

9730 20/11

COMUNE di TORGIANO

-Provincia di Perugia-

RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA & GEOTECNICA

(D.M. 14.1.2008)

OGGETTO: piano attuativo di iniziativa privata per lottizzazione area residenziale.

LOCALITA': Fornaci.

PROPRIETÀ: **ERRESSE COSTRUZIONI S.n.c.**

Deruta, li 2 novembre 2011

IL TECNICO.

(Dott. Geol. Maurizio Battistoni)


## PREMESSA

Per conto della **Erresse Costruzioni S.n.c.** si redige la presente relazione sullo studio geologico e le indagini geotecniche preliminari, effettuate ai sensi del D.M. 14.1.2008, sui terreni interessati da un piano attuativo d'iniziativa privata per la lottizzazione di un'area residenziale che ricade in zona sismica di 2 ai sensi della L. 2.2.1974/n°64 e seguenti.

Il terreno interessato è sito in loc. Fornaci del comune di Torgiano ed è distinto in planimetria catastale al Foglio n°34, particella n°87.

Le coordinate geografiche del sito sono (da Geostru): Lat. N 43,013740– Long. E 12,425408.

### **Allegati:**

- 1) COROGRAFIA Ente Valdichiana con ubicazione dell'area in oggetto in scala 1:5000;
- 2) PLANIMETRIA Catastale con ubicazione delle indagini in scala 1:2000;
- 3) PROFILO GEOTECNICO Schematico del terreno in scala 1:200;
- 4) RISULTATI DELLE INDAGINI Geotecniche (n°2 prove penetrometriche statiche CPT) e Geofisiche (n°1 misura microtremori – H/V) effettuate in sito e in adiacenza (Ercole imm.)

## RELAZIONE GEOLOGICA

L'area esaminata è morfologicamente pianeggiante e si trova in destra idrografica del F. Tevere, all'interno dell'abitato di Fornaci che costeggia la superstrada E-45.

Tale area, in particolare, è posta alla quota di 168+169 m s.l.m. e risulta di poco sopraelevata rispetto all'alveo di espansione del F. Tevere (circa 1+2 metri). La zona di Fornaci è comunque protetta dall'argine di recente costruzione che si trova a monte e che costeggia la variante alla strada provinciale.

Non si ravvedono, a seguito degli interventi di difesa idraulica realizzati, pericoli di alluvionamento da parte del fiume che scorre a circa 500 m di distanza. La nuova cartografia del P.A.I. ha infatti declassificato la zona in questione dalle aree a rischio idraulico.

La morfologia dell'area è pianeggiante e le pendenze sono dell'ordine del 2% rivolte verso S. La condizione topografica del sito in esame, in base alla nuova normativa sismica (NTC-08, Tab. 3.2.IV), rientra quindi nella categoria "T<sub>1</sub>" ovvero:

<i>Categoria topografica</i>	<i>Ubicazione dell'opera</i>	<i>Coeff. di amplificazione top. S<sub>T</sub></i>
T <sub>1</sub>	Terreno pianeggiante ( $i < 15^\circ$ )	1,0

Non vi è quindi incremento della pericolosità sismica di base data dal fattore topografico.

Il drenaggio della zona è operato dalle scoline preesistenti all'urbanizzazione dell'area che sono dirette verso sud-ovest e confluiscono direttamente nel corso del F. Tevere.

Non vi sono comunque corsi d'acqua o fossi di rilievo nella zona in esame.

L'esecuzione di un lieve riporto (rilevato di circa 0.5+0.8 m di altezza) nell'area di lottizzazione elimina inoltre la possibilità di ristagni di acque meteoriche.

Non esistono pertanto problemi di natura geomorfologica alla realizzazione della lottizzazione e delle opere di urbanizzazione previste.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico i terreni presenti nella zona appartengono alle alluvioni recenti e attuali del F. Tevere, deposte in epoche recenti, che costituiscono la parte centrale della piana alluvionale per un'ampiezza di circa 2 km.

Si tratta, in particolare, di sedimenti fluviali in facies sia fini, limo-sabbiose e limo-argillose, che grossolane, sabbioso-ghiaiose e ciottolose.

I livelli si alternano in strati e/o banchi di spessore variabile arealmente come diretta conseguenza dell'ambiente di deposizione fluviale.

Il profilo stratigrafico locale dell'area è stato ricavato sulla base dalle notizie reperite in sito sulla perforazione di un pozzo e dai risultati delle indagini di tipo geotecnico effettuate in un sito adiacente analogo (prove penetrometriche). Tale profilo può quindi essere riassunto come segue, a partire dal p.c. attuale (168.5 m s.l.m.):

- da 0.00 a 1.00 m suolo e terreno alterato;
- da 1.00 a 2.60 m sabbie fini limose con poca argilla;
- da 2.60 a 10.0 m ghiaie e sabbie in falda a partire da -4+5 metri circa;

Lo spessore complessivo del materasso alluvionale nell'area d'interesse può essere valutato, in base a studi di carattere regionale, in almeno duecento metri.

Dal punto di vista geologico-strutturale non si rileva la presenza di lineamenti tettonici in grado di condizionare l'edificabilità del sito.

Lo spessore del complesso sedimentario del fondovalle, secondo dati di geologia regionale e secondo anche un rilievo dei microtremori (H/V) effettuato in sito, si dovrebbe aggirare intorno ai 20 m circa. Al di sotto è presente il substrato roccioso costituito dalla Formazione della Marnoso-arenacea affiorante sui rilievi di Pontenuovo e sul greto del fiume Tevere.

Dal punto di vista geologico-strutturale non si rileva la presenza di lineamenti sede di attività neotettonica in grado di condizionare l'edificabilità del luogo.

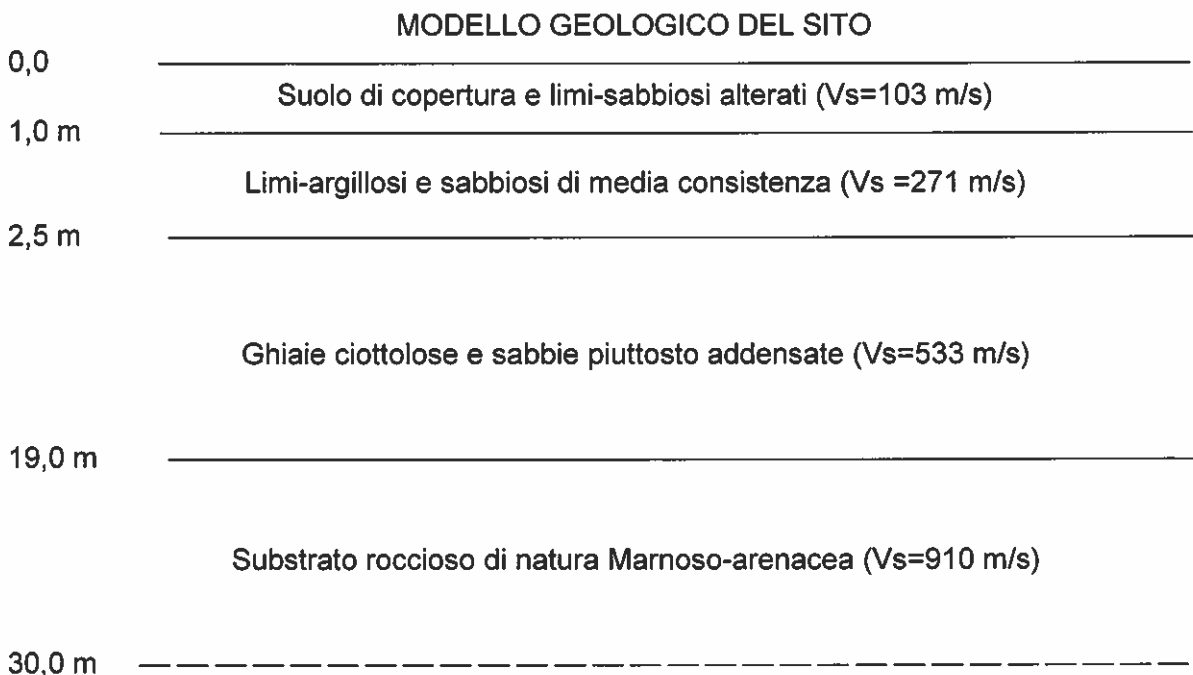
Per la ricostruzione del modello geologico-sismico del sito e dell'azione sismica di progetto, si può fare ricorso all'approccio semplificato basato sulle categorie di sottosuolo di riferimento, (NTC-08, Tab. 3.2.II).

A tale scopo è stata effettuato un rilievo dei microtremori H/V (tecnica di sismica passiva) nell'area in questione che ricade proprio nell'area di progetto.

Il rilievo dei microtremori (rumore sismico ambientale a breve periodo) è stato effettuato con strumentazione SARA - mod. SR04 – con la tecnica detta “di Nakamura” (1976), basata sull'analisi dei rapporti spettrali tra la componente orizzontale e verticale del segnale registrato (H/V). Tale registrazione consente, dopo opportuna interpretazione e taratura, di determinare le velocità sismiche ( $V_s$ ) degli strati presenti nel primo sottosuolo, se dotati di un certo contrasto di rigidità, e anche la frequenza di risonanza del sito (eventuali picchi di frequenza) che può avere riflessi sulle opere strutturali.

La misura H/V, con la ricostruzione del modello geofisico del sottosuolo, è riportata in allegato alla presente, comprendendo l'elaborazione del segnale effettuata con software “Easy-HVSR” della Geostru e l'interpretazione della curva sintetica mediante lo stesso software d'inversione.

Quest'ultima, che ha raggiunto un buon grado di accuratezza nella porzione superficiale, ha permesso di risalire a un modello geologico-sismico affidabile per la definizione della categoria di sottosuolo come di seguito illustrato:



In base ai valori della velocità registrati per gli strati ( $V_s$ ) si è pervenuti alla velocità sismica equivalente ( $V_{s30}$ ) di propagazione delle onde di taglio “s” entro i primi 30 metri di profondità che è risultata pari a:

$$V_{s30} = 30 / [\sum(h_i/V_{s_i})] = 515 \text{ m/s.}$$

Sulla base della misura della  $V_{s30}$  effettuata con la tecnica passiva suddetta si può affermare che i terreni presenti nel sottosuolo dell'area investigata, di elevata consistenza e spessore di alcune decine di metri, rientrano nella categoria di sottosuolo "B" ovvero:

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
B	Rocce tenere e terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $360 < V_{s30} < 800$ m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine.

### **RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

La circolazione idrica sotterranea è piuttosto sviluppata nei livelli più permeabili di tipo ghiaioso-sabbioso presenti nella successione alluvionale.

