

# STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Giorgio VERRILLO Via A. Diaz Vico II, 25 - CASAPULLA (CE)  
Tel. - Fax 0823/493507 - Cell. 349/6193173

## RELAZIONE GEOLOGICA

*Committente:* MD Spa

*Impresa appaltatrice:* N.C. Impianti Srl

*Oggetto:* Realizzazione capannoni commerciali

*Località:* Via Antica Giardini snc  
Comune di Giugliano in Campania (NA)

Casapulla, 31/07/2018

IL TECNICO  
Dott. Geol. Giorgio Verrillo



## **INDICE**

<i>1. Premessa</i>	<i>3</i>
<i>2. Geologia, geomorfologia ed idrogeologia generale</i>	<i>6</i>
<i>3. Geologia, geomorfologia ed idrogeologia di dettaglio</i>	<i>13</i>
<i>4. Caratterizzazione geotecnica dei terreni</i>	<i>16</i>
<i>5. Caratterizzazione sismica del sito</i>	<i>18</i>
<i>6. Conclusioni</i>	<i>21</i>

## *ALLEGATI*

- *Ubicazione indagini in sito;*
- *Documentazione fotografica;*
- *Elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH;*
- *Indagine sismica tipo Masw;*
- *Certificati prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH.*

## **1. PREMESSA**

Su incarico ricevuto dalla MD Spa, il sottoscritto Dott. Geol. Giorgio VERRILLO, iscritto all'Albo dei Geologi della Campania con n° 1623 e residente in Casapulla (CE) alla Via A. Diaz Vico II n°25, ha redatto la presente relazione geologica relativa alla realizzazione di capannoni commerciali in Giugliano in Campania (NA) alla Via Antica Giardini snc.

Il presente studio è indirizzato:

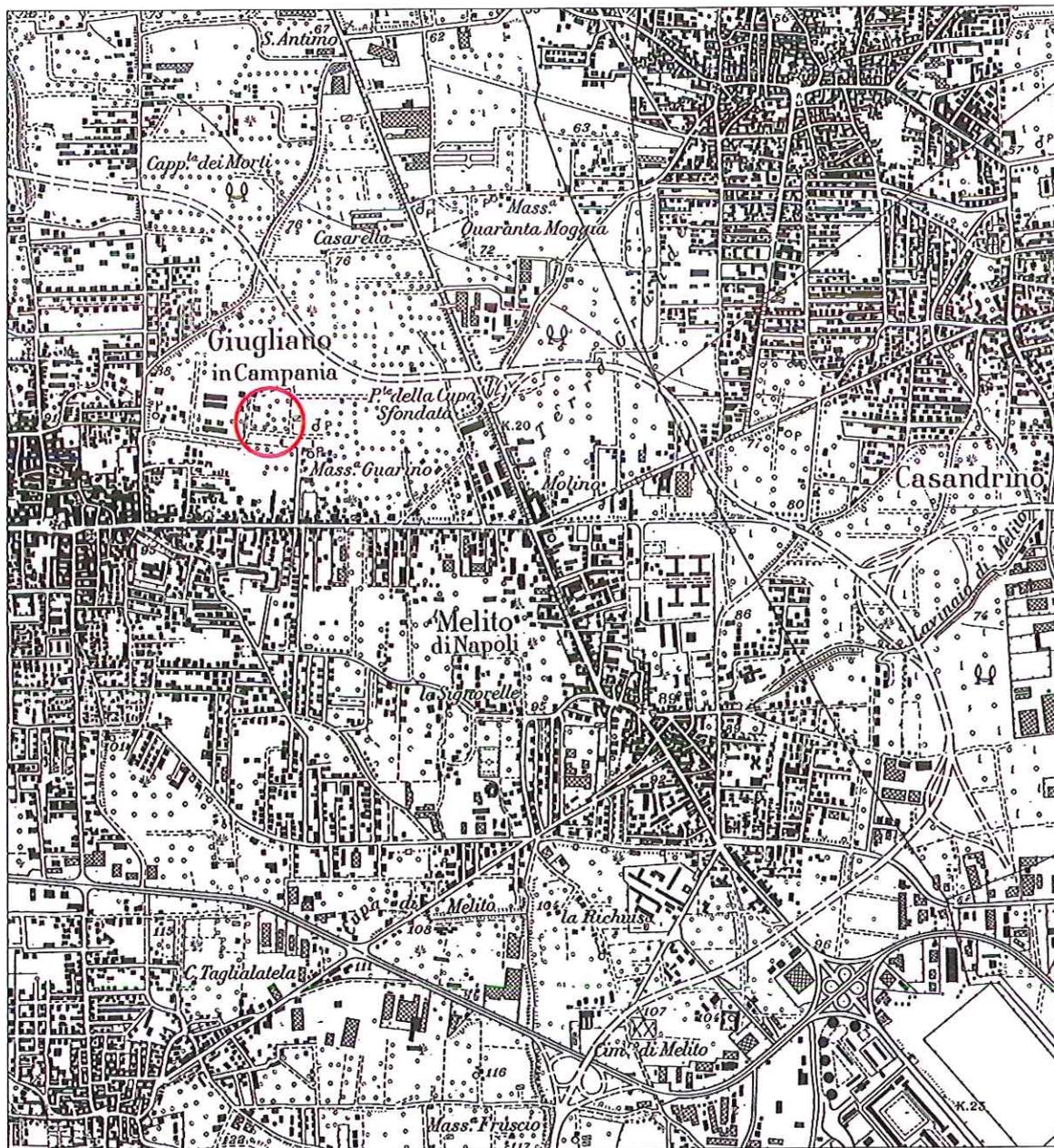
1. a raccogliere tutte le indicazioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito;
2. a ricostruire la stratigrafia per una profondità direttamente collegata al "volume significativo" e all'importanza dell'opera;
3. a determinare le caratteristiche geotecniche e sismiche dei litotipi coinvolti dalle opere;
4. ad evidenziare, e se presenti a studiare, eventuali situazioni particolari/critiche (es. fronti di frana, pericoli di esondazione, cavità e quant'altro).

L'indagine è stata articolata nelle seguenti fasi:

1. sopralluogo preliminare necessario per prendere visione dello stato dei luoghi e raccogliere tutta la documentazione occorrente;
2. rilievo dei dati geologici di superficie in un ambito areale significativo;
3. esecuzione di n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPSH;
4. esecuzione di n° 2 prove sismiche tipo MASW;
5. determinazione dei parametri geotecnici e sismici previo analisi dei risultati delle prove eseguite.

STRALCIO TOPOGRAFICO

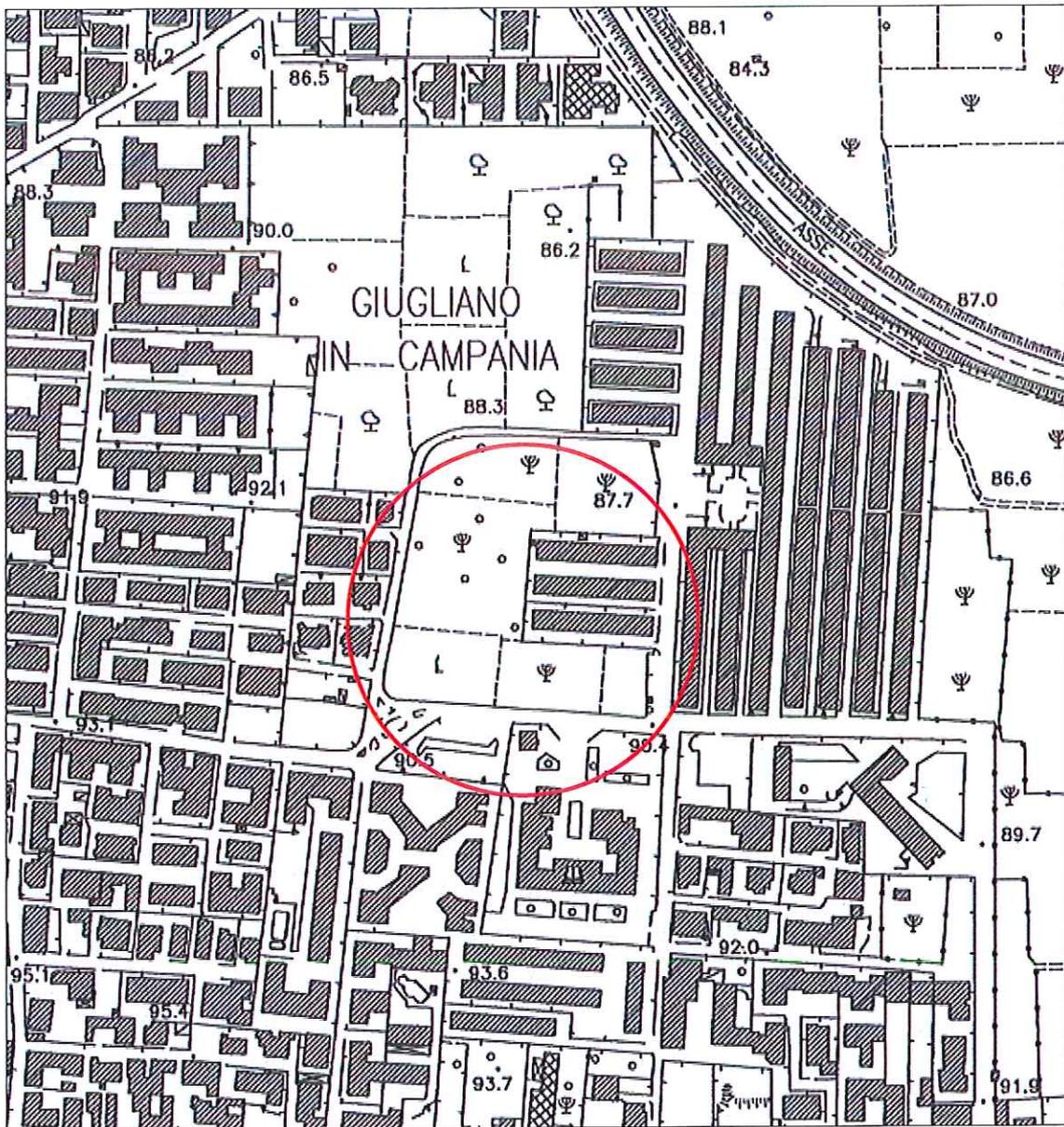
SCALA 1:25.000



 UBICAZIONE AREA IN ESAME

STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO

SCALA 1:5.000



UBICAZIONE AREA IN ESAME

## **2. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA GENERALE**

La zona in studio ricade in un'area definita "Piana Campana" che rappresenta uno dei più estesi bacini quaternari dell'Italia meridionale. Essa è perimetrata da rilievi carbonatici mesozoici che furono smembrati e ribassati dalle fasi tettoniche Plioceniche. Il graben che ne risultò continuò a sprofondare nel Quaternario con rigetti da 3 a 5 Km (Ippolito et alii, 1973). Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto tale sprofondamento sono evidenziate lungo i margini della Piana Campana da ripidi versanti di faglie, apparentemente dirette, orientate prevalentemente NO-SE e SO-NE. In corrispondenza di queste strutture recenti si è impostato il vulcanismo potassico della provincia Romana e Campana (Somma-Vesuvio, Campi Flegrei e Roccamonfina) [Oliveri, 1966-Ippolito et alii, 1973].

Indagini geofisiche condotte nel settore orientale della Piana Campana tra il Vesuvio e la Piana del Sarno hanno permesso di ricostruire per vie generali l'andamento della superficie del substrato carbonatico al di sotto della potente copertura vulcanica e sedimentaria. Il substrato risulta così smembrato in diversi blocchi da faglie con andamento appenninico ed antiappenninico che lo ribassano verso il centro della Piana del Sarno fino alla profondità di circa 2.000 metri. Il ribassamento continua anche verso Ovest al di sotto del Somma Vesuvio dove, in corrispondenza del bordo occidentale del Vulcano, la presenza di faglie, orientate SO-NE, determina un gradino strutturale tra la Piana del Sarno e quella Napoletano-Volturnina (Cinque et alii, 1987).

Durante gli ultimi 50 kyr nella Piana Campana si è sviluppata una intensa attività vulcanica che ha portato alla formazione del distretto vulcanico dei Campi Flegrei, Ischia pro parte, Procida e del Somma-Vesuvio.

L'attività dei Campi Flegrei si sviluppa in un periodo che va da 50 kyr al presente (Di Girolamo et alii 1984, Rosi e Sbrana 1987). L'attività del Somma-Vesuvio ha, invece, un'età inferiore a quella dell'Ignimbrite Campana (circa 33 kyr).

La Piana Campana è solcata dal corso inferiore del Volturno, dal tratto medio e inferiore dei Regi Lagni e dal Fosso Volla e presenta quote superficiali oscillanti da alcuni metri al di sotto del livello del mare di talune aree di bonifica costiere, ai 40-50 m slm delle fasce pedemontane periferiche.

I terreni affioranti nella Piana possono attribuirsi alle seguenti unità litologiche:

- 1) depositi prevalentemente sabbiosi, dunari e di spiaggia e depositi limo-argillosi di interdu-  
na;
- 2) depositi prevalentemente limo-sabbiosi, talora con torba, di origine alluvionale e/o palustre,  
del Basso Volturno, dei Regi Lagni e della depressione del Sebeto (Fosso Volla) sovrastano  
sovente l'unità seguente;
- 3) tufo litoide grigio (Ignimbrite Campana), talora associato a lenti e banchi di scorie laviche  
(sinistra Regi Lagni); lo spessore varia da alcune decine di metri ai 50-70 m ed è sovente sor-  
montato da terreni "Pozzolanici" in sede del II e III periodo flegreo. Il banco di tufo grigio ha  
uno spessore che si assottiglia in corrispondenza della fascia a ridosso del Corso del Volturno  
e, in parte, dei Regi Lagni. Al contrario raggiunge spessori di 50 m e più in destra Volturno (a  
ridosso del M. Massico e del Roccamonfina), a ridosso dei Monti carbonatici di Caserta e a ri-  
dosso dei C. Flegrei;
- 4) banchi di travertino (zona di Cancellò) e detrito di falda pedemontano.

