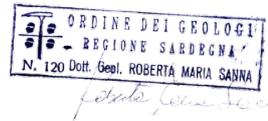


Il Tecnico  
Dott. Geol.  
Roberta Maria Sanna



00	01/03/2024	Prima Emissione	Dott. Geol. Sanna	Dott. Geol. Sanna	Baltex

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
Il Tecnico  Dott. Geol. Roberta Maria Sanna		<b>PROGETTO:</b>  SARDEGNA 14 GUSPINI Impianto Fotovoltaico Guspini 33,6 MWac				
PROPONENTE BALTEX SARDEGNA14 GUSPINI S.r.l.		<b>NOME FILE:</b> SIA.gus_08_RSB				
		<b>UBICAZIONE:</b> REGIONE SARDEGNA Provincia di Sud Sardegna Comune di Guspini	<b>FORMATO:</b>  <b>A4</b>	<b>SCALA:</b>  n.a.	<b>SCALA PLOT:</b>	<b>FOGLIO:</b>
		<b>TITOLO:</b> Studio di Impatto Ambientale Relazione sismica di base				
FORNITORE A.R.T. STUDIO S.r.l. Via Ragazzi del '99 n°5 - 10090 BUTTIGLIERA ALTA (TO)		<b>CODICE ELABORATO:</b>  SIA.gus_08				
						

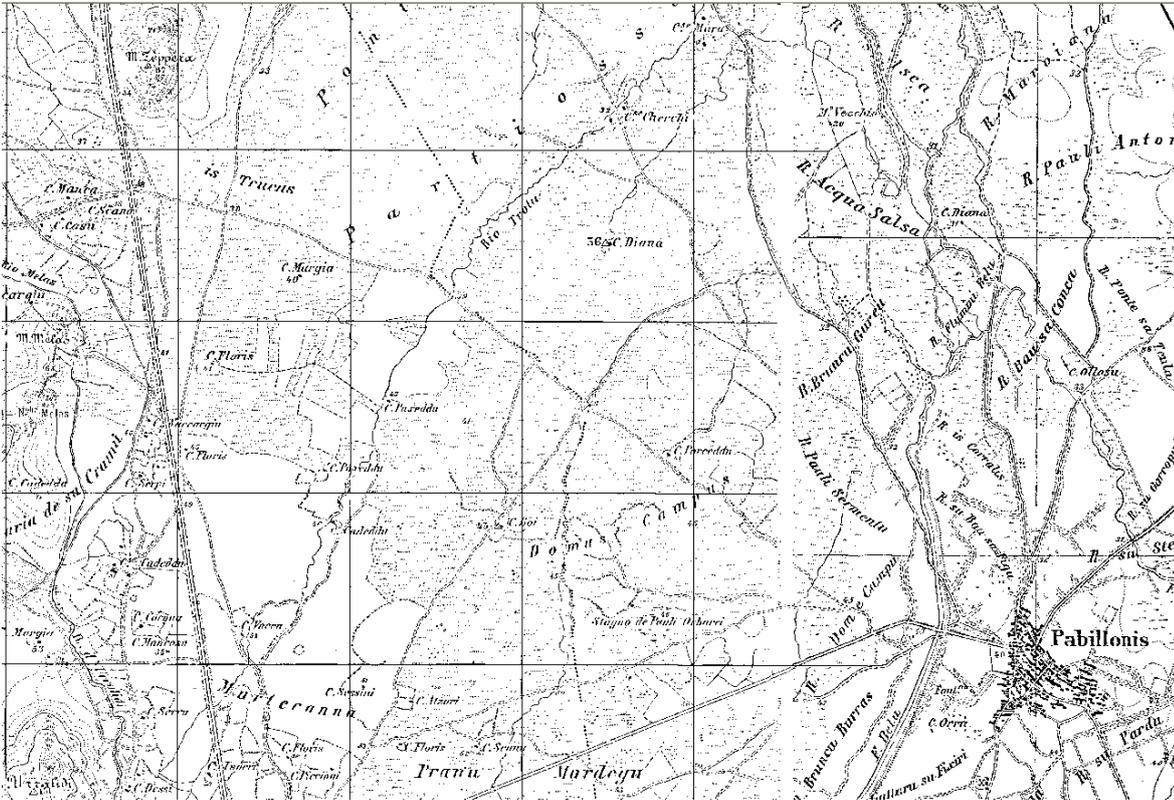


## INDICE

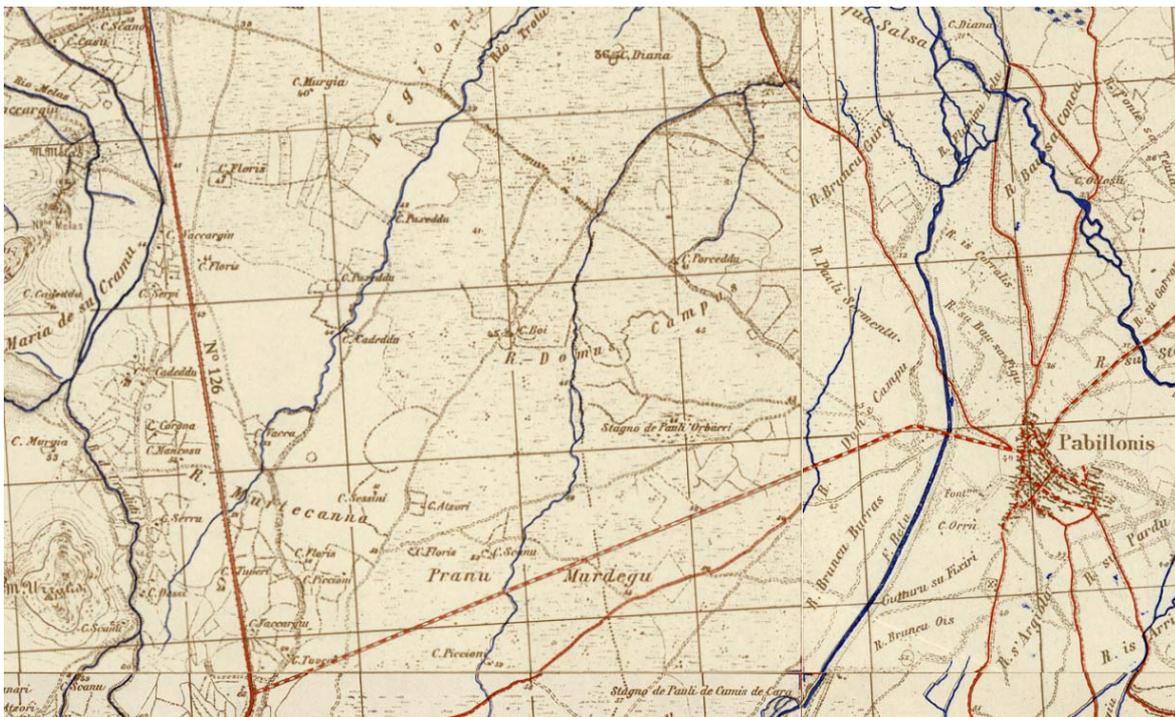
1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE AREE DI STUDIO.....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO DI SETTORE.....	6
4	RELAZIONE SISMICA.....	8
4.1	GEOLOGIA DELL'AREA RISTRETTA .....	8
4.2	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	10
4.3	CARATTERIZZAZIONE SISMOGENETICA .....	13
4.4	DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	13
4.5	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	14
4.6	PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO .....	15
4.7	CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE.....	15
4.8	CURVA DI PERICOLOSITÀ.....	17
4.9	SPETTRI A PERICOLOSITÀ UNIFORME.....	18
4.10	RIFERIMENTI .....	19
4.11	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	19
4.11.1	LA TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE .....	20
4.11.1.1	SISTEMA DI ACQUISIZIONE.....	23
4.11.1.2	ELABORAZIONE DATI.....	23
4.11.2	RISULTATO DELLA SISMICA TOMOGRAFICA DI SUPERFICIE.....	29
4.12	LA PROVA MASW .....	30
4.12.1.1	Analisi del segnale con tecnica MASW .....	30
4.12.1.2	Profilo Sismico "M.A.S.W." .....	31
4.12.1.3	Sistema di acquisizione .....	31
4.12.2	RISULTATI DELLA PROVA MASW .....	32
4.12.2.1	Analisi spettrale.....	34
4.12.2.2	Curva di dispersione .....	35
4.12.2.3	Inversione.....	36
4.12.2.4	Profilo di velocità e sismostratigrafia.....	37
4.12.3	CALCOLO DEL MODELLO GEOFISICO DEL SOTTOSUOLO .....	38
4.12.3.1	Altri parametri geotecnici .....	39
4.12.4	PARAMETRIZZAZIONE Vs, eq .....	40
5	COMPATIBILITÀ.....	41

## 1 PREMESSA

Questo elaborato costituisce il rapporto sismico di base esteso all'area del proposto impianto Agrovoltaico in area su Perdiaxiu, tra i territori comunali di Guspini e Pabillonis.



L'area nella cartografia IGM 1888 sopra e USAF su IGM1943 sotto





**L'area nella cartografia IGM 1960 e Real Corpo 1840 sotto**



Il settore è posto in un'area subpianeggiante, a cavallo tra i territori comunali di Guspini e Pabillonis, tra la strada provinciale che conduce a Pabillonis e la SS 126, in area debolmente elevata sulla piana circostante.

## 2 DESCRIZIONE DELLE AREE DI STUDIO

Il territorio studiato, tra i territori comunali di Guspini e Pabillonis, è parte integrante del settore del Sud Ovest della Sardegna ed è posto al margine occidentale del Campidano.

Lo studio geologico è composto di una relazione analitica, di 7 tavole grafiche al 1:5.000:

Tav 1.1 Carta geolitologica

Tav 1.2 Carta geomorfologica

Tav 1.3 Carta idrogeologica

Tav 1.4 Carta geotecnica

Tav 1.5 Carta PAI inviluppo pericolosità geologica

Tav 1.6 Carta PAI inviluppo pericolosità idraulica

Tav 1.7 Carta delle fasce di Tutela ex art 8 e 30 ter NTA PAI



***Posizione dell'intervento nell'area di su Perdiaxiu***

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO DI SETTORE

Il presente documento è redatto secondo quanto richiesto dalla normativa vigente ed in particolare, è conforme a quanto richiesto da:

dal punto H del D.M. 11.3.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno e delle terre e delle opere di fondazione";

dal DM 17-01-2018 NTC2018;

dagli Eurocodici EC7 ed EC8.

In particolare, il D.M. 17.01.2018 entrato in vigore a partire dal 01-07-2018 stabilisce le Norme Tecniche per le Costruzioni o meglio le norme per la progettazione ed il dimensionamento delle strutture.

Tale documento, come anche precisato dalla successiva Circolare Applicativa del 21.01.2019, con tutti gli ovvi risvolti sulle fasi preliminari della progettazione, è quindi riferito alla fase esecutiva della progettazione.

Per quanto riguarda la sfera attinente la professionalità del geologo vengono richiesti all'interno della progettazione 3 documenti:

relazione geologica

relazione geotecnica

relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base.

La relazione geologica deve contenere le indagini, la caratterizzazione e modellazione geologica del sito in riferimento all'opera ed analizzare la pericolosità geologica del sito in assenza ed in presenza delle opere. La valenza di questo documento è fondamentale non solo per la progettazione esecutiva dell'opera ma per stabilire in fase di progettazione architettonica o preliminare se l'opera si "può fare" e quali saranno le problematiche relative alla stabilità dei terreni ed all'assetto idrogeologico dell'intorno.

La relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del solo "volume significativo" e deve valutare l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento.

La relazione sulla modellazione sismica deve valutare la pericolosità sismica di base del sito, tale documento riveste importanza per la valutazione della "pericolosità" e quindi va inserito non solo nel livello di progettazione definitivo ma già fin dal livello di progettazione preliminare. Dato che tale documento specie per la trattazione degli effetti di sito assume un carattere prettamente "geologico", lo stesso può essere redatto in forma indipendente o essere inserito nella relazione geologica.

In particolare la normativa generale presa a riferimento è costituita da:

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7/ C.S.LL.PP., 21.01.2019,

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";

- UNIEN 1998 5:2005 Eurocodice 8 (rev 2005)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

- UNIEN 1997 1:2005 Eurocodice 7.1 (rev 2005)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali



- UNIEN 1997 2:2002 Eurocodice 7.2 (rev 2002)

Progettazione geotecnica – Parte I : Progettazione assistita da prove di laboratorio

- EC 1-20120 UNIEN 1997 2:2007 Eurocodice 7.2 (rev 2007)

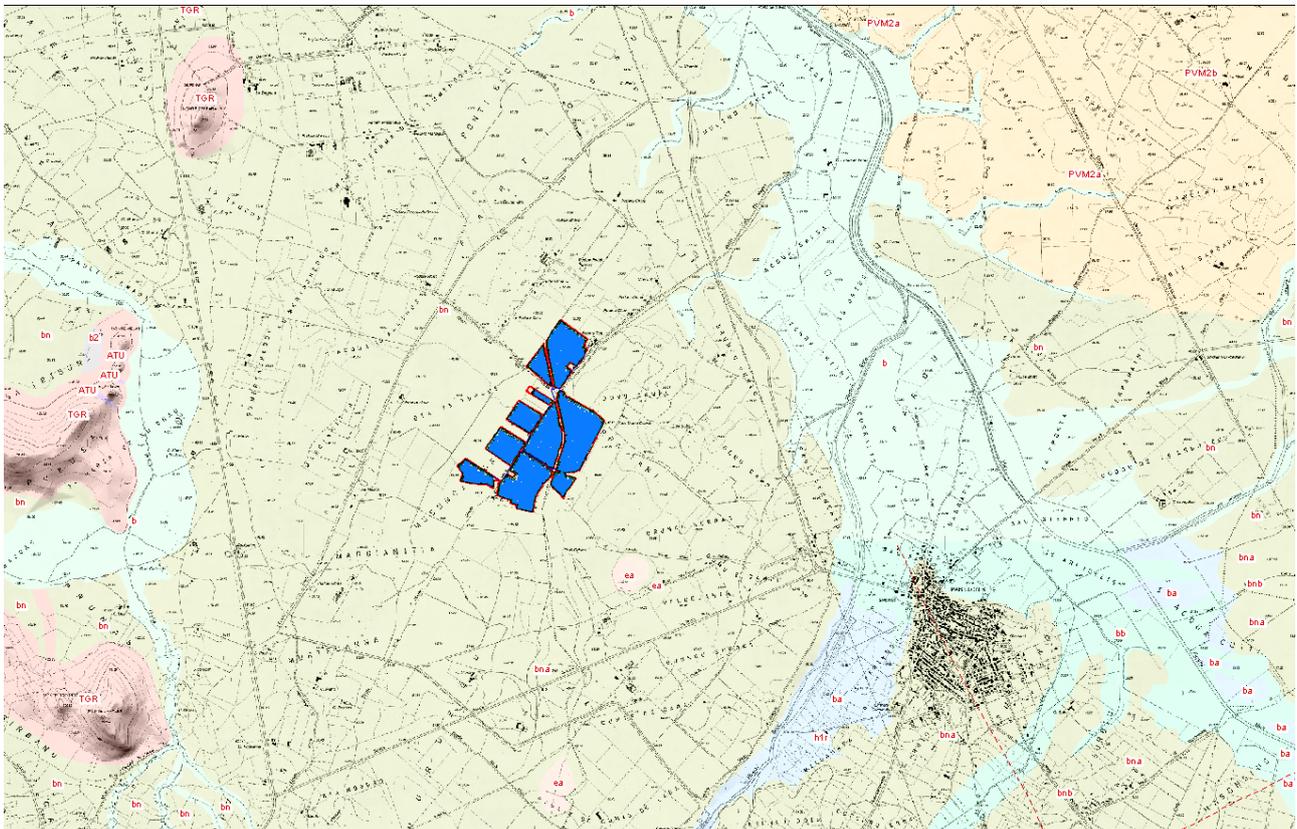
Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito

- Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
- Piano di Assetto Idrogeologico (NTA agg. 08.03.2023)
- Piano delle Fasce Fluviali
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale
- Piani Territoriali di coordinamento (Cagliari)
- Piani Urbanistici di Guspini e Pabillonis e relativi Regolamento edilizio e Norme Tecniche di Attuazione
- D.M. 11.03.1988 (pur obsoleto)

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità e dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

## 4 RELAZIONE SISMICA

### 4.1 GEOLOGIA DELL'AREA RISTRETTA



Le unità presenti nell'area ristretta, stratigraficamente, dall'alto verso il basso, sono le seguenti:

- b, Depositi alluvionali. OLOCENE
- bn, Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE
- ea, Depositi lacustri, palustri. Argille molto plastiche, localmente ricche di materia organica, talvolta con sottili intercalazioni di sabbie contenenti gusci di bivalvi (*Cerastoderma edule*), di gasteropodi polmonati (*Hydrobia ventrosa*) e ostracodi (*Cyprideis*). OLOCENE
- PVM2a Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.
- ATU UNITA' DI CUCCURU PIRASTU. Basalti e subordinate andesiti basaltiche, in filoni e sills. (K/Ar 18-16 Ma: Assorgia et alii, 1985). BURDIGALIANO
- TGR, UNITÀ DI MONTE TOGORO. Lave da basaltiche ad andesitiche con giacitura in cupola ed in colata; intercalati depositi di "base surge" con laminazioni da incrociate a piano-parallele e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli a lapilli e breccie non saldati. (K/Ar 24-21 Ma: Assorgia et al., 1985) AQUITANIANO-BURDIGALIANO

In particolare, il sedime dell'impianto si estende sulla sola unità **bn**, costituita da depositi alluvionali



terrazzati reinciati dai diversi corsi d'acqua nel corso dell'ultima parte dell'Olocene, localmente fortemente cementati, ma comunque addensati.

All'interno delle reinciati, come per il non lontano Flumini Bellu, sono presenti depositi, sempre olocenici, ma piú recenti, raramente cementati, eterogenici, eterometrici, scarsamente classati.

Localmente sono presenti formazioni, ea, originatesi nelle aree depresse della piana ed aventi i caratteri tipici delle formazioni di ambiente lacustre o palustre.

## 4.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

### SISMICITA' STORICA

La caratterizzazione della sismicità di un territorio richiede, in primo luogo, una approfondita e dettagliata valutazione della storia sismica, definita attraverso l'analisi di evidenze storiche e dati strumentali riportati nei cataloghi ufficiali. La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale.

### LE BASI DATI DISPONIBILI – CPTI15 – DBMI15

In particolare, sono stati consultati i seguenti database:

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15) con estensione al 31/12/2017

redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  o con magnitudo ( $M_w$ )  $\geq 4.0$  d'interesse relativi al territorio italiano.

Data Base Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) con estensione al 31/12/2017

realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta un set omogeneo di dati di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti e relativo ai terremoti con intensità massima ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  avvenuti nel territorio nazionale e in alcuni paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

La finestra cronologica coperta inizialmente dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2014 d.C., oggi 2017 d.C., ed offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

Per la compilazione del CPTI15 sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato. Nella figura seguente è rappresentata la distribuzione delle localizzazioni dei terremoti storici presenti nel catalogo CPTI15 relativi alla Sardegna, mentre per la lista degli stessi, si rinvia alla consultazione del catalogo CPTI15 on line:

<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

La consultazione del catalogo e altresì, la mappa stessa, evidenziano che la Sardegna ed in particolare, l'area interessata dal Progetto hanno una sismicità storica molto bassa. CPTI15 descrive solo due eventi di magnitudo  $\leq 5M_w$  (1924 e 1948). In occasione dell'evento del 1948 sono state osservate intensità pari a 6MCS in alcune località della Sardegna Nord-Occidentale.

I terremoti più recenti (avvenuti negli ultimi n10 anni), tutti di  $M_w < 5$  e ed in gran parte localizzati in mare, hanno prodotto in terraferma esiti di intensità molto limitata.

### Differenze tra le versioni 1.5 e 2.0 di CPTI15

CPTI15 è stato rilasciato, come versione 1.5, per la prima volta nel luglio del 2016 (ROVIDA et al., 2016) e copriva l'intervallo temporale dal 1000 a tutto il 2014. La presente versione CPTI15 v2.0 consiste:

nell'estensione della copertura temporale fino alla fine del 2017,

nell'aggiornamento e modifica di pochi record, compresa la correzione di alcuni errori riscontrati.

Le differenze tra le due versioni del catalogo, per quanto riguarda entrambi gli aspetti citati, sono descritti nel seguito.

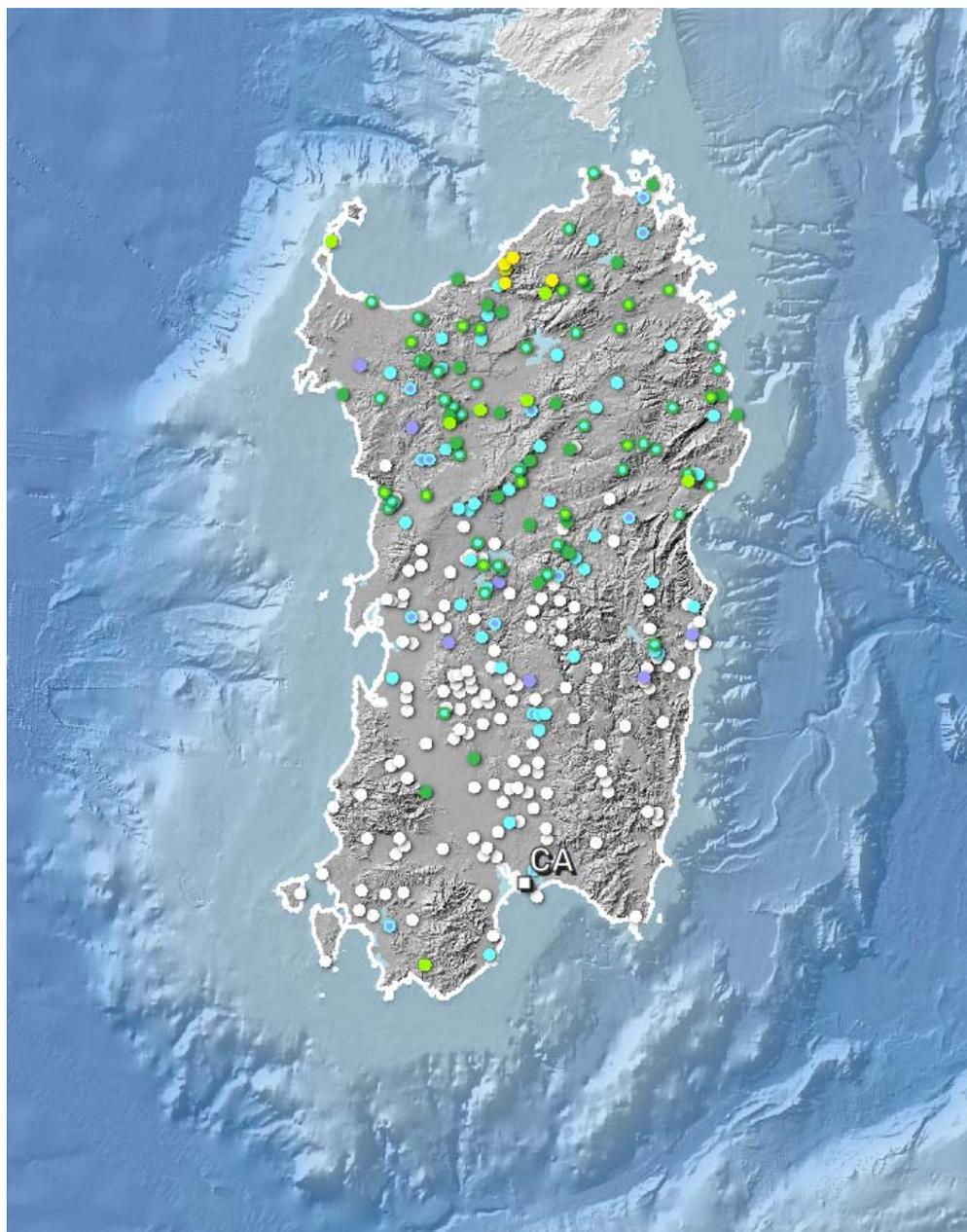
Tutte le modifiche apportate sono evidenziate nel file del catalogo.

Estensione della copertura temporale fino al 31.12.2017

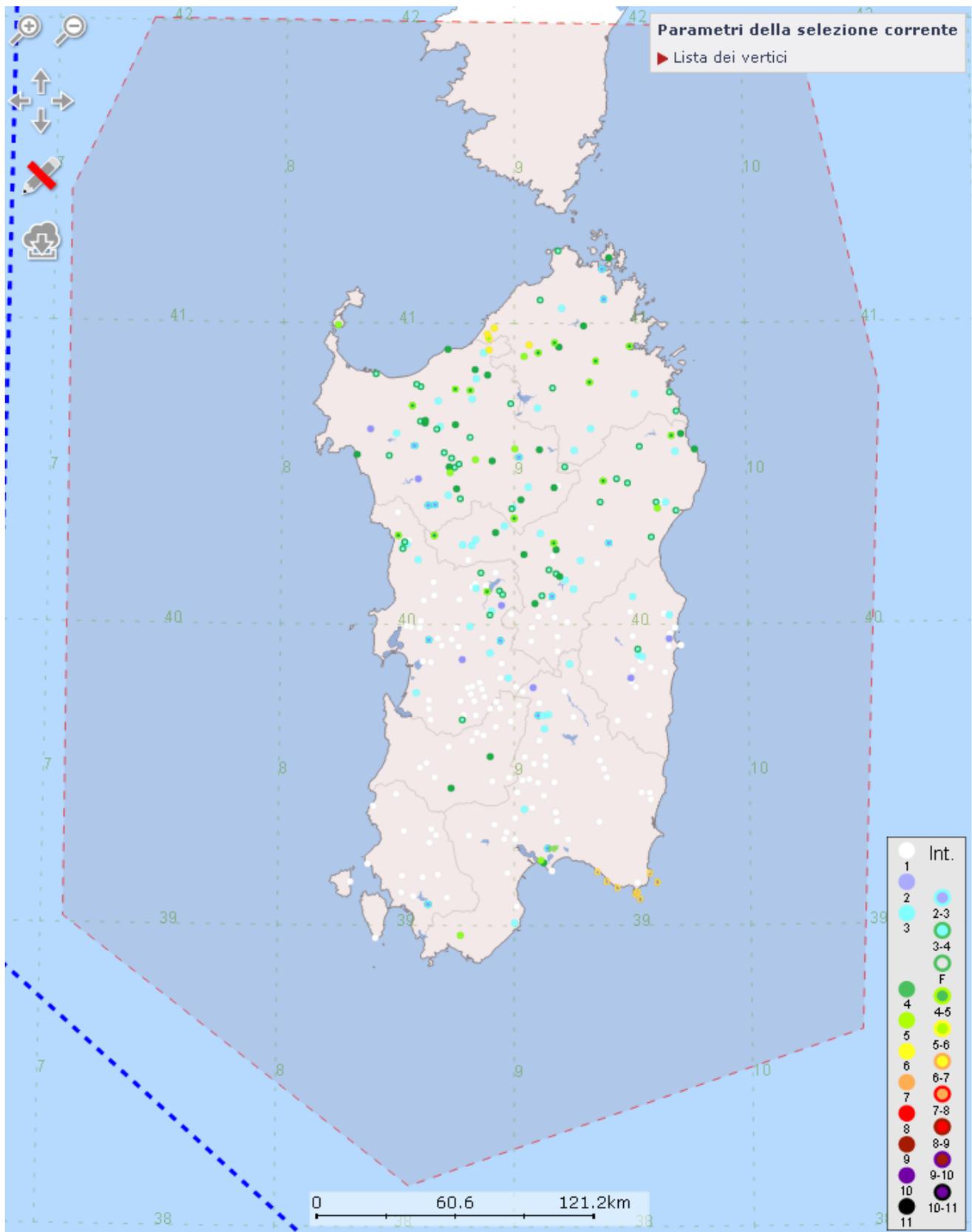
Seguendo gli stessi criteri e partendo dagli stessi datasets, sono stati considerati 176 terremoti entro le soglie stabilite per il catalogo nell'intervallo temporale tra il 31.12.2014 e il 31.12.2017. I record si riferiscono a 155 terremoti nella sezione principale del catalogo, a 11 relativi all'Arco Calabro, 9 all'area dell'Etna e 1 all'area di Ischia-Vesuvio-Campi Flegrei. Con poche eccezioni si tratta di terremoti con dati esclusivamente strumentali.

