



PROPONENTE:

HEPV30 S.R.L.
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)
hepv30srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

EHM.Solar

EHM.SOLAR S.R.L.
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799
info@ehm.solar

c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 7.500kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR) AL FG.187 PART.N.9-128-182-184-246 -38-176-177-44-63-124-127 IMPIANTO 13B

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA

CODICE COMMESSA:

HE.19.0092

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

Heliopolis

Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy
tel. +39 02 37905900
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963



PROGETTISTA:



COLLABORATORE:

STUDI PEDO-AGRONOMICI

Dott. Agr. Matteo Sorrenti

STUDI FAUNISTICI

Dott. Nat. Maria Grazia Fraccalvieri

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUNO
Via Argiro, 33 Bari
t.f. +39 080 8693336



AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE

Dott. Ing. Orazio Tricarico
Via della Resistenza, 48/B1 - 70125 Bari (BA)
t. +39 080 3219948
info@atechsrl.net www.atechsrl.net



STUDI ARCHEOLOGICI

Dott.ssa Paola Iacovazzo
via del Tratturello Tarantino n. 6 - 74123 Taranto (TA)

museion-archeologia@libero.it



RILIEVI TOPOGRAFICI E STUDI GEOLOGICI

GEOSECURE Geological & Geophysical Services
Via Tuscolana, 1003 - 00174 Roma (RM) SEDE LEGALE
Via Barcellona, 18 - 86021 Bojano (CB) SEDE OPERATIVA
t.+ 39 0874783120 info@geosecure.it

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA

SCALA:

-

NOME FILE:

QEL3745_RelazioneGeotecnica_01.pdf

DATA:

SETTEMBRE 2021

TAVOLA:

DGG.RE 02

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	09.2021	Emissione

ELABORATO

V.Cortese

VERIFICATO

responsabile commessa
A.Albuzzi

VALIDATO

direttore tecnico
N.Zuech



SOMMARIO

<u>1. PREMESSA</u>	Pag. 02
<u>2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO E DELLA ZONA INTERESSATA DALL'INTERVENTO</u>	Pag. 07
<u>3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO</u>	Pag. 11
<u>4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME</u>	Pag. 15
<u>5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA</u>	Pag. 21
<u>5.1 INDAGINI GEOTECNICHE IN SITU ESEGUITE</u>	Pag. 23
<u>5.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO.....</u>	Pag. 27
<u>6. MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO</u>	Pag.28
<u>7. MODELLAZIONE SISMICA DEL LOTTO INVESTIGATO</u>	Pag. 31
<u>8. CONCLUSIONI</u>	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, è stato incaricato da HEPV30 s.r.l. di eseguire uno studio di carattere geologico-tecnico nel tenimento del Comune di BRINDISI (BR) a corredo del PROGETTO denominato "**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 7.500 kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA**".

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

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

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

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

PAGINA 2 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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



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

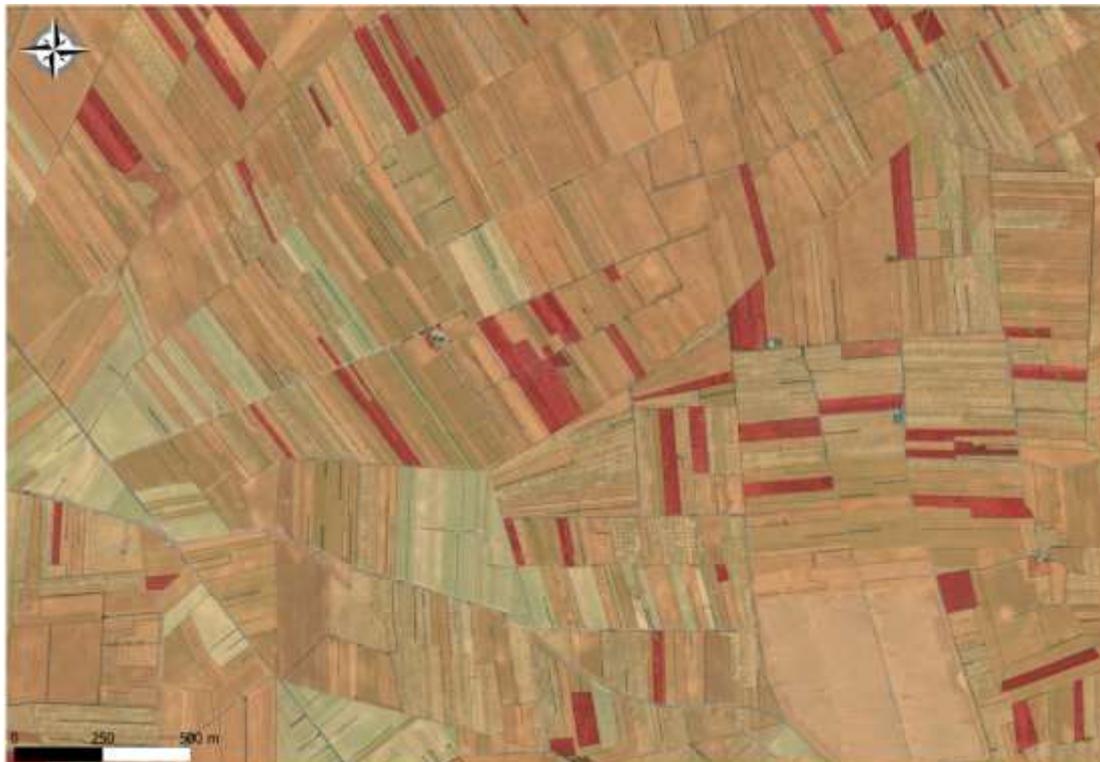
- nella prima fase è stata effettuata una analisi geomorfologica, idrogeologica, geologica e tettonica della zona in cui ricade l'area oggetto di studio;
- nella seconda fase è stato realizzato un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed è stata presenziata,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

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

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



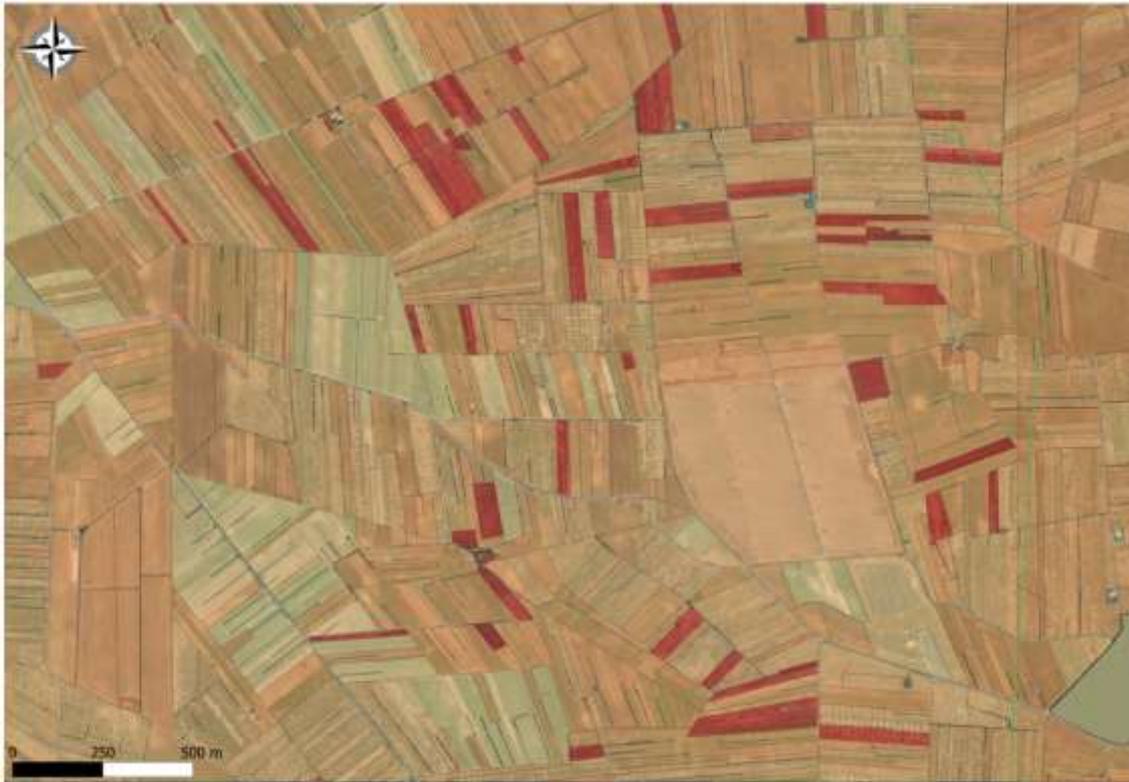
Fig. 1: Immagine aerea dell'area allo studio.



PAGINA 4 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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



PAGINA 5 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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



LEGENDA

- ☒ Area Impianto
- CP Cellino
- Cavidotto MT interrato
- Cavidotto MT aereo
- CTR_408072_pol
- area arborato
- area Frutteti
- area incolto
- area Orto-Vivaio
- area Seminativi
- area Uliveti
- area Vigneti
- baracca
- cabina elettrica di trasformazione
- chiesa
- edificio civile
- edificio diroccato
- pozzo rappresentabile
- sylos
- tettoia
- vasca rappresentabile

Fig. 2: Stralcio Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000

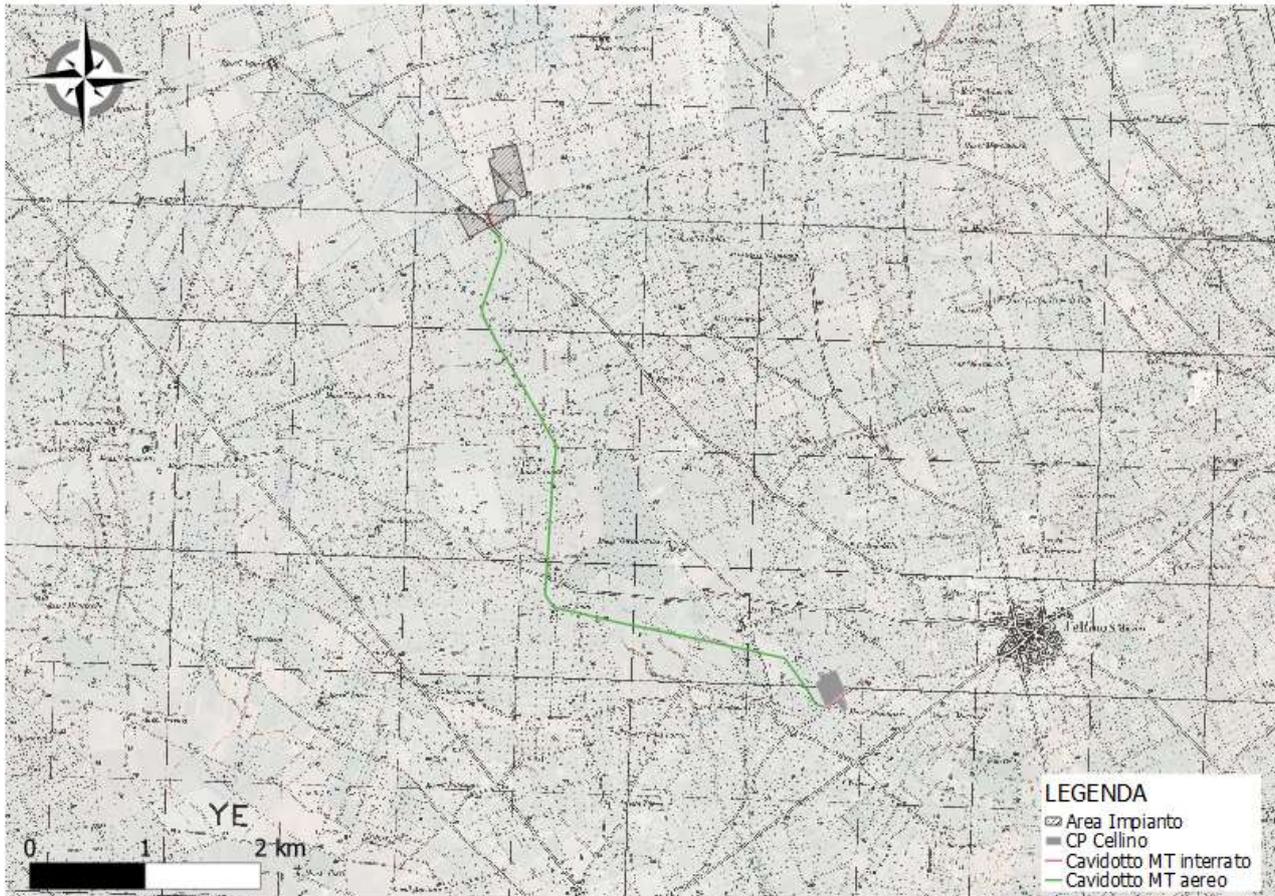


Fig. 3: Stralcio IGM in scala 1:25.000



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

L'area oggetto di studio è collocata nel tenimento del comune di BRINDISI (BR) a quote comprese tra i 63 e 64 m s.m.l, e risulta cartografata nel F.° 203 "BRINDISI" 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, è situata nella Penisola Salentina, costituita principalmente dalla formazione cretacea, riferibile prevalentemente al Turoniano ed al Cenomaniano, con livelli rappresentati litologicamente da calcari più o meno compatti, talora lievemente dolomitici, in strati suborizzontali o inclinati al massimo di 25÷30°, costituenti le cosiddette Serre Salentine e Murge Salentine.

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 si configura come una piana costiera che digrada dolcemente dall'entroterra in direzione del mare. Infatti, si passa dalle quote altimetriche di circa 45 ÷ 50 metri s.l.m. dell'entroterra di Tuturano ai 10- 15 metri s.l.m. della fascia costiera. Al quadro morfologico generale, fortemente tipizzato dai pregressi effetti di "spianamento" dell'abrasione



marina, si sono sovrapposti i meccanismi morfogenetici di ambiente continentale, che hanno dato origine ad un reticolo idrografico allo stadio giovanile, costituito da canali poco profondi e scarsamente gerarchizzati.

Dal Punto di vista Litologico, si registra la presenza di depositi sabbiosi ascrivibili alla Formazione di Gallipoli.

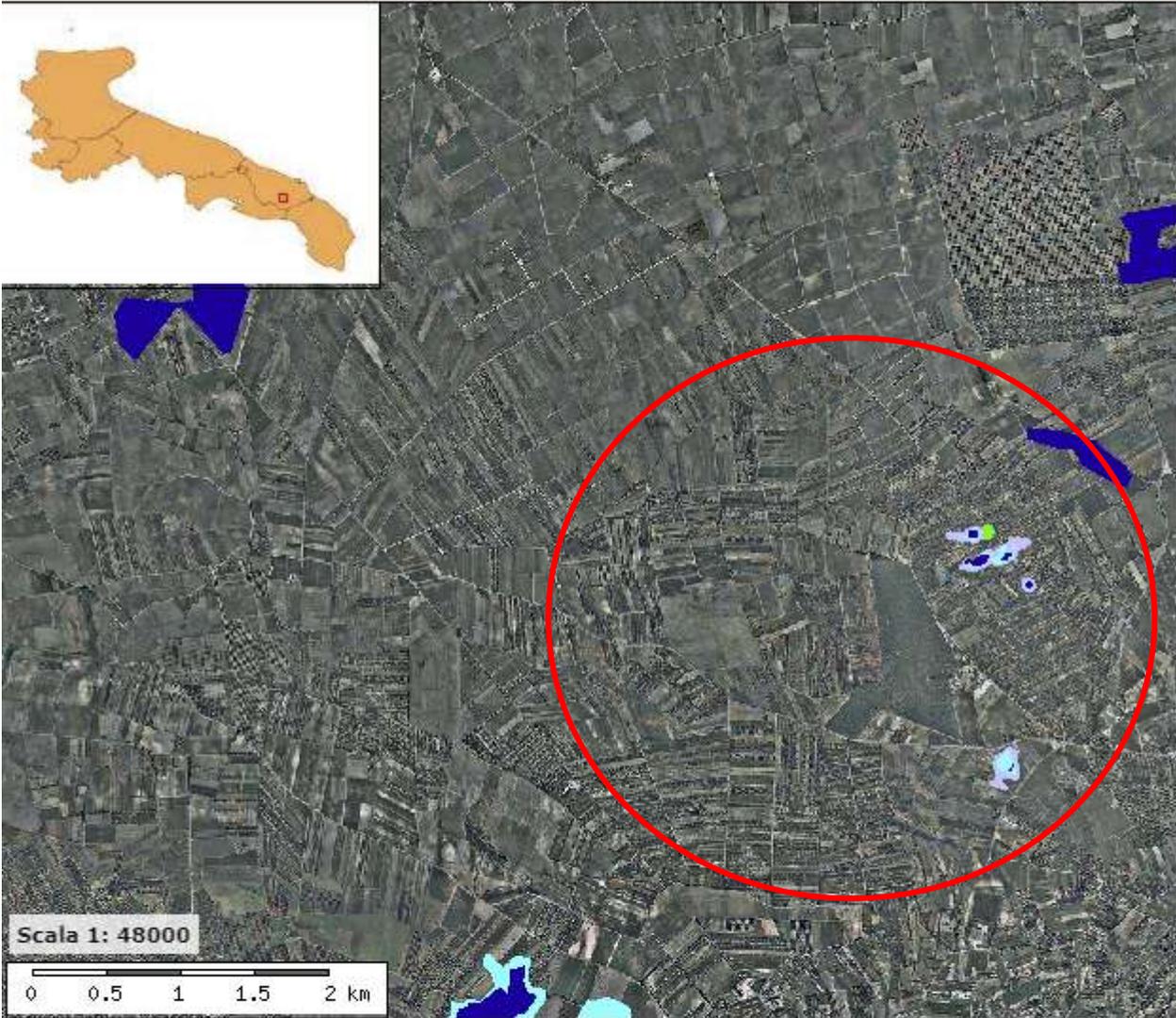
Per quel che concerne la **caratterizzazione geomorfologica di dettaglio** del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata dall'**assenza di qualsiasi fenomeno di dissesto geomorfologico**.

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

Si riporta in seguito la cartografia:



A&B P
Atti & Beni Pubblici



Peric. Geomorf.

- media e moderata (PG1)
- elevata (PG2)
- elevata (PG3)

Peric. Idraulica

- bassa (BP)
- alta (AP)
- media (MP)

Fig. 4: Stralcio del P.A.I (Piano d'Assetto Geomorfologico)



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

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

Si riportano nel dettaglio stralci della carta geomorfologica delle aree d'intervento:



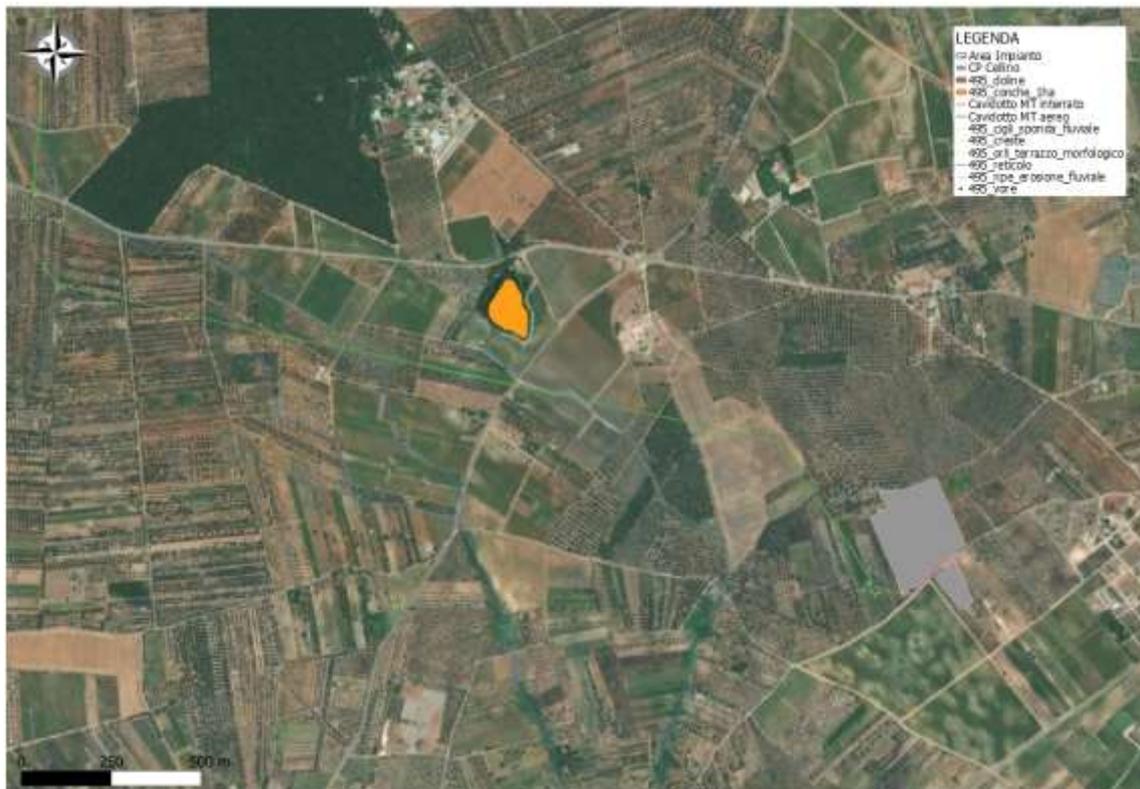


Fig. 5: Stralcio della carta geomorfologica dell'area d'intervento in scala 1:5.000



3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO

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

Dal punto di vista idrico la blanda morfologia del paesaggio brindisino risulta essere interrotta da incisioni erosive (solchi, lame e canali) che nascono in larga misura nella zona collinare e si sviluppano, assecondando la direzione di maggiore acclività della superficie, in direzione NE-SW perpendicolarmente alla linea di costa. Si tratta di incisioni generalmente modeste e poco gerarchizzate, che formano una rete idrografica scarsamente sviluppata.

Il quadro idrogeologico locale è caratterizzato dalla presenza nel sottosuolo di più corpi acquiferi sovrapposti, separati da orizzonti impermeabili: si tratta di un tipo di situazione tutt'altro che rara nel contesto salentino ove spesso, all'imponente acquifero di base ("falda profonda"), ospitato nelle formazioni calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico, si affiancano numerosi acquiferi "superiori", localizzati all'interno dei depositi di età neogenica e quaternaria.

È possibile distinguere alcuni livelli idrici cosiddetti "superiori", contenuti nei depositi della copertura post-cretacea miocenica e pliopleistocenica e la falda "profonda" localizzata in corrispondenza della formazione carbonatica del Cretaceo. La prima detta anche falda pensile si instaura nei depositi marini terrazzati ed ha come superficie di fondo le sottostanti argille. È chiaro come la profondità di rinvenimento di tale falda varia a seconda dello spessore dello strato sovrastante le argille e in funzione delle precipitazioni meteoriche responsabili della sua ricarica.



La potenza non è rilevante, quasi sempre inferiore al metro ma sufficiente ad inumidire per capillarità i terreni sovrastanti e per adsorbimento e lentissima permeabilità le argille sottostanti.

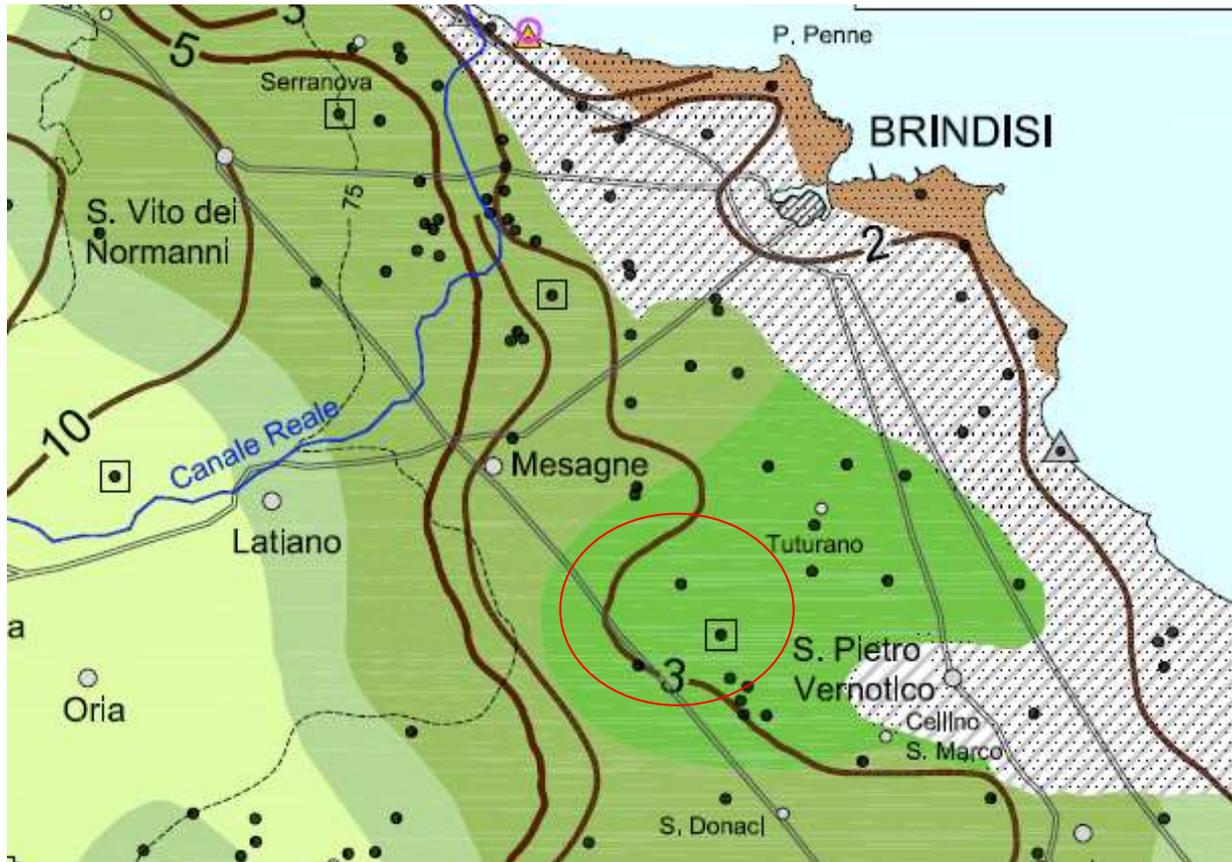
La falda superficiale nel territorio in esame la troviamo a una profondità variabile tra i 2 e i 3 m. Il suo deflusso è piuttosto lento con escursione stagionale tra i 1,5 e i 2 m con conseguente ristagno dell'acqua per periodi lunghi.

La seconda falda idrica detta "profonda" ha come sede i calcari cretaceo e come superficie di fondo gli stessi calcari che risultano compatti e poco alterati consentendo all'acqua vadosa di accumularsi.

La profondità di tale falda si aggira intorno ai 50-60m con variazioni di livello stagionale inferiori al metro. La direzione di deflusso risulta essere NE-SO e la velocità di deflusso, risulta essere assai bassa.

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

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



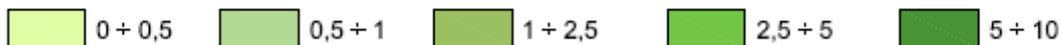


PIEZOMETRIE

- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda profonda pugliese
 - Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (2007+2010)
 - Pozzo utilizzato per la ricostruzione della superficie piezometrica della falda superficiale del Tavoliere (anni '50)
- Isoplezica media (m s.l.m.) della falda profonda pugliese (presunta se tratteggiata)
- Isoplezica media riferita al periodo 2007+2010 della falda superficiale del Tavoliere
- Isoplezica media (m s.l.m.) risalente agli anni '50 della falda superficiale del Tavoliere

DALLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA PARI A 10 VOLTE IL CARICO PIEZOMETRICO PROFONDA COMPRESO TRA IL TETTO DELL'ACQUIFERO ED UNA PROFONDITÀ DISTRIBUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE SALINA MEDIA DEL TRATTO DI FALDA

SALINITÀ (g/l)



- Pozzo utilizzato per la ricostruzione della distribuzione della concentrazione salina
- Zone appartenenti alle aree idrogeologiche della Murgia e del Salento in cui il tetto della formazione carbonatica cretacea trovasi sotto il livello mare
- Zone appartenenti alle aree idrogeologiche della Murgia e del Salento in cui l'acquifero profondo carbonatico cretaceo è totalmente permeato da acqua di mare o comunque da acque fortemente salmastre
- Zone con assenza di dati di concentrazione salina

- Centro abitato
- Confine di regione
- 150— Isoipsa
- Strada principale
- — — — — Traccia di sezione idrogeologica

Fig. 6: Carta idrogeologica dell'area di studio



4. GEOLOGIA E TETTONICA DEL TERRITORIO IN ESAME

La Puglia si presenta costituita da rocce sedimentarie di età mesozoica e cenozoica. La base della successione stratigrafica che caratterizza questa regione, infatti, è costituita da rocce appartenenti al Mesozoico, periodo durante il quale il mare ricopriva l'intera area dell'Italia meridionale.

La geografia dell'epoca vedeva la presenza di un vasto bacino soggetto ad un abbassamento lento del fondo che si estendeva dalla Puglia fino all'Appennino Settentrionale con condizioni di forte evaporazione delle acque. Ciò provocava una sedimentazione di origine chimica, detta appunto "evaporitica", con formazione di dolomie e di gessi, di cui si conosce in affioramento solo il piccolo lembo diapirico della Punta delle Pietre Nere (Gargano), appartenenti al Trias Superiore. Lateralmente a questo bacino evaporitico si avevano, nella vicina area appenninica meridionale, condizioni di mare aperto con deposizioni di calcari ricchi di noduli di selce, che si ritrovano oggi in affioramento in Lucania e Calabria. Nel Giurassico, tutta la parte centro occidentale del Gargano era occupata da un grandioso complesso di scogliere. Oltre il bordo della barriera corallina, nel resto della Puglia, si sviluppava un mare poco profondo, che si estendeva fino al Salento, con sedimentazione di calcari e dolomie.

Le prime emersioni, di piccole aree, si hanno nel Cretacico, a chiusura della successione mesozoica alla quale è ascrivibile la maggior parte degli affioramenti del Gargano, delle Murge e delle Serre Salentine. Con il Terziario, ha invece inizio l'era delle grandi emersioni.

