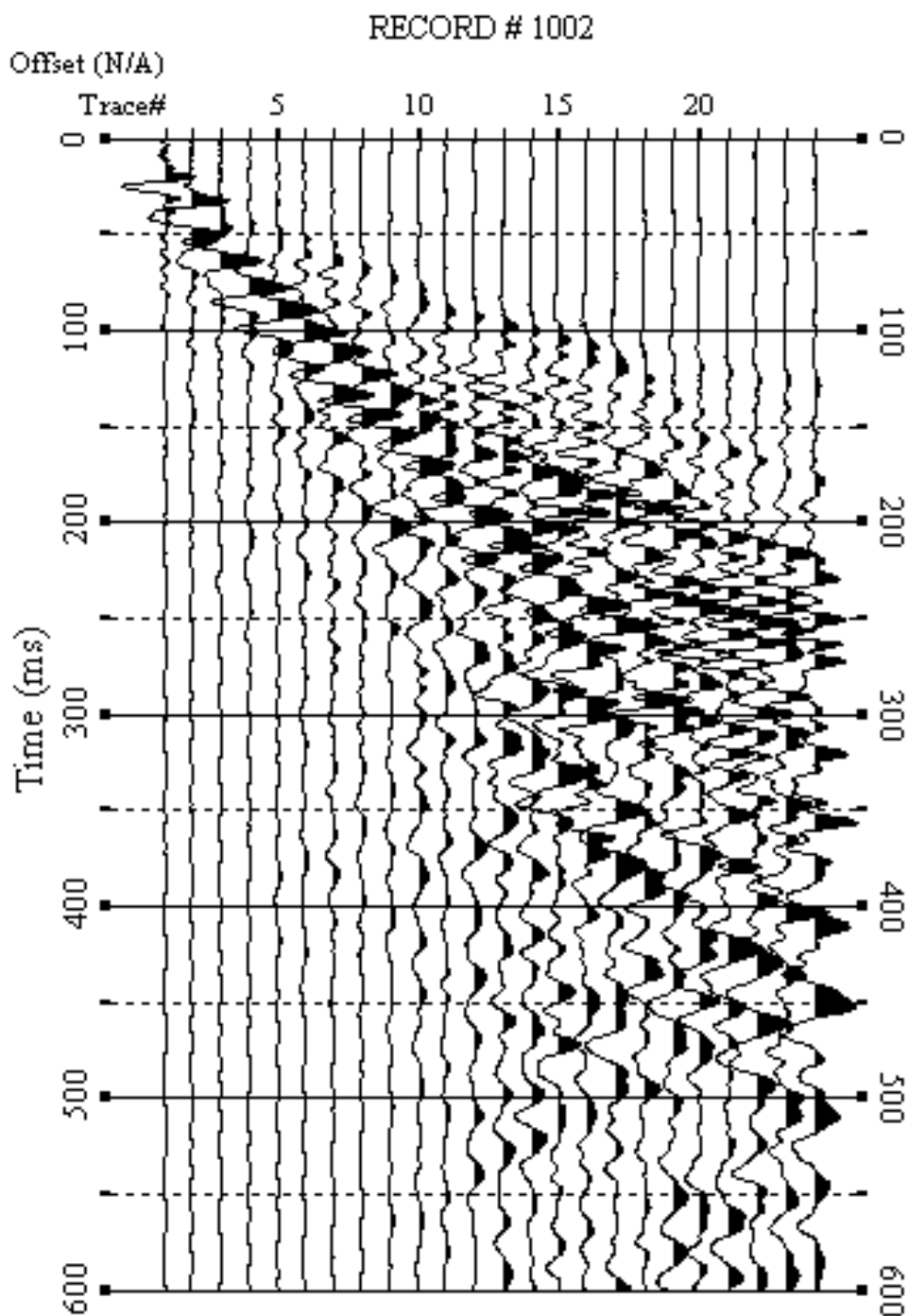
Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei – Progetto Esecutivo – Cimitero Comunale, Pompei (NA)

**Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.
Finestra temporale [0-600]ms.**



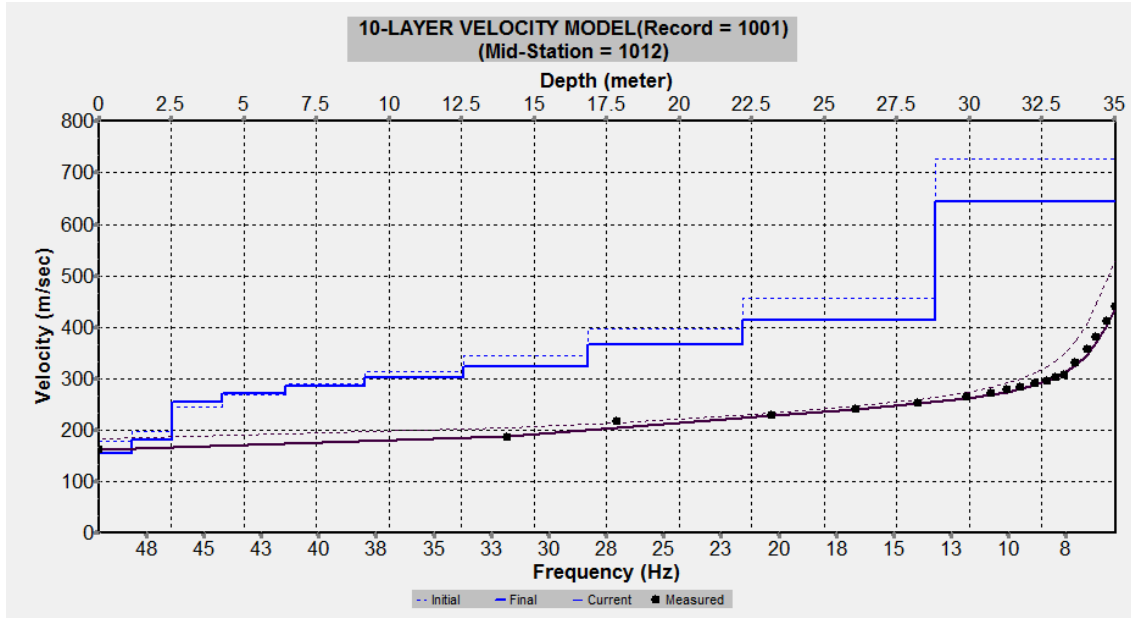
Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei – Progetto Esecutivo – Cimitero Comunale, Pompei (NA)

**Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.
Finestra temporale [0-600]ms.**

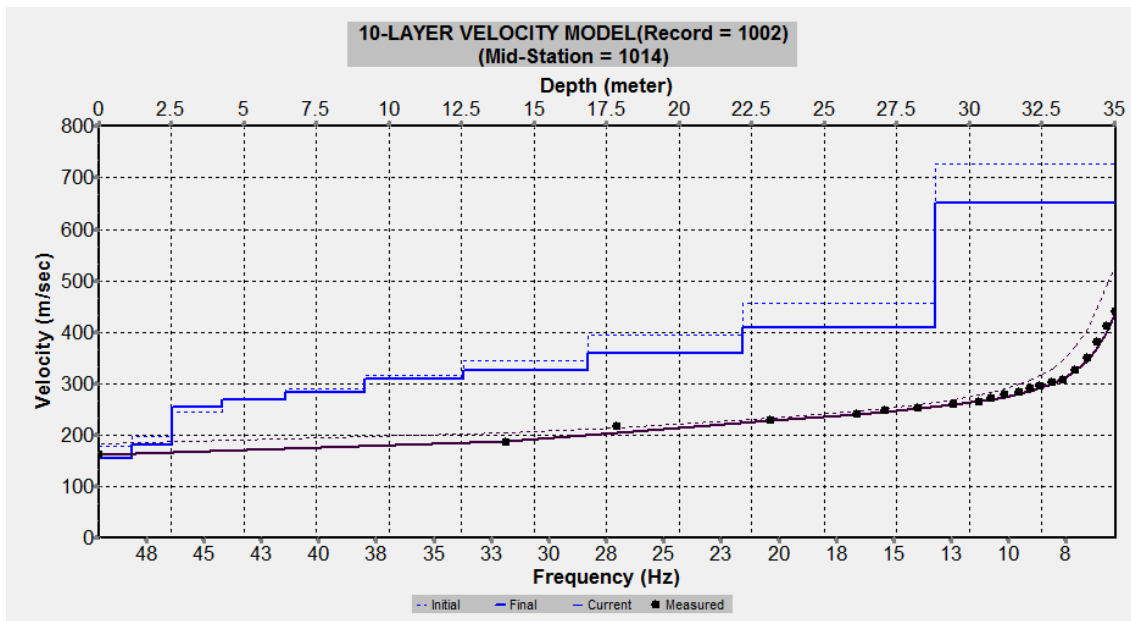


Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei – Progetto Esecutivo – Cimitero Comunale, Pompei (NA)

**Profilo verticale 1D delle VS ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh:
MASW n. 1 – acquisizione n. 1.**



**Profilo verticale 1D delle VS ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh:
MASW n. 1 - acquisizione n. 2.**



Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei – Progetto Esecutivo – Cimitero Comunale, Pompei (NA)

Sismostrati riscontrati dalla prospezione sismica eseguita

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s)</i> <i>acquisizione n.1</i>	<i>V_s (m/s)</i> <i>acquisizione n.2</i>
S1	0.0 – 2.5	168	168
S2	2.5 – 9.2	270	269
S3	9.2 – 16.9	313	317
S4	16.9 – 22.2	366	358
S5	22.2 – 28.9	413	410
S6	28.9 – 35.1	645	651





Committente : **TRIVEL SONDAGGI s.a.s.**

Comune : **POMPEI (NA)**

Oggetto : Studio in prospettiva sismica del territorio comunale

Sondaggio **16** Campione **1** Prof.tà da m. **2.50** a m. **3.00**

Determinazione del peso di volume naturale mediante fustella tarata

GCRC6

Daadcu

DETERMINAZIONE		1	2
P <u> </u> u <u> </u> a	g	<u>1</u> <u>1</u>	<u> </u> <u>6</u>
P <u> </u> u <u> </u> d <u> </u> a <u> </u>	g	1 <u> </u> <u> </u>	1 <u> </u> <u> </u>
P <u> </u> cc <u> </u> a <u> </u>	g	1 <u> </u> <u>6</u>	1 <u> </u> <u> </u>
<u> </u> u <u> </u> <u> </u> u <u> </u> a	c <u> </u>	<u> </u> <u> </u>	<u> </u> <u> </u>
P <u> </u> ac <u> </u> ua	g	1 <u> </u> <u> </u>	1 <u> </u> <u> </u>
P <u> </u> cc <u> </u>	g	1 <u>6</u> <u> </u>	1 <u> </u> <u> </u>
<u> </u> d <u> </u> a <u> </u> ura <u> </u>	<u> </u> <u> </u>	11 <u> </u> <u> </u>	11 <u> </u> <u> </u>
P <u> </u> d <u> </u> u <u> </u> cc <u> </u>	γ d <u> </u> <u> </u>	1 <u> </u> <u> </u>	1 <u>6</u> <u> </u>
P <u> </u> d <u> </u> u <u> </u> a <u> </u> ura <u> </u>	γ <u> </u> <u> </u>	1 <u> </u> <u> </u>	1 <u>1</u> <u> </u>

γ 14.10

Determinazione del peso specifico dei granuli

C R 1 1 C R 1 1 S M D S M D 1

Da a d cu

PICNOMETRIA		A	B
P	g		
p	g	1	6
P	g	6	
	C	1	1
P	g	1	6
P		1	1
C		1	6

Peso specifico dei granuli alla T= 20°C		27.01
--	---	--------------

VALORI CALCOLATI

□□ d □□□□ a □□□□ □□	Wn	□	11.63
P □□□□□□ □□ □□□□ cc □	yd	□□ □	12.63
P □□□□□□ □□ □□□□ a □□□□ □□	γ	□□ □	14.10
P □□□□□□ p □ c □ c □ □□□ gra □□	Gs	□□ □	27.01
P □ r □□□□	η	□	53.22
□□ d □ c □ d □□□□ □□ □□	e		1.138
Grad □□ d □□□□ a □□□□ □□□□ □□	Sr	□	27.61

Certificato n°	190408 284	
data di emissione	14.05.08	
Accettazione n°	190408	del 21/04/2008

Lo sperimentatore
E. Imbriale

Dr. Geol. Alessandro Iannuzzi
Iscr. O.R.G. Campania n. 719

Scheda di G
 per la
 S
 C
 MD1 SPG

PR
 GS
 S
 SR
 DR



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(AGI 1994 - CNR BU VI N°27 - ASTM D422 - 1140)

Sondaggio **16** Campione **1** Prof. da m. **2.50** a m. **3.00**

Committente: **RSDDGG**

Comune: **PMP**

Oggetto: **Sudpropca cad r r c u**

Diametro mm.	g	Passante %
1		1
	1	
	6	
	11	1
1	6	6
1		16
		1

Vagliatura eseguita su g. 500

Data di esecuzione: **06.05.08**

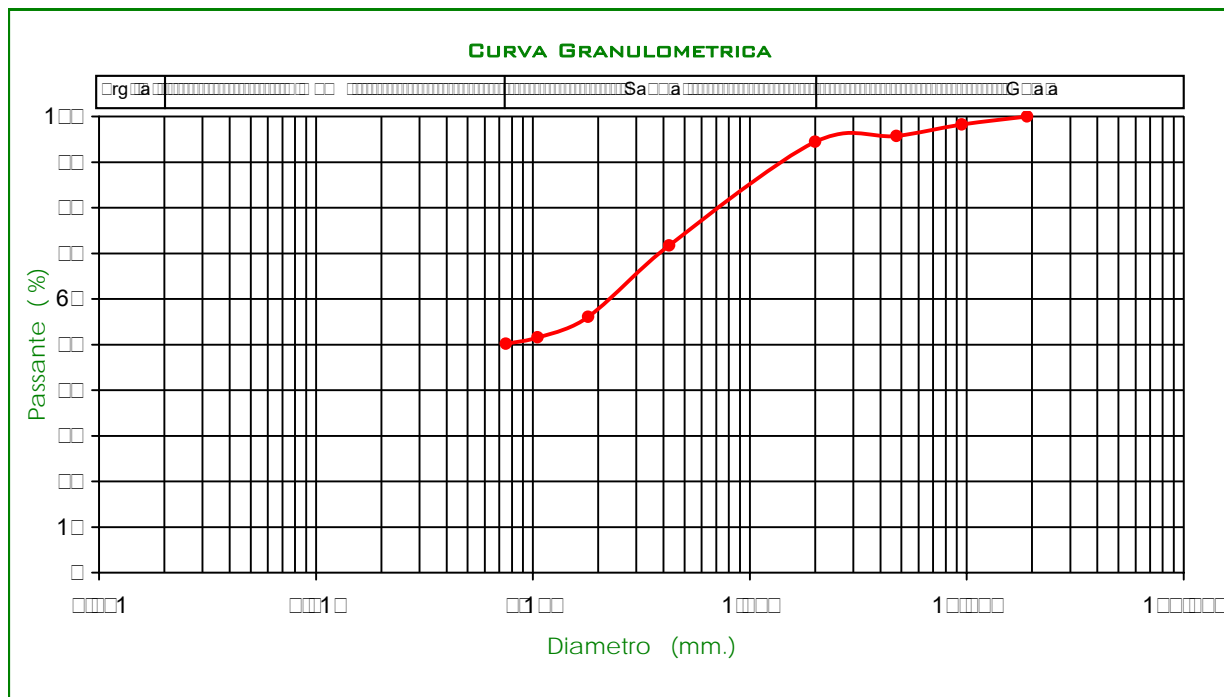
Ghiaia: 5.52% **Sabbia:** 44.30%

Limo: 50.18%

Definizione (A.G.I.):

Limo con sabbia debolmente ghiaioso

Media di ca p a u a i a



C	190408 285
da	14.05.08
cc	190408 del 21/04/2008

Lo sperimentatore
 E. Imbriale

Dr. Geol. Alessandro Iannuzzi
 Iscr. O.R.G. Campania n. 719

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(AGI 1994 - ASTM D 3080)





Sondaggio **16** Campione **1** Prof. tà da m. **2.50** a m. **3.00**

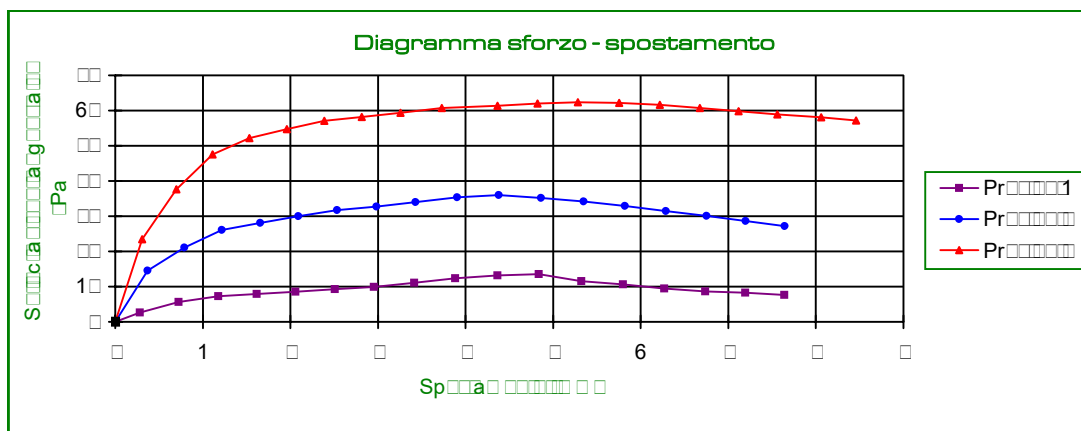
C R S D GG a

C u P M P

ggSudpr_pca drrrc u a

Tipo : C. D. Tempo di consolidazione : 24 h. Data esecuzione : 12.05.08

Macchina n° 92	Dimensione provini:	 c 	 c 	
Velocità di prova:	0.0200 mm/min	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Pressione verticale	kPa	25	50	100

VALORI REGISTRATI[illegible]

Certificato n°	190408 286	M da d ca p a a a ad
data di emissione	14.05.08	
Accettazione n°	190408 del 21/04/2008	

Dr. Geol. Alessandro Iannuzzi
Iscr. O.R.G. Campania n. 719

Lo sperimentatore

E. Marzullo

6



Scheda di G
 per la
 S
 C
 MD1PG

PR
 GS
 S
 SR
 DR



Committente : **TRIVEL SONDAGGI s.a.s.**

Comune : **POMPEI (NA)**

Oggetto : **Studio in prospettiva sismica del territorio comunale**

Sondaggio **16** Campione **2** Prof.tà da m. **6.50** a m. **7.00**

Determinazione del peso di volume naturale mediante fustella tarata

G C R 6

Da ad

DETERMINAZIONE

		1	2
P	g	11	6
P	g	16	1
P	g	166	166
	c		
P	g	6	
P	g	6	1
			16
P	γ_d	11	11
P	γ	1	1

γ 14.75

Determinazione del peso specifico dei granuli

C R 1 C R 1 S M D S M D 1

Da ad

PICNOMETRIA

		A	B
P	g		
p	g	1	1
P	g	6.61	6
	C	1	1
P	g	11	11.6
P			
C			

Peso specifico dei granuli alla T= 20°C 25.65

VALORI CALCOLATI

	Wn		31.15
P	γ_d		11.25
P	γ		14.75
P	Gs		25.65
P	η		56.14
	e		1.280
Grad	Sr		62.41

Certificato n°	190408 288
data di emissione	14.05.08
Accettazione n°	190408 del 21/04/2008

Lo sperimentatore
 E. Imbriale

Dr. Geol. Alessandro Iannuzzi
 Iscr. O.R.G. Campania n. 719

Scheda di G
 per la
 S
 C
 MD1 SPG

PR
 GS
 S
 SR
 DR



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(AGI 1994 - CNR BU VI N°27 - ASTM D422 - 1140)

Sondaggio **16** Campione **2** Prof. da m. **6.50** a m. **7.00**

Committente: **RS**

Comune: **PMP**

Oggetto: **Sud**

Diametro mm.	g	Passante %
1		1
	6	
1		66.1
1		
	1	6

Vagliatura eseguita su g. 500

Data di esecuzione: **06.05.08**

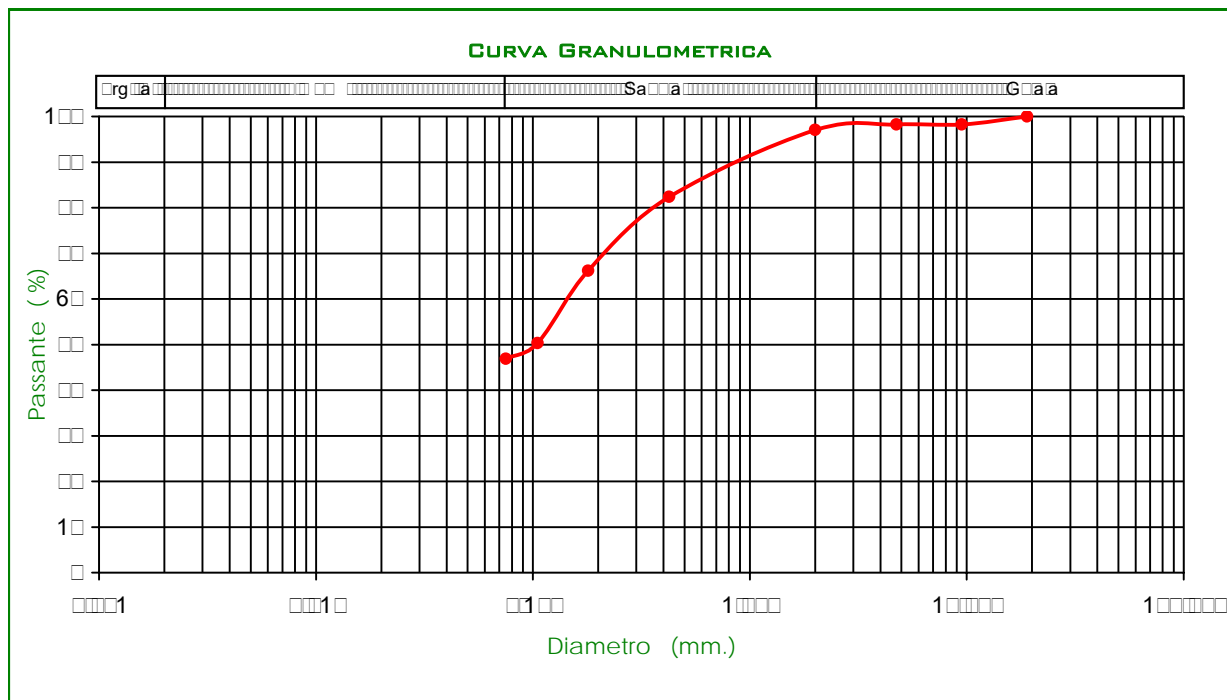
Ghiaia: 2.98% **Sabbia:** 50.14%

Limo: 46.88%

Definizione (A.G.I.):

Sabbia con limo

M



C	190408 289
da	14.05.08
cc	190408 del 21/04/2008

Lo sperimentatore
 E. Imbriale

Dr. Geol. Alessandro Iannuzzi
 Iscr. O.R.G. Campania n. 719

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

CERTIFICATO DI PROVA N°: 0390	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013	Inizio analisi: 30/10/2013
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13		Apertura campione: 30/10/2013	Fine analisi: 31/10/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati
RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 28,2 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da sparse pomici arrotondate minute e rari litici lavici millimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa. Si rinvenivano rari frustoli vegetali e presenza di sostanze organiche.
Tessitura sabbioso - franca.

