



NEX 051 - San Pancrazio

Comuni: San Pancrazio Salentino e San Donaci
Provincia: Brindisi
Regione: Puglia

Nome Progetto:

NEX 051 - San Pancrazio

Progetto di un impianto agrivoltaico sito nei comuni di San Donaci e San Pancrazio Salentino in località "Mass. San Marco" di potenza nominale pari a 68.05 MWp in DC

Proponente:

SAN PANCRAZIO SOLAR S.r.l.

Via Dante, 7
20123 Milano (MI)
P.Iva: 13080450961
PEC: sanpancraziosolarsrl@pec.it

Consulenza ambientale e progettazione:

ARCADIS Italia S.r.l.

Via Monte Rosa, 93
20149 | Milano (MI)
P.Iva: 01521770212
E-mail: info@arcadis.it

PROGETTO DEFINITIVO

Nome documento:

Studio geologico – Indagini in sito

Commessa	Codice elaborato	Nome file
30190245	GEO_REL_04	GEO_REL_04 - STUDIO GEOLOGICO INDAGINI IN SITO

00	Dic. 23	Prima Emissione	GS	MA	SDA
Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato

Il presente documento è di proprietà di Arcadis Italia S.r.l. e non può essere modificato, distribuito o in altro modo utilizzato senza l'autorizzazione di Arcadis Italia s.r.l.



REGIONE PUGLIA

COMUNE di

SAN PANCRAZIO SALENTINO

(Provincia di BRINDISI)



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
SITO NEI COMUNI DI SAN DONACI E SAN
PANCRAZIO SALENTINO IN LOCALITA'
"MASS.SAN MARCO" DI POTENZA
NOMINALE PARI A 68.35 MWp IN DC**

**SITO: NEX 051_SAN PANCRAZIO – SAN PANCRAZIO
SALENTINO (BR)**

**STUDIO GEOLOGICO INDAGINI
IN SITO**



GEOSECURE S.R.L.
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Monia Angela Guida

GEOSECURE SRL

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Monia Angela Guida

DATA: DICEMBRE 2023

Rev. 0

S O M M A R I O

1. PREMESSA	Pag. 02
2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA	Pag. 04
2.1 CARTA DELLE INDAGINI	Pag. 05
2.2 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO	Pag. 06
2.3 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO	Pag. 10
3. MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO	Pag. 11
4. CONCLUSIONI	Pag. 15

1. PREMESSA

La sottoscritta società “**GEOSECURE s.r.l.**” avente sede a Roma (RM), in Via Degli Scipioni, n° 268a, ha eseguito uno studio di carattere geotecnico e sismico nel tenimento del Comune di **SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)** a corredo del “**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO SITO NEI COMUNI DI SAN DONACI E SAN PANCRAZIO SALENTINO IN LOCALITA’ “MASS.SAN MARCO” DI POTENZA NOMINALE PARI A 68.35 MWp IN DC**”, su incarico della committenza.

2. 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 in sito e geofisiche.

Le indagini geotecniche in sito sono consistite in:

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

Le indagini geofisiche in sito sono infine consistite in:

- **n. 02 prospezioni geofisiche superficiali con tecniche di sismica a rifrazione classica e tomografica**, allo scopo di ottenere una sezione sismica da interpretare in chiave geologica;
- **n. 02 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine MASW**, necessarie per la **misurazione del valore delle V_{seq}** , allo scopo di classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle **N.T.** vigenti.

Una **corretta ubicazione delle indagini eseguite** è riportata, di seguito, in ***Figura 1***.

2.1 CARTA DELLE INDAGINI

Una **corretta ubicazione delle indagini** è riportata, di seguito, in **Figura 1**.

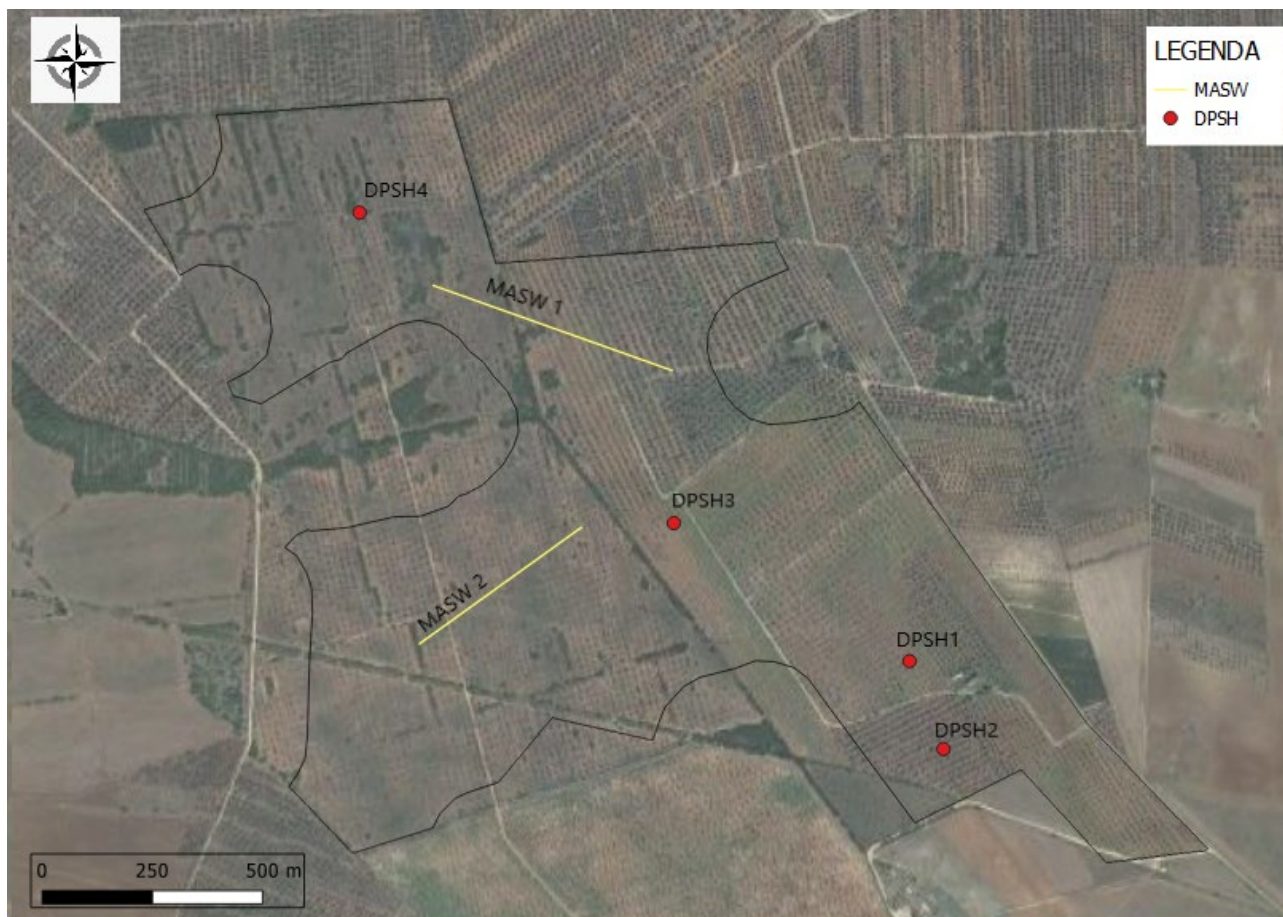


Fig. 1: Ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche eseguite.

N.B.: Si evidenzia che le prospezioni MASW e sismica a rifrazione sono state eseguite lungo i medesimi stendimenti.

2.2 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE IN SITO

Prova Penetrometrica Dinamica DPSH

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

- **N° 04 Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH.**

L'*indagine geotecnica in sito* è stata eseguita, nel mese di **NOVEMBRE 2023**, dalla **Impresa GEOSECURE SRL**.

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 90°, e da un maglio battente di 63.5 kg che viene fatto cadere da un'altezza di 75 cm.

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

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

METODOLOGIA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (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.

- **DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)**

massa battente $M = 73 \text{ kg}$, altezza di caduta $H = 0.75 \text{ m}$, avanzamento $d = 30 \text{ cm}$, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8 \text{ mm}$, area base cono $A = 20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni.

- **DINAMICO SUPERPESANTE DPSH (Tipo EMILIA)**

massa battente $M = 63.5 \text{ kg}$, altezza caduta $H = 0.75 \text{ m}$, avanzamento $d = 20\text{-}30 \text{ cm}$, punta conica ($\alpha = 90^\circ$) diametro $D = 50.5 - 51,0 \text{ mm}$, area base cono $A = 20,0 - 20,43 \text{ cm}^2$, 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 1ª ASTA: Pl	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 $Q = (MH) / (A \delta) = 11,65565 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT: $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)	
COEFF.TEORICO DI ENERGIA $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente: $N_{spt} = \beta_t N$)	

Specifiche tecniche del Penetrometro utilizzato in situ.

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

2.3 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

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

- **n. 02 prospezioni geofisiche superficiali con tecniche di sismica a rifrazione classica e tomografica**, allo scopo di ottenere una sezione sismica da interpretare in chiave geologica;
- **n. 02 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine MASW**, necessarie per la **misurazione del valore delle V_{seq}** , allo scopo di classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle N.T. vigenti.

Le **indagini geofisiche** sono state eseguite dalla **Ditta GEOSECURE SRL**, nel mese di NOVEMBRE 2023: nell'**ALLEGATO SISMICO (Allegato N. 2)** sono riportati gli elaborati relativi alle indagini geofisiche eseguite e la corretta ubicazione delle indagini stesse.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame: nel caso specifico si è ottenuto tale risultato:

- V_s Equivalente $M1$ pari a **512 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B;**
- V_s Equivalente $M2$ pari a **498 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B.**

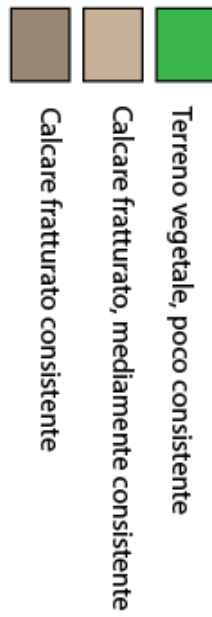
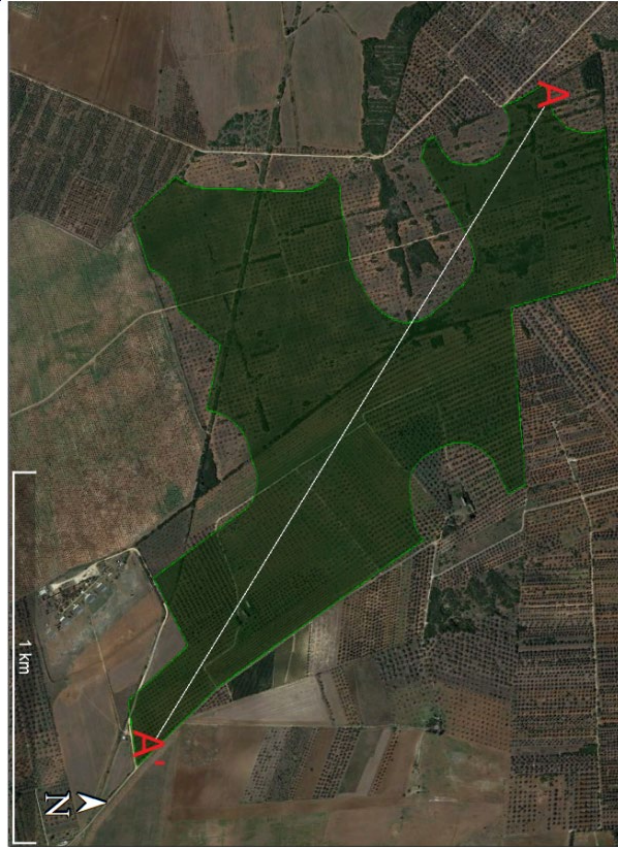
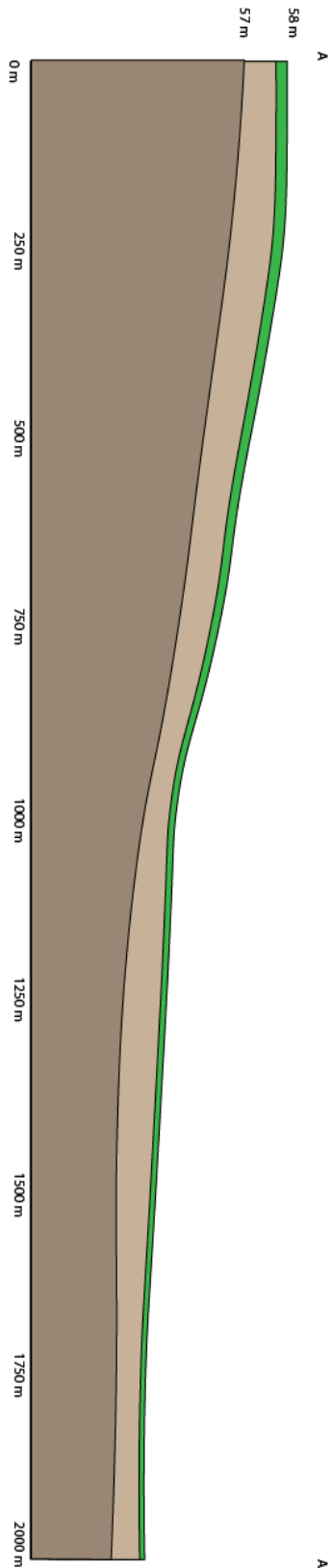
Calcolato, quindi, con la prospezione geofisica **MASW** il valore di V_{seq} valido è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo B**: tale sottosuolo è definito come *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 360 m/s e 800 m/s”* delle N.T.C. 2018.

