COMUNE DI SUBIACO

P.zza S.Andrea, 1 00028 Subiaco (RM) Tel. 07748161 Fax 0774822370
P.IVA 02300621006 C.F. 86000560580 info@comunesubiaco.com
PEC: areaamministrativa@pec.comunesubiaco.com

Città Metropolitana di Roma Capitale

PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL CENTRO DI RACCOLTA -ISOLA ECOLOGICA

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO:

06

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA:

PROGETTISTA: Arch. Roberto Simonelli
Collaboratrice: Arch. Laura Rosella
Geologo: Dott. Geol. Marco Vinci

IL RUP: Arch. Daniele Cardoli

DATA:

Novembre 2019

VISTI E ANNOTAZIONI:

SUBIACO

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

PROGETTO di realizzazione Isola Ecologica

Dati Catastali : Foglio 5 particelle 270 e 742

COMMITTENTE:
COMUNE DI SUBIACO

Il Geologo
Marco Vinci

Guidonia Montecelio, 30 dicembre 2019

GeoStudio Vinci
geologia tecnica ambientale e geotermia

Via Andromeda, 17 – 00012 Giudonia Montecelio
Tel / Fax 0774/572040
mail. segreteria@geostudiovinci.com
www.geostudiovinci.com

Dott. Geol. Marco Vinci
GEOSTUDIO VINCI – Geologia Tecnica Ambientale e Geotermia

INDICE

PREMESSA	PG 2
GEOMORFOLOGIA	PG 4
GEOLOGIA	PG 5
SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE	PG 6
IDROGEOLOGIA	PG 6
INDAGINI ESEGUITE	PG 7
INDAGINI SISMICHE MASW	PG 12
INDAGINE SISMICA HVSR	PG 16
CONCLUSIONI	PG 27

ALLEGATI

Parametrizzazione Geotecnica – Prove DPSH

Tavola 1 Stralcio della Carta Tecnica Regionale CTR

Tavola 2 Stralcio della Carta Geologica

Tavola 3 Stralcio della Carta Idrogeologica

Tavola 4 Sintesi dei parametri geotecnici associati alla pseudostratificazione

Documentazione Fotografica

PREMESSA

In relazione all'incarico ricevuto dal Comune di Subiaco con determina n.248 del 31/12/2015 è stato effettuato uno studio geologico-sismico per la determinazione delle caratteristiche dell'area di sito sulla quale la committenza intende realizzare la nuova isola ecologica comunale. L'area è ubicata nel territorio del Comune di Subiaco ed è distinta al Catasto Terreni al Foglio 5 particelle 270 e 742 ed è rappresentata alla sezione 376050 della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000.

Al fine di poter fornire utili indicazioni alla progettazione delle strutture, si è deciso di effettuare un rilievo geologico di sito atto ad individuare nel dettaglio le caratteristiche litologiche degli affioramenti presenti nell'area ed ad essa prossimi, una caratterizzazione geotecnica, attraverso l'esecuzione di due prove penetrometrica dinamica leggera per la determinazione delle competenze meccaniche dei depositi terrigeni presenti in sito, nonché una caratterizzazione sismica in ottemperanza a quanto disposto dalla nuova normativa in ambito di costruzioni in area sismica. La Relazione Geologica e di Modellazione Sismica è redatta sulla base delle valutazioni emerse dalle nuove indagini e prove sull'area effettuate e/o pregresse, rispondenti comunque alle nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC) di cui al D.M. 14.1.2008, e deve rispettare le prescrizioni di attuazione contenute nei pareri espressi sugli strumenti urbanistici dalla Regione Lazio, ai sensi dell'art. 89 del DPR n. 380/2001, nonché degli atti di governo del territorio (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - P.A.I.) emanati dall'Autorità di Bacino competenti. La scelta della tipologia delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche eseguite e la loro quantità è stata definita in relazione a quanto indicato nell'Allegato C al Regolamento Regionale Lazio 14/2016, con il quale si individuano le indagini minime da eseguire in relazione a 3 Livelli di Vulnerabilità dell'Opera (Basso, Medio, Alto), in funzione della zona sismica e della classificazione del progetto, secondo lo schema di seguito riportato. La Nuova Classificazione sismica relativa al Comune di Subiaco identifica una Zona sismica 2 sottozona B. In virtù di questo ed in relazione alla Classe d'Uso attribuita dal progettista all'opera da realizzare, ne deriva un Livello di vulnerabilità dell'opera Medio. Con riferimento a ciascun Livello di Vulnerabilità dell'Opera, si fornisce un elenco di indagini e prove minime, desunte dal Cap. 6 del D.M. 14.1.2008 e Circolare 2.2.2009, da effettuare per le opere di cui agli artt. 3 e 6 del Regolamento, localizzate sia su terreni sia su roccia compatta affiorante o con substrato roccioso entro i primi 3 metri di profondità.

LIVELLO DI VULNERABILITA' DELL'OPERA

	zona sismica 1	zona sismica 2a	zona sismica 2b	zona sismica 3a	zona sismica 3b
ASSEVERAZIONI	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A SORTEGGIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso II; classe d'uso III, escluse le strutture per l'istruzione - DGRL n. 489/2012)	ALTO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso III - strutture per l'istruzione; classe d'uso IV e opere pubbliche)	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

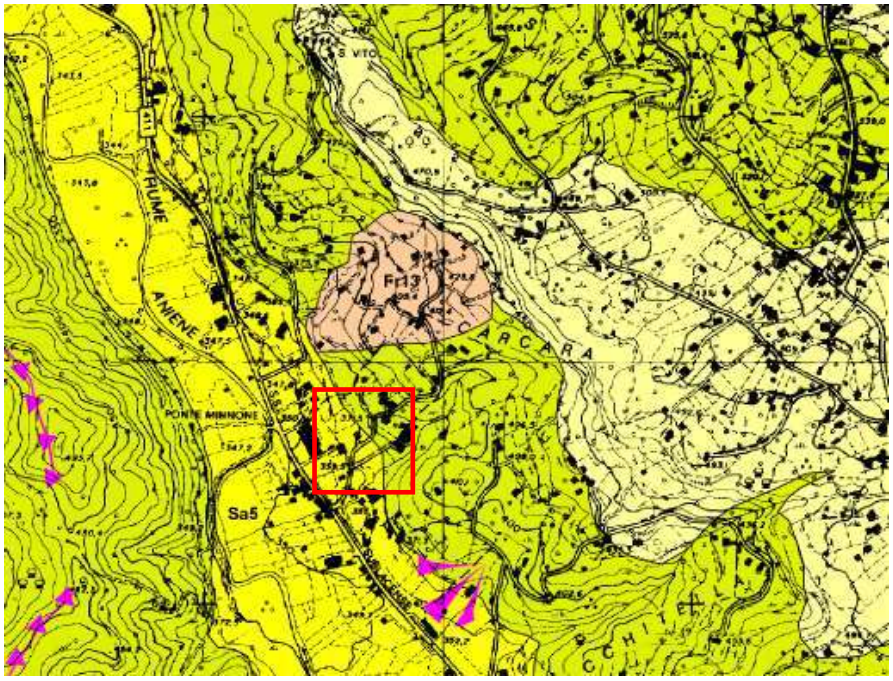
Livello di Vulnerabilità dell'Opera **Medio**	**SU TERRENI:** Dovranno eseguirsi: • Almeno **1 sondaggio geognostico** con prove SPT in foro **oppure** almeno **2 prove penetrometriche** di tipo statico (CPT, CPTE, CPTU) o dinamico (DPH, DPSH) per una profondità almeno pari al volume significativo; • **Prove di laboratorio** per la definizione delle caratteristiche fisiche e meccaniche; • Almeno **2 prove geofisiche indirette** (tipo MASW, SASW, ecc.) per il calcolo delle V_{s30}; • **Verifiche di stabilità** ante e post operam dei versanti, laddove necessario. **SU ROCCIA COMPATTA AFFIORANTE O CON SUBSTRATO ROCCIOSO ENTRO I PRIMI 3 MT DI PROFONDITÀ:** Dovranno eseguirsi: • Almeno **1 prova geofisica indiretta** (tipo MASW, SASW, ecc.) per il calcolo delle V_{s30}; • **Verifiche di stabilità** ante e post operam dei versanti, laddove necessario.

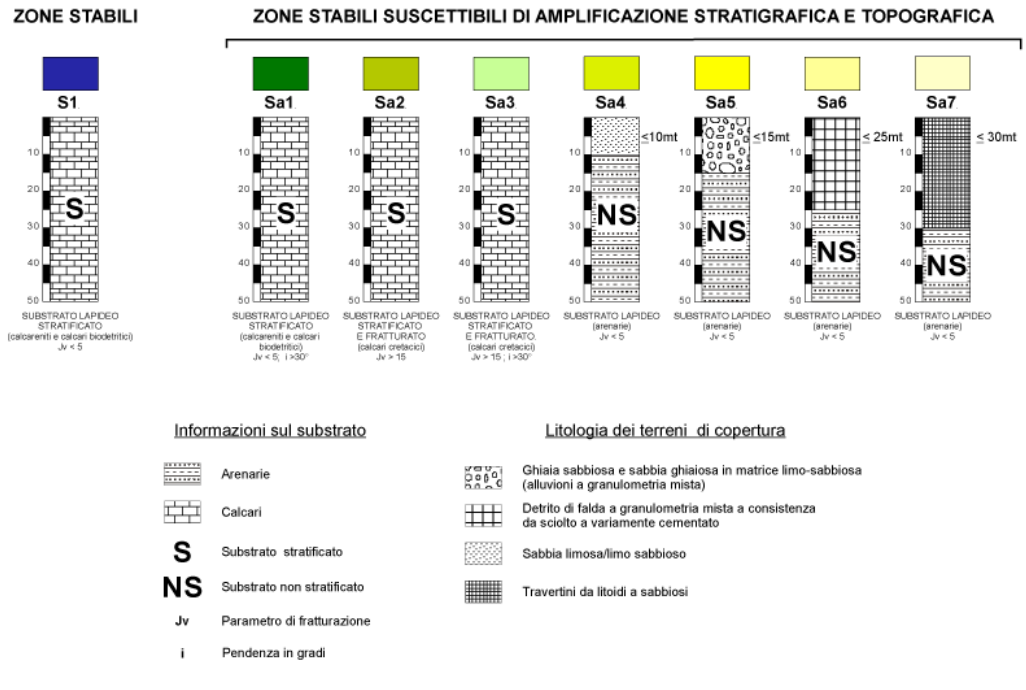
Verifiche di stabilità ante e post operam non sono ritenute necessarie viste le caratteristiche dell'intervento in progetto e l'assetto morfologico di sito.

GEOMORFOLOGIA

L'area in studio è posta nell'immediata vicinanza del centro abitato di Subiaco in una zona caratterizzata da pendenze molto modeste vista la vicinanza con il fondo valle della piana alluvionale del Fiume Aniene. L'area di indagine è morfologicamente caratterizzata dalla presenza di rilievi, con quote massime superiori a 600 m s.l.m., separati da valli percorse da fossi perenni ed effimeri. L'area di sito su sui si intende realizzare l'opera è posta ad una quota di circa 360 m s.l.m. e costituisce la porzione terminale del versante in riva destra del Fiume Aniene.

Estratto Livello 1 di Microzonazzione sismica del Comune di Subiaco con indicazione dell'area di intervento.





GEOLOGIA

L'area di sito è per l'70% occupata terreni incolti, boschi e pascoli e per il restante 30 % occupata da colture agricole e nuclei abitati. L'attuale morfologia si è determinata come conseguenza dell'accumulo di depositi sedimentari di origine marina e solo localmente da depositi piroclastici prodottisi nella fase parossistica eruttiva del vulcanesimo laziale che ha ricoperto le preesistenti formazioni sedimentarie della piattaforma carbonatica e della transizione sabina, come è il caso delle piroclastici di Vicovaro. Localmente i depositi piroclastici sono ascrivibili a piccoli centri autoctoni come il caso di Civita di Oricola nella Piana del Cavaliere. A quanto detto nelle aree topograficamente più depresse ed in prossimità dei principali reticoli idrografici si sviluppano depositi del complesso alluvionale recente nel quale sono presenti argille, sabbie, ghiaie e depositi concrezionari. Alla creazione di questo paesaggio hanno contribuito anche le caratteristiche litologiche dei terreni in sito che risultano facilmente modellabili dagli agenti esogeni. L'asseto morfologico testimonia la presenza di una ampia forma valliva con direzione NW-SE, generata dal Fiume Aniene.

Per la posizione geografica il territorio esaminato, rispetto alle zone circostanti, risulta per la quasi totalità naturalmente protetto da possibili esondazioni anche durante piogge intense, pur esistendo un bacino imbrifero di monte di interessante estensione; soltanto alcune aree di modesta estensione, a sud dell'area di sito potrebbero essere interessate da fenomeni esondativi nel caso di piene che interessino il reticolo idrografico dei fossi effimeri tributari del Fiume Aniene.
La presenza di scarpate ad andamento verticale, o di accentuata acclività, si è riscontrata esclusivamente lungo le aree spondali del reticolo idrografico a carattere prevalentemente torrentizio o in corrispondenza dei rilievi calcarei e calcarenitici nella zona N dell'area di sito.
Se pur i materiali sciolti presenti in affioramento siano soggetti ad una generalizzata erodibilità che li rende soggetti a possibile incisione superficiale e scarsa stabilità (versanti con pendenze naturali superiori a 20°), l'area non presenta evidenze morfologiche testimonianti movimenti gravitativi o di dissesti generati da processi antropici o naturali.

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE

L'analisi litologica ha permesso di riconoscere, nel sito esaminato, la seguente situazione stratigrafica:

- Copertura superficiale: definita da un deposito di terreno di spessore variabile, con una matrice argilloso-sabbiosa.
- Substrato: costituito da marne arenacee da compatte a sub litoidi.

IDROGEOLOGIA

Nel territorio del Comune di Subiaco, le litologie affioranti si possono dividere in quattro complessi idrogeologici principali, distinti in base alla loro permeabilità.

a) Depositi mediamente permeabili per discontinuità: costituiti dai calcari micritici e calcari marnosi, che si presentano stratificati, fratturati e carsificati.

b) Depositi a medio-bassa permeabilità per discontinuità: costituiti dai calcari marnosi e marne, a permeabilità variabile in funzione della percentuale argillosa.

c) Depositi a media permeabilità per porosità: costituiti dai depositi marnosi, a granulometria variabile da sabbioso-grossolana a limoso-argillosa.

d) Depositi a medio-bassa permeabilità per porosità: costituiti dai depositi sabbioso-limosi e limoso-argillosi eluviali e colluviali, a permeabilità variabile in funzione della percentuale argillosa.

All'interno dei depositi calcarei è presente una falda multistrato, che presenta emergenze a quote diverse, in relazione alla variazione locale di permeabilità dei depositi carbonatici. Queste litologie infatti possiedono una media permeabilità d'insieme, causata dalla presenza di discontinuità legate alla stratificazione, alla fratturazione e al carsismo. Questi fattori concorrono in vario modo a determinare il grado di permeabilità degli affioramenti rocciosi.

La falda acquifera contenuta nei depositi calcarei potrebbe risultare in continuità con la falda acquifera contenuta nei depositi sabbioso-limosi, e sono entrambe drenate dal Fiume Aniene, che in questo tratto si comportano da sorgenti lineari.

INDAGINI ESEGUITE

La scelta della tipologia delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche eseguite e la loro quantità è stata definita in relazione al livello di Rischio Geologico seguendo quanto indicato nell'Allegato C del Regolamento Regionale numero 2 del 07/02/2012, con il quale si individuano le indagini minime da eseguire sulla base delle classi di pericolosità geologica e del rischio geologico del sito interessato. Il Rischio Geologico è stato desunto attraverso la definizione della classe di pericolosità geologica (sulla base della zonazione sismica regionale, delle condizioni geologiche dell'area di sedime e dei vincoli derivanti degli atti di governo del territorio) e delle Classi d'uso delle Opere. Il piano d'indagine effettuato si è costituito di:

- 2 Prove Penetrometriche dinamiche DPSH, in grado di indagare il volume significativo come definito dal DM 14.01.2008 e dalla Circolare 02.02.2009;

- 1 prova geofisica di tipo MASW per il calcolo delle Vs30 ed una HVSR.