L'attuale Murgia rimaneva così emersa per tutto il Cenozoico, mentre i blocchi carbonatici degli attuali promontori del Gargano e della Penisola Salentina subivano, in misura differente, ripetute e sempre più vaste subsidenze tettoniche, a luoghi accompagnate da ingressioni marine.

Nel Paleocene-Oligocene si assisteva alla costituzione di una formazione calcarea (detritico organogena) poco estesa che oggi affiora lungo i bordi orientali del Gargano e del Salento. Proprio



nel Salento, in età Miocenica, andarono a depositarsi spessori di arenarie formate da detriti calcarei che provenivano dallo smantellamento dei depositi mesozoici affioranti, costituendo, così, la formazione ben nota nel Salento con la denominazione di "Pietra Leccese".

Nell' "Infrapliocene" si originarono, infine, le condizioni che hanno portato alla più vasta ingressione marina che l'intera Puglia abbia mai subito e che portò alla conseguente acquisizione dell'assetto geografico-strutturale che oggi la contraddistingue. La storia geologica e le vicende tettoniche e paleogeografiche hanno fatto sì che la Puglia si diversificasse nel suo complesso in varie unità con caratteri geologici, morfologico-strutturali, idrografici ed idrogeologici alquanto diversi fra loro, che geograficamente si identificano nelle seguenti zone:

- Promontorio del Gargano;
- Appennino Dauno;
- Tavoliere di Foggia;
- Murge;
- Conca di Taranto;
- Penisola Salentina.

In particolare la Penisola Salentina, interessata dal progetto, è costituita principalmente dalla formazione cretacea, riferibile prevalentemente al Turoniano ed al Cenomaniano, con livelli rappresentati litologicamente da calcari più o meno compatti, talora lievemente dolomitici, in strati suborizzontali o inclinati al massimo di $25\div 30^\circ$, costituenti le cosiddette Serre Salentine e Murge Salentine.

Questa formazione costituisce il basamento nelle aree del leccese e del brindisino e comprende depositi carbonatici di piattaforma, riferibili alle Dolomie di Galatina e ai Calcari di Melissano del Cenomaniano-Senoniano. Sulle formazioni geologiche sopradette si ritrovano in affioramento lembi piuttosto estesi sul versante adriatico, limitatamente alla provincia di Lecce, di calcareniti

PAGINA 18 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

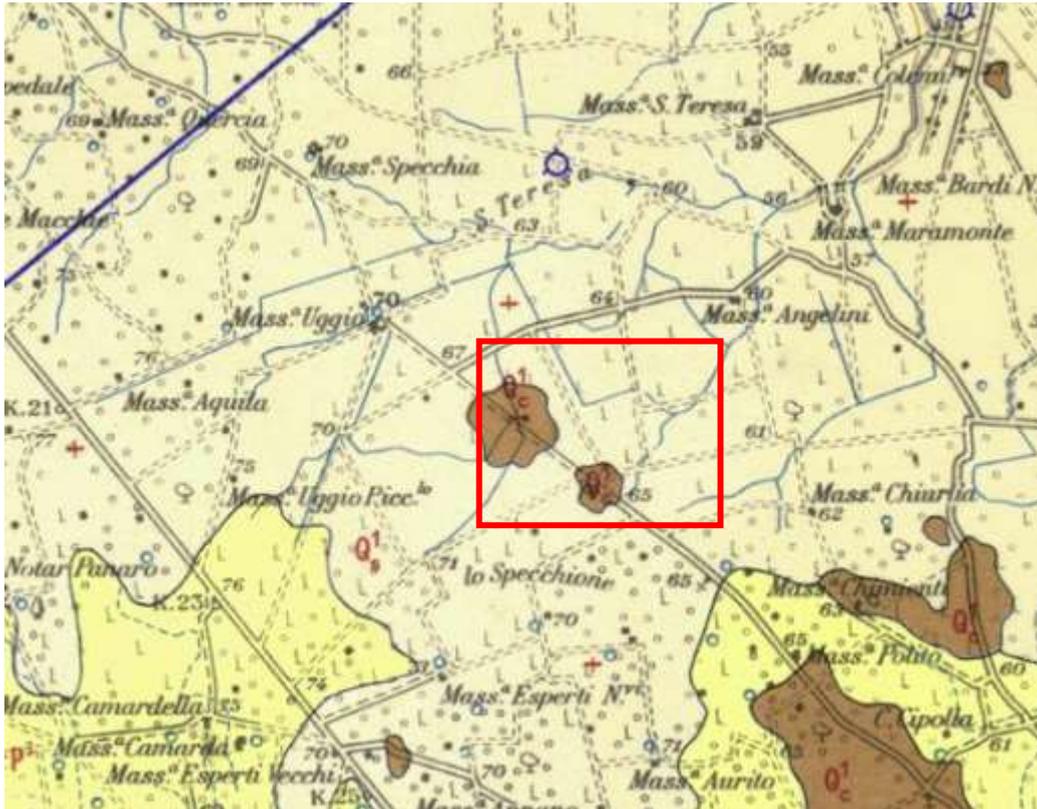


mioceniche trasgressive note con il nome di Pietra Leccese e di Calcareniti di Andrano. Tra le Murge Tarantine e le Serre Salentine, si estendono, infine, numerosi lembi di formazioni plioceniche e più spesso pleistoceniche, che costituiscono il residuo di un esteso mantello smembrato di rocce calcareo-arenacee ed argillo-sabbiose, depositatesi in seguito alla nota trasgressione marina, iniziata in Puglia al principio del Pliocene. Tali formazioni, sono denominate Calcareniti del Salento. Le Calcareniti del Salento passano verso l'alto a marne argillose grigio-azzurre, a marne argilloso-sabbiose, a sabbie più o meno argillose e ad argille di colore giallastro, talora debolmente cementate e spesso intercalate da banchi arenacei e calcarenitici ben cementati. Questi litotipi costituiscono la Formazione di Gallipoli del Calabriano.

In dettaglio si registra la presenza di depositi sabbiosi ascrivibili alla Formazione di Gallipoli.

Si riporta in seguito cartografia.

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



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrastre (Q_1^1); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Q_1^2). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlucida* (HER. ALL. EARL.) (PLEI-STOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN.), *Chlamys septemradiata* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Bolivina catanensis* SEG. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.

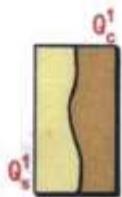


Fig. 7: Stralcio del F.° 203 "BRINDISI" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100.000.

Si riporta di seguito la carta geologica di dettaglio del sito d'interesse in scala:



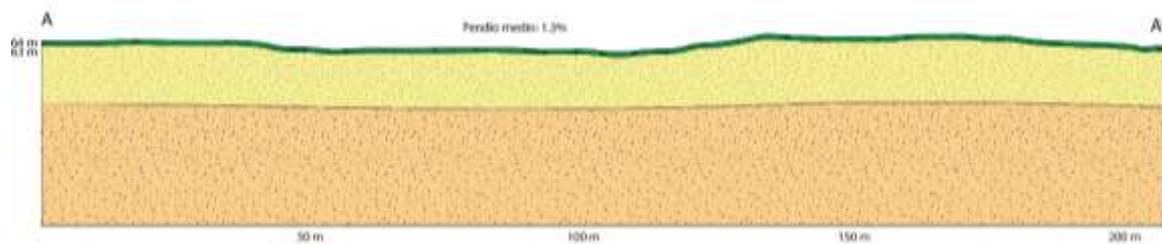
Fig. 8: Carta geologica di dettaglio dell'area d'intervento

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

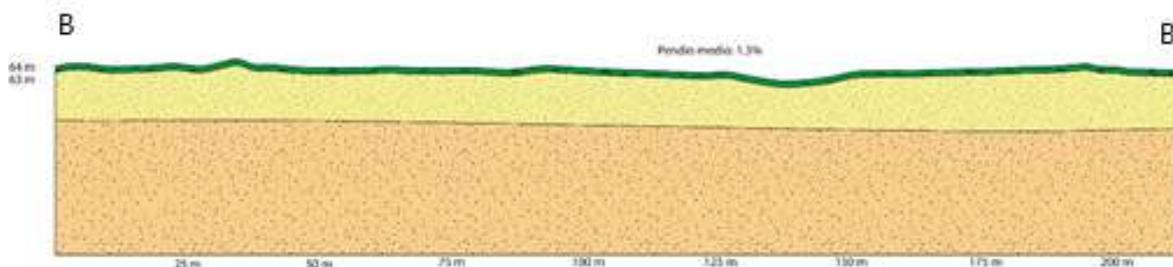
PAGINA 21 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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



-  TERRENO VEGETALE
-  SABBIE LIMOSE MODERATAMENTE ADDENSATE
-  SABBIE LIMOSE ADDENSATE



-  TERRENO VEGETALE
-  SABBIE LIMOSE MODERATAMENTE ADDENSATE
-  SABBIE LIMOSE ADDENSATE

Fig. 9: Sezioni geologiche di dettaglio dell'area in esame



5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA

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

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

- n. 5 **prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)**.

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

- n° 6 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 6 stendimenti sismici;**
- n° 6 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw”.**

La corretta ubicazione delle indagini è riportata in **Figura 10**.



Fig. 10: Ubicazione delle indagini effettuate nell'area di studio



5.1 INDAGINI GEOTECNICHE IN SITU ESEGUITE

Prova Penetrometrica Dinamica DPSH

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

- *N° 5 Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH*, spinte rispettivamente fino ad una profondità pari a 6,00 – 6,00 – 6,00 – 5,00 – 5,80 metri dal p.c.

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

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

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

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

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

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

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



METODOLOGIA

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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



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

- tipo **LEGGERO (DPL)**

- tipo **MEDIO (DPM)**

- tipo **PESANTE (DPH)**

- tipo **SUPERPESANTE (DPSH)**

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

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

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

PAGINA 27 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



- **DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)**
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $d = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27$ 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 : Ms	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 ^a ASTA: P1	0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA : δ	0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA: N= N(20)	Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO $Q = (MH) / (A \delta) = 11,65565$ kg/cm ² (prova SPT: Qspt = 7.83 kg/cm ²)	
COEFF.TEORICO DI ENERGIA $\beta = Q/Qspt = 1,489$ (teoricamente: Nspt = β 1 N)	

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



5.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

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

- **n° 6 prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 6 stendimenti sismici;**
- **n° 6 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw”.**

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

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

- Vs Equivalente *M1* pari a **310 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente *M2* pari a **314 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**
- Vs Equivalente *M3* pari a **301 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente *M4* pari a **294 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente *M5* pari a **307 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente *M6* pari a **309 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

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

PAGINA 30 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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

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



6 MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO

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

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

PROFONDITA'	STRATIGRAFIA
DA 0,00 A 0,80 MT	TERRENO VEGETALE
DA 0,80 A 6,0 MT	SABBIE LIMOSE MODERATAMENTE ADDENSATE
DA 6,00 A 30,00 MT	SABBIE LIMOSE ADDENSATE



CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

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

PROVA N.1

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico 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 0,80	3	Incoerente	15,33	1,39	1,86	22,76	0,35	245,08	0,61	51,42	24,08	6,02
2	DA METRI 0,80 A METRI 6,00	16	Incoerente	45,25	1,55	1,97	33,03	0,32	686,92	0,45	110,52	130,08	32,52

PROVA N.2

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico 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 0,80	2	Incoerente	13,15	1,37	1,86	21,72	0,35	205,72	0,63	48,08	18,08	4,52
2	DA METRI 0,80 A METRI 6,00	19	Incoerente	49,13	1,58	1,98	34,3	0,32	746,22	0,44	121,05	148,96	37,24



PROVA N.3

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _u (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 0,80	3	Incoerente	15,33	1,39	1,86	22,76	0,35	245,08	0,61	51,42	24,08	6,02
2	DA METRI 0,80 A METRI 6,00	23	Incoerente	55,54	1,63	2,01	36,49	0,31	851,06	0,41	140,98	184,72	46,18

PROVA N.4

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _u (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 0,80	3	Incoerente	15,33	1,39	1,86	22,76	0,35	245,08	0,61	51,42	24,08	6,02
2	DA METRI 0,80 A METRI 5,00	13	Incoerente	38,61	1,51	1,94	30,92	0,33	590,09	0,49	94,55	101,44	25,36

PROVA N.5

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _u (kg/cm ²)	Qc Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0,00 A METRI 0,80	3	Incoerente	15,33	1,39	1,86	22,76	0,35	245,08	0,61	51,42	24,08	6,02
2	DA METRI 0,90 A METRI 5,80	22	Incoerente	53,7	1,61	2,00	35,84	0,31	819,84	0,41	134,87	173,76	43,44



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

Spessore dello strato (m)	Tipo	Dr %	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Modulo di Poisson	Deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)
da metri 6,00 a metri 30,00	Incoerente	40	1,6	2,0	32	0,30	600	0,47	93	96



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.



RIFERIMENTI VALIDI PER L'AREA ALLO STUDIO

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

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

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

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

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

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



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

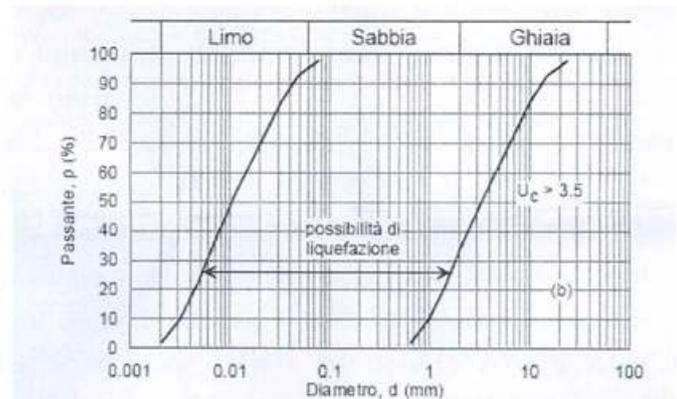
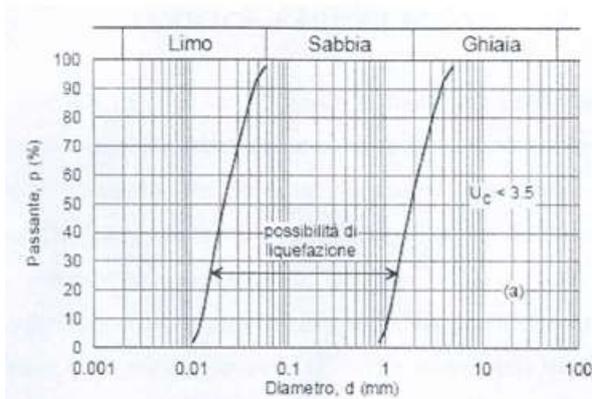


Figura 7.11.1(b) DM 14-01-2008

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



CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

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

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

CAT.	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
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>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</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/se 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.

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

- V_s Equivalente $M1$ pari a **310 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- V_s Equivalente $M2$ pari a **314 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**
- V_s Equivalente $M3$ pari a **301 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- V_s Equivalente $M4$ pari a **294 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- V_s Equivalente $M5$ pari a **307 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- V_s Equivalente $M6$ pari a **309 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

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



STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

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

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

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

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

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



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

Il "**range**" dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto, risulta caratterizzato da valori della **V_{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**, **Fo** e **Tc*** riferiti al punto indicativo del sito in oggetto, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), ossia in assenza di effetti locali.

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

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

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



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

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

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

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

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

Tabella 3: Categorie di amplificazione topografica.

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



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

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

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

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

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

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

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

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



Zona sismica (livello di pericolosità)	Accelerazione orizzontale massima con prob. di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/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

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



8 CONCLUSIONI

Il sottoscritto:

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

con **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA** avente sede in BOJANO (CB) alla Via Barcellona n° 20, è stato incaricato da HEPV30 s.r.l. di eseguire uno studio di carattere geologico-tecnico nel tenimento del Comune di BRINDISI (BR) a corredo del PROGETTO denominato "**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 7.500 kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA**".

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;*

PAGINA 46 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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



- *definire la categoria sismica del sottosuolo* secondo le Norme del D.M. 17 Gennaio 2018.

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

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

L'area oggetto di studio è collocata nel tenimento del comune di BRINDISI (BR) a quote comprese tra i 63 e 64 m s.m.l, e risulta cartografata nel F.° 203 "BRINDISI" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100.000.

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

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

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



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

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

- n. 5 **prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)**.

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

- n° 6 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologie di indagine denominata “sismica a rifrazione” e “tomografia sismica” eseguite mediante installazione di n° 6 stendimenti sismici;**
- n° 6 **prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine “masw”.**

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

- Vs Equivalente M1 pari a **310 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente M2 pari a **314 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**
- Vs Equivalente M3 pari a **301 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente M4 pari a **294 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente M5 pari a **307 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- Vs Equivalente M6 pari a **309 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di V_{seq} valido per detto intervallo è stato possibile classificare sismicamente il terreno del sito di indagine, che rientra



nella categoria di tipo **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 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*”, secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

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

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

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

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

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

IL GEOLOGO

Dott. Vincenzo CORTESE



PAGINA 49 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE



ALLEGATO N. 1

PROVE GEOTECNICHE IN SITU

PAGINA 50 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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

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



ALLEGATO N. 2

PROVE GEOFISICHE IN SITU

PAGINA 51 di 51

DOTT. GEOL. VINCENZO CORTESE

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

CERTIFICATI PROVE IN SITO



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

Legend	
■	Standard
=	Optional



ATT. N. 7918/63/01



NUMERO PC: 0151-GEO-Q



NUMERO PC: 0151-GEO-E



NUMERO PC: 0151-GEO-H



GEOSECURE S.R.L.
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



SEDE LEGALE: VIA DEI MONTI PARIOLI, 40 - ROMA (RM)

SEDE OPERATIVA: VIA BARCELLONA N.18 – BOJANO

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

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

COMMITTENTE : HEPV30 s.r.l.

OGGETTO : PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 7.500 kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA

LOCALITA' : BRINDISI (BR)

CODICE DOCUMENTO : CPS 306/21 DPSH

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

NUMERO E TIPOLOGIE DI PROVE IN SITU:

N. 5 PROVE PENETROMETRICHE DI TIPO DPSH A PUNTA CHIUSA

NEL MESE DI **GIUGNO 2021** LA GEOSECURE SRL HA ESEGUITO NEL TENIMENTO DI **BRINDISI (BR)** **CINQUE** PROSPEZIONI GEOTECNICHE IN SITU DI TIPO DPSH, SU INCARICO DI **HEPV30 s.r.l.**, IN RELAZIONE ALLA PRATICA EDILE DENOMINATA **“PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 7.500 kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA”**.

IL FASCICOLO, COSTITUITO DA N. PAG. 16, E' RILASCIATO IN TRIPLICE COPIA IN ORIGINALE.



PROVA N.1

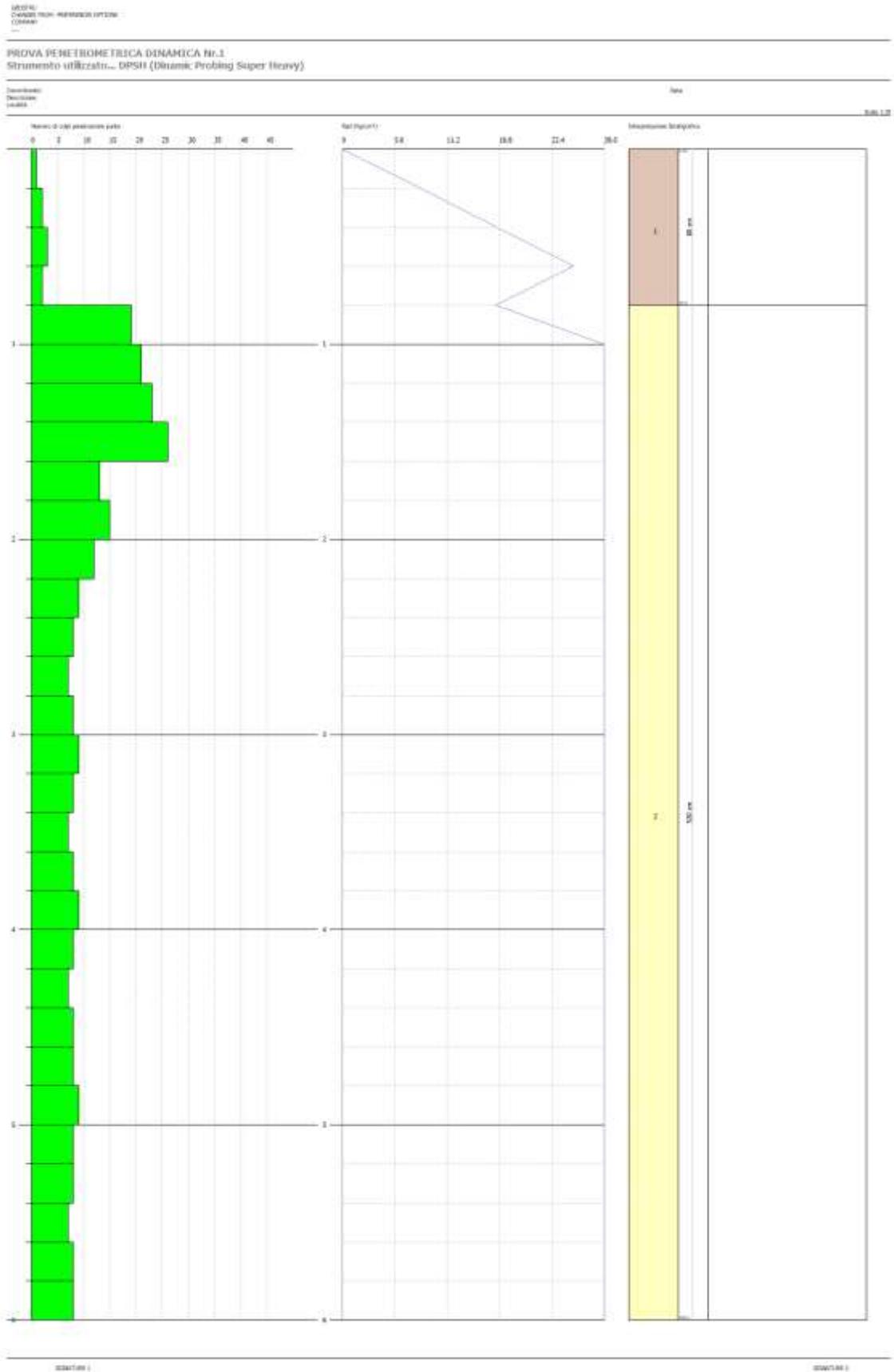
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

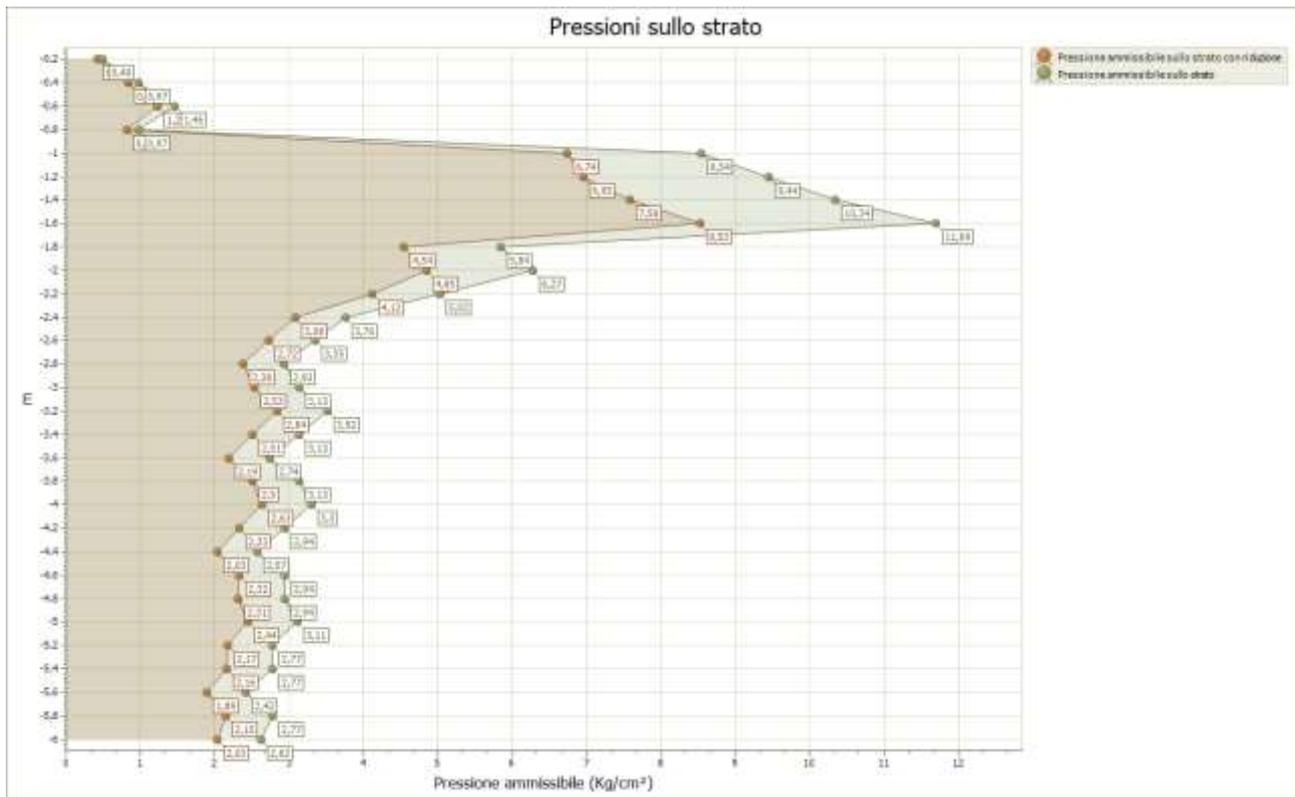
Profondità prova 6,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	19	0,790	134,90	170,81	6,74	8,54
1,20	21	0,736	139,00	188,79	6,95	9,44
1,40	23	0,733	151,53	206,77	7,58	10,34
1,60	26	0,730	170,52	233,74	8,53	11,69
1,80	13	0,776	90,73	116,87	4,54	5,84
2,00	15	0,773	97,00	125,45	4,85	6,27
2,20	12	0,820	82,31	100,36	4,12	5,02
2,40	9	0,817	61,51	75,27	3,08	3,76
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	7	0,811	47,50	58,54	2,38	2,93
3,00	8	0,809	50,58	62,55	2,53	3,13
3,20	9	0,806	56,72	70,37	2,84	3,52
3,40	8	0,803	50,25	62,55	2,51	3,13
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	9	0,785	48,87	62,25	2,44	3,11
5,20	8	0,783	43,33	55,34	2,17	2,77
5,40	8	0,781	43,22	55,34	2,16	2,77
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	8	0,777	43,01	55,34	2,15	2,77
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.2

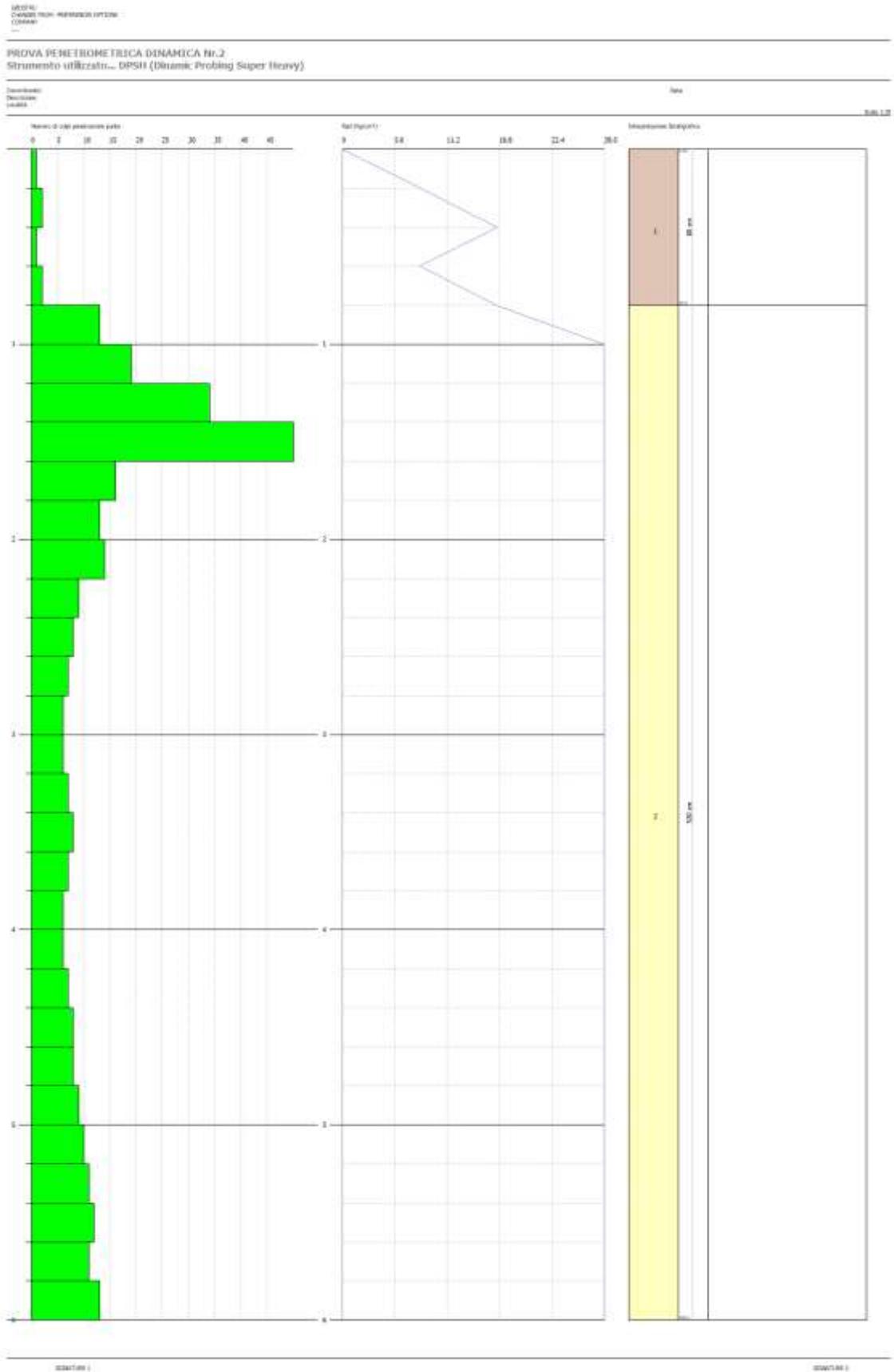
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

