

## COMUNE DI FIANO ROMANO (RM)



Relazione geologica a corredo del

Piano Urbanistico Attuativo ZONA C2,

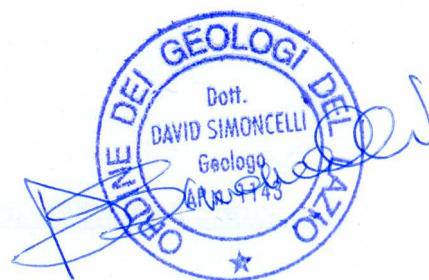
commissionato dai Sig.ri Tozzi Lorenzo e Tozzi Adriano

(F°13 ;Part.432-582 e 584 parte )

Poggio Mirteto (RI), Gennaio 2017

Dott. Geol. David Simoncelli

E' riservata la proprietà di questo elaborato che potrà essere riprodotto, anche in parte, solo dopo autorizzazione scritta



## Indice

PREMESSE.....	2
1- INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA.....	3
2- INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO DELL'AREA.....	4
3- STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA .....	14
4 - DESCRIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA .....	20
5- CONCLUSIONI.....	23

## PREMESSE

La zona interessata dal progetto ha una superficie territoriale complessiva di circa 15792,00 m<sup>2</sup> ed è ubicata in un settore sub pianeggiante a sud est del centro storico di Fiano Romano, ad una quota compresa tra circa 94 m e circa 90 m s.l.m..

La presente relazione descrive dapprima in maniera generale l'area per poi approfondire i dettagli del settore destinato al progetto.

In ottemperanza alla DGR 545/10 del 26 Novembre 2010, alla DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011 e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 della Regione Lazio, visto che è stato validato per l'Unità Amministrativa Sismica di Fiano Romano lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (di seguito MS1) e l'area risulta inserita in zona stabile suscettibile di amplificazione, è stato condotto uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 (MS2) dell'area in oggetto.

Quindi alla luce di quanto espresso è stato condotto il presente studio, acquisendo ed integrando i dati in possesso, studiando ampiamente nei suoi lineamenti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici, con particolare riguardo alla stabilità dei terreni affioranti, ai potenziali fattori di dissesto e ad un corretto uso globale della risorsa.

I concetti e le conclusioni di seguito espresse si intendono esplicitamente riferiti alla cartografia tematica, generale e di dettaglio, che, nel rispetto della D.G.R. n. 2649 del 18.05.1999, della DGR 545/10 del 26 Novembre 2010, della DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011 e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 della Regione Lazio, costituisce parte integrante del presente studio.

## 1- INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

La zona interessata dal progetto ha una superficie territoriale complessiva di circa 15792 m<sup>2</sup> (di cui 12473 mq per interventi di completamento edilizio) ed è ubicata in un settore sub pianeggiante a sud est del centro storico di Fiano Romano, ad una quota compresa tra circa 94 m e circa 90 m s.l.m..

Il sito è descritto nel F°144 – “Palombara Sabina” (III quadrante, tavoletta NE - “Passo Corese”) della cartografia ufficiale topografica e geologica I.G.M e nella sezione 365043– “Fiano Romano” della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.N. scala 1:5.000, 2002) edita dalla Regione Lazio.

### 1.1- La geologia generale dell'area

Da un punto di vista geologico il territorio di **Fiano Romano** presenta caratteri piuttosto complessi, derivanti dall'accostamento di quattro unità geologiche distinte, di seguito brevemente descritte:

- a) unità carbonatiche;
- b) unità neogenico-quadernarie;
- c) vulcaniti;
- d) sedimenti continentali.

Le unità calcaree affioranti nel territorio comunale costituiscono il prolungamento sud-orientale della dorsale del M.Soratte e rappresentano l'ossatura principale di tutta l'area. La successione calcarea tipica corrisponde ad una serie ridotta in facies umbro-sabina i cui termini sono attribuibili ad epoche variabili tra la fine del Trias e l'Eocene-Oligocene.

Le unità neogenico–quadernarie, appartengono al cosiddetto ciclo sedimentario plio-pleistocenico, in posizione trasgressiva rispetto ai sottostanti calcari. Esse mostrano, nel settore che degrada verso la Valle Tiberina, alternanza di sedimenti clastici di varia granulometria, passante da ghiaie, incoerenti o litoidi, a sabbie, più o meno sciolte, fino ad argille, che rimandano ad un ambiente marino con frequenti ed abbondanti apporti

continentali.

I prodotti vulcanici corrispondono al ciclo eruttivo del distretto vulcanico sabatino. Essi sono rappresentati dal cosiddetto “tufo stratificato di la Storta” (o “epivulcaniti finali di La Storta”) che nell’ambito comunale, appare come l’unica vulcanite presente, direttamente a contatto con i vari terreni sedimentari del ciclo plio-pleistocenico. Questa formazione corrisponde agli ultimi prodotti di ricaduta, messi in posto intorno a 370.000 anni fa ed è rappresentata da materiali in giacitura suborizzontale, con alternanze di livelli cineritici, lapillosi, scoriacei ed a volte ricchi di pomici bianche o giallastre. Su questi terreni sono localmente evidenti strutture sedimentarie di trasporto dovute al rimaneggiamento degli stessi prodotti piroclastici, ad opera dei corsi d’acqua superficiali.

Connessi all’attività vulcanica periferica e terminale sono gli affioramenti di travertino, tipici del settore degradante verso l’attuale corso del Tevere ma anche ai bordi di alcuni corsi d’acqua interni. Essi sono il prodotto di un’attività idrotermale che provoca la risalita di acque calde sovrassature in carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) con rilevante presenza di anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e, subordinatamente, di acido solfidrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

La piana alluvionale del Tevere rappresenta il deposito continentale più recente osservabile nell’area in studio. Si tratta di sedimenti sciolti a granulometria passante da ghiaia ad argilla con prevalenza di quest’ultima, variamente intercalati fra essi con tre ordini di terrazzi fluviali a luoghi ben riconoscibili.

## 2- INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO DELL'AREA

In ottemperanza alla DGR 545/10, alla DGR 490/11, alla DGR 535/2012 e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 ed alle DGR 2649/99 e DGR 1159/02 della Regione Lazio ed al fine di caratterizzare la geologia ed il comportamento sismico del sottosuolo, sono state eseguite, all’interno dell’area in esame, una serie di indagini geofisiche e geologiche, articolate come a seguire.

## 2.1 - Studio geognostico


Allo scopo sia di individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geologiche dei terreni, sia di delineare le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei materiali riscontrati e correlarli con i dati geofisici, sono stati eseguiti:

- rilevamento geologico, idrogeologico e geomorfologico di dettaglio;
- n° 5 prove penetrometriche dinamiche tramite l'utilizzo dello strumento medio (DPM)
- n° 1 sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 30 m dal p.c..

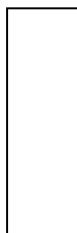
Da un punto di vista geologico, l'area in esame si trova in un settore caratterizzato da una morfologia pianeggiante in cui affiorano, al di sotto di un modesto spessore di coltre superficiale, depositi piroclastici a granulometria limoso sabbiosa, sostenuti da travertini alterati al di sotto dei quali localmente affiorano travertini da semilitoidi a litoidi o limi argillosi di origine marina, tutti attribuibili cronologicamente al Pleistocene.

Dall'interpretazione delle indagini è stato possibile determinare la seguente stratigrafia minima:

### PROVA DPM N° 1

	Dal P.C. a -0,4 m = COLTRE SUPERFICIALE E MATERIALI DI RIPORETO
	da -0,4 a 1,0 m = DEPOSITI PIROCLASTICI A GRANULOMETRIA LIMOSO SABBIOSA
	oltre -1,0 m = TRAVERTINO DA SEMILITOIDE A LITOIDE

#### PROVA DPM N°2

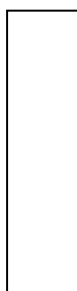


Dal P.C. a -0,4 m = COLTRE SUPERFICIALE E MATERIALI DI RIPORTO

da -0,4 a 0,6 m = DEPOSITI PIROCLASTICI A GRANULOMETRIA LIMOSO  
SABBIOSA

oltre -0,6 m = TRAVERTINO DA SEMILITOIDE A LITOIDE

#### PROVA DPM N°3



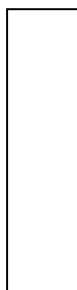
Dal P.C. a -0,6 m = COLTRE SUPERFICIALE E MATERIALI DI RIPORTO

da -0,6 a 1,3 m = DEPOSITI PIROCLASTICI A GRANULOMETRIA LIMOSO  
SABBIOSA

da -1,3 a 1,8 m = TRAVERTINO ALTERATO

oltre -1,8 m = TRAVERTINO DA SEMILITOIDE A LITOIDE

#### PROVA DPM N°4



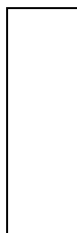
Dal P.C. a -0,7 m = COLTRE SUPERFICIALE E MATERIALI DI RIPORTO

da -0,7 a 1,5 m = DEPOSITI PIROCLASTICI A GRANULOMETRIA LIMOSO  
SABBIOSA

da -1,5 a 2,4 m = TRAVERTINO ALTERATO

oltre -2,4 m = TRAVERTINO DA SEMILITOIDE A LITOIDE

#### PROVA DPM N°5



Dal P.C. a -0,3 m = COLTRE SUPERFICIALE E MATERIALI DI RIPORTO

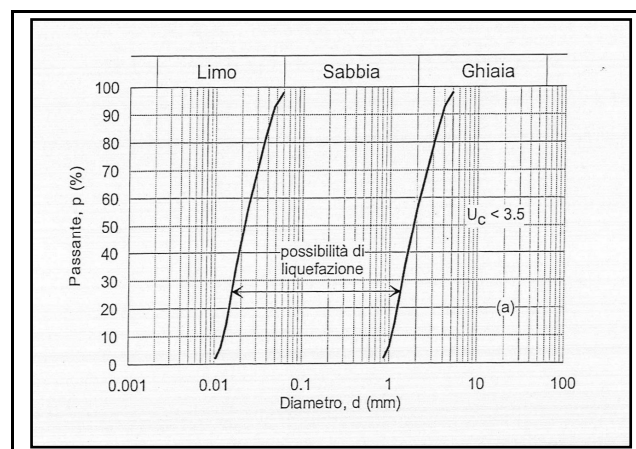
da -0,3 a 0,9 m = DEPOSITI PIROCLASTICI A GRANULOMETRIA LIMOSO  
SABBIOSA

oltre -0,9 m = TRAVERTINO DA SEMILITOIDE A LITOIDE

Le indagini suddette, correlate sia da misurazioni effettuate mediante strumenti portatili (pocket penetrometro e vane test) sulle carote estratte che da dati forniti da prove di laboratorio eseguite sui litotipi rinvenuti hanno permesso di caratterizzare preliminarmente i litotipi presenti sia da un punto di vista geomeccanico che geolitologico nel seguente modo:

LITOTIPI	Peso di volume $\gamma$ ( $\text{t/m}^3$ )	Angolo d'attrito $\phi$ ( $^\circ$ )	Coesione drenata $C$ ( $\text{t/m}^2$ )
DEPOSITI PIROCLASTICI A GRANULOMETRIA LIMOSO SABBIOSA	1.86	29	0,5
TRAVERTINO ALTERATO	1.88	30	0
TRAVERTINO TRAVERTINO DA SEMILITOIDE A LITOIDE	2.2	36	10

Nel rispetto del § 7.11.3.4.2 delle N.T.C./08, va precisato, inoltre, che si esclude la verifica a liquefazione in quanto, la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nella Figura seguente.





Considerando i dati bibliografici la falda idrica principale è da considerarsi profonda posta intorno ai 30/40 metri dal p.c., anche non si esclude la presenza di modeste falde superficiali a carattere prettamente stagionale.

## 2.2 - Studio geofisico

Al fine di creare un modello geofisico dell'area di studio è stato condotto uno studio geofisico basato, oltre che su dati bibliografici di altri studi eseguiti dallo scrivente in aree limitrofe, anche e soprattutto dalle seguenti indagini:

- n°3 prove tromometriche per la determinazione delle Vs30 con tromografo digitale “Tromino” ed elaborazione dati mediante il software “Grilla”, forniti dalla Soc. “Micromed S.p.A.”;
- n°3 MASW, integrate alle prove tromometriche, eseguite, mediante tromografo digitale “Tromino” equipaggiato con cavo trigger esterno per acquisizioni multicanale (Tromino Engy).

In base alle summenzionate indagini, è stato, pertanto, possibile, effettuare uno studio di “Microzonazione Sismica di Livello 2” come richiesto dalla normativa vigente (D.G.R. 490/2011 e s.m.i.).

### *2.2.1- Analisi sismica tramite microtremori*

Il rumore sismico è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico viene prodotto principalmente dal vento e dalle onde del mare. Anche le industrie e il traffico veicolare producono localmente rumore sismico ma, in genere, solo a frequenze relativamente alte, superiori ad alcuni Hz, che vengono attenuate piuttosto rapidamente.

A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono gli effetti locali, dovuti a sorgenti antropiche e/o naturali.

Il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli

edifici che del sottosuolo, un po' come una luce bianca che illumina gli oggetti, eccitando le lunghezze d'onda del loro stesso colore. Ad esempio, se ci si trova all'interno di un edificio con frequenze di risonanza a 6 e 100 Hz, il rumore di fondo ecciterà queste frequenze, rendendole chiaramente visibili nello spettro di rumore. Allo stesso modo compariranno anche le frequenze di risonanza del sottosuolo. Ad esempio, se il sottosuolo su cui lo strumento è posto ha una stratificazione con frequenze proprie a 0.8 Hz e 20 Hz, queste frequenze appariranno nello spettro come picchi facilmente individuabili rispetto alla traccia di sottofondo.

Durante un terremoto che si può assimilare ad una traccia di rumore con ampiezze sino a  $10^{10}$  volte maggiori del rumore di fondo, se la frequenza di risonanza del suolo e quella dell'edificio che si trova su di esso sono uguali, viene indotta un'oscillazione risonante accoppiata, detta *amplificazione sismica*, che accresce enormemente le sollecitazioni sull'edificio.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni agli edifici durante un terremoto, molto più della grandezza stessa del terremoto. Un esempio notevole di amplificazione sismica si è avuto in anni recenti, il 19 settembre 1985, quando un terremoto "medio" ( $M=6.6$ ) colpì il Messico Centrale producendo danni modesti vicino all'epicentro, ma provocando il crollo di 400 palazzi a Città del Messico, distante 240 km dall'epicentro. Analisi successive hanno mostrato come Città del Messico sia costruita su di un bacino sedimentario la cui frequenza, circa 1 Hz, è identica a quella dei palazzi di 10 piani che risultarono essere i più danneggiati dal terremoto. Allo stesso modo, il terremoto calabro-messinese del 28 dicembre 1908 ( $M=7.2$ ) distrusse il 95% delle case di Messina ma lasciò praticamente intatte tutte quelle costruite su roccia e quindi non soggette a amplificazione sismica.

La tecnica qui applicata è detta HVSR (Horizontal/Vertical Spectral Ratio) con registrazione su singola stazione. Alla curva sperimentale HVSR (rossa, in Fig. 1, riferita ad un caso generico) viene sovrapposta una curva teorica (blu) usando il vincolo geologico-stratigrafico ottenuto per via indipendente dalle indagini di campagna sullo strato più superficiale.

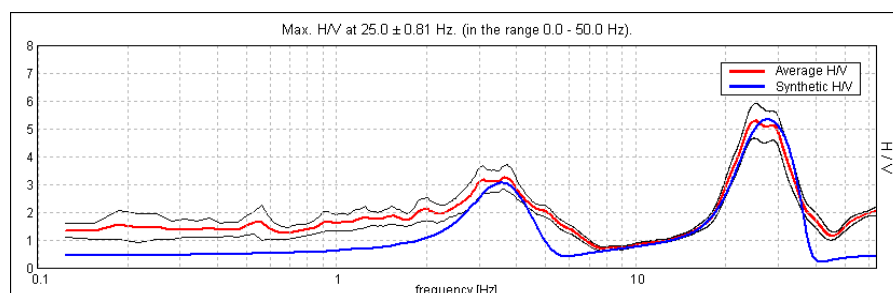


Figura 1

I picchi evidenziati corrispondono ad orizzonti stratigrafici dotati di una particolare frequenza di risonanza (espressa in Hertz) e caratterizzati da differenze di impedenza sismica, direttamente correlabili alla velocità di propagazione delle onde sismiche, tanto più evidenti quanto maggiore è il contrasto di impedenza/velocità.

La procedura dunque comprende:

- Identificazione diretta di uno strato superficiale (posto solitamente entro i primi metri dal p.c.);
- Identificazione del picco ad esso riferito sulla curva sperimentale;
- Costruzione del *best fit* della curva teorica su quella sperimentale, usando i vincoli dei punti precedenti (Figura 2);

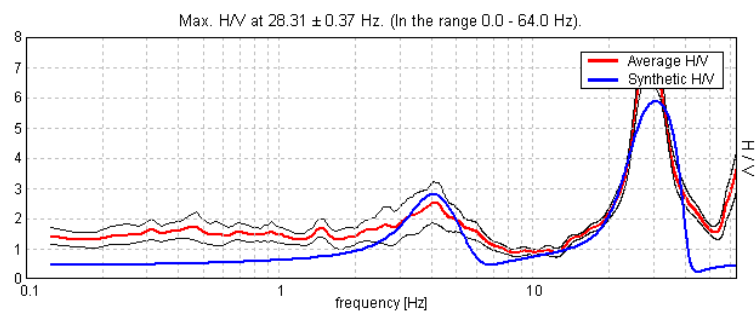


Figura 2

—Costruzione di una sequenza sismica monodimensionale fondata sulle Vs, i cui orizzonti stratigrafici corrispondono ai picchi della sovrapposizione curva sperimentale vs. curva teorica, come nella figura che segue (Figura 3), anch'essa riferita ad un caso generico.