La permeabilità dei limi argillosi e sabbiosi presenti in superficie nell'area in oggetto è medio-bassa, mentre quella delle ghiaie sabbiose sottostanti (al di sotto dei 2.5÷3 m) è elevata.

Tale strato costituisce quindi il primo acquifero presente nel sottosuolo che contiene una falda freatica in contatto diretto con il sub-alveo del F. Tevere.

Tale falda, come osservato nelle prove penetrometriche eseguite in adiacenza e come noto da pozzi limitrofi, è contenuta entro i sedimenti alluvionali più grossolani ed è sorretta dalle marne del substrato presenti al di sotto dei 18÷20 m di profondità.

Il livello piezometrico statico è attualmente posizionato alla profondità di circa -4.5 m dal p.c., e considerando il periodo di magra in cui sono state effettuate le indagini può essere considerato inferiore al livello di massima risalita stagionale che si stima possa raggiungere anche i 3 m di profondità. La circolazione sotterranea non interferisce quindi direttamente con le opere di fondazione dei fabbricati in progetto che, anche in presenza di un piano interrato, scenderanno solo di 2.5 m rispetto al p.c. attuale (previsione di riporto di circa 0.5÷1 m su tutta l'area).

La realizzazione dei piani interrati è quindi idrogeologicamente fattibile alle condizioni del progetto (rialzo di circa 0,5÷1 m rispetto al p.c. attuale) pur consigliando la previsione di impianti di sollevamento dell'acqua in casi eccezionali.

- Idraulica
- Moto Uniforme

**Geostru PS Parametri sismici v.1.4**

Geostru PS è un software per il calcolo dei parametri sismici secondo le NTC 2008 e la Circolare Ministeriale n. 617 del 2 Febbraio 2009.

La parte innovativa e interessante di Geostru PS è l'integrazione con Google Maps, uno dei sistemi interattivi per la navigazione nelle mappe.

Il sistema di coordinate di Google è WGS84 (World Geodetic System 1984). Il sistema di coordinate del reticolo sismico di riferimento è ED50 (European Datum 1950). Geostru PS effettua la conversione automatica dal sistema WGS84 a quello in coordinate ellissoidiche ED50.

**E' possibile scaricare il documento di validazione dalla sezione: Servizi -> Validazione codice di calcolo.**

**Novità: E' disponibile la versione Advanced di GeoStru PS. Per maggiori informazioni [clicca qui](#)**

Cerca Posizione		Determinazione dei parametri sismici	
Via	<input type="text" value="Fornaci"/> n° <input type="text"/>	(1)* Coordinate WGS84	Lat. <input type="text" value="43.012775"/> ° Long. <input type="text" value="12.424464"/> °
Comune	<input type="text" value="Torgiano"/> Cap <input type="text"/>	(1)* Coordinate ED50	Lat. <input type="text" value="43.013740"/> ° Long. <input type="text" value="12.425408"/> °
Provincia	<input type="text" value="Perugia"/> <input type="button" value="Cerca"/>	Classe dell'edificio	<input type="text" value="Il Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali. Cu = 1"/>
Coordinate WGS84		Vita nominale	<input type="text" value="50"/>
Latitudine	<input type="text"/> °	(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
Longitudine	<input type="text"/> ° <input type="button" value="Cerca"/>	Interpolazione	<input type="text" value="Media ponderata"/>
			<input type="button" value="Calcola"/>



43.012775, 12.424464

Visualizza vertici della maglia di appartenenza



**Parametri sismici**  
 (1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc [s]
Operatività (SLO)	30	0,061	2,490	0,270
Danno (SLD)	50	0,076	2,478	0,279
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,182	2,433	0,310
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,227	2,462	0,320
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici				
<input type="radio"/> Muri di sostegno		<input type="radio"/> Paratie		
<input checked="" type="radio"/> Stabilità dei pendii e fondazioni				
<input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.				
H (m)	<input type="text" value="1"/>			
us (m)	<input type="text" value="0.1"/>			
Categoria sottosuolo	<input type="text" value="C"/>			
Categoria topografica	<input type="text" value="T1"/>			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	<input type="text" value="1,50"/>	<input type="text" value="1,50"/>	<input type="text" value="1,43"/>	<input type="text" value="1,36"/>
Amplificazione stratigrafica				
Cc *	<input type="text" value="1,62"/>	<input type="text" value="1,60"/>	<input type="text" value="1,55"/>	<input type="text" value="1,53"/>
Coeff. funz categoria				
St *	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>
Amplificazione topografica				
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]		<input type="text" value="0,6"/>		
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,018	0,023	0,062	0,086
kv	0,009	0,011	0,031	0,043
Amax [m/s²]	0,901	1,118	2,546	3,029
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280
				<input type="button" value="Calcola"/>

\* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

- 
- 
-

## RELAZIONE GEOTECNICA

Dal punto di vista geotecnico i terreni presenti nell'area da edificare appartengono alla categoria delle "terre" ed, in particolare, alle terre a comportamento coerente per quanto riguarda lo strato superficiale di natura limo-argillosa e limo-sabbiosa (fino a 2.5+3 m di profondità) e a quelle incoerenti di natura ghiaiosa-sabbiosa dai 2.5+3.0 fino ai 18+20 m di profondità. Lo strato interessato dalle opere fondali degli edifici è quello superficiale limoso-argilloso presente da 1.0 fino a 2.5+3.0 m.

Le indagini geotecniche dirette sul terreno da lottizzare sono state omesse in questa fase potendosi fare riferimento ad altre indagini effettuate in terreni limitrofi (circa 100 m a sud) geologicamente analoghi. consistite in n°2 prove penetrometriche statiche CPT. Tali prove, spinte fino alla profondità di circa 3.5 metri dal p.c. ed interrotte dal rifiuto offerto dallo strato ghiaioso ciottoloso, risultano paragonabili ad altre prove DPL effettuate nella zona più a nord del comparto. La buona correlazione tra le prove consente di definire come pressoché omogenea la situazione stratigrafica ed il profilo geotecnico conseguente sotto tutta l'area d'interesse (v. allegato).

Il profilo geotecnico al di sotto dell'area in esame può essere quindi riassunto in due strati principali, a partire dalla quota media del p.c. di 168.5 m, escludendo lo strato di suolo superficiale che verrà completamente asportato per le fondazioni, che sono:

- A) da 1.0 a 2.5+3.0 m *limo argilloso e sabbioso alla base* di media compattezza ( $q_c=1.5+2.0$  MPa) a cui si corrisponde un peso di volume  $\gamma=19.5$  KN/m<sup>3</sup> ( $\gamma_{sat}=19.5$  KN/m<sup>3</sup>) e una coesione non drenata  $c_u=60+100$  kPa (in termini di tensioni effettive si può stimare un angolo di attrito  $\phi'=20+24^\circ$  e  $c'=10+20$  kPa);
- B) da 2.5+3.0 a 12.0 m *ghiaie sabbiose piuttosto dense* ( $q_c \geq 10$  MPa) a cui corrisponde un peso di volume  $\gamma_{sat}=20$  KN/m<sup>3</sup> e un angolo di attrito interno effettivo  $\phi' \geq 36+38^\circ$  ( $c'=0$ ).

Per quanto riguarda i parametri di deformabilità dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in esame, si può affermare, anche per analogia con i terreni alluvionali della Media Valle del F. Tevere, che si tratta sempre di depositi lievemente sovraconsolidati ( $OCR > 1$ ) e quindi scarsamente compressibili sotto i carichi non elevati previsti dalle strutture in progetto. Non si è quindi ritenuto necessario ricorrere a prove di deformabilità specifiche in questa fase, anche per la buona uniformità laterale degli strati

Sulla base delle indagini geotecniche sopra citate e del profilo geotecnico illustrato si possono riassumere i parametri geotecnici dei vari strati di terreno presenti nel sottosuolo ed i

rispettivi parametri caratteristici di cui alla normativa vigente (assunti per sicurezza come i valori minimi degli intervalli di variabilità di ciascun parametro) come riportato nella seguente tabella:

TABELLA – Parametri geotecnici caratteristici -

Strato	Profondità M	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ (°)	$\phi_u$ (°)	$c'$ kPa	$c_u$ kPa	$\mu$	$G_d$ MPa	$E'$ MPa	$E_{ed}$ MPa	$K_w$ kg/cm <sup>3</sup>
Riporto/ suolo	0.0 – 1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A) Limo argilloso	1.0 – 2.5/3.0										
Nominali		19.5	20+24	0	10-20	60+100	0.4	-	-	-	3-4
Caratteristici		19.5	20	0	10	60	0.4	-	-	-	3
Progettuali											
B) Ghiaia Sabbiosa	2.5/3.0 – >10										
Nominali		20.0	36+38	-	0	-	0.35	-	100-150	-	8-10
Caratteristici		20.0	36	-	0	-	0.35	-	100	-	8
Progettuali											

Dove:

$\gamma$  = peso di volume

$\phi'$  = angolo di attrito interno effettivo

$\phi_u$  = angolo di attrito non drenato

$c'$  = coesione drenata

$c_u$  = coesione non drenata

$G_d$  = modulo di taglio dinamico

$E'$  = modulo di deformazione drenato

$E_u$  = modulo di deformazione non drenato

$K_w$  = costante di sottofondo (Winkler)

La classificazione del terreno presente nella zona interessata dalla lottizzazione, sulla base dell'Eurocodice "8" e delle NTC richiamate in premessa, si può ascrivere, come già riportato nella relazione geologica, ai terreni di tipo "B" ovvero ai terreni a grana fine molto compatti e granulari addensati con spessori dell'ordine di alcune decine di metri e tendenti al miglioramento delle caratteristiche geotecniche con la profondità.

Data la tipologia dei fabbricati previsti (edifici a due livelli fuori terra con un piano interrato) e tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, si può ritenere che si possano utilizzare agevolmente, nella successiva fase esecutiva, fondazioni di tipo superficiale continuo che possono attestarsi direttamente alla base dello strato limoso-argilloso (A) o direttamente nel sottostante strato ghiaioso "B" del profilo geotecnico illustrato.

Per quanto riguarda la risposta sismica locale si dovrà quindi tenere conto delle situazioni topografiche e stratigrafiche illustrate nella relazione geologica.