I cataloghi strumentali considerati per le localizzazioni, elencati in Tabella 6, sono principalmente il Bollettino Sismico Italiano (MARGHERITI et al., 2016; 2016a; 2016b; 2017; NARDI et al., 2016; ROSSI et al., 2017; BATTELLI et al., 2018; CANTUCCI et al., 2019; LOMBARDI et al., 2019), il Bollettino dell'ISC (International

Seismological Centre), al momento della compilazione del catalogo disponibile per i terremoti fino a giugno del 2016, e il Catalogo dei terremoti della Sicilia Orientale - Calabria Meridionale (Gruppo Analisi Dati Sismici, 2019) per l'area relativa. Sono stati inoltre considerati alcuni cataloghi esteri.



**Mappa** –  
**Distribuzione dei**  
**terremoti storici**  
**(catalogo CPTI15 –**  
**1000-2017 d.C.)**  
**relativi alla Sardegna**  
**ed alle sue**  
**adiacenze,**  
**compresa la**  
**piattaforma**  
**continentale**



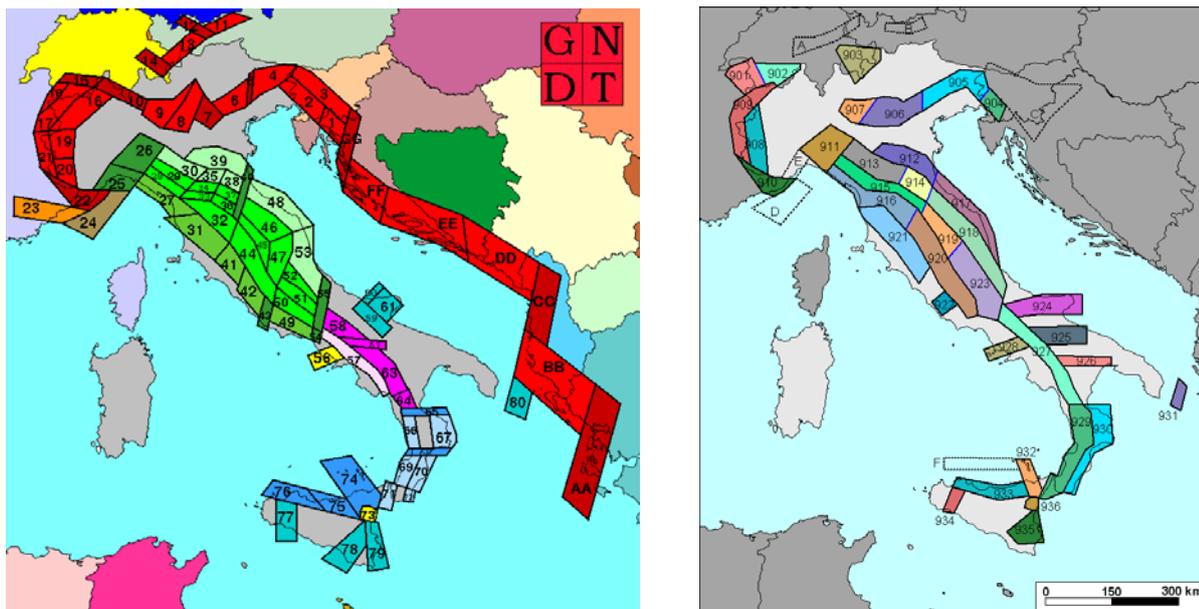
**Mappa - Area consultata per l'estrazione del catalogo dei sismi riferiti alla Sardegna ed alle sue pertinenze (fonte INGV – CPTI15-DBMI15)**

### 4.3 CARATTERIZZAZIONE SISMOGENETICA

La caratterizzazione sismogenetica dell'area di progetto è basata sulla Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV (MELETTI C. e VALENSISE G., 2004), che sostituisce la precedente ZS4.

Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro più completo e aggiornato a livello nazionale.

Come peraltro già stimabile dall'analisi del CPT15 e del DBM15, la regione interessata dal progetto, inteso in modo esteso, non è interessata dalla presenza di nessuna area sismo genetica di rilievo.



**Mappa - Zonazione Sismogenetica, denominata ZS4 a sinistra ed attuale ZS9 a destra**

### 4.4 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

La categoria del **suolo di fondazione nei siti delle Costruzioni**, sono definite secondo le specifiche del punto 3.2.2 del D.M. del 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dal suo regolamento applicativo.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori 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.</i>
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 tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>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 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Sulla base delle caratteristiche orografiche del territorio attraversato, tutti i manufatti sono riconducibili ad una categoria topografica **T1**.

#### 4.5 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

Con l'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" viene introdotta la nuova classificazione sismica dell'intero territorio nazionale.

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale è articolata in **4 zone** a diverso grado di sismicità espresso dal parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

I valori convenzionali di  $a_g$  sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale e sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Per ogni classe sismica si assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

TABELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003

ZONA	VALORE di $a_g$
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

L'intero territorio della **Sardegna**, che precedentemente, non era classificato sismico, con la nuova classificazione sismica introdotta dall'O.P.C.M. n. 3274/2003, ricade in **zona sismica 4**.

La Regione Sardegna con Delibera G. R. n.15/31 del 30/03/2004 ha recepito, in via transitoria, fino a nuova determinazione, conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna, così come riportato nell'allegato A dell'O.P.C.M. n. 3274/2003.

Secondo quanto definito nell'Allegato A del D.M. 14/01/2008, la Sardegna è caratterizzata da una macro-zonazione sismica omogenea, ossia presenta medesimi parametri spettrali sull'intero territorio insulare a

parità di tempo di ritorno dell'azione sismica.

#### 4.6 PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO

Come definito nel testo unico allegato al **D.M. del 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"** e dal suo regolamento applicativo, "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.

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, riportata nella figura seguente ed elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, approvata con Ordinanza n.3519 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 Aprile 2006, è diventata la mappa di riferimento prevista dall'Ordinanza n.3274 del 2003, All.1.

In tale cartografia il settore di progetto ricade in una zona con accelerazione massima al suolo ( $a(\max)$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli non rigidi ( $V_{s,30}$  tra 180 e 360 m/s; cat .C) compresa tra **0.025 e 0.050 g**.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale che, in assenza di specifiche analisi, può essere ricavata mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

L'identificazione di questa categoria va di norma eseguita in base ai valori della  $V_{s,eq}$ , cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, tuttavia, come specificato nella suddetta normativa, nei terreni non coesivi (coperture) può essere effettuata anche in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test)  $N_{SPT30}$ .

Nel caso in esame, i valori della  $V_s$  per i singoli strati sono stati ricavati utilizzando le formule di calcolo di Ohta e Goto (1978):

$$V_s = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z / 0.303)^{0.193}$$

e di Yoshida e Motonori (1988):

$$V_s = \beta * (N_{SPT})^{0.25} * \sigma'_{v0}{}^{0.14}$$

Per il calcolo della  $V_{s,eq}$ , è stata quindi applicata la formula indicata dalle **N.T.C 2018**:

$$V_{s,eq} = H / (\sum_{i=1,N} (h_i / V_{s,i}))$$

Dove:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato i-esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio i-esima

$N$  = Numero di strati

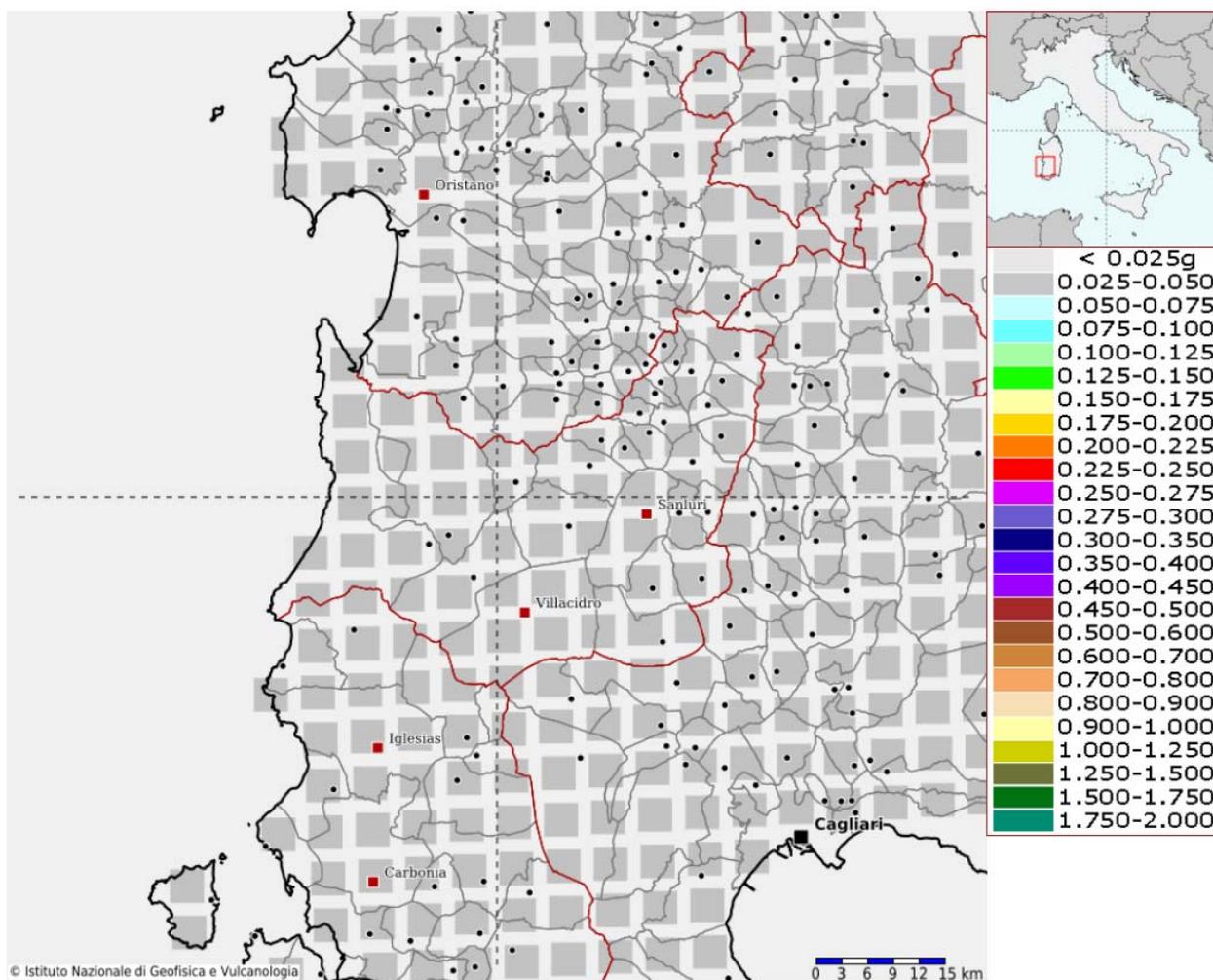
Sulla base delle **NTC 2018** quando lo spessore del **substrato** è superiore a 30 metri, come nel nostro caso:

$$V_{s,eq} = V_{s,30}$$

#### 4.7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE

Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)

Informazioni sul nodo con ID: 38221 - Latitudine: 39.580 - Longitudine: 8.693

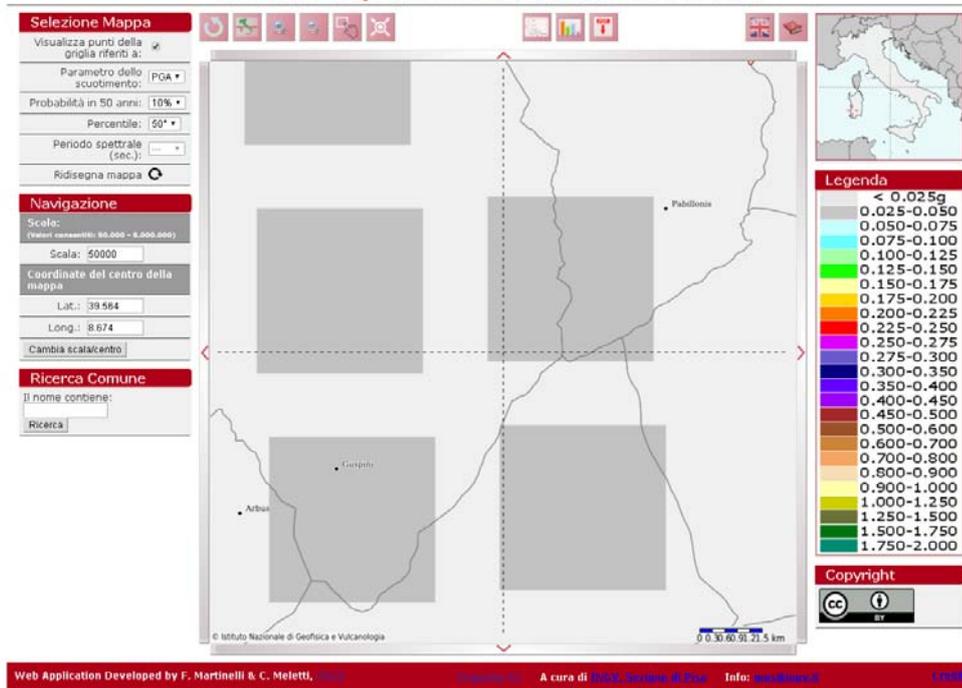


La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'area di riferimento e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A,  $V_{s30} > 800$  m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 38221 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

