

**REGIONE PUGLIA
CITTÀ METROPOLITANA DI BARI
COMUNE DI ALTAMURA**



Committente: **R2R**
GRUPPO a2a
R2R S.r.l. (gruppo a2a)
Piazza Manifattura n. 1
38068 - Rovereto (TN)

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO SERRA DI MELE

Documento: PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento: R2R-WSDM-RC13

ID PROGETTO:	R2R-WSDM	SEZIONE:	C	TIPOLOGIA:	T	FORMATO:	A4
--------------	----------	----------	---	------------	---	----------	----

Elaborato:

RELAZIONE SISMICA

FOGLIO:	1 di 1	SCALA:	-	Nome file:	YDUOL75_R2R-WSDM-RC13
---------	--------	--------	---	------------	-----------------------

A cura di:

iat CONSULENZA
E PROGETTI
www.iatprogetti.it



**ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 222 Dott. Geol. Maria Francesca Lobina**

Maria Francesca Lobina

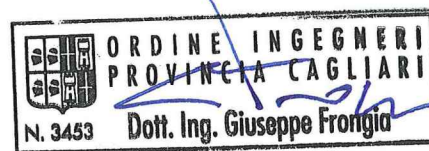
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Dott. Ing. Giuseppe Frongia

Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia
(coordinatore e responsabile)
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Pian. Terr. Andrea Cappai
Ing. Gianfranco Corda
Ing. Paolo Desogus
Pian. Terr. Veronica Fais
Ing. Gianluca Melis
Ing. Fabrizio Murru
Ing. Andrea Onnis
Pian. Terr. Eleonora Re
Ing. Elisa Roych
Ing. Marco Utzeri



Contributi specialistici:

Ing. Antonio Dedoni (studio acustico)
IPOOL S.r.l. (monitoraggio acustico)
Dott. Geol. Francesca Lobina (Geologia)
Dott. Agr. Barnaba Marinosci (Agronomia)





Dott. Biol. Leonardo Beccarisi (Vegetazione)
Dott. Fabio Mastropasqua (Fauna e VINCA)
Nostoi S.r.l. (Archeologia)

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Nov.2023	Prima emissione	MFL	GF	R2R

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 2 di 43	

INDICE

1	ASPETTI INTRODUTTIVI	3
1.1	Premessa.....	3
1.2	Normativa di riferimento.....	3
1.3	Inquadramento topografico e territoriale	4
1.4	Descrizione sommaria del progetto.....	8
2	MODELLO SISMICO	10
2.1	Sismicità dell'area.....	10
2.2	Sismicità storica	12
2.3	Sismicità attuale.....	16
3	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	21
3.1	Pericolosità sismica.....	21
3.1.1	<i>Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S1</i>	<i>23</i>
3.1.2	<i>Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S2</i>	<i>25</i>
3.1.3	<i>Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S3</i>	<i>28</i>
3.1.4	<i>Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S4</i>	<i>31</i>
3.1.5	<i>Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S5</i>	<i>33</i>
3.1.6	<i>Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S6</i>	<i>35</i>
3.2	Categoria di sottosuolo	38
4	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	41
	QUADERNO INDAGINI GEOFISICHE.....	43

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 3 di 43	

1 ASPETTI INTRODUTTIVI

1.1 Premessa

La società R2R S.r.l, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica in Comune di Altamura (Provincia di Bari) denominato "Serra di Mele", che sarà costituito da n. 6 aerogeneratori di potenza unitaria nominale max 6,6 MW e complessiva fino a 39,6 MW.



In tale ambito, lo scrivente geologo *Dott.ssa MARIA FRANCESCA LOBINA*⁽¹⁾ ha proceduto, su mandato della società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. incaricata della progettazione, alla stesura del presente elaborato incentrato sulla sismicità locale, la pericolosità sismica e la categoria di sottosuolo, sulla base dei risultati di un'indagine all'uopo eseguita mediante sismica a rifrazione di tipo MASW con la quale è stata determinata la velocità di taglio equivalenti (V_{s_n}) funzionale allo studio sulla risposta sismica della struttura in progetto ai sensi del paragrafo 3.2 del D.M. 17.01.2018 «*Norme tecniche per le costruzioni*».

