



D.G.R. N. 29/6 DEL 21.07.2021 - FINANZIAMENTI PER LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO IN AREE PERIMETRATE DEL PAI "LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA SA TREGONAIA" CUP: B43D2100609000

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTI IN R.T.P.

Ing. Paolo Marras (capogruppo)

Geol. Mario Alberto Antonini (mandante)

Ing. Gian Franco Casiddu (mandante e giovane professionista)

ENTE APPALTANTE



COMUNE DI OSSI

Via Roma n°48
07045 - Ossi (SS)

ALLEGATO

B.3

TITOLO

Relazione sulle Indagini
Geofisiche e certificati di
laboratorio

DATA

DICEMBRE 2025

IL R.U.P.

Ing. Giovanni Pietro Pischedda

IL SINDACO

Dott. Pasquale Lubinu



REGIONE SARDEGNA	
COMUNE DI OSSI	

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA SA TREGONAJA
CUP B43D21006090002 – Ossi (SS)**

Codice Pratica GS_08_2023	<p style="text-align: center;">Committente</p> <p style="text-align: center;">Comune di Ossi</p>	<p style="text-align: center;">Data</p> <p style="text-align: center;">Aprile 2023</p>
Pagine 9		
Tavole 3		
Allegati 1		

**TOMOGRAFIA SISMICA IN ONDE P E
PROFILO Vs CON METODO MASW**

<p>DIRETTORE TECNICO <i>Dott. Geol. Stefano Bellaveglia</i></p> 	<p>TECNICI SPERIMENTATORI <i>Dott. Geol. Lorenzo Falzoi</i> <i>Dott. Geol. Mario Alberto Antonini</i></p>
--	--

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
Via Cavour, 59 - 07100 Sassari
Codice Fiscale - Partita IVA 02778270906
Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305
email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA.....	3
2.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche	3
2.2 Tecniche di indagine	4
2.2.1 Tecnica Masw	4
2.2.1 Sismica a rifrazione	4
2.3 Approccio analitico	5
2.3.1 Analisi Masw	5
2.3.2 Analisi tomografia sismica.....	6
3. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE.....	7
4. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	8
4.1 Categoria di sottosuolo.....	8

Tavole:

Tavola 1	Ubicazione delle indagini Foto satellitare Google Earth scala 1:250
Tavola 2	Certificati indagini sismica a rifrazione
Tavola 3	Certificati indagini MASW

Allegati:

Allegato 1	Specifiche tecniche strumentazione
------------------	---

1. PREMESSA

Su commissione del Comune di Ossi nell'ambito del progetto di "LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA SA TREGONAJA - CUP B43D21006090002" nel comune di Ossi (SS), è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche finalizzata alla caratterizzazione sismostratigrafica del sito di progetto tramite la ricostruzione dei modelli sismo-stratigrafici del sottosuolo, unitamente alla determinazione della Categoria di Sottosuolo definita dal valore di $V_{s,eq}$, secondo quanto stabilito nelle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. del 17 gennaio 2018.

Nello specifico sono state svolte le seguenti indagini geofisiche:

- N. 1 profilo sismico Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves) monodimensionali con elaborazione profilo in onde S;
- N. 3 profili sismici a rifrazione in tecnica tomografica con acquisizione in onde P;

2. METODOLOGIA INDAGINE SISMICA

Le prospezioni sismiche vengono utilizzate nell'ambito dell'esplorazione del sottosuolo tramite lo studio della propagazione di onde elastiche generate o artificialmente mediante esplosioni controllate, vibrazioni indotte sul terreno con intensità e frequenza note, masse battenti di vario peso e tipologia o con sorgenti naturali.

Nel caso di sorgenti artificiali si parlerà di sismica attiva e rientrano in questa categoria le indagini di sismica a rifrazione, a riflessione le indagini Masw, le Sasw e tutte le prove eseguite in foro (down-hole, cross-hole, up-hole) mentre nel caso di sorgenti naturali (*noise*) si parlerà di sismica passiva che comprendono le prove sismiche ReMi, Nakamura, Spac, Esac.

2.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche

I sismogrammi sono stati acquisiti con un sismografo PASI 16S24 (mod.2007) con risoluzione di acquisizione 16bit (24bit con sovracampionamento e post processing) collegato tramite cavo a 24 geofoni verticali di tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza propria di 4.5 Hz, utilizzati sia per i profili sismici a rifrazione in onde P che per i profili sismici con tecnica MASW.

Per il profilo a rifrazione sono stati eseguiti 7 punti di energizzazione (due agli estremi, posti ad una distanza pari alla metà della distanza intergeofonica, e tre all'interno del profilo), mentre per i profili Masw è stata eseguita una serie di punti di energizzazione (shot) a distanze variabili dai geofoni G1 e G24, selezionando poi, in fase di elaborazione, lo shot che presentava la migliore qualità del segnale. Come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza da 8 Kg che si è dimostrata in grado di fornire energia sufficiente allo scopo prefissato (Fig. 2.1.).

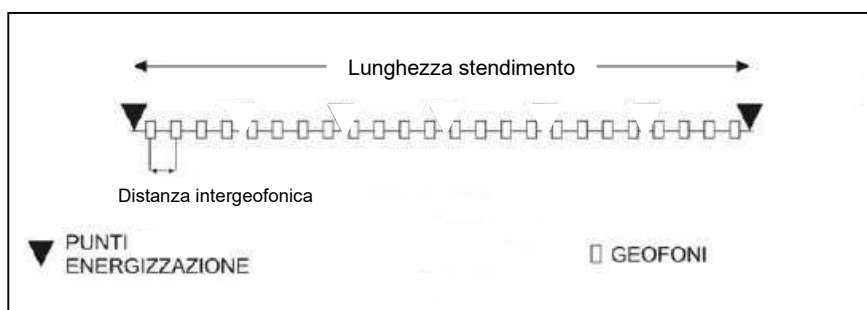


Fig. 2.1 - Schema sismica MASW e rifrazione

Come sistema di trigger per fornire il tempo zero all'acquisitore, è stato utilizzato un geofono starter posto in corrispondenza della piastra di battuta.

PROFILO	Tecnica di indagine	lunghezza stendimento (m)	distanza intergeofonica (m)	orientazione stendimento	durata acquisizione (s)	tempo di campionamento (ms)
SM_03	Sismica MASW	34.5	1.5	NE-SO	1.0	0.500
SRP_01	Tomografia sismica in onde P	12.0	0.5	E-O	1.0	0.250
SRP_02	Tomografia sismica in onde P	24.0	1.0	E-O	1.0	0.250
SRP_03	Tomografia sismica in onde P	36.0	1.5	NE-SO	1.0	0.250

2.2 Tecniche di indagine

2.2.1 Tecnica Masw

L'indagine MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) è una tecnica investigativa che consente una ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo, permettendo di ricavare il parametro $V_{s,eq}$ necessario per la classificazione dei suoli in base alle NTC 2018 che stabiliscono le nuove norme tecniche in materia di progettazione antisismica.

Per quanto concerne la fase di acquisizione del dato di campo, l'indagine MASW non è troppo diversa da una comune acquisizione per un'indagine di sismica a rifrazione, in quanto le onde di superficie sono facilmente generabili da una qualsiasi sorgente sismica quale ad esempio una mazza. L'acquisizione del dato prevede di effettuare uno stendimento di 24 geofoni (preferibilmente da 4,5 Hz) allineati con la sorgente ad una distanza intergeofonica variabile in base alle condizioni di sito e di energizzare in un solo punto (off set) con una sorgente ad impatto verticale, ad una distanza dal geofono più esterno anch'essa variabile in un range prestabilito. I sismogrammi così ottenuti vengono poi selezionati in fase di elaborazione, utilizzando solamente lo shoot che presenta la migliore qualità del segnale.