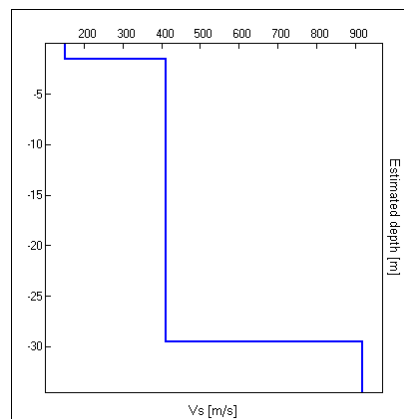


Figura 3

L'acquisizione dei dati di campagna viene effettuata mediante tromografo digitale *Tromino* della Micromed spa, mentre l'elaborazione dei dati si serve del software Grilla fornito dalla stessa ditta.

Nei grafici in allegato sono inoltre rappresentati:

- Diagramma rappresentativo della stabilità del rapporto H/V, durante la registrazione, indice della pulizia della traccia acquisita (Figura 4);

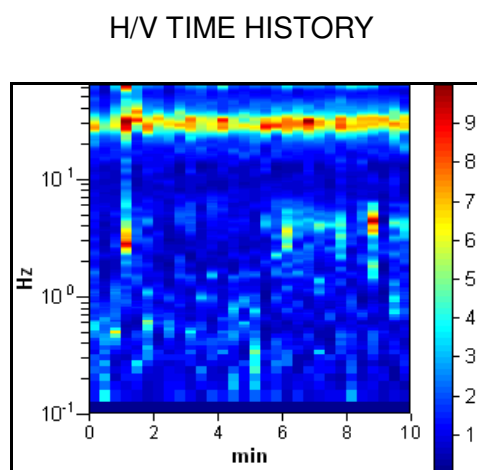


Figura 4

- Diagramma delle singole componenti spettrali, misurate dal tromografo (Figura 5).

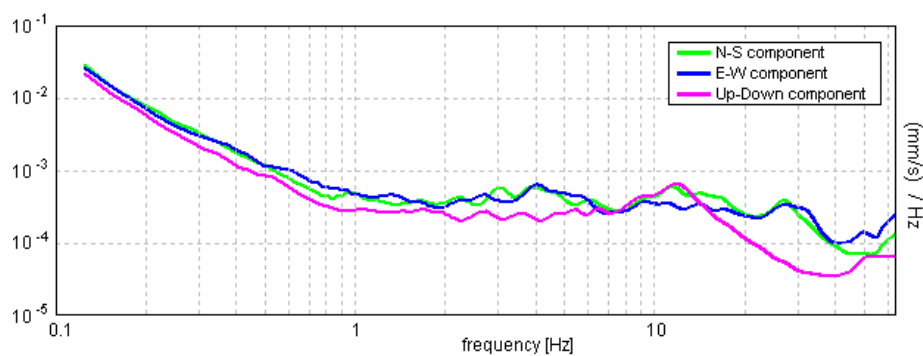


Figura 5

### 2.2.2 -Analisi sismica tramite MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali, eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiando con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30-50 metri, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori ai 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- 1) calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;
- 2) calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001);
- 3) calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998);
- 4) individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_{sv}$ , modificando opportunamente lo spessore  $h$ , le velocità delle onde di taglio  $V_{sv}$  e di compressione  $V_p$  (o in alternativa il coefficiente di Poisson  $\nu$ ), la densità di massa  $\rho$  degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale

tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'affidabilità del profilo di velocità  $V_s$  trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software “*Grilla*” fornito dalla Società Micromed S.p.A.

Pertanto, sulla base dei dati pervenuti e dall'acquisizione dei dati stratigrafici tratti da altre indagini geognostiche (prove penetrometriche dinamiche), effettuate in siti limitrofi è stato possibile definire la categoria di sottosuolo del sito.

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 (“Norme Tecniche per le Costruzioni”, Tab. 3.2.II), per la progettazione di manufatti soggetti ad azioni sismiche, il terreno in esame può essere riferito alla Categoria di Suolo di Fondazione **B** - **[rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina)]**.

### 3- STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

In ottemperanza alla DGR 545/10 del 26 Novembre 2010 e alla successiva DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011 della Regione Lazio, visto che ad oggi non è stato ancora validato per l'Unità Amministrativa Sismica di Fiano Romano lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (di seguito MS1), è stato condotto uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 (MS2) dell'area ove è prevista la lottizzazione.

Relativamente ai caratteri sismici del sito lo studio fa seguito ai cataloghi ufficiali della sismicità nazionale, il Comune di Fiano Romano, in base all'Ord. n.2788 del 12.06.1998 del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri, non era inserito nell'elenco dei comuni ad elevato rischio sismico.

E' stato poi classificato in Zona 2 ai sensi dell'Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003 e successivamente confermato, in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. Lazio n°766 del 01.08.2003 che aggiorna in senso restrittivo l'Ord. P.C.M. n°3274, in Zona 3, equiparata alla precedente Seconda Categoria Sismica.

Con la DGR Lazio n°387 del 22.05.2009 (Bur Lazio 24/2009; S.O. 106) attualmente vigente, che rivede globalmente i criteri di valutazione della pericolosità sismica del territorio regionale, il Comune di Fiano Romano è stato inserito nella sottozona 2B.

La Carta delle Massime Intensità Macrosismiche (Regione Lazio – Enea, 2009) stabilisce per il territorio comunale una  $I_{max} = 7-7,5$  MCS.

### 3.1 – Metodologia d'indagine e identificazione del bedrock sismico

Il punto di riferimento metodologico è costituito dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (di seguito ICMS), prodotti dal Gruppo di Lavoro MS del Dipartimento della Protezione Civile (2008).

Nel presente studio sono stati seguiti due approcci fondamentali: il primo di tipo geologico/geomorfologico mediante la caratterizzazione dell'assetto stratigrafico e strutturale delle unità in affioramento, dei lineamenti geomorfologici, dello stato di consistenza dei terreni, attraverso l'acquisizione di note di letteratura, rilevamenti di campagna di controllo e taratura, nonché il ricorso alla banca dati di archivio professionale per quanto concerne prove geognostiche in situ, effettuate nelle zone limitrofe, al fine di pervenire ad una modellazione ideale dei terreni in termini di proprietà geotecniche e geologiche (vedi Carta delle indagini).

Il secondo approccio è di tipo puramente geofisico mediante l'individuazione dei profili di velocità delle onde sismiche di taglio attraverso prospezioni indirette (n°3 MASW e n°3 HVSR, con Tromino®).

E' stato così possibile ottenere la localizzazione del “substrato sismico” per il livello 2 così come definito dalla DGR 490/11 (unità litostratigrafica di spessore di almeno 10 m con  $V_s > 700$  m/s) ad una profondità variabile tra 70,20 e 90,10 m dal p.c., utilizzato poi per la definizione delle VSH e degli FH.

#### *3.1.1- Definizione delle VSH dei terreni di copertura*

Per l'individuazione delle VSH dei terreni di copertura sono state seguite le linee guida di applicazione della DGR 490/11.

I dati ottenuti dagli stendimenti MASW sono stati discretizzati in unità geologico-geofisiche per spessori  $\geq 3$  m e una differenza di  $V_s$  con l'unità contigua di almeno 50m/s.



Tale discretizzazione ha permesso di individuare la velocità media equivalente **VSH**, calcolata fino al raggiungimento alla profondità del “substrato rigido”, come sopra definita.

Pertanto da tale dato è stato possibile ricavare il valore di **VSH** in 3 punti dell'area di studio:

1. in corrispondenza della misura HVSR 1,  $VSH=525$  m/s arrotondato a => **500 m/s**;
2. in corrispondenza della misura HVSR 2,  $VSH=560$  m/s arrotondato a => **600 m/s**;
3. in corrispondenza della misura HVSR 3,  $VSH=549$  m/s arrotondato a => **500 m/s**.

### 3.2 – Determinazione del Valore $F_h$ e confronto con le soglie SS

Dall'analisi degli spessori delle singole unità litostratigrafiche e dalla discretizzazione delle velocità ogni 3 m e a passi di velocità di 50 m/s la scelta è ricaduta sull'abaco delle “Argille e limi con gradiente di velocità massimo” (fig. 1).

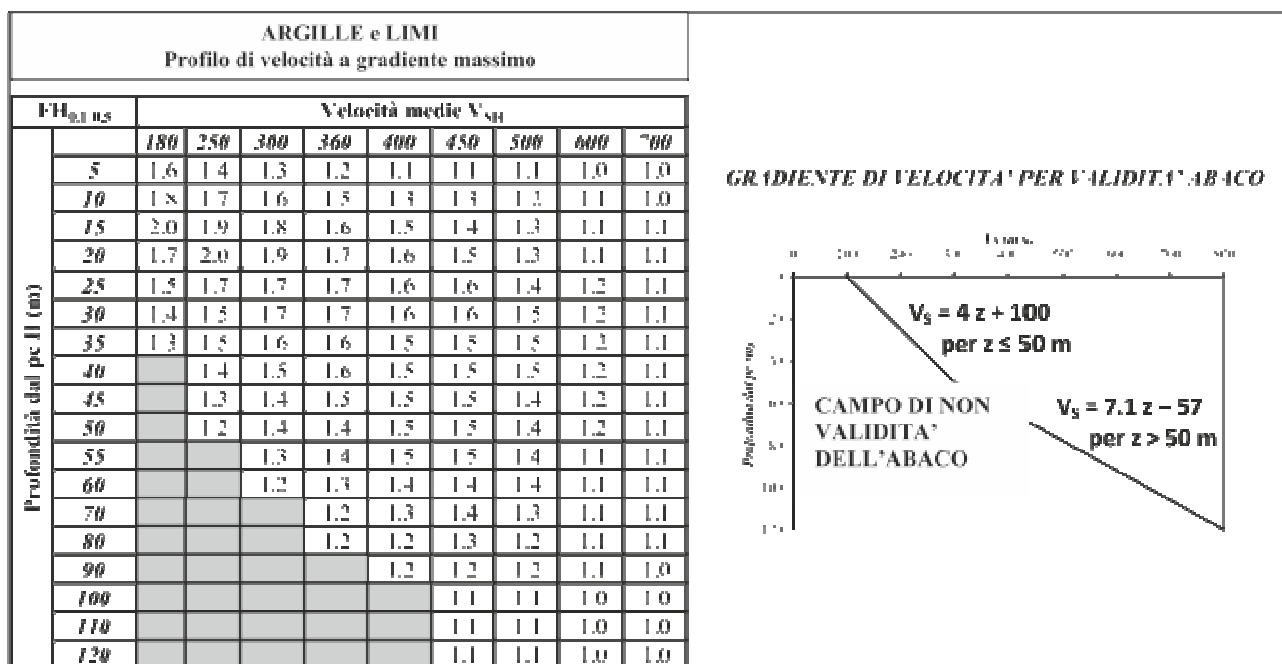
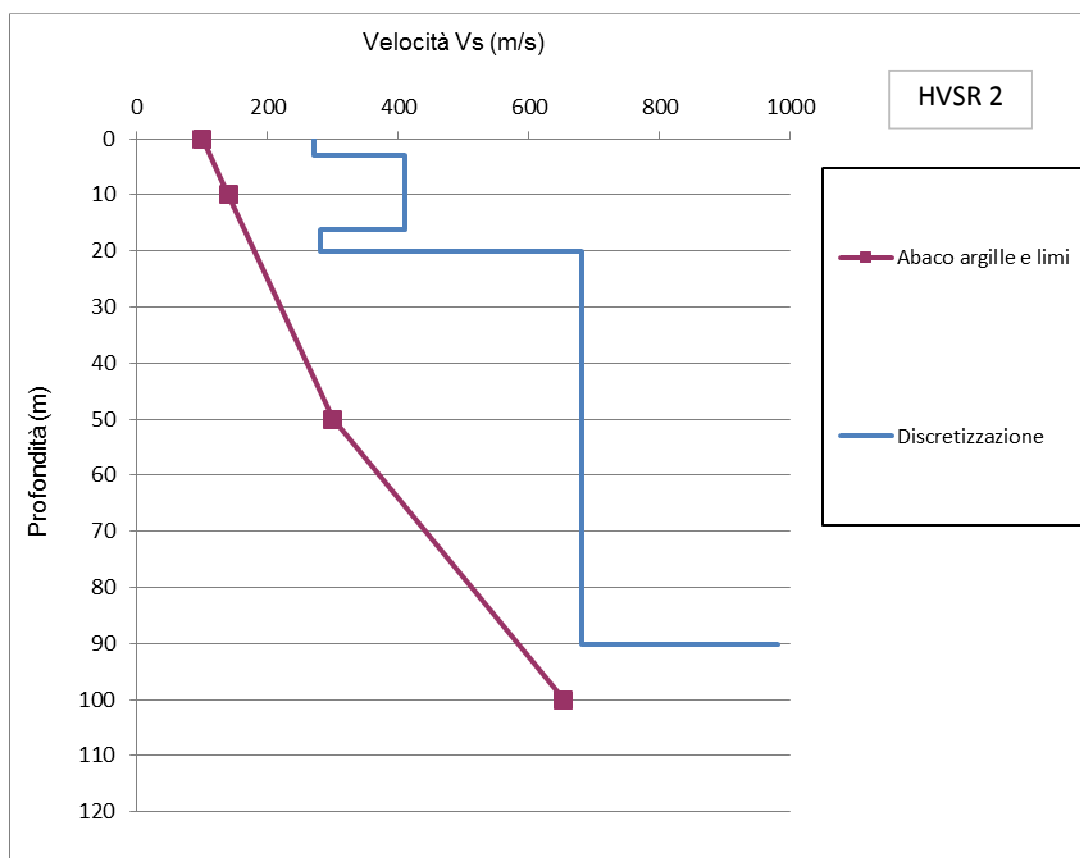
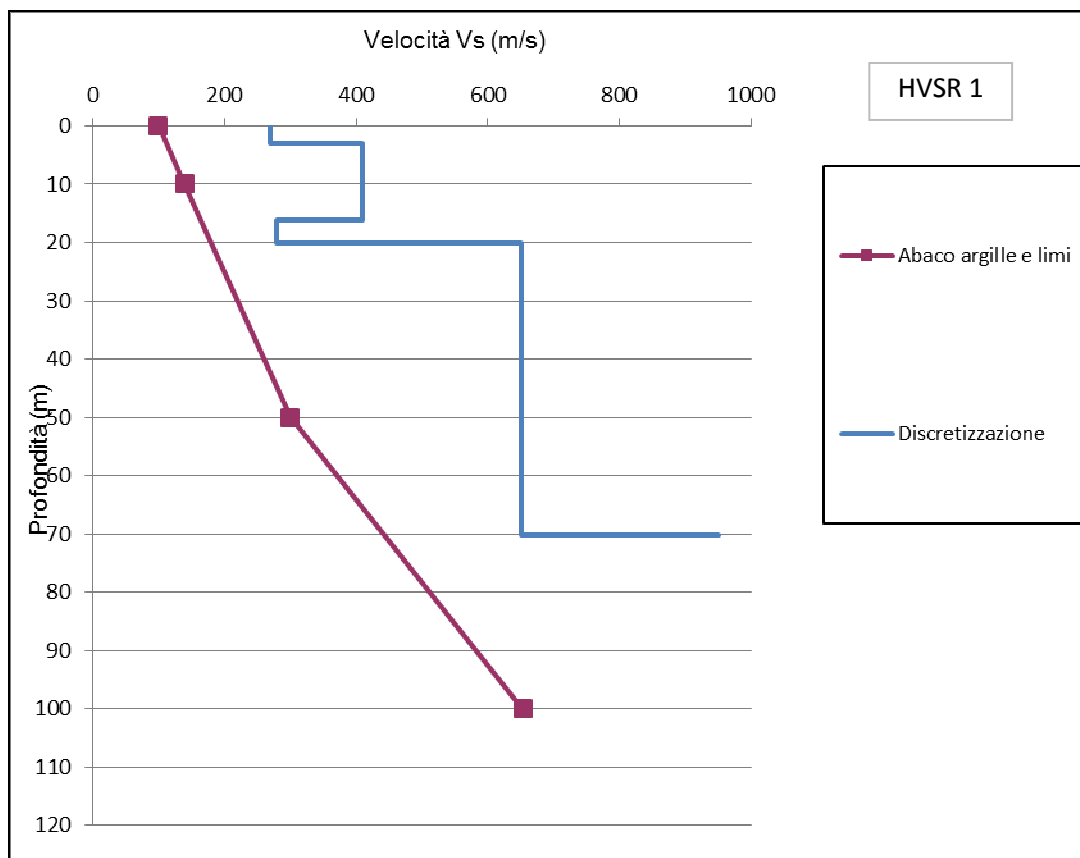
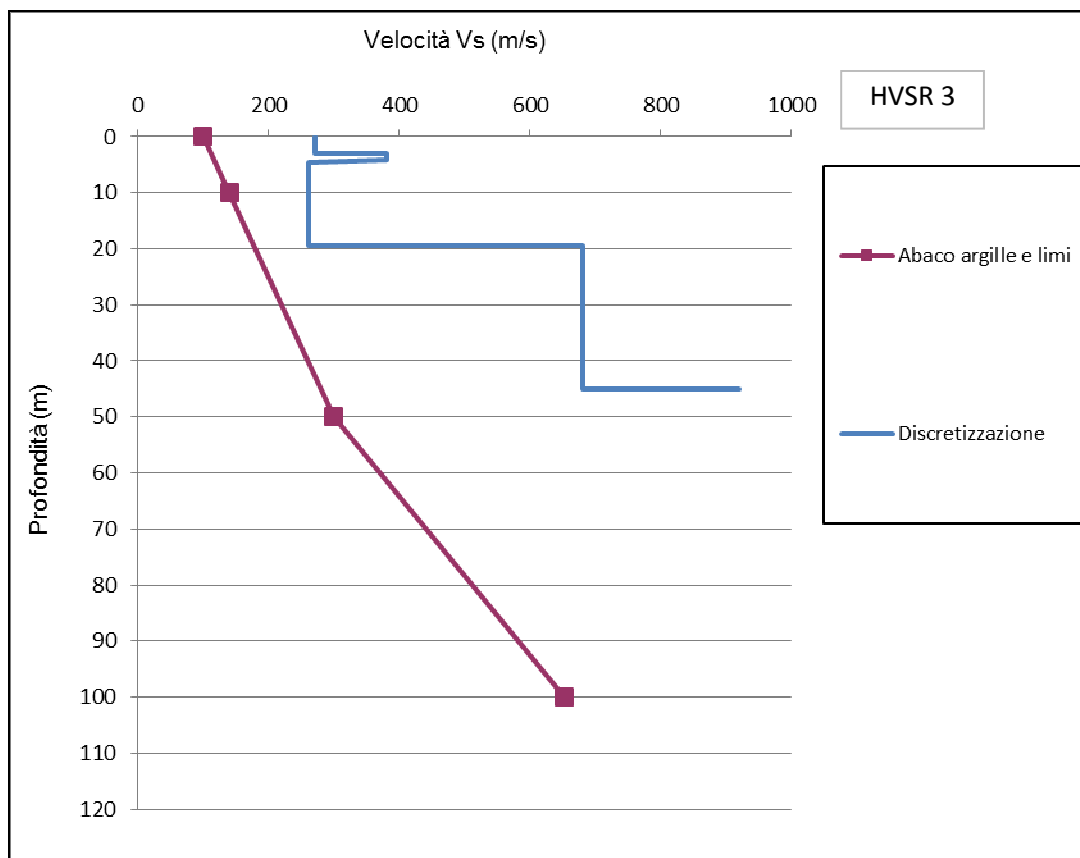


