



1	PROGETTO REV 01	MR	11/21
REV.	DESCRIZIONE E REVISIONE	Sigla	Data
			Firma
		EMESSO	

PROGETTAZIONE	GVC s.r.l. Via della Pineta 1 - 85100 - Potenza email: info@gvcingegneria.it - website: www.gvcingegneria.it P.E.C.: gvcsrl@gigapec.it Direttore Tecnico: dott. ing. MICHELE RESTAINO Collaboratori GVC s.r.l. per il progetto: dott. ing. GIORGIO MARIA RESTAINO dott. ing. CARLO RESTAINO dott. ing. ATILIO ZOLFANELLI	GEOLOGIA Dott. Geol. Vincenzo Cortese Geologo	 GVC SERVIZI DI INGEGNERIA

Committente	VERDE 4 S.R.L.	 Verde 4 s.r.l.	
Comune	COMUNI DI LARINO - URURI - MONTORIO NEI FRENTANI (CB)	COD. RIF	G/129/03/A/01/PD
Opera	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO (LOCALITÀ PIANI DI LARINO)	ELABORATO	FILE
		Categoria	N.°
Oggetto	PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE GEOLOGICA	PD	Scala

		RT-02 <small>Questo disegno è di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta</small>	



SOMMARIO

1. PREMESSA.....Pag. 02

2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO..... Pag. 04

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO.....Pag. 07

4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME.....Pag. 11

5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO

DELL'AREA..... Pag. 16

5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO.....Pag.18

5.2 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO.....Pag.19

5.3 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO.....Pag. 23

6. MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO..... Pag. 25

7. MODELLAZIONE SISMICA DEL LOTTO INVESTIGATO..... Pag. 29

8. CONCLUSIONI.....Pag. 42



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, ha eseguito uno studio di carattere geologico nel tenimento del Comune di **Montorio nei Frentani (CB)**, a corredo del Progetto denominato: "**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO (LOCALITÀ PIANI DI LARINO)**", su incarico di **ECAP SOLUTIONS**.

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 di dettaglio dell'area;*
- *definire la categoria sismica del sottosuolo secondo le Norme del D.M. 17 Gennaio 2018.*

PAGINA 2 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.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 geognostiche, 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.

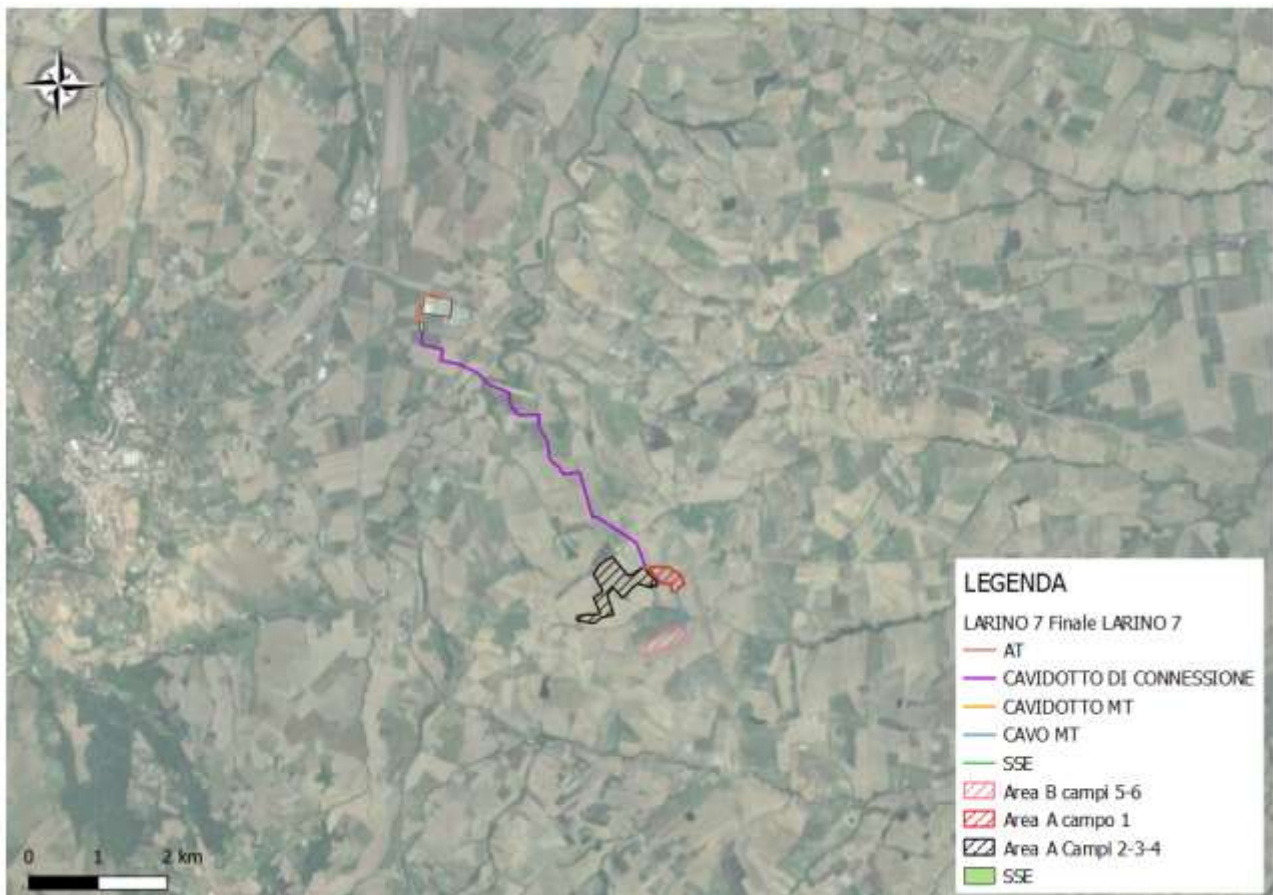


Fig. 1: Immagine aerea dell'area allo studio.



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

L'area interessata dalla presente indagine geologico-technica, trovasi nel territorio comunale di **Montorio nei Frentani** a quote comprese tra i 192 m e i 328 m s.l.m. Tale area risulta cartografata nel F.° **155“SAN SEVERO”** 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 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-technico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona caratterizzata dalla perimetrazione di **rischio MEDIO ed ELEVATO da Frana.**



L'area oggetto di intervento, infine, rientra nelle competenze dell'**Autorità Di Bacino Interregionale**.

Si riporta in seguito la cartografia:

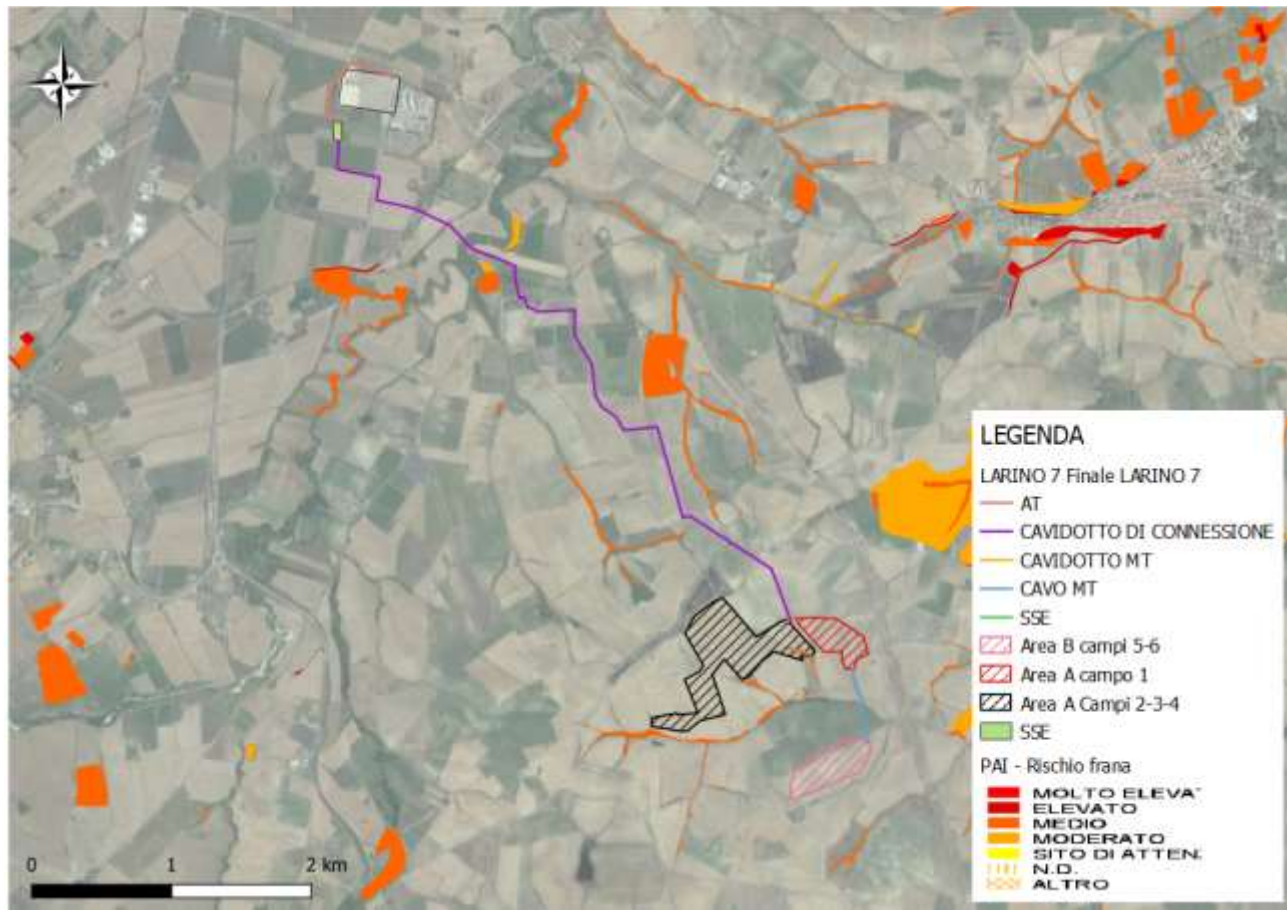


Fig. 2: Stralcio del P.S.A.I.-Rischio da Frana

Detta area, quindi, ricade solo in minima parte, ed in particolare solo nel settore sud, in **AREA ARISCHIO FRANA MODERATO** definito dall'autorità di Bacino Interregionale.

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

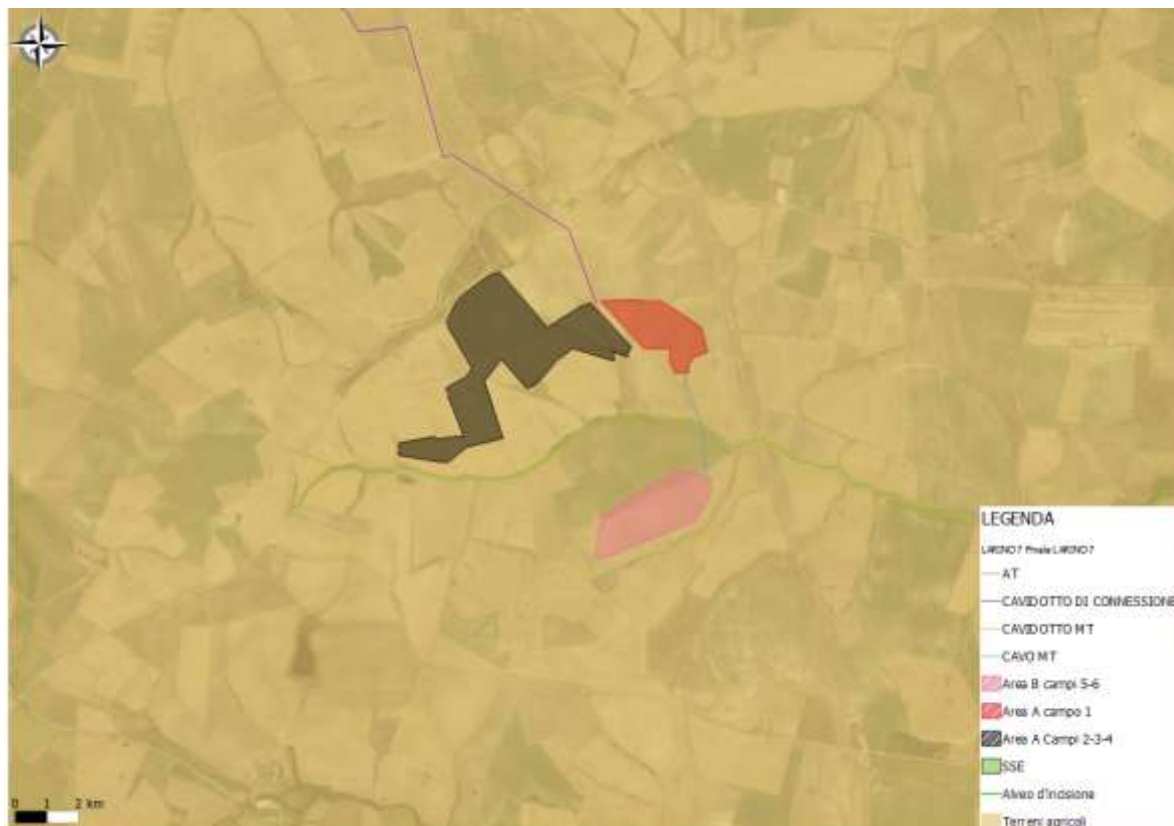


Fig. 3: Stralcio della carta geomorfologica dell'area d'intervento



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 tra il bacino del Fiume Biferno, principale fiume del Molise, e quello del Saccione.

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.

Di tutte le aree in esame, solo parte del Cavidotto di Conessione è interessato da aree a RISCHIO ALLUVIONE MEDIO E MODERATO.

Si riporta di seguito la cartografia:

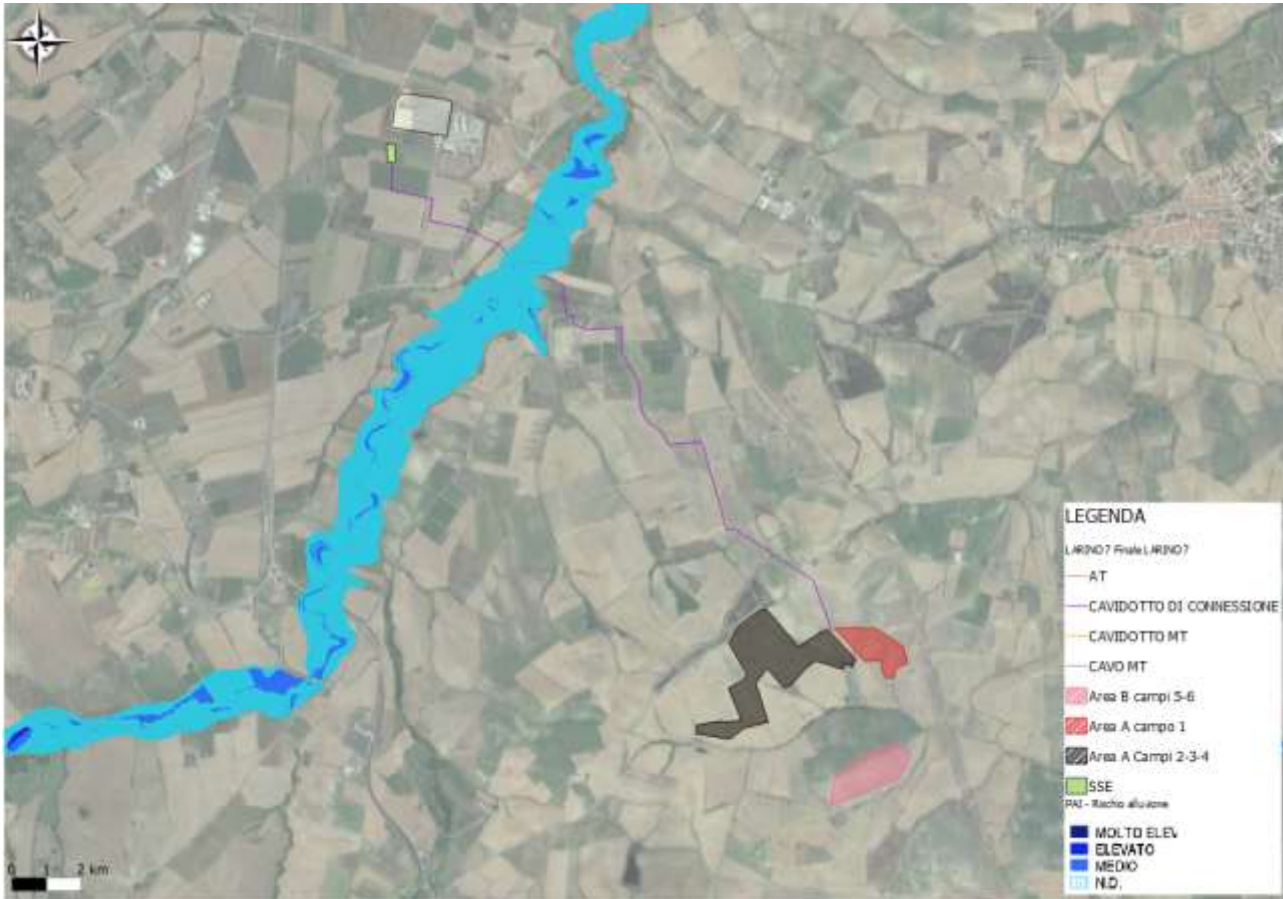


Fig. 4: Stralcio del P.S.A.I.-Rischio alluvione

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



Fig. 5: Corografia dei bacini dell'area d'interesse in scala 1:25.000

Dalle prove geotecniche e geognostiche eseguite in situ non è stata rilevata la presenza di una falda fino ad una profondità di 30 m dal p.c.

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

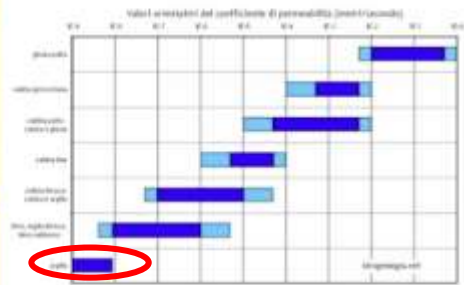
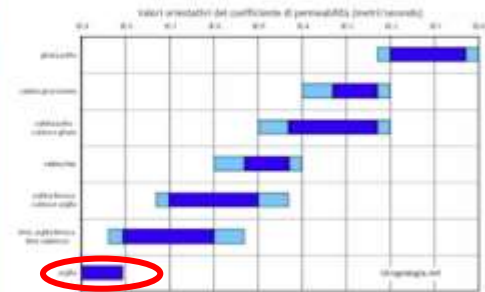
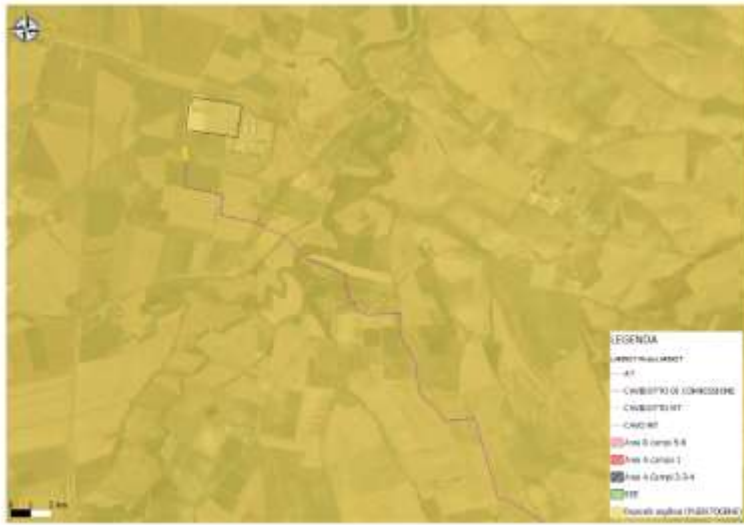


Fig. 6: Carta idrogeologica di dettaglio dell'area di studio



4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME

In **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 foldbelt", 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 avanfossaplio-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.

PAGINA 11 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.it



La situazione geologica descritta è mostrata, di seguito, in **Figura 7**:

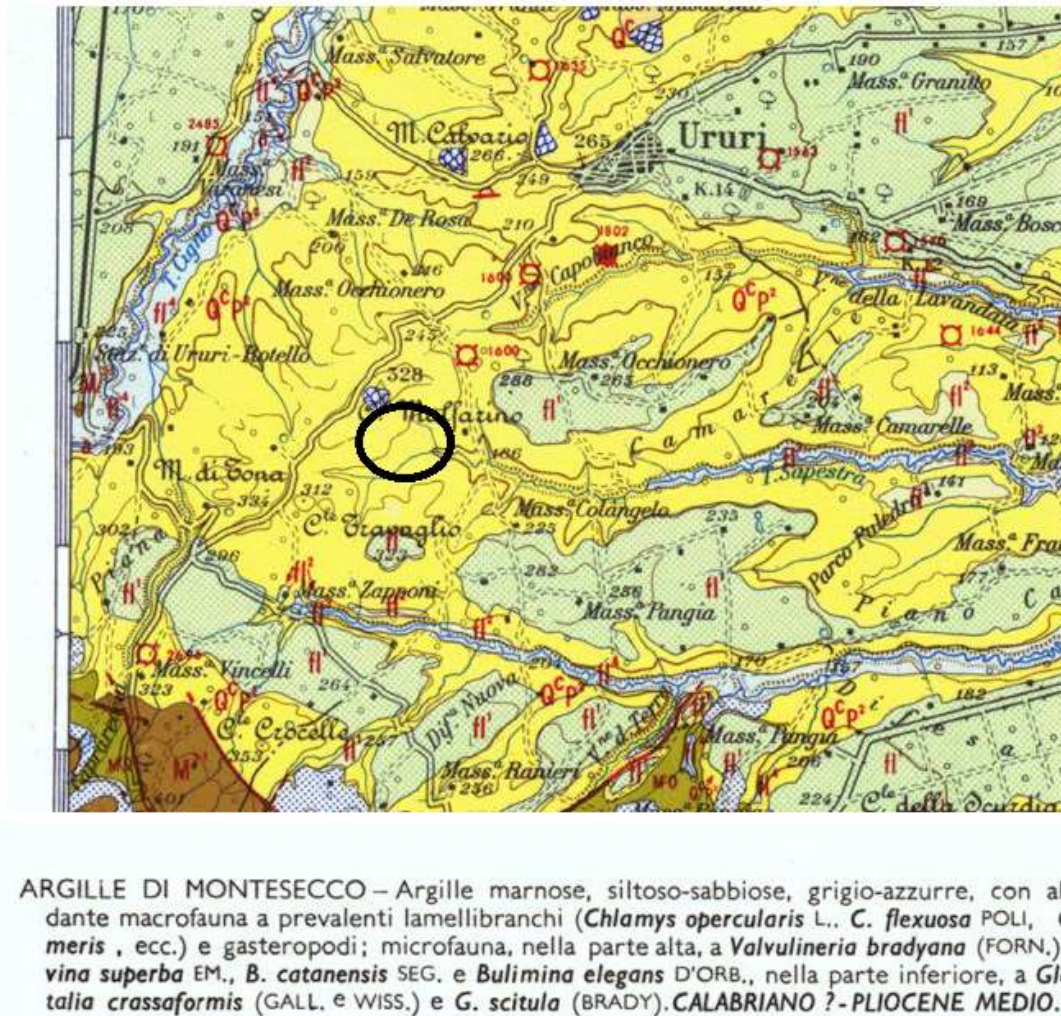


Fig. 7: Stralcio del F.° 155 "SAN SEVERO" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100.000.

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

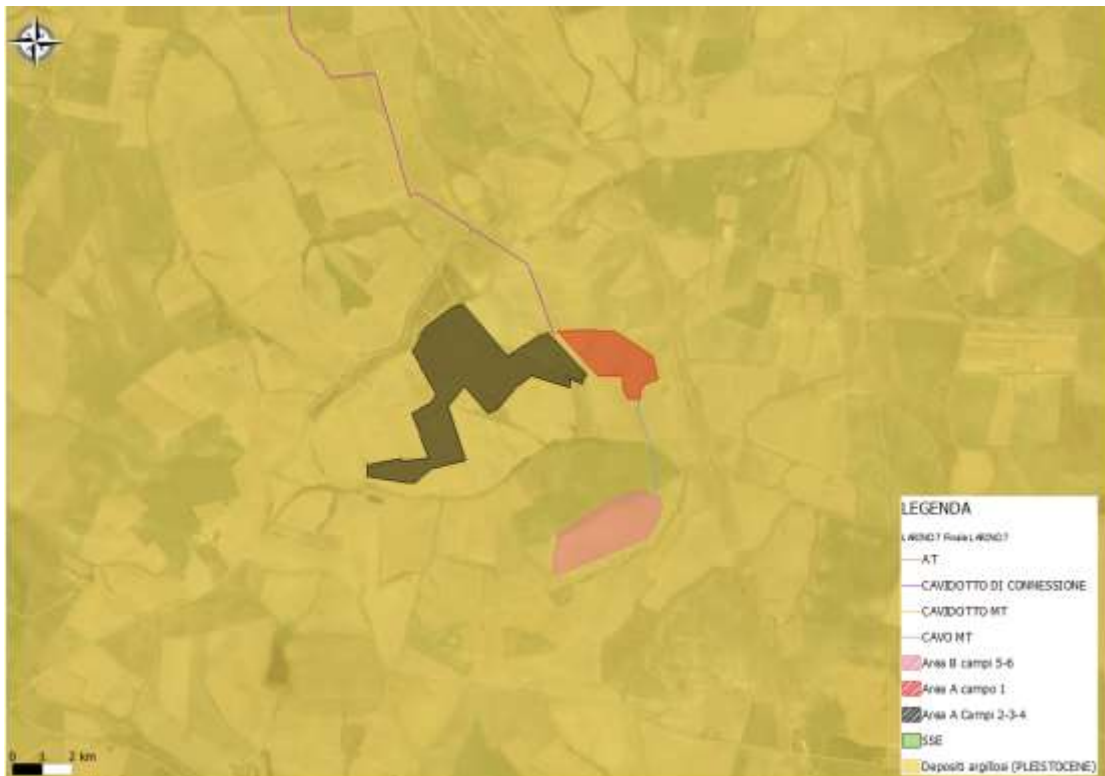


Fig. 8: Stralcio della carta litologica dell'area d'intervento



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

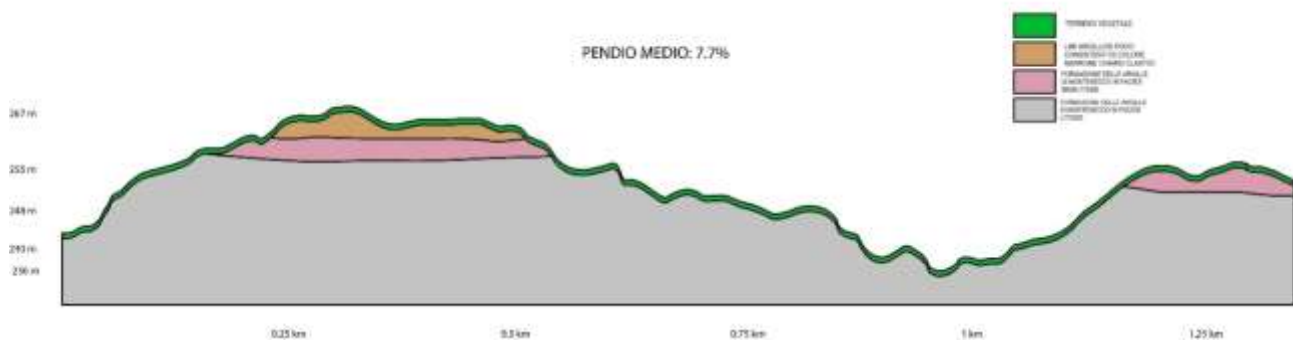


Fig. 9: Sezione A-A' (SW-NE)

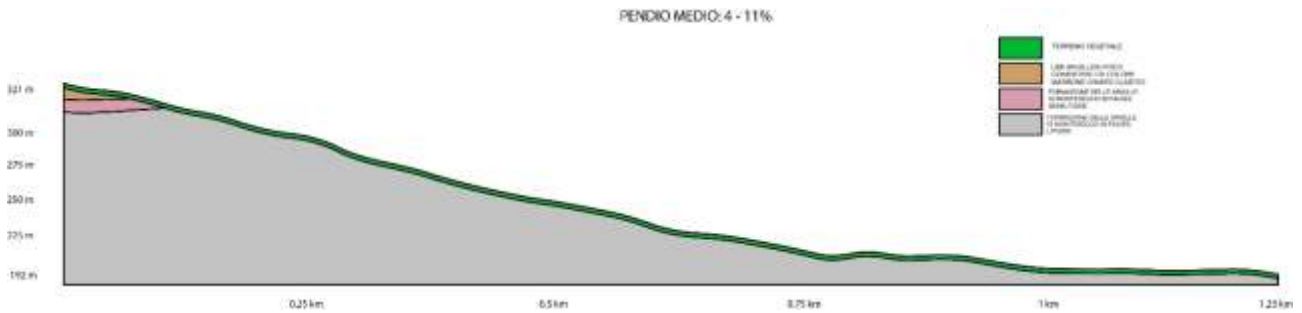
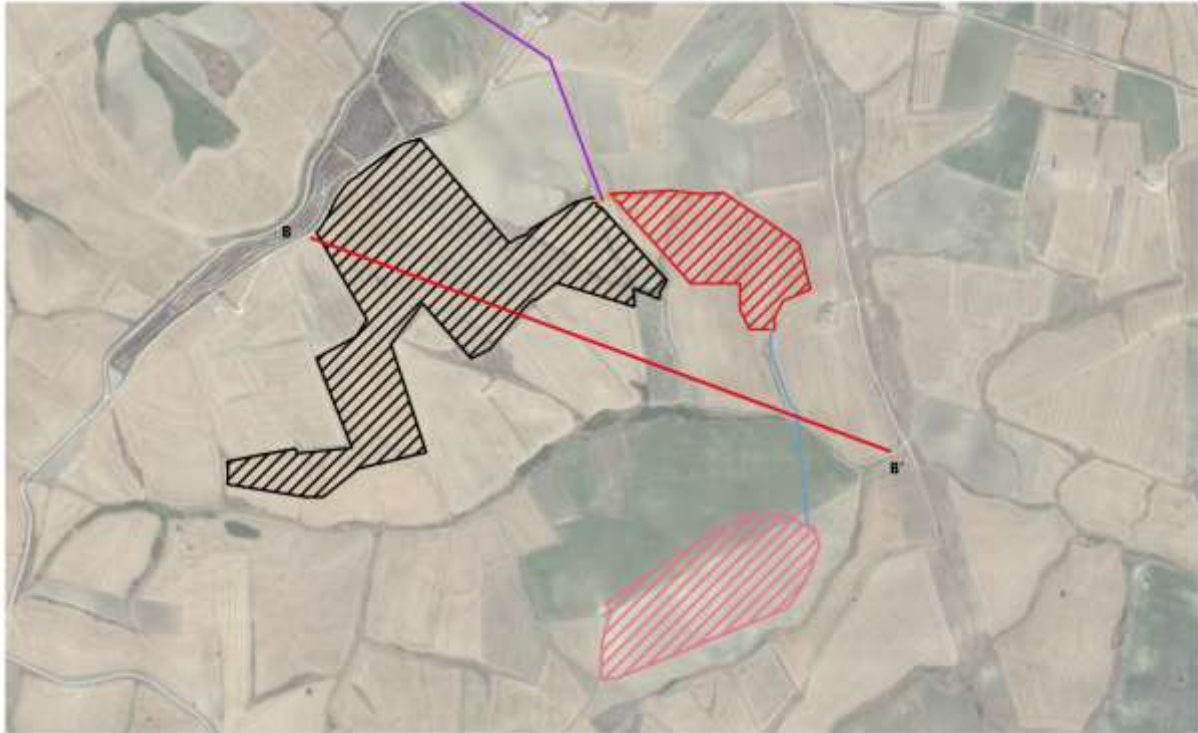


Fig. 10: Sezione B-B' (NW-SE)



5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA

Per la ricostruzione delle caratteristiche **geognostiche, 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 geognostiche in situ, geotecniche in situ e geofisiche *in situ*.

Le **indagini geognostiche** sono consistite in:

- **n.01** sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato S01 spinto fino ad una profondità di 30,00 m dal p.c.

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

- **n. 04** prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH).

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

- **n. 10** prospezioni geofisiche superficiali con tecniche di sismica a rifrazione classica e tomografica, allo scopo di ottenere una sezione sismica da interpretare in chiave geologica;
- **n. 10** prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine MASW, necessarie per la misurazione del valore delle V_{seq} , allo scopo di classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle N.T. vigenti;

Una corretta ubicazione delle indagini eseguite è riportata, di seguito, in **Figura 11**.

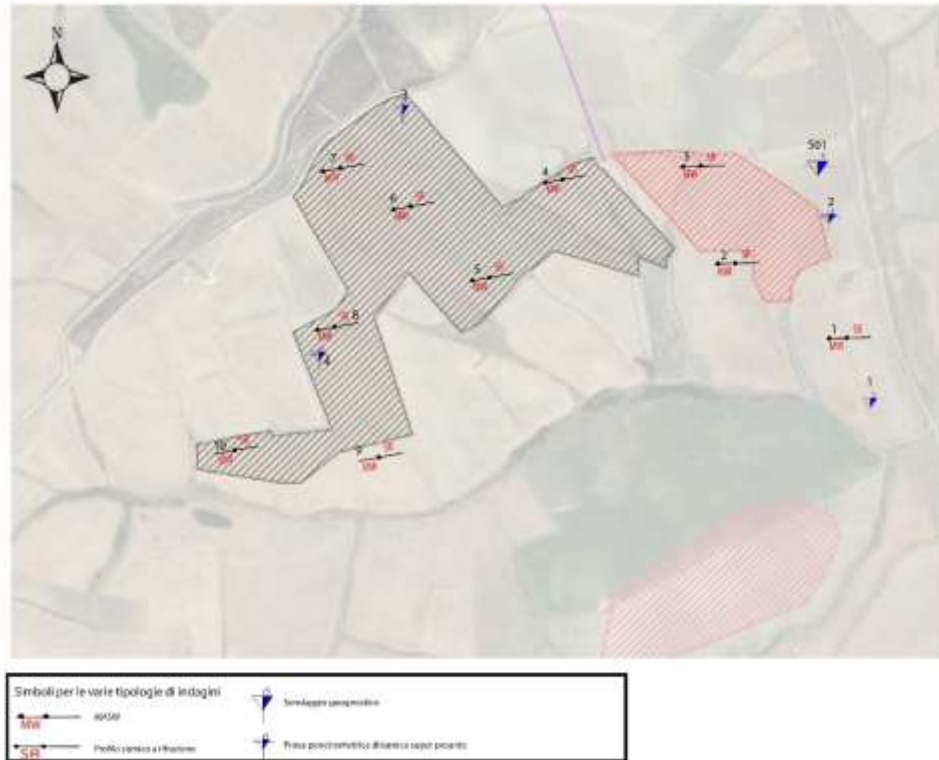


Fig. 11: Ubicazione delle indagini geotecniche, geognostiche e geofisiche eseguite.



5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

Per caratterizzare, a livello geologico, geotecnico e geofisico le litologie caratterizzanti l'area di studio, sono stati dapprima consultati tutti i dati di letteratura a disposizione del redattore.

Per confrontare i dati di letteratura alla situazione in esame e per caratterizzare a livello puntuale l'area, è stato eseguito, *in situ*, un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche.

In questo paragrafo sono descritte le **indagini di natura geognostica** effettuate nell'area di studio, consistite più precisamente in:

- *n° 01 sondaggio geognostico a carotaggio continuo denominato S01 spinto fino ad una profondità di 30,00 m dal p.c.* La suddetta prospezione diretta è stata eseguita nel mese di **DICEMBRE 2020**.

La metodica è stata quella della perforazione con carotiere semplice a carotaggio continuo ai fini di una precisa visione delle litologie attraversate e di una buona conservazione delle carote estratte nonostante il disturbo laterale dovuto alla rotazione.

In **ALLEGATO N.1** sono riportate le descrizioni stratigrafiche integrali relative alla prospezione diretta eseguita *in situ*.



5.2 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

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

- **N° 04 Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH**, denominate **DPSH1, DPSH2, DPSH3 e DPSH4** spinte rispettivamente fino ad una profondità di 14,80 – 14,80 – 12,00 e 13,00 metri dal p.c.

Le *indagini geotecniche in sito* sono state eseguite, nel mese di **DICEMBRE2020**.

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.



