



CONCESSIONE “TRAVALE”

**POSTAZIONE GEOTERMICA
“MONTIERI 7”**

Progetto Definitivo

**POSTAZIONE
RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE**

PAD C4300110 (3053081) - USO RISERVATO

File: M07002_RIGeo

00	18/03/2024	Emissione	P. Vendrame	M. Conti	B. Salghetti	
			ISMES	EGP	EGP	
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED by	COLLABORATORS	VERIFIED by	VALIDATED by
PROJECT / PLANT		GRE CODE				
		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY
		GRE	EEC	R	2	5
					I	T
					G	1
					3	4
					0	5
					4	9
					0	0
					2	0
					0	0
CLASSIFICATION		PUBLIC <input type="checkbox"/>	CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/>		UTILIZATION SCOPE	
		COMPANY <input checked="" type="checkbox"/>	RESTRICTED <input type="checkbox"/>		Basic Design, Detailed Design, Issue for Construction, etc.	
This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.						

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C4300110

Cliente Enel Green Power Italia s.r.l.

Oggetto CONCESSIONE "TRAVALLE"
POSTAZIONE GEOTERMICA "MONTIERI 7"
Progetto Definitivo
Postazione: Rapporto indagini geognostiche

Ordine Ordine: Contratto Aperto n° JA10125351
Attivazione n° 3500431561 del 14/03/2023

Note Rev.00 WBS A1300004330 Lettera di accompagnamento Prot. C4300111

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta di ISMES.



N. pagine 5

N. pagine fuori testo

N°2 Allegati

Data 18/03/2024

Elaborato Vendrame Paolo (ISMES SCS)
C4300110 115028 AUT

Verificato Zappa Giulio (ISMES SCS), Bonalumi Pamela (ISMES TCD)
C4300110 3439638 VER C4300110 3340407 VER

Approvato Carnevale Francesco (ISMES IAD)
C4300110 3194063 APP

ISMES S.p.A.

Via Lago dei Tartari, 3D-3E
I-00012 Guidonia, (Roma) - Italy
Tel: +39 0774 353580
Fax: +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.ismes.it - www.istedil.it

Capitale sociale € 200.000
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72-C.C.I.A.A. 358813
P.I. IT00887271005-C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione e coordinamento di CESI S.p.A.

Indice

1	PREMESSA	3
	ALLEGATO A - INDAGINI GEOGNOSTICHE	4
	ALLEGATO B – INDAGINI GEOFISICHE.....	5

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
REV00	18/03/2024	C4300110	Prima Emissione

1 PREMESSA

Enel Green Power Italia s.r.l. (di seguito EGPI) intende realizzare un progetto relativo a tre nuove postazioni di manutenzione del campo geotermico e delle opere a rete necessarie a garantirne il collegamento con le Centrali geotermoelettriche esistenti. Le opere proposte sono afferenti alla Concessione di Coltivazione fluidi geotermici denominata “Travale” e ricadono nel Comune di Radicondoli (SI) e di Montieri (GR).

In tale contesto è prevista la costruzione di una nuova postazione per l'estrazione di fluido geotermico, chiamata Montieri 7 nel Comune di Montieri (GR), nonché la realizzazione delle relative opere a rete, vaporedotto, acquedotto, bifasedotto, necessarie per il funzionamento dell'impianto ed il collegamento con la rete esistente.

EGPI ha affidato ad ISMES S.p.A la realizzazione di una serie di indagini geognostiche e sismiche volte alla caratterizzazione geologico-geomorfologica, geotecnica ed idrogeologica dei siti di progetto identificati. Il presente documento descrive il dettaglio delle attività di perforazione geognostica e di indagine geofisica eseguite nella postazione geotermica di Montieri 7.

Le perforazioni sono state eseguite dalla società Trivel Sondaggi s.r.l. in ambito di Contratto Aperto con ISMES S.p.A (Contratto Aperto n° Z460001435, Attingimento n° 4700040913 del 12/06/2023 e Attingimento n° 4700044060 del 14/12/2023).

Le indagini sismiche sono state condotte dalla società SOLGEO S.R.L. (Contratto Aperto n° Z460001206 Attingimento n° 4700039863 del 04.04.2023).

ISMES in particolare, ha fornito l'assistenza continuativa alle indagini sia geognostiche che sismiche da parte del geologo appartenente al *team* di progettazione, fornendo la supervisione per l'ottimizzazione delle scelte eseguite preliminarmente in fase di redazione del piano indagini. Sulla scorta delle informazioni stratigrafiche via via acquisite, è stato pertanto possibile affinare al meglio i dati di *input* progettuale.

Il presente rapporto contiene, esaustivamente raccolta in allegato A, la descrizione delle indagini geognostiche effettuate con riferimento alla tipologia, alle profondità raggiunte, le prove eseguite, la strumentazione installata ed i certificati stratigrafici. In allegato B sono riportati i risultati delle indagini geofisiche di sismica a rifrazione con la descrizione delle metodologie di indagine, delle modalità esecutive e dei risultati.

ALLEGATO A - INDAGINI GEOGNOSTICHE



- ★ Sondaggi geognostici
- ★ Esplorazione del sottosuolo con mezzi meccanici
- ★ Prove penetrometriche statiche e dinamiche
- ★ Micropali - Iniezioni – Tiranti



Decreto di autorizzazione
Ministero Infrastrutture n° 1271
del 08.02.2011 di cui all'art. 59 del
D.P.R. n. 380/2001 - Circolare n.
7619/STC dell'8 Settembre 2010



COMMITTENTE:
ISMES SPA

OGGETTO:
Indagini geognostiche presso la Concessione Travale, postazione geotermica "Montieri 7".

LOCALITA' : MONTIERI 7

ALLEGATI: Colonne stratigrafiche
Documentazione Fotografica
Certificati prove penetrometriche
Relazione georadar e magnetometro

COMMESSA N.: 200-23
DATA: Dicembre 2023

1.0 PREMESSA

2.0 SONDAGGI GEOGNOSTICI

3.0 PRELIEVO CAMPIONI INDISTURBATI

4.0 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S. P. T.

5.0 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

6.0 PROVE DI PERMEABILITA' IN SITO TIPO LEFRANC C.V.

7.0 CONDIZIONAMENTO CON PIEZOMETRO A TUBO APERTO

8.0 UBICAZIONE INDAGINI

ALLEGATI

COLONNE E CERTIFICATI STRATIGRAFICI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE TIPO D.P.S.H.

RELAZIONE GEORADAR E MAGNETOMETRO

1.0 PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Società **ISMES SPA** l'Impresa **TRIVEL SONDAGGI S.r.L.** ha eseguito n° 4 sondaggi, di cui n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di prove penetrometriche dinamiche in foro, tipo S.P.T., ed esecuzione di prove di permeabilità, tipo Lefranc a carico variabile, e n° 2 sondaggi ambientali a distruzione di nucleo (di cui uno eseguito parzialmente a carotaggio continuo). Tutti i sondaggi sono stati strumentati con piezometro a tubo aperto, tipo norton, (protetti con chiusino metallico lucchettato), di diametro di 2'' per i sondaggi geotecnici e di diametro 3'' per i sondaggi ambientali (in questi ultimi sono stati prelevati campioni d'acqua per le analisi di laboratorio). Inoltre, sono state eseguite n° 6 prove penetrometriche dinamiche pesanti, DPSH. I lavori di cui sopra sono relativi al progetto: **"INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESSO LA CONCESSIONE TRAVALE, POSTAZIONE GEOTERMICA MONTIERI 7"**, nel Comune di **MONTIERI (GR)** in loc. **CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMICA MONTIERI 7**.

2.0 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Per l'esecuzione dei sondaggi geognostici è stata utilizzata un'attrezzatura di perforazione costituita da sonda a rotazione FRANZA MAF 600, avente le seguenti caratteristiche:

- attrezzatura a testa di rotazione idraulica
- velocità di rotazione di 300 giri/min
- coppia massima > 600 Kgm
- azionamento oleodinamico
- carro cingolato
- morsa idraulica
- pompa per acqua Bellin MG500L
- argano idraulico
- carotiere semplice
- carotiere doppio tipo T6
- tubazione metallica di rivestimento diametro 127mm.
- campionatore Shelby a pareti sottili
- attrezzatura per Standard Penetration Test

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state catalogate in apposite cassette con coperchio apribile, munite di setti separatori, fotografate ed analizzate da un geologo.

I certificati relativi alla stesura delle colonne stratigrafiche sono forniti in appendice e contengono le seguenti informazioni:

- indicazione sul cantiere, committente, numero progressivo, lunghezza del sondaggio,

l'inclinazione e la scala grafica;

- profondità dal p.c. dei litotipi e loro descrizione litologica;
- percentuale di carotaggio;
- diametro del foro, metodo di perforazione e metodo di stabilizzazione;
- eventuale condizionamento dei perfori
- livello di rinvenimento dell'eventuale falda;
- quota e metodologia di prelievo di campioni indisturbati.
- Coordinate dei punti d' indagine espressi nel sistema di riferimento Gauss-Boaga.

3.0 PRELIEVO CAMPIONI INDISTURBATI

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati dei campioni indisturbati, a profondità prestabilite e compatibilmente con la natura dei terreni attraversati, utilizzando un campionatore con fustella a pareti sottili (*Shelby*). La fustella è costituita da un tubo in acciaio inox con la base tagliente ed angolo di scarpa compreso tra 4° e 15°, tale da rendere influente il disturbo per effetto delle operazioni di prelievo. All'atto dell'estrazione la fustella, contenente il campione di terreno prelevato, è stata sigillata con paraffina fusa, al fine di conservare l'umidità naturale e riposta in luogo idoneo per la conservazione, fino alla spedizione in laboratorio. Laddove non è stato possibile prelevare campioni indisturbati, si è provveduto al prelievo di campioni rimaneggiati, direttamente dalle cassette catalogatrici. Su ogni campione è stata affissa un'etichetta contenente i dati relativi al Committente dei lavori, al cantiere, alla data del prelievo, alla metodologia di campionamento, alla quota di inizio e fine campionatura.

<i>SONDAGGIO</i>	<i>C.I.</i>	<i>PROFONDITA' DAL P.C.</i>	<i>CAMPIONATORE</i>
MO7_BH01-PZp	CI1	4,50-5,00 m	SHELBY
	CI2	9,60-10,10 m	SHELBY
	CI3	14,00-14,50 m	SHELBY
	CI4	27,50-27,90 m	SHELBY
	CR1	3,60-4,00 m	RIMANEGGIATO
	CR2	6,50-6,90 m	RIMANEGGIATO
	CR3	13,50-13,90 m	RIMANEGGIATO
	CR4	16,20-16,60 m	RIMANEGGIATO
	CR5	20,50-20,90 m	RIMANEGGIATO
	CR6	25,50-25,90 m	RIMANEGGIATO
MO7_BH01-PZs	CI1	6,10-6,60 m	SHELBY
	CI 2	8,90-9,40 m	SHELBY
MO7_BH02-PZp	CI1	4,30-4,70 m	SHELBY
	CI2	10,50-11,00 m	SHELBY
	CI3	18,70-19,20 m	SHELBY
	CR1	1,50-1,90 m	RIMANEGGIATO

	CR2	9,50-9,90 m	RIMANEGGIATO
	CR3	13,50-13,90 m	RIMANEGGIATO
	CR4	18,10-18,50 m	RIMANEGGIATO
	CR5	22,40-22,80 m	RIMANEGGIATO
	CR6	29,00-29,40 m	RIMANEGGIATO

TAB. 1 : CAMPIONI INDISTURBATI PRELEVATI DURANTE LE INDAGINI

4.0 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S. P. T.

Nel corso dell' indagine geognostica sono state eseguite prove S.P.T. (*Standard Penetration Test*) seguendo le metodologie previste dalle seguenti norme:

- **A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana (Giugno 1977)**
- **A.S.T.M. - D1586-67(74) ; D1586-84**

Al raggiungimento della quota stabilità si è provveduto alla misurazione del fondo foro, con opportuno scandaglio, per assicurarsi dell'avvenuta pulizia del foro e, successivamente, sono state eseguite le prove con la seguente procedura:

- a. impiego di attrezzatura con dispositivo di sganciamento automatico di un maglio dal peso di 63,5kg e da un'altezza di caduta di 76 cm;
- b. all'estremità della batteria di aste collegata al dispositivo di sganciamento del maglio è stato applicato un campionatore *Raymond* munito di valvola sommitale a sfera; si è provveduto, quindi, alla conta dei numeri di colpi, provocati dalla caduta del maglio, necessari per infiggere tre tratti di 15 cm. del campionatore *Raymond*, apribile longitudinalmente ed avente le seguenti caratteristiche:
 - Diametro esterno = 51 mm.
 - Diametro interno = 35 mm.
 - Lunghezza = 457 mm.
 - Lunghezza scarpa = 76 mm.
 - Angolo scarpa = 60°

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA SPT	PROFONDITA' DAL P.C.	S.P.T.	N° S.P.T.	TIPO DI PUNTA
MO7_BH01-PZp	SPT1	2,50-2,95 m	3-4-4	8	APERTA
	SPT2	5,00-5,45 m	9-10-10	20	APERTA
	SPT3	10,10-10,55 m	4-9-10	19	APERTA
	SPT4	11,50-11,95 m	7-11-17	28	APERTA

	SPT5	14,50-14,95 m	15-21-33	54	CHIUSA
	SPT6	19,50-19,95 m	19-13-16	29	CHIUSA
	SPT7	22,00-22,45 m	28-37-44	81	CHIUSA
	SPT8	24,80-25,25 m	50/12cm	RIFIUTO	CHIUSA
	SPT9	27,90-28,35 m	14-23-34	57	CHIUSA
MO7_BH01-PZs	SPT1	6,60-7,05 m	6-11-15	26	APERTA
MO7_BH02-PZp	SPT1	2,50-2,95 m	3-4-5	9	APERTA
	SPT2	4,70-5,15 m	4-5-5	10	APERTA
	SPT3	7,20-7,65 m	7-10-10	20	CHIUSA
	SPT4	9,00-9,45 m	8-8-10	18	CHIUSA
	SPT5	11,00-11,45 m	9-10-10	20	CHIUSA
	SPT6	13,80-14,25 m	14-17-21	38	CHIUSA
	SPT7	17,00-17,45 m	24-15-18	33	CHIUSA
	SPT8	21,50-21,95 m	50/12cm	RIFIUTO	CHIUSA
	SPT9	24,40-24,85 m	10-13-23	36	CHIUSA
	SPT10	24,40-24,85 m	50/14cm	RIFIUTO	CHIUSA

TAB. 2 : PROVE S.P.T. ESEGUITE DURANTE LE INDAGINI

L'esecuzione delle prove ha seguito le seguenti fasi:

1. controllo della quota di prova con opportuno scandaglio;
2. posa in opera a fondo foro del campionatore Raymond collegato alla batteria di aste;
3. infissione dei tre tratti di 15 cm. contando separatamente il numero di colpi occorrenti;
4. estrazione del campionatore con recupero del suo contenuto e sua sigillatura in sacchetti di cellophane.

5.0 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Durante la campagna d'indagine geognostica sono state eseguite n° 6 prove penetrometriche dinamiche, tipo D.P.S.H. (**Dinamic Probing Super Heavy**), spinte fino alla profondità massima di 14,00 m dal P.C. Per l'esecuzione della prova è stato utilizzato un penetrometro dinamico Pagani TG-63-200 le cui caratteristiche sono riportate nell'allegato.

<i>SIGLA PROVA DPSH</i>	<i>PROFONDITA' DAL P.C. (m)</i>
MO07_DPSH01 (P1)	9,60
MO07_DPSH02 (P2)	14,00

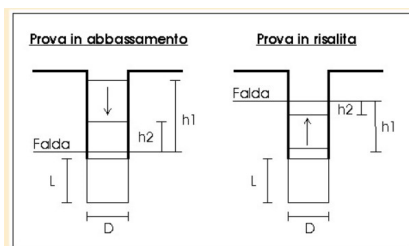
MO07_DPSH03 (P3)	13,40
MO07_DPSH04 (P4)	13,00
MO07_DPSH05 (P5)	5,80
MO07_DPSH06 (P6)	9,00

TAB. 3 : PROVE DPSH ESEGUITE DURANTE LE INDAGINI

6.0 PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO TIPO LEFRANC C.V.

Per l'esecuzione della prova di permeabilità in foro, tipo Lefranc a carico variabile, è stata realizzata una sezione filtrante costituita da ghiaietto siliceo calibrato al fondo del foro e sollevando, per una lunghezza prestabilita, la colonna di rivestimento. Tutto il tratto del foro non interessato dalla prova è stato rivestito con una tubazione, prestando particolare cura al fine di evitare la risalita di acqua all'esterno del tubo di rivestimento. Le prove sono state condotte a carico idraulico variabile misurando la variazione nel tempo del livello dell'acqua nel foro, dopo aver creato un temporaneo innalzamento riempiendo il foro d'acqua.

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA LEFRANC C.V.	PROFONDITA' DAL P.C. (m)
MO7_BH01-PZp	LF1	5,50-7,20
	LF2	10,50-12,50
	LF3	16,30-18,70
	LF4	25,00-27,00
MO7_BH02-PZp	LF1	6,00-8,20
	LF2	10,50-12,90
	LF3	18,00-19,50

TAB. 4 : PROVE LEFRANC C.V. ESEGUITE DURANTE LE INDAGINI


$$K = \frac{A}{C_L \cdot (t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità
A = area di base
h1, h2 = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello di falda indisturbata o a fondo foro, ai tempi t1 e t2
t1, t2 = tempi nei quali si misurano h1 e h2
CL = coefficiente di forma dipendente dalla configurazione geometrica

$$CL = L \quad \text{se } L > D$$

$$CL = 2 \cdot \pi \cdot D + L \quad \text{se } L \leq D$$

Per la determinazione del coefficiente di permeabilità puntuale k, il software SGEO fa riferimento alla metodologia consigliata dalla Associazione Geotecnica Italiana (AGI).

7.0 CONDIZIONAMENTO PER PIEZOMETRI A TUBO APERTO

I perfori di tutti i sondaggi sono stati condizionati a piezometro a tubo aperto, mediante installazione di tubazione in PVC rigido, in parte cieca ed in parte microfessurata, del diametro di 2'' per i sondaggi MO7_BH01-PZp e MO7_BH02-PZp, allo scopo di monitorare la falda freatica; invece, per i sondaggi MO7_BH01-PZs e MO7_BH02-PZs è stata installata una tubazione, in parte cieca ed in parte microfessurata, del diametro di 3'', per consentire oltre il monitoraggio della falda, anche il prelievo di campioni ambientali d'acqua.

Raggiunta la profondità prestabilita si è provveduto alla misurazione del fondo foro con opportuno scandaglio e, successivamente, alla realizzazione di un tappo di fondo impermeabile, si è installata la tubazione in PVC, protetta dalle tubazioni provvisorie di rivestimento di 127 mm. La realizzazione del dreno, con sabbia pulita e calibrata, nell'intercapedine tra il perforo e l'estradosso della tubazione, ha caratterizzato il tratto che va dal fondo foro fino al boccaforo, successivamente protetto con chiusino metallico. E' seguita la realizzazione del dreno e dei tappi di compactonite in accordo agli schemi di installazione riportati nella documentazione in allegato e relativa ad ogni singola perforazione. I terminali della tubazione sono stati protetti con chiusino metallico e segnalati con una palina metallica alta 1,5m e verniciata a bande rosse e bianche, riportante la sigla del sondaggio (vedi Fig.1)



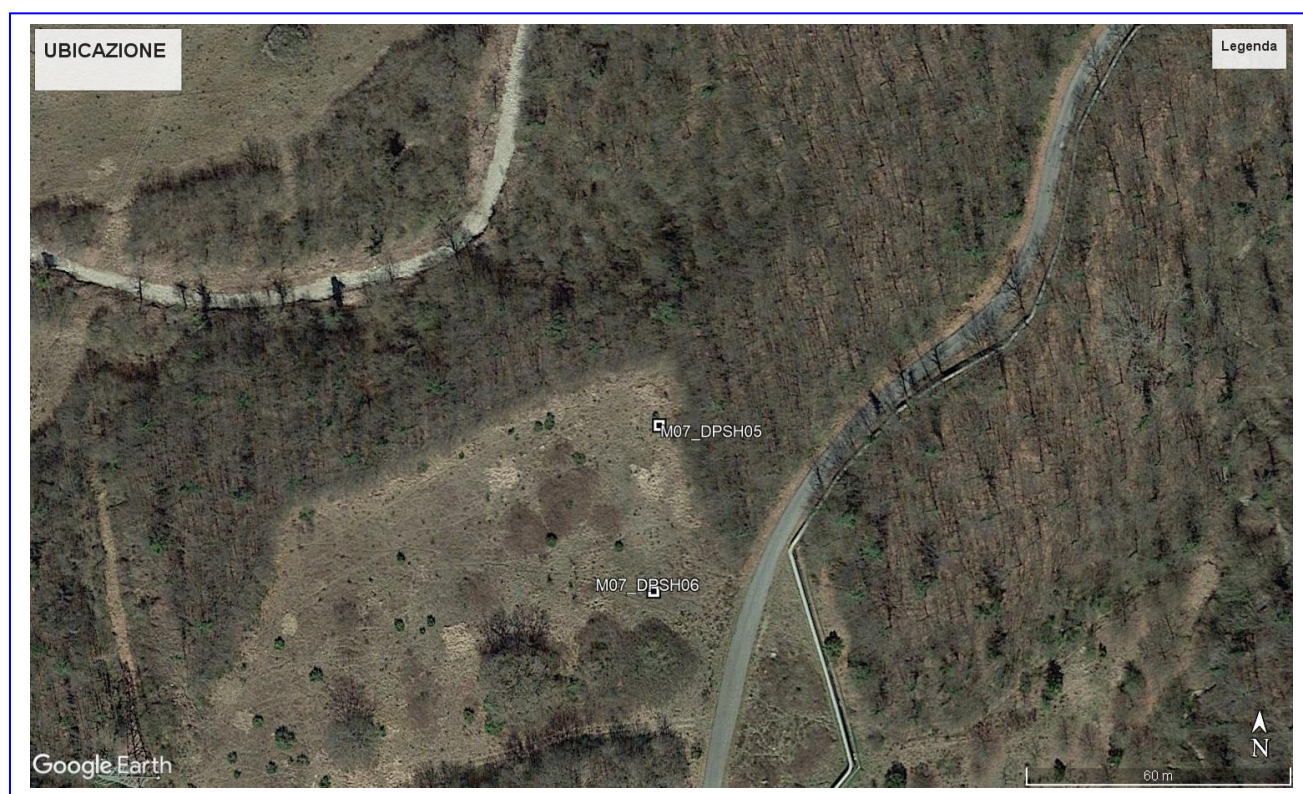
FIG. 1 : PALINA METALLICA RIPORTANTE SIGLA SONDAGGIO

8.0 UBICAZIONE INDAGINI

Le coordinate relative ai punti indagine sono state rilevate in campagna con GPS ROVER GEOMAX MOD. ZENITH 35 PRO. Tutte le coordinate sono riferite al sistema geodetico Monte Mario / Italy Zone 1 in coordinate piane U.T.M., nel fuso di appartenenza (Fuso 32).

