



GEOLOGO  
**Gennaro D'AGOSTINO**  
 Studio di  
 GEOLOGIA TECNICA - APPLICATA & AMBIENTALE

**COMUNE DI NAPOLI  
 (Napoli)**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA e SISMICA**

**REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A VERDE CONVENZIONATI**  
*ai sensi dell'intervento n° 37 della Tavola 8 "Specificazioni" della variante al P.R.G del Comune di Napoli, situato in Via San Domenico s.n.c., riportato nel N.C.T. al foglio n° 127 particella n° 443 e al foglio n°128 particella n° 901, del Comune di Napoli*

<b>COMMITTENTE</b>	<b>ARGO SRL</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>Via SAN DOMENICO</b>

**TEVEROLA -CE-  
 dicembre 2023**

<b>Allegati:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corografia dell'area</li> <li>- Carta Geologica con ubicazione indagini</li> <li>- Carta Geomorfologica e della stabilità</li> <li>- Carta Idrogeologica</li> <li>- Carta di Microzonazione Sismica</li> <li>- Sondaggio a carotaggio continuo</li> <li>- Prove Penetrometriche DPSH</li> <li>- Analisi di laboratorio su campione indisturbato</li> <li>- Prove Sismiche tipo HVSR</li> </ul>

<b>il Geologo</b>
<b>Dott. Gennaro D'Agostino</b>  <b>ALBO O.R.G. 1943</b>

<b>Il Progettista</b>	<b>La DD.LL</b>	<b>Il Collaudatore</b>

**INDICE**

1	Premessa	pag. 2
2	Piano delle indagini	pag. 2
3	Inquadramento geografico	pag. 4
4	Morfologia dell'area	pag. 4
5	Modello geotettonico di area vasta	pag. 6
5.1	<i>Modello geologico di sito</i>	pag. 6
6.	Idrografia ed idrogeologia	pag. 7
7.	Pericolosità sismica	pag. 8
7.1	<i>Caratterizzazione sismica di sito</i>	pag. 15
7.2	<i>Verifica alla liquefazione</i>	pag. 21
8	Caratterizzazione geomeccanica dei terreni	pag. 24
8.1	<i>Prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH SPT – analisi di laboratorio</i>	pag. 24
8.2	<i>Caratteri geotecnici del terreno di fondazione</i>	pag. 24
8	Conclusioni	pag. 28

**ALLEGATI:**

I	Corografia dell'area comunale in scala 1:25.000
II	Carta geolitologica con ubicazione delle indagini 1:1000
III	Carta geomorfologica e della stabilità 1:1000
IV	Carta idrogeologica 1:1000
V	Carta di microzonazione sismica 1:1000
IV	Sondaggio a carotaggio continuo
VII	Grafici Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH
VIII	Prospezione sismiche tipo HVSR
IX	Analisi Di Laboratorio Su Campioni Indisturbati

## 1 PREMESSA

Facendo seguito ad incarico dell'Arch. Roberto Guariglia, quale legale rappresentante della ARGO SRL, con sede in Napoli (NA) alla via Cesario Console, 3, circa il Progetto di "REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A VERDE CONVENZIONATI ai sensi dell'intervento n° 37 della Tavola 8 "Specificazioni" della variante al P.R.G del Comune di Napoli, situato in Via San Domenico s.n.c., riportato nel N.C.T. al foglio n° 127 particella n° 443 e al foglio n°128 particella n° 901, del Comune di Napoli", il sottoscritto Dott. Geologo Gennaro D'Agostino iscritto in data 20/Maggio/1999 all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con numero 1943, accettato l'incarico, ha eseguito uno studio di geologia tecnica finalizzato alla individuazione delle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche della successione stratigrafica dell'area di studio e alla valutazione della fattibilità dell'opera in relazione alla stabilità d'insieme della zona. Tale studio è stato eseguito in ottemperanza a quanto prescritto dai seguenti dettami legislativi in materia:

- Legge Regionale 7 gennaio 1983 n° 9 recante "*Norme per l'esercizio delle funzioni in materia di difesa del territorio dal Rischio Sismico*" e s.m.i.;
- Decreto Min. LL.PP. 11 marzo 1988 e Circolare Min. LL.PP. 24 settembre 1988, N° 30483;
- Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 7 novembre 2002 "*Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania*";
- Deliberazione n°248 del 24 gennaio 2003 della Giunta Regionale della Campania: "*Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania*".
- DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». Gazzetta Ufficiale, SO n. 42 del 20 febbraio 2018.

## 2. PIANO DELLE INDAGINI

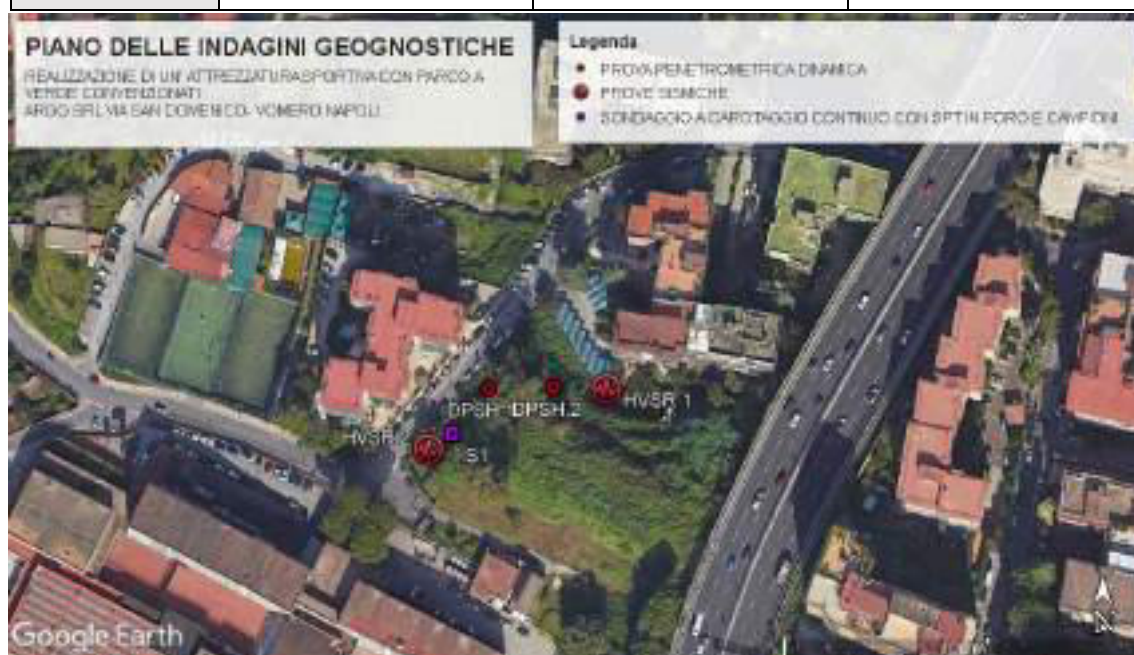
Per la realizzazione di tale lavoro sono stati preliminarmente raccolti i dati bibliografici e quelli relativi a vari sondaggi geognostici già realizzati nell'area, integrati con un rilevamento geologico geomorfologico e idrogeologici dell'area.

E' stato quindi predisposto apposito piano delle indagini in sito consistite in:

- n°1 sondaggio a carotaggio continuo effettuato con la Sonda TEREDO DC 100 GD;
- n°2 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti **DPSH** effettuate con il penetrometro Pagani modello Statico/Dinamico tipo TG63/200KN;
- n°2 prelievi di campione indisturbato sottoposti ad analisi di laboratorio: Caratteristiche fisiche generali, Analisi granulometrica e Prova di taglio diretto
- n°1 sismica **MASW** per la determinazione delle onde sismiche  $V_{S_{eq}}$
- n°1 sismica **HVSR** per la determinazione delle onde sismiche  $V_{S_{eq}}$

Le prove penetrometriche i sondaggi a carotaggio continuo con il prelievo di campione indisturbato sono state eseguite dalla **IGEO S.r.l.** con sede a Pastorano (CE) specializzata per l'esecuzione di indagini geognostiche in sito. I dati relativi alla strumentazione utilizzata, i risultati e l'elaborazione delle indagini eseguite sono contenuti nella presente relazione. La tabella successiva sintetizza il piano delle indagini effettuate dallo scrivente.

PIANO DELLE INDAGINI			
TIPO	COORDINATE		PROFONDITÀ (metri)
	LATITUDINE	LONGITUDINE	
DPSH 1	40.842526°	14.213209°	13.00
DPSH 2	40.842530°	14.213446°	15.00
S1	40.842403°	14.213078°	30.5
HVSR 1	40.842476°	14.213632°	> 100
HVSR 2	40.842310°	14.212988°	> 100



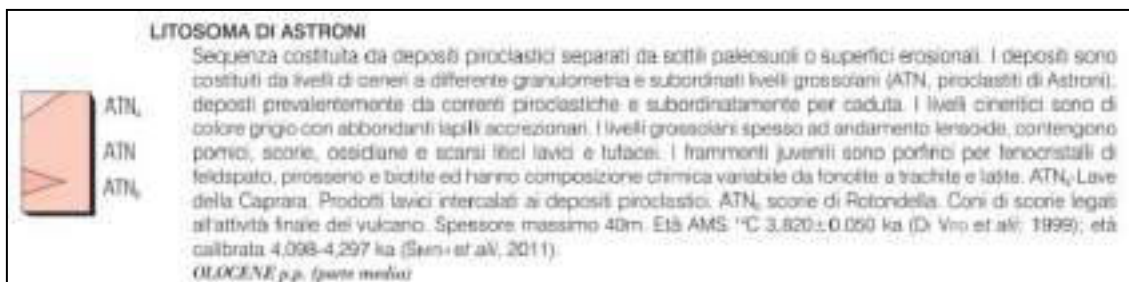
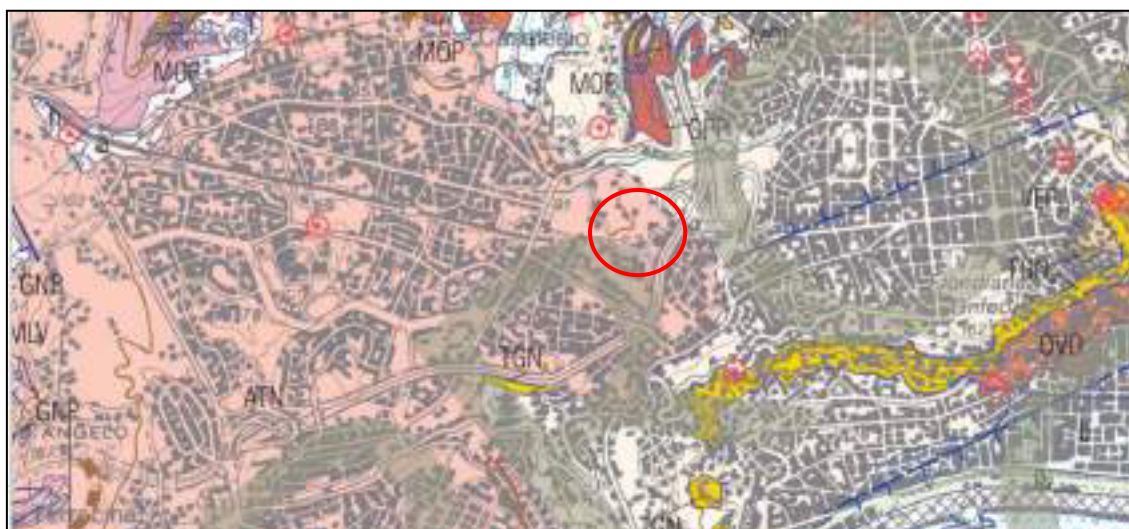
*Localizzazione dell'area da Google Earth con ubicazione piano delle indagini*

A corredo di questa relazione, vengono prodotte cartografie tematiche specifiche in scala di dettaglio estese al contesto geologico significativo relative a:

Carta Geolitologica, Carta geomorfologica e della stabilità, Carta Idrogeologica, Carta di Microzonazione sismica.

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame, è situata nel Comune di Napoli (NA) in via San Domenico quartiere Vomero. Ricade nel foglio n° 31 TORRE DEL GRECO della Carta Tecnica Programmatica Regionale (CTPR) alla scala 1:25.000 pubblicato nel 1998, nel foglio n°446-447 NAPOLI dell'IGMI alla scala 1:50.000, pubblicato nel 1993 e nel foglio n°183-184 Napoli-Isola D'Ischia della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000.



Stralcio CARTA GEOLOGICA D'ITALIA in scala 1:50.000 (Fuori scala)

### 4 MORFOLOGIA DELL'AREA

Posta ad una quota di circa 125.00 metri sul livello medio del mare, l'area di studio è localizzata nel settore centro occidentale dell'unità morfologico strutturale della Piana Campana nel contesto urbano della città di Napoli.

La città di Napoli si sviluppa tra la Piana Campana a Nord, i Campi Flegrei ad Ovest, le propaggini meridionali del Vesuvio ad est e il mare a sud.

La morfologia della città si presenta alquanto articolata per caratteristiche morfostrutturali particolari legate alle vicissitudini vulcaniche dell'area, per processi legati all'evoluzione della linea di costa, e per processi legato alle vicissitudini storiche antropiche che hanno portato alla realizzazione di cave, tagli naturali, riempimenti etc.

Il sito in oggetto è posto lungo il versante orientale della collina di Posillipo, Il versante si presenta per estesi tratti intensamente antropizzato, di conseguenza anche la morfologia risulta pesantemente condizionata da tale aspetto, con la presenza di

discontinuità legate alla realizzazione di ripiani morfologici spesso adibiti a giardini che si alternano a muri di contenimento in tufo e in cemento, di altezza variabile dal metro ad alcuni metri e tagli legati alla presenza di strade. Il versante si presenta pertanto articolato con pendenza media di circa  $8.5^\circ$  (15%).



Tale circostanza è chiaramente riscontrata nella cartografia del rischio da frana redatta per l'area di studio dalla competente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità Di Bacino Campania NO). Nella tavola 447153 pubblicata sul sito <https://www.distrettoappenninomeridionale.it> il sito in oggetto risulta per quasi la totalità non classificato a rischio. Solo una piccola porzione al confine nord est risulta lambito da una zona classificata a Rischio elevato legato ad una pericolosità (susceptibilità) all'innesco al transito e all'invasione da frana elevata come illustrato nella favola seguente. Per queste aree si fa riferimento a quanto previsto nelle Norme di Attuazione del PAI. Ciò nonostante dai sopralluoghi effettuati non sono stati rilevati segni di processi erosionali in atto o relitti (cfr. Allegato III)



Rischio Frana da PSAI; foglio 447151 cerchiata in rosso l'area di studio

Per quanto riguarda invece il Rischio Idraulico, il sito in oggetto risulta non perimetrato a rischio come risulta dalla relativa tavola rappresentata in figura successiva.



**Rischio Idraulico da PSAI; foglio 447153 cerchiata in rosso l'area di studio**

Un dato di rilevanza particolare è dato dalla presenza, nella area comunale di Napoli così come di buona parte dell'area di piana campana a nord di Napoli, di cavità sotterranee generalmente adibite a cantina che si attestano nei livelli tufacei piroclastici (Tufo grigio Campano) presenti nella successione stratigrafica del luogo in aree di centro storico.

**Dai sopralluoghi e dalle indagini effettuati non è stata riscontrata la presenza di cavità che interferisce con l'opera in oggetto.**

## 5 MODELLO GEOTETTONICO DI AREA VASTA

L'area in esame appartiene al dominio geologico della Piana Campana, importante depressioni strutturali (Graben) del bordo tirrenico dell'Appennino impostato su un originario piastrone carbonatico formata tra il Pliocene sup. ed il Quaternario. La piana estesa circa 1500 kmq è delimitata a NW dal M.te Massico, a NE dai M.ti di Caserta ed a SE dai M.ti Lattari. Lungo le fratture che hanno prodotto la depressione si è avuta, nel tempo, un intensa attività vulcanica condizionando fortemente l'assetto morfologico e stratigrafico della piana. Le rocce affioranti nella Piana, hanno litologia e genesi differenti; sono presenti sia rocce vulcaniche e piroclastiche, messe in posto dall'intensa attività eruttiva dei complessi vulcanici dei Campi Flegrei, del Roccamonfina e del Somma - Vesuvio, sia depositi epiclastici e alluvionali depositi dai corsi d'acqua che solcano la piana.

### 5.1 MODELLO GEOLOGICO DI SITO

I terreni più superficiali affioranti nell'area in esame comprendono essenzialmente piroclastiti di età pleistocenica e subordinatamente sabbie ed argille sabbiose. Queste

ultime affiorano nelle zone depresse e sono legate sia alla dinamica costiera attuale e antica sia a depositi alluvionali e lacustri. I litotipi piroclastici sono in genere in giacitura primaria ed hanno una regolare stratificazione secondo un'alternanza di ceneri e pomici frutto di una attività esplosiva ritmica; Il litotipo più rappresentativo dell'area partenopea è rappresentato dal Tufo giallo Napoletano datato circa 13.000 anni fa.

Dall'esame degli istogrammi dei tests esaminati, relativi all'area di studio, si evidenziano lievi disomogeneità nelle alternanze stratigrafiche, sia nella fase genetica che tessiturale dei litotipi.

In generale la successione al di sotto del suolo agrario, è rappresentata nella parte sommitale da prodotti dell'attività esplosiva recente, costituiti da strati poco competenti ascrivibili al III periodo flegreo caratterizzati dall'alternanza di livelli cineritici e pomicei, succeduti dalla tipica facies del tufo giallo napoletano (II periodo flegreo), che sfuma lateralmente e superiormente in prodotti meno coerenti di colore grigio (Mappamonte). Il tufo giallo napoletano è una piroclastite a matrice prevalente formata da pomici e da frammenti litici dispersi in una matrice con caratteri granulometrici variabili da grossolani a fini. I frammenti litici sono rappresentati da blocchi lavici a composizione prevalente rachitica. Alla base del tufo giallo è presente un livello di tufi stratificati biancastri separati dal tufo giallo da un paleosuolo. Alla base di tali tufi biancastri è presente la breccia museo-piperno in funzione del grado di litificazione e di peculiari caratteristiche tessiturali.

Dall'analisi di dati stratigrafici, da fonti bibliografiche e dal confronto con i dati relativi alle prove penetrometriche realizzate nell'area, i terreni costituenti il sottosuolo dell'area collinare di Napoli oggetto di studio sono stati distinti nei seguenti complessi a partire da quelli più recenti dall'alto verso il basso:

- A. Suolo agrario: limi sabbiosi con cineriti (recenti - Quaternario).
- B. Piroclastiti stratificate costituiti da staterelli alternati di ceneri e pomici ad andamento regolare in giacitura primaria o leggermente rimaneggiate (Olocene).
- C. Tufo giallo vacuolare e scoriaceo 13.000 anni BP.

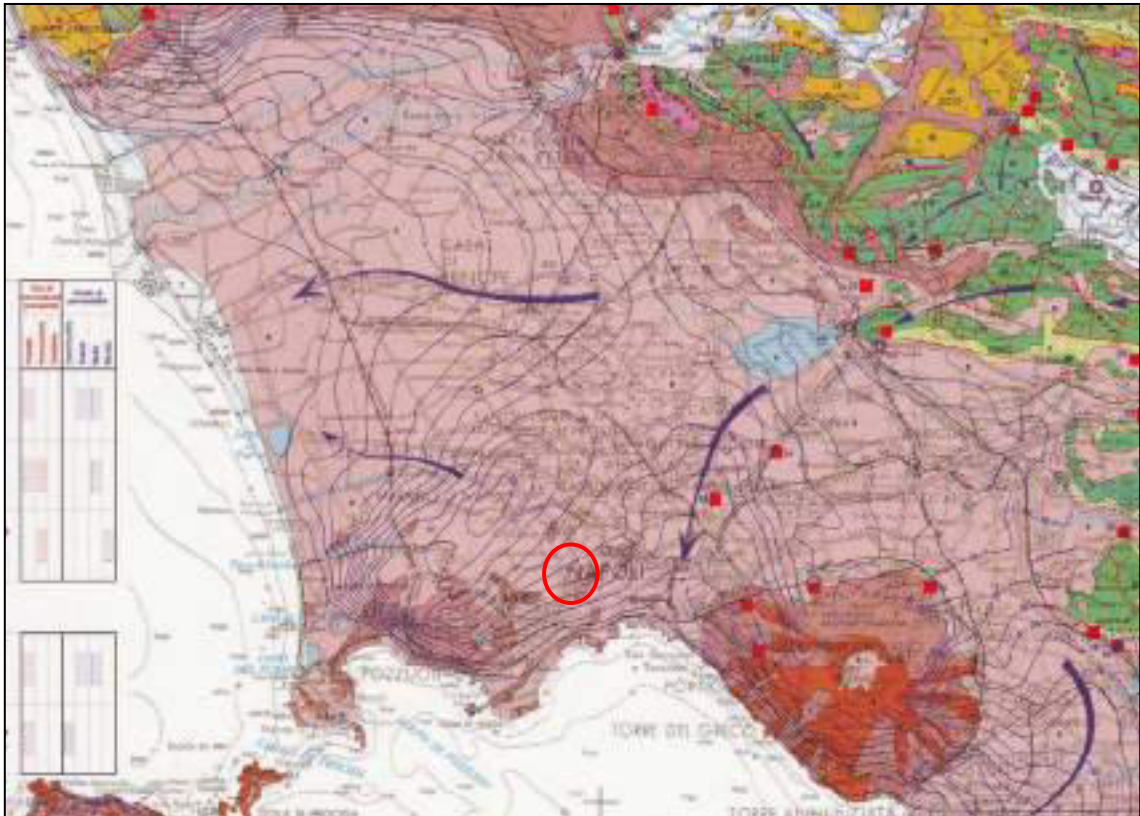
## 6 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Il sottosuolo della zona collinare napoletana è sede di una falda idrica profonda che defluisce verso sud, raccordandosi con la superficie marina.

L'acquifero principale è rappresentato dai depositi piroclastici sciolti con granulometria da media a media-grossolana sottostanti la porzione tufacea litoide. Anche il tufo partecipa alla circolazione idrica sotterranea attraverso una permeabilità che si esplica attraverso il sistema di fratture da raffreddamento. Come è tipico per gli acquiferi piroclastici, la circolazione idrica sotterranea, nell'area di studio si raccorda all'incirca all'andamento della topografia.

Il sottosuolo della zona in oggetto pertanto è sede di una falda idrica che defluisce verso sud, raccordandosi con la superficie marina.





Carta idrogeologica dell'Italia meridionale; cerchiata in rosso l'area di Studio (da Celico et alii, 2005).

Gli apporti per travasi sotterranei nella piana campana sono stati stimati nell'ordine di 70 milioni di mc/anno. La trasmissività media dell'acquifero principale è di circa  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  mq / sec. con valori minimi in prossimità della costa ( $10^{-4}$  -  $2 \cdot 10^{-5}$  mq/sec.). La falda idrica nell'area oggetto del presente studio, misurata in pozzo esistente in area adiacente a quella di studio, si attesta ad una profondità di circa 100.00 metri dal p.c.

## 7 PERICOLOSITA' SISMICA

Il territorio di Napoli non presenta, nei suoi confini amministrativi, strutture sismogenetiche note; esso risente dei fenomeni sismici che si originano nella catena appenninica e nelle aree vulcaniche dei Campi Flegrei e del Somma- Vesuvio.

Per quanto concerne la sismicità dell'area, con particolare riferimento alla macrosismologia, la ricerca su quanto avvenuto in passato si è avvalsa dei cataloghi predisposti dalla Comunità Scientifica ed in particolare della documentazione prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Più in dettaglio sono stati esaminati:

- il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI 15;
- il Database collegato al Catalogo DBMI 15 v 4;

I dati di questa analisi sono riassunti nella Tab. successiva, dalla quale si evince che per il territorio comunale di Napoli, la massima intensità sismica risentita è relativa al terremoto Appennino centro meridionale del 05/12/1456 ed è pari all' VIII grado MCS.

**Tab. III: osservazioni macrosismiche per il comune di Napoli;**  
**Is** rappresenta l'intensità di sito espressa nella scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), mentre  
**Ix** l'intensità epicentrale (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), **Mw** rappresenta la magnitudo momento  
 dell'area epicentrale.