3. 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 eseguiti in passato nelle immediate vicinanze del lotto in esame, opportunamente verificati mediante le informazioni acquisite dalla lettura dei risultati provenienti dall'esecuzione della **campagna di indagini geotecniche e 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**:

PROFONDITA'	STRATIGRAFIA
DA 0,00 A 0,60 MT	TERRENO VEGETALE, POCO CONSISTENTE
DA 0,60 A 1,00 MT	CALCARE FRATTURATO MEDIAMENTE CONSISTENTE
DA 1,00 A 30,00 MT	CALCARE FRATTURATO CONSISTENTE



CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dall'esecuzione delle prospezioni geotecniche in sito di tipo **DPSH** eseguite nell'area è stato possibile produrre la seguente tabella mostrante i parametri geotecnici fondamentali del terreno di fondazione e i parametri sismici ed elastici ricavati dall'esecuzione delle prospezioni geofisiche:

PROVA N.1

STRATO	Spessore dello strato (m)	N _{spt}	Tipo	Dr %	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Coefficiente spinta a Riposo K ₀	Modulo di Poisson	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Q _c Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0.00 A METRI 0.60	7	Incoerente	26.02	-	1.44	1.90	26	0.56	0.34	69.31	56.16	14.04
2	DA METRI 0.60 A METRI 1.00	50	Coesivo	-	3.35	1.85	2.15	37	0.40	-	496.30	496.30	99.26

PROVA N.2

STRATO	Spessore dello strato (m)	N _{spt}	Tipo	Dr %	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo φ	Coefficiente spinta a Riposo K ₀	Modulo di Poisson	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)	Q _c Resistenza alla punta (kg/cm ²)
1	DA METRI 0.00 A METRI 0.60	8	Incoerente	26.65	-	1.46	1.91	27	0.55	0.34	76.04	68.24	17.06
2	DA METRI 0.60 A METRI 0.80	51	Coesivo	-	3.45	1.86	2.16	37	0.40	-	511.40	511.40	102.28

PROVA N.3

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Coefficiente spinta a Riposo K0	Modulo di Poisson	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 0.40	4	Incoerente	19.52	-	1.41	1.88	23	0.61	0.34	58.11	36.08	9.02
2	DA METRI 0.40 A METRI 0.60	67	Coesivo	-	4.57	1.94	2.20	40	0.36	-	676.80	676.80	135.36

PROVA N.4

STRATO	Spessore dello strato (m)	Nspt	Tipo	Dr %	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Coefficiente spinta a Riposo K0	Modulo di Poisson	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 0.40	7	Incoerente	25.4	-	1.44	1.89	26	0.56	0.34	68.19	54.16	13.54
2	DA METRI 0.40 A METRI 0.60	45	Coesivo	-	3.05	1.82	2.13	36	0.41	-	451.20	451.20	90.24

ULTIMO STRATO

STRATO	Spessore dello strato (m)	Tipo	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo ϕ	Coefficiente spinta a Riposo K0	Mod. Edometrico E _{ed} (kg/cm ²)	Mod. Elastico di Young E _{el} (kg/cm ²)
3	DA METRI 1.00 A METRI 30.00	Coesivo	5.20	2.30	2.50	43	0.31	740.00	740.00

4. CONCLUSIONI

La sottoscritta società “**GEOSECURE s.r.l.**” avente sede a Roma (RM), in Via Degli Scipioni, n° 268a, ha eseguito uno studio di carattere geotecnico e sismico nel tenimento del Comune di **SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)** a corredo del “**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO SITO NEI COMUNI DI SAN DONACI E SAN PANCRAZIO SALENTINO IN LOCALITA’ “MASS.SAN MARCO” DI POTENZA NOMINALE PARI A 68.35 MWp IN DC**”, su incarico della committenza.

L'attuale assetto strutturale dell'area pugliese è il risultato di una complessa storia deformativa che, nel corso dell'orogenesi appenninica, dal Miocene al Pleistocene, coinvolge la Piattaforma Apula in un regime di spinte tettoniche che causano la sua frammentazione in cinque grandi blocchi strutturali posti a quote diverse. Dal punto di vista geomorfologico, il comune di San Pancrazio Salentino ricade in corrispondenza del limite orientale della piana di Brindisi- Taranto.

L'assetto geologico della porzione di territorio in esame vede la presenza di un substrato costituito da rocce calcaree e calcareo-dolomitiche, che costituiscono l'ossatura delle aree pedemurgiane e murgiane. Su tale substrato poggia una copertura costituita da rocce calcarenitiche di età plio-pleistocenica.

Da un punto di vista litologico, nell'area in esame affiora la formazione delle Dolomie di Galatina (Cretaceo Sup.) con il passaggio ai Calcari di Altamura: si tratta di una successione di calcari, calcari dolomitici e, subordinatamente, di dolomie, di colore biancastro, giallastro e grigio-nocciola, compatti ben stratificati. I litotipi suddetti risultano duri compatti e tenaci; localmente possono presentarsi ricristallizzati e/o con cavità e fessurazioni occluse da incrostazioni calcitiche/calcaree. I calcari dolomitici e le dolomie presentano una colorazione più scura, dal grigio nocciola sino al

nerastro e risultano generalmente sub-saccaroidi e di origine secondaria. Il complesso, nell'insieme piuttosto omogeneo, appare in più luoghi intensamente fratturato secondo sistemi di fratture sub-verticali. Su tali fessure si sono impostati generalmente fenomeni di dissoluzione carsica che hanno determinato la formazione di cavità anche di grosse dimensioni. La sequenza geologica considerata risulta per tale motivo a buon grado di permeabilità ed è sede di una potente falda acquifera di fondo. L'unità stratigrafica continua nel sottosuolo per uno spessore complessivo di alcune migliaia di metri.

N.B. Per quanto concerne le informazioni geologiche dettagliate del sito in esame, si rimanda al documento GEO_REL_01.

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 in sito e geofisiche.

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

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

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

- **n. 02 prospezioni geofisiche superficiali con tecniche di sismica a rifrazione classica e tomografica**, allo scopo di ottenere una sezione sismica da interpretare in chiave geologica;
- **n. 02 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine MASW**, necessarie per la **misurazione del valore delle V_{seq}** , allo scopo di classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle **N.T.** vigenti.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione della prospezione con metodologia di indagine "MASW" hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame: nel caso specifico si è ottenuto tale risultato:

- Vs Equivalente $M1$ pari a **512 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B;**
- Vs Equivalente $M2$ pari a **498 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B.**

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 B**: tale sottosuolo è definito come *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 360 m/s e 800 m/s" delle NTC 2018.*

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Monia Angela Guida

GEOSECURE SRL

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Monia Angela Guida



ALLEGATO N. 1

PROVE GEOTECNICHE IN SITU

ALLEGATO N. 2

PROVE GEOFISICHE IN SITU

CERTIFICATI PROVE IN SITO

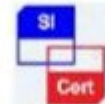


Available versions		
DP Only	CPT Only	DP + CPT
■ DPSH	■ 200kN	■ DPSH + 200 kN
□ DPH		□ DPH + 200 kN
□ DPM		□ DPM + 200 kN
Rotary head		

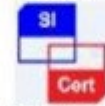
Legend	
■	Standard
□	Optional



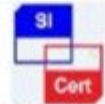
ATT. N. 9888/63/01



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 DEGLI SCIPIONI 268A - ROMA (RM)

SEDE OPERATIVA: VIA BARCELONA N.18 – BOJANO

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

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

OGGETTO : PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO SITO NEI COMUNI DI SAN DONACI E SAN PANCRAZIO SALENTINO IN LOCALITA' "MASS.SAN MARCO" DI POTENZA NOMINALE PARI A 68.35 MWp IN DC

LOCALITA' : SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) – CODICE SITO: NEX 051_SAN PANCRAZIO

CODICE DOCUMENTO : CPS 422/23 DPSH

SPERIMENTATORE

DIRETTORE TECNICO

REV. 0

DOTT. ANTONINO CARUSO

DOTT. ING. MONIA ANGELA GUIDA

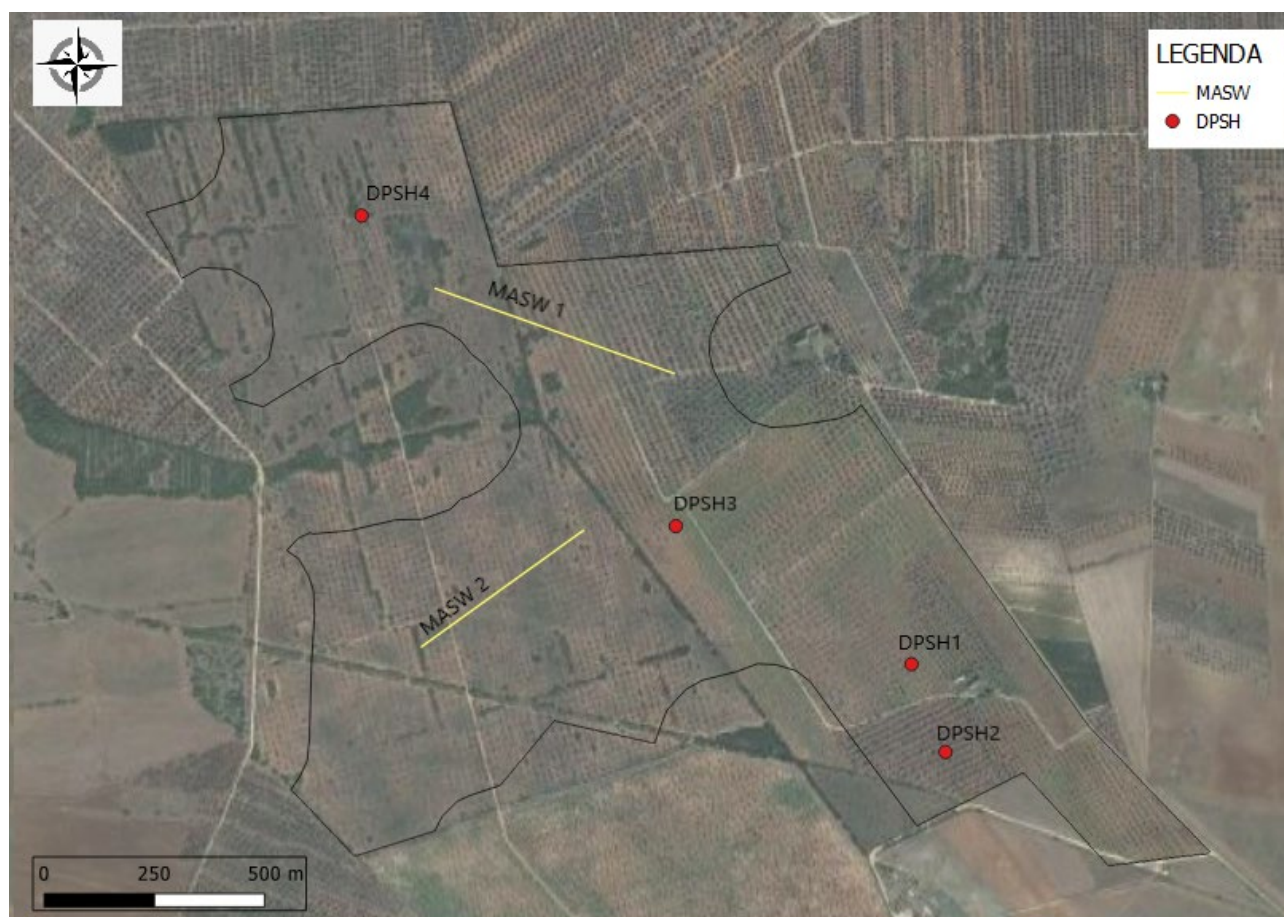
DATA
NOVEMBRE 2023

NUMERO E TIPOLOGIE DI PROVE IN SITU:

N. 4 PROVE PENETROMETRICHE DI TIPO DPSH A PUNTA CHIUSA

NEL MESE DI **NOVEMBRE 2023** LA GEOSECURE SRL HA ESEGUITO NEL TENIMENTO DI **SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)** QUATTRO PROSPEZIONI GEOTECNICHE IN SITU DI TIPO DPSH, SU INCARICO DELLA COMMITTENZA, IN RELAZIONE ALLA PRATICA EDILE DENOMINATA “**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO SITO NEI COMUNI DI SAN DONACI E SAN PANCRAZIO SALENTINO IN LOCALITA' “MASS.SAN MARCO” DI POTENZA NOMINALE PARI A 68.35 MWp IN DC**”.

IL FASCICOLO, COSTITUITO DA N. PAG. 11, E' RILASCIATO IN TRIPLICE COPIA IN ORIGINALE.



PROVA 1

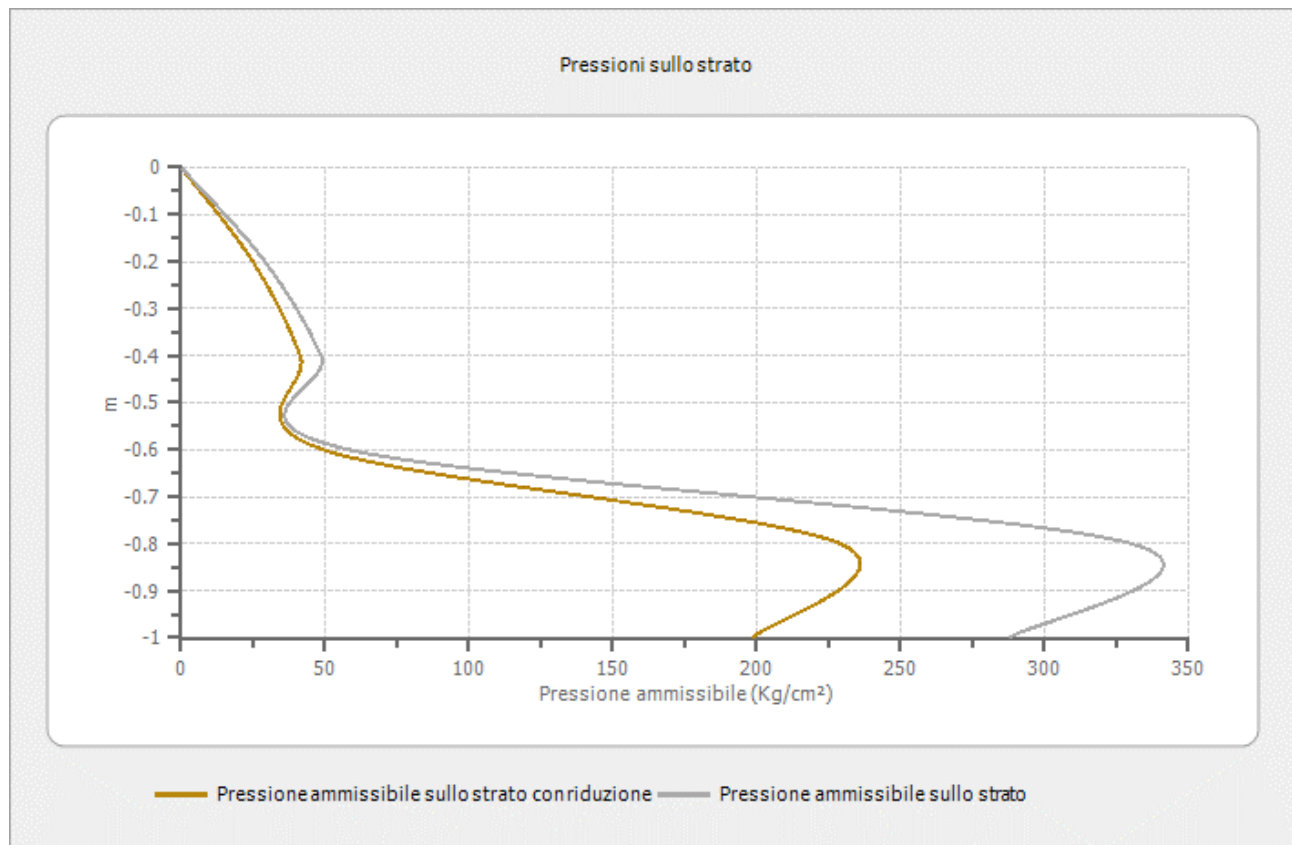
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondita' prova 1.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

