

# COMUNE DI MONTE DI PROCIDA



Città metropolitana di Napoli

RIQUALIFICAZIONE STRADALE E DEI SOTTOSERVIZI DI VIA CAPPELLA  
1° STRALCIO

Decreto Dirigenziale Regione Campania n. 143 del 09/04/2019

## PROGETTO ESECUTIVO

### AMBITO

Programmi di intervento sulla viabilità regionale finanziati con le risorse fsc 2014-2020 di cui alla delibera CIPE 54-2016 - Programma E1: Interventi per il sistema di mobilità del litorale Domizio

ELABORATO  
RT.01

Relazione geologica

CUP

F47H19001640002

Data

30 LUGLIO 2019

SCALA

-

File

Relazione geologica...

### Il RUP

Geom. Tobia Ladonea Parascandolo

### Il Progettista

Arch. Antonio Mauro Illiano  
Responsabile III Settore



**Pe\_045\_2018 DEL 15/11/2018**

## **COMUNE DI MONTE DI PROCIDA PROVINCIA DI NAPOLI**

### **RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA ED ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PRESSO L'AREA DI CANTIERE IN VIA CAPPELLA n.249 - MONTE DI PROCIDA (NA)**

**CIG: Z8B2507BC8**

#### **IL TECNICO**



**geologo Vincenzo Marciano**

Tecnico per la salvaguardia del territorio specializzato in GIS e Telerilevamento (D.G.R. n. 720)  
Via Macedonia, 5 - 80048 Sant'Anastasia (NA)  
Tel. 081 899 03 67 - Fax 081 197 22 115; e-mail: geologo.marciano@gmail.com

**F.to geol. Vincenzo Marciano**

#### **IL DIRETTORE TECNICO 2MG ENGINEERING S.R.L.U.**



**ing. Gianfranco Fiondella**





## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – MORFOLOGICO	4
3.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	10
4.	RILIEVI GEOLOGICI ED INDAGINI IN SITO	12
4.1	Geolitologia e morfologia locale	13
4.2	Indagini in sito	15
4.2.1	Sondaggio a Carotaggio Continuo	15
4.2.2	Standard Penetration Test	17
4.2.3	Analisi e prove di Laboratorio	17
4.2.4	Prove penetrometriche statiche CPT	18
4.2.5	Indagine geofisica con metodo Goelettrico	20
5	CARATTERISTICHE SISMICHE DELL'AREA	23
6	MODELLAZIONE GEOLOGICA	25
7	PERICOLOSITA' GEOLOGICA	27
7.1	Pericolosità da rischio vulcanico	27
8	CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE	28
9	CONCLUSIONI	29



## 1. PREMESSA

Su incarico della 2MG Engineering s.r.l.u. di Gioia Sannitica (CE), il sottoscritto Marciano Vincenzo, in qualità di geologo regolarmente iscritto all’Ordine dei Geologi della Regione Campania e residente a Sant’Anastasia (NA) alla via Macedonia n° 5, ha approntato il piano di studi e di indagini necessari alla redazione della presente relazione geologica di supporto alla **caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali del Comune di Monte di Procida (NA)**.

La presente relazione è stata redatta nel rispetto delle Norme vigenti nelle aree dichiarate sismiche, con specifico riguardo, come citato, alla Legge 02.02.1974, n° 64, alla Circolare Ministeriale LL.PP. n° 9839 datata 01.07.1976, al D.M. 24.01.1986, al D.M. LL.PP. 11.03.1988 entrambi modificati ed integrati dal D.M. del 16.01.1996 ed alla Legge 07.01.1983, n° 9, della Regione Campania e della nuova Ordinanza 3274 del marzo 2003 (Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici) e in conformità alle norme tecniche approvate con decreto Ministeriale del 14.09.2005 e pubblicate sul Supplemento Ordinario n°159 della Gazzetta Ufficiale del 23.09.2005 n° 222 ed alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni Decreto Ministeriale 17/01/2018 n°29.

Scopo fondamentale di questo studio (esteso cautelativamente ad una area più vasta ed ampia rispetto a quella ove si colloca il sito d’intervento), è stato quello di illustrare l’assetto litostratigrafico locale, lo stato di alterazione, fratturazione e degradabilità dei litotipi presenti, nonché i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e, laddove definibile, lo schema della circolazione idrica sotterranea e infine determinare i principali parametri fisico-meccanici e dinamici del terreno di fondazione. Tutto ciò per definire la modellazione geologica, così come recitano le **N.T.C. del 17/01/2018** al punto **C 6.2.1**.

A tal fine si è ritenuto opportuno eseguire uno studio geologico preliminare basato, in una prima fase, sulla ricerca bibliografica e sulla cartografia tematica riguardante l’area in esame. Successivamente si è provveduto ad eseguire un rilevamento geologico di superficie delle aree interessate e di una zona circostante sufficientemente ampia da consentire opportune e valide correlazioni.

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni formanti il substrato è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche riportate nel **Rapporto Tecnico** della 2MG Engineering s.r.l.u. Prot. PE 32\_2017 del 27/10/2017, non allegato alla presente e alla quale si rimanda, in cui sono descritte:

- Indagini penetrometriche statiche con piezocono (CPTU)



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

- Indagine geofisica con metodo Geoelettrico e GPR

Oltre che all'esecuzione ex novo di un sondaggio a carotaggio continuo e al prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio, i cui risultati sono allegati alla presente (Allegato n. 1).

L'estensione delle indagini, in numero e tipo, è stata rapportata all'importanza del rilievo, alle sue dimensioni planimetriche, alla ipotizzabile variabilità delle caratteristiche meccaniche del terreno (articolo 4 Legge Regionale Campania 9/83 - Regolamento Delibera di Giunta Regionale n° 2515 del 08.10.2001, Circolare 2 febbraio 2009 n°617).

Si è tenuto conto, inoltre, della nuova classificazione sismica introdotta nella Regione Campania con la delibera n° 5447 "Aggiornamento della classificazione dei comuni della Regione Campania", e del successivo adeguamento del PRG con relativa microzonazione sismica del territorio. Il territorio in esame ricade nelle aree dichiarate sismiche che non hanno subito una variazione di classificazione rimanendo nella classe II Categoria con S pari a 9 (accelerazione pari a  $0,07 \text{ m/sec}^2$ ).

Gli elaborati grafici (carte geologiche e topografiche, planimetrie, ecc.), la scheda relative all'indagine eseguite sono riportate in allegato alla presente e della stessa forma parte integrante.

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – MORFOLOGICO**

L'area in esame si trova (fig.1) ad una quota di circa 18,00 metri sul l.m.m. ed è localizzata nell'ambito del territorio comunale di Monte di Procida (NA) alla Via Cappella, in pieno centro.

Il territorio comunale, classificato come comune litoraneo, ed è prevalentemente collinare a ridosso della costa ed è collocato nei Campi Flegrei ovvero quella porzione di territorio posta ad Ovest di Napoli (Fig. 1), in diretta continuazione del Golfo omonimo, che a partire da Posillipo si snoda lungo la costa, prima con golfi, insenature, promontori e isole, poi, oltrepassato il Monte di Procida, con un profilo più o meno rettilineo fino alle sponde del Lago Patria. Nell'entroterra i suoi confini si identificano con i rilievi collinari di origine vulcanica a ridosso della pianura alluvionale campana, la piana di Quarto e l'area del Monte di Cuma.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**



**Figura 1:** Carta geologica dell'area di studio dal foglio 183-184 NAPOLI-ISOLA D'ISCHIA, scala 1:100.000, della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA.

La Piana Campana rappresenta uno dei più estesi bacini quaternari dell'Italia meridionale; è delimitata da rilievi carbonatici che furono smembrati e ribassati dalla tettonica pleistocenica (Fig. 2). Il graben risultante continuò a sprofondare nel Quaternario con un rigetto compreso tra i 3 ed i 5 km.

Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto tale sprofondamento sono evidenziate lungo i margini della Piana da ripidi versanti di faglia, apparentemente dirette, orientati prevalentemente NW – SE e SW – NE.

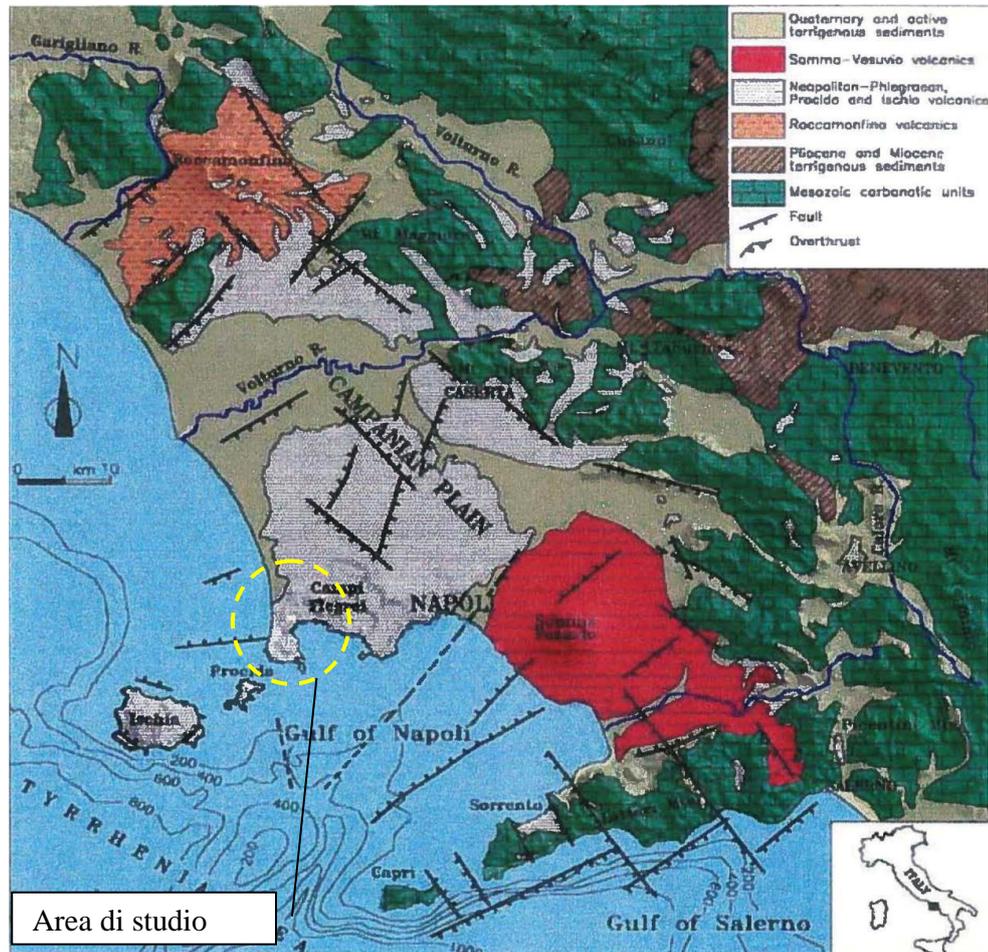
Proprio lungo queste strutture recenti, che si estendono ben oltre la regione Campania, si è impostato il vulcanismo potassico della Provincia Romana e Campania. Nel settore orientale della Piana Campana, e più precisamente quello comprendente il Somma – Vesuvio e la Piana del Sarno, indagini geofisiche hanno permesso di ricostruire a grandi linee l'andamento del tetto del substrato

carbonatico al di sotto della potente copertura vulcanica e sedimentaria. Il substrato risulta smembrato in vari blocchi da faglie con andamento prevalentemente appenninico ed antiappenninico, che lo ribassano verso il centro della piana del Sarno fino alla profondità di 2000 metri.

Tale ribassamento continua verso ovest al di sotto del vulcano strato del Somma – Vesuvio dove, in corrispondenza del bordo occidentale del vulcano, la presenza di faglie, orientate SW – NE, determina un gradino strutturale tra la piana del Sarno e quella Napoletano – Volturina.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**



**Figura 2:** Carta Geologico Strutturale della Campania; Orsi et al. 1996 mod.

Le rocce più antiche, affioranti lungo i margini della Piana, appartengono alla serie carbonatica dell'Appennino Campano. Esse sono costituite da calcari grigi e bianchi, compatti, con frequenti intercalazioni dolomitiche. Questi terreni restituiscono abbondanti resti fossiliferi quali livelli biostromali a rudiste ed anche gasteropodi e lamellibranchi. Dal punto di vista stratigrafico tali depositi sono caratteristici di un ambiente sedimentario in facies di scogliera; pertanto rappresentano una porzione di piattaforma carbonatica, frammentata e poi variamente dislocata dalle diverse fasi tettoniche che hanno caratterizzato la formazione dell'Appennino Centro-Meridionale.

La serie carbonatica risulta essere ricoperta da imponenti coltri piroclastiche derivati dai vari centri eruttivi campani a cui l'area di interesse è particolarmente esposta. Tali piroclastiti, spesso rimaneggiate, dilavate e sottoposte a gradi variabili di pedogenesi, sono costituite da successioni di tuffi, ceneri, pomice e lapilli. Questi materiali sono talvolta interessati da fenomeni di rimobilizzazione e deposizione rapida a seguito di eventi meteorologici particolarmente intensi.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

L'area in esame si colloca nella porzione centro settentrionale della piana, e risulta interessata dalla messa in posto delle piroclastiti flegree.

I Campi Flegrei sono una caldera risorgente complessa formatasi attraverso due principali episodi di sprofondamento avvenuti rispettivamente durante l'eruzione dell'Ignimbrite Campana, circa 39.000 anni fa, e l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, circa 14.000 anni fa. L'età di inizio del vulcanismo nell'area flegrea non è nota. I prodotti vulcanici più antichi in affioramento hanno 60.000 anni. La maggior parte delle rocce più vecchie dell'Ignimbrite Campana è stata prodotta da eruzioni esplosive e solamente una minima parte da eruzioni effusive. Solo alcuni degli edifici vulcanici che si formarono in questo periodo più antico sono oggi esposti.

Sulla base delle caratteristiche di alcuni depositi, si può ipotizzare che l'area vulcanica attiva doveva essere più ampia dell'attuale caldera. Ad esempio Monte Grillo a Miliscola è il relitto di un cono piroclastico e, verosimilmente, ulteriori centri di eruzioni effusive si trovavano nelle vicinanze dei duomi lavici di Punta Marmolite e di Cuma.

Il territorio flegreo è un sistema vulcanico costituito da numerosi centri craterici e tuttora attivo, ma in stato di quiescenza, compreso tra l'edificio vulcanico del M. Somma-Vesuvio a sudest, i due sistemi litorali del Golfo di Pozzuoli a sud e del Litorale Domitio ad ovest, i rilievi carbonatici del M. Massico a nord e del M. Maggiore a nordovest separati dal vulcano di Roccamonfina. Quest'ultimo è un edificio vulcanico ormai inattivo interessato nell'arco del Pleistocene da manifestazioni a carattere sia effusivo che esplosivo, i cui prodotti hanno età comprese tra 700.000 e 300.000 anni prima del presente.

Il bacino dei Campi Flegrei diede origine ad un'intensa attività eruttiva a carattere esplosivo con formazione di prodotti prevalentemente alcalitrichitici.

L'attività vulcanica flegrea è stata suddivisa da vari Autori in quattro cicli eruttivi, in base alle sequenze stratigrafiche e alle determinazioni delle età assolute eseguite con metodi radiometrici (14C). Il primo ciclo inizia oltre 35.000 anni prima del presente, l'ultimo termina con l'eruzione storica di M. Nuovo del 1538. Una serie di violente eruzioni esplosive manifestatesi tra circa 42.000 e 35.000 anni prima del presente (I ciclo) nella zona flegrea ad occidente di Quarto produssero l'*Ignimbrite Campana (Tufo grigio campano AUCT.)*, ampiamente diffusa in affioramento e nel sottosuolo dell'intera regione. La morfologia sepolta del tetto del substrato carbonatico profondo e delle sovrastanti piroclastiti, invece, risulta complessa a causa dei fenomeni erosivi, delle dislocazioni tettoniche e vulcano-tettoniche che hanno interessato la regione sia prima che durante il periodo di stasi intercorso fra i 35.000 ed i 20.000 anni prima del presente (I e II ciclo), ovvero dopo l'eruzione e la messa in posto dell'Ignimbrite Campana.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

Circa 13.000 anni prima del presente (III ciclo) una o più eruzioni esplosive diedero origine alla formazione piroclastica del tufo giallo napoletano (Auct.), diffusa ampiamente in affioramento e nel sottosuolo di Napoli, ai margini della cosiddetta caldera flegrea estesa fino a Pozzuoli e Baia ed in minor grado a Quarto, costituente in un certo senso l'ossatura di questi centri abitati.