Al di sotto di queste unità, la stratigrafia dei terreni è desunta da dati di perforazioni e di inda-  
gini geofisiche eseguite in varie epoche per vari scopi (ricerche d'acqua, progetti di infrastrut-  
ture etc.); Corniello et alii 1990 riassumono tale stratigrafia nei termini che seguono:

- al di sotto del tufo è presente una potente successione (100-150 m) di terreni sciolti di origine  
piroclastica a grana medio-grossa o medio-fine che fa sovente passaggio lateralmente a terreni  
non dissimili ma di ambiente marino (probabile trasgressione olocenica);
- a profondità maggiori (150-200 m dal piano campagna) è stata talvolta rinvenuta una unità  
limo-sabbiosa e limo-argillosa di probabile ambiente marino;
- il sottosuolo più profondo della Piana (200-300 m dal p.c. e fino ad alcuni km dal p.c.) è ca-  
ratterizzato da potenti banchi di rocce vulcaniche attribuibili ad attività pre-flegrea (le quali  
raggiungerebbero un "alto" locale di 300-400 m dal p.c. nella zona di Parete) e verso il basso,  
da una monotona e potente pila di terreni clastici di probabile età mio-pliocenica.
- la cinta carbonatica presente all'interno della Piana sprofonda assai rapidamente e infatti il  
tetto del basamento calcareo non è mai stato rinvenuto da sondaggi profondi eseguiti nel setto-  
re baricentrico della Piana per ricerche di idrocarburi.

Per quanto attiene l'ambito idrogeologico, la Piana Campana, che nel settore studiato si esten-  
de per una superficie di circa 1400 kmq, è limitata da una serie di strutture idrogeologiche con-

tigue: il rilievo carbonatico del M. Massico e l'edificio vulcanico del Roccamonfina a Nord; i rilievi carbonatici del M. Maggiore, dei Tifatini, di Durazzano, di Avella a Est; il distretto vulcanico flegreo e del Somma Vesuvio a Sud.

Localmente l'acquifero principale è quello dell'unità piroclastica presente alla base del tufo; il limite inferiore non è ben distinguibile e tuttavia può collocarsi con buona approssimazione ad una profondità di 100-150m.

La circolazione idrica sotterranea si realizza preferenzialmente nelle numerose lenti permeabili e anastomizzate di cui si compone l'acquifero (Viparelli, 1967); la trasmissività media dell'acquifero è dell'ordine di  $1 \times 10^{-2}$  -  $1 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/sec con massimi nella zona di Acerra  $1 \times 10^{-1}$  m<sup>2</sup>/sec e minimi a ridosso del F. Volturno e nel settore costiero  $1 \times 10^{-4}$  fino a  $2 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/sec.

La falda della Piana riceve alimentazione dai massicci carbonatici periferici ed ha una direzione di deflusso verso il mare. Essa viene a giorno solo localmente in corrispondenza di manifestazioni sorgentizie (sorgenti di Lago Patria), e assai più diffusamente nelle depressioni "retroduna" (zone di bonifica) ove tuttavia la piezometrica viene depressa da impianti idrovori e da canalizzazioni. Il banco di tufo grigio, laddove il suo letto trovasi a quote inferiori a quella della piezometrica, può esercitare o meno funzione di semiconfinamento a seconda dell'entità dello spessore e delle sue caratteristiche fisiche (grado di litificazione; assortimento granulometrico dei prodotti costitutivi; presenza di banchi di scorie laviche, a cui compete di fatto un grado di permeabilità relativa più elevato).

La velocità di deflusso è generalmente bassa probabilmente per il concorso di due fattori: ampiezza della sezione attraverso la quale avviene il travaso dai massicci carbonatici e dislivello totale modesto fra le zone di alimentazione (30-35 m slm) e il recapito ultimo il mare. L'incremento di gradiente osservato a ridosso delle strutture carbonatiche suggerisce l'ipotesi di locali incrementi di portata di deflusso e/o di una maggiore incidenza della permeabilità dei tufi, qui assai spessi.

### **Inquadramento geologico – geomorfologico – idrogeologico del territorio comunale**

Il territorio comunale si estende lungo una fascia disposta dapprima ad andamento Sud Est-Nord Ovest, tra la direttrice Melito-Aversa e la direttrice zona ASI zona S. Maria a Cubito, e quindi ad andamento Nord-Sud tra quest'ultima direttrice e la costa tra il Lido di Licola e

l'antica foce del Canale Vecchio di Patria.

Dal punto di vista morfologico il territorio si presenta ad oriente, ove sorge l'abitato, pressoché pianeggiante, fino alla direttrice Qualiano-Parete, quindi dolcemente degradante verso occidente fino all'estremo confine comunale di Lago Patria.

Viceversa, a sud-ovest è presente una vasta area (zona Sette Cainati, Monte S. Severino), morfologicamente più eterogenea, limitata a settentrione dall'ultimo tratto dell'Alveo Camaldoli e a Mezzogiorno dal canale di Quarto.

Dal punto di vista geologico-strutturale il Comune di Giugliano ricade nella Piana Campana, come già accennato precedentemente, i sedimenti depositi nella Piana risultano costituiti da depositi marini intercalati a depositi vulcanici dello spessore di alcune migliaia di metri poggianti su un substrato carbonatico.

In particolare la successione stratigrafica, in tutta l'area posta a Nord della cinta urbana di Napoli e quindi anche nel Giuglianese, risulta costituita, almeno per i primi 100 m, da potenti ammassi di materiali piroclastici eiettati dai vulcani presenti nel distretto vulcanico dei Campi Flegrei e marginalmente dal Somma Vesuvio nel corso di ripetuti episodi eruttivi verificatisi negli ultimi 30.000 anni.

La stratigrafia tipo riscontrata è definita, dall'alto verso il basso, dai seguenti orizzonti:

- cineriti recenti del Somma-Vesuvio;
- *piroclastiti del terzo periodo flegreo* costituite da ceneri pomice e lapilli provenienti dagli edifici vulcanici di Agnano e degli Astroni, datate 3/4000 B.P.;
- *prodotti del secondo periodo flegreo*, costituiti da piroclastiti in facies incoerente, pozzolane, ed in facies zeolitizzata, tufo giallo napoletano, datati 10/12.000 B.P.;
- *prodotti del primo periodo flegreo* messi in posto dalla grande eruzione Ignimbratica risalente a 30/36.000 B.P, costituiti dal tufo Grigio Campano e dalle sue facies gialla e/o verde.

Gli spessori degli orizzonti variano da zona a zona, tra pochi metri e diverse decine di metri, a secondo dell'andamento morfologico locale al momento della deposizione dei materiali stessi ed in funzione del rimaneggiamento e/o asportazione delle coltri superficiali ad opera delle acque di dilavamento.

La morfologia del territorio comunale in generale piuttosto dolce, diventa aspra in corrispondenza di numerose piccole incisioni torrentizie che confluiscono nel principale alveo dei Ca-

maldoli, il quale pur essendo un alveo artificiale è impostato lungo una linea di drenaggio preferenziale e demarca, inoltre, il confine naturale con i territori circostanti.

Le incisioni di cui sopra, denominate localmente Cavoni, rappresentano processi di erosione lineare operati dalle acque meteoriche e di ruscellamento, che non potendosi infiltrare nei terreni pozzolanici, poco permeabili, confluiscono verso queste linee preferenziali di drenaggio, approfondendole con un processo molto lento ma costante nel tempo.

Per quanto attiene l'assetto idrogeologico, il territorio comunale di Giugliano ricade nell'unità idrogeologica della Piana del Volturno-Regi Lagni è delimitata a Nord-Ovest dal Roccamonfina e dal M. Massico, a Sud Est dai Campi Flegrei e dal Somma Vesuvio a Nord-Est dai massicci carbonatici e a sud-ovest dal mare.

Dal punto di vista strutturale, tale unità è una porzione di graben della piana campana, individuatosi durante il Pliocene superiore e successivamente ribassatosi, per diverse migliaia di metri. Basti considerare che nell'area centrale prossima alla foce del Volturno, i sondaggi profondi perforati dalla Samet hanno accertato uno spessore di oltre 3000 metri di depositi quaternari, prevalentemente piroclastici e alluvionali, con frequenti episodi marini e palustri.

Dal punto di vista idrogeologico, in questa enorme pila di sedimenti (il cui spessore diminuisce progressivamente man mano che ci si avvicina ai massicci carsici), si possono distinguere alternanze di livelli a varia litologia e granulometria, il cui andamento è spesso lenticolare. La circolazione idrica sotterranea avviene quindi per falde sovrapposte contenute nei livelli più grossolani.

In questa unità idrogeologica è possibile rinvenire una prima falda freatica, che viene alimentata preferenzialmente dagli apporti zenitali diretti e nei settori topograficamente depressi, anche per drenanza.

La falda superficiale è in generale poco produttiva in quanto, specie nelle aree di basso morfologico, in affioramento si rinvengono prevalentemente depositi limoso-argillosi. Al contrario, nelle stesse aree, le falde sottostanti presentano in genere una buona produttività e sono spesso artesiane.

Nell'area in esame, a Sud del Volturno, la falda di pianura, in accordo con lo schema di circolazione idrica dei massicci carsici, viene alimentata lateralmente dalla falda di base di questi ultimi.

Spostandoci dai massicci verso il mare si può osservare che una parte della falda viene inter-

cettata dai Regi Lagni. Ciò è in accordo con l'esistenza, per un'ampia fascia prossima al canale, di una superficie piezometrica che supera il piano di campagna nei periodi di piena e che, in magra, si ferma a qualche metro di profondità.

Nella zona terminale (a Sud dei Regi Lagni) la falda trova recapito nei canali di bonifica ubicati, lungo la fascia costiera a est delle dune. Verso gli stessi canali, che si trovano qualche metro sotto il livello del mare, confluisce anche una certa aliquota di acqua marina e parte della falda delle sabbie costiere. Quest'ultima galleggia sull'acqua salata ed ha uno spessore medio variabile tra 6 e 10 metri.

A circa 30 metri di profondità si rinviene una seconda falda a salinità elevata. La presenza dell'acqua marina ancora più evidente nella terza e quarta falda, poste entrambe sotto uno strato argilloso dello spessore di 8-10 metri, rispettivamente a 50 ed a 100 metri di profondità. La produttività di tutte le falde profonde è alta.

Infatti, in quella superiore si hanno portate specifiche dell'ordine dei  $3-4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ ; in quella intermedia i valori oscillano intorno a  $8-9 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$  e in quella più profonda intorno a  $2-3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ .

Spostandosi dalla foce dei Regi Lagni fino ai Monti di Caserta, le escursioni piezometriche vanno via via crescendo. Infatti, si passa da valori dell'ordine di qualche decina di centimetri, nella zona di recapito della falda, fino ai 2-3 metri misurabili nella fascia più prossima ai massicci carsici.

I livelli massimi si hanno generalmente nei mesi di marzo e aprile ed i minimi nei mesi di ottobre e novembre.

STRALCIO CARTA GEOLOGICA D'ITALIA  
FOGLI 183-184 "Isola d'Ischia - Napoli" – Scala 1:100.000



LEGENDA

- a Escavato di canali per bonifica; suoli delle platee crateriche flegree; depositi limnoproclastici di Agnano e Lago d'Averno; terre nere palustri, torbiere del Sebeto, Patria e Agro Acerrano. (Storico e Recente)
- av Prodotti piroclastici dei Flegrei e ceneri vesuviane d'età storica. (Storico e Recente)
- af Lapilli chiari non differenziati, depositi piroclastici e loro suoli nella pianura circumflegrea. (Storico e Recente)

○ Area interessata dall'indagine

### 3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO

La successione litostratigrafica, mediamente rappresentativa dell'area in esame, desunta dall'osservazione diretta delle pareti di uno scavo in un'area limitrofa, dai dati delle indagini effettuate nell'area in esame e da dati bibliografici, è la seguente:

da 0.00 m a circa 0.50 m:	Terreno vegetale;
da circa 0.50 m a circa 3.50 m:	Limo sabbioso, di natura piroclastica, allo stato sciolto, con presenza a luoghi di pomici millimetriche;
da circa 3.50 m a circa 15.00 m:	Sabbia limosa, di natura piroclastica, da poco a moderatamente addensata, con presenza di pomici e litici di dimensioni millimetriche;
da circa 15.00 m a circa 20.00 m:	Formazione del Tufo Giallo Napoletano da incoerente a litoide.

L'area in esame, posta ad una quota di circa 89 m slm, si presenta con una morfologia pianeggiante e risulta stabile essendo priva di qualunque morfotipo che indichi un disequilibrio passato in atto o potenziale.

I terreni costituenti il substrato dell'area in esame sono costituiti da depositi incoerenti da sciolti a moderatamente addensati, sovrastanti depositi tufacei; è da escludere in tali terreni, quindi, per natura, la presenza di cavità naturali; inoltre sia l'indagine in sito eseguita, sia le informazioni raccolte nell'area ed in particolare nella zona oggetto del presente studio, non hanno evidenziato la presenza di cavità artificiali, né sono stati osservati in superficie fenomeni di instabilità legati a dissesti profondi.

Dall'esame della cartografia del rischio frane e del rischio idraulico, allegata al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, si evince che l'area in esame non rientra nella perimetrazione delle aree a rischio idraulico e da frana.

Nell'area in esame si rileva la presenza di un complesso idrogeologico piroclastico costituito da limi e sabbie da poco a moderatamente addensate, con una permeabilità per porosità gene-

ralmente medio-bassa.

L'alimentazione della falda è dovuta principalmente alle acque provenienti dai complessi carbonatici e vulcanici che bordano la Piana e che riversano i loro flussi idrici nel complesso dei sedimenti alluvionali e piroclastici della piana per poi defluire verso il mare.