Fig. 1 – Abaco Regionale per “Argille e Limi, profilo di velocità gradiente massimo”

Allo scopo di verificare la validità dell’abaco scelto: “Argille e Limi, profilo di velocità a gradiente massimo”, sono state sovrapposte le curve delle velocità Vs discretizzate delle indagini sismiche HVSR e MASW con la retta del campo di validità dell'abaco. (vedere grafici pagina seguente)

Dai parametri d'ingresso precedentemente determinati e riportati nella tabella sottostante si è ricavato il corrispondente fattore FH che è stato confrontato col valore di SS dell'Unità Amministrativa Sismica di Fiano Romano per la categoria di sottosuolo “B” determinata con i valori di Vs 30 misurati nell'area.





Considerando tutte le analisi eseguite nell'ultima campagna geognostica per l'area oggetto di studio è stato possibile ricavare i parametri d'ingresso per l'utilizzo degli Abachi Regionali per la determinazione del Fattore di Amplificazione  $F_H$  0,1-0,5 da porre a confronto con il valore di Soglia  $S_s$ , per l'UAS di Fiano Romano contenuto nella DGR 490/11.

<i>Stendimento</i>	<i>H (m)</i>	<i><math>VS_{30}</math> (m/s)</i>	<i><math>VSH</math> (m/s)</i>	$F_H$	$S_s$ suolo "B"	Verificato
HVSr 1	90	413	525	1,3	1,3	SI
HVSr 2	70	419	560	1,1	1,3	SI
HVSr 3	70	397	549	1,2	1,3	SI

## 4 - DESCRIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA

### 4.1 - Carta geologica e geomorfologica (Tav. II di VII)

Da un punto di vista litologico le osservazioni e le indagini geognostiche effettuate hanno messo in evidenza che la zona oggetto di studio si presenta poco antropizzata.

L'area è interessata da depositi piroclastici pedogenizzati alternati a depositi travertinosi in banchi di spessore variabile, che occultano le sottostanti argille limose, cronologicamente riferibili al Pleistocene medio.

Sulla quasi totalità dell'area in esame geomorfologicamente questi materiali determinano delle pendenze topografiche basse ed improntate alla stabilità.

### 4.2- Carta delle indagini (Tav. III di VII)

Al fine di caratterizzare la stratigrafia ed il comportamento sismico del sottosuolo, sono state eseguite le indagini, riportate nella carta in allegato. Questa insieme alla carta geologica-geomorfologica, delle acclività, idrogeologica, di microzonazione sismica di livello 2 e di idoneità è stata redatta utilizzando come base cartografica l'elemento 366043 della Carta Tecnica Regionale, scala 1:5.000 (C.T.R.), edita dalla Regione Lazio.

La carta delle indagini e quella di microzonazione sismica di livello 2 sono state prodotte in formato sia cartaceo sia digitale GIS.

### 4.3 - Carta delle acclività (Tav. IV di VII)

Dal rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio effettuato dallo scrivente si evidenzia come il territorio in oggetto sia situato in un area pianeggiante debolmente inclinata verso oriente, ai piedi del rilievo collinare su cui sorge il centro storico di Fiano Romano, caratterizzata da pendenze blande inferiori ai 5°. Si riesce a definire una direzione generale delle pendenze in

direzione E, verso il Fiume Tevere (vedi carta delle acclività) e una sola classe di acclività sub-pianeggiante con pendenza inferiore ai 5° nell'intero lotto.

#### **4.4 - Carta idrogeologica (Tav. V di VII)**

L'area in esame fa parte dell'unità idrogeologica Detritico alluvionale Versante destro medio a valle del Tevere (Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio, scala 1:250.000, Capelli G. et alii, 2012). Questa unità corrisponde ad un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, delimita le aree di ricarica di questo serbatoio regionale. E' stata distinta in base alla prevalente natura litologica degli acquiferi in essa contenuti ed è caratterizzata da un'estensione areale regionale di 79 Km<sup>2</sup>. Inoltre essa è inserita all'interno del Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche (Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, scala 1:100.000, Capelli G. et alii, 2012). Esso è costituito da litotipi con caratteristiche idrogeologiche che esprimono un grado di potenzialità acquifera basso; in generale si tratta di tufi stratificati, tufi terrosi, brecce piroclastiche, pomici, lapilli, e blocchi, lavici in matrice cineritica. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo locamente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

Dai dati bibliografici (Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, scala 1:100.000, Capelli G. et alii, 2012) la falda idrica principale risulta essere profonda da informazioni tratte su pozzi limitrofi 40/50 m dal p.c. mentre non si esclude la possibile presenza di falde superficiali a carattere stagionale. Le acque di scorrimento superficiali seguono un andamento perpendicolare alle isoipse, verso la massima pendenza (vedi carta idrogeologica); mentre le acque di scorrimento profonde sono rivolte in direzione del Fiume Tevere.

#### 4.5 - Carta di microzonazione sismica di livello 2 (Tav. VI di VII)

In questa tavola sono mostrate le zone suscettibili di amplificazioni locali ricavate dalle elaborazioni geofisiche summenzionate, in ottemperanza alla DGR 545/10 del 26 Novembre 2010, alla DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011 e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 della Regione Lazio. Tutta l'area soggetta all'intervento è suscettibile di amplificazioni locali con fattori di amplificazione ( $F_h$ ) compresi tra 1,1 e 1,3.

#### 4.6 - Carta delle idoneità (Tav. VII di VII)

Essa rappresenta la sintesi di tutti i dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geofisici generali e particolari, emersi nel corso degli studi e nasce dall'opportuna sovrapposizione dei tematismi evidenziati nelle tavole precedenti.

Con riferimento alla cartografia allegata è stata definita una singola tipologia di area:

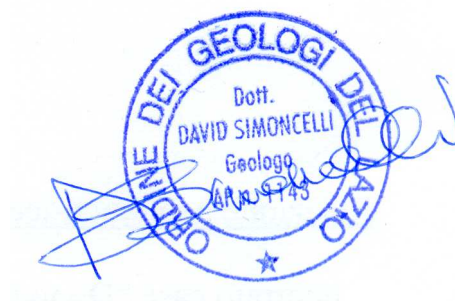
**Area idonea all'edificabilità:** si tratta di tutta l'area presa in esame, per la quale le indagini svolte non hanno evidenziato fenomenologie di rischio o caratteri geomorfologici tali da suggerire criteri limitativi nella realizzazione di opere antropiche. Per essi valgono le direttive normative espresse nel D.M. 14.01.2008 (norme tecniche generali sulle costruzioni) e nella L. 02.02.1974 (edilizia in zona sismica).

## 5- CONCLUSIONI

Considerando tutte le analisi eseguite nell'ultima campagna geognostica unitamente ai dati ricavati dagli studi precedentemente svolti in siti, è stato possibile ricavare i parametri d'ingresso per l'utilizzo degli Abachi Regionali per la determinazione del Fattore di Amplificazione FH 0,1-0,5 da porre a confronto con il valore di Soglia SS per l'UAS di Fiano Romano contenuto nella DGR 490/11.

Da tali analisi l'area di studio, ai sensi della DGR 2649/99, risulta essere totalmente idonea all'edificazione.

Si ravvisano in ogni caso necessari interventi di regimazione idraulica delle acque superficiali, le opere dovranno essere precedute da apposite indagini, nel rispetto del regolamento regionale approvato con D.G.R. 375/2016.



