

# VERDE 1 SRL

## REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc

### Tecnico

dott. Geol. Vincenzo Cortese

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
<b>V08</b>		<b>RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA</b>	<b>21094</b>	<b>D</b>		
			CODICE ELABORATO			
			<b>DC21094D-V08</b>			
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA			
<b>00</b>		-	-			
		NOME FILE	PAGINE			
		<b>DC21094D-V08.doc</b>	<b>278 + copertina</b>			
REV	DATA	MODIFICA		Elaborato	Controllato	Approvato
00	08/10/21	Emissione	Cortese	Cortese	Cortese	
01						
02						
03						
04						
05						
06						



**S O M M A R I O**

<b><u>1. PREMESSA</u></b>	<b>Pag. 02</b>
<b><u>2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO E DELLA ZONA INTERESSATA DALL'INTERVENTO</u></b>	<b>Pag. 04</b>
<b><u>3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO</u></b>	<b>Pag. 07</b>
<b><u>4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME</u></b>	<b>Pag. 10</b>
<b><u>5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA</u></b>	<b>Pag. 15</b>
<b><u>5.1 INDAGINI GEOTECNICHE IN SITU ESEGUITE</u></b> .....	<b>Pag. 19</b>
<b><u>5.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO</u></b> .....	<b>Pag. 21</b>
<b><u>6. MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO</u></b>	<b>Pag. 24</b>
<b><u>7. MODELLAZIONE SISMICA DEL LOTTO INVESTIGATO</u></b>	<b>Pag. 36</b>
<b><u>8. CONCLUSIONI</u></b>	<b>Pag. 48</b>



## 1. PREMESSA

Il sottoscritto:

- Geologo Vincenzo CORTESE, nato a Mugnano di Napoli (NA) il 28/12/1983 (C.F. **CRTVCN83T28F799C**) e residente in Bojano (CB) alla Via Gino di Biase n° 32, iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Molise* al n° **155** - sez. A "Geologi Specialisti",

con **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA** avente sede in BOJANO (CB) alla Via Barcellona n° 20, è stato incaricato da **ECAP SOLUTION GMBH** di eseguire uno studio di carattere geologico-tecnico nel tenimento del Comune di **LARINO (CB)** a corredo del PROGETTO denominato **“REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc”**.

E' stato effettuato un primo sopralluogo per constatare lo stato di fatto della zona di studio.

In seguito, sono stati compiuti ulteriori sopralluoghi, sia sull'area interessata dall'intervento che nelle aree adiacenti, allo scopo di ottenere una visione globale del territorio in cui si trova la zona interessata.

Il lavoro, nel rispetto delle **N.T.C. 2018**, ha avuto lo scopo di:

- *definire le condizioni morfologiche, idrogeologiche e tettoniche dell'area;*
- *valutare l'assetto litostratigrafico dell'area;*
- *definire la categoria sismica del sottosuolo secondo le Norme del D.M. 17 Gennaio 2018.*

PAGINA 2 di 54

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991  
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



Il lavoro stesso è altresì stato compilato in due fasi distinte e successive:

- nella prima fase è stata effettuata una analisi geomorfologica, idrogeologica, geologica e tettonica della zona in cui ricade l'area oggetto di studio;
- nella seconda fase è stato realizzato un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed è stata presenziata, diretta ed interpretata una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in situ.

Tutti i risultati desunti dalle indagini effettuate e le relative elaborazioni grafiche, si riportano nel presente fascicolo.

Di seguito si espongono le risultanze di cui trattasi e le considerazioni emerse dallo studio effettuato.



**Fig. 1: Immagine aerea dell'area allo studio.**



## **2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO E DELLA ZONA INTERESSATA DALL'INTERVENTO**

L'area oggetto di studio è collocata nel tenimento del comune di LARINO (CB) a quote comprese tra i 150 e 195 m s.m.l, e risulta cartografata nel F.° 154 "LARINO" della Carta Geologica D'Italia in scala 1: 100.000.

Lo studio geomorfologico, oltre che all'area direttamente interessata dall'opera in oggetto è stato esteso, in modo particolarmente accurato, ad un'ampia area ritenuta significativa ai fini della valutazione dei caratteri geomorfologici rilevanti per la stabilità dell'area stessa.

**A scala regionale** l'area, situata nelle Piane di Larino, presenta una situazione orografica che nell'insieme si presenta uniforme e con profili dolci e modellati senza soluzione di continuità.

**Alla meso-scala, dal punto di vista morfologico** la zona ha un profilo sub-pianeggiante con una debole vergenza a est.

**Dal punto di vista geomorfologico**, l'area ben si inquadra in un contesto dove prevalgono i fenomeni deposizionali. L'area, infatti, è collocata su una piana alluvionale.

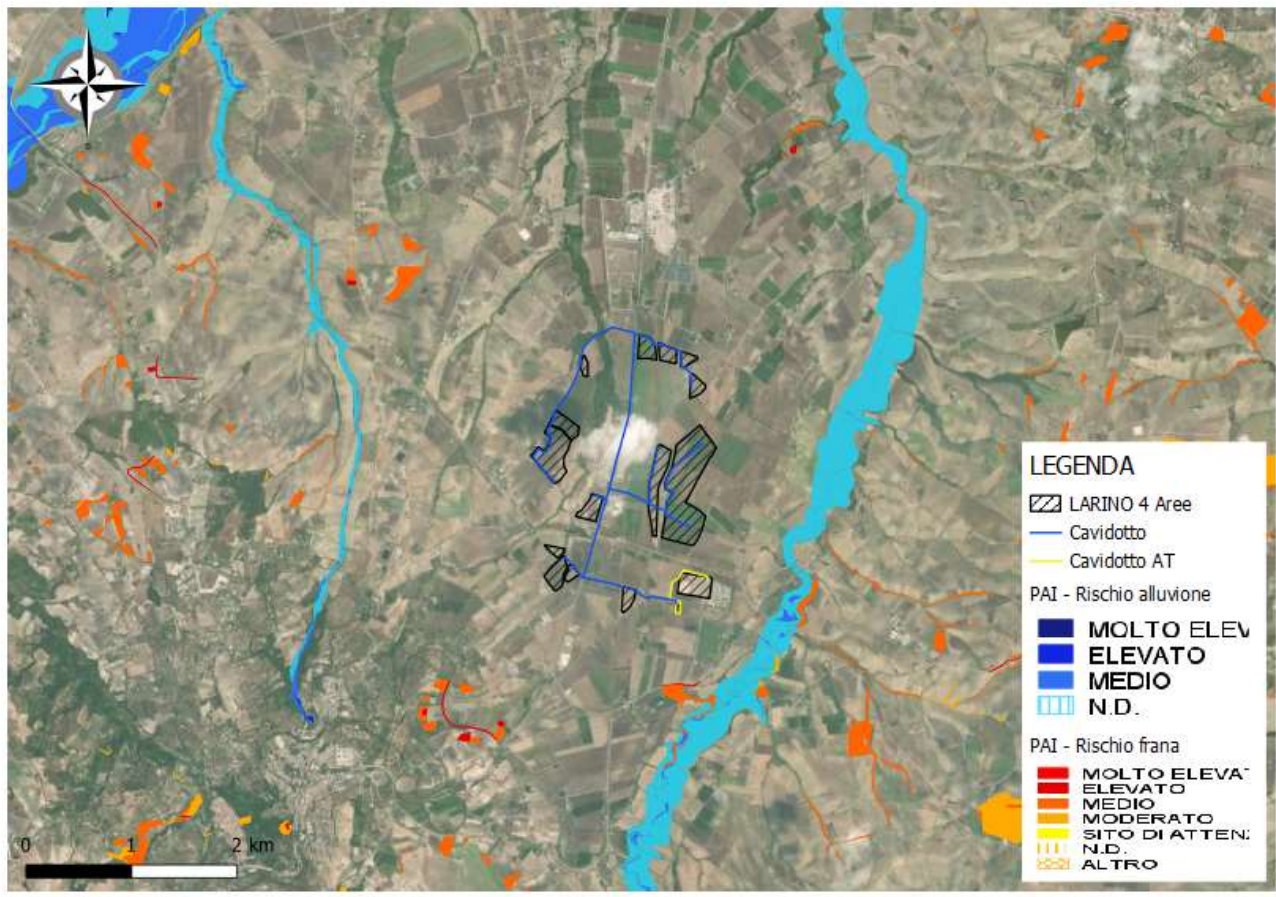
**Dal Punto di vista Litologico**, si registra la presenza di depositi argillosi di natura alluvionale.



Per quel che concerne la **caratterizzazione geomorfologica di dettaglio** del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata dall'**assenza di qualsiasi fenomeno di dissesto geomorfologico**.

Le pendenze molto esigue, unite alla competenza dei litotipi affioranti, conferiscono al territorio in questione un **alto indice di stabilità**, precludendo così ogni possibilità ai terreni di evolvere in forme di dissesto superficiale di tipo gravitativo.

**Si riporta in seguito la cartografia:**



***Fig. 2: Stralcio del P.A.I (Piano d'Assetto Geomorfologico)***



Detta area di intervento risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione da **RISCHIO DA FRANA** e **ALLUVIONE** definita dai Piani di Bacino.

**Il terreno interessato dal Progetto di cui in oggetto risulta quindi stabile, essendo privo di qualunque indizio di disequilibrio passato, in atto o potenziale in seno ai terreni oggetto di intervento.**

**Si riportano nel dettaglio stralci delle carte geomorfologiche delle aree d'intervento in scala 1:5.000:**



**Fig. 3: Stralcio della carta geomorfologica dell'area d'intervento in scala 1:5.000**



### **3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO**

**Lo schema generale** della circolazione idrica sotterranea dell'area di studio risulta strettamente controllato dall'assetto strutturale, ereditato dai complessi eventi tettonici che si sono verificati nel corso di milioni di anni.

L'area in esame ricade nel bacino del Fiume Biferno, principale fiume del Molise.

**Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche dell'area oggetto di intervento**, l'area è caratterizzata da una fitta rete di corsi d'acqua superficiali che confluiscono nel Fiume Biferno.

**In particolare** nell'area oggetto di studio, la situazione idrogeologica è da ritenersi piuttosto semplice e dipendente dalla diversa permeabilità dei terreni presenti. In particolare, la presenza di argille pressoché impermeabili dà luogo ad emergenze puntuali o lineari quando posti a contatto con i complessi calcarei.

**Dalle prove penetrometriche eseguite in sito non è stata rilevata la presenza di una falda superficiale.**



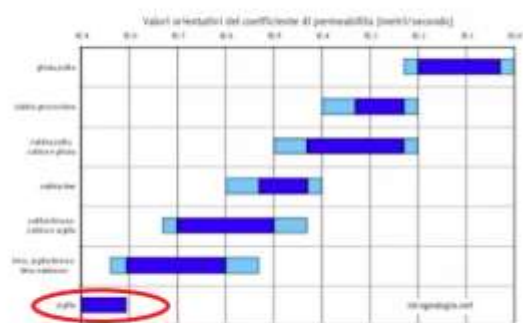


Si riporta di seguito la corografia dei bacini dell'area d'interesse in scala 1:25.000:



*Fig. 4: Corografia dei bacini dell'area d'interesse in scala 1:25.000*

Si riporta di seguito stralcio della carta idrogeologica di dettaglio dell'area di studio:



*Fig. 5: Carta idrogeologica di dettaglio dell'area di studio*



## **4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME**

**A scala regionale** l'area appartiene al settore del BASSO MOLISE, una delle sette aree nelle quali è stato suddiviso il Molise, di riferimento sia per la caratterizzazione dei contesti territoriali in cui ricadono i singoli geositi sia per gli aspetti concernenti la valorizzazione degli stessi.

Nonostante la sua limitata estensione, il territorio della regione Molise si distingue per una elevata diversità dal punto di vista geologico-ambientale che si rispecchia nei suoi caratteri fisiografici e paesaggistici. L'assetto geologico-strutturale della regione Molise, di notevole complessità, rappresenta sicuramente l'attributo territoriale più caratterizzante e la fonte principale della sua diversità.

L'Appennino molisano è parte di una più ampia catena (la catena appenninica meridionale) caratterizzata da una struttura a falde di ricoprimento di tipo "thrust and fold belt", tipica delle catene monovergenti, con direzione del trasporto orogenetico verso i quadranti nordorientali. Tale catena deriva dalla deformazione compressiva, realizzatasi durante il Miocene ed il Pliocene, del Margine continentale apulo-adriatico sviluppatosi a partire dal Trias e costituito da un'alternanza di piattaforme carbonatiche e bacini profondi.

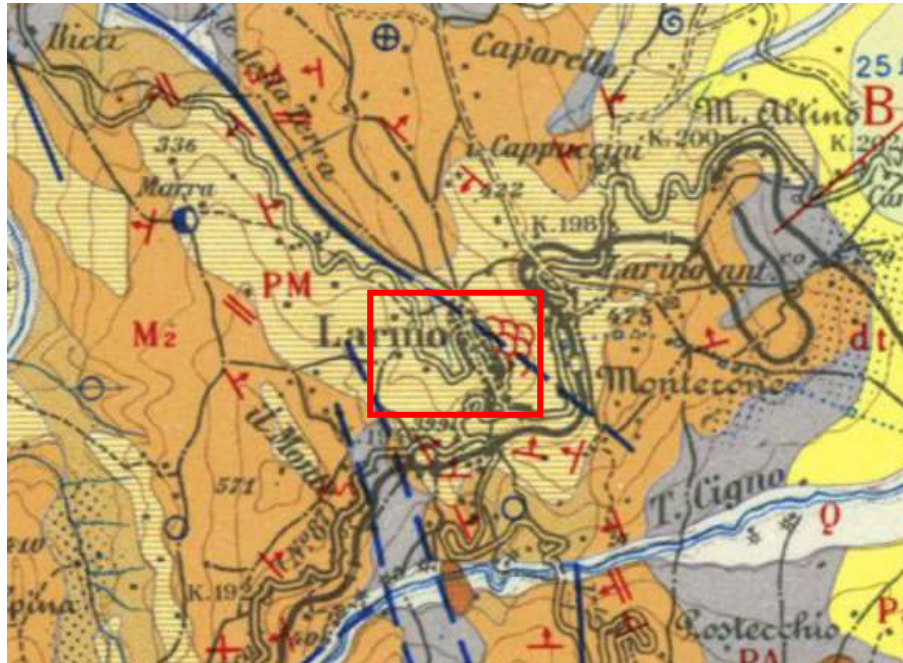
Le aree della porzione mediana ed esterna della catena appenninica molisana fanno graduale passaggio, verso la costa, ad un settore prevalentemente occupato da successioni di avanfossa plio-pleistocenica e le successioni costituite da depositi continentali quaternari riferibili a differenti ambienti deposizionali.

**In dettaglio** i depositi presenti nell'area di studio sono rappresentati da argille azzurre con lenti di argille sabbiose.



Si riporta in seguito cartografia.

La situazione geologica descritta è mostrata, di seguito, in **Figura 6**:



Pliocene



Argille azzurre verdastre, marne biancastre e sabbie giallo-brune, con livelli e lenti di argille sabbiose grigiastre, ricche, a luoghi, di macrofossili (*Pecten*, *Dentalium*, *Cardium*) e microfauna indicante graduale passaggio dal Pliocene inferiore al Miocene superiore («Messiniano»). Alla base lenti di puddinghe minute e, a volte, intercalate nella formazione ma per solito in potenti banchi a chiusura della stessa, conglomerati poligenici, fortemente cementati, con ciottoli marnosi e calcarei di varie dimensioni, forme ed età e con frequenti elementi di rocce cristalline. Argille varicolori, ma in prevalenza grigio-verdastre, in lenti ed ammassi di varie dimensioni.

**Fig. 6: Stralcio del F.° 154 “LARINO” della Carta Geologica D’Italia in scala 1: 100.000.**

Si riporta di seguito la carta geologica di dettaglio del sito d’interesse in scala 1:5.000:

**PAGINA 11 di 54**

**DOCT. GEOL. VINCENZO CORTESE**

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991  
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



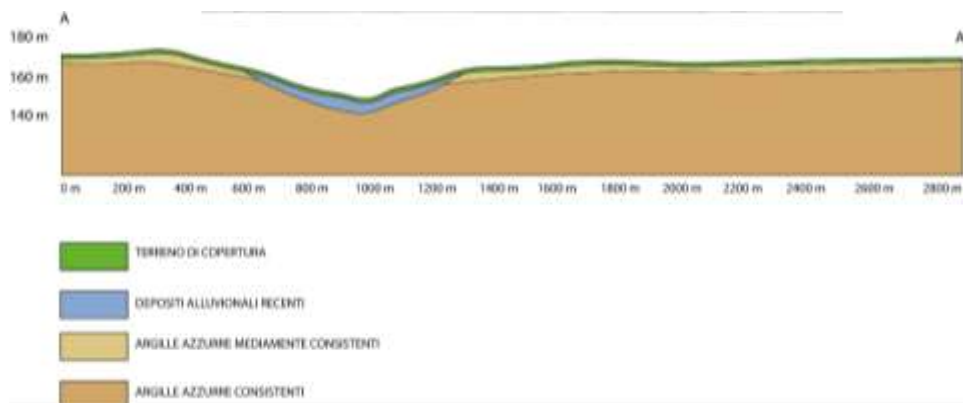
*Fig. 7: Carta geologica di dettaglio dell'area d'intervento*

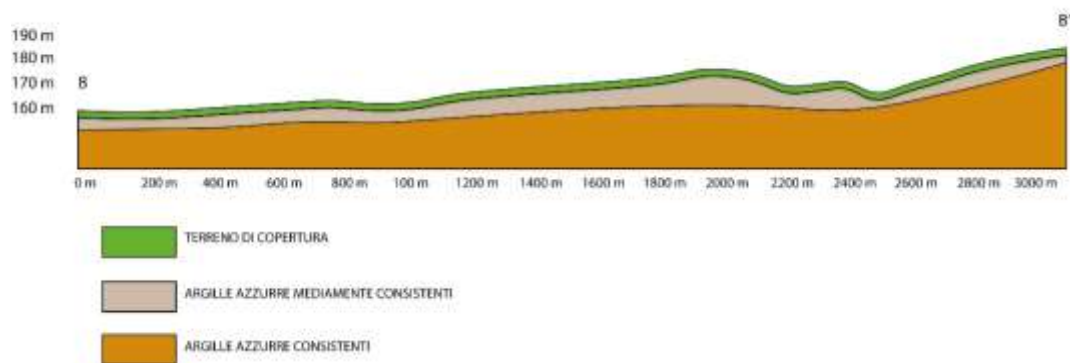
Si riportano di seguito le sezioni di dettaglio dell'area in esame:

**PAGINA 12 di 54**

**DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE**

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991  
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it





*Fig. 8: Sezioni geologiche di dettaglio dell'area in esame*



## **5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA**

Per la ricostruzione delle caratteristiche **geologiche, geotecniche e geofisiche** di dettaglio del lotto interessato dal Progetto di cui in oggetto è stato eseguito un rilevamento geologico esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in sito.

Le **indagini geotecniche in sito** sono consistite in:

- n. 22 **prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)**.

Le **indagini geofisiche in sito** sono infine consistite in:

- n° 22 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 22 stendimenti sismici (da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT);**
- n° 22 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw” (da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT).**

La corretta ubicazione delle indagini è riportata in **Figura 9**.





*Fig. 9: Ubicazione delle indagini effettuate nell'area di studio*

## **5.1 INDAGINI GEOTECNICHE IN SITU ESEGUITE**

**PAGINA 16 di 54**

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991  
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



## Prova Penetrometrica Dinamica DPSH

In questo paragrafo sono descritte le **indagini geotecniche in sito** effettuate nell'area di studio, consistite precisamente in:

- N° 22 Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH, spinte rispettivamente fino ad una profondità pari a 3,20 - 3,40 - 3,00 - 3,80 - 3,60 - 3,00 - 3,40 - 4,00 - 4,20 - 7,80 - 7,00 - 7,40 - 7,80 - 7,00 - 7,00 - 6,80 - 7,20 - 6,00 - 4,60 - 4,80 - 6,80 - 7,20 metri dal p.c.

Tale campagna di **indagini geotecniche in sito** è stata eseguita, nel mese di MAGGIO 2021, da **Impresa Geosecure SRL** con sede in Roma (RM).

La **prova penetrometrica dinamica DPSH** (Dynamic Probing Super Heavy) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 20 cm di affondamento.

L'attrezzatura è composta da una batteria di aste lunghe 1 metro con diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 60°, e da un maglio battente di 63.5 kg che viene fatto cadere da un'altezza di 75 cm.

La prova viene generalmente eseguita a partire dal piano campagna, ma in alcuni casi può essere anche condotta come proseguimento di una prova statica interrotta a causa di un livello ad elevata resistenza.

Le informazioni fornite dalle prove penetrometriche dinamiche sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Il campo di utilizzazione è molto vasto, potendo essere eseguita praticamente in tutti i tipi di terreno, anche se viene tendenzialmente effettuata su terreni a granulometria grossolana.

## METODOLOGIA

### PAGINA 17 di 54

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



La prova penetrometrica dinamica consiste nell'ingfiere nel terreno una punta conica (pertratti consecutivi  $d$ ) misurando il numero di colpi  $N$  necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- *peso massa battente  $M$*
- *altezza libera caduta  $H$*
- *punta conica: diametro base cono  $D$ , area base  $A$  (angolo di apertura  $\alpha$ )*
- *avanzamento (penetrazione)  $d$*
- *presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).*



Con riferimento alla classificazione **ISSMFE** (1988) dei diversi tipi di **penetrometri dinamici** (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo **LEGGERO (DPL)**

- tipo **MEDIO (DPM)**

- tipo **PESANTE (DPH)**

- tipo **SUPERPESANTE (DPSH)**

### Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25 m
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25 m

**In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici** (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30)** (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $d = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.
- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20)** (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $d = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### PAGINA 19 di 54

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



- **DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)**  
*massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $d = 30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A = 20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni.*
- **DINAMICO SUPERPESANTE DPSH (Tipo EMILIA)**  
*massa battente  $M = 63.5$  kg, altezza caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $d = 20-30$  cm, punta conica ( $\alpha = 90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5 - 51,0$  mm, area base cono  $A = 20,0 - 20,43$  cm<sup>2</sup>, rivestimento/ fango bentonitico : talora previsto*

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO PER LA SEGUENTE INDAGINE

### TG 63-200 EML .C Pagani

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

Rif. Norme	DIN 4094
PESO MASSA BATTENTE : M	63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA : H	0,75m
PESO SISTEMA BATTUTA : Ms	0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA: D	51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA : A	20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA: $\alpha$	90°
LUNGHEZZA DELLE ASTE: La	1,00m
PESO ASTE PER METRO: Ma	6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA: P1	0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA : $\delta$	0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA: N= N(20)	Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO $Q = (MH) / (A \delta) = 11,65565$ kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT: Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )	
COEFF.TEORICO DI ENERGIA $\beta = Q/Qspt = 1,489$ (teoricamente: Nspt = $\beta$ 1 N)	

**In ALLEGATO N. 1 sono riportati i certificati relativi alle prove eseguite.**



## 5.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

E' stata eseguita, nell'area allo studio, una **campagna di indagini geofisiche in sito** risultata costituita, nello specifico, da:

- n° 22 prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 22 stendimenti sismici (da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT)
- n° 22 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw” (da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT).

Le **indagini geofisiche** sono state eseguite dalla **Ditta GEOSECURE SRL.**, con sede in Roma (RM), nel mese di MAGGIO 2021.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione delle prospezioni con metodologia di indagine “MASW” hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame; nel caso specifico si sono ottenuti tali risultati:

- Vs Equivalente M1 pari a **422 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M2 pari a **468 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M3 pari a **414 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M4 pari a **424 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**

PAGINA 21 di 54

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991

e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



- Vs Equivalente M5 pari a 408 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M6 pari a 396 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M7 pari a 454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M8 pari a 403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M9 pari a 416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M10 pari a 519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B;
- Vs Equivalente M11 pari a 546 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M12 pari a 539 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M13 pari a 511 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M14 pari a 454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M15 pari a 403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M16 pari a 416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M17 pari a 522 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M18 pari a 514 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M19 pari a 519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M20 pari a 413 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B.
- Vs Equivalente M21 pari a 401 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M22 pari a 404 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B.



Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di  $V_{seq}$  valido per detto intervallo è stato possibile classificare sismicamente il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo **B**: tale sottosuolo è definito come *“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”*, secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.





## **6 MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO**

La consultazione dei **dati di Letteratura** disponibili per l'area di studio, la **diretta osservazione di campo** ottenuta durante il **rilevamento geologico di dettaglio** effettuato sia direttamente nell'area di intervento che nelle zone adiacenti (al fine di ampliare la visione dei terreni affioranti e delle strutture geologiche presenti) e le **ricostruzioni lito-stratigrafiche** derivanti dalla consultazione dei sondaggi geognostici esistenti nelle immediate vicinanze del sito di intervento opportunamente verificati mediante le informazioni acquisite dalla lettura dei risultati provenienti dall'esecuzione della **campagna di indagini geofisiche in sito**, hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

Per il sito di specifico interesse è pertanto possibile definire il seguente **modello geologico di riferimento basato:**

<b>PROFONDITA'</b>	<b>STRATIGRAFIA</b>
<b>DA 0,00 A 3,00 MT</b>	TERRENO DI COPERTURA
<b>DA 3,00 A 7,80 MT</b>	ARGILLE AZZURRE MEDIAMENTE CONSISTENTI
<b>DA 7,80 A 30,00 MT</b>	ARGILLE AZZURRE CONSISTENTI



## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dall'esecuzione delle prospezioni geotecniche in sito di tipo **DPSH** eseguite nell'area è stato possibile produrre le seguenti tabelle mostranti i parametri geotecnici fondamentali del terreno di fondazione:

### PROVA N.1

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,20	12	Coesivo	1,46	2,00	2,20	6-12	120,00	120,00	23,80
2	DA METRI 2,20 A METRI 3,20	46	Coesivo	5,50	2,50	2,50	16-22	418,90	418,90	93,24

### PROVA N.2

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,20	12	Coesivo	1,50	2,02	2,22	6-12	120,30	120,30	24,06
2	DA METRI 2,20 A METRI 3,40	42	Coesivo	5,23	2,50	2,50	16-22	418,60	418,60	83,72



## PROVA N.3

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 1,80	11	Coesivo	1,38	2,00	2,20	6-12	110,20	110,20	22,04
2	DA METRI 1,80 A METRI 3,00	44	Coesivo	5,51	2,50	2,50	16-22	441,10	441,10	88,22

## PROVA N.4

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,20	11	Coesivo	1,38	2,00	2,20	6-12	110,70	110,70	22,14
2	DA METRI 2,20 A METRI 3,80	38	Coesivo	4,75	2,41	2,50	16-22	379,80	379,80	75,96



## PROVA N.5

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,00	9	Coesivo	1,09	1,93	2,12	6-12	109,00	87,20	17,44
2	DA METRI 2,00 A METRI 3,60	47	Coesivo	5,92	2,50	2,50	16-22	473,80	473,80	94,76

## PROVA N.6

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,00	9	Coesivo	1,07	1,92	2,11	6-12	107,13	85,70	17,14
2	DA METRI 2,00 A METRI 3,00	47	Coesivo	5,90	2,50	2,50	16-22	472,30	472,30	94,46



## PROVA N.7

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,00	9	Coesivo	1,13	1,93	2,12	6-12	112,75	112,75	18,04
2	DA METRI 2,00 A METRI 3,40	48	Coesivo	5,99	2,50	2,50	16-22	479,20	479,20	95,84

## PROVA N.8

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,20	9	Coesivo	1,16	1,95	2,20	6-12	116,13	92,90	18,58
2	DA METRI 2,20 A METRI 4,00	45	Coesivo	5,68	2,50	2,50	16-22	454,50	454,50	90,90



## PROVA N.9

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 2,20	9	Coesivo	1,18	1,95	2,14	6-12	117,88	94,30	18,86
2	DA METRI 2,20 A METRI 4,20	43	Coesivo	5,32	2,50	2,50	16-22	425,60	425,60	85,12

## PROVA N.10

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,40	9	COESIVO	1,15	1,94	2,13	6-15	114,50	91,60	18,32
2	DA METRI 6,40 A METRI 7,80	31	COESIVO	3,92	2,19	2,42	20-25	313,70	313,70	62,74



## PROVA N.11

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,00	8	COESIVO	0,97	1,89	1,90	6-15	97,25	77,80	15,56
2	DA METRI 6,00 A METRI 7,00	37	COESIVO	4,59	2,35	2,50	20-25	367,00	367,00	73,40

## PROVA N.12

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,40	8	COESIVO	1,03	1,91	2,10	6-15	103,38	82,70	16,54
2	DA METRI 6,40 A METRI 7,40	39	COESIVO	4,93	2,49	2,50	20-25	394,00	394,00	78,80



## PROVA N.13

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,80	10	COESIVO	1,27	1,97	2,17	6-15	101,40	101,40	20,28
2	DA METRI 6,80 A METRI 7,80	37	COESIVO	4,59	2,35	2,50	20-25	367,00	367,00	73,40

## PROVA N.14

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,20	10	COESIVO	1,21	1,96	2,16	6-15	121,25	97,00	19,40
2	DA METRI 6,20 A METRI 7,00	39	COESIVO	4,89	2,47	2,50	20-25	391,00	391,00	78,20





## PROVA N.15

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,00	10	COESIVO	1,25	1,97	2,17	6-15	100,30	100,30	20,06
2	DA METRI 6,20 A METRI 7,00	34	COESIVO	4,29	2,26	2,50	20-25	342,90	342,90	68,58

## PROVA N.16

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,00	11	COESIVO	1,35	1,99	2,19	6-15	107,80	107,80	21,56
2	DA METRI 6,00 A METRI 6,80	36	COESIVO	4,56	2,34	2,50	20-25	364,70	364,70	72,94



## PROVA N.17

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,00	10	COESIVO	1,28	1,97	2,17	6-15	102,30	102,30	20,46
2	DA METRI 6,00 A METRI 7,20	35	COESIVO	4,42	2,30	2,50	20-25	353,40	353,40	70,68

## PROVA N.18

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometrico $E_{ed}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young $E_{el}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenza alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 4,60	11	COESIVO	1,32	1,98	2,18	6-13	105,30	105,30	21,06
2	DA METRI 4,60 A METRI 6,00	38	COESIVO	4,70	2,39	2,50	20-25	376,00	376,00	75,20



## PROVA N.19

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 3,00	11	COESIVO	1,35	1,99	2,19	6-13	108,30	108,30	21,66
2	DA METRI 3,00 A METRI 4,60	38	COESIVO	4,77	2,42	2,50	20-25	381,70	381,70	76,34

## PROVA N.20

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo $\phi$	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 3,20	10	COESIVO	1,28	1,97	2,17	6-13	102,40	102,40	20,48
2	DA METRI 3,20 A METRI 4,80	38	COESIVO	4,72	2,40	2,50	18-22	377,80	377,80	75,56



## PROVA N.21

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo φ	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 5,80	9	COESIVO	1,19	1,95	2,14	6-15	118,63	94,90	18,98
2	DA METRI 5,80 A METRI 6,80	39	COESIVO	4,85	2,46	2,50	20-25	388,00	388,00	77,60

## PROVA N.22

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo φ	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc Resistenz a alla punta (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DA METRI 0,00 A METRI 5,60	10	COESIVO	1,20	1,95	2,14	6-13	119,63	95,70	19,14
2	DA METRI 5,60 A METRI 7,20	39	COESIVO	4,82	2,44	2,50	20-25	385,30	385,30	77,06

Dall'esecuzione delle prove penetrometriche e dalla lettura di dati di letteratura, è possibile caratterizzare geotecnnicamente il terreno fino a 30 m:

Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesion e non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo φ	Mod. Edometri co E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Elastico di Young E <sub>el</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
DA METRI 7,80 A METRI 30,0		COESIVO	5	2,44	2,50	24-28	400	400



## 7 MODELLOZIONE SISMICA DEL LOTTO INVESTIGATO

Definire i modelli di comportamento dei materiali superficiali (che possono costituire possibili piani di posa di sistemi fondali), in chiave sismica, significa trattare di una problematica di notevole interesse nell'ambito di ricerche di carattere geologico-tecnico e geofisico applicate all'Ingegneria.

Determinare il comportamento di un litotipo, vale a dire la risposta a sollecitazioni costanti o variabili nel tempo, significa definire la o le relazioni sforzo-deformazioni sue caratteristiche, tramite i Moduli Elastici.

In particolare, in un contesto di **prevenzione da rischio sismico**, di notevole importanza è la valutazione della “**Risposta sismica locale**”, che consiste nel definire come i terreni più superficiali d'interesse ingegneristico, rispondono alle sollecitazioni prodotte da un evento sismico, modificandone le caratteristiche spettrali, nel senso di amplificazioni e/o attenuazioni in termini di ampiezze delle onde.

Da tali modifiche, è noto, dipendono i maggiori danni alle strutture durante una scossa di terremoto, poiché la vulnerabilità di un edificio è funzione oltre che della durata e dell'intensità della sollecitazione, principalmente dall'ampiezza delle onde di Taglio.

L'assetto litostratigrafico locale del sito investigato, e comunque di gran parte dell'intero territorio comunale, rappresenta, da questo punto di vista, una tipica “situazione geologica a Rischio”, per la notevole possibilità che si verificano fenomeni di amplificazioni o risonanze dei sistemi terreno-strutture.



## RIFERIMENTI VALIDI PER L'AREA ALLO STUDIO

Il sito in esame, sulla base della **Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano** secondo l'**Ordinanza n° 3234** del 29 luglio 2003 emanata dal **Presidente del Consiglio dei Ministri**, successivamente ripresa dal **D.M. 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”**, è compreso in **ZONA SISMICA 2**.

E' quindi necessario comunicare ai Progettisti che in fase di calcolo delle strutture in progetto sarà necessario tener conto di un incremento di spinta legato ad azioni sismiche agenti di taglio.

I dati di letteratura mostrano, inoltre, che la zona di studio ed è situata in un'area caratterizzata da spessori della coltre di copertura inferiori a 30,00 metri e quindi potrebbe essere interessata da **possibili fenomeni di amplificazione di sito per frequenze inferiori ad 1 Hz**.

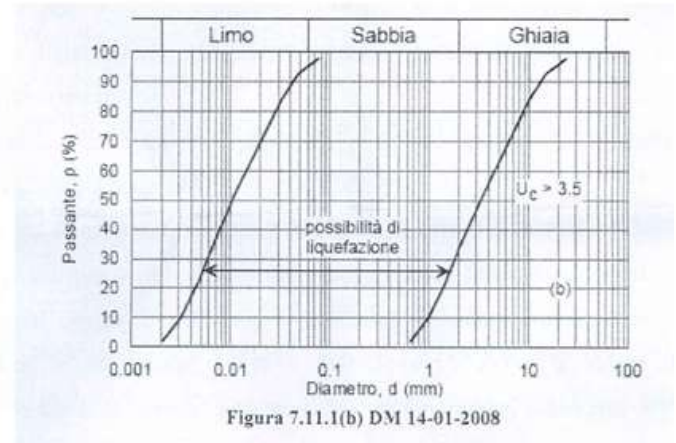
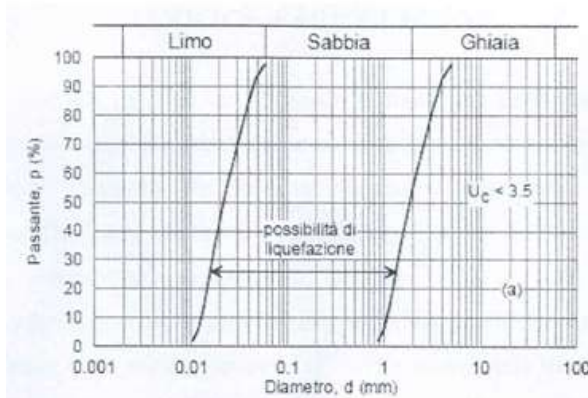
## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione dinamica assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi; il meccanismo di tale fenomeno dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma (magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima al sito) che da quelle del terreno (distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in situ iniziale, etc.). La previsione della pericolosità di liquefazione si basa, oltre che sui parametri del sisma atteso, sulla stima di un “potenziale di liquefazione” del terreno, il quale dipende da una serie di parametri geotecnici. Come riportato nel par.7.11.3.4.2 del DM 14-01-2008 e modificata nelle N.T.C. 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;



- 2) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N)_{60} > 30$  oppure  $q_{clN} > 180$  dove  $(N)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e  $q_{clN}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 4) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



Nel caso specifico, dato l'assortimento granulometrico del terreno, lo stesso non è liquefacibile.



## CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Riguardo alla classificazione sismica dei suoli di fondazione *in situ* prevista dalla Normativa in vigore (D.M. 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), vengono identificate n° 5 classi (denominate rispettivamente A, B, C, D e E) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

CAT.	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valore di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
<b>B</b>	<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</b>
<b>C</b>	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 <b>180 m/s e 360 m/s</b>
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 <b>100 m/s e 180 m/s</b>
<b>E</b>	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





Per  $V_{seq}$  s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione delle prospezioni con metodologia di indagine "MASW" hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame; nel caso specifico si sono ottenuti tali risultati:

- Vs Equivalente M1 pari a **422 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M2 pari a **468 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M3 pari a **414 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M4 pari a **424 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M5 pari a **408 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M6 pari a **396 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M7 pari a **454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M8 pari a **403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M9 pari a **416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M10 pari a **519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B;**
- Vs Equivalente M11 pari a **546 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M12 pari a **539 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M13 pari a **511 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M14 pari a **454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**



- Vs Equivalente M15 pari a **403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M16 pari a **416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M17 pari a **522 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M18 pari a **514 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M19 pari a **519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M20 pari a **413 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B.**
- Vs Equivalente M21 pari a **401 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M22 pari a **404 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di  $V_{seq}$  valido per detto intervallo è stato possibile classificare sismicamente il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo B: tale sottosuolo è definito come “*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*”, secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.



## STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Il **D.M. 17 gennaio 2018** (*Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche*) decreta che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "**pericolosità sismica di base**" del sito di costruzione.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La **pericolosità sismica** è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se** (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza **PVR**, nel periodo di riferimento **VR**.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento **PVR**, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **ag** = accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **Tc\*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



Nella presente relazione, per il sito considerato, sono forniti valori di **ag**, **Fo** e **Tc\*** necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Il "**range**" dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto, risulta caratterizzato da valori della **V<sub>seq</sub>** riconducibili alla Categoria di **Suolo di tipo B**. Come anzi detto, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso lo spettro di risposta elastico.

Una volta individuate le coordinate del sito in oggetto sono state inserite nel programma che, riferendosi ad una griglia di parametri spettrali di riferimento che copre tutto il territorio nazionale con passo di circa 15 Km per nodo, ha ricavato i valori di **Ag**, **Fo** e **Tc\*** riferiti al punto indicativo del sito in oggetto, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), ossia in assenza di effetti locali.

Questi parametri degli spettri di risposta come detto in precedenza sono relativi ad un sito privo di effetti al suolo, ossia senza effetti locali stratigrafici e topografici.

Per quanto riguarda l'amplificazione stratigrafica la norma individua due fattori di incremento **Ss** e **Cc** in funzione della **categoria di sottosuolo** di fondazione calcolata nel sito di realizzazione, mentre per quanto riguarda l'amplificazione topografica la norma individua quattro classi di variabilità assegnando a ciascuna un valore del coefficiente stratigrafico **Ts**.

Nelle **tabelle** successive vengono riportati i **range di variabilità** dei **coefficienti di amplificazione**:



Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
→ T1		1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

**Tabella 1: Valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T$  per le diverse categorie topografiche.**

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1.00	1.00
→ B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_o \cdot \frac{a_f}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

**Tabella 2: Espressioni di calcolo dei coefficienti di Amplificazione Stratigrafica  $S_s$  e  $C_c$  per le diverse categorie di suolo.**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
→ T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $\geq 30^\circ$

**Tabella 3: Categorie di amplificazione topografica.**

Dalle analisi geologiche, geomorfologiche, geognostiche e geotecniche effettuate, si evince che, per il sito in oggetto, può essere ragionevolmente assegnata una categoria di

**PAGINA 44 di 54**

**DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE**

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
 P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
 Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991  
 e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



amplificazione topografica di **tipo T1** ossia assimilabile a *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* .

Il passo successivo consiste nella valutazione dell'**accelerazione massima attesa al sito** (**amax**), che viene riportata di seguito nella seguente espressione:

$$\mathbf{amax} = \mathbf{ag} * \mathbf{Ss} * \mathbf{St}$$

L'accelerazione massima attesa **amax** è fornita in  $\text{m/s}^2$  (dal valore nominale di **ag(g)**), accelerazione massima attesa al sito, si passa ad **ag** ( $\text{m/s}^2$ ) moltiplicando per 9.81.

Infine, si passa alla determinazione del **Coefficiente Sismico orizzontale (Kh)** e **Coefficiente Sismico verticale (Kv)**, seguendo le seguenti relazioni:

- **Coefficiente sismico orizzontale  $K_h = \beta S * \mathbf{amax} / g$**  (per fondazioni)
- **Coefficiente sismico verticale  $K_v = 0.5 K_h$**  (per fondazioni)

In definitiva l'analisi degli spettri di risposta è completata in funzione dell'incremento relativo alla **Classe d'uso della struttura in oggetto** e alla **Vita Nominale dell'opera**, ulteriormente incrementata con i **Coefficienti Stratigrafici e Topografici** di cui sopra e verificata agli **Stati Limiti** così come previsto da norma.

Nella **tabella** seguente sono riportati i valori dell'accelerazione del suolo orizzontale di picco  $a_g$  espressi in percentuale di g, riferiti ad ogni zona omogenea di riferimento, tali valori sono riferiti alle accelerazioni attese in seguito ad un evento sismico in siti su roccia o suolo molto rigido (*bedrock*) con  $V_s > 800 \text{ m/s}$ .



<b>Zona sismica (livello di pericolosità)</b>	Accelerazione orizzontale massima con prob. di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )
1 (alto)	> 0,25
<b><u>2 (medio)</u></b>	<b><u>0,15 – 0,25</u></b>
3 (basso)	0,05 – 0,15
4 (minimo)	< 0,05

Si riportano di seguito, infine, i **Parametri Sismici fondamentali** validi per il sito in esame



# STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA



**GeoStru**

[Iniziativa](#)
[Coordinate](#)
[Info](#)

[Indirizzo](#)
[Cerca](#)
[Cerca](#)

[Mappe](#)
[Satellite](#)

[Visualizza spazio della mappa di riferimento](#)

**Stati limite**

Classe Edilizia: IV Fazione sismologica o sismologica importante

Via flessiva: 5/1

Intersposizione:

**CU = 2**

Stato Limite	h (mm)	A <sub>v</sub> (N)	F <sub>h</sub>	h <sub>v</sub> (N)
Opportunità (SLO)	122	0.132	2.518	0.212
Diario (SLO)	203	0.128	2.527	0.213
Sanificazione con (SLO)	1917	0.206	2.497	0.208
Previsione ceduto (SLO)	2475	0.218	2.453	0.203
Pulito e rinverito per relativa severità	292			

**Coefficienti sismici**

Tipo: I

Valore di sismicità: 0.1

Valore di sismicità con alto grado di incertezza: 0.1

CMC Sismologia: 8

CMC Topografia: 11

50 applicazioni sismologiche	SLO	SLO	SLV	SLC
	1.20	1.20	1.10	1.07

CC CMC tutti categorie	1.28	1.37	1.35	1.35
ST Amplificazione sismologica	1.50	1.20	1.50	1.08

Acciaio massiccio sismico alla base (prova)

Condizione	SLO	SLO	SLV	SLC
IN	0.123	0.103	0.339	0.202
IV	0.081	0.077	0.199	0.191
Area (prova)	1.204	1.191	3.322	3.545
MAX	1.000	1.000	1.000	1.000

**GeoStru PS ADVANCED**  
 Funzionalità sempre di base e di alto. Scopri la versione completa.

About Us | Products | Company | Contacts | Admin

PAGINA 47 di 54

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
 P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
 Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991

e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologi.molise.it





## **8 CONCLUSIONI**

Il sottoscritto:

- Geologo Vincenzo CORTESE, nato a Mugnano di Napoli (NA) il 28/12/1983 (C.F. **CRTVCN83T28F799C**) e residente in Bojano (CB) alla Via Gino di Biase n° 32, iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Molise* al n° **155** - sez. A "Geologi Specialisti",

con **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA** avente sede in BOJANO (CB) alla Via Barcellona n° 20, è stato incaricato da **ECAP SOLUTION GMBH** di eseguire uno studio di carattere geologico-tecnico nel tenimento del Comune di **LARINO (CB)** a corredo del PROGETTO denominato **“REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc”**.

E' stato effettuato un primo sopralluogo per constatare lo stato di fatto della zona di studio.

In seguito, sono stati compiuti ulteriori sopralluoghi, sia sull'area interessata dall'intervento che nelle aree adiacenti, allo scopo di ottenere una visione globale del territorio in cui si trova la zona interessata.

Il lavoro, nel rispetto delle **N.T.C. 2018**, ha avuto lo scopo di:

- *definire le condizioni morfologiche, idrogeologiche e tettoniche dell'area;*

**PAGINA 48 di 54**

**DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE**

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991  
e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it



- *valutare l'assetto litostratigrafico dell'area;*
- *definire la categoria sismica del sottosuolo secondo le Norme del D.M. 17 Gennaio 2018.*

Il lavoro stesso è altresì stato compilato in due fasi distinte e successive:

- nella prima fase è stata effettuata una analisi geomorfologica, idrogeologica, geologica e tettonica della zona in cui ricade l'area oggetto di studio;
- nella seconda fase è stato realizzato un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed è stata presenziata, diretta ed interpretata una campagna di indagini geofisiche in situ.

L'area oggetto di studio è collocata nel tenimento del comune di LARINO (CB) a quote comprese tra i 150 e 195 m s.m.l, e risulta cartografata nel **F.° 154 "LARINO"** della Carta Geologica D'Italia in scala 1: 100.000.

Lo studio geomorfologico, oltre che all'area direttamente interessata dall'opera in oggetto è stato esteso, in modo particolarmente accurato, ad un'ampia area ritenuta significativa ai fini della valutazione dei caratteri geomorfologici rilevanti per la stabilità dell'area stessa.

Per quel che concerne la caratterizzazione geomorfologica di dettaglio del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata dall'**assenza di qualsiasi fenomeno di dissesto geomorfologico.**

Detta area di intervento risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione da **RISCHIO DA FRANA e ALLUVIONE** definita dai Piani di Bacino.



Per la ricostruzione delle caratteristiche **geologiche, geotecniche e geofisiche** di dettaglio del lotto interessato dal Progetto di cui in oggetto è stato eseguito un rilevamento geologico esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in sito.

Le **indagini geotecniche in sito** sono consistite in:

- **n. 22 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH).**

Le **indagini geofisiche in sito** sono infine consistite in:

- n° 22 prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 22 stendimenti sismici (da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT);
- n° 22 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw” (da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT).

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione delle prospezioni con metodologia di indagine “MASW” hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame; nel caso specifico si sono ottenuti tali risultati:

- Vs Equivalente M1 pari a **422 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M2 pari a **468 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M3 pari a **414 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M4 pari a **424 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**



- Vs Equivalente M5 pari a 408 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M6 pari a 396 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M7 pari a 454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M8 pari a 403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M9 pari a 416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M10 pari a 519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B;
- Vs Equivalente M11 pari a 546 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M12 pari a 539 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M13 pari a 511 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M14 pari a 454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M15 pari a 403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M16 pari a 416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M17 pari a 522 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M18 pari a 514 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M19 pari a 519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M20 pari a 413 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B.
- Vs Equivalente M21 pari a 401 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M22 pari a 404 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B.



Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di  $V_{seq}$  valido per detto intervallo è stato possibile classificare sismicamente il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo **B**: tale sottosuolo è definito come *“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”*, secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

E' stata effettuata, infine, la **modellazione sismica** dell'area di studio.

Il sito in esame, sulla base della **Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano** secondo l'**Ordinanza n° 3234** del 29 luglio 2003 emanata dal **Presidente del Consiglio dei Ministri**, successivamente ripresa dal **D.M. 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”**, è compreso in **ZONA SISMICA 2**.

E' quindi necessario comunicare ai Progettisti che in fase di calcolo delle strutture in progetto sarà necessario tener conto di un incremento di spinta legato ad azioni sismiche agenti di taglio.

I dati di letteratura mostrano, inoltre, che la zona di studio ed è situata in un'area caratterizzata da spessori della coltre di copertura inferiori a 30,00 metri e quindi potrebbe essere interessata da **possibili fenomeni di amplificazione di sito per frequenze inferiori ad 1 Hz**.

**Pertanto, per il dimensionamento delle opere d'arte previste per gli interventi di natura edile è prevista l'adozione, con le relative prescrizioni, delle norme tecniche emanate con D.M. 17.01.2018 ai sensi delle Leggi 1086 del 1971 e 64 del 1974, poi diventate D.P.R. 380 del 2001.**

## IL GEOLOGO

Dott. Vincenzo CORTESE

PAGINA 52 di 54

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



## **ALLEGATO N. 1**

### **PROVE GEOTECNICHE IN SITU**

**PAGINA 53 di 54**

**DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE**

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991

*e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it*



## **ALLEGATO N. 2**

### **PROVE GEOFISICHE IN SITU**

**PAGINA 54 di 54**

**DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE**

Via Barcellona, 20 - 86021 BOJANO (CB)  
P.IVA 01629950708 - C.F.: CRTVCN83T28F799C  
Tel. 0874.783120 - Fax 0874.773186 - Cell. 328.6429991  
*e-mail: vincenzocortese@geosecure.it - PEC vincenzo.cortese@pec.ordinegeologimolise.it*

# CERTIFICATI PROVE IN SITO

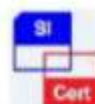


Available versions		
DP Only	CPT Only	DP + CPT
■ DPSH = DPH = DPH	■ 200kN	■ DPSH + 200 kN = DPH + 200 kN = DPM + 200 kN
Rotary head		

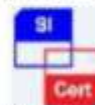
Legend	
■	Standard
=	Optional



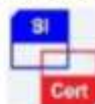
ATT. N. 7918/63/01



NUMERO PC: 0151-GEO-Q



NUMERO PC: 0151-GEO-E



NUMERO PC: 0151-GEO-H



**GEOSECURE S.R.L.**  
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



SEDE OPERATIVA : VIA BARCELONA N.18 - BOJANO (CB)

TEL: 0874/783120 CELL.3286429991 FAX:0874/773188

MAIL: [info@geosecure.it](mailto:info@geosecure.it) SITO: [www.geosecure.it](http://www.geosecure.it)

COMMITTENTE: ECAP Solutions GMBH

OGGETTO: REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc

SITO: PIANE DI LARINO - LARINO (CB)

CODICE DOCUMENTO: CPS 281/21 DPSH

SPERIMENTATORE	DIRETTORE TECNICO	REV. 0
DOTT. ANTONINO CARUSO	DOTT. CARLO CORTESE	DATA GIUGNO 2021



## NUMERO E TIPOLOGIE DI PROVE IN SITU:

N. 22 PROVE PENETROMETRICHE DI TIPO DPSH A PUNTA CHIUSA

NEL MESE DI **GIUGNO 2021** LA GEOSECURE SRL HA ESEGUITO NEL TENIMENTO DI **LARINO (CB)** VENTIDUE PROSPEZIONI GEOTECNICHE IN SITU DI TIPO DPSH, SU INCARICO DI **ECAP Solutions GMBH** IN RELAZIONE ALLA PRATICA DENOMINATA **“REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc”**.



Simboli per le varie tipologie di indagini	
 MW	MASW
 SR	Profilo sismico a riflessione
	Prova penetrometrica dinamica super pesante

**PROVA N.1**

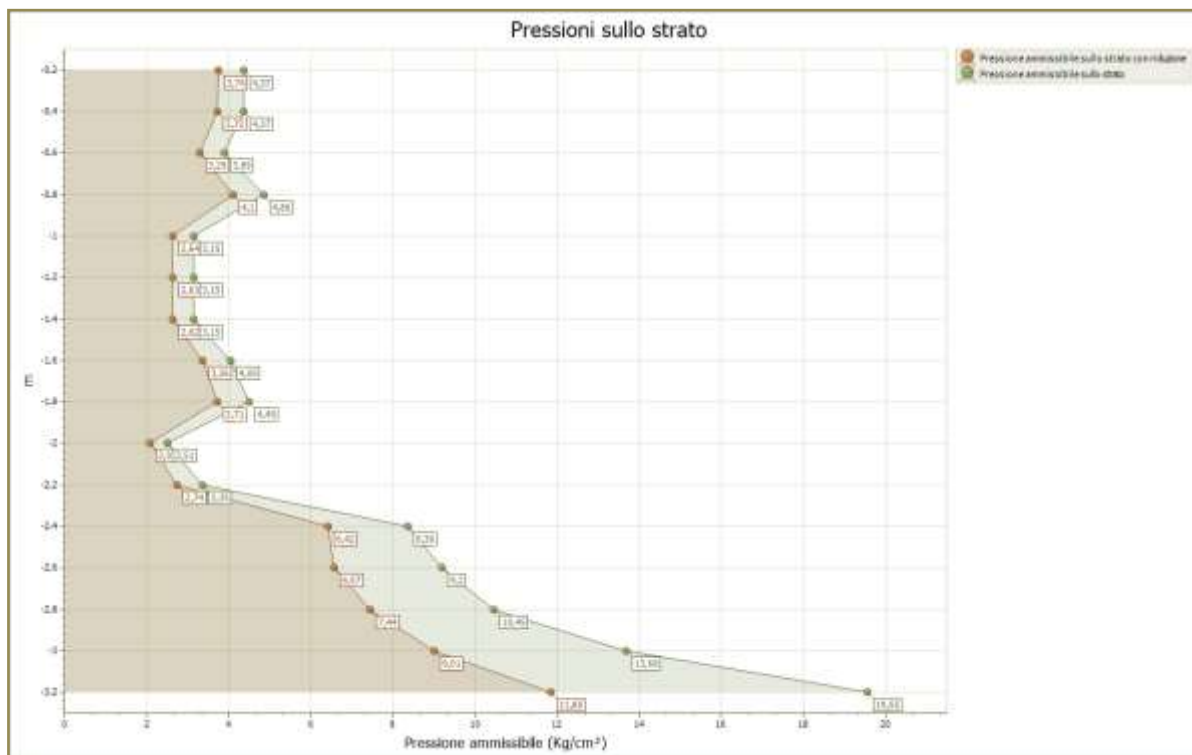
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

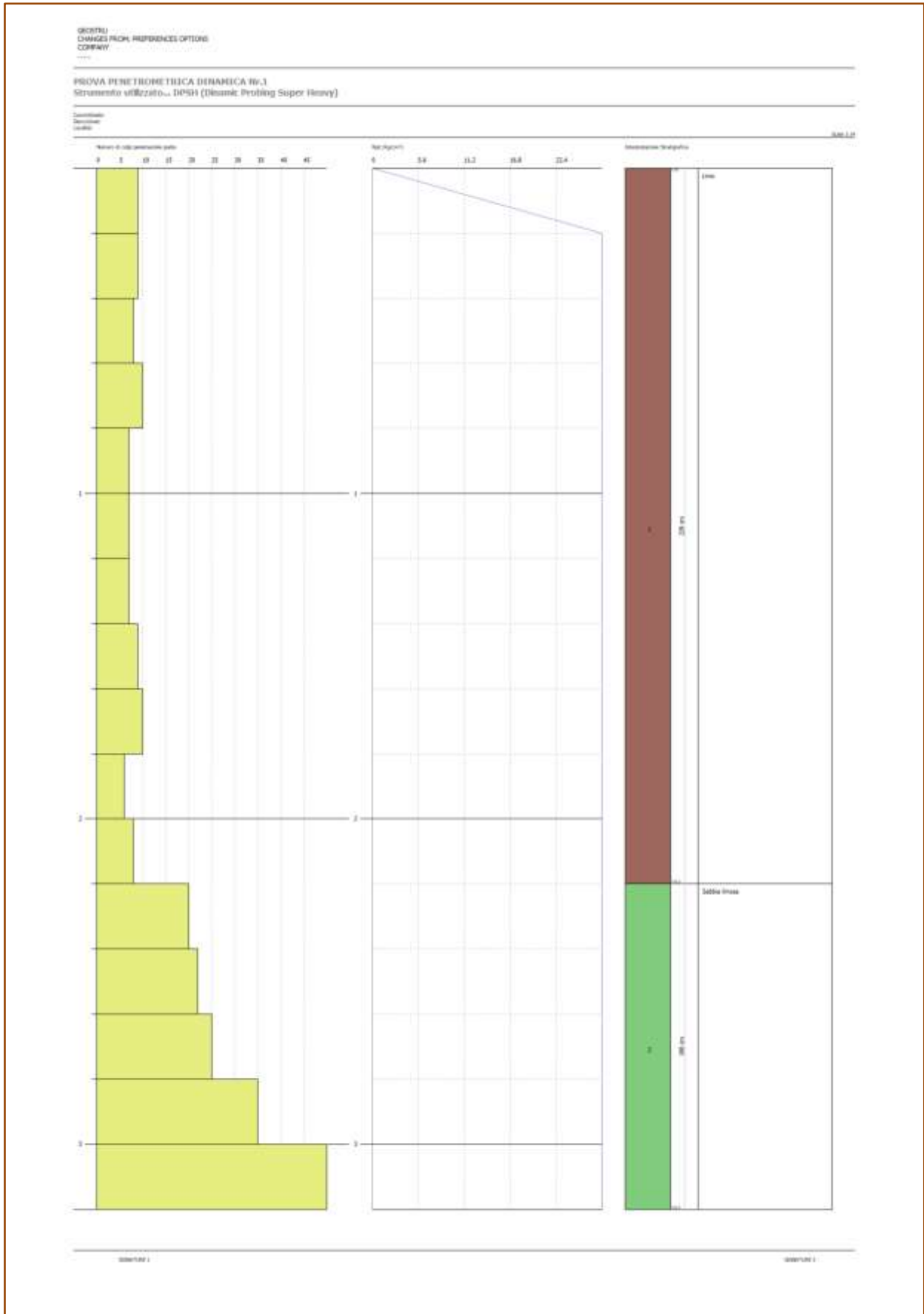
Profondità prova 3,20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	9	0,851	74,41	87,46	3,72	4,37
0,60	8	0,847	65,85	77,74	3,29	3,89
0,80	10	0,843	81,95	97,18	4,10	4,86
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	9	0,830	67,12	80,91	3,36	4,05
1,80	10	0,826	74,29	89,90	3,71	4,49
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	20	0,767	128,32	167,27	6,42	8,36
2,60	22	0,714	131,42	183,99	6,57	9,20
2,80	25	0,711	148,75	209,08	7,44	10,45
3,00	35	0,659	180,24	273,65	9,01	13,68
3,20	50	0,606	236,90	390,92	11,85	19,55





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.2**

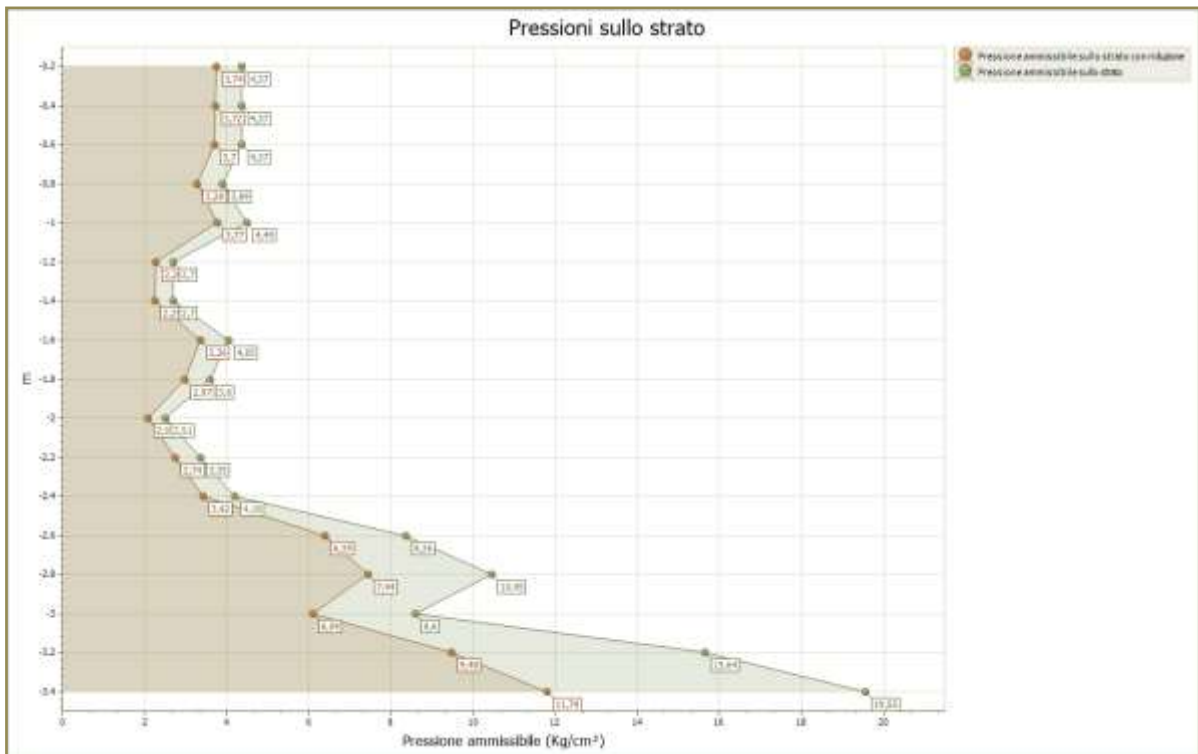
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

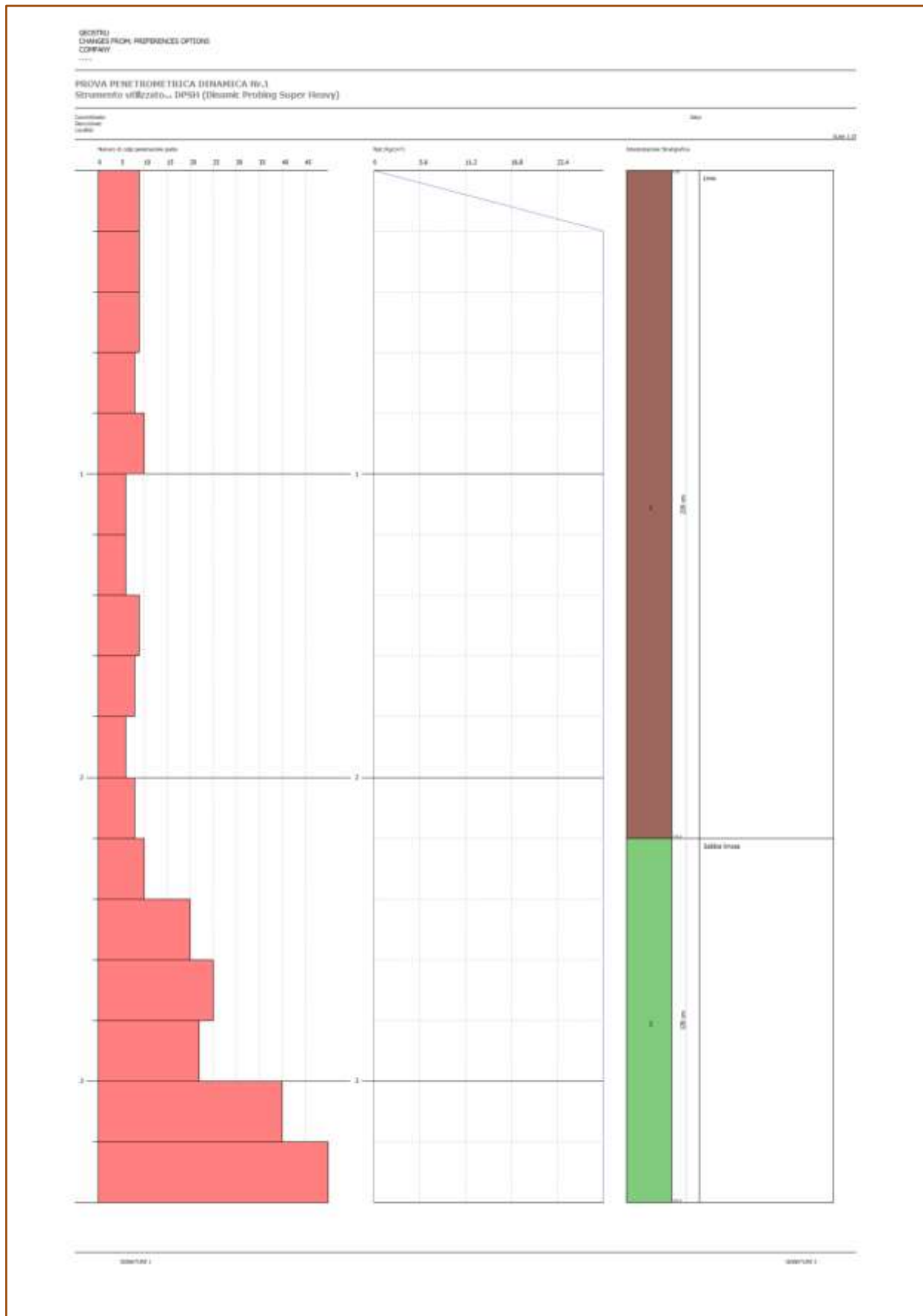
Profondità prova 3,40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	9	0,851	74,41	87,46	3,72	4,37
0,60	9	0,847	74,08	87,46	3,70	4,37
0,80	8	0,843	65,56	77,74	3,28	3,89
1,00	10	0,840	75,49	89,90	3,77	4,49
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	9	0,830	67,12	80,91	3,36	4,05
1,80	8	0,826	59,43	71,92	2,97	3,60
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	10	0,817	68,34	83,63	3,42	4,18
2,60	20	0,764	127,83	167,27	6,39	8,36
2,80	25	0,711	148,75	209,08	7,44	10,45
3,00	22	0,709	121,90	172,01	6,09	8,60
3,20	40	0,606	189,52	312,74	9,48	15,64
3,40	50	0,603	235,88	390,92	11,79	19,55





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





**PROVA N.3**

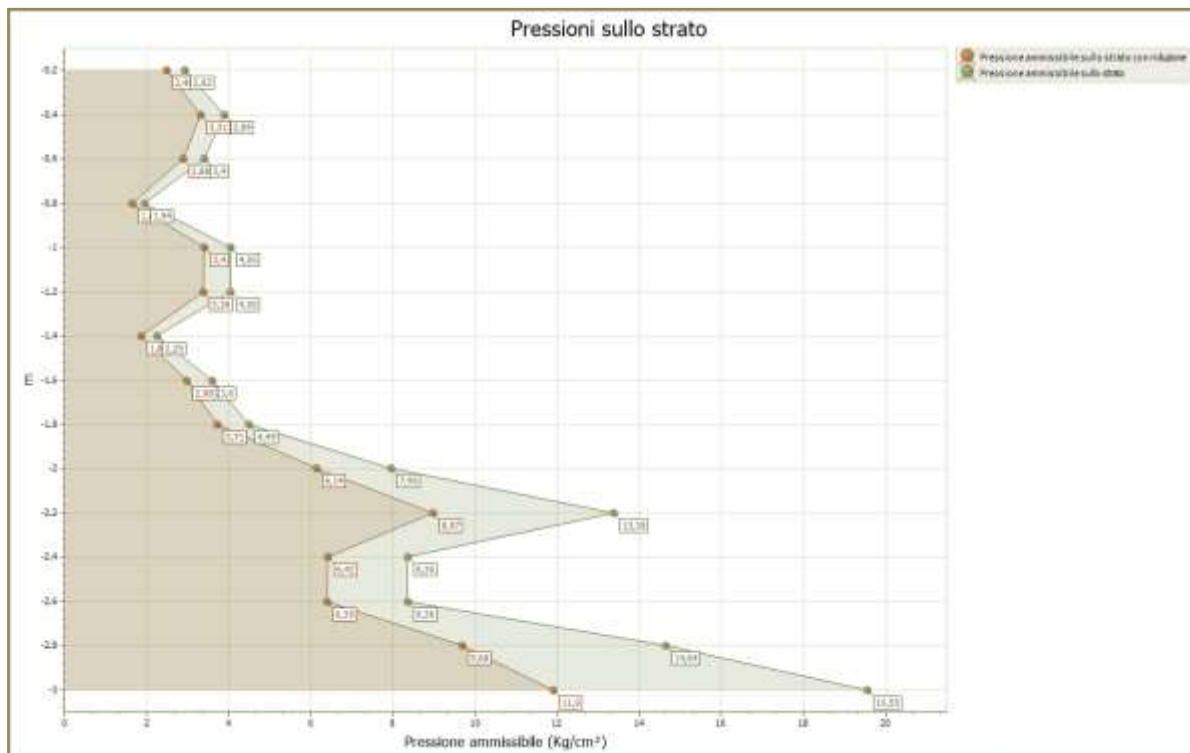
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

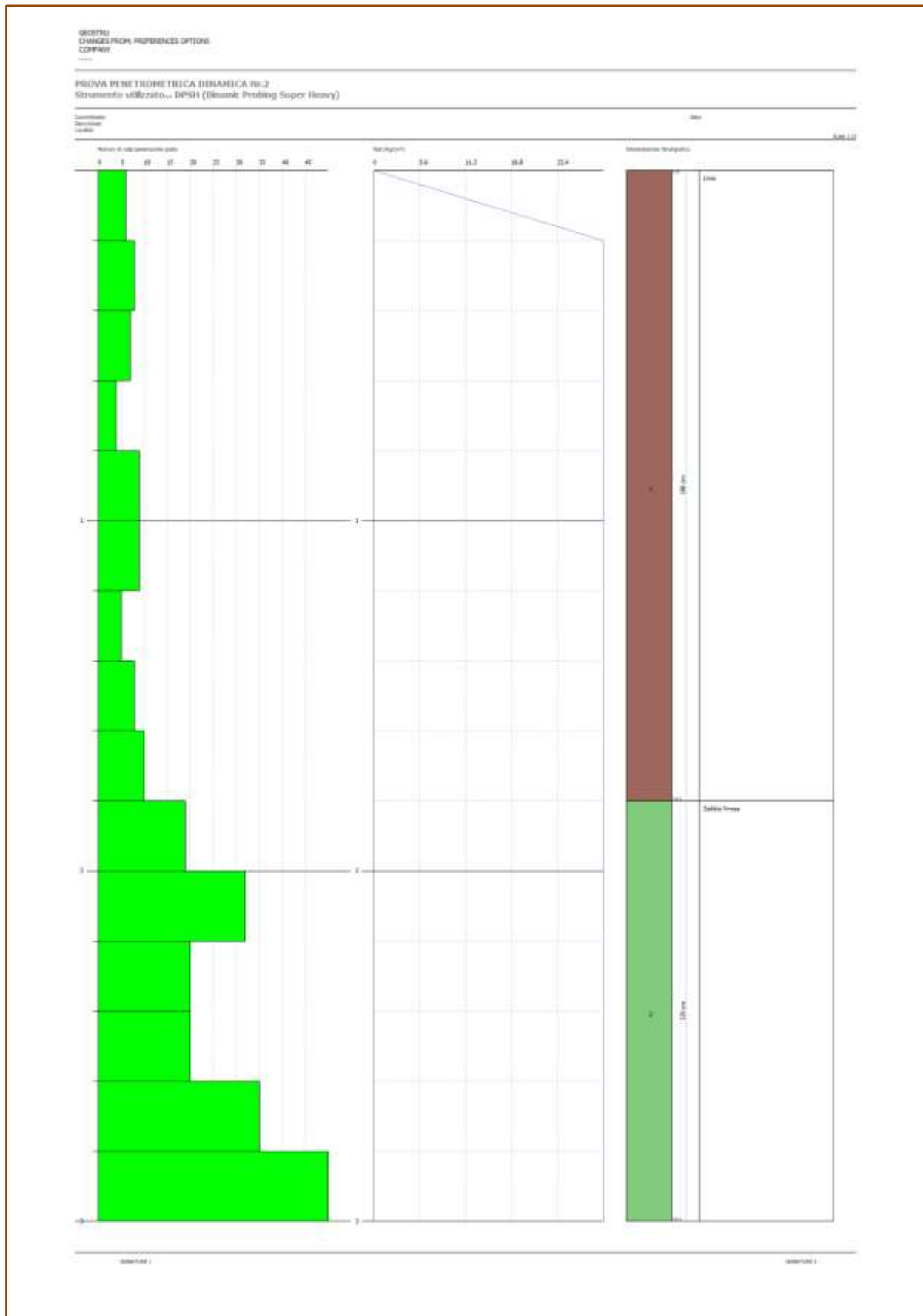
Profondità prova 3,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	6	0,855	49,83	58,31	2,49	2,92
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	7	0,847	57,62	68,02	2,88	3,40
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	9	0,840	67,94	80,91	3,40	4,05
1,20	9	0,836	67,66	80,91	3,38	4,05
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	10	0,826	74,29	89,90	3,71	4,49
2,00	19	0,773	122,86	158,90	6,14	7,95
2,20	32	0,670	179,34	267,63	8,97	13,38
2,40	20	0,767	128,32	167,27	6,42	8,36
2,60	20	0,764	127,83	167,27	6,39	8,36
2,80	35	0,661	193,61	292,72	9,68	14,64
3,00	50	0,609	237,95	390,92	11,90	19,55





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.4**

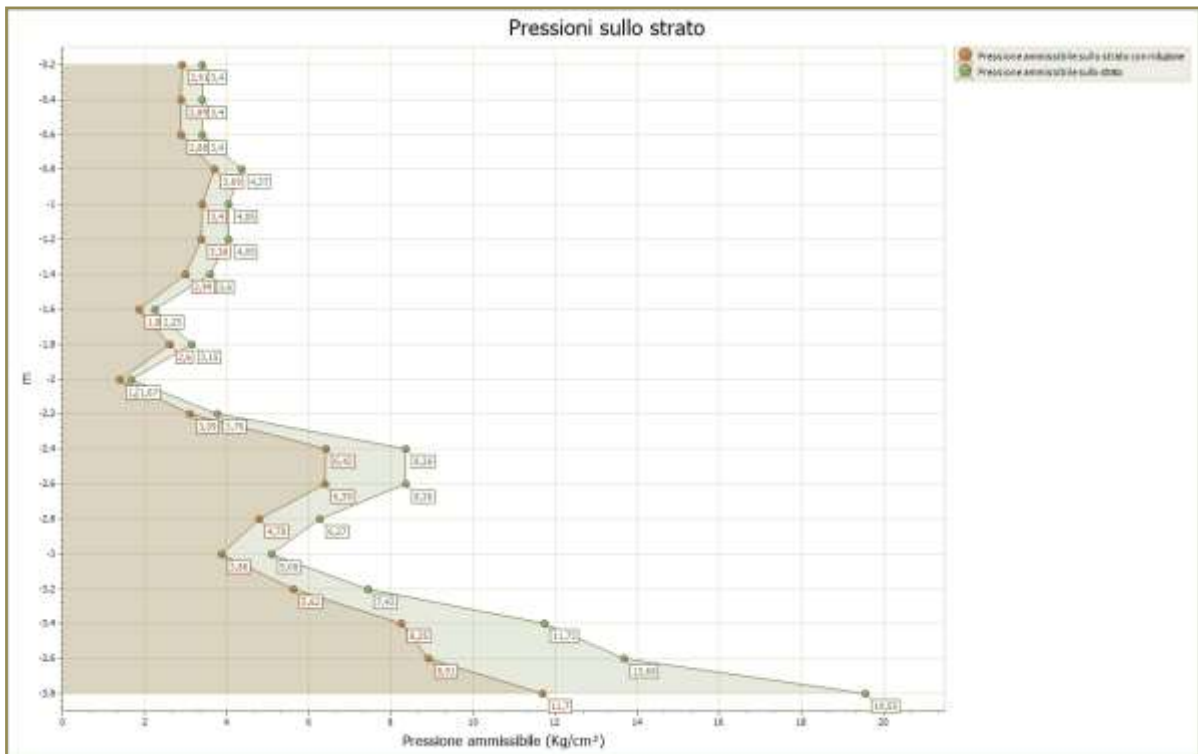
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

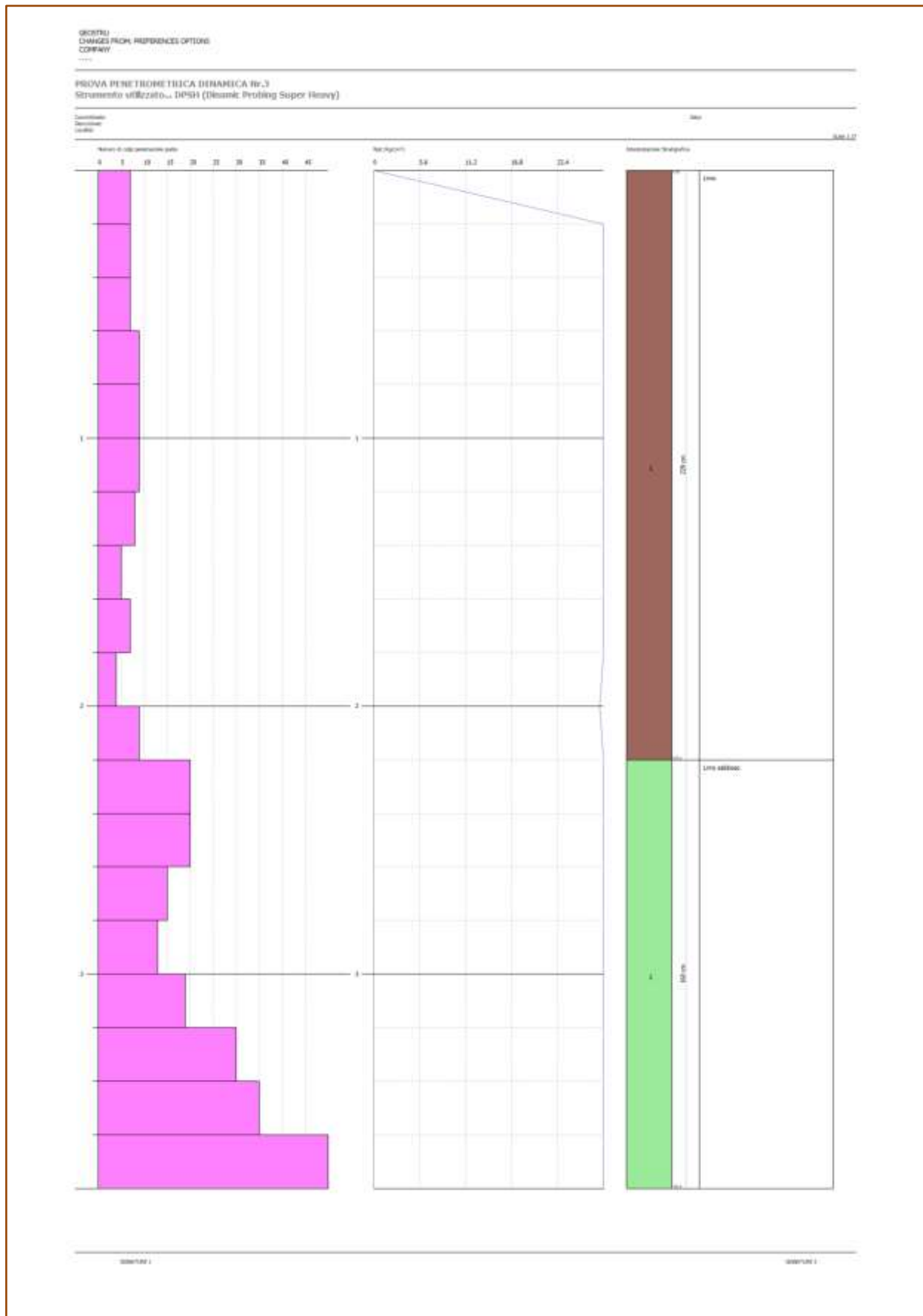
Profondità prova 3,80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	7	0,855	58,14	68,02	2,91	3,40
0,40	7	0,851	57,87	68,02	2,89	3,40
0,60	7	0,847	57,62	68,02	2,88	3,40
0,80	9	0,843	73,76	87,46	3,69	4,37
1,00	9	0,840	67,94	80,91	3,40	4,05
1,20	9	0,836	67,66	80,91	3,38	4,05
1,40	8	0,833	59,90	71,92	2,99	3,60
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	9	0,820	61,73	75,27	3,09	3,76
2,40	20	0,767	128,32	167,27	6,42	8,36
2,60	20	0,764	127,83	167,27	6,39	8,36
2,80	15	0,761	95,52	125,45	4,78	6,27
3,00	13	0,759	77,11	101,64	3,86	5,08
3,20	19	0,756	112,30	148,55	5,62	7,43
3,40	30	0,703	164,99	234,55	8,25	11,73
3,60	35	0,651	178,11	273,65	8,91	13,68
3,80	50	0,598	233,93	390,92	11,70	19,55





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.5**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