SONDAGGIO	COORDINATE MONTE MARIO / ITALY ZONE 1	PROFONDITA' DAL P.C. (m)	QUOTA P.C. (m s.l.m.)	QUOTA TESTA TUBO (m s.l.m.)
MO07_BH01-PZp	1665918.60 E 4782258.69 N	30,00	401,81	402,25
MO07_BH01-PZs	1665920.31 E 4782253.98 N	9,40	401,86	402,2
MO07_BH02-PZp	1665881.77 E 4782260.15 N	30,00	401,88	402,07
MO07_BH02-PZs	1665880.02 E 4782255.00 N	9,70	402,04	402,24
MO07_DPSH01 (P1)	1665918.60 E 4782257.16 N	9,40	401,89	-
MO07_DPSH02 (P2)	1665878.23 E 4782258.40 N	14,00	402,02	-
MO07_DPSH03 (P3)	1665891.49 E 4782204.83 N	13,40	403,37	-
MO07_DPSH04 (P4)	1665850.56 E 4782209.28 N	13,00	403,02	-
MO07_DPSH05 (P5)	1665783.38 E 4782048.95 N	5,80	414,42	-
MO07_DPSH06 (P6)	1665783.96 E 4782011.74 N	9,00	419,56	-

TAB. 5 : COORDINATE DELLE INDAGINI


FIG. 2 e 3 : UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Tutti i risultati delle indagini e prove su citate sono riportati negli allegati grafici che compongono il presente fascicolo, che si rilascia al committente

Crispano (Na), Dicembre 2023





Certificato n° 00419 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Sondaggio: MO07_BH01-PZp
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMoeLETRICA "MONTIERI 7"		Data: 29/08+06/09/2023
Coordinate: 1665918.60 E 4782258.69 N		Quota: 402.25
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO		

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A	metri	Prel. % 0 --- 100	RP	Campioni	Standard Penetration Test			prove in foro	Pz
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 4) Simbolo litologico
- 5) Profondità della base dello strato (m)
- 6) Spessore dello strato (m)
- 7) Descrizione della litologia dello strato
- 8) Profondità dell'acqua
- 9) Scala metrica
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 12) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 13) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 14) Prova S.P.T.
- 15) Valore di N_{spt}
- 16) Prove in foro
- 17) Piezometri

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT
Amb = Ambientale

Lfr.C = Lefranc a carico costante
Lfr.V = Lefranc a carico variabile
Lug = Lugeon
Press = Prova pressiometrica
Dilat = Prova dilatometrica
Scis = Prova scissometrica
PLT = Point Load Test
Prov = Altra prova

Tubo aperto	Casagrande
tubo cieco	tubo cieco
finestrato	cella drenaggio cementazione



Certificato n° 00419 del 30/12/2023

Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023

Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Sondaggio: MO07_BH01-PZp

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"

Data: 29/08+06/09/2023

Coordinate: 1665918.60 E 4782258.69 N

Quota: 402.25

Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - MO07 BH01-PZp

Pagina 1/3

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A metri	Prel. % 0 --- 100	RP	Campioni	Standard Penetration Test			prove in foro	Pz
											m	S.P.T.	N		
				0.4	0.4	Terreno vegetale costituito da limo sabbioso di colore marrone-grigiastro, debolmente ghiaioso (clasti eterogenei ed eterometrici di dimensioni fino a 4cm), con filamenti vegetali									
1				1.2	0.8	Limo debolmente argilloso di colore marrone, con frequenti clasti di dimensioni da millimetrici a centimetrici. Si rinviene asciutto e rimaneggiato	1								
2						Argilla limosa, a tratti limo-argilloso, di colore marrone-grigiastro con screziature e/o zone di alterazione di colore giallastro, arancio, nerastro, e con tendenza a colore grigio-verdastro, con rari clasti millimetrici eterogenei, sia subangolari che subarrotondati, principalmente carbonatici, poco alterati. Si rinviene da debolmente umida ad umida e da poco consistente a molto consistente e priva di evidenze di struttura	2	2.25			2.5	3-4-4	8		
3							3	2.50							
4							4	2.50		CR1) Rim 3.60 4.00					
5							5	2.75		CI1) Shear 4.50 5.00					
6				6.2	5.0		6	2.75			5.0	9-10-10	20		
7						Argilla limosa di colore grigio-verdastro con screziature, talora puntiformi, di colore arancio, marrone e nerastro, con a tratti (specie tra 6,20÷7,00m), clasti di dimensioni fino a 5cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a mediamente alterati. Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura	7	2.25		CR2) Rim 6.50 6.90					
8							8	3.00							Lefranc CV
9				8.3	2.1		9	2.25							
10						Argilla, a tratti debolmente limosa, di colore grigiastro con screziature di colore marrone-giallastro-ocraceo, più marcate nel primo metro, con a tratti (specie tra 11,00÷11,30m) frequenti clasti centimetrici eterogenei (calcarei e marnosi), principalmente subangolari, da poco a mediamente alterati. Si rinviene da debolmente umida ad umida, e tra consistente e molto consistente e priva di evidenze di struttura	10	1.25		CI2) Shear 9.60 10.10	10.1	4-9-10	19		
11							11	2.25							
12							12	2.50							
13				12.9	4.6	Argilla limosa e/o limo argilloso, a tratti tra debolmente sabbiosi e sabbiosi, di colore grigio-verdastro, con screziature di colore giallastro, marrone e biancastro, dovuta spesso ad alterazione di clasti e ciottoli, tra debolmente ghiaiosi e con ghiaia (clasti e frequenti ciottoli di dimensioni fino a 7cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a molto alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura	13	2.25			11.5	7-11-17	28		
14							14	2.50							Lefranc CV
15							15	2.75		CR3) Rim 13.50 13.90					
										CI3) Shear 14.00 14.50	14.5	15-21-33	54		

Il Responsabile di sito

DOTT. GEOL. SANDRO VITALE

Il Direttore


DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00419 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Sondaggio: MO07_BH01-PZp
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"		Data: 29/08÷06/09/2023
Coordinate: 1665918.60 E 4782258.69 N		Quota: 402.25
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO		

SCALA 1 : 75

STRATIGRAFIA - MO07 BH01-PZp

Pagina 2/3

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A	metri	Prel. % 0 --- 100	RP	Campioni	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	prove in foro	Pz
						Argilla limosa e/o limo argilloso, a tratti tra debolmente sabbiosi e sabbiosi, di colore grigio-verdastro, con screziature di colore giallastro, marrone e biancastro, dovuta spesso ad alterazione di clasti e ciottoli, tra debolmente ghiaiosi e con ghiaia (clasti e frequenti ciottoli di dimensioni fino a 7cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a molto alterati). Si rinvieni da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura										
				18,4	5,5	Limo sabbioso, a tratti limo-argilloso, tra debolmente argilloso ed argilloso, di colore marrone-giallastro-arancio, con ghiaia (clasti e ciottoli, di dimensioni fino a 7cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco a molto alterati). Si rinvieni da debolmente umida ad umida, tra addensato e molto addensato o molto consistente e priva di evidenze di struttura										

Il Responsabile di sito

DOTT. GEOL. SANDRO VITALE

Il Direttore

DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



Certificato n° 00419 del 30/12/2023

Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023

Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Sondaggio: MO07_BH01-PZp

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"

Data: 29/08+06/09/2023

Coordinate: 1665918.60 E 4782258.69 N

Quota: 402.25

Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - MO07 BH01-PZp

Pagina 3/3

- Pocket assiale campioni indisturbati: CI1=2.50m a 5,50m; CI2=3.00 a 10,10m; CI3=3.00 a 14,50m; CI4=3.25 a 17,90m.
- Perforazione con carotiere semplice e corona widia di diametro 101mm.
- Prova Lefranc a carico variabile : LF1=5,50÷7,20m; LF2=10,50÷12,50m; LF3=16,30÷18,70m; LF4=25,00÷27,00m.
- Installazione piezometro a tubo aperto di diametro 2" fino a circa 26,60m da P.C.
- Le prove SPT per questo sondaggio sono state eseguite utilizzando le aste di perforazione di diametro 76mm.
- Le misure piezometriche sono riferite al P.C. (Testa piezometro circa 0,44m sul P.C)

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	29/08/23	30/08/23	30/08/23	31/08/23	05/09/23	05/09/23	06/09/23	07/09/23	09/11/23	19/01/24
Ora	sera	mattina	sera	mattina	mattina	sera	mattina	sera	mattina	mattina
Livello dell'acqua (m)	6,61	6,62	0,30	0,35	1,55	0,10	3,02	9,81	9,51	6,25
Prof. perforazione(m)	11,95	11,95	18,70	18,70	18,70	23,50	23,50	27,00	30,00	30,00
Prof. rivestimento(m)	10,50	10,50	17,70	17,70	17,70	23,20	23,20	0,00	0,00	0,00

Giorno	19/01/24									
Ora	mattina									
Livello dell'acqua (m)	6,23									
Prof. perforazione(m)	30,00									
Prof. rivestimento(m)	0,00									



Il Responsabile di sito
DOTT. GEOL. SANDRO VITALE



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00419 del 30/12/2023

Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023

Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Sondaggio: MO07_BH01-PZp

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"

Data: 29/08+06/09/2023

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00



Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00



Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00

Certificato n° 00419 del 30/12/2023

Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023

Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Sondaggio: MO07_BH01-PZp

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"

Data: 29/08+06/09/2023

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 2



Campione indisturbato



Spt



Prova Lefranc



Postazione



Postazione

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

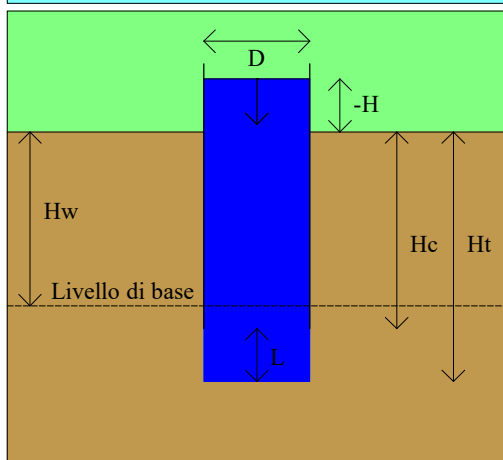


PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

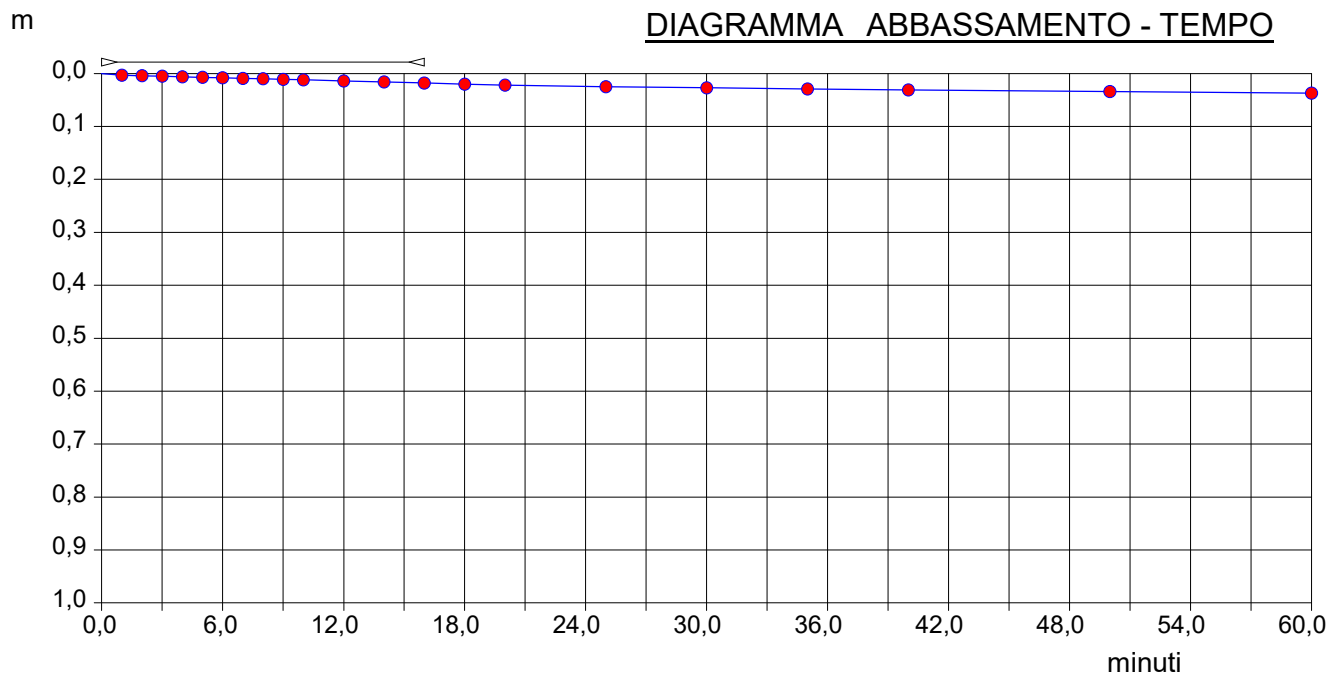
Committente: ISMES SPA	
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7	Prova: LF2
Località: MONTIERI (GR)	Data: 30/08/2023
Sondaggio: MO07_BH01-PZp	Orario prova: 09:30

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	9,51
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,20
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	10,50
Profondità del foro [Ht] (m)	12,50
Spessore del tratto di prova [L] (m)	2,00
Coefficiente di forma	2,00



T min	H m	dH m	k m/sec	T min	H m	dH m	k m/sec
0,00	9,7	0,0		35,00	9,7	0,0	2,76E-09
1,00	9,7	0,0	2,06E-08	40,00	9,7	0,0	2,76E-09
2,00	9,7	0,0	6,88E-09	50,00	9,7	0,0	2,07E-09
3,00	9,7	0,0	6,88E-09	60,00	9,7	0,0	2,07E-09
4,00	9,7	0,0	6,88E-09				
5,00	9,7	0,0	6,88E-09				
6,00	9,7	0,0	6,88E-09				
7,00	9,7	0,0	6,88E-09				
8,00	9,7	0,0	6,88E-09				
9,00	9,7	0,0	6,88E-09				
10,00	9,7	0,0	6,88E-09				
12,00	9,7	0,0	6,89E-09				
14,00	9,7	0,0	6,89E-09				
16,00	9,7	0,0	6,89E-09				
18,00	9,7	0,0	6,89E-09				
20,00	9,7	0,0	6,89E-09				
25,00	9,7	0,0	4,14E-09				
30,00	9,7	0,0	2,76E-09				



- Il livello di falda (9,51m) è riferito alla misura eseguita nel piezometro profondo, dopo circa due mesi dalla sua installazione.



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

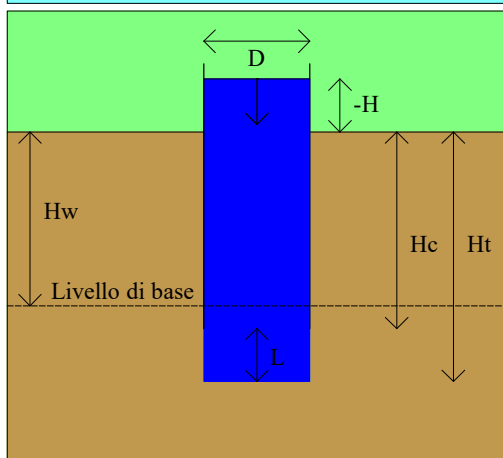


PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

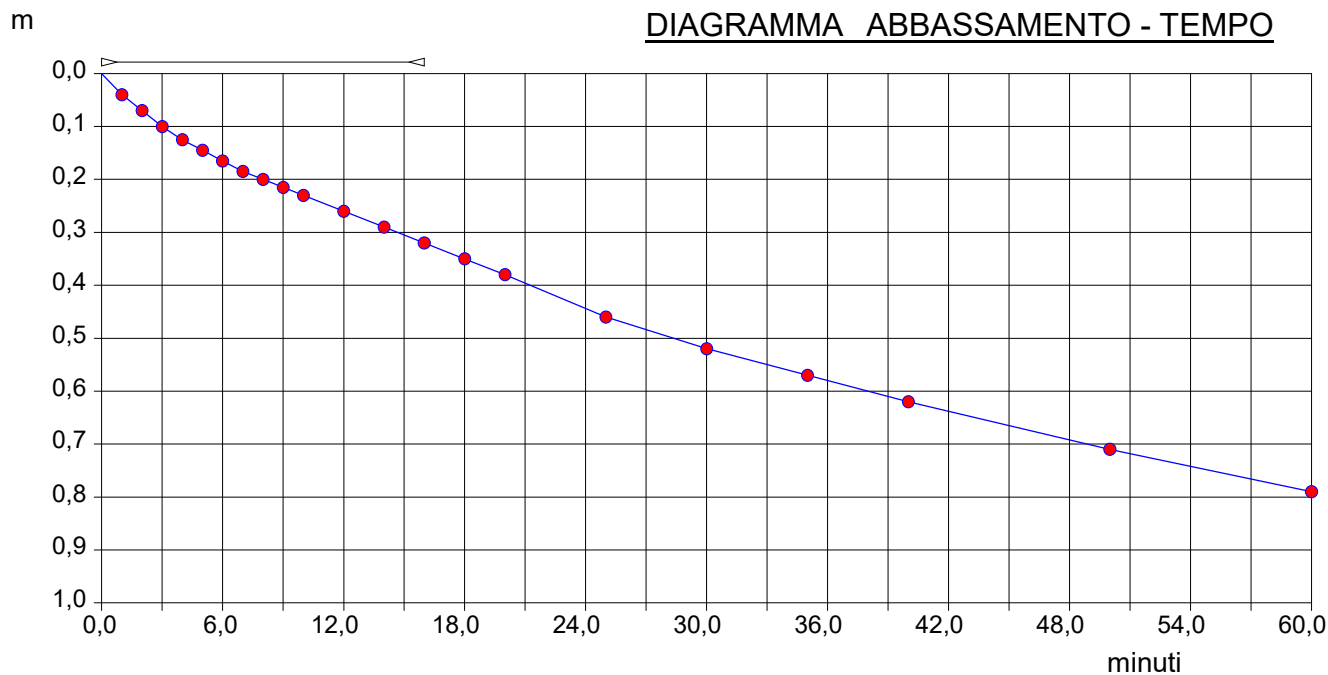
Committente: ISMES SPA		
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7	Prova: LF4	
Località: MONTIERI (GR)	Data: 06/09/2023	
Sondaggio: MO07_BH01-PZp	Orario prova: 10:30	

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	9,51
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,50
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	25,00
Profondità del foro [Ht] (m)	27,00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	2,00
Coefficiente di forma	2,00



T min	H m	dH m	k m/sec	T min	H m	dH m	k m/sec
0,00	10,0	0,0		35,00	9,4	0,6	7,05E-08
1,00	10,0	0,0	2,67E-07	40,00	9,4	0,6	7,09E-08
2,00	9,9	0,1	2,01E-07	50,00	9,3	0,7	6,43E-08
3,00	9,9	0,1	2,02E-07	60,00	9,2	0,8	5,77E-08
4,00	9,9	0,1	1,69E-07				
5,00	9,9	0,1	1,35E-07				
6,00	9,8	0,2	1,35E-07				
7,00	9,8	0,2	1,36E-07				
8,00	9,8	0,2	1,02E-07				
9,00	9,8	0,2	1,02E-07				
10,00	9,8	0,2	1,02E-07				
12,00	9,8	0,3	1,03E-07				
14,00	9,7	0,3	1,03E-07				
16,00	9,7	0,3	1,03E-07				
18,00	9,7	0,4	1,04E-07				
20,00	9,6	0,4	1,04E-07				
25,00	9,6	0,5	1,11E-07				
30,00	9,5	0,5	8,42E-08				

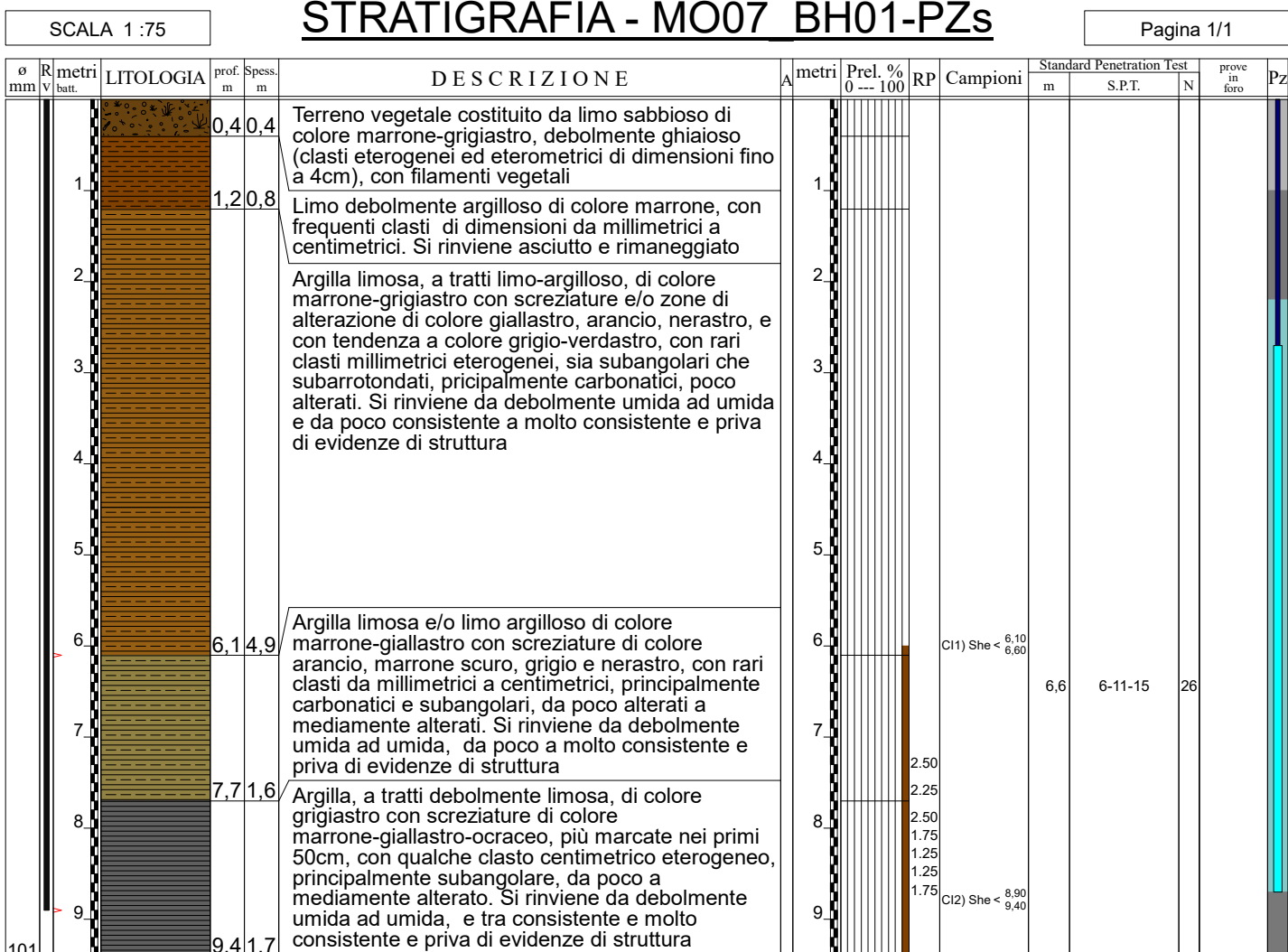


- Il livello di falda (9,51m) è riferito alla misura eseguita nel piezometro profondo, dopo circa due mesi dalla sua installazione.