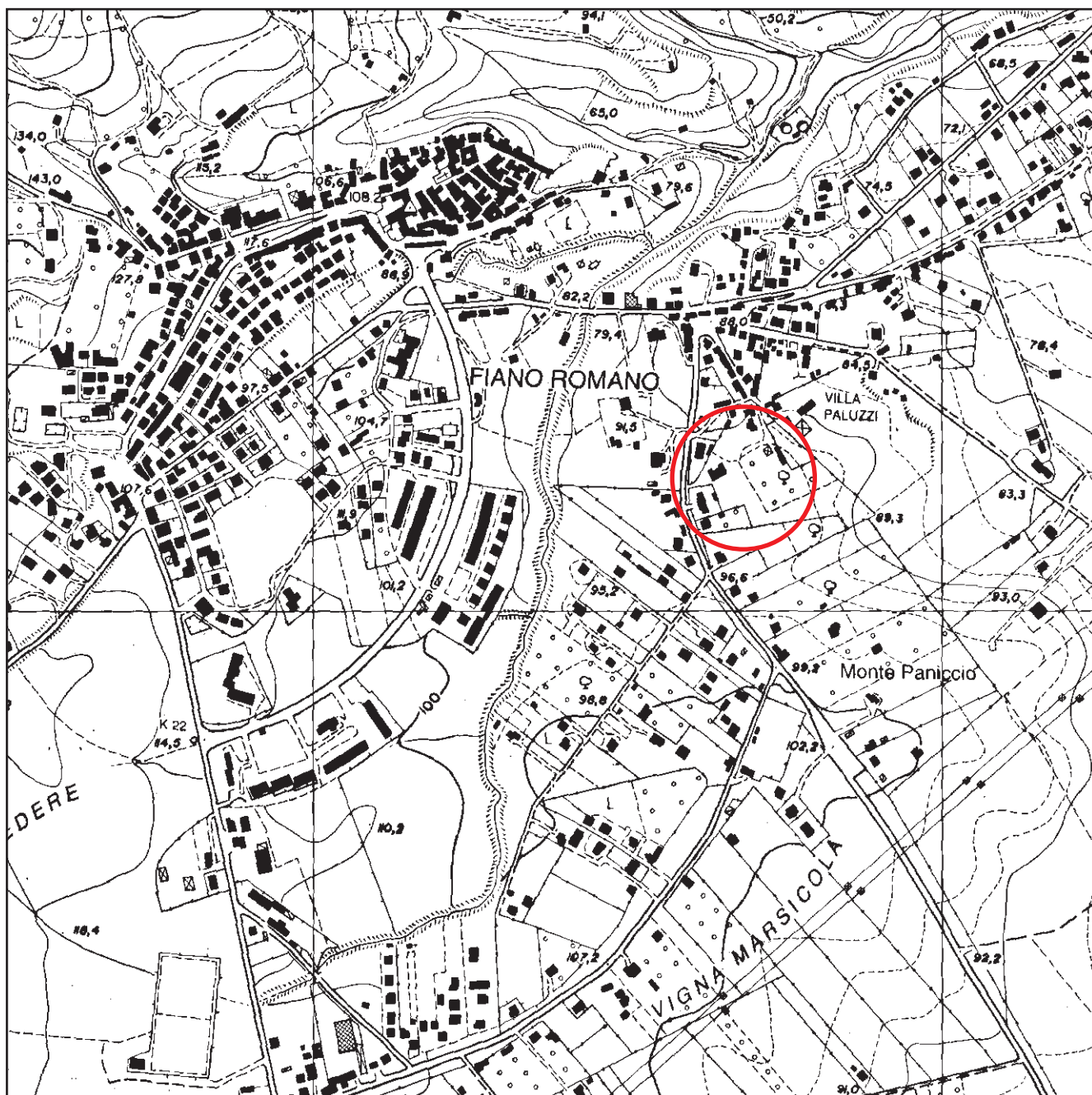
Poggio Mirteto, Gennaio 2017

Dott. Geol. David Simoncelli



# COROGRAFIA GENERALE

Scala 1:10.000



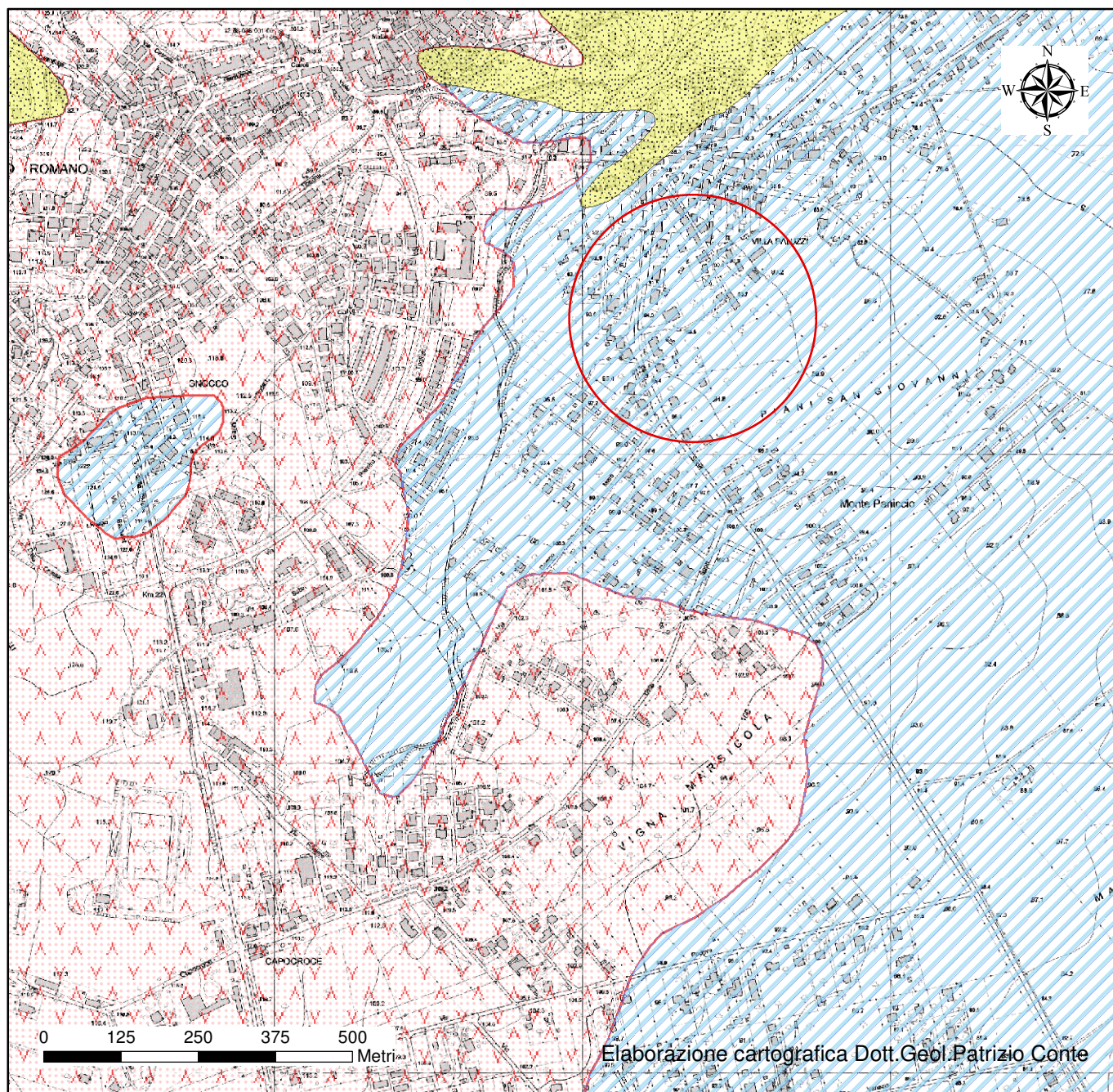
 Ubicazione del sito



# CARTA GEOLOGICA GENERALE





Scala 1:10.000

Tav. I di VII



## Legenda

### Litologia

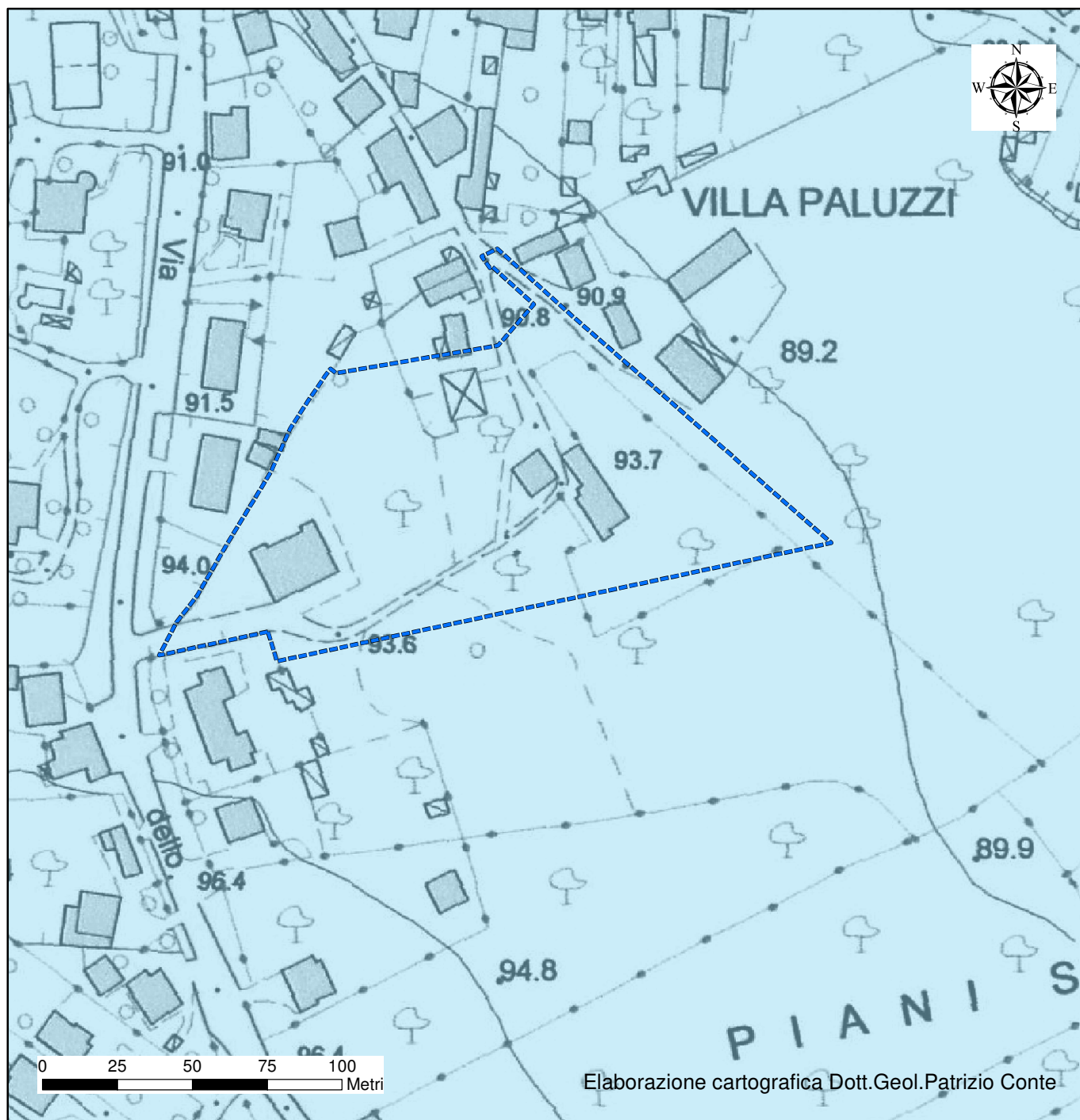
-  Sabbia/arenaria
-  Travertino
-  Depositi piroclastici pedogenizzati
-  Area di studio



# CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO

Scala 1:2.000

Tav. II di VII



## Legenda

 Perimetro lottizzazione

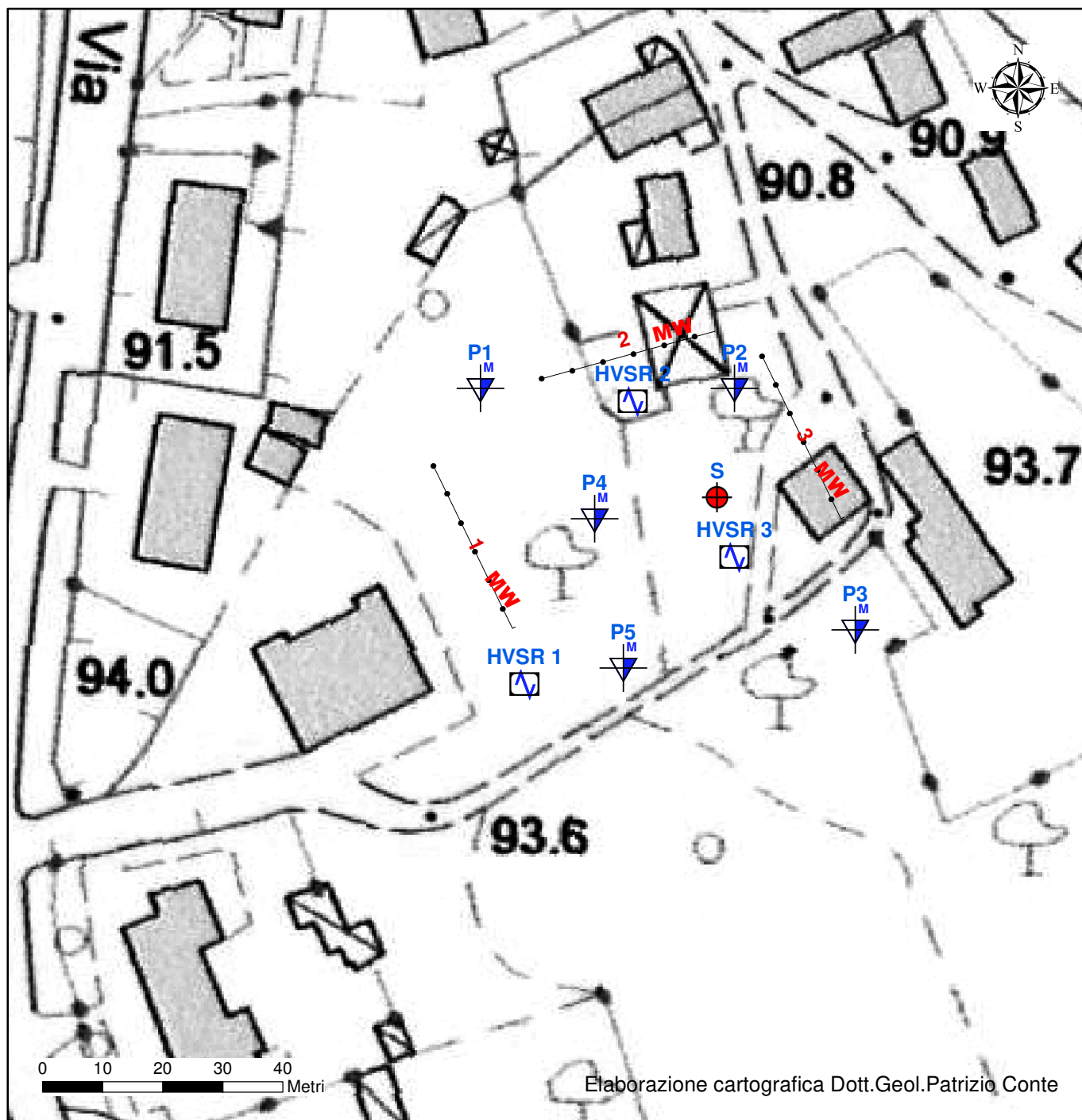
## Litologia

 Travertino

# CARTA DELLE INDAGINI





Scala 1:1.000

Tav. III di VII



## Legenda

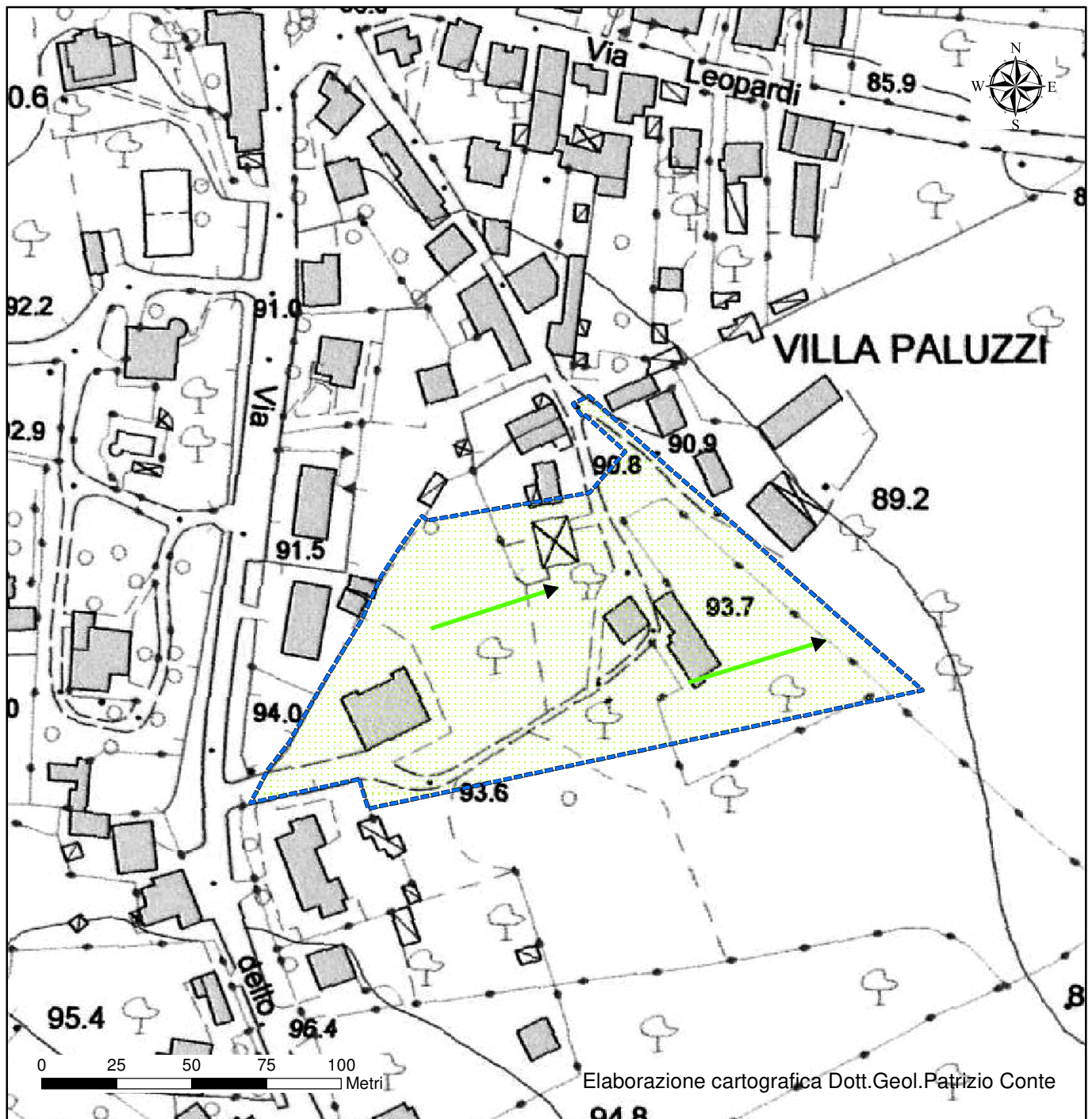
### Indagini

-  PROVA PENETROMETRICA DINAMICA MEDIA (DPM)
-  MISURA HVSR
-  SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
-  STENDIMENTO MASW

# CARTA DELLE ACCLIVITA'


Scala 1:2.000


Tav. IV di VII



## Legenda

### Classi acclività

 Area sub-pianeggiante, pendenze <5°

 Direzione delle pendenze

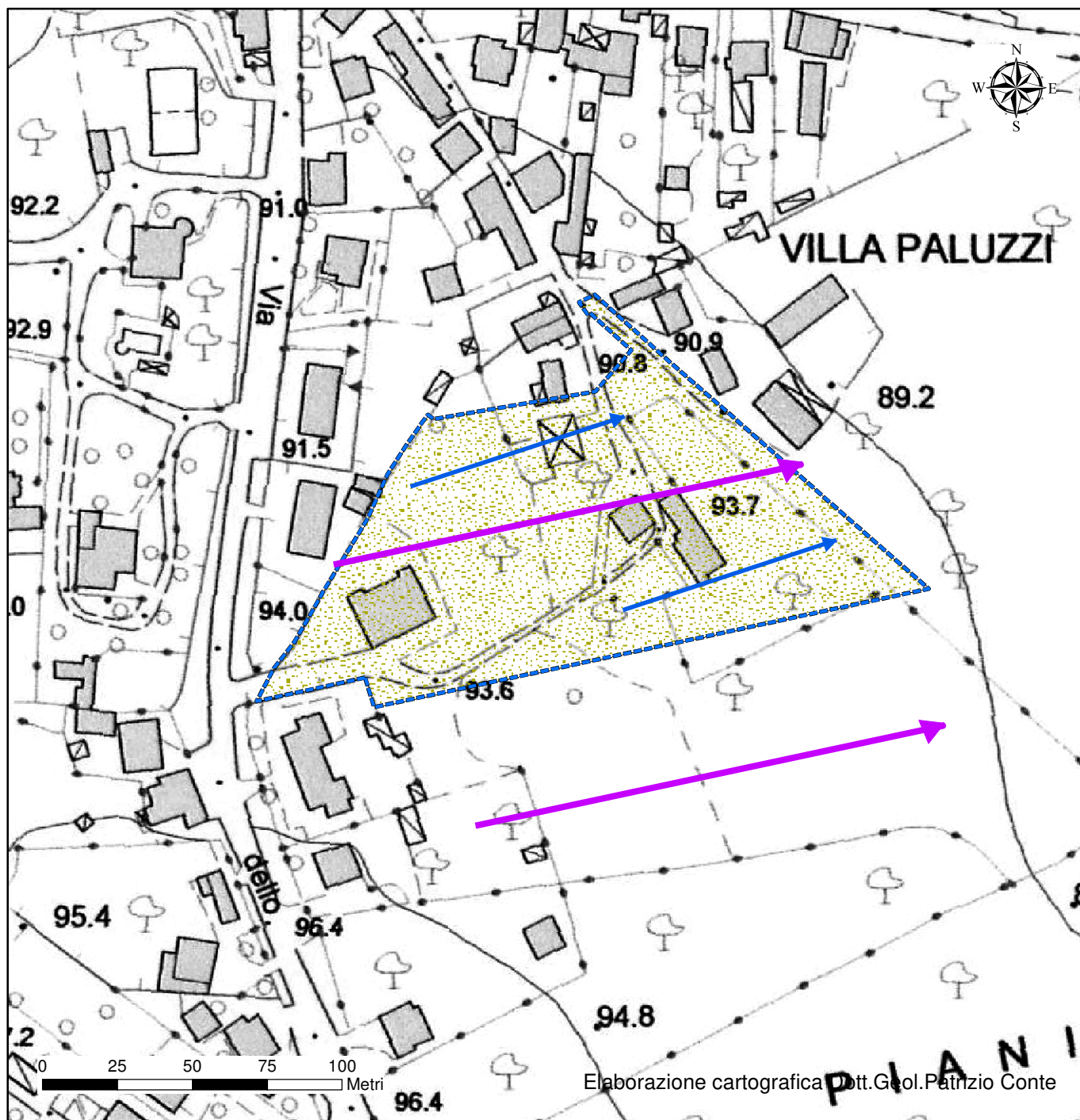
 Perimetro lottizzazione







# CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:2.000

Tav. V di VII



## Legenda

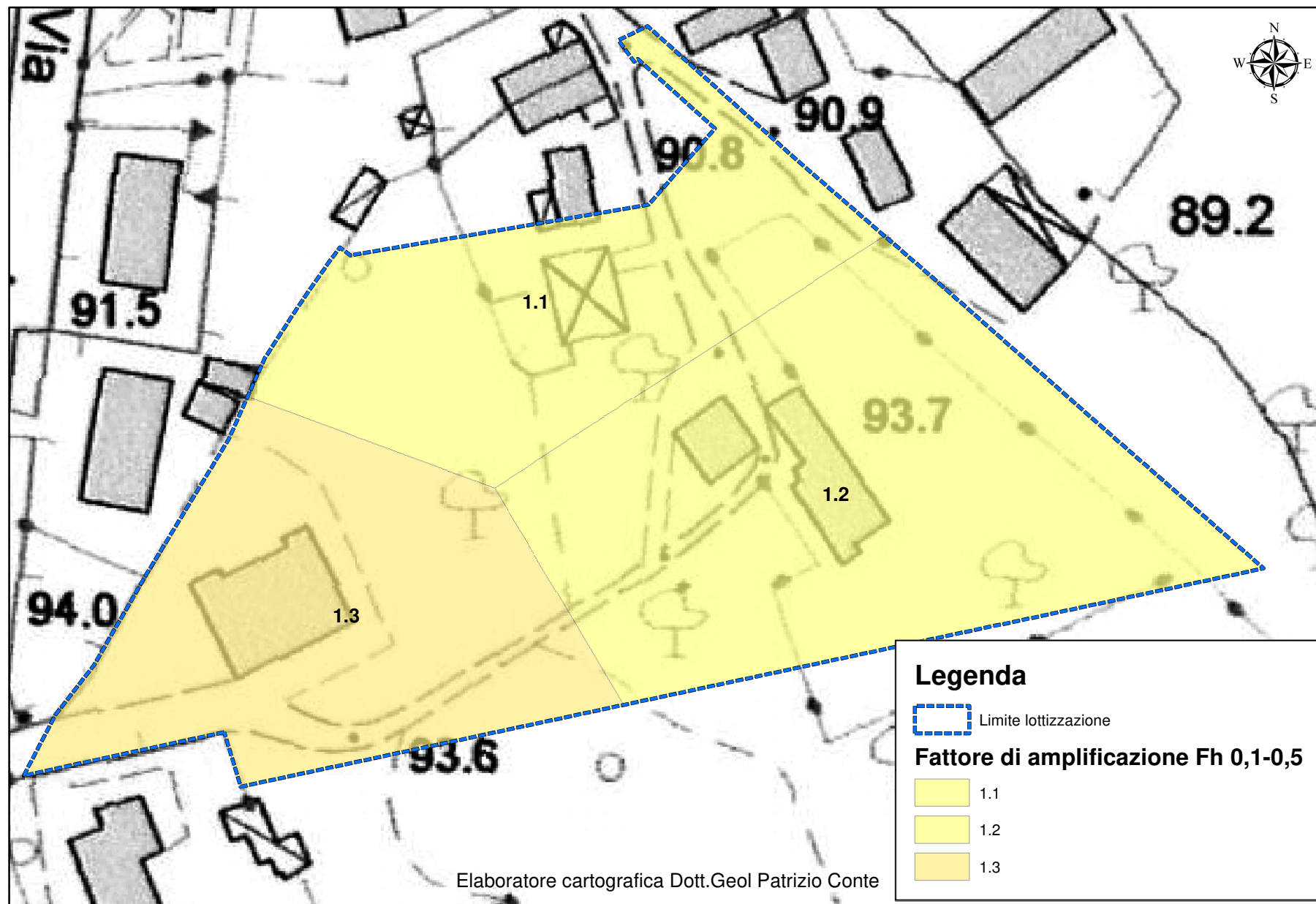
-  Perimetro lottizzazione
-  Complesso dei tufi stratificati
-  Direzione deflusso acque superficiali
-  Direzione deflusso acque profonde

# CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

## LIVELLO 2

Tav. VI di VII

Scala 1:1.000

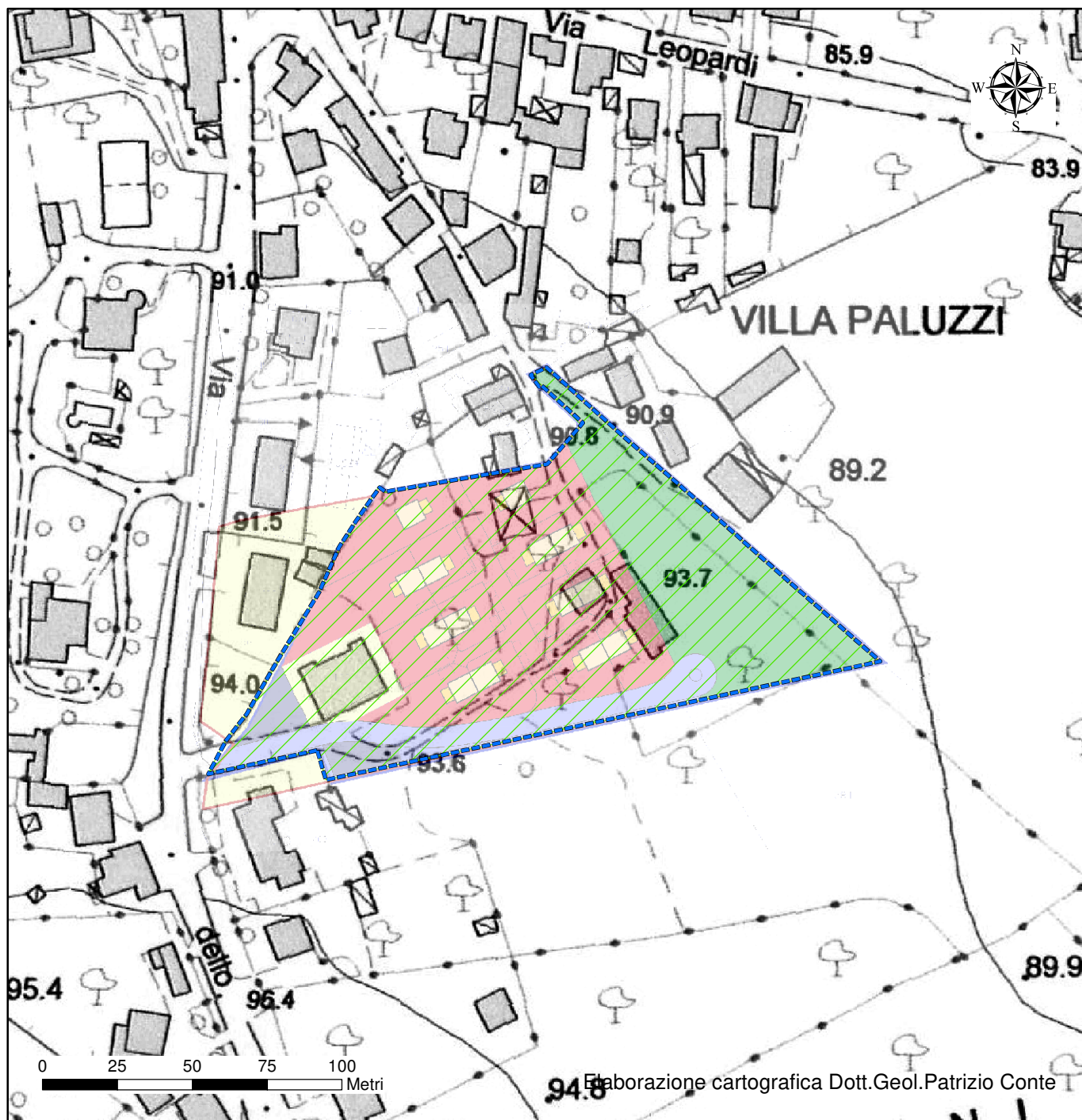


0 10 20 30 40  
Metri


# CARTA DELLE IDONEITÀ

Scala 1:2.000

Tav. VII di VII



## Legenda

 Limite lottizzazione

### Classi di idoneità

 Area idonea



Committente	Profondità raggiunta 30 m	Quota Ass. P.C. 93	Certificato n°	Pagina
Operatore	Indagine Via dello Sport - Fiano Romano (RM)	Note1		Inizio/Fine Esecuzione
Responsabile	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Downhole (DH)
1		Coltre superficiale	0.60												
		Depositi piroclastici pedogenizzati	1.50												
2		Depositi travertinosi da semilitoidi a litoidi	3.00												
3		Argilla debolmente limosa													
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30			30.00												

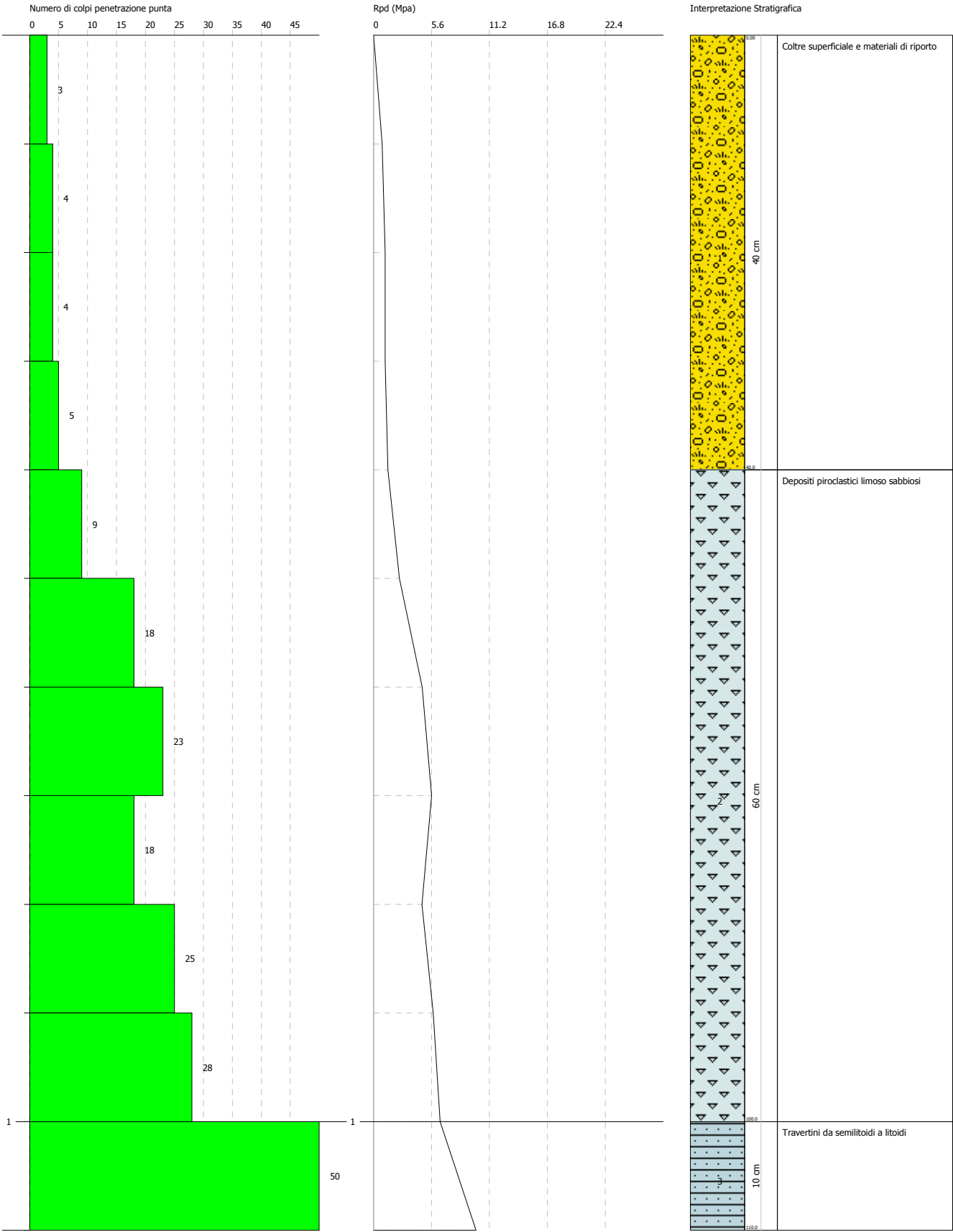
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio:Continuo	Responsabile
--	--------------

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente:  
Cantiere: Via dello Sport snc  
Località: Fiano Romano (RM)

Data: 20/10/2016

Scala 1:5

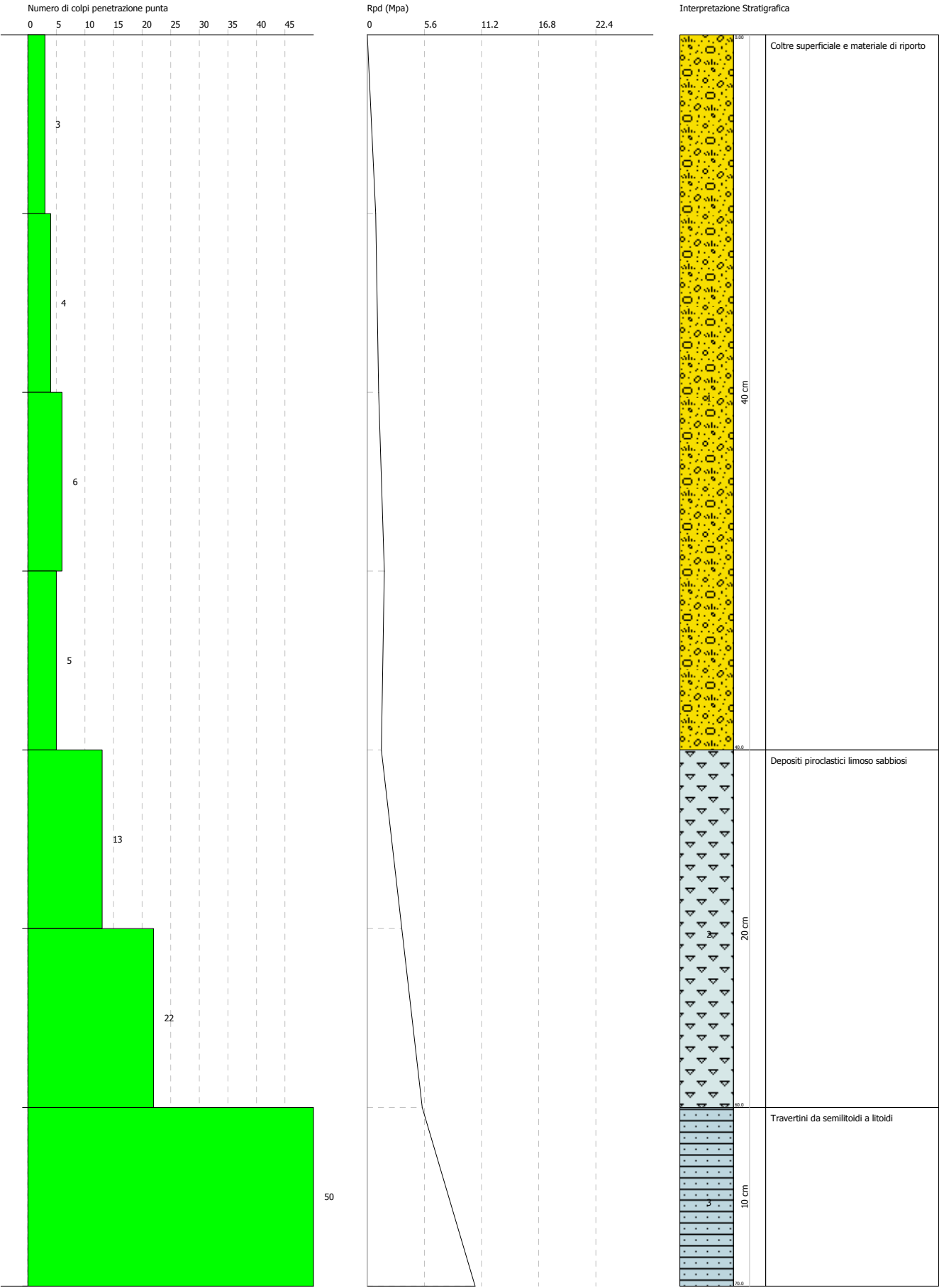


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente:  
Cantiere: Via dello Sport snc  
Località: Fiano Romano (RM)

Data: 20/10/2016

Scala 1:3

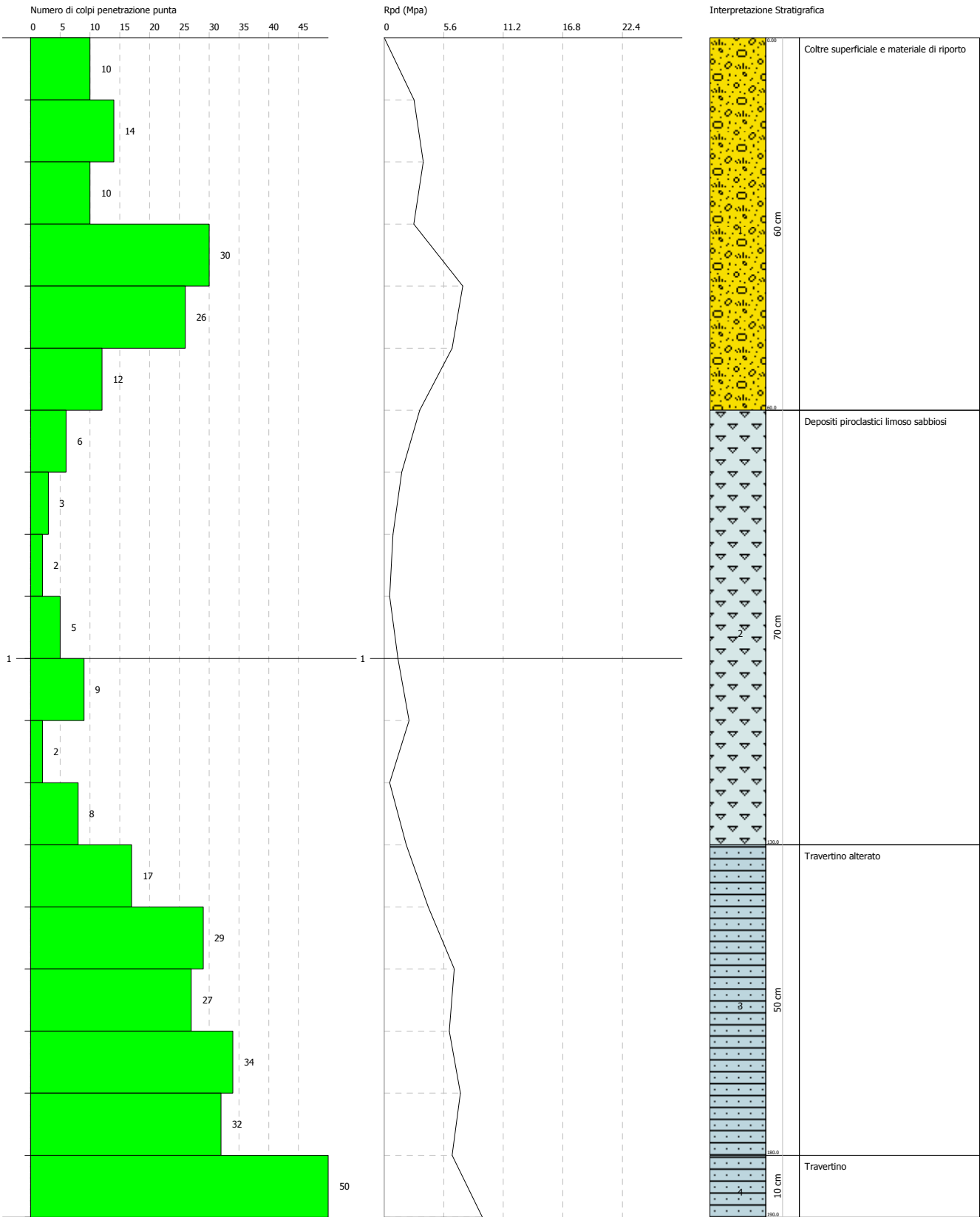


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente:  
Cantiere: Via dello Sport snc  
Località: Fiano Romano (RM)