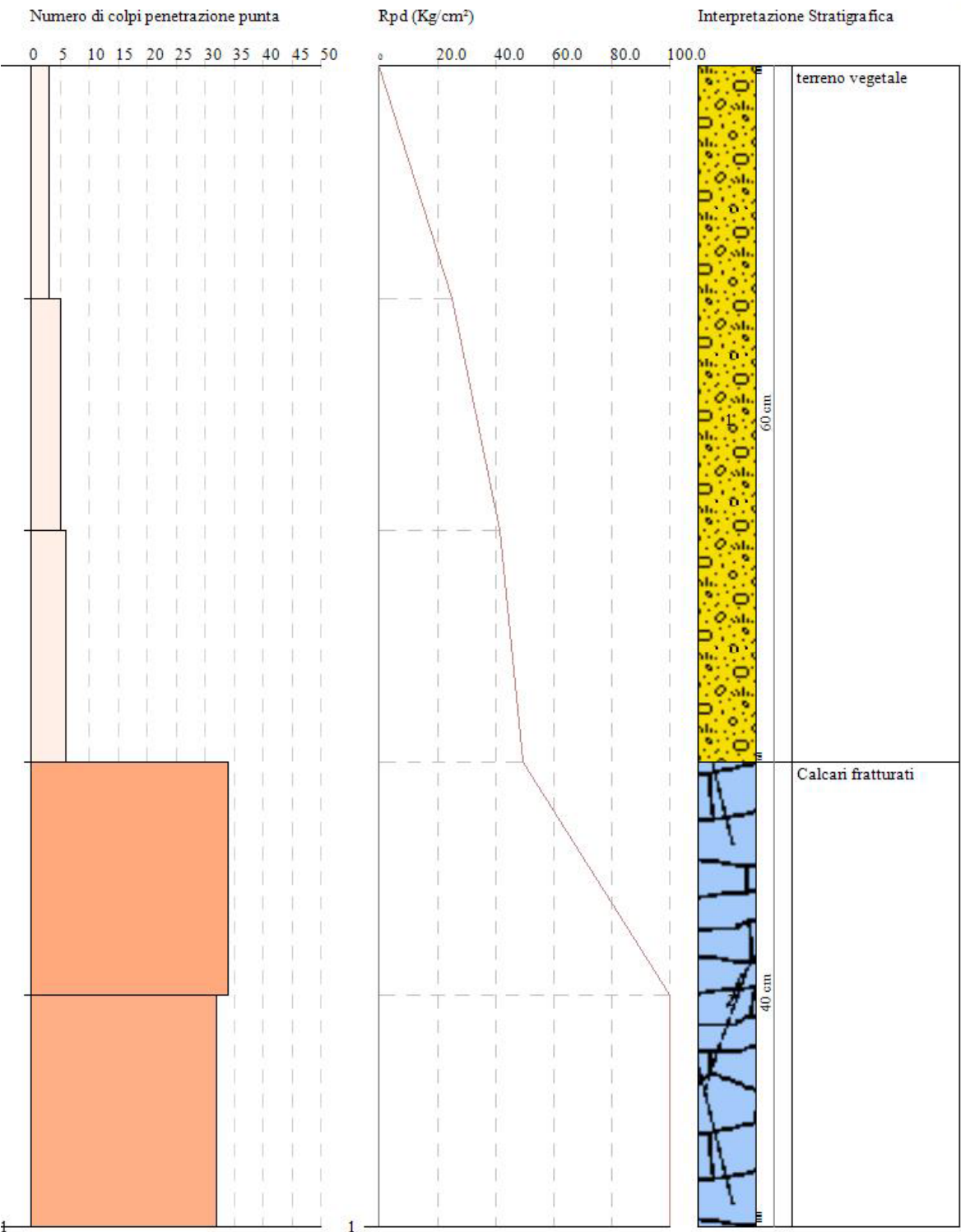
Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	24.92	29.15	24.92	29.15
0.40	5	0.851	41.34	48.59	41.34	48.59
0.60	6	0.847	49.39	58.31	49.39	58.31
0.80	34	0.693	229.08	330.41	229.08	330.41
1.00	32	0.690	198.43	287.68	198.43	287.68



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione:
Località:

Scala 1:5



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA 2

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

Profondita' prova 0.80 mt

Falda non rilevata

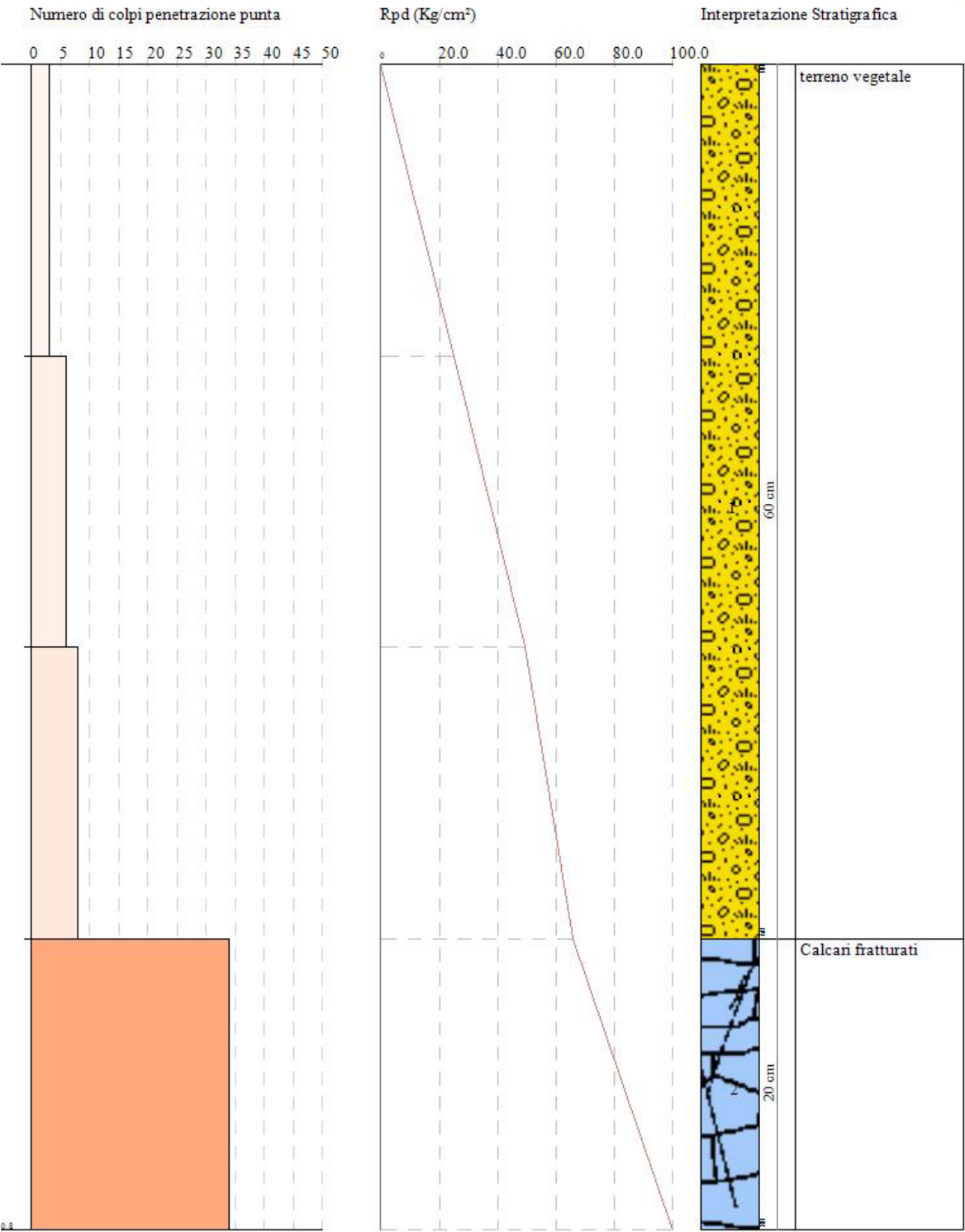
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

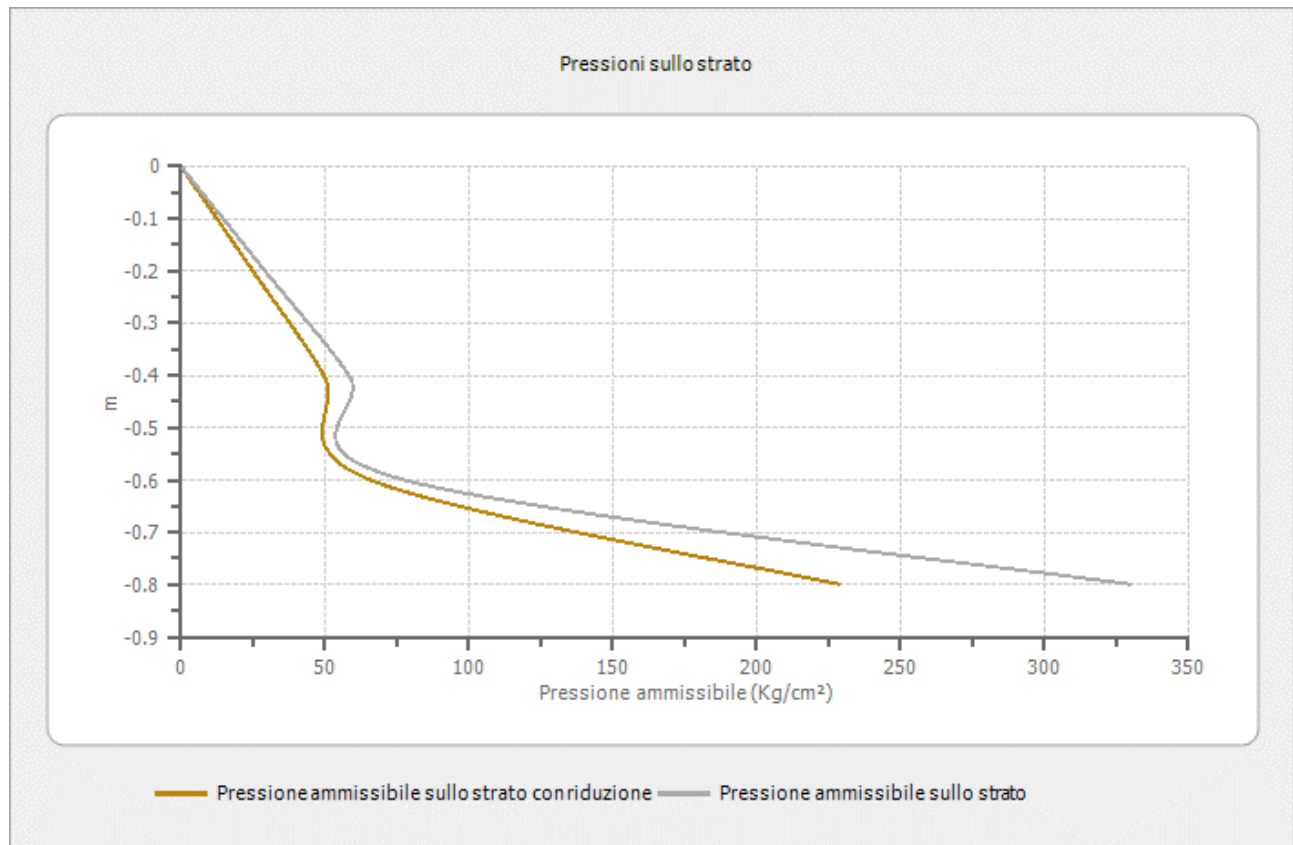
Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	24.92	29.15	24.92	29.15
0.40	6	0.851	49.61	58.31	49.61	58.31
0.60	8	0.847	65.85	77.74	65.85	77.74
0.80	34	0.693	229.08	330.41	229.08	330.41

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione:
Località:

Scala 1:4





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA 3

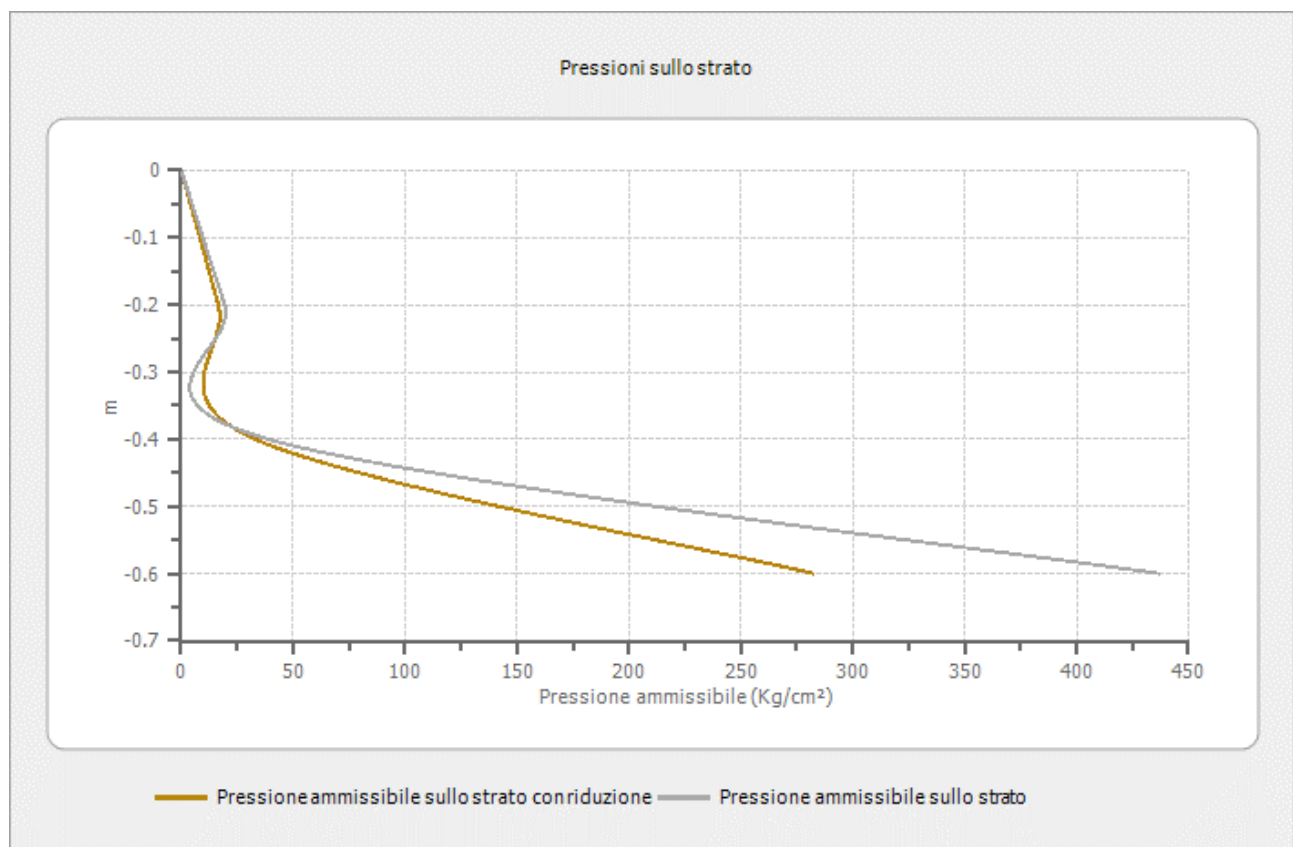
Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Profondita' prova 0.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