Ubicazione dei punti di indagine in relazione alla struttura da realizzare

Prova DPSH Prova HVSR Prova MASW

Elaborazione Prove Penetrometriche DPSH

Nelle schede tecniche di elaborazione delle prove penetrometriche sono indicate tutte le caratteristiche delle attrezzature utilizzate e l'elaborazione dei principali parametri geotecnici dei terreni attraversati dall'indagine. L'ubicazione delle prove ha permesso di analizzare nel dettaglio un volume significato per quanto concerne l'iterazione tra struttura da realizzare e sottosuolo.

Tecnicamente una prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi N necessari per l'avanzamento.

L'elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una eventuale correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

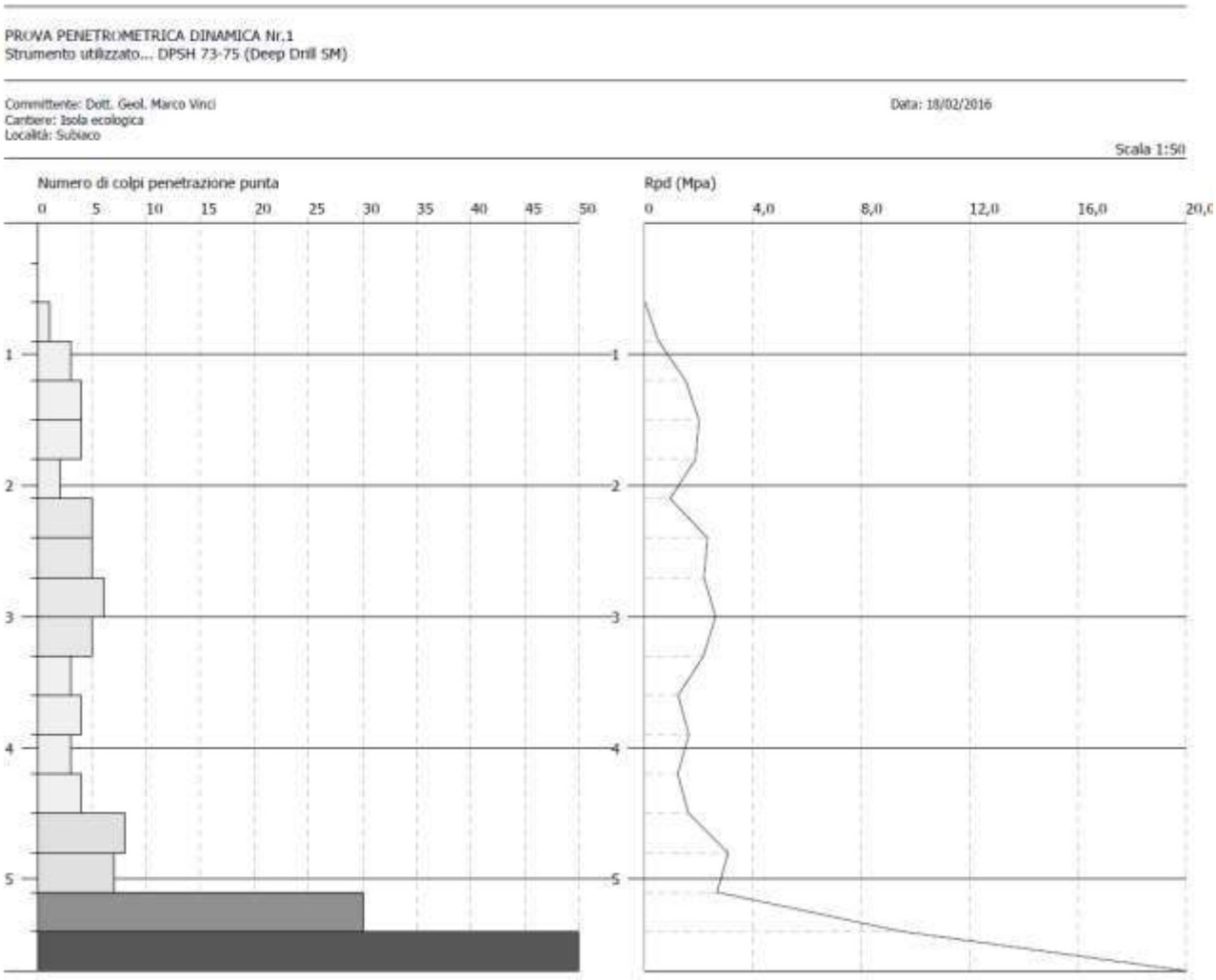
L'indicazione principale che si ricava da queste prove è il valore della resistenza dinamica alla punta (Rpd) la quale è definita mediante la seguente relazione:

$$\mathbf{Rpd = M^2H/AE(M+P)}$$

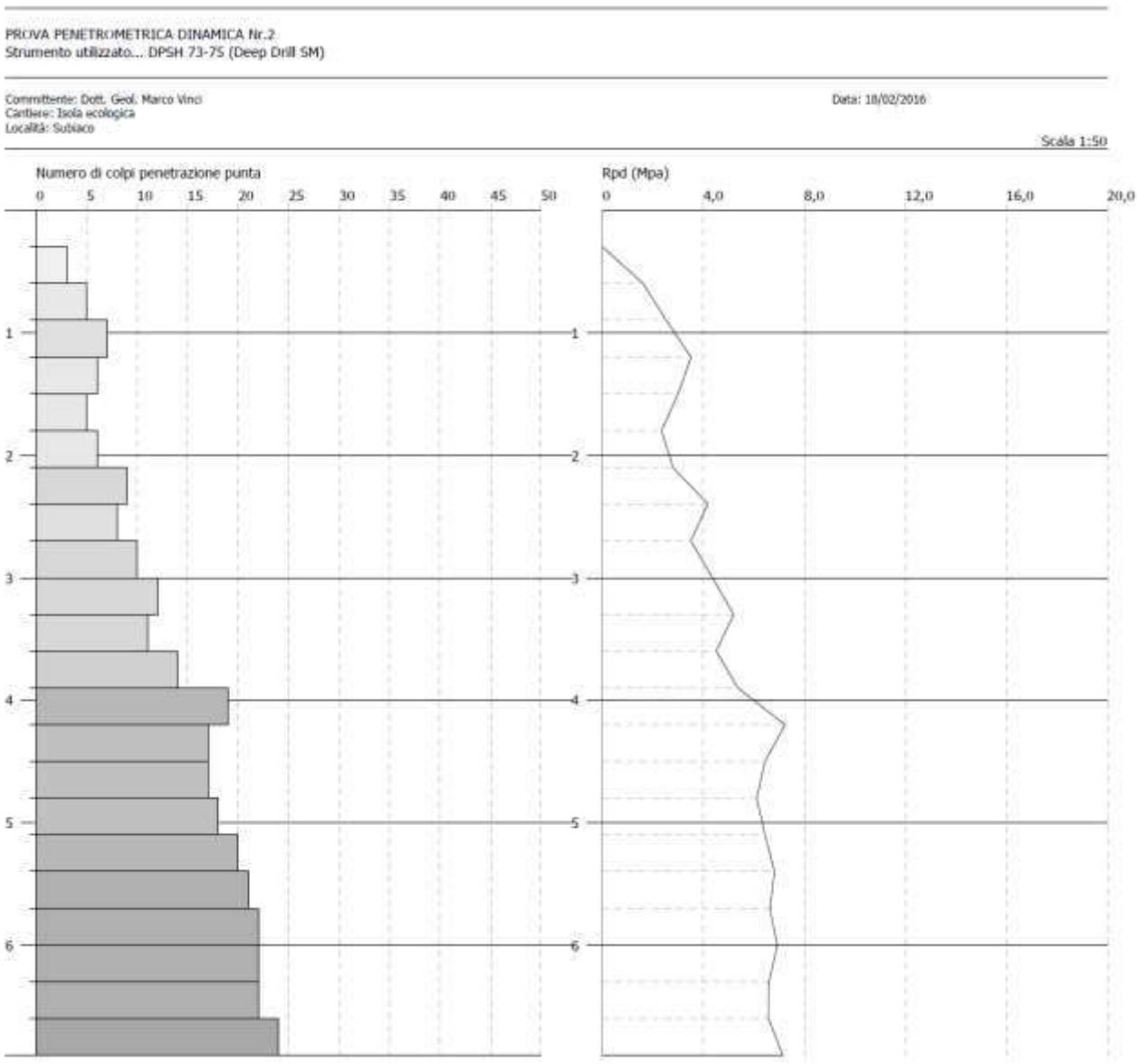
dove:

Rpd= resistenza alla punta dinamica, **M**= peso del maglio, **H**= altezza di caduta libera, **A** = superficie della punta, **E**= profondità di infissione per colpo, **P**= peso delle aste alla profondità considerata

Di seguito sono riportate le diagrafie che sintetizzano per le due verticali di prova l'andamento della resistenza meccanica dei terreni con la profondità. Osservando i grafici è possibile sottolineare che la resistenza offerta dal terreno tende ad aumentare con la profondità.


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH 73-75 (Deep Drill SM)
Committente: Dott. Geol. Marco Vinci
Cantiere: Isola ecologica
Località: Subiaco
Data: 18/02/2016
Scala 1:50
Numero di colpi penetrazione punta
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
Rpd (Mpa)
0 4,0 8,0 12,0 16,0 20,0
1
2
3
4
5

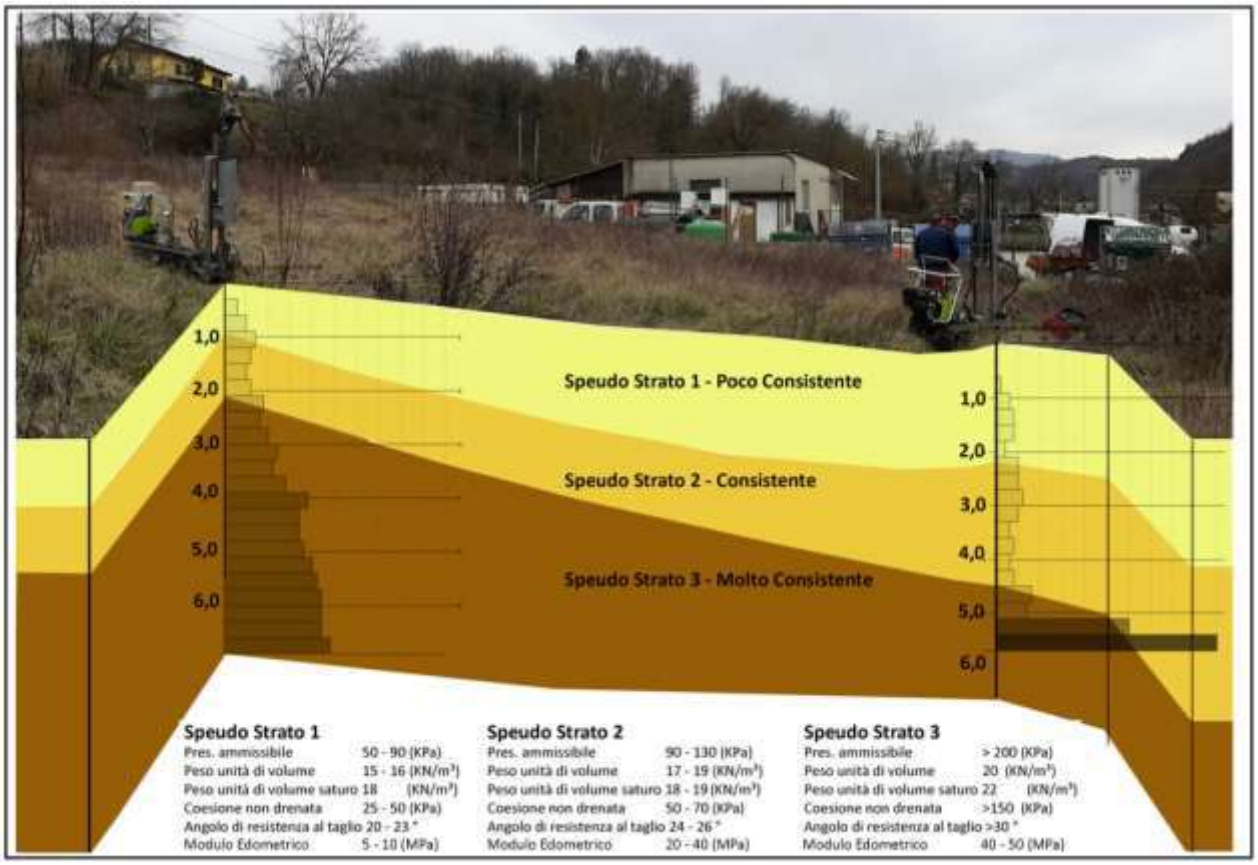
Prova DPSH 1



Prova DPSH 2

La paramentrizzazione geotecnica dei deposti attraversati è stata condotta fornendo per ogni pseudostrato di riferimento (30 cm di spessore) i dati derivabili dall'applicaizone delle formule di correlazione calibrate per l'apparecchiatura utilizzata. La natura del sottosuolo è correlabile ad un deposito a comportamento misto granulare e coesivo. Si sottolinea che la suddivisione in pseudo strati non va considerata come una vera e propria suddivisione stratigrafica, ma bensì come una suddivisione arbitraria ottenuta sulla base del comportamento meccanico dei terreni attraversati dalla prova. La puntualità della prova rimane chiaramente una specificità del sistema di investigazione del sottosuolo. Il limite inferiore posto in profondità al quale la prova tende ad interrompersi è determinato dalla capacità di avanzamento dell'apparecchiatura utilizzata per la realizzazione dell'indagine. L'andamento delle resistenze meccaniche aumenta con la profondità

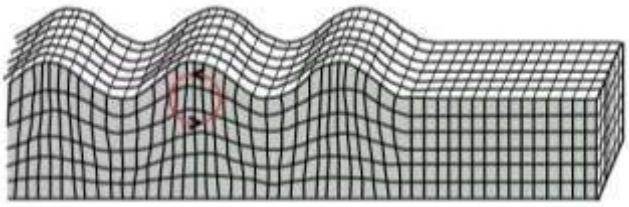
in entrambe le verticali di prova. Dalla profondità di 4 metri dal p.c. i valori di numero di colpi per l'avanzamento della prova indicano la presenza di materiali con alte resistenze meccaniche. La prova DPSH1 è stata realizzata ad una quota topografica di 350 m s.l.m. mentre la DPSH2 alla quota di 352 m s.l.m. Correlando le risultanze delle prove è possibile evidenziare come i materiali attraversati si presentino sostanzialmente omogenei nello spazio. Per la caratterizzazione geotecnica si riporta di seguito uno schema di sintesi dei comportamenti meccanici ricostruiti con la profondità e si rimanda alle tabelle di parametrizzazione in allegato per quanto riguarda l'attribuzione di parametri geotecnici ad ogni pseudo strato di spessore pari a 30 cm con tutte le principali interpretazioni applicabili al sistema di indagine.



INDAGINI SISMICHE MASW

- In corrispondenza di una zona che sarà destinata ad isola ecologica nel territorio del comune di Subiaco è stata eseguita un'indagine geofisica finalizzata alla la stima della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS,30. Sono state eseguite le seguenti tipologie di indagine (ubicazione in allegato):
- uno stendimento di indagine di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)
- una stazione di indagine di tipo HVSR collocata in prossimità dello stendi mento MASW

Il metodo MASW è una tecnica di indagine sismica che, attraverso la misura delle onde superficiali, consente di individuare la variazione delle velocità delle onde di taglio V_S con la profondità. Le onde superficiali di Rayleigh sono prodotte dall'accoppiamento di un onda di volume compressiva P con un'onda di taglio polarizzata sul piano verticale SV. Le onde di Rayleigh determinano un moto ellittico sul piano radiale delle particelle.



