



COMUNE DI NAPOLI



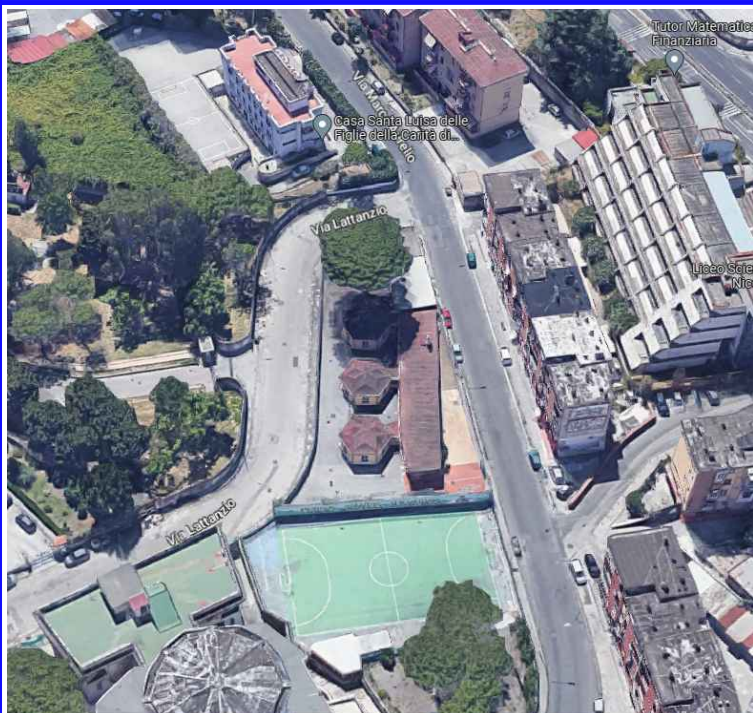
Unione Europea



Italiadomani

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Coesione  
Napoli



Riqualificazione funzionale e messa in  
sicurezza del 21° Circolo Didattico  
scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"  
C.U.P. : **B68I22000170006**

## PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Giulio Davini

### I PROGETTISTI

S.I.N.T.E.C. s.r.l.



**S.I.N.T.E.C. S.R.L.**  
SOCIETÀ D'INGEGNERIA PER IL TERRITORIO EDILE E CIVILE  
Tel e Fax: 081.5263349

Via Oriani n.2, Pozzuoli (NA) 80078 - P.IVA.07789120636



Amm. Ing. Rodolfo Fisciano

Mandante

Ing. Luigi Passante



Mandante

Ing. Massimo Di Palma



Mandante

Geol. Loredana Cimmino



Mandante

Ing. Francesca Rosaria Fele



ELABORATO N.

TITOLO ELABORATO

SCALA

EGD\_RGE

Relazione Geologica

REVISIONE

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>STRALCIO GEOLOGICO .....</b>	<b>3</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA.....</b>	<b>4</b>
<b>SCENARIO GEOLOGICO-STRUTTURALE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>15</b>
<b>SISMICITÀ DELL'AREA.....</b>	<b>19</b>
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>21</b>

### **ALLEGATI**

*STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA*

*STRALCIO AUTORITY DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIO-  
NALE*

*Rischio da Frana e Rischio idraulico*

*CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA E SPETTRO DI RISPOSTA*

*DESCRIZIONI INDAGINI*

*PROVA PENETROMETRICA DPSH*

*INDAGINI SISMICHE*

*DOCUMENTO DI RICONOSCIMENTO*

## **PREMESSA**

Il Comune di Napoli con determina a contrarre n.095 del 27 dicembre 2022, ha disposto l'affidamento diretto ai sensi dell'art. 1 comma 2 lettera a) della Legge n.120 dell'11 settembre 2020, dei servizi di ingegneria e architettura per la progettazione definitiva ed esecutiva ed il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione per l'intervento: *Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° Circolo Didattico scuola dell'infanzia Marco Aurelio* PNRR "Piano per gli asili nido e le scuole dell'infanzia", con sede in via Marco Aurelio n. 98 – Napoli.

Il presente lavoro, dunque, è volto a verificare la fattibilità del progetto stesso, in relazione alle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni ed alla stabilità dell'area in ordine al rischio sismico. Il territorio comunale di Napoli è classificato sismico di zona 2 e pertanto ricadente nel livello di pericolosità medio-alto.

A tale scopo lo studio è stato condotto attraverso le seguenti fasi:

- ricerca e consultazione, nel proprio archivio, di dati e studi effettuati nelle zone limitrofe all'area di studio;
- rilevamento geomorfologico di dettaglio esteso ai settori non interessati ma ritenuti significativi ai fini progettuali;
- caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e indagine sismica desunti dalla Relazione e le relative indagini eseguite per le "Verifiche di Vulnerabilità Sismica, ai sensi dell'OPCM 3274/03 e s.m.i. dei

edifici scolastici di proprietà del comune di Napoli ubicati nel territorio della municipalità 9 – CIG lotto 9: 7882667696” a firma del Geol. E. Bottiglieri e dell’Ing. M. Zacchia - aprile 2022.

Le indagini sono state eseguite nelle vicinanze della proprietà dei terreni di interesse progettuale e su terreni simili, pertanto, sono ritenute significative ed attendibili. Inoltre, da un punto di vista sismico, è stato possibile individuare le varie formazioni litologiche e determinare il parametro  $V_{S30}$ . A corredo della suddetta relazione furono eseguite ed analizzate le seguenti prove:

- n.1 prova penetrometrica DPSH spinta fino alla profondità di 10,20 m dal p.c. (*Certificato n° 0793/21 del 29/11/2021*) ed è stata eseguita dalla INGE s.r.l. servizi per la geologia (Aut. Min. n. 154 del 19/04/11) esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito di cui all’art. 59 DPR. 380/01;
- n.1 profilo sismico MASW eseguita dal Geol. G. Turco.

Di seguito sono esposte le risultanze emerse dall’insieme di esami e studi effettuati e le relative considerazioni riguardanti l’intervento di progetto. Tutte le indagini descritte sono state riportate in allegato alla presente relazione.



## STRALCIO GEOLOGICO



Carta Gerologica 446-447 di Napoli – scala 1:50.000

### LEGENDA



#### INDIVIDUAZIONE DELL'AREA

	Prodotti piroclastici indifferenziati provenienti da vari centri eruttivi flegrei: cineriti e pozzolane chiare. Nell'area urbana partenopea e del F. Sebeto: lapilli pozzolanici straterellati, ceneri e pomici grige, suoli con molluschi terrestri, ghiaie fluviali, limo e terre torbose; passanti a facies marina litoranea (sabbie grossolane), selmastra nel settore SE; tufiti argillose dell'estuario del paleo-Sebeto (f <sup>a</sup> ).
	Prodotti piroclastici dell'Astroni (X <sup>a</sup> -XX <sup>a</sup> sec. a. Cr.), pomici e lapilli (pozzolane) con paleosuoli intercalati (tas). Scorie di lancio e lave: trachite vulsinitica del Colle dell'Imperatrice-Astroni (tas).
	Pozzolane, pomici e lapilli scuri di Agnano (tn). Estrusione di lave vulsinitica della Caprara-Astroni (tn).
	Serie comprensiva: lapilli pozzolanici, paleosuoli intercalati con rari resti di mammiferi ( <i>Capra hircus</i> L.) (f's), sopstanti in parte, ai prodotti piroclastici di Agnano (tn).
	Tufo con pomici alterate e scorie, in banchi (= "tufo giallo napoletano", Auct.) a M. Gauro, Campiglione, Camaldoli, L. d'Averno, Cuma etc.; facies caolica (M. Ruscello, Sanseverino, Archiaverno, Posillipo-Capodimonte, etc.); facies superiore grigia e pomici argentee (= "Meppamonte", Auct.) e inferiore verde (tg). Facies poco coerente (pozzolanai) (tp). Tufo inferiore giallo-biancastro stratificato, con scorie, alla base del M. Ginestra (tg <sup>a</sup> ).

## **INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA**

La Regione Campania presenta un assetto geologico-strutturale molto complesso poiché è caratterizzato al suo interno dalla catena appenninica, e ad occidente da un settore costiero contraddistinto dalla presenza di ampie depressioni strutturali occupate attualmente dalla Piana campana e dalla Piana del Sele. Inoltre, la Campania è caratterizzata da importanti centri vulcanici: il Roccamonfina al confine tra Lazio e Campania, il Vesuvio e i Campi Flegrei nel napoletano, il complesso vulcanico dell'isola di Ischia.

Il territorio comunale di Napoli si estende per circa 189 Km<sup>2</sup> ed è costituito da un gran numero di crateri e di morfologie crateriche più o meno sepolte e modificate dalla sovrapposizione dell'attività vulcanica più recente. L'altitudine del territorio di Napoli varia dai 0 m s.l.m. ai 460 m s.l.m. e presenta una morfologia pressoché acclive con pendenze con andamento da NW a SE.

L'area oggetto di studi ricade alle pendici della collina dei Camaldoli e precisamente nel 29° quartiere di Napoli denominato Soccavo. Esso si sviluppa lungo un'antica cava alla quale deve il nome.

La piana di Soccavo da nord-est si sviluppa in direzione sud-ovest. È bordata ad est dalla collina di Casalesio, a nord dal versante meridionale della collina dei Camaldoli e a sud dalla piana di Fuorigrotta-Bagnoli.

È attestata ad una quota media di 86m s/m e degrada verso la piana di Fuorigrotta-Bagnoli con una pendenza media dello 0.5%. Mostra ancora i segni dell'antica arena S. Antonio che la solcava verso sud e che è stata quasi interamente obliterata dall'urbanizzazione che ha interessato l'area. Per la sua stessa natura la pianura non è soggetta a fenomeni di dissesti, a meno di eventuali sprofondamenti connessi ad infiltrazioni di acque ed a localizzati dissesti in corrispondenza dei fronti di scavo verticali presenti nei prodotti pozzolanici legati a vecchie attività estrattive o a sbancamenti effettuati per l'insediamento di civili abitazioni.

La morfologia della città di Napoli comunque è tipica del territorio vulcanico la cui attività è stata prevalentemente esplosiva con depositi di ceneri e scorie. L'apparato collinare di tutta la città è caratterizzato da tavolati più o meno estesi e da rotture di pendenza più o meno accentuate. Tali colline pur avendo avuto origine da apparati vulcanici diversi, si raccordano tra loro da larghe selle. In tutta l'area affiorano potenti ammassi piroclastici eiettati circa 30 mila anni fa dai Campi Flegrei e dal Vulcano - strato del Somma Vesuvio. A causa della facile erodibilità di questi terreni, i rilievi sui lati interni dei vulcani sono poco stabili e quindi in rapida evoluzione mentre gran parte dell'area napoletana non risente dell'erosione superficiale in quanto risulta fortemente edificata.

L'area in esame è individuabile nelle Tavole I.G.M. scala 1:25.000 I SO del foglio 184, è situata alla periferia nord-orientale del territorio

comunale di Napoli e interessa la parte nordorientale della collina dei Camaldoli.

Il sito è ubicato ad una quota di circa 90 m s.l.m.

La zona non è stata perimetrata tra le aree a Pericolosità e Rischio da Frana e a Pericolosità e Rischio Idraulico così come è evidenziato dalle Carte Idrogeologiche dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (cfr. Stralcio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale foto n.1).