Data: 20/10/2016

Scala 1:9



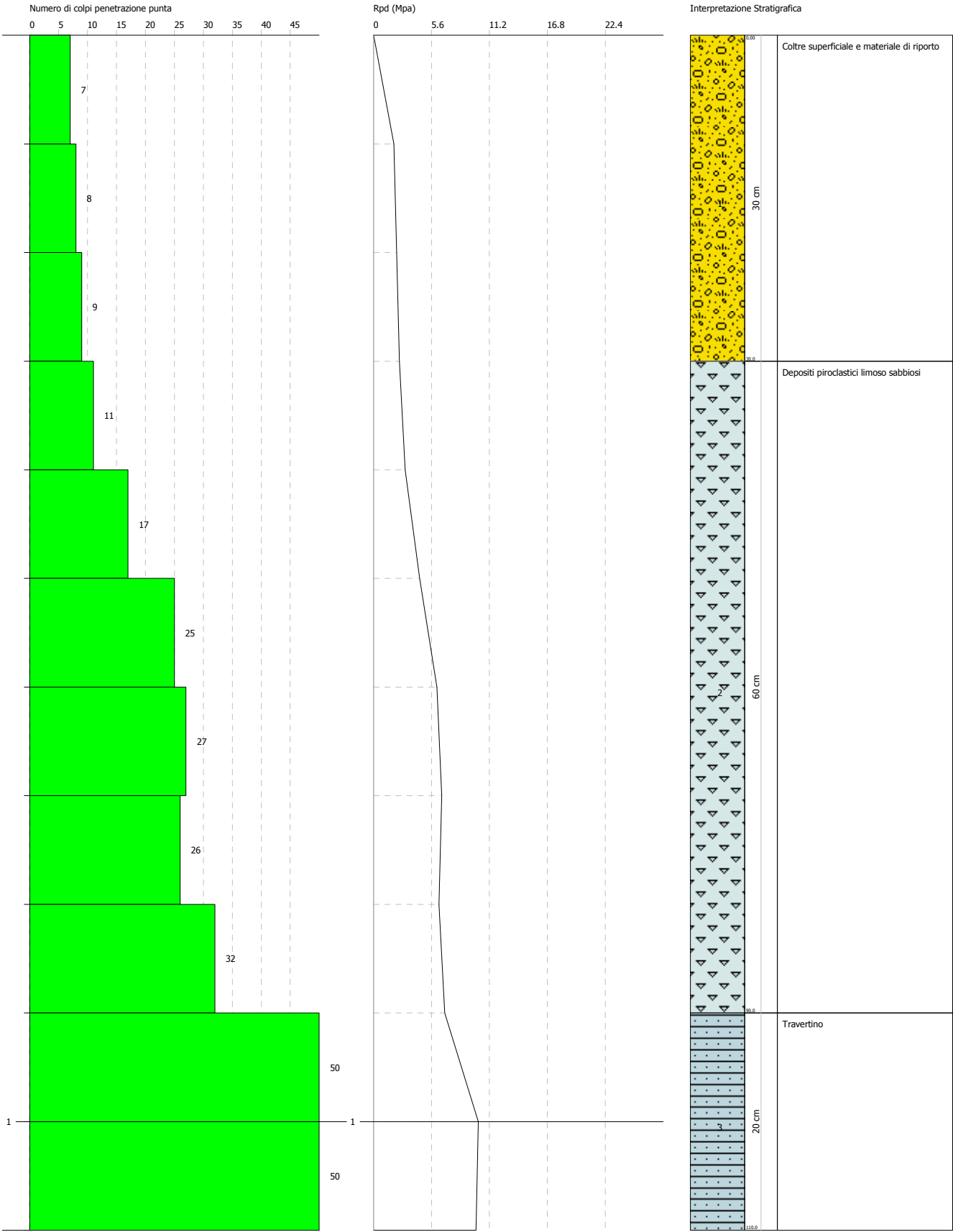


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente:  
Cantiere: Via dello Sport snc  
Località: Fiano Romano (RM)

Data: 20/10/2016

Scala 1:5



---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Cantiere: Via dello Sport snc Località: Fiano Romano (RM)	
--	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

Signature 1

Signature 2

---

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

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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  $\delta$  = 10 cm, punta conica



---

( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

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

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

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M=63.5 \text{ kg}$ , altezza caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=20-30 \text{ cm}$ , punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro D = 50.5 mm, area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , 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:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  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;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandese

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

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

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:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{vo})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_T \times C_d$$

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).

$C_T$ : 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 resistenze 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:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $s_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

**Distribuzione normale R.N.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%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

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

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 mt. ed immorsamento  $d = 1$  mt..

**Correlazioni geotecniche terreni incoerenti****Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  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  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

**Correzione  $N_{spt}$  in presenza di falda**

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- 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
- Buisman-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 Gamma**

- 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  $\tau$  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 $V_s$ (m/sec)**

- 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 ( $K_0$ )**

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

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

### **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  $N_{spt} < 8$  , 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 , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (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 ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

#### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- 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 - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buissmann- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose (  $N_{spt}=6-12$ ).

#### **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 ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 20/10/2016  
 Profondità prova 1.10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	3	0	0.857	0.84	0.98	42.08	49.12
0.20	4	0	0.855	1.12	1.31	55.98	65.50
0.30	4	0	0.853	1.12	1.31	55.85	65.50
0.40	5	0	0.851	1.39	1.64	69.66	81.87
0.50	9	0	0.849	2.50	2.95	125.10	147.37
0.60	18	0	0.797	4.70	5.89	234.91	294.75
0.70	23	0	0.745	5.61	7.53	280.64	376.62
0.80	18	0	0.793	4.68	5.89	233.83	294.75
0.90	25	0	0.742	5.76	7.77	288.06	388.47
1.00	28	0	0.740	6.44	8.70	321.86	435.08
1.10	50	0	0.638	9.91	15.54	495.68	776.94

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	Descrizione
0.4	4	1.31	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	3.04	Coltre superficiali e materiali di riporto
1	20.17	6.46	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	15.35	Depositi piroclastici limoso sabbiosi
1.1	50	15.54	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	38.05	Travertini da semilitoidi a litoidi

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

### TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Skempton 1986	15.42
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Skempton 1986	43.65
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Skempton 1986	70.79

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	21.75
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	30.17
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	38.89

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.83
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	44.10

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Farrent 1963	2.12
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Farrent 1963	10.69
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Farrent 1963	26.49

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Classificazione A.G.I	ADDENSATO



Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Meyerhof ed altri	14.22
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Meyerhof ed altri	18.53
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Meyerhof ed altri	21.48

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.34
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	(A.G.I.)	0.32
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Ohsaki (Sabbie pulite)	18.13
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Ohsaki (Sabbie pulite)	83.06
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Ohsaki (Sabbie pulite)	194.97

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Ohta & Goto (1978) Limi	60.78
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Ohta & Goto (1978) Limi	102.43
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Ohta & Goto (1978) Limi	129.6

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_h / \sigma_v$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Navfac 1971-1982	0.52
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Navfac 1971-1982	3.19
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Navfac 1971-1982	6.65

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiali di riporto	3.04	0.00-0.40	3.04	Robertson 1983	0.60
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.35	0.40-1.00	15.35	Robertson 1983	3.01
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.00-1.10	38.05	Robertson 1983	7.46

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 20/10/2016  
 Profondità prova .70 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	3	0	0.857	0.84	0.98	42.08	49.12
0.20	4	0	0.855	1.12	1.31	55.98	65.50
0.30	6	0	0.853	1.68	1.96	83.78	98.25
0.40	5	0	0.851	1.39	1.64	69.66	81.87
0.50	13	0	0.799	3.40	4.26	170.06	212.87
0.60	22	0	0.747	5.38	7.20	269.10	360.24
0.70	50	0	0.645	10.56	16.37	528.21	818.74

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	Descrizione
0.4	4.5	1.47	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	3.42	Coltre superficiale e materiale di riporto
0.6	17.5	5.73	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	13.32	Depositi piroclastici limoso sabbiosi
0.7	50	16.38	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	38.05	Travertini da semilitoidi a litoidi

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Skempton 1986	16.5
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Skempton 1986	39.87
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Skempton 1986	70.79

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	22.16
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	29.14
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	38.89

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	15.48
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	44.10

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Farrent 1963	2.38
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Farrent 1963	9.27
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Farrent 1963	26.49

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Meyerhof ed altri	14.42
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Meyerhof ed altri	17.95
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Meyerhof ed altri	21.48

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.44
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.02
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	(A.G.I.)	0.33
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Ohsaki (Sabbie pulite)	20.25
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Ohsaki (Sabbie pulite)	72.69
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Ohsaki (Sabbie pulite)	194.97

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Ohta & Goto (1978) Limi	62.03
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Ohta & Goto (1978) Limi	93.66
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Ohta & Goto (1978) Limi	118.14

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_h / \sigma_v$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Navfac 1971-1982	0.61
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Navfac 1971-1982	2.79
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Navfac 1971-1982	6.65

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	3.42	0.00-0.40	3.42	Robertson 1983	0.67
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	13.32	0.40-0.60	13.32	Robertson 1983	2.61
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	0.60-0.70	38.05	Robertson 1983	7.46

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 20/10/2016  
 Profondità prova 1.90 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	10	0	0.857	2.81	3.27	140.27	163.75
0.20	14	0	0.805	3.69	4.58	184.46	229.25
0.30	10	0	0.853	2.79	3.27	139.63	163.75
0.40	30	0	0.751	7.38	9.82	368.81	491.24
0.50	26	0	0.749	6.38	8.51	318.83	425.74
0.60	12	0	0.847	3.33	3.93	166.43	196.50
0.70	6	0	0.845	1.66	1.96	83.04	98.25
0.80	3	0	0.843	0.83	0.98	41.43	49.12
0.90	2	0	0.842	0.52	0.62	26.15	31.08
1.00	5	0	0.840	1.30	1.55	65.24	77.69
1.10	9	0	0.838	2.34	2.80	117.19	139.85
1.20	2	0	0.836	0.52	0.62	25.99	31.08
1.30	8	0	0.835	2.07	2.49	103.74	124.31
1.40	17	0	0.783	4.14	5.28	206.80	264.16
1.50	29	0	0.731	6.59	9.01	329.49	450.62
1.60	27	0	0.730	6.12	8.39	306.08	419.55
1.70	34	0	0.678	7.16	10.57	358.16	528.32
1.80	32	0	0.676	6.73	9.94	336.30	497.24
1.90	50	0	0.625	9.24	14.78	461.81	739.19

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	Descrizione
0.6	17	5.57	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	12.94	Coltre superficiali e materiale di riporto
1.3	5	1.58	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	3.8	Depositi piroclastici limoso sabbiosi
1.8	27.8	8.639999	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	21.16	Travertino alterato
1.9	50	14.78	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	38.05	Travertini da semilitoidi a litoidi

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3****TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Skempton 1986	39.12
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Skempton 1986	17.56
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Skempton 1986	52.91
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Skempton 1986	70.79

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	28.93
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	22.55
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	32.82
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	38.89

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	15.04
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	24.55
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	44.10



## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Farrent 1963	9.01
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Farrent 1963	2.65
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Farrent 1963	14.73
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Farrent 1963	26.49

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Meyerhof ed altri	17.85
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Meyerhof ed altri	14.61
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Meyerhof ed altri	19.81
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Meyerhof ed altri	21.48

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.02
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.44
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.52
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	(A.G.I.)	0.33
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	(A.G.I.)	0.31
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Ohsaki (Sabbie pulite)	70.74
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Ohsaki (Sabbie pulite)	22.36
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Ohsaki (Sabbie pulite)	112.31
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Ohsaki (Sabbie pulite)	194.97

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Ohta & Goto (1978) Limi	84.44
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Ohta & Goto (1978) Limi	85.33

Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Ohta & Goto (1978) Limi	126.23
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Ohta & Goto (1978) Limi	144.57

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Navfac 1971-1982	2.71
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Navfac 1971-1982	0.70
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Navfac 1971-1982	4.25
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Navfac 1971-1982	6.65

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	12.94	0.00-0.60	12.94	Robertson 1983	2.54
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	3.8	0.60-1.30	3.8	Robertson 1983	0.75
Strato (3) Travertino alterato	21.16	1.30-1.80	21.16	Robertson 1983	4.15
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	1.80-1.90	38.05	Robertson 1983	7.46

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

20/10/2016

Profondità prova

2.50 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	11	0	0.857	3.09	3.60	154.29	180.12
0.20	13	0	0.805	3.43	4.26	171.28	212.87
0.30	10	0	0.853	2.79	3.27	139.63	163.75
0.40	9	0	0.851	2.51	2.95	125.38	147.37
0.50	7	0	0.849	1.95	2.29	97.30	114.62
0.60	7	0	0.847	1.94	2.29	97.09	114.62
0.70	9	0	0.845	2.49	2.95	124.55	147.37
0.80	13	0	0.793	3.38	4.26	168.88	212.87
0.90	18	0	0.792	4.43	5.59	221.39	279.70
1.00	24	0	0.740	5.52	7.46	275.88	372.93
1.10	27	0	0.738	6.19	8.39	309.62	419.55
1.20	22	0	0.736	5.03	6.84	251.69	341.85
1.30	19	0	0.785	4.63	5.90	231.63	295.24
1.40	18	0	0.783	4.38	5.59	218.97	279.70
1.50	19	0	0.781	4.61	5.90	230.64	295.24
1.60	39	0	0.630	7.63	12.12	381.52	606.01
1.70	30	0	0.728	6.79	9.32	339.33	466.16
1.80	30	0	0.726	6.77	9.32	338.59	466.16
1.90	47	0	0.625	8.68	13.90	434.10	694.84
2.00	39	0	0.623	7.19	11.53	359.31	576.57
2.10	29	0	0.722	6.19	8.57	309.39	428.73
2.20	26	0	0.720	5.54	7.69	276.80	384.38
2.30	38	0	0.669	7.51	11.24	375.62	561.79
2.40	42	0	0.617	7.66	12.42	383.20	620.92
2.50	50	0	0.616	9.10	14.78	455.11	739.19

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	Descrizione
0.7	9.43	3.09	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	7.18	Coltre superficiali e materiale di riporto
1.5	20	6.24	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	15.22	Depositi piroclastici limoso sabbiosi
2.4	35.56	10.68	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	27.06	Travertino alterato
2.5	50	14.78	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	38.05	Travertini da semilitoidi a litoidi

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4****TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Skempton 1986	26.42
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Skempton 1986	43.41
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Skempton 1986	60.37
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Skempton 1986	70.79

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25.38
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	30.11
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	35.15
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	38.89

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.68
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	31.38
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	44.10

## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Farrent 1963	5.00
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Farrent 1963	10.60
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Farrent 1963	18.84
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Farrent 1963	26.49

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Meyerhof ed altri	15.98
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Meyerhof ed altri	18.53
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Meyerhof ed altri	20.59
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Meyerhof ed altri	21.48

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.63
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.81
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	(A.G.I.)	0.32
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	(A.G.I.)	0.3
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Ohsaki (Sabbie pulite)	40.66
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Ohsaki (Sabbie pulite)	82.40
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Ohsaki (Sabbie pulite)	141.52
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Ohsaki (Sabbie pulite)	194.97

## Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Ohta & Goto (1978) Limi	78.57
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Ohta & Goto (1978) Limi	111.6
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Ohta & Goto (1978) Limi	137.69
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Ohta & Goto (1978) Limi	152.63

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$ 

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Navfac 1971-1982	1.49
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Navfac 1971-1982	3.17
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Navfac 1971-1982	5.19
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Navfac 1971-1982	6.65

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	7.18	0.00-0.70	7.18	Robertson 1983	1.41
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	15.22	0.70-1.50	15.22	Robertson 1983	2.99
Strato (3) Travertino alterato	27.06	1.50-2.40	27.06	Robertson 1983	5.31
Strato (4) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.05	2.40-2.50	38.05	Robertson 1983	7.46



PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 20/10/2016  
 Profondità prova 1.10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	7	0	0.857	1.96	2.29	98.19	114.62
0.20	8	0	0.855	2.24	2.62	111.96	131.00
0.30	9	0	0.853	2.51	2.95	125.66	147.37
0.40	11	0	0.851	3.06	3.60	153.24	180.12
0.50	17	0	0.799	4.45	5.57	222.38	278.37
0.60	25	0	0.747	6.12	8.19	305.80	409.37
0.70	27	0	0.745	6.59	8.84	329.45	442.12
0.80	26	0	0.743	6.33	8.51	316.47	425.74
0.90	32	0	0.692	6.88	9.94	343.86	497.24
1.00	51	0	0.640	10.14	15.85	506.99	792.47
1.10	50	0	0.638	9.91	15.54	495.68	776.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tension e efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.3	8	2.62	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	6.09	Coltre superficiale e materiale di riporto
0.9	23	7.44	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	17.5	Depositi piroclastici limoso sabbiosi
1.1	50.5	15.69	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	0.76	38.43	Travertini da semilitoidi a litoidi

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Skempton 1986	23.68

Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Skempton 1986	47.33
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Skempton 1986	71.1

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION )	24.56
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION )	31.2
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION )	39.01

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Schultze-Menzen bach (Sabbia ghiaiosa)	---
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Schultze-Menzen bach (Sabbia ghiaiosa)	20.32
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Schultze-Menzen bach (Sabbia ghiaiosa)	44.54

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Farrent 1963	4.24
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Farrent 1963	12.18
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Farrent 1963	26.76

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Meyerhof ed altri	15.49
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Meyerhof ed altri	19.02
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Meyerhof ed altri	21.48

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.53
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Terzaghi-Peck 1948-1967	20.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	(A.G.I.)	0.32

Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	(A.G.I.)	0.28
---	-------	-----------	-------	----------	------

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Ohsaki (Sabbie pulite)	34.83
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	93.95
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Ohsaki (Sabbie pulite)	196.80

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Ohta & Goto (1978) Limi	64.84
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Ohta & Goto (1978) Limi	101.71
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Ohta & Goto (1978) Limi	128.61

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_h / \sigma_v$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Navfac 1971-1982	1.24
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Navfac 1971-1982	3.60
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Navfac 1971-1982	6.70

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale e materiale di riporto	6.09	0.00-0.30	6.09	Robertson 1983	1.19
Strato (2) Depositi piroclastici limoso sabbiosi	17.5	0.30-0.90	17.5	Robertson 1983	3.43
Strato (3) Travertini da semilitoidi a litoidi	38.43	0.90-1.10	38.43	Robertson 1983	7.54

FIANO ROMANO,

## HVSR 1

Strumento: TEP-0032/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 20/10/16 14:42:18 Fine registrazione: 20/10/16 14:56:18

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h14'00".