Propagazione onda di Rayleigh

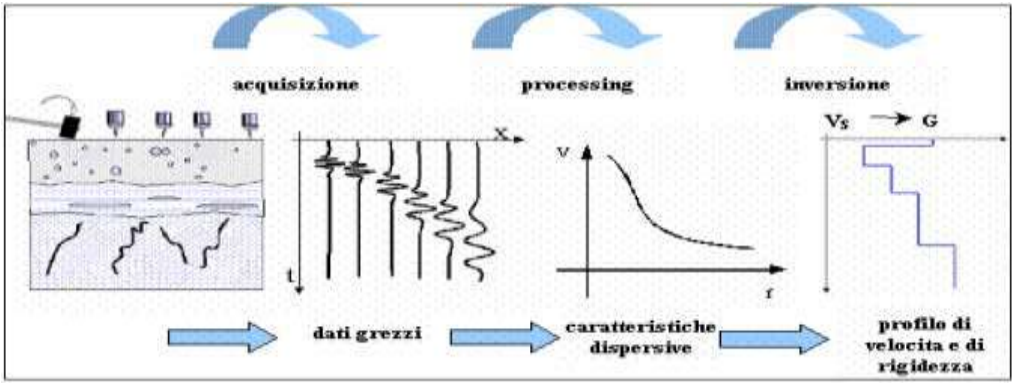
In un semispazio elastico, omogeneo ed isotropo, la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh è indipendente dalla frequenza ed il moto indotto dalla propagazione si smorza rapidamente con la profondità, sino ad estinguersi ad una profondità circa pari ad una lunghezza d'onda. In questo assetto quindi la profondità raggiunta dipende dalla lunghezza d'onda e a diverse lunghezze d'onda corrisponde la stessa velocità di fase (V_R). Nel caso di mezzi verticalmente eterogeneo (mezzo stratificato) e trasversalmente isotropo, la propagazione avviene in modo differente; non esiste più un'unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Questo comportamento viene definito *dispersione in frequenza* ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. Quindi la propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo, è un fenomeno multi-modale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse lunghezze d'onda. Di conseguenza, ad una determinata frequenza possono corrispondere diverse velocità di fase, ad ognuna delle quali corrisponde un modo di

propagazione, e differenti modi di vibrazione possono esibirsi simultaneamente. Questa dipendenza reciproca tra velocità di fase, lunghezza d'onda e frequenza rappresenta la caratteristica *dispersiva* tipica delle onde di Rayleigh e la restituzione grafica di questa relazione intrinseca è la *curva di dispersione* (tale caratteristica non è osservabile nelle onde di volume). Il processo di caratterizzazione basato sul metodo delle onde superficiali può essere suddiviso in tre fasi:

FASE 1) Acquisizione ⇨ registrazione e osservazione dei dati sismici grezzi acquisiti in sito in corrispondenza di uno o più array di geofoni installati sulla superficie del suolo i quali registrano il campo d'onda generato da un impulso indotto meccanicamente al suolo

FASE 2) Processing ⇨ i dati sismici registrati vengono sottoposti a una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio tempo) al dominio f-k (frequenza-numero d'onda). Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh ai cui massimi sono di solito associate la velocità delle onde di Rayleigh, si può dunque ottenere una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza il picco spettrale al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh V_R, determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione: $V_R(f) = 2\pi f/k$. Riportando le coppie di valori (V_R,f) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione.

FASE 3) Inversione ⇨ precedentemente all'inversione viene ipotizzato e parametrizzato un modello del sottosuolo schematizzato come un mezzo visco-elastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati. Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, ed eventualmente delle informazioni note a priori riguardo la stratigrafia, il problema diretto viene risolto diverse volte variando i parametri che definiscono il modello. Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica).



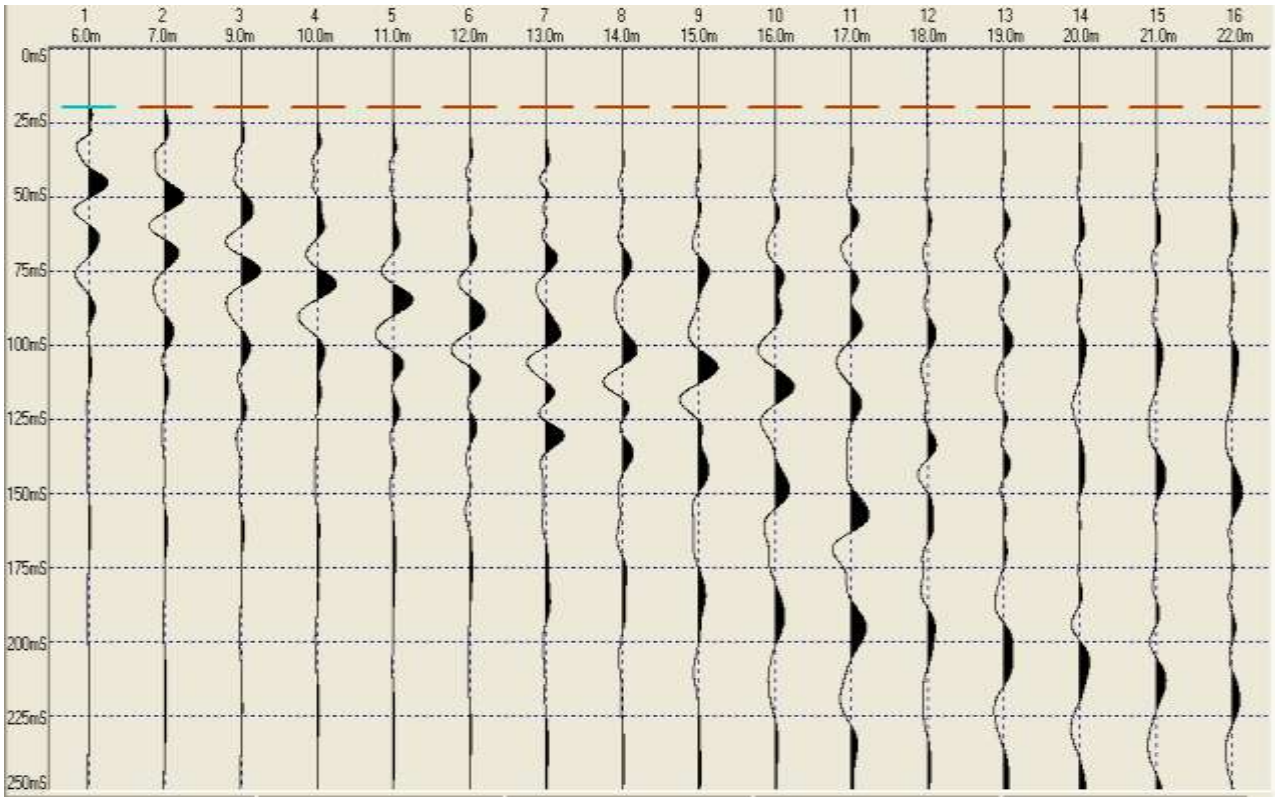
Fasi dell'indagine

Le registrazioni sono state eseguite attraverso sismografo a 16 canali DoReMi della SARA Instruments SRL e dotato di 16 geofoni aventi periodo proprio di 4.5 Hz per la registrazione del campo d'onda, di un geofono starter accoppiato al circuito trigger del sismografo e di una massa di 8 kg per indurre, mediante battuta su piastra in teflon, il campo d'onda da analizzare.

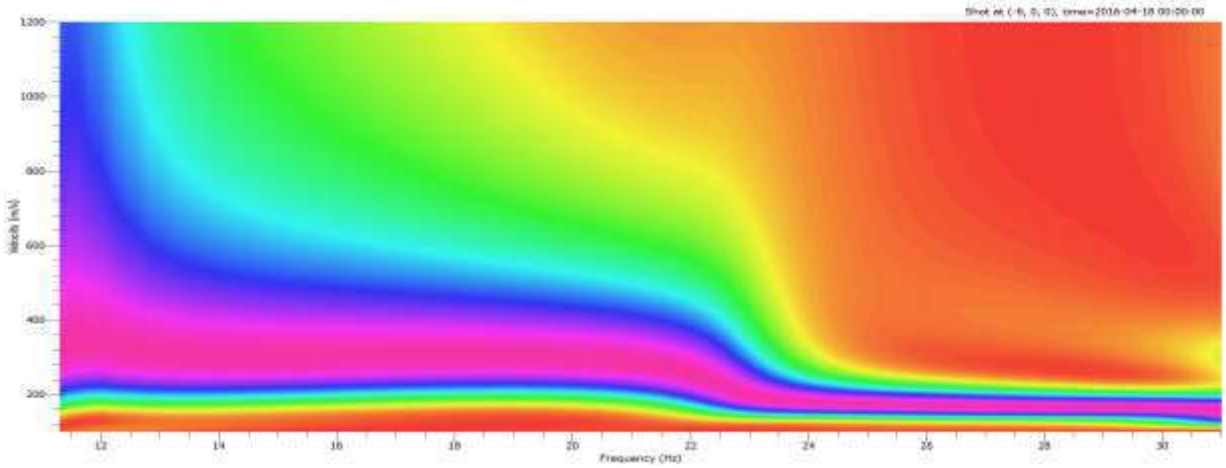
Di seguito il sismogramma di acquisizione e la curva di dispersione della MASW eseguita.

RISULTATI MASW1

n. geofoni	Periodo proprio geofoni (Hz)	Distanza intergeofonica (m)	Offset (m)
16	4.5	1.0	6



Sismogramma d'acquisizione



Spettro di velocità

INDAGINE SISMICA HVSR

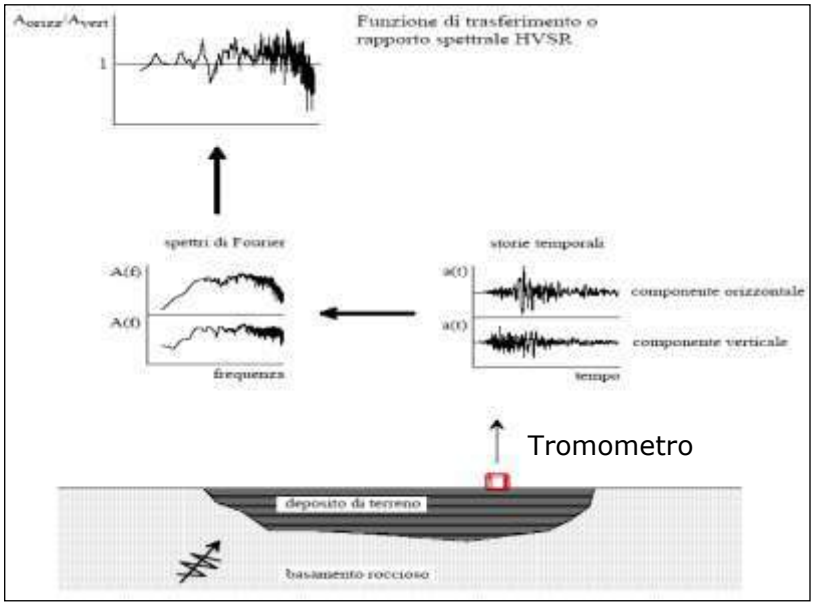
La tecnica utilizzata sfrutta la misura del rumore sismico, generato da sorgenti naturali e/o antropiche, per la definizione del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e la componente verticale del moto del suolo (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*, HVSR, H/V) mediante il metodo proposto da Nakamura. Questa procedura è in grado di determinare la frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo a basse deformazioni, che corrisponde al picco maggiore dei rapporti spettrali tra la componente verticale e le componenti orizzontali del rumore sismico. La natura e forma dei picchi H/V è indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore sismico e dipendente, in parte, dalle caratteristiche di contrasto di impedenza sismica della locale successione stratigrafica. In questo caso un'onda riflessa dalla superficie di contrasto interagisce con quelle incidenti sommandosi e raggiungendo l'ampiezza massima (condizione di risonanza) quando la lunghezza d'onda incidente è quattro volte (o suoi multipli dispari) la profondità H del rifrattore. Per due strati a contrasto di impedenza sismica significativa si avrà:

$f_r = V_{S1}/4H$ dove f_r = frequenza fondamentale di risonanza;

V_{S1} = velocità delle onde di taglio nel sismostrato superiore

H = spessore del sismostrato superiore

Quanto esposto non si applica in modo lineare ad un modello a più strati sovrapposti; ciò significa che la curva H/V contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (quindi alle V_S ed allo spessore) di ciascun strato ma non è interpretabile con l'equazione precedente. L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici in casi reali, utilizza la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli sintetici, cioè con quelli calcolati assumendo un campo di tremore con sorgenti puntuali distanti posizionate casualmente sulla superficie ed un campo d'onde che si propagano in un mezzo stratificato 1-D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati sintetici approssimano i dati misurati. Tale procedura permette di ottenere un modello sismo-stratigrafico dell'andamento delle V_S con la profondità.



Schema tecnica HVSR

Le registrazioni dei microtremori sono state effettuate con il tromografo digitale *Tromino®* prodotto e distribuito dalla *Micromed S.p.A.*. Si tratta di un apparecchio compatto dotato di tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro (E-W, N-S, z) ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 512 Hz la cui risposta viene digitalizzata a 24 bit. Lo strumento ha una curva di risposta pressoché piatta nella banda di interesse (norma DIN 4150) e memorizza i dati in una scheda di memoria interna da 1 Gb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico od elettronico.

Avendo il rumore sismico un andamento molto irregolare e mostrando dunque una natura essenzialmente stocastica la registrazione, nelle sue tre componenti, è stata protratta per un intervallo di tempo sufficientemente lungo da permettere la successiva analisi statistica delle proprietà medie del segnale acquisito.

I dati vengono convertiti in *file ASCII* mediante *software Grilla®,* fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza. I singoli segnali sono corretti per la linea di base (sottraendo a ciascun punto la media effettuata sull'intera traccia) e da andamenti anomali (sottraendo la retta della regressione lineare effettuata su tutti i punti della traccia). Successivamente il software divide il tracciato acquisito in intervalli della durata di alcune decine di secondi all'interno dei quali calcola la trasformata di Fourier, la media delle componenti orizzontali (media quadratica) ed il relativo rapporto spettrale HVSR di

ogni frequenza. La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra restituita rispetto le frequenze (curva H/V-*f*).

Per poter considerare la misura ottenuta una stima delle proprietà medie del campo del rumore sismico, i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente devono essere *stabili* (stazionarietà nel tempo dei rapporti H/V), non vi devono essere sorgenti *dominati* (assenza di direzionalità del segnale) e la misura non deve contenere errori sistematici. Un'ulteriore analisi della qualità del segnale è condotta attraverso i criteri indicati dal progetto SESAME (Linee guida Dicembre 2004)

La curva H/V-*f* ottenuta viene restituita con il relativo intervallo di confidenza e consente di determinare la *frequenza fondamentale di risonanza* del sottosuolo a basse deformazioni. Di seguito i risultati dell'indagine HVSR.