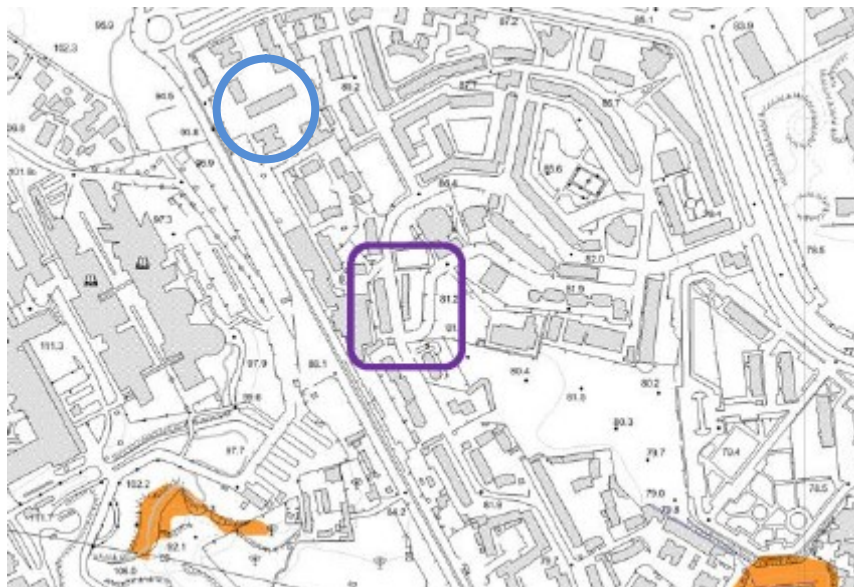


Foto n.1 Pericolosità da Frana - Stralcio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

*RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA: Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° Circolo Didattico scuola dell'infanzia Marco Aurelio" - via Marco Aurelio n. 98 – Napoli.*



Foto n.2 Rischio Idraulico - Stralcio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

## **SCENARIO GEOLOGICO-STRUTTURALE DI RIFERIMENTO**

L'area oggetto di studi fa parte dell'unità morfologica denominata "Piana Campana" che rappresenta un esteso "graben" creatosi per effetto di fratture che hanno ribassato di circa 4.000 m il substrato carbonatico visibile solo ai bordi di questa fossa tettonica.

Successivamente gli eventi tettonici e vulcanici del Quaternario, unitamente a sensibili modificazioni climatiche responsabili delle oscillazioni del livello dei mari, hanno colmato questa fossa con i loro prodotti piroclastici ed effusivi. I terreni studiati nell'area oggetto di interventi risultano rappresentati dai prodotti piroclastici dell'Astroni costituiti da pomici e lapilli pozzolanei con paleosuoli intercalati. Tale definizione dei terreni è in accordo con la cartografia geologica ufficiale (Carta Geologica di Napoli scala 1:50.000 - F° 446-447) che indica, nel settore di Napoli, l'affioramento di pozzolane, pomici e lapilli.

I terreni affioranti nella Piana Campana possono essere distinti, dai più recenti ai più antichi e dall'alto verso il basso, come segue:

- vulcanoclastiti limoso-sabbiose scarsamente addensate di colore marrone chiaro (prodotti del III periodo flegreo), completamente alterate, frammiste a terreno vegetale e/o di riporto con spessori variabili sull'area oggetto di studio;
- vulcanoclastiti sabbiose con pomici e scorie in facies incoerente, comunemente note con il termine di pozzolane di colore grigio, ascrivibili



al Tufo Giallo Napoletano (II periodo flegreo – circa 12.000 anni fa). Tale formazione è presente in tutta la Piana Campana e si colloca stratigraficamente al di sopra della formazione dell'Ignimbrite Campana. Il passaggio con l'Ignimbrite Campana è marcato dalla presenza di alternanze di lapilli scoriacei centimetrici di colore nero e pomici immersi in una matrice sabbiosa grossolana;

□ tufo molto fratturato ed alterato dello spessore di circa un metro, sovrapposto a tufo a consistenza litoide di colore giallastro ascrivibili alla formazione dell'Ignimbrite Campana (I periodo flegreo - circa 33.000 anni fa). Talora si rinviene la presenza di vacuoli ed inclusi di pomici e scorie con dimensioni centimetriche di colore nerastro miste a frammenti litici e cristalli. L'Ignimbrite Campana si presenta con facies diverse: il carattere litoide aumenta con la profondità e la colorazione passa dal grigio al nerastro. Le scorie, che nella parte superficiale sono disperse nella massa cineritica in modo caotico e con forme irregolari e rotondeggianti, verso il basso acquistano un orientamento preferenziale e forme appiattite ed allungate in senso orizzontale.

## **Geologia locale**

La stratigrafia in dettaglio evidenzia la presenza di prodotti piroclastici dell'Astroni costituiti da pozzolane, pomici e lapilli scuri di Agnano. Tale definizione dei terreni è in accordo con la cartografia geologica ufficiale (Carta Geologica di Napoli scala 1:50.000 - F° 446-447): Litosoma di Astroni, Sequenza costituita da depositi piroclastici separati da sottili paleosuoli o superfici erosionali. I depositi sono costituiti da livelli di ceneri a differente granulometria e subordinati livelli grossolani (ATN, piroclastiti di Astroni) deposti prevalentemente da correnti piroclastiche e subordinatamente per caduta.

I livelli cineritici sono di colore grigio con abbondanti lapilli accrezionari. I livelli grossolani spesso ad andamento lensoide, contengono pomici, scorie, ossidiane e scarsi litici lavici e tufacei”

Si tratta di una sequenza piroclastica costituita da cineriti chiare, stratificate, con pomici bianche e frammenti lavici e tufacei, a granulometria variabile dal limo alla ghiaia (quest'ultima generalmente prevalente).

Questi terreni sono da considerare permeabili, a permeabilità subordinata, per porosità (permeabilità primaria o in piccolo).

Il loro grado di permeabilità è massimo in corrispondenza della frazione più grossolana (sabbie e ghiaie); mentre raggiunge valori inferiori in presenza di materiale a granulometria più fine (limi) o a buon grado di addensamento (tufo).

Quest'ultimo (il tufo), però, talora può presentare un discreto grado di permeabilità per fratturazione.

Con tali caratteristiche idrogeologiche in generale il sottosuolo ospita accumuli idrici per differenza di permeabilità, con la frazione meno permeabile che, se è posta in profondità, funge da tampone alle acque d'infiltrazione nel sottosuolo e dà luogo a falde di modesta portata, anche "sospese" e/o "sovrapposte". A grande scala, comunque, nell'area si riconosce essenzialmente un'unica falda per la mancanza di veri e propri orizzonti impermeabili sufficientemente estesi e spessi.

L'area rientra nell'unità idrogeologica dei Campi Flegrei, che è delimitata a nord dall'alveo dei Camaldoli e ad est dalla valle del Sebeto.

La falda raggiunge il suo livello massimo (circa 26m s/m.) nella zona di Marano- Calvizzano; quest'area è quella più lontana dal recapito naturale delle acque sotterranee, rappresentato dal mare.

La penetrometria eseguita lascia prevedere che il sottosuolo del sito, nel punto investigato, essenzialmente sia da ricondurre alla sequenza piroclastica di cineriti chiare, stratificate, con pomici bianche e frammenti lavici e tufacei, a granulometria variabile dal limo alla ghiaia (con quest'ultima generalmente prevalente), indicata nei paragrafi precedenti. Sulla base della resistenza opposta dai terreni all'avanzamento della punta penetrometrica ed in riferimento alle correlazioni del paragrafo precedente, tale sequenza, come si legge nel modulo della Stratigrafia

Interpretativa del Fascicolo della Ditta INGE allegato, nel punto d'indagine può essere suddivisa nei seguenti sei livelli geotecnici:

- il primo, dal piano campagna fino a 2.4m di profondità, con peso di volume

$\gamma=1.40\text{g/cm}^3$ , angolo di attrito  $\varphi=34^\circ$ , coesione non drenata  $u=2.78\text{Kg/cm}^2$ , Modulo Edometrico  $E_d=123\text{Kg/cm}^2$  e Densità relativa  $D_r=71\%$  (terreno mediamente addensato);

- il secondo, da -2.4 a -4.5m, con peso di volume  $\gamma=1.30\text{g/cm}^3$ , angolo di attrito  $\varphi=31^\circ$ , coesione non drenata  $c_u=0.97\text{Kg/cm}^2$ , Modulo Edometrico  $E_d=44\text{Kg/cm}^2$  e Densità relativa  $D_r=43\%$  (terreno sciolto);

- il terzo, da -4.5 a -6m, con peso di volume  $\gamma=1.30\text{g/cm}^3$ , angolo di attrito  $\varphi=31^\circ$ , coesione non drenata  $c_u=1.01\text{Kg/cm}^2$ , Modulo Edometrico  $E_d=46\text{Kg/cm}^2$  e Densità relativa  $D_r=47\%$  (terreno sciolto);

- il quarto, da -6 a -8.1m, con peso di volume  $\gamma=1.40\text{g/cm}^3$ , angolo di attrito  $\varphi=33^\circ$ , coesione non drenata  $c_u=1.49\text{Kg/cm}^2$ , Modulo Edometrico  $E_d=68\text{Kg/cm}^2$  e Densità relativa  $D_r=58\%$  (terreno mediamente addensato);

- il quinto, da -8.1 a -9.3m, con peso di volume  $\gamma=1.40\text{g/cm}^3$ , angolo di attrito  $\varphi=33^\circ$ , coesione non drenata  $c_u=1.68\text{Kg/cm}^2$ , Modulo Edometrico  $E_d=77\text{Kg/cm}^2$  e Densità relativa  $D_r=63\%$  (terreno mediamente addensato);

- il sesto, infine, da -9.3 a -10.2m, con peso di volume  $\gamma=1.50\text{g/cm}^3$ , angolo di attrito  $\varphi=36^\circ$ , coesione non drenata  $c_u=2.47\text{Kg/cm}^2$ , Modulo

Edometrico  $E_d=112\text{Kg/cm}^2$  e Densità relativa  $D_r=80\%$  (terreno mediamente addensato).

I dati acquisiti con l'indagine sismica hanno consentito di investigare fino oltre i 30m dal piano campagna. Il sottosuolo può essere suddiviso nei seguenti sismostrati:

- il primo, fino a 0.36m dal piano campagna, caratterizzato da una VS pari a 43m/s;
- il secondo, da -0.36m a circa -1m, caratterizzato da una VS pari a 78m/s;
- il terzo, da circa -1m a circa -1.75m, con VS pari a 204m/s;
- il quarto, da - circa -1.75m a circa -3m, con VS pari a 246m/s;
- il quinto, da circa -3 a circa -5.6m, con VS pari a 263m/s;
- il sesto, da circa -5.6 a circa -8.3m, con VS pari a 270m/s;
- il settimo, da circa -8.3 a circa -11.8m, con VS pari a 468m/s;
- l'ottavo, infine, da circa -11.8m a -40.3m, caratterizzato da una VS pari a 594m/s.

Sulla base di queste velocità, in riferimento al D.M. 17/01/2018 e, segnatamente, in riferimento al punto 3.2.2 del D.M., è stata individuata la categoria di sottosuolo che caratterizza il sito. Non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri dalla base delle fondazioni; pertanto la  $V_{S,EQ}$  coincide con la  $V_{S30}$  e, quindi, la categoria di suolo di fondazione dipende dai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,EQ}$ . In riferimento all'indagine eseguita, agli spessori

rilevati e alle relative velocità delle onde S, la VS,EQ per profondità di oltre 30m dal piano campagna è stata determinata pari a 359m/s. Ne deriva che il sito in esame, in riferimento al punto 3.2.2 (Tab. 3.2.II) del D.M. 17/01/2018, è caratterizzato da una Categoria di sottosuolo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360m/s.*



## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le osservazioni di superficie sono state integrate con i dati geotecnici ottenuti dalle indagini eseguite a corredo della relazione relativa alle “Verifiche di Vulnerabilità Sismica, ai sensi dell’OPCM 3274/03 e s.m.i. dei edifici scolastici di proprietà del comune di Napoli ubicati nel territorio della municipalità 9 – CIG lotto 9: 7882667696” a firma del Geol. E. Bottiglieri e dell’Ing. M. Zacchia eseguita nell’aprile 2022.”.