2.2.1 Sismica a rifrazione

La metodologia di indagine a rifrazione consiste nel produrre una perturbazione elastica (*shot*) in un punto della superficie del terreno e nel rilevare e registrare in più punti distanti il tempo intercorso tra l'istante dell'energizzazione (*tempo zero*) e l'arrivo di un suo impulso rifratto dalle superfici di discontinuità presenti nel sottosuolo. Le registrazioni avvengono tramite l'utilizzo di sensori detti *geofoni*, allineati lungo uno stendimento a distanze reciproche (distanza intergeofonica) variabili in funzione dell'obiettivo e delle specifiche condizioni di sito.

I segnali più importanti che vengono registrati sono relativi a tre tipi di onde, di seguito indicati nel loro ordine di arrivo: onde di compressione o primarie (onde P), onde di taglio o secondarie (onde S) e onde di Rayleigh o superficiali. Le registrazioni a distanze crescenti dal punto di energizzazione vengono quindi riportate su di un grafico distanze/tempi di arrivo per ogni tipologia di onda che si propaga nel mezzo elastico, ottenendo così una retta di inclinazione variabile rispetto all'asse delle ascisse detta *dromocrona* (Fig.2.2.1).

I tempi di arrivo dei raggi rifratti si disporranno nel diagramma tempi-distanze secondo una serie di rette di pendenza diversa tra loro e inferiore a quella delle onde dirette; dal calcolo dei coefficienti angolari delle rette così individuate si è in grado quindi di determinare la velocità di propagazione dell'onda negli orizzonti attraversati e di conseguenza, noto il tempo intercetto, anche il loro spessore.

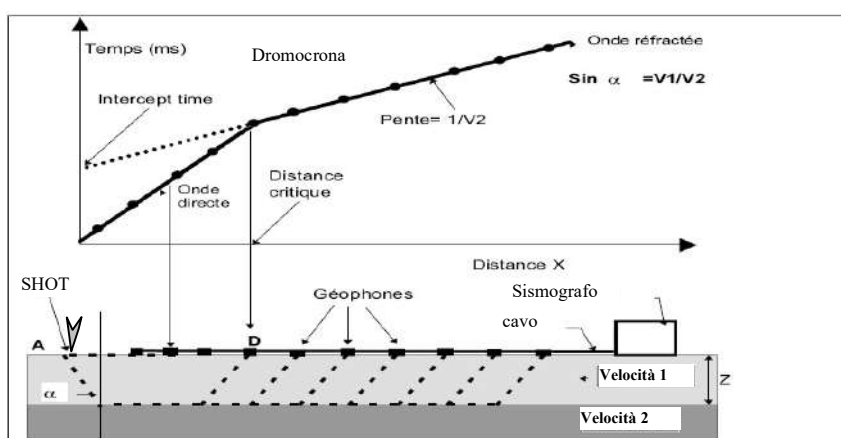


Fig.2.2.1 - Indagine sismica a rifrazione

2.3 Approccio analitico

2.3.1 Analisi Masw

Il profilo V_s,eq con il metodo MASW viene ricavato tramite il software di elaborazione WinMasw che si basa sull'inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie Rayleigh, che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sull'interfaccia libera di un mezzo isotropo e omogeneo, come risultato dell'interferenza tra onde di pressione P e onde di taglio verticali Sv. In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh; la dispersione è una deformazione di un treno di onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo e presentano normalmente più elevate velocità di fase. Il calcolo del profilo di velocità delle onde di Rayleigh, $V(fase)/Frequenza$, viene quindi convertito nel profilo di $V_s/profondità$. La procedura utilizzata per la determinazione del profilo prevede quattro operazioni svolte in successione:

1. acquisizione delle onde superficiali (dati di campo);
2. determinazione dello spettro di velocità;
3. individuazione della curva di dispersione sullo spettro di velocità;
4. inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (soft computing) e rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

Resta comunque sottinteso che il calcolo algoritmico non prevede un risultato univoco ma una serie di risultati attendibili in un range di modelli validi e per tale motivo i dati finali possono presentare discordanze rispetto ai modelli ottenuti con altre tecniche di indagine sismica (down hole, cross hole, ecc). Il fit tra il modello calcolato con tecnica MASW e il modello ottenuto con altri metodi di indagine sismica è quindi funzione delle conoscenze geologiche di sito e per tale motivo la presenza di dati ricavati da indagini integrative (sondaggi, penetrometrie, ecc) permette di restringere il campo di incertezza, ottimizzando il modello finale.

2.3.2 Analisi tomografia sismica

Il software di elaborazione tomografico utilizzato (*Rayfract v 3.18*), elabora un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni sulla base dei primi arrivi delle onde sismiche. Tale modello viene affinato automaticamente fino a che i dati teorici coincidono il più possibile con quelli acquisiti direttamente nella campagna di indagini sismiche. Attraverso questo tipo di elaborazioni si riducono sensibilmente gli eventuali errori dovuti a fattori soggettivi di interpretazione. L'elaborato finale fornisce la velocità relativa a singole celle unitarie di piccole dimensioni, in maniera tale da individuare e discriminare le anomalie laterali di velocità.

3. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE

L'elaborazione dei profili sismici a rifrazione, integrati con i dati ottenuti dalle prove Masw, hanno permesso di ricostruire i seguenti modelli sismostratigrafici interpretativi validi per i terreni investigati:

PROFILO SRP_01				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITÀ Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	1.0 - 2.5 m	200 - 1400 m/s	Coltre eluvio colluviale e/o terreno di riporto	da poco a mediamente addensato
2	n.d.	>1400 m/s	Substrato marnoso arenaceo	Alterato

PROFILO SRP_02				
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITÀ Vp min -max	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	3.5 – 4.5 m	400 - 1400 m/s	Coltre eluvio colluviale e/o terreno di riporto	da poco a mediamente addensato
2	2.0 – 4.0 m	1400 - 2400 m/s	Substrato marnoso arenaceo	Alterato
3	1.0 – 2.0 m	2400 - 2800 m/s		Da mediamente a poco alterato
4	n.d.	>2800 m/s		

PROFILO SM_03 - SRP_03					
STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITÀ Vp min -max	VELOCITA' Vs media	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	1.0 – 1.8 m	600 - 1600 m/s	150 m/s	Coltre eluvio colluviale e/o terreno di riporto	da poco a mediamente addensato
2	0.5 – 3.0 m	1600 - 2400 m/s	519 m/s	Substrato marnoso arenaceo	Alterato
3	0.5 – 3.0 m	2400 - 2800 m/s	624 m/s		Da mediamente a poco alterato
4	n.d.	>2800 m/s	850 m/s		

4. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

4.1 Categoria di sottosuolo

In base a quanto attualmente esposto delle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. 17 gennaio 2018, che aggiornano e sostituiscono il precedente D.M. del 14 gennaio 2008, è necessario determinare le azioni sismiche di progetto tramite specifiche analisi di sito o mediante un approccio semplificato che si basa sul calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$) partendo dal piano di posa delle fondazioni. Il valore di $V_{s,eq}$ (in m/s) viene calcolato secondo la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti al di sopra del substrato sismico (con $V_s > 800$ m/s), fino ad un H massimo di 30 m (V_{s30}). Le indagini sismiche hanno permesso quindi di ricostruire i seguenti profili sismo-stratigrafici necessari per il calcolo delle $V_{s,eq}$:

PROFILO MASW SM_03		
STRATO	SPESSORE medio (h_i)	VELOCITÀ media (V_s)
1	1.20 m	150 m/s
2	1.00 m	557 m/s
3	2.60 m	594 m/s
4	2.60 m	482 m/s
5	2.10 m	654 m/s
6	n.d.	>800 m/s

Dai i dati sopra elencati si evince la presenza di un substrato sismico ($V_s > 800$ m/s) affiorante entro i primi 30 m di profondità e quindi, considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il piano campagna, sono stati ricavati i seguenti valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio riferiti ai primi 9.5 m di profondità ($H = 9.5$ m nella precedente espressione):

$$\text{SM_03: } V_{s,eq} (9.50 \text{ m}) = 417 \text{ m/s}$$

Pertanto, sulla base dei valori ottenuti dalla prova masw e secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018, è possibile assegnare al terreno di progetto la seguente categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

Categoria di sottosuolo 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.