**ISOGEA S.r.l.****Laboratorio Geotecnico**AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIF. DA QUALITYAUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore «A» - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 0390** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13

DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013

Inizio analisi: 30/10/2013

Apertura campione: 30/10/2013

Fine analisi: 31/10/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati

RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,4 kN/m³**

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da sparse pomici arrotondate minute e rari litici lavici millimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa. Si rinvenivano rari frustoli vegetali e presenza di sostanze organiche.
Tessitura sabbioso - franca.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 0390	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013	Inizio analisi: 31/10/2013
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13		Apertura campione: 30/10/2013	Fine analisi: 04/11/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati
RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,88

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,87

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da sparse pomici arrotondate minute e rari litici lavici millimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa. Si rinvenivano rari frustoli vegetali e presenza di sostanze organiche.
Tessitura sabbioso - franca.



CERTIFICATO DI PROVA N°: **0390** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13

DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013

Inizio analisi: 31/10/2013

Apertura campione: 30/10/2013

Fine analisi: 05/11/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati

RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2,00 - 2,50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

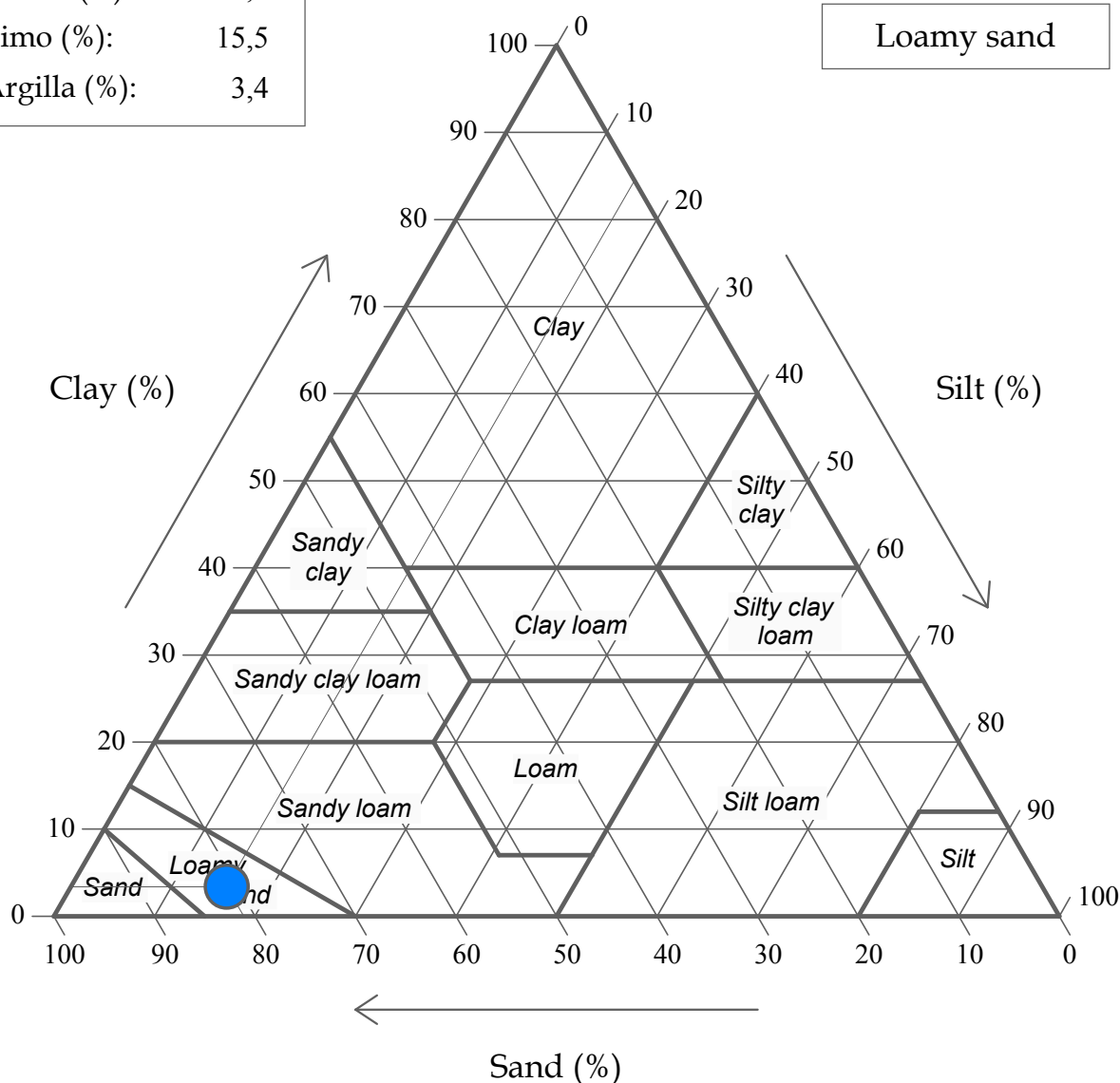
Modalità di prova: Norma ASTM D2217 - D422

Sabbia (%): 81,1

Limo (%): 15,5

Argilla (%): 3,4

Loamy sand



Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da sparse pomici arrotondate minute e rari litici lavici millimetrici, in abbondante matrice sabbiosa - limosa. Si rinvenivano rari frustoli vegetali e presenza di sostanze organiche. Tessitura sabbioso - franca.

COMMITTENTE:	Dott. geol. Ugo Ugati		
RIFERIMENTO:	Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)		
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	C1
		PROFONDITA':	m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	43,2	%
Peso di volume	14,6	kN/m ³
Peso di volume secco	10,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	16,1	kN/m ³
Peso specifico	26,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	1,552	
Porosità	60,8	%
Grado di saturazione	73,8	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	29,4	%
Sabbia	52,7	%
Limo	15,1	%
Argilla	2,8	%
D 10	0,011324	mm
D 50	1,045809	mm
D 60	1,432754	mm
D 90	3,807185	mm
Passante set. 10	70,6	%
Passante set. 40	29,1	%
Passante set. 200	19,3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
----------	-----	-----------------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ	kPa
--------	-----	--------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	kPa	ϕ	°
c Res	kPa	ϕ_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
 Tessitura sabbioso - franca.
 Tenore in carbonati (D.M. del 13/09/99 - met. V.1): < 15 g/kg

CERTIFICATO DI PROVA N°: 0391	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013	Inizio analisi: 30/10/2013
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13		Apertura campione: 30/10/2013	Fine analisi: 31/10/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati			
RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 43,2 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
Tessitura sabbioso - franca.

**ISOGEA S.r.l.****Laboratorio Geotecnico**AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIF. DA QUALITYAUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore «A» - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 0391** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13

DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013

Inizio analisi: 30/10/2013

Apertura campione: 30/10/2013

Fine analisi: 31/10/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati

RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 14,6 kN/m³**

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
Tessitura sabbioso - franca.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 0391	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013	Inizio analisi: 31/10/2013
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13		Apertura campione: 30/10/2013	Fine analisi: 04/11/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati			
RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25,97

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25,96

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
Tessitura sabbioso - franca.

**ISOGEA S.r.l.****Laboratorio Geotecnico**AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIF. DA QUALITYAUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore «A» - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 0391** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13

DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013

Inizio analisi: 31/10/2013

Apertura campione: 30/10/2013

Fine analisi: 05/11/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati

RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

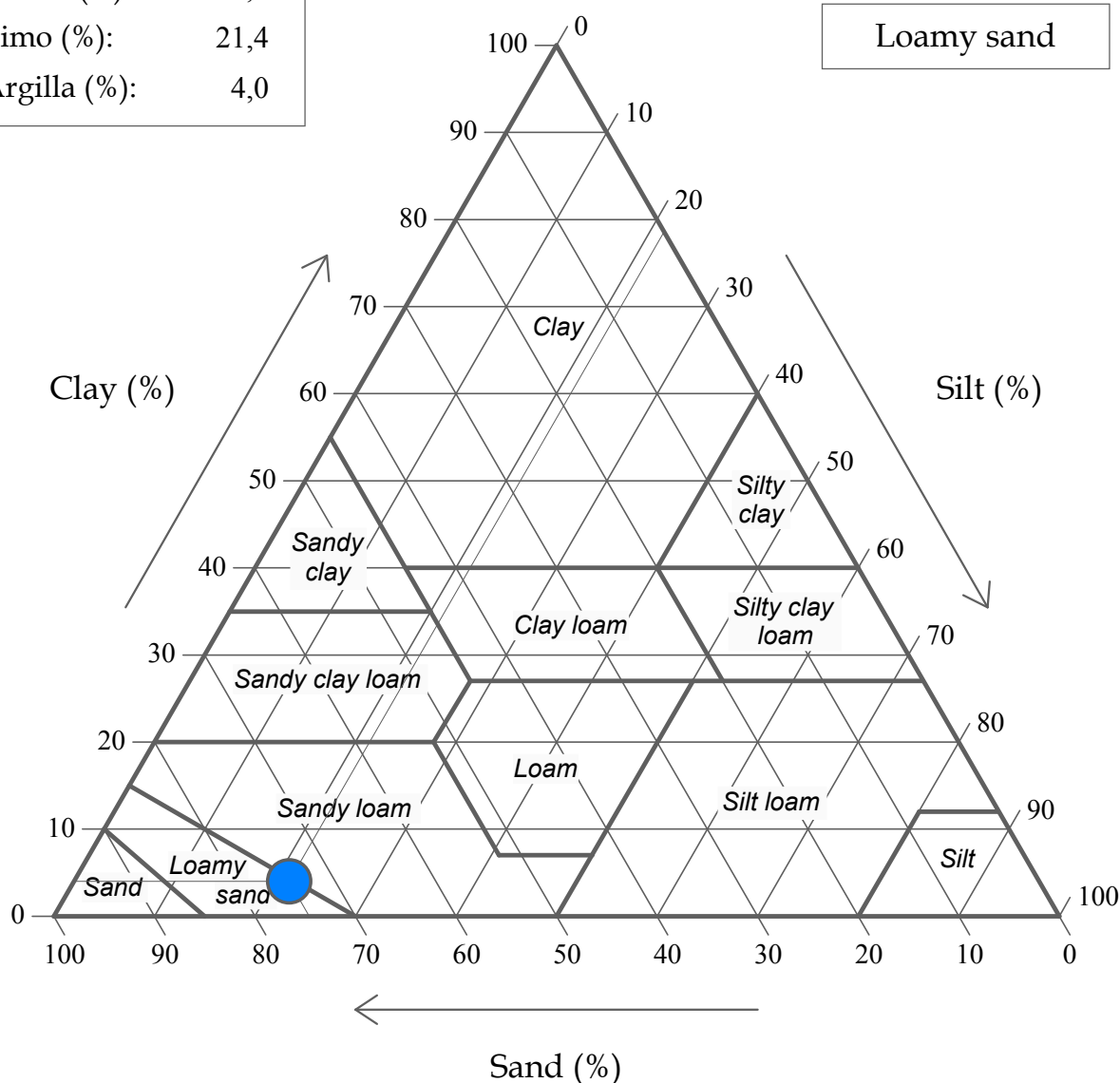
Modalità di prova: Norma ASTM D2217 - D422

Sabbia (%): 74,6

Limo (%): 21,4

Argilla (%): 4,0

Loamy sand



Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
Tessitura sabbioso - franca.

SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4,00 - 4,50

CERTIFICATO DI PROVA N°: 0392	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013	Inizio analisi: 30/10/2013
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13		Apertura campione: 30/10/2013	Fine analisi: 31/10/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati			
RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4,00 - 4,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 23,9 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
Tessitura sabbioso - franca.

**ISOGEA S.r.l.****Laboratorio Geotecnico**AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIF. DA QUALITYAUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore «A» - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 0392** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13

DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013

Inizio analisi: 30/10/2013

Apertura campione: 30/10/2013

Fine analisi: 31/10/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati

RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00 - 4,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,5 kN/m³**

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
Tessitura sabbioso - franca.

**ISOGEA S.r.l.****Laboratorio Geotecnico**AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIF. DA QUALITYAUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore «A» - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 0007474 del 27/07/2012 Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 0392** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 078/13 del 28/10/13

DATA DI EMISSIONE: 05/11/2013

Inizio analisi: 31/10/2013

Apertura campione: 30/10/2013

Fine analisi: 04/11/2013

COMMITTENTE: Dott. geol. Ugo Ugati

RIFERIMENTO: Relazione mineralizzazione salme - Cimitero comunale Pompei (Na)

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,00 - 4,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

 γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,83 γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,82Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Materiale piroclastico di colore marrone, costituito da abbondanti pomici centimetriche di forma arrotondata e sparsi litici lavici in matrice sabbiosa - limosa.
Tessitura sabbioso - franca.

Lavoro: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

Conversione dei dati N20 in Nspt - P1

$\beta_t = 1,521$

depth (m)	N20	Nspt
0,2	2	3
0,4	7	11
0,6	14	21
0,8	10	15
1	4	6
1,2	4	6
1,4	4	6
1,6	4	6
1,8	4	6
2	2	3
2,2	2	3
2,4	7	11
2,6	40	61
2,8	50	76

Lavoro: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

Conversione dei dati N20 in Nspt - P2

$\beta_t = 1,521$

depth (m)	N20	Nspt
0,2	5	8
0,4	20	30
0,6	10	15
0,8	8	12
1	10	15
1,2	9	14
1,4	12	18
1,6	10	15
1,8	10	15
2	5	8
2,2	5	8
2,4	6	9
2,6	6	9
2,8	4	6
3	2	3
3,2	10	15
3,4	10	15
3,6	10	15
3,8	6	9
4	4	6
4,2	3	5
4,4	2	3
4,6	3	5
4,8	5	8
5	4	6
5,2	3	5
5,4	4	6
5,6	4	6
5,8	6	9
6	9	14
6,2	7	11
6,4	16	24
6,6	16	24
6,8	9	14
7	8	12
7,2	9	14
7,4	7	11
7,6	12	18
7,8	32	49
8	45	68
8,2	50	76

Lavoro: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

Conversione dei dati N20 in Nspt - P3

$$\beta_t = 1,521$$

depth (m)	N20	Nspt
0,2	2	3
0,4	5	8
0,6	11	17
0,8	11	17
1	10	15
1,2	4	6
1,4	2	3
1,6	5	8
1,8	21	32
2	19	29
2,2	20	30
2,4	30	46
2,6	30	46
2,8	15	23
3	4	6
3,2	4	6
3,4	10	15
3,6	11	17
3,8	11	17
4	11	17
4,2	8	12
4,4	10	15
4,6	8	12
4,8	9	14
5	7	11
5,2	7	11
5,4	7	11
5,6	3	5
5,8	4	6
6	12	18
6,2	10	15
6,4	15	23
6,6	9	14

B.3. DENSITA' RELATIVA

P1

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N _{spt} (colpi/piede)	OCR	C*	σ' _{vo} (kPa)	N' _{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
0,20	3	1	6	4	3	--	-	36
0,40	11	1	6	8	11	74	41	65
0,60	21	1	6	12	21	96	58	84
0,80	15	1	6	16	15	82	48	68
1,00	6	1	6	20	6	56	25	41
1,20	6	1	6	24	6	55	24	39
1,40	6	1	6	28	6	54	23	38
1,60	6	1	6	32	6	53	22	36
1,80	6	1	6	36	6	51	21	35
2,00	3	1	6	40	3	--	-	24

*C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P2

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
0,20	8	1	6	4	8	--	34	59
0,40	30	1	6	8	23	--	60	92
0,60	15	1	6	12	15	84	48	71
0,80	12	1	6	16	12	74	43	60
1,00	15	1	6	20	15	80	48	65
1,20	14	1	6	24	14	76	46	60
1,40	18	1	6	28	18	85	52	65
1,60	15	1	6	32	15	76	47	57
1,80	15	1	6	36	15	75	47	55
2,00	8	1	6	40	8	57	30	39

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P1

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
2,20	3	1	6	44	3	<40	-	23
2,40	11	1	6	48	11	62	38	43
2,60	61	1	6	52	61	>100	95	100
2,80	76	1	6	56	76	>100	106	108
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P2

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
2,20	8	1	6	44	8	56	30	38
2,40	9	1	6	48	9	57	32	39
2,60	9	1	6	52	9	56	32	38
2,80	6	1	6	56	6	45	-	30
3,00	3	1	6	60	3	<40	-	21
3,20	15	1	6	64	15	66	45	46
3,40	15	1	6	68	15	65	45	45
3,60	15	1	6	72	15	64	45	44
3,80	9	1	6	76	9	51	29	33
4,00	6	1	6	80	6	--	-	27

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P2

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
4,20	5	1	6	84	5	<40	-	25
4,40	3	1	6	88	3	<40	-	19
4,60	5	1	6	92	5	<40	-	24
4,80	8	1	6	96	8	44	21	31
5,00	6	1	6	100	6	<40	-	27
5,20	5	1	6	104	5	<40	-	24
5,40	6	1	6	108	6	<40	-	26
5,60	6	1	6	112	6	<40	-	26
5,80	9	1	6	116	9	45	23	32
6,00	14	1	6	120	14	56	39	40

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P2

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
6,20	11	1	6	124	11	49	31	35
6,40	24	1	6	128	20	62	49	46
6,60	24	1	6	132	20	62	49	46
6,80	14	1	6	136	14	54	38	39
7,00	12	1	6	140	12	49	32	36
7,20	14	1	6	144	14	53	37	39
7,40	11	1	6	148	11	47	27	34
7,60	18	1	6	152	17	57	42	42
7,80	49	1	6	156	32	76	65	58
8,00	68	1	6	160	42	85	75	65

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P2

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
8,20	50	1	6	164	50	90	83	72
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P3

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
0,20	3	1	6	4	3	--	-	36
0,40	8	1	6	8	8	--	33	55
0,60	17	1	6	12	17	89	52	76
0,80	17	1	6	16	17	87	51	72
1,00	15	1	6	20	15	80	48	65
1,20	6	1	6	24	6	55	24	39
1,40	3	1	6	28	3	--	-	27
1,60	8	1	6	32	8	59	31	42
1,80	32	1	6	36	32	--	70	81
2,00	29	1	6	40	29	99	66	75

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P3

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
2,20	30	1	6	44	30	99	67	74
2,40	46	1	6	48	31	99	68	72
2,60	46	1	6	52	46	>100	83	86
2,80	23	1	6	56	23	85	58	60
3,00	6	1	6	60	6	44	-	30
3,20	6	1	6	64	6	42	-	29
3,40	15	1	6	68	15	65	45	45
3,60	17	1	6	72	17	69	48	47
3,80	17	1	6	76	17	68	48	46
4,00	17	1	6	80	17	67	48	46

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P3

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
4,20	12	1	6	84	12	57	37	38
4,40	15	1	6	88	15	61	44	43
4,60	12	1	6	92	12	56	37	38
4,80	14	1	6	96	14	59	41	41
5,00	11	1	6	100	11	52	33	36
5,20	11	1	6	104	11	52	33	36
5,40	11	1	6	108	11	51	32	36
5,60	5	1	6	112	5	<40	-	24
5,80	6	1	6	116	6	<40	-	26
6,00	18	1	6	120	18	60	47	45

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

P3

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
6,20	15	1	6	124	15	57	41	41
6,40	23	1	6	128	19	61	48	46
6,60	14	1	6	132	14	54	38	39
6,80	0	1	6	136	0	<40	-	0
7,00	0	1	6	140	0	<40	-	0
7,20	0	1	6	144	0	<40	-	0
7,40	0	1	6	148	0	<40	-	0
7,60	0	1	6	152	0	<40	-	0
7,80	0	1	6	156	0	<40	-	0
8,00	0	1	6	160	0	<40	-	0

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

Dr (3) BAZAARA [1967]

B.3. DENSITA' RELATIVA

SPT - S16puc

z_w profondità della falda da p.c. (m) 22,00

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	OCR	C^*	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	Dr (1) (%)	Dr (2) (%)	Dr (3) (%)
5,00	10	1	6	100	10	50	30	34
9,50	15	1	6	190	15	50	36	38
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0
0,00	0	1	6	0	0	<40	-	0

* C = coefficiente uniformità = D_{60}/D_{10}

Dr (1) GIBBS-HOLTZ [1957]

Dr (2) MARCUSON - BIEGANOUSKI [1977]