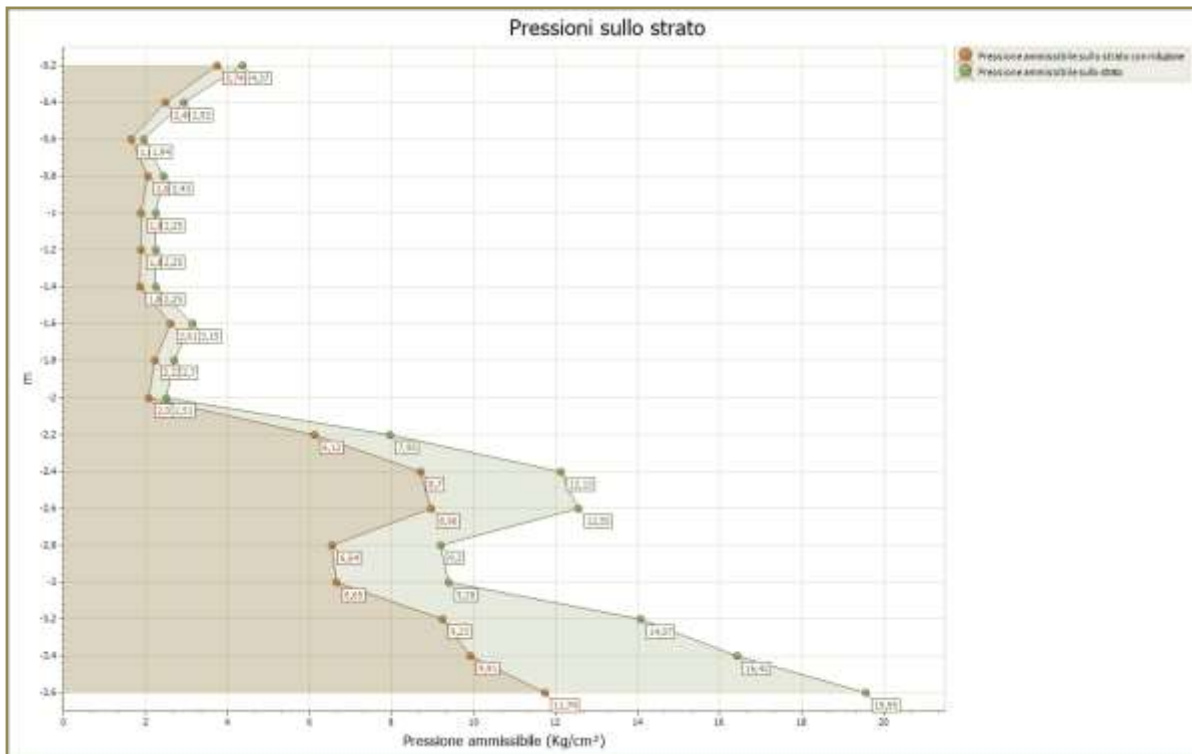
Profondità prova 3,60 mt

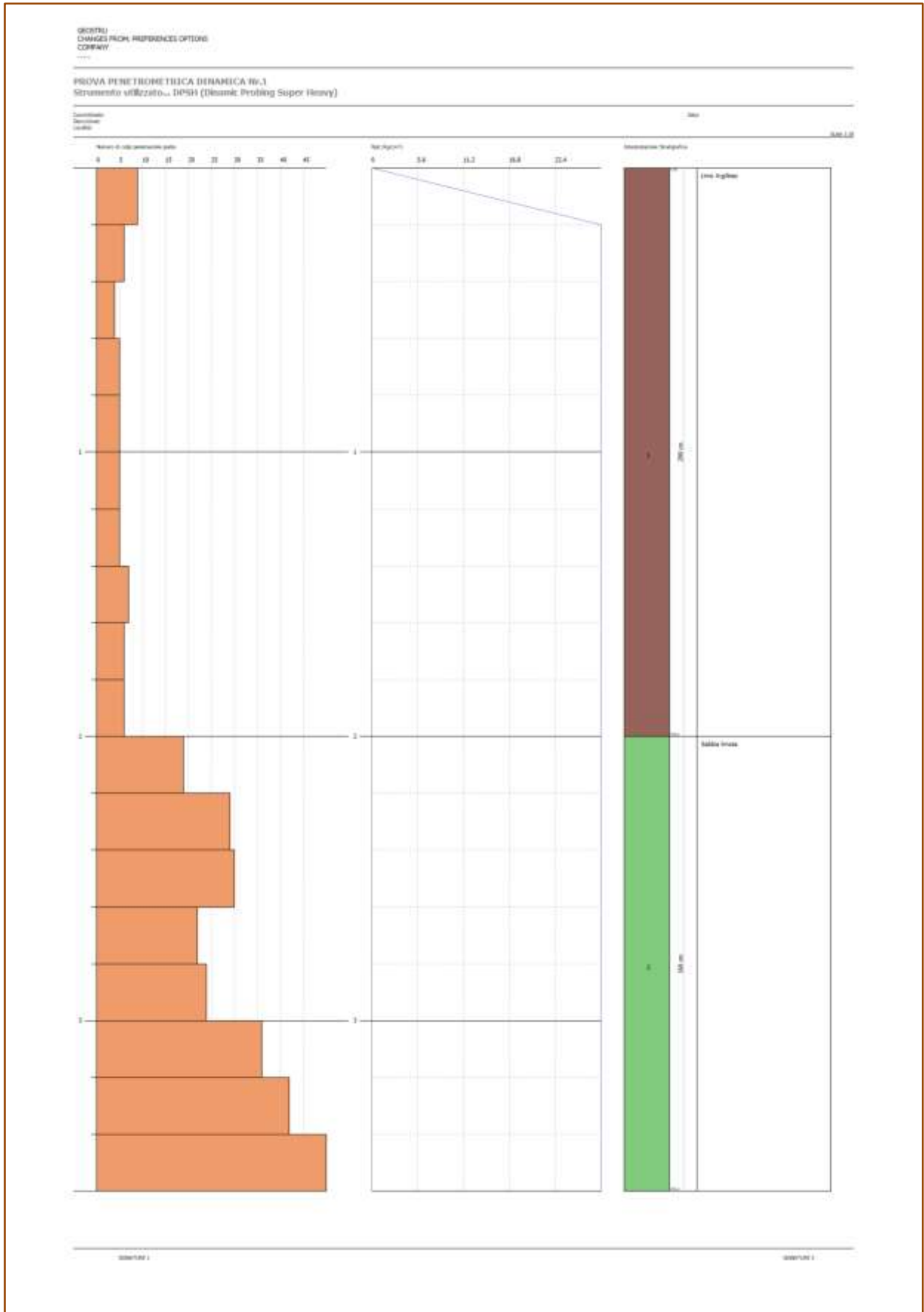
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	5	0,836	37,59	44,95	1,88	2,25
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	7	0,830	52,20	62,93	2,61	3,15
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	19	0,770	122,38	158,90	6,12	7,95
2,40	29	0,717	173,93	242,54	8,70	12,13
2,60	30	0,714	179,20	250,90	8,96	12,55
2,80	22	0,711	130,90	183,99	6,54	9,20
3,00	24	0,709	132,98	187,64	6,65	9,38
3,20	36	0,656	184,64	281,47	9,23	14,07
3,40	42	0,603	198,14	328,38	9,91	16,42
3,60	50	0,601	234,90	390,92	11,74	19,55







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.6**

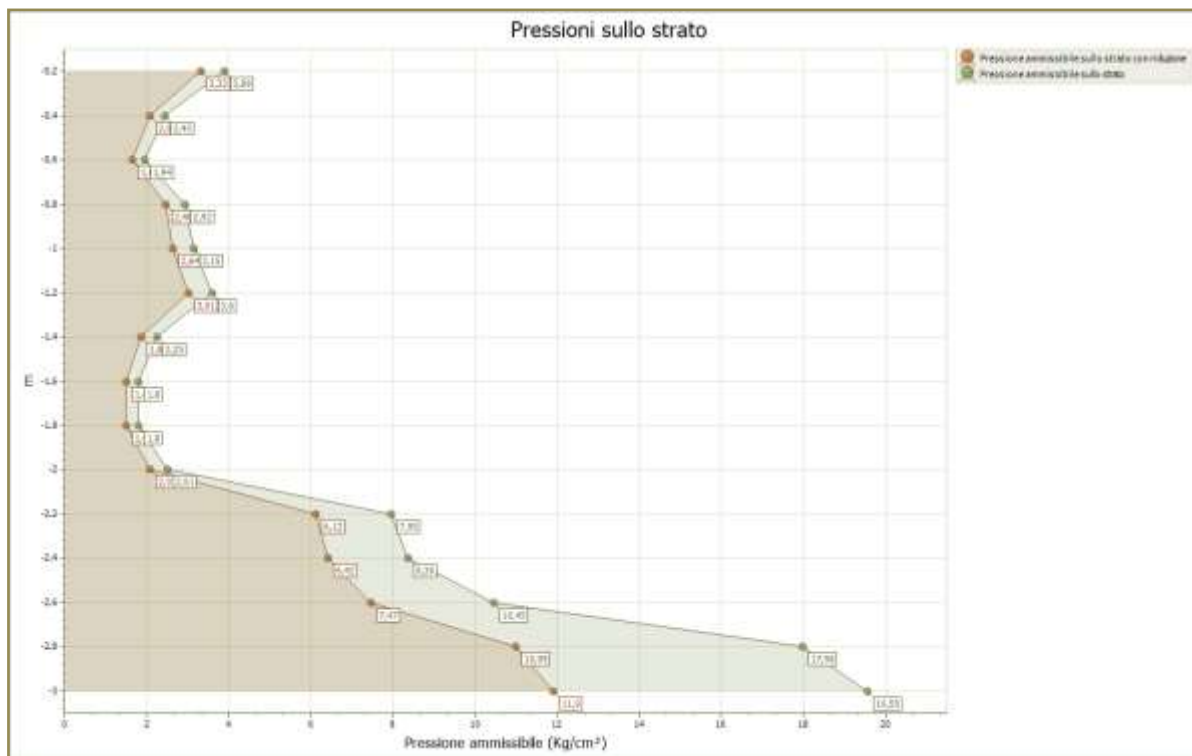
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

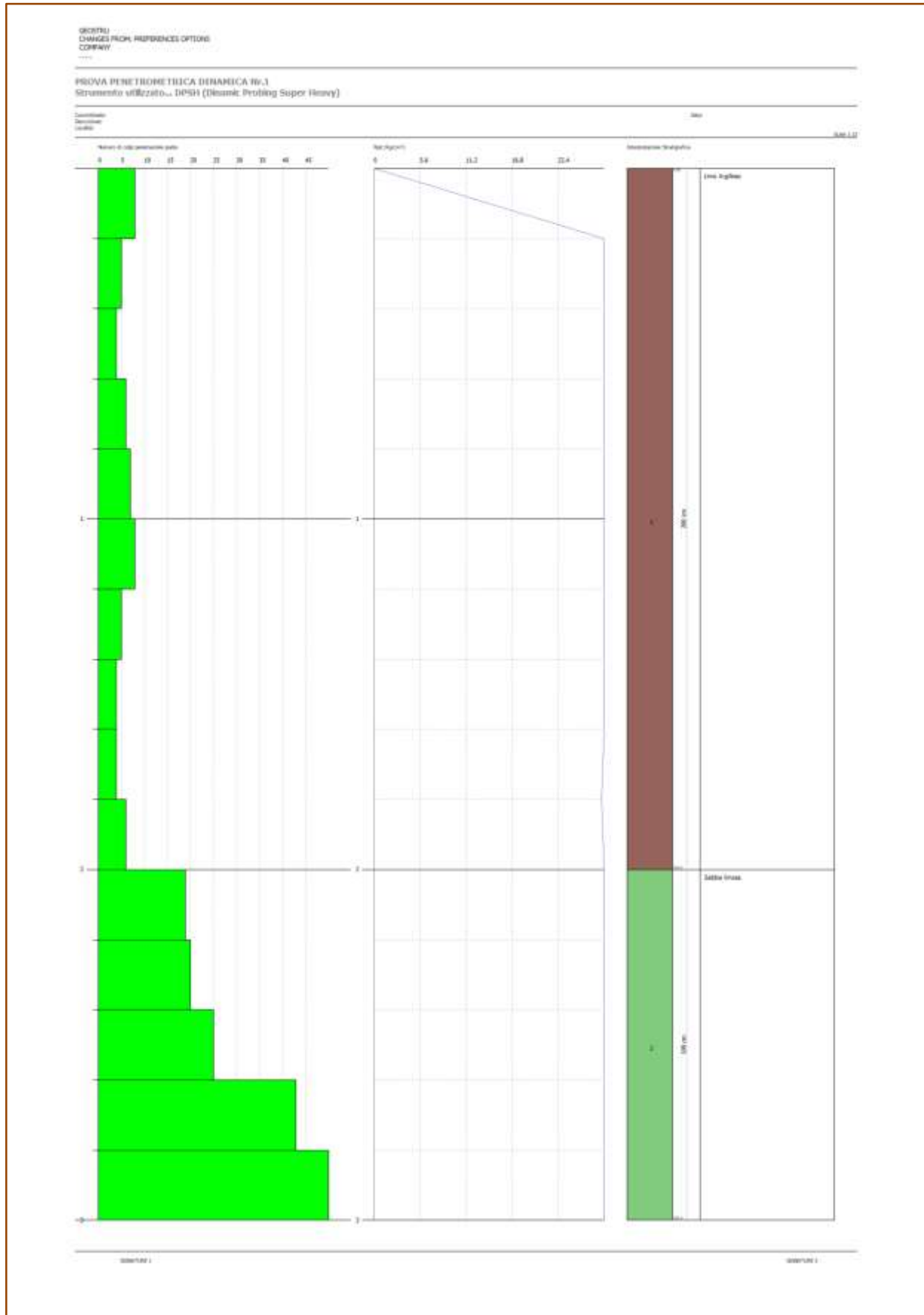
Profondità prova 3,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	8	0,855	66,44	77,74	3,32	3,89
0,40	5	0,851	41,34	48,59	2,07	2,43
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	8	0,836	60,14	71,92	3,01	3,60
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	4	0,826	29,71	35,96	1,49	1,80
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	19	0,770	122,38	158,90	6,12	7,95
2,40	20	0,767	128,32	167,27	6,42	8,36
2,60	25	0,714	149,34	209,08	7,47	10,45
2,80	43	0,611	219,88	359,62	10,99	17,98
3,00	50	0,609	237,95	390,92	11,90	19,55





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.7**

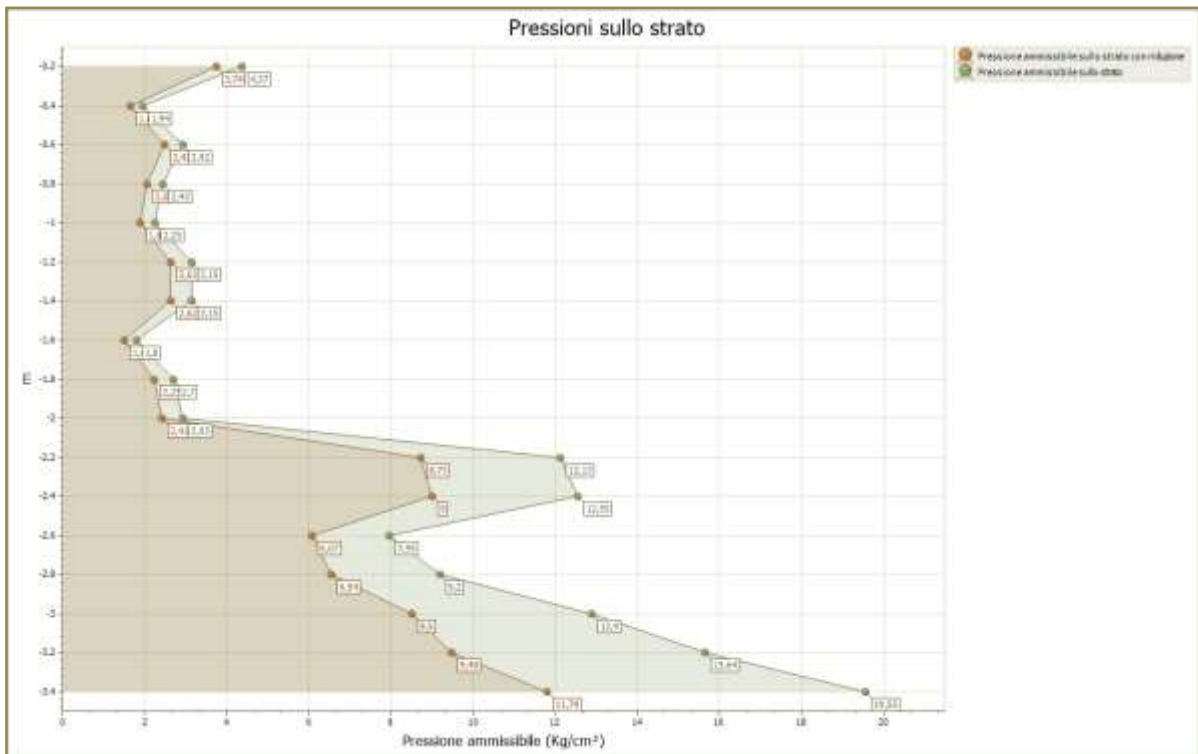
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 3,40 mt

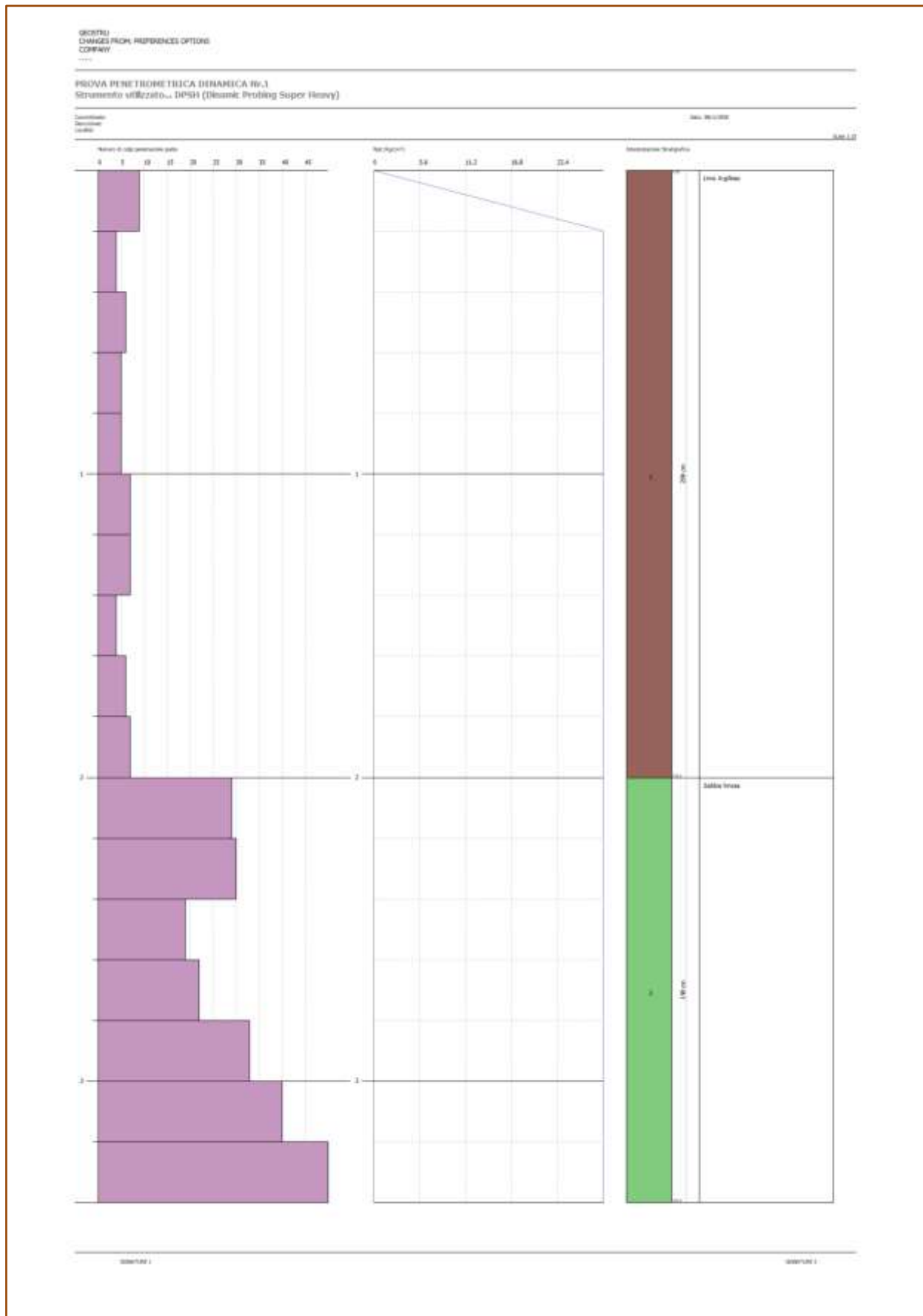
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	4	0,851	33,07	38,87	1,65	1,94
0,60	6	0,847	49,39	58,31	2,47	2,92
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	29	0,720	174,66	242,54	8,73	12,13
2,40	30	0,717	179,93	250,90	9,00	12,55
2,60	19	0,764	121,44	158,90	6,07	7,95
2,80	22	0,711	130,90	183,99	6,54	9,20
3,00	33	0,659	169,94	258,01	8,50	12,90
3,20	40	0,606	189,52	312,74	9,48	15,64
3,40	50	0,603	235,88	390,92	11,79	19,55







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.8**

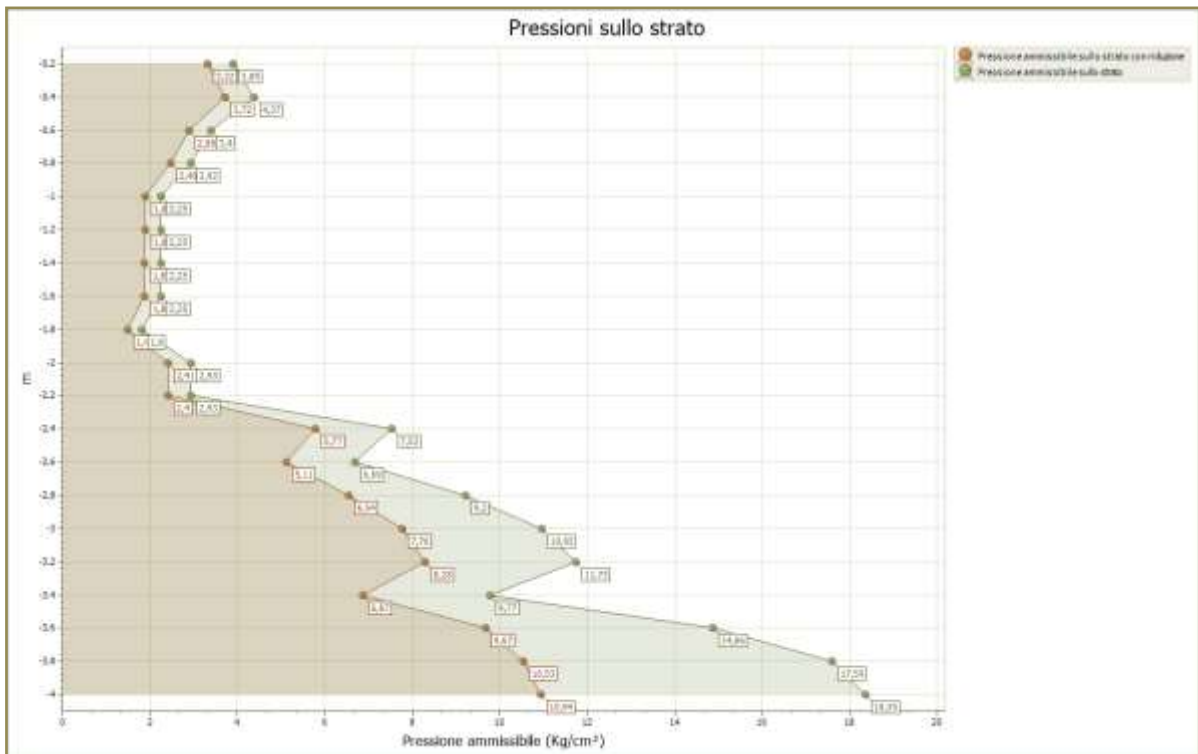
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

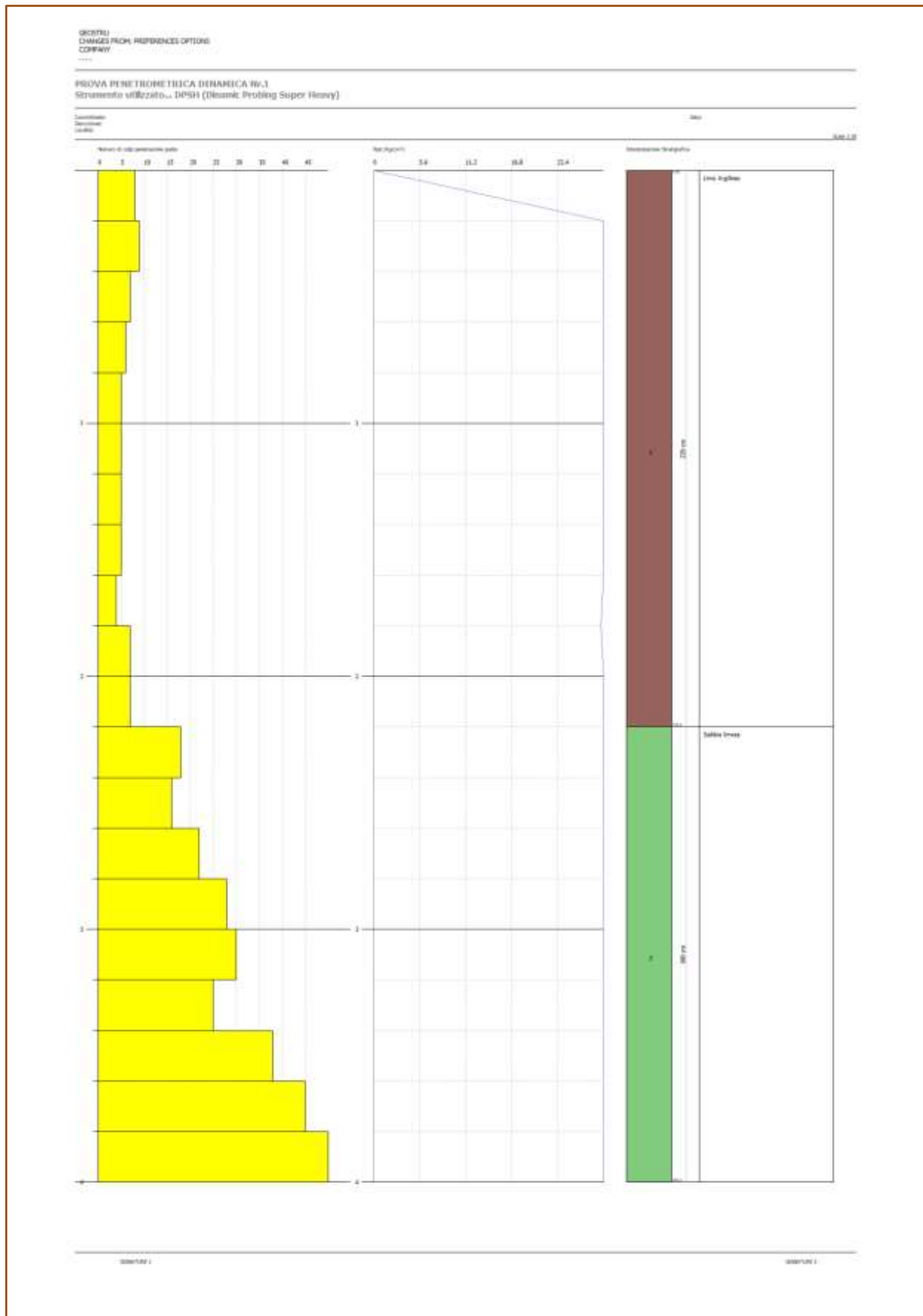
Profondità prova 4,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	8	0,855	66,44	77,74	3,32	3,89
0,40	9	0,851	74,41	87,46	3,72	4,37
0,60	7	0,847	57,62	68,02	2,88	3,40
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	5	0,836	37,59	44,95	1,88	2,25
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	4	0,826	29,71	35,96	1,49	1,80
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	7	0,820	48,01	58,54	2,40	2,93
2,40	18	0,767	115,49	150,54	5,77	7,53
2,60	16	0,764	102,27	133,81	5,11	6,69
2,80	22	0,711	130,90	183,99	6,54	9,20
3,00	28	0,709	155,14	218,92	7,76	10,95
3,20	30	0,706	165,60	234,55	8,28	11,73
3,40	25	0,703	137,49	195,46	6,87	9,77
3,60	38	0,651	193,38	297,10	9,67	14,86
3,80	45	0,598	210,54	351,83	10,53	17,59
4,00	50	0,596	218,75	367,01	10,94	18,35





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.9**

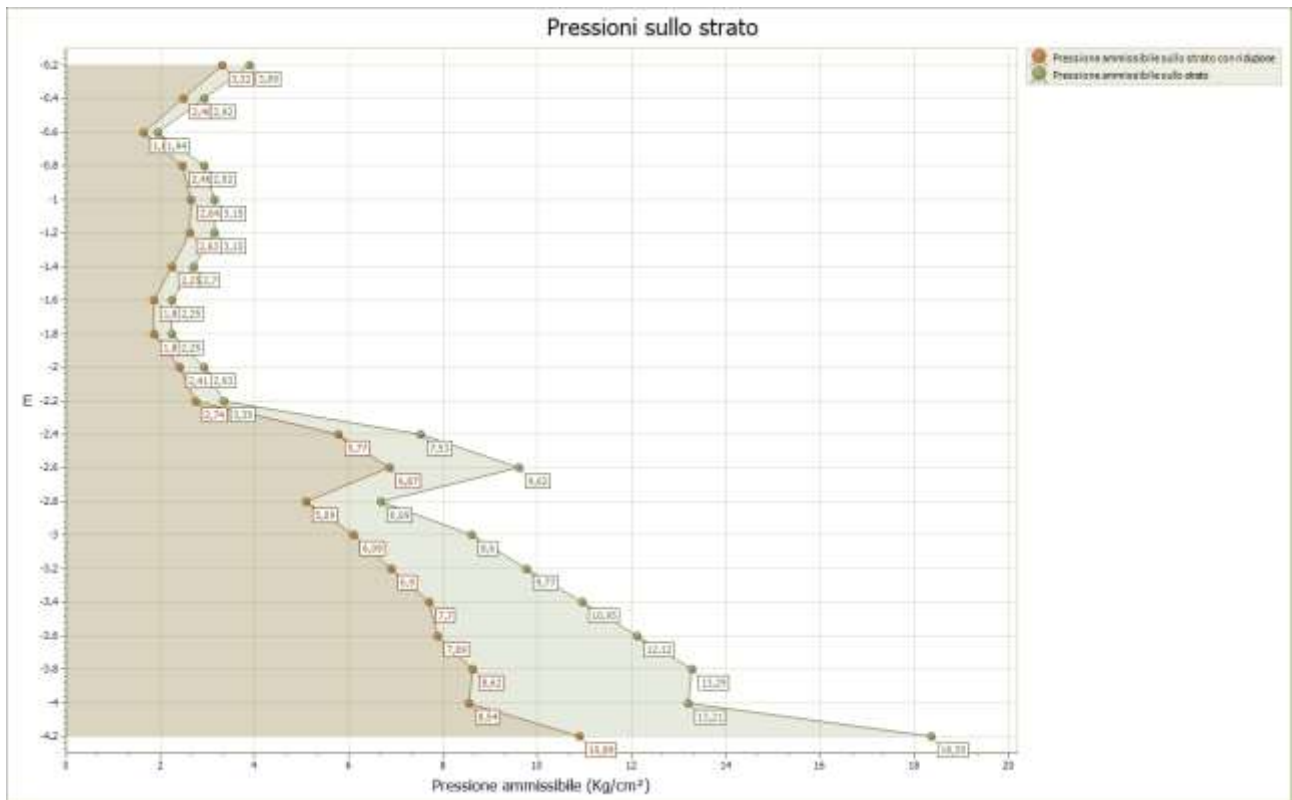
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 4,20 mt

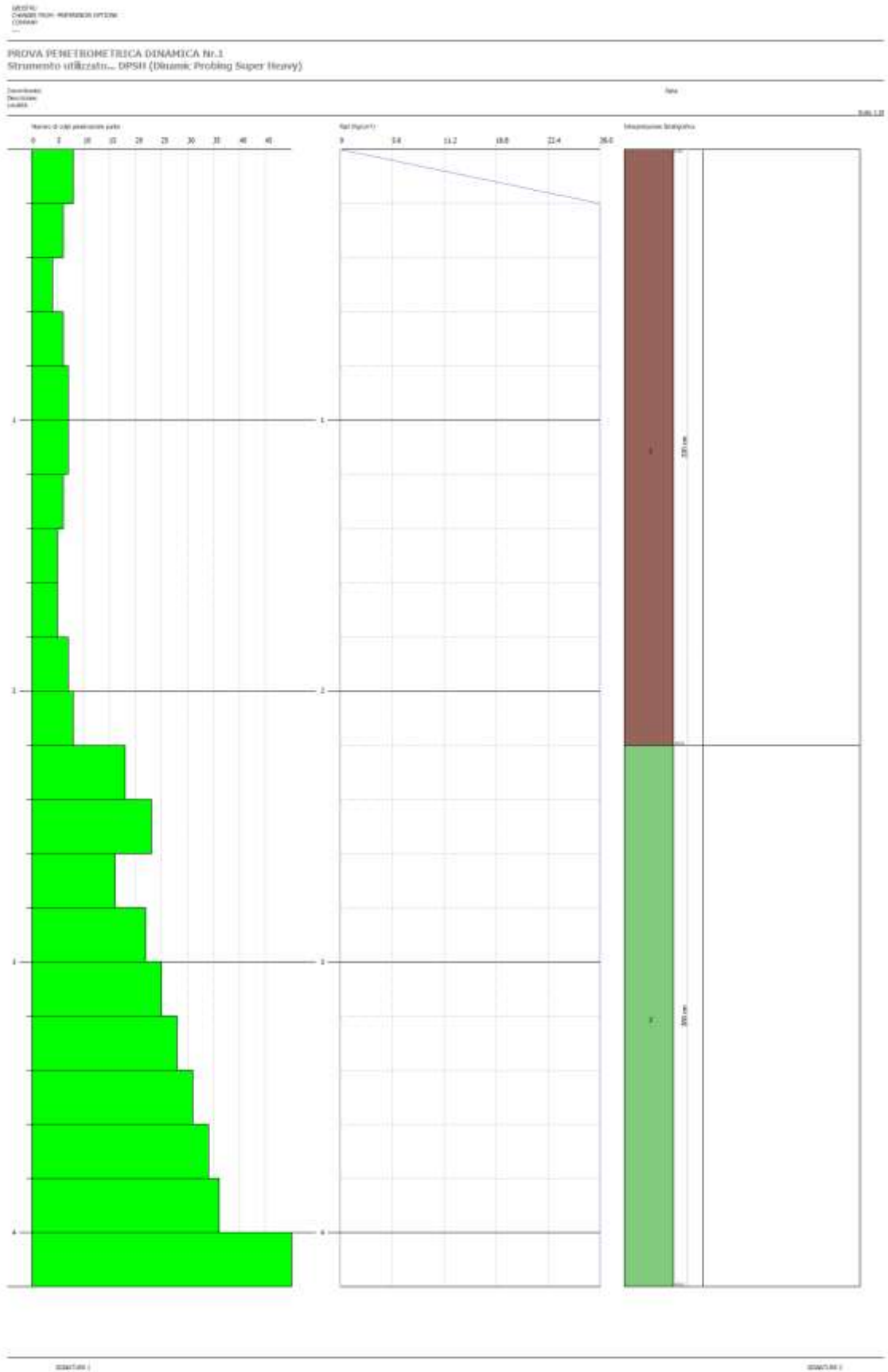
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	8	0,855	66,44	77,74	3,32	3,89
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	5	0,826	37,14	44,95	1,86	2,25
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	18	0,767	115,49	150,54	5,77	7,53
2,60	23	0,714	137,39	192,36	6,87	9,62
2,80	16	0,761	101,89	133,81	5,09	6,69
3,00	22	0,709	121,90	172,01	6,09	8,60
3,20	25	0,706	138,00	195,46	6,90	9,77
3,40	28	0,703	153,99	218,92	7,70	10,95
3,60	31	0,651	157,75	242,37	7,89	12,12
3,80	34	0,648	172,37	265,83	8,62	13,29
4,00	36	0,646	170,71	264,25	8,54	13,21
4,20	50	0,594	217,89	367,01	10,89	18,35







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.10**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

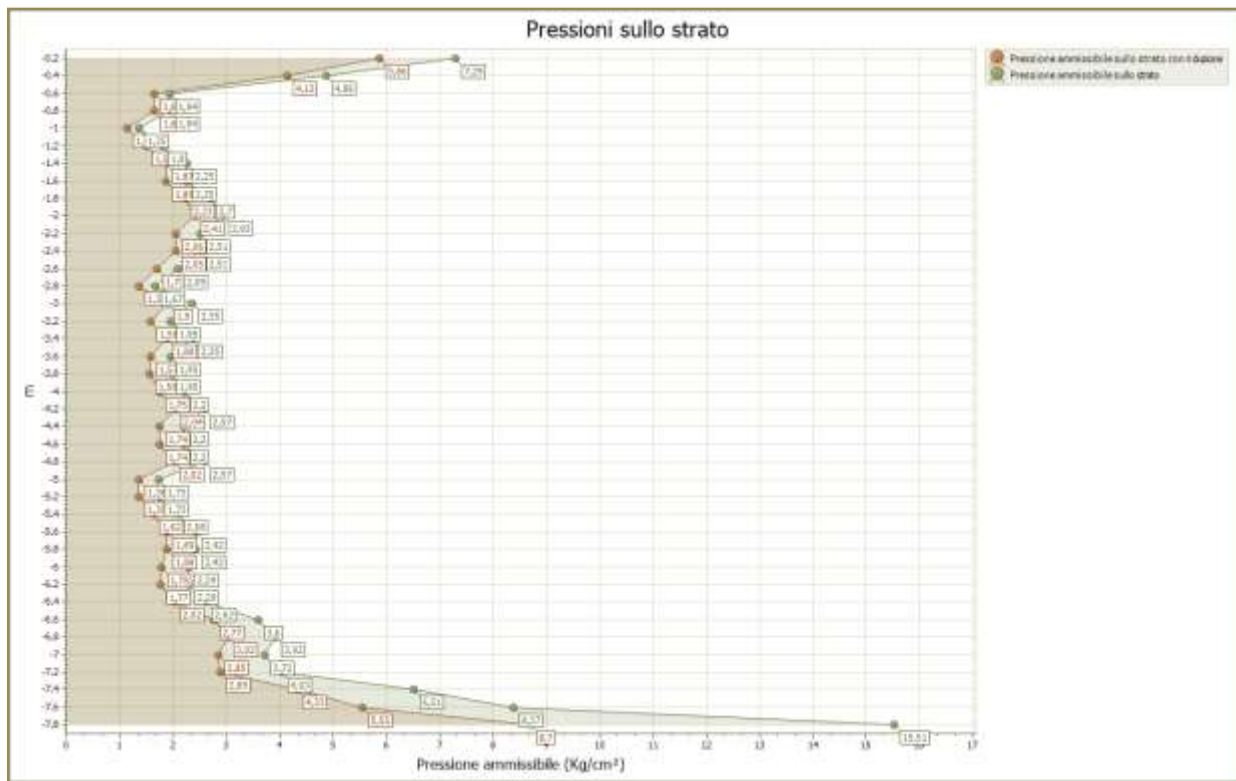
Profondità prova 7,80 mt

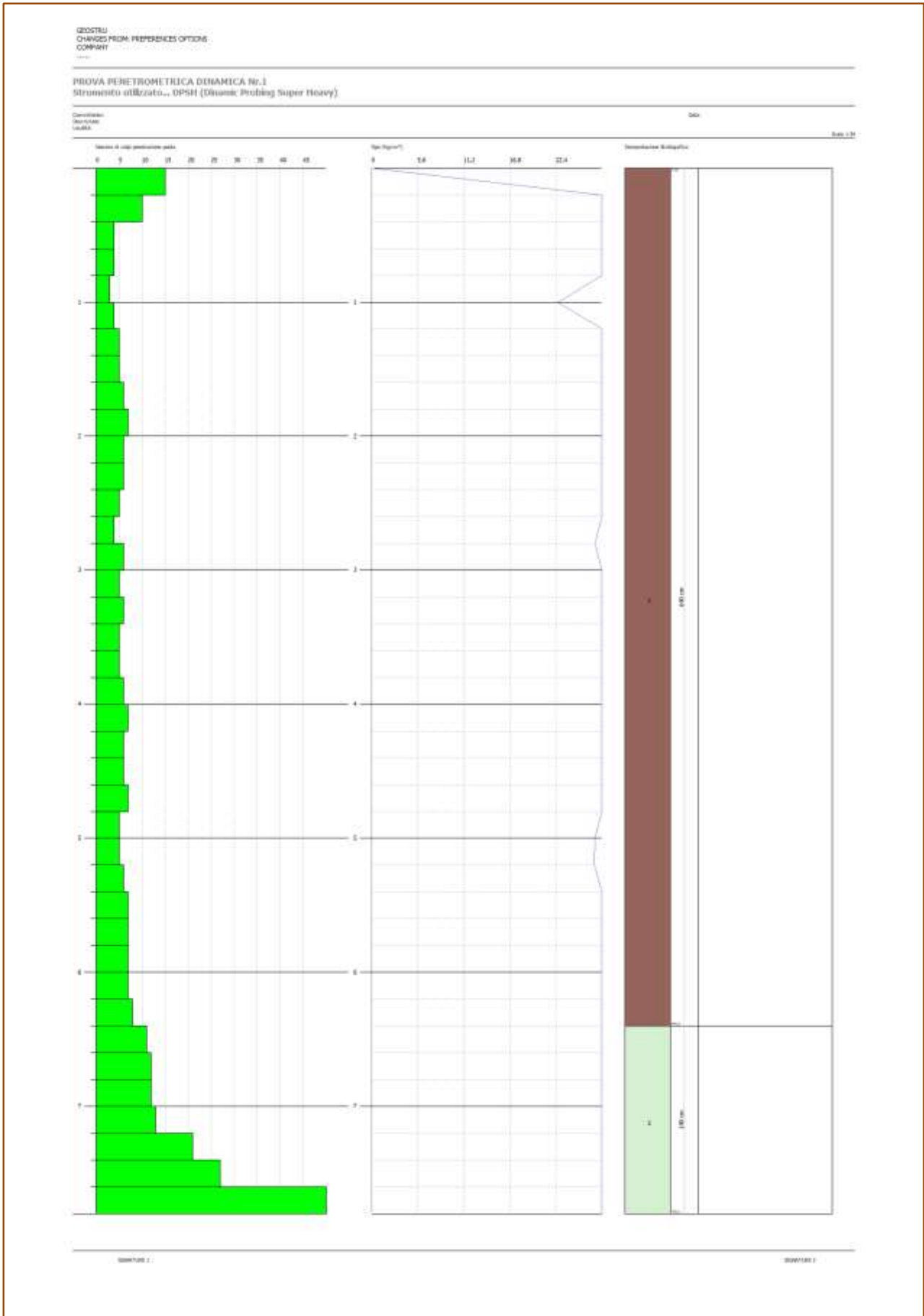
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	15	0,805	117,29	145,77	5,86	7,29
0,40	10	0,851	82,68	97,18	4,13	4,86
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	3	0,840	22,65	26,97	1,13	1,35
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	6	0,817	41,00	50,18	2,05	2,51
2,60	5	0,814	34,05	41,82	1,70	2,09
2,80	4	0,811	27,14	33,45	1,36	1,67
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	5	0,806	31,51	39,09	1,58	1,95
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	5	0,798	31,21	39,09	1,56	1,95
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	7	0,794	40,78	51,38	2,04	2,57
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	7	0,787	40,44	51,38	2,02	2,57
5,00	5	0,785	27,15	34,59	1,36	1,73
5,20	5	0,783	27,08	34,59	1,35	1,73
5,40	6	0,781	32,42	41,50	1,62	2,08
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	7	0,775	35,50	45,78	1,78	2,29
6,20	7	0,774	35,42	45,78	1,77	2,29
6,40	8	0,772	40,39	52,32	2,02	2,62
6,60	11	0,770	55,42	71,94	2,77	3,60
6,80	12	0,769	60,33	78,48	3,02	3,92
7,00	12	0,767	57,10	74,43	2,85	3,72
7,20	13	0,716	57,70	80,63	2,89	4,03

7,40	21	0,664	86,50	130,25	4,33	6,51
7,60	27	0,663	110,98	167,46	5,55	8,37
7,80	50	0,561	174,06	310,11	8,70	15,51





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.11**

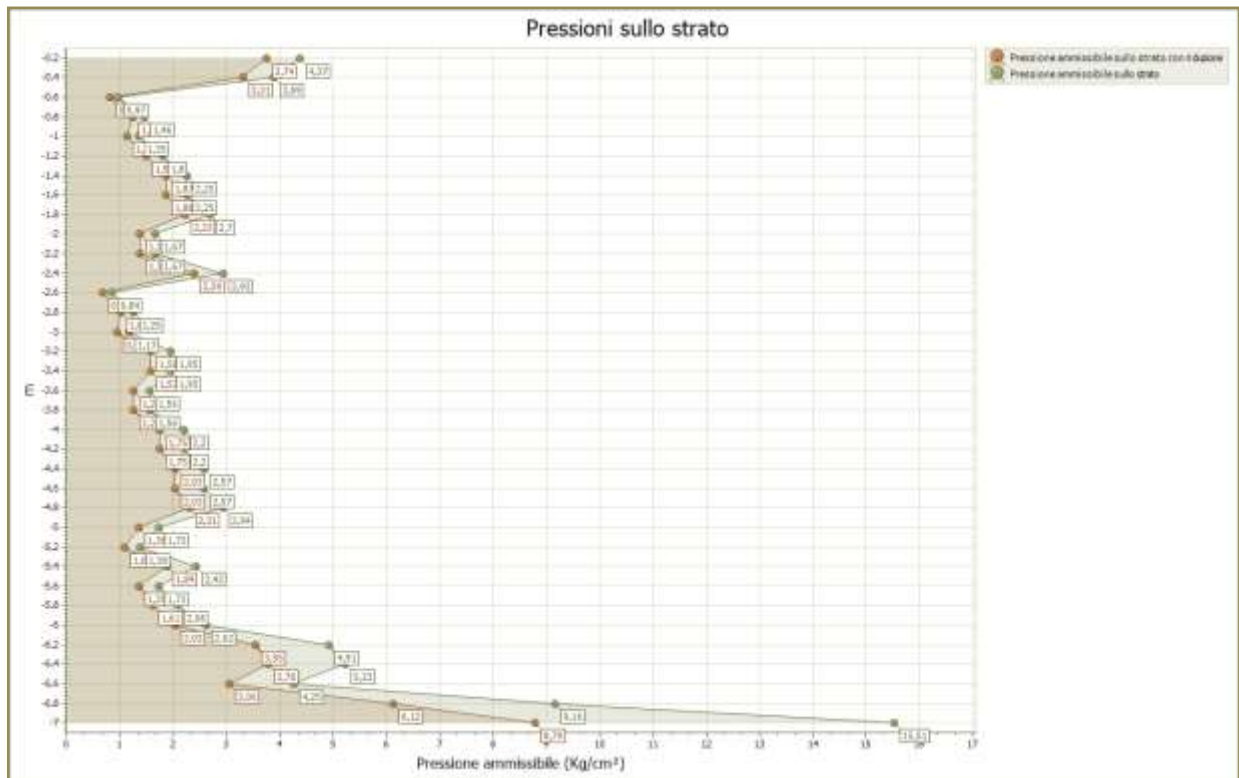
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 7,00 mt

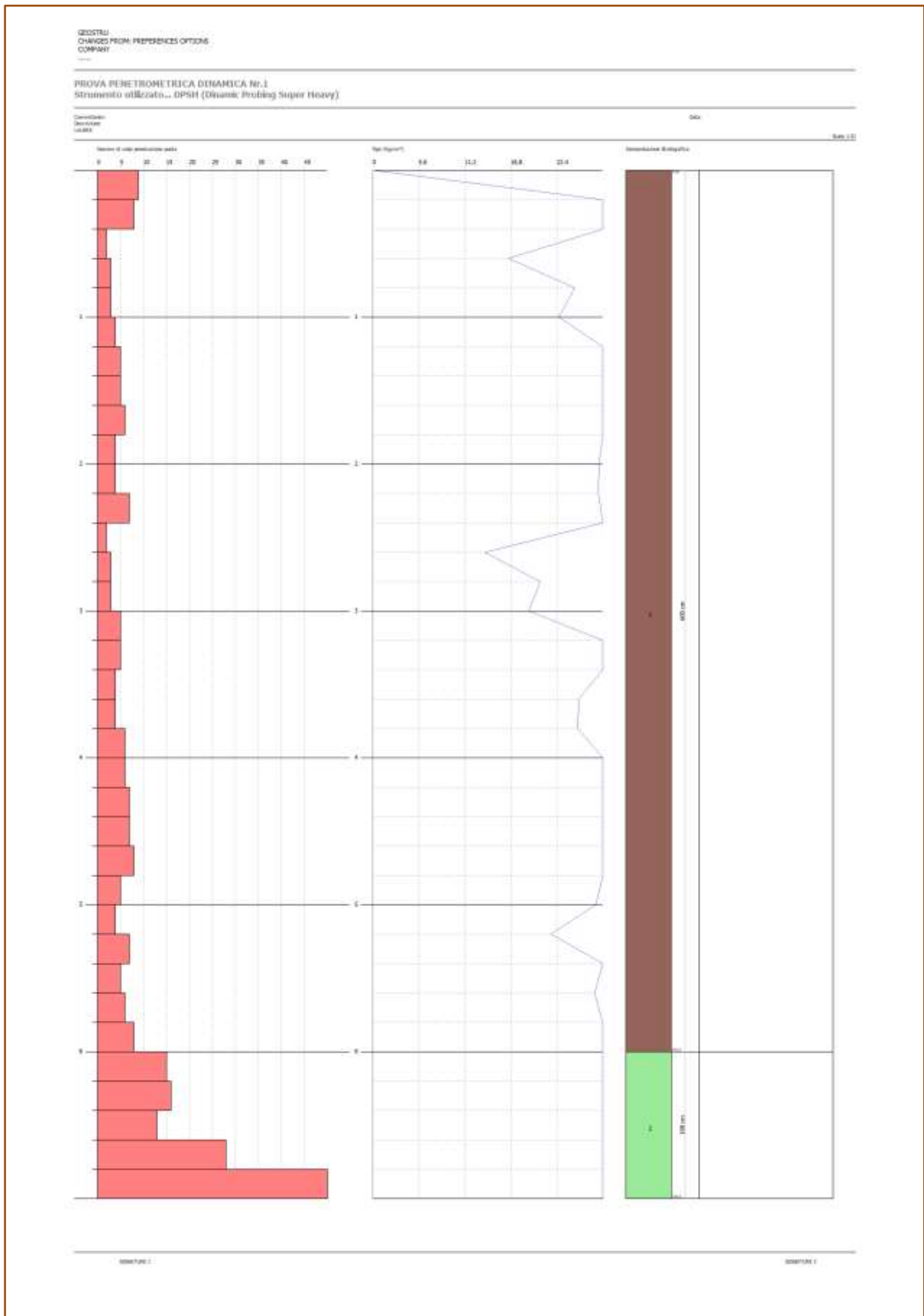
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	3	0,840	22,65	26,97	1,13	1,35
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	4	0,820	27,44	33,45	1,37	1,67
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	2	0,814	13,62	16,73	0,68	0,84
2,80	3	0,811	20,36	25,09	1,02	1,25
3,00	3	0,809	18,97	23,46	0,95	1,17
3,20	5	0,806	31,51	39,09	1,58	1,95
3,40	5	0,803	31,41	39,09	1,57	1,95
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	4	0,798	24,97	31,27	1,25	1,56
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	5	0,785	27,15	34,59	1,36	1,73
5,20	4	0,783	21,66	27,67	1,08	1,38
5,40	7	0,781	37,82	48,42	1,89	2,42
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	6	0,777	32,26	41,50	1,61	2,08
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
6,20	15	0,724	71,00	98,10	3,55	4,91
6,40	16	0,722	75,55	104,64	3,78	5,23
6,60	13	0,720	61,25	85,02	3,06	4,25
6,80	28	0,669	122,46	183,13	6,12	9,16
7,00	50	0,567	175,89	310,11	8,79	15,51







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.12**

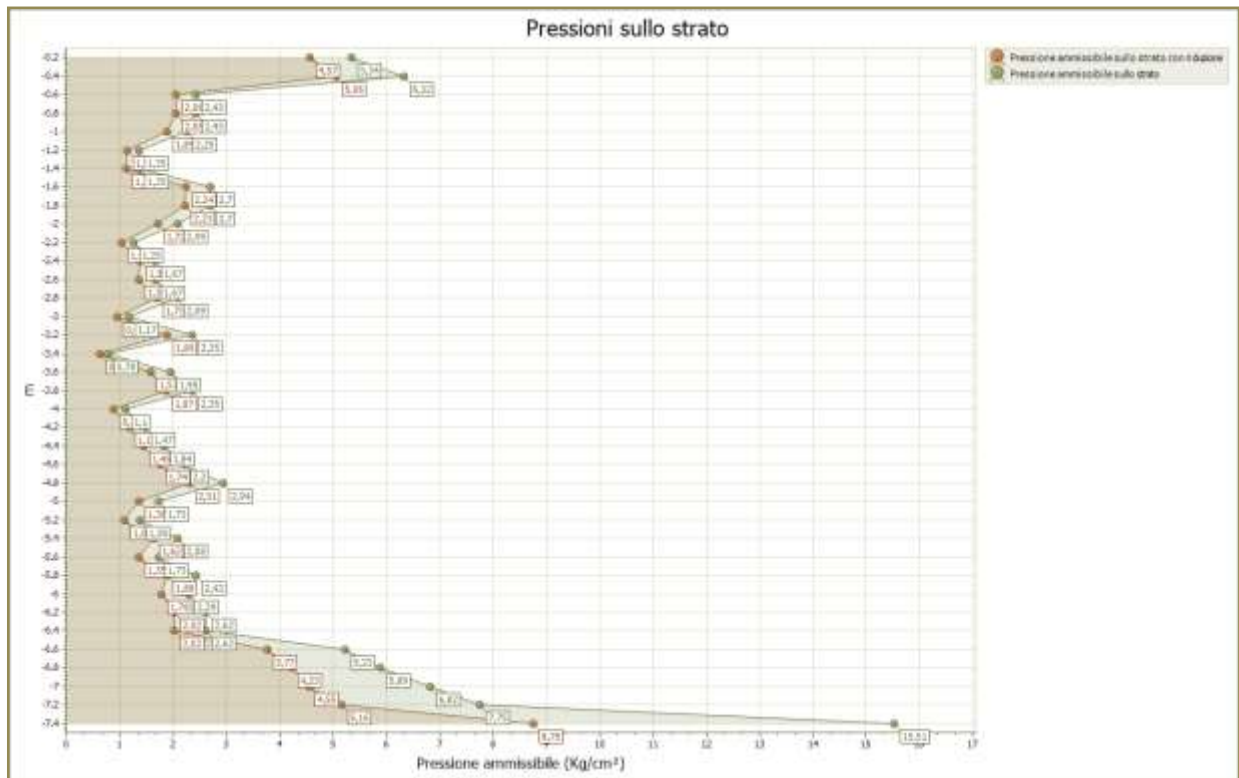
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

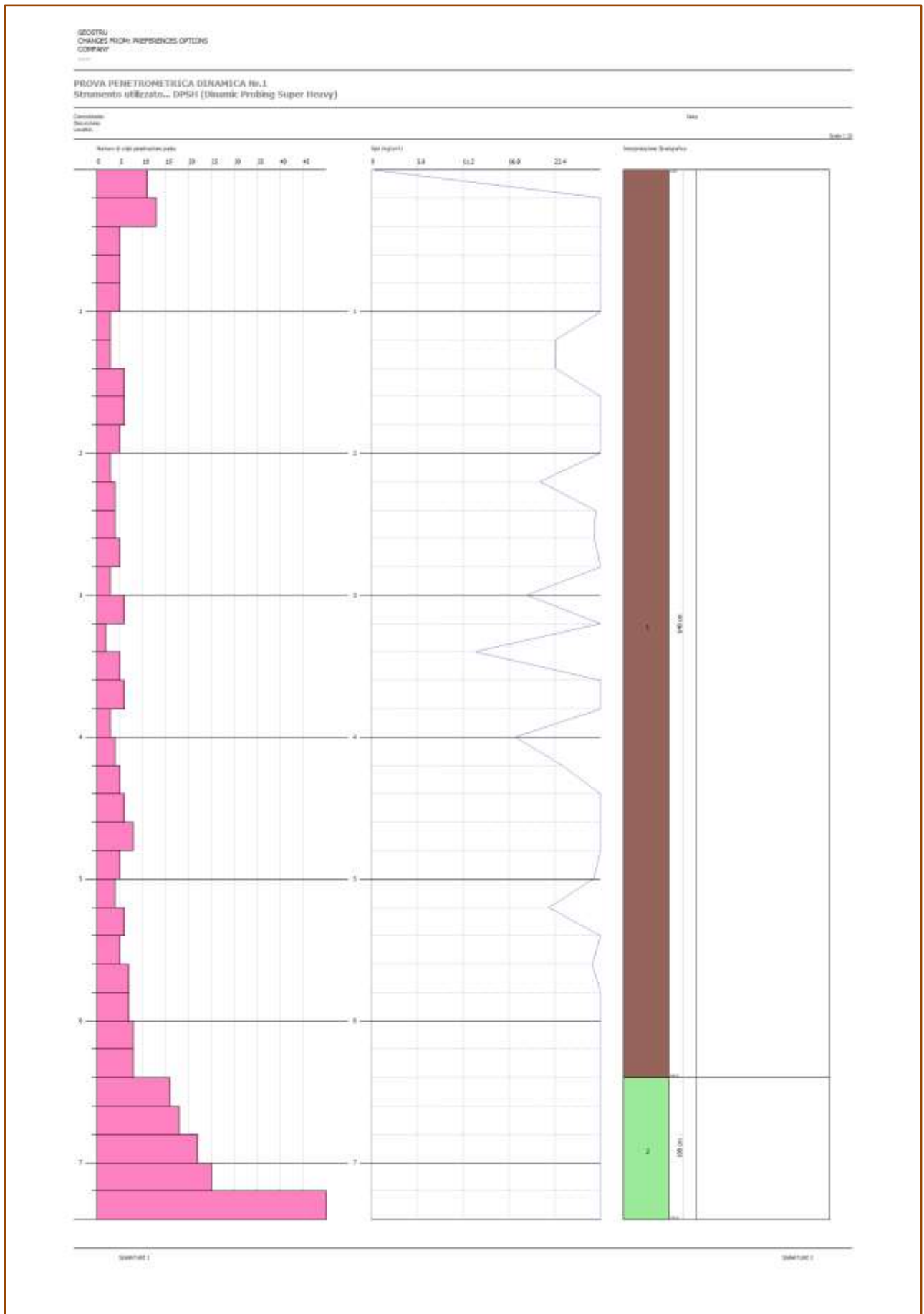
Profondità prova 7,40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	11	0,855	91,36	106,90	4,57	5,34
0,40	13	0,801	101,16	126,33	5,06	6,32
0,60	5	0,847	41,16	48,59	2,06	2,43
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	3	0,836	22,55	26,97	1,13	1,35
1,40	3	0,833	22,46	26,97	1,12	1,35
1,60	6	0,830	44,75	53,94	2,24	2,70
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	5	0,823	34,42	41,82	1,72	2,09
2,20	3	0,820	20,58	25,09	1,03	1,25
2,40	4	0,817	27,34	33,45	1,37	1,67
2,60	4	0,814	27,24	33,45	1,36	1,67
2,80	5	0,811	33,93	41,82	1,70	2,09
3,00	3	0,809	18,97	23,46	0,95	1,17
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	2	0,803	12,56	15,64	0,63	0,78
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	6	0,798	37,45	46,91	1,87	2,35
4,00	3	0,796	17,53	22,02	0,88	1,10
4,20	4	0,794	23,30	29,36	1,17	1,47
4,40	5	0,791	29,05	36,70	1,45	1,84
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	5	0,785	27,15	34,59	1,36	1,73
5,20	4	0,783	21,66	27,67	1,08	1,38
5,40	6	0,781	32,42	41,50	1,62	2,08
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	7	0,775	35,50	45,78	1,78	2,29
6,20	8	0,774	40,48	52,32	2,02	2,62
6,40	8	0,772	40,39	52,32	2,02	2,62
6,60	16	0,720	75,38	104,64	3,77	5,23
6,80	18	0,719	84,61	117,72	4,23	5,89
7,00	22	0,667	91,03	136,45	4,55	6,82
7,20	25	0,666	103,21	155,05	5,16	7,75
7,40	50	0,564	174,95	310,11	8,75	15,51





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.13**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

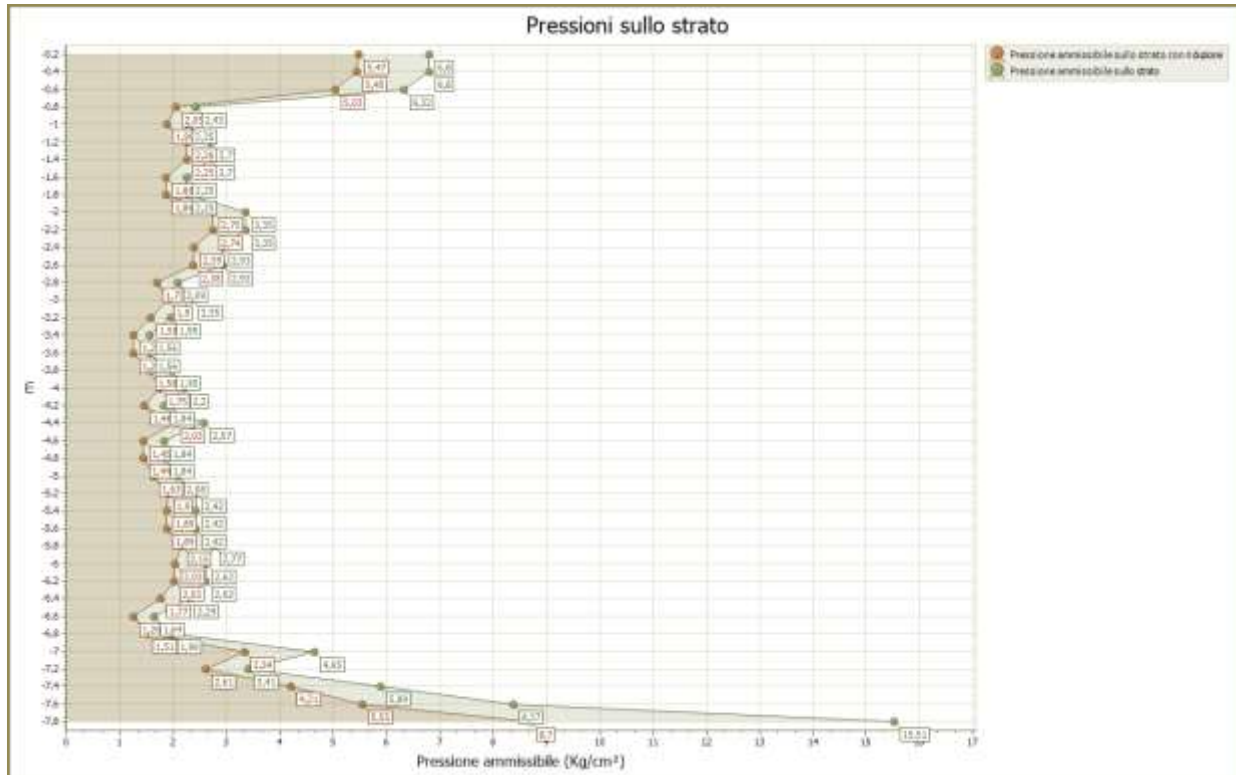
Profondità prova 7,80 mt

Falda non rilevata

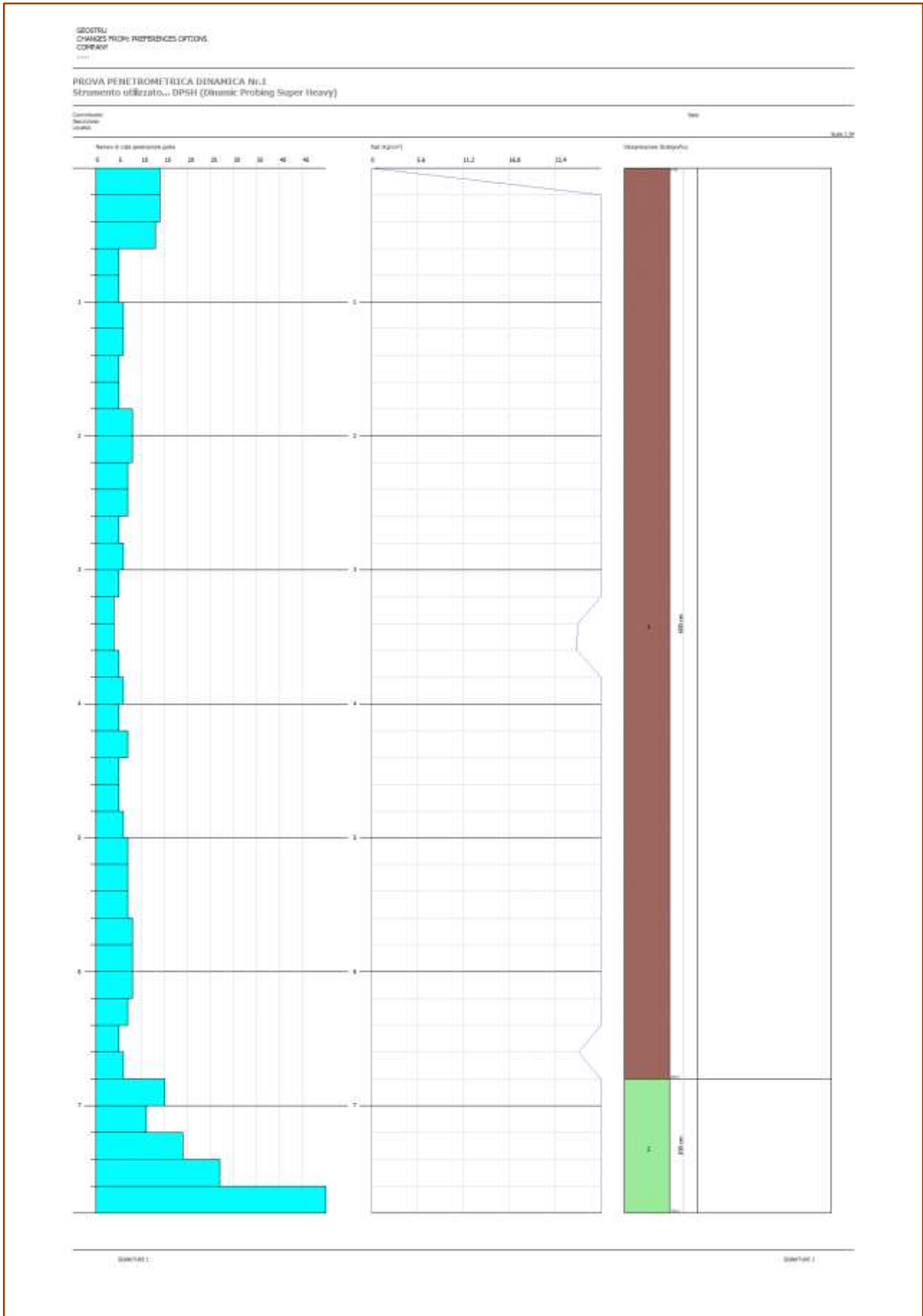
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	14	0,805	109,47	136,05	5,47	6,80
0,40	14	0,801	108,94	136,05	5,45	6,80
0,60	13	0,797	100,69	126,33	5,03	6,32
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	5	0,826	37,14	44,95	1,86	2,25
2,00	8	0,823	55,08	66,91	2,75	3,35
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	7	0,814	47,67	58,54	2,38	2,93
2,80	5	0,811	33,93	41,82	1,70	2,09
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	5	0,806	31,51	39,09	1,58	1,95
3,40	4	0,803	25,13	31,27	1,26	1,56
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	5	0,798	31,21	39,09	1,56	1,95
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	5	0,794	29,13	36,70	1,46	1,84
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	5	0,789	28,97	36,70	1,45	1,84
4,80	5	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	6	0,785	32,58	41,50	1,63	2,08
5,20	7	0,783	37,91	48,42	1,90	2,42
5,40	7	0,781	37,82	48,42	1,89	2,42
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	8	0,777	43,01	55,34	2,15	2,77
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
6,20	8	0,774	40,48	52,32	2,02	2,62
6,40	7	0,772	35,34	45,78	1,77	2,29
6,60	5	0,770	25,19	32,70	1,26	1,64
6,80	6	0,769	30,17	39,24	1,51	1,96
7,00	15	0,717	66,72	93,03	3,34	4,65
7,20	11	0,766	52,24	68,22	2,61	3,41
7,40	19	0,714	84,16	117,84	4,21	5,89

7,60	27	0,663	110,98	167,46	5,55	8,37
7,80	50	0,561	174,06	310,11	8,70	15,51







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.14**

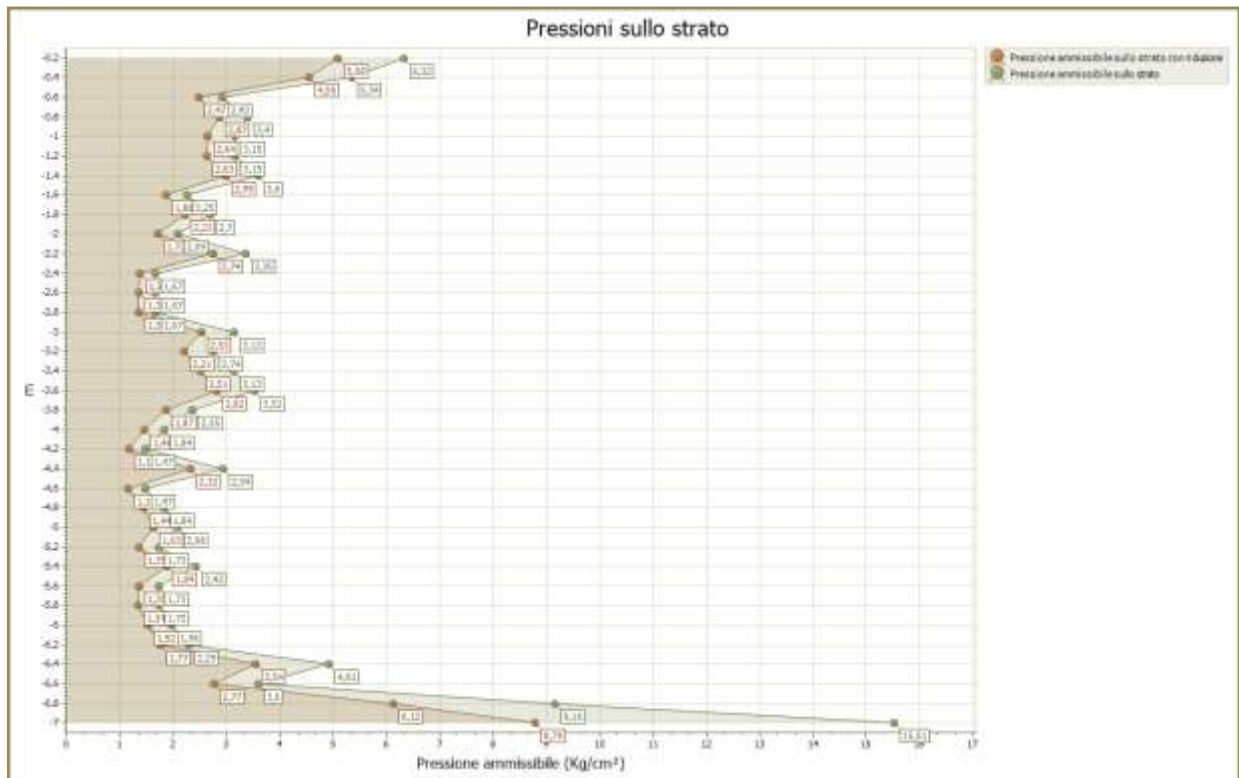
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

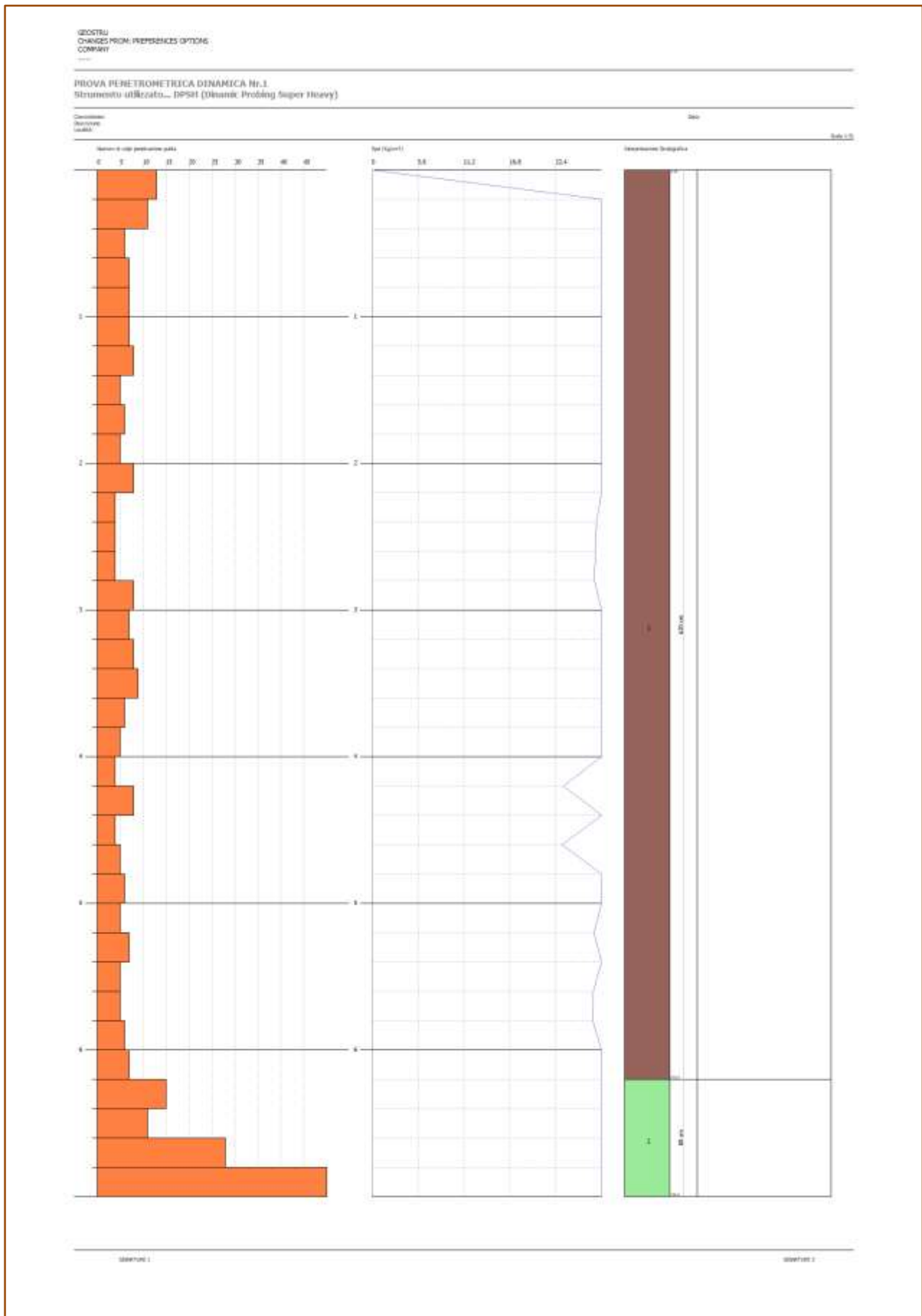
Profondità prova 7,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	13	0,805	101,65	126,33	5,08	6,32
0,40	11	0,851	90,94	106,90	4,55	5,34
0,60	6	0,847	49,39	58,31	2,47	2,92
0,80	7	0,843	57,37	68,02	2,87	3,40
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	8	0,833	59,90	71,92	2,99	3,60
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	5	0,823	34,42	41,82	1,72	2,09
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	4	0,817	27,34	33,45	1,37	1,67
2,60	4	0,814	27,24	33,45	1,36	1,67
2,80	4	0,811	27,14	33,45	1,36	1,67
3,00	8	0,809	50,58	62,55	2,53	3,13
3,20	7	0,806	44,11	54,73	2,21	2,74
3,40	8	0,803	50,25	62,55	2,51	3,13
3,60	9	0,801	56,35	70,37	2,82	3,52
3,80	6	0,798	37,45	46,91	1,87	2,35
4,00	5	0,796	29,22	36,70	1,46	1,84
4,20	4	0,794	23,30	29,36	1,17	1,47
4,40	8	0,791	46,47	58,72	2,32	2,94
4,60	4	0,789	23,17	29,36	1,16	1,47
4,80	5	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	6	0,785	32,58	41,50	1,63	2,08
5,20	5	0,783	27,08	34,59	1,35	1,73
5,40	7	0,781	37,82	48,42	1,89	2,42
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	5	0,777	26,88	34,59	1,34	1,73
6,00	6	0,775	30,43	39,24	1,52	1,96
6,20	7	0,774	35,42	45,78	1,77	2,29
6,40	15	0,722	70,83	98,10	3,54	4,91
6,60	11	0,770	55,42	71,94	2,77	3,60
6,80	28	0,669	122,46	183,13	6,12	9,16
7,00	50	0,567	175,89	310,11	8,79	15,51





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.15**

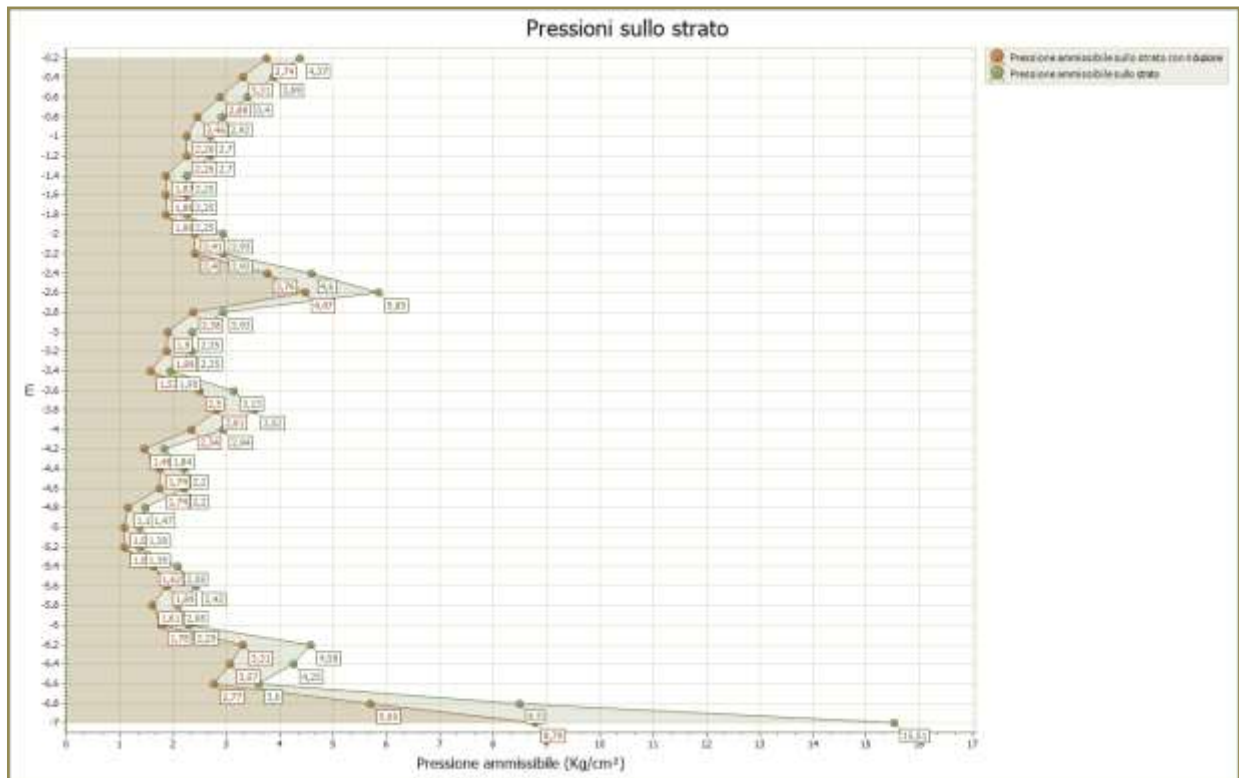
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 7,00 mt