<b>Seismic history of Napoli [40.855, 14.260]</b>					
Total number of earthquakes: 183					
Effects	Earthquake occurred:				
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	nMDP	Ix	Mw
8	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
8	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06
7-8	1349 09 09	Lazio-Molise	24	10	6.80
7-8	1386 03 17	Napoli	1	7-8	3.75
7-8	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
7	1293 09 04	Sannio-Matiese	6	8-9	5.80
7	1456 12 30 08 20	Appennino centro-meridionale	2		
7	1561 07 31 20 10	Penisola sorrentina	5	8	5.56
7	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
7	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
7	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
7	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
6-7	1575 06 05 20 30	Napoli	2	5-6	3.25
6-7	1756 10 22 14	Napoletano	5	6-7	3.50
6-7	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
6-7	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
D	1280	Napoli	1		
6	1457 01 08	Napoli	1	6	3.37
6	1505 05 18 08 55	Campi Flegrei (Agnano)	3	7-8	3.75
6	1538 04 20	Campi Flegrei	1	5-6	3.25
6	1702 03 14 05	Sannio-Irpinia	37	10	6.56
6	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7.12
5-6	1564 07	Campi Flegrei	2	5	3.12
5-6	1631 12	Area Vesuviana	2	5-6	3.25
5-6	1742 08 17	Napoli	1	5-6	3.25
5-6	1981 02 14 17 27 4	Monti di Avella	85	7-8	4.88
5-6	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8	5.86
5	1406 09 16	Napoli	1	5	3.12
5	1466 01 15 02 25	Irpinia-Basilicata	31	8-9	5.98
5	1498 10 07	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	5-6	3.25
5	1499 03 18 01 45	Napoli	1	5	3.12
5	1508 07 19 08 55	Napoli	1	5	3.12
5	1517 03 29 19	Irpinia	3	7-8	5.33
5	1520 01 28 23 50	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	6-7	3.50
5	1536 08 07	Napoli	1	5	3.12
5	1538 09 29 18 30	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	8	3.88
5	1566 05 06 22 45	Campi Flegrei	2	5	3.12
5	1570 04 30 23 06	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	6-7	3.50
5	1582 06 05 07 08	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	8	3.88
5	1601 08 10	Napoli	1	5	3.12
5	1627 07 30 10 50	Capitanata	64	10	6.66
5	1646 05 31	Gargano	35	10	6.72
5	1685 05	Penisola Sorrentina	5	5-6	4.73
5	1687 04 25 00 30	Penisola Sorrentina	2	6	4.63
5	1692 03 04 22 20	Irpinia	9	8	5.88
5	1702 03 14 04 30	Sannio-Irpinia	4	6-7	4.86
5	1720 08 28	Cassinese	2	5-6	4.35
5	1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
5	1794 06 12 22 30	Irpinia	16	7	5.26
5	1836 11 20 07 30	Appennino lucano	17	8	5.86
5	1851 08 14 13 20	Vulture	103	10	6.52
5	1882 06 06 05 40	Isernino	50	7	5.20
5	1883 07 28 20 25	Isola d'Ischia	27	9-10	4.26
5	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
4-5	1561 08 19 15 50	Vallo di Diano	32	10	6.72
4-5	1568 12 27	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	6	3.37
4-5	1657 01 29 02	Capitanata	12	8-9	5.96
4-5	1702 04 02 06 20	Sannio-Irpinia	4	6-7	4.86

**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA - APPLICATA & AMBIENTALE**

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: [gennaro.dagostino@libero.it](mailto:gennaro.dagostino@libero.it)

4-5	1706 11 03 13	Maiella	99	10-11	6.84
4-5	1731 10 17 11	Tavoliere delle Puglie	6	6-7	4.86
4-5	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6.68
4-5	1760 12 23	Area vesuviana	7	6-7	3.50
4-5	1777 06 06 16 15	Tirreno meridionale	9		
4-5	1905 03 14 19 16	Avellinese	94	6-7	4.90
4-5	2016 10 30 06 40 1	Valnerina	379		6.61
4	1537 02 14	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	6-7	3.50
4	1538 09 20	Campi Flegrei (Pozzuoli)	3	5-6	3.25
4	1538 09 22	Campi Flegrei (Pozzuoli)	3	5-6	3.25
4	1538 09 23	Campi Flegrei (Pozzuoli)	3	5-6	3.25
4	1538 09 24	Campi Flegrei (Pozzuoli)	3	5-6	3.25
4	1538 09 25	Campi Flegrei (Pozzuoli)	3	5-6	3.25
4	1538 09 26	Campi Flegrei (Pozzuoli)	3	5-6	3.25
4	1538 09 27	Campi Flegrei (Pozzuoli)	3	5-6	3.25
4	1538 09 28 06 00	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	5-6	3.25
4	1538 09 28 17 30	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	5-6	3.25
4	1538 09 29 11 00	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	5-6	3.25
4	1737 03 31 17 20	Monti di Avella	3	7	5.10
4	1739 02 27 04 20	Benevento	3	5-6	4.40
4	1741 08 06 13 30	Irpinia	8	7-8	5.44
4	1779 10 01 00 45	Napoletano	3	6	3.37
4	1783 03 28 18 55	Calabria centrale	323	11	7.03
4	1853 04 09 12 45	Irpinia	47	8	5.60
4	1874 12 06 15 50	Val Comino	43	7-8	5.48
4	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
4	1927 05 25 02 50	Sannio	54	6	4.98
4	1930 04 27 01 46	Salernitano	26	7	4.98
4	1971 05 06 03 45	Irpinia	68	6	4.83
4	1975 06 19 10 11	Gargano	61	6	5.02
4	1979 09 19 21 35	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 12 03 23 54 2	Irpinia-Basilicata	11	6	4.83
4	1982 03 21 09 44 0	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
4	1999 10 09 05 41 0	Area vesuviana	38	5	3.24
F	1457 02 10	Capua	2	5-6	4.40
F	1498 10 20	Campi Flegrei (Pozzuoli)	2	7	3.63
F	1654 07 24 00 25	Sorano	44	9-10	6.33
F	1693 01 08	Pollino	16	7	5.27
F	1694 10 07 15	Penisola sorrentina	9	5-6	4.71
F	1782 01 11	Benevento	2	5	4.16
F	1794 06 15	Area vesuviana	3	4	2.87
F	1806 07 21 09	Cassinese	5	5-6	4.40
F	1821 08 02	Calabria centrale	3	7	5.10
F	1826 02 01 16	Potentino	18	8	5.74
F	1826 10 26 18	Salento	7	6-7	5.22
F	1841 02 21	Gargano	13	6-7	5.17
F	1846 08 08	Potentino	13	6-7	5.18
F	1858 03 07 14	Campania meridionale	9	7-8	5.39
F	1858 03 07 19	Vibonati	3	4	3.70
F	1861 12 09	Torre del Greco	3	5-6	3.25
F	1903 05 04 03 44	Valle Caudina	78	7	4.69
F	1905 08 25 20 41	Valle Peligna	29	6	5.15
F	1916 07 03 23 21	Isola di Stromboli	18	5-6	4.66
F	1971 11 29 18 49 3	Alta Val d'Agri	17	5	4.50
F	2016 08 24 01 36 3	Monti della Laga	221	10	6.18
F	2016 10 26 19 18 0	Valnerina	77		6.07
3-4	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92
3-4	1735 01 26	Casertano	3	5	4.16
3-4	1806 08 26 07 35	Colli Albani	35	8	5.61
3-4	1836 04 25 00 20	Calabria settentrionale	44	9	6.18
3-4	1851 08 14 14 40	Vulture	10	7-8	5.48
3-4	1893 01 25	Vallo di Diano	134	7	5.15
3-4	1895 02 01 07 24 3	Monti del Partenio	40	5	4.29
3-4	1901 07 31 10 38 3	Sorano	76	7	5.16
3-4	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6.95
3-4	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5.18
3-4	1924 05 09 05 48	Irpinia	8	4	4.71
3-4	1981 01 09 00 12 4	Irpinia-Basilicata	6	5-6	4.36
3-4	2002 11 01 15 09 0	Molise	638	7	5.72
3	1560 05 11 04 40	Costa pugliese centrale	7	8	5.66

3	1638 03 27 15 05	Calabria centrale	213	11	7.09
3	1688 07 23	Capitanata	3	7-8	5.33
3	1688 08 14	Beneventano	3	6-7	4.86
3	1694 10 09	Avellino	2	5-6	4.40
3	1703 01 16 13 30	Appennino laziale-abruzzese	22		
3	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6.67
3	1733 05 15 00 30	Puglia	3		
3	1739 02 12 21 30	Tavoliere delle Puglie	5	5-6	4.40
3	1779 12 12	Napoletano	5	6	3.37
3	1805 10 13 22	Pianura Campana	3	7	5.10
3	1814 11 25	Beneventano	2	5-6	4.40
3	1817 04 17	Potentino	7	4-5	3.97
3	1821 11 22 01 15	Costa molisana	9	7-8	5.59
3	1832 03 08 18 30	Crotonese	99	10	6.65
3	1858 05 24 09 20	Tavoliere delle Puglie	13	4-5	4.35
3	1870 10 04 16 55	Cosentino	54	9-10	6.24
3	1872 10 08 13 25	Cosentino	6	5	4.72
3	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
3	1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11
3	1903 12 07 05 58	Beneventano	9	4-5	4.14
3	1907 12 18 19 21	Monti Picentini	35	5-6	4.52
3	1922 12 29 12 22 0	Val Roveto	119	6-7	5.24
3	1923 11 08 12 28	Appennino campano-lucano	28	6	4.73
3	1924 03 26 20 50	Sannio	12	4	4.06
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
3	1936 04 03 18 42	Valle Caudina	10	5-6	4.25
3	1948 08 18 21 12 2	Gargano	58	7-8	5.55
3	1973 08 08 14 36 2	Appennino campano-lucano	29	5-6	4.75
3	1980 06 14 20 56 5	Marsica	69	5-6	4.96
3	1996 04 03 13 04 3	Irpinia	557	6	4.90
2-3	1873 07 12 06 06	Val Comino	61	7-8	5.38
2-3	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5.22
2	1854 02 12 17 50	Cosentino	89	10	6.34
2	1867 08 15 23 30	Isola d'Ischia	2	4-5	2.99
2	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
2	1885 09 17 09 35	Benevento	22	5	4.26
2	1885 12 26 02	Molise	28	5-6	4.66
2	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
2	1908 12 28 04 20 2	Stretto di Messina	772	11	7.10
2	1925 09 24 13 33 4	Molise occidentale	50	7	5.26
2	1956 09 22 03 19 3	Gargano	57	6	4.64
2	1977 07 24 09 55 2	Irpinia	85	5-6	4.37
2	1978 02 08 04 10 2	Irpinia	100	5-6	4.44
2	2003 06 01 15 45 1	Molise	501	5	4.44
NF	1783 02 05 12	Calabria meridionale	356	11	7.10
NF	1828 02 02 09 15	Isola d'Ischia	10	8-9	4.01
NF	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
NF	1880 07 24 05 40	Isola di Ventotene	5	6	4.63
NF	1881 03 04 12 15	Isola d'Ischia	17	9	4.14
NF	1887 12 03 03 45	Calabria settentrionale	142	8	5.55
NF	1915 09 23 18 07	Marsica	18	6	5.07
NF	1927 12 26 15 06 1	Colli Albani	38	7	4.89
NF	1967 12 09 03 09 5	Adriatico centrale	22		4.36
NF	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62

Le nuove norme tecniche in materia di rischio sismico (OPC 3274/2003), indicano **4** valori di accelerazioni orizzontali **ag/g** di ancoraggio dello spettro di risposta elastico; pertanto, il numero delle **zone** è fissato in **4**.

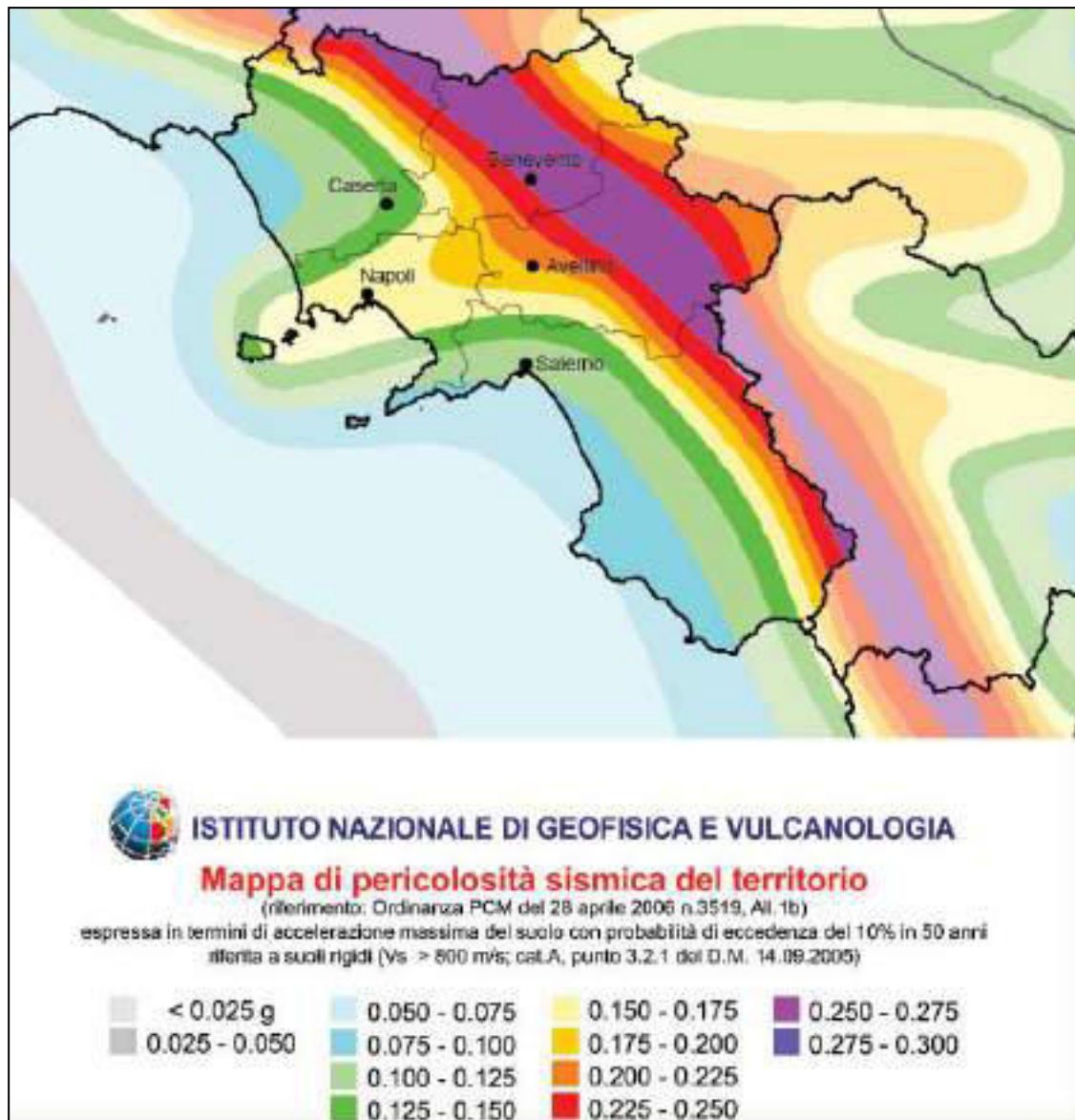
Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, Ciascuna è contrassegnata da un valore del parametro **ag max.** secondo lo schema successivo:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni valore di $a/g$	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico valore di $ag/g$
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie zone

Per quanto riguarda l'area in oggetto, dal novembre 2002, (D.G.R. n°5447 del 07/11/2002 e D.G.R. n°248 del 24/01/2003 "Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania") il territorio Comunale di **Napoli** rientra in zona sismica di II<sup>a</sup> Categoria. (in generale si fa riferimento anche all'OPCM 3274).

**Il DM 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» che sostituisce il DM 14 gennaio 2008** stabilisce che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.



**Mapa di Pericolosità Sismica della Campania Fonte INGV**

La pericolosità sismica (**PGA Peak ground acceleration**) è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A**), nonché di ordinate dello **spettro di risposta elastico** in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ . Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**ag** -accelerazione orizzontale massima al sito;

**Fo** -valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

**T\*C** -periodo di inizio del tratto a vel. costante dello spettro in acc. orizzontale.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di **ag**, **Fo** e **T\*C** necessari per la determinazione delle azioni sismiche, riferendosi ad una griglia di

parametri spettrali di riferimento che copre tutto il territorio nazionale con passo di circa 15 Km per nodo.

Inoltre, la suddetta norma, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle cinque categorie definite nella Tab. successiva propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione, da eseguire con un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

Come specificato nel paragrafo successivo, dall'elaborazione delle indagini sismiche effettuate, e dal confronto di queste con i dati stratigrafici, ci troviamo nel caso specifico nella condizione stratigrafica di substrato sismico posto a profondità superiore ai 30 metri, pertanto la categoria di sottosuolo viene calcolata riferendoci ai valori di velocità delle onde di taglio mediate, sui primi 30 metri di terreno ( $V_{s30}$ ):

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, come sopra già specificato, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

<b>A</b>	<b><i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i></b> 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.
<b>B</b>	<b><i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i></b> , 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.
<b>C</b>	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i></b> 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.
<b>D</b>	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i></b> , 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.
<b>E</b>	<b><i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i></b> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

### 7.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO

Per addivenire ad informazioni circa l'entità e la distribuzione dei parametri sismici, necessari alla stesura di questa parte di studio, si sono utilizzati i dati scaturiti dall'indagini geognostiche effettuate in sito secondo quanto prescritto dalle norme legislative vigenti Nazionali e Regionali.

In particolare, sono stati eseguiti, a tale proposito, due profili sismici multicanale mediante la tecnica HVSR.

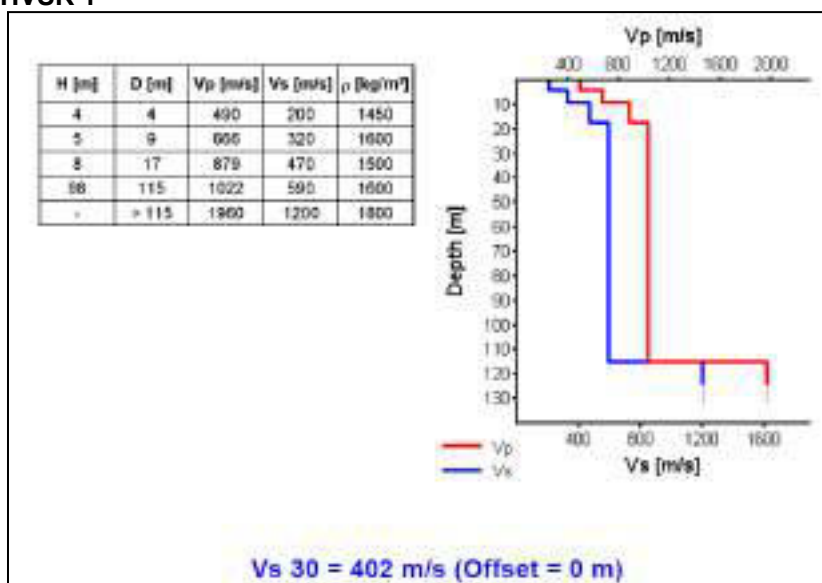
La caratterizzazione sismica con sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso. Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico o microtremore) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di  $10^{-4}$  -  $10^{-2}$  mm (Okada, 2003). L'analisi delle misure di rumore sismico che sembra fornire i risultati migliori è proprio quello dei rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSR.

L'apparecchiatura utilizzata si compone di n.1. PC portatile Acer per il salvataggio dei dati acquisiti, un Tromografo digitale SR04 a tre componenti con frequenza dei geofoni di 2 Hz, Per l'interpretazione dei dati sperimentali relativi alle indagini sismiche HVSR è stato utilizzato il software di elaborazione Sesmowin. Confrontando i dati scaturiti dalle indagini sismiche HVSR con i dati stratigrafici quali risultano dai relativi sondaggi a carotaggio continuo e con quelli relativi a prove penetrometriche, è stato possibile effettuare una caratterizzazione geosismica degli strati litologici significativi costituenti il sottosuolo:

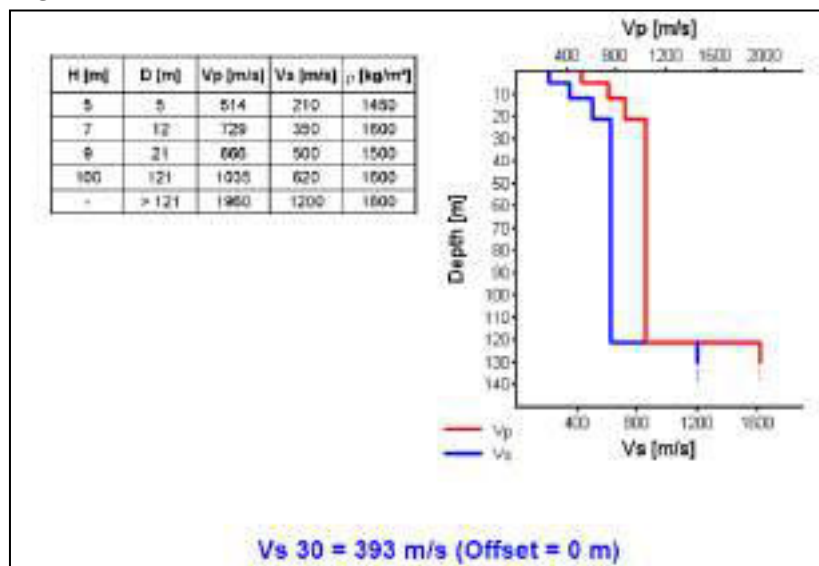
L'elaborazione dei dati sopra menzionati, confrontati con la stratigrafia scaturita dalle analisi dirette effettuate nel sito in oggetto, ha permesso quindi di effettuare una caratterizzazione del sito in oggetto dal punto di vista della risposta sismica. Da cui, analizzando il valore della Vs per i singoli strati, si ricava il valore della Vs30.



## HVSr 1



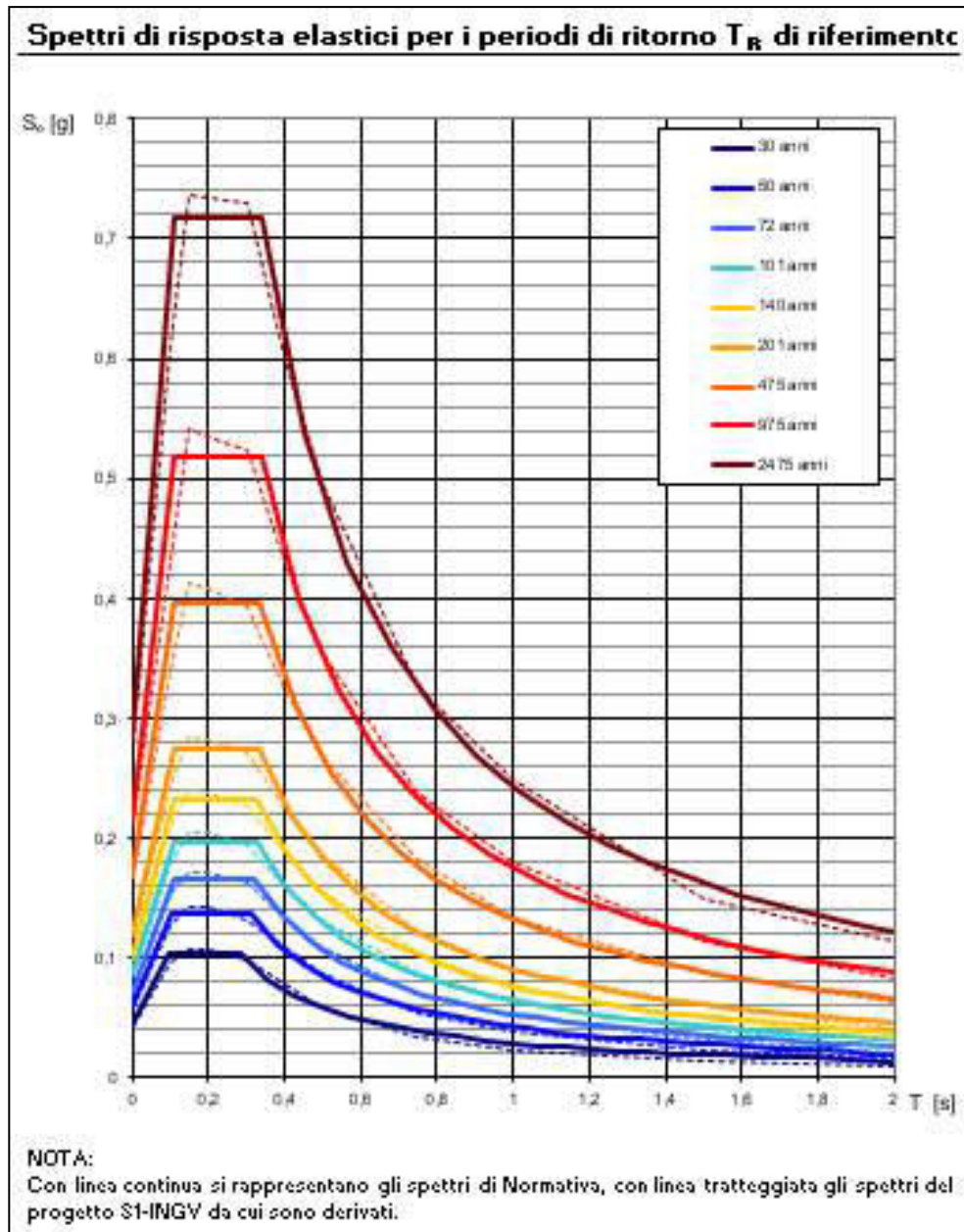
## HVSr 2



Il “range” dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto risulta caratterizzato da un valore della **Vs30 medio di 397 m/sec ricadente quindi nella categoria di suolo B**. Tale valore è stato calcolato partendo dai terreni posti al piano campagna.