Vista l’uniformità dei terreni presenti si è scelto di non effettuare ulteriori indagini. Esse sono state eseguite, in prossimità dell’edificato di progetto e sono ritenute significative al fine di poter determinare i dati geotecnici e la classe di suolo del terreno investigato.

Dalla correlazione di tutti i dati disponibili, i dati geotecnici del sito di progetto possono essere schematizzati dall’alto verso il basso, come segue:

Livello	Profondità dal p.c.(m)	Peso di volume $\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione non drenata $c_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico $E_d$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa $D_r$ (%)
Primo	0.0/2.4	1.4	34	2.78	123	71
Secondo	2.4/4.5	1.3	31	0.97	44	43
Terzo	4.5/6	1.3	31	1.01	46	47
Quarto	6/8.1	1.4	33	1.49	68	58
Quinto	8.1/9.3	1.4	33	1.68	77	63
Sesto	9.3/10.2	1.5	36	2.47	112	80

## **Categoria di Suolo**

Dalle risultanze delle indagini effettuate si evince che il sito in oggetto ricade nella categoria di suolo “C” che corrisponde alla definizione di depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < \text{cu}_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fine).

La velocità di propagazione delle onde di taglio Vs30 risulta essere pari a 344 m/s.

## **Condizioni Topografiche Del Sito**

Le condizioni topografiche del sito non presentano particolari complessità. In riferimento alla classificazione di cui alla Tab. 3.2.III delle NTC/2018, si tratta di un sito caratterizzato da una “Categoria Topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ”.

## **Caratteristiche Idrogeologiche**

La piana Campana, di conseguenza anche il comune di Napoli, viene alimentata in falda dai massicci carbonatici dei monti Casertani e dei monti di Avella, che rappresentano i rilievi appenninici che muovono verso il mare grossi quantitativi d'acqua interessando principalmente

terreni di natura detrico-vulcanica.

Il sistema idrogeologico della Piana Campana si contraddistingue da quelli limitrofi per la modalità di circolazione idrica sotterranea, per l'alimentazione e per l'immagazzinamento idrico.

I depositi dell'area di studi sono a carattere pressoché piroclastico e si presentano da sciolti a semicoerenti fino a litoidi con granulometria variabile, ciò genera un acquifero di tipo multifalda con caratteristiche di permeabilità sia orizzontali che verticali. Volendo potremmo dire che i depositi di tipo incoerente possiedono una permeabilità per porosità, con grado variabile da scarso a medio in relazione ai caratteri granulometrici e litoidi dei singoli strati. Nei terreni di tipo litoide, cioè le lave nella fattispecie, si ha invece una permeabilità e trasmissività medio alta.

Nell'area di progetto, come detto in precedenza, affiora una sequenza piroclastica costituita da cineriti chiare, stratificate, con pomici bianche e frammenti lavici e tufacei, a granulometria variabile dal limo alla ghiaia (quest'ultima generalmente prevalente).

Questi terreni sono da considerare permeabili, a permeabilità subordinata, per porosità (permeabilità primaria o in piccolo).

Il loro grado di permeabilità è massimo in corrispondenza della frazione più grossolana (sabbie e ghiaie); mentre raggiunge valori inferiori in presenza di materiale a granulometria più fine (limi) o a buon grado di addensamento (tufo).

Talora il tufo può presentare un discreto grado di permeabilità per fratturazione.

Con tali caratteristiche idrogeologiche in generale il sottosuolo ospita accumuli idrici per differenza di permeabilità, con la frazione meno permeabile che, se è posta in profondità, funge da tampone alle acque d'infiltrazione nel sottosuolo e dà luogo a falde di modesta portata, anche "sospese" e/o "sovrapposte". A grande scala, comunque, nell'area si riconosce essenzialmente un'unica falda per la mancanza di veri e propri orizzonti impermeabili sufficientemente estesi e spessi.

L'area rientra nell'unità idrogeologica dei Campi Flegrei, che è delimitata a nord dall'alveo dei Camaldoli e ad est dalla valle del Sebeto.

La falda raggiunge il suo livello massimo (circa 26m s/m.) nella zona di Marano-Calvizzano; quest'area è quella più lontana dal recapito naturale delle acque sotterranee, rappresentato dal mare.

## **SISMICITÀ DELL'AREA**

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

Particolarmente importanti sono quelli “appenninici”, stante la debole energia dei fenomeni sismici flegrei e vesuviani.

Il territorio comunale di Napoli è classificato sismico di zona 2 e pertanto ricadente in aree dove sono possibili forti terremoti (aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della regione Campania ordinanza del 20 marzo 2003, Atti di recepimento a marzo 2015).

In zona 2 l'accelerazione con probabilità di superamento del 10% in cinquant'anni è:

$$0,15 < a \leq 0,25 \text{ g.}$$

La definizione dell'azione sismica di progetto si valuta mediante specifiche analisi, in alternativa, qualora le azioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle 5 categorie di sottosuolo che vanno dalla A alla E (NTC 2018), si può far riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione di sottosuolo in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. I valori di Vs sono ottenuti mediante specifiche prove oppure limitatamente all'approccio semplificato attraverso altre prove in sito (prove penetrometriche).

metriche dinamiche per terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche).

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018 e successiva Circolare esplicativa) il terreno del sito in esame rientra nella **categoria C**: *depositi di terreni a grana grossa mediante addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità dal substrato superiori a 30 m caratterizzati da miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 m/s e 360 m/s.*

La velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{s30}$  risulta essere pari a 344 m/s.

Per velocità equivalente  $V_s$  di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S degli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione. Per condizioni di sottosuolo non classificabili nelle categorie precedenti è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

In riferimento alle condizioni orografiche dell'area in cui è ubicato il sito oggetto di intervento si può affermare che ricade nella categoria topografica T3 e il coefficiente di amplificazione topografica è  $ST = 1,2$ .



## **CONCLUSIONI**

A conclusione del presente lavoro si possono stilare le seguenti considerazioni:

□ I depositi che affiorano sono a carattere piroclastico e si presentano da sciolti a semicoerenti fino a litoidi con granulometria variabile, ciò genera un acquifero di tipo multifalda con caratteristiche di permeabilità sia orizzontali che verticali. Tale unità si rileva a partire dalla profondità di circa 1,0 m, ma la qualità geotecnica dei terreni investigati è di grado basso fino a circa 1,5 m di profondità dal p.c.. Essi appartengono alla categoria di suolo "C" che corrisponde alla definizione di depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < \text{NSPT30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < \text{cu30} < 250$  kPa nei terreni a grana fine).

La velocità di propagazione delle onde di taglio Vs30 risulta essere pari a 344 m/s.

□ l'area in progetto non ricade tra le zone cartografate a Rischio e Pericolosità Idraulica e di Frana (Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico – Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale).

Sulla base delle caratteristiche e dei parametri fisico-meccanici dei ter-

reni, rilevati al di sotto della coltre di copertura alterata, il Tecnico Progettista potrà verificare la compatibilità dei carichi indotti dall'intervento con le caratteristiche di portanza dei terreni presenti, in funzione dei parametri fisico-meccanici indicati nelle pagine precedenti.

Si ricorda che l'area di indagine s'inserisce in una regione sismicamente attiva (Zona sismica 2 – Sismicità medio-alta).

Pertanto, l'utilizzo dei terreni per scopi edificatori deve avvenire nel rispetto delle norme tecniche usuali, conformemente alle norme ed alle disposizioni antisismiche.

Alla luce di tali considerazioni si ritiene che non esistano preclusioni di carattere geologico e geomorfologico alla realizzazione dell'opera in titolo.

Tanto in adempimento dell'incarico ricevuto.

Addì, aprile 2023

LA GEOLOGA

Dott.ssa Loredana CIMMINO

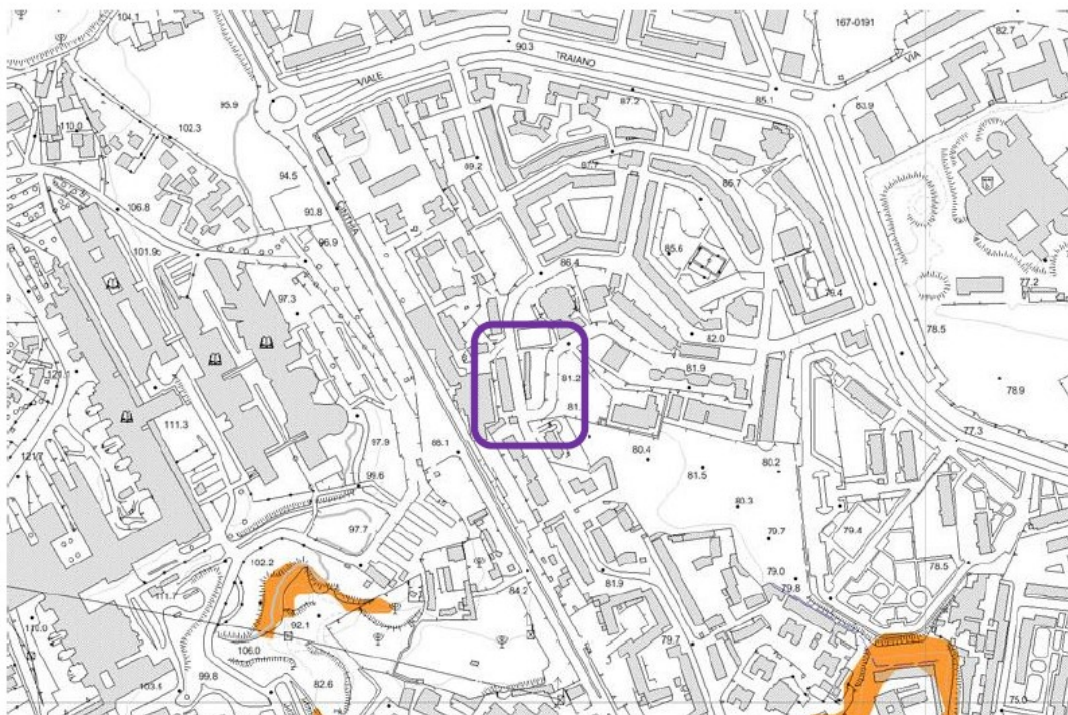
## ALLEGATI

- *STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA*
- *STRALCIO AUTORITY' DI BACINO DISTRETTUALE  
DELL'APPENNINO MERIDIONALE  
Rischio da Frana e Rischio idraulico*
- *CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA E SPETTRO DI RISPOSTA*
- *DESCRIZIONI INDAGINI  
Prova Penetrometrica DPSH  
Indagine Sismica*
- *DOCUMENTO DI RICONOSCIMENTO*