METODOLOGIA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (pertratti consecutivi) 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 α)*
- *avanzamento (penetrazione) d*
- *presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).*

PAGINA 20 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.it



Con riferimento alla classificazione **ISSMFE** (1988) dei diversi tipi di **penetrometri dinamici** (vedi tabella 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 ($a = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² 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 $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.
- **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 $A = 20.27$ cm² 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 $A = 20,0 - 20,43$ cm², 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 : Mb	0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA : D	51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA : A	20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA : α	90°
LUNGHEZZA DELLE ASTE : La	1,00m
PESO ASTE PER METRO : Ma	6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1°ASTA : P1	0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA : d	0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA : Ns Ni(20)	Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO : $Q = (MB) / (A \cdot d) = 11,05565$ kg/cm ² (prova SPT: $Q_{sp} = 7,83$ kg/cm ²)	
COEFF. TEORICO DI ENERGIA : $\beta_1 = Q_{sp} / N_{sp} = 1,489$ (teoricamente: $N_{sp} = \beta_1 \cdot N$)	

Specifiche tecniche del Penetrometro utilizzato in situ.

In ALLEGATO N. 2 sono riportati i certificati relativi alle INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO.

PAGINA 22 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.it



5.3 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

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

- **n. 10 prospezioni geofisiche superficiali con tecniche di sismica a rifrazione classica e tomografica**, allo scopo di ottenere una sezione sismica da interpretare in chiave geologica;
- **n. 10 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine MASW**, necessarie per la **misurazione del valore delle V_{seq}** , allo scopo di classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle **N.T.** vigenti;

Le **indagini geofisiche** sono state eseguite dalla **Ditta GEOSECURE SRL**, nel mese di DICEMBRE 2020: nell'**ALLEGATO SISMICO (Allegato N. 3)** sono riportati gli elaborati relativi alle indagini geofisiche eseguite e la corretta ubicazione delle indagini stesse.

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 è ottenuto tale risultato:

- **V_s Equivalente M1 pari a 341 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M2 pari a 338 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**



- Vs Equivalente M3 pari a 324 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M4 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M5 pari a 336 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M6 pari a 345 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M7 pari a 339 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M8 pari a 347 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M9 pari a 335 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M10 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C.

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche i valori di V_{seq} validi per detto intervallo è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo C**: tale sottosuolo è definito come *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, 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."*, secondo il **D.M. 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni**.

In ALLEGATO N. 3 sono riportati i certificati relativi alle prove stesse.



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 geognostiche, geotecniche e geofisiche in situ**, 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**, come si riporta nella **Figura 12**, inerente la descrizione lito-stratigrafica dei sondaggi geognostici **ESEGUITI IN SITU**.

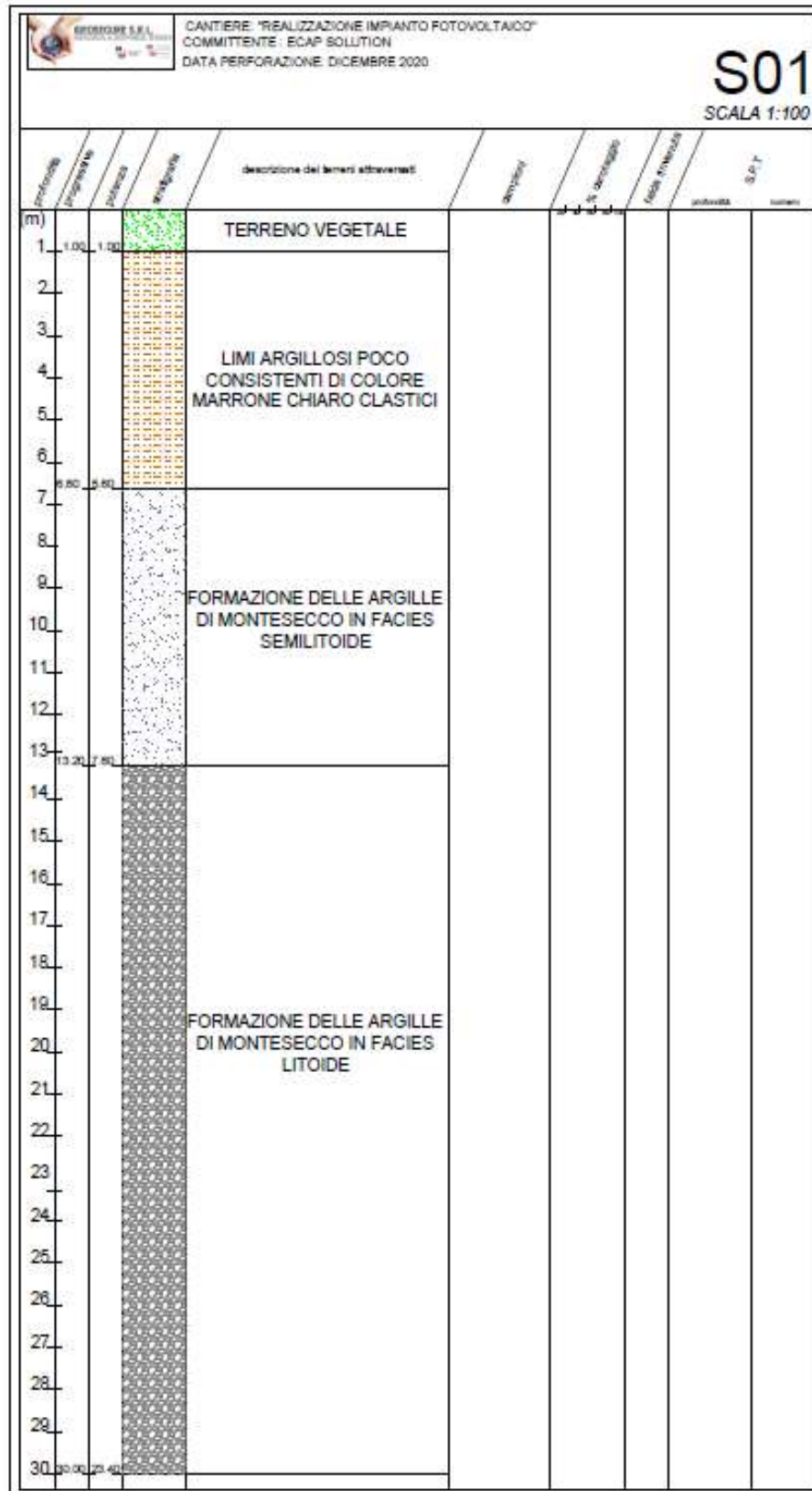


Fig. 12: sondaggio S01



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 una sintesi dei parametri geotecnici fondamentali del terreno di fondazione e dei parametri sismici ed elastici ricavati dall'esecuzione delle prospezioni geofisiche:

Parametri geotecnici dedotti dalle prove geotecniche eseguite in situ.

PROVA N.1

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Mod. Edometrico o E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,60	9	COESIVO	1,14	1,94	2,13	113,88	91,10	18,22
2	DA METRI 6,60 A METRI 13,20	22	COESIVO	2,75	2,11	2,14	219,70	219,70	43,94
3	DA METRI 13,20 A METRI 14,80	42	COESIVO	5,26	2,50	2,50	421,10	421,10	84,22

PROVA N.2

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Mod. Edometrico o E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,60	9	COESIVO	1,13	1,94	2,13	113,38	90,70	18,14
2	DA METRI 6,60 A METRI 13,20	23	COESIVO	2,82	2,11	2,16	225,60	225,60	45,12
3	DA METRI 13,20 A METRI 14,80	43	COESIVO	5,38	2,50	2,50	430,40	430,40	86,08



PROVA N.3

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Mod. Edometric o E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 1,00	5	COESIVO	0,56	1,73	1,87	56,38	45,10	9,02
2	DA METRI 1,00 A METRI 5,80	10	COESIVO	1,29	1,98	2,18	103,50	103,50	20,70
3	DA METRI 5,80 A METRI 10,20	22	COESIVO	2,71	2,11	2,14	216,70	216,70	43,34
4	DA METRI 10,20 A METRI 12,00	41	COESIVO	5,08	2,50	2,50	406,10	406,10	81,22

PROVA N.4

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Mod. Edometric o E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 6,60	9	COESIVO	1,16	1,95	2,14	116,13	92,90	18,58
2	DA METRI 6,60 A METRI 12,00	23	COESIVO	2,81	2,11	2,16	225,00	225,00	45,00
3	DA METRI 12,00 A METRI 13,00	45	COESIVO	5,64	2,50	2,50	451,20	451,20	90,24



7 MODELLO 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.

La ricostruzione della successione litostratigrafica dedotta dai sondaggi effettuati su tutto il territorio comunale, prevede la presenza di depositi argillosi.

Una tale situazione geolitologica nonché geomeccanica, fa sì che uno sciame sismico che percorre lo strato litoide (basamento con $V_s > 800$ m/sec), presenta delle velocità delle onde sismiche di taglio abbastanza elevate, ma tutte le onde vengono attenuate secondo una ben determinata legge di



attenuazione (resta sempre valida la regola generale che i danni prodotti e quindi la distribuzione degli effetti, sono funzione inversa alla distanza dalla sorgente e dal meccanismo di liberazione dell'energia).

Viceversa i terreni sciolti più superficiali, a differenza del basamento litoide che ha una risposta elastica alle sollecitazioni, tendono ad avere un comportamento visco-elastico, e quindi attenuano certe frequenze, mentre ne amplificano altre.

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.



VERIFICA DELLA LIQUEFAZIONE IN CONDIZIONISISMICHE

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 $(Nl)_{60} > 30$ oppure $qc_{IN} > 180$ dove $(Nl)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e qc_{IN} 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 $U_c > 3,5$.

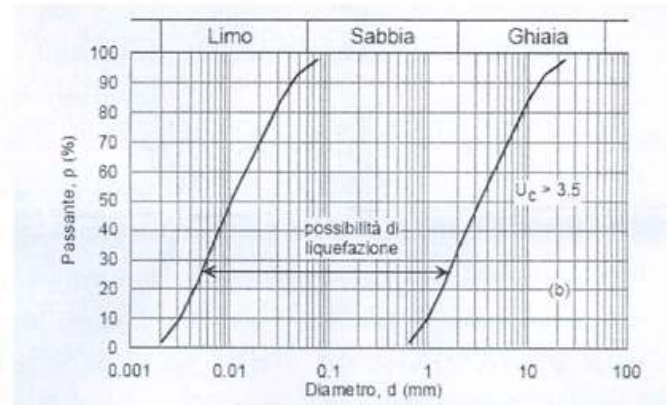
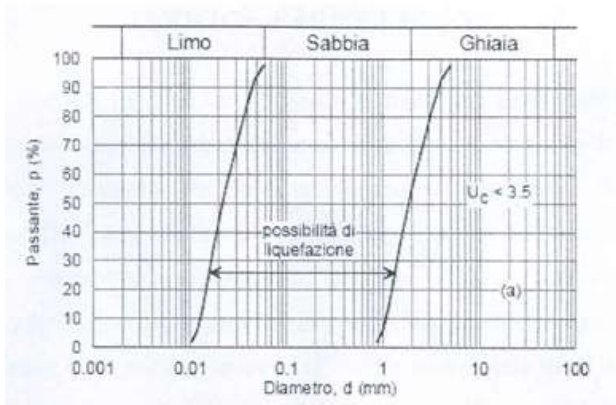


Figura 7.11.1(b) DM 14-01-2008

Nel caso specifico, dato l'assortimento granulometrico, il deposito 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
A	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	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
C	<u><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i></u>
D	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 100m/s e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m



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.

Per il suolo di fondazione della zona di studio le V_{seq} mostrano i seguenti valori:

- **V_s Equivalente M1 pari a 341 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M2 pari a 338 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M3 pari a 324 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M4 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M5 pari a 336 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M6 pari a 345 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M7 pari a 339 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M8 pari a 347 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M9 pari a 335 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M10 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C.**



Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche i valori di V_{seq} validi per detto intervallo è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo C**: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 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**, **F_{oe}** **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_{seq}** riconducibili alla **Categoria di Suolo di tipo C**.

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**, **F_o** 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 **S_s** e **C_c** 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 **T_s**.

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 2: 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	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{l_E} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
→ C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{l_E} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{l_E} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_o \cdot \frac{a_E}{l_E} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Tabella 3: 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 4: 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 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 (a_{max})**, che viene riportata di seguito nella seguente espressione:

$$a_{max} = a_g * S_s * S_t$$

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

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

- **Coefficiente sismico orizzontale $K_h = \beta S * a_{max} / g$** (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 5** 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 $V_s > 800$ m/s, validi per il territorio nazionale.



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

Tabella 5: Zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido.

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



STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA



GeoStru
Pericolosità sismica di base e di sito. Design by software proprietario.

About Us
 Prodotti
 Group
 Contattaci
 Home

Mappe Satellite

Visualizza i vertici della maglia di appartenenza

Stati limite

Criterio Edificio
 IV Funzione pubblica a strutture ingombranti
 Via Nuova
 Manutenzione

CU = 2

Distanza
 Distanza

Stato Limite	Tij (anni)	qj (kN)	Fq	Tc (s)
Quadrilatero (SLC)	42	4.111	2.596	0.218
Dato (SLD)	202	0.138	2.511	0.228
Struttura (SLC)	917	0.038	2.438	0.207
Previsione colosso (SLC)	2475	0.088	2.435	0.208
Periodo di riferimento per l'azione sismica	212			

Coefficienti sismici

Stato di sviluppo che non sono in grado di essere spostati
 Stato di sviluppo che non sono in grado di essere spostati

Stato di sviluppo che non sono in grado di essere spostati
 Stato di sviluppo che non sono in grado di essere spostati

Stato di sviluppo che non sono in grado di essere spostati
 Stato di sviluppo che non sono in grado di essere spostati

CC	SLD	SLD	SLV	SLC
SE (impedimento sismologica)	1.50	1.49	1.21	1.16
CC (dalle tinte caligrafiche)	1.53	1.52	1.48	1.47
SI (distanza topografica)	1.50	1.00	1.05	1.00

Distanza massima attesa e (da ipocentro)

Coefficiente	SLD	SLD	SLV	SLC
IV	0.165	0.206	0.448	0.827
IV	0.083	0.145	0.235	0.214
Area (m ²)	1427	2325	3885	4100
Dato	1300	1200	1300	1000



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, ha eseguito uno studio di carattere geologico nel tenimento del Comune di **Montorio nei Frentani (CB)**, a corredo del Progetto denominato: "**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO (LOCALITÀ PIANI DI LARINO)**", su incarico di **ECAP SOLUTIONS**.

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 42 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.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 geognostiche, geotecniche e geofisiche in situ.

L'area interessata dalla presente indagine geologico-tecnica, trovasi nel territorio comunale di **Montorio nei Frentani** a quote comprese tra i 192 m e i 328 m s.l.m. Tale area risulta cartografata nel F.° 155 "SAN SEVERO" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100.000.

Detta area ricade solo in minima parte, ed in particolare solo nel settore sud, in **AREA ARISCHIO FRANA MODERATO** definito dall'autorità di Bacino Interregionale, e solo parte del Cavidotto di Connesione è interessato da aree a **RISCHIO ALLUVIONE MEDIO E MODERATO**.

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 geognostiche, geotecniche e geofisiche *in situ*.

Le indagini geognostiche sono consistite in:

- **n.01** sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato S01 e spinto fino ad una quota di 30,00 m dal p.c.

PAGINA 43 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.it



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

- **n. 04** prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)

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

- **n. 10** prospezioni geofisiche superficiali con tecniche di **sismica a rifrazione** classica e tomografica, allo scopo di ottenere una sezione sismica da interpretare in chiave geologica;
- **n. 10** prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine **MASW**, necessarie per la misurazione del valore delle V_{seq} , allo scopo di classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle N.T. vigenti;

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 è ottenuto tale risultato:

- **V_s Equivalente M1 pari a 341 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M2 pari a 338 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M3 pari a 324 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,**



- Vs Equivalente M4 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M5 pari a 336 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M6 pari a 345 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M7 pari a 339 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M8 pari a 347 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M9 pari a 335 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C,
- Vs Equivalente M10 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a - 30,00 mt = suolo categoria C.

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di V_{seq} validi per detto intervallo è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo C: tale sottosuolo è definito come *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, 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”* secondo il **D.M. 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni**.



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

Non è stata rilevata la presenza di una falda fino ad una profondità di 30 m dal p.c.

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

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.

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.

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 SISMICA2**.

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. 17.1.2018 ai sensi delle Leggi 1086 del 1971 e 64 del 1974, poi diventate D.P.R. 380 del 2001.

Si fa presente che negli Allegati sono riportati i seguenti elaborati:

- **ALLEGATO N.1:** REPORT CAMPAGNA D'INDAGINI GEOGNOSTICHE;
- **ALLEGATO N.2:** REPORT CAMPAGNA D'INDAGINI GEOTECNICHE;
- **ALLEGATO N.3:** REPORT CAMPAGNA D'INDAGINI GEOFISICHE;

La documentazione fotografica delle indagini effettuate è riportata negli allegati.

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Vincenzo CORTESE



ALLEGATO N. 1

REPORT CAMPAGNA

D'INDAGINI GEOGNOSTICHE

PAGINA 48 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.it



ALLEGATO N. 2

**REPORT CAMPAGNA
D'INDAGINI GEOTECNICHE**

PAGINA 49 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.it



ALLEGATO N. 3

REPORT CAMPAGNA

D'INDAGINI GEOFISICHE

PAGINA 50 di 50

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGO VINCENZO CORTESE

INDIRIZZO: VIA BARCELLONA N° 20 - 86021 BOJANO (CB)

TELEFONO: 0874/783120 FAX: 0874/773186 MOBILE: 328.6429991

E-MAIL: vincenzocortese@live.it

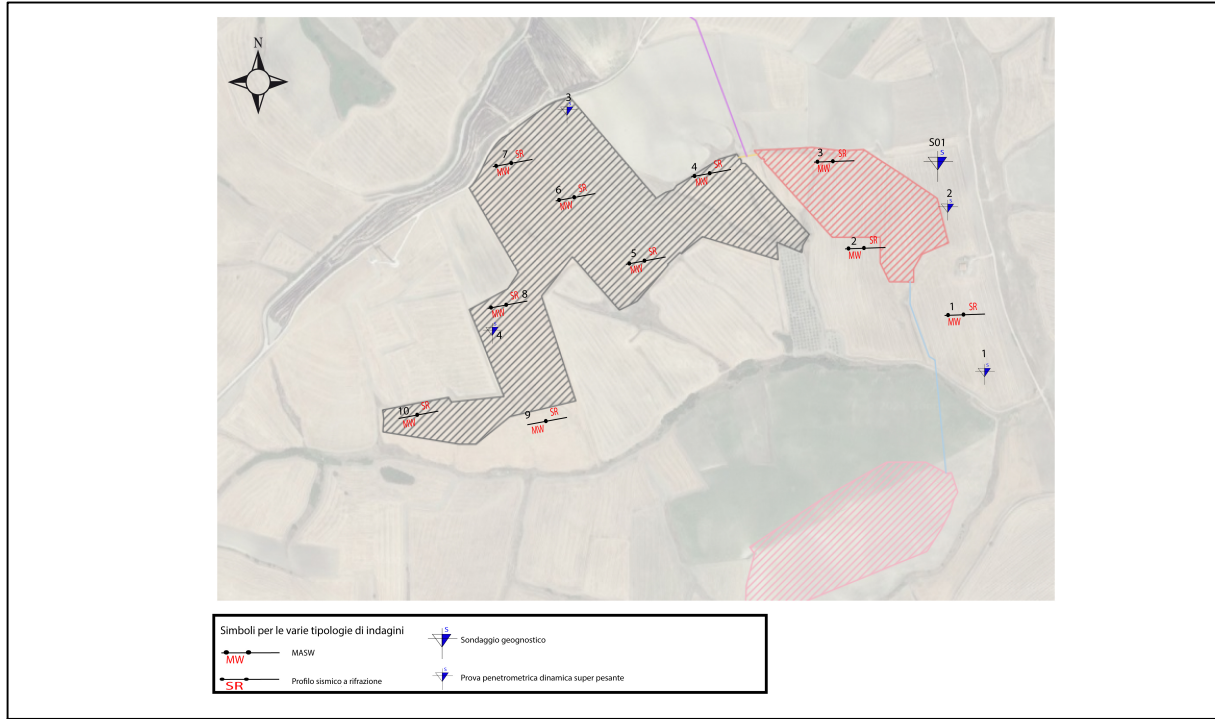


CANTIERE: "REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO"
 COMMITTENTE : ECAP SOLUTION
 DATA PERFORAZIONE: DICEMBRE 2020

S01
 SCALA 1:100

profondità (m)	Progressive	potenza	stratigrafia	descrizione dei terreni attraversati	campioni	% carotaggio	falda rinvenuta	S.P.T. profondità numero
1	1.00	1.00		TERRENO VEGETALE				
2				LIMI ARGILLOSI POCO CONSISTENTI DI COLORE MARRONE CHIARO CLASTICI				
3								
4								
5								
6								
7	6.60	5.60		FORMAZIONE DELLE ARGILLE DI MONTESECCO IN FACIES SEMILITOIDE				
8								
9								
10								
11								
12								
13	13.20	7.60		FORMAZIONE DELLE ARGILLE DI MONTESECCO IN FACIES LITOIDE				
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30	30.00	23.40						

UBICAZIONE



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Perforatrice idraulica mod. joy 1 geo

CERTIFICATI PROVE IN SITO

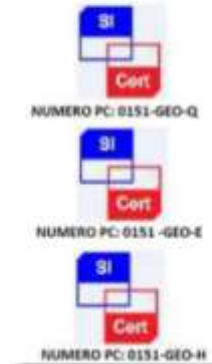


Available versions		
DP Only	CPT Only	DP + CPT
■ DPSH	■ 200kN	■ DPSH + 200 kN
= DPH		= DPH + 200 kN
= DPM		= DPM + 200 kN
Rotary head		

Legend	
■	Standard
=	Optional



ATT. N. 7918/63/01



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

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

MAIL: info@geosecure.it SITO: www.geosecure.it

COMMITTENTE : ECAP SOLUTIONS

OGGETTO : PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO (LOCALITÀ PIANI DI LARINO)

SITO: MONTORIO DEI FRENTANI (CB)

CODICE DOCUMENTO: CPS 364/20 DPSH

SPERIMENTATORE	DIRETTORE TECNICO	REV. 0
DOTT. ANTONINO CARUSO	DOTT. CARLO CORTESE	DATA DICEMBRE 2020

NUMERO E TIPOLOGIE DI PROVE IN SITU

N. 4 PROVE PENETROMETRICHE DI TIPO DPSH A PUNTA CHIUSA

NEL MESE DI **DICEMBRE 2020** LA GEOSECURE SRL HA ESEGUITO NEL TENIMENTO DI **MONTORIO DEI FRENTANI (CB)** 4 PROSPEZIONI GEOTECNICHE IN SITU DI TIPO DPSH, SU INCARICO DI **ECAP SOLUTIONS** IN RELAZIONE ALLA PRATICA EDILE DENOMINATA **“PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO (LOCALITÀ PIANI DI LARINO)”**.

IL FASCICOLO, COSTITUITO DA N. PAG. 17, E' RILASCIATO IN TRIPLICE COPIA IN ORIGINALE.

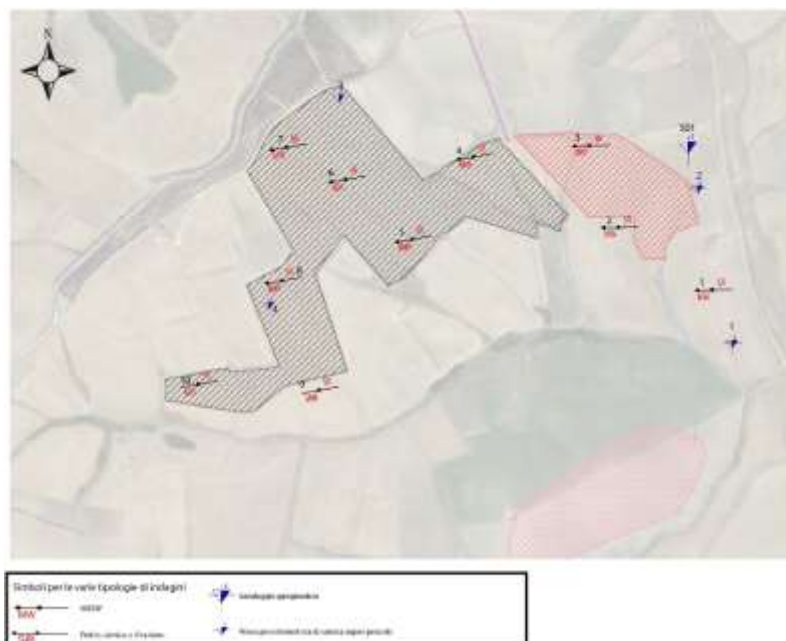


Fig.1: Ubicazione delle indagini effettuate

PROVA N.1

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

Prova eseguita in data

Profondità prova

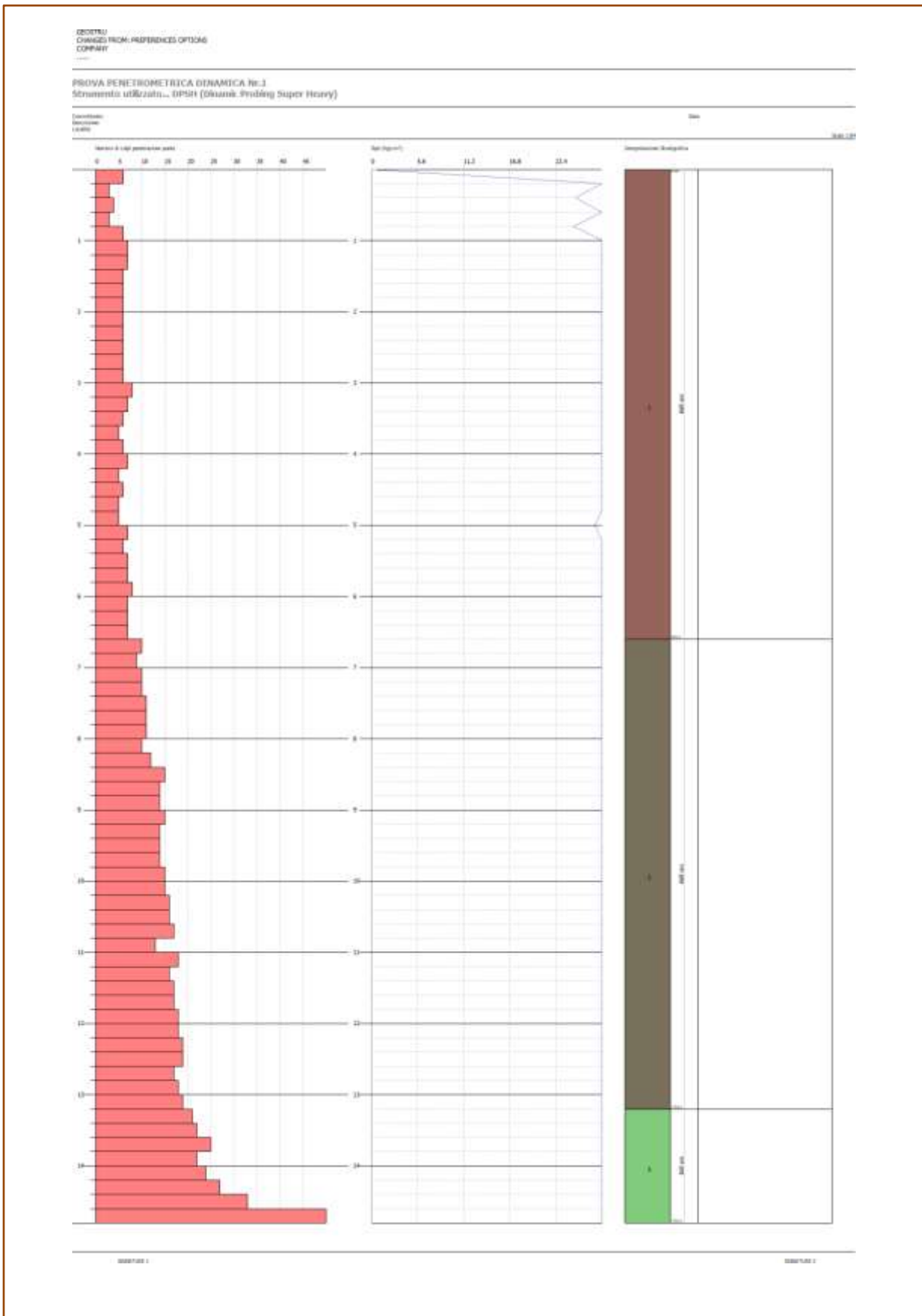
14,80 mt

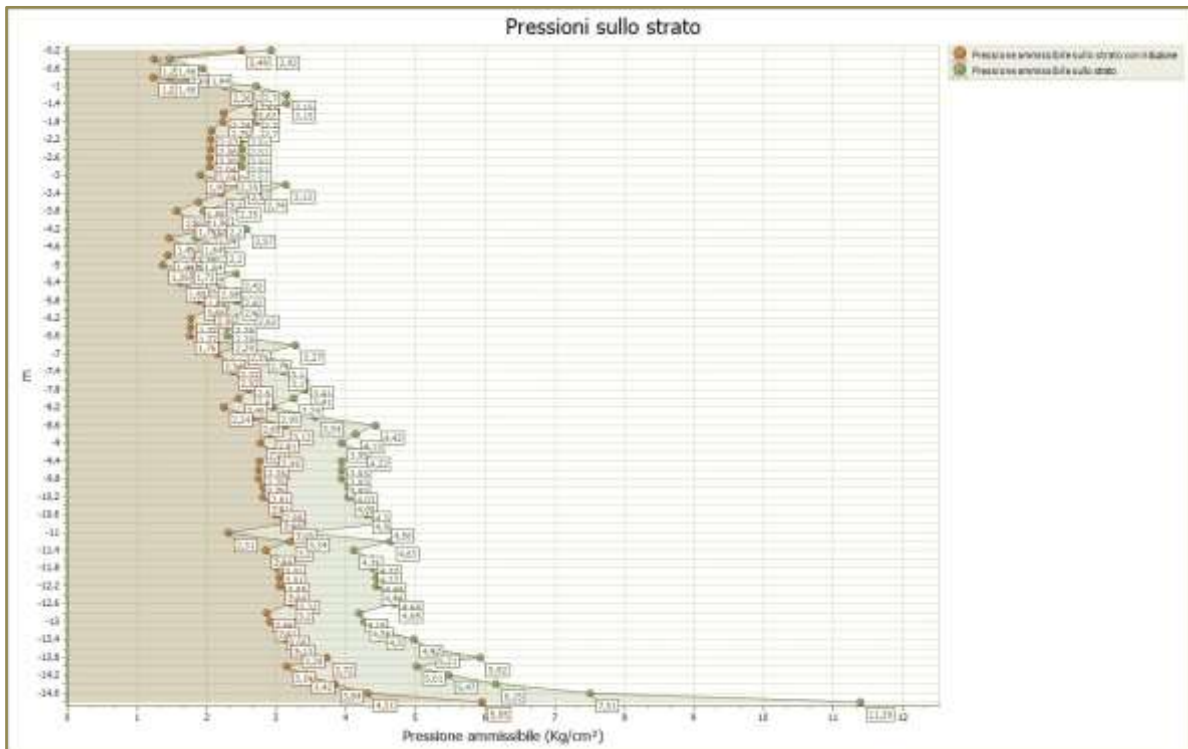
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	6	0,855	49,83	58,31	2,49	2,92
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	6	0,840	45,30	53,94	2,26	2,70
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	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	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
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	6	0,814	40,86	50,18	2,04	2,51
2,80	6	0,811	40,72	50,18	2,04	2,51
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
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	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	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	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	7	0,783	37,91	48,42	1,90	2,42
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	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
6,20	7	0,774	35,42	45,78	1,77	2,29
6,40	7	0,772	35,34	45,78	1,77	2,29
6,60	7	0,770	35,27	45,78	1,76	2,29
6,80	10	0,769	50,28	65,40	2,51	3,27
7,00	9	0,767	42,82	55,82	2,14	2,79
7,20	10	0,766	47,49	62,02	2,37	3,10

7,40	10	0,764	47,39	62,02	2,37	3,10
7,60	11	0,763	52,03	68,22	2,60	3,41
7,80	11	0,761	51,94	68,22	2,60	3,41
8,00	11	0,760	49,30	64,87	2,46	3,24
8,20	10	0,759	44,74	58,97	2,24	2,95
8,40	12	0,757	53,59	70,77	2,68	3,54
8,60	15	0,706	62,45	88,46	3,12	4,42
8,80	14	0,705	58,18	82,56	2,91	4,13
9,00	14	0,703	55,36	78,70	2,77	3,93
9,20	15	0,702	59,22	84,32	2,96	4,22
9,40	14	0,701	55,17	78,70	2,76	3,93
9,60	14	0,700	55,08	78,70	2,75	3,93
9,80	14	0,699	54,99	78,70	2,75	3,93
10,00	15	0,698	56,20	80,54	2,81	4,03
10,20	15	0,697	56,11	80,54	2,81	4,03
10,40	16	0,696	59,75	85,91	2,99	4,30
10,60	16	0,694	59,66	85,91	2,98	4,30
10,80	17	0,693	63,30	91,28	3,16	4,56
11,00	13	0,692	46,26	66,82	2,31	3,34
11,20	18	0,691	63,96	92,51	3,20	4,63
11,40	16	0,690	56,76	82,23	2,84	4,11
11,60	17	0,689	60,22	87,37	3,01	4,37
11,80	17	0,688	60,13	87,37	3,01	4,37
12,00	18	0,687	60,97	88,71	3,05	4,44
12,20	18	0,686	60,88	88,71	3,04	4,44
12,40	19	0,685	64,16	93,64	3,21	4,68
12,60	19	0,684	64,07	93,64	3,20	4,68
12,80	17	0,683	57,24	83,79	2,86	4,19
13,00	18	0,682	58,13	85,22	2,91	4,26
13,20	19	0,681	61,26	89,95	3,06	4,50
13,40	21	0,630	62,63	99,42	3,13	4,97
13,60	22	0,629	65,51	104,15	3,28	5,21
13,80	25	0,628	74,31	118,35	3,72	5,92
14,00	22	0,627	62,81	100,20	3,14	5,01
14,20	24	0,626	68,40	109,31	3,42	5,47
14,40	27	0,625	76,81	122,97	3,84	6,15
14,60	33	0,573	86,19	150,30	4,31	7,51
14,80	50	0,522	118,94	227,73	5,95	11,39