1.2 Normativa di riferimento

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 17.01.2018 «Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3316 del 02.10.2003 «Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica».

(1) Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 4 di 43	

1.3 Inquadramento topografico e territoriale



Il parco eolico in progetto è previsto nel settore centro-occidentale della Puglia, subregione geografica delle Murge, in agro del Comune di Altamura (Città Metropolitana di Bari). Si estenderà per circa 4 km in direzione WNW-SSE abbracciando da ovest verso est le località identificate con i toponimi di *Mass. Nuova*, *Mass. Ferrulli*, *Mass. Traetta*, *Mass. Casiello* e *Serra di Mele*.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 454 “ALTAMURA” dell’I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 472 “MATERA” dell’I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 454-II “ALTAMURA” dell’I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 454-III “GRAVINA DI PUGLIA” dell’I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 472-I “BORGIO VENUSIO” dell’I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 472-IV “SANTA MARIA D’IRS” dell’I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 454140 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 454150 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 472020 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 472030 della C.T.R. [scala 1:10.000]



Figura 1.1 - Inquadramento geografico dell’area di studio.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 5 di 43	

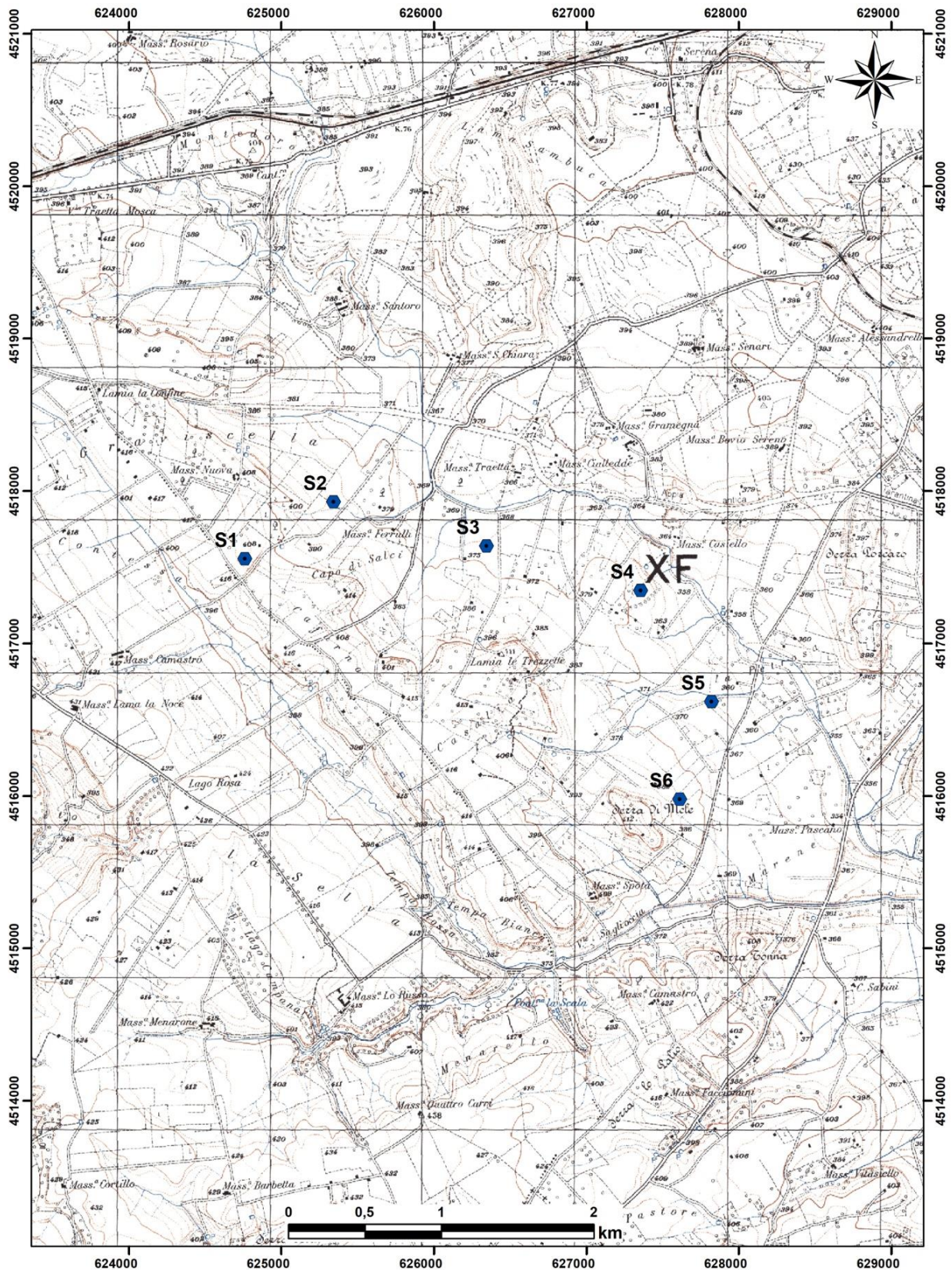




Figura 1.2 - Ubicazione degli aerogeneratori in programma su stralcio cartografia I.G.M.I. 25.000, fuori scala.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 6 di 43