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00420 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Sondaggio: MO07_BH01-PZs
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"		Data: 06-07/09/2023
Coordinate: 1665920.31 E 4782253.98 N		Quota: 402.2
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO		



- Pocket assiale campioni indisturbati: C11=3.25m a 6,60m; C12=3.00 a 9,40m.
- Perforazione a distruzione di nucleo da 0,00÷6,00m;
- Perforazione a carotaggio continuo con carotiere semplice e corona widia di diametro 101mm, da 6,00÷9,40m.
- Installazione piezometro a tubo aperto di diametro 3" fino a circa 8,70m da P.C.
- La stratigrafia della parte di carotaggio eseguita a distruzione di nucleo (0,00÷6,00m), è da ritenersi presunta e redatta, approssimativamente, sulla base delle litologie rinvenute nel sondaggio adiacente eseguito a carotaggio continuo.
- Le misure piezometriche sono riferite al P.C. (Testa piezometro circa 0,34m sul P.C)

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione										
Giorno	06/09/23	07/09/23	07/09/23	09/11/23	19/01/24					
Ora	sera	mattina	sera	mattina	mattina					
Livello dell'acqua (m)	5,33	5,42	5,85	3,87	3,58					
Prof. perforazione(m)	6,95	6,95	8,70	8,70	8,70					
Prof. rivestimento(m)	6,00	6,00	0,00	0,00	0,00					

Il Responsabile di sito
 DOTT. GEOL. SANDRO VITALE

Il Direttore
 DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00420 del 30/12/2023
Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023
Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Sondaggio: MO07_BH01-PZs

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"

Data: 06-07/09/2023

Fotografie - Pagina 1/1

Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 9,40



Campione indisturbato



Spt



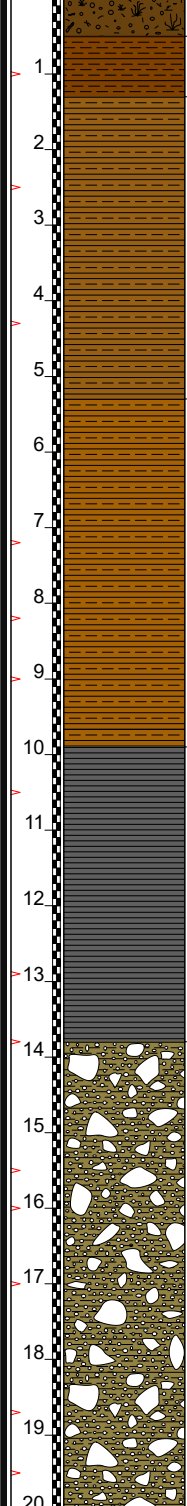
Postazione



Postazione

Certificato n° 00421 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Sondaggio: MO07_BH02-PZp
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"		Data: 07+12/09/2023
Coordinate: 1665881.77 E 4782260.15 N		Quota: 402.07
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO		

SCALA 1:100	STRATIGRAFIA - MO07 BH02-PZp	Pagina 1/2
-------------	-------------------------------------	------------

Ø mm	R V	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A metri	Prel. % 0 --- 100	RP	Campioni	Standard Penetration Test			prove in foro	Pz
				m	m						m	S.P.T.	N		
				0,5	0,5	Terreno vegetale costituito da limo sabbioso di colore marrone-grigiastro, debolmente ghiaioso (clasti eterogenei ed eterometrici di dimensioni fino a 2cm), con filamenti vegetali	1								
				1,3	0,8										
1						Limo, a tratti debolmente argilloso di colore marrone, con qualche clasto di dimensioni millimetriche. Si rinviene asciutto e rimaneggiato	2								
2						Limo argilloso e/o argilla limosa di colore marrone-grigiastro con screziature e/o zone di alterazione di colore giallastro, arancio, nerastro, tra debolmente ghiaiosi e ghiaiosi (clasti e rari ciottoli, sia subangolari che subarrotondati, principalmente carbonatici, spesso alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e privi di evidenze di struttura	3								
3							4								
4							5								
5				5,3	4,0		6								
6						Argilla, a tratti debolmente limosa, di colore variabile tra marrone chiaro-ocraceo e marrone-grigiastro, ghiaiosa (clasti e ciottoli di dimensioni fino a 8cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a mediamente alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura	7								
7							8								
8							9								
9							10								
10				9,9	4,6		11								
11						Argilla, a tratti debolmente limosa, di colore grigiastro, a tratti grigio-verdastro, con screziature di colore marrone-giallastro-ocraceo, più marcate nel primo metro, tra debolmente ghiaiosa e ghiaiosa (clasti centimetrici eterogenei, calcarei e marnosi, specie tra 11:60÷12,20m e tra 13,60÷13,80m, principalmente subangolari, da poco a mediamente alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura	12								
12							13								
13							14								
14				13,8	3,9		15								
15						Argilla limosa e/o limo argilloso, a tratti tra debolmente sabbiosi e sabbiosi, di colore grigio-verdastro, con screziature di colore giallastro, marrone e biancastro, dovuta spesso ad alterazione di clasti e ciottoli, tra debolmente ghiaiosi e con ghiaia (clasti e frequenti ciottoli di dimensioni fino a 7cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a molto alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura	16								
16							17								
17							18								
18							19								
19							20								
20															


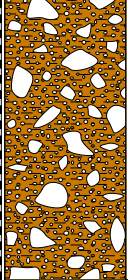
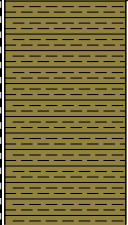


DOTT. GEOL. SANDRO VITALE



DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00421 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Sondaggio: MO07_BH02-PZp
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"		Data: 07÷12/09/2023
Coordinate: 1665881.77 E 4782260.15 N		Quota: 402.07
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO		

SCALA 1 :100			STRATIGRAFIA - MO07 BH02-PZp										Pagina 2/2		
Ø mm	R V	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A metri	Prel. % 0 --- 100	RP	Campioni	Standard Penetration Test			prove in foro	Pz
											m	S.P.T.	N		
21				22,3	8,5	Argilla limosa e/o limo argilloso, a tratti tra debolmente sabbiosi e sabbiosi, di colore grigio-verdastro, con screziature di colore giallastro, marrone e biancastro, dovuta spesso ad alterazione di clasti e ciottoli, tra debolmente ghiaiosi e con ghiaia (clasti e frequenti ciottoli di dimensioni fino a 7cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a molto alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura	21				21,5	50/12cm	Rif		
22							22			CR5) Rim 22,40 22,80					
23							23	3,00							
24						Limo sabbioso, a tratti limo-argilloso, tra debolmente argilloso ed argilloso, alternato ad argilla limosa, di colore variabile tra marrone-giallastro-arancio con screziature grigie e colore grigio con screziature marroni-giallastre-arancio, tra debolmente ghiaiosi e ghiaiosi (clasti principalmente carbonatici e subangolari, da poco a molto alterati). Si rinviengono da debolmente umidi ad umidi, molto addensati o molto consistenti e priva di evidenze di struttura	24				24,4	10-13-23	36		
25							25	1,75							
26							26								
27				27,0	4,7	Argilla limosa e/o limo argilloso, di colore grigio-verdastro con screziature di colore marrone-giallastro-ocraceo, tra debolmente ghiaiosi e ghiaiosi (clasti e frequenti ciottoli di dimensioni fino a 7cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a molto alterati). Oltre 29,50m tendenza a colore grigio scuro. Si rinviene debolmente umida e molto consistente e priva di evidenze di struttura	27				27,0	50/14cm	Rif		
28							28								
29							29			CR6) Rim 29,00 29,40					
30				30,0	3,0		30								

- Pocket assiale campioni indisturbati: CI1=3.25m a 4,70m; CI2=2.50 a 11,00m; CI3=5.50 a 19,20m.
- Perforazione con carotiere semplice e corona widia di diametro 101mm.
- Prova Lefranc a carico variabile : LF1=6,00÷8,20m; LF2=10,50÷12,90m; LF3=18,00÷19,50m.
- Installazione piezometro a tubo aperto di diametro 2" fino a circa 29,70m da P.C.
- Le misure piezometriche sono riferite al P.C. (Testa piezometro circa 0,19m sul P.C)

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione										
Giorno	29/08/23	30/08/23	30/08/23	31/08/23	05/09/23	05/09/23	06/09/23	07/09/23	19/01/24	19/01/24
Ora	sera	mattina	sera	mattina	mattina	sera	mattina	sera	mattina	mattina
Livello dell'acqua (m)	6,61	6,62	0,30	0,35	1,55	0,10	3,02	9,81	9,67	9,78
Prof. perforazione(m)	11,95	11,95	18,70	18,70	18,70	23,50	23,50	27,00	30,00	30,00
Prof. rivestimento(m)	10,50	10,50	17,70	17,70	17,70	23,20	23,20	0,00	0,00	0,00

Il Responsabile di sito
 DOTT. GEOL. SANDRO VITALE

Il Direttore
 DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00421 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Sondaggio: MO07_BH02-PZp
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMoeLETRICA "MONTIERI 7"		Data: 07+12/09/2023
Fotografie - Pagina 1/2		Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00



Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00

Certificato n° 00421 del 30/12/2023
Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023
Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Sondaggio: MO07_BH02-PZp

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"

Data: 07+12/09/2023

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 2



Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00



Spt



Prova Lefranc



Postazione



Postazione

**TRIVEL SONDAGGI Srl**

Area P.I.P. Lotto n.37 mc. - 80020 Crispiano (NA)
☎ 081843697 ☎ Fax 0819819433
info@trivelsondaggi.it http://www.trivelsondaggi.it

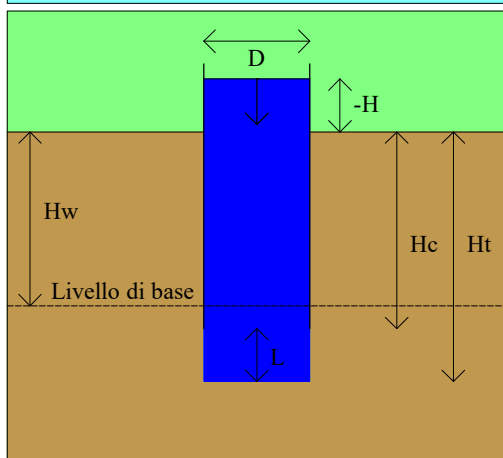
Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 1271 del 08/02/2011
esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni
e prove in sito art. 59 D.P.R. 380/2001 - Circolare 7619/STC del 08/09/10

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

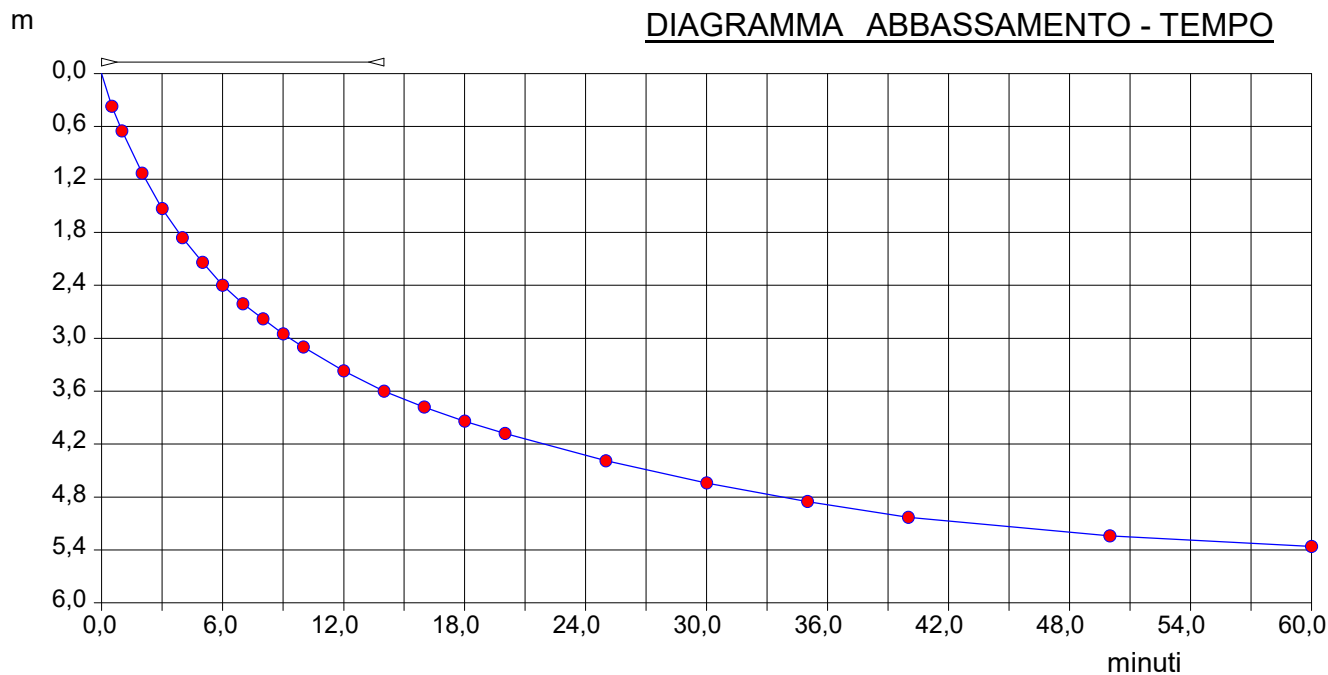
Committente: ISMES SPA		
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7	Prova: LF1	
Località: MONTIERI (GR)	Data: 07/09/2023	
Sondaggio: MO07_BH02-PZp	Orario prova: 14:15	

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	6,23
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,20
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	6,00
Profondità del foro [Ht] (m)	8,20
Spessore del tratto di prova [L] (m)	2,20
Coefficiente di forma	2,20



T min	H m	dH m	k m/sec	T min	H m	dH m	k m/sec
0,00	6,4	0,0		30,00	1,8	4,6	1,59E-06
0,50	6,1	0,4	7,19E-06	35,00	1,6	4,9	1,51E-06
1,00	5,8	0,7	5,74E-06	40,00	1,4	5,0	1,47E-06
2,00	5,3	1,1	5,26E-06	50,00	1,2	5,2	9,86E-07
3,00	4,9	1,5	4,76E-06	60,00	1,1	5,4	6,45E-07
4,00	4,6	1,9	4,23E-06				
5,00	4,3	2,1	3,84E-06				
6,00	4,0	2,4	3,79E-06				
7,00	3,8	2,6	3,25E-06				
8,00	3,7	2,8	2,76E-06				
9,00	3,5	3,0	2,89E-06				
10,00	3,3	3,1	2,67E-06				
12,00	3,1	3,4	2,57E-06				
14,00	2,8	3,6	2,37E-06				
16,00	2,7	3,8	1,99E-06				
18,00	2,5	3,9	1,89E-06				
20,00	2,4	4,1	1,76E-06				
25,00	2,0	4,4	1,72E-06				



- Il livello di falda (6,23m) è riferito alla misura eseguita nel piezometro superficiale, dopo circa una settimana dalla sua installazione.



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

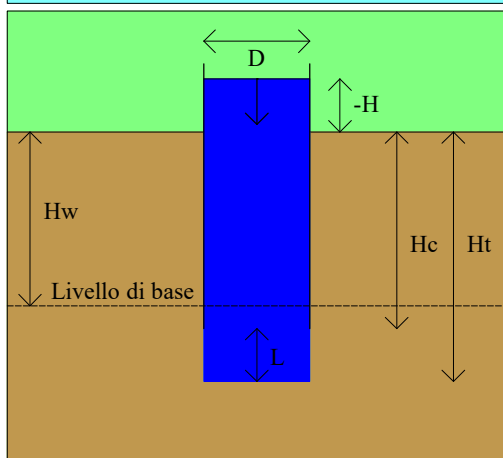


PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

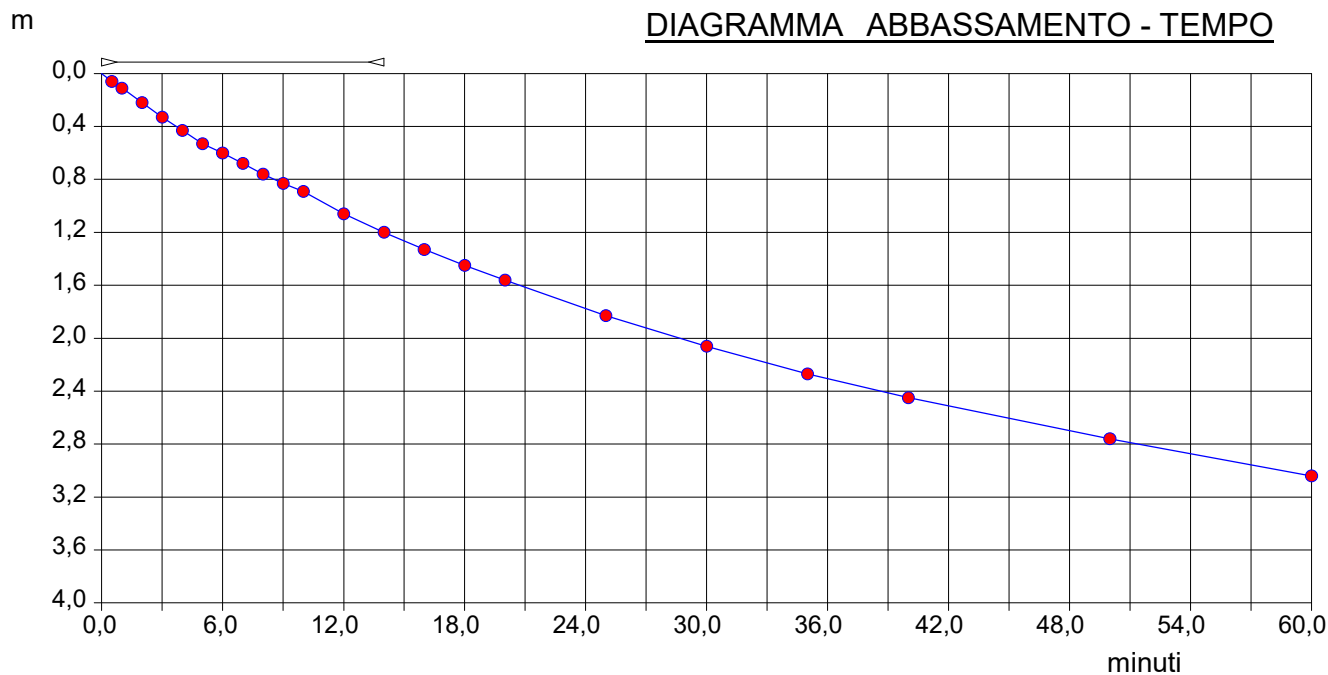
Committente: ISMES SPA		
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7	Prova: LF2	
Località: MONTIERI (GR)	Data: 08/09/2023	
Sondaggio: MO07_BH02-PZp	Orario prova: 08:00	

Prova eseguita in abbassamento

Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	9,78
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,50
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	10,50
Profondità del foro [Ht] (m)	12,90
Spessore del tratto di prova [L] (m)	2,40
Coefficiente di forma	2,40



T min	H m	dH m	k m/sec	T min	H m	dH m	k m/sec
0,00	10,3	0,0		30,00	8,2	2,1	3,07E-07
0,50	10,2	0,1	6,51E-07	35,00	8,0	2,3	2,88E-07
1,00	10,2	0,1	5,46E-07	40,00	7,8	2,5	2,53E-07
2,00	10,1	0,2	6,05E-07	50,00	7,5	2,8	2,25E-07
3,00	10,0	0,3	6,12E-07	60,00	7,2	3,0	2,11E-07
4,00	9,8	0,4	5,62E-07				
5,00	9,8	0,5	5,68E-07				
6,00	9,7	0,6	4,01E-07				
7,00	9,6	0,7	4,62E-07				
8,00	9,5	0,8	4,66E-07				
9,00	9,5	0,8	4,11E-07				
10,00	9,4	0,9	3,54E-07				
12,00	9,2	1,1	5,08E-07				
14,00	9,1	1,2	4,26E-07				
16,00	9,0	1,3	4,01E-07				
18,00	8,8	1,5	3,76E-07				
20,00	8,7	1,6	3,49E-07				
25,00	8,5	1,8	3,50E-07				



- Il livello di falda (9,78m) è riferito all' ultima misura eseguita nel piezometro profondo.



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Committente: ISMES SPA	Sondaggio: MO07_BH02-PZs
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMEOLETRICA "MONTIERI 7"	Data: 12/09/2023
Coordinate: 1665880.02 E 4782255.00 N	Quota: 402.24
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1 :75				STRATIGRAFIA - MO07 BH02-PZs										Pagina 1/1		
Ø mm	R V	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	A metri	Prel. 0 --- 100	%	RP	Campioni	Standard Penetration Test			prove in foro	Pz
												m	S.P.T.	N		
				0,5	0,5	Terreno vegetale costituito da limo sabbioso di colore marrone-grigiastro, debolmente ghiaioso (clasti eterogenei ed eterometrici di dimensioni fino a 2cm), con filamenti vegetali										
		1		1,3	0,8	Limo, a tratti debolmente argilloso di colore marrone, con qualche clasto di dimensioni millimetriche. Si rinviene asciutto e rimaneggiato	1									
		2				Limo argilloso e/o argilla limosa di colore marrone-grigiastro con screziature e/o zone di alterazione di colore giallastro, arancio, nerastro, tra debolmente ghiaiosi e ghiaiosi (clasti e rari ciottoli , sia subangolari che subarrotondati, principalmente carbonatici, spesso alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e privi di evidenze di struttura	2									
		3					3									
		4					4									
		5		5,3	4,0		5									
		6				Argilla, a tratti debolmente limosa di colore variabile tra marrone chiaro-ocraceo e marrone-grigiastro, ghiaiosa (clasti e ciottoli di dimensioni fino a 8cm, principalmente carbonatici e subangolari, da poco alterati a mediamente alterati). Si rinviene da debolmente umida ad umida, molto consistente e priva di evidenze di struttura	6									
		7					7									
		8					8									
		9					9									
101				9,7	4,4											

- Perforazione a distruzione di nucleo.
- Installazione piezometro a tubo aperto di diametro 3" fino a circa 9,70m da P.C.
- La stratigrafia è da ritenersi presunta e redatta, approssimativamente, sulla base delle litologie rinvenute nel sondaggio adiacente eseguito a caroraggio continuo.
- Il 19/01/2024 misura acqua in piezometro: circa 4,09m dal P.C. (Testa piezometro circa 0,20m sul P.C)



Il Responsabile di sito
DOTT. GEOL. SANDRO VITALE



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Committente: ISMES SPA

Sondaggio: MO07_BH02-PZs

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - POSTAZIONE GEOTERMoeLETRICA "MONTIERI 7"

Data: 12/09/2023

Fotografie - Pagina 1/1

Pagina 1



Postazione



Postazione

**TRIVEL SONDAGGI Srl**

Area P.I.P. Lotto n.37 mc - 80020 Crispiano (NA)
☎ 0818345697 ☎ Fax 0819819433
info@trivelsondaggi.it • <http://www.trivelsondaggi.it>


PROVA PENETROMETRICA

Committente:	ISMES SPA
Riferimento:	CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7
Località:	MONTIERI (GR)

Commessa:	200-23
------------------	---------------

Modello Penetrometro:	PAGANI TG 63-200 DPSH
Normativa:	DIN 4094
Peso massa battente (kg):	63,500
Peso accessori (kg):	0,630
Peso di ogni asta (kg):	6,310
Lunghezza aste (cm):	100
Area della punta (cm²):	20,43
Angolo di apertura della punta (°):	90
Altezza di caduta (cm):	75
Intervallo di penetrazione (cm):	20
Coefficiente di sicurezza:	3,00
Coefficiente di correlazione:	1,47

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



Certificato n° 00423 del 30/12/2023

Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023

Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Prova n°: MO7_DPSH-01

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7

Data prova: 10/01/2024

Località: MONTIERI (GR)

Quota: 401.89

Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH

Coord.: 1665918.60 E 4782257.16 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-01

Pagina 2/2

Profondità m	Colpi punta	Profondità m	Colpi punta
0,20	1	8,20	49
0,40	1	8,40	46
0,60	2	8,60	50
0,80	3	8,80	52
1,00	5	9,00	53
1,20	3	9,20	55
1,40	3	9,40	60
1,60	3		
1,80	3		
2,00	3		
2,20	3		
2,40	2		
2,60	3		
2,80	4		
3,00	3		
3,20	3		
3,40	3		
3,60	4		
3,80	5		
4,00	6		
4,20	6		
4,40	6		
4,60	8		
4,80	14		
5,00	15		
5,20	18		
5,40	17		
5,60	17		
5,80	15		
6,00	24		
6,20	24		
6,40	22		
6,60	23		
6,80	35		
7,00	30		
7,20	38		
7,40	40		
7,60	45		
7,80	50		
8,00	48		

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



Certificato n° 00423 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-01
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 10/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 401.89
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665918.60 E 4782257.16 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-01

Allegato



Postazione



Certificato n° 00424 del 30/12/2023

Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023

Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Prova n°: MO7_DPSH-02

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7

Data prova: 10/01/2024

Località: MONTIERI (GR)