Durante il postglaciale ed in particolare negli ultimi 10.000 anni (Olocene) l'azione modellante del mare in risalita è stata intensificata o ridotta dalle oscillazioni verticali del suolo puteolano (bradisisma) o dagli eventi vulcanotettonici che in alcuni periodi hanno determinato la sommersione o l'emersione di ampie zone costiere. Le tracce di tali episodi sono rappresentate dalla successione stratigrafica del terrazzo marino de La Starza, esteso lungo la costa da Gerolomini fino alle pendici orientali di M. Nuovo, costituita da alternanze di depositi continentali e marini (11.000-5.000 anni prima del presente) a giacitura suborizzontale ed organizzati in quattro cicli che riflettono gli eventi vulcanici e vulcano-tettonici dell'area puteolana. Quest'ampia superficie spianata è bordata verso mare da una ripida scarpata, alta da circa 25 a 40 m, che rappresenta una falesia costiera inattiva sottratta all'azione del moto ondoso dalla presenza di una fascia di depositi di spiaggia e detritici. Altre testimonianze di questi eventi che hanno interessato la costa puteolana sono costituite dalla presenza in ambiente sommerso di ruderi d'epoca romana e medievale, rispettivamente a profondità di circa -10 e -5 m. I prodotti piroclastici incoerenti flegrei degli ultimi 10.000 anni (IV ciclo) hanno livellato i solchi e la morfologia accidentata del paesaggio, ammantandolo e raddolcendone i rilievi. Una fase vulcanica più recente ha determinato un sollevamento (terrazzo marino de La Starza - vulcano di M. Spina, circa 4000 anni fa) al quale è seguita la formazione degli ultimi edifici vulcanici (M. Spina, circa 3600 anni fa). Successivamente a tali eruzioni piroclastiche si è verificato lo sprofondamento dell'area orientale e l'individuazione della depressione costiera di Bagnoli-Fuorigrotta. Intensi eventi vulcano-tettonici, localizzati fenomeni bradisismici (crisi del 1970-72 e 1982-84) e fenomeni erosionali si sono manifestati anche in età storica. Tutti i prodotti vulcanici di quest'area sono stati generati da apparati scaturiti sia in ambiente subaereo che subacqueo e la loro deposizione si è alternata a quella di sedimenti marini, oggi fossiliferi, in parte direttamente in ambiente sommerso (cineriti), in parte in quello emerso. Questa caratteristica è connessa alle oscillazioni verticali del suolo puteolano (bradisisma) ed ai movimenti vulcano-tettonici (collassi calderici, sismi) che hanno preceduto o seguito le manifestazioni eruttive, riesumando fondali un tempo sommersi anche a -50 m di profondità (terrazzo de La Starza). Nel territorio circostante il Comune di Giugliano, pertanto, affiorano le seguenti principali formazioni vulcaniche, limniche e continentali:

- terre nere palustri, torbifere, con molluschi dolcicoli; di età storica e recente; nelle platee vulcaniche (Piano di Quarto, Cigliano, Campiglione, Astroni);



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

- prodotti di dilavamento dei recinti craterici flegrei, di natura piroclastica; di età storica e recente; nelle zone perimetrali collinari a nordovest dell'abitato (S. Antonio);
- lapilli chiari non differenziati, depositi piroclastici e loro suoli nella pianura circumflegrea; di età storica e recente; diffusamente nell'area a nord;
- prodotti piroclastici indifferenziati provenienti dai centri eruttivi flegrei: cineriti e pozzolane chiare; lapilli pozzolanici straterellati, ceneri e pomice grigie, suoli di età storiche, ghiaie fluviali, limo e terre torbose; passanti a depositi litoranei (sabbie grossolane); di età olocenica; diffusamente a nordovest e nordest, a lembi ad est, sudest e sudovest;
- prodotti piroclastici dell'Astroni, pomice e lapilli on paleosuoli intercalati; di età ~3.700 anni prima del presente; localmente a nordest;
- lapilli pozzolanici con paleosuoli fossiliferi intercalati, sovrastanti ai prodotti piroclastici di Agnano; di età olocenica superiore; a nordest, est e sudest;
- lave e scorie trachitiche plagioclastiche di M. Olibano, Cava Regia; lave fonolitiche e breccia piroclastica di M. Spina-Agnano; di età olocenica media; rispettivamente ad est e nordest;
- tufo giallo napoletano (Auct.) in facies litoide, con pomice alterate e scorie, in banchi; di età ~13.000 anni prima del presente; a nord, nordovest, est e diffusamente nell'area cittadina (Rione Terra).

In particolare, i terreni affioranti nel territorio comunale sono costituiti in prevalenza dai prodotti piroclastici indifferenziati, rimaneggiati e dilavati, formati da depositi da caduta (ceneri, sabbie, pomice, lapilli) delle eruzioni flegree tardopleistoceniche-oloceniche, caratterizzati da lenti di sabbia e pomice di colore grigio (pozzolane), materiale detritico e suoli; questi terreni – almeno nell'area in esame – presentano uno spessore variabile fra circa 2 e 30 m. Tali materiali poggiano sulla formazione del tufo giallo napoletano Auct. che rappresenta il substrato stabile dell'area puteolana.

Tale formazione vulcanica, in facies lapidea a prevalente tessitura massiva, si presenta compatta alla base ed alterata e pseudocoerente nella sua parte sommitale, con spessore di alcune decine di metri e potenza complessiva non nota; inoltre, è dislocata da allineamenti di faglie a prevalente andamento appenninico (nordovest - sudest) che la ribassano verso ovest ed affiora nel centro storico puteolano (Rione Terra) ed estesamente a nord, sudest e sudovest della zona indagata, ai margini del relitto calderico collassato. In epoca storica e recente questi affioramenti tufacei sono stati intensamente sfruttati mediante la coltivazione di cave per l'estrazione di materiale da costruzione.

L'andamento delle isopache del substrato tufaceo e la sua morfologia sepolta appaiono articolati, a causa degli eventi vulcano-tettonici e delle dislocazioni che hanno interessato la zona dopo la messa in posto del tufo; in genere si registra un aumento della profondità dalle aree marginali – dove



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

il tufo si rinviene già a 2-3 m dal piano campagna ed in genere a circa 10-15 m dal p.c. – verso il depocentro calderico, dove il tetto tufaceo si rinviene oltre i 30 m dal p.c.

L'erosione più o meno intensa legata alle oscillazioni climatiche postglaciali ha in parte livellato i solchi ed in genere spianato la morfologia accidentata del paesaggio, raddolcendone i rilievi, sebbene numerosi eventi sismotettonici e gravitativi si siano verificati negli ultimi 10.000 anni (Olocene). A questi fenomeni si sono aggiunte le modificazioni storiche e recenti del paesaggio urbano prodotte dall'uomo fin dall'epoca greco-romana. Infine, i sedimenti alluvionali e di riporto, presenti soprattutto nelle depressioni e nei fossi d'incisione, sono costituiti per lo più dai suddetti prodotti rimaneggiati commisti a detriti fittili e di manufatti di età storica e recente.

La successione stratigrafica schematica dei prodotti vulcanici affioranti nel territorio puteolano é appresso descritta.

### **3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

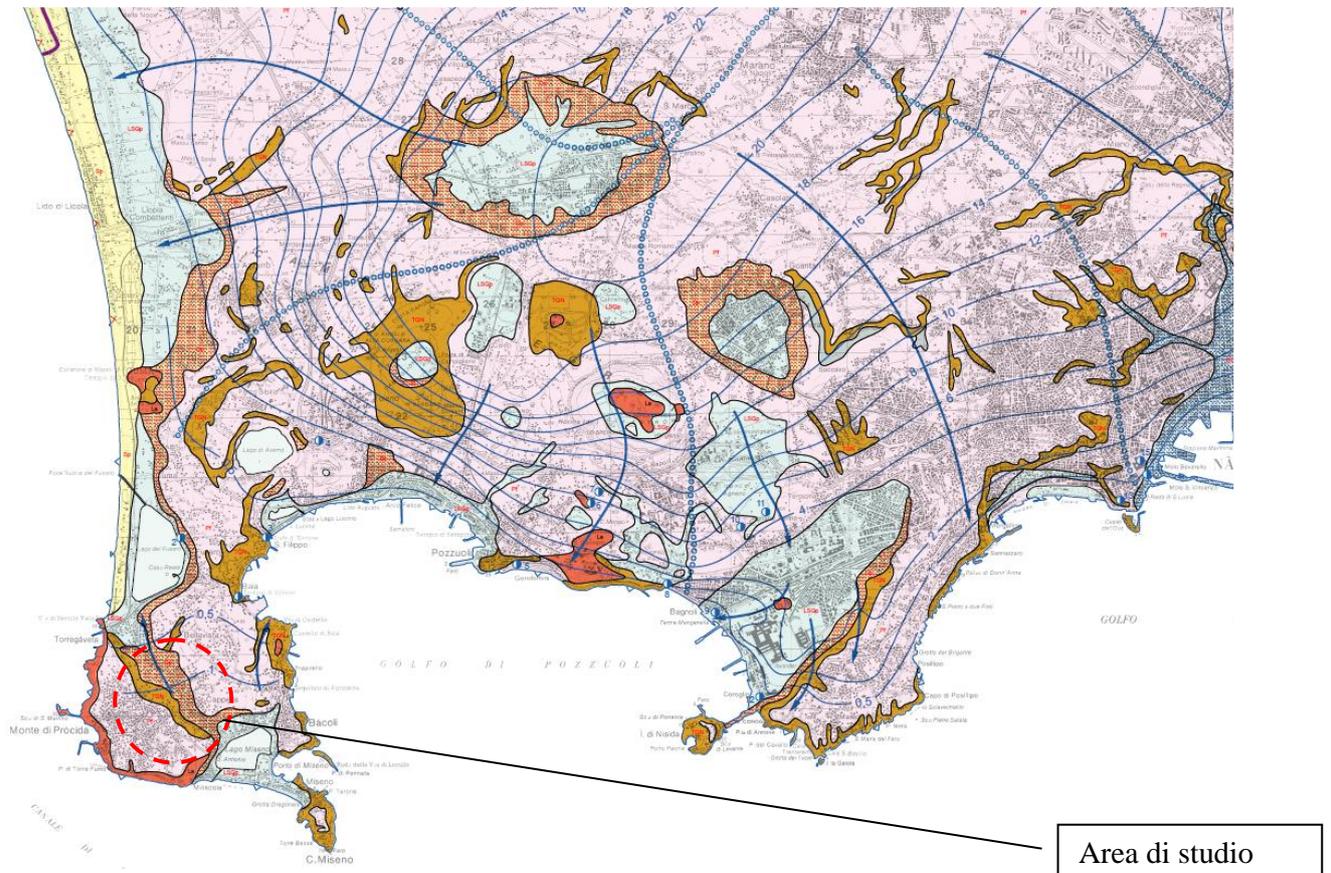
Dal punto di vista idrogeologico il susseguirsi dei numerosi eventi esplosivi ha determinato, nell'area in esame, una stratigrafia complessa derivante dalla sovrapposizione di prodotti piroclastici variabili in granulometria, spessore, stato di costipazione ed estensione laterale. Tali litotipi possono essere raggruppati in tre complessi idrogeologici:

- complesso delle piroclastiti e dei detriti alluvionali incoerenti, caratterizzato da una permeabilità per porosità variabile da media a bassa, per la presenza di un'abbondante frazione cineritica;
- complesso dei tufi, costituito dalle formazioni del "Tufo Grigio Campano" e del "Tufo Giallo Napoletano", caratterizzato da un grado di permeabilità mediamente più basso di quello dei prodotti incoerenti e da un tipo di permeabilità per porosità e fessurazione;
- complesso delle lave e delle scorie, scarsamente presenti in affioramento, il cui grado di permeabilità è elevato, sia per fessurazione (lave) che per porosità (scorie); le prime sono state individuate a piccola profondità nelle zone comprese fra Quarto ed il Lago di Patria.

Alla luce della sequenza stratigrafica descritta, ne consegue uno schema di circolazione idrica sotterranea dell'area flegrea che, almeno a livello locale, è rappresentato da una circolazione sotterranea per "falde sovrapposte" (a causa della successione molto variabile di litotipi a diversa permeabilità relativa). Nonostante ciò, a grande scala, si riconosce essenzialmente un'unica falda e ciò soprattutto per la mancanza di veri e propri orizzonti impermeabili sufficientemente estesi e spessi (fig. 3)



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**



**Figura 3:** Stralcio Carta Idrogeologica della Provincia di Napoli

Dalla carta a curve isopiezometriche, relativa alla suddetta area sono state tratte le seguenti considerazioni di carattere idrogeologico.

- 1) La falda flegrea può essere effettivamente considerata un corpo idrico unico; infatti, anche se localmente esistono più falde sovrapposte, a livello generale queste si comportano come un'unica falda per la mancanza di orizzonti impermeabili sufficientemente estesi;
- 2) la falda raggiunge il suo livello massimo (circa 26 m s.l.m.) nella zona di Marano-Calvizzano; quest'area è quella più lontana dal recapito naturale delle acque sotterranee, rappresentato dal mare;
- 3) la falda si mantiene a quota relativamente alta in prossimità dello spartiacque Marano - Arco Felice, nel tratto compreso tra Marano, dove raggiunge i 26 m s.l.m. La stessa falda, poi, defluisce radialmente dal suddetto tratto dello spartiacque, subendo un incremento del gradiente piezometrico, tra le isopiezometriche di quota 20 e 4 m s.l.m., sia verso Est (bonifica di Licola) sia verso Sud (Pozzuoli – Arco Felice). Il gradiente piezometrico relativamente elevato a Nord di Arco Felice - Pozzuoli (compreso fra 0,8% e il 1,2%), seguito a monte, nella zona del Piano di Quarto, da un appiattimento della morfologia piezometrica (gradiente inferiore allo 0,15%), suggerirebbe l'ipotesi di



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

una diminuzione della trasmissività in corrispondenza dell'infittimento delle isopiezometriche. Tuttavia i valori di trasmissività ottenuti da prove di emungimento, nella zona a gradiente piezometrico elevato, rientrano nella media dell'intera area. Comunque, considerando il valore puntuale di queste prove, non si può escludere la presenza di un impedimento, al deflusso della falda, di natura strutturale (faglie del M.te Barbaro) o stratigrafica (presenza di eventuali livelli cineritici, che potrebbero causare la stessa fenomenologia). Ad ogni modo queste due ipotesi non sembrano sufficientemente attendibili: la prima, perché i rigetti delle faglie del M.te Barbaro sono di piccola entità (poche decine di metri); la seconda, perché non esistono evidenze stratigrafiche al riguardo. Quindi è da ritenere valida l'ipotesi secondo la quale, immediatamente all'origine ed in corrispondenza della zona a gradiente piezometrico elevato, esiste un'alimentazione della falda proveniente dal basso che, aumentando localmente la portata della falda, ne determina l'incremento del gradiente piezometrico;

4) nell'area a Nord di Quarto si evidenzia una zona di drenaggio, a partire dalla quale la falda defluisce regolarmente verso NW con un basso gradiente piezometrico (circa 0,4%). Tale evidenza trova conferma nell'esistenza di corpi lavici, ad alta permeabilità, siti a piccola profondità;

5) la falda flegrea, in corrispondenza delle zone di Licola e di Agnano, risente dell'azione drenante dei canali di bonifica. Anche il lago d'Averno esercita un'azione drenante, come testimonia l'andamento delle isopiezometriche.

#### **4. RILIEVI GEOLOGICI ED INDAGINI IN SITO**

Per l'assoluzione degli obblighi prescritti dalle vigenti normative, dopo un sopralluogo preliminare ed uno studio della letteratura tecnico - scientifica relativa all'area in esame, compresa la consultazione degli elaborati geologici allegati al P.R.G., si è proceduto ad una serie di rilievi in campo finalizzati alla determinazione del modello geologico del sottosuolo individuando la natura dei terreni affioranti, la morfologia dell'area, eventuali dissesti e l'idrologia superficiale consistente in:

- Rilievo geologico;
- Rilievo geolitologico e morfologico.
- Rilievo della stabilità.
- Rilievo idrogeologico.

Successivamente, per la caratterizzazione geotecnica dei terreni formanti il substrato e la definizione del modello geologico, come detto in premessa è stato fatto riferimento a quanto già eseguito e riportato nel Rapporto Tecnico della 2MG Engineering s.r.l.u. Prot. PE 32\_2017 del 27/10/2017, non allegato alla presente e alla quale si rimanda, oltre che all'esecuzione ex novo di un



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

sondaggio a carotaggio continuo e al prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio.

Tutti i rilievi e le prove in sito sono stati effettuati direttamente dallo scrivente e/o sotto la sua diretta direzione, in conformità alle norme A.G.I.. I risultati sono stati elaborati e restituiti graficamente e sono parte integrante ed imprescindibile del presente studio al quale sono allegati.

#### **4.1 Geolitologia e morfologia locale**

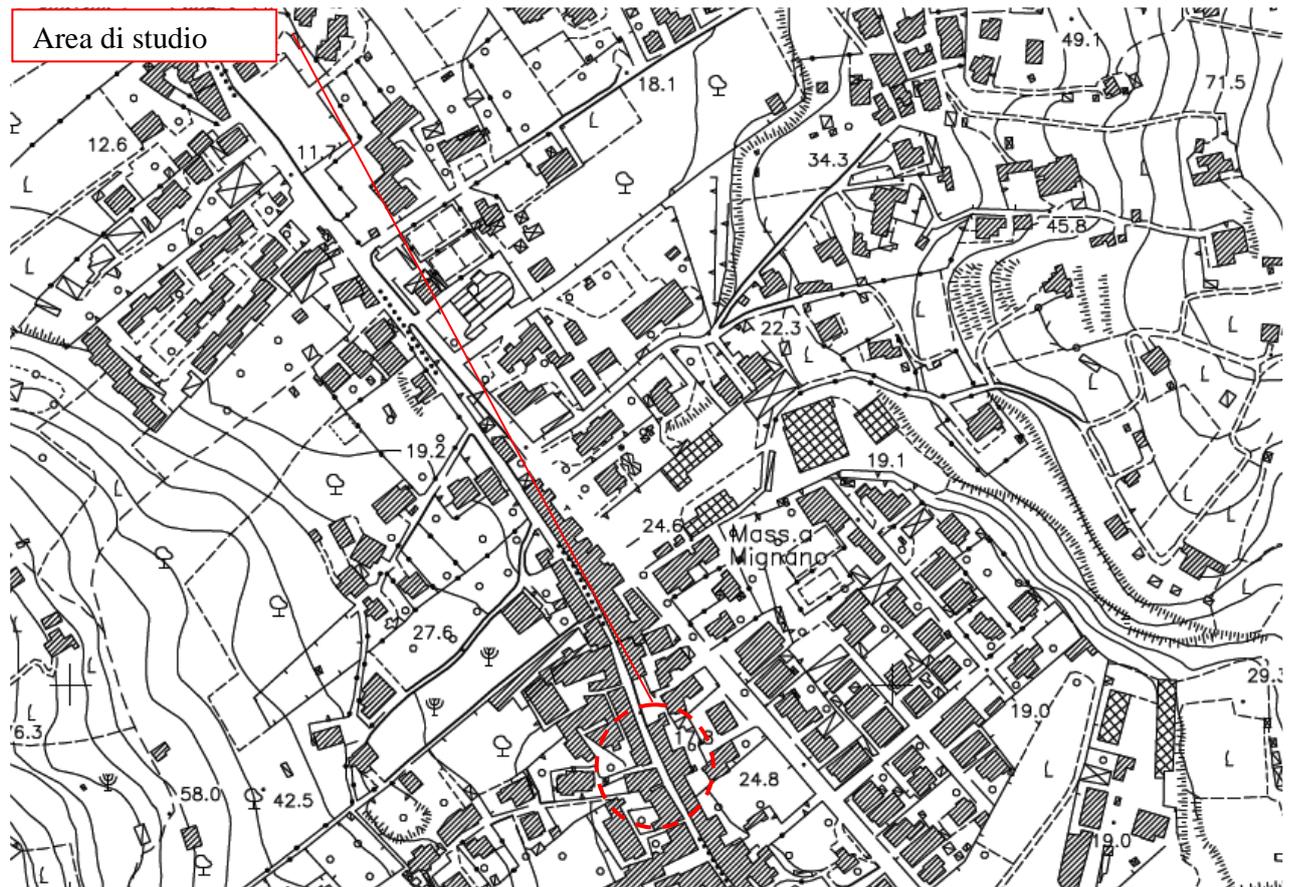
Dal punto di vista **geolitologico**, ai fini della compilazione della **Carta Geolitologica** è stato effettuato un rilievo di dettaglio sull'intera area di interesse. Così come confermato dalle altre indagini effettuate e di seguito descritto, il rilievo litologico ha messo in evidenza la presenza in superficie di depositi piroclastici indifferenziati, provenienti dai centri eruttivi flegrei. In particolare nell'area di studio affiorano cineriti e pozzolane chiare delle eruzioni recenti. Da dati stratigrafici e sondaggi geologici dedotti da bibliografia, si evince la presenza di una successione indifferenziata di pozzolane flegree a granulometria variabile dalla sabbia ai limi sabbiosi, con livelli più francamente ghiaiosi (pomice e scorie vulcaniche) con spessore indefinito.