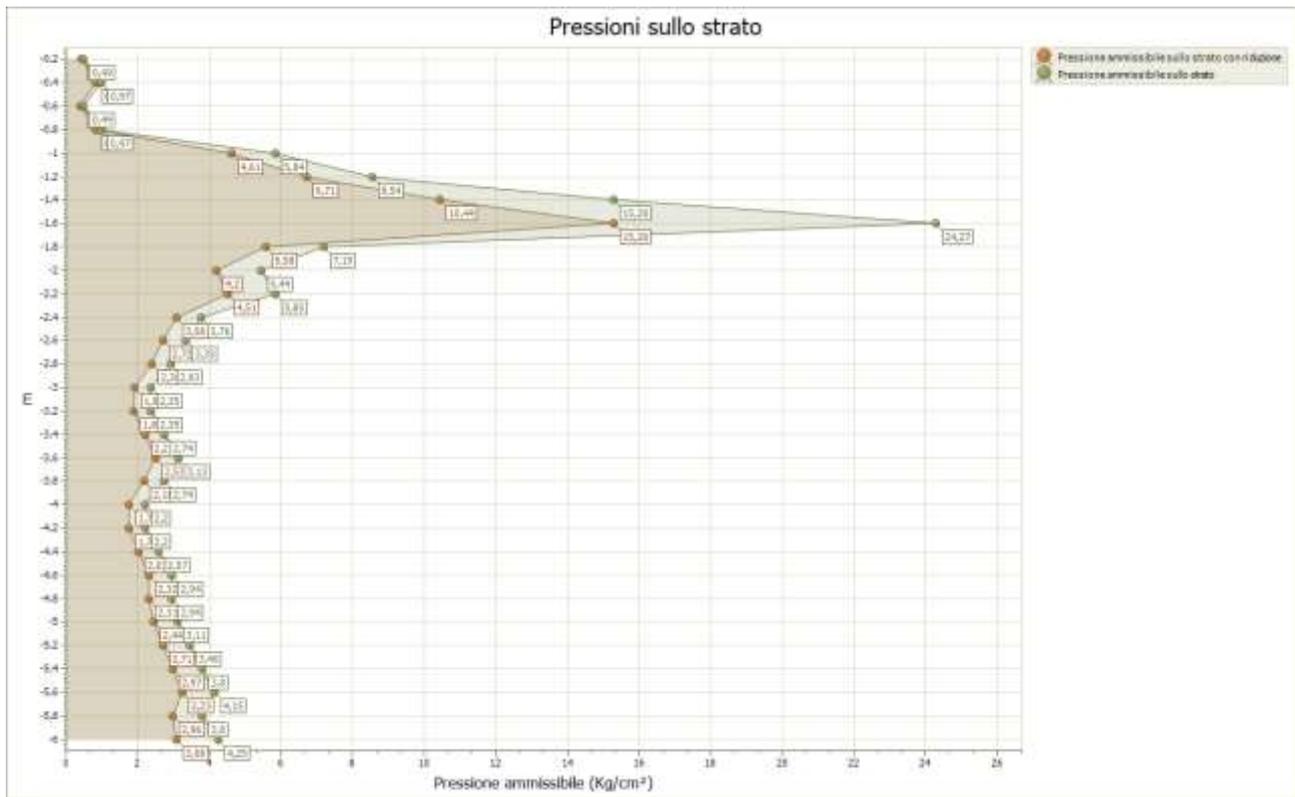
Profondità prova 6,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	1	0,847	8,23	9,72	0,41	0,49
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	13	0,790	92,30	116,87	4,61	5,84
1,20	19	0,786	134,30	170,81	6,71	8,54
1,40	34	0,683	208,72	305,66	10,44	15,28
1,60	54	0,630	305,62	485,45	15,28	24,27
1,80	16	0,776	111,67	143,84	5,58	7,19
2,00	13	0,773	84,06	108,72	4,20	5,44
2,20	14	0,770	90,17	117,09	4,51	5,85
2,40	9	0,817	61,51	75,27	3,08	3,76
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	7	0,811	47,50	58,54	2,38	2,93
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
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	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	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	9	0,785	48,87	62,25	2,44	3,11
5,20	10	0,783	54,16	69,17	2,71	3,46
5,40	11	0,781	59,43	76,09	2,97	3,80
5,60	12	0,779	64,67	83,01	3,23	4,15
5,80	11	0,777	59,14	76,09	2,96	3,80
6,00	13	0,725	61,68	85,02	3,08	4,25





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.3

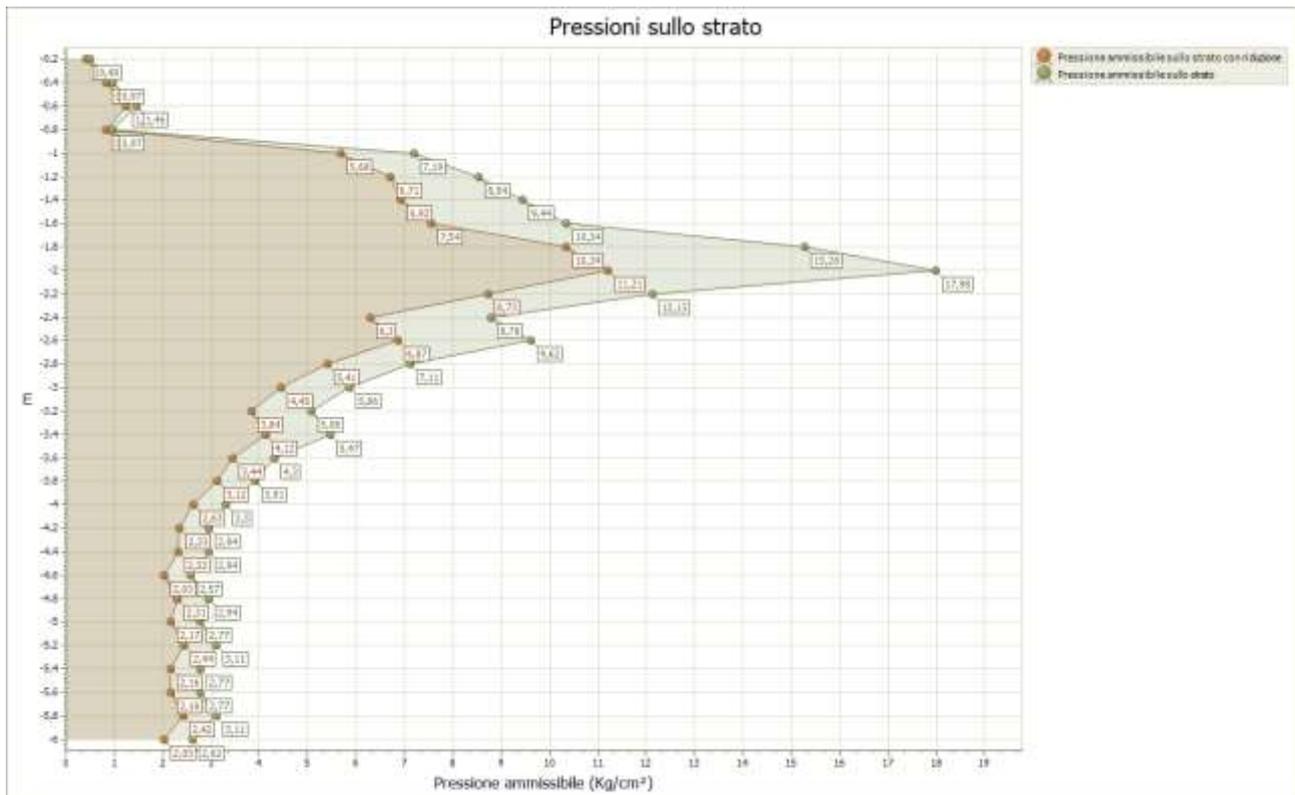
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondità prova 6,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	16	0,790	113,60	143,84	5,68	7,19
1,20	19	0,786	134,30	170,81	6,71	8,54
1,40	21	0,733	138,36	188,79	6,92	9,44
1,60	23	0,730	150,85	206,77	7,54	10,34
1,80	34	0,676	206,72	305,66	10,34	15,28
2,00	43	0,623	224,11	359,62	11,21	17,98
2,20	29	0,720	174,66	242,54	8,73	12,13
2,40	21	0,717	125,95	175,63	6,30	8,78
2,60	23	0,714	137,39	192,36	6,87	9,62
2,80	17	0,761	108,26	142,18	5,41	7,11
3,00	15	0,759	88,98	117,28	4,45	5,86
3,20	13	0,756	76,84	101,64	3,84	5,08
3,40	14	0,753	82,47	109,46	4,12	5,47
3,60	11	0,801	68,88	86,00	3,44	4,30
3,80	10	0,798	62,42	78,18	3,12	3,91
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	8	0,791	46,47	58,72	2,32	2,94
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	8	0,785	43,44	55,34	2,17	2,77
5,20	9	0,783	48,75	62,25	2,44	3,11
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	9	0,777	48,39	62,25	2,42	3,11
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.4

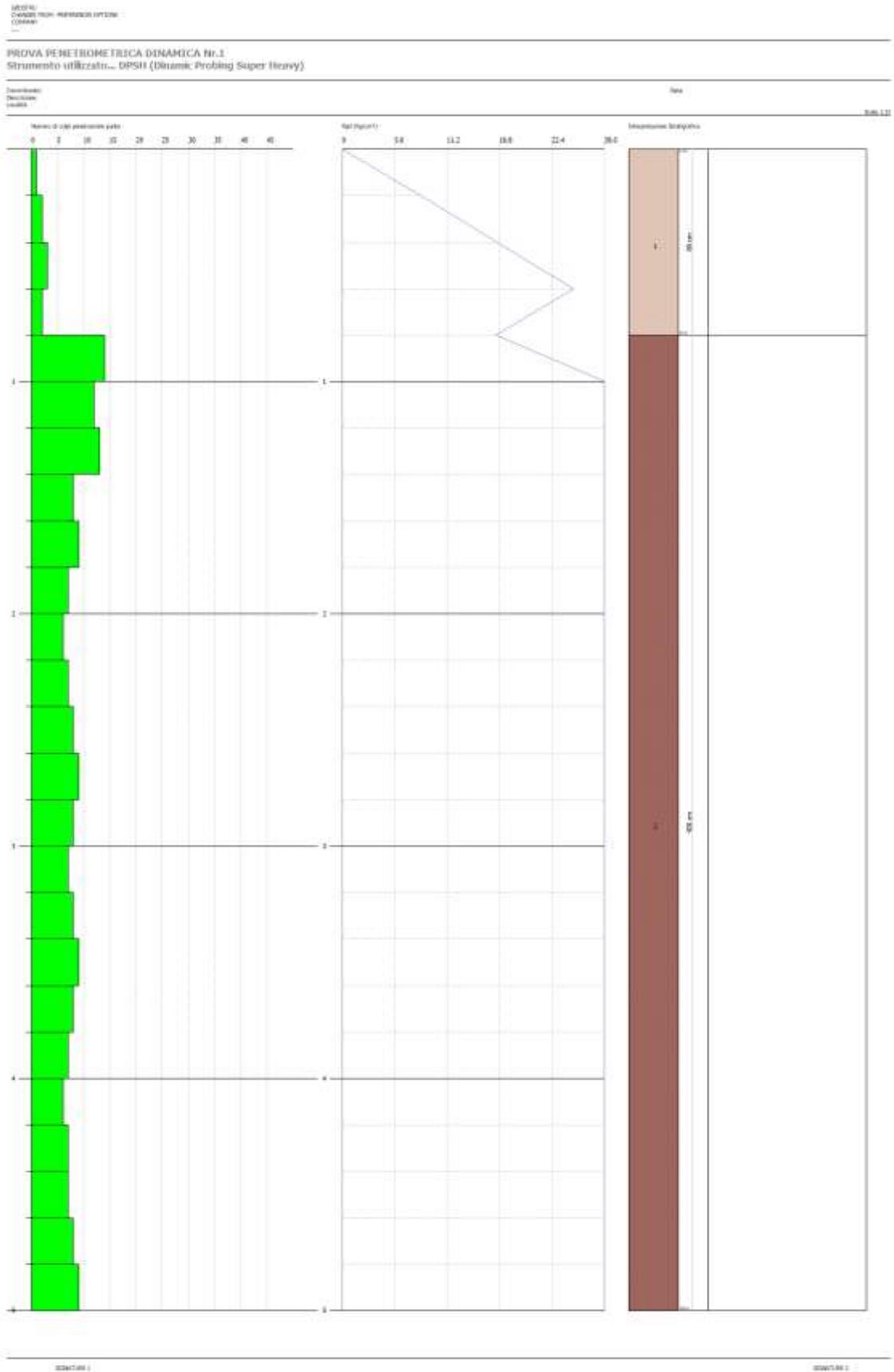
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

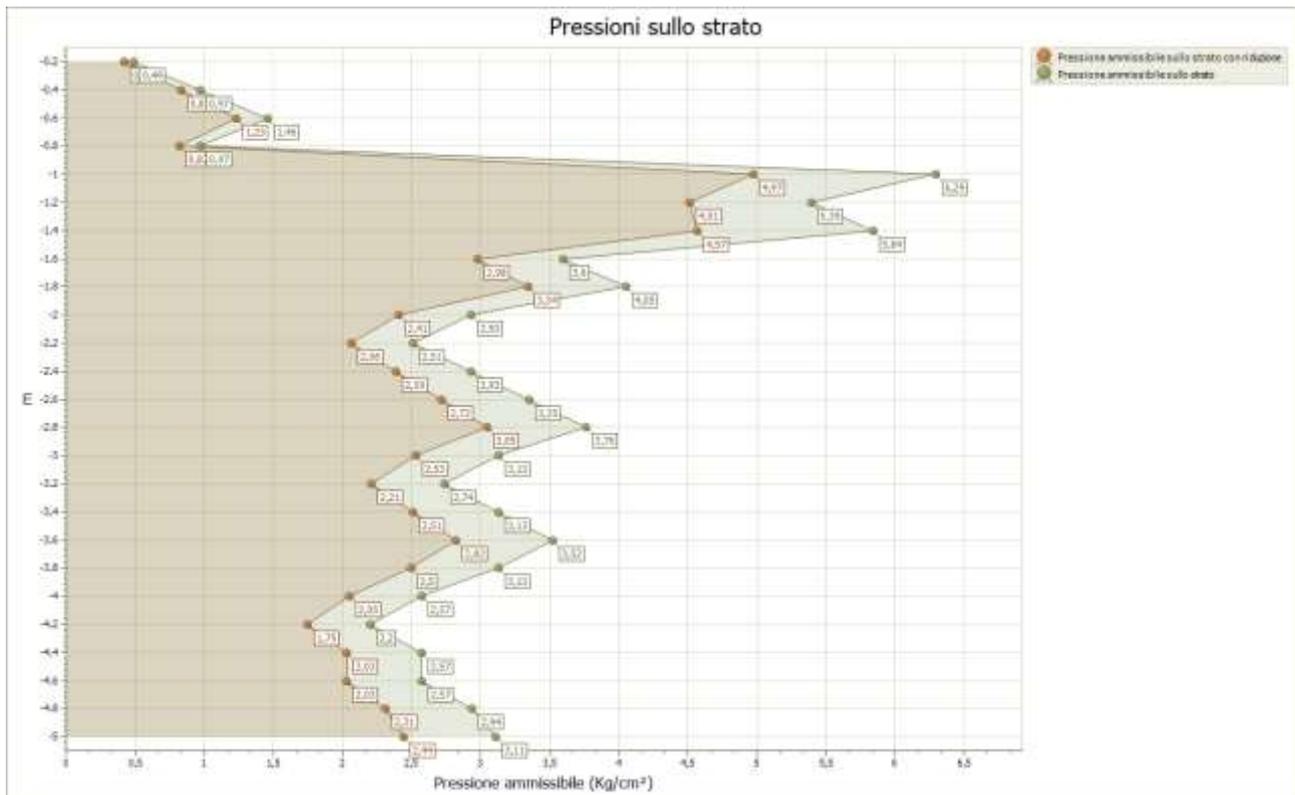
Profondità prova 5,00 mt

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	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	14	0,790	99,40	125,86	4,97	6,29
1,20	12	0,836	90,21	107,88	4,51	5,39
1,40	13	0,783	91,49	116,87	4,57	5,84
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	9	0,826	66,86	80,91	3,34	4,05
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	9	0,811	61,08	75,27	3,05	3,76
3,00	8	0,809	50,58	62,55	2,53	3,13
3,20	7	0,806	44,11	54,73	2,21	2,74
3,40	8	0,803	50,25	62,55	2,51	3,13
3,60	9	0,801	56,35	70,37	2,82	3,52
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	7	0,796	40,90	51,38	2,05	2,57
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	9	0,785	48,87	62,25	2,44	3,11





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA N.5

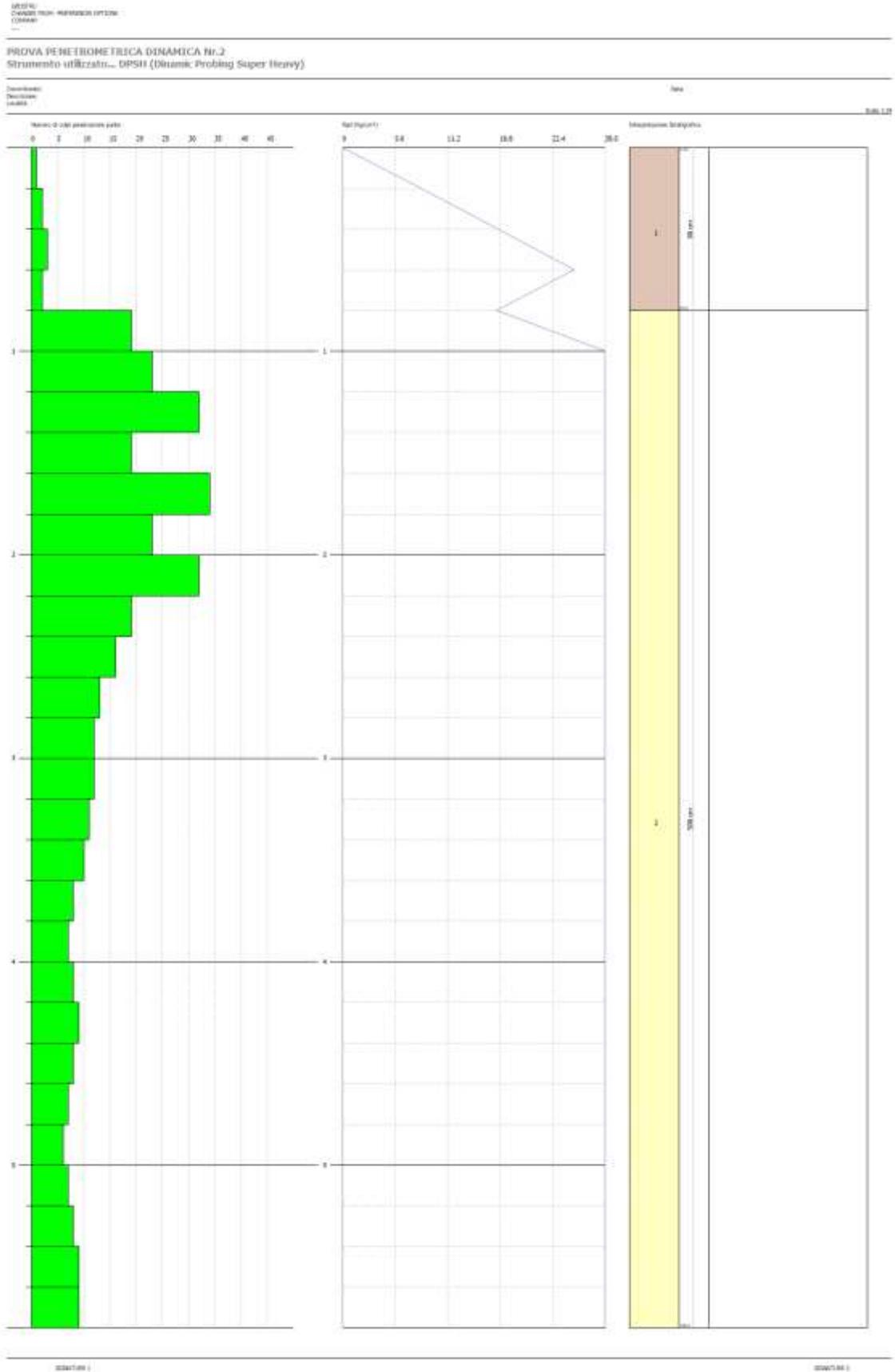
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

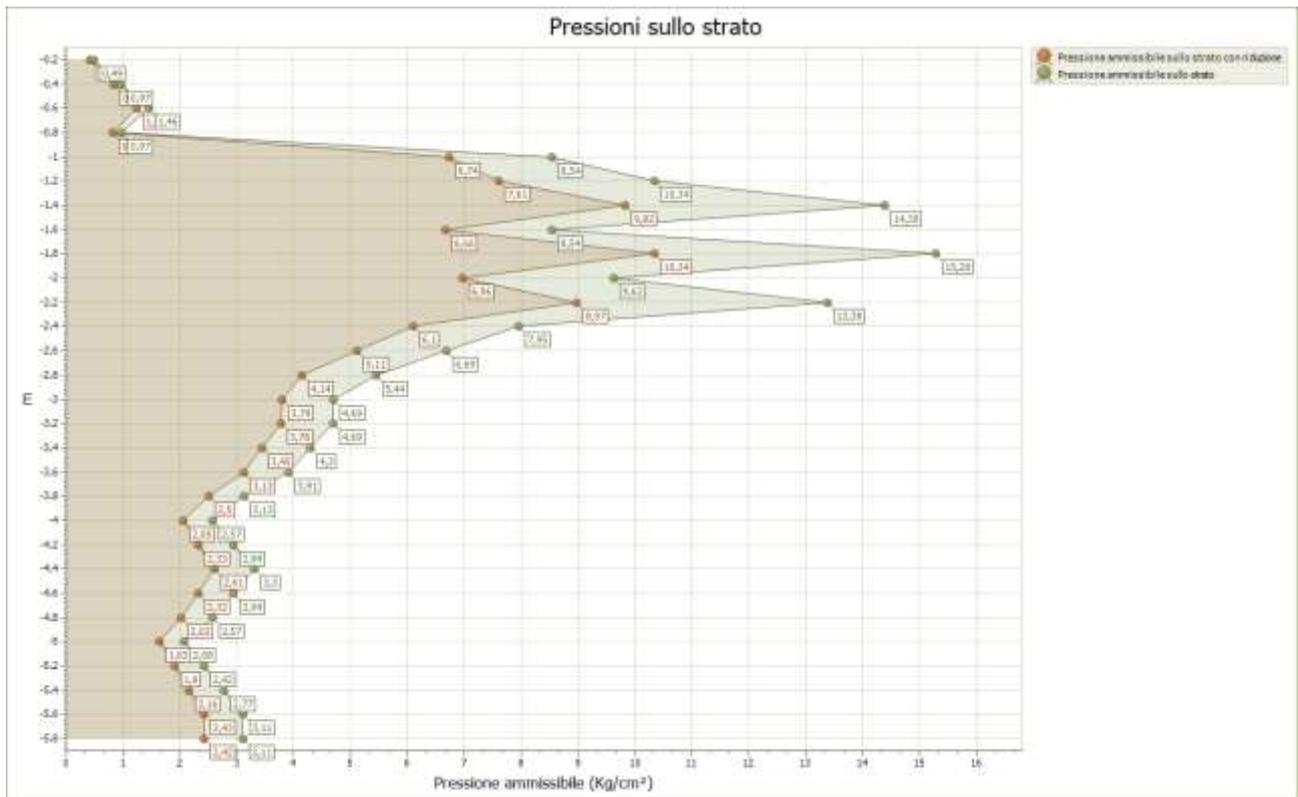
Profondità prova 5,80 mt

Falda non rilevata

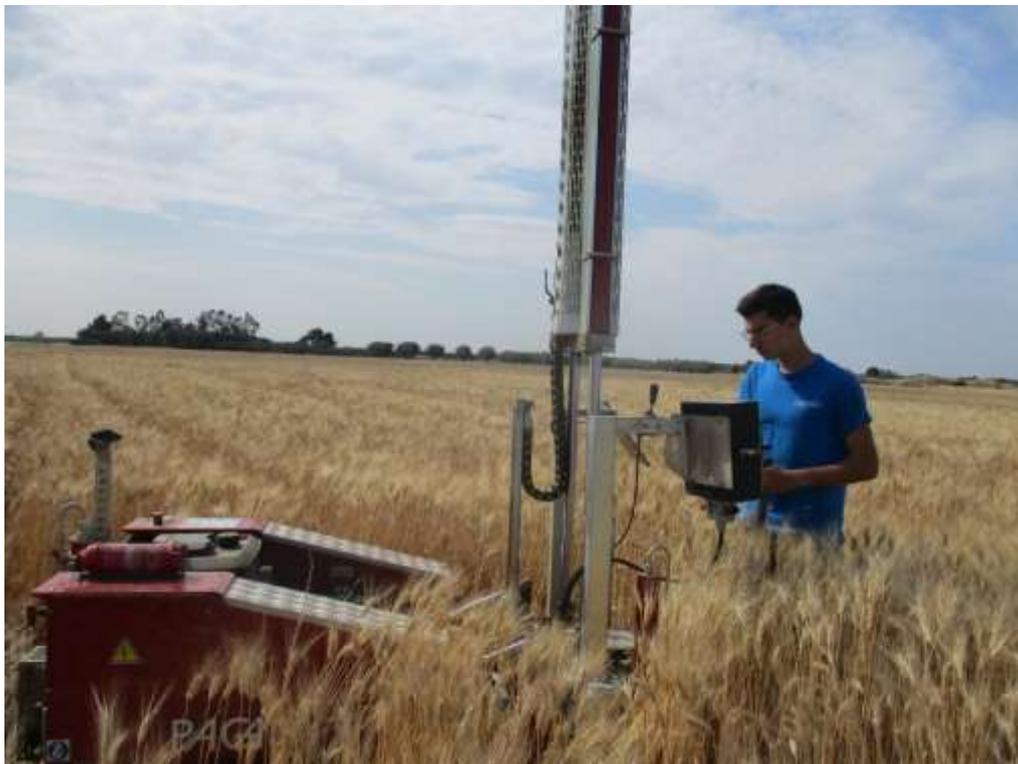
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	19	0,790	134,90	170,81	6,74	8,54
1,20	23	0,736	152,24	206,77	7,61	10,34
1,40	32	0,683	196,44	287,68	9,82	14,38
1,60	19	0,780	133,15	170,81	6,66	8,54
1,80	34	0,676	206,72	305,66	10,34	15,28
2,00	23	0,723	139,11	192,36	6,96	9,62
2,20	32	0,670	179,34	267,63	8,97	13,38
2,40	19	0,767	121,90	158,90	6,10	7,95
2,60	16	0,764	102,27	133,81	5,11	6,69
2,80	13	0,761	82,78	108,72	4,14	5,44
3,00	12	0,809	75,87	93,82	3,79	4,69
3,20	12	0,806	75,62	93,82	3,78	4,69
3,40	11	0,803	69,10	86,00	3,45	4,30
3,60	10	0,801	62,62	78,18	3,13	3,91
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	7	0,796	40,90	51,38	2,05	2,57
4,20	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	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
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	9	0,779	48,50	62,25	2,43	3,11
5,80	9	0,777	48,39	62,25	2,42	3,11





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





REGIONE PUGLIA

COMUNE di

BRINDISI

(Provincia di BRINDISI)



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 7.500
kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4 kWp, CON RELATIVO
COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA**

Committenza: HEPV30 s.r.l

ALLEGATO SISMICO



GEOSECURE S.R.L.
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Carlo Cortese

GEOSECURE SRL
Via dei Monti Parioli, 40
00197 ROMA
Part IVA 01650420704

DATA: GIUGNO 2021

Rev. 00

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-SS2	PAG. 09
	3.2 MASW M1-M2	PAG. 28
4	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE	PAG. 46

1. INTRODUZIONE

In questo **ALLEGATO SISMICO** si descrivono i risultati provenienti dalla **campagna di indagini geofisiche** effettuata nel comune di Brindisi (BR) dalla ditta “GEOSECURE s.r.l.”, nel mese di GIUGNO 2021, eseguita a servizio della pratica denominata “**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 7.500 kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA**” per conto di HEPV30 s.r.l.

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

- N° 06 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE DENOMINATA “SISMICA A RIFRAZIONE” E “TOMOGRFIA SISMICA” ESEGUITA MEDIANTE INSTALLAZIONE DI N° 06 STENDIMENTI SISMICI DENOMINATI SS1, SS2, SS3, SS4, SS5, SS6 (di lunghezza pari a 23,00 MT);
- N° 06 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE “MASW” M1, M2, M3, M4, M5, M6 (di lunghezza pari a 23,00 MT).

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



Fig. 1: ubicazione delle indagini geofisiche eseguite nel comune di Brindisi (BR).

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;*
- *23 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;*
- *massa battente pesante di 10 Kg.*



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

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

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

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

PRINCIPI DI BASE:

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

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

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

I CASI DI APPLICAZIONE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE:

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

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

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

<u>Metodi di interpretazione</u>	<u>Caso di applicazione</u>
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, è stato sviluppato in situ:

- **n° 02 stendimenti sismici - DENOMINATO SS1- SS2**, con l'utilizzo di n° **24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a 1,00 metro (LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO = 23,00 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 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria di 4.5 Hz, ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la*

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 23,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 1,00 Mt

Il profilo sismico in oggetto è stato ubicato come mostrato, di seguito, in **Figura 4**:



Fig. 4: ubicazione dei profili sismici.