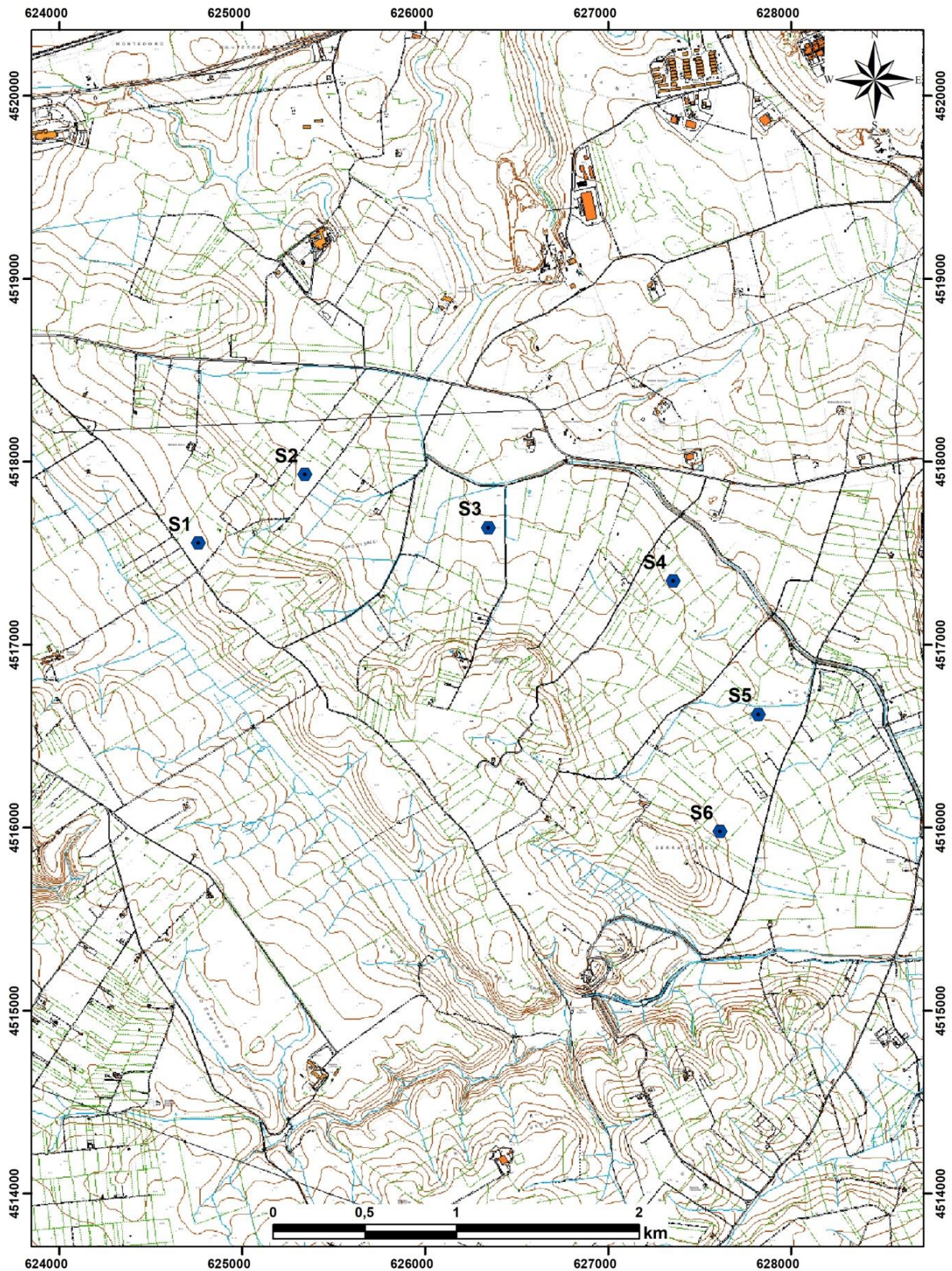


Figura 1.3 - Ubicazione degli aerogeneratori in programma su stralcio cartografia C.T.R. 10.000, fuori scala.





COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 7 di 43



Figura 1.4 - Ubicazione degli aerogeneratori in programma su stralcio ortofotogrammetrico 2019, fuori scala.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 8 di 43	

1.4 Descrizione sommaria del progetto

Il parco eolico in progetto sarà composto di n. 6 aerogeneratori, ciascuno costituito da 3 pale, con diametro massimo delle turbine di 170 m, altezza del mozzo di 115 m e altezza complessiva di 200 m.

Stante il fatto che la viabilità locale è interamente ed agevolmente camionabile anche per il trasporto di aerogeneratori di grande taglia (multimegawatt) e delle relative parti complementari (conci di torre e pale), si prevede sin d'ora l'adeguamento temporaneo di alcune tratte.



Gli aerogeneratori saranno installati in piazzole accessibili a partire dalla nuova viabilità di accesso, con piste in terra battuta di larghezza di circa 5 m. Le piste saranno realizzate in misto stabilizzato e compattato con uno strato di fondazione in pietrisco costipato.

L'elettrodotto interrato, previsto sotto le piste di accesso al parco eolico e la viabilità pubblica dell'area, collegherà gli aerogeneratori raggruppandoli in n. 3 comparti (tale schematizzazione è finalizzata alla sola trattazione oggetto della presente relazione) (Figura 1.5):

- Occidentale S1+S2;
- Centrale S3+S4;
- Orientale S5+S6.

All'uscita di questi, l'elettrodotto di connessione permetterà di immettere l'energia elettrica prodotta in rete presso la nuova stazione elettrica (SE) in Comune di Altamura. Questa raccoglierà le linee in cavo interrato a 36 kV provenienti dal parco eolico che saranno attestate ad un quadro elettrico, installato all'interno di un locale dedicato.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 9 di 43	