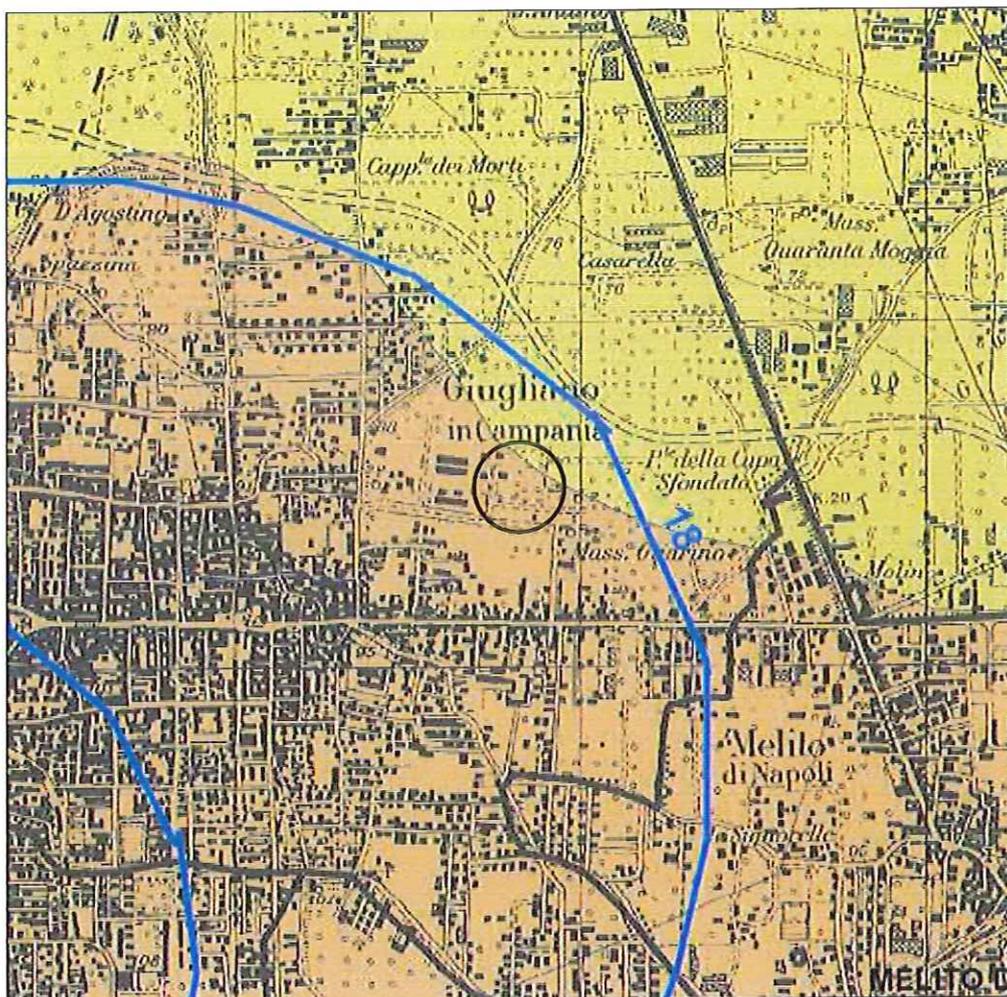
Le caratteristiche deposizionali dei sedimenti sopra descritti, l'alternanza ripetuta di depositi a varia granulometria ed il loro andamento lenticolare hanno instaurato una circolazione idrica per falde sovrapposte contenute nei livelli più grossolani.

Il deflusso idrico sotterraneo nell'acquifero della piana avviene comunque a grande scala, secondo un'unica falda con un'orientazione generalmente SO-NE.

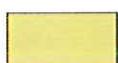
La falda non è stata rinvenuta nel corso dell'indagine in sito.

Sulla scorta di dati bibliografici si evince che il livello della falda si ritrova ad una profondità di circa 70 m dal p.c.

STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA – ARPA CAMPANIA



 Curve isoplezometriche

 Complesso dei depositi piroclastici prevalentemente da caduta - Piroclastiti vesuviane e flegree prevalentemente da caduta, sciolte con granulometria da media a fine e con locali ed esigui livelli di pomici e di paleo suoli limoso-sabbiosi. La permeabilità è in genere bassa.

 Complesso dei depositi piroclastici sciolti a media permeabilità - Piroclastiti flegree prevalentemente da caduta ed in giacitura primaria. Ceneri associate a frequenti, discontinui livelli di lapillo pomiceo e scoriaceo. La permeabilità è media.

 Area interessata dall'indagine

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La caratterizzazione geotecnica consiste nella formulazione di un modello geomeccanico dei terreni di fondazione, tale da condurre la complessa situazione naturale a schemi più semplici, facilmente utilizzabili per i calcoli di progetto.

Essa è stata esplicitata mediante l'esecuzione di n°4 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH, spinte fino alla profondità di circa 15,00 m da locale p.c., profondità alla quale si è avuto il rifiuto strumentale per la presenza di un banco tufaceo.

Le penetrometrie sono state eseguite dalla I.GEO. Sas con un penetrometro dinamico super pesante, modello "PAGANI TG 63-200 KN" avente le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio = 63,5 (Kg)
- altezza di caduta = 75 (cm)
- peso sistema battuta = 0,63 (Kg)
- peso delle aste = 6,31 (Kg)
- sezione punta conica = 20,43(cm<sup>2</sup>)
- angolo al vertice = 90°
- lunghezza delle aste = 1.0 (m)
- avanzamento punta = 20 (cm)

Tale prova consiste nel misurare, in modo continuo, la resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard infissa nel terreno attraverso la percussione di un maglio. Il dato che ne scaturisce è il numero di colpi N necessario all'infissione di 20 cm della punta nel terreno.

I certificati delle prove sono riportati in allegato.

Attraverso numerose esperienze di carattere professionale che evidenziano precisi elementi di correlazione tra le prove penetrometriche dinamiche continue, tipo DPSH, e le prove SPT, si può porre:  $N_{SPT} \approx 1,5 \times N_{(20\text{ cm})}$ .

E' possibile quindi utilizzare la vasta bibliografia esistente e di sicura attendibilità, sviluppata sulle prove SPT da numerosi Autori, per effettuare correlazioni empiriche tra  $N_{SPT}$  e le caratteristiche geotecniche dei terreni.

L'elaborazione delle prove è riportata in allegato.

In funzione di tutte le informazioni a disposizione, è stato possibile suddividere il substrato in strati a comportamento geotecnico omogeneo ai quali sono stati attribuiti i seguenti valori minimi dei parametri geotecnici:

Profondità (m)	Angolo di attrito (°)	Coesione (Kg/cmq)	Modulo di Young (kg/cmq)	Modulo edometrico (kg/cmq)	Modulo di reazione ko (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso di volume naturale (g/cm <sup>3</sup> )
0,00-3,60	25	0,00	40	45	0,33	1,40
3,60-8,20	29	0,00	68	75	2,24	1,50
8,20-10,20	34	0,00	115	125	4,88	1,60
10,20-14,20	30	0,00	78	85	2,86	1,55
14,20-15,00	37	0,00	205	220	8,49	1,65

## 5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Il D.M. 17 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) prevede che l'azione sismica sulle costruzioni sia valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

### Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle norme. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

$h_i$  spessore dell'*i*-esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di soste-

gno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 gravina grossa molto addensati o terreni a gravina 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 gravina grossa mediamente addensati o terreni a gravina 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 gravina grossa scarsamente addensati o di terreni a gravina 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>

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle norme.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

### Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per le caratteristiche stratigrafiche e topografiche dell'area si ritiene possibile utilizzare i metodi semplificati per la definizione della categoria di sottosuolo e quella topografica.

Per la valutazione delle velocità delle onde di taglio, è stata eseguita dallo scrivente una campagna di indagine geofisica (n° 2 profili sismici MASW), i cui risultati sono riportati in allegato.

Nell'area in esame la profondità H del substrato è superiore a 30 m, quindi la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m.

In virtù delle velocità delle onde sismiche  $V_s$  ottenute, il valore della velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,30}$ , calcolato a partire dal piano campagna è pari a 311.6 m/s per la Masw 1 e 315.1 m/s per la Masw 2.

L'area in esame appartiene quindi alla **Categoria di sottosuolo C**.

Relativamente alla categoria topografica, in base alle caratteristiche geomorfologiche dell'area, si può affermare che il sito appartiene alla categoria T1 (come da tabella 3.2.III del D.M. 17/01/2018).

Le categorie di sottosuolo e topografica individuate saranno utilizzate dal progettista per la determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica ( $S_s$  e  $C_c$ ) e del coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) necessari per modificare l'azione sismica di base.

## 6. CONCLUSIONI

A completamento dell'indagine eseguita è possibile stilare le seguenti conclusioni:

- i terreni presenti al di sotto di un sottile strato di terreno vegetale, sono costituiti da depositi piroclastici a granulometria limoso-sabbiosa, sovrastanti depositi tufacei;
- l'area in studio, dal punto di vista geomorfologico, risulta stabile non rilevandosi fenomeni di tipo gravitativo e/o erosivo;
- la falda idrica non rilevata durante l'indagine in sito, è posta ad una profondità di circa 70,00 m dal p.c.;
- dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale si evince che l'area in esame non rientra nella perimetrazione delle aree a rischio idraulico e da frana;
- dal punto di vista geotecnico, i terreni investigati presentano mediocri caratteristiche geotecniche fino alla profondità di circa 3.50 m dal locale p.c.; da tale profondità si rileva un miglioramento dello stato di addensamento e dei valori dei parametri geotecnici;
- il Comune di Giugliano in Campania è inserito nella fascia dei Comuni a media sismicità (Zona 2);
- in base alle NTC 2018 il sito in esame appartiene alla categoria di sottosuolo C ed alla categoria topografica T1;
- il sito risulta stabile nei confronti della liquefazione, in quanto la falda idrica è posta ad una profondità maggiore di 15 m dal locale piano campagna.

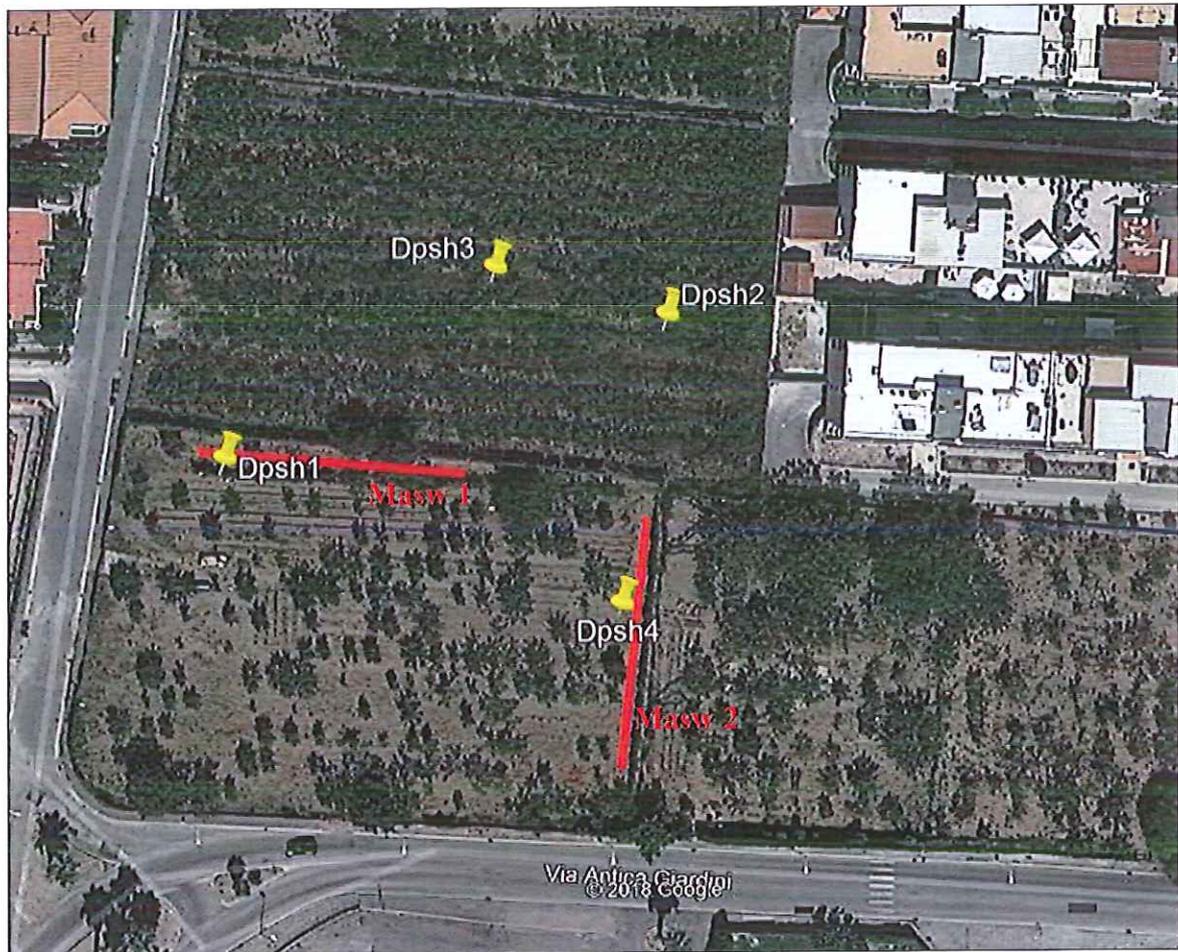
*Tanto per incarico ricevuto*



## ALLEGATI

- *Ubicazione indagini in sito;*
- *Documentazione fotografica;*
- *Elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH;*
- *Indagine sismica tipo Masw;*
- *Certificati prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH.*

## UBICAZIONE INDAGINI IN SITO



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Postazione DPSH1



Postazione DPSH2



Postazione DPSH3



Postazione DPSH4



Profilo MASW 1



Profilo MASW 2



Attrezzatura per sismica MASW

## ELABORAZIONE PROVE DPSH

PROVA DPSH 1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 24/07/2018  
 Profondità prova 15,20 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	1	0,851	8,27	9,72	0,41	0,49
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	1	0,843	8,20	9,72	0,41	0,49
1,00	2	0,840	15,10	17,98	0,75	0,90
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	2	0,830	14,92	17,98	0,75	0,90
1,80	2	0,826	14,86	17,98	0,74	0,90
2,00	2	0,823	13,77	16,73	0,69	0,84
2,20	2	0,820	13,72	16,73	0,69	0,84
2,40	1	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,60	2	0,814	13,62	16,73	0,68	0,84
2,80	1	0,811	6,79	8,36	0,34	0,42
3,00	2	0,809	12,65	15,64	0,63	0,78
3,20	1	0,806	6,30	7,82	0,32	0,39
3,40	2	0,803	12,56	15,64	0,63	0,78
3,60	1	0,801	6,26	7,82	0,31	0,39
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	8	0,796	46,74	58,72	2,34	2,94
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	5	0,789	28,97	36,70	1,45	1,84
4,80	6	0,787	34,67	44,04	1,73	2,20
5,00	6	0,785	32,58	41,50	1,63	2,08
5,20	7	0,783	37,91	48,42	1,90	2,42
5,40	8	0,781	43,22	55,34	2,16	2,77
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	5	0,777	26,88	34,59	1,34	1,73
6,00	6	0,775	30,43	39,24	1,52	1,96
6,20	6	0,774	30,36	39,24	1,52	1,96
6,40	6	0,772	30,29	39,24	1,51	1,96
6,60	7	0,770	35,27	45,78	1,76	2,29
6,80	7	0,769	35,19	45,78	1,76	2,29
7,00	9	0,767	42,82	55,82	2,14	2,79
7,20	8	0,766	37,99	49,62	1,90	2,48
7,40	9	0,764	42,65	55,82	2,13	2,79
7,60	9	0,763	42,57	55,82	2,13	2,79
7,80	8	0,761	37,77	49,62	1,89	2,48
8,00	7	0,760	31,37	41,28	1,57	2,06
8,20	7	0,759	31,31	41,28	1,57	2,06
8,40	12	0,757	53,59	70,77	2,68	3,54
8,60	12	0,756	53,50	70,77	2,67	3,54