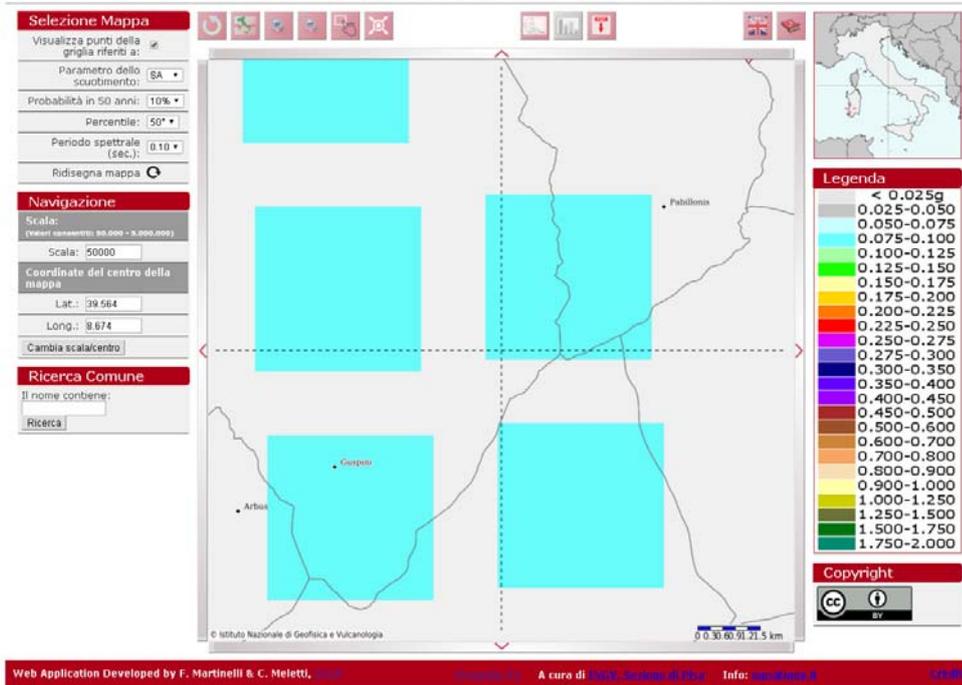
### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Mappa – La pericolosità sismica sul settore di progetto dal sito dell'INGV per PGA

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Mappa – La pericolosità sismica sul settore di progetto dal sito dell'INGV per SA

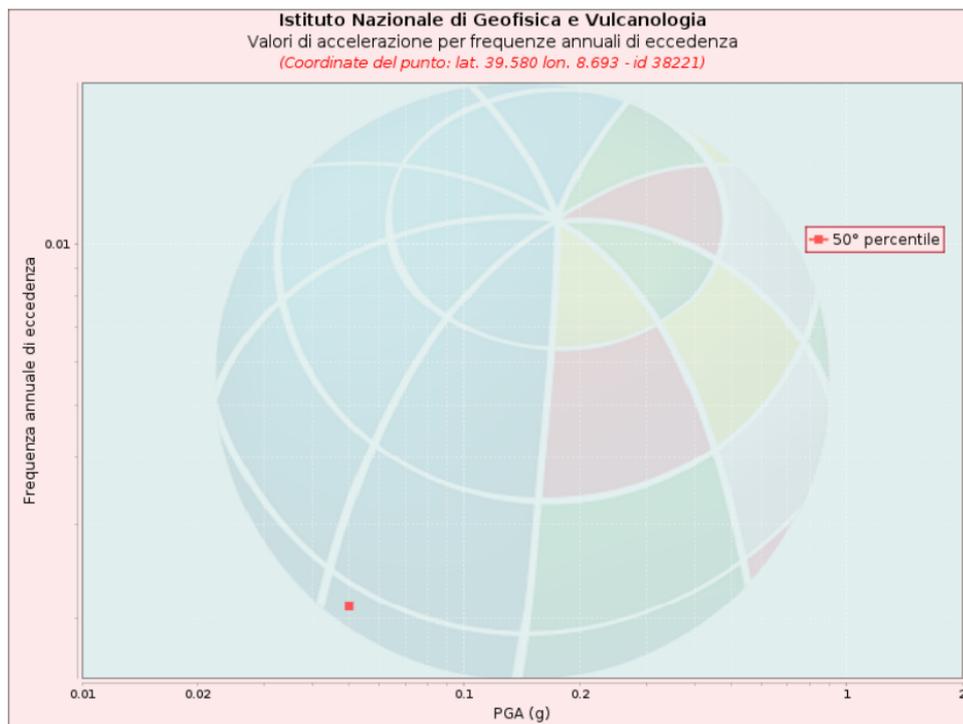
## 4.8 CURVA DI PERICOLOSITÀ

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze

annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno).

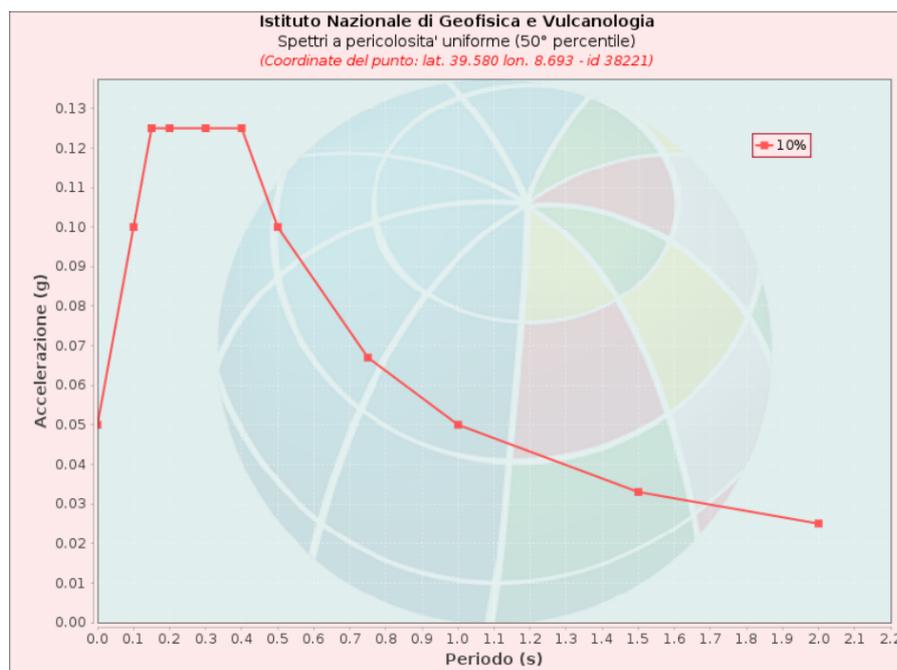
La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

Per questo valore della griglia è disponibile solo il valore della mediana (50mo percentile) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



#### 4.9 SPETTRI A PERICOLOSITÀ UNIFORME

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)

PoE	Accelerazione (g)											
in 50	Periodo (s)											
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	
10%	0.050	0.100	0.125	0.125	0.125	0.125	0.100	0.067	0.050	0.033	0.025	

#### 4.10 RIFERIMENTI

La descrizione della costruzione del modello di pericolosità sismica MPS04 è contenuta nel sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it> La descrizione della stima di tutti i parametri è contenuta nel sito <http://esse1.mi.ingv.it>, da cui si può accedere anche alle mappe interattive.

Per quanto riguarda le analisi di disaggregazione, i dettagli sono disponibili nella pagina del deliverable D14 del progetto S1 (<http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>). La pubblicazione scientifica di riferimento è:

Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., 2011. Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Am. 101(4), 1885-1911. DOI: 10.1785/0120100130.

#### 4.11 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di effettuare una caratterizzazione sismica locale, sono state effettuate numerose ricognizioni e sono state reperite indagini ed analisi relative ad interventi operati nell'area, su substrati aventi caratteristiche similari.

Nel quadro delle necessità di conseguimento di un livello informativo adeguato sul volume significativo coinvolto dal proposto Progetto, è stata considerato un gruppo di indagini effettuate a tal fine in un'area in adiacenza:

1 prova sismica tomografica

1 prova MASW

## PROVA SISMICA TOMOGRAFICA

L'indagine è stata eseguita a NE degli insediamenti dell'area PIP del Comune di Guspini, in prossimità di un filare di piante frangivento, a breve distanza ed in condizioni di sequenza stratigrafica omogenea con l'area in oggetto.

La posizione dell'indagine, localizzata all'interno dell'area da investigare, è stata scelta sia per poter operare in aree "vergini" sia per evitare eventuali interferenze prodotte dalla presenza di una linea elettrica.

Le operazioni hanno comportato l'acquisizione dei dati sismici lungo un allineamento di 24 geofoni spazati di 2.00 metri (necessari per la ricostruzione di una tomografia sismica) e nell'esecuzione di una prova di sismica attiva MASW.

L'indagine rispondente ai dettati della normativa vigente per quanto concerne la classificazione sismica dei terreni ai sensi del *D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018)* ha consentito di definire la conformazione del sottosuolo del sito e di quantificare il parametro  $V_{s,eq}$  in funzione della risposta sismica a una sollecitazione indotta artificialmente.

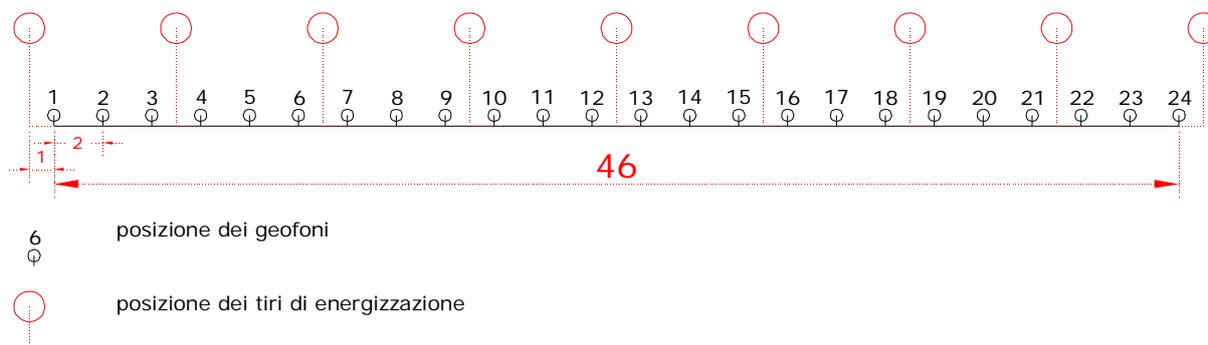
### 4.11.1 LA TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE

Il metodo della *tomografia sismica di superficie* è una tecnica d'indagine che permette di superare alcune limitazioni di cui soffre sia la classica sismica a rifrazione sia la *tomografia sismica s.s. (cross-hole)*.

Infatti, mediante una differente distribuzione dei punti di *energizzazione* lungo lo *stendimento sismico*, è possibile l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un alto potere risolutivo che offre la possibilità di ricostruire anomalie localizzate e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse.

Questa tecnica fornisce l'immagine della distribuzione della velocità delle onde sismiche al di sotto della superficie, basandosi sui tempi di primo arrivo (come nella normale sismica a rifrazione) e sulla geometria di acquisizione.

## stendimento tipo



Al fine di acquisire la quantità di dati necessari per il corretto impiego delle tecniche di interpretazione tomografica, la levata è stata eseguita mediante la predisposizione di 9 punti di energizzazione disposti lungo lo stendimento secondo il seguente schema:

Quindi mediante la differente distribuzione dei punti di energizzazione si ricostruisce un modello di velocità che, mediante un software dedicato, è migliorato attraverso successive iterazioni. La fase di calcolo termina quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati per il modello proposto e quelli

misurati dall'operatore geofisico.

Il processing dei dati, che in questo caso è stato eseguito con l'impiego del software RAYFRACT, prosegue con un processo di inversione tomografica detta WET (Wavepath Eikonal Traveltime), che permette il calcolo delle traiettorie d'onda (wavepath) attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda in un mezzo isotropo.

Poi, mediante la successiva fase di imaging, nell'elaborazione della quale si fa ricorso a un software dedicato (*Surfer 10*), si ottiene la sezione sismica tomografica che rappresenta la variazione della velocità di propagazione dell'onda sismica lungo l'allineamento investigato.

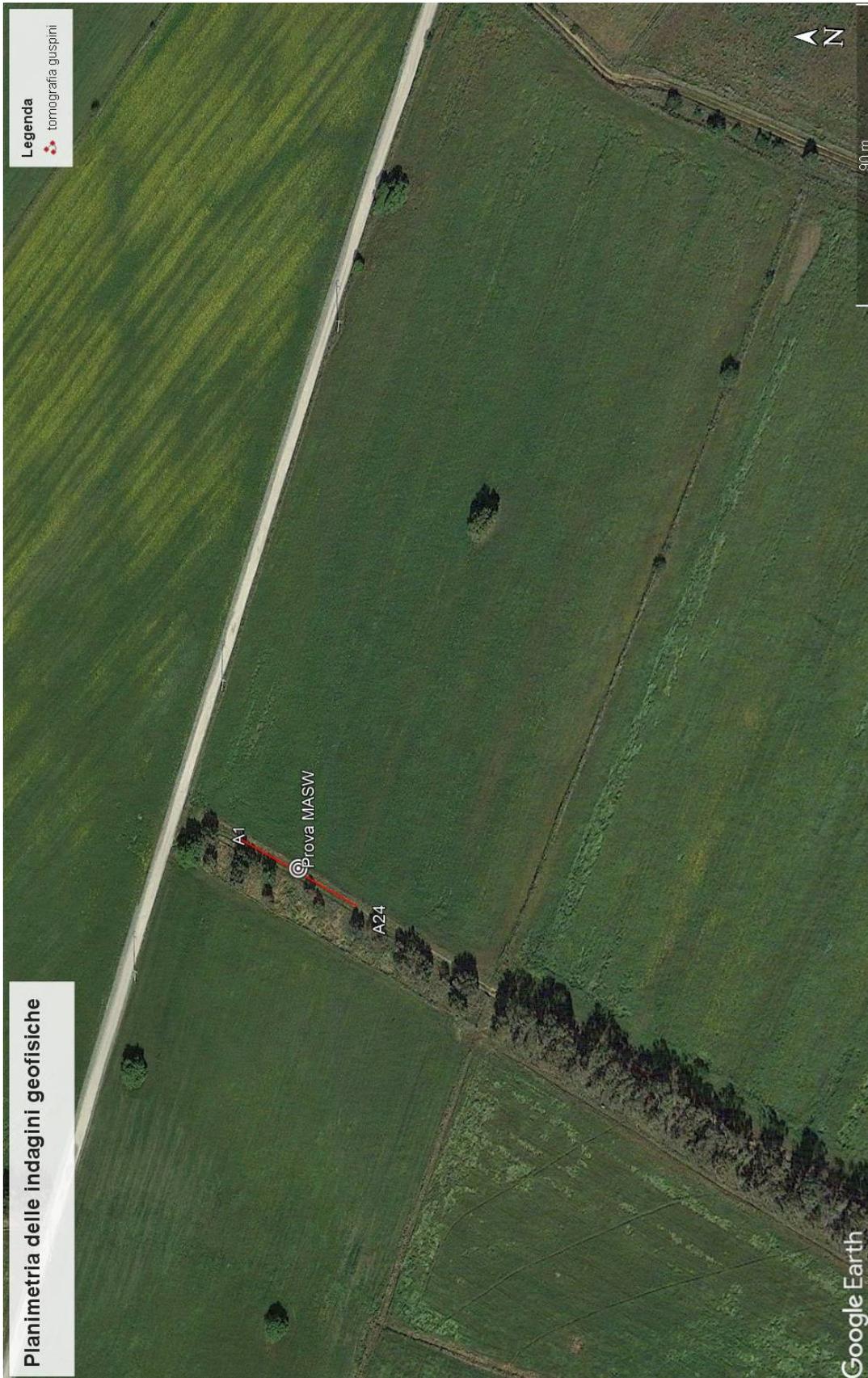


Foto n. 1 Area d'indagine

#### 4.11.1.1 SISTEMA DI ACQUISIZIONE

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- sismografo
- sorgente energizzante
- trigger
- apparecchiatura di ricezione