Come anzi detto, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso lo spettro di risposta elastico. Per il calcolo dei parametri spettrali si è fatto uso del programma edito sul sito web del Ministero Delle Infrastrutture **Spettri-NTC ver.1.0.3. e di quello sul sito della GEOSTRU.**

Partendo dalle coordinate del sito in oggetto **LAT 40.814517°** e **LON 14.205373°** (Cfr. Fig. 2.1) si ricavano i valori di  $A_g$ ,  $F_0$  e  $T^*C$  riferiti al punto indicativo del sito in oggetto, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria **A**) con superficie topografica orizzontale, ossia in assenza di effetti locali. Nel grafico e nella tabella successiva vengono riportati in forma grafica e in forma tabellare gli spettri di risposta e i parametri spettrali relativi al sito in oggetto:



$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T^*_c$ (s)
30	0,044	2,350	0,283
50	0,059	2,328	0,312
72	0,072	2,320	0,320
101	0,085	2,320	0,326
140	0,100	2,316	0,329
201	0,119	2,307	0,331
475	0,167	2,362	0,335
975	0,213	2,429	0,338
2475	0,280	2,561	0,339

Valori dei parametri  $A_g$   $F_0$   $T^*_c$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento per il sito in oggetto

Questi parametri degli spettri di risposta come detto in precedenza sono relativi ad un sito privo di effetti al suolo, ossia senza effetti locali stratigrafici e topografici.

Per quanto riguarda la strategia di progetto, considerando le caratteristiche strutturali e d'uso del fabbricato in oggetto, questo per norma è classificabile come opera ordinaria, con vita nominale  $V_N \geq 50$  anni e Classe d'uso di II categoria.

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

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

**2.4.2. CLASSI D'USO**

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

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

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

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

**2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA**

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicazione la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad [2.4.1]$$

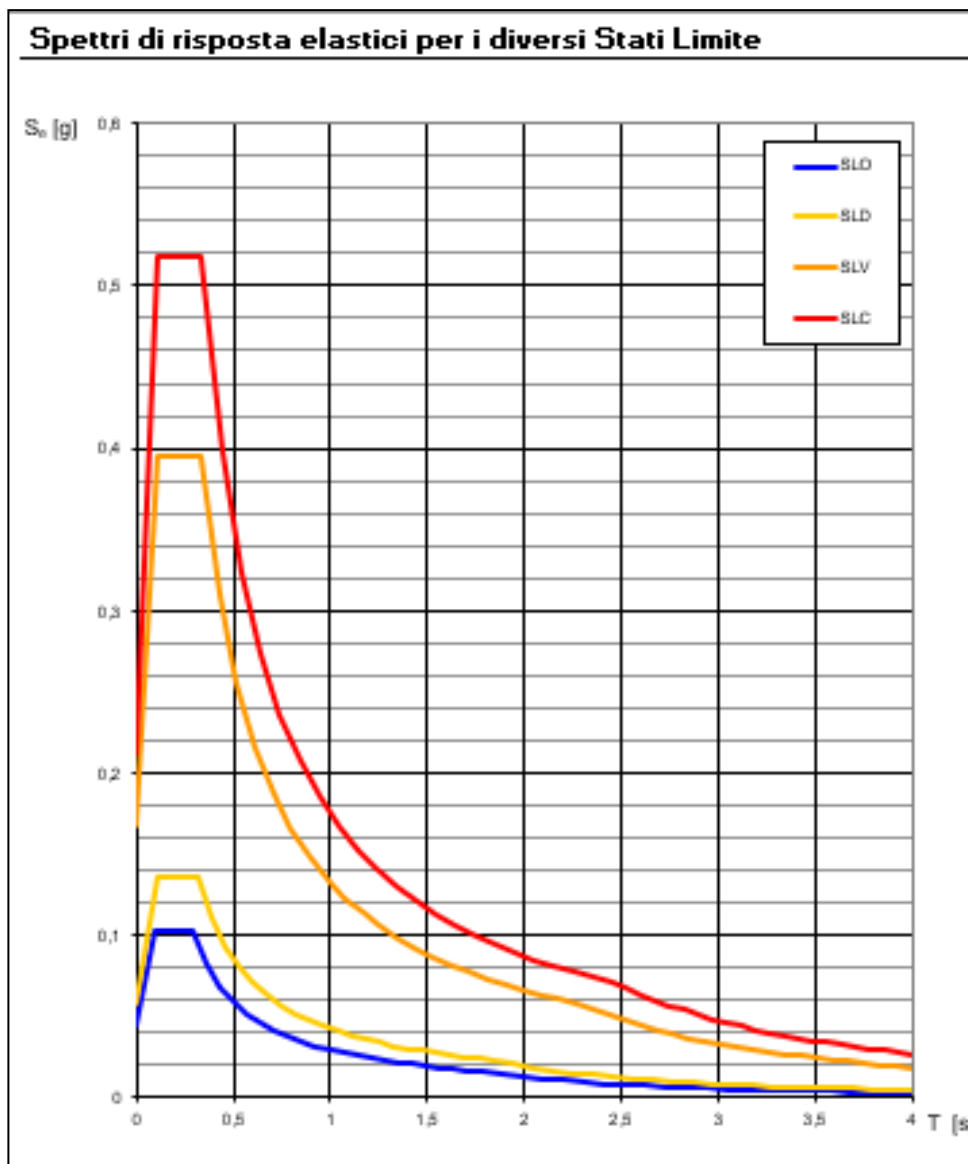
Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidenti rilevanti si adottano valori di  $C_U$  anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

Come riportato in tabella (rif. NTC 2018) ad ogni classe d'uso corrisponde un Coefficiente d'uso  $C_U$  che, moltiplicato per la vita nominale della costruzione, consente di ricavare la vita di riferimento  $V_R$  per il fabbricato in oggetto, nel caso specifico uguale a 50 anni. Di seguito vengono riportati gli spettri agli stati limiti relativi alle specifiche caratteristiche del fabbricato in oggetto.



STATO LIMITE	$T_R$ (anni)	$A_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c'$ (s)
SLO	30	0,044	2,350	0,283
SLD	50	0,059	2,328	0,312
SLV	475	0,167	2,362	0,335
SLC	975	0,213	2,429	0,338

Valori dei parametri  $A_g$   $F_0$   $T_c'$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento associati a ciascun SL

Per quanto riguarda l'amplificazione stratigrafica la norma individua due fattori di incremento  $S_s$  e  $C_c$  in funzione della categoria di suolo di fondazione calcolata nel sito di realizzazione, mentre per quanto riguarda l'amplificazione topografica la norma individua quattro classi di variabilità assegnando a ciascuna un valore del coefficiente stratigrafico  $T_s$ . Nelle tabelle successive vengono riportati i range di variabilità dei coefficienti di amplificazione:

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_a \cdot \frac{a_x}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_a \cdot \frac{a_x}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_a \cdot \frac{a_x}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_a \cdot \frac{a_x}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Espressioni di calcolo dei coeff. di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e  $C_c$  per le diverse categorie di suolo

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

Categorie di amplificazione topografica

**Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

Valori del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  per le diverse categorie topografiche

Dalle analisi geologico geomorfologico e geognostiche effettuate in sito si evince che per il sito in oggetto può essere ragionevolmente assegnare una categoria di amplificazione topografica di tipo **T1** ossia assimilabile a zona con pendenza inferiore di 15. Inoltre per il sito in oggetto risulta un rapporto  $h/H$  uguale a 0.64 con  $h$  quota punto di indagine e  $H$  quota del rilievo. Mentre confrontando i risultati emersi dalle indagini sismiche effettuate, emerge una categoria di suolo di tipo B.

In definitiva l'analisi degli spettri di risposta agli Stati Limiti (SLE e SLU) fornisce per il sito in oggetto i seguenti **Coefficienti Sismici**:

Coefficienti sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Ss</b>	1,200	1,200	1,200	1,190
<b>Cc</b>	1,420	1,390	1,370	1,370
<b>St:</b>	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>Kh:</b>	0.010	0.014	0.048	0.071
<b>Kv:</b>	0.005	0.007	0.024	0.035
<b>Amax:</b>	0.513	0.686	1.959	2.476
<b>Beta:</b>	0.200	0.200	0.240	0.280

## 7.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Con il termine di liquefazione si intende riferirsi alla perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella delle masse viscosse. Ciò avviene solitamente nei depositi di sabbie sciolte fini quando sotto l'azione di carichi applicati o di forze idrodinamiche, la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad uguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

L'occorrenza della liquefazione ha effetti in superficie solamente in particolari condizioni. Nel caso di terreno pianeggiante, gli effetti in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale non liquefacibile è maggiore dello spessore dello strato sottostante liquefacibile.

il Potenziale di liquefazione di un determinato terreno sabbioso si esprime attraverso un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto tra la resistenza al taglio mobilizzabile nello strato (R) e lo sforzo tagliente indotto dal sisma di progetto (T):

$$F_s = R/T$$

I terreni suscettibili alla liquefazioni sono quelli la cui resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito tra le particelle, quindi i terreni incoerenti.

la grandezza T dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto). R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche, statiche o con i valori delle velocità delle onde S ricavati da stendimenti di sismica. La grandezza T viene ricavata attraverso la relazione:

$$T (CSR) = 0.65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) r_d \left( \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right)$$

Che rappresenta in altre parole la tensione indotta dal terremoto; dove:

T o csr = resistenza ciclica alla liquefazione

a max = accelerazione sismica massima;

g = accelerazione di gravità = 980.7 cm/s<sup>2</sup>;

$\sigma_v$  = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.;

$\sigma'_v$  = pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.;

rd (coefficiente funzione della profondità dal p.c.) = (1-0.015z)

La resistenza alla liquefazione **R (crr)**, nel caso specifico, viene valutata in funzione della magnitudo del sisma di progetto (terremoto atteso per l'area in oggetto), numero di colpi penetrometrici  $N_{(60)}$ , pressione verticale effettiva, densità relativa. Il numero di colpi penetrometrici  $N_{(60)}$  rappresenta il numero di colpi  $N_{spt}$  normalizzato ad una pressione effettiva di confinamento di 100 KPa e un fattore di rendimento energetico di 0.6 nell'esecuzione della prova.

$$R (CRR) = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{v0}}$$

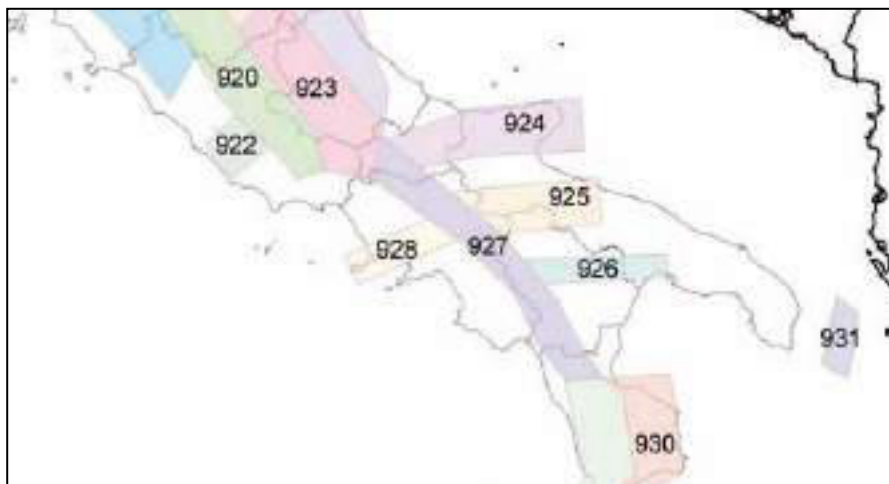
In altre parole R è la resistenza normalizzata rispetto alla tensione efficace verticale iniziale  $\sigma'_{v0}$ .

Per quanto riguarda il valore di Magnitudo locale di progetto, sono state seguite le procedure contenute in *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* edito da Dip. Prot. Civile (2009). La ragione per la quale la magnitudo entra in gioco è che, tanto più è elevata, tanto maggiore è l'energia rilasciata e, quindi, la capacità di generare cicli di deformazione del terreno di numero ed ampiezza tali da produrre sovrappressioni neutre e fenomeni di liquefazione. Per le stesse ragioni, eventi di M elevata possono produrre impulsi in grado di conferire elevate energie cinetiche a parti di terreno o di rocce e quindi fenomeni di instabilità.

**Tabella 2.8-1 - Valori di  $M_{max}$  per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)**

Nome ZS	Numero ZS	$M_{max}$
Colli Albani, Etna	922, 926	5.40
Ischia Vesuvio	928	5.91
Abruzzo zone	921, 922, 923, 924, 927, 928, 929, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 927, 928, 929	4.74
Medio-Marche/Abruzzo con Appennino Umbro e Alto Adriatico	918, 919, 918	4.37
Irati - Veneto Orientale, G. di Venesia, G. di Venezia - Mugello, Calabria Jonica	925, 926, 915, 927	4.40
Medio Gargano, Tirreno, Canale d'Oronto	924, 925, 921	4.80
Appennino Abruzzese - Sannio - Irpina - Basilicata	922, 927	7.26
Calabria Jonica, B. I.	929, 926	7.75

In particolare per l'area in oggetto sono state individuate due zone sismogenetiche rappresentate dalla Zona 928 (Ischia Vesuvio) e la zona 927 (Appennino Abruzzese Sannio Irpina Basilicata) che presentano distanza minima dalla zona in oggetto rispettivamente di circa 10 e 70 Km (Cfr fig successiva).



**Figura 7.1: Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento (Gruppo di lavoro, 2004).**

Il calcolo del potenziale di liquefazione (Cfr. OPCM 3274/2003 e D.M. 17/01/2018 NTC) è stato omesso essendo la soggiacenza della falda a profondità abbondantemente superiore dei 15 metri di profondità.

Pertanto, i litotipi caratterizzanti il sottosuolo possono ritenersi non suscettibili a fenomeni di liquefazione.



## 8. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

La caratterizzazione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione dell'opera in oggetto è stata realizzata sulla scorta dei risultati dei sondaggi con SPT i foro effettuati in sito, dall'analisi di laboratorio su campione indisturbato e a quelli relativi alle indagini geognostiche in sito realizzate e consistite in 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti **DPSH**. I certificati e l'elaborazione dei dati relativi alle indagini eseguite, utilizzate per il calcolo delle caratteristiche di carico dei terreni, sono riportati in allegato alla presente relazione.

Le prove penetrometriche sono state eseguite con il Penetrometro della Pagani Geotechnical Equipment mod. TG 63-200 cingolato da 200 KN (20 t). Per quanto riguarda la stratigrafia questa è stata elaborata dai dati relativi al sondaggio geognostico a carotaggio continuo realizzato in prossimità del sito nell'ambito di un progetto in un sito limitrofo, la cui successione stratigrafica è indicativa di quella relativa all'area di studio.

### 8.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH e SPT - ANALISI DI LABORATORIO

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard (angolo di apertura 60°) che viene infissa nel terreno mediante una massa battente di 63,50 Kg (e altezza di caduta di 75 cm) da un apposito dispositivo a percussione. La resistenza nella DPSH viene ricavata mediante il numero di colpi N, necessari per far avanzare di 20 cm la penetrazione della serie di aste lunghe ciascuna 1 metro che portano alla estremità la punta conica; nella SPT invece la resistenza alla penetrazione viene ricavata mediante il numero di colpi N, necessari per far avanzare di 30 cm la penetrazione della colonna di aste di manovra che portano alla estremità la punta conica. Per maggiori specificazioni in merito si rimanda all'allegato delle indagini. Inoltre, mediante la prova, si ricavano una serie di parametri indici dei terreni quale la densità relativa ( $D_r$ ) e meccanici, quale l'angolo di attrito ( $\varphi$ ). Le informazioni che la prova DPSH fornisce sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta la durata dell'infissione. Le prove forniscono una valutazione qualitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati.

I campioni indisturbati sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio; in particolare sono state indagate le caratteristiche indici generali, l'analisi granulometrica e la prova di taglio diretta.

In allegato alla presente relazione viene riportata l'elaborazione delle prove sia sotto forma di diagrammi che di tabulato dei valori rilevati alla centralina nonché quelli derivanti dall'elaborazione.

### 8.2 CARATTERI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

I dati acquisiti in sito durante l'esecuzione delle indagini geognostiche sono stati sottoposti ad elaborazione con l'ausilio di software di tipo geologico-geotecnico della *GeoStru Software* in licenza allo studio, allo scopo di determinare il valore dei principali

parametri geotecnici relativi ai diversi litotipi attraversati. I risultati di tali elaborazioni sono stati poi messi a confronto tra loro di modo da avere un quadro geologico e geotecnico conoscitivo chiaro e di sufficiente dettaglio. Dall'analisi delle caratteristiche geomeccaniche che scaturiscono dalle succitate indagini è stato possibile schematizzare un modello del sottosuolo che presenta le seguenti caratteristiche:

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Peso di volume $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\Phi$ (°)	Densità relativa (%)	Modulo Edometrico <b>Eed</b> (Mpa)	Modulo Elastico <b>y</b> (Mpa)	Modulo Poisson <b>v</b>	Modulo di taglio <b>G</b> (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	0,00-0,40	4,5	13,78	23,22	52,21	13,69	9,38	0,34	26,21
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	0,40-1,20	27,38	16,40	35,27	100	45,70	41,06	0,3	143,09
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	1,20-2,00	17,25	15,35	31,09	89,36	35,27	30,63	0,32	92,69
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	2,00-3,20	11,25	14,64	27,99	67,01	29,65	24,45	0,33	62,02
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	3,20-4,20	16,8	15,30	30,87	76,31	35,07	30,17	0,32	90,41
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	4,20-11,00	21,7	15,83	33,04	70,98	40,22	35,21	0,31	115,00
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	11,00-13,00	57,6	18,58	44,39	98,14	81,92	75,02	0,24	287,89

La prova è stata spinta fino alla profondità di 13.00 metri fino al rifiuto.

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Peso di volume $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Densità relativa (%)	Modulo Edometrico <b>Eed</b> (Mpa)	Modulo Elastico <b>y</b> (Mpa)	Modulo Poisson <b>v</b>	Modulo di taglio <b>G</b> (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	0,00-0,80	3,68	13,67	22,43	46,23	12,34	8,18	0,35	21,69
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	0,80-4,00	10,11	14,50	27,31	63,8	27,15	23,28	0,33	56,09
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	4,00-11,80	17,26	15,35	31,09	59,8	34,28	30,64	0,32	92,74
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	11,80-13,40	29,77	16,63	36,13	65,55	48,75	43,52	0,3	154,81
Strato (5) Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	13,40-15,00	45,39	17,88	41,09	76,69	65,58	60,89	0,26	230,13

La prova è stata spinta fino alla profondità di 15.00 metri.

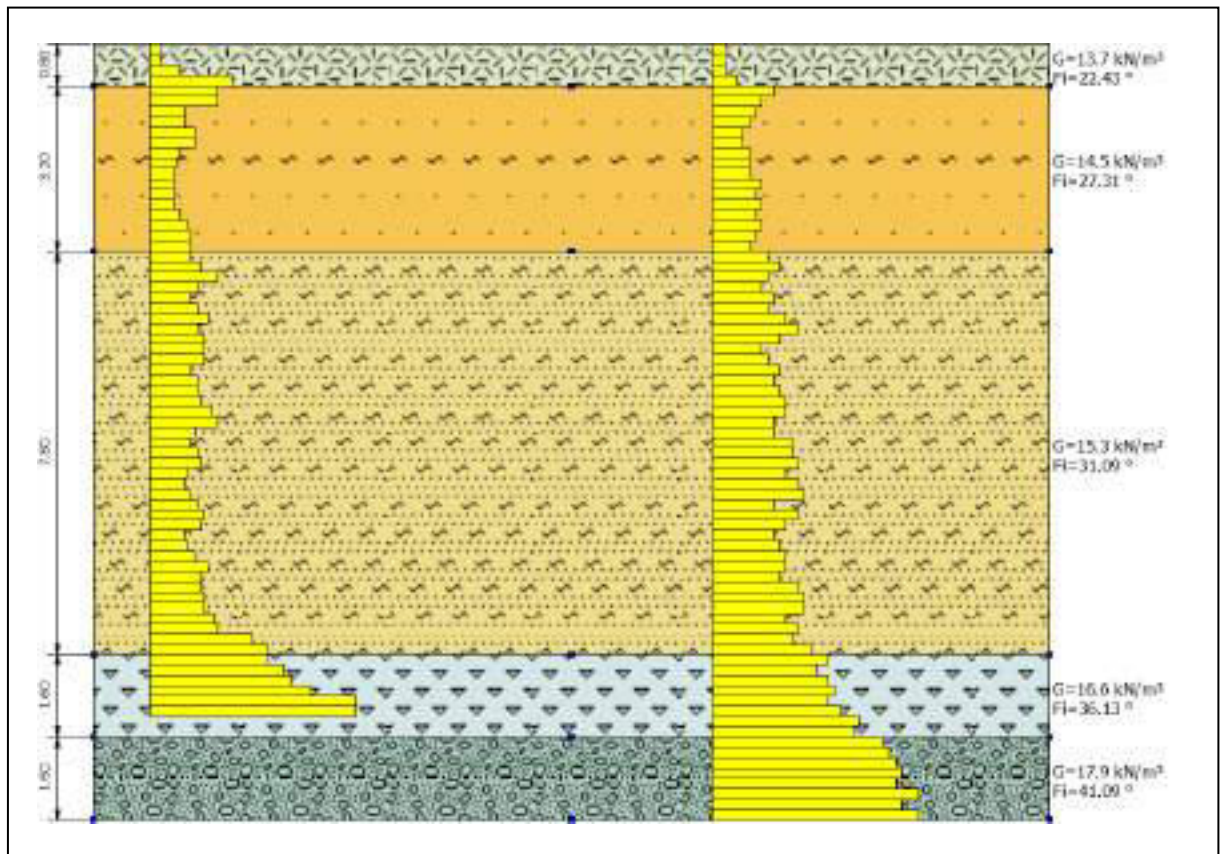
**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVE SPT IN FORO SONDAGGIO Nr.1**

PROVE SPT	Prof. (m)	NSPT	Peso unita' di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Densita' relativa (%)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
SPT (1)	3.50-3,95	23,00	15,97	33,57	59,62	40,79	36,55	0,31	121,47
SPT (2)	7.50-7,95	32,00	16,83	36,91	66,11	50,72	45,82	0,29	165,68
SPT (3)	15.00-15,45	34,00	17,00	37,58	63,48	52,60	47,88	0,29	175,40
SPT (4)	19.00-19,95	33,00	16,92	37,25	60,42	51,16	46,85	0,29	170,54
SPT (5)	26.50-26,95	55,00	18,45	43,72	71,23	77,78	72,01	0,24	275,66

**ANALISI DI LABORATORIO SU CAMPIONE INDISTURBATO SONDAGGIO S1**

CAMPIONE	Prof. (m)	Peso di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Porosità (%)	Saturazione (%)	Indice dei vuoti	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione C' (KPa)	Descrizione Granulometrica
1	3.0 - 3.5	14,83	17,34	50,29	49,04	1.01	26,66	3,27	Sabbia con limo con ghiaia
2	7.0 - 75	14,40	16,62	54,52	58,53	1,20	27,11	2,43	Sabbia con ghiaia con limo

Di Seguito si riporta, la sezione stratigrafica dei terreni interessati con le principali caratteristiche geotecniche e, al margine, il log penetrometrico derivato dall'elaborazione della prova penetrometrica dinamica n.2 realizzata in sito che ha raggiunto maggiori profondità integrata con i dati scaturiti dall'elaborazione delle SPT in foro e dall'analisi di laboratorio su campione indisturbato:



G: Peso di volume, Fi: Angolo di attrito di picco

Le indagini eseguite in sito e in laboratorio evidenziano che i terreni investigati a caratteristiche prevalentemente incoerenti, presentano buone proprietà geotecniche a partire già da 1.00 metri di profondità, con valori di angolo di attrito sempre superiore ai 27° e migliorando sensibilmente in profondità. Il tufo litoide non è stato intercettato fino alla profondità di 30.5 metri di profondità investigata nel sondaggi..