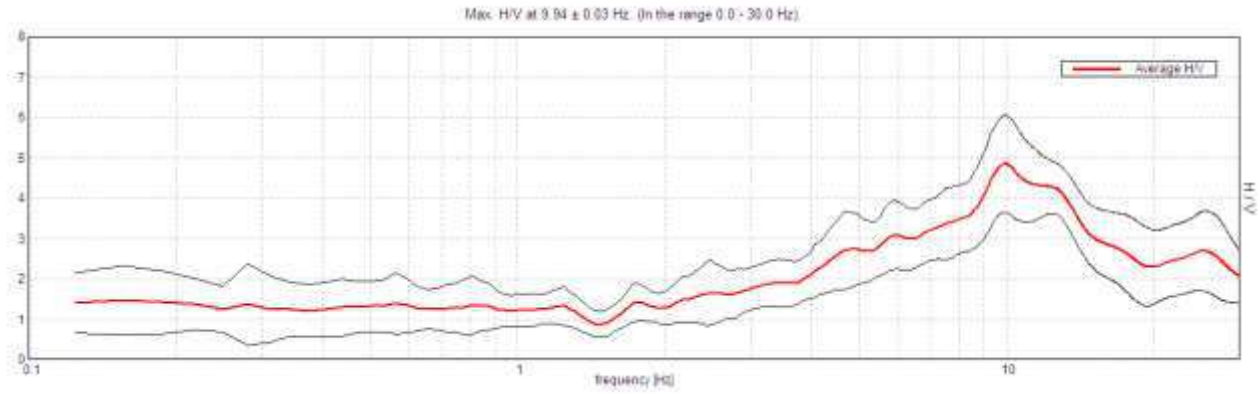
RISULTATI HVSR1

Strumento: TRZ-0055/01-09
Nomi canali: N S; E W; UP DOWN
Freq. campionamento: 128 Hz
Lisciamento: 10%

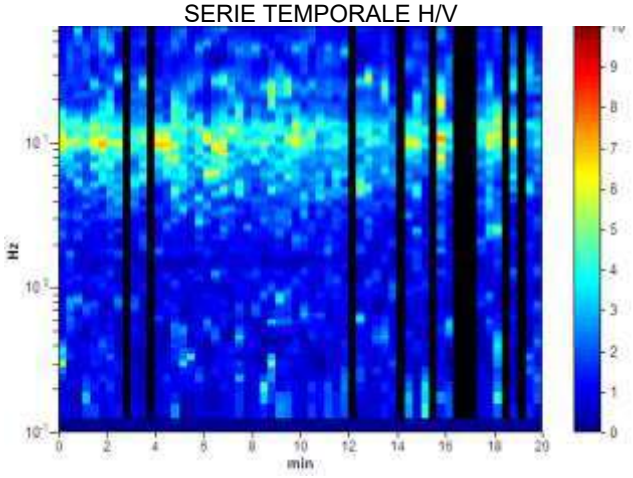
Inizio registrazione: 18/02/16 13:25:10
Durata registrazione: 0h20'00''.
Lunghezza finestre: 20 s

Fine registrazione: 18/02/16 13:45:11
Analizzato 83% tracciato
Tipo di lisciamento: Triangular window

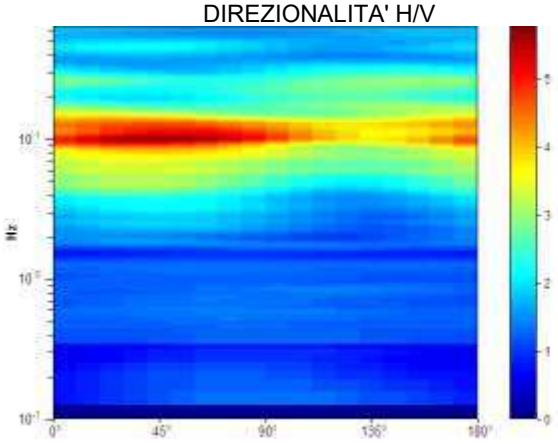
RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

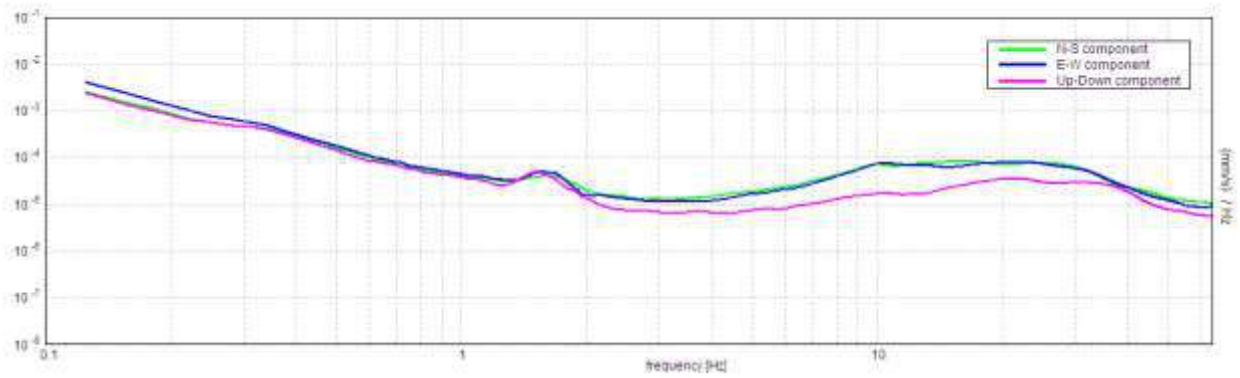


tabella criteri di validazione SESAME (2005)			
Picco H/V a 9.94 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz)			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	9.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9937.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 478	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	18.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.85 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.00147| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01466 < 0.49688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5982 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

INVERSIONE CONGIUNTA

Il modello sismostratigrafico del sottosuolo è stato ottenuto mediante inversione congiunta dei risultati ottenuti dalle due indagini sismiche. Tale analisi consente di rafforzare i risultati di una singola prova e/o di estendere a profondità maggiori i dati acquisiti mediante la tecnica di indagine MASW con particolare riferimento alle circostanze in cui, per motivi di spazio disponibile, tale indagine non consente di raggiungere profondità utili allo scopo prefissato. La curva di dispersione dell'indagine MASW da implementare nell'inversione congiunta è stata ottenuta mediante processing dei dati acquisiti eseguito con il software GEOPSY (http://www.geopsy.org/download.php) sviluppato nell'ambito del processo SESAME. Il calcolo della curva di dispersione è effettuato mediante analisi F-k realizzando spettri consequenziali f-k a diversi intervalli di frequenza e reiterando il calcolo per tutti i range contenuti nei segnali acquisiti. La curva di dispersione viene ricavata dallo spettro selezionando i valori di frequenza e numero d'onda ai quali è associata l'energia maggiore. Il rapporto spettrale dell'indagine HVSR da implementare nell'inversione congiunta è stato ottenuto mediante processing dei dati acquisiti eseguito con il software GEOPSY (http://www.geopsy.org/download.php) sviluppato nell'ambito del processo SESAME.

L'inversione congiunta è stata eseguita mediante l'applicazione DINVER implementata nel software GEOPSY la quale utilizza l'algoritmo *neighbourtood* (Sambridge et al 199; Wathelet 2005) basato sulla schematizzazione del sottosuolo attraverso l'assegnazione di campi di variazione di spessore e valore dei seguenti parametri V_S, V_P, densità, modulo di Poisson. Successivamente l'algoritmo genera diversi modelli per ognuno dei quali è calcolata una curva di dispersione sintetica e una curva di ellitticità sintetica; le curve sintetiche ottenute vengono confrontate con quelle sperimentali e viene definita la funzione d'errore. L'algoritmo progressivamente minimizza il valore della funzione d'errore ripetendo l'analisi nel campo in cui la differenza tra il modello ed i dati sperimentali sono minori. In questo processo il *misfit* rappresenta la funzione d'errore data da:

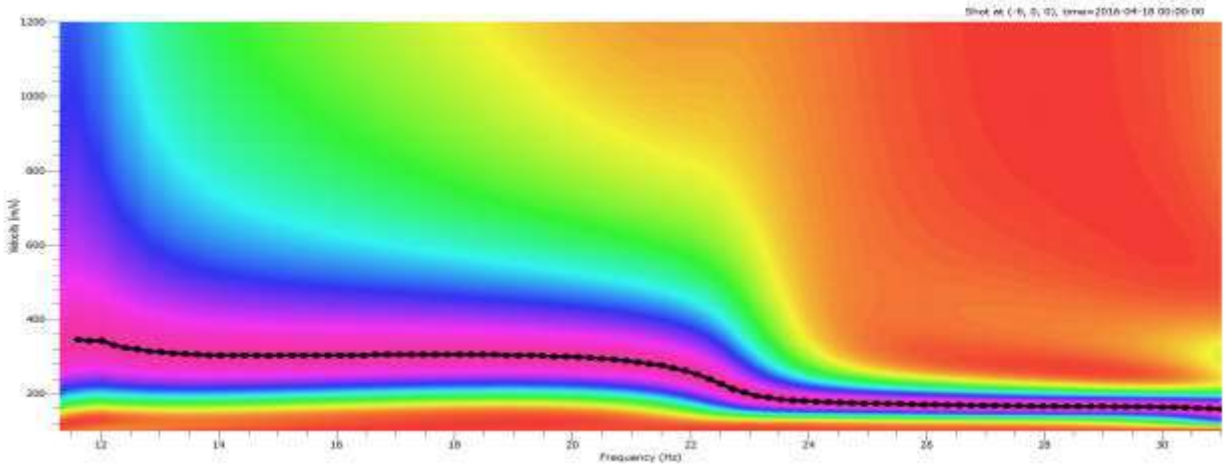
$$\text{misfit} = \sqrt{\sum_{t=1}^{N} \frac{\left(x_{dt} - x_{ct}\right)^2}{\sigma_t^2 N}}$$

dove: x_{dt} velocità della curva dati alla frequenza f_t; x_{ct} velocità della curva del modello alla frequenza f_t; σ_t incertezza del campione di freqeunza considerato; N numero di campioni.

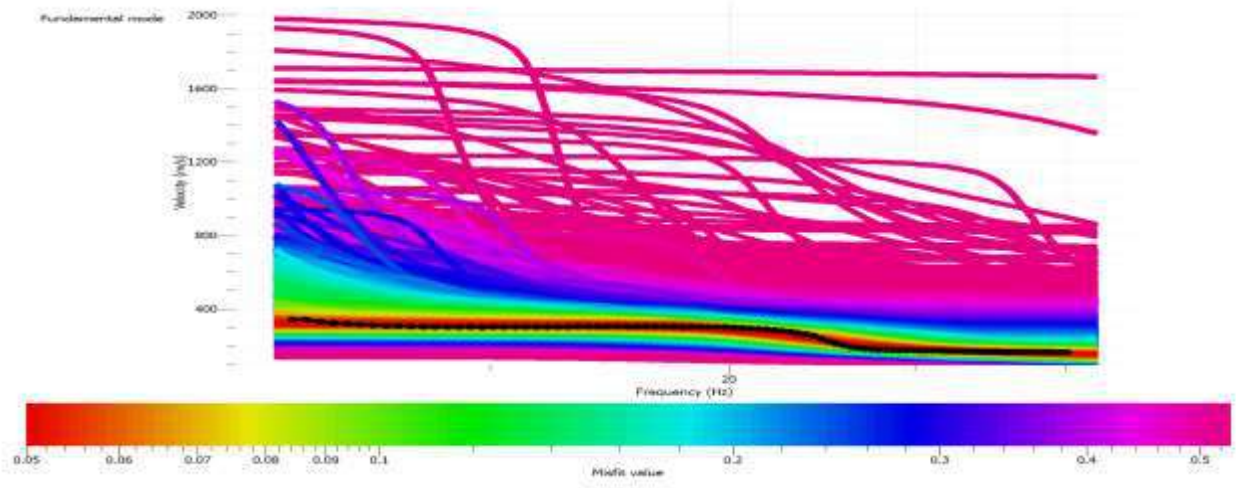
Ai diversi modelli calcolati corrispondono altrettanti profili V_S-profondità ciascuno con un suo valore di misfit; al misfit minore corrisponderà il profilo V_S-profondità che minimizza la

differenza tra il set di dati sperimentali (curva di dispersione/ellitticità misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione/ellitticità sintetica).

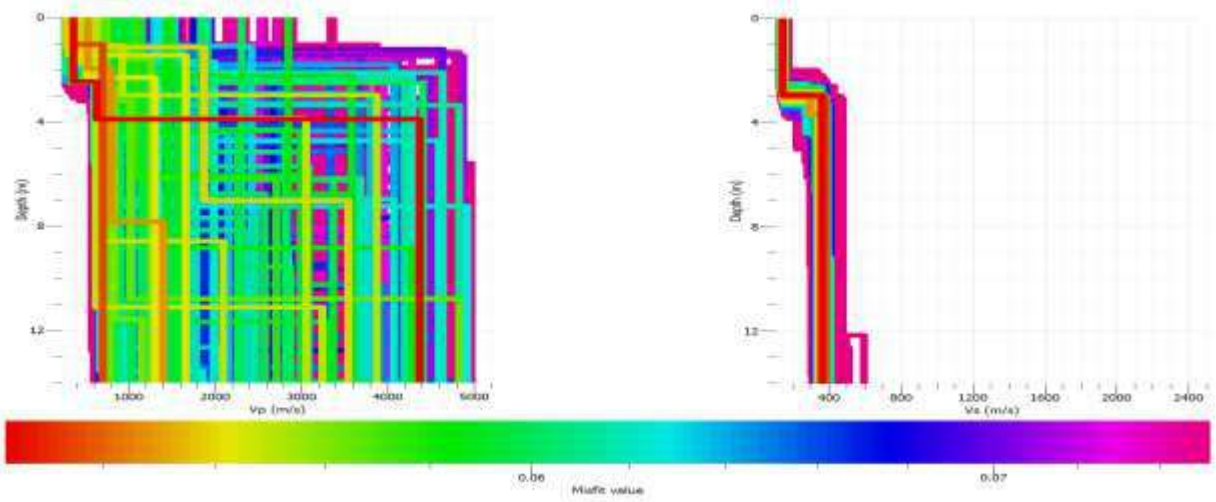
Il processo precedentemente descritto è stato vincolato all'analisi iniziale dell'indagine MASW che ha permesso di definire un range di coppie velocità-profondità associato al misfit minore. Tale processo consente di assegnare il giusto peso alle due tipologie di indagine (MASW, HVSR) in relazione alla profondità considerata. Nell'elaborazione congiunta è stato quindi ridotto il grado di libertà dell'analisi in corrispondenza della porzione più superficiale indagata attraverso l'indagine MASW.



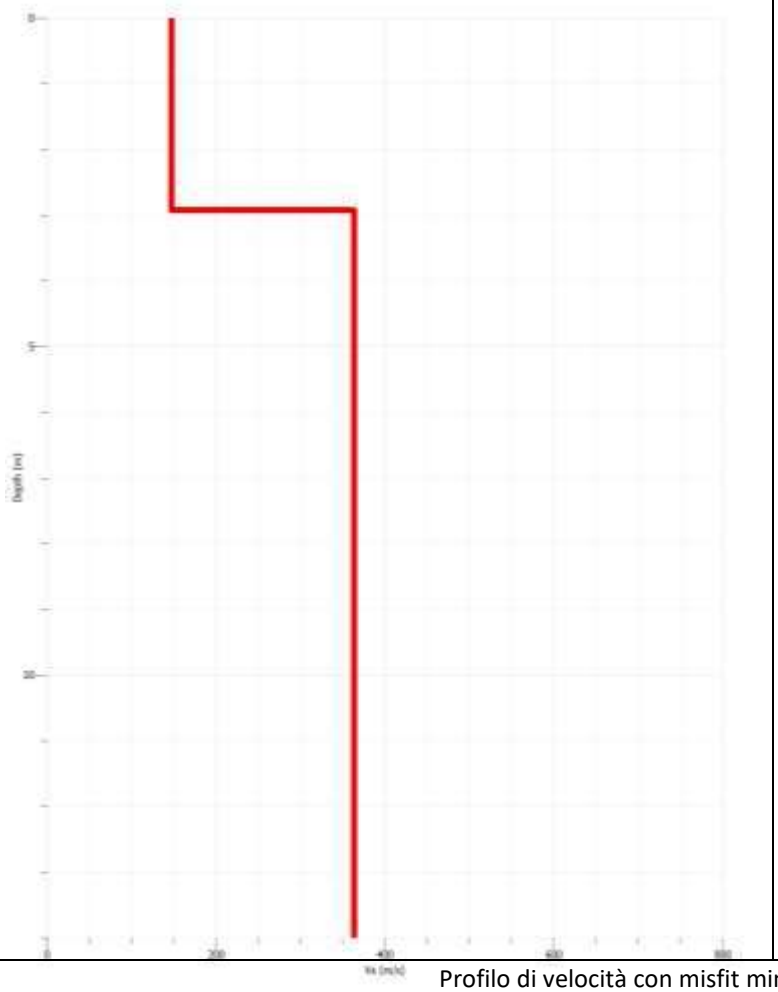
Spettro di velocità e curva di dispersione sperimentale (in nero) dell'indagine MASW



Curve di dispersione prodotte nel processo d'inversione confrontate con la curva di dispersione sperimentale (in nero). La scala colorimetrica rappresenta i valori della funzione di errore (misfit) per ogni modello calcolato