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.2

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

Prova eseguita in data

Profondità prova

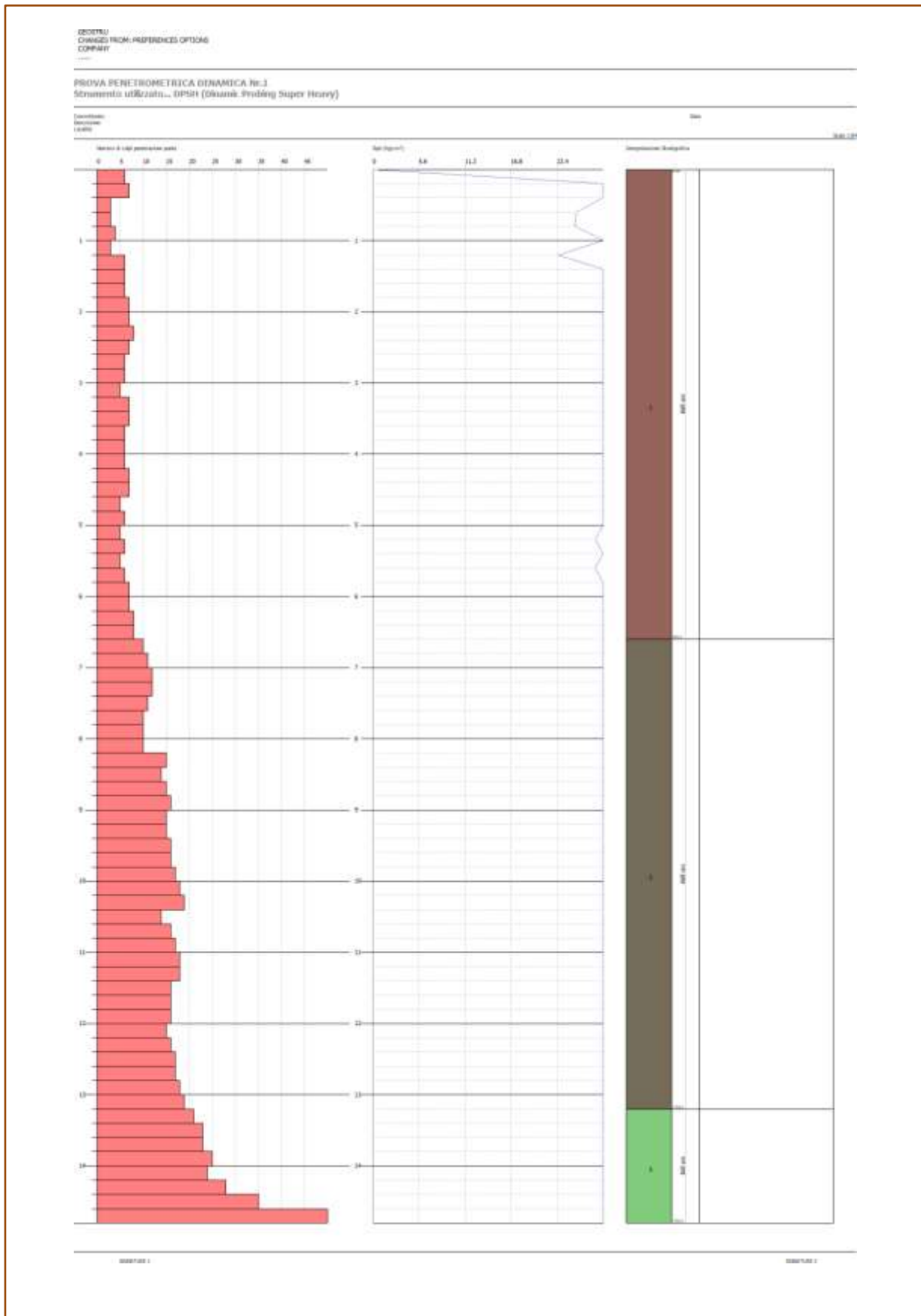
14,80 mt

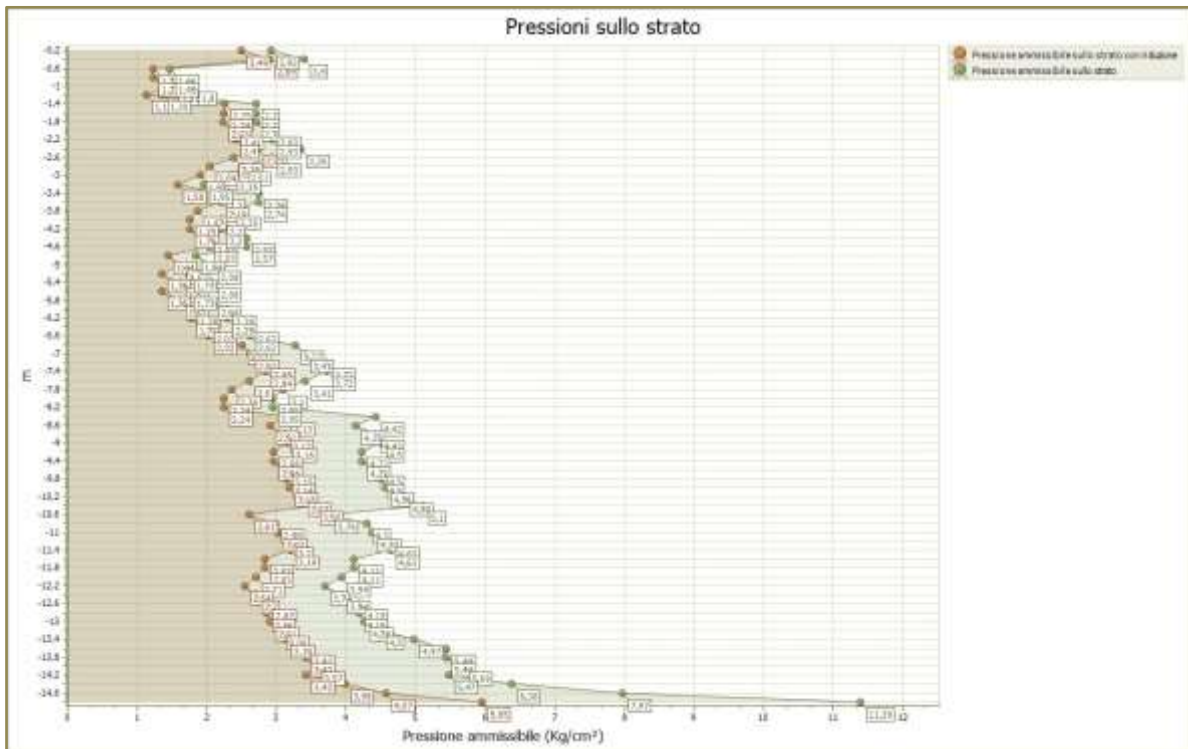
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	6	0,855	49,83	58,31	2,49	2,92
0,40	7	0,851	57,87	68,02	2,89	3,40
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	3	0,836	22,55	26,97	1,13	1,35
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	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	8	0,817	54,67	66,91	2,73	3,35
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	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	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	6	0,798	37,45	46,91	1,87	2,35
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	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	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	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	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	8	0,770	40,31	52,32	2,02	2,62
6,80	10	0,769	50,28	65,40	2,51	3,27
7,00	11	0,767	52,34	68,22	2,62	3,41
7,20	12	0,766	56,98	74,43	2,85	3,72

7,40	12	0,764	56,87	74,43	2,84	3,72
7,60	11	0,763	52,03	68,22	2,60	3,41
7,80	10	0,761	47,22	62,02	2,36	3,10
8,00	10	0,760	44,82	58,97	2,24	2,95
8,20	10	0,759	44,74	58,97	2,24	2,95
8,40	15	0,707	62,56	88,46	3,13	4,42
8,60	14	0,706	58,29	82,56	2,91	4,13
8,80	15	0,705	62,34	88,46	3,12	4,42
9,00	16	0,703	63,27	89,94	3,16	4,50
9,20	15	0,702	59,22	84,32	2,96	4,22
9,40	15	0,701	59,12	84,32	2,96	4,22
9,60	16	0,700	62,95	89,94	3,15	4,50
9,80	16	0,699	62,85	89,94	3,14	4,50
10,00	17	0,698	63,69	91,28	3,18	4,56
10,20	18	0,697	67,33	96,65	3,37	4,83
10,40	19	0,696	70,96	102,02	3,55	5,10
10,60	14	0,694	52,21	75,18	2,61	3,76
10,80	16	0,693	59,57	85,91	2,98	4,30
11,00	17	0,692	60,49	87,37	3,02	4,37
11,20	18	0,691	63,96	92,51	3,20	4,63
11,40	18	0,690	63,86	92,51	3,19	4,63
11,60	16	0,689	56,68	82,23	2,83	4,11
11,80	16	0,688	56,60	82,23	2,83	4,11
12,00	16	0,687	54,19	78,86	2,71	3,94
12,20	15	0,686	50,73	73,93	2,54	3,70
12,40	16	0,685	54,03	78,86	2,70	3,94
12,60	17	0,684	57,32	83,79	2,87	4,19
12,80	17	0,683	57,24	83,79	2,86	4,19
13,00	18	0,682	58,13	85,22	2,91	4,26
13,20	19	0,681	61,26	89,95	3,06	4,50
13,40	21	0,630	62,63	99,42	3,13	4,97
13,60	23	0,629	68,48	108,89	3,42	5,44
13,80	23	0,628	68,37	108,89	3,42	5,44
14,00	25	0,627	71,37	113,86	3,57	5,69
14,20	24	0,626	68,40	109,31	3,42	5,47
14,40	28	0,625	79,65	127,53	3,98	6,38
14,60	35	0,573	91,41	159,41	4,57	7,97
14,80	50	0,522	118,94	227,73	5,95	11,39





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.3

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

Prova eseguita in data

Profondità prova

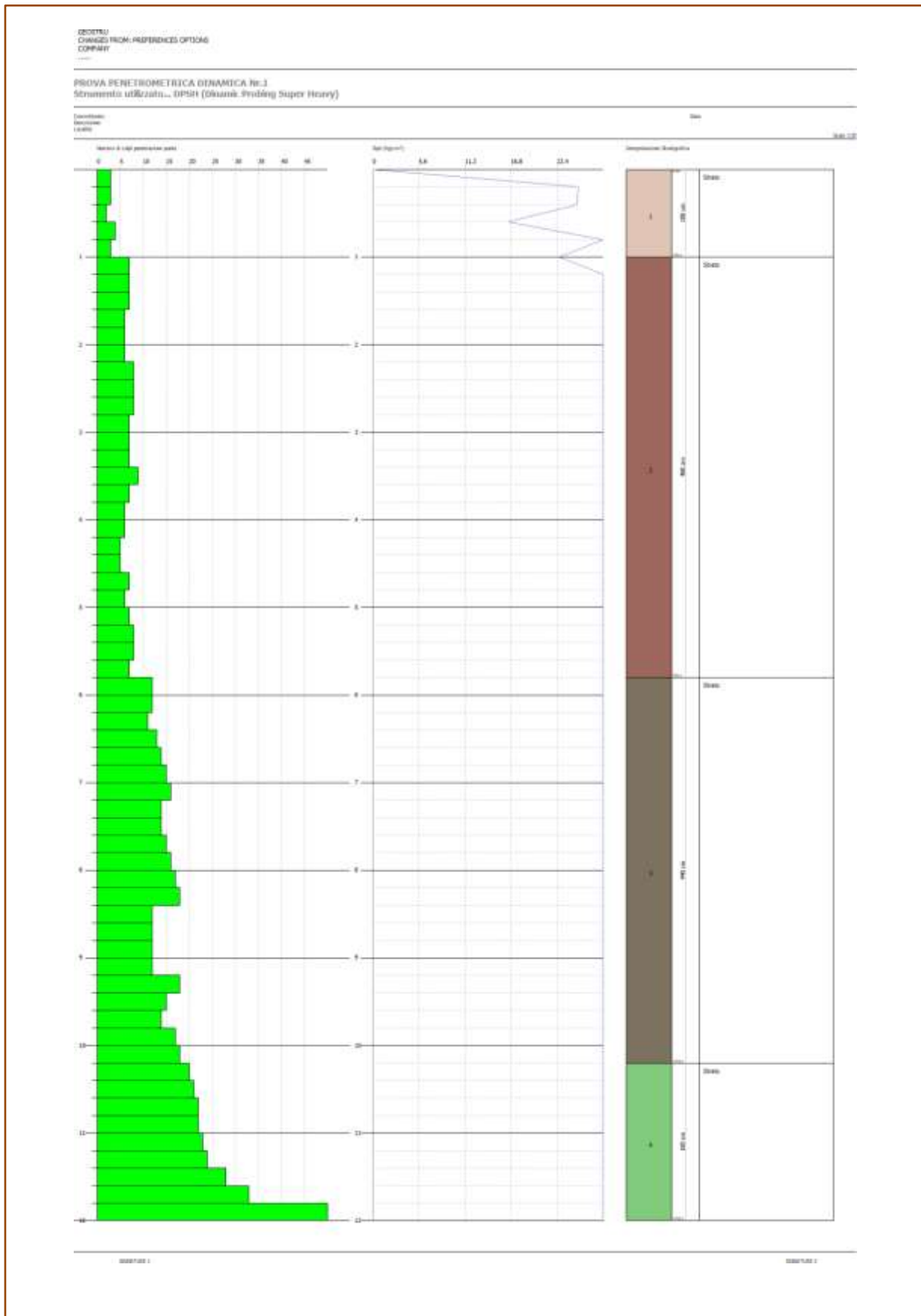
12,00 mt

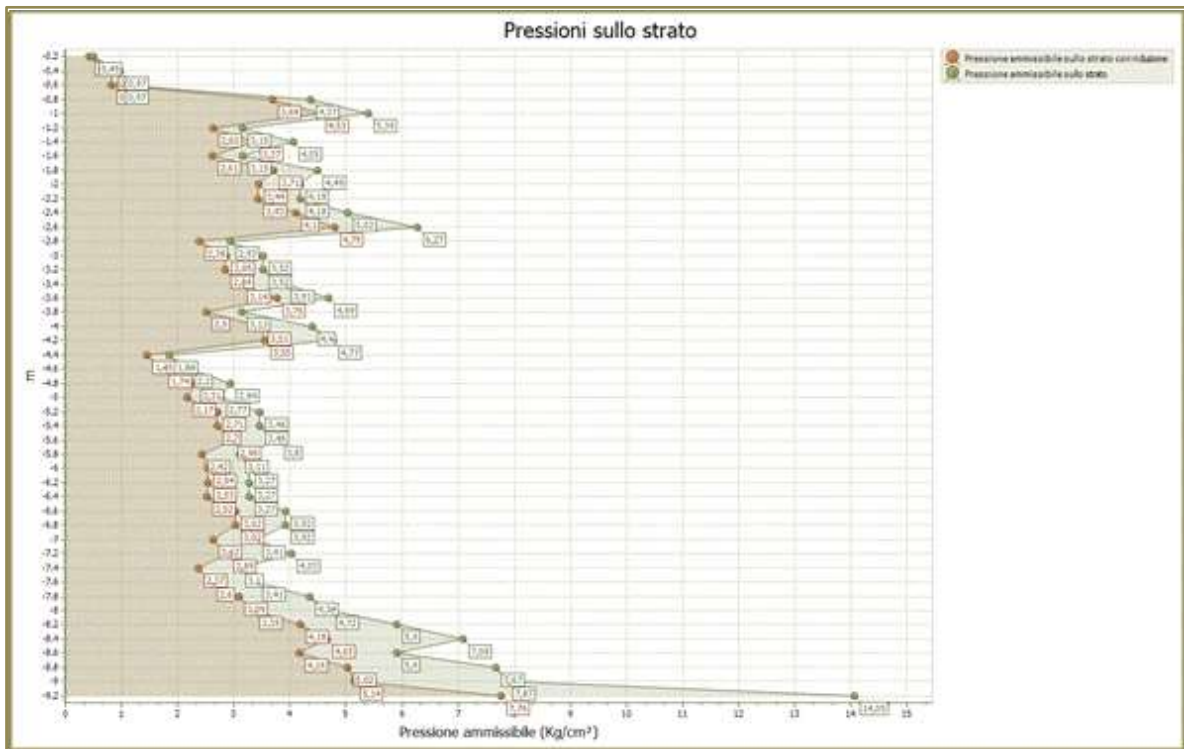
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	24,92	29,15	1,25	1,46
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
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	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	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	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	8	0,817	54,67	66,91	2,73	3,35
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
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	7	0,806	44,11	54,73	2,21	2,74
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	9	0,801	56,35	70,37	2,82	3,52
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
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	5	0,791	29,05	36,70	1,45	1,84
4,60	5	0,789	28,97	36,70	1,45	1,84
4,80	7	0,787	40,44	51,38	2,02	2,57
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	8	0,781	43,22	55,34	2,16	2,77
5,60	8	0,779	43,12	55,34	2,16	2,77
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	12	0,775	60,86	78,48	3,04	3,92
6,20	12	0,774	60,72	78,48	3,04	3,92
6,40	11	0,772	55,54	71,94	2,78	3,60
6,60	13	0,720	61,25	85,02	3,06	4,25
6,80	14	0,719	65,81	91,56	3,29	4,58
7,00	15	0,717	66,72	93,03	3,34	4,65
7,20	16	0,716	71,02	99,24	3,55	4,96

7,40	14	0,714	62,01	86,83	3,10	4,34
7,60	14	0,713	61,88	86,83	3,09	4,34
7,80	15	0,711	66,17	93,03	3,31	4,65
8,00	16	0,710	66,99	94,36	3,35	4,72
8,20	17	0,709	71,04	100,26	3,55	5,01
8,40	18	0,707	75,08	106,15	3,75	5,31
8,60	12	0,756	53,50	70,77	2,67	3,54
8,80	12	0,755	53,41	70,77	2,67	3,54
9,00	12	0,753	50,83	67,45	2,54	3,37
9,20	12	0,752	50,74	67,45	2,54	3,37
9,40	18	0,701	70,94	101,18	3,55	5,06
9,60	15	0,700	59,02	84,32	2,95	4,22
9,80	14	0,699	54,99	78,70	2,75	3,93
10,00	17	0,698	63,69	91,28	3,18	4,56
10,20	18	0,697	67,33	96,65	3,37	4,83
10,40	20	0,696	74,69	107,39	3,73	5,37
10,60	21	0,644	72,67	112,76	3,63	5,64
10,80	22	0,643	76,00	118,13	3,80	5,91
11,00	22	0,642	72,63	113,07	3,63	5,65
11,20	23	0,641	75,81	118,21	3,79	5,91
11,40	24	0,640	78,98	123,35	3,95	6,17
11,60	28	0,639	91,99	143,91	4,60	7,20
11,80	33	0,588	99,77	169,61	4,99	8,48
12,00	50	0,537	132,38	246,43	6,62	12,32





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.4

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

Prova eseguita in data

Profondità prova

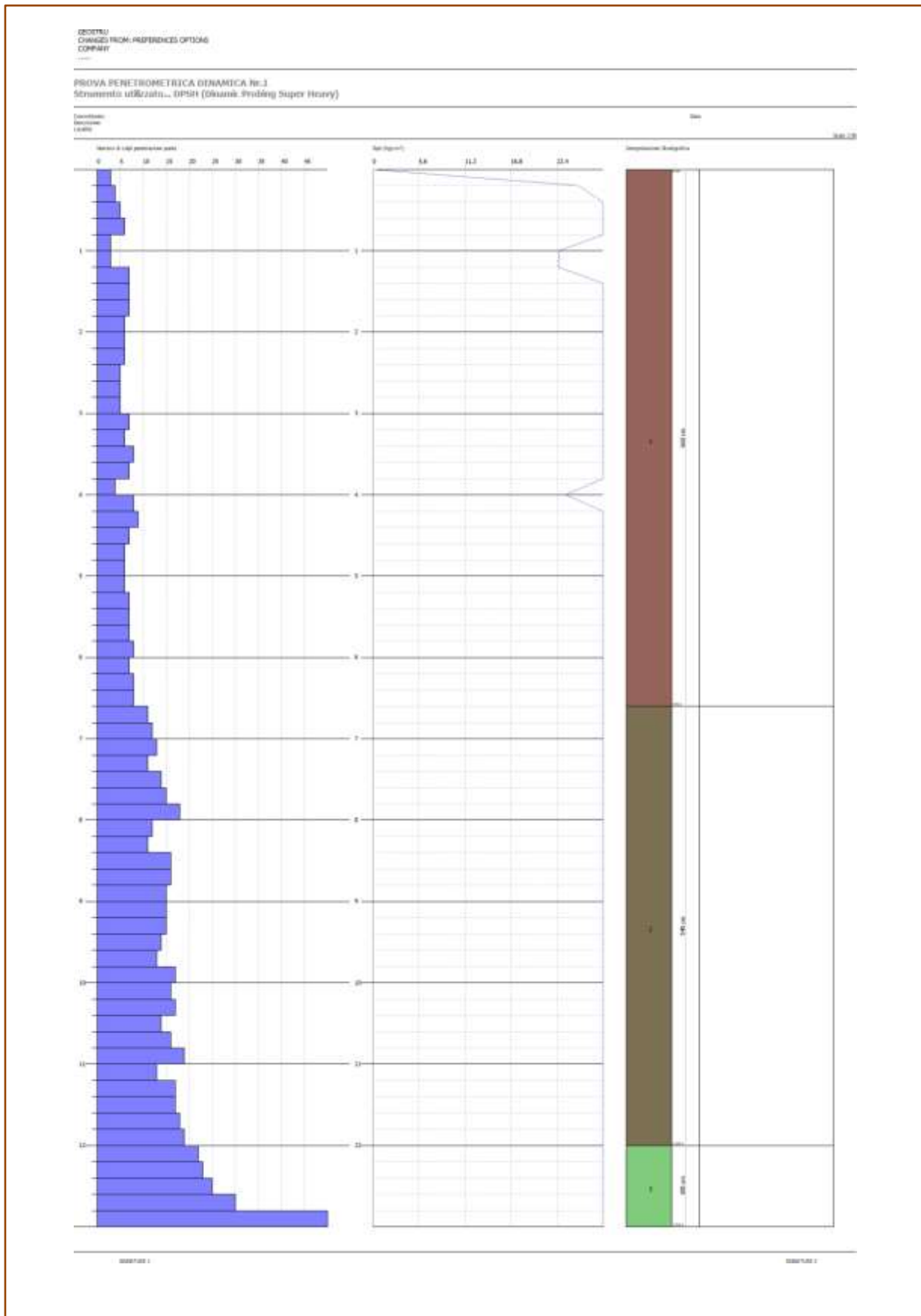
13,00 mt

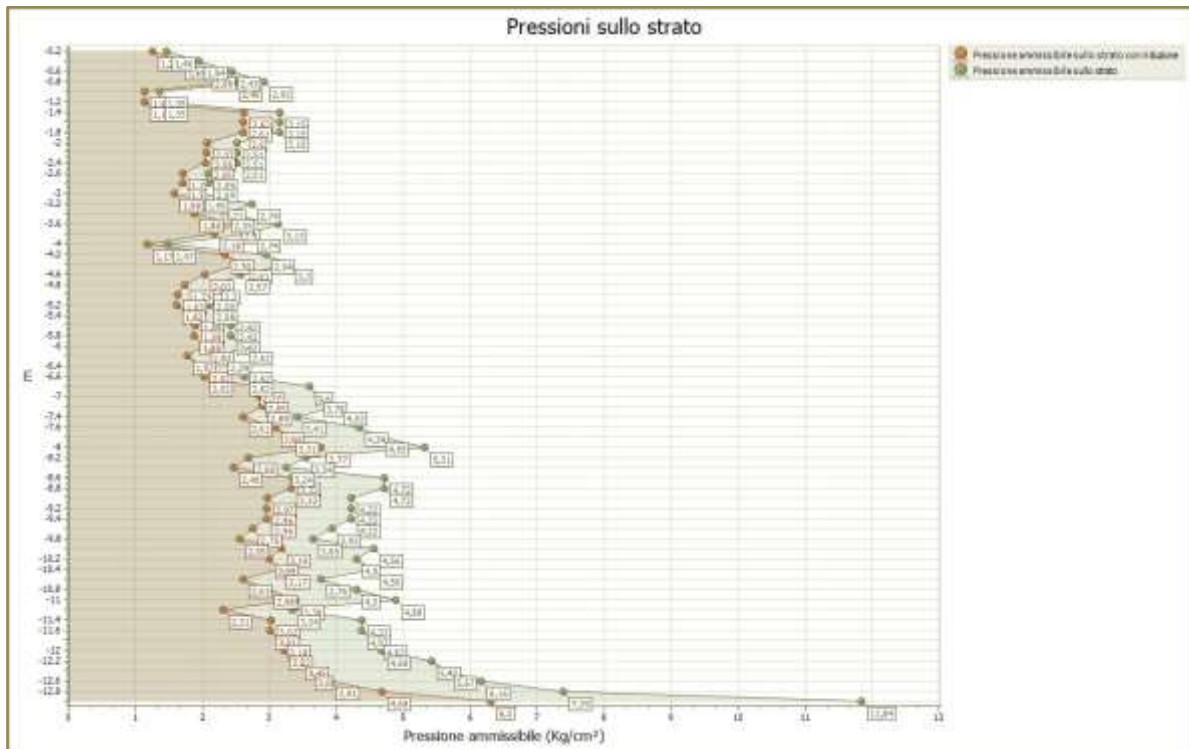
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	24,92	29,15	1,25	1,46
0,40	4	0,851	33,07	38,87	1,65	1,94
0,60	5	0,847	41,16	48,59	2,06	2,43
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	3	0,840	22,65	26,97	1,13	1,35
1,20	3	0,836	22,55	26,97	1,13	1,35
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	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	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	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	7	0,806	44,11	54,73	2,21	2,74
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	8	0,801	50,09	62,55	2,50	3,13
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	4	0,796	23,37	29,36	1,17	1,47
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	9	0,791	52,28	66,06	2,61	3,30
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	6	0,787	34,67	44,04	1,73	2,20
5,00	6	0,785	32,58	41,50	1,63	2,08
5,20	6	0,783	32,50	41,50	1,62	2,08
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	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
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	8	0,770	40,31	52,32	2,02	2,62
6,80	11	0,769	55,31	71,94	2,77	3,60
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	11	0,764	52,13	68,22	2,61	3,41
7,60	14	0,713	61,88	86,83	3,09	4,34
7,80	15	0,711	66,17	93,03	3,31	4,65
8,00	18	0,710	75,36	106,15	3,77	5,31
8,20	12	0,759	53,68	70,77	2,68	3,54
8,40	11	0,757	49,12	64,87	2,46	3,24
8,60	16	0,706	66,61	94,36	3,33	4,72
8,80	16	0,705	66,50	94,36	3,32	4,72
9,00	15	0,703	59,32	84,32	2,97	4,22
9,20	15	0,702	59,22	84,32	2,96	4,22
9,40	15	0,701	59,12	84,32	2,96	4,22
9,60	14	0,700	55,08	78,70	2,75	3,93
9,80	13	0,699	51,07	73,08	2,55	3,65
10,00	17	0,698	63,69	91,28	3,18	4,56
10,20	16	0,697	59,85	85,91	2,99	4,30
10,40	17	0,696	63,49	91,28	3,17	4,56
10,60	14	0,694	52,21	75,18	2,61	3,76
10,80	16	0,693	59,57	85,91	2,98	4,30
11,00	19	0,692	67,61	97,65	3,38	4,88
11,20	13	0,691	46,19	66,82	2,31	3,34
11,40	17	0,690	60,31	87,37	3,02	4,37
11,60	17	0,689	60,22	87,37	3,01	4,37
11,80	18	0,688	63,67	92,51	3,18	4,63
12,00	19	0,687	64,35	93,64	3,22	4,68
12,20	22	0,636	68,98	108,43	3,45	5,42
12,40	23	0,635	72,00	113,36	3,60	5,67
12,60	25	0,634	78,14	123,21	3,91	6,16
12,80	30	0,633	93,61	147,86	4,68	7,39
13,00	50	0,532	125,95	236,71	6,30	11,84





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





REGIONE MOLISE

COMUNE di



MONTORIO DEI FRENTANI

(Provincia di CAMPOBASSO)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A
25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN
LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO
NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO
(LOCALITÀ PIANI DI LARINO)**

Committente: ECAP SOLUTIONS

ALLEGATO SISMICO



IL DIRETTORE TECNICO:

Dott. Carlo Cortese

DATA: DICEMBRE 2020

Rev. 0

INDICE

1	INTRODUZIONE GENERALE	PAG. 02
2	INTRODUZIONE ALLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE	PAG. 03
	2.1 TOMOGRAFIA SISMICA	PAG. 03
	2.2 MASW	PAG. 06
3	RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO	PAG. 09
	3.1 TOMOGRAFIA SISMICA _SS1	PAG. 09
	3.2 MASW	PAG. 40
4	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE	PAG. 70

1. INTRODUZIONE

In questo **ALLEGATO SISMICO** si descrivono i risultati provenienti dalla **campagna di indagini geofisiche** effettuata nel Comune di Montorio Nei Frentani (CB) dalla ditta “GEOSECURE s.r.l.”, nel mese di **DICEMBRE 2020**, eseguita a servizio della pratica denominata “**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO (LOCALITÀ PIANI DI LARINO)**” per conto di ECAP SOLUTIONS.

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

- N° 10 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIE DI INDAGINE DENOMINATE “SISMICA A RIFRAZIONE” E “TOMOGRAFIA SISMICA” ESEGUITE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI N° 10 STENDIMENTI SISMICI DENOMINATI PROGRESSIVAMENTE DA **SS1** ad **SS10** (Tutte di lunghezza pari a 92,00 MT);
- N° 10 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE “MASW” DENOMINATE PROGRESSIVAMENTE DA M1 ad M10 (Tutte di lunghezza pari a 92,00 MT).

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

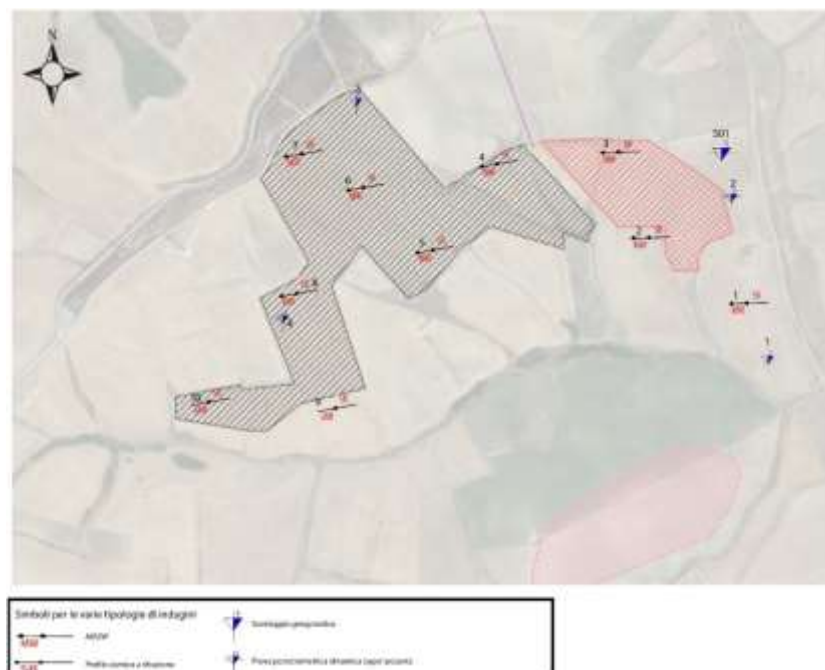


Fig. 1: ubicazione delle indagini eseguite nel Comune di Montorio Nei Frentani (CB)

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;*
- *16 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 una 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>
Delle intercette (o convenzionale)	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°
Tomografico	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° 16 stendimenti sismici - DENOMINATI SS1 – SS10** - con l'utilizzo di n° **24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a 4,00 metri (LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO = 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:

- 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 ν**), la **densità di massa ρ** 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 16 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 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.

3. RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO SS1

3.1 TOMOGRAFIA SISMICA

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

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

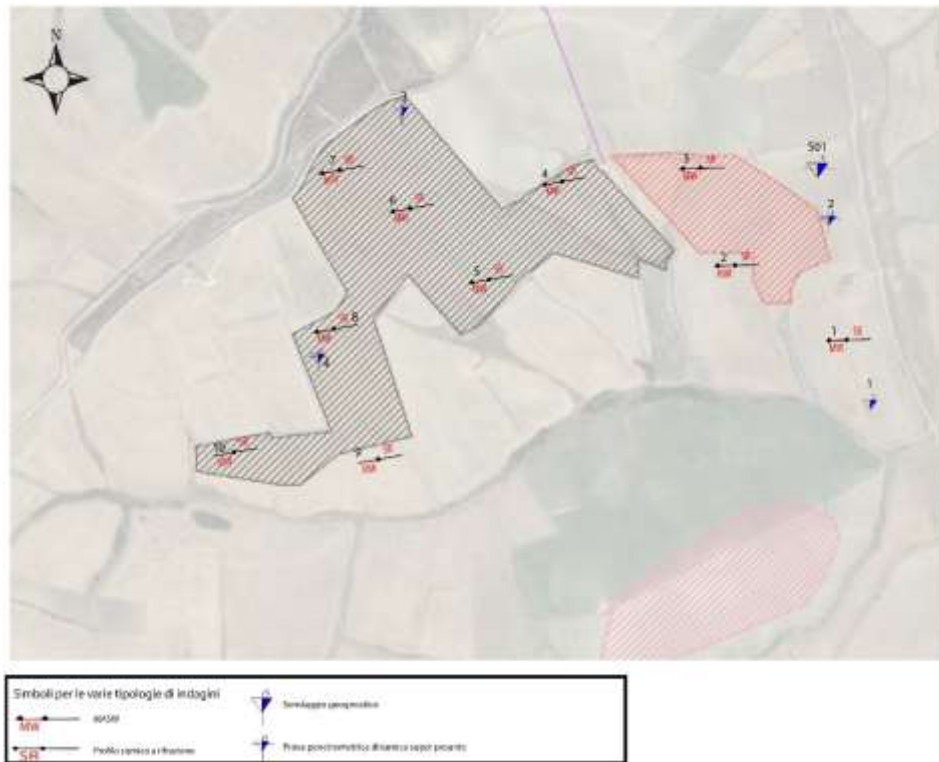


Fig. 4: ubicazione dei profili sismici

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 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 Intelligent Resources (Copyright 1996-2019), relativi ai risultati dell'indagine sismica effettuata.

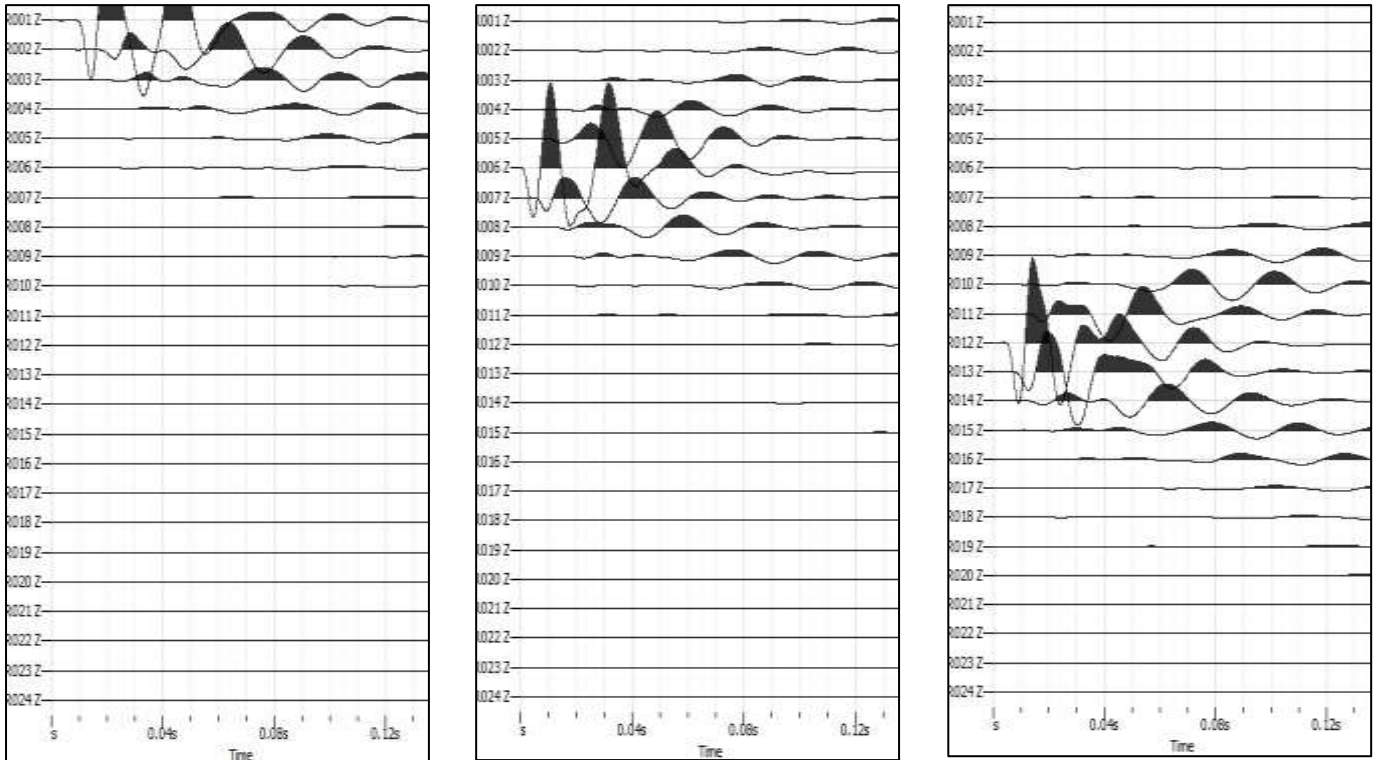


Fig. 5: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS1

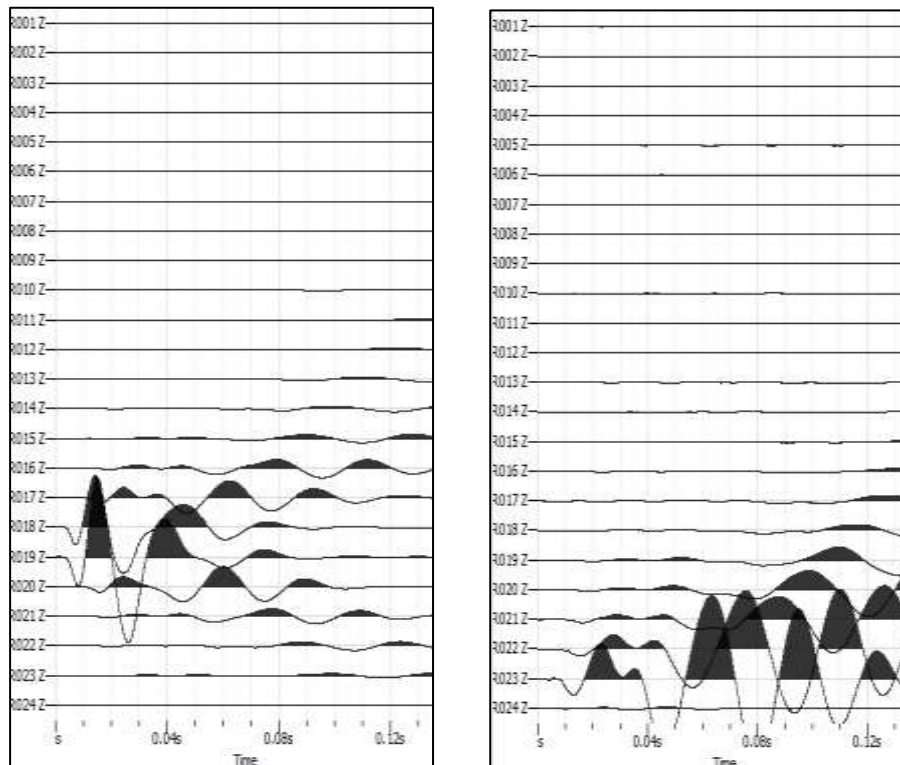


Fig. 6: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS1

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	6,93	34,27	48,13	58,67	95,13
4,00	16,60	30,60	45,00	55,93	93,87
8,00	23,87	27,00	41,53	55,20	87,67
12,00	29,33	21,67	39,00	50,87	85,87
16,00	34,07	13,13	34,07	48,33	78,00
20,00	37,53	2,53	30,60	46,87	74,53
24,00	39,93	2,20	27,73	44,47	71,27
28,00	45,40	12,20	25,13	43,20	69,67
32,00	53,07	17,47	21,13	39,40	65,80
36,00	57,60	20,27	16,20	37,53	62,00
40,00	63,47	27,13	12,73	34,47	58,33
44,00	69,07	31,93	5,27	30,80	52,87
48,00	72,73	35,00	6,00	27,87	48,67
52,00	76,93	37,93	11,47	26,07	46,47
56,00	79,13	40,13	17,47	21,87	41,40
60,00	81,87	42,13	22,07	18,40	37,93
64,00	84,93	43,40	25,73	10,93	33,33
68,00	88,07	46,13	30,07	4,20	28,07
72,00	91,33	47,93	31,93	4,73	25,53
76,00	94,27	51,20	36,67	10,93	22,07
80,00	95,87	53,93	39,00	15,13	17,67
84,00	96,40	55,07	42,27	18,40	15,13
88,00	99,00	57,07	46,13	23,13	8,20
92,00	99,20	61,60	50,13	28,07	7,13

Fig. 7: tabella dei primi arrivi. Ss1

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

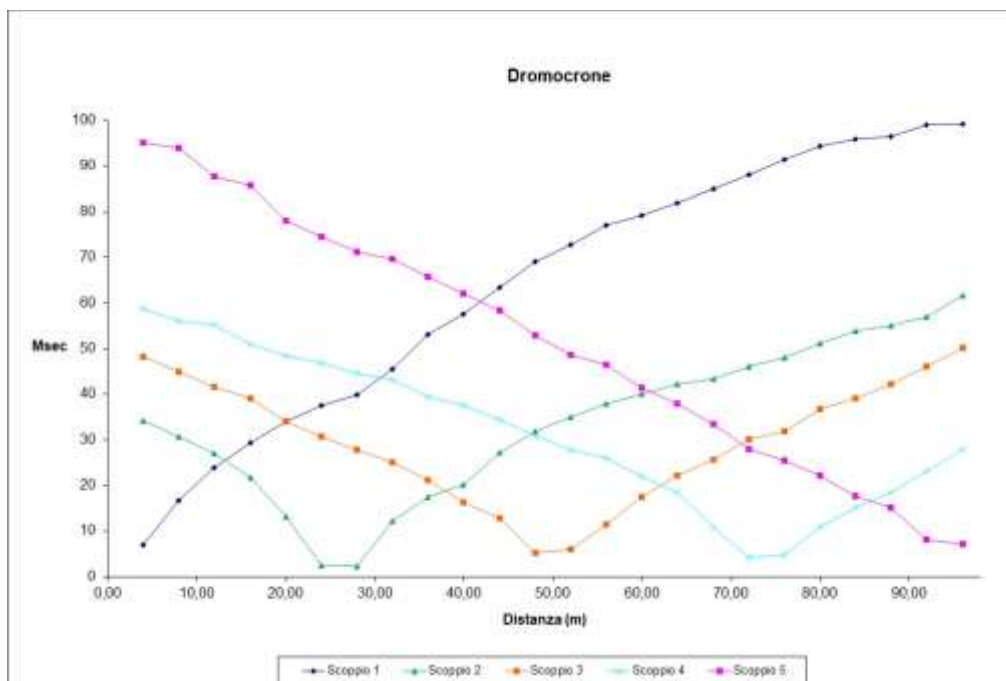


Fig. 8: dromocrone dei primi arrivi. Ss1

Nella figura seguente viene riportata la tomografia sismica relativa al sito di indagine, calcolata tramite software **Rayfract 3.36** con restituzione grafica ottenuta tramite software **Surfer 9.0**.