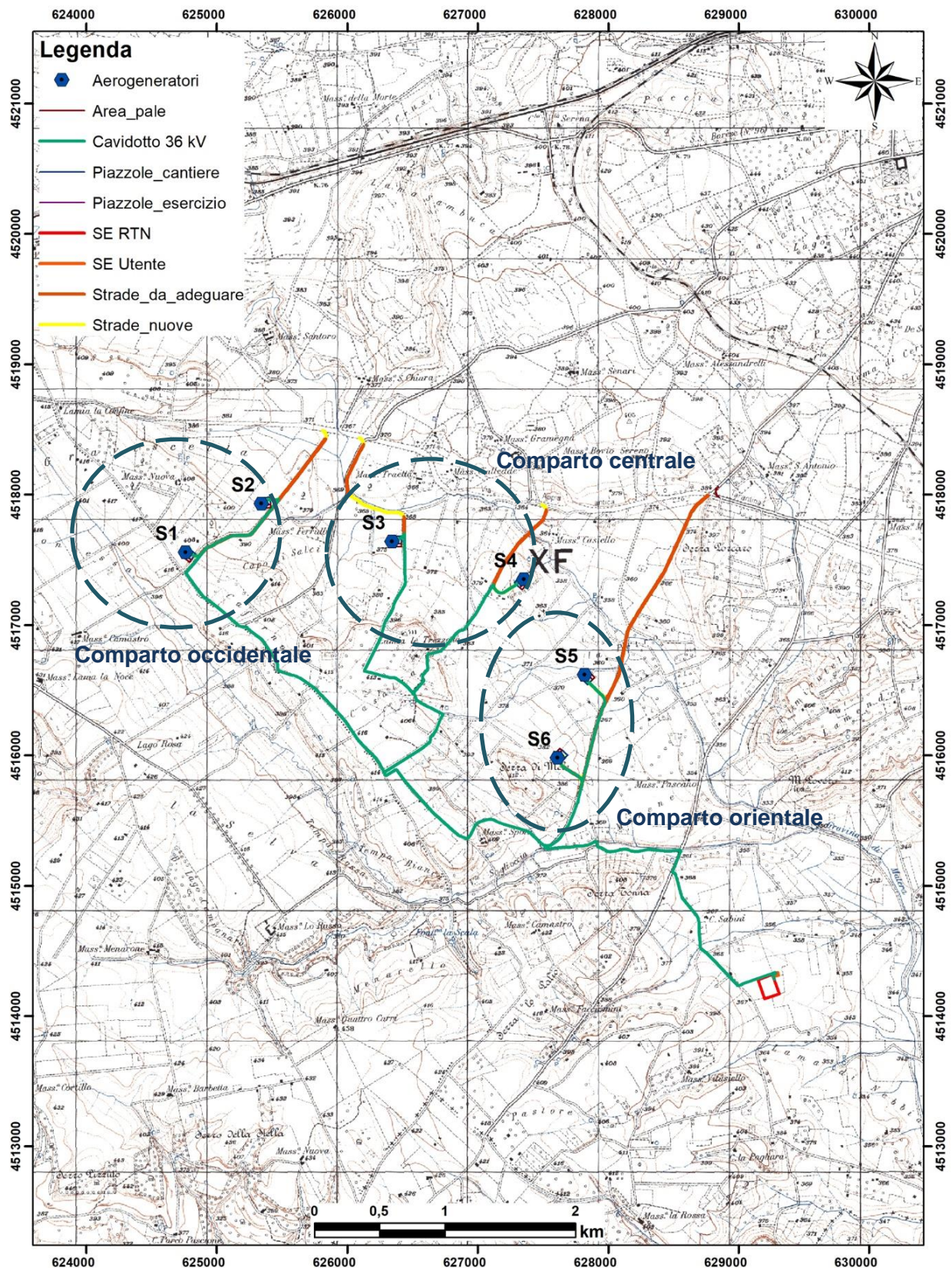




Figura 1.5 - Schema planimetrico del progetto su stralcio I.G.M.I.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 10 di 43

2 MODELLO SISMICO

2.1 Sismicità dell'area

Storicamente, l'intero territorio pugliese si caratterizza per l'assenza di un'intrinseca sismicità, riconducibile cioè a terremoti con ipocentro localizzato nelle strette vicinanze dell'area oggetto di interesse, mentre più o meno forti sono i risentimenti legati a terremoti aventi epicentro localizzato nelle aree limitrofe quali, ad esempio, l'area al confine lucano. Ad eccezione dell'area che racchiude il promontorio del *Gargano* caratterizzata da una sismicità di medio–alta intensità, la regione Puglia non evidenzia, infatti, alcuna sismicità significativa.

Le caratteristiche di sismicità dell'area delle *Murge* sono da porre in relazione con l'assetto strutturale relativamente semplice del settore geodinamico dell'Avampaese Apulo, notoriamente considerato stabile ed a bassa sismicità (Tropeano et al. 1997).

Alcuni studi hanno fornito una interpretazione dei diversi terremoti storici verificatisi nelle adiacenze di questa porzione di territorio pugliese, indagando sulle strutture sismogenetiche responsabili e sulle loro caratteristiche principali. In particolare, gli studi focalizzano l'attenzione sulle sismiti supra-pleistoceniche e sulla localizzazione dei principali terremoti registrati strumentalmente ($M_{max} = 3.2$).