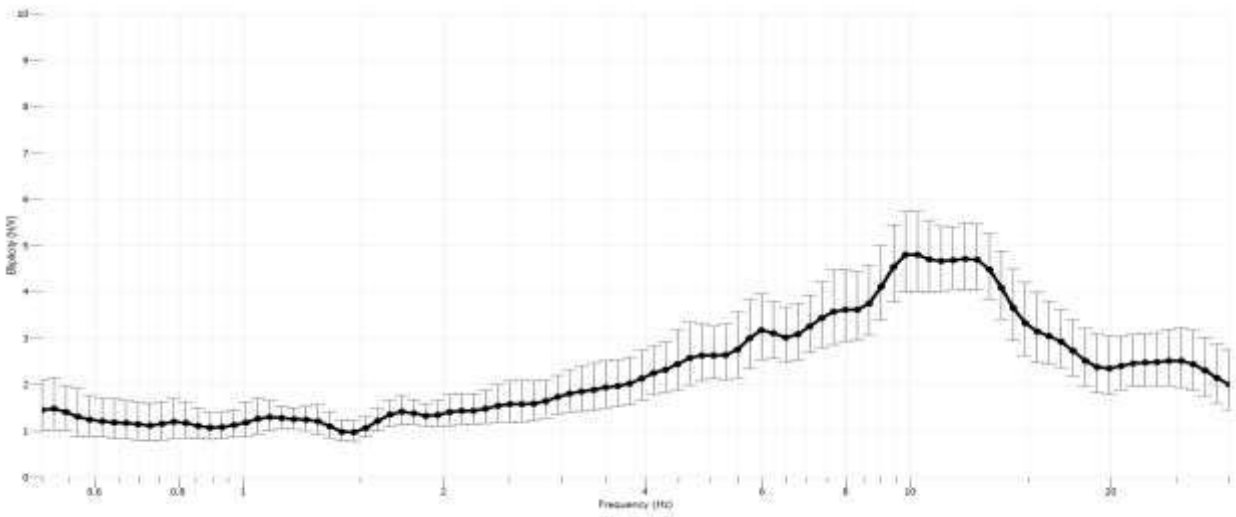


Risultati del processo d'inversione congiunta. La scala colorimetrica rappresenta i valori della funzione di errore (misfit) per ogni modello calcolato

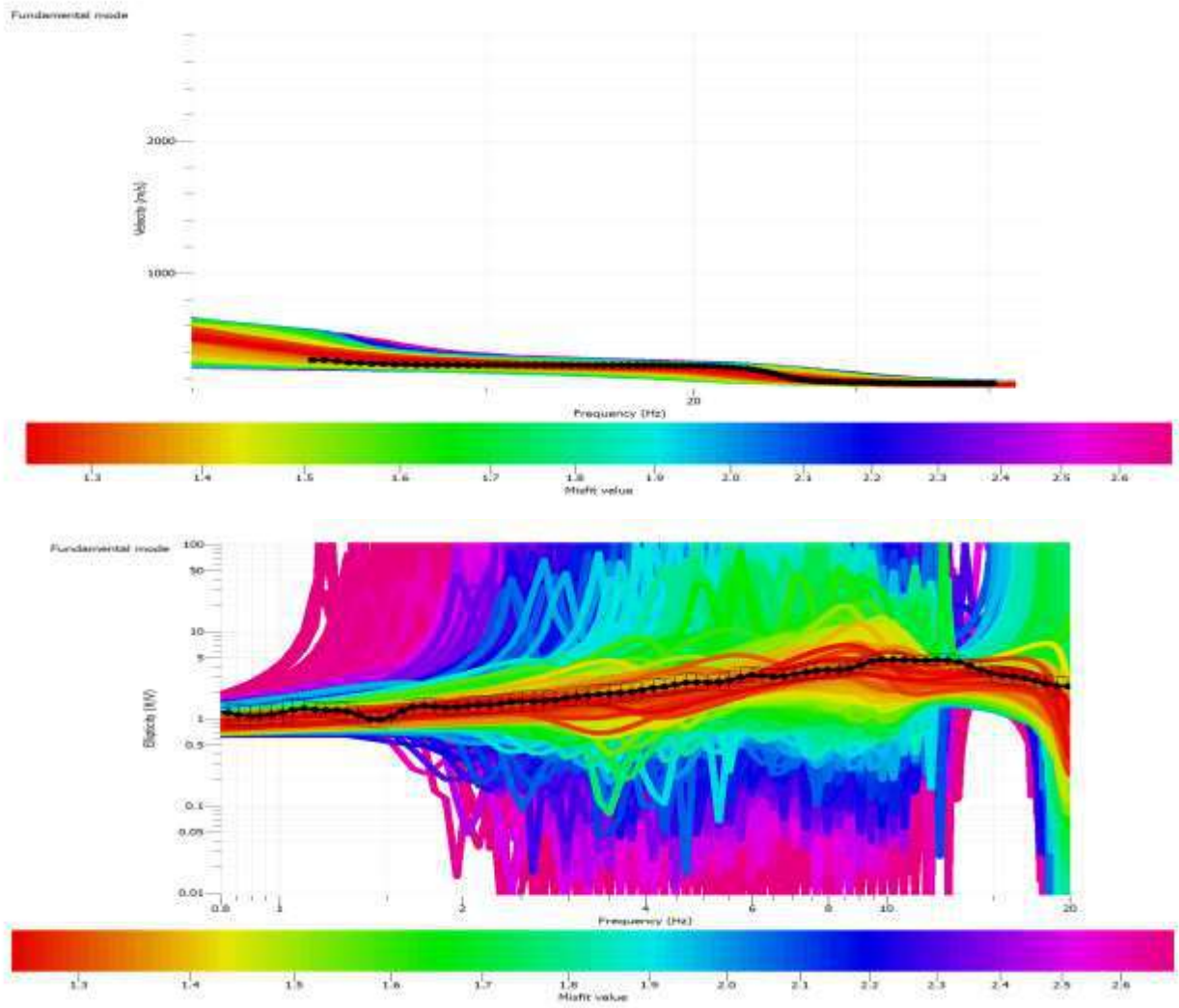


Profondità (m)	VS (m/s)
0.0-3.0	148
3.0-14.0	364

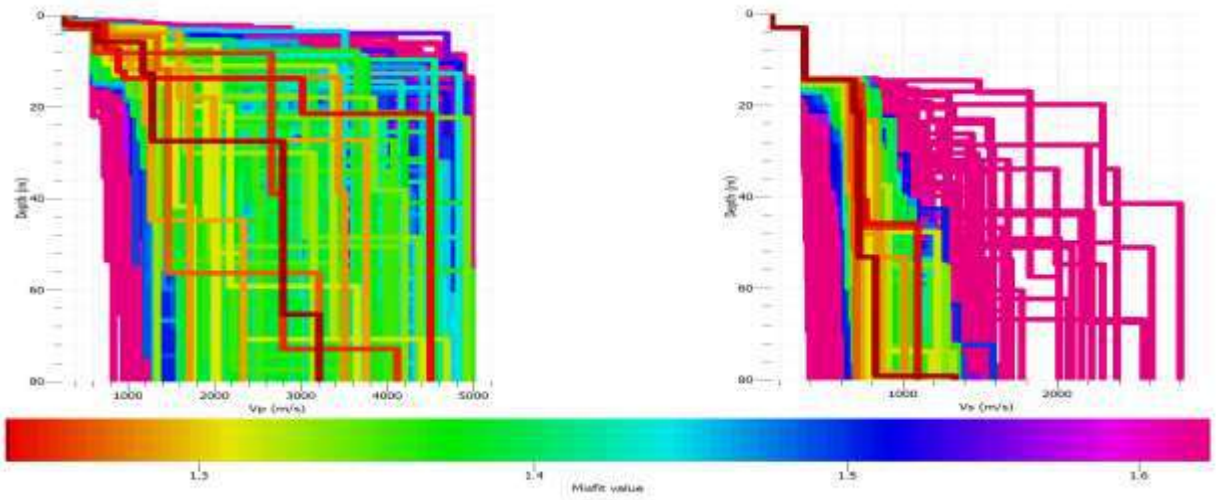
Profilo di velocità con misfit minore



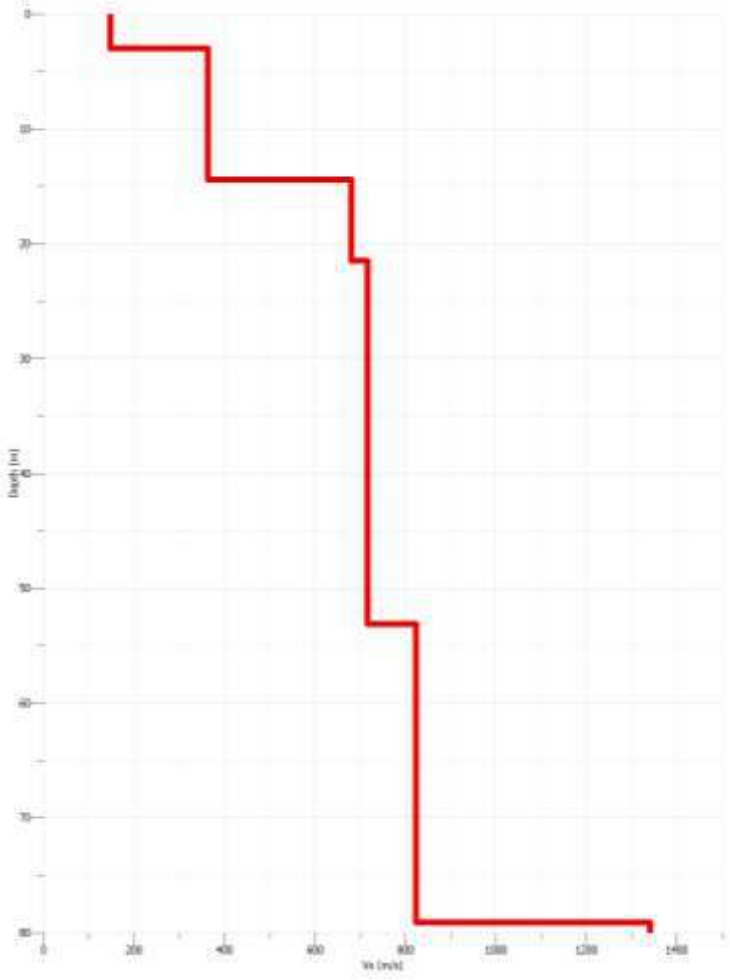
Rapporto spettrale sperimentale dell'indagine HVSR implementato nell'analisi congiunta



Curve di dispersione e di rapporto spettrale prodotte nel processo d'inversione congiunta vincolata confrontate con le curve sperimentali (in nero). La scala colorimetrica rappresenta i valori della funzione di errore (misfit) per ogni modello calcolato



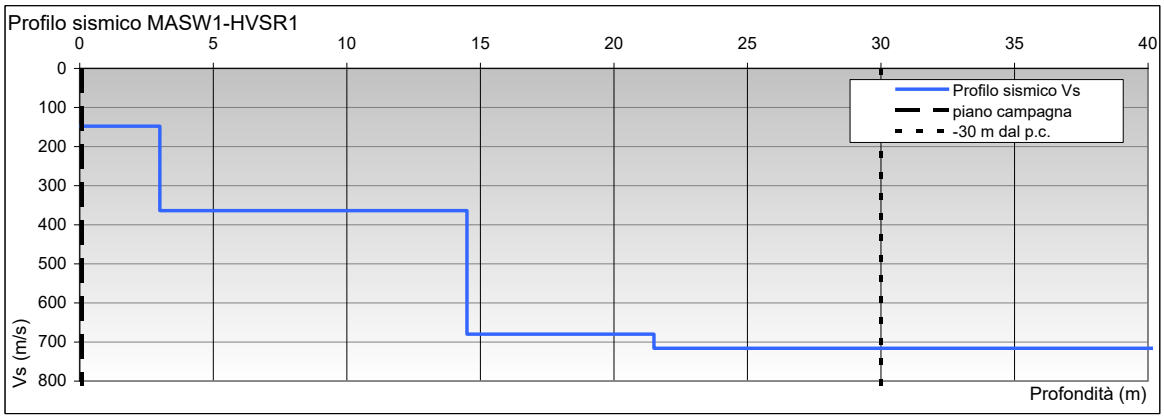
Risultati del processo d'inversione congiunta vincolata. La scala colorimetrica rappresenta i valori della funzione di errore (misfit) per ogni modello calcolato



MASW1-HVSR1	
Profondità (m)	VS (m/s)
0.0-3.0	148
3.0-14.5	364
14.5-21.5	680
21.5-53.1	716
53.1-79.0	826
79.0-80.0	1340

Profilo di velocità con misfit minore ottenuto dall'inversione congiunta vincolata

Vs_{30} =405,2449 m/s da piano campagna



Da quanto sopra esposto, ai fini della definizione della azione sismica di progetto, risulta per il contesti di sito una categoria **"B"** e cioè: *Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).*

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE INDIVIDUATA E CATEGORIA DELL'AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

In osservanza al Nuovo NTC di cui al D.M. del 17 Gennaio 2018 e al DGR n° 10 del 2012-Regione Lazio e s.m.e.i, dell'azione sismica di progetto, la stima del valore del Vs30 (velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri), relativamente alla prospezioni Masw_01 e Masw_02, risulta essere rispettivamente di 314,0 m/s e 305,0 m/s misurato al piano di campagna (p.c.), quindi ai sensi del D.M. 17/01/18 la categoria del sottosuolo di fondazione dell'opera in progetto è la "**B**" e cioè : *Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).*

Per la determinazione del fattore di amplificazione topografica e della categoria di amplificazione, secondo la più recente revisione delle Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

Per tener conto delle condizioni topografiche per la determinazione del parametro di amplificazione topografica e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella tabella sottostante, in funzione delle categorie topografiche definite nella Tab. 3.2.III delle NTC 2017 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

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

Nel caso specifico per l'area di intervento:

Categoria del sottosuolo di fondazione	"B"
Categoria topografica	T1
Coefficiente topografico ST	1,0

CONCLUSIONI

In relazione all'incarico ricevuto dal Comune di Subiaco con determina n.248 del 31/12/2015, è stato effettuato uno studio geologico-sismico per la determinazione delle caratteristiche dell'area di sito sulla quale la committenza intende realizzare la nuova isola ecologica comunale. L'area è ubicata nel territorio del Comune di Subiaco ed è distinta al Catasto Terreni al Foglio 5 particelle 270 e 742 ed è rappresentata alla sezione 376050 della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000. L'area di indagine è morfologicamente caratterizzata dalla presenza di rilievi, con quote massime superiori a 600 m s.l.m., separati da valli percorse da fossi perenni ed effimeri. L'area di sito su sui si intende realizzare l'opera è posta ad una quota di circa 360 m s.l.m. e costituisce la porzione terminale del versante in riva destra del Fiume Aniene. La consultazione di documentazioni bibliografiche nonché dei risultati di precedenti studi geologici eseguiti nell'area vasta del sito esaminato, permette di definire un modello geologico di riferimento:

- Copertura superficiale: definita da un deposito di terreno di spessore variabile, con una matrice argilloso-sabbiosa.
- Substrato: costituito da marne arenacee da compatte a sub litoidi.

Sulla base di quanto analizzato e dalla risultanza delle indagini effettuate è possibile esprimere un giudizio di compatibilità alto per l'intervento in progetto. Ciò nonostante di seguito si elencano le principali pericolosità incidenti sul lotto in esame e dove ritenuto necessarie le corrispettive prescrizioni progettuali.

Pericolosità	Indice	Pericolosità incidenti sul lotto in esame e prescrizioni progettuali
geomorfologica	basso	area sub-pianeggiante, il sito non è compreso in aree a rischio da frana
geologica	Medio basso	presenza di un settore con spessori di terreno di riporto eterogenei a scadenti caratteristiche geotecniche che richiedono specifiche cautele in fase di sbancamento e/o livellazione topografica
idrologica	basso	il sito non è compreso in aree a rischio idraulico, ciò nonostante si rende necessaria una adeguata regimazione delle acque di deflusso superficiale anche al fine di evitare che queste possano interagire negativamente con il piano di fondazione dell'opera da realizzare
idrogeologica	basso	Presenza di acqua di falda limitatamente interferente con il volume significativo delle opere progettate nella zona sudorientale del sito
sismica di base	medio-basso	Sito ricadente in area di categoria del sottosuolo di fondazione dell'opera in progetto **B**

Per la parametrizzazione geotecnica e sismica si rimanda ai capitoli specifici ed alla documentazione in allegato.