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

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

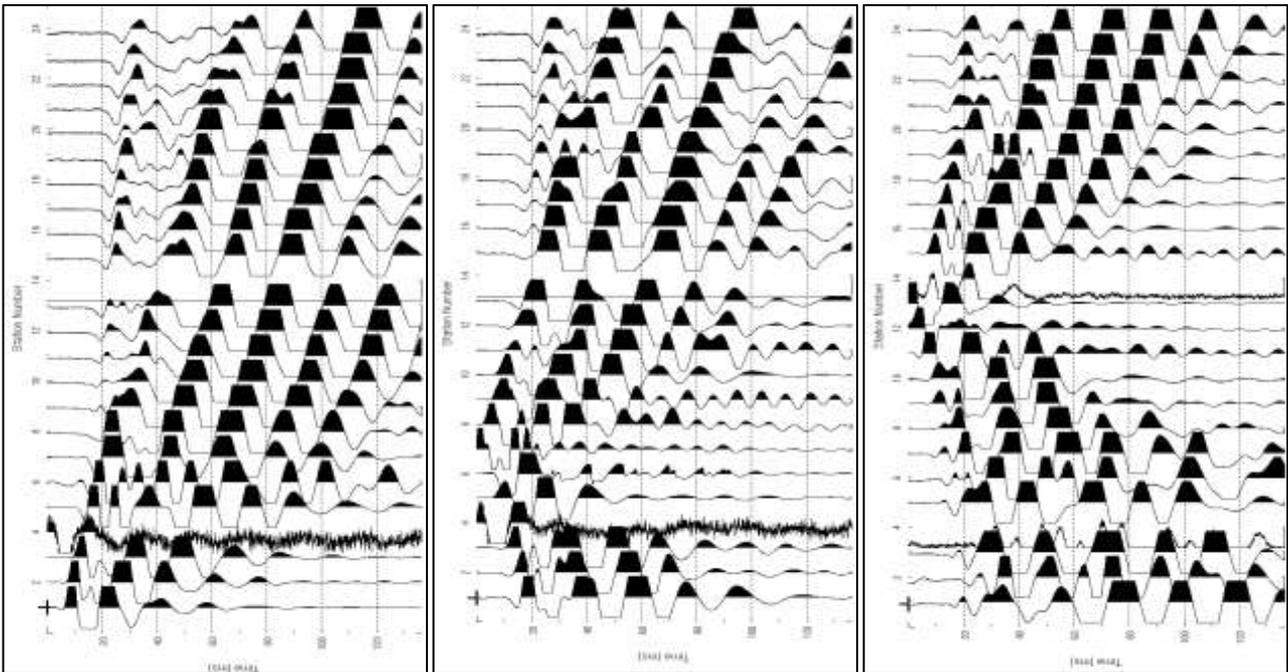


Fig. 5: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS1

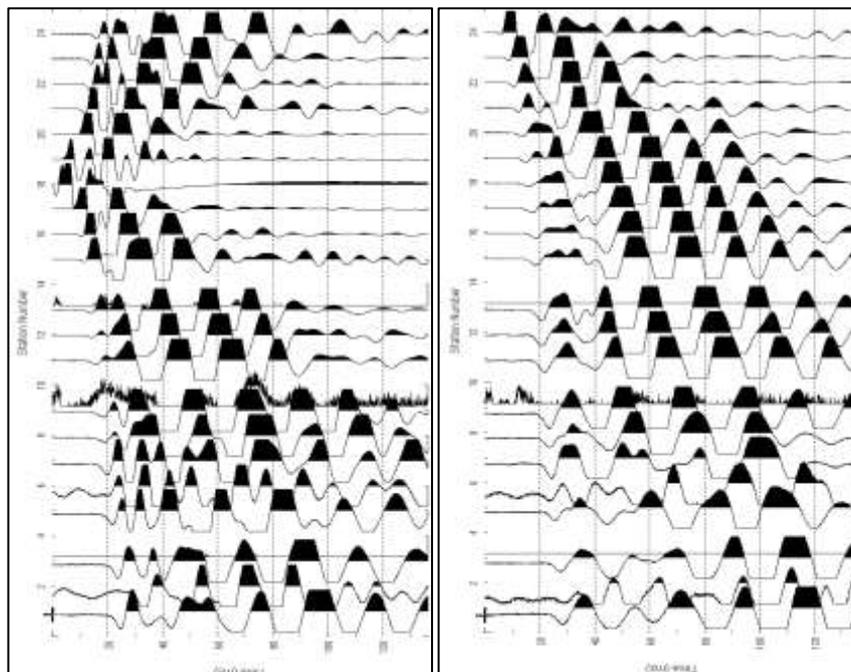


Fig. 6: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5. – SS1

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	4.333	9.467	16.8	21.933	25.467
2.00	5.133	7.333	16.533	21.4	24.933
3.00	6.8	5.667	15.2	19.267	23.733
4.00	7.6	4.067	14.867	19.267	23.167
5.00	9.733	3.267	12.733	17.867	22.8
6.00	11.933	1.2	10.867	17.333	22.167
7.00	13.267	1.867	8.933	17.4	21.967
8.00	14.867	2.267	7.867	17.067	21.564
9.00	15.733	3.8	6.067	16.533	21.03
10.00	16.267	6.8	4.867	16.533	20.967
11.00	16.8	8.933	2.333	15.2	20.233
12.00	17.067	10.867	1.4	13.533	19.89
13.00	17.867	12.2	2.8	11.8	19.6
14.00	18.133	12.733	3.267	11.133	18.867
15.00	18.933	14.867	4.867	9.667	18.133
16.00	20.067	16.267	6.133	6.2	17.067
17.00	19.8	17.067	6.8	4.867	15.8
18.00	20.867	17.333	7.867	1.6	14.6
19.00	21.667	18.4	8.933	3.267	12.6
20.00	22.2	18.933	11.667	5.933	10.667
21.00	23	19.533	13	8.133	9.6
22.00	23.867	20.067	14.067	10	8
23.00	24.667	20.6	14.6	11.467	6.8
24.00	26.267	21.667	16	13.4	4.467

Fig. 7: tabella dei primi arrivi.

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

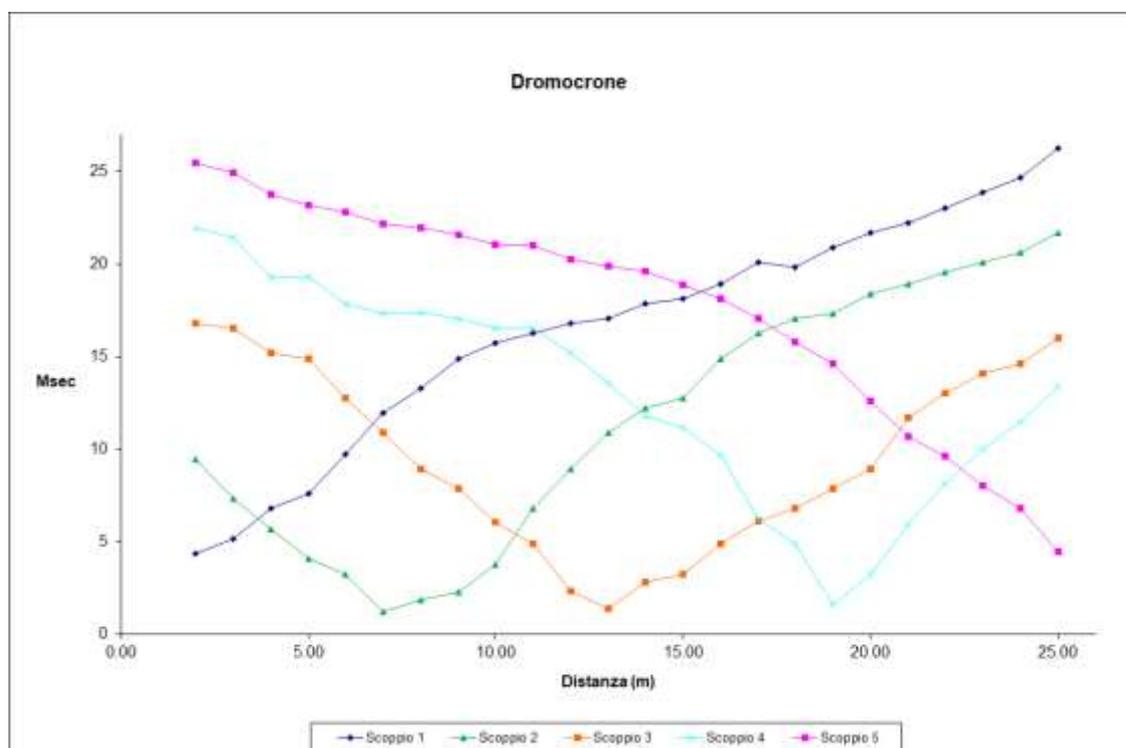


Fig. 8: dromocrone dei primi arrivi.

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

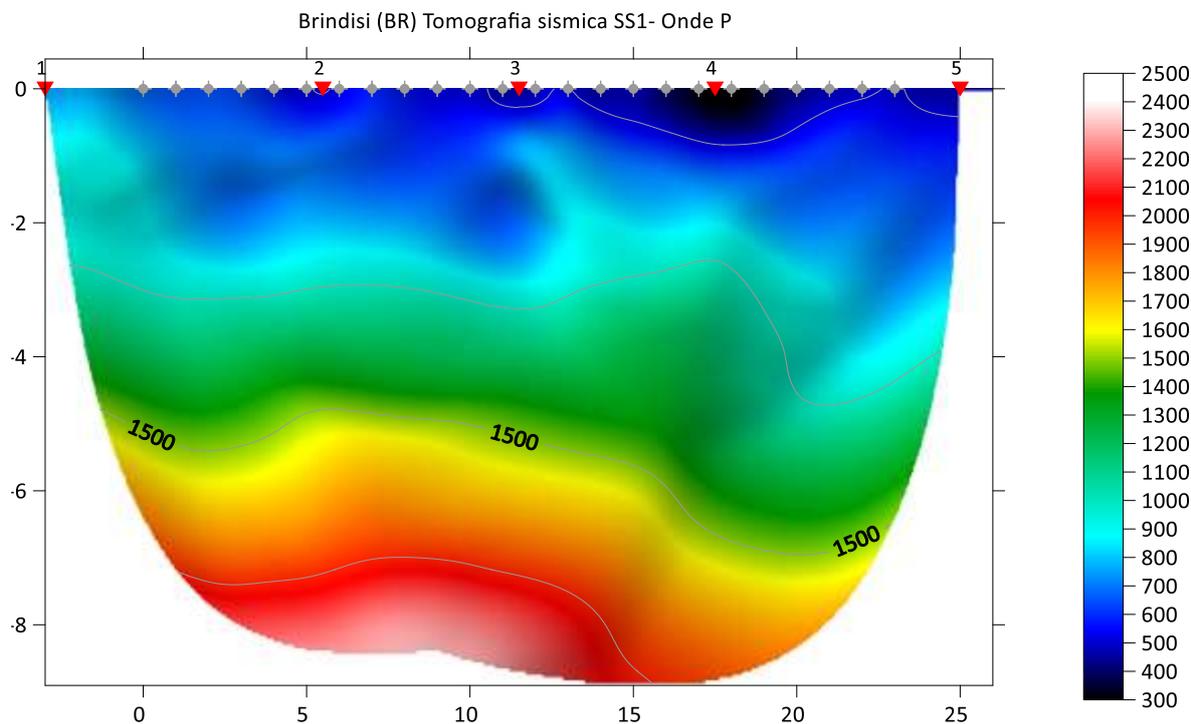


Fig. 9: tomografia sismica. SS1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 1: postazione di energizzazione SS1

STENDIMENTO SISMICO SS2

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

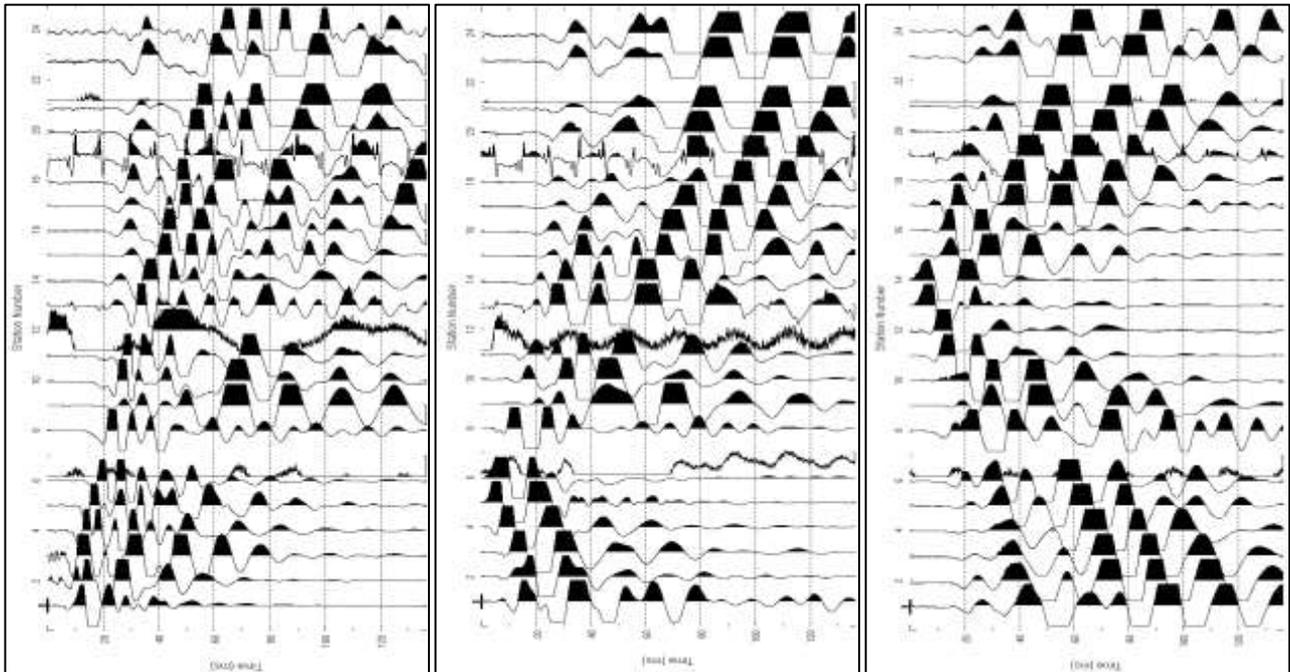


Fig. 10: sismogrammi dello Scoppio 1 ,2 e 3. – SS2

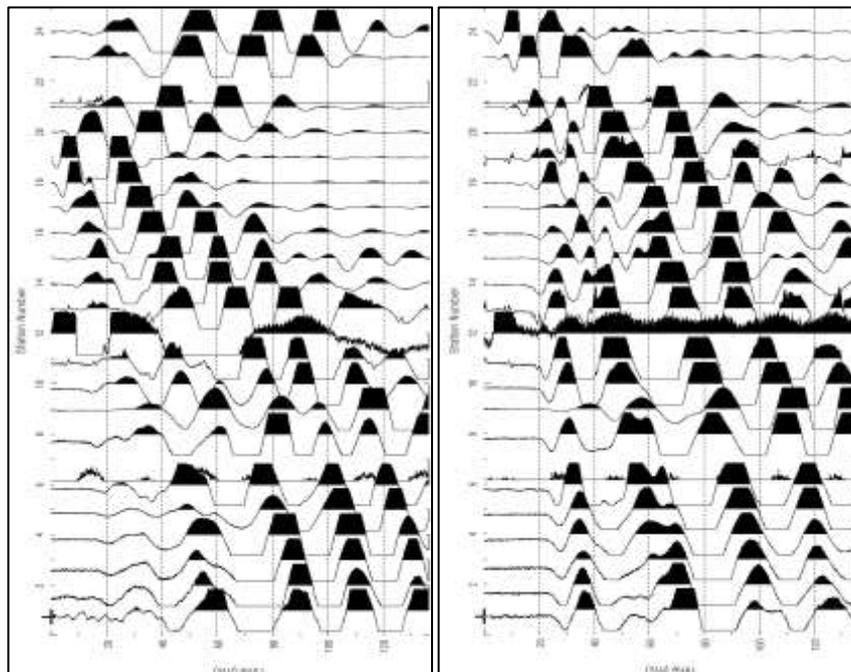


Fig. 11: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS2

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	4.867	11.667	18.133	21.333	27.6
2.00	7.133	10.4	17.867	21.067	27.333
3.00	7.867	8.067	16.533	20.8	26.733
4.00	9.2	6.533	16.267	19.267	25.467
5.00	10.8	4.067	15.733	18.467	24.933
6.00	13.6	1.2	14.333	17.67	23.6
7.00	14.8	2.6	12.2	16.6	22.467
8.00	15.733	3.267	10	15.6	21.667
9.00	17.067	4.867	8.067	14.733	21.133
10.00	17.6	6.8	5.4	13	20.6
11.00	18.667	8.933	2.333	11.933	20.333
12.00	19.533	10.867	1.4	10.867	19.267
13.00	20.6	12.133	3	8.933	18.667
14.00	20.867	12.733	4.267	8.133	17.6
15.00	20.6	14.067	5.667	7.067	17.6
16.00	20.867	15.2	6.133	5.4	16.4
17.00	21.667	16.333	7.867	3.8	15.8
18.00	21.933	17.6	8.667	0.333	15.467
19.00	23	18.133	10.867	2.533	12.6
20.00	23.867	18.4	12.2	4.067	10.667
21.00	24.133	19.8	13	6.533	9.6
22.00	24.4	21.133	14.067	7.867	8
23.00	25.2	21.133	15.467	11.467	6.8
24.00	26.533	21.933	16.533	13.4	4.467

Fig. 12: tabella dei primi arrivi.

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

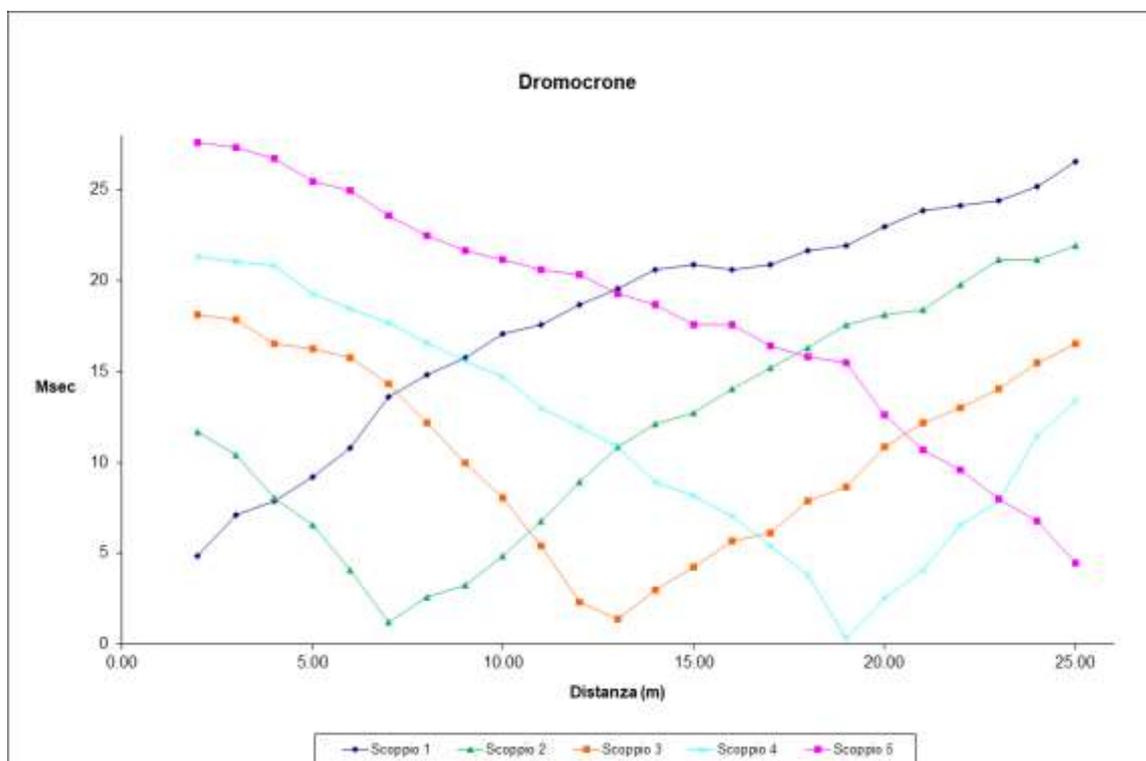
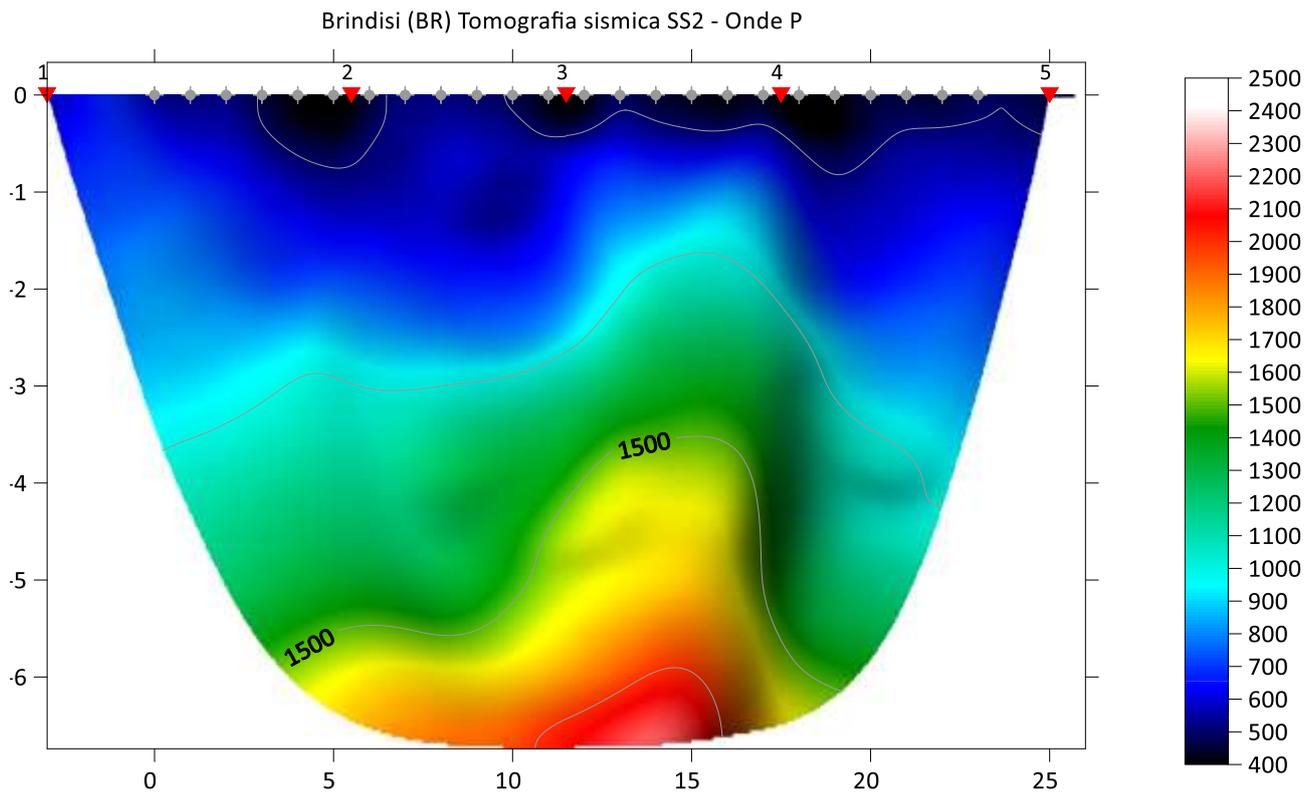


Fig. 13: dromocrone dei primi arrivi.



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 2: postazione di energizzazione SS2

STENDIMENTO SISMICO SS3

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

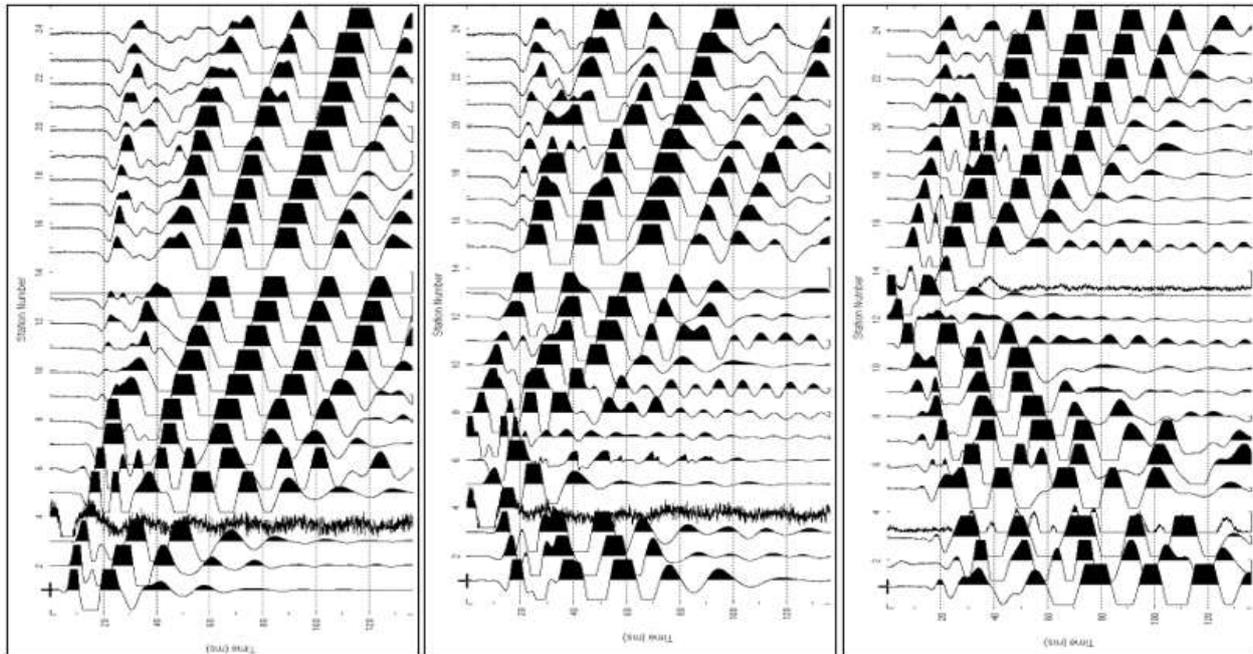


Fig. 16: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS3

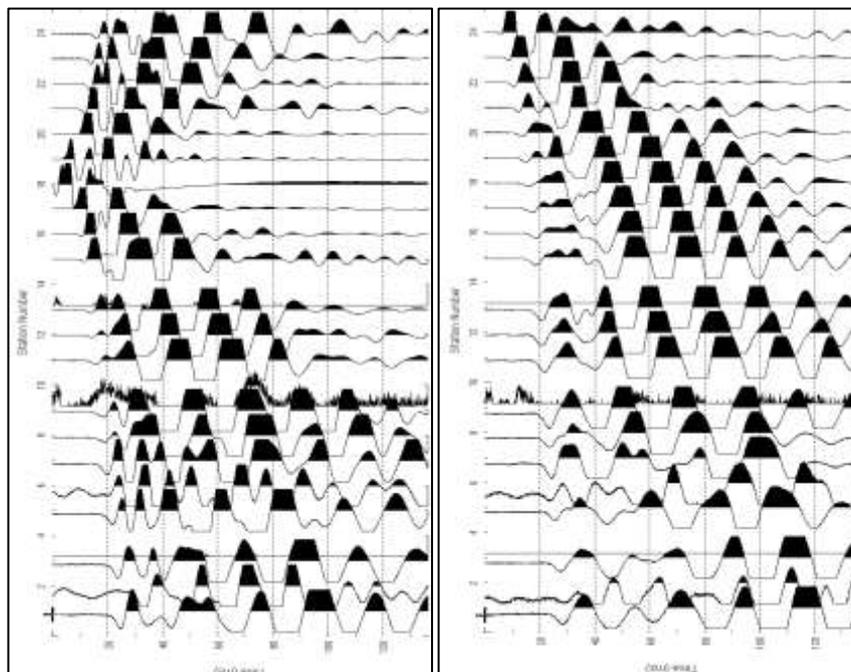


Fig. 17: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5. – SS3

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	3.2	8.533	13.533	18.4	22.467
2.00	4.867	7.8	12.067	17.533	22.2
3.00	6.067	6.8	11.533	16.533	21.4
4.00	7.333	5.333	10.067	15.533	21.133
5.00	7.333	4.467	9.8	14.933	20.867
6.00	7.6	3.733	8.933	13.667	20.067
7.00	8.133	2.6	7.867	12.667	18.933
8.00	9.733	1.6	6.2	11.4	18.667
9.00	9.933	3.733	5.733	10.067	17.6
10.00	10.233	4.867	4.6	9.533	17.067
11.00	10.867	6.133	3.333	8.2	16.8
12.00	11.933	7.467	1.267	7.067	16
13.00	12.467	8.067	2.533	6.933	15.733
14.00	13.267	9.067	3.933	5.467	14.6
15.00	15.2	9.833	4.2	4.1333	14.333
16.00	15.467	10.3	5.6	3.967	13.8
17.00	17.067	10.867	6.067	2.267	12.467
18.00	18.133	11.9	7.8	1.467	11.667
19.00	18.933	13.267	9.2	3.733	10.867
20.00	19.267	14.133	10.067	4.333	10.4
21.00	20.067	15	11.533	5.867	8.333
22.00	20.867	16.267	12.067	6.733	7.2
23.00	21.667	17.34	12.933	7.467	6.6
24.00	22.467	18.133	12.933	8.8	4.467

Fig. 18: tabella dei primi arrivi.