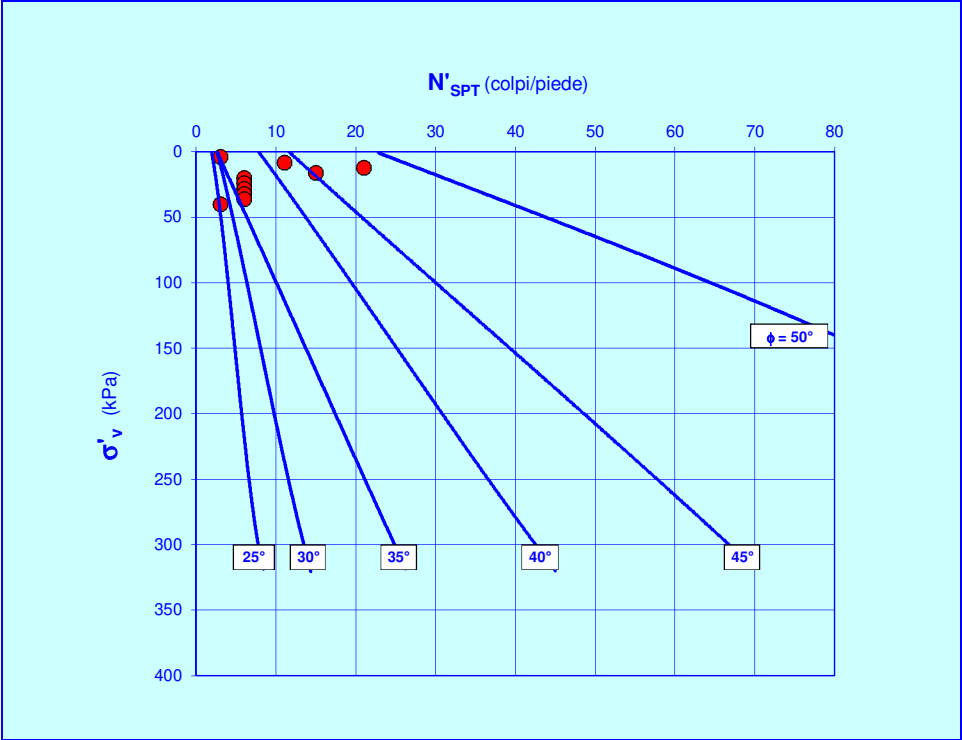
Dr (3) BAZAARA [1967]

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P1

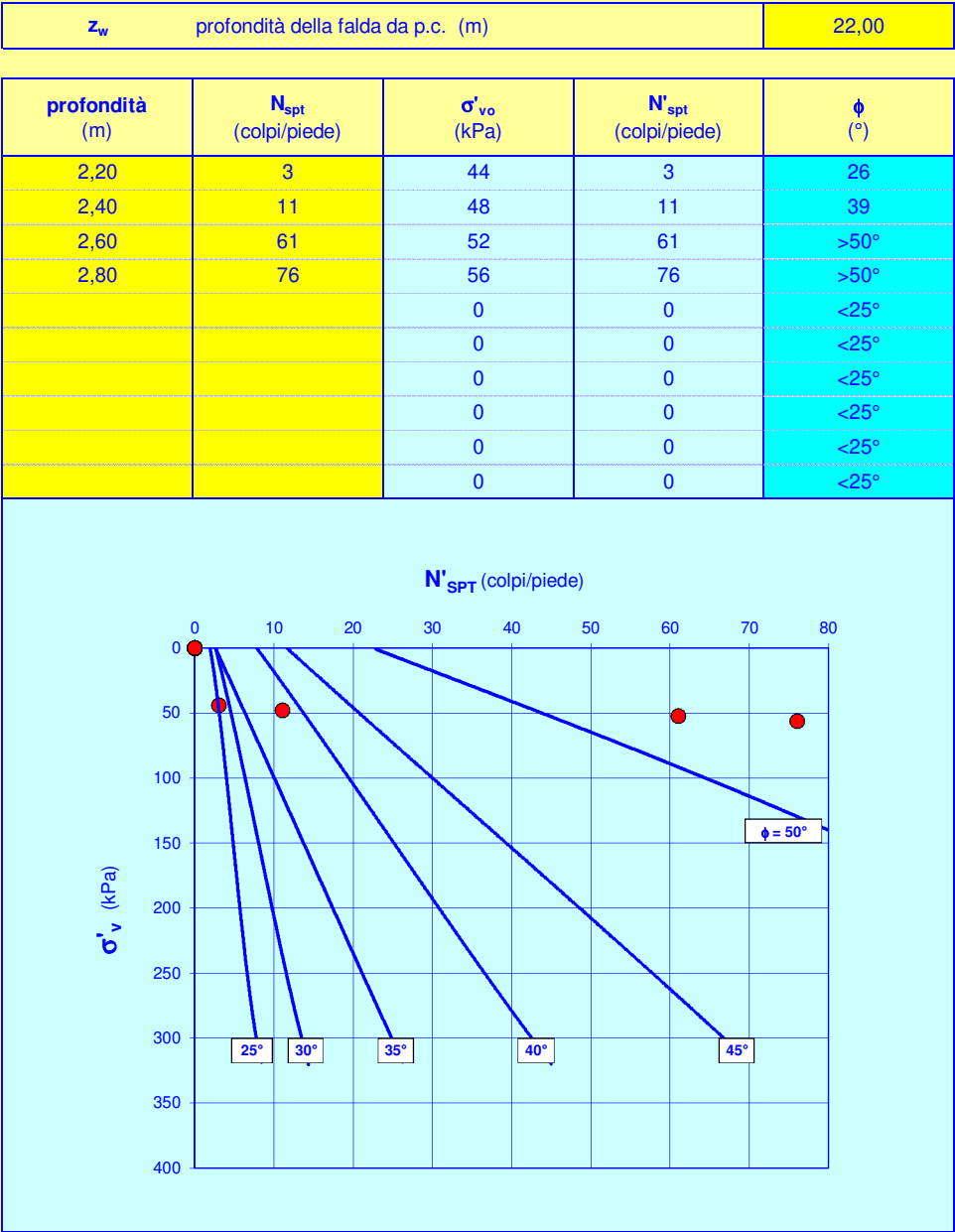
z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
0,20	3	4	3	36
0,40	11	8	11	44
0,60	21	12	21	49
0,80	15	16	15	46
1,00	6	20	6	38
1,20	6	24	6	37
1,40	6	28	6	37
1,60	6	32	6	37
1,80	6	36	6	36
2,00	3	40	3	26



B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P1

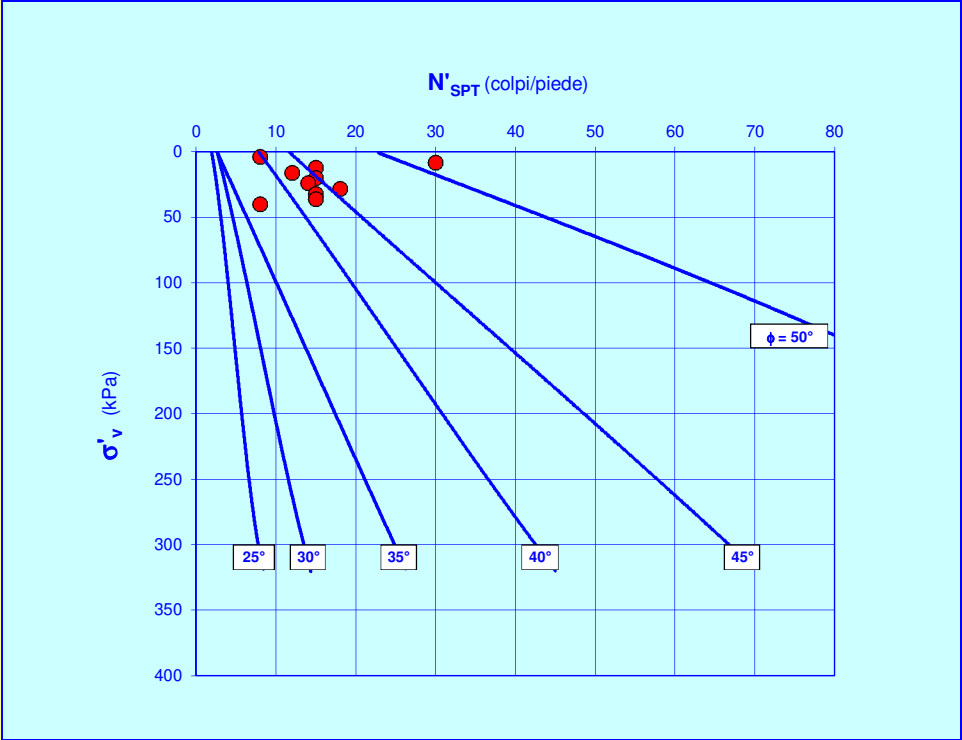


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P2

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
0,20	8	4	8	40
0,40	30	8	30	>50°
0,60	15	12	15	47
0,80	12	16	12	43
1,00	15	20	15	45
1,20	14	24	14	44
1,40	18	28	18	46
1,60	15	32	15	43
1,80	15	36	15	43
2,00	8	40	8	37

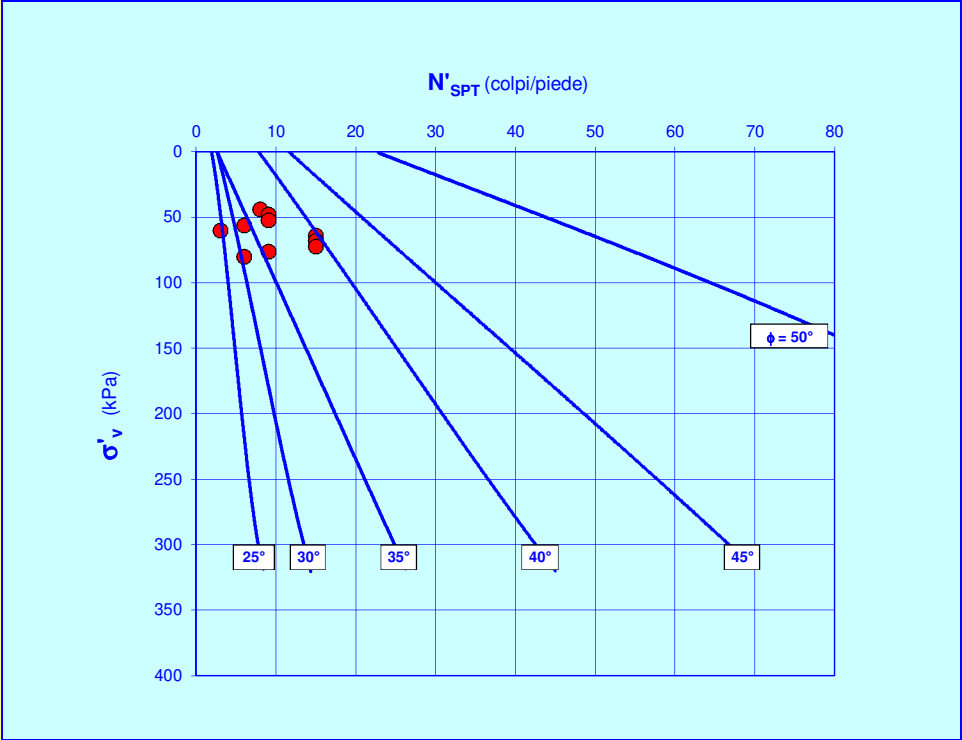


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P2

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
2,20	8	44	8	37
2,40	9	48	9	37
2,60	9	52	9	37
2,80	6	56	6	34
3,00	3	60	3	<25°
3,20	15	64	15	40
3,40	15	68	15	40
3,60	15	72	15	40
3,80	9	76	9	36
4,00	6	80	6	31

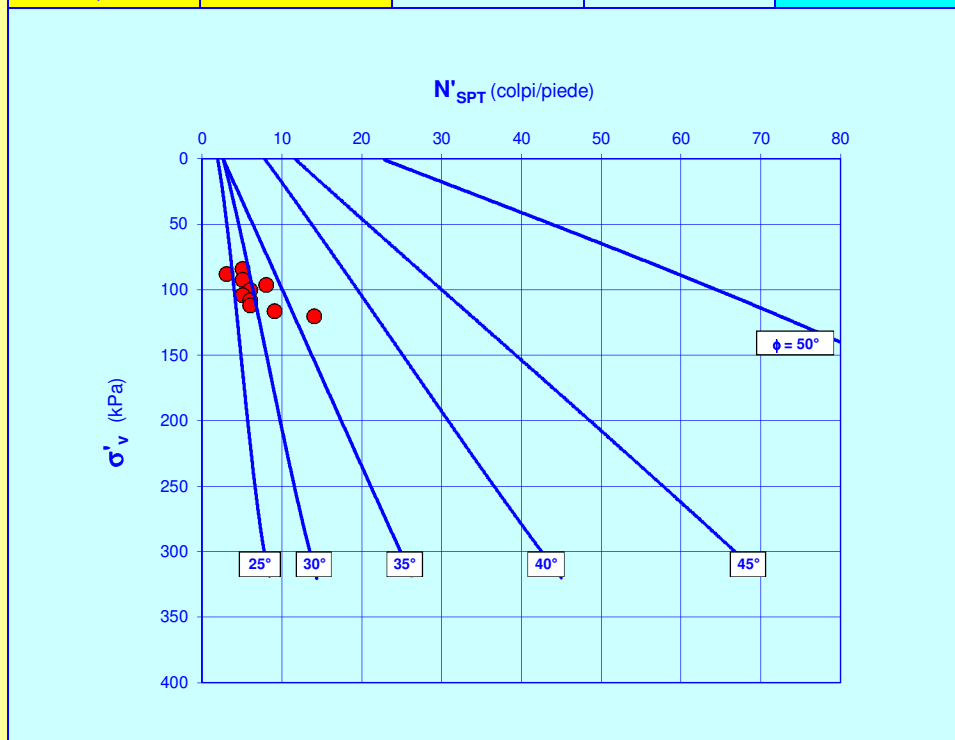


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P2

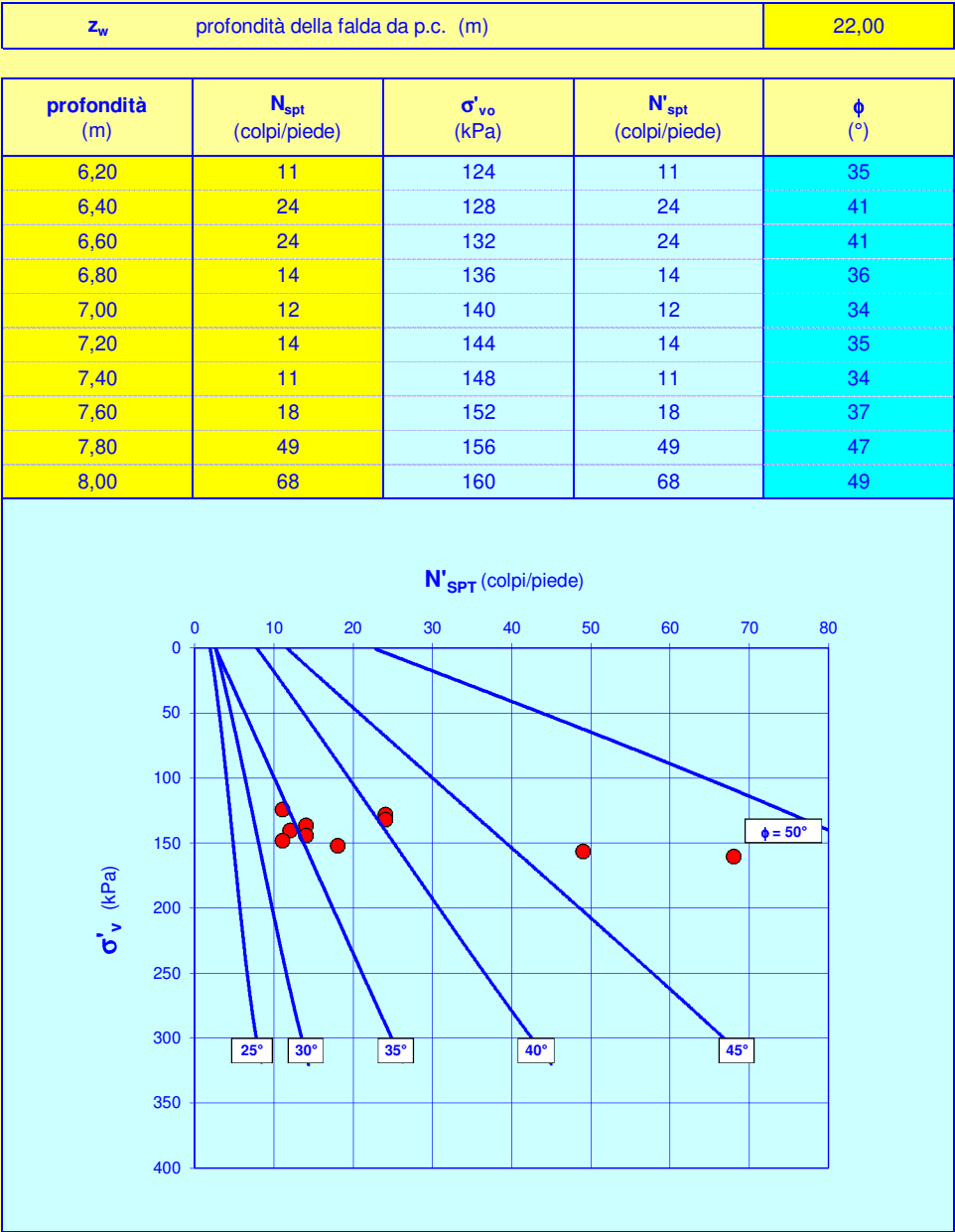
z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
4,20	5	84	5	29
4,40	3	88	3	<25°
4,60	5	92	5	28
4,80	8	96	8	33
5,00	6	100	6	30
5,20	5	104	5	28
5,40	6	108	6	29
5,60	6	112	6	29
5,80	9	116	9	33
6,00	14	120	14	37



B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P2

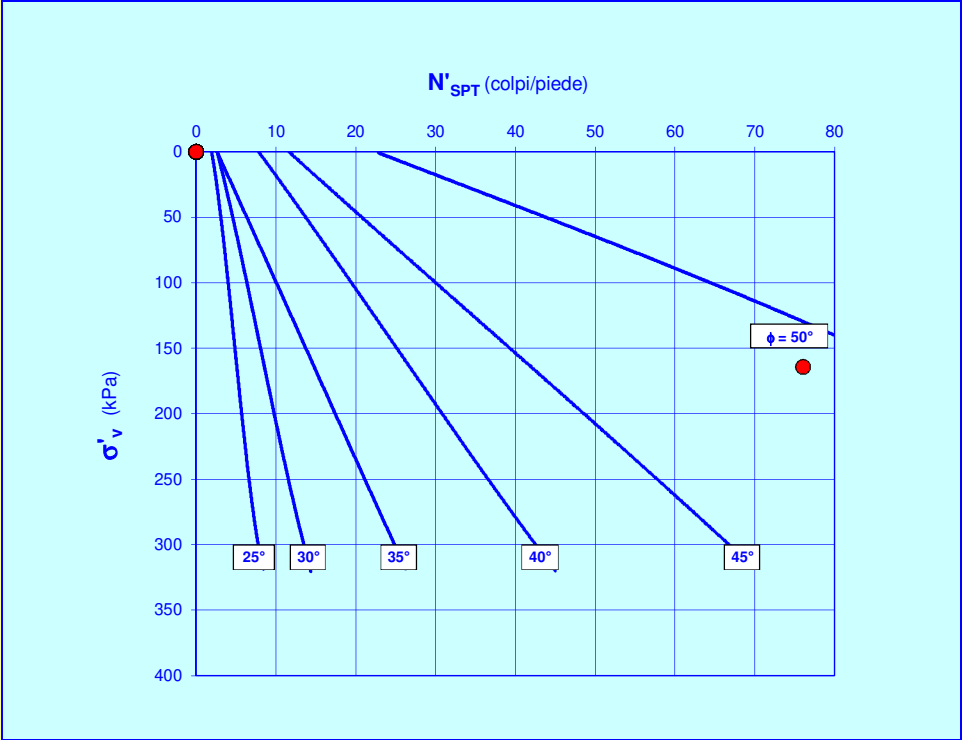


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P2

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
8,20	76	164	76	49
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°

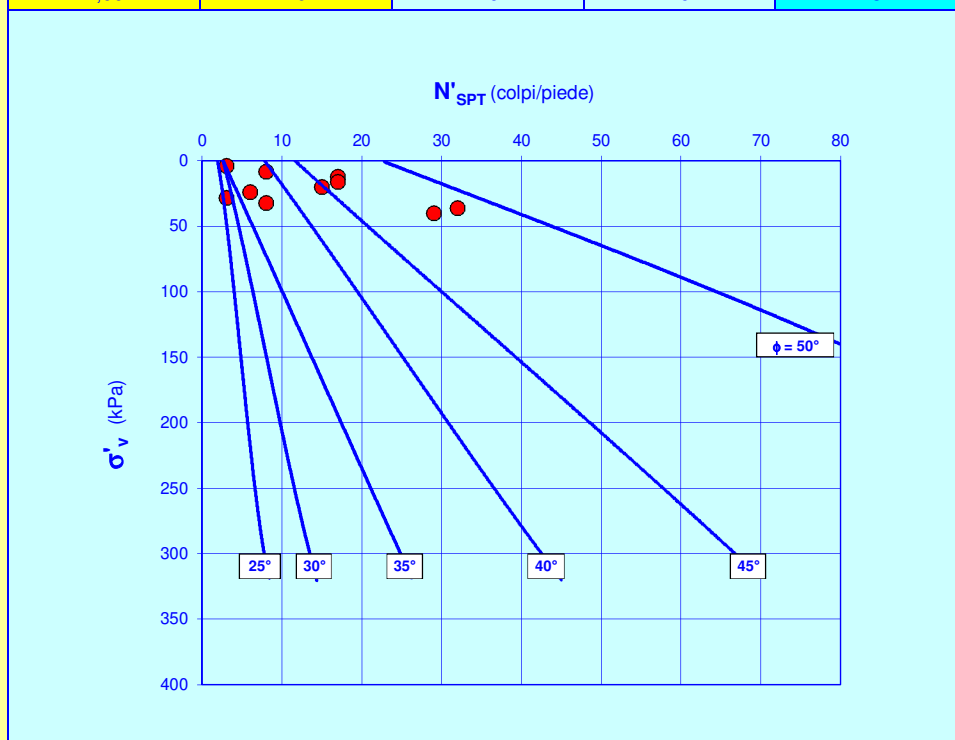


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P3

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
0,20	3	4	3	36
0,40	8	8	8	39
0,60	17	12	17	48
0,80	17	16	17	47
1,00	15	20	15	45
1,20	6	24	6	37
1,40	3	28	3	28
1,60	8	32	8	38
1,80	32	36	32	49
2,00	29	40	29	48