Dal punto di vista **morfologico**, la porzione di territorio preso in esame è ubicato nella porzione sud – occidentale del complesso vulcanico dei Campi Flegrei, dove lo stesso degrada verso il mare con ampi salti di quota secondo un andamento da NE verso SO con pendenze dell'ordine del 4-5 %, quando non passa per pareti verticali (falesie) o terrazzamenti antropici.

Le indagini in sito, la campagna di rilievo che è stata svolta, le pendenze riscontrate, le condizioni litologiche e morfologiche dell'area portano ad escludere l'instaurarsi di fenomeni gravitativi sia profondi che superficiali, ritenendo la zona di studio stabile dal punto di vista morfologico, conclusione in pieno accordo con quanto riportato nella Tavola n. 447132 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale aggiornato al 2015, in cui non è stata evidenziata nessuna area di pericolosità – rischio idraulico – e/o da frana.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**



**Figura 4:** Stralcio della Corografia dell'area in scala 1:25.000.

Dal punto di vista **idrogeologico**, grazie alle informazioni desunte dagli studi geologici di riferimento e dalle indagini eseguite, si può asserire che la circolazione idrica sotterranea è fortemente condizionata dal complesso del Complesso Tufaceo, che presenta caratteristiche di permeabilità e trasmissività basse ( $10^{-4} < T < 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s). In generale, all'interno del complesso idrogeologico Occidentale – Flegreo, il tufo costituisce un impermeabile relativo tra due livelli idrici, il primo costituito dai termini piroclastici al top del tufo (piroclastiti relative al 4° ciclo flegreo), ed il secondo posto alla base dello stesso complesso tufaceo.

Nell'area in esame non si rinviene la falda superficiale, mentre il livello idrico principale si attesta nei depositi piroclastici a granulometria sabbioso ghiaiosa antichi, con valori di trasmissività pari a:  $10^{-1} < T < 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, sottoposti all'Ignimbrite Campana. Tale falda, la principale del complesso idrogeologico Occidentale – Flegreo, trae alimentazione da un'area di alto piezometrico compreso tra l'abitato di Marano ed il retroterra di Pozzuoli, dove si rinvengono numerose conche endoerliche responsabili della riduzione delle aliquote d'acqua di ruscellamento.

La direzione del flusso di falda in zona presenta un'orientazione E – W, e cioè il deflusso idrico è diretto verso la linea di litorale più prossima e quindi verso il mar Tirreno.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

Inoltre si evince come in prossimità dell'area di interesse, la falda principale presenta una quota assoluta sul livello del mare pari a pochi centimetri, e si rinviene, quindi, con soggiacenza di circa 18 metri dal p.c. così come dal sondaggio a carotaggio continuo eseguito e descritto nei paragrafi che seguono.

## **4.2 Indagini in sito**

Sulla base di quanto evinto con i rilievi geologici e relazionato nei paragrafi precedenti, la porzione di territorio interessato, è caratterizzato da una successione di prodotti piroclastici in giacitura sia primaria che secondaria con spessori variabili, e uno stato di addensamento che va dallo sciolto allo estremamente addensato.

Il piano delle indagini specifiche sui terreni del sito è stato definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica di dettaglio che possa risultare adeguata ed utile per la **modellazione geologica e la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo**.

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, come precedentemente detto, si è eseguita una accurata ricerca bibliografica, relativamente all'acquisizione di dati ricavati dalle indagini sul territorio e dalla consultazione di studi geologici per siti molto prossimi a quello in studio, sono stati dunque programmati ed eseguiti:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo fino a 30,00 m dal p.c., nel corso del quale sono state eseguite n. 2 prove SPT (Standar Penetration Test), e prelevati n. 2 Campioni Indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio.
- n. 3 prove penetrometriche CPT (Cone Penetration Test)
- n. 1 indagine tomografica elettrica.

### **4.2.1 Sondaggio a Carotaggio Continuo**

Al fine di fornire una precisa costituzione geologica e geolitologica dell'area in dissesto, il giorno 23 ottobre 2018 è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo, per l'esecuzione del quale è stata utilizzata una sonda montata su cingolato provvista di carotiere semplice e doppio dal diametro di 101 mm.

Il tipo di sondaggio eseguito ha consentito il prelievo di campioni di terreno in modo continuo aventi classe Q2 – Q3 utili per il riconoscimento macroscopico dei principali orizzonti e quindi per la redazione della colonna stratigrafica allegata alla presente, e campioni di classe Q4 – Q5 utili per le



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

prove di laboratorio attraverso le quali determinare le principali caratteristiche fisico meccaniche dei litotipi caratterizzanti le litologie investigate.

Per quanto riguarda la realizzazione del sondaggio a carotaggio continuo, è stata raggiunta la profondità di m. 30 dal p.c., avendo cura di rivestire il foro, con apposita tubazione del diametro di 127 mm per tutta la lunghezza investigata. Le carote relative al sondaggio, sono state raccolte nelle apposite cassette catalogatrici e quindi esaminate ed elaborate, le stesse per un totale di 6 cassette sono state quindi chiuse con coperchio in plastica e consegnate alla committenza.

Durante la realizzazione del sondaggio, sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) a profondità di 2.50 e 13.50 m. dal p.c. e prelevati n. 2 campioni di tipo indisturbati da 2.00 – 2.50 e 13.00 – 13.50 m. dal p.c.. per l'esecuzione delle prove di laboratorio.

Alla fine dei lavori il foro di sondaggio è stato ripristinato con il riempimento di pietrisco e cemento per tutta la sua profondità e il piano stradale ripristinato con bitume a freddo.

Rimandando per i dettagli all' ALLEGATO N. 1, il sondaggio risulta correlabile alle altre prove geofisiche e con i dati acquisiti dalla bibliografia.

Dall'attuale piano stradale, appena al disotto della pavimentazione, è stato rinvenuto, uno strato di materiale di riporto costituito da cemento, rete metallica, pietrame e cocci vari, che riconducono allo strato di sottofondazione della stessa strada fino a 1.50 m. di profondità.

Proseguendo, si trovano i primi terreni in posto, costituiti da limo sabbioso, a tratti sabbie, di colore marrone avana, con elementi pomicei sparsi nella massa. Sono questi i terreni di sottofondazione della maggior parte degli edifici circostanti e che, nel punto di sondaggio, arrivano fino a 6.50 m. di profondità.

Proseguendo ancora, sono stati rinvenuti sabbie e sabbie limose di colore grigio-verdastro, con pomici di colore biancastro e grigiastro sparse nell'intero deposito. Si tratta più nel dettaglio di piroclastiti con un moderato stato di addensamento, spesso rimaneggiate da un ambiente di trasporto per rotolamento, la granulometria è in genere medio-fine, ma con frequenti, seppur discontinui livelli in cui prevale la componente ghiaiosa, che si approfondisce fino ai 30.00 m., profondità alla quale il sondaggio è terminato e nel corso del quale è stata riscontrata la presenza della falda a circa 18.00 m dal piano stradale.

In termini generali dunque il sondaggio ha confermato quanto evinto sia dai rilevamenti di superficie nonché dalle altre indagini in sito, e cioè la notevole presenza di erosione, trasporto e risedimentazione dei materiali sciolti di superficie.

Per le correlazioni descritte nel presente paragrafo si rimanda alla colonna stratigrafica riportato nell'ALLEGATO n. 1, parte integrante della presente relazione. Per quanto riguarda le quote



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

e le profondità si fa riferimento al piano stradale attuale così come si evince dalla cartografia fornita dalla committenza.

#### 4.2.2 Standard Penetration Test

Questo tipo di prova, eseguito in modo discontinuo nel corso del sondaggio, permette di determinare la resistenza del terreno alla penetrazione dinamica di un campionatore di tipo Raymond sul fondo foro del sondaggio.

Nel corso del sondaggio sono stati eseguiti due S.P.T. a quote differenziate in relazione ai terreni rinvenuti; per l'esecuzione delle stesse è stata utilizzata un'attrezzatura conforme alle norme ASTM D 1586-AASHTOT 206, costituita da un campionatore Raymond a punta aperta, un maglio da 63,5 kg e da aste in acciaio del peso di 7 kg/ml. Ogni prova consiste nel registrare il numero di colpi necessario alla penetrazione del campionatore per tre step successivi di 15 cm, di cui il primo è considerato di posizionamento mentre la somma dei colpi negli ultimi 30 cm rappresenta l'indice di resistenza alla penetrazione.

Sondaggio	S.P.T. n°	Profondità m. da p.c.		N spt	Colpi		
		Da	a				
S 1	1	2.50	2.80	10	3	4	6
	2	13.50	13.80	29	12	14	15

#### 4.2.3 Analisi e prove di Laboratorio

I campioni prelevati nel corso del sondaggio S1 ad una profondità dall'attuale piano stradale compresa tra 2.00 – 2.50 m e 13.00 – 13.50 m, rispettivamente S1C1 e S1C2, sono stati consegnati al laboratorio Soil Project s.a.s. di Calvi (BN) presso il quale sono state effettuate le analisi così come di seguito elencate:

- determinazione delle caratteristiche fisiche generali;
- analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione;
- prova di taglio diretto consolidata drenata.

Rimandando ai certificati e ai grafici allegati alla presente (Allegato n. 1), per una più ampia consultazione dei risultati, si può affermare che le stesse hanno avvalorato quanto già emerso dalle altre indagini.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

L'analisi granulometrica ha messo in evidenza, come del resto già osservato nel corso del sondaggio, della prevalenza della frazione sabbiosa e limosa, ottenendo una definizione granulometrica del terreno esaminato corrispondente ad “Sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa” per il campione S1C1, e “sabbia con limo ghiaiosa” per il campione S1C2.

I campioni così come prelevati sono rappresentativi degli strati da cui sono stati prelevati ed hanno restituito i parametri fisico meccanici così come riportati nella tabella che segue:

Sondaggio	Campione	Profondità m. da p.c.	Definizione granulometrica	Peso specifico $\gamma_r$ (kN/m <sup>3</sup> )	Massa volumica $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W %	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione C' (kN/m <sup>2</sup> )
S 1	C1	2.00 – 2.50	Sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa	24.49	14.87	44.38	26.06	17.09
	C2	13,00 - 13,50	Sabbia con limo ghiaiosa	25.45	14.23	27.51	25.84	15.68

#### 4.2.4 Prove penetrometriche statiche CPT

Il giorno 20/10/2017 sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche CPT. La prova di tipo CPT consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno tramite un dispositivo di spinta che agisce alternativamente su una batteria di aste esterna per la misura della resistenza all'attrito laterale, e su una interna per la misura della resistenza alla punta.

Le prove sono state effettuate con un penetrometro Statico da 200 KN (20 t) di spinta della ditta Pagani modello TG 63/200.

Il penetrometro, dotato di punta meccanica tipo Begemann di sezione di 10 cm<sup>2</sup>, ha misurato ogni 20 cm la resistenza alla punta ( $q_c$ ), la resistenza laterale su manicotto ( $f_s$ ) e il rapporto  $F$  detto di “frizione”  $q_c/f_s$ .

I valori sono stati rilevati mediante una cella di carico di sommità e visualizzati da una centralina elettronica.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

Il penetrometro è montato su cingoli di gomma e si ancora al terreno mediante 2 trivelle del diametro di 300 mm che vengono infisse dal penetrometro stesso e recuperate automaticamente a prova terminata.

I risultati delle prove sono stati riportati su diagrammi in cui sulle ordinate figura la profondità in metri dal piano campagna e sulle ascisse i valori della resistenza alla punta  $q_c$  e della resistenza laterale  $f_s$  espresse in  $\text{kg/cm}^2$ .

Dal rapporto  $F=q_c/f_s$ , attraverso una relazione empirica (Begemann 1965, A.G.I.1977) è stato possibile individuare le caratteristiche granulometriche dei terreni in funzione della loro resistenza meccanica, correlando classi di valori di  $F$  con classi granulometriche distinte secondo le seguenti diciture:

<b>Rapporto di frizione</b>	<b>Tipi granulometrici</b>
$0 < F < 15$	Torbe ed argille organiche
$15 < F < 30$	Limi ed argille
$30 < F < 60$	Limi sabbiosi e sabbie limose
$F > 60$	Sabbie e sabbie con ghiaia

La validità di tali correlazioni è stata più volte verificata attraverso confronti diretti con sondaggi a carotaggio continuo ed analisi di laboratorio e anche in questo caso trova riscontro confrontando in maniera diretta i risultati ottenuti dalle CPT con il sondaggio a carotaggio continuo descritto nel paragrafo precedente.

Sono stati infatti rilevati valori di  $q_c$  generalmente modesti e variabili ad affermare la presenza di un'alternanza litologica estremamente complessa formata da piroclastiti sabbiose limose a luoghi ghiaiose.

Lo scopo principale delle prove è stato comunque quello di poter risalire ai parametri utili alla caratterizzazione geotecnica dei terreni formanti il substrato e per i quali si rimanda al **rapporto tecnico** redatto all'epoca dell'esecuzione delle prove dalla 2MG Engineering s.r.l.u. con protocollo Prot. PE 32\_2017 del 27/10/2017.



#### 4.2.5 Indagine geofisica con metodo Geoelettrico

L'analisi tomografica elettrica, comunemente denominata geoelettrica, attraverso la misurazione del contrasto di resistività elettrica del terreno, ha lo scopo di individuare eventuali anomalie, riconducibili alla presenza di acqua e/o alla formazione di cavità sotterranee. Nel caso in oggetto sono stati eseguiti n°6 profili geoelettrici denominati (RES1, RES2, RES3, RES4, RES5 e RES6) la cui ubicazione qualitativa è riportata nella figura 5 che segue.



**Figura 5:** ubicazione dei profili Tomografici Elettrici

Rimandando al rapporto tecnico in allegato, per una più ampia comprensione circa la metodologia utilizzata, le indagini eseguite hanno evidenziato la presenza di diversi elettrostrati principali.

In una prima fase di elaborazione i dati sono stati ripuliti da effetti spuri e spikes. Sono stati,

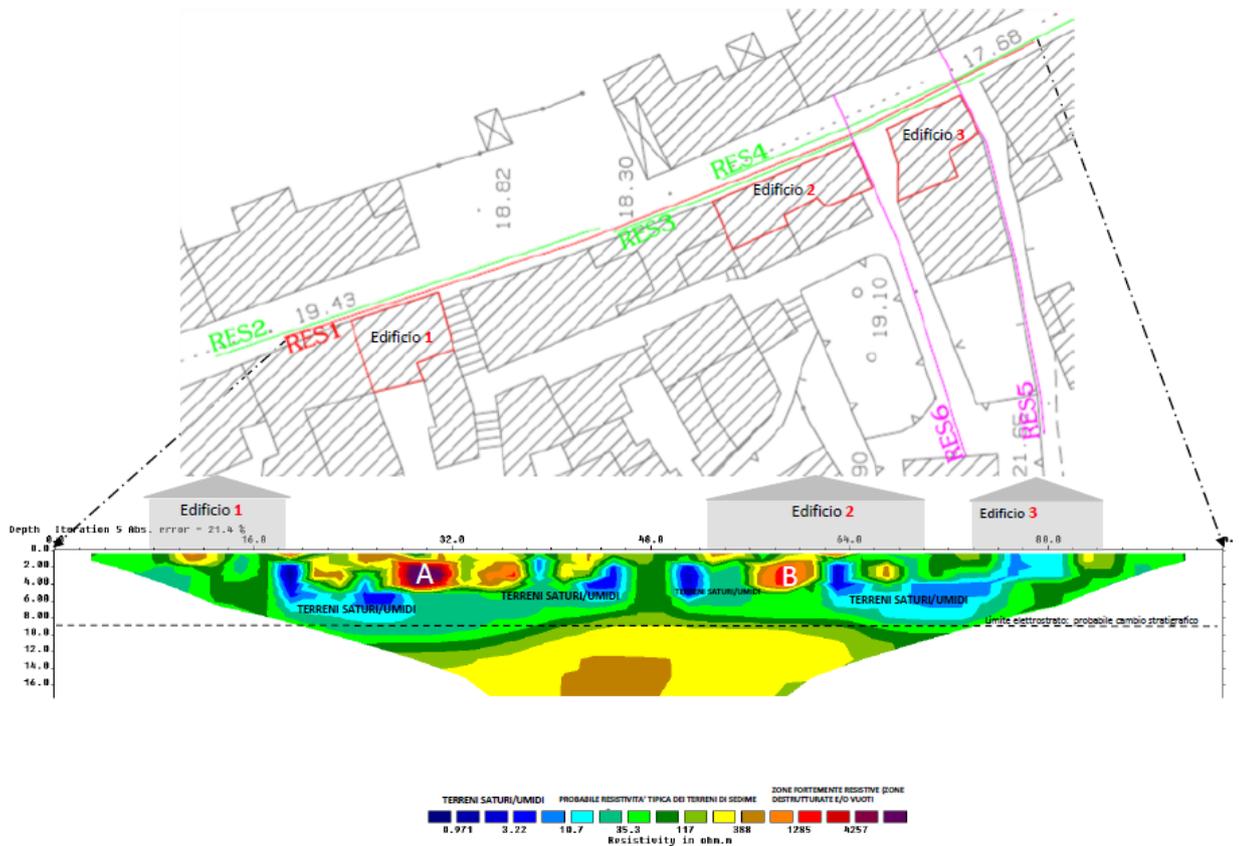


**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

infatti, applicati filtri che hanno consentito di attenuare il rumore ambientale che in ambito urbano è piuttosto elevato.