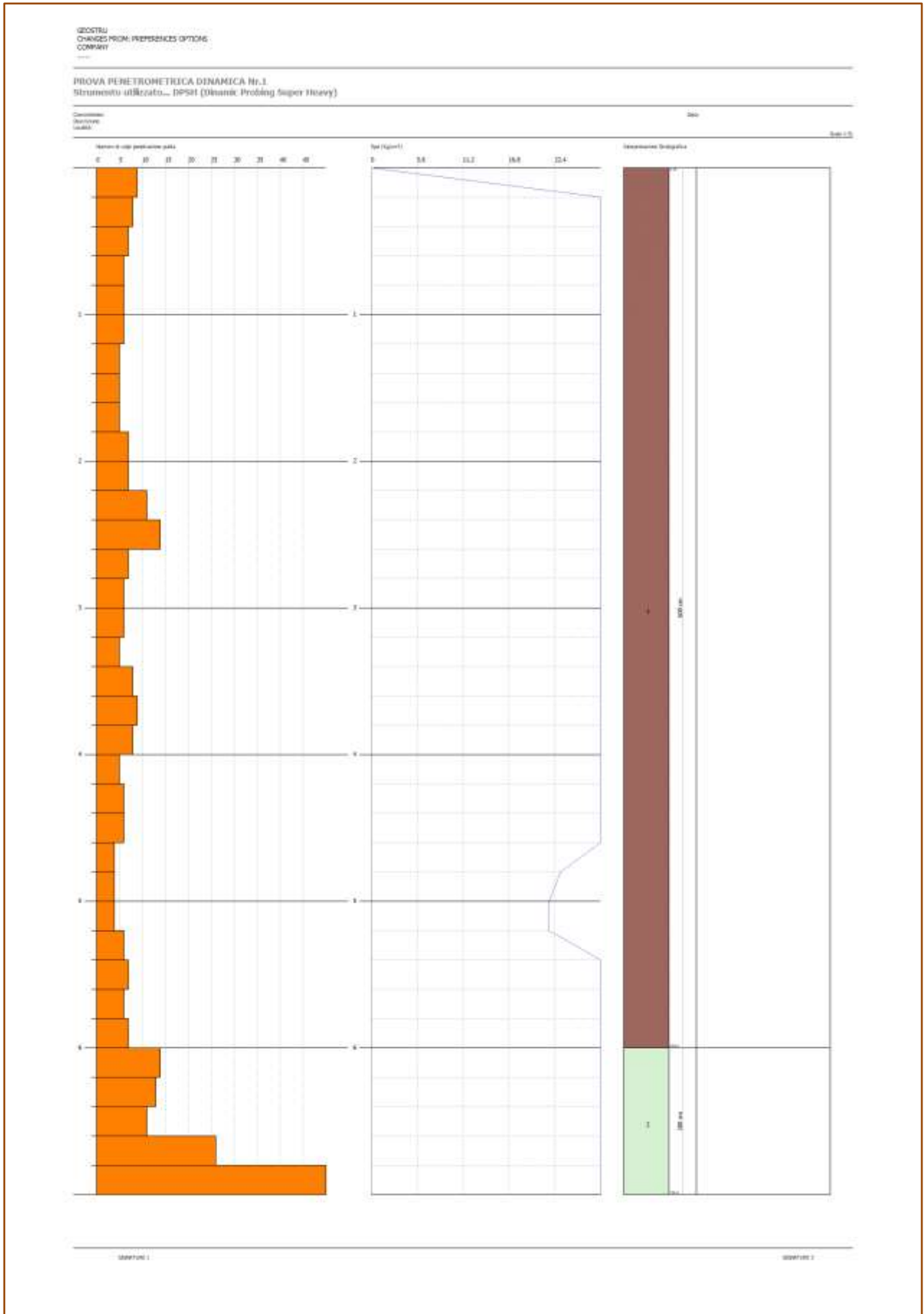
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	7	0,847	57,62	68,02	2,88	3,40
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	6	0,840	45,30	53,94	2,26	2,70
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	5	0,826	37,14	44,95	1,86	2,25
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	7	0,820	48,01	58,54	2,40	2,93
2,40	11	0,817	75,17	92,00	3,76	4,60
2,60	14	0,764	89,48	117,09	4,47	5,85
2,80	7	0,811	47,50	58,54	2,38	2,93
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	5	0,803	31,41	39,09	1,57	1,95
3,60	8	0,801	50,09	62,55	2,50	3,13
3,80	9	0,798	56,18	70,37	2,81	3,52
4,00	8	0,796	46,74	58,72	2,34	2,94
4,20	5	0,794	29,13	36,70	1,46	1,84
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	4	0,787	23,11	29,36	1,16	1,47
5,00	4	0,785	21,72	27,67	1,09	1,38
5,20	4	0,783	21,66	27,67	1,08	1,38
5,40	6	0,781	32,42	41,50	1,62	2,08
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	6	0,777	32,26	41,50	1,61	2,08
6,00	7	0,775	35,50	45,78	1,78	2,29
6,20	14	0,724	66,27	91,56	3,31	4,58
6,40	13	0,722	61,39	85,02	3,07	4,25
6,60	11	0,770	55,42	71,94	2,77	3,60
6,80	26	0,669	113,72	170,05	5,69	8,50
7,00	50	0,567	175,89	310,11	8,79	15,51







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.16**

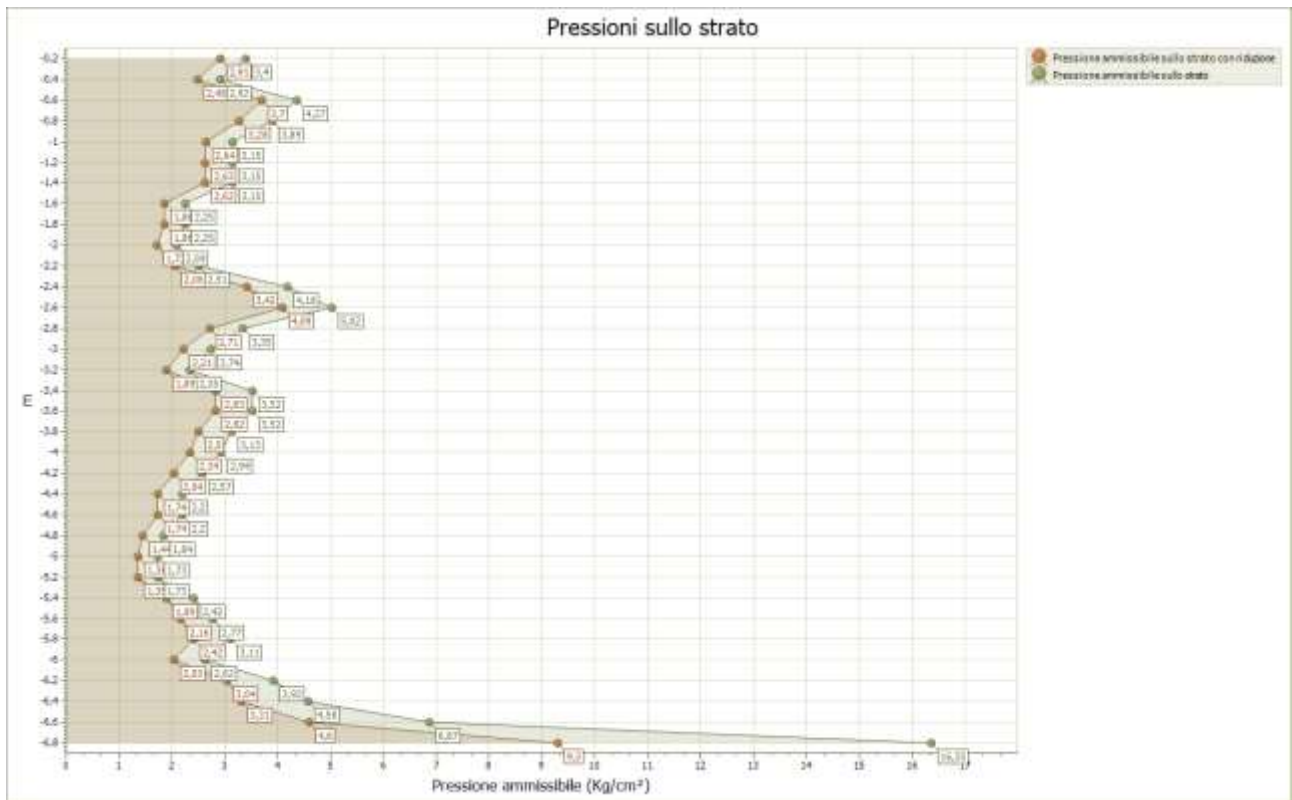
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

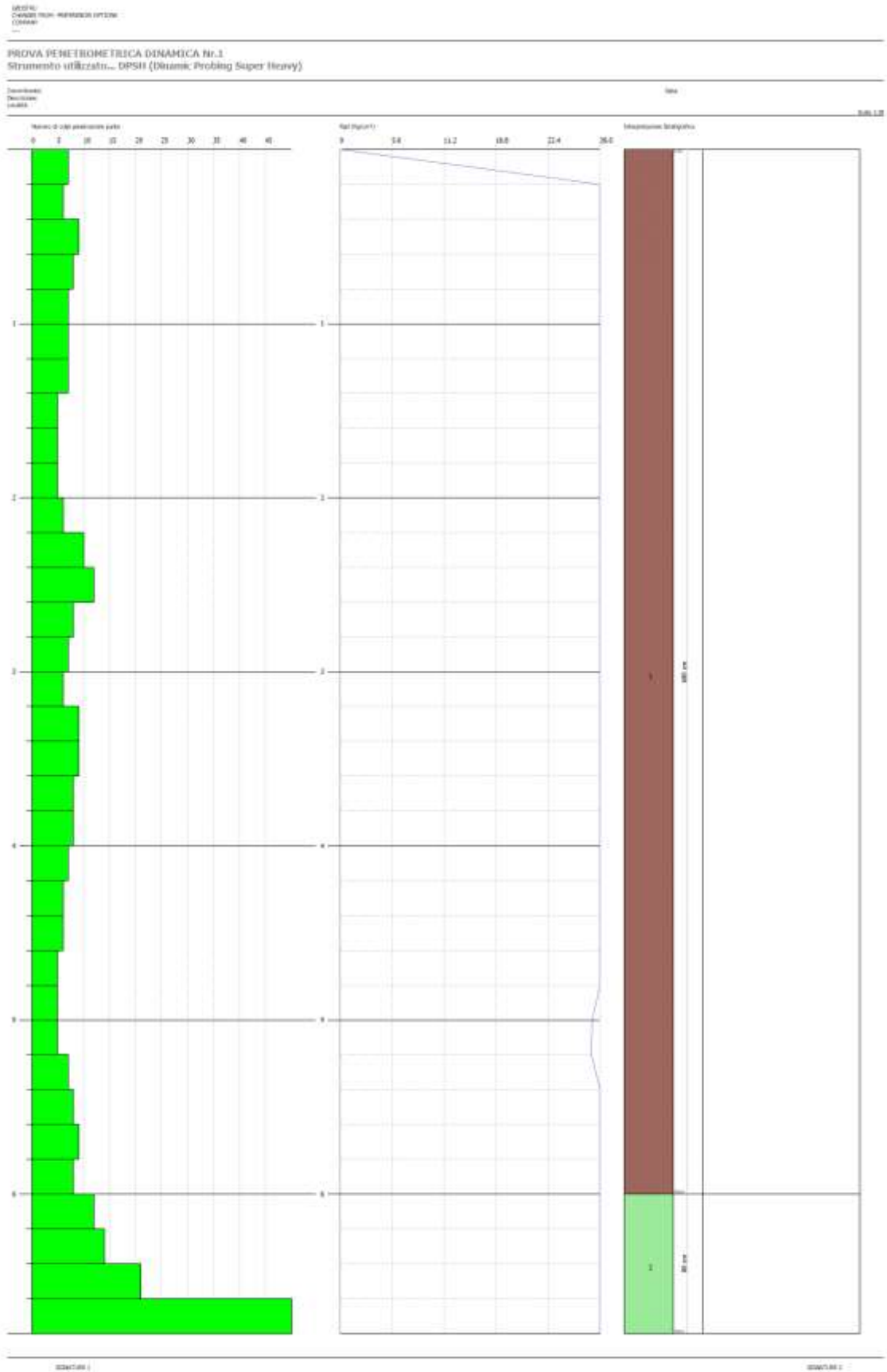
Profondità prova 6,80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	7	0,855	58,14	68,02	2,91	3,40
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	9	0,847	74,08	87,46	3,70	4,37
0,80	8	0,843	65,56	77,74	3,28	3,89
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	5	0,826	37,14	44,95	1,86	2,25
2,00	5	0,823	34,42	41,82	1,72	2,09
2,20	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	10	0,817	68,34	83,63	3,42	4,18
2,60	12	0,814	81,72	100,36	4,09	5,02
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	7	0,809	44,26	54,73	2,21	2,74
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	9	0,803	56,53	70,37	2,83	3,52
3,60	9	0,801	56,35	70,37	2,82	3,52
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	8	0,796	46,74	58,72	2,34	2,94
4,20	7	0,794	40,78	51,38	2,04	2,57
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	5	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	5	0,785	27,15	34,59	1,36	1,73
5,20	5	0,783	27,08	34,59	1,35	1,73
5,40	7	0,781	37,82	48,42	1,89	2,42
5,60	8	0,779	43,12	55,34	2,16	2,77
5,80	9	0,777	48,39	62,25	2,42	3,11
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
6,20	12	0,774	60,72	78,48	3,04	3,92
6,40	14	0,722	66,11	91,56	3,31	4,58
6,60	21	0,670	92,07	137,34	4,60	6,87
6,80	50	0,569	185,98	327,01	9,30	16,35





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.17**

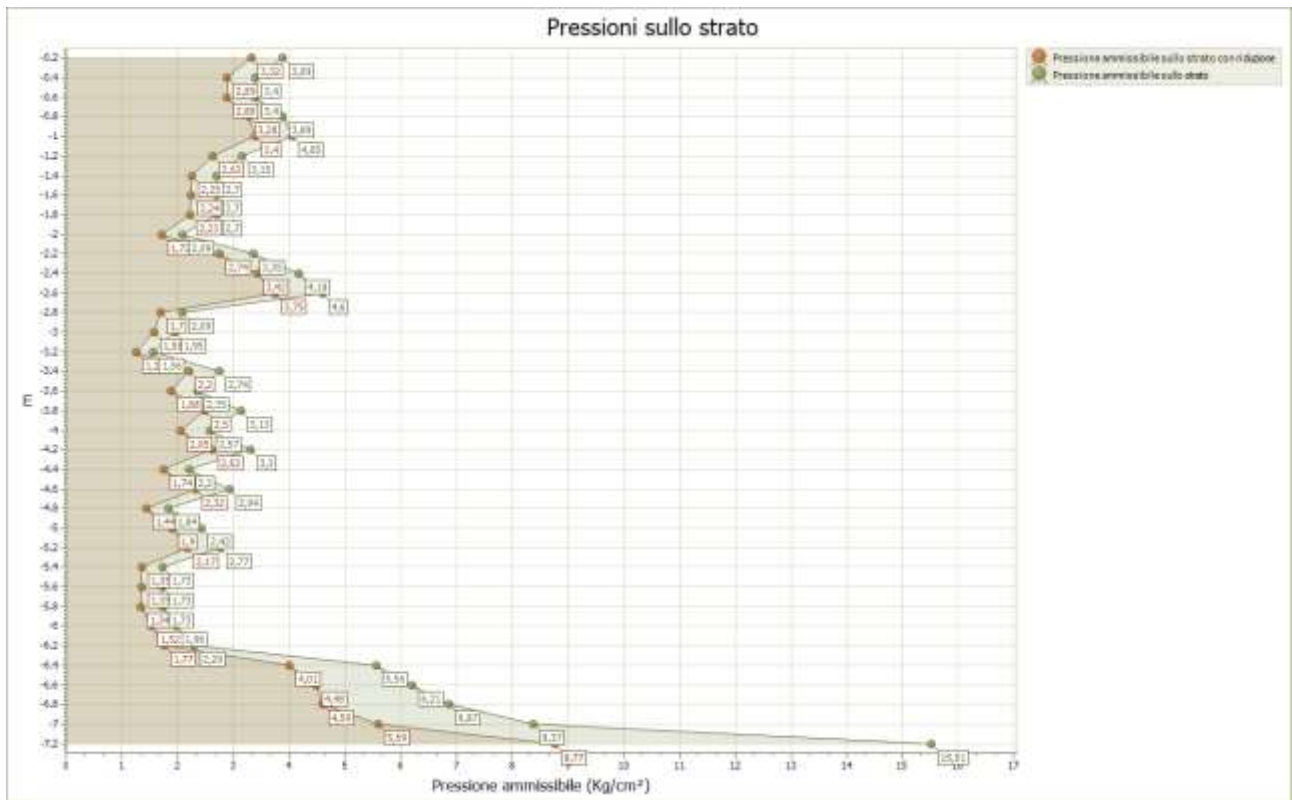
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 7,20 mt

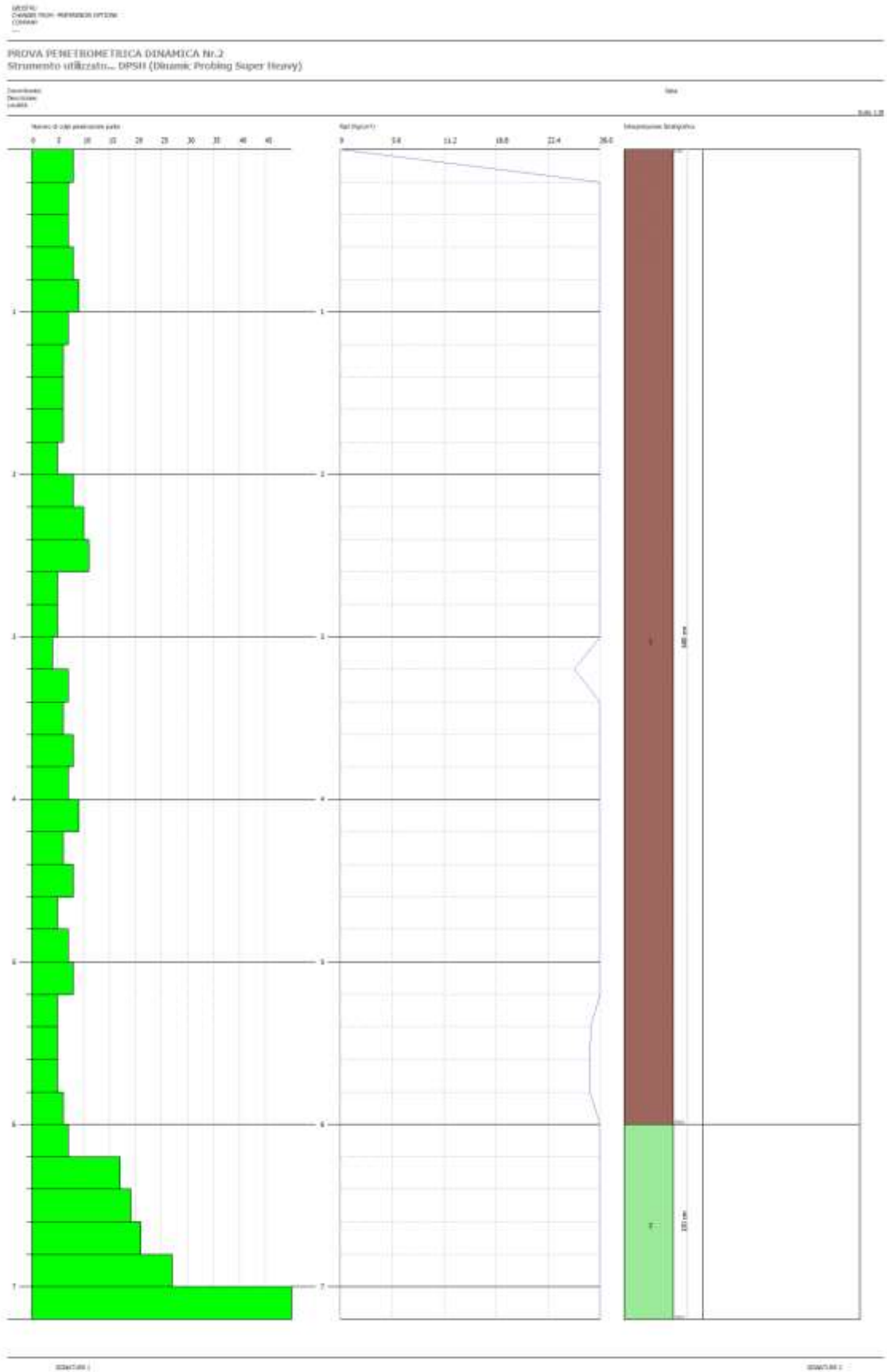
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	8	0,855	66,44	77,74	3,32	3,89
0,40	7	0,851	57,87	68,02	2,89	3,40
0,60	7	0,847	57,62	68,02	2,88	3,40
0,80	8	0,843	65,56	77,74	3,28	3,89
1,00	9	0,840	67,94	80,91	3,40	4,05
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	6	0,830	44,75	53,94	2,24	2,70
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	5	0,823	34,42	41,82	1,72	2,09
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	10	0,817	68,34	83,63	3,42	4,18
2,60	11	0,814	74,91	92,00	3,75	4,60
2,80	5	0,811	33,93	41,82	1,70	2,09
3,00	5	0,809	31,61	39,09	1,58	1,95
3,20	4	0,806	25,21	31,27	1,26	1,56
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	6	0,801	37,57	46,91	1,88	2,35
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	7	0,796	40,90	51,38	2,05	2,57
4,20	9	0,794	52,43	66,06	2,62	3,30
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
4,80	5	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	7	0,785	38,01	48,42	1,90	2,42
5,20	8	0,783	43,33	55,34	2,17	2,77
5,40	5	0,781	27,01	34,59	1,35	1,73
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	5	0,777	26,88	34,59	1,34	1,73
6,00	6	0,775	30,43	39,24	1,52	1,96
6,20	7	0,774	35,42	45,78	1,77	2,29
6,40	17	0,722	80,28	111,18	4,01	5,56
6,60	19	0,720	89,51	124,26	4,48	6,21
6,80	21	0,669	91,85	137,34	4,59	6,87
7,00	27	0,667	111,72	167,46	5,59	8,37
7,20	50	0,566	175,41	310,11	8,77	15,51







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.18**

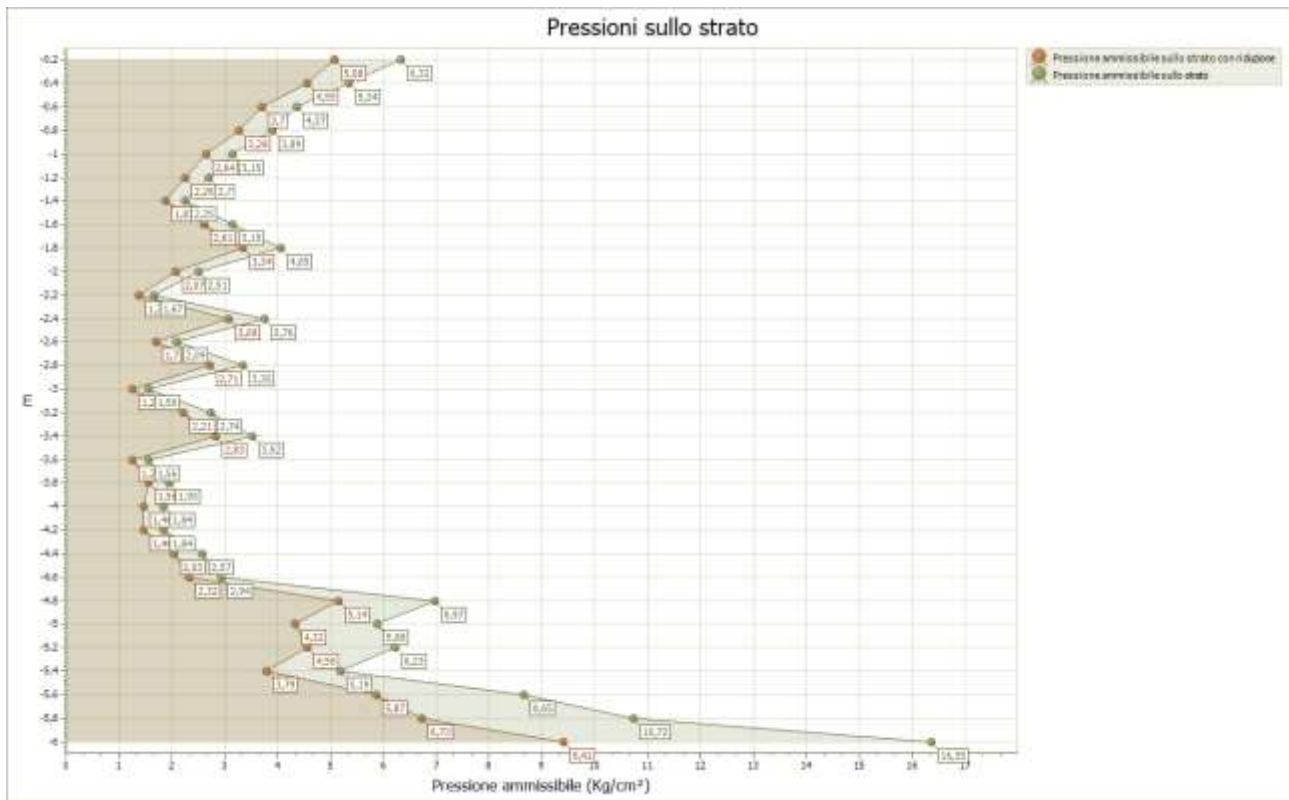
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

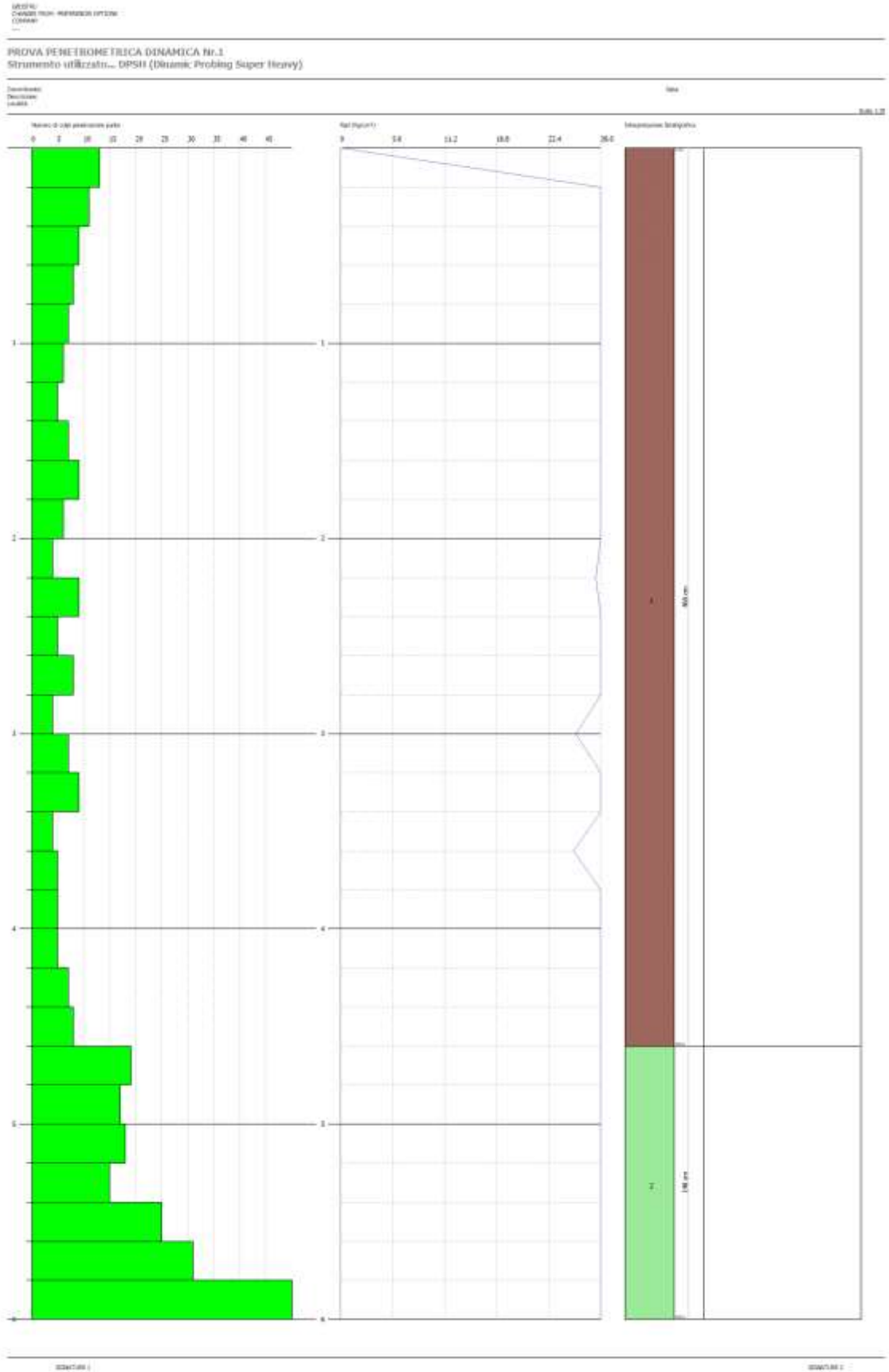
Profondità prova 6,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	13	0,805	101,65	126,33	5,08	6,32
0,40	11	0,851	90,94	106,90	4,55	5,34
0,60	9	0,847	74,08	87,46	3,70	4,37
0,80	8	0,843	65,56	77,74	3,28	3,89
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	7	0,830	52,20	62,93	2,61	3,15
1,80	9	0,826	66,86	80,91	3,34	4,05
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	4	0,820	27,44	33,45	1,37	1,67
2,40	9	0,817	61,51	75,27	3,08	3,76
2,60	5	0,814	34,05	41,82	1,70	2,09
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	4	0,809	25,29	31,27	1,26	1,56
3,20	7	0,806	44,11	54,73	2,21	2,74
3,40	9	0,803	56,53	70,37	2,83	3,52
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	5	0,798	31,21	39,09	1,56	1,95
4,00	5	0,796	29,22	36,70	1,46	1,84
4,20	5	0,794	29,13	36,70	1,46	1,84
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
4,80	19	0,737	102,80	139,47	5,14	6,97
5,00	17	0,735	86,43	117,59	4,32	5,88
5,20	18	0,733	91,27	124,51	4,56	6,23
5,40	15	0,731	75,85	103,76	3,79	5,19
5,60	25	0,679	117,44	172,93	5,87	8,65
5,80	31	0,627	134,51	214,43	6,73	10,72
6,00	50	0,575	188,19	327,01	9,41	16,35





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.19**

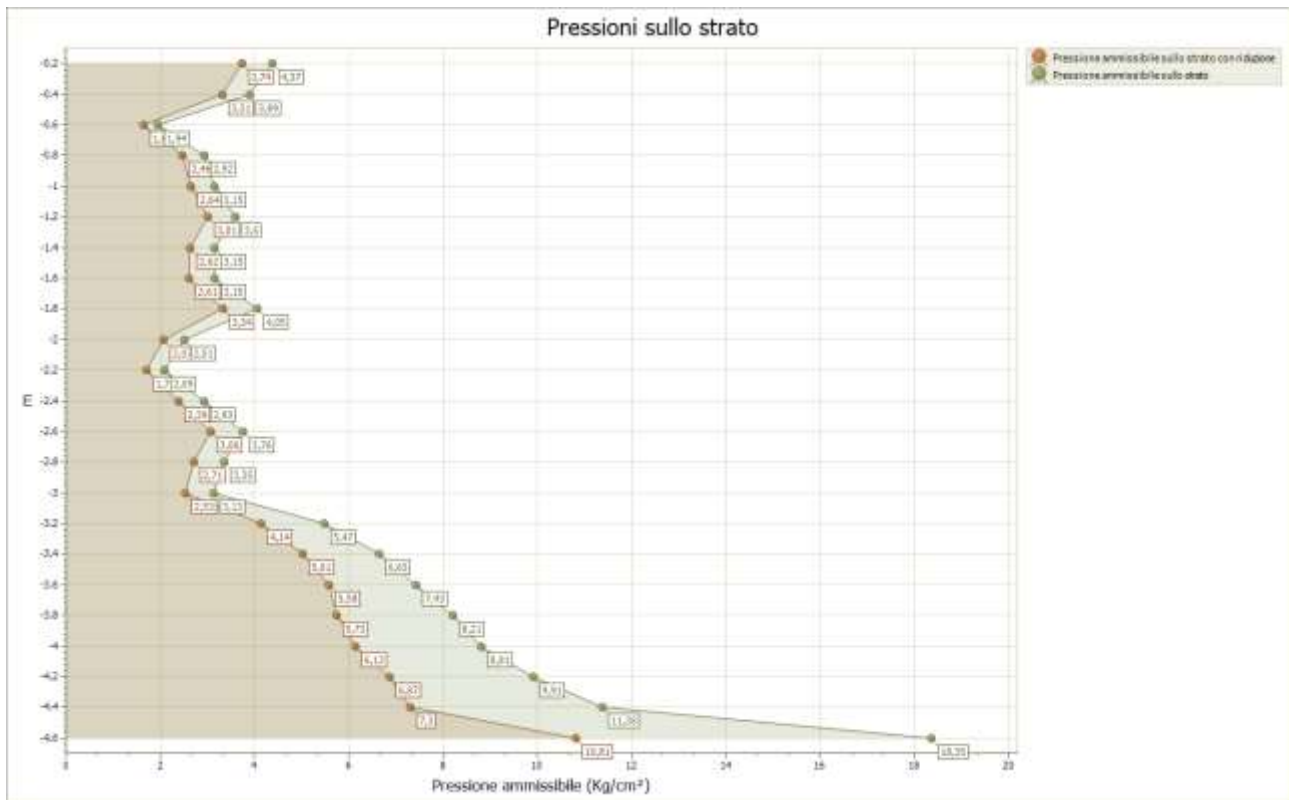
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 4,60 mt

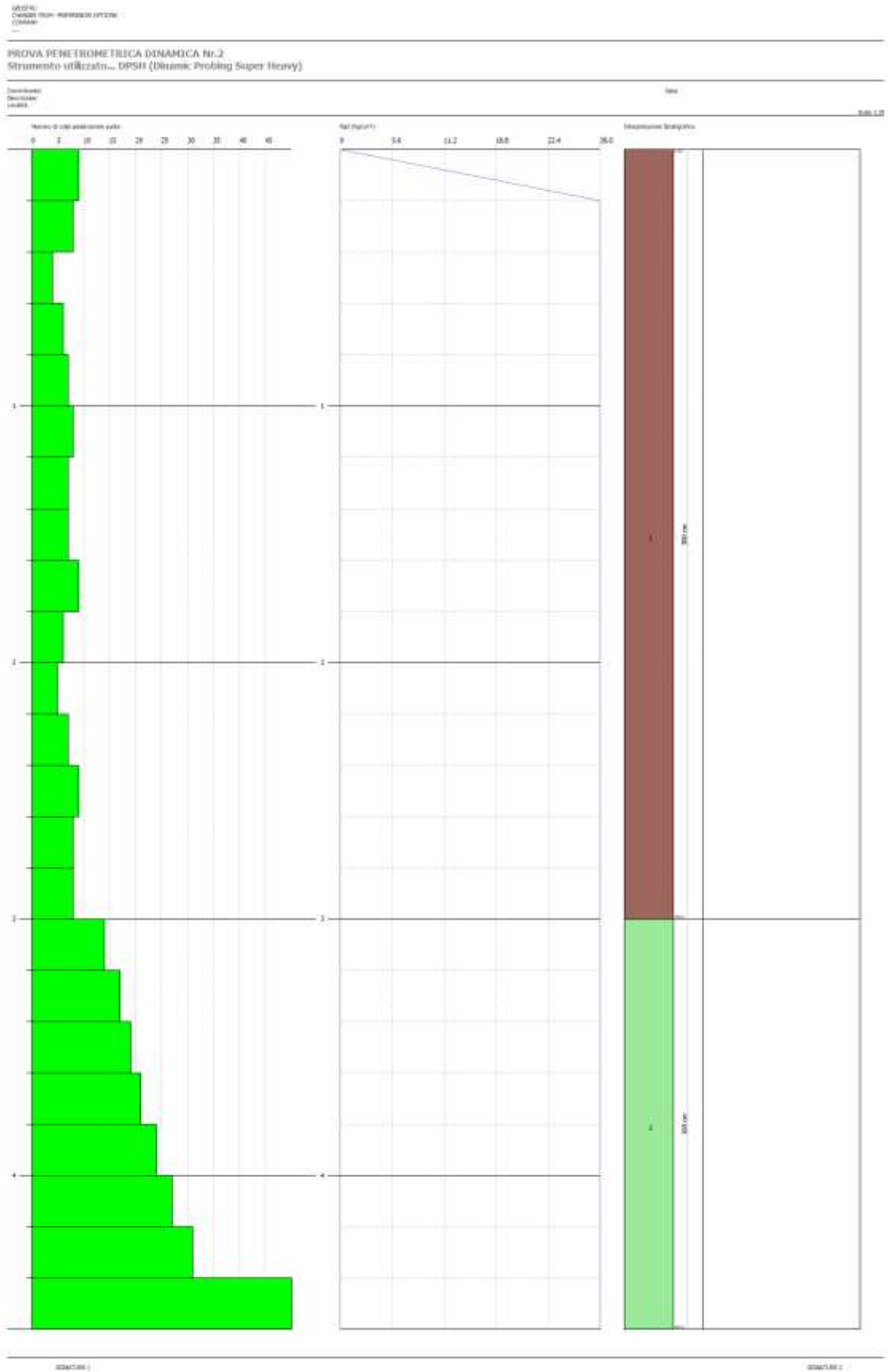
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	8	0,836	60,14	71,92	3,01	3,60
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	7	0,830	52,20	62,93	2,61	3,15
1,80	9	0,826	66,86	80,91	3,34	4,05
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	5	0,820	34,29	41,82	1,71	2,09
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	9	0,814	61,29	75,27	3,06	3,76
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	8	0,809	50,58	62,55	2,53	3,13
3,20	14	0,756	82,75	109,46	4,14	5,47
3,40	17	0,753	100,14	132,91	5,01	6,65
3,60	19	0,751	111,54	148,55	5,58	7,43
3,80	21	0,698	114,67	164,19	5,73	8,21
4,00	24	0,696	122,62	176,17	6,13	8,81
4,20	27	0,694	137,48	198,19	6,87	9,91
4,40	31	0,641	145,96	227,55	7,30	11,38
4,60	50	0,589	216,26	367,01	10,81	18,35







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.20**

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

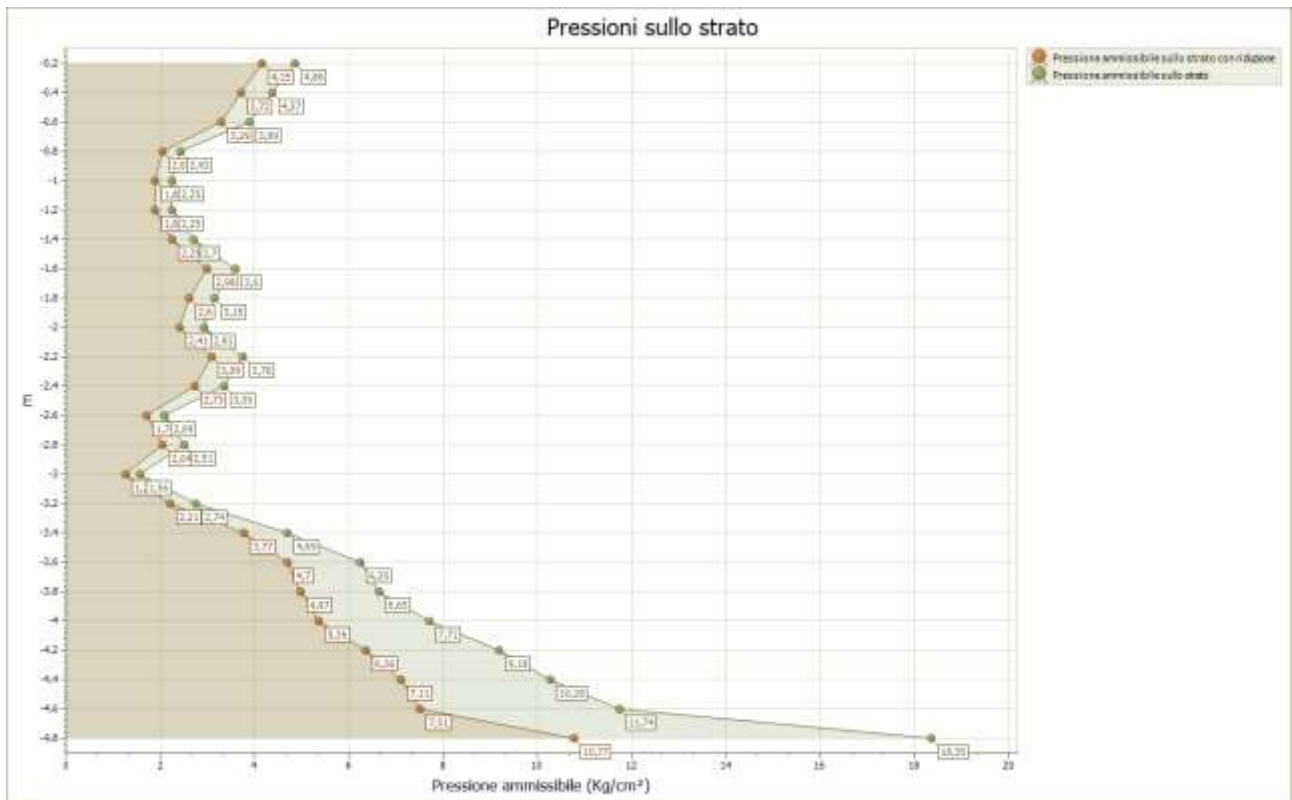
Profondità prova

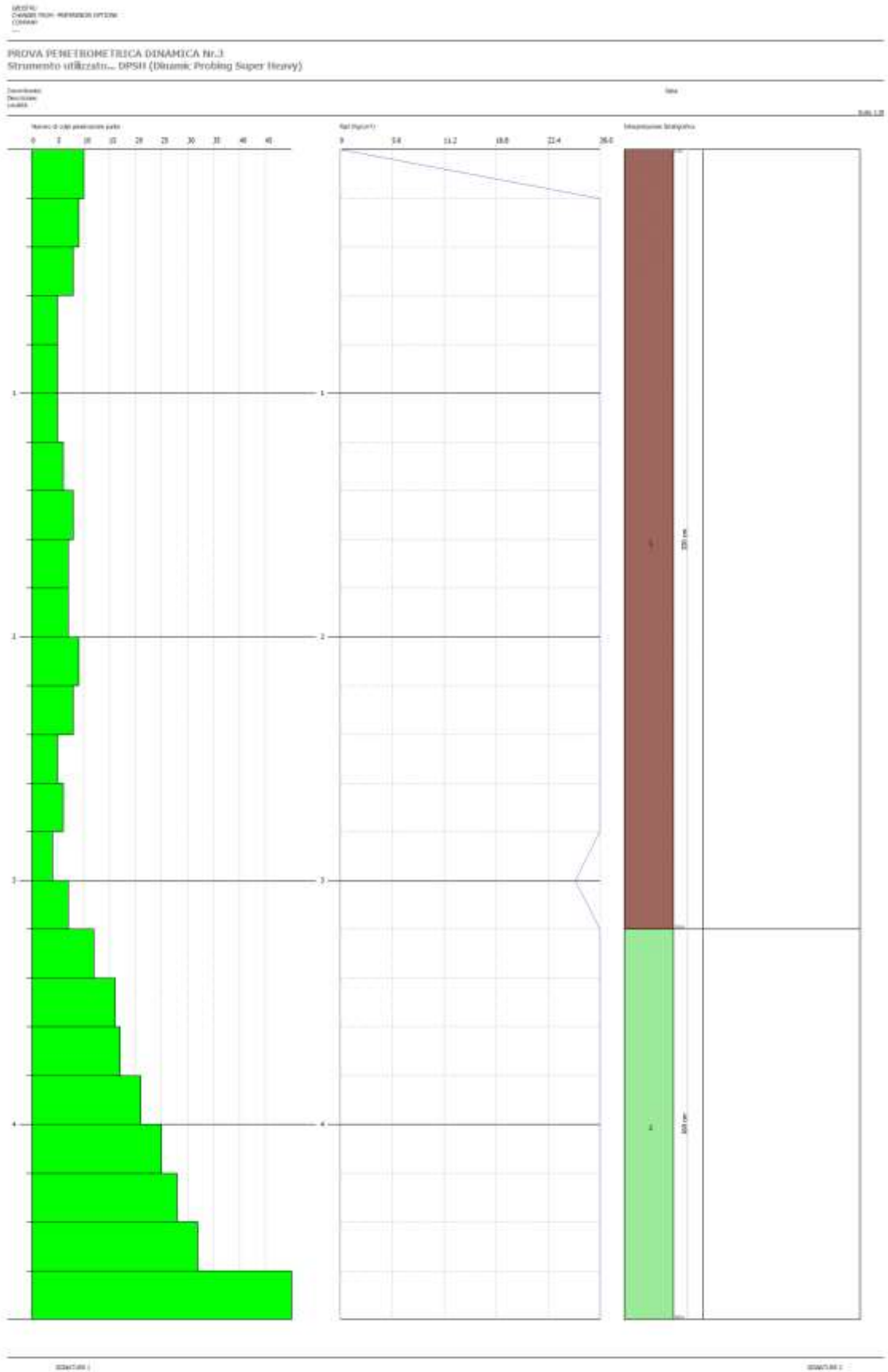
4,80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	10	0,855	83,05	97,18	4,15	4,86
0,40	9	0,851	74,41	87,46	3,72	4,37
0,60	8	0,847	65,85	77,74	3,29	3,89
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	5	0,836	37,59	44,95	1,88	2,25
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	9	0,820	61,73	75,27	3,09	3,76
2,40	8	0,817	54,67	66,91	2,73	3,35
2,60	5	0,814	34,05	41,82	1,70	2,09
2,80	6	0,811	40,72	50,18	2,04	2,51
3,00	4	0,809	25,29	31,27	1,26	1,56
3,20	7	0,806	44,11	54,73	2,21	2,74
3,40	12	0,803	75,38	93,82	3,77	4,69
3,60	16	0,751	93,93	125,10	4,70	6,25
3,80	17	0,748	99,47	132,91	4,97	6,65
4,00	21	0,696	107,29	154,15	5,36	7,71
4,20	25	0,694	127,30	183,51	6,36	9,18
4,40	28	0,691	142,11	205,53	7,11	10,28
4,60	32	0,639	150,15	234,89	7,51	11,74
4,80	50	0,587	215,47	367,01	10,77	18,35





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.21**

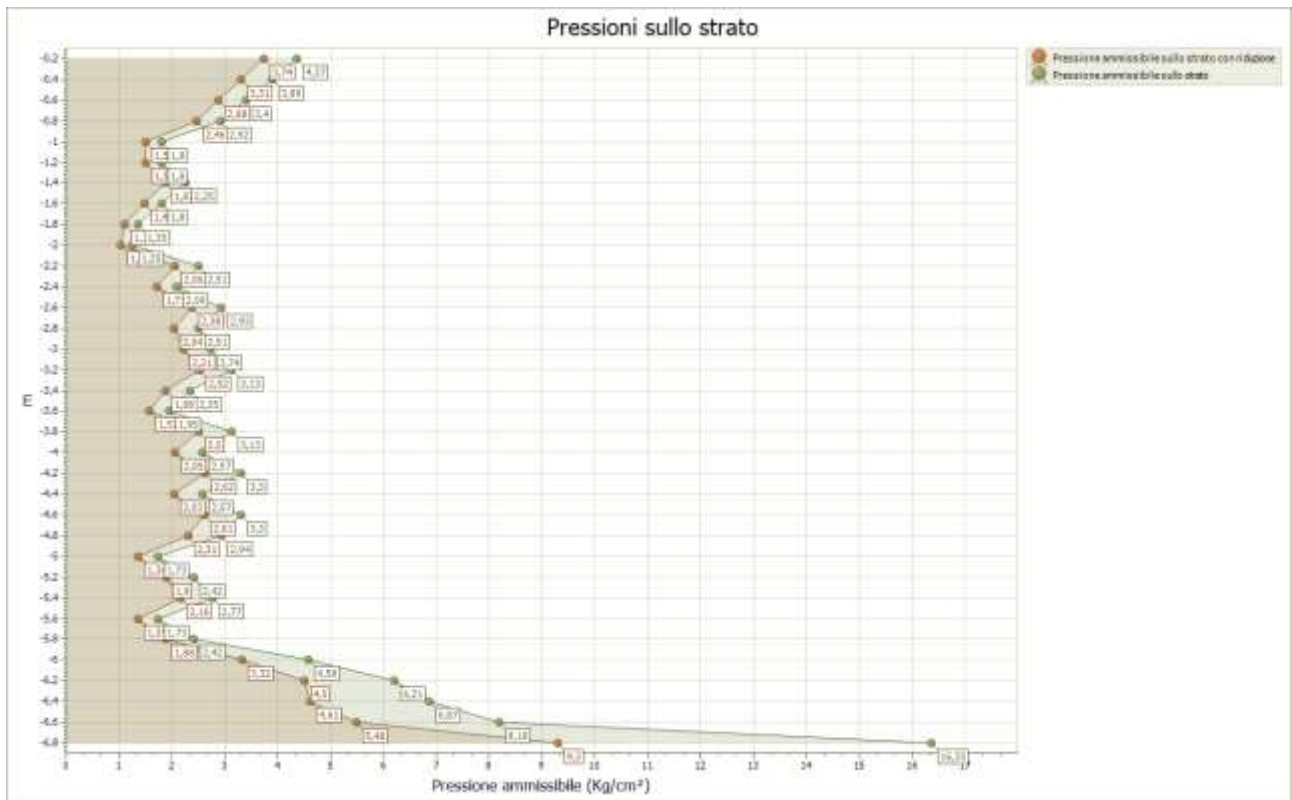
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 6,80 mt

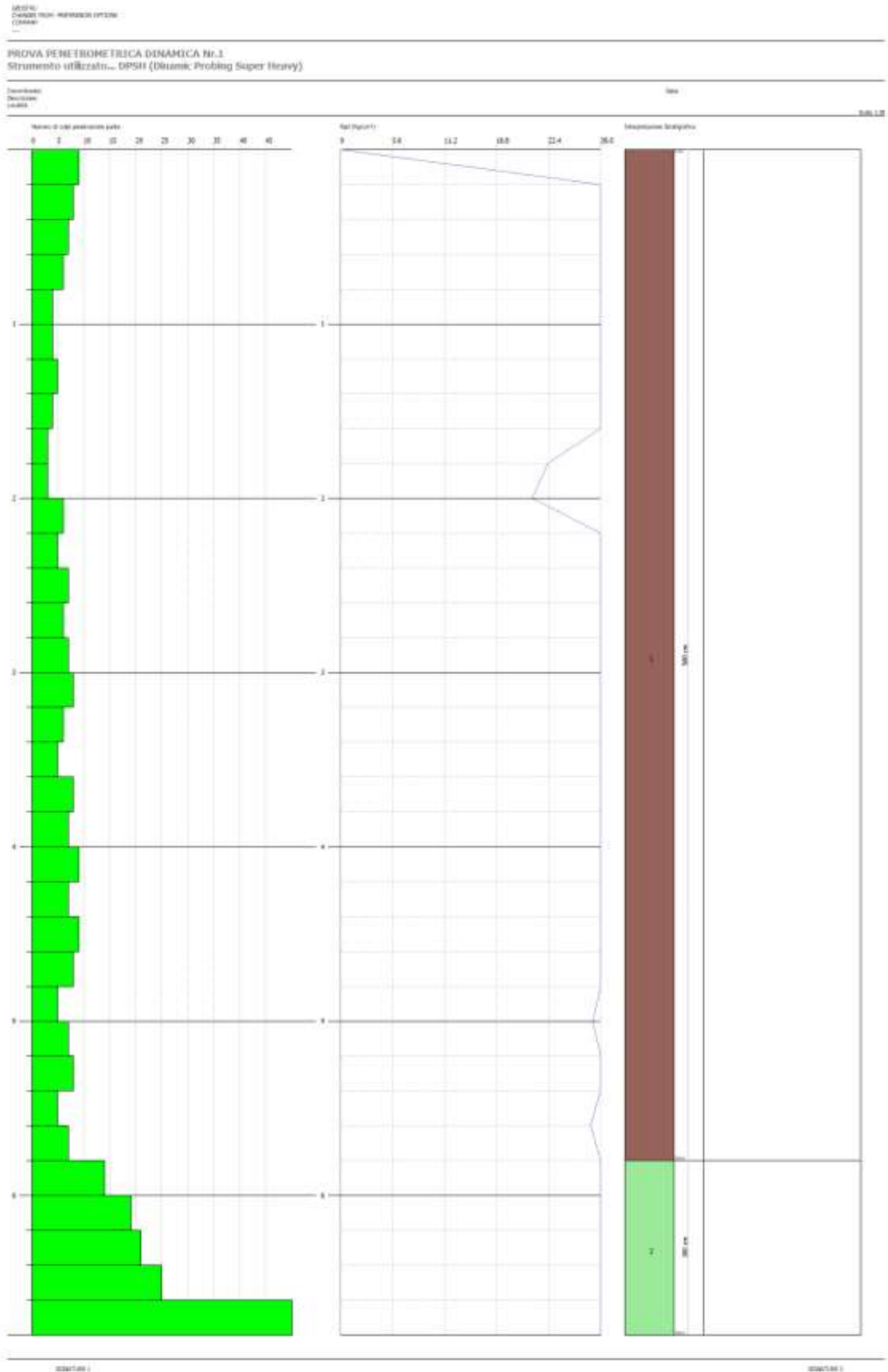
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	9	0,855	74,75	87,46	3,74	4,37
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	7	0,847	57,62	68,02	2,88	3,40
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	3	0,826	22,29	26,97	1,11	1,35
2,00	3	0,823	20,65	25,09	1,03	1,25
2,20	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	5	0,817	34,17	41,82	1,71	2,09
2,60	7	0,814	47,67	58,54	2,38	2,93
2,80	6	0,811	40,72	50,18	2,04	2,51
3,00	7	0,809	44,26	54,73	2,21	2,74
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	7	0,796	40,90	51,38	2,05	2,57
4,20	9	0,794	52,43	66,06	2,62	3,30
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	9	0,789	52,14	66,06	2,61	3,30
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	5	0,785	27,15	34,59	1,36	1,73
5,20	7	0,783	37,91	48,42	1,90	2,42
5,40	8	0,781	43,22	55,34	2,16	2,77
5,60	5	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	14	0,725	66,43	91,56	3,32	4,58
6,20	19	0,724	89,93	124,26	4,50	6,21
6,40	21	0,672	92,30	137,34	4,61	6,87
6,60	25	0,670	109,61	163,50	5,48	8,18
6,80	50	0,569	185,98	327,01	9,30	16,35







## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**PROVA N.22**

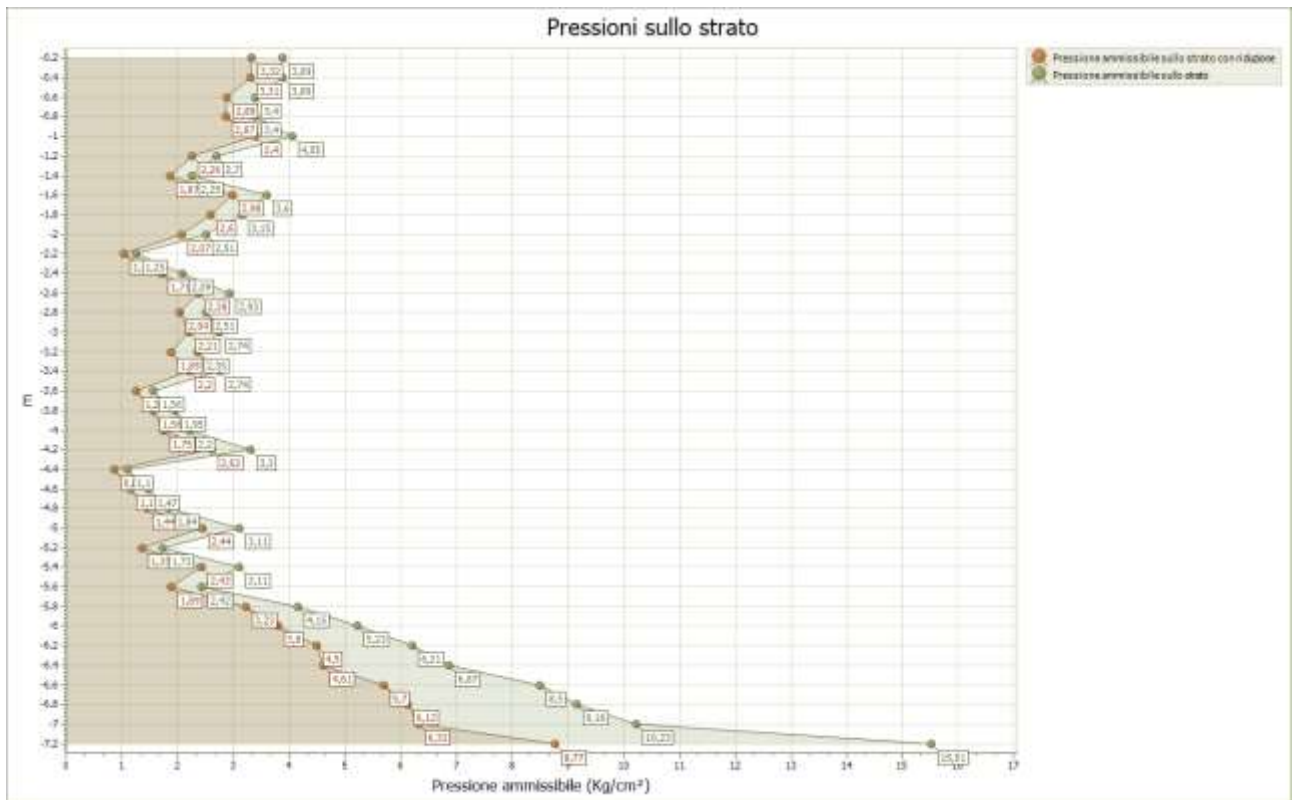
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

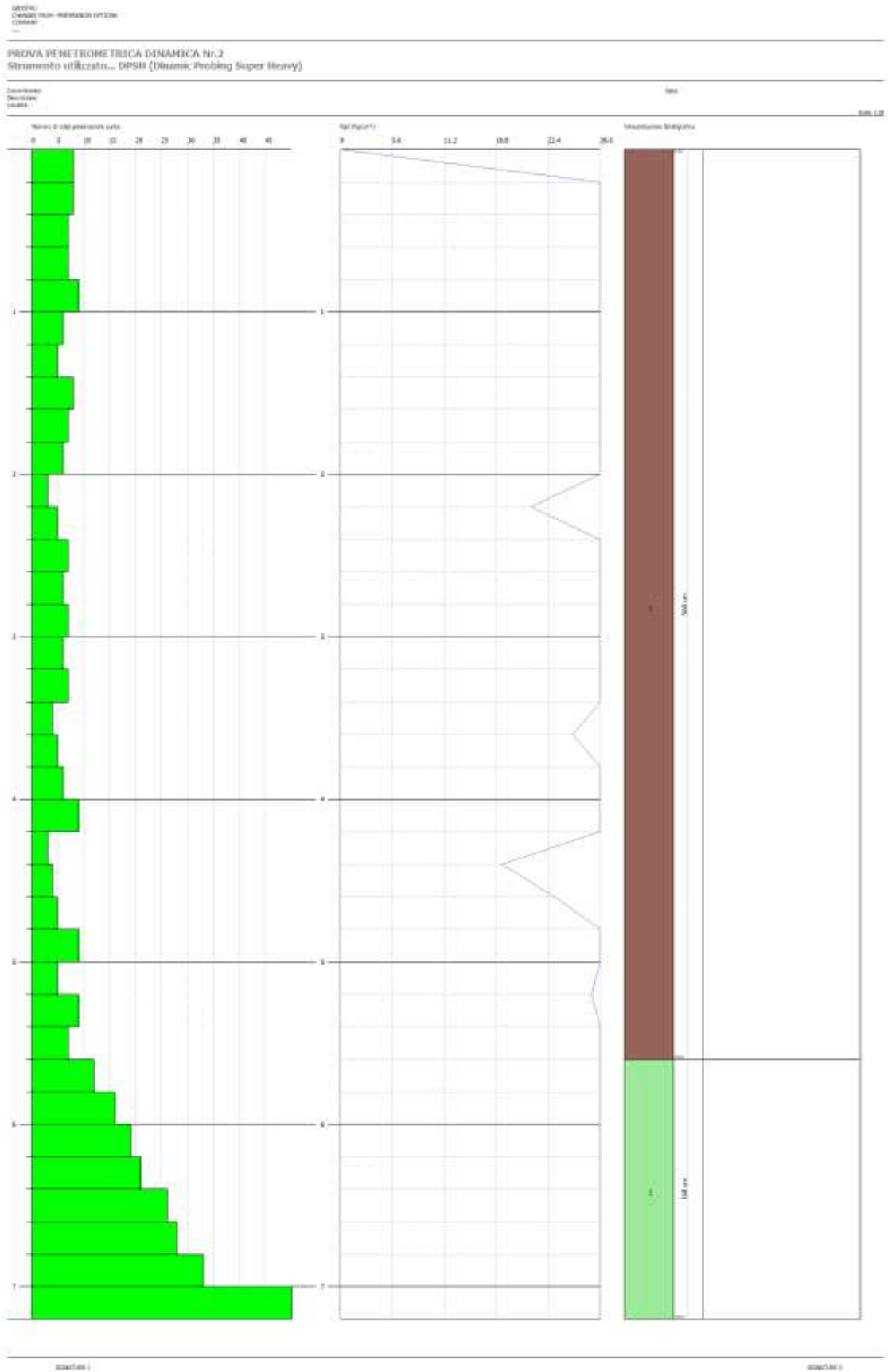
Profondità prova 7,20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	8	0,855	66,44	77,74	3,32	3,89
0,40	8	0,851	66,14	77,74	3,31	3,89
0,60	7	0,847	57,62	68,02	2,88	3,40
0,80	7	0,843	57,37	68,02	2,87	3,40
1,00	9	0,840	67,94	80,91	3,40	4,05
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	3	0,820	20,58	25,09	1,03	1,25
2,40	5	0,817	34,17	41,82	1,71	2,09
2,60	7	0,814	47,67	58,54	2,38	2,93
2,80	6	0,811	40,72	50,18	2,04	2,51
3,00	7	0,809	44,26	54,73	2,21	2,74
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	5	0,798	31,21	39,09	1,56	1,95
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	9	0,794	52,43	66,06	2,62	3,30
4,40	3	0,791	17,43	22,02	0,87	1,10
4,60	4	0,789	23,17	29,36	1,16	1,47
4,80	5	0,787	28,89	36,70	1,44	1,84
5,00	9	0,785	48,87	62,25	2,44	3,11
5,20	5	0,783	27,08	34,59	1,35	1,73
5,40	9	0,781	48,62	62,25	2,43	3,11
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	12	0,777	64,52	83,01	3,23	4,15
6,00	16	0,725	75,92	104,64	3,80	5,23
6,20	19	0,724	89,93	124,26	4,50	6,21
6,40	21	0,672	92,30	137,34	4,61	6,87
6,60	26	0,670	113,99	170,05	5,70	8,50
6,80	28	0,669	122,46	183,13	6,12	9,16
7,00	33	0,617	126,32	204,67	6,32	10,23
7,20	50	0,566	175,41	310,11	8,77	15,51





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





# REGIONE MOLISE

*COMUNE di*

**LARINO**

*(Provincia di CAMPOBASSO)*



**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI  
AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA  
DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI  
CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc**

**Committenza: ECAP SOLUTIONS GMBH**

## **ALLEGATO SISMICO**



**GEOSECURE S.R.L.**  
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



**IL DIRETTORE TECNICO**

Dott. Carlo Cortese

**DATA:** GIUGNO 2021

Rev. 0

## INDICE

1	<b>INTRODUZIONE GENERALE</b>	PAG. 02
2	<b>INTRODUZIONE ALLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE</b>	PAG. 03
	2.1 TOMOGRAFIA SISMICA	PAG. 03
	2.2 MASW	PAG. 06
3	<b>RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO</b>	PAG. 09
	3.1 TOMOGRAFIA SISMICA SS1-SS22	PAG. 09
	3.2 MASW M1-M22	PAG. 40
4	<b>CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE</b>	PAG. 71



## 1. INTRODUZIONE

In questo **ALLEGATO SISMICO** si descrivono i risultati provenienti dalla **campagna di indagini geofisiche** effettuata nel comune di Larino (CB) dalla ditta “GEOSECURE s.r.l.”, nel mese di MAGGIO 2021, eseguita a servizio della pratica denominata “**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc**” per conto di ECAP SOLUTION GMBH.

Nel dettaglio, la **campagna di indagini geofisiche** eseguite nell’area è consistita in:

- N° 22 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE DENOMINATA “SISMICA A RIFRAZIONE” E “TOMOGRAFIA SISMICA” ESEGUITE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI N° 22 STENDIMENTI SISMICI DENOMINATI PROGRESSIVAMENTE DA **SS1** a **SS22** (da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT);
- N° 22 PROSPEZIONE GEOFISICA SUPERFICIALE CON METODOLOGIA DI INDAGINE “MASW” DENOMINATI PROGRESSIVAMENTE DA **M1** a **M22** (da M1 a M7 di lunghezza pari a 15,00 MT, M8 e M9 di lunghezza pari a 23,00 MT, M10, M11, M12 di lunghezza pari a 46 MT, da M13 a M22 di lunghezza pari a 92 MT).

La corretta ubicazione delle indagini eseguite nell’area allo studio è riportata di seguito in **Figura 1**:



**Fig. 1: ubicazione delle indagini geofisiche eseguite nel comune di Larino (CB).**

## 2. INTRODUZIONE ALLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE

### 2.1 TOMOGRAFIA SISMICA

L'obiettivo delle prospezioni geofisiche effettuate con metodologia di indagine TOMOGRAFICA SISMICA è stato quello di investigare attraverso metodologie geofisiche specifiche il sottosuolo allo scopo di creare un profilo sismo-stratigrafico di riferimento per ciascuna prova effettuata.

#### STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E FIGURE PROFESSIONALI UTILIZZATE DURANTE LE INDAGINI:

La strumentazione utilizzata nell'area è costituita da un sismografo multicanale M.A.E. modello A 6000 S (Figura 2), avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- *capacità di campionamento dei segnali tra 0,002 e 0,00005 sec;*
- *sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);*
- *filtri High Pass e Band Reject;*
- *"Automatic Gain Control";*
- *convertitore A/D a 24 bit;*
- *24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;*
- *massa battente pesante di 10 Kg.*



**Fig. 2: sismografo multicanale M.A.E. modello A 6000 S.**

Durante la fase di acquisizione dati la Ditta "GEOSECURE S.r.l." si è avvalsa delle seguenti figure professionali:

- n. 1 geofisico prospektore;
- n. 2 assistenti al geofisico prospektore.

Tutti gli strumenti di misura, impiegati in accordo con il calendario di taratura imposto al sistema di qualità in uso presso la Ditta "GEOSECURE S.r.l." sono tarati presso il laboratorio della "M.A.E. s.r.l."

di Frosolone (IS).

### **PRINCIPI DI BASE:**

La metodologia **sismica a rifrazione** utilizza la stima delle **velocità di propagazione** delle onde sismiche nel sottosuolo che sono generate quando il terreno è sottoposto a sollecitazioni artificiali o naturali (sisma).

La determinazione delle velocità viene ricavata misurando i **tempi di primo arrivo** delle onde sismiche generate in diversi punti sulla superficie topografica, considerando i seguenti *principi di base*:

- *Le onde sismiche si propagano con velocità diverse in mezzi con caratteristiche meccaniche diverse*
- *quando il raggio sismico attraversa una discontinuità di velocità (passa da un mezzo più lento ad uno più veloce, o viceversa) cambia direzione come descritto dalla **Legge di Snell**.*

### **I CASI DI APPLICAZIONE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE:**

I metodi di interpretazione della **sismica a rifrazione di superficie** si basano sull'analisi delle **onde P** o in alternativa **onde S** e trovano numerosi campi di applicazione:

- **Studi di carattere geotecnico (individuazioni delle proprietà fisiche dei mezzi investigati);**
- **Studi di carattere geologico (successioni stratigrafiche, individuazione di faglie, strutture sepolte, ecc.);**
- **Determinazione della profondità del substrato roccioso;**
- **Studi per la pianificazione del territorio (microzonazione sismica);**
- **Studi in campo ambientale (discariche).**

La tabella di seguito riportata illustra i casi di applicazione per ogni metodologia d'indagine.

<u>Metodi di interpretazione</u>	<u>Caso di applicazione</u>
<b>Delle intercette (o convenzionale)</b>	Strati paralleli e sub-orizzontali
Reciproco generalizzato (GRM)	Morfologie degli strati articolate e con inclinazioni < 20°
Reciproco di Hawkins o Delay time	Morfologie degli strati articolate e con inclinazioni < 20°
<b>Tomografico</b>	Morfologie complesse

Considerate le caratteristiche geologiche dell'area di studio, i metodi d'indagine sismica utilizzati sono stati il **metodo delle intercette** (o metodo convenzionale) ed il **metodo tomografico**.

Operativamente, ciò che è stato eseguito in campagna è una disposizione lungo una retta di **trasduttori velocimetrici (geofoni)** lungo la sezione specifica che si desiderava investigare; quindi, in funzione della risoluzione e delle profondità ricercate, si sono adeguatamente disposti i punti di produzione dell'energia elastica; leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni, si sono ricostruite le **dromocrone** che permettono di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati.

Secondo i tempi di primo arrivo delle onde longitudinali **P** e le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (**interspazio geofonico** e **offset di scoppio**) è stato possibile, inoltre, dimensionare gli spessori dei sismo-strati attraversati dalla radiazione elastica e quindi ottenere una **dettagliata perizia sismica** della porzione di sottosuolo sottoposta ad indagine.

Per ciò che concerne la campagna di indagine del lavoro in oggetto, sono stati sviluppati in situ:

- **N° 22 PROSPEZIONI GEOFISCHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE DENOMINATA "SISMICA A RIFRAZIONE" E "TOMOGRAFIA SISMICA" ESEGUITE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI N° 22 STENDIMENTI SISMICI DENOMINATI PROGRESSIVAMENTE DA SS1 a SS22(da SS1 a SS7 di lunghezza pari a 15,00 MT, SS8 e SS9 di lunghezza pari a 23,00 MT, SS10, SS11, SS12 di lunghezza pari a 46 MT, da SS13 a SS22 di lunghezza pari a 92 MT);**

- **n° 7 stendimenti sismici** – DENOMINATI SS1, SS2, SS3, SS4, SS5, SS6, SS7 con l’utilizzo di n° **16 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a **1,00 metro** (di lunghezza pari a **15,00 MT**);
- **n° 2 stendimenti sismici** – DENOMINATI SS8, SS9 con l’utilizzo di n° **24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a **1,00 metro** (di lunghezza pari a **23,00 MT**);
- **n° 3 stendimenti sismici** – DENOMINATI SS10, SS11, SS12 con l’utilizzo di n° **24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a **1,00 metro** (di lunghezza pari a **46,00 MT**);
- **n° 10 stendimenti sismici** – DENOMINATI SS13, SS14, SS15, SS16, SS17, SS18, SS19, SS20, SS21, SS22 con l’utilizzo di n° **24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a **1,00 metro** (di lunghezza pari a **92,00 MT**);

## 2.2 MASW

### INTRODUZIONE:

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

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle **onde di Rayleigh**, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde; in un mezzo stratificato le **onde di Rayleigh** sono dispersive (**fenomeno della dispersione geometrica**), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (**Achenbach, IO., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980**) o detto in maniera equivalente **la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.**

La **natura dispersiva** delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine **MASW** utilizzato è, inoltre, di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite **energizzazione** con mazza battente parallelamente all'*array*) e misurate da uno stendimento lineare di sensori (*geofoni*).

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel **range di frequenze** compreso tra **5-10Hz** e **70-100Hz**, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30,00-50,00 metri, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

### METODOLOGIA UTILIZZATA:

Il metodo prevede lo svolgimento di **n° 4 fasi** successive e propedeutiche:

#### **PAGINA 7 di 136**

*1) calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio*

*spazio-tempo lungo lo stendimento;*

- 2) *calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo **Roma (2001)**;*
- 3) *calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo **Lai-Rix (1998)**;*
- 4) *individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_{sv}$ , modificando opportunamente lo **spessore  $h$** , le **velocità delle onde di taglio  $V_{sv}$**  e di **compressione  $V_p$**  (o in alternativa il **coefficiente di Poisson  $\nu$** ), la **densità di massa  $\rho$**  degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'**affidabilità del profilo di velocità  $V_s$**  trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.*

#### **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E FIGURE PROFESSIONALI UTILIZZATE DURANTE LE INDAGINI:**

Durante la fase di acquisizione dati la Ditta "GEOSECURE S.r.l." si è avvalsa delle seguenti figure professionali:

- **n. 1 geofisico prospettore;**
- **n. 2 assistenti al geofisico prospettore.**

Tutti gli strumenti di misura, impiegati in accordo con il calendario di taratura imposto al sistema di qualità in uso presso la Ditta "GEOSECURE S.r.l." sono tarati presso il laboratorio della "M.A.E. s.r.l." di Frosolone (IS).

**L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata** nella zona di indagine è stata costituita da:

- *un sistema di energizzazione: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali;*
- *un sistema di ricezione costituito da 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria di 4.5 Hz, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la*

PAGINA 8 di 136

*velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente;*

- *un sistema di acquisizione dati con memoria dinamica a 24 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali ciascuno per un totale di 24 canali, cavo sismico telemetrico di 130 m, MOM power con interfaccia USB 1.1 24 V, notebook PC Windows XP con software Pane I Acquisition a 24 canali; il sistema è in grado di convertire in digitale e registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale dal sistema di ricezione; la conversione A/D avviene già dal primo metro di cavo: il sistema permette pertanto di eliminare molte fonti di disturbo dovute al trasferimento del segnale lungo centinaia di metri di cavo sismico ed è inoltre dotato di un sistema di filtraggio in tempo reale, da un hardware complesso, che comporta un anello di regolazione con diversi passaggi di digital signal processing;*
- *un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.*

Nello specifico, la **strumentazione utilizzata nell'area** è costituita da un sismografo multicanale **M.A.E. modello A 6000 S (Figura 3)**, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- *capacità di campionamento dei segnali tra 0,002 e 0,00005 sec;*
- *sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);*
- *filtri High Pass e Band Reject;*
- *"Automatic Gain Control";*
- *convertitore A/D a 24 bit;*
- *24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;*
- *massa battente pesante di 10 Kg.*



**Fig. 3: sismografo multicanale M.A.E. modello A 6000 S.**  
PAGINA 9 di 136

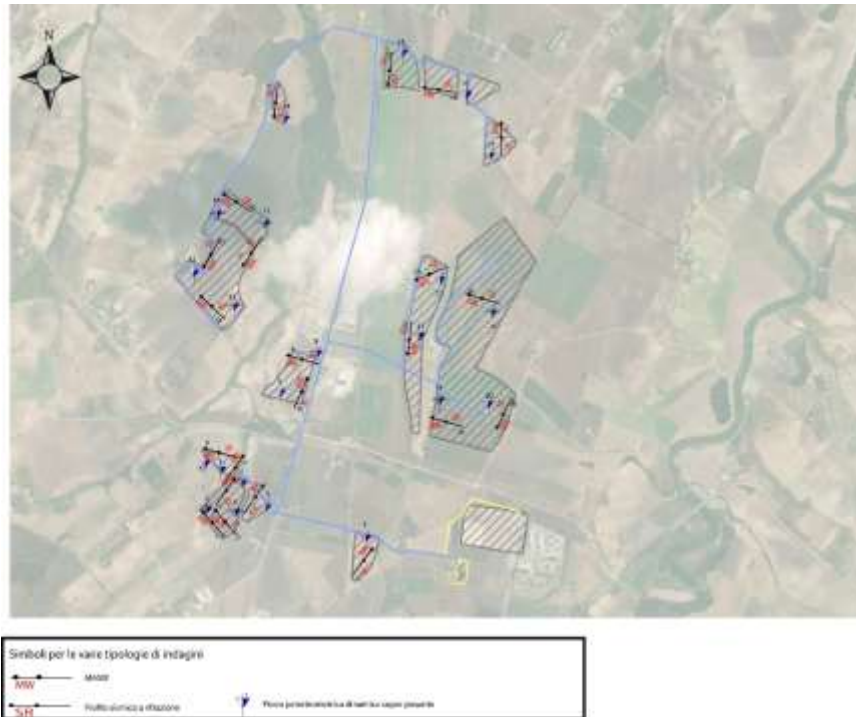


### 3. RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO SS1

#### 3.1 TOMOGRAFIA SISMICA

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**

I profili sismici in oggetto sono stati ubicati come mostrato, di seguito, in **Figura 4**:



**Fig. 4: ubicazione dei profili sismici.**

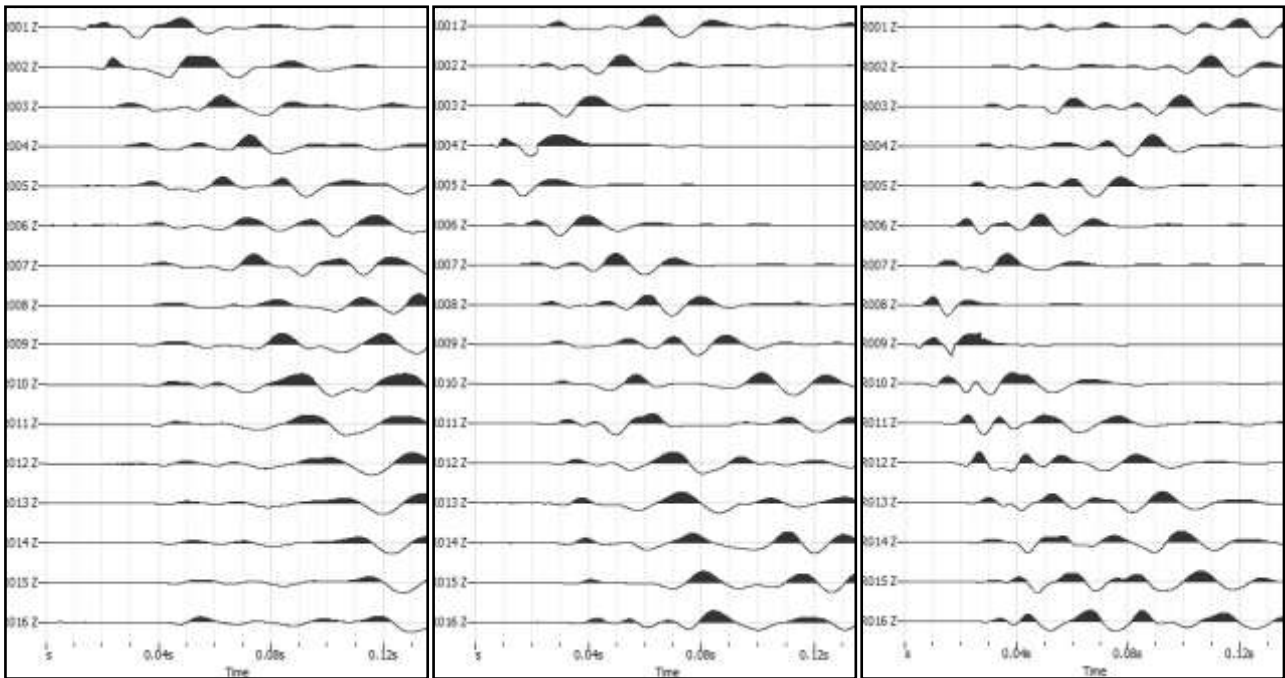
Il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza battente di massa pari a 10.00 kg effettuando scoppi specifici ubicati in punti ben precisi lungo ciascuno stendimento stesso:

- due scoppi simmetrici (**off-shots**) esterni allo stendimento ad una distanza di 2,00 metri dal geofono più vicino;
- uno scoppio (**mid-shot**) al centro dello stendimento stesso.
- due scoppi intermedi allo stendimento, il primo tra il 4° e il 5° geofono e il secondo tra il 12° e 13° geofono.

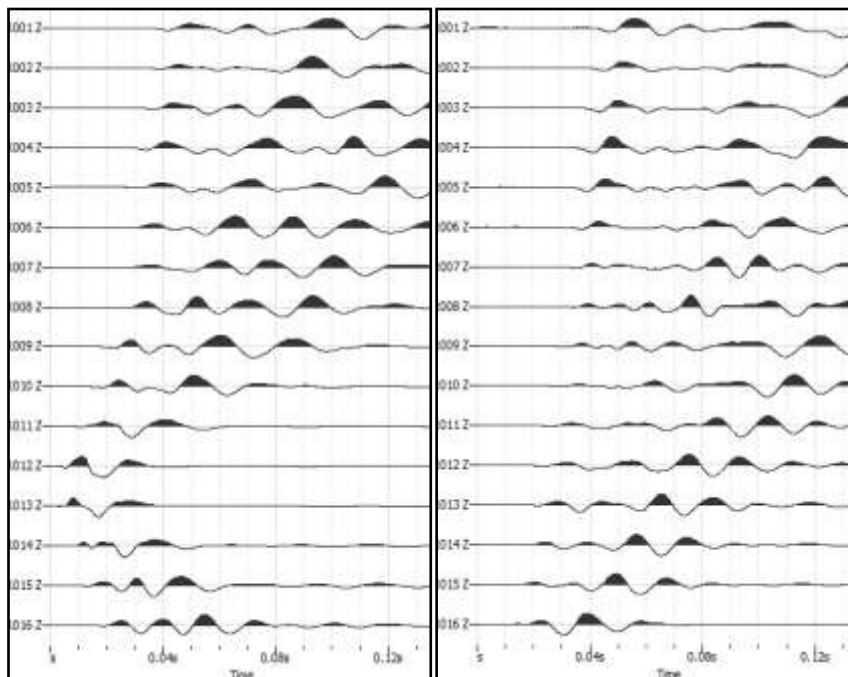
I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 15.000 campioni al secondo per un totale di 0.13 secondi di acquisizione.

Sono riportati le forme d'onda e i dati di picking che sono stati elaborati con il software "Rayfract 3.36" della Intelligent Resources (Copyright 1996-2019), relativi ai risultati dell'indagine sismica

effettuata.