L'importanza regionale delle strutture presenti nel territorio delle Murge permette di considerare questo settore di avampaese come un'area attiva sotto il profilo sismotettonico, a differenza di quanto risulta in letteratura (Tropeano et al 1997).

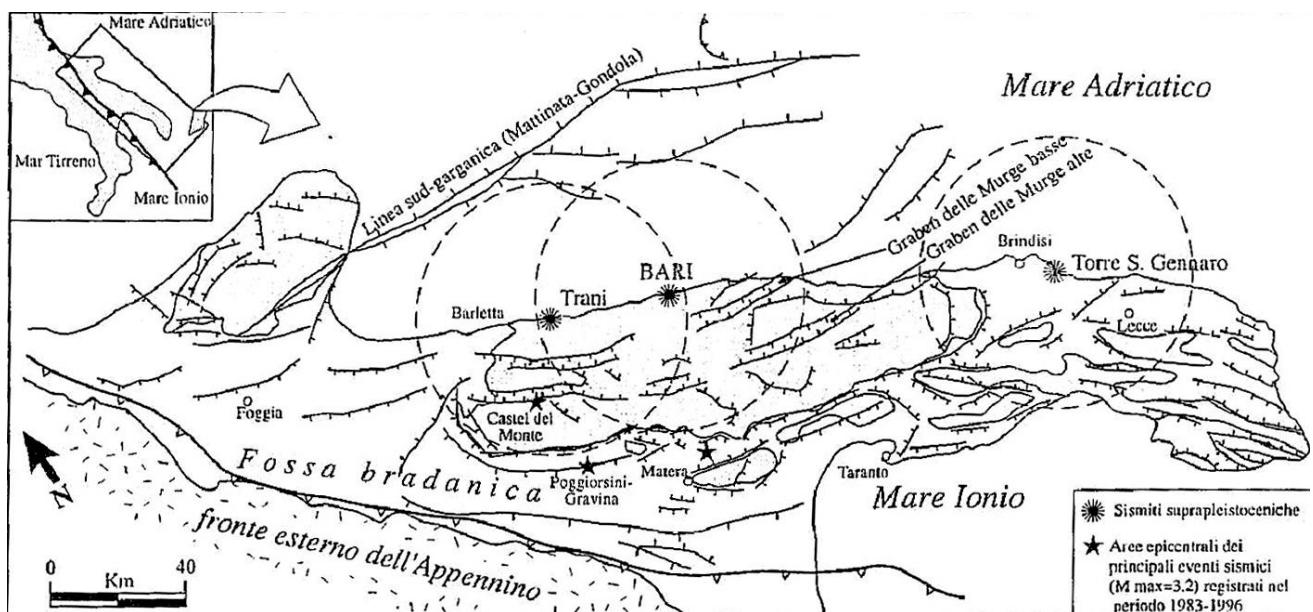




Figura 2.1 - Schema strutturale dell'Avampaese Apulo emerso (da Tropeano et al. 1997).

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 11 di 43	

La consultazione del database DISS (vers. 3.3.0., 2021), mostra che il territorio di studio non risulta essere interessato direttamente dalla presenza di potenziali faglie sismogenetiche. La fascia di sorgenti composite più vicina è posta infatti circa 13 km a sud dell'area di interesse progettuale: si tratta della fascia di sorgenti composite **ITCS005: Baragiano-Palagianello** (profondità stimata 13÷22 km, magnitudo massima 7,4, *Slip rate* 0,1-0.5 mm/anno).

