

**DOMENICO  
SESSA**CN = SESSA  
DOMENICO  
C = IT**DOTT. GEOL. DOMENICO SESSA**

Via del Centenario, 112 84084 FISCIANO - tel/fax. 0899484088 Cell. 3472301400

Codice Fiscale SSS DNC 68A14 H703C - Partita I.V.A. 03383700659

# COMUNE DI NAPOLI

## LAVORI DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLA PISCINA COPERTA COMPLESSO SPORTIVO "A. COLLANA"



Committente:

Giunta Regionale della Campania  
Ufficio Speciale GRANDI OPERE  
60 06 00

Il Tecnico

dott. geol. Domenico Sessa  
O.R.G. n. 1628

Elaborato:

Studio geologico e geotecnico con modellazione sismica del sito

Data: AGOSTO 2021



## INDICE

- PREMESSA
- INQUADRAMENTO TERRITORIALE
- STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO
- ORTOFOTO
- INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO - IDROGEOLOGICO
- STRALCIO CARTA GEOLOGICA
- STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA
- CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DEL SITO
- ASSETTO GEOLOGICO DEL SITO D'INTERESSE
- INDAGINI IN SITO E ANALISI DI LABORATORIO
- MODELLO LITOSTRATIGRAFICO DEI TERRENI DEL SOTTOSUOLO
- MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO: PROSPEZIONE SISMICA IN FORO: DOWN-HOLE
- RISPOSTA SISMICA LOCALE
- FENOMENI DI LIQUEFAZIONE
- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE
- VERBALE DI ASSEVERAZIONE

## PREMESSA

Su incarico ricevuto da Regione Campania U.S. Grandi Opere Staff 91, è stato redatto uno studio geologico e geotecnico con modellazione sismica del sito inerente: Lavori di adeguamento funzionale della piscina coperta complesso sportivo A. Collana Via Rossini – Napoli

L'area risulta catastalmente censita al catasto terreni foglio n. 128 map. 335 e ricade, dal punto di vista urbanistico, in zone Bb del P.R.G. del Comune di Napoli, cioè zona di recente espansione urbanistica.

Le opere a farsi costituiscono interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria di cui all'art. 3, comma 1, lettera b) del D.p.r. n. 380/01 s.m.i., le opere edilizie riguardano anche parti strutturali dell'edificio, in osservanza dell'art. 10 parte I delle norme tecniche d'attuazione della Variante generale al PRG.

In particolare, le opere consisteranno in: Interventi di adeguamento funzionale e di risanamento edilizio all'interno delle palestre al piano terra; Interventi di adeguamento impiantistico; Interventi di ripristino strutturale e miglioramento sismico.

Lo studio ha come riferimento le disposizioni riportate nel D.M. 17.01.2018 riguardanti le "Norme tecniche per le indagini sui terreni e le rocce per opere di edilizia pubblica e privata".

Sul posto sono stati effettuati una serie di rilievi atti a riconoscere e valutare:

- i lineamenti geomorfologici della zona;
- eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto;
- l'assetto strutturale dell'area di specifico interesse;
- lo stato idrogeologico superficiale e sotterraneo;
- la stratigrafia dei litotipi presenti (sono state eseguite dalla Soc. GEOSEVI sas n.2 DPSH ubicate agli estremi della piscina (nei certificati allegati sono indicate le coordinate dei punti dove sono state eseguite le dpsh e la relativa postazione, sono stati utilizzati tra l'altro per il presente studio n.1 dei 4 sondaggi eseguiti per il precedente studio geologico inerente alla Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio "A. Collana" e per la riqualificazione dello stesso e precisamente il sondaggio S1);
- la caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata redatta attraverso l'elaborazione delle 2 prove DPSH e utilizzando i n.2 campioni di laboratorio prelevati nella campagna di indagine precedente, precedentemente analizzati per le relative correlazioni);

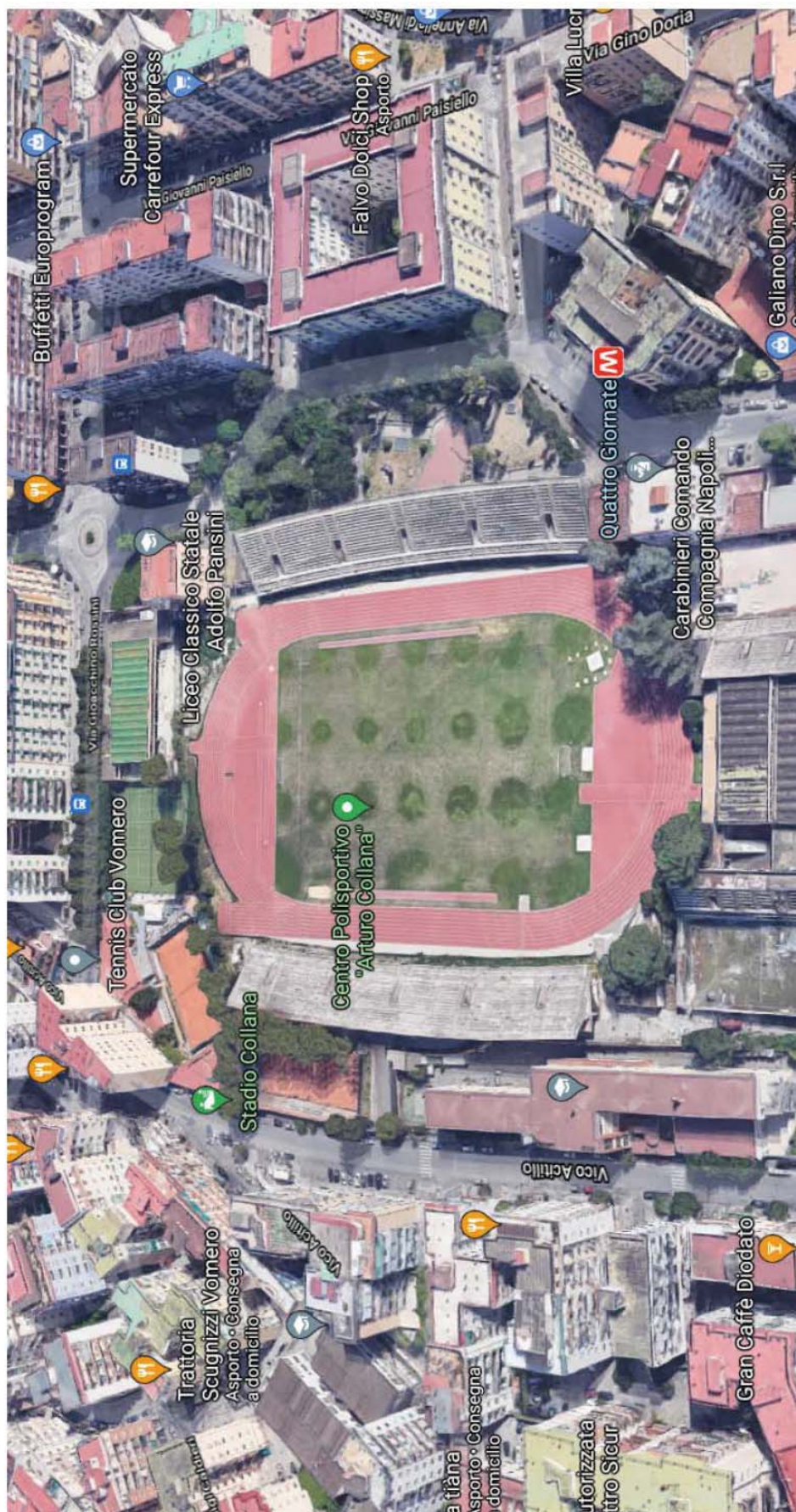
- la caratterizzazione sismica (prospezione sismica in foro tipo Down-hole eseguita per il precedente studio nel foro di Sondaggio S1 e successivamente aggiornata secondo le NTC 17.1.2018);
- l'indicazione della fattibilità dell'opera in relazione alla stabilità globale dell'area.

Nella presente relazione si riportano i risultati scaturiti dai rilevamenti espletati, le considerazioni effettuate nel corso delle indagini in sito e le conclusioni cui si è approdati in fase di sintesi.





STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO DELL'AREA



ORTOFOTO

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO - IDROGEOLOGICO

La geologia dell'area in oggetto si presenta molto articolata. Infatti, prima della deposizione dell'unità litoide, il Tufo Giallo Napoletano, si rileva una successione piuttosto regolare di piroclastiti sciolte intercalate a paleosuoli, legate alla deposizione dei prodotti delle eruzioni recenti dei Campi Flegrei.

La regolarità della successione è dovuta al fatto che si tratta di depositi di eruzioni distali che si sedimentano con meccanismi essenzialmente da caduta da nubi eruttive a volta di altezza notevole.

I paleosuoli rappresentano periodi di quiete in cui è possibile la formazione di suoli vegetali più o meno sviluppati in relazione al periodo di quiete. In questa successione si riscontrano i prodotti di diverse eruzioni flegree a partire dall'eruzione di Minopoli e delle Pomici Principali (Agnano), avvenute intorno a 9000 anni fa e rappresentate rispettivamente da una successione di scorie nerastre distribuite prevalentemente nell'area dei Camaldoli e segnalate con spessori ridotti, circa 10 cm., nella zona di Piazza Carlo III, e le seconde da una serie di livelli di pomici grigie intercalate a sottili livelli cineritici presenti in tutta l'area napoletana.

La serie che viene indicata come serie urbana recente si chiude con due livelli di pomici indicate in letteratura come pomici A e B di Astroni ed attribuite più di recente all'eruzione di M.te Spina (Conca di Agnano) avvenuta circa 4000 anni fa e, dopo un sottile paleosuolo, con livelli di ceneri da caduta legate all'eruzione di Astroni di circa 3800 anni fa.

Tutti questi prodotti, evidenziano un'intensa attività vulcanica locale non molto diversa da quella che si è sviluppata negli ultimi 10000 anni all'interno dei campi Flegrei.

Al di sotto di questi prodotti si riscontrano, i depositi dell'Ignimbrite Campana rappresentati da tufi di colore grigio violaceo ricchi di scorie nere più o meno saldati. Tali tufi sono stati correlati con i depositi del piperno – Breccia Museo presenti nell'area dei Camaldoli.

La collina del Vomero rappresenta una struttura morfologica abbastanza articolata. La parte alta è rappresentata dallo sperone di Castel S. Elmo – S. Martino, con una quota al castello di 249 m. slm. Schematicamente la collina del Vomero affaccia, sul lato sudorientale, sulla conca di Chiaia, a nord si collega con il quartiere Arenella, alla collina dei Camaldoli, ad occidente si affaccia sulla piana di Soccavo.

Sul lato rivolto verso Chiaia il tufo giallo è affiorante in diversi punti. La zona interna del Vomero è caratterizzata dall'esistenza del basamento tufaceo ad una profondità media intorno ai 20 metri.

I materiali di copertura, laddove non rimaneggiati dall'uomo, rappresentano bene la successione dei prodotti recenti.

In alcuni punti la quota del tufo scende notevolmente come tra piazza Medaglie d'Oro e via S. Rosa, ciò è da mettere in relazione all'esistenza dell'alveo dell'Arenella che proseguiva a valle.

Dal punto di vista idrogeologico i terreni piroclastici risultano caratterizzati da una porosità bassa per fessurazione, mentre il Tufo Giallo Napoletano ad essi sottostante risulta caratterizzato da una bassa permeabilità per porosità e media per fessurazione, fatto questo che consente di raggruppare tali litotipi in un unico complesso idrogeologico con condizioni piuttosto omogenee. La falda di base risulta molto profonda.

Le indagini eseguite rispecchiano quanto sopra descritto in accordo con la stratigrafia locale.

## CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DEL SITO

La ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico dell'area sono state tratte dai lavori "Studio geologico - stratigrafico e idrogeologico quantitativo - A. Corniello, R. de Riso & D. Ducci – luglio 2002" e "Studio geologico e idrogeologico qualitativo - P. Celico, L. Esposito, S. Fabbrocino – luglio 2002").

Dal punto di vista geologico, l'area di Napoli orientale rappresenta la porzione più meridionale della "Depressione di Volla".

Tale depressione, delimitata lungo il margine occidentale dalle colline orientali di Napoli e lungo il margine orientale dal Vesuvio, è una depressione strutturale impostata su lineamenti tettonici trasversali rispetto all'Appennino e collegati con l'evoluzione vulcano - tettonica dell'area negli ultimi 30.000 anni.

La morfologia presenta quote che variano da 0,00 m s.l.m. ad un massimo di 19,00 m nel settore più orientale dell'area.

L'area si presenta subpianeggiante con valori delle pendenze medie pari a circa l'1 - 2 %.

La Depressione di Volla è caratterizzata da una potente successione piroclastico - alluvionale, con intercalazioni di sedimenti marini e di transizione, i cui marker stratigrafici sono rappresentati dai banchi di lave del Somma, dal Tufo Giallo Napoletano (TGN), dai tufi legati all'attività del Somma - Vesuvio e dalle lave del Vesuvio d'epoca storica.

Nei primi 50 - 100 m del sottosuolo nell'area, si riconoscono i seguenti litotipi:

- **Terreni di riporto**: estremamente variabili per granulometria e tipologia, sono dovuti prevalentemente alle opere di colmata dei canali ed al generale innalzamento della superficie topografica. Spessori medi intorno a 1 - 2 m.

- **Depositi sciolti piroclastico - alluvionali**: piroclastiti di provenienza flegrea e vesuviana rimaneggiate in ambiente fluviale, palustre e costiero. La granulometria varia da media a fine (da sabbie a limi - sabbiosi), e le variazioni granulometriche sono frequenti sia in senso orizzontale sia verticale, così come il grado di "addensamento" dei depositi. Questi depositi costituiscono l'acquifero principale dell'area presentando una permeabilità da bassa a media per porosità e spessori quasi ovunque superiori a 20 m, fino a raggiungere il centinaio di metri.

- **Lave del Vesuvio:** di epoca storica, sono presenti solo nel settore più sud - orientale dell'area di studio ove affiorano, con spessori di circa 10 m. Sono molto permeabili per fratturazione.

- **Tufi dell'attività del Vesuvio (5.800 - 12.000 yrs. B.P.):** sono caratterizzati dalla presenza di inclusi carbonatici e lavici con leucite. È segnalata una facies incoerente (talora sottoposta a quella lapidea), acquifera. Si riscontrano con certezza nel settore centrale e orientale dell'area in esame, con spessori che raggiungono un massimo di 43,5 m.

- **Tufo Giallo Napoletano (TGN) (14.000 yrs B.P.):** si presenta sia in facies litoide (tufo s.s.), che incoerente (pozzolana). È presente nel sottosuolo nella sua facies litoide di colore giallo solo nel settore occidentale dell'area. Gli spessori medi riscontrati in sondaggio sono di circa 30 m. È presente a profondità comprese fra i 12 e i 49 m dal p.c. Nella città di Napoli, il TGN litoide costituisce un elemento di separazione a bassa permeabilità tra la falda freatica superficiale e quelle in pressione più profonde.

- **Lave del Somma:** nel settore orientale della depressione di Volla, il TGN poggia su lave d'età compresa tra i 14.000 e i 25.000 anni riferibili all'attività del Somma. Nell'area in esame sono presenti dai 40-50 m di profondità e gli spessori indagati raggiungono i 30 m. Sono permeabili per fratturazione.

Nel sottosuolo del sito in esame, ubicata in un'area essenzialmente subpianeggiante, ad una quota topografica media compresa tra 4.0 e 5.0 m. s.l.m., non vi sono livelli tufacei di interesse e la stratigrafia è caratterizzata da una successione indifferenziata di termini piroclastici rimaneggiati in ambiente alluvionale/marino con presenza di paleosuoli, a rappresentare fasi di stasi degli eventi vulcanici.

In particolare, nell'area in esame è presente la seguente successione stratigrafica:

0,00 – 25,00/30.00 m: depositi sciolti piroclastico - alluvionali di provenienza flegrea e vesuviana rimaneggiati in ambiente fluviale, palustre e costiero. Granulometria da media a fine. Permeabilità da bassa a media per porosità.

25,00/30.00 – 40,00 m: Tufo Giallo Napoletano (TGN) (14.000 yrs B.P.). Permeabilità molto bassa per porosità e/o fratturazione.

A partire da - 40,00 m: depositi sciolti piroclastico - alluvionali di provenienza flegrea e vesuviana rimaneggiati in ambiente fluviale, palustre e costiero. Granulometria da media a fine. Permeabilità da bassa a media per porosità.

Data la presenza del complesso tufaceo che separa i livelli piroclastico rimaneggiati sciolti, e che funge da complesso idrogeologico impermeabile relativo, è da rimarcare la presenza di due falde ben distinte, una superficiale ed una profonda.

La struttura dell'acquifero piroclastico sciolto e rimaneggiato è assai articolata: i materiali piroclastici e sedimentari che lo costituiscono presentano, infatti, continue variazioni granulometriche sia in senso areale sia verticale.

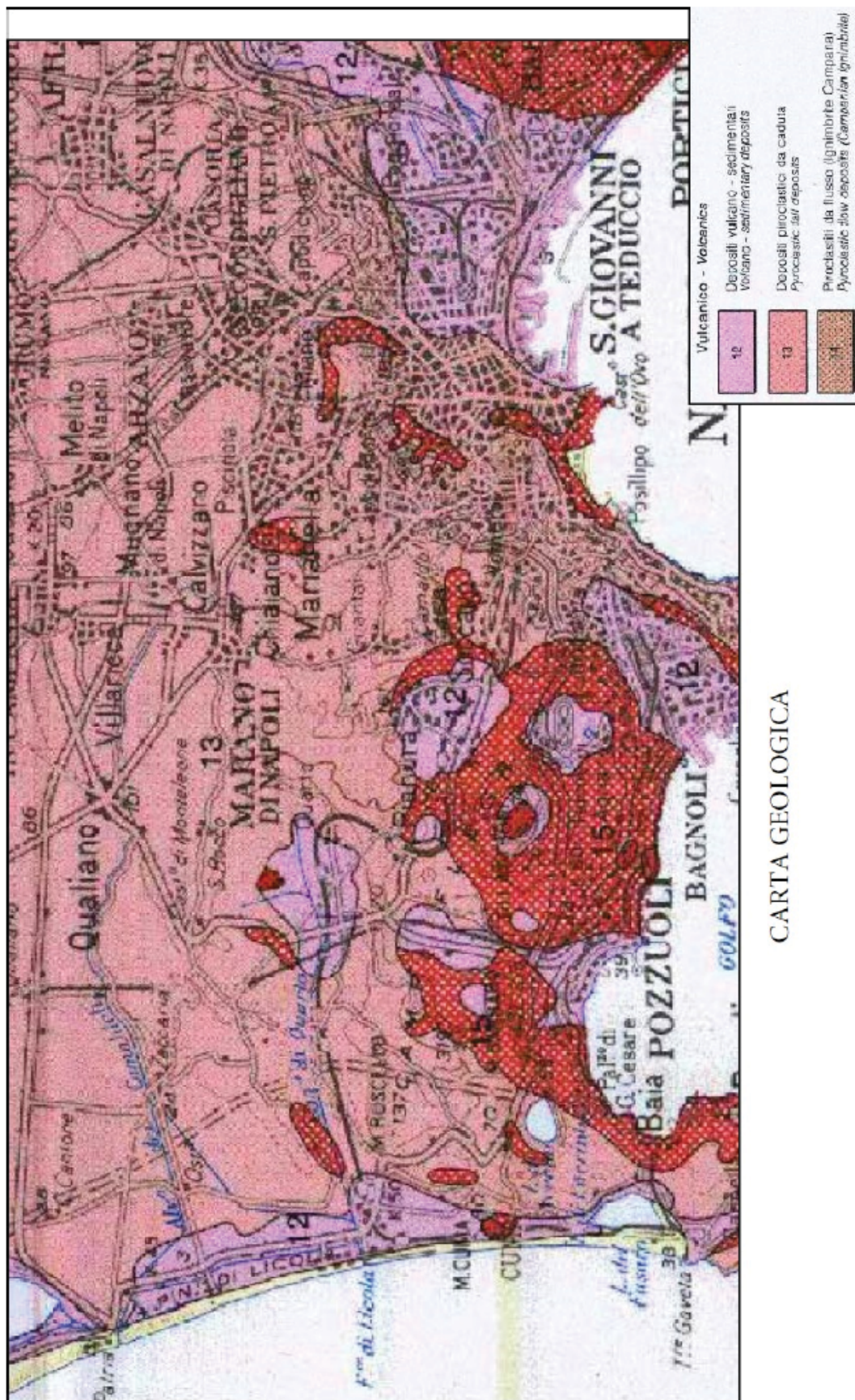
Il deflusso sotterraneo è, a grande scala, prevalentemente orientato da NE verso SW; di seguito è riportata una planimetria dell'area con la piezometria massima ricavata dalle misurazioni effettuate nel periodo 1999-2000.