Nella **Figura 19** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi.**

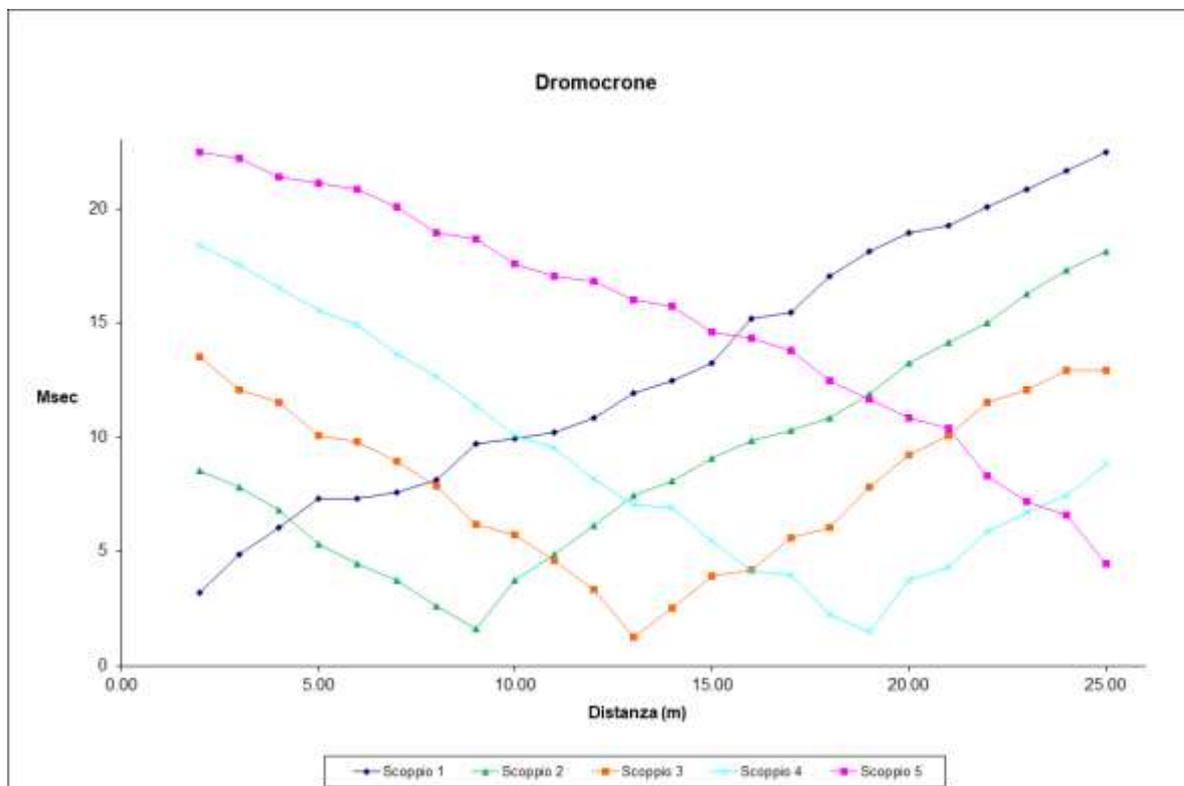


Fig. 19: dromocrone dei primi arrivi.

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**.

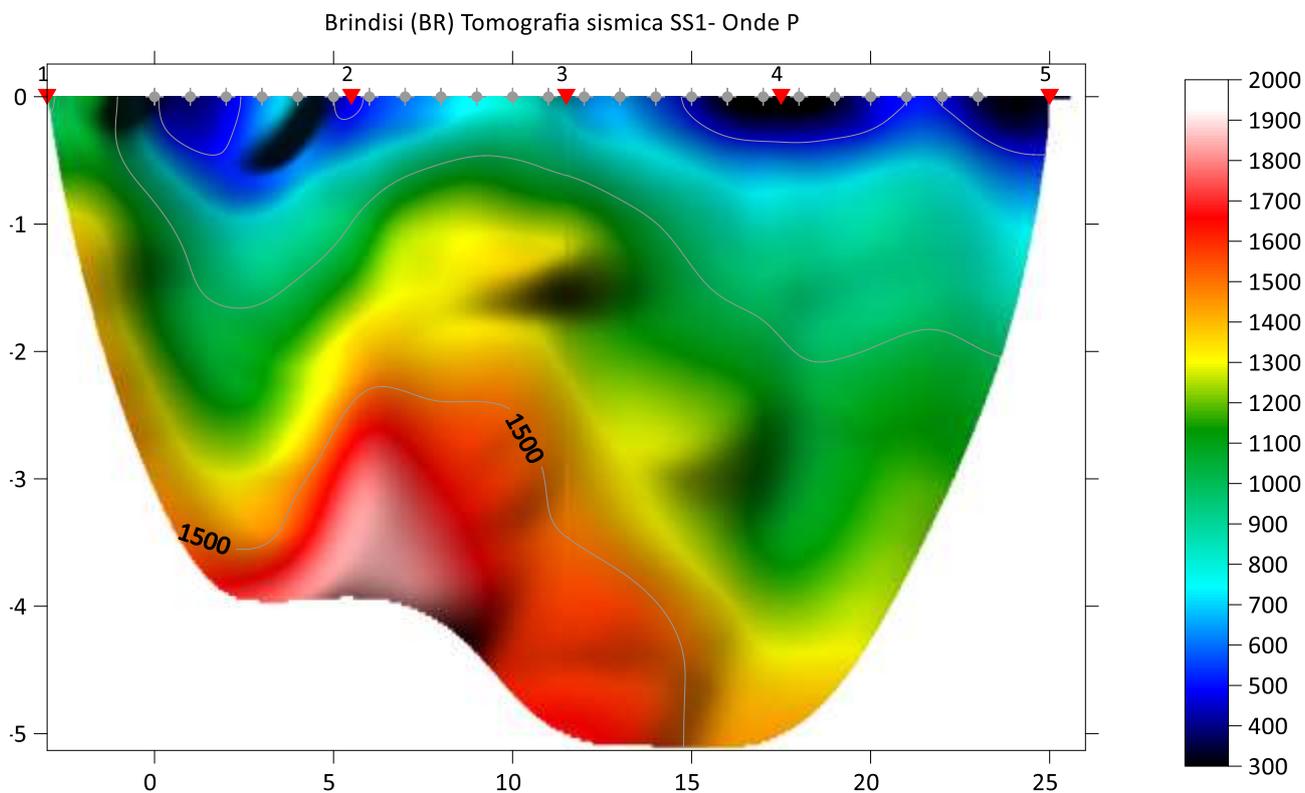


Fig. 20: tomografia sismica. SS3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 3: postazione di energizzazione SS3

STENDIMENTO SISMICO SS4

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

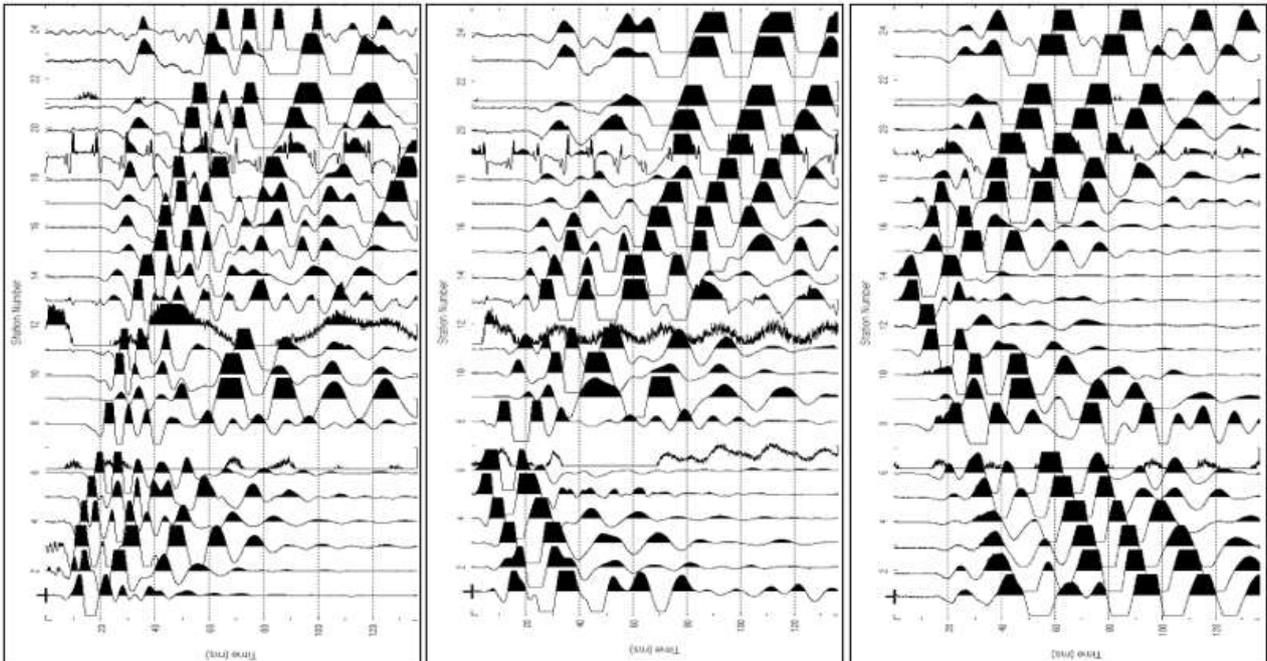


Fig. 21: sismogrammi dello Scoppio 1 ,2 e 3. – SS4

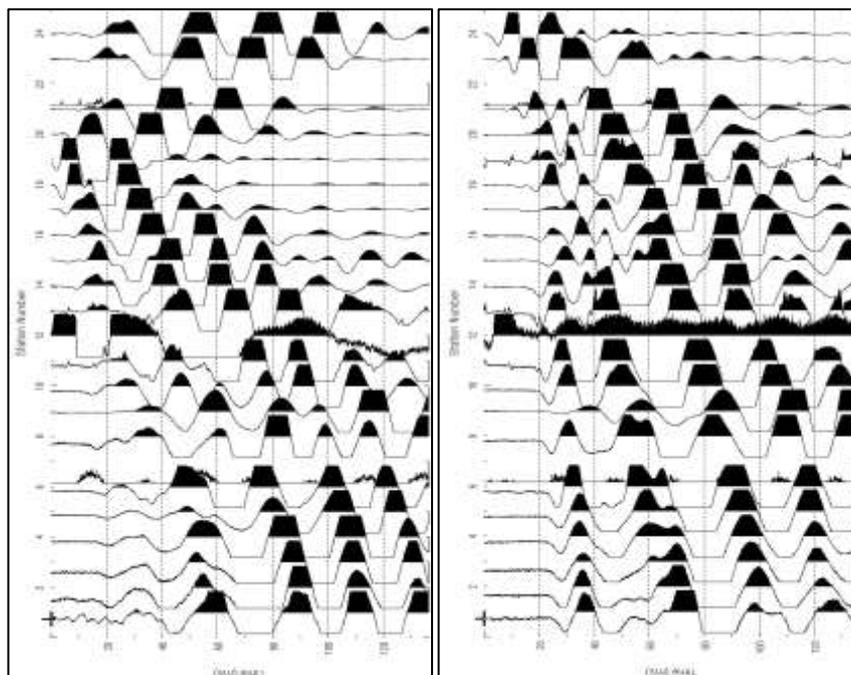


Fig. 22: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS4

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	2.2	8.533	13.533	18.4	24.467
2.00	3.867	7.8	12.067	17.533	23.2
3.00	4.067	6.8	11.533	16.533	22.4
4.00	5.333	5.333	10.067	15.533	21.133
5.00	6.333	4.467	9.8	14.933	20.867
6.00	7.6	3.733	8.933	13.667	19.067
7.00	8.133	2.6	7.867	12.667	18.933
8.00	9.733	1.6	6.2	11.4	17.667
9.00	9.933	3.733	5.733	10.067	16.6
10.00	10.233	4.867	4.6	9.533	15.067
11.00	11.867	6.133	3.333	8.2	14.8
12.00	12.933	7.467	1.267	7.067	13.25
13.00	13.467	8.067	2.533	6.933	12.733
14.00	14.267	9.067	3.933	5.467	11.6
15.00	15.2	9.833	4.2	4.1333	10.333
16.00	16.467	10.3	5.6	3.967	9.8
17.00	17.067	10.867	6.067	2.267	8.467
18.00	18.133	11.9	7.8	1.467	7.667
19.00	19.933	13.267	9.2	3.733	6.867
20.00	20.267	14.133	10.067	4.333	5.4
21.00	21.067	15	11.533	5.867	4.333
22.00	22.867	16.267	12.067	6.733	3.2
23.00	23.667	17.34	12.933	7.467	2.6
24.00	24.467	18.133	13.933	8.8	1.467

Fig. 23: tabella dei primi arrivi.

Nella **Figura 24** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.

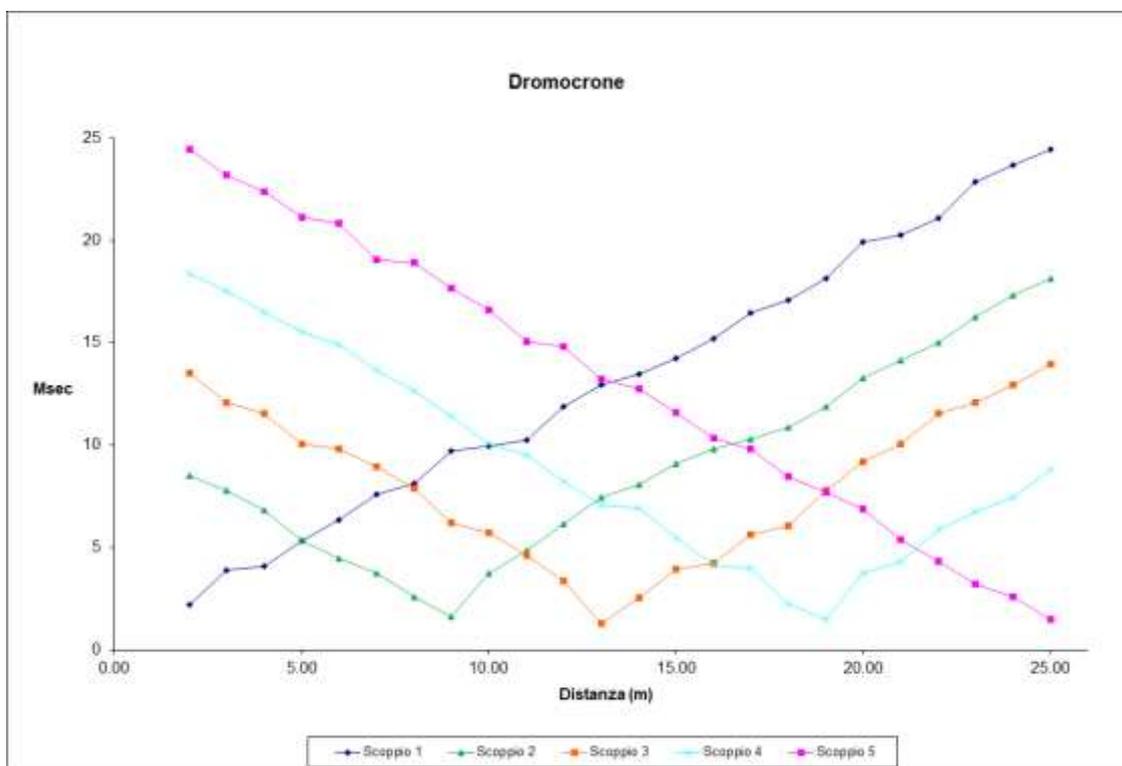


Fig. 24: dromocrone dei primi arrivi.

Brindisi (BR) Tomografia sismica SS2 - Onde P

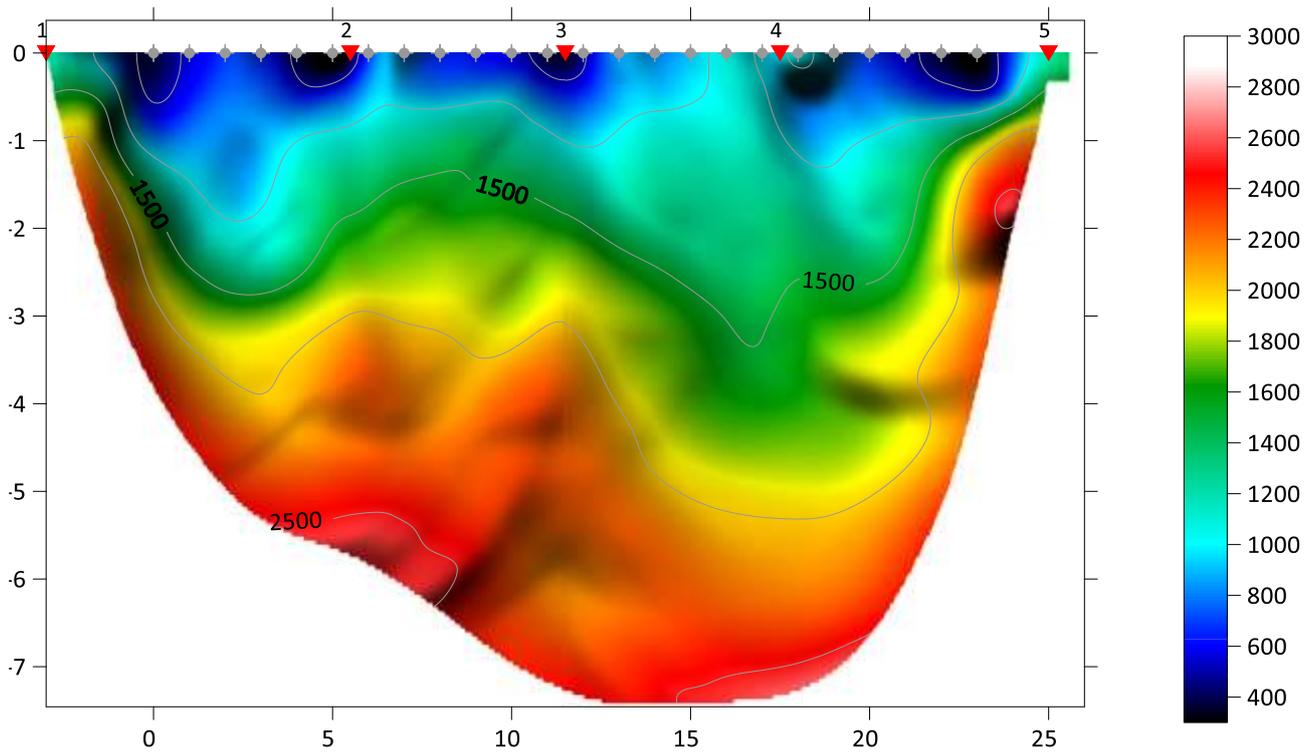


Fig. 25: tomografia sismica. SS4

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 4: postazione di energizzazione SS4

STENDIMENTO SISMICO SS5

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

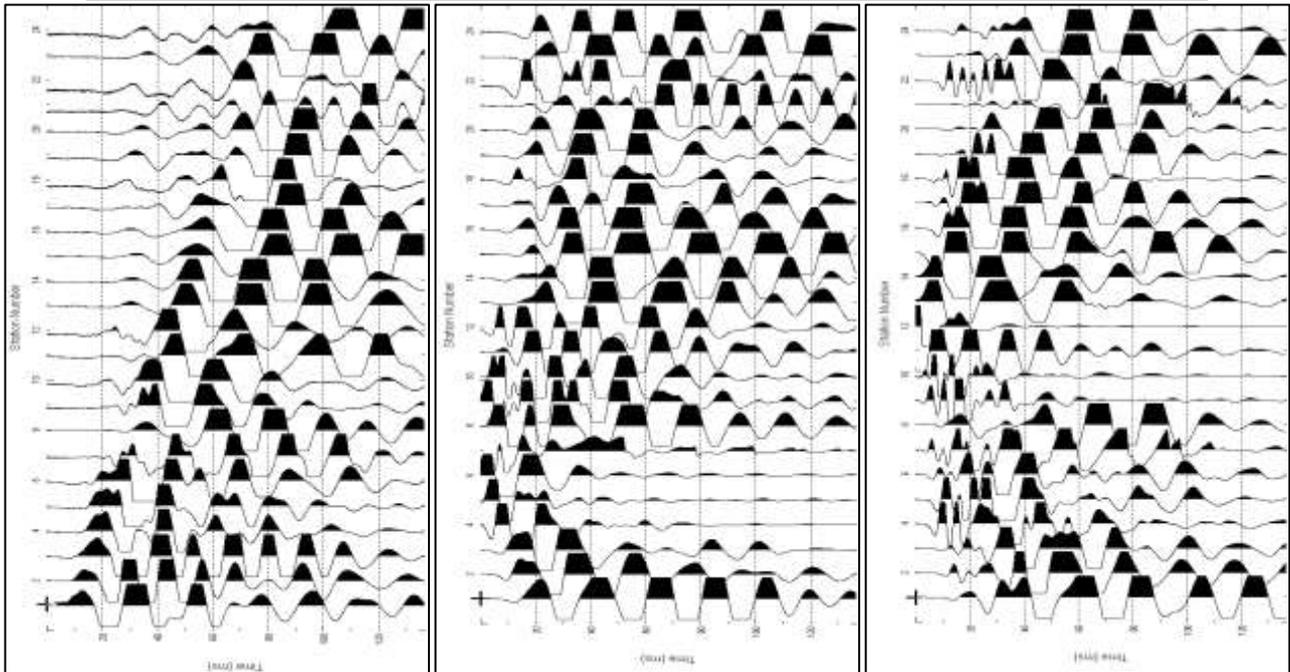


Fig. 26: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3. – SS5

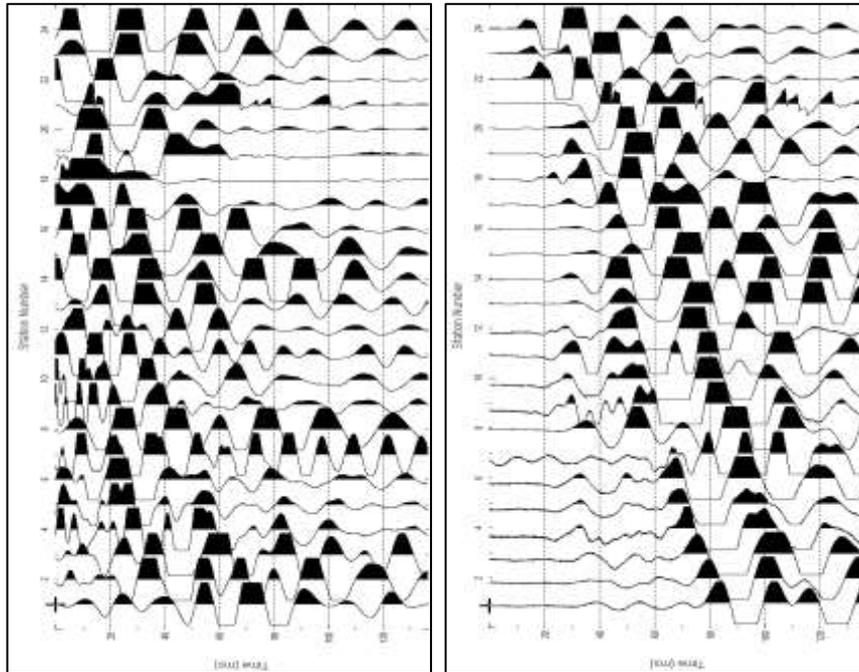


Fig. 27: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS5

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	1.6	17.867	28.4	30.6	34.134
2.00	4.8	14.8	26.867	29.8	33.867
3.00	7.6	12.467	26	29.8	33.334
4.00	9.733	9.133	24.267	29	33.6
5.00	12.2	5.267	23.067	29.467	32.533
6.00	15.467	1.333	21.267	28.933	32.267
7.00	18.133	0.667	18.533	28	31.4
8.00	20.333	2.467	14.333	26.333	30.867
9.00	22.2	4.733	12.067	25.2	30.067
10.00	24.133	7.6	8.933	24.467	29
11.00	25.2	10.6	3.8	22.867	28.467
12.00	26.8	14.333	0.8	20.867	28.667
13.00	27.933	17.067	0.8	19.4	28.067
14.00	29.933	20.4	3.533	15.6	26.6
15.00	30.6	22.067	8.067	11.667	24.867
16.00	30.867	24.4	11.667	9.067	23.267
17.00	31.133	26	16.133	4.467	21.467
18.00	31.4	27.6	18.533	0.8	18.333
19.00	31.933	28.733	21.467	1.333	16.133
20.00	32	29.8	22.867	4.933	14.333
21.00	31.667	30.6	23.733	8.333	12.067
22.00	32.8	31.133	25.2	10.667	8.733
23.00	33.867	31.933	26.2	14	4.933
24.00	34.934	33.6	29	15.467	3.867

Fig. 28: tabella dei primi arrivi.

Nella **Figura 29** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.

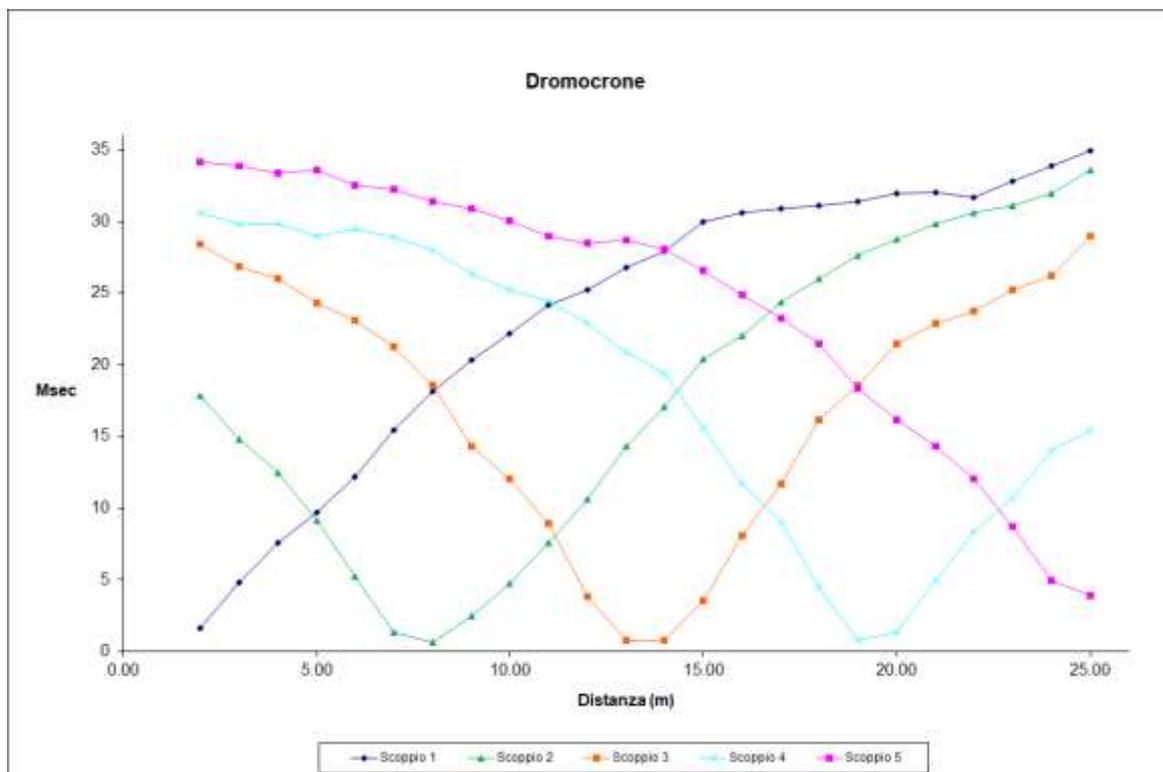


Fig. 29: dromocrone dei primi arrivi.