**Tav. A**  
**Stralcio Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale**  
**Rischio Frane**



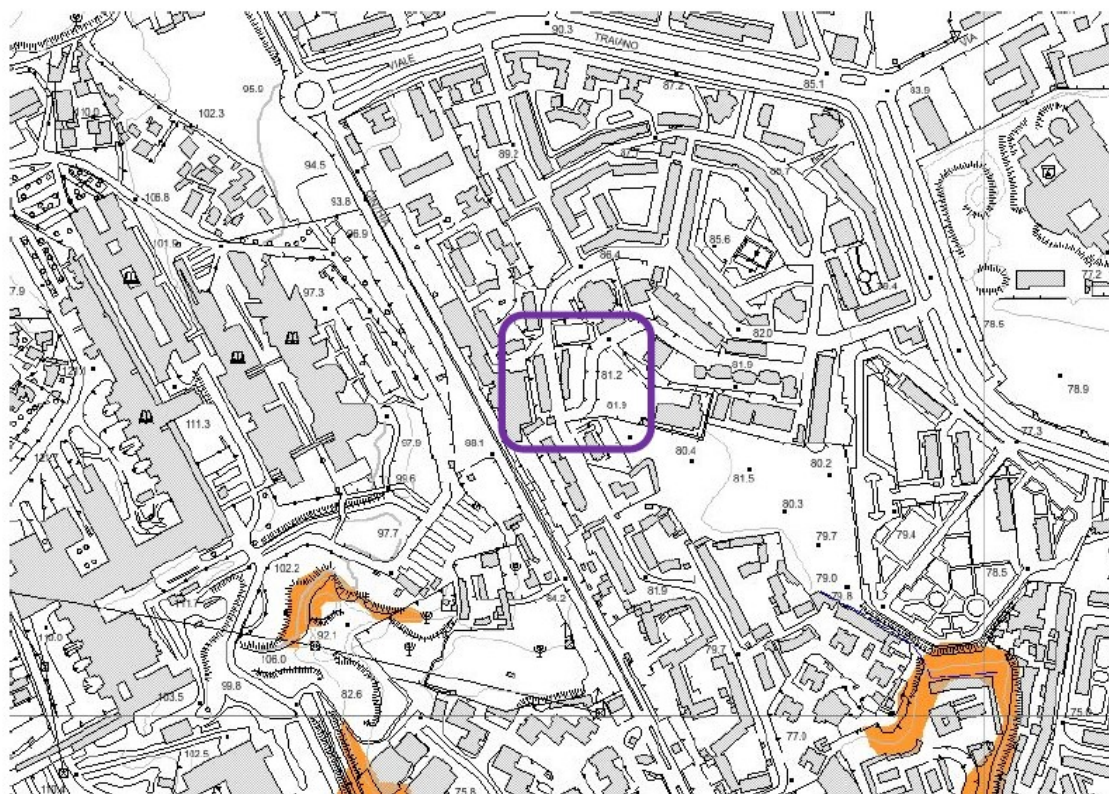
**Legenda**

	R4 - Rischio molto elevato		R1 - Rischio moderato
	R3 - Rischio elevato		Limite di bacino
	R2 - Rischio medio		







Nel sito d'interesse non è presente alcun rischio franoso, come viene confermato dagli studi effettuati e documentati dalle carte tematiche dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

**Tav. B**  
**Stralcio Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale**  
**Rischio Idraulico**



**Legenda**

	Rischio Idraulico elevato "R3"		Rischio Frane elevato R3
	Rischio Idraulico molto elevato "R4"		Rischio Frane molto elevato R4



Il sito d'interesse non è presente alcun rischio di tipo idraulico come viene confermato dagli studi effettuati e documentati dalle carte tematiche dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.



#### CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA E SPETTRO DI RISPOSTA

In considerazione del recente D.M. 17 gennaio 2018 relativo all'Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali si valuta il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e ancora con le NTC 2018, per ogni costruzione è necessario riferirsi ad una accelerazione "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale su una maglia quadrata di 5 km di lato indipendentemente dai confini amministrativi comunali.



Di seguito si indicano i parametri sismici, per il caso in studio, relativi alla nuova normativa:

- periodo di ritorno dell'evento sismico (in anni);
- l'accelerazione di riferimento del terreno ( $a_g$  in unità g);
- il fattore di amplificazione spettrale massima ( $F_0$  numero puro);
- il periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante ( $T_c$  in secondi),

che sono funzione:

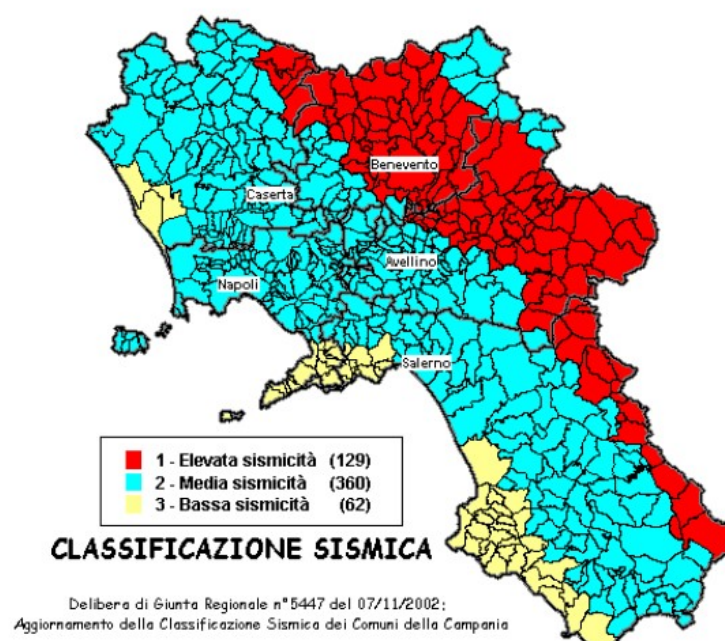
- delle coordinate geografiche del sito in esame (40,841134 N – 14,189759 E);
  - della classe d'uso della costruzione (III);
  - della vita nominale della costruzione (50 anni);
  - della probabilità che nel corso della vita del fabbricato avvenga un sisma,
- sono di seguito riportati:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_g$ (g.)	0,055	0,072	0,190	0,238

Fo (N. puro)	2,333	2,323	2,398	2,482
Tc (s.)	0,306	0,321	0,337	0,338

La classificazione dei terreni, relativamente alla definizione dell'azione sismica di progetto e quindi alla risposta sismica locale, è stata valutata, secondo la normativa vigente di cui in premessa, in virtù dei risultati dell'indagine sismica M.A.S.W. di cui all'allegato.

Profondità dal p.c. (m)	Velocità onde S (m/s)
0,00 - 0,36	46
0,36 - 1,00	78
1,00 – 1,75	204
1,75 - 3,00	246
3,00 – 5,60	263
5,60 -8,30	270
8,30 – 11,80	468
11,8 -40,30	594



A tal riguardo, la valutazione del rischio sismico e il calcolo dei coefficienti da utilizzare in ingegneria dipendono dall'estensione delle aree prese in considerazione. La definizione degli

spettri di risposta, rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto relativamente ad uno Stato Limite, può essere articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri:

1. **FASE - Individuazione della pericolosità del sito;**
2. **FASE – Scelta della strategia di progettazione;**
3. **FASE – Determinazione dell'azione di progetto.**

Il calcolo della  $V_{s30}$  tiene conto dello spessore espresso in metri e  $V$  la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 metri superiori.

Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di **risposta elastico delle componenti orizzontali**.

Categoria di suolo				
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B,C,E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di **risposta elastico delle componenti verticali**.

Categoria di suolo				
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

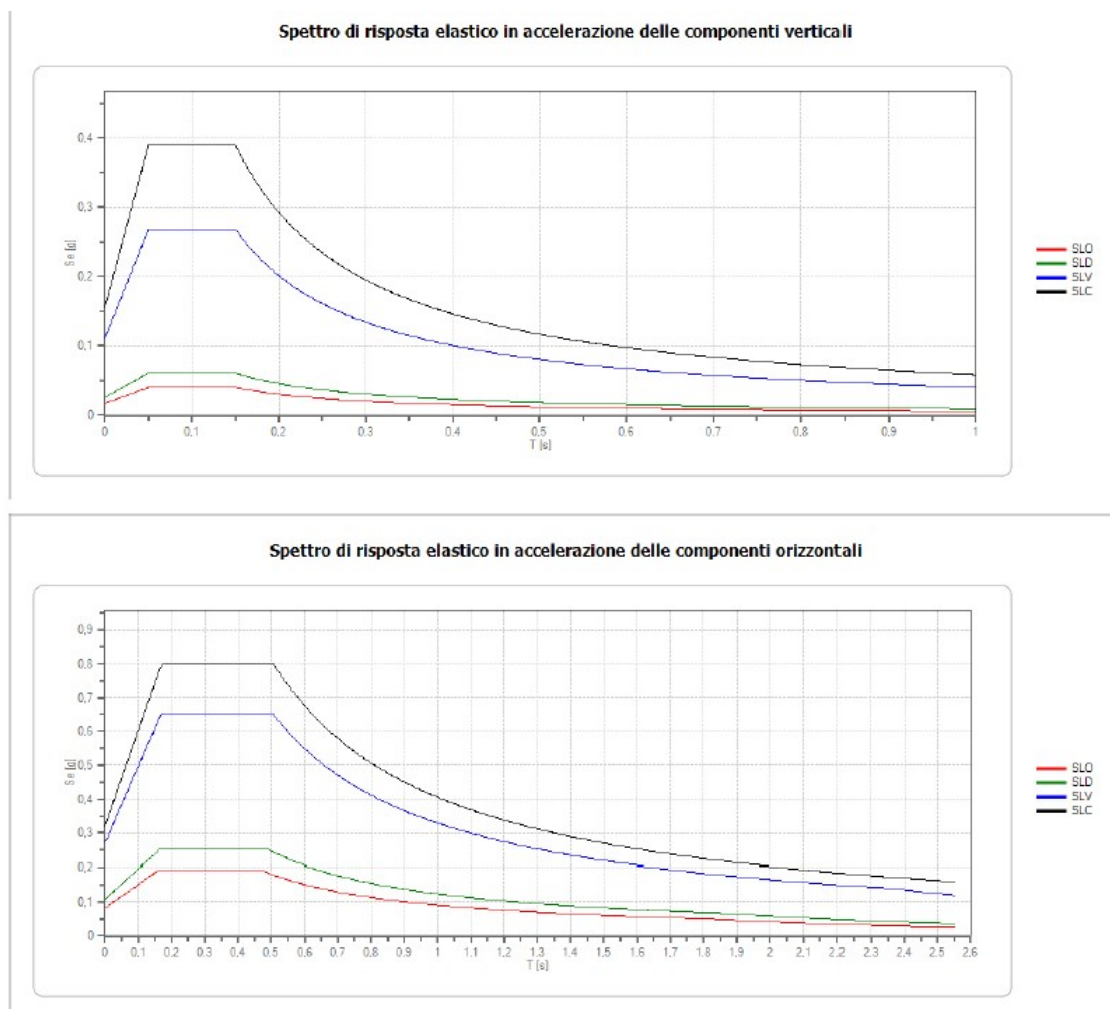
= fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione

= fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali

= periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice

, , = periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione





Dalla caratterizzazione sismica del sito dalla sua stratigrafia e sulla base dei dati ricavati dall'analisi quantitativa delle indagini eseguite e dalla media pesata dei valori di  $V_s$  nei primi 30 metri si determina il tipo di profilo stratigrafico del suolo di fondazione cui è associato uno spettro di risposta elastico.