Sassari, Aprile 2023

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Stefano Bellaveglia



COMUNE DI OSSI

PROVINCIA DI SASSARI

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA SA TREGONAJA
CUP B43D21006090002 – Ossi (SS)

OGGETTO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI
Foto satellitare Google Earth

TAVOLA N°

1

SCALA

1:250

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

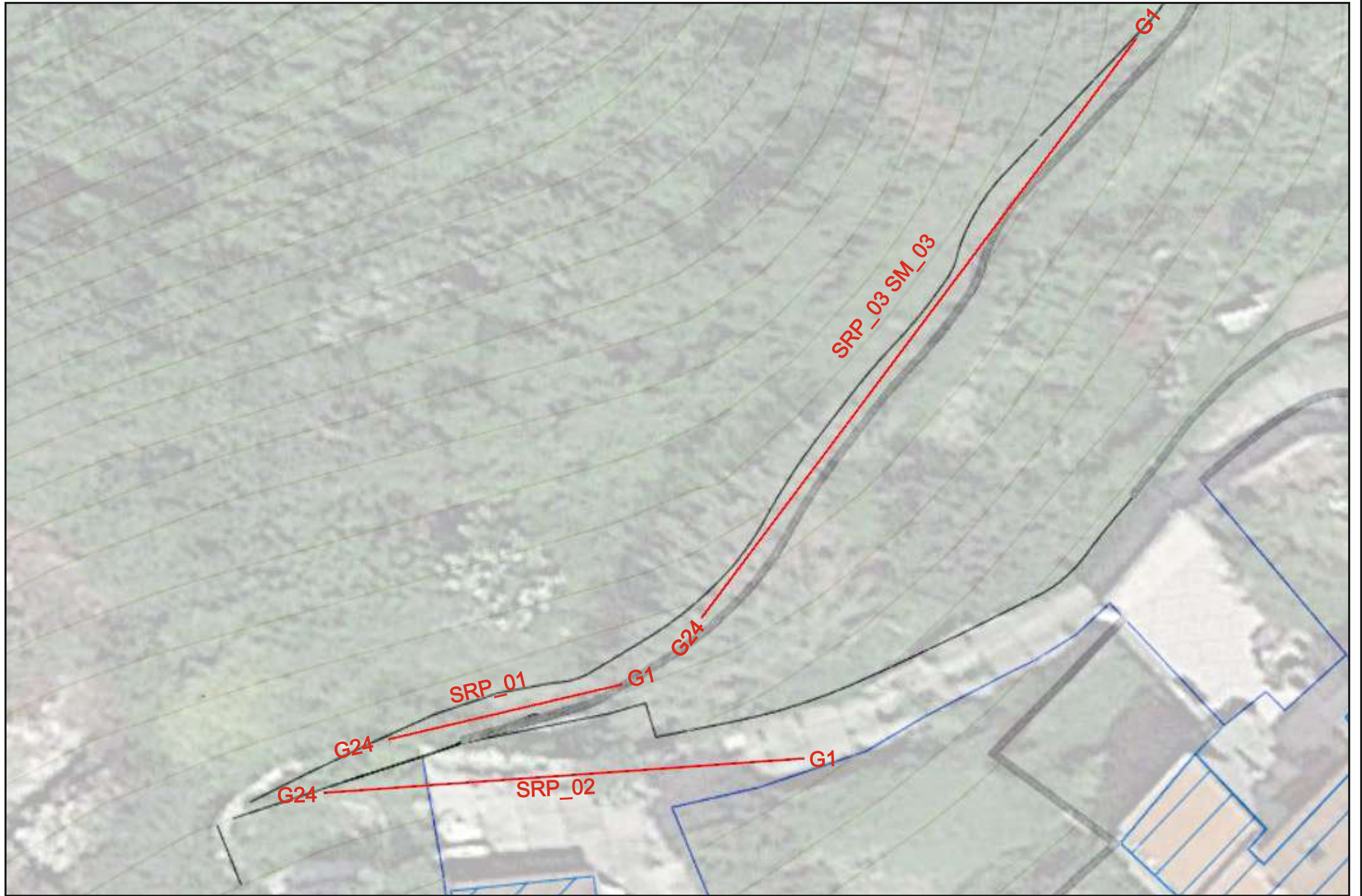
Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

Legenda

 **Traccia del rilievo sismico a rifrazione e Masw (SRP_n - SM_n)**



**COMUNE DI
OSSI**

PROVINCIA DI SASSARI

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA SA TREGONAJA
CUP B43D21006090002 – Ossi (SS)**

OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI SISMICA A RIFRAZIONE

TAVOLA N°

2

N° PROFILI

3

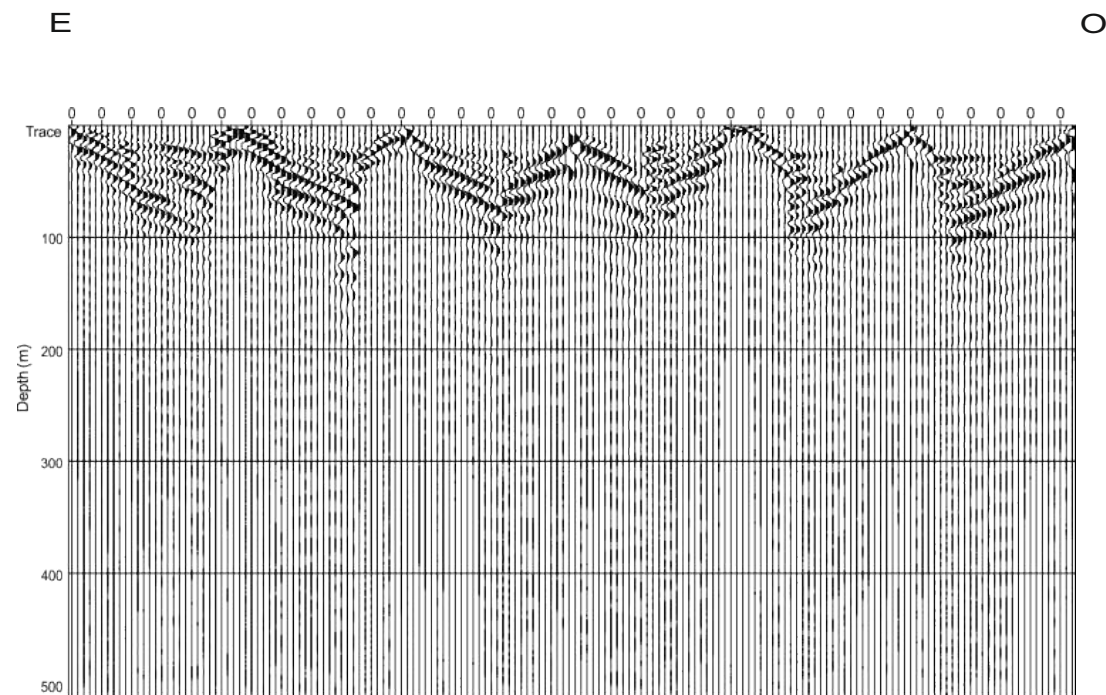
GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_08_2023_SRP_01

