



*Comune di Sesto Fiorentino*

*Indagini geologiche e sismiche integrative (DPGR  
53/R/2011) di supporto alla Variante Semplificata al  
Secondo Regolamento Urbanistico per l'area AT69  
Montorsoli.*

18 ottobre 2019

## SOMMARIO

1 - PREMESSA.....	1
2 - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE INTEGRATIVE .....	2
2.1 - Criteri di indagine.....	2
2.2 - Descrizione delle indagini con standards di riferimento delle varie prove.....	3
2.2 – Caratteristiche litologico-stratigrafiche e caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni .....	6
2.3 – Idrogeologia di dettaglio e condizioni piezometriche .....	8
2.4 – Modellazione sismica .....	8
3 – VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE .....	11
4 – Proposta di modifica della carta di fattibilità geologica della Variante Semplificata al secondo RU adottato.....	11

### ALLEGATI:

*Allegato 0 - planimetria ubicazione indagini*

*Allegato 1 – Sondaggi a carotaggio continuo e sezione stratigrafica*

*Allegato 2 – Certificati Analisi di laboratorio*

*Allegato 3 – Indagine sismica a rifrazione*

*Allegato 4 – misure H/V*

*Allegato 5 – Certificati prove penetrometriche DPSH (ottobre 2018)*

*Allegato 6 – verifica di stabilità del versante*

## **Comune di Sesto Fiorentino**

### **Indagini geologiche e sismiche integrative (DPGR 53/R/2011) di supporto alla Variante Semplificata al Secondo Regolamento Urbanistico per l'area AT69 Montorsoli.**

\*\*\*\*\*

#### **1 - PREMESSA**

Nella presente nota, su incarico del "Consorzio per l'attuazione del PUA AT 69 Montorsoli", sono state redatte le presenti indagini geologiche e sismiche integrative, ai sensi del DPGR 53/R/2011, di supporto alla Variante semplificata al Secondo Regolamento Urbanistico del Comune di Sesto Fiorentino relativamente all'AT69 Montorsoli.

In particolare, come indicato nel parere del Settore Genio Civile Valdarno Superiore, trasmesso a mezzo PEC dal Settore Sviluppo del Territorio del Comune di Sesto Fiorentino, in data 09/10/2019, relativamente alla AT 69 Montorsoli, si enuncia che:

"Nella parte nord ovest del settore (in corrispondenza dei sottoambiti R3 e R4) in esame è presente e correttamente cartografato un esteso deposito gravitativo quiescente. Il nuovo Piano Strutturale Intercomunale di Calenzano e Sesto Fiorentino attribuisce a tale elemento geomorfologico una classe di pericolosità sismica 4 molto elevata. Secondo il DPGR 53/R/2011 *per le situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4), in sede di predisposizione del Regolamento Urbanistico (....) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica (....), sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura (....). Tali indagini sono tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso.*

**In questo caso quindi le indagini devono essere integrate sulla base di sopra esposto. Nella fattispecie e considerando il contesto sismico e geo-morfologico risultano necessarie per lo meno indagini sismiche in foro e di superficie per la valutazione dell'azione sismica oltre – ove possibile - al prelievo di campioni indisturbati e analisi di laboratorio per la verifica di stabilità del versante."**

Sulla base di quanto richiesto, sono state pertanto, come predetto, eseguite delle indagini geologiche e sismiche integrative a supporto della variante al RU, in corrispondenza delle aree del comparto interessate dal deposito gravitativo quiescente ed inserite in pericolosità sismica S4 – molto elevata, nelle relative cartografie del Piano Strutturale Intercomunale di Calenzano e Sesto Fiorentino, finalizzate alla corretta definizione dell'azione sismica ed alla verifica di stabilità del versante.

Si fa presente a tal proposito, che come, a nostro avviso, correttamente indicato anche nelle Indagini Geologiche redatte dal Dott. L. Lazzeri a supporto della Variante al RU, i criteri di assegnazione delle classi di pericolosità sismica, di cui al punto C.5 delle Direttive per le Indagini geologiche (allegato A al 53/R/2011), indicano per le aree con franosità quiescente la classe S3 di pericolosità sismica locale elevata e non S4 di pericolosità molto elevata, come invece attribuita nella cartografia del PSI.

## **2 - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE INTEGRATIVE**

### **2.1 - Criteri di indagine**

Come precedentemente indicato, considerando il contesto sismico e geo-morfologico, le Direttive del Regolamento Regionale DPGR 53/R/2011, nonché le specifiche prescrizioni del Genio Civile, all'interno del comparto AT69, per le aree classificate nel PSI dei Comuni di Sesto Fiorentino e Calenzano in Pericolosità Sismica Locale 4 molto elevata, sono state realizzate le seguenti indagini geologiche e sismiche integrative, a supporto della Variante Semplificata al Secondo Regolamento Urbanistico del Comune di Sesto Fiorentino, finalizzate alla corretta definizione dell'azione sismica ed alla verifica di stabilità del versante.

- ✓ n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo S1 ed S2 (stratigrafie schematiche in all. 1);
- ✓ analisi di laboratorio delle terre su campioni indisturbati (all. 2);
- ✓ indagine sismica a rifrazione in onde S di tipo down-hole (all. 3);
- ✓ indagine sismica a rifrazione in onde S con stendimento di superficie (all. 3);
- ✓ acquisizione rumore sismico con n. 3 stazioni sismica passiva ed elaborazione HVSR (all. 4).

Sono inoltre a nostra disposizione i dati di n. 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH (all. 5) e di n.3 saggi geognostici con escavatore meccanico, realizzati in una precedente campagna geognostica per la stessa committenza (novembre 2018).

La planimetria con l'ubicazione delle indagini eseguite è riportata in allegato 0.



## 2.2 - Descrizione delle indagini con standards di riferimento delle varie prove

### ✓ Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

I sondaggi S1 ed S2 sono stati eseguiti con la tecnica “a carotaggio continuo” ed hanno raggiunto rispettivamente la profondità di -18,50 m dal p.c. (S1) e -15,0 m da p.c. (S2).

Il sondaggio S1 è stato realizzato nel lotto di valle del comparto AT69 (via della Docciola), corrispondente alla porzione centrale del deposito gravitativo quiescente, mentre il sondaggio S2 è stato realizzato nella parte di monte del comparto, corrispondente alla porzione di monte del deposito di paleofrana (vedi ubicazione in allegato 0).

Il sondaggio S1 è stato attrezzato con tubo in PVC cementato per la realizzazione delle indagine sismica a rifrazione down-hole, mentre nel sondaggio S2 con un tubo piezometrico per la misurazione di un eventuale livello di falda.

L'esecuzione dei sondaggi geognostici si è così articolata:

- analisi in sito delle carote e ricostruzione stratigrafica;
- esecuzione prove di caratterizzazione geotecnica in situ tramite pocket penetrometer e vane test;
- esecuzione di prove SPT in foro (si riporta di seguito uno schema riassuntivo sulla profondità d'esecuzione e sui risultati delle stesse).

Tabella riassuntiva delle prove SPT in foro			
Note: Impiego di punta cava in acciaio			
	Profondità (m da p.c.)	n. colpi	Nspt
(S1) SPT 1	3,50-3,95	5-8-9	17
(S1) SPT 2	7,50-7,45	9-16-24	40
(S1) SPT 3	18,0-18,02	Rifiuto (2 cm)	Rifiuto
(S2) SPT 1	3,00-3,50	5-6-6	12
(S2) SPT 2	4,00-4,50	12-16-21	37

Sono stati inoltre prelevati in totale n.5 campioni indisturbati con campionatore tipo Shelby, da sottoporre ad analisi di laboratorio delle terre/rocce.

Sondaggio/campione	Profondità (m)
S1C1	3,00-3,50
S1C2	6,00-6,50
S1C3	10,30-10,70
S2C1	2,50-3,00
S2C2	3,50-4,00

Su tali campioni sono state condotte opportune analisi di laboratorio, che hanno consentito di determinare i parametri fisico meccanici dei terreni, utili alla verifica di stabilità del versante.

- Contenuto d'acqua;
- Peso di volume;
- Prova di taglio diretto CD;
- Prova di taglio residuo (S1C1 ed S2C1);

Le stratigrafie dei sondaggi sono riportate in allegato 1, unitamente al rilievo fotografico delle cassette catalogatrici delle carote.

✓ **prove penetrometriche dinamiche DPSH**

La prova penetrometrica dinamica prevede la penetrazione del terreno eseguita tramite un maglio di 63,50 kg che cade da un'altezza di 75 cm; viene così misurato il numero di colpi necessari all'infissione di una punta per una profondità di 20 cm.

Il rapporto tra il numero di colpi di questo penetrometro e quello della Standard Penetration Test è stato valutato come:

$$N_{spt} = 1.52 N_{din}$$

Elaborando le letture di campagna, è possibile risalire alle principali caratteristiche dei terreni attraversati.

Le prove penetrometriche di riferimento D3, D4 e D5. Si sono arrestate rispettivamente alla profondità di -7,60 m da p.c. (D3), -11,0 m da p.c. (D4) e -9,80 m da p.c. (D5), in corrispondenza del rifiuto strumentale all'avanzamento.

I certificati delle prove penetrometriche dinamiche DPSH sono riportati in allegato 5 del presente elaborato.

✓ **Indagini sismiche**

Il sondaggio S1 è stato attrezzato con tubo in PVC cementato per permettere la realizzazione dell'indagine sismica a rifrazione down-hole.

**Prova down-hole.** Per la registrazione delle onde di compressione e delle onde di taglio in profondità viene utilizzato un geofono da pozzo munito di un ricevitore costituito da tre sensori sensibili alle componenti del moto lungo le tre direzioni: uno verticale e due orizzontali ortogonali tra loro. Il geofono da pozzo, munito di un sistema teleguidato di orientazione azimutale e di ancoraggio meccanico alle pareti del rivestimento, viene calato all'interno del foro di sondaggio, preventivamente attrezzato con tubo di rivestimento, e ad intervalli determinati vengono registrati i treni d'onda prodotti dalle energizzazioni poste in superficie.

Energizzando su una piastra posta a diretto contatto con il terreno vengono generate predominanti onde P di compressione, mentre per le onde SH di taglio si utilizza una trave di legno posta a diretto contatto col terreno, gravata dal peso di un automezzo, che viene colpita lentamente: le battute destra e sinistra vengono sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata in senso orizzontale che viene generata, si può così avere un completo controllo nell'analisi del treno d'onda che attraversa i terreni da investigare. In questo modo per ogni punto di energizzazione si hanno due treni d'onda diversi: uno per le onde P e l'altro per le onde SH. Un'unità di controllo gestisce le fasi di ancoraggio e registrazione del geofono da pozzo, mentre le tracce sismiche relative ad ogni intervallo di profondità vengono registrate mediante un sismografo digitale per la loro successiva elaborazione. La distanza sorgente-boccaforo è stata fissata in 4 m, il passo delle registrazioni è stato di 1 m.

Questa tecnica di prospezione sismica prevede la misura dei tempi di propagazione delle onde di compressione P e di taglio SH tra il punto di energizzazione posto in superficie ed il punto di ricezione situato in profondità nel foro di sondaggio. I tempi letti sui sismogrammi devono poi essere corretti poiché le onde sismiche non percorrono tragitti verticali tra la sorgente in superficie ed il sensore nel foro, ma inclinati rispetto alla verticale: indicando con  $t_z$  il tempo d'arrivo, con  $d$  la distanza orizzontale tra sorgente ed il boccaforo e con  $z$  la profondità del sensore, il tempo di arrivo corretto  $t_c$  alla profondità  $z$  sarà dato dalla relazione:

La velocità delle onde P e delle onde SH viene calcolata mediante la pendenza della dromocrona.

**Stendimento sismico a rifrazione.** Consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, sollecitazioni dinamiche orizzontali per la generazione di onde di taglio (SH) e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante sensori a componente orizzontale.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde sismiche, può scomporsi nelle seguenti fasi fondamentali:

- a) individuazione del primo arrivo sui sismogrammi registrati;
- b) ricostruzione delle relative dromocrone;
- c) interpretazione delle dromocrone con conseguente ricostruzione delle geometrie del sottosuolo.

L'apparecchiatura utilizzata si compone delle seguenti parti:

- sistema sorgente;
- sistema di ricezione;
- sistema di acquisizione dati;
- trigger.

La sorgente, costituita da un parallelepipedo di forma tale da poter essere colpita lateralmente ad entrambe le estremità con una massa pesante, deve essere in grado di generare onde di taglio polarizzate sul piano orizzontale e con una generazione di onde P trascurabile. I profili sismici a rifrazione sono realizzati energizzando ad intervalli regolari lungo stendimenti di sensori detti geofoni.

Il sistema di ricezione è costituito da 24 geofoni a componente orizzontale per le onde SH, con frequenza propria di circa 10 Hz. Per l'acquisizione i geofoni sono accoppiati al terreno e posizionati verticalmente tramite il puntale di cui sono dotati. La spaziatura dei geofoni è proporzionale alla profondità dell'indagine. Per questo lavoro, compatibilmente con la logistica, i geofoni sono stati disposti in allineamento ad una distanza regolare di 4 m tra loro.

Le registrazioni sono state acquisite mediante un sismografo digitale con 24 canali a 16 bit.

Le forme d'onda acquisite sono visualizzabili come tracce a partire dall'impulso inviato dal trigger (circuitto elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave o la mazza colpisce la base di battuta) nel computer portatile ad esso collegato e salvabili in forma numerica in modo definitivo.

Per il presente intervento è stato realizzato uno stendimento sismico Ps1 di lunghezza di 94 m.

**Misure di sismica passiva a stazione singola H/V.** All'interno del comparto di intervento sono state inoltre eseguite n. 3 Misure di sismica passiva a stazione singola. Durante tale indagine vengono misurate le vibrazioni ambientali nelle tre direzioni dello spazio attraverso un unico sensore tridirezionale posto sulla superficie del terreno. In particolare, viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (metodo HVSR ovvero "Horizontal to Vertical Spectral Ratios" - Bard., 1998). Analizzando misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno e individuare la frequenza fondamentale  $f$  di questa vibrazione definita di "Risonanza". Sapendo che in generale esiste una relazione semplice fra  $f$ , lo spessore della parte più soffice del terreno e la velocità media delle onde sismiche nel sottosuolo (ricavata per esempio dai metodi passivi ad antenna, o attivi come Masw e Rifrazione), attraverso le misure HVSR è possibile risalire allo spessore di questo strato.

Per le specifiche caratteristiche delle indagini geofisiche ed il report dei risultati ottenuti, si rimanda agli allegati 3 e 4 del presente elaborato.

## **2.2 – Caratteristiche litologico-stratigrafiche e caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni**

I sondaggi geognostici eseguiti all'interno della AT69, nell'area in cui risulta cartografato il deposito gravitativo quiescente, hanno mostrato chiaramente la presenza di un orizzonte superficiale di spessore variabile, costituito da limi argillosi debolmente sabbiosi, screziati di colore marrone, ocra e grigi, con elementi litoidi e resti carboniosi, da mediamente compatti a compatti, attribuibili ai depositi detritici di paleofrana. Lo spessore dei depositi detritici varia tra circa 3,50 m nel sondaggio S2, realizzato nella parte alta della AT69, a circa 8-9 metri nella parte di valle del comparto. Al di sotto si trova il substrato litoide prevalentemente argillitico, da debolmente alterato a compatto, alternato a livelli marnoso calcarei, attribuibile alla Formazione di Sillano.

Si puntualizza che le indagini eseguite non hanno individuato discontinuità o livelli di debolezza tali da far presupporre movimenti franosi in atto.

Sulla base dei dati scaturiti dalle indagini eseguite in corrispondenza dell'area in oggetto (sondaggi geognostici, analisi di laboratorio, prove penetrometriche), si riporta di seguito l'assetto stratigrafico e litologico (modello geologico), verosimilmente ricostruito, dei terreni, nonché la caratterizzazione fisico meccanica dei terreni (in termini di valori caratteristici NTC 2018), per la ricostruzione del modello geotecnico utilizzato nella verifica di stabilità del versante, di cui al capitolo 3.

**1 – Terreno vegetale e/o di riporto limoso sabbioso** (spessore massimo in S2 di 1,70 m);

**2 – Paleofrana: Limo argilloso debolmente sabbioso con elementi litici mediamente compatto** (dalla base dell'orizzonte 1 fino alla profondità massima di circa 8-9 metri in S1);

**3 – Substrato litoide: Argilliti da debolmente alterate a compatte con livelli marnoso calcarei** (dalla base dell'orizzonte 2 fino alle massime profondità indagate).

Le stratigrafie delle singole verticali d'indagine (sondaggi S1 ed S2) sono riportate nel dettaglio in allegato 1, assieme ad una sezione stratigrafica schematica dell'area indagata.

Orizzonte	Stratigrafia schematica	$\phi$ (°)	C' (KN/m <sup>2</sup> )	Cu (KN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )
<b>1</b>	Terreno vegetale e/o riporto	25°	-	-	18,0
<b>2</b>	Limo argilloso debolmente sabbioso mediamente compatto (Paleofrana)	22	10	70	19,3
<b>3</b>	Argilliti da debolmente alterate a compatte con livelli marnoso calcarei	26°	100	-	22

Dove:

$\phi$ = angolo di attrito interno

C'= coesione efficace

Cu=coesione non drenata

$\gamma$ = peso di volume del terreno

### 2.3 – Idrogeologia di dettaglio e condizioni piezometriche

In accordo con le caratteristiche litologiche dei terreni presenti, l'indagine piezometrica condotta all'interno del sondaggio S2 non ha evidenziato alcun livello piezometrico entro la profondità indagata di -15,0 m da p.c.

Non si esclude comunque che a seguito di periodi piovosi e per infiltrazione di acque pluviali dallo strato più superficiale di terreno detritico possano formarsi livelli umidi e/o piccole falde a carattere temporaneo in corrispondenza degli orizzonti di terreno dotati di un diverso grado di permeabilità.

Come indicato successivamente, per l'analisi di stabilità del versante è stata in ogni caso simulata in via cautelativa la condizione di completa saturazione dell'orizzonte detritico superficiale

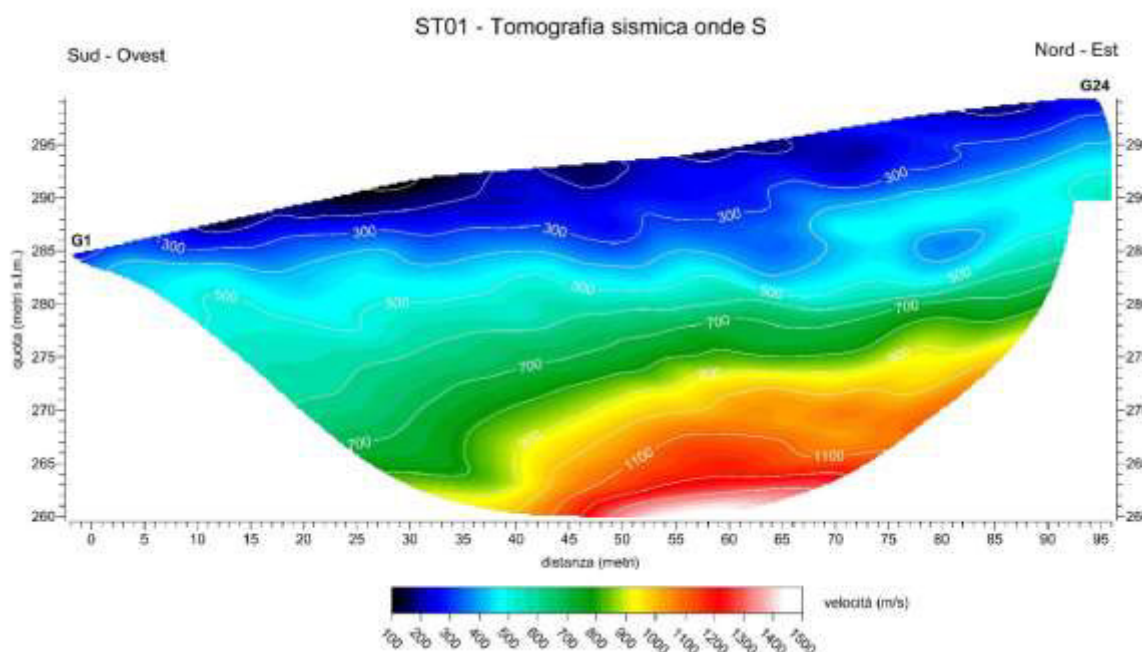
### 2.4 – Modellazione sismica

L'indagine geofisica ha permesso di caratterizzare dinamicamente le unità litologiche presenti nella zona fino alla profondità di circa -30/-35 m. dal p.c..

Dall'elaborazione della linea sismica acquisita con la tecnica a rifrazione si è ottenuto il profilo tomografico dell'andamento delle velocità delle onde di taglio S.

Lo stendimento restituisce un modello del sottosuolo schematizzabile in tre strati.

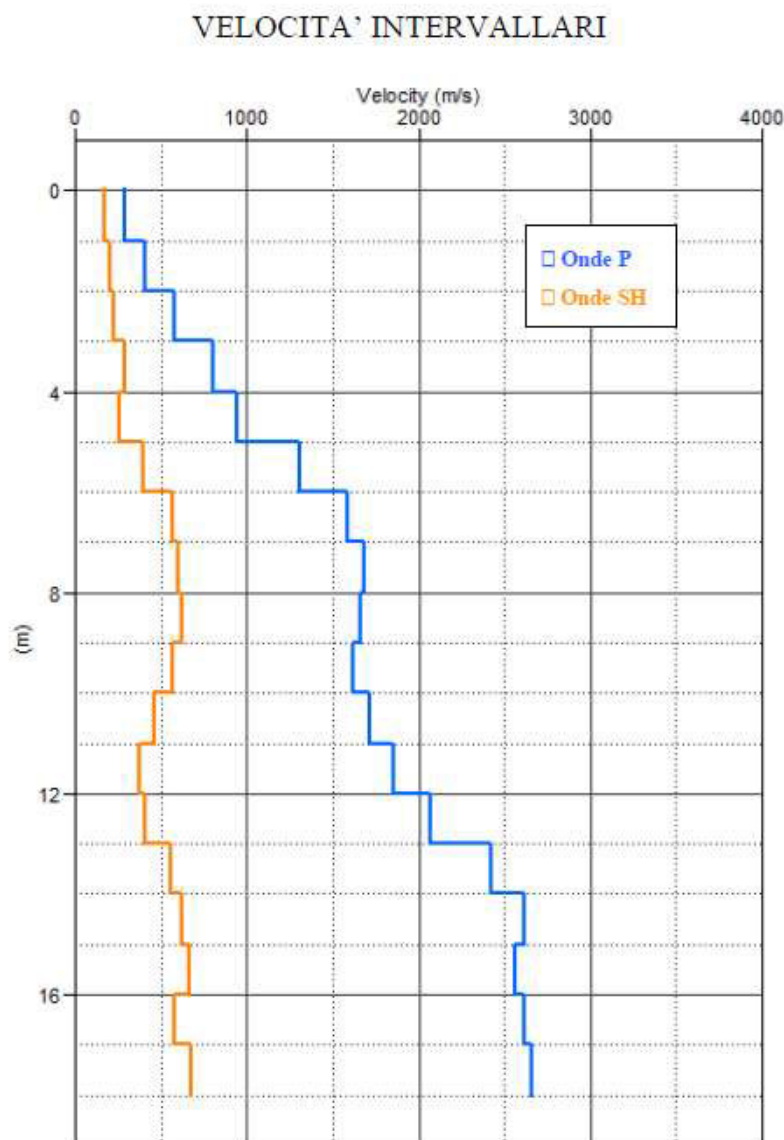
Il livello superficiale ha spessore medio pari a 5,0 m. e velocità media in onde S di 240 m/s, il livello intermedio ha spessore medio pari a 16,7 m. e velocità media in onde S di 485 m/s e il livello più profondo con un brusco incremento della velocità media pari a 1360 m/s.



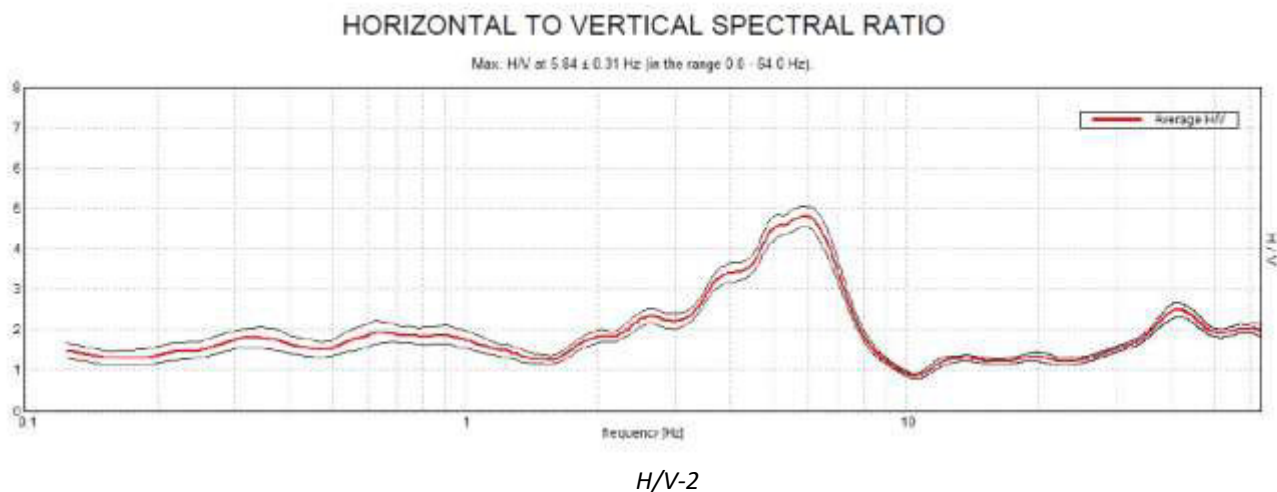
In allegato 3 sono riportati tutti gli elaborati grafici relativi alla prove eseguite.

Confrontando i risultati dell'indagine geofisica, con i sondaggi geognostici eseguiti, si ritiene che l'orizzonte sismico superficiale possa essere attribuito ai depositi detritici di paleofrana, il secondo orizzonte sismico alle argilliti più o meno alterate ed il terzo orizzonte, individuabile alla profondità di circa 20-25 metri da p.c., con un netto incremento della velocità delle onde S, al substrato litoide compatto, probabilmente in facies calcareo marnosa, che rappresenta il bedrock sismico.

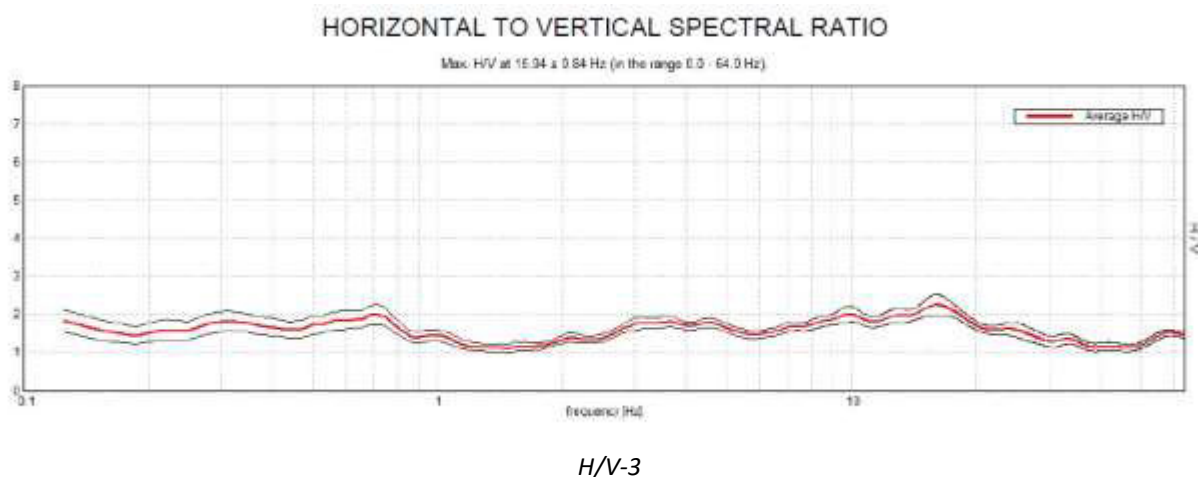
Come osservabile anche dal profilo in onde SH della prova Down-Hole (vedi figura sotto), tra i depositi argillosi della paleofrana e le argilliti, le velocità delle onde S sono comparabili, pertanto tra i due orizzonti non si rileva un significativo contrasto di impedenza; alla profondità di circa 12 metri si rileva un salto delle velocità delle onde P, a cui non corrisponde un incremento delle onde S.



Le stazioni di misura H/V, poste una a valle della AT 69 e di Via della Docciola (H/V1), una in prossimità del sondaggio S1 attrezzato con Down-hole (H/V2) e l'altra in prossimità del sondaggio S2, nella porzione di monte della AT69 (H/V3) hanno confermato sostanzialmente le informazioni ricavate dalla sismica a rifrazione. In particolare, le misure H/V-1 e H/V-2 mostrano un significativo picco (rapporto H/V intorno a 5) a circa 4-5 hz, confermando la presenza di un netto contrasto di impedenza alla profondità di circa 20-25 metri, mentre con ogni probabilità il passaggio più superficiale tra i depositi detritici e le argilliti è registrato dal picco di minore ampiezza intorno ai 13 hz di frequenza (allegato 4).



La stazione posta in prossimità del sondaggio S2 (H/V -3), nella parte alta del comparto non ha mostrato invece alcuna picco degno di nota nel rapporto H/V



Le indagini geofisiche e geotecniche eseguite in corrispondenza delle aree del comparto interessate dal deposito gravitativo quiescente ed inserite in pericolosità sismica S4 – molto elevata, nelle relative cartografie del Piano Strutturale Intercomunale di Calenzano e Sesto Fiorentino, hanno dunque consentito la corretta definizione dell'azione sismica.



### **3 – VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE**

Le indagini geologiche e sismiche integrative eseguite in corrispondenza delle aree del comparto interessate dal deposito gravitativo quiescente ed inserite in pericolosità sismica S4 – molto elevata, nelle relative cartografie del Piano Strutturale Intercomunale di Calenzano e Sesto Fiorentino, come indicato in premessa, sono state finalizzate oltre alla corretta definizione dell'azione sismica anche alla verifica di stabilità del versante.

Partendo dai risultati delle indagini eseguite, è stata condotta per l'area interessata dalla paleofrana, una verifica di stabilità del versante lungo una sezione monte valle, parallela alla linea di massima pendenza (vedi ubicazione in allegato 0).

Partendo dalla ricostruzione schematica della situazione in superficie e in profondità, è stato utilizzato un programma di calcolo per l'analisi di stabilità dei pendii (SSAP 2010 Slope Stability Analysis Program). Per quanto concerne i parametri geotecnici, sono stati utilizzati quelli ottenuti con la campagna geognostica, debitamente ridotti in favore di sicurezza ( $c'=10$  kPa e  $\phi=22^\circ$ , ricavati mediando i valori ottenuti dai tagli CD con i valori dei tagli residui), è stata inoltre simulata sempre in favore di sicurezza la completa saturazione dell'orizzonte detritico soprastante. infine sono state simulate le condizioni di pericolosità e amplificazione sismiche del luogo (in via cautelativa assunta una categoria di sottosuolo E delle NTC 2018).

La verifica di sicurezza allo stato limite ultimo (SLU) per il suddetto pendio (pendio naturale) è stata effettuata in condizioni drenate (a lungo termine), ai sensi delle NTC 2018.

Sempre in favore di maggiore cautela è stato imposto al pendio naturale un sovraccarico di 50 kPa, legato alla presenza degli edifici già esistenti.

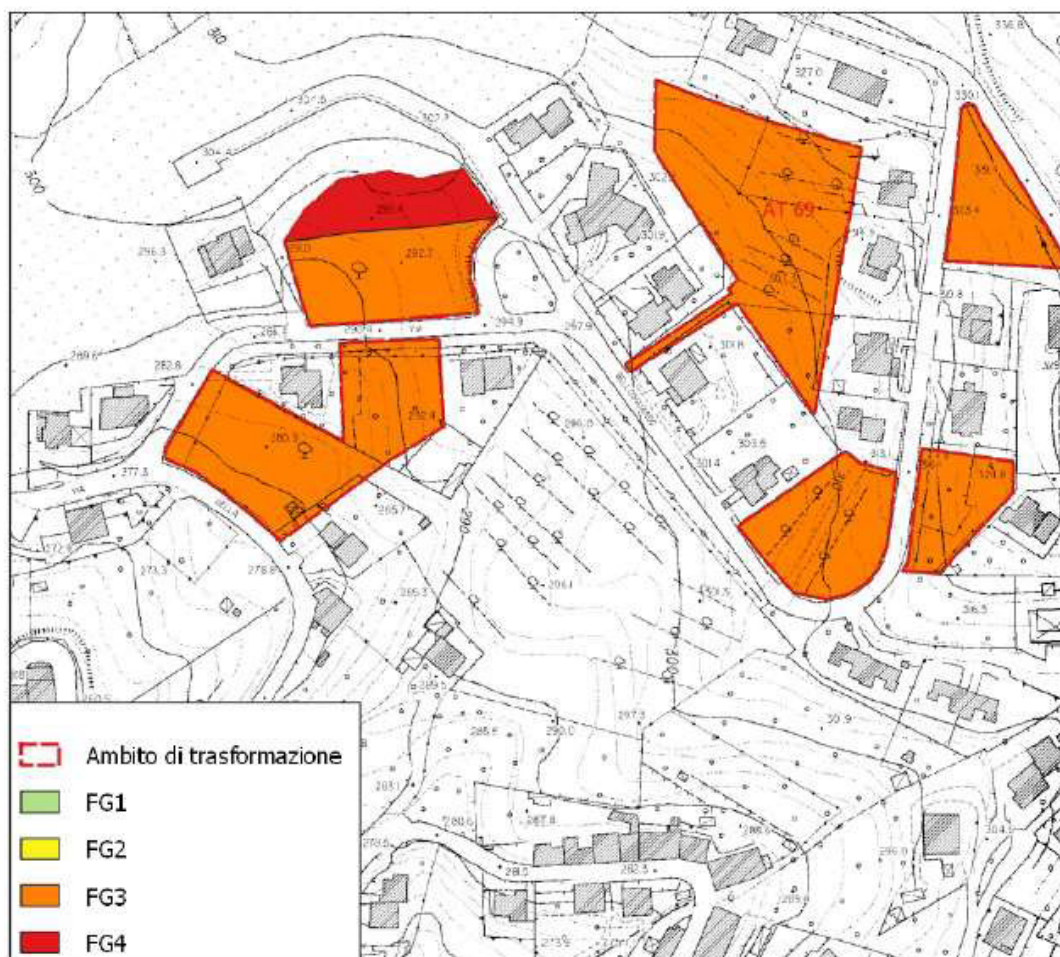
Dalla stima suddetta non si rilevano condizioni di instabilità (coefficiente di sicurezza minimo pari a circa 1,17 e pertanto la verifica risulta soddisfatta) per il versante in esame, confermando a nostro avviso la stabilizzazione del deposito di paleofrana. Per i dettagli si rimanda alla sezione ed alla verifica di stabilità in allegato 6.