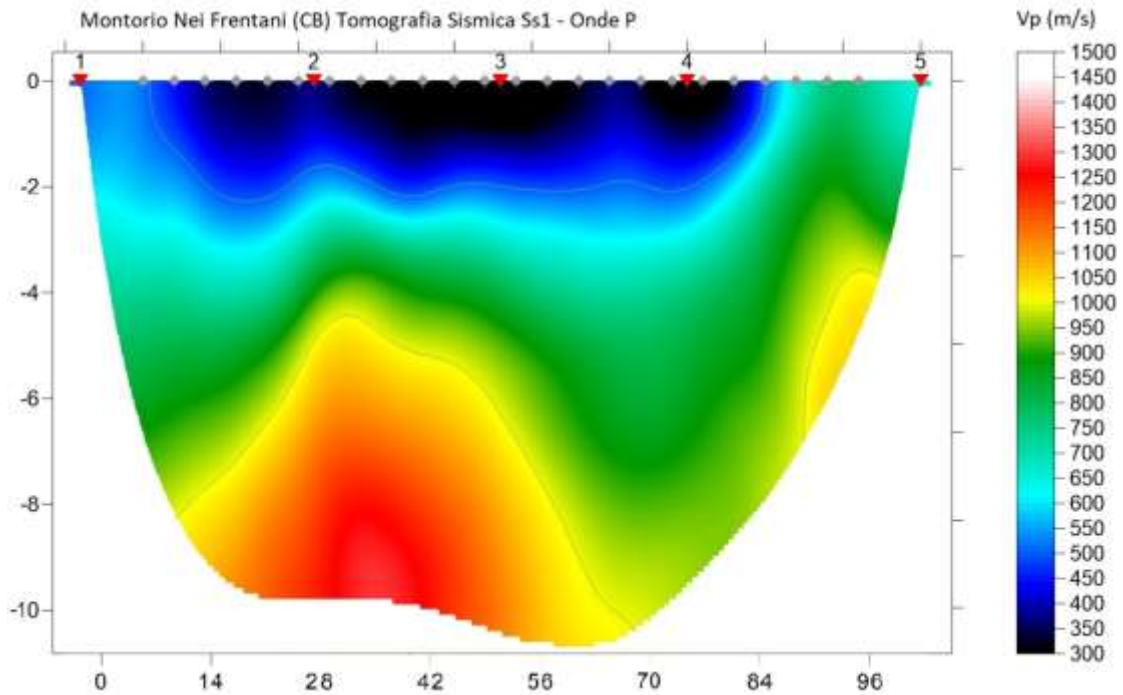


Fig. 9: tomografia sismica. SS1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 1: panoramica dello stendimento SS1

STENDIMENTO SISMICO SS2

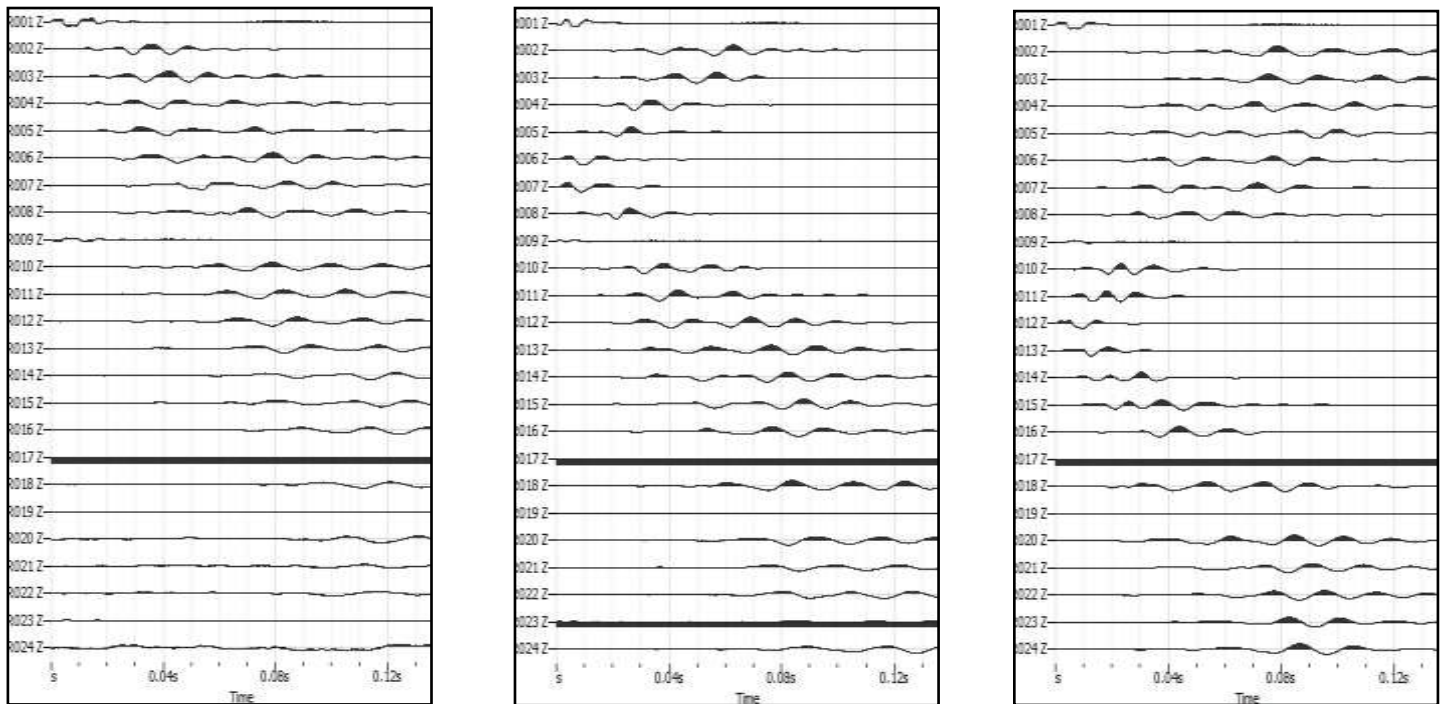


Fig. 10: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS2

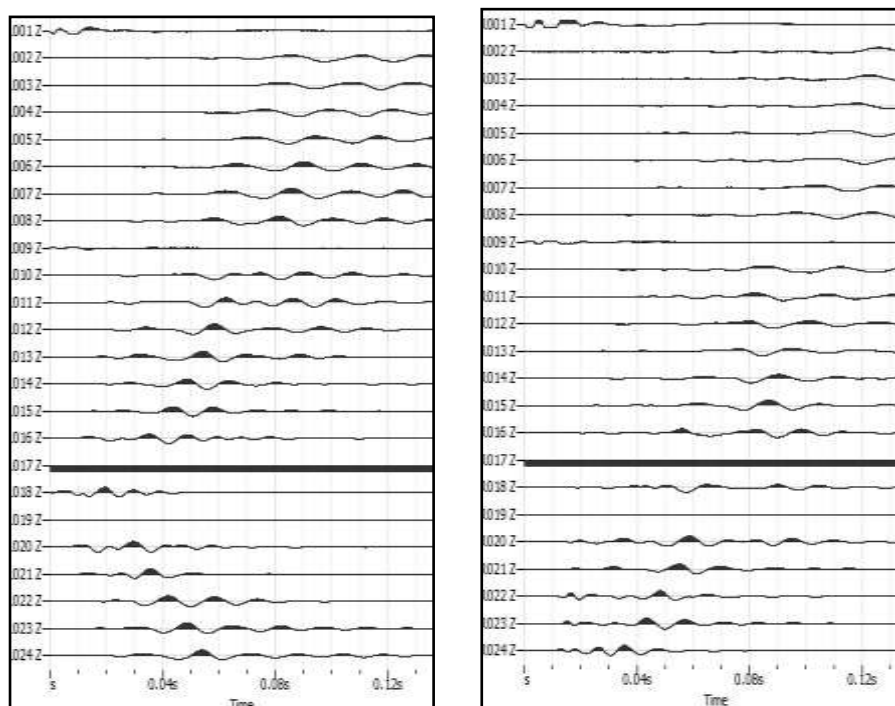


Fig. 11: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS2

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	9,87	30,60	54,13	65,07	90,60
4,00	14,20	27,33	50,87	60,87	86,07
8,00	23,33	23,33	45,20	58,53	81,13
12,00	25,73	18,40	40,27	57,07	80,60
16,00	31,20	13,13	36,80	54,33	71,67
20,00	37,00	4,00	32,60	48,87	66,53
24,00	44,47	2,93	27,73	44,47	64,73
28,00	52,13	10,00	25,13	43,20	64,00
32,00	53,07	15,33	21,13	39,40	62,13
36,00	57,60	20,27	16,20	37,53	56,87
40,00	62,00	27,13	12,73	34,47	54,87
44,00	64,87	31,93	5,27	30,80	53,40
48,00	70,00	35,00	6,00	27,87	48,13
52,00	73,27	37,93	11,47	26,07	42,47
56,00	74,40	40,13	17,47	21,87	39,93
60,00	77,67	42,13	22,07	18,40	36,67
64,00	81,13	43,40	25,73	10,93	31,53
68,00	80,73	46,13	30,07	4,20	30,27
72,00	85,67	47,93	31,93	4,73	23,53
76,00	90,40	51,20	36,67	10,93	21,53
80,00	91,87	53,93	39,00	15,13	15,87
84,00	94,40	55,07	42,27	18,40	13,67
88,00	96,27	61,60	46,13	23,13	11,33
92,00	99,20	65,47	47,00	23,33	5,47

Fig. 12: tabella dei primi arrivi. SS2

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

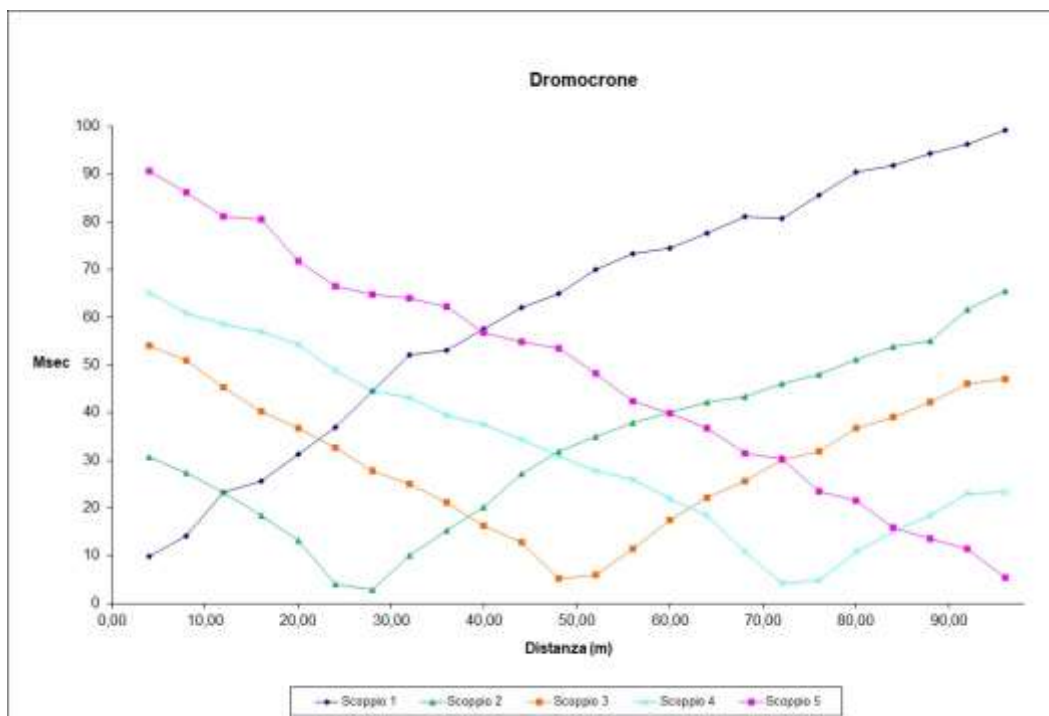


Fig. 13: dromocrone dei primi arrivi. SS2

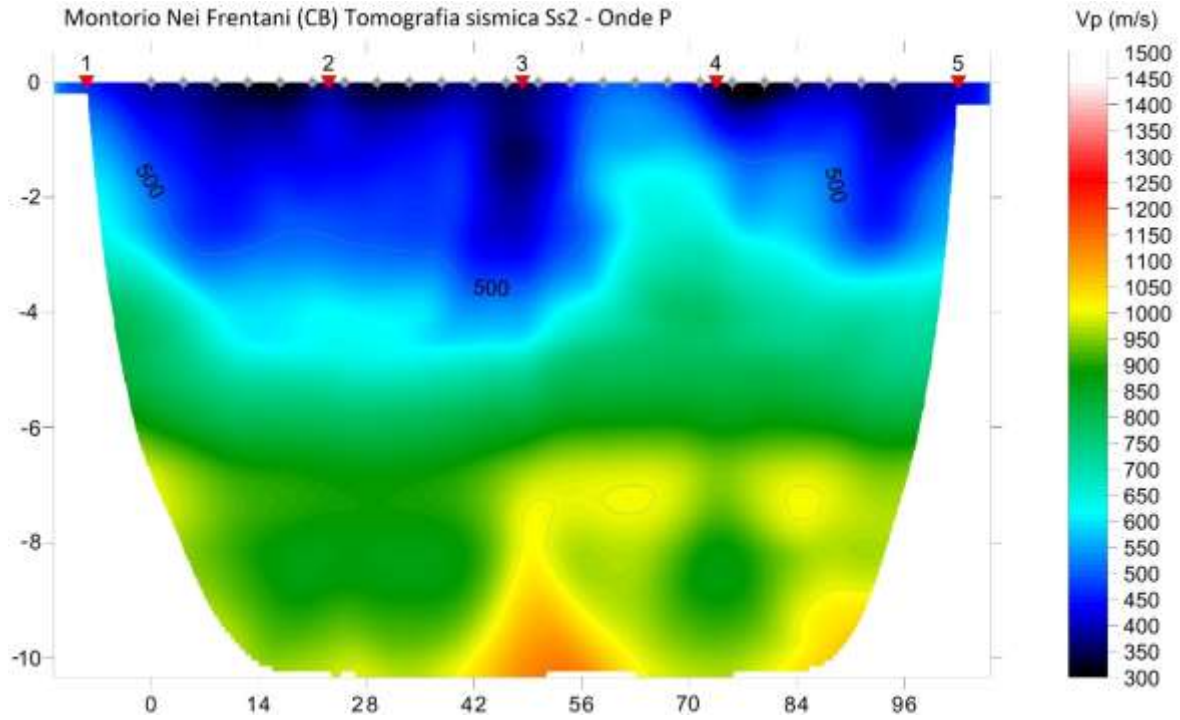


Fig. 14: tomografia sismica. SS2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 2: panoramica dello stendimento SS2

STENDIMENTO SISMICO SS3

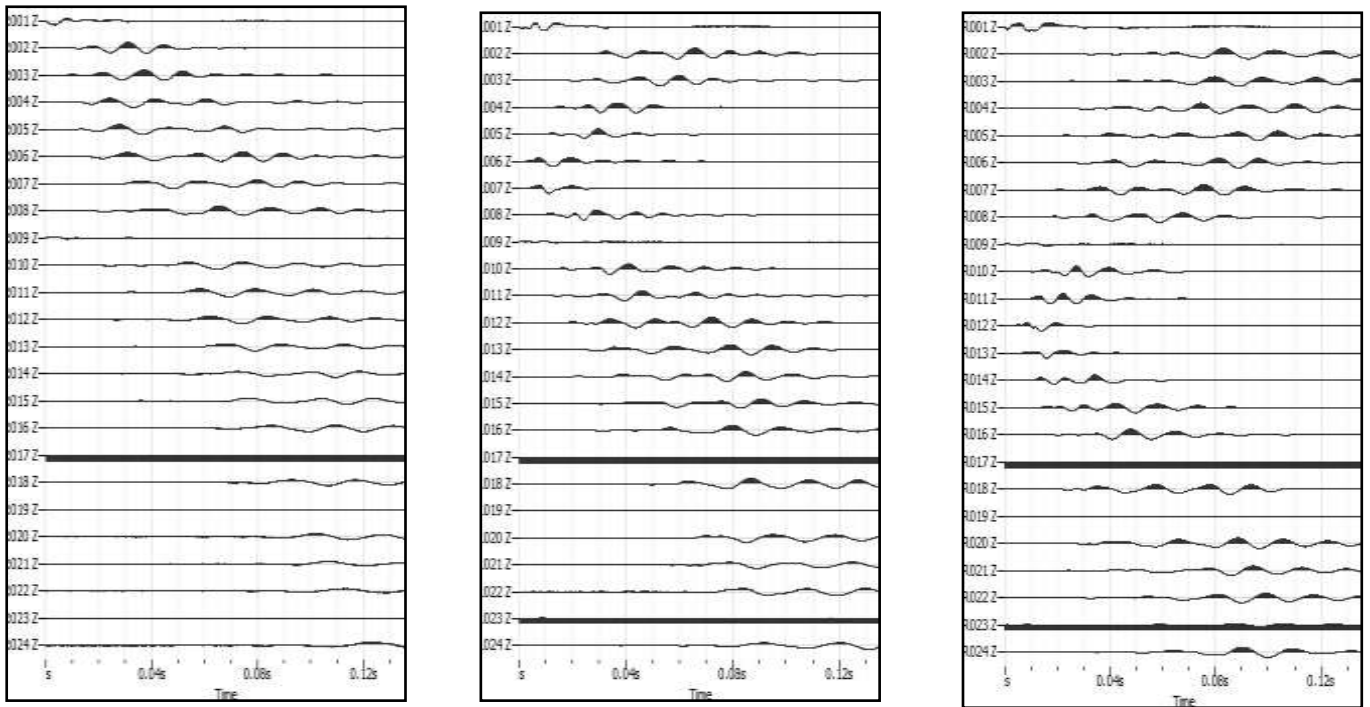


Fig. 15: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS3

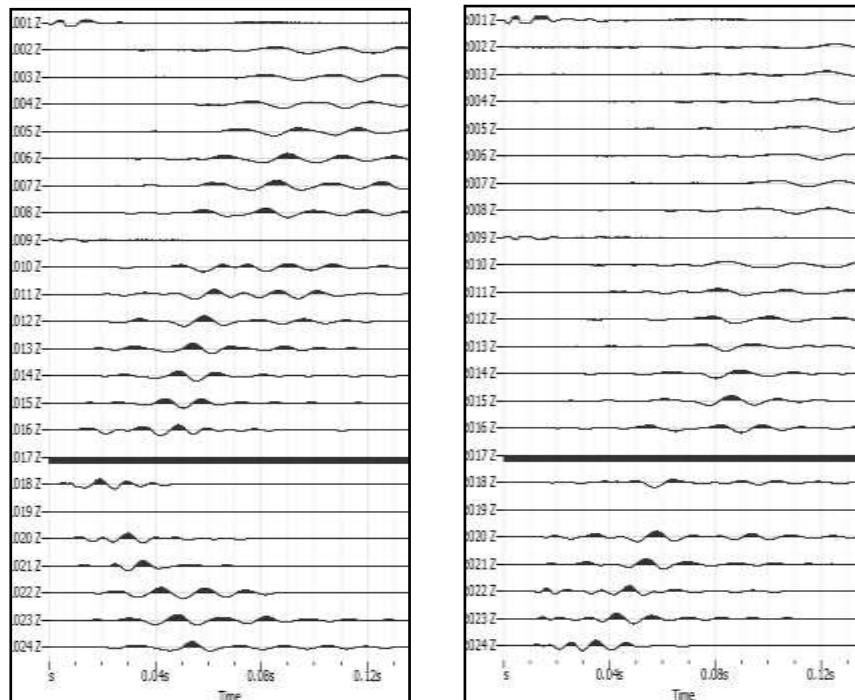


Fig. 16: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS3

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	7,67	28,47	50,67	69,47	88,40
4,00	17,47	25,73	47,60	64,33	86,07
8,00	20,40	20,40	42,87	59,80	84,07
12,00	31,93	20,27	37,53	57,07	77,67
16,00	34,47	15,13	34,80	50,87	72,40
20,00	42,27	4,40	31,73	50,33	70,73
24,00	44,47	4,40	25,33	43,93	65,80
28,00	50,33	13,87	21,67	41,53	64,73
32,00	53,07	16,93	21,13	41,00	61,27
36,00	57,60	20,27	17,33	35,20	60,33
40,00	62,00	24,40	12,73	32,27	56,33
44,00	64,87	26,27	2,53	29,33	53,40
48,00	68,20	29,53	3,27	24,60	49,40
52,00	70,33	33,53	11,47	23,87	48,67
56,00	74,40	38,80	17,47	19,53	45,20
60,00	77,67	40,67	22,07	16,93	39,93
64,00	77,67	43,40	25,73	8,73	35,53
68,00	80,73	46,13	30,07	4,20	31,53
72,00	85,67	47,93	31,93	4,73	26,40
76,00	86,20	51,20	36,67	10,93	23,33
80,00	88,60	57,07	39,00	15,13	17,33
84,00	92,93	59,07	42,27	18,40	13,67
88,00	96,27	60,73	46,13	23,13	8,93
92,00	99,13	63,60	47,00	23,33	7,13

Fig. 17: tabella dei primi arrivi. SS3

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

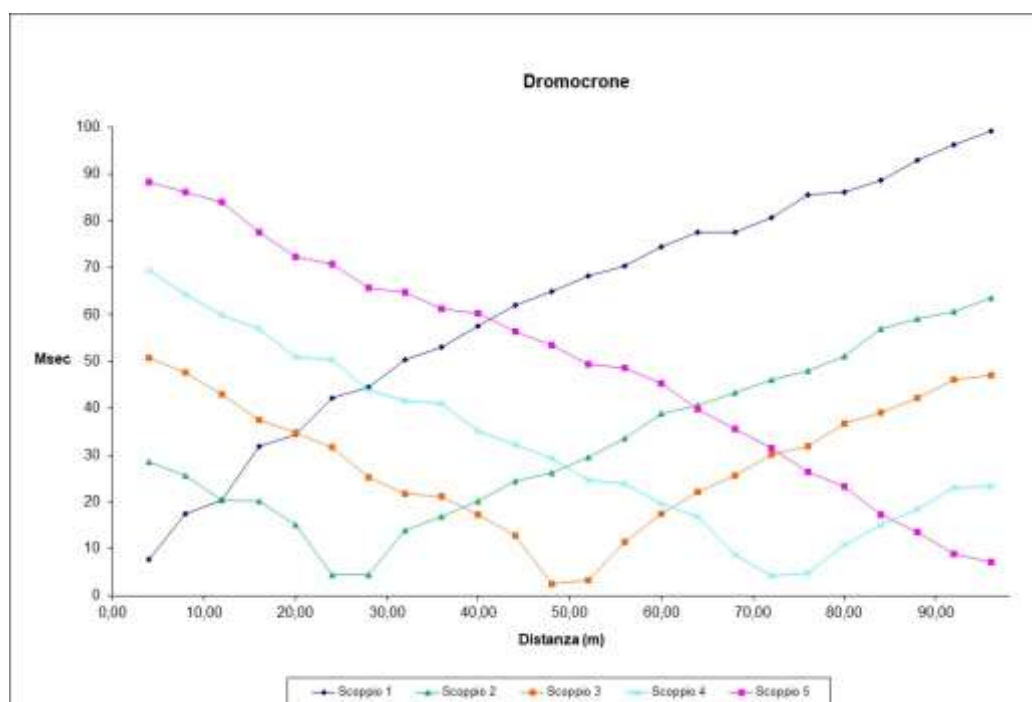


Fig. 18: dromocrone dei primi arrivi. SS3

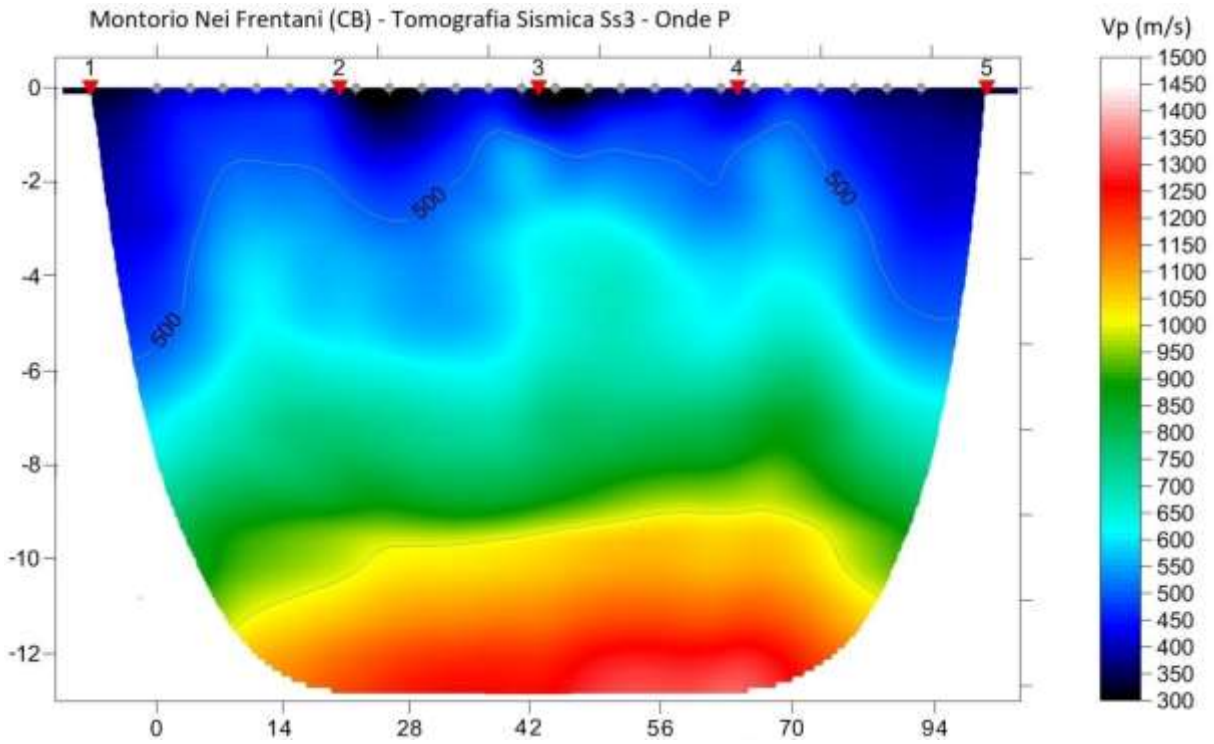


Fig. 19: tomografia sismica. SS3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 3: panoramica dello stendimento SS3

STENDIMENTO SISMICO SS4

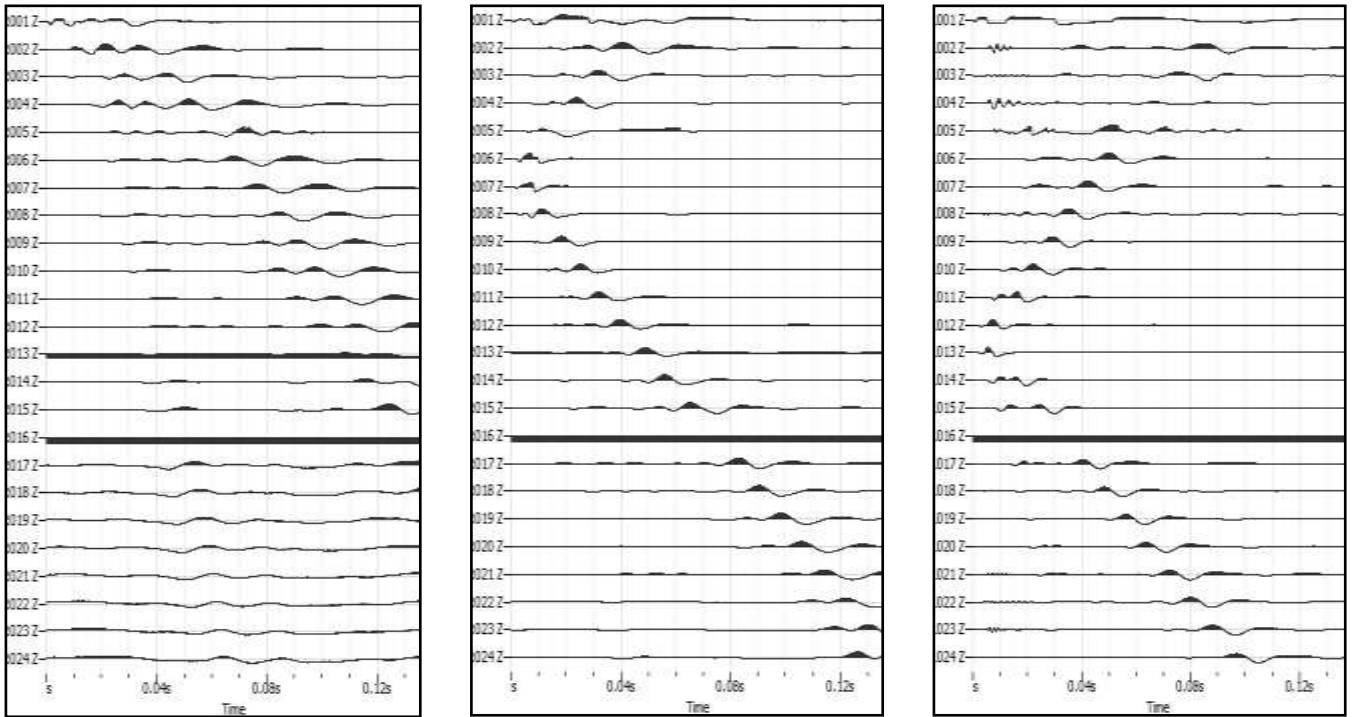


Fig. 20: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS4

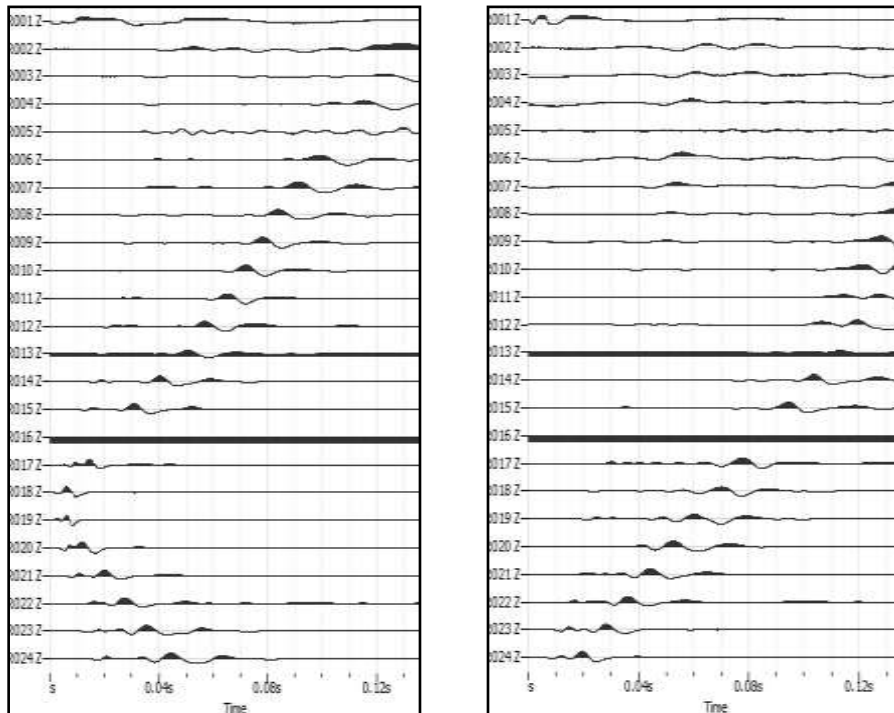


Fig. 21: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS4

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	11,87	30,60	52,47	67,07	87,47
4,00	16,07	27,87	48,47	65,60	82,60
8,00	21,53	16,93	46,33	61,60	81,13
12,00	27,53	16,40	41,73	57,07	75,47
16,00	38,80	12,40	38,47	54,13	70,20
20,00	42,27	4,40	32,27	50,33	67,27
24,00	46,87	4,40	27,87	47,93	64,53
28,00	49,07	11,47	25,73	43,00	62,33
32,00	53,07	17,87	20,80	41,00	59,27
36,00	58,67	18,20	16,60	39,93	57,40
40,00	60,73	26,27	12,73	35,93	55,40
44,00	63,47	24,40	4,53	31,00	52,47
48,00	64,73	29,53	4,73	26,60	52,47
52,00	70,20	30,27	11,47	23,87	49,93
56,00	75,67	36,27	17,47	19,53	45,93
60,00	76,40	38,80	22,07	16,93	41,53
64,00	78,93	40,47	25,73	8,73	37,40
68,00	80,73	43,73	27,87	4,20	34,47
72,00	85,67	45,73	31,93	4,73	28,27
76,00	86,20	49,40	33,20	10,93	22,60
80,00	88,60	52,47	37,40	15,13	17,33
84,00	97,53	59,07	40,67	18,40	13,67
88,00	96,27	55,40	44,67	23,13	8,93
92,00	100,47	59,27	45,73	23,33	7,13