Nella seconda fase di elaborazione si è provveduto ad invertire i dati utilizzando l'algoritmo di inversione di Loke e Barker (1996); sono state, quindi, ottenute le pseudo-sezioni del sottosuolo in corrispondenza di ogni profilo di misura.

Le figure che seguono riportano i modelli ottenuti dall'inversione tomografica dei profili geoelettrici eseguiti, omettendo i profili RES2, RES3 e RES4 eseguiti su Via Cappelle, e comunque riportati in allegato, a conferma e ad integrazione di quanto rilevato con il profilo RES1.



**Figura 6:** Tomografia geoelettrica RES1, eseguita lungo Via Cappelle.



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

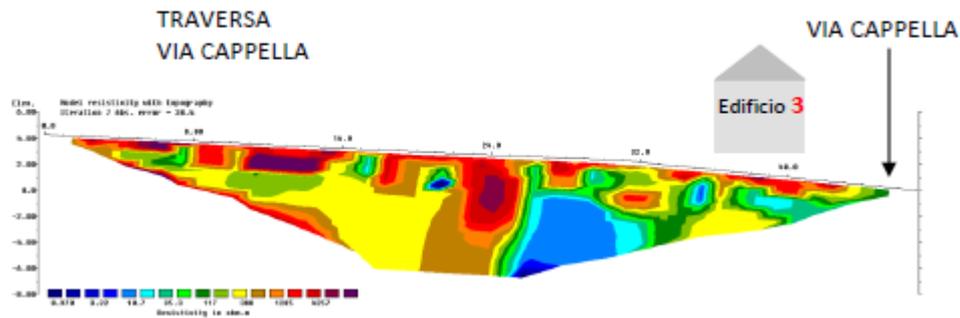


Figura 7: Tomografia elettrica RES5

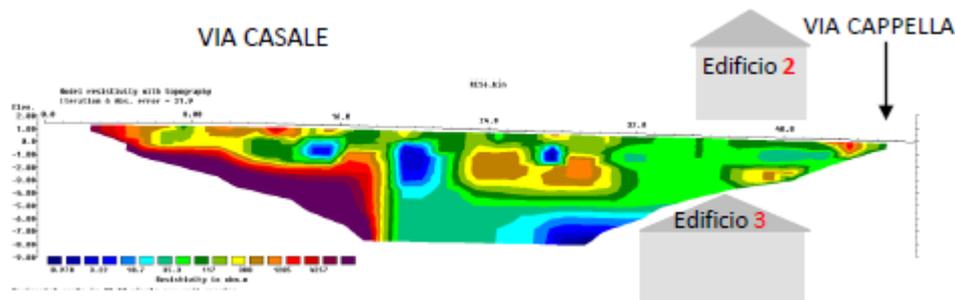


Figura 8: Tomografia elettrica RES6

La scala dei valori di resistività varia da 3 a 4000 Ohm\*m.

In tutti i profili, i terreni investigati presentano variazioni fortemente pronunciate con valori di resistività variabili sia in senso verticale che in senso orizzontale. In tutte le tomografie geoelettriche ottenute si notano zone anomale circoscritte e caratterizzate da bassi valori di resistività. Tale aree ben definite possono essere ascritte a materiali che passano da umidi a saturi a causa del probabile aumento della presenza di acqua.

I risultati dell'inversione dei dati acquisiti lungo i profili sono caratterizzati da un valore dell'errore RMS, espresso in percentuale, dovuto essenzialmente al sito in cui si è operato molto urbanizzato. Va però sottolineato che il confronto tra le pseudo sezioni relative alla resistività apparente misurata e i modelli ottenuti dall'inversione dei dati è piuttosto coerente. Dall'esame delle tomografie si nota, che i terreni mostrano fino alla massima profondità investigata aree caratterizzate da contrasti negativi di resistività (valori medi piuttosto bassi) e ascrivibili a zone umide e sature.



## 5 CARATTERISTICHE SISMICHE DELL'AREA

Con D.M. 17.01.2018 pubblicato nella “Gazzetta Ufficiale”, n. 42 del 20 febbraio 2018, - Serie generale, sono state approvate le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, che aggiornano le NTC del 2018 a loro volta derivanti da una prima emanazione con D.M. del 14.09.05- S.O.159 pubblicato sulla G.U. del 23/09/05 n° 222, in base alle quali per ogni generico sito del territorio nazionale vanno calcolati gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto.

Ai fini di una caratterizzazione sismica del territorio, è innanzitutto necessario ricercare gli eventi che si sono verificati nel corso dei secoli nel territorio in esame e per i quali è stato quantificato il valore dell'intensità macrosismica sia per l'area epicentrale che per le varie località in cui tali eventi sono stati avvertiti.

Le banche dati di livello nazionale hanno raccolto nel corso degli anni tutte le informazioni utili riguardo ai forti terremoti storici ed alle massime intensità macrosismiche osservate per il territorio italiano, concretizzando il proprio operato nella “**Carta della Classificazione Sismica**” del territorio nazionale .

Il numero di zone sismiche fissato è pari a 4 (e relative sottoclassi), corrispondenti ai quattro valori di accelerazione orizzontale ( $a_g/g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.

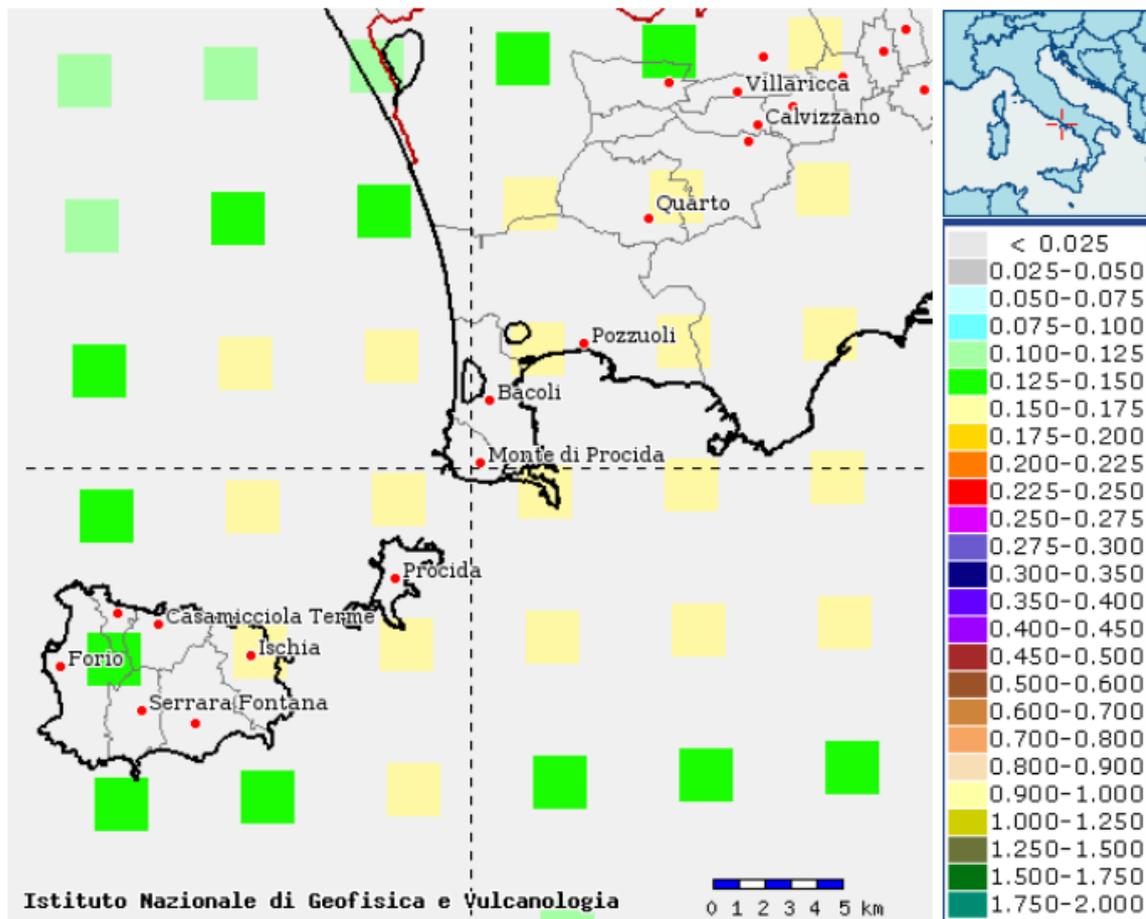
In virtù della nuova classificazione sismica, scaturita dalla Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 07.11.2002 che ha attribuito al territorio comunale di Monte di Procida il grado di sismicità  $S = 9$ , corrispondente alla II categoria sismica, il coefficiente sismico da considerare è  $c = 0,07$  di  $g$ ; inoltre con l'entrata in vigore delle summenzionate Norme Tecniche per le Costruzioni, assume particolare importanza, invece, la definizione del modello geologico, geotecnico e sismico sulla verticale del sito e fino alla profondità di 30 m dal p.c., con definizione di  $a_g = 0,25$ .

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on – line sul sito dell'INGV di Milano indica che il territorio comunale di Monte di Procida (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra 0.100 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

La determinazione dello spettro di risposta del sisma (NTC cap. 3.2.3) va calcolato tenendo in considerazione diversi fattori, alcuni dei quali caratteristici della struttura in progetto e/o interessata da interventi migliorativi, altri invece caratteristici della topografia e/o litologia dei terreni investigati ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$ ).



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**



**Figura 9** - Mappa della pericolosità sismica del territorio comunale di Monte di Procida (NA) dell'INGV con i range di valori delle ag nella legenda corrispondente.

Tali parametri dipendono dalla **categoria del sottosuolo** intesa come determinazione della **Velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s$**  dei singoli sismostrati dei terreni presenti nell'area interessata dallo studio, con calcolo della media pesata ed attribuzione della categoria di suolo di cui al D.M. 17.01.2018 con la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione attraverso le seguenti fasi di verifica:

1. Caratterizzazione sismica dei terreni;
2. Valutazione della Rigidità sismica e relativo coefficiente di fondazione;
3. Determinazione del periodo proprio del sottosuolo;
4. Determinazione della classe di appartenenza in base al D.M. 17.01.2018;

Infatti a differenza dei precedenti provvedimenti legislativi, nell'D.M. attuale si tiene conto per la definizione dello spettro di risposta locale, delle caratteristiche dei terreni di fondazione, in particolare si definiscono 5 tipologie di suolo differenziate per la diversa velocità media ( $V_s$  30) di propagazione delle onde S secondo la tabella che segue:



*Classificazione sismica dei suoli D.M. 17.01.2018*

Terreno	Descrizione del profilo stratigrafico
A	<b>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</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>Rocce tenere e depositi di terreni</b> a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</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.
D	<b>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</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.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per la determinazione della quale occorre eseguire una prova sismica diretta o indiretta di tipo MASW e/o HVSR.

## 6 MODELLAZIONE GEOLOGICA

Per la valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni caratterizzanti il substrato sono stati utilizzati i dati desunti dalle prove menzionate oltre che quelli derivanti da prove effettuate in passato in aree limitrofe.

La porzione di territorio esaminato, è caratterizzata da una successione di prodotti piroclastici in giacitura sia primaria che secondaria con spessori variabili, e uno stato di addensamento che va dallo sciolto all'addensato.

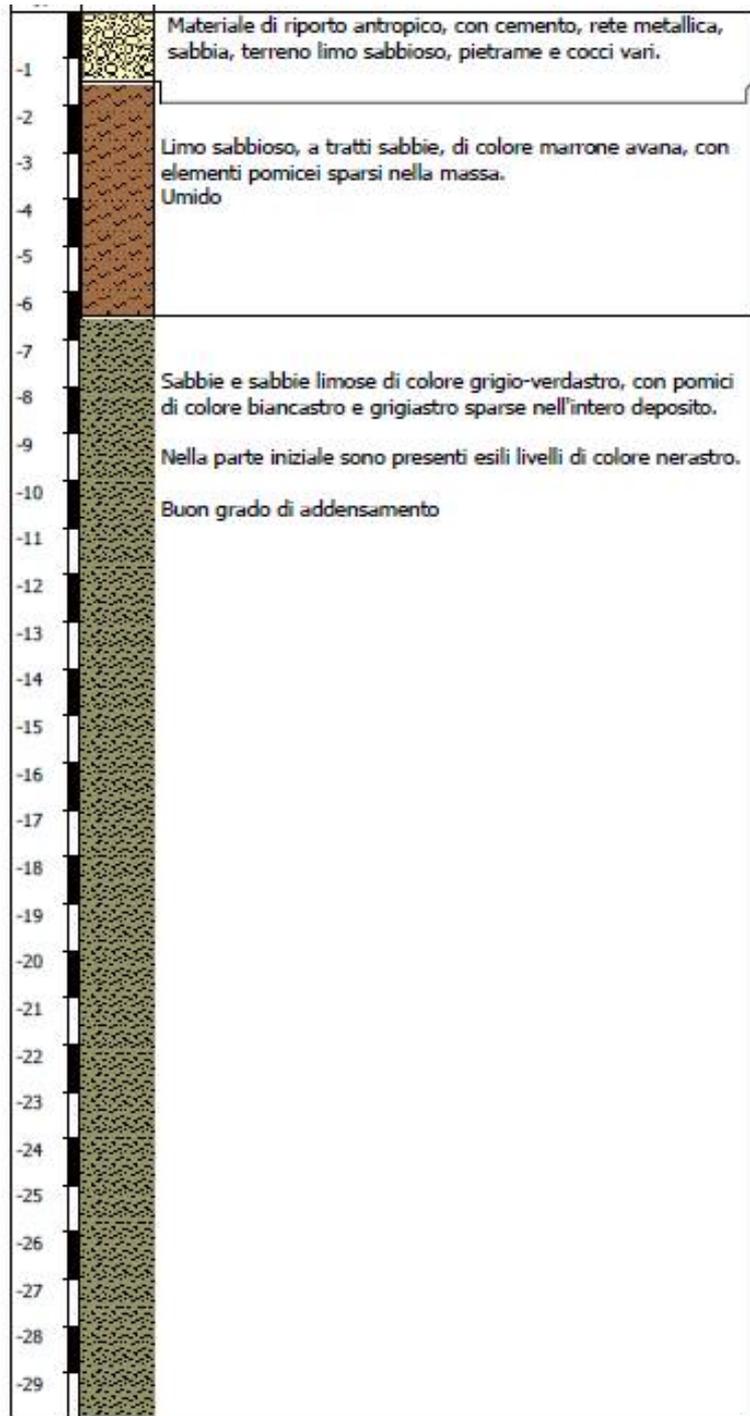
La successione piroclastica si presenta come una sequenza indifferenziata di pozzolane flegree a granulometria variabile dalla sabbia ai limi sabbiosi, con livelli più francamente ghiaiosi (pomice e scorie vulcaniche) con spessore indefinito.

Le principali caratteristiche fisico-meccaniche sono comprese nei valori riportati nel **modello geologico** elaborato e nelle tabelle allegate per strati geotecnicamente omogenei:



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

**MODELLO GEOLOGICO DEL SITO**



Peso specifico $\gamma_r$ (kN/m <sup>3</sup> )	Massa volumica $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W %	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione C' (kN/m <sup>2</sup> )
Terreno di riporto				
24.49	14.87	44.38	26.06	17.09
25.45	14.23	27.51	25.84	15.68



## **7 PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

La pericolosità nella sua accezione più generale, è la probabilità di occorrenza di un dato evento calamitoso entro un certo intervallo di tempo ed in una zona tale da influenzare l'elemento a rischio. Gli eventi di pericolosità geologica sono ad esempio le eruzioni vulcaniche, i terremoti, le alluvioni, le frane, la subsidenza e il bradisismo, mentre la potenziale vulnerabilità antropica può comprendere l'intensità ed il tipo di urbanizzazione, l'uso del territorio, l'industrializzazione, la presenza di infrastrutture, le opere di captazione di sorgenti, le opere di adduzione di liquidi o gas, i bacini artificiali etc. Per il Rischio Frana e il Rischio alluvioni si rimanda a quanto già riportato al paragrafo 4.1 della presente relazione.

### **7.1 Pericolosità da rischio vulcanico**

Il rischio vulcanico può essere definito come il prodotto fra la probabilità che avvenga un determinato fenomeno vulcanico e i danni che esso provoca.

$$\text{“R} = \text{P} \times \text{E} \times \text{V} \text{ ( Rischio = Pericolosità x Elementi a rischio x Vulnerabilità)”}$$

In base a questa definizione la densità e il numero degli insediamenti urbani nella zona dei Campi Flegrei è un vulcano a rischio altissimo.