In particolare, secondo i dettami della nuova normativa sismica, si dovrà attendere un'amplificazione sismica nella misura data dal prodotto dei due coefficienti relativi alle condizioni sopra riportate:



- condizione topografica -> categoria T1    coeff. di amplificazione  $S_T=1.0$
- condizione stratigrafica -> categoria B    coeff. di amplificazione  $S_S=1.4-0.4F_0(a_g/g)$

Per quanto riguarda infine la liquefazione del terreno di appoggio della fondazione non vi sono le condizioni richieste per la verifica della stessa in quanto, come appurato dalle prove penetrometriche statiche CPT effettuate in sito e in adiacenza, i valori di resistenza alla punta ( $q_c$ ) misurati in corrispondenza dello strato ghiaioso saturo sono superiori ai valori minimi riportati dalla normativa vigente ( $q_{c-IN}>180$ ). E' infatti noto che gli strati ghiaiosi, peraltro di media densità, sono al di fuori del fuso granulometrico critico per la liquefazione.

Non vi sono quindi limitazioni di natura geotecnica alla fattibilità del piano di lottizzazione proposto.

Deruta, li 2 novembre 2012

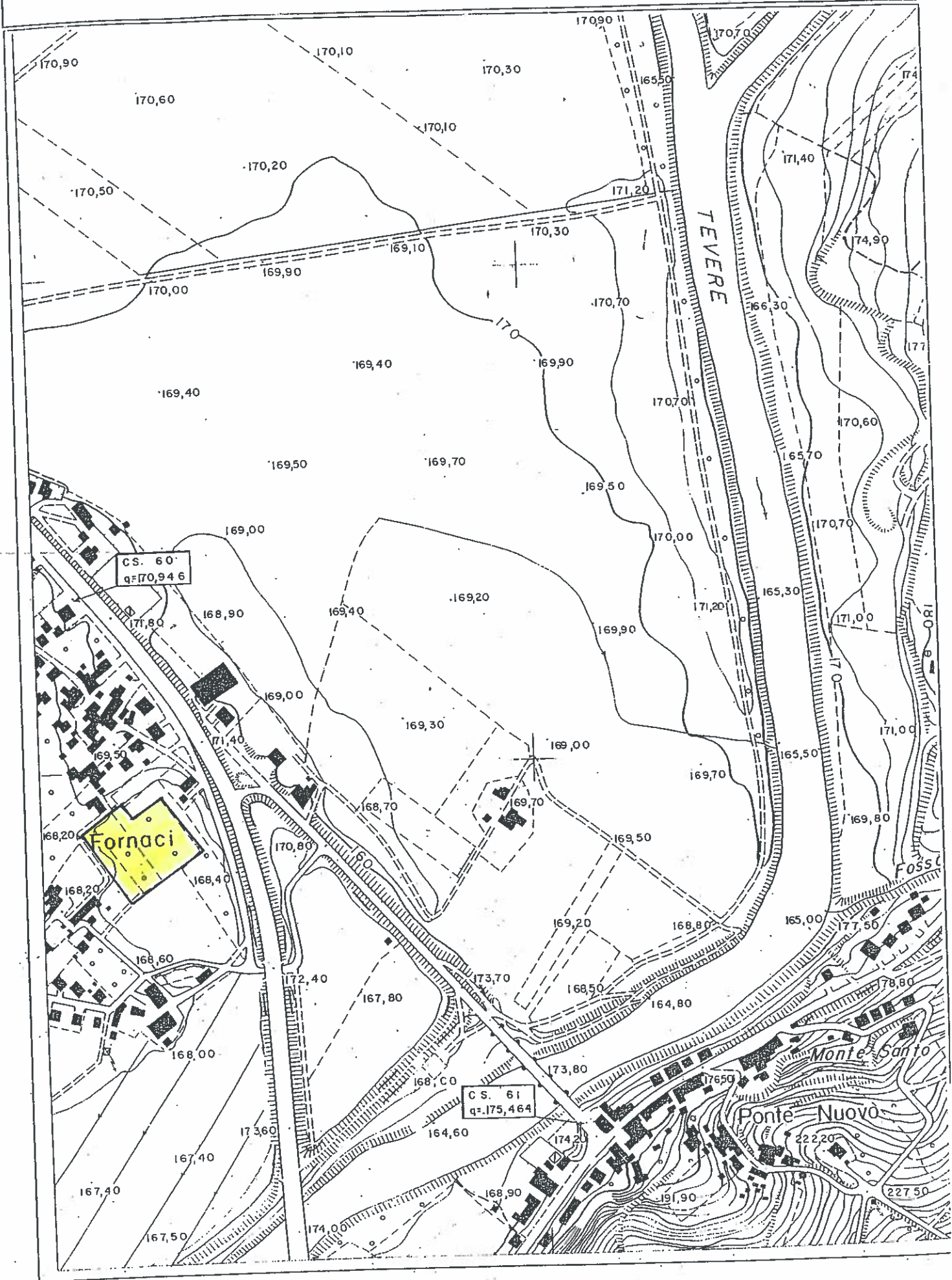
IL TECNICO.

(Dott. Geol. Maurizio Battistoni)



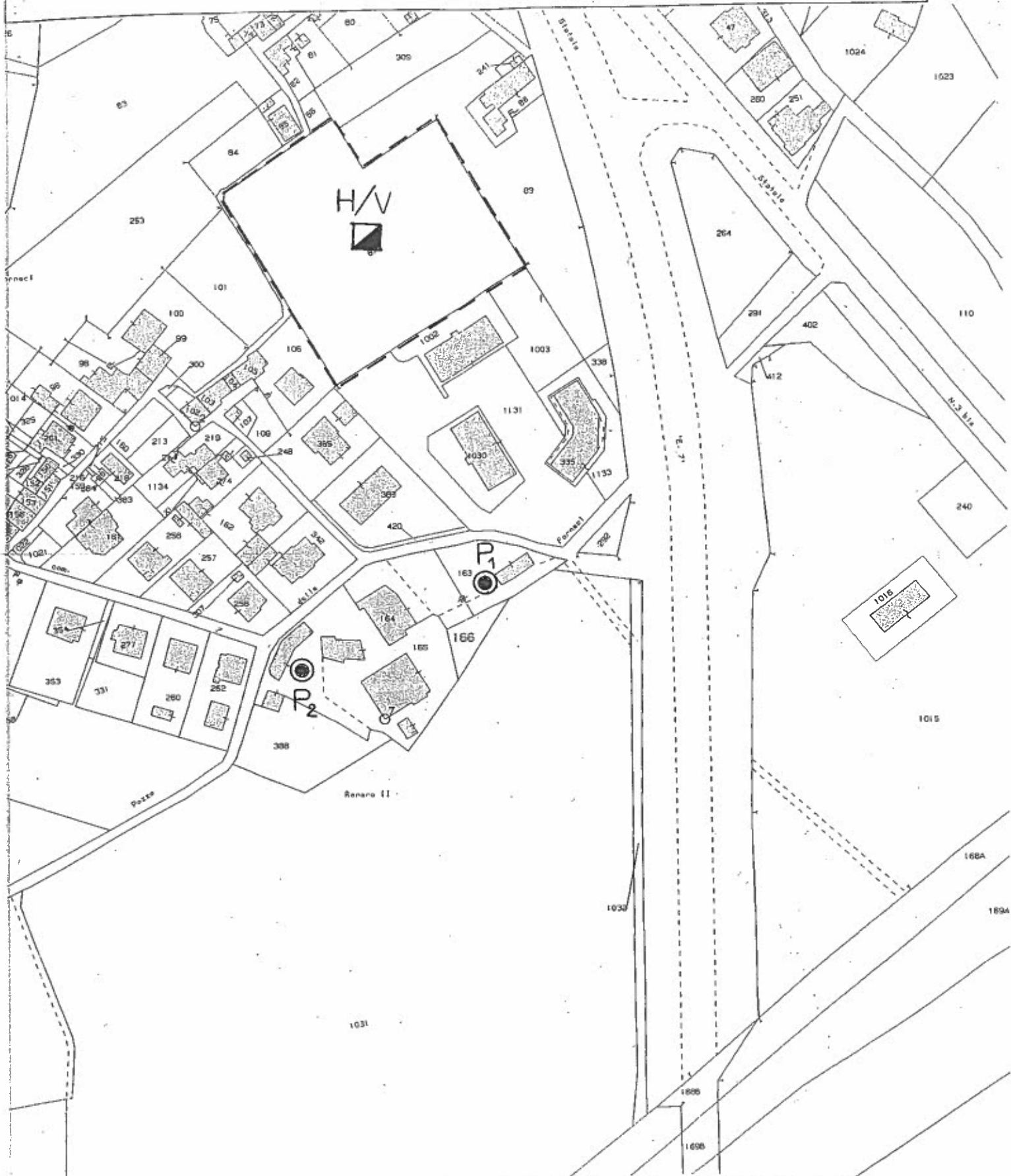
The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ALBO 99 DELLA REGIONE UMBRIA' around the perimeter, and 'BATTISTONI MAURIZIO' in the center. The signature is written in a cursive style.

ALLEGATO N°1 : COROGRAFIA Ente Valdichiana - scala 1:5000



 AREA IN OGGETTO

ALLEGATO N°2 : PLANIMETRIA Catastale - scala 1:2000



**LEGENDA**

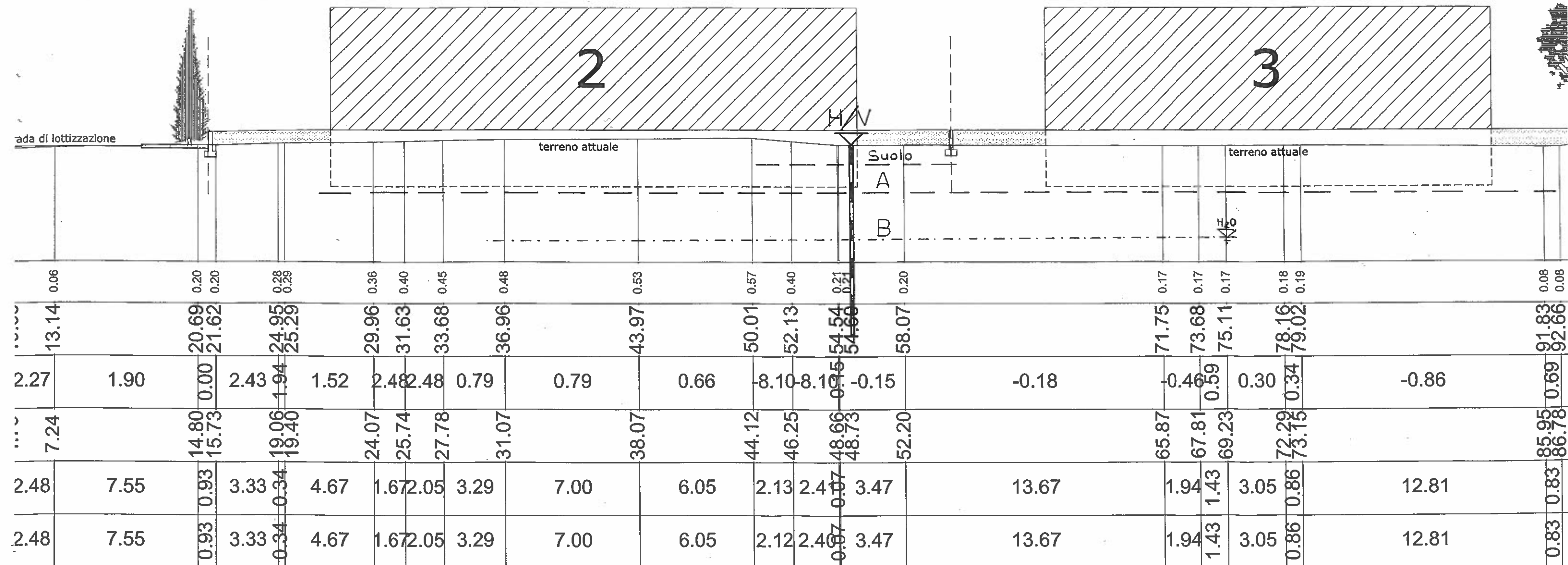


Prova penetrometrica statica CPT



Misura microtremore H/V  
(stazione singola)