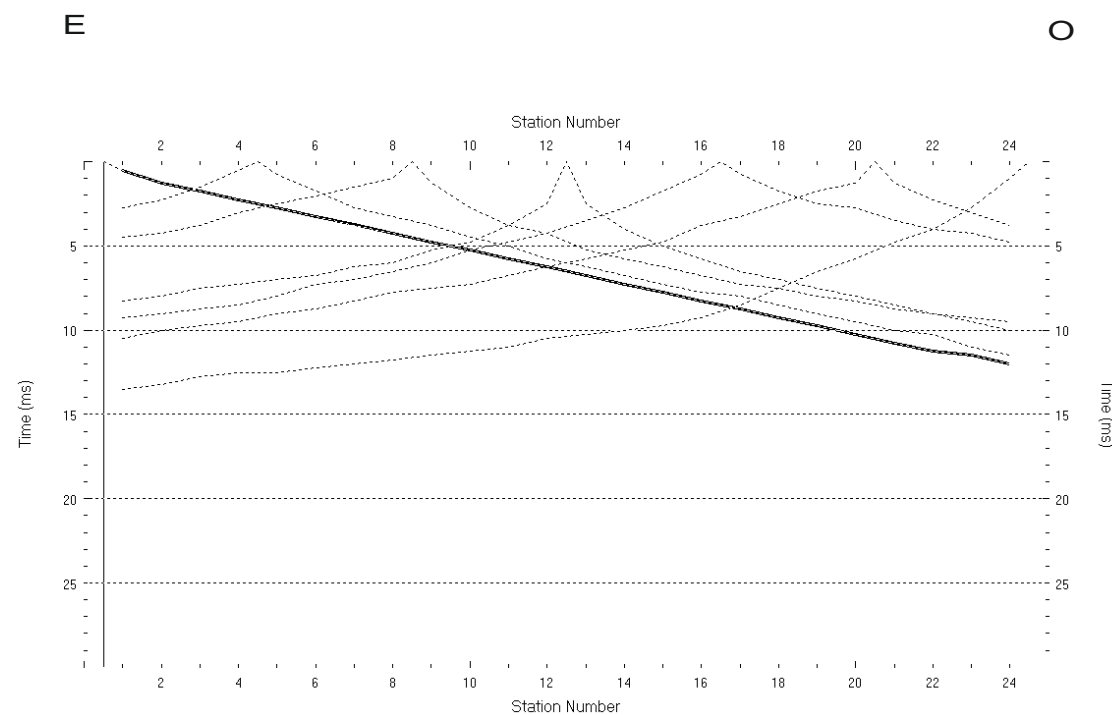
Committente: Comune di Ossi - Data Esecuzione: 07/04/2023 - Località: Sa Tregonaja - Comune: Ossi (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

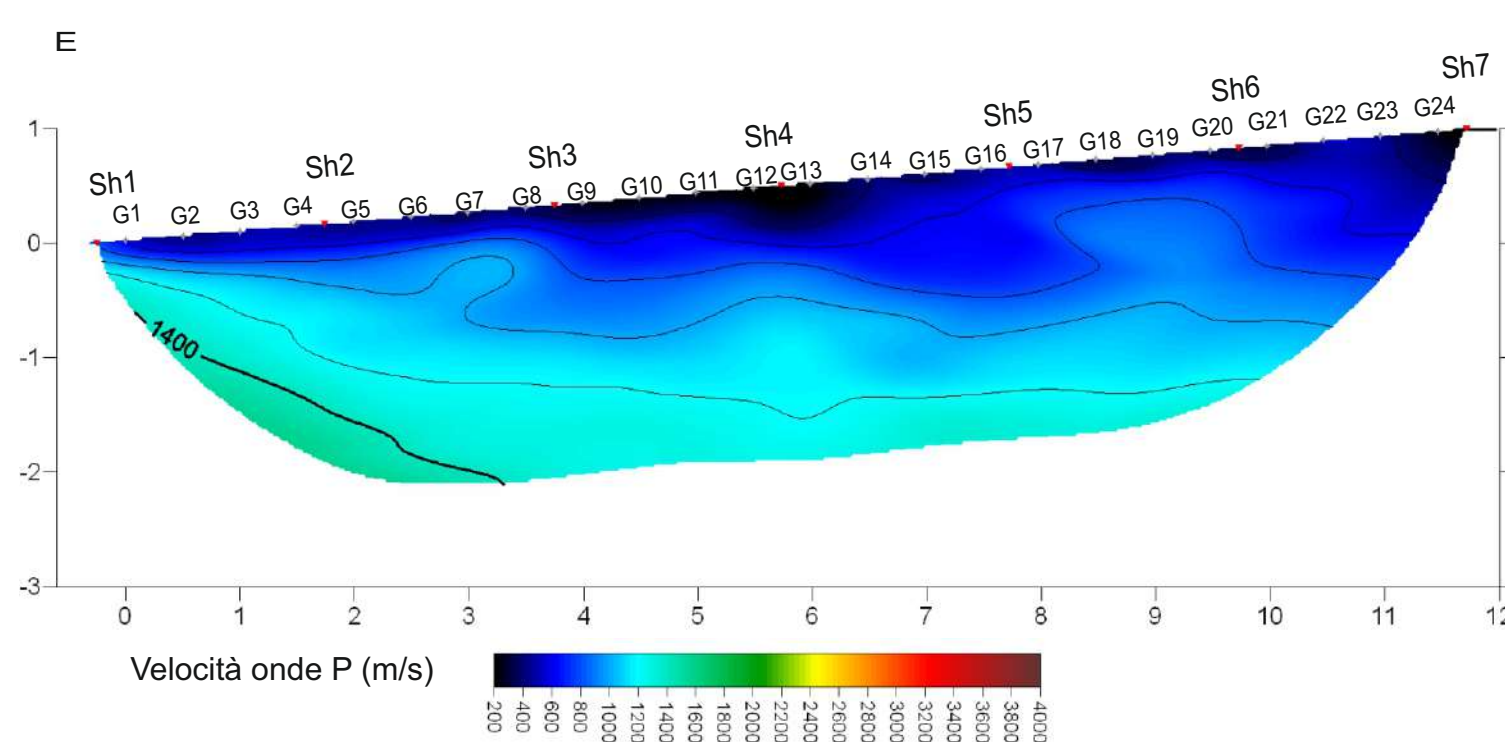
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	12.0 m
Distanza intergeofonica	0.5 m
Orientazione stendimento	E- O
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	Sh1: N 4503069; E 465634 Sh7: N 4503066; E 465621
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



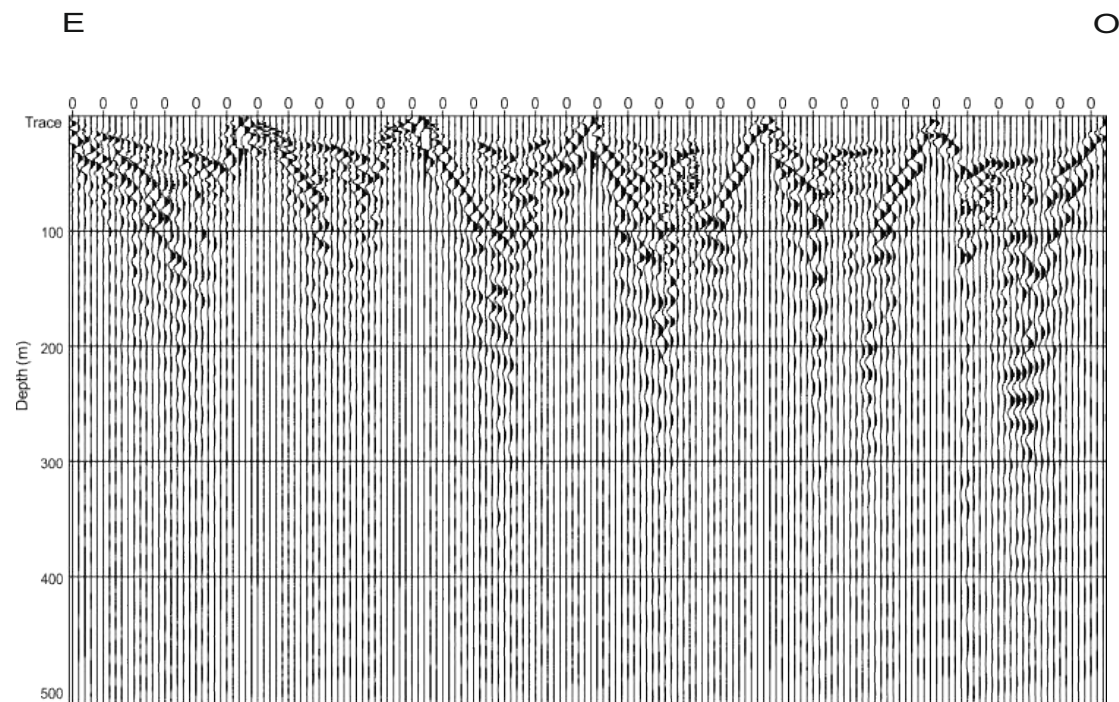
DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_08_2023_SRP_02