## 8. CONCLUSIONI

L'area studiata, interessata dal progetto di REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO AVERDE CONVENZIONATI, non presenta particolari complicazioni di carattere idrogeologico che possano inficiare la buona riuscita dell'opera, né tanto meno l'opera da eseguire determina l'alterazione degli equilibri idrogeologici dell'area. La morfologia dell'area intensamente antropizzata, si presenta ad andamento collinare e dai sopralluoghi effettuati non si rilevano processi gravitativi in atto.

**Il sito in oggetto non risulta classificato a rischio nella cartografia del PAI redatta dalla competente AdB sia per il Rischio Frana sia per quanto riguarda il Rischio Idraulico.**

**Dai rilievi e dalle indagini geognostiche effettuate in sito non si riscontra la presenza di cavità sotterranee nel sito di studio.**

Per quanto riguarda l'esame e l'inquadramento dell'intervento in progetto confrontando i dati scaturiti dalle indagini sismiche, dal sondaggio e delle prove penetrometriche effettuate, da quelli stratigrafici reperiti, è stato possibile definire quanto più precisamente l'assetto stratigrafico e lo stato fisico del sottosuolo.

In generale, Il sottosuolo, risulta caratterizzato dalla presenza, di litotipi ascrivibili ad una successione prevalentemente piroclastica incoerente da mediamente addensata ad addensata sovrapposta a terreni tufacei litoidi. Le caratteristiche geomeccaniche di questi litotipi risultano buone con aumento generale della loro bontà con la profondità.

Relativamente alle caratteristiche di risposta sismica locale, dall'analisi della stratigrafia litomeccanica e della sismicità dell'area, con il livello di falda medio ad una profondità superiore ai 100 metri dal p.c., dalle verifiche effettuate possono essere esclusi fenomeni di liquefazione (Cfr OPCM 3274 e DM 17/01/2018).

Ai fini della risposta sismica di sito, il parametro caratterizzante la risposta sismica locale, individuato nella  $V_{s30}$  ha fornito per il sito in oggetto, una **Categoria di Suolo B**. per quanto riguarda invece gli spettri di risposta elastici e i relativi fattori di incremento stratigrafici e topografici, individuati per il sito in oggetto (ai sensi del DM 17 gennaio 2018), si rimanda a quanto specificato nel capitolo 7.

Tanto è in relazione all'incarico ricevuto per uno studio geologico tecnico dell'area. Il professionista incaricato si rende disponibile per eventuali chiarimenti circa il lavoro svolto.

Teverola, dicembre 2023

IL GEOLOGO

**DOTT. GENNARO D'AGOSTINO**



# COMUNE DI NAPOLI

(Napoli)

## REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A VERDE CONVENZIONATI

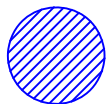
Committente: ARGO SRL

Località: via San Domenico Vomero

### ALLEGATO I -Corografia dell'area-



Scala 1: 25.000



Area in oggetto



Nord

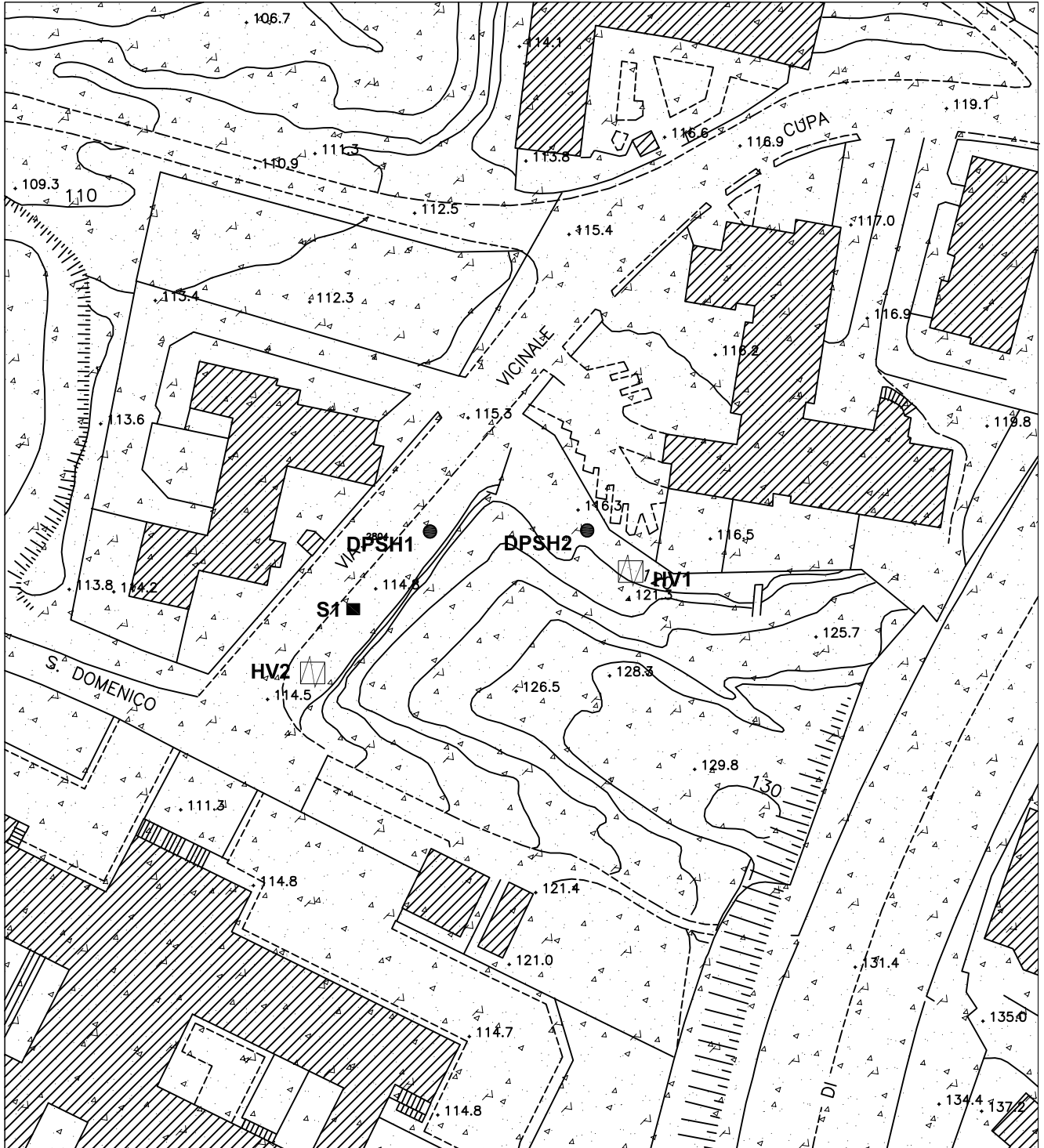
**COMUNE DI NAPOLI**  
(Napoli)

**REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A  
VERDE CONVENZIONATI**

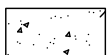
Committente: ARGO SRL

Località: via San Domenico Vomero

**ALLEGATO -Carta geolitologica con ubicazione indagini-**



Scala 1: 1000



Piroclastiti sabbiose da limose a ghiaiose

DPSH



Prova penetrometrica dinamica

HV



Indagine Sismica HVSR

S



Sondaggio a carotaggio continuo con  
spt in foro e prelievo di campioni

110



Nord

Dr. Geol. Gennaro D'AGOSTINO  
Studio di Geologia Applicata  
Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE)

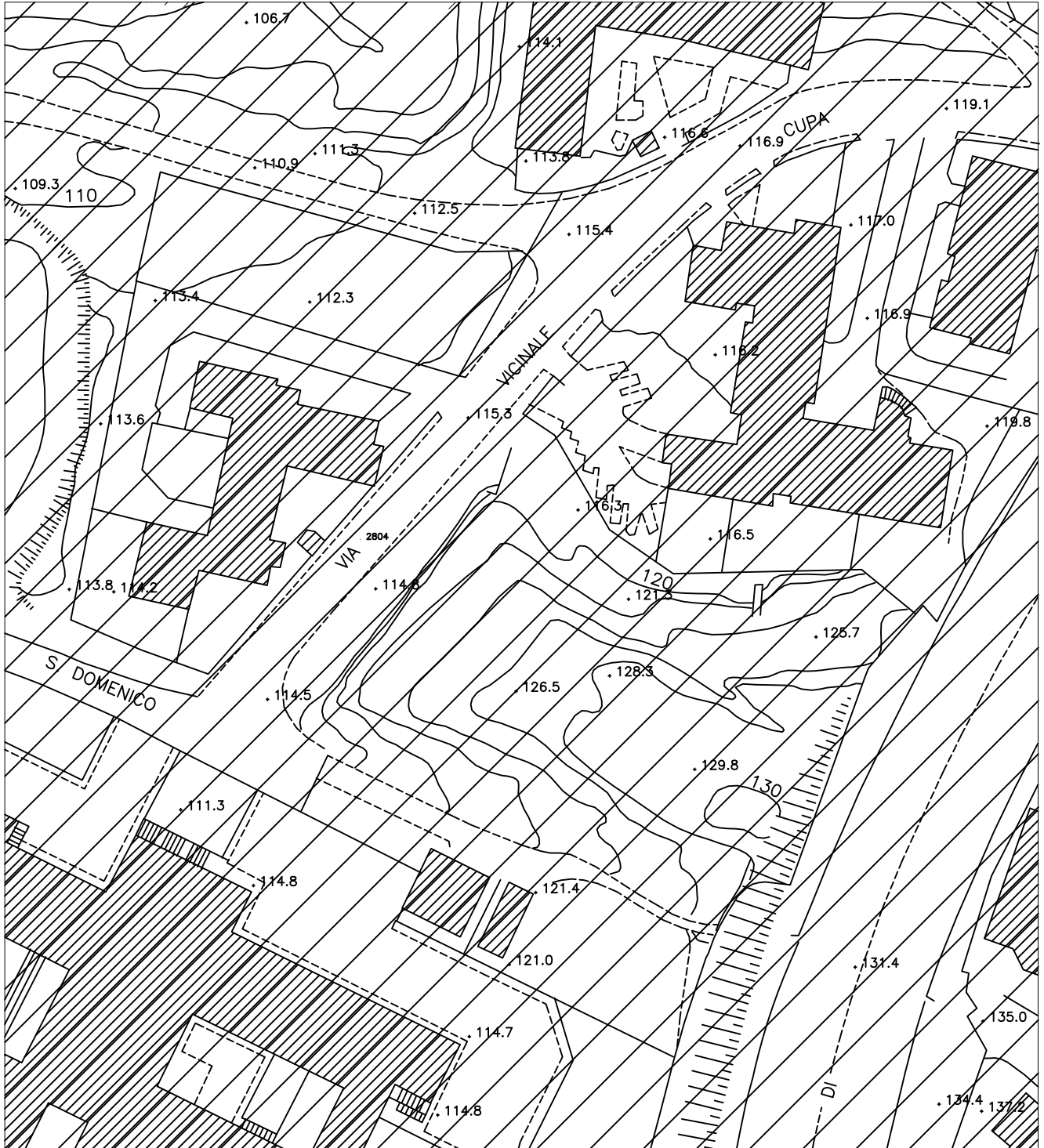
**COMUNE DI NAPOLI**  
(Napoli)

**REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A  
VERDE CONVENZIONATI**

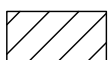
Committente: ARGO SRL

Località: via San Domenico Vomero

**ALLEGATO -Carta geomorfologica e della stabilità-**



Scala 1: 1000



Area di versante collinare a media stabilità



Nord

Dr. Geol. Gennaro D'AGOSTINO  
Studio di Geologia Applicata  
Via 1° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE)



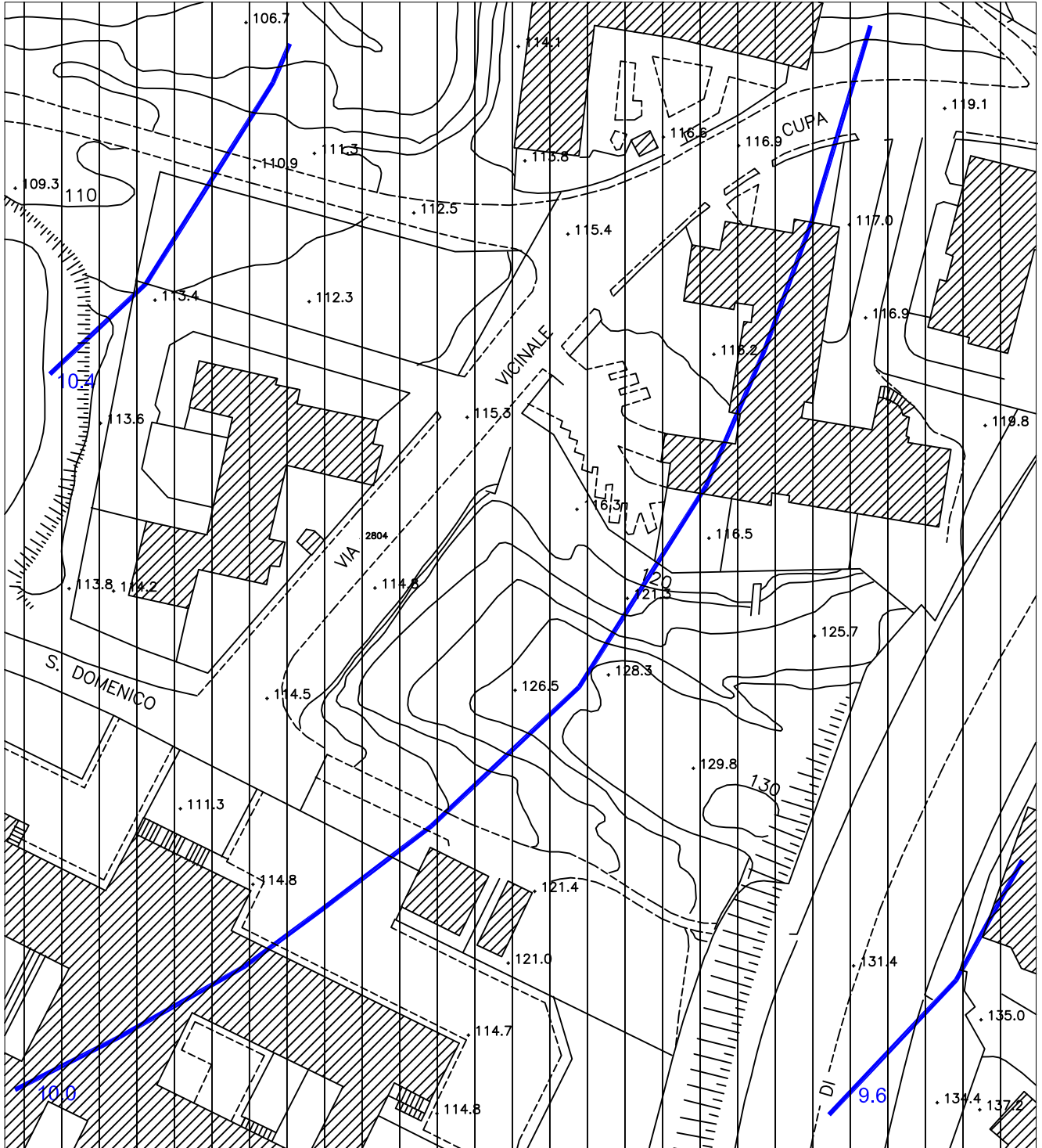
**COMUNE DI NAPOLI**  
(Napoli)

**REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A VERDE CONVENZIONATI**

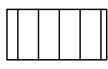
Committente: ARGO SRL

Località: via San Domenico Vomero

**ALLEGATO -Carta Idrogeologica-**



Scala 1: 1000



Complesso idrogeologico piroclastico a media permeabilità



Curva isopiezometrica con relativa quota sul livello del mare



Nord

Dr. Geol. Gennaro D'AGOSTINO  
Studio di Geologia Applicata  
Via 1° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE)

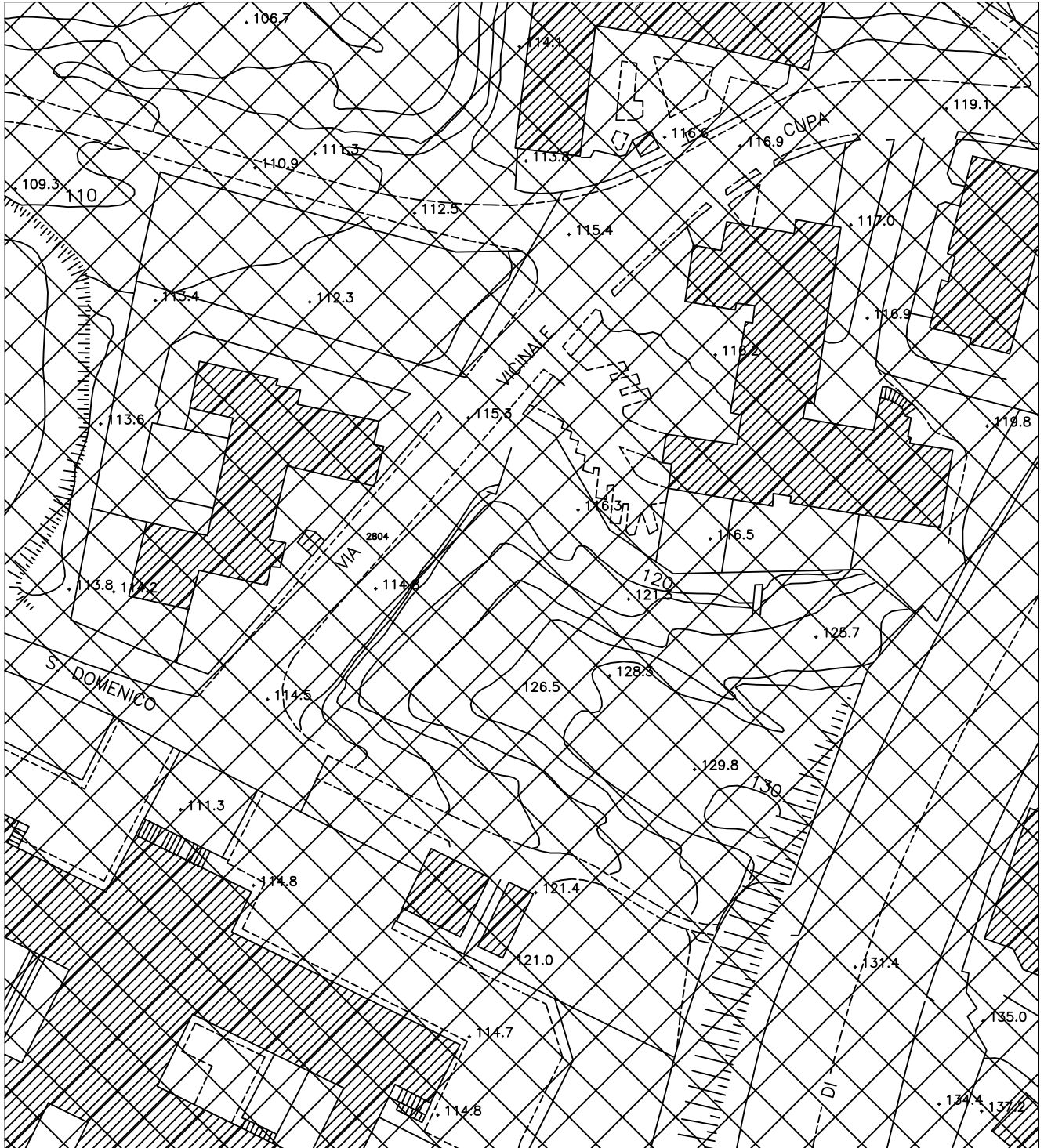
**COMUNE DI NAPOLI**  
(Napoli)

**REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A  
VERDE CONVENZIONATI**

Committente: ARGO SRL

Località: via San Domenico Vomero

**ALLEGATO -Carta di microzonazione sismica-**



Scala 1: 1000



Categoria di suolo di tipo B



Nord

Dr. Geol. Gennaro D'AGOSTINO  
Studio di Geologia Applicata  
Via 1° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE)

# I. GEO. s.a.s.

Indagini geognostiche-geofisiche-idrogeologiche  
Via Aldo Moro n. 2 - 81050 Pastorano (CE) - Tel-fax: 0823/879116  
Certificazione Qualità: ISO 9001:2015 N.: QMS-05065959-19  
Attestazione SOA OS 20-B n. 5797/66/02 Cat. I - Valida fino al 21/01/2024 - Ente certificatore IMPRESOA S.p.a.

<b>Committente:</b> ARGO SRL	<b>Attrezzatura:</b> Sonda TEREDO MN 900
<b>Oggetto lavori:</b> Realizzazione di un'attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati	<b>Data esecuzione:</b> 16/10/2023
<b>Località':</b> Via San Domenico Vomero - Napoli	<b>N. Certificato:</b> 1247/23
<b>Coordinate:</b> Lat.: 40.842403° N – Long.: 14.213078° E	<b>Sigla Sondaggio:</b> S1

p.c.	Profondità		Colonna Stratigraf.	Stratigrafia e descrizione dei terreni	Falda (m)	Campione		S.P.T. (m)
	Q.rel. (m)	Spess. (m)				R	I	
	0.40	0.40		Terreno vegetale limoso debolmente sabbioso di colore marrone;	Assente			
	5.05			Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso debolmente ghiaioso di colore dal marrone al grigio con livelli centimetrici di pomici e pomici minute diffuse nella pasta di fondo;				
5.00	5.45			Materiale di origine piroclastica sabbioso di colore dal grigio al marrone (pozzolana);			3.00	
	6.00	0.55					3.50	3.50 - 4.95
	6.40	0.40		Materiale di origine piroclastica sabbioso ghiaioso di colore dal grigio al grigio scuro con elementi lapillici e scoriacei rossastri e nerastri;				7 - 10 - 13
	7.30	0.90		Materiale di origine piroclastica sabbioso limosa di colore grigio avana;			7.00	
	2.70			Materiale di origine piroclastica sabbioso grossolano ghiaioso con pomici diffuse e inclusi lapillici e scoriacei di colore grigio;			7.50	7.50 - 7.95
10.00	10.00			Materiale di origine piroclastica sabbioso limosa di colore grigio avana;				12 - 15 - 17
	11.00	1.00						
	12.60	1.60		Materiale di origine piroclastica sabbioso grossolano ghiaioso con pomici diffuse e inclusi lapillici e scoriacei di colore grigio;				
	13.30	0.70		Materiale di origine piroclastica sabbiosa di colore beige scuro;				
15.00								15.00 - 15.45
	8.70			Materiale di origine piroclastica limoso sabbioso di colore beige;				13 - 16 - 18
20.00								19.50 - 19.95
	3.00			Materiale di origine piroclastica sabbioso ghiaioso di colore dal grigio ad avana;				14 - 15 - 18
25.00	25.00							
	1.70			Materiale di origine piroclastica sabbioso limosa di colore beige;			26.50 - 26.95	
	26.70	0.80		Materiale di origine piroclastica sabbiosa di colore grigio scuro;			10 - 18 - 37	
	27.50							
	3.00			Materiale di origine piroclastica sabbiosa di colore grigio scuro;				
30.00	30.50			Fine sondaggio				

**I** = Campione indisturbato

**R** = Campione rimaneggiato

IL Direttore Tecnico

I. GEO. S.a.s.  
Dr. Geol. Giuseppe Di Stefano & C.  
Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)  
Part. Iva e Cod. Fisc. 01956710618

## IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2483-00

MC-41 Rev. 00  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 386/23  
del: 26.10.2023  
Certificato n°: 3604-2023  
Data certificato: 09.11.2023

Richiedente: LGEO. Sas  
Committente: ARGO Srl  
Cantiere: Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati  
Località: via San Domenico s.r.l.c. - Napoli  
Data di prova: 26.10.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
SI	C1	3,00-3,50	indisturbato	16/10/2023

### DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	47,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	49,4	Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Grayish brown 5/2

### DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia limosa di colore marrone/grigiastro con pomici eterometriche (diametro massimo 1 cm), addensata.