ALLEGATO N°3 : PROFILO GEOTECNICO - scala 1:200





SOILTECNO S.r.l.  
Via U. Foscolo  
06050 S.Nicoro di Celle - DERUTA (PG)  
Tel. & Fax: 075.97.40.12  
P.IVA: 02058730546  
http://www.soiltecno.it

Rifer.n°32-05

Committente: **ERCOLE IMMOBILIARE S.R.L.**

Località: Fornaci di **TORGIANO (PG)**.

Progetto: Consolidamento edificio rurale.

## INDAGINI GEOTECNICHE IN POSTO :

- n°2 Prove penetrometriche statiche\* CPT-M (prof. m. 4,0 + 4,0 dal p.c.).

Le prove sono state eseguite secondo le procedure di riferimento standard internazionali (I.S.S.M.F.E., 1988) e le Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977).

\* I risultati comprendono, per ogni prova statica:

fg. "A" i diagrammi dell'andamento della *resistenza di punta* ( $q_c$ ), della *resistenza laterale* sul manicotto di frizione ( $f_s$ ) in MPa e del *rapporto di frizione* ( $R_f$ ) in % contro la profondità in m.

fg. "B" la tabella dei valori di resistenza misurati con manometro ad alta precisione e i corrispondenti parametri geotecnici del terreno ricavati, in base alle assunzioni fatte sullo stato delle tensioni nel sottosuolo, con le più diffuse relazioni sperimentali ed in particolare

per *terreni incoerenti*:

- Densità relativa

- Modulo di Taglio

- Modulo di deformazione drenato

- Indice di rigidezza

- Angolo d'attrito interno effettivo (limi)

- Angolo d'attrito interno effettivo (sabbie)

e per *terreni coerenti*:

- Coesione non drenata

- Sensibilità

- Modulo di deformazione non drenato

$$D_r = -98 + 66 \log_{10}(q_c / \sigma'_v)^{0.5} \quad (\text{Lancellotta, 1983});$$

$$G_0 = 44 q_c (\sigma'_{oc})^{-0.12} \exp(-1.92 D_r) \quad (\text{Baldi et Al., 1986});$$

$$E' = 3 q_c OCR^{1/2} \quad (\text{Schmertmann et Al., 1978});$$

$$I_r = 300 / R_f \quad (\text{Baldi et Al., 1981});$$

$$\phi'^1 =$$

$$\phi'^2 = \arctg[(1/3.04) \log_{10}(q_c / \sigma'_v)] \quad (\text{Caquot})$$

$$c_u = (q_c - \sigma'_v) / 30 \quad (\text{Lunne e Eide, 1976});$$

$$S_t = 15 / R_f \quad (\text{Schmertmann et Al., 1978});$$

$$E_u = 500 c_u OCR^{0.5} \quad (\text{Ladde et Al., 1977}).$$

Deruta, lì 27/04/2005

**Il Responsabile.**

SOILTECNO S.r.l.  
IL DIRETTORE TECNICO  
(Geotecnica, Assistenza, Misurazione)



Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante  
Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$  mm) vertice  $60^\circ$   
Manicotto laterale di frizione (area laterale  $150$  cm $^2$ )  
Velocità d'avanzamento  $2$  cm/s ( $\pm 0,5$  cm/s) - Anello allarg.: si

Committ.: **ERCOLE IMMOBILIARE S.r.l.**

Data: 27/04/05

Località: Fornaci di TORGIANO (PG)

Oper.: Servili

Quota piano camp.: m  $168,0$  s.l.m.

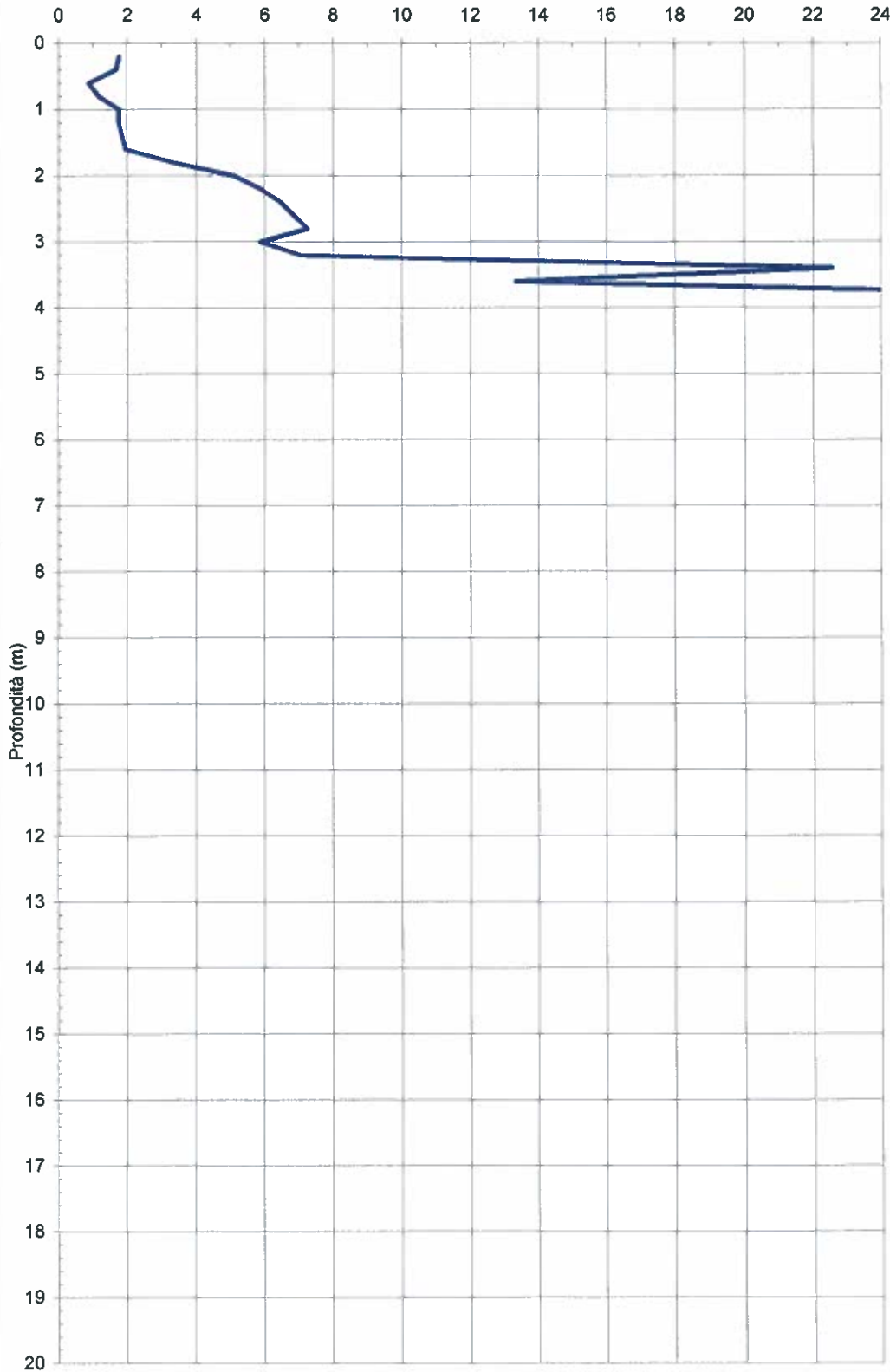
Prof. falda da Q.i.: n.r.

Quota inizio prova: m  $168,0$  s.l.m.

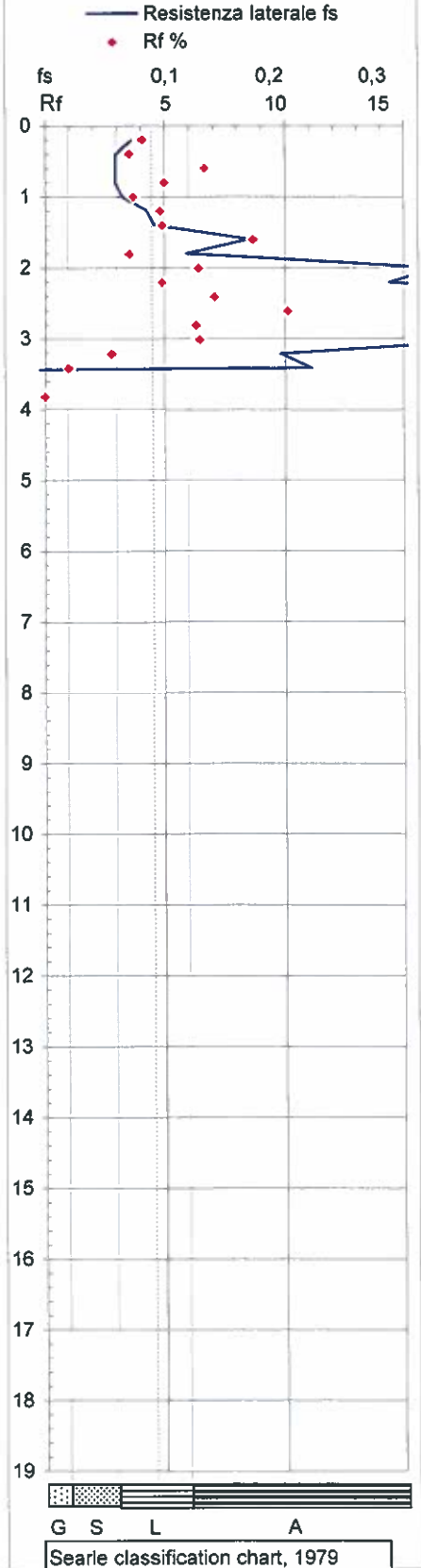
Prof. di stab. falda: n.r.