Analizzato 86% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

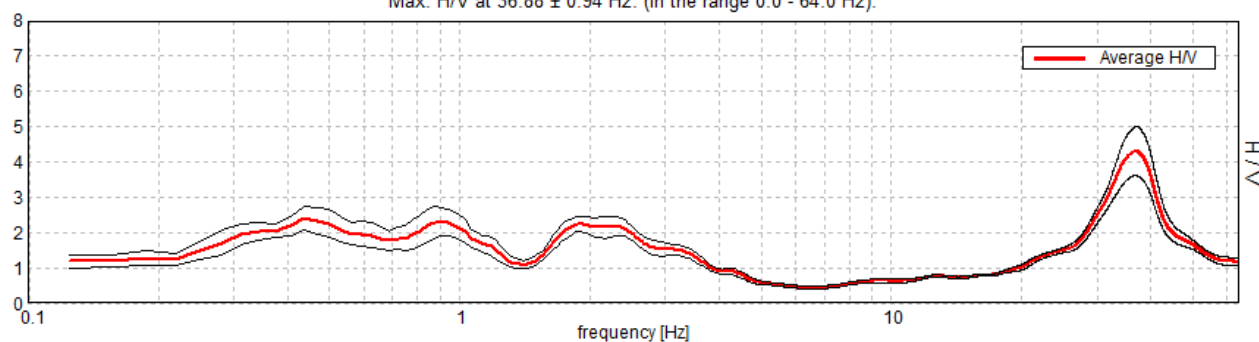
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

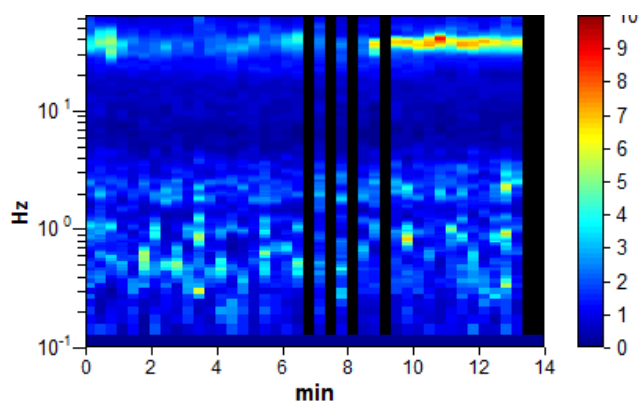
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

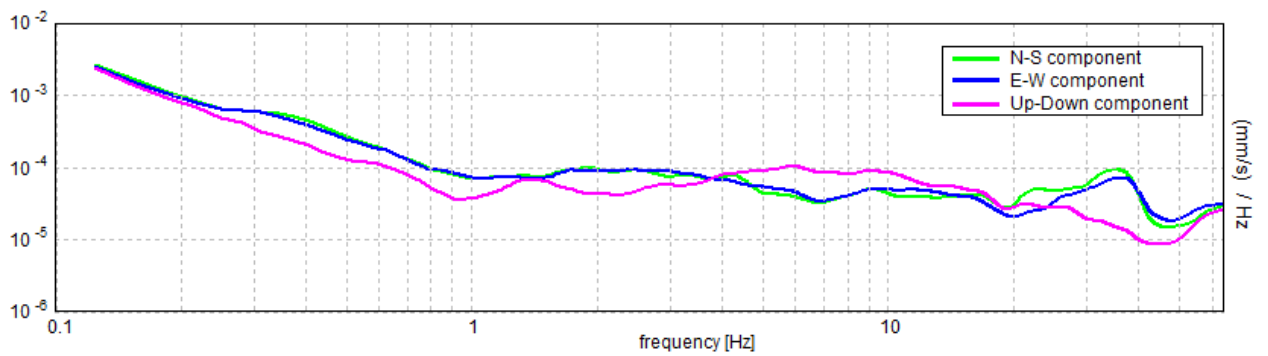
Max. H/V at  $36.88 \pm 0.94$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



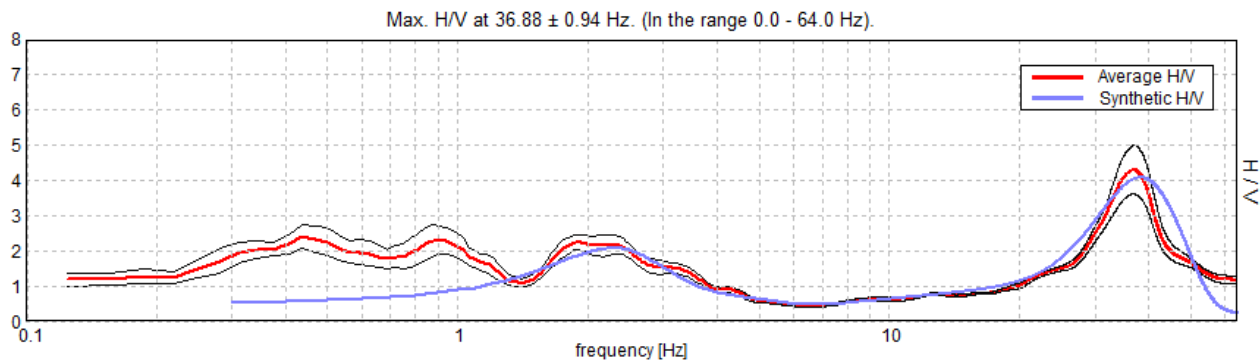
### SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

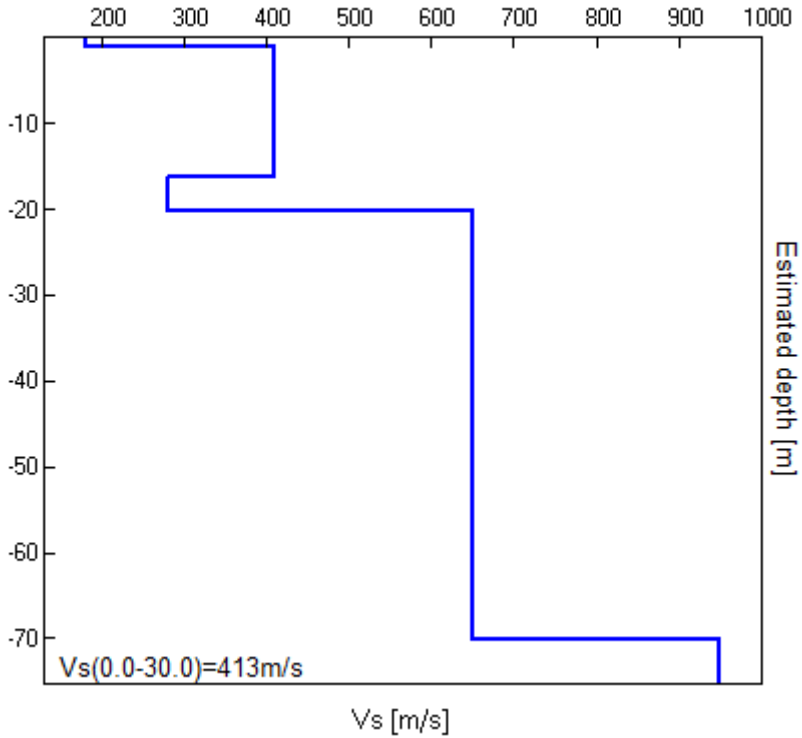


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.20	1.20	180	0.42
16.20	15.00	410	0.42
20.20	4.00	280	0.40
70.20	50.00	650	0.42
inf.	inf.	950	0.42

**Vs (0.0-30.0) = 413 m/s**





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a  $36.88 \pm 0.94$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$36.88 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$26550.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1459	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	28.906 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	43.844 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.31 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02547  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.93931 < 1.84375$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6928 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FIANO ROMANO,

## HVSR 2

Strumento: TEP-0032/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 20/10/16 15:02:51 Fine registrazione: 20/10/16 15:16:51

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h14'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

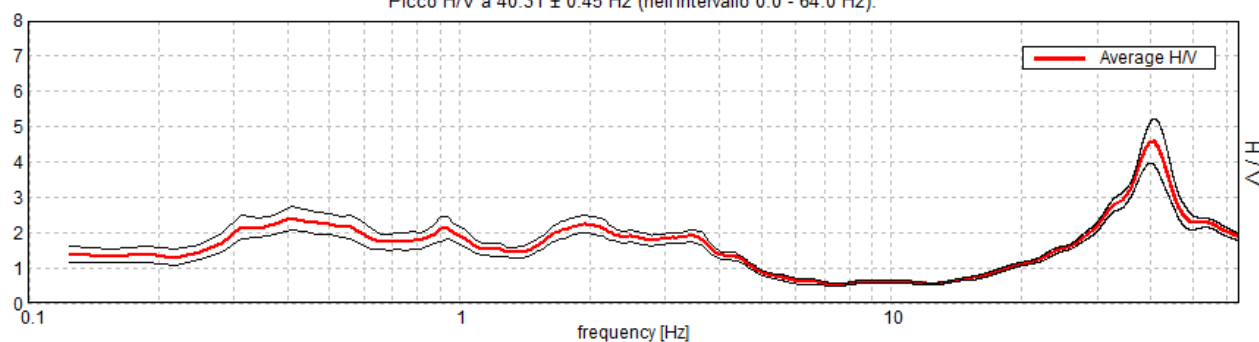
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

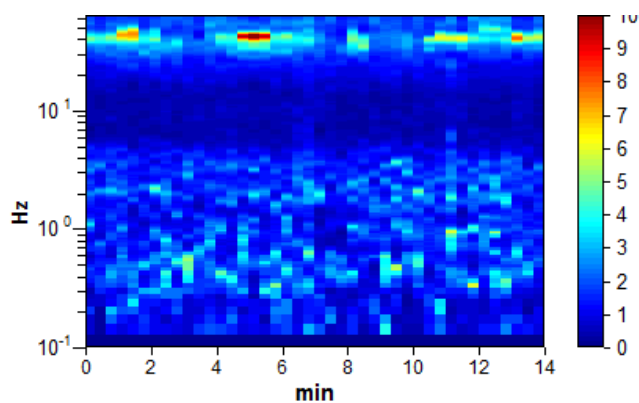
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

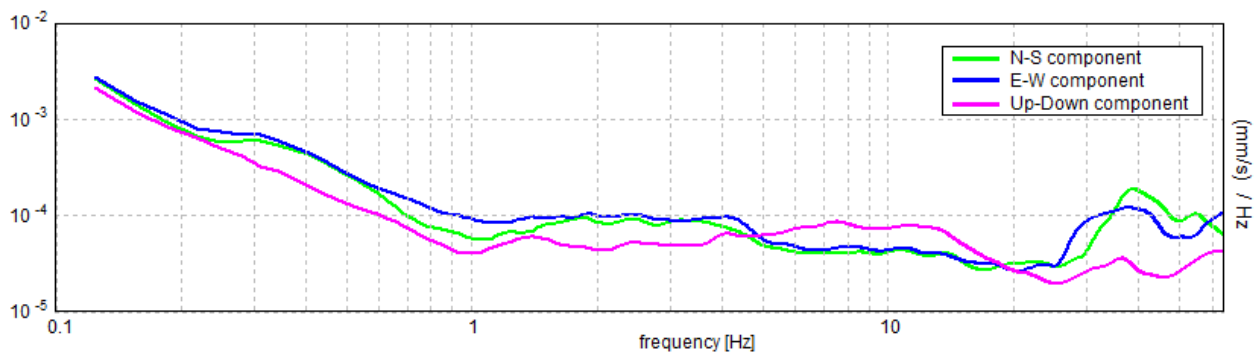
Picco H/V a  $40.31 \pm 0.45$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



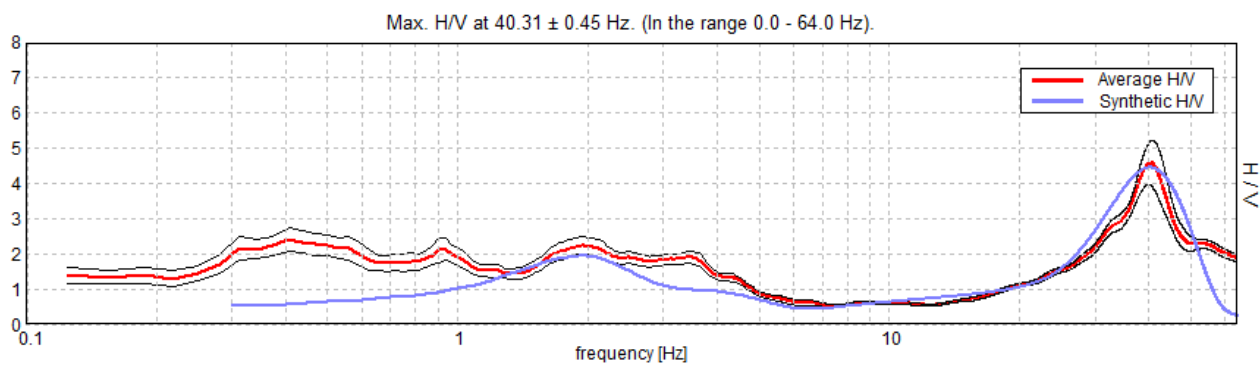
### SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

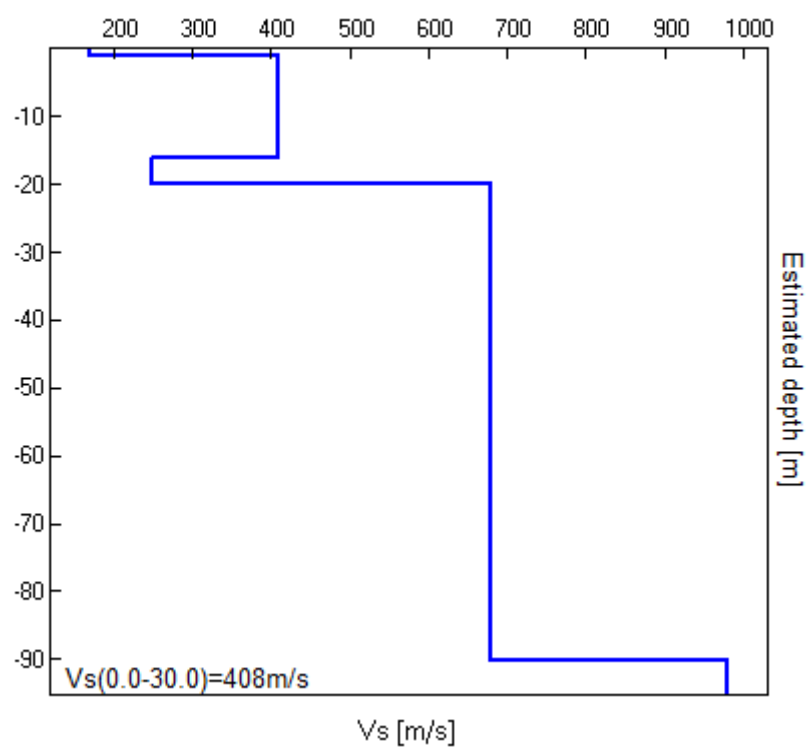


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.10	1.10	170	0.40
16.10	15.00	410	0.40
20.10	4.00	280	0.42
90.10	70.00	680	0.42
inf.	inf.	980	0.42

**Vs (0.0-30.0) = 417 m/s**



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $40.31 \pm 0.45$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$40.31 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$33862.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1404	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	30.531 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	49.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.58 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01118  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.45075 < 2.01563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6277 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FIANO ROMANO,

### HVSR 3

Strumento: TEP-0032/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 20/10/16 15:45:42 Fine registrazione: 20/10/16 15:59:42

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h14'00".

Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

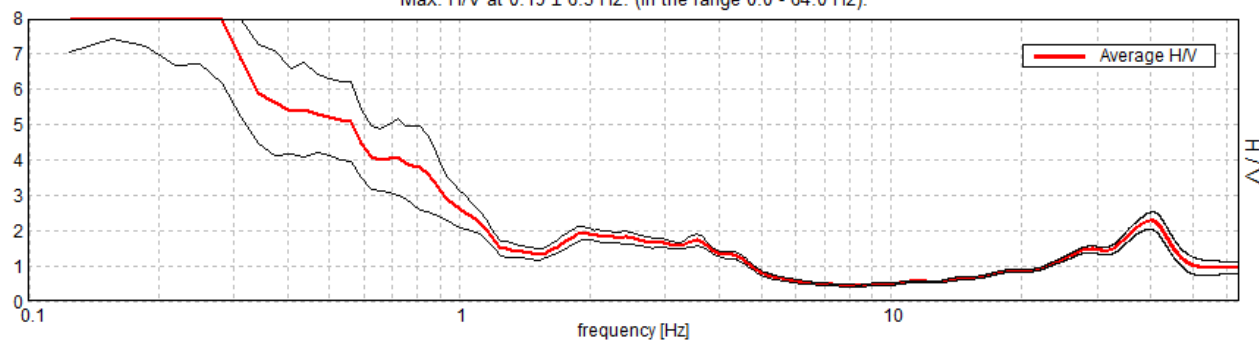
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

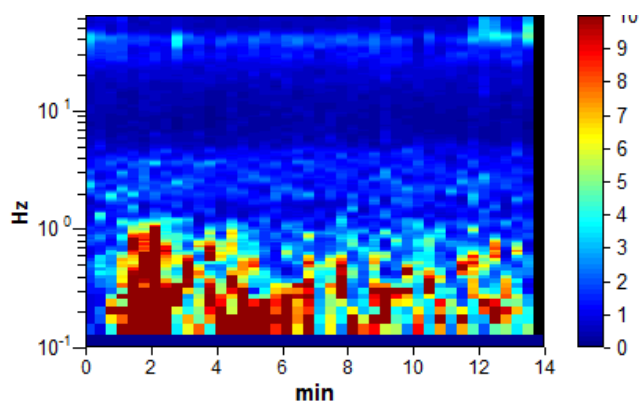
Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

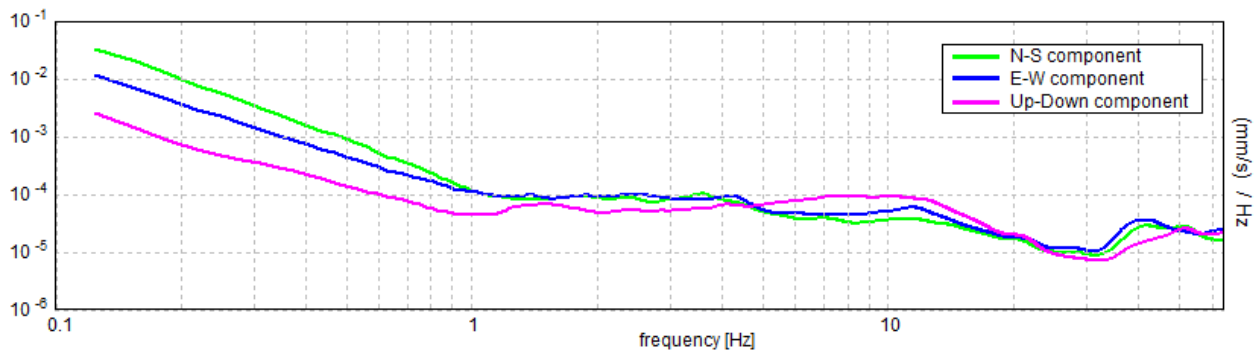
Max. H/V at  $0.19 \pm 6.3$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



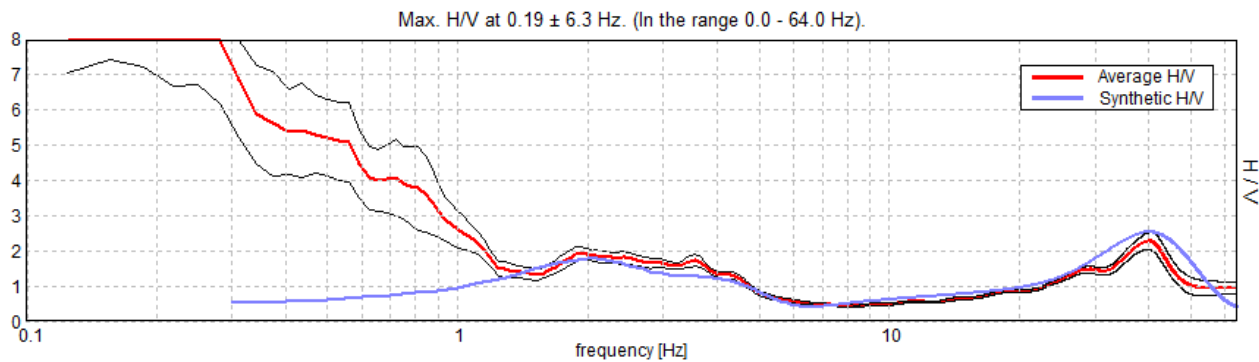
#### SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

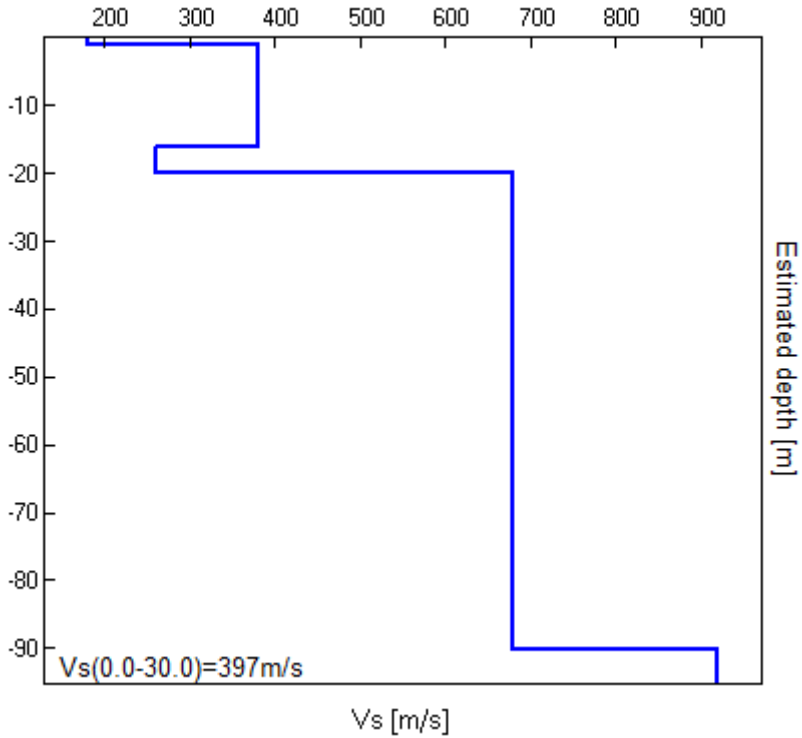


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.10	1.10	180	0.40
16.10	15.00	380	0.40
20.10	4.00	260	0.42
90.10	70.00	680	0.42
inf.	inf.	920	0.42

**Vs (0.0-30.0) = 397 m/s**





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $0.19 \pm 6.3$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$0.19 > 0.50$		<b>NO</b>
$n_c(f_0) > 200$	$153.8 > 200$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 10	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.594 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$9.65 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 33.62592  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$6.30486 < 0.04688$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$2.4169 < 3.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**FIANO ROMANO,**

## MASW 1

Inizio registrazione: 20/10/16 14:02:28 Fine registrazione: 20/10/16 14:10:02

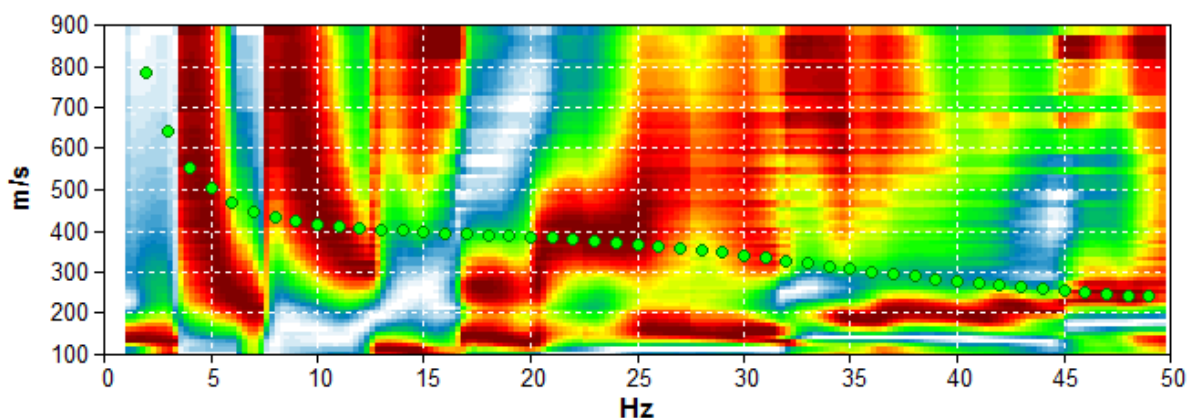
Durata registrazione: 0h07'24".

Freq. campionamento: 1024 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9  
; B10

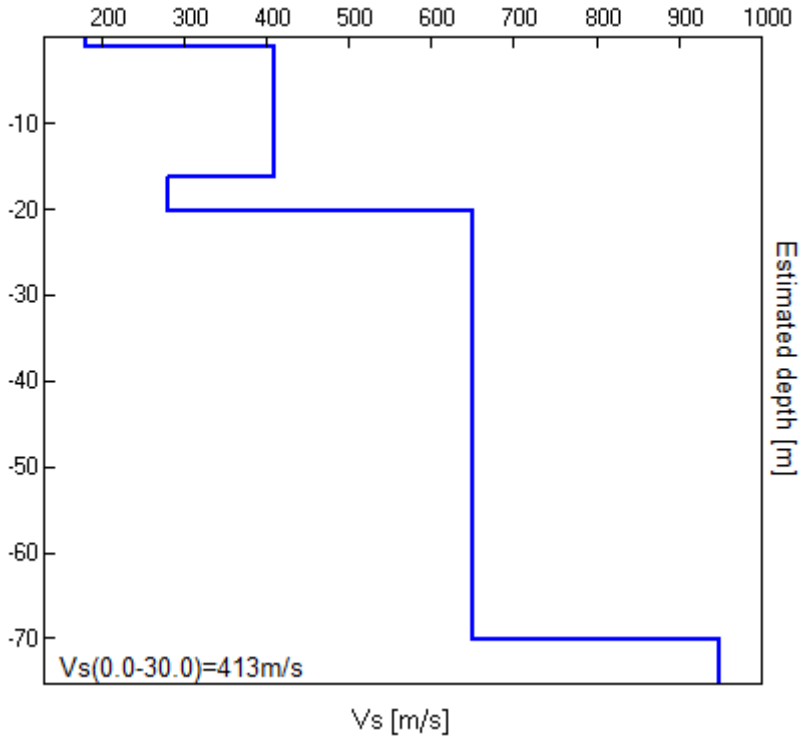
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 m.

### MODELLED LOVE WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.20	1.20	180	0.42
16.20	15.00	410	0.42
20.20	4.00	280	0.42
70.20	50.00	650	0.42
inf.	inf.	950	0.42

**Vs (0.0-30.0) = 413m/s**



**FIANO ROMANO,**

**MASW 2**

Inizio registrazione: 20/10/16 14:15:59 Fine registrazione: 20/10/16 14:22:39

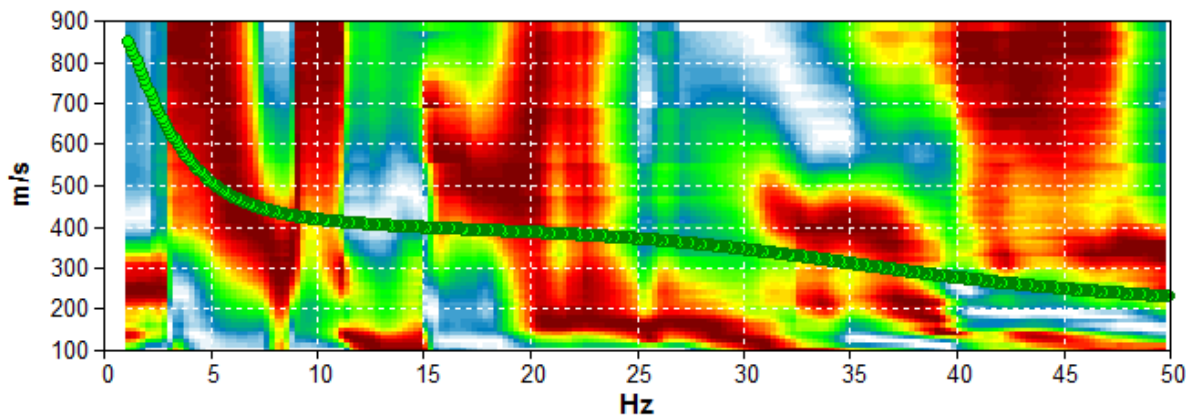
Durata registrazione: 0h06'36".

Freq. campionamento: 1024 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9  
; B10 ; B11 ; B12

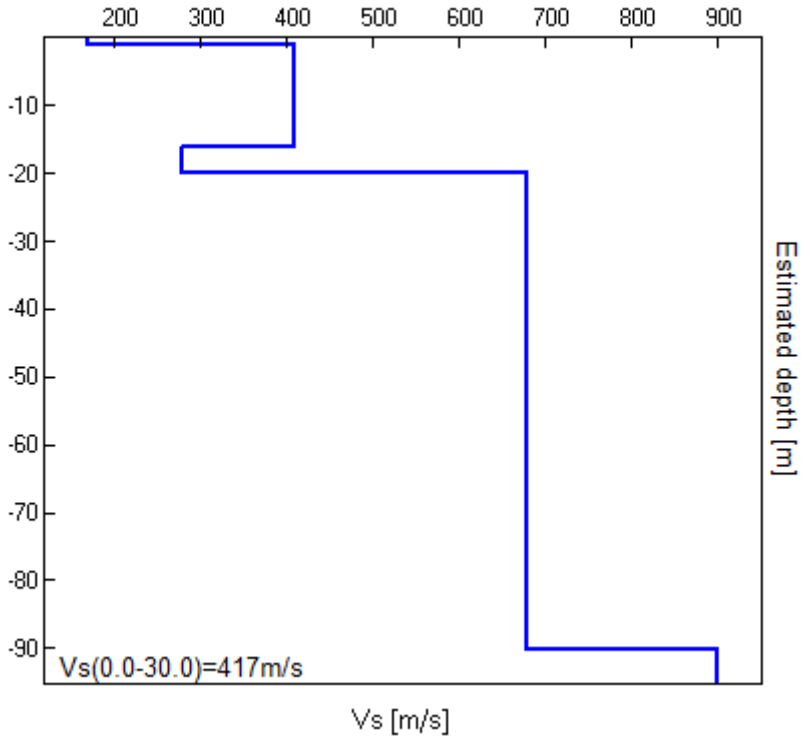
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 m.

**MODELLED LOVE WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE**



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	170	0.40
16.10	15.00	410	0.40
20.10	4.00	280	0.42
90.10	70.00	680	0.42
inf.	inf.	900	0.40

**Vs (0.0-30.0) = 417 m/s**



**FIANO ROMANO,**

**MASW 3**

Inizio registrazione: 20/10/16 14:30:56 Fine registrazione: 20/10/16 14:38:43

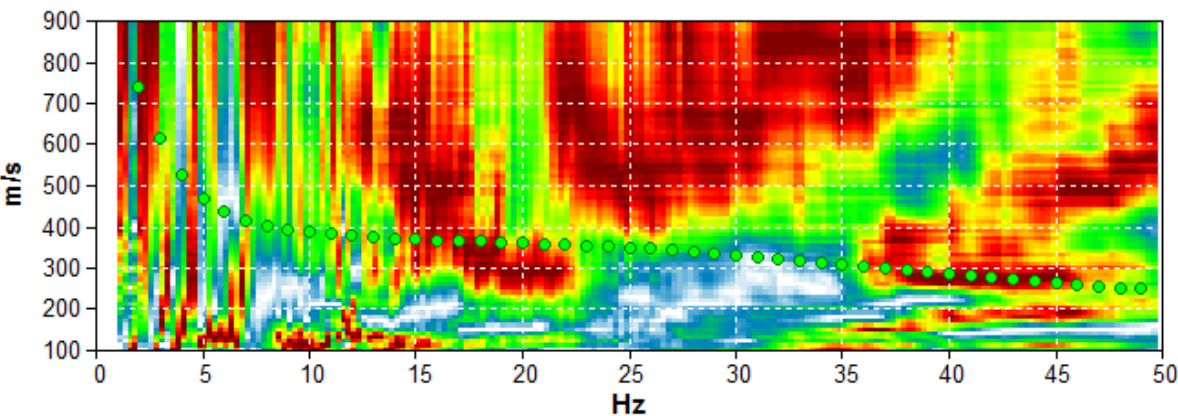
Durata registrazione: 0h07'36".

Freq. campionamento: 1024 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9  
; B10 ; B11 ; B12 ; B13

Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 m.

**MODELLED LOVE WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE**



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	180	0.40
16.10	15.00	380	0.40
20.10	4.00	260	0.40
90.10	70.00	680	0.40
inf.	inf.	920	0.40

**Vs (0.0-30.0) = 397 m/s**