In relazione ai caratteri idrogeochimici, è da evidenziare che l'acquifero dell'area presenta frequentemente elevate concentrazioni Fe e Mn nelle acque dei pozzi profondi. La causa di questo fenomeno è da ricercare in primo luogo nella bassa velocità di filtrazione nell'acquifero e nella struttura dello stesso (terreni porosi, suddivisi in livelli discontinui a diversa permeabilità, frequentemente sovrastati da terreni tufacei poco permeabili e diffusa presenza di materiale organico del tipo paleosuoli e torbe).

In tali condizioni le acque, d'infiltrazione e/o legate ai travasi dai rilievi carbonatici, pervengono pressoché prive d'ossigeno ai livelli acquiferi più profondi. Si instaura qui un ambiente anaerobico nel quale un ulteriore consumo di sostanza organica può avvenire ad esempio a spese di ossidi di Fe e Mn, presenti nel terreno, con successivo passaggio in soluzione degli elementi stessi.

Il fenomeno naturale, così come delineato, può localmente essere accentuato dall'immissione di reflui organici nel sottosuolo (ad esempio per mezzo di pozzi disperdenti): in tal modo l'acquifero è rifornito di sostanze che accelerano il consumo d'ossigeno.

In alcuni settori, poi, sono elevati i tenori di Fe dovuti ad apporti d'origine profonda.





## ASSETTO GEOLOGICO DEL SITO D'INTERESSE

### Indagini geognostiche

Il D.M. 17.1.2018 concernente le “norme tecniche relative alle indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”, prescrive che le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche tecniche relative alla progettazione devono fondarsi sempre sulla caratterizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove. Tale caratterizzazione, fondamentale per la progettazione di qualsiasi intervento sul territorio, rappresenta il risultato finale del processo di acquisizione, elaborazione ed analisi di un adeguato numero di informazioni possedute dagli scriventi (geologiche, tettoniche, stratigrafiche, fisiche, meccaniche, ecc.) sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche dinamiche tipo D.P.S.H. , analisi di laboratorio e la modellazione sismica del sito attraverso la prova sismica in foro Down-Hole che potranno considerarsi rappresentative delle reali condizioni del territorio in esame.



INDAGINI ESEGUITE



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

**INDAGINI IN SITO**

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 |
| CERTIFICATO N.          | 6902     |
| PAGINA                  | 1/4      |

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P1

Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa

Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo “A. Collana”

Località: NAPOLI - Via Rossini

Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021

## METODO DI INDAGINE

|                                |                                                   |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|
| Metodo di indagine:            | Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH           |
| Profondità:                    | da 0.00 metri a 16.00 metri                       |
| Falda:                         | ASSENTE                                           |
| PRELIEVO                       |                                                   |
| Campione:                      |                                                   |
| Campionatore:                  |                                                   |
| Profondità prelievo:           |                                                   |
| Postazione (Fig. 1):           | NAPOLI – Via Rossini                              |
| Coordinate ubicazione (Fig.2): | Coordinate: Lat. 40.847260°N – Long.: 14.224270°E |



Fig.1



Fig.2

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



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

INDAGINI IN SITO

|                         |          |   |
|-------------------------|----------|---|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 | 2 |
| CERTIFICATO N.          | 6902     |   |
| PAGINA                  | 2/4      |   |

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

Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa

Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo “A. Collana”

Località: NAPOLI - Via Rossini

Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021

### CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

#### MARCA DEEP DRILL

|                                        |                                                     |                                              |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| PESO MASSA BATTENTE<br>M = 63,50 Kg    | ALTEZZA CADUTA LIBERA<br>H = 0,75 m                 | PESO SISTEMA BATTUTA<br>Ms = 30.00 Kg        |
| DIAMETRO PUNTA CONICA<br>D = 50,50 mm  | AREA BASE PUNTA CONICA<br>A = 20.00 cm <sup>2</sup> | ANGOLO APERTURA PUNTA<br>$\alpha = 60^\circ$ |
| LUNGHEZZA DELLE ASTE<br>La = 1.00 m    | PESO ASTE PER METRO<br>Ma = 8.00 kg                 | PROF. GIUNZIONE 1° ASTA<br>P1 = 1.00 m.      |
| AVANZAMENTO PUNTA<br>$\delta = 0,20$ m | NUMERO DI COLPI PUNTA<br>N = N(20)                  | RIVESTIMENTO<br>NO                           |

ENERGIA SPECIFICA X COLPO  $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$  (prova SPT :  $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$ )

COEFF. TEORICO DI ENERGIA  $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$  (teoricamente  $N_{spt} = \beta_t N$ )

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

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo  $\delta / N$

P = peso totale aste e sistema battuta

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





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

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

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 |
| CERTIFICATO N.          | 6902     |
| PAGINA                  | 3/4      |

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.1

**Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa**

**Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo "A. Collana"**

**Località: NAPOLI - Via Rossini**

**Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021**

| Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta | Prof.(m)      | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|---------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 7          | 52,1                     | 1    | 8,00 - 8,20   | 9          | 41,1                     | 9    |
| 0,20 - 0,40 | 5          | 37,2                     | 1    | 8,20 - 8,40   | 9          | 41,1                     | 9    |
| 0,40 - 0,60 | 5          | 37,2                     | 1    | 8,40 - 8,60   | 8          | 36,5                     | 9    |
| 0,60 - 0,80 | 23         | 171,3                    | 1    | 8,60 - 8,80   | 8          | 36,5                     | 9    |
| 0,80 - 1,00 | 31         | 214,0                    | 2    | 8,80 - 9,00   | 10         | 43,6                     | 10   |
| 1,00 - 1,20 | 46         | 317,6                    | 2    | 9,00 - 9,20   | 9          | 39,2                     | 10   |
| 1,20 - 1,40 | 16         | 110,5                    | 2    | 9,20 - 9,40   | 8          | 34,9                     | 10   |
| 1,40 - 1,60 | 11         | 75,9                     | 2    | 9,40 - 9,60   | 6          | 26,1                     | 10   |
| 1,60 - 1,80 | 5          | 34,5                     | 2    | 9,60 - 9,80   | 8          | 34,9                     | 10   |
| 1,80 - 2,00 | 2          | 12,9                     | 3    | 9,80 - 10,00  | 8          | 33,3                     | 11   |
| 2,00 - 2,20 | 2          | 12,9                     | 3    | 10,00 - 10,20 | 11         | 45,8                     | 11   |
| 2,20 - 2,40 | 3          | 19,3                     | 3    | 10,20 - 10,40 | 11         | 45,8                     | 11   |
| 2,40 - 2,60 | 4          | 25,7                     | 3    | 10,40 - 10,60 | 6          | 25,0                     | 11   |
| 2,60 - 2,80 | 3          | 19,3                     | 3    | 10,60 - 10,80 | 11         | 45,8                     | 11   |
| 2,80 - 3,00 | 3          | 18,1                     | 4    | 10,80 - 11,00 | 6          | 23,9                     | 12   |
| 3,00 - 3,20 | 2          | 12,0                     | 4    | 11,00 - 11,20 | 8          | 31,9                     | 12   |
| 3,20 - 3,40 | 3          | 18,1                     | 4    | 11,20 - 11,40 | 12         | 47,9                     | 12   |
| 3,40 - 3,60 | 4          | 24,1                     | 4    | 11,40 - 11,60 | 12         | 47,9                     | 12   |
| 3,60 - 3,80 | 7          | 42,2                     | 4    | 11,60 - 11,80 | 13         | 51,9                     | 12   |
| 3,80 - 4,00 | 7          | 39,6                     | 5    | 11,80 - 12,00 | 12         | 45,9                     | 13   |
| 4,00 - 4,20 | 9          | 51,0                     | 5    | 12,00 - 12,20 | 13         | 49,8                     | 13   |
| 4,20 - 4,40 | 11         | 62,3                     | 5    | 12,20 - 12,40 | 13         | 49,8                     | 13   |
| 4,40 - 4,60 | 7          | 39,6                     | 5    | 12,40 - 12,60 | 14         | 53,6                     | 13   |
| 4,60 - 4,80 | 11         | 62,3                     | 5    | 12,60 - 12,80 | 13         | 49,8                     | 13   |
| 4,80 - 5,00 | 11         | 58,8                     | 6    | 12,80 - 13,00 | 14         | 51,5                     | 14   |
| 5,00 - 5,20 | 10         | 53,4                     | 6    | 13,00 - 13,20 | 14         | 51,5                     | 14   |
| 5,20 - 5,40 | 9          | 48,1                     | 6    | 13,20 - 13,40 | 15         | 55,2                     | 14   |
| 5,40 - 5,60 | 9          | 48,1                     | 6    | 13,40 - 13,60 | 11         | 40,5                     | 14   |
| 5,60 - 5,80 | 13         | 69,5                     | 6    | 13,60 - 13,80 | 8          | 29,4                     | 14   |
| 5,80 - 6,00 | 18         | 91,0                     | 7    | 13,80 - 14,00 | 9          | 31,9                     | 15   |
| 6,00 - 6,20 | 21         | 106,2                    | 7    | 14,00 - 14,20 | 6          | 21,2                     | 15   |
| 6,20 - 6,40 | 16         | 80,9                     | 7    | 14,20 - 14,40 | 6          | 21,2                     | 15   |
| 6,40 - 6,60 | 12         | 60,7                     | 7    | 14,40 - 14,60 | 7          | 24,8                     | 15   |
| 6,60 - 6,80 | 10         | 50,6                     | 7    | 14,60 - 14,80 | 6          | 21,2                     | 15   |
| 6,80 - 7,00 | 13         | 62,4                     | 8    | 14,80 - 15,00 | 7          | 23,9                     | 16   |
| 7,00 - 7,20 | 12         | 57,6                     | 8    | 15,00 - 15,20 | 11         | 37,5                     | 16   |
| 7,20 - 7,40 | 10         | 48,0                     | 8    | 15,20 - 15,40 | 13         | 44,4                     | 16   |
| 7,40 - 7,60 | 7          | 33,6                     | 8    | 15,40 - 15,60 | 23         | 78,5                     | 16   |
| 7,60 - 7,80 | 8          | 38,4                     | 8    | 15,60 - 15,80 | 28         | 95,6                     | 16   |
| 7,80 - 8,00 | 7          | 32,0                     | 9    | 15,80 - 16,00 | 37         | 121,9                    | 17   |

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

**GEOSEVI s.a.s.**

**Il Direttore Responsabile**

*Dott. Domenico Sessa*



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e- mail: geosevisas1@gmail.com



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

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

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 |
| CERTIFICATO N.          | 6902     |
| PAGINA                  | 4/4      |

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa

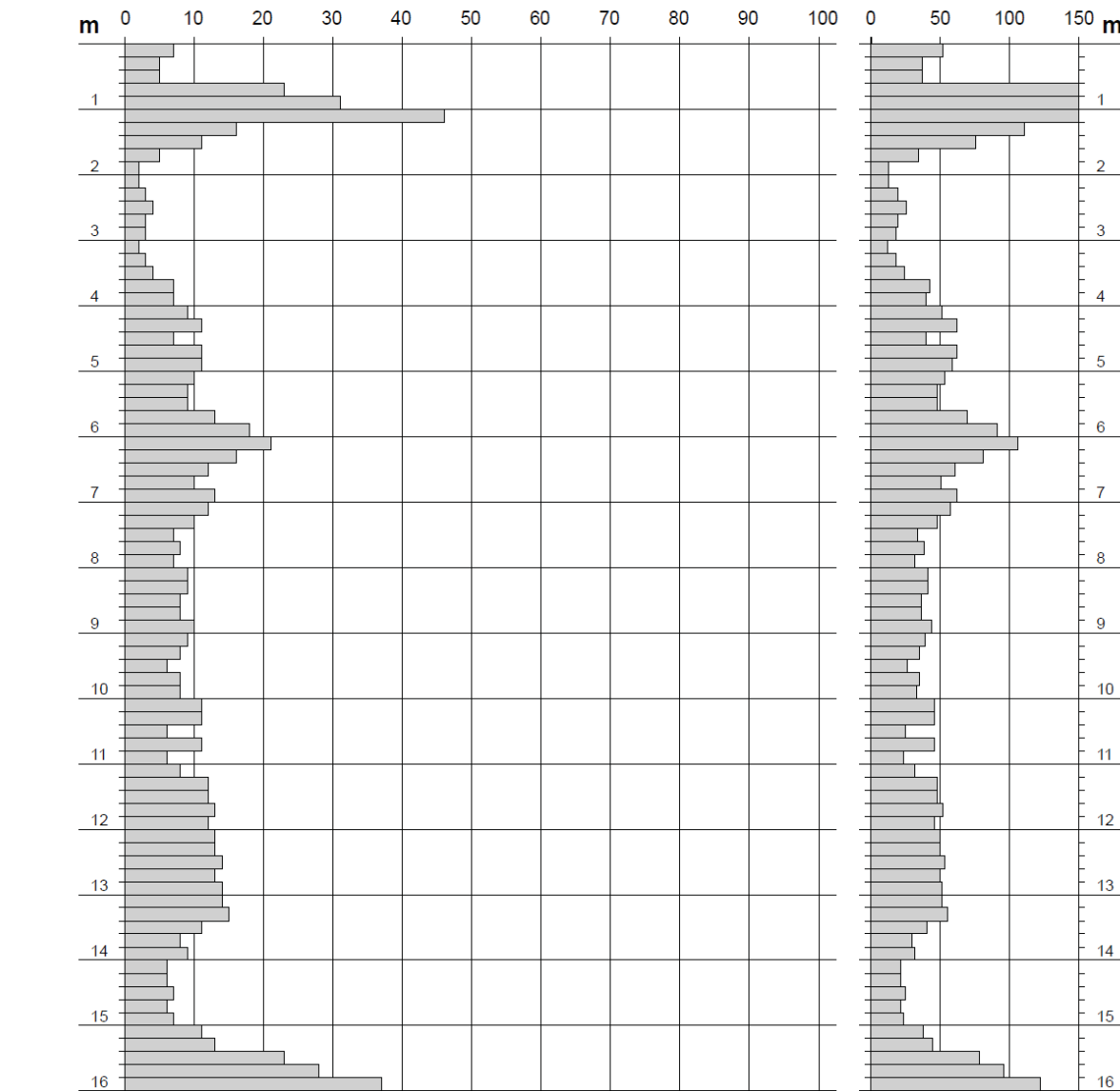
Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo "A. Collana"

Località: NAPOLI - Via Rossini

Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile  
GEOSEVI s.a.s.

Il Direttore Responsabile  
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

**INDAGINI IN SITO**

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 |
| CERTIFICATO N.          | 6903     |
| PAGINA                  | 1/4      |

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P2

**Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa**

**Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo “A. Collana”**

**Località: NAPOLI - Via Rossini**

**Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021**

### METODO DI INDAGINE

|                                |                                                   |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|
| Metodo di indagine:            | Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH           |
| Profondità:                    | da 0.00 metri a 16.00 metri                       |
| Falda:                         | ASSENTE                                           |
| PRELIEVO                       |                                                   |
| Campione:                      |                                                   |
| Campionatore:                  |                                                   |
| Profondità prelievo:           |                                                   |
| Postazione (Fig. 1):           | NAPOLI – Via Rossini                              |
| Coordinate ubicazione (Fig.2): | Coordinate: Lat. 40.847240°N – Long.: 14.224600°E |



Fig.1

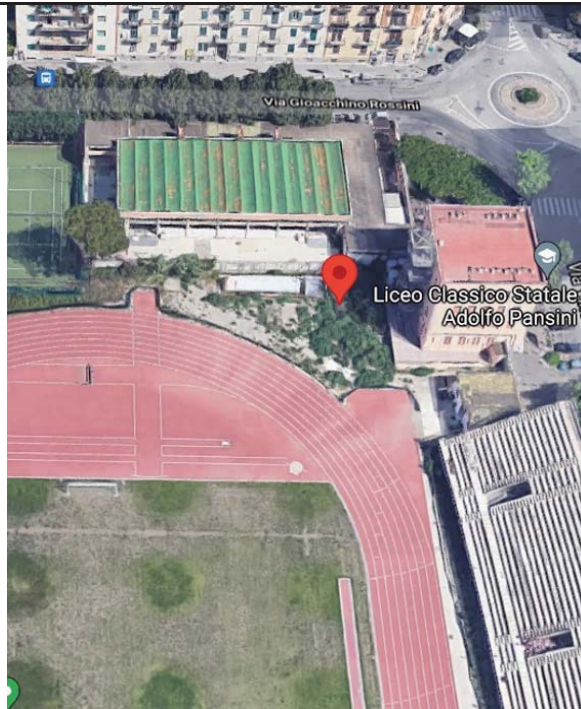


Fig.2

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



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e- mail: geosevisas1@gmail.com



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

**INDAGINI IN SITO**

|                         |          |   |
|-------------------------|----------|---|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 | 2 |
| CERTIFICATO N.          | 6903     |   |
| PAGINA                  | 2/4      |   |