Tecnico specializzato  
Dr. Geol. M. MAGGIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 386/23**  
del: **26.10.2023**

Certificato n°: **3605-2023**  
Data certificato: **09.11.2023**

**Richiedente:** I.GEO. Sas  
**Committente:** ARGO Srl  
**Cantiere:** Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati  
**Località:** via San Domenico s.n.c. - Napoli  
**Data di prova:** 26.10.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
SI	CI	3,00-3,50	indisturbato	16/10/2023

### RISULTATI DELLE PROVE

#### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	<b>14,83</b>
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	<b>24,97</b>
w	Contenuto di acqua naturale	%	<b>19,49</b>

#### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	<b>12,41</b>
n	Porosità	%	<b>50,29</b>
e	Indice dei vuoti	—	<b>1,01</b>
$s_r$	Grado di saturazione	%	<b>49,04</b>
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	<b>17,34</b>
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	<b>7,54</b>

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

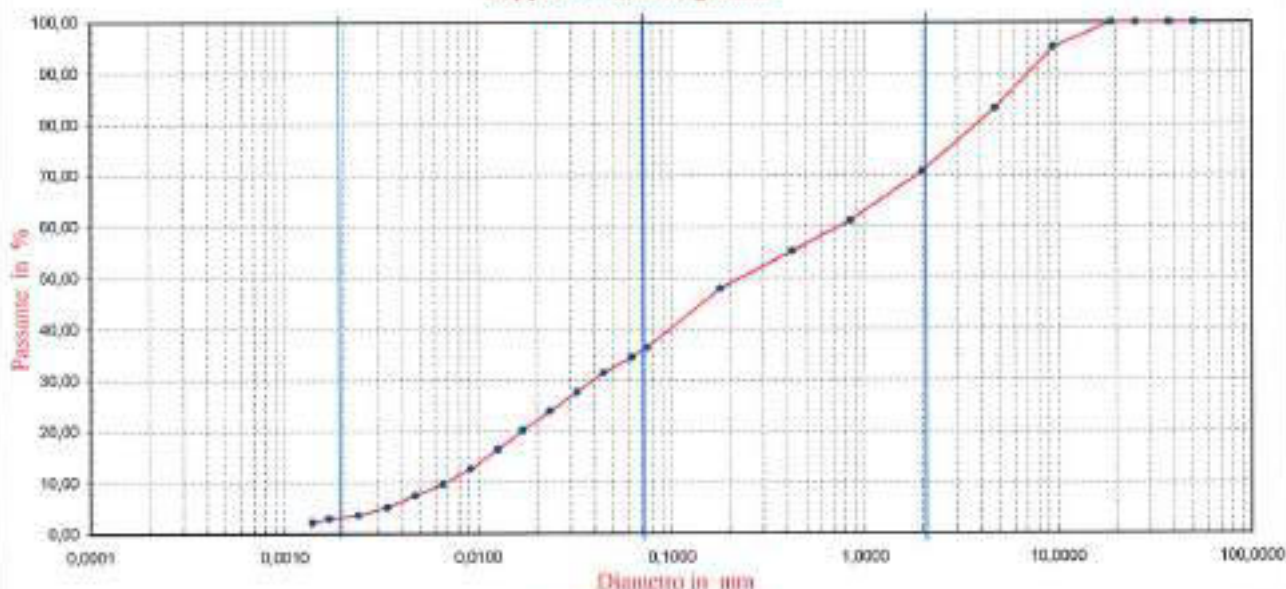
Verbale di accettazione n°: **TR 386/23**      Certificato n°: **3606-2023**  
del: **26.10.2023**      Data certificato: **09.11.2023**

Richiedente: **LGEO. Sas**  
Committente: **ARGO Srl**  
Cantiere: **Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati**  
Località: **via San Domenico s.n.c. - Napoli**  
Data di prova: **26.10.2023**

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	16/10/2023

### Rappresentazione grafica



### SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	95,06	83,10	70,86	61,20	55,26	47,94	36,39

### SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0750	0,0621	0,0449	0,0325	0,0235	0,0170	0,0127	0,0092	0,0066	0,0047	0,0034	0,0024	0,0017
P. (%)	36,39	34,45	31,46	27,71	23,97	20,22	16,48	12,73	9,74	7,49	5,24	3,75	3,00

### Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
29,14	36,41	30,71	3,75

### Definizione granulometrica:

Sabbia con limo con ghiaia

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: **TR 386/23**  
del: **26.10.2023**

Certificato n°: **3607-2023**  
Data certificato: **09.11.2023**

Richiedente: **I.GEO. Sas**

Committente: **ARGO Srl**

Cantiere: **Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati**

Località: **via San Domenico s.n.c. - Napoli**

Data di prova: **26.10.2023**

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	16/10/2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0108	mm/min

### Caratteristiche del campione

	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	14,68	19,06	38,96
Provino 2	36,00	23,00	14,82	19,91	38,01
Provino 3	36,00	23,00	14,99	18,84	35,01

### Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,34
Provino 2	24	100	0,59
Provino 3	24	150	0,97

ATTREZZATURA UTILIZZATA: Matest S/N S277-01/ZL/0011

Tecnico sperimentatore  
Dr. **Geol. M. MAGLIO**

Direttore Laboratorio  
Dr. **Geol. F. MARTONE**







## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 386/23

Certificato n°: 3607-2023

del: 26.10.2023

Data certificato: 09.11.2023

Richiedente: IGEO. Sas

Committente: ARGO Srl

Cantiere: Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati

Località: via San Domenico s.n.c. - Napoli

Data di prova: 26.10.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	16/10/2023

Dati relativi al provino 3

$\sigma_v$ 150 KPa															
dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	dt	Sh	Sv	F	$\tau$	
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	
0	0,00	0,000	0,000	0,0											
25	0,27	0,052	0,075	20,9											
50	0,54	0,081	0,144	39,9											
75	0,81	0,103	0,188	52,2											
100	1,08	0,123	0,221	61,3											
125	1,35	0,142	0,245	68,0											
150	1,62	0,159	0,259	72,0											
175	1,89	0,173	0,270	74,9											
200	2,16	0,186	0,280	77,7											
225	2,43	0,199	0,285	79,3											
250	2,70	0,211	0,293	81,4											
275	2,97	0,224	0,297	82,4											
300	3,24	0,236	0,298	82,7											
325	3,51	0,247	0,296	82,2											
350	3,78	0,259	0,291	80,8											
375	4,05	0,267	0,285	79,3											
400	4,32	0,275	0,279	77,5											
425	4,59	0,285	0,271	75,3											
450	4,86	0,291	0,263	73,1											

Pressione a rottura 82,7 (KPa)

Deformazione a rottura 3,24 (mm)

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 386/23

Certificato n°: 3607-2023

del: 26.10.2023

Data certificato: 09.11.2023

Richiedente: IGEO. Sas

Committente: ARGO Srl

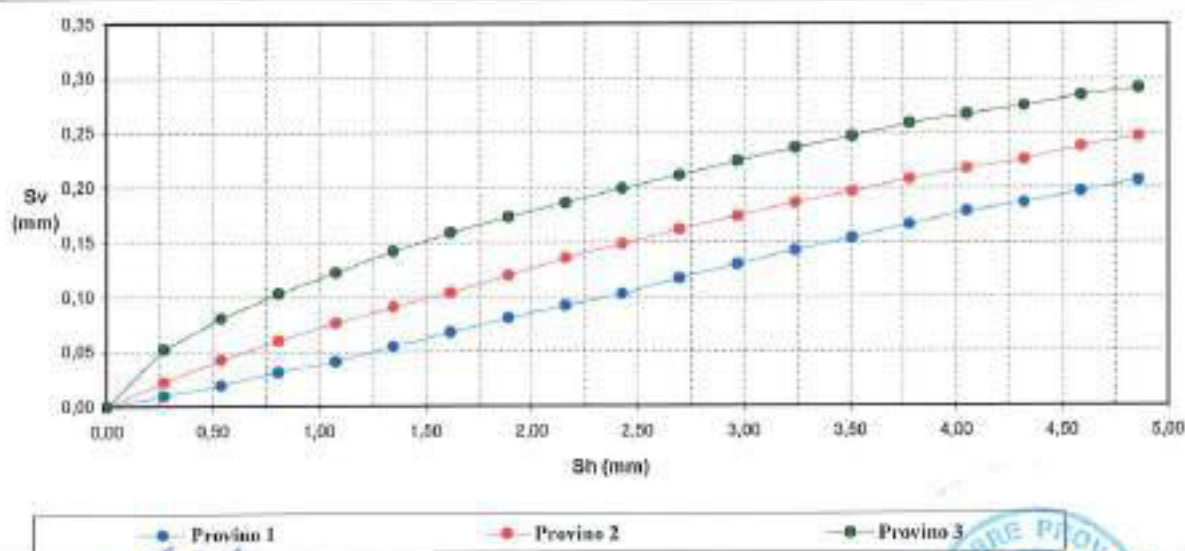
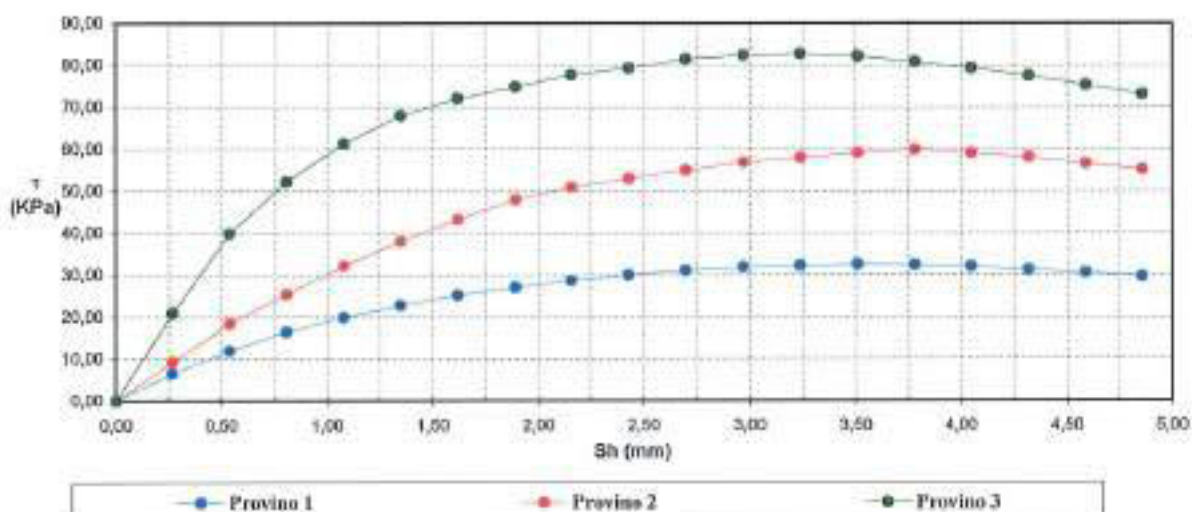
Cantiere: Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati

Località: via San Domenico s.n.c. - Napoli

Data di prova: 26.10.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
SI	CI	3,00-3,50	indisturbato	16/10/2023



Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGGIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 386/23  
del: 26.10.2023

Certificato n°: 3607-2023  
Data certificato: 09.11.2023

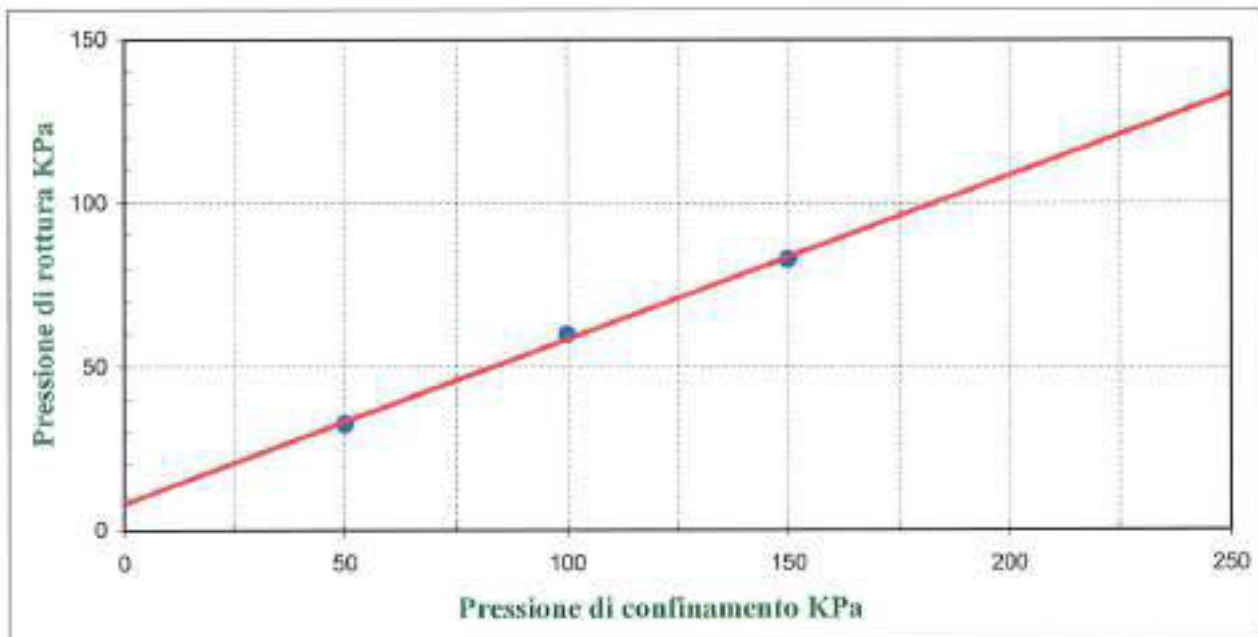
Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: ARGO Srl  
Cantiere: Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati  
Località: via San Domenico s.n.c. - Napoli  
Data di prova: 26.10.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	3,00-3,50	indisturbato	16/10/2023

### Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	32,50	3,51
Provino 2	100,00	59,90	3,78
Provino 3	150,00	82,70	3,24



### Risultati sperimentali

Angolo di attrito 26,66 Gradi  
Coesione 3,27 KPa

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGEIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

*Norma di riferimento: - ASTM D 2485-00*

MC-41 Rev. 00  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: del:	TR 386/23 26.10.2023	Certificato n°: Data certificato:	3608-2023 09.11.2023
Richiedente:	LGEO, Sas		
Committente:	ARGO Srl		
Cantiere:	Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati		
Località:	via San Domenico s.n.c. - Napoli		
Data di prova:	26.10.2023		

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C2	7,00-7,50	indisturbato	16/10/2023

### DATI GENERALI

### PROVE SPEDITE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	47,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	48,0	Colore (Tabella colori Munsell)	1,5V Light olive brown 5/3

### DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia limosa di colore marrone/verdastro con pomici eterometriche (diametro massimo 1 cm), addensata.

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. **M. MAGGIO**

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. **M. MANTONE**



## CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 386/23**  
del: **26.10.2023**

Certificato n°: **3609-2023**  
Data certificato: **09.11.2023**

**Richiedente:** I.GEO. Sas  
**Committente:** ARGO Srl  
**Cantiere:** Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati  
**Località:** via San Domenico s.n.c. - Napoli  
**Data di prova:** 26.10.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C2	7,00-7,50	indisturbato	16/10/2023

### RISULTATI DELLE PROVE

#### Grandezze indici rilevate in laboratorio

$\gamma_n$	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	<b>14,40</b>
$\gamma_s$	Peso specifico dei granuli	KN/m <sup>3</sup>	<b>24,78</b>
w	Contenuto di acqua naturale	%	<b>27,76</b>

#### Grandezze indici derivate analiticamente

$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	<b>11,27</b>
n	Porosità	%	<b>54,52</b>
e	Indice dei vuoti	—	<b>1,20</b>
$S_r$	Grado di saturazione	%	<b>58,53</b>
$\gamma_{sat}$	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	<b>16,62</b>
$\gamma'$	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m <sup>3</sup>	<b>6,81</b>

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01  
del 03/01/2013

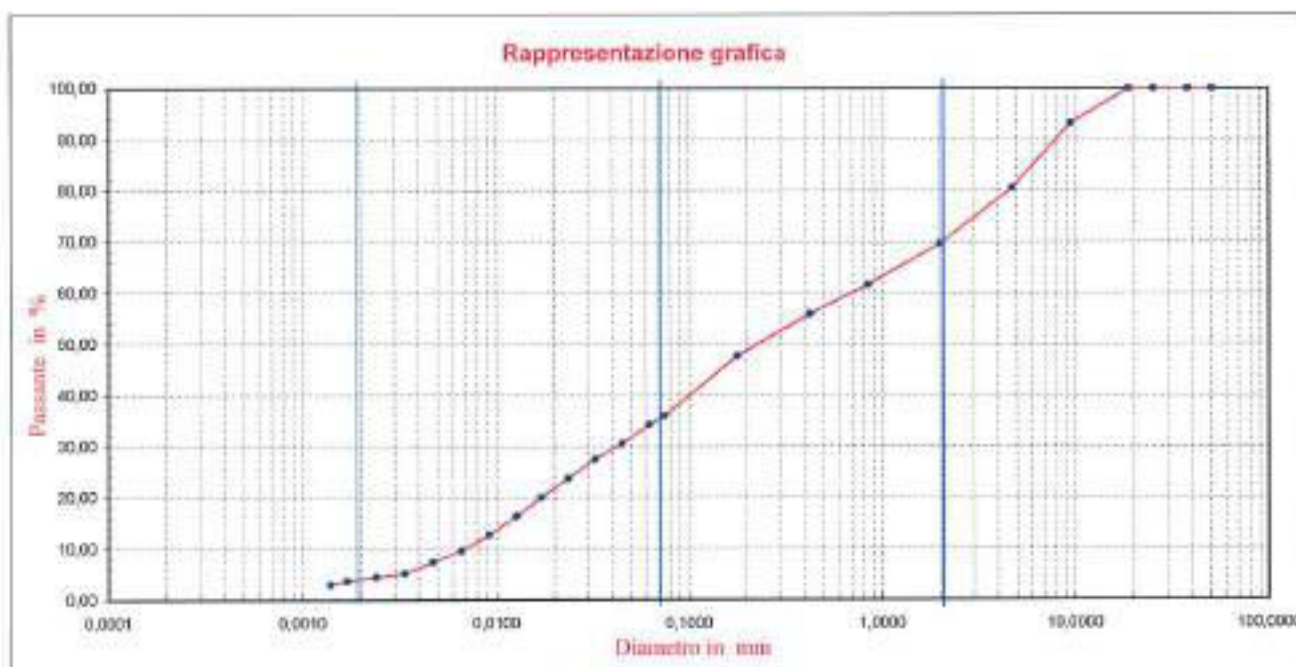
Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 386/23**      Certificato n°: **3610-2023**  
del: **26.10.2023**      Data certificato: **09.11.2023**

Richiedente: I.GEO. Sas  
Committente: ARGO Srl  
Cantiere: Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati  
Località: via San Domenico s.n.c. - Napoli  
Data di prova: 26.10.2023

### DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
SI	C2	7,00-7,50	indisturbato	16/10/2023



### SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	93,12	80,53	69,56	61,58	55,84	47,68	35,91

### SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0750	0,0625	0,0454	0,0327	0,0237	0,0171	0,0128	0,0092	0,0066	0,0047	0,0034	0,0024	0,0017
P. (%)	35,91	34,17	30,46	27,48	23,77	20,06	16,34	12,63	9,66	7,43	5,20	4,46	3,71

Composizione granulometrica				Definizione granulometrica:
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Sabbia con ghiaia con limo
30,44	35,39	29,71	4,46	

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: **TR 386/23**  
del: **26.10.2023**

Certificato n°: **3611-2023**  
Data certificato: **09.11.2023**

Richiedente: **I.GEO. Sas**

Committente: **ARGO Srl**

Cantiere: **Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati**

Località: **via San Domenico s.n.c. - Napoli**

Data di prova: **26.10.2023**

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	7,00-7,50	indisturbato	16/10/2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0112	mm/min

### Caratteristiche del campione

	Sezione (cm <sup>2</sup> )	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
<b>Provino 1</b>	36,00	23,00	14,44	27,79	45,48
<b>Provino 2</b>	36,00	23,00	14,25	27,72	45,21
<b>Provino 3</b>	36,00	23,00	14,51	28,53	42,69

### Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
<b>Provino 1</b>	24	50	0,41
<b>Provino 2</b>	24	100	0,77
<b>Provino 3</b>	24	150	1,16

ATTREZZATURA UTILIZZATA: Matest S/N S277-01/AD/0005

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE









## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 386/23

Certificato n°: 3611-2023

del: 26.10.2023

Data certificato: 09.11.2023

Richiedente: LGEO. Sas

Committente: ARGO Srl

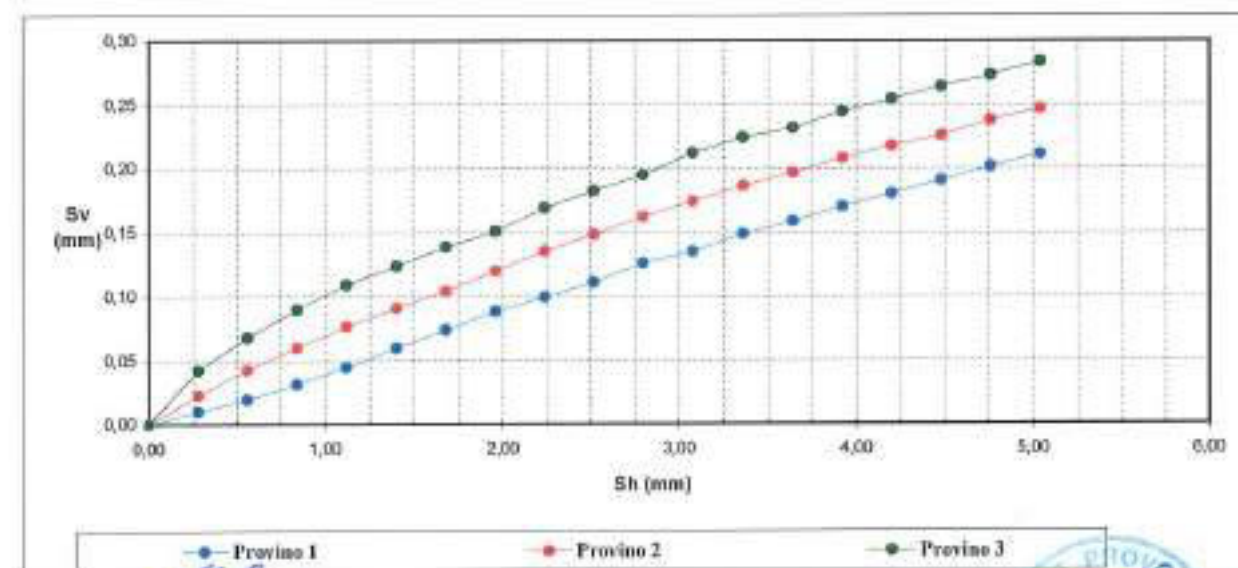
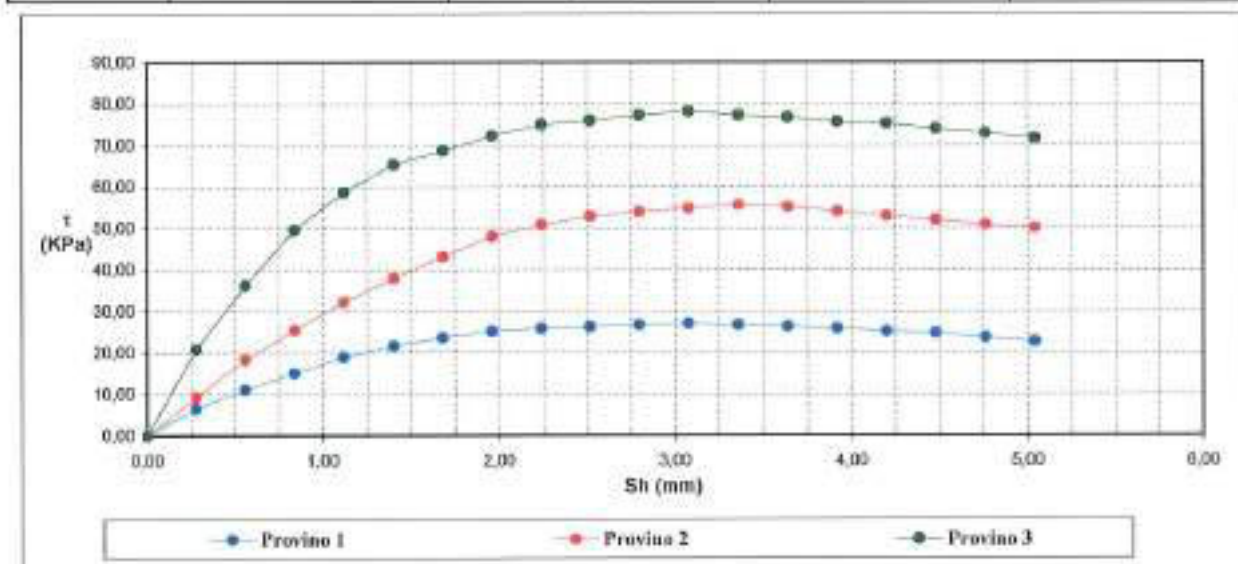
Cantiere: Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati

Località: via San Domenico s.n.c. - Napoli

Data di prova: 26.10.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	7,00-7,50	indisturbato	16/10/2023



Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01  
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 386/23

Certificato n°: 3611-2023

del: 26.10.2023

Data certificato: 09.11.2023

Richiedente: I.GEO. Sas

Committente: ARGO Srl

Cantiere: Realizzazione di una attrezzatura sportiva con parco a verde convenzionati

Località: via San Domenico s.n.c. - Napoli

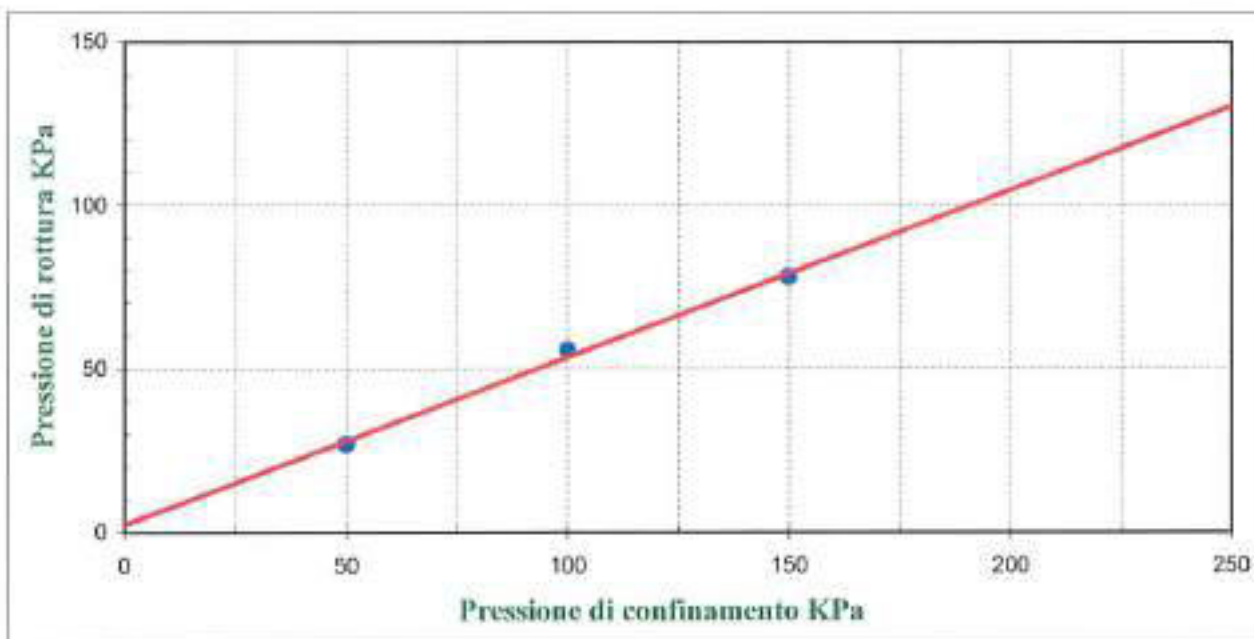
Data di prova: 26.10.2023

### Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C2	7,00-7,50	indisturbato	16/10/2023

### Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	27,00	3,08
Provino 2	100,00	55,70	3,36
Provino 3	150,00	78,20	3,08



### Risultati sperimentali

Angolo di attrito 27,11 Gradi  
Coesione 2,43 KPa

Tecnico sperimentatore  
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio  
Dr. Geol. F. MARTONE

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: ARGO S.R.L.