Quota: 402.02

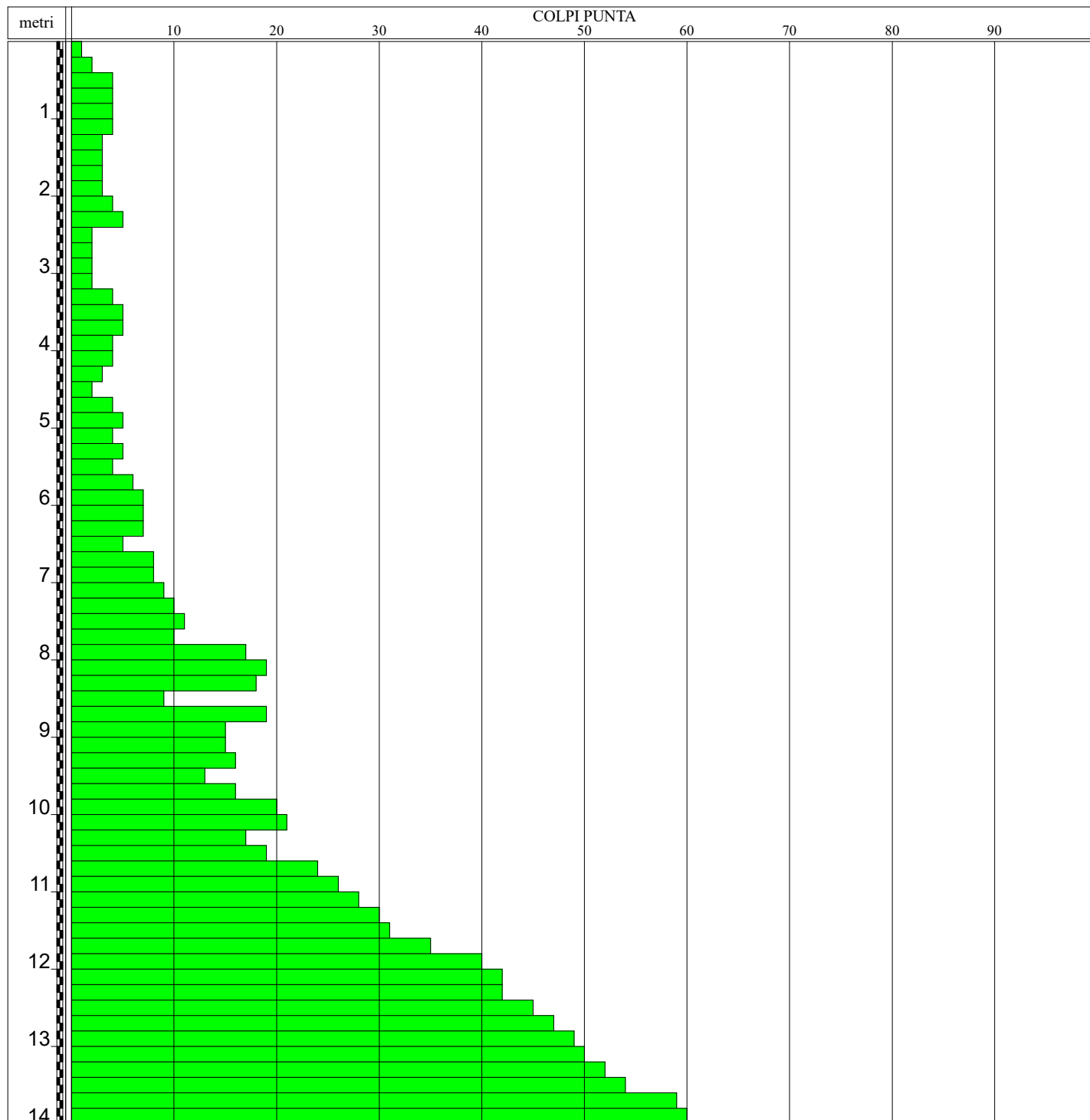
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH

Coord.: 1665878.23 E 4782258.40 N

SCALA 1 :75

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-02

Pagina 1/2



DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00424 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-02
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 10/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 402.02
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665878.23 E 4782258.40 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-02

Pagina 2/2

Profondità m	Colpi punta	Profondità m	Colpi punta
0,20	1	8,20	19
0,40	2	8,40	18
0,60	4	8,60	9
0,80	4	8,80	19
1,00	4	9,00	15
1,20	4	9,20	15
1,40	3	9,40	16
1,60	3	9,60	13
1,80	3	9,80	16
2,00	3	10,00	20
2,20	4	10,20	21
2,40	5	10,40	17
2,60	2	10,60	19
2,80	2	10,80	24
3,00	2	11,00	26
3,20	2	11,20	28
3,40	4	11,40	30
3,60	5	11,60	31
3,80	5	11,80	35
4,00	4	12,00	40
4,20	4	12,20	42
4,40	3	12,40	42
4,60	2	12,60	45
4,80	4	12,80	47
5,00	5	13,00	49
5,20	4	13,20	50
5,40	5	13,40	52
5,60	4	13,60	54
5,80	6	13,80	59
6,00	7	14,00	60
6,20	7		
6,40	7		
6,60	5		
6,80	8		
7,00	8		
7,20	9		
7,40	10		
7,60	11		
7,80	10		
8,00	17		



TRIVEL SONDAGGI Srl

Area P.I.P. Lette n.27 sec. - Bosco Crespone (NA)
☎ 081345697 ☎ Fax 0813456933
info@trivelsondaggi.it ☎ http://www.trivelsondaggi.it

Certificato n° 00424 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-02
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 10/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 402.02
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665878.23 E 4782258.40 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-02

Allegato



Postazione

Software SGEO

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00425 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-03
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 10/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 403.37
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665891.49 E 4782204.83 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-03

Pagina 2/2

Profondità m	Colpi punta	Profondità m	Colpi punta
0,20	1	8,20	16
0,40	1	8,40	15
0,60	2	8,60	12
0,80	5	8,80	18
1,00	5	9,00	19
1,20	6	9,20	22
1,40	6	9,40	19
1,60	4	9,60	20
1,80	2	9,80	23
2,00	4	10,00	28
2,20	3	10,20	28
2,40	3	10,40	26
2,60	2	10,60	22
2,80	3	10,80	31
3,00	2	11,00	30
3,20	3	11,20	32
3,40	2	11,40	31
3,60	3	11,60	33
3,80	3	11,80	34
4,00	3	12,00	32
4,20	4	12,20	43
4,40	3	12,40	42
4,60	3	12,60	46
4,80	4	12,80	52
5,00	3	13,00	53
5,20	4	13,20	56
5,40	4	13,40	60
5,60	2		
5,80	3		
6,00	2		
6,20	4		
6,40	5		
6,60	5		
6,80	9		
7,00	9		
7,20	10		
7,40	9		
7,60	10		
7,80	15		
8,00	14		



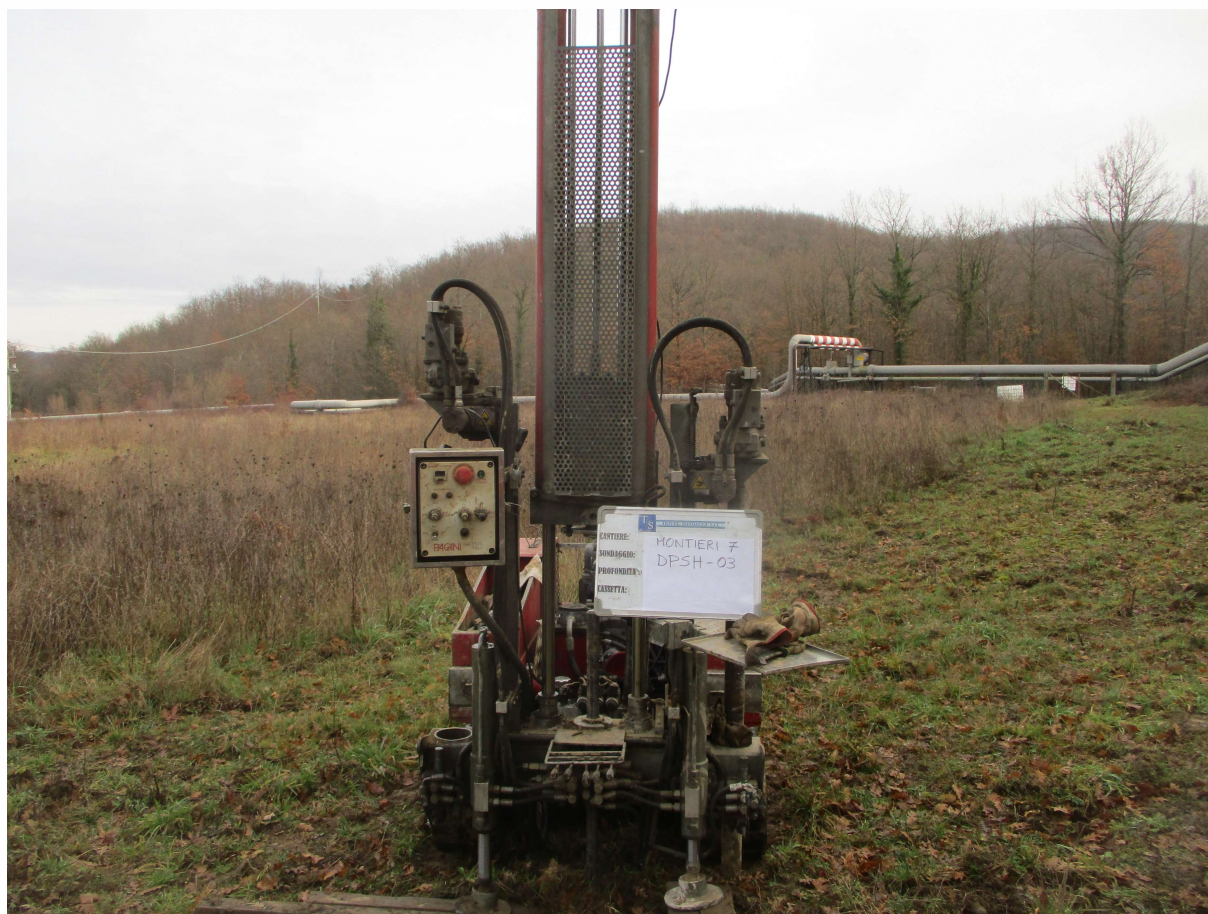
TRIVEL SONDAGGI Srl

Area P.I.P. Lette n.37 sec. - Bosco Crespone (NA)
☎ 081345697 ☎ Fax 081345693
info@trivelsondaggi.it ☎ http://www.trivelsondaggi.it

Certificato n° 00425 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-03
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 10/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 403.37
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665891.49 E 4782204.83 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-03

Allegato

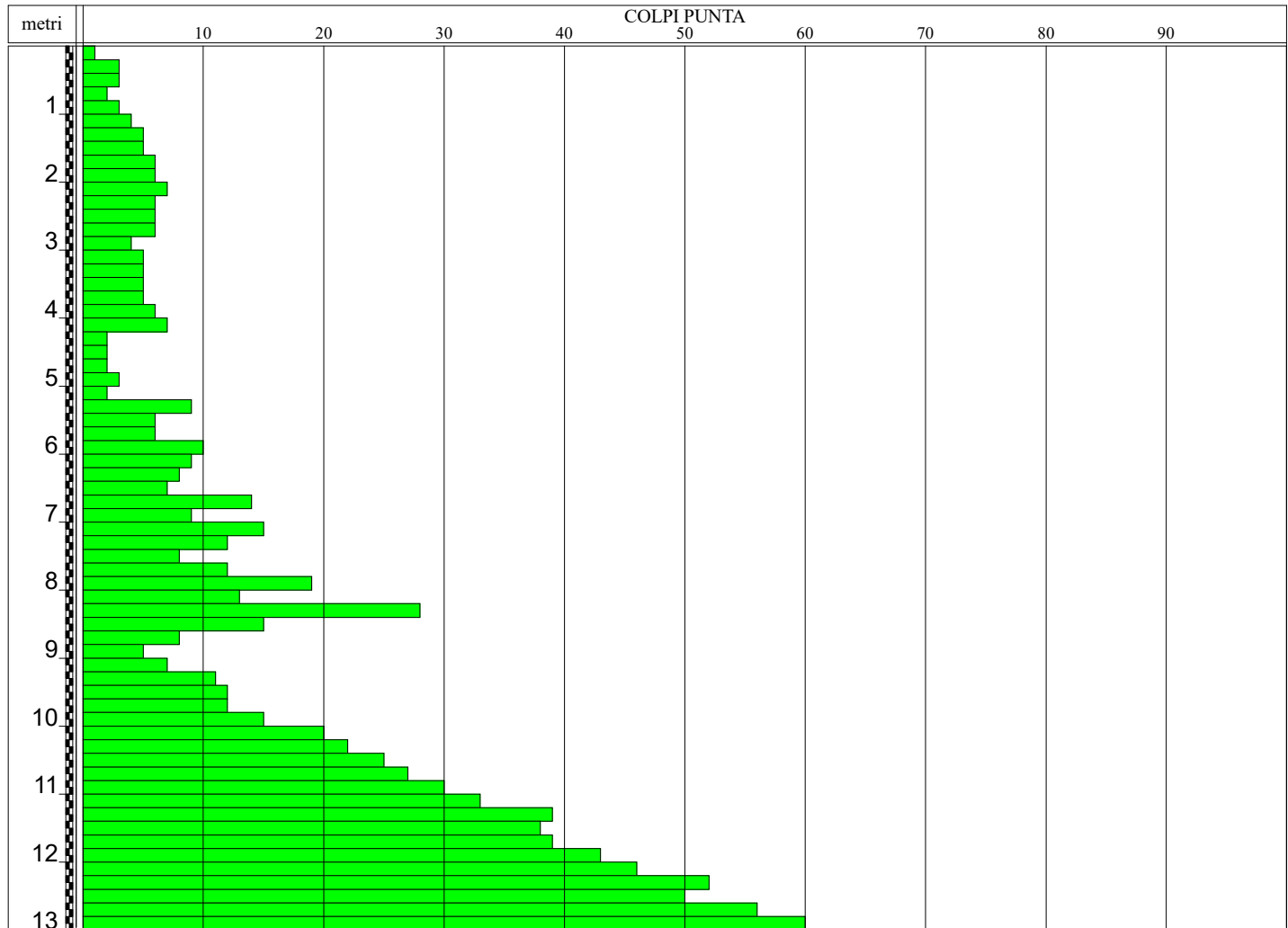


Postazione

Software SGEO

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



**Certificato n° 00426 del 30/12/2023****Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023****Commessa: 200-23****Committente: ISMES SPA****Prova n°: MO7_DPSH-04****Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7****Data prova: 10/01/2024****Località: MONTIERI (GR)****Quota: 403.02****Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH****Coord.: 1665850.56 E 4782209.28 N****SCALA 1:100****PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-04****Pagina 1/2**

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



Certificato n° 00426 del 30/12/2023

Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023

Commessa: 200-23

Committente: ISMES SPA

Prova n°: MO7_DPSH-04

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7

Data prova: 10/01/2024

Località: MONTIERI (GR)

Quota: 403.02

Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH

Coord.: 1665850.56 E 4782209.28 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-04

Pagina 2/2

Profondità m	Colpi punta	Profondità m	Colpi punta
0,20	1	8,20	13
0,40	3	8,40	28
0,60	3	8,60	15
0,80	2	8,80	8
1,00	3	9,00	5
1,20	4	9,20	7
1,40	5	9,40	11
1,60	5	9,60	12
1,80	6	9,80	12
2,00	6	10,00	15
2,20	7	10,20	20
2,40	6	10,40	22
2,60	6	10,60	25
2,80	6	10,80	27
3,00	4	11,00	30
3,20	5	11,20	33
3,40	5	11,40	39
3,60	5	11,60	38
3,80	5	11,80	39
4,00	6	12,00	43
4,20	7	12,20	46
4,40	2	12,40	52
4,60	2	12,60	50
4,80	2	12,80	56
5,00	3	13,00	60
5,20	2		
5,40	9		
5,60	6		
5,80	6		
6,00	10		
6,20	9		
6,40	8		
6,60	7		
6,80	14		
7,00	9		
7,20	15		
7,40	12		
7,60	8		
7,80	12		
8,00	19		

Il Direttore
 DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA

Certificato n° 00427 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-05
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 09/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 414.42
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665783.38 E 4782048.95 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-05

Pagina 2/2

Profondità m	Colpi punta
0,20	1
0,40	1
0,60	1
0,80	1
1,00	1
1,20	2
1,40	3
1,60	4
1,80	3
2,00	4
2,20	6
2,40	12
2,60	17
2,80	17
3,00	18
3,20	15
3,40	10
3,60	7
3,80	15
4,00	15
4,20	11
4,40	12
4,60	25
4,80	36
5,00	35
5,20	38
5,40	47
5,60	55
5,80	60



TRIVEL SONDAGGI Srl

Area P.I.P. Lette n.37 sec. - Bosco Crespone (NA)
☎ 081345697 ☎ Fax 0813456933
info@trivelsondaggi.it ☎ http://www.trivelsondaggi.it

Certificato n° 00427 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-05
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 09/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 414.42
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665783.38 E 4782048.95 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-05

Allegato



Postazione

Software SGEO

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



**Certificato n° 00428 del 30/12/2023****Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023****Commessa: 200-23**

Committente: ISMES SPA

Prova n°: MO7_DPSH-06

Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7

Data prova: 09/01/2024

Località: MONTIERI (GR)

Quota: 419.56

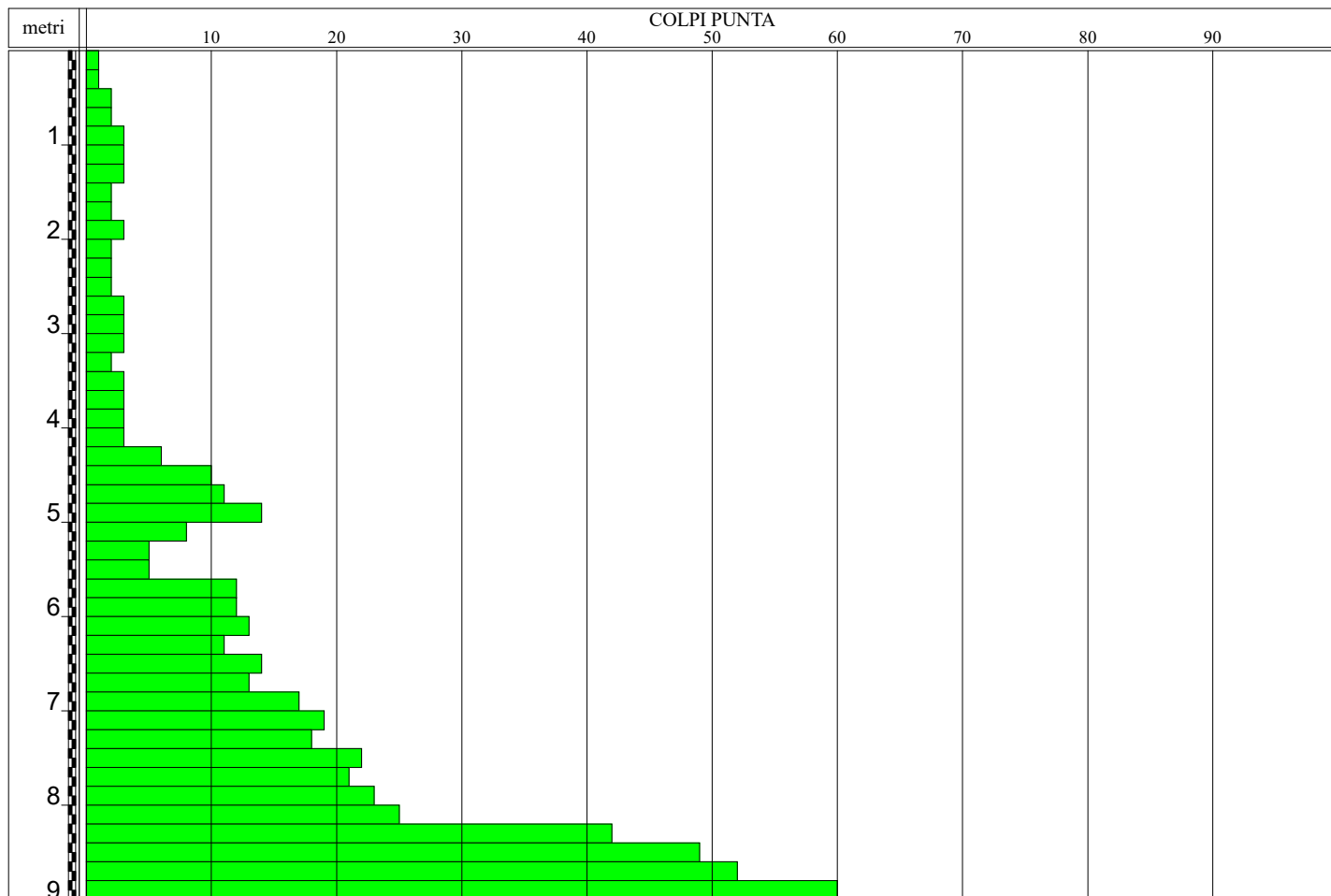
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH

Coord.: 1665783.96 E 4782011.74 N

SCALA 1 :75

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-06

Pagina 1/2



Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA



TRIVEL SONDAGGI Srl

Area P.I.P. Lette n.37 sec. - Bosco Crespone (NA)
☎ 081345697 ☎ Fax 0813456933
info@trivelsondaggi.it ☎ http://www.trivelsondaggi.it

Certificato n° 00428 del 30/12/2023	Verbale di accettazione n° 0172 del 30/12/2023	Commessa: 200-23
Committente: ISMES SPA		Prova n°: MO7_DPSH-06
Riferimento: CONCESSIONE TRAVALE - MONTIERI 7		Data prova: 09/01/2024
Località: MONTIERI (GR)		Quota: 419.56
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.: 1665783.96 E 4782011.74 N

PROVA PENETROMETRICA - MO7 DPSH-06

Allegato



Postazione

Software SGEO

Il Direttore
DOTT. GEOL. ROSARIO GUIDA





- ★ Sondaggi geognostici
- ★ Esplorazione del sottosuolo con mezzi meccanici
- ★ Prove penetrometriche statiche e dinamiche
- ★ Micropali - Iniezioni – Tiranti



COMMITTENTE:
ISMES SPA

OGGETTO:
Concessione "TRAVALE" postazione geotermica "MONTIERI 7"
INDAGINE GEORADAR E MAGNETOMETRO

LOCALITA' : **MONTIERI 7**

ALLEGATI:

DATA: **Dicembre 2023**

INDICE

PREMESSA	3
ATTREZZATURE	4
GEORADAR	4
MAGNETOMETRO	5
INDAGINE MAGNETOMETRICA	6
INDAGINE GEORADAR	7
Teoria di base	7
Modalità di acquisizione	8
Fase di elaborazione dati	8
Osservazioni sull'interpretazione dei radargrammi	10
INDAGINE ESEGUITA	11
M07BH01PZP – M07DPSH1 – M07BH01PZS	11
M07BH02PZP – M07DPSH02 – M07BH02PZS	15
M07DPSH04	19
M07DPSH03	21
M07DPSH05	23
M07DPSH06	25
OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	27

PREMESSA

In data 29/08/2023 è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche con metodologia elettromagnetica per la ricerca di eventuali anomalie sotterranee finalizzate alla perforabilità del sito, impiegando per l'espletamento dell'incarico la seguente strumentazione:

- **Georadar:** Multifrequenza IDS OPERA DUO
- **Magnetometro:** EBINGER MAGNEX 120LW
- **Area investigata:** Postazione geotermica "MONTIERI 7"
- **Committente:** ISMES S.p.A.
- **Indagine:** Indagine Georadar e Magnetometrica

ATTREZZATURE

GEORADAR

Attrezzatura utilizzata

L'indagine Georadar (o GPR – Ground Penetrating Radar) è stata eseguita con apparecchiatura Opera Duo della IDS Corporation e conforme alla direttiva europea 1999/05/EEC.

L'Opera Duo è un georadar portatile, adatto all'impiego anche in zone logisticamente difficili e per i rilevati stradali. I dati vengono visualizzati direttamente sullo schermo del Tablet Pc Toughbook CF-C1 ad alta risoluzione della Panasonic, e registrati in una memoria interna. L'alimentazione è assicurata da una batteria interna ricaricabile che consente una maggiore maneggevolezza.

Tale strumentazione consente di realizzare dettagliati profili del sottosuolo per mezzo di un impulso a banda larga.



Caratteristiche e Specifiche tecniche

- Antenne: 250MHz – 700 MHz
- Frequenza Campionamento: 400 KHz
- Velocità Scansione: 381 scan/sec
- Velocità di acquisizione: >10Kph

MAGNETOMETRO

L'indagine magnetometrica è stata eseguita utilizzando un magnetometro differenziale "EBINGER MAGNEX 120LW"





INDAGINE MAGNETOMETRICA

Il magnetometro universale Magnex ® 120 LW, approvato dal Ministero della Difesa è ben conosciuto nella bonifica da ordigni residuati bellici e da altri mezzi da combattimento e serve per la rilevazione di oggetti ferromagnetici interrati oppure sommersi, come granate, bombe d'aereo e da mortaio. L'esecuzione LW, può essere inoltre impiegata come sonda da calare in fori trivellati, per la rilevazione di bombe situate a grande profondità. La stessa si può trainare direttamente in acqua o inserire in un lungo tubo rigido di materiale plastico, in modo da mantenerla in posizione durante il trascinamento. Il limite della profondità di localizzazione dipende per la sua natura, dalla dimensione, posizione e magnetizzazione dell'oggetto, nonché dalle caratteristiche locali dove la ricerca avviene.

L'apparecchio è leggero, robusto e adatto per l'uso campale. Quando usato nel modo d'esercizio convenzionale analogico, il Magnex ® 120 LW consente di rilevare variazioni di campo magnetico anche molto piccole, addirittura inferiori a 0,5 nT.

In ogni punto di indagine precedentemente individuato tramite GPS Rover mod. GEOMAX Zenith 35, si è proceduto alla indagine georadar dell'area interessata di ogni singolo punto di indagine su una superficie di circa 4 mq. (2x2) e successivamente è stato utilizzato il magnetometro per la individuazione di eventuali masse metalliche sepolte.