8,80	15	0,705	62,34	88,46	3,12	4,42
9,00	15	0,703	59,32	84,32	2,97	4,22
9,20	18	0,702	71,06	101,18	3,55	5,06
9,40	21	0,651	76,86	118,04	3,84	5,90
9,60	18	0,700	70,82	101,18	3,54	5,06
9,80	20	0,699	78,56	112,42	3,93	5,62
10,00	19	0,698	71,18	102,02	3,56	5,10
10,20	17	0,697	63,59	91,28	3,18	4,56
10,40	12	0,746	48,04	64,44	2,40	3,22
10,60	8	0,744	31,98	42,96	1,60	2,15
10,80	8	0,743	31,93	42,96	1,60	2,15
11,00	8	0,742	30,52	41,12	1,53	2,06
11,20	11	0,741	41,91	56,54	2,10	2,83
11,40	13	0,690	46,12	66,82	2,31	3,34
11,60	7	0,739	26,60	35,98	1,33	1,80
11,80	4	0,738	15,18	20,56	0,76	1,03
12,00	7	0,737	25,43	34,50	1,27	1,73
12,20	10	0,736	36,28	49,29	1,81	2,46
12,40	10	0,735	36,23	49,29	1,81	2,46
12,60	12	0,734	43,42	59,14	2,17	2,96
12,80	8	0,733	28,91	39,43	1,45	1,97
13,00	6	0,732	20,80	28,41	1,04	1,42
13,20	7	0,731	24,23	33,14	1,21	1,66
13,40	6	0,730	20,74	28,41	1,04	1,42
13,60	4	0,729	13,80	18,94	0,69	0,95
13,80	12	0,728	41,35	56,81	2,07	2,84
14,00	18	0,677	55,49	81,98	2,77	4,10
14,20	11	0,726	36,36	50,10	1,82	2,50
14,40	28	0,625	79,65	127,53	3,98	6,38
14,60	34	0,573	88,80	154,85	4,44	7,74
14,80	37	0,572	96,44	168,52	4,82	8,43
15,00	40	0,521	91,47	175,52	4,57	8,78
15,20	60	0,520	136,89	263,28	6,84	13,16

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH I

##### TERRENI INCOERENTI

###### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2,25	3,60	2,25	Skempton (1986)	13,12
Strato 2	10,64	8,20	10,64	Skempton (1986)	34,39
Strato 3	25,05	10,20	25,05	Skempton (1986)	58,02
Strato 4	13,65	14,20	13,65	Skempton (1986)	40,50
Strato 5	52,12	15,00	52,12	Skempton (1986)	82,19

###### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,25	3,60	2,25	Meyerhof (1965)	24,95
Strato 2	10,64	8,20	10,64	Meyerhof (1965)	29,09
Strato 3	25,05	10,20	25,05	Meyerhof (1965)	34,21
Strato 4	13,65	14,20	13,65	Meyerhof (1965)	30,36
Strato 5	52,12	15,00	52,12	Meyerhof (1965)	37,11

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	2,25	3,60	2,25	Schultze-Menzenbach	40,12
Strato 2	10,64	8,20	10,64	Schultze-Menzenbach	67,81
Strato 3	25,05	10,20	25,05	Schultze-Menzenbach	115,36
Strato 4	13,65	14,20	13,65	Schultze-Menzenbach	77,74
Strato 5	52,12	15,00	52,12	Schultze-Menzenbach	204,70

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	2,25	3,60	2,25	Menzenbach e Malcev	45,97
Strato 2	10,64	8,20	10,64	Menzenbach e Malcev	75,67
Strato 3	25,05	10,20	25,05	Menzenbach e Malcev	126,68
Strato 4	13,65	14,20	13,65	Menzenbach e Malcev	86,32
Strato 5	52,12	15,00	52,12	Menzenbach e Malcev	222,50

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,25	3,60	2,25	A.G.I. (1977)	Sciolto
Strato 2	10,64	8,20	10,64	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 3	25,05	10,20	25,05	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 4	13,65	14,20	13,65	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 5	52,12	15,00	52,12	A.G.I. (1977)	Molto Addensato

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	2,25	3,60	2,25	Navfac	0,33
Strato 2	10,64	8,20	10,64	Navfac	2,24
Strato 3	25,05	10,20	25,05	Navfac	4,88
Strato 4	13,65	14,20	13,65	Navfac	2,86
Strato 5	52,12	15,00	52,12	Navfac	8,49

**PROVA DPSH 2**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 24/07/2018  
 Profondità prova 14,40 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	3	0,855	24,92	29,15	1,25	1,46
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	1	0,840	7,55	8,99	0,38	0,45
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	2	0,830	14,92	17,98	0,75	0,90
1,80	2	0,826	14,86	17,98	0,74	0,90
2,00	2	0,823	13,77	16,73	0,69	0,84
2,20	2	0,820	13,72	16,73	0,69	0,84
2,40	1	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,60	2	0,814	13,62	16,73	0,68	0,84
2,80	2	0,811	13,57	16,73	0,68	0,84
3,00	2	0,809	12,65	15,64	0,63	0,78
3,20	4	0,806	25,21	31,27	1,26	1,56
3,40	4	0,803	25,13	31,27	1,26	1,56
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	4	0,798	24,97	31,27	1,25	1,56
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	5	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	3	0,785	16,29	20,75	0,81	1,04
5,20	4	0,783	21,66	27,67	1,08	1,38
5,40	4	0,781	21,61	27,67	1,08	1,38
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	10	0,775	50,72	65,40	2,54	3,27
6,20	9	0,774	45,54	58,86	2,28	2,94
6,40	10	0,772	50,49	65,40	2,52	3,27
6,60	10	0,770	50,38	65,40	2,52	3,27
6,80	11	0,769	55,31	71,94	2,77	3,60
7,00	9	0,767	42,82	55,82	2,14	2,79
7,20	10	0,766	47,49	62,02	2,37	3,10
7,40	5	0,764	23,70	31,01	1,18	1,55
7,60	7	0,763	33,11	43,42	1,66	2,17
7,80	8	0,761	37,77	49,62	1,89	2,48
8,00	13	0,710	54,43	76,67	2,72	3,83
8,20	13	0,709	54,32	76,67	2,72	3,83

8,40	15	0,707	62,56	88,46	3,13	4,42
8,60	15	0,706	62,45	88,46	3,12	4,42
8,80	21	0,655	81,08	123,85	4,05	6,19
9,00	27	0,653	99,18	151,77	4,96	7,59
9,20	25	0,652	91,67	140,53	4,58	7,03
9,40	20	0,701	78,82	112,42	3,94	5,62
9,60	16	0,700	62,95	89,94	3,15	4,50
9,80	13	0,699	51,07	73,08	2,55	3,65
10,00	11	0,748	44,16	59,07	2,21	2,95
10,20	8	0,747	32,07	42,96	1,60	2,15
10,40	9	0,746	36,03	48,33	1,80	2,42
10,60	8	0,744	31,98	42,96	1,60	2,15
10,80	9	0,743	35,93	48,33	1,80	2,42
11,00	9	0,742	34,34	46,26	1,72	2,31
11,20	6	0,741	22,86	30,84	1,14	1,54
11,40	4	0,740	15,22	20,56	0,76	1,03
11,60	6	0,739	22,80	30,84	1,14	1,54
11,80	7	0,738	26,56	35,98	1,33	1,80
12,00	11	0,737	39,97	54,21	2,00	2,71
12,20	14	0,686	47,35	69,00	2,37	3,45
12,40	10	0,735	36,23	49,29	1,81	2,46
12,60	18	0,684	60,69	88,71	3,03	4,44
12,80	16	0,683	53,87	78,86	2,69	3,94
13,00	2	0,732	6,93	9,47	0,35	0,47
13,20	2	0,731	6,92	9,47	0,35	0,47
13,40	4	0,730	13,82	18,94	0,69	0,95
13,60	7	0,729	24,16	33,14	1,21	1,66
13,80	6	0,728	20,68	28,41	1,03	1,42
14,00	12	0,727	39,72	54,65	1,99	2,73
14,20	44	0,526	105,35	200,40	5,27	10,02
14,40	60	0,525	143,36	273,27	7,17	13,66

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2

##### TERRENI INCOERENTI

###### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3	3,00	3	Skempton (1986)	15,30
Strato 2	9,87	7,80	9,87	Skempton (1986)	32,70
Strato 3	27,49	9,60	27,49	Skempton (1986)	60,85
Strato 4	13,09	14,00	13,09	Skempton (1986)	39,42
Strato 5	66	14,20	66	Skempton (1986)	97,73

###### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3	3,00	3	Meyerhof (1965)	25,36
Strato 2	9,87	7,80	9,87	Meyerhof (1965)	28,74
Strato 3	27,49	9,60	27,49	Meyerhof (1965)	34,84
Strato 4	13,09	14,00	13,09	Meyerhof (1965)	30,13
Strato 5	66	14,20	66	Meyerhof (1965)	38,18

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3	3,00	3	Schultze-Menzenbach	42,60
Strato 2	9,87	7,80	9,87	Schultze-Menzenbach	65,27
Strato 3	27,49	9,60	27,49	Schultze-Menzenbach	123,42
Strato 4	13,09	14,00	13,09	Schultze-Menzenbach	75,90
Strato 5	66	14,20	66	Schultze-Menzenbach	250,50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3	3,00	3	Menzenbach e Malcev	48,62
Strato 2	9,87	7,80	9,87	Menzenbach e Malcev	72,94
Strato 3	27,49	9,60	27,49	Menzenbach e Malcev	135,31
Strato 4	13,09	14,00	13,09	Menzenbach e Malcev	84,34
Strato 5	66	14,20	66	Menzenbach e Malcev	271,64

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3	3,00	3	A.G.I. (1977)	Sciolto
Strato 2	9,87	7,80	9,87	A.G.I. (1977)	Poco Addensato
Strato 3	27,49	9,60	27,49	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 4	13,09	14,00	13,09	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 5	66	14,20	66	A.G.I. (1977)	Molto Addensato

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	3	3,00	3	Navfac	0,51
Strato 2	9,87	7,80	9,87	Navfac	2,07
Strato 3	27,49	9,60	27,49	Navfac	5,25
Strato 4	13,09	14,00	13,09	Navfac	2,75
Strato 5	66	14,20	66	Navfac	11,45

**PROVA DPSH 3**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 24/07/2018  
 Profondità prova 15,00 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	3	0,855	24,92	29,15	1,25	1,46
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	1	0,840	7,55	8,99	0,38	0,45
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	2	0,830	14,92	17,98	0,75	0,90
1,80	1	0,826	7,43	8,99	0,37	0,45
2,00	2	0,823	13,77	16,73	0,69	0,84
2,20	2	0,820	13,72	16,73	0,69	0,84
2,40	1	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,60	2	0,814	13,62	16,73	0,68	0,84
2,80	2	0,811	13,57	16,73	0,68	0,84
3,00	1	0,809	6,32	7,82	0,32	0,39
3,20	1	0,806	6,30	7,82	0,32	0,39
3,40	2	0,803	12,56	15,64	0,63	0,78
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	4	0,798	24,97	31,27	1,25	1,56
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	7	0,794	40,78	51,38	2,04	2,57
4,40	4	0,791	23,24	29,36	1,16	1,47
4,60	5	0,789	28,97	36,70	1,45	1,84
4,80	4	0,787	23,11	29,36	1,16	1,47
5,00	5	0,785	27,15	34,59	1,36	1,73
5,20	5	0,783	27,08	34,59	1,35	1,73
5,40	5	0,781	27,01	34,59	1,35	1,73
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	5	0,777	26,88	34,59	1,34	1,73
6,00	5	0,775	25,36	32,70	1,27	1,64
6,20	5	0,774	25,30	32,70	1,27	1,64
6,40	9	0,772	45,44	58,86	2,27	2,94
6,60	11	0,770	55,42	71,94	2,77	3,60
6,80	16	0,719	75,21	104,64	3,76	5,23
7,00	20	0,717	88,96	124,04	4,45	6,20
7,20	16	0,716	71,02	99,24	3,55	4,96
7,40	10	0,764	47,39	62,02	2,37	3,10
7,60	8	0,763	37,84	49,62	1,89	2,48
7,80	8	0,761	37,77	49,62	1,89	2,48
8,00	12	0,760	53,78	70,77	2,69	3,54
8,20	15	0,709	62,68	88,46	3,13	4,42
8,40	16	0,707	66,74	94,36	3,34	4,72

8,60	15	0,706	62,45	88,46	3,12	4,42
8,80	22	0,655	84,94	129,74	4,25	6,49
9,00	26	0,653	95,51	146,15	4,78	7,31
9,20	29	0,652	106,33	163,01	5,32	8,15
9,40	22	0,651	80,52	123,67	4,03	6,18
9,60	11	0,750	46,37	61,83	2,32	3,09
9,80	11	0,749	46,30	61,83	2,32	3,09
10,00	10	0,748	40,15	53,70	2,01	2,68
10,20	10	0,747	40,09	53,70	2,00	2,68
10,40	9	0,746	36,03	48,33	1,80	2,42
10,60	9	0,744	35,98	48,33	1,80	2,42
10,80	12	0,743	47,90	64,44	2,40	3,22
11,00	8	0,742	30,52	41,12	1,53	2,06
11,20	8	0,741	30,48	41,12	1,52	2,06
11,40	6	0,740	22,83	30,84	1,14	1,54
11,60	8	0,739	30,40	41,12	1,52	2,06
11,80	9	0,738	34,15	46,26	1,71	2,31
12,00	13	0,687	44,03	64,07	2,20	3,20
12,20	15	0,686	50,73	73,93	2,54	3,70
12,40	16	0,685	54,03	78,86	2,70	3,94
12,60	12	0,734	43,42	59,14	2,17	2,96
12,80	9	0,733	32,52	44,36	1,63	2,22
13,00	17	0,682	54,90	80,48	2,74	4,02
13,20	11	0,731	38,07	52,08	1,90	2,60
13,40	17	0,680	54,73	80,48	2,74	4,02
13,60	6	0,729	20,71	28,41	1,04	1,42
13,80	12	0,728	41,35	56,81	2,07	2,84
14,00	20	0,677	61,65	91,09	3,08	4,55
14,20	27	0,626	76,94	122,97	3,85	6,15
14,40	30	0,625	85,34	136,64	4,27	6,83
14,60	34	0,573	88,80	154,85	4,44	7,74
14,80	40	0,522	95,15	182,18	4,76	9,11
15,00	60	0,521	137,20	263,28	6,86	13,16