Dott. Geol. Marco Vinci

Guidonia Montecelio, 30 dicembre 2019

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Dott. Geol. Marco Vinci Cantiere: Isola ecologica Località: Subiaco	

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH 73-75 (Deep Drill SM)

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	73	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	23	Kg
Diametro punta conica	50,46	mm
Area di base punta	20	cm²
Lunghezza delle aste	0,9	m
Peso aste a metro	6,3	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90	m
Avanzamento punta	0,30	m
Numero colpi per punta	N(30)	
Coeff. Correlazione	1,159	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	60	°

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	**Sigla di riferimento**	**peso della massa M** *(kg)*	**prof. max indagine battente** *(m)*
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm^2 rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm^2, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/ N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = \mathrm{CN} \cdot \mathrm{N60} \ \text{con} \ \mathrm{CN} = \sqrt{(\mathrm{Pa}/'\sigma_{vo})} \quad \mathrm{CN} < 1.7 \quad \mathrm{Pa} = 101.32\,\mathrm{kPa}$$ *(Liao e Whitman 1986)*

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (\mathrm{ER}/60) \cdot \mathrm{C_S} \cdot \mathrm{C_r} \cdot \mathrm{C_d}$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media
Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima
Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo
Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo
Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio
Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata
Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

***Media* (+ s)**
Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

***Media* (– s)**
Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.
Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$Nspt_{,k} = Nspt_{,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt})$$

dove σ_{Nspt} è la deviazione standard di Nspt

Distribuzione normale R.N.C.
Il valore di Nspt,k viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di Nspt distribuiti normalmente:

$$Nspt_{,k} = Nspt_{,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento d = 1 m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione Nspt in presenza di falda

$$Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) σ >5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) σ >15 t/mq.

- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young *(E_y)*

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione *(Stress Ratio)*

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio *Vs (m/s)*

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio *(G)*

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione *(Ko)*

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt < 8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *C*u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.

- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con Nc = 20 e Qc/Nspt = 2.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico** (Qc)*

- Robertson (1983) - Qc

***Modulo Edometrico-Confinato** (Mo)*

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

***Modulo Di Young** (E_Y)*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA DPSH 1

Strumento utilizzato **DPSH 73-75 (Deep Drill SM)**
Prova eseguita in data **18/02/2016**
Profondità prova **5,70 mt**
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	0	0,853	0,00	0,00	0,00	0,00
0,60	0	0,847	0,00	0,00	0,00	0,00
0,90	1	0,842	0,54	0,64	26,87	31,93
1,20	3	0,836	1,51	1,80	75,45	90,23
1,50	4	0,831	2,00	2,41	100,00	120,30
1,80	4	0,826	1,99	2,41	99,41	120,30
2,10	2	0,822	0,93	1,14	46,71	56,85
2,40	5	0,817	2,32	2,84	116,14	142,13
2,70	5	0,813	2,19	2,69	109,52	134,75
3,00	6	0,809	2,62	3,23	130,76	161,69
3,30	5	0,805	2,17	2,69	108,43	134,75
3,60	3	0,801	1,29	1,62	64,75	80,85
3,90	4	0,797	1,63	2,05	81,69	102,47
4,20	3	0,794	1,22	1,54	61,00	76,85
4,50	4	0,790	1,62	2,05	80,98	102,47
4,80	8	0,787	3,07	3,91	153,71	195,29
5,10	7	0,784	2,68	3,42	133,97	170,88
5,40	30	0,681	9,53	13,99	476,33	699,41
5,70	100	0,578	26,96	46,63	1347,99	2331,35

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
0,3	0	0	Incoerente - coesivo	13,63	17,95	2,04	1,16	0
0,6	0	0	Incoerente - coesivo	13,63	17,95	6,13	1,16	0
0,9	1	0,64	Incoerente - coesivo	14,51	18,04	10,35	1,16	1
1,2	3	1,8	Incoerente - coesivo	15,98	18,24	14,93	1,16	3
1,5	4	2,41	Incoerente - coesivo	16,67	18,34	19,83	1,16	4
1,8	4	2,41	Incoerente - coesivo	16,67	18,34	24,83	1,16	4
2,1	2	1,14	Incoerente - coesivo	15,3	18,14	29,62	1,16	2
2,4	5	2,84	Incoerente - coesivo	17,26	18,44	34,51	1,16	5
2,7	5	2,69	Incoerente - coesivo	17,26	18,44	39,68	1,16	5
3	6	3,23	Incoerente - coesivo	17,75	18,53	44,94	1,16	6
3,3	5	2,69	Incoerente - coesivo	17,26	18,44	50,19	1,16	5
3,6	3	1,62	Incoerente - coesivo	15,98	18,24	55,17	1,16	3
3,9	4	2,05	Incoerente - coesivo	16,67	18,34	60,07	1,16	4
4,2	3	1,54	Incoerente - coesivo	15,98	18,24	64,97	1,16	3
4,5	4	2,05	Incoerente - coesivo	16,67	18,34	69,87	1,16	4
4,8	8	3,91	Incoerente - coesivo	19,02	20,89	75,22	1,16	9
5,1	7	3,42	Incoerente - coesivo	18,63	18,73	80,87	1,16	8
5,4	30	13,99	Incoerente - coesivo	22,06	24,52	86,97	1,16	34
5,7	100	46,63	Incoerente - coesivo	24,52	24,52	93,96	1,16	115

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1

FRAZIONE COESIVA

Coesione non drenata (KPa)

Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
0	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,54	0,00	0,00	0,00
0	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,54	0,00	0,00	0,00
1	0,90	6,08	12,26	0,00	9,32	19,22	9,02	50,41	4,90	8,14	12,26
3	1,20	18,44	36,77	14,71	28,44	54,03	26,77	64,53	14,71	38,83	36,77
4	1,50	24,52	49,03	14,71	38,05	72,28	35,60	71,69	19,61	52,17	49,03
4	1,80	24,52	49,03	14,71	38,05	72,28	35,60	71,69	19,61	48,64	49,03
2	2,10	12,26	24,52	0,00	18,93	34,23	17,95	57,37	9,81	12,06	24,52
5	2,40	30,60	61,29	24,52	47,76	85,22	44,33	79,04	24,52	57,96	61,29
5	2,70	30,60	61,29	24,52	47,76	80,71	44,33	79,04	24,52	54,23	61,29
6	3,00	36,77	73,55	24,52	57,37	96,89	52,96	86,49	29,42	67,08	73,55
5	3,30	30,60	61,29	24,52	47,76	80,71	44,33	79,04	24,52	46,88	61,29
3	3,60	18,44	36,77	14,71	28,44	48,64	26,77	64,53	14,71	11,47	36,77
4	3,90	24,52	49,03	14,71	38,05	61,49	35,60	71,69	19,61	23,63	49,03
3	4,20	18,44	36,77	14,71	28,44	46,19	26,77	64,53	14,71	4,61	36,77
4	4,50	24,52	49,03	14,71	38,05	61,49	35,60	71,69	19,61	16,48	49,03
9	4,80	59,62	110,32	49,03	86,49	117,29	78,45	109,74	44,13	92,38	110,32
8	5,10	52,96	98,07	24,52	76,79	102,58	70,02	101,89	39,23	72,28	98,07
34	5,40	225,06	416,78	0,00	332,05	419,72	265,47	345,98	166,71	510,34	416,78
115	5,70	761,19	1409,71	0,00	1139,44	1398,92	559,67	1643,50	563,88	1914,06	1409,71

Modulo di Young (Mpa)

Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
0	0,30	-2,00	0,00
0	0,60	-2,00	0,00
1	0,90	-0,87	0,98
3	1,20	1,38	2,94
4	1,50	2,51	3,92
4	1,80	2,51	3,92
2	2,10	0,25	1,96
5	2,40	3,64	4,90
5	2,70	3,64	4,90
6	3,00	4,77	5,88
5	3,30	3,64	4,90
3	3,60	1,38	2,94
4	3,90	2,51	3,92
3	4,20	1,38	2,94
4	4,50	2,51	3,92
9	4,80	8,15	8,83
8	5,10	7,02	7,85
34	5,40	36,34	33,34
115	5,70	127,69	112,78

Classificazione AGI

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
0	0,30	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
0	0,60	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
1	0,90	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
3	1,20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
4	1,50	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
4	1,80	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
2	2,10	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
5	2,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
5	2,70	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
6	3,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
5	3,30	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
3	3,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
4	3,90	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
3	4,20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
4	4,50	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
9	4,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
8	5,10	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
34	5,40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
115	5,70	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
0	0,30	Meyerhof	13,63
0	0,60	Meyerhof	13,63
1	0,90	Meyerhof	14,51
3	1,20	Meyerhof	15,98
4	1,50	Meyerhof	16,67
4	1,80	Meyerhof	16,67
2	2,10	Meyerhof	15,30
5	2,40	Meyerhof	17,26
5	2,70	Meyerhof	17,26
6	3,00	Meyerhof	17,75
5	3,30	Meyerhof	17,26
3	3,60	Meyerhof	15,98
4	3,90	Meyerhof	16,67
3	4,20	Meyerhof	15,98
4	4,50	Meyerhof	16,67
9	4,80	Meyerhof	19,02
8	5,10	Meyerhof	18,63
34	5,40	Meyerhof	22,06
115	5,70	Meyerhof	24,52

Peso unità di volume saturo

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
0	0,30	Meyerhof	17,95
0	0,60	Meyerhof	17,95
1	0,90	Meyerhof	18,04
3	1,20	Meyerhof	18,24
4	1,50	Meyerhof	18,34
4	1,80	Meyerhof	18,34
2	2,10	Meyerhof	18,14
5	2,40	Meyerhof	18,44
5	2,70	Meyerhof	18,44
6	3,00	Meyerhof	18,53
5	3,30	Meyerhof	18,44
3	3,60	Meyerhof	18,24
4	3,90	Meyerhof	18,34
3	4,20	Meyerhof	18,24
4	4,50	Meyerhof	18,34
9	4,80	Meyerhof	20,89
8	5,10	Meyerhof	18,73
34	5,40	Meyerhof	24,52
115	5,70	Meyerhof	24,52

FRAZIONE GRANULARE

Densità relativa

Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
0	0,30	0	0	0	6,23
0	0,60	0	0	0	6,23
1	0,90	0	23,4	30,85	9,36
3	1,20	14,87	39,4	47,39	15,3
4	1,50	18,93	44,22	50,48	18,12
4	1,80	18,08	43,02	47,59	18,12
2	2,10	6,28	29,67	32,62	12,38
5	2,40	20,44	45,79	48,57	20,83
5	2,70	19,65	44,68	46,82	20,83
6	3,00	22,14	47,8	49,45	23,45
5	3,30	18,15	42,66	44,03	20,83
3	3,60	9,18	32,37	33,64	15,3
4	3,90	13,15	36,66	37,75	18,12
3	4,20	8,09	31,16	32,23	15,3
4	4,50	12,03	35,34	36,29	18,12
9	4,80	25,55	52,01	52,45	30,74
8	5,10	22,66	48,1	48,64	28,4
34	5,40	53	97,21	95,3	67,32
115	5,70	86,71	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
0	0,30	0	27	20	28	33,4	29,47	0	27	0	15
0	0,60	0	27	20	28	31,02	29,47	0	27	0	15
1	0,90	1	27,29	20,29	28,28	29,88	29,93	18,87	27,3	18,6	19,47
3	1,20	3	27,86	20,86	28,84	30,87	30,81	21,71	27,9	28,01	22,75
4	1,50	4	28,14	21,14	29,12	30,72	31,25	22,75	28,2	30,33	23,94
4	1,80	4	28,14	21,14	29,12	30,23	31,25	22,75	28,2	30,14	23,94
2	2,10	2	27,57	20,57	28,56	28,72	30,37	20,48	27,6	23,9	21,32
5	2,40	5	28,43	21,43	29,4	29,88	31,67	23,66	28,5	31,71	25
5	2,70	5	28,43	21,43	29,4	29,57	31,67	23,66	28,5	31,51	25
6	3,00	6	28,71	21,71	29,68	29,6	32,09	24,49	28,8	32,9	25,95
5	3,30	5	28,43	21,43	29,4	29,06	31,67	23,66	28,5	31,11	25
3	3,60	3	27,86	20,86	28,84	28,03	30,81	21,71	27,9	26,45	22,75
4	3,90	4	28,14	21,14	29,12	28,31	31,25	22,75	28,2	28,77	23,94
3	4,20	3	27,86	20,86	28,84	27,67	30,81	21,71	27,9	26,07	22,75
4	4,50	4	28,14	21,14	29,12	27,98	31,25	22,75	28,2	28,4	23,94
9	4,80	9	29,57	22,57	30,52	29,14	33,29	26,62	29,7	35,27	28,42
8	5,10	8	29,29	22,29	30,24	28,79	32,89	25,95	29,4	34,02	27,65
34	5,40	34	36,71	29,71	37,52	30,97	40,49	37,58	37,2	46,42	41,08
115	5,70	115	59,86	52,86	60,2	32,78	29,47	56,53	61,5	56,78	62,96

Modulo di Young (Mpa)

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schmertmann (1978) (Sabbie)
0	0,30	0	---
0	0,60	0	---
1	0,90	1	0,78
3	1,20	3	2,35
4	1,50	4	3,14
4	1,80	4	3,14
2	2,10	2	1,57
5	2,40	5	3,92
5	2,70	5	3,92
6	3,00	6	4,71
5	3,30	5	3,92
3	3,60	3	2,35
4	3,90	4	3,14
3	4,20	3	2,35
4	4,50	4	3,14
9	4,80	9	7,06
8	5,10	8	6,28
34	5,40	34	26,67
115	5,70	115	90,22

Classificazione AGI

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
0	0,30	0	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
0	0,60	0	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
1	0,90	1	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
3	1,20	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
4	1,50	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
4	1,80	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
2	2,10	2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
5	2,40	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
5	2,70	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
6	3,00	6	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
5	3,30	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
3	3,60	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
4	3,90	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
3	4,20	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
4	4,50	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
9	4,80	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
8	5,10	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
34	5,40	34	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
115	5,70	115	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m^3)
0	0,30	0	Meyerhof ed altri	12,75
0	0,60	0	Meyerhof ed altri	12,75
1	0,90	1	Meyerhof ed altri	13,24
3	1,20	3	Meyerhof ed altri	14,22
4	1,50	4	Meyerhof ed altri	14,61
4	1,80	4	Meyerhof ed altri	14,61
2	2,10	2	Meyerhof ed altri	13,73
5	2,40	5	Meyerhof ed altri	15,10
5	2,70	5	Meyerhof ed altri	15,10
6	3,00	6	Meyerhof ed altri	15,49
5	3,30	5	Meyerhof ed altri	15,10
3	3,60	3	Meyerhof ed altri	14,22
4	3,90	4	Meyerhof ed altri	14,61
3	4,20	3	Meyerhof ed altri	14,22
4	4,50	4	Meyerhof ed altri	14,61
9	4,80	9	Meyerhof ed altri	16,67
8	5,10	8	Meyerhof ed altri	16,28
34	5,40	34	Meyerhof ed altri	21,28
115	5,70	115	Meyerhof ed altri	24,52

PROVA DPSH 2

Strumento utilizzato **DPSH 73-75 (Deep Drill SM)**
Prova eseguita in data **18/02/2016**
Profondità prova **6,90 mt**
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	0	0,853	0,00	0,00	0,00	0,00
0,60	3	0,847	1,62	1,92	81,13	95,78
0,90	5	0,842	2,69	3,19	134,34	159,64
1,20	7	0,836	3,52	4,21	176,06	210,53
1,50	6	0,831	3,00	3,61	149,99	180,45
1,80	5	0,826	2,49	3,01	124,26	150,38
2,10	6	0,822	2,80	3,41	140,14	170,56
2,40	9	0,817	4,18	5,12	209,06	255,84
2,70	8	0,813	3,50	4,31	175,24	215,59
3,00	10	0,809	4,36	5,39	217,93	269,49
3,30	12	0,805	5,20	6,47	260,23	323,39
3,60	11	0,801	4,75	5,93	237,41	296,44
3,90	14	0,747	5,36	7,17	267,98	358,64
4,20	19	0,744	7,24	9,73	361,98	486,73
4,50	17	0,740	6,45	8,71	322,41	435,50
4,80	17	0,737	6,12	8,30	305,89	414,99
5,10	18	0,734	6,45	8,79	322,52	439,40
5,40	20	0,731	6,82	9,33	340,86	466,27
5,70	21	0,678	6,64	9,79	332,04	489,58
6,00	22	0,675	6,93	10,26	346,45	512,90
6,30	22	0,673	6,61	9,82	330,26	490,83
6,60	22	0,670	6,58	9,82	329,03	490,83
6,90	24	0,668	7,15	10,71	357,65	535,45