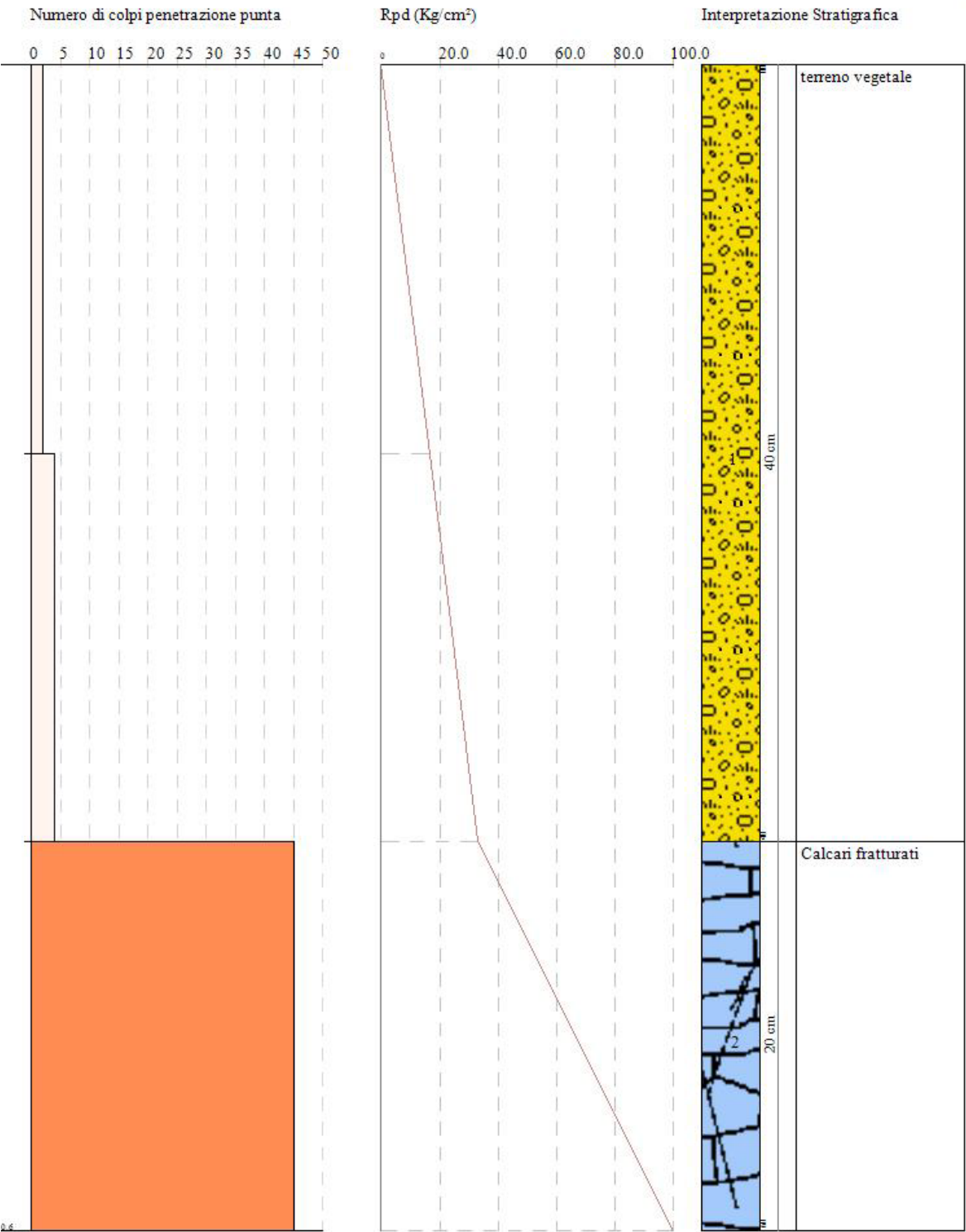
Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.61	19.44	16.61	19.44
0.40	4	0.851	33.07	38.87	33.07	38.87
0.60	45	0.647	282.94	437.30	282.94	437.30



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione:
Località:

Scala 1:3



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA 4

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

Profondita' prova 0.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

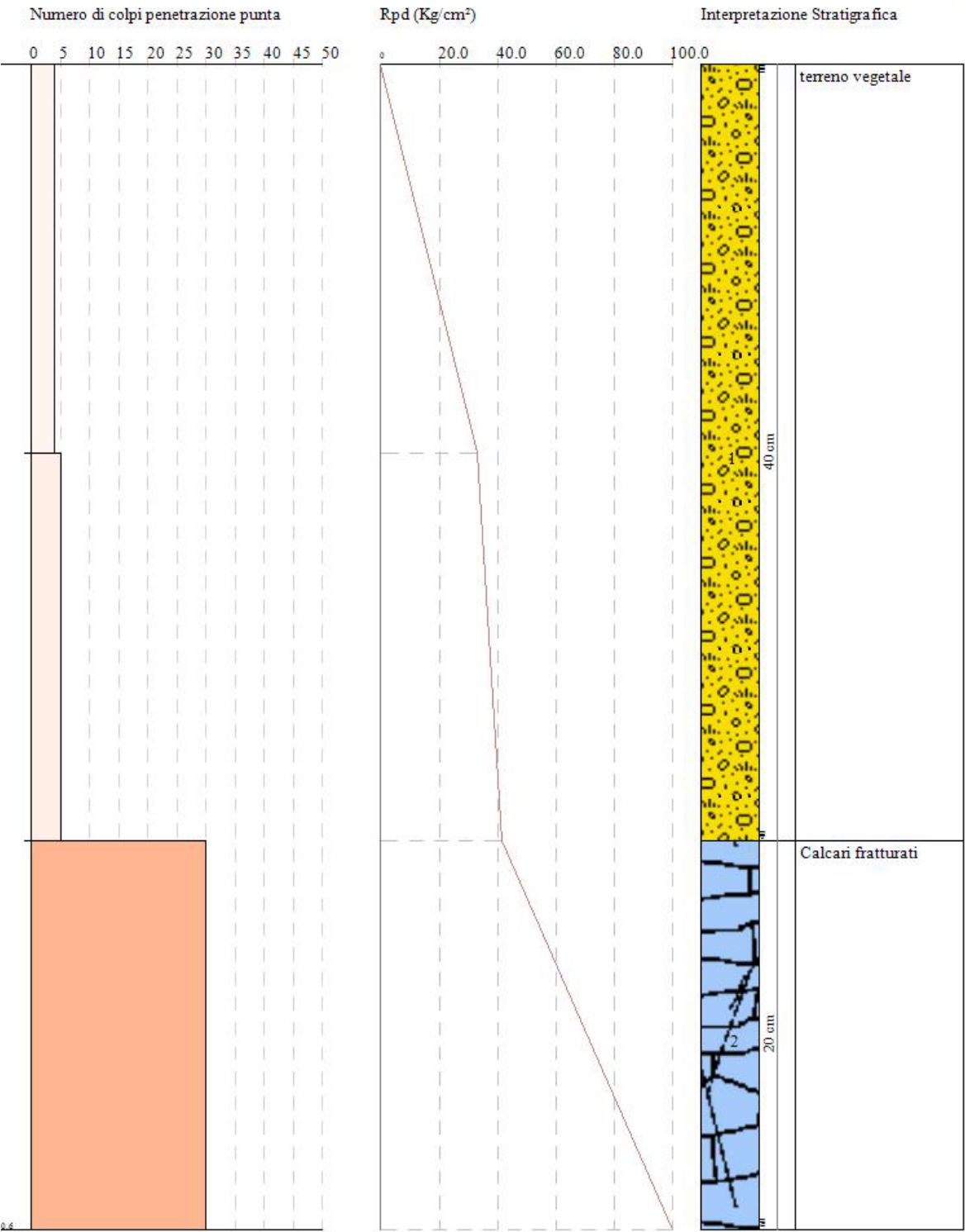
Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	4	0.855	33.22	38.87	33.22	38.87
0.40	5	0.851	41.34	48.59	41.34	48.59
0.60	30	0.747	217.78	291.53	217.78	291.53

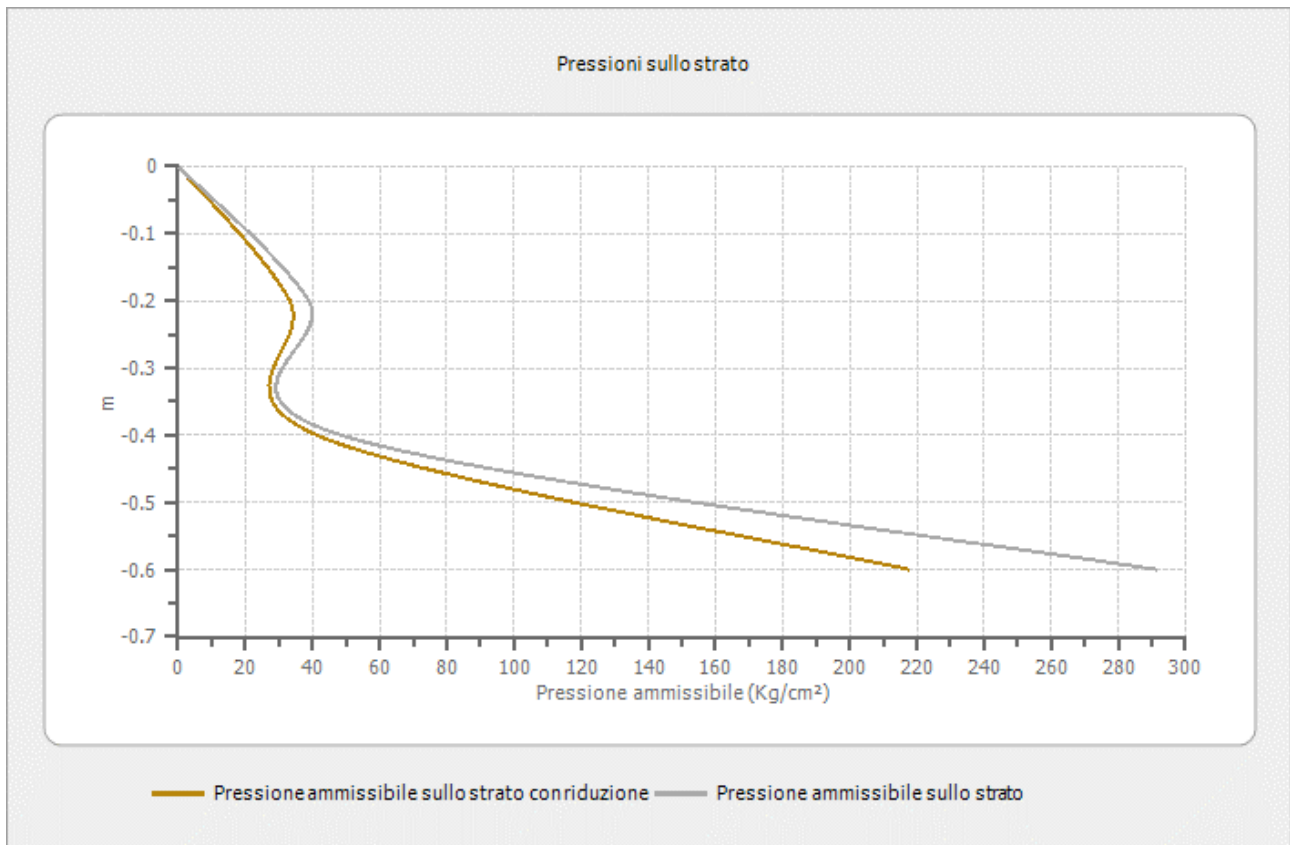


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente:
Descrizione:
Località:

Scala 1:3





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





REGIONE PUGLIA

COMUNE di

SAN PANCRAZIO SALENTINO

(Provincia di BRINDISI)



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
SITO NEI COMUNI DI SAN DONACI E SAN
PANCRAZIO SALENTINO IN LOCALITA'
"MASS.SAN MARCO" DI POTENZA
NOMINALE PARI A 68.35 MWp IN DC**

**SITO: NEX 051_SAN PANCRAZIO – SAN PANCRAZIO
SALENTINO (BR)**

ALLEGATO SISMICO



GEOSECURE S.R.L.
GEOLOGICAL & GEOPHYSICAL SERVICES



IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Monia Angela Guida

GEOSECURE SRL

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Monia Angela Guida

DATA: NOVEMBRE 2023

Rev. 0



INDICE

1	INTRODUZIONE GENERALE	PAG. 02
2	INTRODUZIONE ALLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE	PAG. 03
	2.1 TOMOGRAFIA SISMICA	PAG. 03
	2.2 MASW	PAG. 06
3	RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO	PAG. 09
	3.1 TOMOGRAFIA SISMICA SS1 - SS2	PAG. 09
	3.2 MASW M1 - M2	PAG. 17
4	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO DI INDAGINE	PAG. 26

1. INTRODUZIONE

In questo **ALLEGATO SISMICO** si descrivono i risultati provenienti dalla **campagna di indagini geofisiche** effettuata nel comune di **SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)**, dalla ditta “GEOSECURE s.r.l.”, nel mese di **NOVEMBRE 2023**, eseguita a servizio della pratica denominata “**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO SITO NEI COMUNI DI SAN DONACI E SAN PANCRAZIO SALENTINO IN LOCALITA' “MASS.SAN MARCO” DI POTENZA NOMINALE PARI A 68.35 MWp IN DC**” su incarico della committenza.

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

- N° 02 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE DENOMINATA “SISMICA A RIFRAZIONE” E “TOMOGRAFIA SISMICA” ESEGUITE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI N° 02 STENDIMENTI SISMICI DENOMINATI **SS1 – SS2** (entrambi di lunghezza 72,00 MT);
- N° 02 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA DI INDAGINE “MASW” **M1 – M2** (entrambi di lunghezza 72,00 MT).