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2,64	3,40	2,64	Skempton (1986)	14,26
Strato 2	7,39	6,20	7,39	Skempton (1986)	26,93
Strato 3	23,91	9,40	23,91	Skempton (1986)	56,60
Strato 4	16,89	14,00	16,89	Skempton (1986)	46,32
Strato 5	49,12	14,80	49,12	Skempton (1986)	79,63

##### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,64	3,40	2,64	Meyerhof (1965)	25,16
Strato 2	7,39	6,20	7,39	Meyerhof (1965)	27,58
Strato 3	23,91	9,40	23,91	Meyerhof (1965)	33,90
Strato 4	16,89	14,00	16,89	Meyerhof (1965)	31,62
Strato 5	49,12	14,80	49,12	Meyerhof (1965)	37,22

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	2,64	3,40	2,64	Schultze-Menzenbach	41,41
Strato 2	7,39	6,20	7,39	Schultze-Menzenbach	57,09
Strato 3	23,91	9,40	23,91	Schultze-Menzenbach	111,60
Strato 4	16,89	14,00	16,89	Schultze-Menzenbach	88,44
Strato 5	49,12	14,80	49,12	Schultze-Menzenbach	194,80

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	2,64	3,40	2,64	Menzenbach e Malcev	47,35
Strato 2	7,39	6,20	7,39	Menzenbach e Malcev	64,16
Strato 3	23,91	9,40	23,91	Menzenbach e Malcev	122,64
Strato 4	16,89	14,00	16,89	Menzenbach e Malcev	97,79
Strato 5	49,12	14,80	49,12	Menzenbach e Malcev	211,88

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,64	3,40	2,64	A.G.I. (1977)	Sciolto
Strato 2	7,39	6,20	7,39	A.G.I. (1977)	Poco Addensato
Strato 3	23,91	9,40	23,91	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 4	16,89	14,00	16,89	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 5	49,12	14,80	49,12	A.G.I. (1977)	Addensato

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	2,64	3,40	2,64	Navfac	0,43
Strato 2	7,39	6,20	7,39	Navfac	1,53
Strato 3	23,91	9,40	23,91	Navfac	4,70
Strato 4	16,89	14,00	16,89	Navfac	3,49
Strato 5	49,12	14,80	49,12	Navfac	8,05

**PROVA DPSH 4**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 24/07/2018  
 Profondità prova 15,60 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	1	0,843	8,20	9,72	0,41	0,49
1,00	1	0,840	7,55	8,99	0,38	0,45
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	2	0,830	14,92	17,98	0,75	0,90
1,80	2	0,826	14,86	17,98	0,74	0,90
2,00	2	0,823	13,77	16,73	0,69	0,84
2,20	1	0,820	6,86	8,36	0,34	0,42
2,40	1	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,60	1	0,814	6,81	8,36	0,34	0,42
2,80	2	0,811	13,57	16,73	0,68	0,84
3,00	1	0,809	6,32	7,82	0,32	0,39
3,20	4	0,806	25,21	31,27	1,26	1,56
3,40	2	0,803	12,56	15,64	0,63	0,78
3,60	3	0,801	18,78	23,46	0,94	1,17
3,80	5	0,798	31,21	39,09	1,56	1,95
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	7	0,794	40,78	51,38	2,04	2,57
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	7	0,787	40,44	51,38	2,02	2,57
5,00	8	0,785	43,44	55,34	2,17	2,77
5,20	10	0,783	54,16	69,17	2,71	3,46
5,40	10	0,781	54,03	69,17	2,70	3,46
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	4	0,777	21,51	27,67	1,08	1,38
6,00	3	0,775	15,22	19,62	0,76	0,98
6,20	4	0,774	20,24	26,16	1,01	1,31
6,40	5	0,772	25,25	32,70	1,26	1,64
6,60	6	0,770	30,23	39,24	1,51	1,96
6,80	5	0,769	25,14	32,70	1,26	1,64
7,00	9	0,767	42,82	55,82	2,14	2,79
7,20	13	0,716	57,70	80,63	2,89	4,03
7,40	15	0,714	66,44	93,03	3,32	4,65
7,60	12	0,763	56,77	74,43	2,84	3,72
7,80	10	0,761	47,22	62,02	2,36	3,10
8,00	8	0,760	35,85	47,18	1,79	2,36
8,20	8	0,759	35,79	47,18	1,79	2,36

8,40	11	0,757	49,12	64,87	2,46	3,24
8,60	10	0,756	44,58	58,97	2,23	2,95
8,80	11	0,755	48,96	64,87	2,45	3,24
9,00	17	0,703	67,23	95,56	3,36	4,78
9,20	16	0,702	63,16	89,94	3,16	4,50
9,40	17	0,701	67,00	95,56	3,35	4,78
9,60	22	0,650	80,38	123,67	4,02	6,18
9,80	21	0,649	76,59	118,04	3,83	5,90
10,00	20	0,698	74,93	107,39	3,75	5,37
10,20	15	0,697	56,11	80,54	2,81	4,03
10,40	9	0,746	36,03	48,33	1,80	2,42
10,60	12	0,744	47,97	64,44	2,40	3,22
10,80	9	0,743	35,93	48,33	1,80	2,42
11,00	9	0,742	34,34	46,26	1,72	2,31
11,20	8	0,741	30,48	41,12	1,52	2,06
11,40	8	0,740	30,44	41,12	1,52	2,06
11,60	9	0,739	34,20	46,26	1,71	2,31
11,80	8	0,738	30,35	41,12	1,52	2,06
12,00	4	0,737	14,53	19,71	0,73	0,99
12,20	4	0,736	14,51	19,71	0,73	0,99
12,40	7	0,735	25,36	34,50	1,27	1,73
12,60	7	0,734	25,33	34,50	1,27	1,73
12,80	8	0,733	28,91	39,43	1,45	1,97
13,00	8	0,732	27,73	37,87	1,39	1,89
13,20	9	0,731	31,15	42,61	1,56	2,13
13,40	10	0,730	34,56	47,34	1,73	2,37
13,60	10	0,729	34,51	47,34	1,73	2,37
13,80	9	0,728	31,01	42,61	1,55	2,13
14,00	10	0,727	33,10	45,54	1,66	2,28
14,20	14	0,676	43,09	63,76	2,15	3,19
14,40	6	0,725	19,80	27,33	0,99	1,37
14,60	14	0,673	42,94	63,76	2,15	3,19
14,80	14	0,672	42,87	63,76	2,14	3,19
15,00	16	0,671	47,12	70,21	2,36	3,51
15,20	21	0,620	57,13	92,15	2,86	4,61
15,40	44	0,519	100,15	193,07	5,01	9,65
15,60	60	0,517	136,24	263,28	6,81	13,16

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 4

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2,58	3,60	2,58	Skempton (1986)	14,09
Strato 2	9,09	6,80	9,09	Skempton (1986)	30,95
Strato 3	20,73	10,20	20,73	Skempton (1986)	52,30
Strato 4	13,88	15,00	13,88	Skempton (1986)	40,94
Strato 5	48,75	15,40	48,75	Skempton (1986)	79,32

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,58	3,60	2,58	Meyerhof (1965)	25,13
Strato 2	9,09	6,80	9,09	Meyerhof (1965)	28,39
Strato 3	20,73	10,20	20,73	Meyerhof (1965)	32,94
Strato 4	13,88	15,00	13,88	Meyerhof (1965)	30,46
Strato 5	48,75	15,40	48,75	Meyerhof (1965)	37,23

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	2,58	3,60	2,58	Schultze-Menzenbach	41,21
Strato 2	9,09	6,80	9,09	Schultze-Menzenbach	62,70
Strato 3	20,73	10,20	20,73	Schultze-Menzenbach	101,11
Strato 4	13,88	15,00	13,88	Schultze-Menzenbach	78,50
Strato 5	48,75	15,40	48,75	Schultze-Menzenbach	193,57

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	2,58	3,60	2,58	Menzenbach e Malcev	47,13
Strato 2	9,09	6,80	9,09	Menzenbach e Malcev	70,18
Strato 3	20,73	10,20	20,73	Menzenbach e Malcev	111,38
Strato 4	13,88	15,00	13,88	Menzenbach e Malcev	87,14
Strato 5	48,75	15,40	48,75	Menzenbach e Malcev	210,57

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,58	3,60	2,58	A.G.I. (1977)	Sciolto
Strato 2	9,09	6,80	9,09	A.G.I. (1977)	Poco Addensato
Strato 3	20,73	10,20	20,73	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 4	13,88	15,00	13,88	A.G.I. (1977)	Moderatamente Addensato
Strato 5	48,75	15,40	48,75	A.G.I. (1977)	Addensato

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	2,58	3,60	2,58	Navfac	0,41
Strato 2	9,09	6,80	9,09	Navfac	1,91
Strato 3	20,73	10,20	20,73	Navfac	4,18
Strato 4	13,88	15,00	13,88	Navfac	2,90
Strato 5	48,75	15,40	48,75	Navfac	8,00

### INDAGINE SISMICA M.A.S.W.

Il rilievo geofisico MASW (multichannel analysis of surface waves) è utilizzato per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con *algoritmi genetici*.

I vantaggi dell'uso di questa metodologia geofisica rispetto ai metodi tradizionali sono:

1. Particolarmente indicato per suoli altamente attenuanti ed ambienti rumorosi;
2. Non limitato – a differenza del metodo a rifrazione – dalla presenza di inversioni di velocità in profondità;
3. Buona risoluzione (a differenza del metodo a riflessione).

Inoltre:

- La percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

- L'ampiezza delle *surface waves* dipende da  $\sqrt{r}$  e non da  $r$  come per le *body waves*.

### STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo SYSMATRACK (n° serie: M044046) avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Configurazione: 24 Canali

Alimentazione: Batteria esterna 12 V 1 A

Conversione A/D: 24 bit con un convertitore sigma-delta dedicato al singolo canale

Guadagno: 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 dB configurabili a software per i singoli canali

Intervallo di campionamento: 0.0667, 0.1333, 0.2666, 0.5, 1.0, 2.0, 10.0, 20.0 mS

Memoria di registrazione: 10922 campioni

Formato dei dati: SEG-2 standard

Sistema operativo: Windows XP Embedded

### METODOLOGIA OPERATIVA

Acquisire un set di dati per l'indagine MASW non è troppo diverso da una comune acquisizione per un'indagine a rifrazione (o riflessione). E' sufficiente effettuare uno stendimento di geofoni allineati con la sorgente ed utilizzare una sorgente ad impatto verticale (martello).

I profili MASW sono stati eseguiti utilizzando n° 12 geofoni allineati sul terreno con

un'interdistanza di 2,00 metri; i punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 2,00 m, 4,00 m e 6,00 m dal geofono n° 1. La scelta dei tre scoppi è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

## **METODOLOGIA INTERPRETATIVA**

Il software EASY MASW della GeoStru consente di analizzare i dati sismici acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio). Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global-search methods* o *soft computing*).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (*search space*) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

Quella finale viene infine proposta con anche una stima della sua attendibilità (*deviazioni standard*) attenuata grazie all'impiego di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza del software utilizzato è quindi proprio quello di fornire risultati

molto più robusti rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie, arricchiti anche da una stima dell'attendibilità.

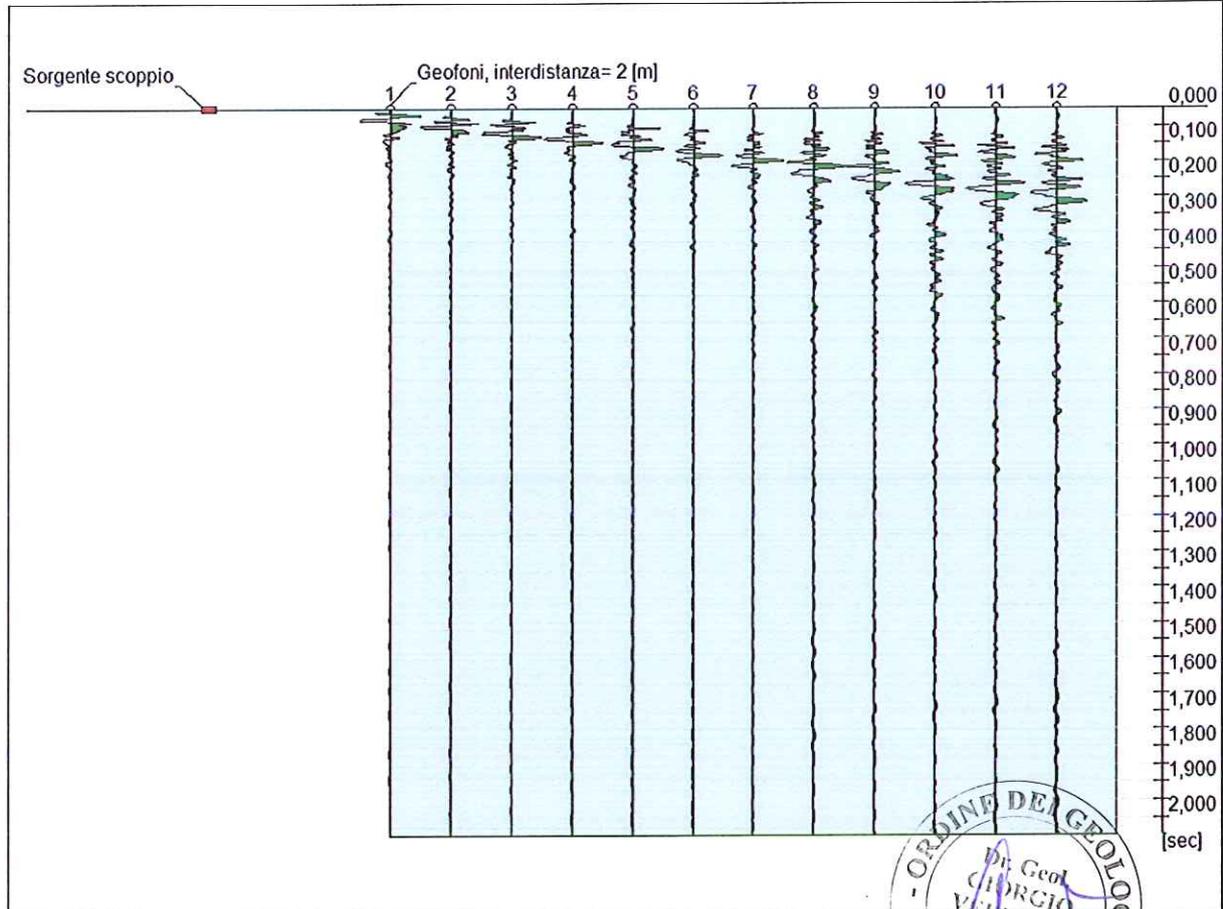
### **RISULTATI DELL'INDAGINE**

I risultati dell'indagine effettuata sono riassunti nei seguenti grafici e tabelle:

1. tracce sismiche rilevate in sito;
2. curva di dispersione e spettro velocità di fase / frequenze;
3. inversione e tabella dei risultati ottenuti;
4. profilo delle velocità delle onde di taglio in funzione della profondità.