### **4 – Proposta di modifica della carta di fattibilità geologica della Variante Semplificata al secondo RU adottato**

Sulla base dei risultati delle indagini integrative eseguite in questa fase di studio, che hanno confermato l'assenza di condizioni di instabilità per l'AT 69, considerando inoltre che per l'intera area le indagini geologiche a supporto della Variante Semplificata al Secondo RU del Comune di Sesto Fiorentino, era stata confermata una pericolosità geologica G3 – elevata (assenza di fenomeni franosi attivi, come da precedenti indagini geognostiche eseguite e sopralluoghi congiunti eseguiti con i tecnici del Genio Civile e dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale in fase di approvazione del Piano Strutturale Intercomunale di Sesto Fiorentino e Calenzano) e non G4 molto elevata, sembra più

appropriata l'attribuzione, all'intero comparto R3 della AT 69, una fattibilità geologica elevata FG3 e non FG4.

**AT69 - carta della fattibilità geologica scala 1.:2.000**



*Carta della fattibilità geologica della Variante Semplificata al Secondo RU  
per cui si richiede venga attribuita la classe FG3 a tutti i comparti della AT69*

Certaldo, 18 ottobre 2019

**IdroGeo Service S.r.l.**  
**Engineering and Consulting**

Il Tecnico Responsabile  
**Dott. Geol.**  
**Alessandro MURRATZU**

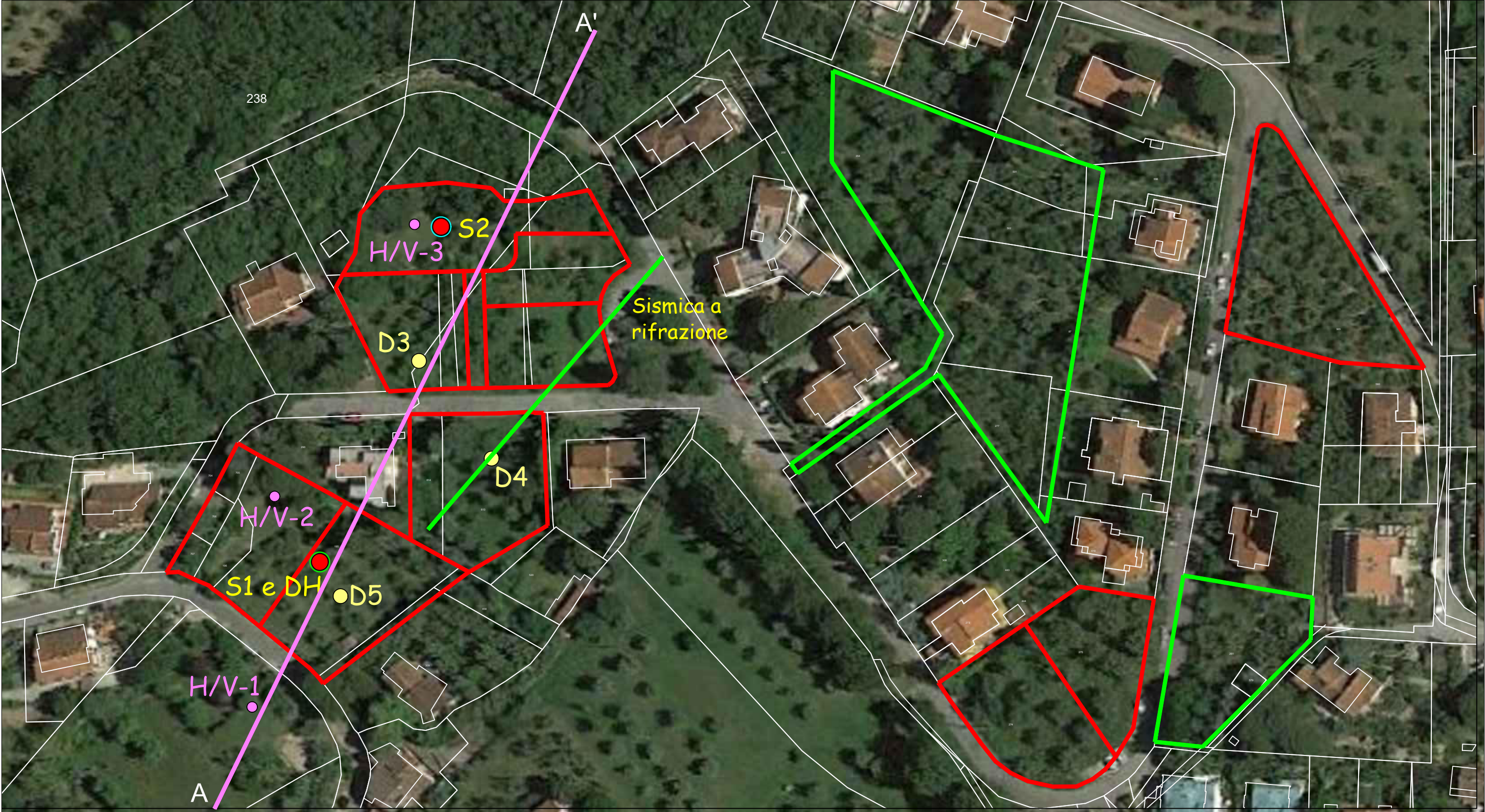
***Allegato 0:***

***Planimetria ubicazione indagini***



UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

SCALA 1:1.000



Legenda

- S1 ● Sondaggio a carotaggio continuo
- D4 ● Penetrometria dinamica
- Indagine sismica a rifrazione
- A A' Traccia di sezione litostratigrafica schematica per verifica di stabilità
- DH Down Hole
- Sondaggio attrezzato con piezometro
- T1 ● Indagini di sismica passiva H/V



***Allegato 1:***

***Sondaggi a carotaggio continuo e sezione stratigrafica***

CANTIERE: <b>Montorsoli</b>		SONDAGGIO N. <b>S1</b>	COMMITTENTE: <b>Consorzio AT 69</b>	GEOLOGO DELL'IMPRESA	SONDATORE
QUOTA ASS. P.C. <b>282 m</b>	COORDINATE X Y <b>N 43°50'15" E 11°17'07"</b>	TIPO DI SONDA (marca, modello, coppia motrice)	TIPO DI FLUIDO	STRUMENTAZIONE IN FORO E SUE PROFONDITA': <b>tubazione e cementazione per prova Down Hole da p.c a fine foro</b>	
DATA INIZIO/FINE: <b>01-10-2019 _ 01-10-2019</b>		METODO DI PERFORAZIONE: (aste o wire line) <b>Aste</b>	CASSE CATALOGATRICI N. <b>4</b>	PROFONDITA' RAGGIUNTA: <b>-18,50 m dal p.c. attuale</b>	

Giorni di perforazione	Carotiere	Velocità di avanzamento	MANOVRE	Rivestimento diametro interno/esterno	Profondità dal p.c. (m)	Scala riferimento (m)	STRATIGRAFIA (disegno)	Falda acquifera	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	Profondità (m)	S.P.T. Numero colpi	Pocket Penetrometer (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Altre prove	Campioni	Quota campioni	Recupero %	RQD %	Struttura	Resistenza roccia	Inclinazione	Indice di fratturazione If	Descrizione delle discontinuità				Note	
																							Tipo	Forma e scabrezza	Rientamento	Alterazione		
					0,50				terreno vegetale / suolo																			
					1				Limo sabbioso debolmente argilloso, ocra, mediamente consistente																			
					1,70																							
					2				Limo argilloso debolmente sabbioso con numerosi elementi litici. Colore da marrone ocra a grigio, screziato. Da mediamente consistente a consistente. Presenza di resti carboniosi. (Depositi di Paleofrana)																			
					3																							
					4								5 - 8 - 9 17															
					5																							
					6																							
					7																							
					8									9 - 16 - 24 40														
					8,10																							
					9				Argillite grigia, con saltuari livelli marnoso-calcarei. Da debolmente alterata a compatta. <u>Formazione di Sillano</u>																			
					10																							
					11																							
					12																							
					13																							
					14																							
					15																							
					16																							
					17																							
					18																							
					18,50																							
					19																							
					20																							

Sondaggio S1 da 0 a 5 m



Sondaggio S1 da 5 a 10 m



Sondaggio S1 da 10 a 15 m



Sondaggio S1 da 15 a 18,5 m

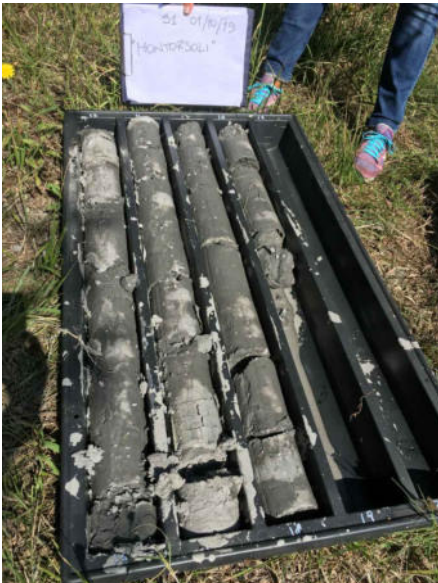

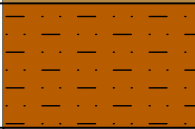





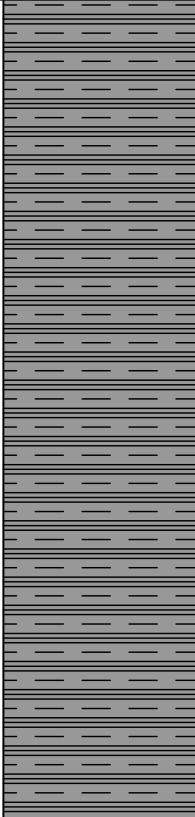




Fig. 7

CANTIERE: <b>Montorsoli</b>		SONDAGGIO N. <b>S2</b>	COMMITTENTE: <b>Consorzio AT 69</b>	GEOLOGO DELL'IMPRESA	SONDATORE
QUOTA ASS. P.C. <b>295 m</b>	COORDINATE X Y <b>N 43°50'12" E 11°17'05"</b>	TIPO DI SONDA (marca, modello, coppia motrice)	TIPO DI FLUIDO	STRUMENTAZIONE IN FORO E SUE PROFONDITA': <b>Tubo piezometrico da p.c. a fine foro</b>	
DATA INIZIO/FINE: <b>30-09-2019 _ 30-09-2019</b>		METODO DI PERFORAZIONE: (aste o wire line) <b>Aste</b>	CASSE CATALOGATRICI N. <b>3</b>	PROFONDITA' RAGGIUNTA: <b>-15,00 m dal p.c. attuale</b>	

Giorni di perforazione	Carotiere	Velocità di avanzamento	MANOVRE	Rivestimento diametro interno/esterno	Profondità dal p.c. (m)	Scala riferimento (m)	STRATIGRAFIA (disegno)	Falda acquifera	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	Profondità (m)	S.P.T. Numero colpi	Pocket Penetrometer (Kg/cm²)	Vane Test (Kg/cm²)	Altre prove	Campioni	Quota campioni	Recupero %	RQD %	Struttura	Resistenza roccia	Inclinazione	Indice di fratturazione If	Descrizione delle discontinuità				Note			
																							Tipo	Forma e scabrezza	Riempimento	Alterazione				
					0,50	1			Terreno rimaneggiato e di riporto sabbioso limoso con ghiaia e pezzame litoide																					
					1,70	2			Limo argilloso debolmente sabbioso con elementi litici. di colore marrone oca e grigio, screziato. da mediamente consistente a consistente.(Paleofrana)								2,50													
						3												S2C1	3,00											
					3,50													S2C2	3,50											
						4			Argillite grigia da debolmente alterata a compatta con livelli calcareo-marnosi. <u>Formazione di Sillano</u>								4,00													
						5																								
						6																								
						7																								
						8																								
						9																								
						10																								
						11																								
						12																								
						13																								
						14																								
					15,00 f.f.	15																								
						16																								
						17																								
						18																								
						19																								
						20																								

Sondaggio S2 da 0 a 5 m



Sondaggio S2 da 5 a 10 m



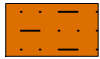
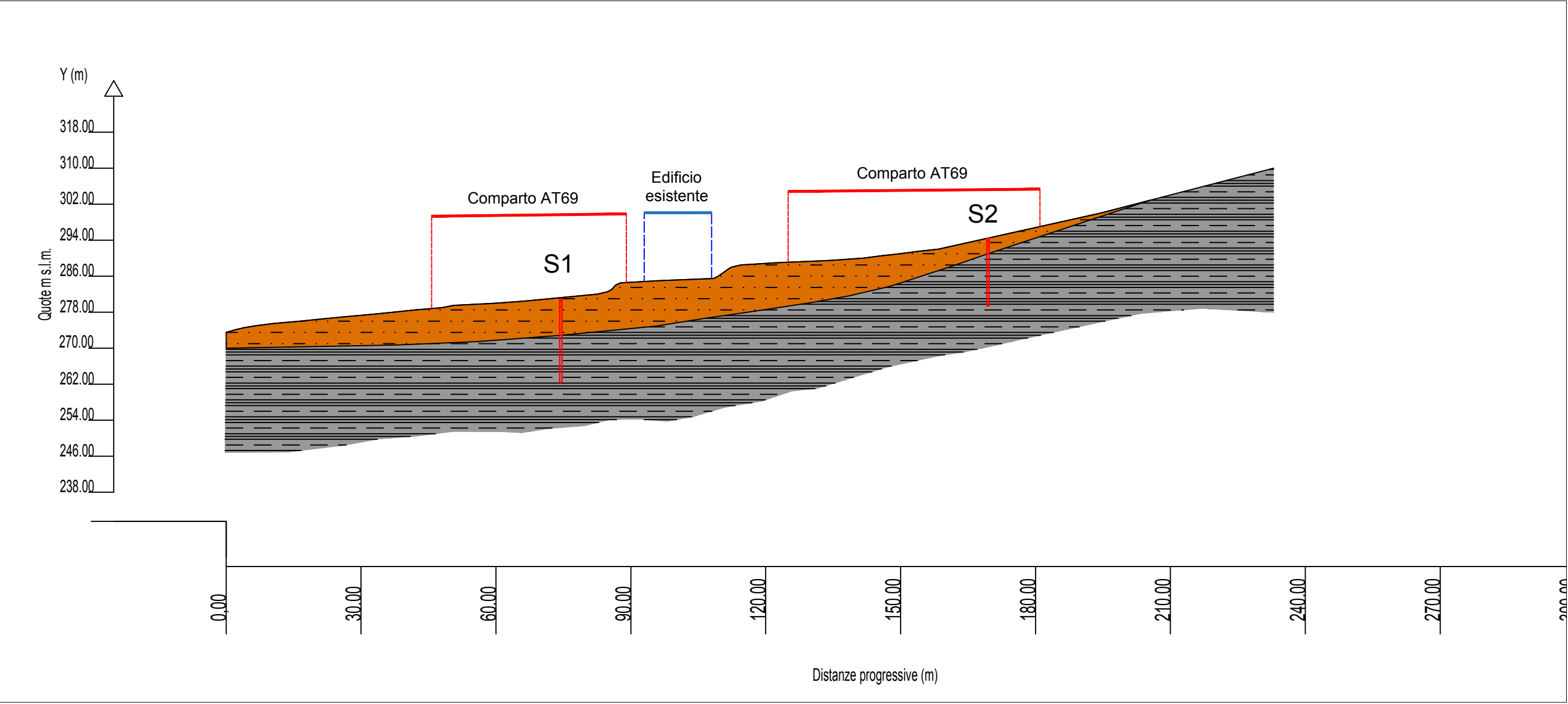
Sondaggio S2 da 10 a 15 m



Fig. 8

# SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA A-A'

SCALA 1:1.000



Limo argilloso debolmente sabbioso con elementi litoidi consistente (corpo di paleofrana)



Argillite grigia da debolmente alterata a compatta con elementi litoidi ed occasionali livelli calcareo marnosi

S1



Sondaggi geognostici a carotaggio continuo



***Allegato 2:***

***Analisi di laboratorio***



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

*Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05*

## **Certificato di Prova n. 1557/2019**

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

DATA ESECUZIONE PROVE: 04/10/19 - 18/10/19

CAMPIONI:

S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m

### **Prove eseguite**

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)
- 4 - Prova di taglio residuo (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore

Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 4

**CERTIFICATO DI PROVA N.1557/2019**

**CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Data apertura campione: 04/10/19

**Descrizione del campione**

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 24 cm: limo argilloso duro con sporadici elementi litici e noduli di ferro / manganese colore marrone oliva chiaro - grigio

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, taglio e taglio residuo



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore

Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1557/2019**

<b>CAMPIONE S1C1</b> profondità 3.0 - 3.5 m	Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019
COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl	V.A. n. 168/19 del 02/10/19
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)	Data prova: 04/10/19 - 18/10/19

**Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)****Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)****Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)****Prova di taglio residuo (UNI CEN ISO/TS 17892 10)**

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	19.0	19.1	19.2
Peso di volume umido finale (kN/m <sup>3</sup> )	20.5	20.9	21.3
Peso di volume secco iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	15.7	15.7	15.8
Peso di volume secco finale (kN/m <sup>3</sup> )	16.3	16.6	16.8
Contenuto d'acqua iniziale (%)	21.27	21.64	21.86
Contenuto d'acqua finale (%)	26.10	26.42	26.51
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0018	0.0018	0.0018
Sigma (kPa)	73.6	122.6	171.6
Tau a rottura (kPa)	43.1	61.9	89.3
Tau residuo (kPa)	15.9	26.3	36.4

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0.05	3.3	0.07	8.9	0.07	16.2
0.14	7.2	0.13	13.6	0.13	24.8
0.24	13.6	0.21	17.4	0.21	31.7
0.33	19.1	0.37	25.2	0.29	38.0
0.44	23.8	0.51	31.5	0.36	44.4
0.58	27.7	0.66	37.9	0.49	53.5
0.75	30.7	0.80	41.8	0.55	57.9
0.90	32.1	1.02	46.7	0.70	64.2
1.09	34.6	1.16	49.2	0.83	68.9
1.28	36.5	1.43	53.1	0.98	73.1
1.50	37.9	1.65	55.0	1.19	77.5
1.74	39.0	1.88	56.4	1.33	79.7
1.98	40.1	2.18	58.3	1.55	82.2
2.26	40.9	2.41	59.1	1.76	84.6
2.54	41.5	2.70	60.5	1.98	86.3
2.83	42.0	3.08	61.1	2.21	87.7
3.13	42.9	3.40	61.1	2.42	88.5
3.47	43.1	3.75	61.9	2.70	89.3
3.80	42.6	4.12	61.6	2.99	88.8
4.14	42.3	4.42	61.3	3.22	88.2
4.45	41.8	4.80	60.8	3.50	88.0

Lo sperimentatore  
Sig. Alessandro CaloniIl direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



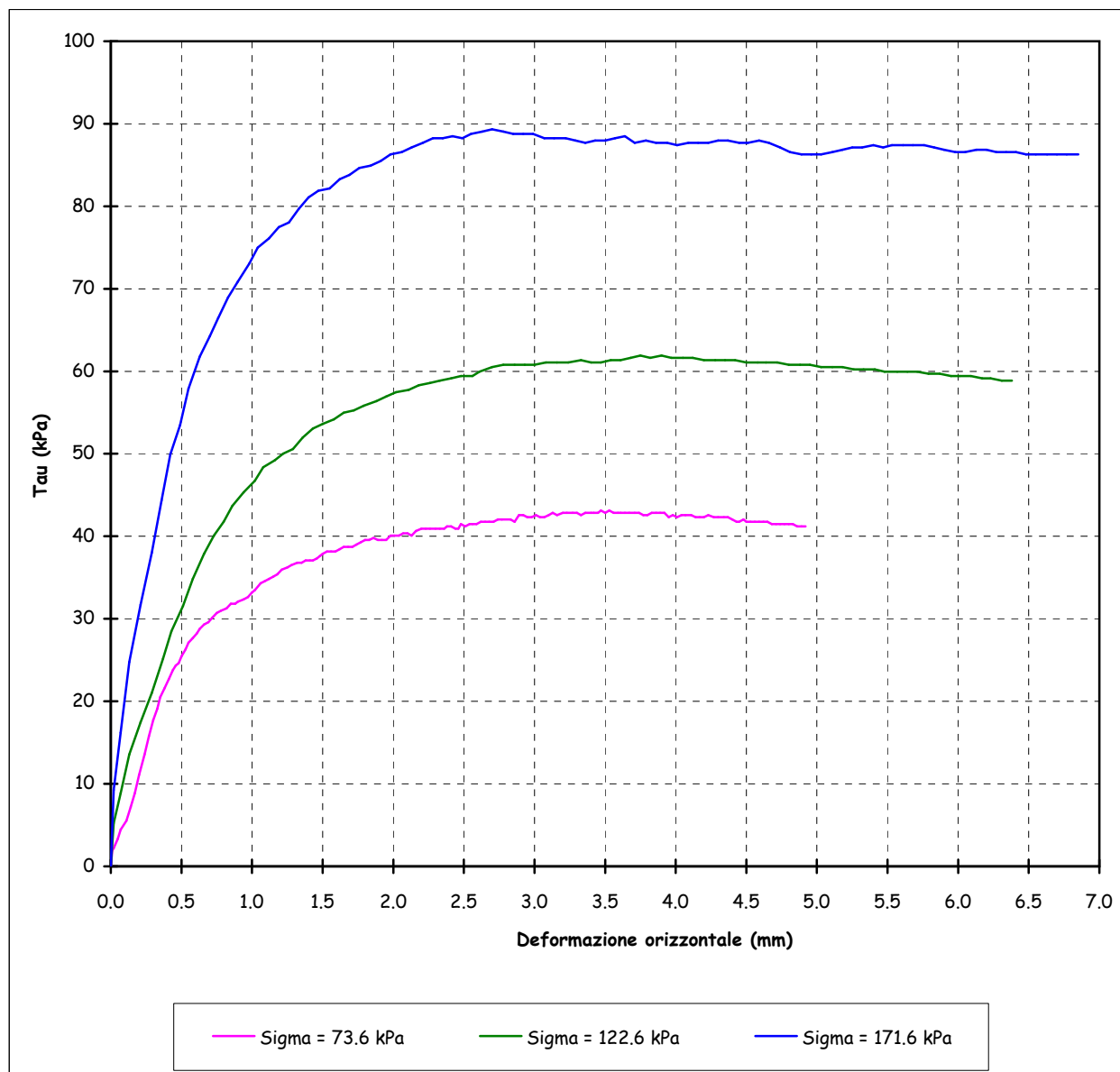
**CERTIFICATO DI PROVA N.1557/2019**

**CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m  
COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl  
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019  
V.A. n. 168/19 del 02/10/19  
Data prova: 04/10/19 - 18/10/19

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

**Grafico deformazione orizzontale - Tau**



Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



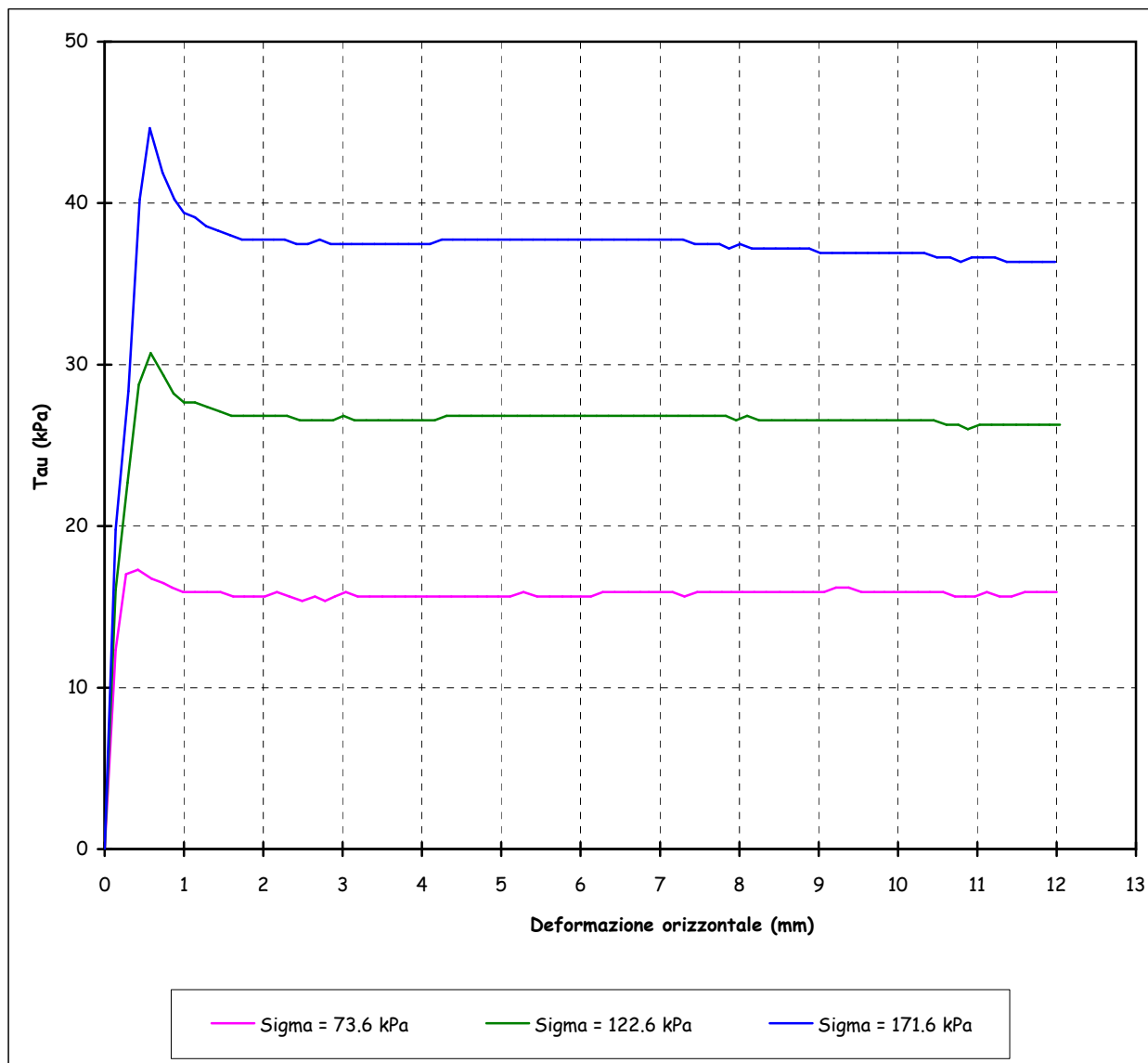
Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.1557/2019**

<b>CAMPIONE S1C1</b> profondità 3.0 - 3.5 m	Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019
COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl	V.A. n. 168/19 del 02/10/19
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)	Data prova: 04/10/19 - 18/10/19

**Prova di taglio residuo (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**



Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

*Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05*

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl  
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019  
V.A. n. 168/19 del 02/10/19

**Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 1557/2019**

<b>CAMPIONE</b>	<b>S1C1</b>
Profondità metri	3.0 - 3.5
<b>Parametri fisici</b>	
Peso volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	19.1
Peso volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	15.7
Umidità naturale (%)	21.59
<b>Prova di taglio diretto</b>	
Coesione, C' (kPa)	7.0
Angolo di resistenza al taglio, $\phi'$ (°)	25.2
Coesione, Cr (kPa)	0.6
Angolo di resistenza al taglio, $\phi_r$ (°)	11.8

*Michela Calm*





**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

*Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05*

## Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 1558/2019

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

DATA ESECUZIONE PROVE: 02/10/19 - 10/10/19

CAMPIONI:

S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m

### Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore

Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni





IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

**CERTIFICATO DI PROVA N.1558/2019**

**CAMPIONE S1C2** profondità 6.0 - 6.5 m

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Data apertura campione: 02/10/19

**Descrizione del campione**

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 27 cm: limo argilloso molto consistente

colore marrone oliva - grigio bluastrò

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume e taglio



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore

Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1558/2019**

<b>CAMPIONE S1C2</b> profondità 6.0 - 6.5 m	Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019
COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl	V.A. n. 168/19 del 02/10/19
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)	Data prova: 02/10/19 - 10/10/19

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	19.2	19.2	19.3
Peso di volume umido finale (kN/m <sup>3</sup> )	19.8	20.5	21.3
Peso di volume secco iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	15.7	15.7	15.7
Peso di volume secco finale (kN/m <sup>3</sup> )	15.9	16.5	17.0
Contenuto d'acqua iniziale (%)	22.22	22.30	22.70
Contenuto d'acqua finale (%)	24.55	24.76	25.22
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0020	0.0020	0.0020
Sigma (kPa)	73.6	122.6	171.6
Tau a rottura (kPa)	50.1	68.1	89.7

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0.02	2.2	0.03	12.8	0.03	13.9
0.05	15.0	0.05	26.3	0.06	33.0
0.08	26.6	0.09	33.0	0.11	44.9
0.11	30.2	0.14	38.0	0.16	52.1
0.15	32.4	0.19	42.4	0.22	57.6
0.21	35.7	0.25	46.8	0.27	60.1
0.26	37.7	0.31	49.3	0.35	66.5
0.32	39.9	0.38	52.6	0.44	70.9
0.39	41.8	0.46	55.7	0.51	73.6
0.46	42.4	0.54	57.6	0.62	77.0
0.54	44.6	0.63	59.8	0.72	79.2
0.61	45.4	0.73	61.7	0.82	81.1
0.71	46.0	0.83	63.1	0.94	83.3
0.80	47.4	0.94	64.5	1.07	84.4
0.89	48.2	1.05	65.1	1.21	86.9
1.01	49.0	1.19	66.7	1.35	88.0
1.11	49.6	1.30	67.3	1.49	88.8
1.23	50.1	1.45	68.1	1.65	89.7
1.36	50.1	1.59	68.1	1.81	89.7
1.46	50.1	1.72	68.1	1.97	89.7
1.58	49.6	1.86	67.8	2.12	89.7

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.1558/2019**

**CAMPIONE S1C2** profondità 6.0 - 6.5 m

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

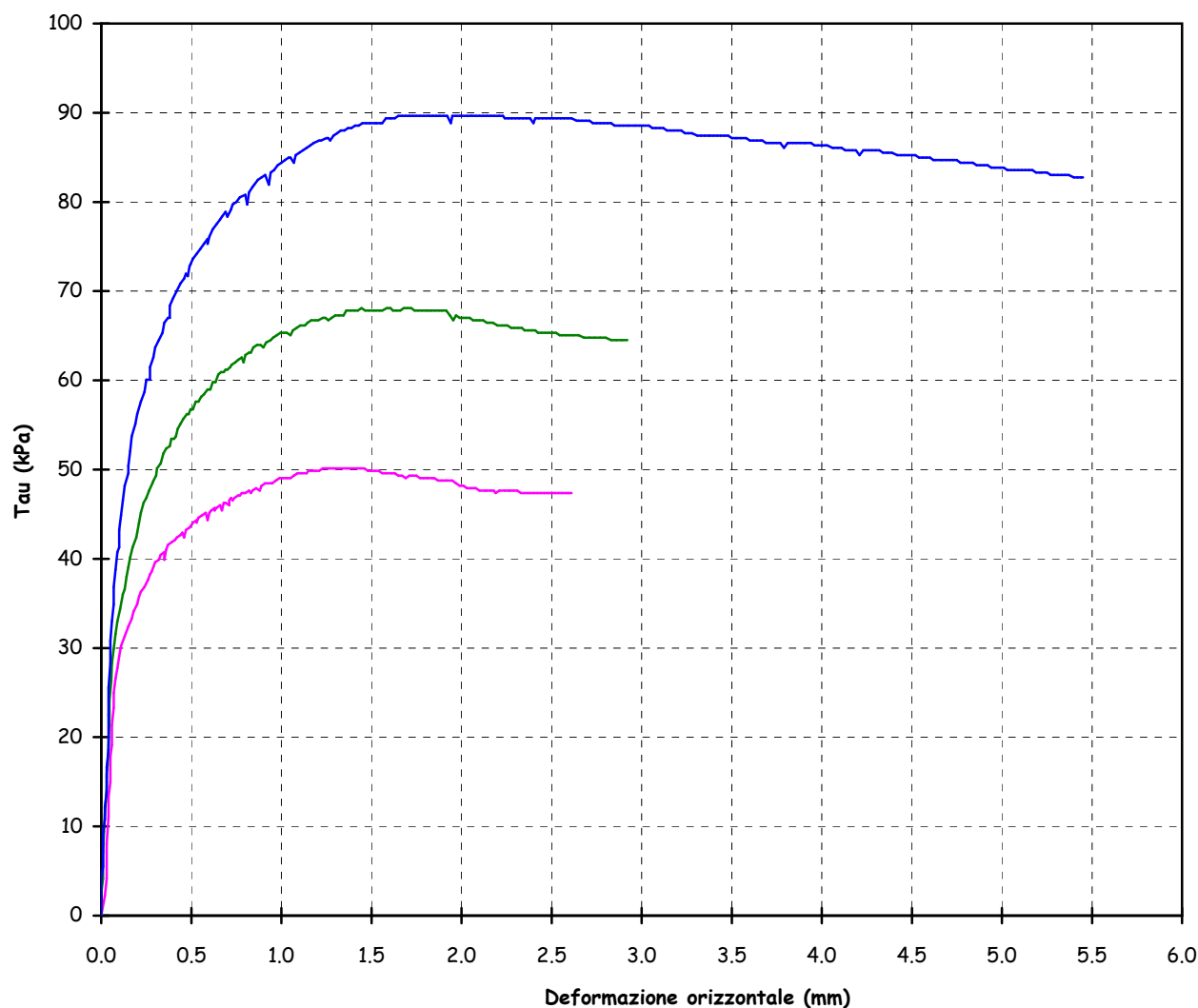
Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