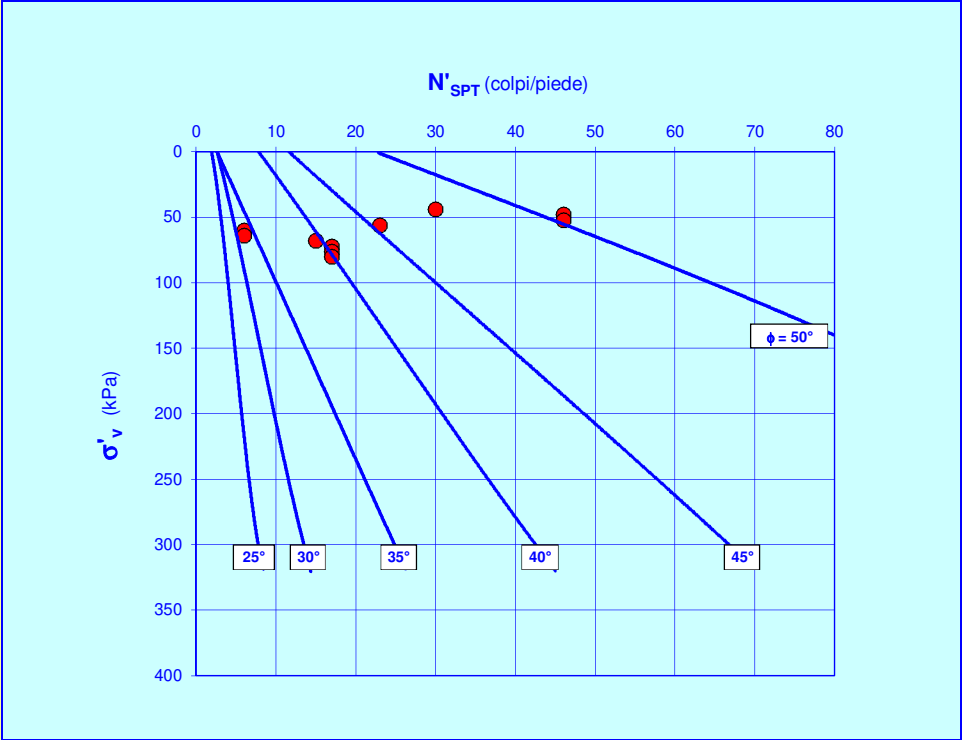


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P3

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
2,20	30	44	30	48
2,40	46	48	46	>50°
2,60	46	52	46	>50°
2,80	23	56	23	46
3,00	6	60	6	33
3,20	6	64	6	33
3,40	15	68	15	40
3,60	17	72	17	41
3,80	17	76	17	40
4,00	17	80	17	40

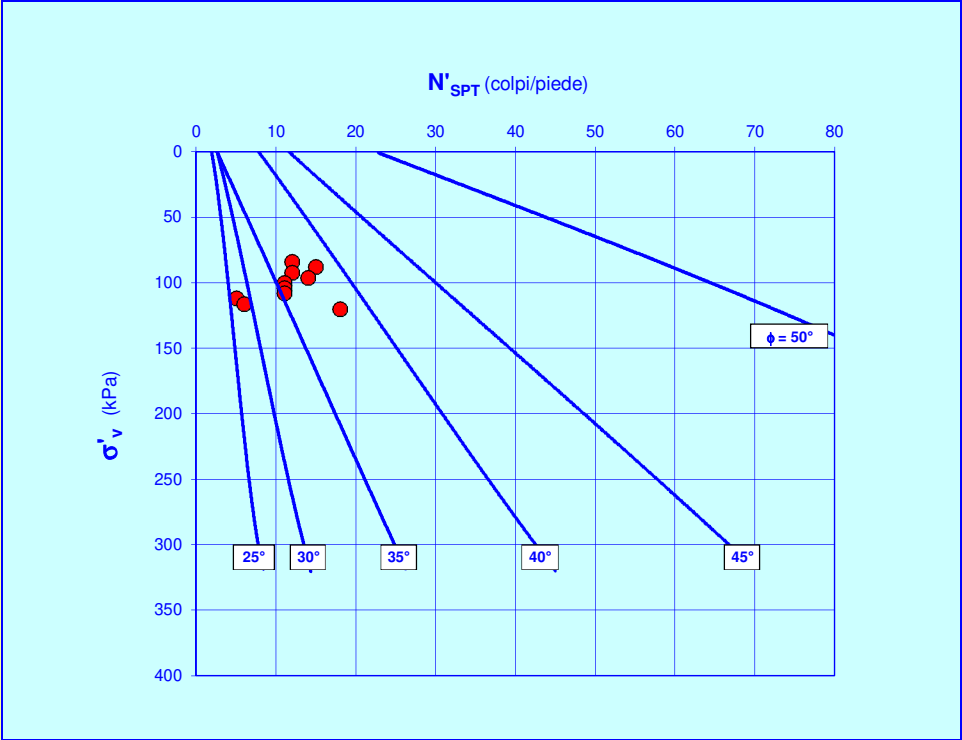


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P3

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
4,20	12	84	12	37
4,40	15	88	15	39
4,60	12	92	12	37
4,80	14	96	14	38
5,00	11	100	11	36
5,20	11	104	11	36
5,40	11	108	11	35
5,60	5	112	5	27
5,80	6	116	6	29
6,00	18	120	18	39

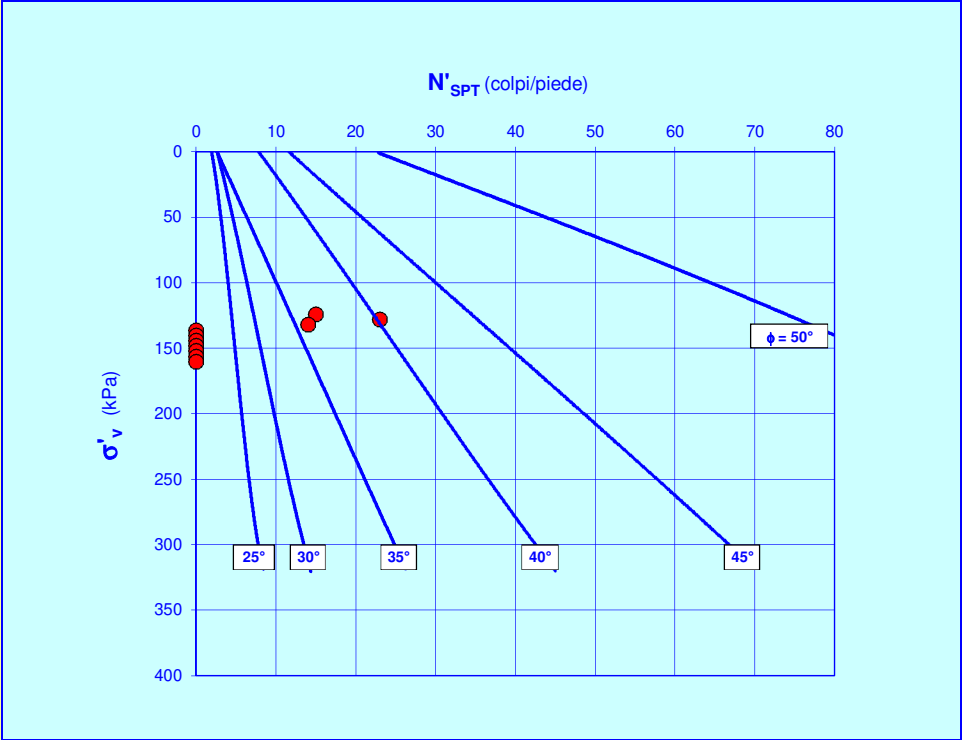


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P3

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
6,20	15	124	15	37
6,40	23	128	23	40
6,60	14	132	14	36
6,80		136	0	<25°
7,00		140	0	<25°
7,20		144	0	<25°
7,40		148	0	<25°
7,60		152	0	<25°
7,80		156	0	<25°
8,00		160	0	<25°

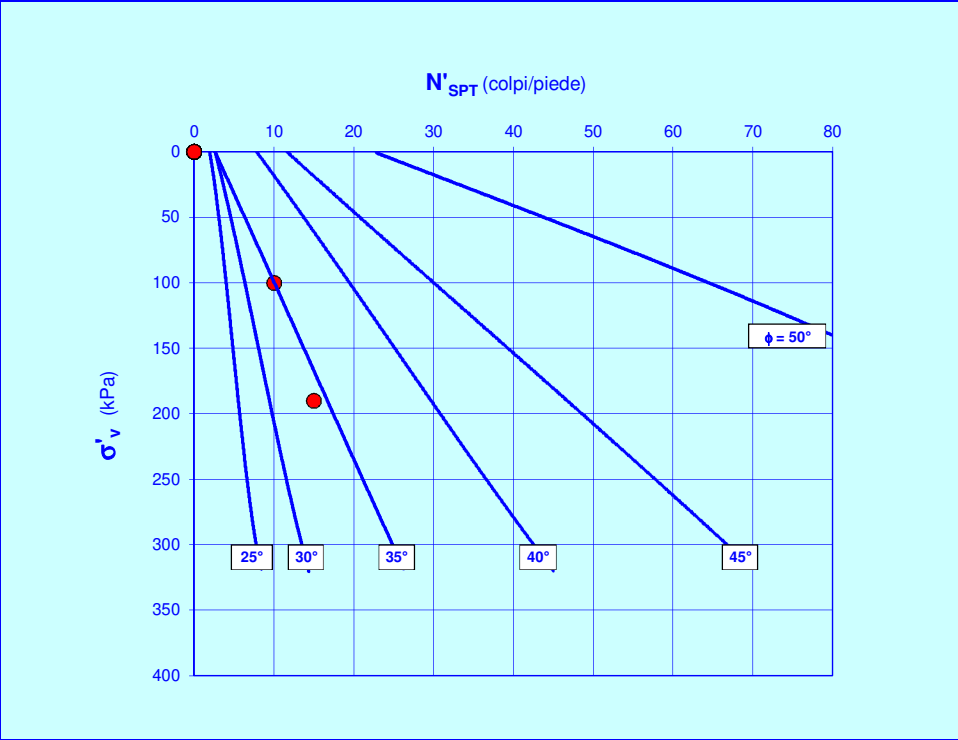


B.4. ANGOLO DI ATTRITO

SPT - S16puc

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	22,00
-------	------------------------------------	-------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
5,00	10	100	10	35
9,50	15	190	15	34
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°
		0	0	<25°



B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P1 $\phi'=f(DR)$

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)	γ_b (kN/m ³)
1	6	SM	27	14,1
2	72	SM	35	16,1
3	34	SM	30	14,9
4	43	SM	31	15,2
5	100	SM	38	17,0
6			--	--
7			--	--
8			--	--
9			--	--
10			--	--

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P2 $\phi' = f(DR)$

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)	γ_b (kN/m³)
1	59	SM	33	15,7
2	66	SM	34	15,9
3	32	SM	30	14,9
4	40	SM	31	15,1
5	65	SM	34	15,9
6			--	--
7			--	--
8			--	--
9			--	--
10			--	--

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

P3 $\phi'=f(DR)$

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)	γ_b (kN/m ³)
1	46	SM	32	15,3
2	71	SM	35	16,1
3	36	SM	31	15.0
4	47	SM	32	15,3
5			--	--
6			--	--
7			--	--
8			--	--
9			--	--
10			--	--

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

SPT - S16puc $\phi'=f(DR)$

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)	γ_b (kN/m ³)
1	34	SM	30	14,9
2			--	--
3			--	--
4			--	--
5			--	--
6			--	--
7			--	--
8			--	--
9			--	--
10			--	--

Modulo di Taglio μ - I° litostrato

acquisizione 1 -2

Vs	Gamma (kN/mc)	g	Vsq	Densità
168	16,67	9,81	28224	1,70

$$\mu = 47,96 \text{ MPa} \quad 47960,66 \text{ kPa}$$

Modulo di Compressibilità k

Vp	Vs	Vpq	Vsq
289	168	83521	28224

$$k = 78138,42442 \text{ kPa} \quad 78,13842 \text{ MPa}$$

Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

B.6. MODULI ELASTICI

I° Litostrato

CALCOLO

	DATI DI INGRESSO				VALORI CALCOLATI	
	E (kPa)	v (-)	K (kPa)	G (kPa)	M_E (kPa)	M_{ed} (kPa)
G, E		#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!
G, v	0		0		0	0
G, K	119444	0,245	78138	47961	161812	142086
E, v			0	0	0	0
E, K		#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
v, K	0			0	0	0
M_E, v	0		0	0		0
M_{ed}, v	0		0	0	0	
<div><div>E</div><div>modulo di Young (FIG.1)</div></div> <div><div>v</div><div>modulo di Poisson</div></div> <div><div>K</div><div>coefficiente di compressibilità</div></div> <div><div>G</div><div>modulo di taglio</div></div> <div><div>M_E</div><div>modulo di carico su piastra al primo ciclo di carico tra 150 e 250 kPa</div></div> <div><div>M_{ed}</div><div>modulo edometrico</div></div>						

Modulo di Taglio μ - II° litostrato

acquisizione 1 -2

Vs	Gamma (kN/mc)	g	Vsq	Densità
168	19,07	9,81	28224	1,94

$$\mu = 54,87 \text{ MPa} = 54865,61 \text{ kPa}$$

Modulo di Compressibilità k

Vp	Vs	Vpq	Vsq
289	168	83521	28224

$$k = 89388,1076 \text{ kPa} = 89,38811 \text{ MPa}$$

Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

B.6. MODULI ELASTICI

II° Litostrato

CALCOLO

	DATI DI INGRESSO				VALORI CALCOLATI																																																												
	<table><tr><th></th><th>E (kPa)</th><th>v (-)</th><th>K (kPa)</th><th>G (kPa)</th><th>M_E (kPa)</th><th>M_{ed} (kPa)</th></tr><tr><td>G, E</td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>#DIV/0!</td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>G, v</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>G, K</td><td>136641</td><td>0,245</td><td>89388</td><td>54866</td><td>185108</td><td>162542</td></tr><tr><td>E, v</td><td></td><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>E, K</td><td></td><td>#DIV/0!</td><td></td><td>#DIV/0!</td><td>#DIV/0!</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>v, K</td><td>0</td><td></td><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>M_E, v</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0</td></tr><tr><td>M_{ed}, v</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td></tr></table>		E (kPa)	v (-)	K (kPa)	G (kPa)	M_E (kPa)	M_{ed} (kPa)	G, E		#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	G, v	0		0		0	0	G, K	136641	0,245	89388	54866	185108	162542	E, v			0	0	0	0	E, K		#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	v, K	0			0	0	0	M_E, v	0		0	0		0	M_{ed}, v	0		0	0	0		
	E (kPa)	v (-)	K (kPa)	G (kPa)	M_E (kPa)	M_{ed} (kPa)																																																											
G, E		#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!																																																											
G, v	0		0		0	0																																																											
G, K	136641	0,245	89388	54866	185108	162542																																																											
E, v			0	0	0	0																																																											
E, K		#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!																																																											
v, K	0			0	0	0																																																											
M_E, v	0		0	0		0																																																											
M_{ed}, v	0		0	0	0																																																												
<div><div>E</div><div>modulo di Young (FIG.1)</div></div> <div><div>v</div><div>modulo di Poisson</div></div> <div><div>K</div><div>coefficiente di compressibilità</div></div> <div><div>G</div><div>modulo di taglio</div></div> <div><div>M_E</div><div>modulo di carico su piastra al primo ciclo di carico tra 150 e 250 kPa</div></div> <div><div>M_{ed}</div><div>modulo edometrico</div></div>																																																																	

Modulo di Taglio μ - III° litostrato

acquisizione 1 -2

Vs	Gamma (kN/mc)	g	Vsq	Densità
204	15,65	9,81	41616	1,60

$$\mu = 66,39 \text{ MPa} = 66390,46 \text{ kPa}$$

Modulo di Compressibilità k

Vp	Vs	Vpq	Vsq
351	204	123201	41616

$$k = 108244,589 \text{ kPa} = 108,2446 \text{ MPa}$$

Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

Modulo di Taglio μ - III° litostrato

acquisizione 1 -2

Vs	Gamma (kN/mc)	g	Vsq	Densità
204	15,65	9,81	41616	1,60

$$\mu = 66,39 \text{ MPa} \quad 66390,46 \text{ kPa}$$

Modulo di Compressibilità k

Vp	Vs	Vpq	Vsq
351	204	123201	41616

$$k = 108244,589 \text{ kPa} \quad 108,2446 \text{ MPa}$$

Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

Modulo di Taglio μ - IV° litostrato

acquisizione 1 -2

Vs	Gamma (kN/mc)	g	Vsq	Densità
270	17,92	9,81	72900	1,83

$\mu =$ 133,17 MPa

133167 kPa

Modulo di Compressibilità k

Vp	Vs	Vpq	Vsq
464	270	215296	72900

k = 216170,7319 kPa

216,1707 MPa

Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

IV° Litostrato

DATI DI INGRESSO			VALORI CALCOLATI			
	E (kPa)	v (-)	K (kPa)	G (kPa)	M_E (kPa)	M_{ed} (kPa)
G, E		#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!
G, v	0		0		0	0
G, K	331442	0,244	216171	133167	448827	393727
E, v			0	0	0	0
E, K		#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
v, K	0			0	0	0
M_E, v	0		0	0		0
M_{ed}, v	0		0	0	0	

E modulo di Young **(FIG.1)**

v modulo di Poisson

K coefficiente di compressibilità

G modulo di taglio

M_E modulo di carico su piastra al primo ciclo di carico tra 150 e 250 kPa

M_{ed} modulo edometrico

Modulo di Taglio μ - V° litostrato

acquisizione 1 -2

Vs	Gamma (kN/mc)	g	Vsq	Densità
270	18,01	9,81	72900	1,84

$$\mu = 133,84 \text{ MPa} \quad 133835,8 \text{ kPa}$$

Modulo di Compressibilità k

Vp	Vs	Vpq	Vsq
464	270	215296	72900

$$k = 217256,4108 \text{ kPa} \quad 217,2564 \text{ MPa}$$

Oggetto: Intervento di riqualificazione del cimitero di Pompei - Progetto Esecutivo
(aggiornamento D.M. 17.01.2018)

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

B.6. MODULI ELASTICI

CALCOLO

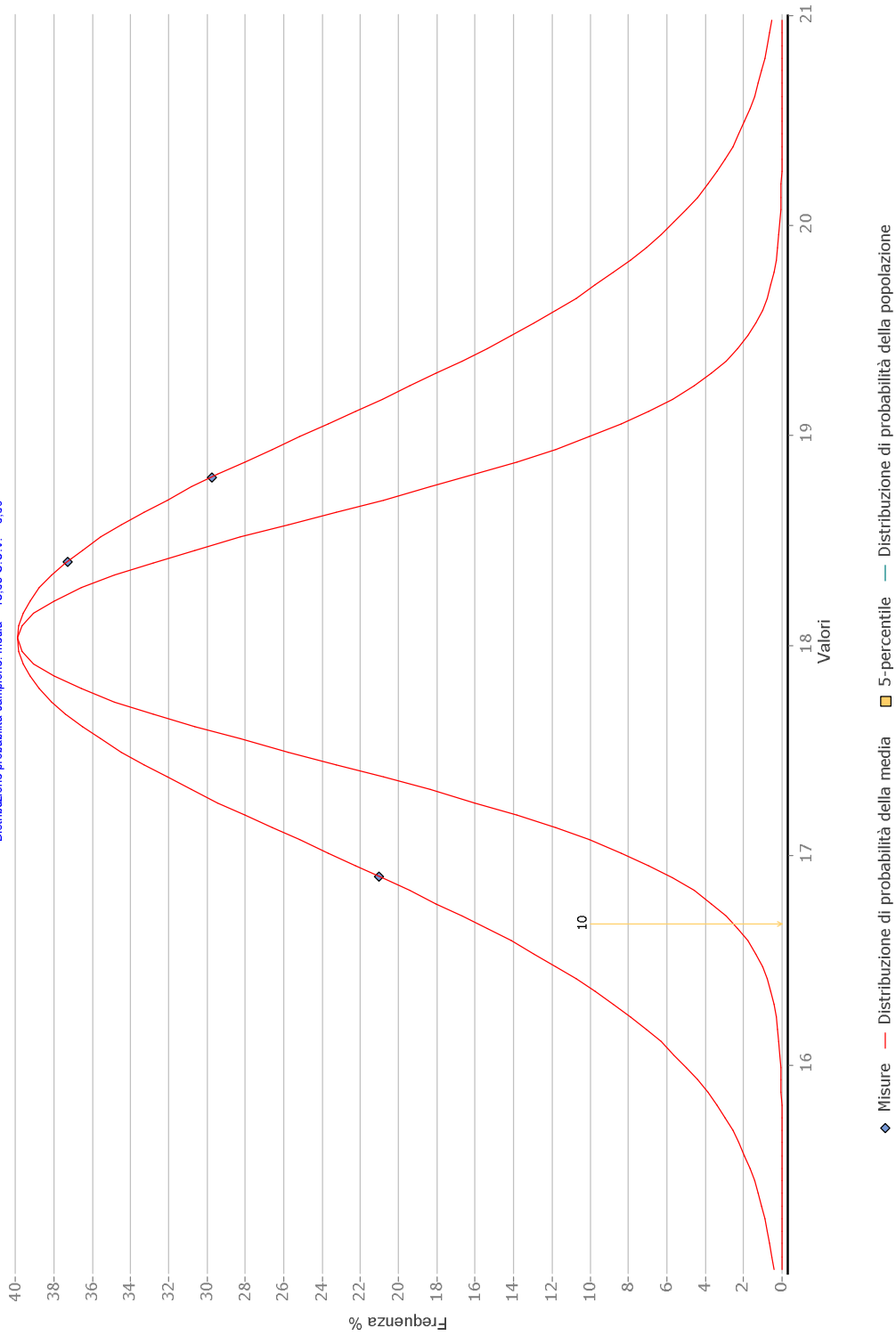
DATI DI INGRESSO		VALORI CALCOLATI	
------------------	--	------------------	--

	E (kPa)	v (-)	K (kPa)	G (kPa)	M _E (kPa)	M _{ed} (kPa)
G, E		#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!
G, v	0		0		0	0
G, K	333106	0,244	217256	133836	451081	395704
E, v			0	0	0	0
E, K		#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
v, K	0			0	0	0
M _E , v	0		0	0		0
M _{ed} , v	0		0	0	0	

E	modulo di Young (FIG.1)
v	modulo di Poisson
K	coefficiente di compressibilità
G	modulo di taglio
M_E	modulo di carico su piastra al primo ciclo di carico tra 150 e 250 kPa
M_{ed}	modulo edometrico