Fig. 22: tabella dei primi arrivi. SS4

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

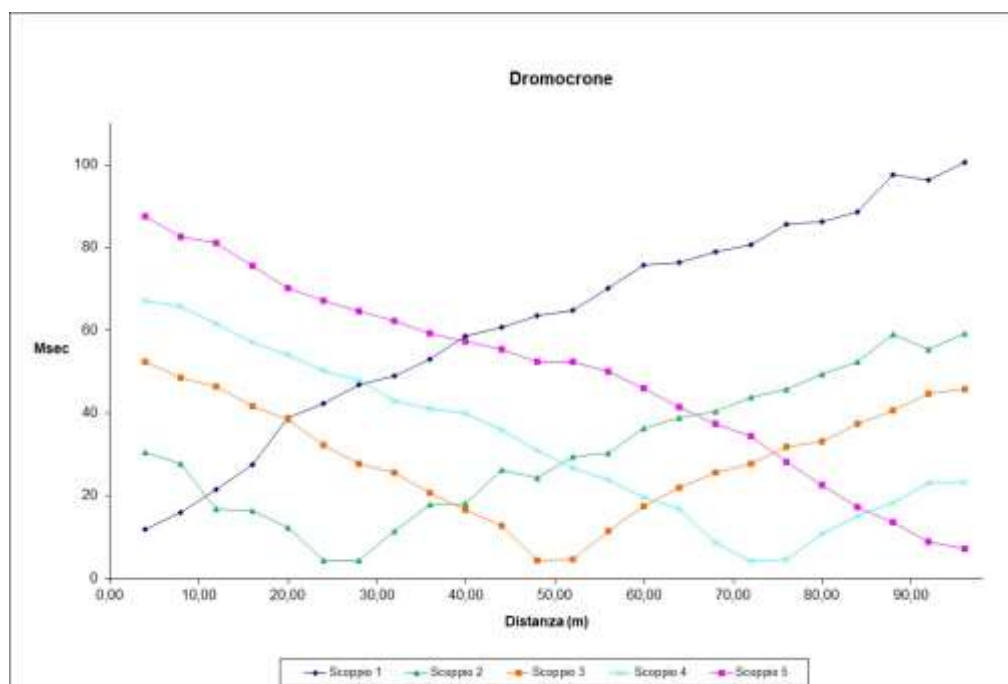


Fig. 23: dromocrone dei primi arrivi. SS4

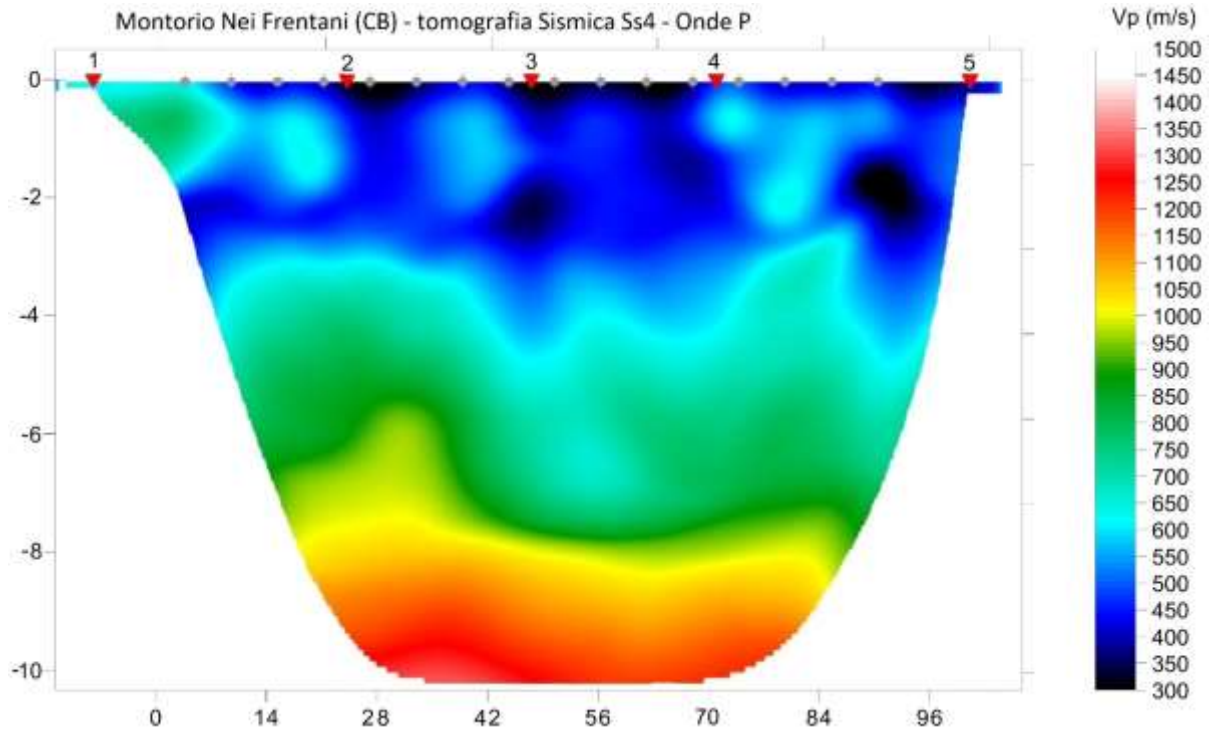


Fig. 24: tomografia sismica. SS4

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 4: dettaglio dello stendimento SS4

STENDIMENTO SISMICO SS5

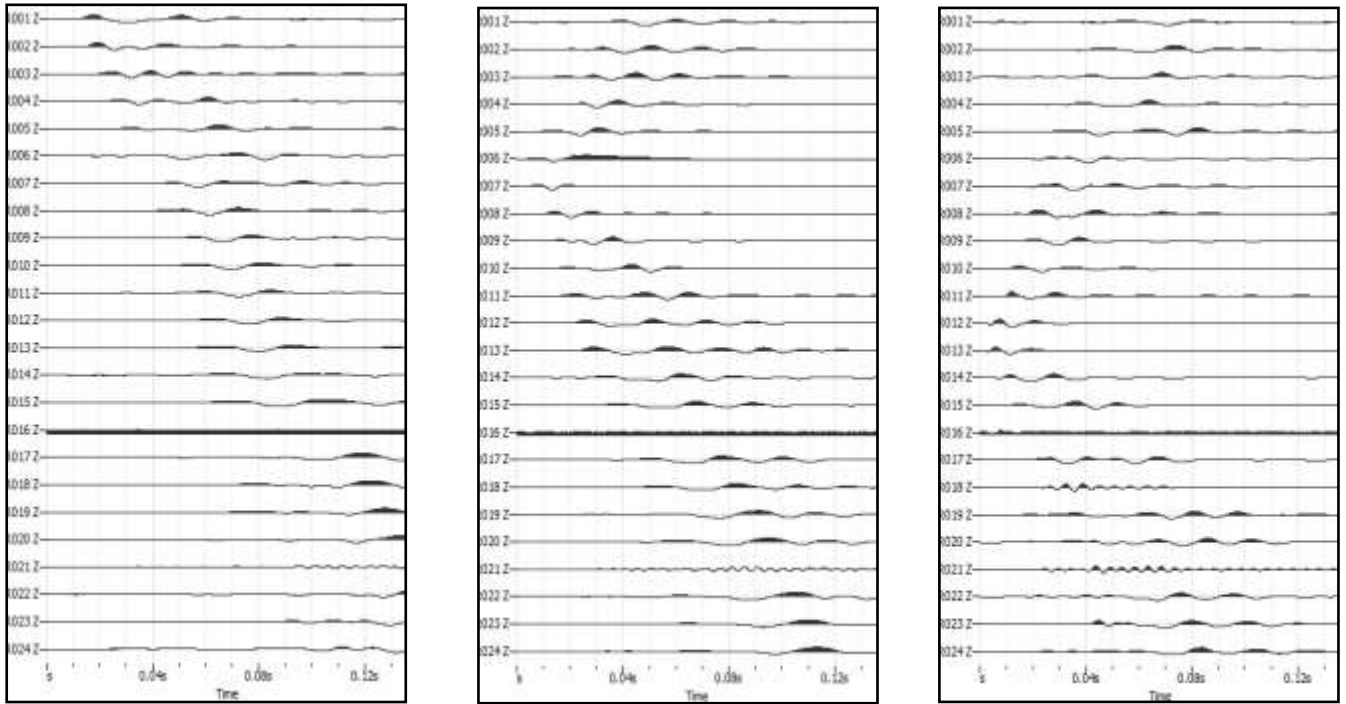


Fig. 25: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS5

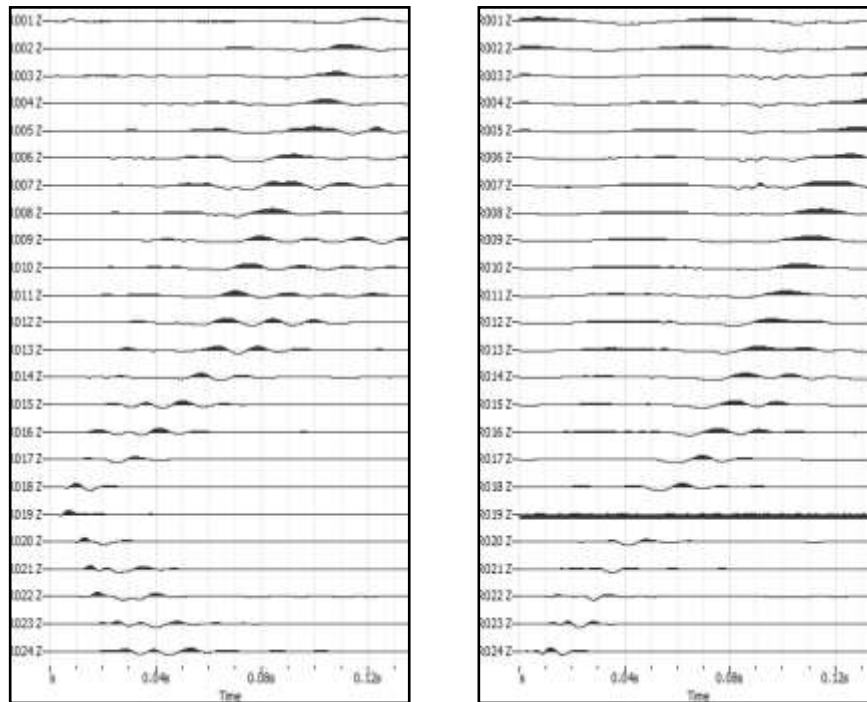


Fig. 26: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS5

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	8,40	28,60	49,07	66,73	78,40
4,00	12,93	24,80	45,40	62,73	75,47
8,00	23,87	21,33	42,67	60,13	70,93
12,00	28,60	18,40	41,73	57,60	69,27
16,00	32,27	12,40	36,67	56,87	66,53
20,00	37,00	4,40	32,27	53,60	66,87
24,00	43,60	4,40	27,87	47,60	61,40
28,00	47,00	11,47	25,73	45,73	60,13
32,00	51,07	17,87	18,80	41,53	57,40
36,00	53,60	21,13	16,60	38,27	55,60
40,00	58,33	23,13	11,67	35,53	58,13
44,00	59,60	24,40	4,53	31,00	55,40
48,00	66,00	29,53	4,73	27,73	51,20
52,00	68,93	36,47	8,20	23,87	47,93
56,00	74,53	39,93	15,47	19,53	44,47
60,00	76,40	39,53	21,33	16,93	42,47
64,00	78,93	41,20	23,33	8,73	36,27
68,00	80,73	47,73	26,27	4,20	33,33
72,00	85,67	47,73	28,07	4,73	25,87
76,00	86,20	50,33	31,00	8,93	22,60
80,00	92,80	54,67	35,33	14,20	17,87
84,00	97,53	63,07	38,67	16,20	15,67
88,00	95,13	55,40	43,60	18,60	11,67
92,00	96,27	63,07	47,73	20,40	9,27

Fig. 27: tabella dei primi arrivi. SS5

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

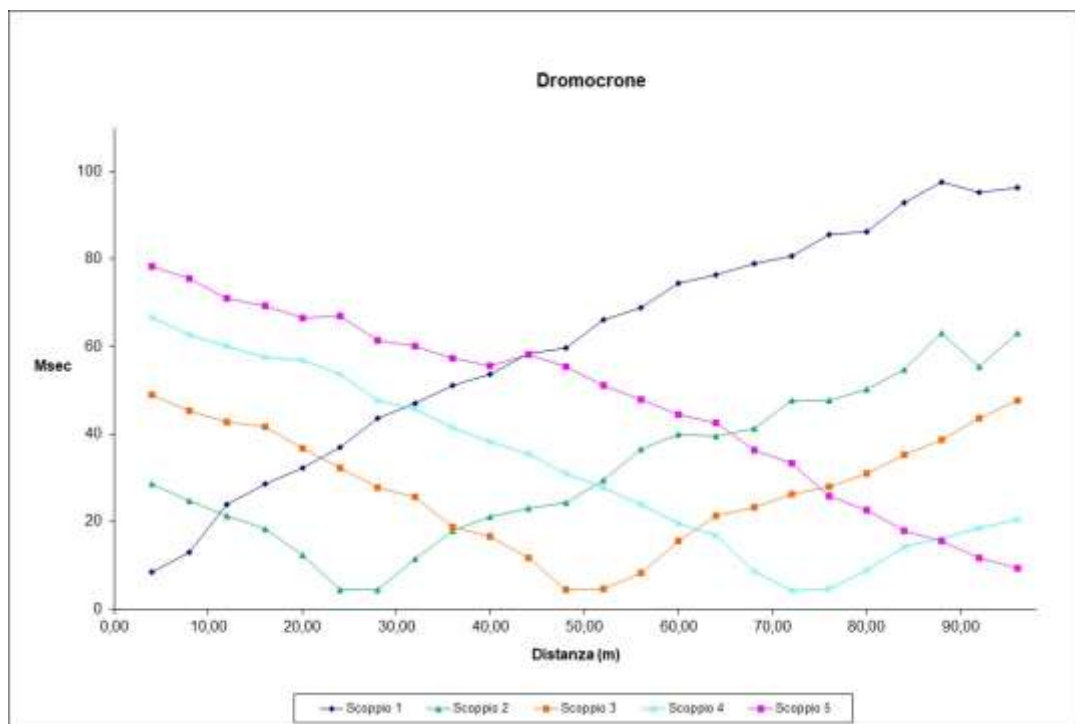


Fig. 28: dromocrone dei primi arrivi. SS5

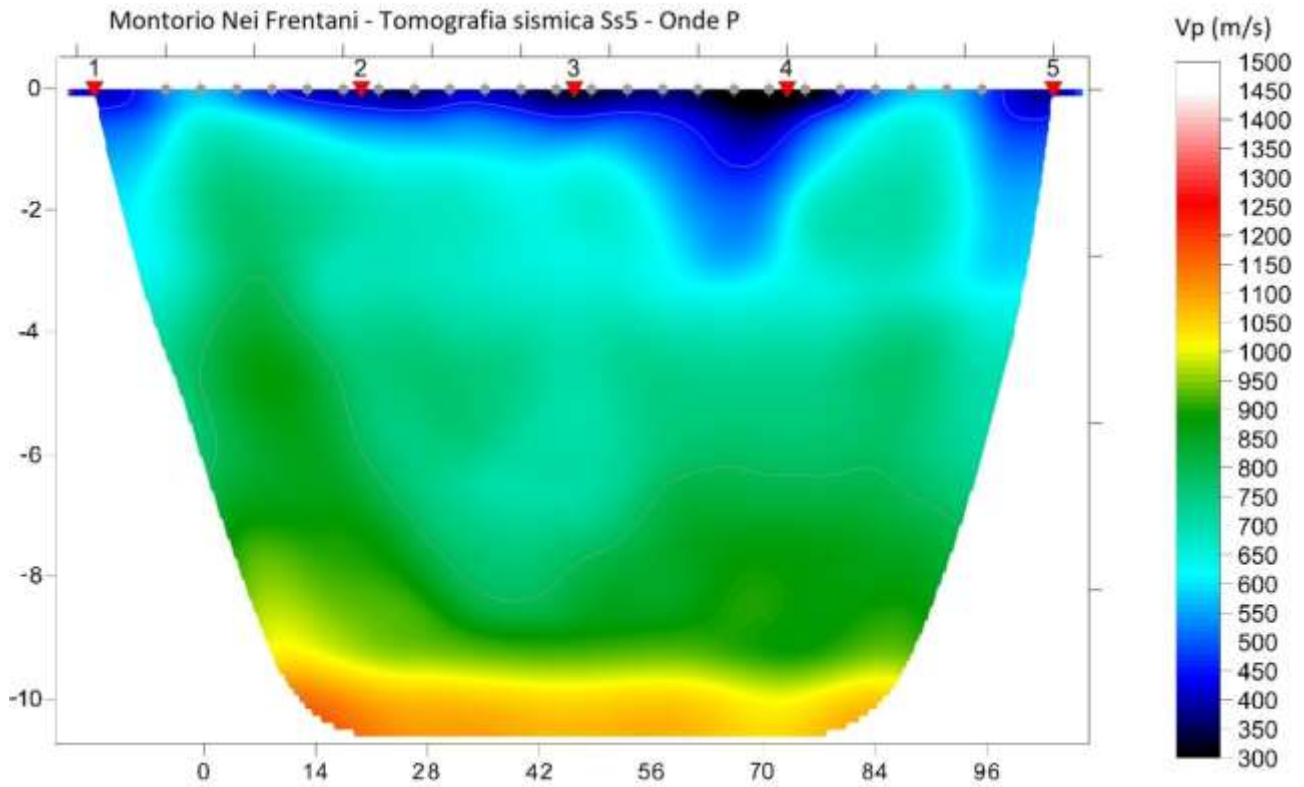


Fig. 29: tomografia sismica. SS5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 5: panoramica dello stendimento SS5

STENDIMENTO SISMICO SS6

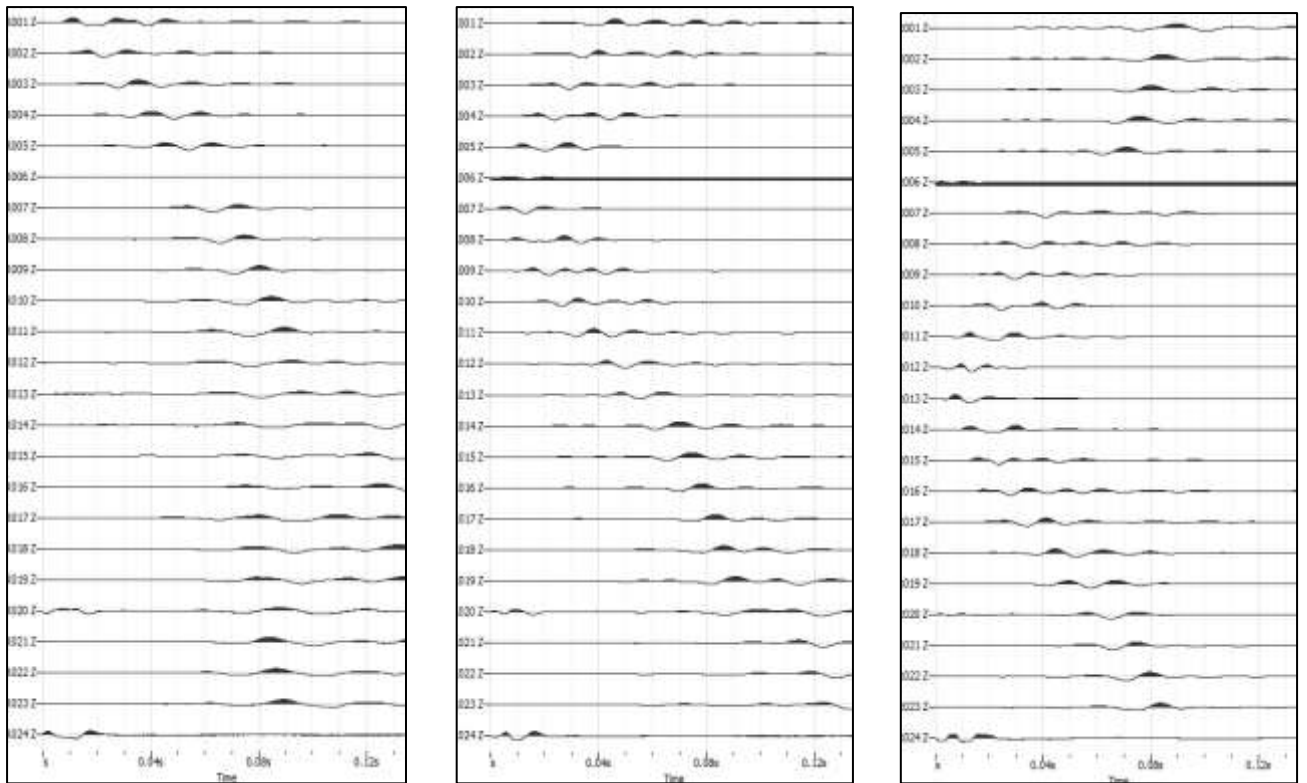


Fig. 30: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS6

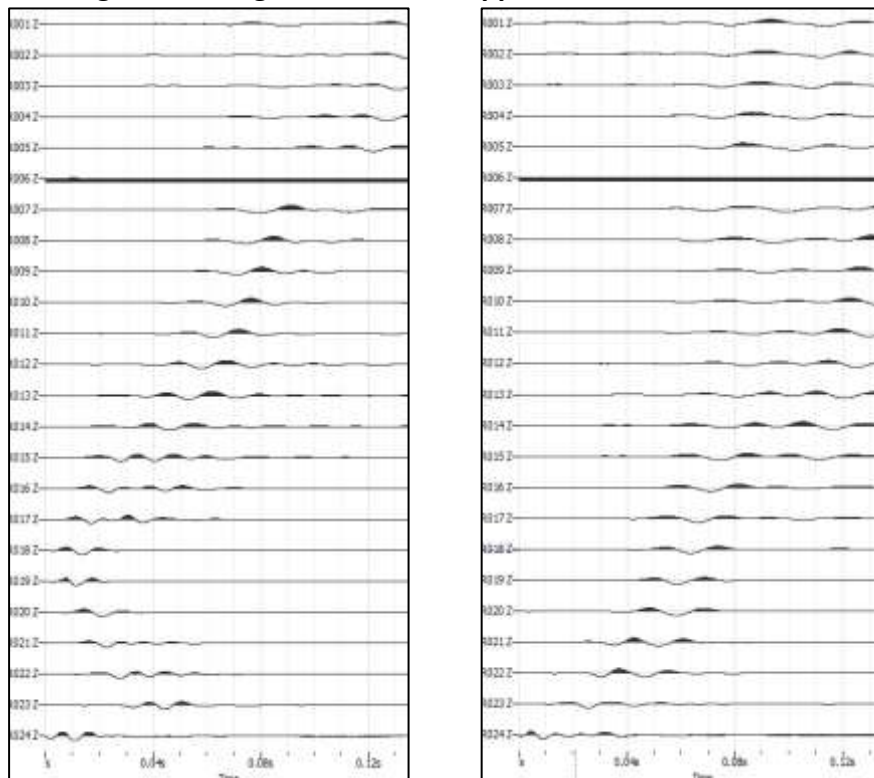


Fig. 31: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS6

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	11,13	28,60	49,07	66,73	78,40
4,00	16,60	24,80	45,40	62,73	75,47
8,00	21,53	21,33	42,67	60,13	70,93
12,00	25,33	18,40	41,73	57,60	69,27
16,00	32,27	12,40	36,67	56,87	66,53
20,00	37,00	4,40	32,27	53,60	66,87
24,00	43,60	4,40	27,87	47,60	61,40
28,00	47,00	11,47	25,73	45,73	60,13
32,00	51,07	17,87	18,80	41,53	57,40
36,00	53,60	21,13	16,60	38,27	55,60
40,00	58,33	23,13	11,67	35,53	58,13
44,00	59,60	24,40	4,53	31,00	55,40
48,00	66,00	29,53	4,73	27,73	51,20
52,00	68,93	36,47	8,20	23,87	47,93
56,00	74,53	39,93	15,47	19,53	44,47
60,00	76,40	39,53	21,33	16,93	42,47
64,00	78,93	41,20	23,33	8,73	36,27
68,00	80,73	47,73	26,27	4,20	33,33
72,00	85,67	47,73	28,07	4,73	25,87
76,00	86,20	50,33	31,00	8,93	22,60
80,00	92,80	54,67	35,33	14,20	17,87
84,00	97,53	63,07	38,67	16,20	15,67
88,00	95,13	55,40	43,60	18,60	11,67
92,00	96,27	63,07	47,73	20,40	9,27

Fig. 32: tabella dei primi arrivi. SS6

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

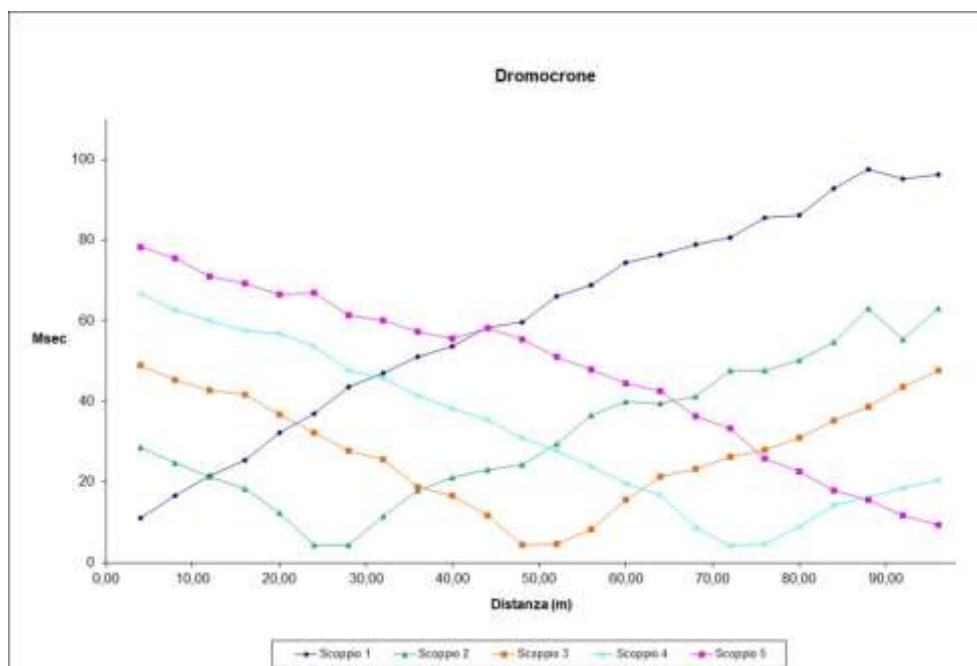


Fig. 33: dromocrone dei primi arrivi. SS6

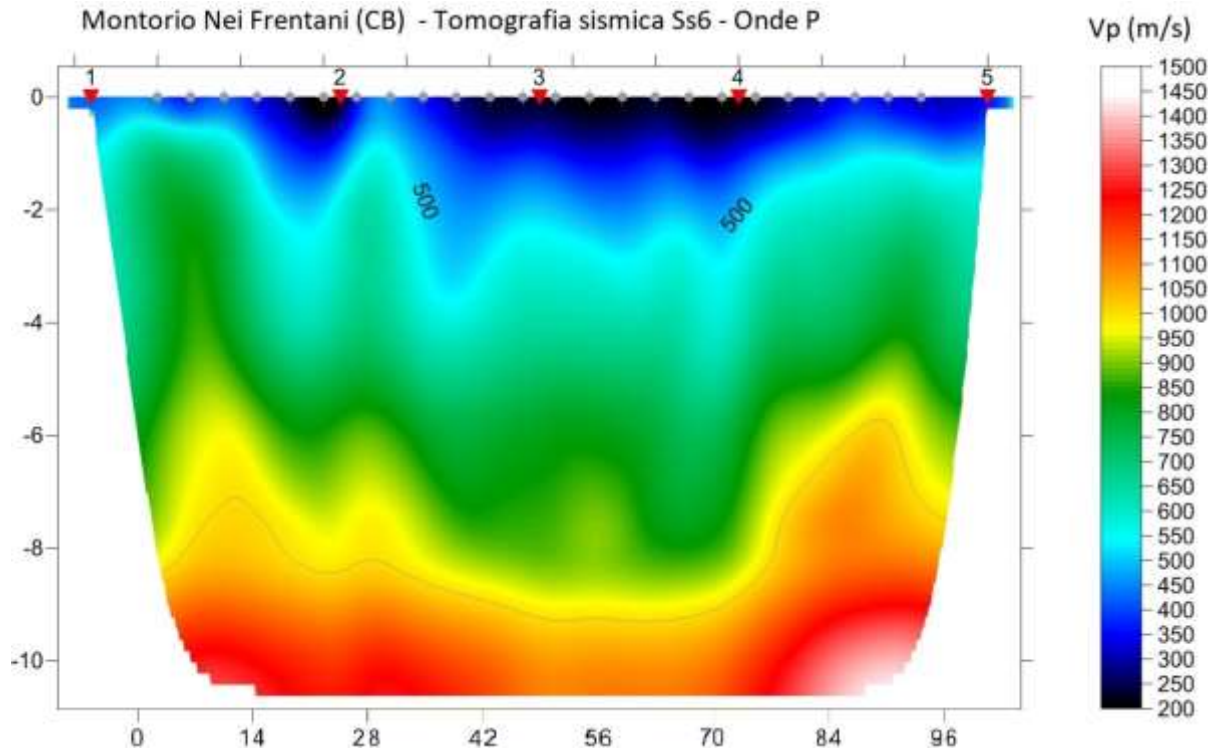


Fig. 34: tomografia sismica. SS6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 6: panoramica dello stendimento SS6

STENDIMENTO SISMICO SS7

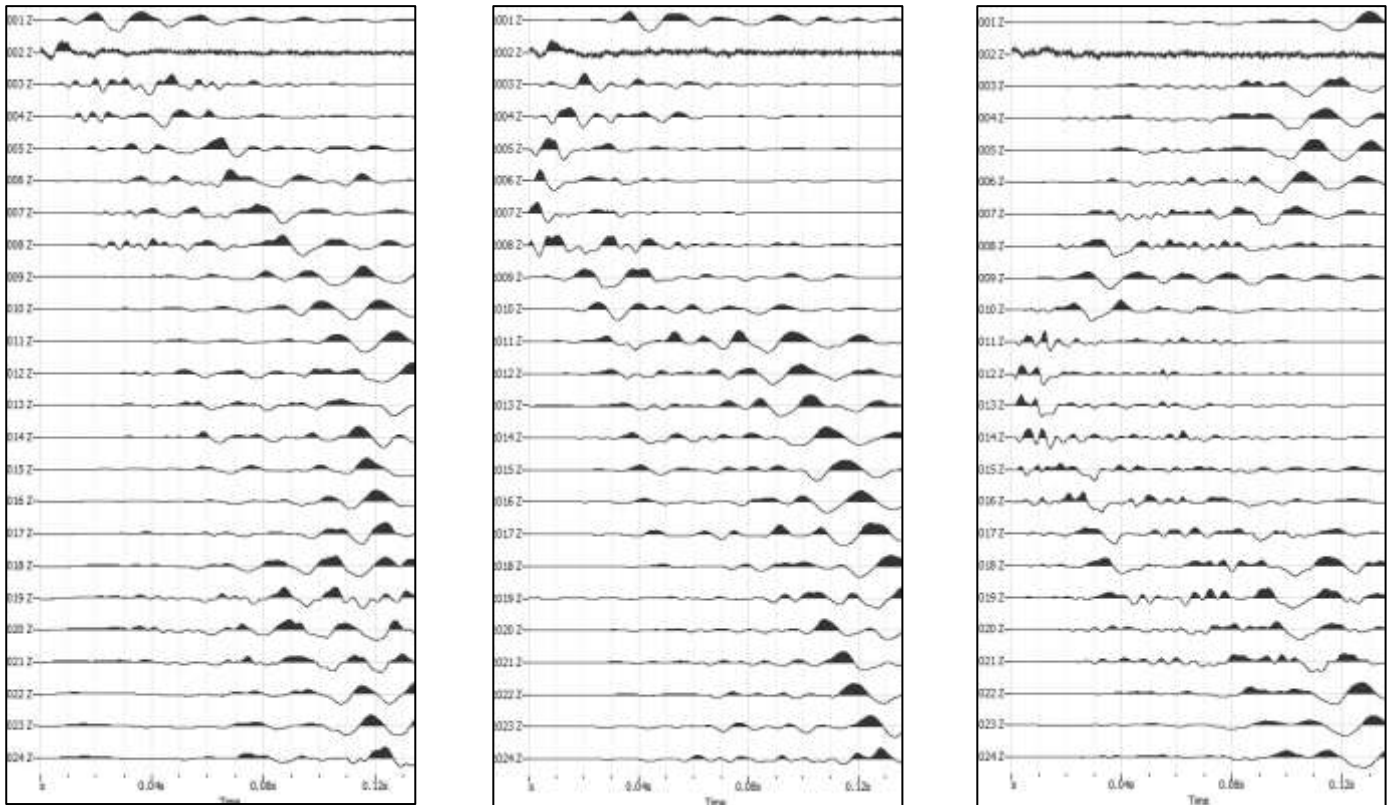


Fig. 35: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS7

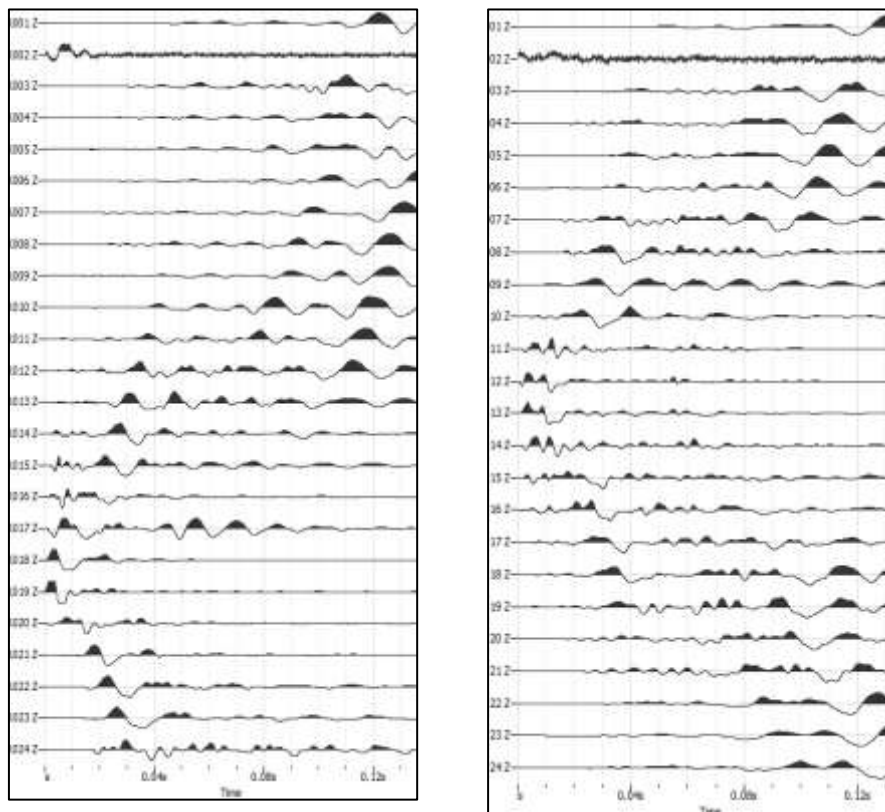


Fig. 36: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS7

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	8,60	26,80	49,07	71,27	78,00
4,00	14,20	21,13	45,40	65,07	70,00
8,00	17,47	20,27	42,67	60,53	68,33
12,00	22,40	16,60	41,73	56,33	65,80
16,00	29,13	11,67	36,67	51,20	64,53
20,00	36,80	7,13	32,27	50,47	62,73
24,00	43,73	6,40	27,87	46,47	60,33
28,00	48,67	10,60	25,73	44,67	57,27
32,00	53,07	15,67	18,80	44,13	57,40
36,00	56,67	21,13	16,60	43,40	55,60
40,00	63,60	29,73	11,67	35,53	51,93
44,00	67,27	31,73	4,53	39,53	55,40
48,00	70,73	33,33	4,73	33,73	49,40
52,00	72,40	35,93	8,20	29,87	44,67
56,00	77,27	41,20	15,47	23,87	40,80
60,00	80,73	45,73	21,33	20,40	42,47
64,00	82,73	47,93	23,33	8,73	36,27
68,00	87,67	51,07	26,27	4,20	33,33
72,00	91,33	47,73	28,07	4,73	25,87
76,00	94,27	57,40	31,00	8,93	22,60
80,00	92,80	59,27	35,33	14,20	17,87
84,00	93,20	64,13	38,67	16,20	15,67
88,00	94,10	68,20	43,60	18,60	11,67
92,00	95,60	69,47	47,73	20,40	9,27