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

**Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa**

**Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo “A. Collana”**

**Località: NAPOLI - Via Rossini**

**Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021**

### CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

#### MARCA DEEP DRILL

|                                              |                                                            |                                                |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>PESO MASSA BATTENTE</b><br>M = 63,50 Kg   | <b>ALTEZZA CADUTA LIBERA</b><br>H = 0,75 m                 | <b>PESO SISTEMA BATTUTA</b><br>Ms = 30.00 Kg   |
| <b>DIAMETRO PUNTA CONICA</b><br>D = 50,50 mm | <b>AREA BASE PUNTA CONICA</b><br>A = 20.00 cm <sup>2</sup> | <b>ANGOLO APERTURA PUNTA</b><br>α = 60°        |
| <b>LUNGHEZZA DELLE ASTE</b><br>La = 1.00 m   | <b>PESO ASTE PER METRO</b><br>Ma = 8.00 kg                 | <b>PROF. GIUNZIONE 1° ASTA</b><br>P1 = 1.00 m. |
| <b>AVANZAMENTO PUNTA</b><br>δ = 0,20 m       | <b>NUMERO DI COLPI PUNTA</b><br>N = N(20)                  | <b>RIVESTIMENTO</b><br>NO                      |

**ENERGIA SPECIFICA X COLPO  $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$  (prova SPT :  $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$ )**

**COEFF. TEORICO DI ENERGIA  $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$  (teoricamente  $N_{spt} = \beta_t N$ )**

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

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

**Rpd = resistenza dinamica punta [area A]**

**M = peso massa battente (altezza caduta H)**

**e = infissione per colpo δ/ N**

**P = peso totale aste e sistema battuta**

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





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

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

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 |
| CERTIFICATO N.          | 6903     |
| PAGINA                  | 3/4      |

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.2

**Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa**

**Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo "A. Collana"**

**Località: NAPOLI - Via Rossini**

**Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021**

| Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta | Prof.(m)      | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|---------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 13         | 96,8                     | 1    | 8,00 - 8,20   | 10         | 45,7                     | 9    |
| 0,20 - 0,40 | 10         | 74,5                     | 1    | 8,20 - 8,40   | 12         | 54,8                     | 9    |
| 0,40 - 0,60 | 9          | 67,0                     | 1    | 8,40 - 8,60   | 10         | 45,7                     | 9    |
| 0,60 - 0,80 | 15         | 111,7                    | 1    | 8,60 - 8,80   | 9          | 41,1                     | 9    |
| 0,80 - 1,00 | 21         | 145,0                    | 2    | 8,80 - 9,00   | 11         | 47,9                     | 10   |
| 1,00 - 1,20 | 28         | 193,3                    | 2    | 9,00 - 9,20   | 10         | 43,6                     | 10   |
| 1,20 - 1,40 | 15         | 103,6                    | 2    | 9,20 - 9,40   | 10         | 43,6                     | 10   |
| 1,40 - 1,60 | 4          | 27,6                     | 2    | 9,40 - 9,60   | 8          | 34,9                     | 10   |
| 1,60 - 1,80 | 2          | 13,8                     | 2    | 9,60 - 9,80   | 9          | 39,2                     | 10   |
| 1,80 - 2,00 | 3          | 19,3                     | 3    | 9,80 - 10,00  | 10         | 41,7                     | 11   |
| 2,00 - 2,20 | 2          | 12,9                     | 3    | 10,00 - 10,20 | 12         | 50,0                     | 11   |
| 2,20 - 2,40 | 4          | 25,7                     | 3    | 10,20 - 10,40 | 10         | 41,7                     | 11   |
| 2,40 - 2,60 | 6          | 38,6                     | 3    | 10,40 - 10,60 | 10         | 41,7                     | 11   |
| 2,60 - 2,80 | 5          | 32,2                     | 3    | 10,60 - 10,80 | 14         | 58,3                     | 11   |
| 2,80 - 3,00 | 4          | 24,1                     | 4    | 10,80 - 11,00 | 10         | 39,9                     | 12   |
| 3,00 - 3,20 | 2          | 12,0                     | 4    | 11,00 - 11,20 | 9          | 35,9                     | 12   |
| 3,20 - 3,40 | 4          | 24,1                     | 4    | 11,20 - 11,40 | 12         | 47,9                     | 12   |
| 3,40 - 3,60 | 9          | 54,2                     | 4    | 11,40 - 11,60 | 13         | 51,9                     | 12   |
| 3,60 - 3,80 | 7          | 42,2                     | 4    | 11,60 - 11,80 | 15         | 59,8                     | 12   |
| 3,80 - 4,00 | 8          | 45,3                     | 5    | 11,80 - 12,00 | 14         | 53,6                     | 13   |
| 4,00 - 4,20 | 9          | 51,0                     | 5    | 12,00 - 12,20 | 15         | 57,4                     | 13   |
| 4,20 - 4,40 | 12         | 68,0                     | 5    | 12,20 - 12,40 | 15         | 57,4                     | 13   |
| 4,40 - 4,60 | 11         | 62,3                     | 5    | 12,40 - 12,60 | 12         | 45,9                     | 13   |
| 4,60 - 4,80 | 6          | 34,0                     | 5    | 12,60 - 12,80 | 13         | 49,8                     | 13   |
| 4,80 - 5,00 | 8          | 42,7                     | 6    | 12,80 - 13,00 | 13         | 47,8                     | 14   |
| 5,00 - 5,20 | 9          | 48,1                     | 6    | 13,00 - 13,20 | 12         | 44,1                     | 14   |
| 5,20 - 5,40 | 9          | 48,1                     | 6    | 13,20 - 13,40 | 10         | 36,8                     | 14   |
| 5,40 - 5,60 | 19         | 101,5                    | 6    | 13,40 - 13,60 | 16         | 58,9                     | 14   |
| 5,60 - 5,80 | 21         | 112,2                    | 6    | 13,60 - 13,80 | 13         | 47,8                     | 14   |
| 5,80 - 6,00 | 20         | 101,1                    | 7    | 13,80 - 14,00 | 10         | 35,4                     | 15   |
| 6,00 - 6,20 | 18         | 91,0                     | 7    | 14,00 - 14,20 | 7          | 24,8                     | 15   |
| 6,20 - 6,40 | 9          | 45,5                     | 7    | 14,20 - 14,40 | 8          | 28,3                     | 15   |
| 6,40 - 6,60 | 11         | 55,6                     | 7    | 14,40 - 14,60 | 6          | 21,2                     | 15   |
| 6,60 - 6,80 | 10         | 50,6                     | 7    | 14,60 - 14,80 | 5          | 17,7                     | 15   |
| 6,80 - 7,00 | 12         | 57,6                     | 8    | 14,80 - 15,00 | 7          | 23,9                     | 16   |
| 7,00 - 7,20 | 10         | 48,0                     | 8    | 15,00 - 15,20 | 13         | 44,4                     | 16   |
| 7,20 - 7,40 | 9          | 43,2                     | 8    | 15,20 - 15,40 | 19         | 64,9                     | 16   |
| 7,40 - 7,60 | 8          | 38,4                     | 8    | 15,40 - 15,60 | 27         | 92,2                     | 16   |
| 7,60 - 7,80 | 9          | 43,2                     | 8    | 15,60 - 15,80 | 31         | 105,8                    | 16   |
| 7,80 - 8,00 | 10         | 45,7                     | 9    | 15,80 - 16,00 | 43         | 141,7                    | 17   |

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

**GEOSEVI s.a.s.**

**Il Direttore Responsabile**

*Dott. Domenico Sessa*





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

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

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 360/4157 |
| CERTIFICATO N.          | 6903     |
| PAGINA                  | 4/4      |

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: Dott. Geol. Domenico Sessa

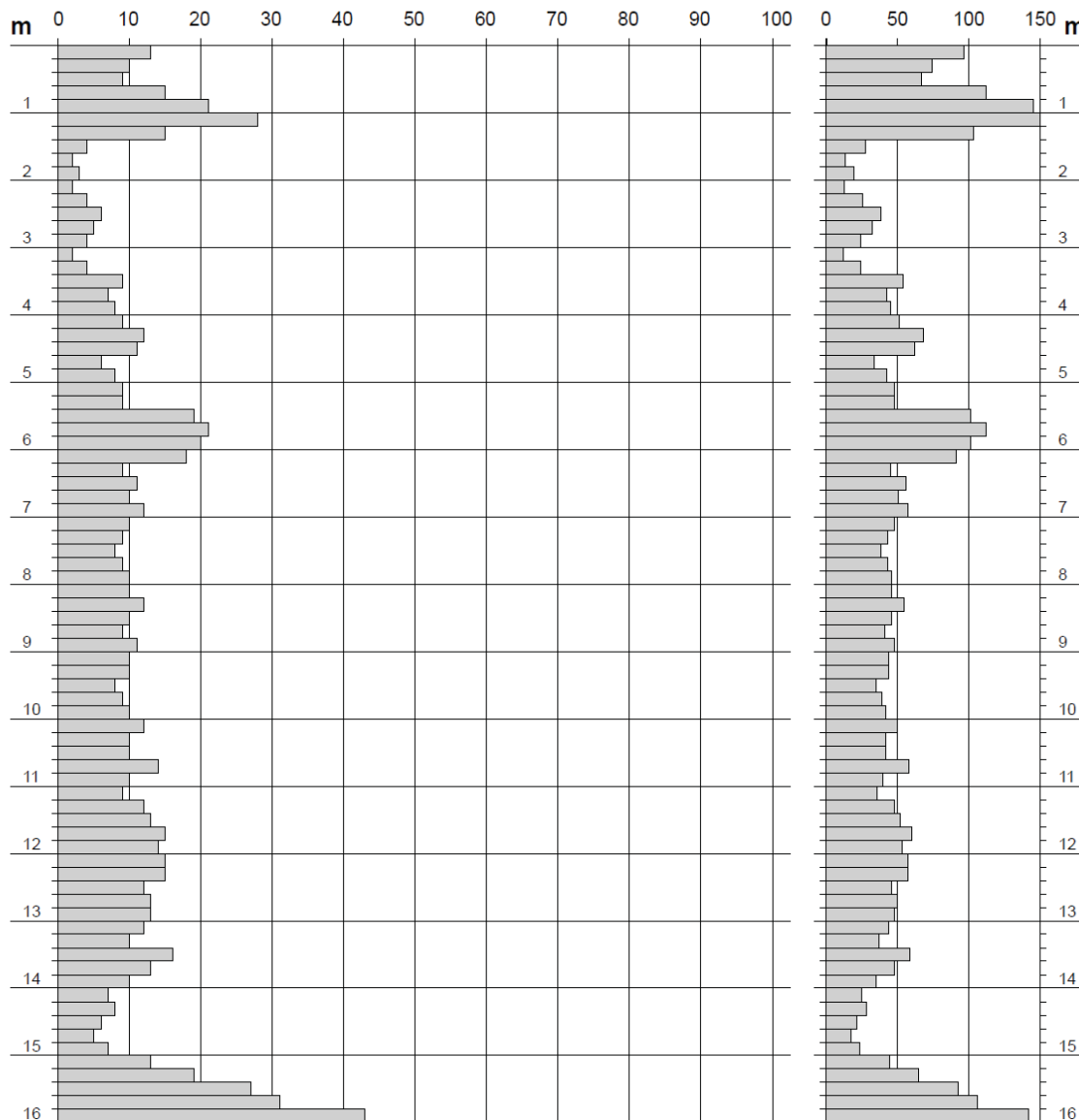
Lavoro: Adeguamento funzionale della piscina coperta – complesso sportivo "A. Collana"

Località: NAPOLI - Via Rossini

Data di esecuzione: 27.08.2021 - Data di emissione: 28.08.2021

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

**GEOSEVI s.a.s.**

Il Direttore Responsabile

Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

### **GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e- mail: geosevisas1@gmail.com



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

**INDAGINI IN SITO**

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 246/1124 |
| CERTIFICATO N.          | 3342     |
| PAGINA                  | 1/7      |

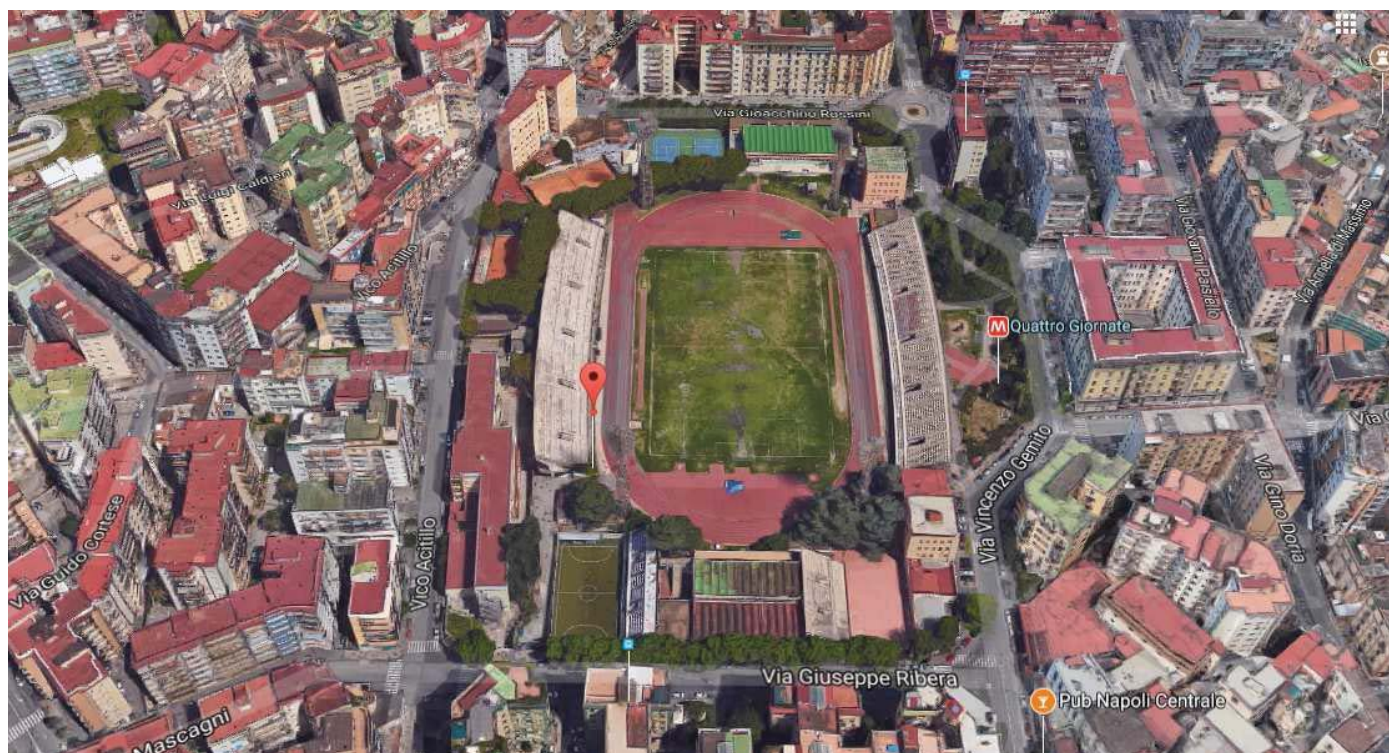
### **UBICAZIONE INDAGINI – SONDAGGIO S1**

**Committente: ARU2019**

**Lavoro: Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio “A.Collana”**

**Località: NAPOLI - STADIO COLLANA – Vico Acitillo**

**Data di esecuzione: 18.10.2017 - Data di emissione: 19.10.2017**



**Ubicazione sondaggio: Lat. 40.845911°N Long. 14.223492°E**

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



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

**INDAGINI IN SITO**

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE

246/1124

CERTIFICATO N.

3342

PAGINA

2/7

**UBICAZIONE INDAGINI – SONDAGGIO S1**

**Committente: ARU2019**

**Lavoro: Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio "A.Collana"**

**Località: NAPOLI - STADIO COLLANA – Vico Acitillo**

**Data di esecuzione: 18.10.2017 - Data di emissione: 19.10.2017**



**UTENSILI DI PERFORAZIONE**

| TIPO DI UTENSILE   | PROFONDITÀ<br>(m) | DIAMETRO NOM.<br>(m) | LUNGHEZZA UTILE<br>(cm) | DIAMETRO ESTERNO<br>(mm) |
|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Carotiere semplice | 30.00             | 81                   | 300                     | 101                      |

**UTENSILI DI PERFORAZIONE**

| TIPO DI UTENSILE   | LUNGHEZZA UTILE<br>(cm) | NOTE |
|--------------------|-------------------------|------|
| Carotiere semplice | 300                     | -    |

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



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

# **GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e- mail: geosevisas1@gmail.com



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

## **INDAGINI IN SITO**

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| PREVENTIVO/ACCETTAZIONE | 246/1124 |
| CERTIFICATO N.          | 3342     |
| PAGINA                  | 3/7      |

## **PROVE ESEGUITE – SONDAGGIO S1**

**Committente: ARU2019**

**Lavoro: Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio “A.Collana”**

**Località: NAPOLI - STADIO COLLANA – Vico Acitillo**

**Data di esecuzione: 18.10.2017 - Data di emissione: 19.10.2017**

### **PERFORAZIONE**

|                        |                                                   |
|------------------------|---------------------------------------------------|
| Metodo di Perforazione | <i>Carotaggio continuo con carotiere semplice</i> |
| Profondità             | <i>Da 0.00 a 30.00 mt</i>                         |
| Falda                  | <i>ASSENTE</i>                                    |

### **PRELIEVO**

|                     |                    |                      |  |  |  |  |
|---------------------|--------------------|----------------------|--|--|--|--|
| Campione            | <i>S1C1</i>        | <i>S1C2</i>          |  |  |  |  |
| Campionatore        | <i>SHELBY</i>      | <i>SHELBY</i>        |  |  |  |  |
| Prof. prelievo (mt) | <i>6.50-7.00m.</i> | <i>19.50-20.00m.</i> |  |  |  |  |

|            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>SPT</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> |
| Metri      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
| Colpi      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |

### **CASSETTE CATALOGATRICI**

|                 |                     |                            |                     |                            |
|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| <b>Numero 6</b> | <b>CASSETTA n.1</b> | <b>0.00 ÷ 5.00 metri</b>   | <b>CASSETTA n.4</b> | <b>15.00 ÷ 20.00 metri</b> |
|                 | <b>CASSETTA n.2</b> | <b>5.00 ÷ 10.00 metri</b>  | <b>CASSETTA n.5</b> | <b>20.00 ÷ 25.00 metri</b> |
|                 | <b>CASSETTA n.3</b> | <b>10.00 ÷ 15.00 metri</b> | <b>CASSETTA n.6</b> | <b>25.00 ÷ 30.00 metri</b> |

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



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

**PRELIEVO E  
ACCETTAZIONE OFFERTA**  
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE

246/1124

CERTIFICATO N.