Cantiere: REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A VERDE CONVENZIONATI

Località: VIA SAN DOMENICO VOMERO NAPOLI

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,5
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA**

Geologo Gennaro D'AGOSTINO

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 03/04/2023  
 Profondità prova 13,00 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,64	3,09	132,09	154,56
0,40	3	0,851	2,63	3,09	131,50	154,56
0,60	9	0,847	7,21	8,51	360,46	425,56
0,80	24	0,743	16,87	22,70	843,56	1134,84
1,00	20	0,790	14,94	18,91	746,87	945,70
1,20	20	0,786	14,87	18,91	743,57	945,70
1,40	10	0,833	7,88	9,46	393,82	472,85
1,60	10	0,830	7,25	8,74	362,45	436,93
1,80	13	0,776	8,82	11,36	440,96	568,01
2,00	13	0,773	8,78	11,36	439,17	568,01
2,20	9	0,820	6,45	7,86	322,50	393,23
2,40	8	0,817	5,71	6,99	285,63	349,54
2,60	7	0,814	4,63	5,69	231,45	284,25
2,80	7	0,811	4,61	5,69	230,65	284,25
3,00	7	0,809	4,60	5,69	229,87	284,25
3,20	7	0,806	4,58	5,69	229,11	284,25
3,40	9	0,803	5,87	7,31	293,62	365,47
3,60	11	0,801	6,68	8,34	334,15	417,23
3,80	12	0,798	7,27	9,10	363,40	455,16
4,00	12	0,796	7,25	9,10	362,32	455,16
4,20	12	0,794	7,23	9,10	361,26	455,16
4,40	15	0,741	8,44	11,38	421,84	568,95
4,60	20	0,739	10,52	14,23	526,09	711,66
4,80	14	0,737	7,34	9,96	367,20	498,16
5,00	12	0,785	6,70	8,54	335,20	427,00
5,20	14	0,733	7,30	9,96	365,16	498,16
5,40	17	0,731	8,84	12,10	442,22	604,91
5,60	14	0,729	6,84	9,38	342,06	469,14
5,80	16	0,727	7,80	10,72	389,94	536,16
6,00	16	0,725	7,78	10,72	388,97	536,16
6,20	16	0,724	7,76	10,72	388,03	536,16
6,40	12	0,772	6,21	8,04	310,44	402,12
6,60	14	0,720	6,39	8,87	319,34	443,31
6,80	14	0,719	6,37	8,87	318,63	443,31
7,00	15	0,717	6,81	9,50	340,64	474,97
7,20	18	0,716	8,16	11,40	407,89	569,97
7,40	20	0,714	9,05	12,67	452,27	633,30
7,60	13	0,713	5,56	7,80	278,07	390,16
7,80	12	0,761	5,48	7,20	274,18	360,15

8,00	14	0,710	5,97	8,40	298,29	420,18
8,20	15	0,709	6,38	9,00	318,99	450,19
8,40	11	0,757	5,00	6,60	250,00	330,14
8,60	10	0,756	4,31	5,70	215,63	285,24
8,80	12	0,755	5,17	6,85	258,33	342,29
9,00	14	0,703	5,62	7,99	280,93	399,34
9,20	16	0,702	6,41	9,13	320,51	456,39
9,40	15	0,701	6,00	8,56	299,98	427,86
9,60	10	0,750	4,08	5,44	203,81	271,76
9,80	11	0,749	4,48	5,98	223,85	298,94
10,00	13	0,698	4,93	7,07	246,49	353,29
10,20	17	0,697	6,44	9,24	321,83	462,00
10,40	15	0,696	5,67	8,15	283,52	407,64
10,60	15	0,694	5,41	7,79	270,31	389,25
10,80	16	0,693	5,76	8,30	287,90	415,20
11,00	16	0,692	5,75	8,30	287,46	415,20
11,20	19	0,691	6,82	9,86	340,85	493,05
11,40	20	0,690	7,17	10,38	358,25	519,00
11,60	30	0,639	9,52	14,90	476,17	744,89
11,80	34	0,588	9,93	16,88	496,59	844,21
12,00	34	0,587	9,91	16,88	495,73	844,21
12,20	39	0,536	10,38	19,37	519,23	968,36
12,40	41	0,535	10,90	20,36	544,82	1018,02
12,60	47	0,534	11,95	22,37	597,56	1118,70
12,80	60	0,533	15,23	28,56	761,38	1428,13
13,00	60	0,532	15,20	28,56	759,91	1428,13

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tension e efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	3	3,09	13,78	18,39	2,76	1,5	4,5	Terreno vegetale rimaneggiato
1,2	18,25	17,26	16,4	20,01	12,07	1,5	27,38	Piroclastite sabbiosa
2	11,5	10,23	15,35	19,36	24,77	1,5	17,25	Piroclastite Sabboso limosa
3,2	7,5	6,27	14,64	18,92	39,7	1,5	11,25	Piroclastite Limoso sabbiosa
4,2	11,2	8,59	15,3	19,33	56,13	1,5	16,8	Piroclastite Sabboso limosa
11	14,47	8,96	15,83	19,66	117,6	1,5	21,7	Piroclastite sabbiosa
13	38,4	18,81	18,58	21,35	190,0	1,5	57,6	Piroclastite sabbiosa addensata

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

##### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Meyerhof 1957	52,21
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Meyerhof 1957	100
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Meyerhof 1957	89,36



Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Meyerhof 1957	67,01
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Meyerhof 1957	76,31
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Meyerhof 1957	70,98
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Meyerhof 1957	98,14

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Shioi-Fukuni 1982	23,22
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Shioi-Fukuni 1982	35,27
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Shioi-Fukuni 1982	31,09
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Shioi-Fukuni 1982	27,99
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Shioi-Fukuni 1982	30,87
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Shioi-Fukuni 1982	33,04
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Shioi-Fukuni 1982	44,39

#### Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Schultze-Menzenbach	9,38
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Schultze-Menzenbach	41,06
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Schultze-Menzenbach	30,63
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Schultze-Menzenbach	24,45
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Schultze-Menzenbach	30,17
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Schultze-Menzenbach	35,21
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Schultze-Menzenbach	75,02

#### Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Menzenbach e Malcev	13,69
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Menzenbach e Malcev	45,70
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Menzenbach e Malcev	35,27
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Menzenbach e Malcev	29,65
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Menzenbach e Malcev	35,07
Strato (6)	21,7	4,20-11,00	21,7	Menzenbach e Malcev	40,22

Piroclastite sabbiosa Strato (7)	57,6	11,00-13,00	57,6	Menzenbach e Malcev	81,92
Piroclastite sabbiosa addensata					

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Meyerhof ed altri	13,78
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Meyerhof ed altri	16,40
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Meyerhof ed altri	15,35
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Meyerhof ed altri	14,64
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Meyerhof ed altri	15,30
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Meyerhof ed altri	15,83
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata / tufo da semicoerente a litoide??	57,6	11,00-13,00	57,6	Meyerhof ed altri	18,58

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,39
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,01
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,36
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,92
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,33
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,66

Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Terzaghi-Peck 1948-1967	21,35
---	------	-------------	------	----------------------------	-------

#### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	(A.G.I.)	0,3
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	(A.G.I.)	0,32
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	(A.G.I.)	0,33
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	(A.G.I.)	0,32
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	(A.G.I.)	0,31
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	(A.G.I.)	0,24

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Ohsaki (Sabbie pulite)	26,21
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Ohsaki (Sabbie pulite)	143,09
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Ohsaki (Sabbie pulite)	92,69
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Ohsaki (Sabbie pulite)	62,02
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	90,41
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Ohsaki (Sabbie pulite)	115,00
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Ohsaki (Sabbie pulite)	287,89

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Navfac 1971-1982	0,87
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Navfac 1971-1982	5,24
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Navfac 1971-1982	3,55
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Navfac 1971-1982	2,37
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Navfac 1971-1982	3,47
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Navfac 1971-1982	4,34
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Navfac 1971-1982	9,43

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
-------------	------	---------------------	------------	--------------	----------------

Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	4,5	0,00-0,40	4,5	Robertson 1983	0,88
Strato (2) Piroclastite sabbiosa	27,38	0,40-1,20	27,38	Robertson 1983	5,37
Strato (3) Piroclastite Sabboso limosa	17,25	1,20-2,00	17,25	Robertson 1983	3,38
Strato (4) Piroclastite Limoso sabbiosa	11,25	2,00-3,20	11,25	Robertson 1983	2,21
Strato (5) Piroclastite Sabboso limosa	16,8	3,20-4,20	16,8	Robertson 1983	3,30
Strato (6) Piroclastite sabbiosa	21,7	4,20-11,00	21,7	Robertson 1983	4,26
Strato (7) Piroclastite sabbiosa addensata	57,6	11,00-13,00	57,6	Robertson 1983	11,30

## PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 18/12/2023

Profondita' prova 15,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,76	2,06	88,06	103,04
0,40	2	0,851	1,75	2,06	87,66	103,04
0,60	2	0,847	1,60	1,89	80,10	94,57
0,80	4	0,843	3,19	3,78	159,51	189,14
1,00	10	0,840	7,94	9,46	397,08	472,85
1,20	8	0,836	6,33	7,57	316,34	378,28
1,40	7	0,833	5,51	6,62	275,67	330,99
1,60	6	0,830	4,35	5,24	217,47	262,16
1,80	5	0,826	3,61	4,37	180,52	218,46
2,00	5	0,823	3,60	4,37	179,84	218,46
2,20	6	0,820	4,30	5,24	215,00	262,16
2,40	6	0,817	4,28	5,24	214,22	262,16
2,60	6	0,814	3,97	4,87	198,39	243,65
2,80	8	0,811	5,27	6,50	263,60	324,86
3,00	7	0,809	4,60	5,69	229,87	284,25
3,20	8	0,806	5,24	6,50	261,84	324,86
3,40	7	0,803	4,57	5,69	228,37	284,25
3,60	8	0,801	4,86	6,07	243,02	303,44
3,80	7	0,798	4,24	5,31	211,99	265,51
4,00	6	0,796	3,62	4,55	181,16	227,58
4,20	9	0,794	5,42	6,83	270,94	341,37
4,40	11	0,791	6,60	8,34	330,21	417,23
4,60	9	0,789	5,06	6,40	252,75	320,25
4,80	8	0,787	4,48	5,69	224,06	284,66
5,00	10	0,785	5,59	7,12	279,34	355,83
5,20	9	0,783	5,02	6,40	250,76	320,25
5,40	12	0,781	6,67	8,54	333,50	427,00
5,60	14	0,729	6,84	9,38	342,06	469,14
5,80	11	0,777	5,73	7,37	286,51	368,61

6,00	8	0,775	4,16	5,36	207,89	268,08
6,20	9	0,774	4,67	6,03	233,35	301,59
6,40	11	0,772	5,69	7,37	284,57	368,61
6,60	10	0,770	4,88	6,33	243,93	316,65
6,80	11	0,769	5,36	6,97	267,76	348,31
7,00	12	0,767	5,83	7,60	291,51	379,98
7,20	12	0,766	5,82	7,60	290,93	379,98
7,40	10	0,764	4,84	6,33	241,97	316,65
7,60	10	0,763	4,58	6,00	228,91	300,13
7,80	13	0,711	5,55	7,80	277,52	390,16
8,00	13	0,710	5,54	7,80	276,98	390,16
8,20	14	0,709	5,95	8,40	297,72	420,18
8,40	12	0,757	5,45	7,20	272,73	360,15
8,60	14	0,706	5,64	7,99	281,92	399,34
8,80	15	0,705	6,03	8,56	301,52	427,86
9,00	10	0,753	4,30	5,70	214,93	285,24
9,20	14	0,702	5,61	7,99	280,45	399,34
9,40	12	0,751	5,14	6,85	257,10	342,29
9,60	10	0,750	4,08	5,44	203,81	271,76
9,80	11	0,749	4,48	5,98	223,85	298,94
10,00	12	0,748	4,88	6,52	243,84	326,12
10,20	12	0,747	4,87	6,52	243,48	326,12
10,40	11	0,746	4,46	5,98	222,86	298,94
10,60	14	0,694	5,05	7,27	252,29	363,30
10,80	15	0,693	5,40	7,79	269,90	389,25
11,00	15	0,692	5,39	7,79	269,49	389,25
11,20	12	0,741	4,62	6,23	230,84	311,40
11,40	14	0,690	5,02	7,27	250,78	363,30
11,60	13	0,689	4,45	6,46	222,48	322,79
11,80	16	0,688	5,47	7,95	273,42	397,28
12,00	19	0,687	6,48	9,44	324,20	471,77
12,20	17	0,686	5,79	8,44	289,65	422,11
12,40	19	0,685	6,46	9,44	323,24	471,77
12,60	20	0,684	6,51	9,52	325,69	476,04
12,80	19	0,683	6,18	9,04	308,94	452,24
13,00	21	0,632	6,32	10,00	315,95	499,85
13,20	24	0,631	7,21	11,43	360,50	571,25
13,40	23	0,630	6,90	10,95	344,90	547,45
13,60	28	0,629	8,05	12,80	402,52	639,98
13,80	29	0,628	8,32	13,26	416,19	662,83
14,00	30	0,627	8,60	13,71	429,80	685,69
14,20	31	0,576	8,16	14,17	407,92	708,54
14,40	30	0,625	8,57	13,71	428,28	685,69
14,60	34	0,573	8,57	14,95	428,61	747,41
14,80	31	0,572	7,80	13,63	390,01	681,46
15,00	34	0,571	8,54	14,95	426,87	747,41

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Peso unita' di volume (KN/m³)	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,8	2,5	2,45	14,51	18,44	5,8	1,47	3,68	Terreno vegetale rimaneggiato
4	6,88	5,83	16,97	18,83	38,76	1,47	10,11	Piroclastite Sabboso limosa
11,8	11,74	7,06	19,02	19,22	140,09	1,47	17,26	Piroclastite sabbiosa
13,4	20,25	9,78	20,89	20,01	230,98	1,47	29,77	Piroclastite sabbiosa addensata
15	30,88	13,9	21,77	20,99	265,11	1,47	45,39	Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	Meyerhof 1957	46,23
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	10,11	0,80-4,00	10,11	Meyerhof 1957	63,8
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	17,26	4,00-11,80	17,26	Meyerhof 1957	59,8
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	29,77	11,80-13,40	29,77	Meyerhof 1957	65,55
Strato (5) Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	45,39	13,40-15,00	45,39	Meyerhof 1957	76,69

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	Shioi-Fukuni 1982	22,43
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	10,11	0,80-4,00	10,11	Shioi-Fukuni 1982	27,31
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	17,26	4,00-11,80	17,26	Shioi-Fukuni 1982	31,09
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	29,77	11,80-13,40	29,77	Shioi-Fukuni 1982	36,13
Strato (5) Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	45,39	13,40-15,00	45,39	Shioi-Fukuni 1982	41,09

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	Schultze-Menzenbach	8,18
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	10,11	0,80-4,00	10,11	Schultze-Menzenbach	23,28
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	17,26	4,00-11,80	17,26	Schultze-Menzenbach	30,64
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	29,77	11,80-13,40	29,77	Schultze-Menzenbach	43,52
Strato (5) Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	45,39	13,40-15,00	45,39	Schultze-Menzenbach	60,89

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	Menzenbach e Malcev	12,34
Strato (2)	10,11	0,80-4,00	10,11	Menzenbach e Malcev	27,15

Piroclastite Sabboso limosa					
Strato (3)	17,26	4,00-11,80	17,26	Menzenbach e Malcev	34,28
Piroclastite sabbiosa					
Strato (4)	29,77	11,80-13,40	29,77	Menzenbach e Malcev	48,75
Piroclastite sabbiosa addensata					
Strato (5)	45,39	13,40-15,00	45,39	Menzenbach e Malcev	65,58
Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata					

#### Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	3,68	0,00-0,80	3,68	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Terreno vegetale rimaneggiato					
Strato (2)	10,11	0,80-4,00	10,11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Piroclastite Sabboso limosa					
Strato (3)	17,26	4,00-11,80	17,26	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Piroclastite sabbiosa					
Strato (4)	29,77	11,80-13,40	29,77	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Piroclastite sabbiosa addensata					
Strato (5)	45,39	13,40-15,00	45,39	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata					

#### Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1)	3,68	0,00-0,80	3,68	Terzaghi-Peck 1948	13,67
Terreno vegetale rimaneggiato					
Strato (2)	10,11	0,80-4,00	10,11	Terzaghi-Peck 1948	14,50
Piroclastite Sabboso limosa					
Strato (3)	17,26	4,00-11,80	17,26	Terzaghi-Peck 1948	15,35
Piroclastite sabbiosa					
Strato (4)	29,77	11,80-13,40	29,77	Terzaghi-Peck 1948	16,63
Piroclastite sabbiosa addensata					
Strato (5)	45,39	13,40-15,00	45,39	Terzaghi-Peck 1948	17,88
Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata					

#### Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1)	3,68	0,00-0,80	3,68	Terzaghi-Peck 1948	18,32
Terreno vegetale rimaneggiato					
Strato (2)	10,11	0,80-4,00	10,11	Terzaghi-Peck 1948	18,84
Piroclastite Sabboso limosa					
Strato (3)	17,26	4,00-11,80	17,26	Terzaghi-Peck 1948	19,36
Piroclastite sabbiosa					
Strato (4)	29,77	11,80-13,40	29,77	Terzaghi-Peck 1948	20,15
Piroclastite sabbiosa addensata					
Strato (5)	45,39	13,40-15,00	45,39	Terzaghi-Peck 1948	20,92
Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata					

### Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	10,11	0,80-4,00	10,11	(A.G.I.)	0,33
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	17,26	4,00-11,80	17,26	(A.G.I.)	0,32
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	29,77	11,80-13,40	29,77	(A.G.I.)	0,3
Strato (5) Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	45,39	13,40-15,00	45,39	(A.G.I.)	0,26

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	Ohsaki (Sabbie pulite)	21,69
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	10,11	0,80-4,00	10,11	Ohsaki (Sabbie pulite)	56,09
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	17,26	4,00-11,80	17,26	Ohsaki (Sabbie pulite)	92,74
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	29,77	11,80-13,40	29,77	Ohsaki (Sabbie pulite)	154,81
Strato (5) Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	45,39	13,40-15,00	45,39	Ohsaki (Sabbie pulite)	230,13

### Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	Navfac 1971-1982	0,68
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	10,11	0,80-4,00	10,11	Navfac 1971-1982	2,13
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	17,26	4,00-11,80	17,26	Navfac 1971-1982	3,56
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	29,77	11,80-13,40	29,77	Navfac 1971-1982	5,58
Strato (5) Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	45,39	13,40-15,00	45,39	Navfac 1971-1982	7,56

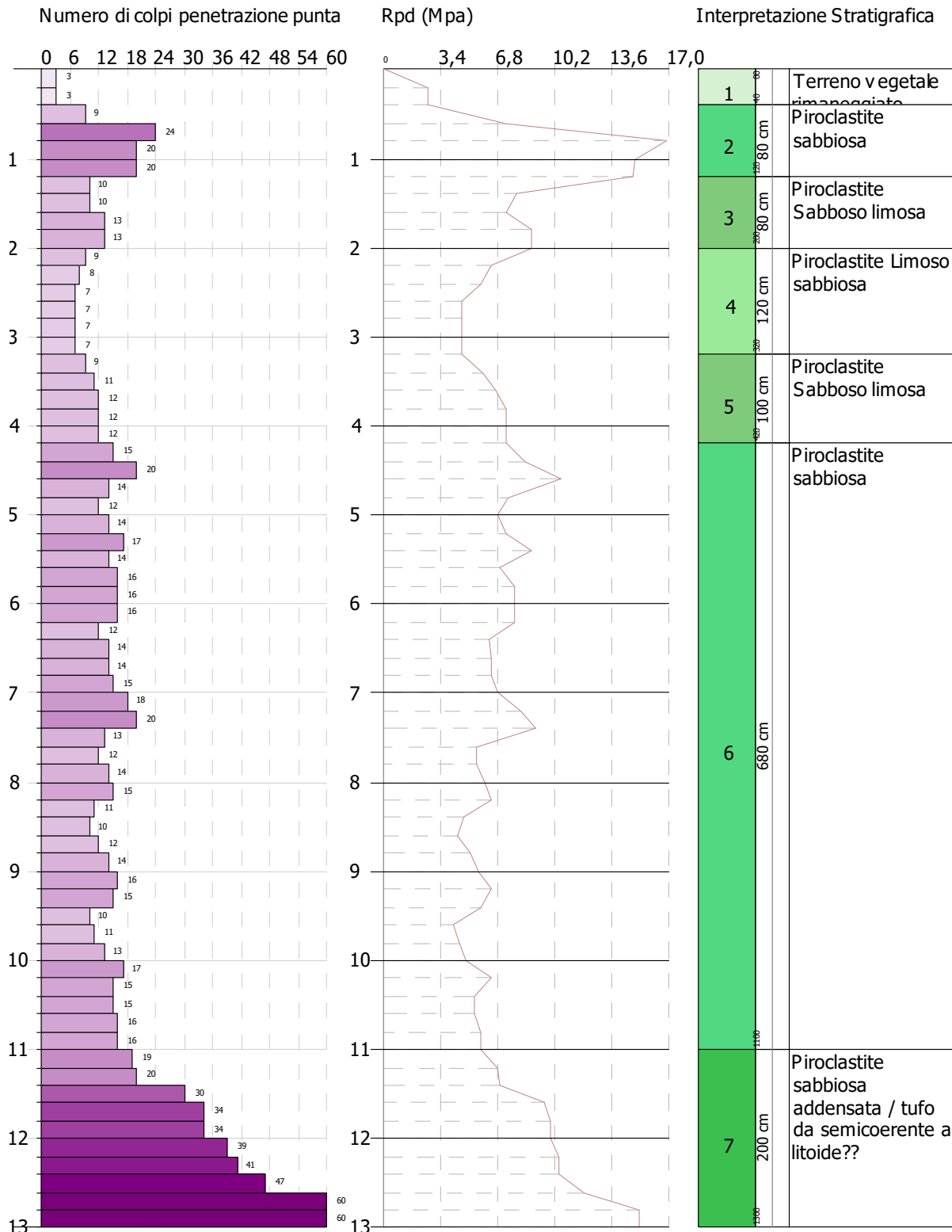
### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