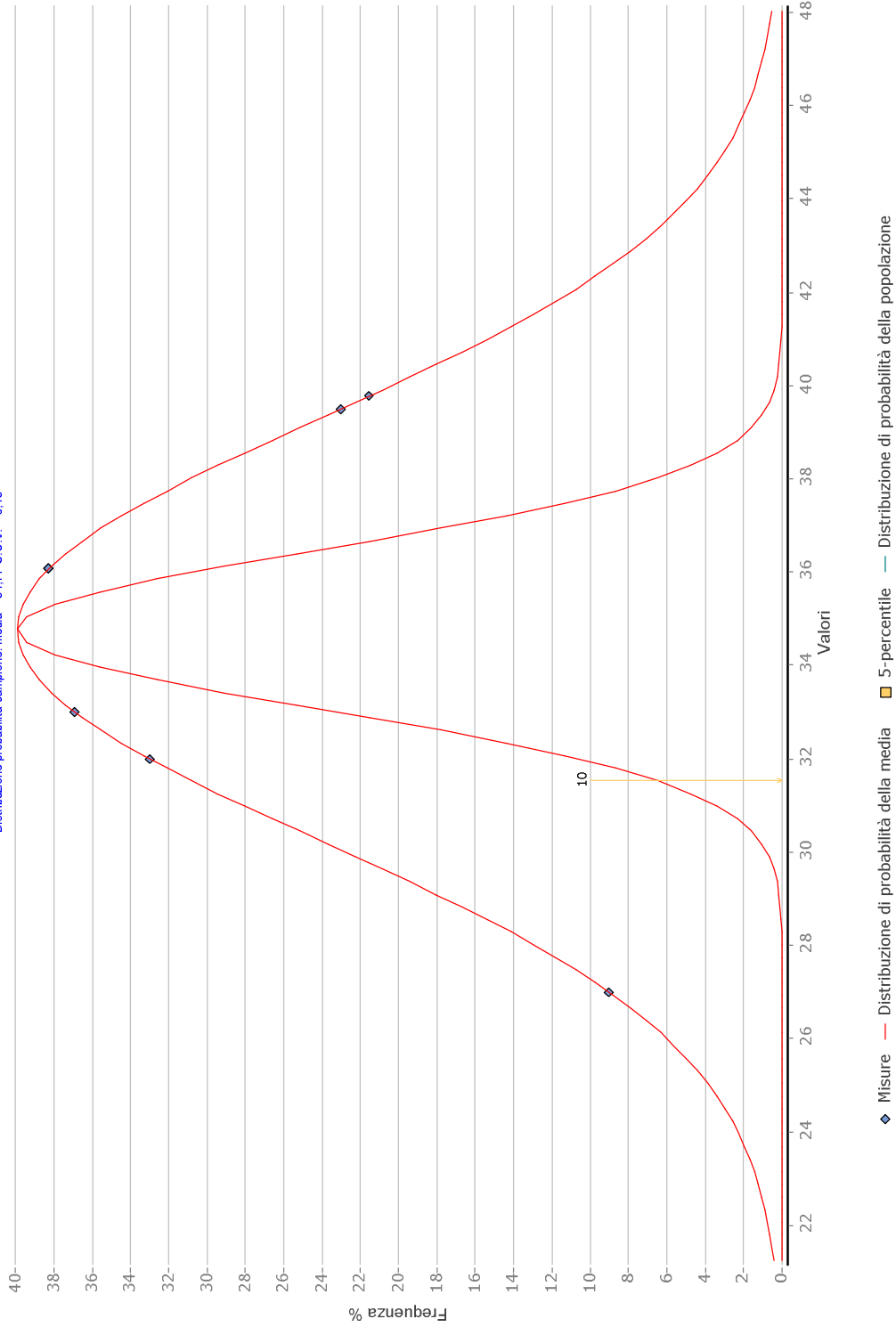
Valore caratteristico del parametro Peso di volume (1° Strato): 16,673

Distribuzione probabilità campione: media = 18.03 C.O.V. = 0.06



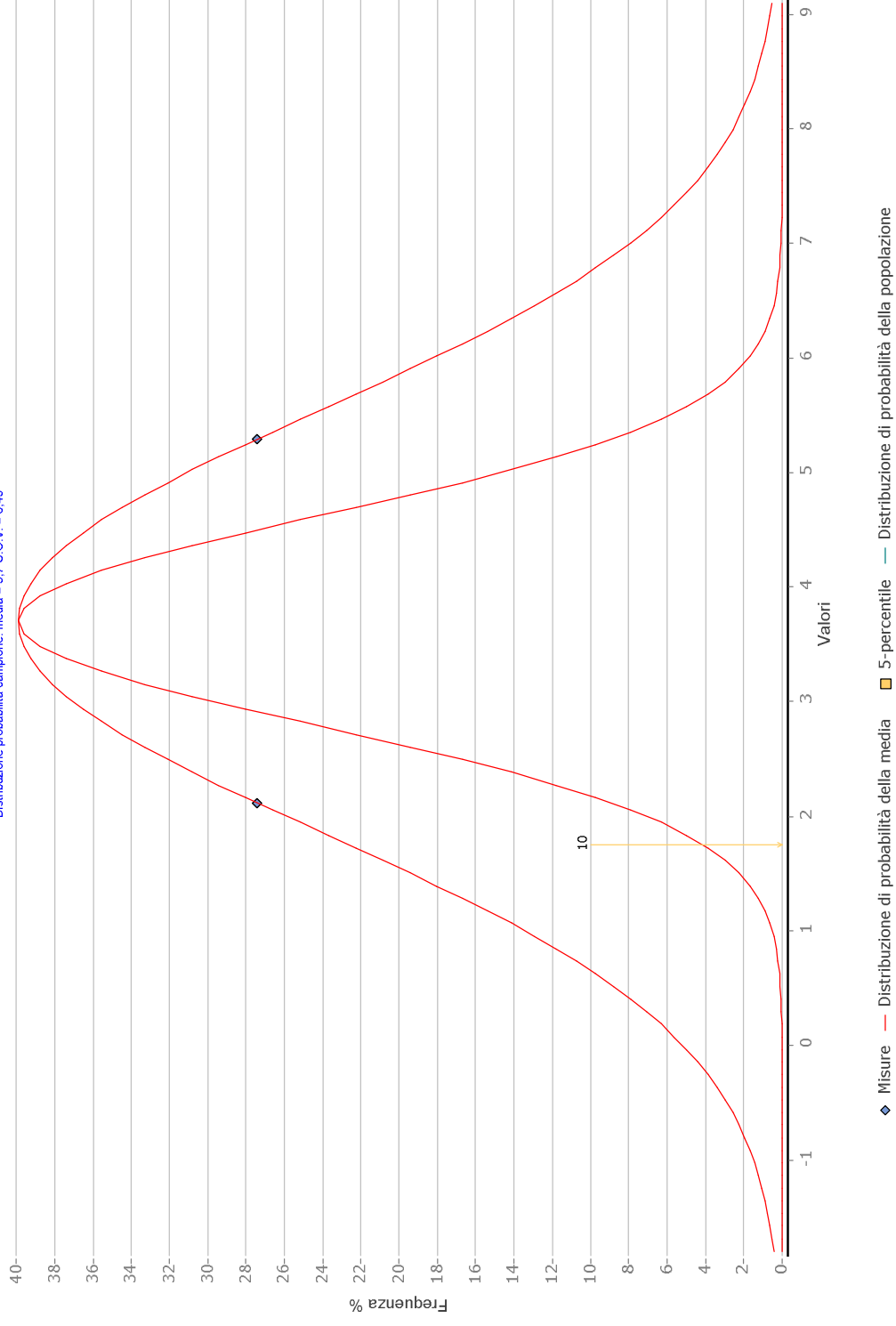
Valore caratteristico del parametro angolo di attrito (1° Strato): 31,543

Distribuzione probabilità campione: media = 34,77 C.O.V. = 0,13



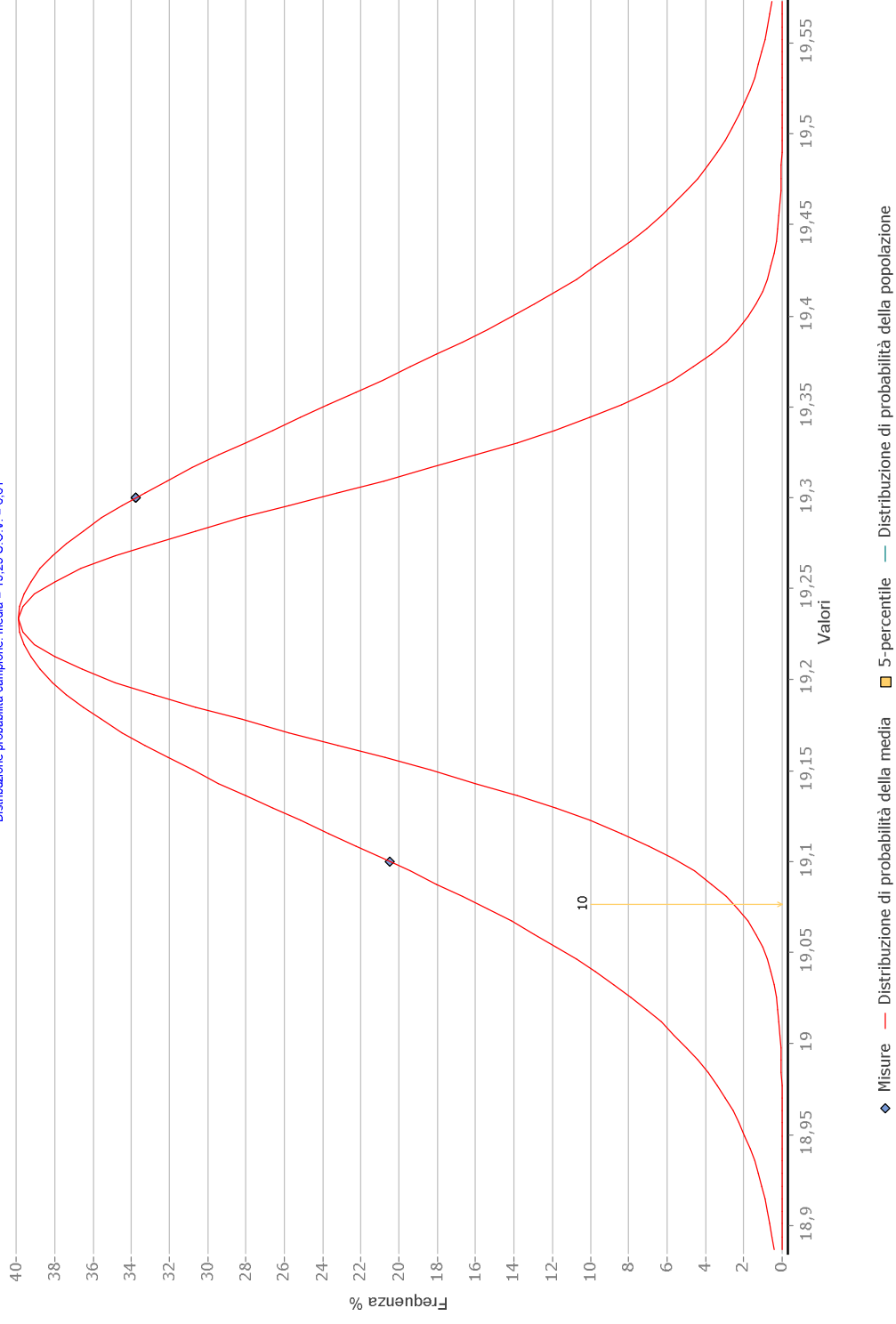
Valore caratteristico del parametro Modulo edometrico (1° Strato): 1,75

Distribuzione probabilità campione: media = 3,7 C.O.V. = 0,49



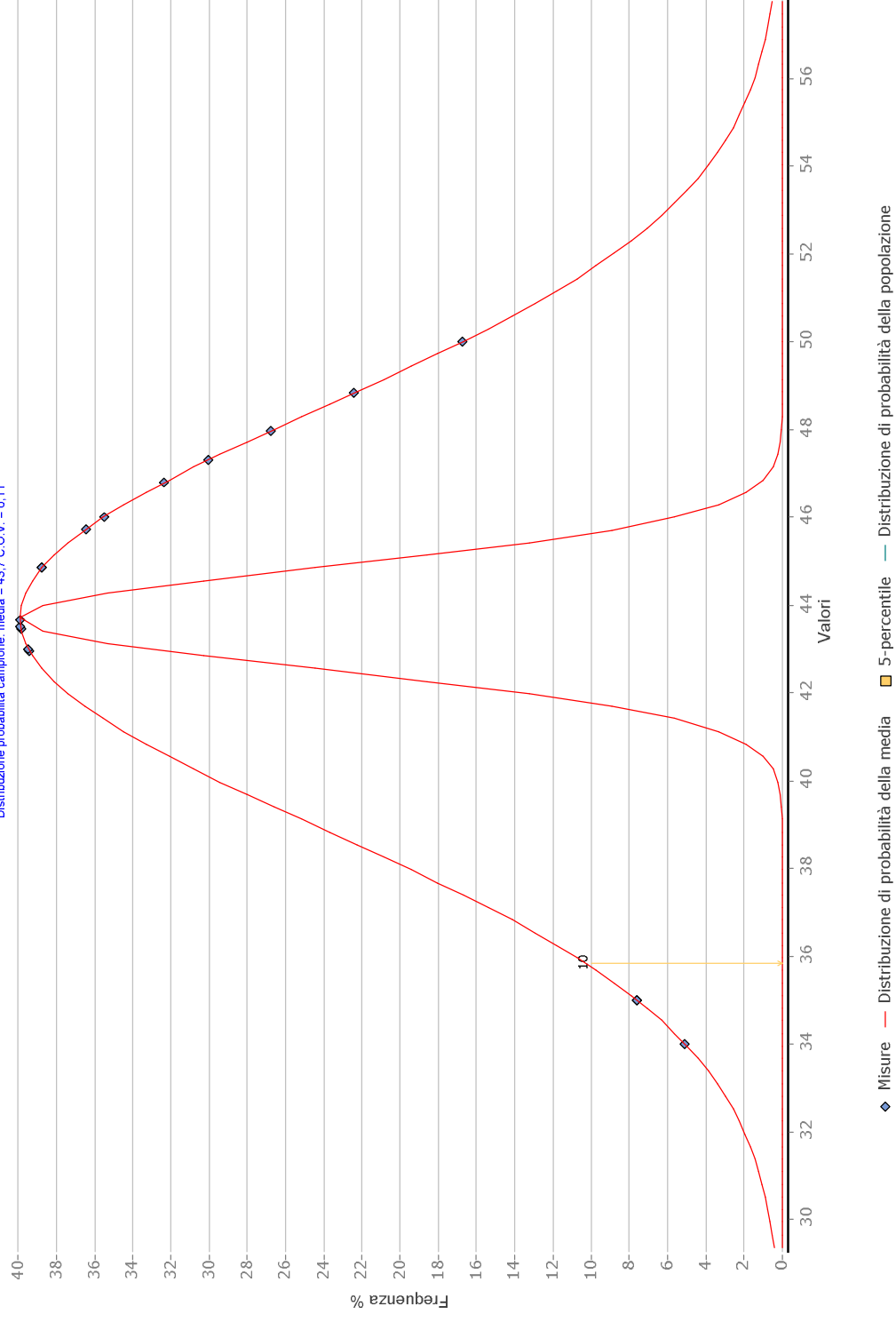
Valore caratteristico del parametro Peso di volume (11° Strato): 19,076

Distribuzione probabilità campione: media = 19,23 C.O.V. = 0,01



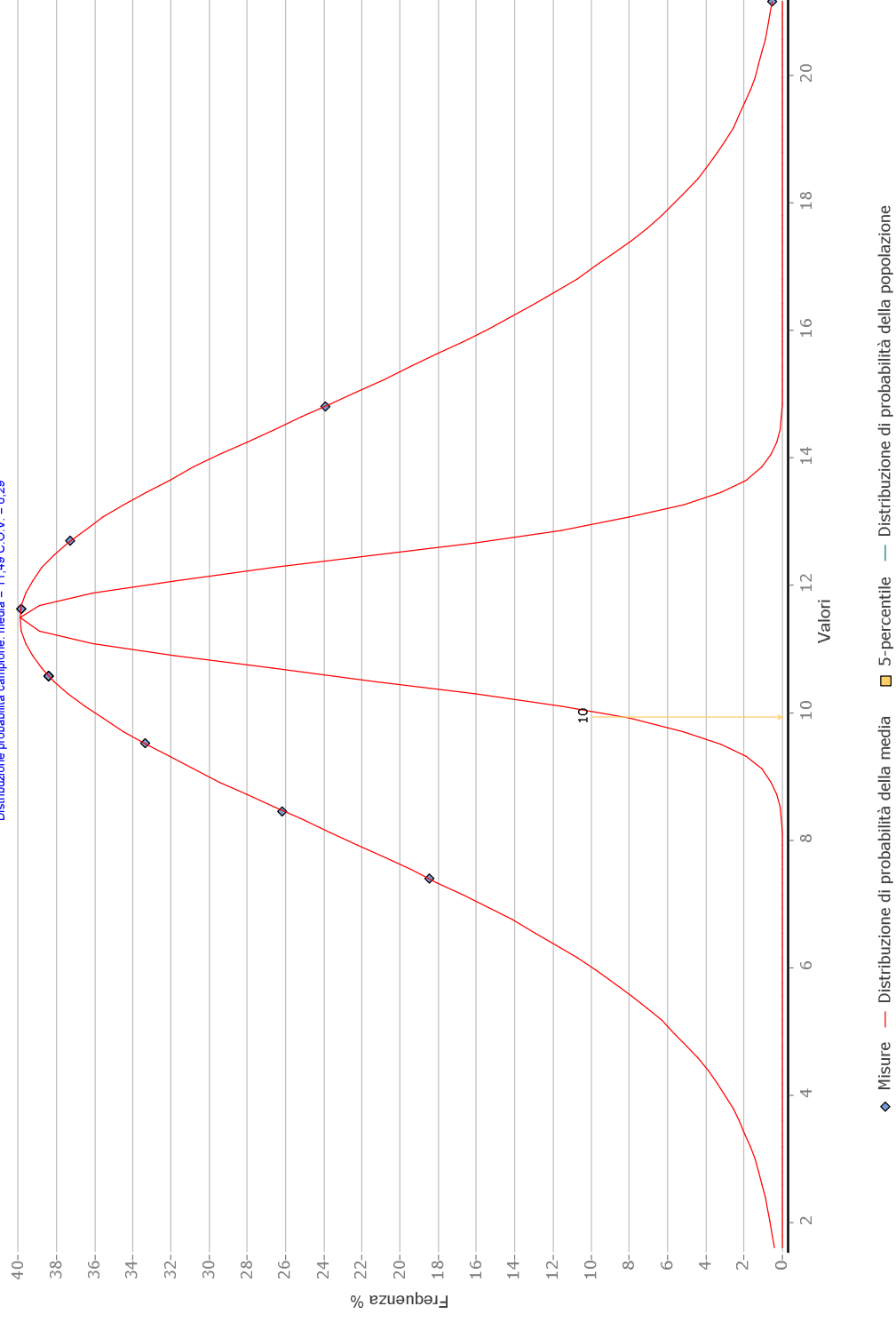
Valore caratteristico del parametro angolo di attrito (II° Strato): 35,839

Distribuzione probabilità campione: media = 43.7 C.O.V. = 0.11



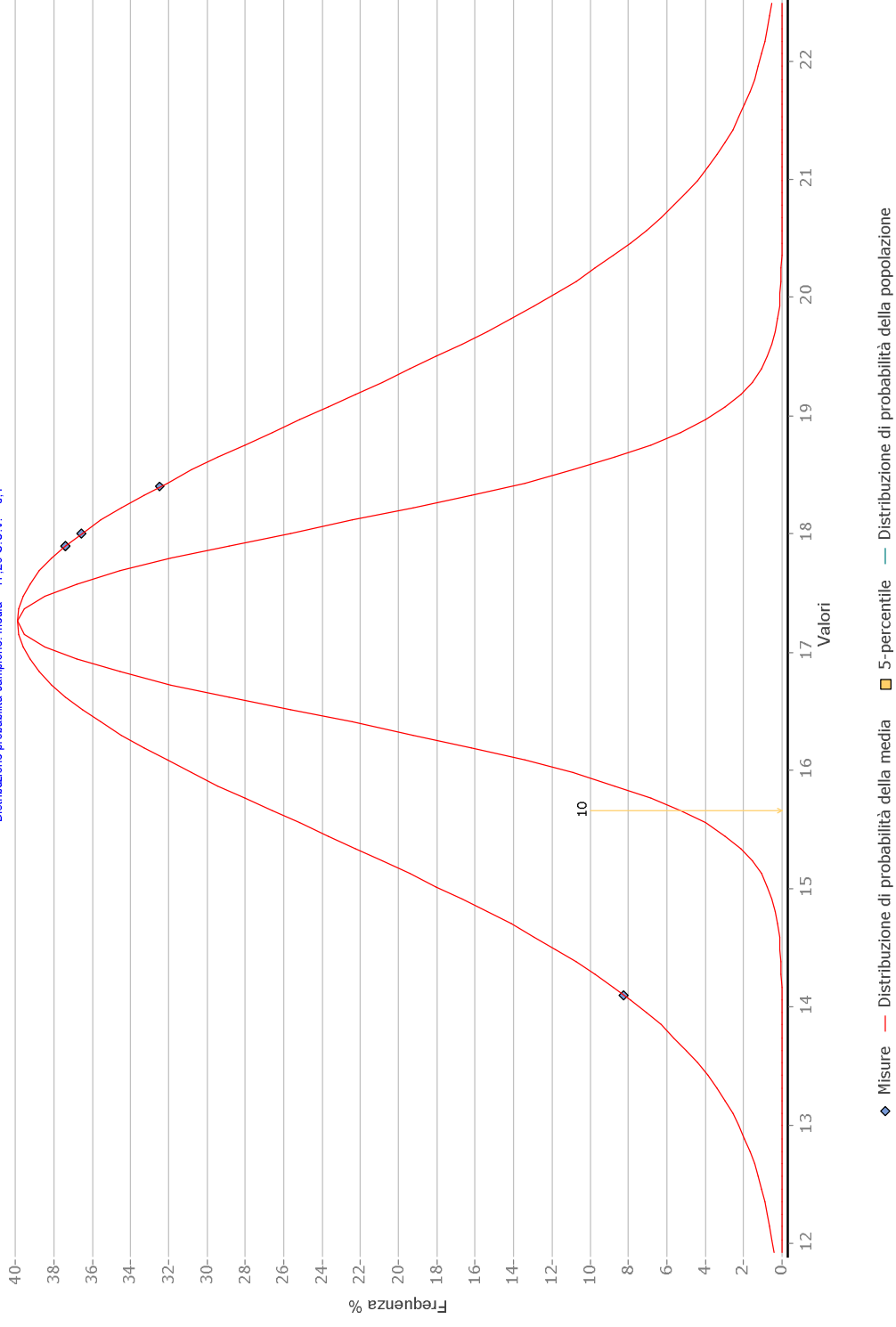
Valore caratteristico del parametro Modulo edometrico (I^o Strato): 9,941