**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

Resistenza alla punta  $q_c$  (MPa)



Resistenza Laterale  $f_s$  (MPa)



G S L A  
Searle classification chart, 1979





## PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

**N° 1**

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: <b>ERCOLE IMMOBILIARE S.r.l.</b>	Data: 27/04/05
Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$ mm) vertice 60°	Località: Fornaci di <b>TORGIANO (PG)</b>	Oper.: <b>Servili</b>
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm <sup>2</sup> )	Quota piano camp.: m 168,0 s.l.m.	Prof. falda da Q.i.: n.r.
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ( $\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: si	Quota inizio prova: m 168,0 s.l.m.	Prof. stab. falda: n.r.

**VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO**
**PARAMETRI GEOTECNICI**

Prof.	qc	fs	Qt	Rf	lf	$\gamma$	$\gamma_w$	$\sigma'$	OCR	terreni incoerenti				terreni coerenti					
										Dr	Go	E'	Ir	$\phi'^1$	$\phi'^2$	Cu/ $\sigma'$	Cu	St	Eu
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa
0,2	1,8	0,07	1,9	4,1	25	18,0		3,6	6,0	65	17	13,0	74	36	42	16,3	59	4	72
0,4	1,7	0,06	2,9	3,5	28	18,0		7,2	6,0	54	19	12,3	85	32	38	7,7	55	4	68
0,6	0,9	0,06	2,7	6,7	15	19,5		11,1	6,0	29	15	6,5	45	27	32	2,6	29	2	36
0,8	1,2	0,06	3,5	5,0	20	19,5		15,0	6,0	33	18	8,6	60	26	32	2,6	39	3	47
1,0	1,8	0,07	3,9	3,7	27	18,0		18,6	6,0	42	22	13,0	81	27	33	3,1	58	4	71
1,2	1,8	0,08	3,9	4,8	21	19,0		22,4	6,0	39	23	13,0	62	26	32	2,6	58	3	71
1,4	1,9	0,09	4,6	4,9	20	19,0		26,2	5,0	38	24	12,5	61	26	31	2,3	61	3	68
1,6	2,0	0,17	5,1	8,7	12	19,5		30,1	5,0	38	25	13,2	35	25	31	2,1	64	2	72
1,8	3,3	0,12	10,8	3,5	28	18,0		33,7	6,0	51	32	24,5	85	28	33	3,3	110	4	135
2,0	5,1	0,33	11,8	6,4	16	19,5		37,6	6,0	62	40	37,5	47	29	35	4,5	169	2	207
2,2	5,9	0,29	15,7	4,9	20	19,0		41,4	6,0	65	43	43,2	61	30	35	4,7	195	3	239
2,4	6,5	0,46	18,6	7,1	14	19,5		45,3	6,0	66	45	47,6	42	30	35	4,7	214	2	262
2,6	6,9	0,69	24,5	10,1	10	19,5		49,2	6,0	67	47	50,4	30	30	35	4,6	227	1	278
2,8	7,3	0,46	34,3	6,3	16	19,5		53,1	6,0	67	49	53,3	48	29	35	4,5	240	2	294
3,0	5,9	0,38	35,3	6,4	16	19,5		57,0	6,0	60	45	43,2	47	28	34	3,4	194	2	238
3,2	7,1	0,20	39,2	2,8	36	18,0		60,6	6,0	64	49	51,9	108	29	34	3,9	233	5	286
3,4	22,6	0,22	56,9	1,0	101	18,0		64,2	6,0	97	84	165,8	304	34	40	11,7	750	15	918
3,6	13,3	1,96	62,8	14,7	7	18,0		67,8	6,0	81	67	98,0	20	31	37	6,5	442	1	542
3,8	29,4	#####	0,0	#####	#####	18,0		71,4	6,0	103	96	216,2	#####	35	41	13,7	978	###	1198



Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante  
Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$  mm) vertice 60°  
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm<sup>2</sup>)  
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ( $\pm 0,5$  cm/s) - Anello allarg.: si

Committ.: **ERCOLE IMMOBILIARE S.r.l.**

Data: 27/04/05

Località: Fornaci di **TORGIANO (PG)**

Oper.: Servili

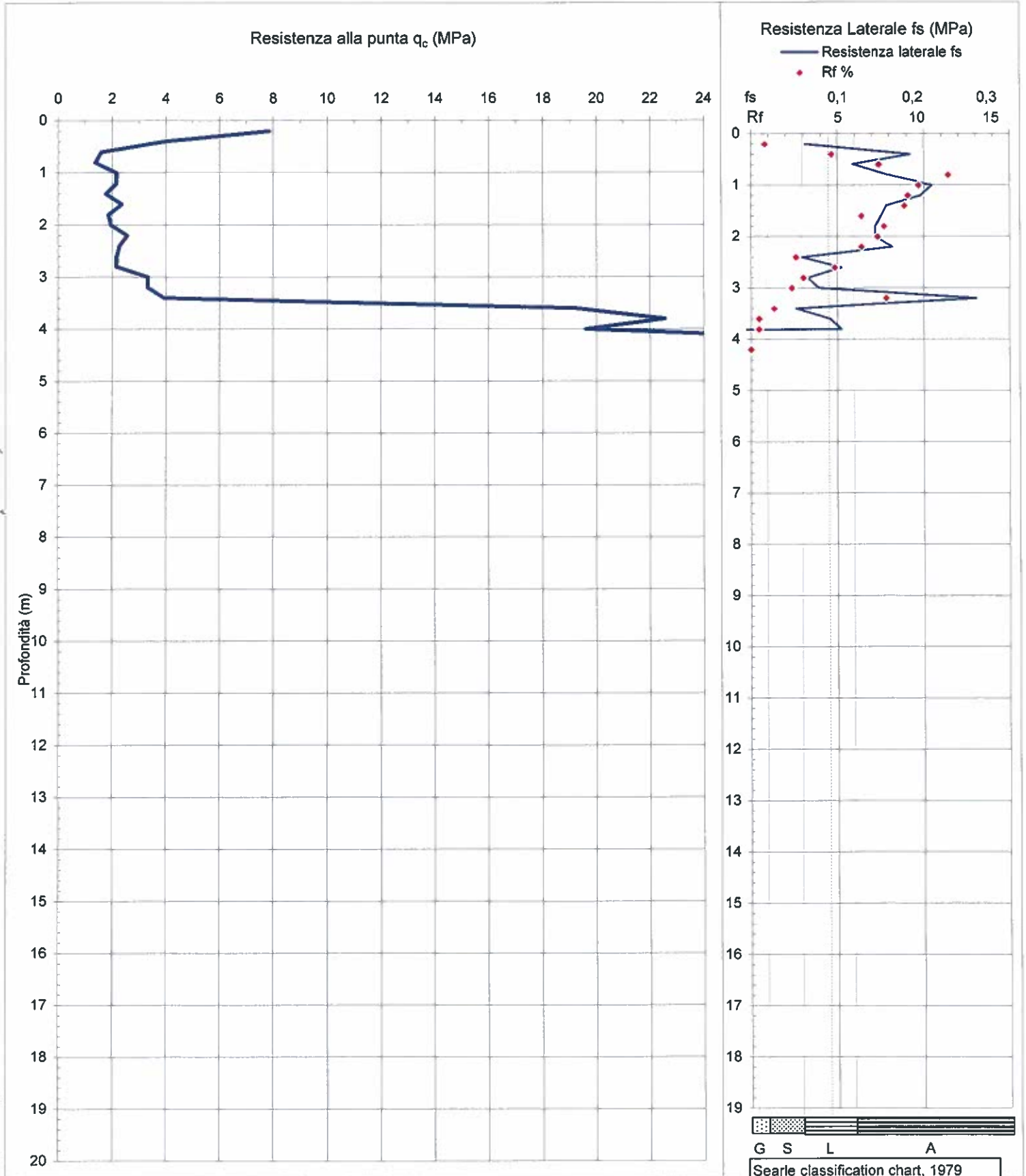
Quota piano camp.: m 168,5 s.l.m.

Prof. falda da Q.i.: n.r.

Quota inizio prova: m 168,5 s.l.m.

Prof. di stab. falda: n.r.

**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**







## PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

**N° 2**

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: <b>ERCOLE IMMOBILIARE S.r.l.</b>	Data: 27/04/05
Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$ mm) vertice 60°	Località: Fornaci di <b>TORGIANO (PG)</b>	Oper.: <b>Servili</b>
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm <sup>2</sup> )	Quota piano camp.: m 168,5 s.l.m.	Prof. falda da Q.i.: n.r.
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ( $\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: si	Quota inizio prova: m 168,5 s.l.m.	Prof. stab. falda: n.r.


**VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO**
**PARAMETRI GEOTECNICI**

Prof. m	qc MPa	fs MPa	Qt kN	Rf %	lf -	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ kN/m <sup>3</sup>	$\sigma'$ kPa	OCR -	terreni incoerenti				terreni coerenti					
										Dr %	Go MPa	E' MPa	Ir -	$\phi^{1'}$ °	$\phi^{2'}$ °	Cu/ $\sigma'$ -	Cu kPa	St -	Eu MPa
0,2	7,8	0,06	10,2	0,8	125	18,0		3,6	6,0	108	33	57,7	375	43	48	72,6	261	19	320
0,4	4,0	0,18	6,3	4,7	21	19,0		7,4	6,0	78	27	29,1	64	36	42	17,8	132	3	161
0,6	1,6	0,12	4,5	7,4	14	19,5		11,3	6,0	46	19	11,7	41	30	35	4,7	53	2	64
0,8	1,4	0,16	4,9	11,4	9	19,5		15,2	6,0	37	19	10,1	26	27	33	3,0	45	1	55
1,0	2,2	0,21	6,5	9,7	10	19,5		19,1	6,0	47	24	15,9	31	28	34	3,7	71	2	87
1,2	2,2	0,20	7,1	9,1	11	19,5		23,0	6,0	44	25	15,9	33	27	33	3,1	71	2	87
1,4	1,8	0,16	7,6	8,9	11	19,5		26,9	5,0	36	24	11,8	34	25	31	2,2	58	2	65
1,6	2,4	0,15	7,5	6,4	16	19,5		30,8	6,0	43	27	17,3	47	26	32	2,5	77	2	95
1,8	1,9	0,14	7,6	7,7	13	19,5		34,7	5,0	34	25	12,5	39	24	30	1,8	61	2	68
2,0	2,0	0,14	15,7	7,3	14	19,5		38,6	5,0	34	26	13,2	41	24	29	1,7	64	2	72
2,2	2,5	0,16	9,8	6,4	16	19,5		42,5	5,0	40	30	17,1	47	25	30	2,0	84	2	93
2,4	2,3	0,06	7,8	2,6	38	18,0		46,1	5,0	36	29	15,1	115	24	29	1,6	74	6	82
2,6	2,2	0,10	7,5	4,8	21	19,0		49,9	4,0	33	29	12,9	62	23	28	1,4	70	3	70
2,8	2,2	0,07	8,8	3,0	33	18,0		53,5	4,0	32	29	12,9	99	23	28	1,3	70	5	70
3,0	3,3	0,08	8,8	2,4	43	18,0		57,1	5,0	44	35	22,4	128	25	30	1,9	109	6	122
3,2	3,3	0,26	9,8	7,8	13	19,5		61,0	5,0	43	36	22,4	38	24	30	1,8	109	2	122
3,4	3,9	0,05	15,7	1,3	75	18,0		64,6	5,0	47	39	26,3	225	25	30	2,0	129	11	144
3,6	19,2	0,09	43,2	0,5	210	18,0		68,2	6,0	91	79	141,3	630	33	39	9,4	638	32	782
3,8	22,6	0,10	54,9	0,5	216	18,0		71,8	6,0	95	85	165,8	647	34	39	10,4	749	32	918
4,0	19,6	1,96	68,6	10,0	10	18,0		75,4	6,0	91	81	144,1	30	33	38	8,6	651	2	798
4,2	29,4	#####	0,0	####	####	18,0		79,0	6,0	102	98	216,2	#####	35	40	12,4	978	###	1198

## Rilievo sismico dei microtremori - stazione singola - HVSR-1

<b>Dott. Maurizio Battistoni</b> <b>C.FISC:</b> <b>BTTMRZ62D26G478E</b> <b>P.IVA: 01800730549</b>	<b>Via: Via Foscolo snc</b> <b>06053 Deruta (PG) - San Nicolò di Celle</b> - <b>Tel: - 075-974740 Fax:</b> <b>Email: mbatti@libero.it</b> <b>Web:</b>
--	--

### Lottizzazione residenziale

	<b>Data: novembre 2012</b>
	<b>Il committente Erresse Costruzioni Snc</b>
	<b>IL Tecnico</b>  <p>SOILTECNO s.r.l. IL DIRETTORE TECNICO (Geol. Esp. n. 124/2000)</p>
<b>Il Progettista</b>	
<b>Ditta esecutrice: Soiltecno Srl</b>	

211FD2618BC5455AB3BFE19C72525582

## Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

## Dati generali

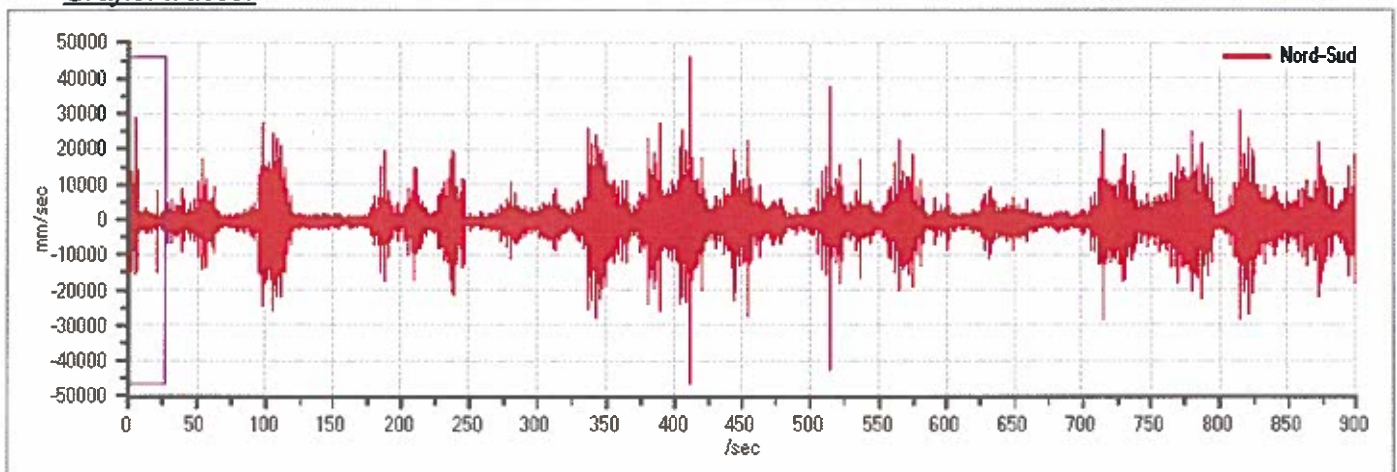
Nome progetto: Lottizzazione residenziale  
Committente: Erresse Costruzioni Snc  
Cantiere: Fornaci  
Località: Torgiano  
Operatore: Battistoni  
Responsabile: Battistoni  
Data: 14/11/2012 0.00.00  
Zona: 2  
Latitudine: Longitudine:

## Tracce in Input

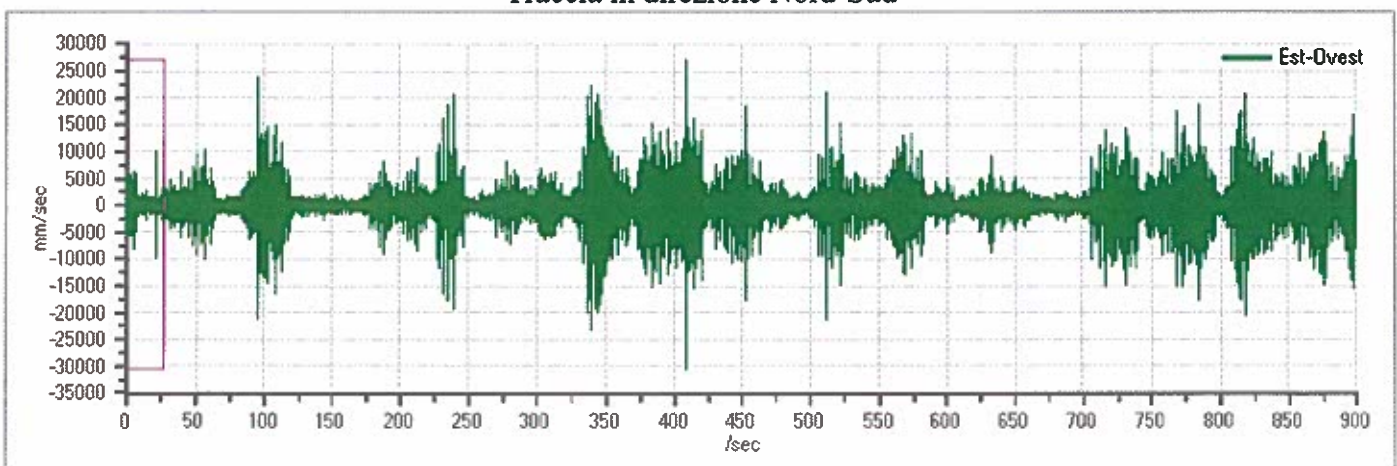
### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3  
Durata registrazione: 900 s  
Frequenza di campionamento: 300,00 Hz  
Numero campioni: 270000  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

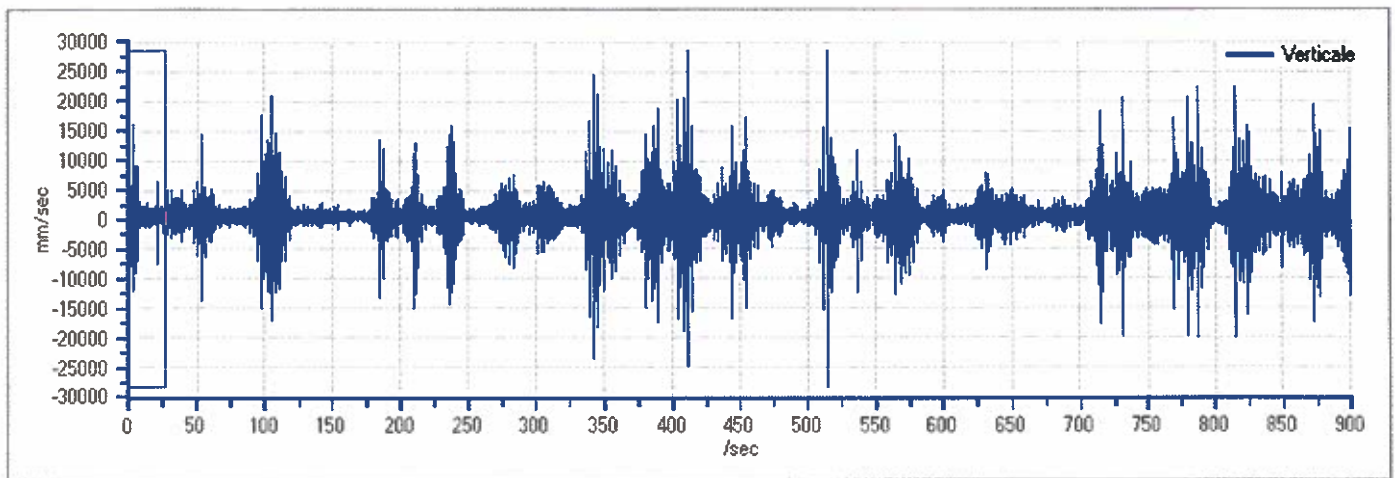
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 32  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 32  
 Dimensione temporale finestre: 27,307 s  
 Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamiento: 10,00 %  
 Coefficiente di banda: 40,00