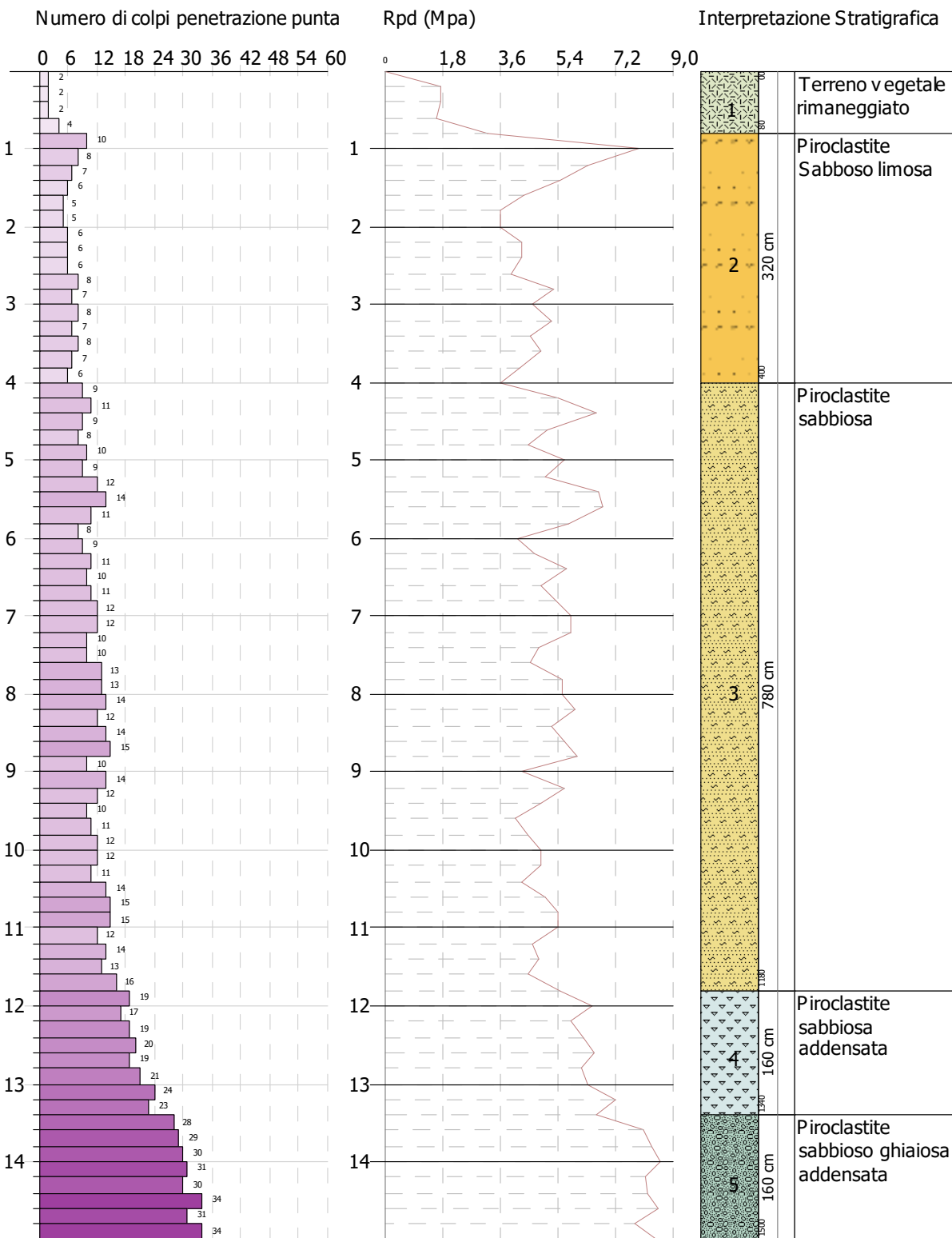
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Terreno vegetale rimaneggiato	3,68	0,00-0,80	3,68	Robertson 1983	0,72
Strato (2) Piroclastite Sabboso limosa	10,11	0,80-4,00	10,11	Robertson 1983	1,98
Strato (3) Piroclastite sabbiosa	17,26	4,00-11,80	17,26	Robertson 1983	3,39
Strato (4) Piroclastite sabbiosa addensata	29,77	11,80-13,40	29,77	Robertson 1983	5,84



---

Piroclastite sabbioso ghiaiosa addensata	Strato (5)	45,39	13,40-15,00	45,39	Robertson 1983	8,90
--	------------	-------	-------------	-------	----------------	------





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

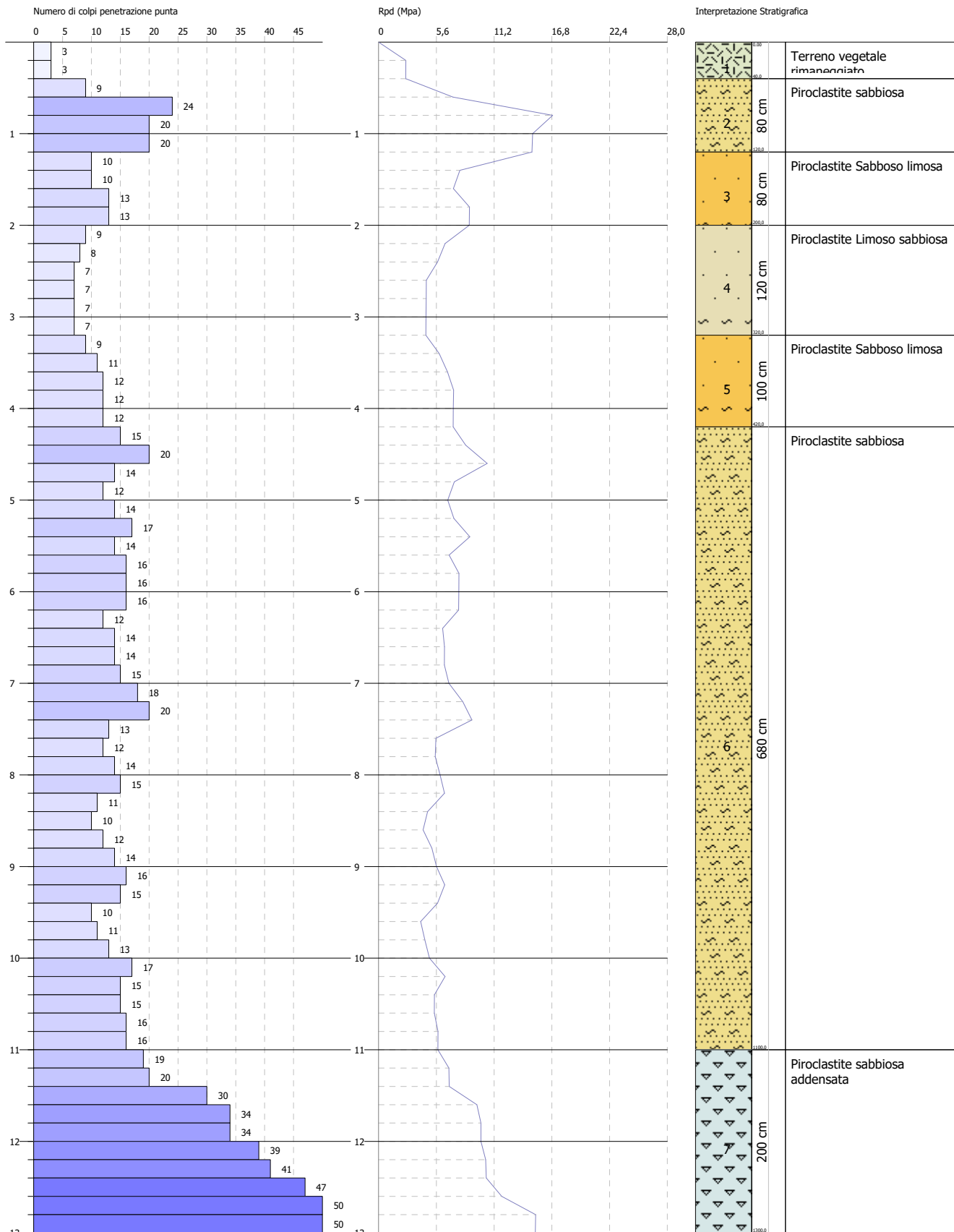
Committente: ARGO SRL

Data: 03/04/2023

Cantiere: REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A VERDE CONVENZIONATI

Località: VIA SAN DOMENICO VOMERO NAPOLI

Scala 1:63



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SPT IN FORO

Committente: ARGO S.R.L.

Cantiere: REALIZZAZIONE DI UN' ATTREZZATURA SPORTIVA CON PARCO A VERDE CONVENZIONATI

Località: VIA SAN DOMENICO VOMERO NAPOLI

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No

**Geologo Gennaro D'Agostino**

**PROVE ... SPT IN FORO**

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 01/11/2023

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi
3,65	7
3,80	10
3,95	13
7,65	12
7,80	15
7,95	17
15,15	13
15,30	16
15,45	18
19,65	14
19,80	15
19,95	18
26,65	10
26,80	18
26,95	37

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

## TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Gibbs & Holtz (1957)	59,62
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Gibbs & Holtz (1957)	66,11
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Gibbs & Holtz (1957)	63,48
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Gibbs & Holtz (1957)	60,42
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Gibbs & Holtz (1957)	71,23

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Shioi-Fukuni 1982	33,57

SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Shioi-Fukuni 1982	36,91
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Shioi-Fukuni 1982	37,58
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Shioi-Fukuni 1982	37,25
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Shioi-Fukuni 1982	43,72

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Schultze-Menzenbach	36,55
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Schultze-Menzenbach	45,82
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Schultze-Menzenbach	47,88
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Schultze-Menzenbach	46,85
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Schultze-Menzenbach	72,01

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Menzenbach e Malcev	40,79
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Menzenbach e Malcev	50,72
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Menzenbach e Malcev	52,60
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Menzenbach e Malcev	51,16
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Menzenbach e Malcev	77,78

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Terzaghi-Peck 1948	15,97
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Terzaghi-Peck	16,83

				1948	
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Terzaghi-Peck 1948	17,00
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Terzaghi-Peck 1948	16,92
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Terzaghi-Peck 1948	18,45

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Terzaghi-Peck 1948	19,74
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Terzaghi-Peck 1948	20,28
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Terzaghi-Peck 1948	20,38
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Terzaghi-Peck 1948	20,33
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Terzaghi-Peck 1948	21,27

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	(A.G.I.)	0,31
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	(A.G.I.)	0,29
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	(A.G.I.)	0,29
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	(A.G.I.)	0,29
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	(A.G.I.)	0,24

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	121,47
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	165,68
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	175,40
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	170,54
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	275,66

## Coefficiente spinta a Riposo



Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Navfac 1971-1982	4,56
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Navfac 1971-1982	5,88
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Navfac 1971-1982	6,14
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Navfac 1971-1982	6,01
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Navfac 1971-1982	8,95

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
SPT (1)	23,00	3,50-3,95	23,00	Robertson 1983	4,51
SPT (2)	32,00	7,50-7,95	32,00	Robertson 1983	6,28
SPT (3)	34,00	15,00-15,45	34,00	Robertson 1983	6,67
SPT (4)	33,00	19,50-19,95	33,00	Robertson 1983	6,47
SPT (5)	55,00	26,50-26,95	55,00	Robertson 1983	10,79

**STATION INFORMATION**

*Station code:* HVSR

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

*Notes:* -

**PLACE INFORMATION**

*Place ID:* ARGO SRL HVSR 2

*Address:* VIA SAN DOMENICO VOMERO NAPOLI NA

*Latitude:* 40.842310°

*Longitude:* 14.212988°

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 118 m s.l.m.

*Weather:* SERENO

*Notes:* -

**SIGNAL AND WINDOWING**

*Sampling frequency:* 300 Hz

*Recording start time:* 2023/07/12 10:23:24

*Recording length:* 15 min

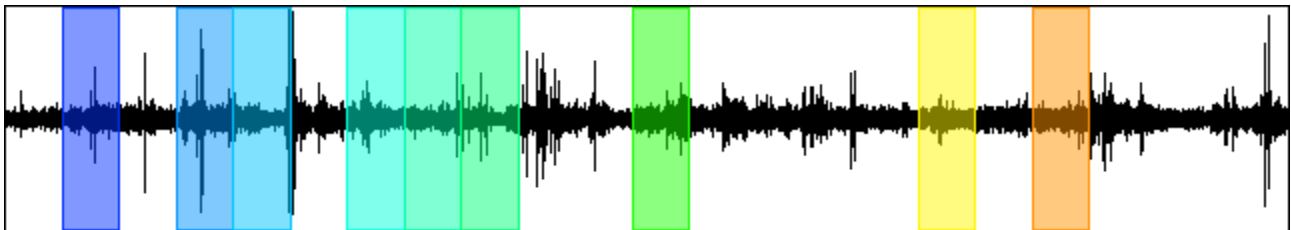
*Windows count:* 9

*Average windows length:* 40

*Signal coverage:* 40%

222154 Counts

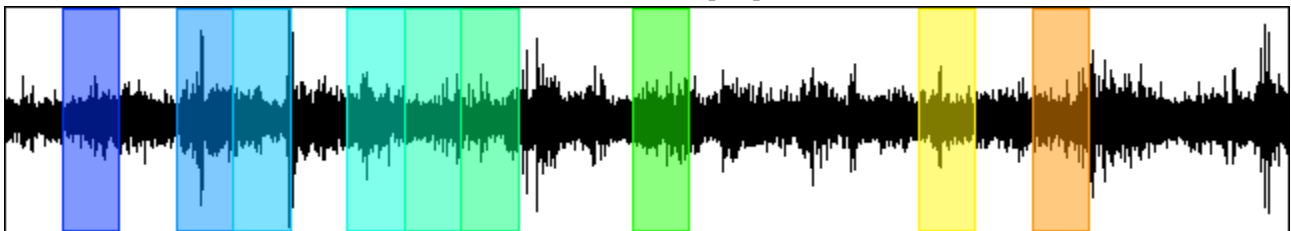
CHANNEL #1 [UD]



-188840 Counts

53486 Counts

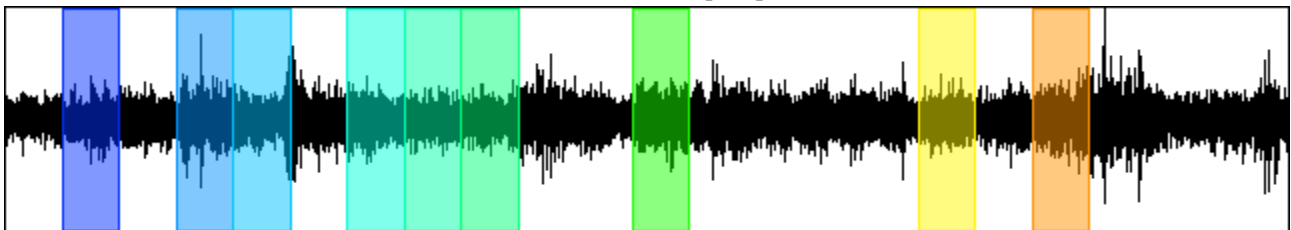
CHANNEL #2 [NS]



-51842 Counts

49402 Counts

CHANNEL #3 [EW]



-36938 Counts

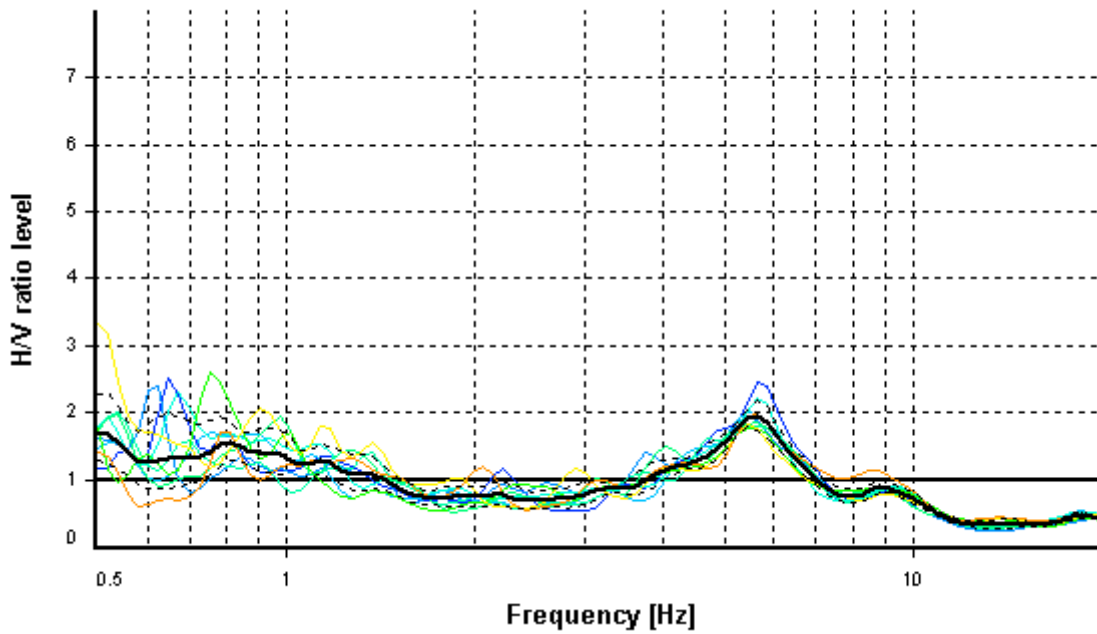
### HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 5%)

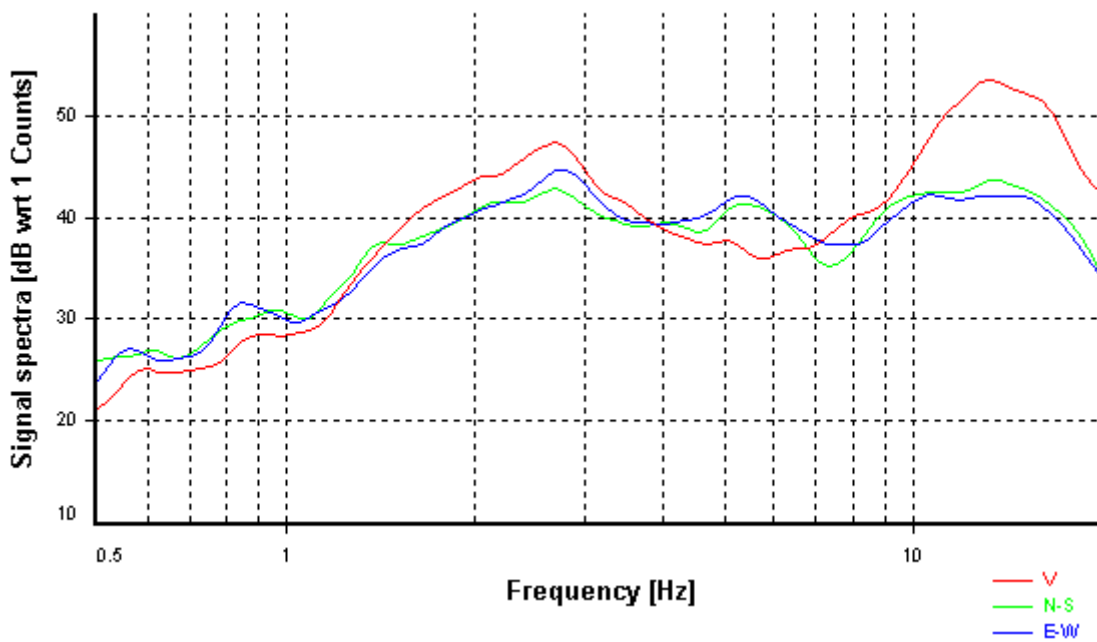
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

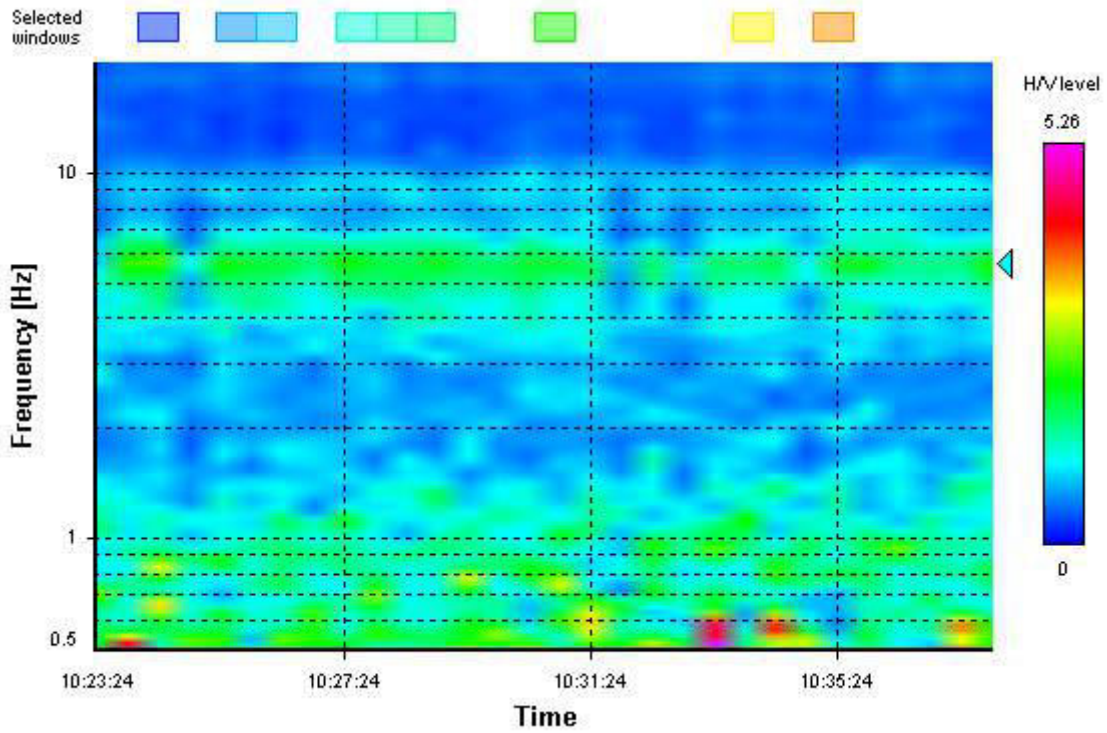
#### HVSR average



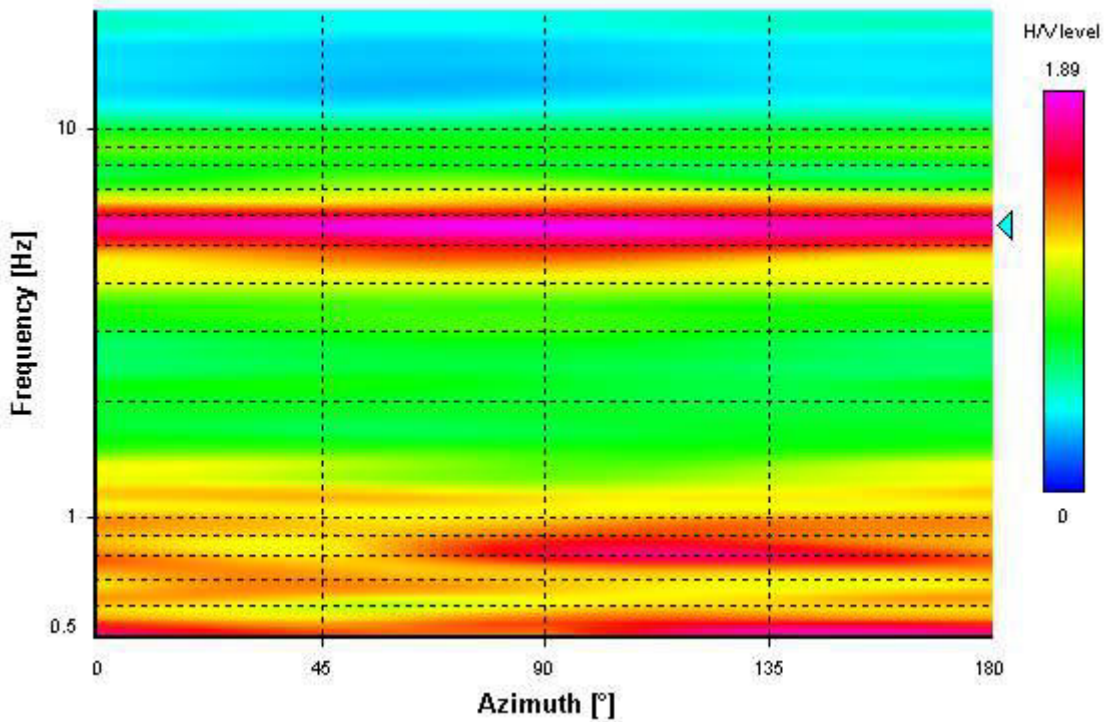
#### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