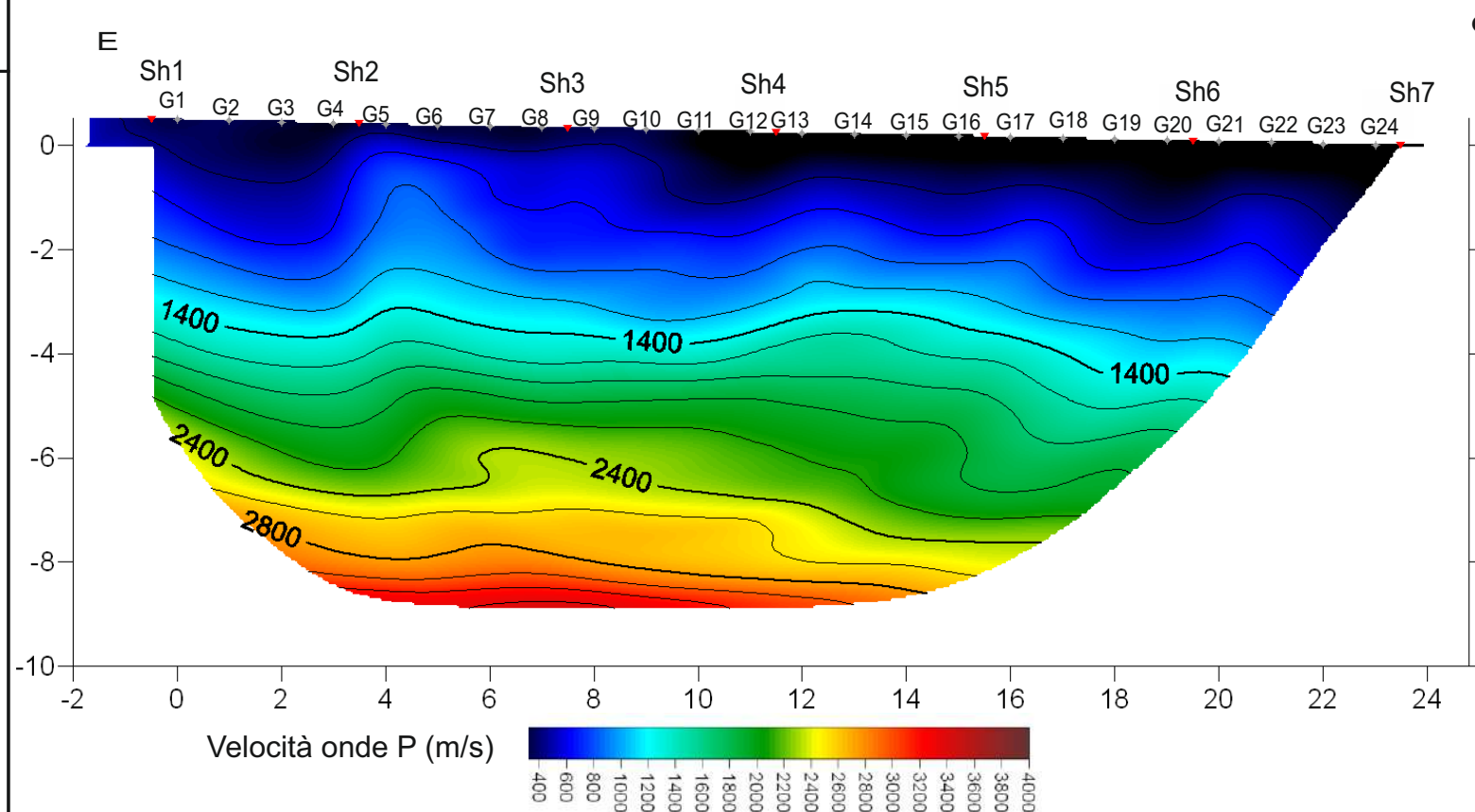
Committente: Comune di Ossi - Data Esecuzione: 07/04/2023 - Località: Sa Tregonaja - Comune: Ossi (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

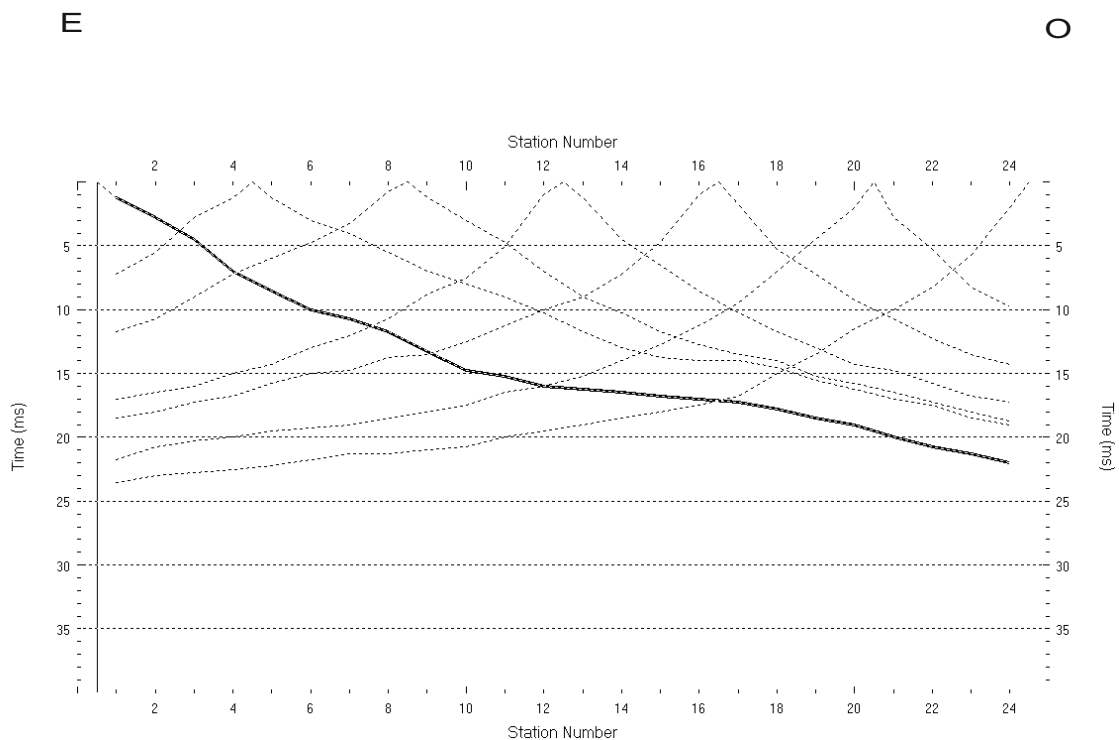
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	24.0 m
Distanza intergeofonica	1.0 m
Orientazione stendimento	E- O
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	Sh1: N 4503064; E 465644 Sh7: N 4503064; E 465619
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