Brindisi (BR) Tomografia sismica SS3- Onde P

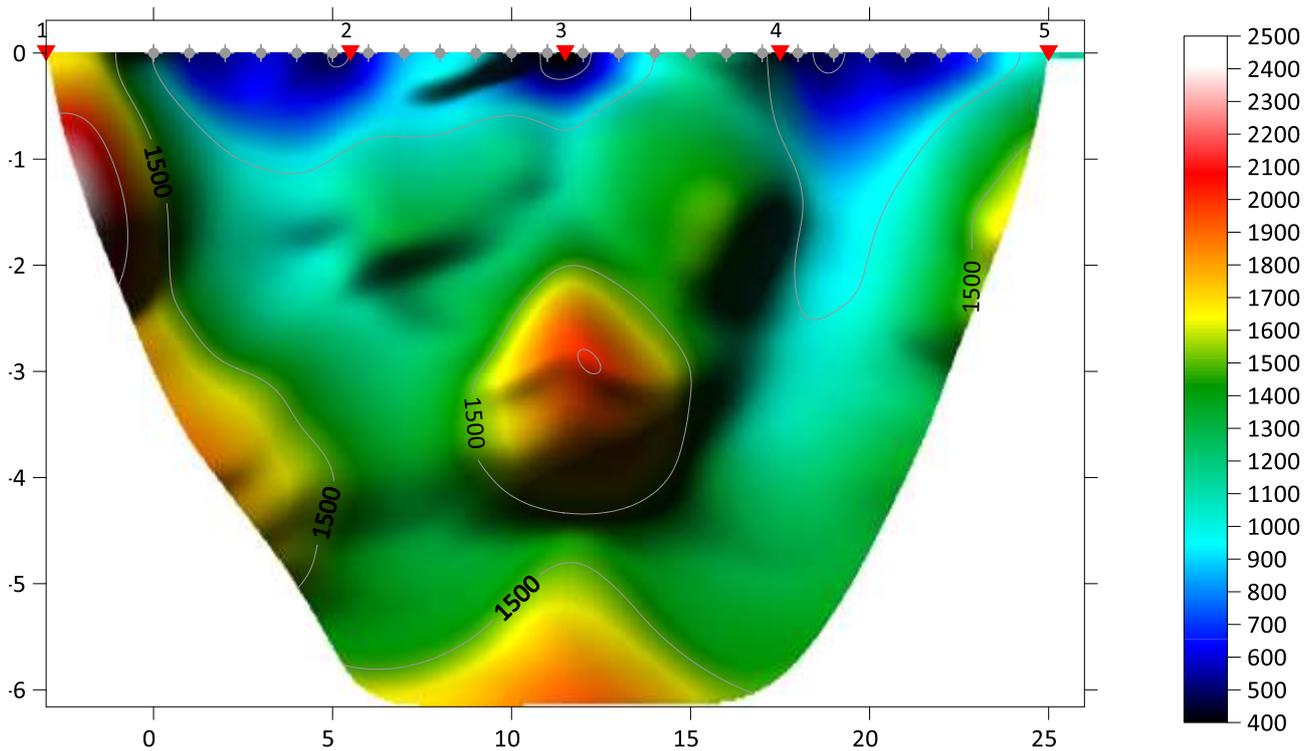


Fig. 30: tomografia sismica. SS5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 5: postazione di energizzazione SS5

STENDIMENTO SISMICO SS6

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

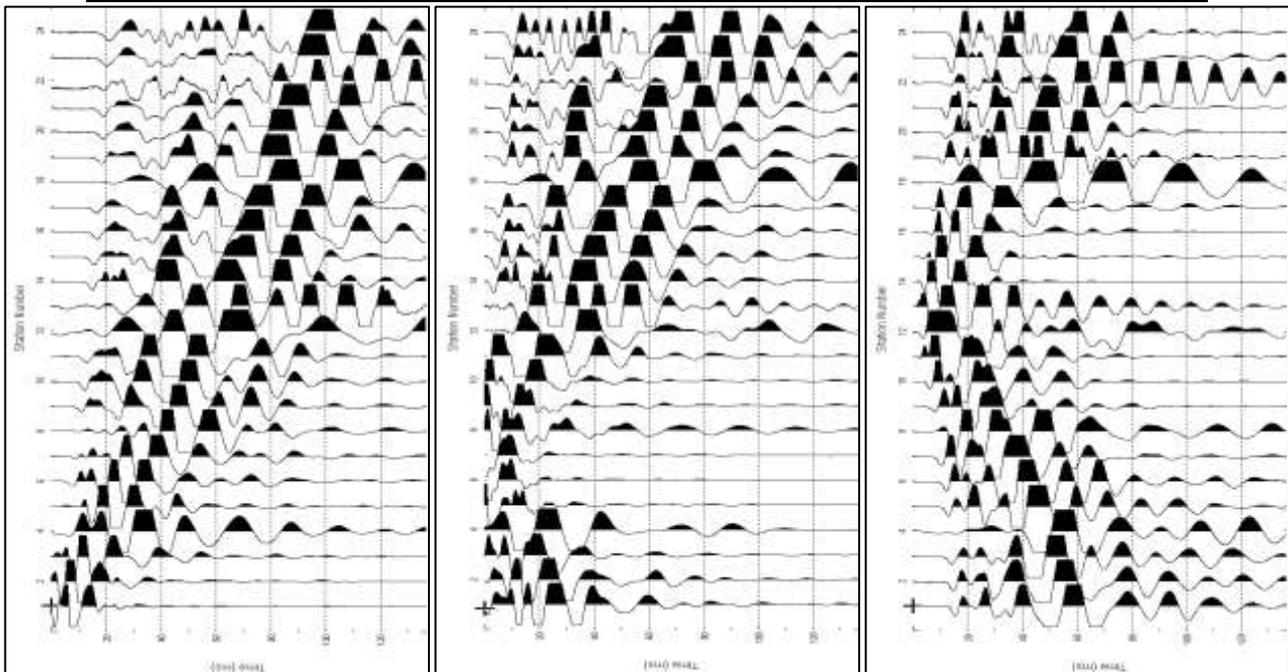


Fig. 31: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3. – SS6

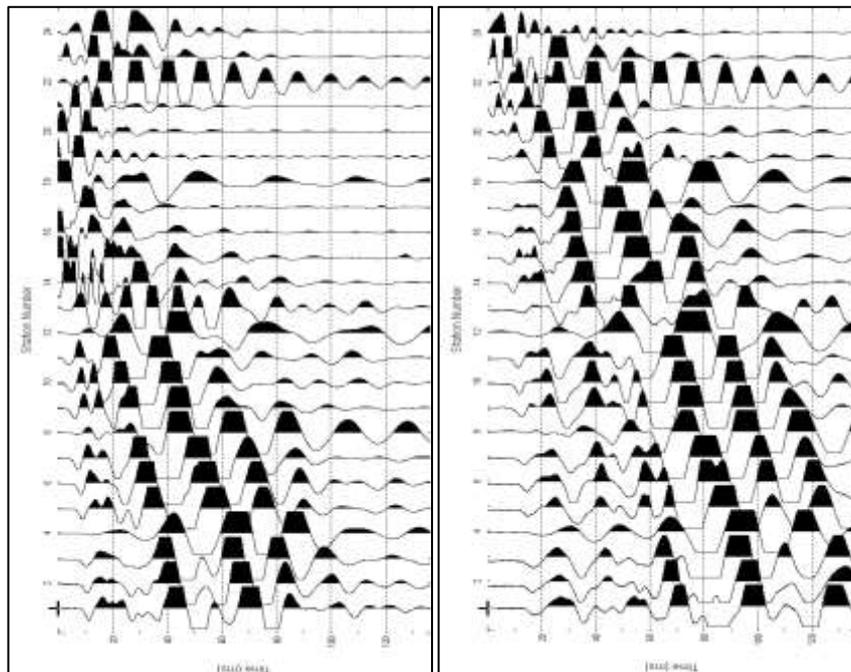


Fig. 32: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS6

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-2.00	6.50	12.50	18.50	26.00
	msec	msec	msec	msec	msec
0.00	2.6	15.267	20.2	24.8	30.933
2.00	3.733	14.133	19.733	23.2	29.667
3.00	5.333	12.6	18.467	22.467	28.333
4.00	7.8	8.933	17.333	21.933	27.2
5.00	8.8	5.4675	16.6	20.867	26.2
6.00	10.23	2.333	14.867	19.733	25.667
7.00	11.733	1.333	12.6	18.467	24.467
8.00	12.467	5.733	10.2	17.467	23.067
9.00	13.267	7.733	8.733	16.733	22.733
10.00	14.133	9.267	6.667	15.133	21.6
11.00	16.345	11.333	3.533	14.467	20.267
12.00	17.345	12.867	1.133	13.733	19.733
13.00	18.467	14.4534	2.733	12.333	18.8
14.00	19.467	15.133	3.733	11.667	17.34
15.00	20.6	16.267	5.467	10.867	16.133
16.00	21.2	17.133	6.933	8	15.333
17.00	22.467	18.067	9.467	4.2	14.067
18.00	23.467	19.733	11.867	2	13.24
19.00	24.333	21	13.133	0.6	12.333
20.00	25.667	21.6	14.467	5.2	11.533
21.00	26.533	22.2	15.933	8.933	10.231
22.00	27.067	22.467	17.333	11.267	8.533
23.00	28.067	22.733	18.133	13.267	5.867
24.00	29.933	24.467	19.533	15.467	3.133

Fig. 33: tabella dei primi arrivi.

Nella **Figura 34** sono riportate le **dromocrone dei primi arrivi**.

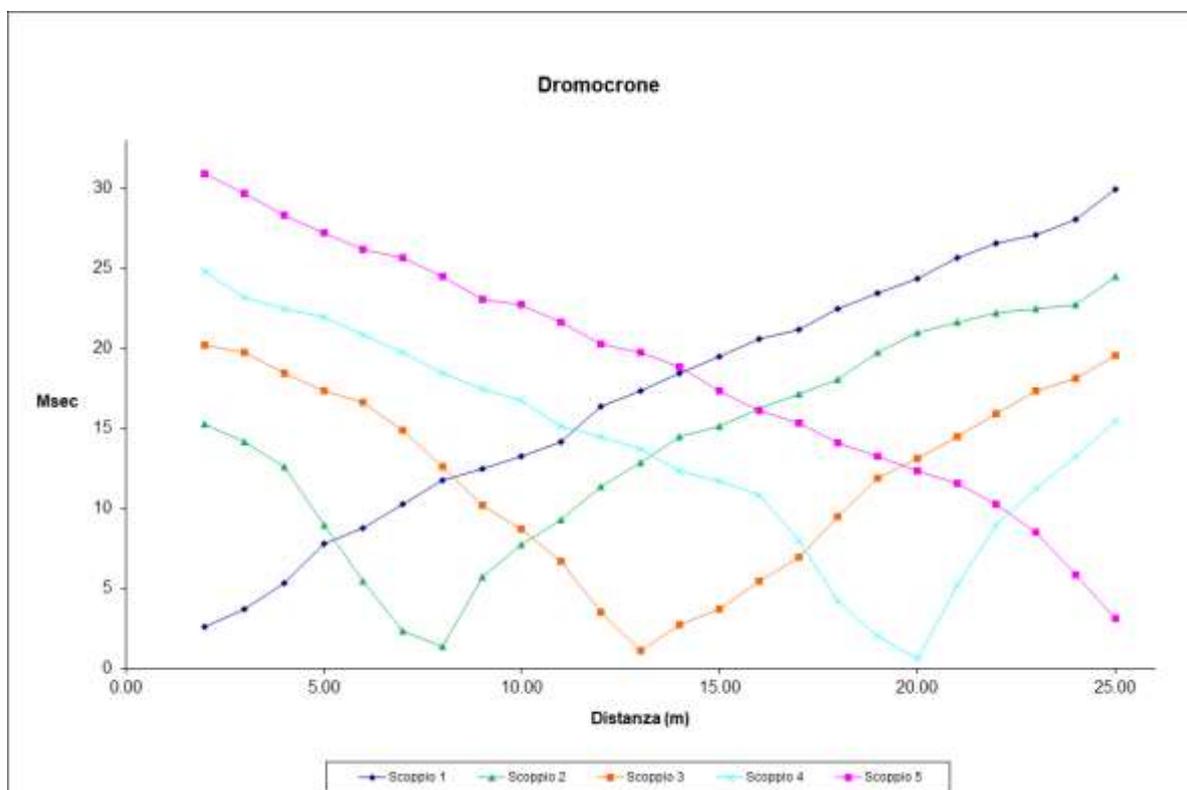


Fig. 34: dromocrone dei primi arrivi.

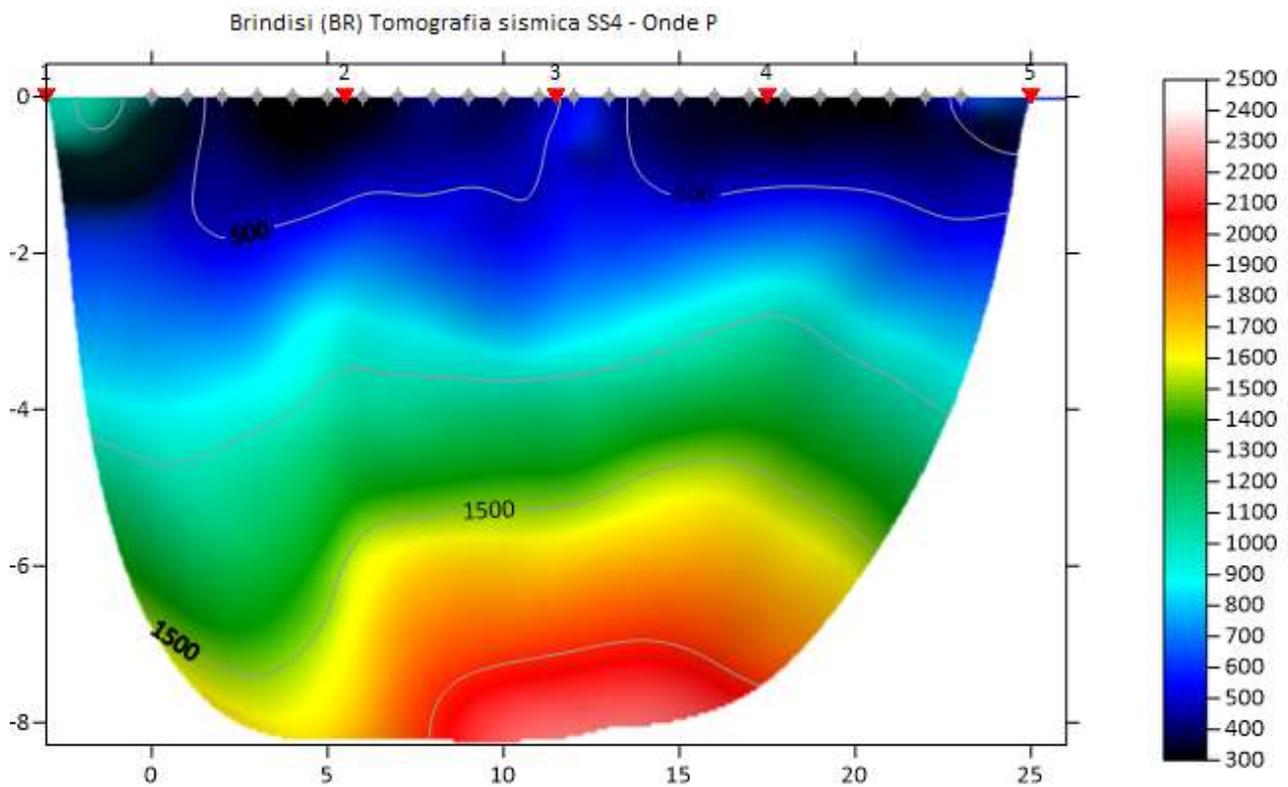


Fig. 35: tomografia sismica. SS6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RELATIVA ALLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



FOTO 6: postazione di energizzazione SS6

3.2 MASW

ELABORAZIONE DEI DATI M1:

Per ciò che riguarda l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il software EasyMasw per ottenere il grafico di dispersione e 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 1,00 metro, mentre lo **scoppio di energizzazione** è stato effettuato a 2,00 metri dal primo geofono,

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

In **Fig. 36** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 37** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 38** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 39** è riportato l'andamento di Vs con la profondità;

In **Fig. 40** è riportato il Calcolo di V_{Seq} M1;

In **Fig. 41** è riportata la tabella per il calcolo di V_{Seq} M1.

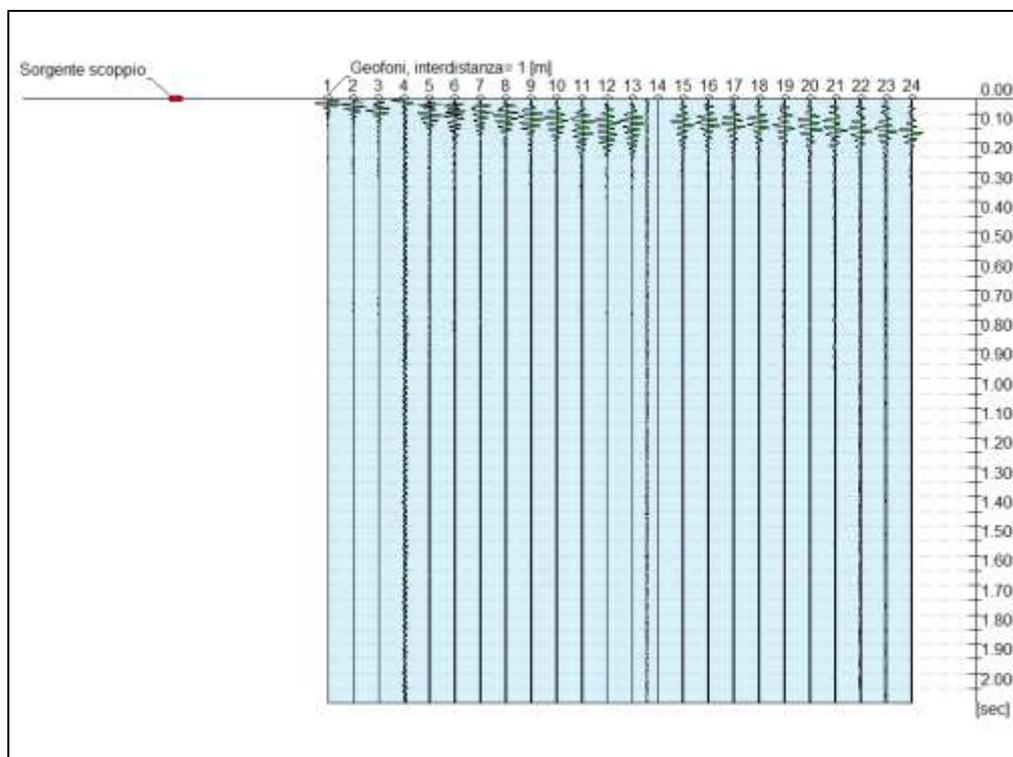


Fig. 36: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M1

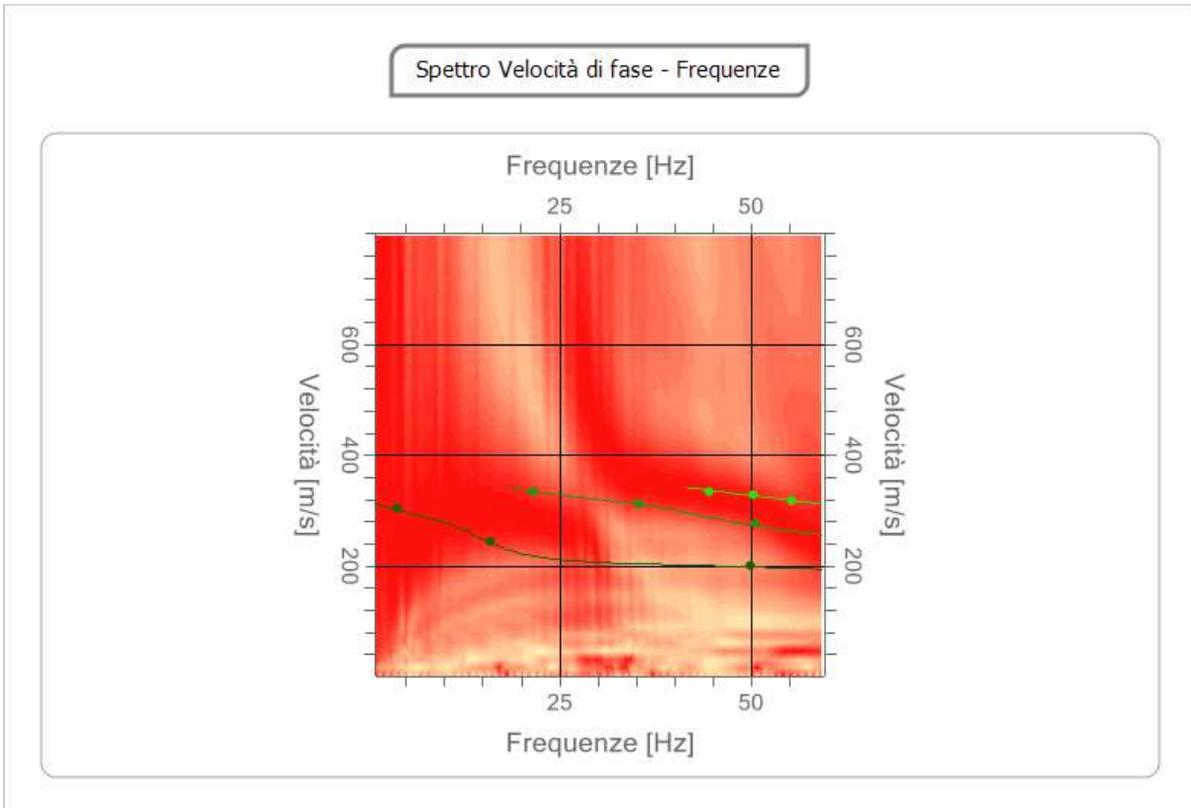


Fig. 37: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M1

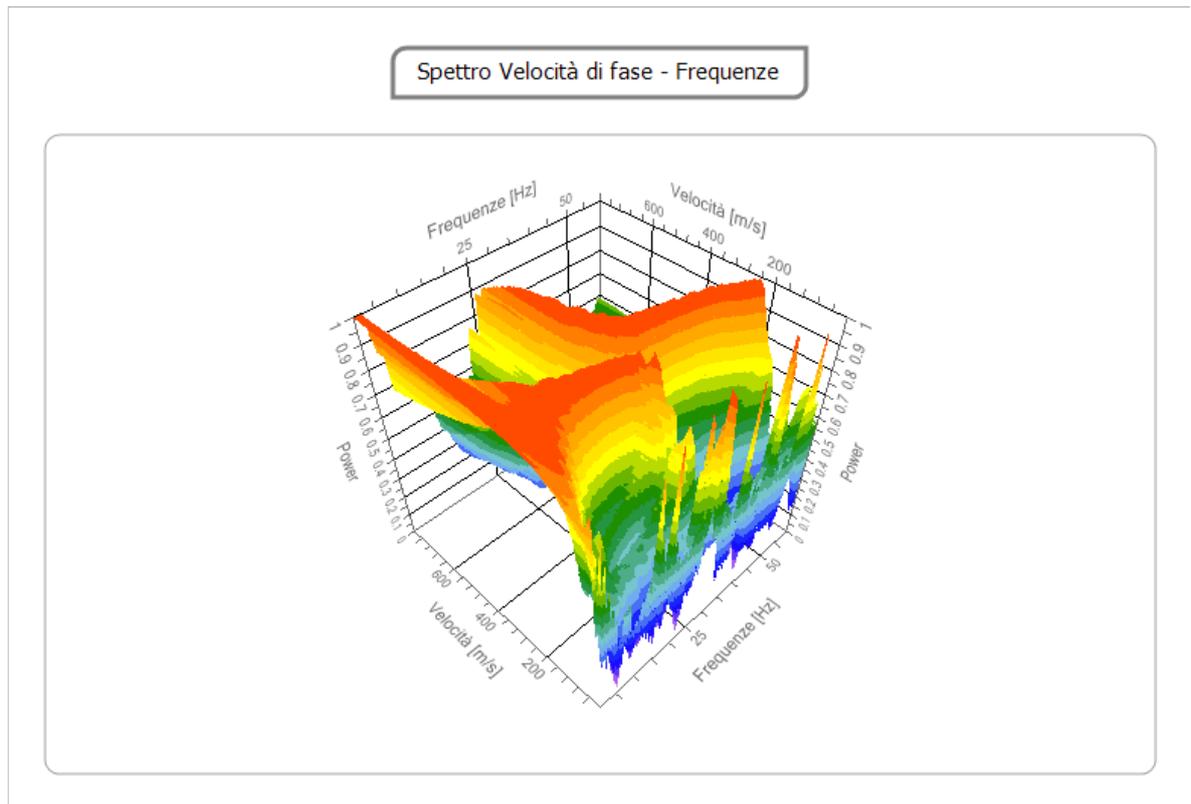


Fig. 38: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M1

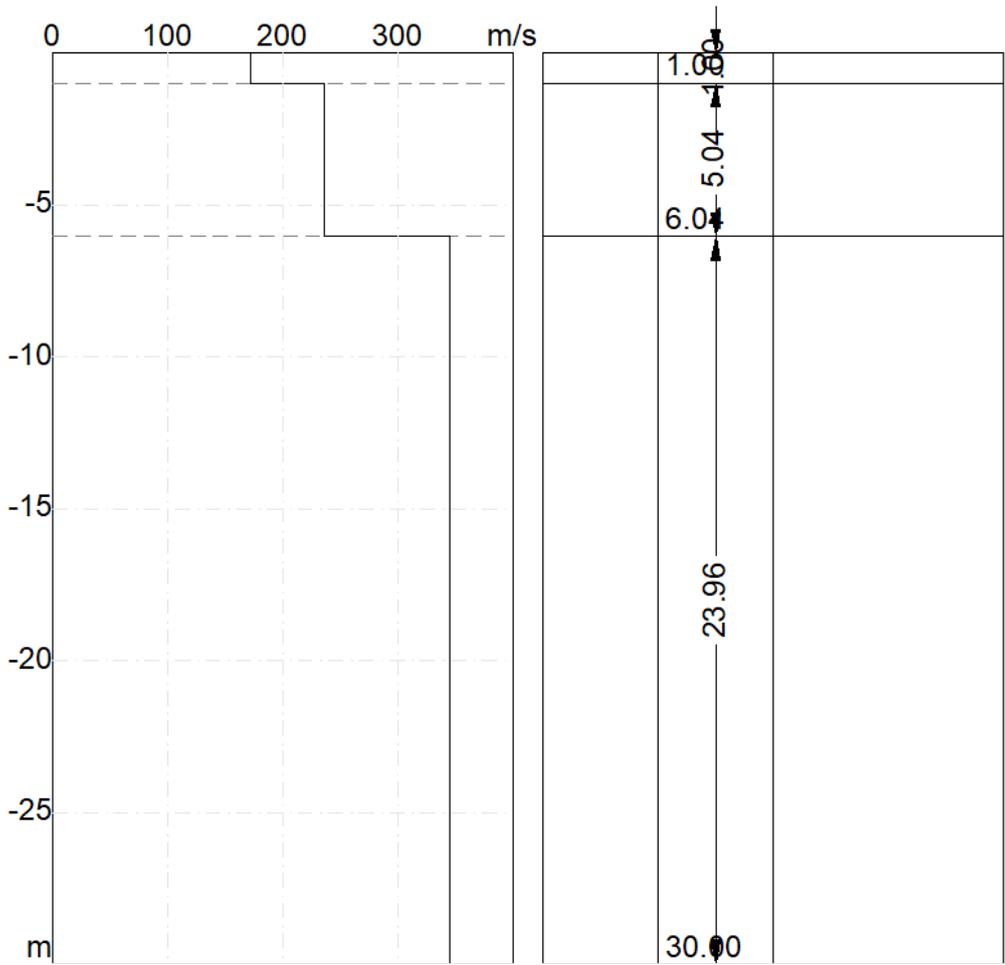


Fig. 39: andamento di Vs con la profondità - M1

Profondità piano di 0.00
posa [m]
Vs,eq [m/sec] 310.68
(H=30.00 m)
Categoria del suolo C

Fig. 40: Calcolo di Vseq, M1

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	171.9
2	6.04	5.04	235.7
3	30.00	23.96	345.4

Fig. 41: tabella per il calcolo di Vseq, M1

ELABORAZIONE DEI DATI M2:

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

In **Fig. 42** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 43** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 44** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 45** è riportato l'andamento di V_s con la profondità;

In **Fig. 46** è riportato il Calcolo di V_{Seq} M2;

In **Fig. 47** è riportata la tabella per il calcolo di V_{Seq} M2.