**MASW 1**

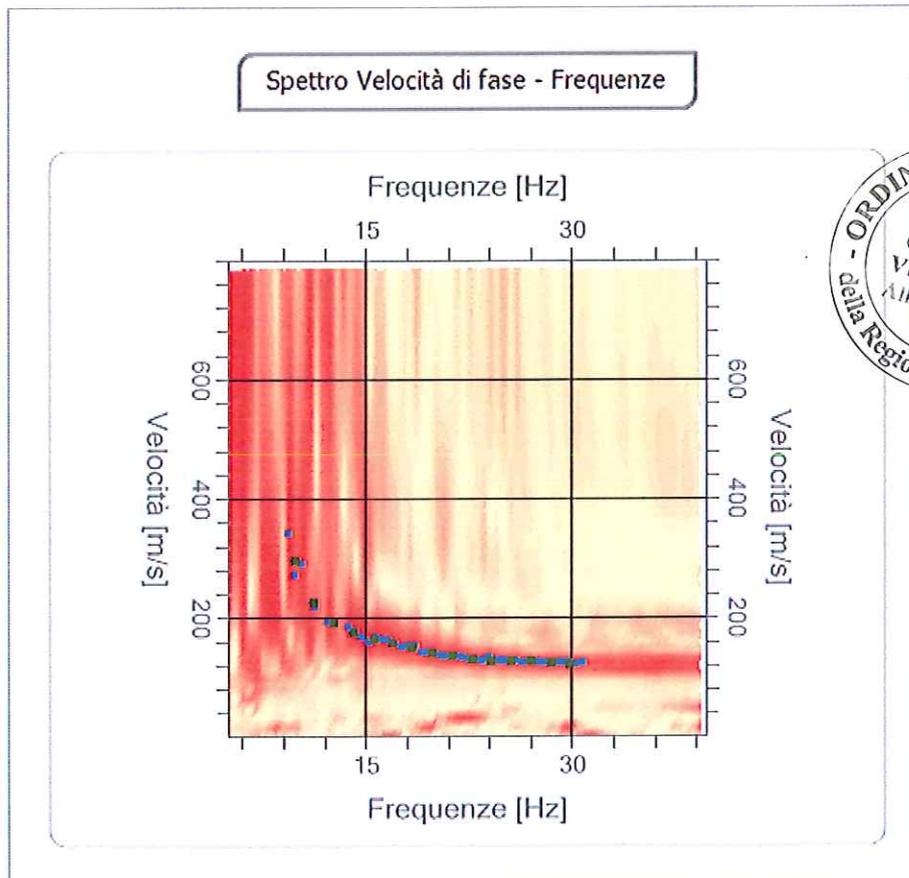
**Tracce sismiche**



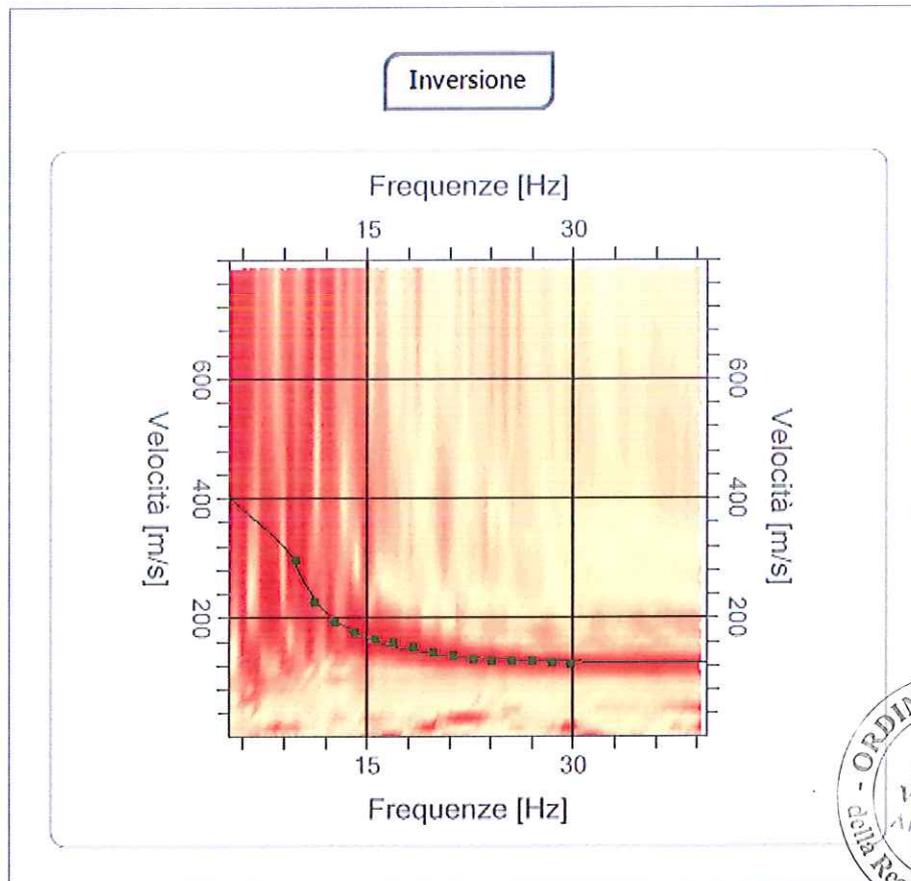
**MASW 1**

**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9,9	295,4	0
2	11,3	224,1	0
3	12,7	190,2	0
4	14,2	174,0	0
5	15,6	164,4	0
6	17,0	156,3	0
7	18,5	148,1	0
8	19,9	140,4	0
9	21,3	134,1	0
10	22,8	129,9	0
11	24,2	127,7	0
12	25,6	126,6	0
13	27,1	125,5	0
14	28,5	123,7	0
15	29,9	122,4	0

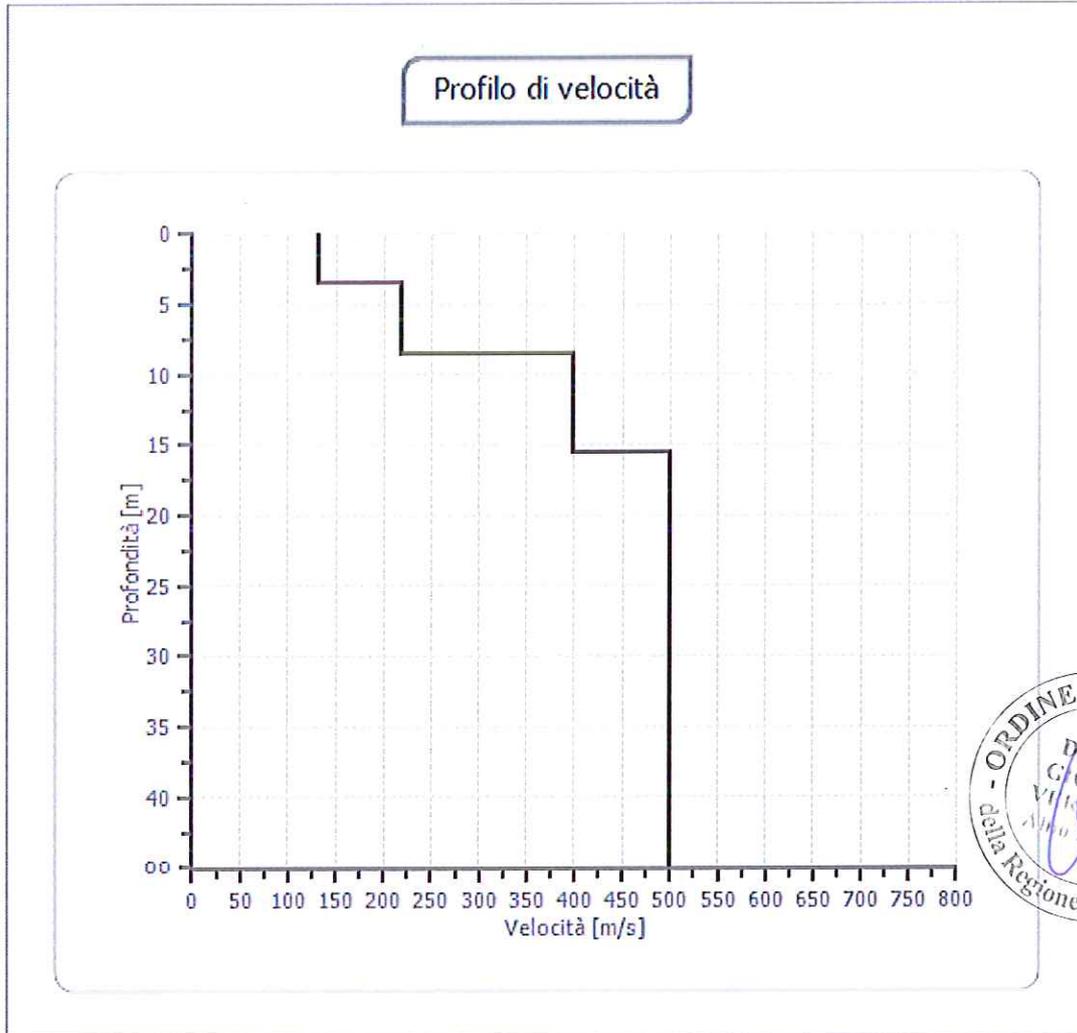


MASW 1



Strato n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]
1	3,50	3,50	130,4
2	8,50	5,01	218,7
3	15,50	7,00	398,4
4	oo	oo	500,0

**MASW 1**

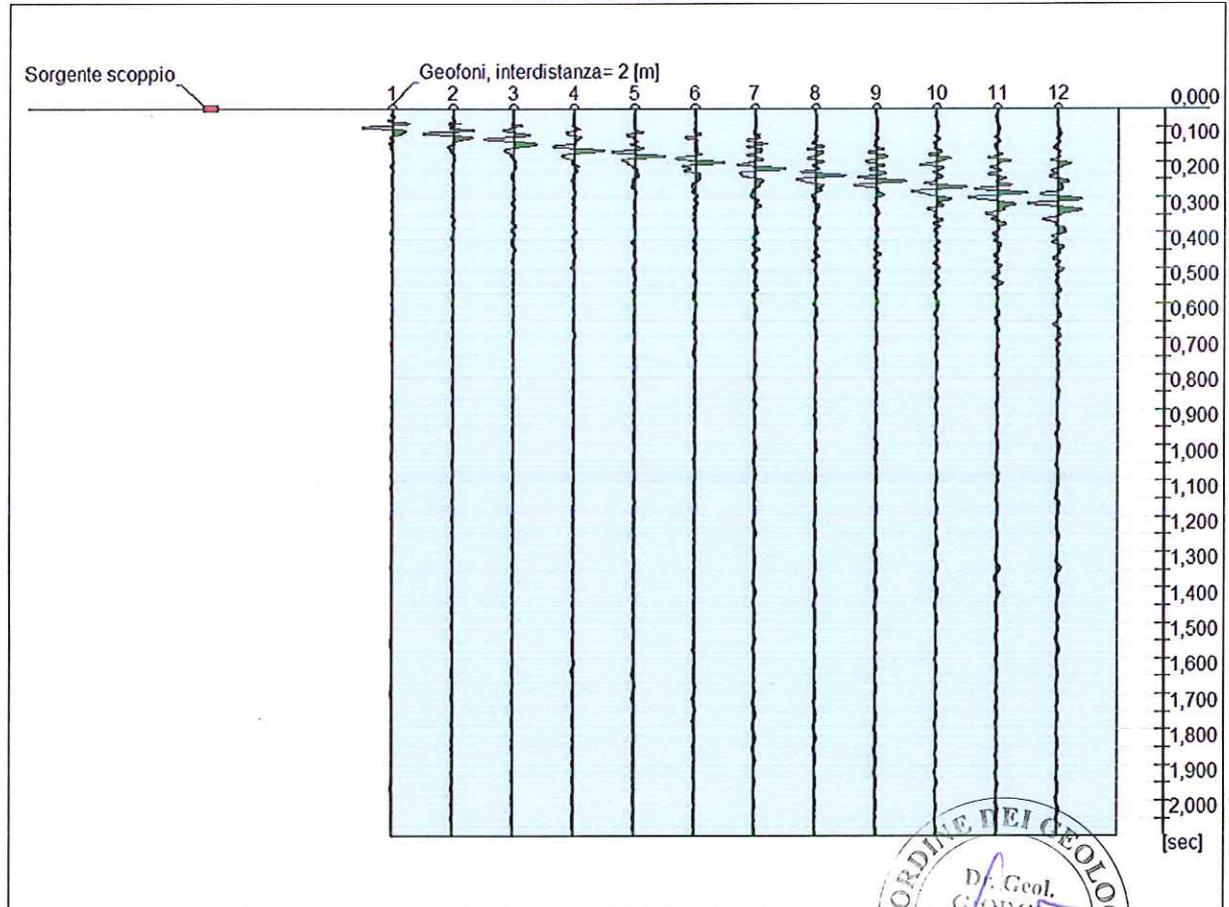


**Calcolo del  $V_{S,eq}$**

	Profondità		Spessore strato m	Vs strato m/s	Spessore/Velocità $h_i / V_{S,i}$
	da m	a m			
Strato_1	0	3,5	3,50	130,40	0,0268
Strato_2	3,5	8,5	5,00	218,70	0,0229
Strato_3	8,5	15,5	7,00	398,40	0,0176
Strato_4	15,5	30	14,50	500,00	0,0290
				$\sum h_i / V_{S,i}$	0,0963
				$V_{S,eq} = V_{S,30}$ (m/s)	311,6