INDAGINE GEORADAR

Teoria di base

Il funzionamento del georadar si basa sulla capacità dello strumento di emettere segnali a radiofrequenza e registrare quelli riflessi dagli oggetti presenti nel sottosuolo, caratterizzati da proprietà elettromagnetiche diverse rispetto a quelle del terreno che li circonda (vedi Figura 1).

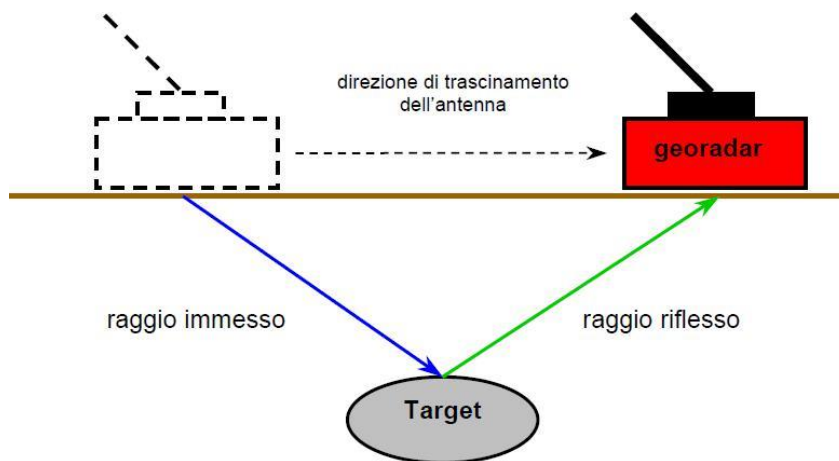


Figura: Modalità di funzionamento di un georadar

La generazione e la ricezione degli segnali a radiofrequenza è operata da una o più antenne che vengono fatte scorrere sul tratto di terreno che si desidera indagare; i dati raccolti, opportunamente elaborati, sono memorizzati e rappresentati su un'unità di controllo che, inoltre, genera gli impulsi necessari al funzionamento delle antenne.

Le onde attraversano il mezzo investigato con una velocità che è funzione delle caratteristiche chimiche – fisiche del materiale. Al variare delle caratteristiche del mezzo varia la velocità ed in corrispondenza delle superfici o discontinuità dove la costante dielettrica del materiale attraversato cambia, una porzione dell'energia del segnale è riflessa verso la superficie e ripresa dalla suddetta antenna. La misura della profondità della discontinuità ove si genera data riflessione è valutata in funzione della velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nel mezzo considerato e del tempo di andata e ritorno del segnale (TOF). Poiché solo una parte dell'energia incidente su una discontinuità è riflessa, mentre la porzione rimanente viene trasmessa, gli impulsi radar consentono di mettere in evidenza anche orizzonti più profondi del primo, da ciascuno dei quali può essere riflessa una quantità di energia sufficiente per dare segnali, e quindi tempi di arrivi successivi al primo, suscettibili di letture ed interpretazioni. La relazione che lega la velocità e la costante dielettrica è la seguente:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

dove c è la velocità della luce nel vuoto ($3 \cdot 10^8$ m/s) e ϵ_r la costante dielettrica relativa del mezzo attraversato.

Modalità di acquisizione

In sito, l'acquisizione si effettua facendo scorrere l'antenna trasmittente/ricevente lungo la direzione del profilo che si vuole eseguire, tramite un carrello appositamente predisposto. Nel caso in esame è stata utilizzata la configurazione monostatica/multifrequenza, due antenne fungono contemporaneamente da trasmittente e da ricevente.

Dopo una prima analisi, che ha permesso una corretta taratura della strumentazione si è scelto procedere con una modalità di acquisizione Tipo - Snake-line.

Pertanto si riporta in allegato il report riassuntivo di campagna con i radargrammi acquisiti.

Fase di elaborazione dati

I radargrammi acquisiti sono stati elaborati mediante l'utilizzo del software Gred Basic HD della IDS. L'elaborazione dei dati è stata svolta secondo le seguenti fasi:

- move start time - background removal : in questa fase il segnale captato dall'antenna viene fatto traslare in modo da determinare il primo evento ed impostare il tempo zero, al fine di interpretare correttamente i profili in termini di profondità;

- Band Pass - l'utilizzo del filtro ha lo scopo di migliorare visivamente la risoluzione dei files acquisiti, in modo da permettere una maggiore visualizzazione dei bersagli presenti nel terreno, investiti dalle onde elettromagnetiche;
- linear gain - smoothed gain: come per il filtro, anche questa applicazione consente di rendere migliori (guadagno) dal punto di vista visivo i dati acquisiti, permettendo di individuare con più facilità i vari elementi diffusi nel terreno;
- analisi dei singoli files - ogni file, e quindi ogni radargramma, viene analizzato per riconoscere ed identificare i bersagli presenti nel sottosuolo e ricondurli a possibili sottoservizi interrati;
- analisi dei bersagli riscontrati - in questa fase, viene analizzata la posizione relativa di ogni singolo bersaglio rilevato dal passaggio del georadar, determinandone la profondità rispetto al piano campagna e la distanza rispetto al punto d'origine.

Osservazioni sull'interpretazione dei radargrammi

In relazione all'attività di interpretazione dei radargrammi, si fanno presenti le seguenti osservazioni:

- Le profondità interpretate possono differire localmente da quelle reali a seguito di variazioni delle caratteristiche fisiche del mezzo investigato (per esempio a causa della presenza di vuoti o di zone umide);
- la risoluzione verticale del sistema non permette di discernere come entità distinte discontinuità separate da distanze minori dal limite di risoluzione dell'antenna utilizzata per il rilievo;
- il rilievo georadar considera la superficie del terreno perfettamente piana e di conseguenza le eventuali ondulazioni superficiali vengono trasferite sui livelli sottostanti;
- la presenza di strutture ad alta riflessività (alto contrasto dielettrico con il mezzo circostante) inficia la capacità delle onde elettromagnetiche di propagarsi nel mezzo sottostante e pertanto potrebbe "mascherare" eventuali anomalie (come, per esempio, la presenza di elementi ferrosi, quali: carpenteria, tubi in ferro, gabbie di armature, strutture portanti).

Le caratteristiche litologiche dei terreni interessati dalla prospezione Georadar eseguita, unite alle loro condizioni variabili, nel tempo e nello spazio di umidità e grado di addensamento; hanno permesso la corretta penetrazione dell'impulso elettromagnetico fino alla profondità di 3.50 mt dal p.c..

INDAGINE ESEGUITA
M07BH01PZP – M07DPSH1 – M07BH01PZS

M07_BH01PZP
Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

Est: 1665921.98

Nord: 4782258.69

M07_DPSH01
Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

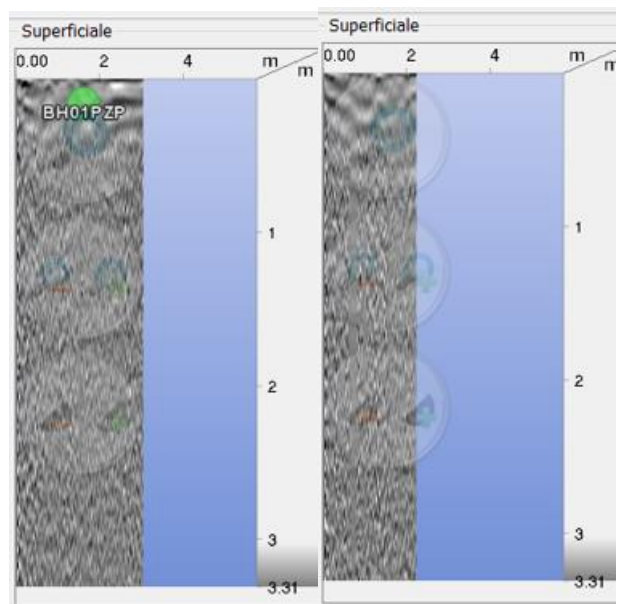
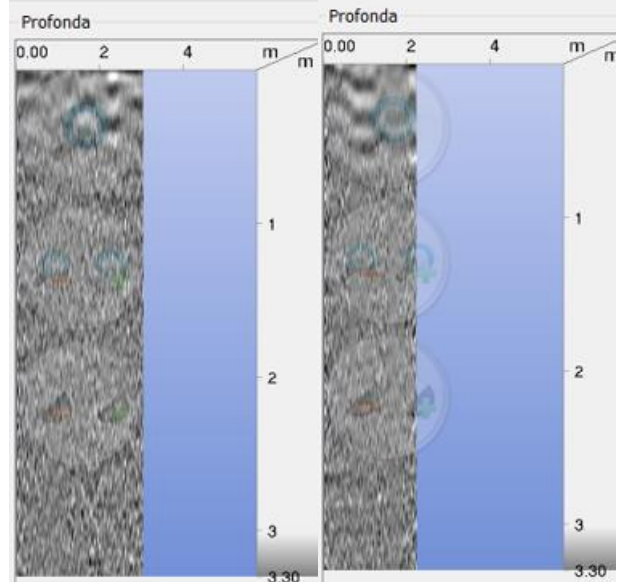
Est: 1665918.60

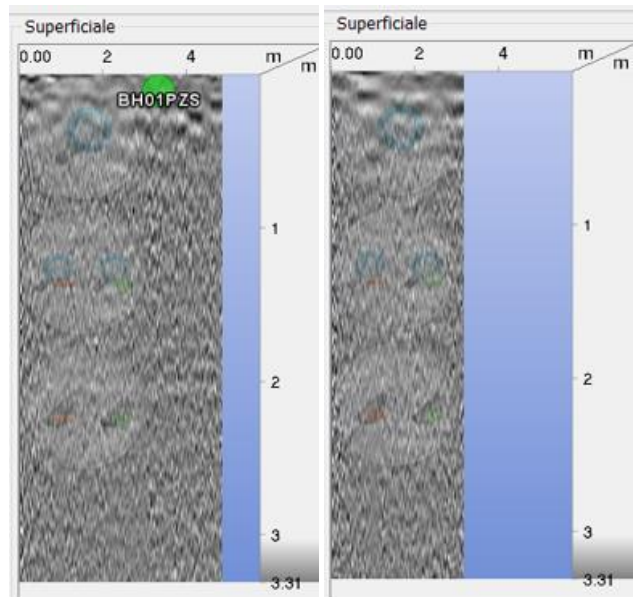
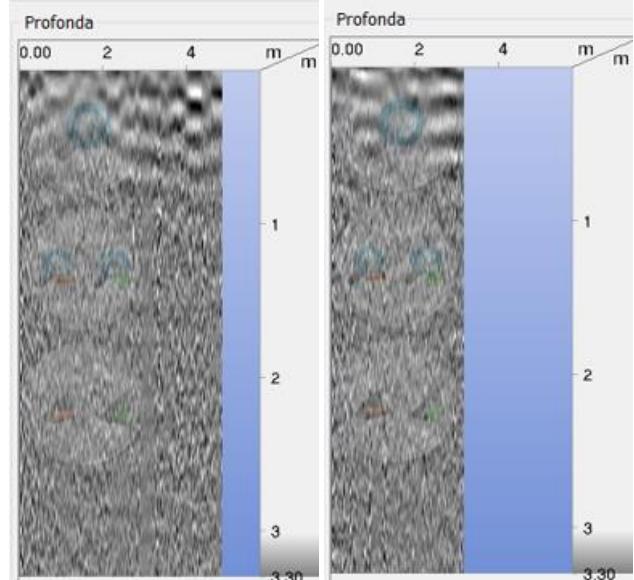
Nord: 4782257.16

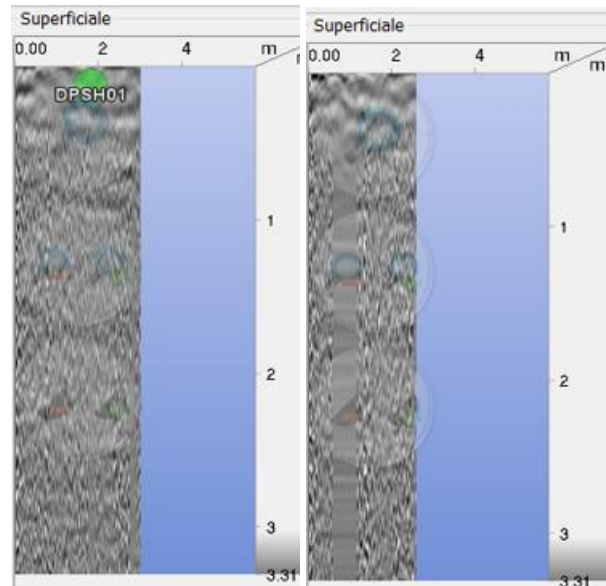
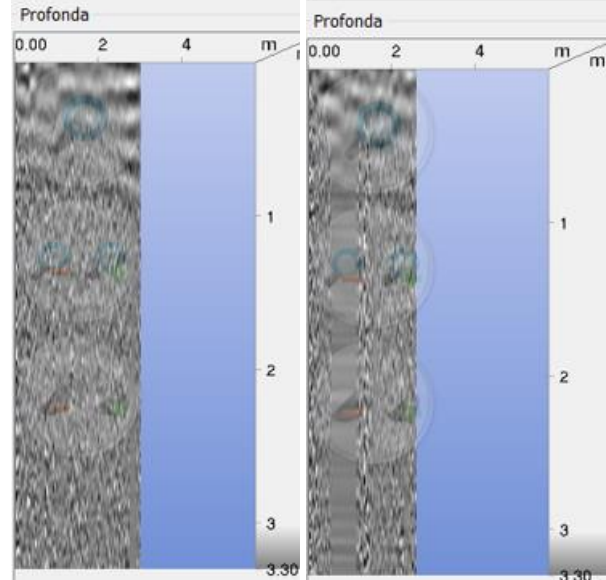
M07_BH01PZS
Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

Est: 1665920.31

Nord: 4782253.98


Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_BH01_PZP

Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_BH01PZS

Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_DPSH01

M07BH02PZP – M07DPSH02 – M07BH02PZS

M07_BH02PZP

Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

Est: 1665881.77

Nord: 4782260.15

M07_DPSH02

Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

Est: 1665878.23

Nord: 4782258.40

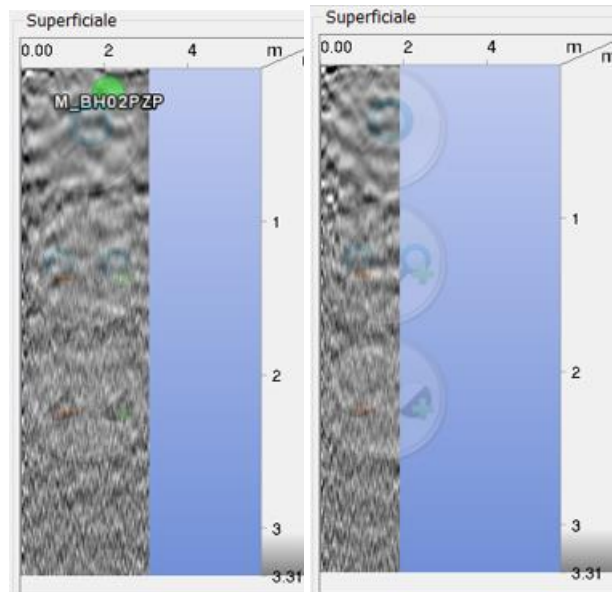
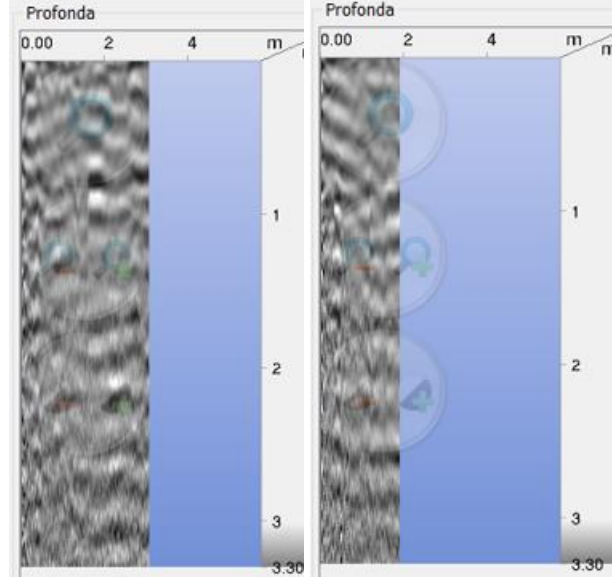
M07_BH02PZS

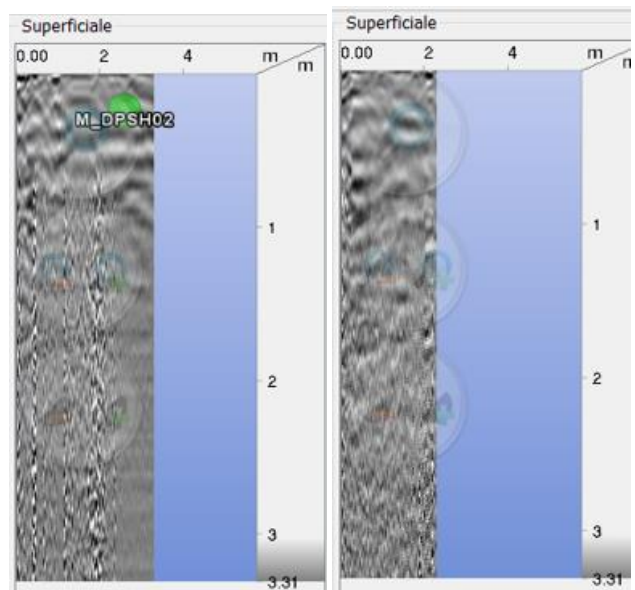
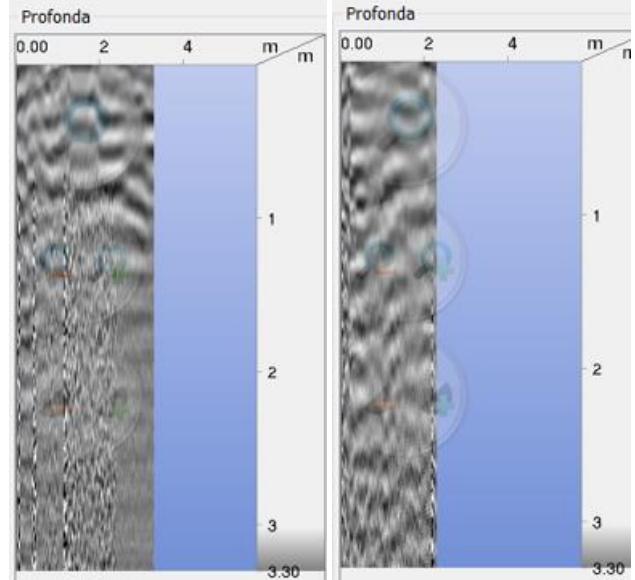
Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

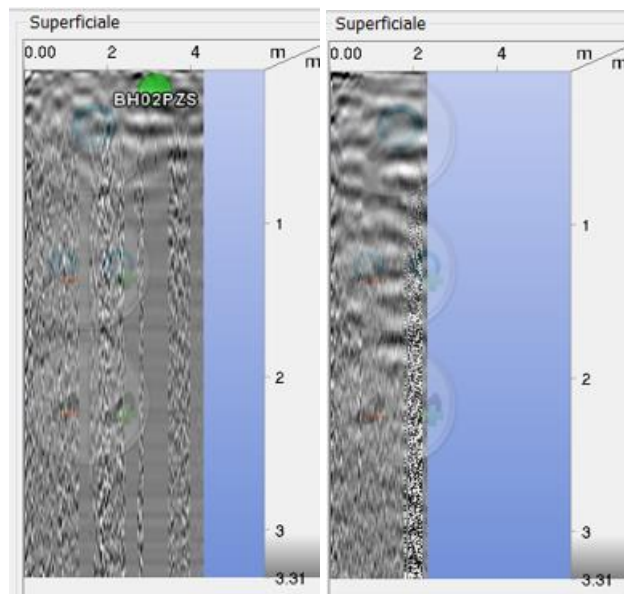
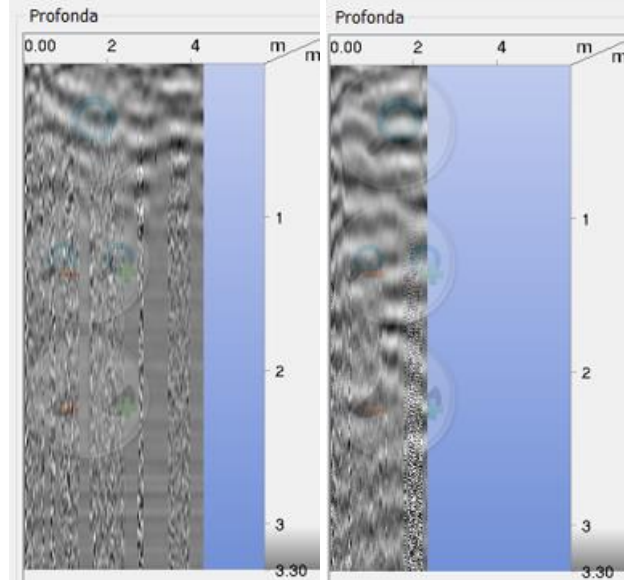
Est: 1665880.02

Nord: 4782255.00



Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_BH02PZP

Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_DPSH02

Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_BH02PZS

M07DPSH04



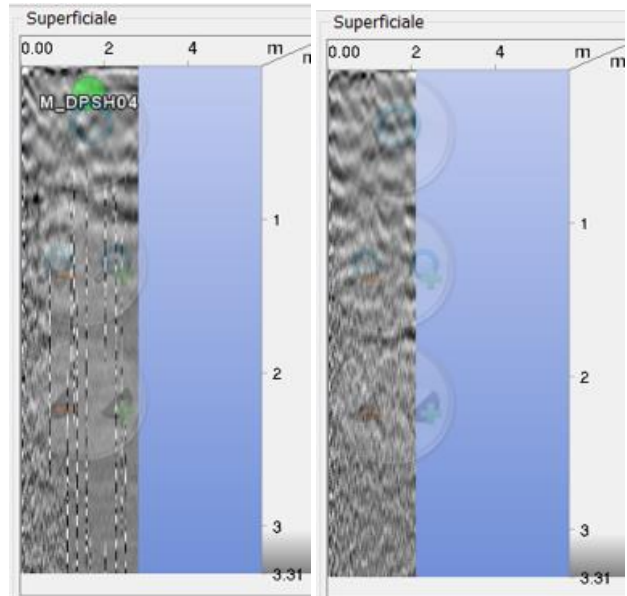
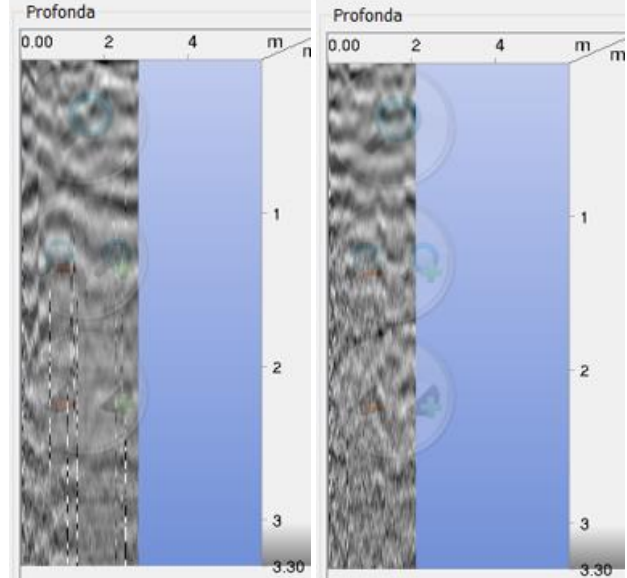
M07_DPSH04