3342

PAGINA

4/7

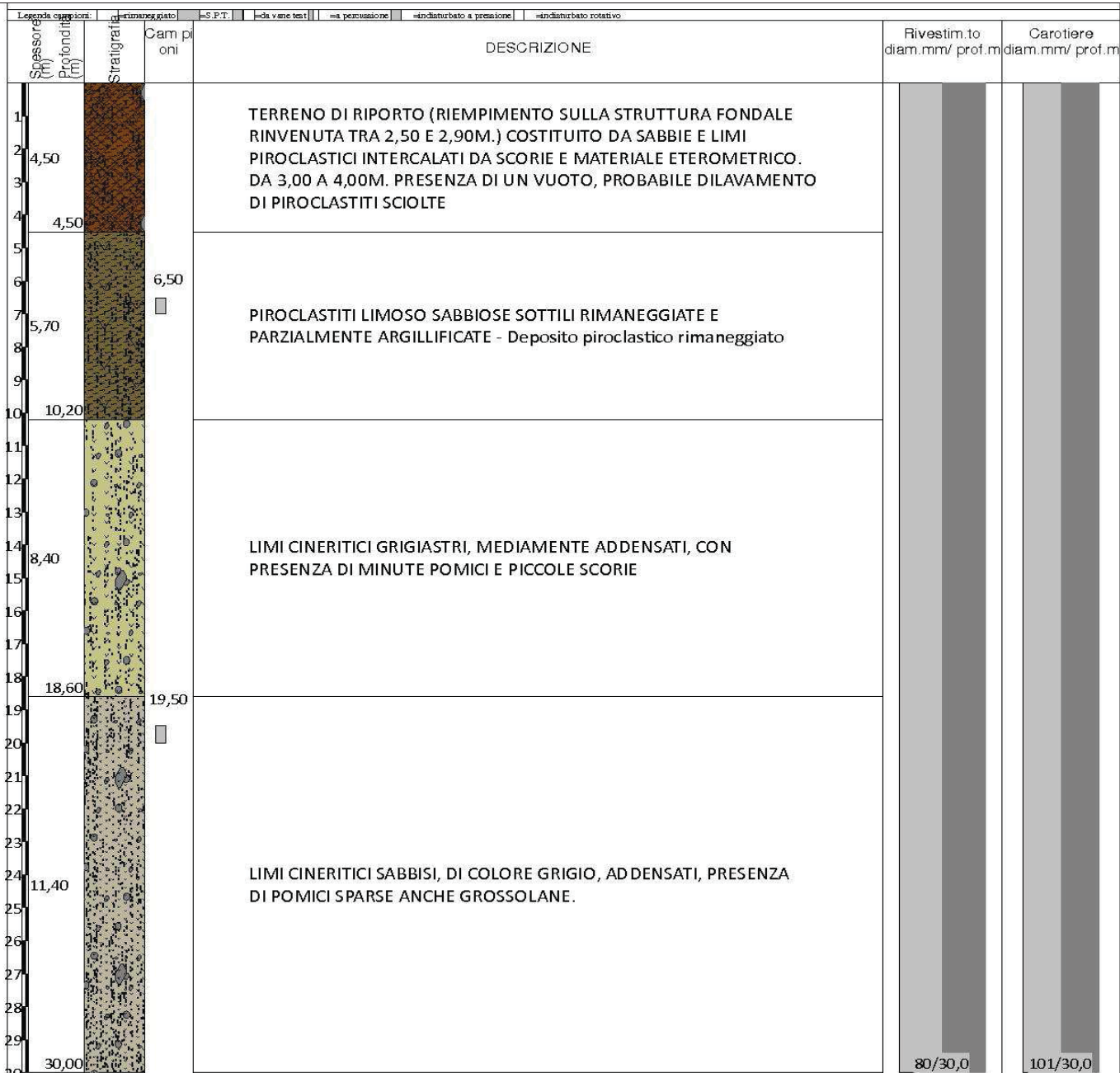
## COLONNA STRATIGRAFICA – SONDAGGIO S1

Committente: ARU2019

Lavoro: Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio "A.Collana"

Località: NAPOLI - STADIO COLLANA – Vico Acitillo

Data di esecuzione: 18.10.2017 - Data di emissione: 19.10.2017



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

Regione Campania  
Data: 06/09/2021 14:46:03 - PG/2021/0440659



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

### **GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

**PRELIEVO E  
ACCETTAZIONE OFFERTA**  
"Settore Indagini"

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| <b>PREVENTIVO/ACCETTAZIONE</b> | <b>246/1124</b> |
| <b>CERTIFICATO N.</b>          | <b>3342</b>     |
| <b>PAGINA</b>                  | <b>5/7</b>      |

### **CASSETTE CATALOGATRICI**

**Committente: ARU2019**

**Lavoro: Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio "A.Collana"**

**Località: NAPOLI - STADIO COLLANA - Vico Acitillo**

**Data di esecuzione: 18.10.2017 - Data di emissione: 19.10.2017**



**S1C1 da 0.00 a 5.00 m dal p.c.**



**S1C2 da 5.00 a 10.00 m dal p.c.**

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



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

**PRELIEVO E  
ACCETTAZIONE OFFERTA**  
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE

246/1124

CERTIFICATO N.

3342

PAGINA

6/7

**CASSETTE CATALOGATRICI**

**Committente: ARU2019**

**Lavoro: Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio "A.Collana"**

**Località: NAPOLI - STADIO COLLANA - Vico Acitillo**

**Data di esecuzione: 18.10.2017 - Data di emissione: 19.10.2017**



**S1C3 da 10.00 a 15.00 m dal p.c.**



**S1C4 da 15.00 a 20.00 m dal p.c.**

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



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

### **GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



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

**PRELIEVO E  
ACCETTAZIONE OFFERTA**  
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE

246/1124

CERTIFICATO N.

3342

PAGINA

7/7

## **CASSETTE CATALOGATRICI**

**Committente: ARU2019**

**Lavoro: Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio "A.Collana"**

**Località: NAPOLI - STADIO COLLANA - Vico Acitillo**

**Data di esecuzione: 18.10.2017 - Data di emissione: 19.10.2017**



**S1C5 da 20.00 a 25.00 m dal p.c.**



**S1C6 da 25.00 a 30.00 m dal p.c.**

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

|                                                 |            |                               |                            |
|-------------------------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 2244</b>            | Pagina 1/6 | DATA DI EMISSIONE: 08/11/2017 | Inizio analisi: 30/10/2017 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 165/17 del 23/10/17 |            | Apertura campione: 30/10/2017 | Fine analisi: 31/10/2017   |

|                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COMMITTENTE: ARU 2019                                                                           |
| RIFERIMENTO: Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli    |
| SONDAGGIO: S1                      CAMPIONE: C1                      PROFONDITA': m 6,50 - 7,00 |

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 31,4 %**

☒ Omogeneo

Struttura del materiale:

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Materiale piroclastico di colore marrone, poco consistente e umida, costituito da frequenti pomici eterometriche (dmax = 2 cm) arrotondate e sparsi litici lavici (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa.

|                                                 |            |                               |                            |
|-------------------------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 2244</b>            | Pagina 2/6 | DATA DI EMISSIONE: 08/11/2017 | Inizio analisi: 30/10/2017 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 165/17 del 23/10/17 |            | Apertura campione: 30/10/2017 | Fine analisi: 30/10/2017   |

|                                                                                              |              |                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|
| COMMITTENTE: ARU 2019                                                                        |              |                |             |
| RIFERIMENTO: Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli |              |                |             |
| SONDAGGIO: S1                                                                                | CAMPIONE: C1 | PROFONDITA': m | 6,50 - 7,00 |

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377-90

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 14,4 kN/m<sup>3</sup>**

Materiale piroclastico di colore marrone, poco consistente e umida, costituito da frequenti pomici eterometriche (dmax = 2 cm) arrotondate e sparsi litici lavici (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa.

|                                                 |            |                               |                            |
|-------------------------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 2244</b>            | Pagina 3/6 | DATA DI EMISSIONE: 08/11/2017 | Inizio analisi: 02/11/2017 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 165/17 del 23/10/17 |            | Apertura campione: 30/10/2017 | Fine analisi: 03/11/2017   |

|                                                                                              |              |                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|
| COMMITTENTE: ARU 2019                                                                        |              |                |             |
| RIFERIMENTO: Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli |              |                |             |
| SONDAGGIO: S1                                                                                | CAMPIONE: C1 | PROFONDITA': m | 6,50 - 7,00 |

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-92

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25,8 kN/m³

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25,7 kN/m³

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Materiale piroclastico di colore marrone, poco consistente e umida, costituito da frequenti pomici eterometriche (dmax = 2 cm) arrotondate e sparsi litici lavici (dmax = 2,00 cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa.

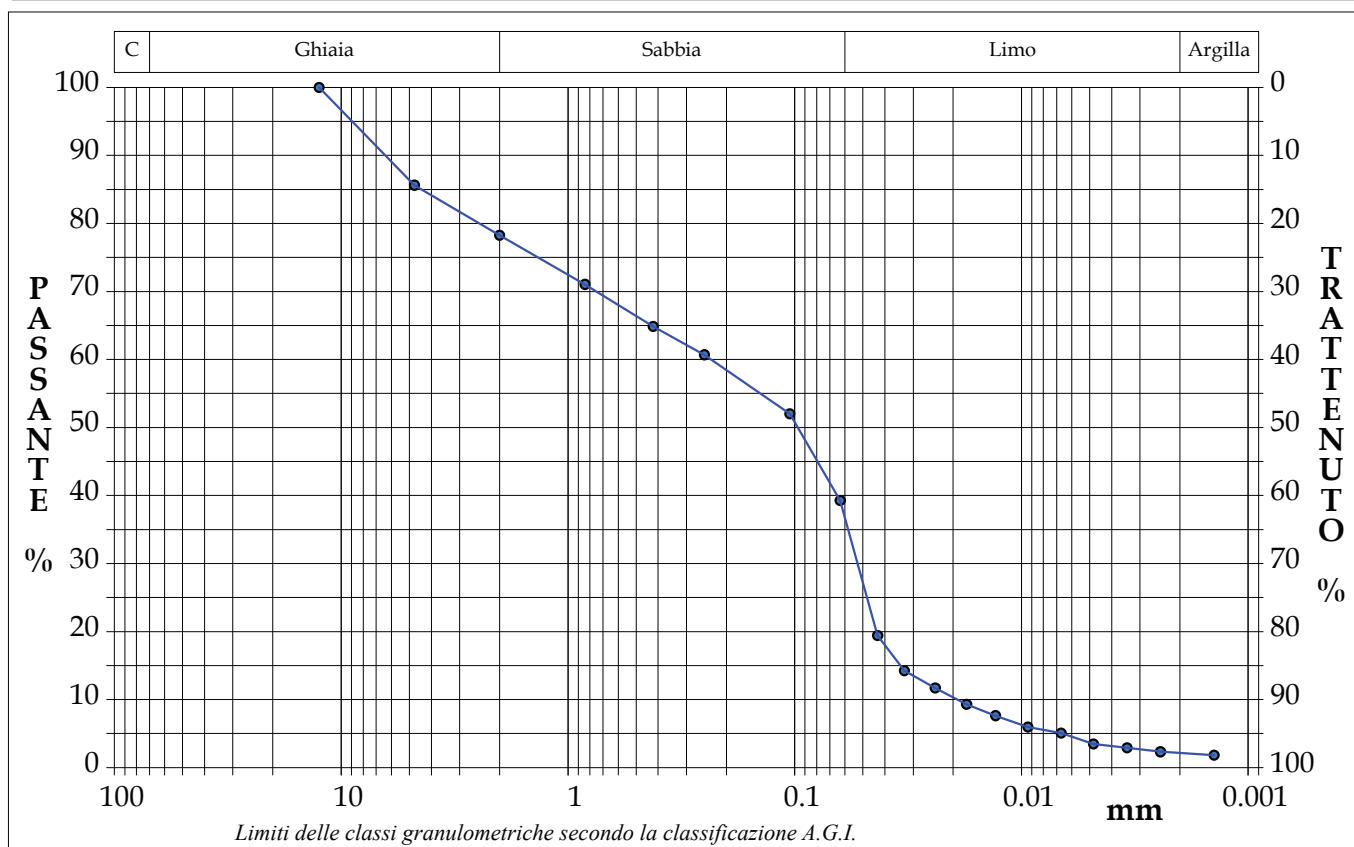
|                                                 |            |                               |                            |
|-------------------------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 2244</b>            | Pagina 4/6 | DATA DI EMISSIONE: 08/11/2017 | Inizio analisi: 02/11/2017 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 165/17 del 23/10/17 |            | Apertura campione: 30/10/2017 | Fine analisi: 06/11/2017   |

|                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COMMITTENTE: ARU 2019                                                                           |
| RIFERIMENTO: Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli    |
| SONDAGGIO: S1                      CAMPIONE: C1                      PROFONDITA': m 6,50 - 7,00 |

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2217-85, ASTM D422-63

|                            |        |                                  |                           |        |      |            |            |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|--------|------|------------|------------|
| Ghiaia                     | 21,7 % | Passante setaccio 10 (2 mm)      |                           | 78,3 % | D10  | 0,01917 mm |            |
| Sabbia                     | 41,6 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   |                           | 64,5 % | D30  | 0,05273 mm |            |
| Limo                       | 34,6 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) |                           | 43,6 % | D50  | 0,09680 mm |            |
| Argilla                    | 2,1 %  |                                  |                           |        | D60  | 0,23347 mm |            |
| Coefficiente di uniformità |        | 12,18                            | Coefficiente di curvatura |        | 0,62 | D90        | 6,37860 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 12,5000     | 100,00     | 0,2500      | 60,68      | 0,0240      | 11,69      | 0,0048      | 3,48       |             |            |
| 4,7500      | 85,62      | 0,1050      | 52,03      | 0,0175      | 9,29       | 0,0034      | 2,90       |             |            |
| 2,0000      | 78,26      | 0,0630      | 39,27      | 0,0130      | 7,63       | 0,0024      | 2,32       |             |            |
| 0,8410      | 71,04      | 0,0430      | 19,41      | 0,0094      | 5,97       | 0,0014      | 1,82       |             |            |
| 0,4200      | 64,84      | 0,0328      | 14,26      | 0,0067      | 5,06       |             |            |             |            |

Materiale piroclastico di colore marrone, poco consistente e umida, costituito da frequenti pomici eterometriche ( $d_{max} = 2$  cm) arrotondate e sparsi litici lavici ( $d_{max} = 2,00$  cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa.

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 2244** Pagina 5/6

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 165/17 del 23/10/17

DATA DI EMISSIONE: 08/11/2017

Inizio analisi: 06/11/2017

Apertura campione: 30/10/2017

Fine analisi: 07/11/2017

COMMITTENTE: ARU 2019

RIFERIMENTO: Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 6,50 - 7,00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

| Provino n°:                            | 1                                        | 2            | 3            |
|----------------------------------------|------------------------------------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino:                | Indisturbato                             | Indisturbato | Indisturbato |
| Tempo di consolidazione (ore):         | 24                                       | 24           | 24           |
| Pressione verticale (kPa):             | 100,0                                    | 200,0        | 300,0        |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | 31,4    47,3                             | 31,4    47,1 | 31,4    47,1 |
| Peso di volume (kN/m³):                | 15,3                                     | 15,2         | 15,6         |
| Tipo di prova: Consolidata - lenta     | Velocità di deformazione: 0,010 mm / min |              |              |

DIAGRAMMA  
Tensione  
Deformazione orizzontale

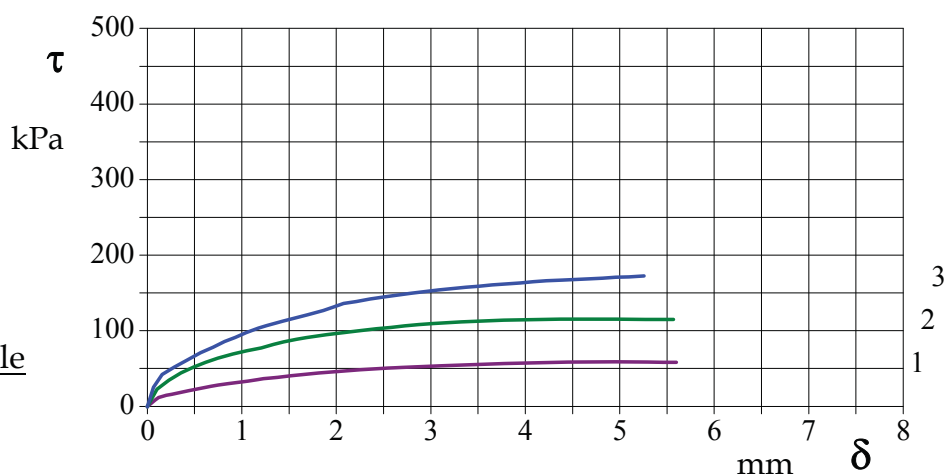
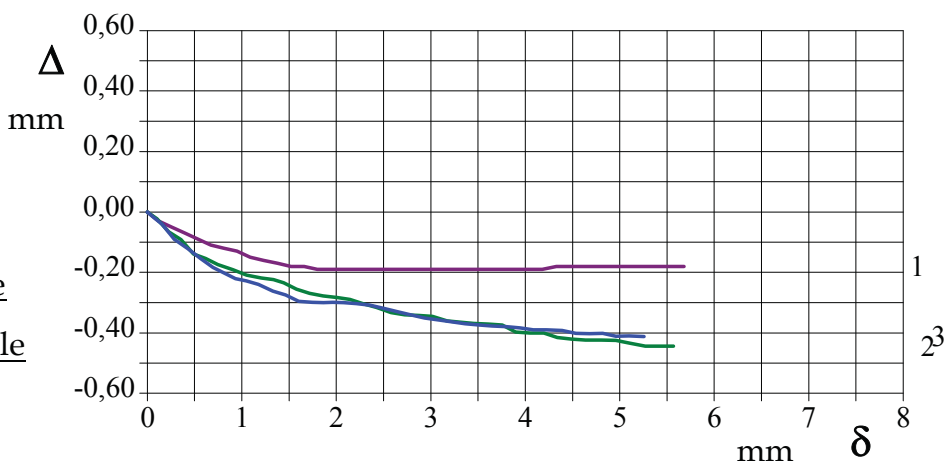


DIAGRAMMA  
Deformazione verticale  
Deformazione orizzontale



Materiale piroclastico di colore marrone, poco consistente e umida, costituito da frequenti pomici eterometriche ( $d_{max} = 2$  cm) arrotondate e sparsi litici lavici ( $d_{max} = 2,00$  cm), in abbondante matrice sabbiosa - limosa.