**Fig. 5: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS1**

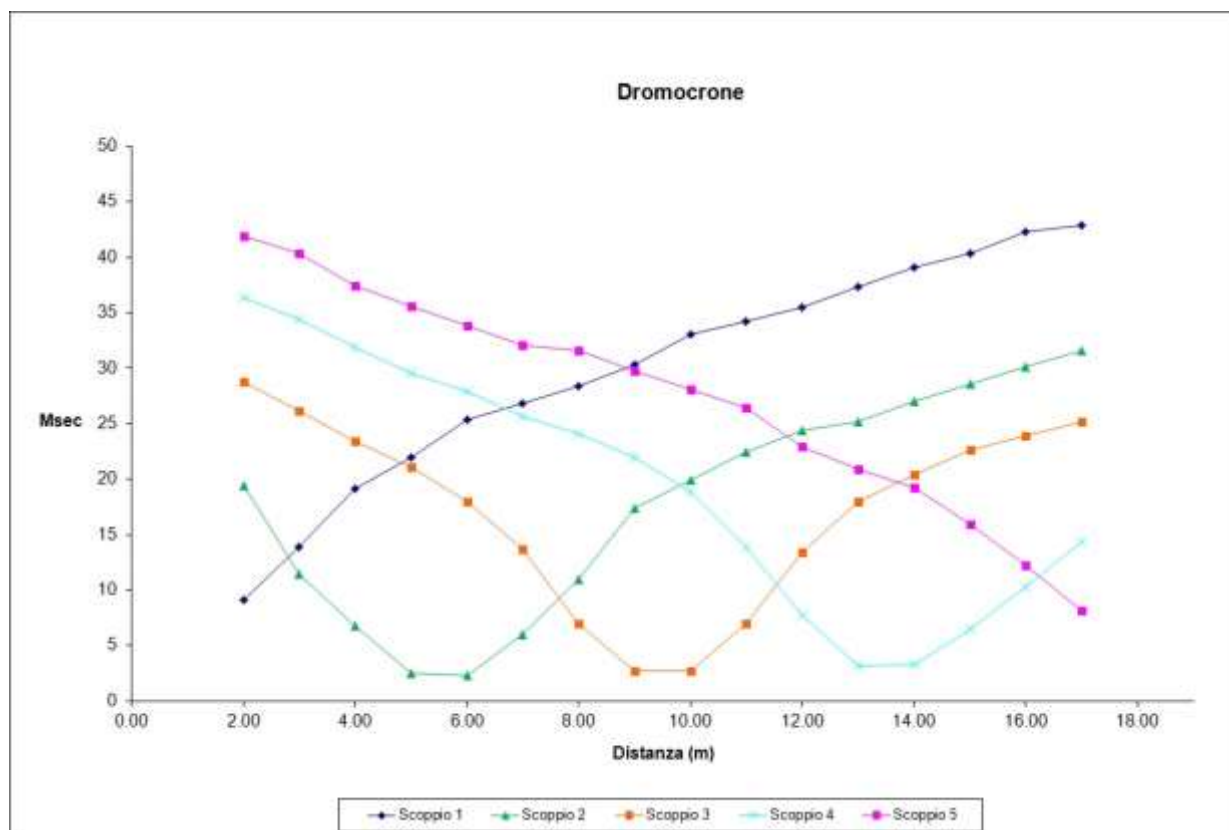


**Fig. 6: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS1**

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	8.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	9.13	19.47	28.73	36.40	41.93
2.00	13.87	11.47	26.13	34.47	40.33
3.00	19.13	6.80	23.47	31.93	37.40
4.00	21.93	2.53	21.13	29.60	35.60
5.00	25.33	2.33	18.00	27.93	33.80
6.00	26.87	6.00	13.67	25.67	32.13
7.00	28.40	11.00	6.93	24.13	31.60
8.00	30.33	17.40	2.67	21.93	29.73
9.00	33.07	19.93	2.73	18.87	28.13
10.00	34.20	22.47	6.93	13.87	26.40
11.00	35.47	24.40	13.40	7.80	22.93
12.00	37.33	25.20	17.93	3.20	20.87
13.00	39.07	27.07	20.40	3.27	19.20
14.00	40.33	28.60	22.60	6.53	15.93
15.00	42.27	30.13	23.93	10.27	12.27
16.00	42.87	31.60	25.20	14.40	8.13

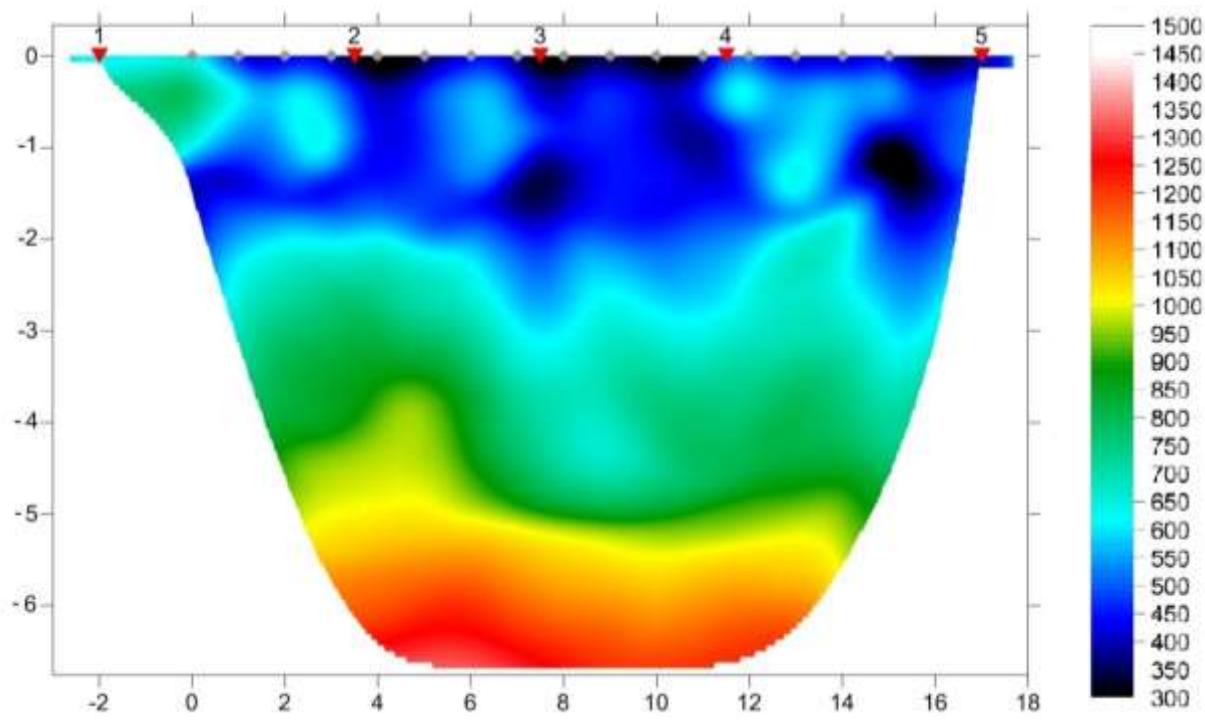
**Fig. 7: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 8** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 8: dromocrone dei primi arrivi.**

Nella figura seguente viene riportata la tomografia sismica relativa al sito di indagine, calcolata tramite software **Rayfract 3.32** con restituzione grafica ottenuta tramite software **Surfer 9.0**.



**Fig. 9: tomografia sismica. SS1**

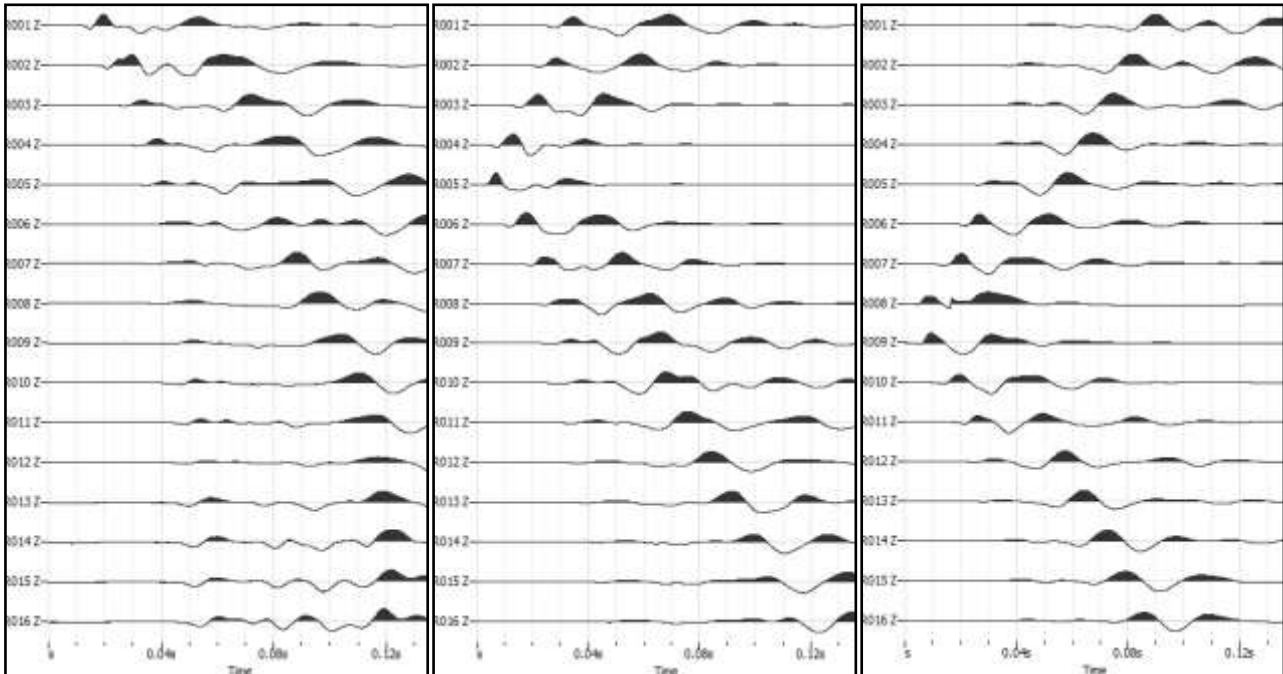
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



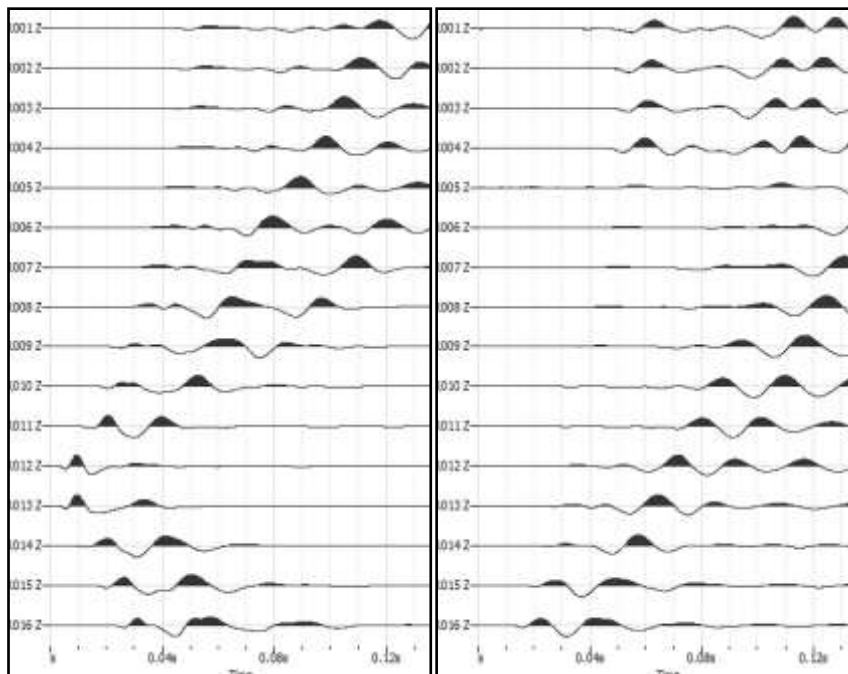
**FOTO 1: panoramica dello stendimento SS1**  
**PAGINA 13 di 136**

## STENDIMENTO SISMICO SS2

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**



**Fig. 10: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS2**

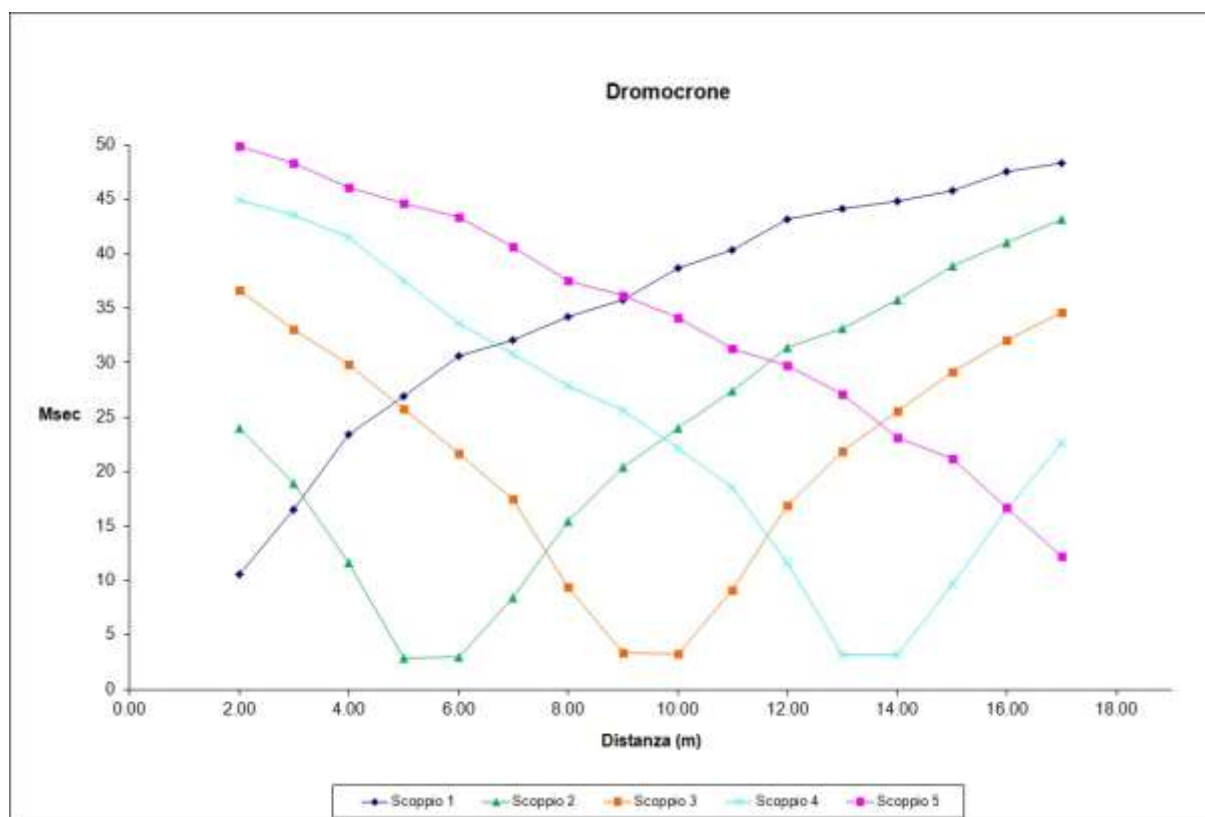


**Fig. 11: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS2**

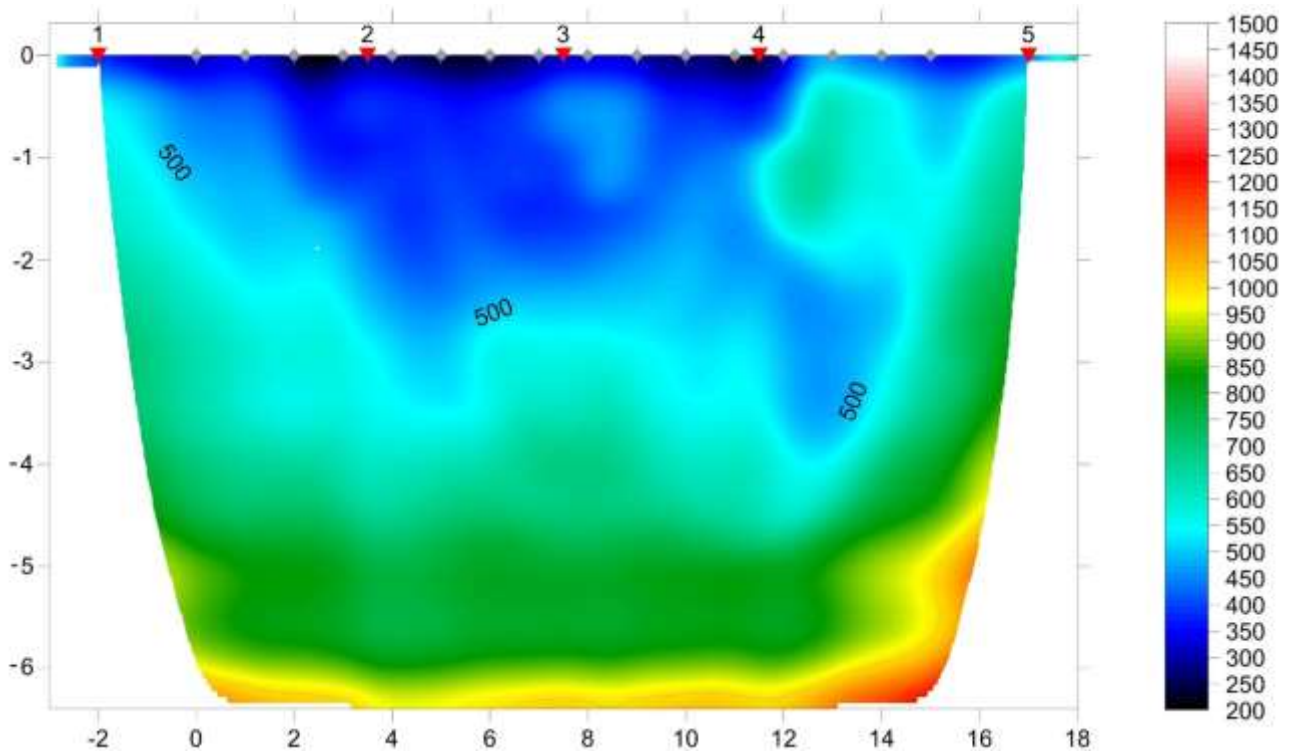
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	8.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	10.53	24.00	36.67	44.93	49.87
2.00	16.53	18.93	33.07	43.53	48.33
3.00	23.47	11.67	29.87	41.53	46.07
4.00	26.93	2.93	25.73	37.53	44.60
5.00	30.60	3.00	21.67	33.60	43.33
6.00	32.07	8.40	17.47	30.87	40.67
7.00	34.20	15.40	9.40	27.87	37.53
8.00	35.80	20.40	3.40	25.67	36.13
9.00	38.67	24.00	3.27	22.20	34.13
10.00	40.40	27.40	9.13	18.60	31.33
11.00	43.13	31.40	16.93	11.67	29.73
12.00	44.13	33.13	21.87	3.20	27.13
13.00	44.87	35.80	25.60	3.20	23.13
14.00	45.80	38.93	29.20	9.73	21.20
15.00	47.60	41.07	32.07	16.53	16.73
16.00	48.33	43.13	34.60	22.67	12.27

**Fig. 12: tabella dei primi arrivi. SS2**

Nella **Figura 13** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 13: dromocrone dei primi arrivi. SS2**



**Fig. 14: tomografia sismica. SS2**

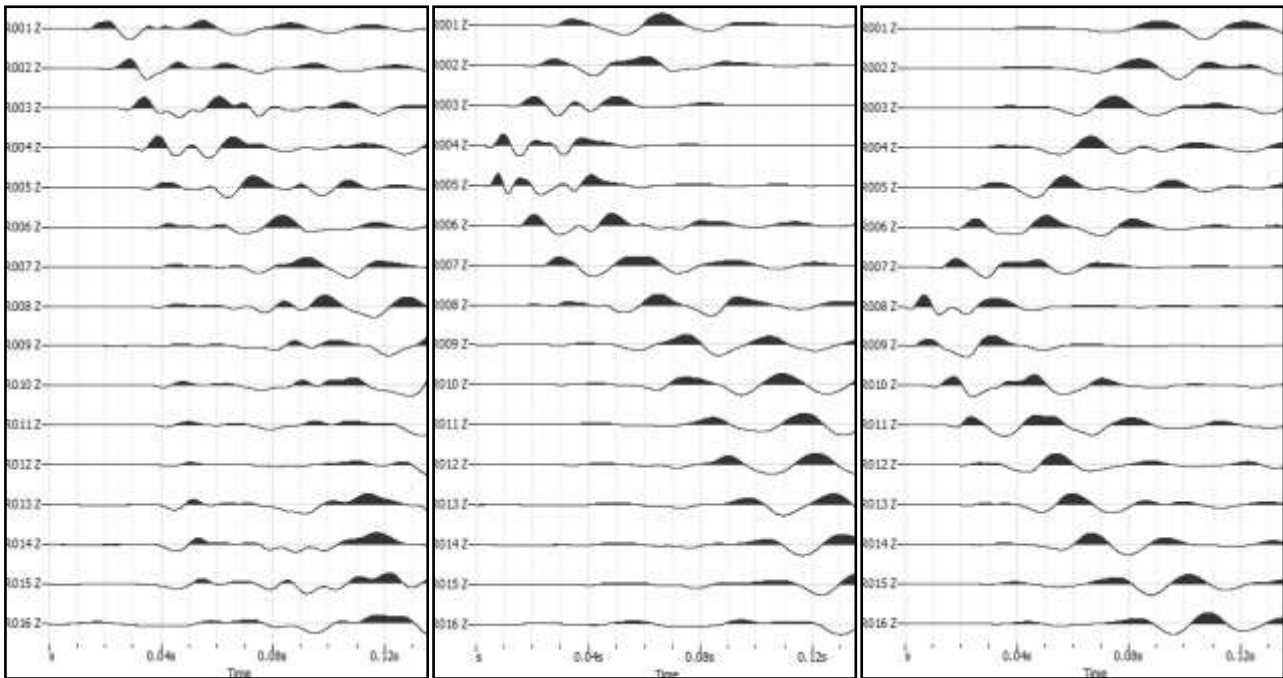
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



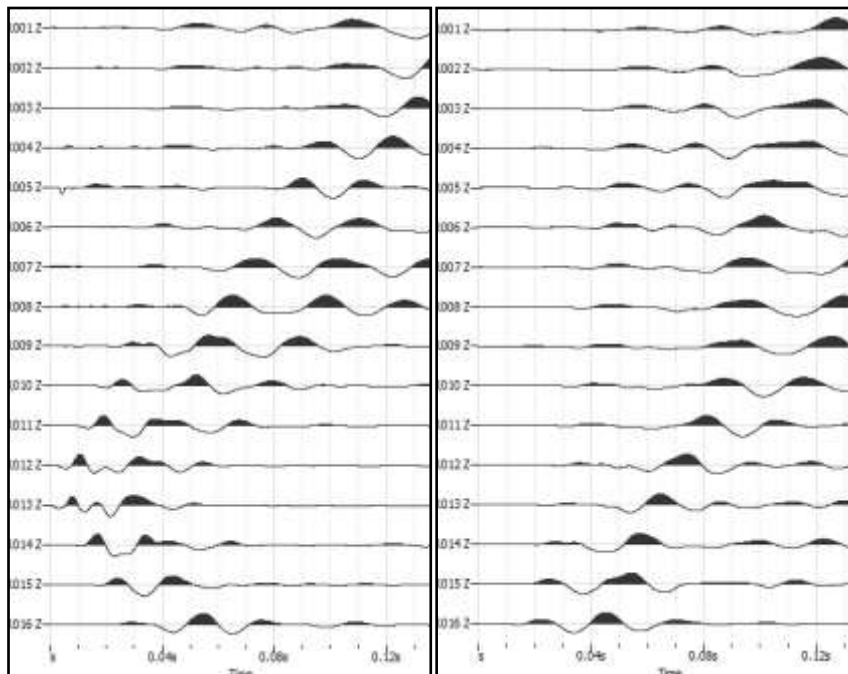
**FOTO 2: panoramica dello stendimento SS2**

## STENDIMENTO SISMICO SS3

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**



**Fig. 15: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS3**



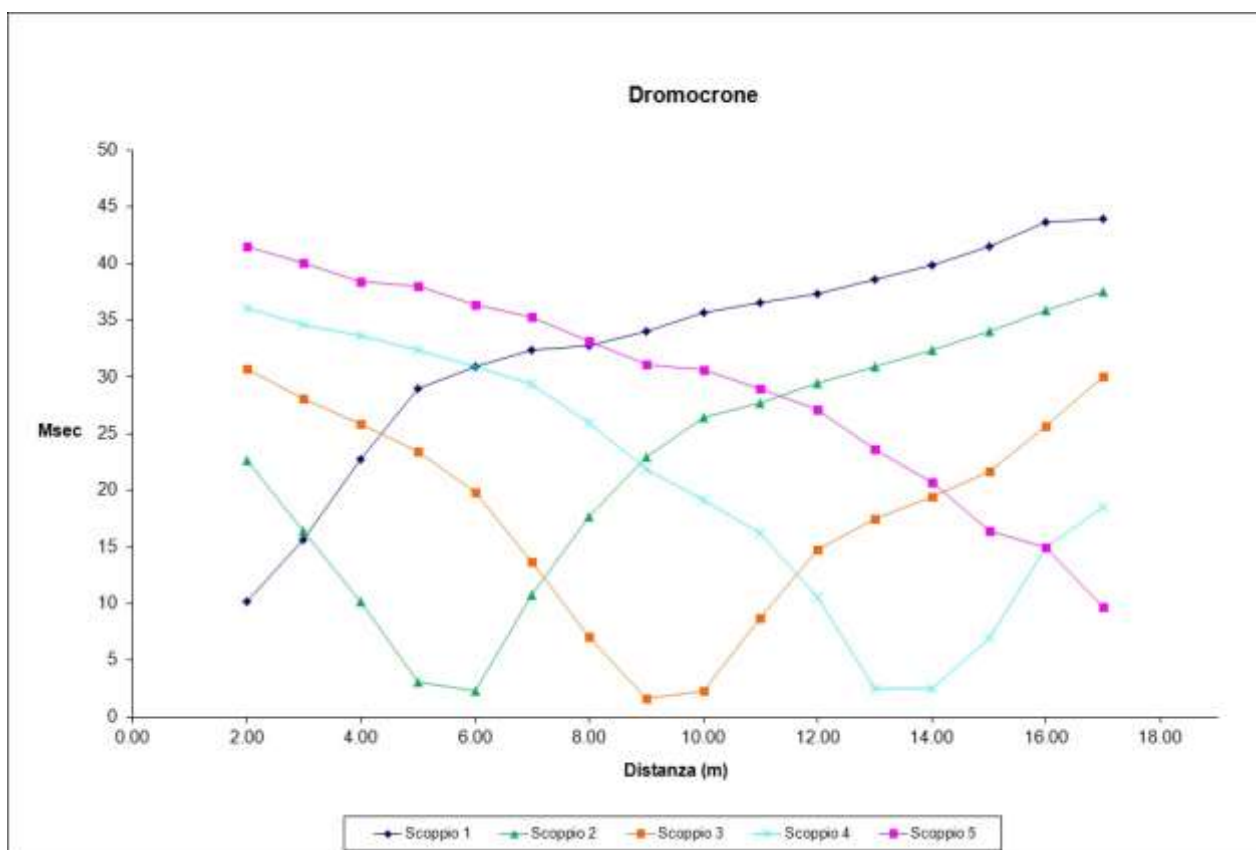
**Fig. 16: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS3**



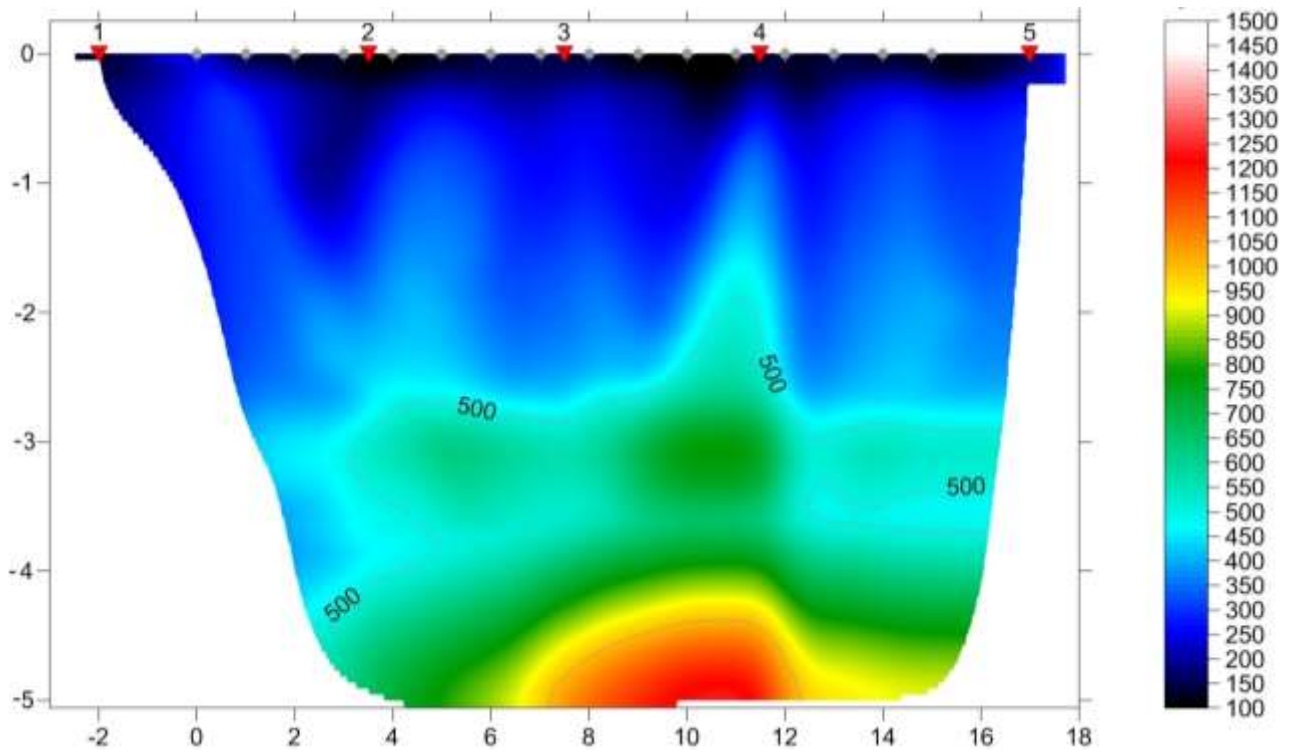
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	8.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	10.20	22.60	30.73	36.07	41.53
2.00	15.67	16.40	28.07	34.60	40.07
3.00	22.73	10.20	25.87	33.67	38.40
4.00	28.93	3.07	23.47	32.40	38.07
5.00	30.93	2.33	19.87	30.93	36.40
6.00	32.40	10.73	13.67	29.33	35.33
7.00	32.80	17.67	7.07	26.00	33.13
8.00	34.07	22.93	1.67	21.87	31.13
9.00	35.67	26.40	2.33	19.13	30.60
10.00	36.60	27.67	8.73	16.20	28.93
11.00	37.33	29.47	14.73	10.53	27.13
12.00	38.60	30.93	17.47	2.53	23.67
13.00	39.87	32.40	19.47	2.53	20.73
14.00	41.53	34.07	21.67	6.93	16.40
15.00	43.67	35.87	25.67	14.93	14.93
16.00	44.00	37.53	30.07	18.60	9.67

**Fig. 17: tabella dei primi arrivi. SS3**

Nella **Figura 18** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 18: dromocrone dei primi arrivi. SS3**



**Fig. 19: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS3**

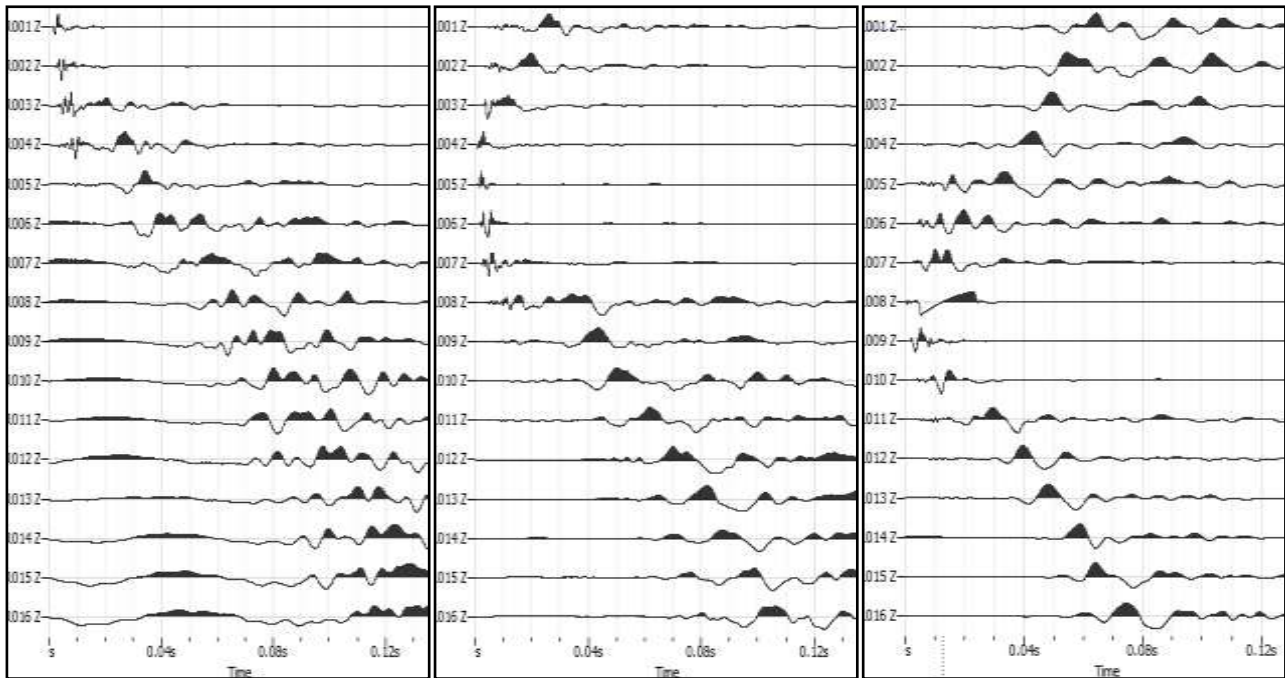
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



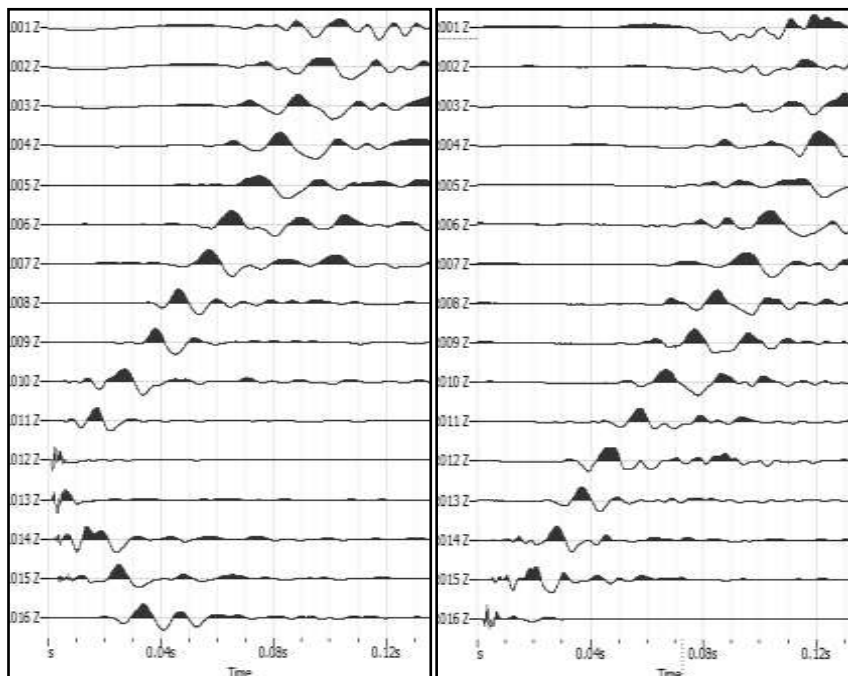
**FOTO 3: panoramica dello stendimento SS3**  
**PAGINA 19 di 136**

## STENDIMENTO SISMICO SS4

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**



**Fig. 20: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS4**

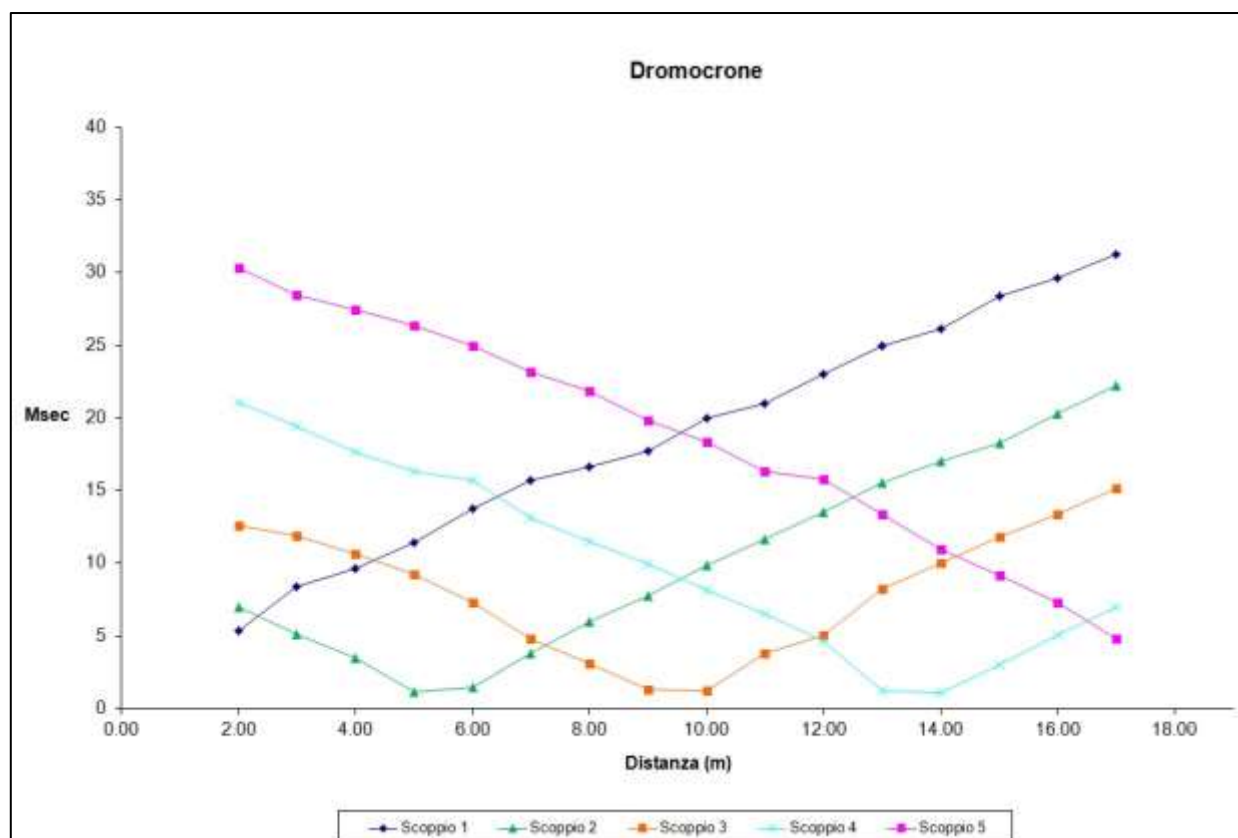


**Fig. 21: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS4**

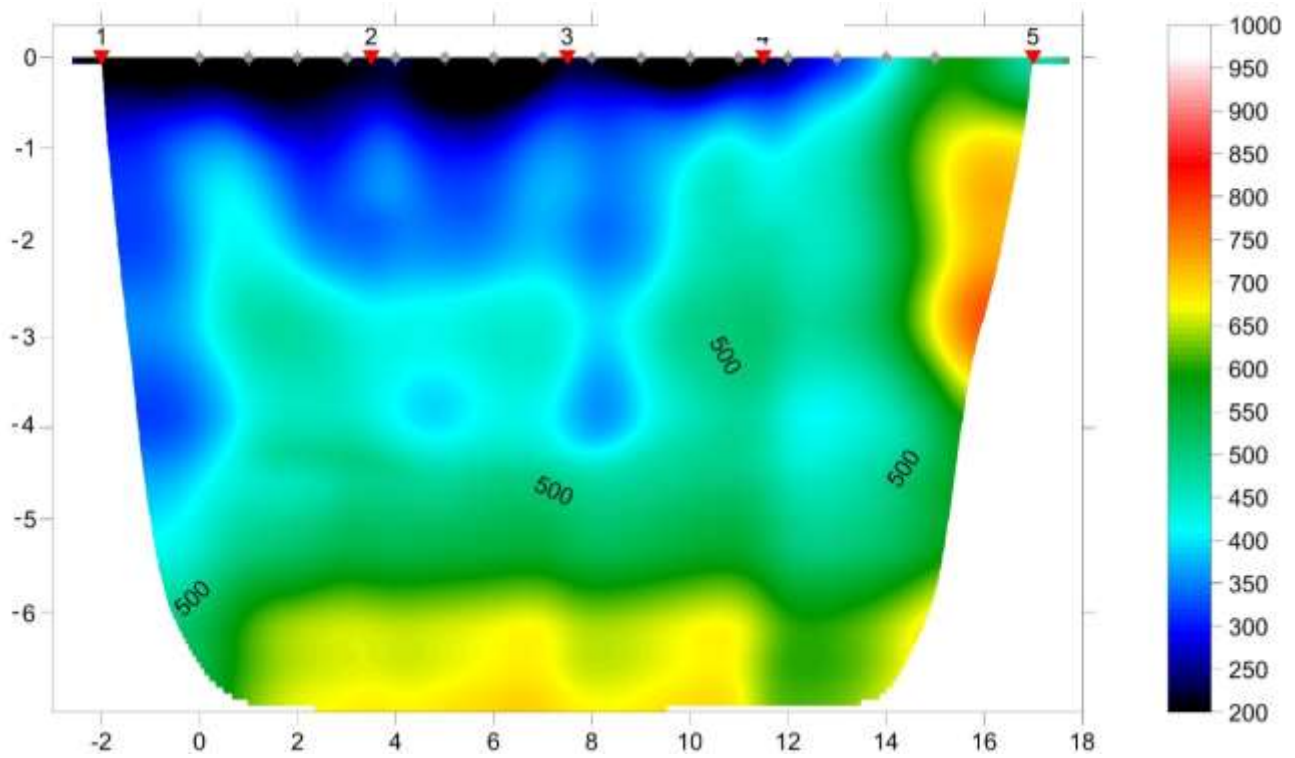
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	8.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	5.33	7.00	12.60	21.07	30.33
2.00	8.40	5.13	11.87	19.47	28.47
3.00	9.67	3.47	10.67	17.67	27.47
4.00	11.40	1.13	9.27	16.33	26.40
5.00	13.73	1.47	7.27	15.67	25.00
6.00	15.73	3.80	4.80	13.13	23.20
7.00	16.67	6.00	3.07	11.53	21.87
8.00	17.73	7.80	1.27	9.93	19.87
9.00	20.00	9.87	1.20	8.13	18.33
10.00	21.00	11.67	3.80	6.53	16.33
11.00	23.00	13.53	5.07	4.67	15.80
12.00	24.93	15.53	8.27	1.20	13.40
13.00	26.13	17.00	10.00	1.07	10.93
14.00	28.40	18.27	11.80	3.00	9.13
15.00	29.67	20.33	13.40	5.07	7.33
16.00	31.27	22.27	15.13	7.00	4.80

**Fig. 22: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 23** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 23: dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 24: tomografia sismica. SS4**

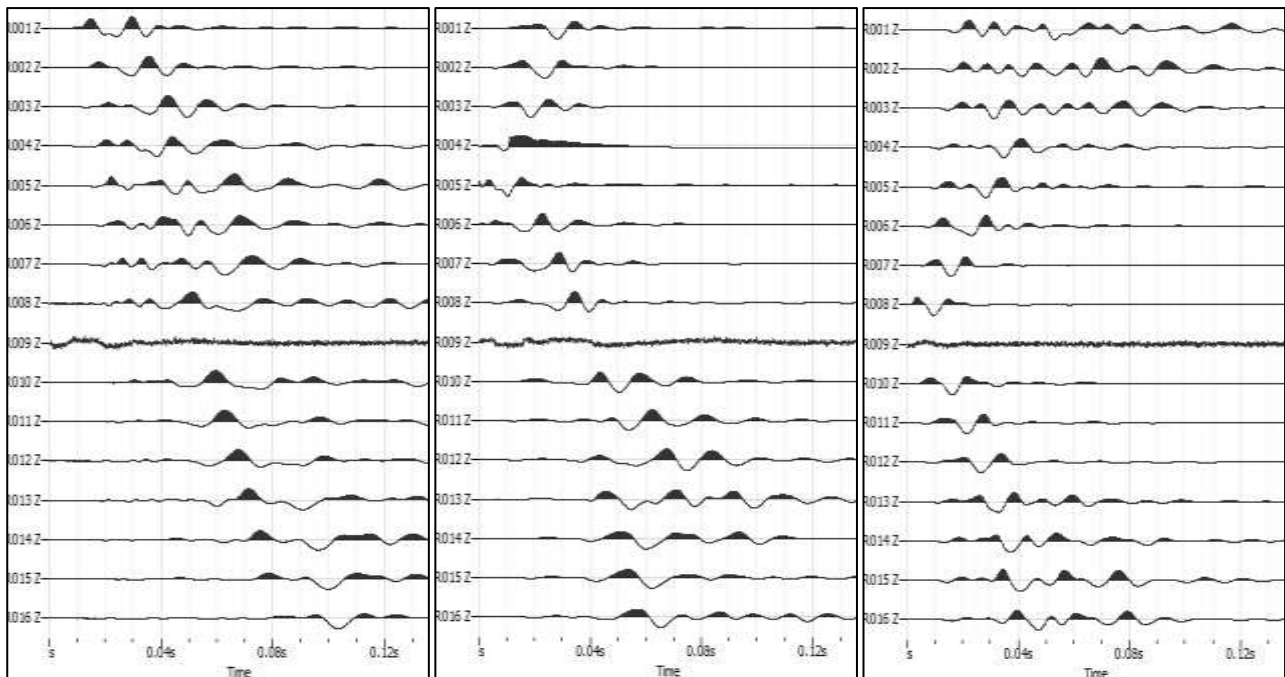
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



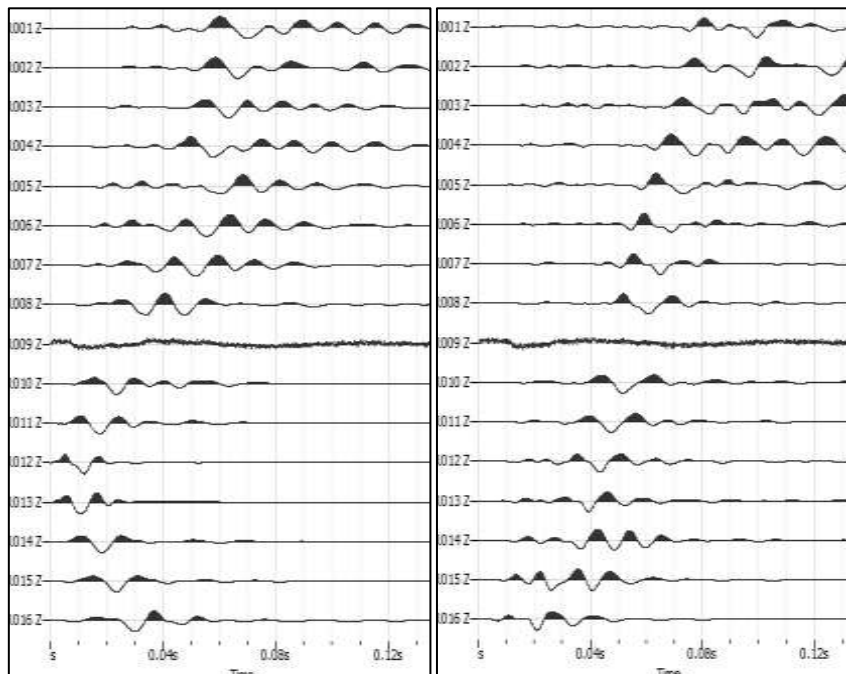
**FOTO 4: panoramica dello stendimento SS4**

## STENDIMENTO SISMICO SS5

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**



**Fig. 25: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS5**

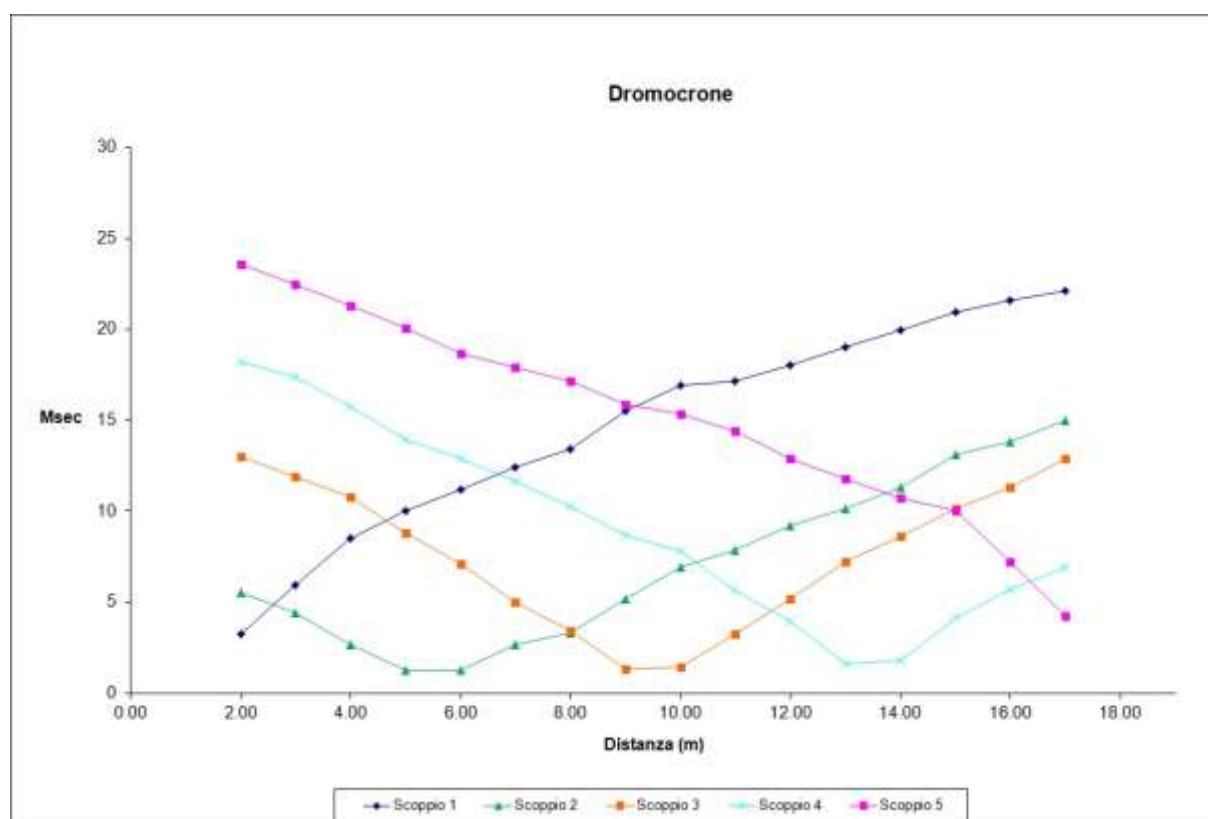


**Fig. 26: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS5**

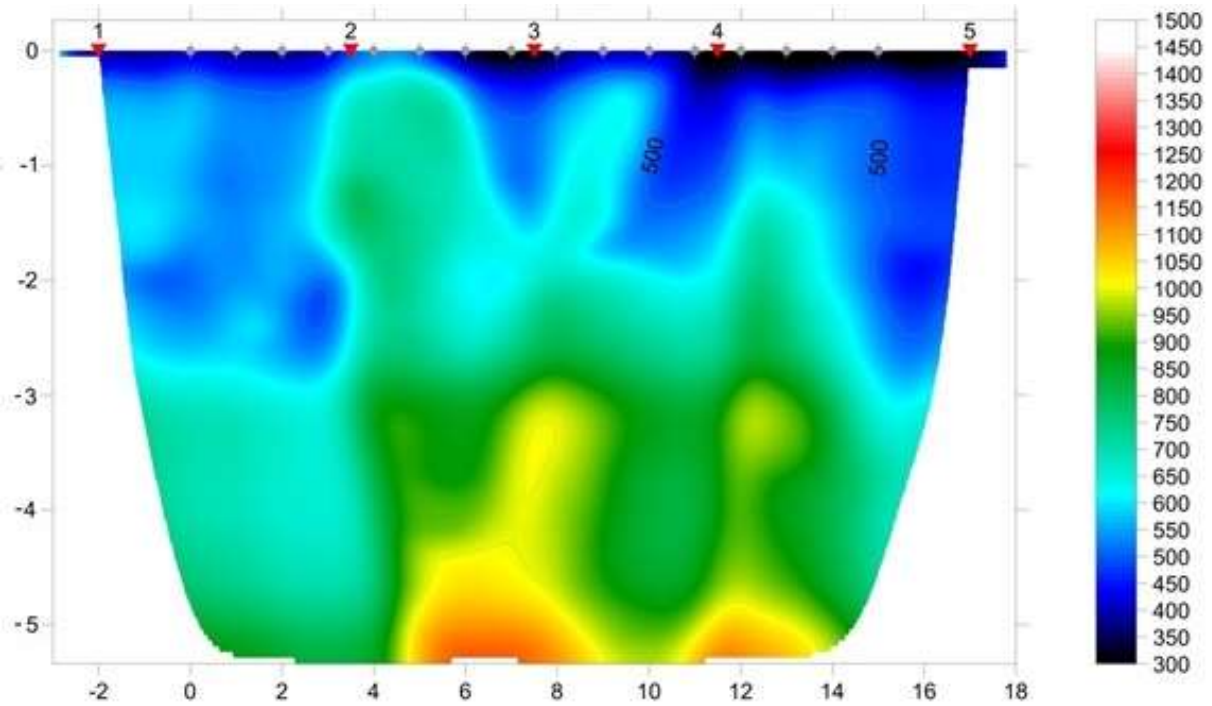
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	8.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	3.27	5.53	13.00	18.20	23.60
2.00	5.93	4.40	11.87	17.40	22.47
3.00	8.53	2.67	10.80	15.73	21.27
4.00	10.00	1.27	8.80	13.93	20.07
5.00	11.20	1.27	7.13	12.87	18.67
6.00	12.40	2.67	5.00	11.67	17.93
7.00	13.40	3.33	3.40	10.27	17.13
8.00	15.53	5.20	1.33	8.67	15.87
9.00	16.93	6.93	1.47	7.80	15.33
10.00	17.13	7.87	3.27	5.67	14.40
11.00	18.00	9.20	5.20	3.93	12.87
12.00	19.00	10.13	7.20	1.60	11.80
13.00	19.93	11.33	8.60	1.80	10.73
14.00	20.93	13.13	10.13	4.13	10.00
15.00	21.60	13.80	11.33	5.73	7.20
16.00	22.13	15.00	12.87	6.93	4.27

**Fig. 27: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 28** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 28: dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 29: tomografia sismica. SS5**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**

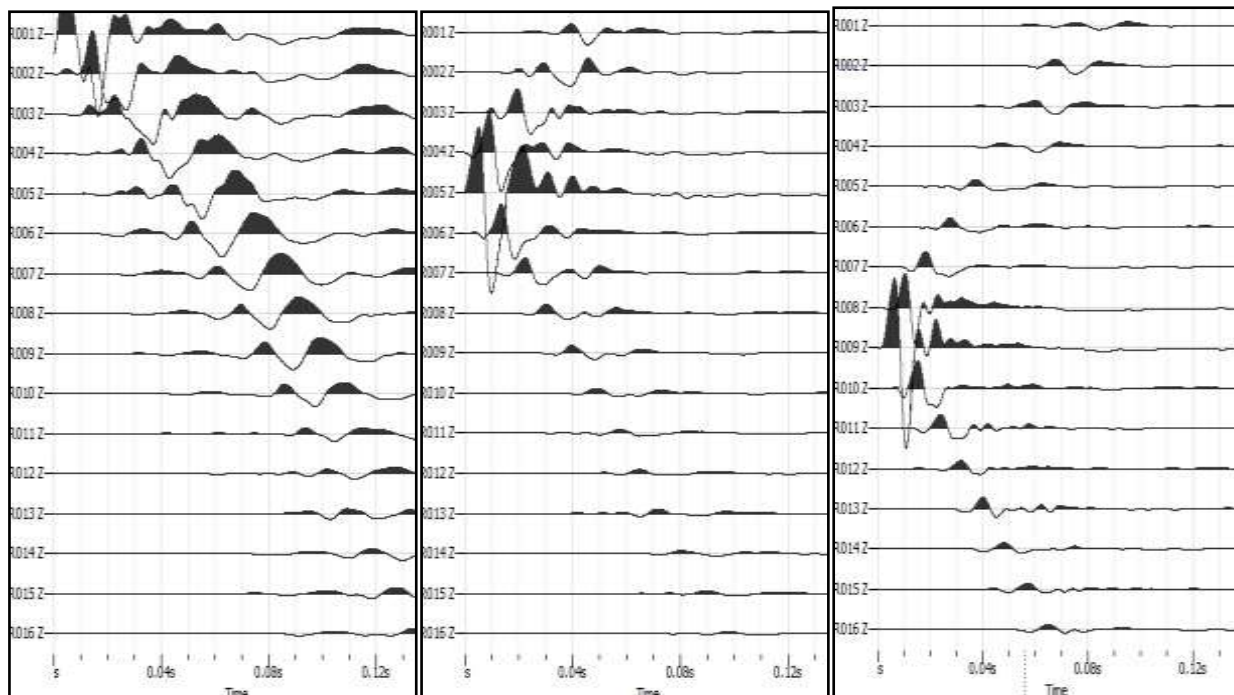


**FOTO 5: panoramica dello stendimento SS5**

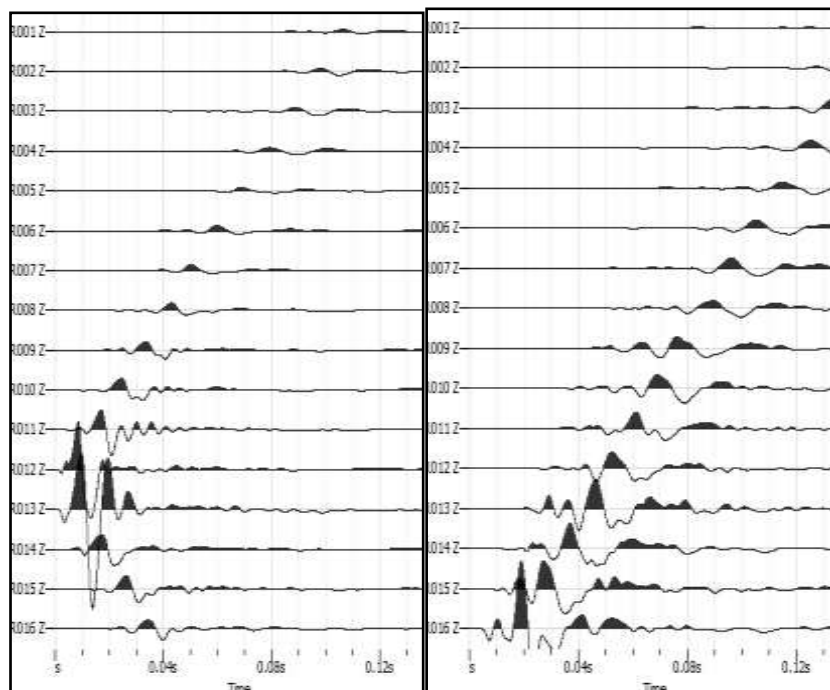


## STENDIMENTO SISMICO SS6

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**



**Fig. 30: sismogrammi dello Scoppio 1 ,2 e 3. – SS6**

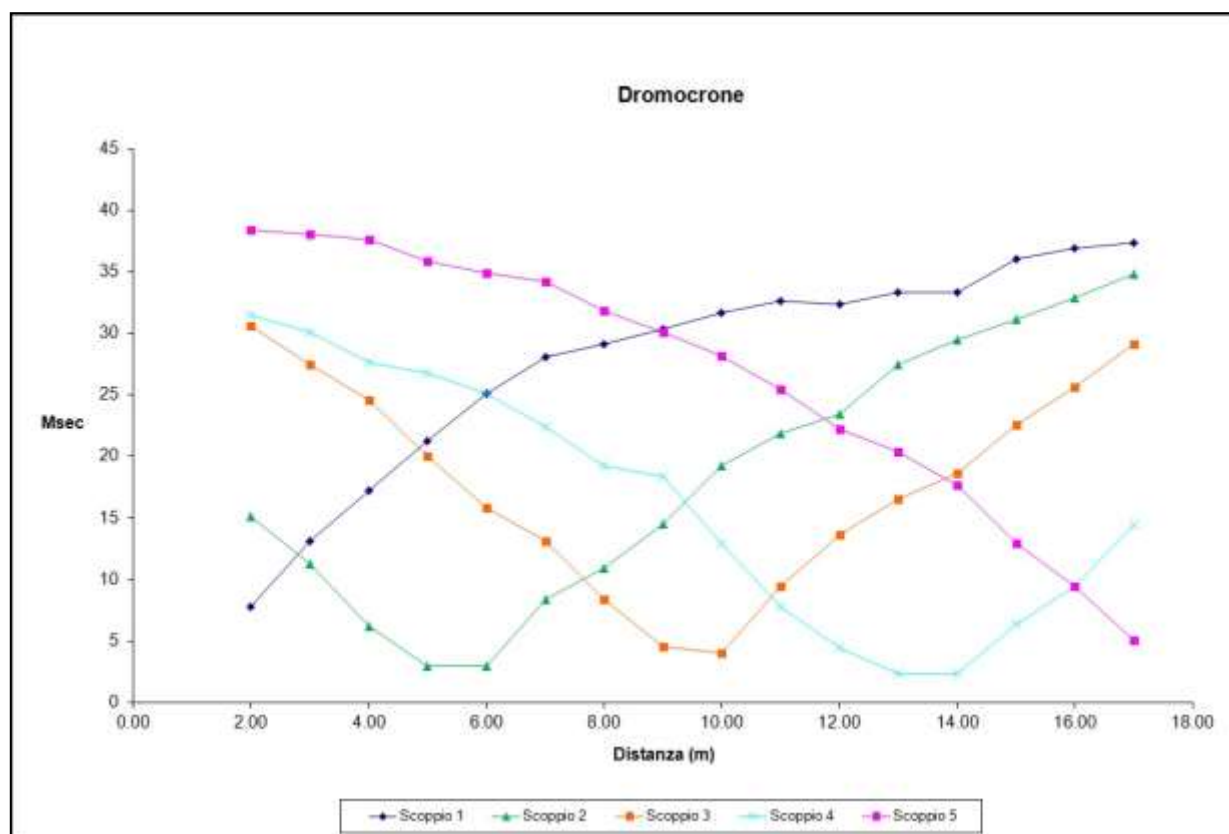


**Fig.31: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS6**

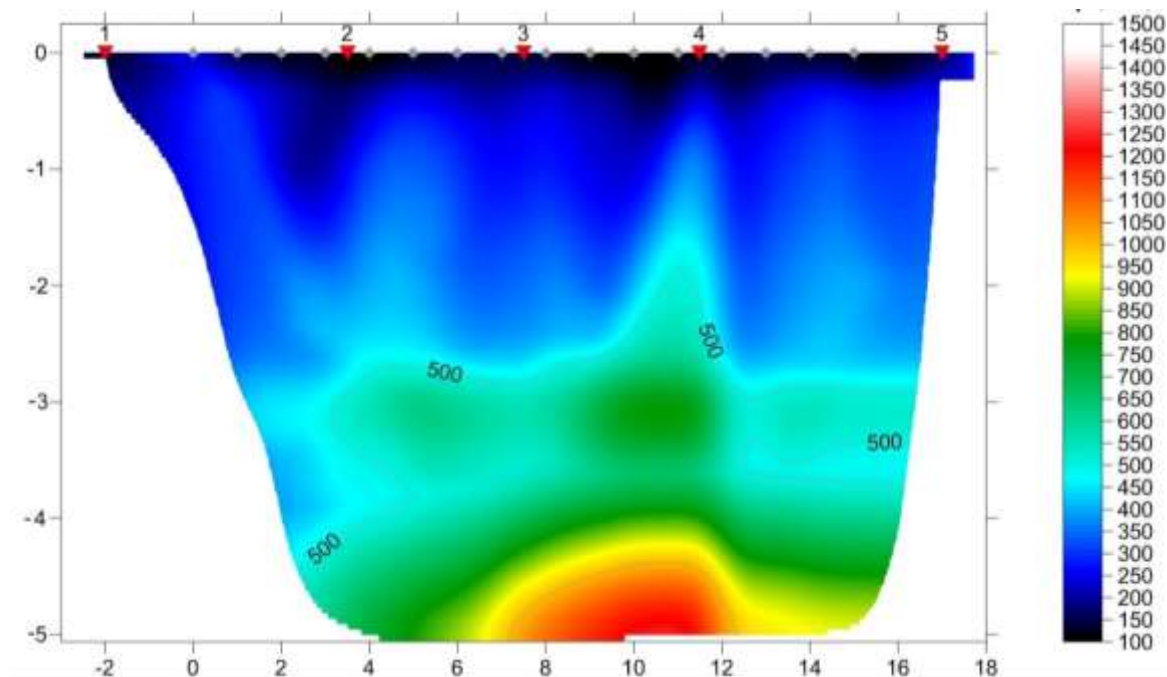
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	8.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	7.80	15.13	30.60	31.47	38.40
2.00	13.13	11.27	27.47	30.07	38.07
3.00	17.27	6.20	24.60	27.67	37.67
4.00	21.27	2.93	20.00	26.73	35.87
5.00	25.13	2.93	15.87	25.13	34.93
6.00	28.07	8.40	13.13	22.40	34.20
7.00	29.13	10.93	8.40	19.27	31.87
8.00	30.40	14.53	4.53	18.40	30.07
9.00	31.67	19.27	4.00	12.93	28.20
10.00	32.60	21.87	9.47	7.80	25.47
11.00	32.40	23.47	13.67	4.40	22.20
12.00	33.33	27.47	16.53	2.33	20.40
13.00	33.33	29.47	18.60	2.33	17.67
14.00	36.07	31.13	22.60	6.40	12.93
15.00	36.93	32.93	25.67	9.47	9.47
16.00	37.33	34.80	29.13	14.40	5.07

**Fig. 32: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 33** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 33: dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 34: tomografia sismica. SS6**

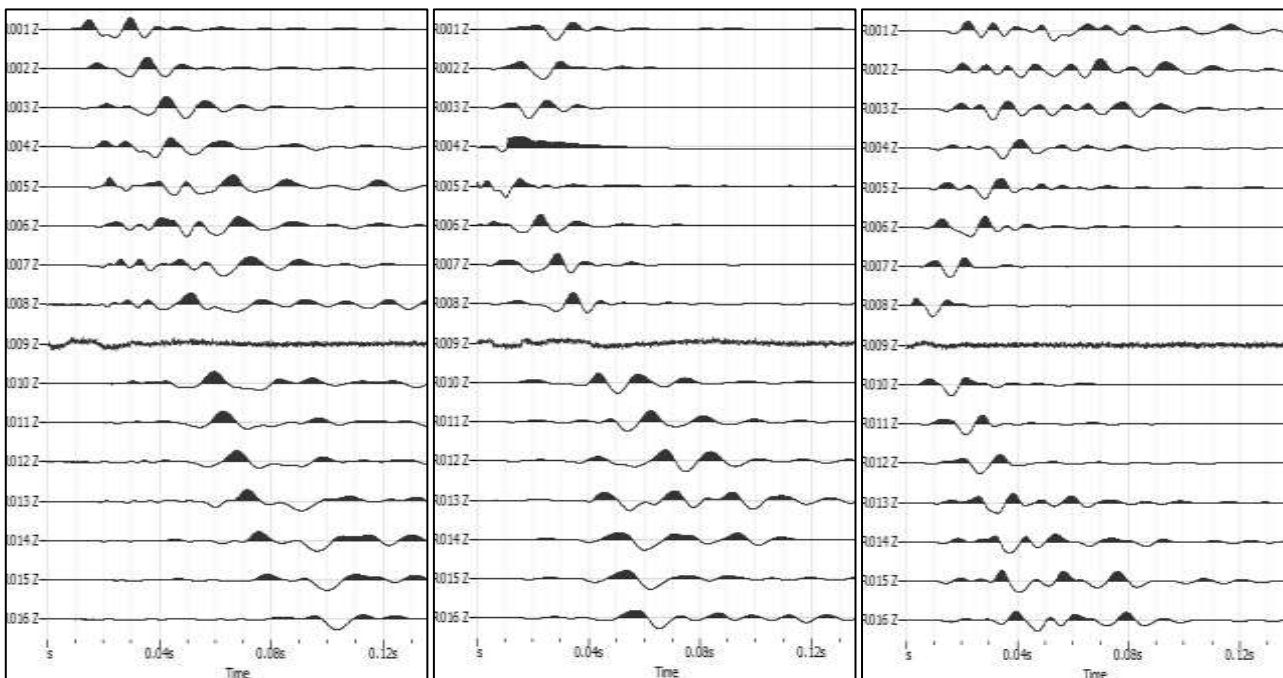
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



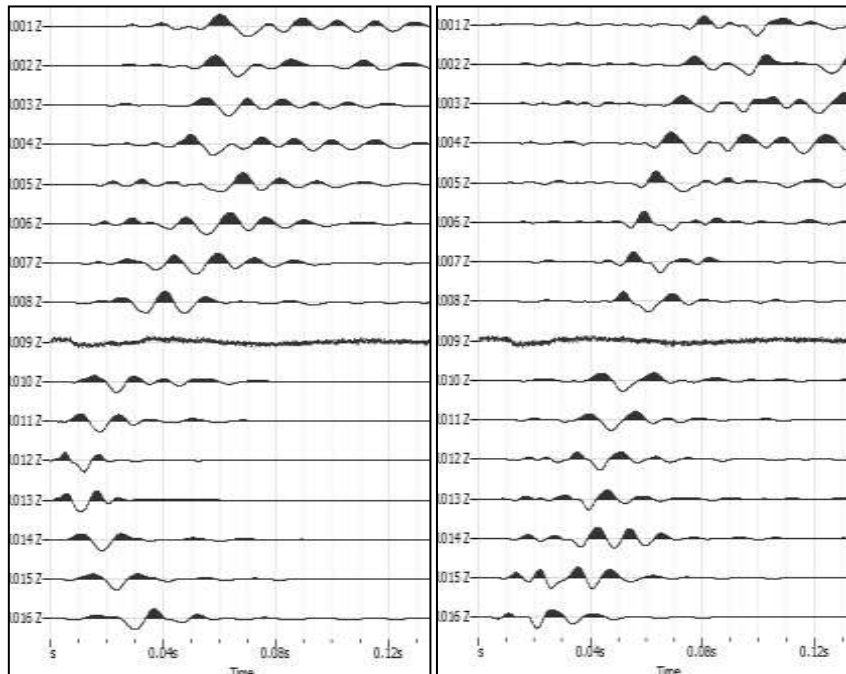
**FOTO 6: panoramica dello stendimento SS6**  
**PAGINA 28 di 136**

## STENDIMENTO SISMICO SS7

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 15,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**



**Fig. 35: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS7**

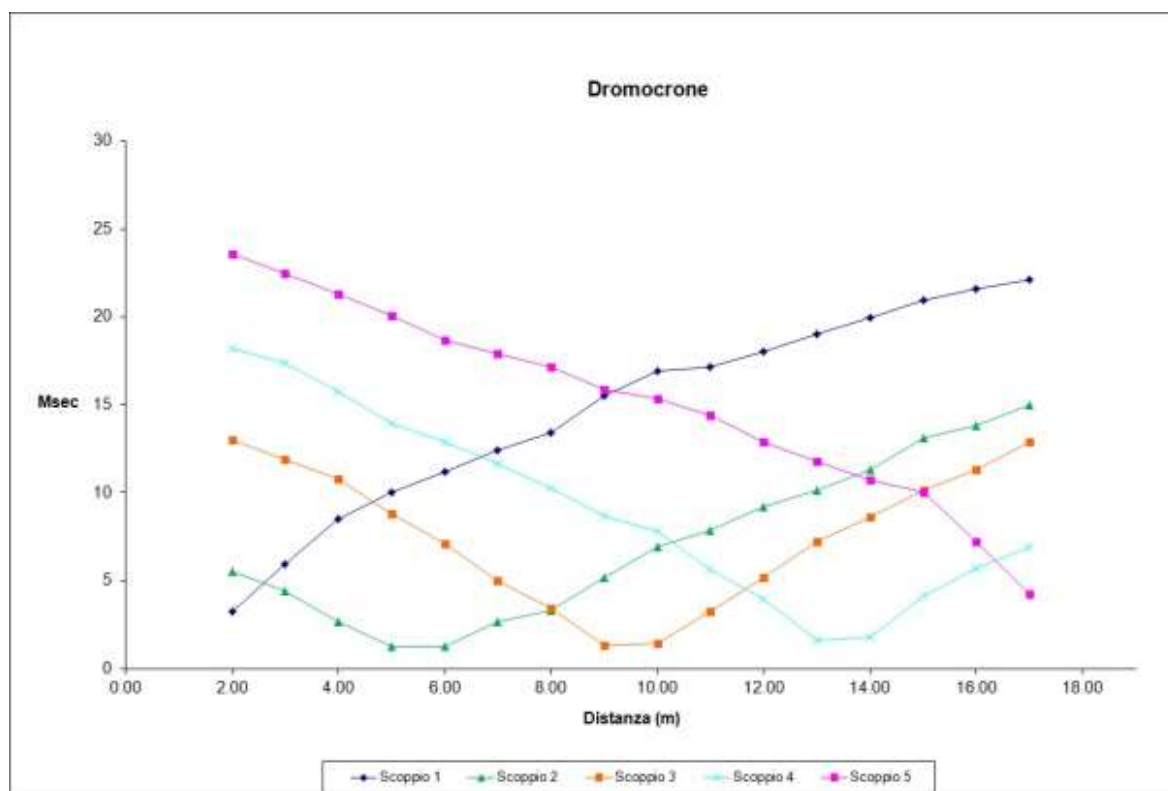


**Fig. 36: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS7**

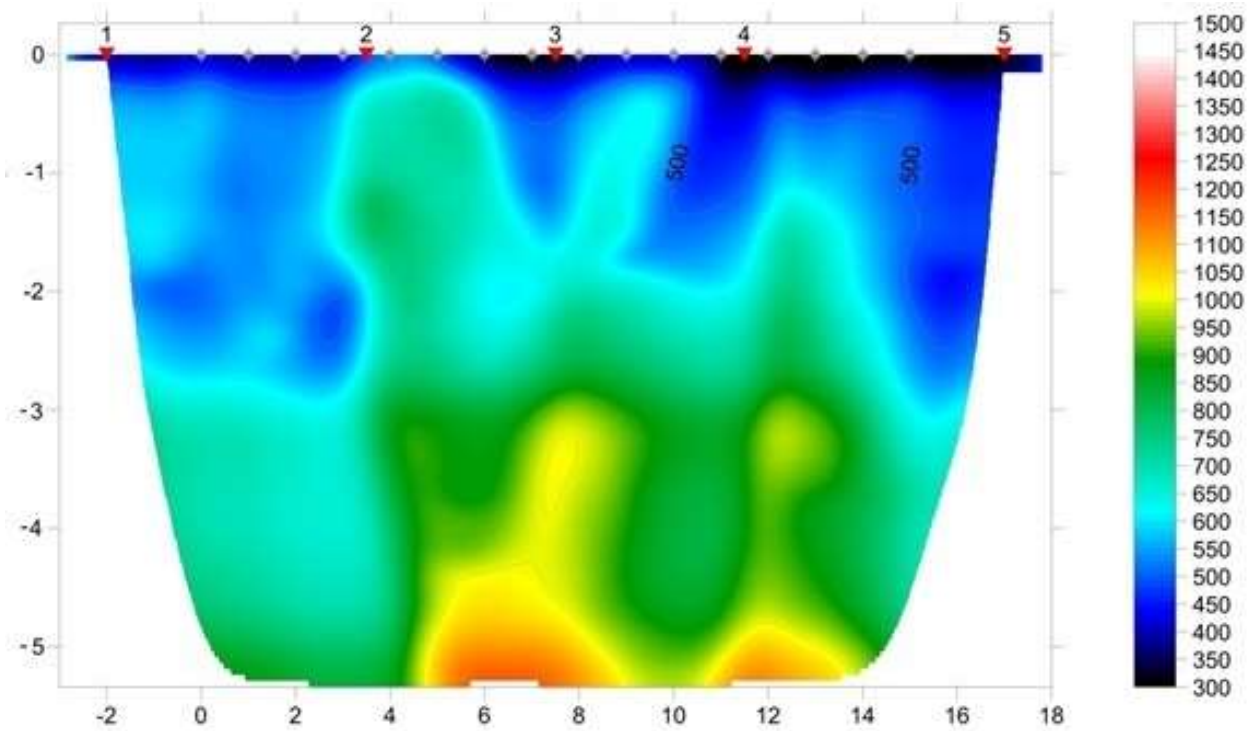
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	4.50	8.50	12.50	18.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	3.27	5.53	13.00	18.20	23.60
2.00	5.93	4.40	11.87	17.40	22.47
3.00	8.53	2.67	10.80	15.73	21.27
4.00	10.00	1.27	8.80	13.93	20.07
5.00	11.20	1.27	7.13	12.87	18.67
6.00	12.40	2.67	5.00	11.67	17.93
7.00	13.40	3.33	3.40	10.27	17.13
8.00	15.53	5.20	1.33	8.67	15.87
9.00	16.93	6.93	1.47	7.80	15.33
10.00	17.13	7.87	3.27	5.67	14.40
11.00	18.00	9.20	5.20	3.93	12.87
12.00	19.00	10.13	7.20	1.60	11.80
13.00	19.93	11.33	8.60	1.80	10.73
14.00	20.93	13.13	10.13	4.13	10.00
15.00	21.60	13.80	11.33	5.73	7.20
16.00	22.13	15.00	12.87	6.93	4.27

**Fig. 37: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 38** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 38: dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig.39: tomografia sismica. SS7**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



**FOTO 7: panoramica dello stendimento SS7**

## STENDIMENTO SISMICO SS8

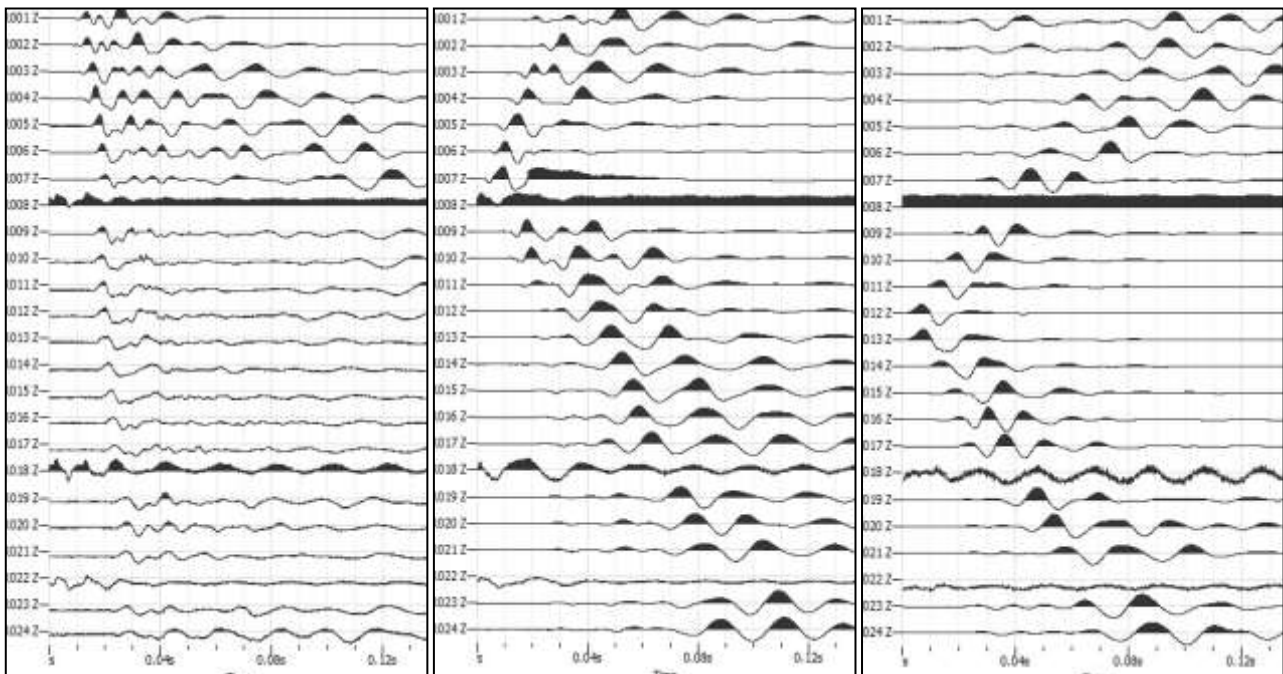
**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 23,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**

Il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza battente di massa pari a 10.00 kg effettuando scoppi specifici ubicati in punti ben precisi lungo ciascuno stendimento stesso:

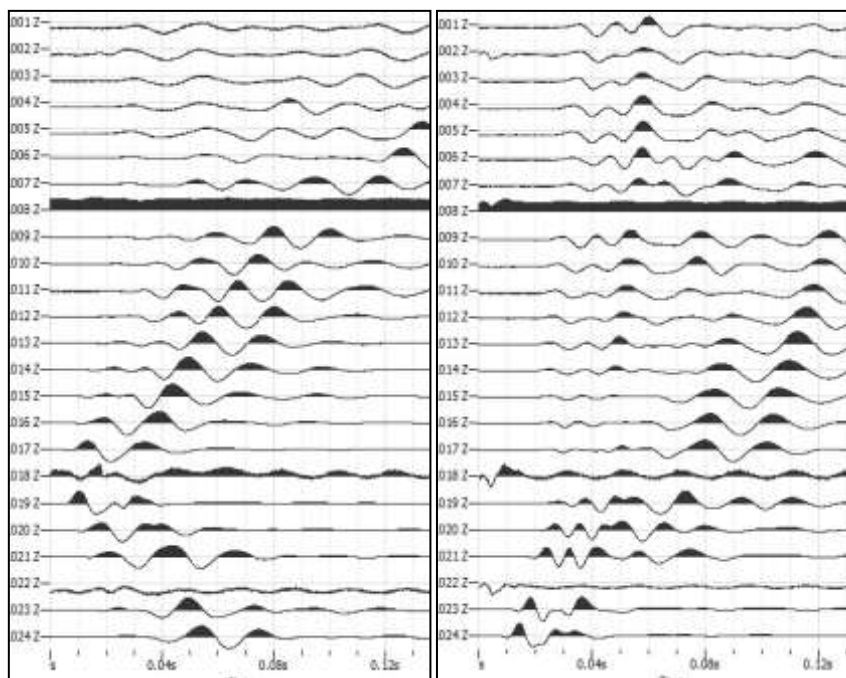
- due scoppi simmetrici (**off-shots**) esterni allo stendimento ad una distanza di 2,00 metri dal geofono più vicino;
- uno scoppio (**mid-shot**) al centro dello stendimento stesso.
- due scoppi intermedi allo stendimento, il primo tra il 6° e il 7° geofono e il secondo tra il 18° e 19° geofono.