Distribuzione probabilità campione: media = 11,49 C.O.V. = 0,29



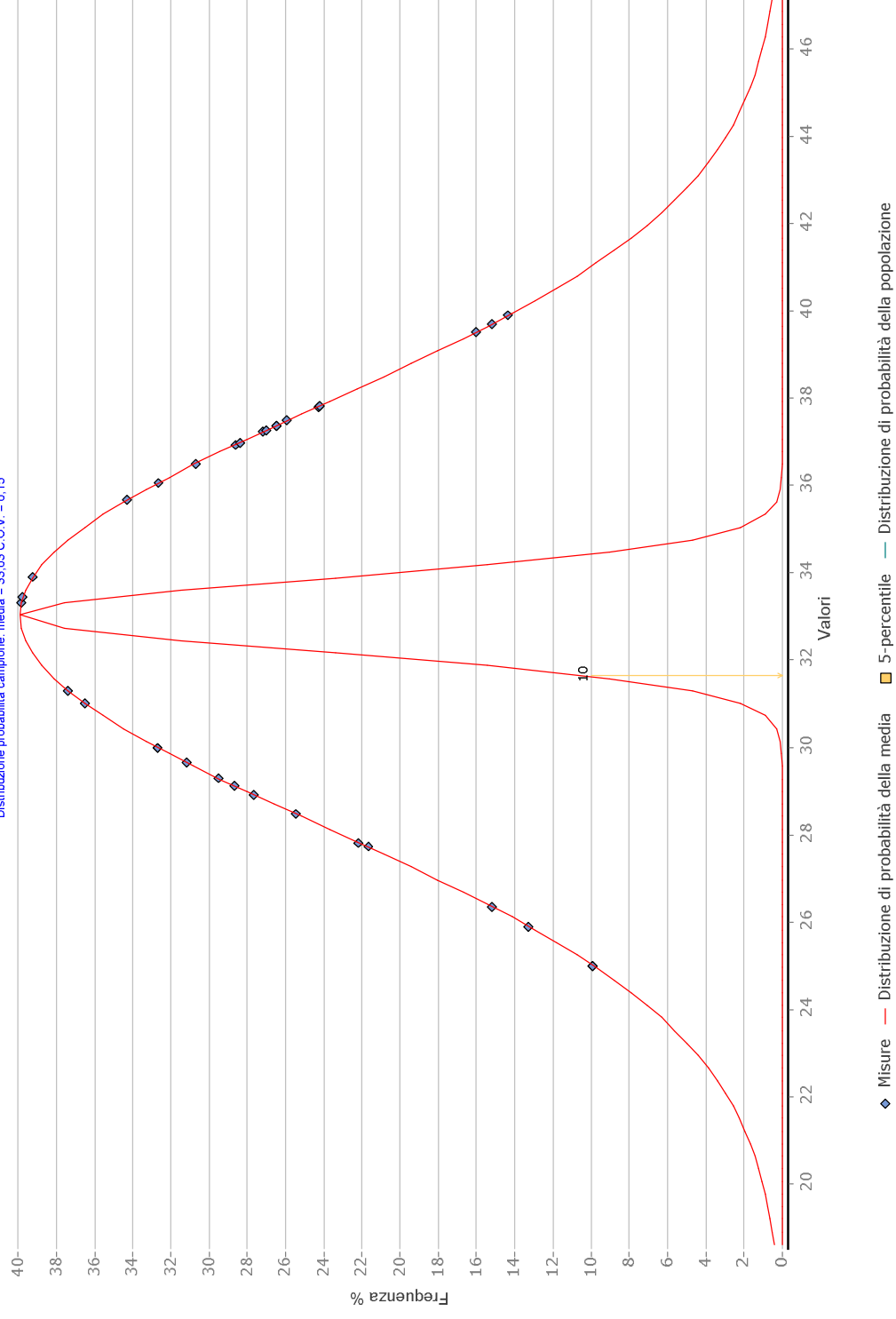
Valore caratteristico del parametro Peso di volume (III° Strato): 15,657

Distribuzione probabilità campione: media = 17,26 C.O.V. = 0,1



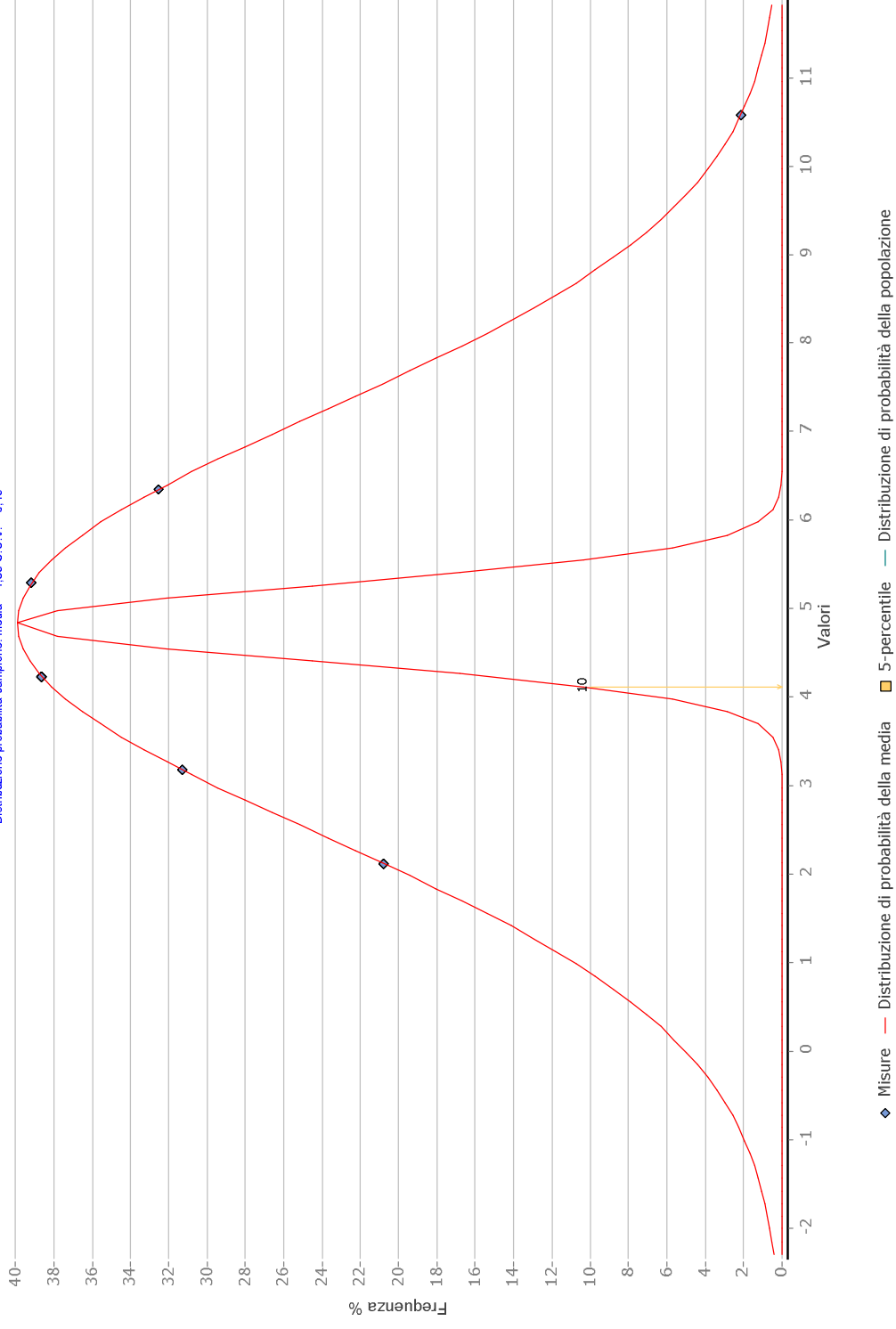
Valore caratteristico del parametro angolo di attrito (III° Strato): 31,652

Distribuzione probabilità campione: media = 33.03 C.O.V. = 0.15



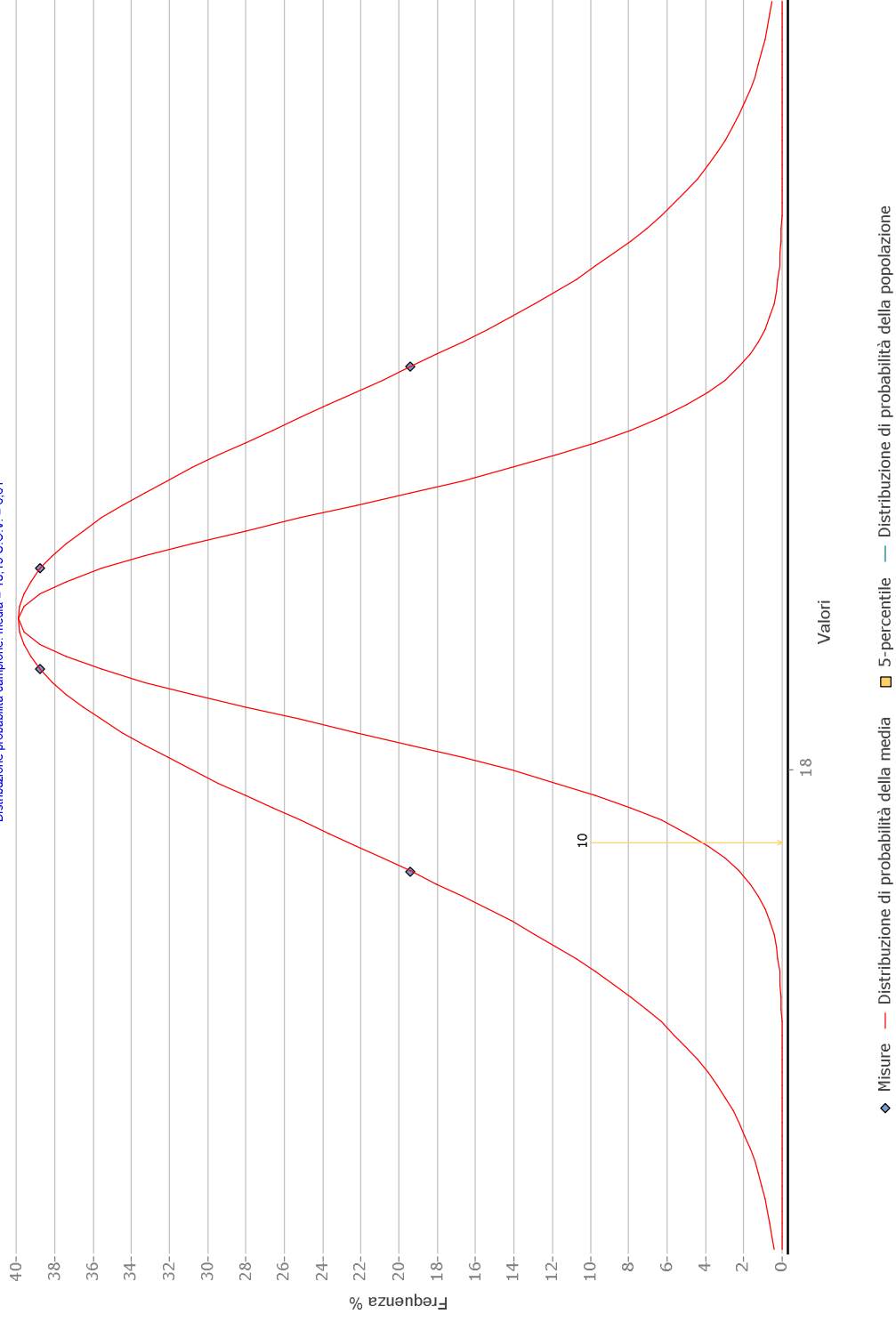
Valore caratteristico del parametro Modulo edometrico (III° Strato): 4,119

Distribuzione probabilità campione: media = 4,83 C.O.V. = 0,49



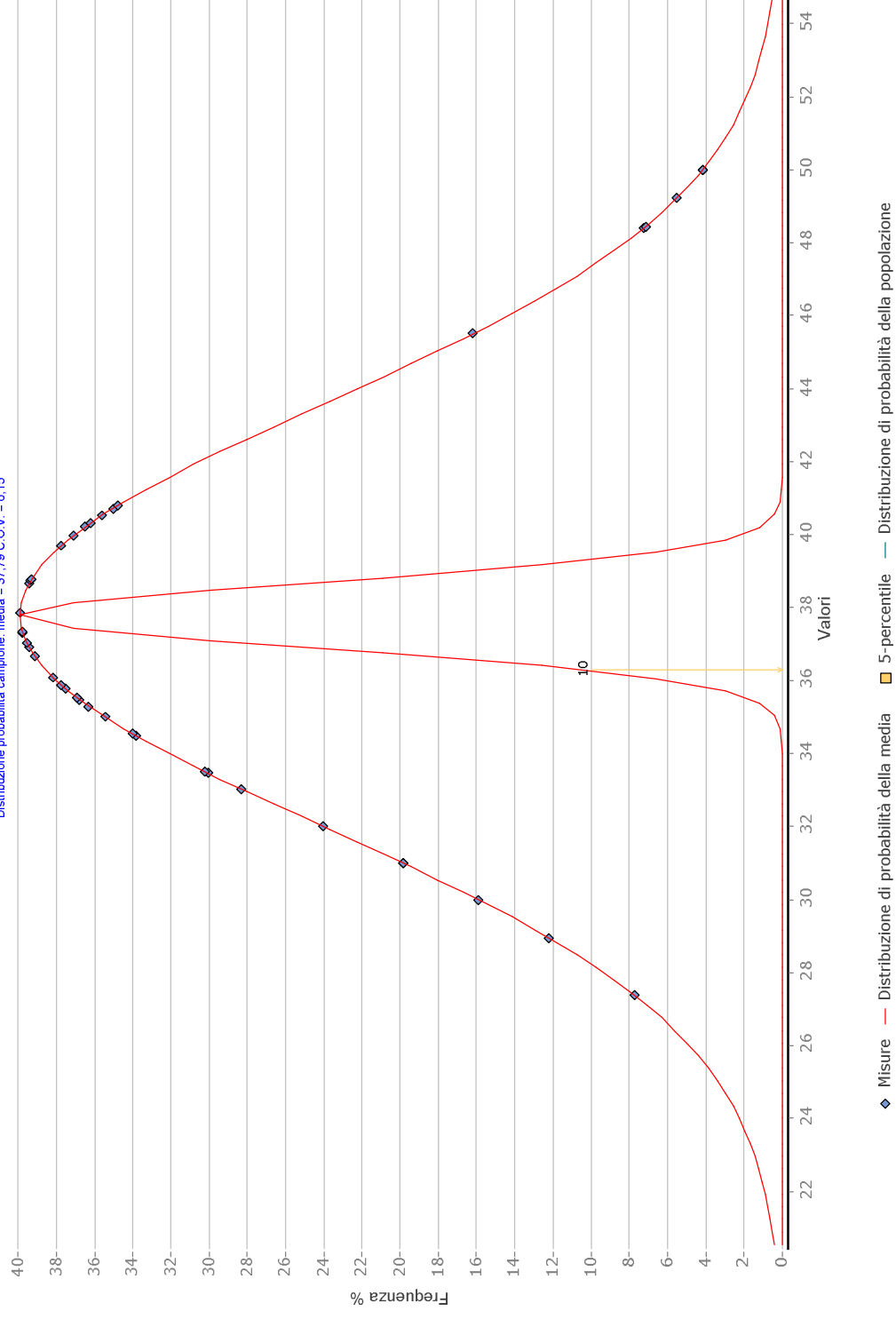
Valore caratteristico del parametro Peso di volume (V° Strato): 17,928

Distribuzione probabilità campione: media = 18,15 C.O.V. = 0,01



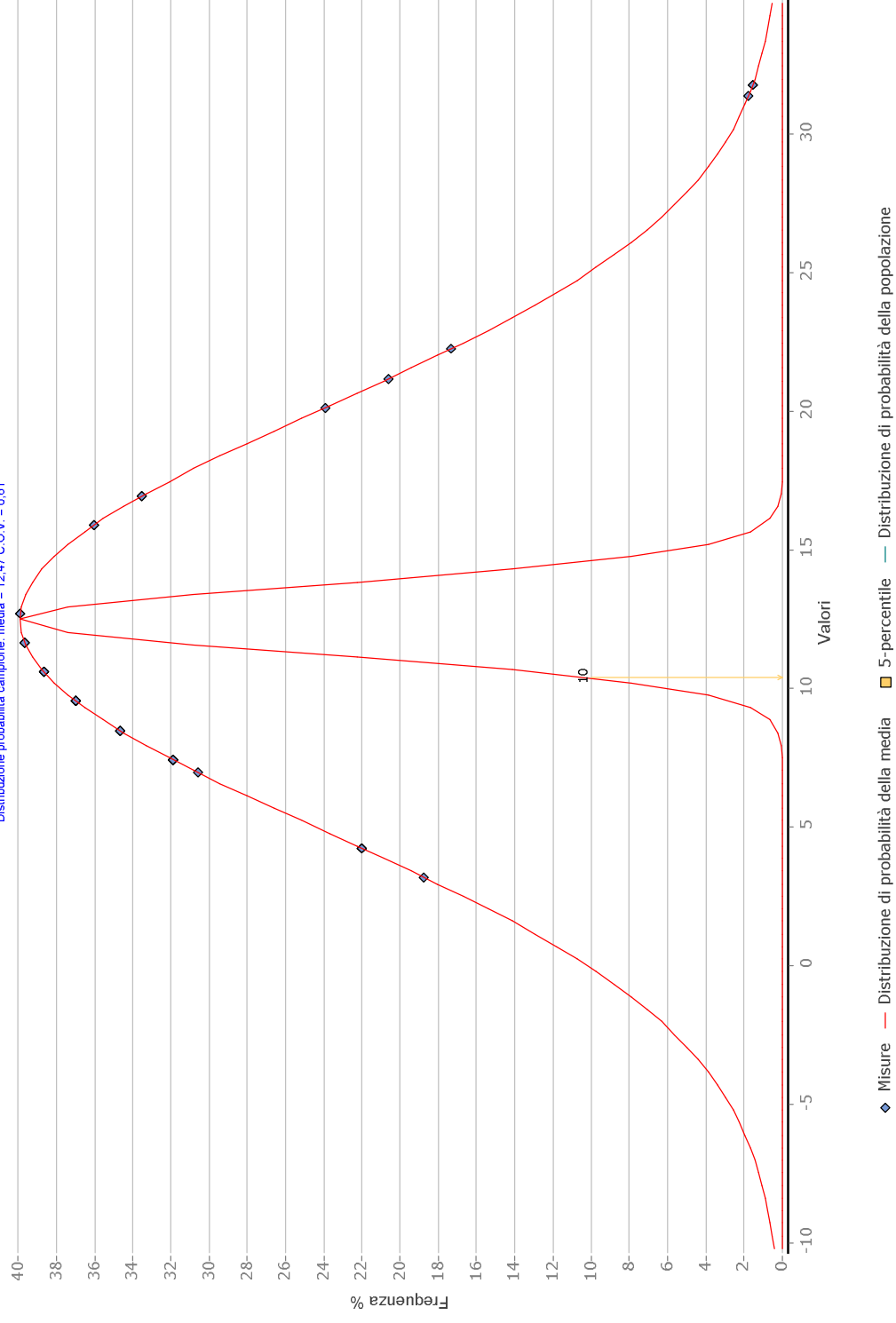
Valore caratteristico del parametro angolo di attrito (IV° Strato): 36,294

Distribuzione probabilità campione: media = 37,79 C.O.V. = 0,15



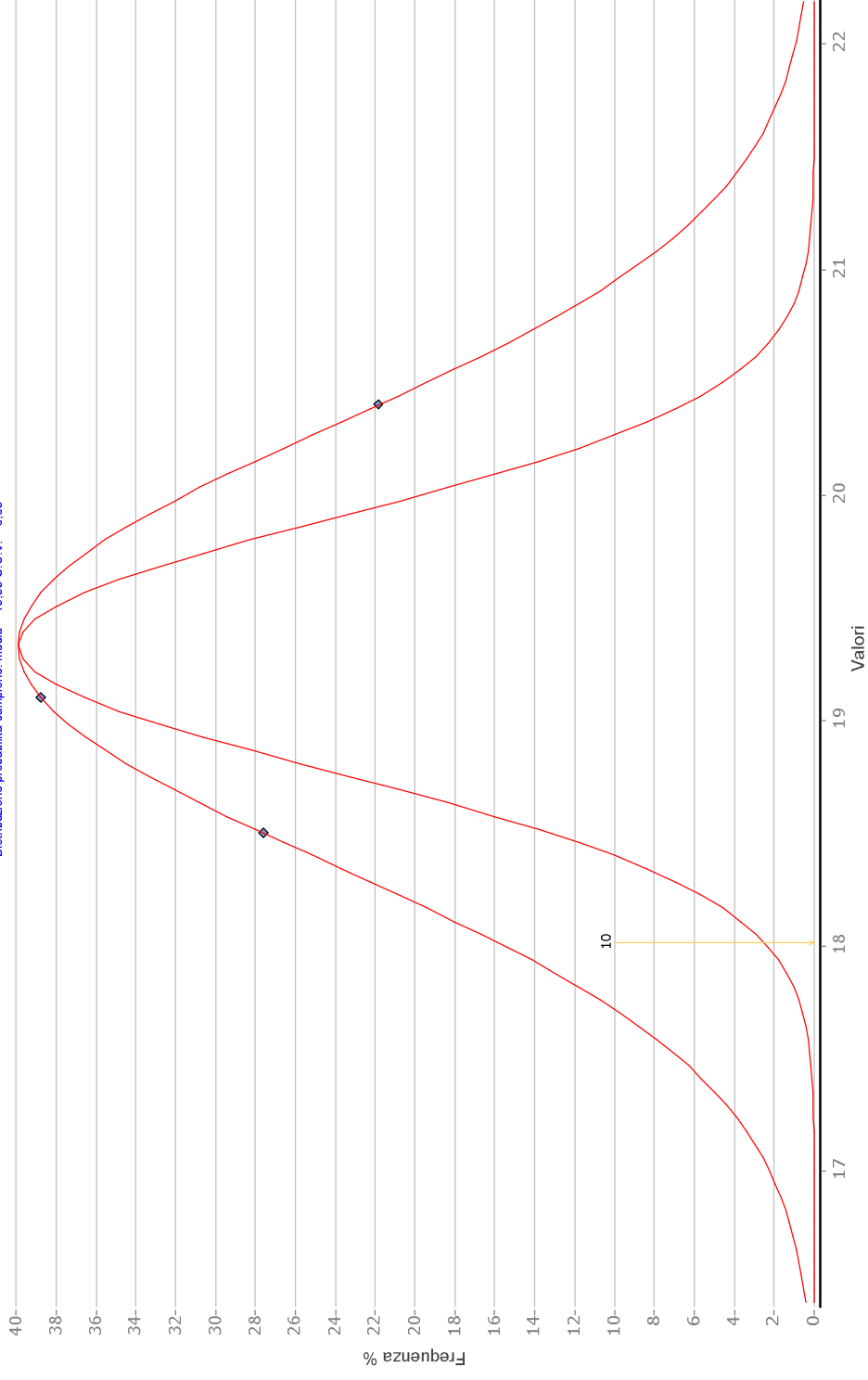
Valore caratteristico del parametro Modulo edometrico (IV° Strato): 10,398