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

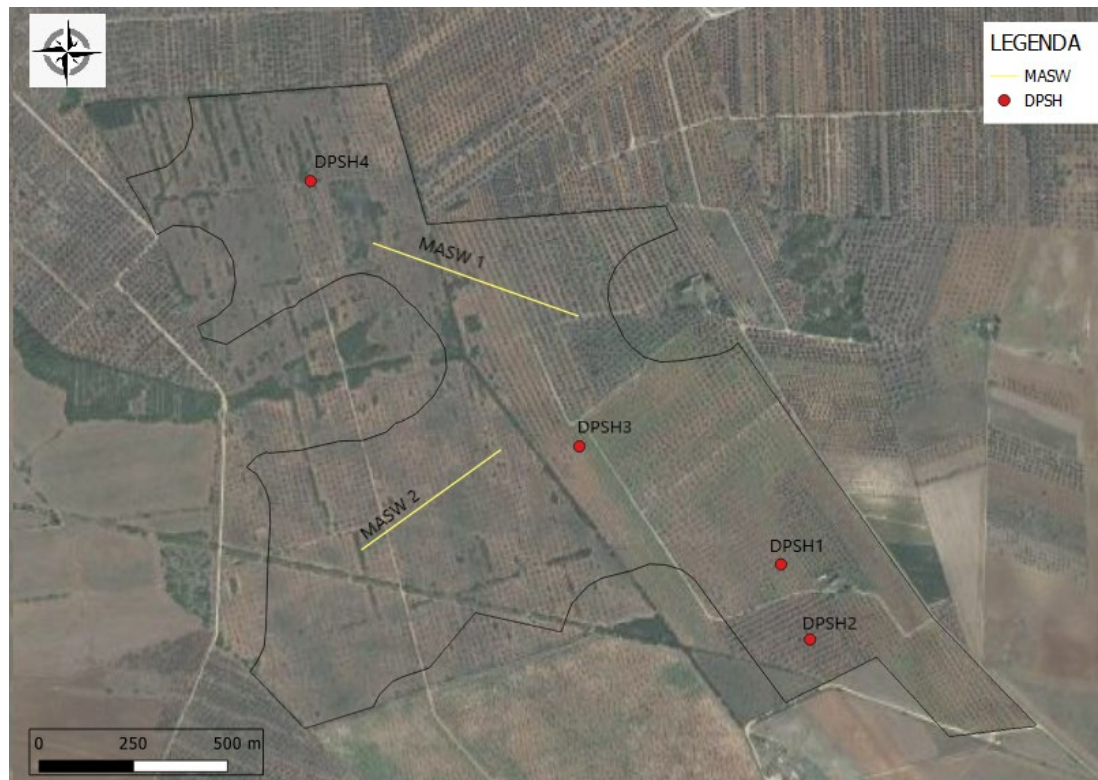


Fig. 1: ubicazione delle indagini geofisiche eseguite nel comune di San Pancrazio Salentino (BR).

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



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

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

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

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

PRINCIPI DI BASE:

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

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

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

I CASI DI APPLICAZIONE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE:

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

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

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



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

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

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

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

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

- **n° 02 stendimenti sismici – DENOMINATI SS1 e SS2** - con l'utilizzo di n° **24 geofoni** distanziati tra di loro su linea retta con distanza intergeofonica pari a 3,00 metri (entrambi di lunghezza 72,00 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 72,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 3,00 Mt

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

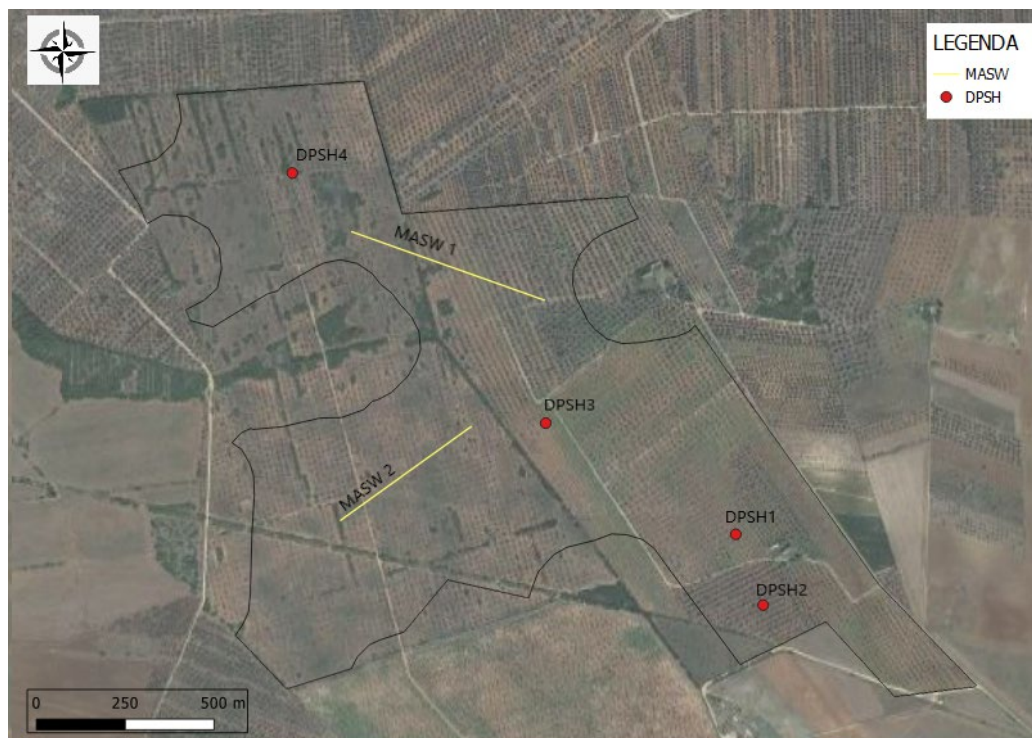


Fig. 4: ubicazione dei profili sismici.

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 6,00 metri dal geofono più vicino;*
- *uno scoppio (**mid-shot**) al centro dello stendimento stesso.*
- *due scoppi intermedi allo stendimento, il primo tra il 4° e il 5° geofono e il secondo tra il 12° e 13° geofono.*

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

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

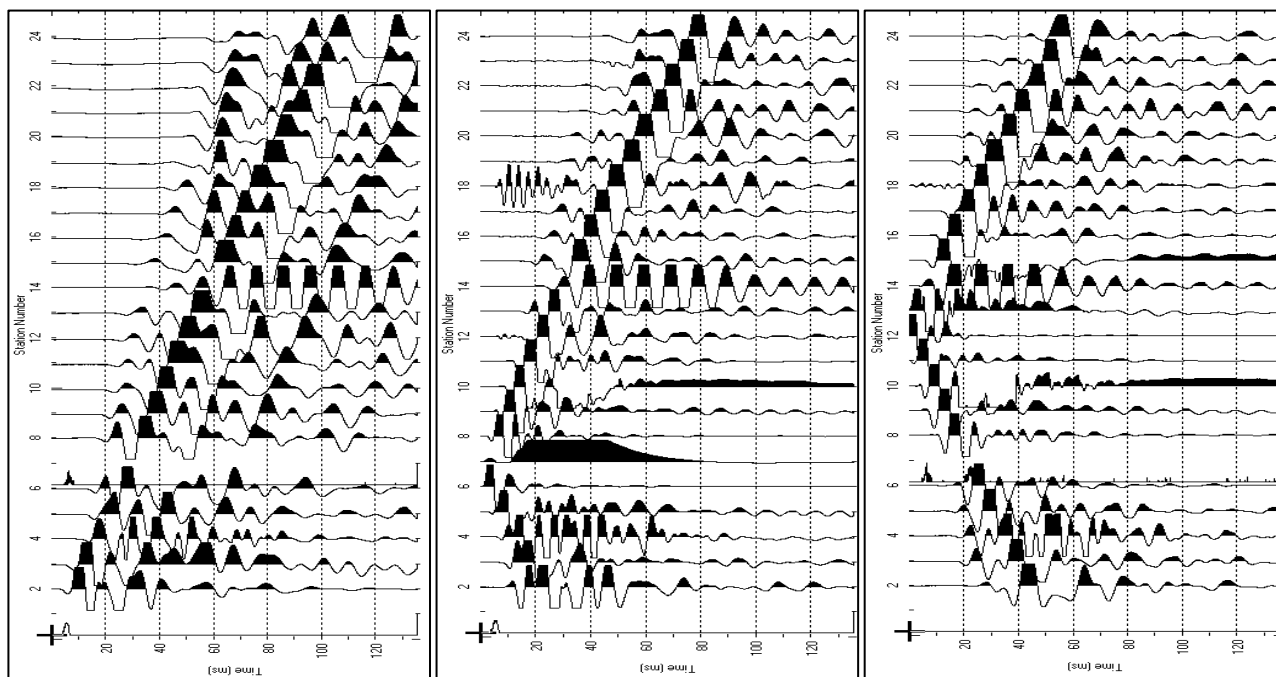


Fig. 5: sismogrammi dello Scoppio 1, 2 e 3 – SS1

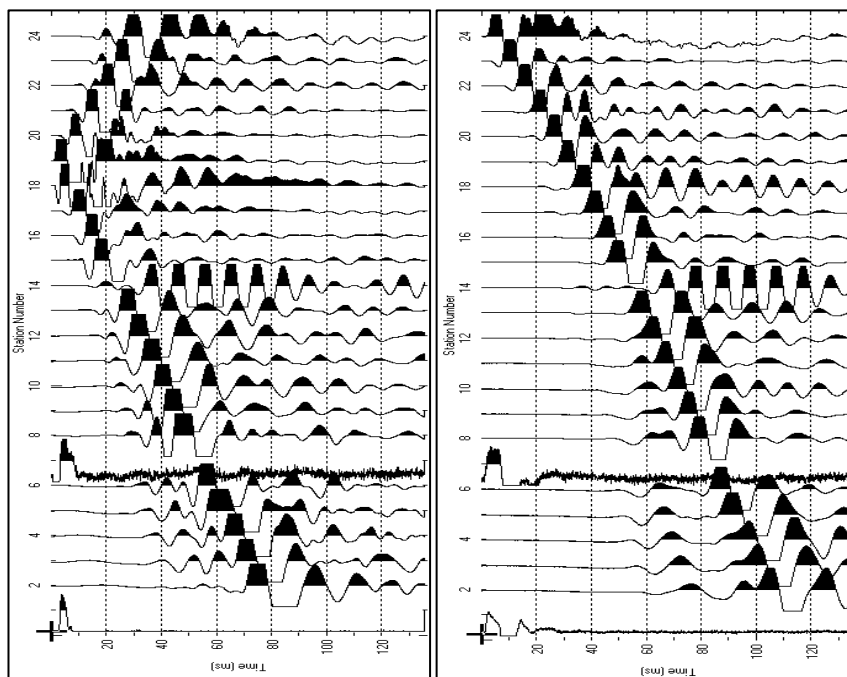


Fig. 6: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS1



TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-3.00	18.00	36.00	54.00	72.00
	msec	msec	msec	msec	msec
3.00	3.8	11.933	20.333	27.333	34.667
6.00	5.933	10.267	19.533	26	33.334
9.00	7.867	8.8	17.867	25.2	32.534
12.00	10	6.267	16.6	23.6	31.4
15.00	11.4	4.333	15.2	22.2	30.333
18.00	12.733	2.733	13.267	21.4	29.267
21.00	14.333	0.8	11.667	20.333	28.1
24.00	16.267	2.6	9.733	18.667	26.533
27.00	17.067	4.333	8.133	17.067	25.733
30.00	18.933	6.2	6.2	16.267	24.933
33.00	20.067	8.4	4.067	14.6	23
36.00	21.133	10.267	1.867	13.533	21.933
39.00	22.467	11.933	0.833	12.2	20.867
42.00	23.6	13.533	2.467	10.267	19.8
45.00	24.4	14.6	4.333	8.667	17.867
48.00	25.467	16.267	6.2	6.533	16.533
51.00	26.533	17.867	8.667	4.2	15.2
54.00	27.333	18.933	10.267	2.733	13.267
57.00	28.467	20.067	11.933	0.933	11.933
60.00	29	21.4	13.267	2.467	9.733
63.00	30.067	22.467	14.333	4.333	7.6
66.00	30.867	23.6	16	6.2	5.667
69.00	31.933	25.467	17.333	8.4	4.333
72.00	33.6	26.8	18.933	9.733	2.467

Fig. 7: tabella dei primi arrivi.

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

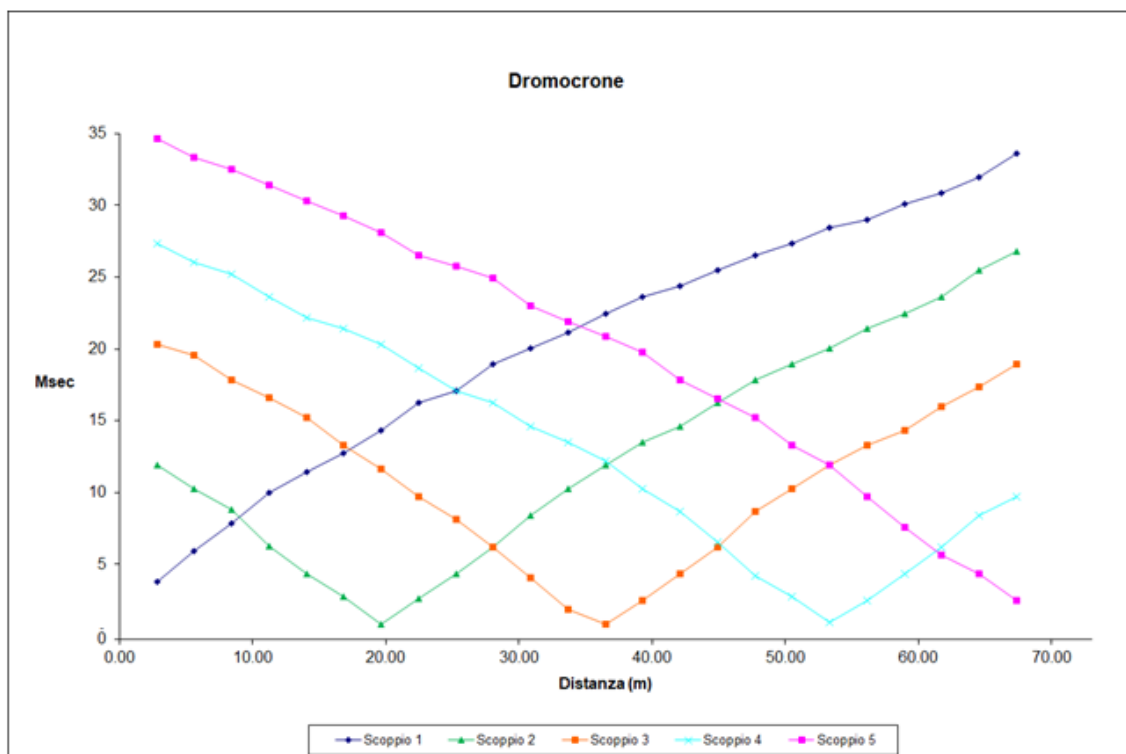


Fig. 8: dromocrone dei primi arrivi.

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**.