I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 15.000 campioni al secondo per un totale di 0.13 secondi di acquisizione.

Sono riportati le forme d'onda e i dati di picking che sono stati elaborati con il software "Rayfract 3.18" della **Intelligent Resources** (Copyright 1996-2010), relativi ai risultati dell'indagine sismica effettuata.



**Fig. 40: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3 – SS8**



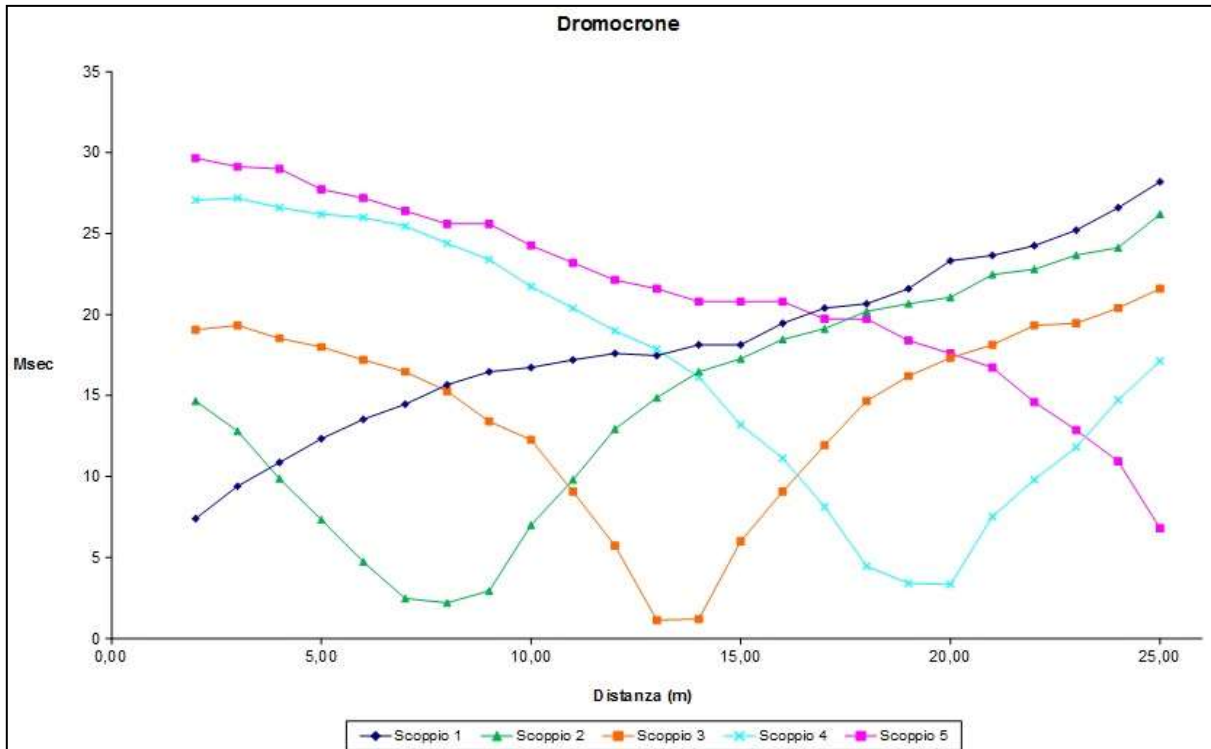
**Fig. 41: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5- SS8**

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2,00	6,50	12,50	18,50	26,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	7,40	14,67	19,07	27,07	29,67
2,00	9,40	12,80	19,33	27,20	29,13
3,00	10,87	9,87	18,53	26,60	29,00
4,00	12,33	7,33	18,00	26,20	27,73
5,00	13,53	4,73	17,20	26,00	27,20
6,00	14,47	2,47	16,47	25,47	26,40
7,00	15,67	2,20	15,27	24,40	25,60
8,00	16,47	2,93	13,40	23,40	25,60
9,00	16,73	7,00	12,27	21,73	24,27
10,00	17,20	9,80	9,07	20,40	23,20
11,00	17,60	12,93	5,73	19,00	22,13
12,00	17,47	14,87	1,13	17,87	21,60
13,00	18,13	16,47	1,20	16,13	20,80
14,00	18,13	17,27	6,00	13,20	20,80
15,00	19,47	18,47	9,07	11,13	20,80
16,00	20,40	19,13	11,93	8,13	19,73
17,00	20,67	20,20	14,67	4,47	19,73
18,00	21,60	20,67	16,20	3,40	18,40
19,00	23,33	21,07	17,33	3,33	17,60
20,00	23,65	22,47	18,13	7,53	16,73
21,00	24,25	22,80	19,33	9,80	14,60
22,00	25,21	23,67	19,47	11,80	12,87
23,00	26,60	24,13	20,40	14,73	10,93
24,00	28,20	26,20	21,60	17,13	6,80

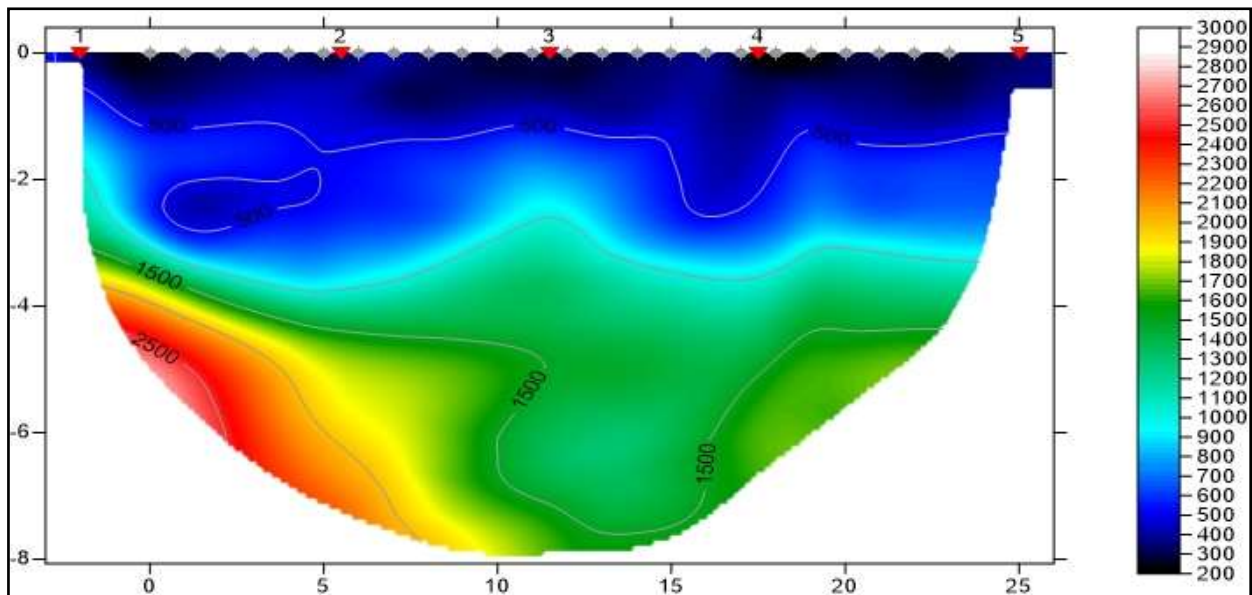
**Fig. 42: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 43** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.





**Fig. 43: dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 44: tomografia sismica SS8.**

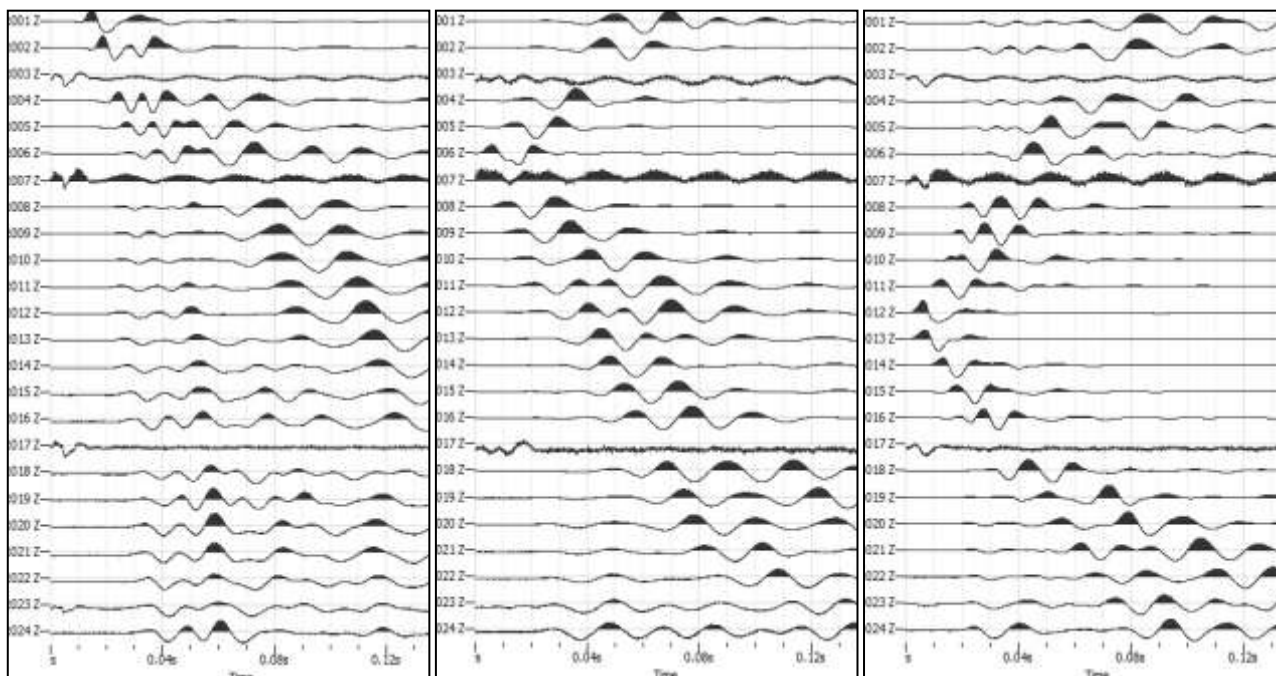
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



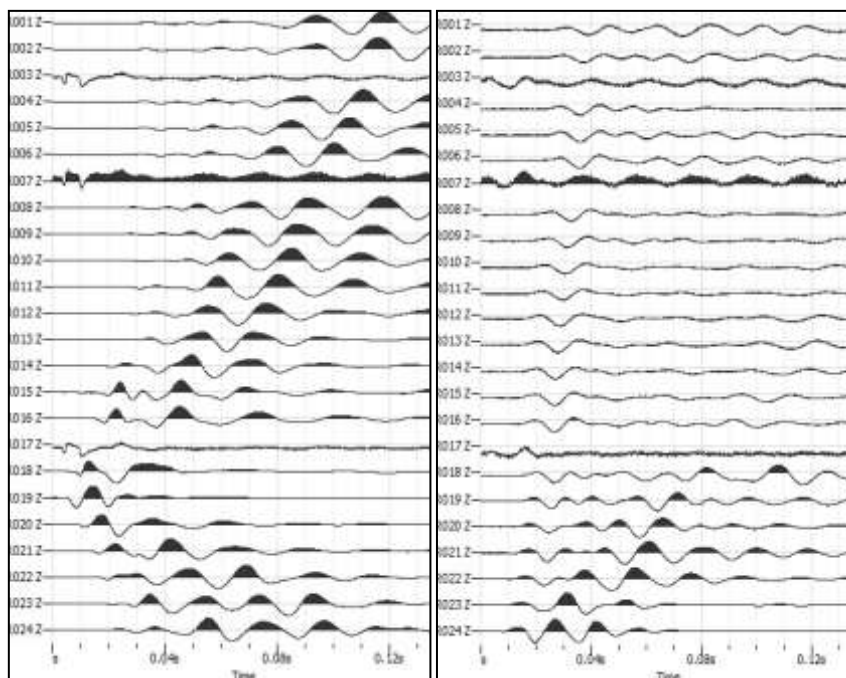
**FOTO 8: panoramica dello stendimento SS8**

**STENDIMENTO SISMICO SS9**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 23,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt**



**Fig. 45: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3 -SS9**

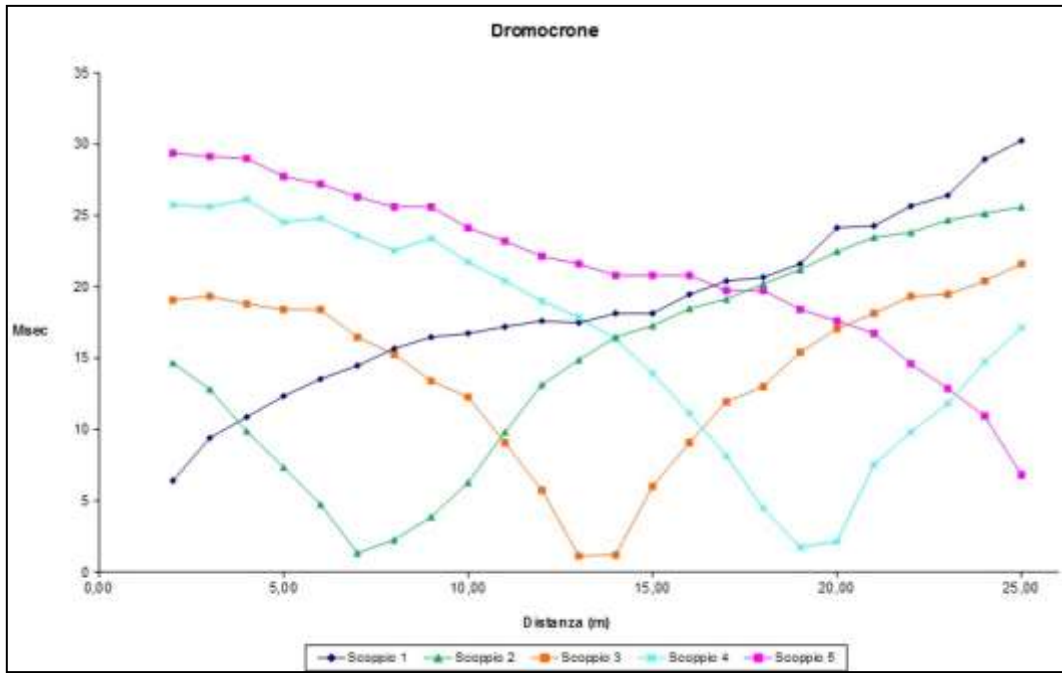


**Fig. 46: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS9**

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2,00	6,50	12,50	18,50	26,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	6,40	14,67	19,07	25,73	29,37
2,00	9,40	12,80	19,33	25,60	29,13
3,00	10,87	9,87	18,80	26,13	29,00
4,00	12,33	7,33	18,40	24,53	27,73
5,00	13,53	4,73	18,40	24,80	27,20
6,00	14,47	1,33	16,47	23,60	26,30
7,00	15,67	2,25	15,27	22,53	25,60
8,00	16,47	3,87	13,40	23,40	25,60
9,00	16,73	6,27	12,27	21,73	24,12
10,00	17,20	9,80	9,07	20,40	23,20
11,00	17,60	13,13	5,73	19,00	22,13
12,00	17,47	14,87	1,13	17,87	21,60
13,00	18,13	16,47	1,20	16,33	20,80
14,00	18,13	17,27	6,00	13,93	20,80
15,00	19,47	18,47	9,07	11,13	20,80
16,00	20,40	19,13	11,93	8,13	19,73
17,00	20,67	20,20	13,00	4,47	19,73
18,00	21,60	21,20	15,40	1,73	18,40
19,00	24,13	22,47	17,07	2,13	17,60
20,00	24,27	23,47	18,13	7,53	16,73
21,00	25,65	23,80	19,33	9,80	14,60
22,00	26,40	24,67	19,47	11,80	12,87
23,00	28,93	25,13	20,40	14,73	10,93
24,00	30,25	25,60	21,60	17,13	6,80

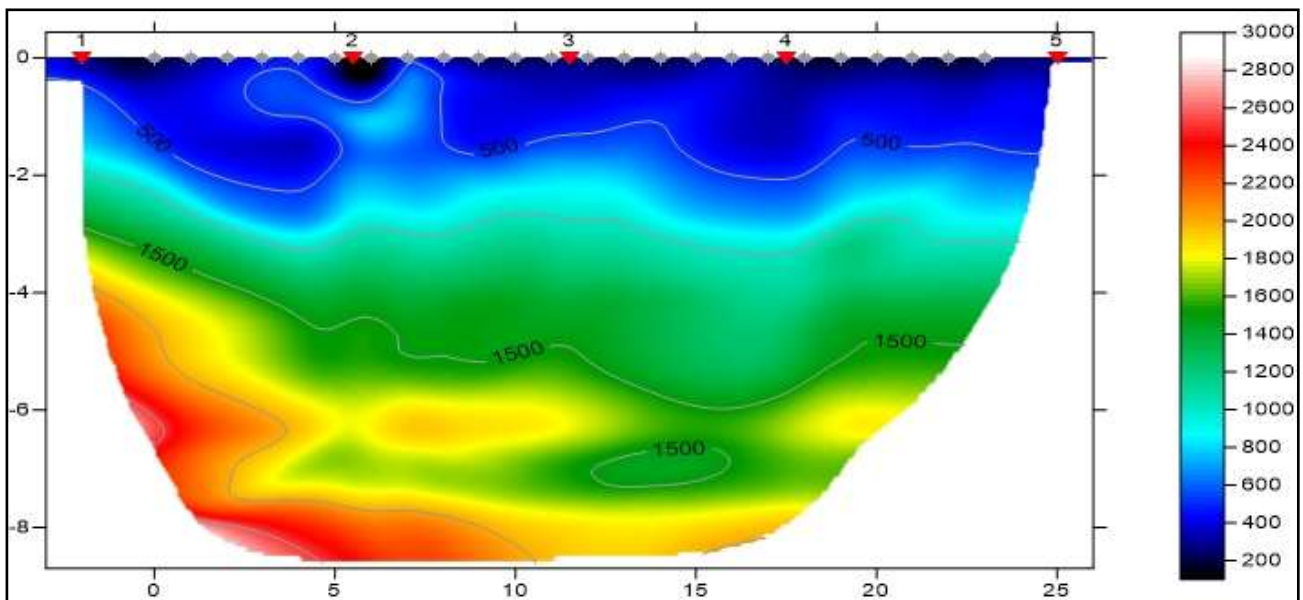
**Fig. 47: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 48** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 48: dromocrone dei primi arrivi.**

Nella figura seguente viene riportata la tomografia sismica relativa al sito di indagine, calcolata tramite software **Rayfract 3.18** con restituzione grafica ottenuta tramite software **Surfer 9.0**.



**Fig. 49: tomografia sismica SS9.**

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



**FOTO 9: panoramica dello stendimento SS9**

### **STENDIMENTO SISMICO SS10**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 46,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 2,00 Mt**

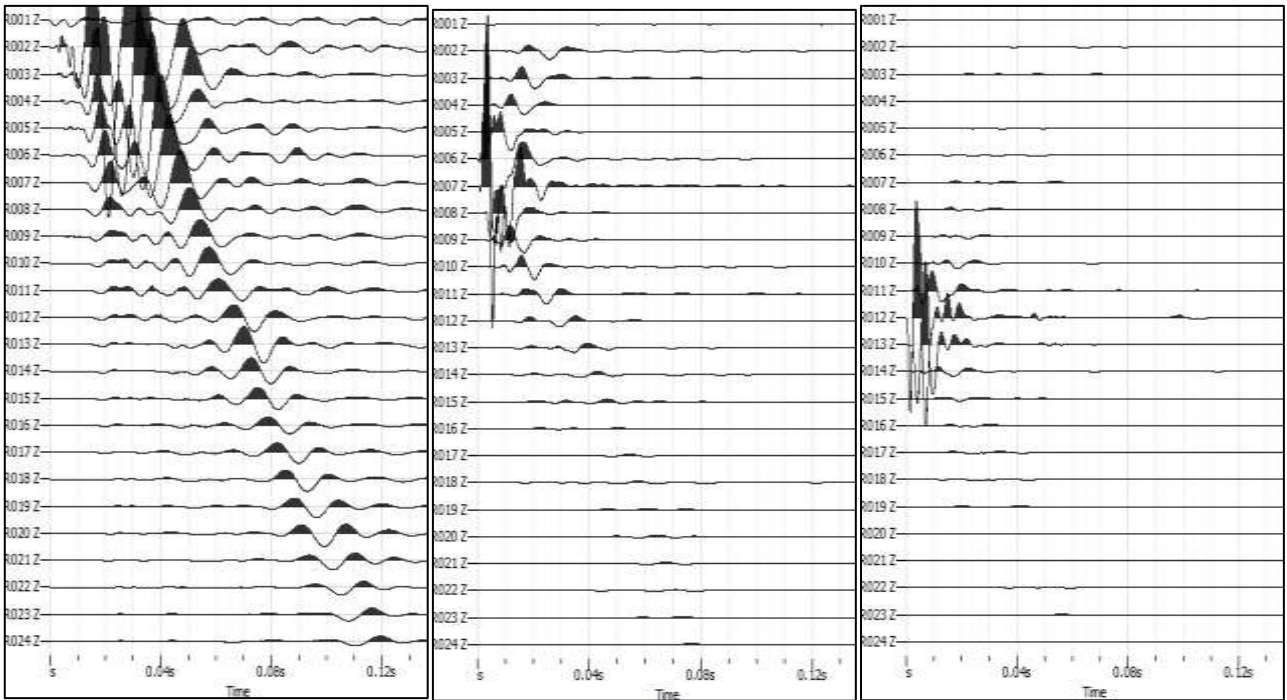
Il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza **battente di massa pari a 10.00 kg** effettuando scoppi specifici ubicati in punti ben precisi lungo ciascuno stendimento stesso:

- *due scoppi simmetrici (**off-shots**) esterni allo stendimento ad una distanza di 8,00 metri dal geofono più vicino;*
- *uno scoppio (**mid-shot**) al centro dello stendimento stesso.*
- *due scoppi intermedi allo stendimento, il primo tra il 6° e il 7° geofono e il secondo tra il 18° e 19° geofono.*

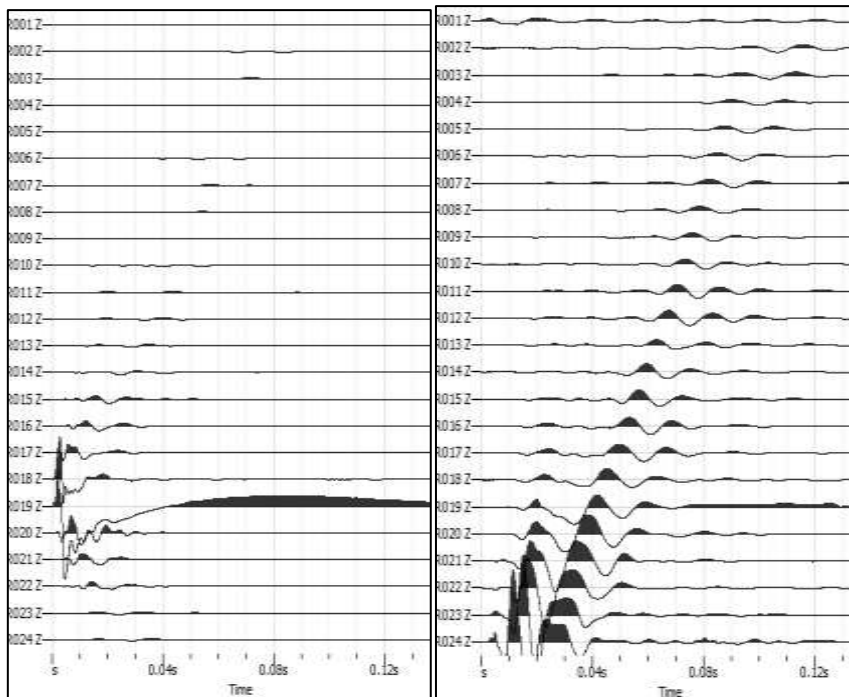
I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 15.000 campioni al secondo per un totale di 0.13 secondi di acquisizione.

Sono riportati le forme d'onda e i dati di picking che sono stati elaborati con il software "**Rayfract 3.36**" della **IntelligentResources** (Copyright 1996-2019), relativi ai risultati dell'indagine sismica effettuata.

**PAGINA 38 di 136**



**Fig. 50: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS10**

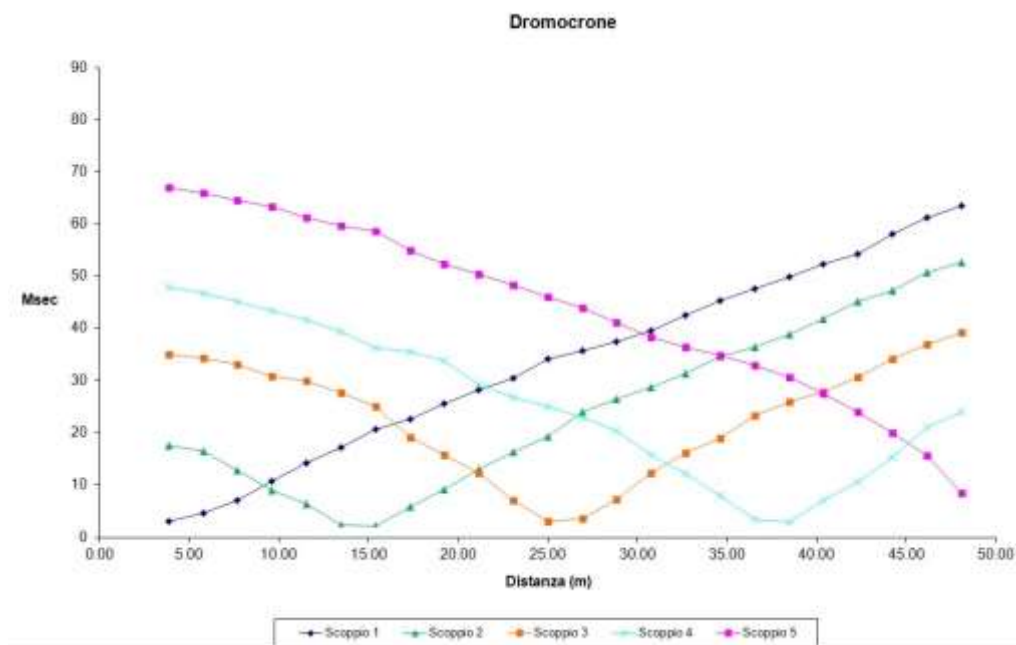


**Fig. 51: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS10**

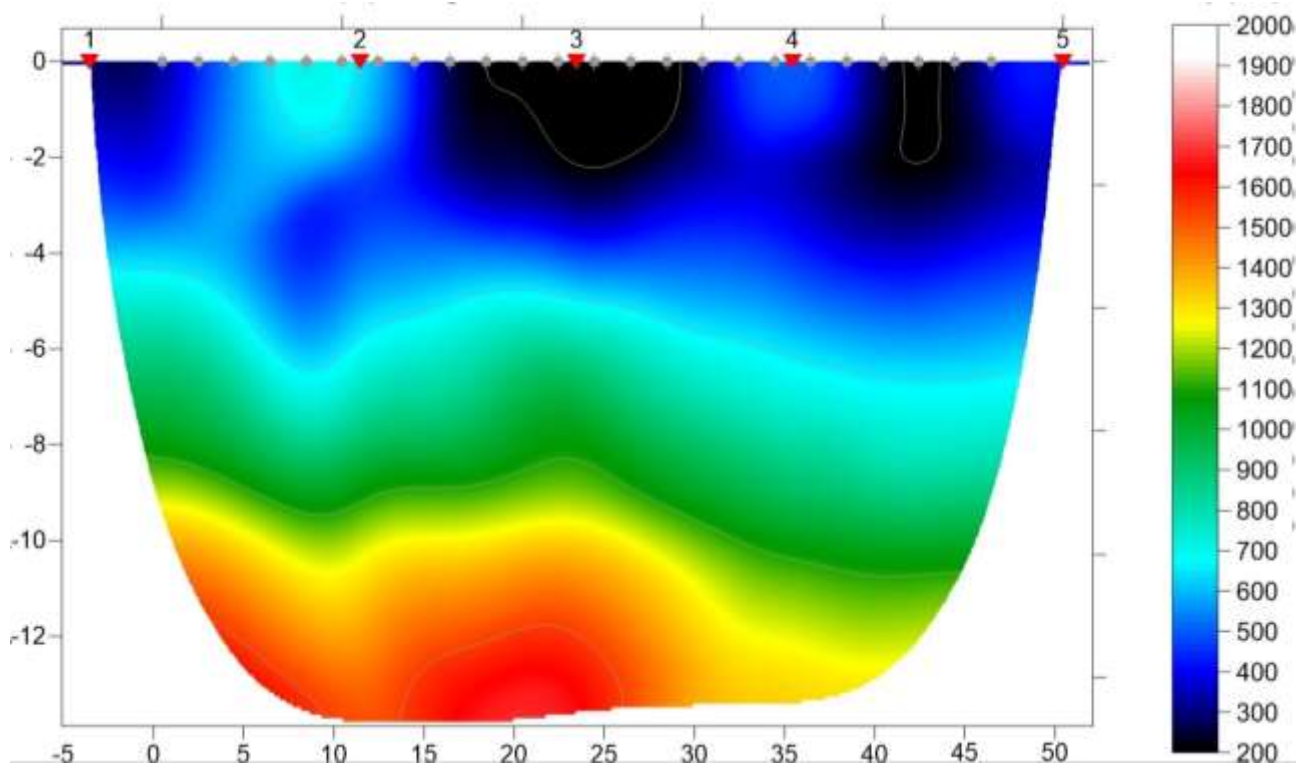
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	11.00	23.00	35.00	48.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	3.00	17.40	34.93	48.00	67.00
2.00	4.53	16.40	34.33	46.80	65.93
4.00	6.93	12.73	33.07	45.13	64.60
6.00	10.67	8.93	30.87	43.33	63.33
8.00	14.13	6.20	29.87	41.67	61.33
10.00	17.13	2.20	27.67	39.40	59.73
12.00	20.60	2.07	24.93	36.13	58.60
14.00	22.47	5.73	19.00	35.47	55.00
16.00	25.47	9.13	15.73	33.80	52.40
18.00	28.13	13.00	12.27	29.20	50.33
20.00	30.47	16.20	6.93	26.67	48.27
22.00	34.13	19.27	2.93	25.00	46.07
24.00	35.60	23.93	3.47	22.87	43.93
26.00	37.40	26.47	7.07	20.20	41.13
28.00	39.53	28.67	12.13	15.67	38.33
30.00	42.53	31.33	16.00	12.00	36.40
32.00	45.27	34.67	18.93	7.80	34.80
34.00	47.53	36.47	23.20	3.20	32.87
36.00	49.80	38.80	25.87	2.80	30.60
38.00	52.40	41.80	27.87	7.00	27.40
40.00	54.33	45.07	30.60	10.47	24.00
42.00	58.07	47.27	34.13	15.27	19.93
44.00	61.20	50.67	36.87	20.93	15.47
46.00	63.60	52.73	39.20	24.00	8.40

**Fig. 52: tabella dei primi arrivi. SS10**

Nella **Figura 53** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 53: dromocrone dei primi arrivi. SS10**



**Fig. 54: tomografia sismica. SS10**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**

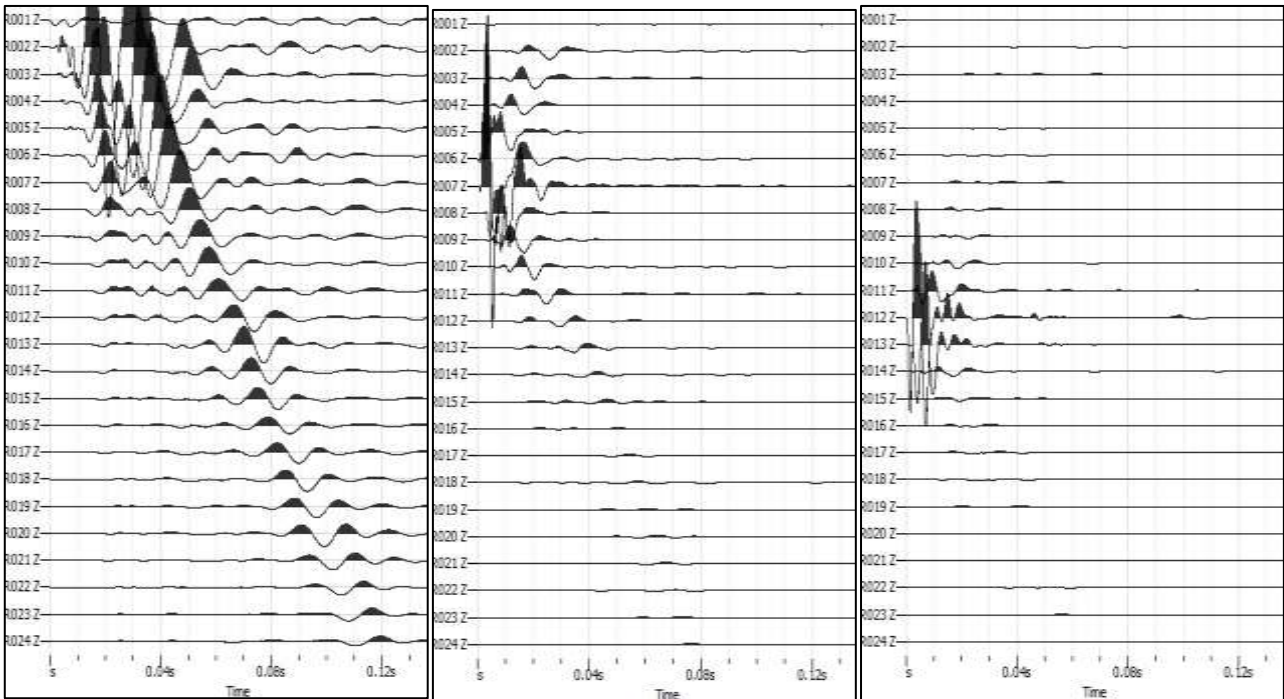


**FOTO 10: panoramica dello stendimento SS10**

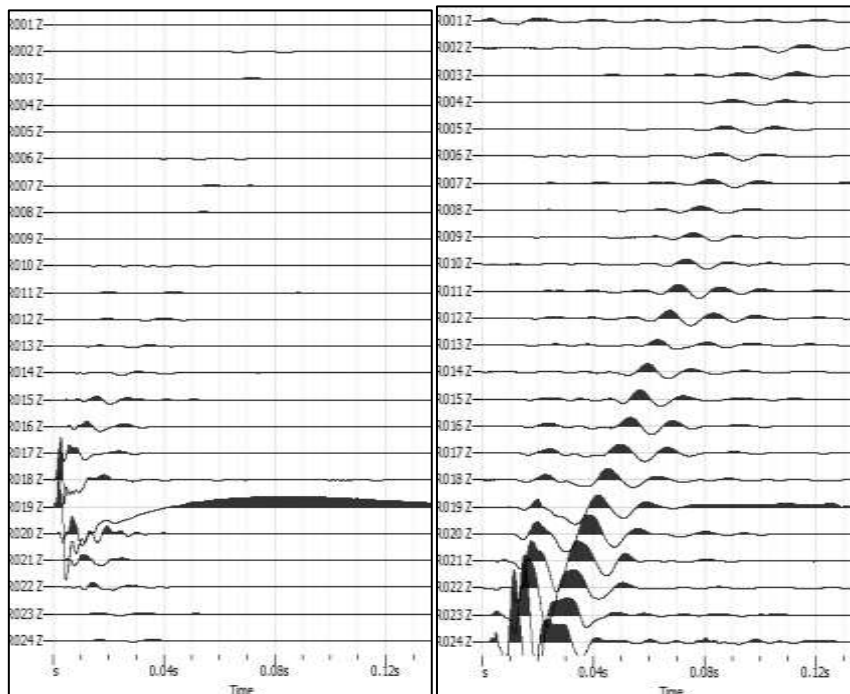


## STENDIMENTO SISMICO SS11

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 46,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 2,00 Mt**



**Fig. 55: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS11**

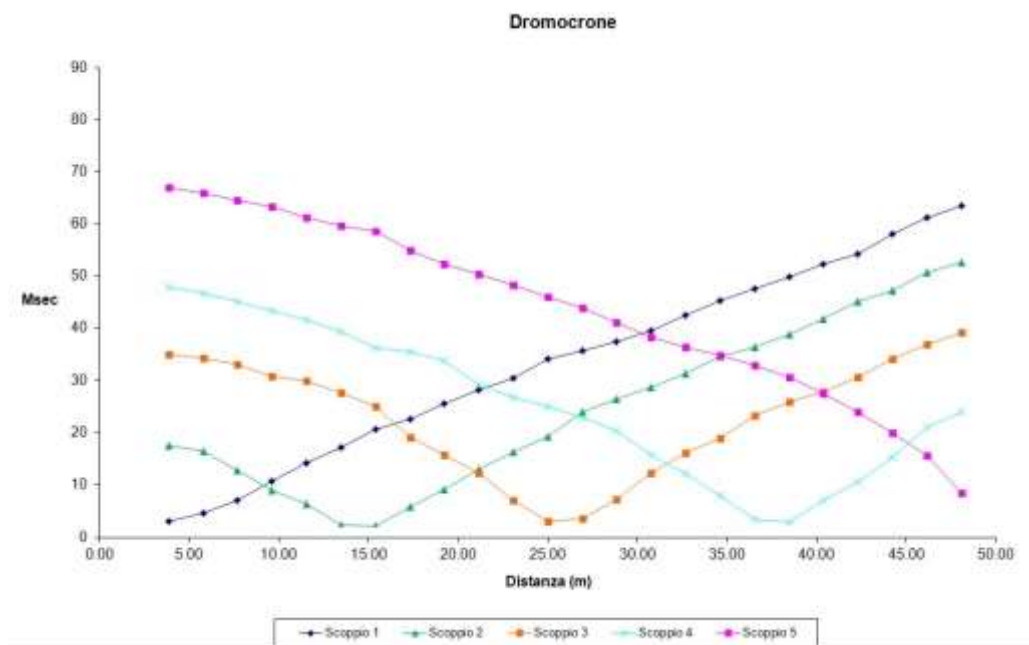


**Fig. 56: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS11**

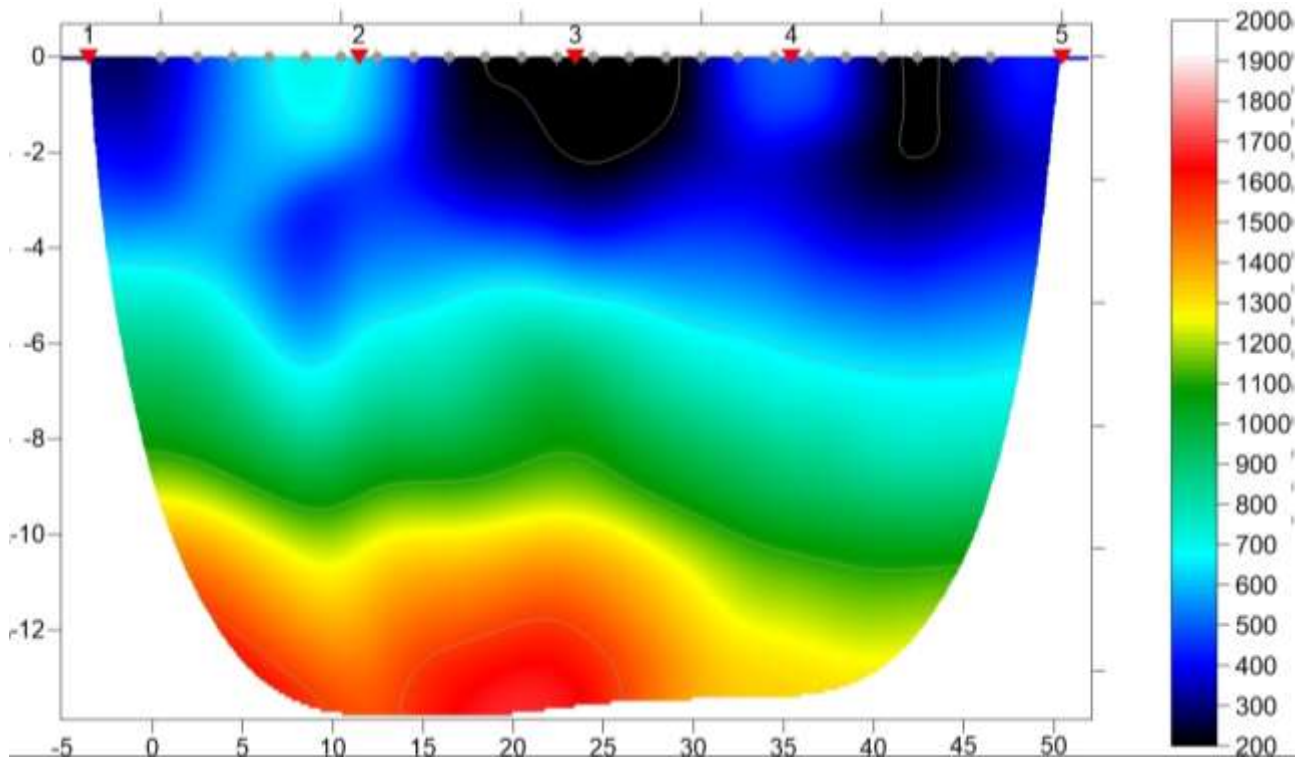
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	11.00	23.00	35.00	48.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	3.00	17.40	34.93	48.00	67.00
2.00	4.53	16.40	34.33	46.80	65.93
4.00	6.93	12.73	33.07	45.13	64.60
6.00	10.67	8.93	30.87	43.33	63.33
8.00	14.13	6.20	29.87	41.67	61.33
10.00	17.13	2.20	27.67	39.40	59.73
12.00	20.60	2.07	24.93	36.13	58.60
14.00	22.47	5.73	19.00	35.47	55.00
16.00	25.47	9.13	15.73	33.80	52.40
18.00	28.13	13.00	12.27	29.20	50.33
20.00	30.47	16.20	6.93	26.67	48.27
22.00	34.13	19.27	2.93	25.00	46.07
24.00	35.60	23.93	3.47	22.87	43.93
26.00	37.40	26.47	7.07	20.20	41.13
28.00	39.53	28.67	12.13	15.67	38.33
30.00	42.53	31.33	16.00	12.00	36.40
32.00	45.27	34.67	18.93	7.80	34.80
34.00	47.53	36.47	23.20	3.20	32.87
36.00	49.80	38.80	25.87	2.80	30.60
38.00	52.40	41.80	27.87	7.00	27.40
40.00	54.33	45.07	30.60	10.47	24.00
42.00	58.07	47.27	34.13	15.27	19.93
44.00	61.20	50.67	36.87	20.93	15.47
46.00	63.60	52.73	39.20	24.00	8.40

**Fig. 57: tabella dei primi arrivi. SS11**

Nella **Figura 58** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 58: dromocrone dei primi arrivi. SS11**



**Fig. 59: tomografia sismica. S11**

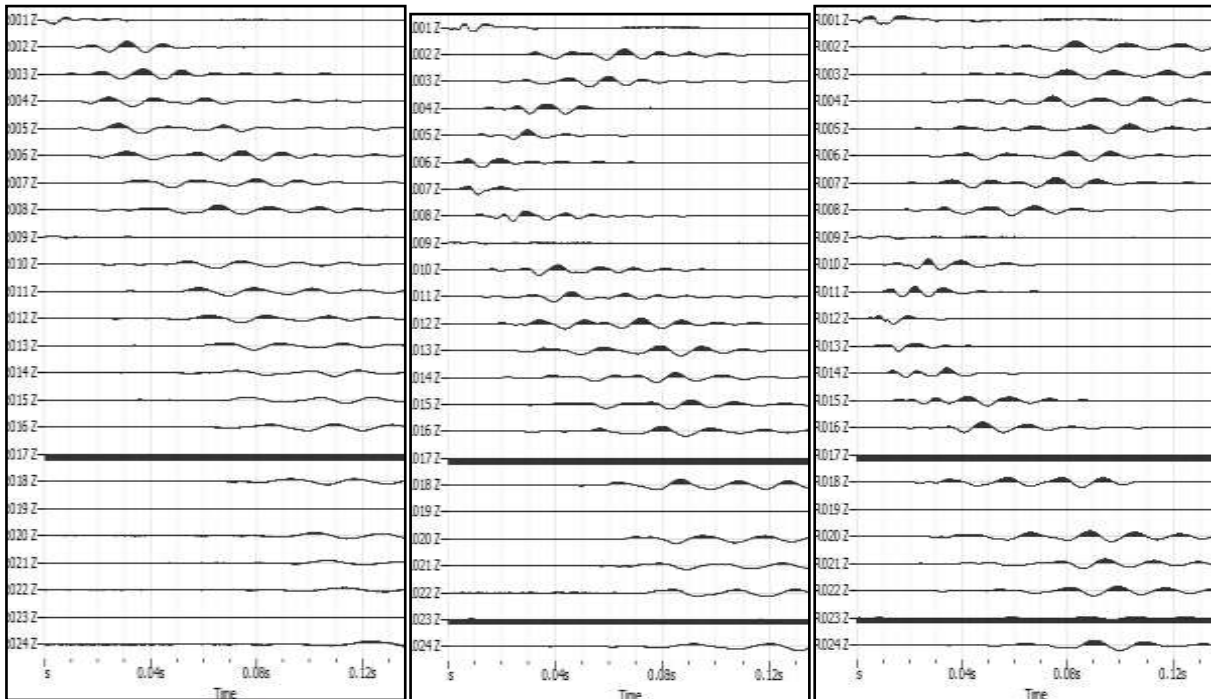
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



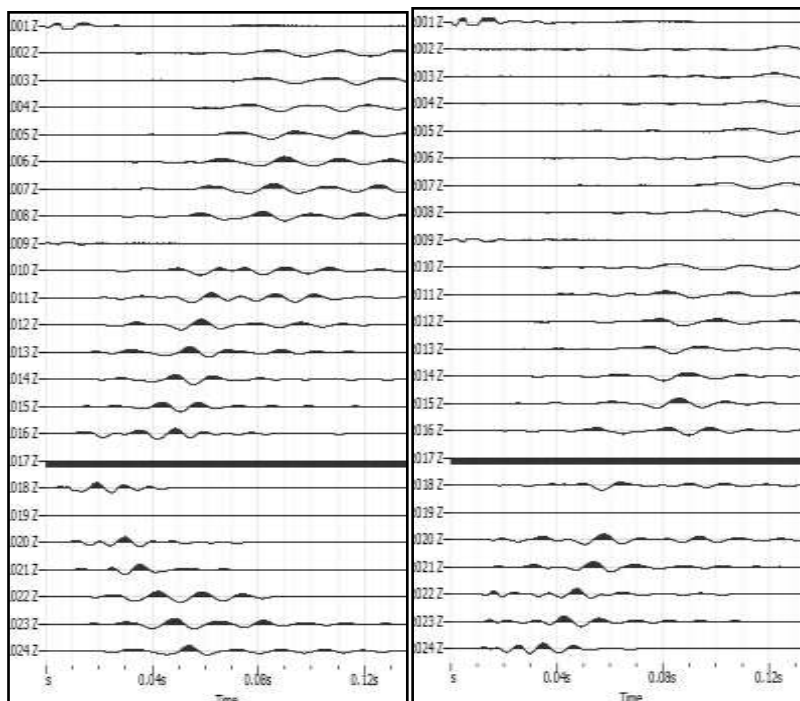
**FOTO 11: panoramica dello stendimento SS11**

## STENDIMENTO SISMICO SS12

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 46,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 2,00 Mt**



**Fig. 60: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS12**

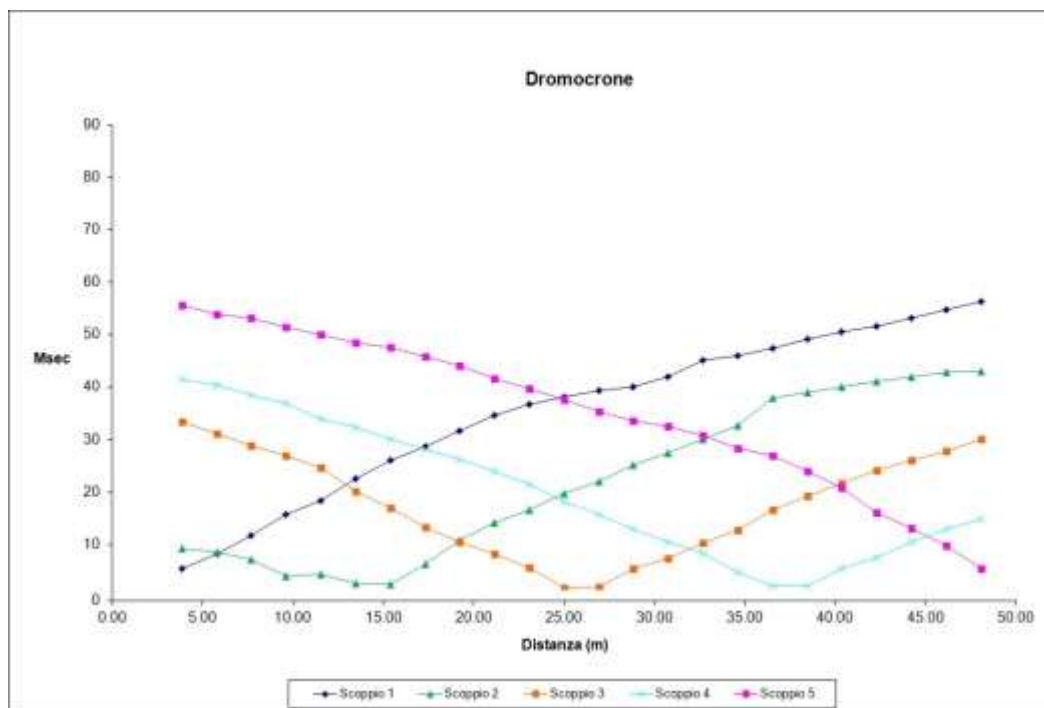


**Fig. 61: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS12**

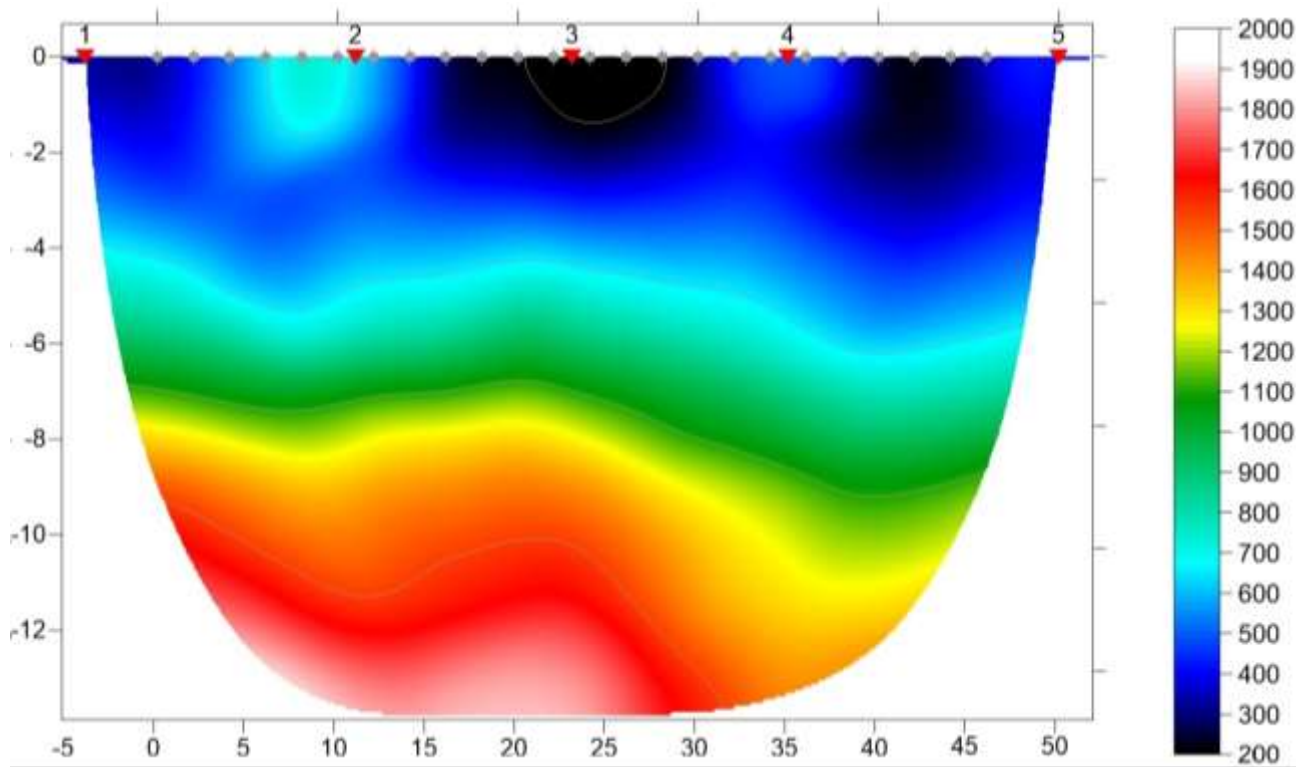
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	11.00	23.00	35.00	48.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	5.47	9.27	33.40	41.53	55.60
2.00	8.27	8.47	31.13	40.40	53.87
4.00	11.67	7.07	28.93	38.40	53.13
6.00	15.67	4.00	26.87	36.93	51.53
8.00	18.27	4.40	24.67	33.87	50.07
10.00	22.47	2.53	20.13	32.33	48.53
12.00	26.00	2.33	16.87	30.13	47.53
14.00	28.73	6.27	13.27	28.13	45.80
16.00	31.60	10.73	10.53	26.20	44.07
18.00	34.67	14.13	8.13	24.00	41.67
20.00	36.67	16.67	5.53	21.47	39.80
22.00	38.13	19.67	1.73	18.20	37.53
24.00	39.33	22.00	1.80	15.67	35.33
26.00	40.13	25.20	5.47	12.93	33.60
28.00	42.07	27.47	7.27	10.40	32.60
30.00	45.07	30.07	10.27	8.40	30.73
32.00	46.07	32.67	12.67	4.73	28.33
34.00	47.40	37.93	16.53	2.00	26.87
36.00	49.13	39.07	19.20	2.07	23.93
38.00	50.53	40.13	21.60	5.40	20.73
40.00	51.60	41.20	24.13	7.47	16.13
42.00	53.13	42.07	26.00	10.53	13.13
44.00	54.80	42.93	27.87	13.00	9.80
46.00	56.27	43.07	30.07	14.87	5.47

**Fig. 62: tabella dei primi arrivi. SS12**

Nella **Figura 63** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 63: dromocrone dei primi arrivi. SS12**



**Fig. 43: tomografia sismica. SS12**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



**FOTO 12: panoramica dello stendimento SS12**

## STENDIMENTO SISMICO SS13

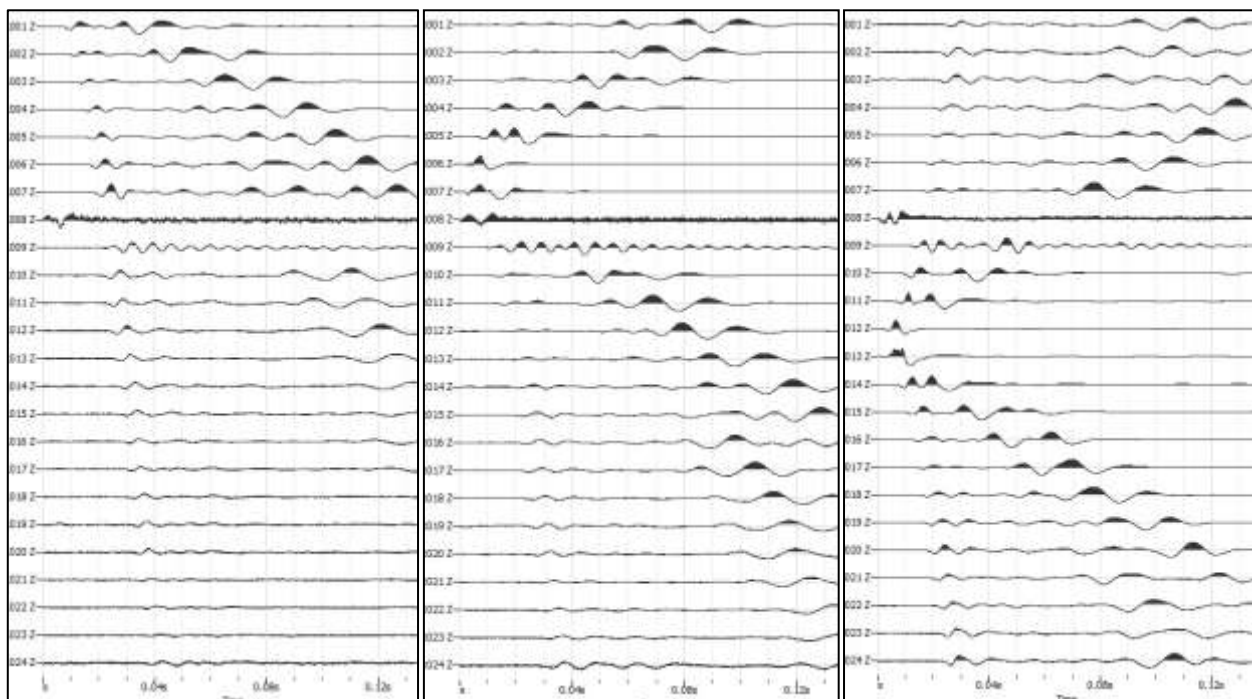
**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**

Il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza battente di massa pari a 10.00 kg effettuando scoppi specifici ubicati in punti ben precisi lungo ciascuno stendimento stesso:

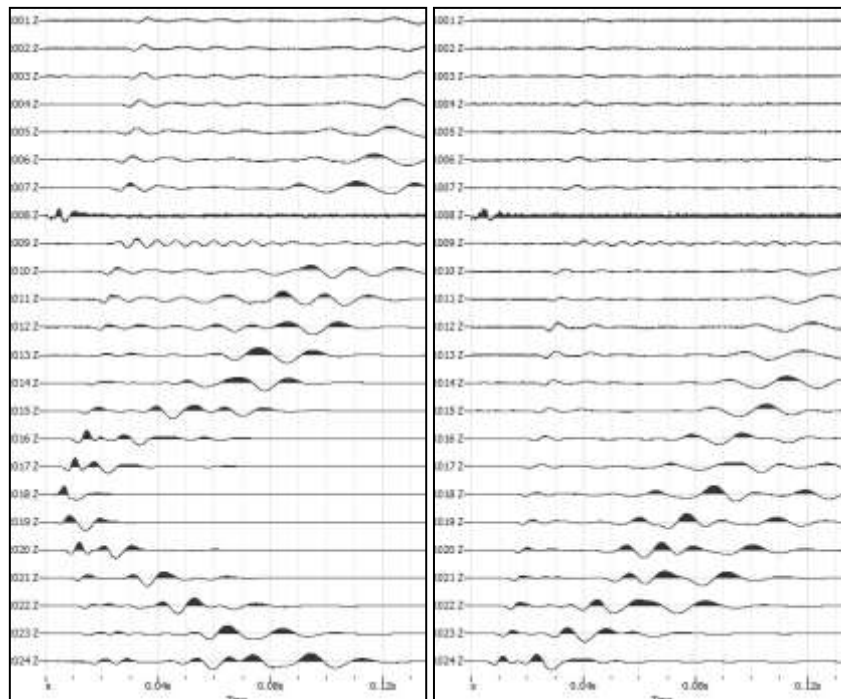
- due scoppi simmetrici (**off-shots**) esterni allo stendimento ad una distanza di 8,00 metri dal geofono più vicino (doppio della distanza intergeofonica);
- uno scoppio (**mid-shot**) al centro dello stendimento stesso.
- due scoppi intermedi allo stendimento, il primo tra il 6° e il 7° geofono e il secondo tra l'8° e 19° geofono.

I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 15.000 campioni al secondo per un totale di 0.13 secondi di acquisizione.

Sono riportati le forme d'onda e i dati di picking che sono stati elaborati con il software "Rayfract 3.32" della **Intelligent Resources** (Copyright 1996-2019), relativi ai risultati dell'indagine sismica effettuata.



**Fig. 65: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS13**



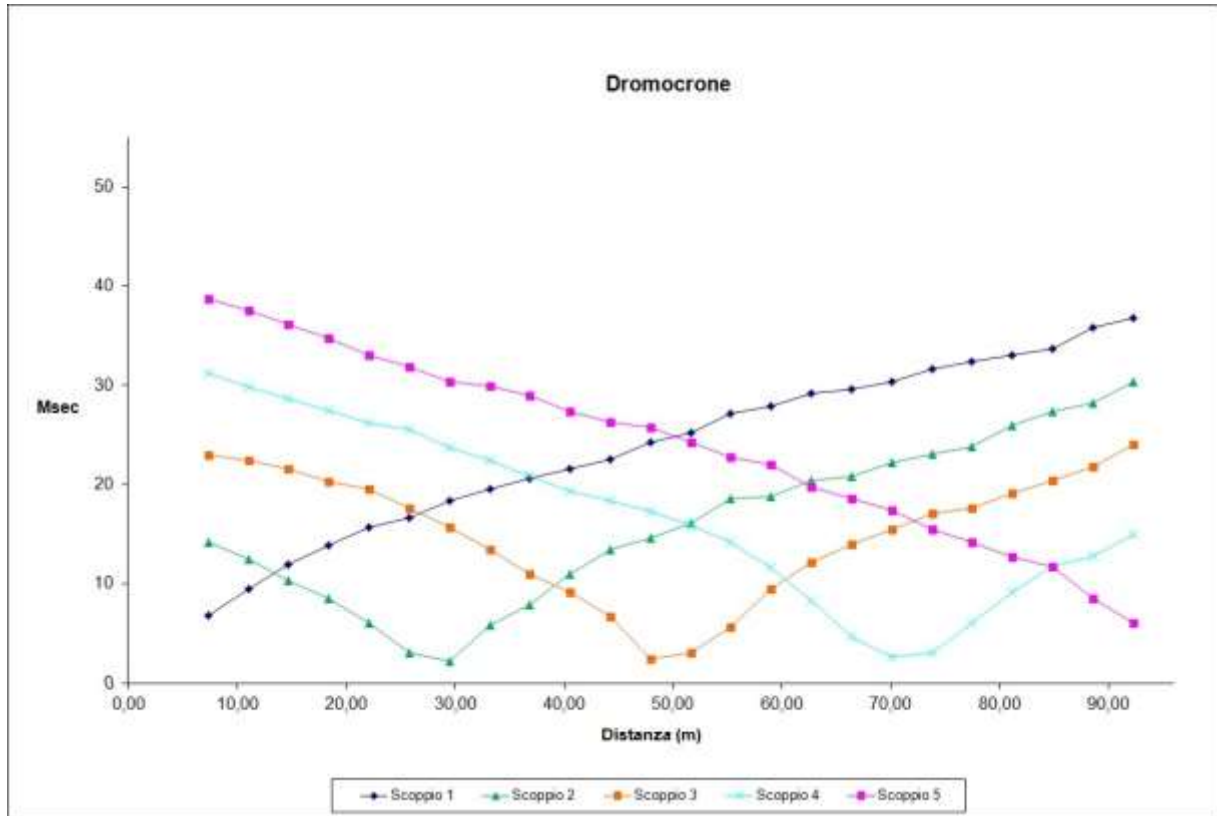
**Fig. 66: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS13**

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-8,00	22,00	46,00	70,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	6.80	14.20	22.93	31.27	38.67
4,00	9.47	12.53	22.40	29.80	37.53
8,00	11.93	10.40	21.60	28.67	36.20
12,00	13.87	8.53	20.27	27.47	34.73
16,00	15.73	6.07	19.53	26.20	33.00
20,00	16.67	3.07	17.67	25.60	31.87
24,00	18.40	2.27	15.73	23.73	30.33
28,00	19.53	5.87	13.47	22.40	29.93
32,00	20.67	7.93	11.00	20.87	29.00
36,00	21.60	11.00	9.13	19.33	27.33
40,00	22.53	13.47	6.67	18.40	26.33
44,00	24.27	14.60	2.47	17.27	25.80
48,00	25.20	16.13	3.07	15.93	24.27
52,00	27.13	18.60	5.67	14.20	22.73
56,00	27.87	18.80	9.47	11.60	22.00
60,00	29.20	20.47	12.13	8.33	19.73
64,00	29.60	20.87	14.00	4.73	18.60
68,00	30.33	22.20	15.53	2.67	17.47
72,00	31.67	23.13	17.07	3.07	15.53
76,00	32.40	23.87	17.67	6.07	14.20
80,00	33.00	26.00	19.13	9.13	12.73
84,00	33.73	27.33	20.47	11.73	11.73
88,00	35.87	28.27	21.80	12.87	8.53
92,00	36.80	30.33	24.07	15.00	6.07

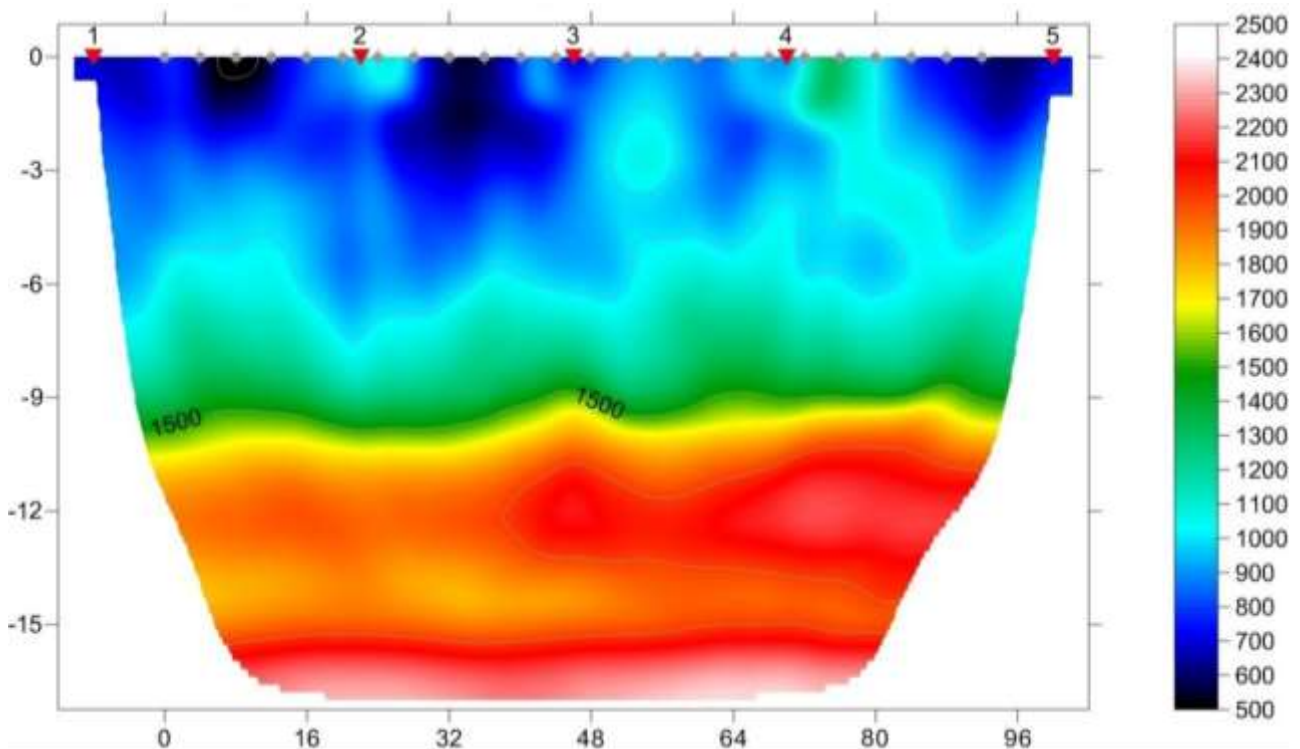
**Fig. 67: tabella dei primi arrivi.**

Nella **Figura 68** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi.**





**Fig. 68: dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 69: tomografia sismica. SS13**  
PAGINA 50 di 136

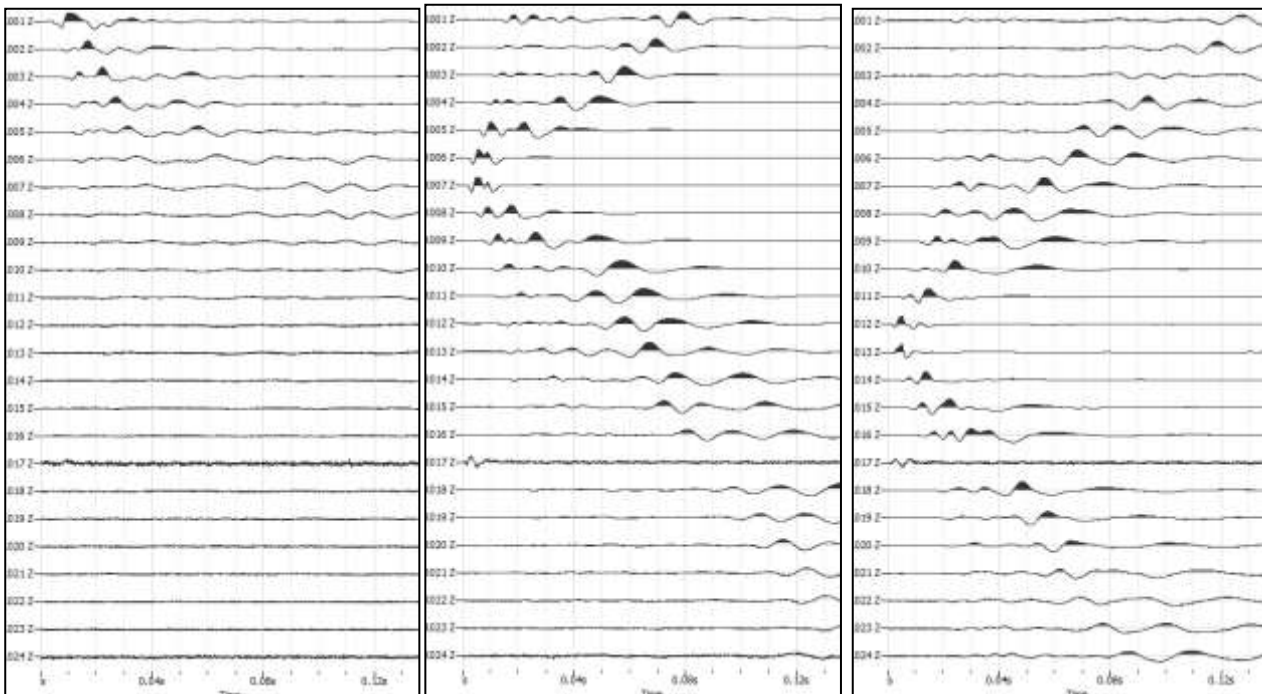
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



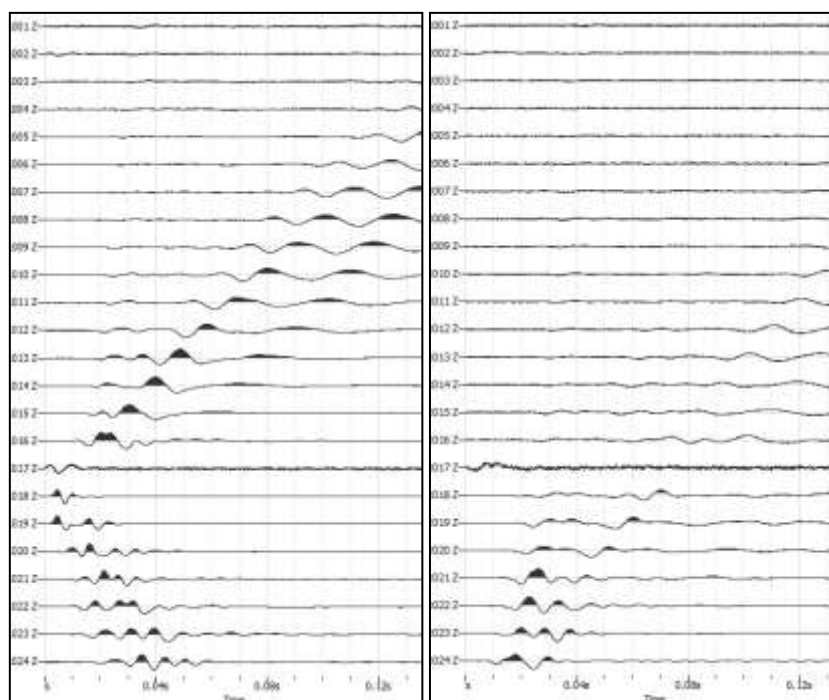
**FOTO 13: panoramica dello stendimento SS13**

**STENDIMENTO SISMICO SS14**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 70: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS14**

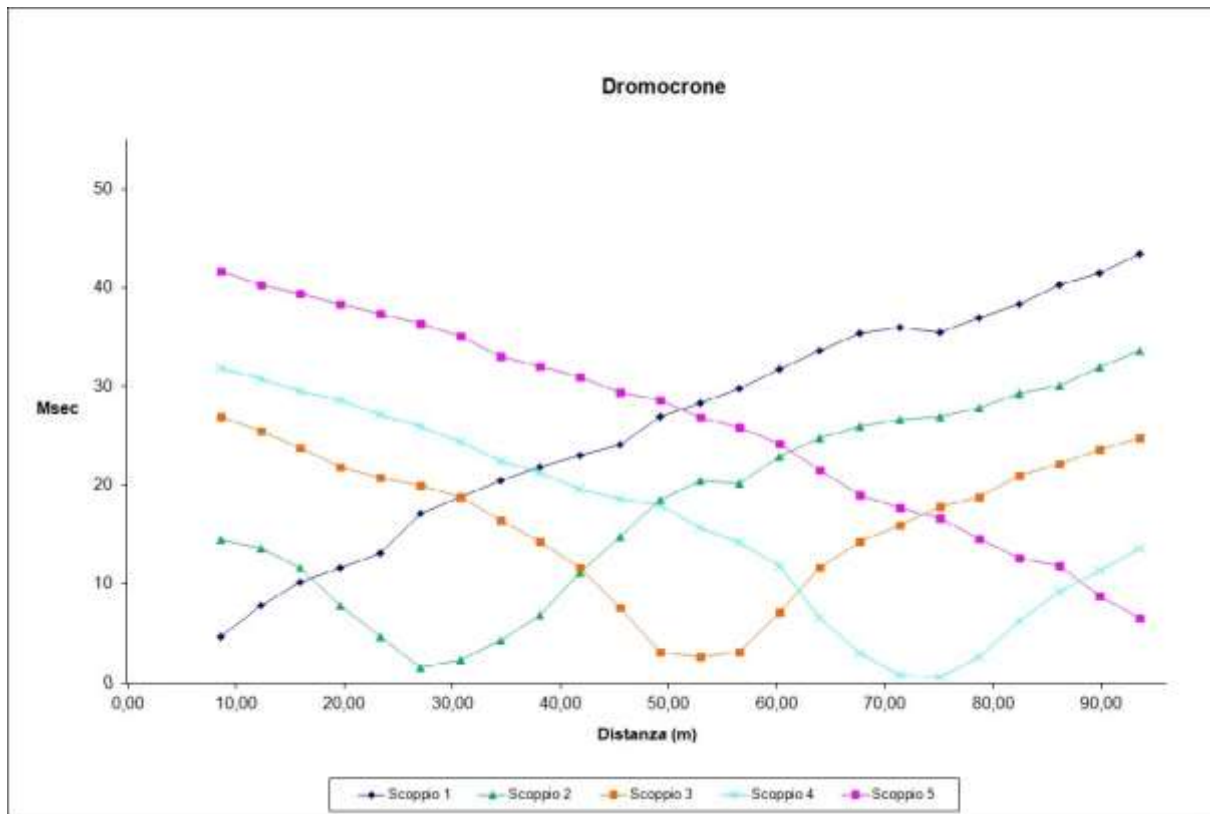


**Fig. 71: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS14**

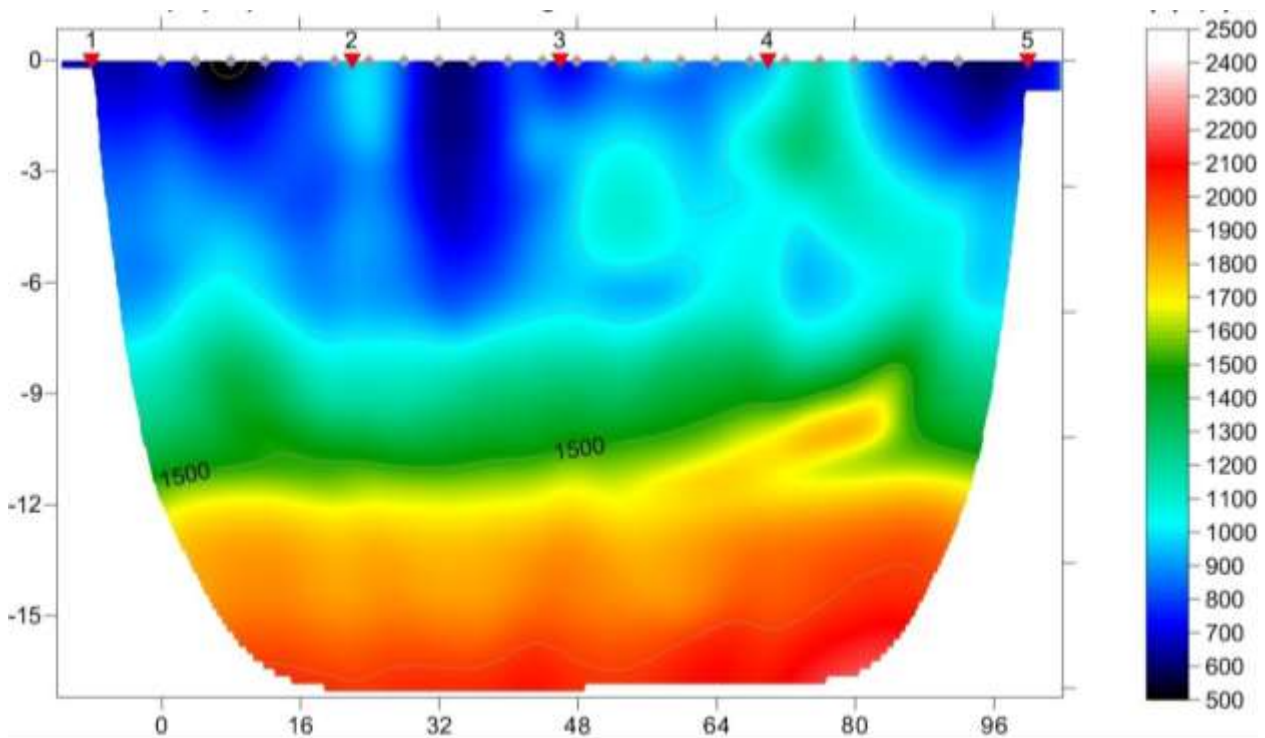
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-8,00	22,00	46,00	70,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	4.20	12.87	21.47	31.07	40.20
4,00	6.07	11.27	20.40	29.93	38.60
8,00	8.73	9.60	18.87	28.67	37.33
12,00	9.20	8.07	17.80	27.40	36.20
16,00	11.53	5.67	16.60	26.33	35.00
20,00	12.27	2.07	15.47	24.87	33.53
24,00	13.47	2.07	13.80	24.40	32.93
28,00	15.13	4.67	13.13	23.00	31.73
32,00	16.93	7.20	11.47	22.07	30.53
36,00	18.60	9.73	7.67	21.00	29.67
40,00	20.20	11.53	3.93	19.93	29.00
44,00	21.67	13.67	1.73	18.53	28.47
48,00	23.00	14.53	1.47	16.40	27.47
52,00	24.40	15.87	3.47	14.87	26.33
56,00	26.00	17.80	6.33	12.40	24.87
60,00	27.93	19.80	10.33	7.93	23.20
64,00	29.60	21.07	13.93	3.60	19.33
68,00	30.87	22.73	16.40	1.20	17.13
72,00	32.40	24.00	18.13	1.27	15.67
76,00	33.93	24.73	19.13	3.67	14.00
80,00	35.20	25.67	20.00	7.33	11.60
84,00	36.67	27.47	21.20	9.27	10.47
88,00	37.67	28.47	22.60	10.27	7.87
92,00	39.13	30.33	23.87	12.40	5.80