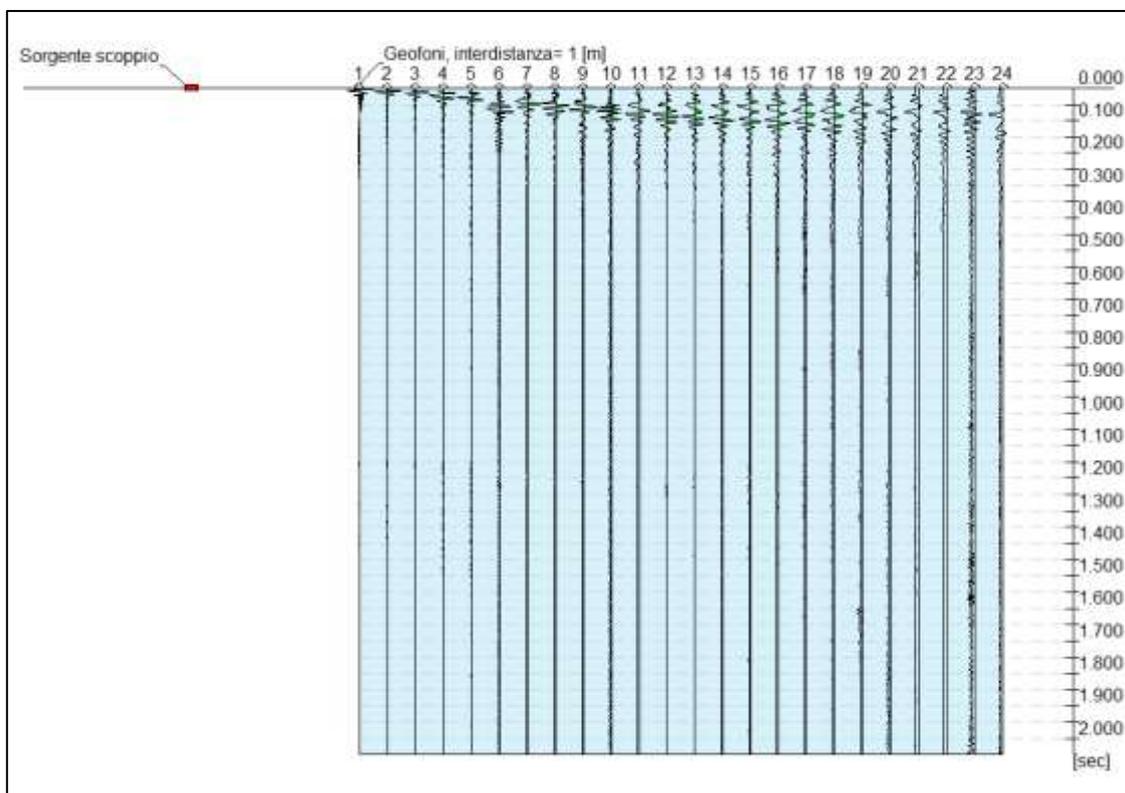


Fig.42: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M2

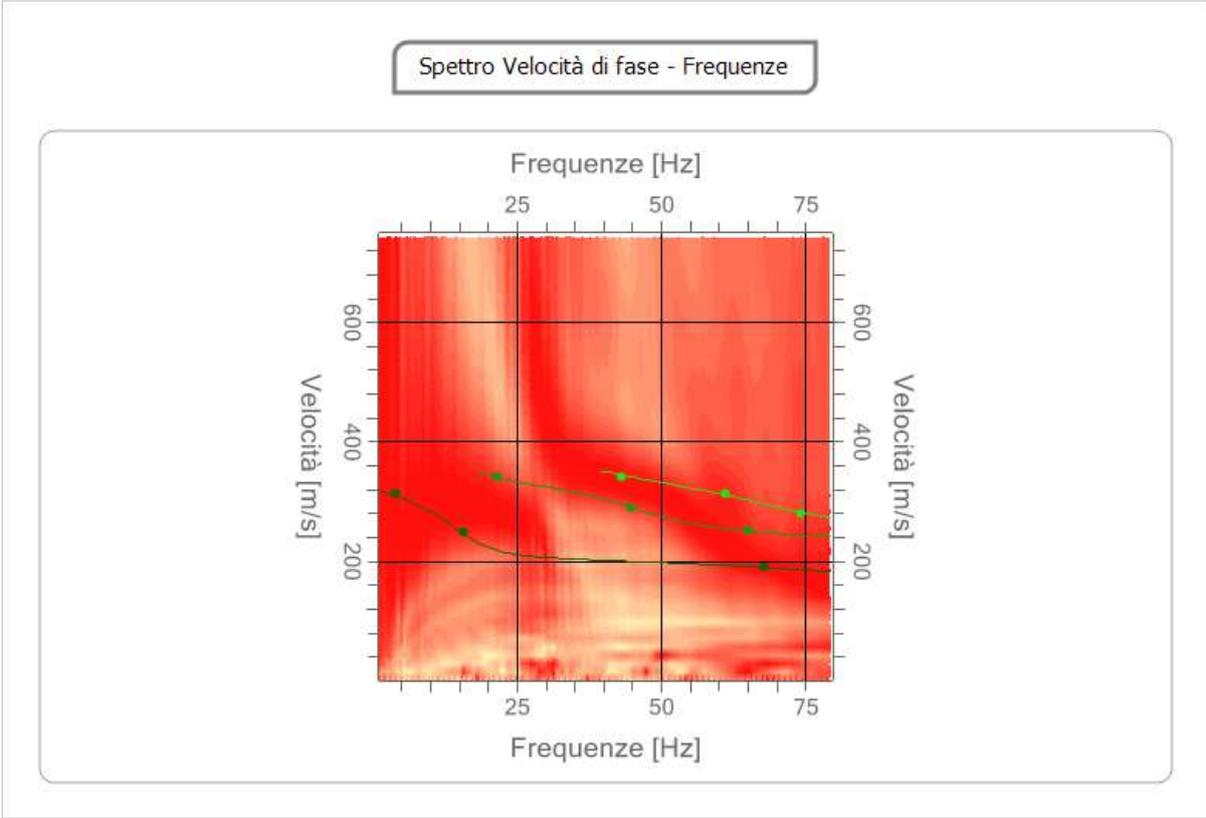


Fig. 43: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M2

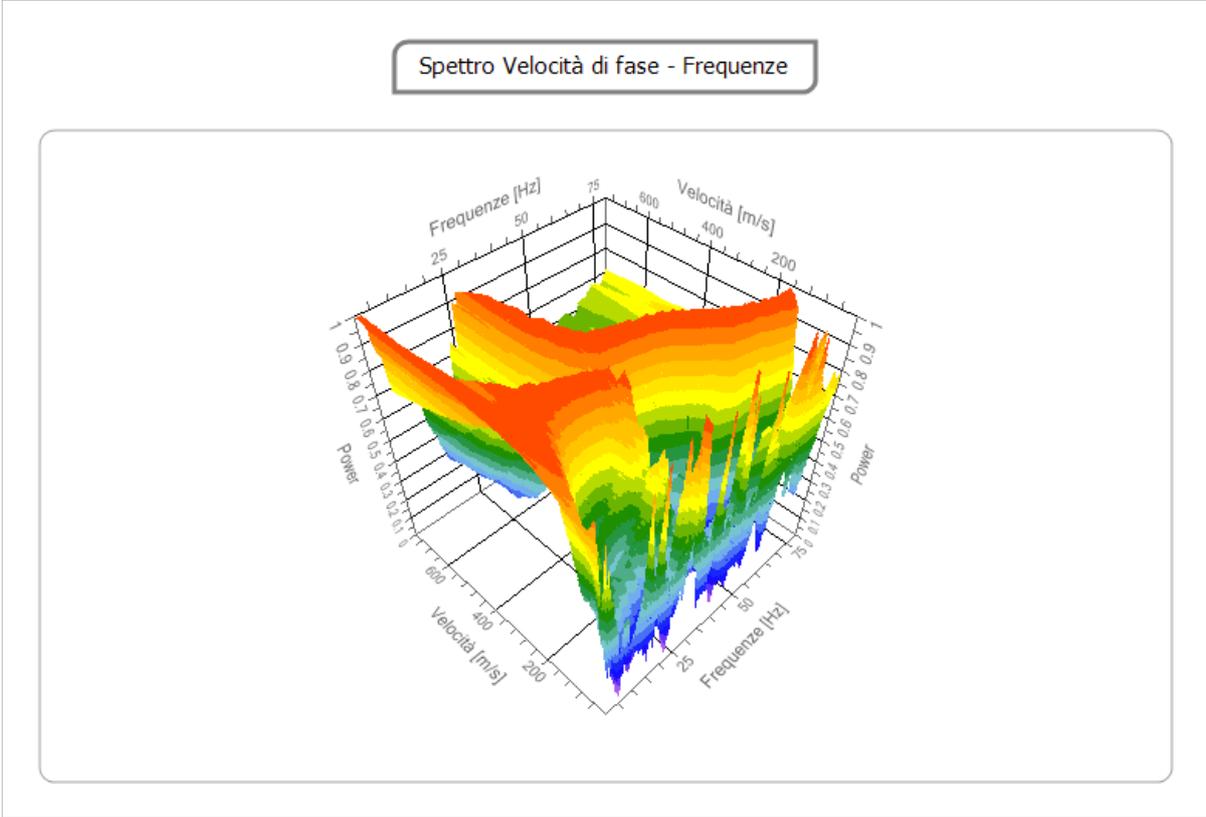


Fig.44: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M2

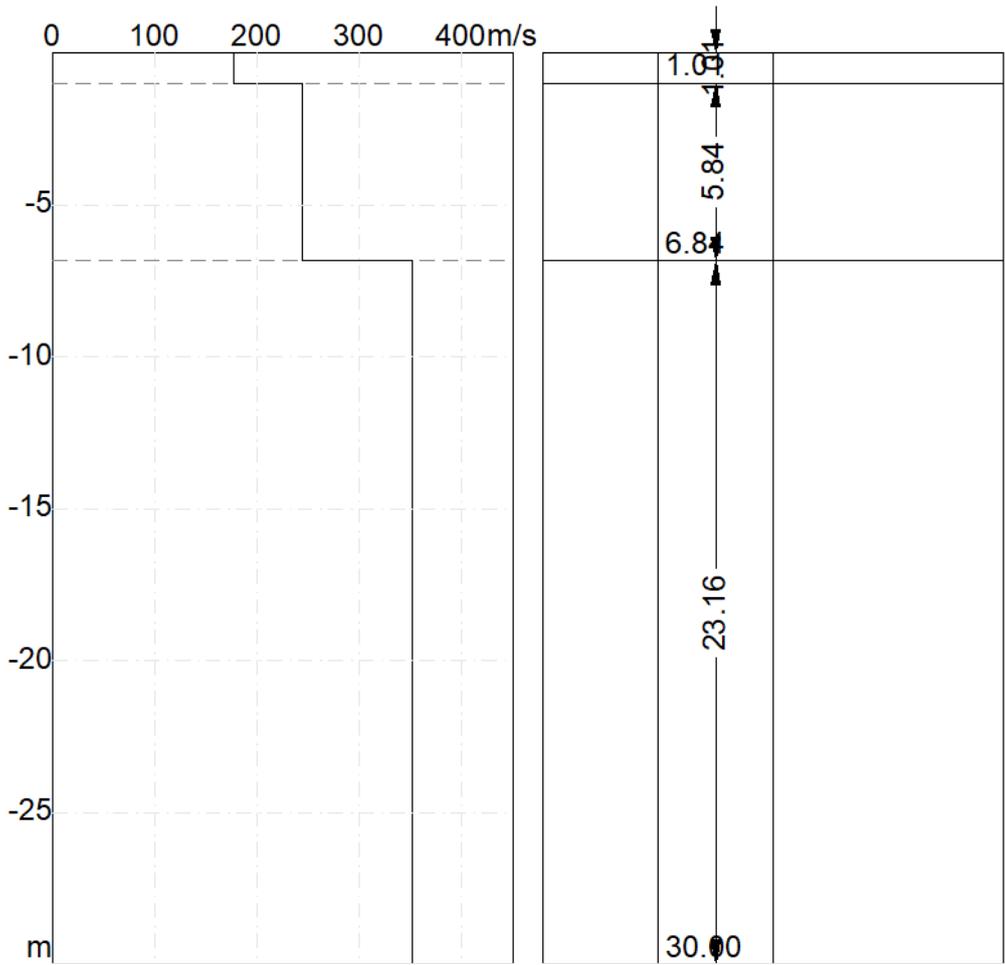


Fig. 45: andamento di Vs con la profondità – M2

**Profondità piano di
 posa [m]** | 0.00
Vs,eq [m/sec] | 314.44
(H=30.00 m)
Categoria del suolo | C

Fig. 46: Calcolo di Vs_{eq}. M2

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.01	1.01	177.3
2	6.84	5.84	244.1
3	30.00	23.16	351.8

Fig. 47: tabella per il calcolo di Vs_{eq}. M2

ELABORAZIONE DEI DATI M3:

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

In **Fig. 48** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 49** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 50** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 51** è riportato l'andamento di V_s con la profondità;

In **Fig. 52** è riportato il Calcolo di V_{Seq} M3;

In **Fig. 53** è riportata la tabella per il calcolo di V_{Seq} M3.

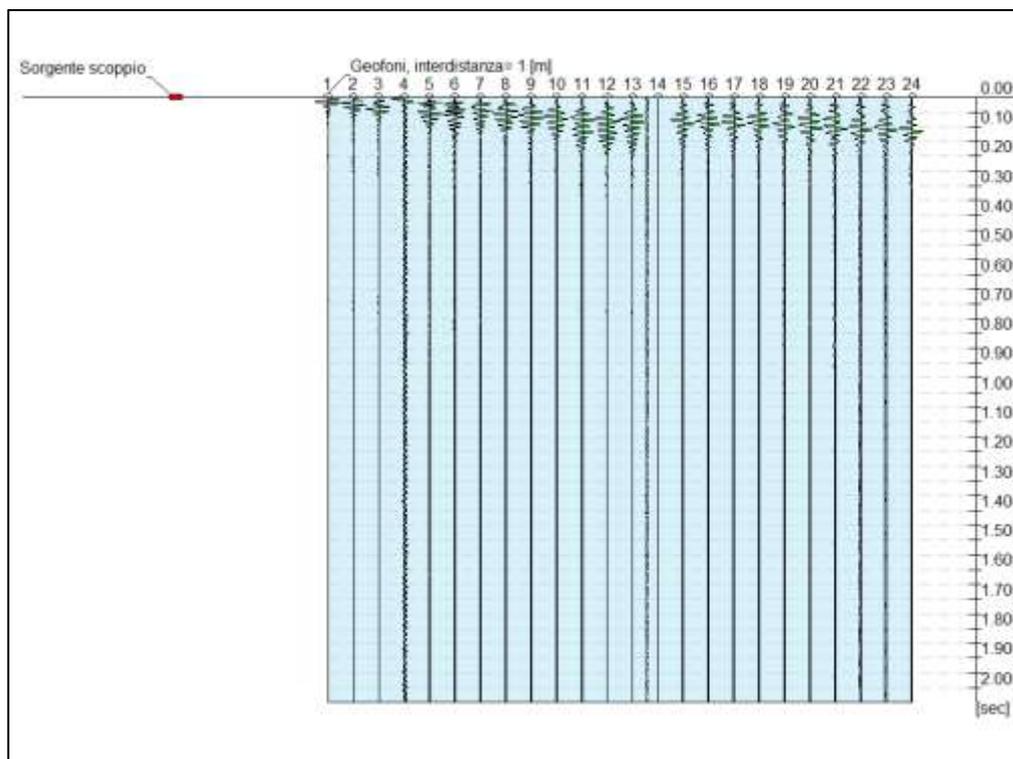


Fig. 48: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M3

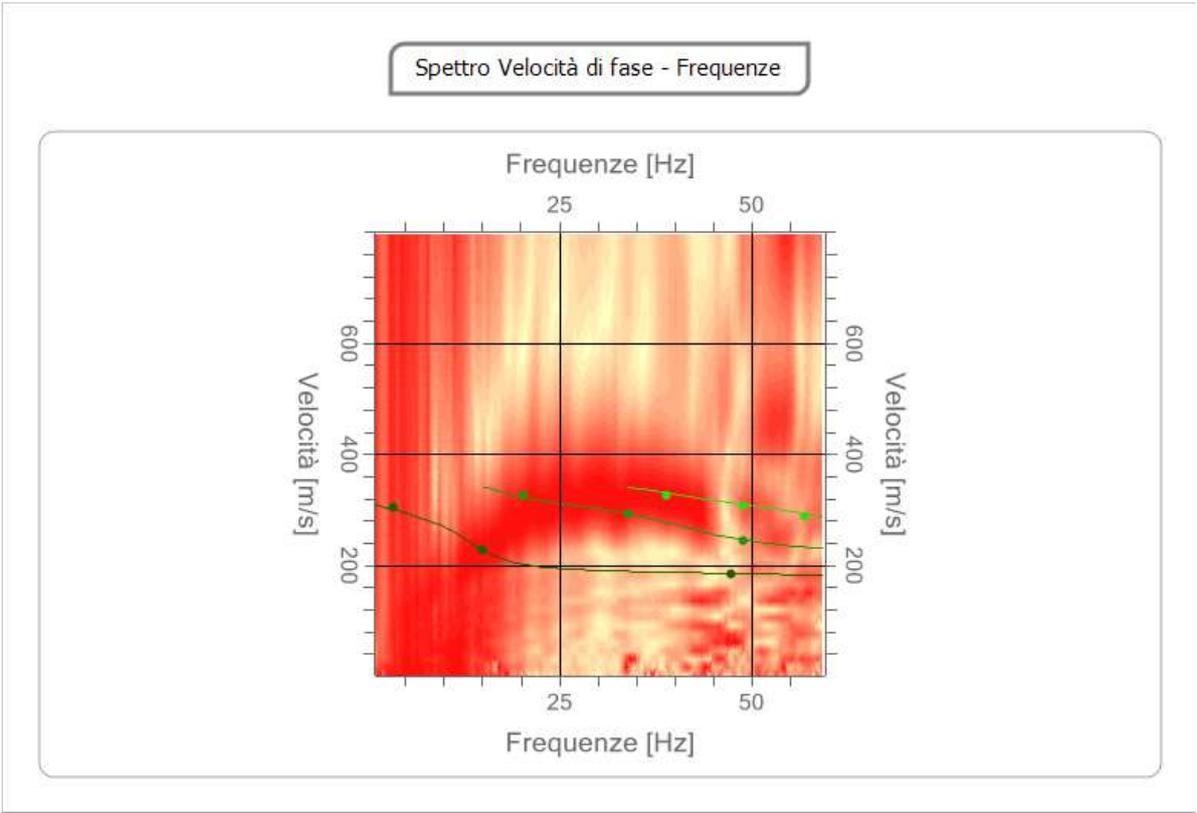


Fig. 49: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M3

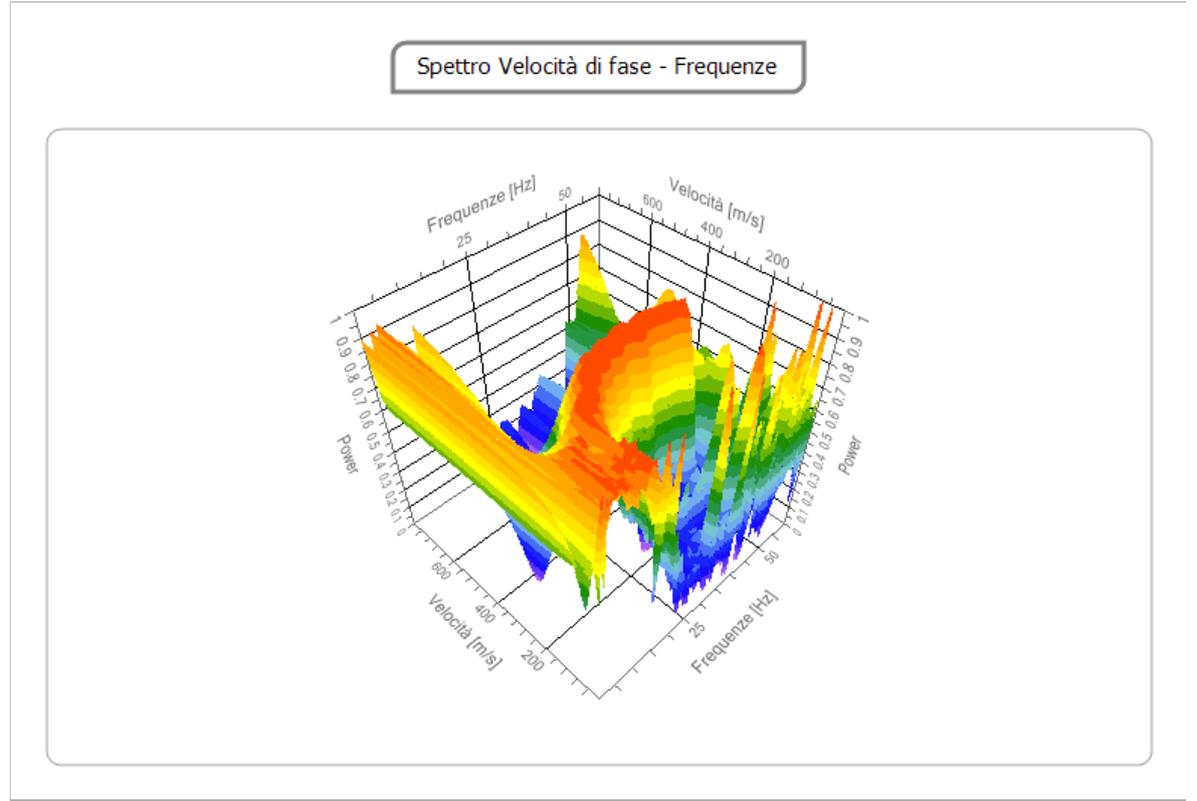


Fig. 50: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M3

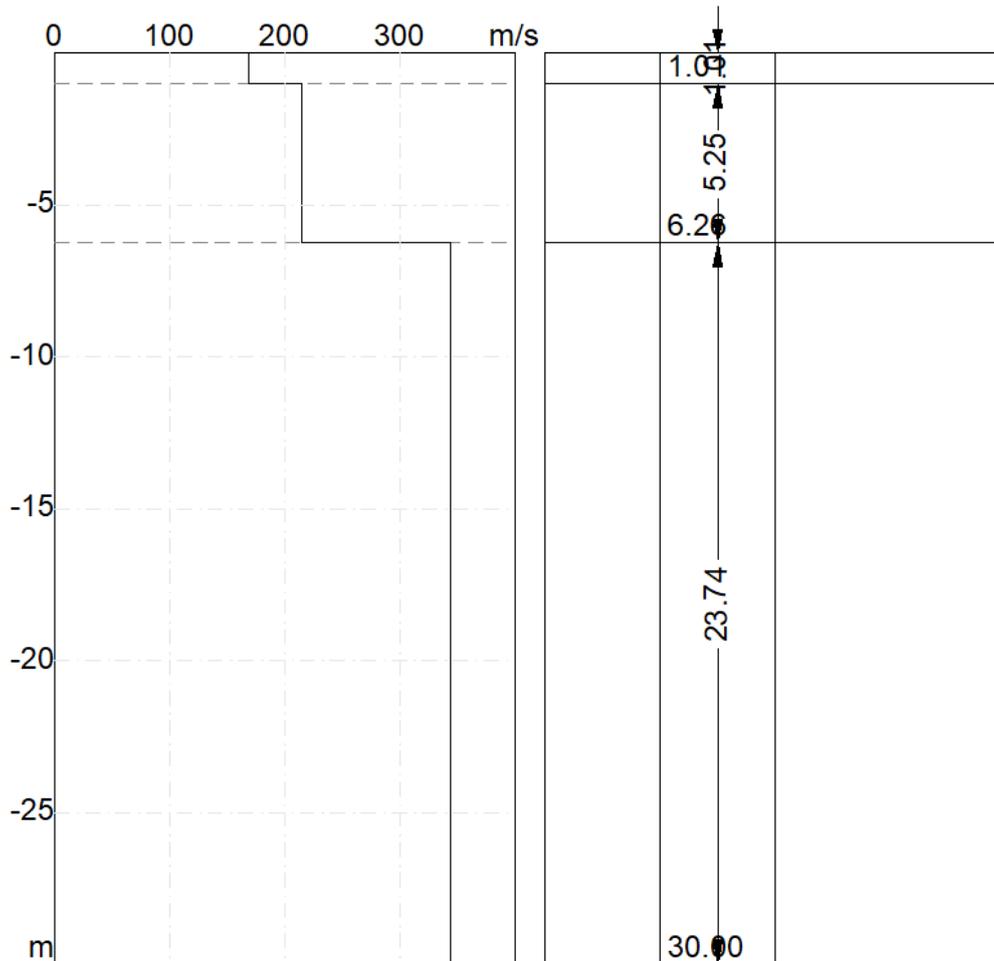


Fig. 51: andamento di Vs con la profondità – M3

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	301.58
Categoria del suolo	C

Fig. 52: Calcolo di Vseq, M3

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.01	1.01	168.6
2	6.26	5.25	214.5
3	30.00	23.74	344.0

Fig. 53: tabella per il calcolo di Vseq, M3

ELABORAZIONE DEI DATI M4:

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

In **Fig. 54** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 55** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 56** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 57** è riportato l'andamento di V_s con la profondità;

In **Fig. 58** è riportato il Calcolo di V_{Seq} M4;

In **Fig. 59** è riportata la tabella per il calcolo di V_{Seq} M4.

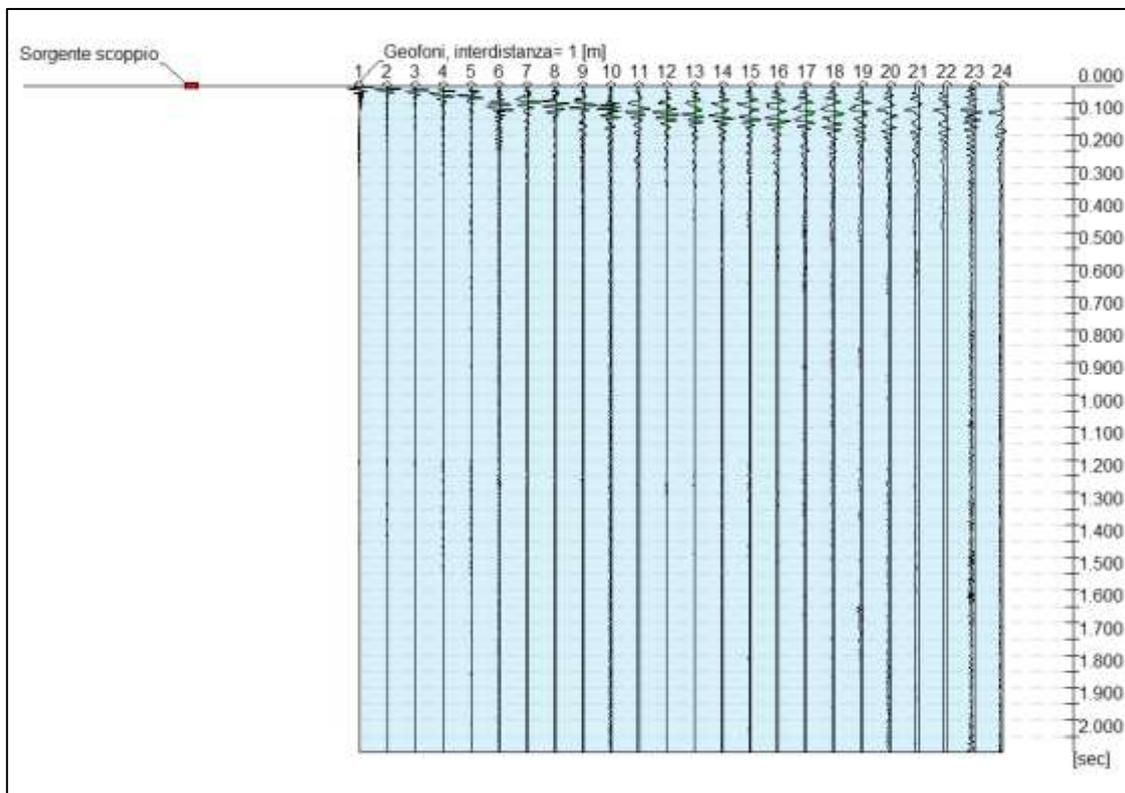


Fig.54: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M4

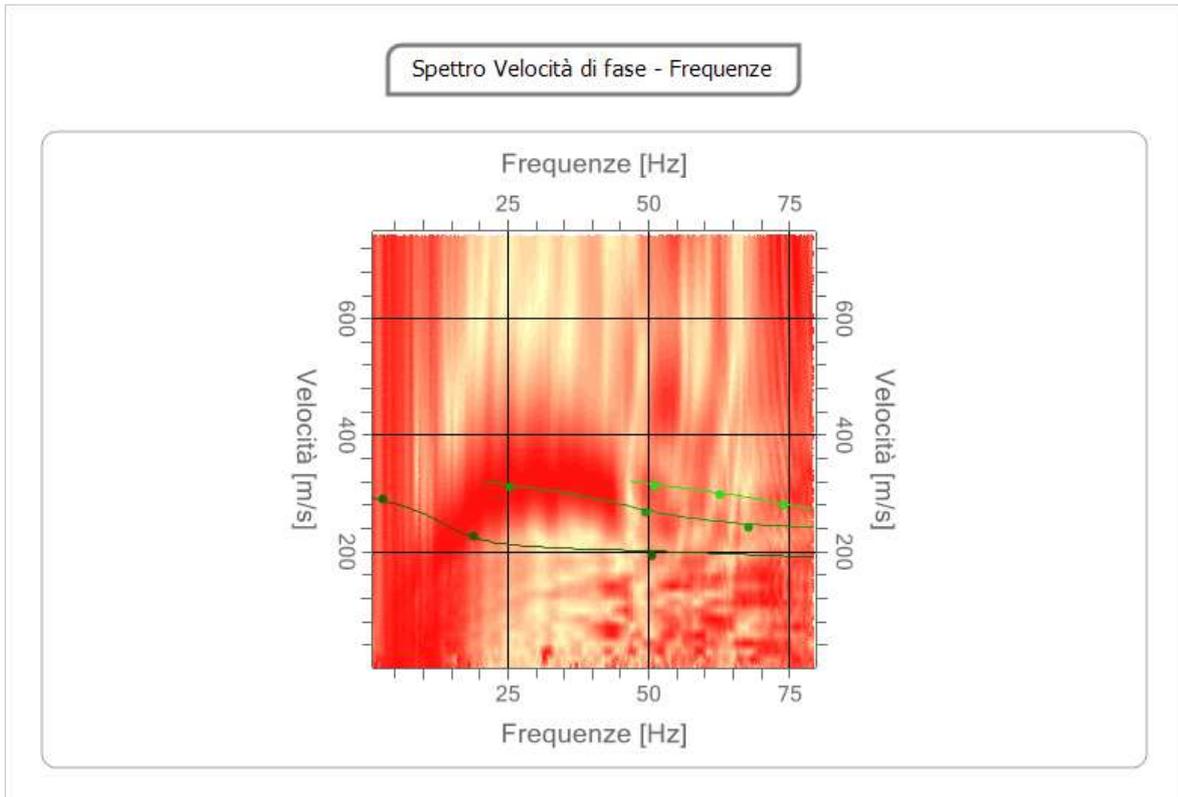


Fig. 55: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M4

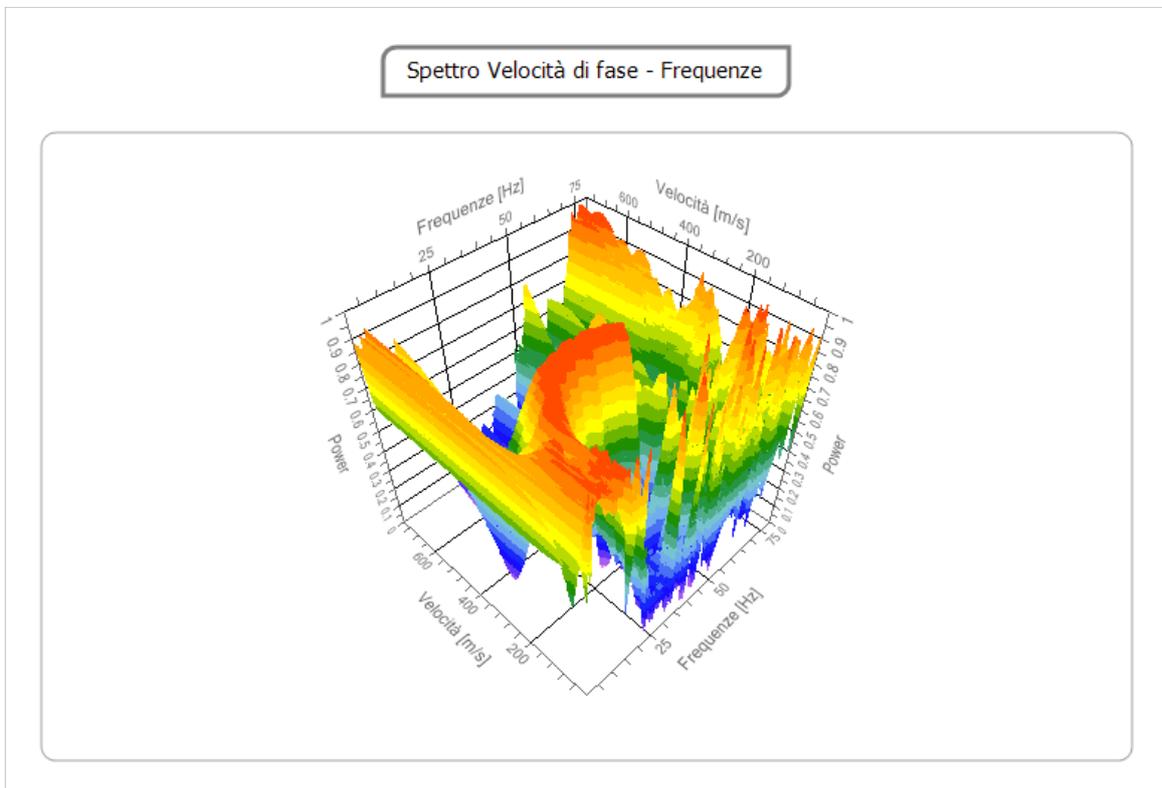


Fig.56: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M4

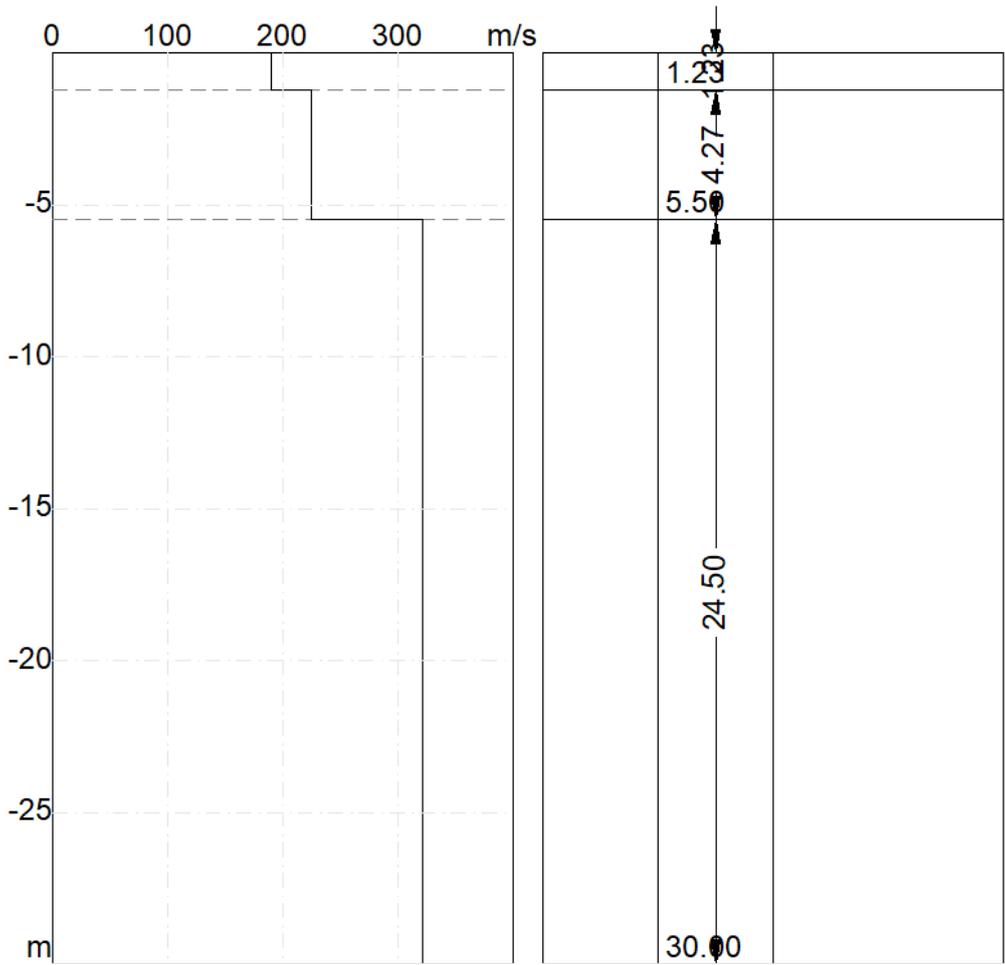


Fig. 57: andamento di Vs con la profondità – M4

Profondità piano di posa [m] | 0.00
 Vs,eq [m/sec] | 294.97
 (H=30.00 m)
 Categoria del suolo | C

Fig. 58: Calcolo di Vs_{eq}. M4

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.23	1.23	190.2
2	5.50	4.27	225.0
3	30.00	24.50	321.2

Fig. 59: tabella per il calcolo di Vs_{eq}. M4

ELABORAZIONE DEI DATI M5:

Di seguito si riportano i seguenti elaborati grafici riferiti alla stessa 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 grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 63** è riportato l'andamento di V_s con la profondità;

In **Fig. 64** è riportato il Calcolo di V_{Seq} M5;

In **Fig. 65** è riportata la tabella per il calcolo di V_{Seq} M5.

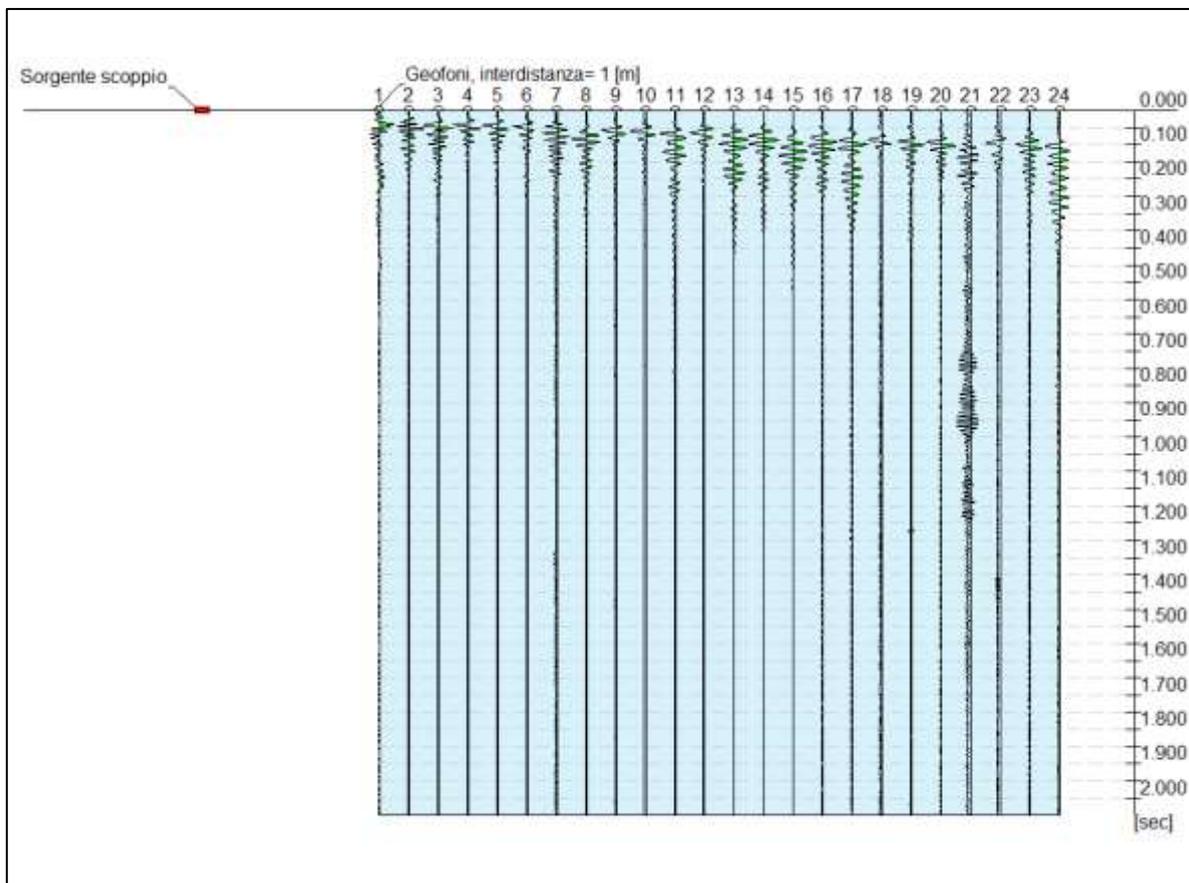


Fig.60: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M5

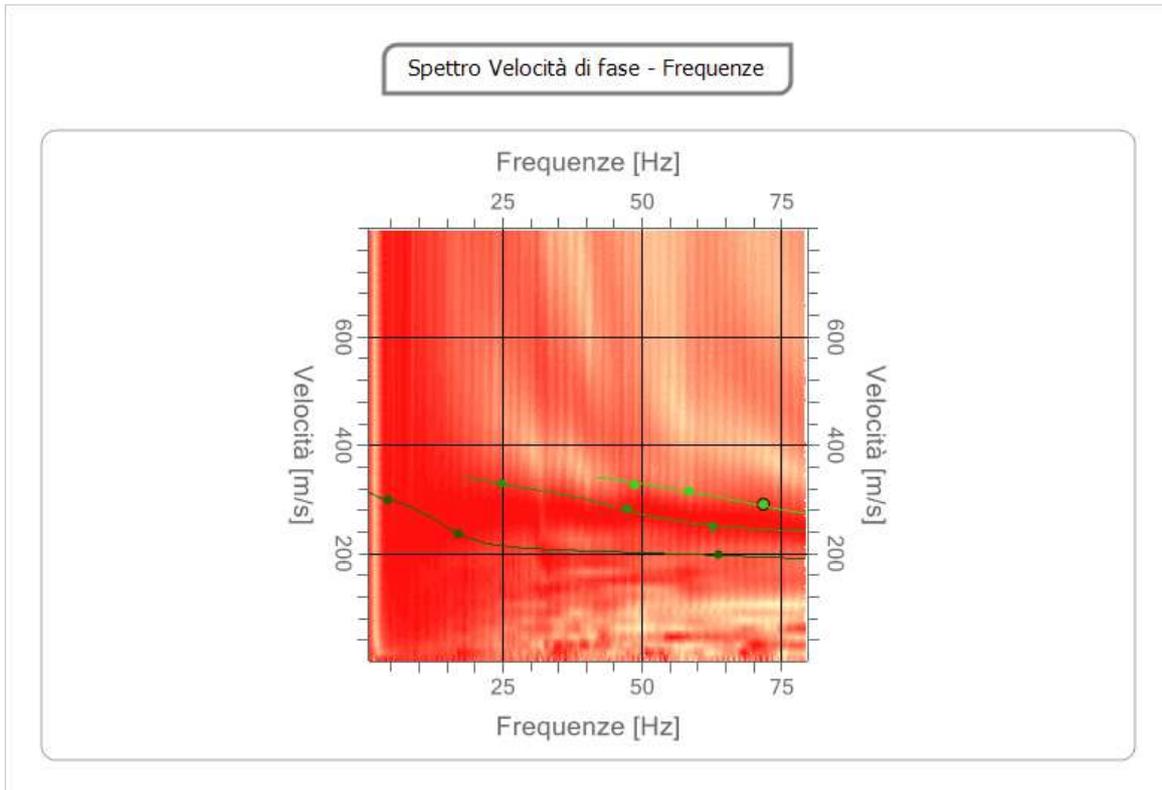


Fig. 61: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M5

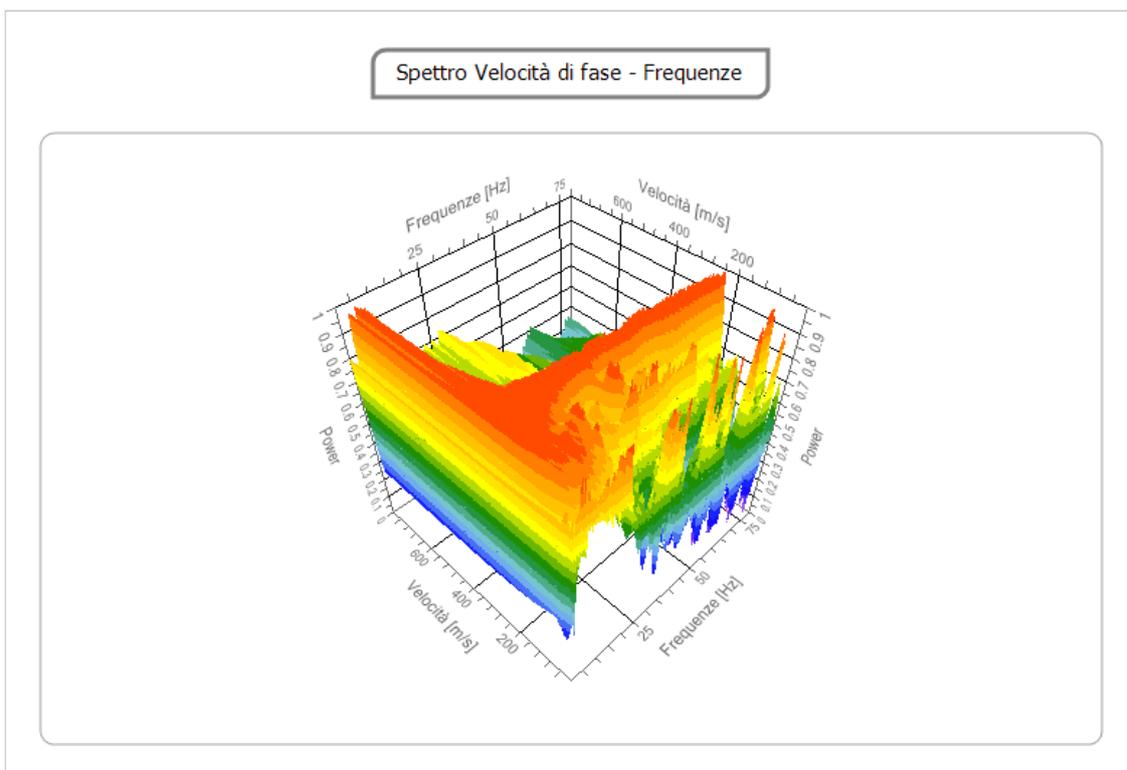


Fig.62: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M5

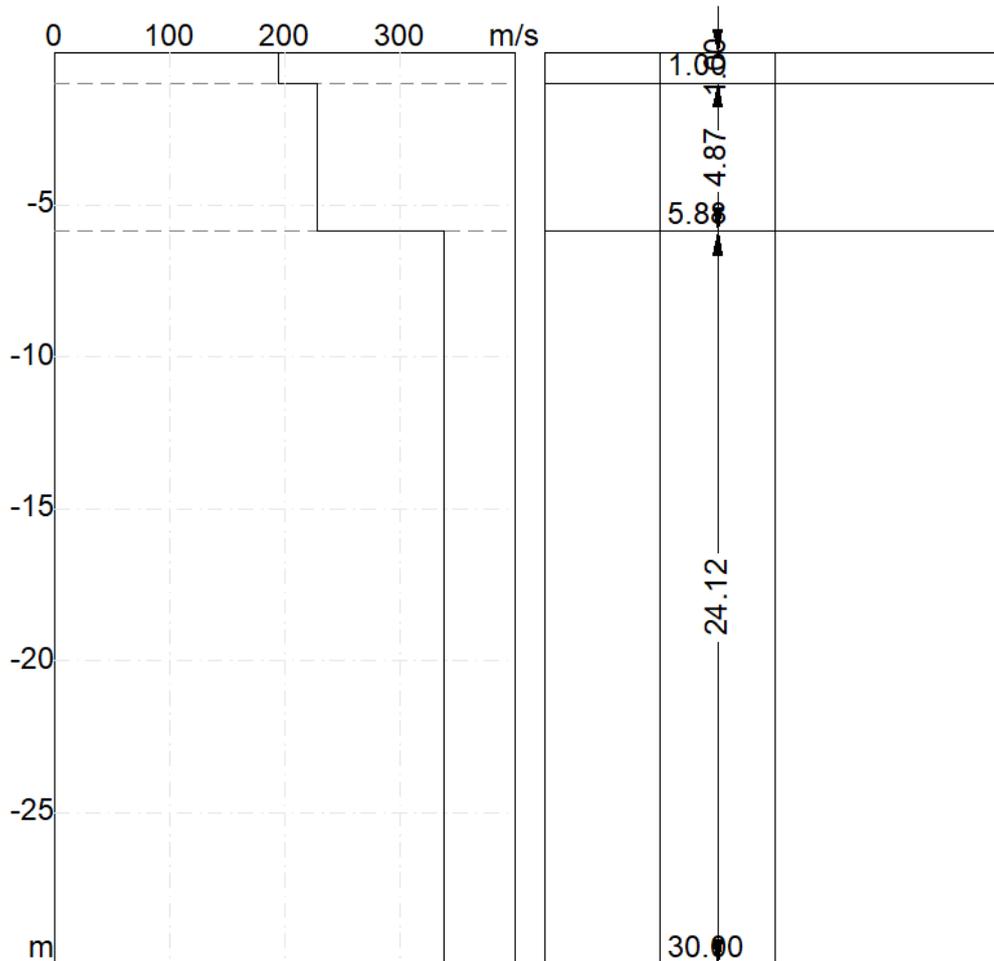


Fig. 63: andamento di Vs con la profondità – M5

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	307.36
Categoria del suolo	C

Fig. 64: Calcolo di Vseq. M5

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	194.7
2	5.88	4.87	228.6
3	30.00	24.12	339.1

Fig. 65: tabella per il calcolo di Vseq. M5

ELABORAZIONE DEI DATI M6:

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

In **Fig. 66** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 67** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 68** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 69** è riportato l'andamento di V_s con la profondità;

In **Fig. 70** è riportato il Calcolo di V_{Seq} M6;

In **Fig. 71** è riportata la tabella per il calcolo di V_{Seq} M6.

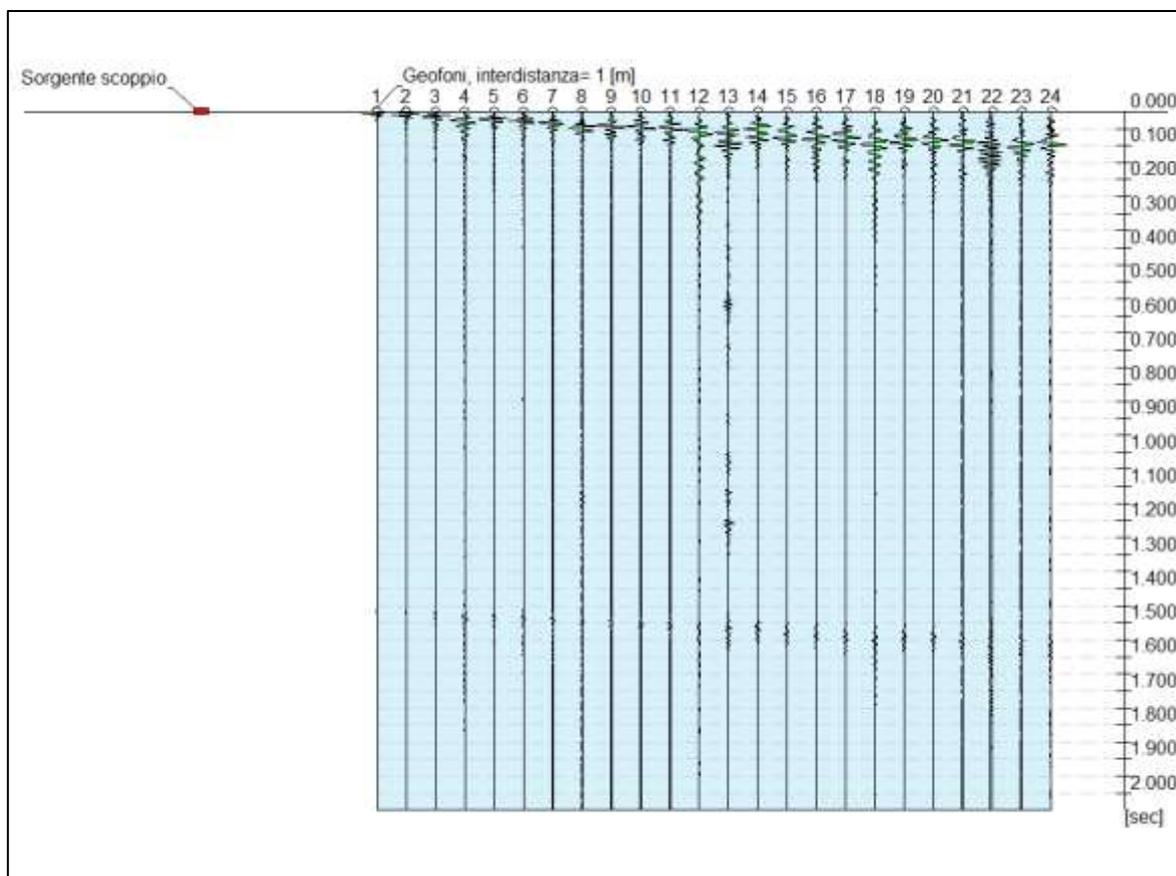


Fig.66: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M6

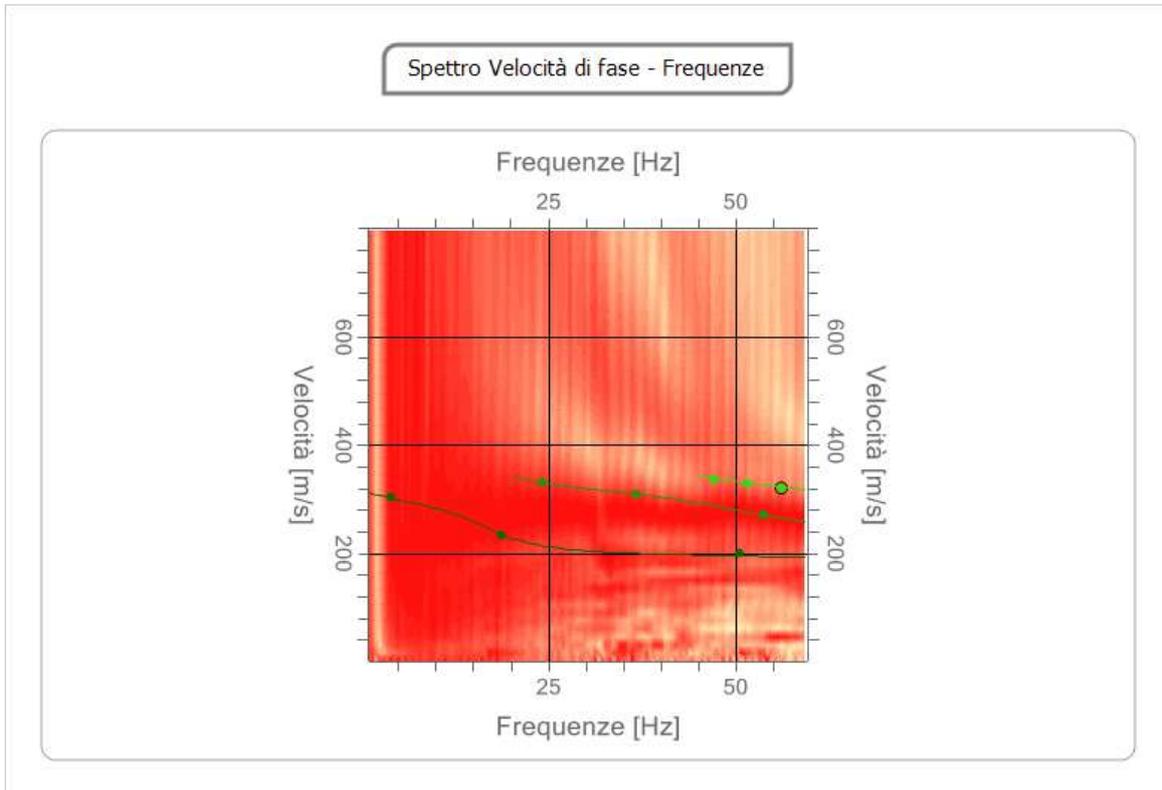


Fig. 67: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale. M6

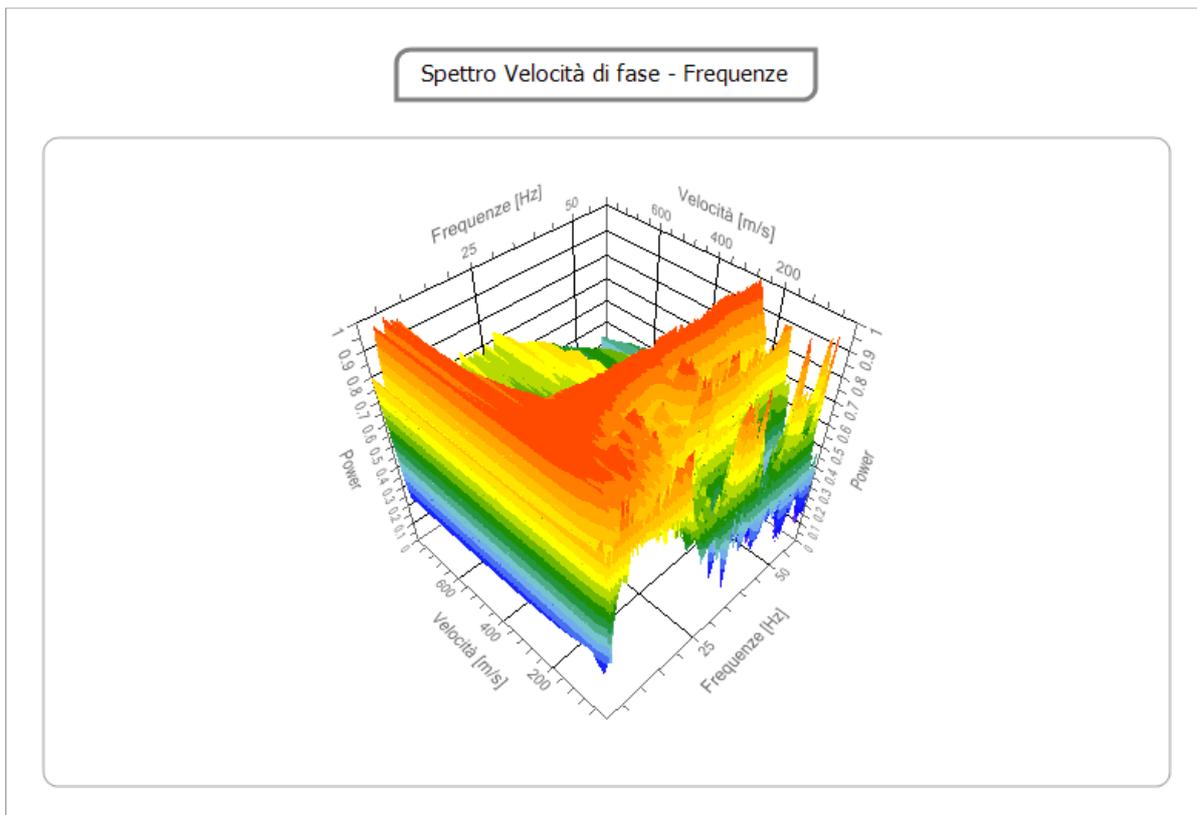


Fig.68: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M6

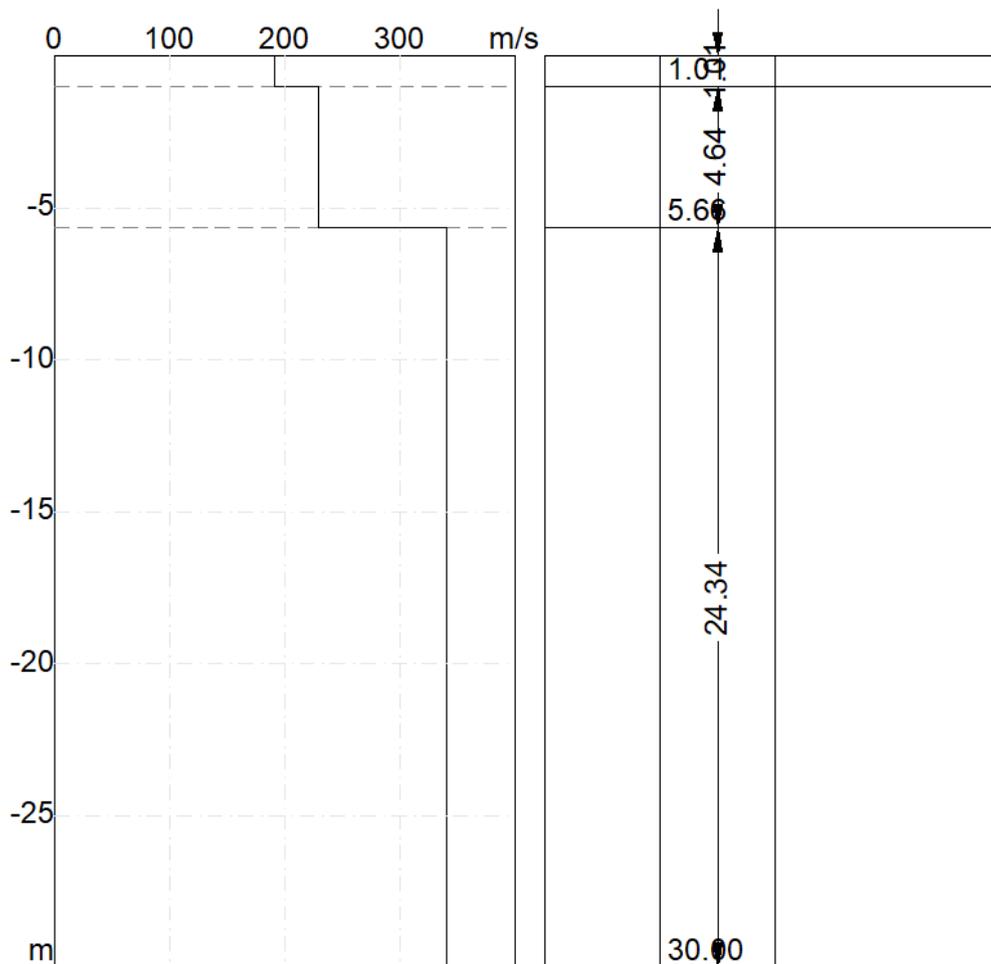


Fig. 69: andamento di Vs con la profondità – M6

Profondità piano di | 0.00
posa [m]
Vs,eq [m/sec] | 309.51
(H=30.00 m)
Categoria del suolo | C

Fig. 70: Calcolo di Vs_{eq} M6

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs [m/sec]
1	1.01	1.01	191.2
2	5.66	4.64	229.4
3	30.00	24.34	341.0

Fig. 71: tabella per il calcolo di Vs_{eq} M6

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	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 360 m/s e 800 m/s.
C	<u>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.</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 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 **310 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- **V_s Equivalente M2** pari a **314 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**
- **V_s Equivalente M3** pari a **301 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- **V_s Equivalente M4** pari a **294 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- **V_s Equivalente M5** pari a **307 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C;**
- **V_s Equivalente M6** pari a **309 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -32,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con la prospezione geofisica **MASW** il valore di **V_{seq}** valido 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

GEOSECURE SRL
Via dei Monti Parioli, 40
00197 ROMA
Part IVA 01650420704