MASW 2

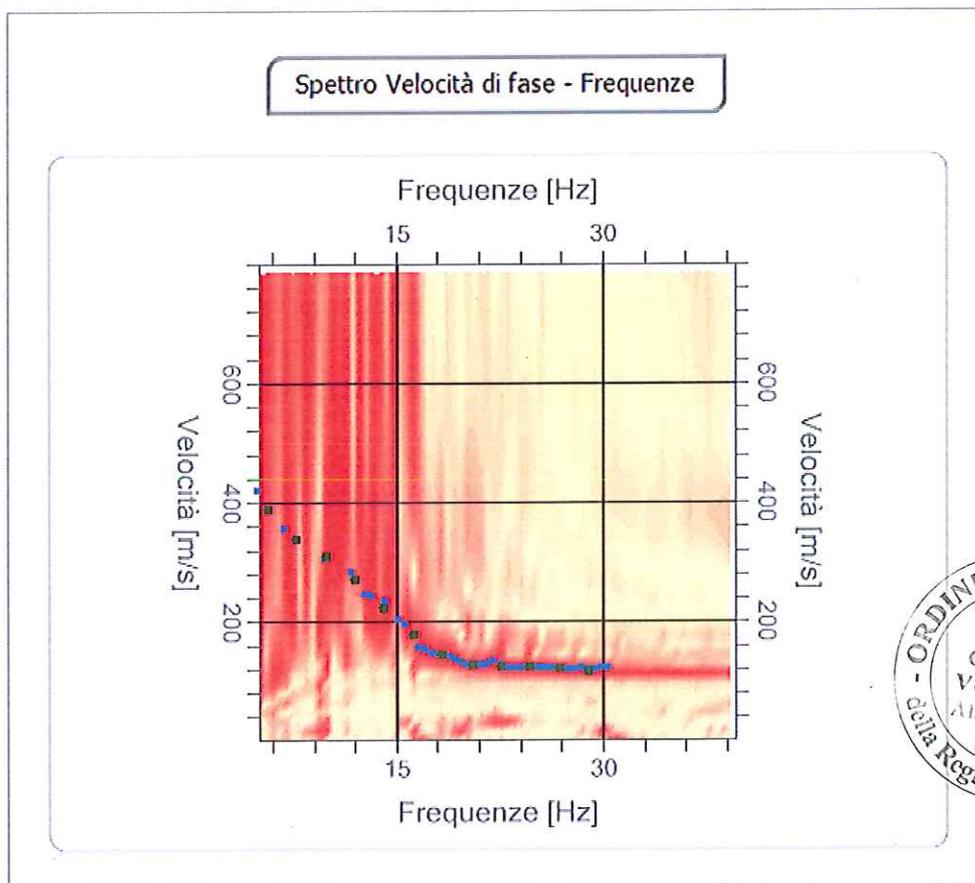
Tracce sismiche



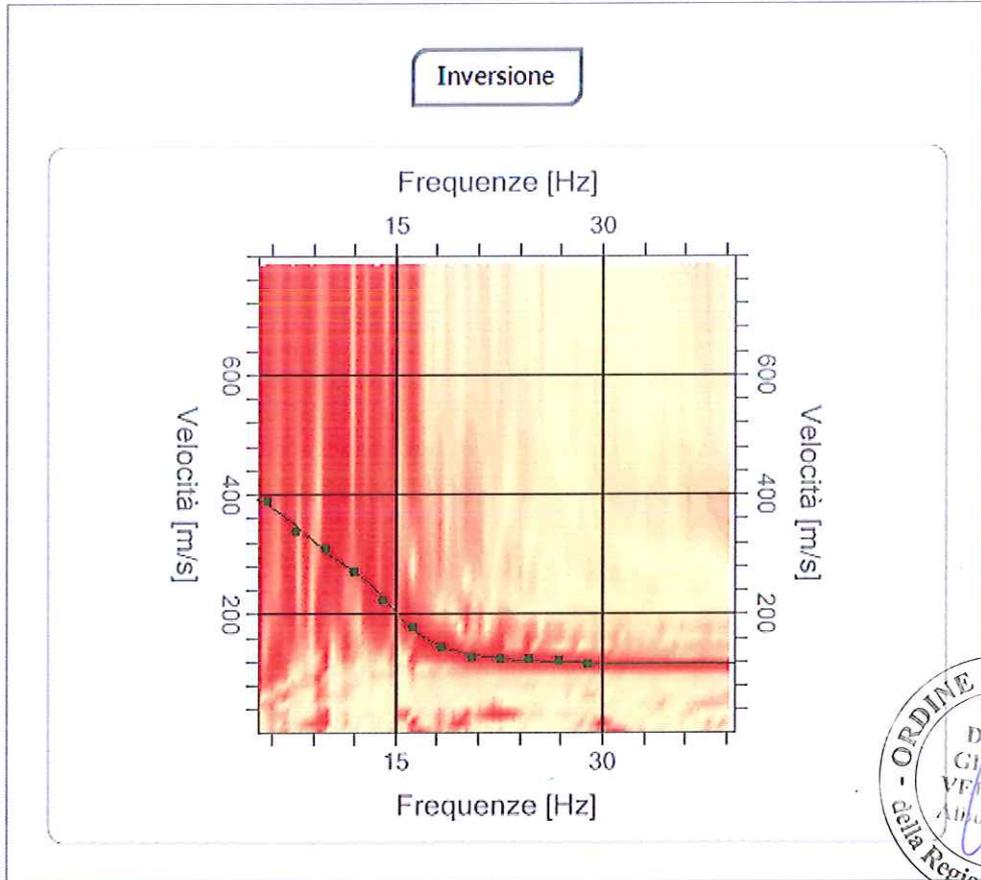
MASW 2

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5,7	386,8	0
2	7,8	338,3	0
3	9,9	308,7	0
4	12,1	270,5	0
5	14,2	223,0	0
6	16,3	176,8	0
7	18,4	142,9	0
8	20,5	126,2	0
9	22,6	123,0	0
10	24,7	123,6	0
11	26,9	120,7	0
12	29,0	115,8	0

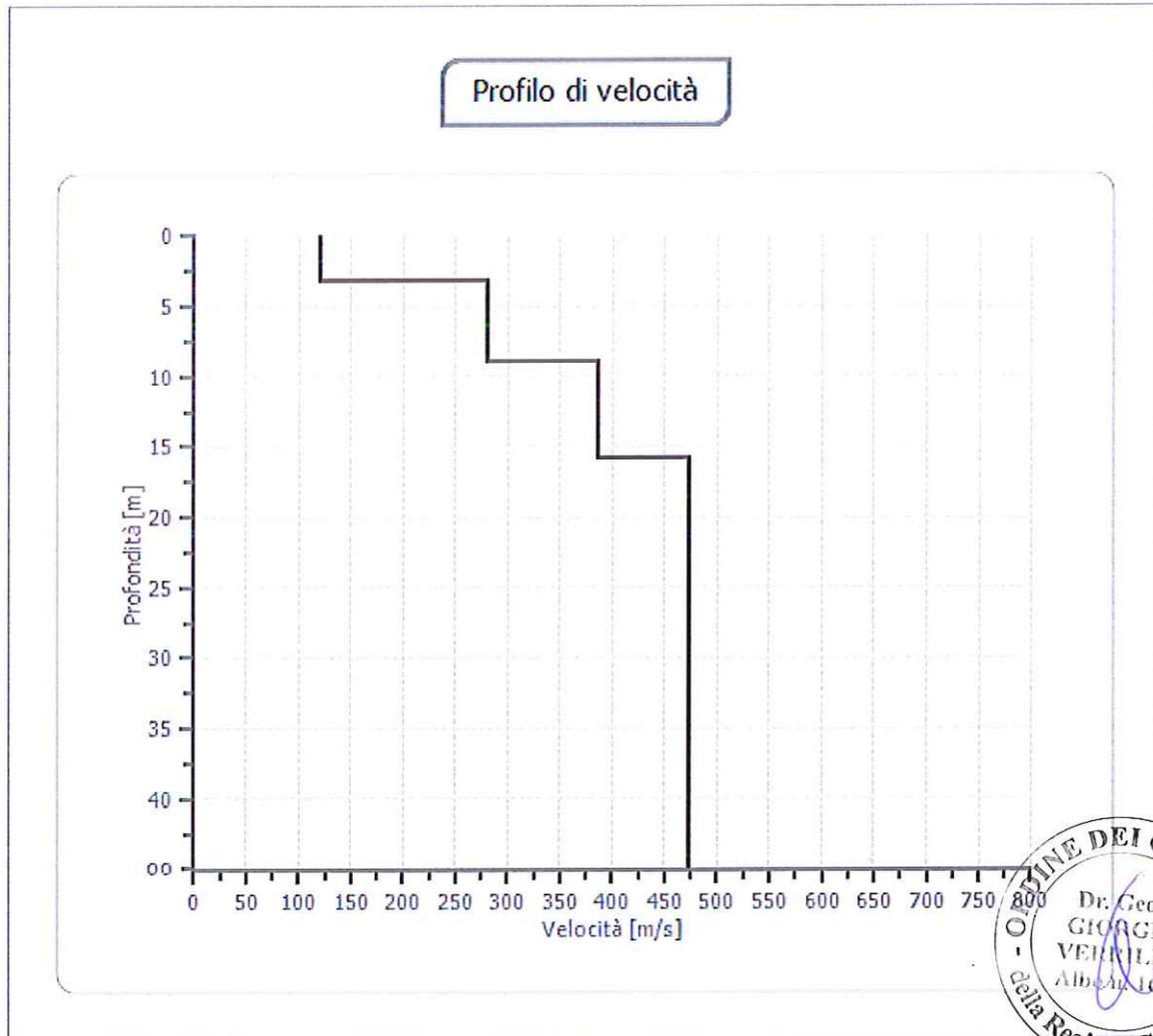


MASW 2



Strato n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]
1	3,30	3,30	120,4
2	8,90	5,60	281,1
3	15,80	6,90	385,9
4	oo	oo	473,3

MASW 2



Calcolo del  $V_{S,eq}$

	Profondità		Spessore strato m	Vs strato m/s	Spessore/Velocità $h_i / V_{S,i}$
	da m	a m			
Strato_1	0	3,3	3,30	120,40	0,0274
Strato_2	3,3	8,9	5,60	281,10	0,0199
Strato_3	8,9	15,8	6,90	385,90	0,0179
Strato_4	15,8	30	14,20	473,30	0,0300
				$\sum h_i / V_{S,i}$	0,0952
				$V_{S,eq} = V_{S,30}$ (m/s)	315,1



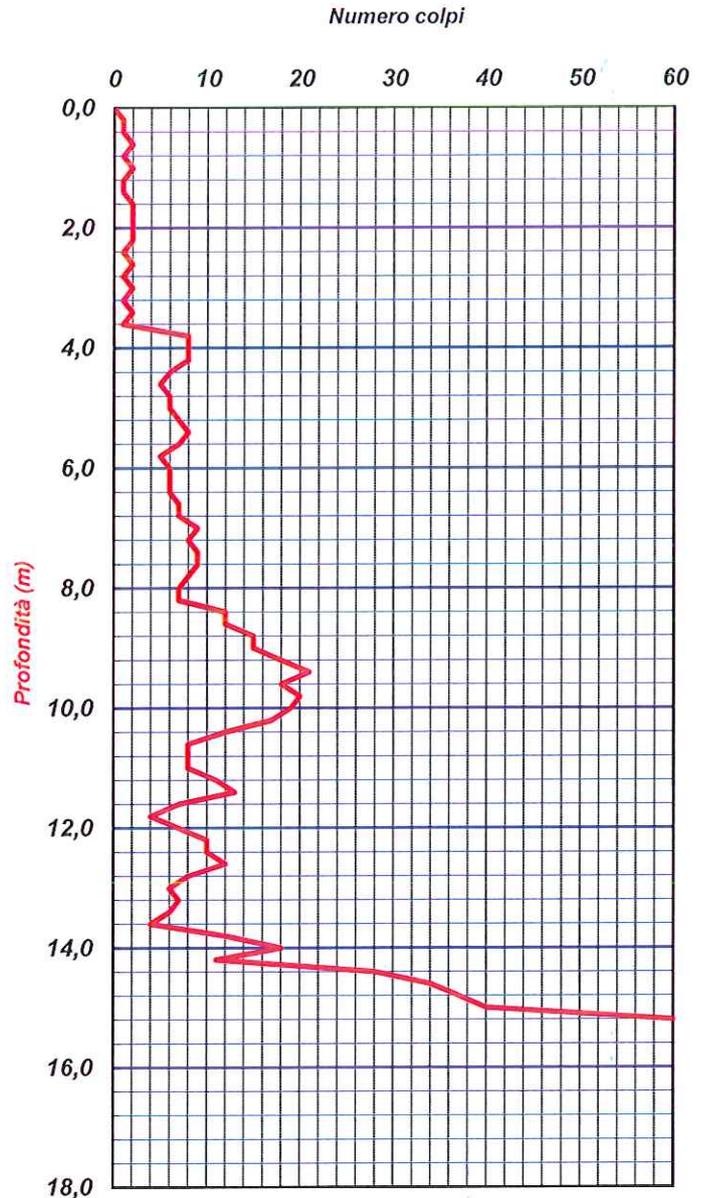
**I. Geo. s.a.s.**

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH**

COMMITTENTE:	Geol. Giorgio Verrillo p/c di MD Spa			N° Certificato	1152/18
OGGETTO:	Realizzazione capannoni commerciali.			Sigla Prova	DPSH 1
LOCALITA':	Via Antica Giardini snc - Comune di Giugliano in Campania (NA)			Data emissione	24/07/2018
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,3 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Falda	
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 40.932048° N		Long: 14.213259° E	Pagina	1/1
DATA ESECUZIONE PROVA:	24/07/2018	campione indisturbato (m)			

Prof.	num. Colpi						
0,00	0	8,20	7				
0,20	1	8,40	12				
0,40	1	8,60	12				
0,60	2	8,80	15				
0,80	1	9,00	15				
1,00	2	9,20	18				
1,20	1	9,40	21				
1,40	1	9,60	18				
1,60	2	9,80	20				
1,80	2	10,00	19				
2,00	2	10,20	17				
2,20	2	10,40	12				
2,40	1	10,60	8				
2,60	2	10,80	8				
2,80	1	11,00	8				
3,00	2	11,20	11				
3,20	1	11,40	13				
3,40	2	11,60	7				
3,60	1	11,80	4				
3,80	8	12,00	7				
4,00	8	12,20	10				
4,20	8	12,40	10				
4,40	6	12,60	12				
4,60	5	12,80	8				
4,80	6	13,00	6				
5,00	6	13,20	7				
5,20	7	13,40	6				
5,40	8	13,60	4				
5,60	7	13,80	12				
5,80	5	14,00	18				
6,00	6	14,20	11				
6,20	6	14,40	28				
6,40	6	14,60	34				
6,60	7	14,80	37				
6,80	7	15,00	40				
7,00	9	15,20	60				
7,20	8						
7,40	9						
7,60	9						
7,80	8						
8,00	7						