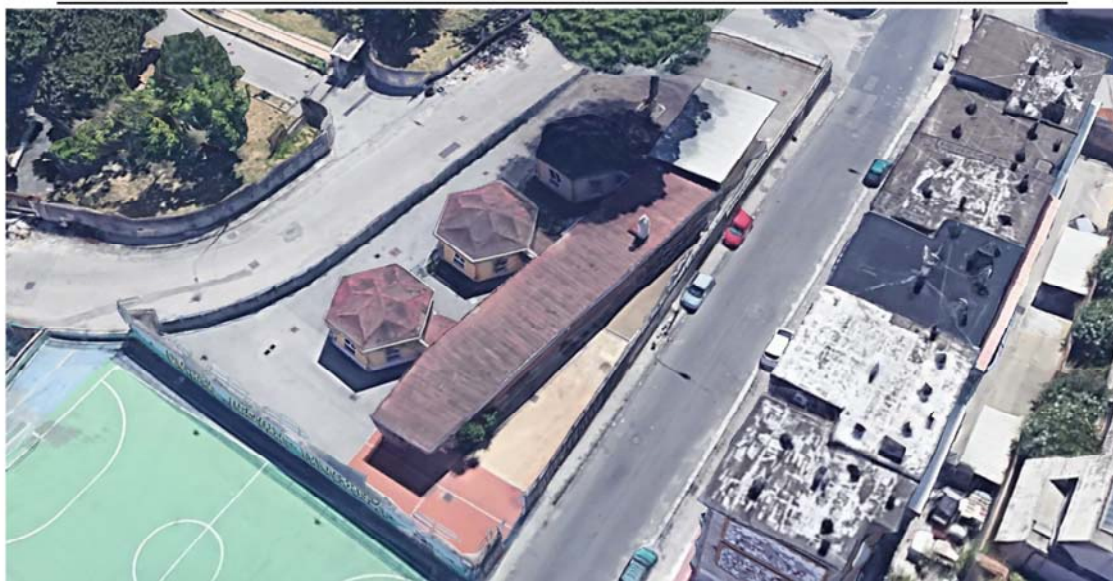
L'Ordinanza dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e succ. mod. ed int., coerente con l'EuroCodice 8, ha definito il grado di sismicità con riferimento ai valori delle accelerazioni al suolo. Pertanto, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone, in relazione ai valori delle accelerazioni di picco (o accelerazione di massima) del suolo, con probabilità di un superamento del 10% in 50 anni, così come indicato nel seguente schema (Tabella 3.2.1 delle Norme Tecniche). Il territorio del comune di Napoli è stato inserito nella "zona 2"

<b>ZONA</b>	<b>accelerazione con probabilità pari al 10% in 50 anni <i>ag</i></b>	<b>accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme tecniche) <i>ag</i></b>
<b>2</b>	<b>0,15 – 0,25 g</b>	<b>0,25 g</b>

## DOCUMENTO DI RICONOSCIMENTO







**VERIFICHE DI VULNERABILITA' SISMICA, AI SENSI DELL'OPCM  
3274/03 e s.m.i. DI EDIFICI SCOLASTICI DI PROPRIETA' DEL  
COMUNE DI NAPOLI UBICATI NEL TERRITORIO DELLA  
MUNICIPALITA' 9 - CIG LOTTO 9: 7882667696**

**Cod. Edificio ARES  
063049007**

**INT.  
3**

**Istituto Comprensivo 21° Circolo -  
Marco Aurelio - Via Marco Aurelio n. 93**

Direttore per l'esecuzione del contratto:  
**Ing. Giulio Davini**

Responsabile del Procedimento:  
**Arch. Alfonso Ghezzi**

Progettista:  
**R.T. MASTELLONE DI CASTELVETERE ENGINEERING Srl (capogruppo)**  
**Geol. Enrico Bottiglieri - Ing. Maria Zacchia**

DESCRIZIONE ELABORATO:  
**INDAGINI E SAGGI GEOTECNICI**

COD. ELABORATO :

**ISG**

SCALA :

-

DATA :

**APRILE 2022**

REDAZIONE :

Arch. P. Murlo

VERIFICA :

Ing P. Mastellone

APPROVAZIONE :

Ing F. Mastellone

**COMUNE**

*Soccano (NA)*

# INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECNICHE E GEOFISICHE

**CANTIERE:**

*ISTITUTO COMPRENSIVO "MAROTTA"  
Via Adriano, 10 - Soccano (NA)*

**COMMITTENTE:**

*ING. FABIO MASTELLONE DI CASTELVETERE*

*Data 30/11/2021*

INGE s.r.l.

*Il direttore tecnico*  
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Certificate No.: SGQ 1123/D  
EA Code: 28134  
Original Certification Date: 13/12/2005  
Current Certification Date: 10/11/2017  
Certificate Expiry Date: 12/12/2020



Attestazione di qualificazione  
alla esecuzione di lavori pubblici  
n. 4023/50/01  
Categoria OS20B Classifica II  
Valida dal 04/12/2019 al 03/12/2024



Aut. Min. N. R. 0000566 del 13-11-2019 Circ. 7618/STC - Prove sulle terre  
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Circ. 7619/STC - Prove in sito



**Aut. Min. N°154 del 19/04/2011** esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTE, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR, perforazioni inclinate e orizzontali, monitoraggio e controlli.

## Planimetria Ubicazione Indagini



- ▲ Prova penetrometrica dinamica DPSH
- Sondaggio Geognostico
- Prova penetrometrica statica CPT
- ★ Prova penetrometrica DPSH con prel. campione
- ⊞ Prova penetrometrica CPT con prel. campione
- Indagine sismica Masw M1

### Dati e legenda

**Committente:** Ing. Fabio Mastellone di Castelvetero

**Cantiere:** Istituto Comprensivo "Marotta" Via Adriano, 10 - Soccavo (NA)





## 1. INDICE

<b>1.</b>	<b>INDICE</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI (D.P.S.H.)</b>	<b>4</b>
3.1.1.	GENERALITÀ	4
3.1.2.	CARATTERISTICHE	4
3.1.3.	INTERPRETAZIONE	5
3.1.4.	FORMULE DI CORRELAZIONE UTILIZZATE	5

### ALLEGATI:

- 1. Planimetria ubicazione indagini geognostiche*
- 2. Certificati prova penetrometrica dinamica pesante DPSH*

## 2. PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dall' Ing. Fabio Mastellone di Castelvetro, il giorno 22/11/2021 è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche su un cantiere ubicato all'interno dell'Istituto Comprensivo "Marotta" in Via Adriano, 10 - Soccavo (NA), al fine di caratterizzare i terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area in esame.

Le prove ed analisi eseguite sono consistite in:

♦ *1 prova penetrometrica dinamica pesante DPSH*

Nelle pagine successive si riporta una breve descrizione delle prove e delle indagini eseguite, in allegato i risultati ottenuti sotto forma di certificati.

### 3. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI (D.P.S.H.)

#### 3.1.1. GENERALITÀ

Le prove penetrometriche dinamiche pesanti vengono eseguite con il Penetrometro Dinamico Pesante Pluristandard della Pagani TG 63-200 KN.

Esse consistono nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

La prova fornisce una valutazione qualitativa e quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati. Le informazioni fornite dalle prove sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Il campo di utilizzazione della prova è molto vasto, viene infatti eseguita in tutti i tipi di terreno sia coesivo che granulare (dalle argille alle ghiaie).



*Postazione prove penetrometrica dinamica pesante DPSH 01*

#### 3.1.2. CARATTERISTICHE

La prova viene eseguita con attrezzatura e modalità standard EMILIA 30 appresso descritte:

- il maglio ha un peso  $Q = 63.50$  Kg;
- l'altezza di caduta del maglio è costante ed è pari ad  $H = 75$  cm;

- peso testa, guida, ecc.  $q=15$  Kg
- lunghezza aste  $L=1.00$  metri
- peso delle aste  $6.00$  Kg/m
- diametro della aste  $\phi=32$  mm
- angolo di apertura della punta  $\alpha=60^\circ$
- diametro della base della punta conica  $D=50.5$  mm
- Area della punta  $20$  cm<sup>2</sup>
- la registrazione dei colpi  $N$  avviene ogni qual volta il gruppo di infissione ha un abbassamento nel terreno pari a  $30$  cm;
- Energia specifica del colpo  $7.9375$  Kg/cm<sup>2</sup>
- Coefficiente di correlazione con l'NSPT  $1.01$

### 3.1.3. INTERPRETAZIONE

Diagrammando su un grafico cartesiano il numero di colpi  $N_{\text{spt}}$  in funzione della profondità, è possibile individuare strati caratterizzati da un numero di colpi pressoché simile determinando una stratigrafia geotecnica dei terreni attraversati.

Mediando i valori della resistenza all'avanzamento del gruppo di infissione, rilevati nell'ambito di ognuno degli strati così individuati, si possono ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni che li compongono. In particolare, attraverso opportune formule di correlazione (riportate nel paragrafo seguente), si ricavano una serie di parametri identificativi: la resistenza alla punta del penetrometro statico ( $R_p$ ), la resistenza a rottura non drenata che, opportunamente correlata, permette di quantificare l'angolo di attrito interno medio ( $\phi$ ) e la coesione non drenata ( $C_u$ ), il modulo edometrico ( $E_{ed}$ ) che fornisce le indicazioni sulla compressibilità dei terreni, la densità relativa ( $D_r$ ) per la determinazione dello stato di addensamento dei terreni. Le caratteristiche geotecniche dei vari strati individuati vengono riportate, per ogni prova, in una tabella riassuntiva insieme al grafico e al listato del numero di colpi misurati ogni  $30$  cm.

### 3.1.4. FORMULE DI CORRELAZIONE UTILIZZATE

#### 3.1.4.1. TERRENI DI NATURA GRANULARE

##### RESISTENZA ALLA PUNTA $R_p$ (Kg/cm<sup>2</sup>)



La correlazione con la resistenza alla punta del penetrometro statico viene ricavata mediante la formula:

$$R_p = 4N_{SCPT} \text{ (D'Apollonia e altri 1970)}$$

A tale formula è applicato un coefficiente correttivo in funzione del peso delle aste

#### DENSITÀ RELATIVA $Dr$ (%)

$$Dr = \left[ \frac{N_{SCPT}}{32 + 0.288 \cdot \sigma'} \right]^{0.5} \text{ (Skempton)}$$

con  $\sigma'$  = pressione efficace in Kg/cm<sup>2</sup>;

$N_{SCPT}$  = numero di colpi medio nello strato.

Il metodo è valido per le sabbie da fini a grossolane, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di  $Dr$  (%) viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato.

#### ANGOLO DI ATTRITO $\phi$ (°)

Questo metodo correla  $\phi$  (°) con la densità relativa dello strato:

$$\phi = 26 + 0.14 \cdot Dr \text{ (Schmertmann)}$$

in cui  $Dr$  = densità relativa(%);

Il metodo è valido per sabbie e ghiaie in genere.

#### MODULO DI DEFORMAZIONE O EDOMETRICO $E$ (Kg/cm<sup>2</sup>)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E = 3 \cdot R_p \text{ (Schmertmann)}$$

con  $R_p$  = Resistenza alla punta media nello strato.

Il metodo è valido per le sabbie in genere. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace che, parità di  $N_{scpt}$  determina una diminuzione di  $E$  con la profondità.

#### MODULO DI TAGLIO PER BASSE DEFORMAZIONI $G_0$ (Kg/cm<sup>2</sup>)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$Go = 7.84 \cdot \phi \cdot \sigma' \text{ (Sherif \& Ishibashi)}$$

con  $\phi$  = angolo di resistenza al taglio(°);

$\sigma'$  = pressione efficace (Kg/cm<sup>2</sup>);

Il metodo è valido per tutti i terreni di tipo incoerente.