**Fig. 72: tabella dei primi arrivi. SS14**

Nella **Figura 73** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 73: dromocrone dei primi arrivi. SS14**



**Fig. 74: tomografia sismica. SS14**

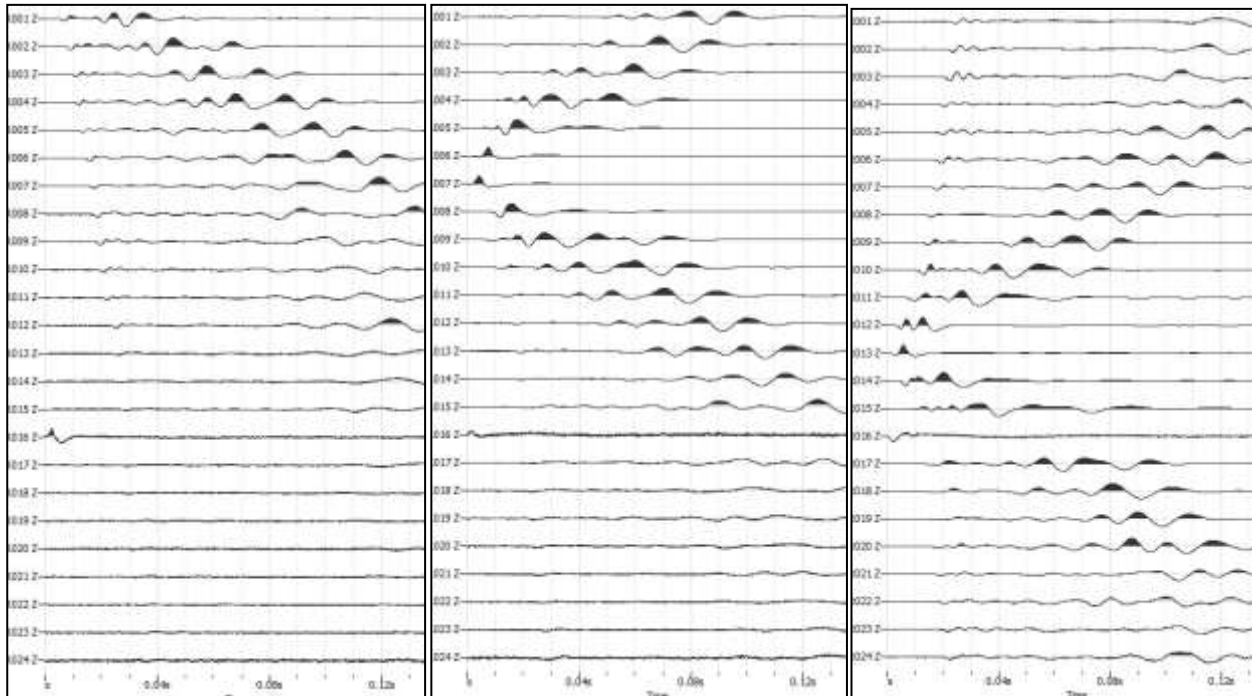
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



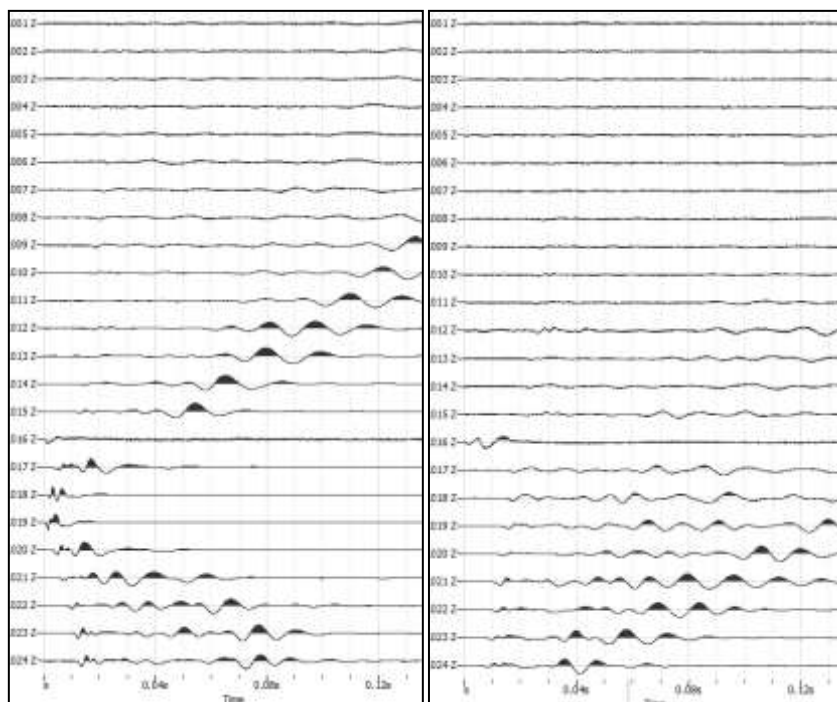
**FOTO 14: panoramica dello stendimento SS14**

**STENDIMENTO SISMICO SS15**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 75: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS15**

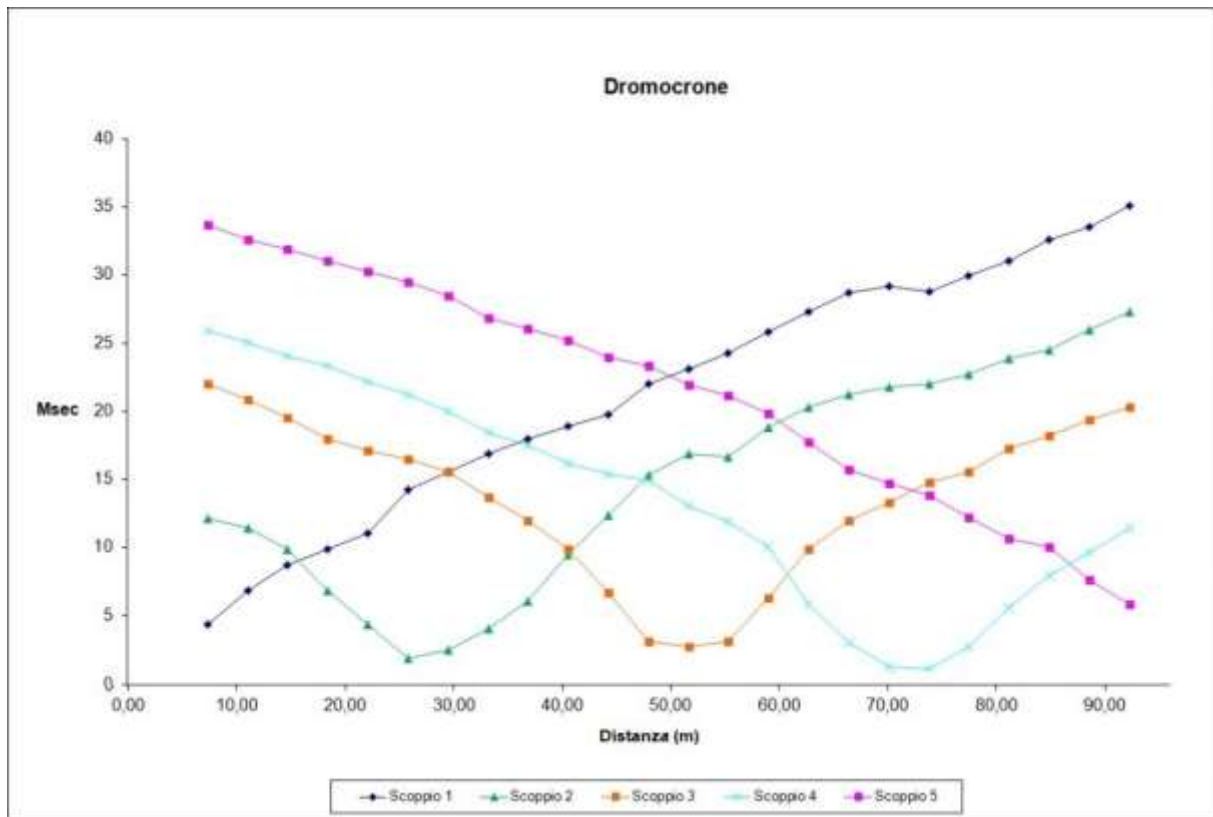


**Fig. 76: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS15**

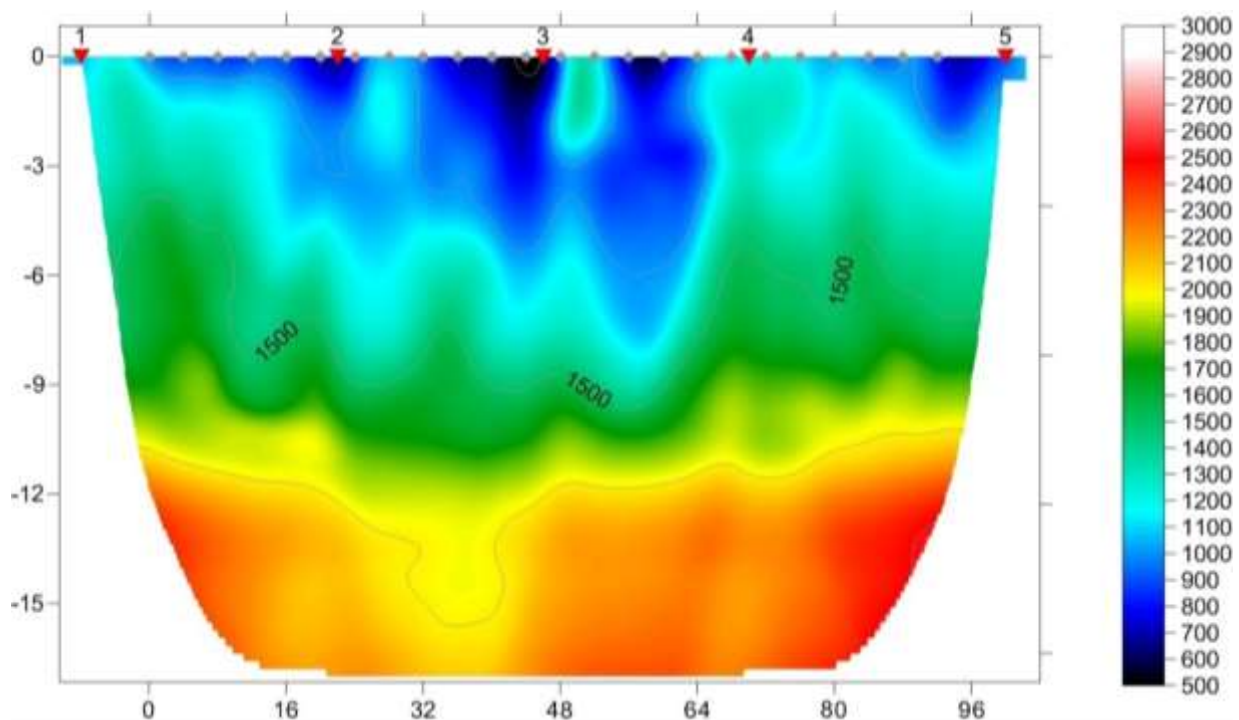
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-8,00	22,00	46,00	70,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	4.33	12.13	22.00	25.87	33.67
4,00	6.80	11.40	20.87	25.07	32.60
8,00	8.73	9.87	19.53	24.07	31.93
12,00	9.87	6.80	18.00	23.33	31.07
16,00	11.00	4.33	17.07	22.13	30.27
20,00	14.20	1.87	16.47	21.20	29.47
24,00	15.53	2.47	15.53	20.00	28.47
28,00	16.87	4.00	13.67	18.40	26.87
32,00	18.00	6.07	11.93	17.47	26.07
36,00	18.93	9.47	9.87	16.20	25.20
40,00	19.73	12.33	6.67	15.40	23.93
44,00	22.00	15.33	3.07	14.93	23.33
48,00	23.13	16.87	2.67	13.07	21.93
52,00	24.27	16.67	3.07	11.87	21.13
56,00	25.80	18.80	6.27	10.00	19.80
60,00	27.33	20.27	9.87	5.80	17.73
64,00	28.67	21.27	11.93	3.00	15.73
68,00	29.20	21.80	13.27	1.20	14.67
72,00	28.80	22.00	14.80	1.07	13.87
76,00	29.93	22.73	15.53	2.73	12.20
80,00	31.07	23.87	17.27	5.60	10.67
84,00	32.60	24.47	18.20	7.93	10.00
88,00	33.53	26.00	19.33	9.67	7.60
92,00	35.07	27.33	20.27	11.40	5.80

**Fig. 77: tabella dei primi arrivi. SS15**

Nella **Figura 78** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi.**  
PAGINA 55 di 136



**Fig. 78: dromocrone dei primi arrivi. SS15**



**Fig.79: tomografia sismica. SS15**

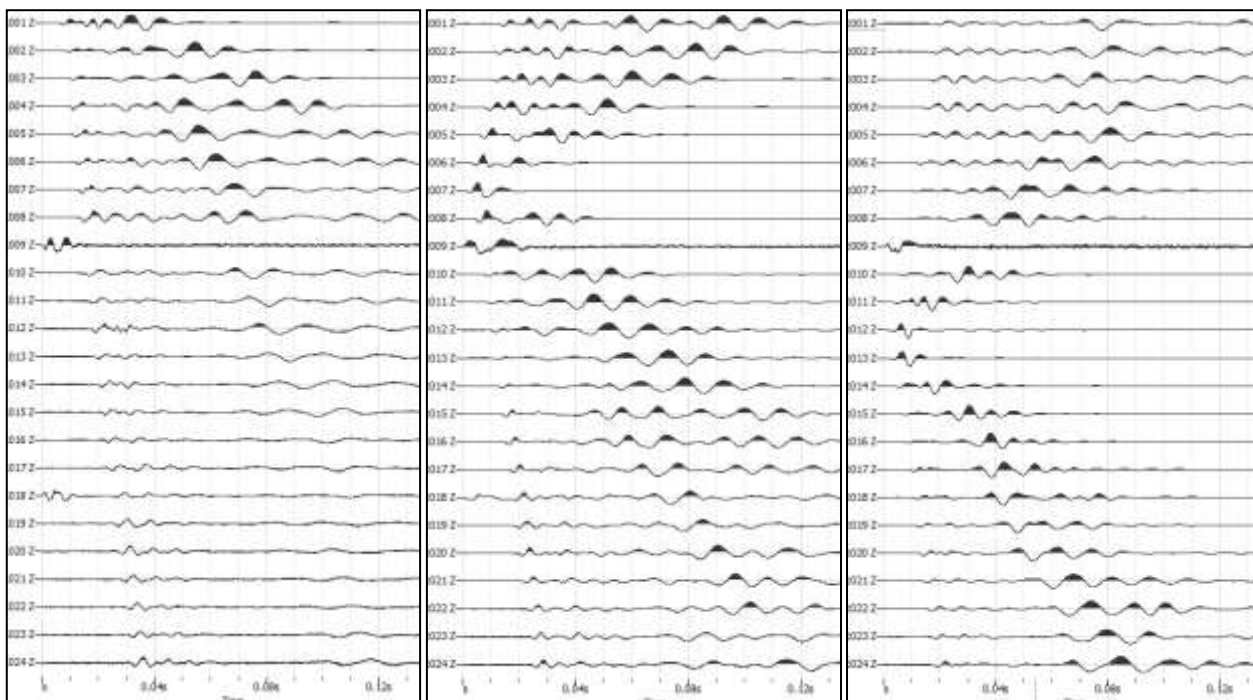
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



**FOTO 15: panoramica dello stendimento SS15**

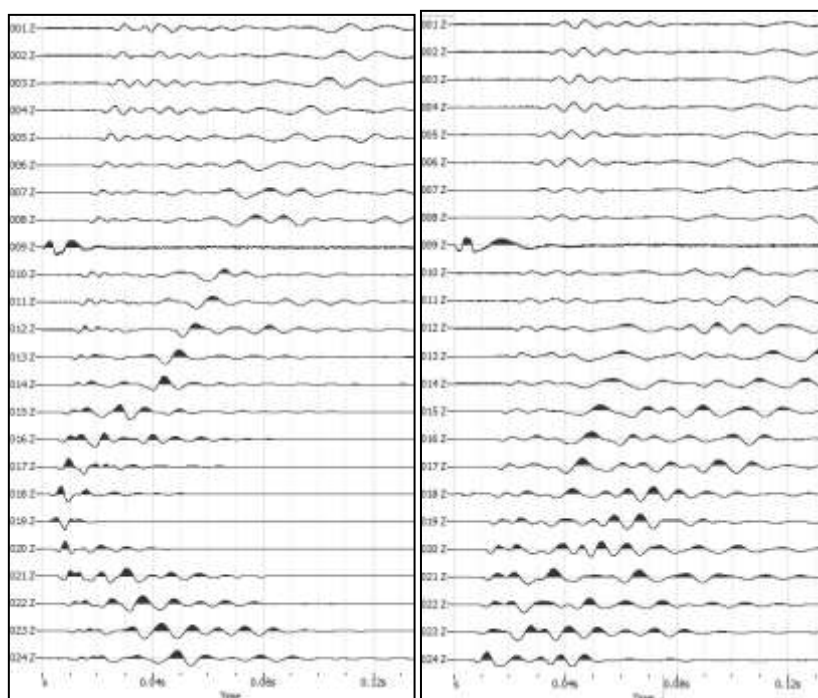
**STENDIMENTO SISMICO SS16**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 80: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS16**



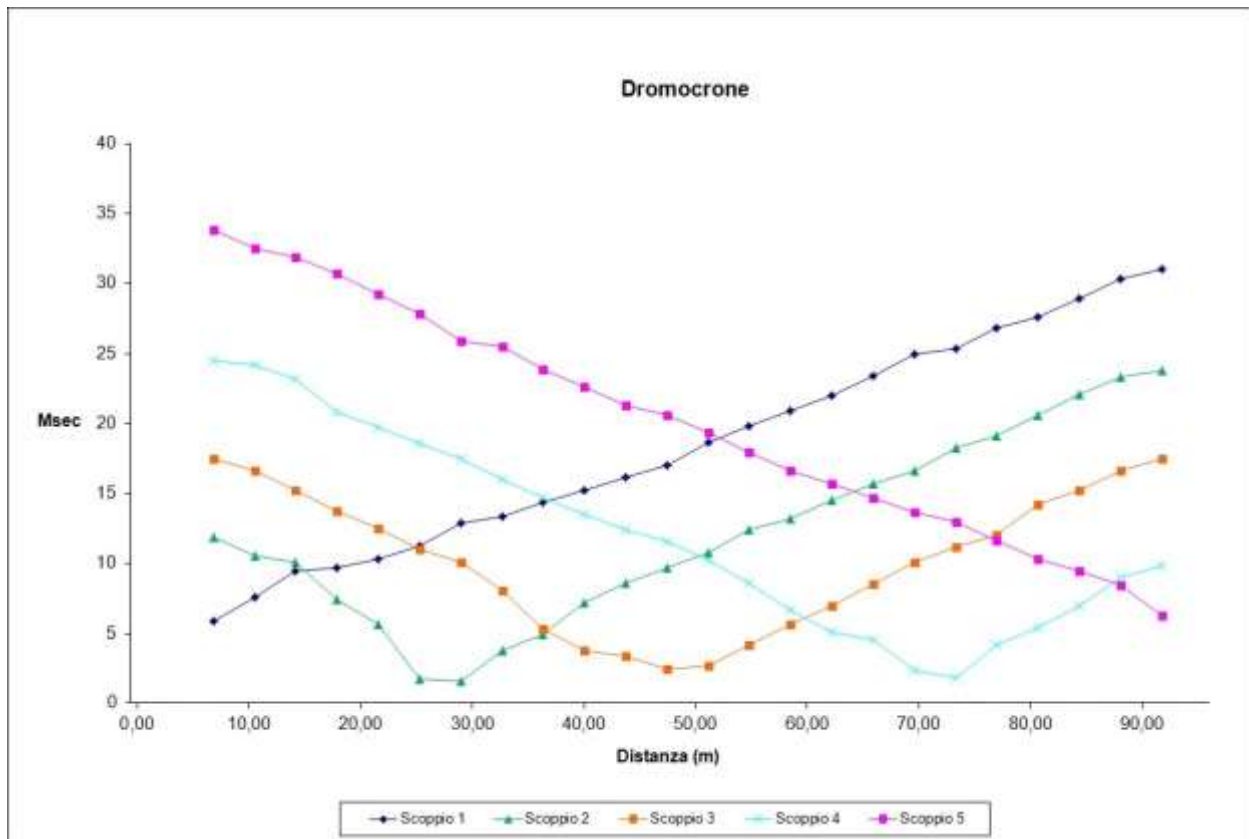


**Fig. 81: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS16**

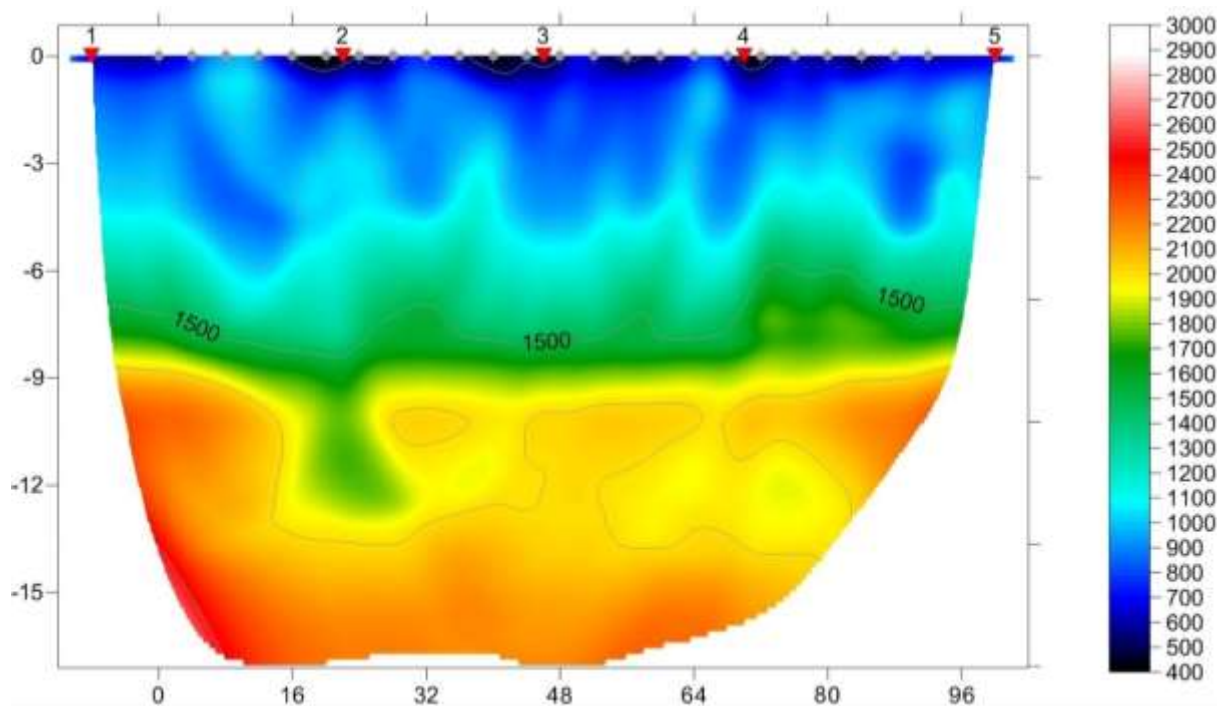
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-8,00	22,00	46,00	70,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	5.87	11.87	17.47	24.47	33.87
4,00	7.60	10.60	16.60	24.20	32.53
8,00	9.47	10.13	15.27	23.20	31.93
12,00	9.73	7.47	13.73	20.87	30.73
16,00	10.33	5.67	12.53	19.73	29.27
20,00	11.27	1.73	11.07	18.60	27.87
24,00	12.87	1.60	10.13	17.47	25.87
28,00	13.40	3.80	8.07	16.00	25.53
32,00	14.40	4.93	5.33	14.67	23.87
36,00	15.27	7.20	3.80	13.53	22.67
40,00	16.20	8.60	3.40	12.40	21.33
44,00	17.00	9.73	2.47	11.60	20.60
48,00	18.67	10.80	2.67	10.27	19.33
52,00	19.80	12.40	4.20	8.60	18.00
56,00	20.93	13.20	5.67	6.67	16.67
60,00	22.00	14.53	7.00	5.13	15.67
64,00	23.40	15.67	8.53	4.53	14.67
68,00	24.93	16.60	10.13	2.40	13.67
72,00	25.33	18.27	11.20	1.87	13.00
76,00	26.80	19.13	12.07	4.20	11.67
80,00	27.60	20.60	14.20	5.47	10.33
84,00	28.93	22.07	15.27	7.00	9.47
88,00	30.33	23.33	16.60	9.00	8.47
92,00	31.07	23.80	17.47	9.87	6.27

**Fig. 82: tabella dei primi arrivi. SS16**

Nella **Figura 83** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 83: dromocrone dei primi arrivi. SS16**



**Fig. 84: tomografia sismica. SS16**  
 PAGINA 59 di 136

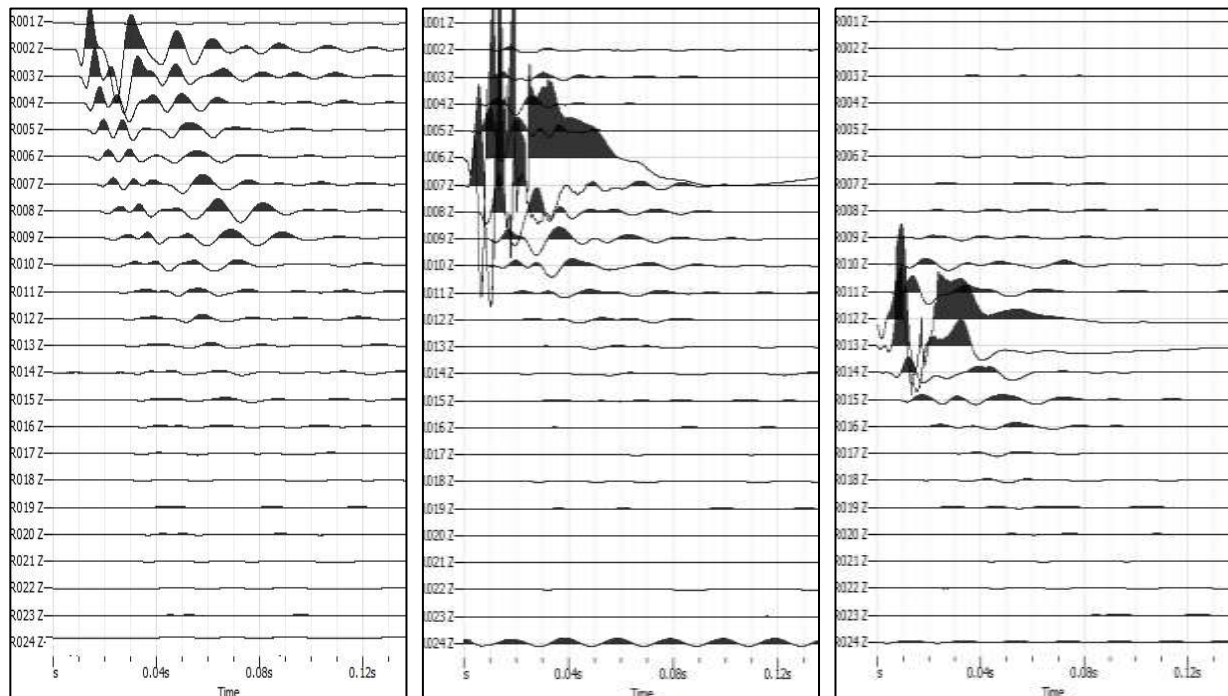
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



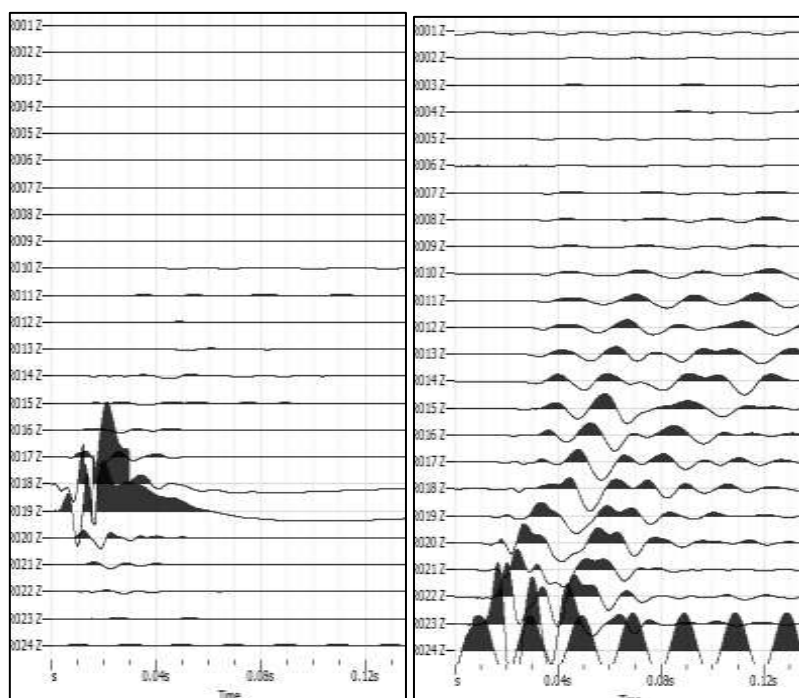
**FOTO 16: panoramica dello stendimento SS16**

**STENDIMENTO SISMICO SS17**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 85: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS17**

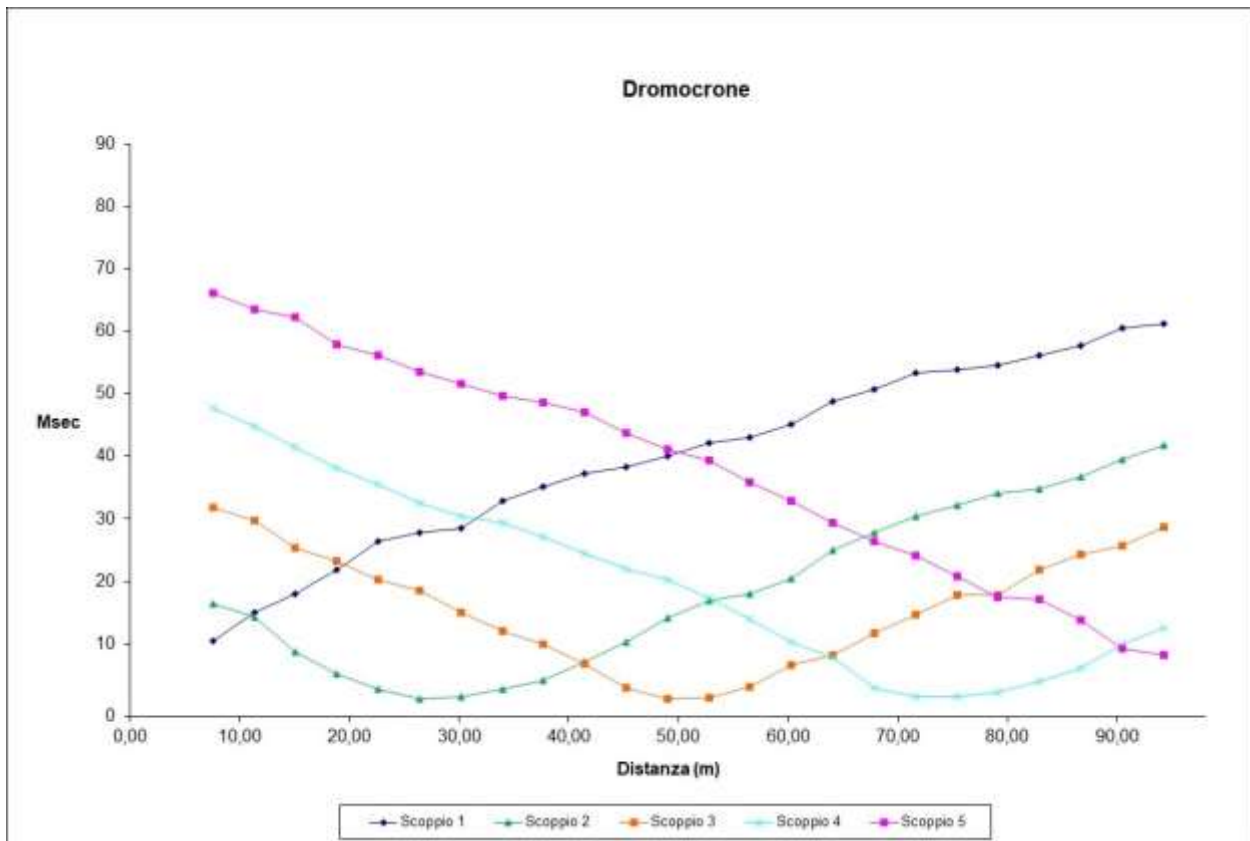


**Fig. 86: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS17**

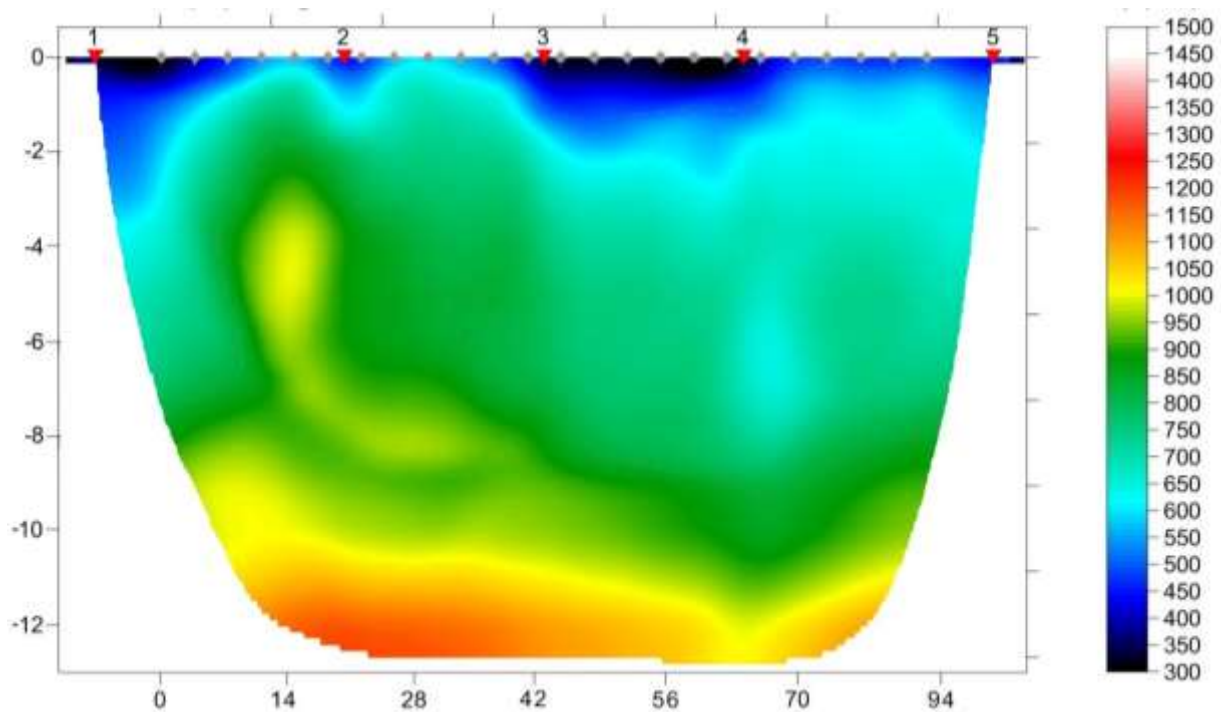
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	10.40	16.40	31.80	47.73	66.20
4,00	14.93	14.40	29.73	44.87	63.47
8,00	18.07	8.73	25.33	41.53	62.33
12,00	21.87	5.13	23.33	38.07	58.00
16,00	26.40	2.73	20.27	35.53	56.13
20,00	27.87	1.20	18.60	32.47	53.60
24,00	28.47	1.47	14.93	30.47	51.60
28,00	32.80	2.80	12.00	29.33	49.73
32,00	35.20	4.13	9.87	27.13	48.67
36,00	37.20	7.13	6.73	24.40	47.00
40,00	38.27	10.20	3.00	22.07	43.73
44,00	40.13	14.20	1.20	20.27	41.20
48,00	42.13	16.93	1.27	17.33	39.40
52,00	43.00	18.07	3.07	13.93	35.93
56,00	45.20	20.40	6.53	10.20	32.80
60,00	48.87	25.00	8.20	7.87	29.33
64,00	50.67	27.87	11.73	3.00	26.40
68,00	53.40	30.47	14.60	1.47	24.07
72,00	53.93	32.27	17.87	1.53	20.80
76,00	54.53	34.07	17.87	2.20	17.47
80,00	56.13	34.80	21.93	3.93	17.13
84,00	57.80	36.67	24.27	6.00	13.87
88,00	60.53	39.53	25.73	9.87	9.27
92,00	61.27	41.73	28.60	12.60	8.20

**Fig. 87: tabella dei primi arrivi. SS17**

Nella **Figura 88** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi.**



**Fig. 88: dromocrone dei primi arrivi. SS17**



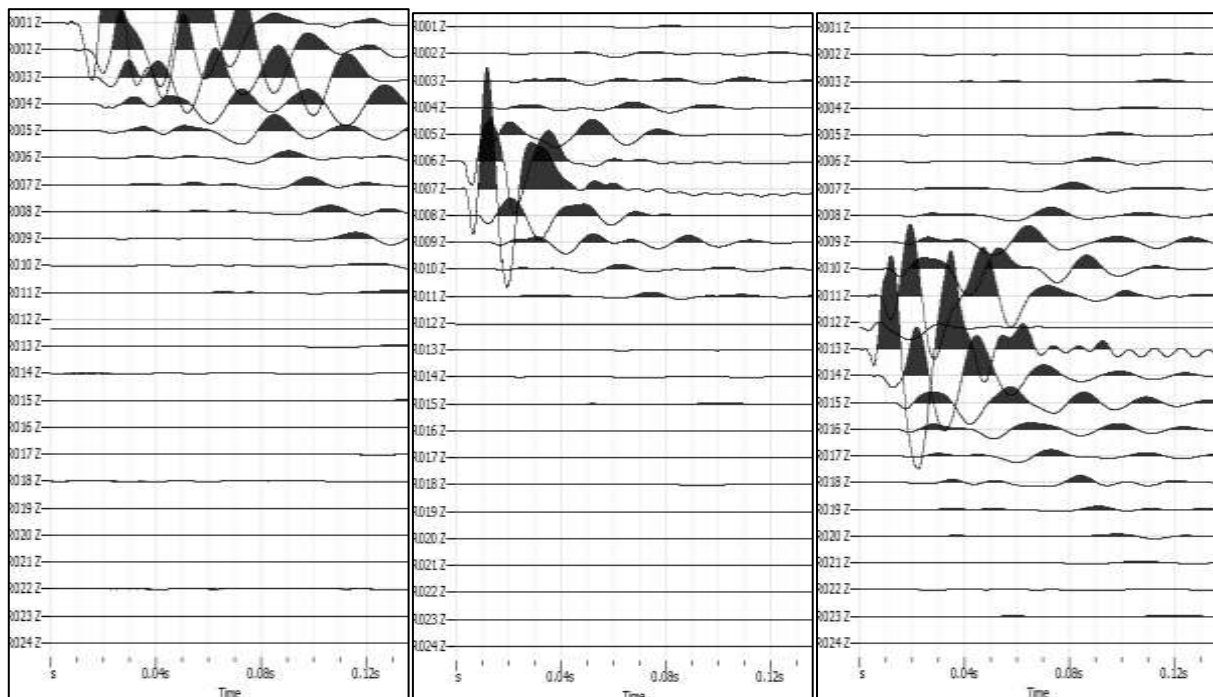
**Fig. 89: tomografia sismica. SS17**



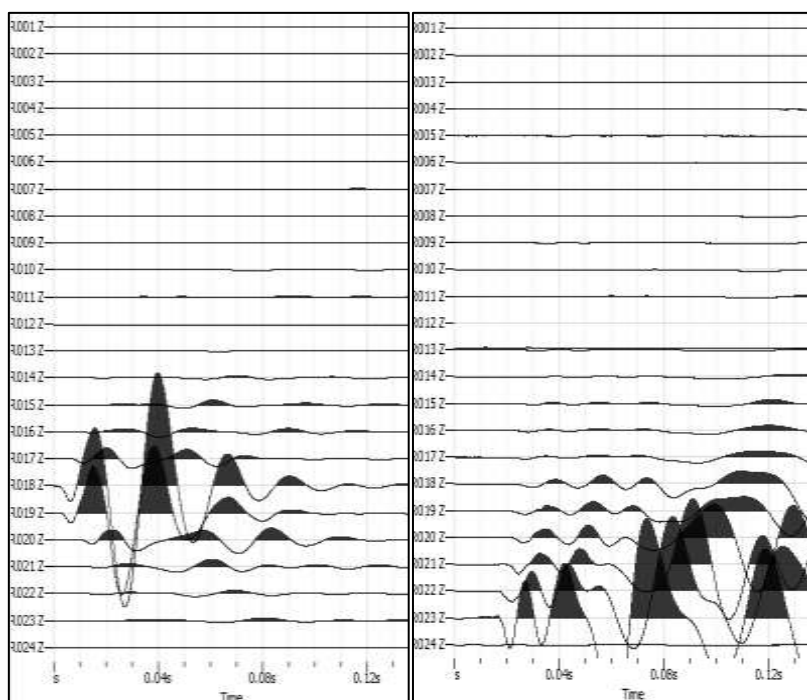
**FOTO 17: panoramica dello stendimento SS17**

**STENDIMENTO SISMICO SS18**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 90: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS18**

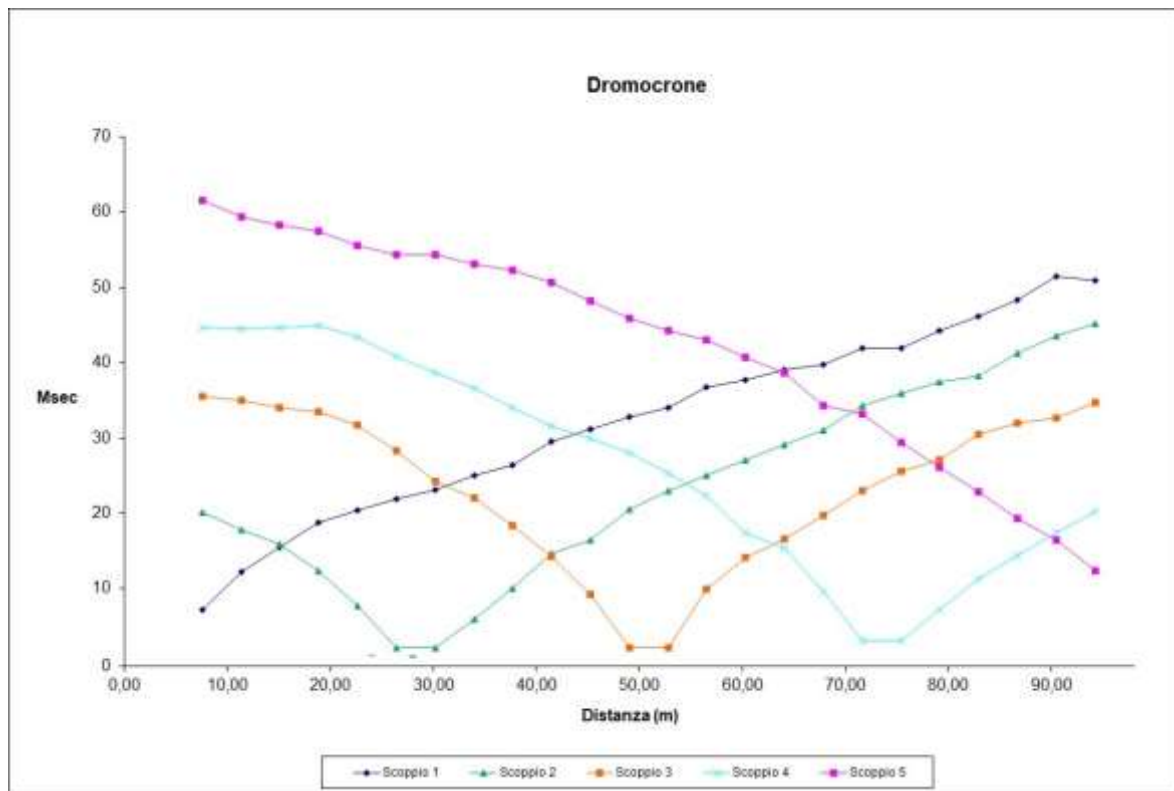


**Fig. 91: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS18**

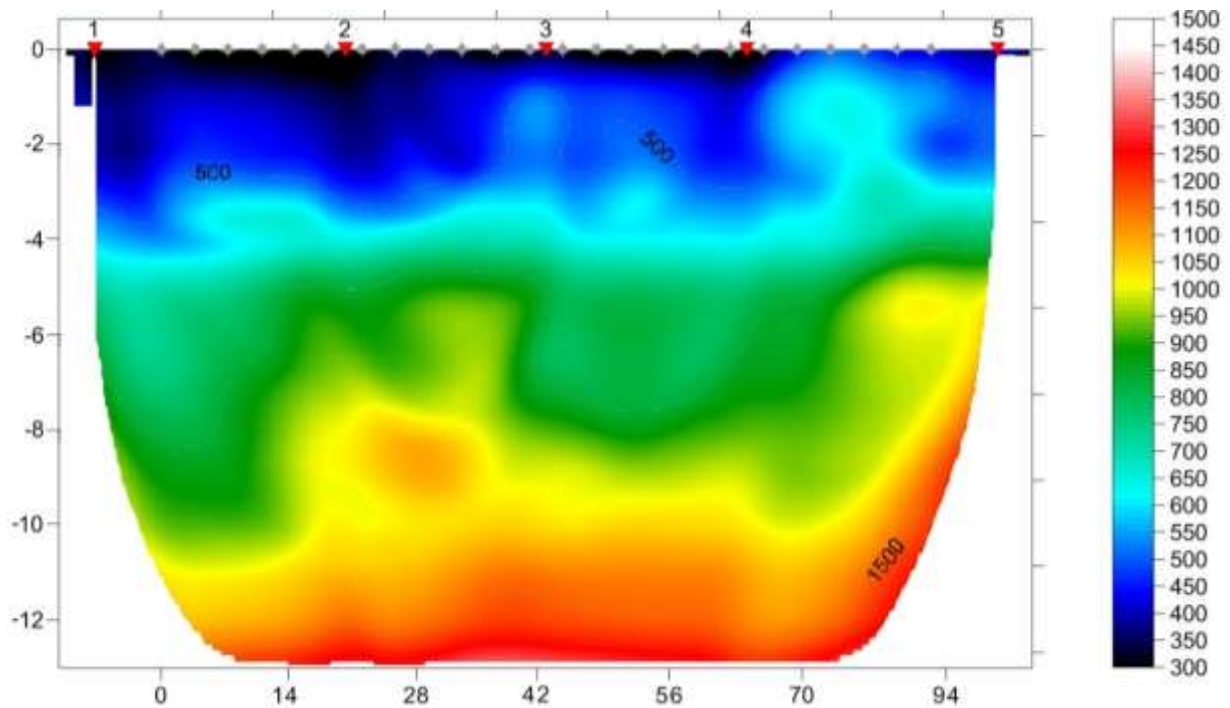
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	7.13	20.07	35.53	44.67	61.60
4,00	12.20	17.87	35.00	44.47	59.40
8,00	15.47	15.87	34.07	44.67	58.33
12,00	18.80	12.40	33.53	44.87	57.40
16,00	20.40	7.67	31.73	43.40	55.60
20,00	21.87	2.20	28.27	40.80	54.33
24,00	23.13	2.20	24.27	38.67	54.33
28,00	25.00	6.00	22.07	36.67	53.07
32,00	26.40	10.00	18.40	34.07	52.33
36,00	29.53	14.73	14.20	31.53	50.67
40,00	31.20	16.40	9.27	29.87	48.13
44,00	32.80	20.60	2.20	28.07	45.93
48,00	34.07	23.00	2.20	25.33	44.27
52,00	36.80	25.00	9.87	22.27	43.00
56,00	37.73	27.13	14.07	17.47	40.67
60,00	39.00	29.13	16.60	15.33	38.67
64,00	39.73	31.00	19.67	9.67	34.27
68,00	41.93	34.27	23.00	3.07	33.20
72,00	41.93	35.93	25.53	3.07	29.33
76,00	44.27	37.40	27.13	7.13	26.07
80,00	46.13	38.27	30.47	11.33	22.80
84,00	48.33	41.20	31.93	14.40	19.33
88,00	51.40	43.60	32.60	17.47	16.40
92,00	50.87	45.20	34.67	20.27	12.40

**Fig. 92: tabella dei primi arrivi. SS18**

Nella **Figura 93** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



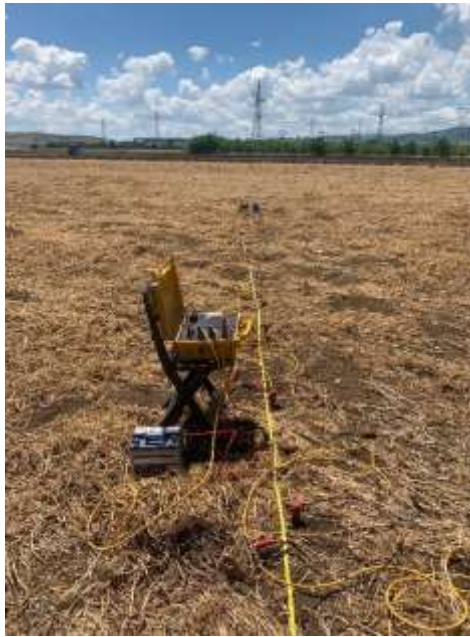
**Fig. 93: dromocrone dei primi arrivi. SS18**



**Fig. 94: tomografia sismica. SS18**



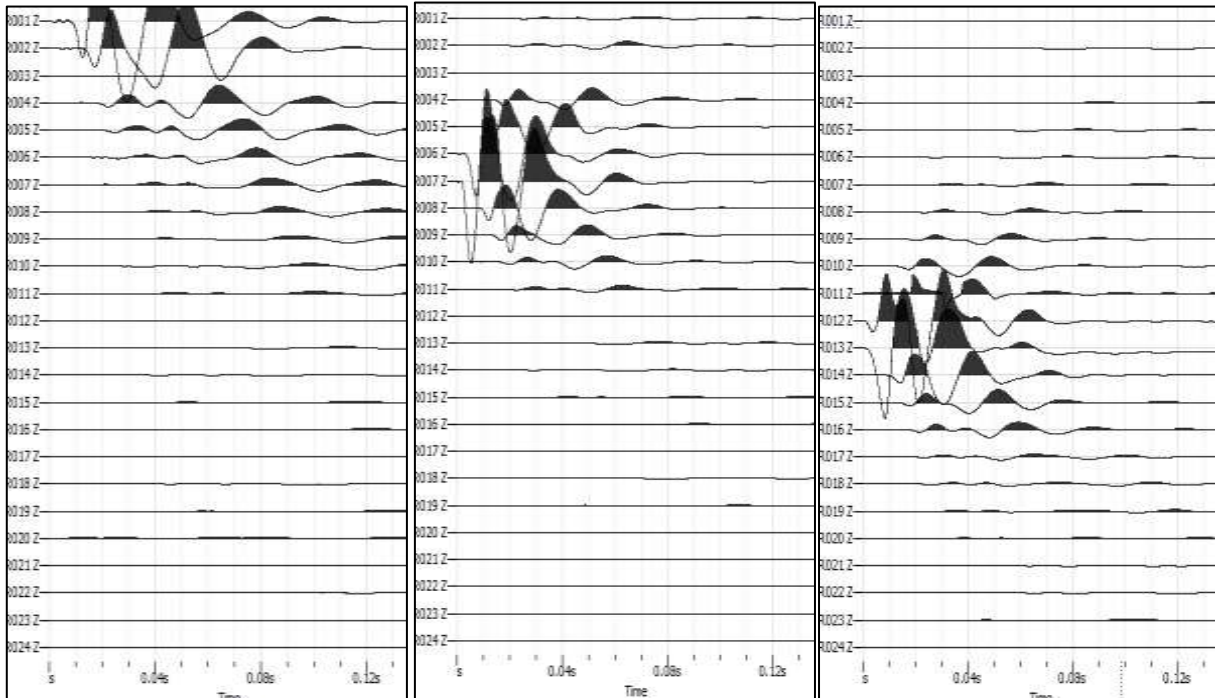
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



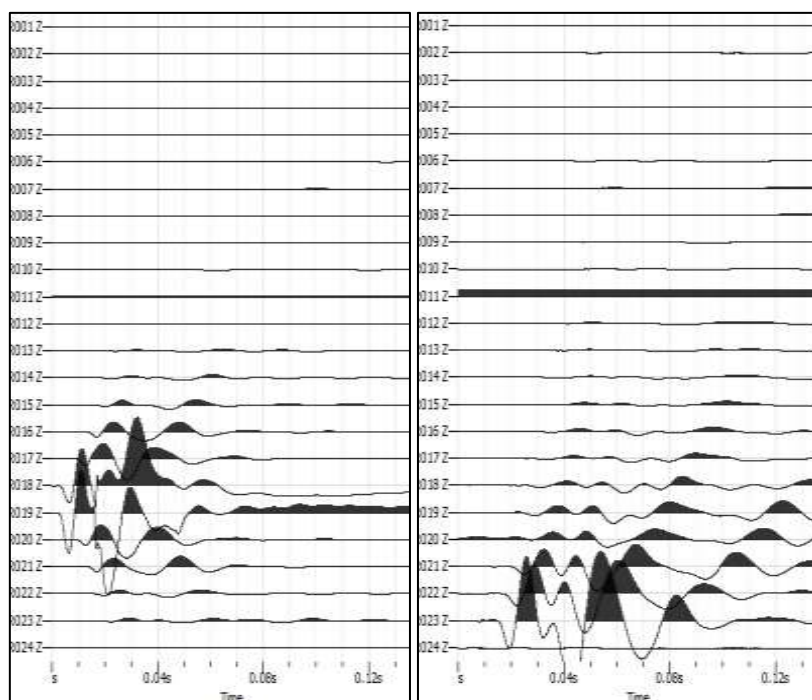
**FOTO 18: dettaglio dello stendimento SS18**

**STENDIMENTO SISMICO SS19**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 95: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS19**

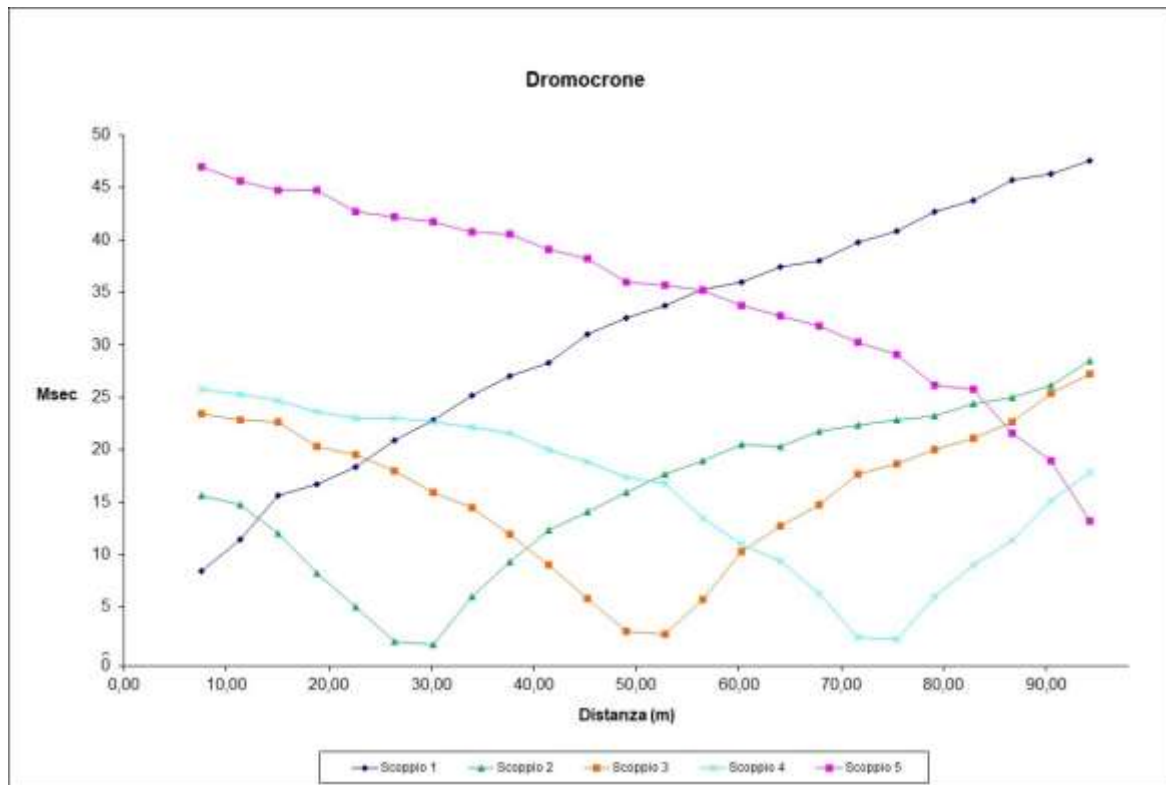


**Fig. 96: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS19**

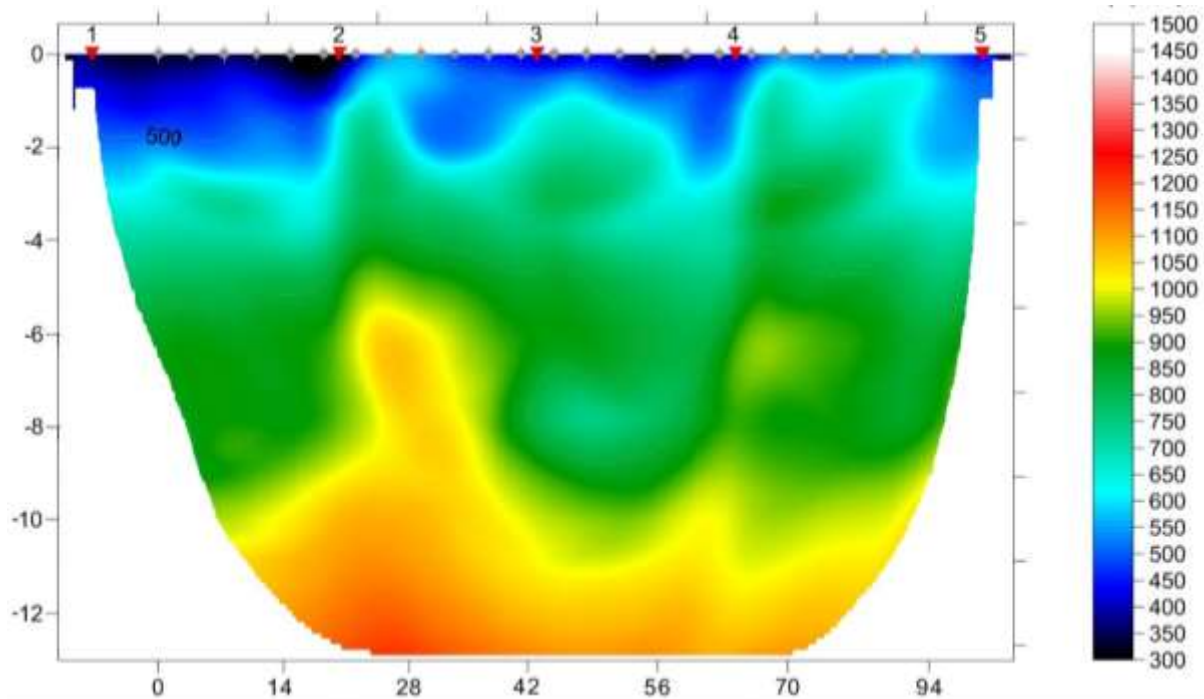
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	8.47	15.60	23.40	25.80	46.93
4,00	11.47	14.73	22.87	25.27	45.60
8,00	15.60	12.00	22.67	24.73	44.73
12,00	16.67	8.20	20.33	23.67	44.73
16,00	18.40	5.00	19.53	23.07	42.73
20,00	20.93	1.73	17.93	23.07	42.20
24,00	22.87	1.47	15.93	22.67	41.73
28,00	25.13	6.00	14.47	22.13	40.73
32,00	27.00	9.27	11.93	21.60	40.53
36,00	28.27	12.33	9.00	20.07	39.13
40,00	31.00	14.07	5.80	18.87	38.20
44,00	32.60	15.93	2.67	17.40	36.00
48,00	33.73	17.67	2.40	16.80	35.67
52,00	35.33	18.93	5.73	13.47	35.20
56,00	35.93	20.53	10.27	10.93	33.73
60,00	37.40	20.33	12.73	9.40	32.80
64,00	38.07	21.80	14.73	6.27	31.80
68,00	39.73	22.33	17.67	2.07	30.27
72,00	40.80	22.87	18.67	1.93	29.07
76,00	42.67	23.27	20.07	6.00	26.13
80,00	43.73	24.40	21.13	9.00	25.73
84,00	45.73	25.00	22.60	11.33	21.60
88,00	46.33	26.13	25.40	15.20	18.93
92,00	47.60	28.50	27.27	17.87	13.20

**Fig. 97: tabella dei primi arrivi. SS19**

Nella **Figura 98** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 98: dromocrone dei primi arrivi. SS19**



**Fig. 99: tomografia sismica. SS19**

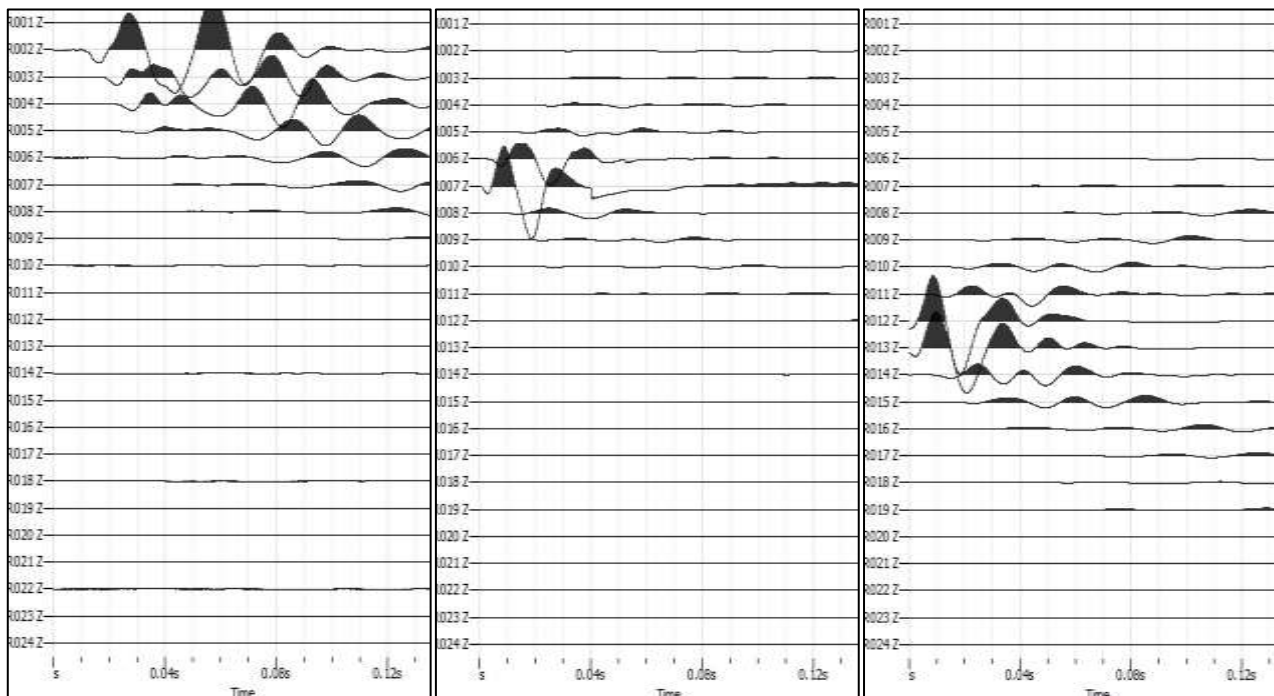
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



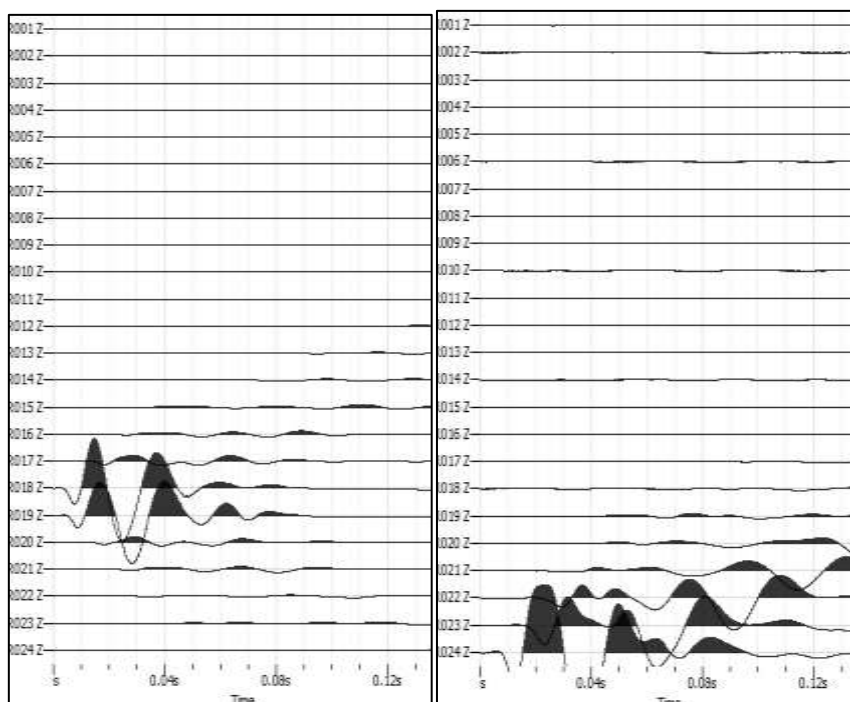
**FOTO 19: dettaglio dello stendimento SS19**

**STENDIMENTO SISMICO SS20**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 100: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS20**

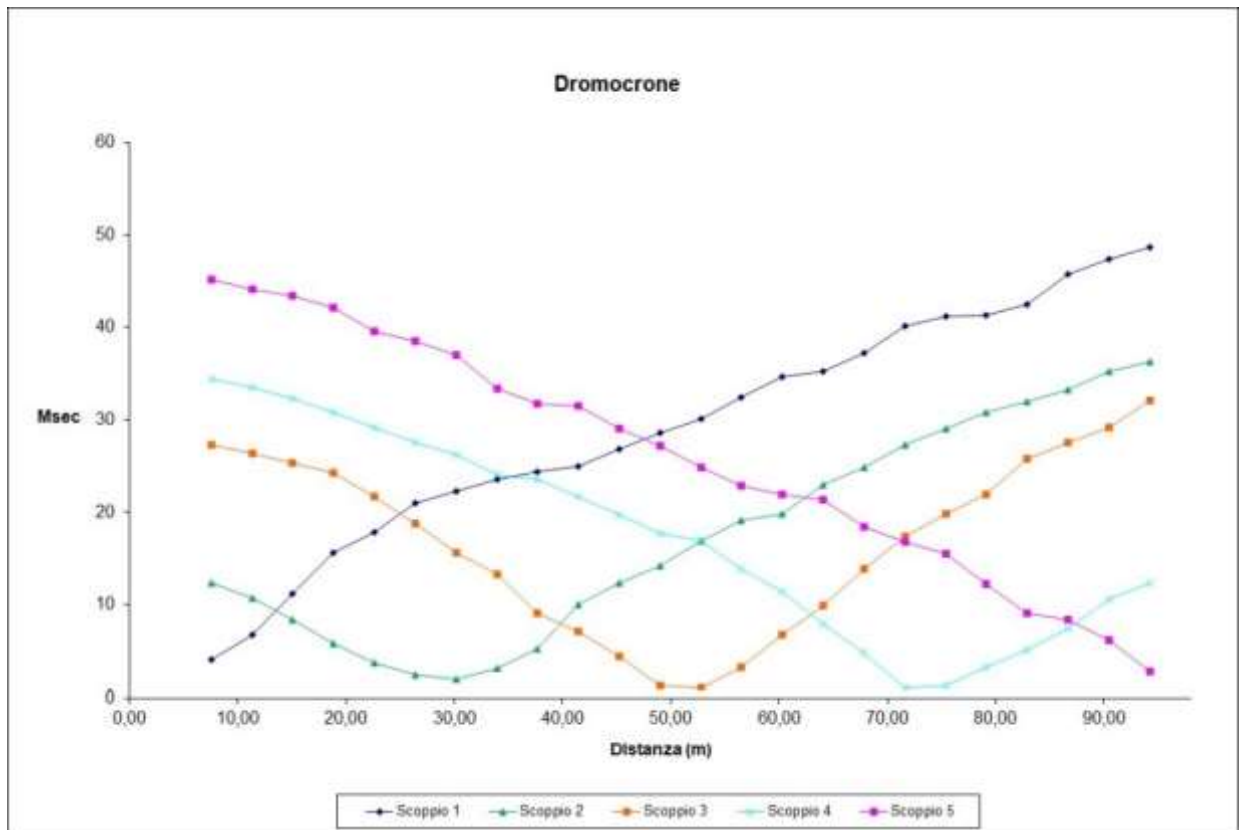


**Fig. 101: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS20**

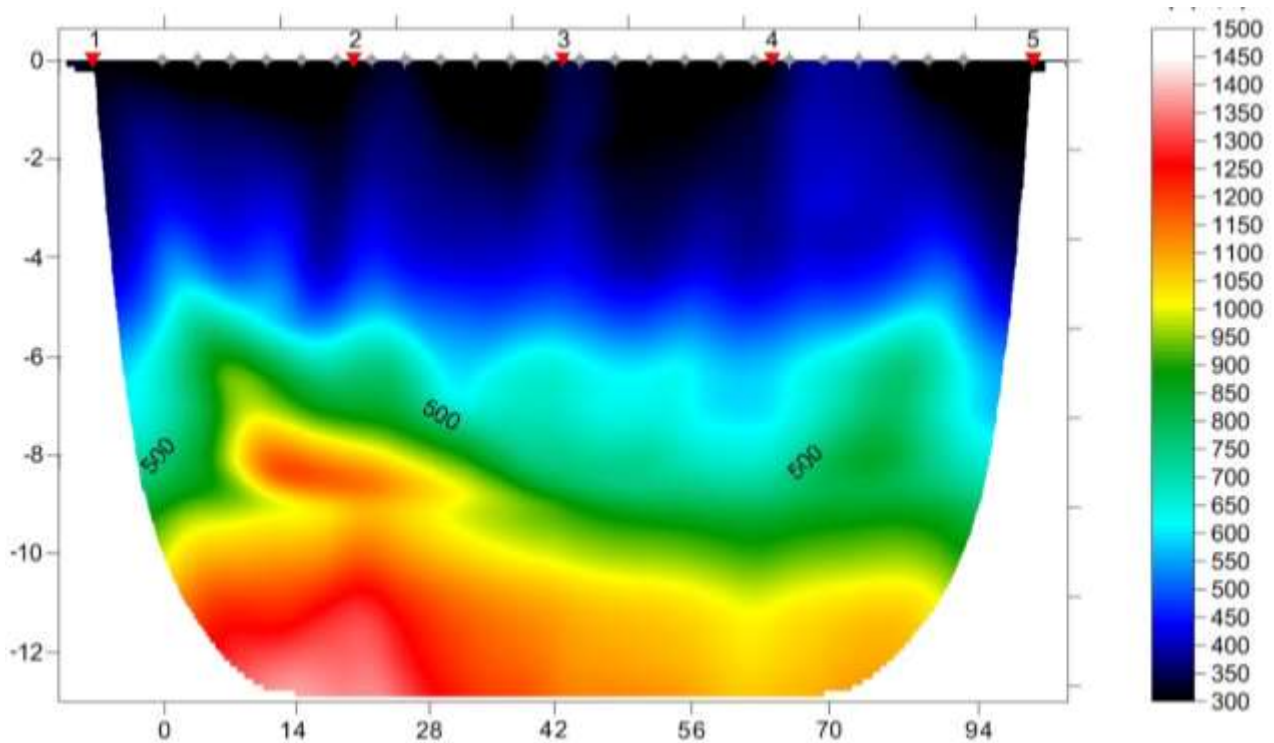
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	4.00	12.40	27.33	34.47	45.20
4,00	6.73	10.73	26.40	33.53	44.13
8,00	11.13	8.40	25.33	32.27	43.40
12,00	15.67	5.80	24.27	30.80	42.13
16,00	17.87	3.67	21.67	29.13	39.53
20,00	20.93	2.40	18.80	27.53	38.47
24,00	22.27	2.00	15.67	26.27	37.00
28,00	23.53	3.07	13.33	24.07	33.33
32,00	24.40	5.27	9.13	23.53	31.73
36,00	25.00	10.00	7.13	21.67	31.53
40,00	26.80	12.40	4.40	19.67	29.00
44,00	28.60	14.20	1.27	17.67	27.13
48,00	30.07	16.93	1.07	16.93	24.80
52,00	32.47	19.13	3.27	13.87	22.80
56,00	34.67	19.87	6.73	11.47	21.87
60,00	35.20	23.00	9.87	7.87	21.33
64,00	37.20	24.80	13.87	4.73	18.40
68,00	40.13	27.33	17.33	1.07	16.80
72,00	41.20	29.00	19.87	1.27	15.47
76,00	41.35	30.80	21.87	3.27	12.20
80,00	42.47	31.93	25.73	5.13	9.13
84,00	45.73	33.20	27.53	7.47	8.40
88,00	47.40	35.20	29.13	10.60	6.20
92,00	48.67	36.27	32.07	12.40	2.73

**Fig. 102: tabella dei primi arrivi. SS20**

Nella **Figura 103** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 103: dromocrone dei primi arrivi. SS20**



**Fig. 104: tomografia sismica. SS20**  
 PAGINA 71 di 136

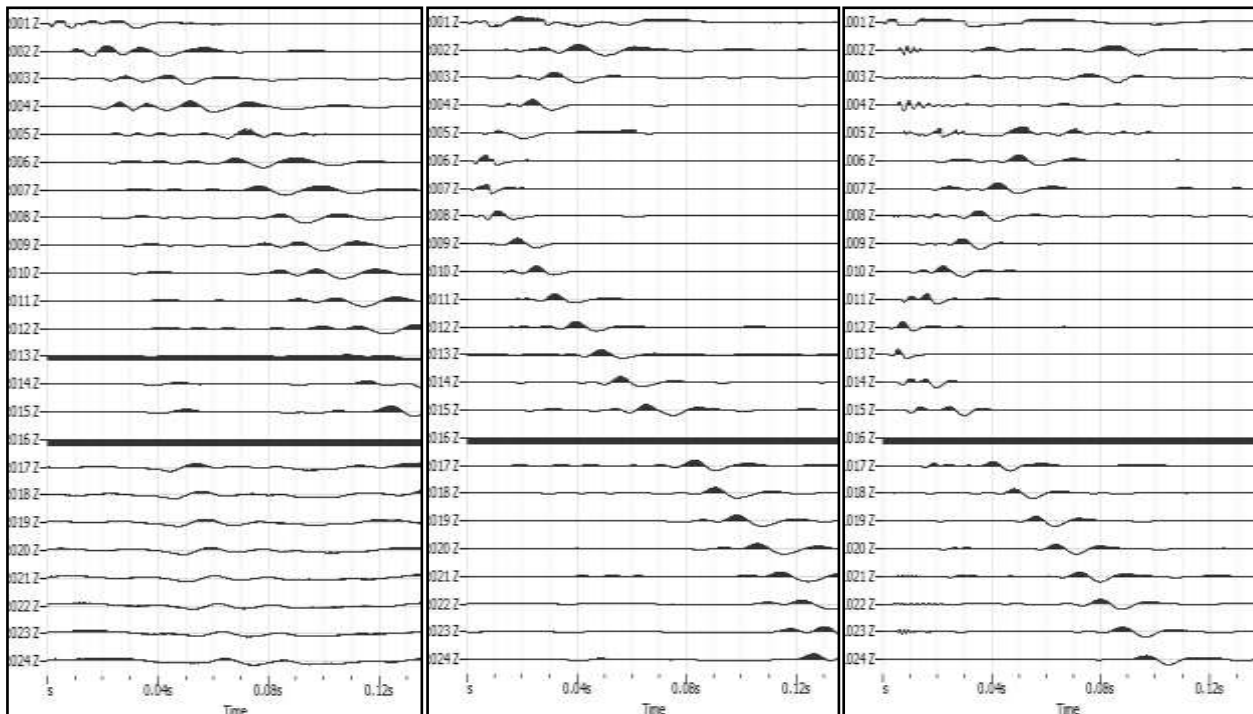
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



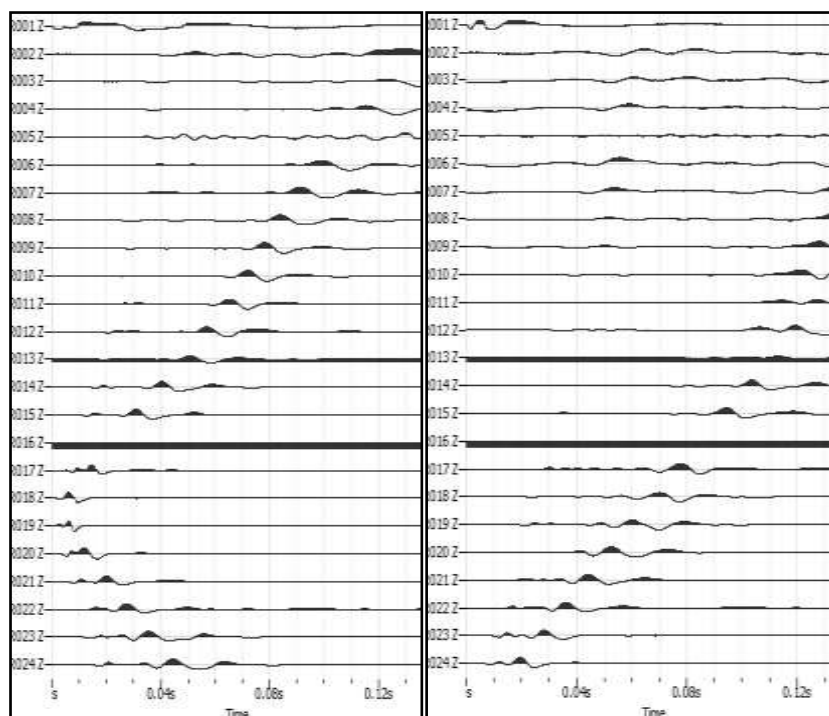
**FOTO 20: dettaglio dello stendimento SS20**

**STENDIMENTO SISMICO SS21**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 105: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS21**



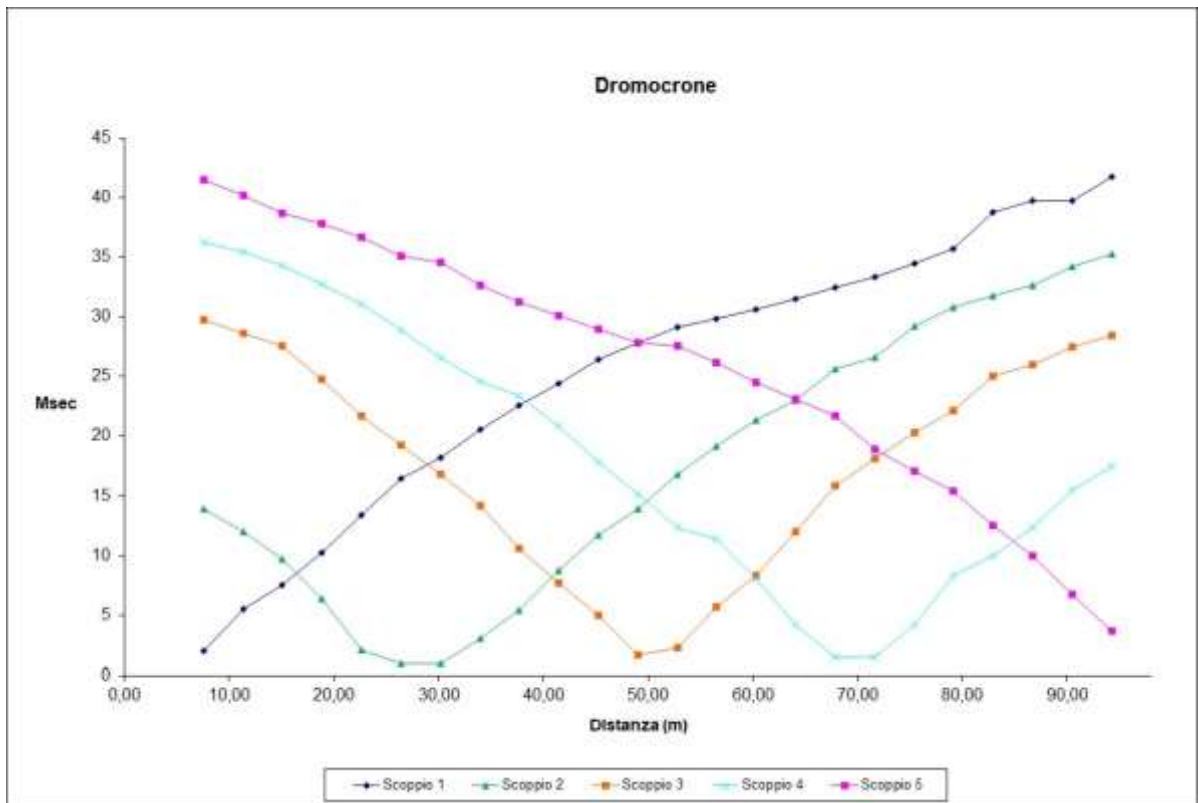
**Fig. 106: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS21**

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	2.00	13.87	29.73	36.20	41.47
4,00	5.47	12.00	28.60	35.47	40.20
8,00	7.47	9.67	27.60	34.27	38.67
12,00	10.20	6.40	24.73	32.73	37.80
16,00	13.33	2.07	21.67	31.07	36.67
20,00	16.40	0.93	19.20	28.87	35.07
24,00	18.20	0.93	16.80	26.60	34.53
28,00	20.60	3.07	14.20	24.60	32.60
32,00	22.60	5.40	10.60	23.40	31.20
36,00	24.40	8.73	7.67	20.80	30.07
40,00	26.40	11.73	4.93	17.87	29.00
44,00	27.87	13.93	1.67	15.13	27.87
48,00	29.13	16.80	2.27	12.33	27.53
52,00	29.87	19.13	5.67	11.33	26.13
56,00	30.60	21.33	8.27	8.00	24.53
60,00	31.53	23.00	12.00	4.20	23.13
64,00	32.47	25.60	15.80	1.47	21.67
68,00	33.33	26.60	18.07	1.47	18.87
72,00	34.47	29.27	20.27	4.20	17.07
76,00	35.73	30.80	22.13	8.27	15.40
80,00	38.80	31.80	25.00	10.00	12.47
84,00	39.73	32.60	26.00	12.33	9.93
88,00	39.73	34.20	27.47	15.47	6.73
92,00	41.73	35.27	28.47	17.47	3.67

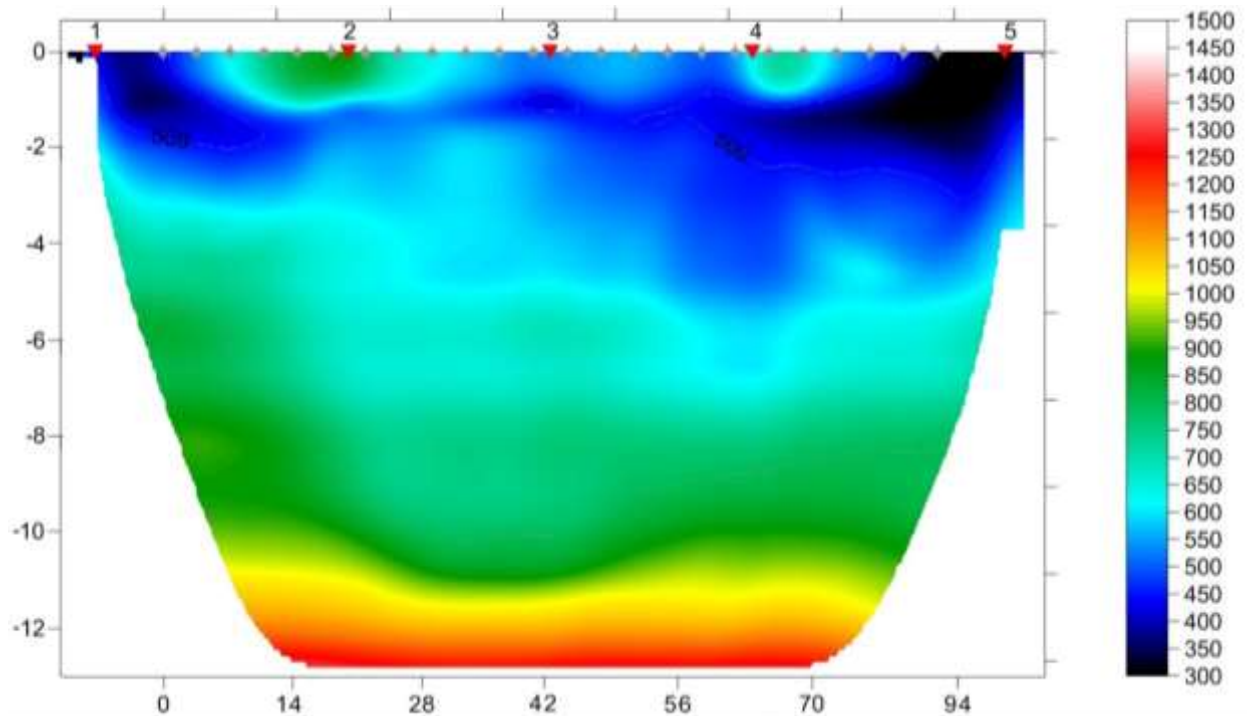
**Fig. 107: tabella dei primi arrivi. SS21**

Nella **Figura 108** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.