### HVSR directional analysis



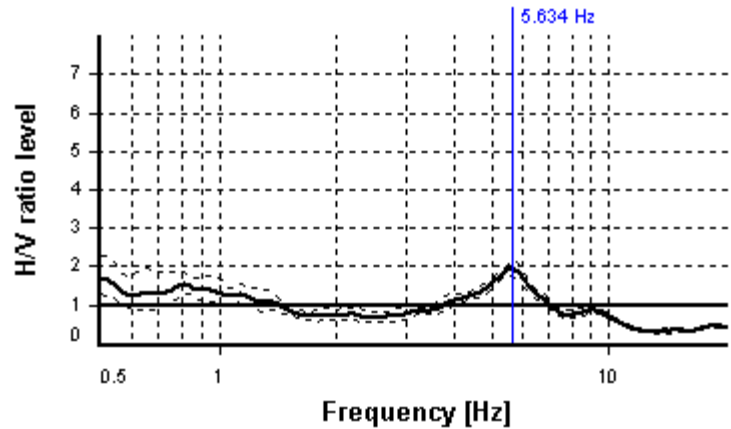
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**5.634 Hz**

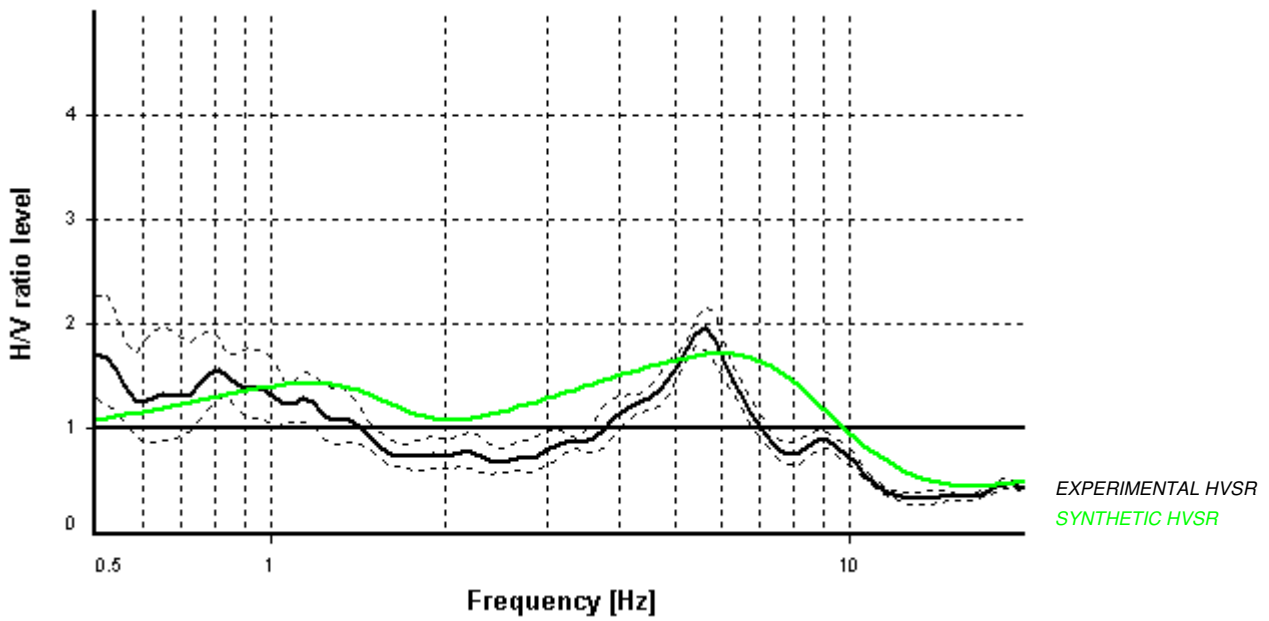
**$A_0$  amplitude = 1.955**

**Average  $f_0 = 5.565 \pm 0.103$**

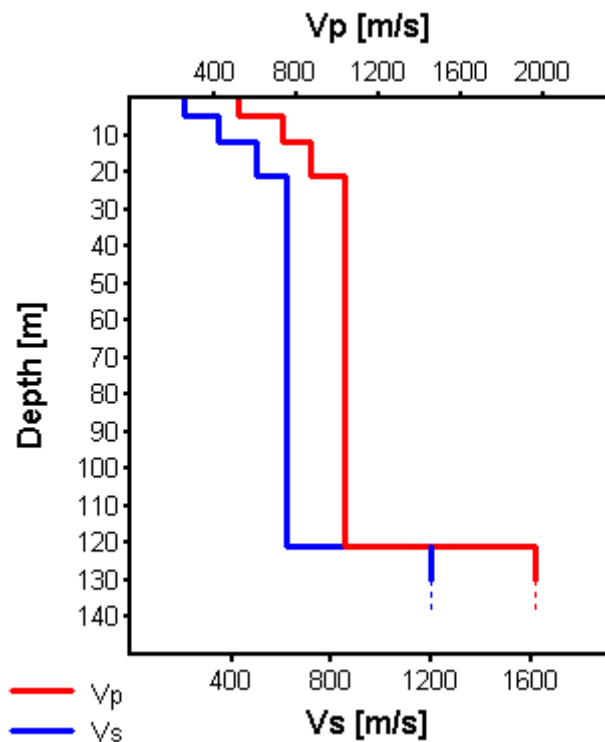


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	9 valid windows (length > 1.77 s) out of 9	OK
$n_0(f_0) > 200$	2028.29 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 37	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	3.60279 Hz	OK
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	7.31315 Hz	OK
$A_0 > 2$	1.95 <= 2	NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	3.66% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.10304 < 0.28171	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.11656 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

### Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
5	5	514	210	1450
7	12	729	350	1600
9	21	866	500	1500
100	121	1035	620	1600
-	> 121	1960	1200	1800



**Vs 30 = 393 m/s (Offset = 0 m)**

## STATION INFORMATION

*Station code:* HVSR

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* ARGO SRL HVSR 1

*Address:* VIA SAN DOMENICO VOMERO NAPOLI NA

*Latitude:* 40.842476°

*Longitude:* 14.213632°

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 121 m s.l.m.

*Weather:* SERENO

*Notes:* -



**SIGNAL AND WINDOWING**

*Sampling frequency:* 300 Hz

*Recording start time:* 2023/07/12 10:00:57

*Recording length:* 15 min

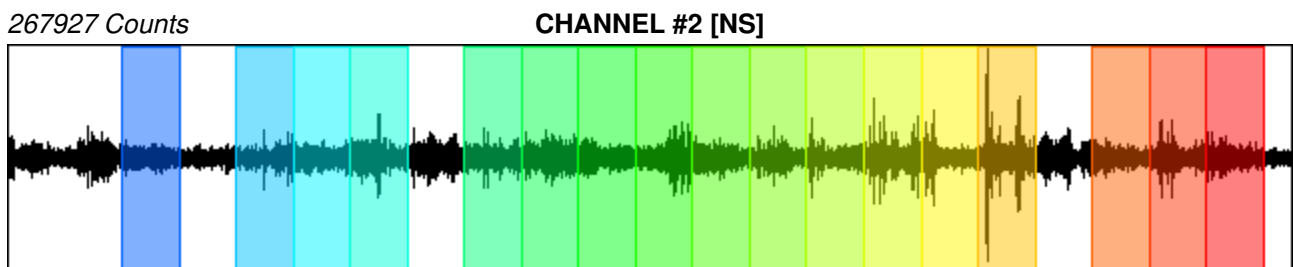
*Windows count:* 17

*Average windows length:* 40

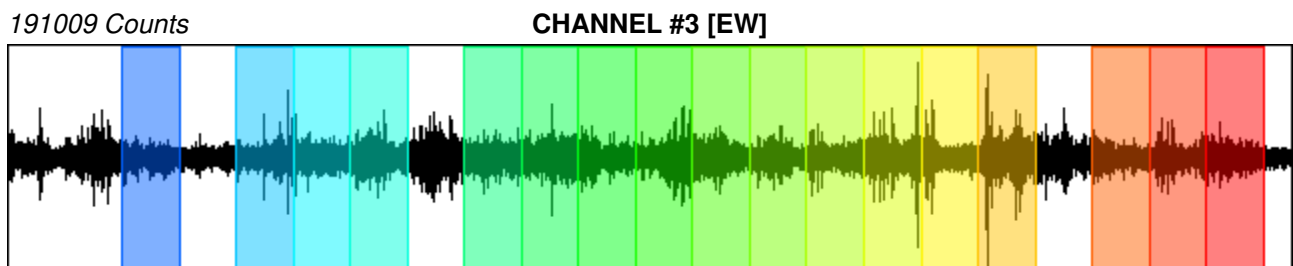
*Signal coverage:* 75.56%



-342941 Counts



-246945 Counts



-221069 Counts

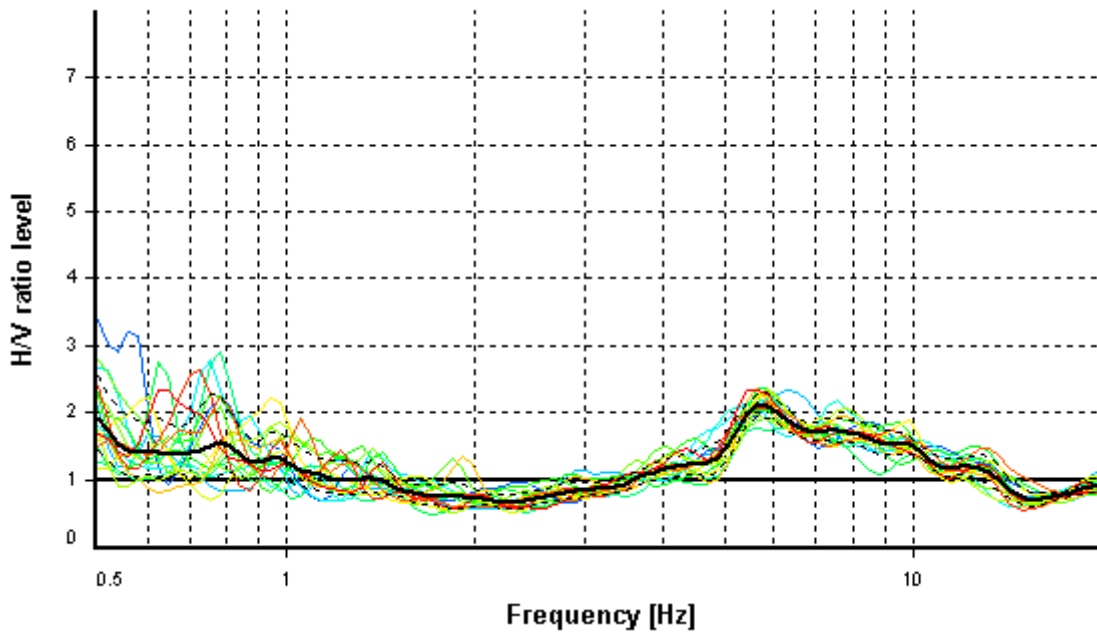
### HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 5%)

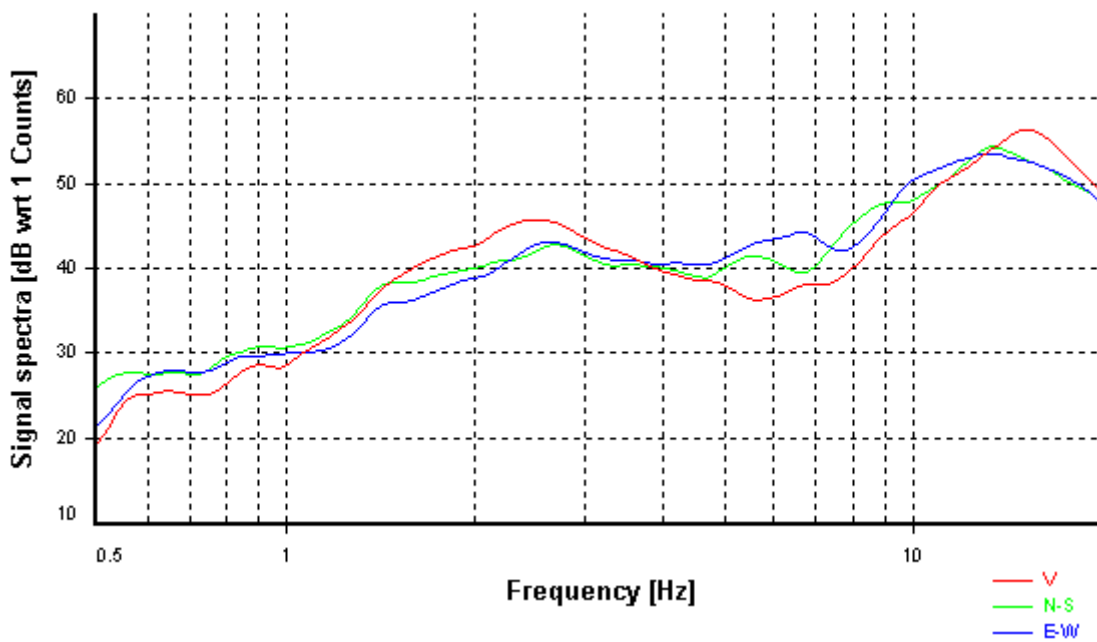
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

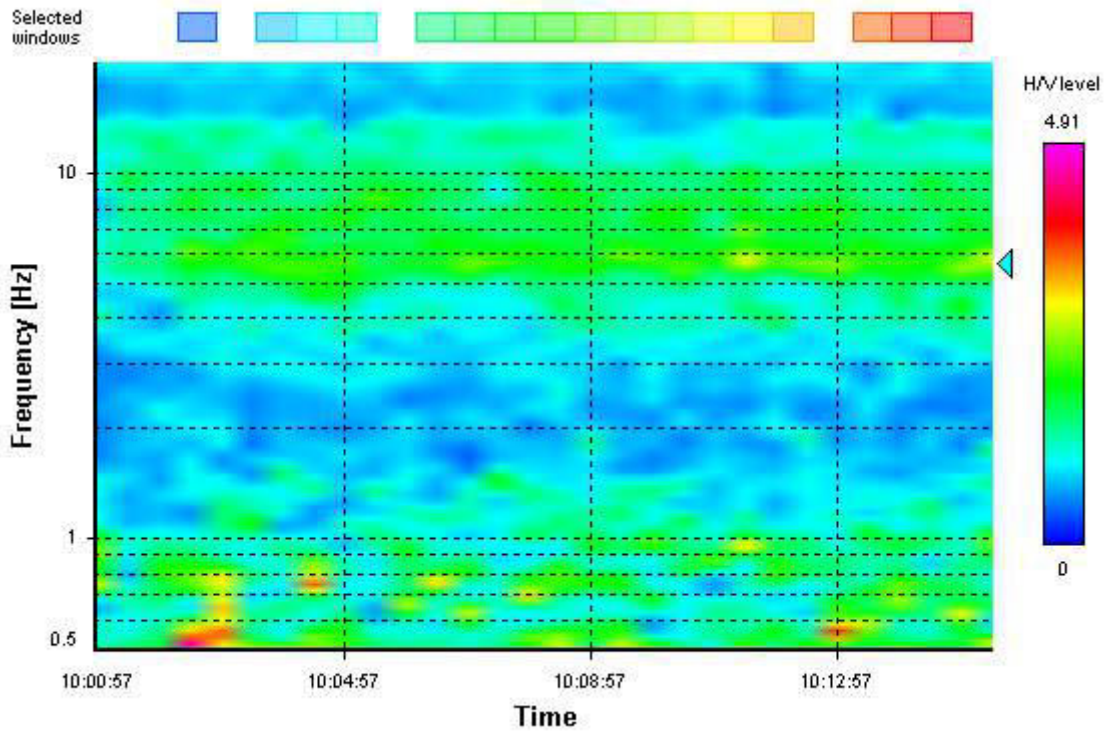
#### HVSR average



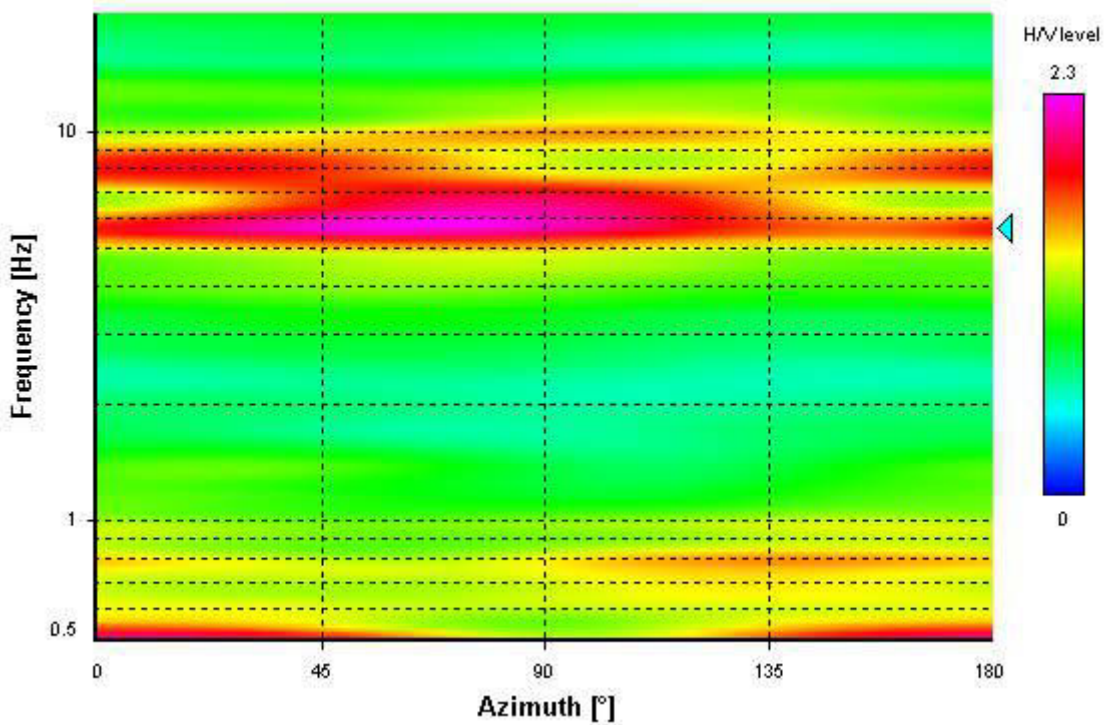
#### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



### HVSR directional analysis



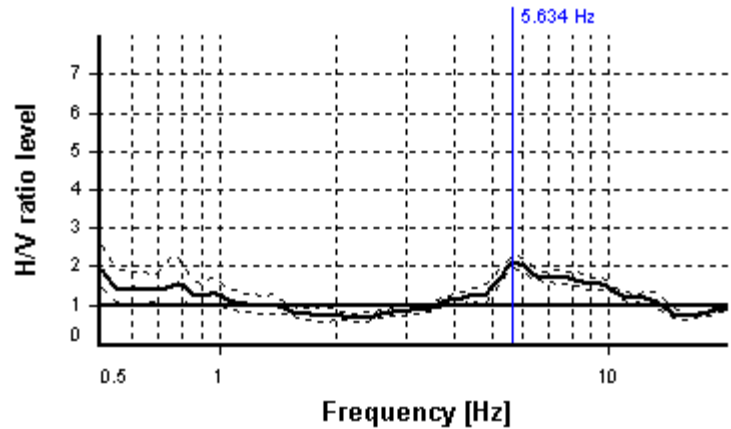
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**5.634 Hz**

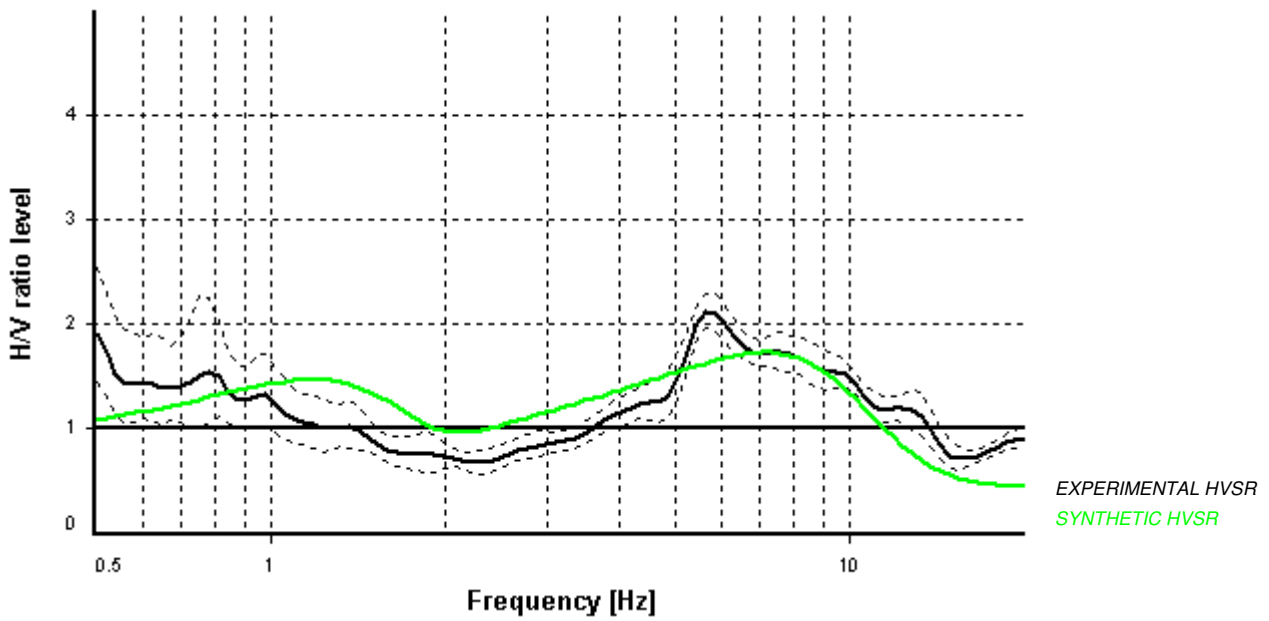
**$A_0$  amplitude = 2.115**

**Average  $f_0 = 5.907 \pm 0.546$**

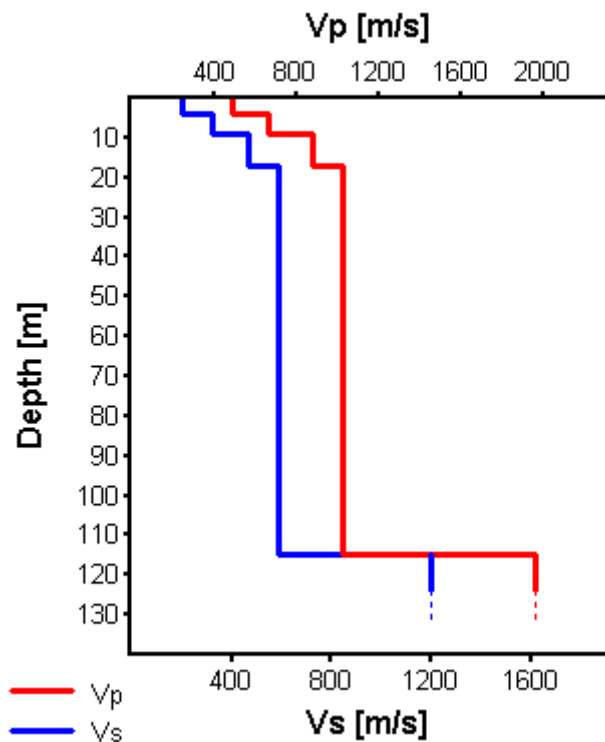


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	17 valid windows (length > 1.77 s) out of 17	OK
$n_0(f_0) > 200$	3831.21 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 37	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f) < A_0/2$	3.60279 Hz	OK
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f') < A_0/2$	13.77862 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.12 > 2	OK
$f_{peak}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	3.8% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.54604 >= 0.28171	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0833 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

### Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
4	4	490	200	1450
5	9	666	320	1600
8	17	879	470	1500
98	115	1022	590	1600
-	> 115	1960	1200	1800



**Vs 30 = 402 m/s (Offset = 0 m)**