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt
0,3	0	0	Incoerente - coesivo	0	13,63	17,95	2,04	1,16	0
0,6	3	1,92	Incoerente - coesivo	0	15,98	18,24	6,49	1,16	3
0,9	5	3,19	Incoerente - coesivo	0	17,26	18,44	11,47	1,16	5
1,2	7	4,21	Incoerente - coesivo	0	18,63	18,73	16,86	1,16	8
1,5	6	3,61	Incoerente - coesivo	0	17,75	18,53	22,31	1,16	6
1,8	5	3,01	Incoerente - coesivo	0	17,26	18,44	27,56	1,16	5
2,1	6	3,41	Incoerente - coesivo	0	17,75	18,53	32,82	1,16	6
2,4	9	5,12	Incoerente - coesivo	0	19,32	21,28	38,38	1,16	10
2,7	8	4,31	Incoerente - coesivo	0	19,02	20,89	44,13	1,16	9
3	10	5,39	Incoerente - coesivo	0	19,52	21,48	49,91	1,16	11
3,3	12	6,47	Incoerente - coesivo	0	20,01	21,97	55,84	1,16	13
3,6	11	5,93	Incoerente - coesivo	0	19,81	21,77	61,81	1,16	12
3,9	14	7,170001	Incoerente - coesivo	0	20,4	22,46	67,84	1,16	16
4,2	19	9,73	Incoerente - coesivo	0	20,69	20,99	74,01	1,16	22
4,5	17	8,71	Incoerente - coesivo	0	20,59	22,65	80,2	1,16	19
4,8	17	8,3	Incoerente - coesivo	0	20,59	22,65	86,37	1,16	19
5,1	18	8,79	Incoerente - coesivo	0	20,59	22,65	92,55	1,16	20
5,4	20	9,320001	Incoerente - coesivo	0	20,69	21,28	98,74	1,16	23
5,7	21	9,79	Incoerente - coesivo	0	20,69	21,57	104,95	1,16	24
6	22	10,26	Incoerente - coesivo	0	20,79	21,77	111,17	1,16	25
6,3	22	9,82	Incoerente - coesivo	0	20,79	21,77	117,41	1,16	25
6,6	22	9,82	Incoerente - coesivo	0	20,79	21,77	123,65	1,16	25
6,9	24	10,71	Coesivo	0	20,89	22,36	129,9	1,16	27

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2

FRAZIONE COESIVA

Coesione non drenata (KPa)

Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
0	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,54	0,00	0,00	0,00
3	0,60	18,44	36,77	14,71	28,44	57,57	26,77	64,53	14,71	45,70	36,77
5	0,90	30,60	61,29	24,52	47,76	95,71	44,33	79,04	24,52	76,49	61,29
8	1,20	52,96	98,07	24,52	76,79	126,31	70,02	101,89	39,23	124,15	98,07
6	1,50	36,77	73,55	24,52	57,37	108,27	52,96	86,49	29,42	86,10	73,55
5	1,80	30,60	61,29	24,52	47,76	90,32	44,33	79,04	24,52	65,41	61,29
6	2,10	36,77	73,55	24,52	57,37	102,28	52,96	86,49	29,42	78,45	73,55
10	2,40	66,19	122,58	49,03	96,20	153,57	86,79	117,68	49,03	142,00	122,58
9	2,70	59,62	110,32	49,03	86,49	129,25	78,45	109,74	44,13	120,92	110,32
11	3,00	72,86	134,84	49,03	106,01	161,71	95,12	125,72	53,94	150,83	134,84
13	3,30	86,00	159,36	49,03	125,53	194,07	111,40	142,29	63,74	180,44	159,36
12	3,60	79,43	147,10	49,03	115,72	177,89	103,26	133,96	58,84	159,16	147,10
16	3,90	105,91	196,13	98,07	154,85	215,06	135,43	168,09	78,45	223,40	196,13
22	4,20	145,63	269,68	98,07	213,69	291,94	181,42	222,91	107,87	323,23	269,68
19	4,50	125,82	232,91	98,07	184,27	261,35	158,77	194,86	93,16	266,54	232,91
19	4,80	125,82	232,91	98,07	184,27	248,99	158,77	194,86	93,16	262,13	232,91
20	5,10	132,39	245,17	98,07	194,07	263,70	166,32	204,08	98,07	275,27	245,17
23	5,40	152,30	281,94	98,07	223,59	279,59	188,78	232,42	112,78	322,93	281,94
24	5,70	158,87	294,20	98,07	233,40	293,71	196,13	242,13	117,68	336,07	294,20
25	6,00	165,54	306,46	98,07	243,20	307,83	203,39	251,93	122,58	348,72	306,46
25	6,30	165,54	306,46	98,07	243,20	294,59	203,39	251,93	122,58	344,21	306,46
25	6,60	165,54	306,46	98,07	243,20	294,59	203,39	251,93	122,58	339,80	306,46
27	6,90	178,68	330,97	98,07	262,92	321,27	217,71	272,04	132,39	369,91	330,97

Modulo di Young (Mpa)

Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
0	0,30	-2,00	0,00
3	0,60	1,38	2,94
5	0,90	3,64	4,90
8	1,20	7,02	7,85
6	1,50	4,77	5,88
5	1,80	3,64	4,90
6	2,10	4,77	5,88
10	2,40	9,28	9,81
9	2,70	8,15	8,83
11	3,00	10,40	10,79
13	3,30	12,66	12,75
12	3,60	11,53	11,77
16	3,90	16,04	15,69
22	4,20	22,81	21,57
19	4,50	19,43	18,63
19	4,80	19,43	18,63
20	5,10	20,55	19,61
23	5,40	23,94	22,56
24	5,70	25,07	23,54
25	6,00	26,19	24,52
25	6,30	26,19	24,52
25	6,60	26,19	24,52
27	6,90	28,45	26,48

Classificazione AGI

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
0	0,30	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
3	0,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
5	0,90	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
8	1,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
6	1,50	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
5	1,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
6	2,10	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
10	2,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
9	2,70	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
11	3,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
13	3,30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
12	3,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
16	3,90	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
22	4,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
19	4,50	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
19	4,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
20	5,10	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
23	5,40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
24	5,70	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
25	6,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
25	6,30	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
25	6,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
27	6,90	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
0	0,30	Meyerhof	13,63
3	0,60	Meyerhof	15,98
5	0,90	Meyerhof	17,26
8	1,20	Meyerhof	18,63
6	1,50	Meyerhof	17,75
5	1,80	Meyerhof	17,26
6	2,10	Meyerhof	17,75
10	2,40	Meyerhof	19,32
9	2,70	Meyerhof	19,02
11	3,00	Meyerhof	19,52
13	3,30	Meyerhof	20,01
12	3,60	Meyerhof	19,81
16	3,90	Meyerhof	20,40
22	4,20	Meyerhof	20,69
19	4,50	Meyerhof	20,59
19	4,80	Meyerhof	20,59
20	5,10	Meyerhof	20,59
23	5,40	Meyerhof	20,69
24	5,70	Meyerhof	20,69
25	6,00	Meyerhof	20,79
25	6,30	Meyerhof	20,79
25	6,60	Meyerhof	20,79
27	6,90	Meyerhof	20,89

Peso unità di volume saturo

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
0	0,30	Meyerhof	17,95
3	0,60	Meyerhof	18,24
5	0,90	Meyerhof	18,44
8	1,20	Meyerhof	18,73
6	1,50	Meyerhof	18,53
5	1,80	Meyerhof	18,44
6	2,10	Meyerhof	18,53
10	2,40	Meyerhof	21,28
9	2,70	Meyerhof	20,89
11	3,00	Meyerhof	21,48
13	3,30	Meyerhof	21,97
12	3,60	Meyerhof	21,77
16	3,90	Meyerhof	22,46
22	4,20	Meyerhof	20,99
19	4,50	Meyerhof	22,65
19	4,80	Meyerhof	22,65
20	5,10	Meyerhof	22,65
23	5,40	Meyerhof	21,28
24	5,70	Meyerhof	21,57
25	6,00	Meyerhof	21,77
25	6,30	Meyerhof	21,77
25	6,60	Meyerhof	21,77
27	6,90	Meyerhof	22,36

FRAZIONE GRANULARE

Densità relativa

Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
0	0,30	0	0	0	6,23
3	0,60	16,42	41,56	58,95	15,3
5	0,90	24,55	51,95	64,81	20,83
8	1,20	32,67	63,61	73,36	28,4
6	1,50	25,89	53,41	59,4	23,45
5	1,80	21,57	47,41	51,51	20,83
6	2,10	24,04	50,57	53,69	23,45
10	2,40	33,13	63,57	65,79	32,99
9	2,70	30,01	58,75	60,31	30,74
11	3,00	33,15	63,35	64,27	35,16
13	3,30	35,69	67,2	67,6	39,24
12	3,60	33,09	63,07	63,35	37,24
16	3,90	38,29	71,2	70,94	44,79
22	4,20	44,51	81,67	80,74	54,08
19	4,50	40,26	74,3	73,71	49,72
19	4,80	39,39	72,8	72,29	49,72
20	5,10	39,68	73,25	72,76	51,23
23	5,40	41,99	77,09	76,48	55,43
24	5,70	42,14	77,32	76,81	56,72
25	6,00	42,28	77,54	77,15	57,96
25	6,30	41,51	76,23	76,06	57,96
25	6,60	40,78	74,98	75,03	57,96

Angolo di resistenza al taglio

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
0	0,30	0	27	20	28	33,4	29,47	0	27	0	15
3	0,60	3	27,86	20,86	28,84	32,68	30,81	21,71	27,9	28,34	22,75
5	0,90	5	28,43	21,43	29,4	32,27	31,67	23,66	28,5	32,61	25
8	1,20	8	29,29	22,29	30,24	32,19	32,89	25,95	29,4	36,5	27,65
6	1,50	6	28,71	21,71	29,68	31,12	32,09	24,49	28,8	33,78	25,95
5	1,80	5	28,43	21,43	29,4	30,36	31,67	23,66	28,5	31,98	25
6	2,10	6	28,71	21,71	29,68	30,28	32,09	24,49	28,8	33,37	25,95
10	2,40	10	29,86	22,86	30,8	30,77	33,67	27,25	30	37,61	29,14
9	2,70	9	29,57	22,57	30,52	30,29	33,29	26,62	29,7	36,47	28,42
11	3,00	11	30,14	23,14	31,08	30,35	34,05	27,85	30,3	38	29,83
13	3,30	13	30,71	23,71	31,64	30,38	34,77	28,96	30,9	39,23	31,12
12	3,60	12	30,43	23,43	31,36	30,03	34,41	28,42	30,6	38,3	30,49
16	3,90	16	31,57	24,57	32,48	30,29	35,81	30,49	31,8	40,58	32,89
22	4,20	22	33,29	26,29	34,16	30,62	37,65	33,17	33,6	43,12	35,98
19	4,50	19	32,43	25,43	33,32	30,21	36,77	31,88	32,7	41,6	34,49
19	4,80	19	32,43	25,43	33,32	30,05	36,77	31,88	32,7	41,36	34,49
20	5,10	20	32,71	25,71	33,6	29,98	37,07	32,32	33	41,57	35
23	5,40	23	33,57	26,57	34,44	30,06	37,93	33,57	33,9	42,55	36,45
24	5,70	24	33,86	26,86	34,72	30	38,21	33,97	34,2	42,68	36,91
25	6,00	25	34,14	27,14	35	29,94	38,47	34,36	34,5	42,79	37,36
25	6,30	25	34,14	27,14	35	29,82	38,47	34,36	34,5	42,55	37,36
25	6,60	25	34,14	27,14	35	29,71	38,47	34,36	34,5	42,31	37,36

Modulo di Young (Mpa)

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schmertmann (1978) (Sabbie)
0	0,30	0	---
3	0,60	3	2,35
5	0,90	5	3,92
8	1,20	8	6,28
6	1,50	6	4,71
5	1,80	5	3,92
6	2,10	6	4,71
10	2,40	10	7,85
9	2,70	9	7,06
11	3,00	11	8,63
13	3,30	13	10,20
12	3,60	12	9,41
16	3,90	16	12,55
22	4,20	22	17,26
19	4,50	19	14,91
19	4,80	19	14,91
20	5,10	20	15,69
23	5,40	23	18,04
24	5,70	24	18,83
25	6,00	25	19,61
25	6,30	25	19,61
25	6,60	25	19,61

Classificazione AGI

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
0	0,30	0	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
3	0,60	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
5	0,90	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
8	1,20	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
6	1,50	6	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
5	1,80	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
6	2,10	6	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
10	2,40	10	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
9	2,70	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
11	3,00	11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
13	3,30	13	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
12	3,60	12	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
16	3,90	16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
22	4,20	22	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
19	4,50	19	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
19	4,80	19	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
20	5,10	20	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
23	5,40	23	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
24	5,70	24	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
25	6,00	25	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
25	6,30	25	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
25	6,60	25	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

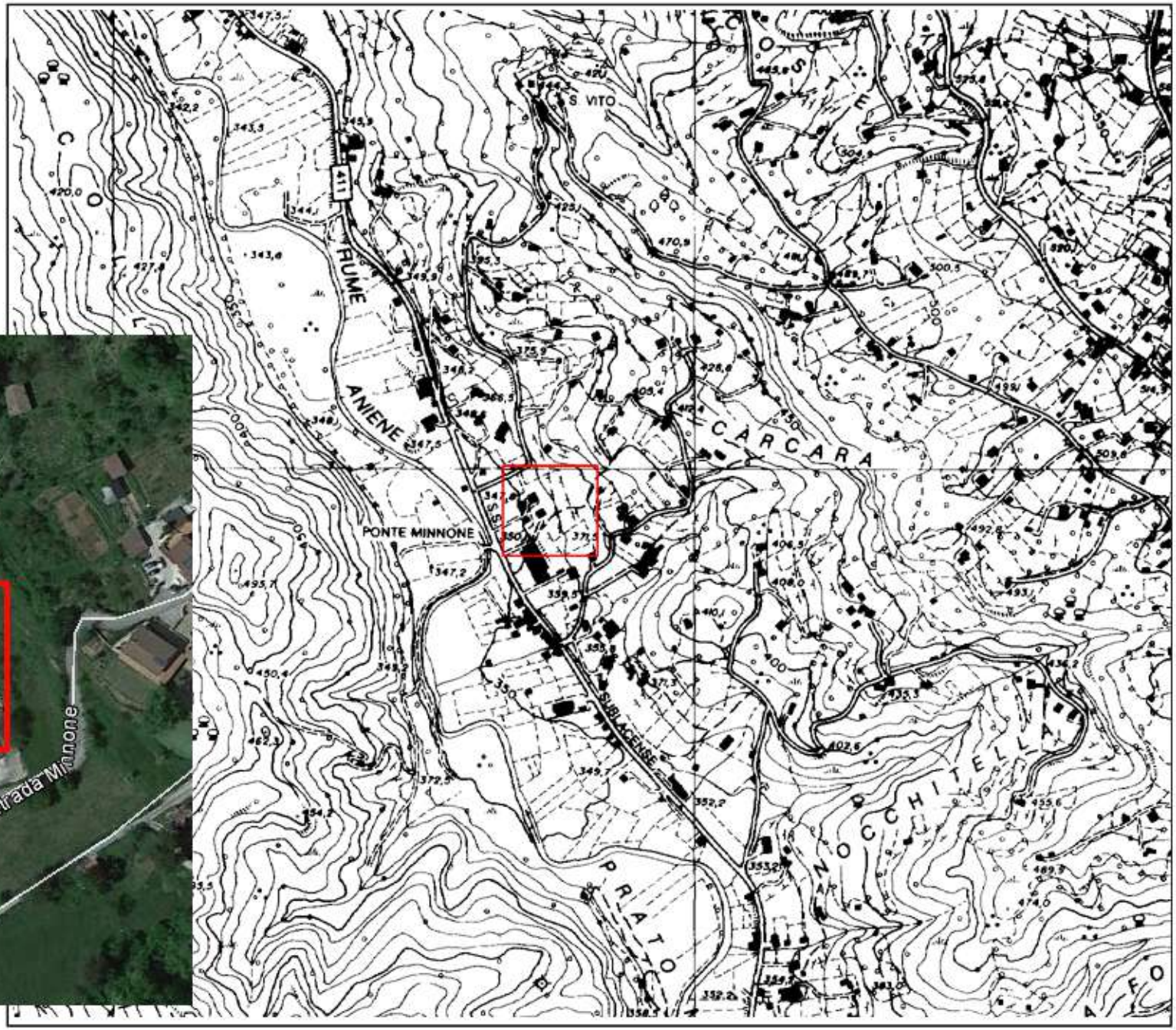
Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m^3)
0	0,30	0	Meyerhof ed altri	12,75
3	0,60	3	Meyerhof ed altri	14,22
5	0,90	5	Meyerhof ed altri	15,10
8	1,20	8	Meyerhof ed altri	16,28
6	1,50	6	Meyerhof ed altri	15,49
5	1,80	5	Meyerhof ed altri	15,10
6	2,10	6	Meyerhof ed altri	15,49
10	2,40	10	Meyerhof ed altri	16,97
9	2,70	9	Meyerhof ed altri	16,67
11	3,00	11	Meyerhof ed altri	17,26
13	3,30	13	Meyerhof ed altri	17,85
12	3,60	12	Meyerhof ed altri	17,55
16	3,90	16	Meyerhof ed altri	18,73
22	4,20	22	Meyerhof ed altri	19,91
19	4,50	19	Meyerhof ed altri	19,32
19	4,80	19	Meyerhof ed altri	19,32
20	5,10	20	Meyerhof ed altri	19,52
23	5,40	23	Meyerhof ed altri	20,10
24	5,70	24	Meyerhof ed altri	20,20
25	6,00	25	Meyerhof ed altri	20,40
25	6,30	25	Meyerhof ed altri	20,40
25	6,60	25	Meyerhof ed altri	20,40