Fig. 37: tabella dei primi arrivi. SS7

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

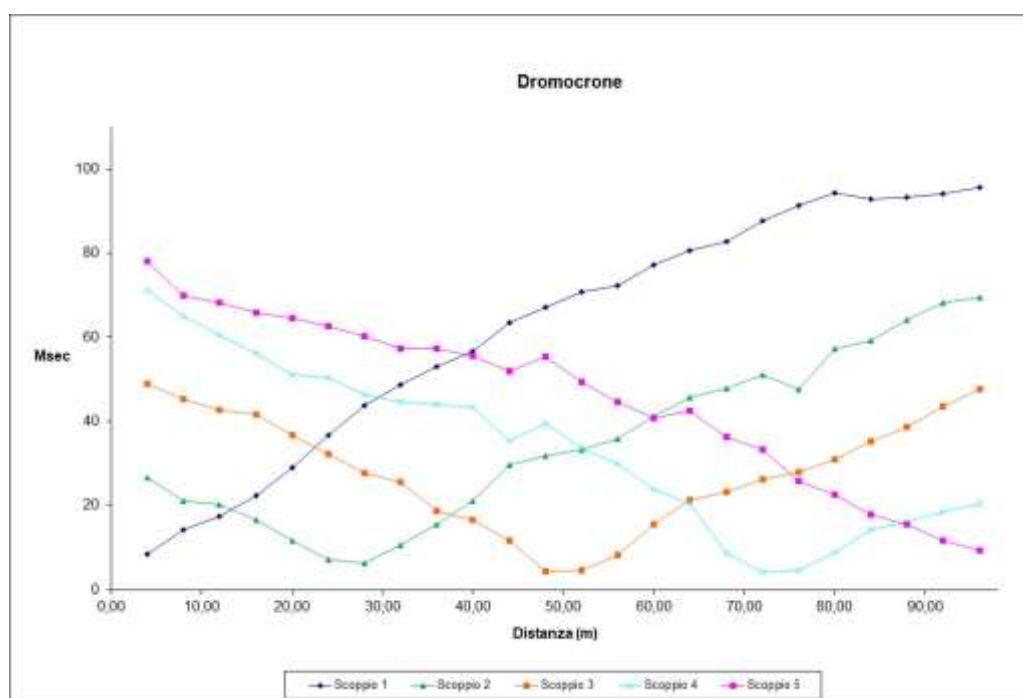


Fig. 38: dromocrone dei primi arrivi. SS7

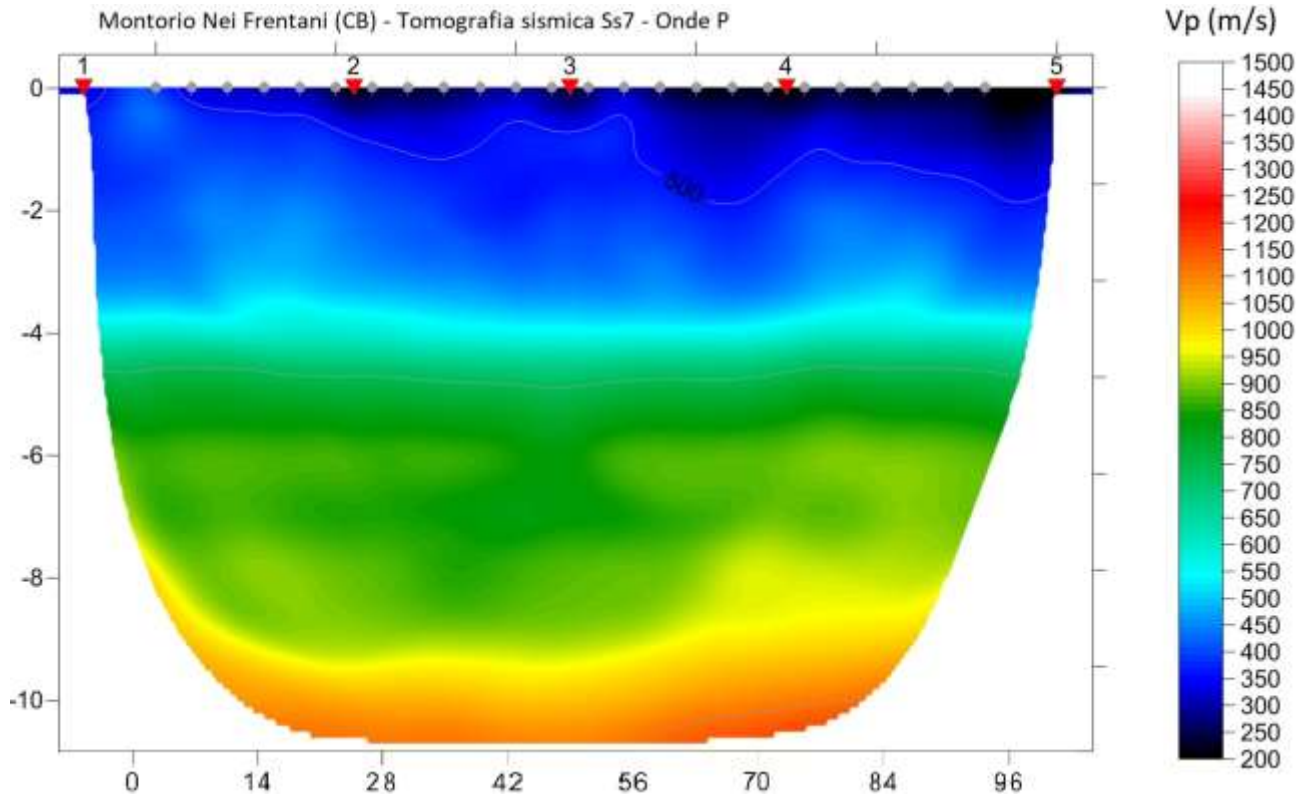


Fig. 39: tomografia sismica. SS7

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 7: dettaglio dello stendimento SS7

STENDIMENTO SISMICO SS8

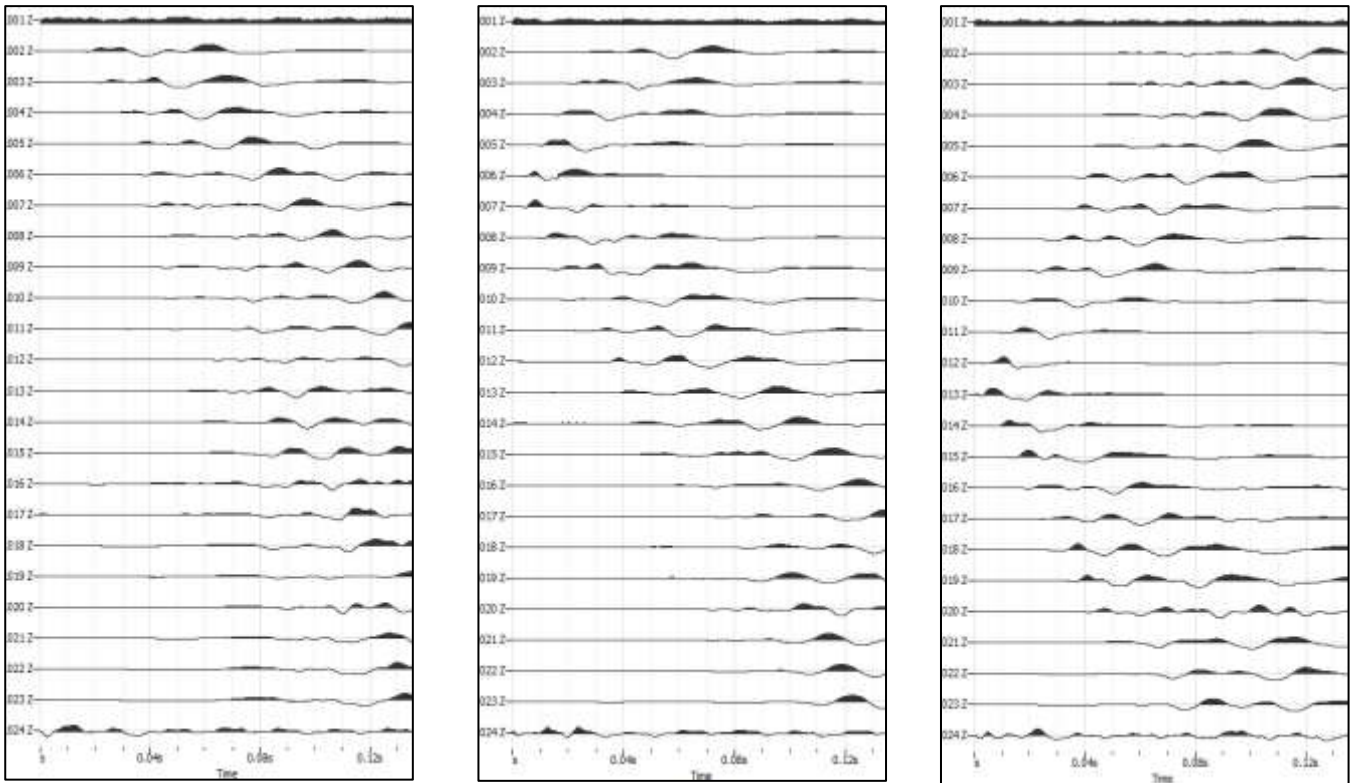


Fig. 40: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS8

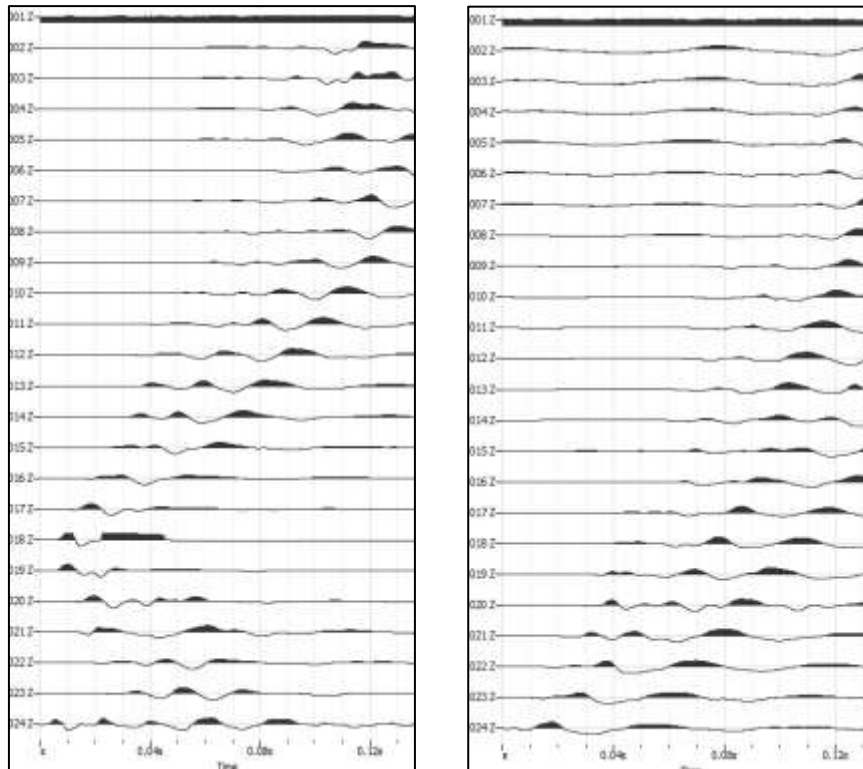


Fig. 41: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS8

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	7.27	21.13	41.87	63.00	89.93
4,00	11.13	17.47	38.60	60.07	87.40
8,00	14.53	12.20	34.93	56.60	83.53
12,00	18.40	8.93	31.47	53.33	79.73
16,00	21.27	5.67	27.67	49.53	76.67
20,00	24.93	2.33	24.00	45.33	72.27
24,00	28.60	2.73	20.20	40.80	67.93
28,00	31.67	7.07	17.47	38.40	65.00
32,00	35.67	10.20	13.87	34.93	61.53
36,00	39.33	13.13	10.00	31.87	57.87
40,00	43.53	16.00	7.07	27.67	53.33
44,00	46.80	20.40	3.07	23.67	50.40
48,00	49.53	23.67	2.93	21.27	47.33
52,00	54.60	28.20	4.40	16.93	43.33
56,00	57.33	30.73	9.47	12.53	38.93
60,00	61.53	34.20	13.67	8.73	36.93
64,00	64.80	38.80	16.40	6.40	32.20
68,00	68.60	42.60	20.40	2.33	28.07
72,00	72.80	44.60	25.13	2.73	24.93
76,00	77.00	47.87	27.33	5.47	22.93
80,00	79.93	52.40	31.87	9.27	18.60
84,00	83.40	55.87	34.80	13.87	14.00
88,00	86.67	60.27	37.87	16.40	11.80
92,00	88.67	64.27	40.40	19.87	6.40

Fig. 42: tabella dei primi arrivi. SS8

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

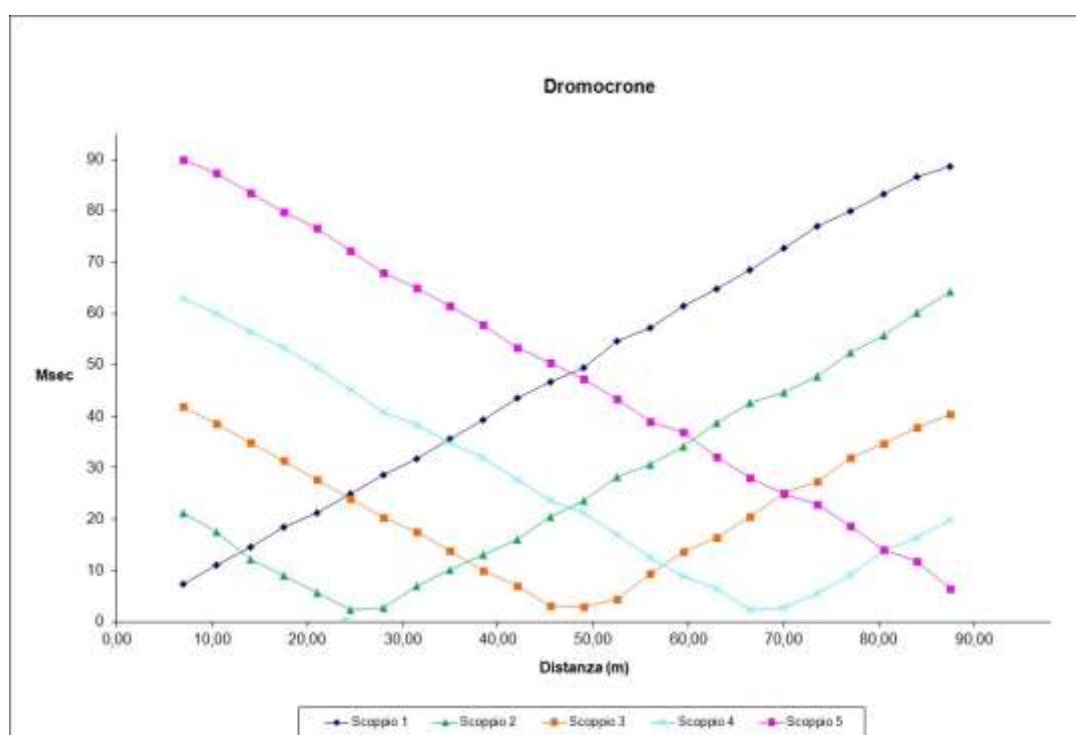


Fig. 43: dromocrone dei primi arrivi. SS8

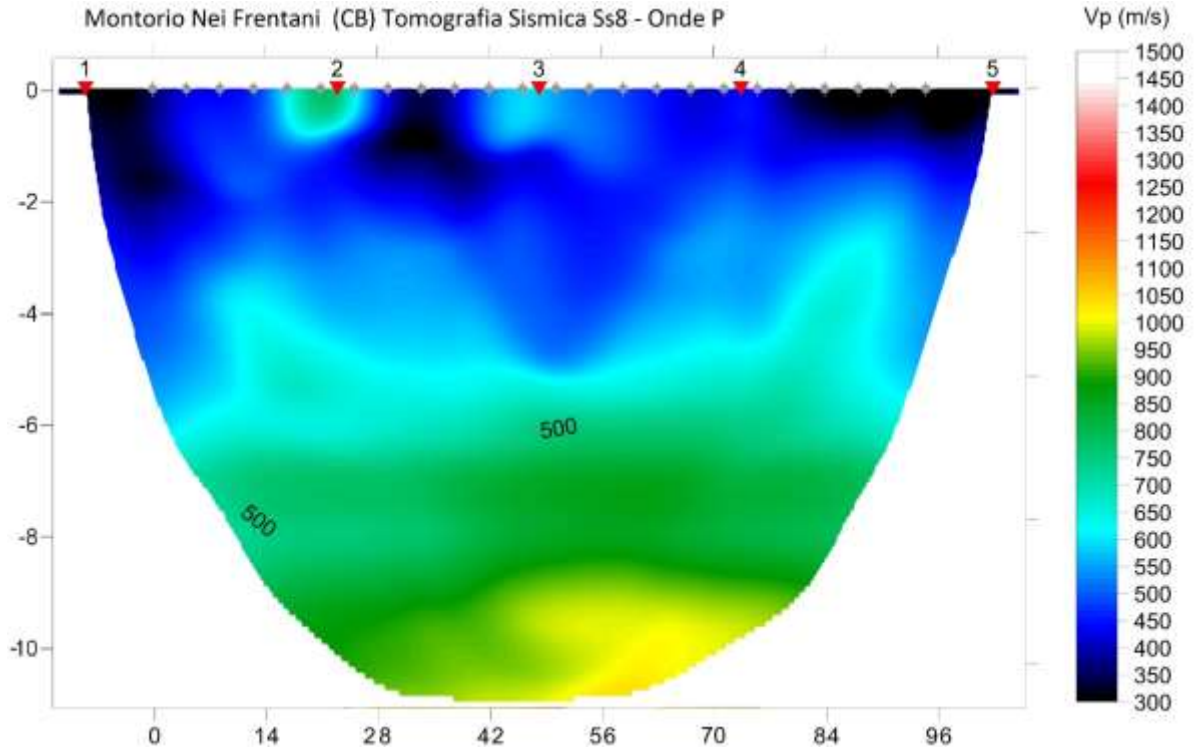


Fig. 44: tomografia sismica. SS8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 8: dettaglio dello stendimento SS8

STENDIMENTO SISMICO SS9

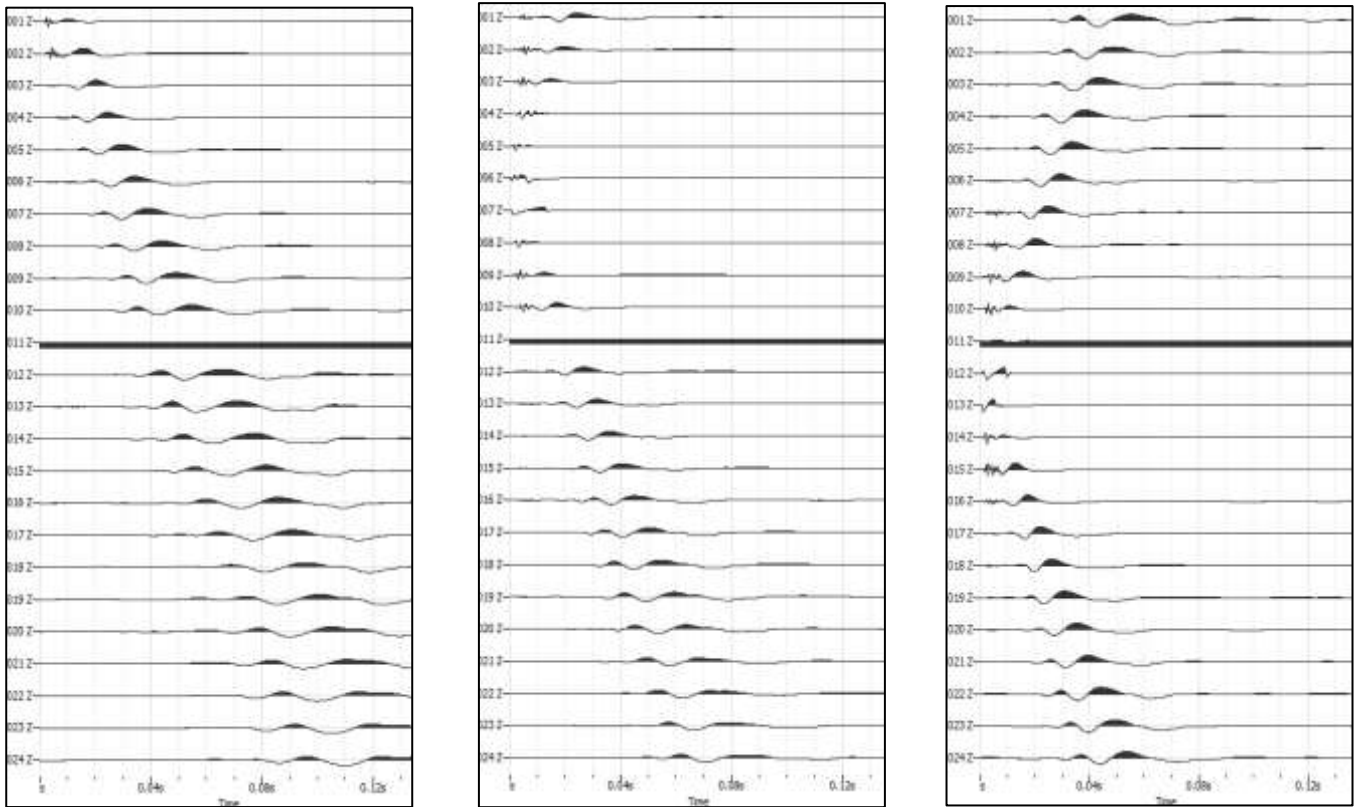


Fig. 45: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS9

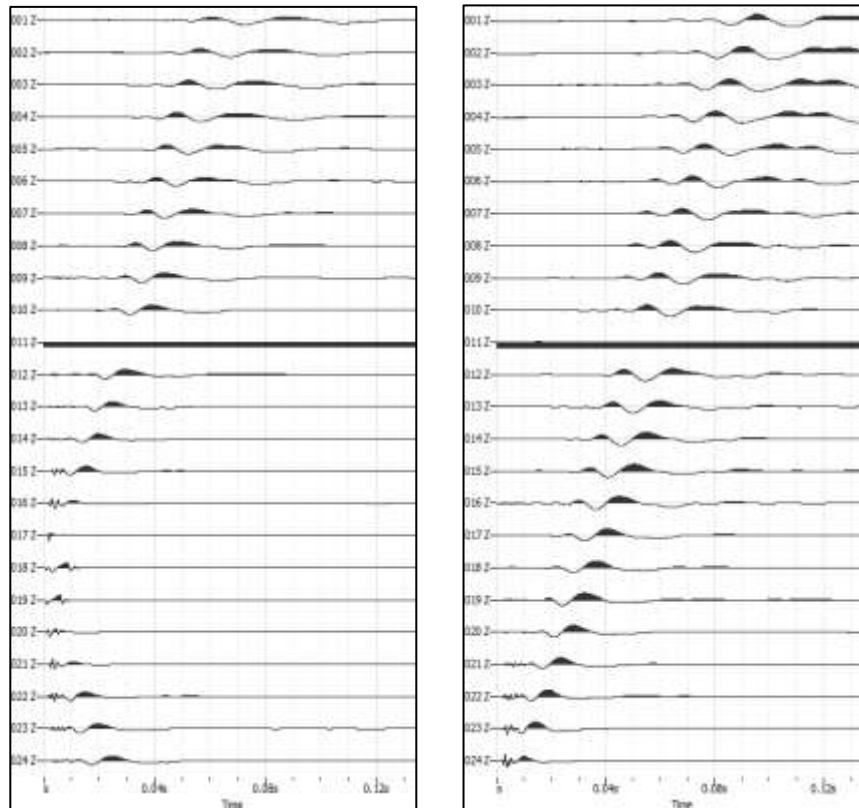


Fig. 46: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS9

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	7.20	22.73	50.20	66.87	83.53
4,00	10.53	20.53	47.20	64.40	82.13
8,00	14.13	15.73	44.40	62.73	80.20
12,00	18.33	10.53	40.53	59.67	78.00
16,00	21.07	5.80	36.60	57.73	75.20
20,00	25.00	1.80	32.47	53.87	71.87
24,00	28.60	1.80	27.73	51.60	69.07
28,00	33.33	6.27	24.13	47.47	65.80
32,00	39.67	11.13	20.27	44.13	62.73
36,00	43.27	15.67	14.13	41.07	60.80
40,00	46.33	21.07	8.60	37.47	57.13
44,00	50.80	25.67	3.07	32.47	55.20
48,00	53.27	30.13	2.80	28.00	51.33
52,00	59.67	35.67	8.33	23.87	47.73
56,00	59.67	39.80	14.40	16.93	44.93
60,00	62.13	42.87	19.73	12.47	41.60
64,00	64.13	46.47	23.00	6.13	38.60
68,00	67.73	49.80	28.33	2.20	34.13
72,00	70.73	53.67	32.73	2.20	29.40
76,00	73.53	55.80	37.20	5.27	25.00
80,00	74.93	59.93	41.07	11.40	20.27
84,00	76.60	61.33	43.00	15.80	15.53
88,00	78.80	63.53	46.33	21.40	10.27
92,00	80.73	65.80	50.20	26.67	5.53

Fig. 47: tabella dei primi arrivi. SS9

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

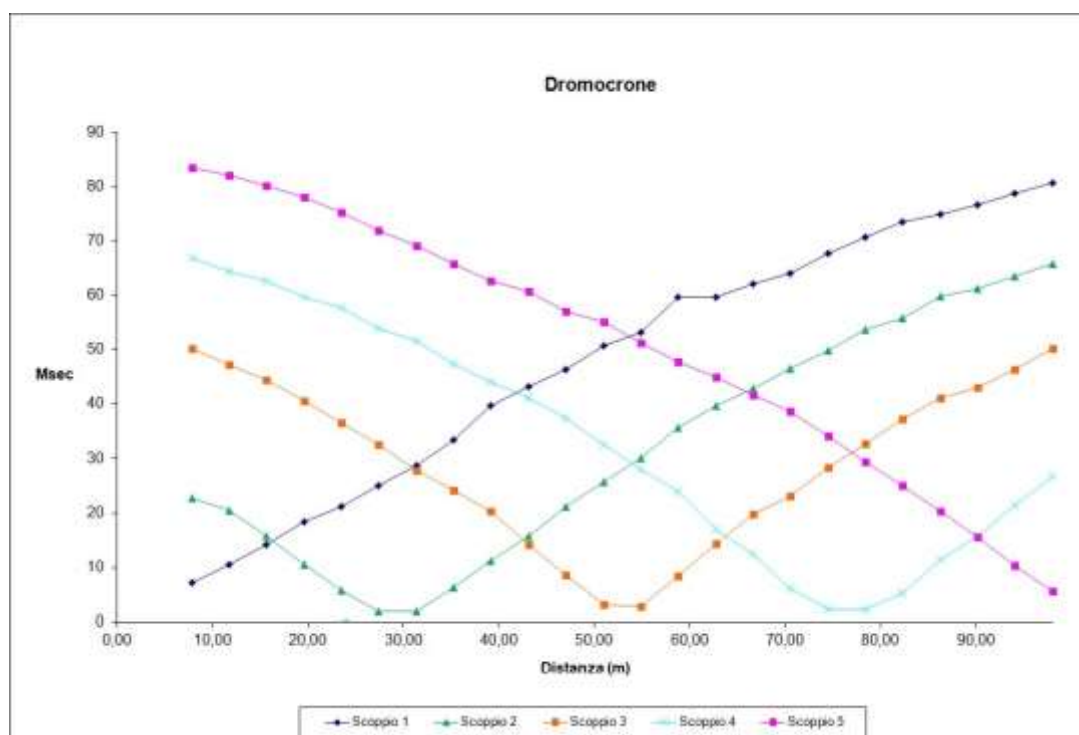


Fig. 48: dromocrone dei primi arrivi. SS9

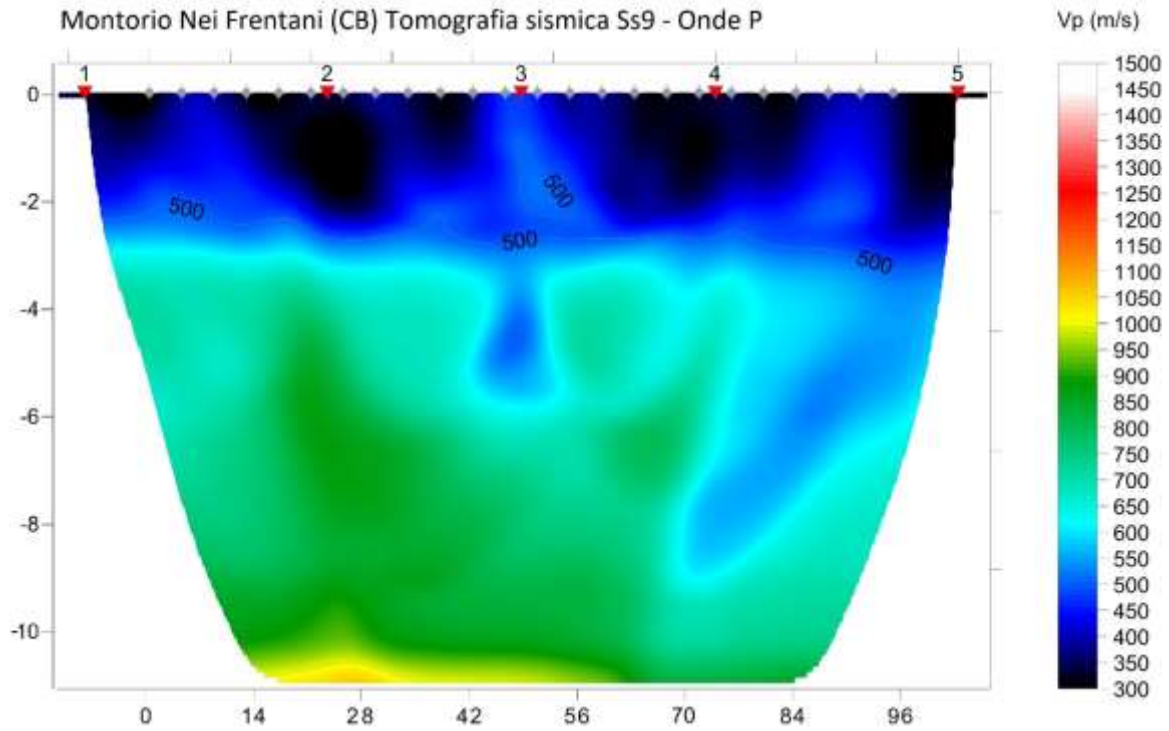


Fig. 49: tomografia sismica. SS9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 9: panoramica dello stendimento SS9

STENDIMENTO SISMICO SS10

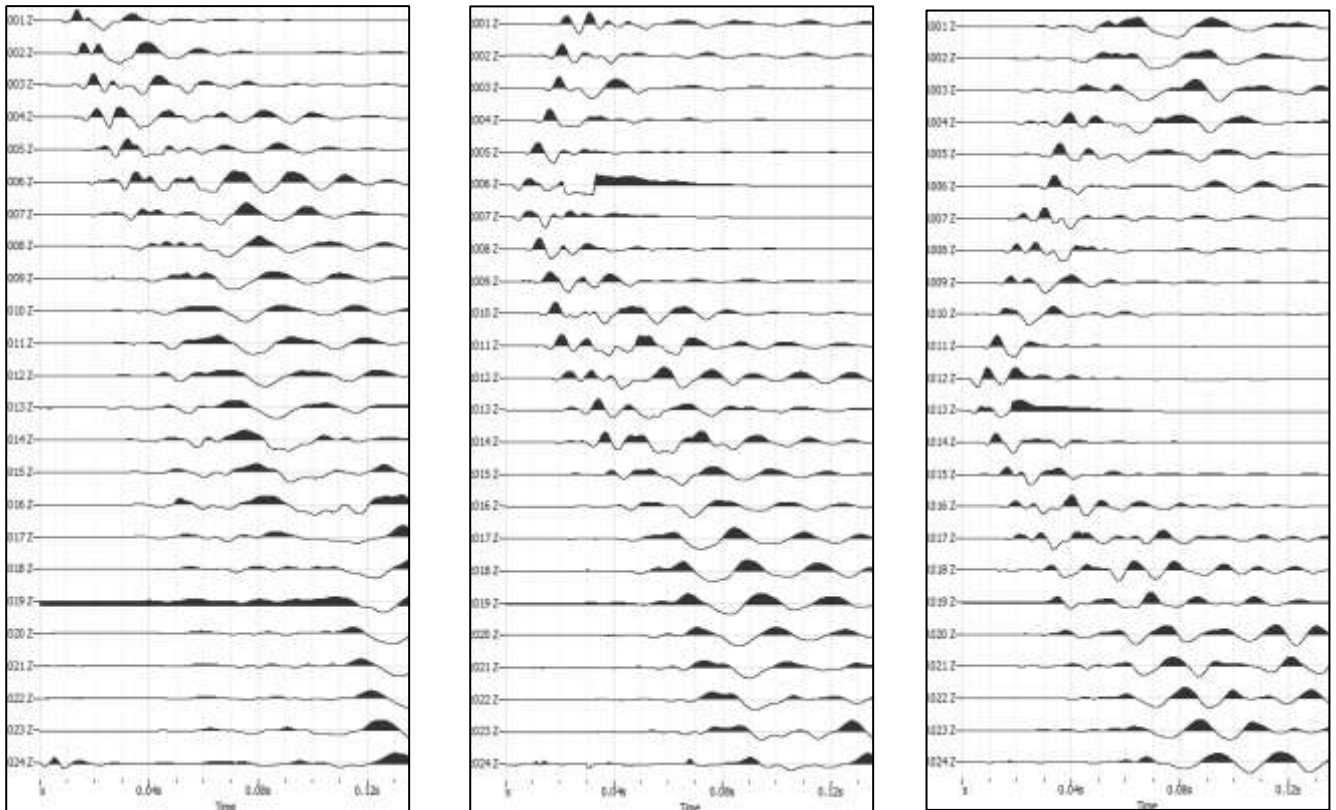


Fig. 50: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS10

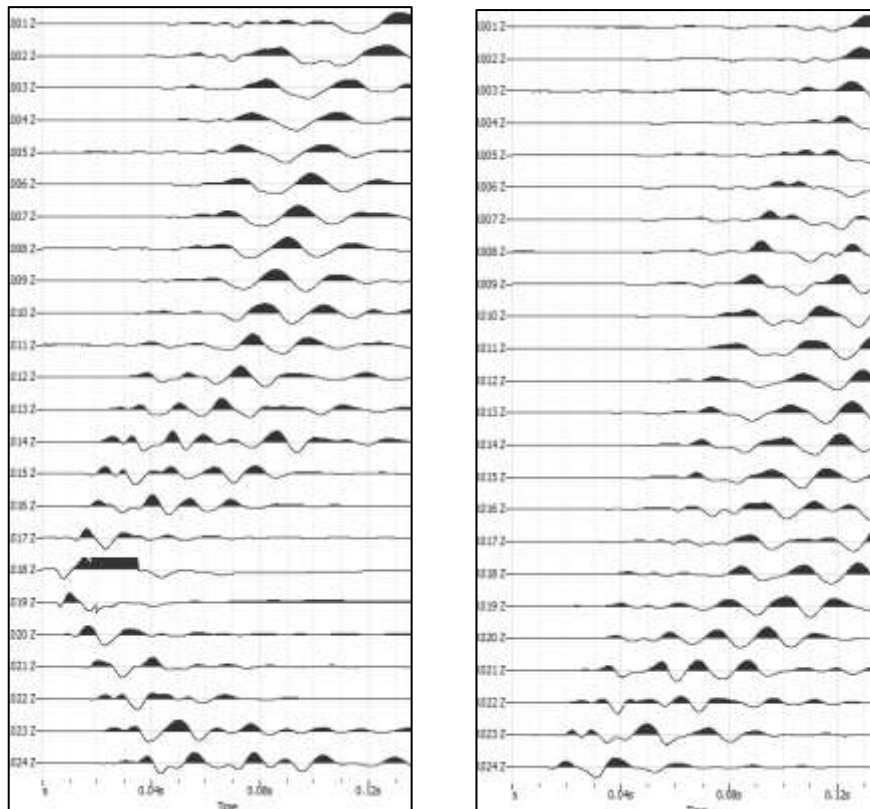


Fig. 51: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS10

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	0,00	26,00	50,00	74,00	100,00
	msec	msec	msec	msec	msec
0,00	6.20	14.53	34.40	57.13	77.53
4,00	11.13	11.47	33.47	54.80	75.93
8,00	12.53	8.53	29.87	51.87	73.93
12,00	15.13	6.20	28.40	49.87	70.47
16,00	17.67	2.20	26.13	46.60	68.27
20,00	20.00	1.80	22.93	44.33	67.00
24,00	23.67	3.67	20.93	41.07	63.53
28,00	26.20	7.80	17.87	38.07	61.20
32,00	29.47	10.20	13.47	33.47	59.13
36,00	33.47	14.53	10.53	29.73	56.47
40,00	36.93	17.67	4.67	26.13	53.73
44,00	40.20	20.20	2.07	21.87	49.87
48,00	42.93	24.40	2.33	19.87	46.80
52,00	46.60	28.07	4.73	16.40	44.07
56,00	50.07	31.13	8.13	13.13	39.87
60,00	54.07	33.87	13.40	9.47	36.80
64,00	56.80	36.60	17.47	4.93	33.87
68,00	60.47	40.60	20.20	2.27	30.93
72,00	64.07	44.93	23.87	1.93	26.93
76,00	65.33	46.40	26.60	5.00	22.93
80,00	67.00	49.13	30.13	8.40	19.47
84,00	69.33	50.60	32.80	11.80	15.87
88,00	71.20	54.40	36.60	15.73	12.40
92,00	74.67	56.80	39.67	18.27	9.67