Distribuzione probabilità campione: media = 12.47 C.O.V. = 0.61



Valore caratteristico del parametro Peso di volume (V° Strato): 18,014

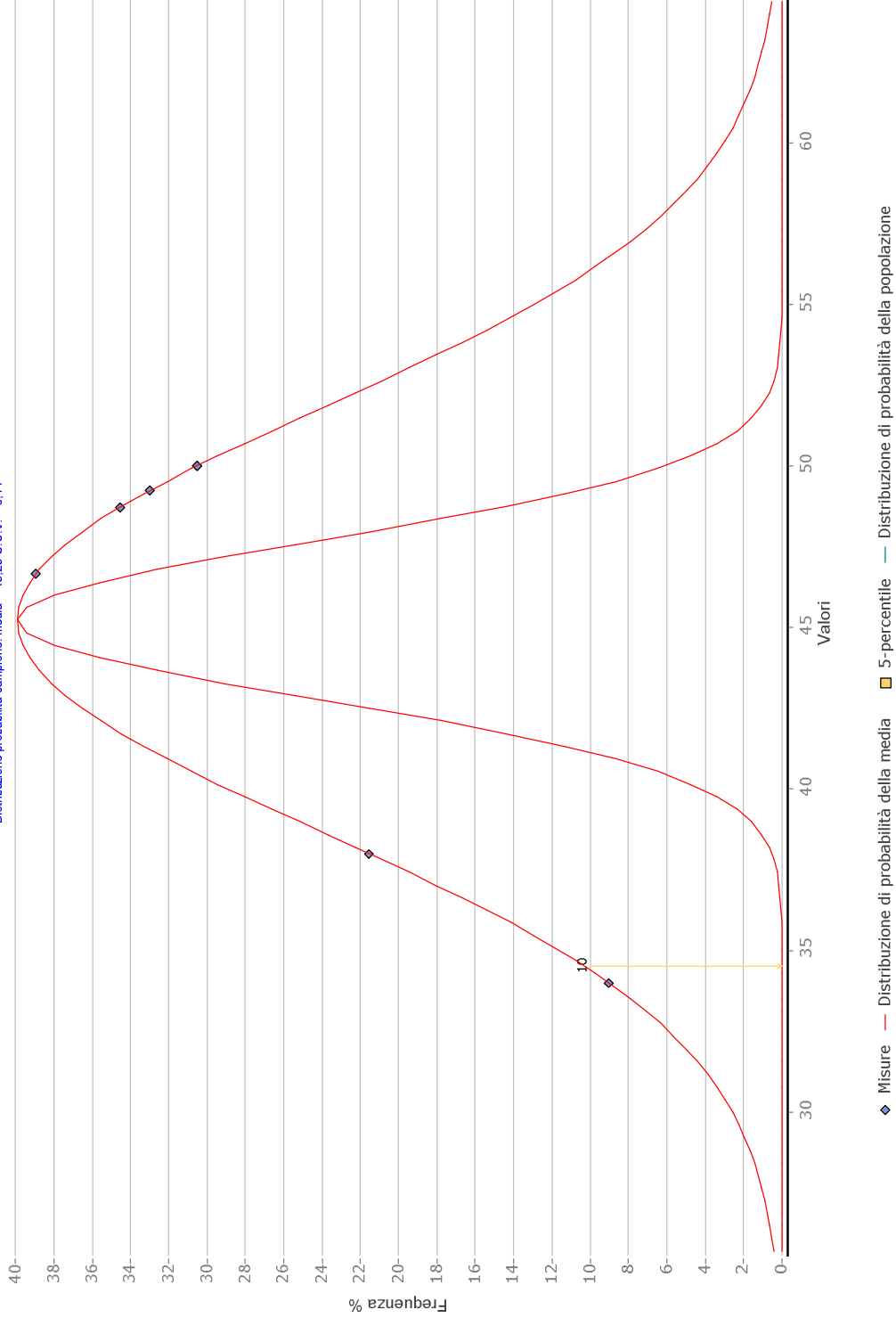
Distribuzione probabilità campione: media = 19.33 C.O.V. = 0.05



◆ Misure — Distribuzione di probabilità della media ■ 5-percentile — Distribuzione di probabilità della popolazione

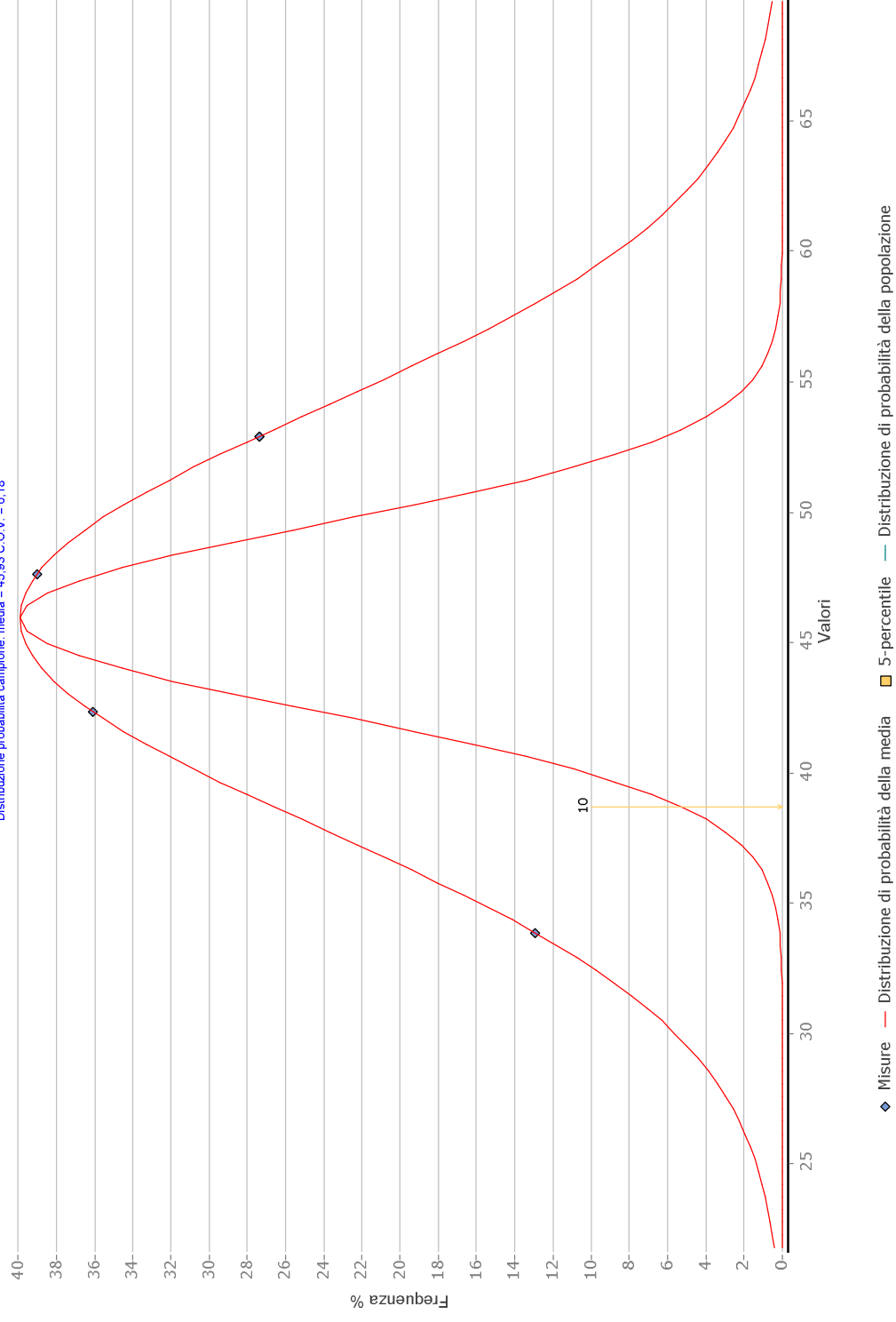
Valore caratteristico del parametro angolo di attrito (V° Strato): 34,524

Distribuzione probabilità campione: media = 45,23 C.O.V. = 0,14



Valore caratteristico del parametro Modulo edometrico (V^e Strato): 38,68

Distribuzione probabilità campione: media = 45.93 C.O.V. = 0.18



**CALCOLO DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
(MASW M1 eseguita)**

Oggetto: Interventi di riqualificazione del cimitero di Pompei

Località: Cimitero comunale - Pompei (NA)

Calcolo V_{seq} (da velocità intervalli)				
da metri	a metri	hi	Vsi	hi/Vsi
1,10	2,50	1,4	168	0,008333
2,50	9,20	6,7	270	0,024815
9,20	16,90	7,7	315	0,024444
16,90	22,20	5,3	362	0,014641
22,20	28,90	6,7	412	0,016262
28,90	30,00	1,1	648	0,001698
somma hi/Vsi				0,090193
V_{seq}			333	
Categoria			C	

Profondità substrato maggiore di 30 metri

Descrizione Categoria di Sottosuolo C (DM 17 gennaio 2018)
<p>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</p>

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

14,49351

LATITUDINE

40,76295

☐ Ricerca per comune

REGIONE

Campania

PROVINCIA

Napoli

COMUNE

Pompei

Elaborazioni grafiche

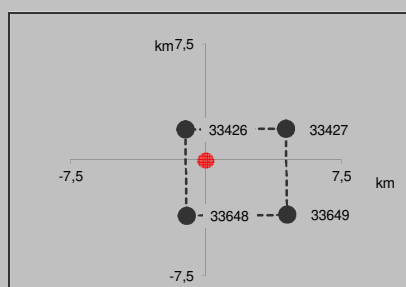
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- ☐ Sito esterno al reticolo
- ☐ Interpolazione su 3 nodi
- ☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

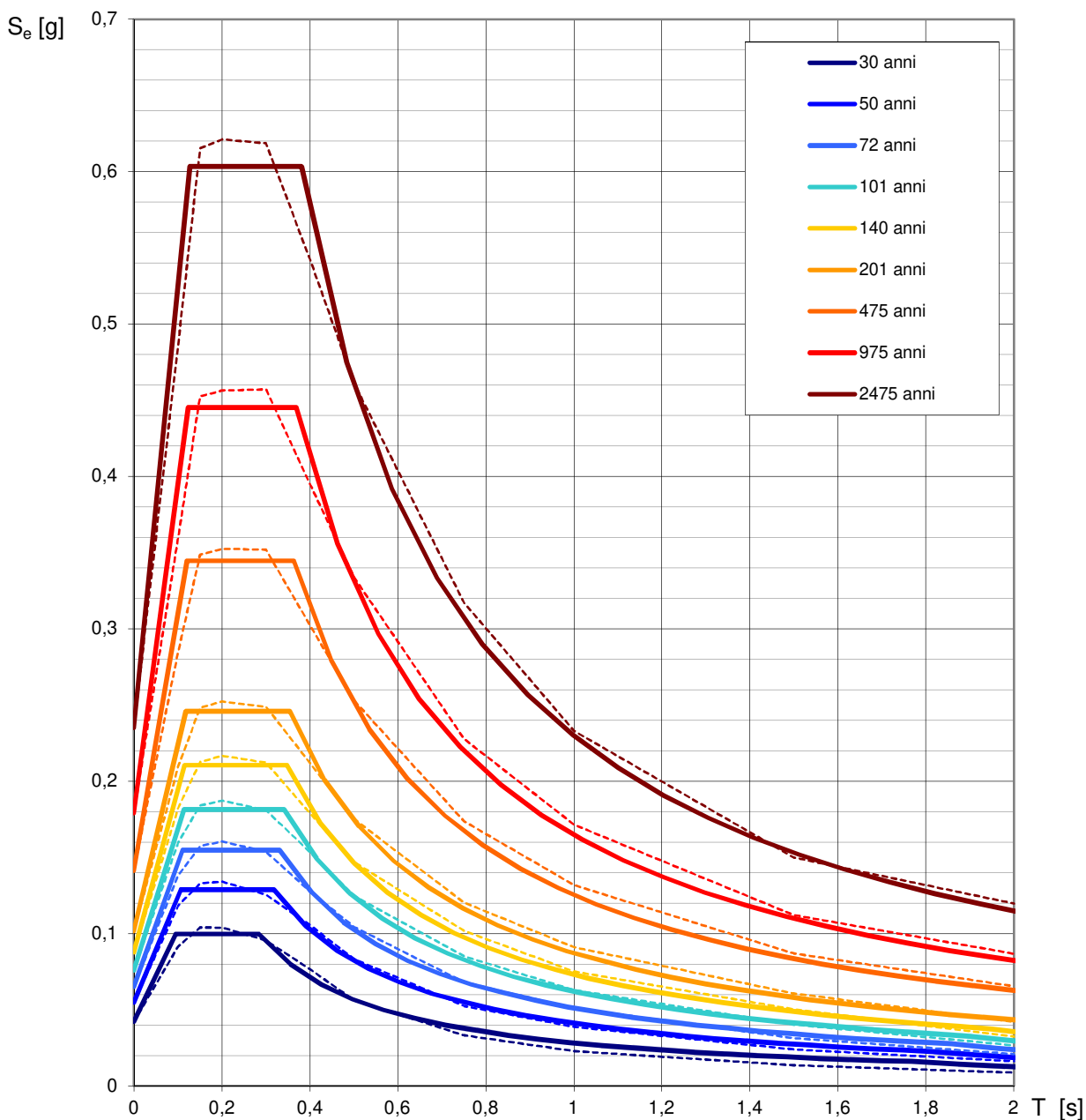
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

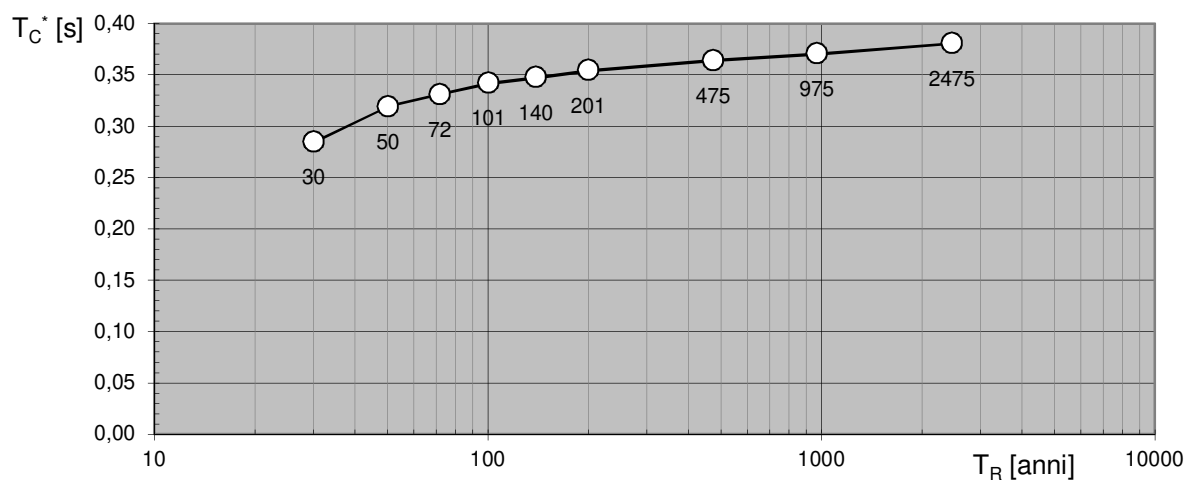
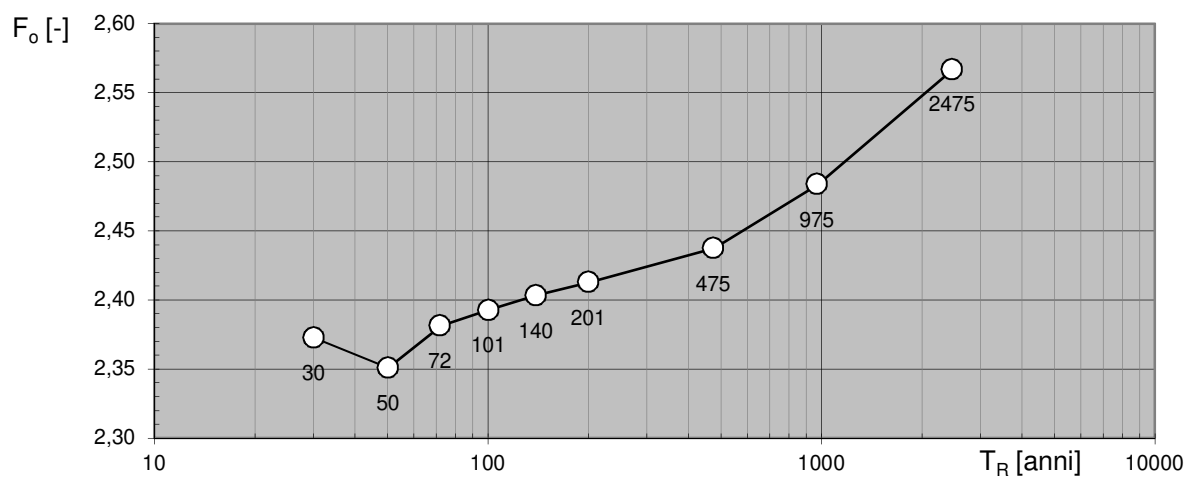
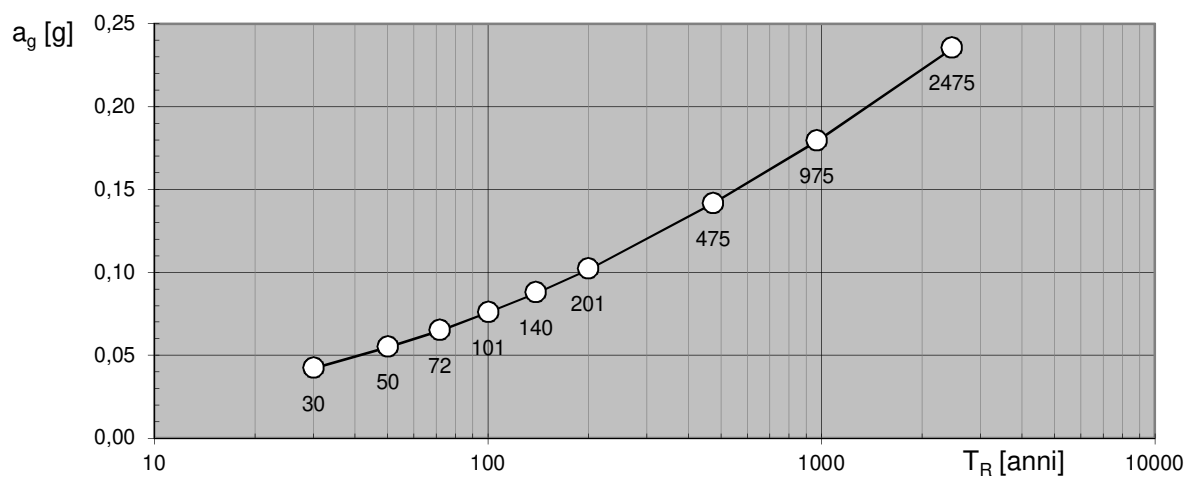


NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,042	2,372	0,284
50	0,055	2,351	0,319
72	0,065	2,381	0,331
101	0,076	2,393	0,342
140	0,088	2,403	0,347
201	0,102	2,413	0,354
475	0,141	2,437	0,364
975	0,179	2,483	0,370
2475	0,235	2,567	0,381

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$
SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$
SLC - $P_{VR} = 5\%$

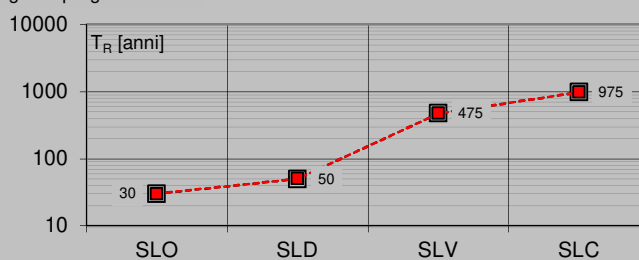
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