### 3.1.4.2. TERRENI DI NATURA COESIVA

#### COESIONE NON DRENATA $C_u$ (Kg/cm<sup>2</sup>)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$C_u = \frac{R_p - \sigma_v}{20}$$

con  $R_p$  = Resistenza alla punta (Kg/cm<sup>2</sup>);

$\sigma_v$  = pressione verticale totale (Kg/cm<sup>2</sup>);

#### MODULO EDOMETRICO $E_{ed}$ (Kg/cm<sup>2</sup>)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E_{ed} = N_{SCPT} \cdot 10^{1.163 - 0.029 \cdot N_{SCPT}} \text{ (Sanglerat)}$$

con  $N_{scpt}$  = numero di colpi medio misurato nello strato;

Il metodo è valido per i terreni coesivi in genere (dai limi plastici alle argille).

#### GRADO DI SOVRACONSOLIDAZIONE $OCR$

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$OCR = \left[ \frac{C_u}{\sigma' \cdot KK} \right]^{1.25} \text{ (Ladd \& Foot)}$$

con  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata dello strato;

$\sigma'$  (Kg/cm<sup>2</sup>) = pressione efficace a metà strato;

$KK$  = parametro correttivo in funzione della profondità =  $7 - K_p$

$K_p$  viene calcolato come segue:

se la profondità media dello strato è  $\leq 1$  m:

$$Kp = 0.2 \cdot \frac{P}{l}$$

P (m) = profondità media dello strato

l (m) = passo di lettura della prova

se la profondità media è compresa fra 1 e 4 m:

$$Kp = \frac{0.2}{l} + \left[ \frac{0.35 \cdot (P - 1)}{l} \right]$$

se la profondità media è superiore a 4 m:

$$Kp = \frac{0.2}{l} + \left[ 0.35 \left( \frac{3}{l} \right) \right] + \left[ \frac{0.5(P - 4)}{l} \right]$$

#### MODULO DI TAGLIO DINAMICO $G_0$ (t/m<sup>2</sup>)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$G_0 = a \cdot (N_{SPT})^{0.78} \quad (\text{Ohsaki \& Iwasaki})$$

Il metodo è valido per i terreni coesivi in genere (dai limi plastici alle argille).



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Ing. Fabio Mastellone di Castelvetero

Id Int. 482 / 21

Cantiere: Istituto Comprensivo "Marotta" Via Adriano, 10 - Soccavo (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.842690 / E14.193150 Data esecuz. prova: 22/11/2021

Prova (n): **DPSH 01**

Certificato n° **0793/21**

del 29/11/2021

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)	Prof. (m)	Colpi (N)
0.30	3	9.30	12						
0.60	19	9.60	20						
0.90	41	9.90	19						
1.20	18	10.20	23						
1.50	9								
1.80	6								
2.10	13								
2.40	16								
2.70	4								
3.00	4								
3.30	3								
3.60	4								
3.90	5								
4.20	4								
4.50	4								
4.80	8								
5.10	7								
5.40	10								
5.70	4								
6.00	6								
6.30	17								
6.60	13								
6.90	8								
7.20	9								
7.50	8								
7.80	10								
8.10	9								
8.40	13								
8.70	11								
9.00	17								

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammartino  
IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Riello



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Ing. Fabio Mastellone di Castelvetero

Id Int. 482 / 21

Cantiere: Istituto Comprensivo "Marotta" Via Adriano, 10 - Soccavo (NA)

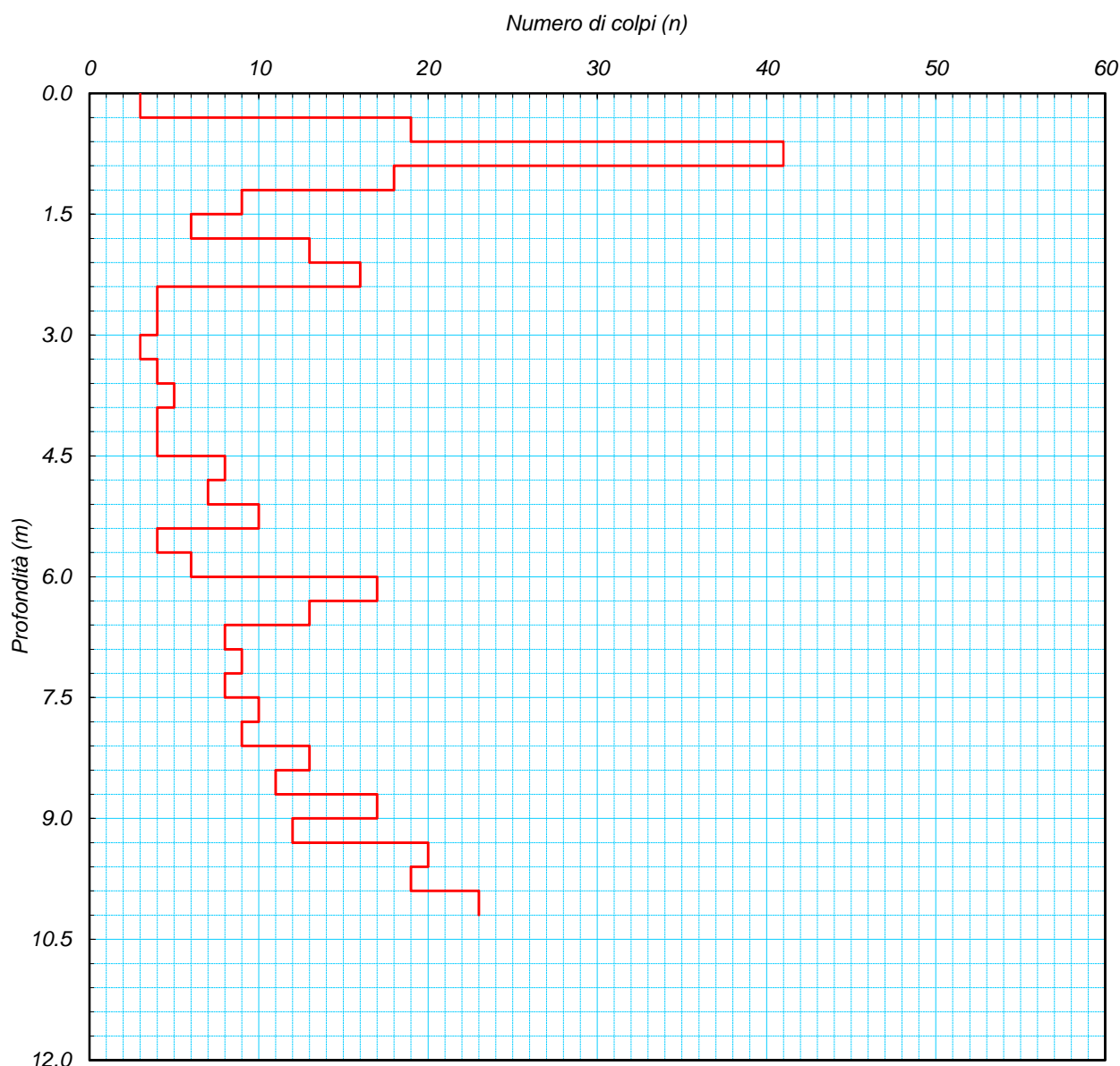
Coordinate lat. e long.: N40.842690 / E14.193150 Data esecuz. prova: 22/11/2021

**Prova (n): DPSH 01**

Certificato n° **0793/21**

del 29/11/2021

GRAFICO NUMERO DI COLPI



**IL RESPONSABILE DI SITO**  
Dott. Geol. Mauro Scamuffino  
IL RESPONSABILE DI SITO

**IL DIRETTORE DEL LABORATORIO**  
Dott. Geol. Giuseppe Riello



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

**Standard utilizzato: Emilia (30)** [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Ing. Fabio Mastellone di Castelvetero

Cantiere: Istituto Comprensivo "Marotta" Via Adriano, 10 - Soccavo (NA)

Coordinate lat. e long.: N40.842690 / E14.193150 Data esecuz. prova: 22/11/2021

**Prova (n): DPSH 01**

## STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

### DATI GENERALI

Strato (n)	1	2	3	4	5	6
Profondità iniziale (m)	0.00	2.40	4.50	6.00	8.10	9.30
Profondità finale (m)	2.40	4.50	6.00	8.10	9.30	10.20
Potenza dello strato (m)	2.40	2.10	1.50	2.10	1.20	0.90
Peso di volume attribuito (g/cm³)	1.40	1.30	1.30	1.40	1.40	1.50
Pressione vert efficace (Kg/cm²)	0.34	0.59	0.78	1.13	1.30	1.53
Media numero colpi (N)	16	6	7	11	13	21
Media resist. alla Punta (Kg/cm²)	56.00	20.00	21.00	31.00	35.00	51.00

### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	34	31	31	33	33	36
Densità relativa (%)	71	43	47	58	63	80
Mod. di deformazione (Kg/cm²)	168	60	63	93	105	153
Mod. taglio dinamico (Kg/cm²)	90	142	190	293	337	432
Stato di addensamento	M	S	S	M	M	M

### PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA COESIVA

Coesione non dren. (Kg/cm²)	2.78	0.97	1.01	1.49	1.68	2.47
Modulo edometrico (Kg/cm²)	123.00	44.00	46.00	68.00	77.00	112.00
Grado di sovracons. OCR (-)	3.60	0.33	0.17	0.12	0.10	0.11
Mod. di taglio dinam. (t/m²)	12'171	5'664	6'387	9'087	10'352	15'047
Stato di consistenza	M C	Med	Med	C	C	M C

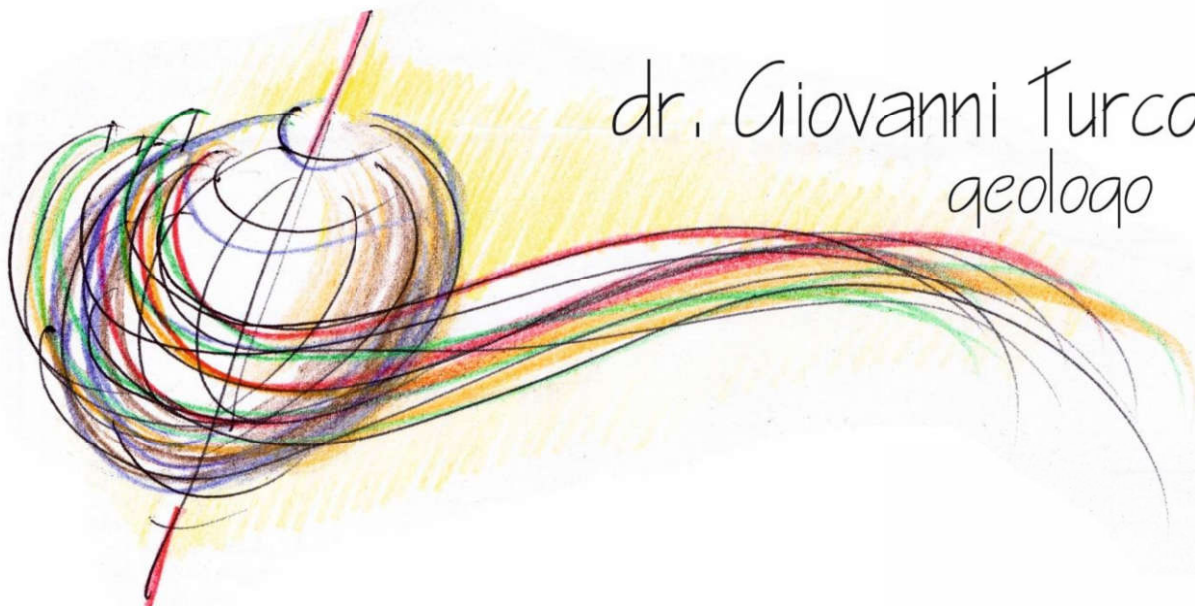
## LEGENDA

### Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

M S=Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D=Molto Denso

### Terreni di natura coesiva - Stato di consistenza

M=Molle, T=Tenero, Med=Medio, C=Compatto, M C=Molto Compatto, D=Duro



---

**INDAGINE SISMICA HOLISURFACE PER LA DETERMINAZIONE DEL PROFILO VERTICALE**

**$V_S$  E DEL PARAMETRO  $V_{SEQ}$  AI SENSI DEL DECRETO 17/01/2018**

(G.U. N°42 DEL 20/02/2018, SUPPL. ORD. N.8)