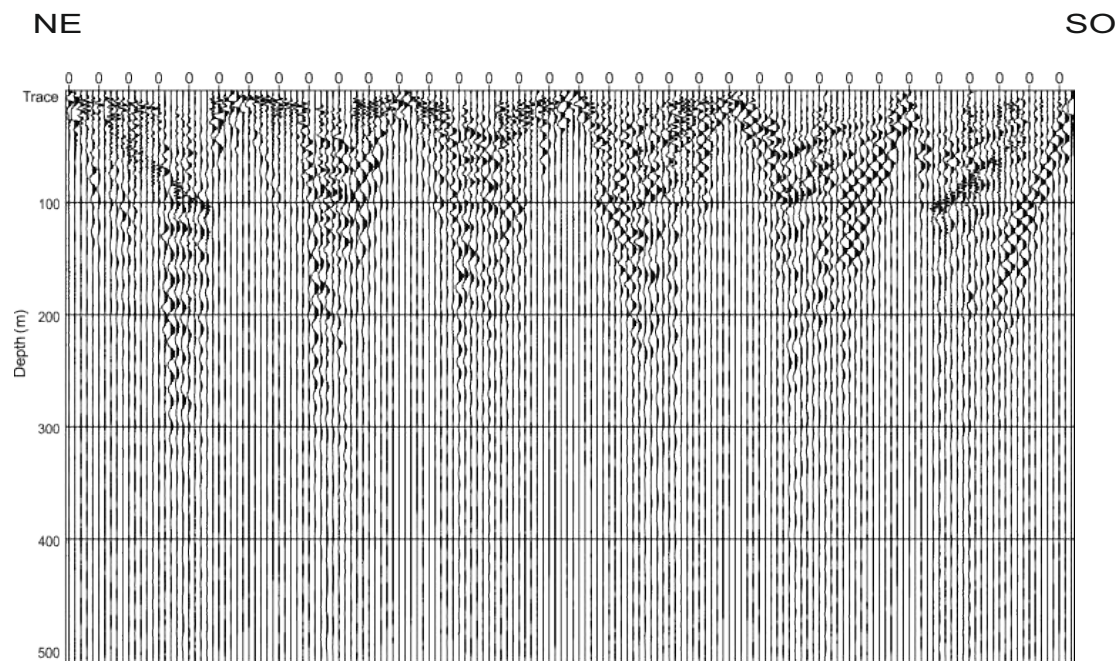
PROFILO SISMICO 2D



DROMOCRONE



SISMOGRAMMI



Codice Certificato di prova: GS_08_2023_SRP_03

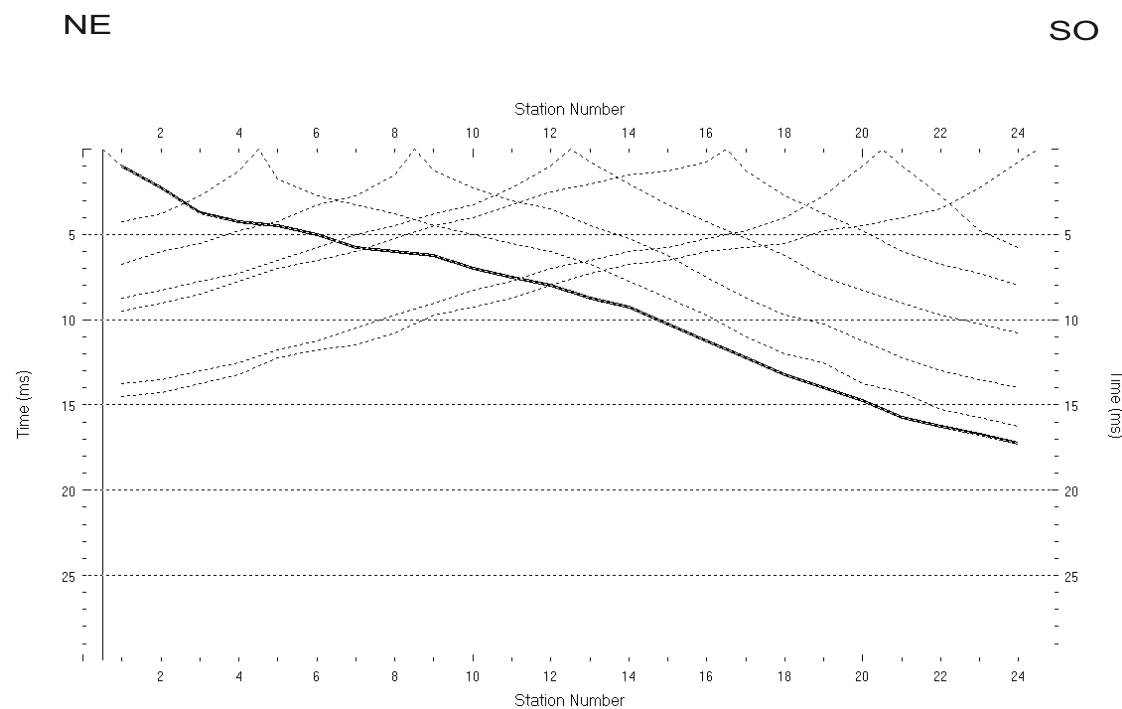
Committente: Comune di Ossi - Data Esecuzione: 07/04/2023 - Località: Sa Tregonaja - Comune: Ossi (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

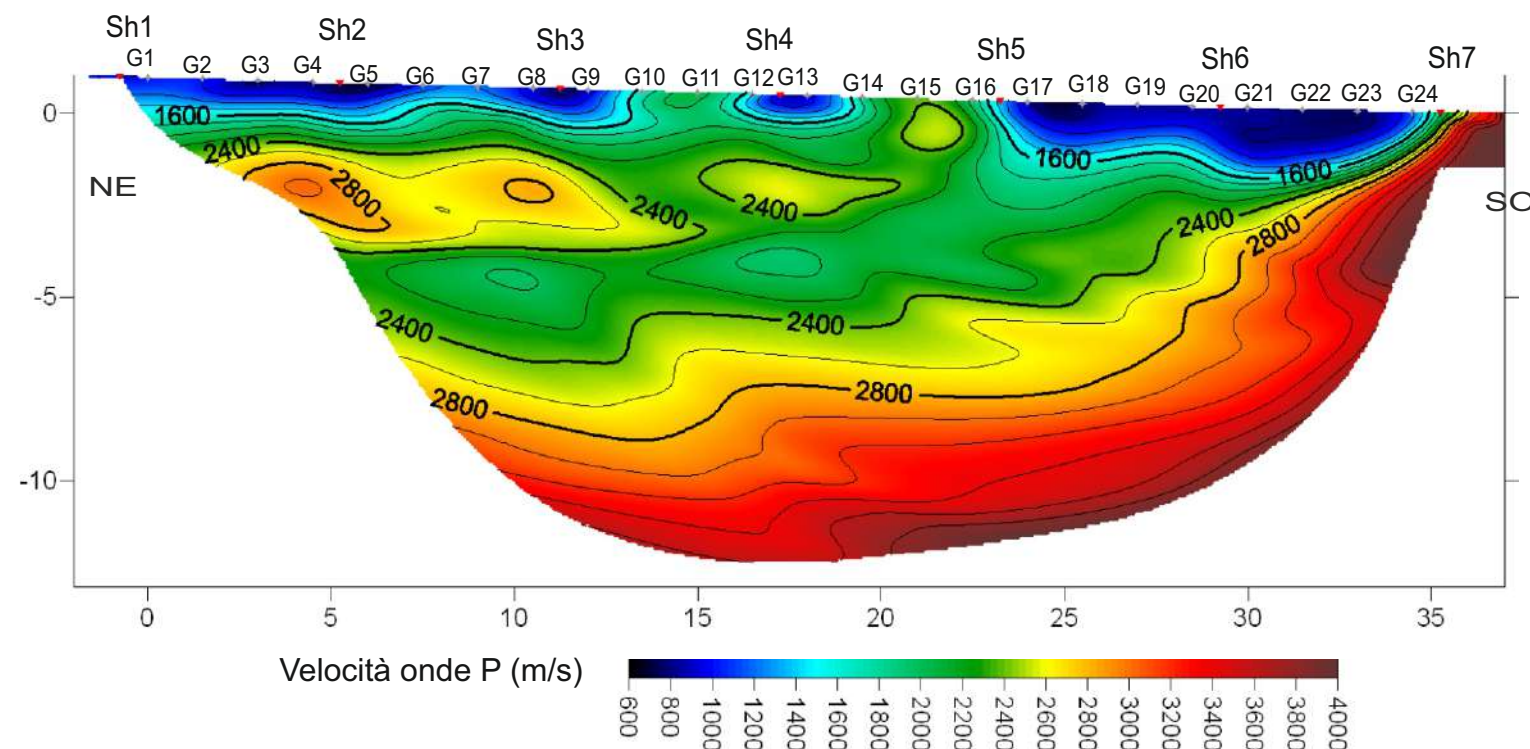
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	36.0 m
Distanza intergeofonica	1.5 m
Orientazione stendimento	NE- SO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	Sh1: N 4503100; E 465660 Sh7: N 4503072; E 465638
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.250 ms