*foto 1 Il sismografo utilizzato per questa indagine*

#### 4.11.1.2 ELABORAZIONE

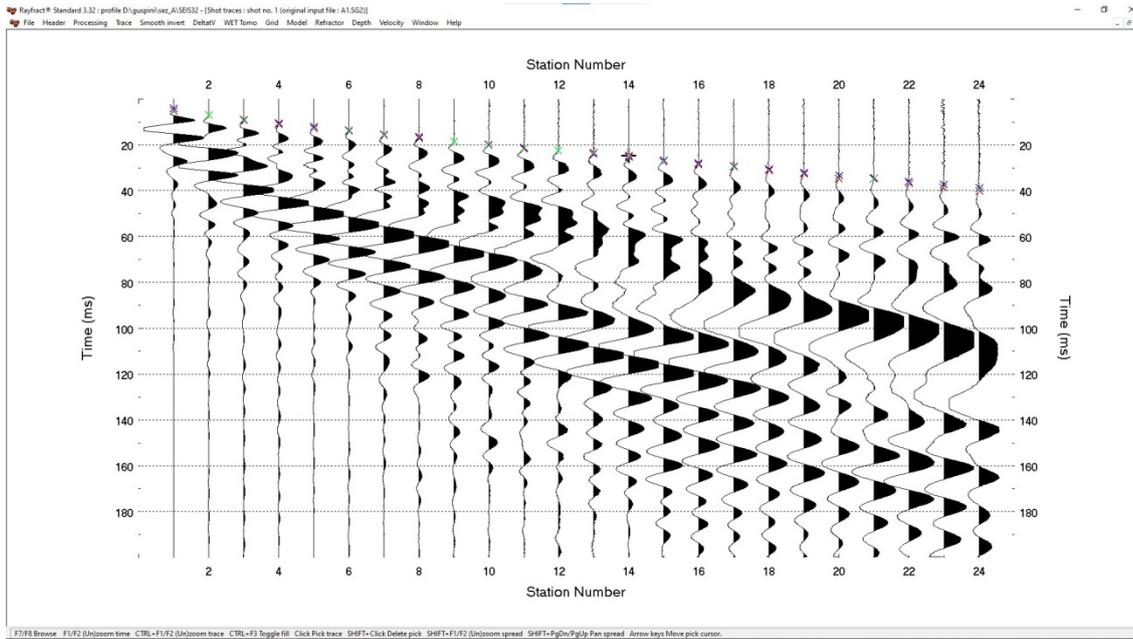
##### DATI

L'elaborazione dei dati si è sviluppata attraverso le seguenti fasi:

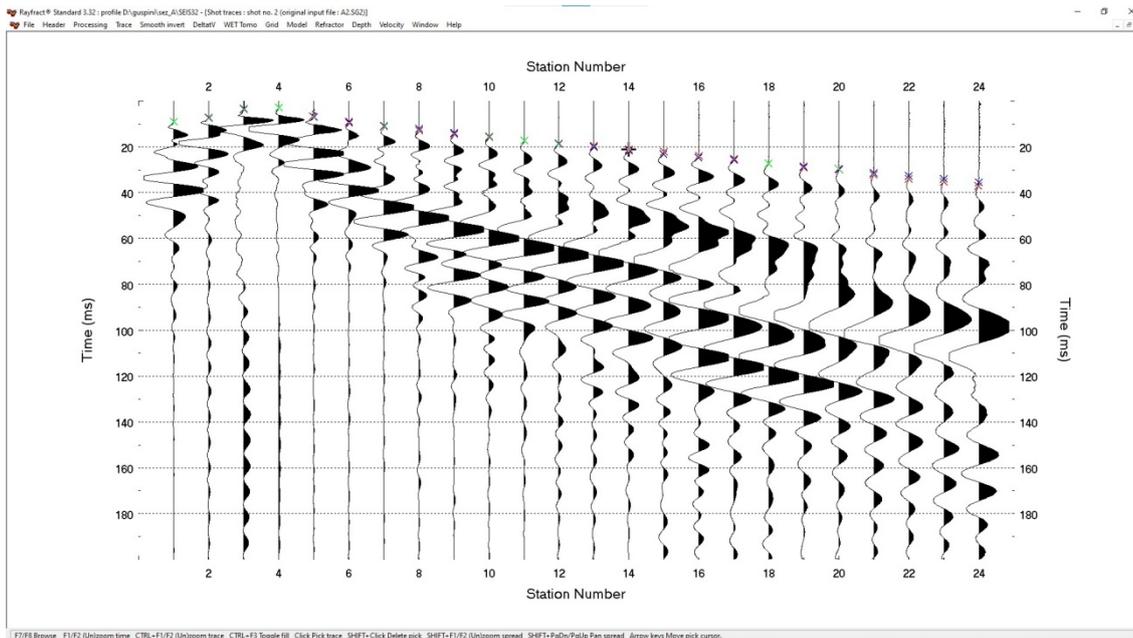
- a) formazione di un database contenente la geometria della linea sismica (posizione altimetrica e planimetrica dei geofoni e degli scoppi) e i tempi di primo arrivo per ciascuno scoppio.
- b) conversione dei dati in formato ASCII.
- c) inversione Delta t-V per la ricostruzione dei profili monodimensionali (1D) di tipo profondità/velocità.
- d) ottimizzazione del profilo, per iterazioni successive, mediante inversione tomografica WET (*Wavepath Eikonal Traveltime*), che permette il calcolo delle traiettorie d'onda (wavepath) attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda in un mezzo isotropo.
- e) controllo del "fitting" tra tempi misurati e tempi calcolati ed eventuale reiterazione del processo di inversione.

output grafico della sezione tomografica in formato *Surfer*.

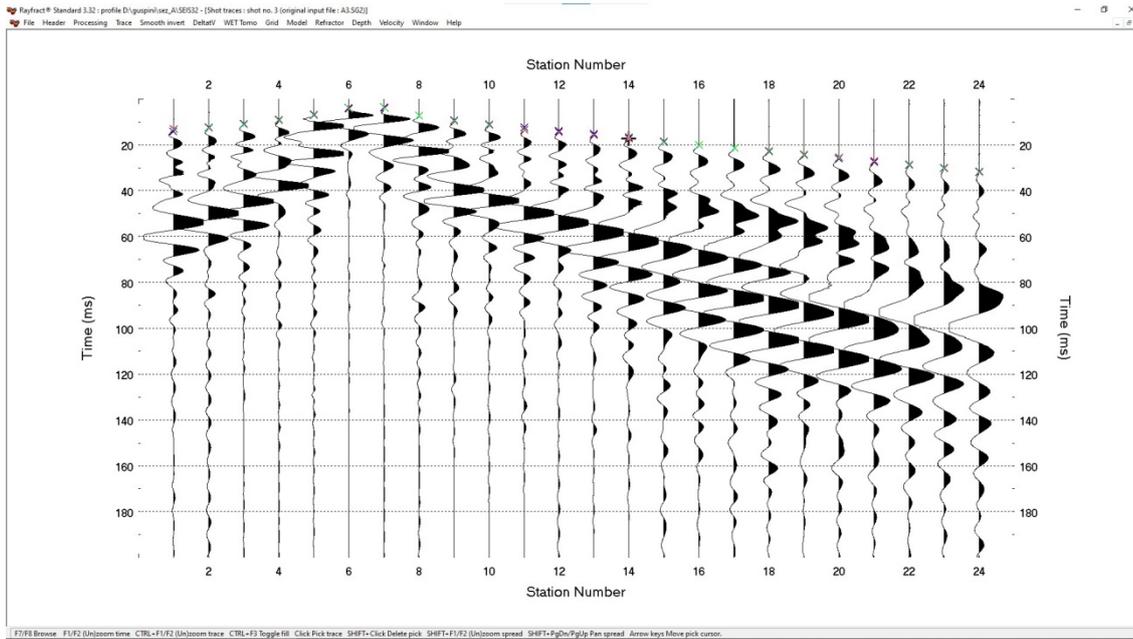
Nelle immagini che seguono è rappresentata la registrazioni del dato sismico acquisito in ciascuna posizione di energizzazione come indicato nello Stendimento tipo.



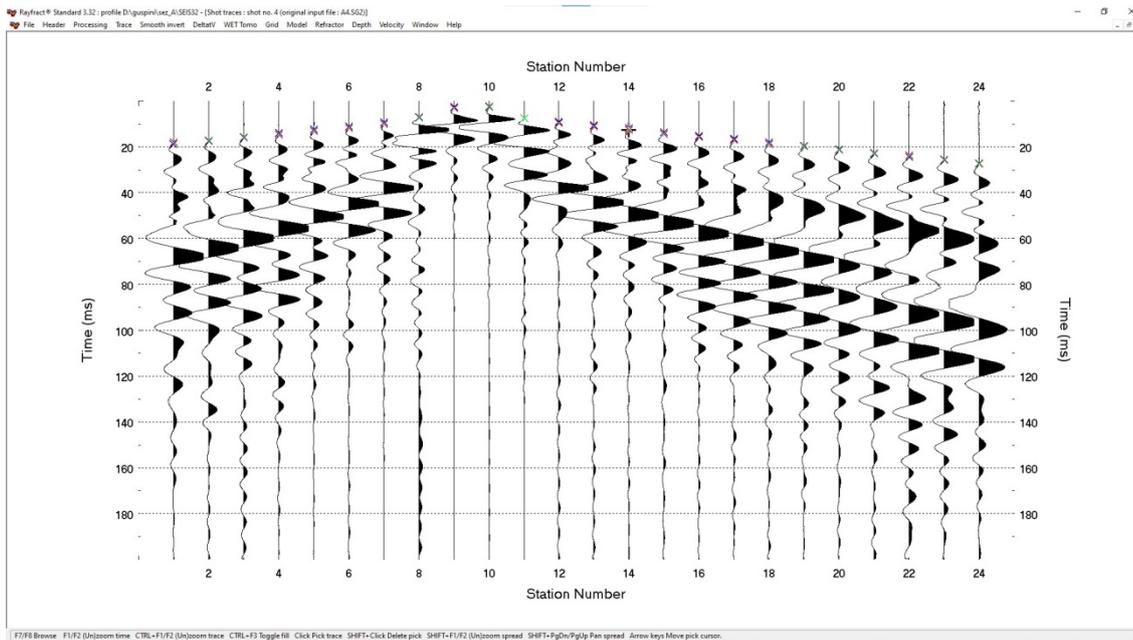
**Grafico n. 1** La registrazione della tracce nella posizione A1



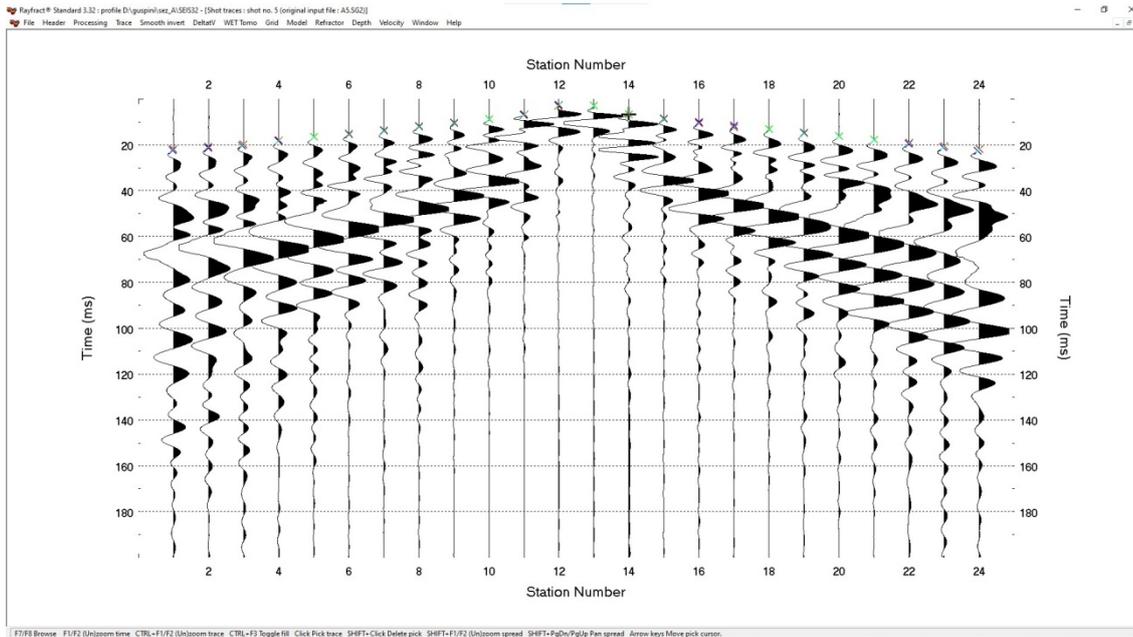
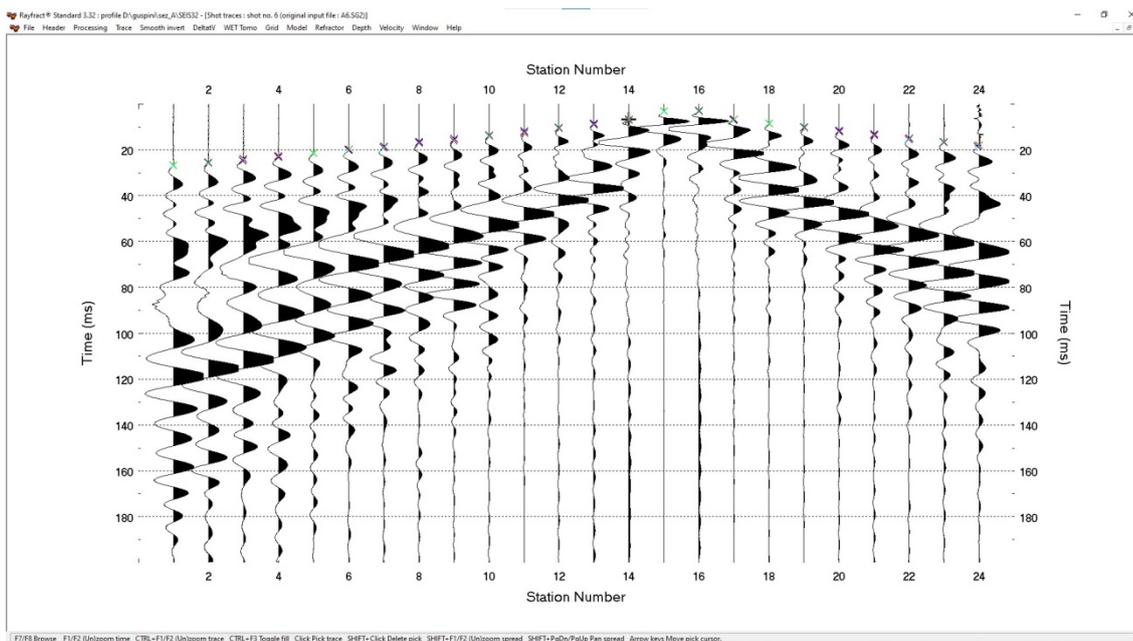
**Grafico n. 2** La registrazione nella posizione A3