Fig. 52: tabella dei primi arrivi. SS10

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

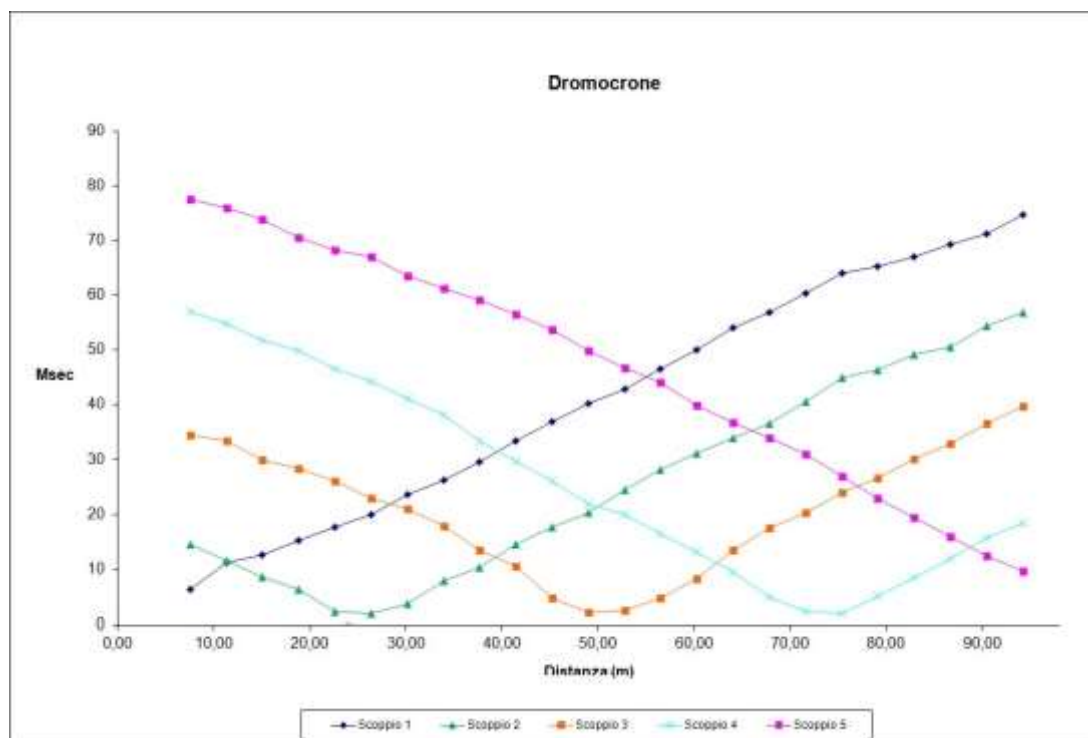


Fig. 53: dromocrone dei primi arrivi. SS10

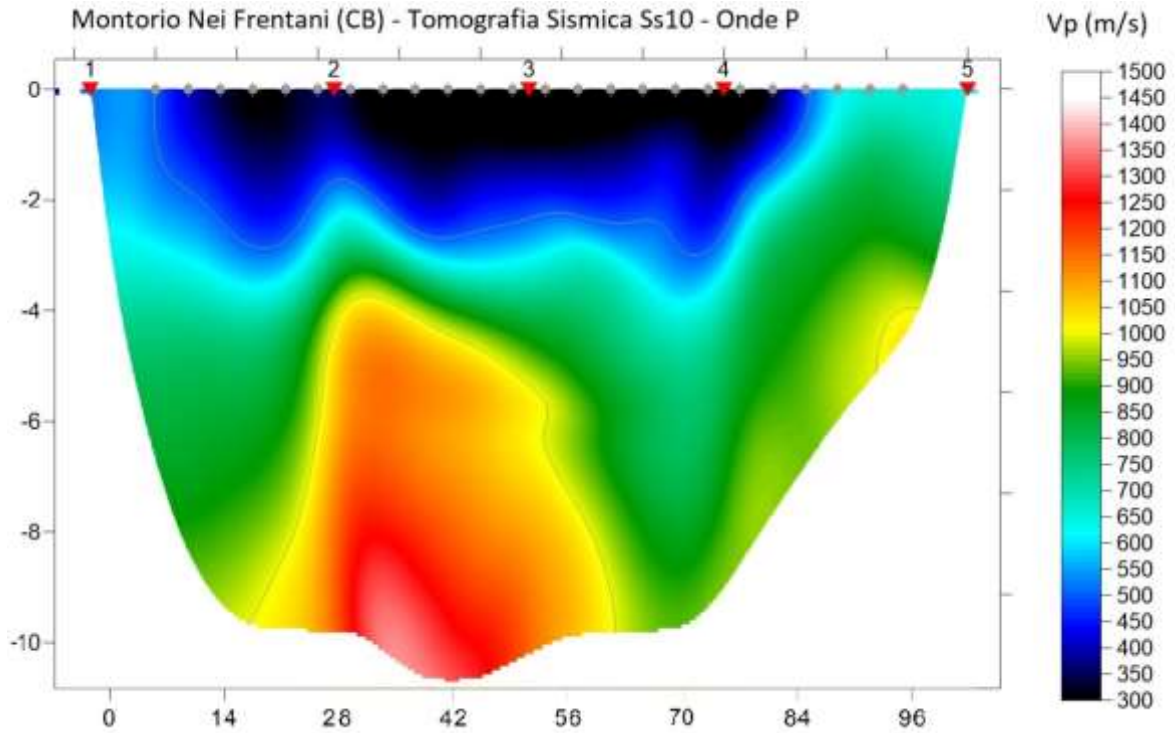


Fig. 54: tomografia sismica. SS10

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 10: panoramica dello stendimento SS10

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**.

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 4,00 metri, mentre lo **scoppio di energizzazione** è stato effettuato a 4,00 metri dal primo geofono,

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

In **Fig. 55** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 56** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 57** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 58** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

In **Fig. 59** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{Seq} .

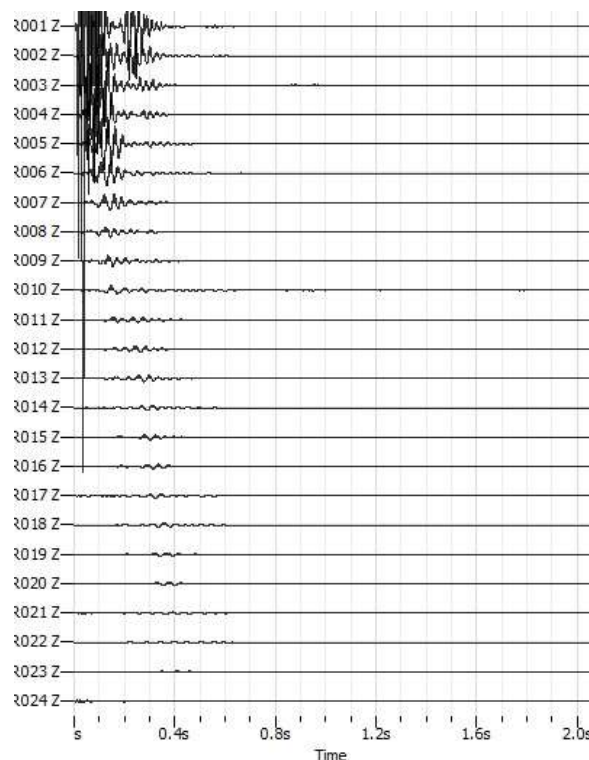


Fig.55: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M1

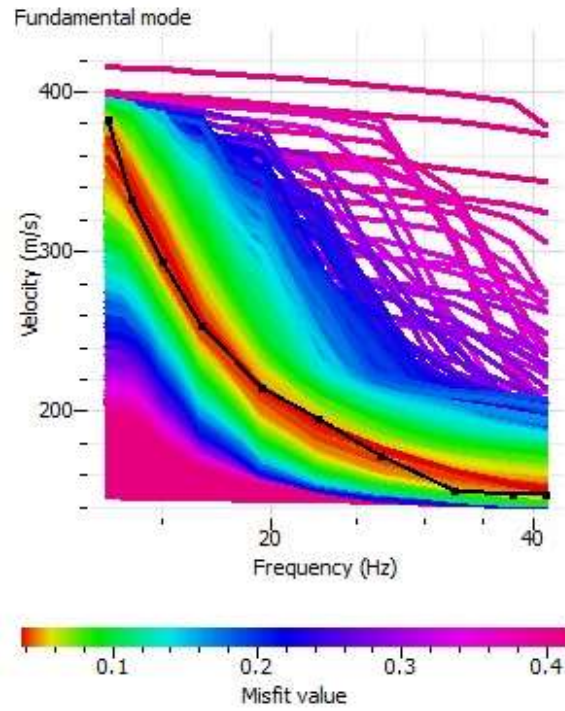


Fig. 56: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M1

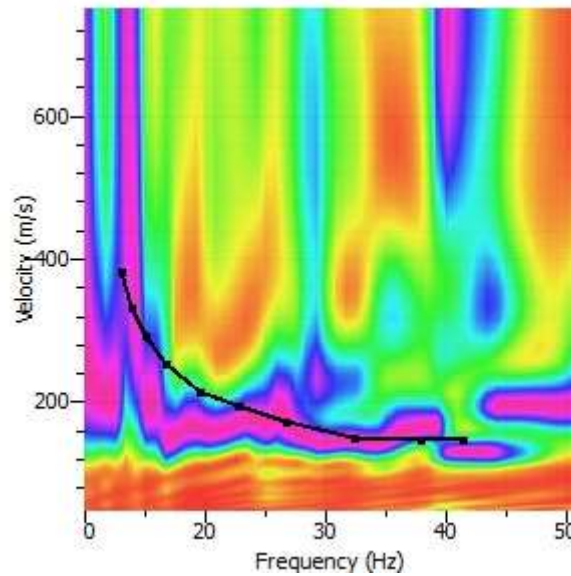


Fig.57 : confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M1

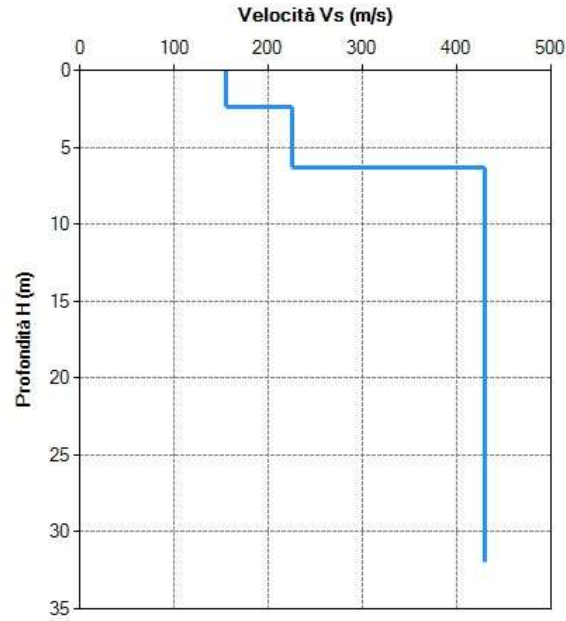


Fig.58 : andamento di Vs con la profondità – M1

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	2,30	2,30	155,00	2,30	2,30	0,014839
2	6,30	4,00	225,00	6,30	4,00	0,017778
3	32,00	25,70	430,00	30,00	23,70	0,055116
▶▶						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig.59 : tabella per il calcolo di V_{seq} . M1



FOTO 11: panoramica dello stendimento M1

ELABORAZIONE DEI DATI M2

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

In Fig. 60 è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In Fig. 61 è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In Fig. 62 è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In Fig. 63 è riportato il grafico mostrante l'andamento di V_s con la profondità;

In Fig. 64 è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di $V_{s_{eq}}$

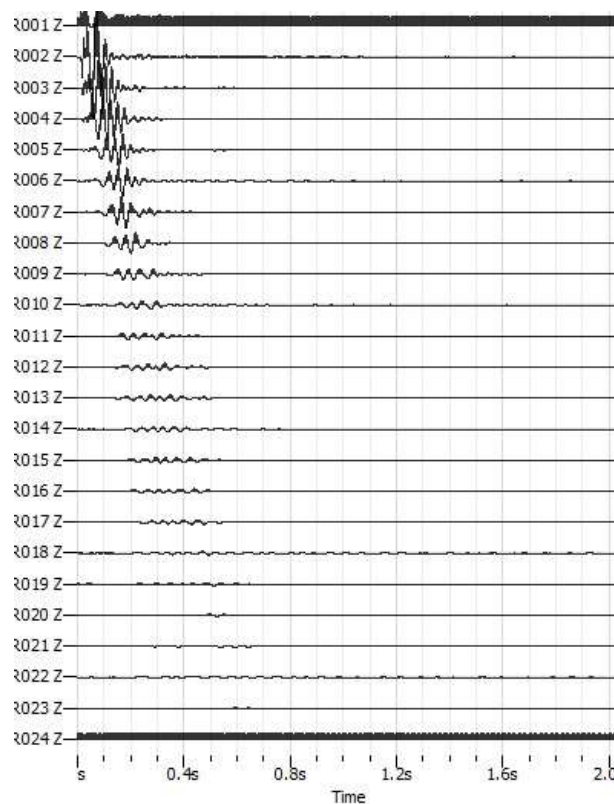


Fig.60: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della prospezione. M2

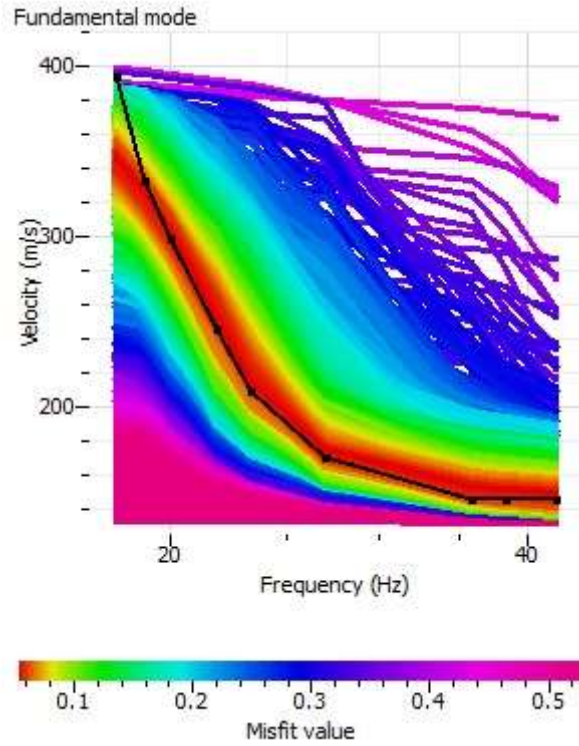


Fig. 61: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M2

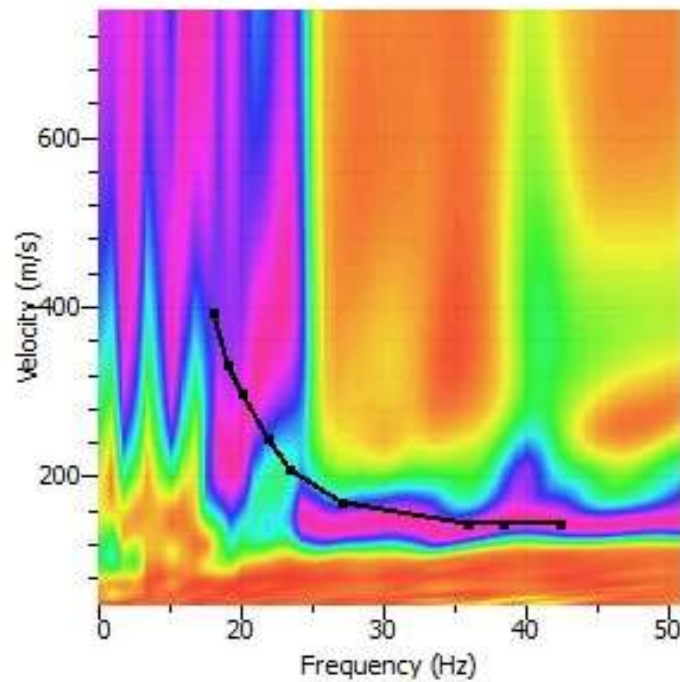


Fig. 62: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita. M2

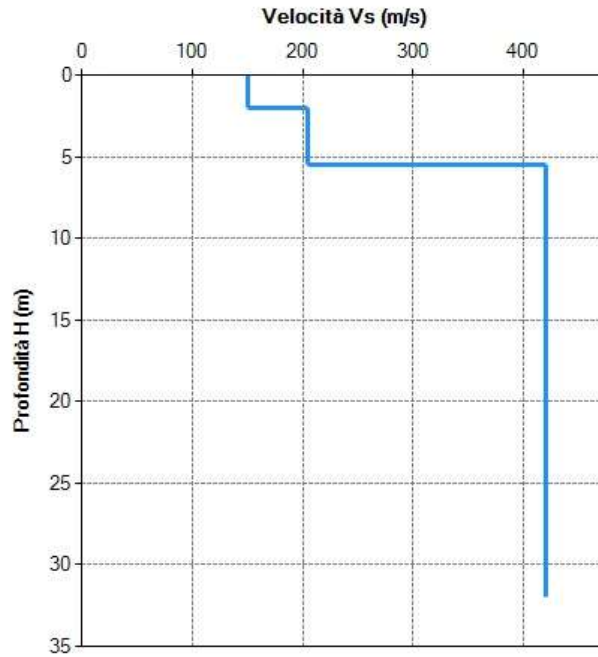


Fig. 63: andamento di Vs con la profondità. M2

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	150,00	2,00	2,00	0,013333
2	5,50	3,50	205,00	5,50	3,50	0,017073
3	32,00	26,50	420,00	30,00	24,50	0,058333

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs₃₀: m/s

Fig. 64: tabella per il calcolo di Vs_{eq}. M2



FOTO 12: dettaglio dello stendimento M2

ELABORAZIONE DEI DATI M3

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

In **Fig. 65** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 66** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 67** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 68** è riportato il grafico mostrante l'andamento della V_s con la profondità;

In **Fig. 69** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{seq} .

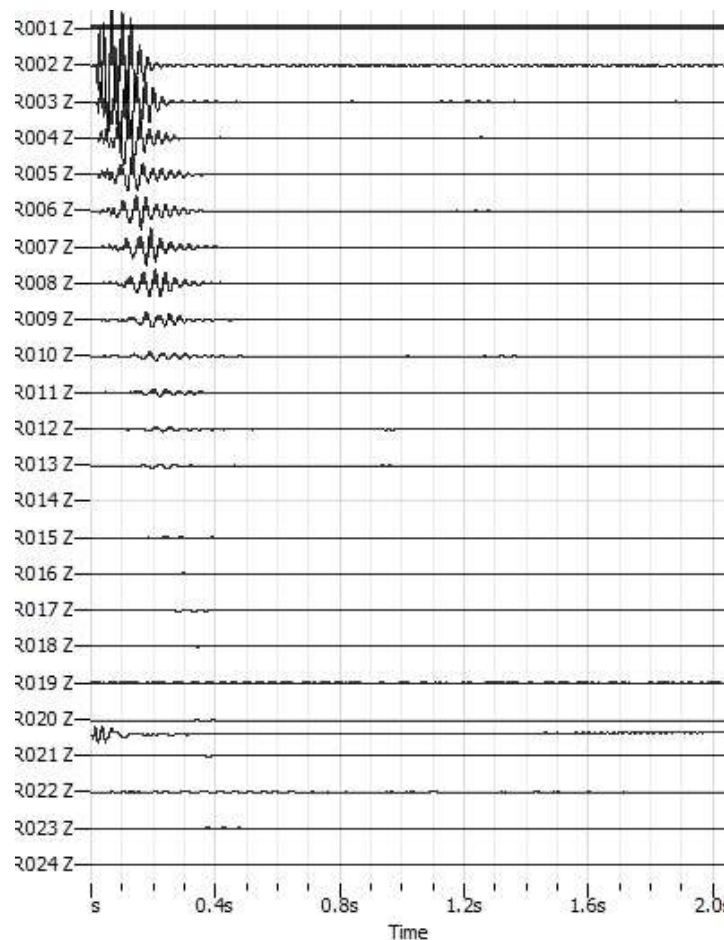


Fig.65: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M3

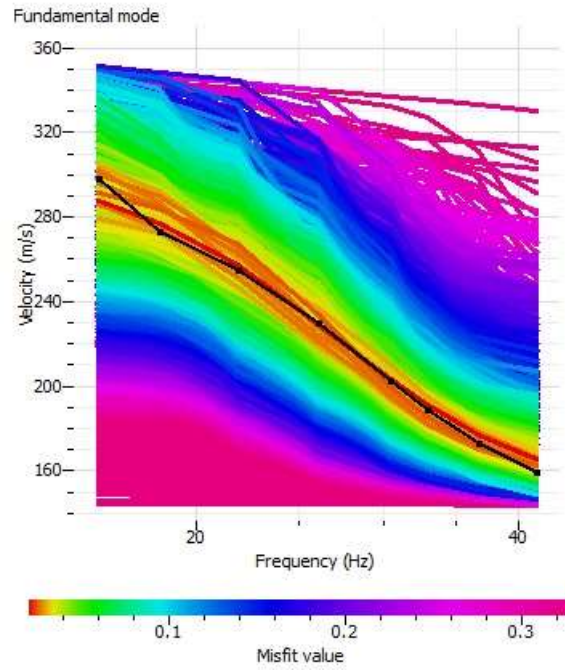


Fig. 66: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M3

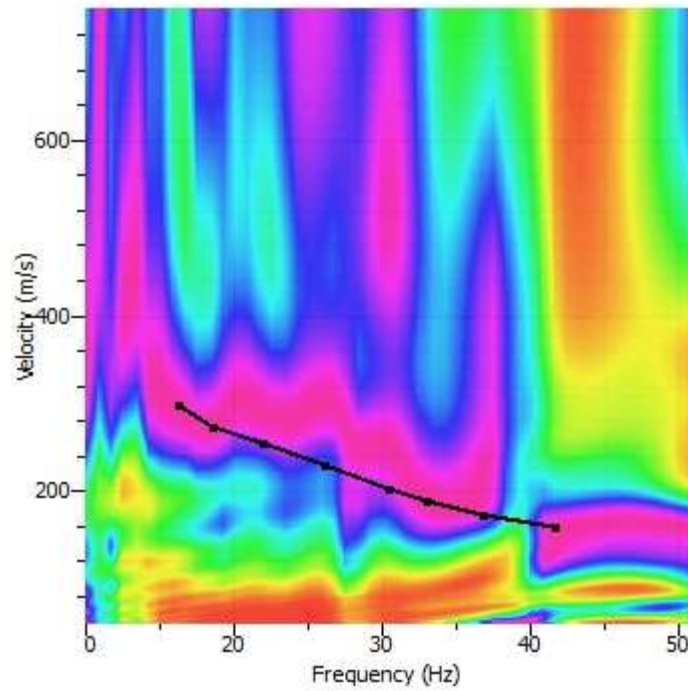


Fig.67 : confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M3

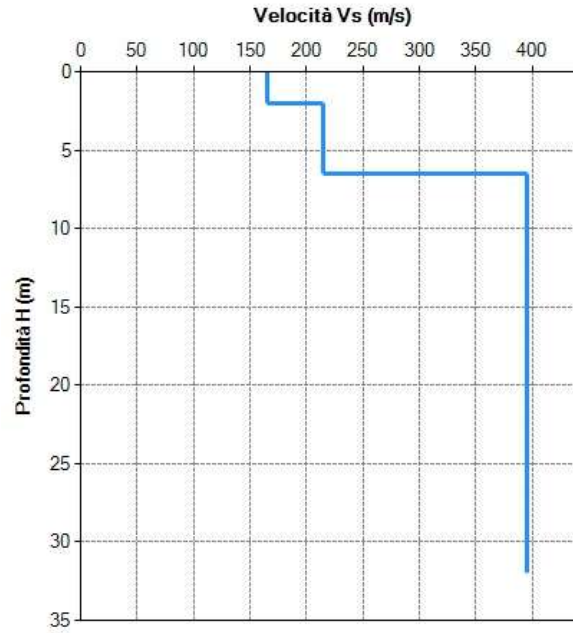


Fig. 68: andamento di Vs con la profondità – M3

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

Caratteristiche dei sismografi:

Nr.	Profondità (m)	Spesimi (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	h _i calc (m)	h _i /V _s (s)
1	2.00	2.00	165.00	2.00	2.00	0.012121
2	6.50	4.50	215.00	6.50	4.50	0.020930
3	32.00	25.50	395.00	30.00	23.50	0.059494

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II de NTC 2018): Vs.30: m/s

Fig.69 : tabella per il calcolo di Vs_{eq}. M3



FOTO 13: panoramica dello stendimento M3

ELABORAZIONE DEI DATI M4

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

In **Fig.70** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig.71** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig.72** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.73** è riportato il grafico mostrante l'andamento della Vs con la profondità;

In **Fig.74** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{Seq} .

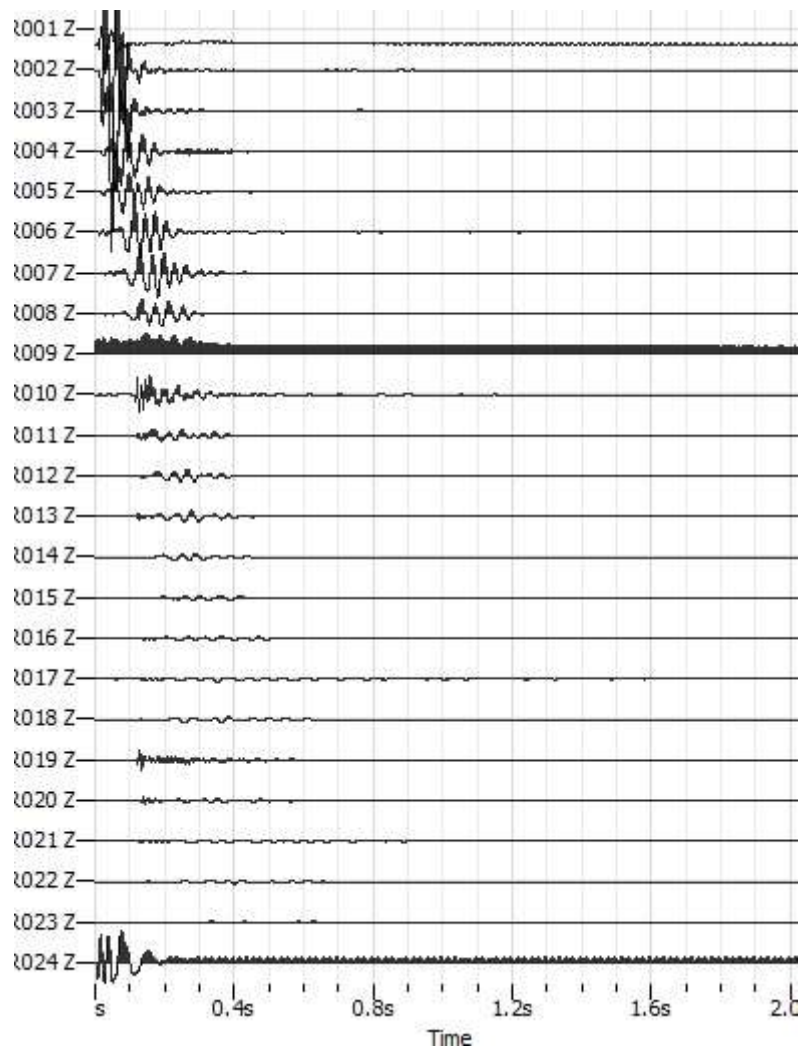


Fig.70: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M4

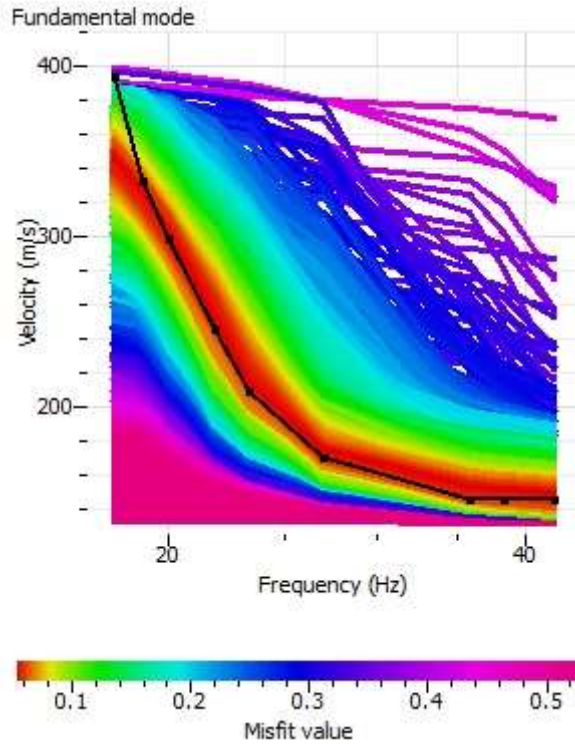


Fig.71 : grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M4

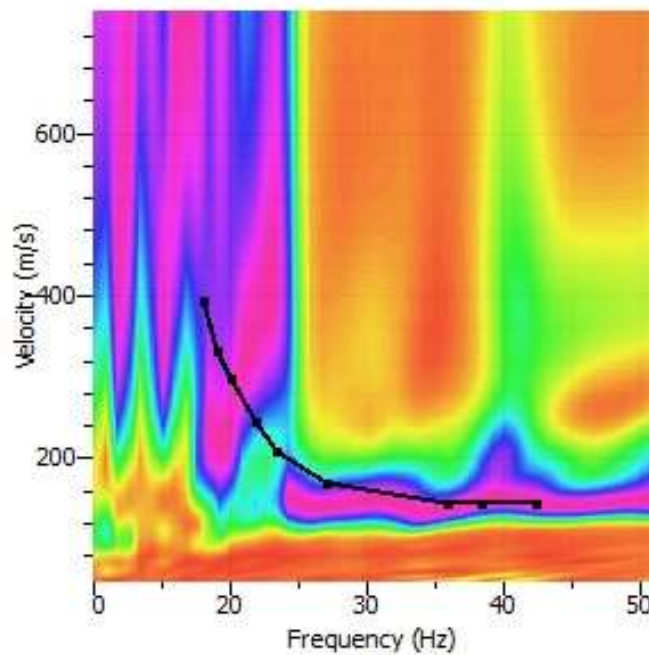


Fig.72 : confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M4

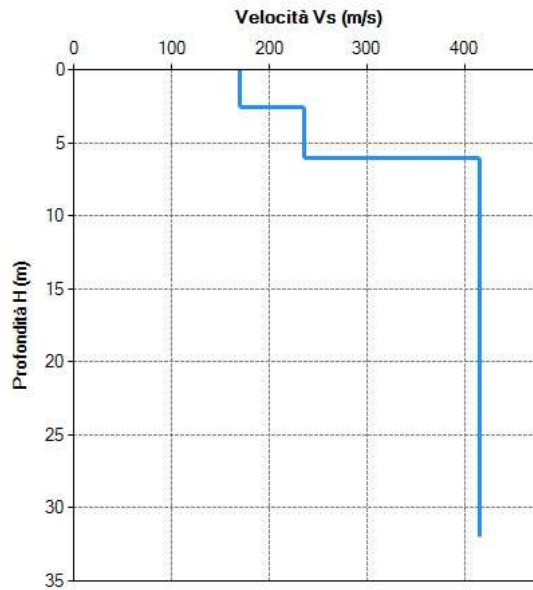


Fig. 73: andamento di Vs con la profondità – M4

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	2,50	2,50	170,00	2,50	2,50	0,014706
2	6,00	3,50	235,00	6,00	3,50	0,014894
3	32,00	26,00	415,00	30,00	24,00	0,057831

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig.74 : tabella per il calcolo di V_{seq} . M4



FOTO 14: dettaglio dello stendimento M4

ELABORAZIONE DEI DATI M5

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

In **Fig.75** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig.76** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig.77** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.78** è riportato il grafico mostrante l'andamento della V_s con la profondità;

In **Fig.79** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{seq} .