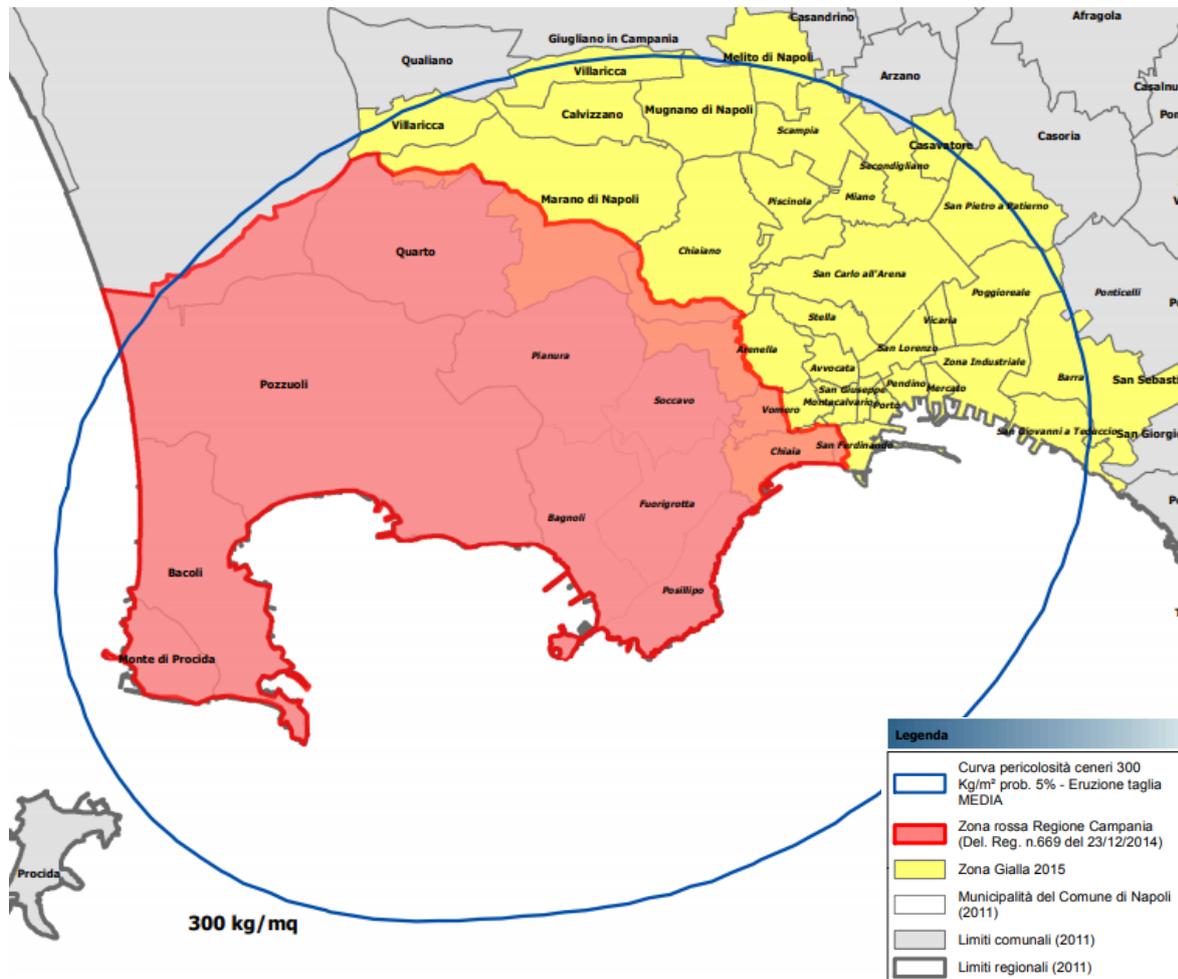
La sorveglianza dell'area, effettuata dall'Osservatorio Vesuviano, dovrebbe consentire alla Protezione Civile un'ordinata evacuazione delle aree esposte, senza pericolo per l'incolumità delle persone, facendo scattare l'allarme con congruo anticipo rispetto all'evento atteso.

Non esiste, attualmente, una normativa precisa, ma solo valutazioni numeriche della pericolosità e del rischio, ma queste non sono state ancora recepite da norme riguardanti la pianificazione urbanistica nell'area vesuviana.

Il Piano nazionale di emergenza per i Campi Flegrei, ultimamente ha subito una ripermetrazione delle zone a rischio, confermando per il territorio del Comune di Monte di Procida la “zona rossa ” (fig. 10).



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**



**Figura 10:** Stralcio della Mappa di delimitazione della “zona gialla”, aggiornamento pianificazione nazionale di emergenza per rischio vulcanico 2015.

Il predetto piano quindi, per il comune in oggetto, in caso di un'eruzione di taglia media, prevede l'evacuazione degli abitanti e un accumulo di ceneri superiori ai 300 kg/m<sup>2</sup>.

## 8 CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE

La liquefazione delle sabbie è un processo che può avvenire durante un evento sismico: essa nasce dall'incremento della pressione dell'acqua interstiziale ( $u$ ) durante sollecitazioni di tipo ciclico.

Se questo aumento è tale da eguagliare la pressione litostatica totale ( $s$ ), si ha l'annullamento della resistenza al taglio ( $t$ ), secondo la seguente relazione:

$$t = (s - u)tgj$$

Sulla base di studi statistici le NTC 2018, suggeriscono che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

**3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;**

4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)60$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

**5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC 2018, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) delle NTC 2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .**

Nel caso oggetto della presente relazione, sono verificate le condizioni al punto 3 e al punto 5 pertanto si può omettere la verifica alla liquefazione ritenendo il sito come non soggetto alla liquefazione delle sabbie.

## 9 CONCLUSIONI

La presente relazione geologica è di supporto alla **caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali del Comune di Monte di Procida (NA)**.

Il presente studio si è avvalso di studi bibliografici, indagini preesistenti ed eseguite ex novo, quali sondaggi a carotaggio continuo e prove di laboratorio, prove penetrometriche statiche e prospezioni geoelettriche, attività conoscitiva ed investigativa, rilevamenti geologici, geomorfologici e idrogeologici all'uopo di ottenere un esauriente e completa fonte di dati per la stesura del modello geologico e per l'ottemperanza delle caratteristiche geologiche richieste dalle norme vigenti e dalle più moderne disposizioni di tecniche geologiche.

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

- acquisizione degli elaborati progettuali relativi alle opere a farsi;
- acquisizione presso l'ufficio tecnico comunale ed altri enti territoriali sovracomunali di dati utili all'inquadramento geologico dell'area;
- rilevamento geologico e geomorfologico del sito e delle aree contermini, atto ad appurare i contatti stratigrafici dei termini litologici presenti nell'area in esame e le forme del paesaggio al fine di valutarne la stabilità;
- programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche;



**Comune di Monte di Procida (NA): caratterizzazione geologica e fisica del sottosuolo lungo Via Cappella e di alcune strade laterali**

- riunioni informali per il trasferimento dei primi dati sul sito d'interesse;
- elaborazione della cartografia tematica e redazione dello studio geologico.

L'assenza di condizioni predisponenti i dissesti di versante è constatata anche dalle perimetrazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, le quali non assegnano all'area nessun tipo di rischio né idraulico né a franare.

**Le prove eseguite hanno permesso, di suddividere il sottosuolo in strati omogenei sotto il profilo geotecnico, che presentano caratteristiche geomeccaniche molto variabili ( $N_{spt} = 3 - 75$ ), angolo d'attrito interno medio pari a circa  $30^\circ$ , ascrivibili a litotipi limosi, sabbio-ghiaiosi e ghiaiosi, con diverse percentuali di sabbia e presenza di lapilli e pomici.**

In definitiva, vista la situazione geomorfologica, idrogeologica, le caratteristiche geotecniche e geosismiche dei terreni affioranti, osservata la stratigrafia restituita dai carotaggi della componente geologica del PRG, correlati con le prove penetrometriche e le tomografie elettriche, per il sito, **possiamo registrare, l'assenza a grande scala di dissesti geomorfologici potenziali o/e in atto, ma non si possono escludere dei cedimenti localizzati ad opera di infiltrazioni d'acqua e/o di zone in cui i suoli del substrato presentano contenuti d'acqua prossimi alla saturazione.** Inoltre essa rientra in fasce di rischio vulcanico molto elevato (zona rossa dei campi flegrei), e rientra in una **zona sismica 2** con una accelerazione orizzontale attesa pari a **0,25g**.

Rimandando agli allegati, tabelle, grafici e tavole, per informazioni specifiche si elencano gli elaborati forniti che fanno parte integrante ed indivisibile della presente relazione:

- Allegato Risultati indagini in sito:
  - Sondaggio a carotaggio continuo
  - Prove in foro di sondaggio SPT
  - Prove di laboratorio su campioni indisturbati

E si rimanda al **Rapporto Tecnico** della 2MG Engineering s.r.l.u. Prot. PE 32\_2017 del 27/10/2017, non allegato alla presente, in cui sono descritte:

- Indagini penetrometriche statiche con piezocono (CPTU)
- Indagine geofisica con metodo Geoelettrico e GPR

# COMUNE DI MONTE DI PROCIDA

PROVINCIA DI NAPOLI

## CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E FISICA DEL SOTTOSUOLO LUNGO VIA CAPPELLA E DI ALCUNE STRADE LATERALI DEL COMUNE DI MONTE DI PROCIDA (NA)

### RELAZIONE GEOLOGICA

Committente **2MG ENGINEERING s.r.l.u.**

Via Roma, 92  
81010 Gioia Sannitica (CE)

Il tecnico incaricato



**geologo Vincenzo Marciano**

Tecnico per la salvaguardia del territorio specializzato in GIS e Telerilevamento (D.G.R.n.729)

Via Macedonia, 5 - 80048 Sant'Anastasia (NA)

Tel. 333 899 03 67 – Fax 081 197 22 115; e-mail: geologo.marciano@gmail.com

#### INDAGINI IN SITO

Sondaggio a carotaggio continuo

Prove in foro di sondaggio SPT

Prove di laboratorio su campioni indisturbati

**Allegato 1**

Data:novembre 2018

## COMUNE DI MONTE DI PROCIDA (NA)

**COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONTE  
DI PROCIDA**

**OGGETTO: INDAGINE GEOGNOSTICA-GEOTECNICA**

**LOCALITA': VIA CAPPELLA - MONTE DI PROCIDA (NA)**

**INDAGINE GEOGNOSTICA - PROVE GEOTECNICHE  
IN SITO - PROVE DI LABORATORIO**

## REPORT FINALE INDAGINI

- Committente:	Amministrazione Comunale di Monte di Procida (NA)	- Data:	28 Ottobre 2018
- Lavoro:	Indagine geognostica-geotecnica	- Commessa:	W158 - 18
- Località:	Via Cappella – Monte di Procida (NA)		

**Spett.le Comune di Monte di Procida.  
Dott. Ing. Gianfranco Fiondella.  
Dott. Geol. Vincenzo Marciano.**

Sotto la Vs. DD.LL. sono state eseguite nell'area innanzi descritta le seguenti indagini in sito:

### N°1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Del tipo a carotaggio continuo per un totale di 30,0 metri di perforazione ripartiti per intervalli di profondità secondo la seguente tabella:

INTERVALLO DI PROFONDITA'	U.M.	QUANTITA'
Perforazione da 0,00 a 20,00 m	metri	20,0
Perforazione da 20,00 a 40,00 m	metri	10,0
<b>TOTALE metri</b>		<b>30,0</b>

La profondità massima investigata è di 30,0 m. Il dettaglio dei quantitativi di perforazione effettuati, delle profondità e della tipologia di perforazione effettuata è riportato nella allegata colonna stratigrafica. Il sondaggio è stato realizzato con le seguenti attrezzature di perforazione:

n.1 perforatrice idraulica marca CMV modello MK 420 D attrezzata con carotiere semplice e doppio, con campionatori tipo Shelby e Mazier ed attrezzatura per il rivestimento del foro di perforazione.

### N°2 PROVE S.P.T. (Standard Penetration Test)

Sono state eseguite n°2 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) eseguite nel corso del sondaggio a rotazione. Le prove sono state eseguite utilizzando un meccanismo a sganciamento automatico e campionatore di tipo Raymond a punta aperta o chiusa secondo le disposizioni della DD.LL. Le caratteristiche strumentali sono riportate nel modulo S.P.T. allegato.

### N°2 PRELIEVO DI CAMPIONI

Sono stati effettuati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi a rotazione e prelevati con campionatore a pressione tipo Shelby. I campioni prelevati sono di tipo indisturbato.

## N°2 ANALISI DI LABORATORIO

Eseguite sui campioni di terreno indisturbato. Gli esiti delle prove di laboratorio sono riportati nei certificati allegati.

Paolisi, 28 Ottobre 2018

**TECNOGEO S.r.l.**

*Il Direttore Tecnico*

## RELAZIONE SULLE INDAGINI

### Sondaggio geognostico

Del tipo a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale secondo le richieste della DD.LL.. La profondità massima investigata è di 30,0 m.

Il sondaggio è stato realizzato con attrezzatura di perforazione costituita da una perforatrice idraulica marca CMV modello MK 420 D, munita di carotiere semplice e doppio e tubazioni di rivestimento del foro di perforazione.

Esso è stato effettuato con l'utilizzo della tecnica di avanzamento a rotazione.

Il carotaggio continuo del terreno, con carotiere semplice di diametro  $\phi = 101$  mm, ha permesso di ricostruire la successione stratigrafica del sito. Le carote di terreno prelevate sono state disposte in adeguate cassette catalogatrici.

### Prelievo di campioni

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio a rotazione sono stati prelevati n°2 campioni di terreno di tipo indisturbato con l'ausilio di campionatore a pressione tipo Shelby. I campioni di terreno, prelevati con fustelle a parete sottile in acciaio inossidabile e di diametro di 80 mm sono stati immediatamente sigillati per proteggerli contro perdite di umidità e sono stati inviati prontamente in laboratorio per l'esecuzione di analisi e prove geotecniche.

Tanto dovevasi, distinti saluti

Paolisi, 28 Ottobre 2018

**Tecnogeo S.r.l.**

### **UBICAZIONE INDAGINI**

- |                |   |             |                 |
|----------------|---|-------------|-----------------|
| - Committente: | Amministrazione Comunale di Monte di Procida (NA) | - Data:     | 23 Ottobre 2018 |
| - Lavoro:      | Indagine geognostica-geotecnica                   | - Commessa: | W158 – 18       |
| - Località:    | Via Cappella – Monte di Procida (NA)              |             |                 |



## **SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

---

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Monte di Procida (NA)		Coordinate: N 40.799757°	SONDAGGIO: S1	CERTIFICATO n°: S093 - 18	
PROGETTO:		Coordinate: E 14.061775°	Met. di perforazione: carotaggio continuo	COMMESSA n°: W158-18	
LOCALITA' - COMUNE Via Cappella - Monte di Procida (NA)		Quota: 15 mt s.l.m.	Diametro foro: 101.0 mm	Inizio / Fine Esecuzione: 23 Ottobre 2018	
Note:	Tipo Sonda: CMV MK 420 D	Profondità raggiunta: 30.0 m	N° di cassette: 6 N° di foto: 8	Rivestimento: 3.0 metri	Falda: -18.0 m Pagina: 1 di 1

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot.	S.P.T.	Pocket test kg/cm <sup>2</sup>	Vane Test kg/cm <sup>2</sup>	Campioni	Falda	Piezom / D-Hole
-1		Materiale di riporto antropico, con cemento, rete metallica, sabbia, terreno limo sabbioso, pietrame e cocci vari.	-1.50							
-2		Limo sabbioso, a tratti sabbie, di colore marrone avana, con elementi pomice sparsi nella massa. Umido			3 - 4 - 6 -2.50 PA			-2.00 S -2.50		
-6		Sabbie e sabbie limose di colore grigio-verdastro, con pomici di colore biancastro e grigiastro sparse nell'intero deposito. Nella parte iniziale sono presenti esili livelli di colore nerastro. Buon grado di addensamento	-6.50							
-13					12 - 14- 15 -13.50 PC			-13.00 S -13.50		
-18									-18.00	
-30			-30.00							

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
Carotaggio:carotaggio continuo

Condizionamento foro:

Sonda:CMV MK 420 D

Ditta Esecutrice: TECNOGEO S.r.l.  
Operatore sonda: Sig. Lombardi Fernando  
Resp. Tecnico in sito: Geol. Domenico Ferraro

## PROVE S.P.T.

SONDAGGIO n° 1

Rif. S 093 -18

COMMESSA: W 158 -18

- Committente:	Amministrazione Comunale di Monte di Procida (NA)	- Data:	23 ottobre 2018
- Lavoro:		- Quota terreno:	
- Località:	Via Cappella - Monte di Procida (NA)	- Prof. falda:	

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpa e campionamento	N° COLPI			
		Da metri	A metri		N1	N2	N3	N2 + N3
	2018							

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	P
	senza campione	NP
scarpa chiusa	senza campione	C

1	ST 147	2,50	2,65	NP	3			10
		2,65	2,80			4		
		2,80	2,95				6	
2	ST 148	13,50	13,65	C	12			29
		13,65	13,80			14		
		13,80	13,95				15	
3	ST							
4	ST							
5	ST							
6	ST							
7	ST							
8	ST							
9	ST							
10	ST							

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
<u>Campionatore Raymond</u>	
φ esterno	= 50,8 mm
φ interno	= 34,9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angolo al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63,5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note

--

- **SONDAGGIO:** S1
  - **Committente:** Amministrazione Comunale di Monte di Procida (NA)
  - **Lavoro:** Indagine geognostica-geotecnica
  - **Località:** Via Cappella – Monte di Procida (NA)
- **Certificato:** S093– 18
  - **Data:** 23 Ottobre 2018
  - **Commessa:** W158 – 18