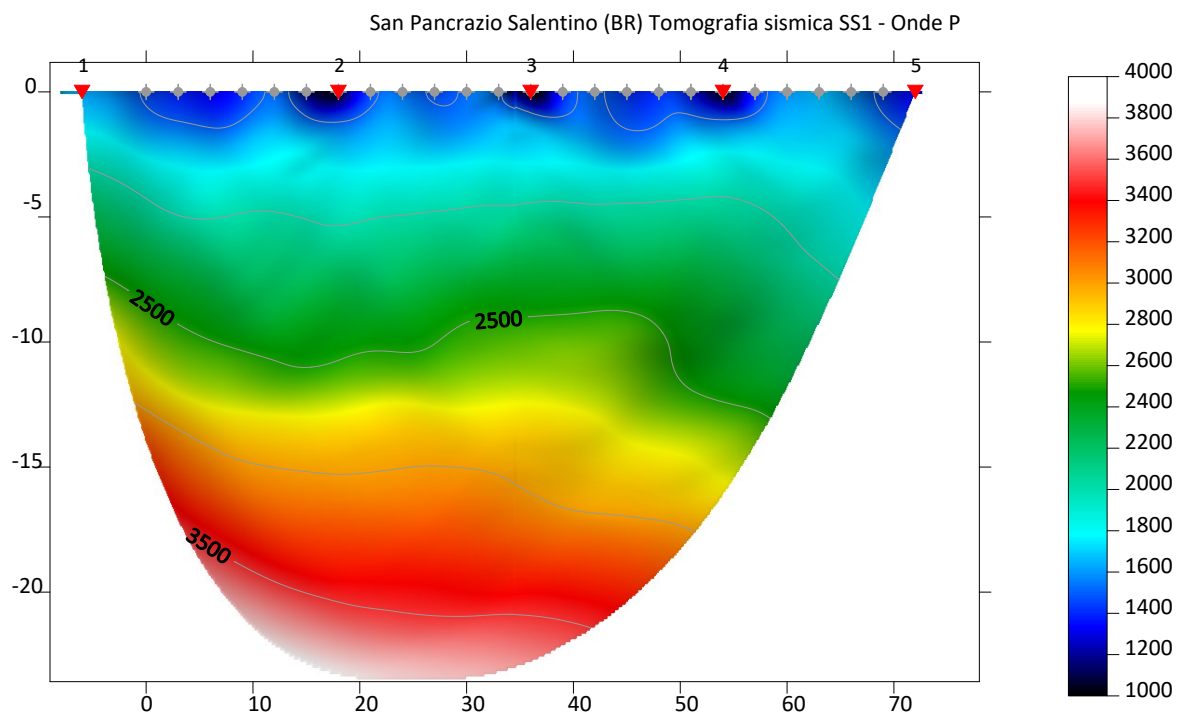


Fig. 9: tomografia sismica SS1



FOTO 1A: postazione di energizzazione SS1

STENDIMENTO SISMICO SS2

LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 72,00 Mt - DISTANZA INTERGEOFONICA = 3,00 Mt

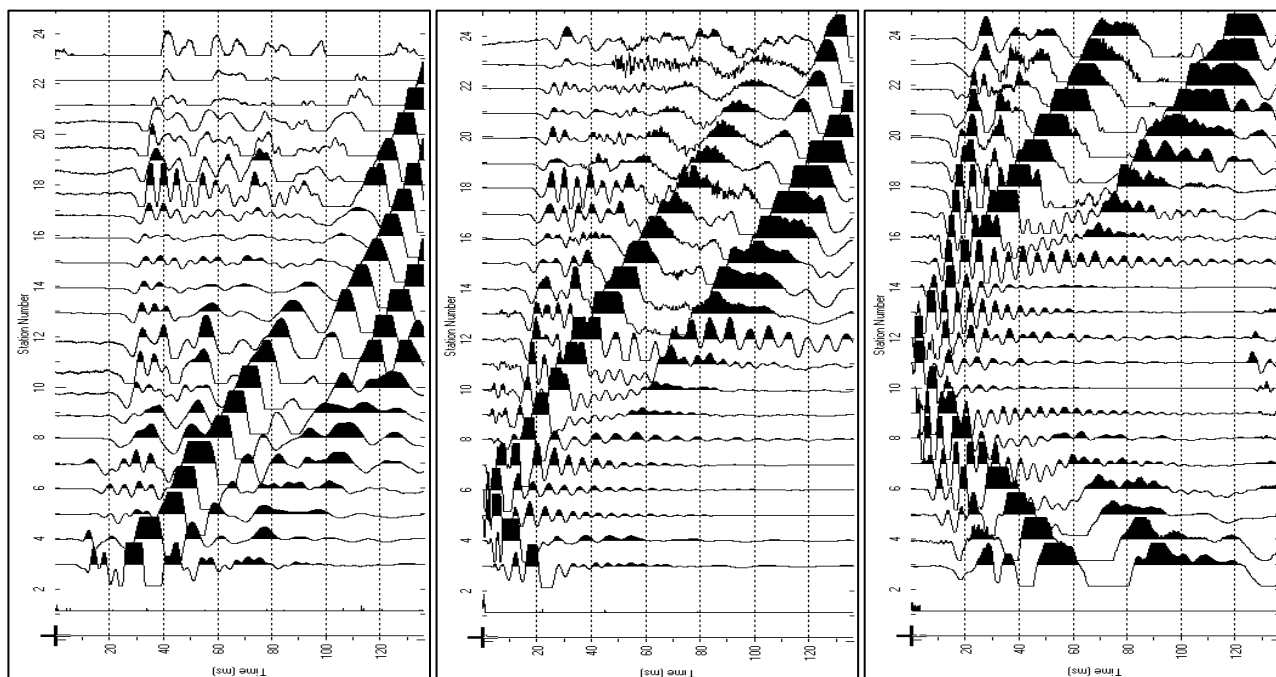


Fig. 10: sismogrammi dello Scoppio 1,2 e 3 – SS2

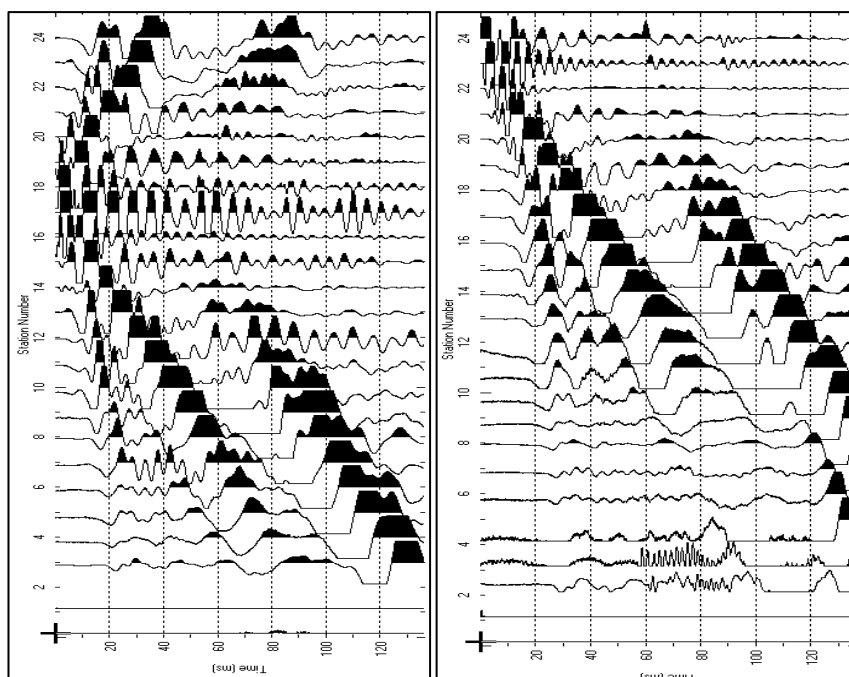


Fig. 11: sismogrammi dello Scoppio 4 e 5 – SS2

TABELLA PRIMI ARRIVI					
Scoppi	S1	S2	S3	S4	S5
Distanza (m)	-3.00	18.00	36.00	54.00	72.00
	msec	msec	msec	msec	msec
3.00	3.533	10	17.067	24.133	30.433
6.00	5.667	8.667	16.267	23.267	30.067
9.00	6.8	7.333	14.333	21.933	29.533
12.00	8.4	5.667	13.267	20.867	28.467
15.00	9.467	3.533	12.2	19.8	27.6
18.00	10.867	2.733	11.4	18.933	26.533
21.00	12.467	0.733	10.267	17.867	25.467
24.00	13.267	2.467	8.4	16	24.133
27.00	14.867	4.6	6.533	14.333	22.467
30.00	15.467	5.667	4.267	12.733	20.867
33.00	16.267	7.333	2.733	11.933	20.067
36.00	16.8	8.133	2.2	10.867	18.933
39.00	18.4	10.267	1.067	10.267	18.4
42.00	20.067	11.933	3.267	8.667	17.333
45.00	21.133	13	4.867	6.8	15.2
48.00	22.2	14.067	5.933	5.133	13.8
51.00	22.733	15.2	7.6	3	12.2
54.00	24.133	16.533	8.4	1.333	11.4
57.00	25.733	17.867	10.533	0.8	10.267
60.00	27.067	19.533	11.733	3	8.667
63.00	28.2	20.867	13.267	4.333	6.533
66.00	29.267	22.2	14.333	6.2	4.867
69.00	30.067	23.6	16	7.333	3.267
72.00	30.6	24.667	17.067	8.667	1.6

Fig. 12: tabella dei primi arrivi

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

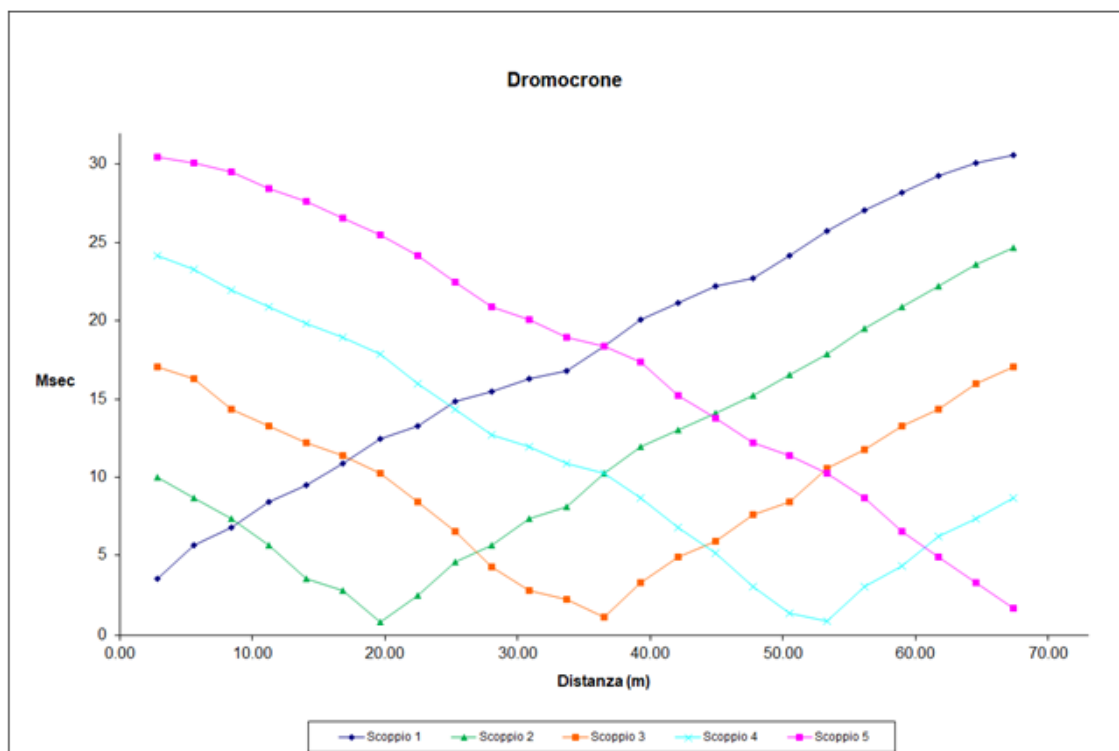


Fig. 13: dromocrone dei primi arrivi

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**.

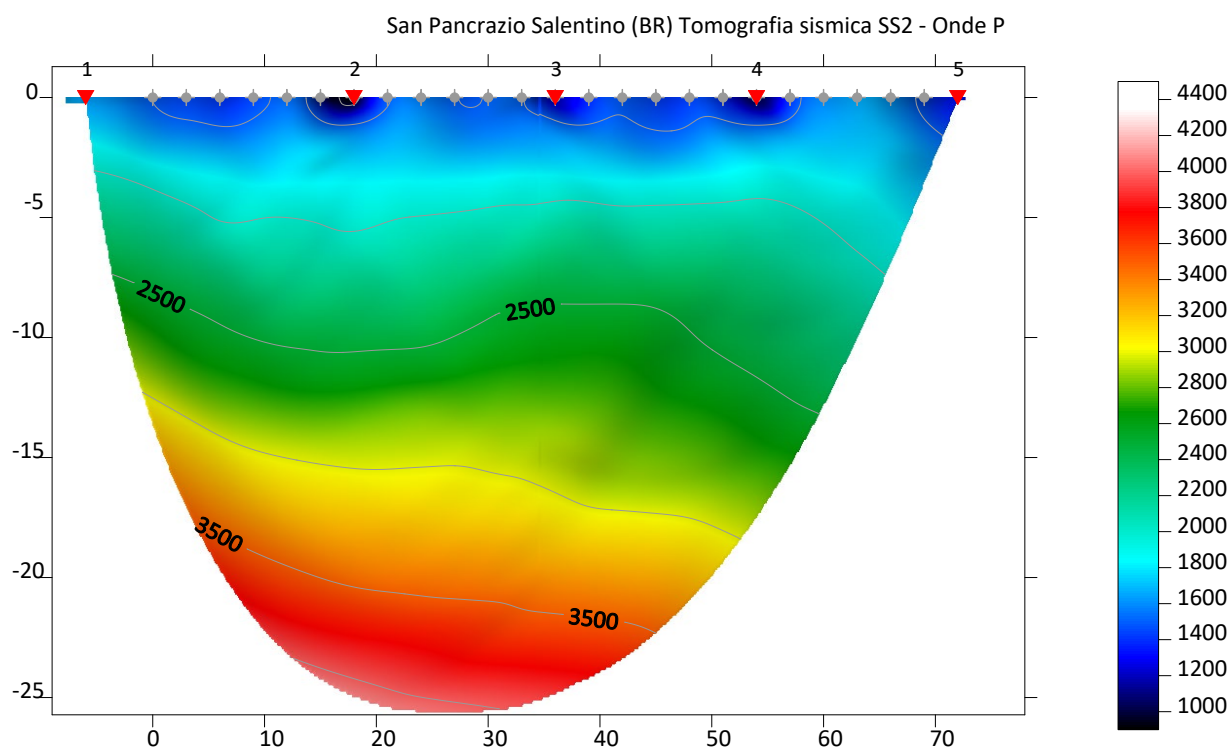


Fig. 14: tomografia sismica SS2



FOTO 2A: postazione di energizzazione SS2

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 3,00 metri, mentre lo **scoppio di energizzazione** è stato effettuato a 6,00 metri dal primo geofono.

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

In **Fig. 15** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;

In **Fig. 16** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;

In **Fig. 17** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;

In **Fig. 18** è riportato il grafico mostrante il profilo di velocità;

In **Fig. 19** è riportato l'andamento di Vs con la profondità;

In **Fig. 20** è riportato il Calcolo di V_{seq} . M1;

In **Fig. 21** è riportata la Tabella di calcolo di V_{seq} . M1.