Data prova: 02/10/19 - 10/10/19

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

**Grafico deformazione orizzontale - Tau**



Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

*Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05*

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl  
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019  
V.A. n. 168/19 del 02/10/19

**Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 1558/2019**

CAMPIONE	S1C2
Profondità metri	6.0 - 6.5
<b>Parametri fisici</b>	
Peso volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	19.3
Peso volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	15.7
Umidità naturale (%)	22.41
<b>Prova di taglio diretto</b>	
Coesione, C' (kPa)	19.9
Angolo di resistenza al taglio, $\phi'$ (°)	22.0

*Michèle Geronzi*





**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

*Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05*

## Certificato di Prova n. 1559/2019

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

DATA ESECUZIONE PROVE: 08/10/19 - 18/10/19

CAMPIONI:

S2C1 profondità 2.5 - 3.0 m

### Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)
- 4 - Prova di taglio residuo (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore

Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 4

**CERTIFICATO DI PROVA N.1559/2019**

**CAMPIONE S2C1** profondità 2.5 - 3.0 m

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Data apertura campione: 08/10/19

**Descrizione del campione**

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 56 cm: limo argilloso cn elementi litici, consistente

colore grigio oliva - grigio verdastro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, taglio e taglio residuo



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore

Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1559/2019**

<b>CAMPIONE S2C1</b> profondità 2.5 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019
COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl	V.A. n. 168/19 del 02/10/19
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)	Data prova: 08/10/19 - 18/10/19

**Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)****Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)****Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)****Prova di taglio residuo (UNI CEN ISO/TS 17892 10)**

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	19.0	19.0	19.0
Peso di volume umido finale (kN/m <sup>3</sup> )	20.4	20.8	21.2
Peso di volume secco iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	15.8	15.8	15.8
Peso di volume secco finale (kN/m <sup>3</sup> )	16.3	16.7	17.1
Contenuto d'acqua iniziale (%)	20.20	20.09	20.21
Contenuto d'acqua finale (%)	24.87	24.72	24.15
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0040	0.0040	0.0040
Sigma (kPa)	49.0	98.1	147.1
Tau a rottura (kPa)	30.9	52.2	70.7
Tau residuo (kPa)	10.3	16.7	25.0

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0.02	5.9	0.02	7.8	0.06	15.6
0.06	7.5	0.10	15.0	0.10	20.3
0.10	8.9	0.14	18.6	0.17	29.2
0.14	11.1	0.21	24.8	0.25	35.9
0.21	15.0	0.28	29.2	0.32	41.1
0.25	16.4	0.40	32.5	0.44	42.2
0.32	18.6	0.48	35.0	0.55	49.4
0.39	20.3	0.59	38.9	0.67	53.6
0.47	22.0	0.71	41.7	0.79	56.6
0.55	23.6	0.87	45.0	0.95	60.2
0.63	25.0	1.00	46.4	1.11	63.0
0.75	26.7	1.16	48.1	1.31	65.2
0.83	27.8	1.31	49.4	1.47	66.6
0.96	28.9	1.48	50.3	1.67	68.2
1.08	30.0	1.68	51.1	1.87	69.1
1.19	30.3	1.88	51.4	2.10	69.6
1.36	30.6	2.07	51.4	2.34	70.5
1.48	30.9	2.30	52.2	2.58	70.7
1.60	30.6	2.51	51.9	2.84	70.5
1.76	30.6	2.72	52.2	3.08	69.9
1.89	30.6	2.97	51.6	3.32	69.6

Lo sperimentatore  
Sig. Alessandro CaloniIl direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni

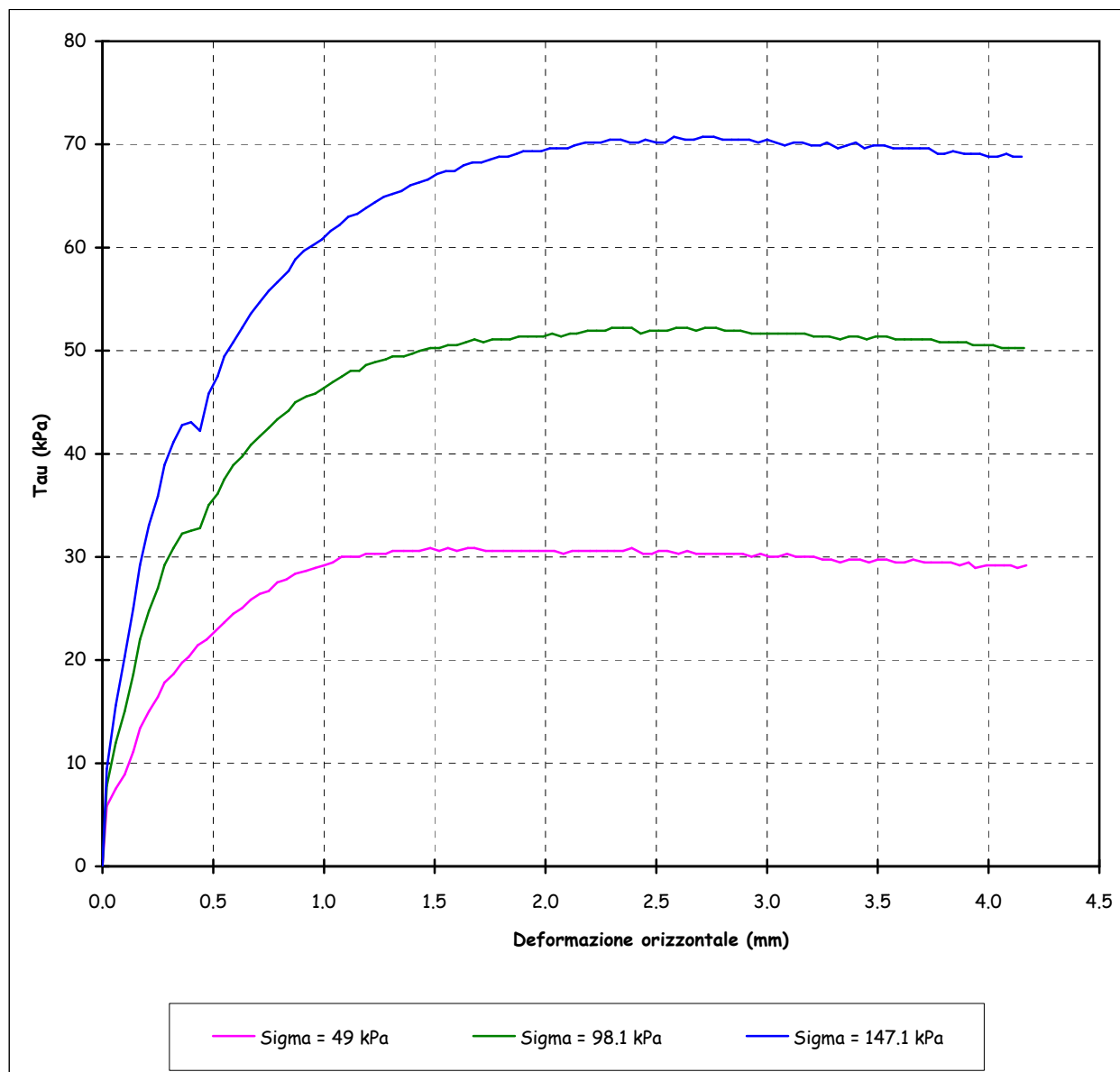


**CERTIFICATO DI PROVA N.1559/2019**

<b>CAMPIONE S2C1</b> profondità 2.5 - 3.0 m	Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019
COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl	V.A. n. 168/19 del 02/10/19
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)	Data prova: 08/10/19 - 18/10/19

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

**Grafico deformazione orizzontale - Tau**



Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni





**CERTIFICATO DI PROVA N.1559/2019**

**CAMPIONE S2C1** profondità 2.5 - 3.0 m

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019

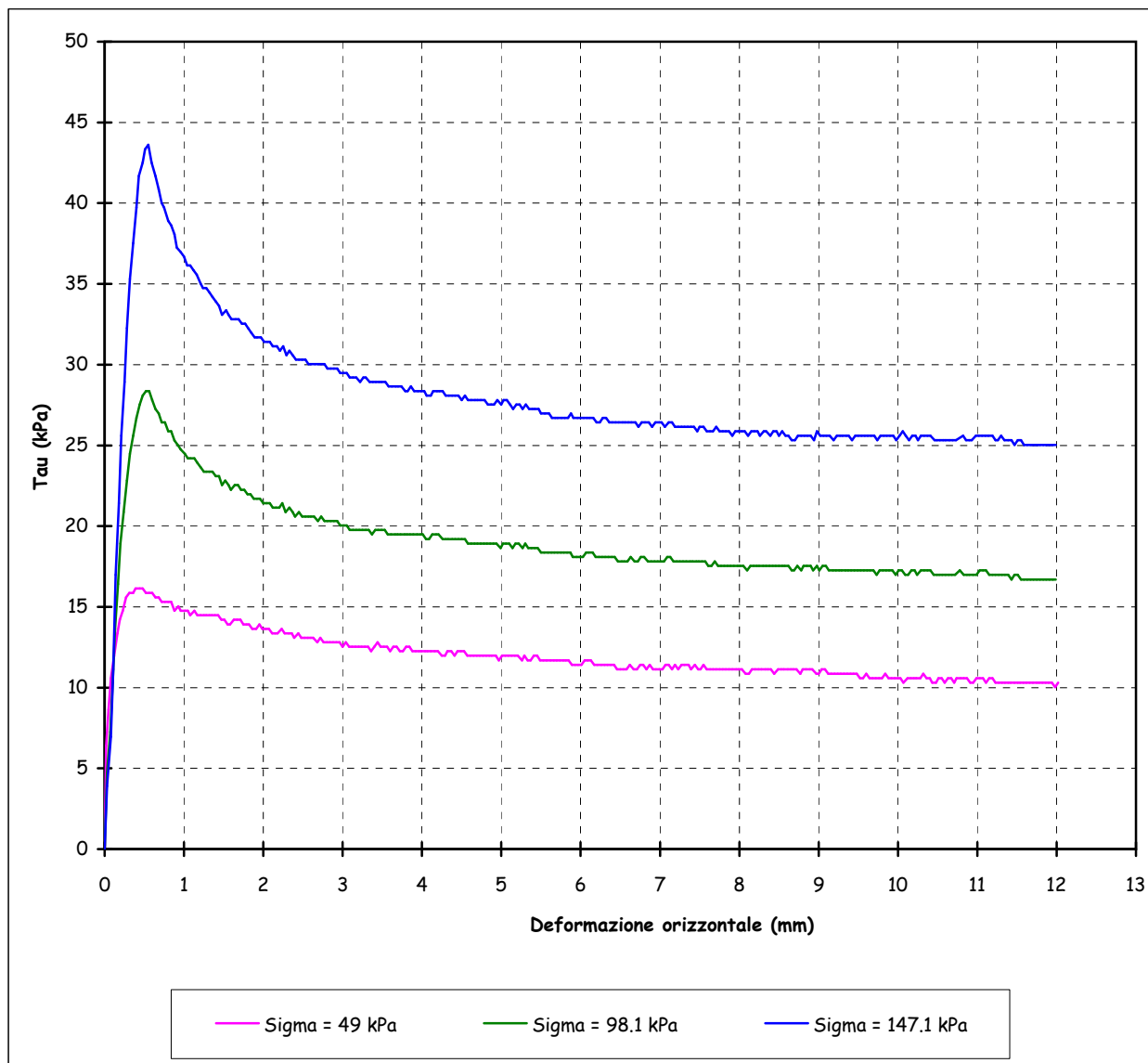
COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl

V.A. n. 168/19 del 02/10/19

LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Data prova: 08/10/19 - 18/10/19

**Prova di taglio residuo (UNI CEN ISO/TS 17892-10)**



Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi  
*Lorenzo Gambassi*



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni  
*Michele Caloni*



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

*Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05*

COMMITTENTE: IdroGeo Service Engineering & Consulting srl  
LOCALITA': Montorsoli, Sesto Fiorentino (Fi)

Montelupo Fiorentino, lì 18/10/2019  
V.A. n. 168/19 del 02/10/19

**Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 1559/2019**

<b>CAMPIONE</b>	<b>S2C1</b>
Profondità metri	2.5 - 3.0
<b>Parametri fisici</b>	
Peso volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	19.0
Peso volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	15.8
Umidità naturale (%)	20.17
<b>Prova di taglio diretto</b>	
Coesione, C' (kPa)	11.4
Angolo di resistenza al taglio, $\phi'$ (°)	22.1
Coesione, Cr (kPa)	2.6
Angolo di resistenza al taglio, $\phi_r$ (°)	8.5

*Michele Calmo*



***Allegato 3:***

***Indagine sismica a rifrazione***

**INDAGINI GEOFISICHE  
DI SISMICA SUPERFICIALE  
CON TECNICA A RIFRAZIONE IN ONDE SH  
E DI SISMICA IN FORO  
CON TECNICA DOWN HOLE IN ONDE P E SH**

**Committente: Idrogeo Service s.r.l.**

**Relazione Tecnica Indagini**

**Ubicazione:  
loc. Montorsoli**

**Comune di Sesto Fiorentino (Fi)**

**Colle di Val d'Elsa, 11/10/2019**

**Relazione Tecnica**

## 1 - PREMESSA

Il giorno 07/10/2019, su incarico della Idrogeo Service s.r.l., è stata realizzata una campagna di indagini sismiche con l'acquisizione di una linea sismica con tecnica a rifrazione in onde SH e di una prospezione in foro con tecnica down hole in onde P e SH.

Il lavoro è stato fatto in loc. Montorsoli nel Comune di Sesto Fiorentino (Fi) (fig. 1).



**Fig. 1: corografia su foto aerea.**

La prospezione di sismica a rifrazione ha permesso di determinare l'andamento delle velocità delle onde di taglio, fino alla profondità di circa -30/-35 metri dal p.c., lungo una sezione del sottosuolo che si estende per 94 metri, con la definizione del grado di consistenza dei terreni e l'individuazione di eventuali superfici di separazione tra "materiale" con diverse caratteristiche fisico-meccaniche.

Contestualmente l'indagine è servita a determinare il valore di  $V_{\text{equivalente}}$  e la categoria di suolo ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 (Norme Tecniche per Costruzioni).

La prova down hole è stata eseguita in un foro opportunamente attrezzato, accessibile fino alla profondità di -18 m. dal piano campagna.

Essa ha permesso di terminare nel dettaglio l'andamento delle velocità delle onde P e delle onde S lungo la verticale del sondaggio.



Nella fig. 2 si riporta l'esatta ubicazione delle indagini su foto aerea.



**Fig. 2: ubicazione delle indagini sismiche**

## **2 - PRINCIPI TEORICI DELLE TECNICHE ADOTTATE**

### **2.1 – Indagine di sismica a rifrazione**

La linea di sismica a rifrazione è stata realizzata con un gruppo di 24 geofoni spazati 4 metri. Con questa disposizione è stato realizzato uno stendimento di 94 metri che ha consentito di indagare in profondità per circa 30-35 metri e di definire la  $V_{s\text{equ}}$ .

#### **Caratteristiche delle apparecchiature e principi generali dell'indagine**

##### **Modalità esecutive della prova sismica a rifrazione.**

L'indagine sismica a rifrazione consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, sollecitazioni dinamiche orizzontali per la generazione di onde di taglio (SH) e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante sensori a componente orizzontale.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde sismiche, può scomporsi nelle seguenti fasi fondamentali:

- a) individuazione del primo arrivo sui sismogrammi registrati;

- b) ricostruzione delle relative dromocrone;
- c) interpretazione delle dromocrone con conseguente ricostruzione delle geometrie del sottosuolo.

#### APPARECCHIATURA USATA E SCHEMA DELLA PROVA.

L'apparecchiatura utilizzata si compone delle seguenti parti:

- sistema sorgente;
- sistema di ricezione;
- sistema di acquisizione dati;
- trigger.

#### **Sorgente onde SH:**

La sorgente deve essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali, cioè con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di taglio polarizzate sul piano orizzontale.

Tale sorgente è costituita da un parallelepipedo di forma tale da poter essere colpita lateralmente ad entrambe le estremità con una massa pesante. È importante che il parallelepipedo venga gravato di un carico statico addizionale in modo che possa rimanere aderente al terreno sia nel momento in cui viene colpito sia successivamente, affinché l'energia prodotta non venga in parte dispersa.

Con questo dispositivo è possibile generare essenzialmente delle onde elastiche di taglio polarizzate orizzontalmente, con uniformità sia nella direzione di propagazione che nella polarizzazione e con una generazione di onde P trascurabile.

L'accoppiamento parallelepipedo-terreno è fatto per "contatto" e non per "infissione".

I profili sismici a rifrazione sono realizzati energizzando ad intervalli regolari lungo stendimenti di sensori detti geofoni: ciascuno stendimento multicanale viene denominato base sismica.

#### **Sistema di ricezione:**

Il sistema di ricezione è costituito da 24 geofoni a componente orizzontale per le onde SH, con frequenza propria di circa 10 Hz. Per l'acquisizione i geofoni sono accoppiati al terreno e posizionati verticalmente tramite il puntale di cui sono dotati.

La spaziatura dei geofoni è proporzionale alla profondità dell'indagine. Per questo lavoro, compatibilmente con la logistica, i geofoni sono stati disposti in allineamento ad una distanza regolare di 4 m. tra loro.

### **Sistema di acquisizione dati:**

Le registrazioni sono state acquisite mediante un sismografo digitale con 24 canali a 16 bit, si tratta di un sistema multicanale in grado di registrare su ciascun canale in modo digitale i segnali provenienti da ogni trasduttore di velocità (geofoni) a cui è collegato e conservarli su memoria di massa dinamica. Le forme d'onda acquisite sono visualizzabili come tracce a partire dall'impulso inviato dal trigger nel computer portatile ad esso collegato e salvabili in forma numerica in modo definitivo.

### **Trigger:**

Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave o la mazza colpisce la base di battuta, consentendo la produzione di un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

### **Interpretazione dei profili sismici**

I tempi di arrivo delle onde letti in corrispondenza di ciascun geofono hanno permesso di ricostruire i diagrammi spazio-tempo, detti dromocrone.

L'interpretazione delle dromocrone fatta attraverso il software Rayfract ha permesso di definire un modello della stratigrafia del terreno basato sulle variazioni della velocità delle onde di taglio SH.

## **2.2 – Indagine di sismica in foro tipo down hole**

Le prove sismiche in foro di tipo down-hole vengono realizzate in fori di sondaggio appositamente attrezzati con tubi in PVC cementati all'esterno, con l'uso di geofoni da foro di tipo tridimensionale ed opportuni sistemi di energizzazione.

La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione (P) ed orizzontali per onde di taglio polarizzate orizzontalmente (SH), mediante una sorgente meccanica e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una coppia di geofoni tridimensionali, alloggiati a profondità note nel foro di sondaggio. Conosciuta la distanza tra sorgente e ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed SH) in corrispondenza della verticale di misura.

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;



– sistema di acquisizione dati.

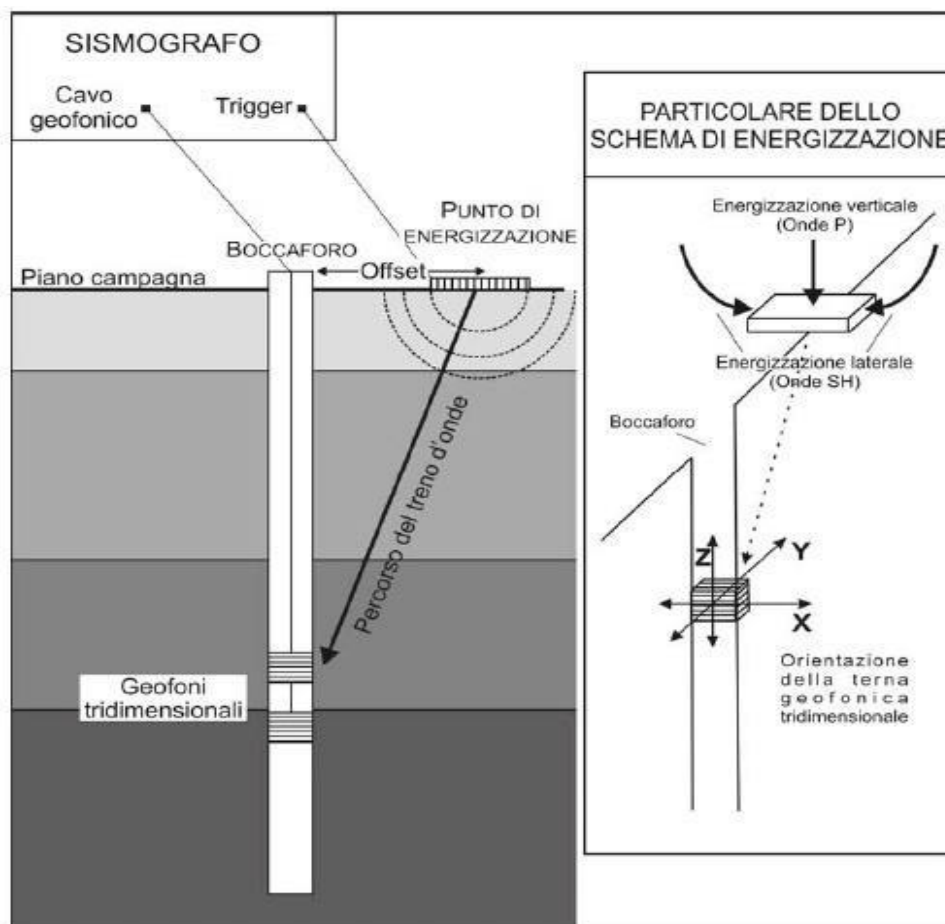
I sistemi energizzanti (sia per la generazione delle onde P sia delle onde SH) sono in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali, ovvero con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali (o verticali).

Come sorgente per le onde P è stata utilizzata una mazza del peso di 10 Kg usata per colpire una piastra metallica poggiata sul terreno.

Come sorgente per le onde SH è stato utilizzato un parallelepipedo (trave in legno) di forma tale da poter essere colpito lateralmente con una mazza del peso di circa 10 Kg.

Il parallelepipedo è stato gravato di un carico statico addizionale in modo da rimanere aderente al terreno sia nel momento in cui veniva colpito, sia successivamente, affinché l'energia prodotta non venisse in parte dispersa.

Con questo dispositivo è stato possibile generare essenzialmente delle onde elastiche di taglio polarizzate orizzontalmente, con uniformità sia nella direzione di propagazione che nella polarizzazione e con una generazione di onde P trascurabile.



Schema semplificato indagine down-hole (Istruzioni Tecniche Regione Toscana)

Il sistema di ricezione si compone di due ricevitori tridimensionali, ciascuno dei quali è costituito da tre trasduttori di velocità orientati secondo le componenti di una terna cartesiana ortogonale e collocati all'interno di un unico contenitore.

I ricevitori tridimensionali sono collegati tra loro e posizionati a distanza di un metro l'uno dall'altro con orientamento parallelo tra i vari sensori.

Il sistema previsto per mantenere costante la distanza e per garantire l'isorientazione dei geofoni è dotato di un giunto centrale in gomma che funge da smorzatore, in modo da evitare qualunque interazione sismica tra i due sensori.

Quattro pistoni pneumatici azionati dalla superficie con aria in pressione a 8 bar garantiscono un ottimo accoppiamento in foro tra i ricevitori e le pareti di rivestimento. Per l'orientazione del sistema è stata usata una batteria di aste in p.v.c. calata nel foro insieme al geofono a cui era collegata solidalmente.

Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la sorgente viene attivata, producendo un impulso che viene inviato ad un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

Il sistema di acquisizione dati è un sismografo marca AMBROGEO, modello ECHO 12/24, sistema multicanale (24 canali) in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 16 bit.

Esso è collegato a ciascuno dei geofoni tridimensionali in foro ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le oscillazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.

La strumentazione prevede la funzione "inversione di polarità", poiché nella prova è necessario eseguire la differenza tra traccia relativa alla battuta destra e quella alla battuta sinistra.

La prova down-hole si è sviluppata secondo le seguenti fasi:

1. Dopo avere predisposto un opportuno piano d'appoggio la sorgente per onde SH, è stata collocata sulla superficie in prossimità del foro ad una distanza di 4,00 m, orientata perpendicolarmente al raggio uscente dal foro e gravata con un carico statico addizionale (automezzo). Per la produzione di onde P abbiamo energizzato con massa battente ad impatto verticale mentre per la produzione di onde SH la sorgente (parallelepipedo, trave) è stata percossa lateralmente, generando onde di taglio polarizzate orizzontalmente.
2. Il sistema, costituito dai due ricevitori (geofoni tridimensionali) equidistanti e con costante orientamento relativo viene calato alla profondità desiderata collegandolo alla superficie mediante un sistema di aste che ne consente l'orientamento assoluto dalla superficie;

3. Il sistema dei ricevitori viene orientato dalla superficie in modo tale che uno dei trasduttori orizzontali di ciascun ricevitore sia orientato parallelamente all'asse della sorgente e quindi alla direzione di polarizzazione delle onde SH in modo da massimizzarne l'ampiezza di ricezione ai ricevitori; quindi i ricevitori vengono fissati alle pareti del tubo.
4. Viene attivata la sorgente, producendo una sollecitazione che, innescando il trigger fa partire la registrazione, l'onda generata si propaga dalla sorgente verso i ricevitori con oscillazioni di tipo P; in seguito (con energizzazione separata e distinta) si generano oscillazioni di tipo SH, dirette perpendicolarmente alla direzione di percussione e polarizzate sul piano orizzontale.
5. E' stata ripetuta la prova ad una profondità inferiore, abbassando di 1 m i ricevitori, e riprodotta la sollecitazione.

Ogni misurazione è stata registrata in forma digitale con il sismografo Ambrogeo ECHO 12/24 con campionamento digitale con dinamica a 16 bit ed intervallo di campionamento di 130 microsecondi per una durata di 200 millisecondi.

Di seguito si riporta lo schema operativo ed i collegamenti attivi con il sismografo per le varie acquisizioni.

- Canale n°1: geofono superiore – trasduttore verticale (z)
- Canale n°2: geofono inferiore – trasduttore verticale (z)
- Canale n°3: geofono superiore – trasduttore orizzontale (y)
- Canale n°4: geofono inferiore – trasduttore orizzontale (y)
- Canale n°5: geofono superiore – trasduttore orizzontale (x)
- Canale n°6: geofono inferiore – trasduttore orizzontale (x)
- Canale n°7: geofono spia
- Canale n°8-9-10-11-12: nulli

### **3 – RISULTATI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE**

L'indagine ha permesso di caratterizzare dinamicamente le unità litologiche presenti nella zona fino alla profondità di circa -30/-35 m. dal p.c.

Dall'elaborazione della linea sismica acquisita con la tecnica a rifrazione si è ottenuto il profilo tomografico dell'andamento delle velocità delle onde di taglio S, oltre alla relativa sezione sismostratigrafica che schematizza gli spessori individuati.

Lo stendimento restituisce un modello del sottosuolo schematizzabile in tre strati.

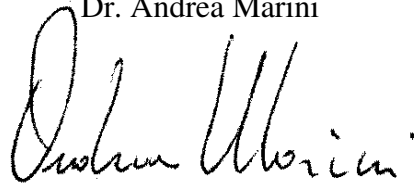
Il livello superficiale ha spessore medio pari a 5,0 m. e velocità media in onde S di 240 m/s, il livello intermedio ha spessore medio pari a 16,7 m. e velocità media in onde S di 485 m/s e il livello più profondo ha velocità media pari a 1360 m/s.

Nelle pagine successive sono riportati tutti gli elaborati grafici relativi alla prova eseguita.

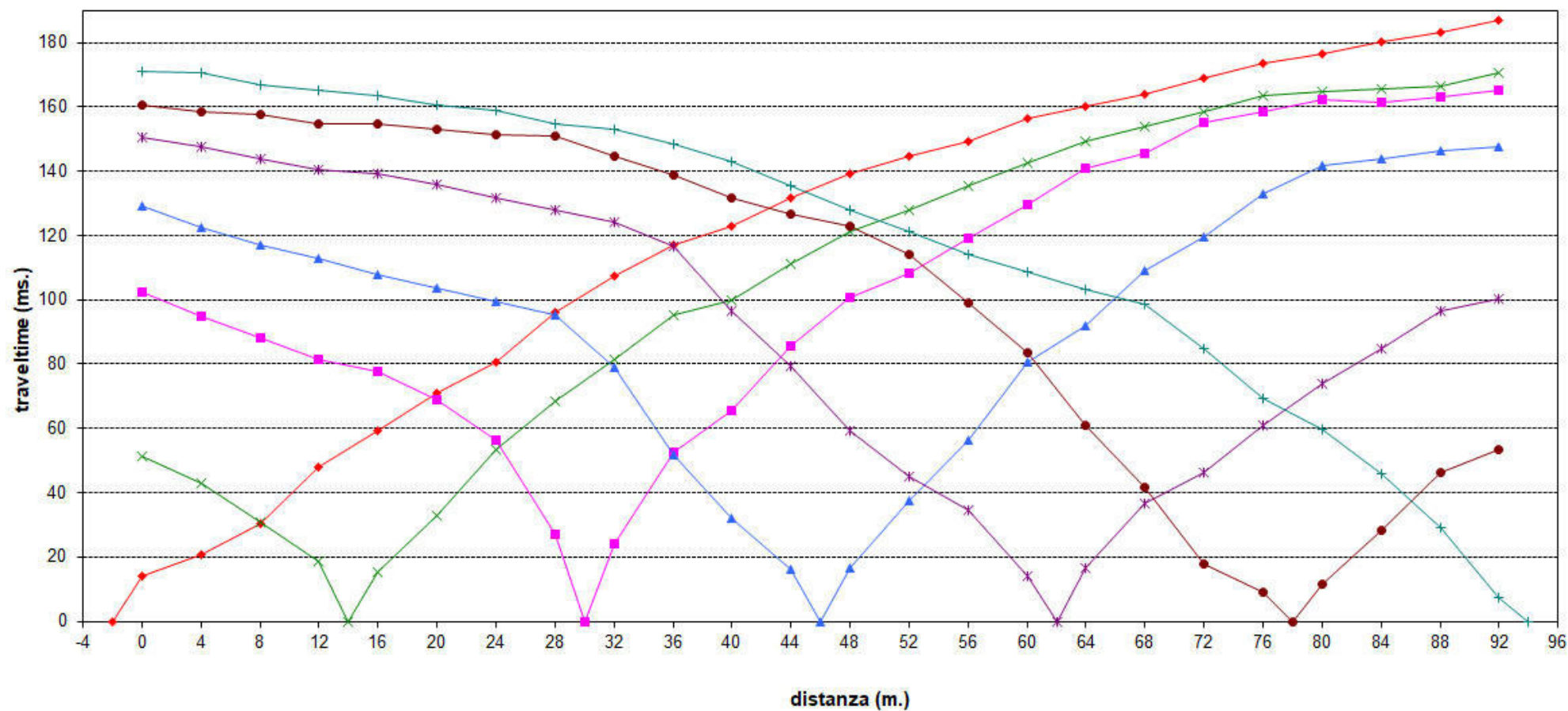
Il Tecnico:

**Geoecho – Indagini geofisiche**

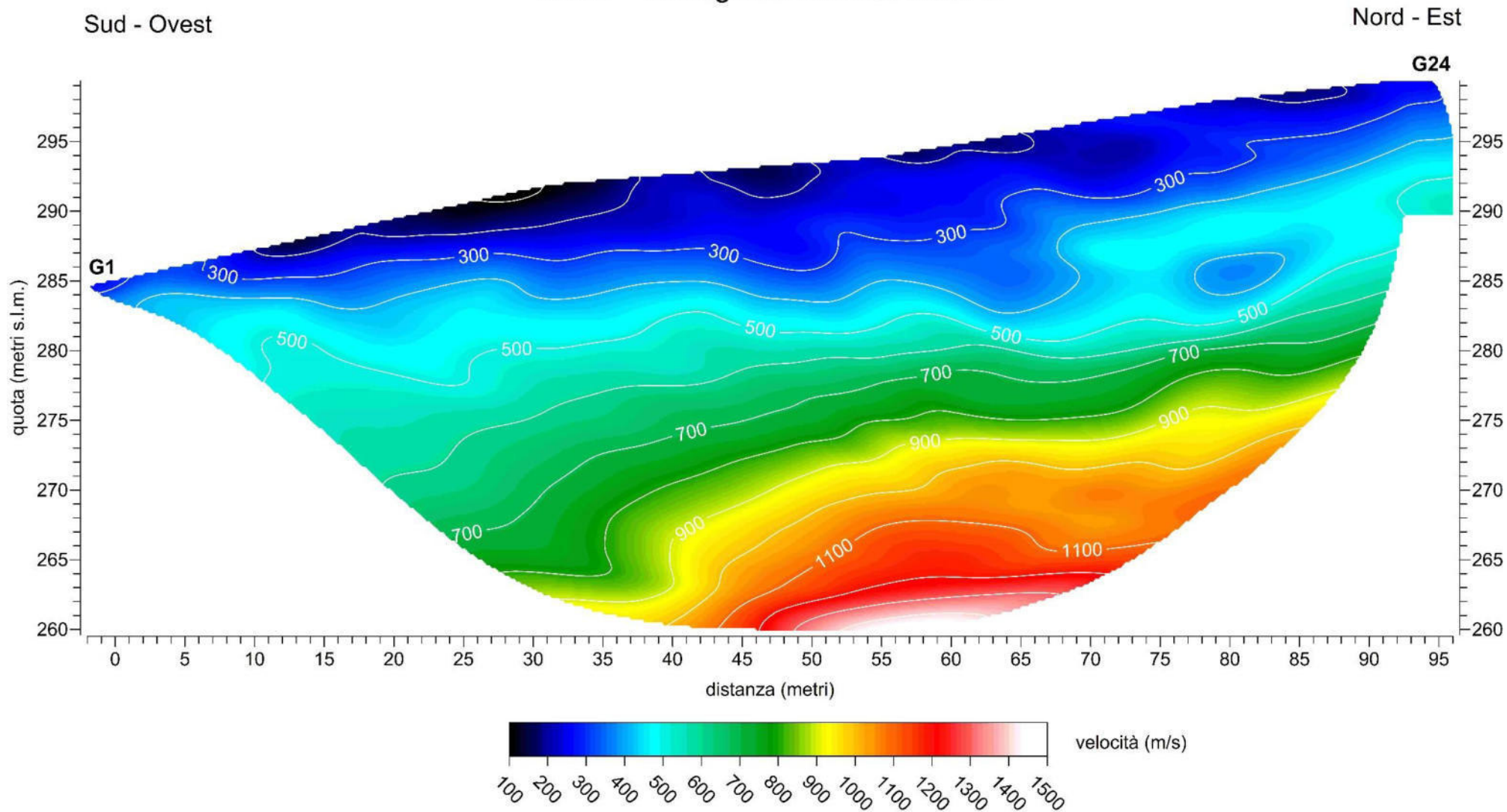
Dr. Andrea Marini



## DROMOCRONE ST 1 ONDE S



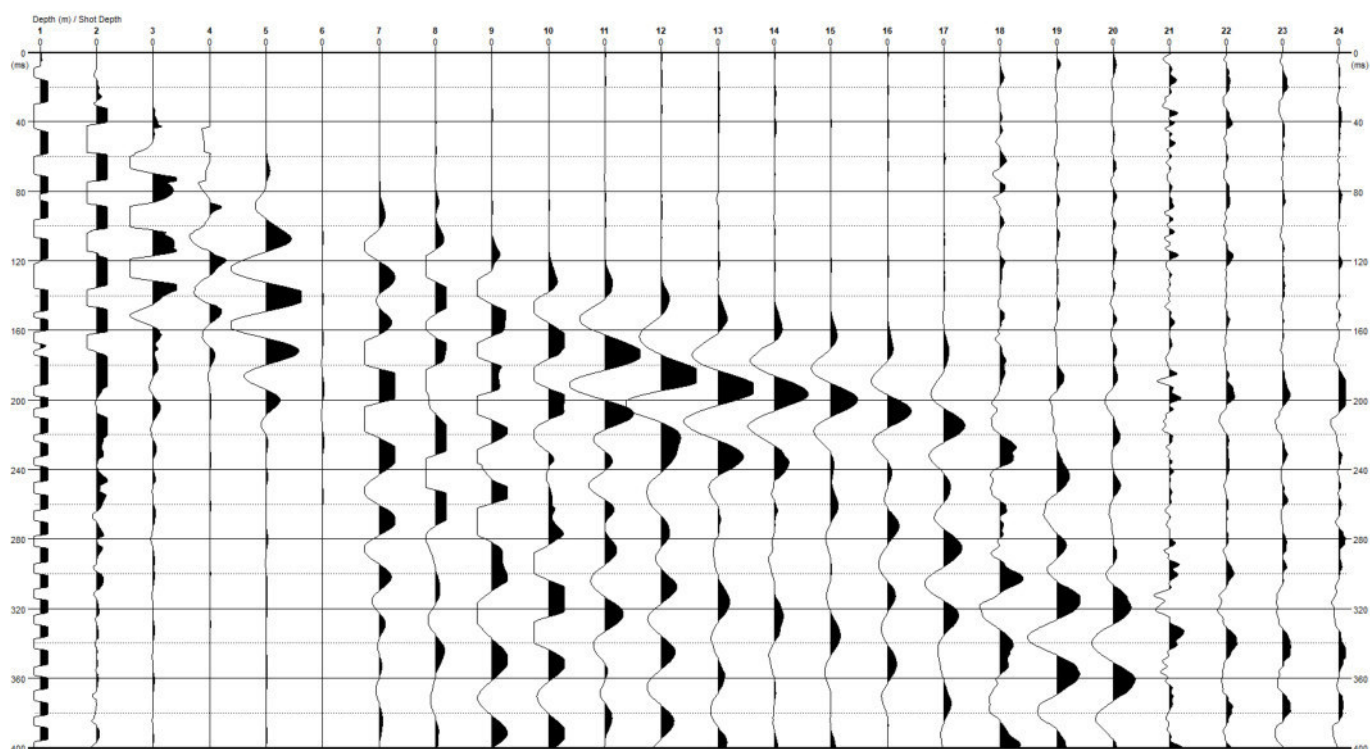
## ST01 - Tomografia sismica onde S



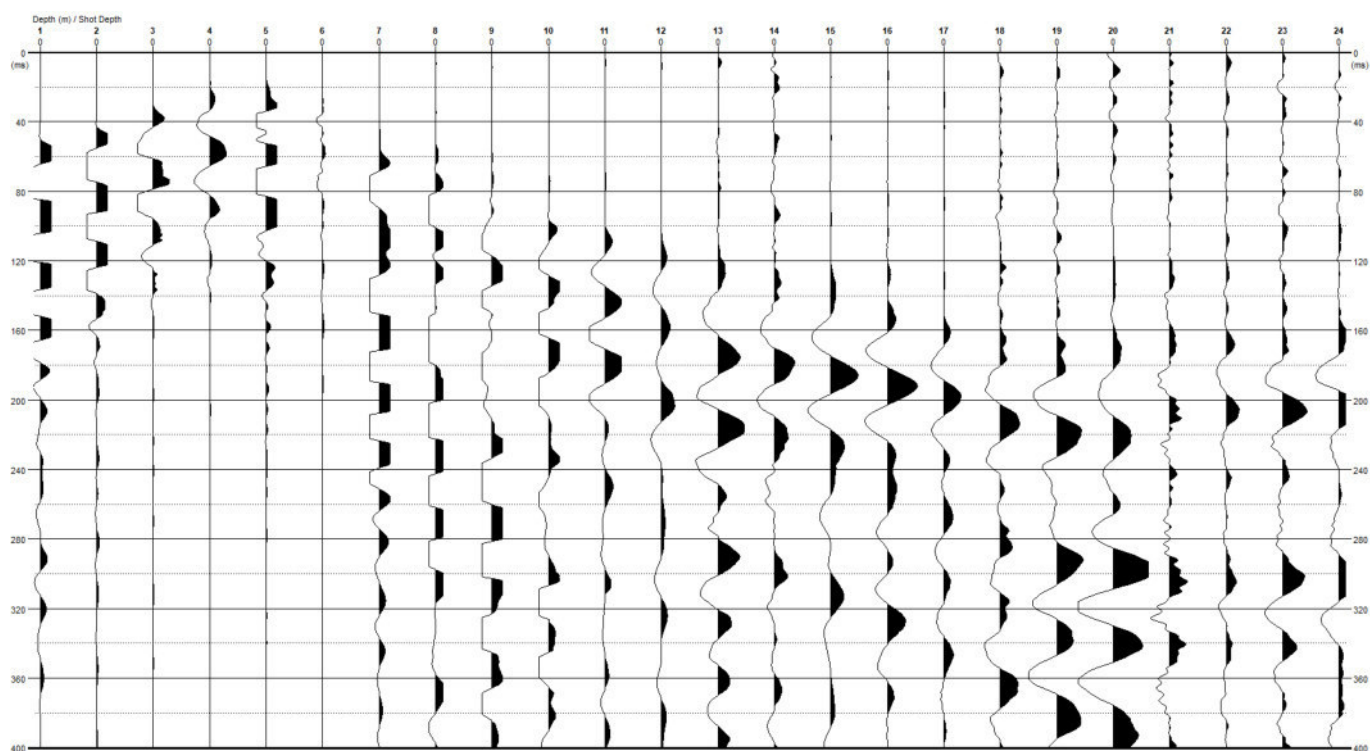


## SISMOGRAMMI ST01

### SCOPPIO 1 – ONDE S

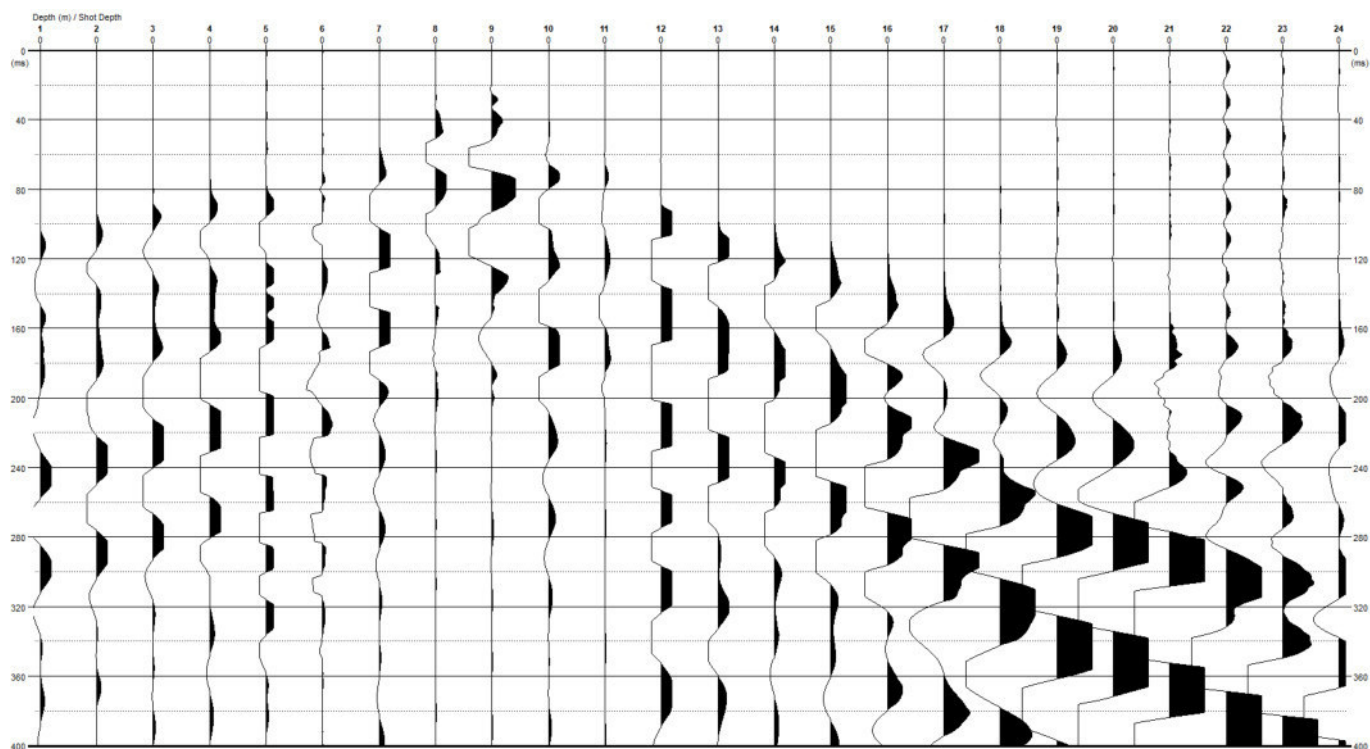


### SCOPPIO 2 – ONDE S

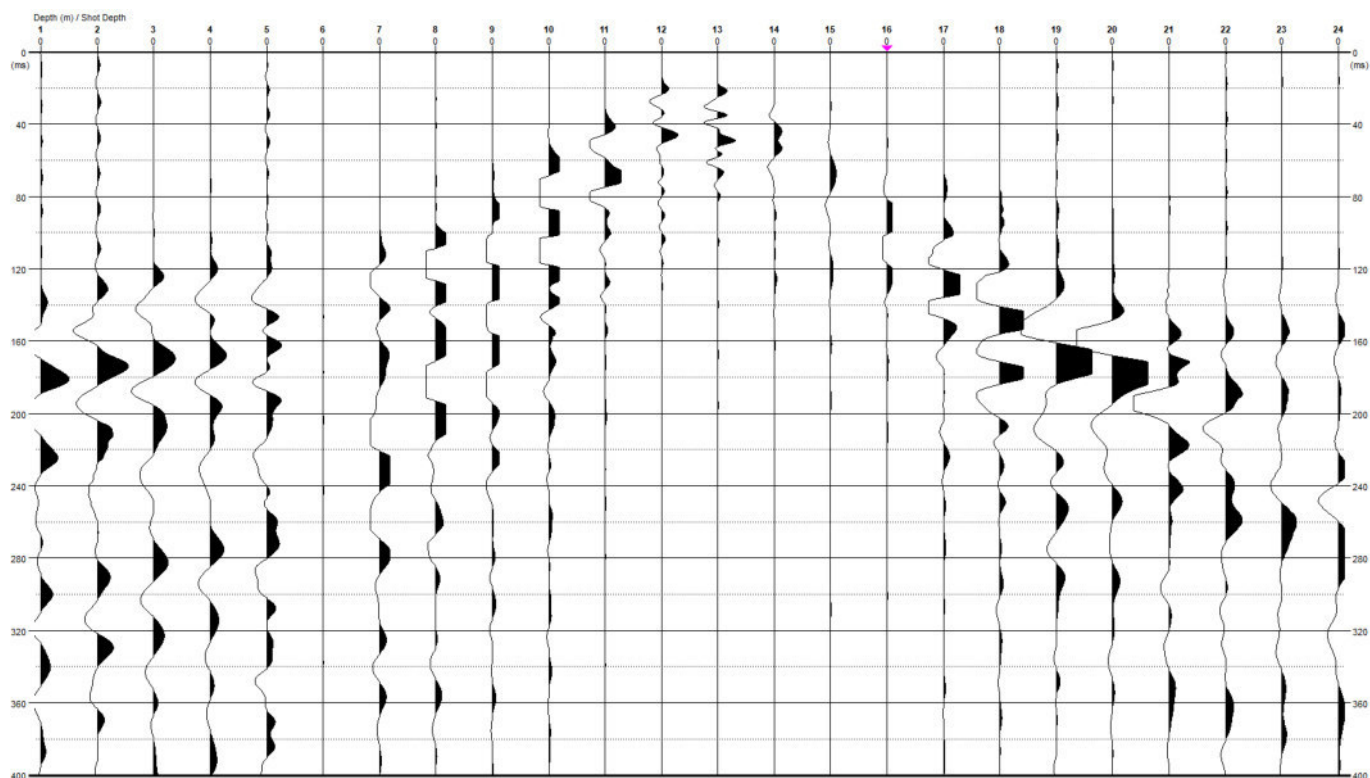


## SISMOGRAMMI ST01

### SCOPPIO 3 – ONDE S



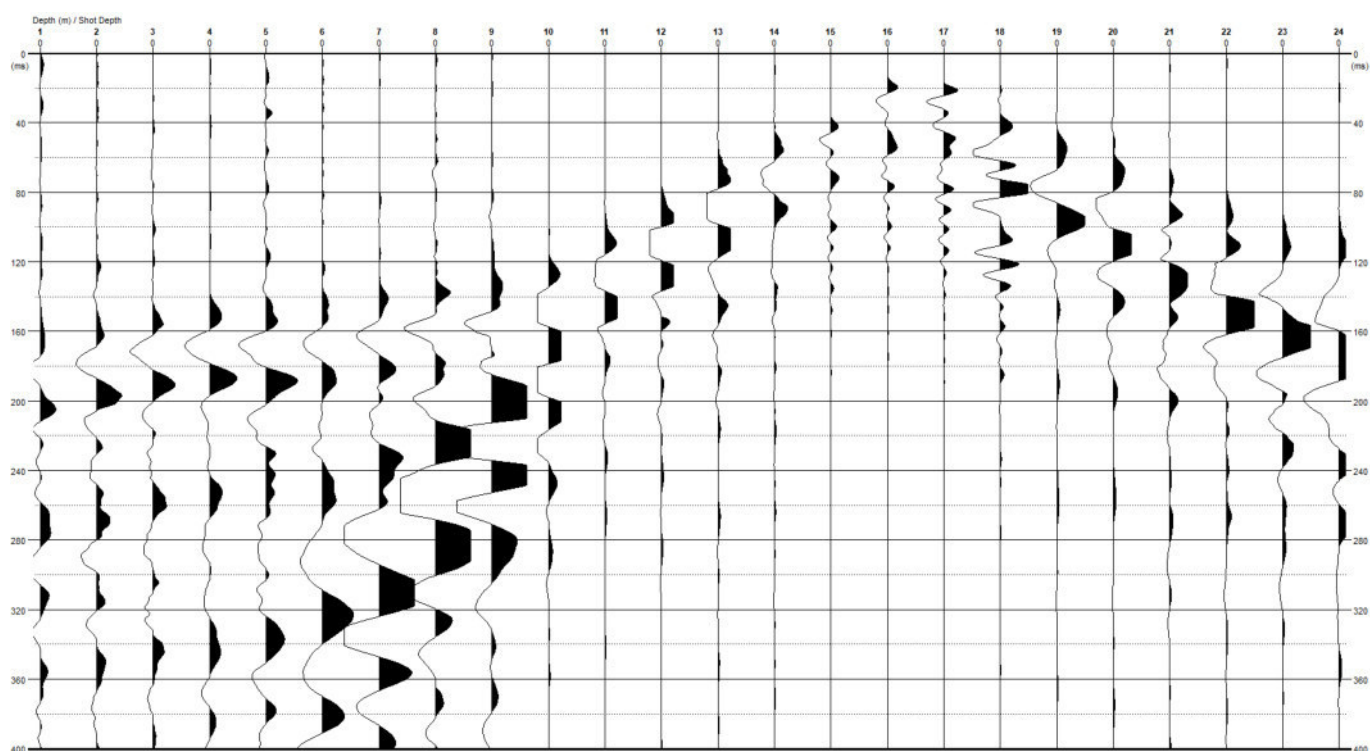
### SCOPPIO 4 – ONDE S



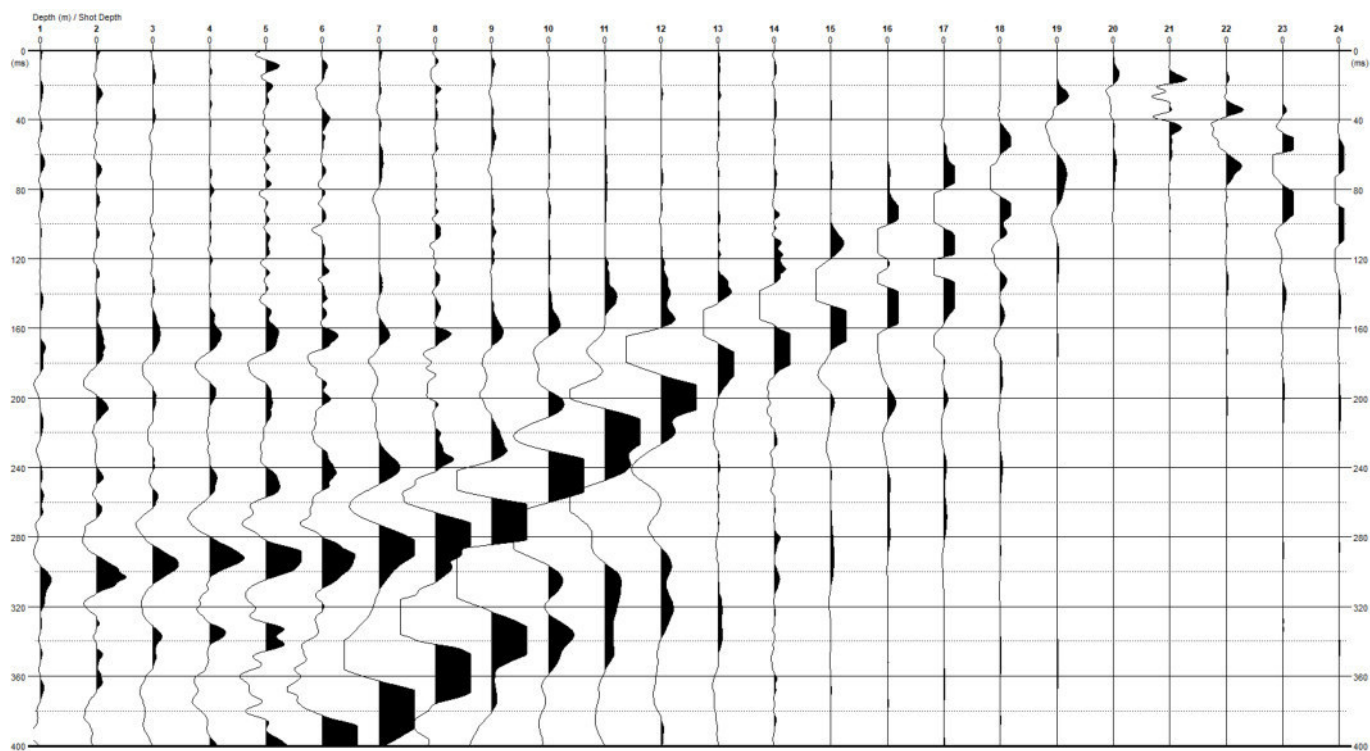


## SISMOGRAMMI ST01

### SCOPPIO 5 – ONDE S

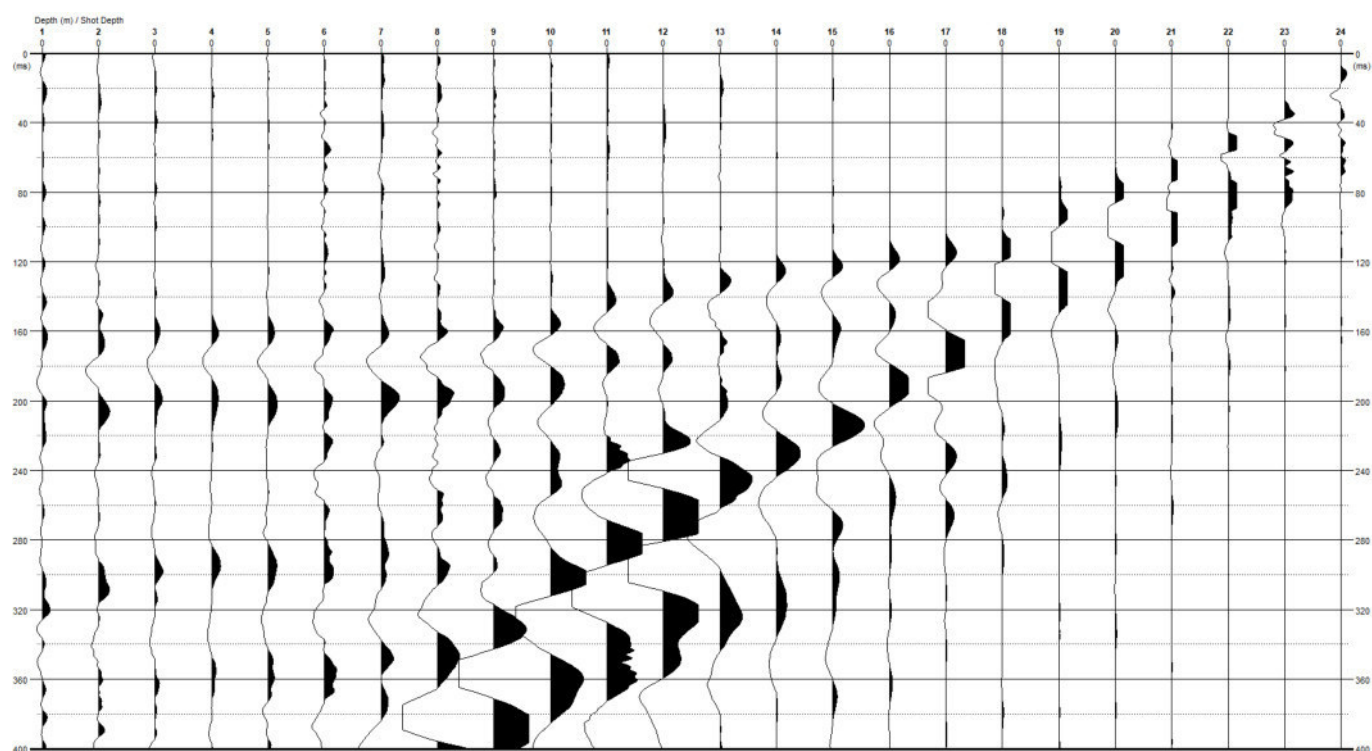


### SCOPPIO 6 – ONDE S



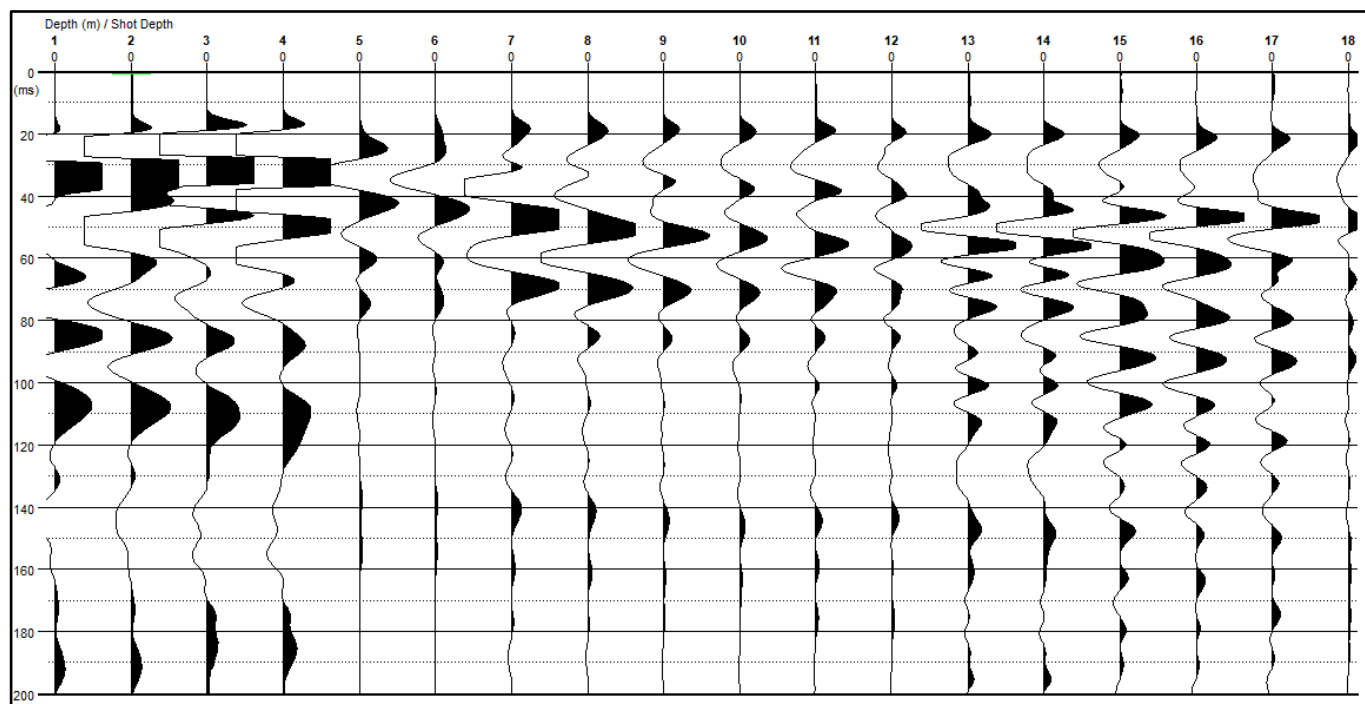
## SISMOGRAMMI ST01

SCOPPIO 7 – ONDE S



## 4 – RISULTATI DEL DOWN HOLE

**Sismogramma onde P**



**Sismogramma onde SH**

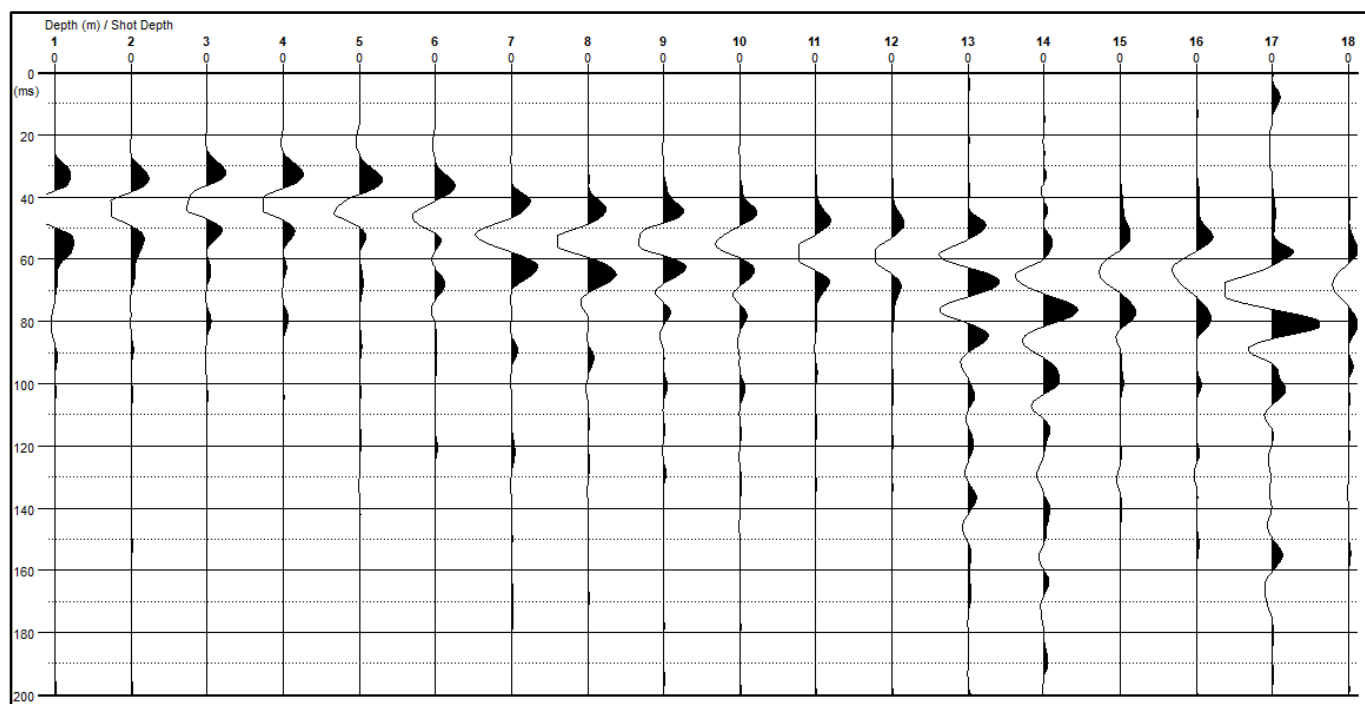
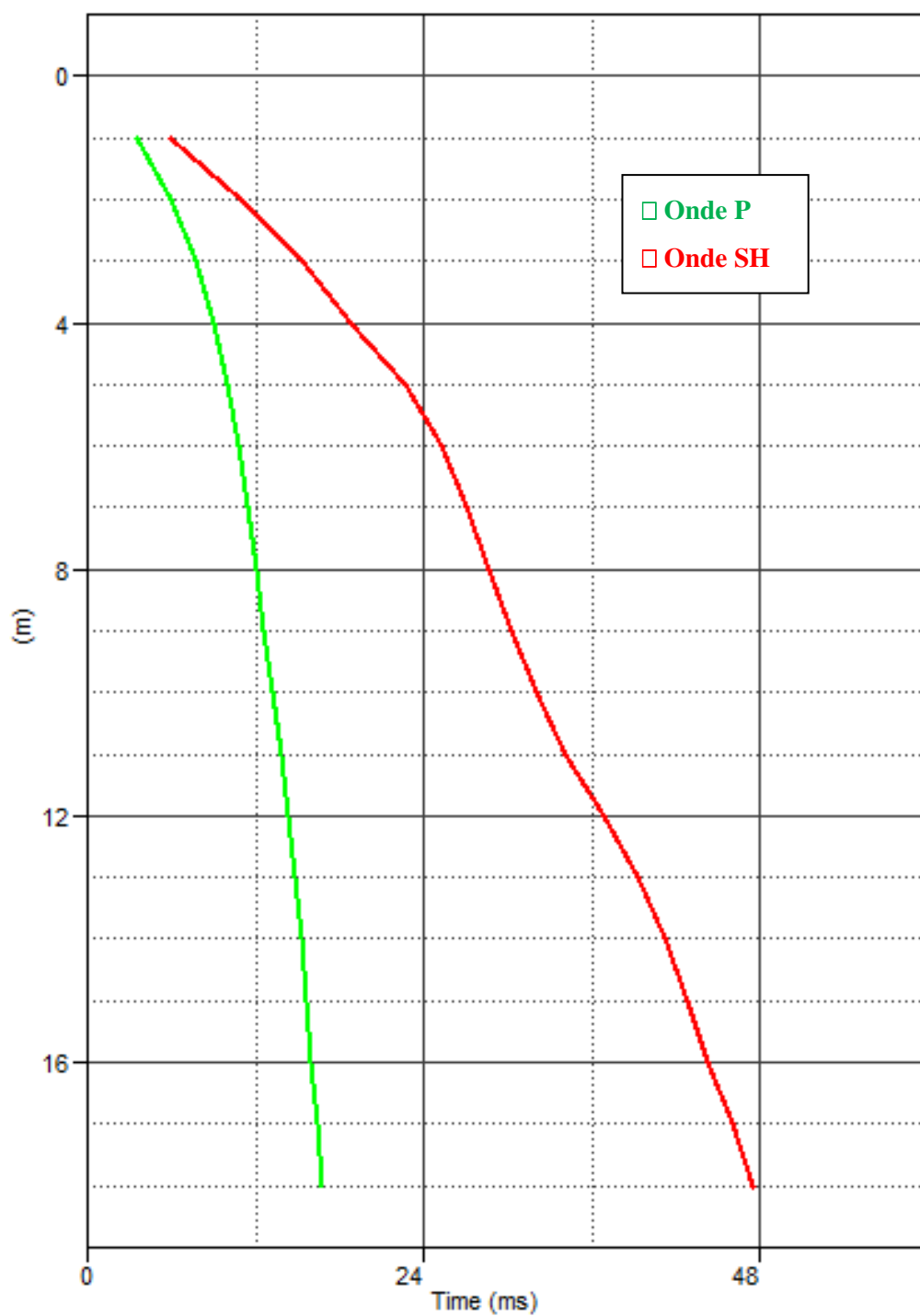
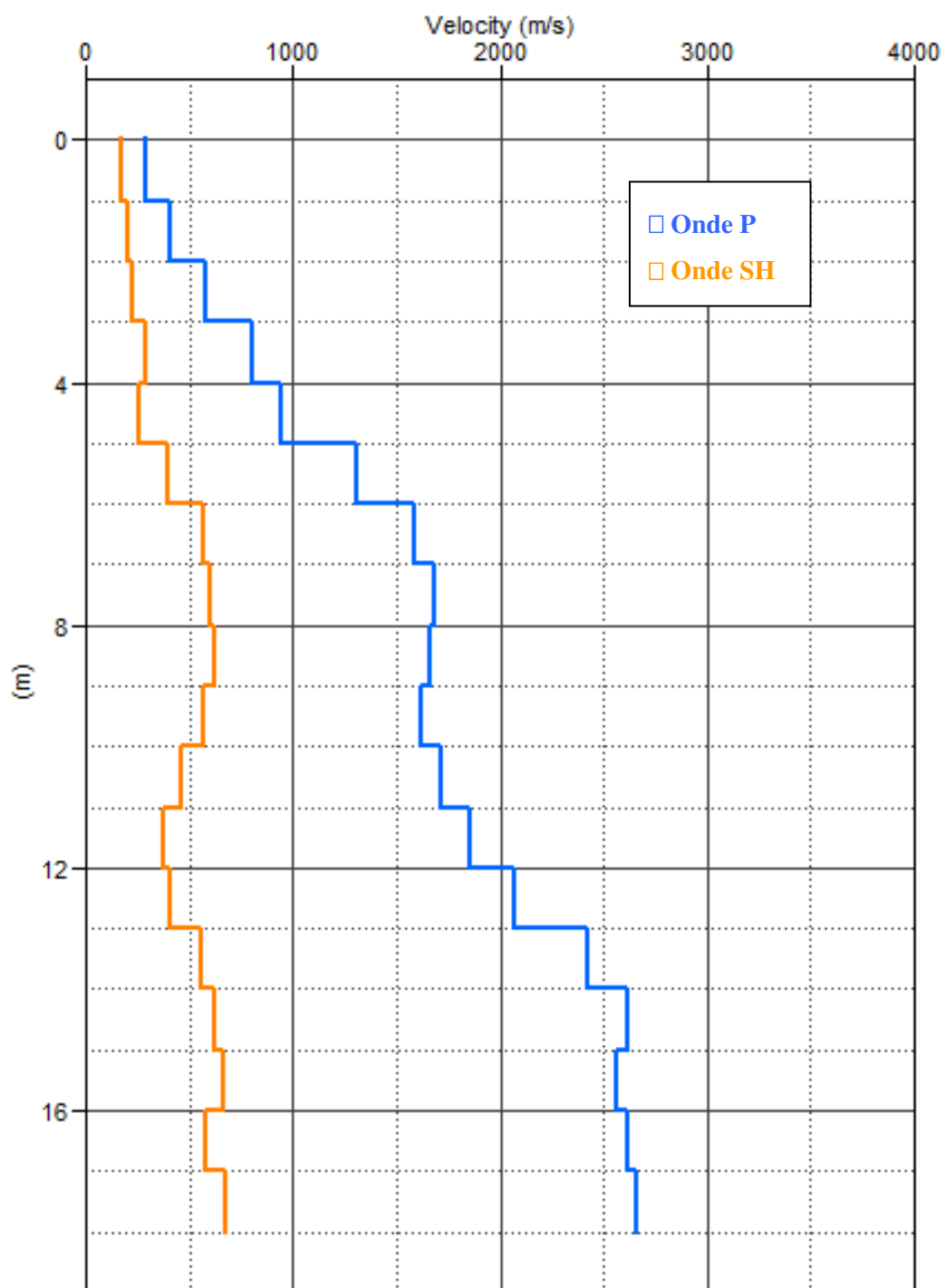


Tabella Tempi di arrivo				
Località:	Montorsoli – Sesto Fiorentino (Fi)			
DOWN-HOLE	indagine eseguita nel foro del sondaggio			
	Dist. Shot-foro m:	4,0	Dist. Shot-foro m:	4,0
	ONDE SH		ONDE P	
distanza dal p.c.	Tempi obliqui	Tempi verticali	Tempi obliqui	Tempi verticali
(metri)	(millisecondi)	(millisecondi)	(millisecondi)	(millisecondi)
1	24.72	6.00	14.41	3.50
2	24.35	10.89	13.36	5.98
3	25.58	15.35	12.82	7.69
4	26.63	18.83	12.63	8.93
5	29.08	22.71	12.80	10.00
6	30.30	25.21	12.93	10.76
7	31.05	26.96	13.12	11.39
8	32.00	28.62	13.40	11.99
9	33.09	30.24	13.77	12.59
10	34.45	31.99	14.22	13.21
11	36.32	34.14	14.67	13.79
12	38.83	36.84	15.10	14.33
13	41.13	39.32	15.50	14.81
14	42.76	41.12	15.83	15.22
15	44.22	42.73	16.15	15.61
16	45.59	44.23	16.49	16.00
17	47.22	45.96	16.82	16.38
18	48.60	47.44	17.16	16.75

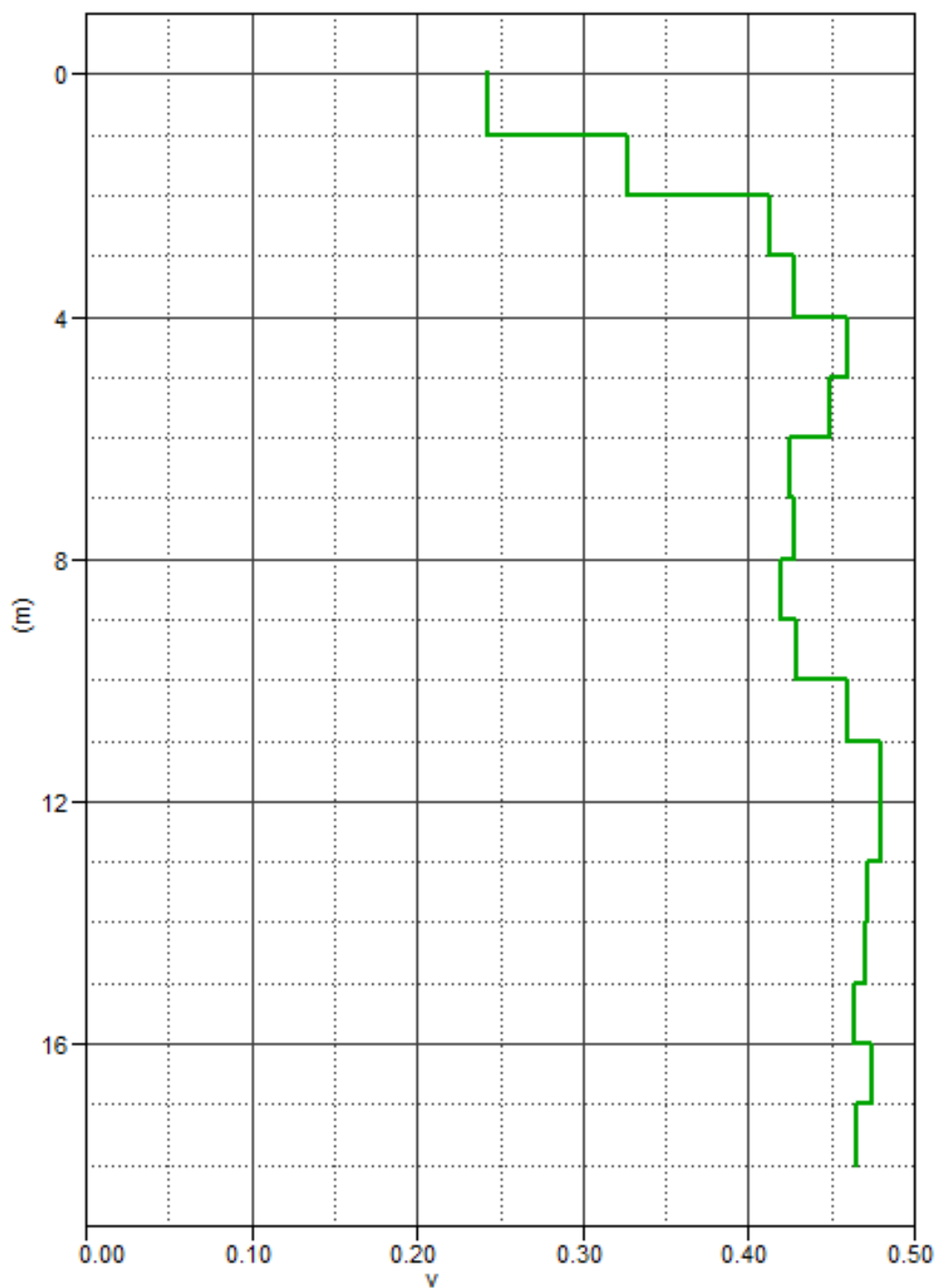
## DROMOCRONE



## VELOCITA' INTERVALLARI



## COEFFICIENTE DI POISSON



**TABELLA RIASSUNTIVA**

<b>Depth</b>	<b>Ts Pick</b>	<b>Ts Vertical</b>	<b>Vs Interval</b>	<b>Vs Average</b>	<b>Tp Pick</b>	<b>Tp Vertical</b>	<b>Vp Interval</b>	<b>Vp Average</b>	<b>Poisson's Ratio</b>
1	24.72	6.00	167	167	14.41	3.50	286	286	0.24
2	24.35	10.89	204	184	13.36	5.98	403	335	0.33
3	25.58	15.35	224	195	12.82	7.69	583	390	0.41
4	26.63	18.83	287	212	12.63	8.93	806	448	0.43
5	29.08	22.71	258	220	12.80	10.00	941	500	0.46
6	30.30	25.21	400	238	12.93	10.76	1309	558	0.45
7	31.05	26.96	573	260	13.12	11.39	1586	615	0.43
8	32.00	28.62	600	280	13.40	11.99	1682	668	0.43
9	33.09	30.24	620	298	13.77	12.59	1662	715	0.42
10	34.45	31.99	570	313	14.22	13.21	1616	757	0.43
11	36.32	34.14	465	322	14.67	13.79	1715	798	0.46
12	38.83	36.84	370	326	15.10	14.33	1856	838	0.48
13	41.13	39.32	404	331	15.50	14.81	2071	878	0.48
14	42.76	41.12	555	341	15.83	15.22	2422	920	0.47
15	44.22	42.73	620	351	16.15	15.61	2618	961	0.47
16	45.59	44.23	668	362	16.49	16.00	2565	1000	0.46
17	47.22	45.96	577	370	16.82	16.38	2619	1038	0.48
18	48.60	47.44	675	379	17.16	16.75	2664	1075	0.47



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA







***Allegato 4:***

***Sismica passiva - misure H/V***

## MONTORSOLI, HVSR - 1

Instrument: TZ3-0060/02-17

Data format: 32 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 04/10/19 10:26:52 End recording: 04/10/19 10:46:52

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

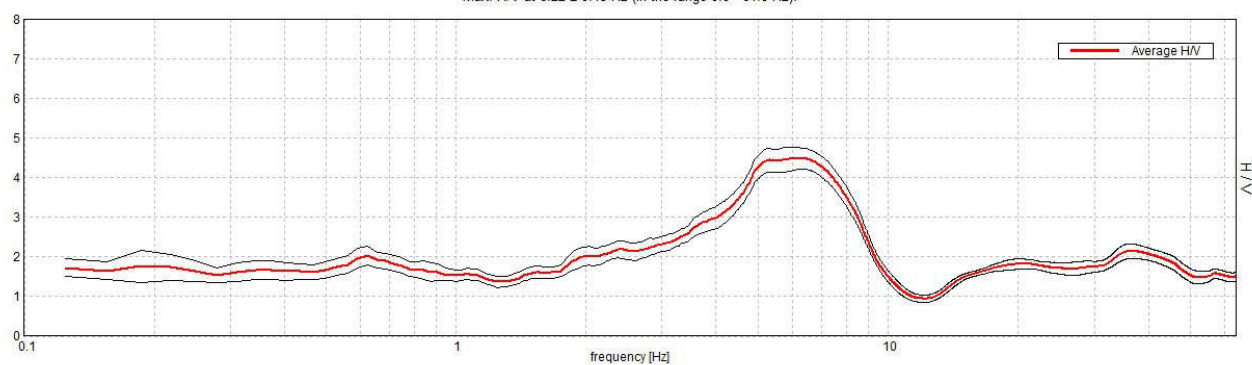
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

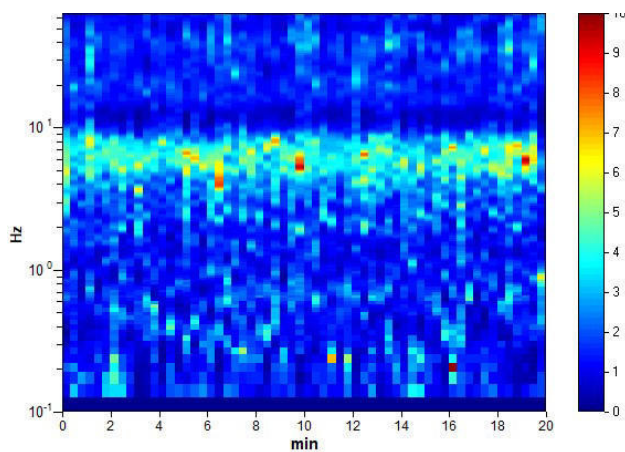
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

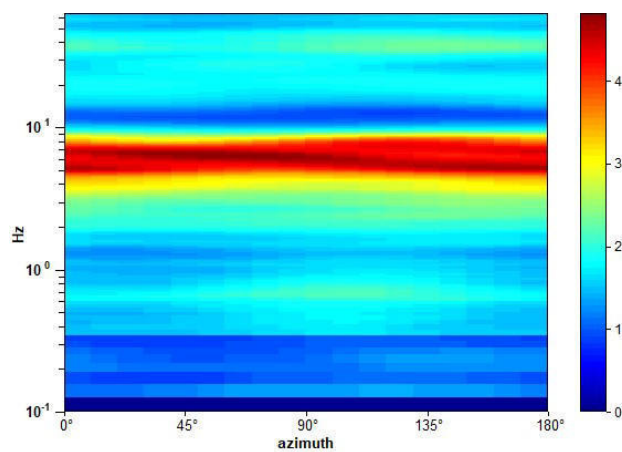
Max. H/V at  $6.22 \pm 0.45$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



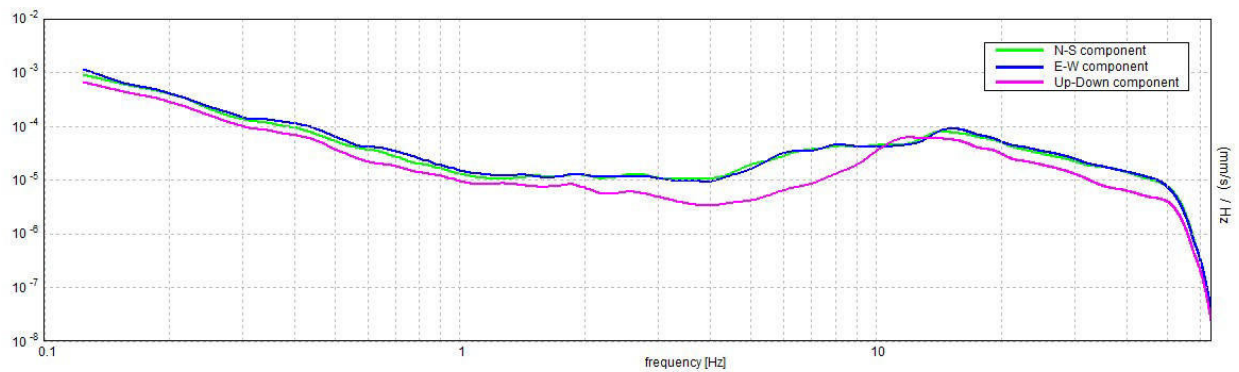
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA





[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $6.22 \pm 0.45$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.22 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$7462.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 300 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.781 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.48 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0717  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.44587 < 0.31094$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2721 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## MONTORSOLI, MONTORSOLI

Instrument: TZ3-0060/02-17

Data format: 32 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 04/10/19 10:51:19 End recording: 04/10/19 11:11:19

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

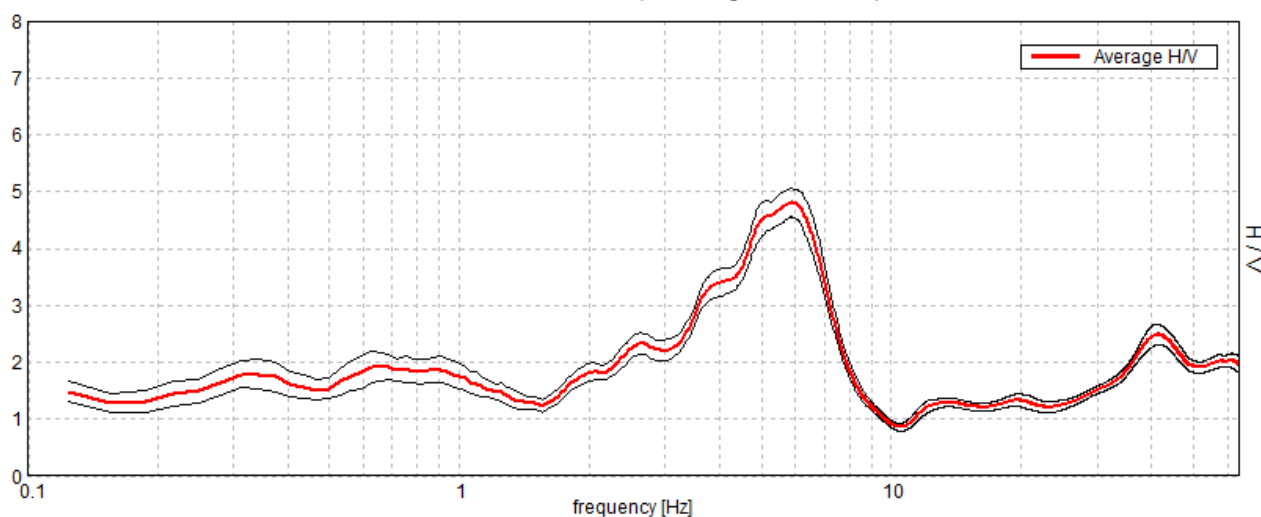
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

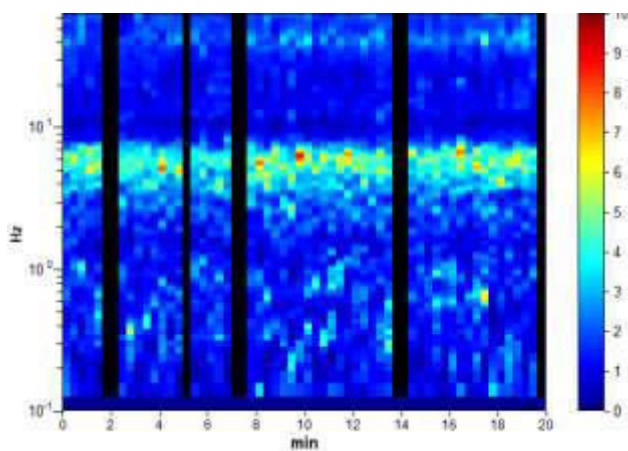
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

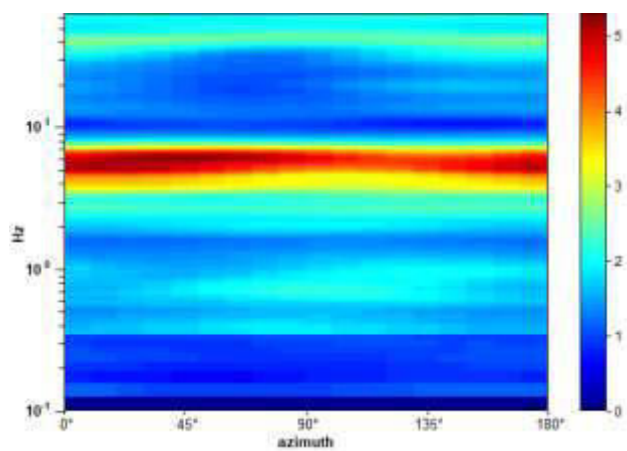
Max. H/V at  $5.84 \pm 0.31$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

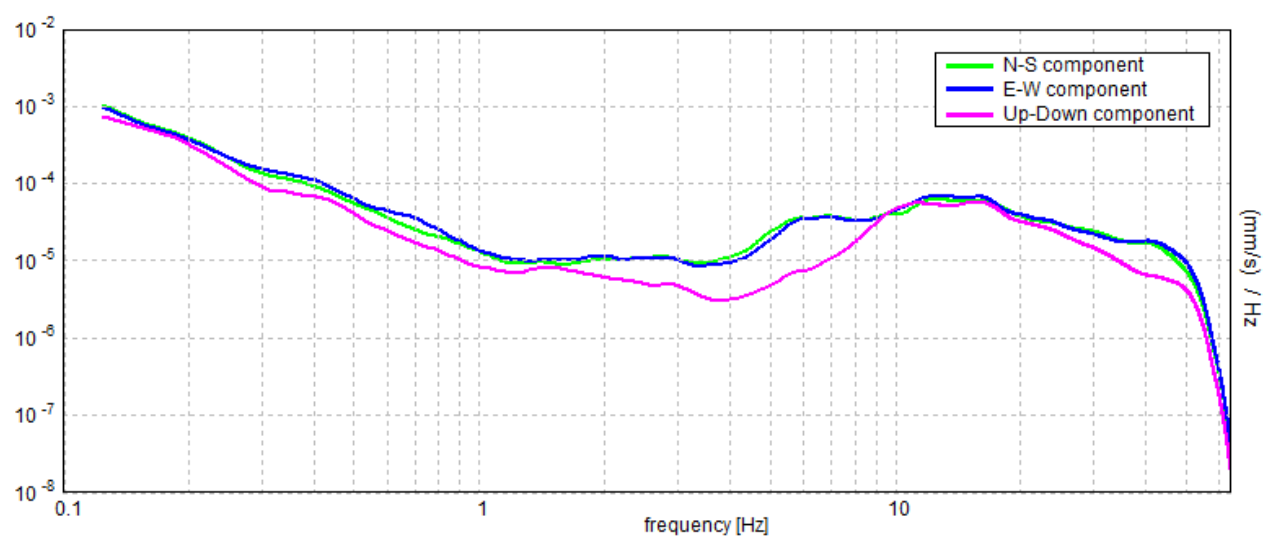


### DIRECTIONAL H/V



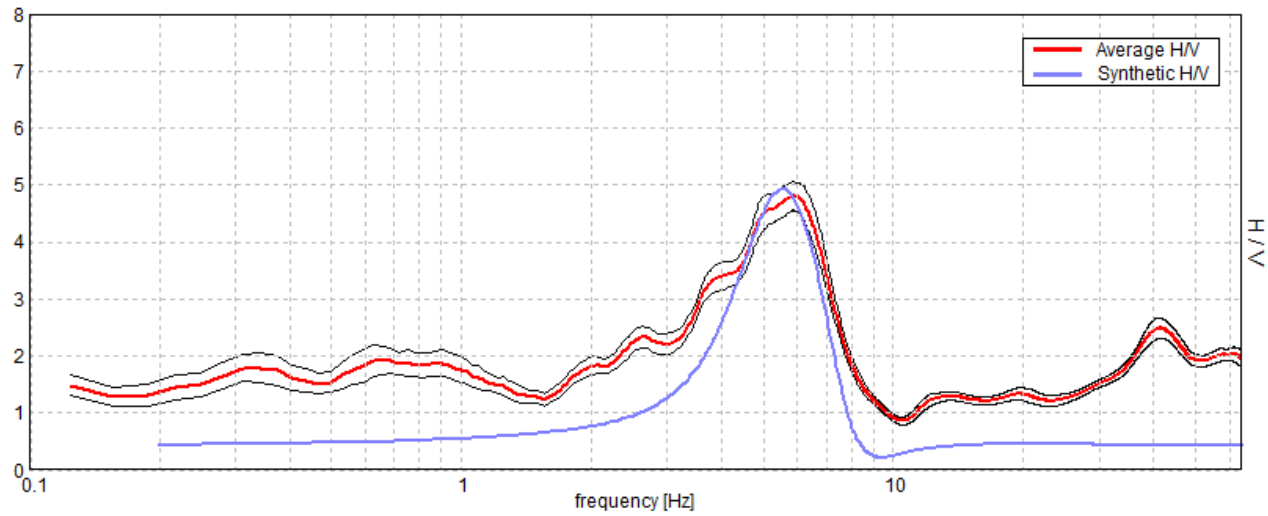


SINGLE COMPONENT SPECTRA



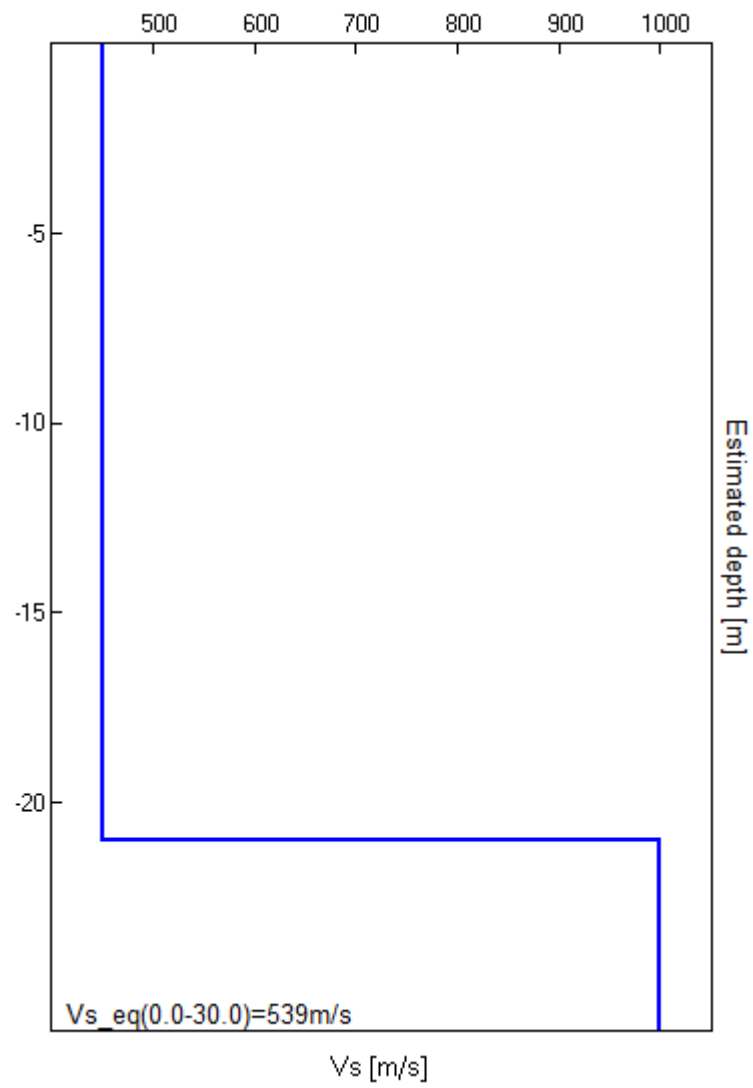
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $5.84 \pm 0.31$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
21.00	21.00	450	0.45
inf.	inf.	1000	0.42

$Vs_{eq}(0.0-21)=450$  m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $5.84 \pm 0.31$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6077.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 282 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.281 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.81 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05274  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.30817 < 0.29219$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2522 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## MONTORSOLI, HVSR - 3

Instrument: TZ3-0060/02-17

Data format: 32 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 04/10/19 11:23:57 End recording: 04/10/19 11:43:57

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 95% trace (manual window selection)

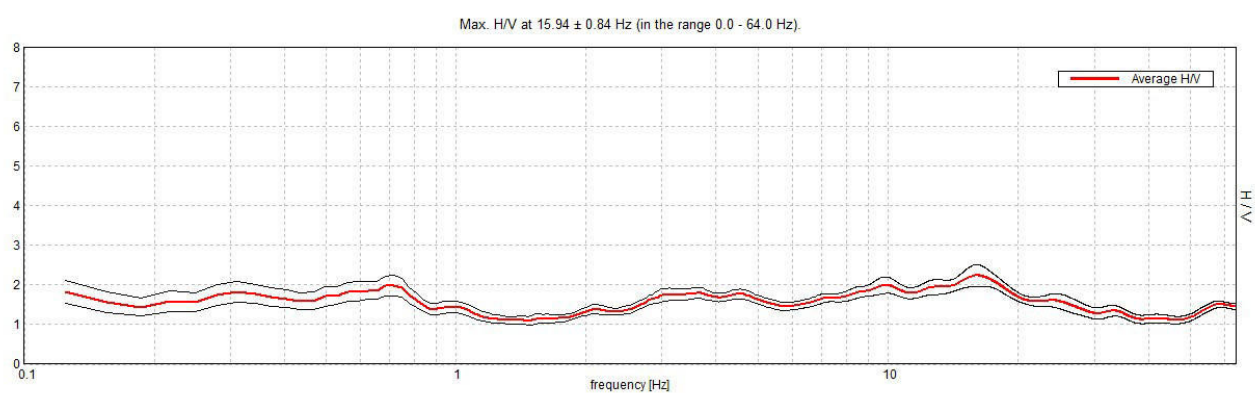
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

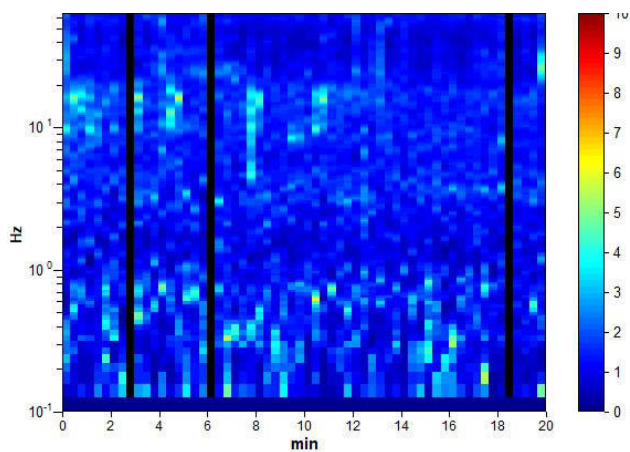
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

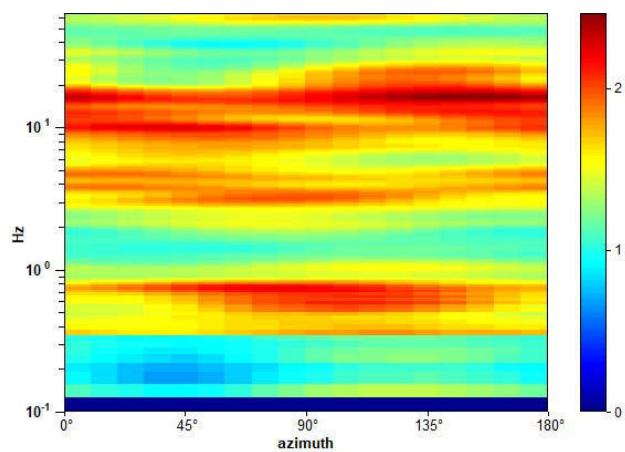
### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



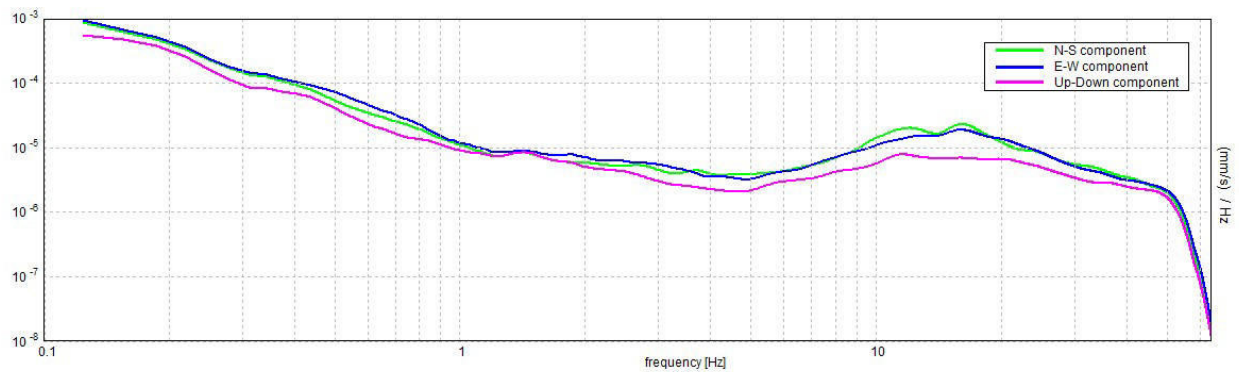
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA





[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $15.94 \pm 0.84$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$15.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$18168.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 766 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	45.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.23 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0529  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.84302 < 0.79688$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2816 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

***Allegato 5:***

***Certificati prove penetrometriche DPSH (ottobre 2018)***

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH****n° 3****Riferimento: 21 dpsh3 2018**

<b>Committente:</b>	<b>Soc. IdroGeo Service Srl</b>	<b>Data:</b>	<b>13/11/18</b>
<b>Località:</b>	<b>Montorsoli</b>	<b>Prof.tà Prova:</b>	<b>7,6 m</b>
<b>Comune:</b>	<b>Sesto F.no (FI)</b>	<b>Note:</b>	<b>refuso strumentale a -7,60 m falda non presente</b>

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SISTEMA**PESO MASSA BATTENTE  $M = 63,50 \text{ kg}$ ALTEZZA CADUTA LIBERA  $H = 0,75 \text{ m}$ DIAMETRO PUNTA CONICA  $D = 51,00 \text{ mm}$ AREA BASE PUNTA CONICA  $A = 20 \text{ cm}^2$ ANGOLO APERTURA PUNTA  $\alpha = 90^\circ$ LUNGHEZZA DELLE ASTE  $L_a = 1,00 \text{ m}$ AVANZAMENTO PUNTA  $\delta = 0,20 \text{ m}$ NUMERO DI COLPI PUNTA  $N = N(20) \Rightarrow$  Relativo ad un avanzamento di 20 cm

RIVESTIMENTO / FANGHI - NO

resistenza dinamica alla punta  $R_{pd}$  [funzione del numero di colpi  $N$ ] (FORMULA OLANDESE) :

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

 $R_{pd}$  = resistenza dinamica punta [ area  $A$ ]  $M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ ) $e$  = infissione per colpo =  $\delta / N$   $P$  = peso totale aste e sistema battuta

# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 3

### Tabella valori di resistenza

Riferimento: 21 dpsh3 2018

<b>Committente:</b>	<b>Soc. IdroGeo Service Srl</b>	<b>Data</b>	<b>13/11/2018</b>
<b>Località:</b>	<b>Montorsoli</b>	<b>Prof.tà Prova</b>	<b>7,6 m</b>
<b>Comune:</b>	<b>Sesto F.no (FI)</b>	<b>Note:</b>	<b>rifiuto strumentale a -7,60 m</b>

Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste	Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste
da 0,00 a 0,20	1	10,83	-	1	da 3,80 a 4,00	3	25,56	-	4
da 0,20 a 0,40	2	21,66	-	1	da 4,00 a 4,20	4	31,82	-	5
da 0,40 a 0,60	2	21,66	-	1	da 4,20 a 4,40	4	31,82	-	5
da 0,60 a 0,80	3	32,49	-	1	da 4,40 a 4,60	3	23,86	-	5
da 0,80 a 1,00	11	119,13	-	1	da 4,60 a 4,80	3	23,86	-	5
da 1,00 a 1,20	8	79,46	-	2	da 4,80 a 5,00	4	31,82	-	5
da 1,20 a 1,40	9	89,39	-	2	da 5,00 a 5,20	3	22,38	-	6
da 1,40 a 1,60	8	79,46	-	2	da 5,20 a 5,40	4	29,84	-	6
da 1,60 a 1,80	7	69,53	-	2	da 5,40 a 5,60	3	22,38	-	6
da 1,80 a 2,00	5	49,66	-	2	da 5,60 a 5,80	4	29,84	-	6
da 2,00 a 2,20	4	36,69	-	3	da 5,80 a 6,00	4	29,84	-	6
da 2,20 a 2,40	4	36,69	-	3	da 6,00 a 6,20	4	28,09	-	7
da 2,40 a 2,60	4	36,69	-	3	da 6,20 a 6,40	4	28,09	-	7
da 2,60 a 2,80	4	36,69	-	3	da 6,40 a 6,60	3	21,07	-	7
da 2,80 a 3,00	5	45,86	-	3	da 6,60 a 6,80	5	35,11	-	7
da 3,00 a 3,20	4	34,08	-	4	da 6,80 a 7,00	4	28,09	-	7
da 3,20 a 3,40	4	34,08	-	4	da 7,00 a 7,20	11	72,96	-	8
da 3,40 a 3,60	3	25,56	-	4	da 7,20 a 7,40	39	258,69	-	8
da 3,60 a 3,80	4	34,08	-	4	da 7,40 a 7,60	53	351,56	-	8

# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

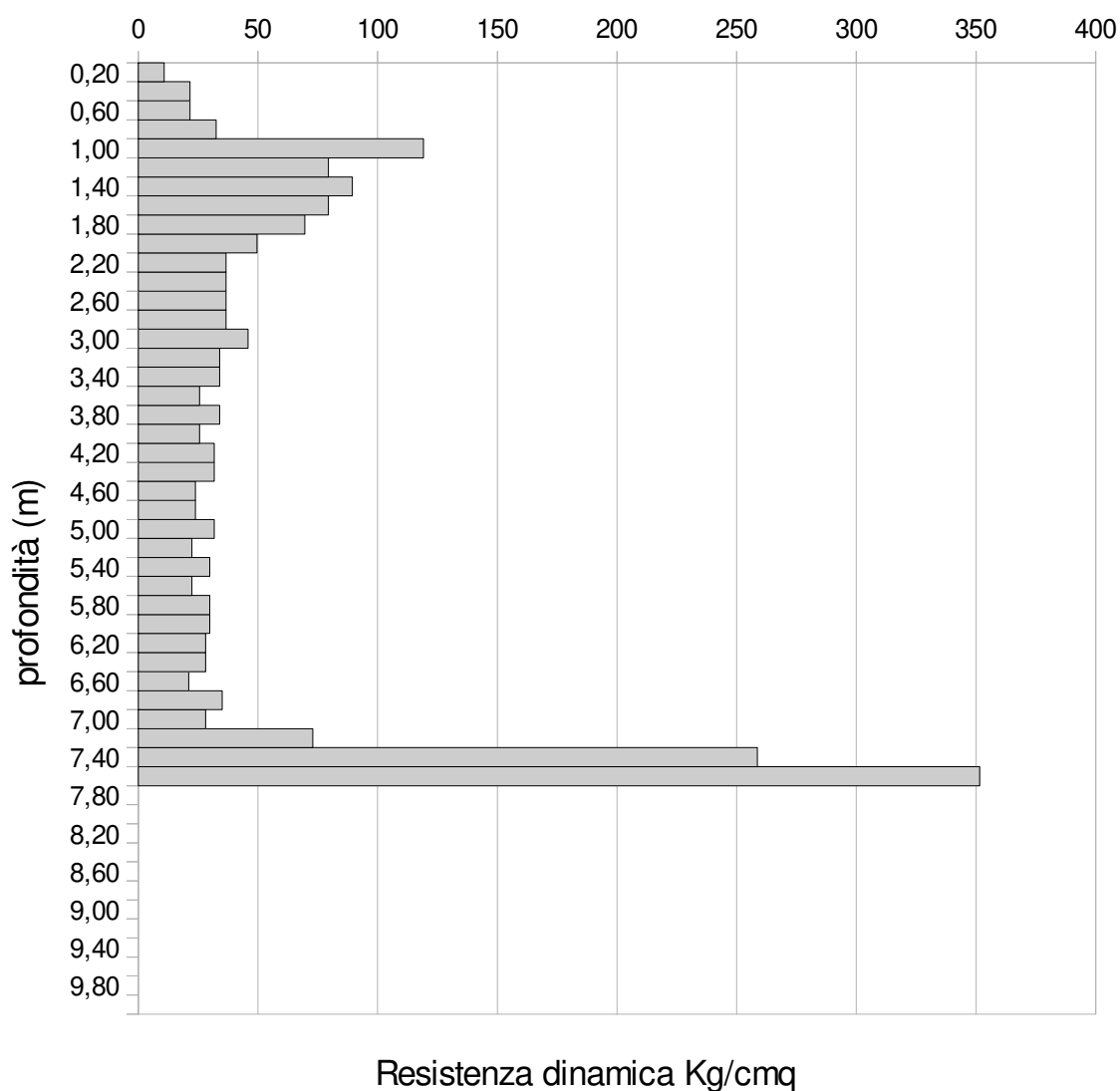
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 3

Resistenza dinamica - profondità

Riferimento: 21 dpsh3 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data	13/11/2018
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova	7,6 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	refiuto strumentale a -7,60 m



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

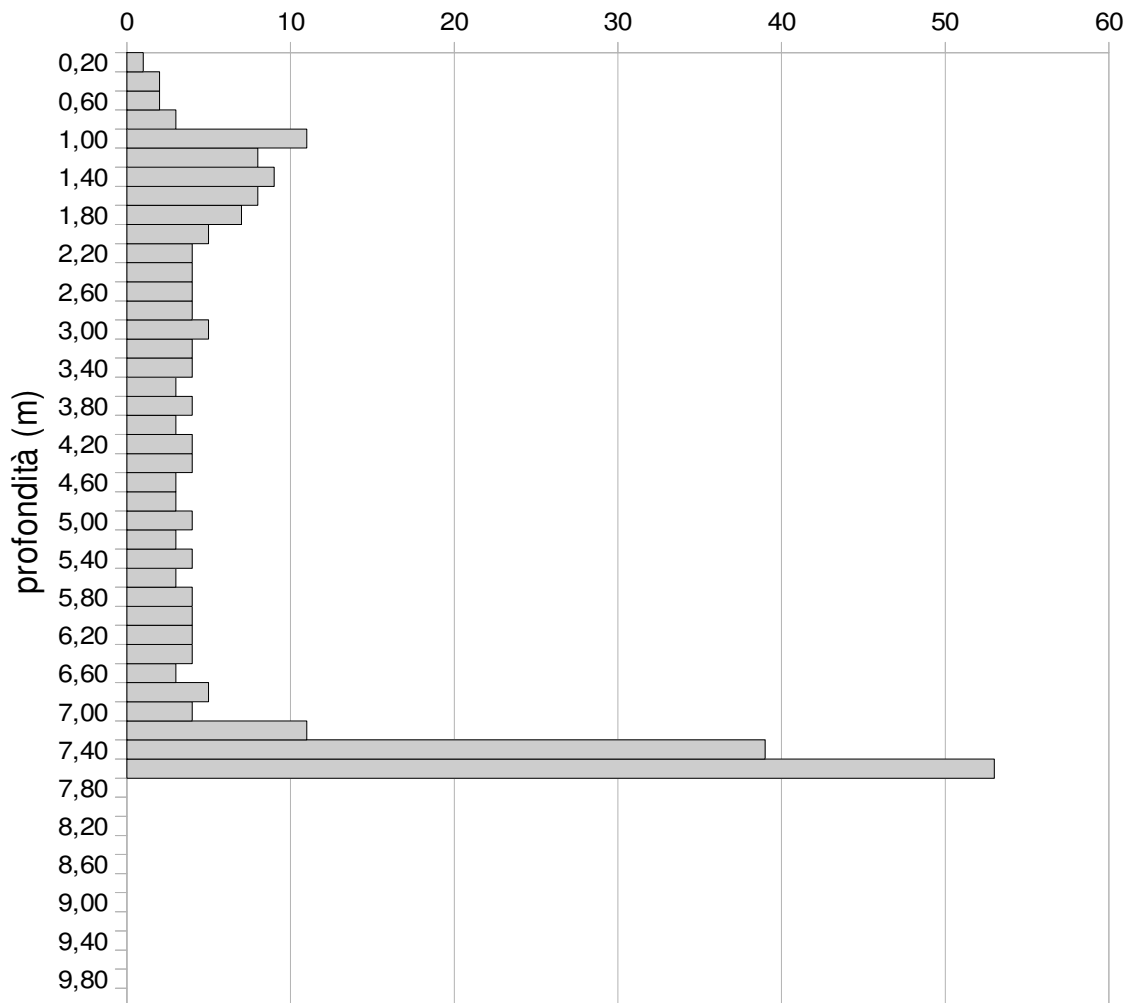
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 3

Grafico Ndp - profondità

Riferimento: 21 dpsh3 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data	13/11/2018
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova	7,6 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	refiuto strumentale a -7,60 m



N colpi x 20 cm d'infissione



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 4

Riferimento: 21 dpsh4 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data:	13/11/18
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova:	11,0 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	refuso strumentale a -11,00 m falda a -9,60 m da p.c.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SISTEMA

PESO MASSA BATTENTE  $M = 63,50 \text{ kg}$

ALTEZZA CADUTA LIBERA  $H = 0,75 \text{ m}$

DIAMETRO PUNTA CONICA  $D = 51,00 \text{ mm}$

AREA BASE PUNTA CONICA  $A = 20 \text{ cm}^2$

ANGOLO APERTURA PUNTA  $\alpha = 90^\circ$

LUNGHEZZA DELLE ASTE  $L_a = 1,00 \text{ m}$

AVANZAMENTO PUNTA  $\delta = 0,20 \text{ m}$

NUMERO DI COLPI PUNTA  $N = N(20) \Rightarrow$  Relativo ad un avanzamento di 20 cm

RIVESTIMENTO / FANGHI - NO

resistenza dinamica alla punta  $R_{pd}$  [funzione del numero di colpi  $N$ ] (FORMULA OLANDESE) :

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta [ area  $A$ ]  $M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ )

$e$  = infissione per colpo =  $\delta / N$   $P$  = peso totale aste e sistema battuta



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 4

### Tabella valori di resistenza

Riferimento: 21 dpsh4 2018

<b>Committente:</b>	<b>Soc. IdroGeo Service Srl</b>	<b>Data</b>	<b>13/11/2018</b>
<b>Località:</b>	<b>Montorsoli</b>	<b>Prof.tà Prova</b>	<b>11,0 m</b>
<b>Comune:</b>	<b>Sesto F.no (FI)</b>	<b>Note:</b>	<b>rifiuto strumentale a -11,00 m</b>

Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste	Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste
da 0,00 a 0,20	1	10,83	-	1	da 5,60 a 5,80	13	96,97	-	6
da 0,20 a 0,40	1	10,83	-	1	da 5,80 a 6,00	5	37,30	-	6
da 0,40 a 0,60	2	21,66	-	1	da 6,00 a 6,20	4	28,09	-	7
da 0,60 a 0,80	4	43,32	-	1	da 6,20 a 6,40	16	112,35	-	7
da 0,80 a 1,00	7	75,81	-	1	da 6,40 a 6,60	11	77,24	-	7
da 1,00 a 1,20	6	59,59	-	2	da 6,60 a 6,80	15	105,33	-	7
da 1,20 a 1,40	8	79,46	-	2	da 6,80 a 7,00	10	70,22	-	7
da 1,40 a 1,60	6	59,59	-	2	da 7,00 a 7,20	9	59,70	-	8
da 1,60 a 1,80	5	49,66	-	2	da 7,20 a 7,40	6	39,80	-	8
da 1,80 a 2,00	6	59,59	-	2	da 7,40 a 7,60	7	46,43	-	8
da 2,00 a 2,20	5	45,86	-	3	da 7,60 a 7,80	9	59,70	-	8
da 2,20 a 2,40	4	36,69	-	3	da 7,80 a 8,00	10	66,33	-	8
da 2,40 a 2,60	4	36,69	-	3	da 8,00 a 8,20	7	44,00	-	9
da 2,60 a 2,80	4	36,69	-	3	da 8,20 a 8,40	9	56,57	-	9
da 2,80 a 3,00	3	27,52	-	3	da 8,40 a 8,60	10	62,85	-	9
da 3,00 a 3,20	3	25,56	-	4	da 8,60 a 8,80	13	81,71	-	9
da 3,20 a 3,40	3	25,56	-	4	da 8,80 a 9,00	16	100,56	-	9
da 3,40 a 3,60	2	17,04	-	4	da 9,00 a 9,20	17	101,52	-	10
da 3,60 a 3,80	3	25,56	-	4	da 9,20 a 9,40	17	101,52	-	10
da 3,80 a 4,00	4	34,08	-	4	da 9,40 a 9,60	24	143,33	-	10
da 4,00 a 4,20	4	31,82	-	5	da 9,60 a 9,80	29	173,19	-	10
da 4,20 a 4,40	3	23,86	-	5	da 9,80 a 10,00	23	137,35	-	10
da 4,40 a 4,60	3	23,86	-	5	da 10,00 a 10,20	19	108,08	-	11
da 4,60 a 4,80	4	31,82	-	5	da 10,20 a 10,40	24	136,52	-	11
da 4,80 a 5,00	4	31,82	-	5	da 10,40 a 10,60	32	182,03	-	11
da 5,00 a 5,20	3	22,38	-	6	da 10,60 a 10,80	30	170,65	-	11
da 5,20 a 5,40	4	29,84	-	6	da 10,80 a 11,00	53	301,49	-	11
da 5,40 a 5,60	5	37,30	-	6					

# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetrationsnc@lamiaptec.it](mailto:penetrationsnc@lamiaptec.it)

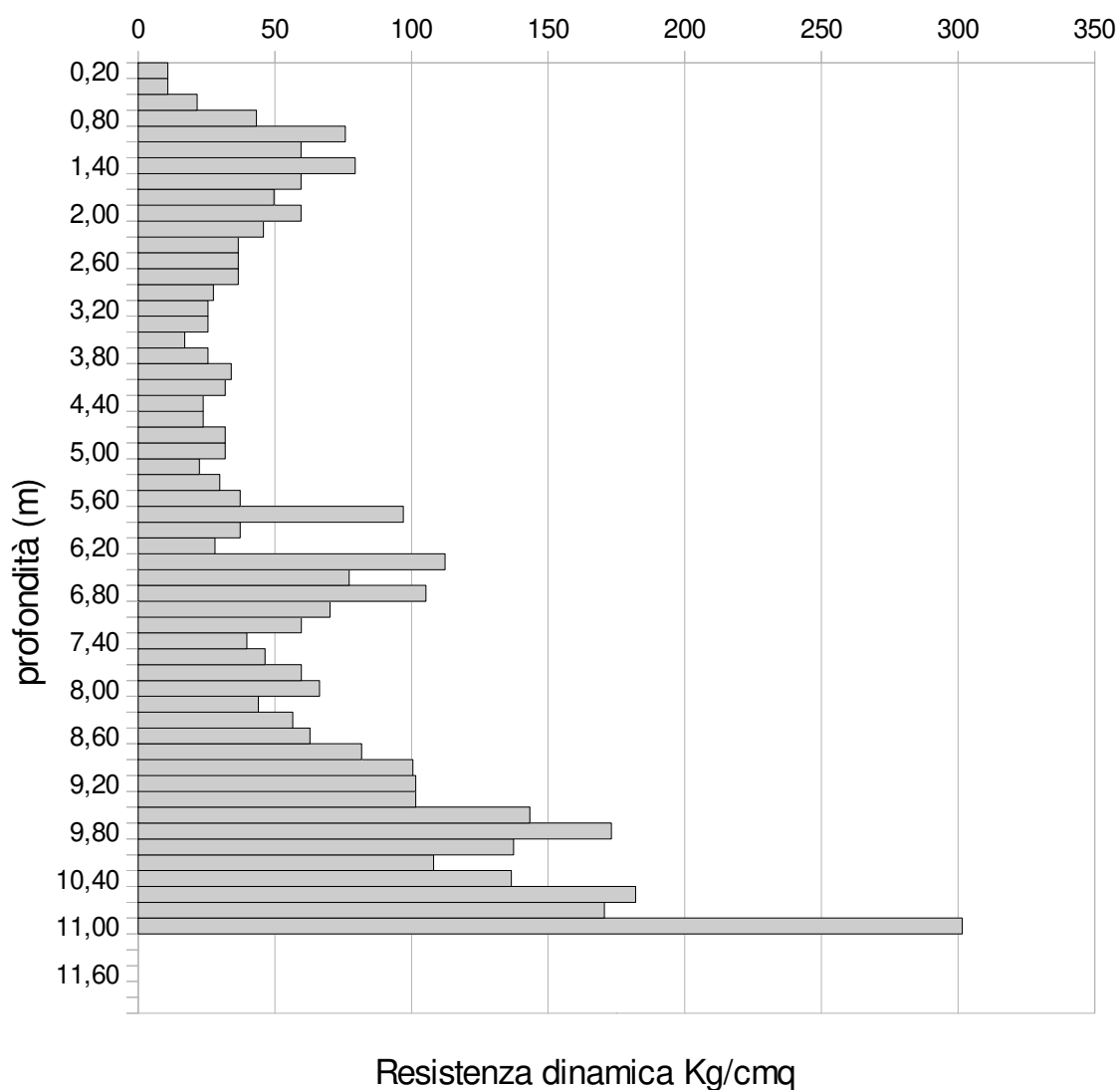
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 4

Resistenza dinamica - profondità

Riferimento: 21 dpsh4 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data	13/11/2018
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova	11,0 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	rifiuto strumentale a -11,00 m



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

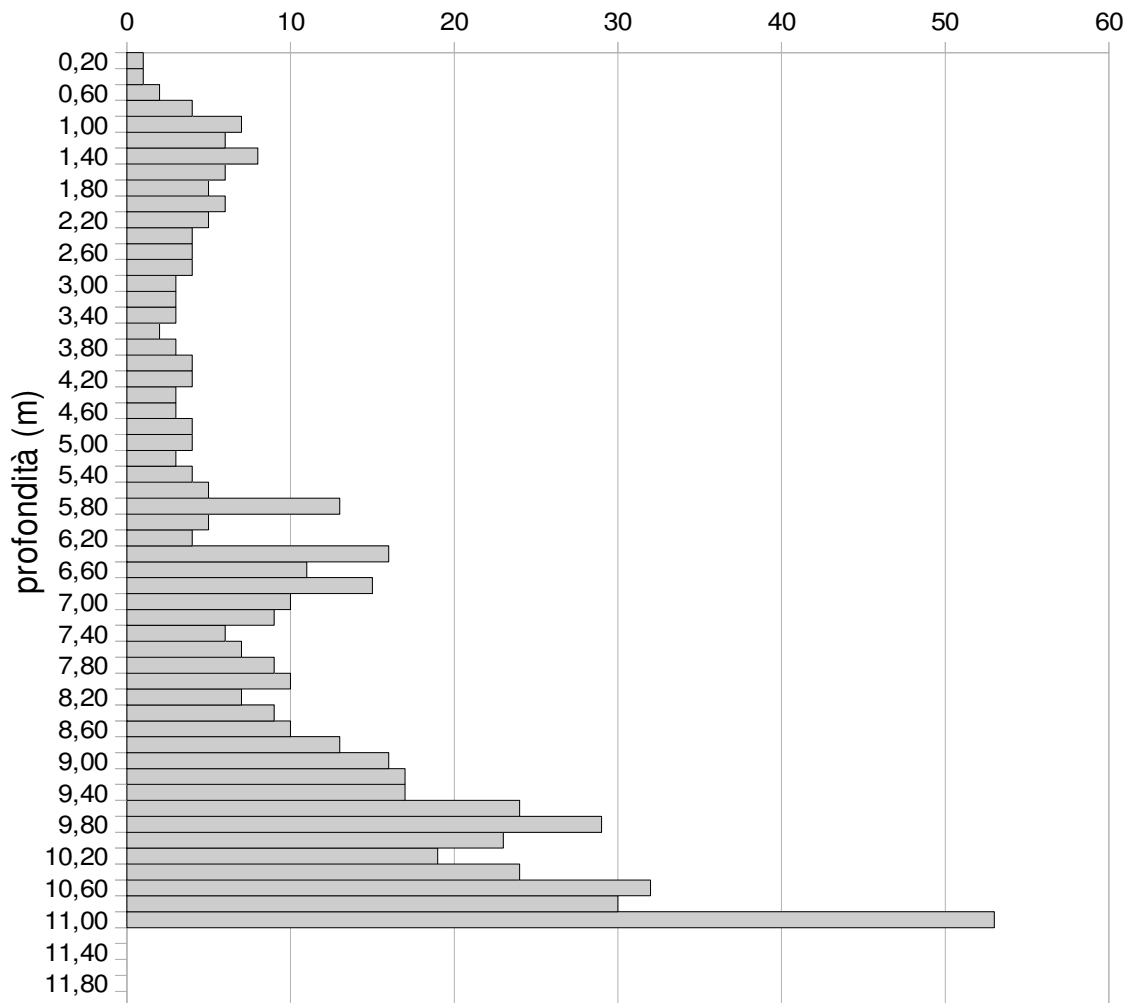
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 4

Grafico Ndp - profondità

Riferimento: 21 dpsh4 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data	13/11/2018
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova	11 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	refiuto strumentale a -11,00 m



N colpi x 20 cm d'infissione



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 5

Riferimento: 21 dpsh5 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data:	13/11/18
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova:	9,8 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	rifiuto strumentale a -9,80 m foro richiuso a -8,60 m da p.c.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SISTEMA

PESO MASSA BATTENTE  $M = 63,50 \text{ kg}$

ALTEZZA CADUTA LIBERA  $H = 0,75 \text{ m}$

DIAMETRO PUNTA CONICA  $D = 51,00 \text{ mm}$

AREA BASE PUNTA CONICA  $A = 20 \text{ cm}^2$

ANGOLO APERTURA PUNTA  $\alpha = 90^\circ$

LUNGHEZZA DELLE ASTE  $L_a = 1,00 \text{ m}$

AVANZAMENTO PUNTA  $\delta = 0,20 \text{ m}$

NUMERO DI COLPI PUNTA  $N = N(20) \Rightarrow$  Relativo ad un avanzamento di 20 cm

RIVESTIMENTO / FANGHI - NO

resistenza dinamica alla punta  $R_{pd}$  [funzione del numero di colpi  $N$ ] (FORMULA OLANDESE) :

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta [ area  $A$ ]  $M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ )

$e$  = infissione per colpo =  $\delta / N$   $P$  = peso totale aste e sistema battuta



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 5

### Tabella valori di resistenza

Riferimento: 21 dpsh5 2018

<b>Committente:</b>	<b>Soc. IdroGeo Service Srl</b>	<b>Data</b>	<b>13/11/2018</b>
<b>Località:</b>	<b>Montorsoli</b>	<b>Prof.tà Prova</b>	<b>9,8 m</b>
<b>Comune:</b>	<b>Sesto F.no (FI)</b>	<b>Note:</b>	<b>rifiuto strumentale a -9,80 m</b>

Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste	Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste
da 0,00 a 0,20	1	10,83	-	1	da 5,00 a 5,20	2	14,92	-	6
da 0,20 a 0,40	1	10,83	-	1	da 5,20 a 5,40	2	14,92	-	6
da 0,40 a 0,60	1	10,83	-	1	da 5,40 a 5,60	4	29,84	-	6
da 0,60 a 0,80	2	21,66	-	1	da 5,60 a 5,80	3	22,38	-	6
da 0,80 a 1,00	2	21,66	-	1	da 5,80 a 6,00	3	22,38	-	6
da 1,00 a 1,20	7	69,53	-	2	da 6,00 a 6,20	3	21,07	-	7
da 1,20 a 1,40	9	89,39	-	2	da 6,20 a 6,40	2	14,04	-	7
da 1,40 a 1,60	8	79,46	-	2	da 6,40 a 6,60	2	14,04	-	7
da 1,60 a 1,80	7	69,53	-	2	da 6,60 a 6,80	2	14,04	-	7
da 1,80 a 2,00	6	59,59	-	2	da 6,80 a 7,00	3	21,07	-	7
da 2,00 a 2,20	7	64,20	-	3	da 7,00 a 7,20	3	19,90	-	8
da 2,20 a 2,40	8	73,38	-	3	da 7,20 a 7,40	4	26,53	-	8
da 2,40 a 2,60	5	45,86	-	3	da 7,40 a 7,60	4	26,53	-	8
da 2,60 a 2,80	5	45,86	-	3	da 7,60 a 7,80	3	19,90	-	8
da 2,80 a 3,00	6	55,03	-	3	da 7,80 a 8,00	4	26,53	-	8
da 3,00 a 3,20	6	51,12	-	4	da 8,00 a 8,20	4	25,14	-	9
da 3,20 a 3,40	6	51,12	-	4	da 8,20 a 8,40	6	37,71	-	9
da 3,40 a 3,60	5	42,60	-	4	da 8,40 a 8,60	9	56,57	-	9
da 3,60 a 3,80	5	42,60	-	4	da 8,60 a 8,80	8	50,28	-	9
da 3,80 a 4,00	4	34,08	-	4	da 8,80 a 9,00	12	75,42	-	9
da 4,00 a 4,20	4	31,82	-	5	da 9,00 a 9,20	13	77,64	-	10
da 4,20 a 4,40	3	23,86	-	5	da 9,20 a 9,40	19	113,47	-	10
da 4,40 a 4,60	4	31,82	-	5	da 9,40 a 9,60	18	107,49	-	10
da 4,60 a 4,80	2	15,91	-	5	da 9,60 a 9,80	53	316,51	-	10
da 4,80 a 5,00	2	15,91	-	5					



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetrationsnc@lamiapec.it](mailto:penetrationsnc@lamiapec.it)

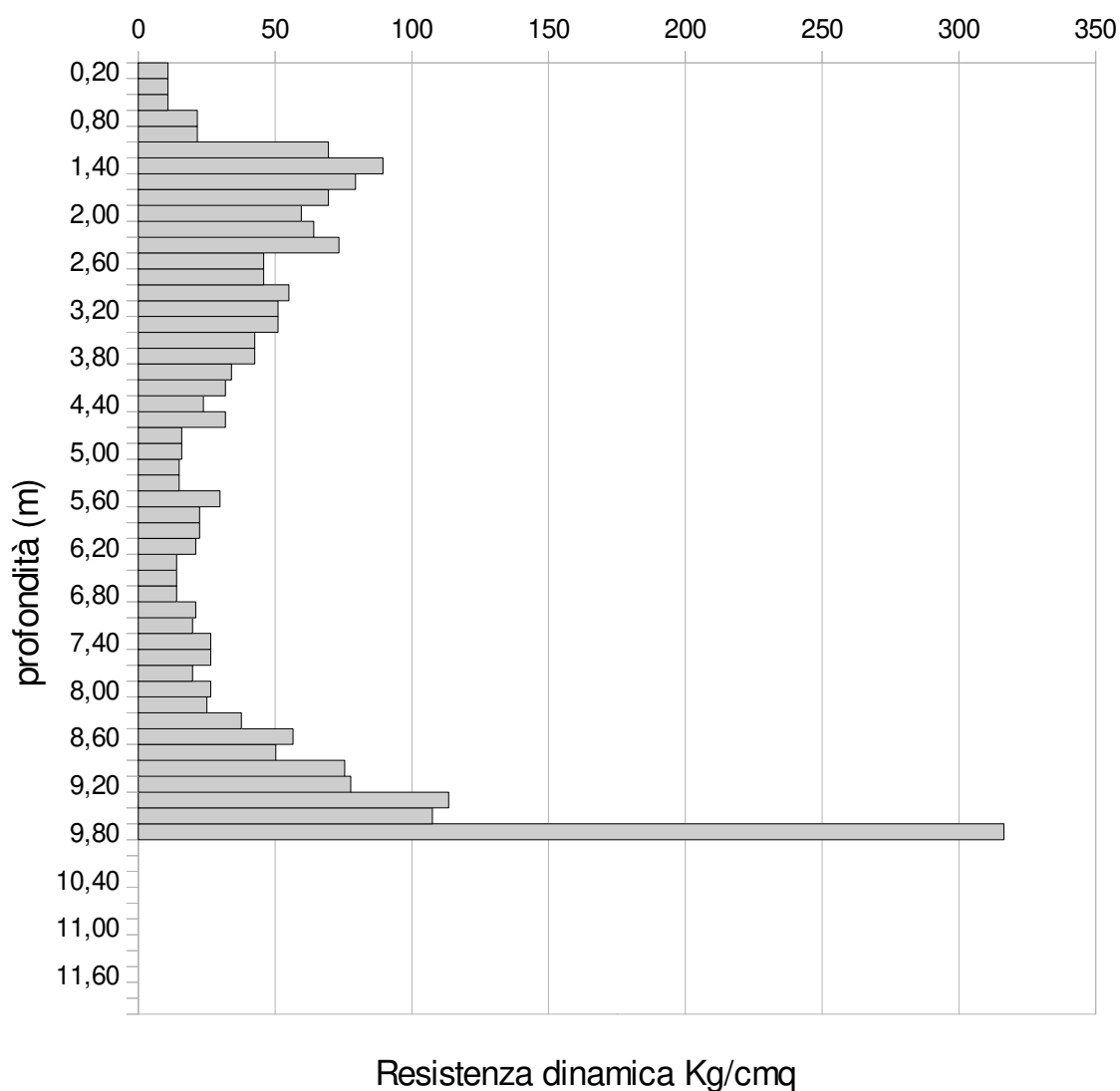
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 5

Resistenza dinamica - profondità

Riferimento: 21 dpsh5 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data	13/11/2018
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova	9,8 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	rifiuto strumentale a -9,80 m



# PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

PEC: [penetratiosnc@lamiapec.it](mailto:penetratiosnc@lamiapec.it)

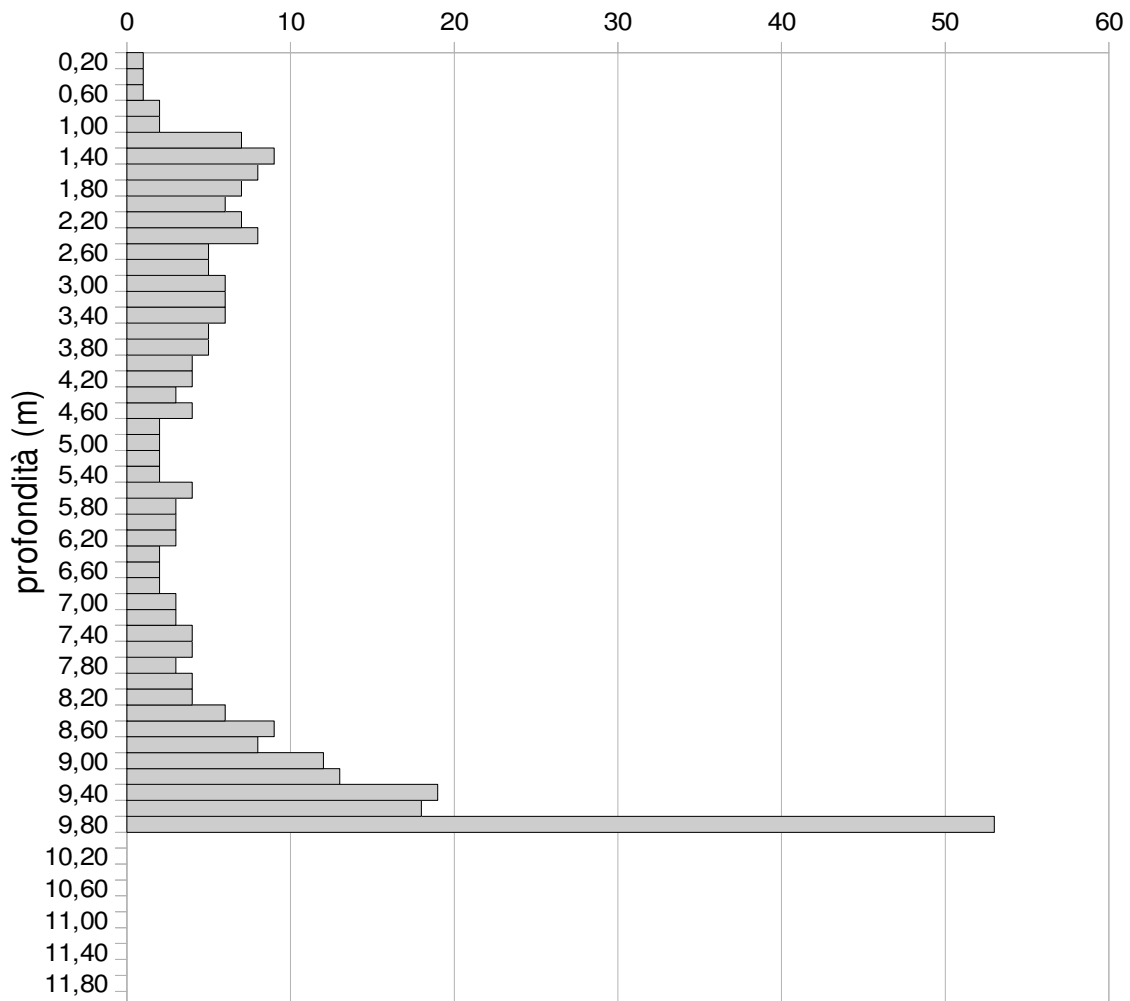
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

n° 5

Grafico Ndp - profondità

Riferimento: 21 dpsh5 2018

Committente:	Soc. IdroGeo Service Srl	Data	13/11/2018
Località:	Montorsoli	Prof.tà Prova	9,8 m
Comune:	Sesto F.no (FI)	Note:	refiuto strumentale a -9,80 m



N colpi x 20 cm d'infissione

***Allegato 6:***

***Verifica di stabilità del versante – Stato Attuale***

SSAP 4.9.9 (2019) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 1.5.4 (2019)

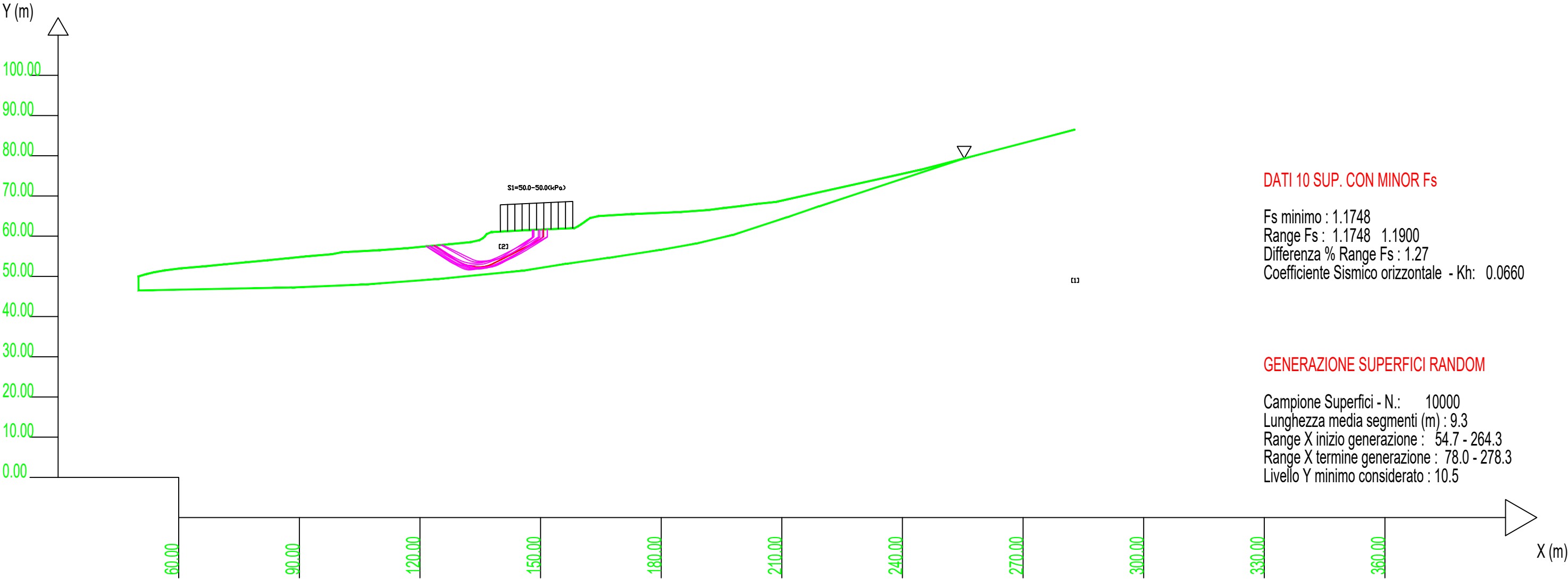
Data : 21/10/2019  
Localita' : Loc. Montorsoli Comune di Sesto Fiorentino (FI)  
Descrizione : Verifica di Stabilità del Versante\_Condizioni a lungo termine\_AT69  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico

Modello di calcolo : Borselli (2016)

# Parametri Geotecnici degli strati # -----

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	0	0	100.00	22.00	22.00	0	0	0	0
2	22.00	10.00	0	15.70	19.30	0	0	0	0



# Report elaborazioni #

-----  
SSAP 4.9.9 - Slope Stability Analysis Program (1991,2018)

WWW.SSAP.EU

Build No. 10850

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

\*\* Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

-----  
Ultima Revisione struttura tabelle del report: 6 aprile 2019  
-----

File report: F:\SSAP\montorsoli\_variante\_RU14.10.2019\report21.10.2019.txt

Data: 21/10/2019

Localita' : Loc. Montorsoli \_ Comune di Sesto Fiorentino (FI)

Descrizione: Verifica di Stabilit  del Versante\_Condizioni a lungo  
termine\_AT69

Modello pendio: modello18.10201950Kpa50Kpa.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

\_\_\_ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) \_\_\_

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
50.00	50.00	255.36	79.34	-	-	-	-
51.73	50.50	219.20	67.40	-	-	-	-
53.83	51.00	211.35	64.71	-	-	-	-
56.56	51.50	197.81	60.30	-	-	-	-
60.59	52.00	188.59	58.14	-	-	-	-
66.46	52.50	179.74	56.57	-	-	-	-
71.46	53.00	166.91	54.60	-	-	-	-
76.79	53.50	156.23	53.10	-	-	-	-
82.04	54.00	145.55	51.40	-	-	-	-
87.15	54.50	124.19	49.32	-	-	-	-
92.03	55.00	106.16	47.97	-	-	-	-
98.01	55.50	88.12	47.23	-	-	-	-
100.64	56.00	50.00	46.50	-	-	-	-
109.83	56.50	50.00	50.00	-	-	-	-
116.69	57.00	51.73	50.50	-	-	-	-
121.98	57.50	53.83	51.00	-	-	-	-
127.30	58.00	56.56	51.50	-	-	-	-
132.59	58.50	60.59	52.00	-	-	-	-
134.77	59.00	66.46	52.50	-	-	-	-
134.77	59.00	71.46	53.00	-	-	-	-
135.66	59.50	76.79	53.50	-	-	-	-
136.17	60.00	82.04	54.00	-	-	-	-
136.58	60.50	87.15	54.50	-	-	-	-

137.69	61.00	92.03	55.00	-	-	-	-
146.57	61.50	98.01	55.50	-	-	-	-
158.44	62.00	100.64	56.00	-	-	-	-
159.41	62.50	109.83	56.50	-	-	-	-
160.17	63.00	116.69	57.00	-	-	-	-
160.88	63.50	121.98	57.50	-	-	-	-
160.88	63.50	127.30	58.00	-	-	-	-
161.56	64.00	132.59	58.50	-	-	-	-
162.31	64.50	134.77	59.00	-	-	-	-
164.44	65.00	134.77	59.00	-	-	-	-
172.66	65.50	135.66	59.50	-	-	-	-
184.53	66.00	136.17	60.00	-	-	-	-
191.75	66.50	136.58	60.50	-	-	-	-
195.61	67.00	137.69	61.00	-	-	-	-
199.89	67.50	146.57	61.50	-	-	-	-
203.63	68.00	158.44	62.00	-	-	-	-
208.39	68.50	159.41	62.50	-	-	-	-
244.43	76.50	160.17	63.00	-	-	-	-
255.36	79.34	160.88	63.50	-	-	-	-
282.95	86.50	160.88	63.50	-	-	-	-
-	-	161.56	64.00	-	-	-	-
-	-	162.31	64.50	-	-	-	-
-	-	164.44	65.00	-	-	-	-
-	-	172.66	65.50	-	-	-	-
-	-	184.53	66.00	-	-	-	-
-	-	191.75	66.50	-	-	-	-
-	-	195.61	67.00	-	-	-	-
-	-	199.89	67.50	-	-	-	-
-	-	203.63	68.00	-	-	-	-
-	-	208.39	68.50	-	-	-	-
-	-	244.43	76.50	-	-	-	-
-	-	255.36	79.34	-	-	-	-

----- SUP FALDA -----  
X            Y        (in m)

50.00	50.00
51.73	50.50
53.83	51.00
56.56	51.50
60.59	52.00
66.46	52.50
71.46	53.00
76.79	53.50
82.04	54.00
87.15	54.50
92.03	55.00
98.01	55.50
100.64	56.00
109.83	56.50
116.69	57.00
121.98	57.50
127.30	58.00
132.59	58.50



134.77	59.00
134.77	59.00
135.66	59.50
136.17	60.00
136.58	60.50
137.69	61.00
146.57	61.50
158.44	62.00
159.41	62.50
160.17	63.00
160.88	63.50
160.88	63.50
161.56	64.00
162.31	64.50
164.44	65.00
172.66	65.50
184.53	66.00
191.75	66.50
195.61	67.00
199.89	67.50
203.63	68.00
208.39	68.50
244.43	76.50
255.36	79.34
282.95	86.50

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

STRATO 1

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo\_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON  
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

STR_IDX	sgci	fi` GSI	C` mi	D	Cu	Gamm	Gamm_sat
STRATO 1	1	0.00	0.00		100.00	22.00	22.00
19.086	0.00	0.00	0.00	0.00			
STRATO 2	2	22.00	10.00		0.00	15.70	19.30
1.510	0.00	0.00	0.00	0.00			

LEGENDA:  $\phi$  \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)  
 $C$  \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)  
 $C_u$  \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)  
 $\gamma$  \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_{sat}$  \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)  
 $STR\_IDX$  \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH')  
 (adimensionale)  
 ----- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di  
 Rottura di Hoek (2002)-  
 $\sigma_{ci}$  \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in  
 MPa)  
 $GSI$  \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)  
 $m_i$  \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)  
 $D$  \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
 Fattore di riduzione NTC2018  $\gamma_{PHI}=1.25$  e  $\gamma_C=1.25$  -  
 DISATTIVATO (solo per ROCCE)  
 Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato  
 secondo Lei et al.(2016)

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

#### SOVRACCARICO N.1

Carico in X1 (Kpa): 50.00  
 Carico in X2 (Kpa): 50.00  
 Posizione carico da X1 m.: 140.00  
 a X2 m.: 158.00  
 Inclinazione carico (gradi): 90.00  
 Componenti distribuzione forza unitaria applicata:  
 #Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) (kN/m): da 0.00 a  
 0.00  
 #Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) (kN/m): da 50.00 a  
 50.00  
 ##Nota: la distribuzione del carico e delle forze unitarie puo' variare  
 in modo lineare tra gli estremi di coordinate X1 e X2

#### ----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI  
 METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)  
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO  
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00  
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 9.3 (+/-) 50%  
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 54.66  
 264.31  
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 10.50  
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 77.95  
 278.29  
 \*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

#### ----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : BORSELLI (Borselli, 2016)  
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO  $K_h$  : 0.0660

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0330  
 COEFFICIENTE  $c=K_v/K_h$  UTILIZZATO : 0.5000  
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00  
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0

durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

Fattore di sicurezza (FS)    1.1748   - Min.   -    X            Y            Lambda=  
 0.3047

123.56	57.65
124.94	56.72
125.66	56.24
126.17	55.89
126.64	55.58
127.05	55.31
127.46	55.03
127.89	54.74
128.32	54.45
128.77	54.15
129.17	53.90
129.56	53.67
129.93	53.47
130.32	53.28
130.69	53.12
131.09	52.97
131.52	52.83
132.02	52.68
132.44	52.57
132.84	52.49
133.20	52.42
133.60	52.37
133.97	52.35
134.37	52.34
134.80	52.34
135.32	52.37
135.74	52.40
136.13	52.46
136.48	52.53
136.87	52.64
137.23	52.76
137.61	52.91
138.01	53.09
138.47	53.32
138.91	53.54
139.34	53.75

139.76	53.96
140.16	54.17
140.58	54.37
140.98	54.58
141.40	54.79
141.80	54.99
142.22	55.20
142.63	55.41
143.04	55.62
143.44	55.83
143.86	56.04
144.26	56.25
144.67	56.46
145.08	56.67
145.49	56.89
145.90	57.10
146.32	57.31
146.72	57.52
147.14	57.74
147.56	57.95
147.99	58.17
148.42	58.40
148.82	58.62
149.22	58.85
149.60	59.09
150.00	59.36
150.43	59.66
150.73	59.89
150.73	61.68

Fattore di sicurezza (FS)      1.1802   - N.2   --      X      Y      Lambda=  
0.3029

123.87	57.68
125.50	56.58
126.33	56.04
126.90	55.67
127.41	55.36
127.88	55.09
128.34	54.83
128.82	54.58
129.32	54.32
129.88	54.04
130.35	53.83
130.79	53.66
131.20	53.53
131.64	53.41
132.05	53.34
132.49	53.28
132.98	53.25
133.58	53.24
134.08	53.25
134.54	53.27
134.96	53.32

135.41	53.40
135.83	53.49
136.28	53.60
136.75	53.75
137.30	53.94
137.79	54.13
138.27	54.31
138.73	54.50
139.19	54.70
139.64	54.90
140.10	55.12
140.57	55.35
141.06	55.59
141.54	55.84
142.02	56.09
142.50	56.33
142.97	56.57
143.45	56.81
143.93	57.06
144.43	57.31
144.93	57.57
145.39	57.82
145.84	58.09
146.28	58.37
146.73	58.68
147.22	59.05
147.79	59.51
148.07	59.74
148.07	61.56

Fattore di sicurezza (FS)      1.1830   - N.3   --      X      Y      Lambda=  
0.3028

125.21	57.80
126.86	56.89
127.71	56.42
128.33	56.08
128.88	55.78
129.36	55.51
129.87	55.23
130.38	54.95
130.92	54.65
131.49	54.33
131.97	54.10
132.40	53.91
132.80	53.77
133.26	53.65
133.65	53.58
134.10	53.55
134.59	53.54
135.20	53.56
135.74	53.60
136.23	53.64
136.69	53.69

137.17	53.76
137.63	53.85
138.11	53.95
138.61	54.07
139.18	54.21
139.68	54.36
140.15	54.51
140.60	54.68
141.07	54.87
141.52	55.08
141.99	55.31
142.47	55.56
143.01	55.86
143.52	56.16
144.01	56.44
144.50	56.73
144.99	57.02
145.47	57.31
145.95	57.60
146.44	57.91
146.93	58.22
147.43	58.53
147.92	58.83
148.41	59.14
148.89	59.45
149.45	59.80
149.45	61.62

Fattore di sicurezza (FS)	1.1831	- N.4 --	X	Y	Lambda=
0.2982					

121.59	57.46
123.03	56.62
123.77	56.18
124.30	55.86
124.79	55.58
125.21	55.33
125.64	55.07
126.07	54.82
126.50	54.57
126.93	54.31
127.35	54.07
127.77	53.83
128.19	53.59
128.61	53.36
129.04	53.12
129.49	52.89
129.96	52.64
130.47	52.38
130.89	52.19
131.27	52.04
131.62	51.94
132.01	51.86
132.35	51.82



132.72	51.80
133.13	51.82
133.64	51.87
134.11	51.92
134.56	51.97
135.00	52.01
135.43	52.05
135.86	52.10
136.30	52.14
136.76	52.19
137.25	52.23
137.66	52.29
138.05	52.37
138.42	52.47
138.82	52.59
139.19	52.74
139.59	52.91
140.01	53.12
140.50	53.39
140.96	53.64
141.39	53.89
141.81	54.13
142.24	54.39
142.65	54.64
143.07	54.91
143.50	55.18
143.95	55.48
144.38	55.76
144.80	56.05
145.22	56.35
145.64	56.65
146.06	56.95
146.48	57.27
146.90	57.59
147.33	57.93
147.77	58.26
148.19	58.60
148.62	58.93
149.05	59.26
149.53	59.63
149.83	59.87
149.83	61.64

Fattore di sicurezza (FS)      1.1847   - N.5 --      X      Y      Lambda=  
0.3026

122.54	57.55
123.79	56.84
124.44	56.47
124.90	56.21
125.32	55.97
125.69	55.76
126.06	55.54
126.44	55.33

126.81	55.12
127.17	54.91
127.54	54.70
127.92	54.49
128.29	54.27
128.66	54.06
129.03	53.85
129.41	53.63
129.80	53.41
130.20	53.18
130.57	52.98
130.92	52.81
131.26	52.65
131.62	52.50
131.96	52.38
132.33	52.25
132.72	52.14
133.18	52.02
133.56	51.93
133.90	51.88
134.23	51.84
134.58	51.82
134.90	51.83
135.24	51.86
135.62	51.90
136.07	51.98
136.46	52.06
136.83	52.14
137.18	52.22
137.55	52.32
137.89	52.43
138.26	52.55
138.63	52.69
139.05	52.85
139.43	53.01
139.79	53.17
140.15	53.33
140.51	53.51
140.86	53.69
141.22	53.88
141.59	54.09
141.98	54.32
142.36	54.54
142.73	54.76
143.11	54.98
143.48	55.20
143.85	55.41
144.23	55.64
144.61	55.86
145.00	56.09
145.36	56.31
145.72	56.54
146.08	56.78
146.44	57.03

146.79	57.29
147.15	57.56
147.52	57.86
147.91	58.17
148.29	58.49
148.66	58.79
149.04	59.10
149.41	59.41
149.82	59.76
149.82	61.64

Fattore di sicurezza (FS)	1.1852	- N.6 --	X	Y	Lambda=
0.3030					

121.51	57.46
122.91	56.57
123.64	56.10
124.16	55.77
124.63	55.48
125.05	55.21
125.47	54.95
125.89	54.68
126.31	54.41
126.74	54.14
127.15	53.89
127.56	53.64
127.97	53.40
128.38	53.16
128.80	52.92
129.23	52.68
129.69	52.43
130.20	52.17
130.61	51.97
130.98	51.83
131.32	51.73
131.70	51.65
132.03	51.61
132.40	51.60
132.81	51.63
133.33	51.69
133.79	51.75
134.22	51.81
134.63	51.88
135.04	51.95
135.44	52.03
135.85	52.12
136.27	52.22
136.72	52.33
137.14	52.44
137.55	52.55
137.96	52.67
138.37	52.79
138.78	52.92
139.19	53.06

139.61	53.20
140.06	53.36
140.48	53.52
140.89	53.68
141.29	53.84
141.70	54.02
142.11	54.20
142.52	54.39
142.94	54.59
143.38	54.81
143.80	55.02
144.21	55.24
144.62	55.45
145.04	55.68
145.44	55.91
145.85	56.15
146.27	56.39
146.70	56.65
147.12	56.91
147.54	57.16
147.95	57.42
148.37	57.67
148.78	57.93
149.20	58.19
149.61	58.46
150.03	58.72
150.45	58.99
150.87	59.26
151.28	59.53
151.70	59.80
151.70	61.72

Fattore di sicurezza (FS)      1.1865   - N.7 --      X      Y      Lambda=  
0.2973

122.22	57.52
123.65	56.64
124.39	56.18
124.92	55.85
125.39	55.56
125.82	55.30
126.24	55.03
126.67	54.77
127.11	54.50
127.55	54.22
127.97	53.97
128.38	53.74
128.78	53.52
129.20	53.30
129.61	53.10
130.04	52.90
130.50	52.69
131.01	52.47
131.44	52.32

131.82	52.20
132.17	52.11
132.57	52.05
132.92	52.03
133.29	52.03
133.70	52.05
134.20	52.11
134.66	52.16
135.11	52.22
135.54	52.27
135.96	52.31
136.40	52.36
136.83	52.41
137.29	52.47
137.77	52.52
138.18	52.58
138.57	52.67
138.93	52.77
139.33	52.90
139.70	53.04
140.10	53.22
140.51	53.43
140.99	53.70
141.45	53.95
141.88	54.19
142.31	54.44
142.73	54.68
143.14	54.93
143.56	55.18
143.98	55.43
144.41	55.69
144.84	55.96
145.26	56.22
145.69	56.48
146.11	56.74
146.54	57.00
146.97	57.26
147.41	57.53
147.85	57.80
148.27	58.07
148.68	58.35
149.07	58.64
149.49	58.95
149.93	59.32
150.45	59.75
150.45	61.66

Fattore di sicurezza (FS)	1.1866	- N.8 --	X	Y	Lambda=
0.2946					

121.57	57.46
123.08	56.47
123.87	55.96
124.44	55.59

124.94	55.26
125.39	54.97
125.86	54.67
126.33	54.36
126.83	54.03
127.37	53.69
127.80	53.43
128.20	53.22
128.57	53.07
128.98	52.93
129.34	52.85
129.74	52.79
130.18	52.77
130.73	52.77
131.23	52.77
131.70	52.77
132.15	52.78
132.60	52.80
133.05	52.81
133.51	52.84
133.98	52.86
134.49	52.89
134.93	52.94
135.36	53.00
135.76	53.07
136.20	53.17
136.60	53.28
137.02	53.42
137.46	53.58
137.96	53.77
138.44	53.96
138.90	54.15
139.36	54.33
139.81	54.51
140.27	54.69
140.73	54.87
141.20	55.06
141.68	55.25
142.12	55.44
142.55	55.64
142.97	55.86
143.40	56.10
143.82	56.35
144.26	56.63
144.71	56.94
145.21	57.30
145.68	57.64
146.13	57.99
146.57	58.33
147.01	58.69
147.50	59.10
148.06	59.58
148.35	59.84
148.35	61.57



Fattore di sicurezza (FS)    1.1871   - N.9   --    X            Y            Lambda=  
0.2990

123.27	57.62
124.76	56.70
125.53	56.22
126.08	55.88
126.58	55.57
127.02	55.30
127.47	55.02
127.92	54.74
128.38	54.46
128.86	54.17
129.29	53.91
129.71	53.68
130.12	53.47
130.55	53.26
130.97	53.07
131.41	52.89
131.88	52.72
132.42	52.53
132.87	52.40
133.28	52.29
133.66	52.22
134.08	52.17
134.46	52.15
134.88	52.15
135.34	52.17
135.90	52.23
136.36	52.29
136.79	52.36
137.19	52.45
137.62	52.57
138.01	52.70
138.43	52.85
138.87	53.04
139.37	53.26
139.83	53.48
140.28	53.69
140.72	53.91
141.16	54.13
141.59	54.35
142.03	54.57
142.47	54.81
142.92	55.05
143.37	55.30
143.81	55.54
144.26	55.78
144.70	56.03
145.14	56.27
145.58	56.51
146.02	56.75
146.46	56.99

146.90	57.23
147.35	57.47
147.79	57.71
148.23	57.95
148.67	58.20
149.12	58.44
149.56	58.68
150.01	58.92
150.45	59.17
150.89	59.41
151.32	59.66
151.64	59.84
151.64	61.71

Fattore di sicurezza (FS)	1.1900	- N.10 --	X	Y	Lambda=
0.3076					

125.58	57.84
126.77	57.26
127.39	56.96
127.83	56.75
128.23	56.55
128.58	56.38
128.94	56.21
129.29	56.04
129.65	55.87
130.00	55.70
130.35	55.53
130.71	55.36
131.06	55.19
131.41	55.02
131.78	54.84
132.15	54.66
132.54	54.47
132.94	54.27
133.29	54.12
133.61	54.01
133.90	53.92
134.23	53.85
134.53	53.81
134.85	53.78
135.20	53.78
135.63	53.81
136.01	53.83
136.37	53.86
136.72	53.89
137.07	53.93
137.41	53.98
137.77	54.03
138.15	54.10
138.57	54.17
138.92	54.26
139.25	54.35
139.55	54.46

139.89	54.60
140.20	54.74
140.53	54.92
140.87	55.13
141.27	55.38
141.65	55.63
142.01	55.87
142.38	56.10
142.73	56.33
143.08	56.56
143.44	56.78
143.79	57.01
144.14	57.24
144.50	57.47
144.85	57.70
145.21	57.92
145.56	58.15
145.91	58.38
146.27	58.61
146.62	58.84
146.97	59.06
147.33	59.29
147.68	59.52
147.95	59.70
147.95	61.56

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR  $F_s$  \*

# Analisi Deficit in riferimento a  $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	$F_s$	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.175	1019.6	867.9	-21.8	Deficit
2	1.180	825.8	699.7	-13.8	Deficit
3	1.183	855.5	723.2	-12.3	Deficit
4	1.183	1082.2	914.7	-15.5	Deficit
5	1.185	1054.1	889.8	-13.7	Deficit
6	1.185	1174.9	991.3	-14.7	Deficit
7	1.187	1084.1	913.7	-12.3	Deficit
8	1.187	939.8	792.0	-10.6	Deficit
9	1.187	1087.5	916.0	-11.8	Deficit
10	1.190	761.8	640.2	-6.4	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -21.8

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

phi'	X	dx	alpha	W	ru	U
(°)	(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)
22.00	123.562 10.00	0.297	-33.88	0.67	0.51	1.12
22.00	123.859 10.00	0.297	-33.88	2.02	0.51	3.35
22.00	124.156 10.00	0.034	-33.88	0.32	0.51	5.47
22.00	124.190 10.00	0.297	-33.88	3.52	0.51	5.68
22.00	124.487 10.00	0.153	-33.88	2.34	0.51	7.88
22.00	124.640 10.00	0.297	-33.88	5.56	0.51	8.90
22.00	124.937 10.00	0.005	-33.88	0.11	0.51	10.94
22.00	124.942 10.00	0.297	-33.88	6.93	0.51	10.98
22.00	125.239 10.00	0.297	-33.88	8.28	0.51	13.05
22.00	125.536 10.00	0.125	-33.88	3.89	0.51	15.28
22.00	125.661 10.00	0.297	-33.88	10.19	0.51	16.29
22.00	125.958 10.00	0.216	-33.88	8.24	0.51	18.76
22.00	126.174 10.00	0.297	-33.88	12.52	0.51	20.47
22.00	126.471 10.00	0.166	-33.88	7.58	0.51	22.84
22.00	126.637 10.00	0.297	-33.88	14.62	0.51	24.18
22.00	126.934 10.00	0.112	-33.88	5.85	0.51	26.34
22.00	127.046 10.00	0.254	-33.88	13.99	0.51	27.18
22.00	127.300 10.00	0.164	-33.88	9.54	0.51	29.00
22.00	127.464 10.00	0.297	-33.88	18.37	0.51	30.23
22.00	127.761 10.00	0.125	-33.88	8.12	0.51	32.34
22.00	127.885 10.00	0.297	-33.88	20.28	0.51	33.29
22.00	128.183 10.00	0.137	-33.88	9.82	0.51	35.49

	128.320	0.297	-33.88	22.25	0.51	36.66
22.00	10.00					
	128.617	0.151	-33.88	11.79	0.51	38.97
22.00	10.00					
	128.767	0.297	-32.30	24.25	0.51	40.13
22.00	10.00					
	129.065	0.105	-32.30	8.85	0.51	42.21
22.00	10.00					
	129.169	0.297	-30.36	25.94	0.51	42.87
22.00	10.00					
	129.466	0.090	-30.36	8.06	0.51	44.68
22.00	10.00					
	129.556	0.297	-28.11	27.45	0.51	45.20
22.00	10.00					
	129.853	0.073	-28.11	6.88	0.51	46.76
22.00	10.00					
	129.926	0.019	-25.80	1.83	0.51	47.13
22.00	10.00					
	129.945	0.297	-25.80	28.85	0.51	47.23
22.00	10.00					
	130.242	0.079	-25.80	7.80	0.51	48.62
22.00	10.00					
	130.321	0.297	-23.29	30.09	0.51	49.00
22.00	10.00					
	130.618	0.076	-23.29	7.81	0.51	50.35
22.00	10.00					
	130.693	0.297	-20.72	31.20	0.51	50.70
22.00	10.00					
	130.991	0.100	-20.72	10.74	0.51	52.13
22.00	10.00					
	131.091	0.297	-18.36	32.27	0.51	52.58
22.00	10.00					
	131.388	0.128	-18.36	14.14	0.51	53.97
22.00	10.00					
	131.516	0.297	-16.44	33.32	0.51	54.58
22.00	10.00					
	131.813	0.202	-16.44	23.04	0.51	55.95
22.00	10.00					
	132.015	0.297	-14.68	34.44	0.51	56.88
22.00	10.00					
	132.312	0.128	-14.68	14.99	0.51	58.07
22.00	10.00					
	132.440	0.150	-12.41	17.75	0.51	58.56
22.00	10.00					
	132.590	0.245	-12.41	29.41	0.51	59.08
22.00	10.00					
	132.835	0.297	-9.77	36.31	0.51	59.98
22.00	10.00					
	133.132	0.073	-9.77	8.97	0.51	61.00
22.00	10.00					
	133.205	0.297	-7.06	37.14	0.51	61.25
22.00	10.00					
	133.502	0.096	-7.06	12.18	0.51	62.17
22.00	10.00					

	133.598	0.082	-4.29	10.36	0.51	62.48
22.00	10.00					
	133.680	0.289	-4.29	37.03	0.51	62.72
22.00	10.00					
	133.969	0.297	-1.55	38.55	0.51	63.62
22.00	10.00					
	134.266	0.102	-1.55	13.30	0.51	64.74
22.00	10.00					
	134.368	0.297	0.86	39.12	0.51	65.11
22.00	10.00					
	134.665	0.105	0.86	13.92	0.51	66.33
22.00	10.00					
	134.770	0.030	0.86	4.05	0.51	66.81
22.00	10.00					
	134.800	0.297	2.71	39.99	0.51	66.96
22.00	10.00					
	135.098	0.219	2.71	30.08	0.51	68.50
22.00	10.00					
	135.317	0.297	5.03	41.53	0.51	69.64
22.00	10.00					
	135.614	0.046	5.03	6.53	0.51	71.09
22.00	10.00					
	135.660	0.080	5.03	11.32	0.51	71.31
22.00	10.00					
	135.740	0.175	8.12	25.35	0.51	71.70
22.00	10.00					
	135.915	0.213	8.12	31.49	0.51	72.59
22.00	10.00					
	136.128	0.042	11.70	6.27	0.51	73.72
22.00	10.00					
	136.170	0.205	11.70	31.21	0.51	73.92
22.00	10.00					
	136.375	0.110	11.70	17.04	0.51	74.89
22.00	10.00					
	136.485	0.095	15.20	15.01	0.51	75.39
22.00	10.00					
	136.580	0.293	15.20	46.58	0.51	75.77
22.00	10.00					
	136.873	0.262	18.47	41.79	0.51	76.61
22.00	10.00					
	137.135	0.092	18.47	14.78	0.51	77.15
22.00	10.00					
	137.227	0.297	21.68	47.64	0.51	77.26
22.00	10.00					
	137.524	0.081	21.68	13.05	0.51	77.42
22.00	10.00					
	137.606	0.084	24.34	13.54	0.51	77.31
22.00	10.00					
	137.690	0.297	24.34	47.36	0.51	77.17
22.00	10.00					
	137.987	0.018	24.34	2.91	0.51	76.39
22.00	10.00					
	138.006	0.297	26.39	46.58	0.51	76.31
22.00	10.00					



	138.303	0.167	26.39	25.87	0.51	74.95
22.00	10.00					
	138.470	0.297	26.45	45.37	0.51	74.22
22.00	10.00					
	138.767	0.146	26.45	21.96	0.50	72.92
22.00	10.00					
	138.912	0.297	26.51	44.21	0.49	72.28
22.00	10.00					
	139.210	0.128	26.51	18.86	0.48	71.12
22.00	10.00					
	139.338	0.297	26.58	43.10	0.47	70.63
22.00	10.00					
	139.635	0.121	26.58	17.36	0.46	69.91
22.00	10.00					
	139.756	0.244	26.65	34.51	0.45	69.68
22.00	10.00					
	140.000	0.165	26.65	31.56	0.43	69.66
22.00	10.00					
	140.165	0.297	26.71	56.26	0.42	69.35
22.00	10.00					
	140.462	0.113	26.71	21.24	0.40	68.52
22.00	10.00					
	140.575	0.297	26.77	55.18	0.39	68.08
22.00	10.00					
	140.872	0.112	26.77	20.68	0.38	66.81
22.00	10.00					
	140.985	0.297	26.84	54.09	0.37	66.24
22.00	10.00					
	141.282	0.114	26.84	20.47	0.37	64.67
22.00	10.00					
	141.395	0.297	26.90	52.99	0.36	63.99
22.00	10.00					
	141.693	0.112	26.90	19.80	0.36	62.13
22.00	10.00					
	141.805	0.297	26.95	51.90	0.36	61.38
22.00	10.00					
	142.102	0.114	26.95	19.66	0.36	59.73
22.00	10.00					
	142.216	0.297	27.01	50.80	0.35	59.08
22.00	10.00					
	142.513	0.113	27.01	19.05	0.35	57.64
22.00	10.00					
	142.625	0.297	27.06	49.69	0.35	57.07
22.00	10.00					
	142.922	0.114	27.06	18.77	0.35	55.73
22.00	10.00					
	143.036	0.297	27.11	48.59	0.35	55.19
22.00	10.00					
	143.333	0.112	27.11	18.04	0.35	53.88
22.00	10.00					
	143.445	0.297	27.16	47.48	0.34	53.35
22.00	10.00					
	143.742	0.113	27.16	17.90	0.34	52.04
22.00	10.00					

	143.855	0.297	27.22	46.37	0.34	51.45
22.00	10.00					
	144.152	0.112	27.22	17.32	0.34	50.06
22.00	10.00					
	144.264	0.297	27.27	45.26	0.34	49.50
22.00	10.00					
	144.562	0.113	27.27	17.01	0.33	48.15
22.00	10.00					
	144.675	0.297	27.32	44.14	0.33	47.61
22.00	10.00					
	144.972	0.111	27.32	16.27	0.33	46.32
22.00	10.00					
	145.083	0.297	27.32	43.03	0.33	45.82
22.00	10.00					
	145.380	0.114	27.32	16.29	0.32	44.62
22.00	10.00					
	145.494	0.056	27.32	8.00	0.32	44.13
22.00	10.00					
	145.550	0.297	27.32	41.76	0.32	43.89
22.00	10.00					
	145.847	0.057	27.32	7.90	0.32	42.70
22.00	10.00					
	145.904	0.297	27.32	40.79	0.32	42.45
22.00	10.00					
	146.201	0.114	27.32	15.50	0.31	41.22
22.00	10.00					
	146.316	0.254	27.32	34.02	0.31	40.68
22.00	10.00					
	146.570	0.155	27.32	20.37	0.31	39.57
22.00	10.00					
	146.725	0.297	27.32	38.53	0.31	38.81
22.00	10.00					
	147.022	0.118	27.32	15.12	0.30	37.40
22.00	10.00					
	147.140	0.297	27.32	37.36	0.30	36.75
22.00	10.00					
	147.437	0.121	27.32	14.97	0.30	35.27
22.00	10.00					
	147.558	0.297	27.32	36.19	0.29	34.62
22.00	10.00					
	147.855	0.130	27.32	15.56	0.29	33.13
22.00	10.00					
	147.985	0.297	27.32	34.99	0.28	32.41
22.00	10.00					
	148.282	0.139	27.32	16.11	0.28	30.90
22.00	10.00					
	148.421	0.297	28.79	33.73	0.28	30.16
22.00	10.00					
	148.719	0.105	28.79	11.71	0.27	28.62
22.00	10.00					
	148.824	0.297	30.38	32.49	0.27	28.04
22.00	10.00					
	149.121	0.096	30.38	10.30	0.26	26.52
22.00	10.00					

149.217	0.297	32.03	31.19	0.26	25.97
22.00	10.00				
149.514	0.085	32.03	8.72	0.25	24.40
22.00	10.00				
149.599	0.297	33.60	29.83	0.25	23.92
22.00	10.00				
149.896	0.104	33.60	10.14	0.24	22.26
22.00	10.00				
149.999	0.297	35.58	28.31	0.23	21.61
22.00	10.00				
150.296	0.134	35.58	12.35	0.22	19.73
22.00	10.00				
150.430	0.297	37.11	26.56	0.21	18.89
22.00	10.00				

-----  
 -----  
 LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
 dx(m) : Larghezza concio  
 alpha(°) : Angolo pendenza base concio  
 W(kN/m) : Forza peso concio  
 ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale  
 U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio  
 phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio  
 c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

-----  
 -----

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

-----  
 -----  
 ---

X	ht	yt	yt'	E(x)
T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_srmFEM
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)
(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
123.562	0.000	57.649	-0.508	0.000000000E+000
0.000000000E+000	3.3646943317E-002		0.039	33.089 39.085
123.859	0.057	57.506	-0.508	4.5748794711E-001
9.8816450803E-004	3.0460159375E+000		0.039	33.089 39.085
124.156	0.097	57.347	-0.516	1.8099585988E+000
2.3122929026E-002	4.0024196106E+000		0.039	11.541 13.575
124.190	0.109	57.336	-0.444	1.9435536543E+000
2.6439546475E-002	4.1416745426E+000		0.039	10.531 12.343
124.487	0.173	57.200	-0.437	3.6998847407E+000
8.6792206949E-002	5.5806082772E+000		0.039	4.757 5.377
124.640	0.214	57.139	-0.409	4.5271064598E+000
1.2609521935E-001	5.5230928340E+000		0.039	3.757 4.191
124.937	0.291	57.016	-0.412	6.2331450259E+000
2.3218733279E-001	5.4569283178E+000		0.039	2.602 2.833
124.942	0.293	57.014	-0.404	6.2609701109E+000

2.3421829752E-001	5.4576395315E+000	0.039	2.589	2.817
125.239	0.372	56.894	-0.427	7.9795208141E+000
3.7900537649E-001	6.0679069615E+000	0.039	1.976	2.103
125.536	0.438	56.761	-0.446	9.8665521587E+000
5.4776362723E-001	6.3348385593E+000	0.039	1.597	1.663
125.661	0.467	56.706	-0.470	1.0657281129E+001
6.2769755411E-001	6.5164277214E+000	0.039	1.480	1.527
125.958	0.523	56.562	-0.472	1.2726535018E+001
8.7077947114E-001	6.7492607775E+000	0.046	1.254	1.267
126.174	0.569	56.464	-0.455	1.4147954024E+001
1.0695886056E+000	6.5355278904E+000	0.051	1.144	1.140
126.471	0.634	56.329	-0.453	1.6066201606E+001
1.4198866612E+000	6.4263372059E+000	0.061	1.041	1.021
126.637	0.670	56.254	-0.419	1.7129895720E+001
1.6625994122E+000	6.4575446285E+000	0.067	1.002	0.977
126.934	0.751	56.135	-0.396	1.9074013917E+001
2.1988564006E+000	8.5571295586E+000	0.081	0.968	0.938
127.046	0.783	56.092	-0.402	2.0116201626E+001
2.4646118106E+000	1.0570264703E+001	0.087	0.965	0.933
127.300	0.850	55.988	-0.390	2.3522854758E+001
3.2618351501E+000	1.5293956128E+001	0.105	0.972	0.940
127.464	0.901	55.929	-0.381	2.6221964610E+001
3.8577552538E+000	2.0243524629E+001	0.117	0.988	0.959
127.761	0.984	55.812	-0.390	3.4255368325E+001
5.4417451805E+000	3.3073518484E+001	0.145	1.050	1.028
127.885	1.019	55.764	-0.392	3.8699548246E+001
6.2632652202E+000	3.9230335284E+001	0.157	1.086	1.067
128.183	1.102	55.647	-0.404	5.2916579541E+001
8.7444537108E+000	6.2722548712E+001	0.188	1.209	1.205
128.320	1.136	55.589	-0.416	6.2461535637E+001
1.0307570294E+001	7.3227864837E+001	0.203	1.287	1.294
128.617	1.213	55.466	-0.406	8.6560257900E+001
1.4150581717E+001	8.7849582645E+001	0.232	1.509	1.541
128.767	1.255	55.407	-0.366	1.0030360586E+002
1.6331233044E+001	9.1074180940E+001	0.245	1.642	1.690
129.065	1.338	55.303	-0.347	1.2725051849E+002
2.0615230354E+001	9.3212258315E+001	0.265	1.930	2.010
129.169	1.369	55.268	-0.310	1.3710343130E+002
2.2202720977E+001	9.3494178154E+001	0.272	2.041	2.131
129.466	1.454	55.178	-0.298	1.6437176212E+002
2.6663463318E+001	9.1984299349E+001	0.287	2.365	2.478
129.556	1.481	55.153	-0.257	1.7262455713E+002
2.8050637665E+001	9.0449697452E+001	0.292	2.464	2.579
129.853	1.565	55.079	-0.246	1.9792613935E+002
3.2406553734E+001	8.5198074389E+001	0.305	2.767	2.873
129.926	1.587	55.062	-0.235	2.0411920088E+002
3.3531685447E+001	8.3806103160E+001	0.308	2.834	2.931
129.945	1.592	55.057	-0.213	2.0572245495E+002
3.3825006082E+001	8.3200163748E+001	0.309	2.852	2.946
130.242	1.673	54.995	-0.211	2.2935942049E+002
3.8287857887E+001	8.0626733152E+001	0.322	3.085	3.116
130.321	1.694	54.978	-0.196	2.3571668347E+002
3.9526788081E+001	8.0605098588E+001	0.325	3.140	3.149
130.618	1.765	54.921	-0.193	2.5932291667E+002

4.4379023335E+001	8.3654984548E+001	0.339	3.294	3.193
130.693	1.783 54.906	-0.189	2.6573695999E+002	
4.5770724508E+001	8.5246696401E+001	0.343	3.326	3.192
130.991	1.840 54.851	-0.187	2.9167201052E+002	
5.1907954999E+001	9.0451995041E+001	0.362	3.371	3.102
131.091	1.859 54.832	-0.174	3.0086677390E+002	
5.4215838779E+001	9.1107858944E+001	0.369	3.366	3.054
131.388	1.907 54.781	-0.169	3.2757292256E+002	
6.1395633694E+001	9.2560498036E+001	0.391	3.290	2.884
131.516	1.928 54.760	-0.145	3.3957143432E+002	
6.4801573074E+001	9.1701983087E+001	0.401	3.237	2.806
131.813	1.976 54.720	-0.128	3.6543064320E+002	
7.3038085809E+001	8.7308910895E+001	0.426	3.042	2.617
132.015	2.012 54.696	-0.101	3.8310005203E+002	
7.9236958577E+001	8.5236365105E+001	0.445	2.881	2.498
132.312	2.063 54.670	-0.081	4.0743762613E+002	
8.8632389511E+001	7.3881166691E+001	0.473	2.627	2.345
132.440	2.088 54.662	-0.056	4.1642858685E+002	
9.2301820515E+001	6.7769454929E+001	0.484	2.526	2.295
132.590	2.114 54.654	-0.038	4.2612482278E+002	
9.6346867741E+001	6.4870902911E+001	0.495	2.419	2.244
132.835	2.160 54.647	-0.018	4.4212794226E+002	
1.0328988592E+002	6.1655211796E+001	0.514	2.247	2.173
133.132	2.209 54.645	-0.001	4.5915588994E+002	
1.1100187768E+002	5.7897273193E+001	0.534	2.076	2.109
133.205	2.223 54.646	0.032	4.6336622016E+002	
1.1296266479E+002	5.6410852039E+001	0.539	2.036	2.097
133.502	2.270 54.656	0.037	4.7814385500E+002	
1.1995970169E+002	4.4785660841E+001	0.557	1.904	2.061
133.598	2.287 54.661	0.054	4.8230514869E+002	
1.2194075461E+002	4.3731950290E+001	0.561	1.870	2.053
133.680	2.298 54.666	0.073	4.8591113282E+002	
1.2366058213E+002	4.3300043186E+001	0.566	1.842	2.047
133.969	2.342 54.688	0.108	4.9750479718E+002	
1.2921594012E+002	3.9295889283E+001	0.579	1.764	2.033
134.266	2.391 54.729	0.144	5.0893077214E+002	
1.3501266568E+002	3.2693291561E+001	0.592	1.714	2.023
134.368	2.410 54.745	0.189	5.1205511883E+002	
1.3668045317E+002	3.0336388742E+001	0.596	1.704	2.021
134.665	2.464 54.804	0.210	5.2073527702E+002	
1.4155738235E+002	2.7739580581E+001	0.608	1.683	2.010
134.770	2.488 54.830	0.244	5.2359451053E+002	
1.4326071044E+002	2.7024587695E+001	0.612	1.676	2.004
134.800	2.496 54.837	0.302	5.2441649268E+002	
1.4376122876E+002	2.6455159771E+001	0.613	1.675	2.001
135.098	2.573 54.928	0.313	5.3078940791E+002	
1.4814361620E+002	1.8964903685E+001	0.623	1.663	1.968
135.317	2.633 54.999	0.320	5.3454390906E+002	
1.5101912626E+002	1.4073143316E+001	0.629	1.654	1.936
135.614	2.701 55.094	0.324	5.3749320524E+002	
1.5398930747E+002	7.5974245736E+000	0.635	1.637	1.885
135.660	2.714 55.110	0.345	5.3782719217E+002	
1.5442149182E+002	6.5266140815E+000	0.636	1.632	1.875
135.740	2.734 55.137	0.359	5.3824914485E+002	

1.5507604888E+002	4.9850448863E+000	0.637	1.623	1.858
135.915	2.773 55.202	0.400	5.3899994127E+002	
1.5652053008E+002	1.7648568113E+000	0.639	1.602	1.816
136.128	2.834 55.293	0.427	5.3872524255E+002	
1.5798064527E+002	-3.3882236583E+000	0.641	1.561	1.754
136.170	2.843 55.311	0.447	5.3856609886E+002	
1.5821794222E+002	-4.1724511615E+000	0.642	1.553	1.741
136.375	2.893 55.403	0.458	5.3733761381E+002	
1.5928572302E+002	-9.4162918339E+000	0.643	1.508	1.678
136.485	2.922 55.455	0.440	5.3610439166E+002	
1.5964573996E+002	-1.2139155491E+001	0.643	1.481	1.643
136.580	2.934 55.493	0.435	5.3487290972E+002	
1.5978748386E+002	-1.4115726679E+001	0.643	1.458	1.616
136.873	2.985 55.624	0.446	5.2964982892E+002	
1.5982722961E+002	-2.0404773234E+001	0.647	1.383	1.529
137.135	3.015 55.740	0.451	5.2370316791E+002	
1.5932265923E+002	-2.5854100672E+001	0.649	1.318	1.458
137.227	3.026 55.783	0.436	5.2121476943E+002	
1.5899737293E+002	-2.7778585864E+001	0.650	1.295	1.433
137.524	3.035 55.910	0.420	5.1217803010E+002	
1.5731670465E+002	-3.2657070343E+001	0.651	1.232	1.368
137.606	3.035 55.942	0.381	5.0947367044E+002	
1.5670548947E+002	-3.3825969888E+001	0.651	1.217	1.354
137.690	3.028 55.973	0.361	5.0657320073E+002	
1.5599210516E+002	-3.5034469969E+001	0.651	1.202	1.340
137.987	3.000 56.080	0.359	4.9550269003E+002	
1.5305377621E+002	-4.0111083480E+001	0.652	1.158	1.296
138.006	2.998 56.086	0.337	4.9476092694E+002	
1.5284802510E+002	-4.0339931812E+001	0.652	1.155	1.293
138.303	2.951 56.186	0.334	4.8252527071E+002	
1.4933059705E+002	-4.2160181152E+001	0.652	1.122	1.255
138.470	2.923 56.241	0.350	4.7538694141E+002	
1.4727241308E+002	-4.4261610802E+001	0.652	1.105	1.233
138.767	2.883 56.349	0.369	4.6141711044E+002	
1.4338909744E+002	-4.8815419787E+001	0.652	1.073	1.186
138.912	2.866 56.405	0.392	4.5418031588E+002	
1.4149549036E+002	-5.0039853578E+001	0.652	1.058	1.161
139.210	2.836 56.523	0.400	4.3910450823E+002	
1.3784129647E+002	-5.1152644995E+001	0.654	1.026	1.103
139.338	2.824 56.575	0.397	4.3251604063E+002	
1.3639493875E+002	-5.0445842740E+001	0.656	1.012	1.077
139.635	2.792 56.692	0.391	4.1813629194E+002	
1.3355295492E+002	-4.7584713801E+001	0.662	0.981	1.017
139.756	2.778 56.738	0.385	4.1240867852E+002	
1.3250893261E+002	-4.7188413567E+001	0.665	0.970	0.995
140.000	2.750 56.832	0.385	4.0093789082E+002	
1.3049669682E+002	-4.7850399871E+001	0.671	0.948	0.953
140.165	2.731 56.896	0.384	3.9295959222E+002	
1.2905158700E+002	-4.8560912967E+001	0.675	0.935	0.928
140.462	2.695 57.009	0.381	3.7843778435E+002	
1.2625398908E+002	-4.9926212855E+001	0.682	0.915	0.888
140.575	2.681 57.052	0.368	3.7273840260E+002	
1.2501762250E+002	-5.0084564250E+001	0.684	0.909	0.876
140.872	2.639 57.160	0.363	3.5804612480E+002	

1.2150519066E+002	-5.0431104651E+001	0.688	0.896	0.850
140.985	2.623 57.201	0.345	3.5233364707E+002	
1.1996392386E+002	-5.0376110106E+001	0.688	0.892	0.843
141.282	2.573 57.302	0.340	3.3770087873E+002	
1.1560648121E+002	-5.0386131076E+001	0.687	0.885	0.829
141.395	2.554 57.340	0.322	3.3192875245E+002	
1.1372477053E+002	-5.0040665233E+001	0.686	0.884	0.825
141.693	2.497 57.434	0.312	3.1766710529E+002	
1.0866829651E+002	-4.7669976697E+001	0.680	0.882	0.821
141.805	2.474 57.468	0.300	3.1233491033E+002	
1.0664355446E+002	-4.7239642533E+001	0.677	0.882	0.820
142.102	2.412 57.556	0.300	2.9853981475E+002	
1.0118330160E+002	-4.7511333701E+001	0.666	0.884	0.821
142.216	2.389 57.591	0.294	2.9308722617E+002	
9.8971024236E+001	-4.7101682958E+001	0.662	0.885	0.822
142.513	2.323 57.677	0.293	2.7973165998E+002	
9.3422734170E+001	-4.6031393068E+001	0.649	0.889	0.825
142.625	2.300 57.711	0.291	2.7450051687E+002	
9.1234317058E+001	-4.5647852641E+001	0.644	0.890	0.827
142.922	2.233 57.797	0.291	2.6155945594E+002	
8.5790446008E+001	-4.4598156921E+001	0.630	0.895	0.831
143.036	2.210 57.831	0.292	2.5645192755E+002	
8.3648496392E+001	-4.4234963819E+001	0.625	0.896	0.833
143.333	2.143 57.916	0.293	2.4390120241E+002	
7.8411801377E+001	-4.3321559307E+001	0.610	0.901	0.837
143.445	2.120 57.950	0.295	2.3902155809E+002	
7.6392535351E+001	-4.2981670338E+001	0.604	0.903	0.839
143.742	2.054 58.037	0.296	2.2684066209E+002	
7.1400541750E+001	-4.1987987893E+001	0.589	0.908	0.843
143.855	2.031 58.072	0.316	2.2203913576E+002	
6.9455138303E+001	-4.2484158586E+001	0.583	0.910	0.844
144.152	1.973 58.166	0.321	2.0932439262E+002	
6.4387892341E+001	-4.3153148186E+001	0.566	0.915	0.848
144.264	1.952 58.203	0.317	2.0446353127E+002	
6.2483187238E+001	-4.2478911350E+001	0.560	0.917	0.849
144.562	1.892 58.296	0.315	1.9247911292E+002	
5.7873830624E+001	-4.0363383547E+001	0.544	0.923	0.853
144.675	1.869 58.333	0.308	1.8791411790E+002	
5.6154816584E+001	-3.9587073812E+001	0.538	0.925	0.855
144.972	1.806 58.423	0.304	1.7676638229E+002	
5.2055468583E+001	-3.7078826782E+001	0.523	0.931	0.859
145.083	1.783 58.457	0.290	1.7267194059E+002	
5.0581522885E+001	-3.6052026763E+001	0.517	0.933	0.861
145.380	1.714 58.541	0.287	1.6264639789E+002	
4.7060173837E+001	-3.3706551756E+001	0.505	0.939	0.864
145.494	1.688 58.574	0.291	1.5880781531E+002	
4.5736605903E+001	-3.3365860067E+001	0.500	0.941	0.866
145.550	1.676 58.591	0.283	1.5693923325E+002	
4.5100963547E+001	-3.2954640492E+001	0.498	0.942	0.866
145.847	1.606 58.674	0.283	1.4754062804E+002	
4.1946233006E+001	-3.1934934966E+001	0.486	0.948	0.869
145.904	1.593 58.691	0.292	1.4572105865E+002	
4.1341758242E+001	-3.1918456462E+001	0.484	0.948	0.870
146.201	1.526 58.778	0.296	1.3635292393E+002	



3.8252426619E+001	-3.2268918682E+001	0.472	0.953	0.872
146.316	1.502	58.813	0.308	1.3262609763E+002
3.7026458152E+001	-3.2344410966E+001	0.467	0.955	0.872
146.570	1.449	58.891	0.315	1.2451450433E+002
3.4363863038E+001	-3.2655289863E+001	0.455	0.959	0.871
146.725	1.420	58.942	0.330	1.1939505714E+002
3.2681767420E+001	-3.3036388733E+001	0.446	0.960	0.870
147.022	1.365	59.040	0.337	1.0963088367E+002
2.9470666005E+001	-3.3503000548E+001	0.429	0.962	0.866
147.140	1.345	59.082	0.335	1.0563452232E+002
2.8159517879E+001	-3.2940153046E+001	0.421	0.963	0.864
147.437	1.290	59.180	0.337	9.6457241836E+001
2.5163010418E+001	-3.1910213631E+001	0.402	0.960	0.856
147.558	1.270	59.223	0.339	9.2548668938E+001
2.3901585506E+001	-3.1470548158E+001	0.394	0.958	0.852
147.855	1.215	59.321	0.341	8.3822984763E+001
2.1132154161E+001	-3.0404035947E+001	0.373	0.949	0.843
147.985	1.195	59.368	0.346	7.9814196686E+001
1.9893958928E+001	-3.0119136812E+001	0.364	0.943	0.838
148.282	1.142	59.469	0.347	7.1366726748E+001
1.7350402388E+001	-2.9115923160E+001	0.342	0.927	0.829
148.421	1.121	59.520	0.355	6.7267604327E+001
1.6164869151E+001	-2.8995558831E+001	0.332	0.918	0.825
148.719	1.062	59.624	0.357	5.8932190639E+001
1.3825757013E+001	-2.8723472127E+001	0.309	0.898	0.819
148.824	1.043	59.663	0.359	5.5890949718E+001
1.3007575942E+001	-2.8530434698E+001	0.301	0.891	0.817
149.121	0.974	59.768	0.348	4.7775141800E+001
1.0869571175E+001	-2.5851104177E+001	0.278	0.869	0.811
149.217	0.950	59.800	0.362	4.5336539052E+001
1.0232560457E+001	-2.6065606842E+001	0.270	0.860	0.810
149.514	0.875	59.911	0.370	3.6959965120E+001
8.1373447806E+000	-2.7026321228E+001	0.242	0.839	0.810
149.599	0.852	59.941	0.393	3.4695467396E+001
7.5971237173E+000	-2.7287005213E+001	0.234	0.832	0.811
149.896	0.774	60.061	0.407	2.5970205793E+001
5.5753610230E+000	-2.9790284658E+001	0.200	0.819	0.821
149.999	0.749	60.104	0.444	2.2871597578E+001
4.8690037764E+000	-3.0358438024E+001	0.185	0.814	0.828
150.296	0.671	60.239	0.417	1.3492999373E+001
2.7929756421E+000	-2.5640500379E+001	0.130	0.828	0.855
150.430	0.620	60.284	0.417	1.0421955684E+001
2.1823539988E+000	-2.6730238705E+001	0.111	0.811	0.868

-----  
 -----  
 ---

#### LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
 ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio  
 yt(m) : coordinata Y linea di trust  
 yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust  
 E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio  
 T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio

E' (kN) : derivata Forza normale interconcio  
 Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio  
 ZhU et al.(2003)  
 FS\_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM  
 FS\_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM  
 Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF
TauStrength (m) (kPa)	TauS (m) (kN/m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)
123.562	0.297	0.358	-33.885	-0.946	-0.339
10.211	3.654				
123.859	0.297	0.358	-33.885	-2.839	-1.016
10.687	3.825				
124.156	0.034	0.041	-33.885	-3.893	-0.159
10.582	0.432				
124.190	0.297	0.358	-33.885	-4.947	-1.771
11.320	4.051				
124.487	0.153	0.184	-33.885	-6.381	-1.175
11.475	2.113				
124.640	0.297	0.358	-33.885	-7.814	-2.797
12.143	4.346				
124.937	0.005	0.006	-33.885	-8.777	-0.054
12.021	0.074				
124.942	0.297	0.358	-33.885	-9.739	-3.485
12.751	4.563				
125.239	0.297	0.358	-33.885	-11.632	-4.163
13.299	4.759				
125.536	0.125	0.151	-33.885	-12.976	-1.953
13.392	2.016				
125.661	0.297	0.358	-33.885	-14.320	-5.125
14.069	5.035				
125.958	0.216	0.260	-33.885	-15.953	-4.143
14.294	3.712				
126.174	0.297	0.358	-33.885	-17.586	-6.294
14.951	5.351				
126.471	0.166	0.200	-33.885	-19.061	-3.810
15.254	3.049				
126.637	0.297	0.358	-33.885	-20.536	-7.350
16.022	5.734				
126.934	0.112	0.135	-33.885	-21.839	-2.943
16.526	2.227				
127.046	0.254	0.306	-33.885	-23.004	-7.035
17.628	5.391				
127.300	0.164	0.197	-33.885	-24.334	-4.794
18.234	3.592				
127.464	0.297	0.358	-33.885	-25.802	-9.234

20.148	7.211					
127.761	0.125	0.150	-33.885	-27.147	-4.081	
21.259	3.196					
127.885	0.297	0.358	-33.885	-28.491	-10.197	
23.268	8.327					
128.183	0.137	0.165	-33.885	-29.875	-4.936	
25.845	4.270					
128.320	0.297	0.358	-33.885	-31.260	-11.187	
27.603	9.879					
128.617	0.151	0.181	-33.885	-32.686	-5.929	
28.935	5.249					
128.767	0.297	0.351	-32.297	-33.015	-11.604	
30.145	10.595					
129.065	0.105	0.124	-32.297	-34.192	-4.235	
30.788	3.814					
129.169	0.297	0.344	-30.357	-33.783	-11.632	
32.169	11.076					
129.466	0.090	0.104	-30.357	-34.798	-3.616	
32.629	3.390					
129.556	0.297	0.337	-28.107	-33.652	-11.335	
33.573	11.308					
129.853	0.073	0.082	-28.107	-34.496	-2.842	
34.355	2.831					
129.926	0.019	0.021	-25.795	-32.233	-0.688	
35.185	0.751					
129.945	0.297	0.330	-25.795	-32.849	-10.840	
35.569	11.737					
130.242	0.079	0.087	-25.795	-33.581	-2.931	
36.329	3.170					
130.321	0.297	0.323	-23.295	-31.146	-10.075	
38.239	12.369					
130.618	0.076	0.082	-23.295	-31.746	-2.617	
39.951	3.293					
130.693	0.297	0.318	-20.717	-28.685	-9.111	
42.898	13.626					
130.991	0.100	0.107	-20.717	-29.197	-3.136	
44.716	4.803					
131.091	0.297	0.313	-18.358	-26.014	-8.143	
46.441	14.538					
131.388	0.128	0.135	-18.358	-26.447	-3.568	
48.294	6.515					
131.516	0.297	0.310	-16.438	-23.627	-7.319	
49.581	15.358					
131.813	0.202	0.211	-16.438	-24.036	-5.061	
51.816	10.910					
132.015	0.297	0.307	-14.678	-21.253	-6.527	
52.666	16.175					
132.312	0.128	0.132	-14.678	-21.530	-2.841	
50.847	6.710					
132.440	0.150	0.154	-12.407	-17.383	-2.670	
49.651	7.625					
132.590	0.245	0.251	-12.407	-17.613	-4.424	
50.898	12.784					
132.835	0.297	0.301	-9.768	-12.599	-3.798	

49.547	14.937					
133.132	0.073	0.074	-9.768	-12.752	-0.939	
50.355	3.707					
133.205	0.297	0.299	-7.061	-7.126	-2.133	
48.155	14.416					
133.502	0.096	0.097	-7.061	-7.205	-0.700	
46.720	4.537					
133.598	0.082	0.082	-4.290	-1.139	-0.093	
46.348	3.792					
133.680	0.289	0.290	-4.290	-1.149	-0.333	
45.794	13.273					
133.969	0.297	0.297	-1.546	5.059	1.504	
45.268	13.454					
134.266	0.102	0.102	-1.546	5.099	0.519	
43.873	4.464					
134.368	0.297	0.297	0.855	10.654	3.166	
43.171	12.828					
134.665	0.105	0.105	0.855	10.723	1.127	
42.945	4.512					
134.770	0.030	0.030	0.855	10.755	0.328	
42.988	1.310					
134.800	0.297	0.297	2.708	15.217	4.526	
42.167	12.542					
135.098	0.219	0.219	2.708	15.516	3.404	
42.045	9.225					
135.317	0.297	0.298	5.033	21.371	6.374	
40.562	12.098					
135.614	0.046	0.046	5.033	21.619	1.002	
40.430	1.873					
135.660	0.080	0.080	5.033	21.761	1.737	
40.373	3.224					
135.740	0.175	0.177	8.124	29.562	5.240	
39.616	7.022					
135.915	0.213	0.215	8.124	30.226	6.507	
40.207	8.656					
136.128	0.042	0.043	11.702	39.243	1.678	
38.346	1.640					
136.170	0.205	0.209	11.702	39.870	8.347	
39.108	8.187					
136.375	0.110	0.112	11.702	40.701	4.557	
39.632	4.438					
136.485	0.095	0.099	15.201	49.508	4.892	
37.825	3.738					
136.580	0.293	0.304	15.201	49.956	15.182	
38.093	11.577					
136.873	0.262	0.276	18.472	57.464	15.857	
35.784	9.874					
137.135	0.092	0.097	18.472	57.612	5.607	
35.693	3.474					
137.227	0.297	0.320	21.682	64.188	20.522	
33.568	10.732					
137.524	0.081	0.087	21.682	64.267	5.622	
33.673	2.945					
137.606	0.084	0.093	24.341	69.103	6.394	

31.910	2.953					
137.690	0.297	0.326	24.341	68.598	22.369	
31.736	10.349					
137.987	0.018	0.020	24.341	68.062	1.375	
31.784	0.642					
138.006	0.297	0.332	26.387	70.727	23.457	
30.041	9.963					
138.303	0.167	0.187	26.387	69.809	13.025	
30.020	5.601					
138.470	0.297	0.332	26.447	68.977	22.889	
29.744	9.870					
138.767	0.146	0.163	26.447	68.098	11.076	
29.647	4.822					
138.912	0.297	0.332	26.511	67.309	22.348	
29.153	9.679					
139.210	0.128	0.143	26.511	66.460	9.533	
28.882	4.143					
139.338	0.297	0.332	26.577	65.700	21.826	
28.199	9.368					
139.635	0.121	0.136	26.577	64.862	8.791	
27.773	3.764					
139.756	0.244	0.273	26.645	64.221	17.514	
27.259	7.434					
140.000	0.165	0.184	26.645	86.824	16.018	
42.893	7.913					
140.165	0.297	0.333	26.710	86.008	28.606	
42.414	14.106					
140.462	0.113	0.127	26.710	85.178	10.799	
42.402	5.376					
140.575	0.297	0.333	26.774	84.459	28.106	
42.089	14.006					
140.872	0.112	0.126	26.774	83.626	10.533	
42.316	5.330					
140.985	0.297	0.333	26.838	82.902	27.604	
42.068	14.007					
141.282	0.114	0.127	26.838	82.064	10.446	
42.417	5.399					
141.395	0.297	0.333	26.902	81.331	27.096	
42.135	14.038					
141.693	0.112	0.126	26.902	80.492	10.123	
42.474	5.342					
141.805	0.297	0.333	26.955	79.737	26.577	
42.219	14.072					
142.102	0.114	0.128	26.955	78.892	10.070	
42.472	5.421					
142.216	0.297	0.333	27.007	78.129	26.053	
42.004	14.007					
142.513	0.113	0.126	27.007	77.282	9.771	
42.130	5.326					
142.625	0.297	0.334	27.060	76.516	25.528	
41.579	13.872					
142.922	0.114	0.127	27.060	75.665	9.645	
41.628	5.306					
143.036	0.297	0.334	27.112	74.892	24.998	

41.042	13.699					
143.333	0.112	0.125	27.112	74.042	9.283	
41.070	5.149					
143.445	0.297	0.334	27.165	73.268	24.467	
40.473	13.516					
143.742	0.113	0.127	27.165	72.411	9.224	
40.482	5.157					
143.855	0.297	0.334	27.217	71.628	23.930	
40.089	13.393					
144.152	0.112	0.126	27.217	70.770	8.936	
40.059	5.058					
144.264	0.297	0.334	27.269	69.984	23.392	
39.446	13.185					
144.562	0.113	0.127	27.269	69.121	8.793	
39.362	5.007					
144.675	0.297	0.334	27.322	68.329	22.850	
38.742	12.956					
144.972	0.111	0.125	27.322	67.468	8.423	
38.606	4.820					
145.083	0.297	0.334	27.322	66.607	22.274	
38.001	12.708					
145.380	0.114	0.128	27.322	65.739	8.430	
37.869	4.856					
145.494	0.056	0.063	27.322	65.380	4.141	
37.775	2.393					
145.550	0.297	0.334	27.322	64.634	21.614	
37.261	12.460					
145.847	0.057	0.064	27.322	63.887	4.090	
37.245	2.384					
145.904	0.297	0.334	27.322	63.140	21.115	
36.810	12.309					
146.201	0.114	0.129	27.322	62.272	8.024	
36.772	4.738					
146.316	0.254	0.286	27.322	61.493	17.611	
36.430	10.433					
146.570	0.155	0.174	27.322	60.620	10.545	
36.363	6.325					
146.725	0.297	0.334	27.322	59.638	19.943	
35.996	12.037					
147.022	0.118	0.133	27.322	58.734	7.826	
36.006	4.798					
147.140	0.297	0.334	27.322	57.830	19.339	
35.504	11.873					
147.437	0.121	0.136	27.322	56.921	7.747	
35.550	4.838					
147.558	0.297	0.334	27.322	56.012	18.731	
35.023	11.712					
147.855	0.130	0.146	27.322	55.083	8.055	
35.039	5.124					
147.985	0.297	0.334	27.322	54.154	18.110	
34.549	11.554					
148.282	0.139	0.157	27.322	53.205	8.339	
34.519	5.410					
148.421	0.297	0.339	28.786	53.670	18.194	

33.231	11.265					
148.719	0.105	0.120	28.786	52.708	6.316	
33.229	3.982					
148.824	0.297	0.344	30.380	53.083	18.281	
31.806	10.954					
149.121	0.096	0.111	30.380	52.047	5.798	
31.683	3.529					
149.217	0.297	0.350	32.031	52.180	18.287	
30.409	10.657					
149.514	0.085	0.100	32.031	51.075	5.111	
30.261	3.028					
149.599	0.297	0.357	33.598	50.882	18.149	
29.025	10.353					
149.896	0.104	0.124	33.598	49.623	6.166	
29.036	3.608					
149.999	0.297	0.365	35.582	49.256	17.994	
27.552	10.065					
150.296	0.134	0.164	35.582	47.762	7.850	
26.874	4.417					
150.430	0.297	0.373	37.113	46.764	17.423	
26.456	9.856					

-----  
 -----  
 LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
 dx(m) : Larghezza concio  
 dl(m) : lunghezza base concio  
 alpha(°) : Angolo pendenza base concio  
 TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio  
 TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio  
 TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio  
 TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

-----  
 -----