DROMOCRONE



PROFILO SISMICO 2D



**COMUNE DI
OSSI**

PROVINCIA DI SASSARI

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA SA TREGONAJA
CUP B43D21006090002 – Ossi (SS)**

OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI MASW

TAVOLA N°

3

N° PROFILI

1

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia



CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE SISMICA MASW

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.
Società di Servizi indagini geologiche, geofisiche, geotecniche ed ambientali
Via Cavour n°59, 07100 Sassari - C.F. e P.I. 02778270906
Cell. 347 5238011 - 320 5712144 - 339 2349655 - 349 5858305
email: info@geofisicasardegna.it - PEC: geofisicasardegna@pec.it

Codice Certificato di prova: GS_08_23_SM_03

Committente: Comune di Ossi- Data Esecuzione: 07/04/2023 -

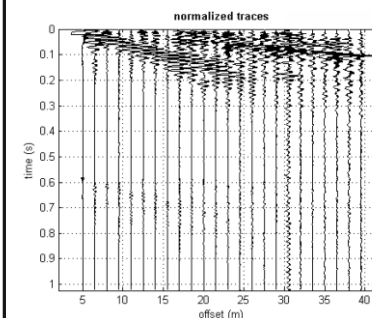
Località: Sa Tregonaja - Comune: Ossi (SS)

SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE

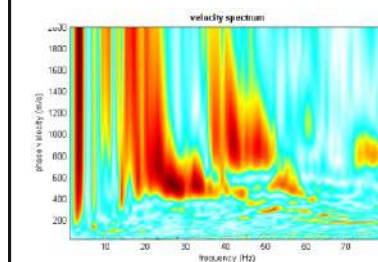
Profilo	SM_03
Tipo geofoni	verticali
Frequenza geofoni	4.5 Hz
N° geofoni	24
N° scoppi	7
Lunghezza stendimento	34.5 m
Distanza intergeofonica	1.5 m
Orientazione stendimento	NE- SO
Coordinate estremi (WGS 84 UTM 32N)	Sh1: N 4503100; E 465660 Sh7: N 4503072; E 465638
Durata acquisizione	1 s
Tempo di campionamento	0.500 ms
Superficie di esecuzione	pavimentazione



SISMOGRAMMI



SPETTRO



DATI NUMERICI

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -90.379	-5.81621
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -74.1446	-5.75786
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -67.6089	-5.75786
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -68.4414	-5.1838
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -55.1654	-5.1838
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -41.4748	-5.1838
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -39.5195	-5.1838
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -54.2059	-5.1838
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -55.8845	-5.1838
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -50.5062	-5.1838
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -52.789	-5.14049
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -43.3985	-5.14049
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -41.0351	-5.14049
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -53.712	-5.14049
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -59.6006	-5.14049
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -41.0735	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -41.9337	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -48.1014	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -59.5753	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -58.418	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -58.3792	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -61.4851	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -53.038	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -64.5511	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -58.2056	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -65.6415	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -72.3455	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -78.8775	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -66.01	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -58.9776	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -58.7228	-4.90186

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -75.5424	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -60.739	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -55.7347	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -69.8362	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -74.6077	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -76.3814	-4.90186
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -69.9851	-4.90186

MEAN MODEL

VS (m/s): 150 557 594 482 654 850
Thickness (m): 1.2 1.0 2.6 2.6 2.1

Fundamental mode

f(Hz)	VR(m/s)
3.40147	767.606
7.04507	748.8217
17.6447	682.2651
20.4602	644.7591
25.9256	537.9188
30.5629	466.4884
36.1939	408.6461
45.7998	342.2023
52.2589	306.9071
60.8711	194.5458
71.6363	160.1768

First higher mode

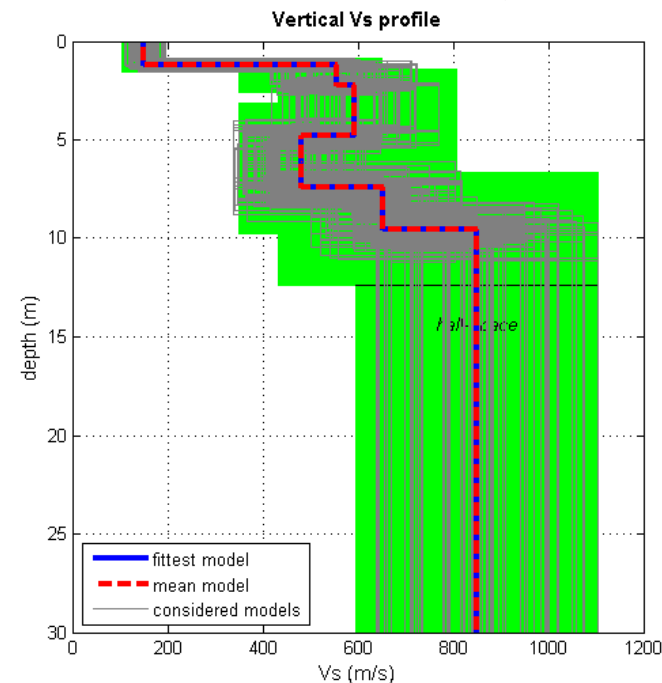
Mean model	
30.7285	729.8798
33.7096	628.2812
38.8438	526.7002
43.8124	479.5667

winMASW Standard
Surface Wave Analysis

www.eliosoft.it

PROFILO DI VELOCITA' 1D Vs,eq (Vs9.5)= 417m/s

Categoria Sottosuolo NTC : B



**COMUNE DI
OSSI**

PROVINCIA DI SASSARI

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA SA TREGONAJA
CUP B43D21006090002 – Ossi (SS)**

OGGETTO: SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

ALLEGATO N°

1

GEOFISICA SARDEGNA s.r.l.s.

Via Cavour,59 - Sassari C.F.-P.I.: 02778270906

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Geol. Stefano Bellaveglia

SPECIFICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

SISMOGRAFO PASI mod. 16S24

Processore	Pentium 233MMX Intel
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows 3.11
Interfaccia multilingue	Italiano, Inglese Francese Spagnolo, ecc...
Numero canali	24
Puntamento	VersaPoint Mouse
Display	VGA a colori in LCD-TFT 10.4"
Supporto di memorizzazione	Hard-Disk 4.3 Gb
Risoluzione di acquisizione	16 bit (24 bit con sovracampionamento e post Processing)
Stampante (opzionale)	Seiko DPU-411 thermal printer
Porte dati esterne	Rs232, stampante, tastiera
Sonde ambiente interne	Temperatura e umidità relativa
Protezioni interne	Termiche prevenzione e controllo surriscaldamenti (Warning sul display e blocco)
Compatibilità dati acquisiti	SEG-2
Connettori geofoni 1 o 2	Standard NK-27-21C
Alimentazione	12Vdc (batteria o alimentatore, opz.)
Allarme	Di batteria scarica
Temperatura Funzionamento	0°C - 55°C
Immagazzinaggio	- 55°C - 150°C
Umidità	5% - 90% non condensante
Dimensioni fisiche	(482.6 x 355.6 x 196.8 mm)
Peso	da 14 a 20 Kg
Durata acquisizione	32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 16000,00 ms
Tempi di campionamento	31, 62, 125, 250, 500, 1000, 2000 µs
Filtri in acquisizione e uscita:	
- <i>Passo alto</i>	25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz
- <i>Passo basso</i>	250, 500, 1000 Hz
- <i>Notch</i>	50, 60, 150, 180 Hz