**Fig. 108: dromocrone dei primi arrivi. SS21**



**Fig. 109: tomografia sismica. SS21**

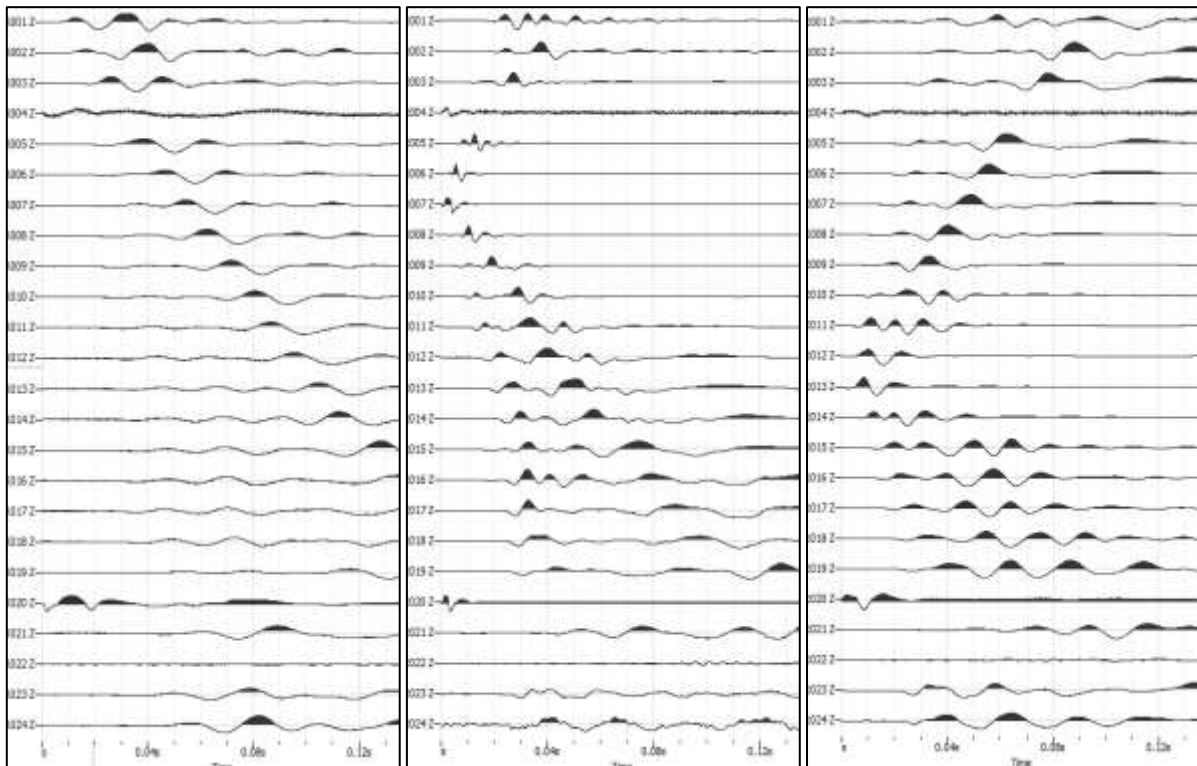
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**



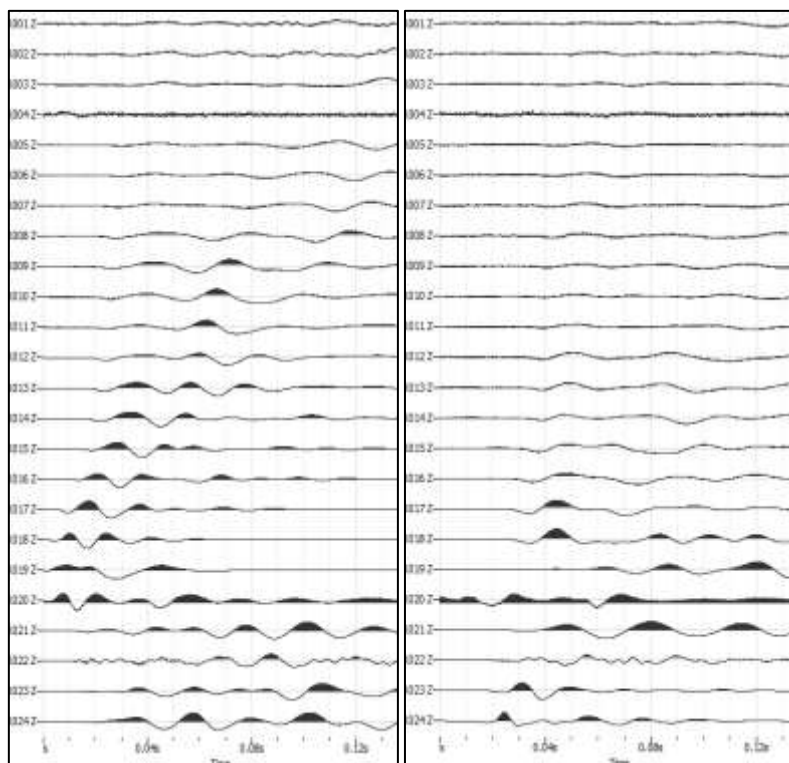
**FOTO 21: dettaglio dello stendimento SS21**

**STENDIMENTO SISMICO SS22**

**LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 92,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 4,00 Mt**



**Fig. 110: sismogrammi dello Scoppio 1 ,2 e 3. – SS22**  
**PAGINA 75 di 136**

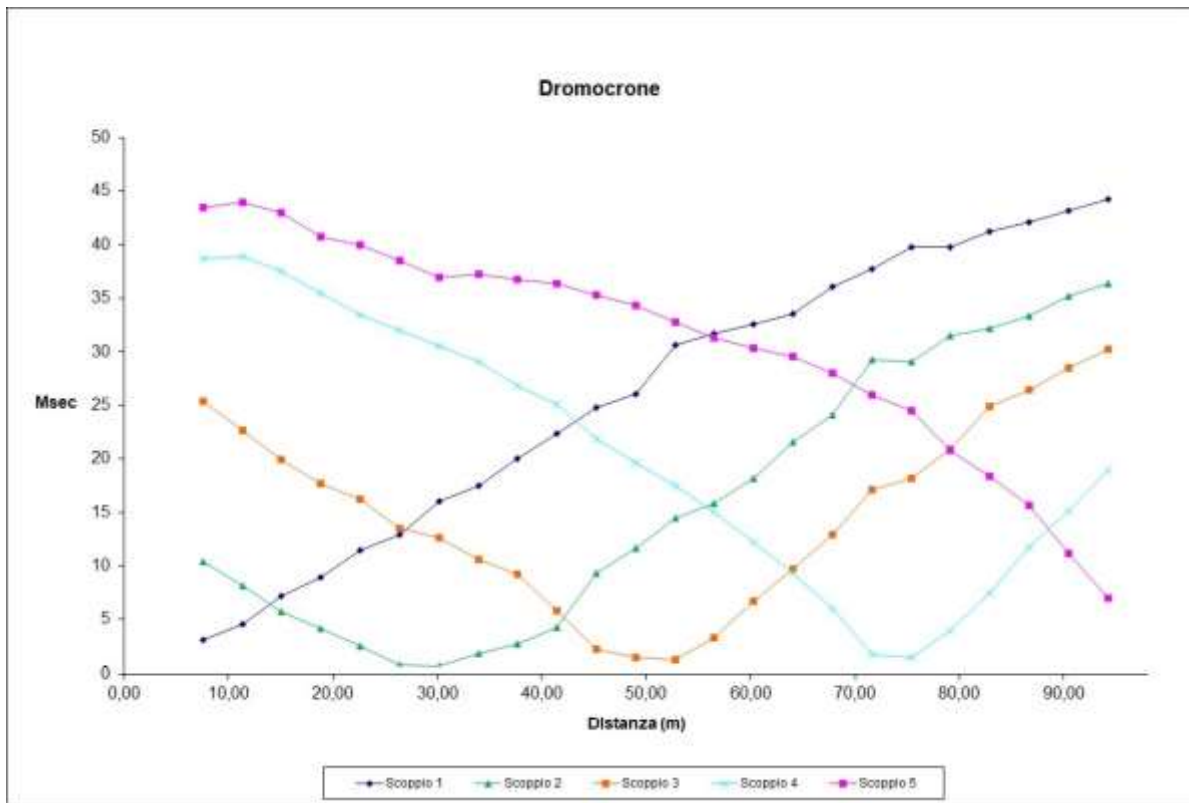


**Fig. 111: sismogrammi dello Scoppio 4,5 – SS22**

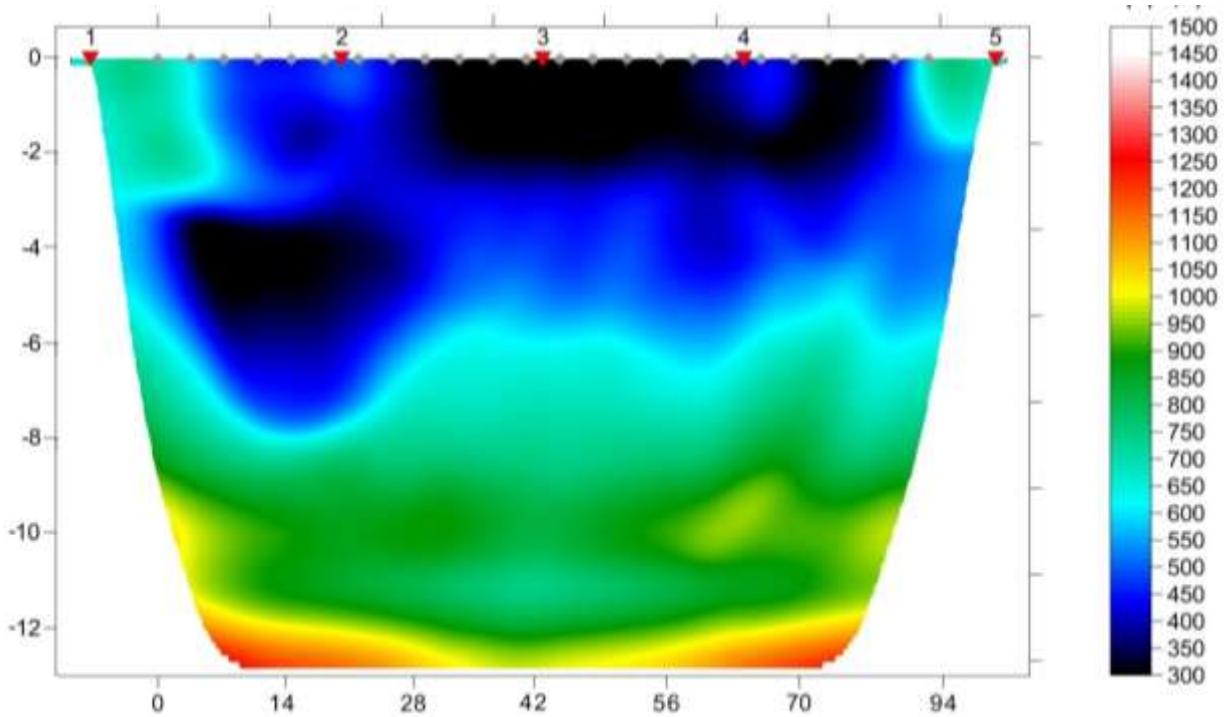
TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	3.07	10.40	25.33	38.67	43.47
4,00	4.53	8.13	22.67	38.93	43.93
8,00	7.13	5.73	19.93	37.53	43.00
12,00	8.93	4.20	17.67	35.47	40.73
16,00	11.47	2.53	16.20	33.47	39.93
20,00	12.93	0.73	13.47	32.00	38.47
24,00	16.07	0.67	12.60	30.53	36.93
28,00	17.47	1.80	10.60	29.07	37.27
32,00	20.07	2.67	9.20	26.87	36.73
36,00	22.40	4.27	5.80	25.07	36.33
40,00	24.80	9.27	2.20	21.87	35.33
44,00	26.07	11.67	1.47	19.67	34.33
48,00	30.60	14.47	1.27	17.47	32.73
52,00	31.73	15.80	3.27	15.07	31.27
56,00	32.60	18.20	6.67	12.20	30.33
60,00	33.53	21.60	9.67	9.27	29.53
64,00	36.07	24.07	12.87	6.00	28.00
68,00	37.73	29.27	17.13	1.73	26.00
72,00	39.73	29.07	18.13	1.47	24.53
76,00	39.80	31.47	20.87	3.93	20.80
80,00	41.27	32.20	24.87	7.47	18.40
84,00	42.13	33.33	26.40	11.73	15.67
88,00	43.20	35.20	28.47	15.13	11.13
92,00	44.27	36.33	30.27	18.93	6.93

**Fig. 112: tabella dei primi arrivi. SS22**

Nella **Figura 113** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.



**Fig. 113: dromocrone dei primi arrivi. SS22**



**Fig. 114: tomografia sismica. SS22**

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



**FOTO 22: dettaglio dello stendimento SS22**

### 2.1 MASW

#### ELABORAZIONE DEI DATI M1:

Per ciò che riguarda l'**elaborazione dei dati** è stato utilizzato il software **Geopsy** per ottenere il **grafico di dispersione** ed il software **Dinver** per l'**elaborazione del profilo di Vs con la profondità**.

I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 1.000 campioni al secondo per un totale di 2 secondi di acquisizione.

La **distanza intergeofonica** è stata stabilita in 1,00 metro, mentre lo **scoppio di energizzazione** è stato effettuato a 2,00 metri dal primo geofono,

#### Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:

In **Fig. 115** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

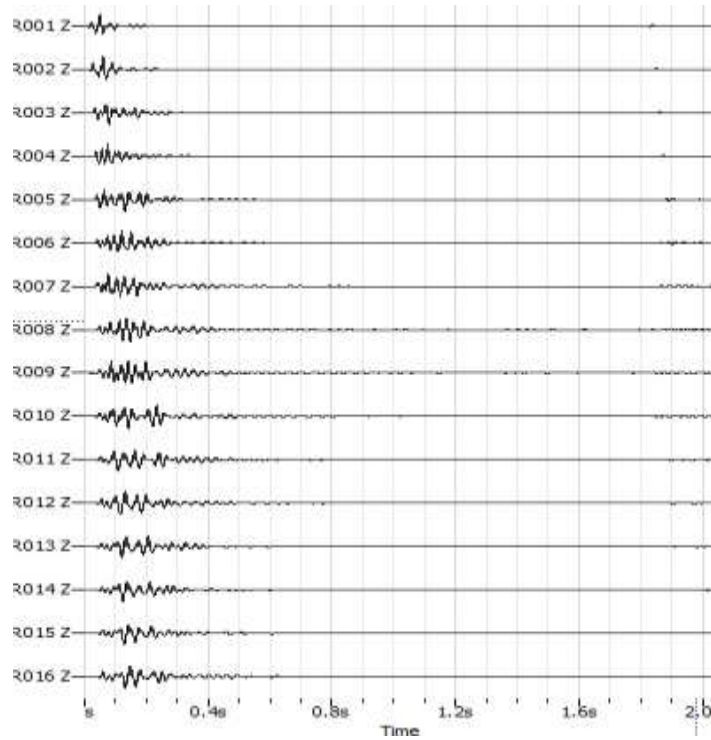
In **Fig. 116** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 117** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

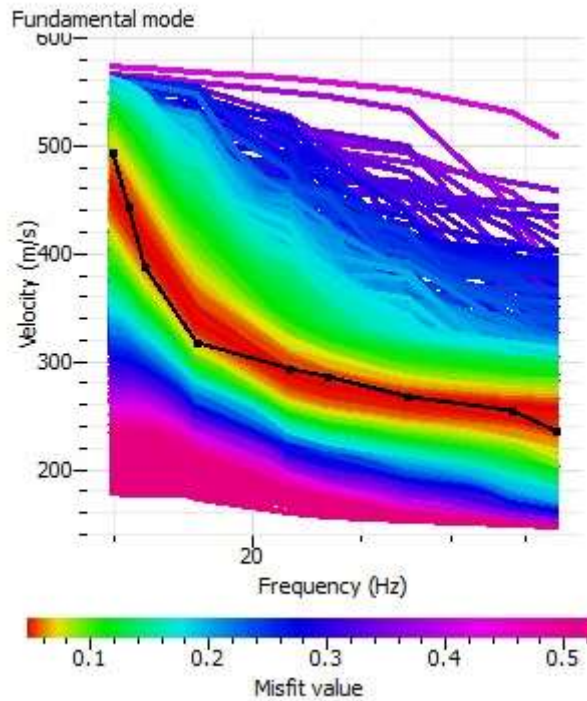
In **Fig. 118** è riportato il grafico mostrante l'andamento del parametro Vs con la profondità;

**PAGINA 78 di 136**

In **Fig. 119** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di **Vseq M1**.

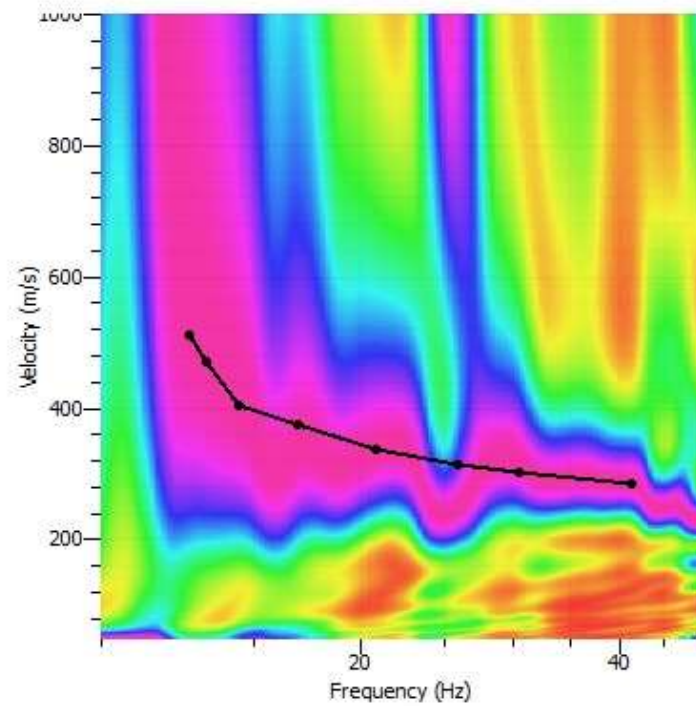


**Fig.115: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M1**

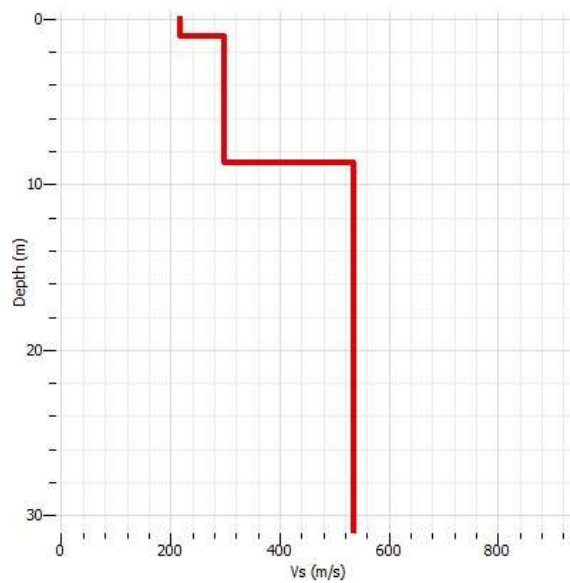


**Fig. 116: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M1**

Shot at (0, 0, 0), time=2002-12-31 23:12:30



**Fig. 117: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M1**



**Fig. 118: andamento di Vs con la profondità M1**

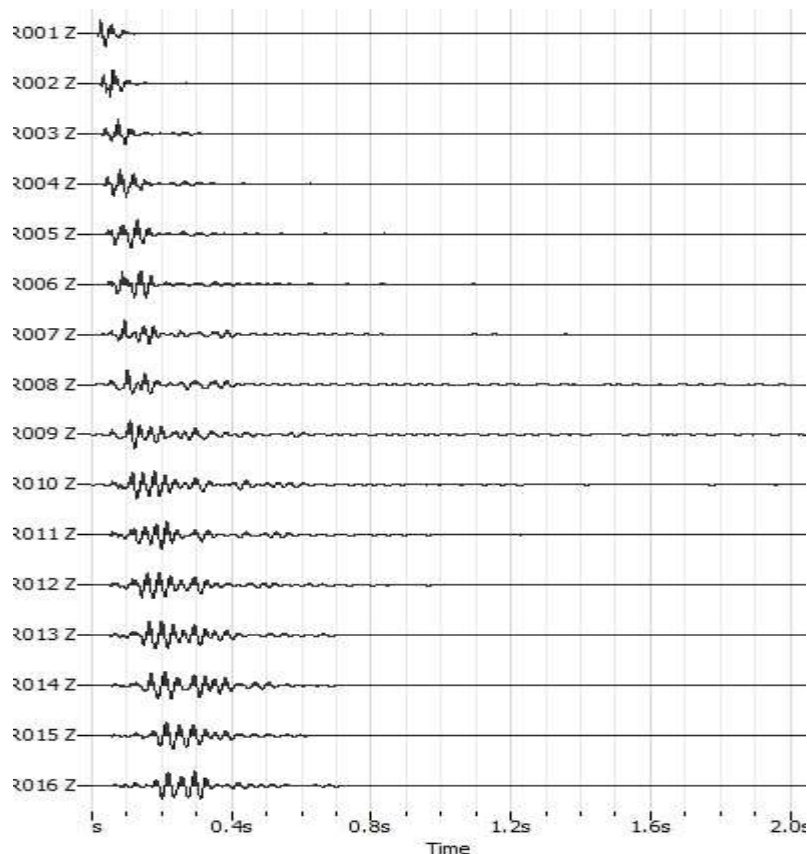
Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)	h/Vs
1	1	215	0.005
2	7,5	285	0.026
3	21,5	535	0.040
	30		
<b>Vseq (m/s)</b>	<b>422</b>	Categoria Suolo: B	

**Fig. 119: tabella per il calcolo di Vseq. M1**

### ELABORAZIONE DEI DATI M2:

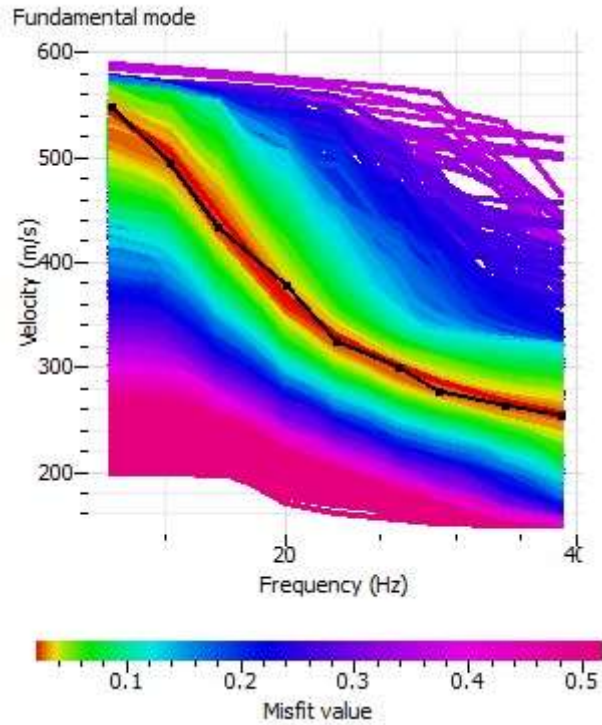
**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

- In **Fig. 120** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;
- In **Fig. 121** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;
- In **Fig. 122** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;
- In **Fig. 123** è riportato il grafico mostrante l'andamento del parametro Vs con la profondità;
- In **Fig. 124** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di Vseq M2

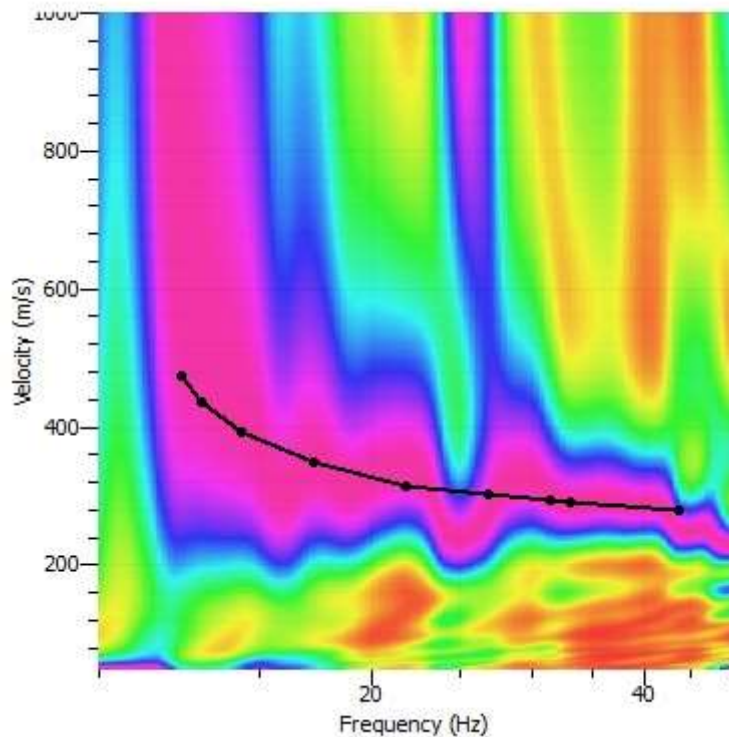


**Fig.120: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione. M2**

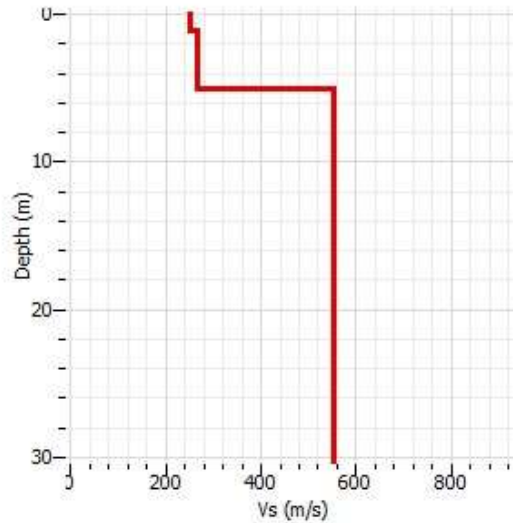




**Fig. 121: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M2**



**Fig. 122: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita. M2**



**Fig. 123: andamento di Vs con la profondità.M2**

Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)	h/Vs
1	1	220	0.005
2	4	275	0.015
3	25	555	0.045
	30		
<b>Vseq (m/s)</b>	<b>468</b>	<b>Categoria Suolo: B</b>	

**Fig. 124: tabella per il calcolo di Vseq M2**

### ELABORAZIONE DEI DATI M3

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

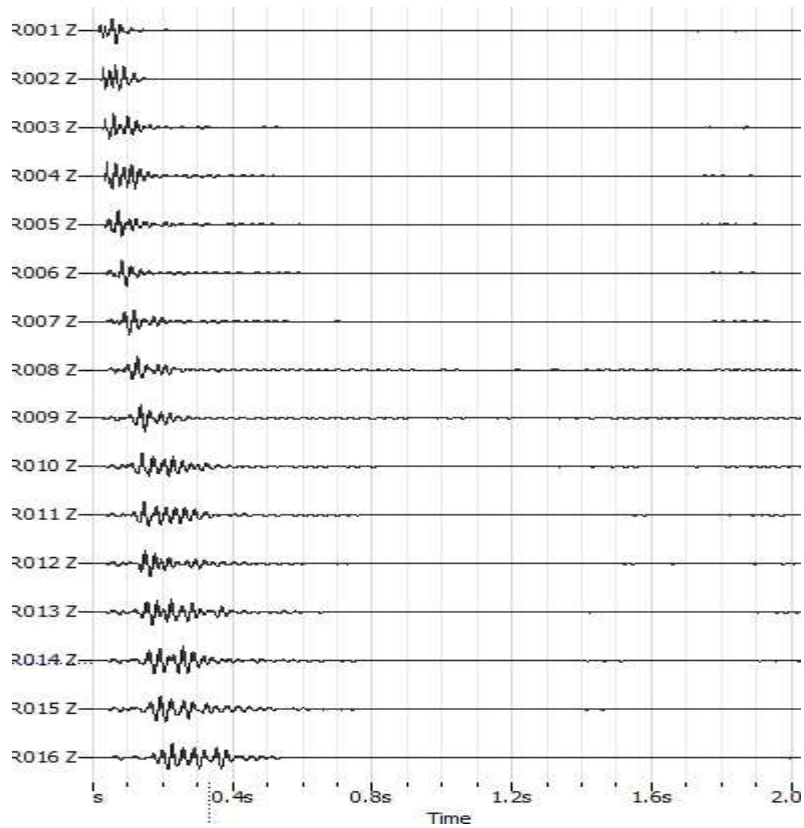
In **Fig. 125** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 126** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

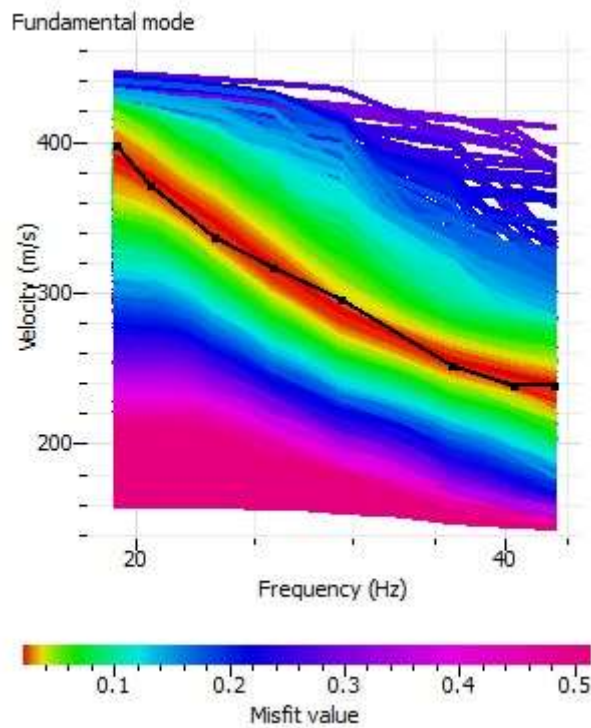
In **Fig. 127** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 128** è riportato il grafico mostrante l'andamento del parametro Vs con la profondità;

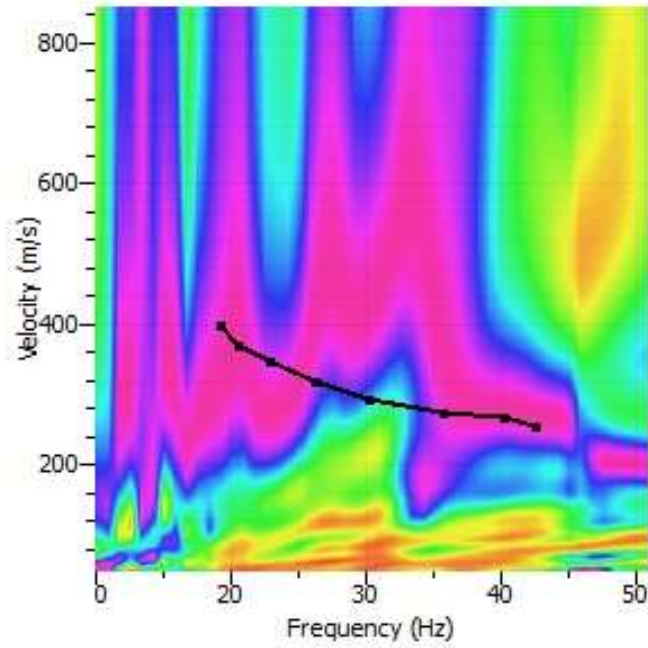
In **Fig. 129** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di Vseq M3



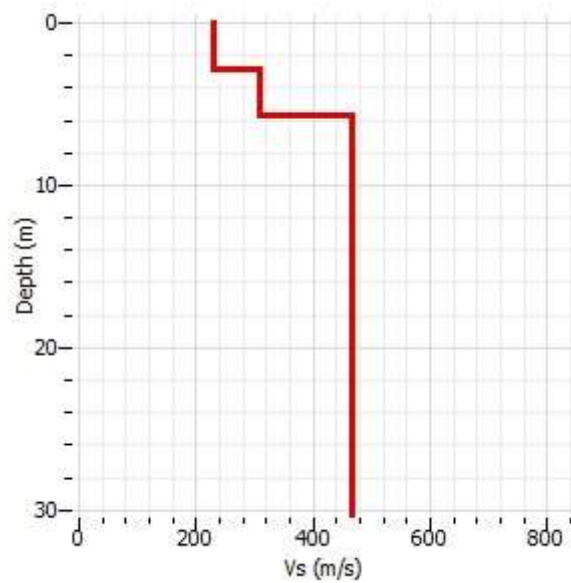
**Fig.125: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione. M3**



**Fig. 126: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M3**  
 PAGINA 84 di 136



**Fig. 127: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita.M3**



**Fig. 128: andamento di Vs con la profondità. M3**

Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)	h/Vs
1	1.8	220	0.008
2	4.2	295	0.014
3	24	480	0.050
	30		
<b>Vs30 (m/s)</b>	<b>414</b>	Categoria Suolo: B	

**Fig. 129: tabella per il calcolo di  $V_{seq}$  M3**

### ELABORAZIONE DEI DATI M4:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

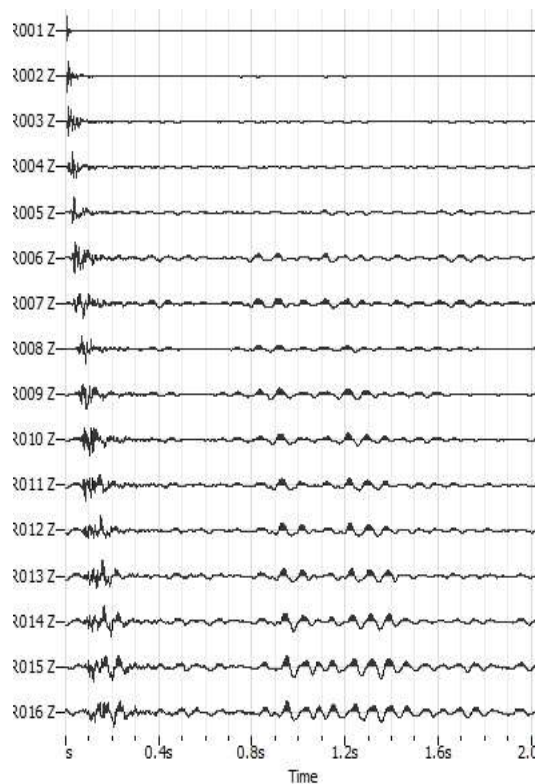
In **Fig. 130** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 131** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

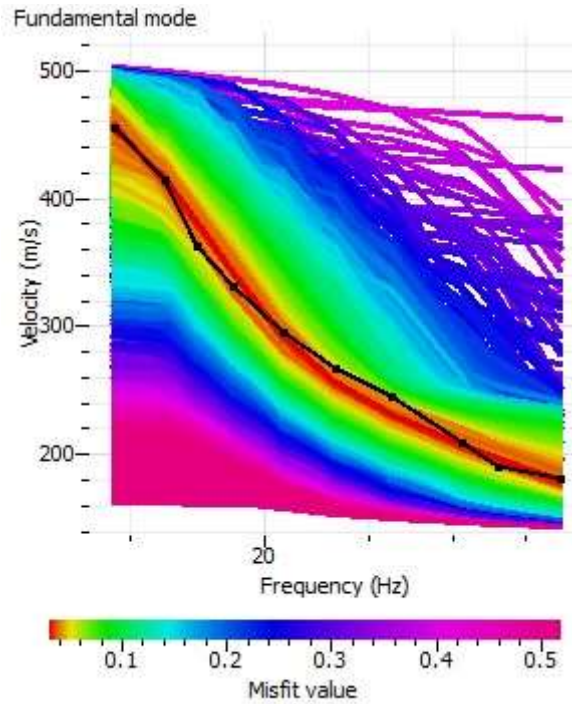
In **Fig. 132** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 133** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

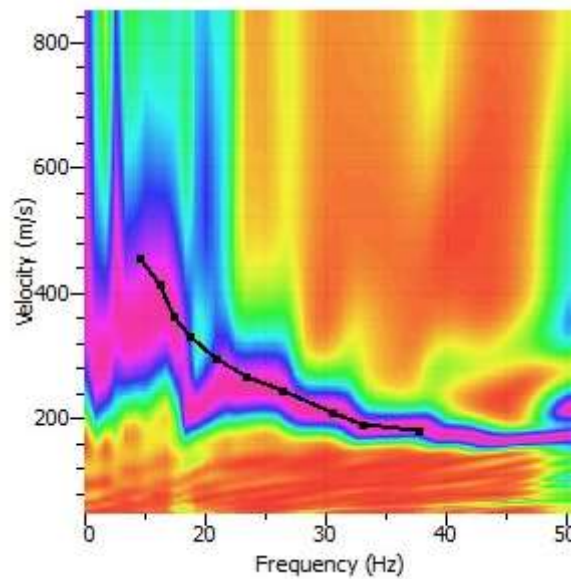
In **Fig. 134** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{seq}$ . M4



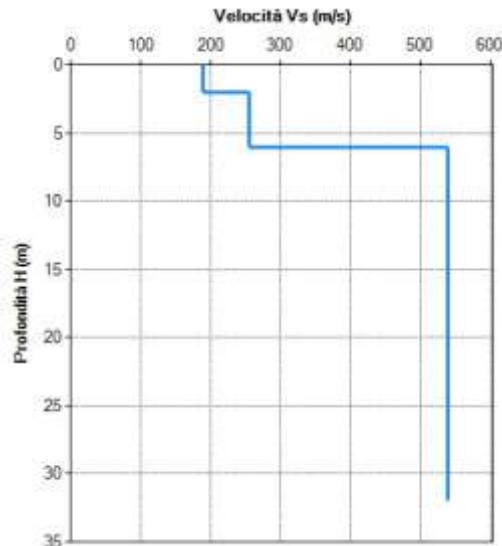
**Fig. 130: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M4**  
**PAGINA 86 di 136**



**Fig. 131: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M4**



**Fig. 132: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M4**



**Fig. 133: andamento di Vs con la profondità – M4**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	h calc (m)	h/Vs (s)
1	2,00	2,00	190,00	2,00	2,00	0,010526
2	6,00	4,00	255,00	6,00	4,00	0,015686
3	32,00	26,00	540,00	30,00	24,00	0,044444
**						

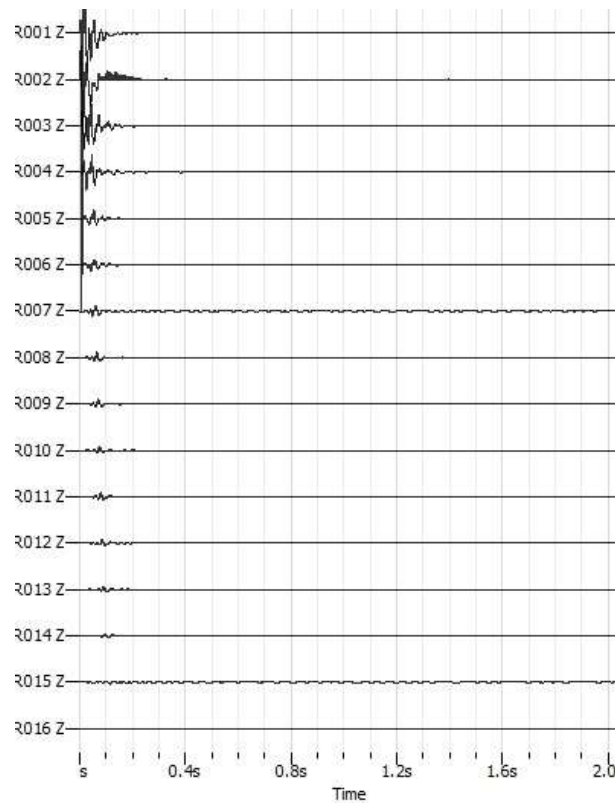
Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.11 da HTC 2018):  V<sub>s,eq</sub>:  m/s

**Fig.134: tabella per il calcolo di Vs<sub>eq</sub>. M4**

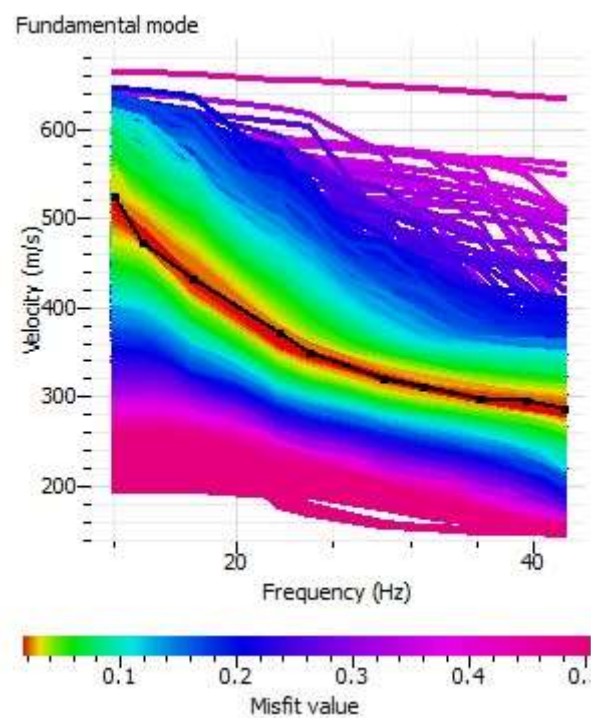
**ELABORAZIONE DEI DATI M5:**

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

- In **Fig. 135** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;
- In **Fig. 136** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;
- In **Fig. 137** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;
- In **Fig. 137** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;
- In **Fig. 138** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo della Vs<sub>eq</sub>. M5.

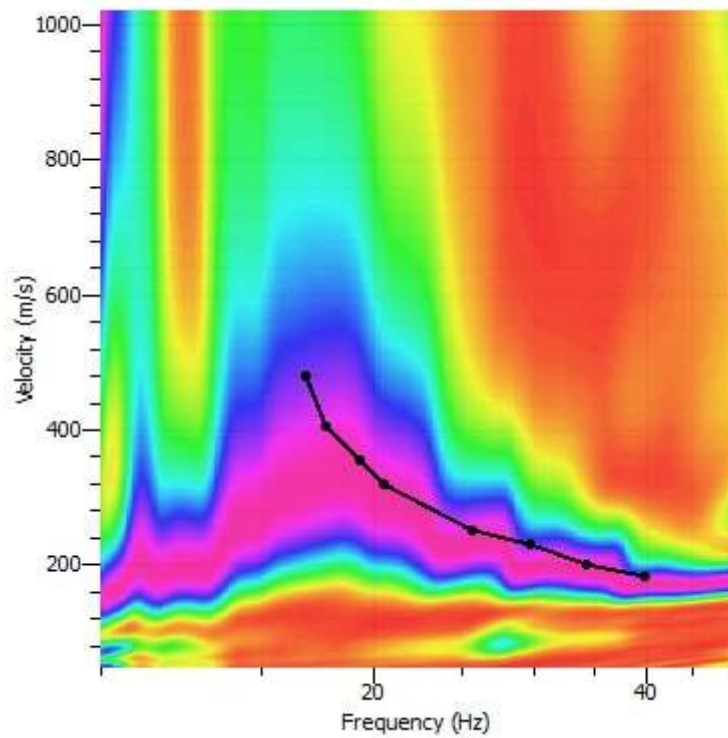


**Fig.135: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M5**

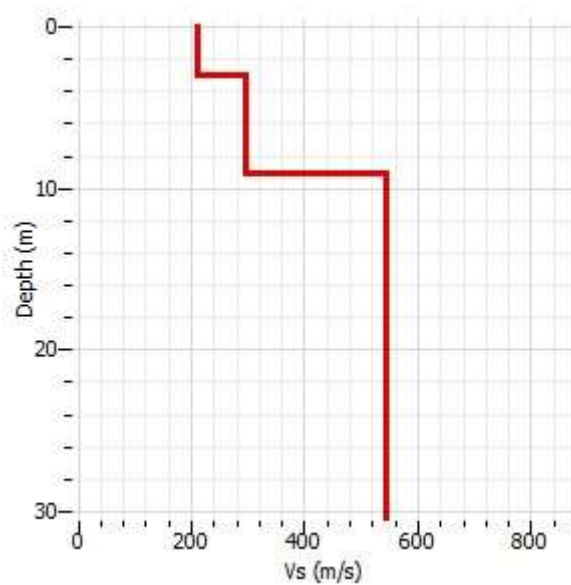


**Fig. 136: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M5**





**Fig. 137: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M5**



**Fig. 138: andamento di Vs con la profondità – M5**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	3,00	3,00	205,00	3,00	3,00	0,014634
2	10,00	7,00	295,00	10,00	7,00	0,023729
3	30,00	20,00	570,00	30,00	20,00	0,035088
**						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs.eq:  m/s

**Fig. 139: tabella per il calcolo di  $V_{seq}$  M5**

### ELABORAZIONE DEI DATI M6:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

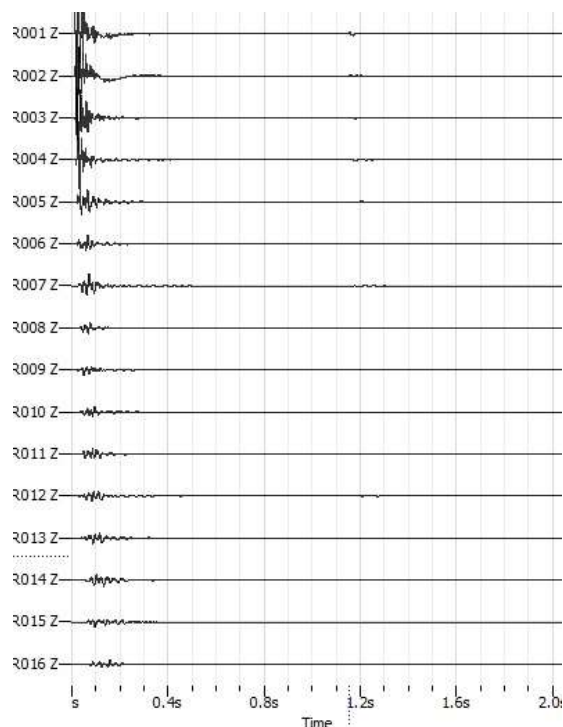
In **Fig. 140** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 141** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

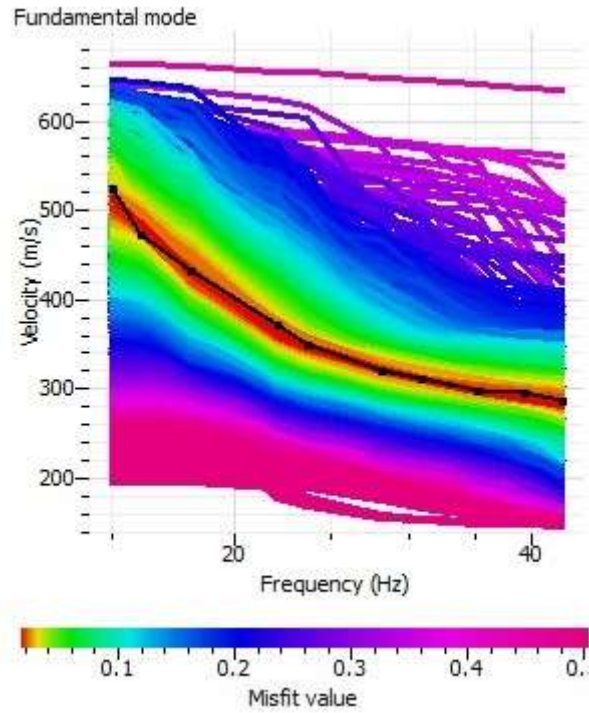
In **Fig. 142** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 143** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

In **Fig. 144** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{seq}$  M6

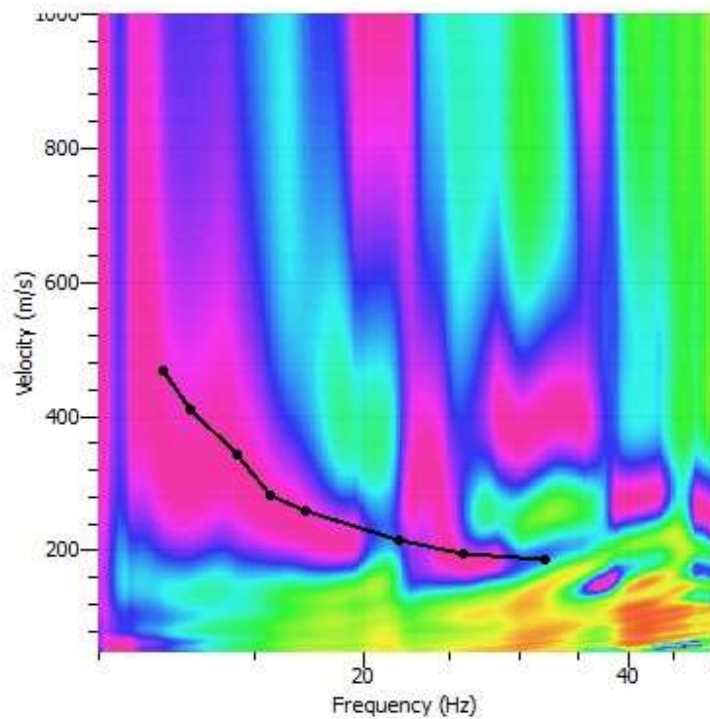


**Fig.140: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M6**  
PAGINA 91 di 136

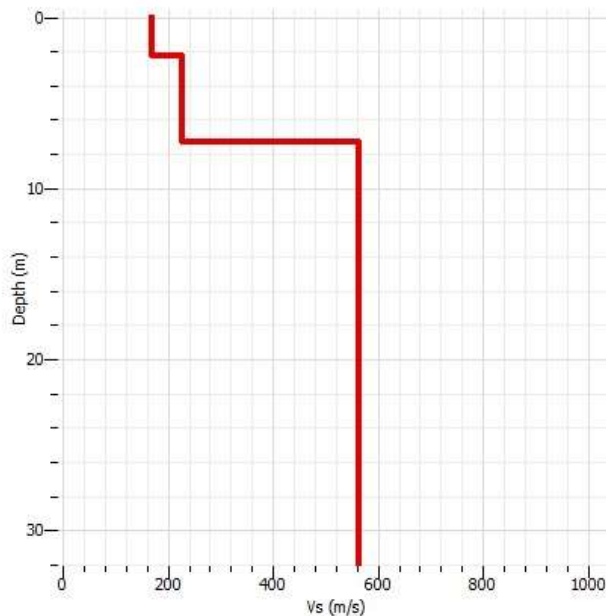


**Fig. 141: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M6**

Shot at (0, 0, 0), time=2020-09-01 18:08:32



**Fig. 142: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M6**



**Fig. 143: andamento di Vs con la profondità – M6**

Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)	h/Vs
1	2,2	165	0,013
2	5	230	0,022
3	22,8	560	0,041
	30		
<b>Vseq (m/s)</b>	<b>396</b>	<b>Categoria Suolo: B</b>	

**Fig. 144: tabella per il calcolo di Vseq. M6**

**ELABORAZIONE DEI DATI M7:**

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

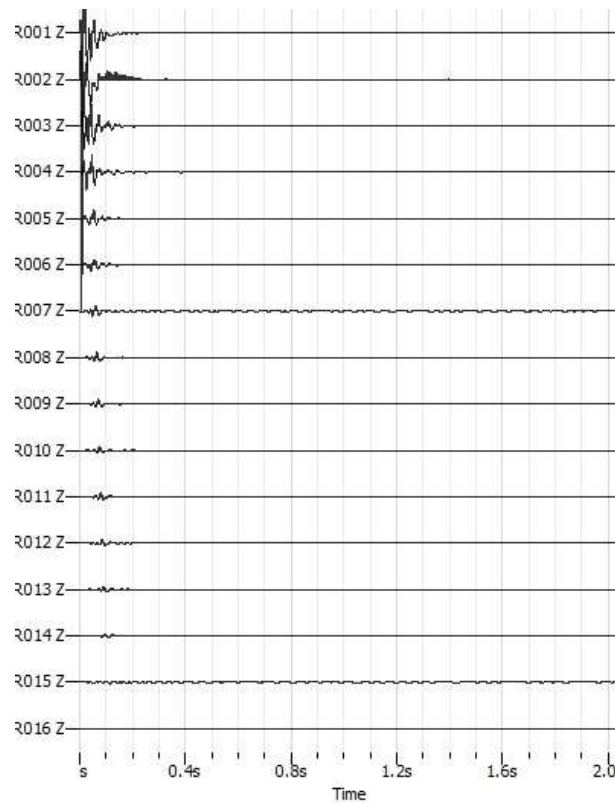
In **Fig. 145** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig.146** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

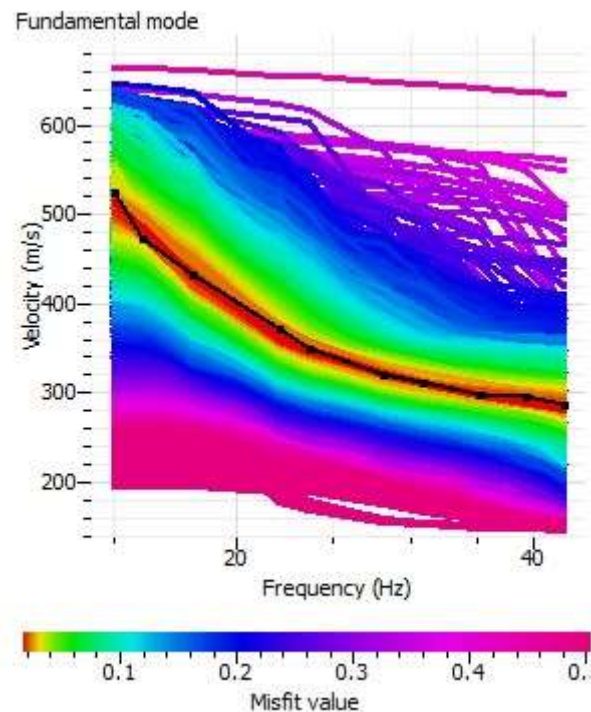
In **Fig.147** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.148** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

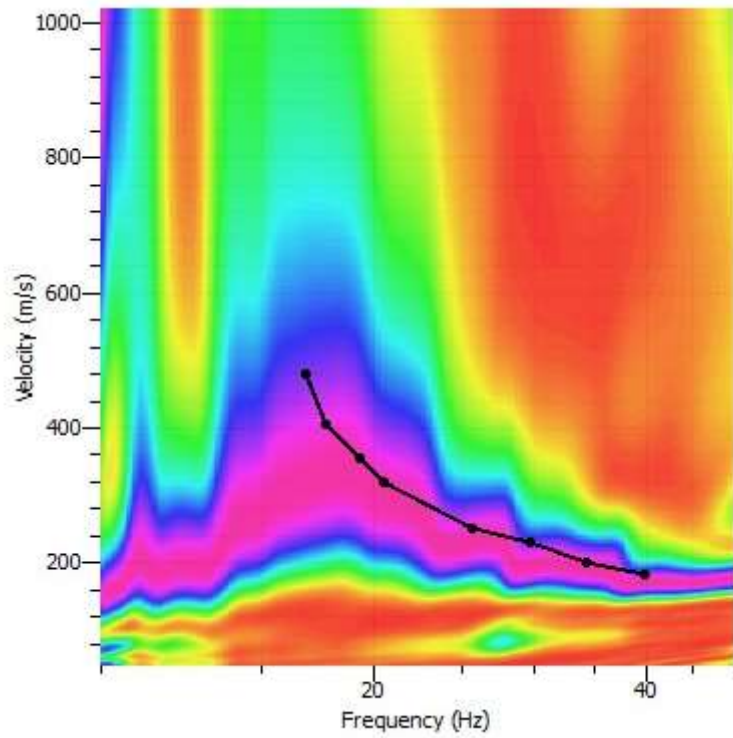
In **Fig.149** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo della **Vseq**. M7.



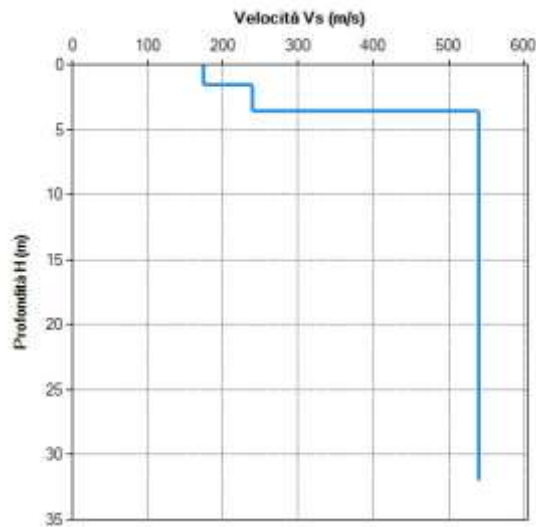
**Fig.145: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M7**



**Fig.146: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M7**



**Fig.147: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M7**



**Fig. 148: andamento di Vs con la profondità – M7**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

▲ Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	1,50	1,50	175,00	1,50	1,50	0,008571
2	3,50	2,00	240,00	3,50	2,00	0,008333
3	32,00	28,50	540,00	30,00	26,50	0,049074
▶*						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig.149: tabella per il calcolo di  $V_{s,eq}$ . M7**

### ELABORAZIONE DEI DATI M8:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

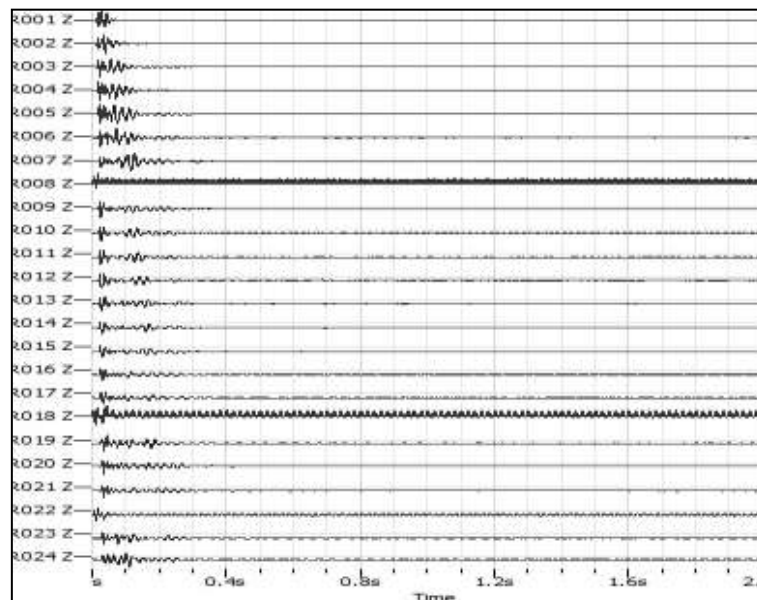
In **Fig. 150** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 151** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

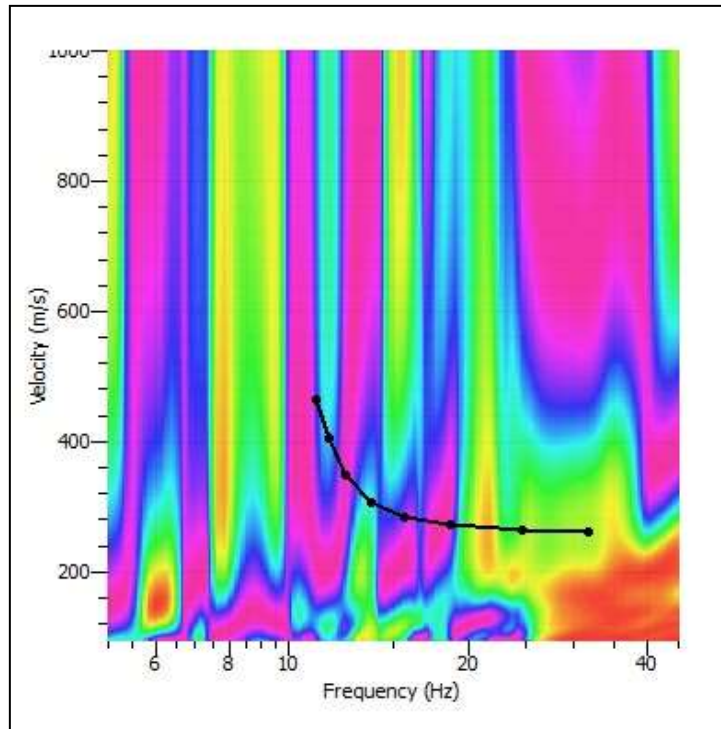
In **Fig. 152** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 153** è riportato il grafico mostrante i profili di  $V_{S30}$ - M8

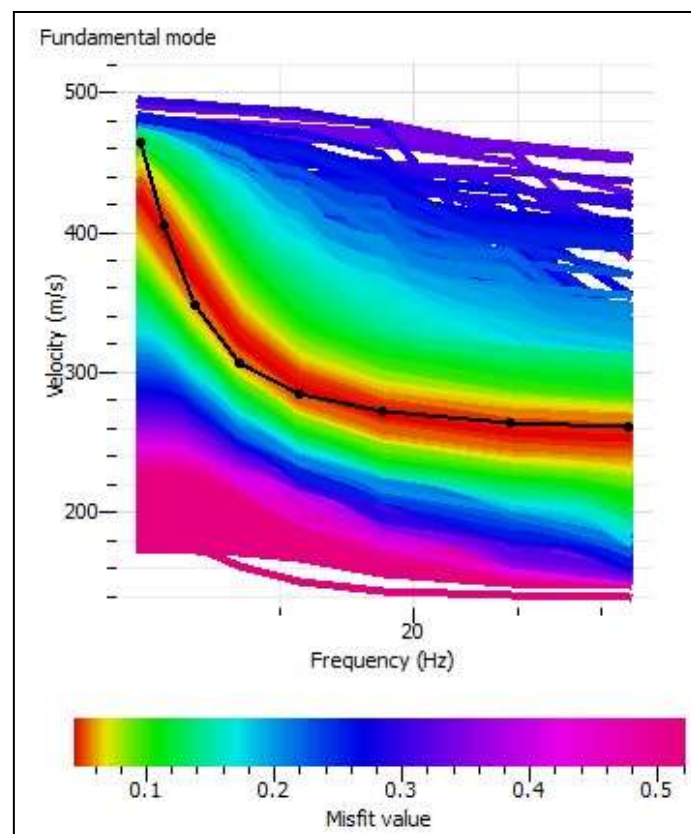
In **Fig. 154** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{S30}$ .M8.



**Fig.150: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione.**

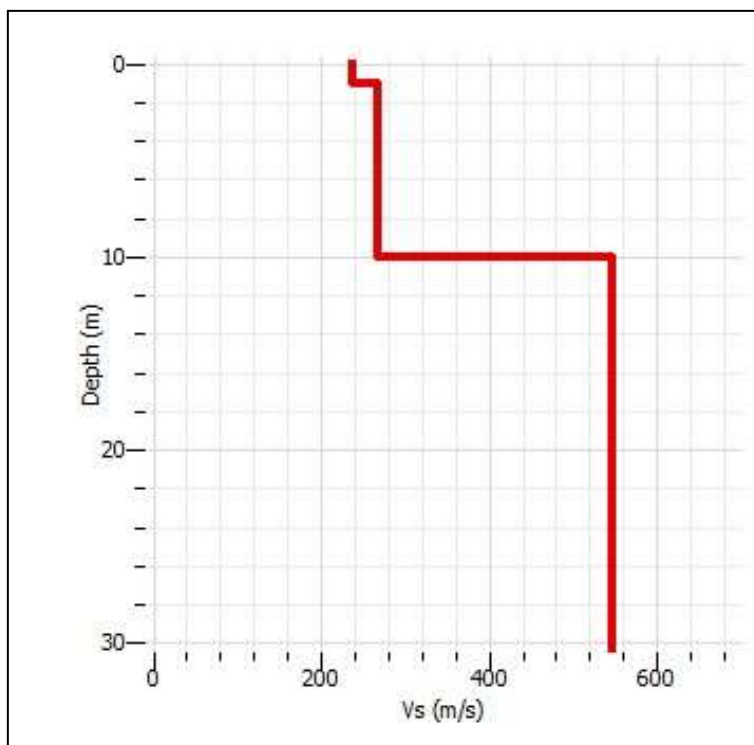


**Fig. 151: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale.**



**Fig. 152: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita.**  
 PAGINA 97 di 136





**Fig. 153: profili di  $V_{s30}$ .**

Sismostrato	Spessore (m)	$V_s$ (m/s)	$h/V_s$
1	1	230	0,004
2	9	265	0,034
3	20	555	0,036
	30		
<b><math>V_{s30}</math> (m/s)</b>	<b>403,5</b>	<b>Categoria Suolo: B</b>	

**Fig. 154: tabella per il calcolo di  $V_{s30}$ .**

### ELABORAZIONE DEI DATI M9:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

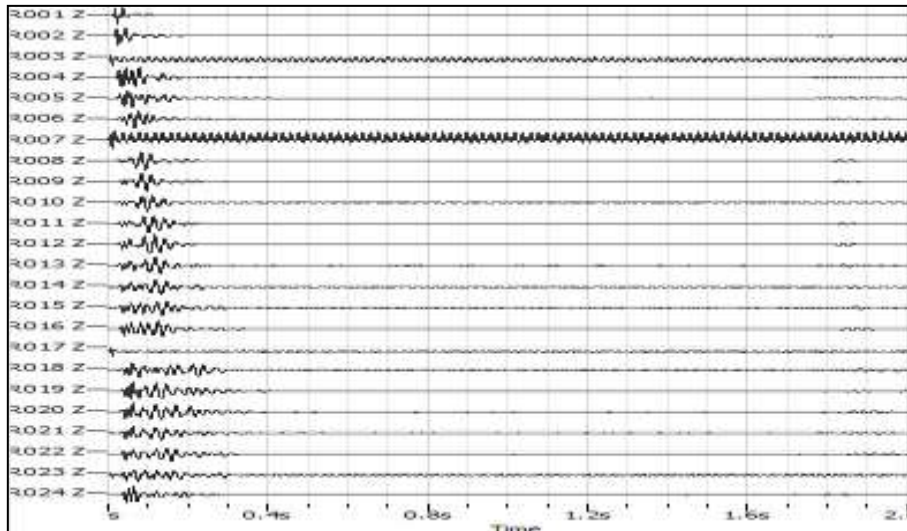
In **Fig. 155** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 156** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

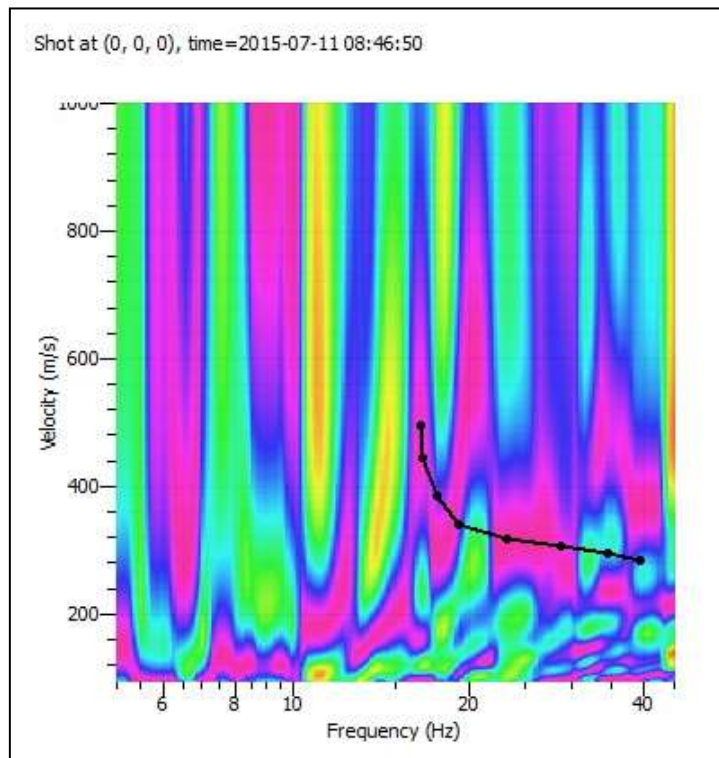
In **Fig. 157** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 158** è riportato il grafico mostrante i profili di  $V_{s30}$  M9;

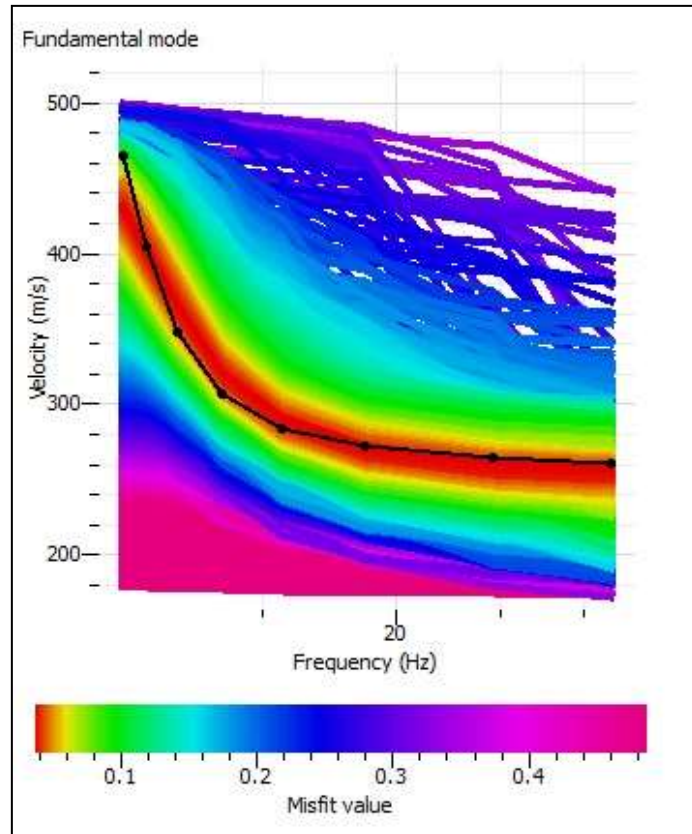
In **Fig. 159** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{s30}$  M9.



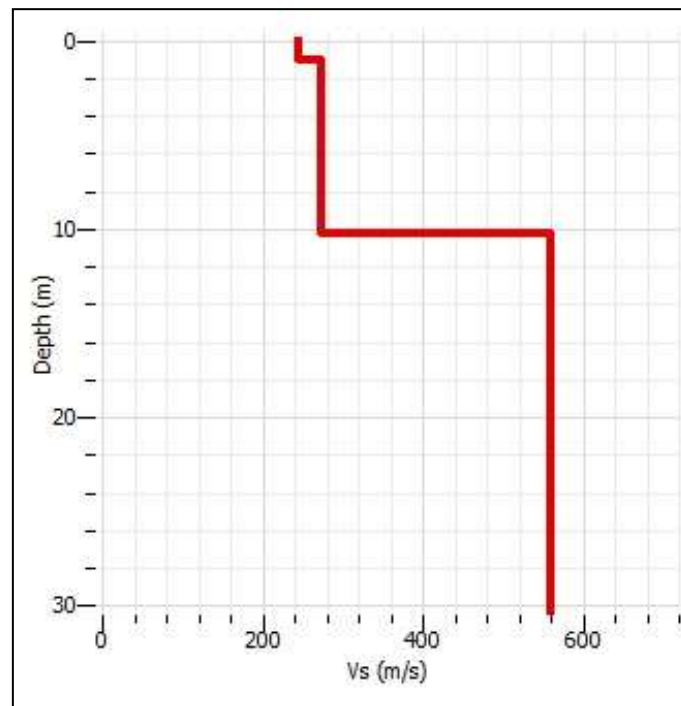
**Fig. 155: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione.**



**Fig. 156: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale.**



**Fig. 157: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita.**



**Fig. 158: profili di Vs<sub>30</sub>.**

Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)	h/Vs
1	1	240	0,004
2	9	275	0,033
3	20	570	0,035
	30		
<b>Vs30 (m/s)</b>	<b>416,8</b>	<b>Categoria Suolo: B</b>	

**Fig. 159: tabella per il calcolo di Vs<sub>30</sub>.**

**ELABORAZIONE DEI DATI M10:**

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

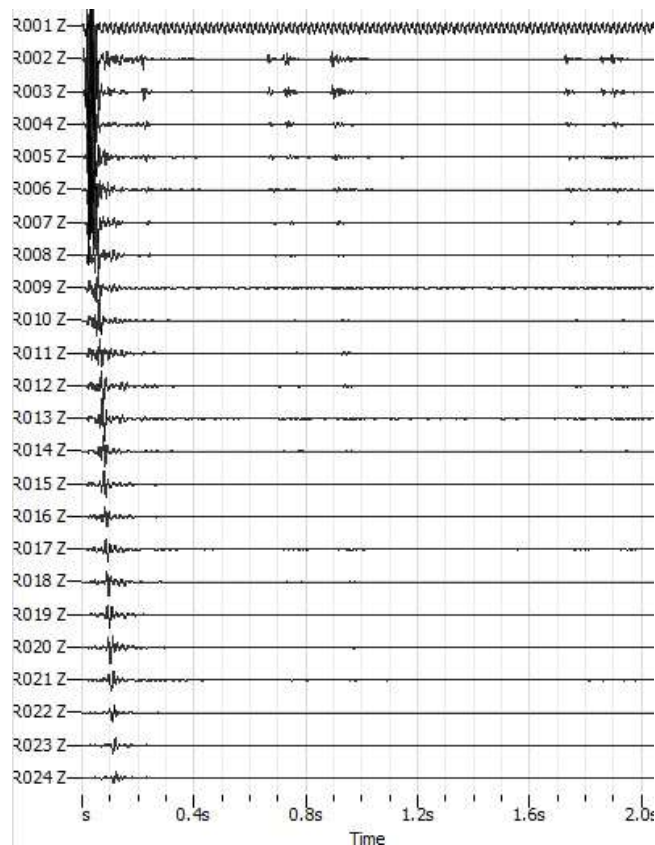
In Fig. 160 è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In Fig. 161 è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

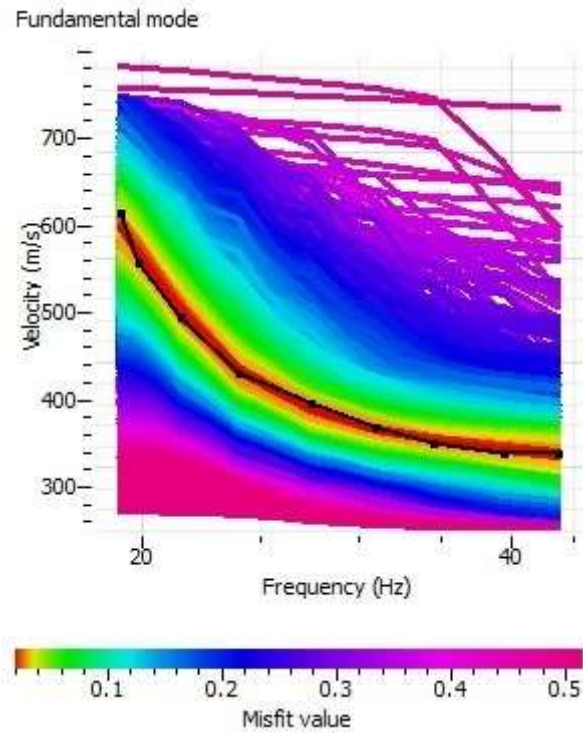
In Fig. 162 è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In Fig. 163 è riportato il grafico mostrante l'andamento di Vs con la profondità;

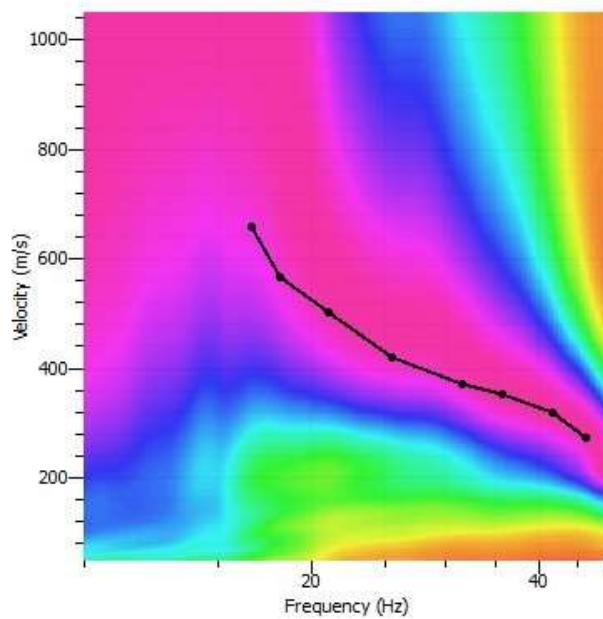
In Fig. 164 è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di Vs<sub>eq</sub> M10.