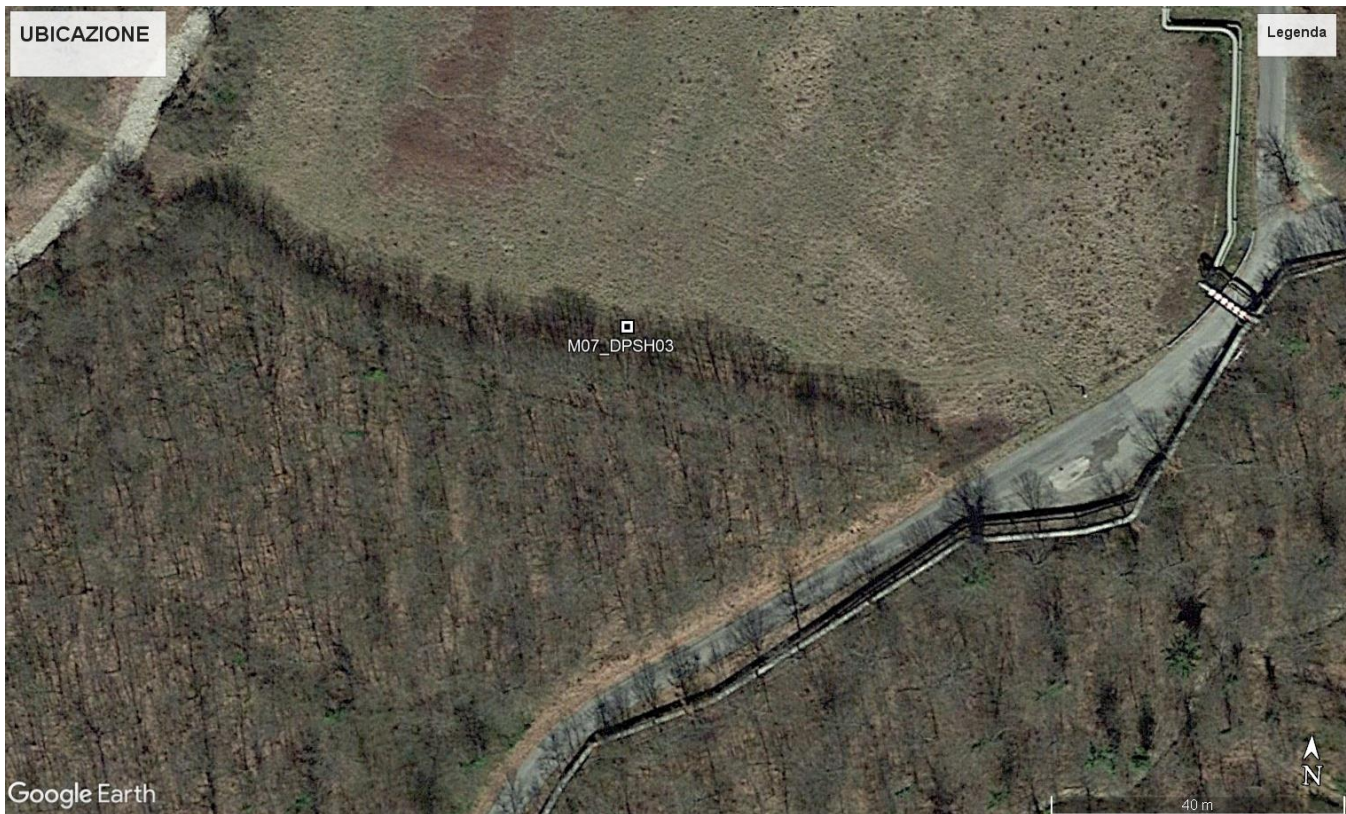
Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

Est: 1665850.56

Nord: 4782209.28



Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_DPSH04

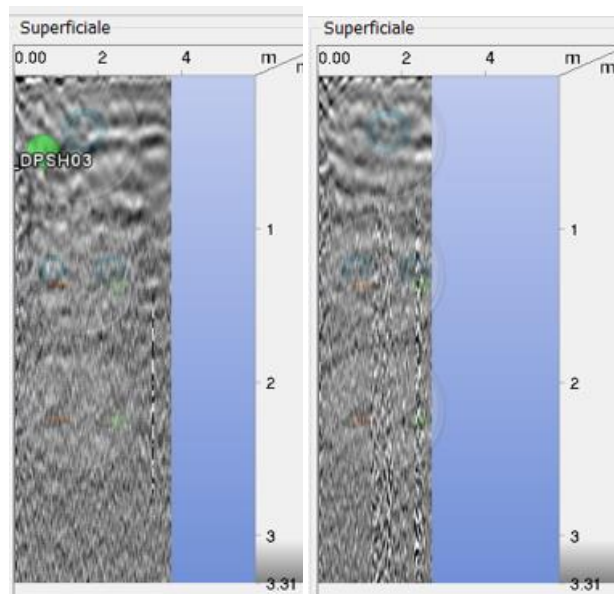
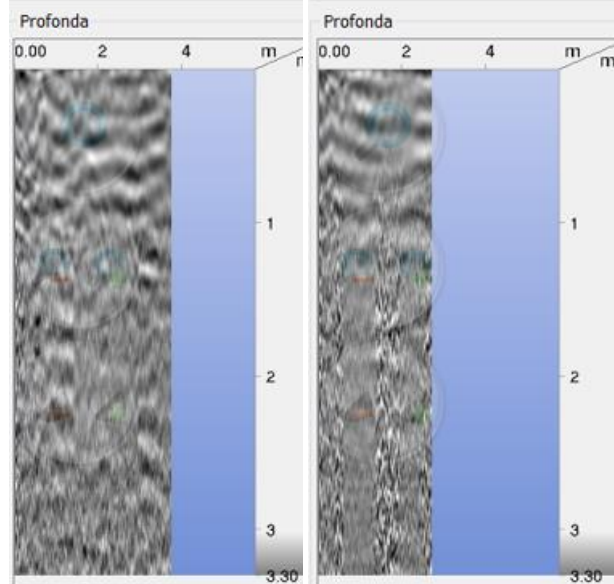
M07DPSH03**M07_DPSH03****Monte mario / Gauss Boaga zona 1** EPSG:3003**Est:**

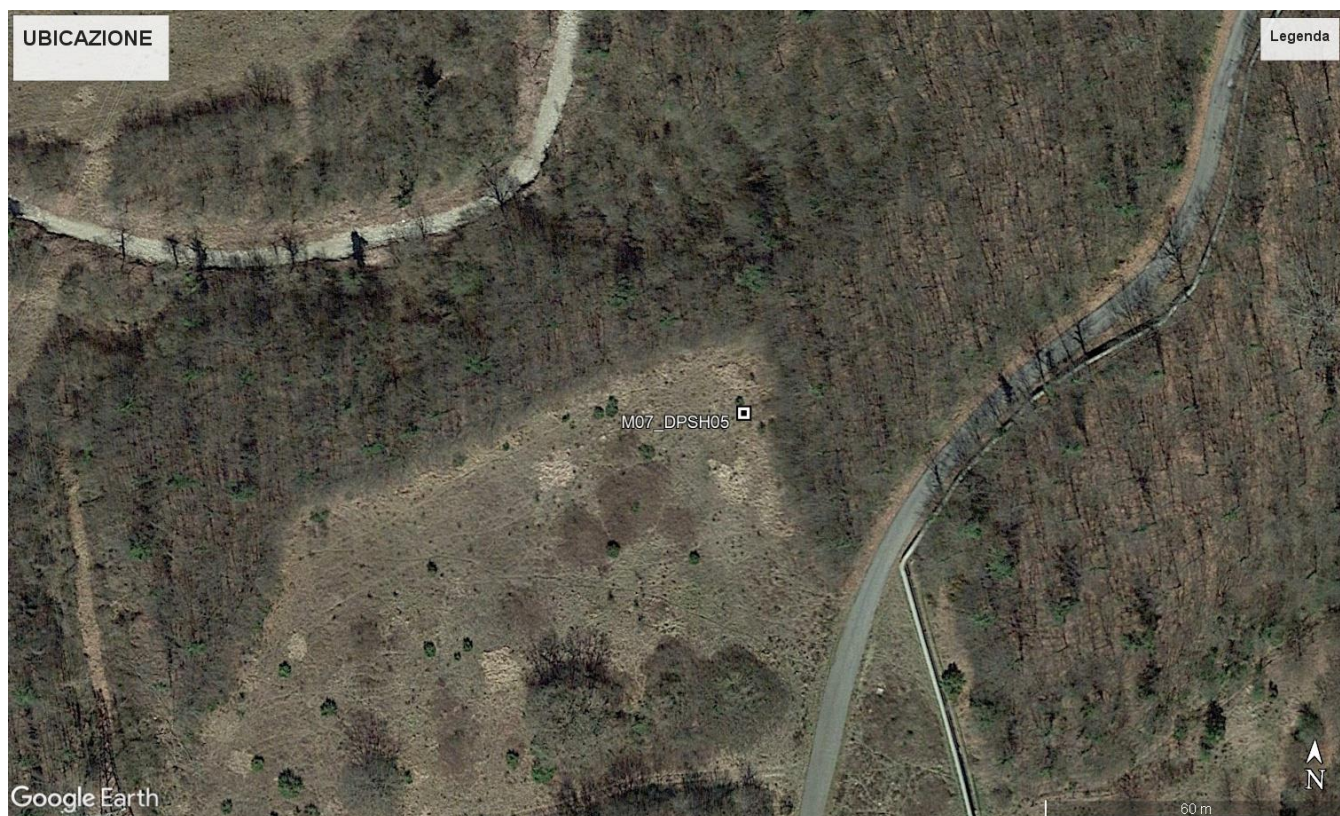
1665891.49

Nord:

4782204.83



Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_DPSH03

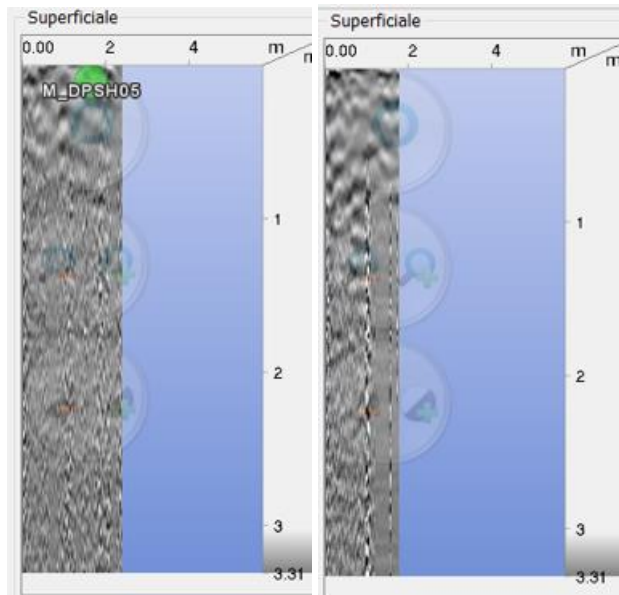
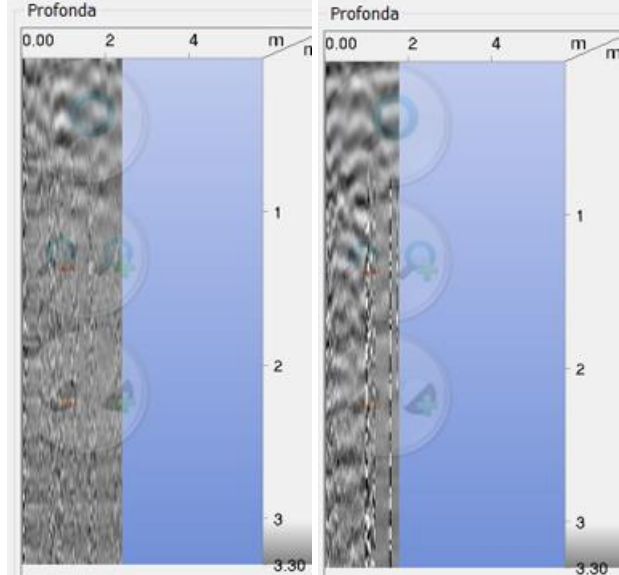
M07DPSH05**M07_DPSH05****Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003****Est:**

1665783.38

Nord:

4782048.95



Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_DPSH05

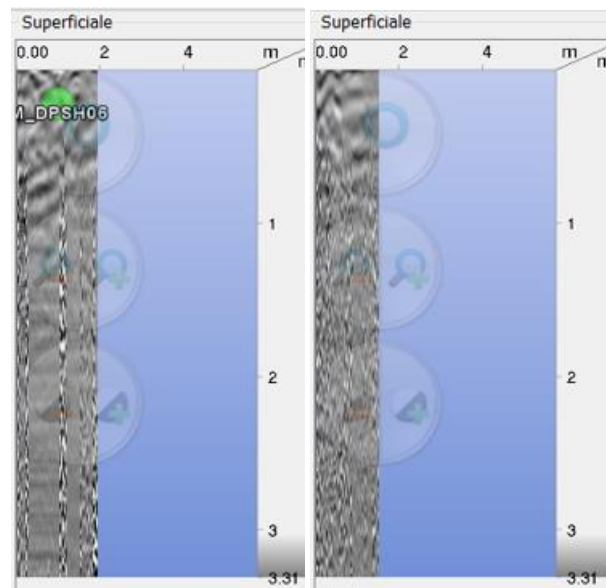
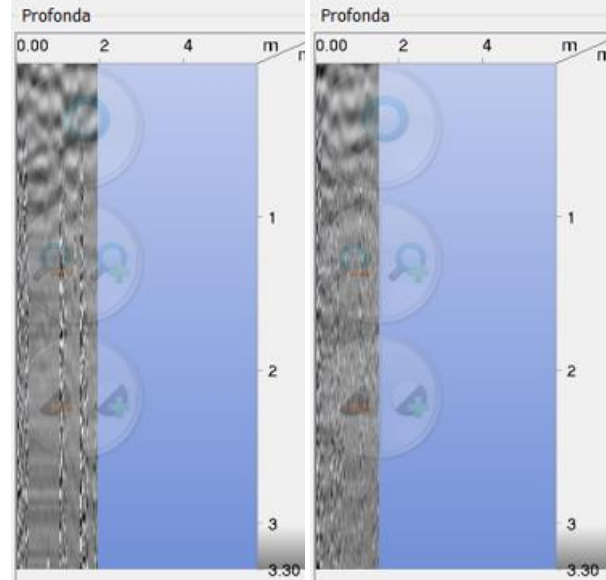
M07DPSH06**M07_DPSH06****Monte mario / Gauss Boaga zona 1** EPSG:3003**Est:**

1665783.96

Nord:

4782011.74



Antenna 700 MHz

Antenna 250 MHz

Radargramma M07_DPSH06

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Nel dettaglio sono state registrate numerose anomalie, nessuna di essa è riconducibile alla rete di sottoservizi esistente, ma riconducibili all'apparato radicale della vegetazione esistente.

Le coordinate dei punti individuati ed idonei alla perforazione sono riportate nelle pagine precedenti.

Inoltre gli stessi sono stati picchettati a terra e segnalati come punti idonei alle perforazioni per ogni carotaggio.

Il georadar e il magnetometro rappresentano un'indagine geofisica indiretta, pertanto insita con una determinata percentuale di incertezza.

Data Report: 6 dicembre 2023

ALLEGATO B – INDAGINI GEOFISICHE

**ISMES SPA - Siti Geotermici ENEL - Area di Montieri 7
Montieri (GR)**

PAD C4300110 (3053083) - USO RISERVATO

OGGETTO

Indagini Geofisiche: Tomografia Sismica a Rifrazione

COMMITTENTE

ISMES SPA

CODIFICA

Rel. S20SN05-13

AUTORE

R. Aspesi

DATA

Settembre 2023

VERIFICATORE

A. Ostinelli

DATA

Settembre 2023

IDENTIFICATIVO

S20SN05-13_ISMES_Tomografia Sismica a Rifrazione_Sito di
Montieri 7.docx

VERSIONE

Rev.00



INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELLE METODOLOGIE DI INDAGINE	4
2.1. Metodo Sismico Indiretto	4
2.2. Indagine Sismica a Rifrazione	5
2.2.1. Elaborazione Tomografica dei dati sismici	6
3. MODALITÀ ESECUTIVE	8
3.1. Sismica a rifrazione	8
3.1.1. Parametri di acquisizione.....	12
4. RISULTATI	13
4.1. Sismica a Rifrazione	13
4.1.1. Linea L1	13
4.1.2. Linea L2	16
TAVOLE	19

Tavola 1: Tomografia Sismica Linee L1 (P-S) - L2 (P-S)

Tavola 2: Vs30

Storia delle versioni

CODICE	IDENTIFICATIVO
REV 00	Relazione Prima versione

1. PREMESSA

Il presente report descrive le indagini geofisiche svolte da Solgeo Srl in un'area di proprietà ENEL, in località Montieri (GR). Le attività hanno previsto l'esecuzione di indagini geofisiche indirette del tipo Sismica a Rifrazione con elaborazione Tomografica in onde P ed S, e sono consistite nella realizzazione di n° 2 stendimenti nell'area in esame, denominati L1 ed L2.

Di seguito sono riportati l'inquadramento geografico e il dettaglio dell'area oggetto delle indagini.

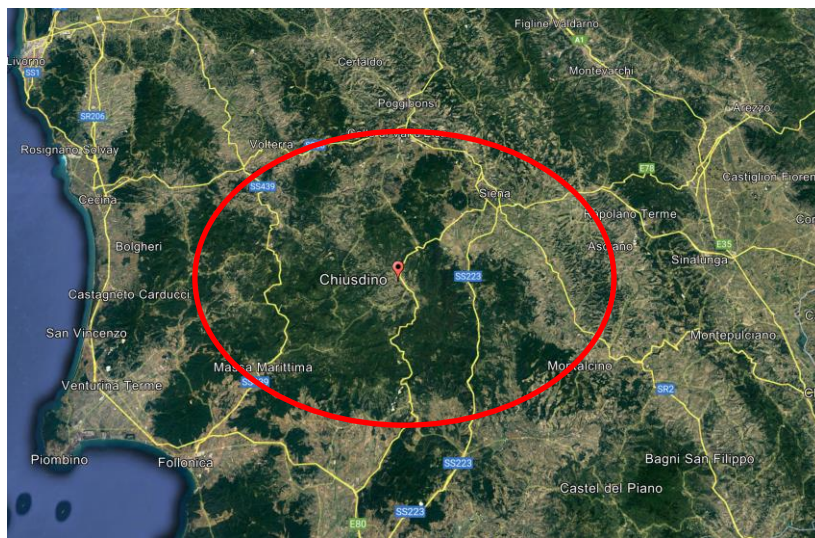


Figura 1: inquadramento area geografica



Figura 2: Immagine satellitare dell'area di indagine.

La Tabella seguente mostra il riepilogo delle indagini svolte presso il sito.

<i>Tipologia di Indagine</i>	<i>ID</i>	<i>Lunghezza</i>
<i>Sismica a Rifrazione P ed S</i>	<i>L1</i>	<i>180 m</i>
<i>Sismica a Rifrazione P ed S</i>	<i>L2</i>	<i>150 m</i>

Tabella 1: Riepilogo delle indagini

La campagna d'indagine, per lo specifico Sito, si è svolta a partire dalla giornata di Mercoledì 18 Aprile 2023.

2. Descrizione delle metodologie di indagine

2.1. Metodo Sismico Indiretto

Il metodo sismico si basa sulla generazione di onde nel sottosuolo e sulla ricezione del segnale di ritorno mediante degli oscillatori (geofoni) che registrano le diverse tipologie di onde che dopo essersi propagate nel suolo e nel sottosuolo ed aver subito diversi fenomeni di partizione dell'energia raggiungono nuovamente la superficie.



Figura 3: Stendimento sismico

In Figura 4 si mostra un esempio di pannello di acquisizione sismica ove sono evidenziati in verde scuro i primi arrivi (rifrazioni), in verde più chiaro le riflessioni, in giallo il colpo in aria (con la velocità tipica del suono) e in azzurro il groundroll dato dalle onde superficiali di Love e Rayleigh (l'onda acustica e le onde superficiali costituiscono disturbo allo studio).

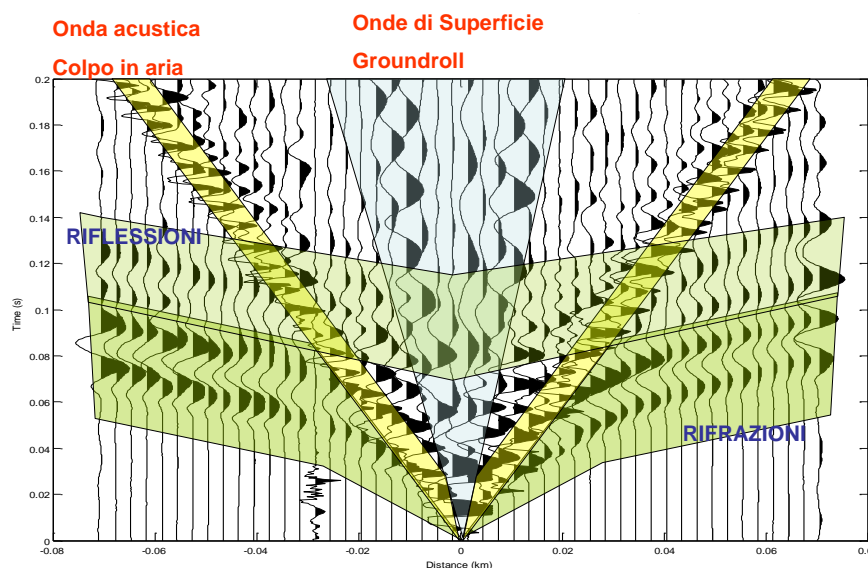


Figura 4 : esempio di oscillogramma sismico. In verde scuro i primi arrivi (rifrazioni), in verde più chiaro le riflessioni, in giallo il colpo in aria e in azzurro il groundroll (onde superficiali di Love e Rayleigh).

2.2. Indagine Sismica a Rifrazione

Il rilievo sismico a rifrazione è un metodo di indagine basato sulla misura dei tempi di percorso che le onde elastiche (onde P), generate nel terreno in un punto-sorgente, impiegano per raggiungere dei ricevitori (geofoni) disposti sulla superficie del terreno ed allineati con il punto di energizzazione. La distanza tra i geofoni e quella del punto di energizzazione sono scelte in base allo spessore ed ai tipi di materiale che si vogliono indagare.

Con i tempi di percorso rilevati mediante i geofoni e le distanze degli stessi dai punti di energizzazione si tracciano dei diagrammi tempi-distanze (dromocrone) che permettono di calcolare sia la velocità di propagazione delle onde di compressione P, sia la profondità e lo spessore dei terreni che sono stati attraversati dalle onde sismiche. L'interpretazione delle dromocrone consente di ricavare delle sezioni sismiche che schematizzano la distribuzione della velocità in funzione della profondità.

I principi interpretativi si basano sull'ipotesi che il sottosuolo sia costituito da un limitato numero di strati piani e paralleli (o poco inclinati) rispetto al profilo topografico, ciascuno caratterizzato da velocità sismica costante sia in senso verticale che laterale. È inoltre necessario che la velocità di ogni strato sia significativamente maggiore di quella dello strato soprastante. Quanto più le condizioni del sottosuolo si discostano dalle assunzioni teoriche, che sono alla base dei principi interpretativi, tanto più il modello geosismico presenta delle incertezze sia nella velocità che nelle profondità degli strati sismici.

Nella valutazione dei risultati occorre inoltre considerare che l'interpretazione fornisce una stratificazione sismica definita in base alla velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, la quale non è necessariamente correlabile ad una differenziazione geologica e/o litologica. Deve essere pertanto tenuta presente la possibilità che rocce diverse risultino indifferenziate in termini di "velocità sismica" o che vi possa essere una differenziazione di "velocità sismica" all'interno di uno stesso litotipo.

2.2.1. Elaborazione Tomografica dei dati sismici

L'elaborazione tomografica dei dati tempi-distanze, *Refraction Tomography* (con inversione per tracciamento di raggi) consiste in una divisione del sottosuolo in celle, alle quali viene assegnato un valore iniziale di velocità, ed al tracciamento di raggi che uniscono ciascuno *shot* con le stazioni di ascolto secondo traiettorie curvilinee.