Postazione



Cassetta 1; da m 0,0 a m 5,0



Cassetta 2; da m 5,0 a m 10,0



Cassetta 3; da m 10,0 a m 15,0



Cassetta 4; da m 15,0 a m 20,0

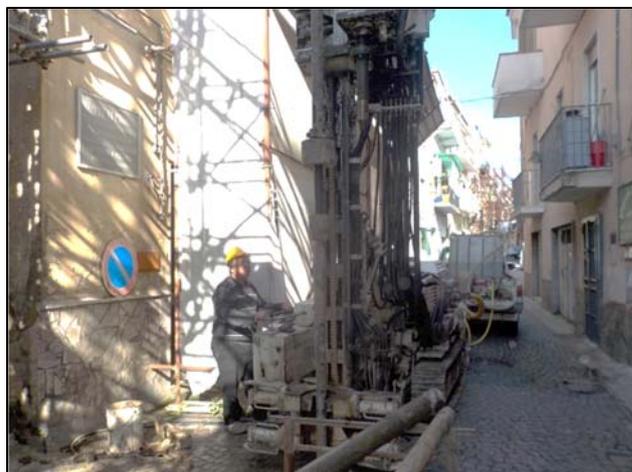


Cassetta 5; da m 20,0 a m 25,0

- |                |   |                |                 |
|----------------|---|----------------|-----------------|
| - SONDAGGIO:   | S1  | - Certificato: | S093- 18        |
| - Committente: | Amministrazione Comunale di Monte di Procida (NA) | - Data:        | 23 Ottobre 2018 |
| - Lavoro:      | Indagine geognostica-geotecnica                   | - Commessa:    | W158 - 18       |
| - Località:    | Via Cappella - Monte di Procida (NA)              |                |                 |



Cassetta 6; da m 25,0 a m 30,0



Esecuzione SPT



Postazione



Postazione

## PROVE DI LABORATORIO

---

# Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)  
Tel: 0824 1816668; info: [www.soilprojectsas.it](http://www.soilprojectsas.it);  
email: [info@soilprojectsas.it](mailto:info@soilprojectsas.it); P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0097/18/L del 30/10/2018

Numero Accettazione : 094/18 del 30/10/2018

Committente:

**Comune di Monte di Procida**

Opera:

**Indagini geognostiche e geofisiche presso il cantiere  
via Cappelle, 249 in Monte Procida.  
Via Cappelle, 249 – Monte Procida (NA)**



Data Emissione Certificati: 07/11/2018



Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 del 12/09/2013

# Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)  
Tel: 0824 1816668; info: [www.soilprojectsas.it](http://www.soilprojectsas.it);  
email: [info@soilprojectsas.it](mailto:info@soilprojectsas.it); P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0097/18/L del 30/10/2018

Numero Accettazione : 094/18 del 30/10/2018

Il laboratorio geotecnico prove su terre Soil Project, per conto del Comune di Monte di Procida , ha effettuato sui campioni S1C1 e S1C2 le seguenti prove:

- Apertura campione
- Caratteristiche fisico – volumetriche
- Analisi granulometria per setacciatura
- Analisi granulometria per sedimentazione
- Prova di taglio diretto (su tre provini)



Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 del 12/09/2013



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1  
del 07/01/2013

## APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

Data Emissione  
07/11/2018

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

### DATI GENERALI

Richiedente	Comune di Monte di Procida
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)
Impresa	Tecnogeo
Tecnico	

### PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	
G	Prova di taglio diretto	X
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

### RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
X			Rotaz.- carotiere	X
			Rotaz.doppio carot.	
			Percussione	
			Spirale	
			<b>Campionatore:</b>	
Data Prelievo		23/10/2018	Shelby	X
N. Sondaggio		S1	Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)			Mazier	
N. Campione		C1	Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)		2,00-2,50	Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)		80	Cucchiaio	
Altezza campione (mm)		500	Altro	

### Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

### IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo	
X				X			
<b>CONSISTENZA</b>		Colore		Marrone scuro		<b>Classe campione sfustellato</b>	
X		Struttura		Omogenea		Q1 Q2 Q3 Q4 Q5	
		Tessitura		Medio			
<b>PRESENZA MAT. ORG</b>							
X							
<b>FESSURAZIONE</b>						<b>ALLUNGAMENTO</b>	
NON DISGREGATO						ACCENTUATO	
PERSISTENTE						MODESTO	
MEDIA						SCARSO	
ASSENTE						X	

### Note:

Presenza di inclusi pomicei con dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche.

### Documentazione fotografica:



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6809 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

### PESO DI VOLUME $\gamma$ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	72,54	71,54	54,96	
Peso contenitore+campione umido (g)	181,78	181,22	163,55	
Peso campione umido (g)	109,2	109,7	108,6	
Volume contenitore (cm <sup>3</sup> )	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	14,879	14,939	14,790	
	MEDIA		14,87	
C.Q. $A_p$ (%)	$A_p$ (%)	0,06	0,47	0,53

### CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

### PESO SPECIFICO DEI GRANI $\gamma_s$ (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,68	26,15	26,22	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	160,33	161,66	149,99	
Peso picnometro + acqua (g)	144,3	145,9	134,3	
Peso specifico dei grani $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	24,48	24,59	24,42	
	MEDIA		24,49	
C.Q. $A_p$ (%)	$A_p$ (%)	0,06	0,36	0,31

### DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME $\gamma$ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm <sup>3</sup> )			
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )			
	MEDIA		

### PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	10,3
Indice dei vuoti $e$	1,38
Porosità $n$ (%)	58,0
Grado di saturazione (Sr) %	80,4
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,0
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	6,2

### DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	195,18	195,34	195,18	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	273,24	323,94	311,92	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	249,20	284,52	276,00	
Peso campione secco (g)	54,02	89,18	80,82	
Contenuto d'acqua w (%)	44,50	44,20	44,44	
	MEDIA		44,38	
C.Q. $A_p$ (%)	$A_p$ (%)	0,27	0,41	0,14

### CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

Determinazioni n.	Provini	
	1	2
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

### DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO<sub>3</sub> (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Assorbimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Seba De Luca



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6810 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	11,78	3,43	3,43	96,57
8	2,360	14,32	4,16	7,59	92,41
10	2,000	12,52	3,64	11,23	88,77
16	1,180	12,12	3,52	14,76	85,24
20	0,850	16,62	4,83	19,59	80,41
30	0,600	9,20	2,68	22,26	77,74
40	0,425	12,46	3,62	25,89	74,11
60	0,250	14,32	4,16	30,05	69,95
80	0,180	16,85	4,90	34,95	65,05
100	0,150	6,92	2,01	36,97	63,03
200	0,075	38,26	11,13	48,09	51,91
FONDO	//	177,78	51,70	99,79	//
<b>TOTALE</b>		<b>343,15</b>	<b>99,79</b>	<b>C.Q. &gt; 97 %</b>	

### OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	80,32
Peso campione umido (g)	500,4
Peso campione secco (g)	343,86
Peso campione secco lavato (g)	166,08
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	177,78
Responso perdita	0,71

### Risultato

GHIAIA	Grossa	0
	Media	3
	Fine	12
SABBIA	Grossa	11
	Media	11
	Fine	47
LIMO/ARGILLA		41

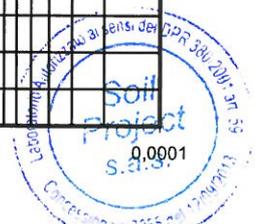
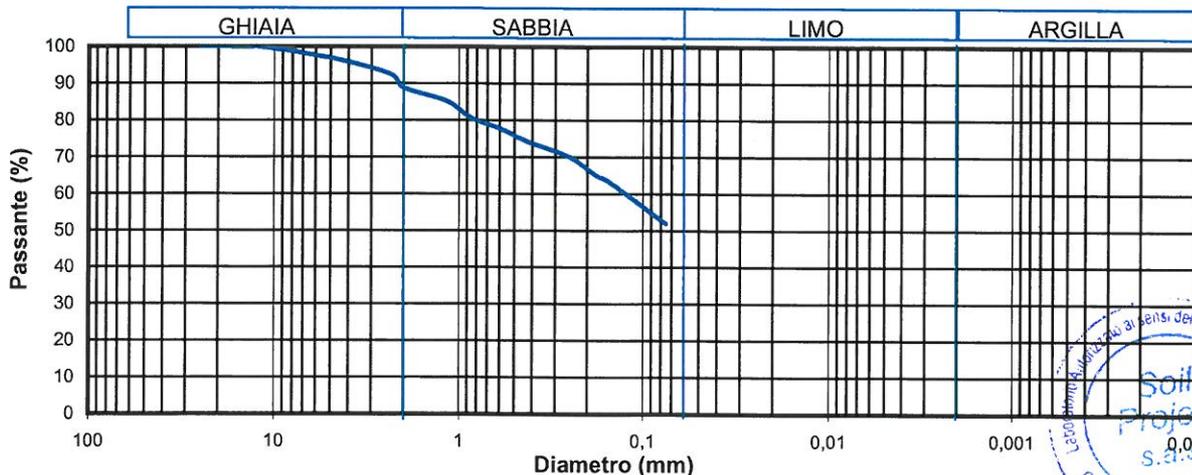
### Coefficienti granulometrici

D60	(mm)		Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)		Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)			

### Descrizione campione

Area reserved for sample description.

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Signature]*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
 Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6811 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

Volume bulbo densimetro (cm <sup>3</sup> )	V <sub>B</sub>	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H <sub>B</sub>	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm <sup>2</sup> )	S <sub>C</sub>	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

### Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	343,9
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	177,8
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m <sup>3</sup> )	24,49

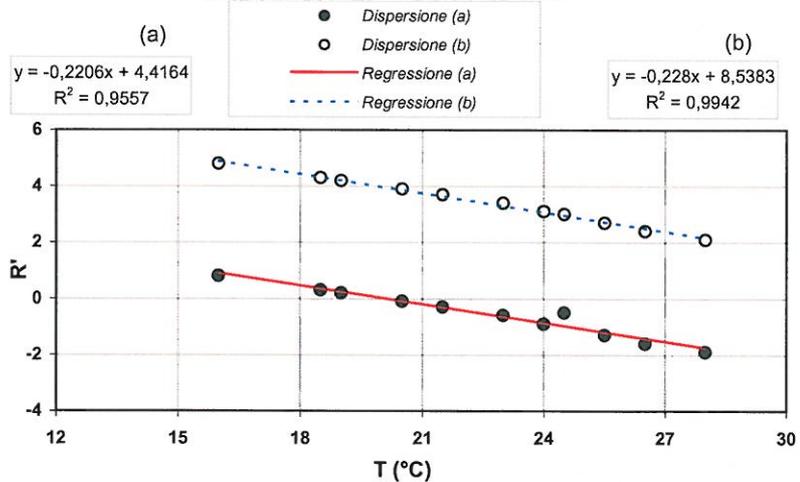
### Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C <sub>M</sub>		0,5
Correzione temperatura	C <sub>T</sub>	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C <sub>D</sub>	(4,4-8,5)	-4,1

### Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R <sub>lett.</sub>	R' (a)	T (°C)	R <sub>lett.</sub>	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

### CORREZIONE TEMP. & DISPERS.

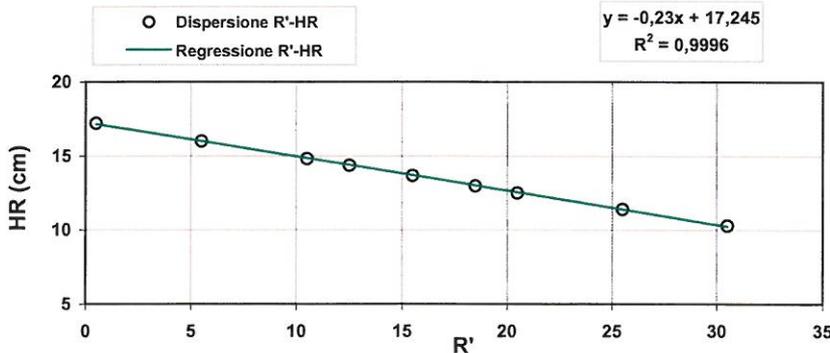


$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$

$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$

### Determinazione coefficienti H<sub>R</sub> - R' (solo con acqua)

#### EQUAZIONE R'-HR



R <sub>lett.</sub> (-)	R' (-)	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>R</sub> (cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

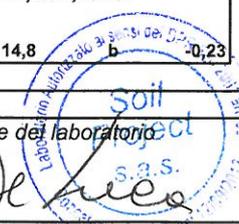
$H_R = 14,83 - 0,230 R'$

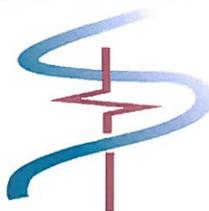
a 14,8      b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6812 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

### SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R <sub>lett.</sub>	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>R</sub> (cm)	R'	H <sub>R</sub> (cm)	C <sub>T</sub>	γ <sub>L</sub>	η <sub>L</sub>	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	23,0		8,2	23,5	9,435	0,00	0,9982	0,000	0,0622	19,40	41,8
1	20,0	21,5		8,2	22,0	9,78	0,00	0,9982	0,000	0,0448	17,90	38,5
2	20,0	20,5		8,2	21,0	10,01	0,00	0,9982	0,000	0,0320	16,90	36,4
4	20,0	19,0		8,2	19,5	10,355	0,00	0,9982	0,000	0,0230	15,40	33,2
8	20,0	17,0		8,2	17,5	10,815	0,00	0,9982	0,000	0,0166	13,40	28,8
15	20,0	15,0		8,2	15,5	11,275	0,00	0,9982	0,000	0,0124	11,40	24,5
30	20,0	13,5		8,2	14,0	11,6	0,00	0,9982	0,000	0,0089	9,90	21,3
60	20,0	11,5		8,2	12,0	12,08	0,00	0,9982	0,000	0,0064	7,90	17,0
120	20,0	9,5		8,2	10,0	12,54	0,00	0,9982	0,000	0,0046	5,90	12,7
300	20,0	7,5		8,2	8,0	13	0,00	0,9982	0,000	0,0030	3,90	8,4
600	20,0	6,0		8,2	6,5	13,345	0,00	0,9982	0,000	0,0021	2,40	5,2
1440	20,0	5,0		8,2	5,5	13,575	0,00	0,9982	0,000	0,0014	1,40	3,0

### Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	100,0
4	4,750	96,6
8	2,360	92,4
10	2,000	88,8
16	1,180	85,2
20	0,850	80,4
30	0,600	77,7
40	0,425	74,1
60	0,250	69,9
80	0,180	65,0
100	0,150	63,0
200	0,075	51,9
S	0,0622	41,8
S	0,0448	38,5
S	0,0320	36,4
S	0,0230	33,2
S	0,0166	28,8
S	0,0124	24,5
S	0,0089	21,3
S	0,0064	17,0
S	0,0046	12,7
S	0,0030	8,4
S	0,0021	5,2
S	0,0014	3,0

### Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	0,1400
D30 (mm)	0,0170
D10 (mm)	0,0035
Coef. Uniformità (Cu)	40
Coef. Curva (Cc)	0,6

### Percentuale passaggio

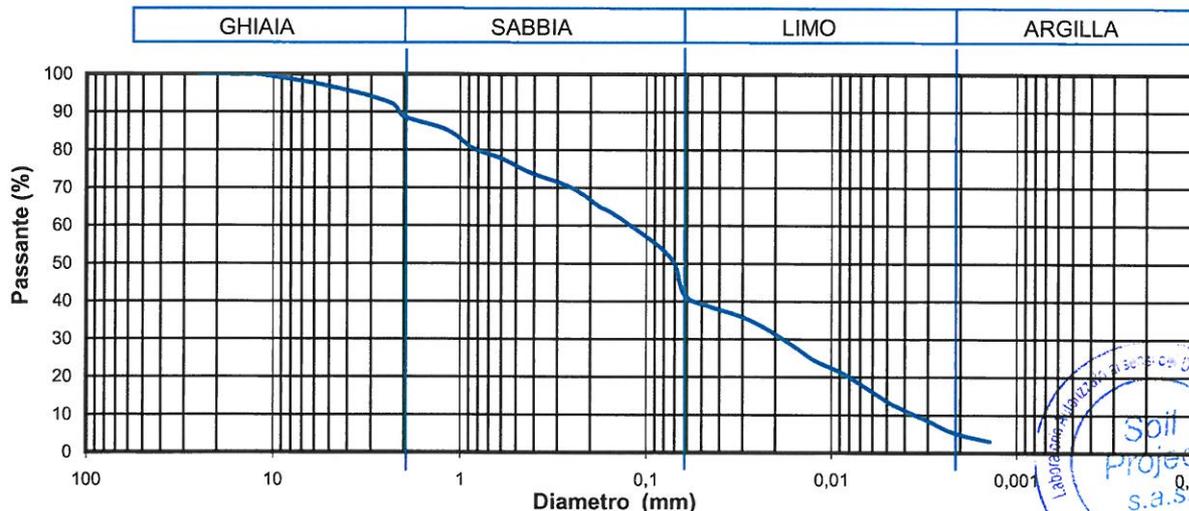
GHIAIA (%)	12
SABBIA (%)	47
LIMO (%)	36
ARGILLA (%)	5

### Descrizione campione (AGI):

Sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa

### Note

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag.1/3

Rev. 1  
 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
 Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
 6813 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

### Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm <sup>3</sup> )	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

### Consolidazione

	Carico verticale
Provino 1	49,03 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	196,13 kN/m <sup>2</sup>

Carico verticale kN/m <sup>2</sup>	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,256	0,236	0,124
49,03	0,780	0,506	0,400
98,07		0,896	0,600
196,13			1,260
294,21			