**RELAZIONE SISMICA ESPLICATIVA**

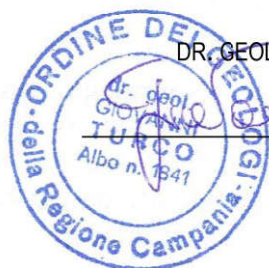
54° CD SCHERILLO – VIA STANISLAO MANNA, 25

COMUNE DI NAPOLI (NA)

---

COMMITTENTE: ING. MASTELLONE DI CASTELVETERE

NOVEMBRE 2021



DR. GEOL. GIOVANNI TURCO

## **RELAZIONE ESPLICATIVA**

Nell'ambito della "Verifica della vulnerabilità sismica, ai sensi dell'OPCM 3274/03 e s.m.i., sugli edifici scolastici di proprietà del Comune di Napoli", lo scrivente ha condotto una campagna di prospezioni geofisiche allo scopo di caratterizzare la risposta sismica locale del sito investigato.

Nell'area investigata, al fine di determinare il parametro  $V_{S,eq}$  è stata eseguita una serie di acquisizioni ed analisi secondo la tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dzierwonsky et alii, 1969; Hermann, 2013; Pedersen et alii, 2003) opportunamente adattata al fine di sfruttare in maniera olistica tanto la componente radiale che quella verticale dell'onda di Rayleigh, quanto l'onda di Love.

A tal fine è stato impiegato il software HoliSurface® 2018 che implementa una metodologia innovativa (brevetto concesso il 01.04.2015); quest'ultima, in uno ad un'adeguata strumentazione hardware, consente di analizzare la propagazione delle onde di superficie al fine di determinare il profilo verticale della  $V_s$ .

Il termine HoliSurface® (da Holistic Surface) esprime il fatto che lo scopo del metodo/software è quello di analizzare la propagazione delle onde di superficie in modo completo, cioè olistico (dal greco ὅλος, cioè "totalità").

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (G.U. n°42 del 20/02/2018 – Suppl. Ordinario n°8) che, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

## **GENERALITÀ SULLE TECNICHE DI INDAGINE UTILIZZATE**

Come anticipato in premessa, è stata condotta una campagna di acquisizioni ed analisi secondo la tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dzierwonsky et al., 1969; Herrmann, 2013; Pedersen et al., 2003).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della  $V_{S,eq}$  definita dalla relazione:

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

in cui  $V_{S,i}$  e  $h_i$  sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell' $i$ -esimo strato.

## **ACQUISIZIONE DEI DATI**

Le acquisizioni di campagna sono state eseguite mediante l'impiego di un geofono triassiale equalizzato, marca Geospace Technologies (S/N:261379004), da 4.5Hz ed un sismografo GEA24 (S/N:17151) della PASI.

Per l'elaborazione dei dati acquisiti è stato adoperato il software HoliSurface® 2018 della **Eliosoft geophysical software and services** concesso in uso allo scrivente.

Specificatamente, le registrazioni sismiche sono state effettuate lungo un array lineare di lunghezza pari a 35m, ubicato come nella figura seguente:





Fig.1: Stralcio panoramico dell'area investigata con ubicazione array sismico;

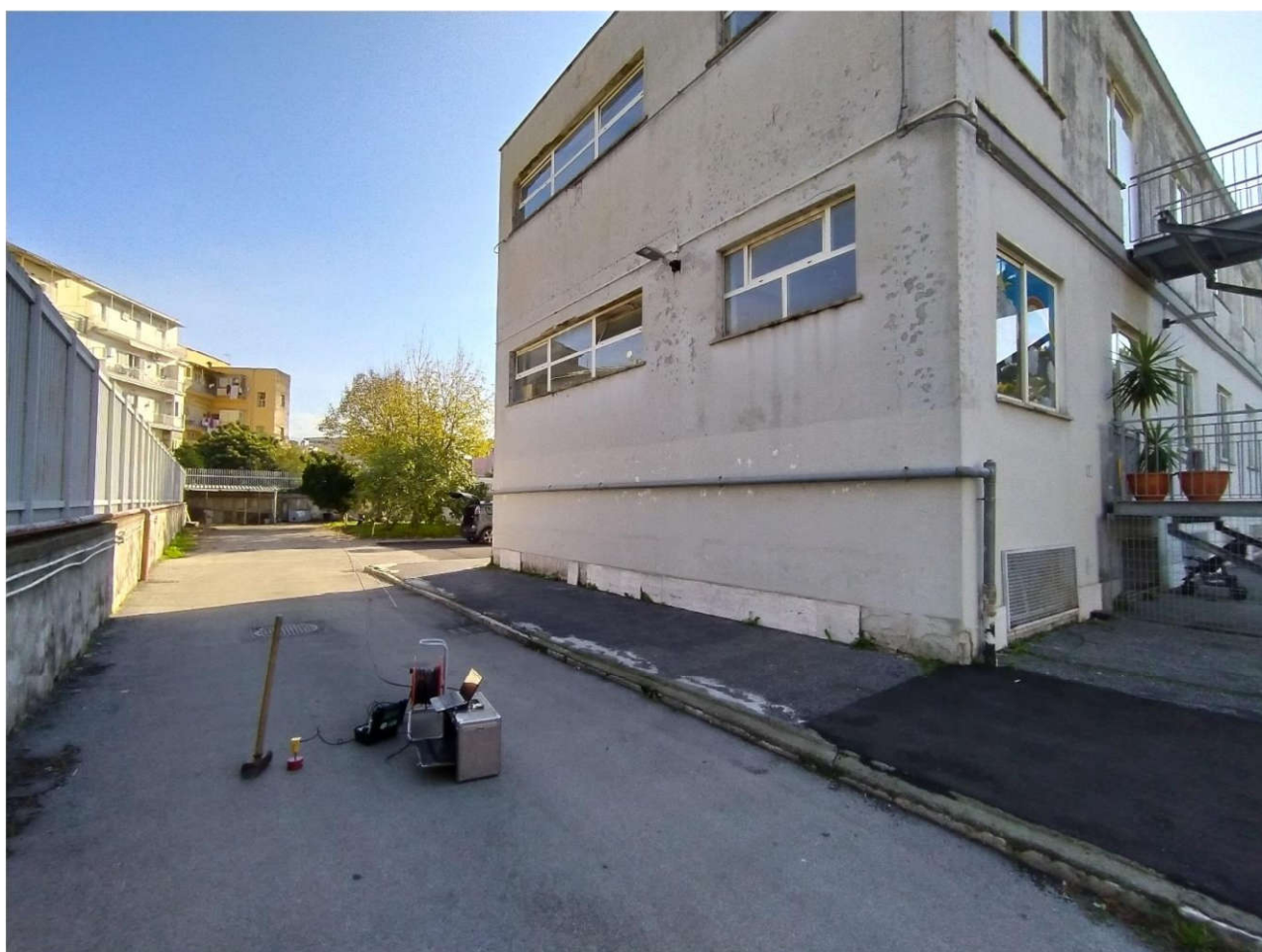


Foto array sismico

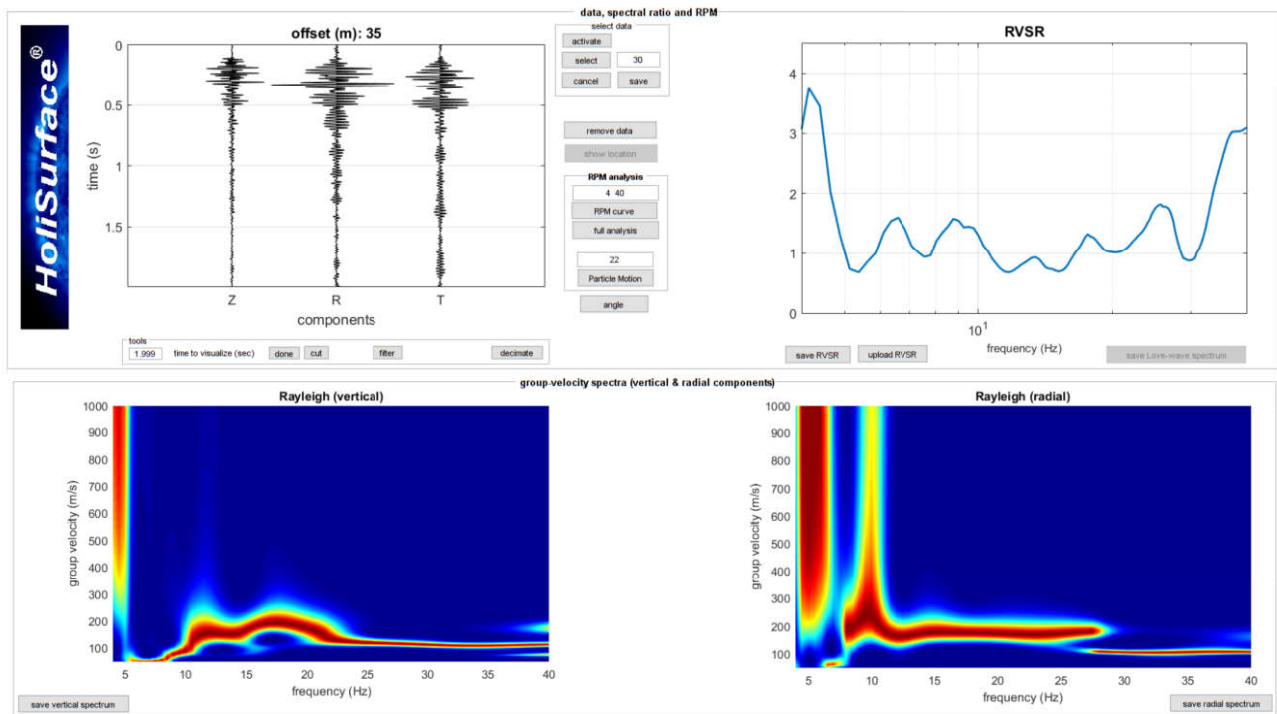
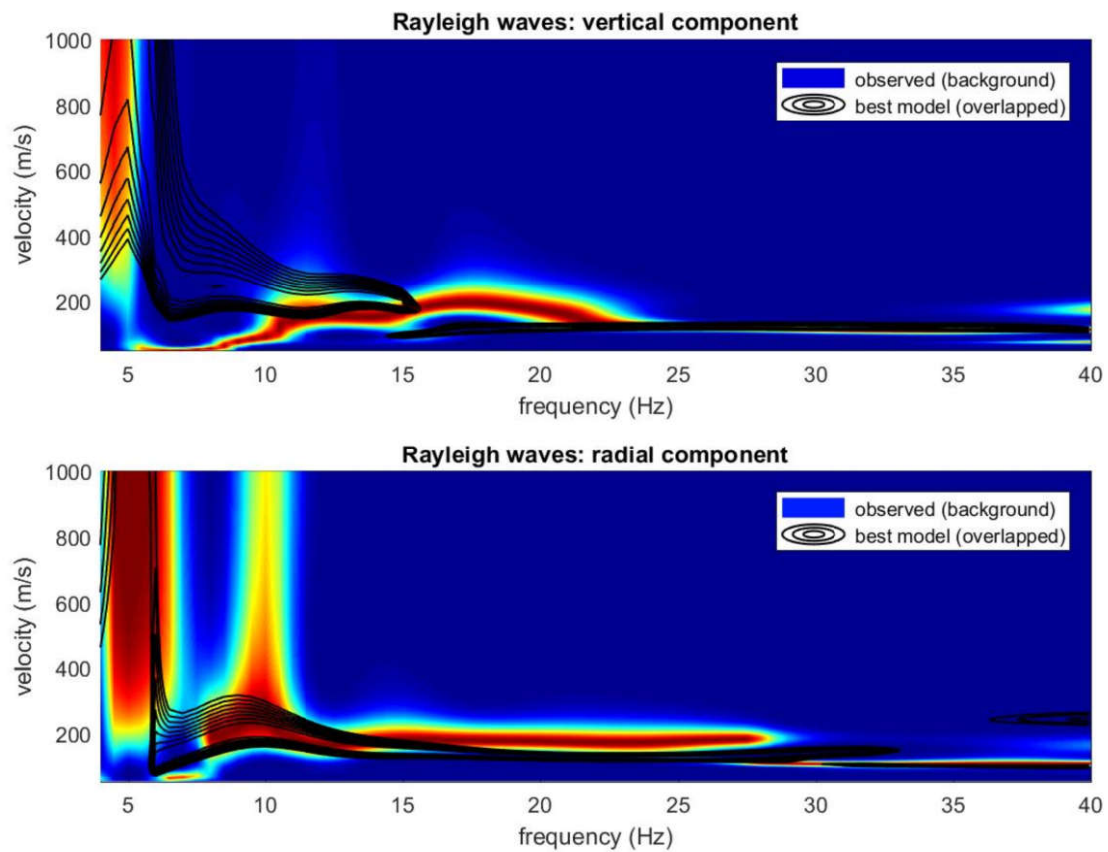