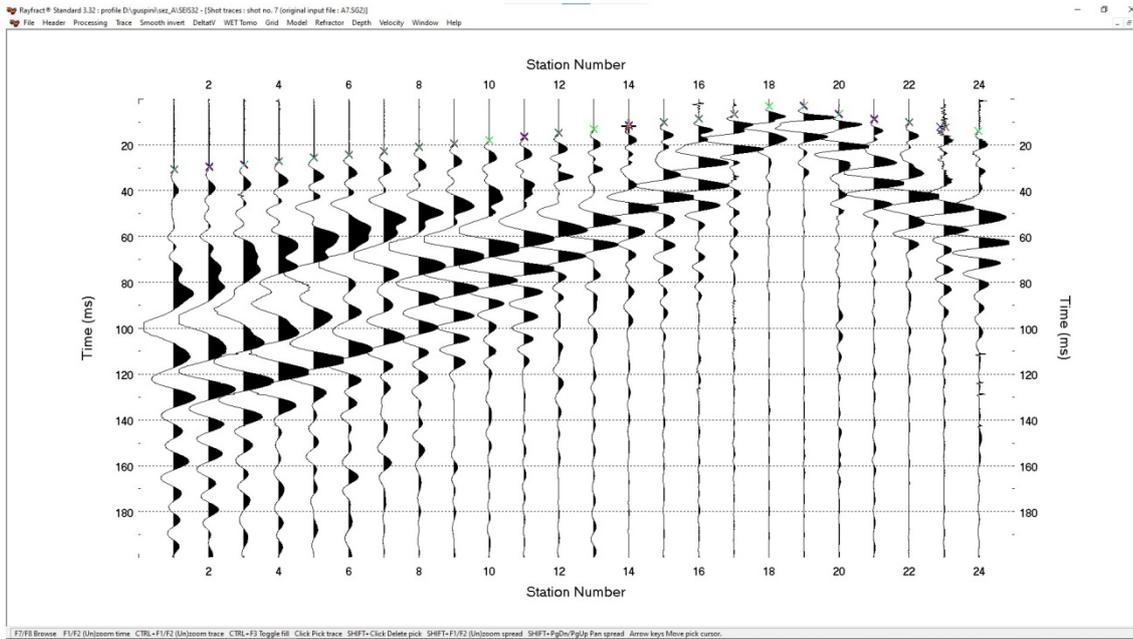


**Grafico n. 3** La registrazione nella posizione A6

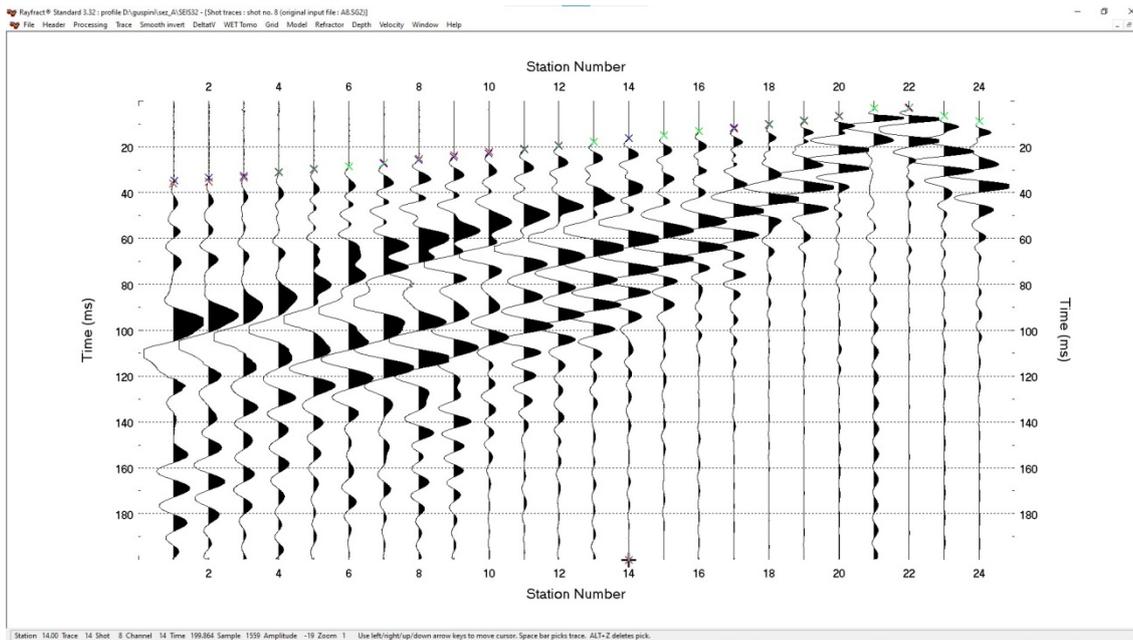


**Grafico n. 4** La registrazione nella posizione A9

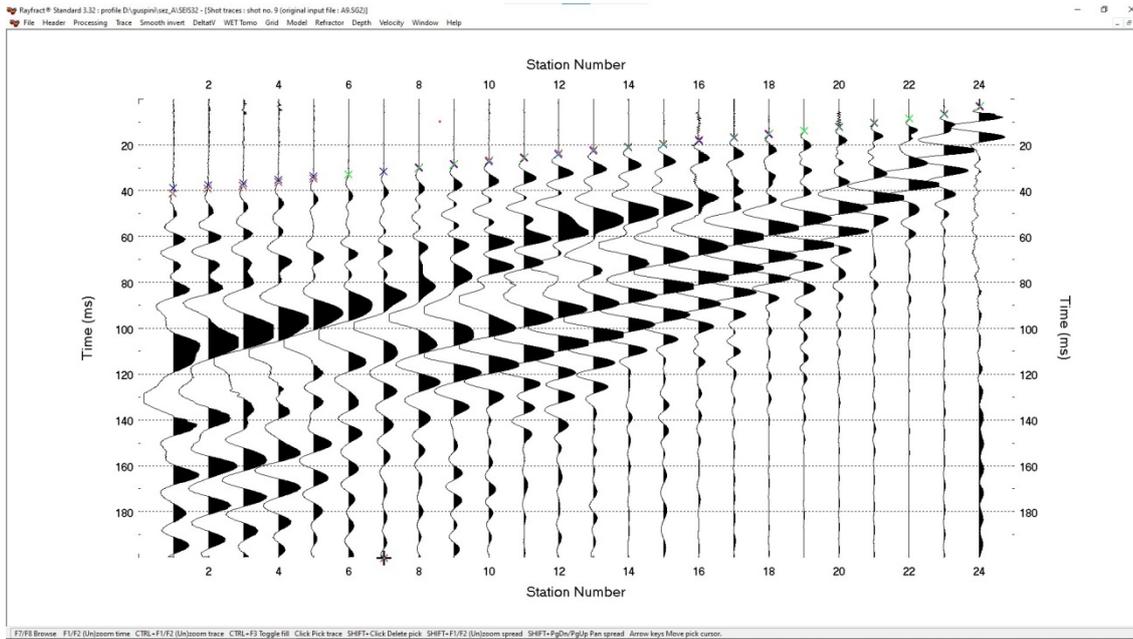
**Grafico n. 5** La registrazione nella posizione A12**Grafico n. 6** La registrazione nella posizione A15



**Grafico n. 7** La registrazione nella posizione A18



**Grafico n. 8** La registrazione nella posizione A21



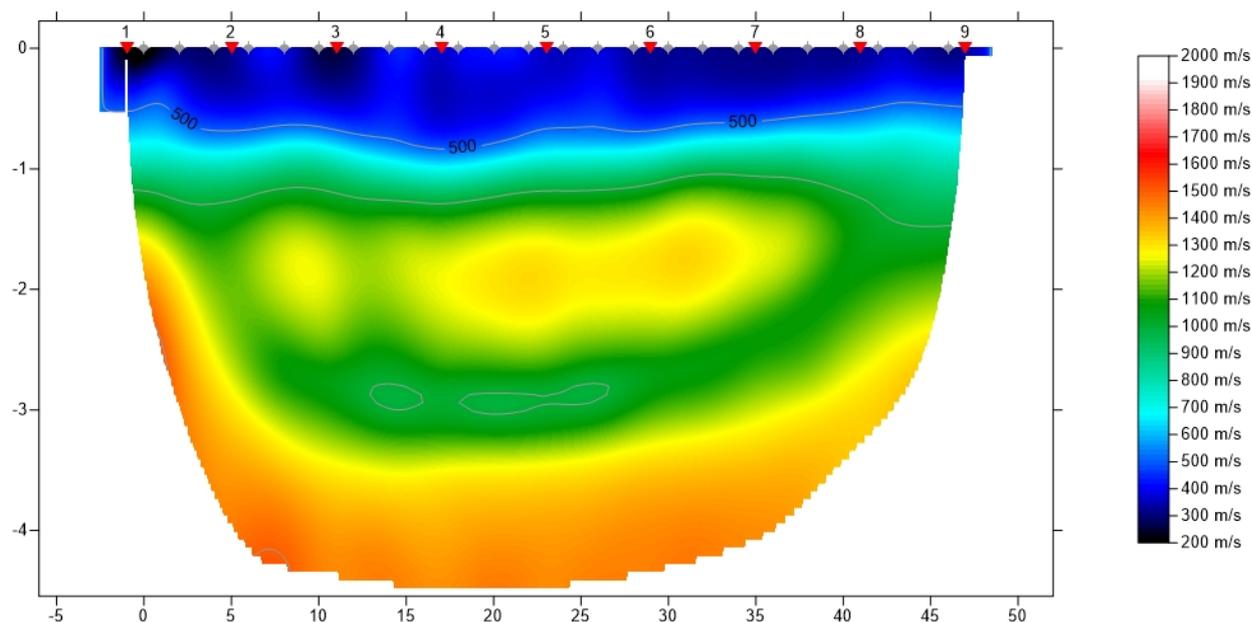
**Grafico n. 9** La registrazione nella posizione A24

## 4.11.2 RISULTATO DELLA SISMICA TOMOGRAFICA DI SUPERFICIE

Il risultato che si consegue con una prova di sismica tomografica è costituito da una sezione a scala colorimetrica che individua le differenti caratteristiche meccaniche dei materiali presenti lungo la sezione, nella quale:

in ascisse è indicata la lunghezza dello stendimento e in ordinata la profondità d'indagine.

Indagine geofisica  
Tomografia sismica



Guspini 20/04/2023

il tecnico geofisico  
dott. Luciano Puddu

Sezione sismica tomografica, 200 WET iterations, RMS error 1.3 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.32

Analizzando il tomogramma si osserva la regolarità delle variazioni della  $V_p$  sia lungo l'asse orizzontale sia in quello verticale.

In linea di massima si può osservare:

- un primo orizzonte di spessore circa 0.50 metri con  $V_p < 500$  m/s, che individua lo spessore della porzione di suolo agrario; l'orizzonte è presente in tutta la lunghezza dello stendimento;
- un secondo orizzonte con  $V_p$  compresa tra 500 e 1000 m/s, anch'esso di spessore decimetrico, che potrebbe essere rappresentativo della *porzione umida* del suolo;
- in seguito la  $V_p$  tende a crescere con la profondità, pur senza raggiungere i valori caratteristici del substrato roccioso.

La profondità d'indagine è stata di circa 6.00 metri.

## 4.12LA PROVA MASW

Com'è noto, l'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh mediante la prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è un'efficiente e accreditata metodologia di sismica attiva ampiamente utilizzata per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_s$ .

Tale metodologia utilizza le onde superficiali di Rayleigh generate artificialmente e registrate da una serie di geofoni disposti lungo uno stendimento rettilineo e collegato a un normale sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, registrate lungo lo stendimento di geofoni, sono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato del terreno.

La metodologia per la realizzazione di un'indagine sismica MASW prevede quattro passi fondamentali:

1. Acquisizione multicanale dei segnali sismici generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
2. Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione);
3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V_s$  (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posto nel punto medio di ogni stendimento geofonico);
4. Eventuale ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle  $V_s$  dei terreni con approccio multicanale (qualora si eseguissero almeno due acquisizioni dei segnali, ovvero uno spostamento lungo la linea dello stendimento).

Quando sono generate onde sismiche usando una sorgente impattante, come un martello su una piastra, sono generate sia onde di volume (P ed S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde sono riflesse e disperse e diventano rumore quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.).

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

### 4.12.1.1 Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica, il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale.

L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato, dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio  $f$ - $k$  è detta curva di dispersione sperimentale, e

rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

A partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, è possibile simulare la curva di dispersione teorica che lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno.

I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda.

Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

#### **4.12.1.2 Profilo Sismico "M.A.S.W."**

L'indagine, finalizzata alla determinazione del profilo verticale di velocità delle Onde di taglio (Onde S), è stata condotta secondo la metodologia MASW ("Multichannel Analysis of Surface Waves").

Tale metodologia sismica permette, tramite l'acquisizione di registrazioni multicanale delle onde superficiali di Rayleigh generate da masse battenti, la generazione di un profilo  $V_s$  in funzione della profondità.

L'intero processo ha comportato tre passi successivi:

- a) acquisizione dei dati di campo delle onde superficiali ("ground roll") mediante idonea strumentazione sismica;
- b) costruzione di una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- c) inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

Per ottenere un profilo  $V_s$  è necessario produrre un treno di onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

L'inversione della curva di dispersione è stata realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta sia per la procedura dei minimi quadrati.

#### **4.12.1.3 Sistema di acquisizione**

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando le stesse apparecchiature già viste nella descrizione della sismica tomografica.

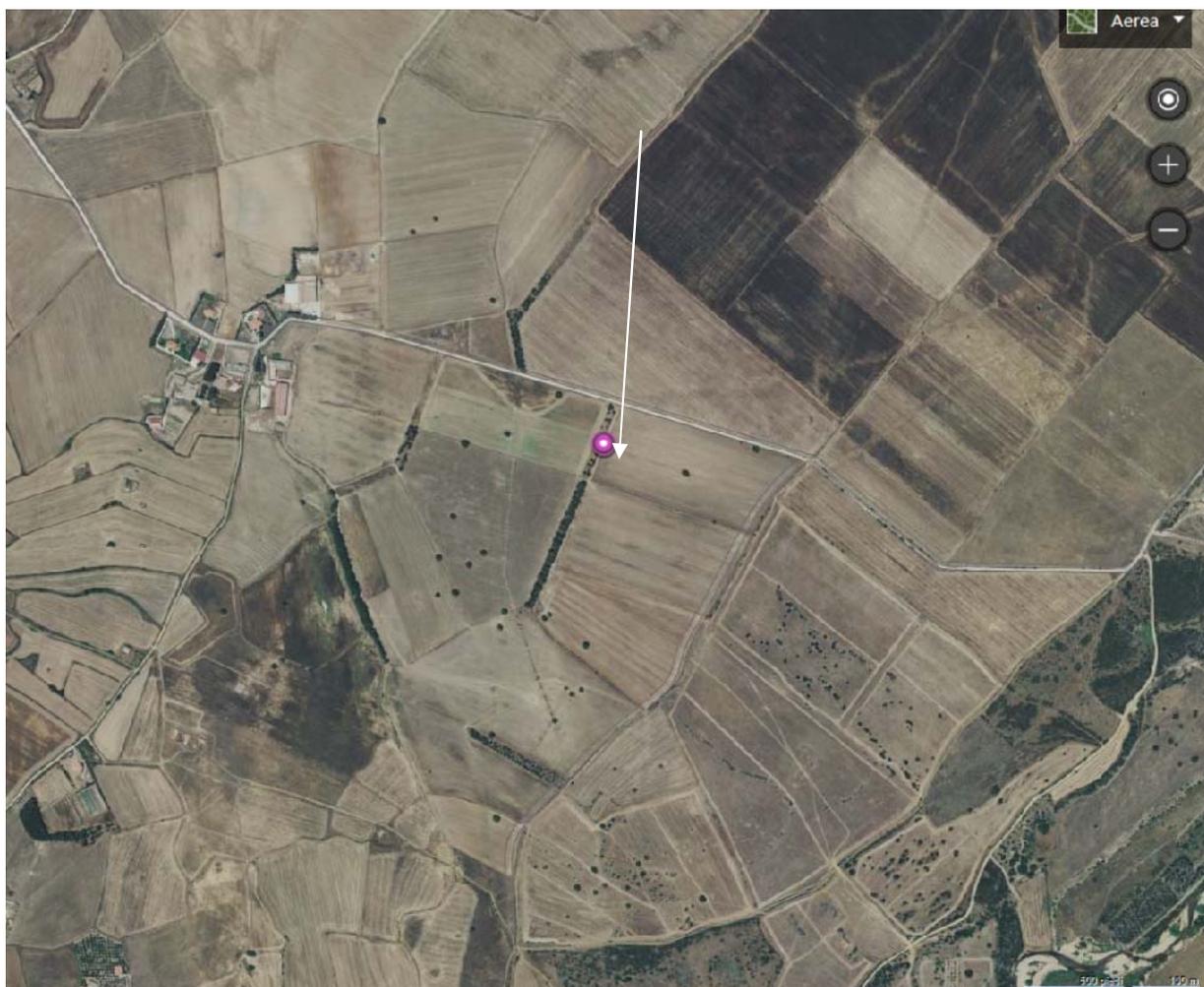
Per una maggiore sensibilità nell'acquisizione del segnale sismico si è provveduto all'impiego di geofoni con frequenza propria di 4.5.

#### 4.12.2 RISULTATI DELLA PROVA MASW

Qui di seguito sono descritti i risultati conseguiti con la prova M.A.S.W. dove, mediante tabelle e grafici, è illustrata la successione degli step interpretativi dal dato di partenza sino al risultato intermedio e finale dell'indagine effettuata.

Dati generali

Committente	dott. Fausto Pani
Cantiere	Su Perdiaxiu
Località	Guspini
Responsabile	Luciano Puddu
Zona	Guspini
Data	20/04/2023 10:24
Latitudine	39.5690
Longitudine	8.6756

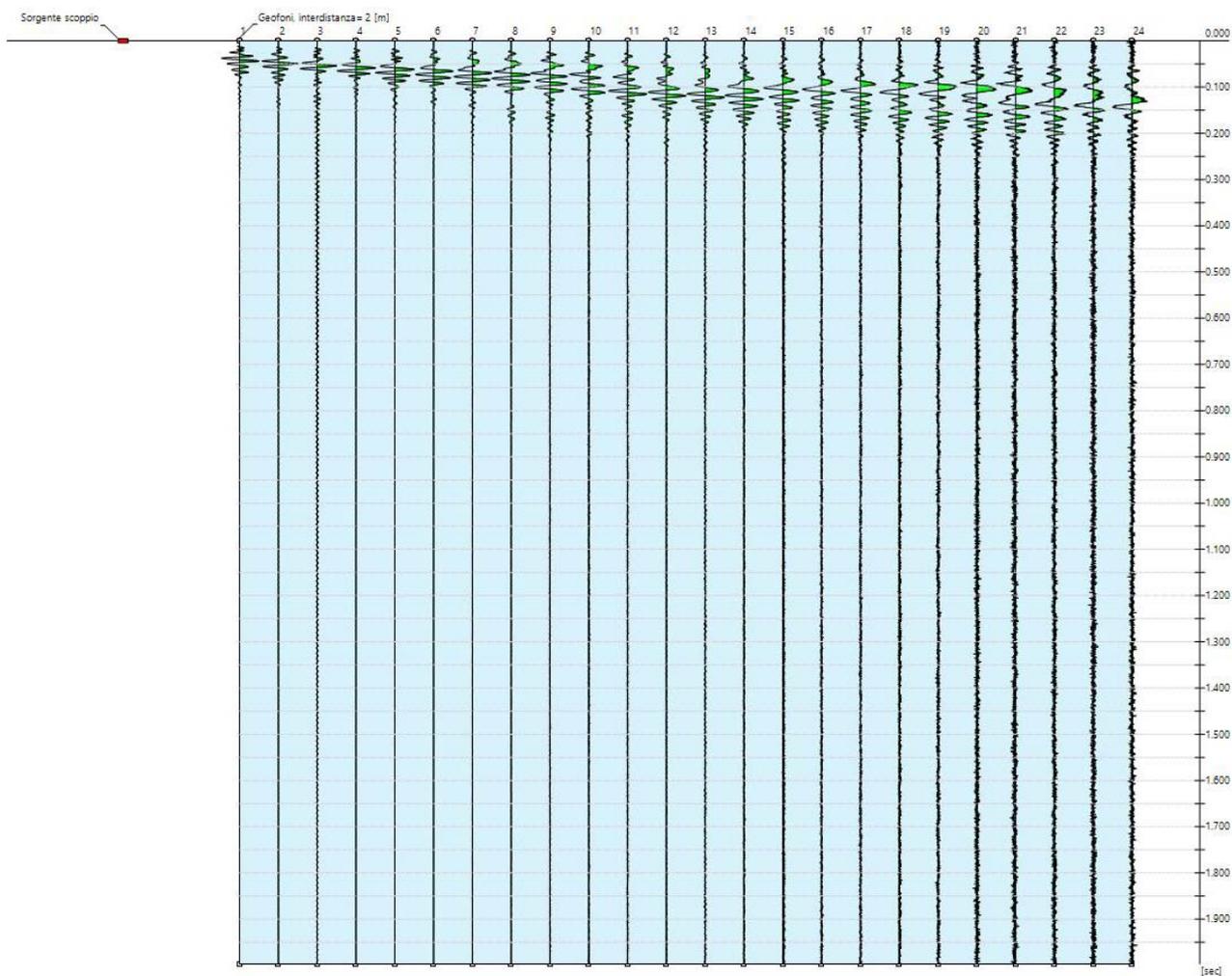


**Foto n. 2** Localizzazione dell'area d'intervento (da Google Earth)

**Tracce**

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1996.8
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.128

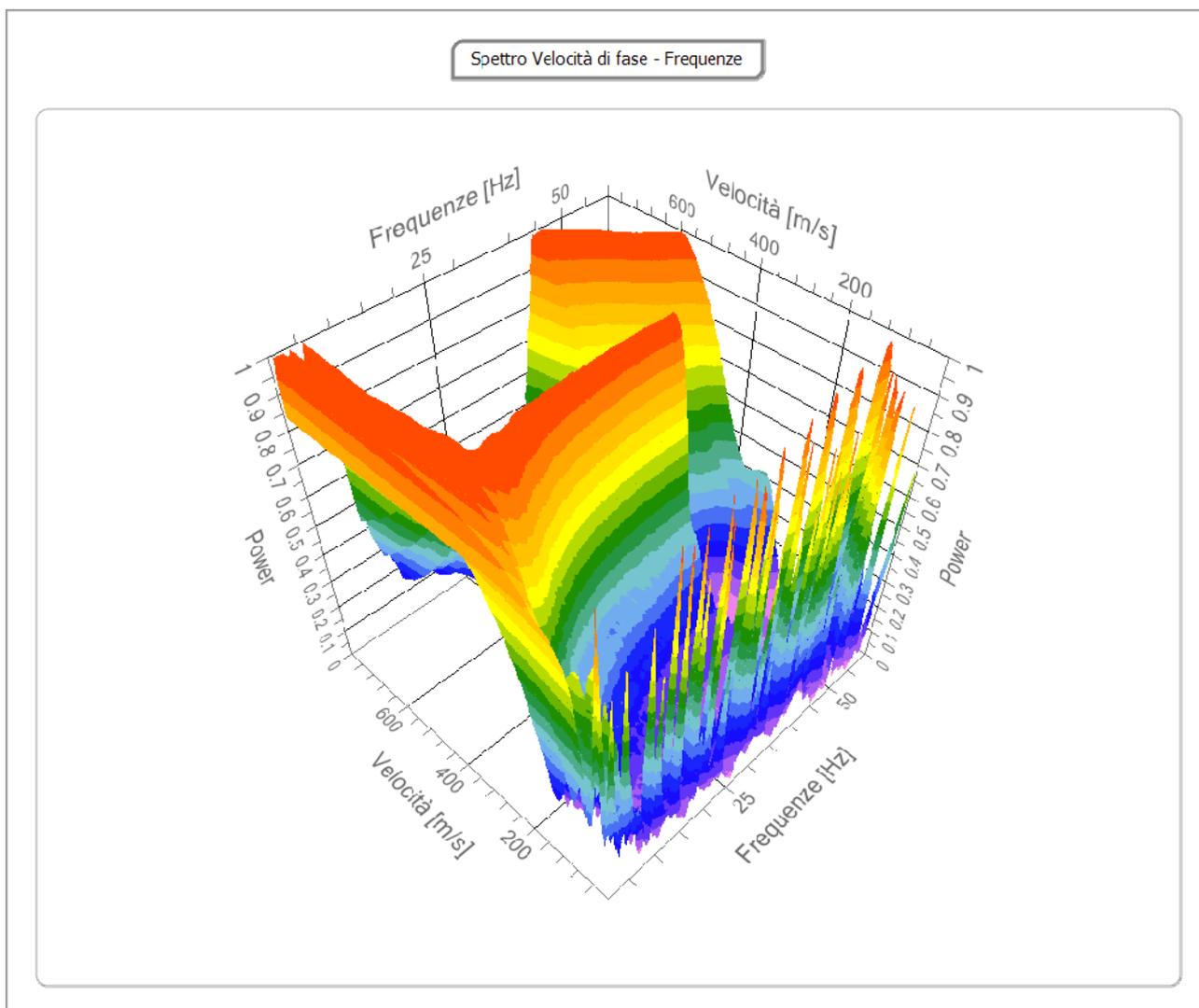
Committente: dott. Fausto Pani  
 Cantiere: Guspini Aerogeneratori  
 Località: Guspini  
 Responsabile: Luciano Puddu  
 Data: 20/04/2023  
 Latitudine: 39.5690°; Longitudine: 8.6756°



**Grafico n. 10** Le tracce sismiche acquisite per l'elaborazione della prova MASW

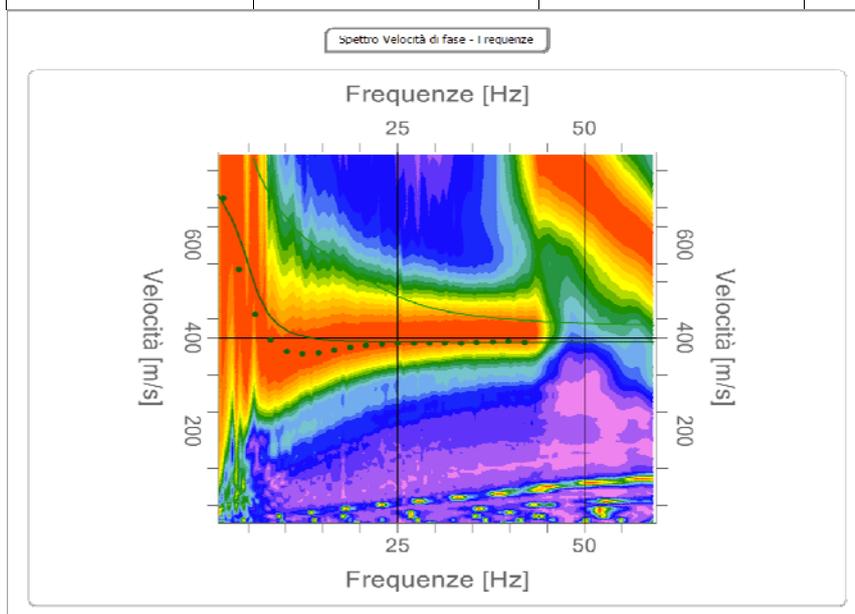
#### 4.12.2.1 Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



#### 4.12.2.2 Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	1.7	699.3	0
2	3.8	546.3	0
3	6.0	449.9	0
4	8.1	395.4	0
5	10.2	370.5	0
6	12.3	365.0	0
7	14.4	367.8	0
8	16.6	373.2	0
9	18.7	378.9	0
10	20.8	383.6	0
11	22.9	386.8	0
12	25.0	388.3	0
13	27.2	388.5	0
14	29.3	388.1	0
15	31.4	387.7	0
16	33.5	387.9	0
17	35.7	389.0	0
18	37.8	390.7	0
19	39.9	391.8	0
20	42.0	390.1	0



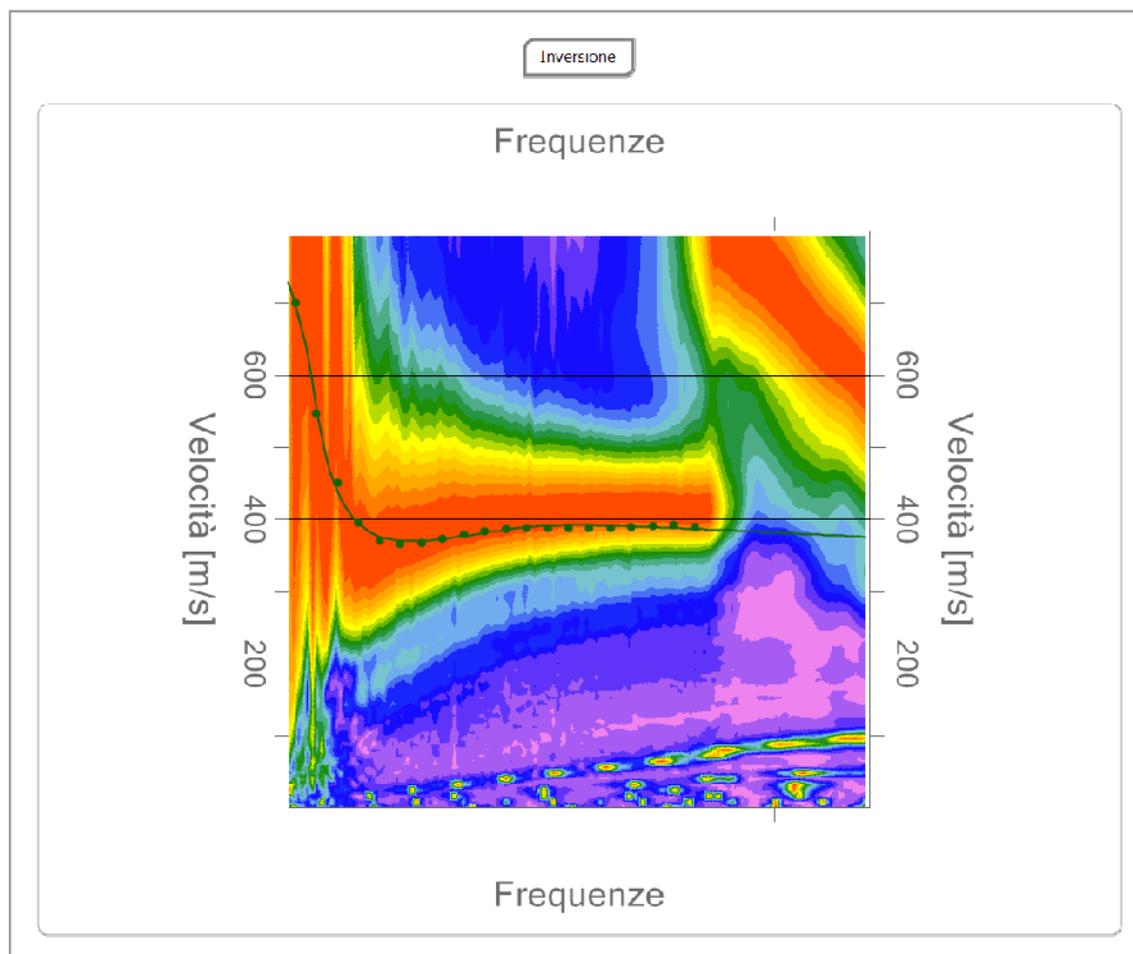
**Grafico n. 12**  
**Rappresentazione**  
**e 2D del grafico velocità**  
**di fase – frequenze.**

#### 4.12.2.3 Inversione

n.	Descrizione	Prof. [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coeff. Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	suolo	1.00	1.00	1800.0	0.30	No	781.1	417.5
2	areato superficiale con ghiaie	4.04	3.04	1800.0	0.30	No	1476.1	789.0
3	argille e sabbie	5.11	1.07	1800.0	0.30	No	375.2	200.5
4	argille e ghiaie	23.85	18.74	1800.0	0.20	No	630.2	385.9
5	sabbie	53.65	29.81	1800.0	0.20	No	892.7	546.7
6	substrato lapideo	oo	oo	1800.0	0.30	No	1567.4	837.8

Percentuale di errore 0.011 %

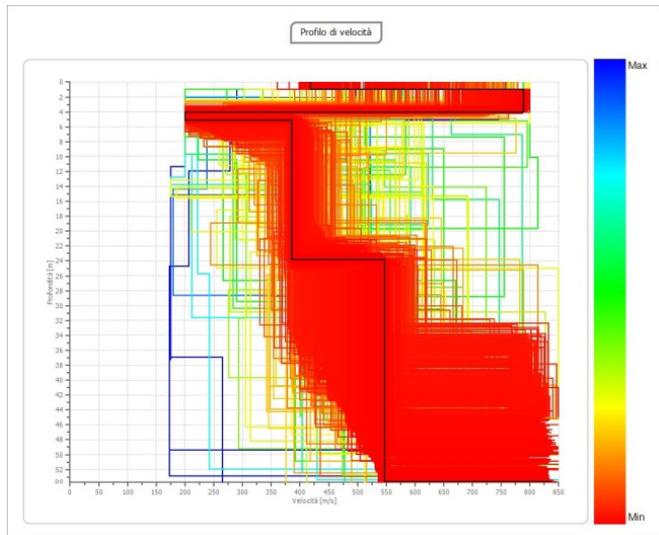
Fattore di disadattamento della soluzione 0.010



**Grafico n. 13** Rappresentazione del risultato ottenuto dal processo di inversione



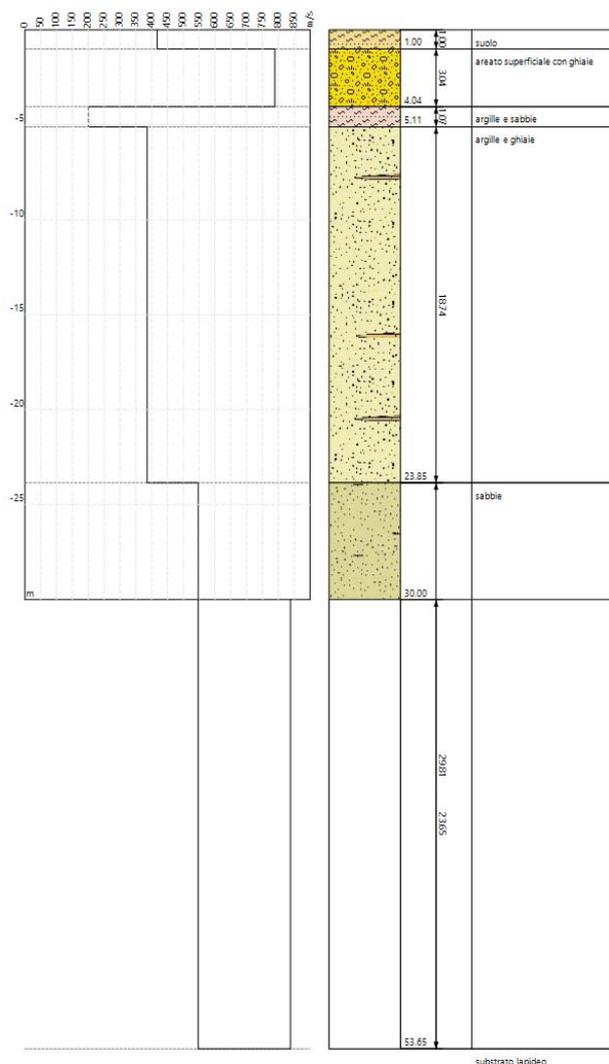
### 4.12.2.4 Profilo di velocità e sismostratigrafia



I grafici che seguono rappresentano il risultato dell'analisi spettrale e delle successive elaborazioni, dove in ascissa è rappresentata la velocità della Vs e in ordinata la profondità.

Il profilo indicato con il colore nero è quello con il minimo errore percentuale; con i colori dal rosso al blu (vedi scala colorimetrica) sono rappresentati tutti i profili analizzati.

**Grafico n. 14** *Rappresentazione di tutti i profili*



**Grafico n. 15** *Questo grafico ipotizza la successione stratigrafica del sito, così come desumibile dall'associazione dei dati sismici con quanto noto sulla situazione geologica locale.*

### 4.12.3 CALCOLO DEL MODELLO GEOFISICO DEL SOTTOSUOLO

Come si evince dalla sezione *Risultati*, per la determinazione del profilo sismico si è proceduto al calcolo del periodo ( $T$ ) e delle  $V_{s30}$ , utilizzando le formule proposte dalla normativa, dove quest'ultima prevede che il calcolo del periodo  $T$  necessario all'utilizzo della scheda di valutazione sia calcolato utilizzando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore delle  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s e utilizzando l'equazione:

$$T = \frac{4x \sum_{i=1}^n h_i}{\frac{\sum_{i=1}^n V_{s,i} x h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}}$$

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato nella descrizione della prova eseguita, è stato calcolato il valore delle  $V_{s30}$ , che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il suo calcolo si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.09.2005, nel D.M. 14.01.2008 ("Norme tecniche per le costruzioni") e nel D.M. 17.01.2018 ("Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"), secondo cui la classificazione del sottosuolo si esegue in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s30,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{s,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Da cui, a seguito dell'analisi sismica eseguita, applicando quanto previsto dalla NTC 2018, per una fondazione posta alla profondità di 0.00 m dal piano di campagna, si ottiene il seguente risultato:

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{s,eq}$ (m/sec) ( $H=30.00$ m)	420.21
Categoria del suolo	B

**Suolo di tipo 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.

#### 4.12.3.1 Altri parametri geotecnici

(ottenuti per interpolazione di dati risultanti)

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NS PT	Qc [kPa]
1	1.00	1.00	417.53	781.12	1800.00	0.30	313.79	1098.27	679.88	815.86	N/A	N/A
2	4.04	3.04	789.00	1476.08	1800.00	0.30	1120.53	3921.86	2427.82	2913.38	N/A	N/A
3	5.11	1.07	200.53	375.16	1800.00	0.30	72.38	253.35	156.83	188.20	92	770.73
4	23.85	18.74	385.92	630.20	1800.00	0.20	268.08	714.87	357.44	643.38	N/A	N/A
5	53.65	29.81	546.68	892.72	1800.00	0.20	537.94	1434.50	717.25	1291.05	N/A	N/A
6	oo	oo	837.82	1567.41	1800.00	0.30	1263.48	4422.19	2737.55	3285.05	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young

#### 4.12.4 PARAMETRIZZAZIONE $V_{s,eq}$

Ai fini della definizione del valore del parametro  $V_{s,eq}$  secondo le nuove "Norme Tecniche NTC 2018 per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni", sulla base della prova MASW eseguita, per un **piano di posa posto alla quota di 0,00 m** (riferito al piano di campagna), i materiali presenti lungo la sezione investigata sono classificati come suoli di **classe B**.

Prospezione sismica attiva	H (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17 gennaio 2018)
MASW 01	30.00	420.21	B

E' comunque da tenere nella dovuta considerazione che, per la presenza di materiali poco addensati nella porzione più superficiale del sito investigato, all'approfondirsi del piano di posa non corrisponde un progressivo miglioramento delle proprietà meccaniche, almeno sino a 4.00 m dal piano di campagna, però, come evidenziato nella sottostante tabella, la categoria dei suoli di fondazione resta costante sino a profondità maggiori di 5.00 m dal piano di campagna.

Prospezione sismica attiva MASW			
profondità del piano di posa (m)	H (m)	$V_{s,eq}$ (m/sec)	Categoria del suolo
1.00	30.00	423.57	B
1.50	30.00	421.90	B
2.00	30.00	420.24	B
3.00	30.00	416.95	B
4.00	30.00	413.72	B
5.00	30.00	431.64	B

## 5 COMPATIBILITÀ

Il progetto proposto è compatibile con le caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area e non ha controindicazioni tecniche di natura geologica, idrogeologica e geologico-tecnica.

L'intervento proposto, così come ipotizzato, non interferisce negativamente con strutture pubbliche o private esistenti.

Le opere non ricadono in aree la cui pericolosità per prossimità alla costa, per instabilità del versante o per inondabilità, sia stata evidenziata in studi alcuni (SCAI, AVI, PAI, IFFI o PSFF) o lo sia per esperienza diretta o notizia alcuna, o comunque ove marginalmente presente, sia di nocumento alle opere o produca effetti su altre opere.

Ai fini della definizione del valore del parametro  $V_{s,eq}$  secondo le nuove "Norme Tecniche NTC 2018 per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni", sulla base della prova MASW eseguita, per un **piano di posa posto alla quota di 0,00 m** (riferito al piano di campagna), i materiali presenti lungo la sezione investigata sono classificati come suoli di **classe B**.

Geologo Roberta Maria Sanna