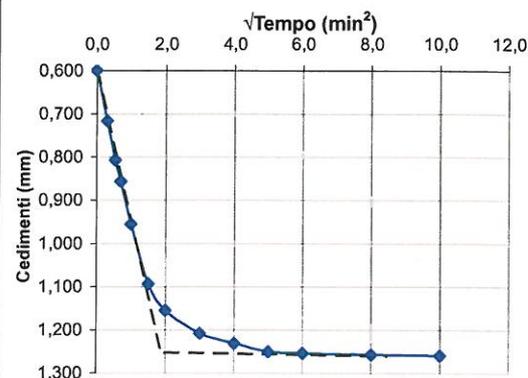
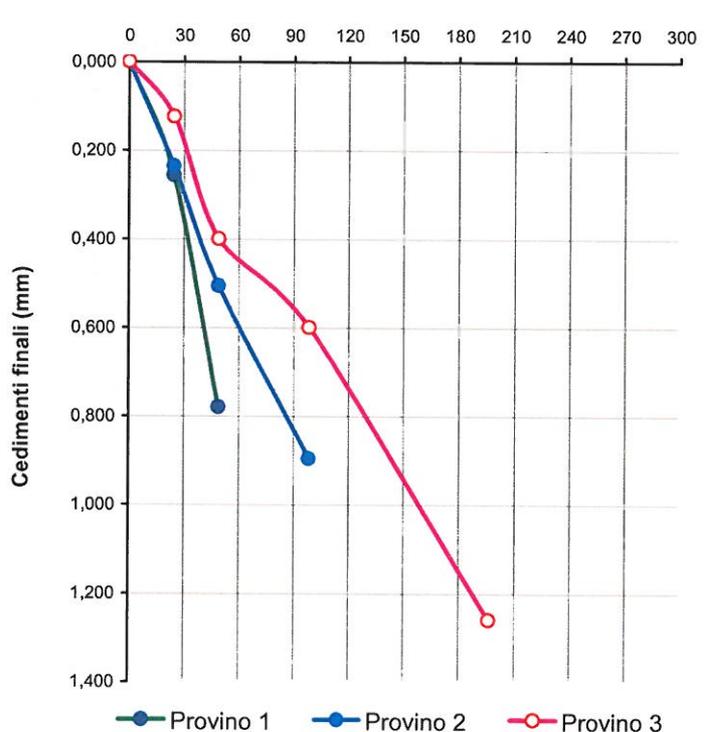
### Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3

Gradino di carico verticale da 98,07 kN/m<sup>2</sup> a 196,13 kN/m<sup>2</sup>

Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min <sup>2</sup>	√t <sub>100</sub> min <sup>2</sup>
0,600	0,00	0,00	1,87
0,717	0,10	0,32	
0,808	0,30	0,55	
0,857	0,50	0,71	
0,956	1,00	1,00	3,50
1,094	2,25	1,50	
1,156	4,00	2,00	
1,209	9,00	3,00	
1,232	16,00	4,00	
1,251	25,00	5,00	
1,255	36,00	6,00	
1,258	64,00	8,00	
1,260	100,00	10,00	

### Carico verticale (kN/m<sup>2</sup>)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Signature]*





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

Rev. 1  
del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: **30/10/2018** Cod. Qualità: **0097/18/L del 30/10/18**  
Data apertura: **31/10/2018** N° ACC. : **094/18 del 30/10/18**

N° Certificato  
**6814 del 07/11/18**

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	<b>Comune di Monte di Procida</b>	N. Sondaggio	<b>S1</b>
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	<b>vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)</b>	N. Campione	<b>C1</b>
Impresa	<b>Tecnogeo</b>	Prof. Campione (m)	<b>2,00-2,50</b>
Tecnico		Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,07	2,38	0,03	0,09	2,77	0,00	0,08	11,39
0,05	0,09	4,22	0,05	0,14	8,31	0,05	0,14	31,39
0,08	0,10	6,86	0,08	0,17	13,16	0,08	0,19	40,28
0,10	0,11	9,19	0,10	0,20	17,32	0,10	0,24	48,87
0,13	0,13	11,35	0,13	0,21	22,17	0,13	0,28	56,24
0,15	0,14	12,93	0,15	0,23	26,32	0,15	0,32	62,38
0,18	0,15	15,31	0,18	0,25	30,48	0,18	0,35	66,80
0,20	0,16	17,68	0,20	0,28	33,94	0,20	0,38	70,98
0,23	0,16	19,26	0,23	0,30	36,72	0,23	0,41	74,66
0,25	0,17	21,11	0,25	0,31	39,49	0,25	0,43	77,12
0,28	0,18	22,69	0,28	0,32	41,81	0,28	0,46	79,82
0,30	0,18	24,01	0,30	0,33	43,72	0,30	0,48	81,54
0,33	0,19	25,07	0,33	0,34	46,41	0,33	0,51	83,75
0,35	0,19	26,13	0,35	0,36	48,94	0,35	0,53	85,47
0,38	0,19	26,92	0,38	0,38	51,26	0,38	0,55	86,45
0,40	0,20	28,24	0,40	0,40	53,34	0,40	0,58	88,17
0,43	0,20	29,56	0,43	0,42	55,42	0,43	0,60	89,64
0,45	0,20	30,08	0,45	0,43	56,80	0,45	0,62	89,89
0,48	0,20	30,08	0,48	0,46	57,80	0,48	0,63	91,36
0,50	0,21	29,82	0,50	0,48	58,88	0,50	0,65	93,08
0,53	0,21	30,88	0,53	0,49	59,58	0,53	0,67	94,80
0,55	0,21	31,40	0,55	0,51	60,27	0,55	0,68	96,03
0,57	0,21	32,46	0,58	0,53	60,96	0,58	0,70	96,76
0,60	0,22	33,51	0,60	0,54	61,65	0,60	0,71	98,73
0,63	0,22	35,10	0,63	0,55	62,35	0,63	0,73	99,71
0,65	0,22	36,77	0,65	0,56	63,04	0,65	0,74	101,43
0,68	0,22	39,32	0,68	0,57	63,73	0,68	0,75	103,89
0,70	0,22	41,36	0,70	0,58	64,30	0,70	0,76	106,39
0,73	0,22	41,36	0,73	0,59	64,43	0,73	0,78	109,44
0,75	0,22	40,64	0,75	0,59	64,43	0,75	0,79	112,48
0,78	0,22	39,32	0,78	0,60	63,73	0,78	0,80	112,73
0,80	0,22	37,21	0,80	0,60	62,24	0,80	0,81	112,97
						0,83	0,82	111,67
						0,85	0,83	110,28
						0,88	0,83	106,94

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
 Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6815 del 07/11/18

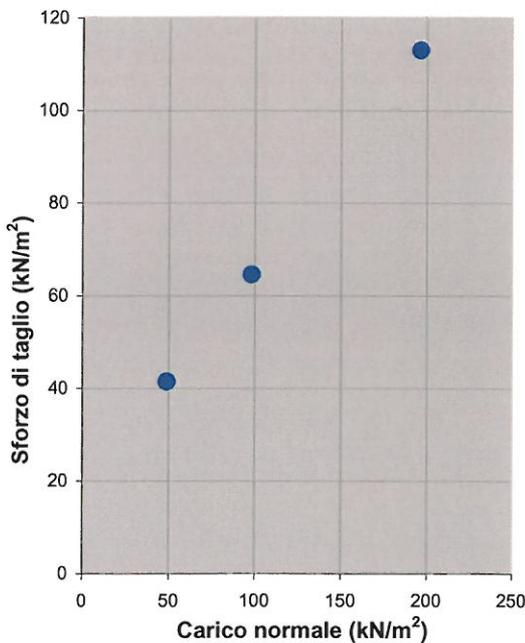
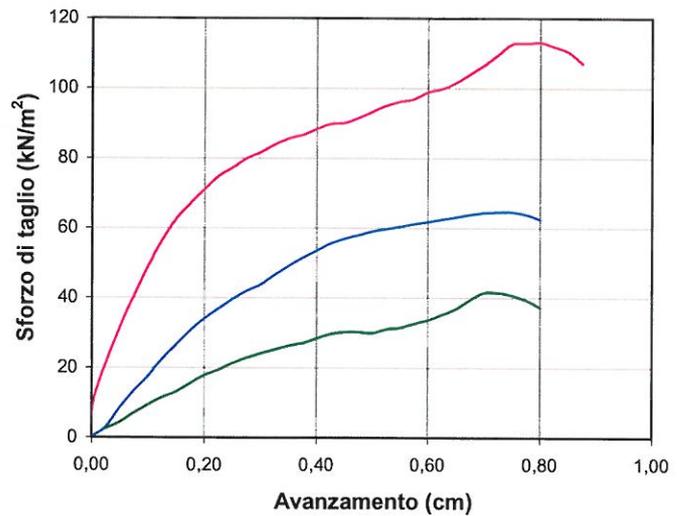
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

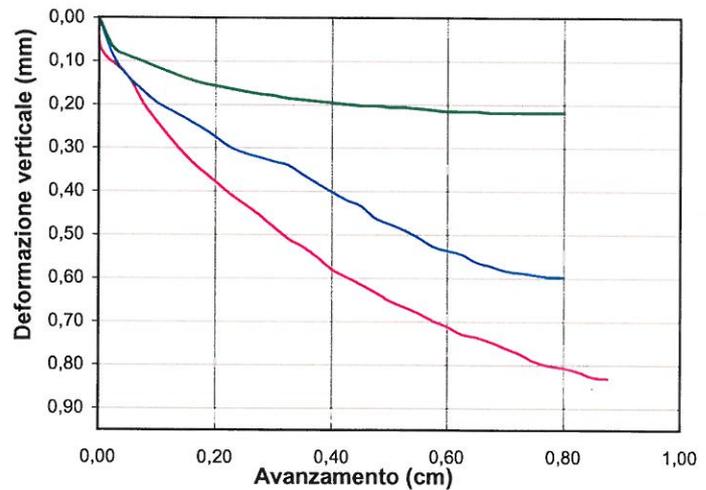
Contenuto d'acqua naturale (%)	44,38
Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	14,87
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	10,30
Indice dei vuoti	1,38
Porosità (%)	57,95
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	24,49
Grado di saturazione (%)	80
Sezione scatola di taglio (cm <sup>2</sup> )	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	49,03 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	196,13 kN/m <sup>2</sup>

### SFORZO DI TAGLIO



### DEFORMAZIONE



Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m <sup>2</sup> )	17,09
	Valore angolare (°)	26,06

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1  
del 07/01/2013

## APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

Data Emissione  
07/11/2018

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

### DATI GENERALI

Richiedente	Comune di Monte di Procida
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)
Impresa	Tecnogeo
Tecnico	

### PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	
G	Prova di taglio diretto	X
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

### RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

	IN FORO	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
	X			Rotaz. - carotiere	X
				Rotaz. doppio carot.	
				Percussione	
				Spirale	
				Campionatore:	
Data Prelievo		23/10/2018		Shelby	X
N. Sondaggio		S1		Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)				Mazier	
N. Campione		C2		Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)		13,00-13,50		Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)		80		Cucchiario	
Altezza campione (mm)		500		Altro	

### Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

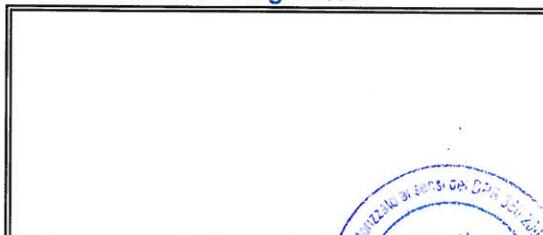
### IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no	Granulare medio	Granulare/coesivo	X	Coesivo											
CONSISTENZA		Colore	Grigio verde chiaro	Classe campione sfustellato											
X		Struttura	Omogenea	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5							
		Tessitura	Fina												
		PRESENZA MAT. ORG		FESSURAZIONE			ALLUNGAMENTO								
			X			X									
BUONA	MEDIO-BUONA	MEDIA	MODESTA	SCARSA	ALTA	MEDIA	SCARSA	DISGREGATO	NON DISGREGATO	PERSISTENTE	MEDIA	ASSENTE	ACCENTUATO	MODESTO	SCARSO
															X

### Note:

Presenza di inclusi pomicei con dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche.

### Documentazione fotografica:



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE

(ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6816 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	13,00-13,50
Tecnico		Note	

### PESO DI VOLUME $\gamma$ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	72,54	71,54	71,54	
Peso contenitore+campione umido (g)	176,63	176,22	176,22	
Peso campione umido (g)	104,1	104,7	104,7	
Volume contenitore (cm <sup>3</sup> )	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	14,177	14,258	14,258	
	MEDIA 14,23			
C.Q. $\Delta\gamma < 2\%$	$\Delta\gamma$ (%)	0,38	0,19	0,19

### CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

### PESO SPECIFICO DEI GRANI $\gamma_s$ (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,18	26,63	26,32	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	166,52	158,63	150,53	
Peso picnometro + acqua (g)	150,5	142,2	134,3	
Peso specifico dei grani $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	25,22	25,55	25,58	
	MEDIA 25,45			
C.Q. $\Delta\gamma < 1\%$	$\Delta\gamma$ (%)	0,91	0,40	0,51

### DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME $\gamma$ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm <sup>3</sup> )			
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )			
	MEDIA		

### PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,2
Indice dei vuoti $e$	1,28
Porosità $n$ (%)	56,1
Grado di saturazione (Sr) %	55,8
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,7
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	6,9

### DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	194,92	194,82	195,16	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	299,20	274,38	350,00	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	276,56	257,34	316,56	
Peso campione secco (g)	81,64	62,52	121,40	
Contenuto d'acqua w (%)	27,73	27,26	27,55	
	MEDIA 27,51			
C.Q. $\Delta w < 1,5\%$	$\Delta w$ (%)	0,80	0,93	0,13

### CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

Determinazioni n.	Provini	
	1	2
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
	MEDIA	

### DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO<sub>3</sub> (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Absorbimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note



Lo Sperimentatore

*Delella*



Il Direttore del laboratorio

*Sabrina De Luca*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6817 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	13,00-13,50
Tecnico		Note	

Note:

### OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	80,32
Peso campione umido (g)	457,5
Peso campione secco (g)	361,10
Peso campione secco lavato (g)	213,34
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	147,76
Responso perdita	0,27

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	2,16	0,60	0,60	99,40
4	4,750	12,06	3,34	3,94	96,06
8	2,360	25,13	6,96	10,90	89,10
10	2,000	27,04	7,49	18,39	81,61
16	1,180	22,58	6,25	24,64	75,36
20	0,850	29,26	8,10	32,74	67,26
30	0,600	14,70	4,07	36,81	63,19
40	0,425	18,54	5,13	41,95	58,05
60	0,250	12,80	3,54	45,49	54,51
80	0,180	12,06	3,34	48,83	51,17
100	0,150	9,82	2,72	51,55	48,45
200	0,075	26,92	7,45	59,01	40,99
FONDO	//	147,76	40,92	99,93	//
<b>TOTALE</b>		<b>360,83</b>	<b>99,93</b>	<b>C.Q. &gt; 97 %</b>	

### Risultato

GHIAIA	Grossa	0
	Media	3
	Fine	18
18	Grossa	19
	Media	10
	Fine	48
SABBIA	Grossa	19
	Media	10
LIMO/ARGILLA	Grossa	34
	Media	34

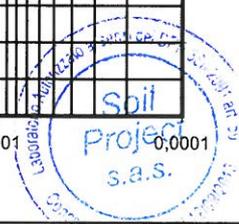
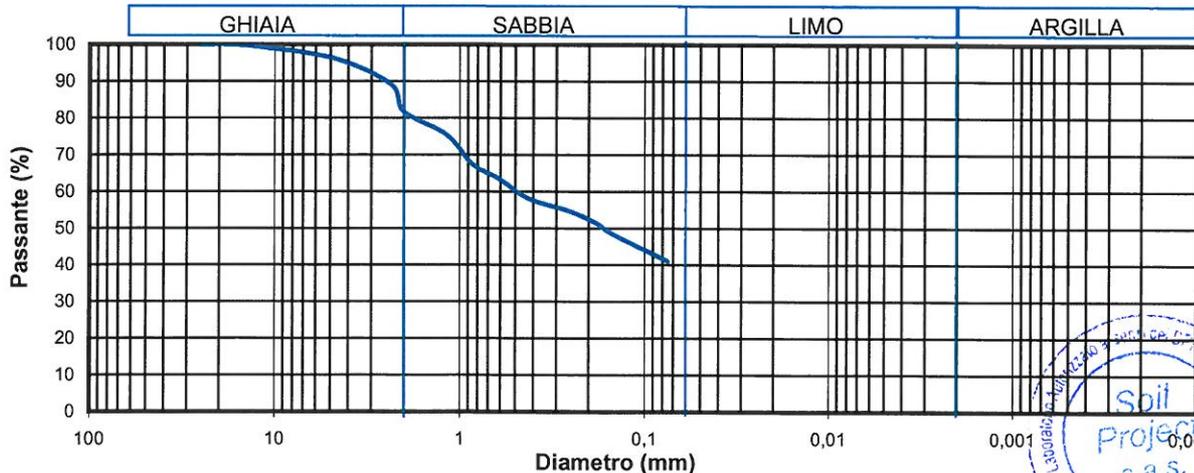
### Coefficienti granulometrici

D60	(mm)		Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)		Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)			

### Descrizione campione

Area reserved for sample description.