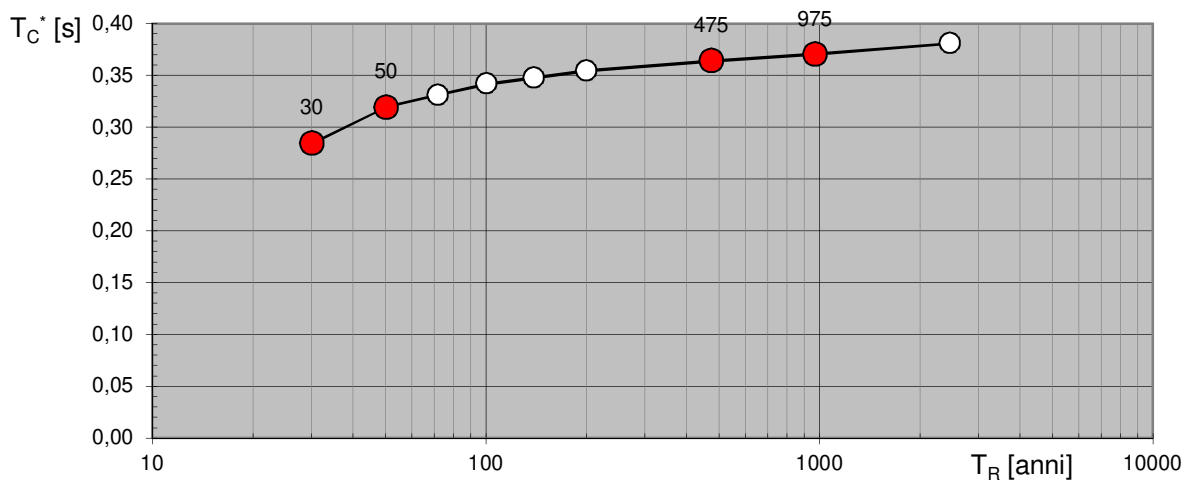
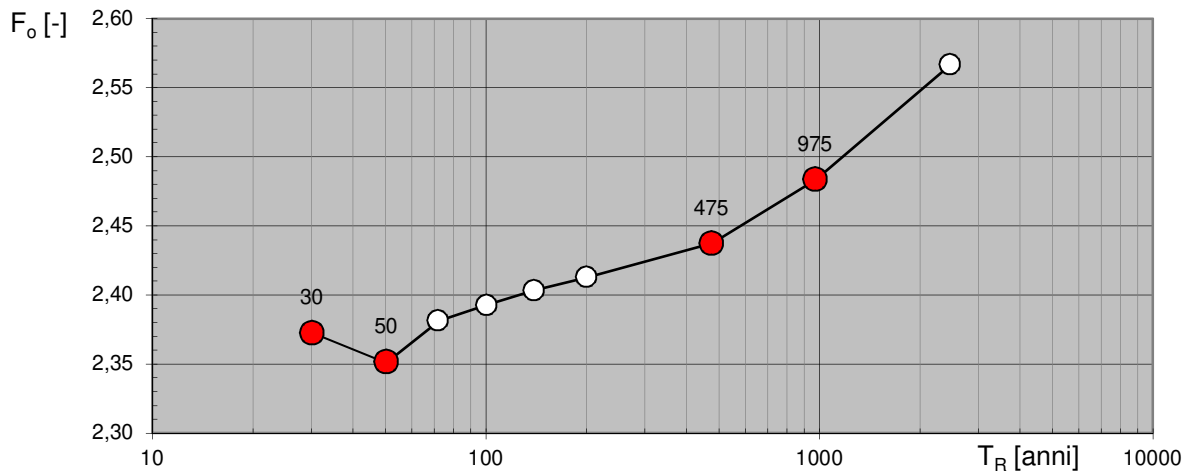
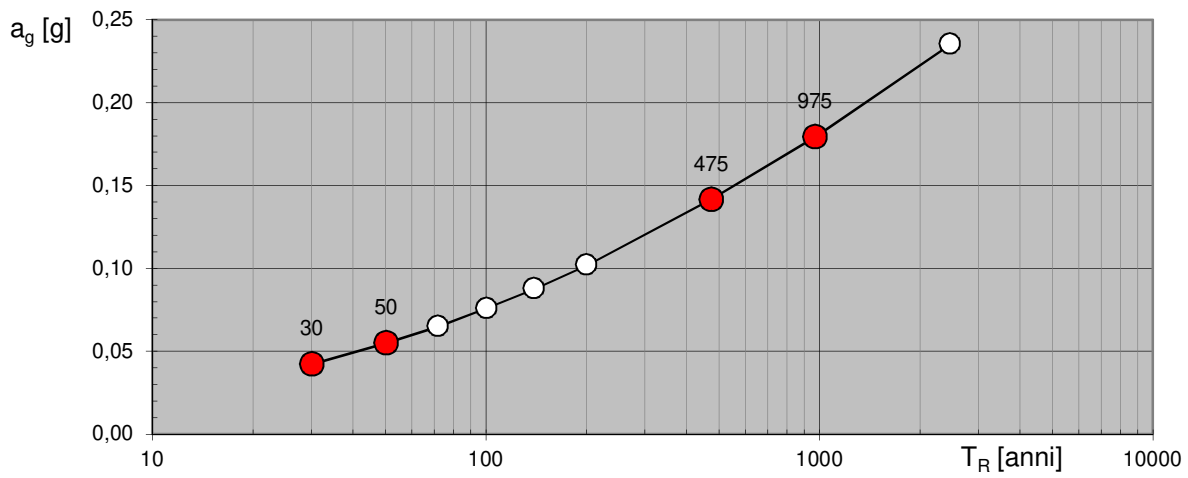
INTRO

FASE 1

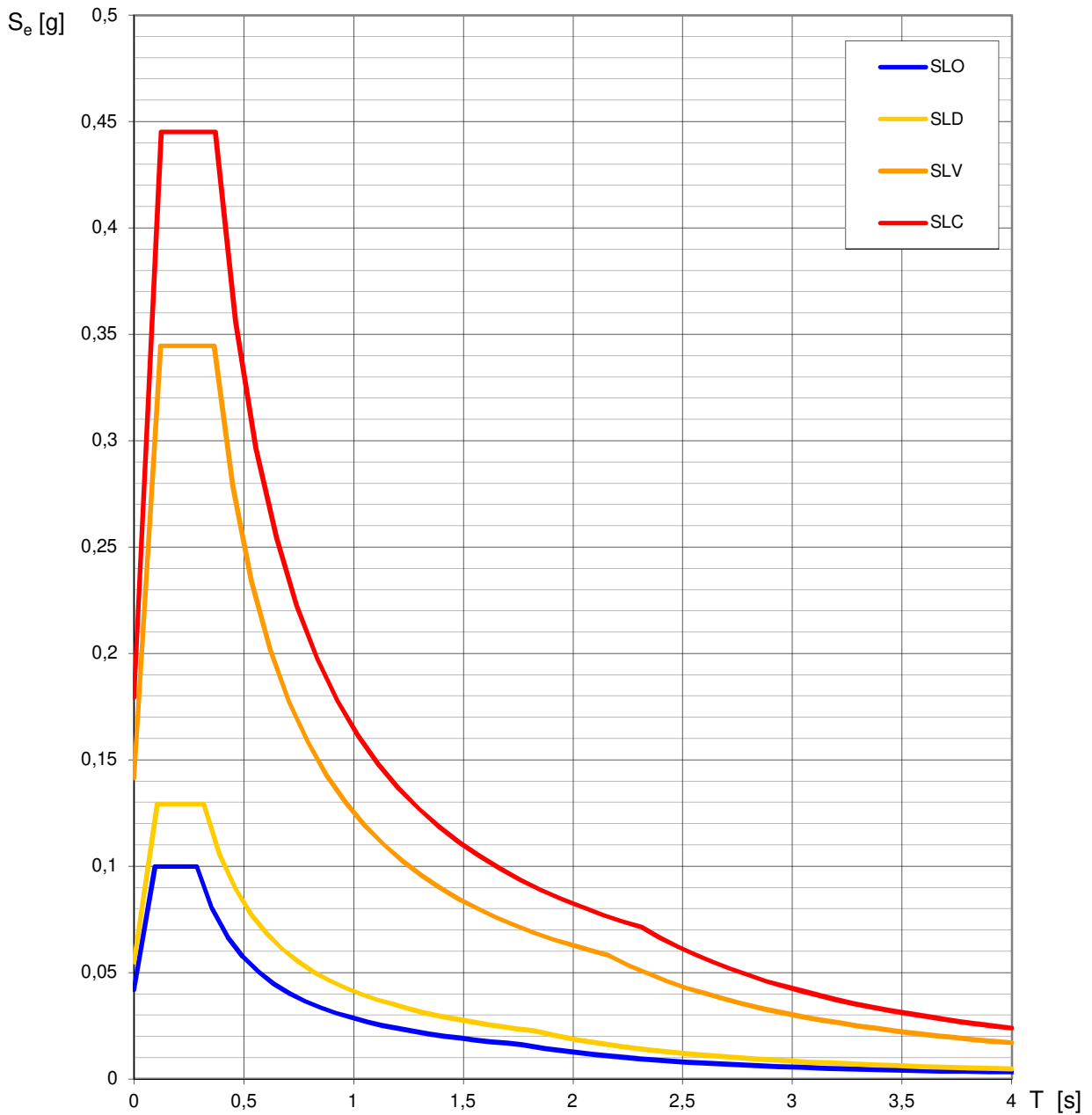
FASE 2

FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,042	2,372	0,285
SLD	50	0,055	2,351	0,319
SLV	475	0,141	2,437	0,364
SLC	975	0,179	2,483	0,370

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato

SLD

info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo

C

info

Categoria topografica

T1

info

$S_S =$

1,500

$C_C =$

1,531

info

$h/H =$

1,000

$S_T =$

1,000

info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

5

$\eta =$

1,000

info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0

1,5

Regol. in altezza

sì

info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q

1,5

$\eta =$

0,667

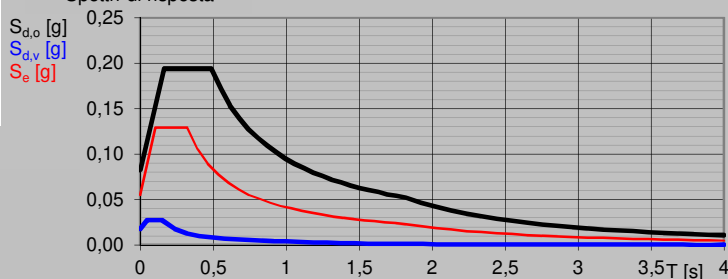
info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

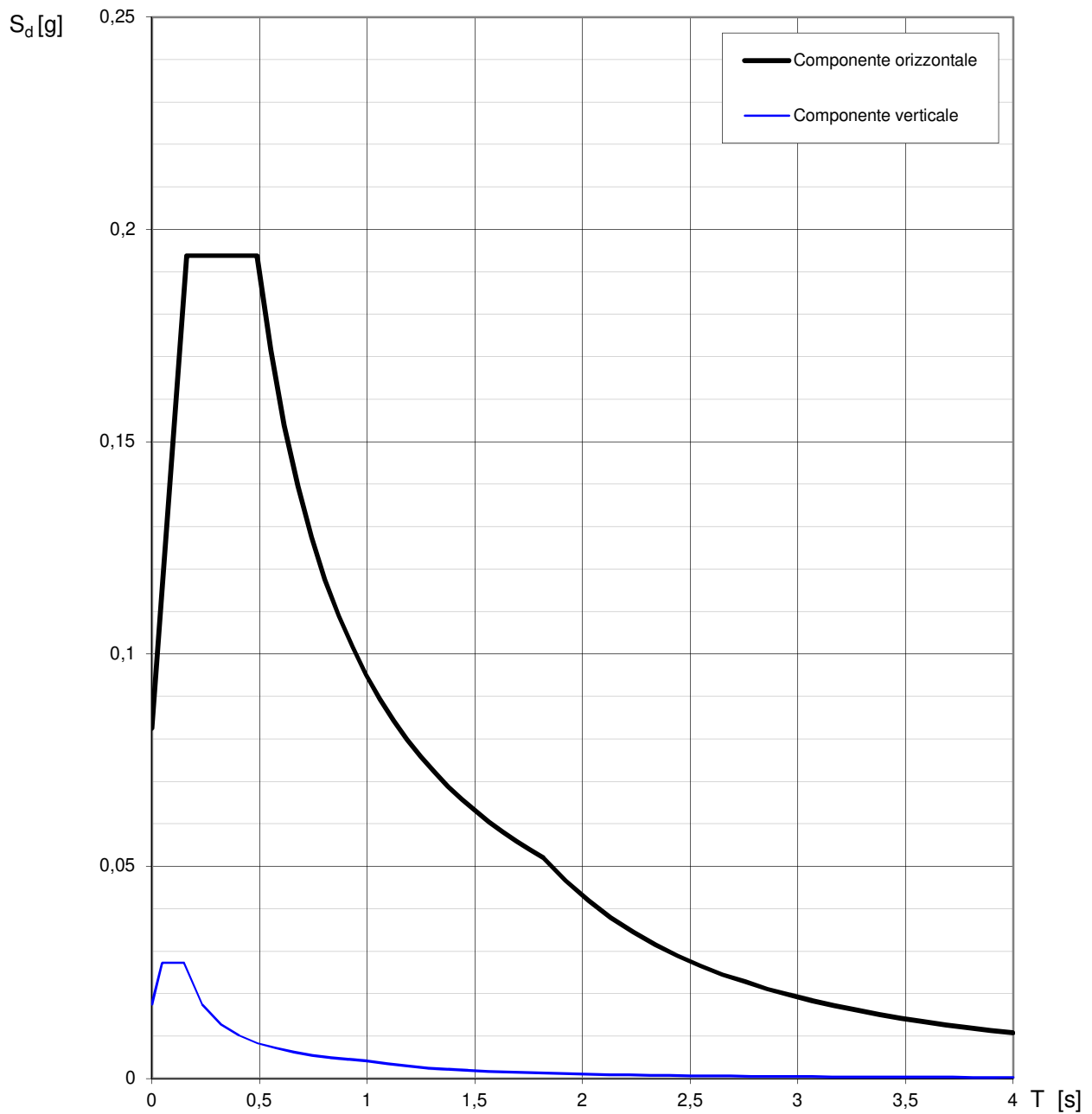
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,055 g
F_o	2,351
T_C	0,319 s
S_S	1,500
C_C	1,531
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,163 s
T_C	0,488 s
T_D	1,820 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,082
$T_B \leftarrow$	0,163	0,194
$T_C \leftarrow$	0,488	0,194
	0,552	0,172
	0,615	0,154
	0,679	0,139
	0,742	0,128
	0,805	0,118
	0,869	0,109
	0,932	0,102
	0,996	0,095
	1,059	0,089
	1,122	0,084
	1,186	0,080
	1,249	0,076
	1,313	0,072
	1,376	0,069
	1,439	0,066
	1,503	0,063
	1,566	0,060
	1,630	0,058
	1,693	0,056
	1,756	0,054
$T_D \leftarrow$	1,820	0,052
	1,924	0,047
	2,027	0,042
	2,131	0,038
	2,235	0,034
	2,339	0,031
	2,443	0,029
	2,547	0,027
	2,650	0,025
	2,754	0,023
	2,858	0,021
	2,962	0,020
	3,066	0,018
	3,169	0,017
	3,273	0,016
	3,377	0,015
	3,481	0,014
	3,585	0,013
	3,689	0,013
	3,792	0,012
	3,896	0,011
	4,000	0,011

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,017 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,744
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,017
$T_B \leftarrow$	0,050	0,027
$T_C \leftarrow$	0,150	0,027
	0,235	0,017
	0,320	0,013
	0,405	0,010
	0,490	0,008
	0,575	0,007
	0,660	0,006
	0,745	0,005
	0,830	0,005
	0,915	0,004
$T_D \leftarrow$	1,000	0,004
	1,094	0,003
	1,188	0,003
	1,281	0,002
	1,375	0,002
	1,469	0,002
	1,563	0,002
	1,656	0,001
	1,750	0,001
	1,844	0,001
	1,938	0,001
	2,031	0,001
	2,125	0,001
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,000
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato

SLV

info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo

C

info

Categoria topografica

T1

info

$S_S =$

1,493

$C_C =$

1,466

info

$h/H =$

1,000

$S_T =$

1,000

info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

5

$\eta =$

1,000

info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o

1,5

Regol. in altezza

sì

info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q

1,5

$\eta =$

0,667

info

Elaborazioni

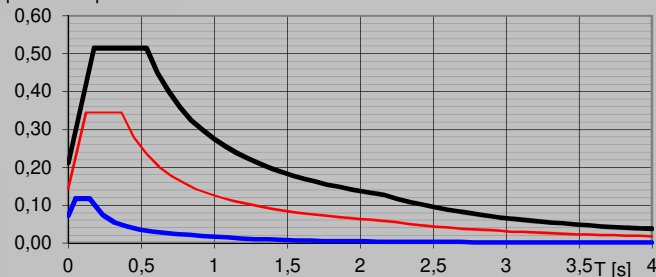
Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)



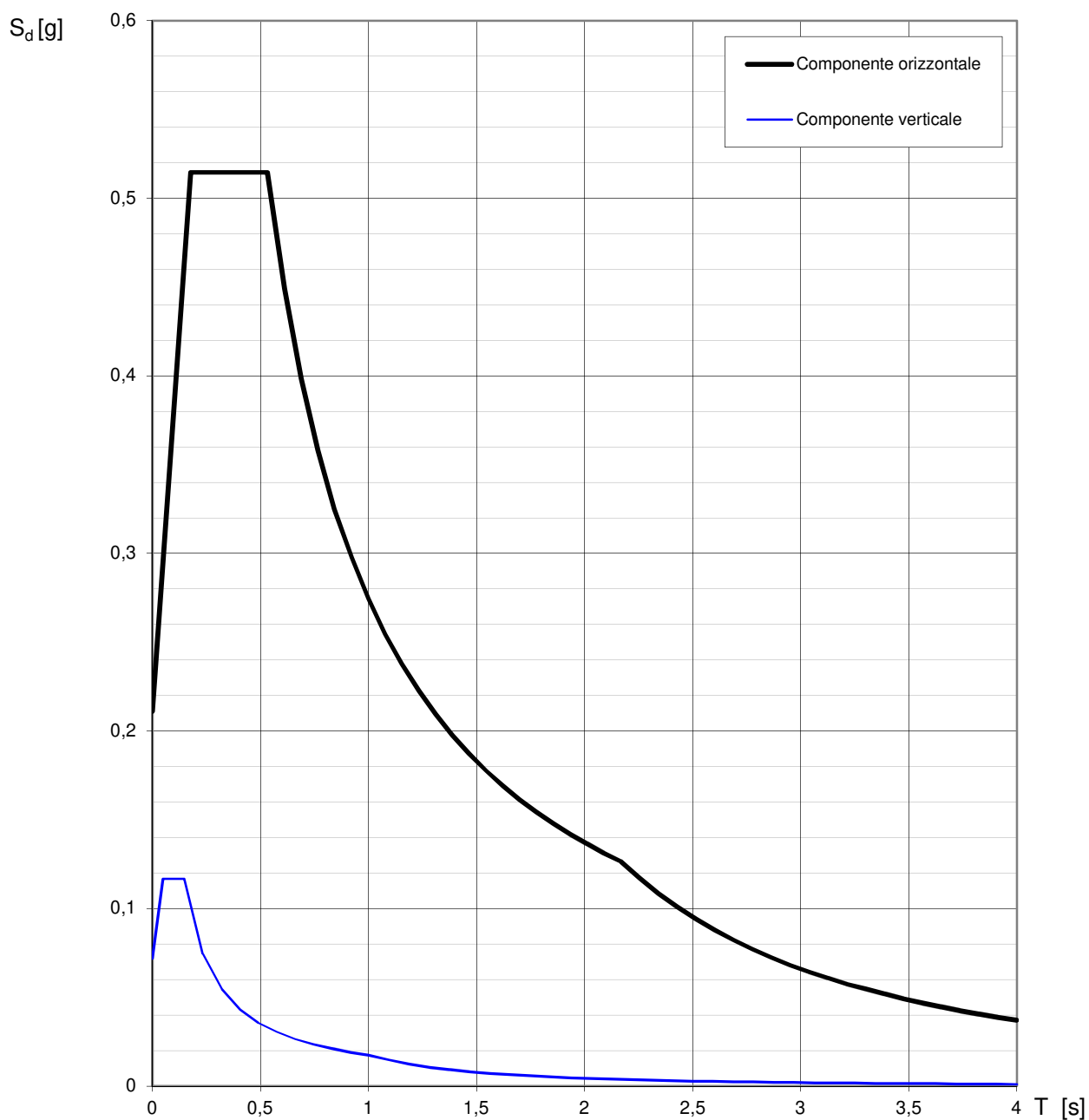
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,141 g
F_o	2,437
T_C^*	0,364 s
S_S	1,493
C_C	1,466
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,493
η	1,000
T_B	0,178 s
T_C	0,533 s
T_D	2,166 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,211
$T_B \leftarrow$	0,178	0,515
$T_C \leftarrow$	0,533	0,515
	0,611	0,449
	0,689	0,398
	0,766	0,358
	0,844	0,325
	0,922	0,298
	1,000	0,274
	1,077	0,255
	1,155	0,238
	1,233	0,223
	1,310	0,209
	1,388	0,198
	1,466	0,187
	1,544	0,178
	1,621	0,169
	1,699	0,161
	1,777	0,154
	1,855	0,148
	1,932	0,142
	2,010	0,136
	2,088	0,131
$T_D \leftarrow$	2,166	0,127
	2,253	0,117
	2,340	0,108
	2,428	0,101
	2,515	0,094
	2,602	0,088
	2,690	0,082
	2,777	0,077
	2,864	0,072
	2,952	0,068
	3,039	0,064
	3,126	0,061
	3,214	0,058
	3,301	0,055
	3,389	0,052
	3,476	0,049
	3,563	0,047
	3,651	0,045
	3,738	0,043
	3,825	0,041
	3,913	0,039
	4,000	0,037

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,072 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,237
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,072
$T_B \leftarrow$	0,050	0,117
$T_C \leftarrow$	0,150	0,117
	0,235	0,074
	0,320	0,055
	0,405	0,043
	0,490	0,036
	0,575	0,030
	0,660	0,027
	0,745	0,023
	0,830	0,021
	0,915	0,019
$T_D \leftarrow$	1,000	0,017
	1,094	0,015
	1,188	0,012
	1,281	0,011
	1,375	0,009
	1,469	0,008
	1,563	0,007
	1,656	0,006
	1,750	0,006
	1,844	0,005
	1,938	0,005
	2,031	0,004
	2,125	0,004
	2,219	0,004
	2,313	0,003
	2,406	0,003
	2,500	0,003
	2,594	0,003
	2,688	0,002
	2,781	0,002
	2,875	0,002
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.