Per ogni raggio viene calcolato, in funzione della velocità delle celle, il tempo impiegato per il percorso. Il tempo di attraversamento di una cella è dato dalla (1):

$$T_j = d_j * s_j \quad (1)$$

dove s_j (*slowness*) è pari a:

$$s_j = 1/V_j = \text{slowness} \quad (2)$$

Il tempo totale di percorso di un raggio è dato dalla (3):

$$T_j = \sum_{j=1}^n T_j = \sum_{j=1}^n s_j * d_j \quad (3)$$

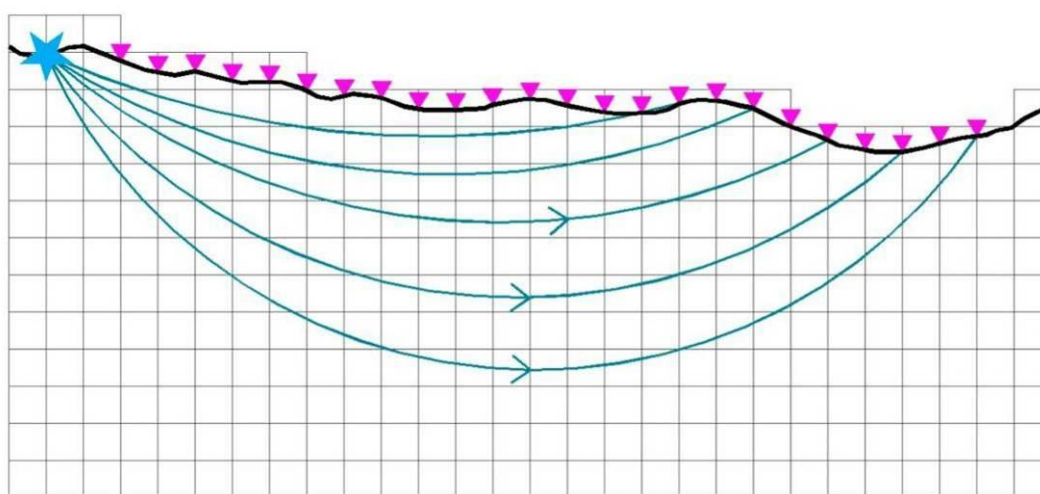
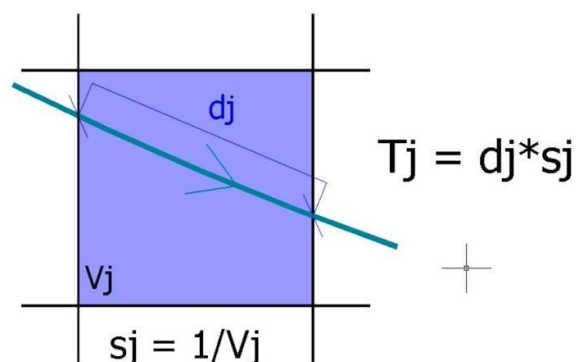


Figura 5: esempio di tracciamento dei raggi sismici nel sottosuolo



Considerando tutti i raggi ed i relativi percorsi risulta possibile costruire un sistema di equazioni lineari che, in forma matriciale, è del tipo $T = sA$. Tra le varie tecniche di soluzione di questo tipo di equazione è molto diffuso (anche nel caso in esame) l'impiego dell'algoritmo SIRT (*Simultaneous Reconstruction Technique*) che risolve iterativamente le equazioni nell'incognita s ponendo a zero la differenza tra tempi calcolati dal modello e tempi osservati.

La rapidità nella convergenza alla soluzione dipende dalla qualità delle misure e dalla complessità del sottosuolo. La qualità di convergenza si stima mediante l'errore RMS tra tempi misurati e tempi calcolati.

L'algoritmo iterativo risolve il percorso reale dei raggi (*ray-tracing*), ricostruendolo in funzione della distribuzione delle velocità sismiche rilevate ad ogni iterazione, e stimando quindi gli effetti di rifrazione che agiscono sulle traiettorie degli stessi. Le traiettorie reali fornite dal ray tracing sono un indice anche della copertura del rilievo, e quindi dell'affidabilità dei valori di V_p assegnati a ciascuna cella.

Il rilievo sismico a rifrazione è un metodo di indagine basato sulla misura dei tempi di percorso che le onde elastiche (onde P), generate nel terreno in un punto-sorgente, impiegano per raggiungere dei ricevitori (geofoni) disposti sulla superficie del terreno ed allineati con il punto di energizzazione. La distanza tra i geofoni e quella del punto di energizzazione sono scelte in base allo spessore ed ai tipi di materiale che si vogliono indagare.

Con i tempi di percorso rilevati mediante i geofoni e le distanze degli stessi dai punti di energizzazione si tracciano dei diagrammi tempi-distanze (dromocrone) che permettono di calcolare sia la velocità di propagazione delle onde di compressione P, sia la profondità e lo spessore dei terreni che sono stati attraversati dalle onde sismiche. L'interpretazione delle dromocrone consente di ricavare delle sezioni sismiche che schematizzano la distribuzione della velocità in funzione della profondità.

I principi interpretativi si basano sull'ipotesi che il sottosuolo sia costituito da un limitato numero di strati piani e paralleli (o poco inclinati) rispetto al profilo topografico, ciascuno caratterizzato da velocità sismica costante sia in senso verticale che laterale. E' inoltre necessario che la velocità di ogni strato sia significativamente maggiore di quella dello strato soprastante. Quanto più le condizioni del sottosuolo si discostano dalle assunzioni teoriche, che sono alla base dei principi interpretativi, tanto più il modello geosismico presenta delle incertezze sia nella velocità che nelle profondità degli strati sismici.

Nella valutazione dei risultati occorre inoltre considerare che la interpretazione fornisce una stratificazione sismica definita in base alla velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, la quale non è necessariamente correlabile ad una differenziazione geologica e/o litologica. Deve essere pertanto tenuta presente la possibilità che rocce diverse risultino indifferenziate in termini di "velocità sismica" o che vi possa essere una differenziazione di "velocità sismica" all'interno di uno stesso litotipo.

3. MODALITÀ ESECUTIVE

3.1. Sismica a rifrazione

Gli stendimenti, denominati da L1 ed L2 sono stati tracciati allineando i geofoni lungo direttrici il più possibile rettilinee con un inter-traccia dei ricevitori che, nel caso specifico, è stata di 2.5 m per entrambe le linee. L'ubicazione degli stendimenti è riportata nell'immagine seguente.



Figura 6: Ubicazione Linee Sismiche

Per le 2 linee in esame è stata effettuata un'acquisizione sia di onde P che di onde S; i dettagli inerenti alle caratteristiche di acquisizione, sono riportati nella seguente Tabella 2.

LINEA	DIREZIONE	DESCRIZIONE	LUNGHEZZA
L1	E-W	Da 403 m.s.l.m a 403 m.s.l.m	72 geofoni: 180 m
L2	SW-NE	Da 405 m.s.l.m a 401 m.s.l.m	60 geofoni: 150 m

Tabella 2: dettaglio delle indagini sismiche condotte



Figura 7: Linea sismica L1



Figura 8: Linea sismica 2

Per le onde P sono stati utilizzati geofoni con frequenza propria di 40 Hz. Per le Onde S, sono stati impiegati i medesimi geofoni da 40 Hz, opportunatamente orientati. (Figura 9)



Figura 9: geofono per onde P (verticale, a sinistra) e per onde S (orizzontale, a destra)

Lungo i profili sismici, sono stati realizzati dei punti di energizzazione (1 punto ogni 3 geofoni, 7.5 m). In corrispondenza di ogni punto di energizzazione sono state quindi generate delle onde elastiche per mezzo di una mazza strumentata battuta su una piastra in PVC al fine di migliorarne l'accoppiamento (Figura 10).



Figura 10: Linea L1, energizzazione tramite mazza strumentata

Successivamente in corrispondenza degli stessi punti si sono ripetute delle energizzazioni avvalendosi di un blocco in legno (laddove possibile) e/o cuneo in acciaio che sono stati colpiti per mezzo di una mazza strumentata su ambo i lati per la generazione di onde trasversali rispetto alla direzione dello stendimento.

Colpendo l'elemento sui due lati opposti si sono potute generare onde di taglio (S) con polarità opposta, facilitando così il riconoscimento dei primi arrivi nella successiva fase di processing.

Per l'acquisizione dei dati sismici è stato necessario avvalersi di un sismografo ad elevata dinamica. Nella fattispecie sono stati utilizzati fino a 4 sismografi *Geode*® con risoluzione a 24 bits che permettono di supportare contemporaneamente 96 canali attivi (Figura 11).



Figura 11: sismografi Geode in acquisizione linea L1

La posizione dei geofoni lungo gli stendimenti è stata rilevata con sistema GPS TopCon, in modo da poter ricostruire correttamente le geometrie di acquisizione.

3.1.1. Parametri di acquisizione

I parametri di acquisizione e la geometria adottate per la linea sono riportati di seguito:

PARAMETRI DI ACQUISIZIONE	DIREZIONE
Sismografi	3/4 Geodi
Numero canali attivi	Fino a 96
Numero geofoni per canale	1
Frequenza naturale geofoni	40 Hz
Passo campionamento	0.020 ms
Lunghezza registrazione	200 ms

Tabella 3: Parametri e settaggi d'acquisizione sismica



Figura 12: postazione di acquisizione

4. RISULTATI

4.1. Sismica a Rifrazione

Il risultato dell'elaborazione dei dati acquisiti per gli stendimenti consente di produrre due sezioni tomografiche verticali, una in onde P ed una in onde S per ciascuna linea. Nei paragrafi seguenti, vengono riportate le miniature di ciascuna sezione ed il relativo commento ad esse, nelle Tavole allegate, invece, le sole sezioni.

Per ciascuna linea, inoltre, è stata calcolata la V_{S30} (o $V_{S,eq}$ in funzione del valore) in corrispondenza della verticale di tre punti posti rispettivamente ad un quarto, a metà ed a tre quarti dello stendimento. Con V_{S30} si esprime la velocità di taglio media nei primi 30 metri di profondità a partire dalla superficie topografica; al raggiungimento del valore di 800 m/s entro i primi 30 metri (valore associabile al bedrock) la stessa velocità media viene ridefinita $V_{S,eq}$, o "velocità equivalente delle onde di taglio", e viene calcolata fino alla quota con $V_S < 800$ m/s. Si riportano in seguito per ogni linea i profili di V_S intervallari in funzione della quota di indagine.

4.1.1. Linea L1

La Linea L1 è di lunghezza pari a 180 m e si sviluppa E-W in località Montieri (GR). La quota di partenza è 403 m s.l.m. così come quella di arrivo. In tavola la sezione viene proiettata da Sud.

Osservando la sezione in onde P, si può identificare un primo strato con velocità di 600 m/s, relativamente superficiale e poco profondo (circa 5 m dal p.c.); al di sotto si riconosce uno strato intermedio, con V_p tra 1400 e 1800 m/s, che tende ad assottigliarsi nella parte centrale dello stendimento. A profondità da p.c. superiori a 25 m su tutta la linea si osserva la presenza di un livello di base caratterizzato da velocità che si attestano intorno ai 2200-2600 m/s.

Il profilo V_S analogamente identifica a macro scala, tre differenti livelli; un primo livello superficiale sottile, di circa 5 m, ma più spesso nella parte destra dello stendimento, di 250 m/s; un secondo livello con velocità da 450 a 550 m/s, ed infine, un terzo livello profondo, con valori prossimi ai 700-800 m/s oltre i 25 m di profondità.

Nella Linea L1, è inoltre riportata l'intersezione con la linea L2, la quale, permette di affermare che vi sia una buona corrispondenza dei risultati in termini di velocità.

Sono riportati in Figura 14 i profili di V_S intervallare (in blu) in funzione della quota di indagine. Come si può osservare dai profili di velocità, sulla linea L1 i valori V_{S30} ottenuti (in rosso) ad un quarto, metà e tre quarti della linea corrispondono rispettivamente di 541 m/s, 490 m/s e 470 m/s; in nessuno dei tre casi analizzati è stato raggiunto il livello di bedrock, corrispondente a $V_S > 800$ m/s.

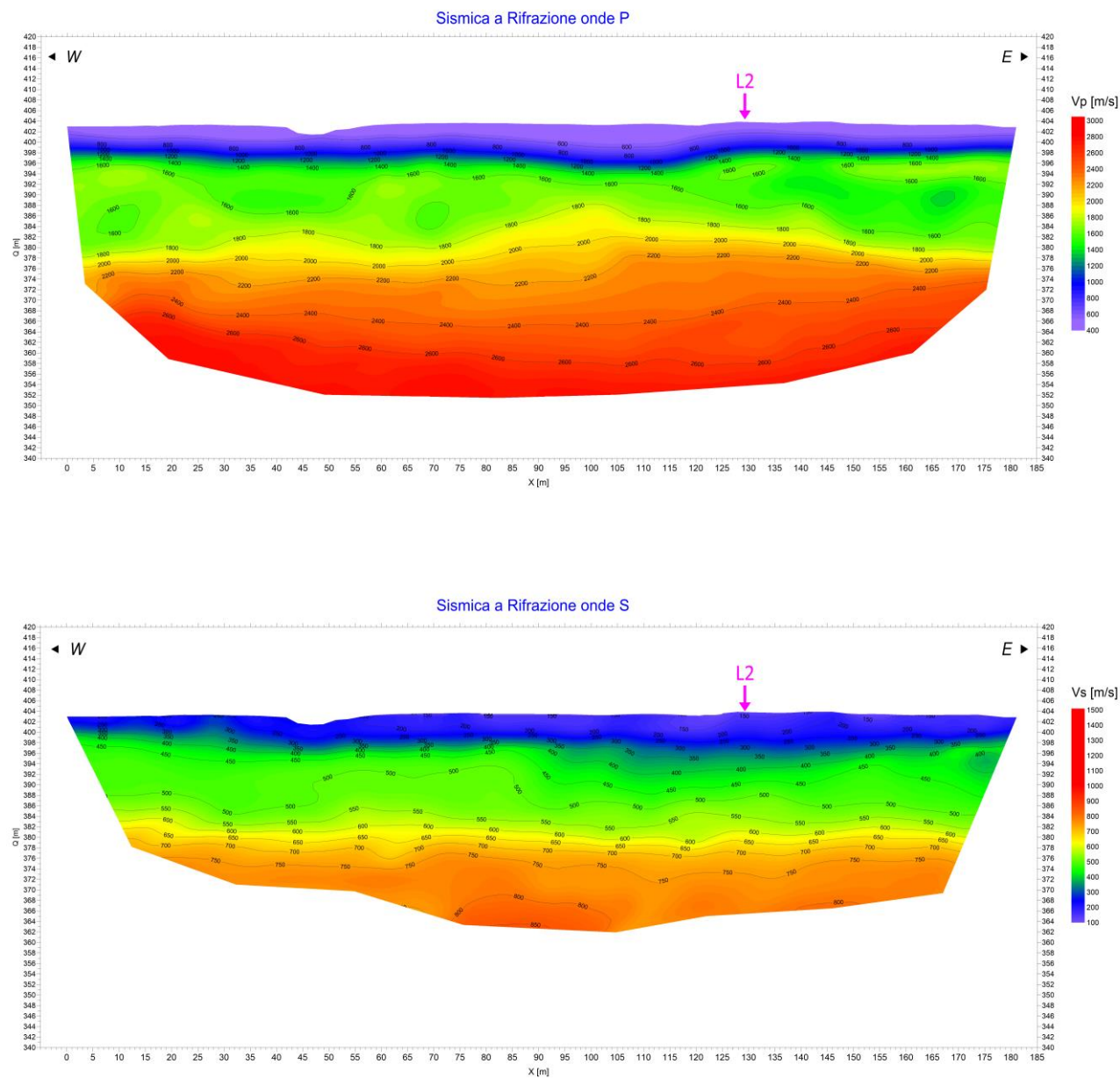


Figura 13: sezione L1, in alto onde P, in basso onde S

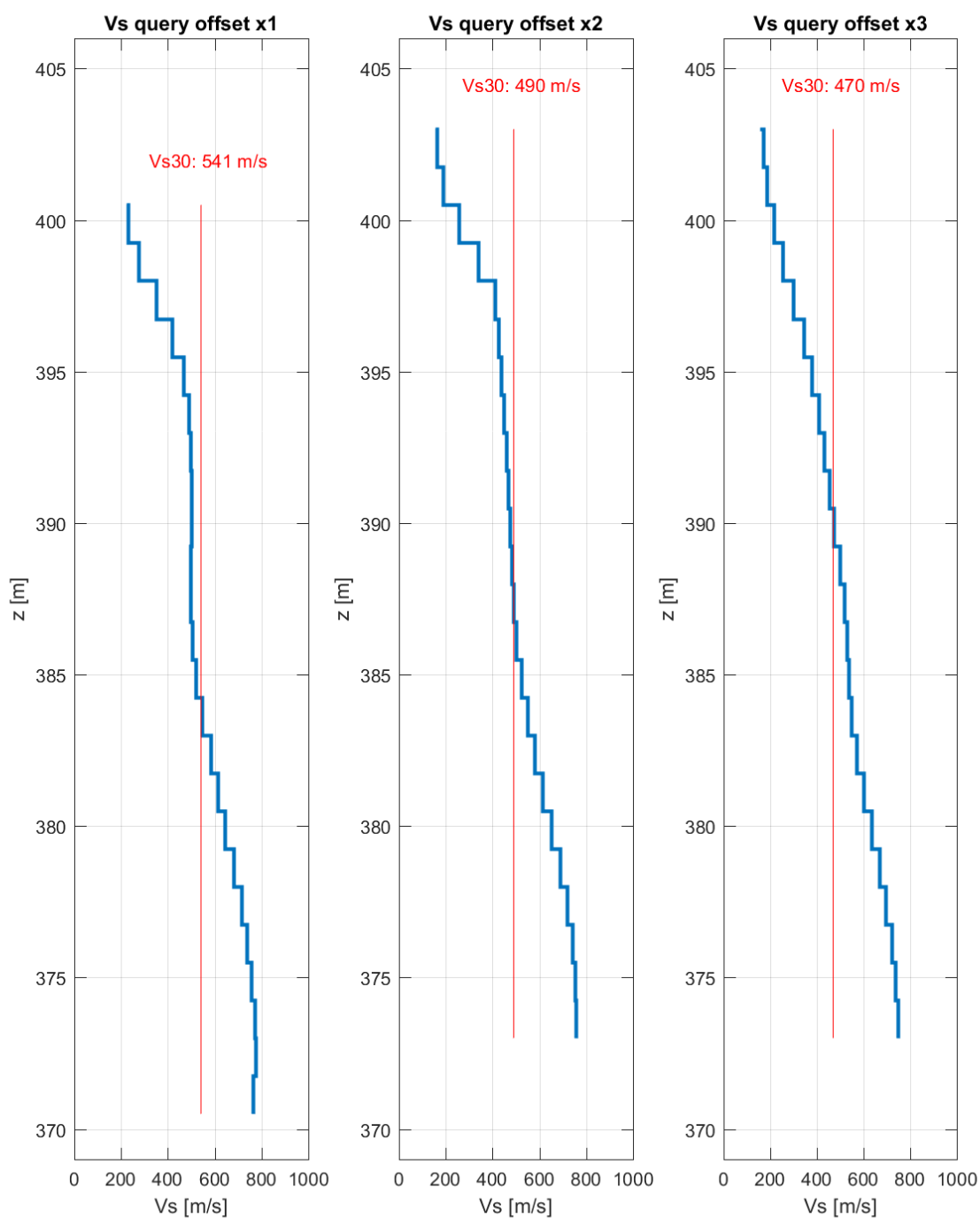


Figura 14: V_s intervallari e V_{s30} in corrispondenza dei tre offset indagati

4.1.2. Linea L2

La Linea L2 è lunga 150 m e si sviluppa da Sud-Ovest a Nord-Est, ortogonalmente quindi alla linea L1; essa presenta una quota di partenza a 405 m s.l.m. e quella di fine a 401 m s.l.m. In tavola la sezione viene proiettata da Sud-Est. In modo analogo, anche nella proiezione della sezione L2 viene riportata la posizione dell'incrocio con L1.

Osservando la sezione in onde P si identifica uno strato superficiale di circa 5-10 m e le velocità di questo primo livello coprono l'intervallo tra 800 e 1000 m/s. Un secondo strato è visibile nella parte centrale e destra dello stendimento, con uno spessore importante di circa 10 m e velocità di 1400-1600 m/s, che scompare all'inizio della linea. Il terzo strato osservabile accomoda la geometria dello strato sovrastante e si caratterizza da velocità di 2000 m/s, lungo tutto lo stendimento. Si riconosce al di sotto della terza unità un livello con velocità maggiori, intorno a 2600 m/s, prevalentemente nella parte centrale della linea.

Nella sezione in onde S lo strato superficiale risulta aumentato in termini di spessore, raramente inferiore ai 10 m: le velocità rappresentative di questo livello si attestano a 250 m/s. Il secondo strato, che risulta immergersi leggermente verso NE, si caratterizza da velocità di 450-550 m/s. A maggiore profondità, anch'esso immergente a NE, il terzo livello osservabile si identifica con velocità di 700-800 m/s.

Il calcolo delle V_{s30} in corrispondenza della linea L2 (Figura 16) ha restituito risultati analoghi, seppur maggiori, rispetto alla linea L1: ad un quarto della linea è stata calcolata una V_{s30} di 507 m/s, a metà stendimento una velocità media di 499 m/s, mentre a tre quarti della linea una V_{s30} di 458 m/s. Anche in questi punti di indagine non sono stati rilevati valori di Vs tali da poterne associare la presenza di bedrock nei primi 30 m.