Definizione granulometrica: Sabbia con limo ghiaiosa.

|                                                                                              |              |                |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|
| COMMITTENTE: ARU 2019                                                                        |              |                |             |
| RIFERIMENTO: Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli |              |                |             |
| SONDAGGIO: S1                                                                                | CAMPIONE: C1 | PROFONDITA': m | 6,50 - 7,00 |

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

SGEO - Laboratorio 6.0 - 2017

Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Roberto Lubrano

CERTIFICATO DI PROVA N°: 2245 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 165/17 del 23/10/17

DATA DI EMISSIONE: 08/11/2017

Inizio analisi: 07/11/2017

Apertura campione: 30/10/2017

Fine analisi: 08/11/2017

COMMITTENTE: ARU 2019

RIFERIMENTO: Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 19,50 - 20,00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

| Provino n°:                        | 1            | 2                                        | 3            |
|------------------------------------|--------------|------------------------------------------|--------------|
| Condizione del provino:            | Indisturbato | Indisturbato                             | Indisturbato |
| Tempo di consolidazione (ore):     | 24           | 24                                       | 24           |
| Pressione verticale (kPa):         | 100,0        | 200,0                                    | 300,0        |
| Umidità naturale (%):              | ---          | ---                                      | ---          |
| Peso di volume (kN/m³):            | ---          | ---                                      | ---          |
| Tipo di prova: Consolidata - lenta |              | Velocità di deformazione: 0,008 mm / min |              |

DIAGRAMMA  
Tensione  
Deformazione orizzontale

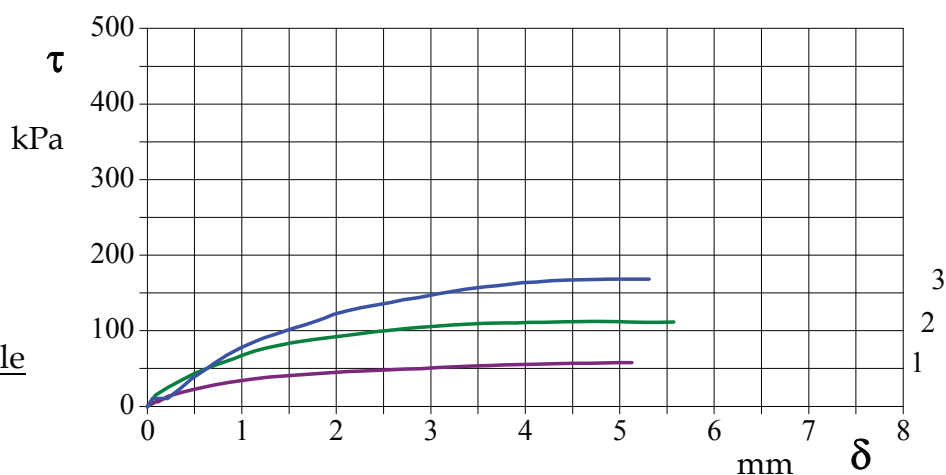
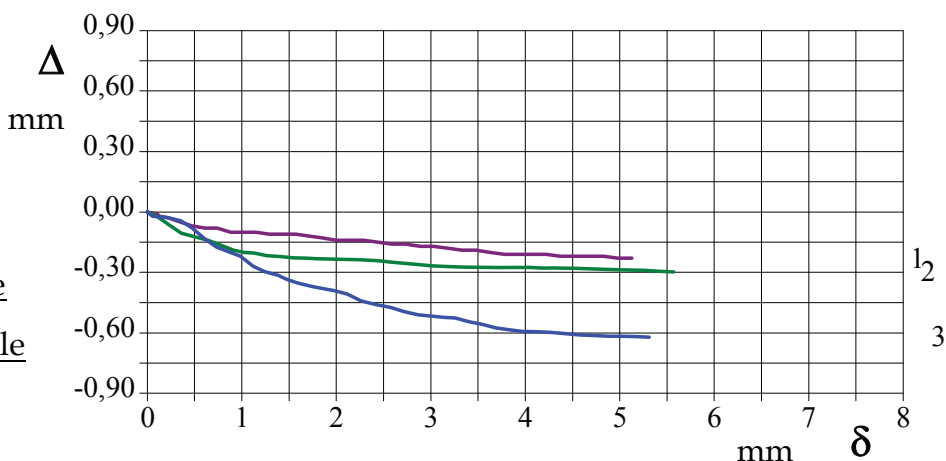


DIAGRAMMA  
Deformazione verticale  
Deformazione orizzontale



Materiale piroclastico di colore marrone - grigio chiaro, poco consistente e umida, con rare pomici millimetriche arrotondate e rarissimi litici lavici millimetrici sub-angolari in abbondante matrice sabbiosa - limosa.

|                                                 |            |                               |                            |
|-------------------------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 2245</b>            | Pagina 2/2 | DATA DI EMISSIONE: 08/11/2017 | Inizio analisi: 07/11/2017 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 165/17 del 23/10/17 |            | Apertura campione: 30/10/2017 | Fine analisi: 08/11/2017   |

COMMITTENTE: ARU 2019

**RIFERIMENTO:** Valutazione vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio Collana - Napoli

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 19,50 - 20,00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

| Provino 1      |                 |                     | Provino 2      |                 |                     | Provino 3      |                 |                     |
|----------------|-----------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Spostam.<br>mm | Tensione<br>kPa | Deform. vert.<br>mm | Spostam.<br>mm | Tensione<br>kPa | Deform. vert.<br>mm | Spostam.<br>mm | Tensione<br>kPa | Deform. vert.<br>mm |
| 0,110          | 7,5             | -0,01               | 0,089          | 15,2            | -0,02               | 0,057          | 10,3            | -0,02               |
| 0,110          | 6,1             | -0,02               | 0,222          | 25,0            | -0,06               | 0,213          | 10,3            | -0,03               |
| 0,110          | 5,9             | -0,02               | 0,359          | 34,6            | -0,11               | 0,353          | 23,8            | -0,04               |
| 0,110          | 5,9             | -0,02               | 0,500          | 43,2            | -0,12               | 0,474          | 37,1            | -0,08               |
| 0,220          | 13,2            | -0,03               | 0,640          | 50,4            | -0,14               | 0,612          | 48,5            | -0,14               |
| 0,350          | 18,0            | -0,05               | 0,772          | 57,0            | -0,17               | 0,735          | 59,2            | -0,18               |
| 0,470          | 21,7            | -0,07               | 0,911          | 62,9            | -0,19               | 0,861          | 69,1            | -0,20               |
| 0,610          | 25,8            | -0,08               | 1,023          | 68,3            | -0,20               | 0,985          | 77,1            | -0,22               |
| 0,740          | 29,0            | -0,08               | 1,130          | 73,1            | -0,21               | 1,117          | 84,2            | -0,27               |
| 0,880          | 31,8            | -0,10               | 1,262          | 77,1            | -0,22               | 1,239          | 90,8            | -0,30               |
| 1,020          | 34,5            | -0,10               | 1,409          | 81,1            | -0,22               | 1,388          | 96,7            | -0,32               |
| 1,150          | 36,7            | -0,10               | 1,547          | 84,3            | -0,23               | 1,530          | 102,5           | -0,34               |
| 1,290          | 38,5            | -0,11               | 1,687          | 87,1            | -0,23               | 1,667          | 107,9           | -0,36               |
| 1,430          | 40,2            | -0,11               | 1,831          | 89,7            | -0,23               | 1,789          | 112,6           | -0,37               |
| 1,570          | 41,2            | -0,11               | 1,984          | 91,9            | -0,23               | 1,884          | 117,2           | -0,38               |
| 1,710          | 42,4            | -0,12               | 2,124          | 94,3            | -0,24               | 1,972          | 121,8           | -0,39               |
| 1,860          | 44,0            | -0,13               | 2,276          | 96,5            | -0,24               | 2,114          | 126,3           | -0,41               |
| 2,000          | 45,0            | -0,14               | 2,423          | 98,7            | -0,24               | 2,266          | 130,5           | -0,44               |
| 2,150          | 45,8            | -0,14               | 2,564          | 100,7           | -0,25               | 2,417          | 134,1           | -0,46               |
| 2,290          | 46,8            | -0,14               | 2,716          | 102,7           | -0,25               | 2,574          | 137,7           | -0,47               |
| 2,440          | 47,5            | -0,15               | 2,870          | 104,3           | -0,26               | 2,717          | 141,0           | -0,50               |
| 2,590          | 48,3            | -0,16               | 3,011          | 105,7           | -0,27               | 2,867          | 144,0           | -0,51               |
| 2,730          | 49,3            | -0,16               | 3,160          | 107,1           | -0,27               | 3,006          | 147,2           | -0,52               |
| 2,890          | 49,9            | -0,17               | 3,307          | 108,3           | -0,27               | 3,139          | 150,0           | -0,52               |
| 3,030          | 50,9            | -0,17               | 3,453          | 109,5           | -0,28               | 3,259          | 153,1           | -0,53               |
| 3,180          | 51,9            | -0,18               | 3,609          | 109,9           | -0,28               | 3,408          | 155,3           | -0,55               |
| 3,330          | 52,5            | -0,19               | 3,753          | 110,5           | -0,28               | 3,547          | 157,7           | -0,56               |
| 3,480          | 53,5            | -0,19               | 3,901          | 110,5           | -0,28               | 3,689          | 159,5           | -0,58               |
| 3,630          | 53,9            | -0,20               | 4,051          | 111,3           | -0,28               | 3,834          | 161,5           | -0,59               |
| 3,780          | 54,8            | -0,21               | 4,189          | 111,3           | -0,28               | 3,969          | 163,5           | -0,59               |
| 3,930          | 55,4            | -0,21               | 4,343          | 111,5           | -0,28               | 4,120          | 164,5           | -0,59               |
| 4,080          | 55,6            | -0,21               | 4,494          | 112,1           | -0,28               | 4,271          | 166,1           | -0,60               |
| 4,220          | 56,0            | -0,21               | 4,641          | 112,3           | -0,28               | 4,428          | 166,8           | -0,60               |
| 4,370          | 56,4            | -0,22               | 4,798          | 112,5           | -0,29               | 4,573          | 167,4           | -0,61               |
| 4,520          | 57,0            | -0,22               | 4,940          | 112,1           | -0,29               | 4,743          | 167,8           | -0,61               |
| 4,670          | 57,0            | -0,22               | 5,099          | 111,5           | -0,29               | 4,884          | 168,0           | -0,62               |
| 4,830          | 57,4            | -0,22               | 5,262          | 111,1           | -0,29               | 5,021          | 168,2           | -0,62               |
| 4,980          | 57,6            | -0,23               | 5,417          | 110,9           | -0,29               | 5,162          | 168,0           | -0,62               |
| 5,130          | 57,8            | -0,23               | 5,572          | 111,5           | -0,30               | 5,312          | 168,2           | -0,62               |
|                |                 |                     |                |                 |                     |                |                 |                     |
|                |                 |                     |                |                 |                     |                |                 |                     |
|                |                 |                     |                |                 |                     |                |                 |                     |
|                |                 |                     |                |                 |                     |                |                 |                     |
|                |                 |                     |                |                 |                     |                |                 |                     |

## MODELLO LITOSTRATIGRAFICO DEI TERRENI DEL SOTTOSUOLO

Le DPSH eseguite in sito, consentono di ricostruire con i principali parametri fisico-meccanici un modello litostratigrafico del sottosuolo.

I terreni in questione sono rappresentati:

### **dal p.c. a 1.40 m.: Terreno di riporto.**

Ad esso, possono mediamente attribuirsi i seguenti principali parametri fisico - meccanici:

- peso di volume secco( $\gamma_d$ ) = 1,50 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo( $\gamma_{sat}$ ) = 1,90 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) = 1,68 g/cm<sup>3</sup>;
- angolo di attrito interno ( $\phi$ ) = 32°;
- modulo edometrico (Ed) = 142 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Da 1.40 m. a 3.50 m.: Piroclastiti limose sabbiose, sciolte, rimaneggiate e parzialmente argillificate.**

Ad esso possono mediamente attribuirsi i seguenti principali parametri fisico - meccanici:

- peso di volume secco( $\gamma_d$ ) = 1,32 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo( $\gamma_{sat}$ ) = 1,78 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) = 1,55 g/cm<sup>3</sup>;
- angolo di attrito interno ( $\phi$ ) = 26°;
- coesione ( c ) = 0,05 kg/cm<sup>2</sup>;
- modulo edometrico (Ed) = 60 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Da 3.50 m. a 5.50 m.: Limi cineritici mediamente addensati, con pomici**

Ad esso possono mediamente attribuirsi i seguenti principali parametri fisico -meccanici:

- peso di volume secco( $\gamma_d$ ) = 1,45 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo( $\gamma_{sat}$ ) = 1,87 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) = 1,75 g/cm<sup>3</sup>;
- angolo di attrito interno ( $\phi$ ) = 31°;
- coesione ( c ) = 0,07 kg/cm<sup>2</sup>;
- modulo edometrico (Ed) = 108 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Da 5.50 m. a 6.30 m.: Limi sabbiosi con abbondanti pomici**

Ad esso possono mediamente attribuirsi i seguenti principali parametri fisico - meccanici:

- peso di volume secco( $\gamma_d$ ) = 1,48 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo( $\gamma_{sat}$ ) = 1,88 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) = 1,68 g/cm<sup>3</sup>;
- angolo di attrito interno ( $\phi$ ) = 28°;
- coesione ( c ) = 0,04 kg/cm<sup>2</sup>;
- modulo edometrico (Ed) = 98 kg/cm<sup>2</sup>.

**Da 6.30 m. a 15.20 m.: Limi cineritici mediamente addensati, con pomici**

Ad esso possono mediamente attribuirsi i seguenti principali parametri fisico - meccanici:

- peso di volume secco( $\gamma_d$ ) = 1,44 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo( $\gamma_{sat}$ ) = 1,86 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) = 1,68 g/cm<sup>3</sup>;
- angolo di attrito interno ( $\phi$ ) = 31°;
- coesione ( c ) = 0,07 kg/cm<sup>2</sup>;
- modulo edometrico (Ed) = 106 kg/cm<sup>2</sup>.

**Da 15.20 m. a 30.00 m.: Limi cineritici sabbiosi, addensati con pomici e scorie.**

Ad esso possono mediamente attribuirsi i seguenti principali parametri fisico - meccanici:

- peso di volume secco( $\gamma_d$ ) = 1,58 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo( $\gamma_{sat}$ ) = 1,94 g/cm<sup>3</sup>;
- peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) = 1,82 g/cm<sup>3</sup>;
- angolo di attrito interno ( $\phi$ ) = 33°;
- coesione ( c ) = 0,04 kg/cm<sup>2</sup>;
- modulo edometrico (Ed) = 220 kg/cm<sup>2</sup>.

Non è stata riscontrata presenza della falda fino alla profondità di 30m.

## MODELLAZIONE SISMICA: PROSPEZIONE SISMICA IN FORO: DOWN - HOLE

La prospezione sismica in foro down hole è stata redatta per la redazione della relazione geofisica sulla modellazione sismica di sito inerente alla Valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture dello Stadio "A. Collana" al vico Acitillo (coordinate geografiche WGS84 del sito 40.845911°N - 14.223492°E), nel territorio comunale di Napoli (NA), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008).

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 14 gennaio 2008).

Successivamente tale studio è stato aggiornato secondo quanto riportato dalle N.T.C. 17.1.2018.



**Down hole DH-S1.**

Lo scopo di tali prove consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di compressione (onde  $P$ ), di taglio (onde  $S$ ) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità acquisiti ( $V_P$ ,  $V_S$ ), alcune proprietà meccaniche (moduli dinamici) delle litologie investigate.

Le indagini sismiche che utilizzano i fori dei sondaggi sono utili per avere una sismostratigrafia dettagliata del sottosuolo. Si possono applicare vari metodi di indagine in foro. Il metodo down hole, il più utilizzato, prevede la sistemazione della sorgente energizzante in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro.

La prospezione sismica down hole prevede la sorgente energetica in superficie ed i sensori all'interno del perforo. Si adoperano geofoni particolarmente assemblati per essere calati e fissati a profondità via via crescenti (o decrescenti) contro la parete del perforo opportunamente condizionato. Energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo delle onde  $P$  ed  $S$  ai geofoni, si ha la possibilità di determinare le velocità dei litotipi riscontrati nella perforazione ed i loro moduli elastici.

L'indagine eseguita è stata condotta sulla base di n° 1 prospezione sismica down hole in foro di sondaggio ubicato sul sito di interesse progettuale. Il sondaggio DH-S1 è stato perforato e condizionato fino alla profondità di 30m dal p.c..

La prospezione sismica è stata effettuata 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., S.A.S.W., M.A.S.W.). La sorgente sismica è costituita da una massa battente (maglio dal peso di 6kg) in oscillazione libera ed urtante verticalmente una piastra circolare in alluminio (generazione onde  $P$ ,  $S_x$  ed  $S_y$ ); come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della sorgente energizzante posizionata alla distanza di 3m dal boccaforo.

Le oscillazioni del terreno sono state rilevate da una sonda geofonica tridimensionale (3 geofoni Geospace a 4.5Hz ortogonali tra loro) calata nel perforo a profondità decrescenti (da quota fondo foro a quota bocca foro) con intervalli di 2m.

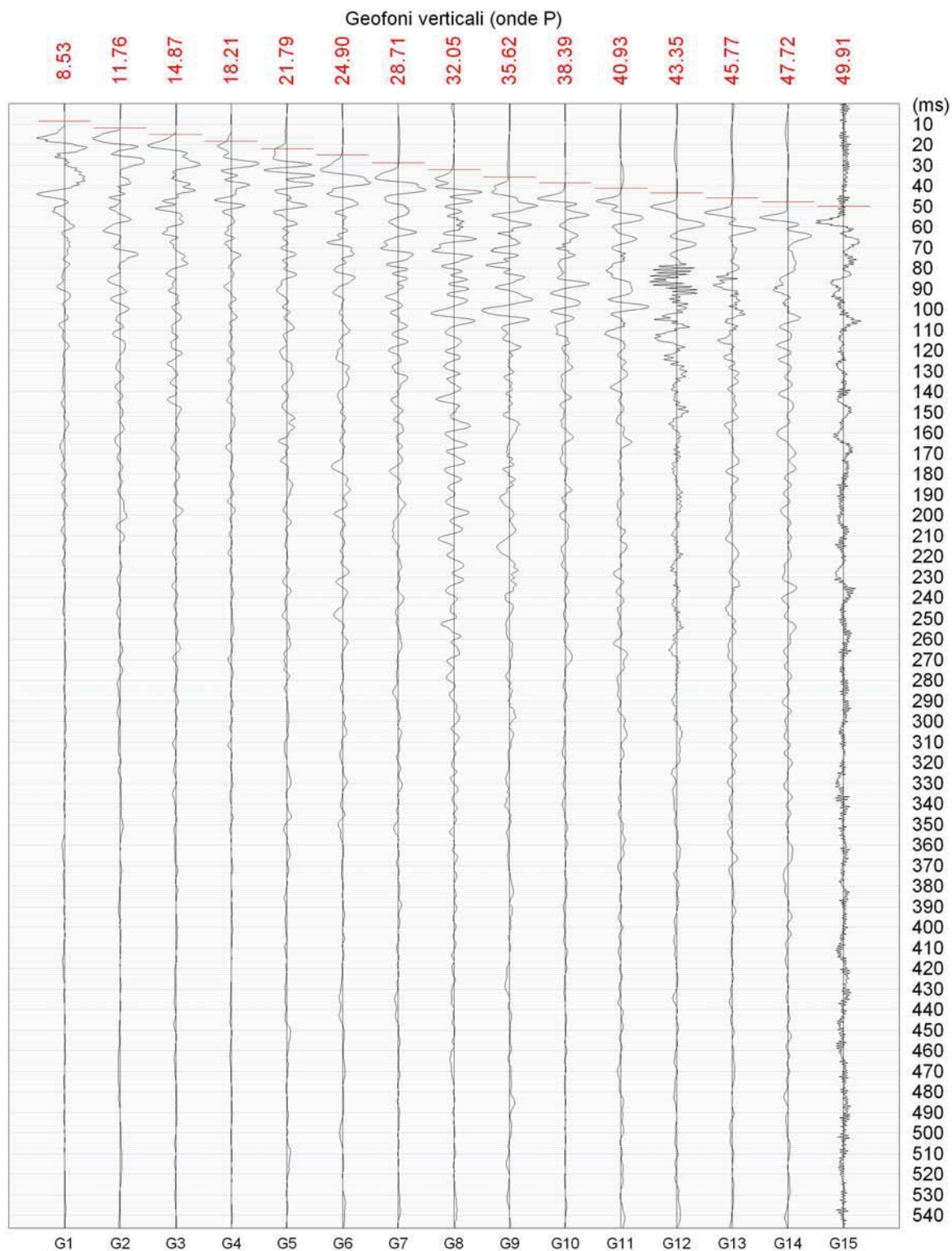
I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Intersism 2.1 della Geo&Soft International) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale  $T=0.546s$ , sono state effettuate con passo di campionamento  $dt=0.266ms$ . La frequenza di campionamento è data da:  $f_{campionamento}=1/dt=3750Hz$ . La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da:  $f_{Nyquist}=1/2dt=1875Hz$ . La frequenza minima dei segnali è data da:  $f_{min}=1/T=1.831Hz$ .