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Signature]*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
 Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6818 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	13,00-13,50
Tecnico		Note	

Volume bulbo densimetro (cm <sup>3</sup> )	V <sub>B</sub>	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H <sub>B</sub>	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm <sup>2</sup> )	S <sub>C</sub>	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

### Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	361,1
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	147,8
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m <sup>3</sup> )	25,45

### Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C <sub>M</sub>		0,5
Correzione temperatura	C <sub>T</sub>	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C <sub>D</sub>	(4,4-8,5)	-4,1

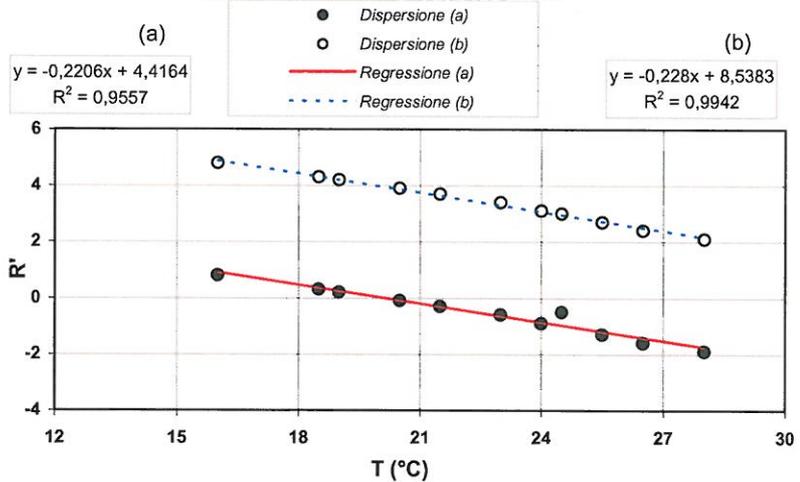
### Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R <sub>lett.</sub>	R' (a)	T (°C)	R <sub>lett.</sub>	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

R'(a) = 4,4-0,22 T

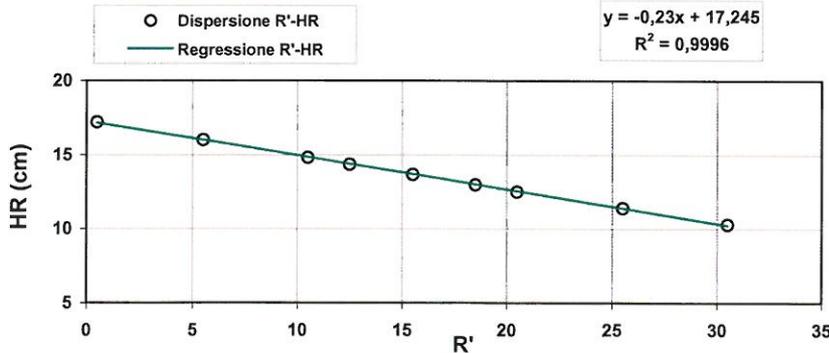
R'(b) = 8,5-0,22 T

### CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



### Determinazione coefficienti H<sub>R</sub> - R' (solo con acqua)

#### EQUAZIONE R'-HR



R <sub>lett.</sub> (-)	R' (-)	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>R</sub> (cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H<sub>R</sub> = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8      b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
 Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
 6819 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	13,00-13,50
Tecnico		Note	

### SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R <sub>lett.</sub>	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>R</sub> (cm)	R'	H <sub>R</sub> (cm)	C <sub>T</sub>	γ <sub>L</sub>	η <sub>L</sub>	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0595	20,40	33,9
1	20,0	22,0		8,2	22,5	9,665	0,00	0,9982	0,000	0,0431	18,40	30,6
2	20,0	20,0		8,2	20,5	10,125	0,00	0,9982	0,000	0,0312	16,40	27,3
4	20,0	17,5		8,2	18,0	10,7	0,00	0,9982	0,000	0,0227	13,90	23,1
8	20,0	15,0		8,2	15,5	11,275	0,00	0,9982	0,000	0,0165	11,40	19,0
15	20,0	12,0		8,2	12,5	11,965	0,00	0,9982	0,000	0,0124	8,40	14,0
30	20,0	10,5		8,2	11,0	12,3	0,00	0,9982	0,000	0,0089	6,90	11,5
60	20,0	8,5		8,2	9,0	12,77	0,00	0,9982	0,000	0,0064	4,90	8,1
120	20,0	6,5		8,2	7,0	13,23	0,00	0,9982	0,000	0,0046	2,90	4,8
300	20,0	5,0		8,2	5,5	13,575	0,00	0,9982	0,000	0,0029	1,40	2,3
600	20,0	4,5		8,2	5,0	13,69	0,00	0,9982	0,000	0,0021	0,90	1,5
1440	20,0	4,0		8,2	4,5	13,805	0,00	0,9982	0,000	0,0014	0,40	0,7

### Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	99,4
4	4,750	96,1
8	2,360	89,1
10	2,000	81,6
16	1,180	75,4
20	0,850	67,3
30	0,600	63,2
40	0,425	58,1
60	0,250	54,5
80	0,180	51,2
100	0,150	48,4
200	0,075	41,0
S	0,0595	33,9
S	0,0431	30,6
S	0,0312	27,3
S	0,0227	23,1
S	0,0165	19,0
S	0,0124	14,0
S	0,0089	11,5
S	0,0064	8,1
S	0,0046	4,8
S	0,0029	2,3
S	0,0021	1,5
S	0,0014	0,7

### Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	0,4800
D30 (mm)	0,0400
D10 (mm)	0,0077
Coef. Uniformità (Cu)	62
Coef. Curva (Cc)	0,4

### Percentuale passaggio

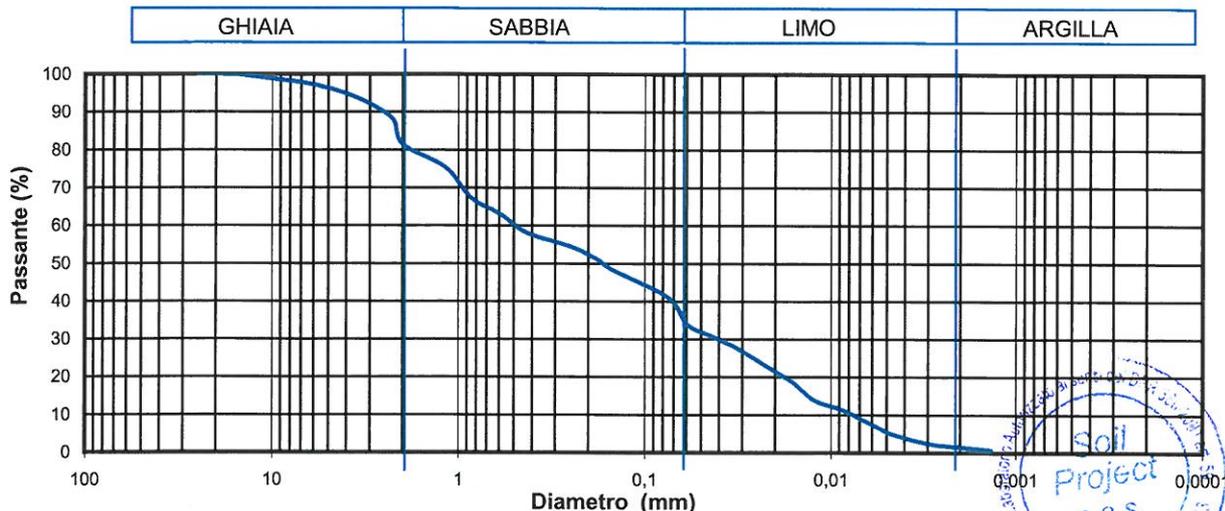
GHIAIA (%)	18
SABBIA (%)	48
LIMO (%)	32
ARGILLA (%)	2

### Descrizione campione (AGI):

Sabbia con limo ghiaiosa

### Note

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Signature]*





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag.1/3

Rev. 1  
 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
 Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
 6820 del 07/11/18

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Monte di Procida	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo	Prof. Campione (m)	13,00-13,50
Tecnico		Note	

### Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm <sup>3</sup> )	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

### Consolidazione

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	193,13 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	294,21 kN/m <sup>2</sup>

Carico verticale kN/m <sup>2</sup>	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,756	0,725	0,632
49,03	1,400	1,090	1,000
98,07	2,010	1,560	1,560
196,13		2,000	2,270
294,21			2,660

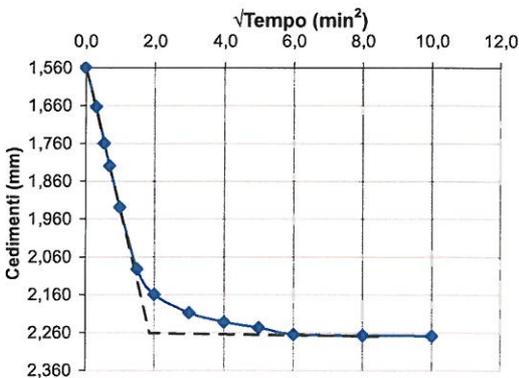
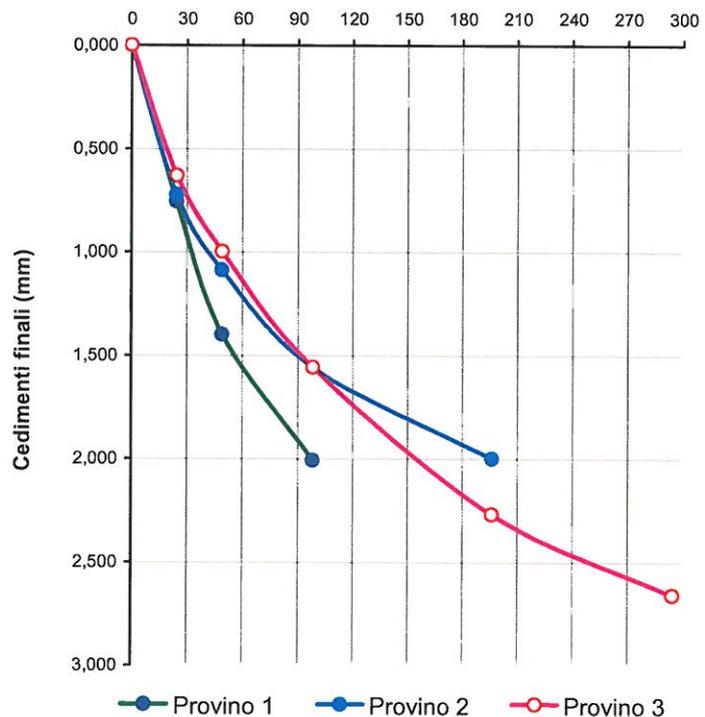
### Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3

Gradino di carico verticale da 98,07 kN/m<sup>2</sup> a 196,13 kN/m<sup>2</sup>

Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min <sup>2</sup>	√t <sub>100</sub> min <sup>2</sup>
1,560	0,00	0,00	1,87
1,664	0,10	0,32	
1,760	0,30	0,55	t <sub>100</sub>
1,820	0,50	0,71	min
1,929	1,00	1,00	3,50
2,093	2,25	1,50	
2,160	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
2,209	9,00	3,00	10
2,233	16,00	4,00	
2,248	25,00	5,00	Spost. Rott.
2,265	36,00	6,00	mm
2,268	64,00	8,00	4,00
2,270	100,00	10,00	

### Carico verticale (kN/m<sup>2</sup>)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore

*[Handwritten signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Handwritten signature]*  
 Project  
 s.a.s.



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

Rcv. 1  
del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: **30/10/2018** Cod. Qualità: **0097/18/L del 30/10/18**  
Data apertura: **31/10/2018** N° ACC.: **094/18 del 30/10/18**

N° Certificato  
**6821 del 07/11/18**

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	<b>Comune di Monte di Procida</b>	N. Sondaggio	<b>S1</b>
Opera/cant.	<b>Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle</b>	Prof. Sondaggio (m)	
Località	<b>vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)</b>	N. Campione	<b>C2</b>
Impresa	<b>Tecnogeo</b>	Prof. Campione (m)	<b>13,00-13,50</b>
Tecnico		Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,02	4,27	0,03	0,09	9,07	0,00	0,08	7,21
0,05	0,05	10,37	0,05	0,14	18,14	0,05	0,14	25,61
0,08	0,06	16,30	0,08	0,17	24,01	0,08	0,19	34,95
0,10	0,06	20,75	0,10	0,20	29,02	0,10	0,24	41,62
0,13	0,07	25,20	0,13	0,21	37,15	0,13	0,28	48,82
0,15	0,07	29,64	0,15	0,23	44,11	0,15	0,32	55,49
0,18	0,07	31,12	0,18	0,25	51,08	0,18	0,35	59,76
0,20	0,07	34,09	0,20	0,28	56,88	0,20	0,38	66,16
0,23	0,08	35,57	0,23	0,30	61,53	0,23	0,41	74,16
0,25	0,09	37,05	0,25	0,31	66,17	0,25	0,43	81,10
0,28	0,09	38,54	0,28	0,32	70,07	0,28	0,46	87,50
0,30	0,10	40,02	0,30	0,33	73,26	0,30	0,48	93,72
0,33	0,10	41,50	0,33	0,34	77,78	0,33	0,51	101,96
0,35	0,11	42,69	0,35	0,36	82,01	0,35	0,53	109,17
0,38	0,12	44,46	0,38	0,38	85,91	0,38	0,55	115,35
0,40	0,12	45,95	0,40	0,40	89,39	0,40	0,58	121,53
0,43	0,13	47,43	0,43	0,42	92,87	0,43	0,60	126,68
0,45	0,13	48,91	0,45	0,43	95,19	0,45	0,62	131,83
0,48	0,14	50,39	0,48	0,46	96,87	0,48	0,63	134,91
0,50	0,15	51,87	0,50	0,48	98,68	0,50	0,65	139,03
0,53	0,15	53,36	0,53	0,49	99,84	0,53	0,67	142,12
0,55	0,15	54,84	0,55	0,51	101,00	0,55	0,68	145,21
0,57	0,15	55,49	0,58	0,53	102,16	0,58	0,70	148,30
0,60	0,16	56,32	0,60	0,54	103,32	0,60	0,71	149,33
0,63	0,17	57,80	0,63	0,55	104,48	0,63	0,73	150,36
0,65	0,18	59,29	0,65	0,56	105,64	0,65	0,74	153,45
0,68	0,19	60,77	0,68	0,57	106,80	0,68	0,75	155,51
0,70	0,20	62,25	0,70	0,58	107,75	0,70	0,76	157,57
0,73	0,21	63,73	0,73	0,59	107,96	0,73	0,78	158,60
0,75	0,21	63,73	0,75	0,59	107,96	0,75	0,79	158,60
0,78	0,22	62,25	0,78	0,60	106,80	0,78	0,80	158,60
0,80	0,22	60,77	0,80	0,60	104,29	0,80	0,81	157,57
						0,83	0,82	156,54

Lo Sperimentatore

*Donato P.*



Il Direttore del laboratorio

*Sabino...*





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;  
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 30/10/2018 Cod. Qualità: 0097/18/L del 30/10/18  
 Data apertura: 31/10/2018 N° ACC.: 094/18 del 30/10/18

N° Certificato  
6822 del 07/11/18

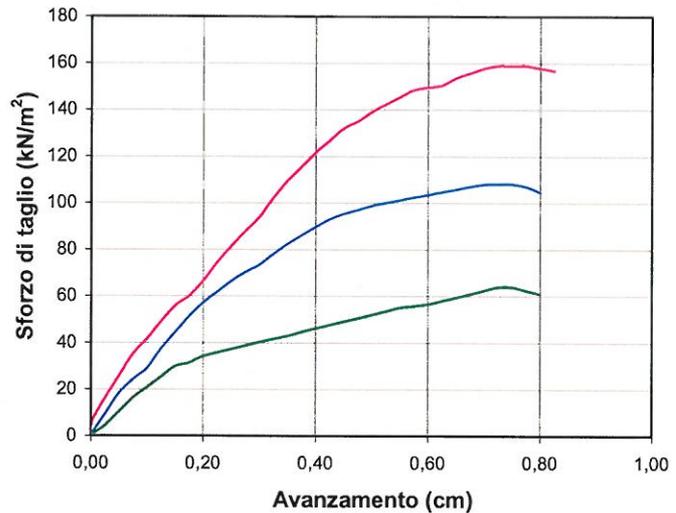
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	<b>Comune di Monte di Procida</b>	N. Sondaggio	<b>S1</b>
Opera/cant.	Indagini geognostiche e geosifiche presso il cantiere di via Cappelle	Prof. Sondaggio (m)	
Località	<b>vai Cappelle, 249 - Monte di Procida (NA)</b>	N. Campione	<b>C2</b>
Impresa	<b>Tecnogeo</b>	Prof. Campione (m)	<b>13,00-13,50</b>
Tecnico		Note	

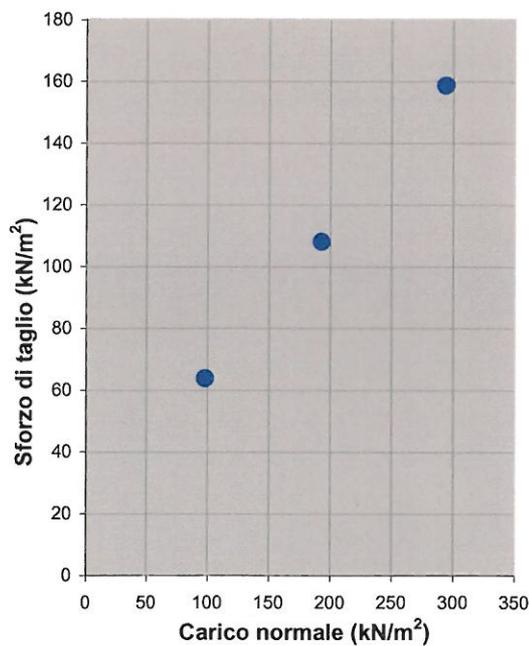
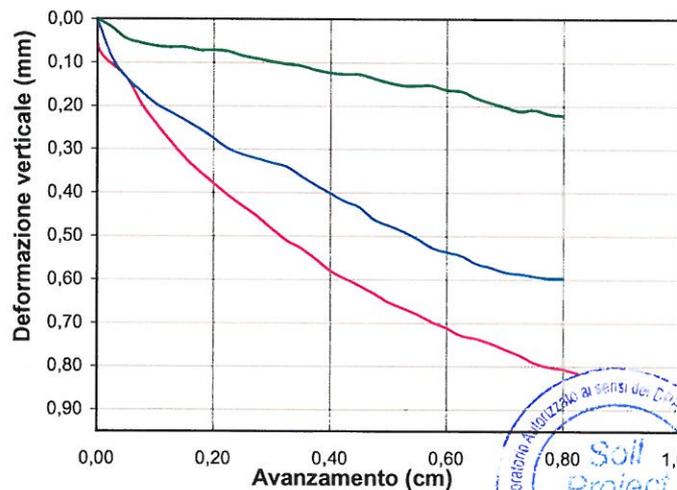
Contenuto d'acqua naturale (%)	27,51
Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	14,23
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	11,16
Indice dei vuoti	1,28
Porosità (%)	56,15
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	25,45
Grado di saturazione (%)	56
Sezione scatola di taglio (cm <sup>2</sup> )	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	193,13 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	294,21 kN/m <sup>2</sup>

### SFORZO DI TAGLIO



### DEFORMAZIONE



Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m <sup>2</sup> )	15,68
	Valore angolare (°)	25,84



Lo Sperimentatore

*[Handwritten signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Handwritten signature]*