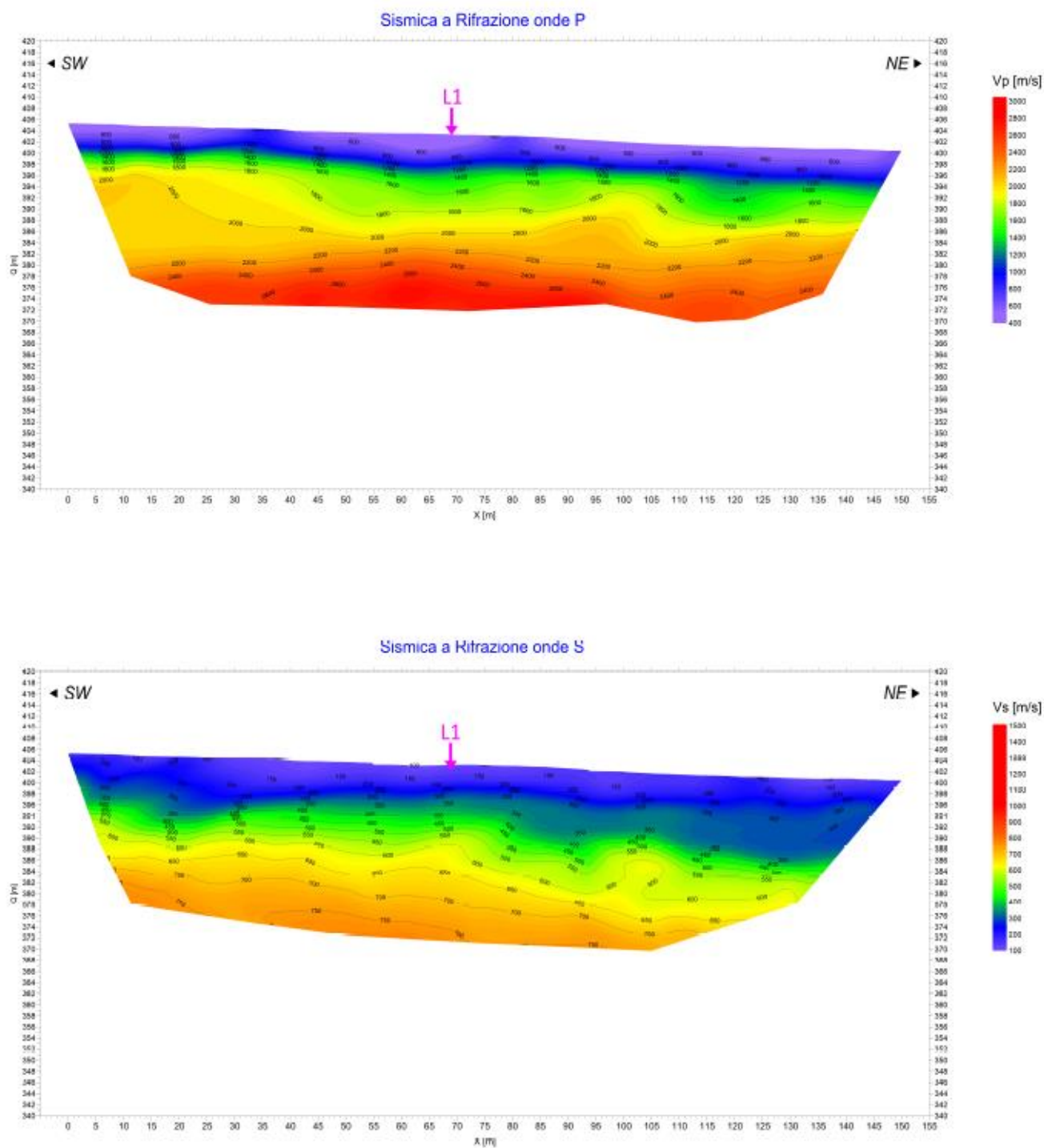


Figura 15: sezione L2, in alto onde P, in basso onde S

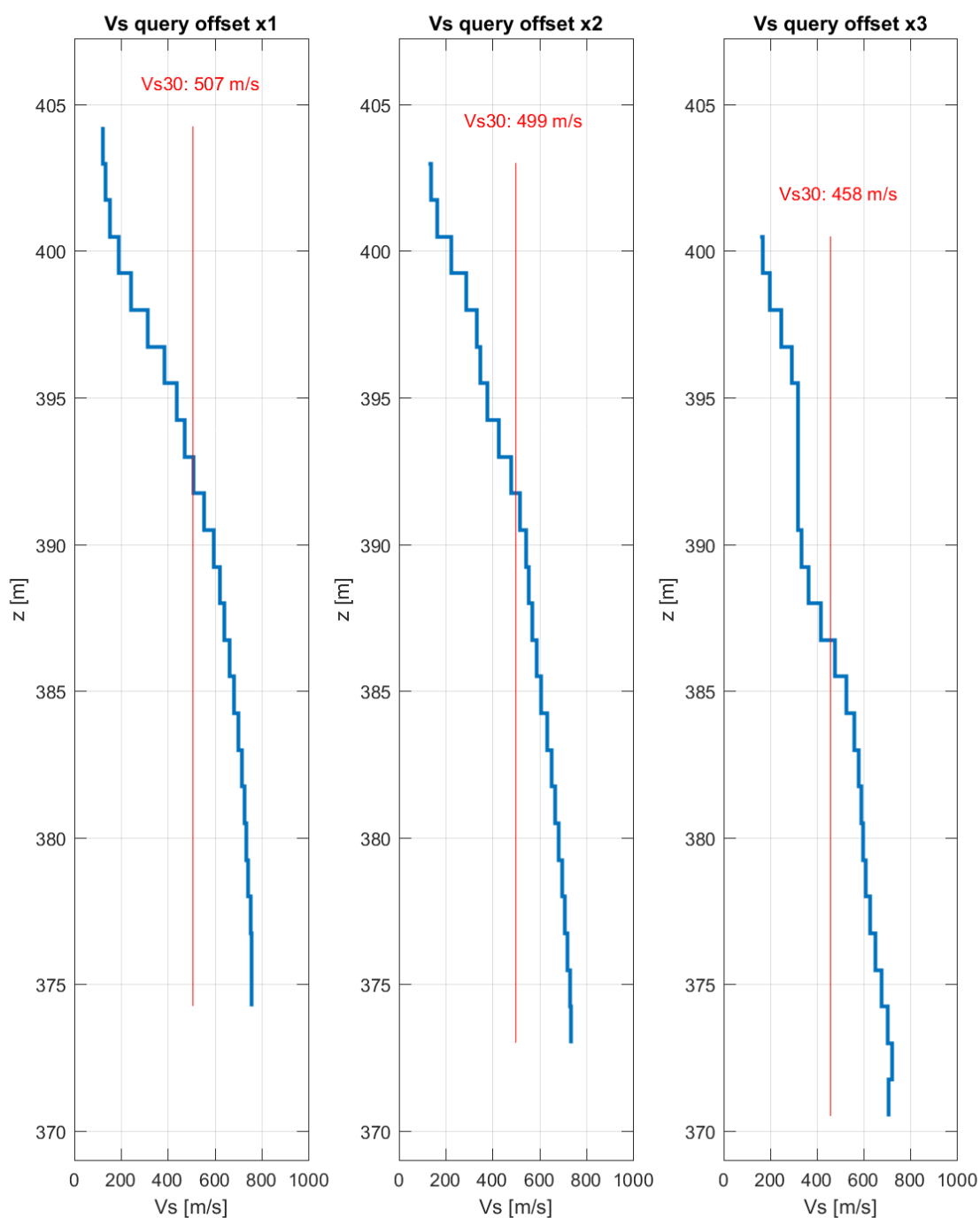


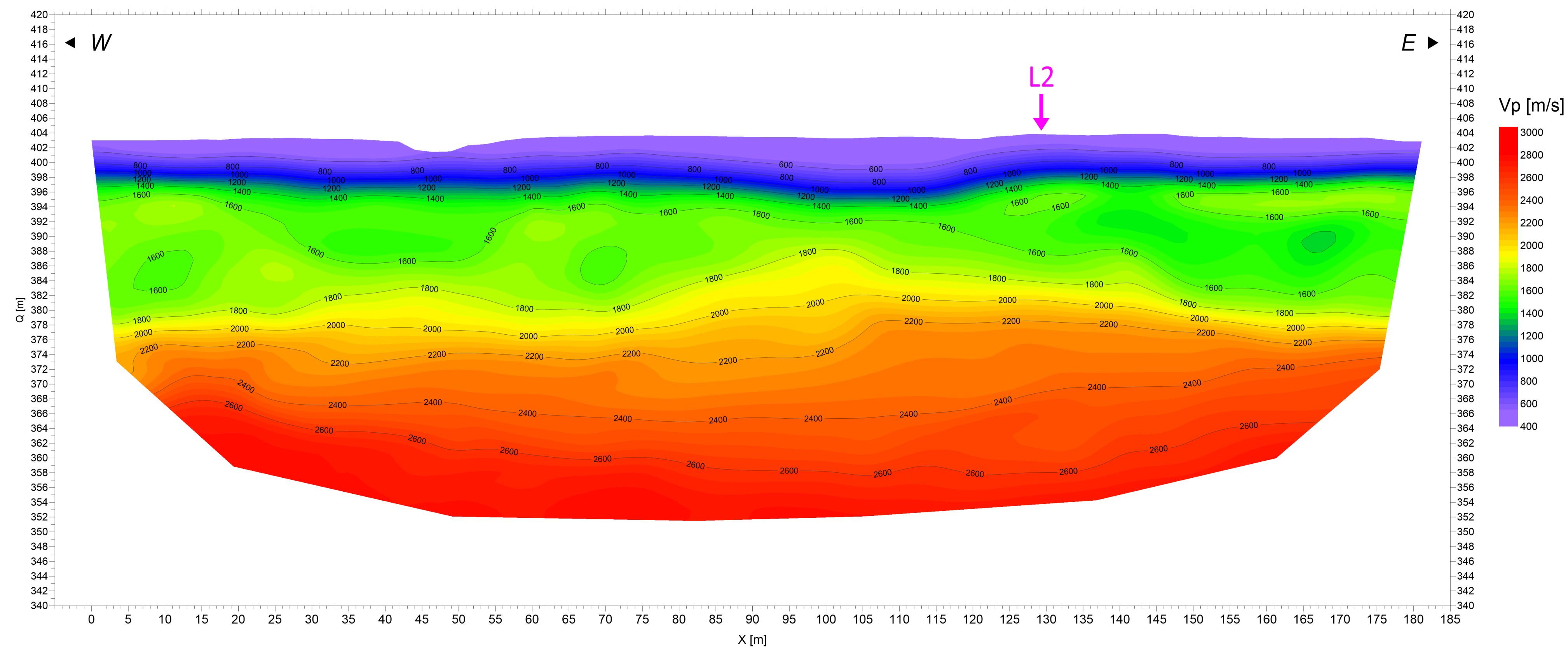
Figura 16: V_s intervallari e V_{s30} in corrispondenza dei tre offset indagati

TAVOLE

Montieri 7 - Linea L1

Vista da Sud

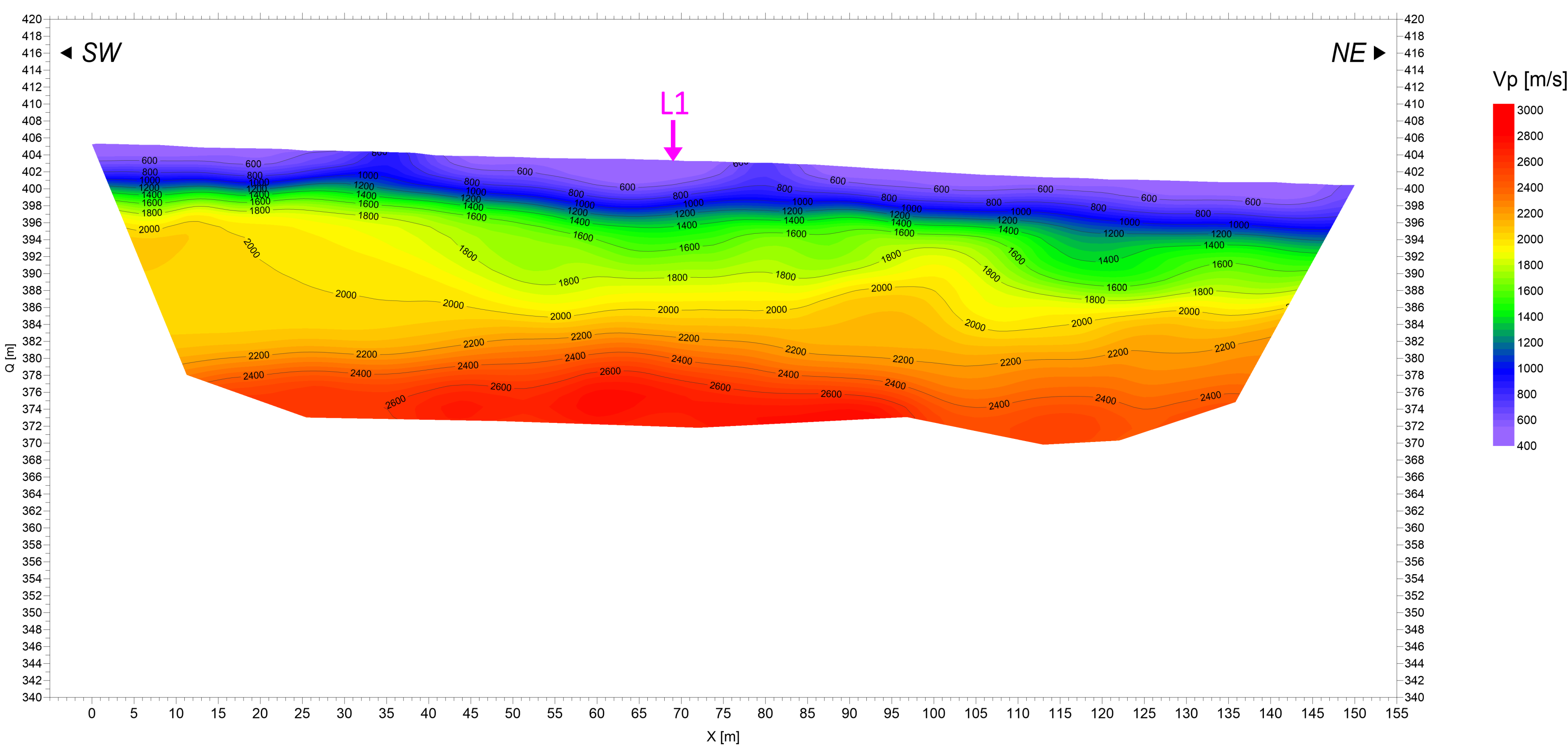
Sismica a Rifrazione onde P



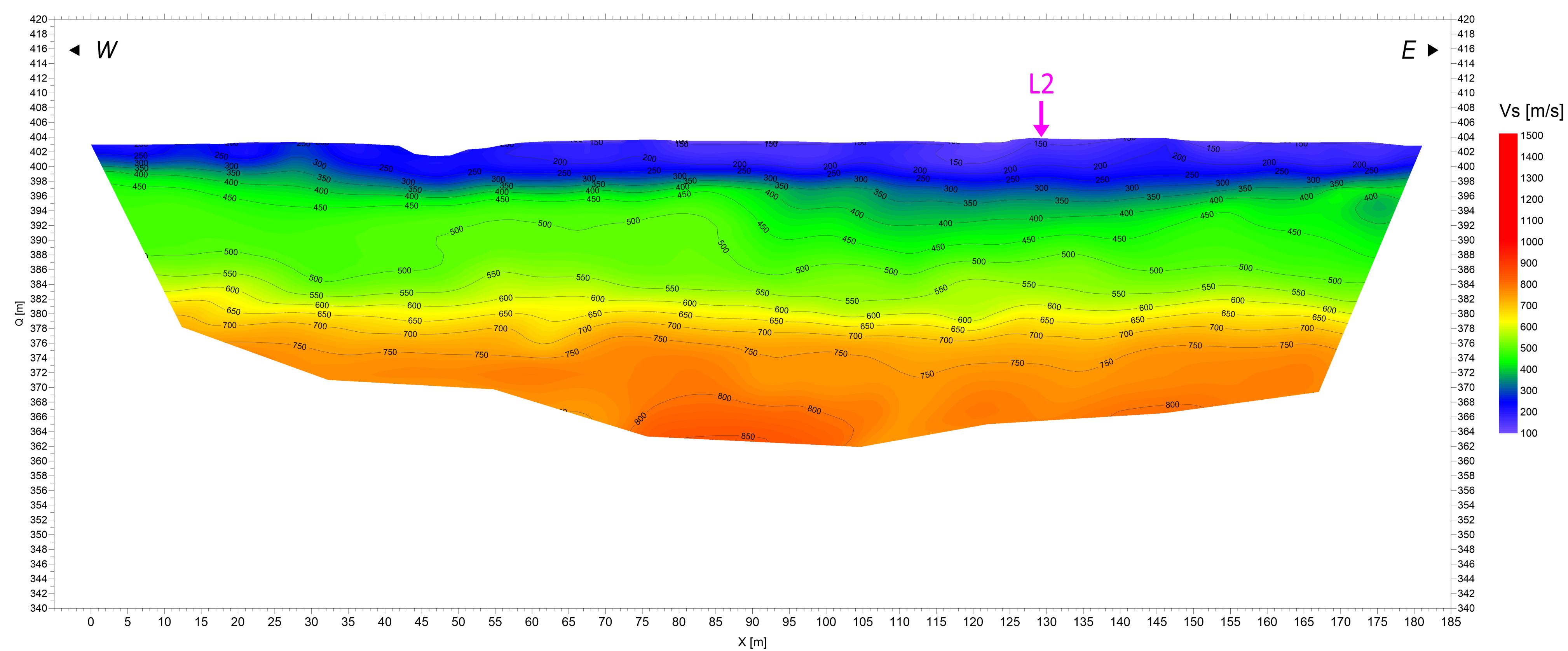
Montieri 7 - Linea L2

Vista da Sud-Est

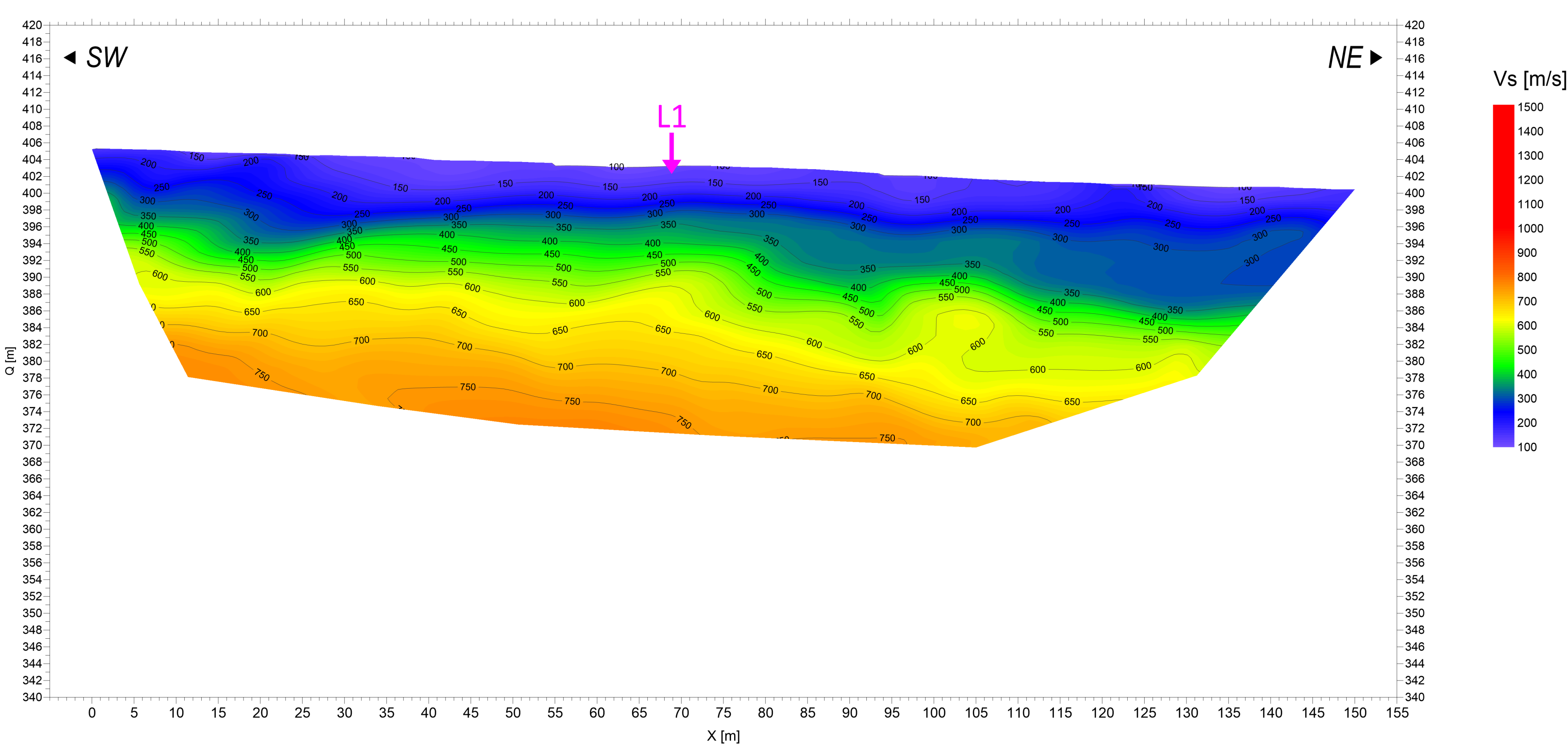
Sismica a Rifrazione onde P



Sismica a Rifrazione onde S



Sismica a Rifrazione onde S

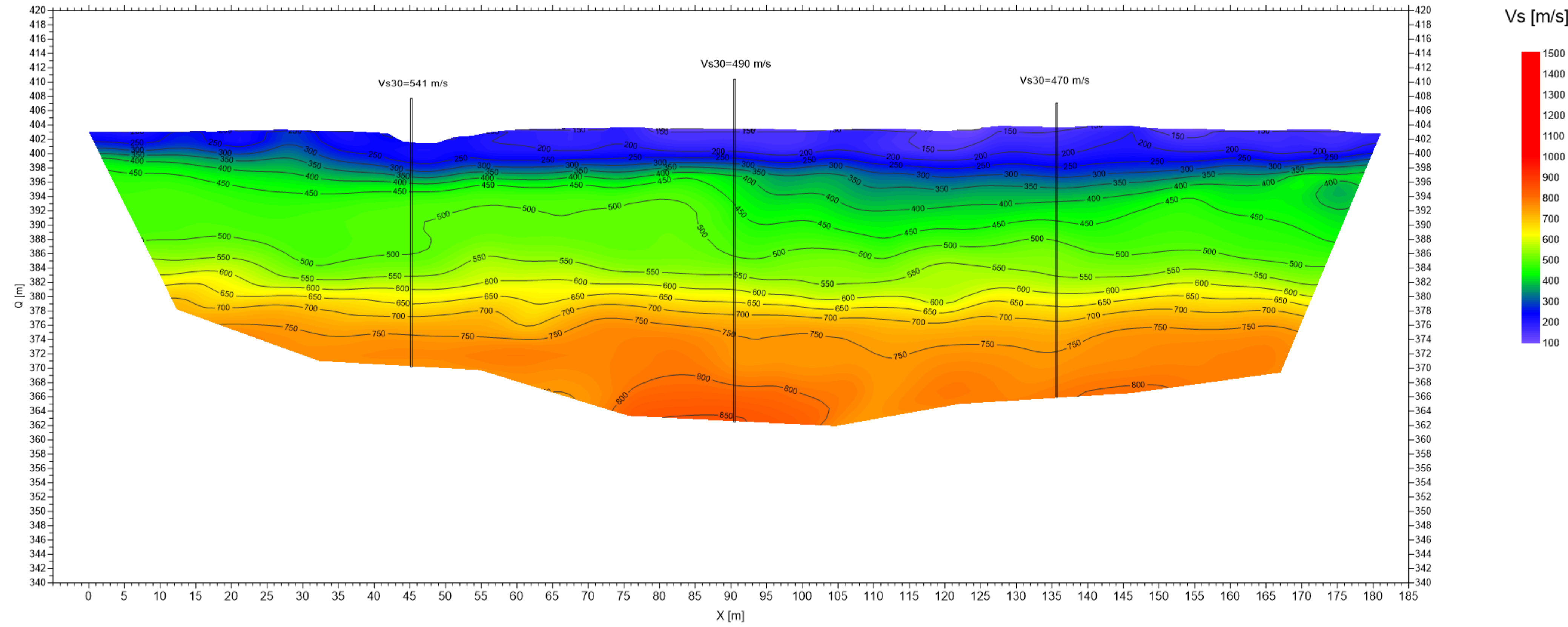
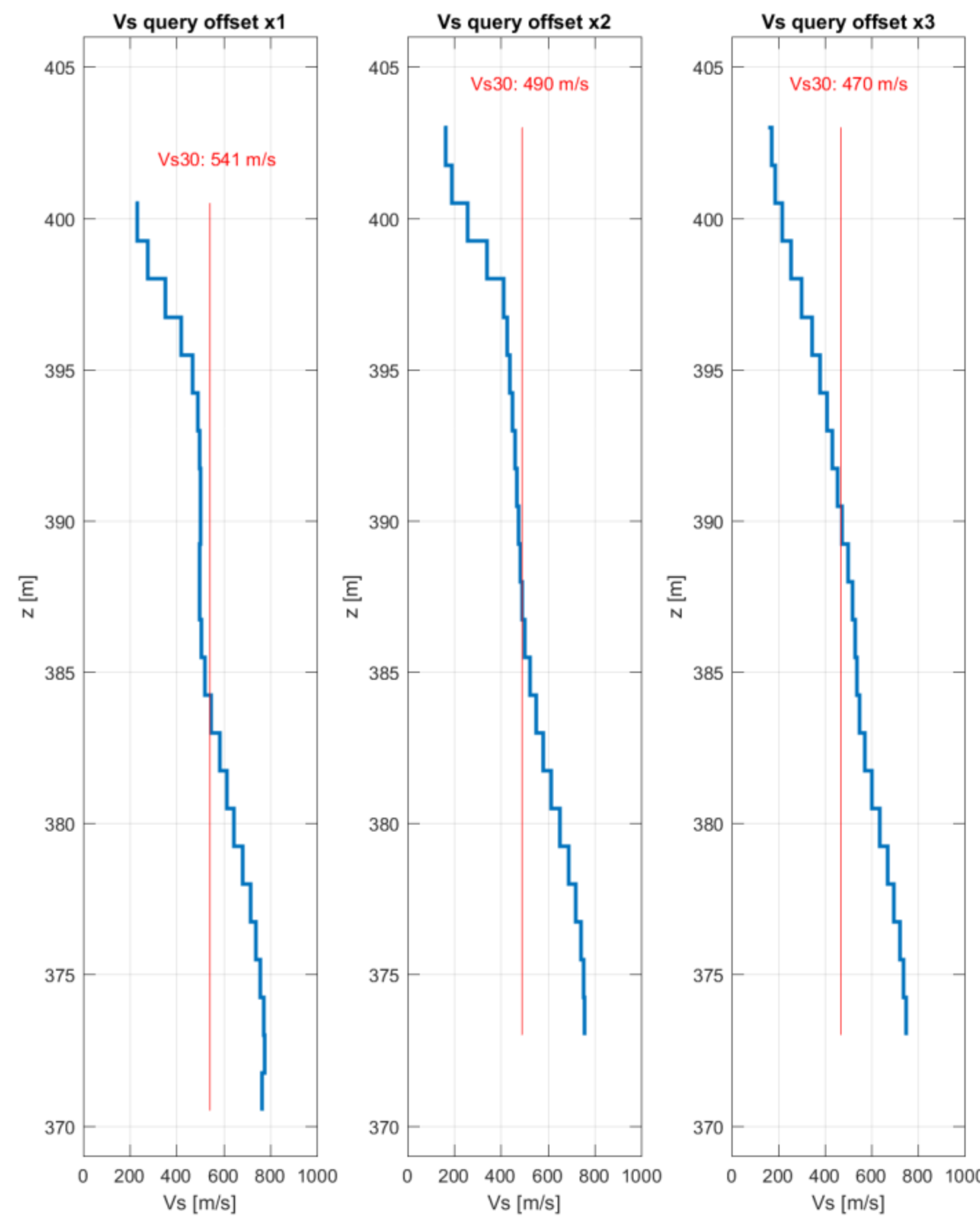


Ubicazione della Linea



Montieri 7 - Vs30

Linea L1



Linea L2