GeoStudio Vinci
geologia tecnica ambientale e geotermia
Via Andromeda, 17 - Guidonia (RM)
tel - fax 0774/572040
segreteria@geostudiovinci.com
Dott. Geol. Marco Vinci

TAVOLA 1 - Stralcio della Carta Tecnica Regionale CTR 376050

LEGENDA

Perimetro dell'area di sito



Scala 1:10.000

0.5 km

Committente: Comune di Subiaco

GeoStudio Vinci
geologia tecnica ambientale e geotermia
Via Andromeda, 17 - Guidonia (RM)
tel - fax 0774/572040
segreteria@geostudiovinci.com
Dott. Geol. Marco Vinci

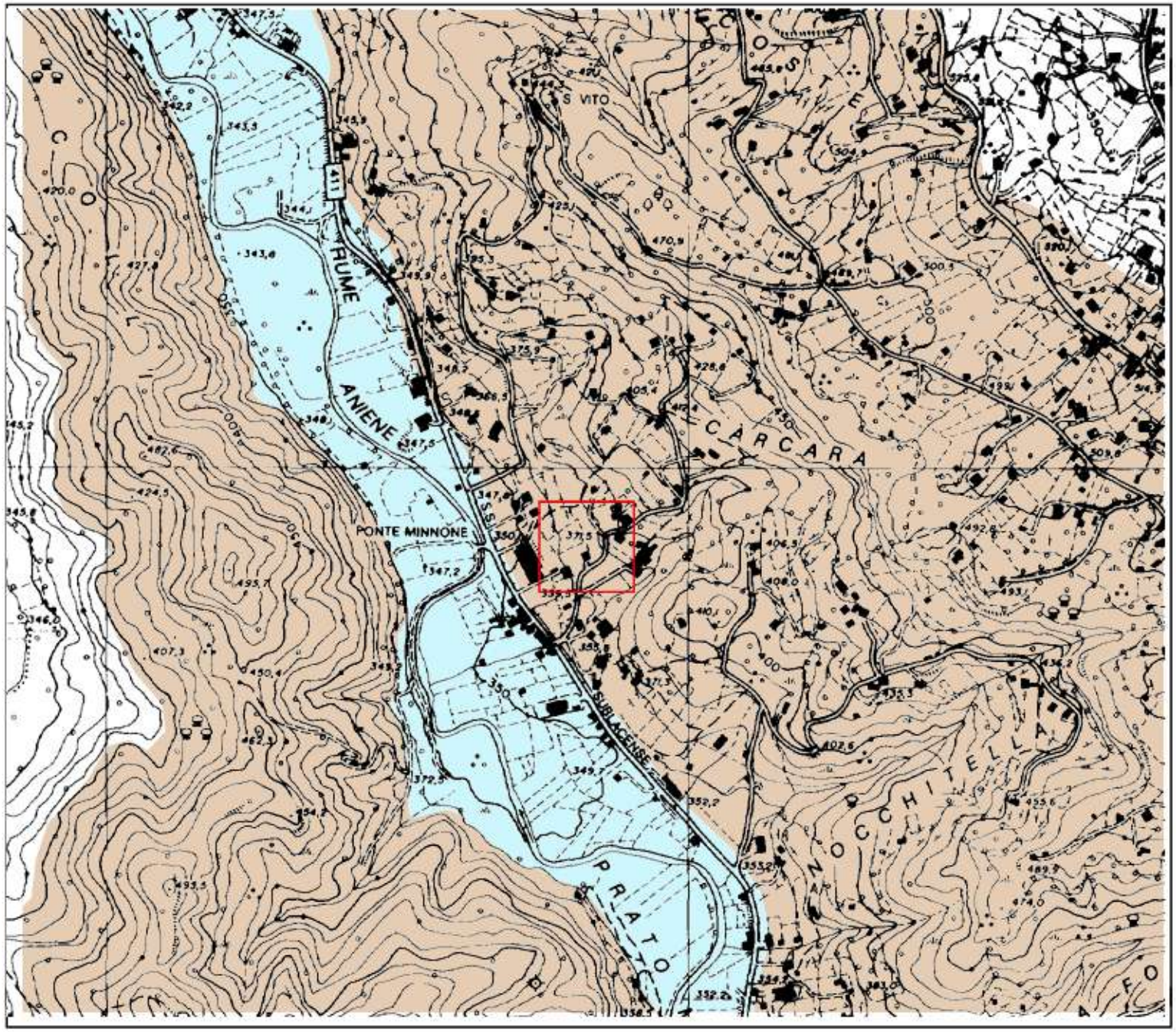
TAVOLA 2 - Carta Geologica dell'area vasta

LEGENDA

Perimetro dell'area di sito

Alluvioni recenti, laghi colmati, depositi recenti. *Quaternario Recente.*

Marne calcaree e calcari marnosi, frammisti a depositi di versante. *Miocene.*



Scala 1:10.000

0.5 km

Committente: Comune di Subiaco

GeoStudio Vinci
geologia tecnica ambientale e geotermia
Via Andromeda, 17 - Guidonia (RM)
tel - fax 0774/572040
segreteria@geostudiovinci.com
Dott. Geol. Marco Vinci

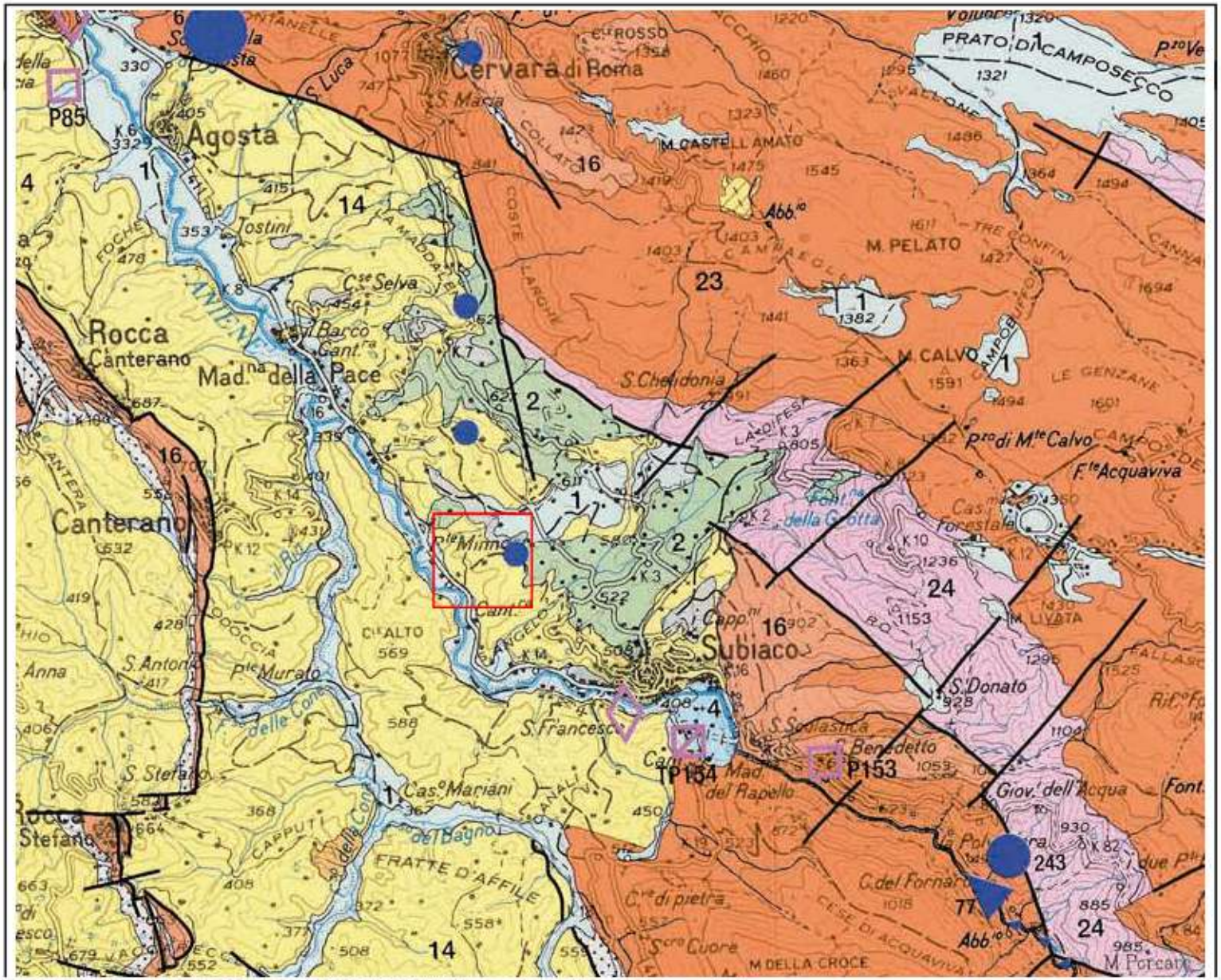
TAVOLA 3 - Stralcio della Carta Idrogeologica

LEGENDA

Area di sito

Classi di portata portata media misurata (L/s)

- < 10 L/s
- da 10 a 50 L/s
- da 50 a 250 L/s
- da 250 a 1000 L/s
- da 1000 a 5000 L/s
- da 5000 a 10000 L/s
- >10000 L/s



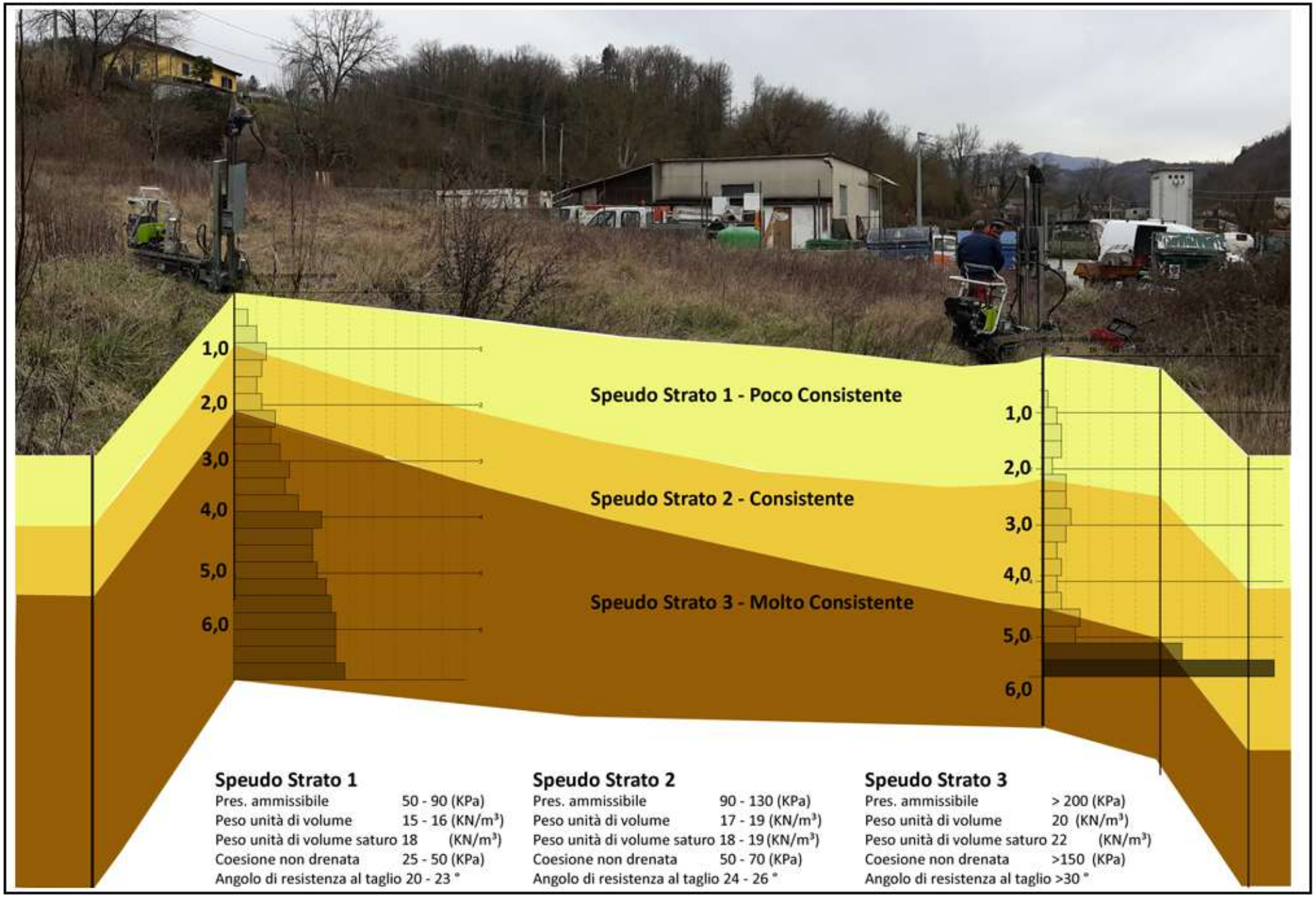
14

COMPLESSO DEI FLYSCH MARNOSO-ARENACEI - ***potenzialità acquifera medio bassa***
Associazioni arenaceo-conglomeratiche, arenacee e subordinatamente arenaceo-pelitiche (Flysch della Laga, Macigno e formazione Marnoso Arenacea) (*MIOCENE MEDIO - SUP.*). Associazione pelitico-arenacea in strati da sottili a medi (Flysch di Frosinone e formazione marnoso-arenacea) (Miocene medio-superiore). Spessore di alcune centinaia di metri. Il complesso, privo di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale, può ospitare falde locali e discontinue all'interno degli orizzonti calcarenitici fratturati.

Committente: Comune di Subiaco

GeoStudio Vinci
geologia tecnica ambientale e geotermia
Via Andromeda, 17 - Guidonia (RM)
tel - fax 0774/572040
segreteria@geostudiovinci.com
Dott. Geol. Marco Vinci

TAVOLA 4 - Sintesi dei parametri geotecnici associati alla pseudostratificazione



Speudo Strato 1

Pres. ammissibile	50 - 90 (KPa)
Peso unità di volume	15 - 16 (KN/m³)
Peso unità di volume saturo	18 (KN/m³)
Coesione non drenata	25 - 50 (KPa)
Angolo di resistenza al taglio	20 - 23 °

Speudo Strato 2

Pres. ammissibile	90 - 130 (KPa)
Peso unità di volume	17 - 19 (KN/m³)
Peso unità di volume saturo	18 - 19 (KN/m³)
Coesione non drenata	50 - 70 (KPa)
Angolo di resistenza al taglio	24 - 26 °

Speudo Strato 3

Pres. ammissibile	> 200 (KPa)
Peso unità di volume	20 (KN/m³)
Peso unità di volume saturo	22 (KN/m³)
Coesione non drenata	>150 (KPa)
Angolo di resistenza al taglio	>30 °

Committente: Comune di Subiaco

Documentazione Fotografica

Particolare dell'area di indagine ed ubicazione della prova penetrometrica DPSH 1

Ubicazione della prova penetrometrica DPSH 2

Dettaglio dell'acquisitore tromometrico

Fasi di acquisizione della prova sismica MASW