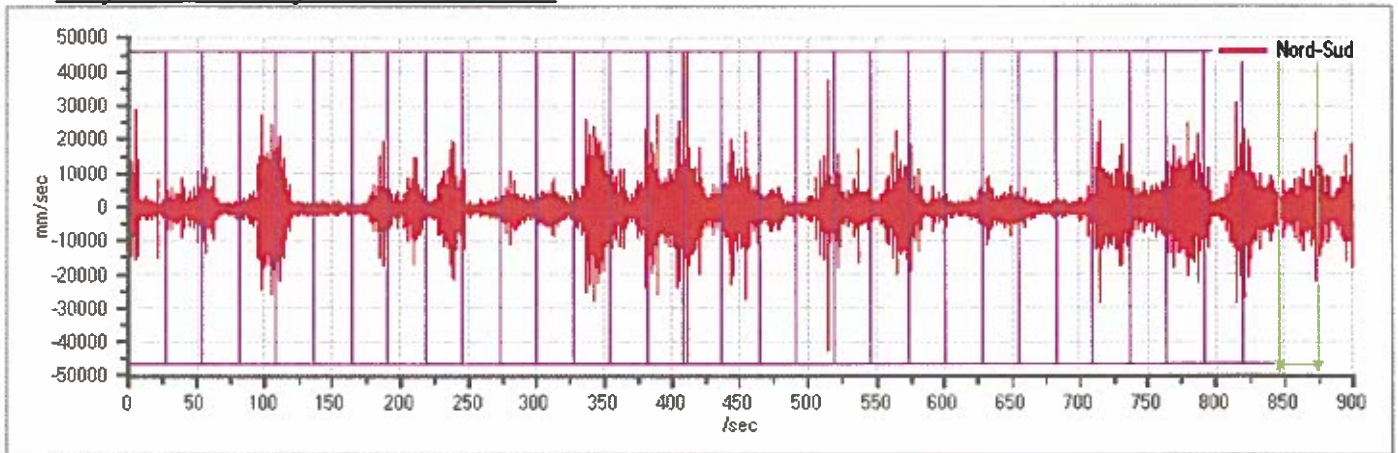
### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	27,307	Inclusa
2	27,307	54,613	Inclusa
3	54,613	81,92	Inclusa
4	81,92	109,227	Inclusa
5	109,227	136,533	Inclusa
6	136,533	163,84	Inclusa
7	163,84	191,147	Inclusa
8	191,147	218,453	Inclusa
9	218,453	245,76	Inclusa
10	245,76	273,067	Inclusa
11	273,067	300,373	Inclusa
12	300,373	327,68	Inclusa
13	327,68	354,987	Inclusa
14	354,987	382,293	Inclusa
15	382,293	409,6	Inclusa
16	409,6	436,907	Inclusa
17	436,907	464,213	Inclusa
18	464,213	491,52	Inclusa
19	491,52	518,827	Inclusa
20	518,827	546,133	Inclusa
21	546,133	573,44	Inclusa
22	573,44	600,747	Inclusa
23	600,747	628,053	Inclusa
24	628,053	655,36	Inclusa

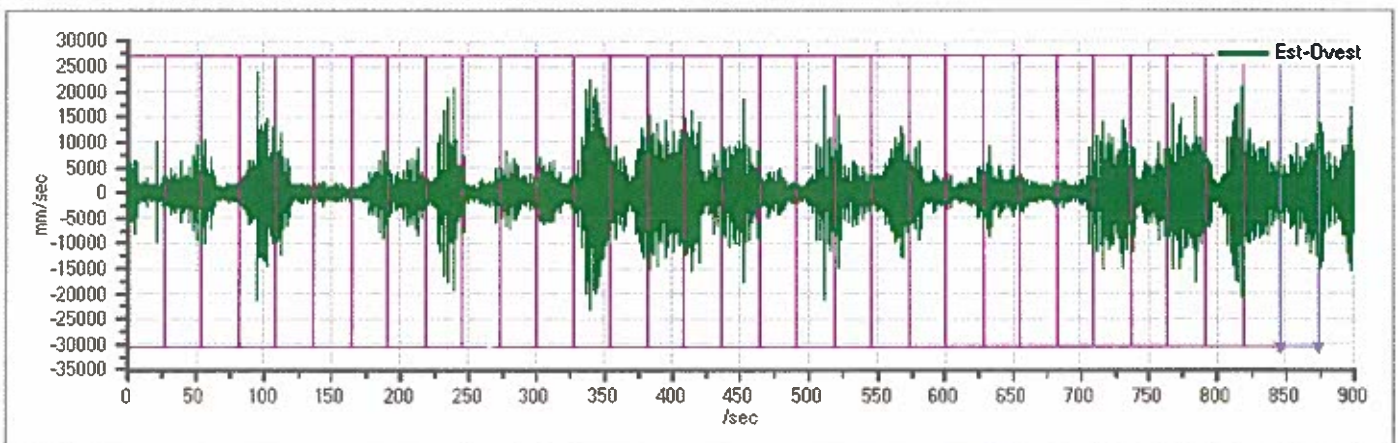


25	655,36	682,667	Inclusa
26	682,667	709,973	Inclusa
27	709,973	737,28	Inclusa
28	737,28	764,587	Inclusa
29	764,587	791,893	Inclusa
30	791,893	819,2	Inclusa
31	819,2	846,507	Inclusa
32	846,507	873,813	Inclusa

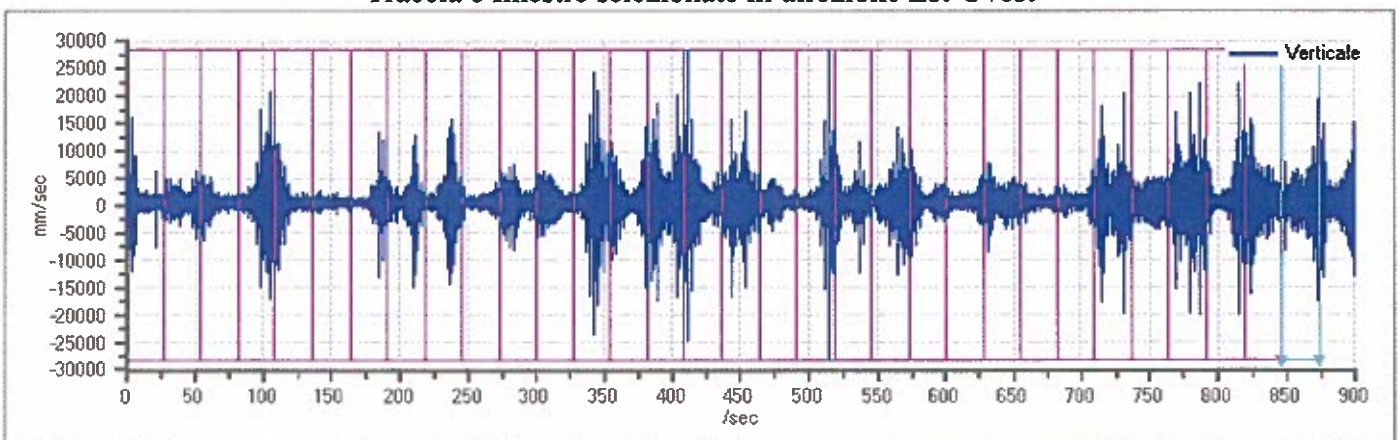
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

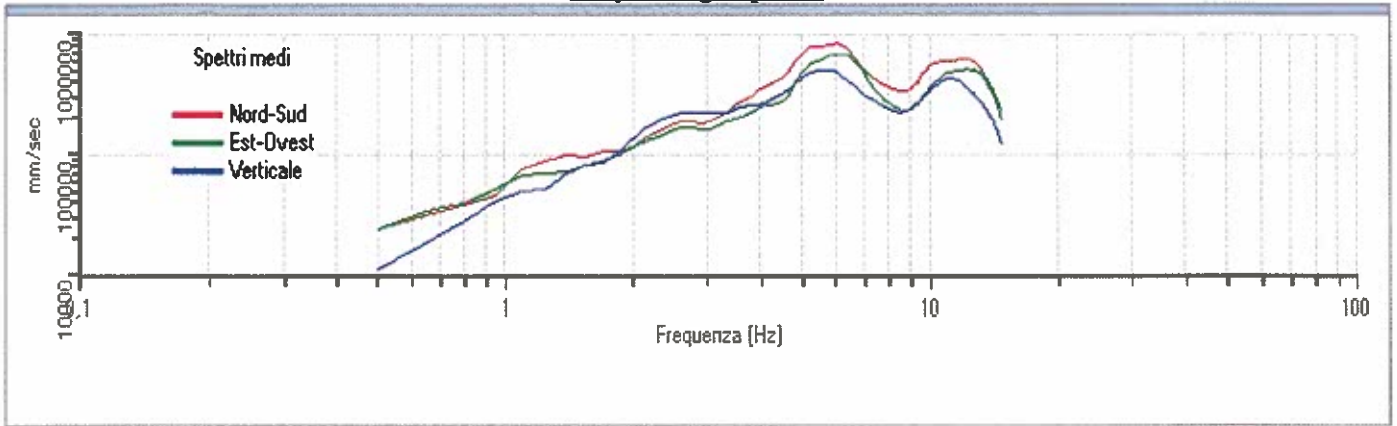


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

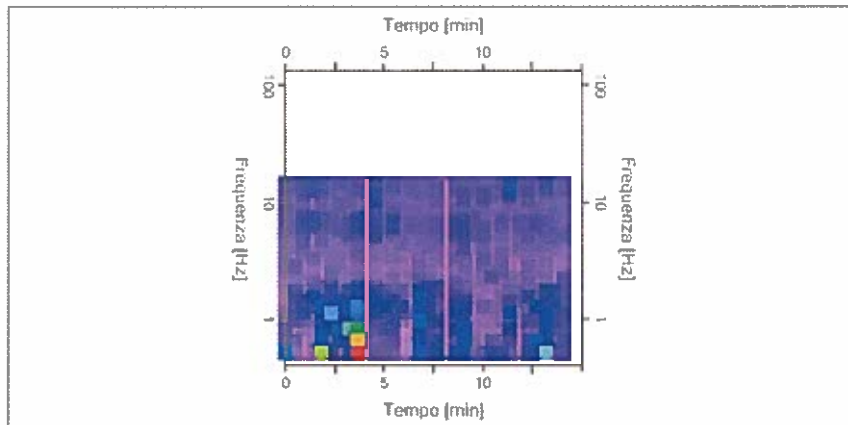


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

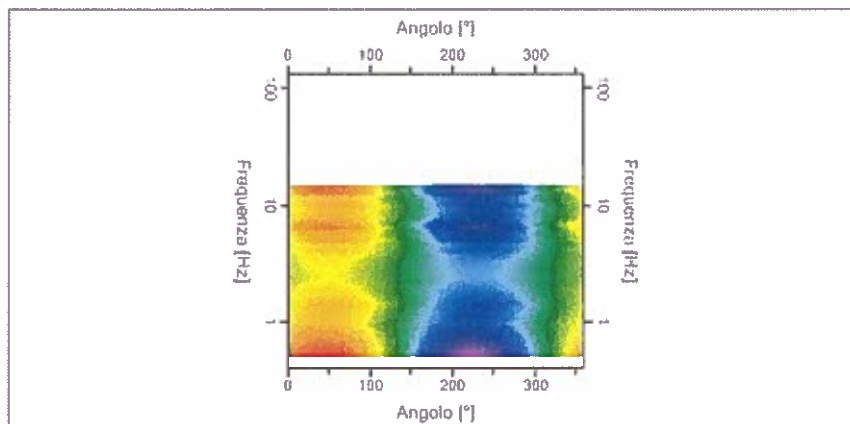
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