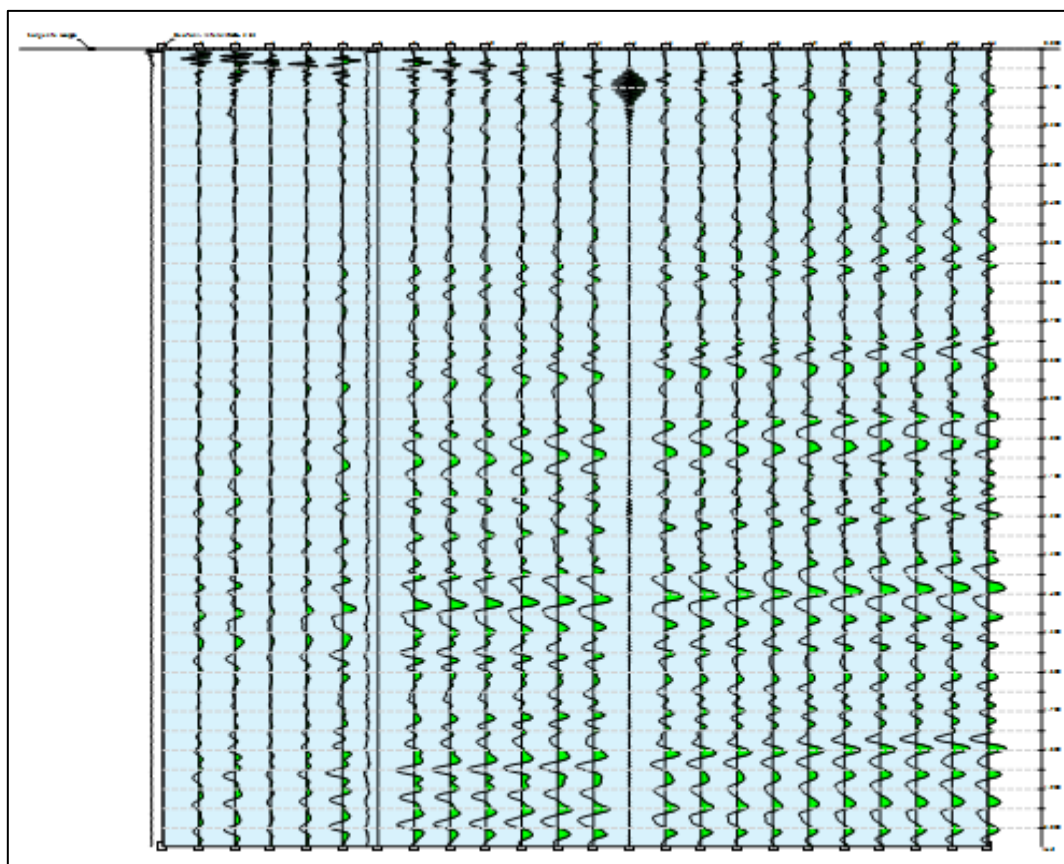


Fig.15: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M1

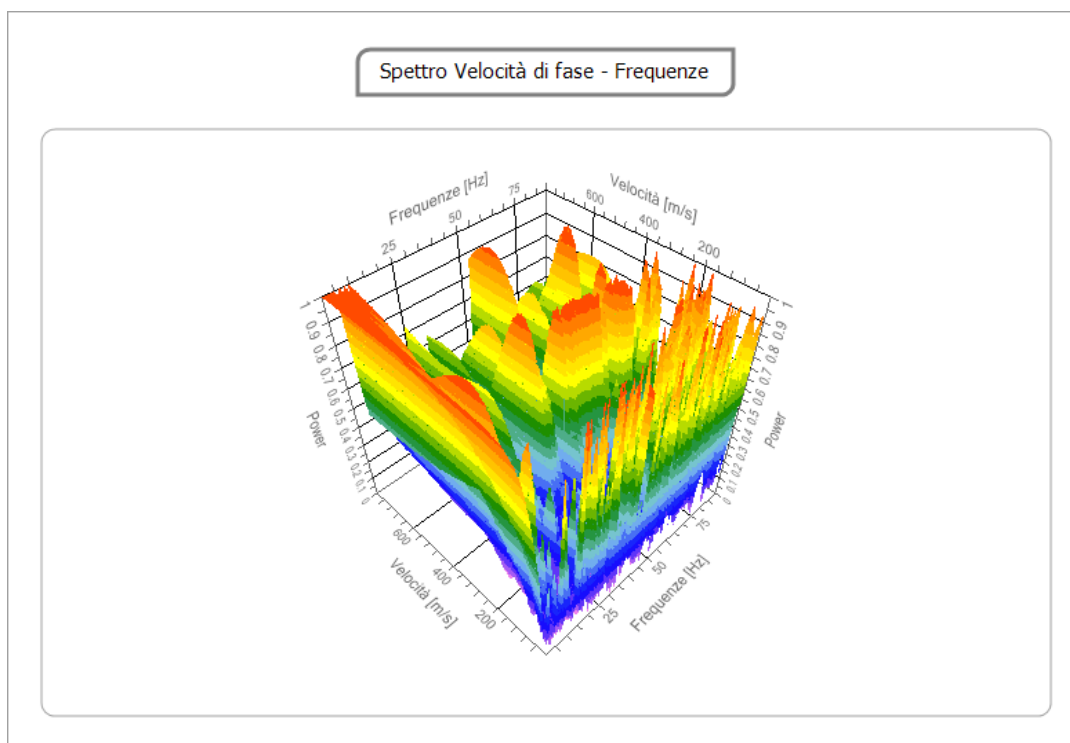


Fig. 16: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M1

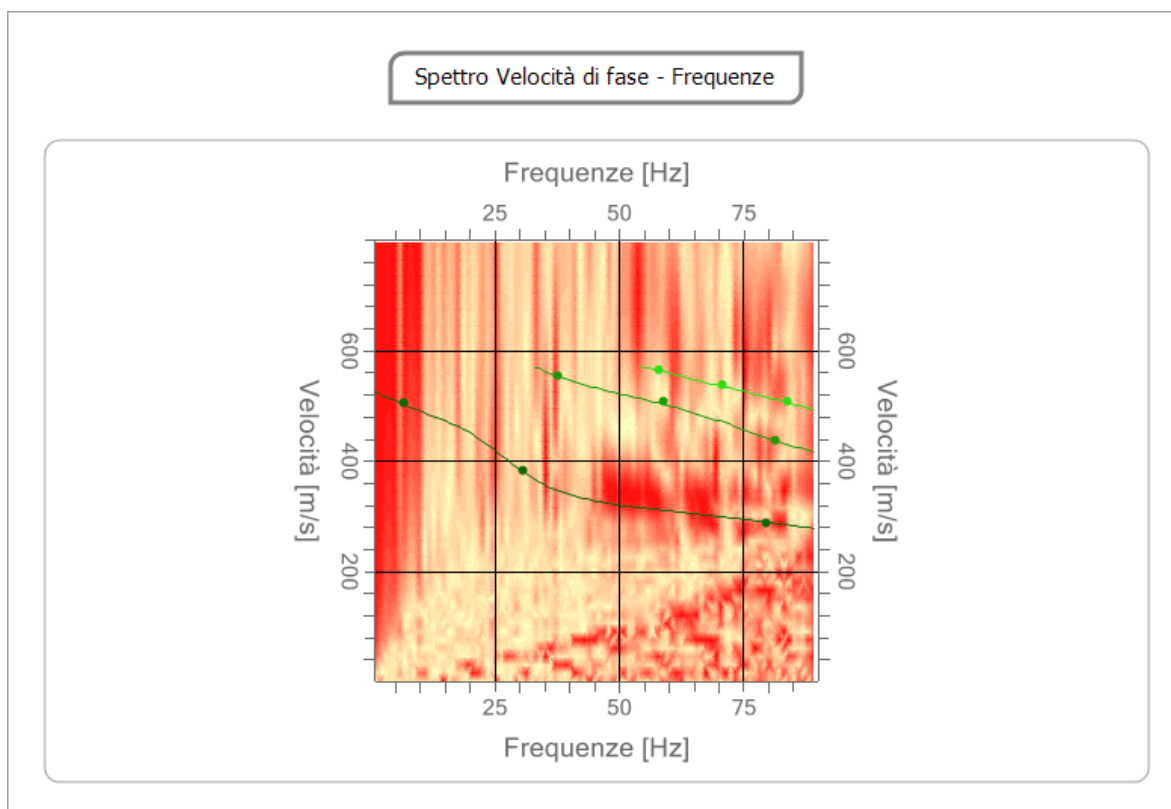


Fig. 17: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale M1

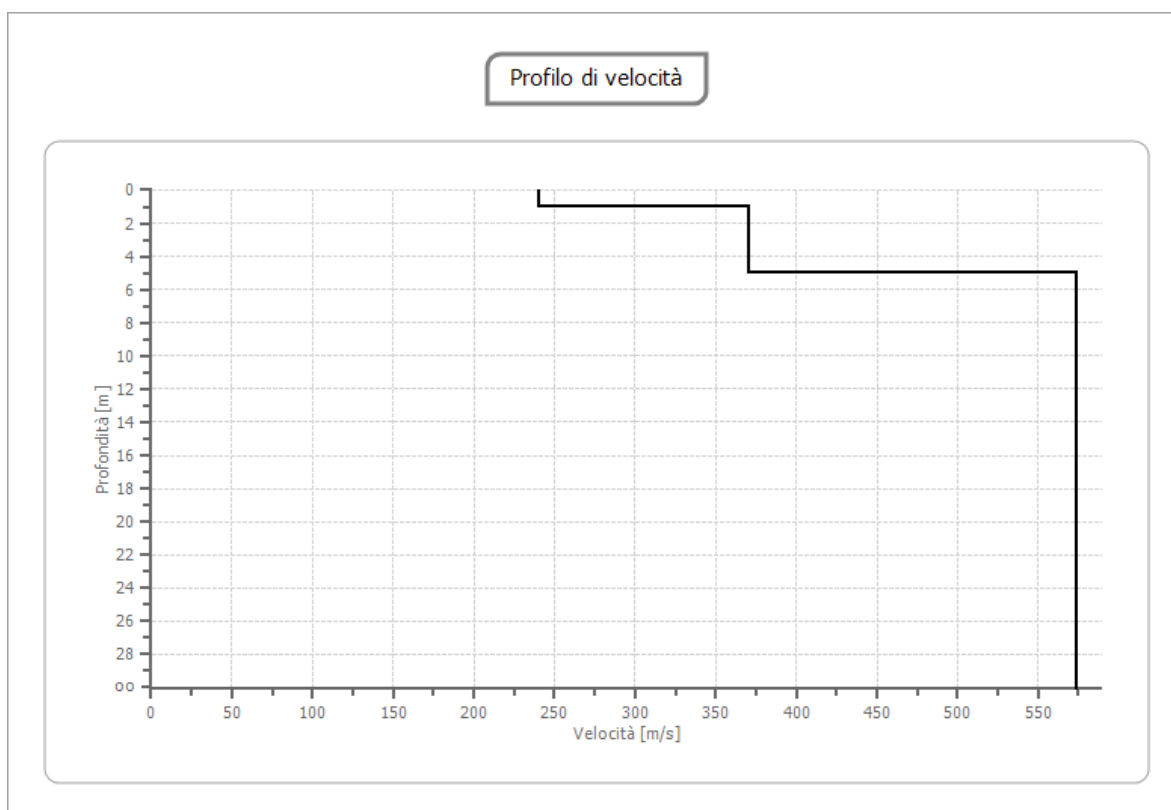


Fig. 18: profilo di velocità - profondità acquisito M1

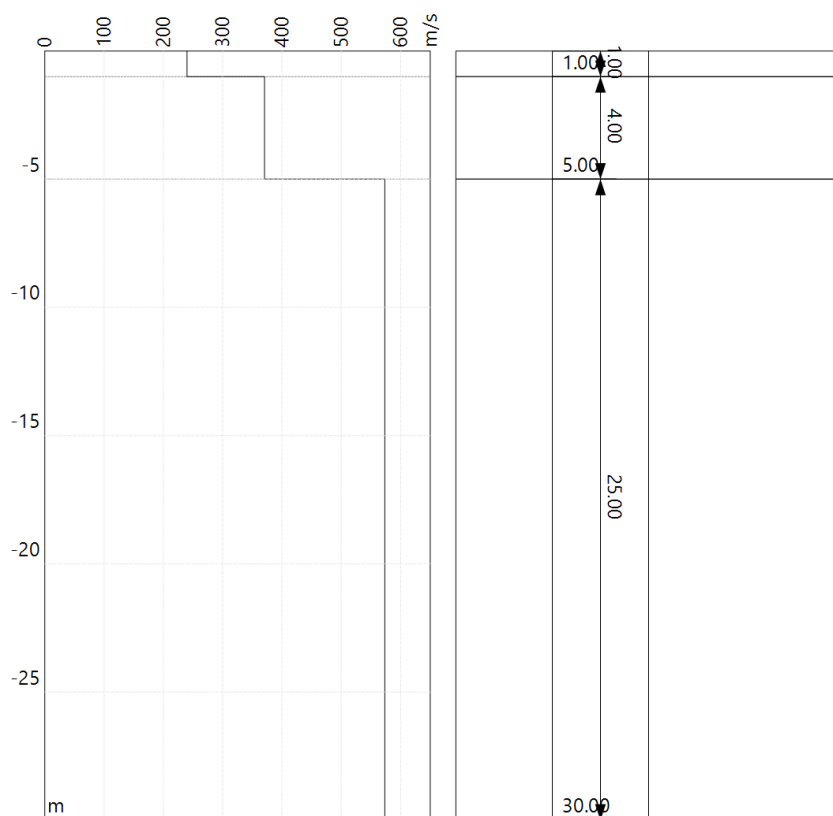


Fig. 19: andamento di Vs con la profondità - M1

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	512.28
Categoria del suolo	B

Fig. 20: Calcolo di Vseq. M1

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	448.8	239.9
2	5.00	4.00	693.1	370.5
3	30.00	25.00	1072.8	573.5

Fig. 21: Tabella di calcolo di Vseq. M1



FOTO 1B: panoramica dello stendimento M1

ELABORAZIONE DEI DATI M2:

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

- In **Fig. 22** è riportato il grafico mostrante i sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione;
- In **Fig. 23** è riportato il grafico mostrante lo spettro di velocità – frequenze 3D acquisito;
- In **Fig. 24** è riportato il grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale;
- In **Fig. 25** è riportato il grafico mostrante il profilo di velocità;
- In **Fig. 26** è riportato l'andamento di Vs con la profondità;
- In **Fig. 27** è riportato il Calcolo di V_{seq} . M2;
- In **Fig. 28** è riportata la Tabella di calcolo di V_{seq} . M2.