FUNZIONI SPECIALI

- Enhancement con/senza preview totale/parziale
- Marker per determinare posizione nel tempo dei punti video
- A.G.C.
- Delay
- Pre-trigger: 0 - 100 ms (step di 1 ms)
- Post-trigger: 0 - 16.000 ms (step di 1 ms)
- **Inversione di polarità**
- Noise-monitor con visualizzazione real time a cascata
- Visualizzazione vecchie acquisizioni (ordinate per ora e data)
- Visualizzazione in wiggle-trace o variable-area
- Funzione di determinazione risorse disponibili sullo strumento in funzione dello spazio libero su disco
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento
- Massima acquisizione: 1.024.000 campioni/acquisizione
- Calibrazioni automatiche
- Doppia auto-taratura offset
- Taratura ingressi su tensioni di riferimento
- Taratura guadagno
- Massimo range di tensione in ingresso: +/- 5V

SPECIFICHE DI ACQUISIZIONE

Risoluzione 16 Bit reali

Guadagno = 1	97 dB
Guadagno = 5	101 dB
Guadagno = 10	105 dB
Guadagno = 20	105 dB
Guadagno = 50	105 dB
Guadagno = 100	105 dB

Larghezza di Banda 5KHz (qualunque guadagno)

Rumore di sistema

GUADAGNO	RUMORE DI SISTEMA (Compreso quello di quantizzazione)
- da 2 a 10	0.6 LSBrms
- 20	0.7 LSBrms
- 50	1.1 LSBrms
- 100	2.0 LSBrms

GEOFONI

Sonde geofoniche da foro n. 2 Geofoni triassiali 10 Hz collegati rigidamente a distanza di 1.0 m
n. 1 geofono triassiale mod. GEOSTUFF. BHG-3
orientazione automatica

Geofoni verticali

Quantità	n. 25
Marca	OYO-Geospace
Frequenza	14Hz

Geofoni verticali

Quantità	n. 25
Marca	PASI CDJ - Z 4.5
Frequenza	4.5 Hz

Geofoni orizzontali

Quantità	n. 25
Marca	MARK
Frequenza	14Hz

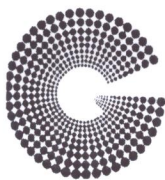
Geofono starter

ENERGIZZATORI

Per onde P - SH

Mazza da 8 Kg
Sistema a caduta libera con massa da 100 Kg
Sistema idraulico con massa accelerata semovente

Certificati di laboratorio



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N. 7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N. 0000527 DEL 30/09/2015
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N. 7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N. 0000519 DEL 25/09/2019
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02 NDT CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N. IT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001

V.D.A. N°
COMMITTENTE
CANTIERE

6534-1
Dott. Geol. Mario Alberto Antonini
Località Sa Tregonaja - Ossi (SS)

DEL 08/06/2023

CAMPIONE
UBICAZIONE
DATA PRELIEVO

Terreno eluvio colluviale
\
45072

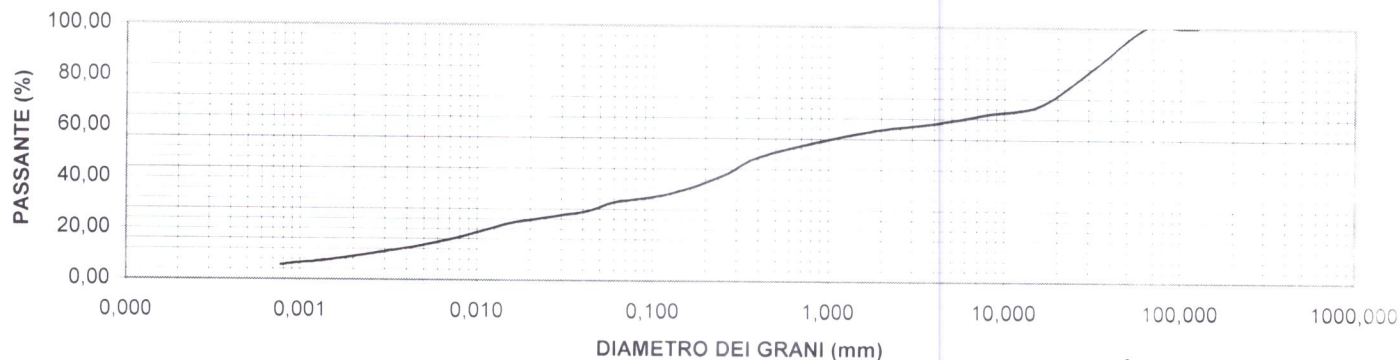
DATA PROVA 13/06/2023

CERTIFICATO N.

047215

DEL 23 GIU. 2023

Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione UNI EN 933-1/17892-4		Limiti di Atterberg UNI CEN ISO/TS 17892-12	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	N.D.
125,0	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	N.P.
100,0	100,00	INDICE PLASTICO	N.P.
63,0	100,00	INDICE DI GRUPPO	0
31,5	83,79	CLASS. UNI EN 11531-1	A2-4
16,0	69,53	Massa Vol. dei grani (kN/m ³)	25,61
8,0	65,87		
4,0	62,20		
2,0	59,65		
1,0	55,67		
0,40	48,70		
0,25	41,45		
0,125	34,39		
0,063	31,08		
0,0568	30,36		
0,0417	27,17		
0,0300	25,57		
0,0215	23,97		
0,0155	22,37		
0,0116	19,98		
0,0084	17,18		
0,0061	14,78		
0,0044	12,79		
0,0031	11,19		
0,0022	9,59		
0,0013	7,19		
0,0009	6,39		
0,0008	5,59		



NOTE

Campione consegnato a cura del Committente.

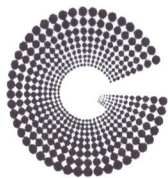
IL TECNICO

Dott.ssa Geol. Stefania Lai

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929



GEOSYSTEM

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"
09044 QUARTUCCIU (CA)

TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N. 7617/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N. 0000527 DEL 30/09/2019
PROVE SUI TERRENI SETTORE A
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001
CIRCOLARE N. 7618/STC DEL 08/09/2010
AUT. MINISTERO N. 0000519 DEL 25/09/2019
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02_NDT CIV
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001
CERT. N. IT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001

V.D.A. N. 6534-2 DEL 08/06/2023

COMMITTENTE Dott. Geol. Mario Alberto Antonini

CANTIERE Località Sa Tregonaja - Ossi (SS)

CAMPIONE Substrato lapideo

UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 26/05/2023 DATA PROVA 16/06/2023

CERTIFICATO N° 047216 DEL 23 GIU. 2023

POINT LOAD TEST
(Raccomandazioni ISRM)
(prova eseguita su provini di forma irregolare)

DESCRIZIONE CAMPIONE: Campione di forma irregolare, senza alcuna orientazione preferenziale

VDA n°	PROVINO N.	Altezza iniziale Di mm	Altezza finale Df mm	Larghezza W mm	Rottura P KN	Indice di Resistenza $IS=(P/De^2) *$ MN/mq
6534-2	1	77,0	64,0	97,0	9,0	0,95
6534-2	2	65,0	51,0	102,0	8,0	0,95
6534-2	3	67,0	57,0	75,0	6,0	0,94
6534-2	4	74,0	48,0	105,0	6,5	0,66
6534-2	5	54,0	47,0	102,0	2,0	0,29
6534-2	6	73,0	67,0	103,0	11,0	1,15
\	\	\	\	\	\	\
\	\	\	\	\	\	\
\	\	\	\	\	\	\
\	\	\	\	\	\	\

* $De^2 = 4 \times Di \times W / 3,14$

NOTE: \

IL TECNICO

Dott.ssa Geol. Stefania Lai

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis