

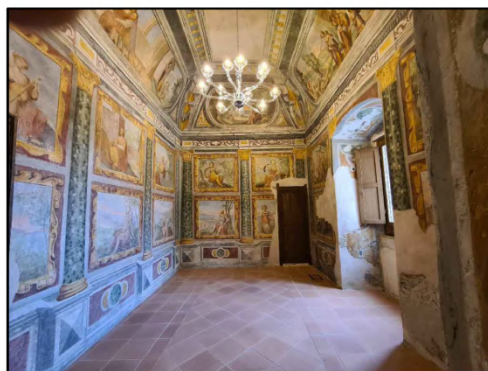


COMUNE DI LAPIO

PROVINCIA DI AVELLINO



STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PUC COMUNALE



I GEOLOGI:

Dott. Orazio COLUCCI (Geologo incaricato)

Prof. Dott. Giuseppe ROLANDI

Dott. Massimo DI LASCIO

Il Sindaco: Dott.ssa Maria Teresa LEPORE

Il RUP: Geom. Davide Rosario MODUGNO

ELABORATO:

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Data:

03/2022

Scala:

N° Allegato:

10



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULTLAB^{S.R.L.}
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

COMUNE DI LAPPIO

Provincia di Avellino

RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

PIANO URBANISTICO COMUNALE

Committente: Amministrazione Comunale

Data: Dicembre 2021

La Ditta
GEOCONSULTLAB S.r.l.



Il Direttore
Dott. Nicola Polzone



Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Lapio (AV), è stata condotta una campagna geognostica a supporto del **"Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.)"**.

Questo report si riferisce a tutte le indagini geognostiche e geofisiche svolte all'interno del sito oggetto d'intervento, dove nel dettaglio sono stati eseguiti:

- N. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- N. 8 prelievi di campione indisturbato o semidisturbato, tra i quali n.4 campioni sono stati sottoposti ad analisi da parte del laboratorio certificato GEO.ECO.TEST;
- N. 8 prove in foro del tipo S.P.T.;
- N.5 indagini sismiche di tipo M.A.S.W. eseguite dal Geol. Luigi Persico;
- N.5 prove sismiche a rifrazione eseguite dal Geol. Luigi Persico;
- N.5 prove sismiche HVSR eseguite dal Geol. Luigi Persico.

Di seguito verranno descritte nel dettaglio le indagini effettuate per tale campagna geognostica.

SONDAGGI GEOGNOSTICI

Come già specificato poc'anzi per la suddetta campagna geognostica sono stati eseguiti in totale n.5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti a differenti profondità rispetto al piano campagna. All'interno di ciascun sondaggio sono stati prelevati campioni terrigeni indisturbati e/o semidisturbati, sui quali sono state eseguite le prove di laboratorio, nonché sono state effettuate, sempre in ciascun foro di sondaggio prove penetrometriche del tipo S.P.T., per un totale di n.8 campioni prelevati e n.8 prove S.P.T. svolte.

Per l'esecuzione del suddetto sondaggio geognostico è stata utilizzata una sonda meccanica idraulica cingolata CMV MK 600 D, provvista di testa di rotazione di 720 kgf, azionata da motore idraulico a cilindrata variabile e cambio meccanico a cinque marce.

La perforazione è stata eseguita con carotiere semplice di diametro pari a 101 mm e corone a widia con minime quantità di fluido di perforazione. Le carote estratte sono state disposte all'interno di apposite cassette catalogatrici in pvc, con scomparti divisorii, sulle quali sono state riportate:



- la denominazione del sondaggio,
- il numero della cassetta;
- le quote progressive di prelievo;
- le quote di prelievo di campioni indisturbati;
- le quote di esecuzione di prove S.P.T..

Di seguito si riporta una tabella con uno schema riassuntivo dei sondaggi eseguiti dove viene specificata la profondità di investigazione rispetto al piano campagna, nonché la profondità di prelievo di campioni terrigeni e di esecuzione di prove S.P.T..

SONDAGGIO	METRI INVESTIGATI	SIGLA CAMPIONE	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI (METRI)	S.P.T.	PROFONDITA' ESECUZIONE S.P.T. (METRI)
S1	30.00	S1C1	3.10 – 3.60	N.1	4.50 – 4.80
		S1C2	8.10 – 8.50	N.2	8.50 – 8.55
S2	24.50	S2C1	4.00 – 4.50	N.1	4.50 – 4.95
		S2C2	6.40 – 6.80		
S3	25.00	S3C1	2.00 – 2.50	N.1	2.50 – 2.95
		S3C2	6.00 – 6.40	N.2	6.40 – 6.85
S4	12.00	-	-	N.1	3.00
S5	30.00	S5C1	3.00 – 3.50	N.1	3.50 – 3.95
		S5C2	6.30 – 6.60	N.2	6.60 – 6.90

Dall'osservazione del prospetto riassuntivo si evince che sono stati eseguiti in totale n.8 prelievi di campione indisturbato e n.8 prove S.P.T., permettendo la caratterizzazione geomeccanica dei terreni investigati. A tal proposito è opportuno specificare che le analisi di laboratorio sono state eseguite solo su n.4 campioni prelevati, come verrà descritto in seguito.

La stratigrafia relativa a ciascun sondaggio eseguito all'interno del sito oggetto d'intervento è allegata a codesta relazione, dove vengono descritte le litologie investigate sino alla profondità di perforazione raggiunta, nonché i relativi spessori. Inoltre sono riportate le profondità di



prelievo dei campioni terrigeni e delle prove S.P.T. svolte, oltre al livello piezometrico della falda qualora intercettata.

CAMPIONI INDISTURBATI

Come già specificato in precedenza all'interno di ciascun sondaggio geognostico svolto sono stati prelevati campioni indisturbati e/o semidisturbati di materiale terrigeno (vedi stratigrafie allegate).

Per campioni indisturbati (o a disturbo limitato) s'intendono quelli prelevati con apparecchiature idonee a conferire il massimo grado di qualità compatibilmente con la natura del terreno e cioè, in base alla classificazione proposta dalle Raccomandazioni AGI.

Ogni campionamento deve essere preceduto dalle seguenti operazioni:

- adeguata stabilizzazione del foro mediante rivestimento provvisorio o fluido di perforazione, con pulizia del fondo;
- controllo della profondità dopo l'introduzione del campionatore;
- ulteriore manovra di pulizia con metodi adeguati, qualora si accertasse la presenza di detriti sul fondo foro per un'altezza incompatibile con la lunghezza del campionatore; la tolleranza in tal senso può essere maggiore nel caso di apparecchi muniti di pistone e cioè "chiusi" alla base prima dell'infissione.

Ultimata l'infissione, il campionatore viene estratto usando gli accorgimenti necessari per staccare il campione dal terreno sottostante e per ridurre il disturbo dovuto alla decompressione ed al risucchio. Il campione deve essere conservato nello stesso tubo o contenitore di prelievo, ripulito alle estremità, sigillato ermeticamente con paraffina fusa o tappi a tenuta e munito di etichetta (non degradabile con l'umidità) in cui siano indicati:

- designazione del committente, del cantiere e del sondaggio;
- profondità del prelievo (da/a metri rispetto al p.c. o ad altro riferimento prescritto);
- data di prelievo.



Di seguito si riporta un prospetto dei campioni indisturbati e/o semidisturbati prelevati nei fori di sondaggio sui quali sono state svolte le analisi di laboratorio.

<i>Sondaggio</i>	<i>Campione</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Profondità prelievo dal p.c. (metri)</i>
S1	S1C1	semidisturbato	3.10 – 3.60
S2	S2C1	indisturbato	4.00 – 4.50
S3	S3C2	indisturbato	6.00 – 6.40
S5	S5C2	indisturbato	6.30 – 6.60

Su tali campioni sono state condotte le analisi per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche da parte del laboratorio certificato GEO.ECO.TEST.

Le tipologie di prove di laboratorio previste per i campioni poc'anzi elencati sono le seguenti:

- Caratteristiche fisiche e naturali generali;
- Granulometria;
- Limiti di Atterberg;
- Prova di taglio diretto;
- Prova edometrica (solo S2C1).

Attraverso l'esecuzione delle prove di laboratorio è stato possibile ricavare i principali parametri geotecnici relativi alla litologia investigata. Tali prove sono state eseguite dal laboratorio autorizzato GEO.ECO.TEST, i cui certificati sono allegati a codesta relazione.

Si precisa che è stato possibile eseguire tutte le prove di laboratorio previste secondo il piano di indagini.



Al fine di dare un quadro chiaro sulle tipologie di prove eseguite su ciascun campione di terreno prelevato si riporta di seguito il seguente schema.

CAMPIONE	CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	GRANULOMETRIA	INDICI E LIMITI DI ATTERBERG	PROVA DI TAGLIO DIRETTO	PROVA EDMETRICA
S1C1	X	X	X	X	-
S2C1	X	X	X	X	X
S3C2	X	X	X	X	-
S5C2	X	X	X	X	-
TOTALE PROVE ESEGUITE	4	4	4	4	1

Al fine di semplificare la consultazione dei risultati delle prove di laboratorio di seguito si riporta una tabella riassuntiva dove sono riportati i principali parametri geotecnici relativi ai campioni prelevati.

CAMPIONE	GRANULOMETRIA	PESO DI VOLUME γ (kN/m ³)	PESO DI VOLUME SECCO γ_d (kN/m ³)	PESO DI VOLUME SATURO γ_{sat} (kN/m ³)	ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO Φ' (°)	COESIONE DRENATA C' (kPa)
S1C1	Limo con sabbia argilloso	19,34	15,76	19,75	28	19,0
S2C1	Limo con argilla debolmente sabbioso	19,84	16,17	20,15	25	25,0
S3C2	Sabbia con limo argilloso debolmente ghiaiosa	17,59	14,60	18,95	28	8,0
S5C2	Argilla con limo debolmente sabbiosa	20,92	17,58	21,04	23	43,0

**PROVE S.P.T.**

Come già descritto in precedenza durante questa campagna geognostica sono state effettuate in totale n.8 prove penetrometriche del tipo S.P.T..

La prova S.P.T. consiste nel far cadere ripetutamente un maglio, del peso di 63,5kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato un campionatore di dimensioni standardizzate registrando durante la penetrazione:

- il numero di colpi di maglio N1 necessario a produrre l'infissione per i primi 15cm (tratto di avviamento) inclusa l'eventuale penetrazione quasi statica per gravità,
- il numero di colpi di maglio N2 necessario a produrre l'infissione per altri 15cm,
- il numero di colpi di maglio N3 necessario a produrre l'infissione per ulteriori 15cm.

Si riporta di seguito un prospetto riassuntivo sulle prove S.P.T. svolte durante la campagna d'indagine:

SONDAGGIO	PROFONDITA' ESECUZIONE S.P.T. (METRI)	NUMERO COLPI S.P.T.
S1	4.50 – 4.80	27 – R
	8.50 – 8.55	15 – R
S2	4.50 – 4.95	5 – 7 – 10
S3	2.50 – 2.95	8 – 11 – 13
	6.40 – 6.85	11 – 22 – 24
S4	3.00	R
S5	3.50 – 3.95	7 – 18 – 28
	6.60 – 6.90	25 – R

**INDAGINI SISMICHE**

Come anticipato in precedenza le indagini geofisiche eseguite durante questa campagna geognostica sono consistite nelle seguenti tipologie di prove sismiche:

- N.5 indagini sismiche di tipo M.A.S.W.;
- N.5 prove sismiche a rifrazione;
- N.5 prove sismiche HVSR.

Per questa campagna geognostica sono stati realizzati in totale n.5 stendimenti per la prova sismica di tipo M.A.S.W., i quali hanno permesso il calcolo del parametro $V_{s,eq}$ indispensabile per la definizione della categoria di sottosuolo (D.M. 17/01/18).

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei risultati ottenuti per le prove sismiche di tipo M.A.S.W.:

PROVA M.A.S.W.	$V_{seq}-V_{s30}$ (m/s)	CATEGORIA DI SUOLO (D.M.2018)
MASW N.1	243,52	E
MASW N.2	409,83	B
MASW N.3	271,12	C
MASW N.4	633,36	B
MASW N.5	436,06	B

Nel caso specifico, eccetto per lo stendimento MASW N.1, essendo il substrato sismico, ovvero il sismostrato con velocità superiori ad 800 m/s, a profondità superiori di 30 m dal p.c., per l'individuazione della categoria di suolo sono state calcolate le $V_{s,30}$, in linea con quanto disposto dal D.M. 2018.

Le metodologie applicate in merito alle indagini geofisiche ed i relativi risultati sono riportati in dettaglio nei certificati allegati.

Di seguito si riportano i seguenti allegati:

- Sondaggi geognostici: Ubicazione, report fotografico e stratigrafie;
- Certificati prove di laboratorio;
- Indagini sismiche.



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB^{S.R.L.}
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

SONDAGGI GEOGNOSTICI

P.U.C. – LAPIO





AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008

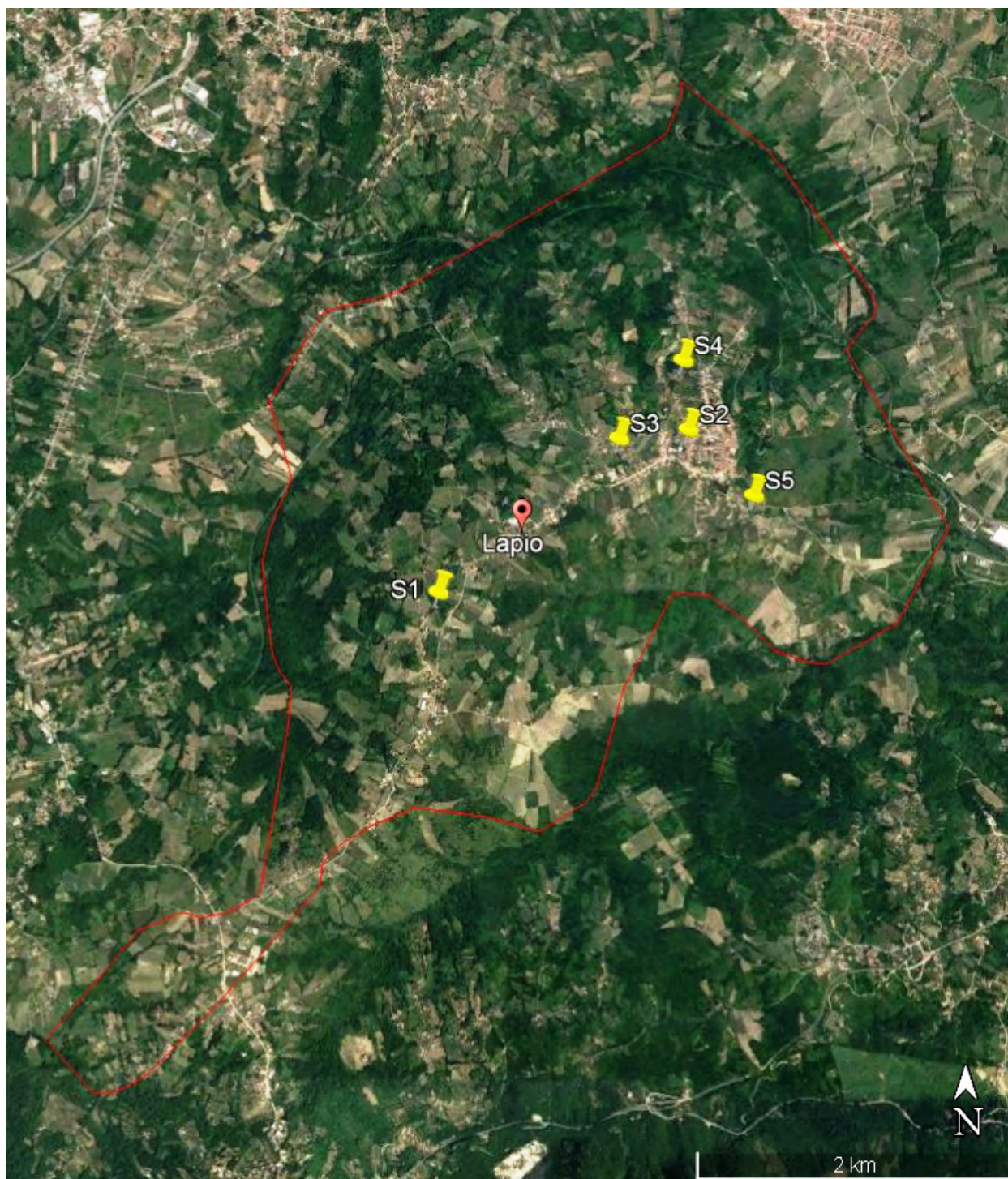


GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI





REPORT FOTOGRAFICO



Cassetta S1C1



Cassetta S1C2



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



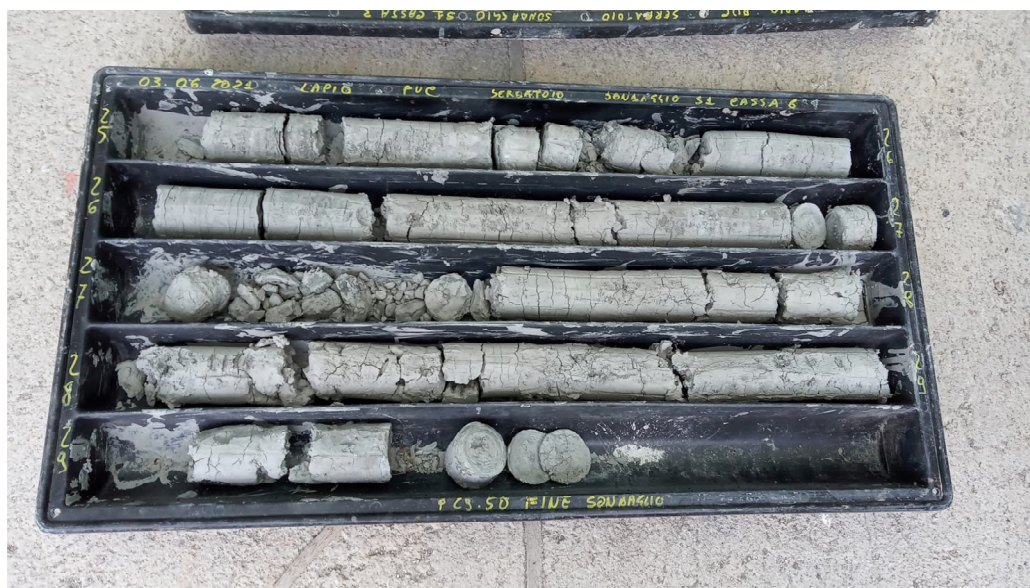
Cassetta S1C3



Cassetta S1C4



Cassetta S1C5



Cassetta S1C6



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Postazione sondaggio S2



S.P.T. N.1 eseguita nel foro S2



Cassetta S2C1



Cassetta S2C2



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Cassetta S2C3



Cassetta S2C4



Cassetta S2C5



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Postazione sondaggio S3



S.P.T. N.1 e N.2 eseguite nel foro S3



Cassetta S3C1



Cassetta S3C2



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



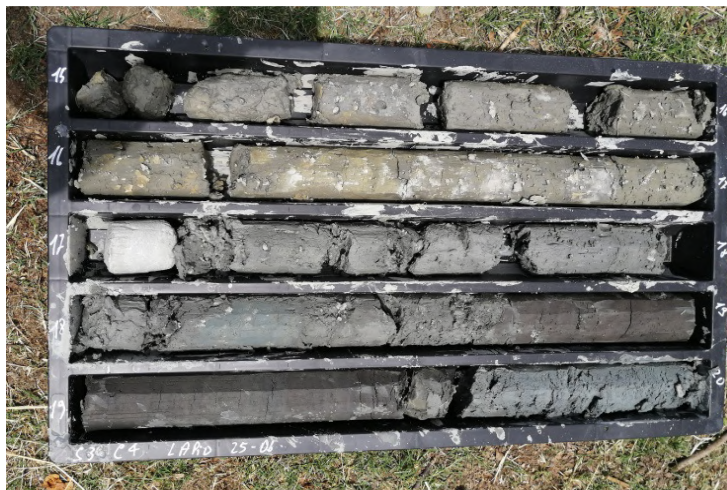
GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Cassetta S3C3



Cassetta S3C4



Cassetta S3C5



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Postazione sondaggio S4



S.P.T. N.1 eseguita nel foro S4



Cassetta S4C1



Cassetta S4C2



Cassetta S4C3



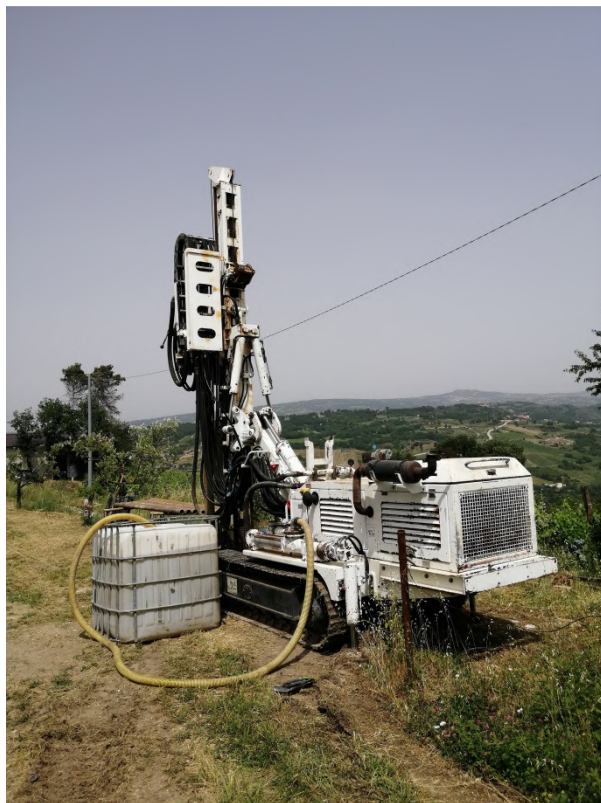
AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Postazione sondaggio S5



S.P.T. N.1 e N.2 eseguite nel foro S5



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

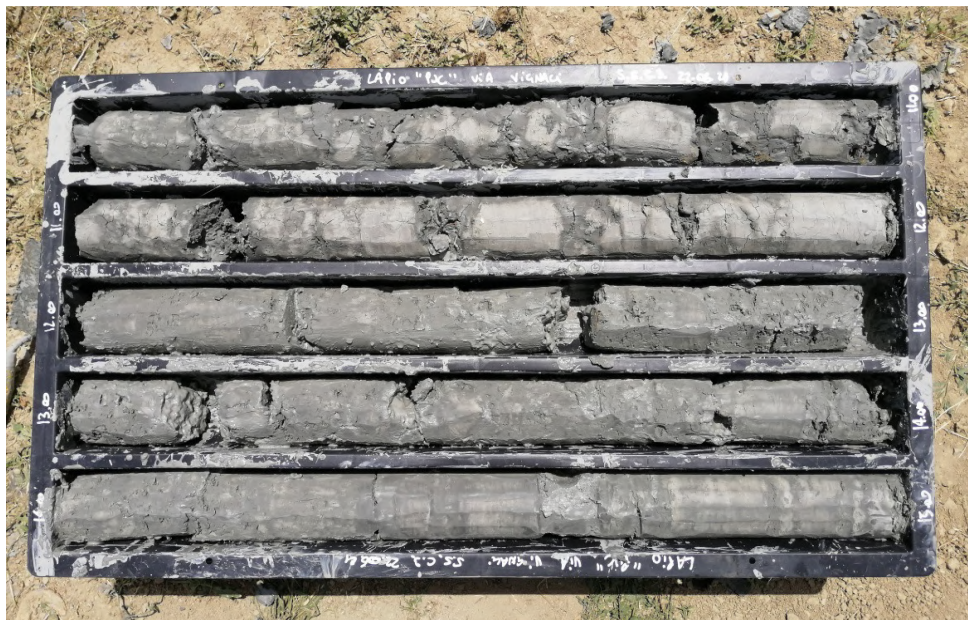
Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Cassetta S5C1



Cassetta S5C2



Cassetta S5C3



Cassetta S1C4



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB S.R.L.
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015



Cassetta S5C5



Cassetta S5C6

STRATIGRAFIA				Accettazione N°45/21		Certificato N° 087/21 del 01/06/2021							
AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008				Committente: Amm.ne Comunale		Località: zona serbatoio - Lapio (AV)							
 GEOCONSULTLAB SRL PROVE SU MATERIALI Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/2001 art. 359 Concessione N°6537 del 11/07/2011				Oggetto: Indagini geognostiche P.U.C. Lapio Sondaggio: S1 Strumentazione : CMW MK 600 D Tipologia perforazione : Carotaggio continuo ☒									
				Data inizio: 31/05/2021		Data fine: 03/06/2021							
				Diam. Perforaz.: 101 mm		Distruzione ☐							
Scala 1:150				Coordinate geografiche: 40°58'19"N - 14°55'32"E									
Profondità dal p.c. (m.)	Potenza degli strati (m.)	Quota assoluta s.l.m. (m.)	Simbologia	Percentuale di carotaggio 20% 40% 60% 80% 100%	Campioni	Campionatore	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Tipo S.P.T.	Profondità S.P.T. (m.dal p.c.)	S.P.T. N ₁ -N ₂ -N ₃	Falda (m.dal p.c.)	Rivestim. provv.	Attrezzatura installate in foro
0.10							TERRENO VEGETALE MISTO A RIPORTO.						
8.45					3.1 3.6	She	LIMI ARGILLOSI DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLASTRO, CON INCLUSI ELEMENTI ARENITICI DI DIMENSIONI VARIABILI DA POCHI MM FINO AD UNO SPESSORE MAX 5-6 CM E DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLO. RILEVATA PRESENZA ABBONDANTE DI ELEMENTI CARBONIOSI.	P.C	4.50 4.80	27-R			
8.55 9.10	0.55				8.1 8.5	She	ARENARIA DI COLORE GRIGIO, PIÙ O MENO FRATTURATA, RECUPERATA SOTTO FORMA DI GHIAIE CENTIMETRICHE (Φ MAX 4-5 CM) E COME CAROTA DECIMETRICA (MAX 10 CM).	P.C	8.50 8.55	15-R	8.20		
9.40							SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLASTRO, DA GROSSOLANA A FINE, CON INCLUSI ELEMENTI ARENITICI DI DIMENSIONI VARIABILI DA POCHI MM FINO AD UNO SPESSORE MAX 5-6 CM E DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLO ALTERNATA A LIVELLI DECIMETRICI (30-40 CM) DI ARENARIA DI COLORE GRIGIO, PIÙ O MENO FRATTURATA, RECUPERATA SOTTO FORMA DI GHIAIE CENTIMETRICHE (Φ MAX 4-5 CM) E/O COME CAROTE DECIMETRICHE.						
18.50													
11.50							ARGILLA MARNOSO-SCAGLIOSA, DI COLORE GRIGIO, DEBOLMENTE SABBIOSA, CON INGLOBATI ELEMENTI MARNOSI/CALCAREO-MARNOSI, GRIGI, (Φ MAX 2-3 CM). IL LITOTIPO RISULTA ESSERE ABBASTANZA COMPATTO, CON UNA LEGGERA STRATIFICAZIONE.						
30.0													
				FINE SONDAGGIO									
Lo Sperimetratore dott.ssa geol. Fiammetta Sarmento				P.C.= punta chiusa She= shelby				Il Direttore dott. geol. Nicola Polzone					

STRATIGRAFIA				Accettazione N°45/21		Certificato N° 099/21 del 16/06/2021							
AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008				Committente: Amm.ne Comunale		Località: via S. Nicola - Lapio (AV)							
				Oggetto: Indagini geognostiche P.U.C. Lapio									
Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/2001 art. 359 Concessione N°6537 del 11/07/2011				Sondaggio: S2		Data inizio: 16/06/2021 Data fine: 17/06/2021							
				Strumentazione : CMW MK 600 D		Diam. Perforaz.: 101 mm							
				Tipologia perforazione : Carotaggio continuo ☒		Distruzione ☐							
Scala 1:150				Coordinate geografiche: 40°58'55"N - 14°56'45"E									
Profondità dal p.c. (m.)	Potenza degli strati (m.)	Quota assoluta s.l.m. (m.)	Simbologia	Percentuale di carotaggio	Campioni	Campionatore	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Tipo S.P.T.	Profondità S.P.T. (m.dal p.c.)	S.P.T. N ₁ -N ₂ -N ₃	Falda (m.dal p.c.)	Rivestim. provv.	Attrezzatura installate in foro
1.30	1.3						TERRENO VEGETALE MISTO A PIROCLASTITE, LEGGERMENTE ARGILLIFICATA, CON CENERI E POMICI, CON INCLUSIONI LITICHE CALCARENITICHE DI PICCOLE DIMENSIONI (Φ MAX 0.5 CM).						
	5.6				4.0 4.5		DEPOSITI PIROCLASTICI SABBIOSO-LIMOSI DI COLORE VARIABILE DAL MARRONCINO AL GIALLOGNOLO FORMATI DA UN IMPASTO DI CENERI E LAPILLI IN PROPORZIONI VARIABILI. SI TRATTA DI DEPOSITI A MATRICE LIMOSO-ARGILLOSA LEGGERMENTE PEDOGENIZZATI. RILEVATA PRESENZA ABBONDANTE DI ELEMENTI CARBONIOSI.	P.C	4.50 4.95	5-7-10			
6.90					6.4 6.8	She	CALCARENITE DI COLORE GRIGIO AVANA, PIÙ O MENO FRATTURATA, RECUPERATA SOTTO FORMA DI GHIAIE CENTIMETRICHE (Φ MAX 4-5 CM) IMMERSA IN MATRICE LIMOSO-ARGILLOSA QUASI COMPLETAMENTE PERSA A CAUSA DEL DILAVAMENTO DELL'ACQUA DI TRIVELLAZIONE.						
8.10	1.2						SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA DI COLORE VARIABILE DAL MARRONCINO AL GRIGIO, PIÙ O MENO GROSSOLANA, CON INCLUSI ELEMENTI ARENITICI DI DIMENSIONI VARIABILI DI QUALCHE MM E DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLO. IL LITOTIPO RISULTA MEDIAMENTE ADDENSATO.						
10.00	1.9						CALCARENITE DI COLORE GRIGIO AVANA, PIÙ O MENO FRATTURATA, RECUPERATA SOTTO FORMA DI GHIAIE CENTIMETRICHE (Φ MAX 4-5 CM) IMMERSA IN MATRICE LIMOSO-ARGILLOSA QUASI COMPLETAMENTE PERSA A CAUSA DEL DILAVAMENTO DELL'ACQUA DI TRIVELLAZIONE.						
14.00	4.0						SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA, MEDIAMENTE ADDENSATA, DI COLORE VARIABILE DAL MARRONCINO AL GRIGIO, PIÙ O MENO GROSSOLANA, CON INCLUSI ELEMENTI ARENITICI DI DIMENSIONI VARIABILI DI QUALCHE MM E DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLO.						
15.00	1.0						CALCARENITE DI COLORE GRIGIO AVANA, PIÙ O MENO FRATTURATA, RECUPERATA SOTTO FORMA DI GHIAIE CENTIMETRICHE (Φ MAX 4-5 CM) IMMERSA IN MATRICE LIMOSO-ARGILLOSA QUASI COMPLETAMENTE PERSA A CAUSA DEL DILAVAMENTO DELL'ACQUA DI TRIVELLAZIONE. A CAUSA DELLA MANCANZA DI TUBI DI RIVESTIMENTO SI È AVUTA DIFFICOLTÀ A PROCEDERE CON LA PERFORAZIONE E AL RECUPERO STESSO DEL MATERIALE PERFORATO.						
	9.5										18.00		
24.50													
P.C.= punta chiusa She= shelby				FINE SONDAGGIO									
Lo Sperimatore dott.ssa geol. Fiammetta Sarmento				Pag. 1 di 1				Il Direttore dott. geol. Nicola Polzone					
Sede Legale SS7 bis - Area PIP - 83030 Manocalzati (AV)- Tel. 0825675873 - Fax 0825675872 - E-mail info@geoconsultlab.it Iscrizione Tribunale di Avellino n. 5703 - CCIA Avellino - Partita IVA 02683470641													

STRATIGRAFIA		Accettazione N°45/21	Certificato N° 220/21 del 14/12/2021
AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008		Committente: Amm.ne Comunale	Località: Joaquin - Lapio (AV)
		Oggetto: Indagini geognostiche P.U.C. Lapio	
		Sondaggio: S3	Data inizio: 24/06/2021 Data fine: 25/06/2021
Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/2001 art. 359 Concessione N°6537 del 11/07/2011		Strumentazione : CMW MK 600 D	Diam. Perforaz.: 101 mm
		Tipologia perforazione : Carotaggio continuo ☒	Distruzione ☐

Scala 1:150

Coordinate geografiche: 40°58'53"N - 14°56'25"E

Profondità dal p.c. (m.)	Potenza degli strati (m.)	Quota assoluta s.l.m. (m.)	Simbologia	Percentuale di carotaggio	Campioni	Campionatore	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Tipo S.P.T.	Profondità S.P.T. (m.dal p.c.)	S.P.T. N _{1-N₃}	Falda (m.dal p.c.)	Rivestim. provv.	Attrezzatura installate in foro
1.00	1.0						TERRENO VEGETALE MISTO A PIROCLASTITE, LEGGERMENTE ARGILLIFICATA, CON CENERI E POMICI, CON INCLUSIONI LITICHE CALCARENITICHE DI PICCOLE DIMENSIONI (Φ MAX 0.5 CM).						
1.60	0.6				2.0 2.5	She	DEPOSITI PIROCLASTICI SABBIOSO-LIMOSI MEDIAMENTE ADDENSATI DI COLORE VARIABILE DAL MARRONCINO AL GIALLOGNOLO FORMATI DA UN IMPASTO DI CENERI E LAPILLI IN PROPORZIONI VARIABILI. RILEVATA PRESENZA ABBONDANTE DI ELEMENTI CARBONIOSI.	P.C	2.50 2.95	8-11-13	1.50		
	12.9				6.0 6.4	She	SABBIA DEBOLMENTE LIMO-ARGILLOSA DI COLORE VARIABILE DAL GIALLASTRO AL MARRONCINO, PREVALENTEMENTE FINE, CON INCLUSI ABBONDANTI ELEMENTI LITICI ED ARENITICI DI DIMENSIONI VARIABILI DA POCHI MM FINO AD UNO SPESSORE MAX 1-2 CM E DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLOGNOLO. PRESENZA DI ELEMENTI CARBONIOSI. A LUOGHI LA SABBIA DIVENTA UN'ARENARIA FINE, POCO ADDENSATA, DI COLORE MARRONCINO.	P.C	6.40 6.85	11-22-24			
14.50													
	10.5						ALTERNANZA DI SABBIA ARGILLO-LIMOSA DI COLORE GRIGIO (DA PIÙ CHIARO A PIÙ SCURO), ESSENZIALMENTE FINE, CON INCLUSI ELEMENTI ARENITICI DI DIMENSIONI VARIABILI DA POCHI MM FINO AD UNO SPESSORE MAX 2-3 CM E DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLO ED ARGILLA MARNOSA, PIÙ O MENO SCAGLIOSA, DI COLORE GRIGIO, DEBOLMENTE SABBIOSA, CON INGLOBATI ELEMENTI MARNOSI/CALCAREO-MARNOSI, GRIGI, (Φ MAX 2-3 CM). A TRATTI (- 17 M DA P.C.) PRESENZA DI ARENARIA DI COLORE GRIGIO, RECUPERATA SOTTO FORMA DI CAROTA DECIMETRICA. IL LITOTIPO RISULTA ESSERE ABBASTANZA COMPATTO, CON UNA LEGGERA STRATIFICAZIONE.						
25.0													

P.C.= punta chiusa
She= shelby

FINE SONDAGGIO



Lo Sperimetro
dott.ssa geol. Fiammetta Sarmento

Pag. 1 di 1

Il Direttore
dott. geol. Nicola Polzone

STRATIGRAFIA		Accettazione N°45/21	Certificato N° 221/21 del 14/12/2021
AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008		Committente: Amm.ne Comunale	Località: Via San Pietro - Lapio (AV)
		Oggetto: Indagini geognostiche P.U.C. Lapio	
Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/2001 art. 359 Concessione N°6537 del 11/07/2011		Sondaggio: S4	Data inizio: 28/06/2021 Data fine: 29/06/2021
		Strumentazione : CMW MK 600 D	Diam. Perforaz.: 101 mm
		Tipologia perforazione : Carotaggio continuo ☒	Distruzione ☐

Scala 1:150

Coordinate geografiche: 40°59'10"N - 14°56'44"E

Profondità dal p.c. (m.)	Potenza degli strati (m.)	Quota assoluta s.l.m. (m.)	Simbologia	Percentuale di carotaggio	Campioni	Campionatore	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Tipo S.P.T.	Profondità S.P.T. (m.dal p.c.)	S.P.T. N _{1-2-N₃}	Falda (m.dal p.c.)	Rivestim. provv.	Attrezzatura installate in foro
0.80	0.8						COLTRE SUPERFICIALE COSTITUITA DA PIROCLASTITI RIMANEGGiate, ARGILLIFICATE ED ALTERATE, CON POMICI ED INCLUSIONI CARBONIOSE, DI COLORE MARRONE SCURO. IL LITOTIPO RISULTA ESSERE SCIOLTO.						
1.90	1.1						DEPOSITI PIROCLASTICI COMPATTI SABBIOSO-LIMOSI DI COLORE BRUNO FORMATI DA UN IMPASTO DI CENERI E POMICI IN PROPORZIONI VARIABILI.						
2.80	0.9						DEPOSITI PIROCLASTICI SABBIOSO-LIMOSI FRAMMISTI A DEPOSITI DETRITICO-GHIAIOSO-SABBIOSI (BRECCE CALCAREE E/O CALCARE INTENSAMENTE FRATTURATO)	P.C	3.00	R			
12.0							CALCARI E/O BRECCE CALCAREE DI COLORE BIANCO AVANA, PIÙ O MENO FRATTURATI, RECUPERATI SOTTO FORMA DI GHIAIE CENTIMETRICHE (Φ MAX 4-5 CM) E COME CAROTE DECIMETRICHE (MAX 10 CM) IN MATRICE LIMOSA DEBOLMENTE SABBIOSA. A LUOGHI LA CAROTA RISULTA ESSERE MOLTO SMINUZZATA A CAUSA DELLA DIFFICOLTÀ NELLA PERFORAZIONE.						

P.C.= punta chiusa

FINE SONDAGGIO



Lo Sperimatore
dott.ssa geol. Fiammetta Sarmento

Pag. 1 di 1

Il Direttore
dott. geol. Nicola Polzone

STRATIGRAFIA				Accettazione N°45/21		Certificato N° 222/21 del 14/12/2021							
AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008				Committente: Amm.ne Comunale		Località: Via Vignali - Lapio (AV)							
				Oggetto: Indagini geognostiche P.U.C. Lapio									
Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R. 380/2001 art. 359 Concessione N°6537 del 11/07/2011				Sondaggio: S5		Data inizio: 21/06/2021 Data fine: 22/06/2021							
				Strumentazione : CMW MK 600 D		Diam. Perforaz.: 101 mm							
				Tipologia perforazione : Carotaggio continuo ☒		Distruzione ☐							
Scala 1:150				Coordinate geografiche: 40°58'41"N - 14°57'04"E									
Profondità dal p.c. (m.)	Potenza degli strati (m.)	Quota assoluta s.l.m. (m.)	Simbologia	Percentuale di carotaggio	Campioni	Campionatore	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Tipo S.P.T.	Profondità S.P.T. (m.dal p.c.)	S.P.T. N ₁ -N ₂ -N ₃	Falda (m.dal p.c.)	Rivestim. provv.	Attrezzatura installate in foro
0.80	0.8						SUOLO VEGETALE LIMO-ARGILLOSO, DI COLORE BRUNO, RICCO DI ABBONDANTI ELEMENTI CARBONIOSI CON INCLUSIONI LITICHE ETEROGENEE ED ETEROMETRICHE (Φ MAX 5-6 MM) MISTO A TERRENO DI RIPOERTO (PRESENZA DI ELEMENTI DI NATURA ANTROPICA).						
	2.7						SABBIE FINI CALCARENITICHE PIUTTOSTO ADDENSATE CON COMPONENTE LIMO-ARGILLOSA PIÙ O MENO ABBONDANTE, DI COLORE VARIABILE DAL MARRONCINO AL GIALLASTRO, CON STRIATURE GRIGIO-AZZURRE, CON INCLUSI ELEMENTI ARENITICI DI DIMENSIONI VARIABILI DI POCHI MM E DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO AL GIALLO. RILEVATA PRESENZA ABBONDANTE DI ELEMENTI CARBONIOSI.	P.C	3.50	7-18-28			
3.50					3.0	She			3.95				
	1.7				3.5		ARGILLA LIMOSA CON SABBIA DI COLORE VARIABILE DAL MARRONCINO AL GRIGIASTRO, ADDENSATA.						
5.20													
5.60	0.4						SABBIA FINE CALCARENITICA CON LIMO E ARGILLA SUBORDINATO.	P.C	6.60	25-R			
	4.4				6.3	She			6.90				
					6.6								
							LIMO DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE GRIGIO, COMPATTO.						
10.0													
							ARGILLA MARNOSO-SCAGLIOSA, DI COLORE GRIGIO, CON INGLOBATI ELEMENTI MARNOSI/CALCAREO-MARNOSI, GRIGIO, (Φ MAX 2-3 CM). IL LITOTIPO RISULTA ESSERE ABBASTANZA COMPATTO, CON UNA LEGGERA STRATIFICAZIONE.						
	20.00												
30.0													



P.C.= punta chiusa
She= shelby

Lo Sperimetratore
dott.ssa geol. Fiammetta Sarmento

FINE SONDAGGIO

Pag. 1 di 1

Il Direttore
dott. geol. Nicola Polzone



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB^{S.R.L.}
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

PROVE DI LABORATORIO

P.U.C. - LAPIO





Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geocotest@gmail.com

SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

N° D'ORDINE: 134/21
SONDAGGIO: 1
CAMPIONE: 1
PROFONDITA': 3,1-3,6
TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio
DESCRIZIONE: Limi sabbiosi verdognoli
QUALITA' DEL CAMPIONE: Q4

COMMITTENTE: Comune di Lapio
LOCALITA': Lapio (AV)
DATA INIZIO: 04/10/21
DATA FINE: 18/10/21

PARAMETRO GEOTECNICO		SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
PESO DI VOLUME APPARENTE		γ	19,34	kN/m ³
PESO DI VOLUME SECCO		γ_d	15,76	kN/m ³
PESO DI VOLUME SATURO		γ_{sat}	19,75	kN/m ³
PESO DI VOLUME IMMERSO		γ_{imm}	9,75	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI		γ_s	26,28	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI		e	0,665	
POROSITA'		n	39,93	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE		Sr	89,65	%
UMIDITA' NATURALE		w	22,71	%
LIMITE DI LIQUIDITA'		LL	31,4	%
LIMITE DI PLASTICITA'		LP	24,8	%
INDICE DI PLASTICITA'		IP	6,6	%
LIMITE DI RITIRO		LR		%
INDICE DI CONSISTENZA		Ic	1,32	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO		ϕ'	28	°
COESIONE DRENATA		c'	19,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO		ϕ_{res}	-	°
COESIONE RESIDUA		c _{res}	-	kPa
COESIONE NON DRENATA		Cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA				
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO+ARGILLA (%)	
(% trattenuta al setaccio n°200)	1,17	26,13	72,70	
PARTE FINA	SABBIA (%)	LIMO (%)	ARGILLA (%)	
(% passante al setaccio n°200)	3,75	69,06	27,19	
GRANULOMETRIA CUMULATIVA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO (%)	ARGILLA (%)
	1,17	28,86	50,21	19,77
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006				
INDICE DI GRUPPO				

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

David Severini

Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST
LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Irevi (PG)

Tel: 0742 381170 Mail: geocotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 3,1-3,6

TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

DESCRIZIONE: Limi sabbiosi verdognoli

QUALITA' DEL CAMPIONE: Q4

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geocotest@gmail.com

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 3,1-3,6

N° CERTIFICATO: 1690/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Limi sabbiosi verdognoli

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Tara Contenitore	20,17 g
Massa umida del terreno + Tara	138,33 g
Massa secca del terreno + Tara	116,46 g
Massa Netta Secca del terreno	96,29 g
Massa del contenuto in Acqua nel terreno	21,87 g
MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (w)	22,71 %

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Volume Fustella	40,00 cm ³
Tara Fustella	58,96 g
Massa del Terreno e della Fustella	136,31 g
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (γ)	19,34 kN/m ³

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

	PROVA 1	PROVA 2
Volume del Picnometro	75,00	75,00 (cm ³)
Tara Picnometro	48,38	29,94 (g)
Massa secca del terreno + Tara	73,38	49,95 (g)
Temperatura di prova	33	32,00 (°)
Peso di volume Acqua T° (gw)	0,99473	0,9951 (kN/m ³)
Massa Netta Secca del terreno (p)	24,99	20,01 (g)
Massa acqua e picnometro (p1)	122,73	80,30 (g)
Massa acqua picnometro e terreno (p2)	138,294	92,68 (g)
Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γs)	26,37	26,10 (kN/m ³)
Valore medio (γs)	26,23	(kN/m ³)

Lo sperimentatore
 Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
 Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

David Severini

Fabio Bonazzi Bonaca



N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 3,1-3,6

N° CERTIFICATO: 1691/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

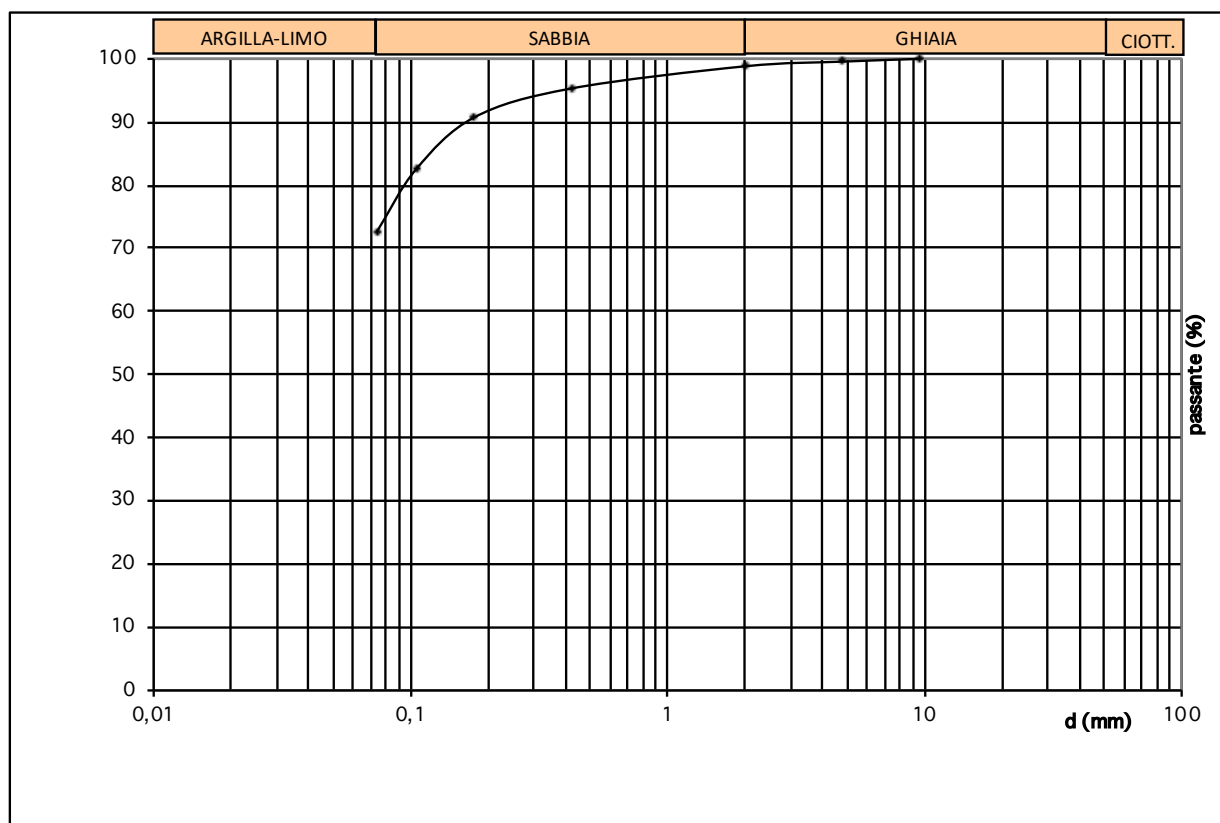
DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio
Descrizione del campione: Limi sabbiosi verdognoli

Tipo di prova: per via umida
Peso totale del campione (g): 836

Umidità (%): 22,7
Peso secco (g): 681

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
3/8	9,53	0	0,00	100,00
N4	4,76	3	0,44	99,56
N10	2,00	8	1,17	98,83
N40	0,42	32	4,70	95,30
N80	0,177	63	9,25	90,75
N140	0,105	119	17,47	82,53
N200	0,074	186	27,30	72,70



Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

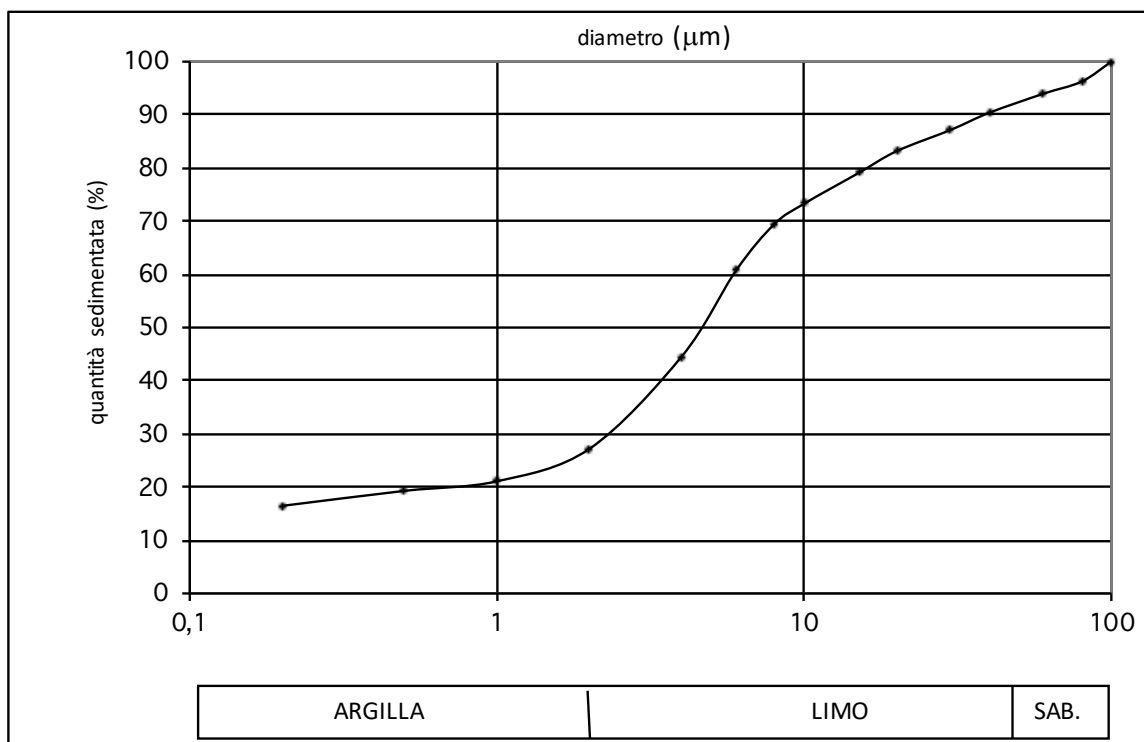
Descrizione del campione : Limi sabbiosi verdognoli

Peso totale del campione (g): 40

Temperatura di prova (°C): 20

Peso specifico dei granuli (kN/m³): 26,23

DIAMETRO (μ m)		QUANTITA' %
0,2	Argilla	16,47
0,5		19,29
1		21,09
2		27,19
4	Limo	44,61
6		60,72
8		69,46
10		73,29
15		79,03
20		83,17
30		87,17
40		90,38
60		93,96
80	Sabbia	96,25
100		100,00



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG

LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geocotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

N° CERTIFICATO: 1693/21

SONDAGGIO: 1

COMMITTENTE: Comune di Lapio

CAMPIONE: 1

LOCALITA': Lapio (AV)

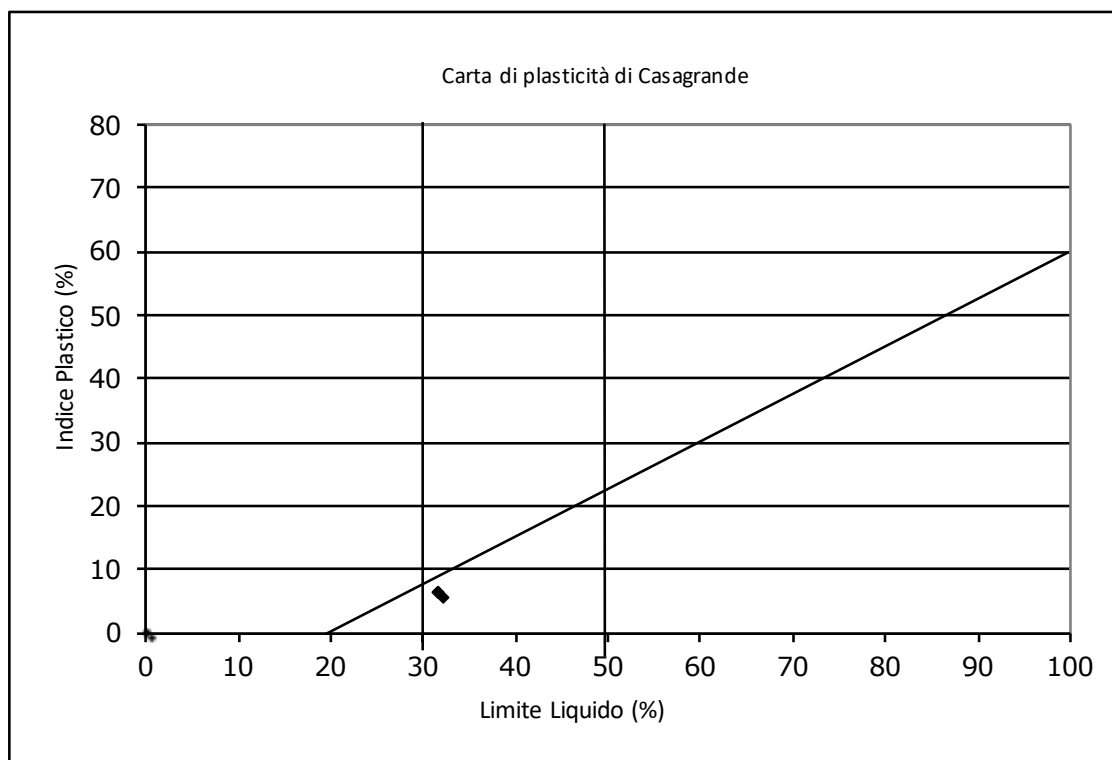
PROFONDITA': 3,1-3,6

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Limi sabbiosi verdognoli



Contenuto naturale d'acqua	22,7	%
Limite Liquido	31,4	%
Limite Plastico	24,8	%
Indice Plastico	6,6	%
Limite di Ritiro		%
Indice di Consistenza	1,32	
Classificazione del Materiale:	Limi a media plasticità	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 3,1-3,6

N° CERTIFICATO: 1694/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

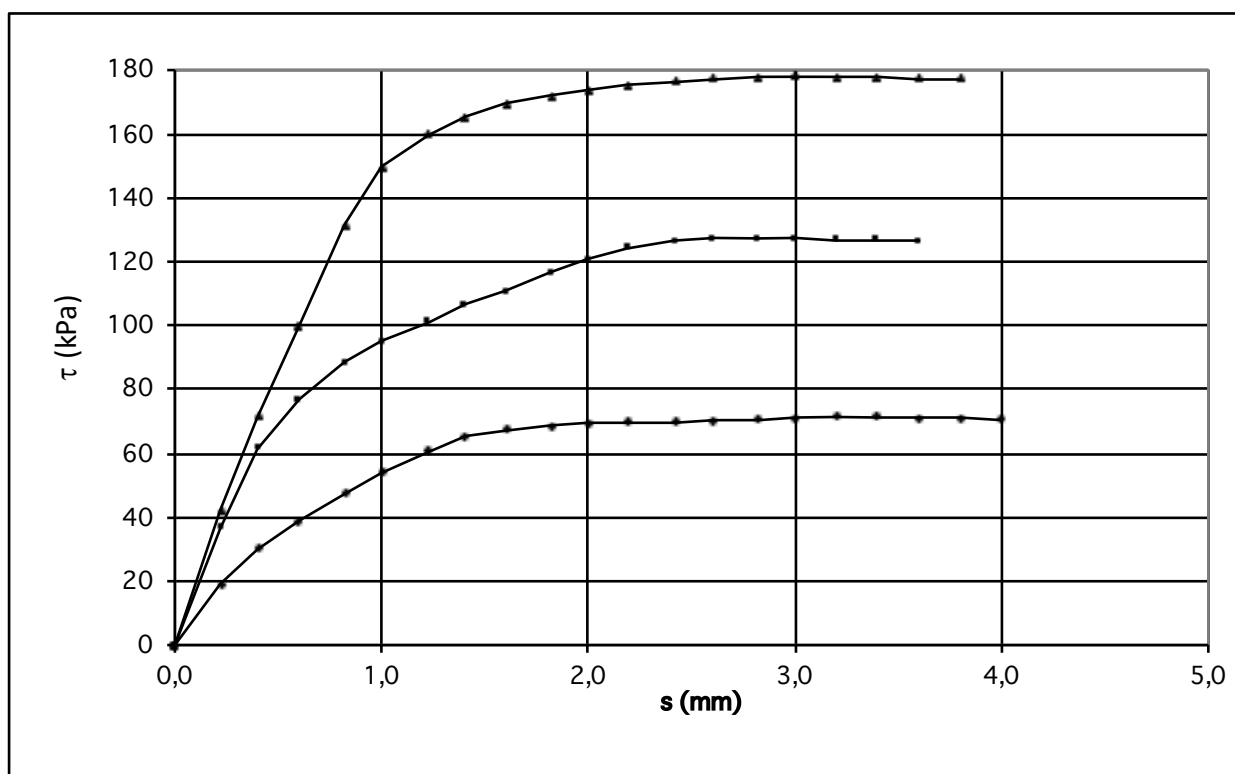
DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Limi sabbiosi verdognoli

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	19,35	19,39	19,38
Contenuto naturale d'acqua (%)	22,71	22,71	22,71
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,001		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	CD		



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 3,1-3,6

N° CERTIFICATO: 1694/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Limi sabbiosi verdognoli

VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

Spostamento s (mm)	Provino 1 τ (kPa)	Provino 2 τ (kPa)	Provino 3 τ (kPa)
0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	18,8	36,8	42,1
0,4	30,1	61,5	71,3
0,6	38,9	77,0	99,8
0,8	47,3	88,3	131,4
1,0	54,2	94,8	149,6
1,2	60,8	101,2	159,8
1,4	65,4	106,4	165,4
1,6	67,5	110,9	169,5
1,8	68,7	116,5	171,8
2,0	69,2	120,7	173,6
2,2	69,6	124,3	175,2
2,4	69,9	126,4	176,4
2,6	70,3	127,2	177,2
2,8	70,6	127,3	177,6
3,0	71,2	127,1	177,9
3,2	71,4	126,9	177,7
3,4	71,3	126,7	177,5
3,6	71,1	126,5	177,3
3,8	70,9		177,1
4,0	70,7		
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

pagina 2/2



Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geocotest@gmail.com

SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

N° D'ORDINE: 134/21
SONDAGGIO: 2
CAMPIONE: 1
PROFONDITA': 4,0-4,5
TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio
DESCRIZIONE: Limi argillosi marrone nocciola consistenti
QUALITA' DEL CAMPIONE: Q5

COMMITTENTE: Comune di Lapio
LOCALITA': Lapio (AV)
DATA INIZIO: 04/10/21
DATA FINE: 18/10/21

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
PESO DI VOLUME APPARENTE	γ	19,84	kN/m ³
PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	16,17	kN/m ³
PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	20,15	kN/m ³
PESO DI VOLUME IMMERSO	γ_{imm}	10,15	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,28	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e	0,661	
POROSITA'	n	39,81	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr	92,17	%
UMIDITA' NATURALE	w	22,69	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	46,5	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	26,4	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	20,1	%
LIMITE DI RITIRO	LR		%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	1,18	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	25	°
COESIONE DRENATA	c'	25,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE RESIDUA	c _{res}	-	kPa
COESIONE NON DRENATA	c _u	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO+ARGILLA (%)
(% trattenuta al setaccio n°200)	0,55	8,81	90,64
PARTE FINA	SABBIA (%)	LIMO (%)	ARGILLA (%)
(% passante al setaccio n°200)	1,23	53,56	45,21
GRANULOMETRIA CUMULATIVA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO (%) ARGILLA (%)
	0,55	9,92	48,55 40,98
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006			
INDICE DI GRUPPO			

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

David Severini

Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST
LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Irevi (PG)

Tel: 0742 381170 Mail: geoecotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

DESCRIZIONE: Limi argillosi marrone nocciola consistenti

QUALITA' DEL CAMPIONE: Q5

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geocotest@gmail.com

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

N° CERTIFICATO: 1695/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Limi argillosi marrone nocciola consistenti

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Tara Contenitore	45,23 g
Massa umida del terreno + Tara	190,25 g
Massa secca del terreno + Tara	163,43 g
Massa Netta Secca del terreno	118,20 g
Massa del contenuto in Acqua nel terreno	26,82 g
MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (w)	22,69 %

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Volume Fustella	40,00 cm ³
Tara Fustella	58,96 g
Massa del Terreno e della Fustella	138,31 g
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (γ)	19,84 kN/m ³

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

	PROVA 1	PROVA 2
Volume del Picnometro	75,00	75,00 (cm ³)
Tara Picnometro	48,39	29,95 (g)
Massa secca del terreno + Tara	73,40	49,95 (g)
Temperatura di prova	33	32,00 (°)
Peso di volume Acqua T° (gw)	0,99473	0,9951 (kN/m ³)
Massa Netta Secca del terreno (p)	25,01	20,00 (g)
Massa acqua e picnometro (p1)	122,73	80,30 (g)
Massa acqua picnometro e terreno (p2)	138,491	92,88 (g)
Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γs)	26,89	26,83 (kN/m ³)
Valore medio (γs)	26,86	(kN/m ³)

Lo sperimentatore
 Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
 Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

David Severini

Fabio Bonazzi Bonaca



N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

N° CERTIFICATO: 1696/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

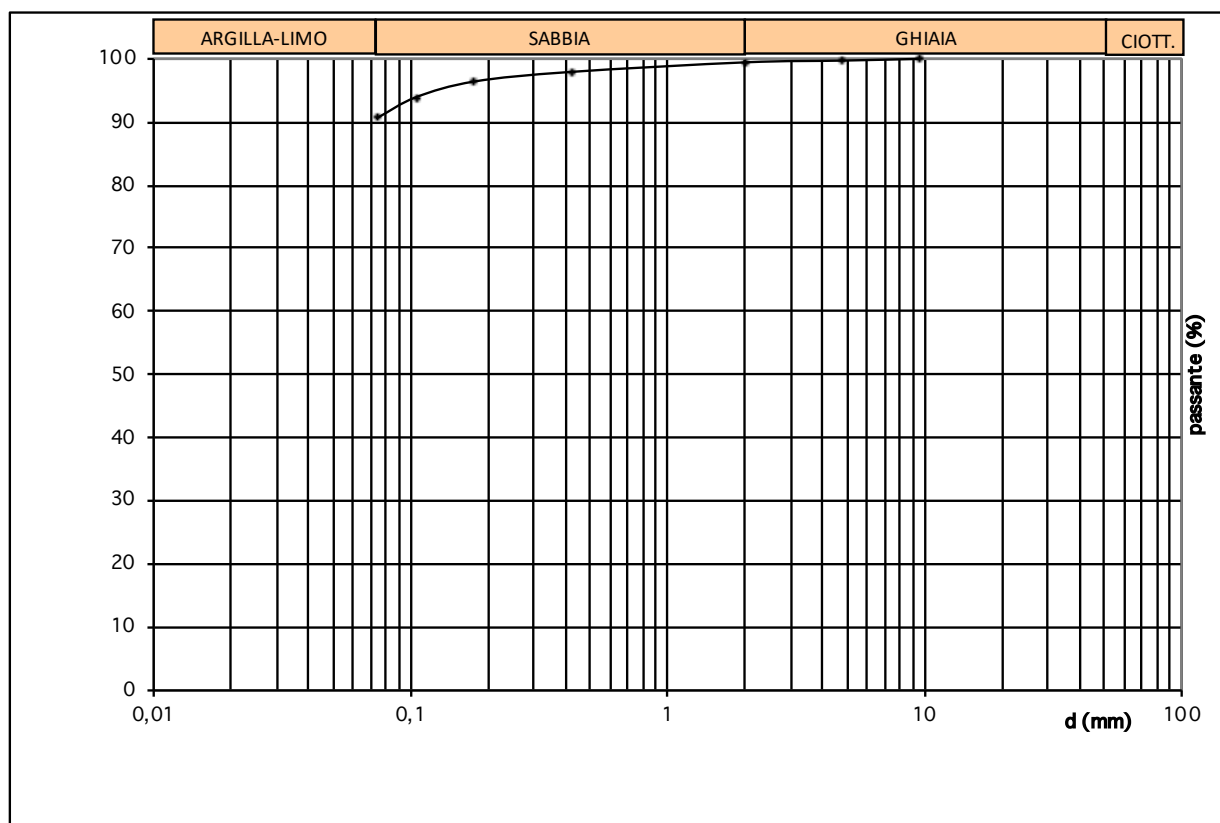
DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio
Descrizione del campione: Limi argillosi marrone nocciola consistenti

Tipo di prova: per via umida
Peso totale del campione (g): 891
Umidità (%): 22,7
Peso secco (g): 726

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
3/8	9,53	0	0,00	100,00
N4	4,76	2	0,28	99,72
N10	2,00	4	0,55	99,45
N40	0,42	15	2,07	97,93
N80	0,177	26	3,58	96,42
N140	0,105	44	6,06	93,94
N200	0,074	68	9,36	90,64



Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Pagina 1/1



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

N° CERTIFICATO: 1697/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

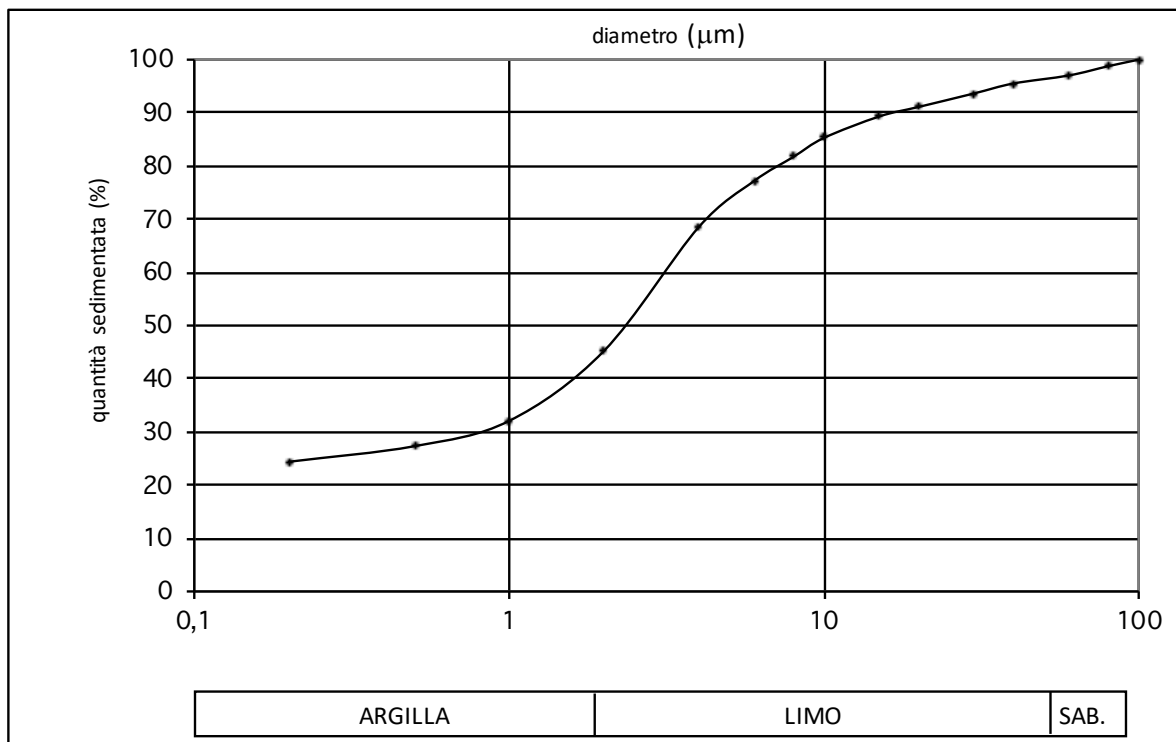
Descrizione del campione: Limi argillosi marrone nocciola consistenti

Peso totale del campione (g): 40

Temperatura di prova (°C): 20

Peso specifico dei granuli (kN/m³): 26,84

DIAMETRO		QUANTITA'
(μm)		%
0,2	Argilla	24,39
0,5		27,31
1		32,07
2		45,21
4	Limo	68,49
6		77,18
8		81,71
10		85,28
15		89,32
20		91,11
30		93,65
40		95,52
60		97,03
80		98,77
100	Sabbia	100,00



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG

LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geoecotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

N° CERTIFICATO: 1698/21

SONDAGGIO: 2

COMMITTENTE: Comune di Lapio

CAMPIONE: 1

LOCALITA': Lapio (AV)

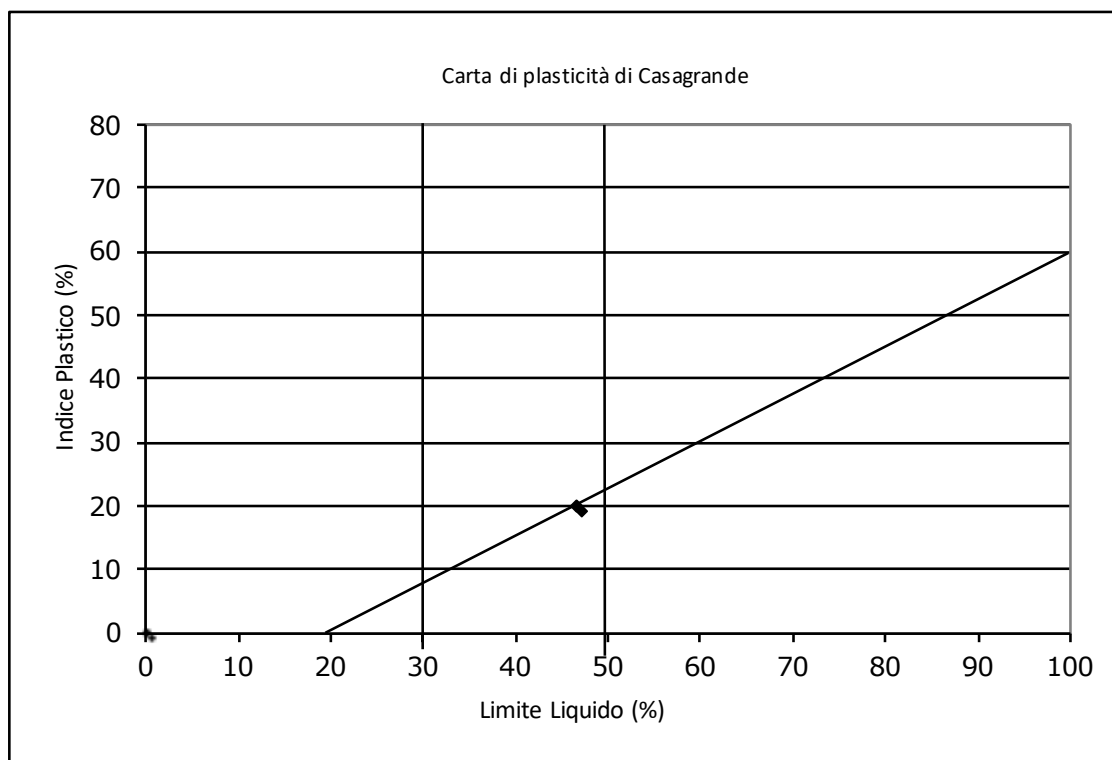
PROFONDITA': 4,0-4,5

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Limi argillosi marrone nocciola consistenti



Contenuto naturale d'acqua	22,7	%
Limite Liquido	46,5	%
Limite Plastico	26,4	%
Indice Plastico	20,1	%
Limite di Ritiro		%
Indice di Consistenza	1,18	
Classificazione del Materiale:	Limi a media plasticità	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

N° CERTIFICATO: 1699/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

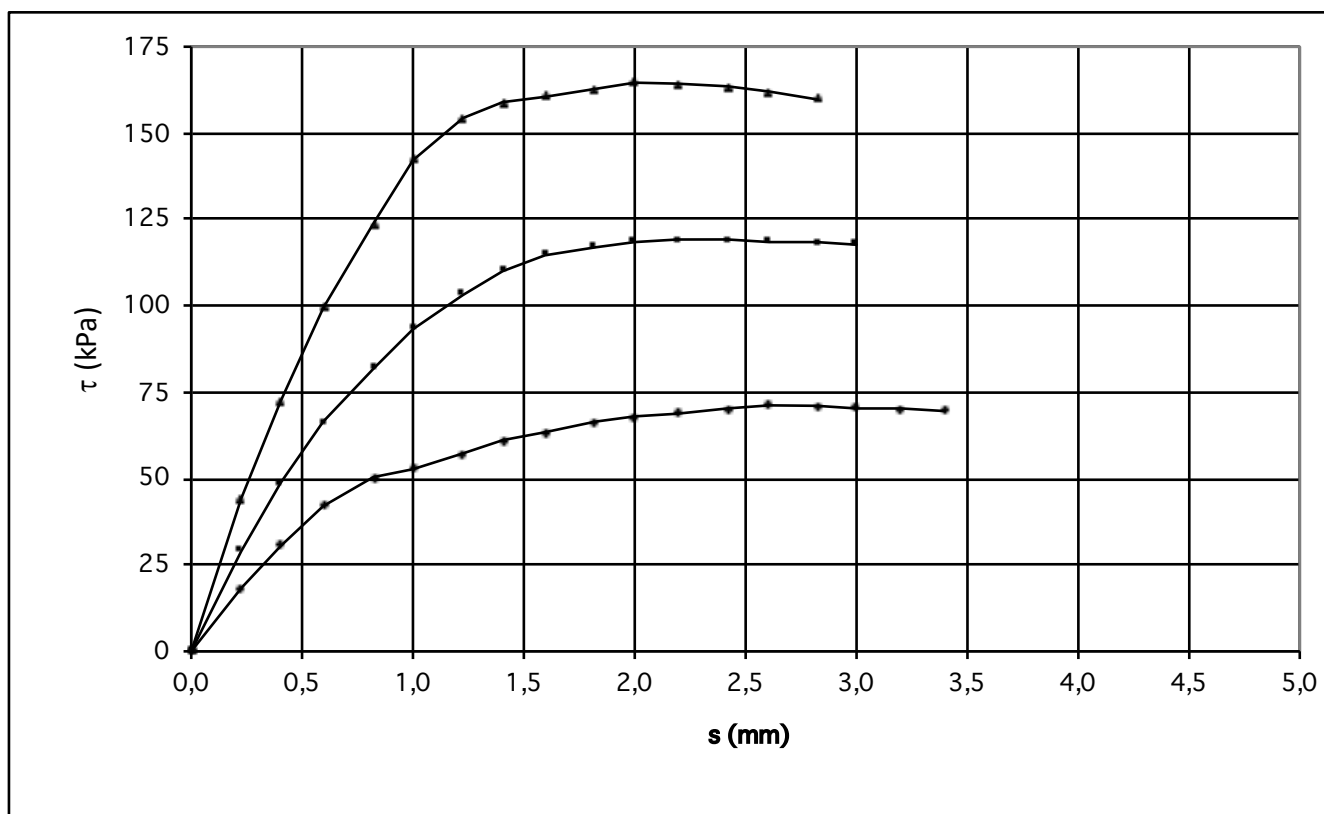
DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Limi argillosi marrone nocciola consistenti

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	19,85	19,80	19,81
Contenuto naturale d'acqua (%)	22,69	22,69	22,69
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,001		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	CD		



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

N° CERTIFICATO: 1699/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Limi argillosi marrone nocciola consistenti

VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

Spostamento s (mm)	Provino 1 τ (kPa)	Provino 2 τ (kPa)	Provino 3 τ (kPa)
0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	18,3	29,1	44,2
0,4	30,6	48,7	72,4
0,6	42,1	66,2	99,4
0,8	50,2	82,1	123,8
1,0	53,1	93,3	142,4
1,2	57,2	103,2	154,1
1,4	60,9	110,3	158,7
1,6	63,4	114,8	160,8
1,8	66,3	117,3	162,7
2,0	67,7	118,8	164,6
2,2	69,1	119,2	164,1
2,4	70,2	118,9	163,2
2,6	71,2	118,6	161,7
2,8	70,9	118,2	159,8
3,0	70,6	117,9	
3,2	70,3		
3,4	69,9		
3,6			
3,8			
4,0			
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

pagina 2/2

**GEO ECO TEST**

LABORATORIO TERRE

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geocotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21**SONDAGGIO:** 2**CAMPIONE:** 1**PROFONDITA':** 4,0-4,5**N° CERTIFICATO:** 1700/21**COMMITTENTE:** Comune di Lapio**LOCALITA':** Lapio (AV)**DATA INIZIO:** 04/10/21**DATA FINE:** 18/10/21**Titolo del lavoro:** Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio**Descrizione del campione:** Limi argillosi marrone nocciola consistenti**Dati provino**

SEZIONE PROVINO	20,00	cm2
ALTEZZA INIZIALE	20,00	mm
ALTEZZA FINALE (dopo fase di carico)	17,40	mm
ALTEZZA FINALE (dopo fase di scarico)	20,00	mm
PESO TARA 1	58,96	g
PESO LORDO UMIDO INIZIALE	138,31	g
PESO TARA 2	58,96	g
PESO LORDO UMIDO FINALE	134,29	g
PESO LORDO SECCO	123,64	g
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s 26,86	kN/m3
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME INIZIALE	γ_n 19,84	kN/m3
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME FINALE	γ_f 20,16	kN/m3
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME SECCO	γ_d 16,17	kN/m3
CONTENUTO D'ACQUA INIZIALE	w0 22,69	%
CONTENUTO D'ACQUA FINALE	wf 9,01	%
SATURAZIONE INIZIALE	S0 92,17	%
SATURAZIONE FINALE	Sf 99,34	%
INDICE DEI VUOTI INIZIALE	e0 0,661	
INDICE DEI VUOTI FINALE	ef 0,445	
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME SECCO FINALE	γ_{df} 17,31	kN/m3

METODO**CASAGRANDE****Risultati**

σ (kPa)	ΔH (mm)	s (%)	e	M (MPa)	cv (cm2/sec)	k (cm/sec)	c α	Cc (kPa)
12,5	0,002	0,010	0,661	124,988	3,28E-02	2,63E-05		
25	0,004	0,018	0,661	166,637	3,28E-02	1,97E-05		0,0004
50	0,005	0,025	0,661	333,250	1,64E-02	4,92E-06		0,0004
100	0,110	0,550	0,652	9,471	1,17E-03	1,24E-05	0,0052	0,0290
200	0,418	2,090	0,627	6,358	1,07E-03	1,69E-05	0,0346	0,0850
400	0,983	4,915	0,580	6,732	8,75E-04	1,30E-05	0,0838	0,1559
800	1,728	8,640	0,518	9,810	4,34E-04	4,42E-06	0,1467	0,2056
1600	2,601	13,005	0,445	15,944	3,40E-04	2,13E-06	0,1886	0,2409
800	2,366	11,830	0,465					
200	1,428	7,140	0,543					
50	0,517	2,585	0,618					

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

pagina 1/4



GEO ECO TEST

LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geoecotest@gmail.com

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

N° CERTIFICATO: 1700/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

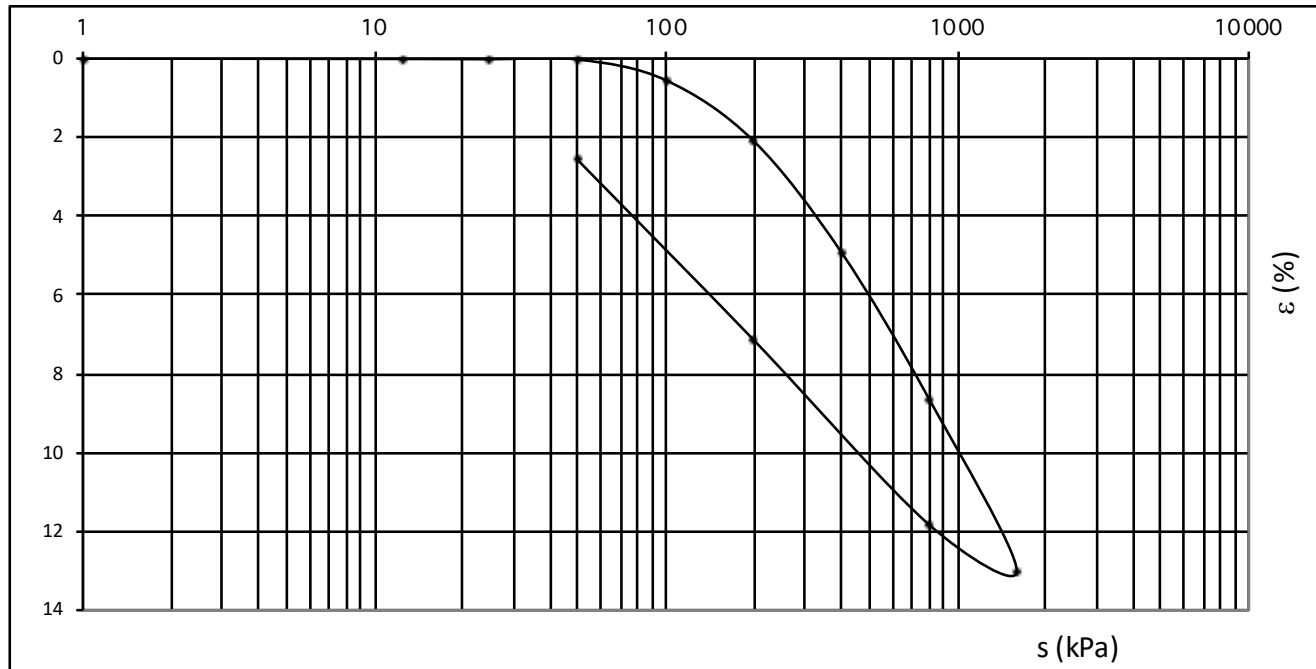
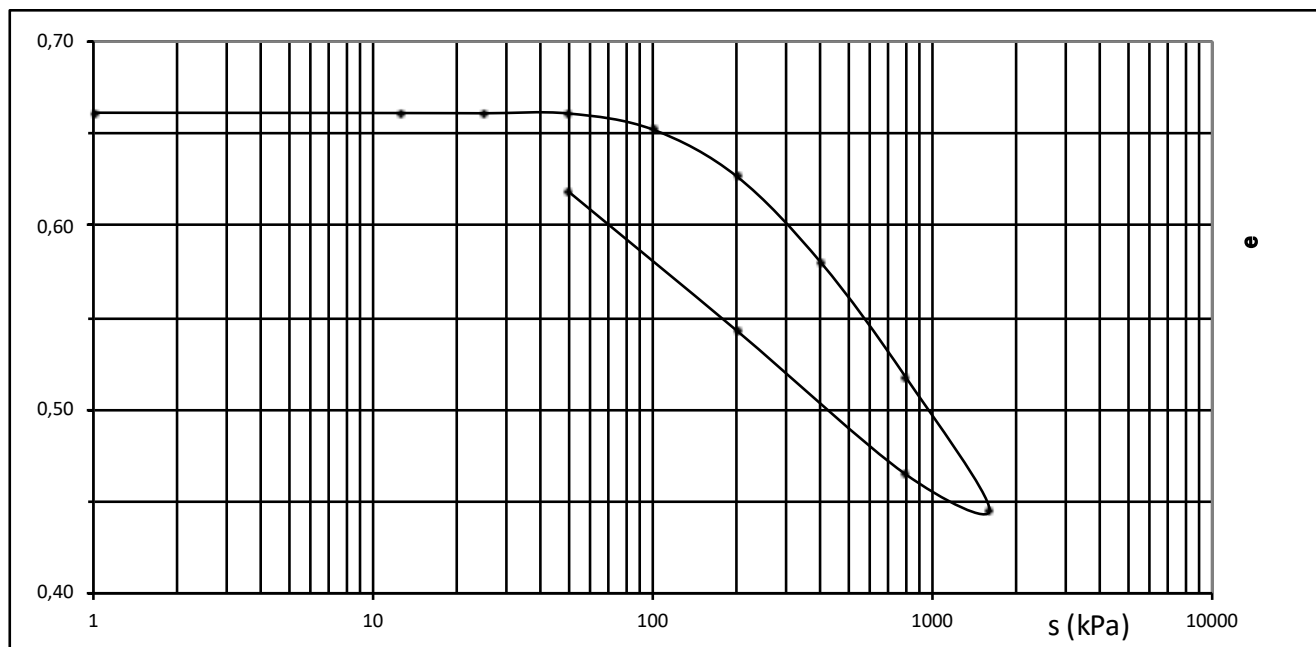
LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Limi argillosi marrone nocciola consistenti



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

pagina 2/4



GEO ECO TEST

LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geocotest@gmail.com

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 4,0-4,5

N° CERTIFICATO: 1700/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

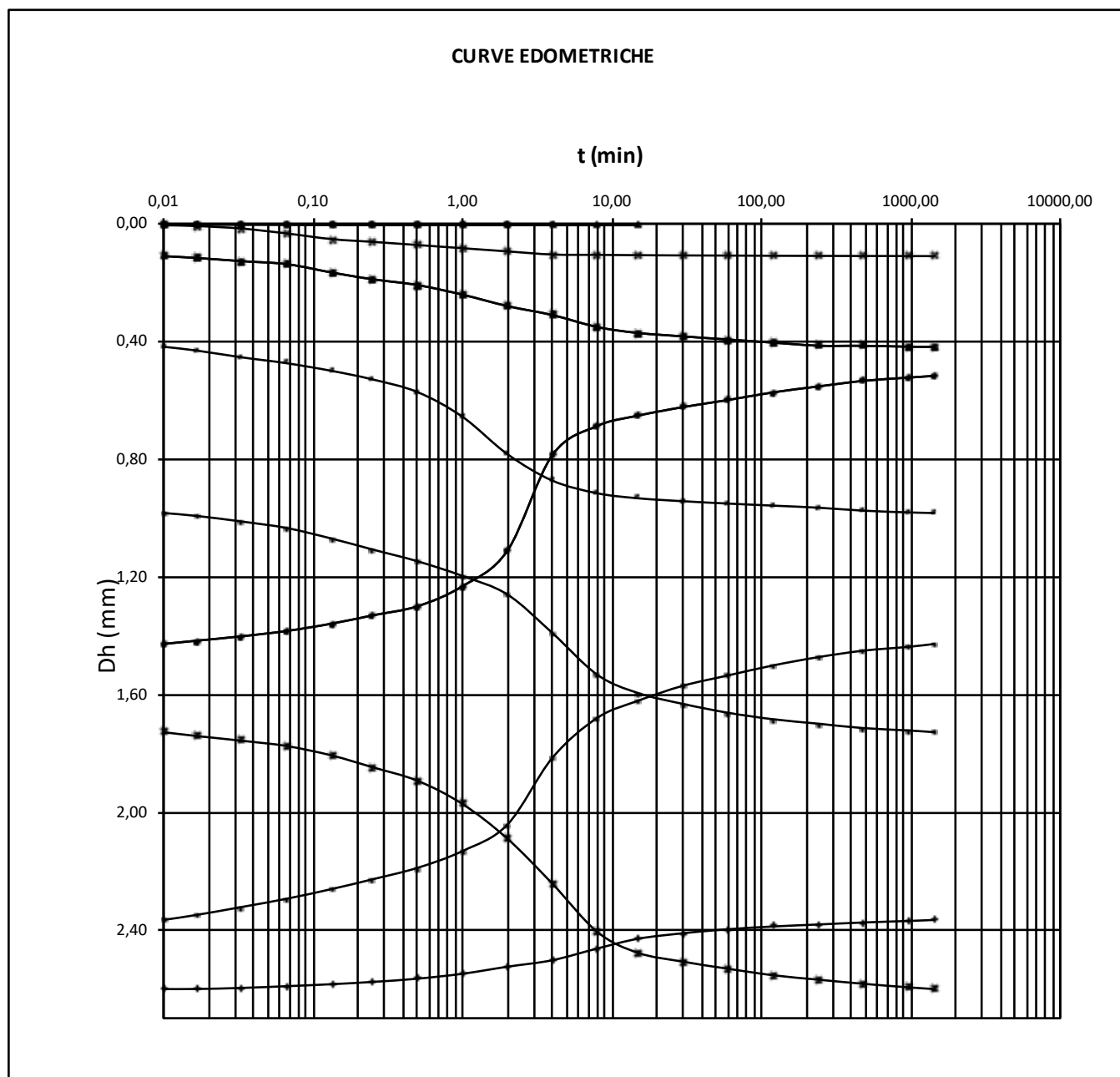
LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Limi argillosi marrone nocciola consistenti



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

**GEO ECO TEST**

LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geoecotest@gmail.com

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**N° D'ORDINE:** 134/21**SONDAGGIO:** 2**CAMPIONE:** 1**PROFONDITA':** 4,0-4,5**N° CERTIFICATO:** 1700/21**COMMITTENTE:** Comune di Lapio**LOCALITA':** Lapio (AV)**DATA INIZIO:** 04/10/21**DATA FINE:** 18/10/21**Titolo del lavoro:** Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio**Descrizione del campione :** Limi argillosi marrone nocciola consistenti

VALORI DELLE CURVE EDOMETRICHE							
tempi (min)	12,5	25	50	100	200	400	800
0,01	0,0000	0,0020	0,0035	0,0050	0,1100	0,4180	0,9830
0,02	0,0002	0,0021	0,0036	0,0077	0,1163	0,4310	0,9930
0,03	0,0004	0,0022	0,0037	0,0163	0,1272	0,4540	1,0120
0,07	0,0008	0,0026	0,0040	0,0329	0,1372	0,4740	1,0340
0,13	0,0014	0,0032	0,0048	0,0522	0,1657	0,5000	1,0700
0,25	0,0019	0,0034	0,0049	0,0615	0,1886	0,5290	1,1070
0,50	0,0020	0,0034	0,0049	0,0722	0,2083	0,5720	1,1470
1	0,0020	0,0034	0,0049	0,0831	0,2409	0,6560	1,1970
2	0,0020	0,0035	0,0049	0,0939	0,2798	0,7830	1,2600
4		0,0035	0,0050	0,1045	0,3103	0,8730	1,3910
8			0,0050	0,1057	0,3511	0,9160	1,5330
15			0,0050	0,1068	0,3712	0,9330	1,5950
30				0,1076	0,3828	0,9430	1,6320
60				0,1081	0,3935	0,9510	1,6620
120				0,1088	0,4040	0,9580	1,6840
240				0,1092	0,4144	0,9650	1,6990
480				0,1095	0,4147	0,9750	1,7140
960				0,1098	0,4178	0,9810	1,7220
1440				0,1100	0,4180	0,9830	1,7280
tempi (min)	1600	800	200	50			
0,01	1,7280	2,6010	2,3660	1,4280			
0,02	1,7410	2,6007	2,3490	1,4170			
0,03	1,7570	2,5971	2,3220	1,4020			
0,07	1,7750	2,5912	2,2940	1,3840			
0,13	1,8070	2,5844	2,2610	1,3590			
0,25	1,8470	2,5767	2,2280	1,3310			
0,50	1,8930	2,5657	2,1890	1,3000			
1	1,9720	2,5490	2,1320	1,2320			
2	2,0900	2,5250	2,0420	1,1110			
4	2,2430	2,5029	1,8150	0,7860			
8	2,4070	2,4630	1,6790	0,6870			
15	2,4780	2,4299	1,6210	0,6520			
30	2,5080	2,4112	1,5700	0,6230			
60	2,5320	2,3976	1,5350	0,5990			
120	2,5540	2,3883	1,5010	0,5730			
240	2,5690	2,3815	1,4730	0,5530			
480	2,5830	2,3747	1,4510	0,5340			
960	2,5950	2,3696	1,4380	0,5230			
1440	2,6010	2,3660	1,4280	0,5170			

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

pagina 4/4



Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geocotest@gmail.com

SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

N° D'ORDINE: 134/21 **COMMITTENTE:** Comune di Lapio
SONDAGGIO: 3 **LOCALITA':** Lapio (AV)
CAMPIONE: 2 **DATA INIZIO:** 04/10/21
PROFONDITA': 6,0-6,4 **DATA FINE:** 18/10/21
TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio
DESCRIZIONE: Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici
QUALITA' DEL CAMPIONE: Q5

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
PESO DI VOLUME APPARENTE	γ	17,59	kN/m ³
PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	14,60	kN/m ³
PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	18,95	kN/m ³
PESO DI VOLUME IMMERSO	γ_{imm}	8,95	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,28	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e	0,770	
POROSITA'	n	43,51	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr	68,57	%
UMIDITA' NATURALE	w	20,43	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	NP	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	NP	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	NP	%
LIMITE DI RITIRO	LR		%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic		
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	28	°
COESIONE DRENATA	c'	8,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE RESIDUA	c _{res}	-	kPa
COESIONE NON DRENATA	Cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO+ARGILLA (%)
(% trattenuta al setaccio n°200)	5,53	38,49	55,98
PARTE FINA	SABBIA (%)	LIMO (%)	ARGILLA (%)
(% passante al setaccio n°200)	2,22	54,24	43,54
GRANULOMETRIA CUMULATIVA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO (%) ARGILLA (%)
	5,53	39,73	30,36 24,37
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006			
INDICE DI GRUPPO			

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST
LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Irevi (PG)

Tel: 0742 381170 Mail: geocotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,0-6,4

TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

DESCRIZIONE: Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici

QUALITA' DEL CAMPIONE: Q5

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geocotest@gmail.com

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,0-6,4

N° CERTIFICATO: 1701/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Tara Contenitore	56,33 g
Massa umida del terreno + Tara	193,07 g
Massa secca del terreno + Tara	169,87 g
Massa Netta Secca del terreno	113,54 g
Massa del contenuto in Acqua nel terreno	23,20 g
MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (w)	20,43 %

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Volume Fustella	40,00 cm ³
Tara Fustella	63,23 g
Massa del Terreno e della Fustella	133,57 g
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (γ)	17,59 kN/m ³

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

	PROVA 1	PROVA 2
Volume del Picnometro	75,00	75,00 (cm ³)
Tara Picnometro	48,38	29,94 (g)
Massa secca del terreno + Tara	73,37	49,93 (g)
Temperatura di prova	21	22,50 (°)
Peso di volume Acqua T° (gw)	0,99802	0,9977 (kN/m ³)
Massa Netta Secca del terreno (p)	24,99	19,99 (g)
Massa acqua e picnometro (p1)	122,993	80,41 (g)
Massa acqua picnometro e terreno (p2)	138,287	92,72 (g)
Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γs)	25,73	25,98 (kN/m ³)
Valore medio (γs)	25,85	(kN/m ³)

Lo sperimentatore
 Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
 Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

David Severini

Fabio Bonazzi Bonaca



N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,0-6,4

N° CERTIFICATO: 1702/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici

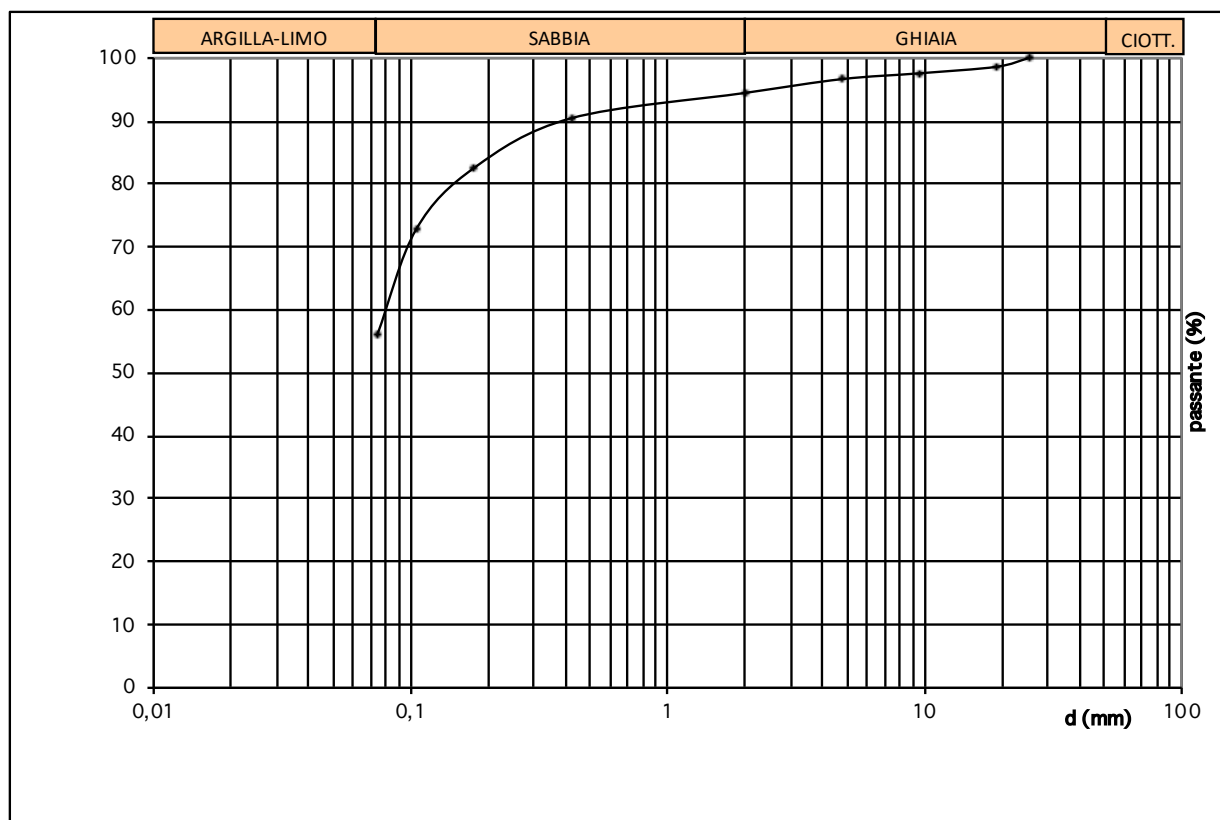
Tipo di prova: per via umida

Umidità (%) : 20,4

Peso totale del campione (g): 1045

Peso secco (g) : 868

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
1	25,4	0	0,00	100,00
3/4	19,05	12	1,38	98,62
3/8	9,53	21	2,42	97,58
N4	4,76	29	3,34	96,66
N10	2,00	48	5,53	94,47
N40	0,42	83	9,57	90,43
N80	0,177	151	17,40	82,60
N140	0,105	236	27,20	72,80
N200	0,074	382	44,02	55,98



Lo sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Pagina 1/1



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,0-6,4

N° CERTIFICATO: 1703/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

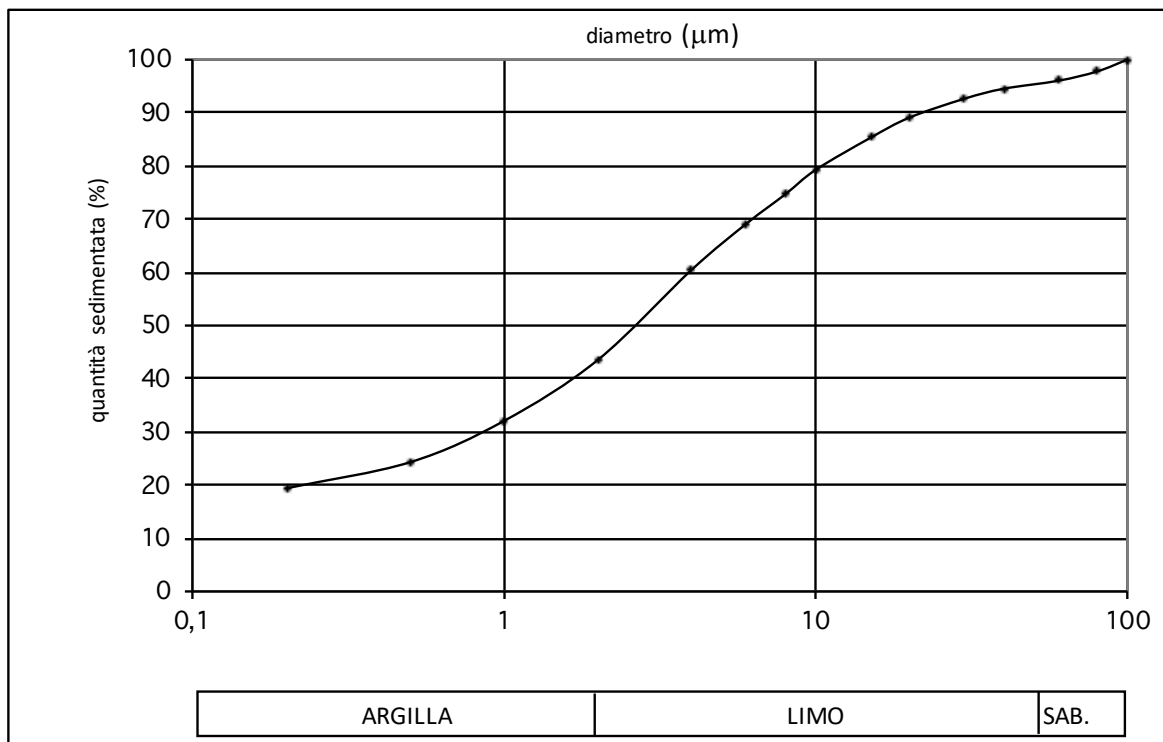
Descrizione del campione: Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici

Peso totale del campione (g): 40

Temperatura di prova (°C): 20

Peso specifico dei granuli (kN/m³): 25,85

DIAMETRO (μm)	QUANTITA' %
0,2	19,39
0,5	24,31
1	32,07
2	43,54
4	60,49
6	69,18
8	74,71
10	79,28
15	85,32
20	89,11
30	92,65
40	94,52
60	96,03
80	97,78
100	100,00



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG

LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geoecotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,0-6,4

N° CERTIFICATO: 1704/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

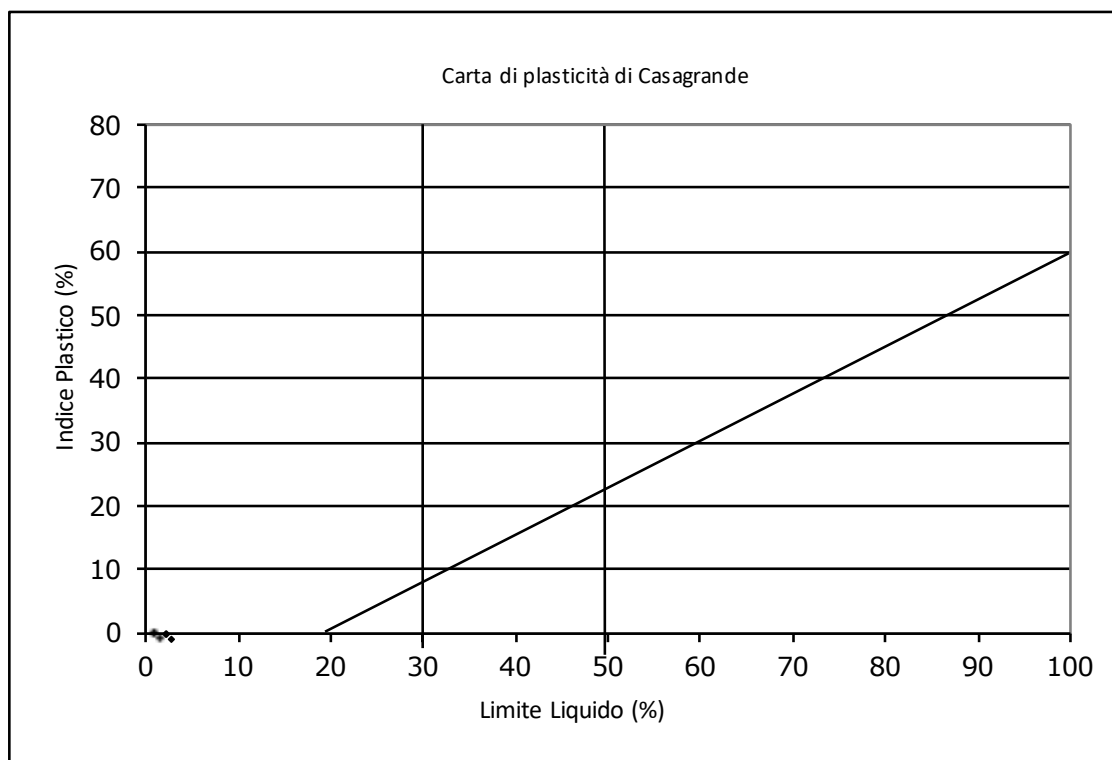
LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici



Contenuto naturale d'acqua	20,4	%
Limite Liquido	NP	%
Limite Plastico	NP	%
Indice Plastico	NP	%
Limite di Ritiro		%
Indice di Consistenza		
Classificazione del Materiale:	Sabbie non plastiche	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,0-6,4

N° CERTIFICATO: 1705/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

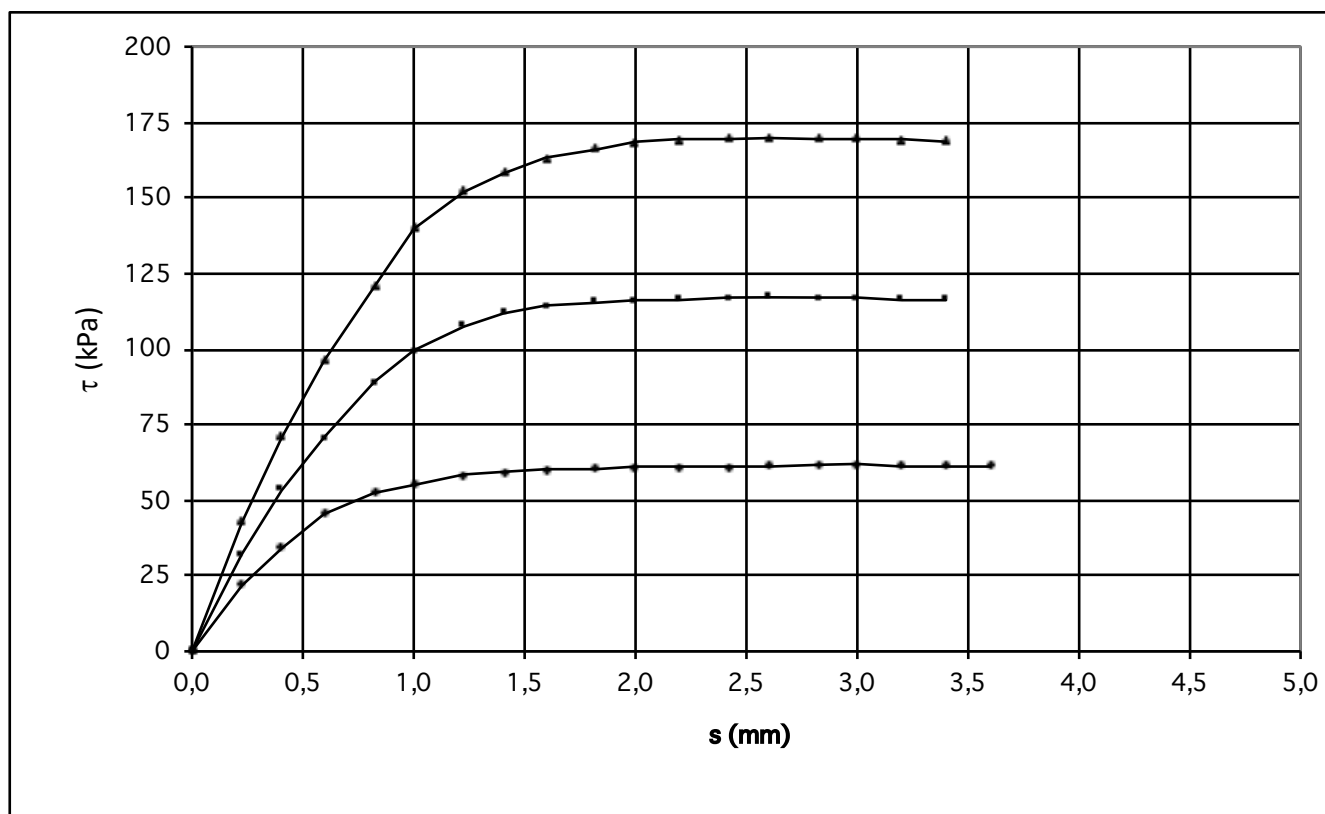
DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	17,51	17,58	17,59
Contenuto naturale d'acqua (%)	20,43	20,43	20,43
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,001		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	CD		



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,0-6,4

N° CERTIFICATO: 1705/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Sabbia lino argillosa giallastra con abbondanti inclusi litici

VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

Spostamento s (mm)	Provino 1 τ (kPa)	Provino 2 τ (kPa)	Provino 3 τ (kPa)
0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	22,2	32,1	43,1
0,4	34,1	53,4	71,1
0,6	45,6	70,5	96,5
0,8	52,5	88,7	120,8
1,0	55,2	99,3	139,9
1,2	58,1	107,6	152,3
1,4	59,3	111,9	158,4
1,6	60,2	114,1	163,2
1,8	60,5	115,3	166,3
2,0	60,7	115,8	168,5
2,2	60,9	116,4	169,1
2,4	61,1	116,8	169,6
2,6	61,4	117,1	169,8
2,8	61,7	116,9	169,7
3,0	61,6	116,7	169,5
3,2	61,5	116,5	169,2
3,4	61,3	116,3	168,9
3,6	61,2		
3,8			
4,0			
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

pagina 2/2



Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geocotest@gmail.com

SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

N° D'ORDINE: 134/21 **COMMITTENTE:** Comune di Lapio
SONDAGGIO: 5 **LOCALITA':** Lapio (AV)
CAMPIONE: 2 **DATA INIZIO:** 04/10/21
PROFONDITA': 6,3-6,6 **DATA FINE:** 18/10/21
TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio
DESCRIZIONE: Argilla limosa grigia molto consistente
QUALITA' DEL CAMPIONE: Q5

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
PESO DI VOLUME APPARENTE	γ	20,92	kN/m ³
PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	17,58	kN/m ³
PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	21,04	kN/m ³
PESO DI VOLUME IMMERSO	γ_{imm}	11,04	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,90	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e	0,530	
POROSITA'	n	34,63	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr	96,55	%
UMIDITA' NATURALE	w	19,02	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	45,9	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	23,2	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	22,7	%
LIMITE DI RITIRO	LR		%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	1,18	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	23	°
COESIONE DRENATA	c'	43,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE RESIDUA	c _{res}	-	kPa
COESIONE NON DRENATA	c _u	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO+ARGILLA (%)
(% trattenuta al setaccio n°200)	0,70	8,39	90,91
PARTE FINA	SABBIA (%)	LIMO (%)	ARGILLA (%)
(% passante al setaccio n°200)	1,19	45,52	53,29
GRANULOMETRIA CUMULATIVA	GHIAIA (%)	SABBIA (%)	LIMO (%) ARGILLA (%)
	0,70	9,47	41,38 48,45
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006			
INDICE DI GRUPPO			

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

David Severini

Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST
LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - I Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Mail: geocotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,3-6,6

TITOLO DEL LAVORO: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

DESCRIZIONE: Argilla limosa grigia molto consistente

QUALITA' DEL CAMPIONE: Q5

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170

Email: geocotest@gmail.com

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,3-6,6

N° CERTIFICATO: 1701/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Argilla limosa grigia molto consistente

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Tara Contenitore	45,89 g
Massa umida del terreno + Tara	226,37 g
Massa secca del terreno + Tara	197,52 g
Massa Netta Secca del terreno	151,64 g
Massa del contenuto in Acqua nel terreno	28,84 g
MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (w)	19,02 %

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Volume Fustella	40,00 cm ³
Tara Fustella	66,66 g
Massa del Terreno e della Fustella	150,36 g
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (γ)	20,92 kN/m ³

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

	PROVA 1	PROVA 2
Volume del Picnometro	75,00	75,00 (cm ³)
Tara Picnometro	48,39	29,95 (g)
Massa secca del terreno + Tara	73,40	49,96 (g)
Temperatura di prova	23	22,00 (°)
Peso di volume Acqua T° (gw)	0,99756	0,9978 (kN/m ³)
Massa Netta Secca del terreno (p)	25,02	20,02 (g)
Massa acqua e picnometro (p1)	122,549	80,42 (g)
Massa acqua picnometro e terreno (p2)	138,351	92,96 (g)
Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γs)	27,08	26,71 (kN/m ³)
Valore medio (γs)	26,90	(kN/m ³)

Lo sperimentatore
 Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
 Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

David Severini

Fabio Bonazzi Bonaca



N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,3-6,6

N° CERTIFICATO: 1707/21

COMMITTENTE: Comune di Lاپو

LOCALITA': Lاپو (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

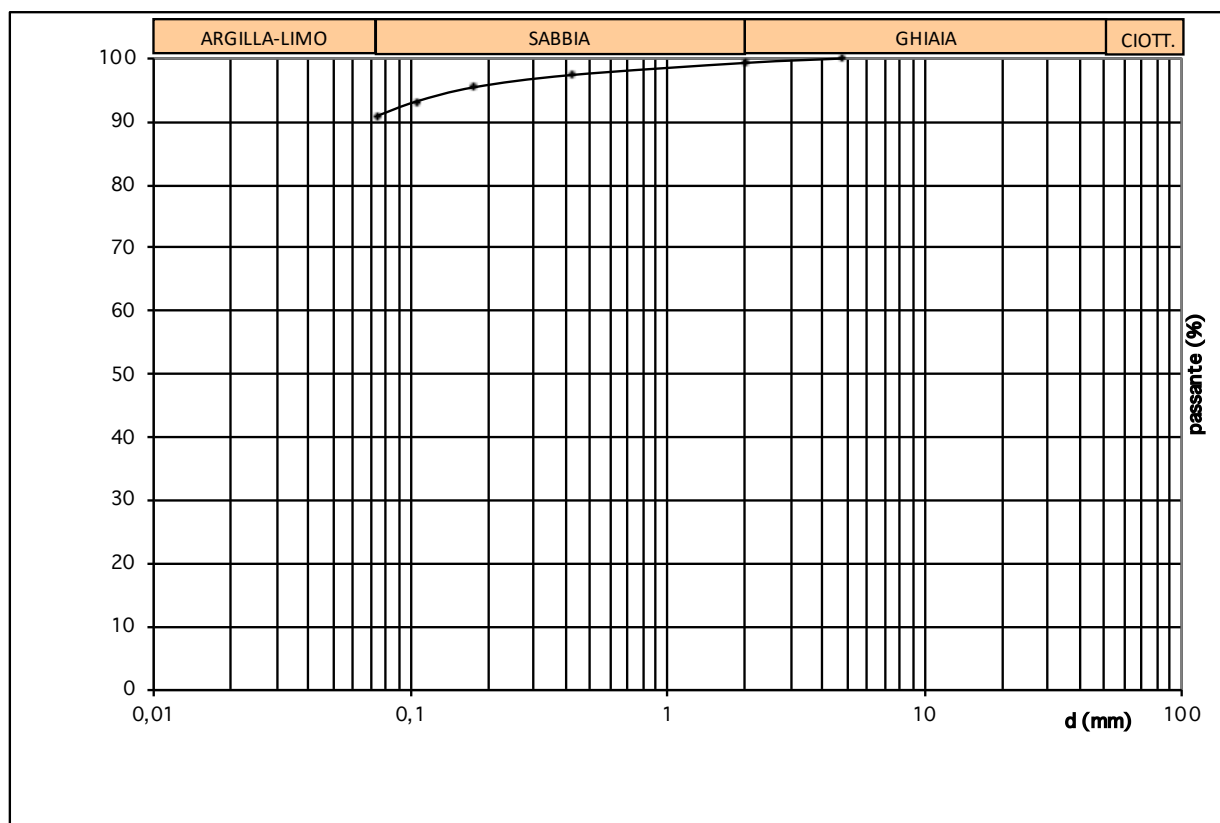
DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lاپو
Descrizione del campione : Argilla limosa grigia molto consistente

Tipo di prova: per via umida
Peso totale del campione (g): 681

Umidità (%) : 19,0
Peso secco (g) : 572

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
N4	4,76	0	0,00	100,00
N10	2,00	4	0,70	99,30
N40	0,42	15	2,62	97,38
N80	0,177	26	4,54	95,46
N140	0,105	39	6,82	93,18
N200	0,074	52	9,09	90,91



Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Pagina 1/1



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,3-6,6

N° CERTIFICATO: 1708/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

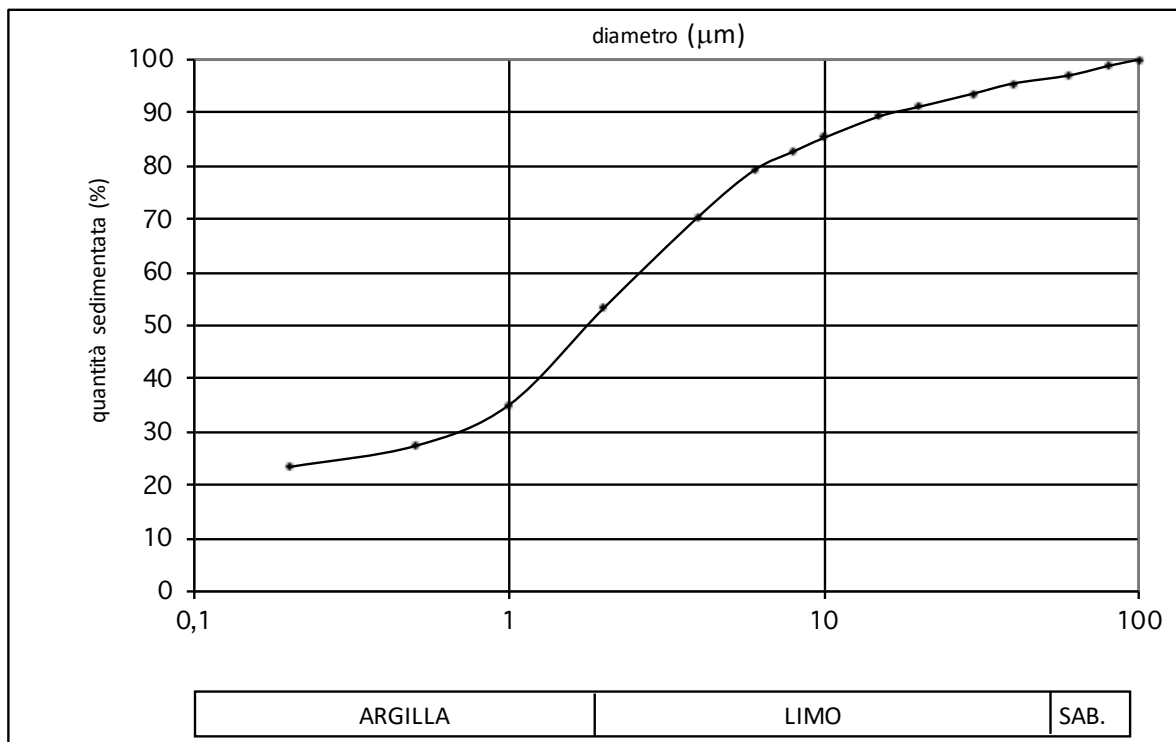
Descrizione del campione: Argilla limosa grigia molto consistente

Peso totale del campione (g): 40

Temperatura di prova (°C): 20

Peso specifico dei granuli (kN/m³): 26,90

DIAMETRO		QUANTITA'
(μm)		%
0,2	Argilla	23,39
0,5		27,31
1		35,07
2		53,29
4	Limo	70,49
6		79,18
8		82,71
10		85,28
15		89,32
20		91,11
30		93,65
40		95,52
60		97,03
80	Sabbia	98,81
100		100,00



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



GEO ECO TEST DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG

LABORATORIO TERRE

Via Sant'Angelo 65 - Trevi (PG)

Tel: 0742 381170 Email: geoecotest@gmail.com

N° D'ORDINE: 134/21

N° CERTIFICATO: 1709/21

SONDAGGIO: 5

COMMITTENTE: Comune di Lapio

CAMPIONE: 2

LOCALITA': Lapio (AV)

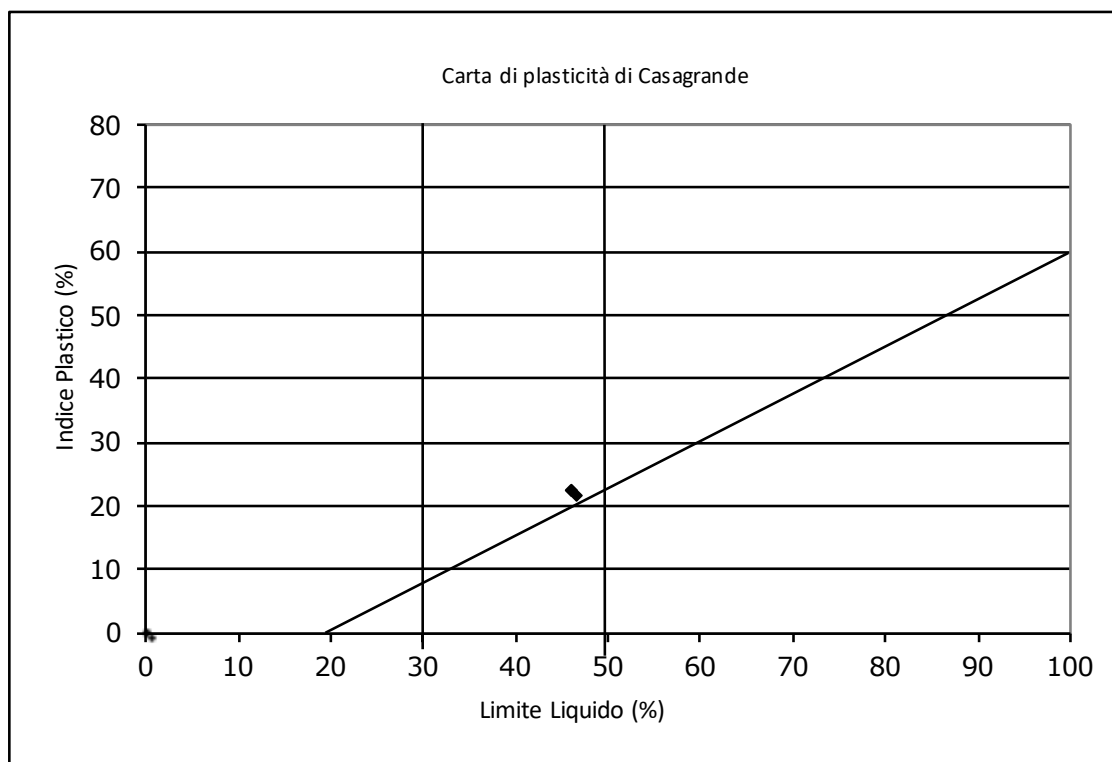
PROFONDITA': 6,3-6,6

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione: Argilla limosa grigia molto consistente



Contenuto naturale d'acqua	19,0	%
Limite Liquido	45,9	%
Limite Plastico	23,2	%
Indice Plastico	22,7	%
Limite di Ritiro		%
Indice di Consistenza	1,18	
Classificazione del Materiale:	Argilla a media plasticità	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,3-6,6

N° CERTIFICATO: 1701/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

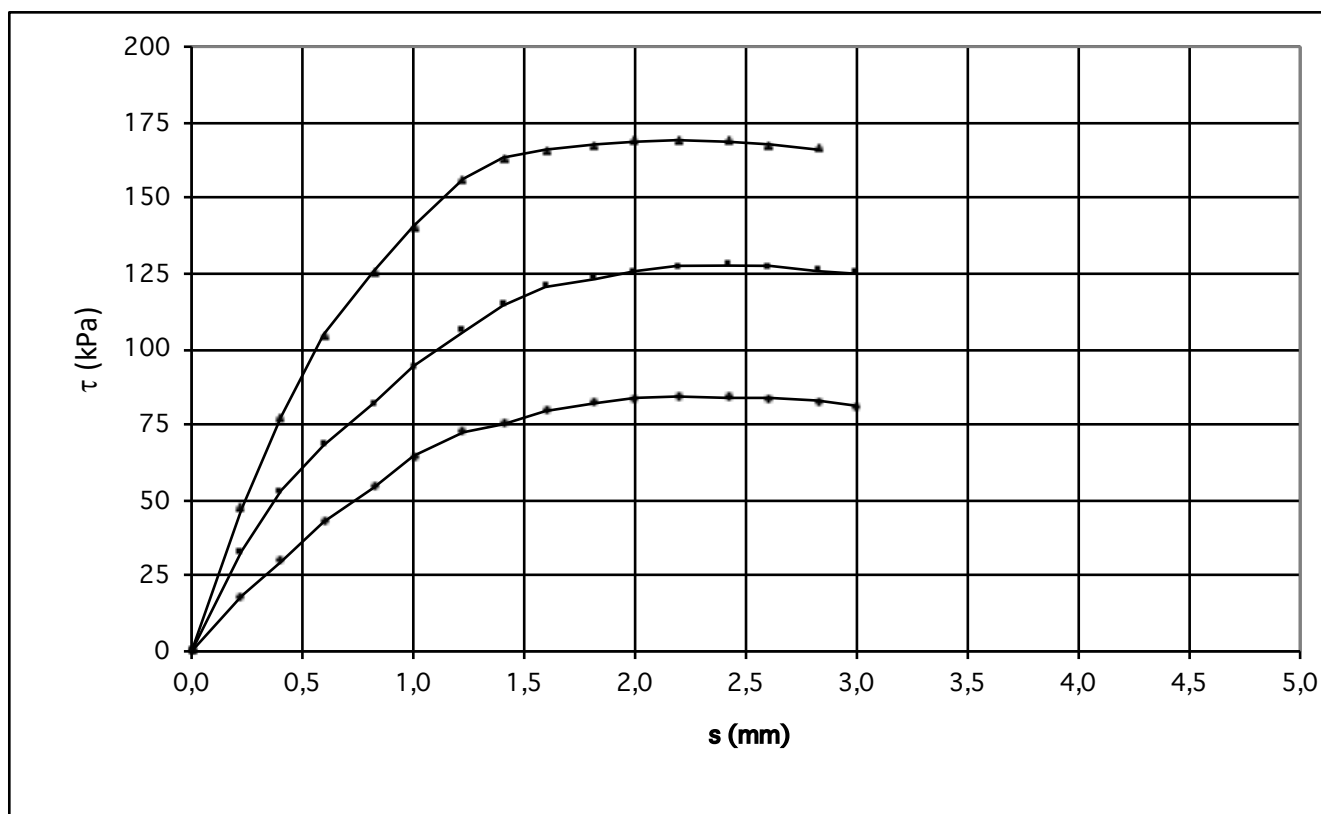
DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Argilla limosa grigia molto consistente

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	20,98	20,96	20,93
Contenuto naturale d'acqua (%)	19,02	19,02	19,02
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,001		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	CD		



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N° D'ORDINE: 134/21

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 6,3-6,6

N° CERTIFICATO: 1701/21

COMMITTENTE: Comune di Lapio

LOCALITA': Lapio (AV)

DATA INIZIO: 04/10/21

DATA FINE: 18/10/21

Titolo del lavoro: Indagini geognostiche P.U.C. di Lapio

Descrizione del campione : Argilla limosa grigia molto consistente

VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

Spostamento s (mm)	Provino 1 τ (kPa)	Provino 2 τ (kPa)	Provino 3 τ (kPa)
0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	18,2	32,8	47,5
0,4	29,8	52,9	77,6
0,6	43,1	68,4	104,7
0,8	54,3	81,8	125,7
1,0	64,6	94,3	140,6
1,2	72,6	106,1	156,3
1,4	75,4	114,5	163,2
1,6	79,6	120,7	165,9
1,8	82,2	123,3	167,6
2,0	83,6	125,6	168,8
2,2	84,3	127,1	169,1
2,4	84,1	127,6	168,9
2,6	83,5	127,4	167,6
2,8	82,7	126,2	166,3
3,0	81,2	124,9	
3,2			
3,4			
3,6			
3,8			
4,0			
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

pagina 2/2



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN 9001:2008



GEOCONSULT LAB^{S.R.L.}
PROVE SU MATERIALI

*Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico*

Autorizzazione Legge 1086/71 - D.M. n° 414 del 27/11/2015

INDAGINI GEOFISICHE

P.U.C. - LAPIO



COMUNE DI LAPIO (AV)

OGGETTO:

INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NEL COMUNE DI LAPIO A
SUPPORTO DEL PUC

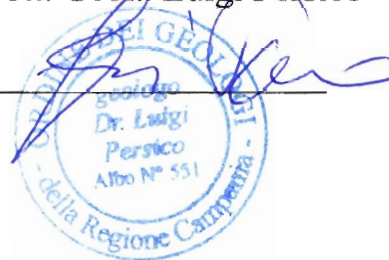
REPORT GEOFISICO

IL COMMITTENTE

GEOCONSULTLAB s.r.l

IL TECNICO

Dott. Geol. Luigi Persico



00.00	Dicembre 2021	Emissione	✓	✓	✓
Revisione	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato

PREMESSA

Per conto della GEOCONSULTLAB s.r.l è stata eseguita nel comune di LAPIO (AV) una campagna di indagini geofisiche a supporto del PUC, finalizzata alla caratterizzazione dinamica del sottosuolo, all'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche.

Attraverso tale campagna, condotta conformemente alla vigente normativa sismica e in particolare a quanto riportato nel D.M. 17/01/2018 è stato inoltre possibile definire il valore della $V_{s,eq}$, che consente la stima dell'effetto di sito e quindi procedere alla classificazione del terreno investigato, mediante la relazione:

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

dove:

V_{Si} e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'iesimo strato

H è la profondità del substrato

N è il numero di strati.

Le indagini effettuate, distribuite secondo lo schema riportato nella seguente tabella in cui sono anche riportate le coordinate dei punti di indagine, nel sistema di riferimento WGS84/UTM Zona 33N, sono state effettuate in 5 differenti siti per ognuno dei quali risulta disponibile anche un sondaggio geognostico a c.c.

Per ogni sito si sono eseguite n. 1 prova MASW, n. 1 tomografia sismica e n. 1 prova HVSR e pertanto sono complessivamente state eseguite:

- n. 5 prospezioni sismiche di tipo MASW;
- n. 5 tomografie sismiche in onda P;
- n. 5 prospezioni sismiche del tipo HVSR

SITI INVESTIGATI	Sondaggio geognostico di riferimento	Indagini geofisiche effettuate			Coordinate geografiche sito	
		Masw	Tomografie sismica	HVSR	Lat.	Long.
n.1	S1 (Serbatoio)	M1 (24 can)	TS1 (onda P)	HV1 (30min)	40°58'19"N	14°55'32"E
n.2	S2 (Via S.Nicola)	M2 “	TS2 “	HV2 “	40°58'55"N	14°56'45"E
n.3	S3 (Joaquin)	M3 “	TS3 “	HV3 “	40°58'53"N	14°56'25"E
n.4	S4 (Via S.Pietro)	M4 “	TS4 “	HV4 “	40°59'10"N	14°56'44"E
n.5	S5 (Via Vignali)	M5 “	TS5 “	HV5 “	40°58'41"N	14°57'04"E



Ubicazione siti investigati

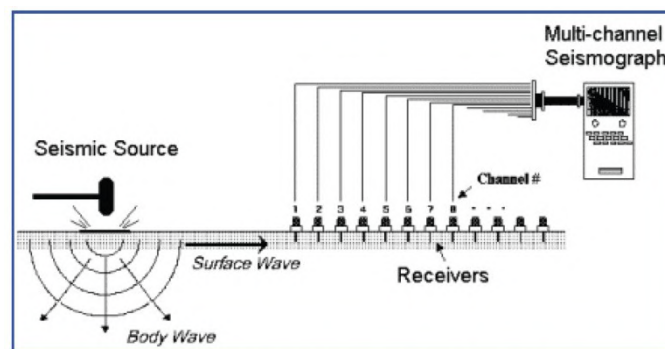
DESCRIZIONE DELLE TECNICHE D'INDAGINE UTILIZZATE

Prospezione sismica superficiale del tipo MASW

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio VS. Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di un'indagine sismica MASW prevede 3 passi fondamentali:

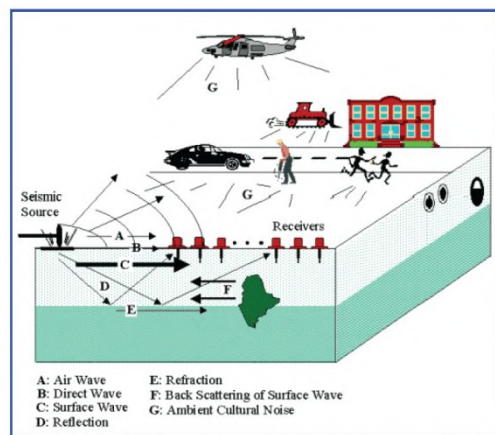
1. Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;



– Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.

2. Estrazione del modo fondamentale di oscillazione dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione);
3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);

Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P ed S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore. Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.



– Schematizzazione dei vari tipi di onde (di volume e superficiali) e di alcune possibili sorgenti di rumore ambientale.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali.

Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in un'immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni.

Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico. Tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismografo DOREMI a 24bit - 24 canali della Sara Electronic, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non

convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica che consente di eseguire tutte le operazioni in ambiente operativo Microsoft Windows.

La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (mazza battente del peso di 10kg che batte su una piastra circolare in alluminio).

Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine .

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (EasyMasw Lite della Geostru) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$.

La frequenza di campionamento è data da: $f_{campionamento}=1/dt=2000Hz$.

La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{min}=1/T=0.488Hz$.

Prospezione sismica superficiale del tipo HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito e, eventualmente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo $V_{s,eq}$ o V_{s30} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle seguenti fasi.

a) Registrazione del rumore ambientale

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

b) Windowing

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

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

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier.

c) Tapering e/o lisciamento dello spettro di Fourier

Viene effettuato secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all’uopo idonee.

d) Ricerca del rapporto spettrale H/V.

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

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

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

L’ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell’ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico.

e) Inversione

Consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo $V_{s,eq}$ oppure $V_{s,30}$.

La strumentazione e il software utilizzati in questo caso sono costituiti da:

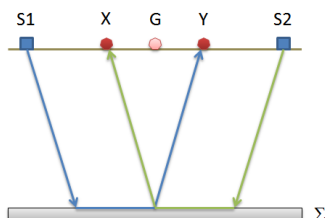
- scheda madre Theremino master, con uscita USB;
- Adc 24 bit;
- n. 2 geofoni orizzontali da 4,5 hz;
- n. 1 geofono verticale da 4,5 hz;
- Frequenza di campionamento 250 Hz;
- Durata acquisizione 30minuti;
- Registrazione dei dati acquisiti in formato *.SAF;

Il segnale è stato elaborato mediante Easy HVSR Lite della Geostru

Tomografie sismiche

Il sottosuolo è stato investigato anche mediante indagini sismiche a rifrazione tramite il metodo tomografico in particolare utilizzando il metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.

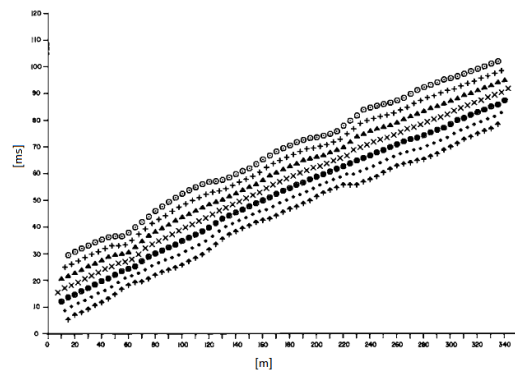


Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto

all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



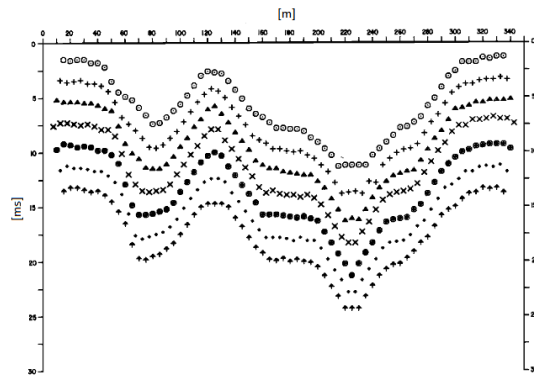
dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S_1 ad X e dalla sorgente S_2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S_1 ed S_2 , esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y , non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_v viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

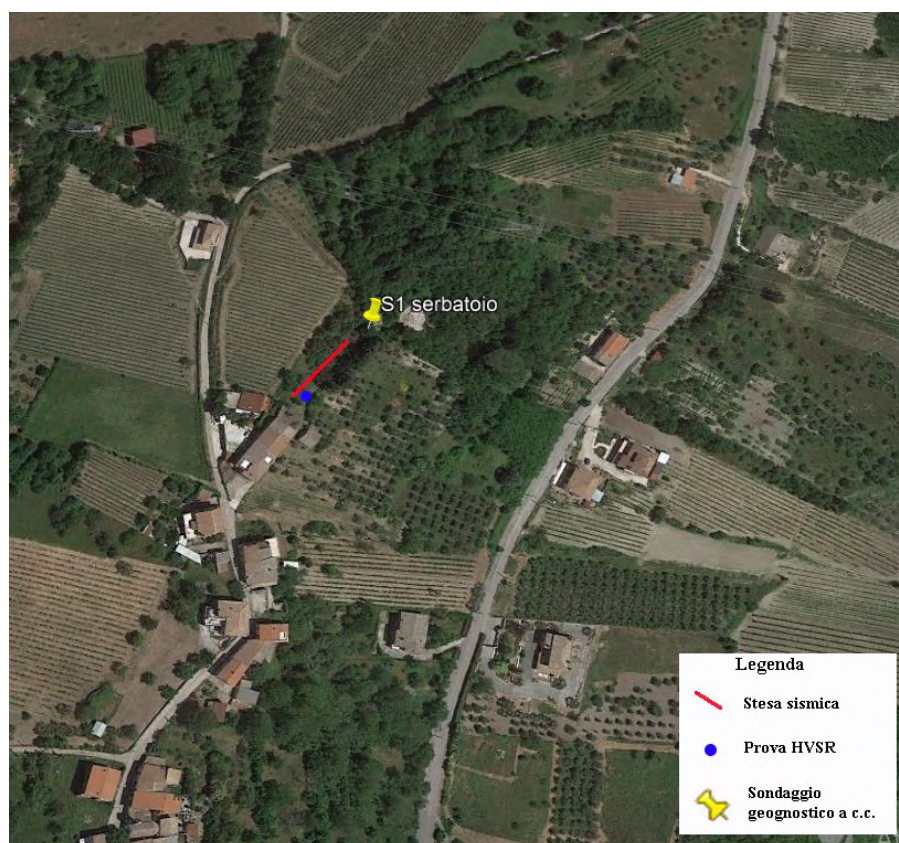
$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h.

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

Le elaborazioni sono state condotte in maniera automatizzata, tramite EasyRefract Lite della Geostru.

SITO n. 1 (loc. Serbatoio)



Ubicazione prove effettuate (Loc. Serbatoio)

Stratigrafia tipo

0,00 m ÷ 0,10 m. Suolo costituito da sabbie grigio-giallastre, debolmente limose, con inclusioni litiche calcarenitiche di piccole dimensioni (ϕ max 0.5 cm) ed abbondanti elementi carboniosi.

0,10 m ÷ 18,50 m. Sabbia debolmente limosa di colore variabile dal grigio al giallastro, da grossolana a fine, con inclusi elementi arenitici di dimensioni variabili da pochi mm fino ad uno spessore max 5-6 cm e di colore variabile dal grigio al giallo alternata a livelli decimetrici (30-40 cm) di arenaria di colore grigio, più o meno fratturata, recuperata sotto forma di ghiaie centimetriche (ϕ max 4-5 cm) e/o come carote decimetriche (max 10 cm).. Rilevata, nei primi metri, presenza abbondante di elementi carboniosi. Non si riesce a definire la giacitura né la struttura. Il litotipo risulta abbastanza addensato. A causa dell'acqua di trivellazione assume a tratti, nelle cassette, un aspetto abbastanza plastico.

18,50 m ÷ 20,00 m. Argilla marnoso-scagliosa, di colore grigio, con inglobati elementi marnosi/calcareo-marnosi, grigi, (ϕ max 2-3 cm). Il litotipo risulta essere abbastanza compatto, con una leggera stratificazione.

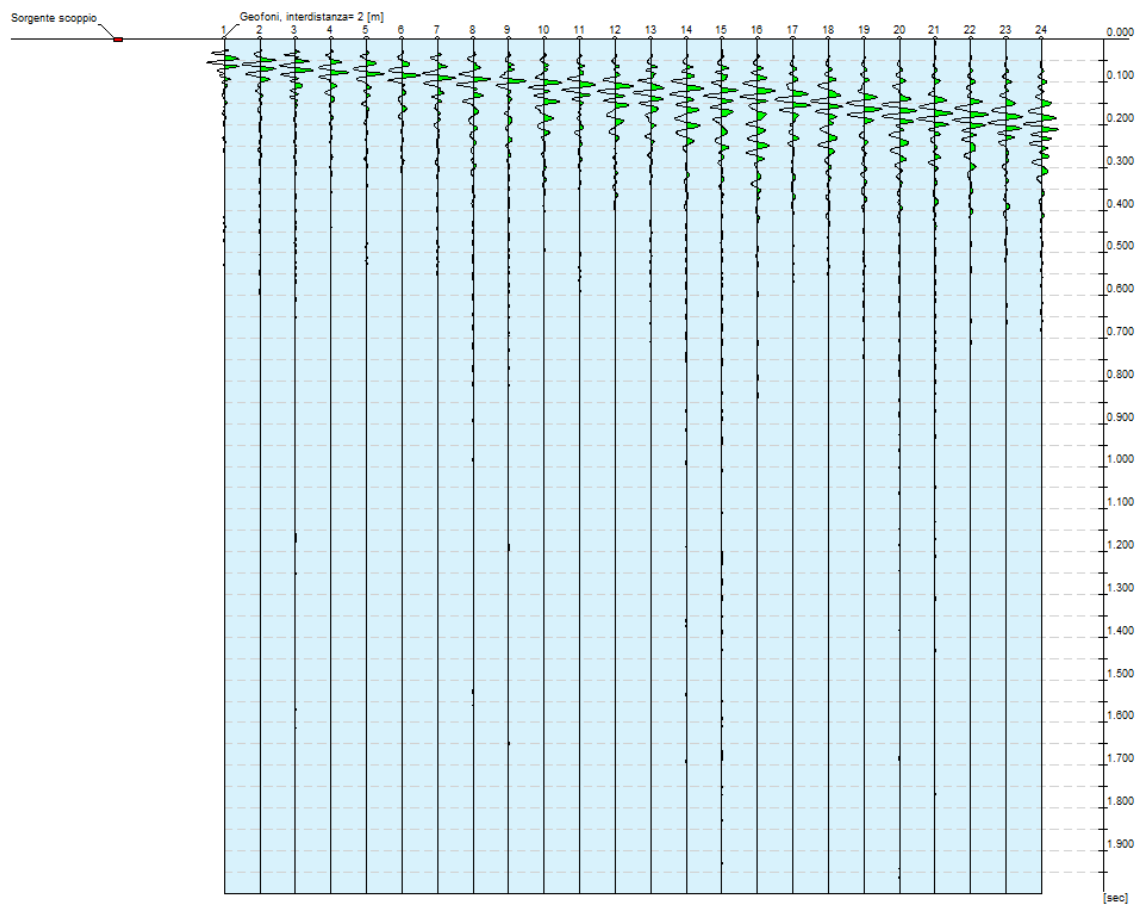
20,00 m ÷ 20,10 m. Arenaria di colore grigio, più o meno fratturata, recuperata sotto forma di ghiaie centimetriche (ϕ max 4-5 cm).

20,10 m ÷ 29,50 m. Argilla marnoso-scagliosa, di colore grigio, debolmente sabbiosa, con inglobati elementi marnosi/calcareo-marnosi, grigi, (ϕ max 2-3 cm). Il litotipo risulta essere abbastanza compatto, con una leggera stratificazione.

PROSPEZIONE MASW (M1)

Tracce

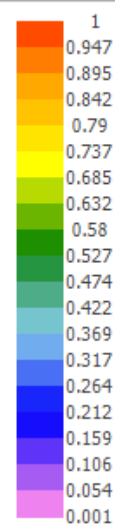
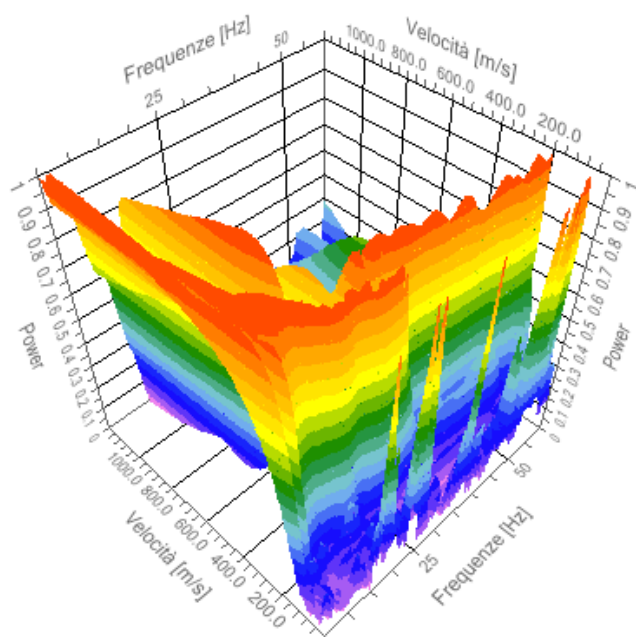
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

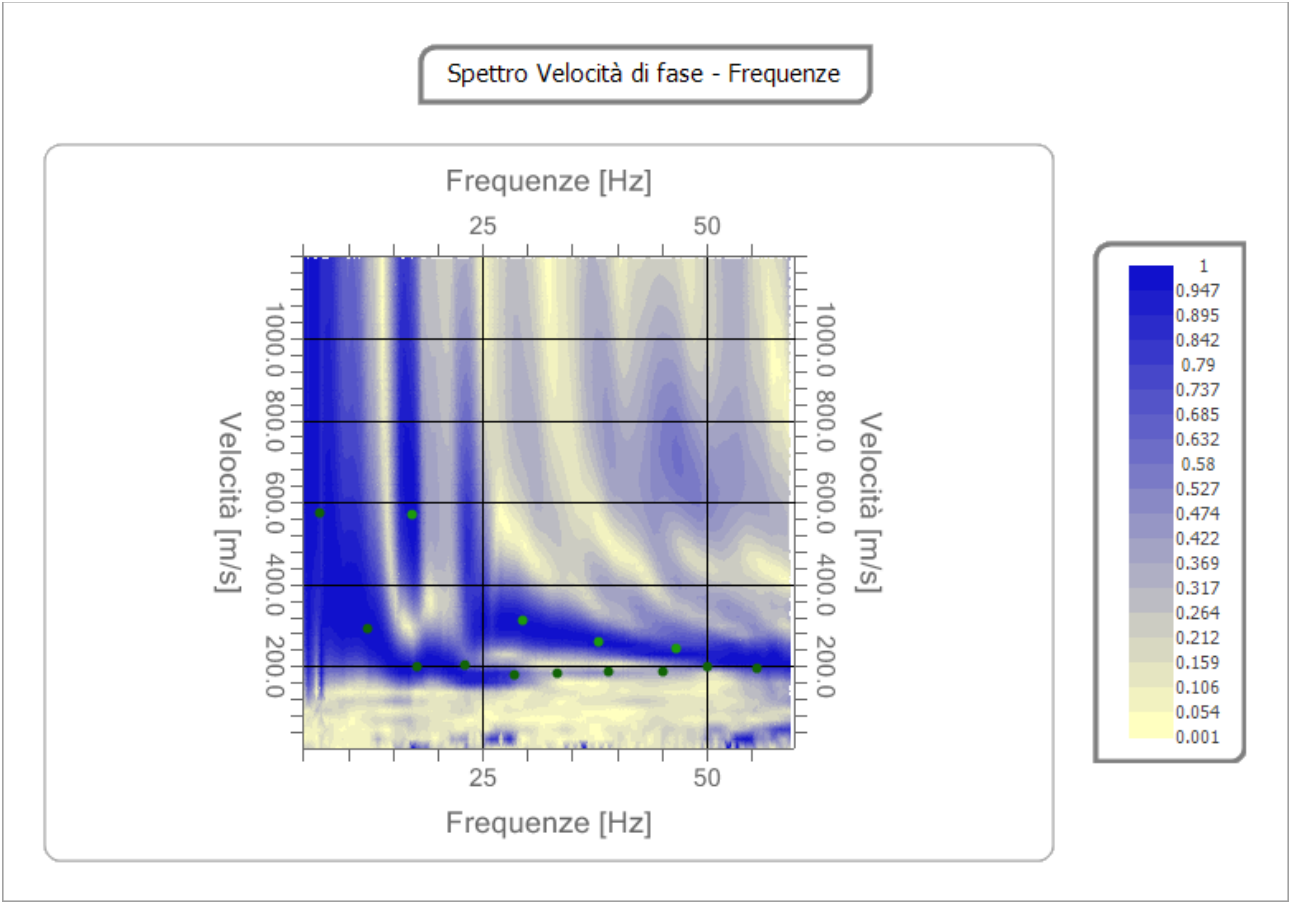
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	6.8	574.8
2	12.2	291.4
3	17.2	568.3
4	17.6	199.5
5	23.1	204.0
6	28.5	177.2
7	29.5	310.4
8	33.4	181.5
9	37.9	258.8
10	39.1	185.8
11	45.2	185.8
12	46.6	241.7
13	50.2	199.8
14	55.6	195.0

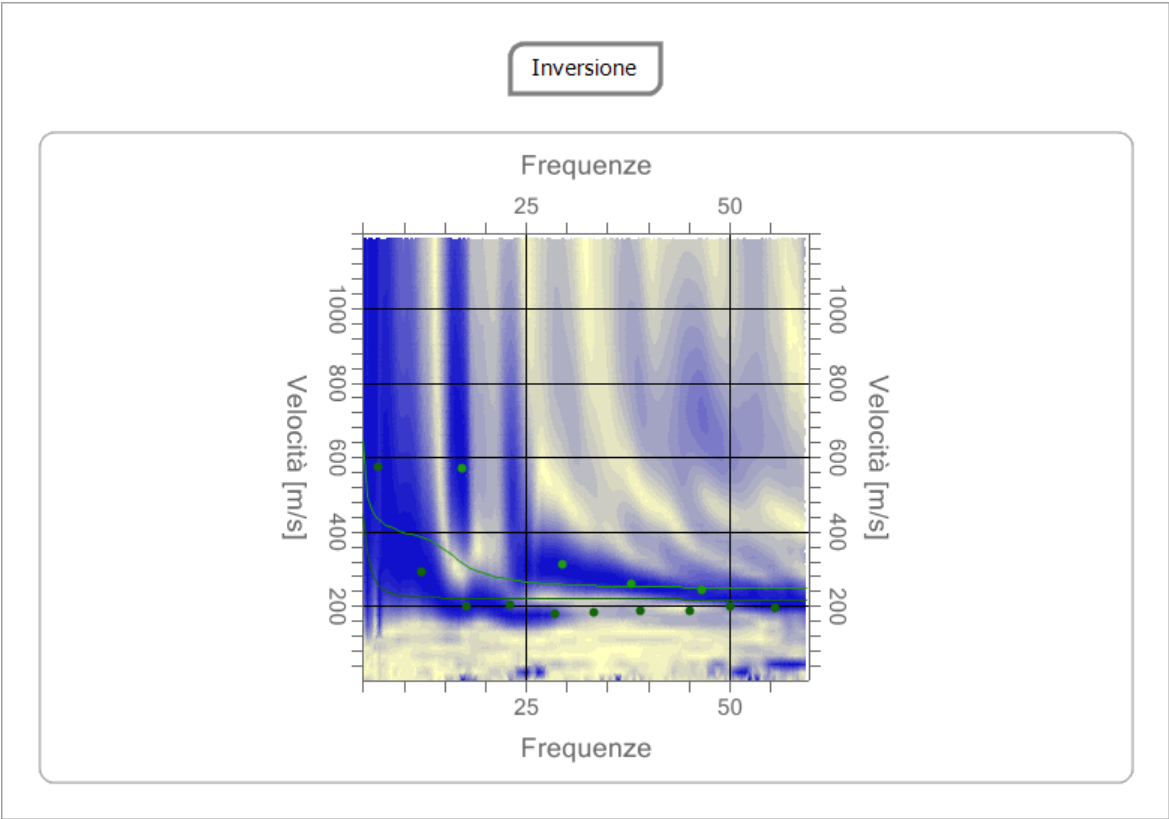


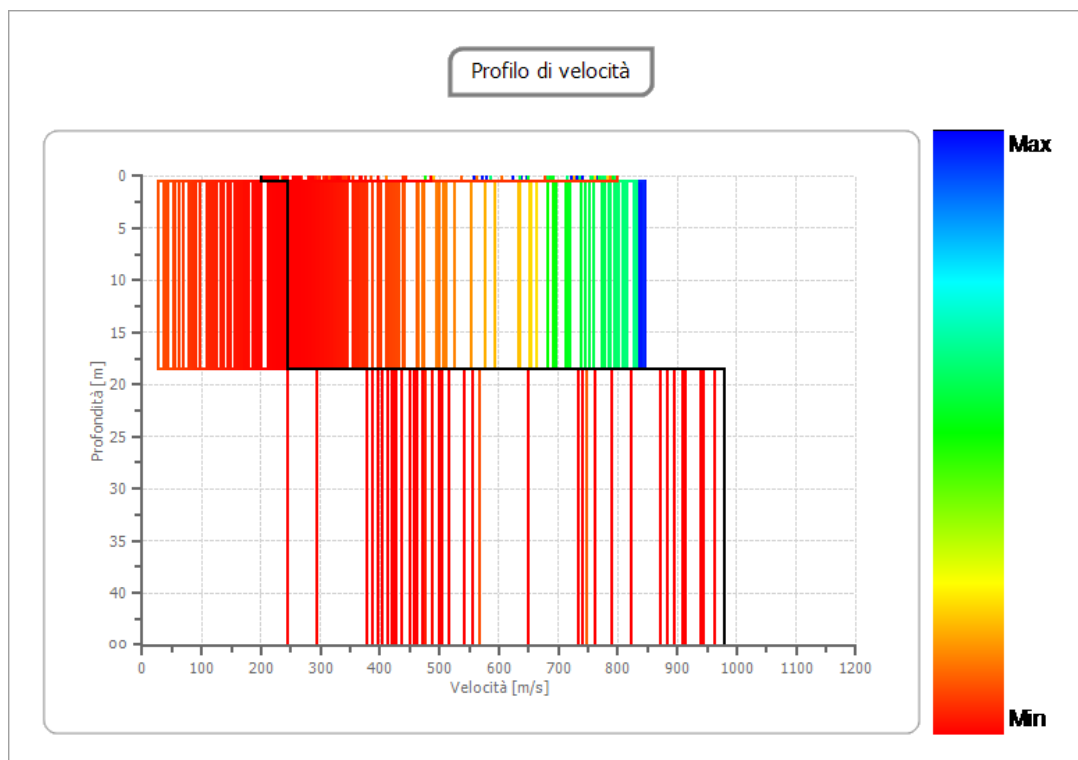
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	0.50	0.50	1500.0	0.2	326.6	200.0
2	18.50	18.00	1600.0	0.2	400.9	245.5
3	oo	oo	1900.0	0.3	1696.3	979.4

Fattore di disadattamento della soluzione

0.236





Risultati

Vs,eq [m/sec] | 243.52
Categoria del suolo | E (al piano campagna)

Suolo di tipo E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	Qc [kPa]
1	0.50	0.50	200.00	326.60	1300.00	52.00	138.67	69.33	124.80	760.48
2	18.50	18.00	245.48	400.86	1500.00	90.39	241.04	120.52	216.93	2129.27
3	oo	oo	979.38	1696.33	1900.00	1822.44	5467.33	3037.41	4556.11	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

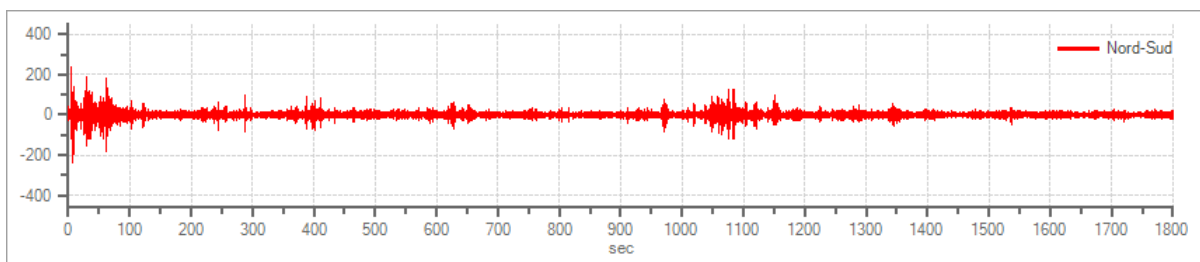
HVSR (HV1)

Tracce in input

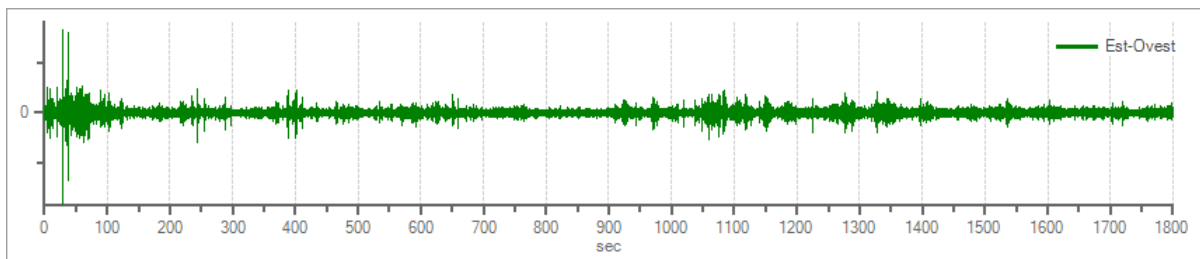
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

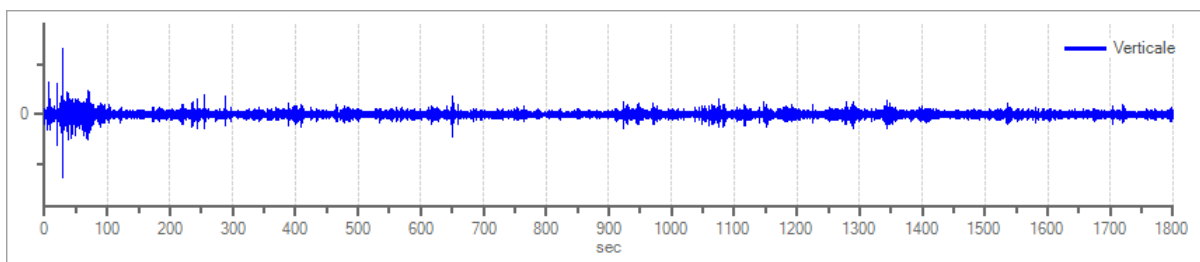
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 80

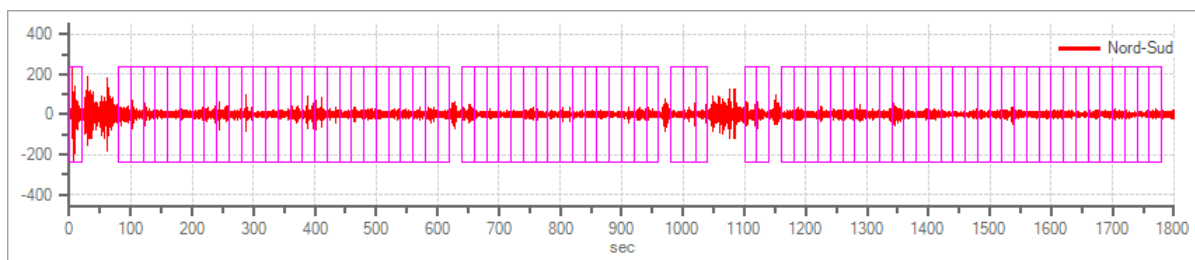
Numero finestre incluse nel calcolo: 80

Dimensione temporale finestre: 20.000 s

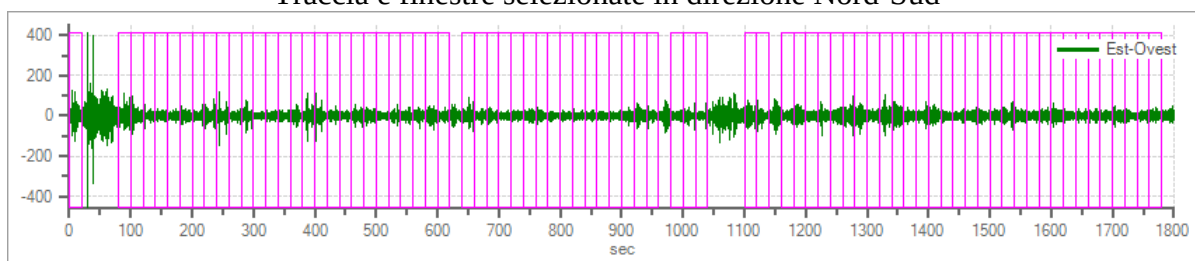
Tipo di liscio: Triangolare proporzionale

Percentuale di liscio: 10.00 %

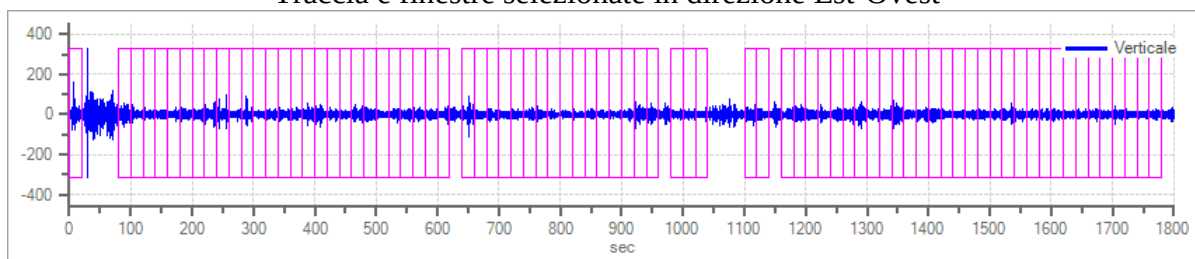
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

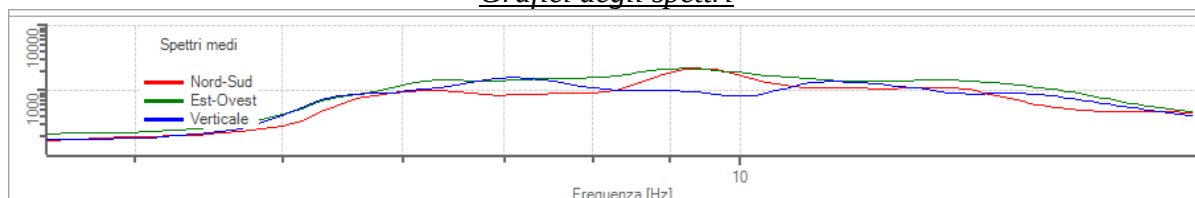


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

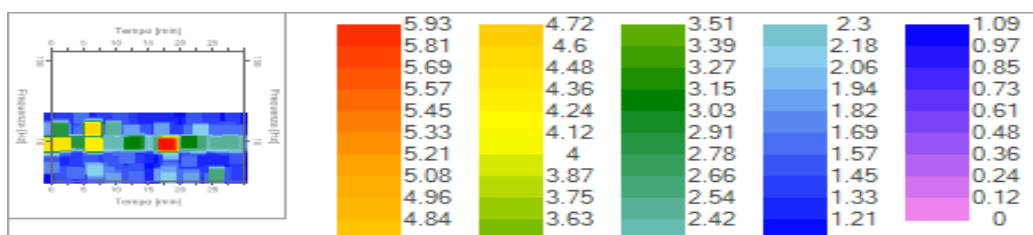


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

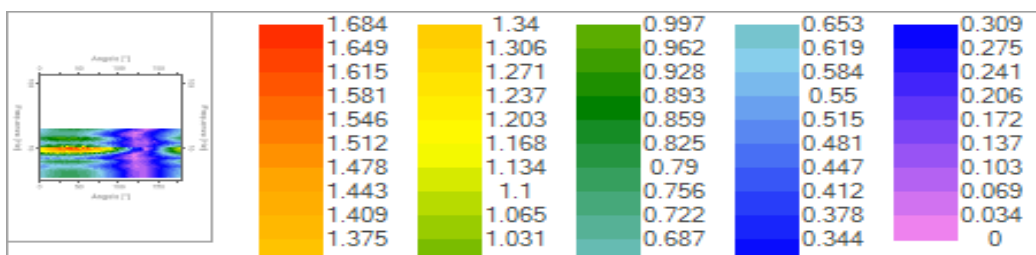
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

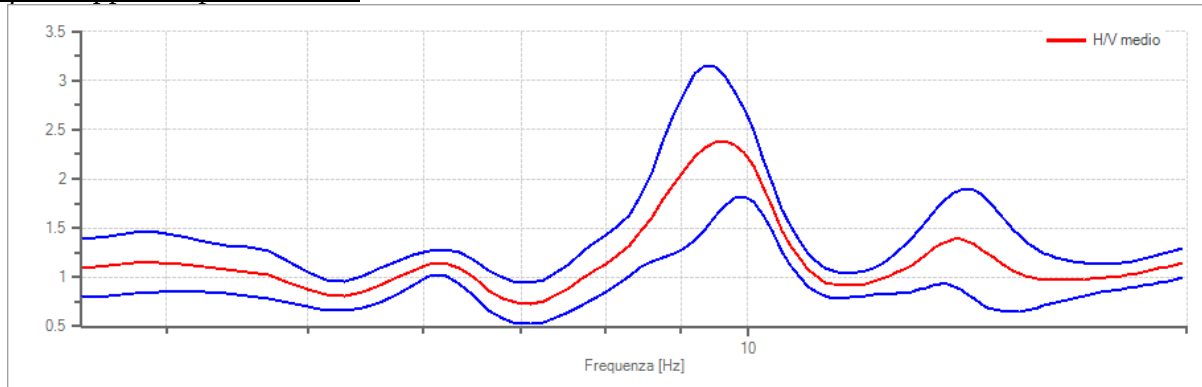
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20.00 Hz
 Frequenza minima: 3.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento:: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 9.65 Hz $\pm$ 0.28 Hz (attendibile)

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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

TOMOGRAFIA SISMICA (TS1)

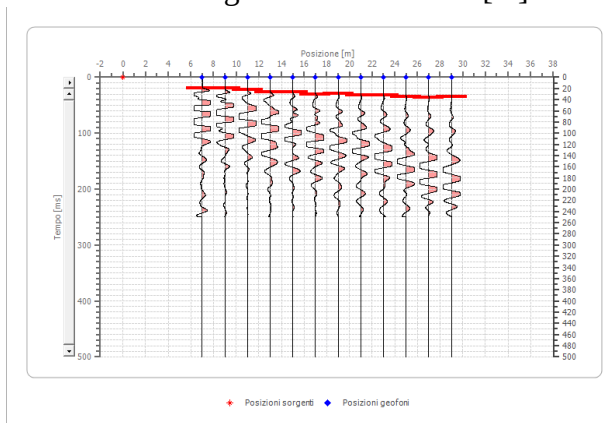
Geometria geofoni

	Posizione X [m]
1	7.0
2	9.0
3	11.0
4	13.0
5	15.0
6	17.0
7	19.0
8	21.0
9	23.0
10	25.0
11	27.0
12	29.0

Dati battute

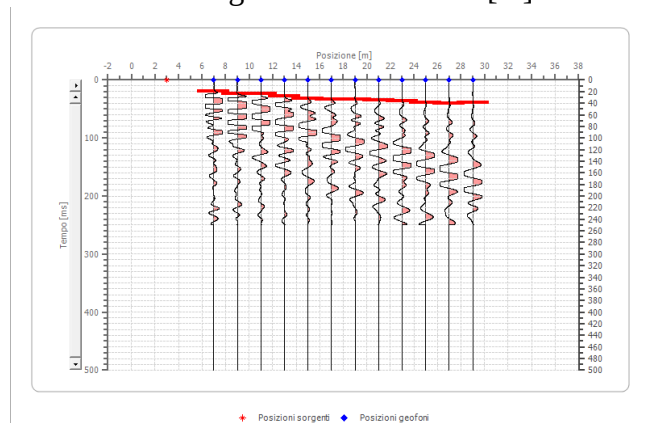
Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



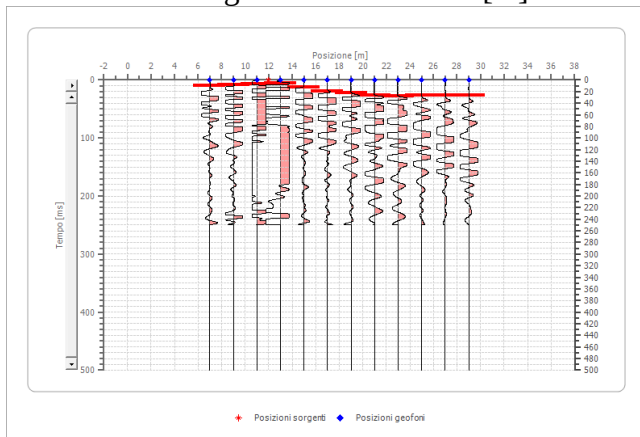
Battuta 2

Posizione sorgente X 3 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



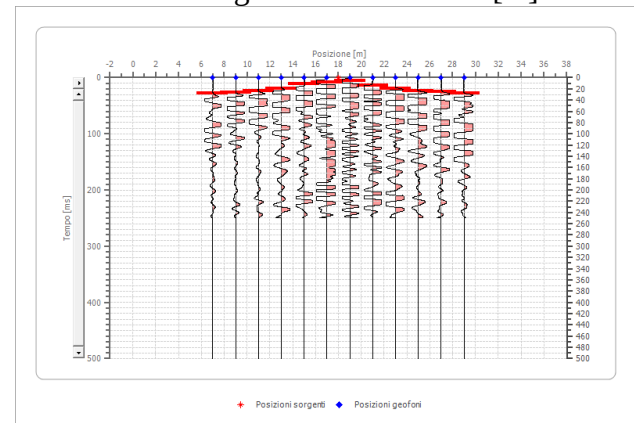
Battuta 3

Posizione sorgente X 12 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



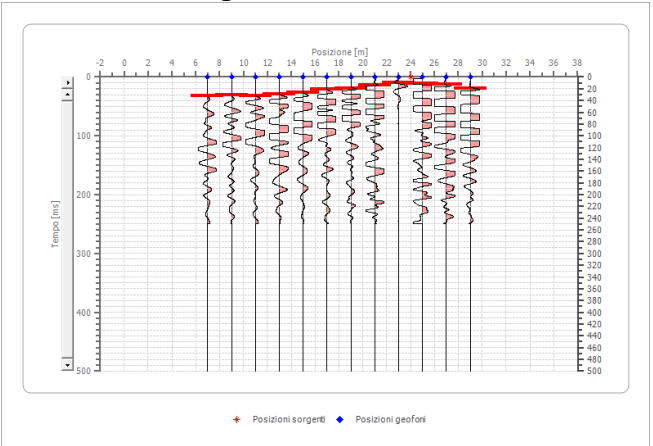
Battuta 4

Posizione sorgente X 18 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



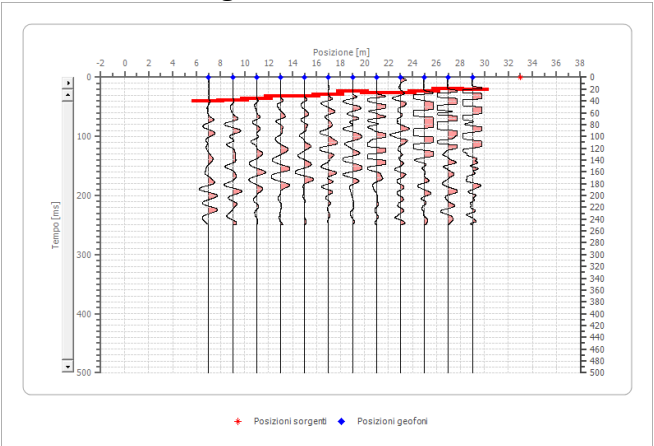
Battuta 5

Posizione sorgente X 24 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



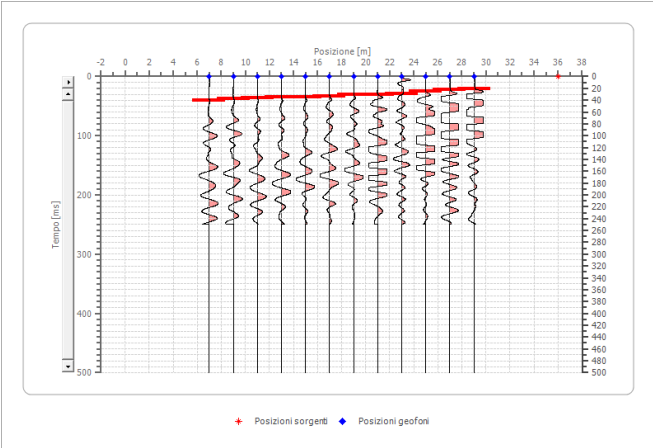
Battuta 6

Posizione sorgente X 33 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

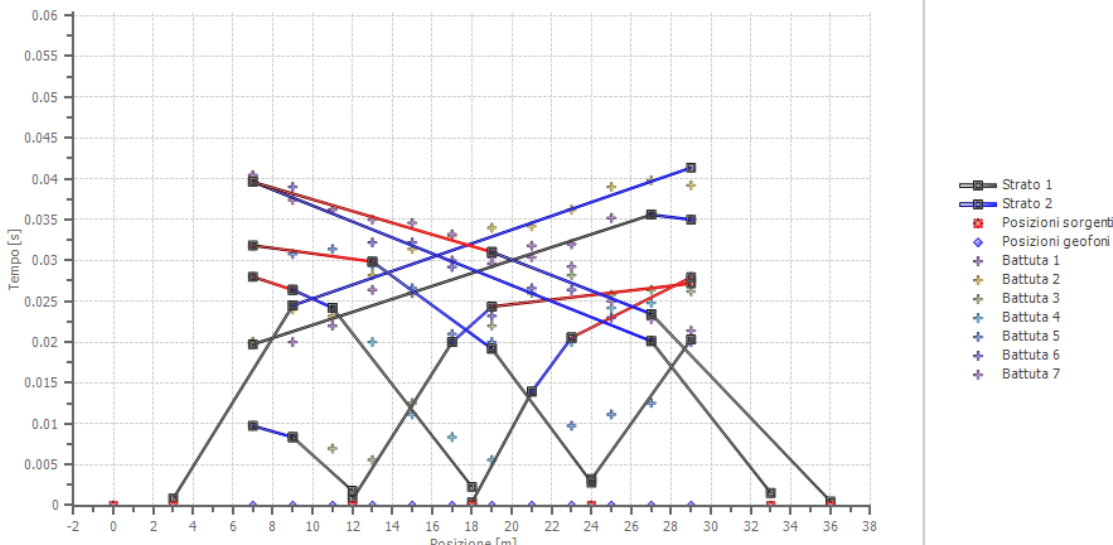


Battuta 7

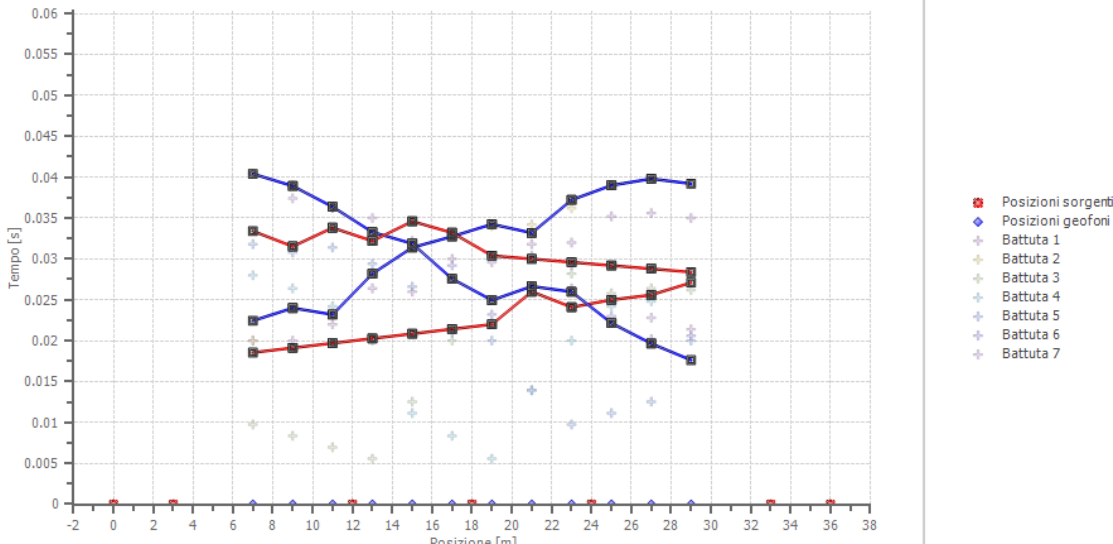
Posizione sorgente X 36 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 7.0 [m]	3.4	4.4	--
G= 9.0 [m]	3.5	3.6	--
G= 11.0 [m]	2.8	6.6	--
G= 13.0 [m]	3.2	5.2	--
G= 15.0 [m]	3.5	6.2	--
G= 17.0 [m]	3.0	6.9	--
G= 19.0 [m]	2.8	6.1	--
G= 21.0 [m]	2.9	7.9	--
G= 23.0 [m]	3.5	5.2	--
G= 25.0 [m]	3.1	6.3	--
G= 27.0 [m]	2.8	7.2	--
G= 29.0 [m]	2.3	8.9	--
Velocità [m/sec]	352.1	1072.0	3125.0
Descrizione			

Altri parametri geotecnici

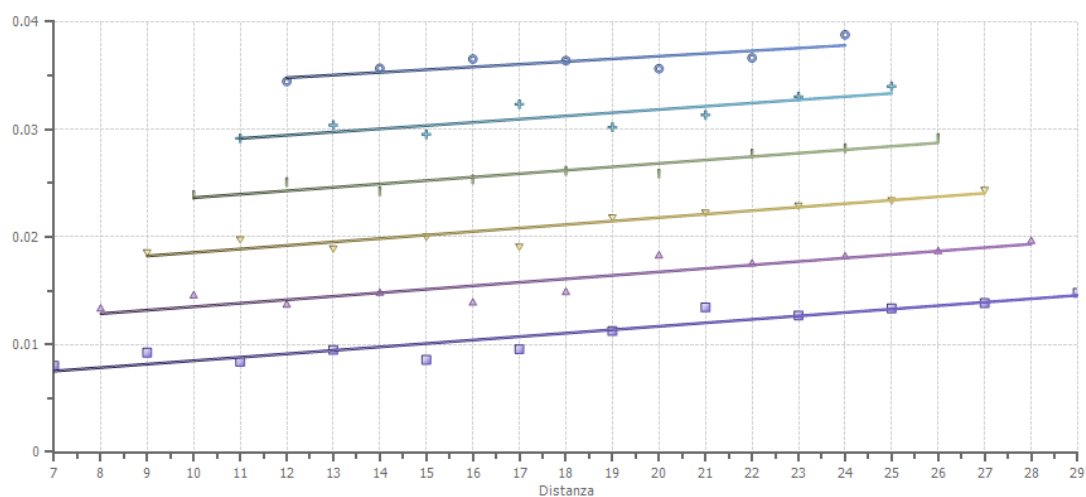
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.20	0.20	0.30
Densità [kg/m³]	1600.00	1800.00	1900.00
Vp [m/s]	352.12	1071.98	3125.00
Vs [m/s]	169.15	514.96	1501.20
G0 [MPa]	45.78	477.33	4281.86
Ed [Mpa]	198.38	2068.45	18554.72
M0 [MPa]	152.60	1591.11	14272.86
Ey [Mpa]	123.60	1288.80	11561.02

G0: Modulo di deformazione al taglio;

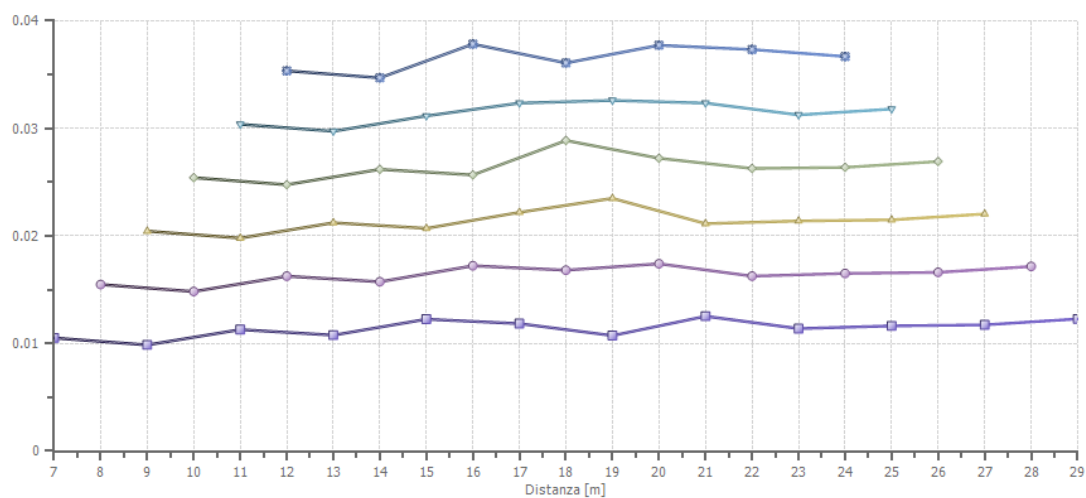
Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

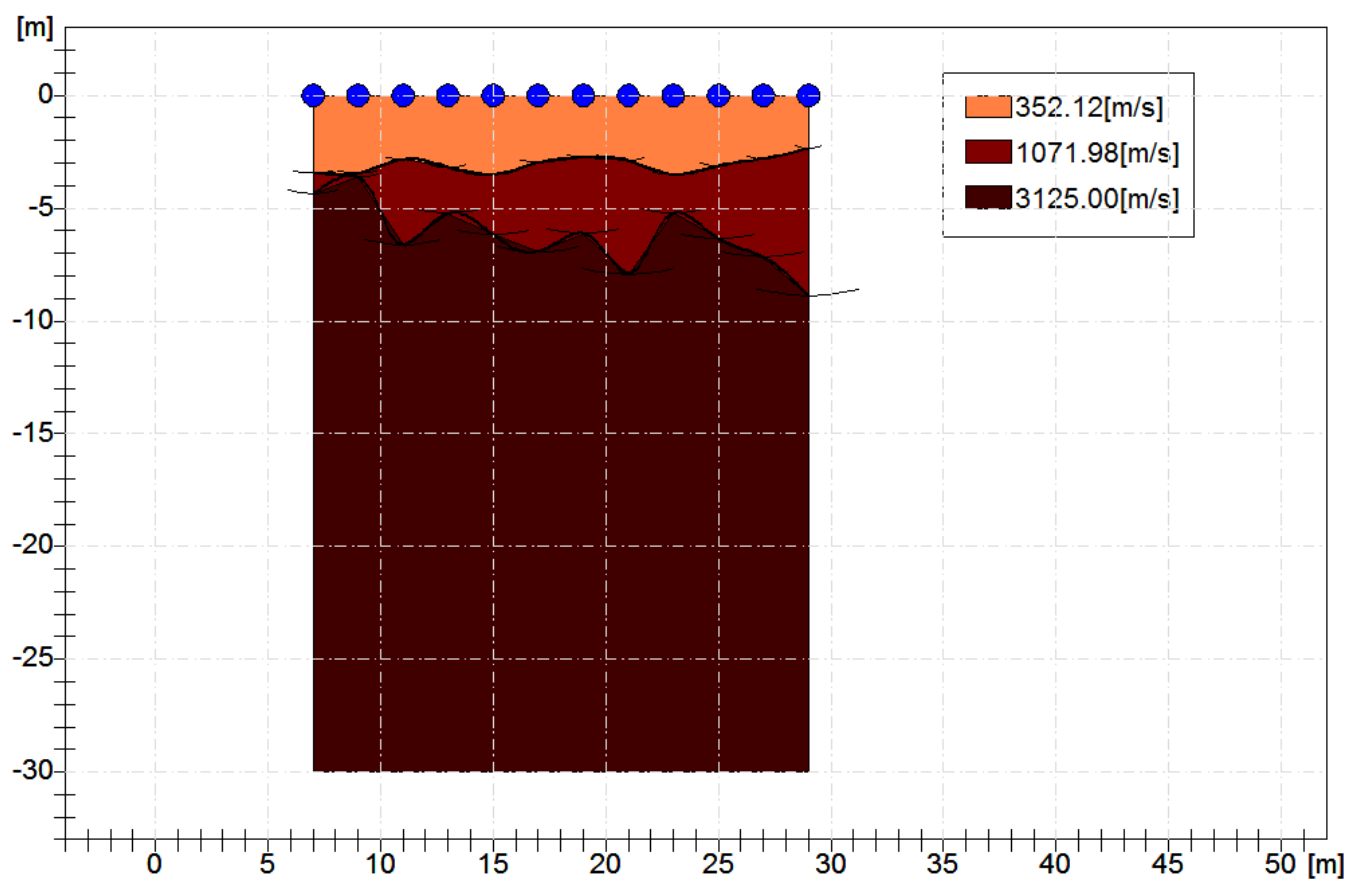
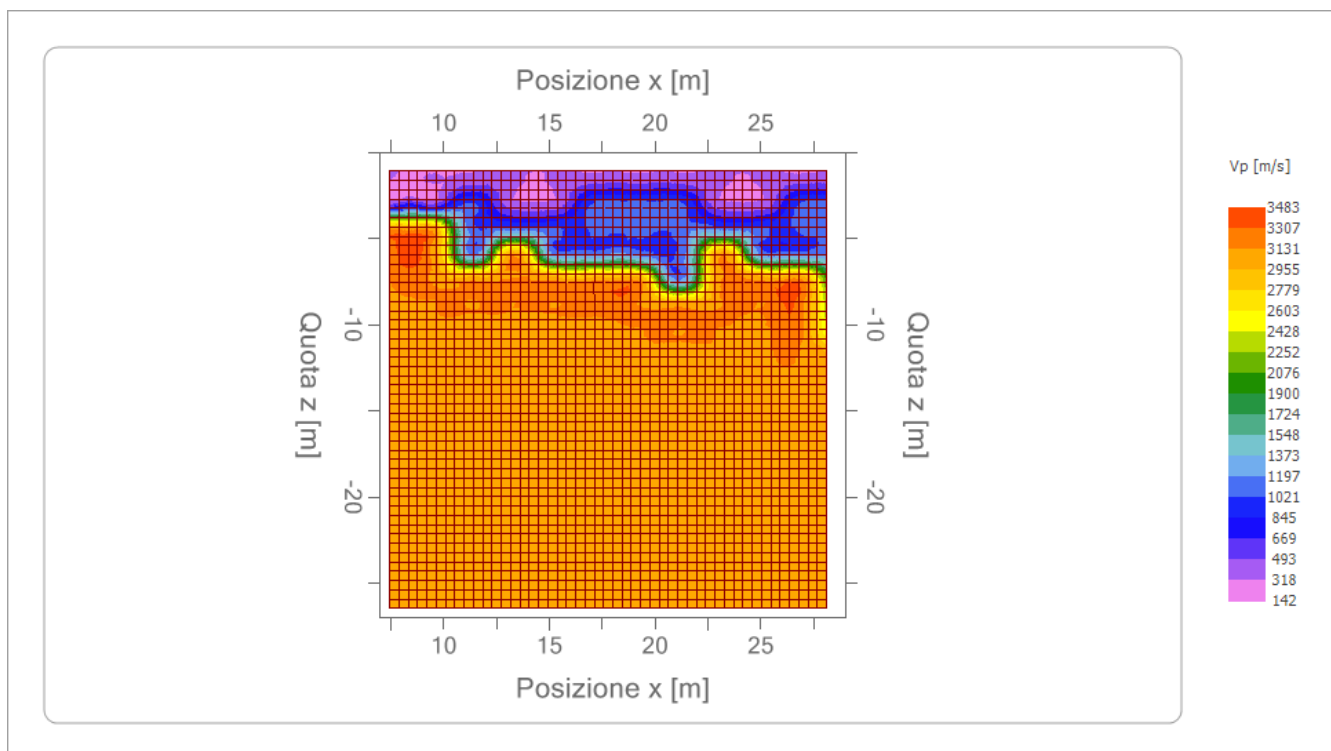
Ey: Modulo di Young;



■ XY = 0, Deviazione standard = 0.00221 ▲ XY = 2, Deviazione standard = 0.00205 ▼ XY = 4, Deviazione standard = 0.00186
 | XY = 6, Deviazione standard = 0.00164 + XY = 8, Deviazione standard = 0.00137 ● XY = 10, Deviazione standard = 0.001



■ XY = 0, Rugosità = 0.000644 ● XY = 2, Rugosità = 0.000616 ▲ XY = 4, Rugosità = 0.000729
 ◆ XY = 6, Rugosità = 0.000841 + XY = 8, Rugosità = 0.000823 ■ XY = 10, Rugosità = 0.00099



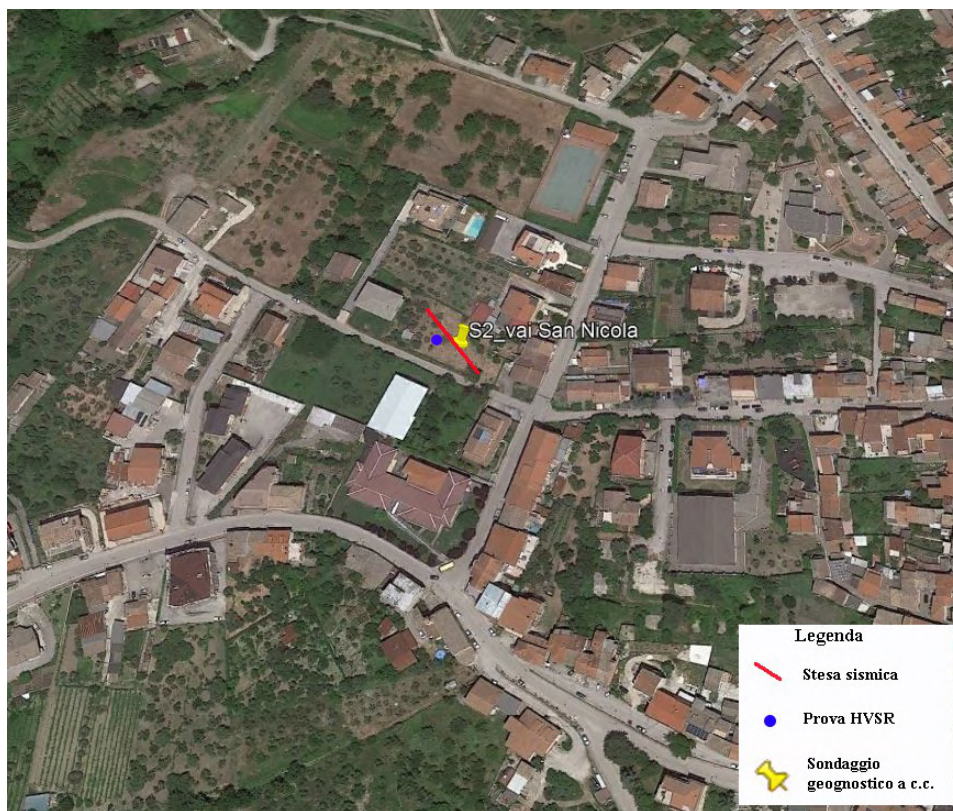


Sito n. 1 Stendimento sismico per
MASW e tomografia sismica



Sito n. 1 Prospezione HVSR

SITO n. 2 (Via S. Nicola)



Ubicazione prove effettuate (Loc. via S.Nicola)

Stratigrafia tipo

0,00 m ÷ 1,30 m. Coltre superficiale costituita da terreno vegetale misto a piroclastite, leggermente argillificata, con ceneri e pomici, con inclusioni litiche calcarenitiche di piccole dimensioni (ϕ max 0.5 cm) ed abbondanti elementi carboniosi. Il litotipo è di colore marrone scuro e risulta essere poco addensato.

1,30 m ÷ 6,90 m. Depositi piroclastici sabbioso-limosi di colore variabile dal marroncino al giallognolo formati da un impasto di ceneri e lapilli in proporzioni variabili. Si tratta di depositi a matrice limoso-argilloso leggermente pedogenizzati. Rilevata presenza abbondante di elementi carboniosi. Non si riesce a definire la giacitura né la struttura. Il litotipo risulta abbastanza addensato.

6,90 m ÷ 8,10 m. Calcarenite di colore grigio avana, più o meno fratturata, recuperata sotto forma di ghiaie centimetriche (ϕ max 4-5 cm) immersa in matrice limoso-argilloso quasi completamente persa a causa del dilavamento dell'acqua di trivellazione.

8,10 m ÷ 10,00 m. Sabbia debolmente limosa di colore variabile dal marroncino al grigio, più o meno grossolana, con inclusi elementi arenitici di dimensioni variabili di qualche mm e di colore variabile dal grigio al giallo. Non si riesce a definire la giacitura né la struttura. Il litotipo risulta mediamente addensato.

10,00 m ÷ 14,00 m. Calcarenite di colore grigio avana, più o meno fratturata, recuperata sotto forma di ghiaie centimetriche (ϕ max 4-5 cm) immersa in matrice limoso-argilloso quasi completamente persa a causa del dilavamento dell'acqua di trivellazione.

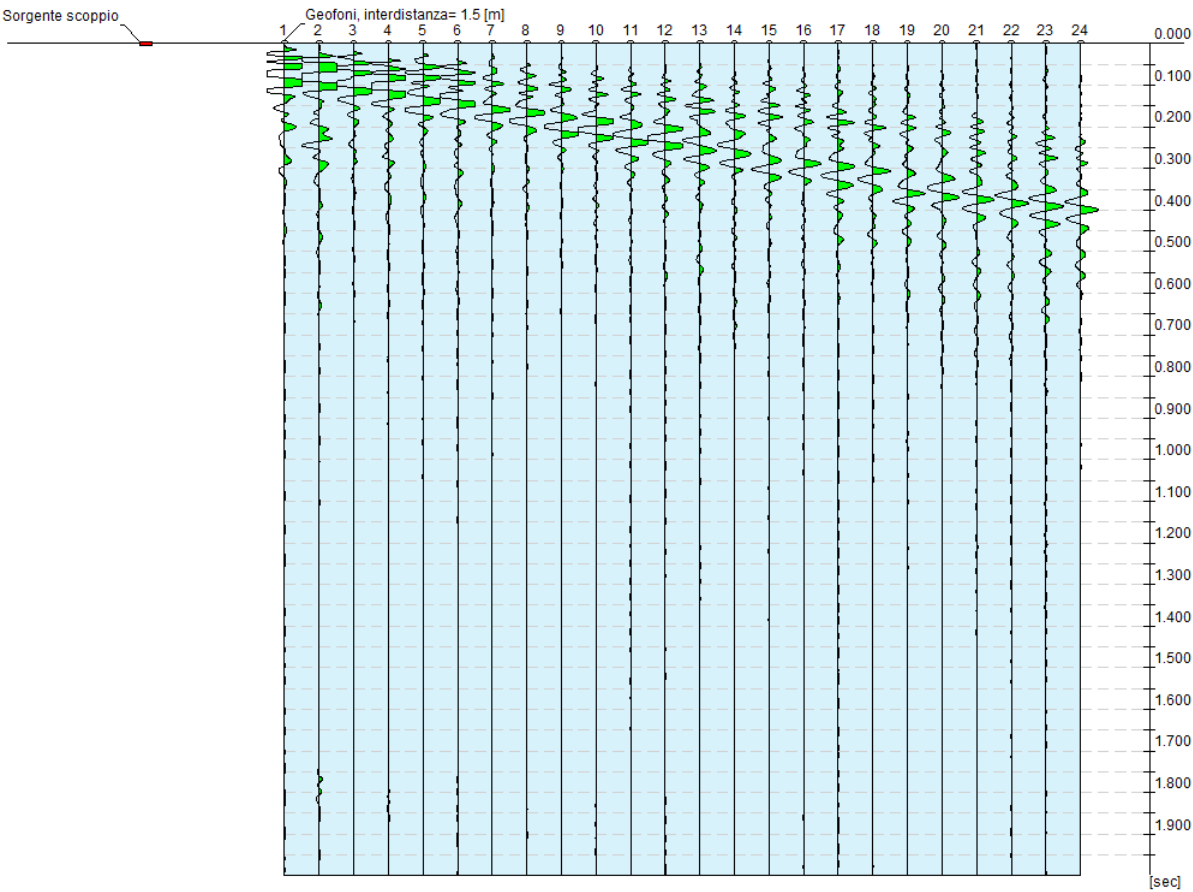
14,00 m ÷ 15,00 m. Sabbia debolmente limosa di colore variabile dal marroncino al grigio, più o meno grossolana, con inclusi elementi arenitici di dimensioni variabili di qualche mm e di colore variabile dal grigio al giallo. Non si riesce a definire la giacitura né la struttura. Il litotipo risulta mediamente addensato.

15,00 m ÷ 24,50 m. Calcarenite di colore grigio avana, più o meno fratturata, recuperata sotto forma di ghiaie centimetriche (ϕ max 4-5 cm) immersa in matrice limoso-argillosa quasi completamente persa a causa del dilavamento dell'acqua di trivellazione. A causa della mancanza di tubi di rivestimento si è avuta difficoltà a procedere con la perforazione e al recupero stesso del materiale perforato.

PROSPEZIONE MASW (M2)

Tracce

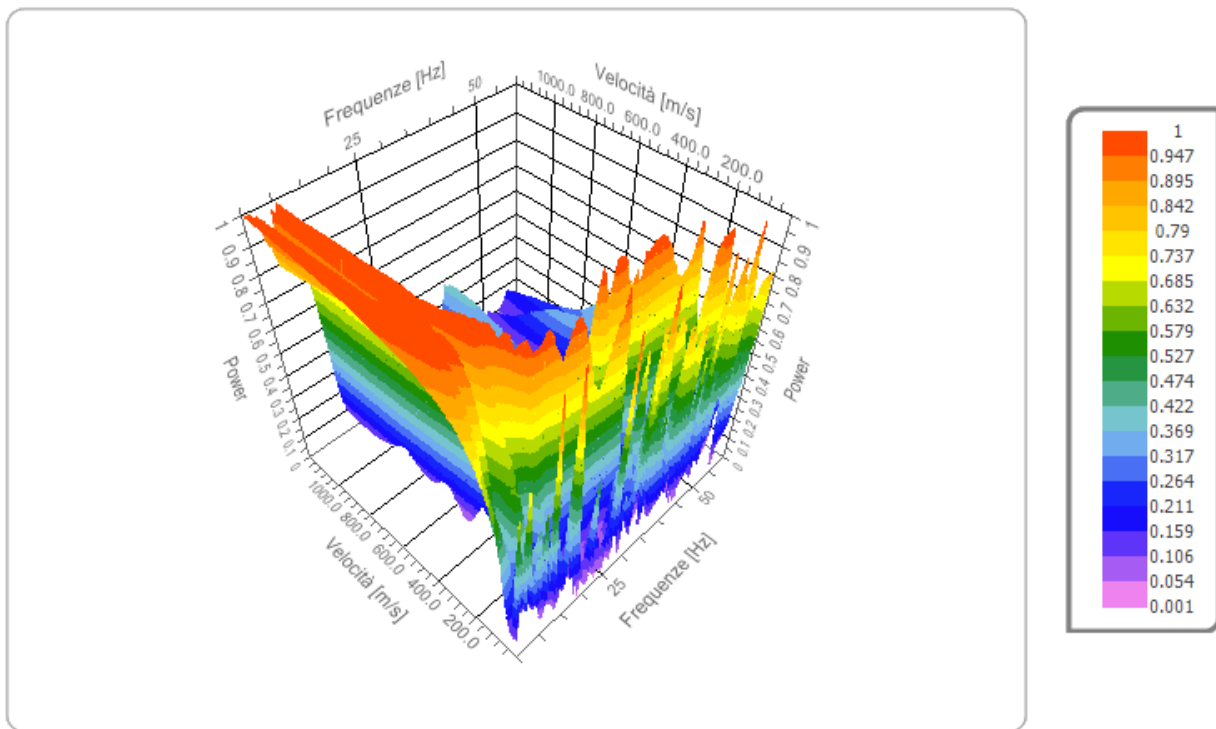
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

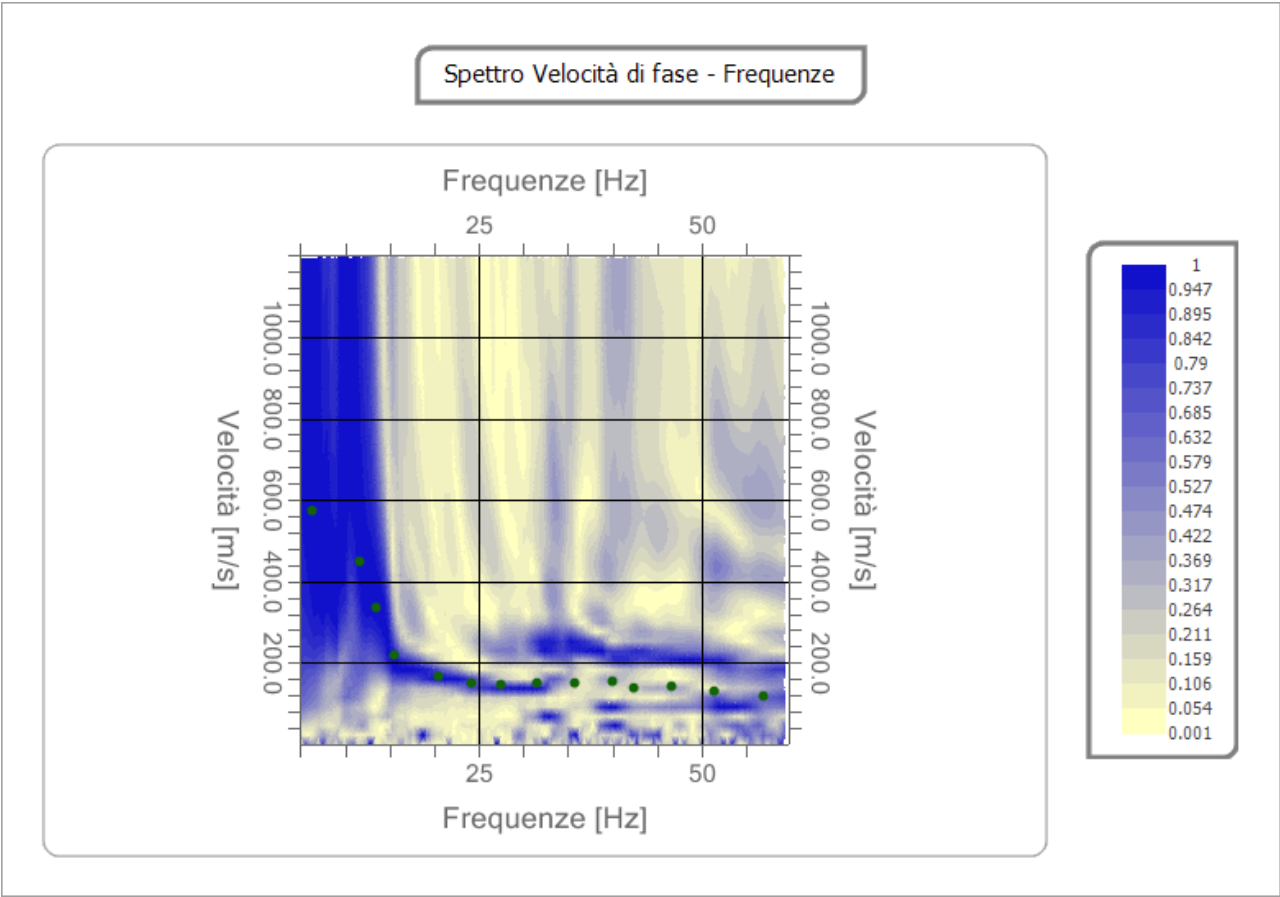
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	6.4	572.6
2	11.7	447.9
3	13.4	336.8
4	15.6	220.2
5	20.5	168.6
6	24.2	151.4
7	27.5	147.1
8	31.5	151.4
9	35.8	151.4
10	39.9	155.7
11	42.4	138.5
12	46.6	142.8
13	51.5	129.9
14	56.9	117.0

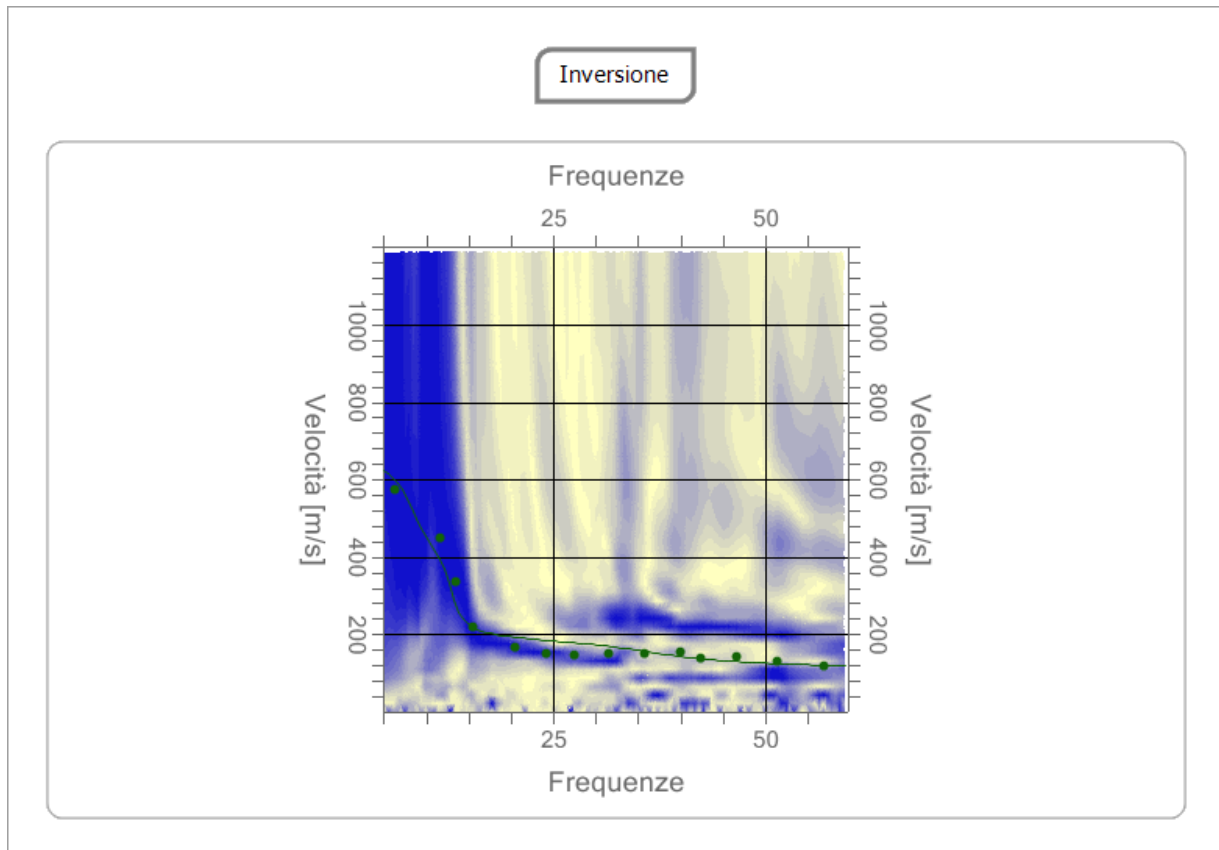


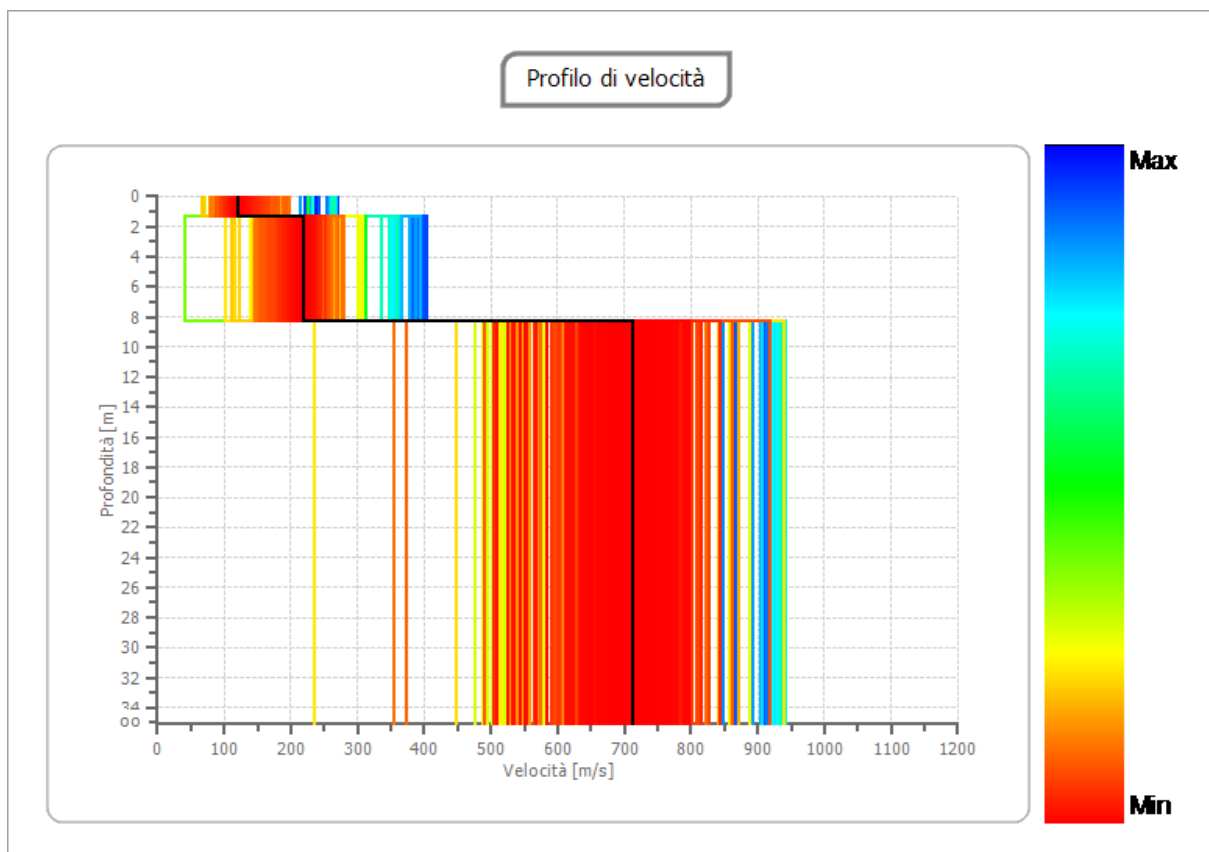
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.30	1.30	1400.0	0.3	226.7	121.2
2	8.30	7.00	1900.0	0.5	724.8	218.5
3	oo	oo	2000.0	0.4	1484.1	712.9

Fattore di disadattamento della soluzione

0.118





Risultati

Vs,eq [m/sec]	409.83
(H=30m)	
Categoria del suolo	B (al piano campagna)

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	Qc [kPa]
1	1.30	1.30	121.16	226.67	1600.00	23.49	82.21	50.89	61.07	61.28
2	8.30	7.00	218.52	724.75	1700.00	81.18	892.95	784.71	235.41	1186.76
3	oo	oo	712.94	1484.10	2000.00	1016.56	4405.09	3049.68	2744.71	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

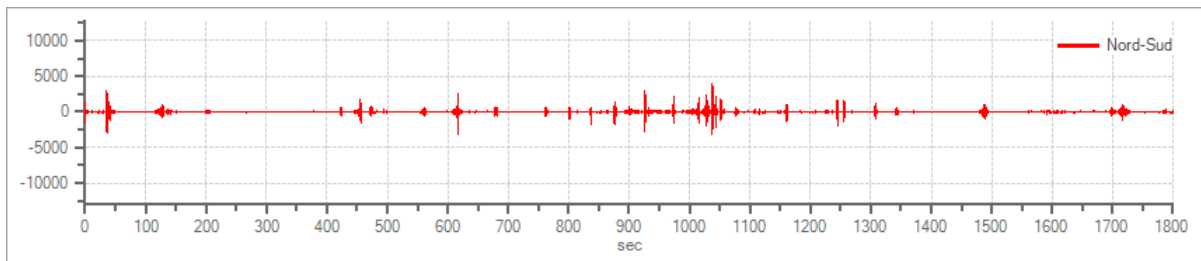
HVSR (HV2)

Tracce in input

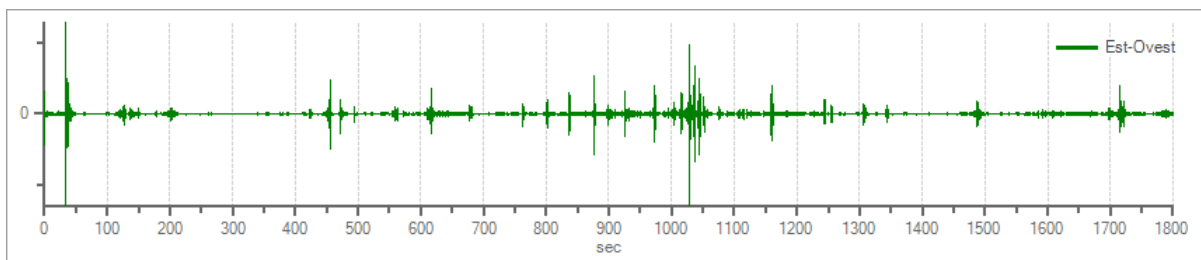
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

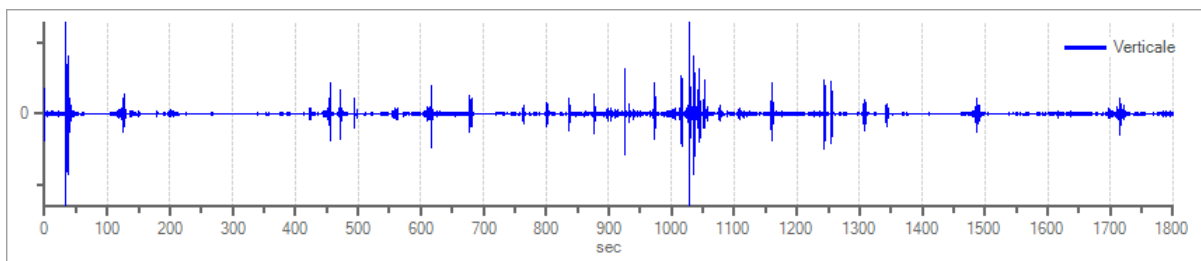
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 72

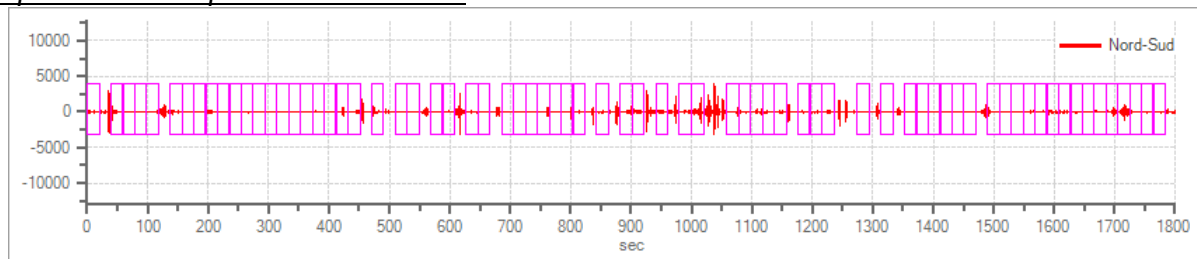
Numero finestre incluse nel calcolo: 72

Dimensione temporale finestre: 20.000 s

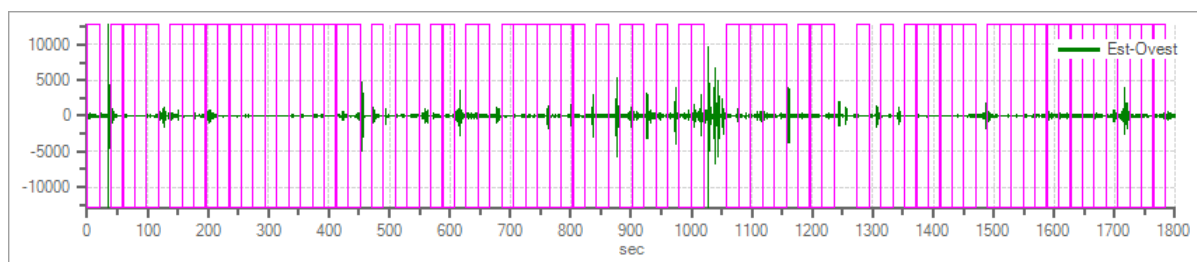
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale

Percentuale di lisciamento: 10.00 %

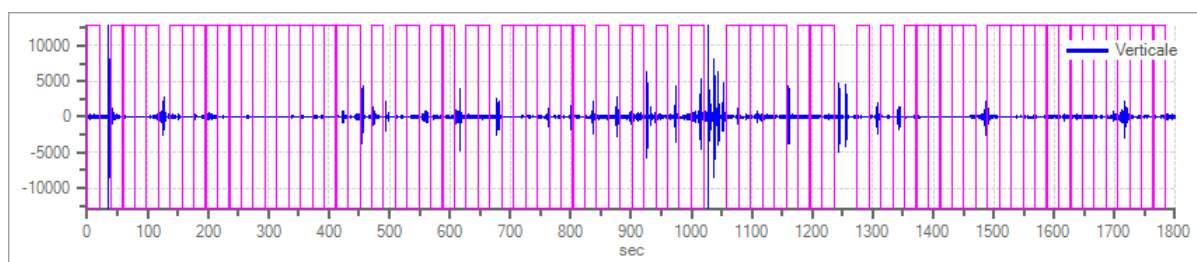
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

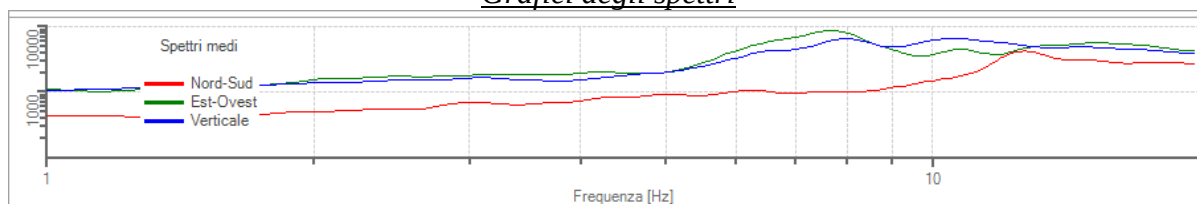


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

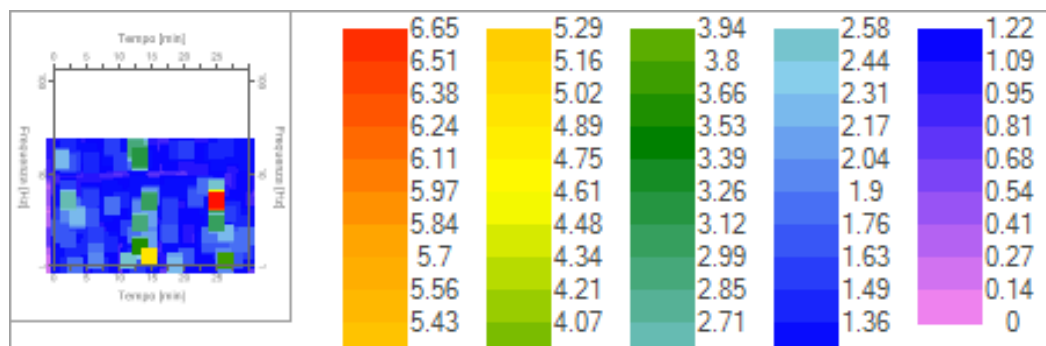


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

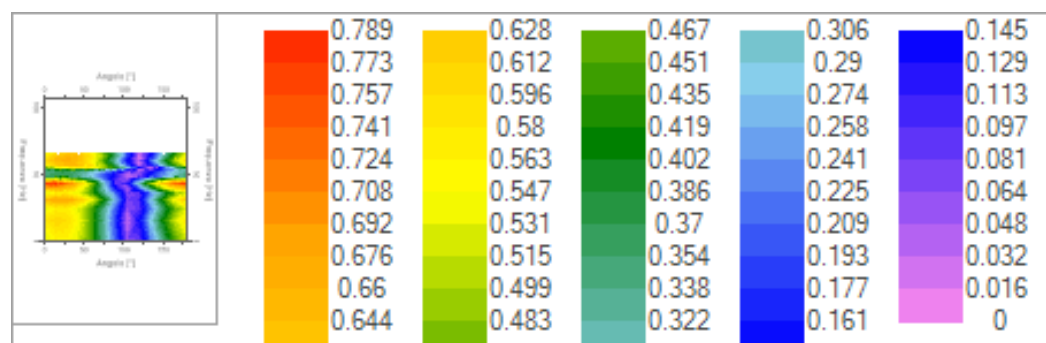
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

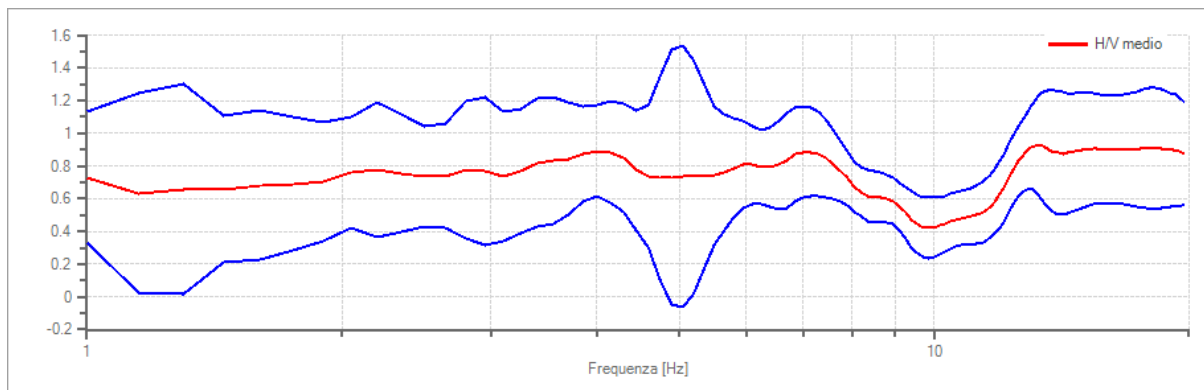
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20.00 Hz
 Frequenza minima: 1.00 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento:: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 13.30 Hz ± 0.34 Hz (non attendibile)

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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

TOMOGRAFIA SISMICA (TS2)

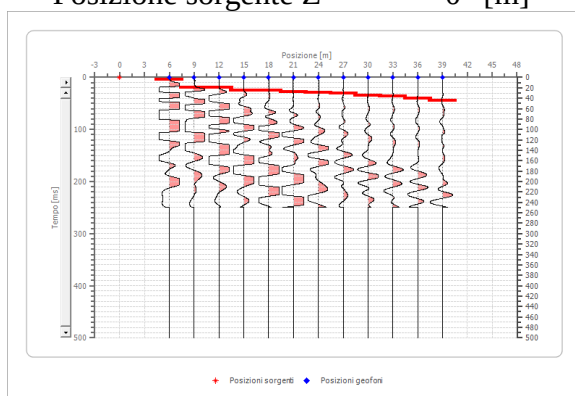
Geometria geofoni

	Posizione X [m]
1	6.0
2	9.0
3	12.0
4	15.0
5	18.0
6	21.0
7	24.0
8	27.0
9	30.0
10	33.0
11	36.0
12	39.0

Dati battute

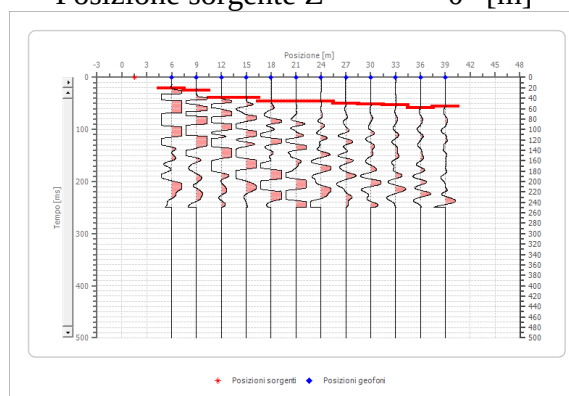
Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



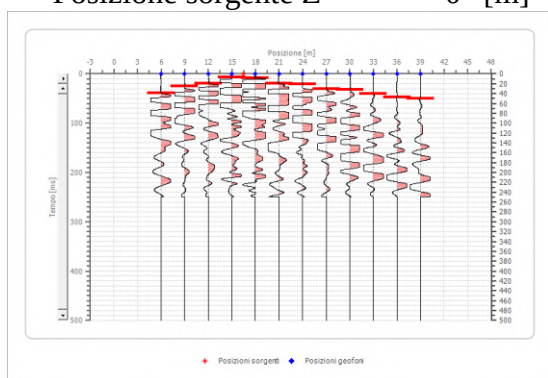
Battuta 2

Posizione sorgente X 1.5 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



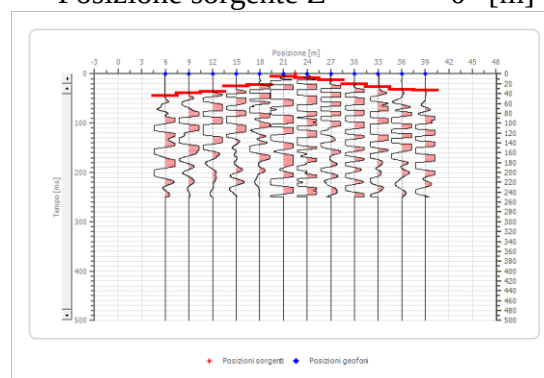
Battuta 3

Posizione sorgente X 16.5 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



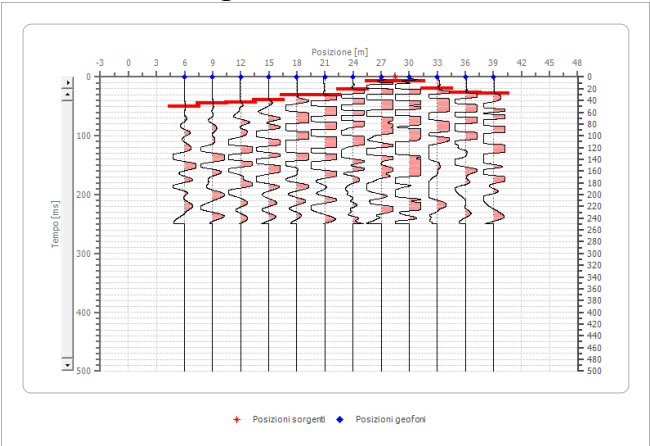
Battuta 4

Posizione sorgente X 23 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



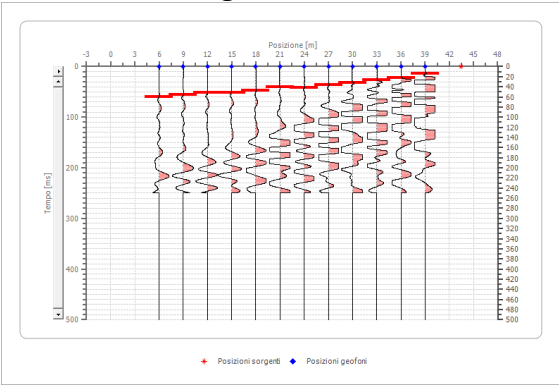
Battuta 5

Posizione sorgente X 29 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



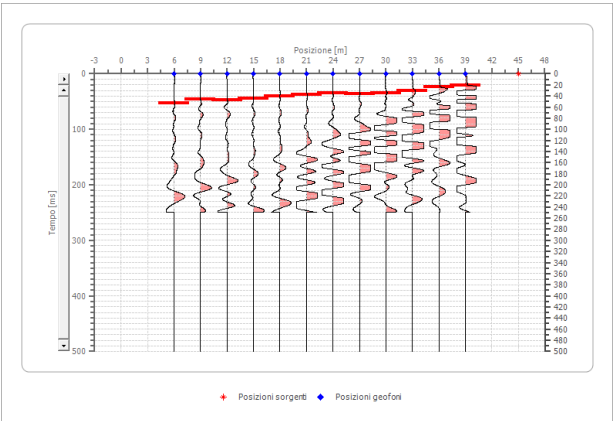
Battuta 6

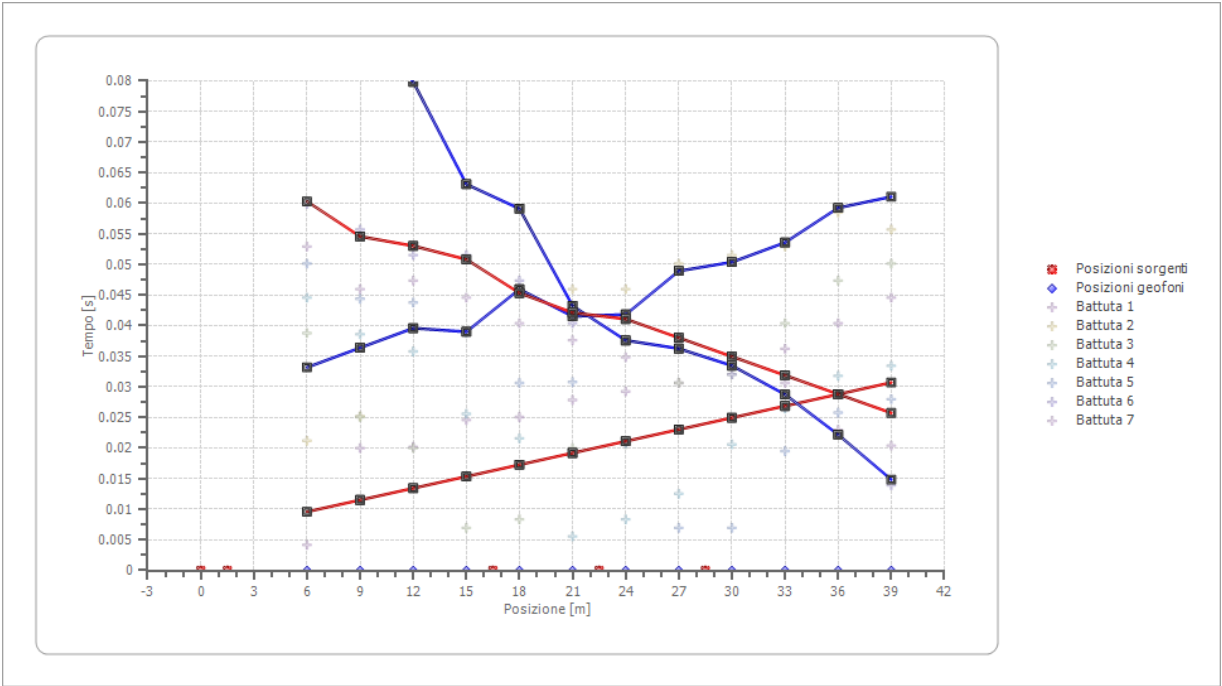
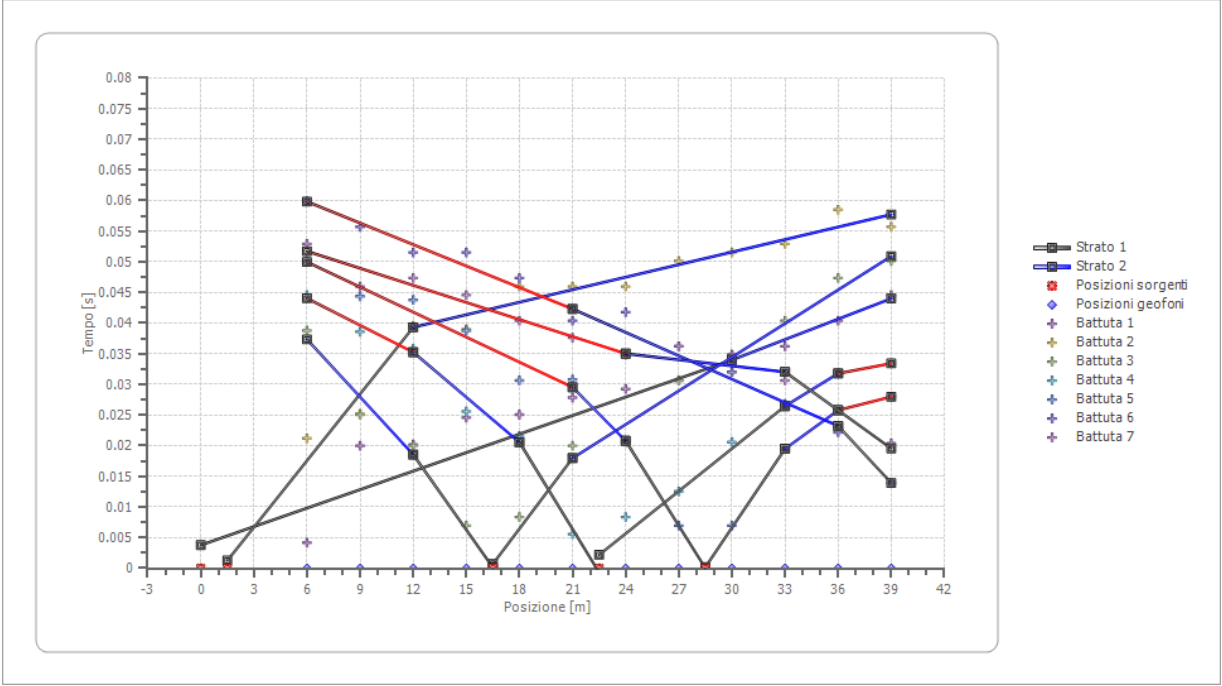
Posizione sorgente X 44 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



Battuta 7

Posizione sorgente X 45 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]





Interpretazione col metodo G_r.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 6.0 [m]	11.3	11.3	--
G= 9.0 [m]	9.1	9.1	--
G= 12.0 [m]	7.3	7.3	--
G= 15.0 [m]	3.7	3.7	--
G= 18.0 [m]	4.3	4.3	--
G= 21.0 [m]	0.0	4.3	--
G= 24.0 [m]	0.0	4.6	--
G= 27.0 [m]	0.1	4.1	--
G= 30.0 [m]	0.0	3.8	--
G= 33.0 [m]	0.0	3.4	--
G= 36.0 [m]	0.0	3.0	--
G= 39.0 [m]	0.0	2.6	--
Velocità [m/sec]	344.9	597.1	1215.6
Descrizione			

Altri parametri geotecnici

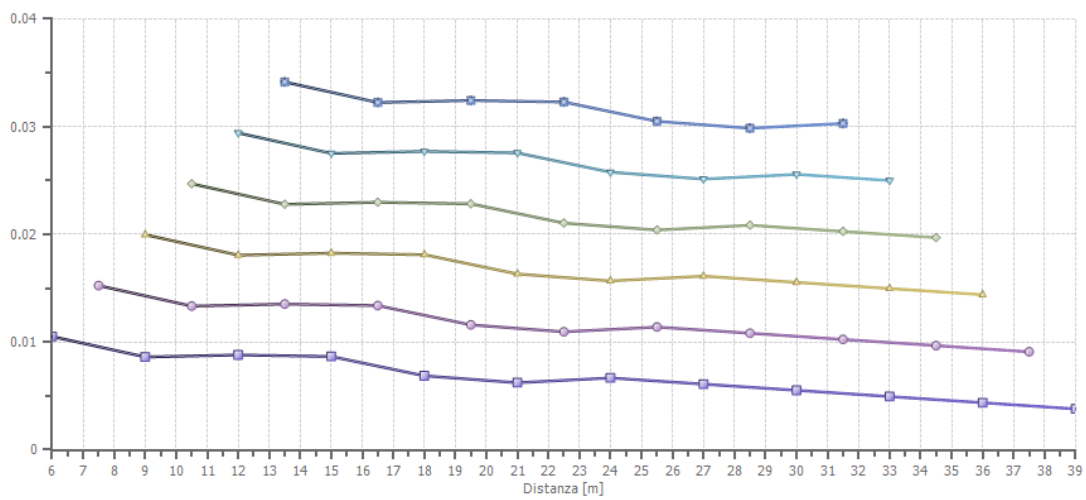
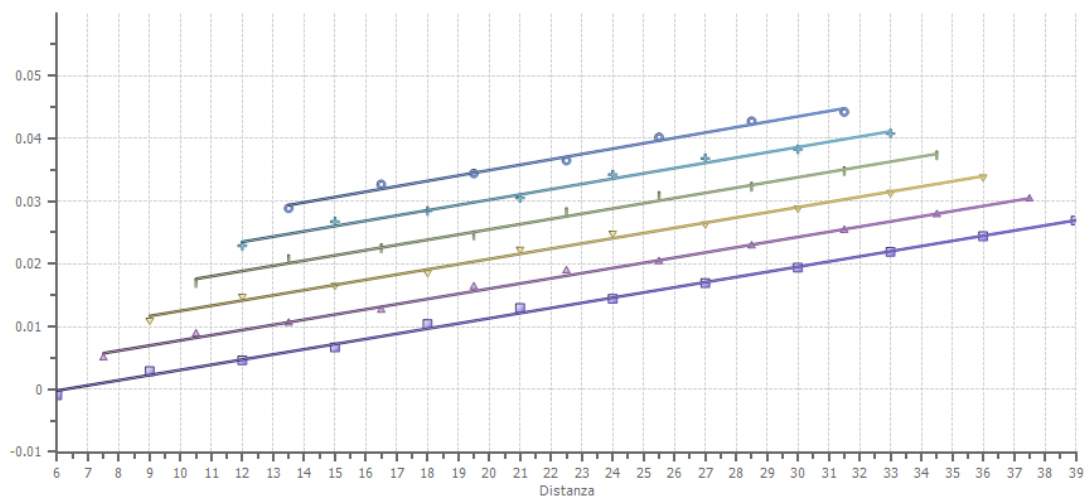
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.35	0.05	0.40
Densità [kg/m ³]	1600.00	1700.00	2000.00
V _p [m/s]	344.92	597.13	1215.58
V _s [m/s]	165.69	286.85	583.95
G ₀ [MPa]	49.42	148.11	613.79
E _d [Mpa]	214.15	641.81	2659.76
M ₀ [MPa]	164.73	493.70	2045.97
E _y [Mpa]	133.43	399.90	1657.24

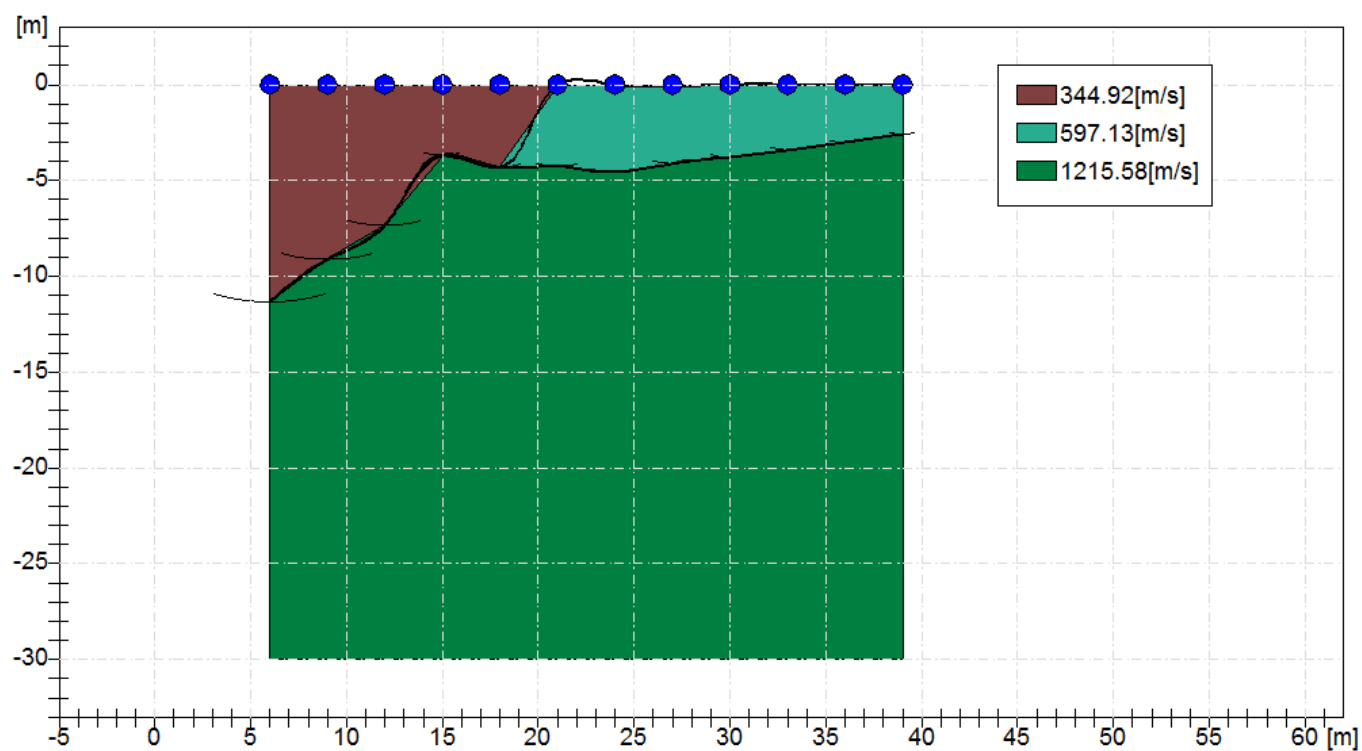
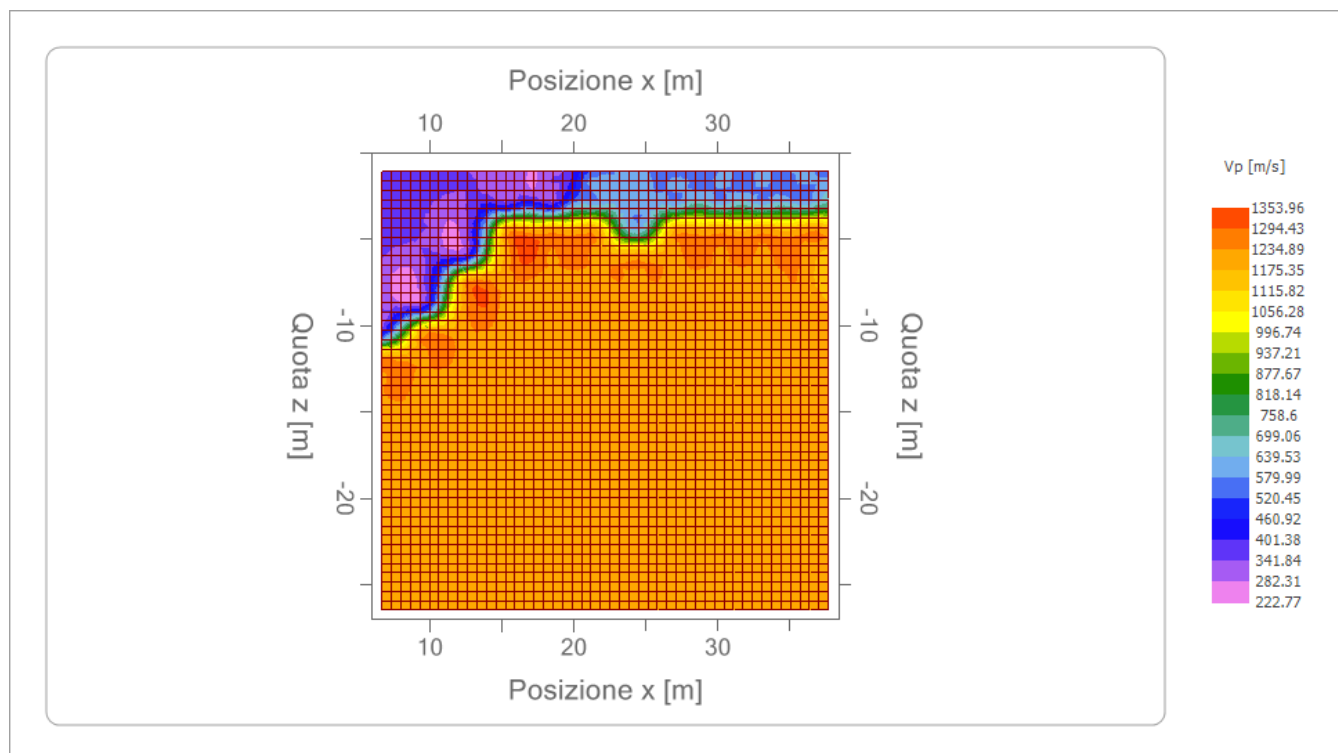
G₀: Modulo di deformazione al taglio;

E_d: Modulo edometrico;

M₀: Modulo di compressibilità volumetrica;

E_y: Modulo di Young;







Sito n. 2 - Stendimento sismico per
MASW e tomografia sismica



Sito n. 2 - Prospezione HVSR

SITO n. 3 (Villa Joaquin)



Ubicazione prove effettuate (Loc. villa Joaquin)

Stratigrafia tipo

0,00 m ÷ 1,00 m. Coltre superficiale costituita da terreno vegetale misto a piroclastite, con ceneri e pomici, con inclusioni litiche calcarenitiche di piccole dimensioni (ϕ max 0.5 cm) ed abbondanti elementi carboniosi. Il litotipo è di colore marrone scuro e risulta essere addensato.

1,00 m ÷ 1,60 m. Depositi piroclastici sabbioso-limosi di colore variabile dal marroncino al giallognolo formati da un impasto di ceneri e lapilli in proporzioni variabili. Si tratta di depositi a matrice limoso-argillosa leggermente pedogenizzati. Rilevata presenza abbondante di elementi carboniosi. Si riesce a definire una leggera giacitura. Il litotipo risulta abbastanza addensato.

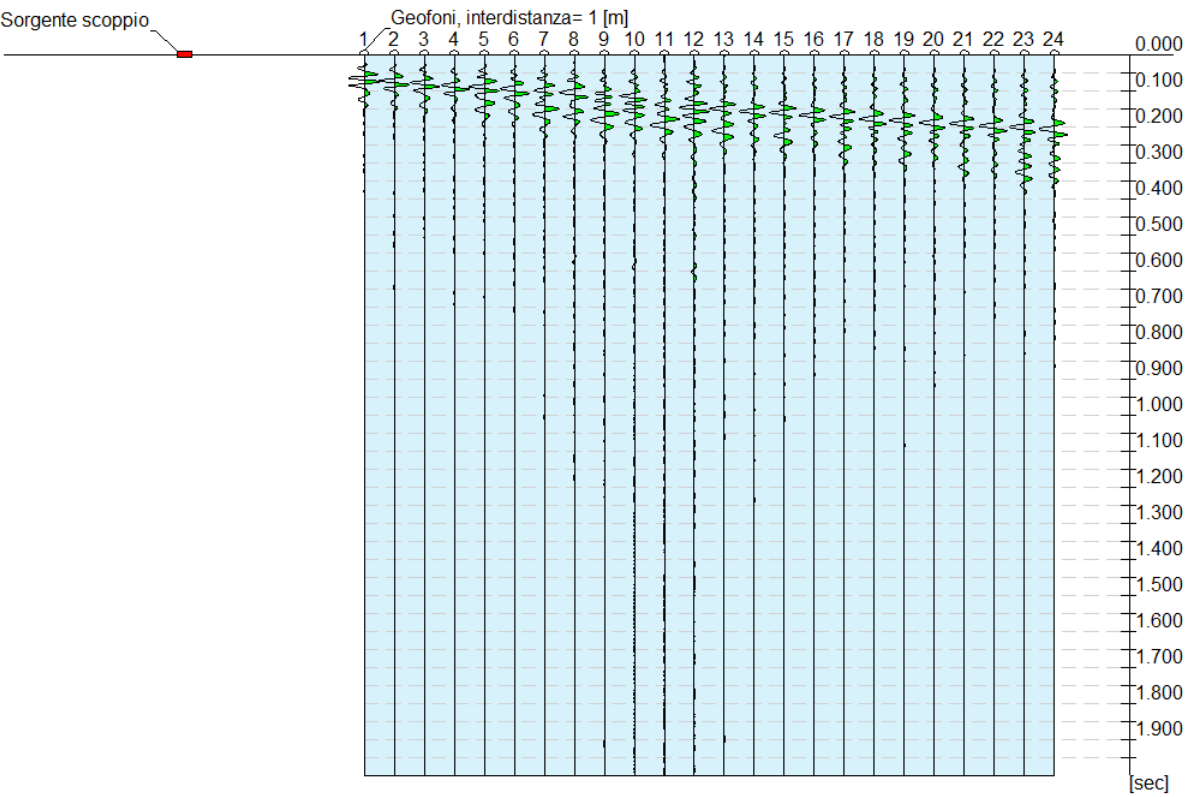
1,60 m ÷ 14,50 m. Sabbia debolmente limosa di colore variabile dal giallastro al marroncino, prevalentemente fine, con inclusi abbondanti elementi litici ed arenitici di dimensioni variabili da pochi mm fino ad uno spessore max 1-2 cm e di colore variabile dal grigio al giallognolo. Presenza di elementi carboniosi. A luoghi la sabbia diventa un'arenaria fine, poco addensata, di colore marroncino. Non si riesce a definire una vera e propria giacitura né la struttura. Il litotipo, nel complesso, risulta abbastanza addensato.

14,50 m ÷ 25,00 m. Alternanza tra sabbia debolmente limosa di colore grigio (da più chiaro a più scuro), essenzialmente fine, con inclusi elementi arenitici di dimensioni variabili da pochi mm fino ad uno spessore max 2-3 cm e di colore variabile dal grigio al giallo ed argilla marnosa, più o meno scagliosa, di colore grigio, debolmente sabbiosa, con inglobati elementi marnosi/calcareo-marnosi, grigi, (ϕ max 2-3 cm). A tratti (- 17 m da p.c.) presenza di arenaria di colore grigio, recuperata sotto forma di carota decimetrica. Il litotipo risulta essere abbastanza compatto, con una leggera stratificazione

PROSPEZIONE MASW (M3)

Tracce

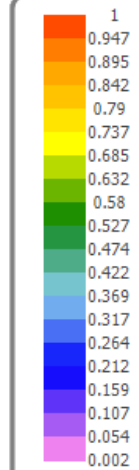
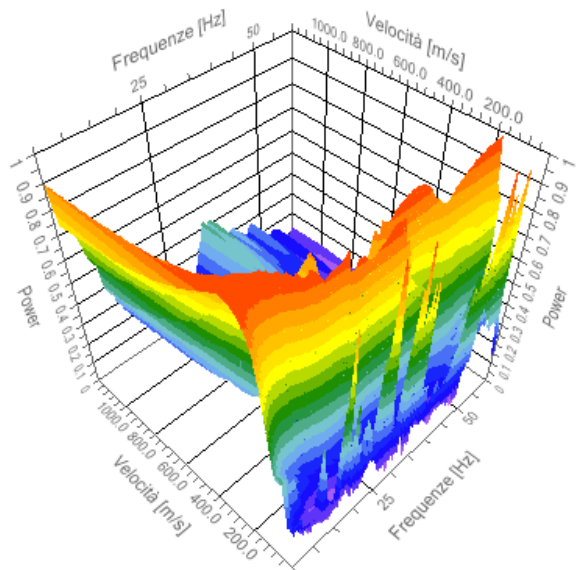
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

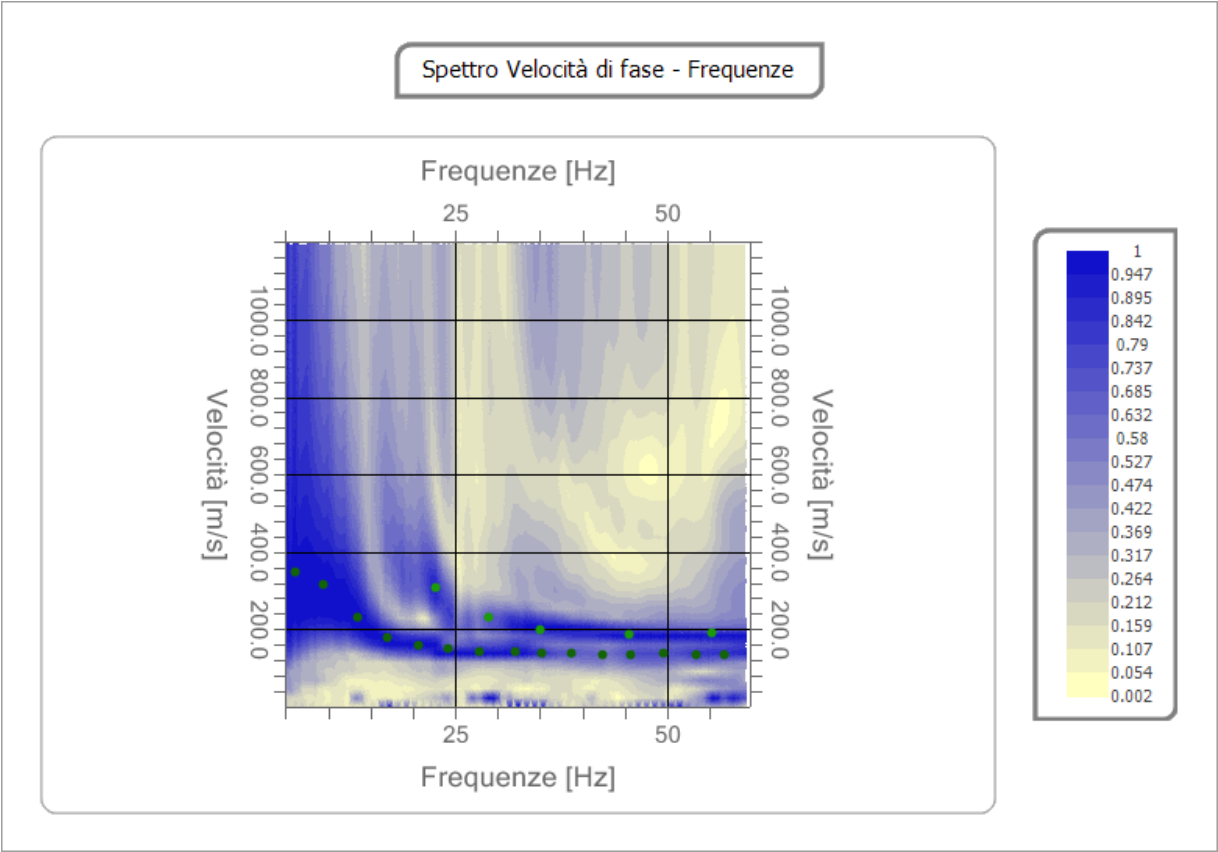
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	6.2	349.1
2	9.5	314.7
3	13.4	230.0
4	17.0	178.1
5	20.7	160.0
6	22.6	306.1
7	24.2	151.4
8	27.9	144.2
9	28.9	233.1
10	32.0	142.8
11	35.0	198.7
12	35.2	138.5
13	38.7	138.5
14	42.4	134.2
15	45.6	185.8
16	45.8	134.2
17	49.5	138.5
18	53.4	134.2
19	55.2	190.1
20	56.7	134.2

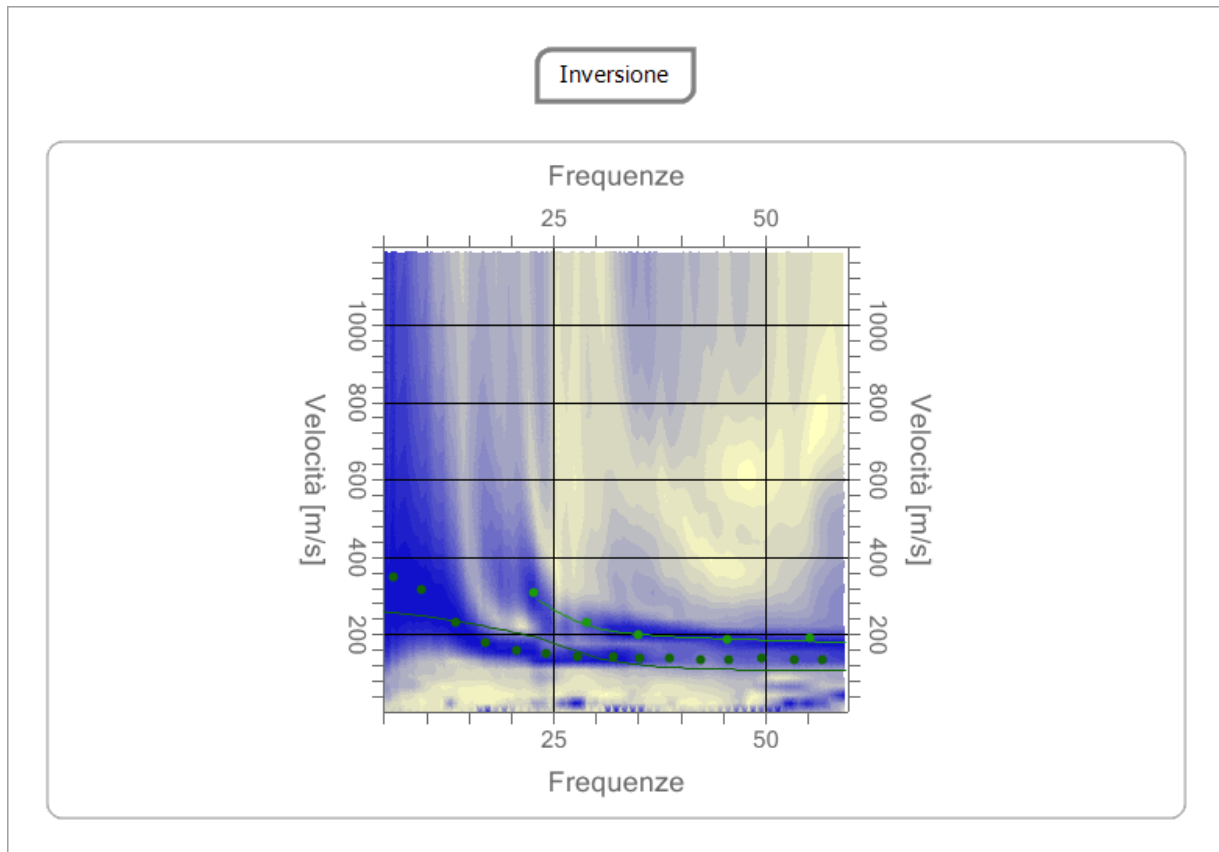


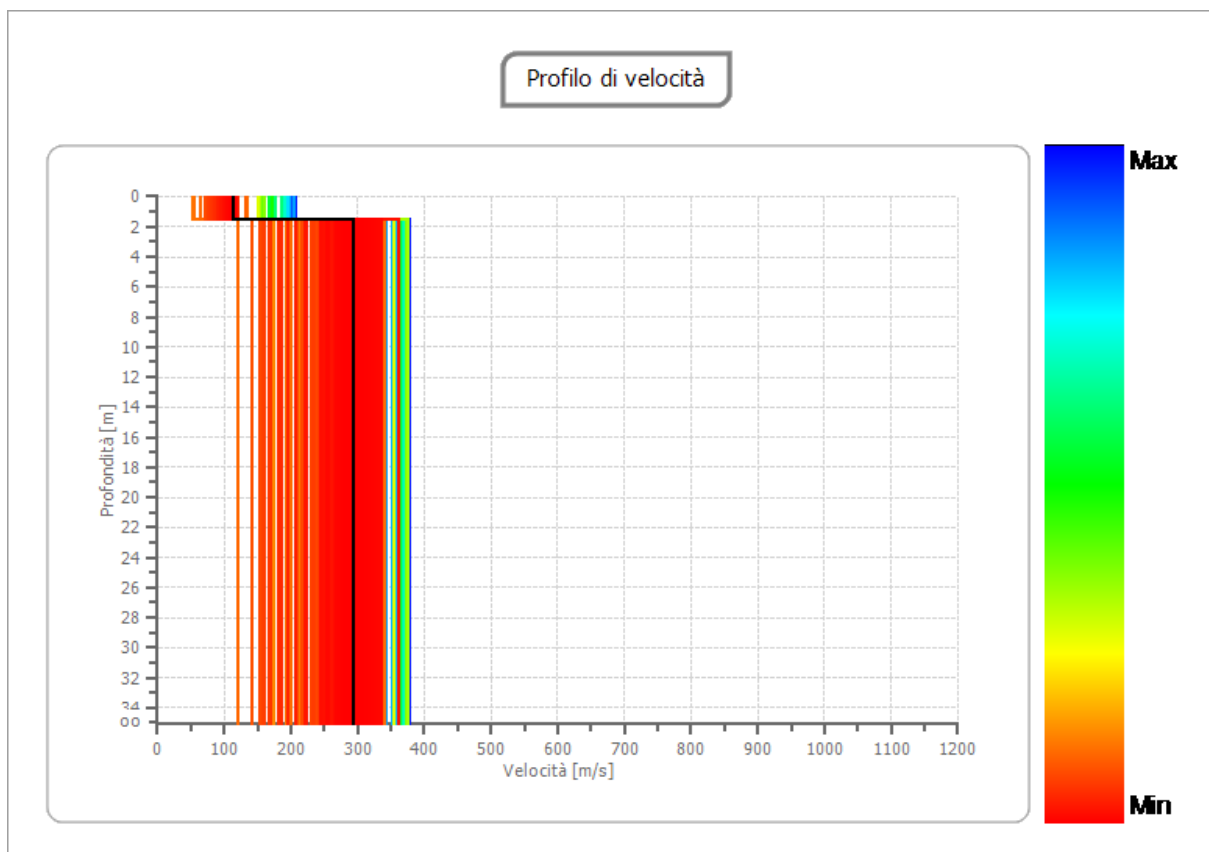
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.60	1.60	1600.0	0.2	185.7	113.7
2	∞	∞	1900.0	0.2	480.2	294.1

Fattore di disadattamento della soluzione

0.168





Risultati

Vs,eq [m/sec]	271.12
(H=30m)	
Categoria del suolo	C (al piano campagna)

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	Qc [kPa]
1	1.60	1.60	113.71	185.68	1400.00	18.10	48.27	24.13	43.44	44.54
2	oo	oo	294.06	480.20	1900.00	152.19	405.84	202.92	365.25	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

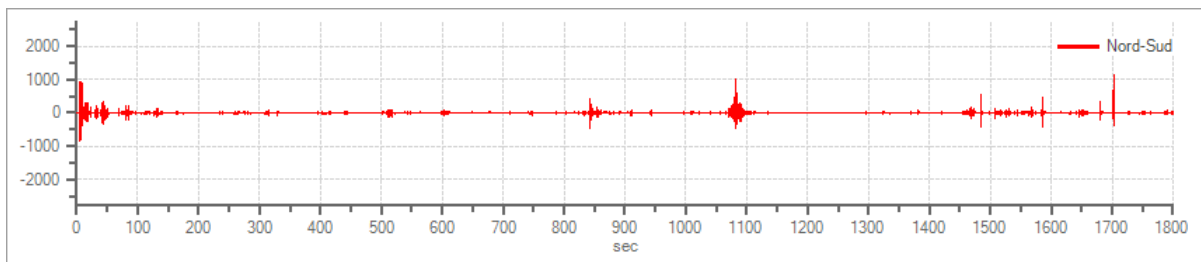
HVSR (HV3)

Tracce in input

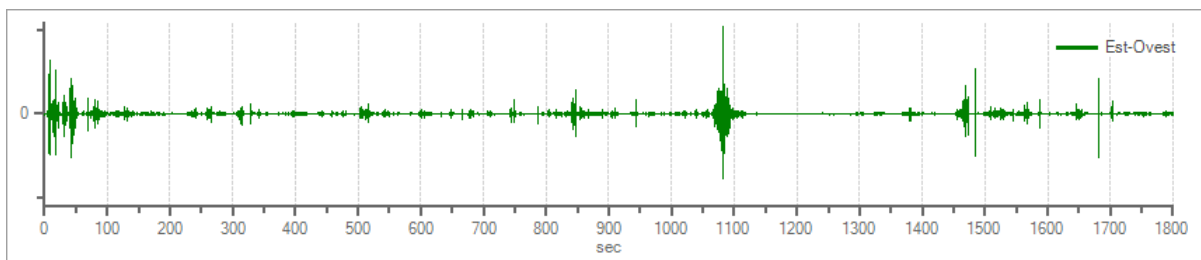
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

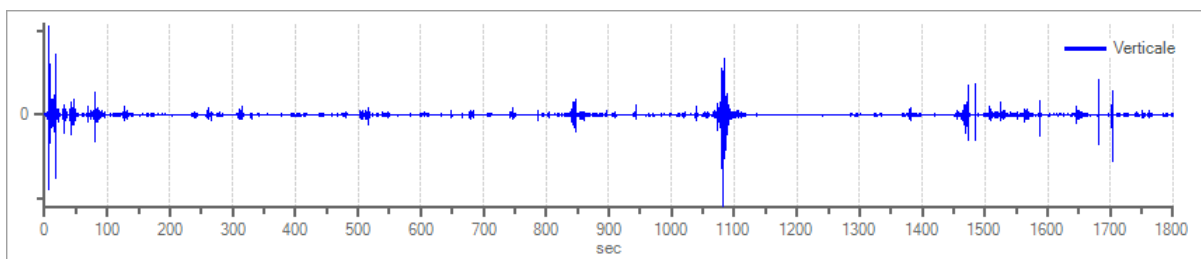
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



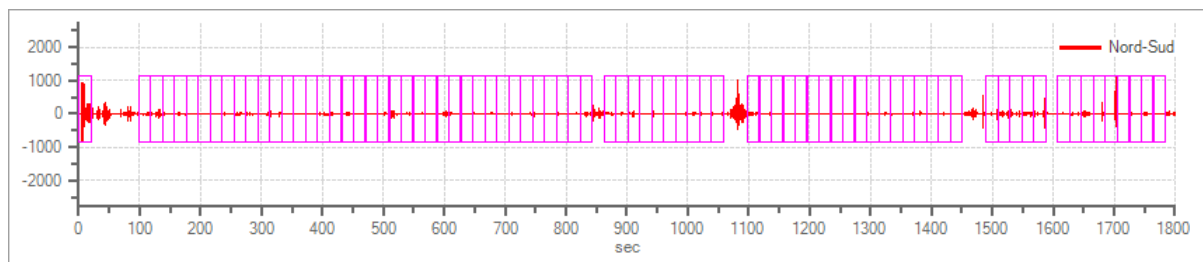
Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

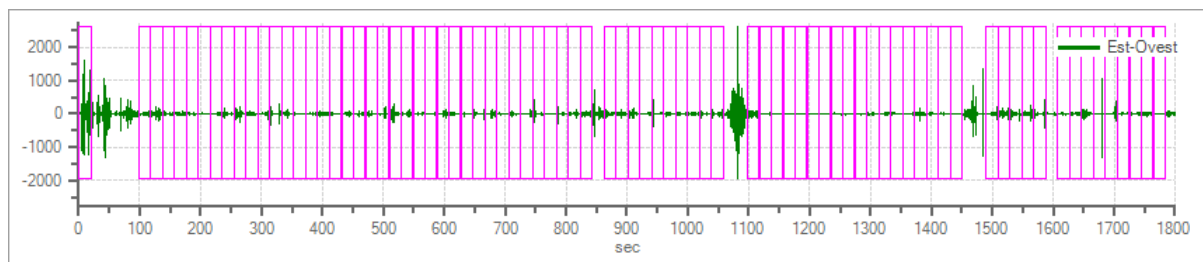
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 81
Numero finestre incluse nel calcolo: 81
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamo: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamo: 10.00 %

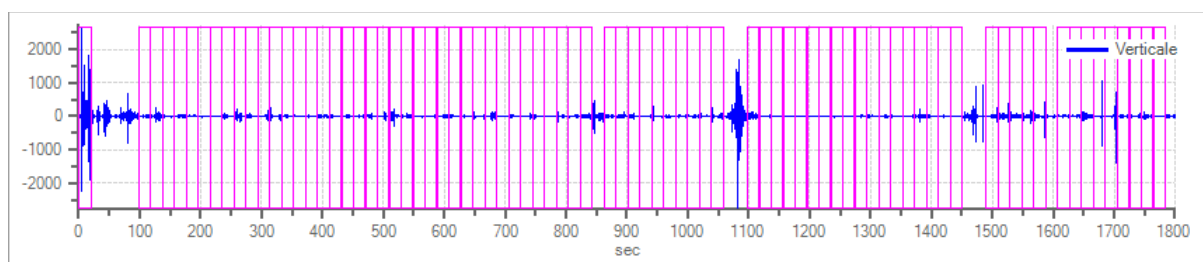
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

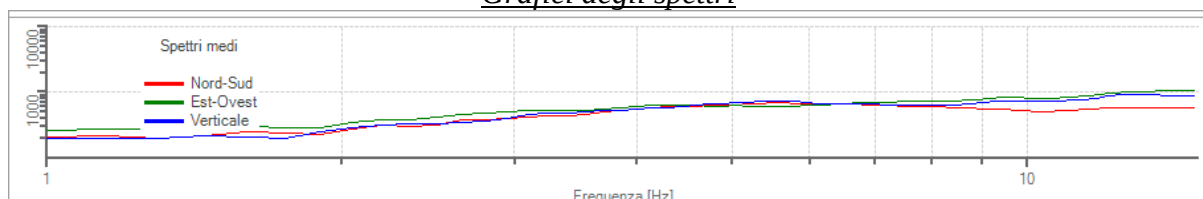


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

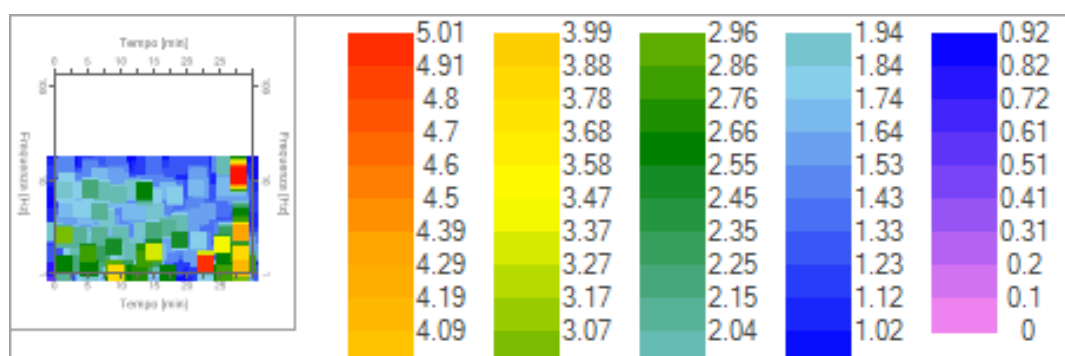


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

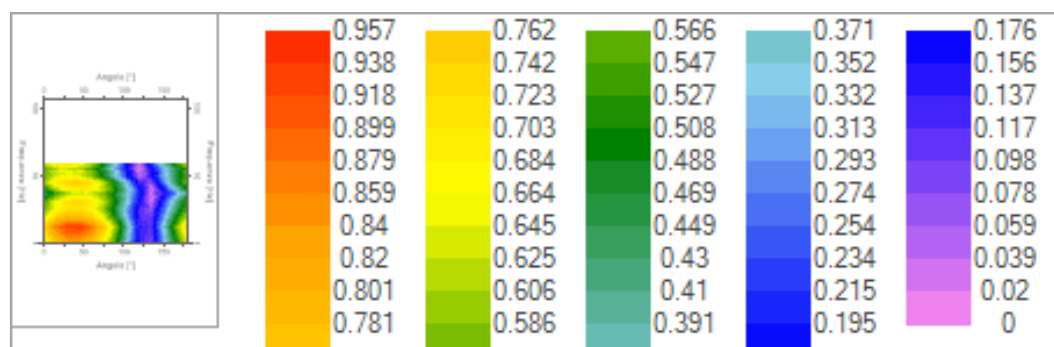
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

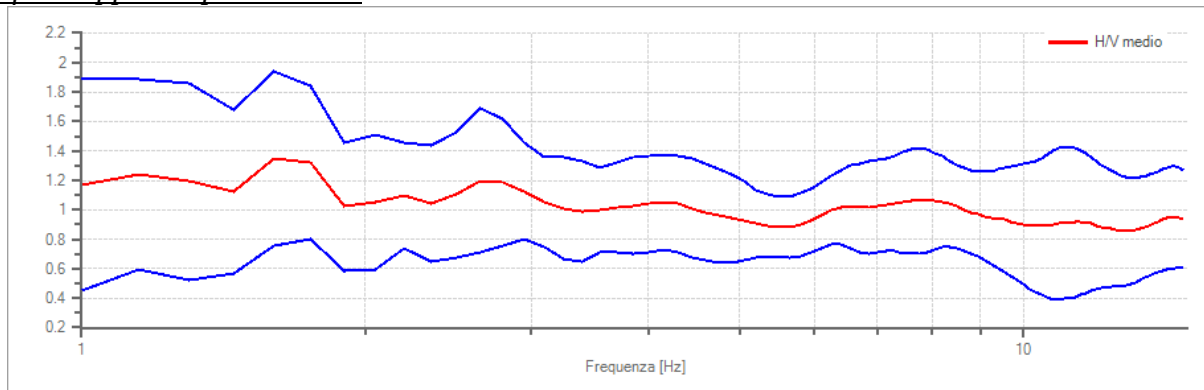
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 1.00 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamiento:: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 1.60 Hz ± 0.44 Hz (picco poco significativo)

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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

TOMOGRAFIA SISMICA (TS3)

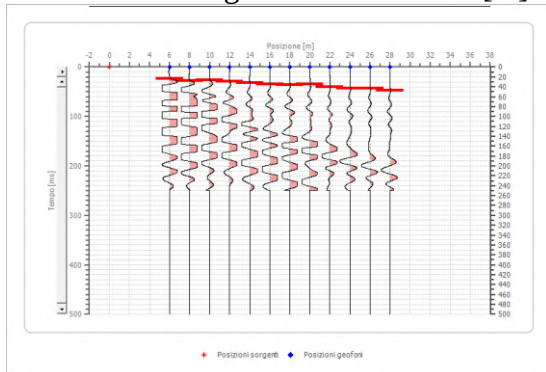
Geometria geofoni

	Posizione X [m]
1	6.0
2	8.0
3	10.0
4	12.0
5	14.0
6	16.0
7	18.0
8	20.0
9	22.0
10	24.0
11	26.0
12	28.0

Dati battute

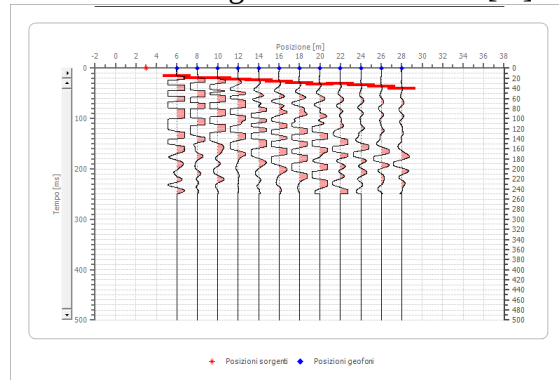
Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



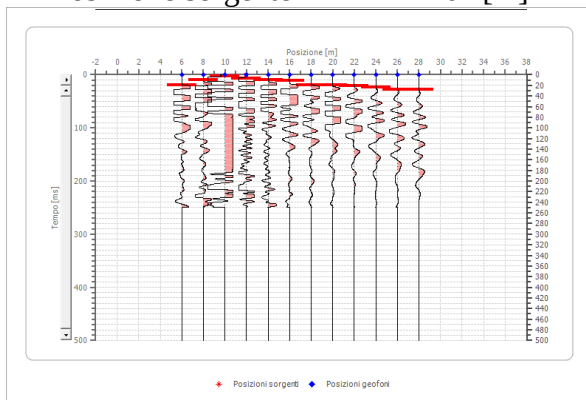
Battuta 2

Posizione sorgente X 3 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



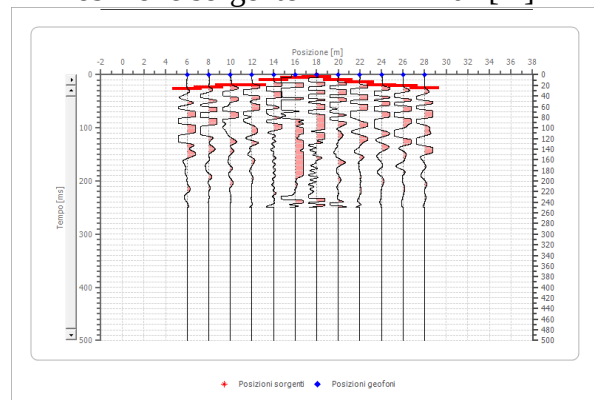
Battuta 3

Posizione sorgente X 12 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



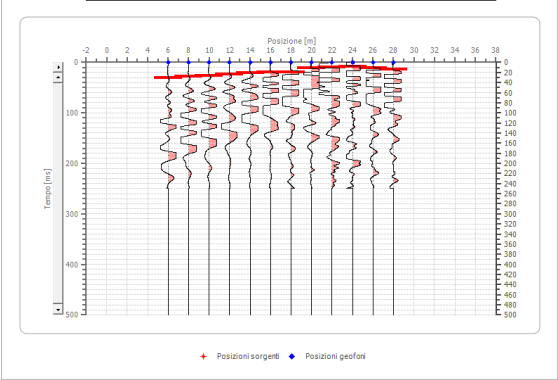
Battuta 4

Posizione sorgente X 18 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



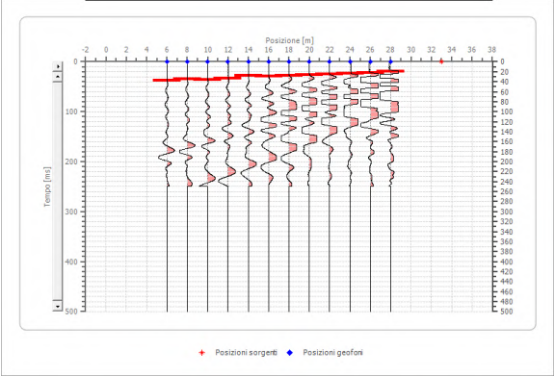
Battuta 5

Posizione sorgente X 24 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



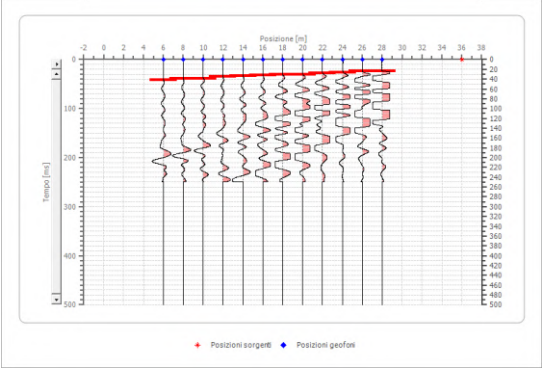
Battuta 6

Posizione sorgente X 33 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

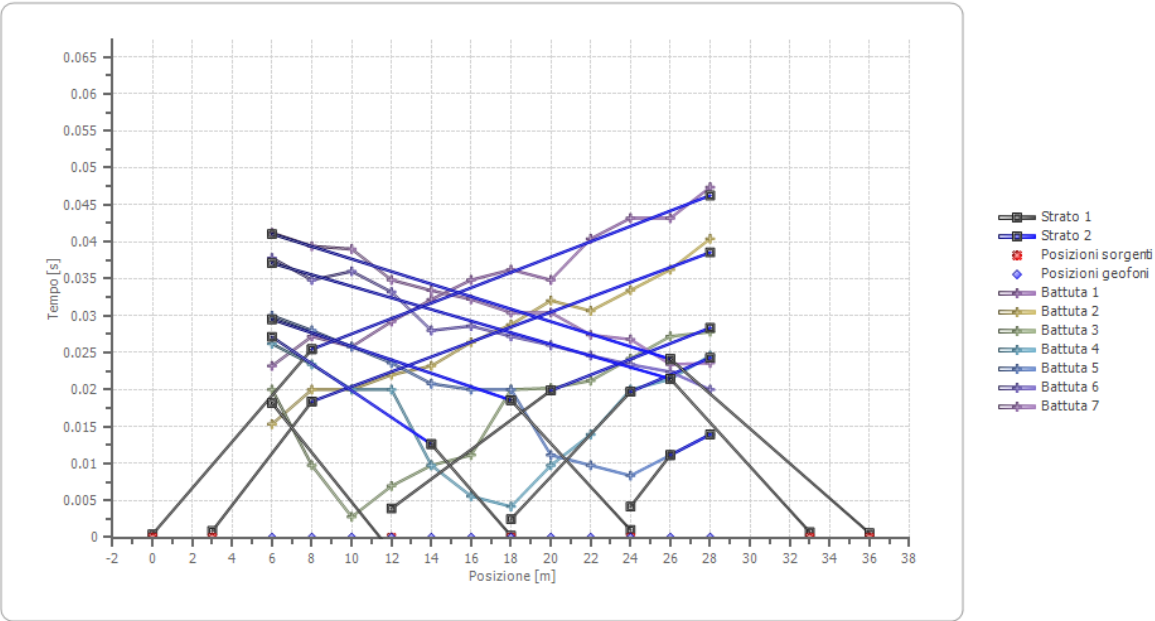


Battuta 7

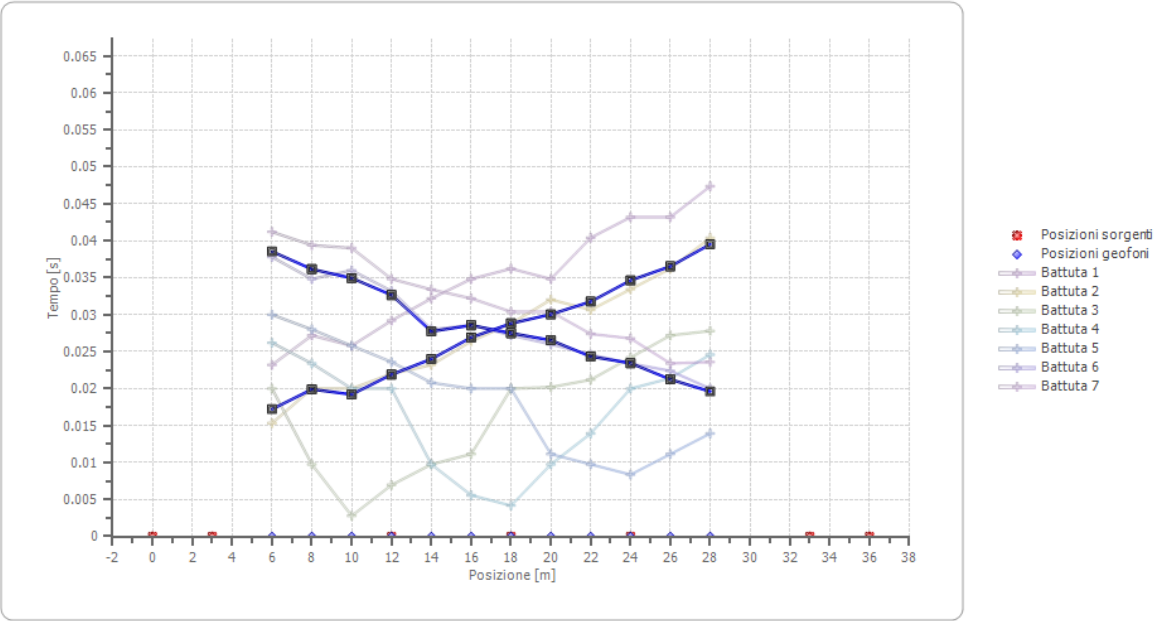
Posizione sorgente X 36 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G_r.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 6.0 [m]	2.4	--
G= 8.0 [m]	2.5	--
G= 10.0 [m]	2.1	--
G= 12.0 [m]	2.2	--
G= 14.0 [m]	1.7	--
G= 16.0 [m]	2.4	--
G= 18.0 [m]	2.5	--
G= 20.0 [m]	2.6	--
G= 22.0 [m]	2.5	--
G= 24.0 [m]	2.8	--
G= 26.0 [m]	2.8	--
G= 28.0 [m]	3.0	--
Velocità [m/sec]	333.5	1098.3
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

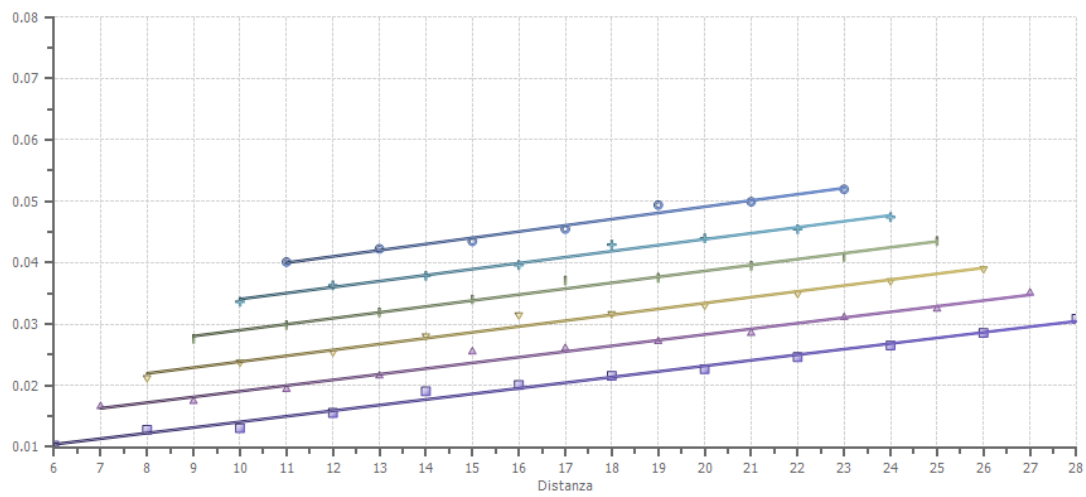
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.20	0.20
Densità [kg/m³]	1600.00	1900.00
V _p [m/s]	333.47	1098.31
V _s [m/s]	204.21	672.58
G ₀ [MPa]	66.72	859.48
E _d [Mpa]	177.92	2291.95
M ₀ [MPa]	111.20	1432.47
E _y [Mpa]	160.13	2062.75

G₀: Modulo di deformazione al taglio;

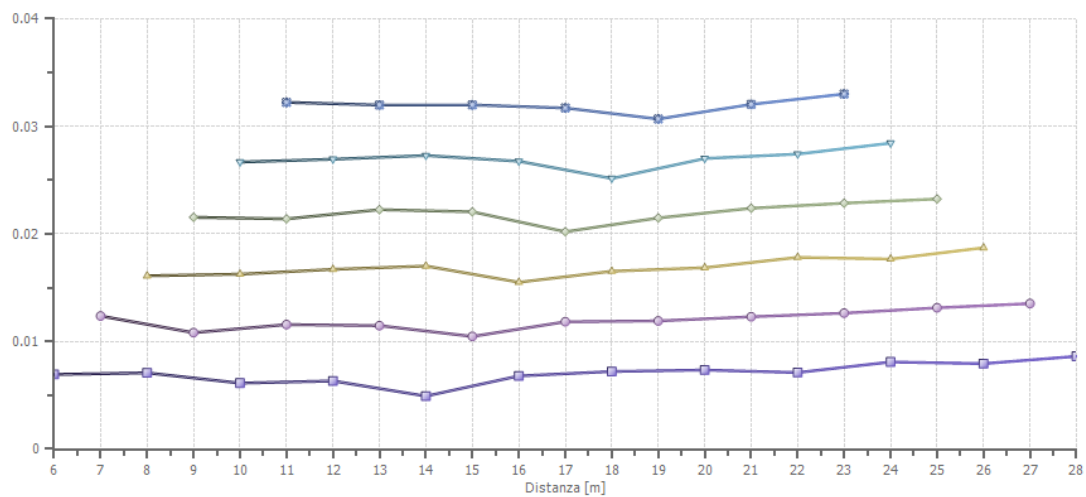
E_d: Modulo edometrico;

M₀: Modulo di compressibilità volumetrica;

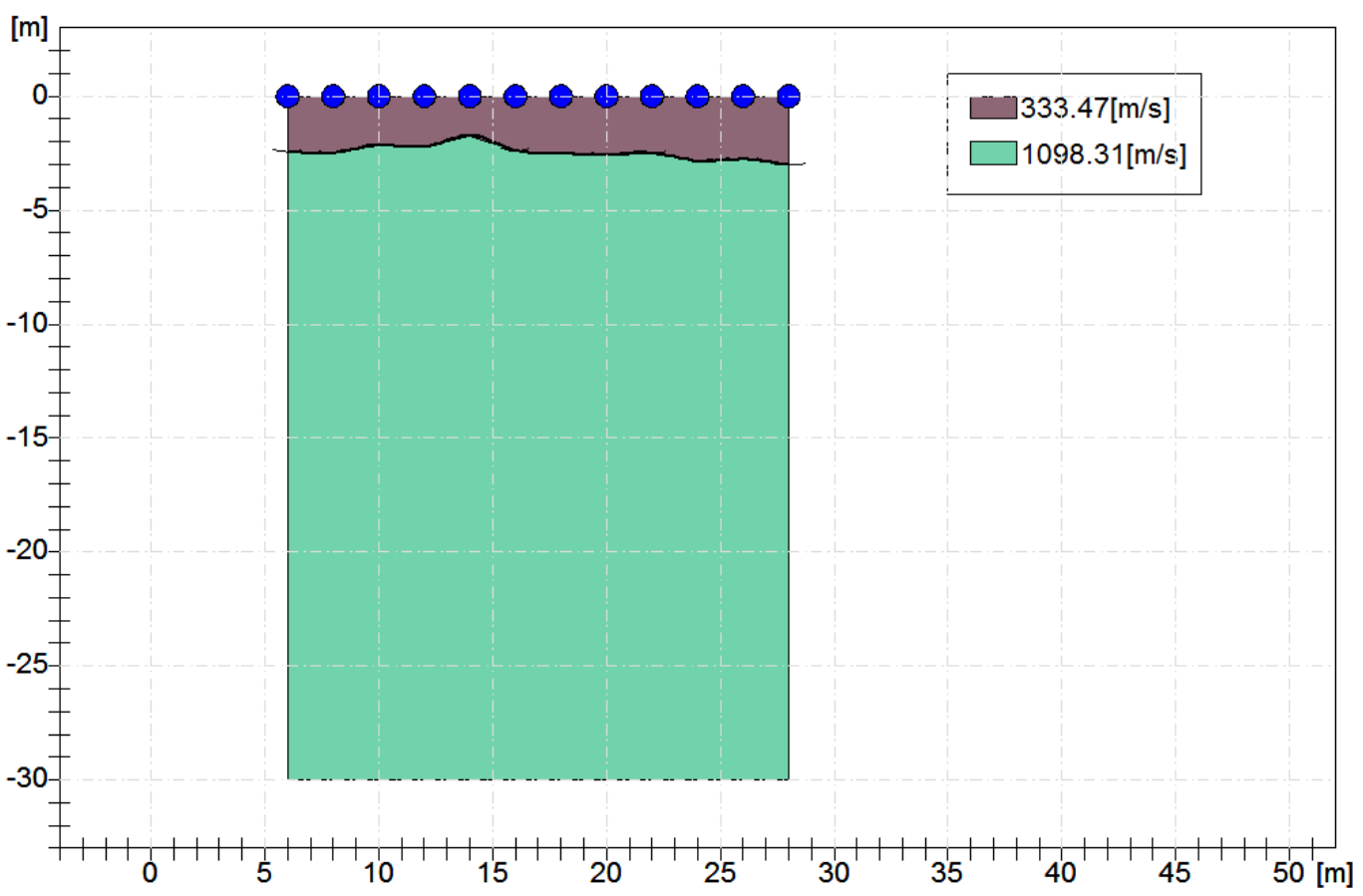
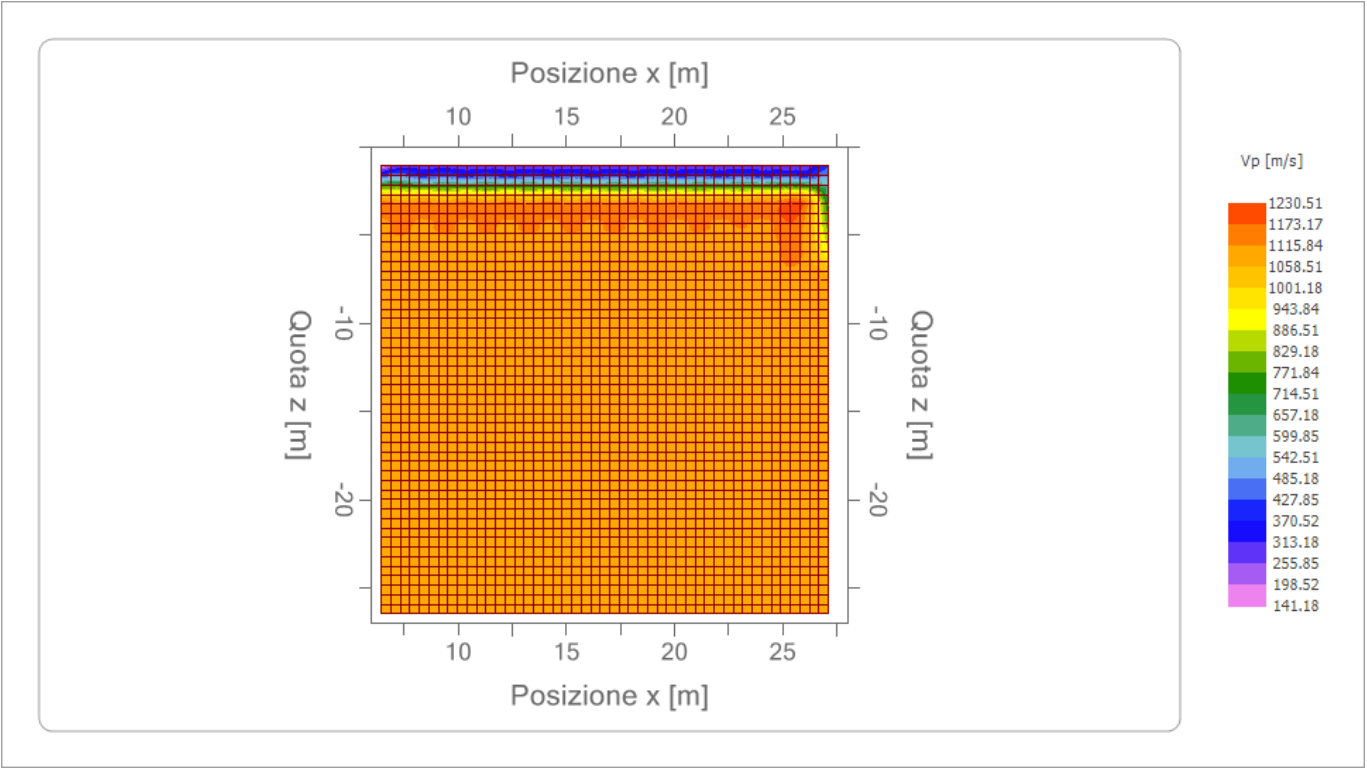
E_y: Modulo di Young;



■ XY = 0, Deviazione standard = 0.00629 ▲ XY = 2, Deviazione standard = 0.00583 ▼ XY = 4, Deviazione standard = 0.00548
 ▮ XY = 6, Deviazione standard = 0.00497 + XY = 8, Deviazione standard = 0.00446 ● XY = 10, Deviazione standard = 0.00405



■ XY = 0, Rugosità = 0.000684 ● XY = 2, Rugosità = 0.000717 ▼ XY = 4, Rugosità = 0.000709
 ▮ XY = 6, Rugosità = 0.000693 + XY = 8, Rugosità = 0.000578 ● XY = 10, Rugosità = 0.000431



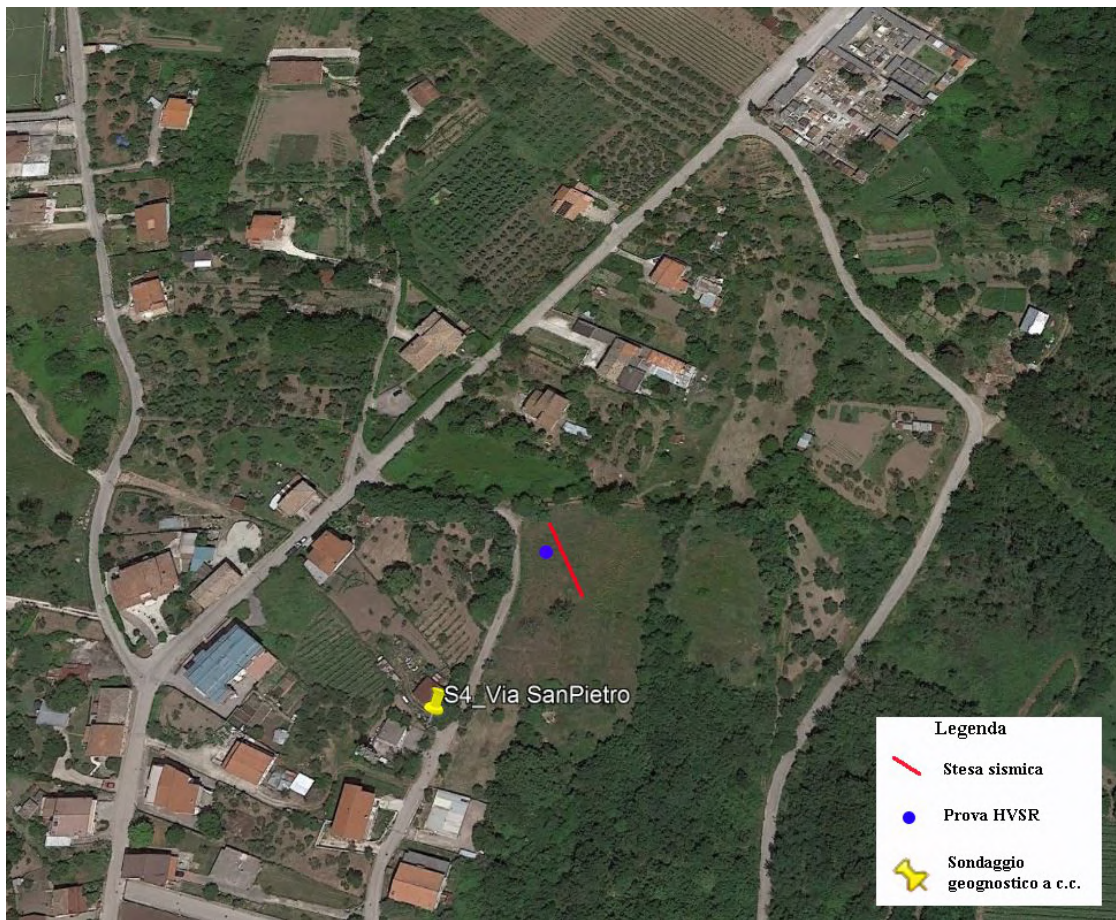


Sito n. 3 – Stendimento sismico per
prova MASW e tomografia sismica



Sito n. 3 – Prospezione HVSR

SITO n. 4 (via S. Pietro)



Ubicazione prove effettuate (Loc. via San Pietro)

Stratigrafia tipo

0,00 m ÷ 0,80 m. Coltre superficiale costituita da terreno vegetale misto a piroclastite, leggermente argillificata, con ceneri, pomici ed inclusioni carboniose, di colore marrone scuro. Il litotipo risulta essere sciolto.

0,80 m ÷ 1,90 m. Depositi piroclastici sabbioso-limosi di colore bruno formati da un impasto di ceneri e pomici in proporzioni variabili. Si tratta di depositi a matrice limoso-argillosa leggermente pedogenizzati.

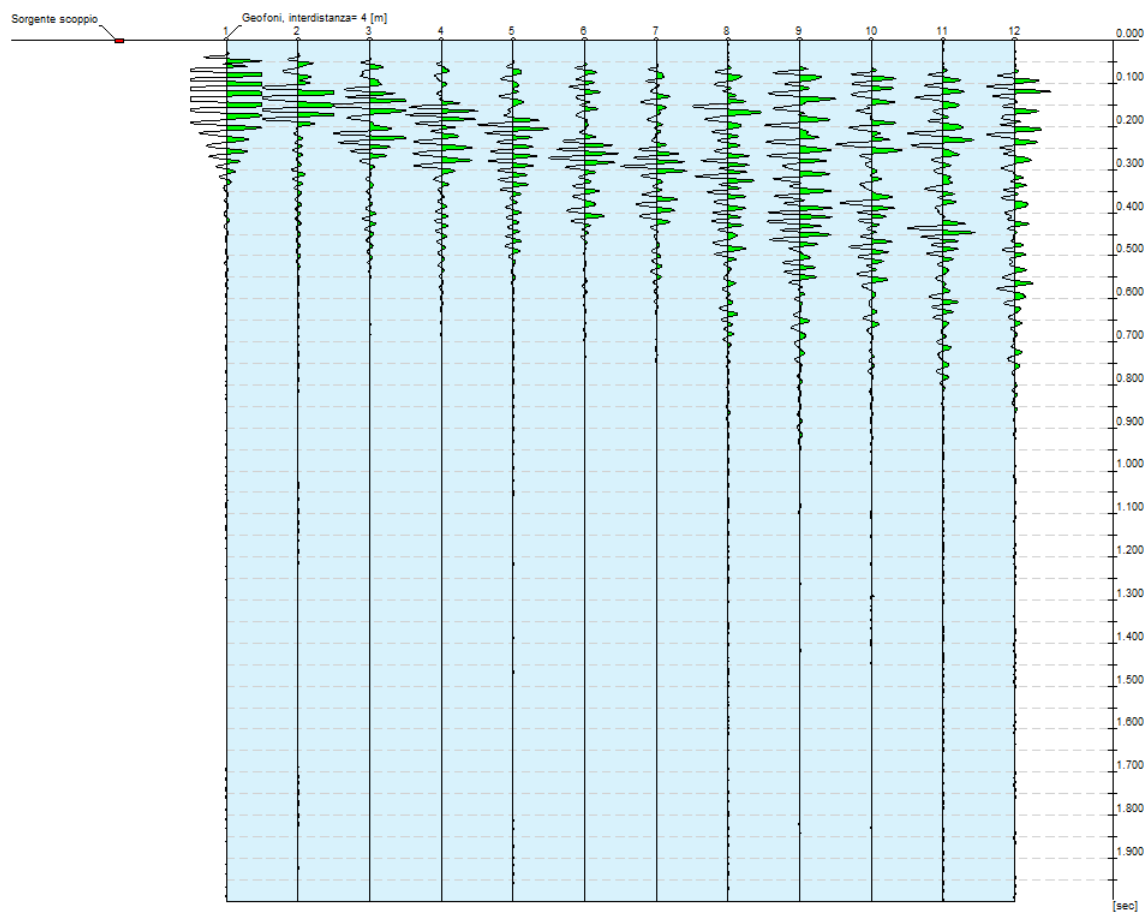
1,90 m ÷ 2,80 m. Depositi piroclastici sabbioso-limosi frammisti a depositi detritico-ghiaioso-sabbiosi (brecce calcaree e/o calcare intensamente fratturato).

2,80 m ÷ 12,00 m. Calcari e/o brecce calcaree di colore bianco avana, più o meno fratturati, recuperati sotto forma di ghiaie centimetriche (ϕ max 4-5 cm) e come carote decimetriche (max 10 cm) in matrice limosa debolmente sabbiosa. A luoghi la carota risulta essere molto sminuzzata a causa della difficoltà nella perforazione.

PROSPEZIONE MASW (M4)

Tracce

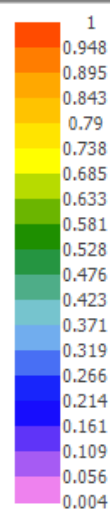
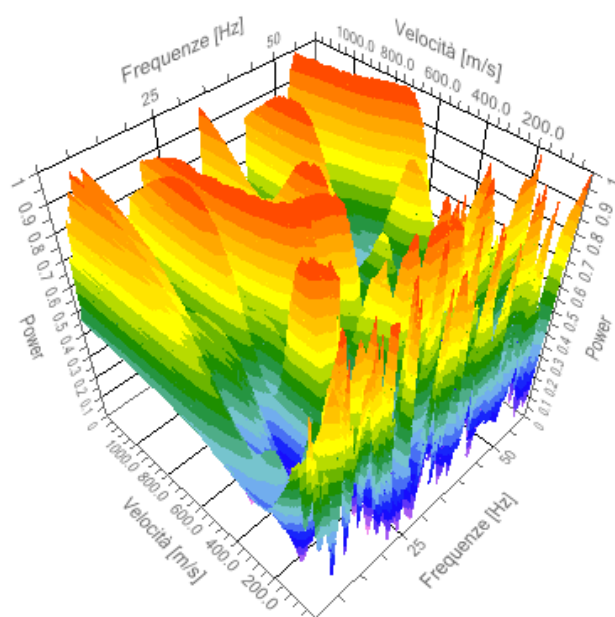
N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	4.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

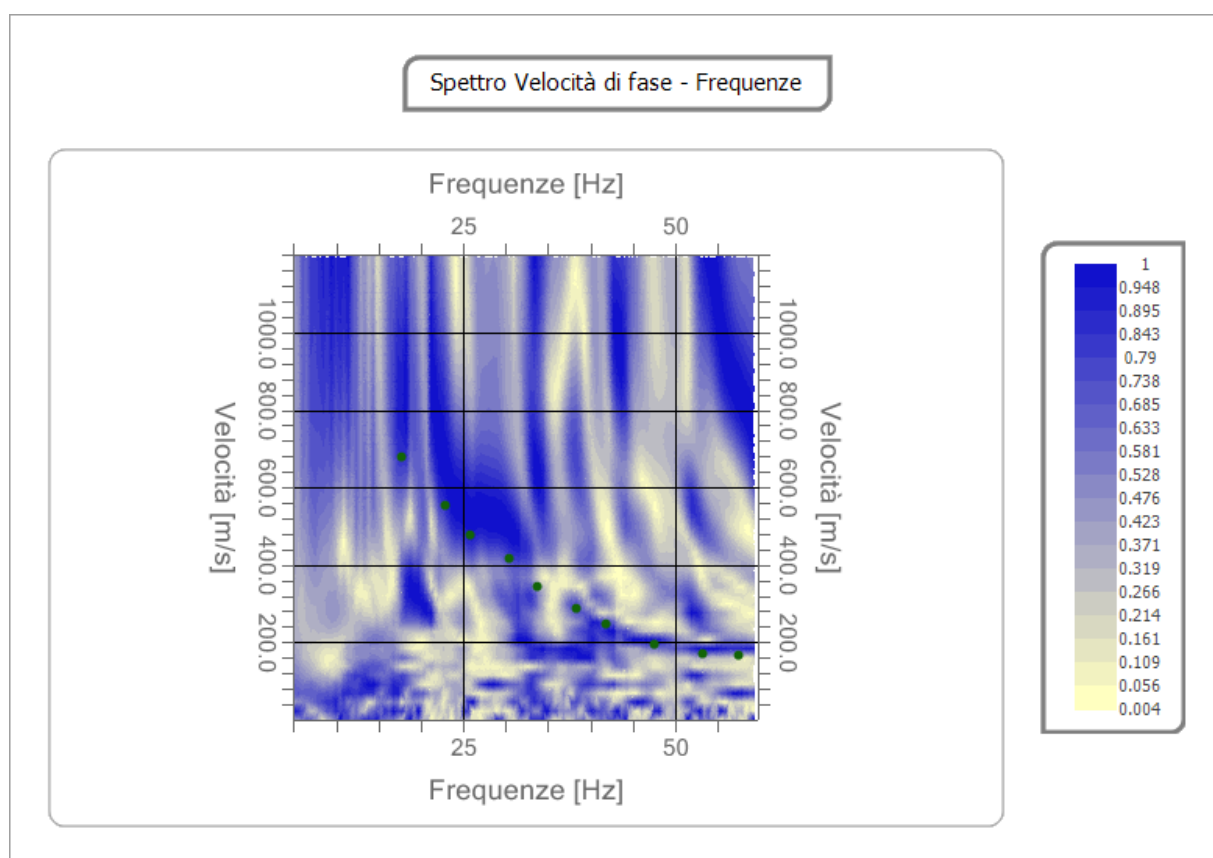
Frequenza minima di
 elaborazione [Hz] 5
 Frequenza massima di
 elaborazione [Hz] 60
 Velocità minima di
 elaborazione [m/sec] 1
 Velocità massima di
 elaborazione [m/sec] 1200
 Intervallo velocità
 [m/sec] 1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	17.7	680.0
2	22.8	555.4
3	25.8	478.0
4	30.5	417.9
5	33.8	344.8
6	38.3	288.9
7	41.9	246.0
8	47.5	194.4
9	53.2	172.9
10	57.5	168.6

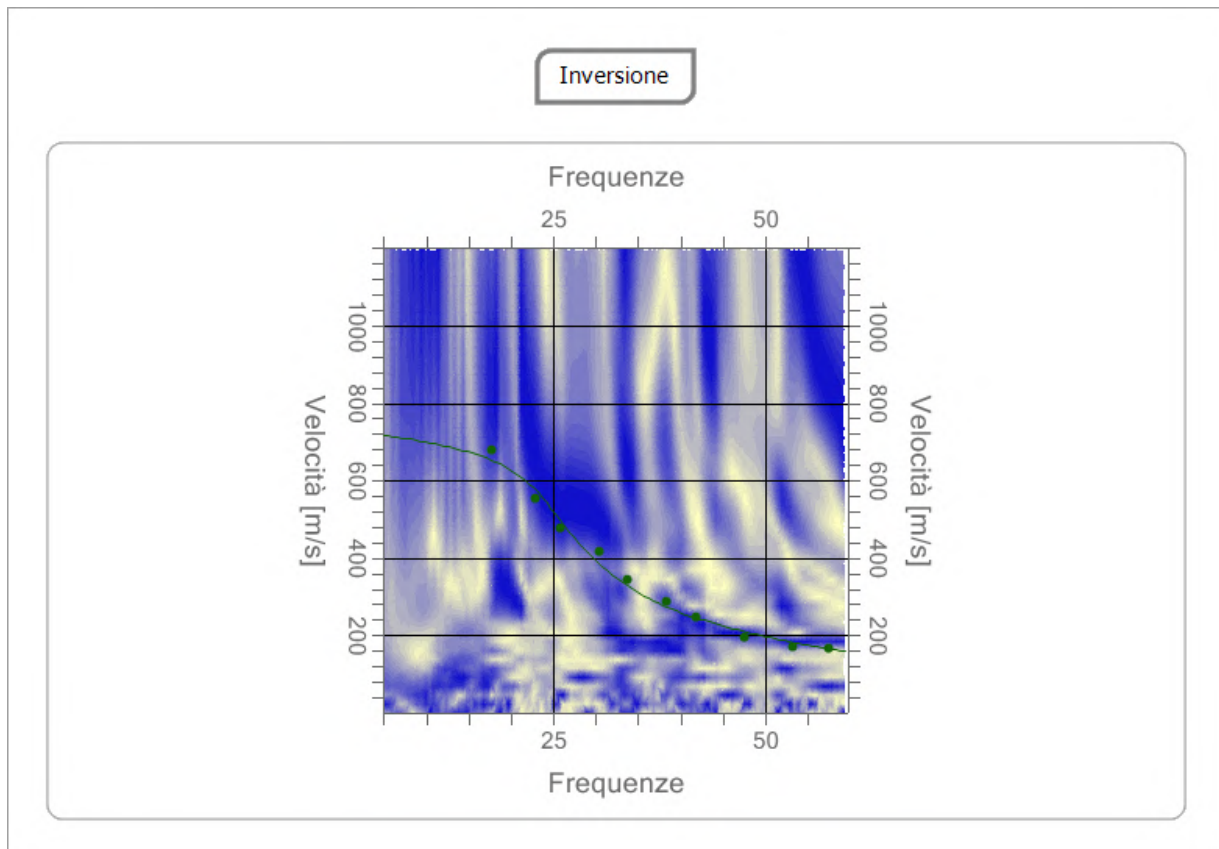


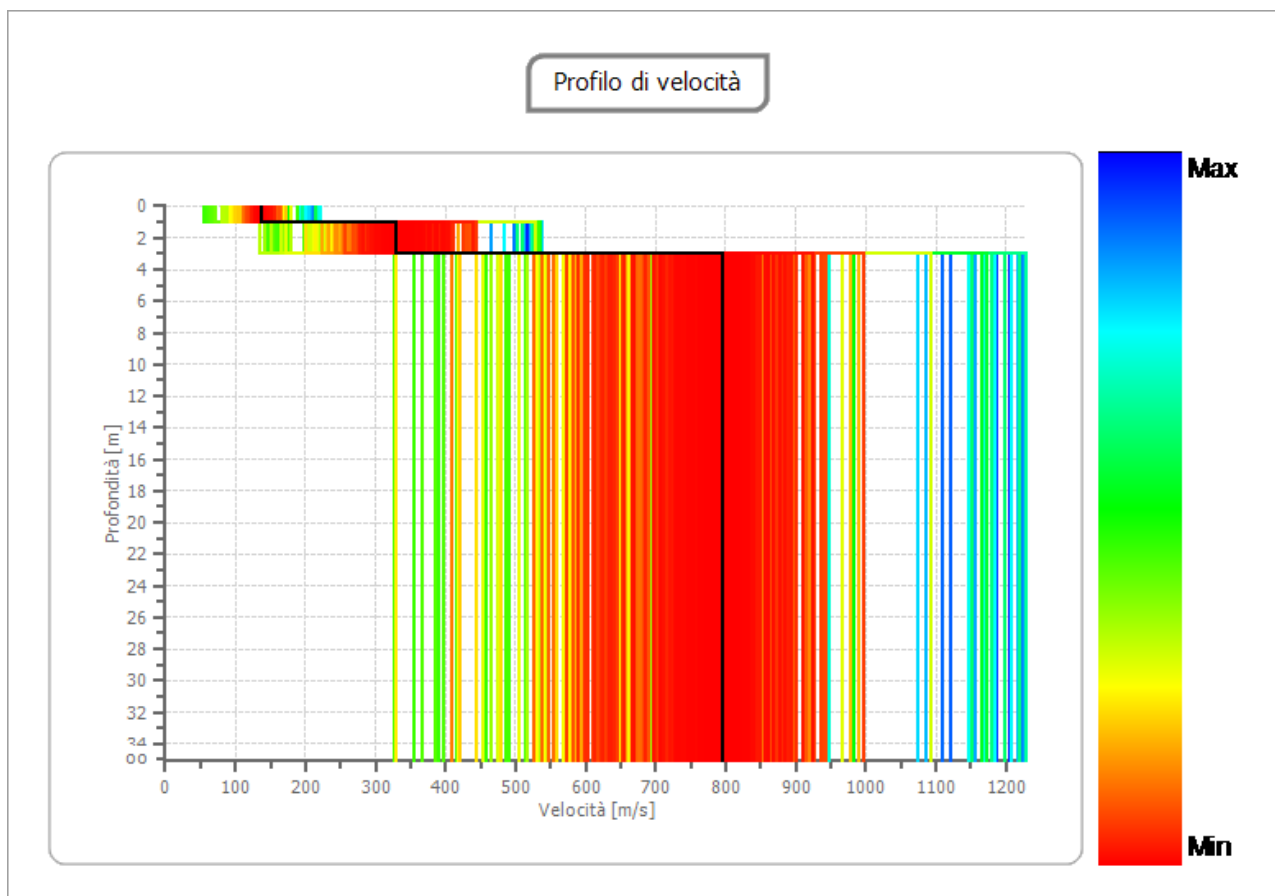
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	1600.0	0.2	222.5	136.2
2	3.00	2.00	1800.0	0.2	539.0	330.1
3	oo	oo	2200.0	0.3	1376.8	794.9

Fattore di disadattamento della soluzione

0.050





Risultati

Vs,eq [m/sec] | 633.36
(H=30m)
Categoria del suolo | B (al piano campagna)

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	Qc [kPa]
1	1.00	1.00	136.23	222.47	1400.00	25.98	69.29	34.64	62.36	110.45
2	3.00	2.00	330.06	538.99	1600.00	174.30	464.81	232.41	418.33	N/A
3	oo	oo	794.91	1376.82	2200.00	1390.13	4170.40	2316.89	3475.33	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

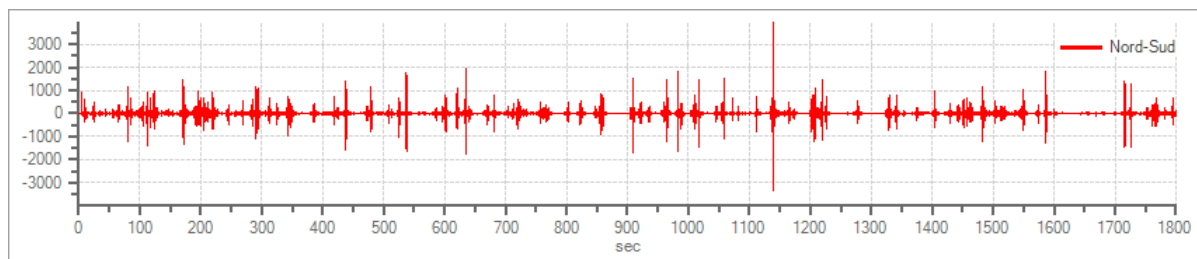
HVSR (HV4)

Tracce in input

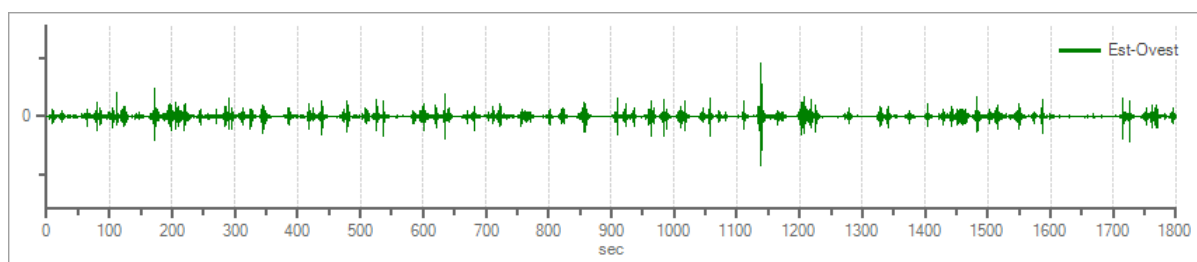
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

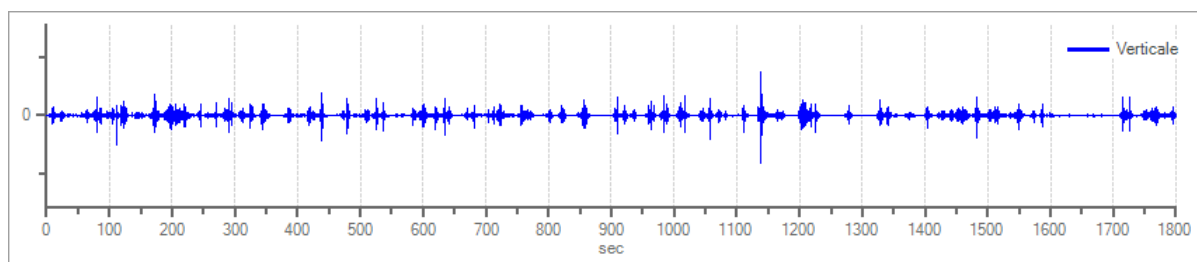
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 89

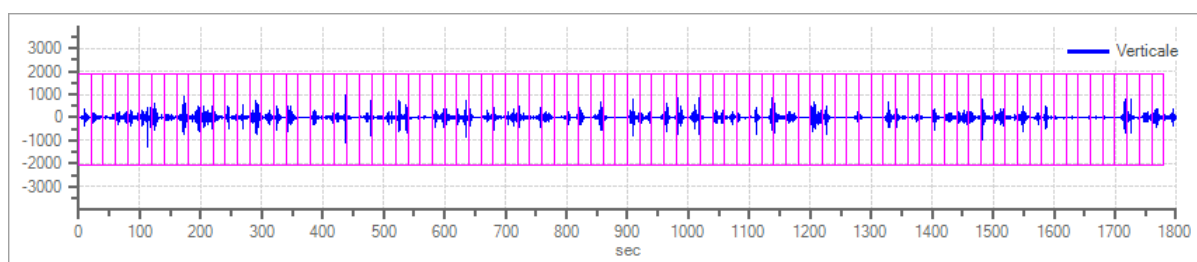
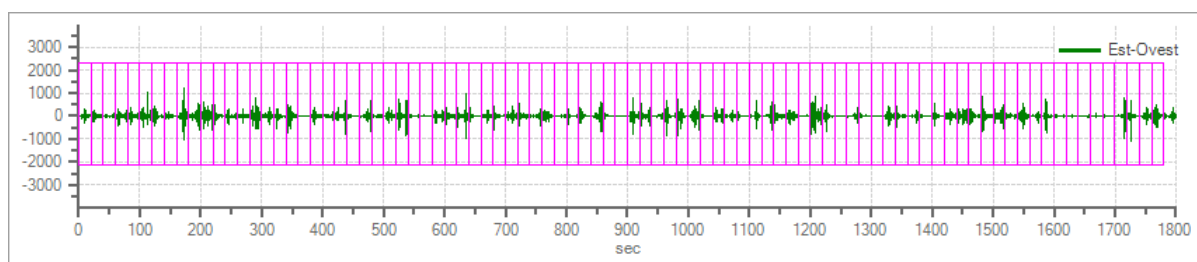
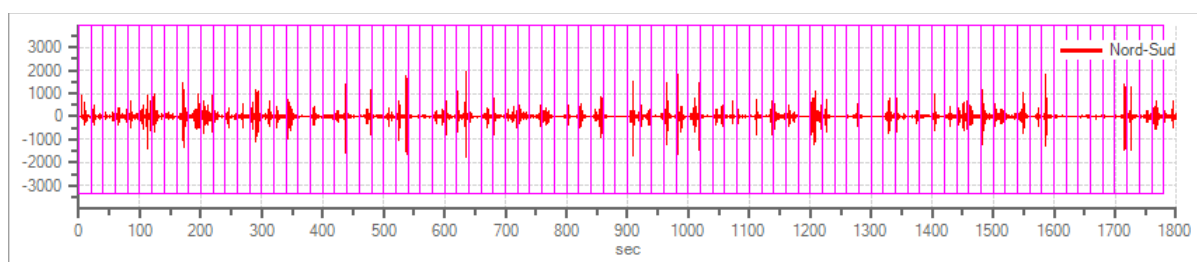
Numero finestre incluse nel calcolo: 89

Dimensione temporale finestre: 20.000 s

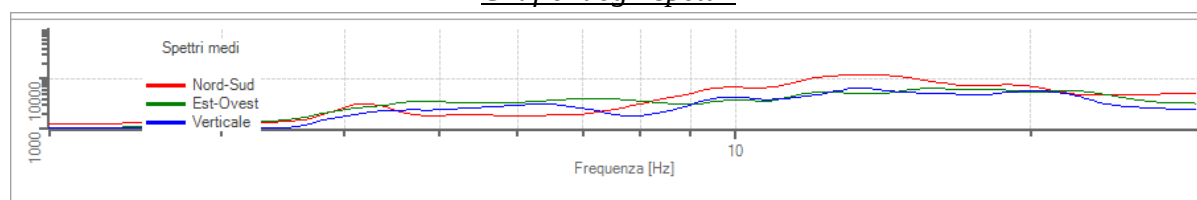
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale

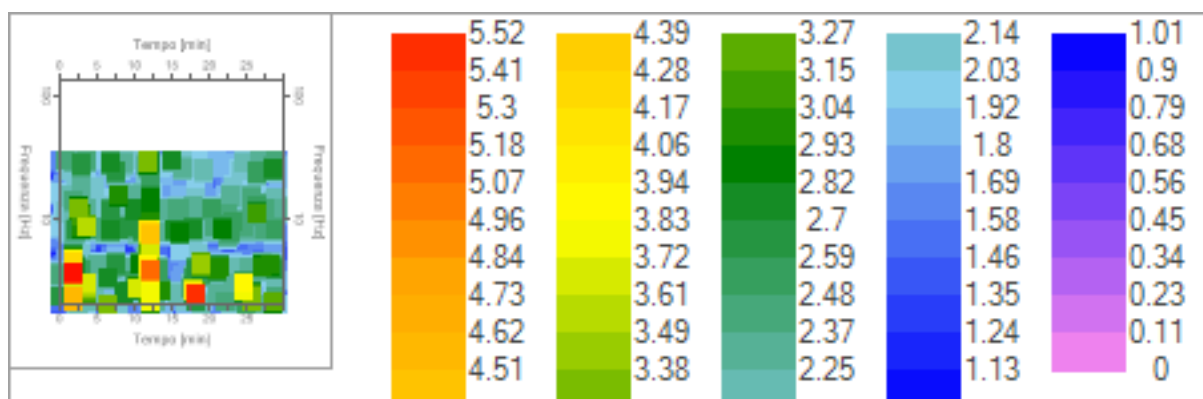
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

Grafici tracce con finestre selezionate:

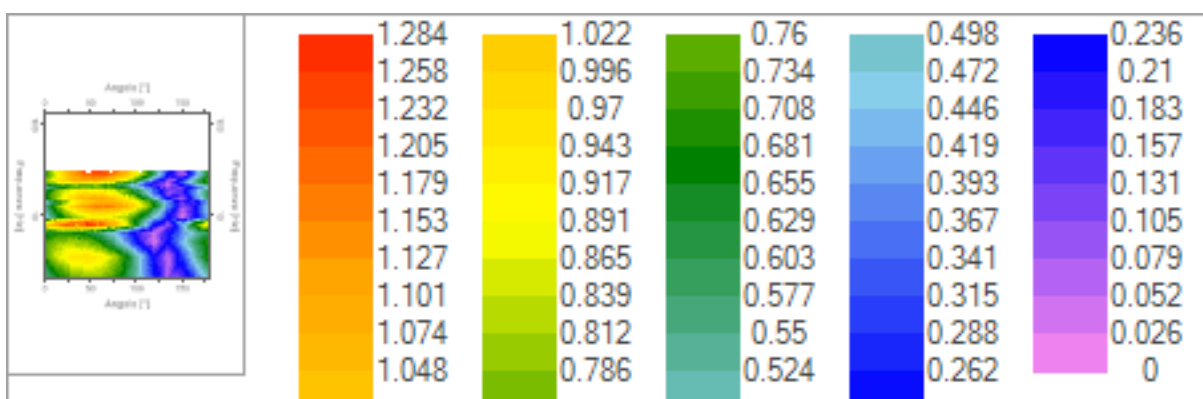


Grafici degli spettri





Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

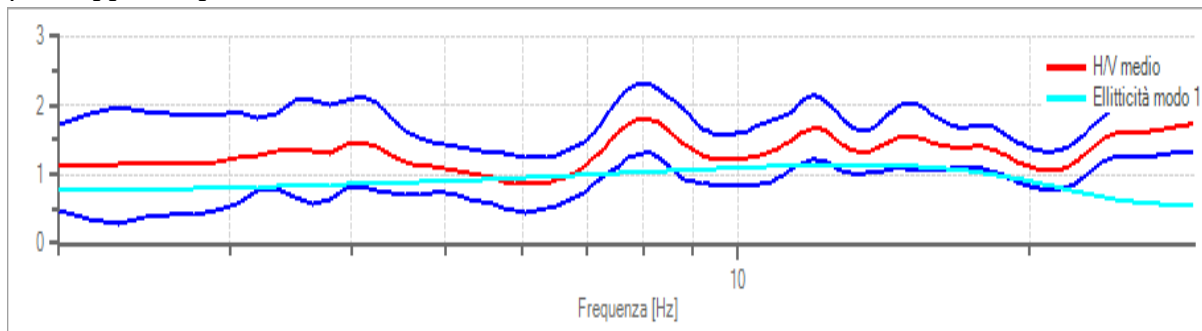
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 29.70 Hz
 Frequenza minima: 2.00 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamiento:: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 8.00 Hz ± 0.28 Hz (attendibile)

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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

TOMOGRAFIA SISMICA (TS4)

Geometria geofoni

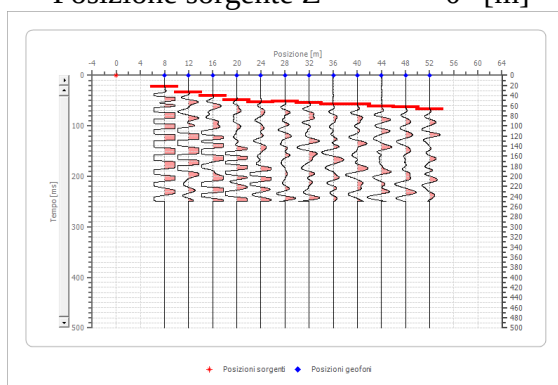
	Posizione X [m]
1	8.0
2	12.0
3	16.0
4	20.0
5	24.0
6	28.0
7	32.0
8	36.0
9	40.0
10	44.0
11	48.0
12	52.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

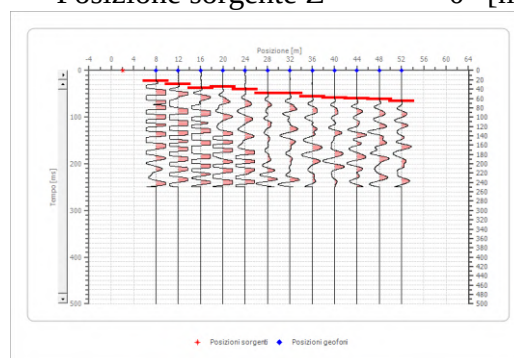
Posizione sorgente Z 0 [m]



Battuta 2

Posizione sorgente X 2 [m]

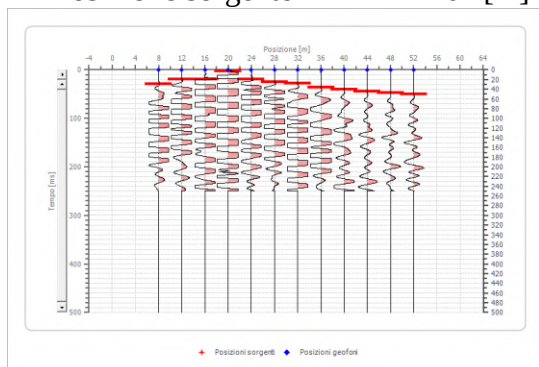
Posizione sorgente Z 0 [m]



Battuta 3

Posizione sorgente X 22 [m]

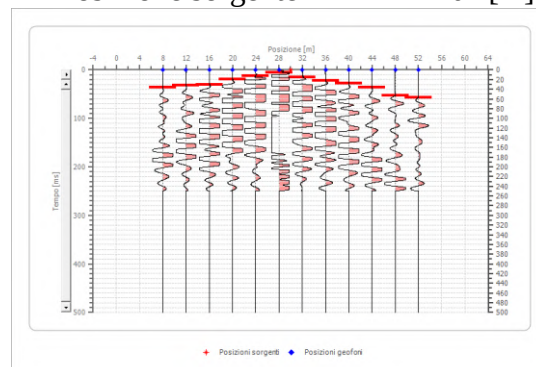
Posizione sorgente Z 0 [m]



Battuta 4

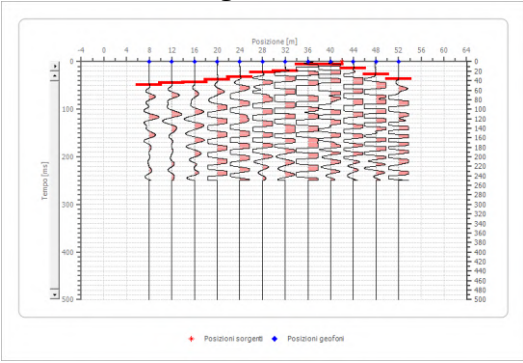
Posizione sorgente X 30 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



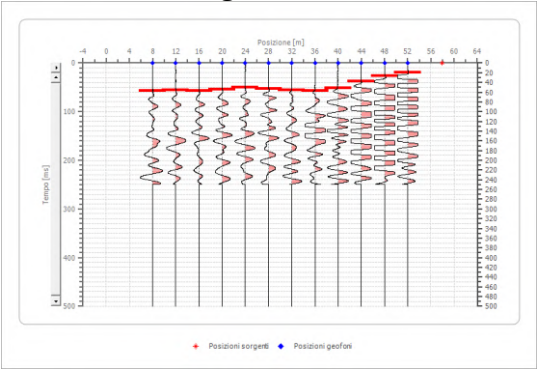
Battuta 5

Posizione sorgente X 42 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



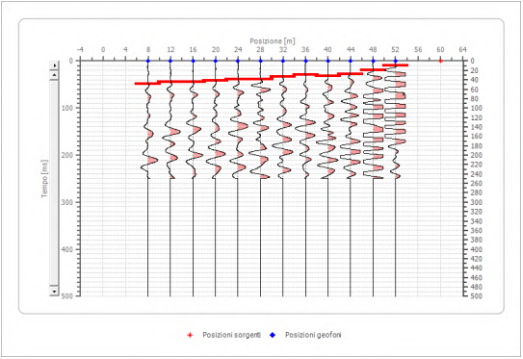
Battuta 6

Posizione sorgente X 58 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

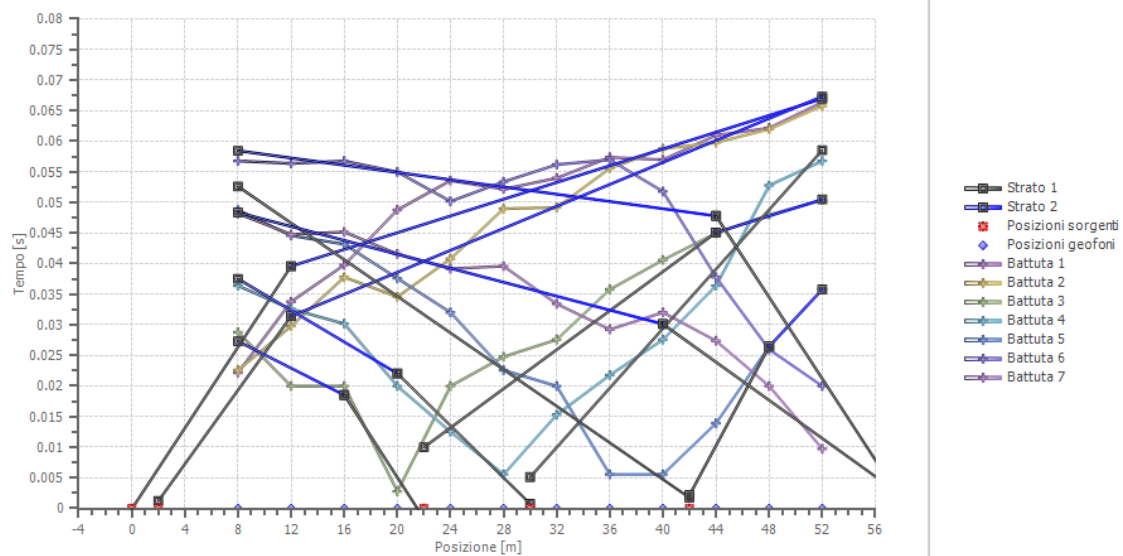


Battuta 7

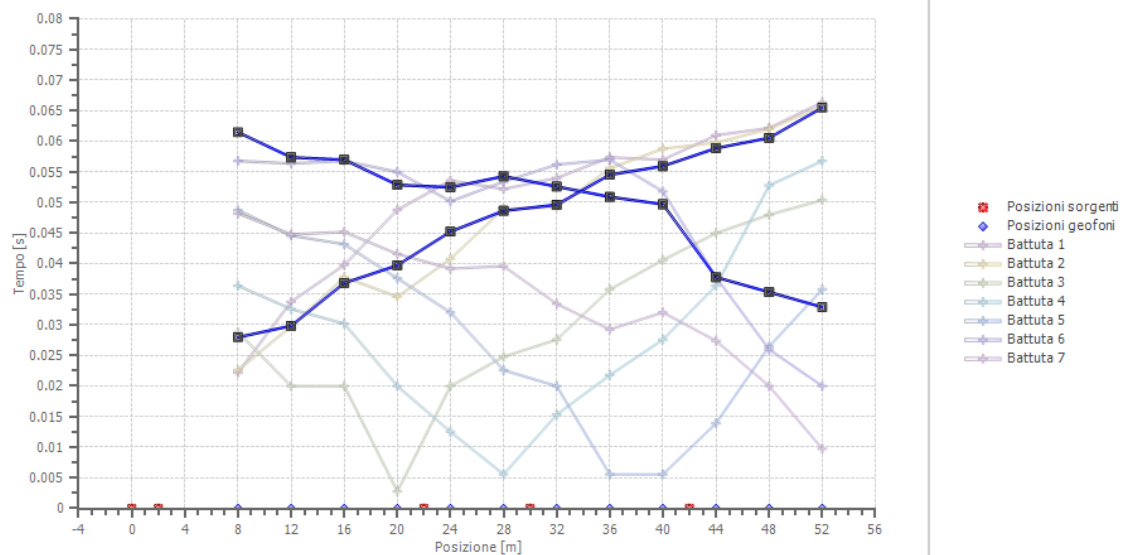
Posizione sorgente X 60 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 8.0 [m]	5.1	12.3
G= 12.0 [m]	4.6	8.7
G= 16.0 [m]	6.1	8.8
G= 20.0 [m]	5.9	9.2
G= 24.0 [m]	7.0	13.3
G= 28.0 [m]	8.2	18.6
G= 32.0 [m]	8.1	21.6
G= 36.0 [m]	8.8	24.0
G= 40.0 [m]	8.8	23.9
G= 44.0 [m]	6.8	24.7
G= 48.0 [m]	6.6	18.6
G= 52.0 [m]	7.2	7.2
Velocità [m/sec]	436.0	1410.2
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

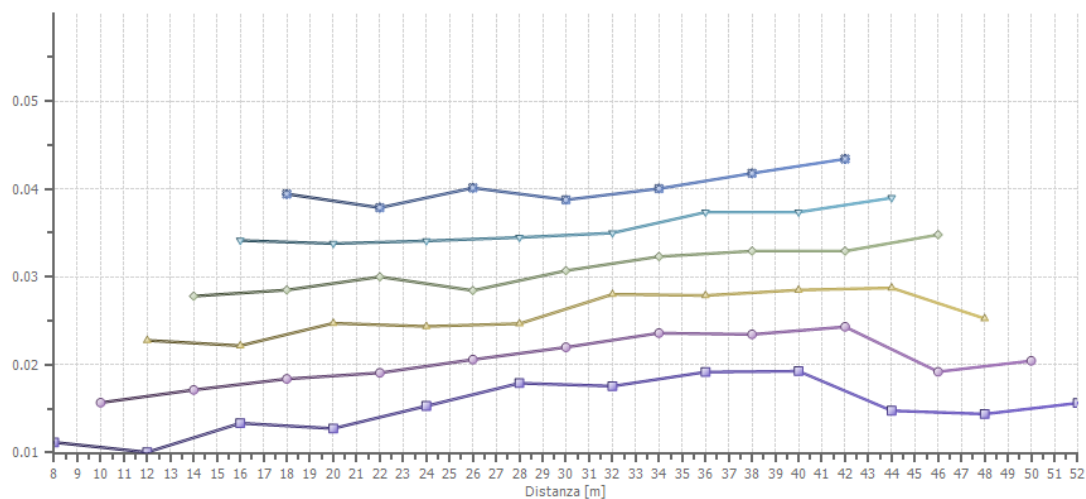
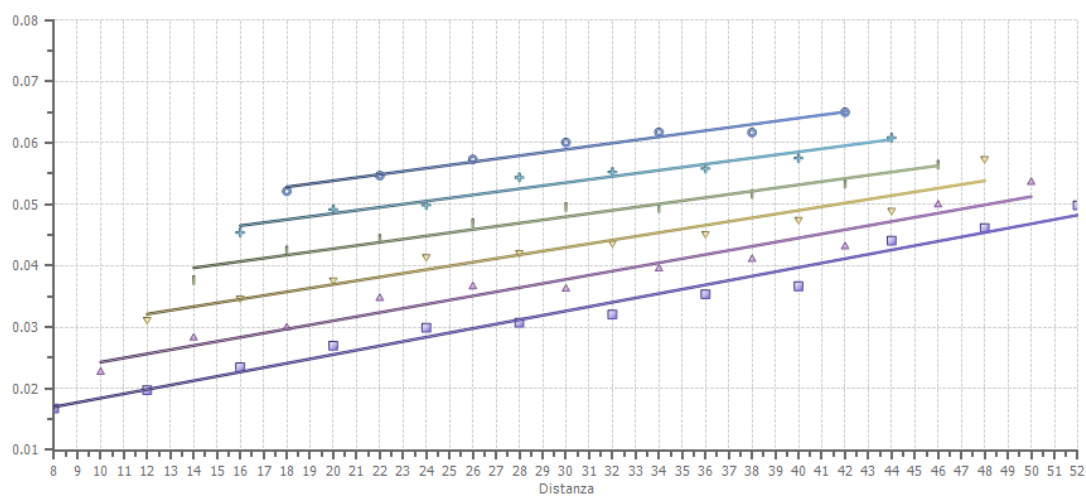
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.2	0.35
Densità [kg/m³]	1600.00	2000.00
Vp [m/s]	436.02	1410.24
Vs [m/s]	209.46	677.46
G0 [MPa]	78.97	826.11
Ed [Mpa]	342.20	3579.80
M0 [MPa]	263.23	2753.69
Ey [Mpa]	213.22	2230.49

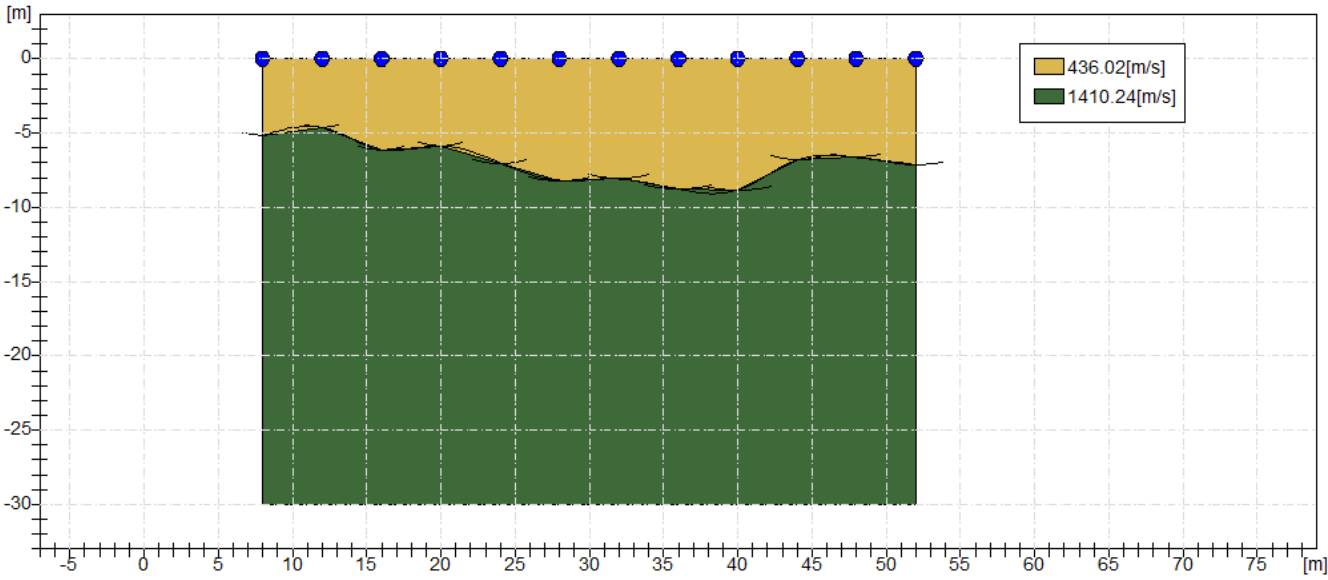
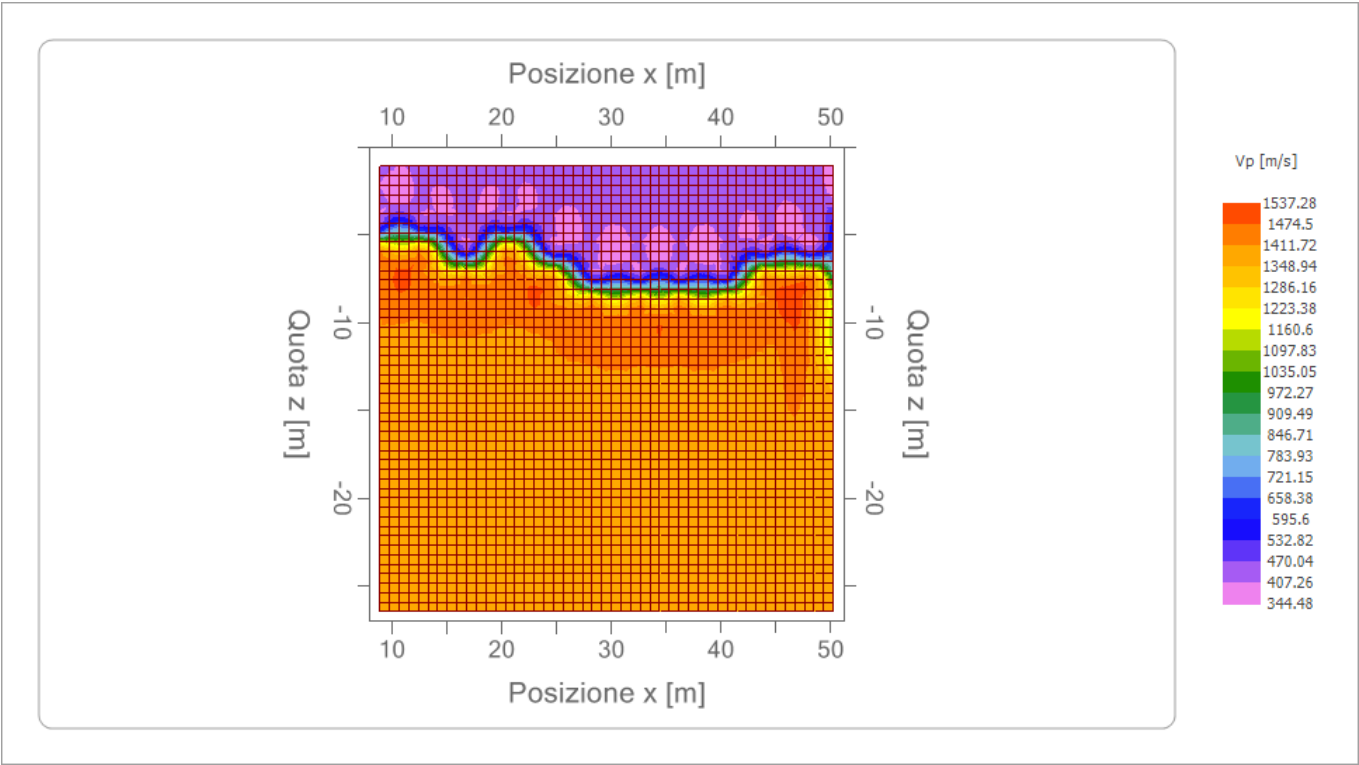
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;







Sito n.4 – Stendimento sismico per prova
MASW e tomografia sismica



Sito n. 4 – Prospezione HVSR

SITO n. 5 (Via Vignali)



Ubicazione prove effettuate (Loc. via Vignali)

Stratigrafia tipo

0,00 m ÷ 0,80 m. Suolo vegetale sabbioso-limoso, di colore bruno, ricco di abbondanti elementi carboniosi con inclusioni litiche eterogenee ed eterometriche (ϕ max 5-6 mm) misto a terreno di riporto (presenza di abbondanti laterizi nell'intero areale).

0,80 m ÷ 3,50 m. Sabbia debolmente limosa di colore variabile dal marroncino al giallastro, con striature grigio-azzurre, con inclusi elementi arenitici di dimensioni variabili di pochi mm e di colore variabile dal grigio al giallo. Rilevata presenza abbondante di elementi carboniosi. Non si riesce a definire la giacitura. Il litotipo risulta abbastanza addensato.

3,50 m ÷ 5,50 m. Sabbia debolmente limosa di colore variabile dal marroncino al grigiastro, addensata.

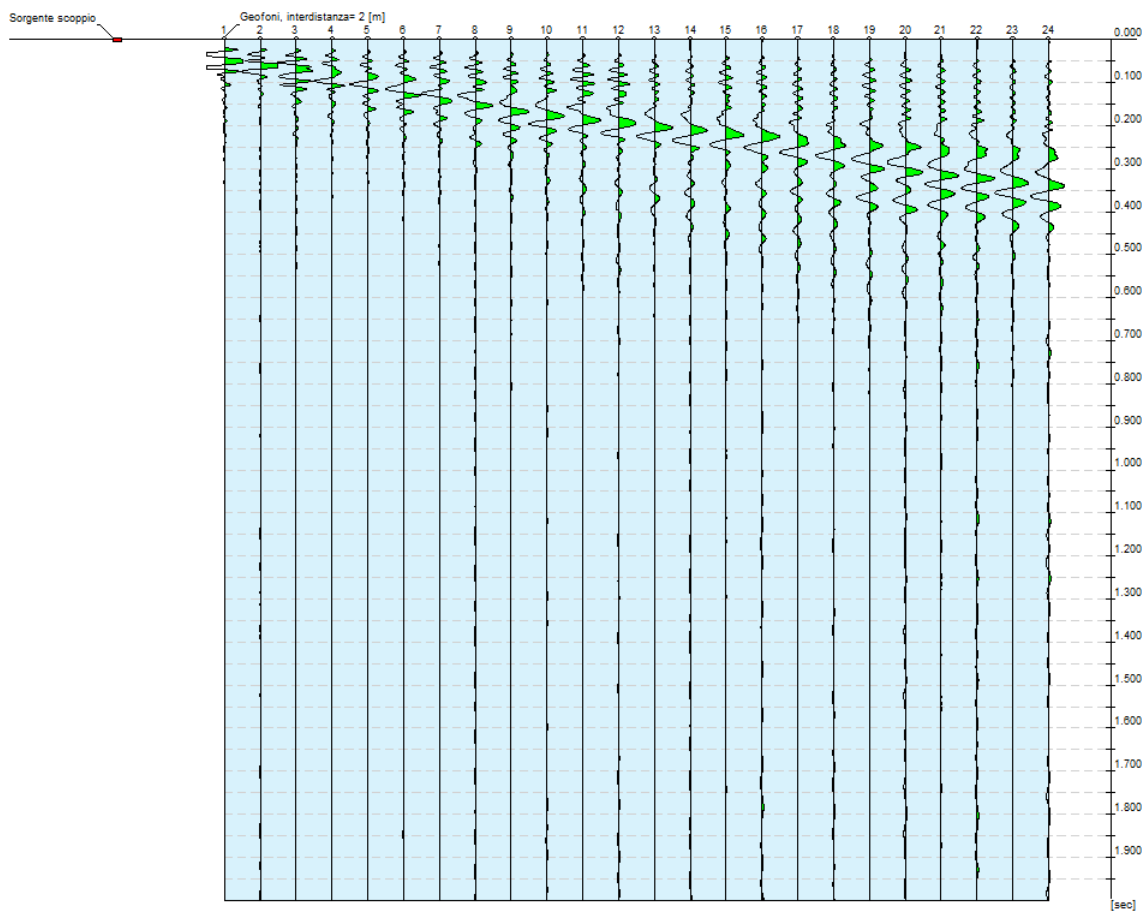
5,50 m ÷ 10,00 m. Limo debolmente sabbioso di colore grigio, compatto.

10,00 m ÷ 30,00 m. Argilla marnoso-scagliosa, di colore grigio, con inglobati elementi marnosi/calcareo-marnosi, grigio, (ϕ max 2-3 cm). Il litotipo risulta essere abbastanza compatto, con una leggera stratificazione.

PROSPEZIONE MASW (M5)

Tracce

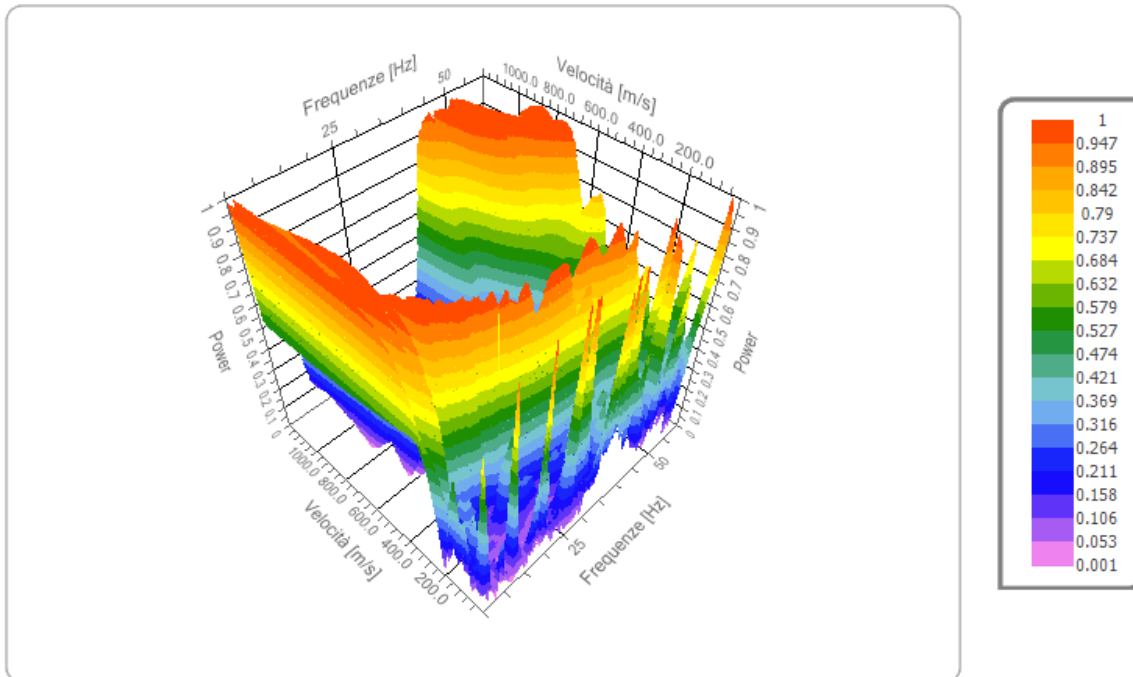
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

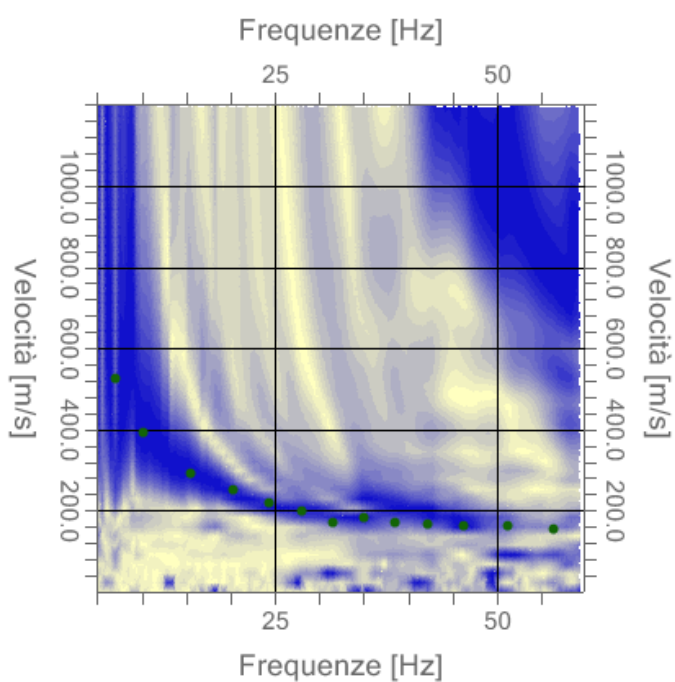
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	7.0	525.3
2	10.1	392.1
3	15.6	293.2
4	20.3	250.3
5	24.4	220.2
6	27.9	198.7
7	31.5	172.9
8	35.0	181.5
9	38.5	172.9
10	42.2	168.6
11	46.2	164.3
12	51.3	164.3
13	56.4	155.7

Spettro Velocità di fase - Frequenze

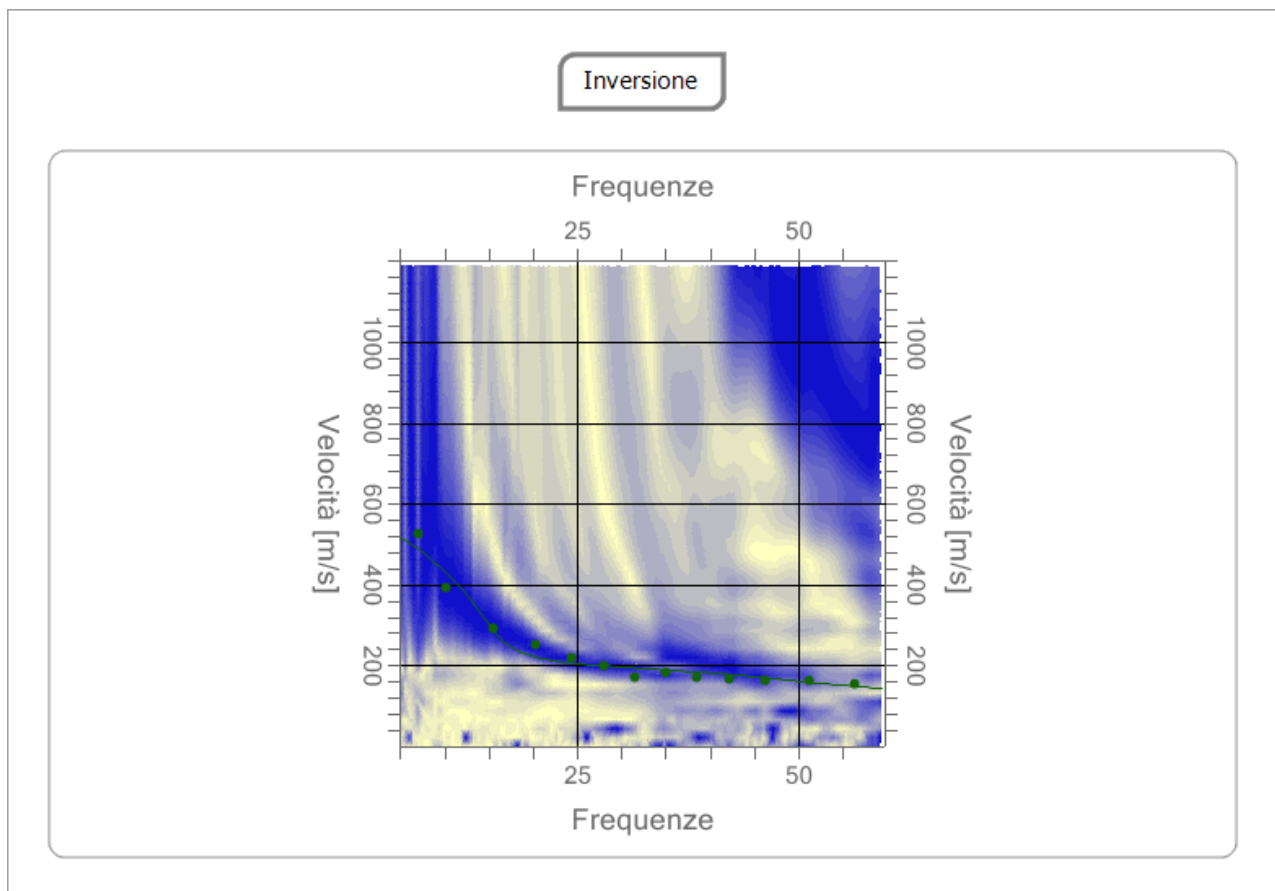


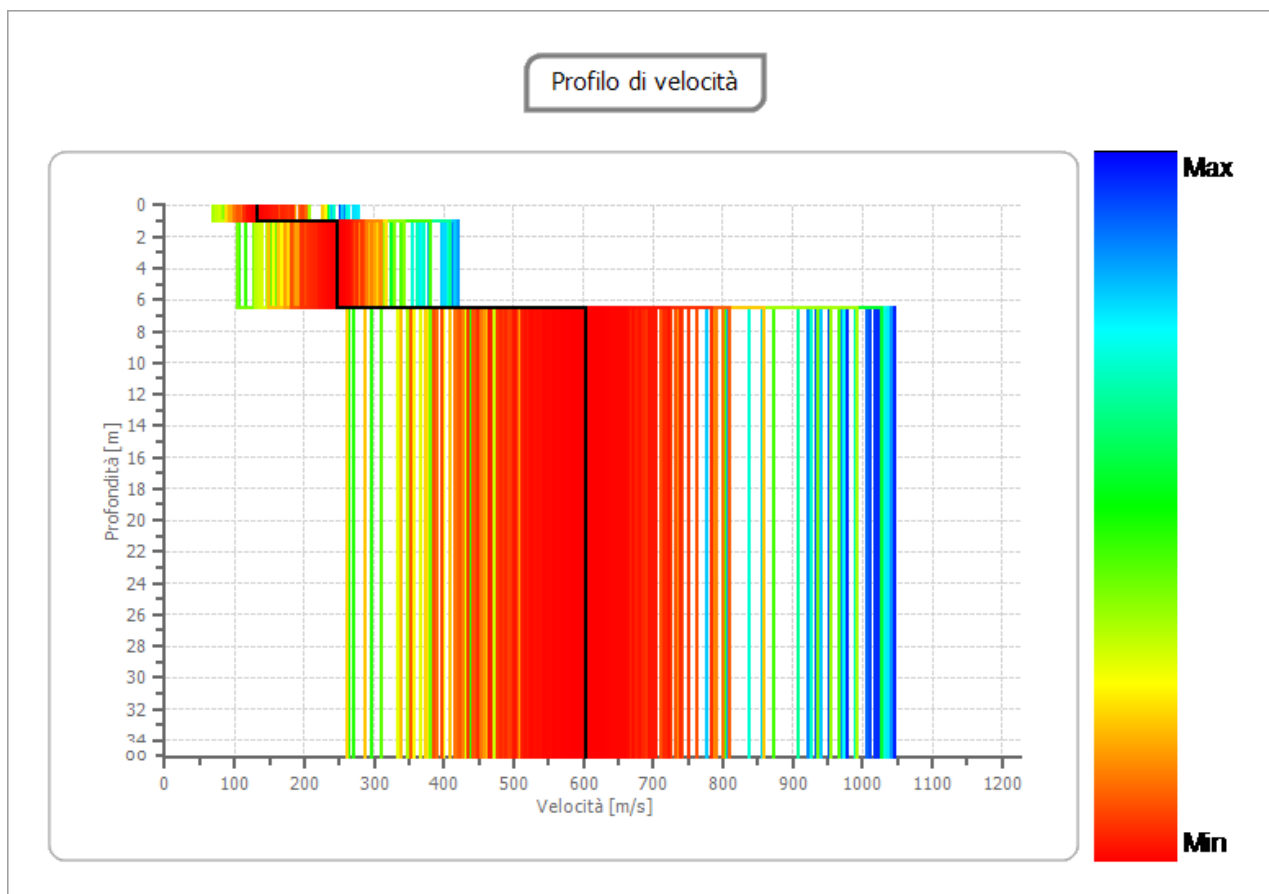
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	1600.0	0.2	215.2	131.8
2	6.50	5.50	1800.0	0.2	403.0	246.8
3	oo	oo	2100.0	0.3	1045.7	603.7

Fattore di disadattamento della soluzione

0.068





Risultati

Vs, eq [m/sec]	436.06
H=30m	
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficient e Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	Qc [kPa]
1	1.00	1.00	131.79	215.22	1400.00	0.20	24.32	64.85	32.42	58.36	93.50
2	6.50	5.50	246.80	403.02	1700.00	0.20	103.55	276.12	138.06	248.51	2187.41
3	oo	oo	603.74	1045.71	2100.00	0.25	765.45	2296.36	1275.76	1913.63	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

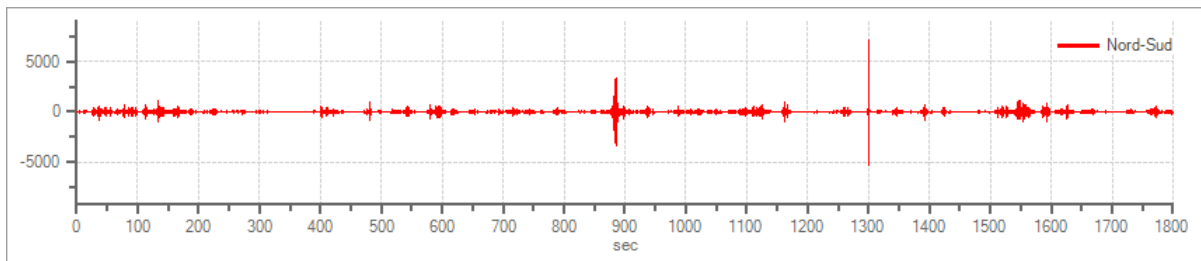
HVSR (HV5)

Tracce in input

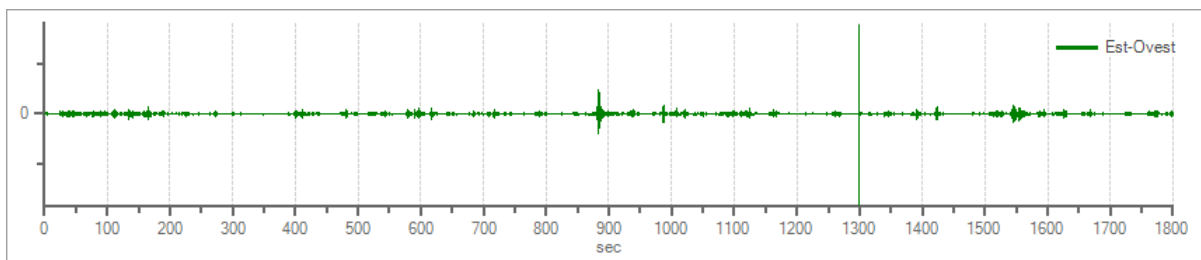
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

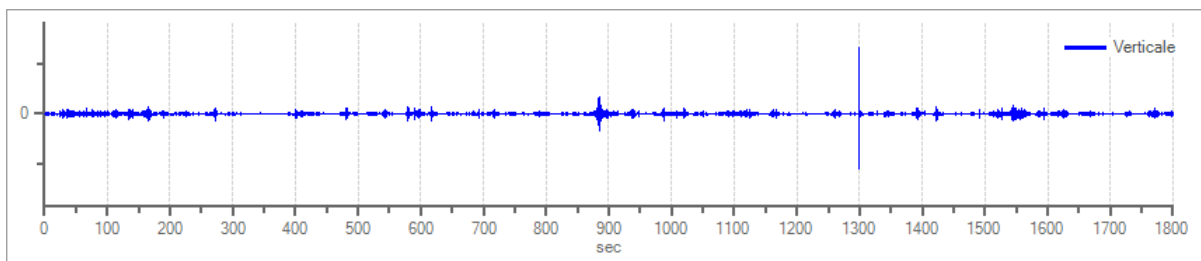
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud

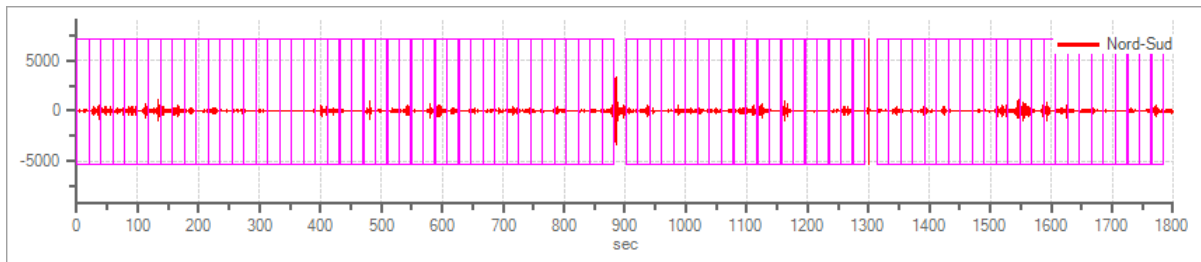


Traccia in direzione Est-Ovest

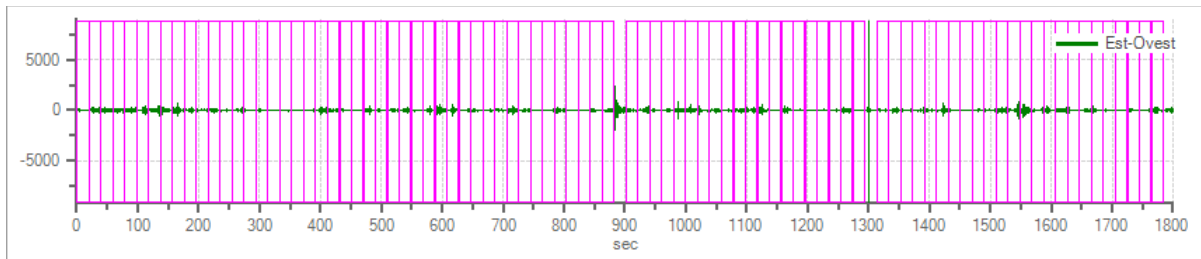


Traccia in direzione Verticale

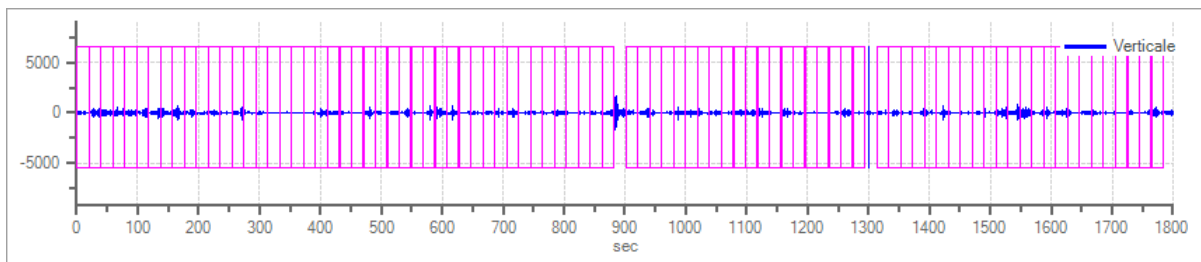
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

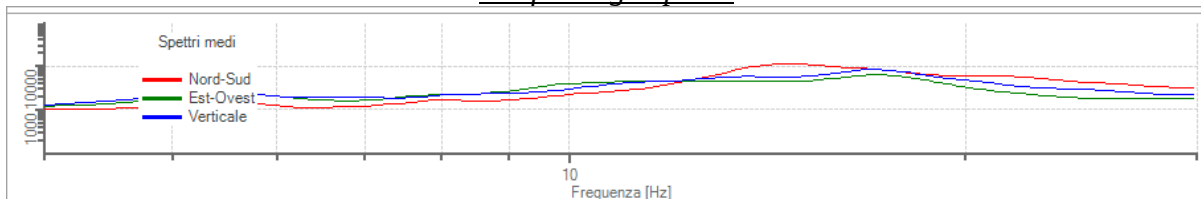


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

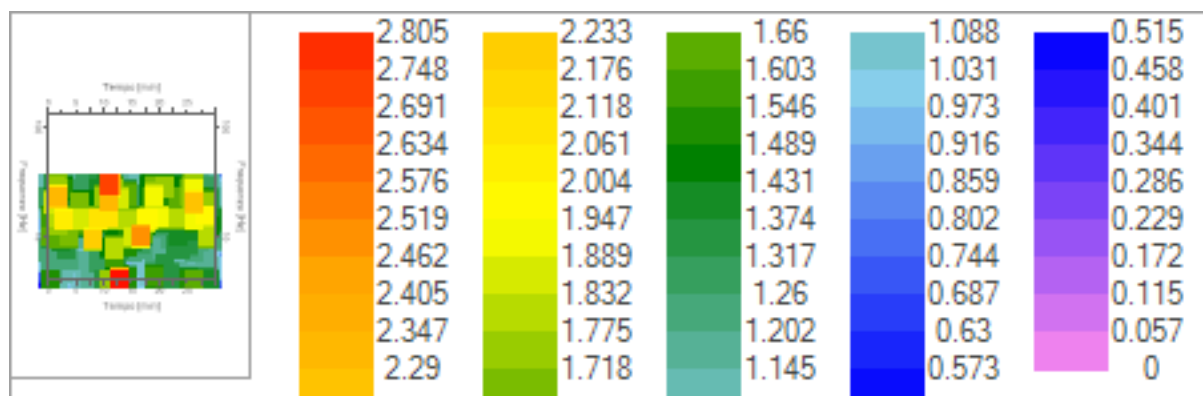


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

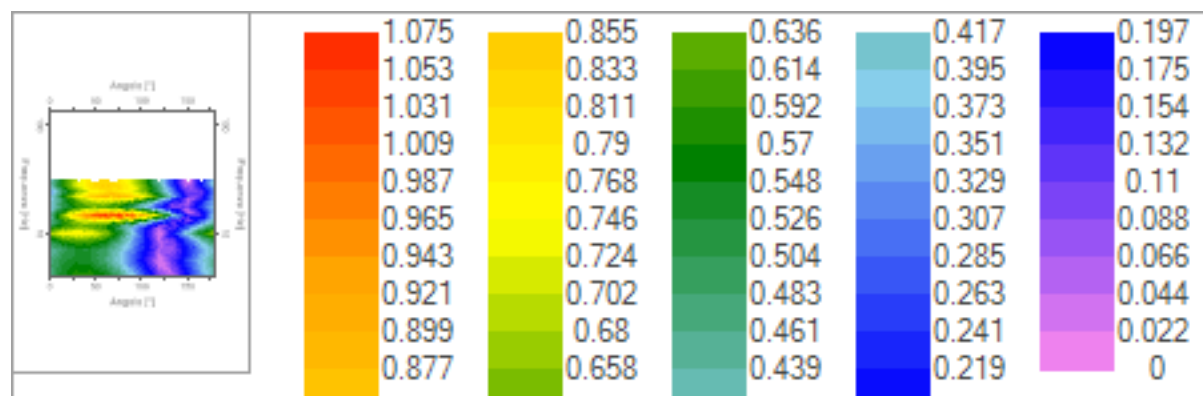
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

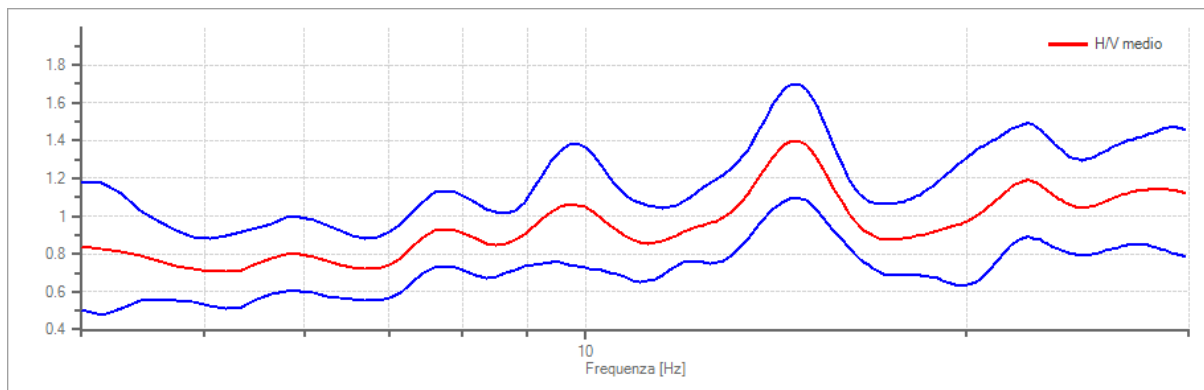
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 30.00 Hz
Frequenza minima: 4.00 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento:: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 14.65 Hz ± 0.22 Hz (attendibile)

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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

TOMOGRAFIA SISMICA (TS5)

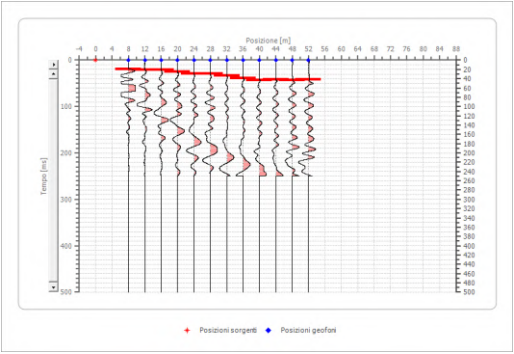
Geometria geofoni

	Posizione X [m]
1	8.0
2	12.0
3	16.0
4	20.0
5	24.0
6	28.0
7	32.0
8	36.0
9	40.0
10	44.0
11	48.0
12	52.0

Dati battute

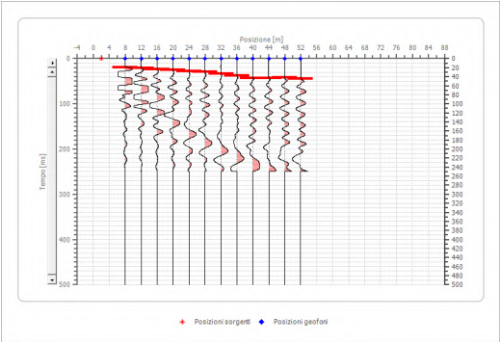
Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



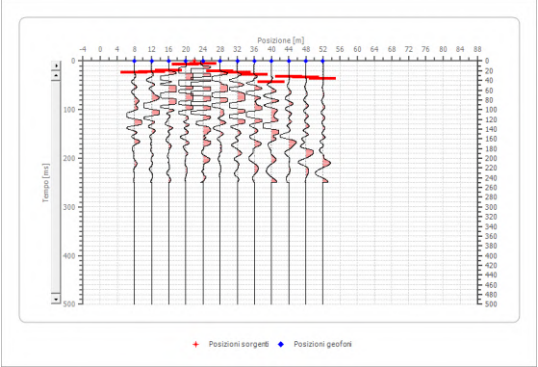
Battuta 2

Posizione sorgente X 2 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



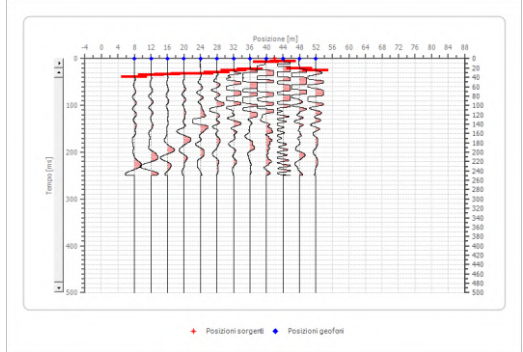
Battuta 3

Posizione sorgente X 22 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



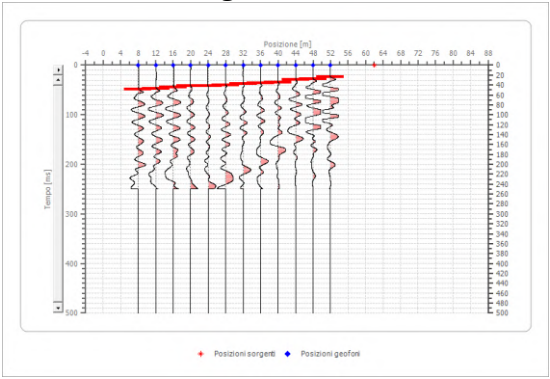
Battuta 4

Posizione sorgente X 42 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



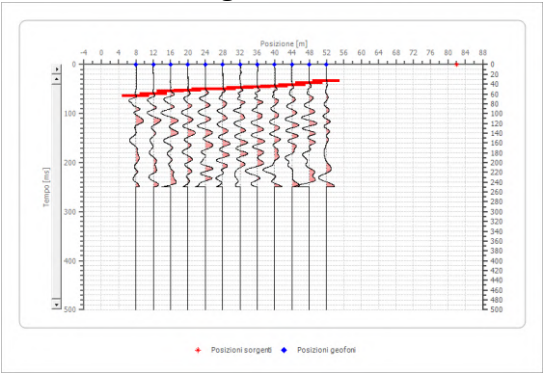
Battuta 5

Posizione sorgente X 62 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



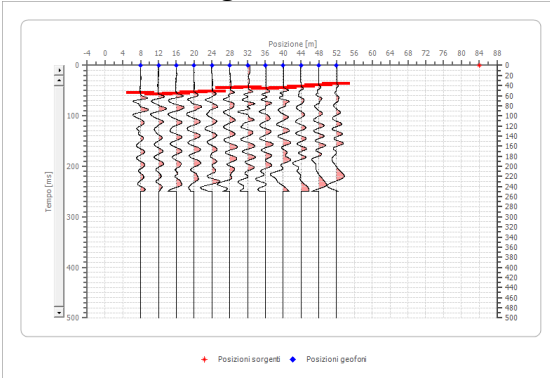
Battuta 6

Posizione sorgente X 82 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]

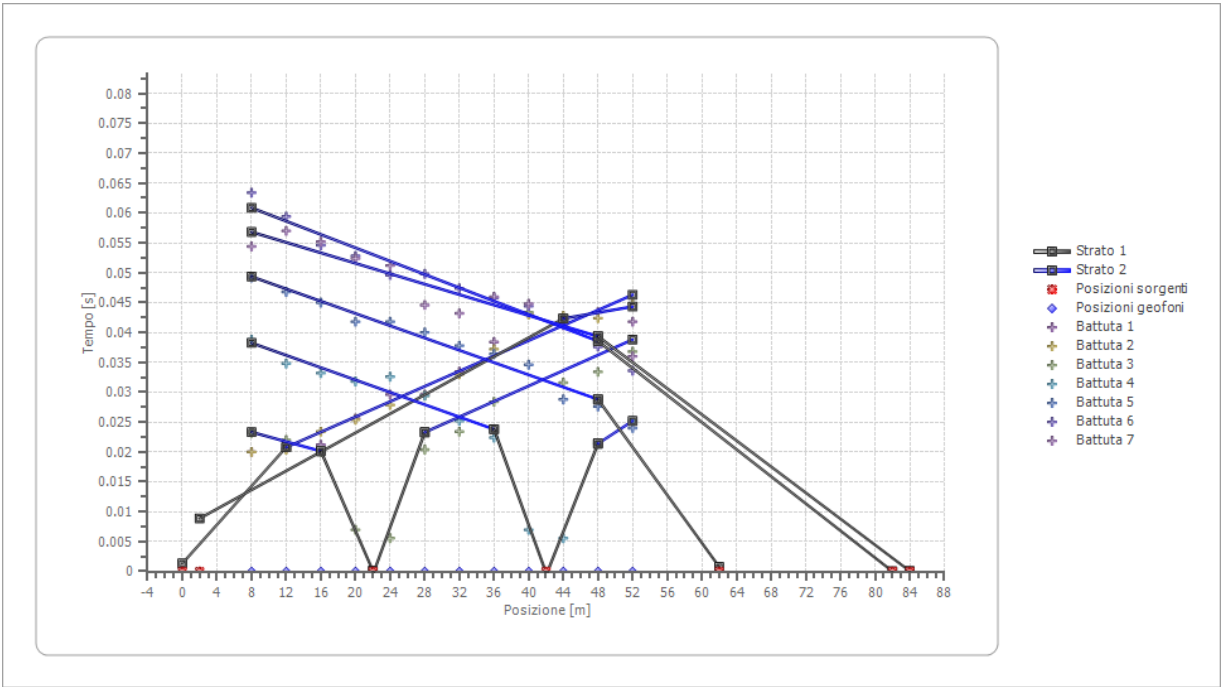


Battuta 7

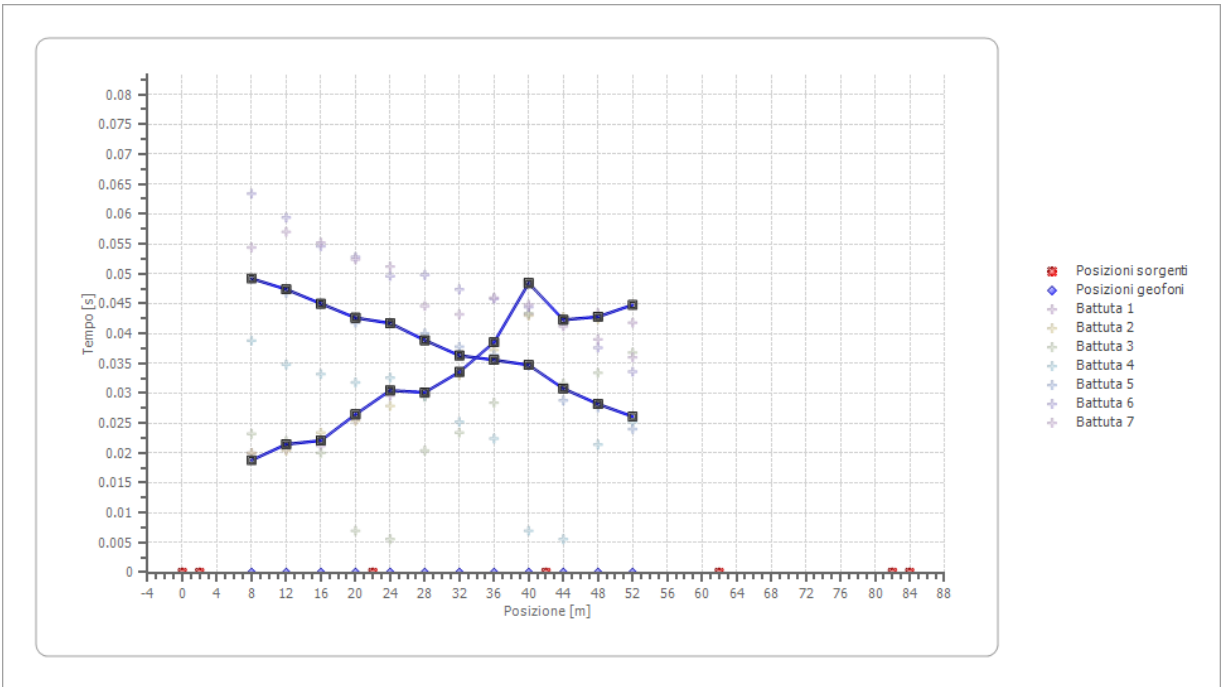
Posizione sorgente X 84 [m]
Posizione sorgente Z 0 [m]



Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G_r.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 8.0 [m]	4.4	9.0
G= 12.0 [m]	4.7	7.5
G= 16.0 [m]	4.2	7.6
G= 20.0 [m]	4.8	4.8
G= 24.0 [m]	5.7	5.7
G= 28.0 [m]	4.7	4.7
G= 32.0 [m]	5.0	5.0
G= 36.0 [m]	6.3	6.3
G= 40.0 [m]	9.0	20.3
G= 44.0 [m]	6.0	6.0
G= 48.0 [m]	5.4	5.4
G= 52.0 [m]	5.3	7.9
Velocità [m/sec]	572.1	1702.8
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

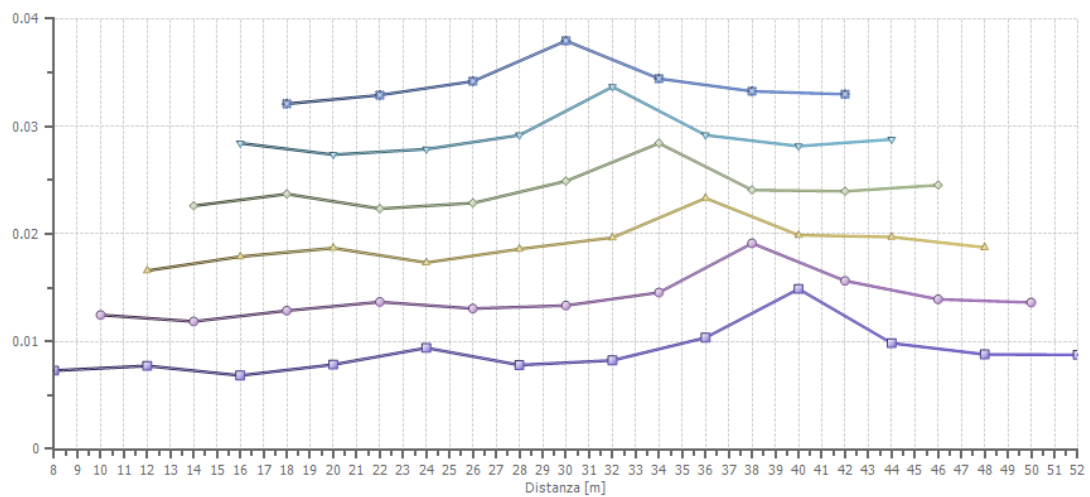
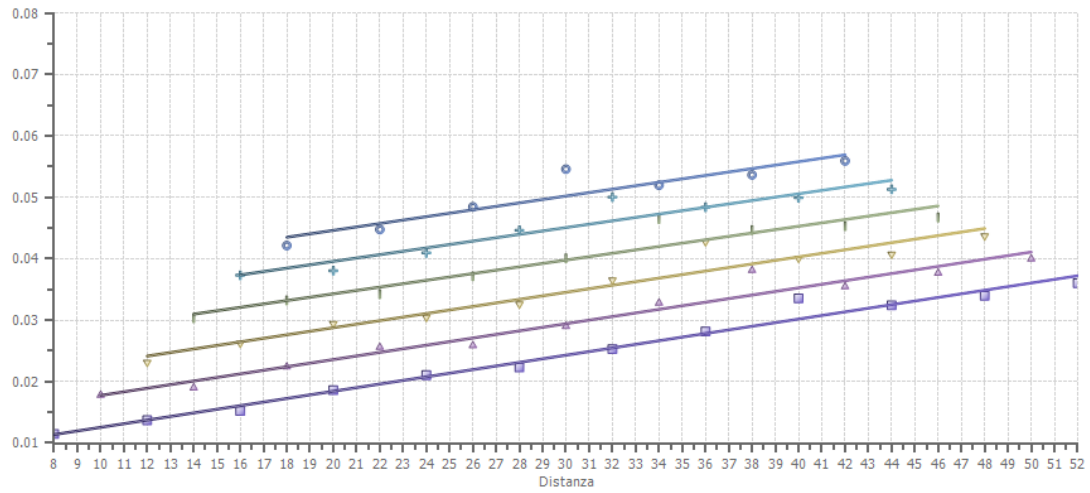
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1800.00	1800.00
V _p [m/s]	572.09	1702.81
V _s [m/s]	274.82	818.00
G ₀ [MPa]	135.95	1204.43
E _d [Mpa]	589.12	5219.20
M ₀ [MPa]	453.17	4014.77
E _y [Mpa]	367.07	3251.96

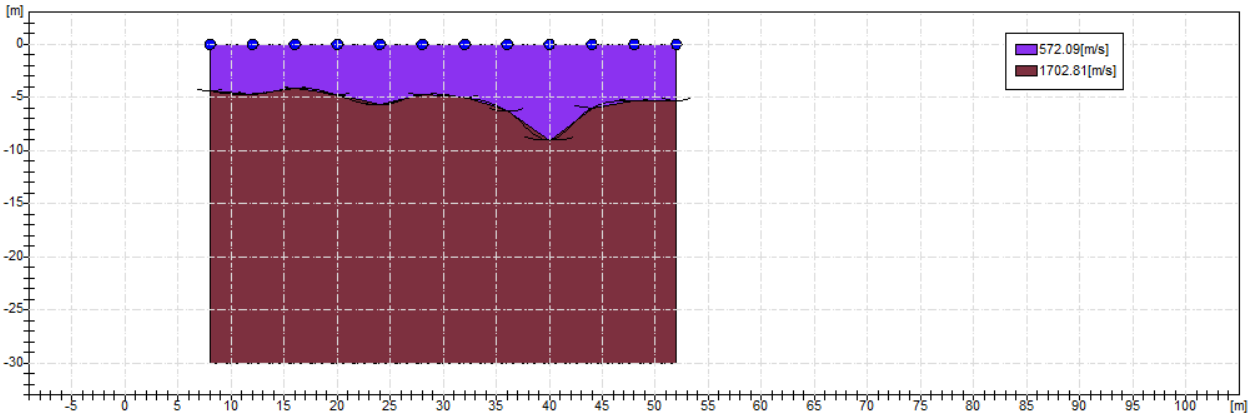
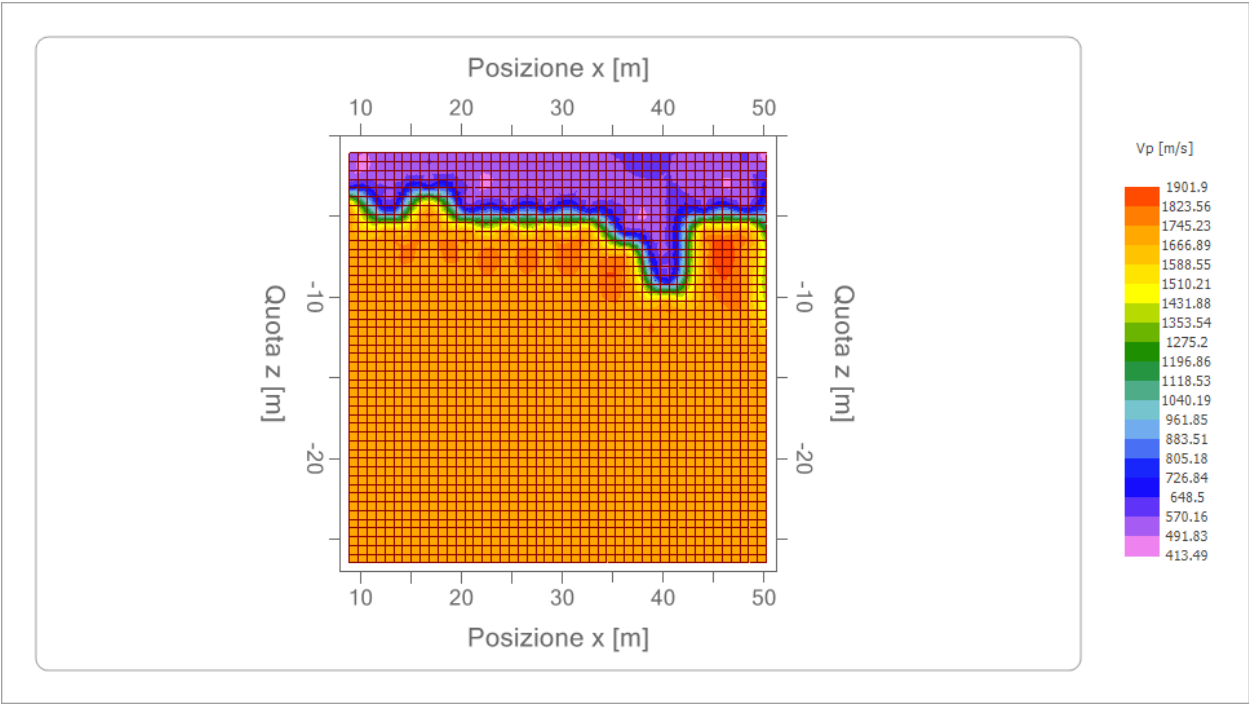
G₀: Modulo di deformazione al taglio;

E_d: Modulo edometrico;

M₀: Modulo di compressibilità volumetrica;

E_y: Modulo di Young;







Sito n. 5 Stendimento sismico per
prova MASW e tomografia sismica



Sito n. 5 – Prospezione HVSR