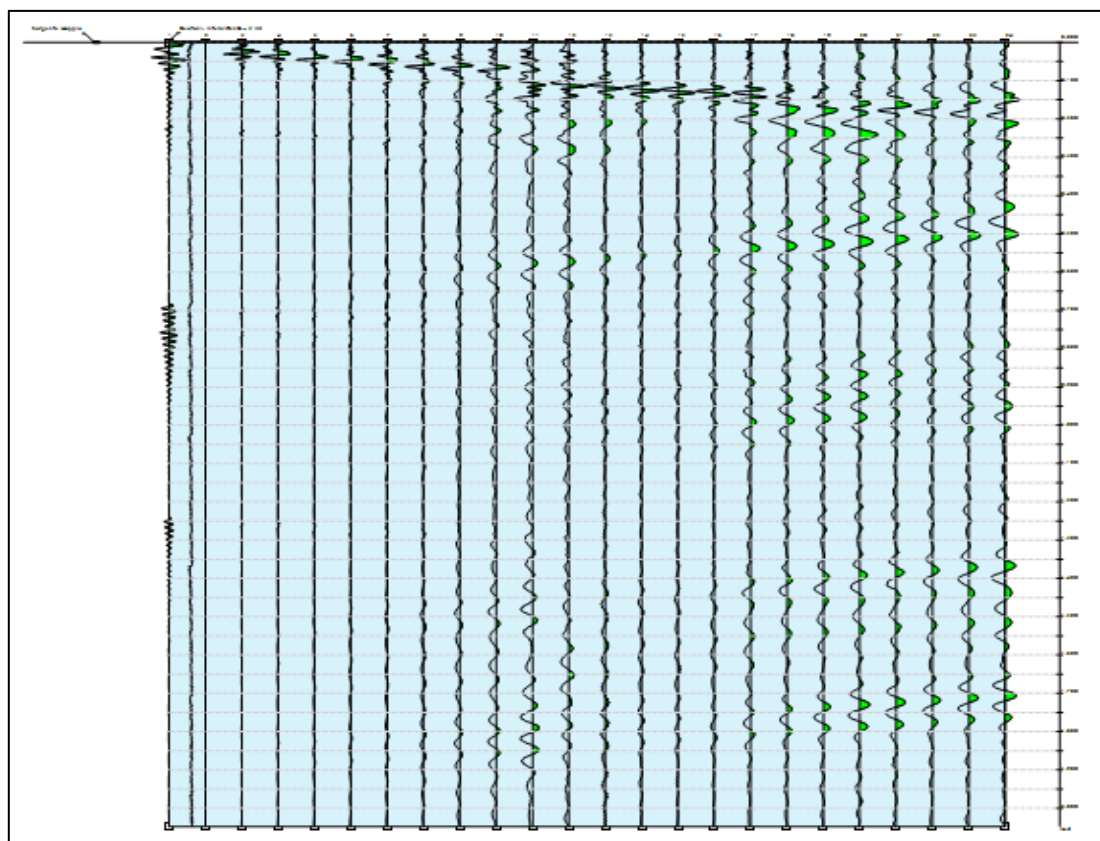


Fig.22: sismogrammi acquisiti durante l'esecuzione della MASW- M2

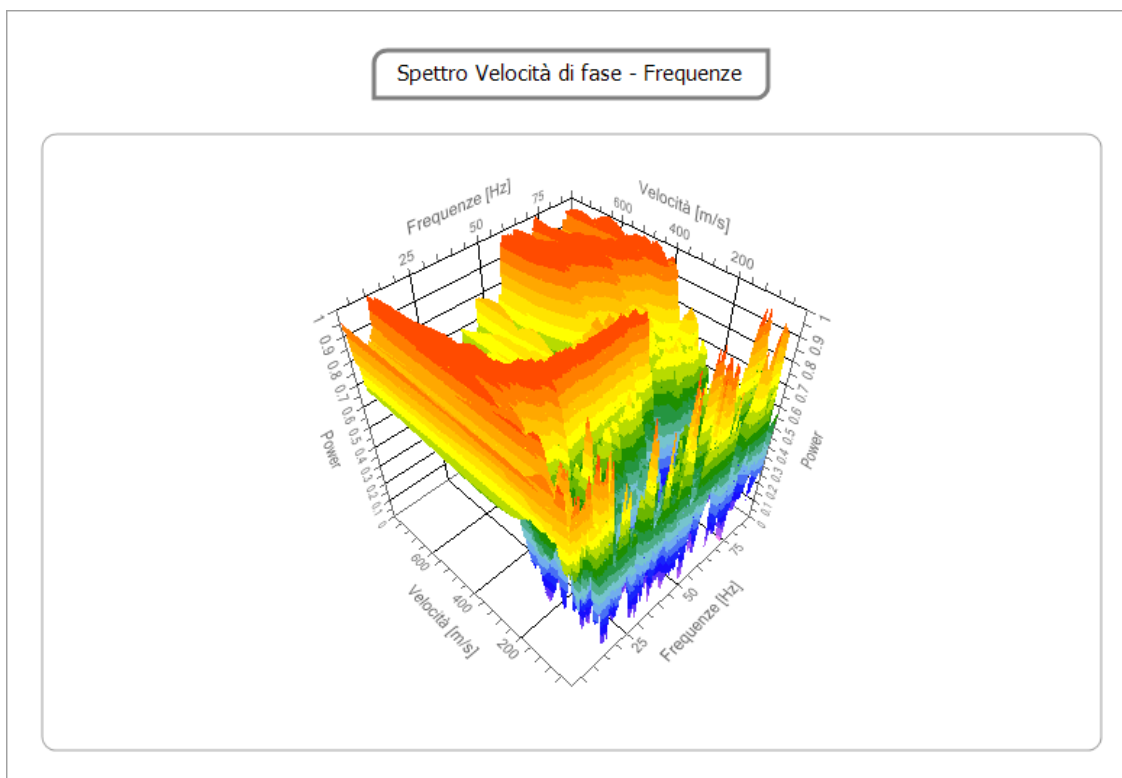


Fig. 23: spettro di velocità – frequenze 3D acquisito M2

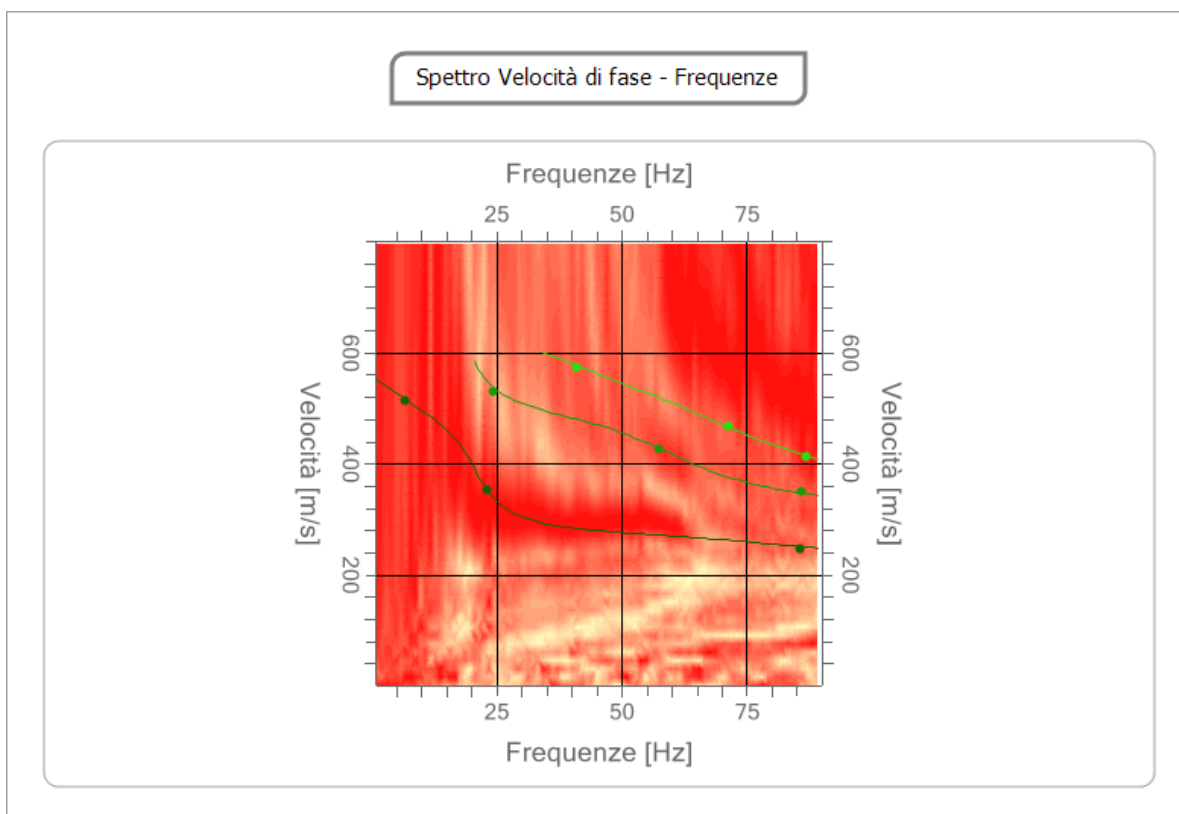


Fig. 24: grafico di dispersione con la curva del modo fondamentale M2

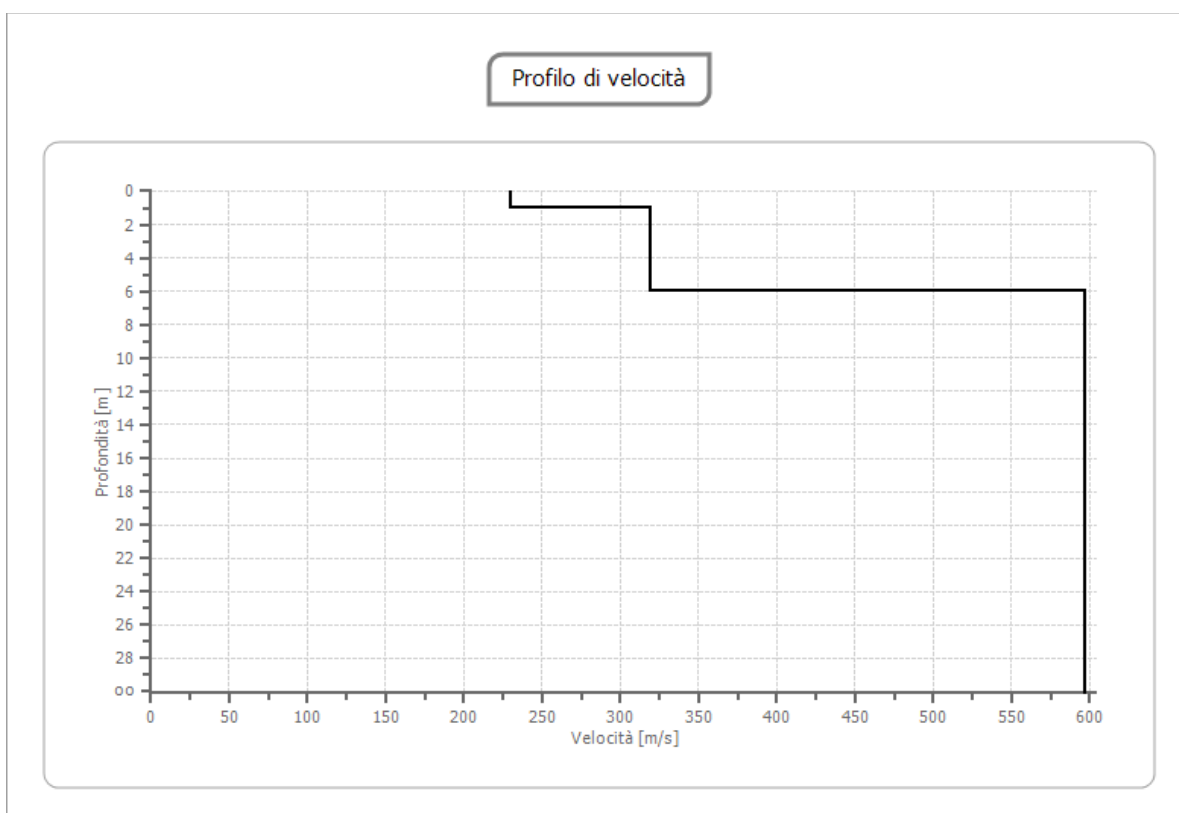


Fig. 25: profilo di velocità - profondità acquisito M2

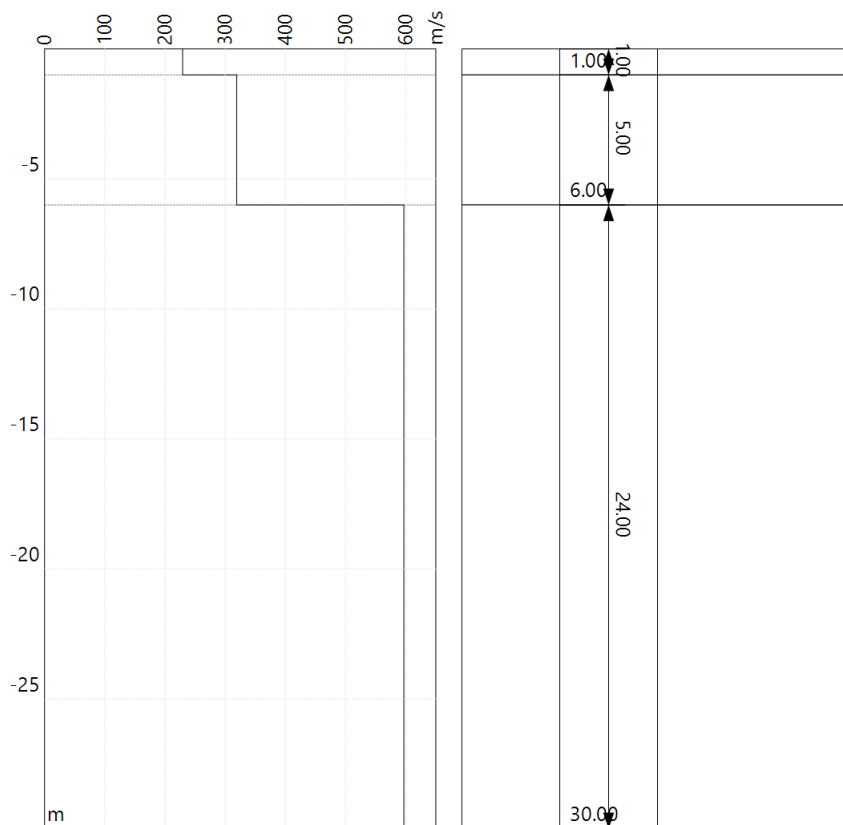


Fig. 26: andamento di Vs con la profondità – M2

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	498.08
Categoria del suolo	B

Fig. 27: Calcolo di Vseq. M2

N.	Profondità (m)	Spessore (m)	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	429.1	229.3
2	6.00	5.00	597.2	319.2
3	30.00	24.00	1116.7	596.9

Fig. 28: Tabella di calcolo di Vseq. M2



FOTO 2B: panoramica dello scendimento M2

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	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.</i>
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

Per **$V_{s\text{equivalente}}$** s'intende la media pesata delle velocità delle onde **S** negli strati fino alla profondità alla quale si incontra il substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).

Per il suolo di fondazione della zona di studio il parametro **V_s** equivalente è caratterizzato dalle seguenti velocità rilevate:

- V_s Equivalente **M1** pari a **512 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B;**
- V_s Equivalente **M2** pari a **498 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria B.**

Calcolato, quindi, con la prospezione geofisica **MASW** il valore di **$V_{s\text{eq}}$** valido è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo B**: tale sottosuolo è definito come ***“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 360 m/s e 800 m/s”.***

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Monia Angela Guida

GEOSECURE SRL

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Monia Angela Guida