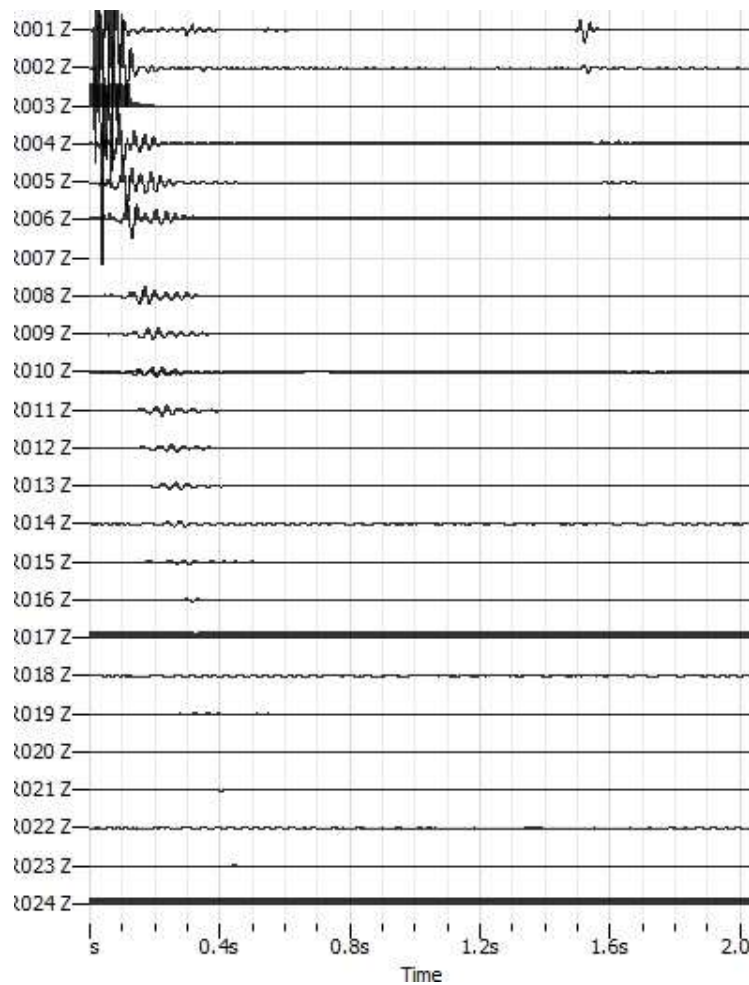


Fig.75: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M5

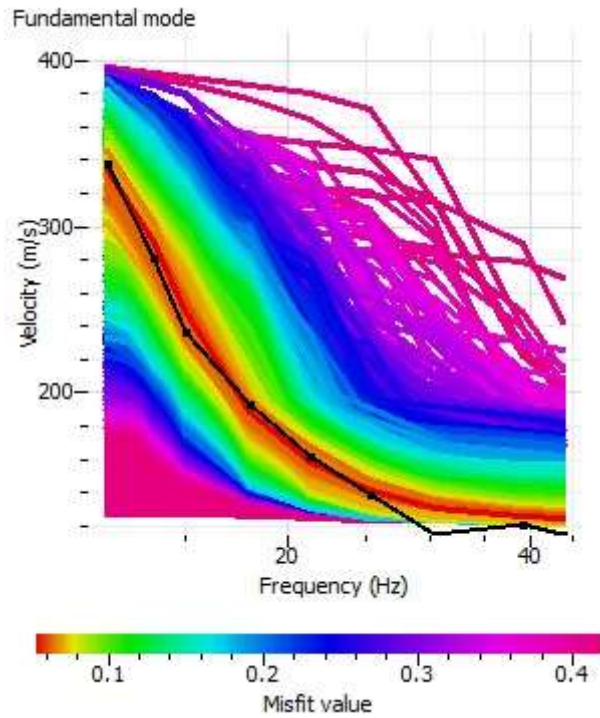


Fig. 76: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M5

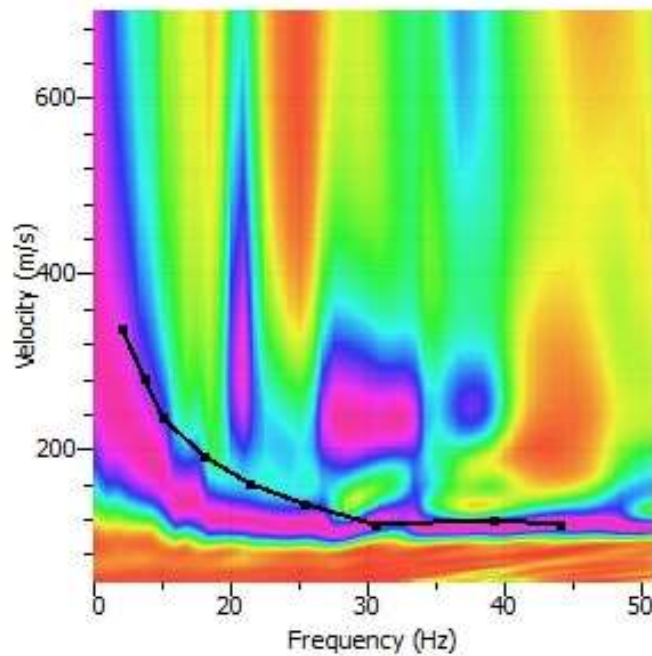


Fig. 77: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M5

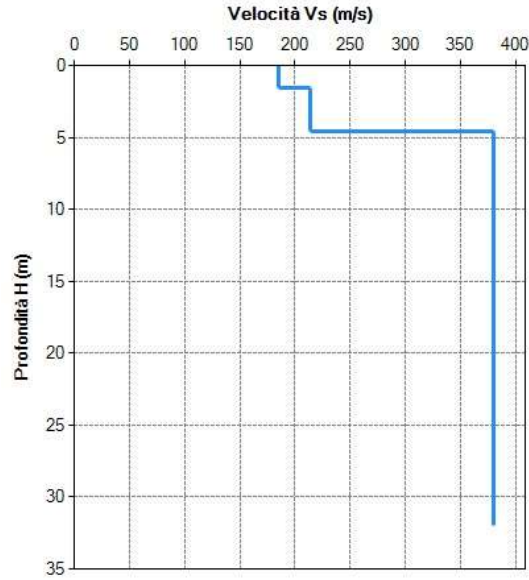


Fig.78 : andamento di Vs con la profondità – M5

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	185,00	1,50	1,50	0,008108
2	4,50	3,00	214,00	4,50	3,00	0,014019
3	32,00	27,50	380,00	30,00	25,50	0,067105
**						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig.79 : tabella per il calcolo di V_{seq} . M5



FOTO 15: dettaglio dello stendimento M5

ELABORAZIONE DEI DATI M6

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

In **Fig. 80** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 81** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 82** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 83** è riportato il grafico mostrante l'andamento della V_s con la profondità;

In **Fig. 84** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{seq} .

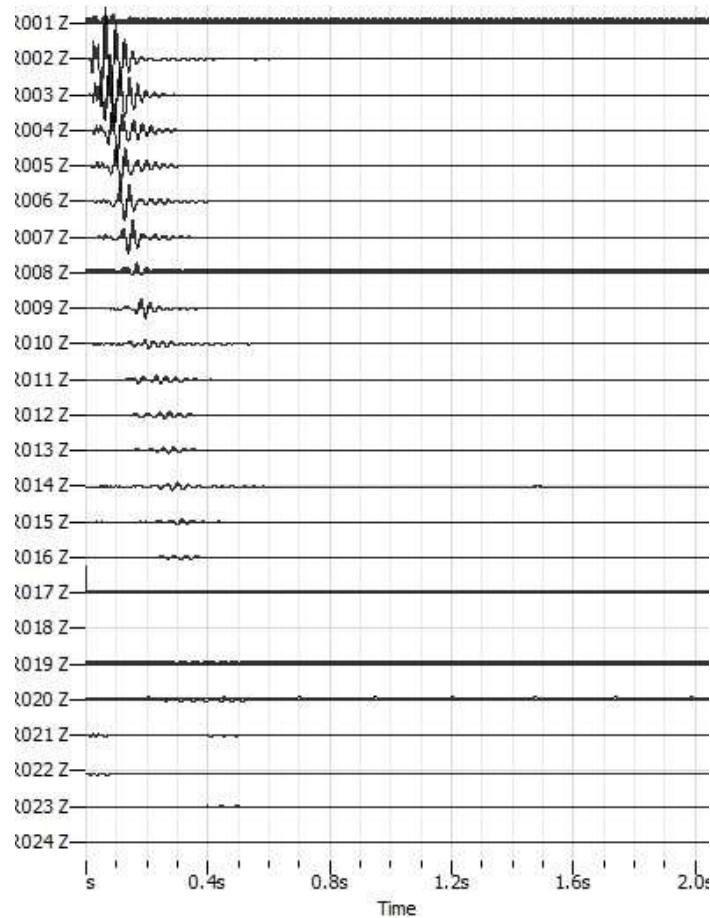


Fig.80: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M6

Fundamental mode

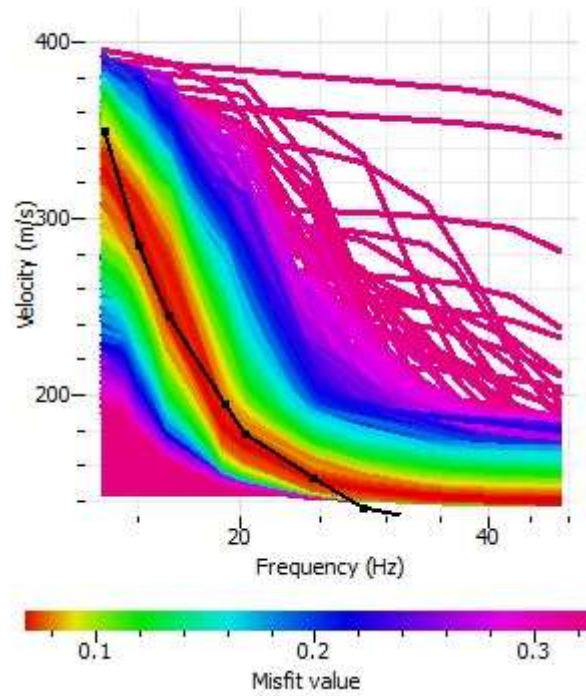


Fig.81 : grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M6

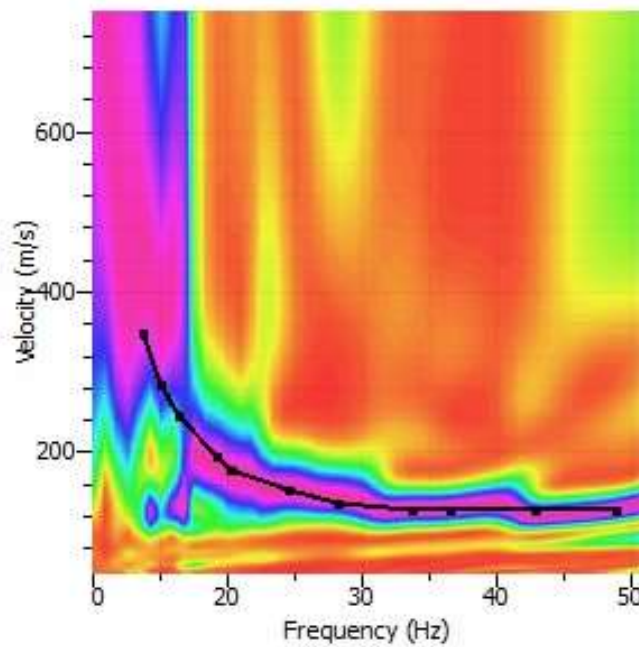


Fig. 82: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M6

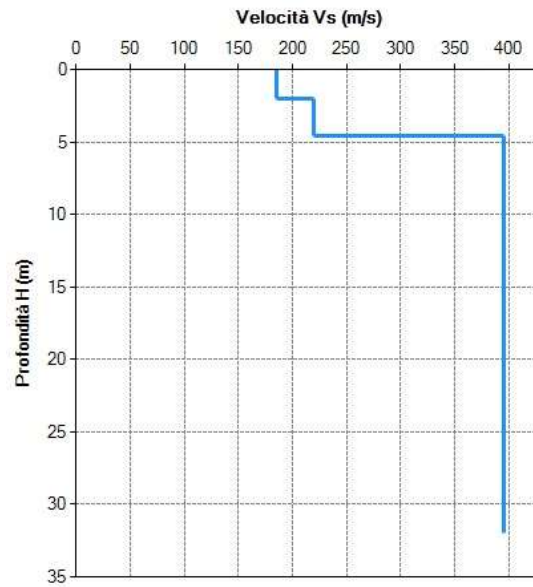


Fig.83 : andamento di Vs con la profondità – M6

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	2,00	2,00	185,00	2,00	2,00	0,010811
2	4,50	2,50	220,00	4,50	2,50	0,011364
3	32,00	27,50	395,00	30,00	25,50	0,064557
✚*						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig. 84: tabella per il calcolo di V_{seq} . M6



FOTO 16: panoramica dello stendimento M6

ELABORAZIONE DEI DATI M7

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

In **Fig.85** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig.86** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig.87** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.88** è riportato il grafico mostrante l'andamento della V_s con la profondità;

In **Fig.89** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{seq} .

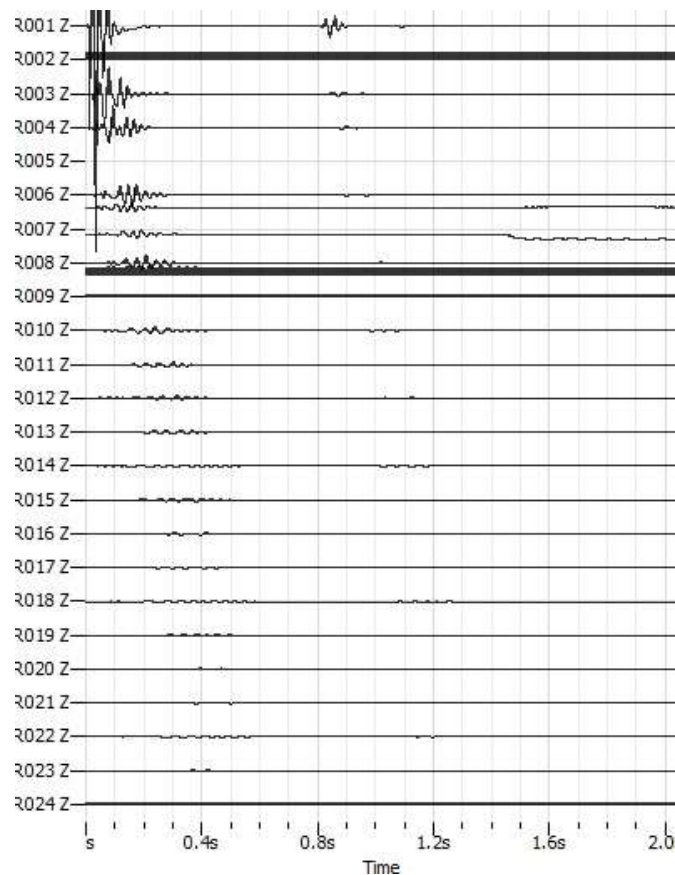


Fig.85: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M7

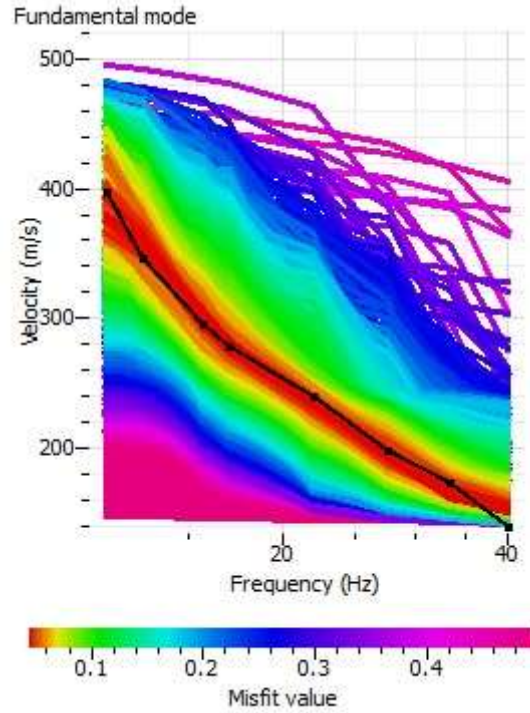


Fig.86 : grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M7

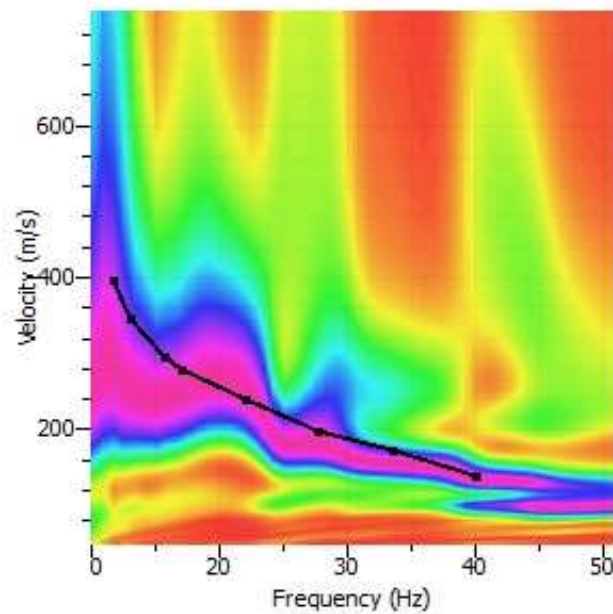


Fig.87 : confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M7

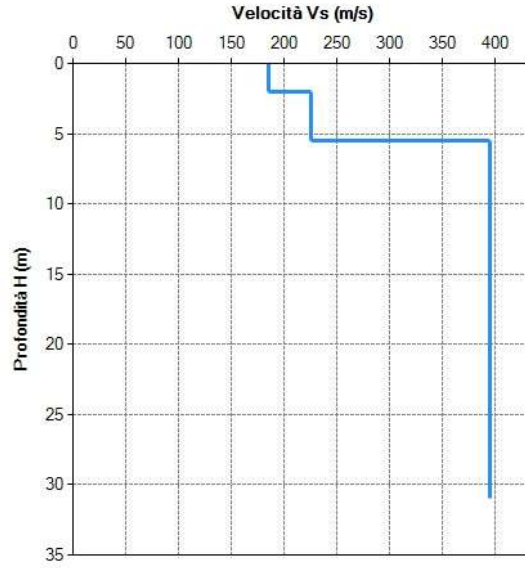


Fig.88 : andamento di Vs con la profondità – M7

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	2,00	2,00	185,00	2,00	2,00	0,010811
2	5,50	3,50	225,00	5,50	3,50	0,015556
3	31,00	25,50	395,00	30,00	24,50	0,062025
**						

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig.89 : tabella per il calcolo di V_{seq} . M7



FOTO 17: dettaglio dello stendimento M7

ELABORAZIONE DEI DATI M8

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

In **Fig. 90** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 91** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 92** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 93** è riportato il grafico mostrante l'andamento della V_s con la profondità;

In **Fig. 94** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{Seq} .

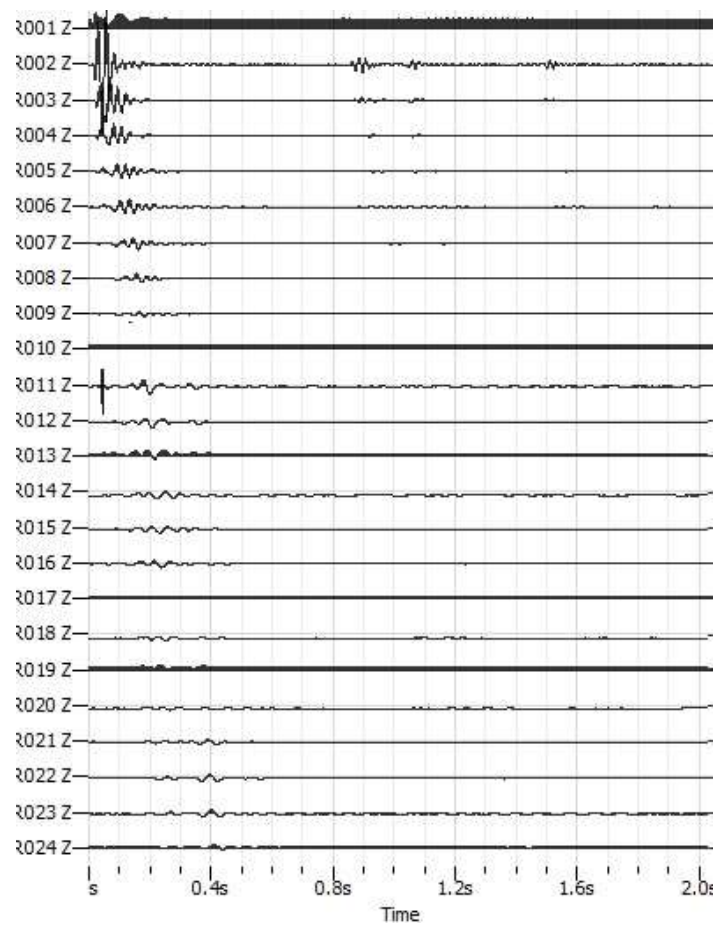


Fig.90: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M8

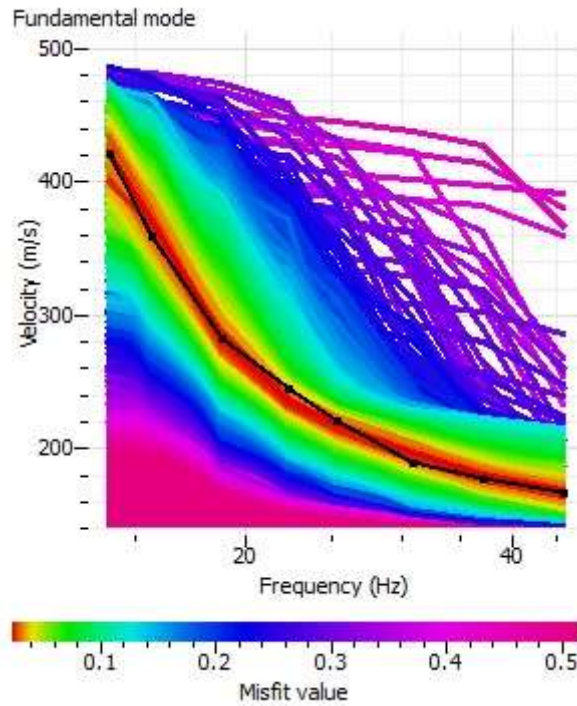


Fig.91 : grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M8

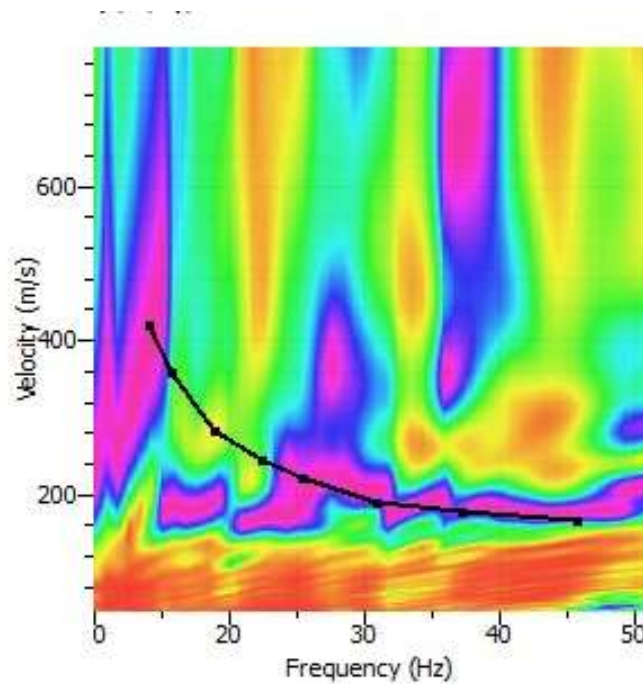


Fig. 92: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M8

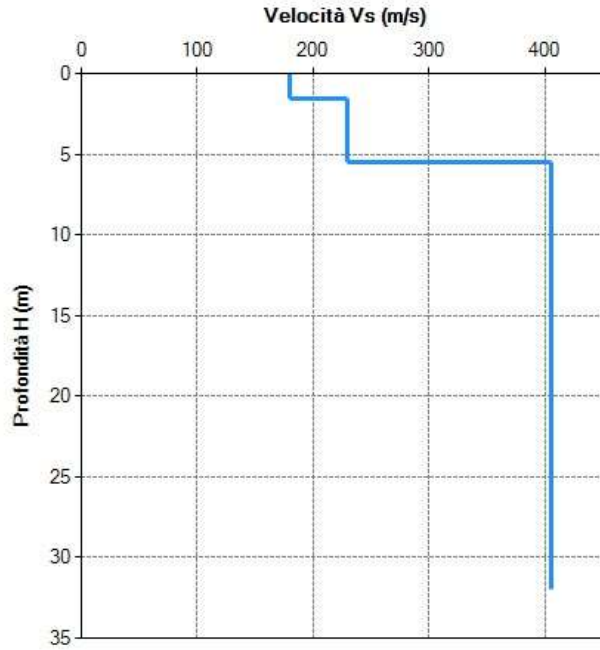


Fig.93 : andamento di Vs con la profondità – M8

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	180,00	1,50	1,50	0,008333
2	5,50	4,00	230,00	5,50	4,00	0,017391
3	32,00	26,50	405,00	30,00	24,50	0,060494

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig.94 : tabella per il calcolo di V_{seq} . M8



FOTO 18: panoramica dello stendimento M8

ELABORAZIONE DEI DATI M9

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

In **Fig.95** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig.96** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig.97** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig.98** è riportato il grafico mostrante l'andamento della V_s con la profondità;

In **Fig.99** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{Seq} .

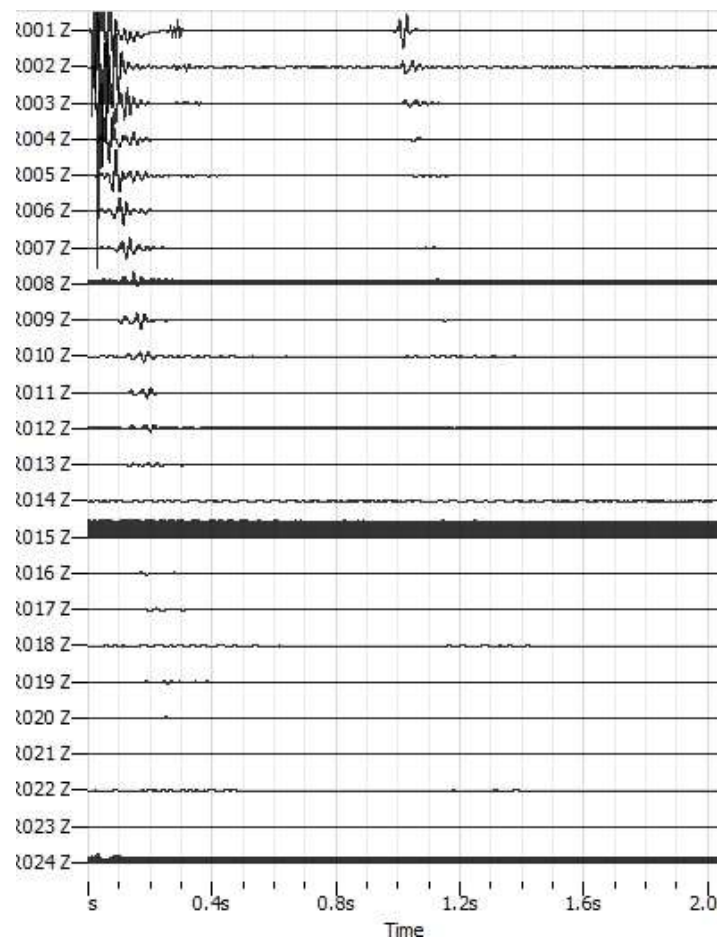


Fig.95: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M9

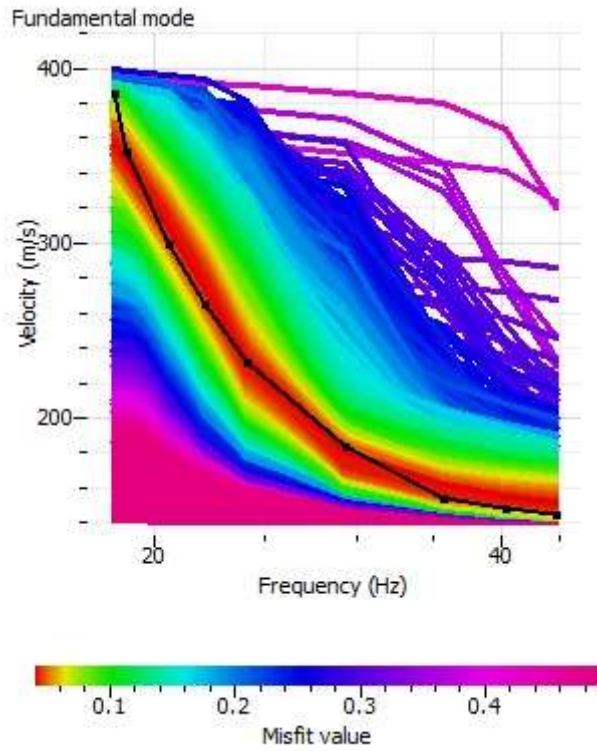


Fig.96 : grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M9

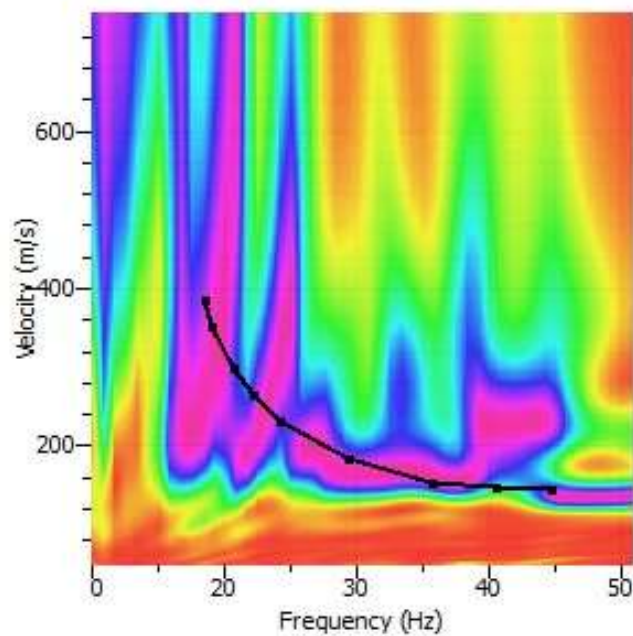


Fig. 97: confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M9

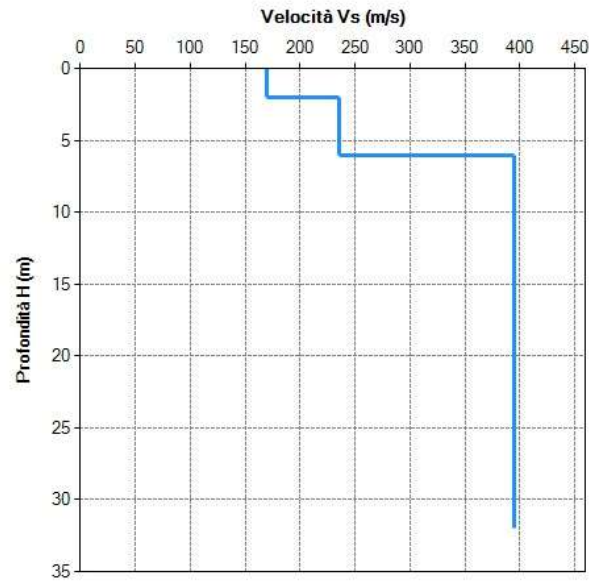


Fig. 98: andamento di Vs con la profondità – M9

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	170,00	2,00	2,00	0,011765
2	6,00	4,00	235,00	6,00	4,00	0,017021
3	32,00	26,00	395,00	30,00	24,00	0,060759

Category di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig.99 : tabella per il calcolo di V_{seq} . M9



FOTO 19: panoramica dello stendimento M9

ELABORAZIONE DEI DATI M10

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

In **Fig. 100** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 101** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 102** è riportato il confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita;

In **Fig. 103** è riportato il grafico mostrante l'andamento della V_s con la profondità;

In **Fig. 104** è riportata la tabella utilizzata per il calcolo di V_{seq} .

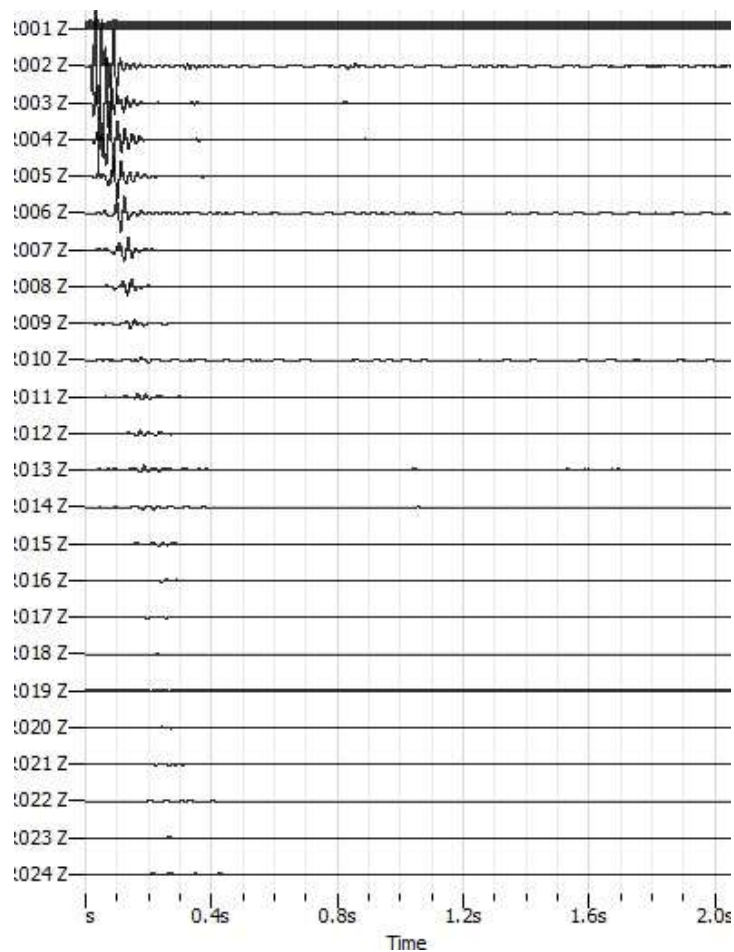


Fig.100: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M10

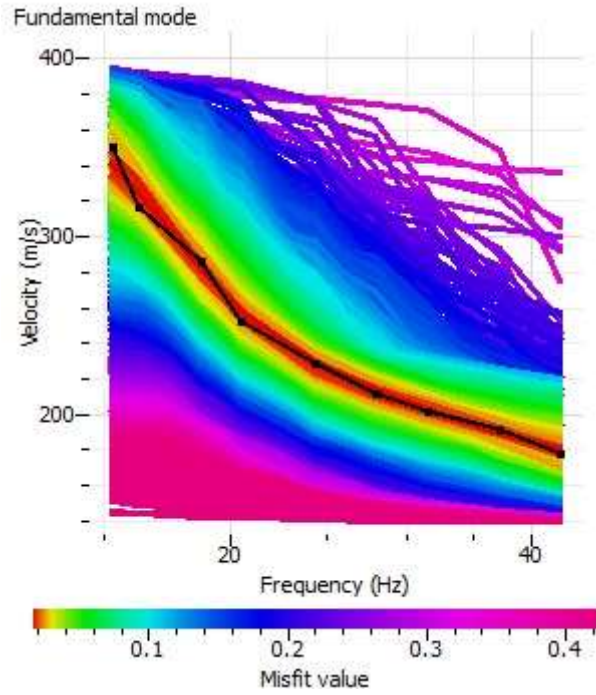


Fig.101 : grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M10

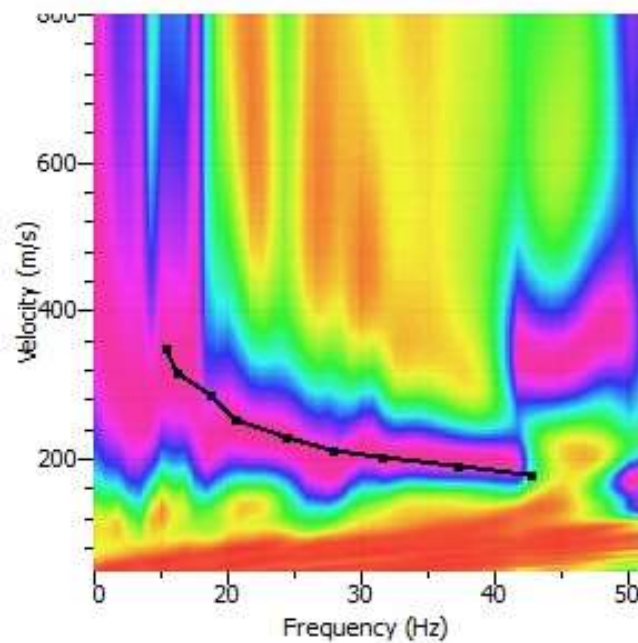


Fig.102 : confronto tra la curva teorica e la curva sperimentale acquisita M10

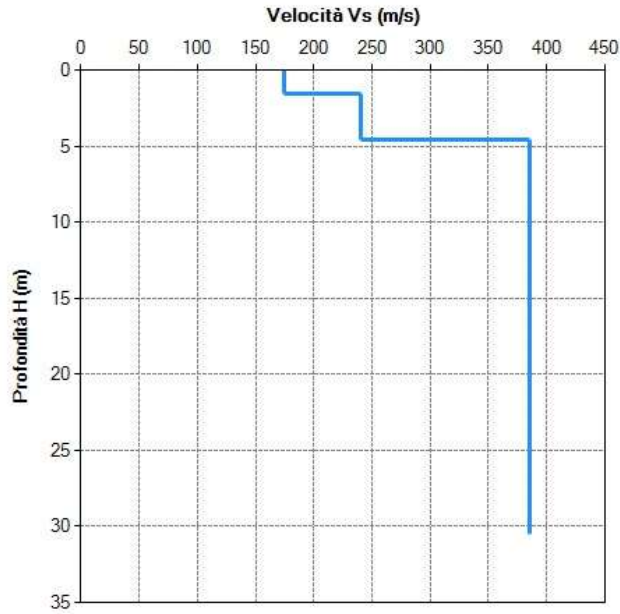


Fig. 103: andamento di Vs con la profondità – M10

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	4,50	3,00	240,00	4,50	3,00	0,012500
3	30,50	26,00	385,00	30,00	25,50	0,066234

►*

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,30: m/s

Fig. 104: tabella per il calcolo di V_{seq} . M10



FOTO 20: panoramica dello stendimento M10

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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<u><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i></u> , con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un <u>miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 m/s.</u>
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</i> , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Per **$V_{s\text{equivalente}}$** 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_s** equivalente è caratterizzato dalle seguenti velocità rilevate:

- **V_s Equivalente M1 pari a 341 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M2 pari a 338 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M3 pari a 324 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M4 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M5 pari a 336 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M6 pari a 345 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M7 pari a 339 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M8 pari a 347 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M9 pari a 335 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C,**
- **V_s Equivalente M10 pari a 343 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche **MASW** i valori di **$V_{s\text{eq}}$** validi per detto intervallo è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella categoria di tipo C: tale sottosuolo è definito come *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, 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”*.

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Carlo Cortese