## Rapporto spettrale H/V

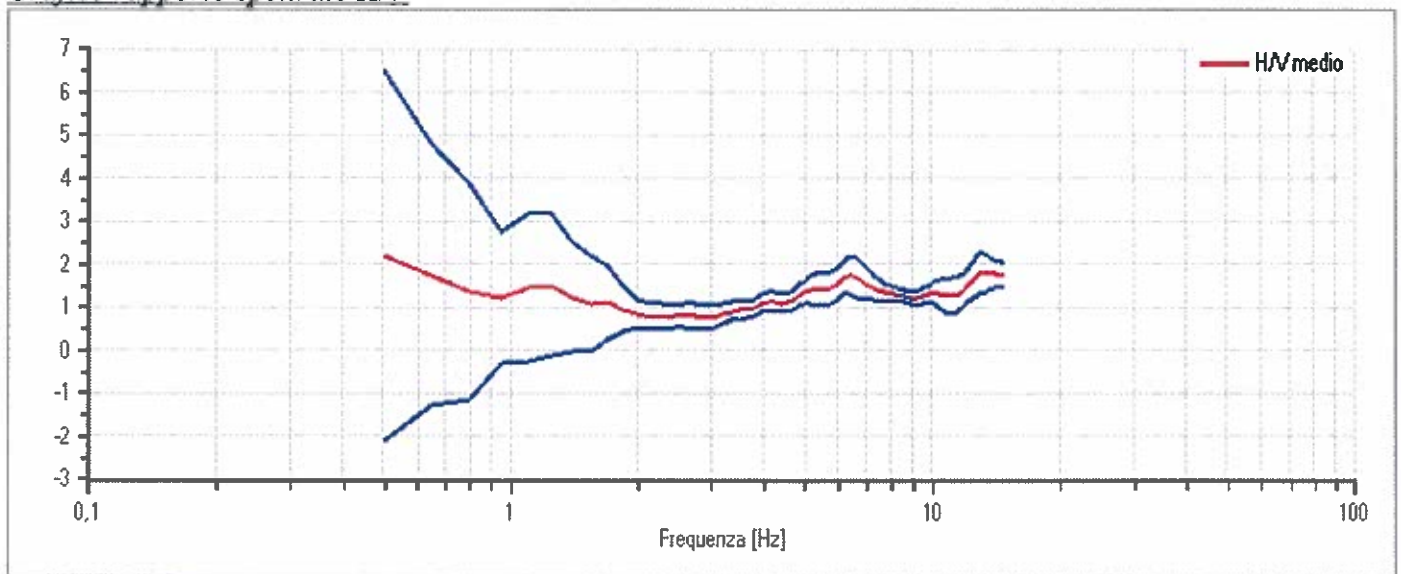
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15,00 Hz  
 Frequenza minima: 0,50 Hz  
 Passo frequenze: 0,15 Hz  
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10,00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 0,50 Hz  $\pm$  1,97 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK



## Modello stratigrafico

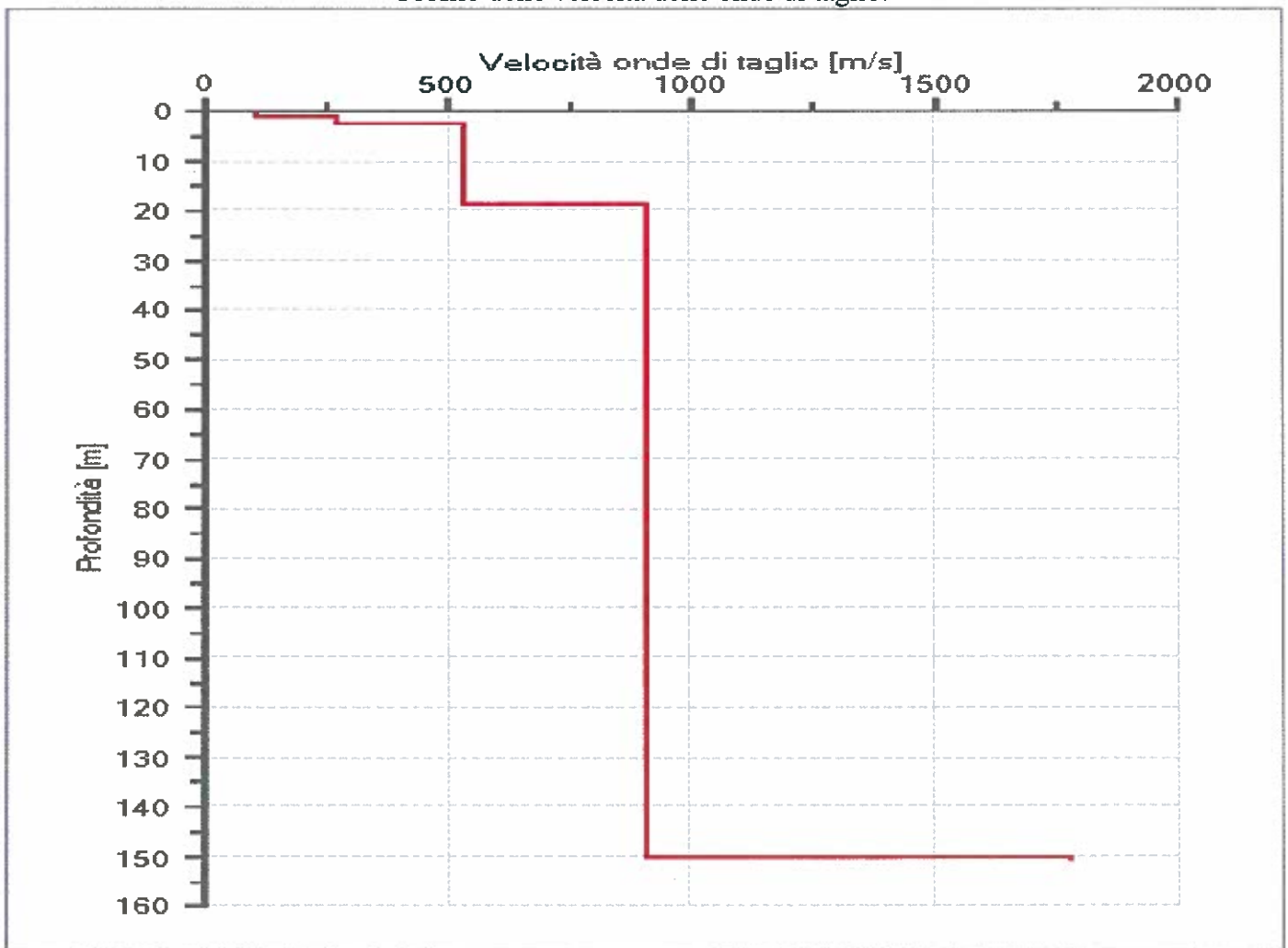
### Dati riepilogativi:

Numero strati: 5  
Frequenza del picco dell'ellitticità: 14,75 Hz  
Valore di disadattamento: 0,12  
Valore Vs30: 514,93 m/s

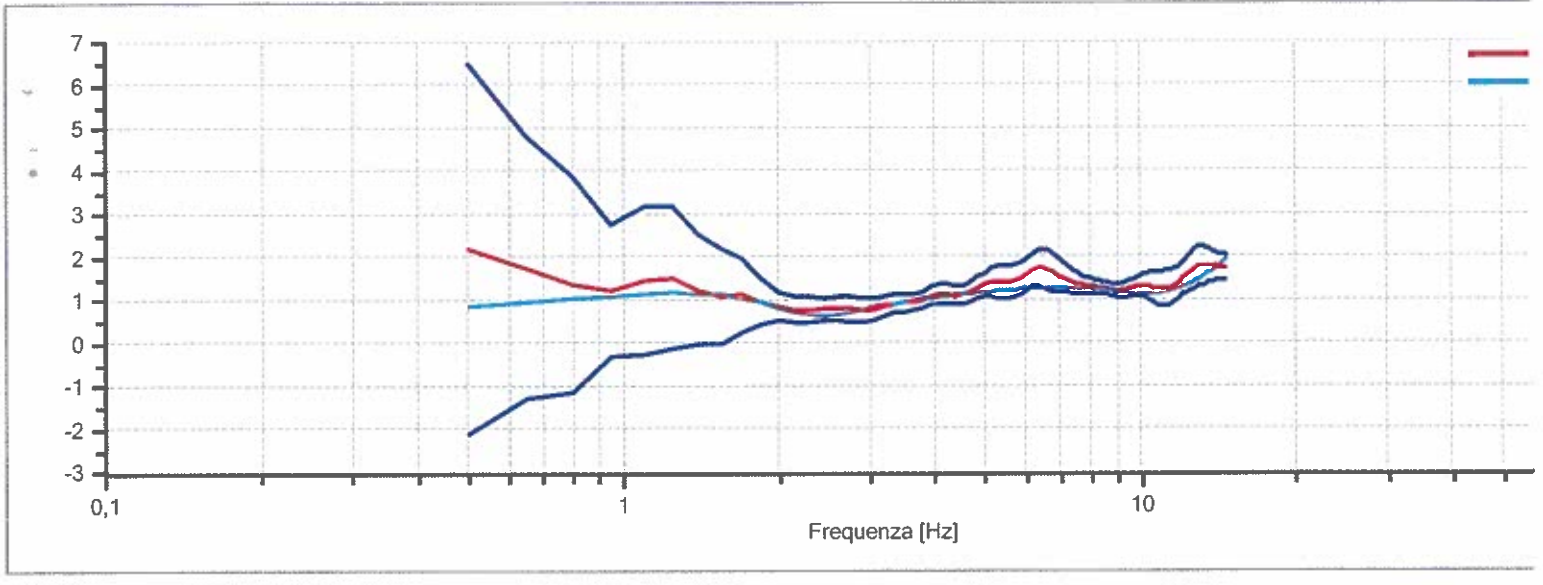
### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità Onde di taglio [m/s]
1	0	1	18	0,4	103
2	1	1,57	19	0,4	271
3	2,57	16,23	18	0,35	533
4	18,8	131,31	20	0,4	910
5	150,11	1	18	0,4	1779

Profilo delle velocità delle onde di taglio.



Curva di ellitticità e modello interpretativo ottenuto.



0.000000

0.000000