Fig.2: dati MFA relativi alle onde di superficie del punto di indagine. In alto a sinistra le tre tracce acquisite in modalità attiva e sfruttate per definire gli spettri di velocità di gruppo per la componente verticale e radiale dell'onda di Rayleigh e per il rapporto RVSr (Radial to Vertical Signal Ratio)





**HoliSurface®**

Fig.3: overlay del risultato della modellazione congiunta sugli spettri di velocità di gruppo della componente verticale e radiale dell'onda di Rayleigh.

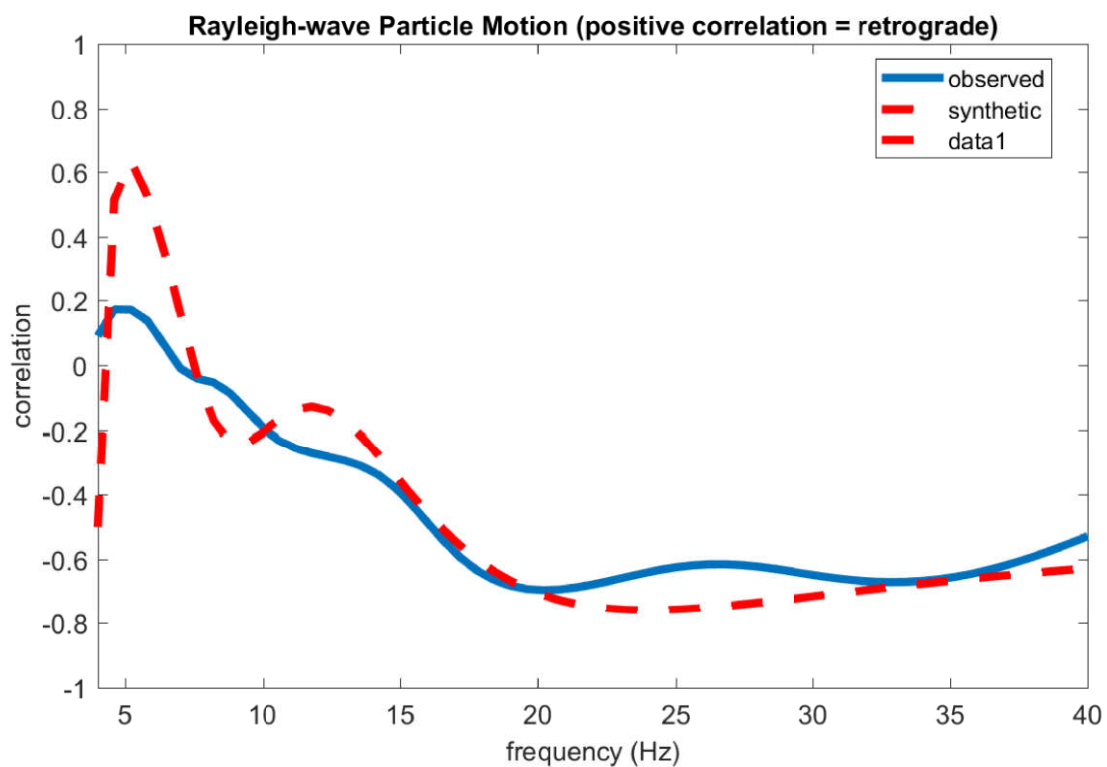


Fig.4: overlay del risultato della modellazione congiunta sul grafico RPM (Rayleigh-wave Particle Motion).

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	45	0.3500	0.3500
2	79	0.6500	1
3	215	0.7500	1.7500
4	253	1.2600	3.0100
5	251	2.3800	5.3900
6	280	2.6100	8
7	453	3.2700	11.2700
8	509	24.7700	36.0400

Tab. 1. Modello del sottosuolo individuato

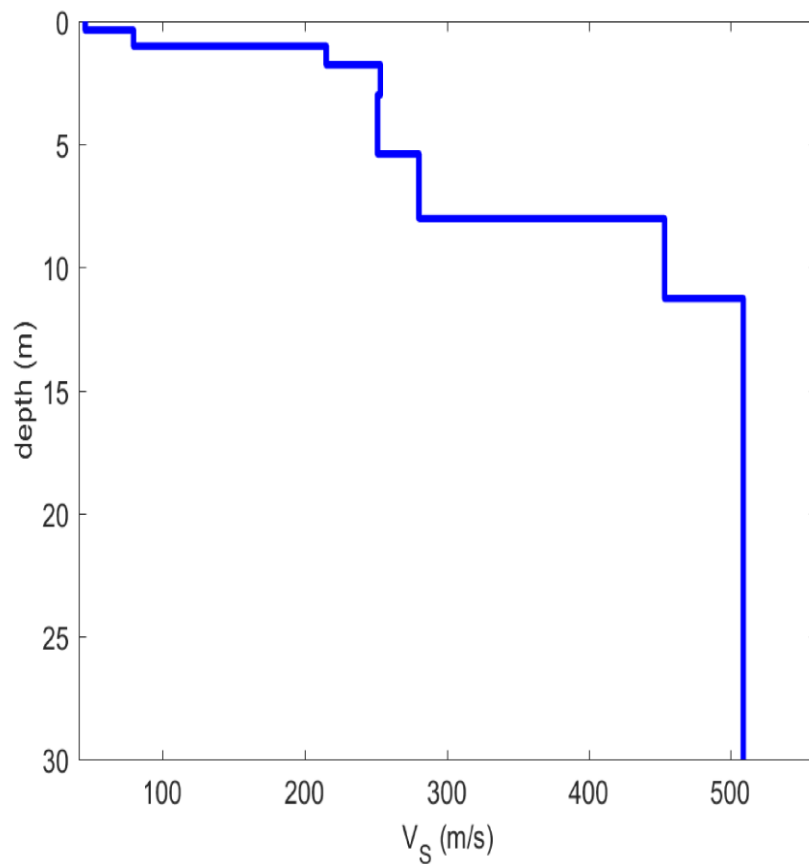


Figura 5: profilo di Vs identificato

### **ESITI D'INDAGINE**

L'analisi congiunta della propagazione delle onde di superficie eseguita tramite la metodologia MFA (basandoci quindi sulle velocità di gruppo) ha consentito di determinare il profilo verticale della  $V_s$  e, di conseguenza, del parametro  **$V_{seq}$  che è risultato essere pari a 344 m/s.**

Non essendo stato intercettato bedrock sismico nei primi metri di profondità c'è coincidenza della  $V_{S,eq}$  con la  $V_{S30}$ .

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (Decreto 17 gennaio 2018, c.d. NTC2018), compatibilmente con la stratigrafia locale, il sito in esame può essere quindi inserito nella Categoria di sottosuolo C (vedi Tab. 3.2. Il riportata in figura seguente, così come riportato nel D.M. 14/01/2018).

**Tab. 3.2.II –** *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

### **Riferimenti bibliografici:**

- Dal Moro G., 2012, Onde di Superficie in Geofisica Applicata - acquisizione ed analisi secondo le tecniche MASW e HVSr, Dario Flaccovio Editore, 196pp.
- Dal Moro G. e Marques Moura R.M., 2013. Multi-component Acquisition and Joint Analysis of Surface Waves: some Issues and Two Case Studies, inviato alla rivista J. Appl. Geophysics.
- Dal Moro G., 2014. Surface Wave Analysis for Near Surface Applications. ISBN 978-0-12- 800770-9, Elsevier, 252pp.
- Dal Moro G., 2015. Joint Inversion of Rayleigh-Wave Dispersion and HVSr of Lunar Seismic Data from the Apollo 14 and 16 sites. ICARUS, 254, 338-349
- Dal Moro G., Keller L., Poggi V., 2015. A Comprehensive Seismic Characterization via Multi-Component Analysis of Active and Passive Data. First Break, 33, 45-53
- Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N., 2015. Efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves. Proceedings Near-Surface EAGE 2015 (Turin - Italy)
- Dal Moro G., Ponta R., Mauro R., 2015c. Unconventional Optimized Surface Wave Acquisition and Analysis: Comparative Tests in a Perilagoon Area. J. Appl. Geophysics, 114, 158-167
- Acquisizione e analisi di dati sismici e vibrazionali per studi di caratterizzazione sismica e geotecnica; Dal Moro G., 2019, Dario Flaccovio Editore, ISBN 9788857908786, 280pp
- Dziewonsky A., Bloch S., Landisman N., 1969, "A technique for the analysis of transient seismic signals", Bull. Seism. Soc. Am., vol. 59, pp. 427-444 Herrmann R.B. 2003, Computer Programs in Seismology. Open files (<http://www.eas.slu.edu/People/RBHerrmann/CPS330.html>)
- Luo Y., Xia J., Xu Y. & Zeng C., 2011, Analysis of group-velocity dispersion of high-frequency Rayleigh waves for near-surface applications. Journal of Applied Geophysics, 74, 157-165.
- Pedersen H. A., Mars J. I., Amblard P., 2003, Improving surface-wave group velocity measurements by energy reassignment, Geophysics, vol. 68, no. 2, pp. 677-684