L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il programma Intersism 2.1 della Geo&soft International che permette di eseguire l'intero processo di elaborazione di una colonna sismostratigrafica.

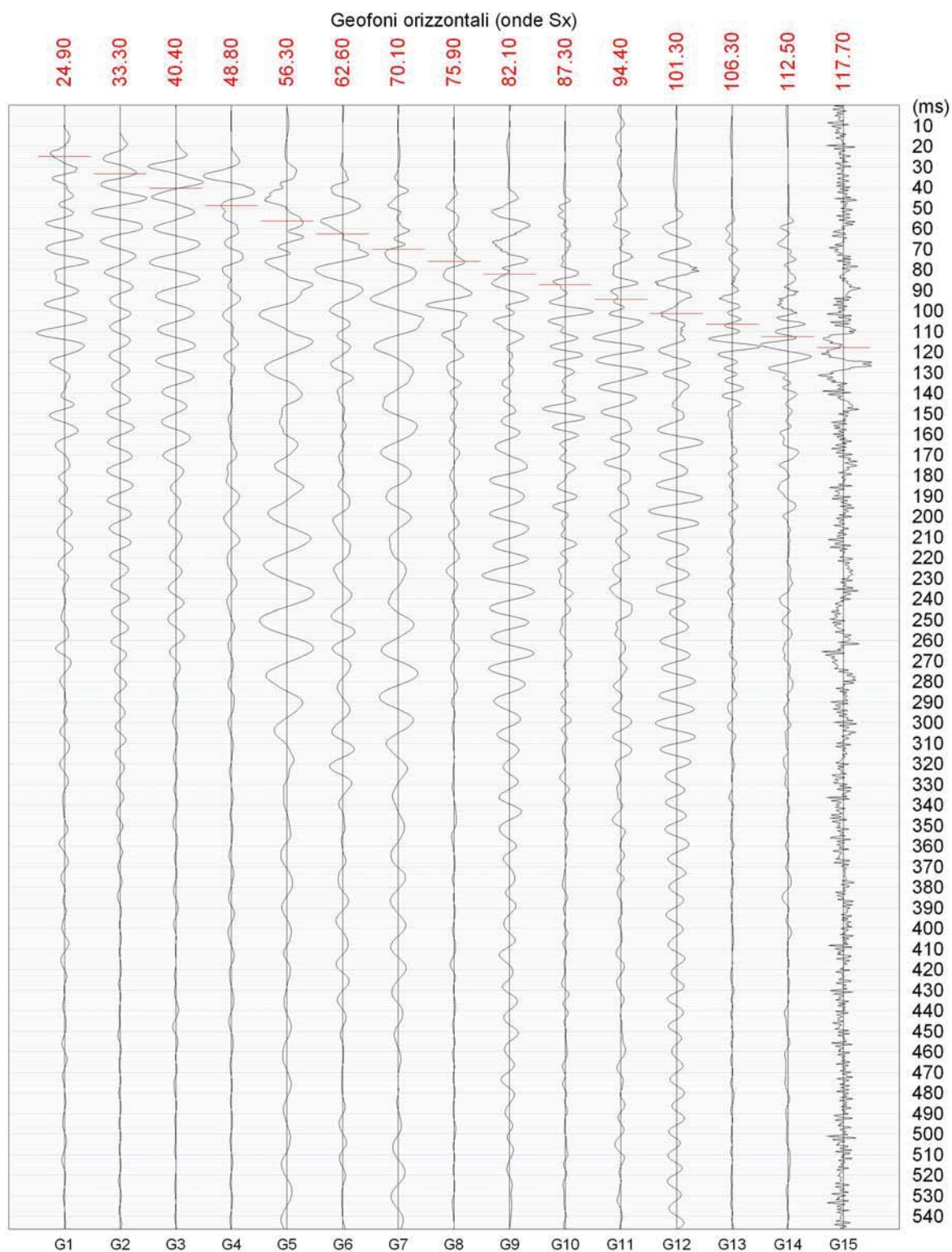
Gli elaborati relativi all'indagine sismica down hole DH-S1 effettuata sono di seguito riportati in forma grafica e numerica.

Città di Napoli - Stadio Collana - Vico Acitillo  
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



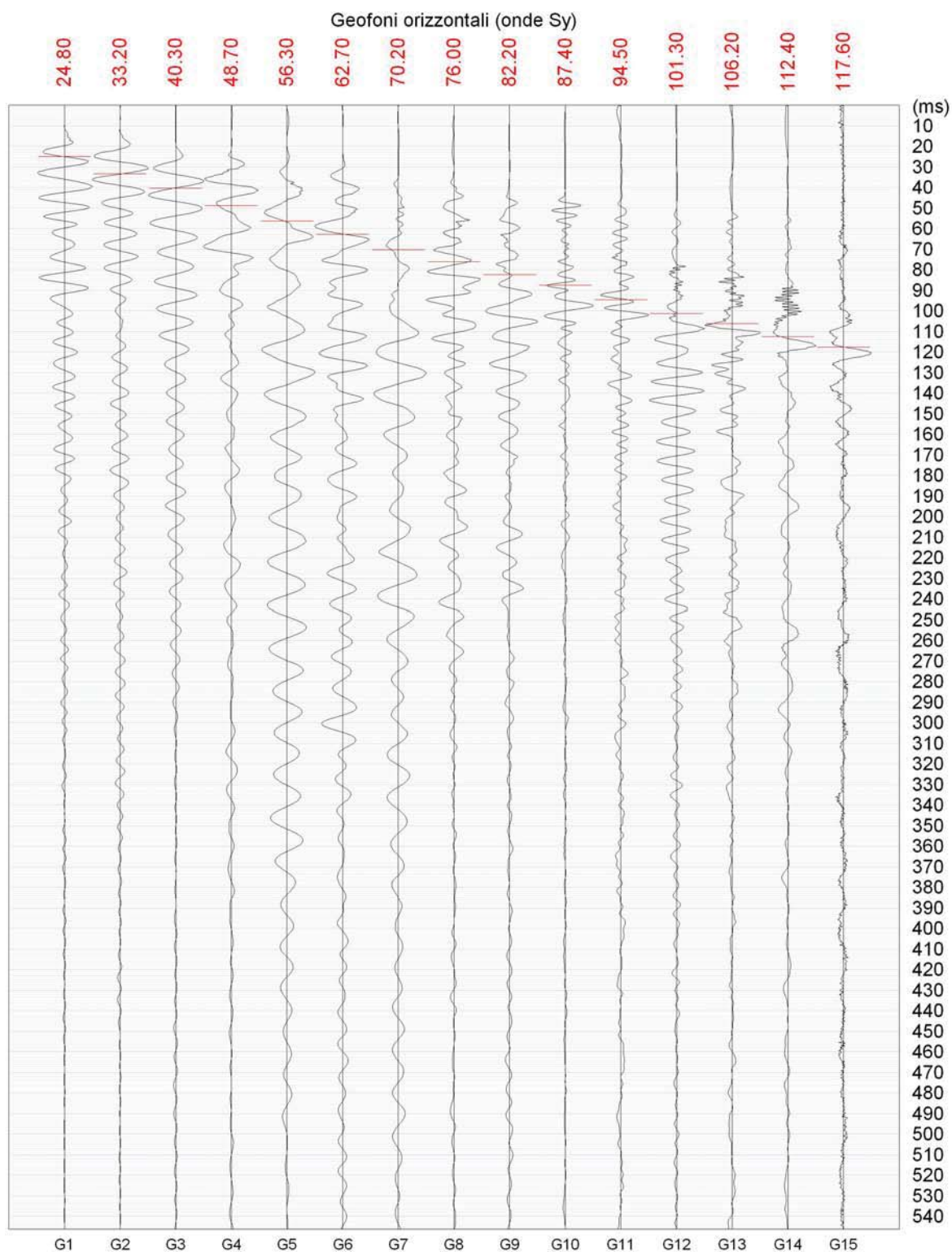
www.geoandsoft.com

Città di Napoli - Stadio Collana - Vico Acitillo  
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



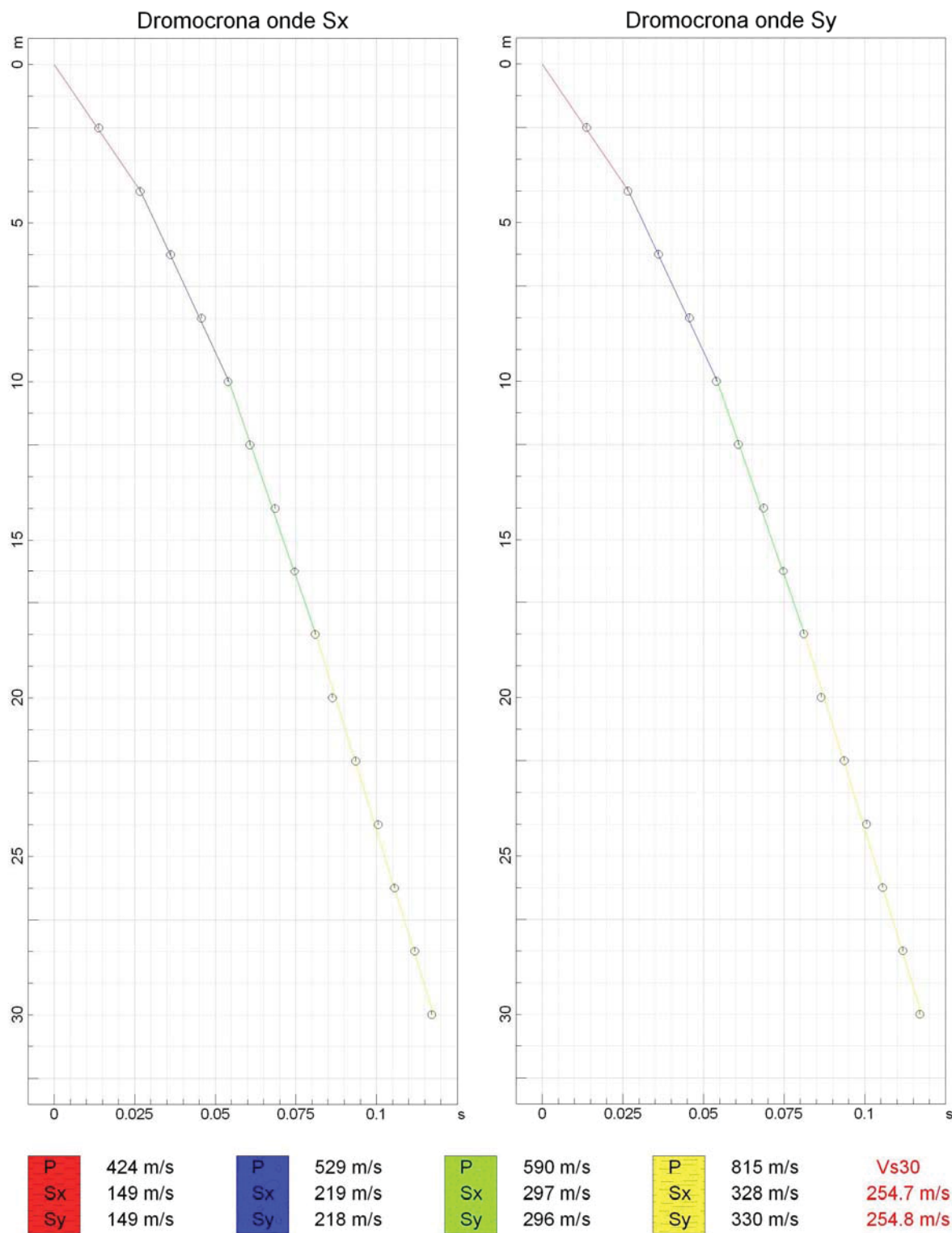
www.geoandsoft.com

Città di Napoli - Stadio Collana - Vico Acitillo  
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



www.geoandsoft.com

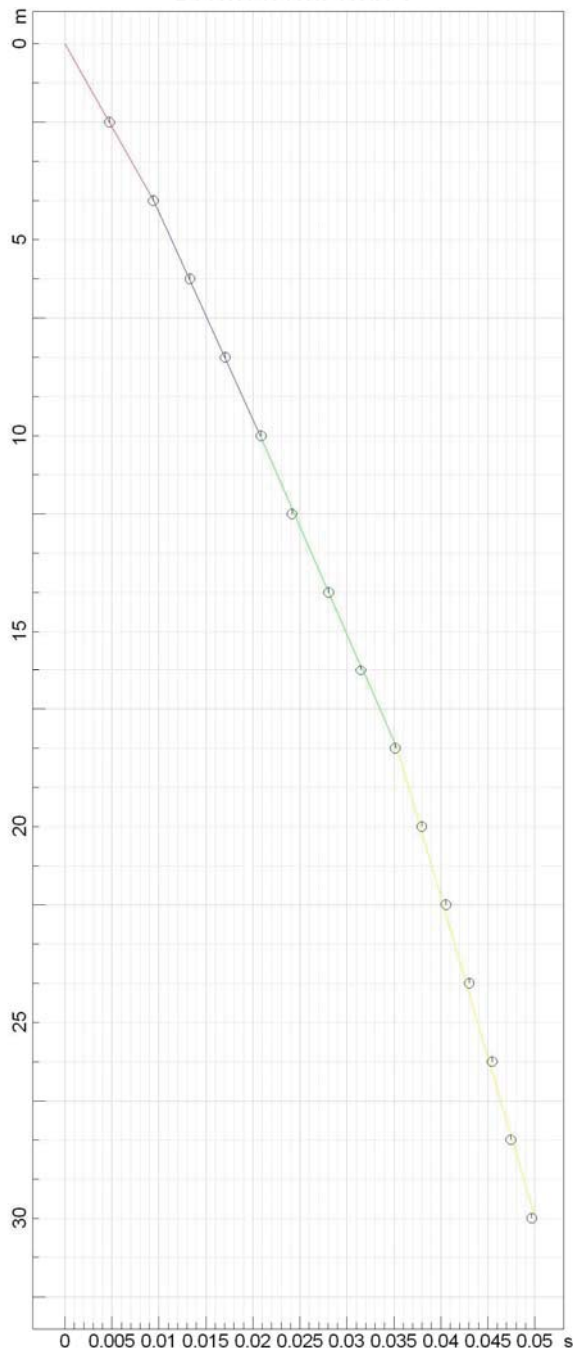
Città di Napoli - Stadio Collana - Vico Acitillo  
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



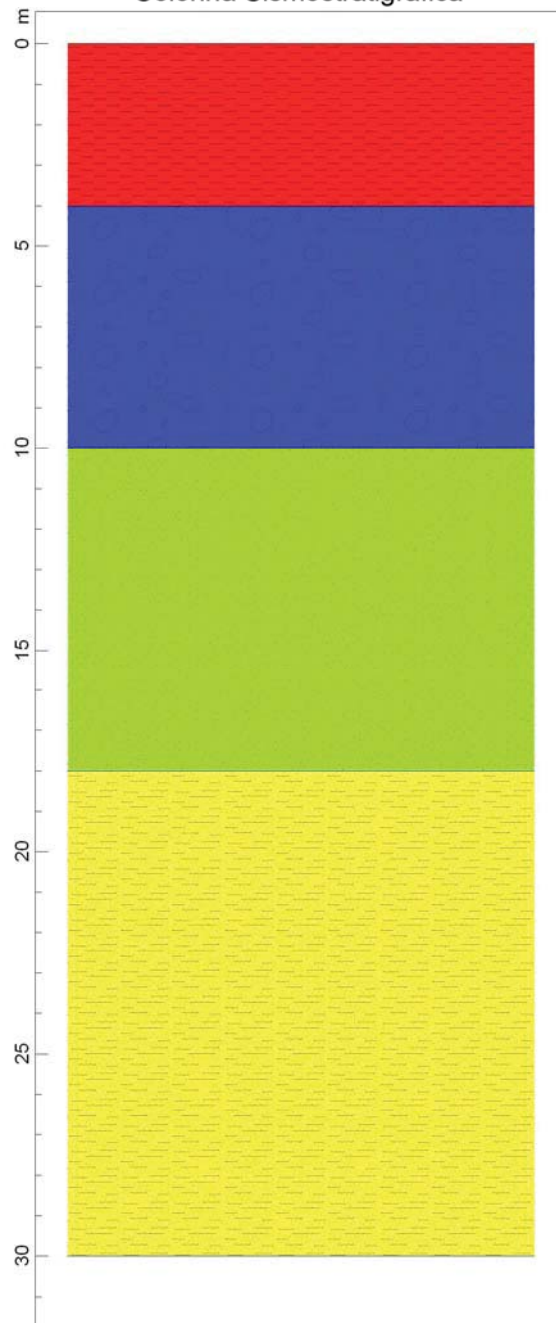
www.geoandsoft.com

Città di Napoli - Stadio Collana - Vico Acitillo  
 Prospezione sismica in foro down hole DH-S1

Dromocrona onde P



Colonna Sismostratigrafica



|           |         |           |         |           |         |           |         |             |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-------------|
| <b>P</b>  | 424 m/s | <b>P</b>  | 529 m/s | <b>P</b>  | 590 m/s | <b>P</b>  | 815 m/s | <b>Vs30</b> |
| <b>Sx</b> | 149 m/s | <b>Sx</b> | 219 m/s | <b>Sx</b> | 297 m/s | <b>Sx</b> | 328 m/s | 254.7 m/s   |
| <b>Sy</b> | 149 m/s | <b>Sy</b> | 218 m/s | <b>Sy</b> | 296 m/s | <b>Sy</b> | 330 m/s | 254.8 m/s   |

www.geoandsoft.com

**CITTÀ DI NAPOLI - STADIO COLLANA - VICO ACITILLO**  
**PROSPEZIONE SISMICA IN FORO DOWN HOLE DH-S1 - DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 3.00 [m]**  
**PRIMI ARRIVI**

| N° Geof. | Profondità [m] | Onde P [ms] | Onde S (X) [ms] | Onde S (Y) [ms] | Onde P (corretti) [ms] | Onde S (X) (corretti) [ms] | Onde S (Y) (corretti) [ms] |
|----------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1        | 2.00           | 8.53        | 24.90           | 24.80           | 4.73                   | 13.81                      | 13.76                      |
| 2        | 4.00           | 11.76       | 33.30           | 33.20           | 9.41                   | 26.64                      | 26.56                      |
| 3        | 6.00           | 14.87       | 40.40           | 40.30           | 13.30                  | 36.13                      | 36.05                      |
| 4        | 8.00           | 18.21       | 48.80           | 48.70           | 17.05                  | 45.69                      | 45.60                      |
| 5        | 10.00          | 21.79       | 56.30           | 56.30           | 20.87                  | 53.93                      | 53.93                      |
| 6        | 12.00          | 24.90       | 62.60           | 62.70           | 24.16                  | 60.73                      | 60.83                      |
| 7        | 14.00          | 28.71       | 70.10           | 70.20           | 28.07                  | 68.54                      | 68.64                      |
| 8        | 16.00          | 32.05       | 75.90           | 76.00           | 31.50                  | 74.60                      | 74.70                      |
| 9        | 18.00          | 35.62       | 82.10           | 82.20           | 35.14                  | 80.98                      | 81.08                      |
| 10       | 20.00          | 38.39       | 87.30           | 87.40           | 37.96                  | 86.33                      | 86.43                      |
| 11       | 22.00          | 40.93       | 94.40           | 94.50           | 40.55                  | 93.53                      | 93.63                      |
| 12       | 24.00          | 43.35       | 101.30          | 101.30          | 43.01                  | 100.52                     | 100.52                     |
| 13       | 26.00          | 45.77       | 106.30          | 106.20          | 45.47                  | 105.60                     | 105.50                     |
| 14       | 28.00          | 47.72       | 112.50          | 112.40          | 47.45                  | 111.86                     | 111.76                     |
| 15       | 30.00          | 49.91       | 117.70          | 117.60          | 49.67                  | 117.12                     | 117.02                     |