**LEGENDA**

Prof. = profondità dal piano campagna (m)  
num. colpi. = numero di colpi

Il direttore tecnico  
Dott. Geol. **I. GEO. S.a.s.** D'Onofrio  
di D'Onofrio Giuseppe & C.  
Via A. Moro, 2 - Pastorano(Ce)  
P. Iva e C. F. 01956710618



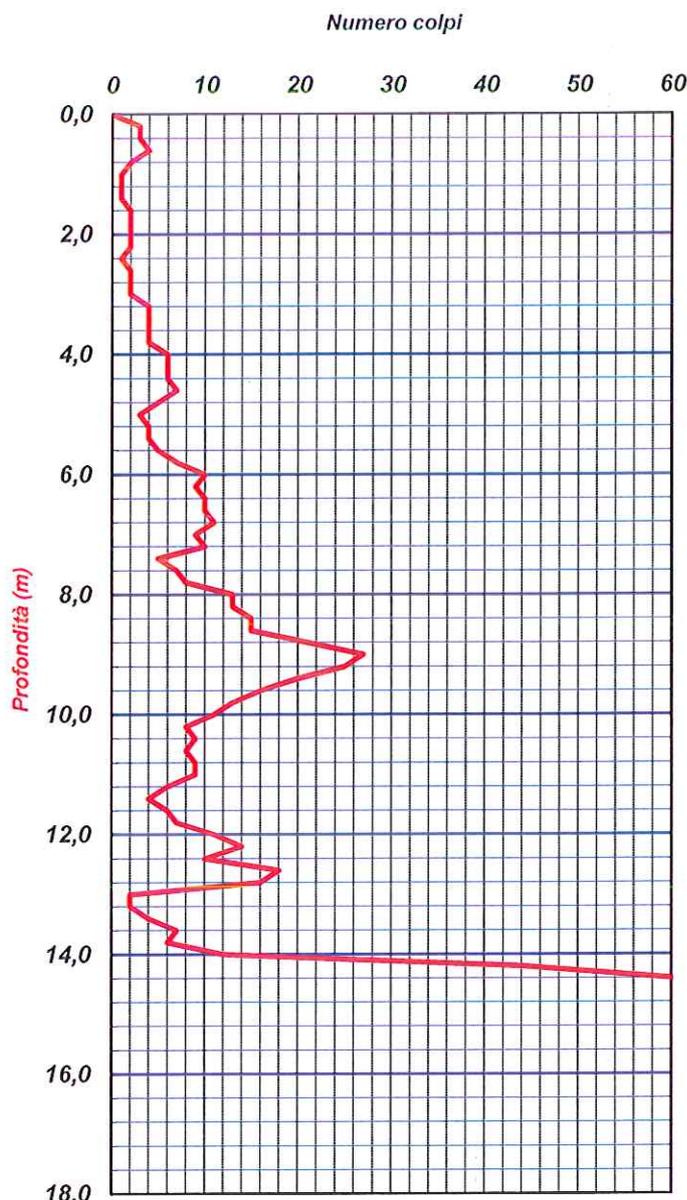
I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P. Iva : 01956710618

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH**

COMMITTENTE:	Geol. Giorgio Verrillo p/c di MD Spa			N° Certificato	1153/18
OGGETTO:	Realizzazione capannoni commerciali.			Sigla Prova	DPSH 2
LOCALITA':	Via Antica Giardini snc - Comune di Giugliano in Campania (NA)			Data emissione	24/07/2018
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,3 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Falda	
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 40.932203° N		Long: 14.213897° E	Pagina	1/1
DATA ESECUZIONE PROVA:	24/07/2018	campione indisturbato (m)			

Prof.	num. Colpi						
0,00	0	8,20	13				
0,20	3	8,40	15				
0,40	3	8,60	15				
0,60	4	8,80	21				
0,80	2	9,00	27				
1,00	1	9,20	25				
1,20	1	9,40	20				
1,40	1	9,60	16				
1,60	2	9,80	13				
1,80	2	10,00	11				
2,00	2	10,20	8				
2,20	2	10,40	9				
2,40	1	10,60	8				
2,60	2	10,80	9				
2,80	2	11,00	9				
3,00	2	11,20	6				
3,20	4	11,40	4				
3,40	4	11,60	6				
3,60	4	11,80	7				
3,80	4	12,00	11				
4,00	6	12,20	14				
4,20	6	12,40	10				
4,40	6	12,60	18				
4,60	7	12,80	16				
4,80	5	13,00	2				
5,00	3	13,20	2				
5,20	4	13,40	4				
5,40	4	13,60	7				
5,60	5	13,80	6				
5,80	7	14,00	12				
6,00	10	14,20	44				
6,20	9	14,40	60				
6,40	10						
6,60	10						
6,80	11						
7,00	9						
7,20	10						
7,40	5						
7,60	7						
7,80	8						
8,00	13						



**LEGENDA**

Prof. = profondità dal piano campagna (m)  
num. colpi. = numero di colpi

Il direttore tecnico,  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio  
di D'Onofrio Giuseppe & C.  
Via A. Moro, 2 - Pastorano (CE)  
P. Iva e C. F. 01956710618



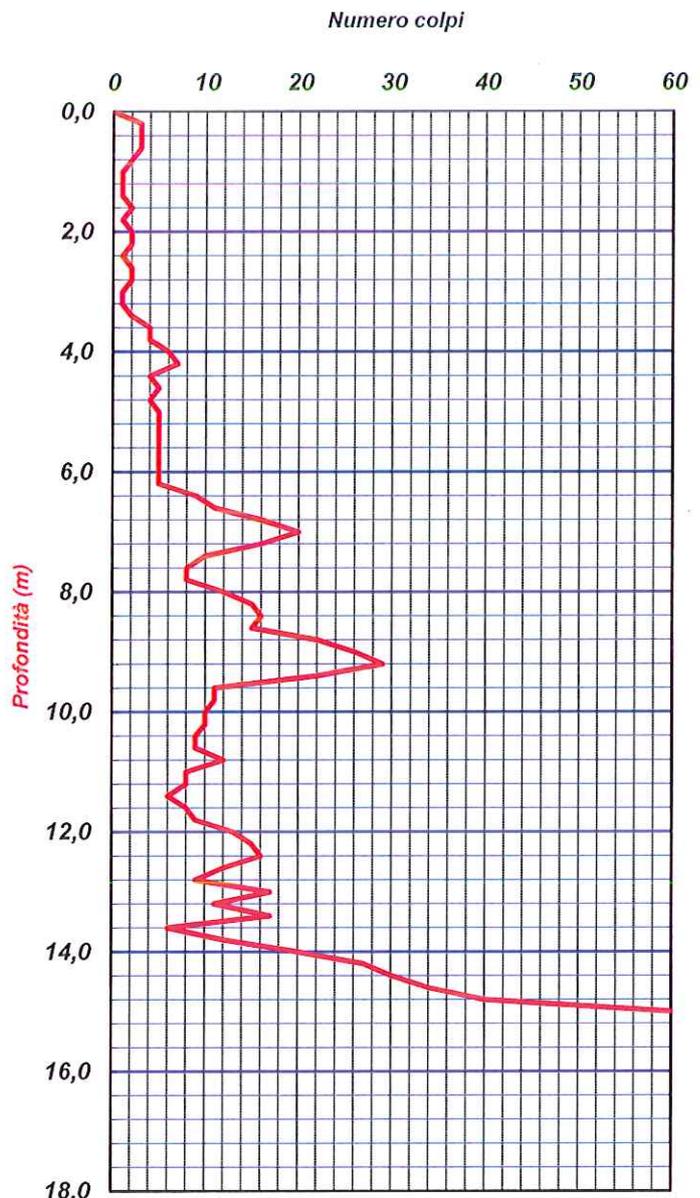
**I. Geo. s.a.s.**

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.Iva : 01956710618

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH**

COMMITTENTE:	Geol. Giorgio Verrillo p/c di MD Spa			N° Certificato	1154/18
OGGETTO:	Realizzazione capannoni commerciali.			Sigla Prova	DPSH 3
LOCALITA':	Via Antica Giardini snc - Comune di Giugliano in Campania (NA)			Data emissione	24/07/2018
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,3 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Falda	
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 40.932256° N		Long: 14.213647° E	Pagina	1/1
DATA ESECUZIONE PROVA:	24/07/2018	campione indisturbato (m)			

Prof.	num. Colpi						
0,00	0	8,20	15				
0,20	3	8,40	16				
0,40	3	8,60	15				
0,60	3	8,80	22				
0,80	2	9,00	26				
1,00	1	9,20	29				
1,20	1	9,40	22				
1,40	1	9,60	11				
1,60	2	9,80	11				
1,80	1	10,00	10				
2,00	2	10,20	10				
2,20	2	10,40	9				
2,40	1	10,60	9				
2,60	2	10,80	12				
2,80	2	11,00	8				
3,00	1	11,20	8				
3,20	1	11,40	6				
3,40	2	11,60	8				
3,60	4	11,80	9				
3,80	4	12,00	13				
4,00	6	12,20	15				
4,20	7	12,40	16				
4,40	4	12,60	12				
4,60	5	12,80	9				
4,80	4	13,00	17				
5,00	5	13,20	11				
5,20	5	13,40	17				
5,40	5	13,60	6				
5,60	5	13,80	12				
5,80	5	14,00	20				
6,00	5	14,20	27				
6,20	5	14,40	30				
6,40	9	14,60	34				
6,60	11	14,80	40				
6,80	16	15,00	60				
7,00	20						
7,20	16						
7,40	10						
7,60	8						
7,80	8						
8,00	12						



**LEGENDA**

Prof. = profondità dal piano campagna (m)  
 num. colpi. = numero di colpi

Il direttore tecnico  
 Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio  
**I.GEO.S.A.S.**  
 di D'Onofrio Giuseppe & C.  
 Via A. Moro, 2 - Pastorano (Ce)  
 P. Iva e C. F. 01956710618



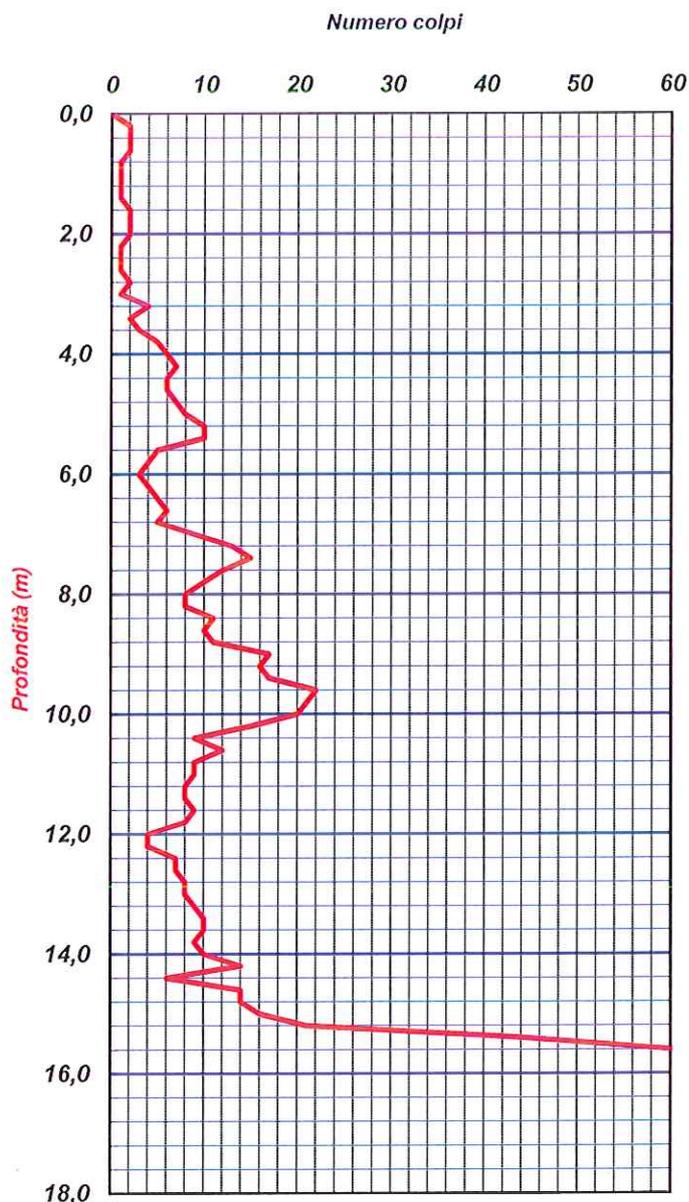
**I. Geo. s.a.s.**

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali  
Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202  
E-Mail: igeo2004@virgilio.it – P.lva : 01956710618

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH**

COMMITTENTE:	Geol. Giorgio Verrillo p/c di MD Spa			N° Certificato	1155/18
OGGETTO:	Realizzazione capannoni commerciali.			Sigla Prova	DPSH 4
LOCALITA':	Via Antica Giardini snc - Comune di Giugliano in Campania (NA)			Data emissione	24/07/2018
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,3 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Falda	
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 40.931889° N		Long: 14.213831° E	Pagina	1/1
DATA ESECUZIONE PROVA:	24/07/2018	campione indisturbato (m)			

Prof.	num. Colpi						
0,00	0	8,20	8				
0,20	2	8,40	11				
0,40	2	8,60	10				
0,60	2	8,80	11				
0,80	1	9,00	17				
1,00	1	9,20	16				
1,20	1	9,40	17				
1,40	1	9,60	22				
1,60	2	9,80	21				
1,80	2	10,00	20				
2,00	2	10,20	15				
2,20	1	10,40	9				
2,40	1	10,60	12				
2,60	1	10,80	9				
2,80	2	11,00	9				
3,00	1	11,20	8				
3,20	4	11,40	8				
3,40	2	11,60	9				
3,60	3	11,80	8				
3,80	5	12,00	4				
4,00	6	12,20	4				
4,20	7	12,40	7				
4,40	6	12,60	7				
4,60	6	12,80	8				
4,80	7	13,00	8				
5,00	8	13,20	9				
5,20	10	13,40	10				
5,40	10	13,60	10				
5,60	5	13,80	9				
5,80	4	14,00	10				
6,00	3	14,20	14				
6,20	4	14,40	6				
6,40	5	14,60	14				
6,60	6	14,80	14				
6,80	5	15,00	16				
7,00	9	15,20	21				
7,20	13	15,40	44				
7,40	15	15,60	60				
7,60	12						
7,80	10						
8,00	8						



**LEGENDA**

Prof. = profondità dal piano campagna (m)  
num. colpi. = numero di colpi

Il direttore tecnico  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio  
**I.GEO.S.a.s.**  
di D'Onofrio Giuseppe & C.  
Via A. Moro, 2 - Pastorano (Ce)  
P. lva e C. F. 01956710618