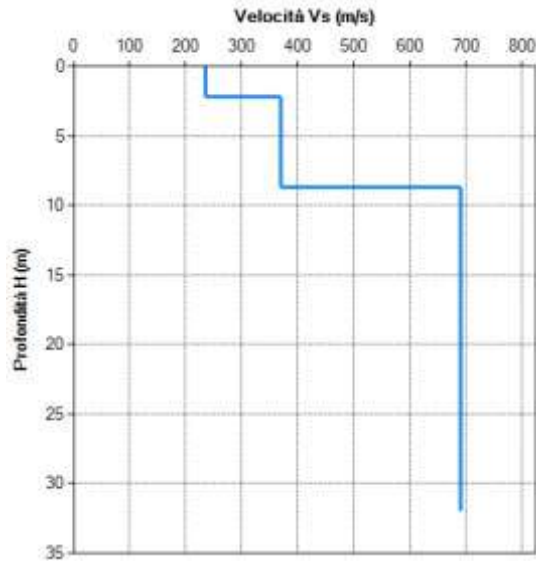
**Fig. 160: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione. M10**



**Fig.161: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M10**



**Fig.162: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita.M10**



**Fig. 163: andamento di Vs con la profondità. M10**

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessor (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	2,20	2,20	235,00	2,20	2,20	0,009362
2	8,70	6,50	370,00	8,70	6,50	0,017568
3	32,00	23,30	690,00	30,00	21,30	0,030870

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.11 da NTC 2018):  Vs.eq:  m/s

**Fig.164: tabella per il calcolo di  $V_{seq}$ . M10**

### ELABORAZIONE DEI DATI M11

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

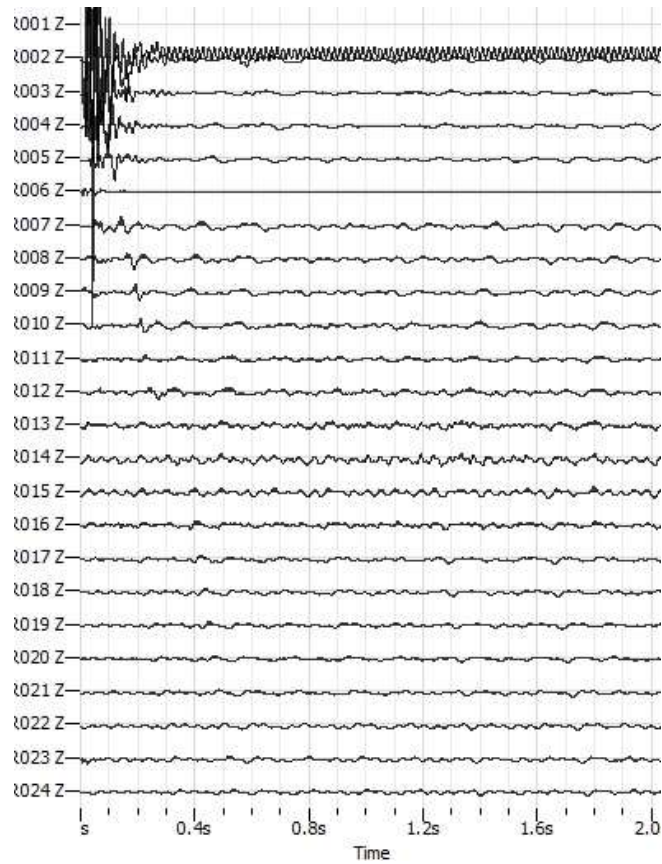
In **Fig.165** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig.166** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

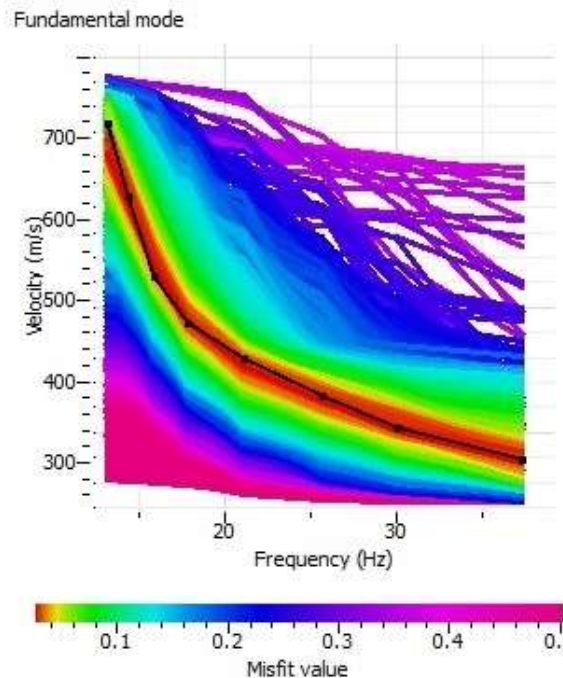
In **Fig.167** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.168** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

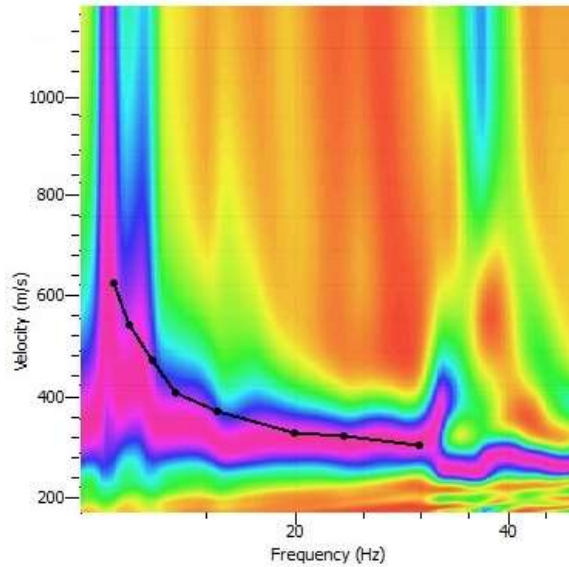
In **Fig.169** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{seq}$ . M11.



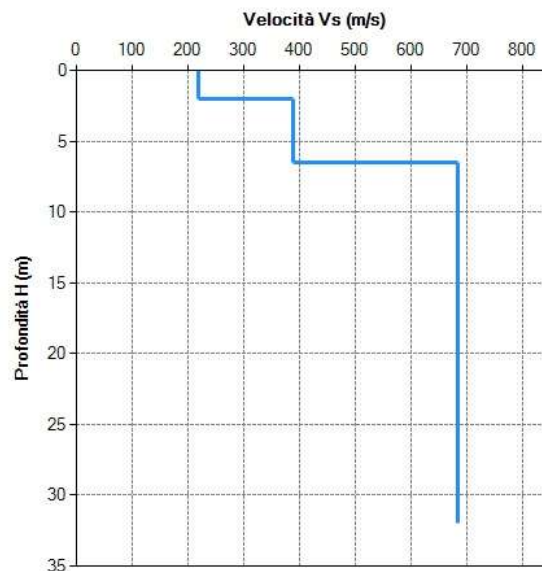
**Fig.165 sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M11**



**Fig.166: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M11**



**Fig.167 : confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M11**



**Fig. 168: andamento di Vs con la profondità – M11**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	h <sub>calc</sub> (m)	h <sub>v</sub> /h <sub>s</sub> (s)
1	2.00	2.00	220.00	2.00	2.00	0.009091
2	6.50	4.50	390.00	6.50	4.50	0.011538
3	32.00	25.50	685.00	30.00	23.50	0.034307
**						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II) da NTC 2018):  V<sub>s,eq</sub>:  m/s

**Fig.169: tabella per il calcolo di V<sub>seq</sub>. M11**



## ELABORAZIONE DEI DATI M12:

Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:

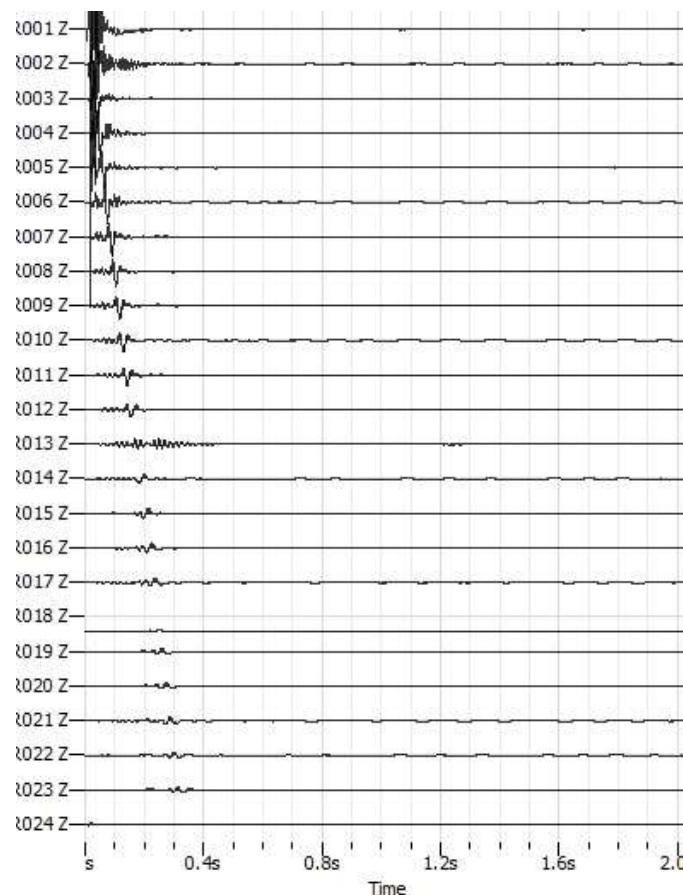
In **Fig.170** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 171** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

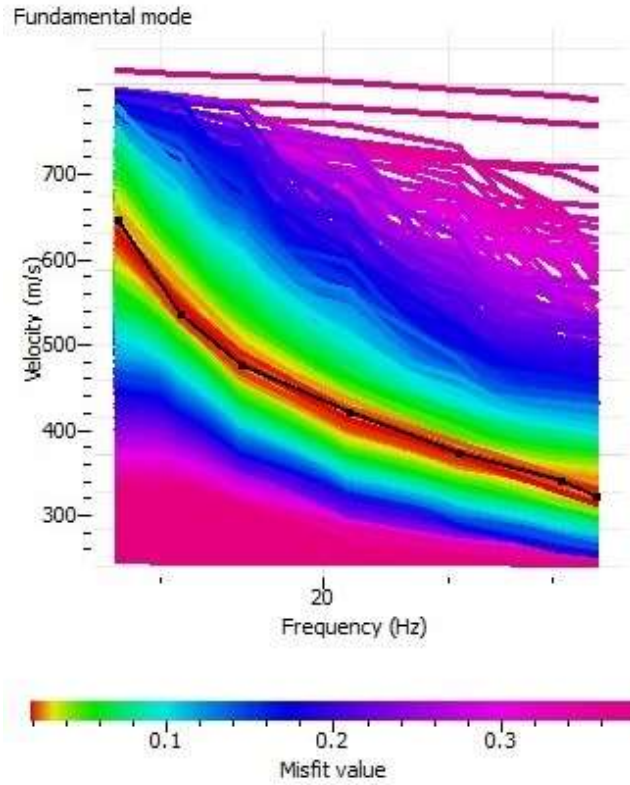
In **Fig. 172** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.173** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

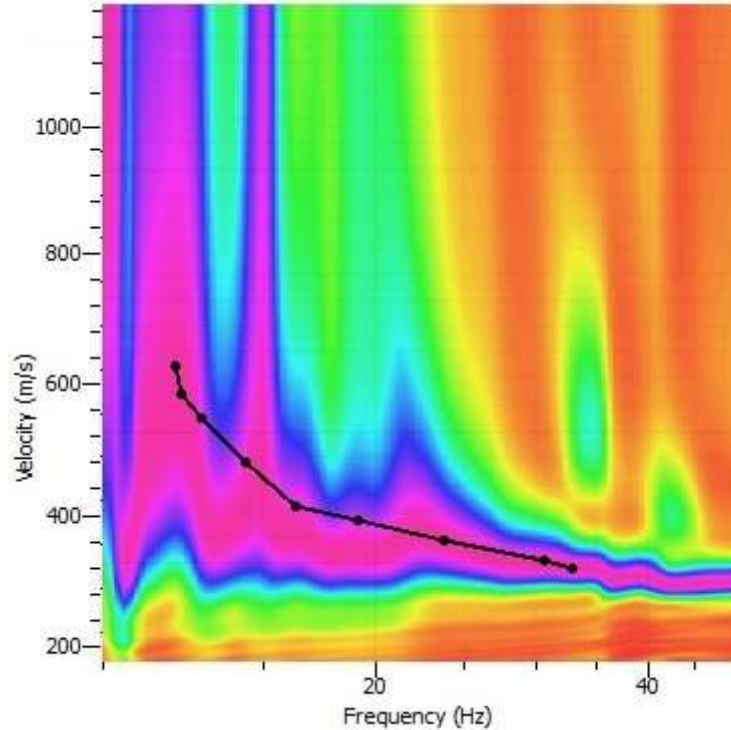
In **Fig. 174** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{seq}$ . M12.



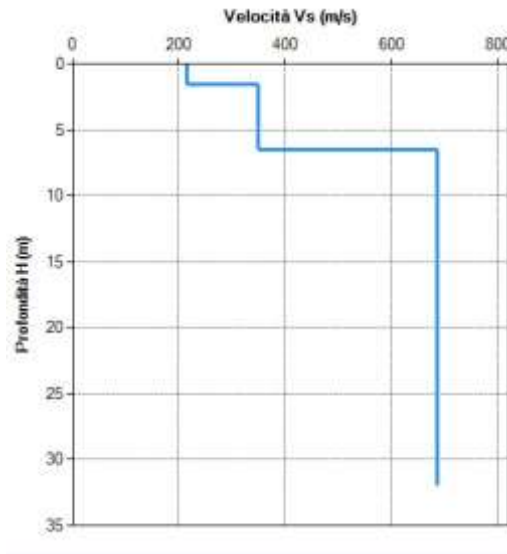
**Fig.170: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M12**



**Fig.171: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M12**



**Fig.172: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M12**



**Fig. 173: andamento di Vs con la profondità – M12**

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

▲	Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
	1	1,50	1,50	215,00	1,50	1,50	0,006977
	2	6,50	5,00	350,00	6,50	5,00	0,014286
▶	3	32,00	25,50	685,00	30,00	23,50	0,034307
*							

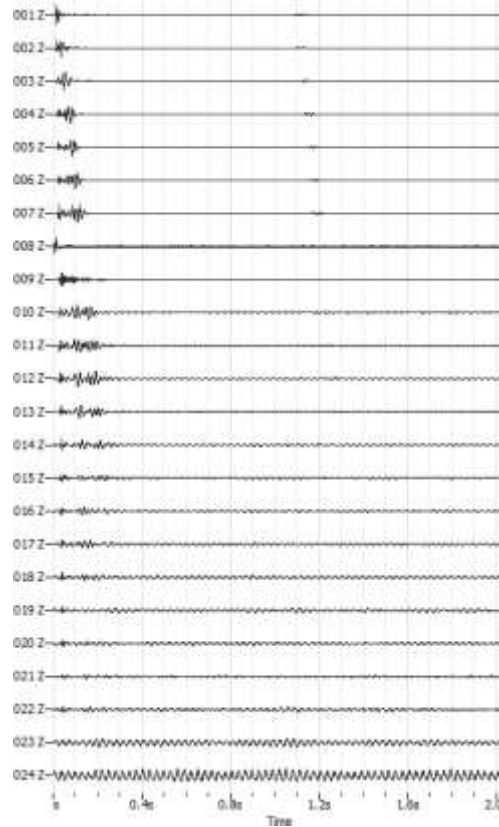
Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig.174: tabella per il calcolo di Vs<sub>eq</sub>. M12**

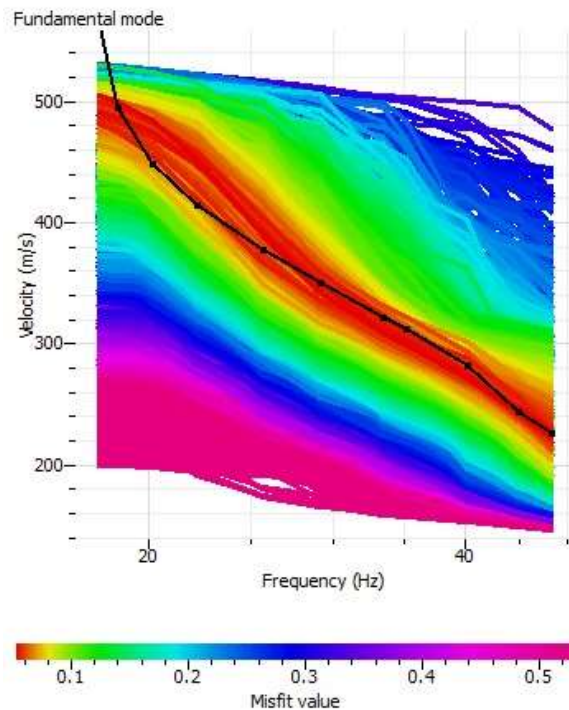
### ELABORAZIONE DEI DATI M13:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

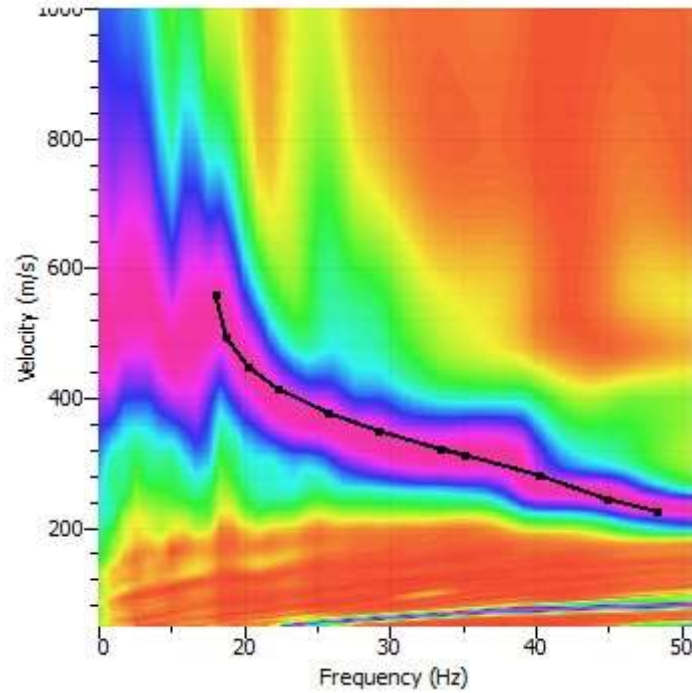
- In **Fig. 175** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;
- In **Fig. 176** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;
- In **Fig. 177** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;
- In **Fig. 178** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;
- In **Fig. 179** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di Vs<sub>eq</sub> M13.



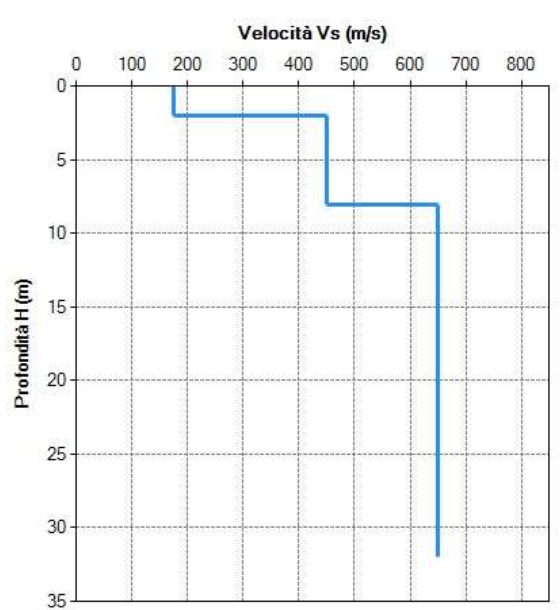
**Fig.175: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M13**



**Fig. 176: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M13**



**Fig. 177: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M13**



**Fig. 178: andamento di Vs con la profondità – M13**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	2,00	2,00	175,00	2,00	2,00	0,011429
2	8,00	6,00	450,00	8,00	6,00	0,013333
3	32,00	24,00	650,00	30,00	22,00	0,033846
**						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig. 179: tabella per il calcolo di  $V_{seq}$ . M13**

### **ELABORAZIONE DEI DATI M14:**

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

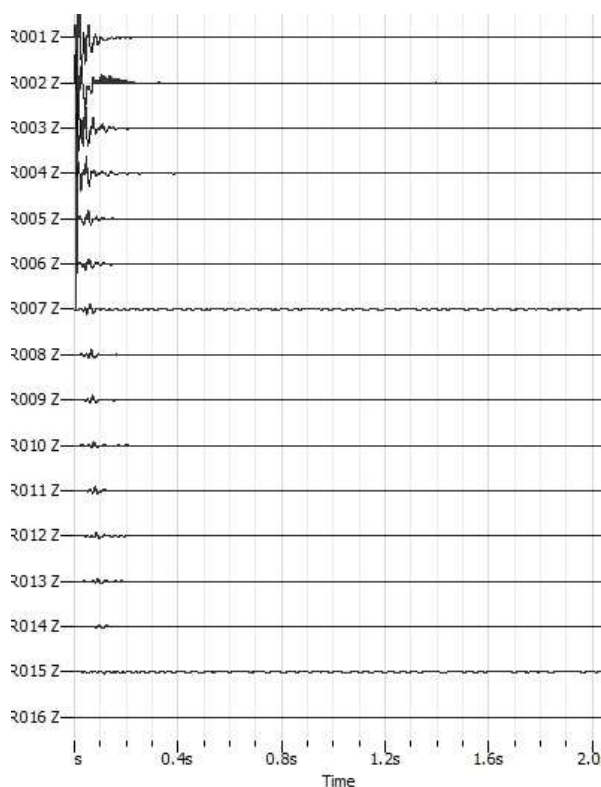
In **Fig. 180** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig.181** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

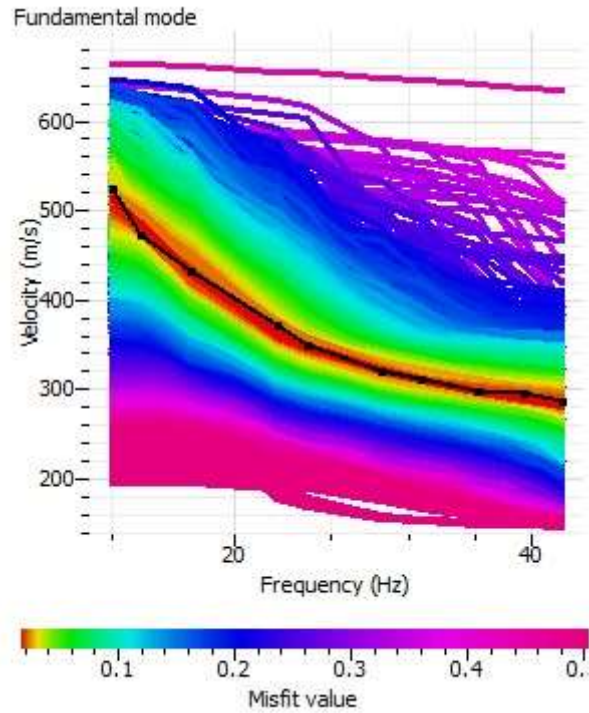
In **Fig.182** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.183** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

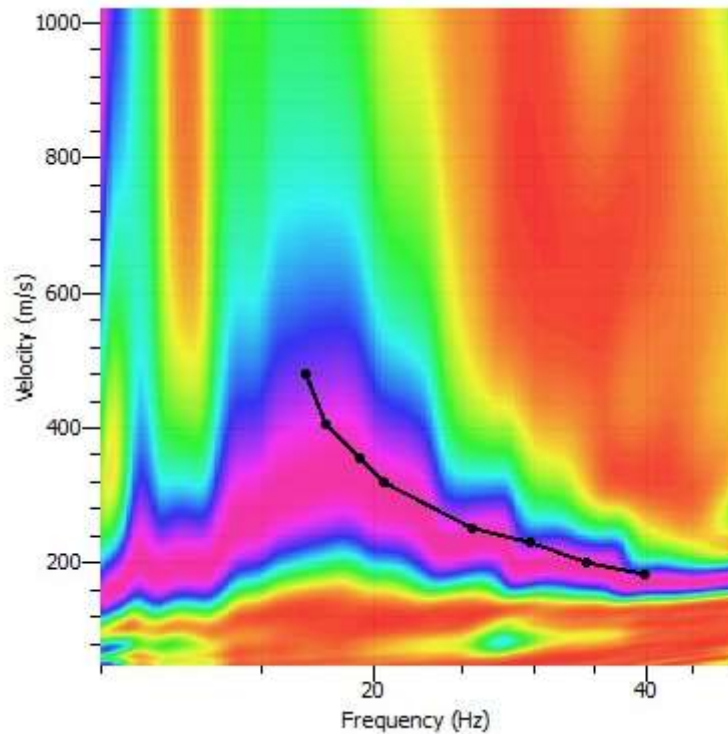
In **Fig.184** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo della  $V_{seq}$  M14.



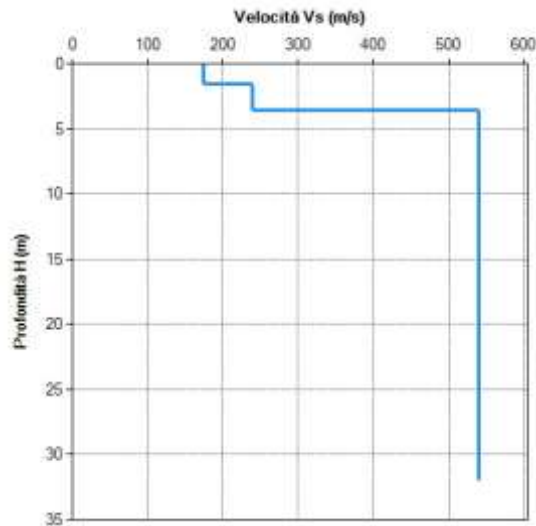
**Fig.180: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M14**



**Fig.181: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M14**



**Fig.182: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M14**



**Fig. 183: andamento di Vs con la profondità – M14**

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

▲	Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
	1	1,50	1,50	175,00	1,50	1,50	0,008571
	2	3,50	2,00	240,00	3,50	2,00	0,008333
	3	32,00	28,50	540,00	30,00	26,50	0,049074
▶▶							

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs.eq:  m/s

**Fig.184: tabella per il calcolo di  $V_{seq}$ . M14**

### ELABORAZIONE DEI DATI M15:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

In **Fig. 185** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

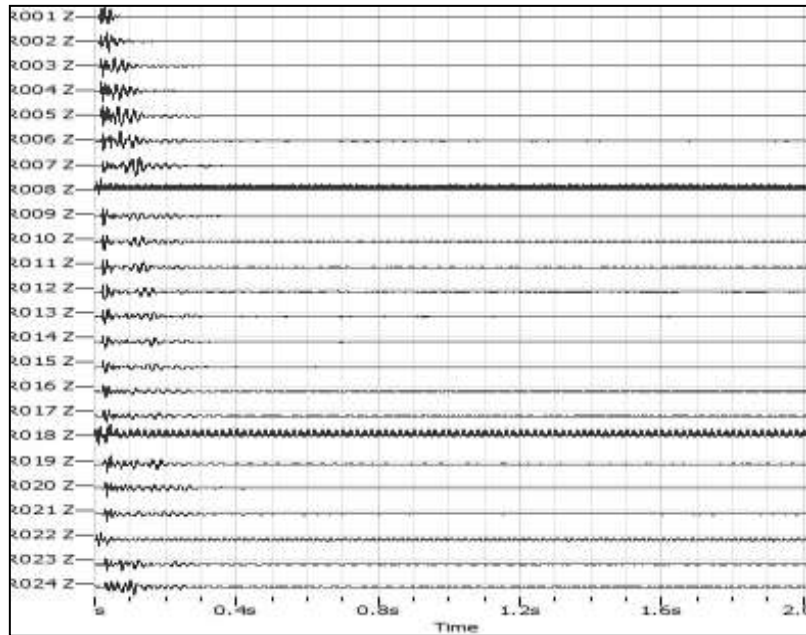
In **Fig. 186** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 187** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

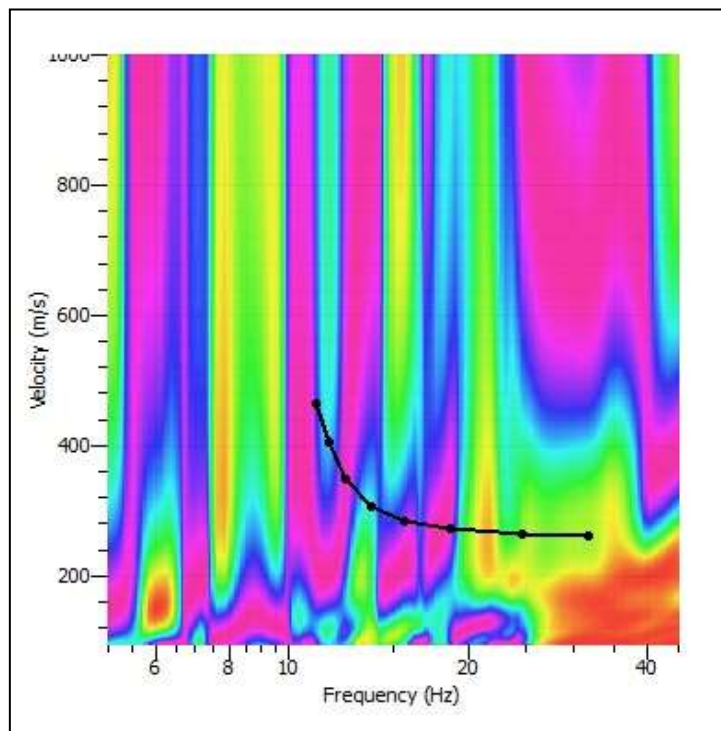
In **Fig. 188** è riportato il grafico mostrante i profili di  $V_{S30}$

In **Fig. 189** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{S30}$ .

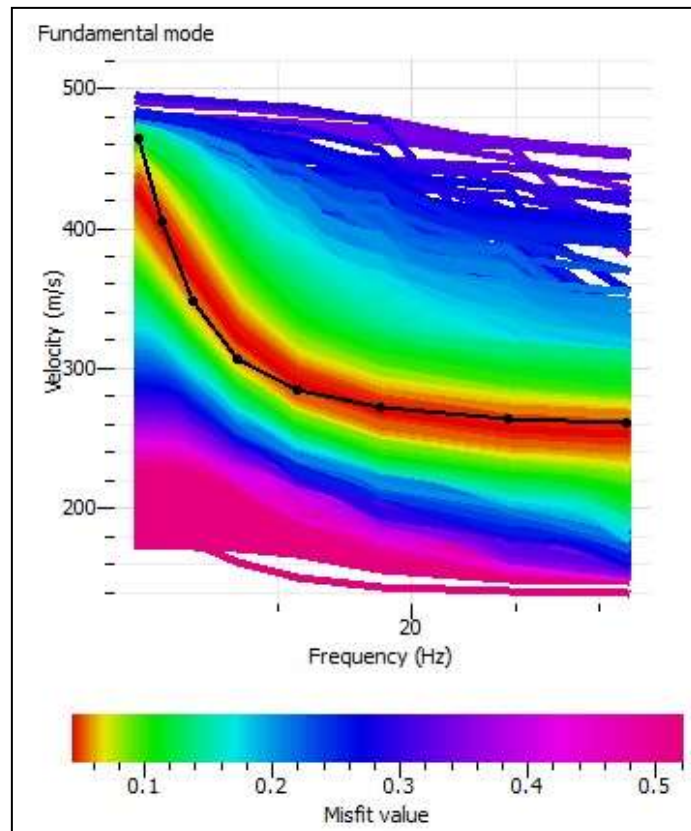




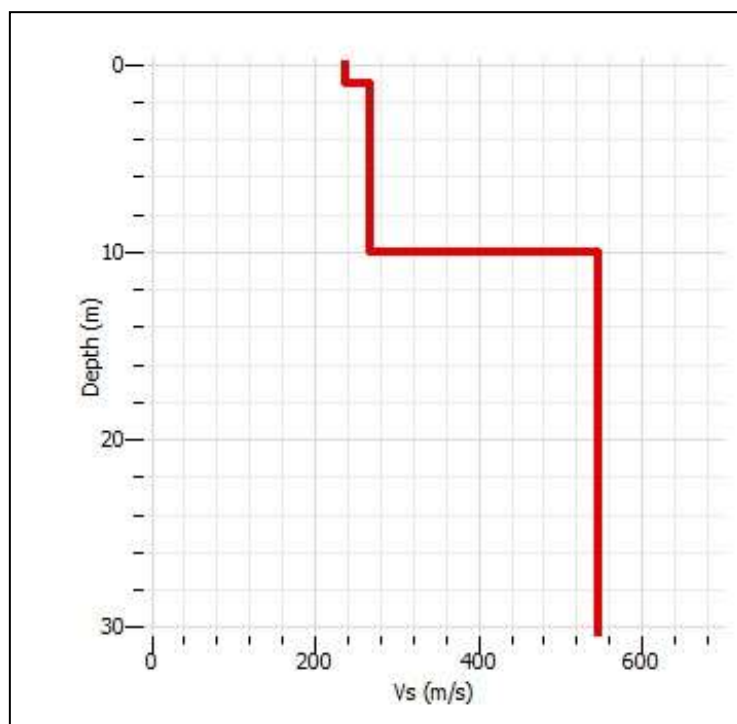
**Fig.185: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione.**



**Fig. 186: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale.**



**Fig. 187: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita.**



**Fig. 188: profili di Vs<sub>30</sub>.**  
**PAGINA 115 di 136**

Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)	h/Vs
1	1	230	0,004
2	9	265	0,034
3	20	555	0,036
	30		
<b>Vs30 (m/s)</b>	<b>403,5</b>	<b>Categoria Suolo: B</b>	

**Fig. 189: tabella per il calcolo di Vs<sub>30</sub>.**

**ELABORAZIONE DEI DATI M16:**

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

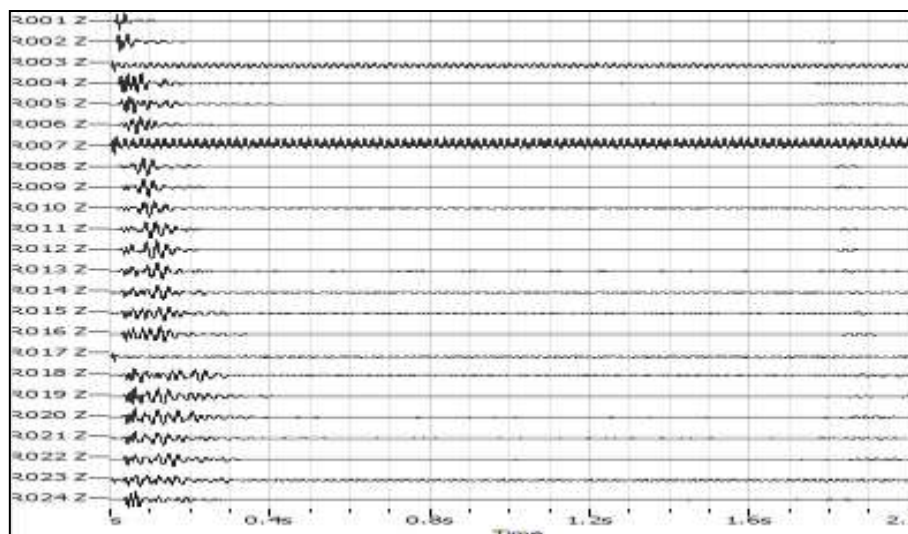
In **Fig. 190** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 191** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

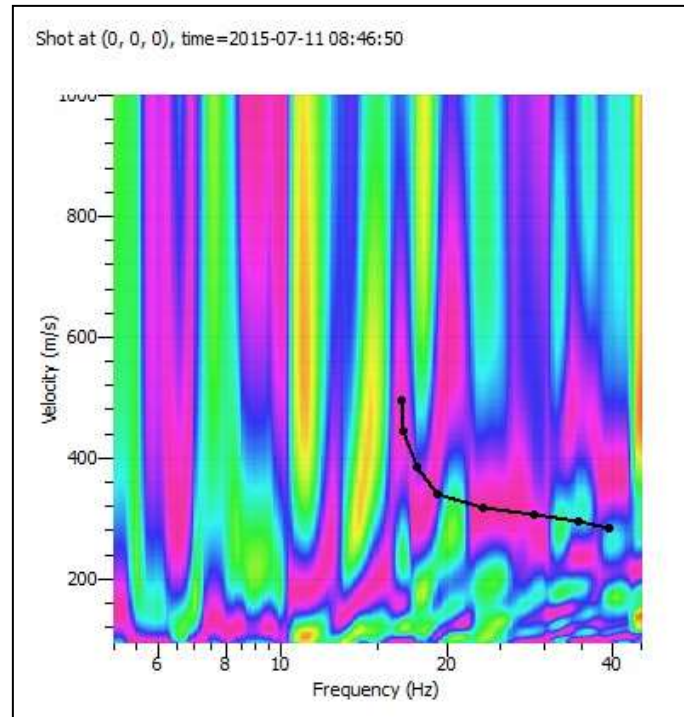
In **Fig. 192** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.193** è riportato il grafico mostrante i profili di Vs<sub>30</sub>

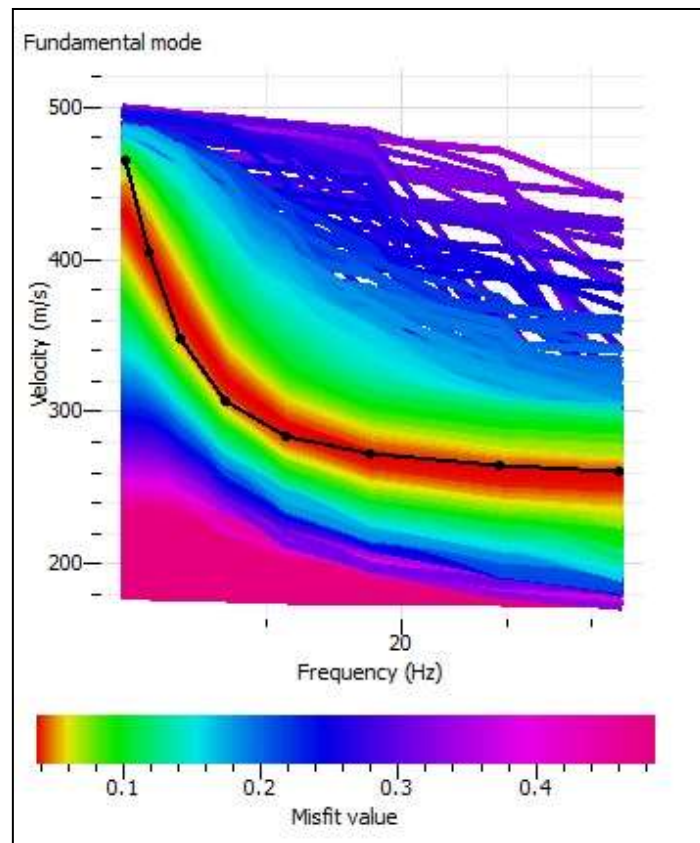
In **Fig. 194** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di Vs<sub>30</sub>.



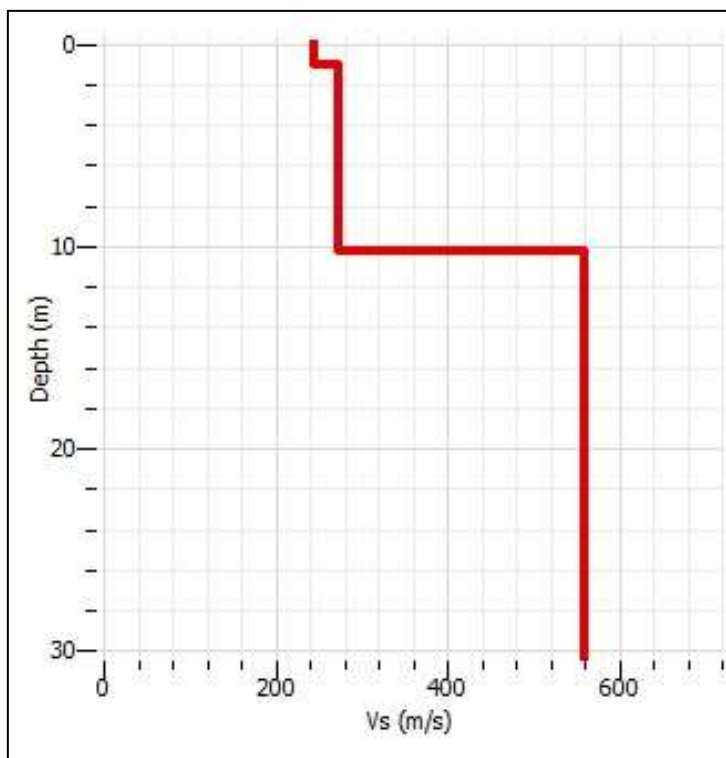
**Fig.190: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione.**



**Fig. 191: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale.**



**Fig. 192: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita.**  
 PAGINA 117 di 136



**Fig. 193: profili di  $V_{s30}$ .**

Sismostrato	Spessore (m)	$V_s$ (m/s)	$h/V_s$
1	1	240	0,004
2	9	275	0,033
3	20	570	0,035
	30		
<b><math>V_{s30}</math> (m/s)</b>	<b>416,8</b>	<b>Categoria Suolo: B</b>	

**Fig. 194: tabella per il calcolo di  $V_{s30}$ .**

### ELABORAZIONE DEI DATI M17:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

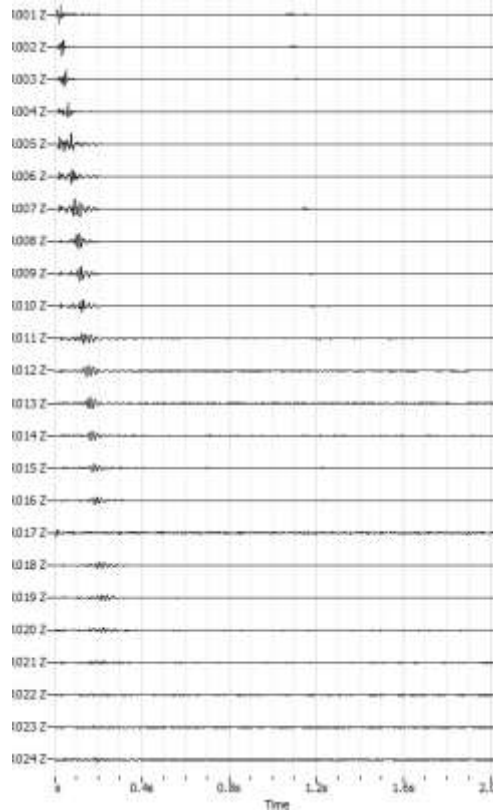
In **Fig. 195** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 196** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

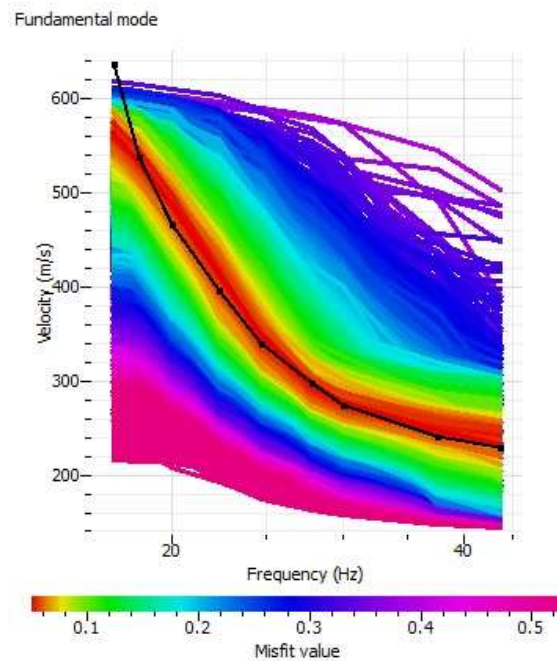
In **Fig. 197** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 198** è riportato il grafico mostrante l'andamento della  $V_s$  con la profondità;

In **Fig. 199** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{Seq}$ .

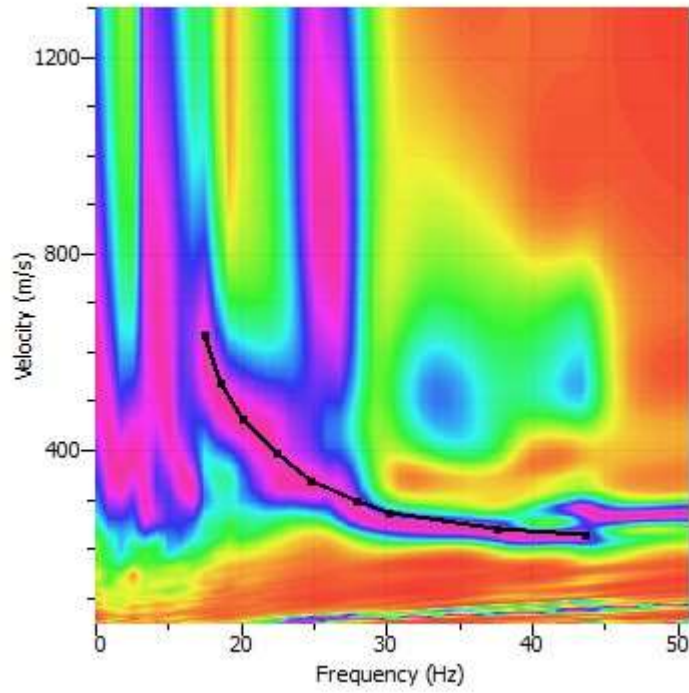


**Fig. 195: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M17**

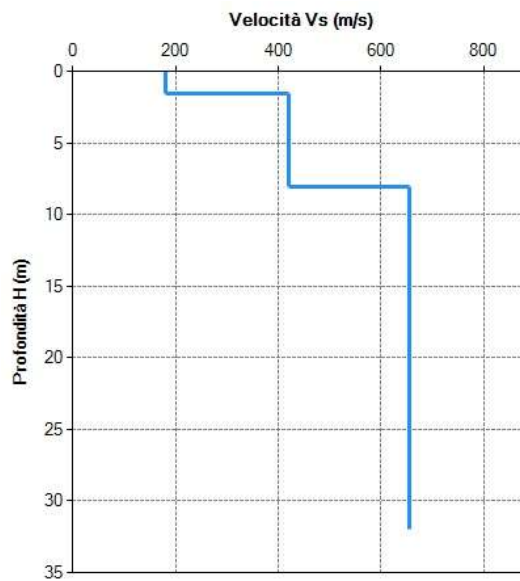


**Fig. 196: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M17**

Shot at (0, 0, 0), time=2016-05-05 09:07:54



**Fig. 197: confronto tra la curva torica e la curva sperimentale acquisita M17**



**Fig. 198: andamento di Vs con la profondità – M17**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	1,50	1,50	180,00	1,50	1,50	0,008333
2	8,00	6,50	420,00	8,00	6,50	0,015476
3	32,00	24,00	655,00	30,00	22,00	0,033588
▶*						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig. 199: tabella per il calcolo di  $V_{s,eq}$  M17**

### ELABORAZIONE DEI DATI M18:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

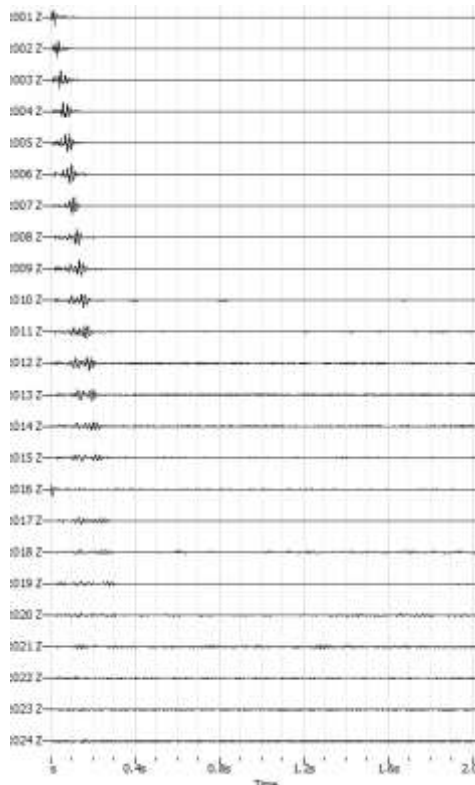
In **Fig. 200** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 201** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 202** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

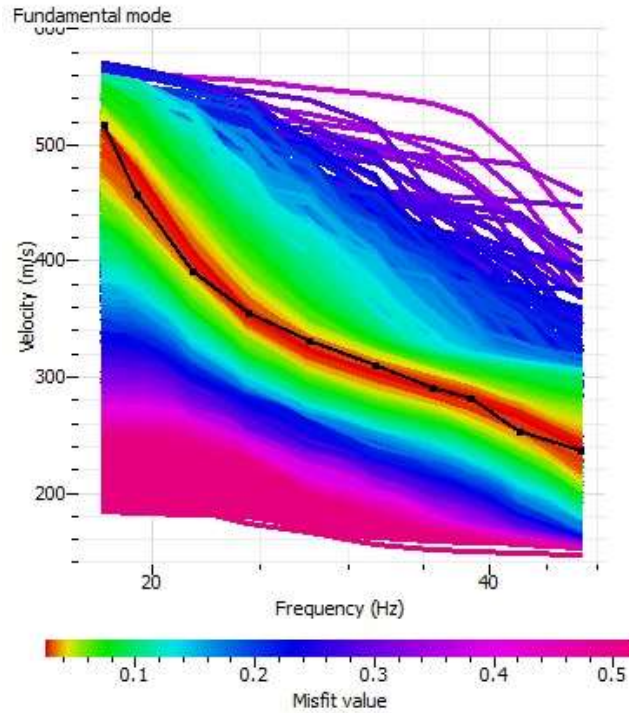
In **Fig. 203** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

In **Fig. 204** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{s,eq}$ .

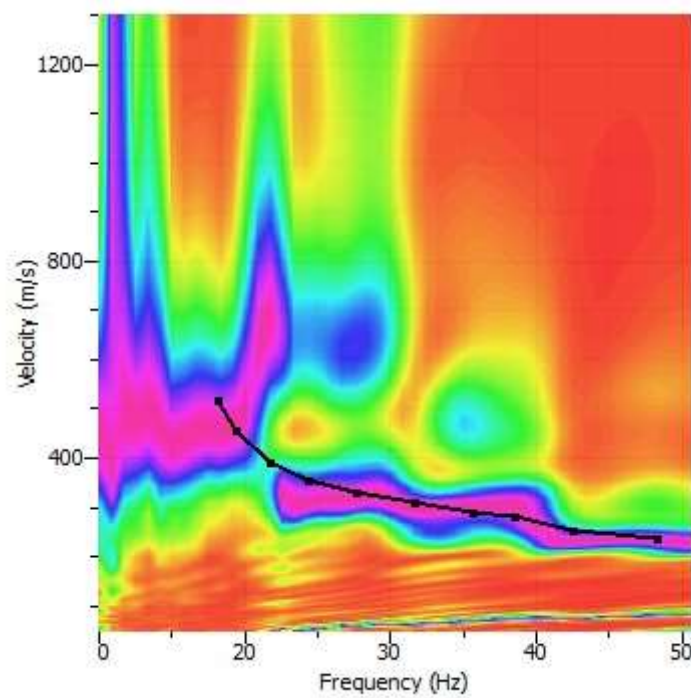


**Fig.200: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M18**

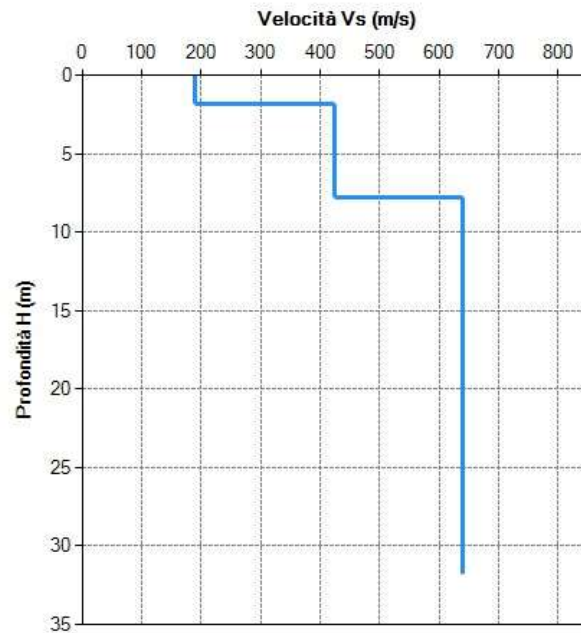




**Fig. 201: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M18**



**Fig. 202: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M18**



**Fig. 203: andamento di Vs con la profondità – M18**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	1,80	1,80	190,00	1,80	1,80	0,009474
2	7,80	6,00	425,00	7,80	6,00	0,014118
3	31,80	24,00	640,00	30,00	22,20	0,034688
**						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2 II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig. 204: tabella per il calcolo di Vs<sub>eq</sub>. M18**

### **ELABORAZIONE DEI DATI M19:**

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

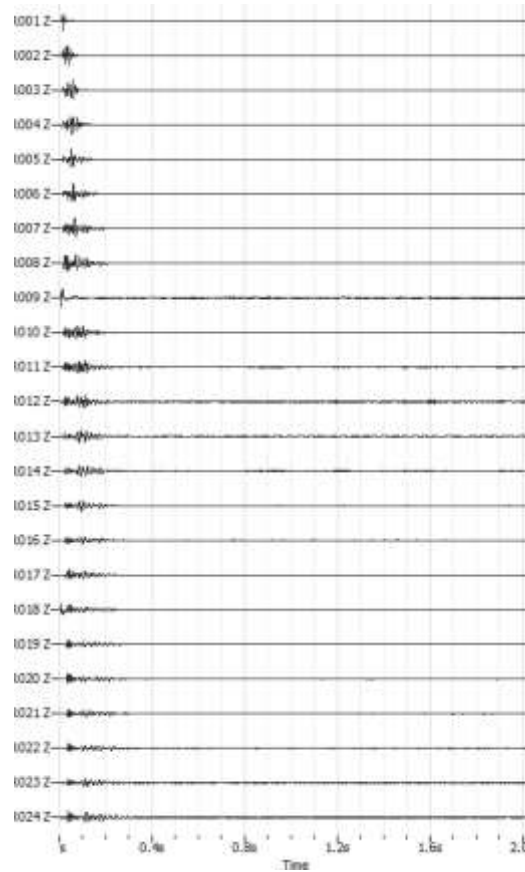
In **Fig. 205** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 206** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

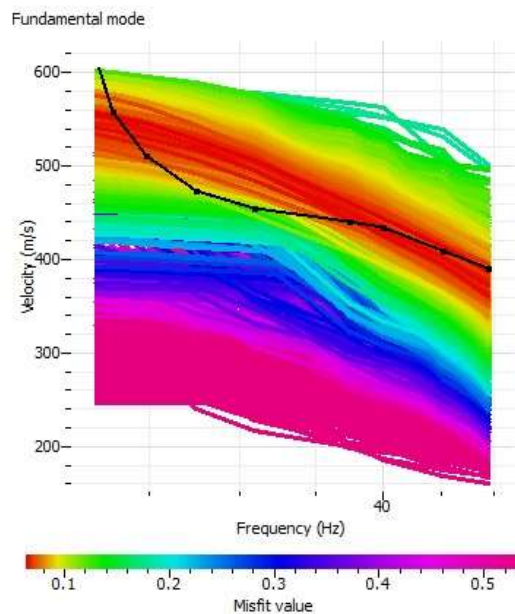
In **Fig. 207** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 208** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

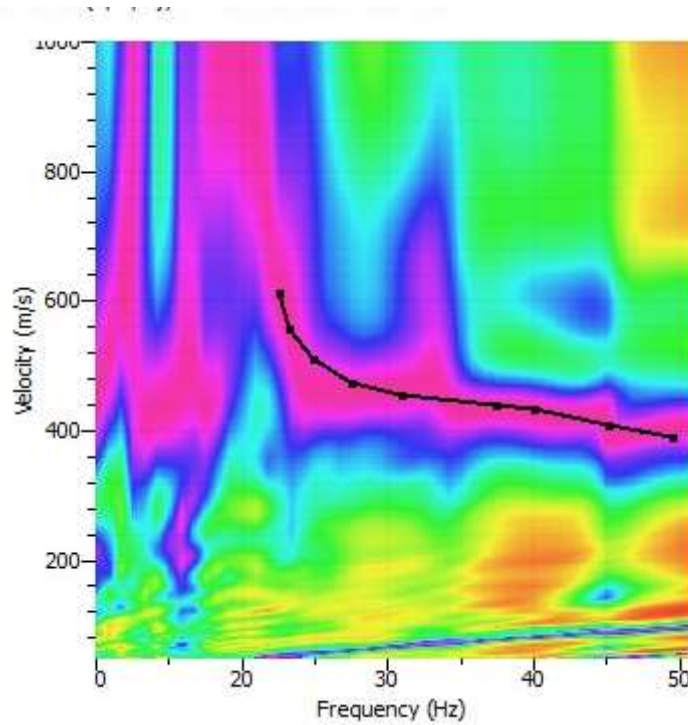
In **Fig. 209** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di Vs<sub>eq</sub>.



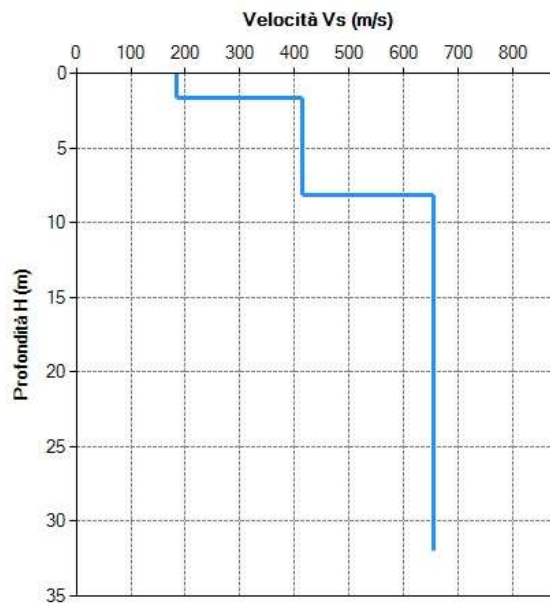
**Fig.205: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M19**



**Fig. 206: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M19**



**Fig. 207: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M19**



**Fig. 208: andamento di  $V_s$  con la profondità – M19**

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	1,60	1,60	185,00	1,60	1,60	0,008649
2	8,10	6,50	415,00	8,10	6,50	0,015663
3	32,00	23,90	655,00	30,00	21,90	0,033435
p**						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig. 209: tabella per il calcolo di  $V_{seq}$ . M19**

### ELABORAZIONE DEI DATI M20:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

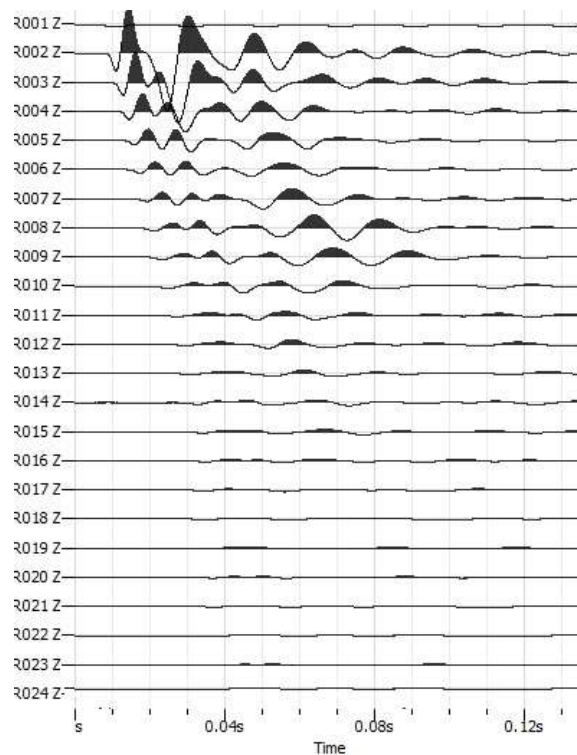
In **Fig. 210** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 211** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

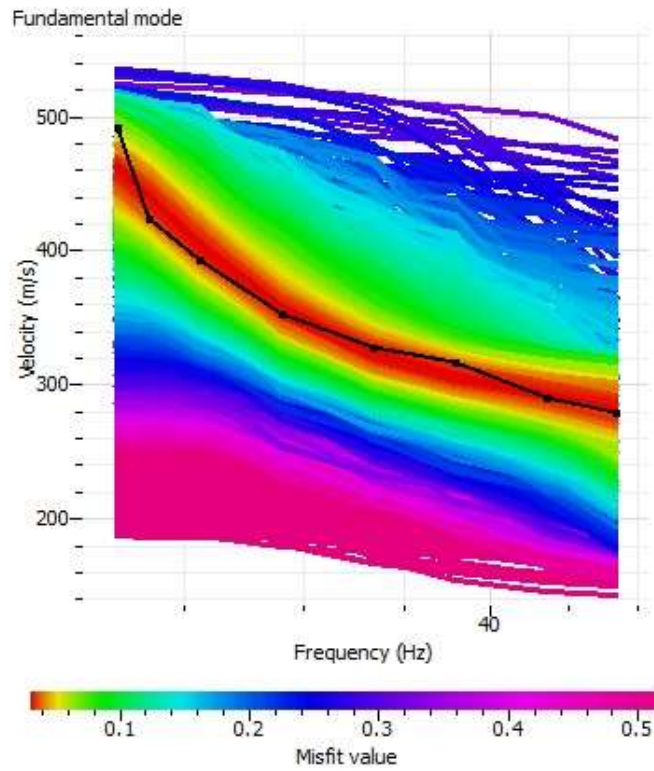
In **Fig. 212** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 213** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

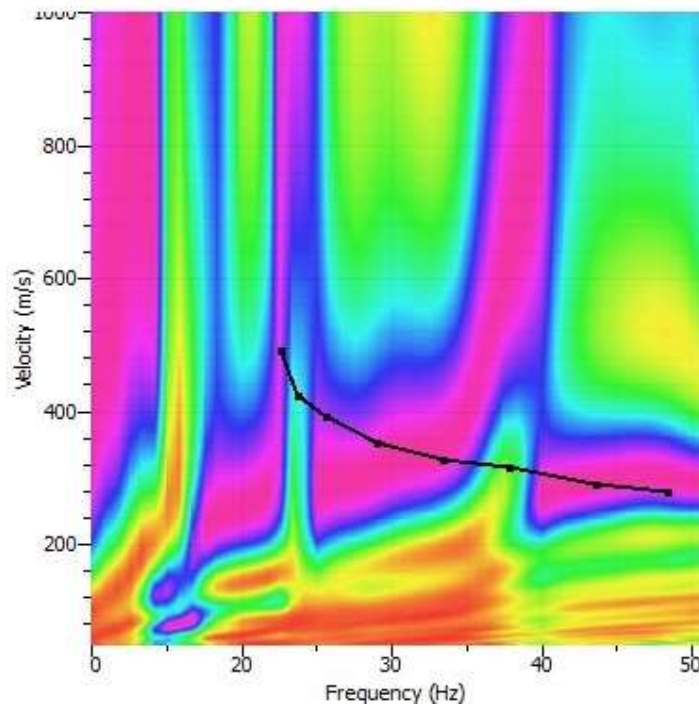
In **Fig. 214** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{seq}$ .



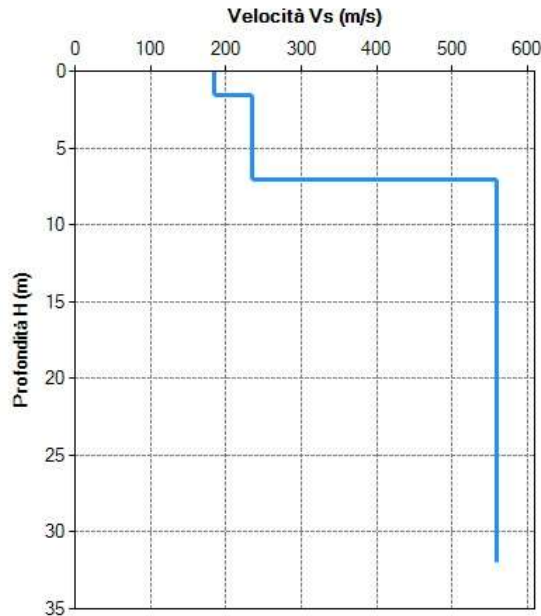
**Fig.210: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M20**  
PAGINA 126 di 136



**Fig. 211: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M20**



**Fig. 212: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M20**  
**PAGINA 127 di 136**



**Fig. 213: andamento di Vs con la profondità – M20**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	1,50	1,50	185,00	1,50	1,50	0,008108
2	7,00	5,50	235,00	7,00	5,50	0,023404
3	32,00	25,00	560,00	30,00	23,00	0,041071

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig. 214: tabella per il calcolo di  $V_{seq}$ . M20**

### ELABORAZIONE DEI DATI M21:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

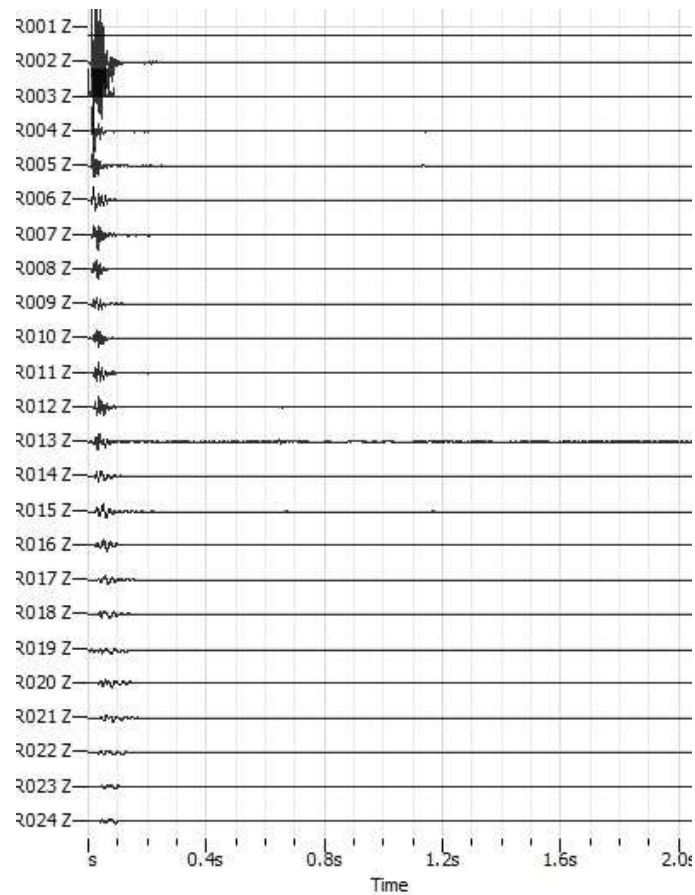
In **Fig. 215** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 216** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 217** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

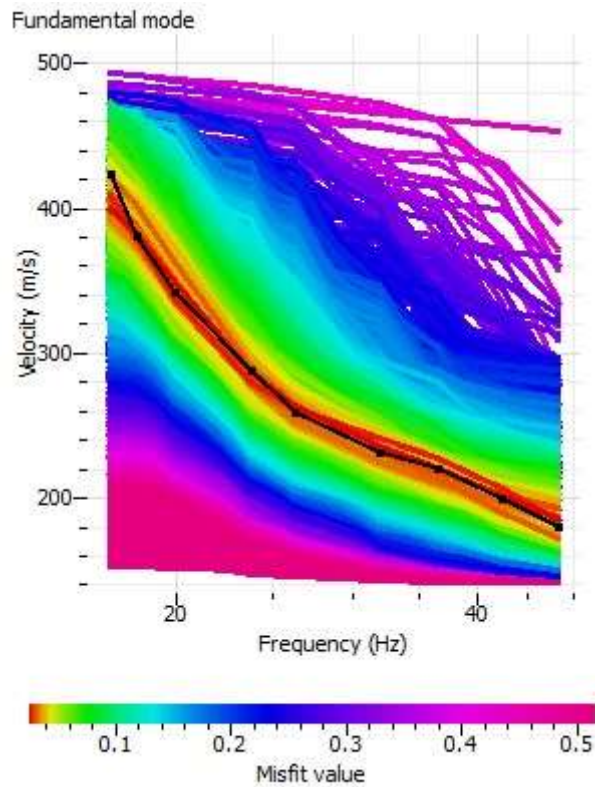
In **Fig. 218** è riportato il grafico mostrante l'andamento di Vs con la profondità;

In **Fig. 219** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{seq}$

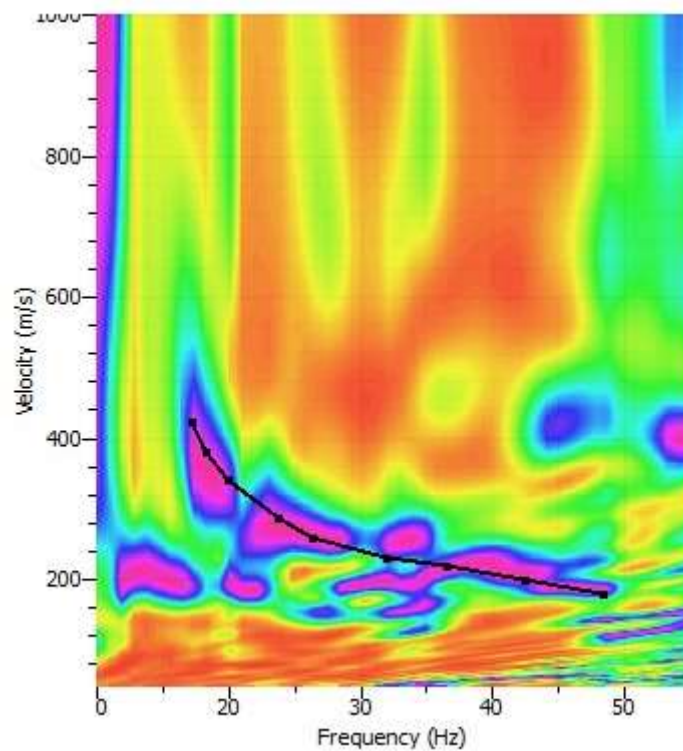


**Fig.215: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione. M21**

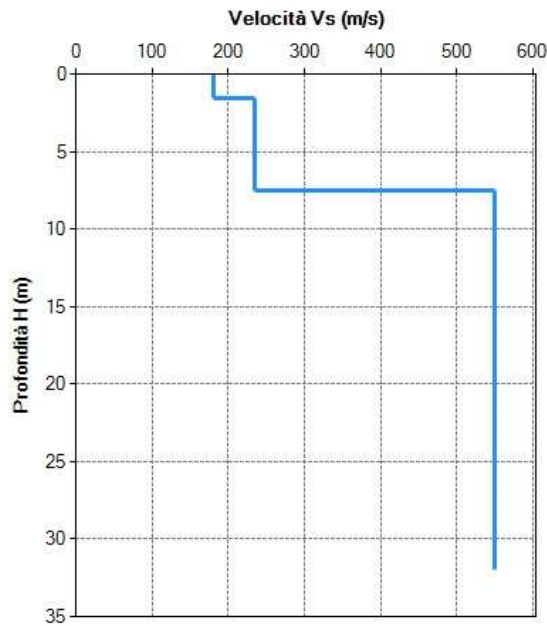




**Fig. 216: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M21**



**Fig. 217: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita. M21**



**Fig. 218: andamento di Vs con la profondità. 21**

Profondità del piano d'imposta delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	1.50	1.50	180,00	1.50	1.50	0,008333
2	7.50	6,00	235,00	7.50	6,00	0,025532
3	32,00	24,50	550,00	30,00	22,50	0,040909

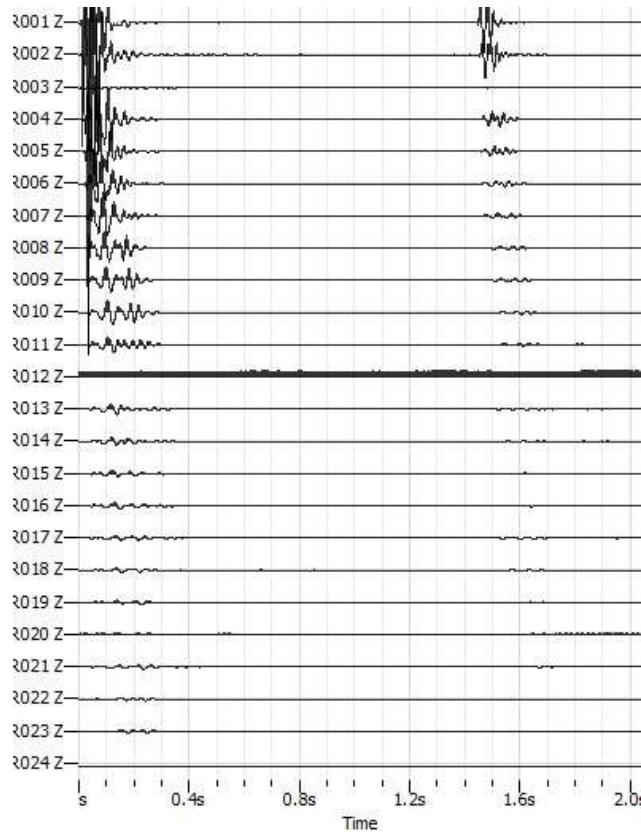
Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig. 219: tabella per il calcolo di  $V_{s,eq}$ . M21**

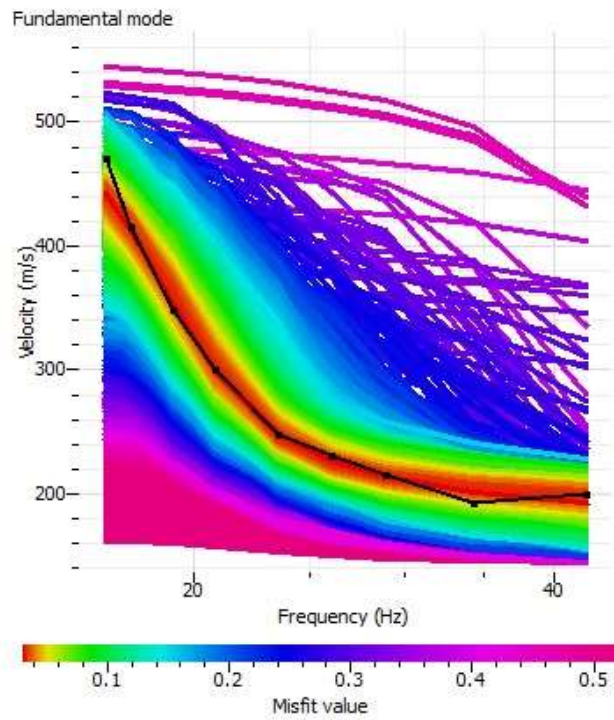
### ELABORAZIONE DEI DATI M22:

**Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stesa eseguita:**

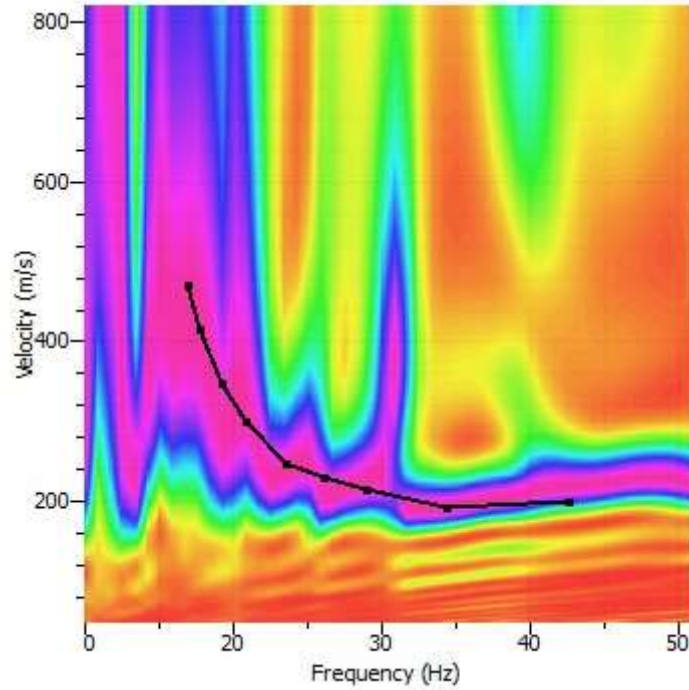
- In **Fig. 220** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;
- In **Fig. 221** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;
- In **Fig. 222** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;
- In **Fig. 223** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;
- In **Fig. 224** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di  $V_{s,eq}$ .



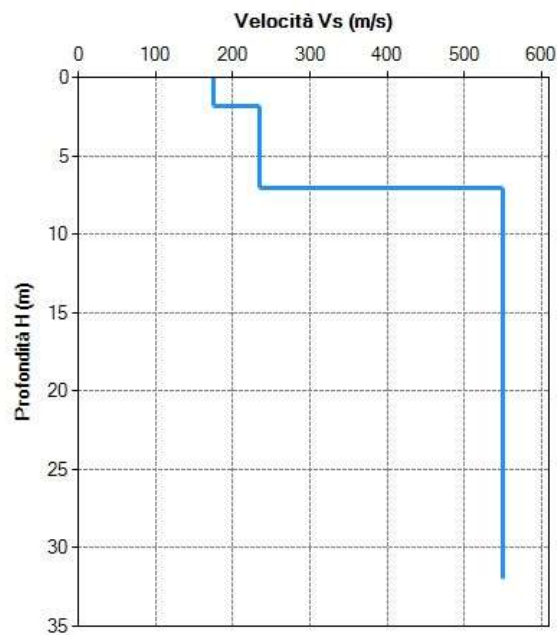
**Fig.220: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M22**



**Fig. 221: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M22**  
 PAGINA 132 di 136



**Fig. 222: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M22**



**Fig. 223: andamento di Vs con la profondità – M22**

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni:  m da p.c.

Caratteristiche dei sismostrati:

▲ Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)
1	1,80	1,80	175,00	1,80	1,80	0,010286
2	7,00	5,20	235,00	7,00	5,20	0,022128
3	32,00	25,00	550,00	30,00	23,00	0,041818

↳\*

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,eq:  m/s

**Fig. 224 tabella per il calcolo di  $V_{seq}$ - M22**

#### 4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE

Riguardo alla **classificazione sismica dei suoli di fondazione** *in situ* prevista dalla Normativa in vigore (**D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni**), vengono identificate n° **5 classi** (denominate rispettivamente **A, B, C, D** e **E**) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<b><u>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 fra 360 m/s e 800 m/s.</u></b>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato

	superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>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 30m.</i>

Per **V<sub>s</sub>equivalente** s'intende la media pesata delle velocità delle onde **S** negli strati fino alla profondità alla quale si incontra il substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s).

Per il suolo di fondazione della zona di studio il parametro **V<sub>s</sub>** equivalente è caratterizzato dalle seguenti velocità rilevate:

- Vs Equivalente M1 pari a **422 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M2 pari a **468 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M3 pari a **414 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M4 pari a **424 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M5 pari a **408 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M6 pari a **396 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M7 pari a **454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M8 pari a **403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M9 pari a **416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M10 pari a **519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B;**
- Vs Equivalente M11 pari a **546 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M12 pari a **539 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**
- Vs Equivalente M13 pari a **511 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,**

PAGINA 135 di 136

- Vs Equivalente M14 pari a 454 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M15 pari a 403 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M16 pari a 416 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M17 pari a 522 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M18 pari a 514 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M19 pari a 519 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M20 pari a 413 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M21 pari a 401 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B,
- Vs Equivalente M22 pari a 404 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria B.

Calcolato, quindi, con la prospezione geofisica **MASW** il valore di **V<sub>seq</sub>** valido è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo B**: tale sottosuolo è definito come *“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 fra 360 m/s e 800 m/s”*.

## IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Carlo Cortese