**VELOCITA' ONDE P**

| Strato | Profondità [m] | Velocità [m/s] |
|--------|----------------|----------------|
| 1      | 4              | 424            |
| 2      | 10             | 529            |
| 3      | 18             | 590            |
| 4      | 30             | 815            |

**PARAMETRI ONDE SX**

| Strato | Profondità [m] | Velocità [m/s] | Poisson [-] | Shear [kPa] | Young [kPa] | Bulk [kPa] |
|--------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1      | 4              | 149            | 0.43        | 31081       | 88865       | 210245     |
| 2      | 10             | 219            | 0.40        | 71942       | 200944      | 323840     |
| 3      | 18             | 297            | 0.33        | 136724      | 363767      | 357256     |
| 4      | 30             | 328            | 0.40        | 172134      | 483134      | 833247     |

**PARAMETRI ONDE SY**

| Strato | Profondità [m] | Velocità [m/s] | Poisson [-] | Shear [kPa] | Young [kPa] | Bulk [kPa] |
|--------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1      | 4              | 149            | 0.43        | 31081       | 88865       | 210245     |
| 2      | 10             | 218            | 0.40        | 71286       | 199275      | 324714     |
| 3      | 18             | 296            | 0.33        | 135805      | 361735      | 358482     |
| 4      | 30             | 330            | 0.40        | 174240      | 488551      | 830440     |

**VELOCITA' MEDIE VS30**

| Geofono        | VS30 [m/s] |
|----------------|------------|
| orizzontale Sx | 254.7      |
| orizzontale Sy | 254.8      |

L'indagine sismica DH-S1, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 in quanto non è stato raggiunto il bedrock fino alla profondità indagata.

Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

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

**Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).**

| Prospezione sismica | $V_{S\ eq0-30}$ (m/s) | Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17 gennaio 2018) |
|---------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|
| DH-S1               | [255]                 | <b>C</b>                                             |

Categoria Suolo di fondazione relativa alla prospezione sismica in foro down hole DH-S1 effettuata.

| CATEGORIA            | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA                                                                    |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>T<sub>1</sub></b> | <u>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></u>    |
| <b>T<sub>2</sub></b> | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$                                                                    |
| <b>T<sub>3</sub></b> | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| <b>T<sub>4</sub></b> | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$                  |

**Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).**

## RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica DH-S1 precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

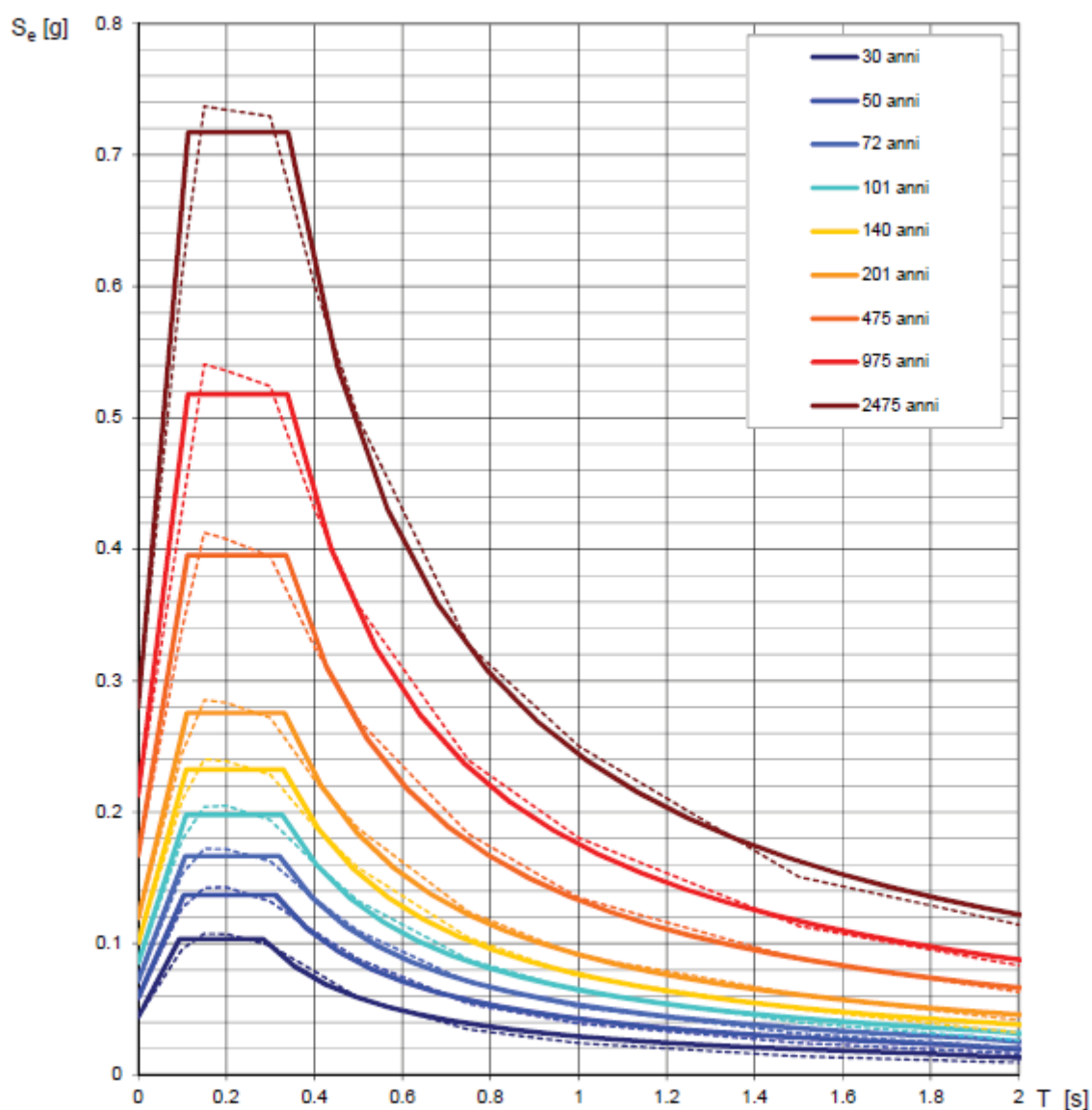
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III) ed all'azione di progetto di riferimento.

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo **C** – categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO PER CATEGORIA DI SUOLO A  
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.223492 – LAT. 40.845911 (IN GRADI DECIMALI)**

| $T_R$<br>[anni] | $a_g$<br>[g] | $F_0$<br>[-] | $T_C^*$<br>[s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30              | 0.044        | 2.348        | 0.283          |
| 50              | 0.059        | 2.330        | 0.312          |
| 72              | 0.072        | 2.321        | 0.320          |
| 101             | 0.085        | 2.322        | 0.327          |
| 140             | 0.100        | 2.318        | 0.330          |
| 201             | 0.119        | 2.309        | 0.332          |
| 475             | 0.167        | 2.365        | 0.336          |
| 975             | 0.213        | 2.432        | 0.339          |
| 2475            | 0.280        | 2.563        | 0.340          |

Prospetto dei valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento.  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T_C$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



**NOTA:**

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

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_r$  di riferimento e per categoria di suolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO C E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1  
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.223492 – LAT. 40.845911 (IN GRADI DECIMALI)**

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLD     |
|--------------|---------|
| $a_g$        | 0.073 g |
| $F_0$        | 2.321   |
| $T_C$        | 0.321 s |
| $S_g$        | 1.500   |
| $C_C$        | 1.528   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 1.000   |

**Parametri dipendenti**

|        |         |
|--------|---------|
| $S$    | 1.500   |
| $\eta$ | 1.000   |
| $T_B$  | 0.164 s |
| $T_C$  | 0.491 s |
| $T_D$  | 1.894 s |

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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  $\eta$  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 | 0.110  |
| $T_B \leftarrow$ | 0.164 | 0.256  |
| $T_C \leftarrow$ | 0.491 | 0.256  |
|                  | 0.557 | 0.225  |
|                  | 0.624 | 0.201  |
|                  | 0.691 | 0.181  |
|                  | 0.758 | 0.165  |
|                  | 0.825 | 0.152  |
|                  | 0.891 | 0.141  |
|                  | 0.958 | 0.131  |
|                  | 1.025 | 0.122  |
|                  | 1.092 | 0.115  |
|                  | 1.159 | 0.108  |
|                  | 1.226 | 0.102  |
|                  | 1.292 | 0.097  |
|                  | 1.359 | 0.092  |
|                  | 1.426 | 0.088  |
|                  | 1.493 | 0.084  |
|                  | 1.560 | 0.080  |
|                  | 1.626 | 0.077  |
|                  | 1.693 | 0.074  |
|                  | 1.760 | 0.071  |
|                  | 1.827 | 0.069  |
| $T_D \leftarrow$ | 1.894 | 0.066  |
|                  | 1.964 | 0.060  |
|                  | 2.094 | 0.054  |
|                  | 2.195 | 0.049  |
|                  | 2.295 | 0.045  |
|                  | 2.395 | 0.041  |
|                  | 2.496 | 0.038  |
|                  | 2.596 | 0.035  |
|                  | 2.696 | 0.033  |
|                  | 2.796 | 0.030  |
|                  | 2.897 | 0.028  |
|                  | 2.997 | 0.026  |
|                  | 3.097 | 0.025  |
|                  | 3.198 | 0.023  |
|                  | 3.298 | 0.022  |
|                  | 3.398 | 0.021  |
|                  | 3.499 | 0.019  |
|                  | 3.599 | 0.018  |
|                  | 3.699 | 0.017  |
|                  | 3.799 | 0.016  |
|                  | 3.900 | 0.016  |
|                  | 4.000 | 0.015  |

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.

### Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLD     |
|--------------|---------|
| $a_{gv}$     | 0.027 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

|        |       |
|--------|-------|
| $F_v$  | 0.849 |
| $S$    | 1.000 |
| $\eta$ | 0.667 |

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

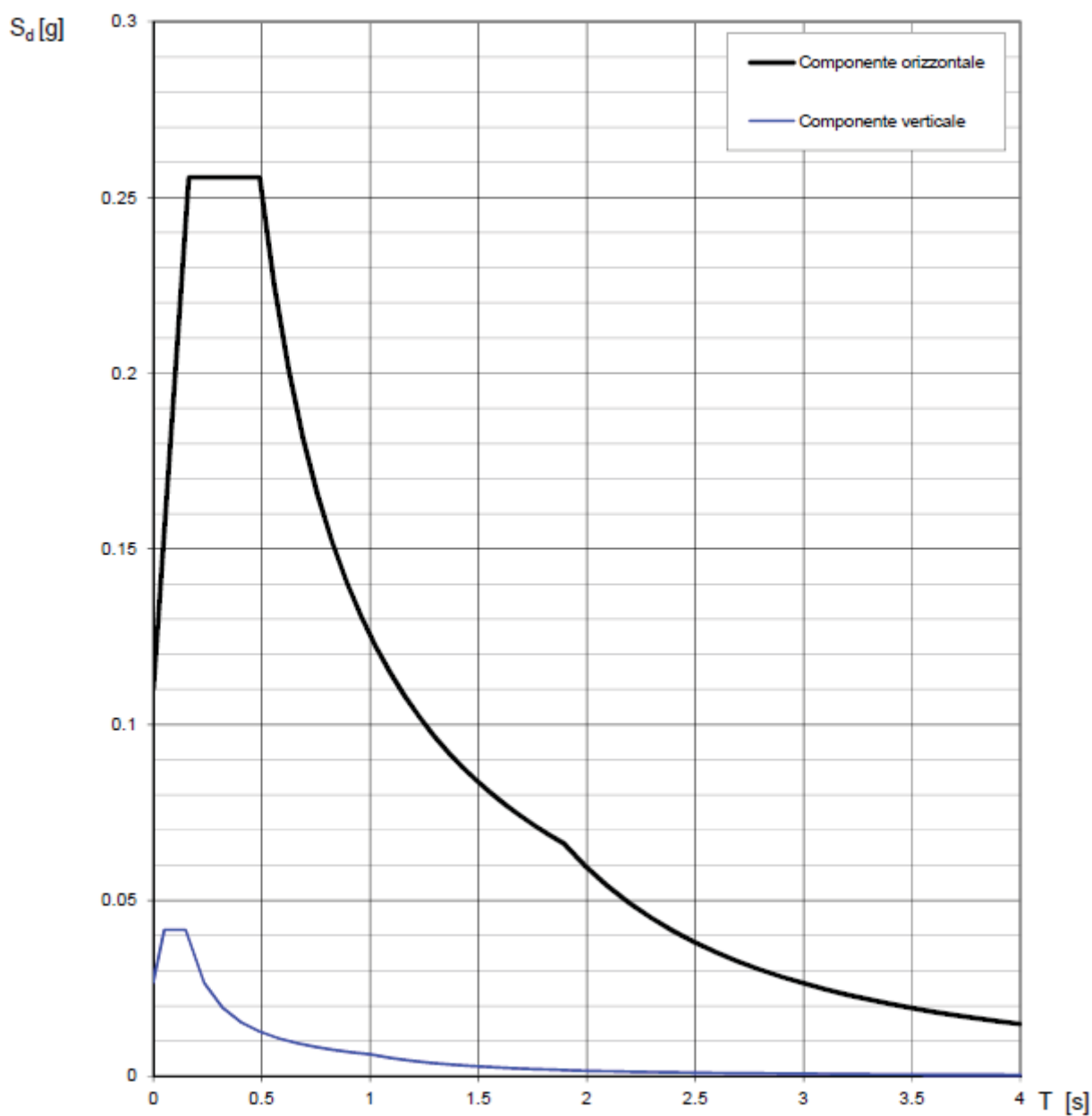
### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

### Punti dello spettro di risposta

|                  | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
|                  | 0.000 | 0.027  |
| $T_B \leftarrow$ | 0.050 | 0.042  |
| $T_C \leftarrow$ | 0.150 | 0.042  |
|                  | 0.235 | 0.027  |
|                  | 0.320 | 0.019  |
|                  | 0.405 | 0.015  |
|                  | 0.490 | 0.013  |
|                  | 0.575 | 0.011  |
|                  | 0.660 | 0.009  |
|                  | 0.745 | 0.008  |
|                  | 0.830 | 0.008  |
|                  | 0.915 | 0.007  |
| $T_D \leftarrow$ | 1.000 | 0.006  |
|                  | 1.094 | 0.005  |
|                  | 1.188 | 0.004  |
|                  | 1.281 | 0.004  |
|                  | 1.375 | 0.003  |
|                  | 1.469 | 0.003  |
|                  | 1.563 | 0.003  |
|                  | 1.656 | 0.002  |
|                  | 1.750 | 0.002  |
|                  | 1.844 | 0.002  |
|                  | 1.938 | 0.002  |
|                  | 2.031 | 0.002  |
|                  | 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 | 0.001  |
|                  | 2.969 | 0.001  |
|                  | 3.063 | 0.001  |
|                  | 3.156 | 0.001  |
|                  | 3.250 | 0.001  |
|                  | 3.344 | 0.001  |
|                  | 3.438 | 0.001  |
|                  | 3.531 | 0.001  |
|                  | 3.625 | 0.000  |
|                  | 3.719 | 0.000  |
|                  | 3.813 | 0.000  |
|                  | 3.906 | 0.000  |
|                  | 4.000 | 0.000  |

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  - Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.

### Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV     |
|--------------|---------|
| $a_q$        | 0.192 g |
| $F_o$        | 2.402   |
| $T_c$        | 0.337 s |
| $S_B$        | 1.424   |
| $C_C$        | 1.503   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 1.000   |

### Parametri dipendenti

|        |         |
|--------|---------|
| $S$    | 1.424   |
| $\eta$ | 1.000   |
| $T_B$  | 0.169 s |
| $T_C$  | 0.507 s |
| $T_D$  | 2.367 s |

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_a(T)$  sostituendo  $\eta$  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 | 0.273  |
| $T_B \leftarrow$ | 0.169 | 0.655  |
| $T_C \leftarrow$ | 0.507 | 0.655  |
|                  | 0.596 | 0.558  |
|                  | 0.684 | 0.486  |
|                  | 0.773 | 0.430  |
|                  | 0.861 | 0.386  |
|                  | 0.950 | 0.350  |
|                  | 1.038 | 0.320  |
|                  | 1.127 | 0.295  |
|                  | 1.215 | 0.273  |
|                  | 1.304 | 0.255  |
|                  | 1.393 | 0.239  |
|                  | 1.481 | 0.224  |
|                  | 1.570 | 0.212  |
|                  | 1.658 | 0.200  |
|                  | 1.747 | 0.190  |
|                  | 1.835 | 0.181  |
|                  | 1.924 | 0.173  |
|                  | 2.012 | 0.165  |
|                  | 2.101 | 0.158  |
|                  | 2.189 | 0.152  |
|                  | 2.278 | 0.146  |
| $T_D \leftarrow$ | 2.367 | 0.140  |
|                  | 2.444 | 0.132  |
|                  | 2.522 | 0.124  |
|                  | 2.600 | 0.116  |
|                  | 2.678 | 0.110  |
|                  | 2.755 | 0.104  |
|                  | 2.833 | 0.098  |
|                  | 2.911 | 0.093  |
|                  | 2.989 | 0.088  |
|                  | 3.067 | 0.084  |
|                  | 3.144 | 0.080  |
|                  | 3.222 | 0.076  |
|                  | 3.300 | 0.072  |
|                  | 3.378 | 0.069  |
|                  | 3.456 | 0.066  |
|                  | 3.533 | 0.063  |
|                  | 3.611 | 0.060  |
|                  | 3.689 | 0.058  |
|                  | 3.767 | 0.055  |
|                  | 3.844 | 0.053  |
|                  | 3.922 | 0.051  |
|                  | 4.000 | 0.049  |

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  - Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.

### Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV     |
|--------------|---------|
| $a_{qv}$     | 0.113 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

|        |       |
|--------|-------|
| $F_v$  | 1.420 |
| $S$    | 1.000 |
| $\eta$ | 0.667 |

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

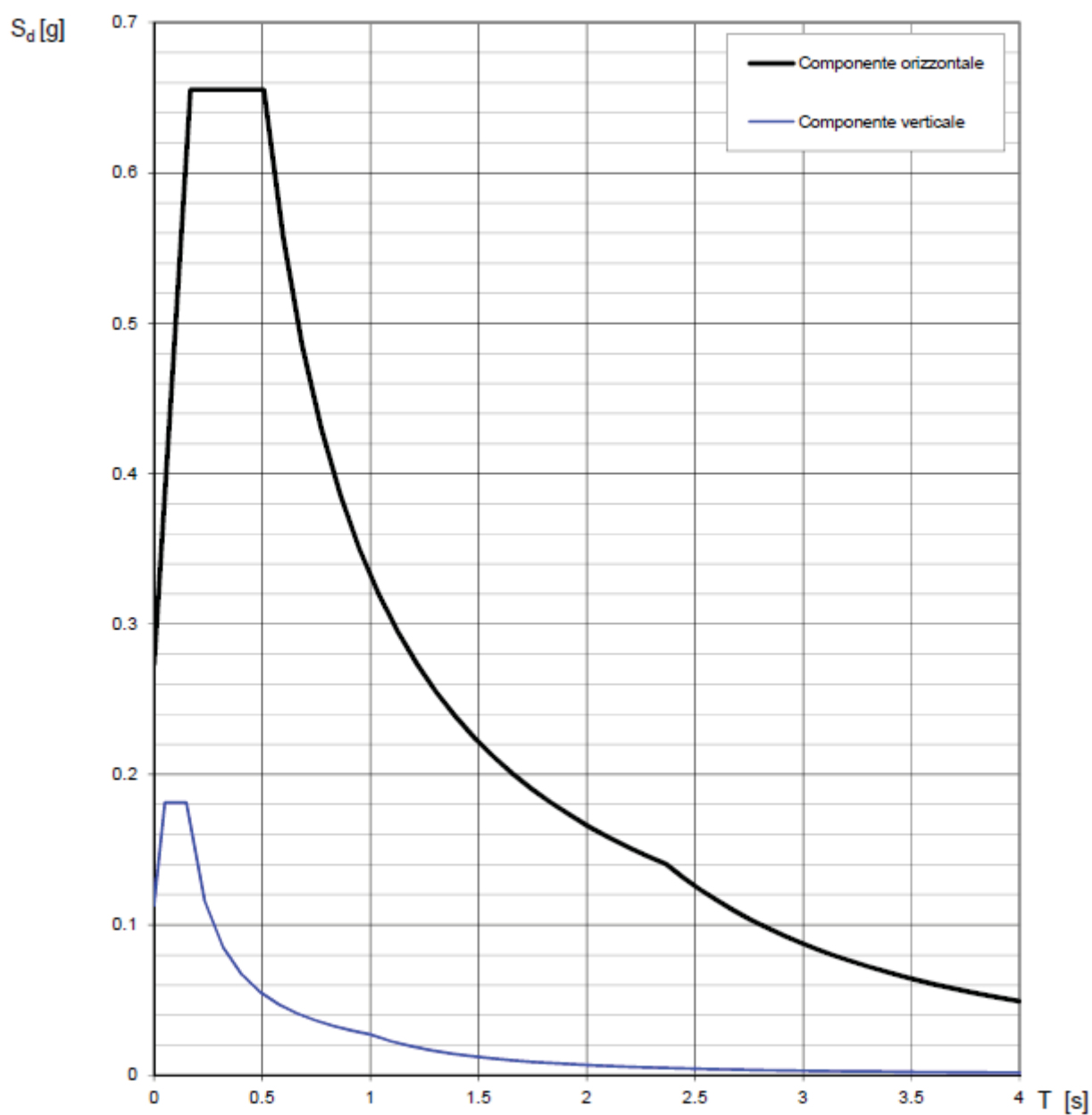
### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

### Punti dello spettro di risposta

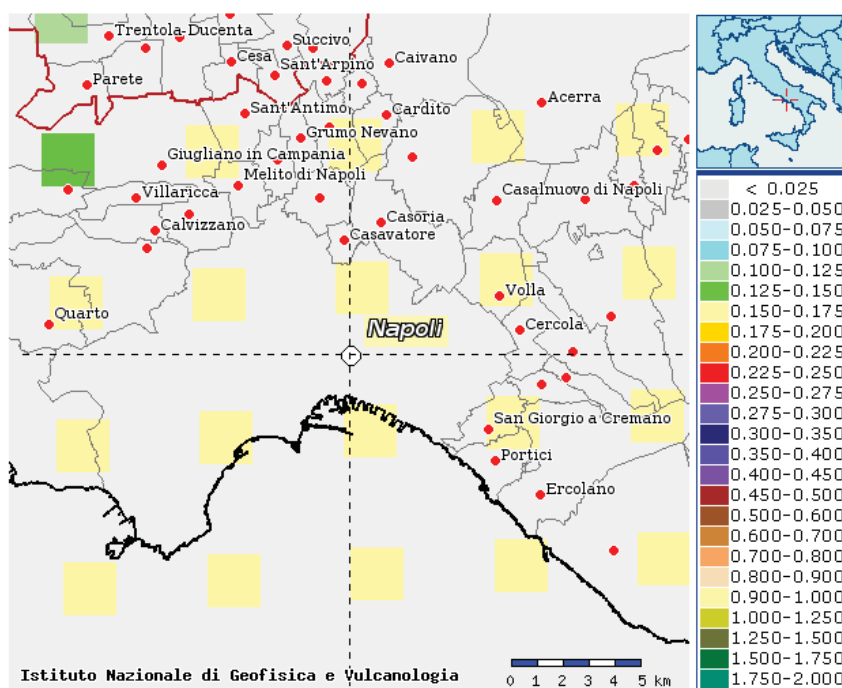
|                  | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
|                  | 0.000 | 0.113  |
| $T_B \leftarrow$ | 0.050 | 0.181  |
| $T_C \leftarrow$ | 0.150 | 0.181  |
|                  | 0.235 | 0.116  |
|                  | 0.320 | 0.085  |
|                  | 0.405 | 0.067  |
|                  | 0.490 | 0.056  |
|                  | 0.575 | 0.047  |
|                  | 0.660 | 0.041  |
|                  | 0.745 | 0.037  |
|                  | 0.830 | 0.033  |
|                  | 0.915 | 0.030  |
| $T_D \leftarrow$ | 1.000 | 0.027  |
|                  | 1.094 | 0.023  |
|                  | 1.188 | 0.019  |
|                  | 1.281 | 0.017  |
|                  | 1.375 | 0.014  |
|                  | 1.469 | 0.013  |
|                  | 1.563 | 0.011  |
|                  | 1.656 | 0.010  |
|                  | 1.750 | 0.009  |
|                  | 1.844 | 0.008  |
|                  | 1.938 | 0.007  |
|                  | 2.031 | 0.007  |
|                  | 2.125 | 0.006  |
|                  | 2.219 | 0.006  |
|                  | 2.313 | 0.005  |
|                  | 2.406 | 0.005  |
|                  | 2.500 | 0.004  |
|                  | 2.594 | 0.004  |
|                  | 2.688 | 0.004  |
|                  | 2.781 | 0.004  |
|                  | 2.875 | 0.003  |
|                  | 2.969 | 0.003  |
|                  | 3.063 | 0.003  |
|                  | 3.156 | 0.003  |
|                  | 3.250 | 0.003  |
|                  | 3.344 | 0.002  |
|                  | 3.438 | 0.002  |
|                  | 3.531 | 0.002  |
|                  | 3.625 | 0.002  |
|                  | 3.719 | 0.002  |
|                  | 3.813 | 0.002  |
|                  | 3.906 | 0.002  |
|                  | 4.000 | 0.002  |

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  - Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.



Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.

Il territorio comunale di Napoli (NA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata. Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), indica che il territorio comunale di Napoli (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).



Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; Percentile 50.

L'indagine sismica down hole DH-S1 effettuata ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 con valori di  $V_{S30}$  calcolati pari a:

| Prospezione sismica | $V_{S\ eq0-30}$ (m/s) |
|---------------------|-----------------------|
| DH-S1               | [255]                 |

Valori di  $V_{S30}$  calcolati, relativi alla prospezione sismica DH-S1 effettuata.

In funzione della categoria di suolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici e i moduli dinamici, Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima al suolo) e  $S_e$  [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra  $T_B$  e  $T_C$ ), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

| $a_{gSLD}$ | $a_{gSLV}$ | $S_e$ [g] SLD | $S_e$ [g] SLV |
|------------|------------|---------------|---------------|
| [0.073]    | [0.192]    | [0.256]       | [0.655]       |

Valori massimi di  $a_g$  e  $S_e$  [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.

Note le velocità  $V_P$  e  $V_S$  ottenute dall'indagine sismica DH-S1, e attribuiti i valori di densità noti dal sondaggio geognostico eseguito, sono stati ricavati inoltre i moduli dinamici, quali il modulo di Young o modulo elastico  $E$ , il modulo di taglio o modulo di rigidità  $G$ , il coefficiente di Poisson  $\nu$  e il modulo di incompressibilità  $k$  dei sismostrati individuati.

| Sismostrato | Profondità (m) | $V_P$<br>(m/s) | $V_S$<br>(m/s) | Densità<br>$\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Coefficiente di<br>Poisson<br>$\nu$<br>(-) | Modulo di<br>taglio<br>$G$<br>(kPa) | Modulo di<br>Young<br>$E$<br>(kPa) | Modulo di<br>incompressibilità<br>$k$<br>(kPa) |
|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|
| S1          | 0.00 – 4.00    | 424            | 149            | 1400                                      | 0.43                                       | 31081                               | 88865                              | 210245                                         |
| S2          | 4.00 – 10.00   | 529            | 219            | 1500                                      | 0.40                                       | 71614                               | 200110                             | 324277                                         |
| S3          | 10.00 – 18.00  | 590            | 297            | 1550                                      | 0.33                                       | 136265                              | 362751                             | 357869                                         |
| S4          | 18.00 – 30.00  | 815            | 329            | 1600                                      | 0.40                                       | 173187                              | 485843                             | 831844                                         |

Prospetto delle determinazioni dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica DH-S1.

## FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

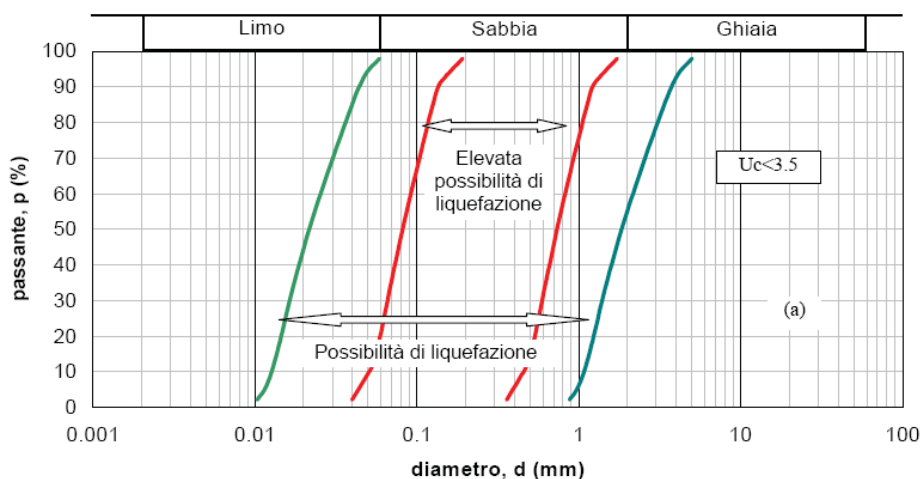
La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
  - frazione di fine  $FC$ , superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$ ;
  - $FC \geq 35\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 20$ ;
  - $FC \leq 5\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 25$

dove  $(N_1)_{60}$  è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: in cui il coefficiente  $C_N$  è ricavabile dall'espressione essendo  $p_a$  la pressione atmosferica e  $\sigma'_v$  la pressione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  ed in Figura 1 (b) per coefficienti di uniformità  $U_c > 3.5$ .

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



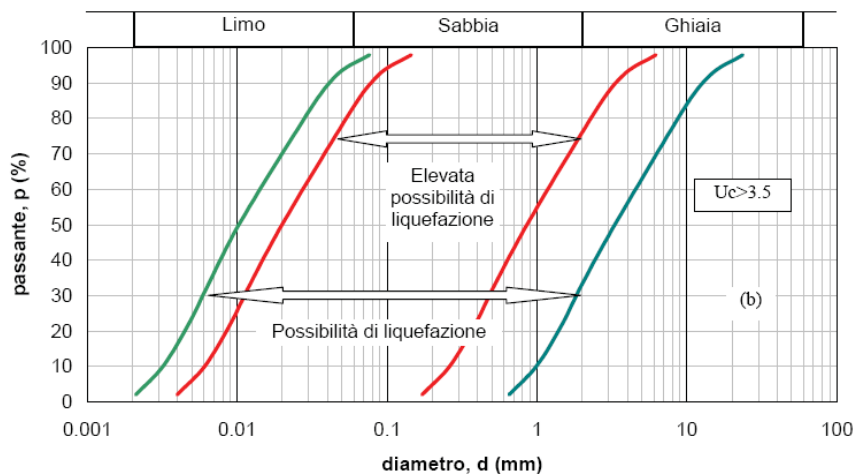


Figura 1 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

L'indagine sismica down hole DH-S1 effettuata ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 con valori di  $V_{S30}$  calcolati pari a:

| Prospezione sismica | $V_{S\ eq0-30}$ (m/s) |
|---------------------|-----------------------|
| DH-S1               | [255]                 |

Valori di  $V_{S30}$  calcolati, relativi alla prospezione sismica DH-S1 effettuata.

In funzione della categoria di suolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici e i moduli dinamici, Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima al suolo) e  $S_e$  [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra  $T_B$  e  $T_C$ ), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

| $a_{gSLD}$ | $a_{gSLV}$ | $S_e$ [g] SLD | $S_e$ [g] SLV |
|------------|------------|---------------|---------------|
| [0.073]    | [0.192]    | [0.256]       | [0.655]       |

Valori massimi di  $a_g$  e  $S_e$  [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1.5$  – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%.

La probabilità che nei terreni in oggetto di studio fenomeni di liquefazione è bassa o nulla in quanto non vi è presenza di falda nei primi 15 metri dal p.c.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati del presente studio effettuato sui diversi aspetti geologici, geotecnici e sismici dell'area in esame, consente di affermare che l'intervento proposto considerata la natura, la destinazione dei lavori da eseguire e la rilevanza complessiva dell'opera, è tale da non pregiudicare gli interessi garantiti dalle norme di tutela dal rischio idrogeologico.

L'opera non incide sulla stabilità globale dell'insieme opera-fondazione e non incrementa il livello di rischio e non incide sulla morfologia territoriale, sarà realizzata nel rispetto e nella piena conformità delle Norme di Tutela dal Rischio Idrogeologico.

Per la ricostruzione del modello geologico tecnico, sono state effettuate n.2 prove penetrometriche tipo pesanti "DPSH" nei punti indicati nell'allegata planimetria, sono state spinte fino alla profondità di 16 metri e successivamente sono state raccordate con il sondaggio S1 eseguito nella precedente campagna di indagine.

Dalle risultanze ottenute, si è confermato l'assenza della falda nei primi 15 metri.

La presenza di piroclastiti limose – sabbiose, da sciolte a poco addensate, rimaneggiate e parzialmente argillificate nei primi metri e da una successione alternata limi sabbiosi e limi cineritici da mediamente addensati ad addensati fino a 30 metri.

Di seguito si riporta la successione stratigrafica ottenuta dall'ausilio delle dpsh correlate al sondaggio S1.

dal p.c. a 1.40 m.: Terreno di riporto.

Da 1.40 m. a 3.50 m.: Piroclastiti limose sabbiose, sciolte, rimaneggiate e parzialmente argillificate.

Da 3.50 m. a 5.50 m.: Limi cineritici mediamente addensati, con pomici

Da 5.50 m. e fino a 6.30 m.: Limi sabbiosi con abbondanti pomici

Da 6.30 m. e fino a 15.20 m.: Limi cineritici mediamente addensati, con pomici

Da 15.20 m. e fino a 30.00 m.: Limi cineritici sabbiosi, addensati con pomici e scorie.

I parametri geotecnici ottenuti sono stati ricavati dalla elaborazione delle dpsh e correlati con le risultanze della dpsh precedentemente eseguita e dalle risultanze ottenute delle prove di laboratorio.

Per ciò che concerne la modellazione sismica di sito, l'indagine sismica down hole DH-S1 effettuata ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** con valori di  $V_{Seq}$  calcolati pari a: 255m/s.

In funzione della categoria di suolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici e i moduli dinamici, Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione: Vita nominale della costruzione -  **$V_N \geq 50$  anni**; Coefficiente d'uso della costruzione -  **$C_U = 1.5$**  – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima al suolo) e  $S_e$  [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra  $T_B$  e  $T_C$ ), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:  $a_g \text{ SLD} = 0.073$ ;  $a_g \text{ SLV} = 0.192$ ;  $S_e[g] \text{ SLD} = 0.256$ ;  $S_e[g] \text{ SLV} = 0.655$ .

Note le velocità  $V_P$  e  $V_S$  ottenute dall'indagine sismica DH-S1, e attribuiti i valori di densità noti dal sondaggio geognostico eseguito, sono stati ricavati inoltre i moduli dinamici, quali il modulo di Young o modulo elastico  $E$ , il modulo di taglio o modulo di rigidità  $G$ , il coefficiente di Poisson  $\nu$  e il modulo di incompressibilità  $k$  dei sismostrati individuati.

| Sismostrato | Profondità (m) | $V_P$ (m/s) | $V_S$ (m/s) | Densità $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> ) | Coefficiente di Poisson $\nu$ | Modulo di taglio $G$ (kPa) | Modulo di Young $E$ (kPa) | Modulo di incompressibilità $K$ (kPa) |
|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| S1          | 0.00 – 4.00    | 424         | 149         | 1400                                | 0.43                          | 31081                      | 88865                     | 210245                                |
| S2          | 4.00 – 10.00   | 529         | 219         | 1500                                | 0.40                          | 71614                      | 200110                    | 324277                                |
| S3          | 10.00 – 18.00  | 590         | 297         | 1550                                | 0.33                          | 136265                     | 362751                    | 357869                                |
| S4          | 18.00 – 30.00  | 815         | 329         | 1600                                | 0.40                          | 173187                     | 485843                    | 831844                                |

La probabilità che nei terreni in oggetto di studio fenomeni di liquefazione è bassa o nulla in quanto è soddisfatto uno dei criteri sopra riportati: non vi è presenza di falda nei primi 15 metri dal p.c.

Alla luce di quanto è emerso dallo studio effettuato, si può affermare che l'area è idonea alla realizzazione dell'intervento in progetto secondo le NTC 17.1.2018 e non ci sono condizioni ostative che ne impediscono la fattibilità.

Dott. Geologo Domenico Sessa

(O.R.G. n° 1628)