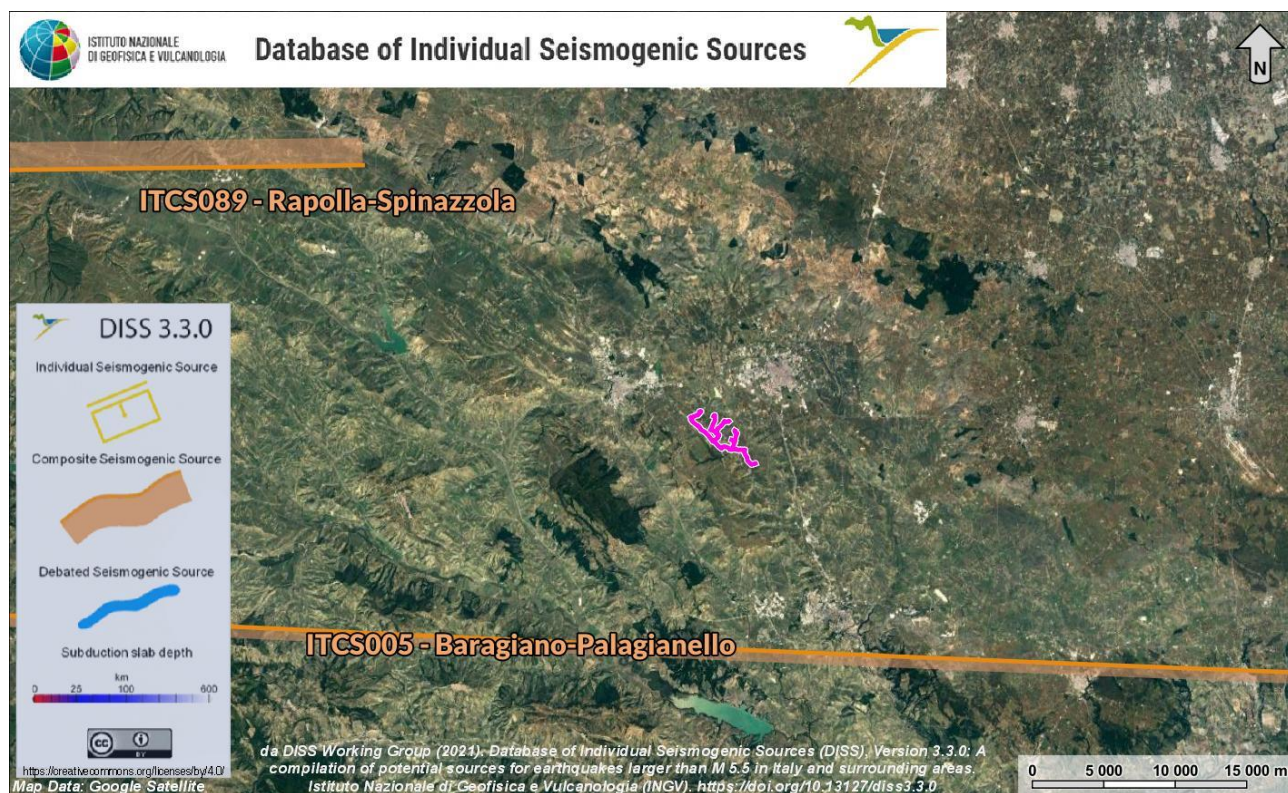




Figura 2.2 - Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5.5$ nell'area di studio, in scala 1:500000, (da DISS Working group 2018, Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), versione 3.3.0.).

Tabella 2.1 - Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica composta ITCS005 "Baragiano-Palagianello". Legenda LD=literature data, OD=original data, ER=empirical relationship, AR=analytical relationship, EJ=expert judgement.

Parameter		Quality	Evidence	
Min depth	km	13	OD	Derived from seismological data.
Max depth	km	22	OD	Derived from seismological data.
Strike min - max	deg	80 ÷ 100	LD	Based on focal mechanisms.
Dip min - max	deg	80 ÷ 90	LD	Based on focal mechanisms.
Rake min - max	deg	170 ÷ 190	LD	Based on focal mechanisms.
Slip Rate min - max	mm/y	0,1 ÷ 0,5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude	Mw	7,4	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 12 di 43

Per quanto riguarda l'attuale Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), i settori di studio distano circa 10 km a N della **Zona 926** "Basento" e 15 km a sud della **Zona 925** "Ofanto" (Figura 2.3).

Sulla base degli studi sismologici più aggiornati nella **Zona 926** sono attesi terremoti di elevata profondità ($P = 12\div 20$ km) e di bassa magnitudo ($M_{max} = 5,91$), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente trascorrente. Mentre, nella **Zona 925** sono attesi terremoti di bassa profondità ($P = 12\div 20$ km) e di magnitudo medio-elevata ($M_{max} = 6,83$), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente trascorrenti.

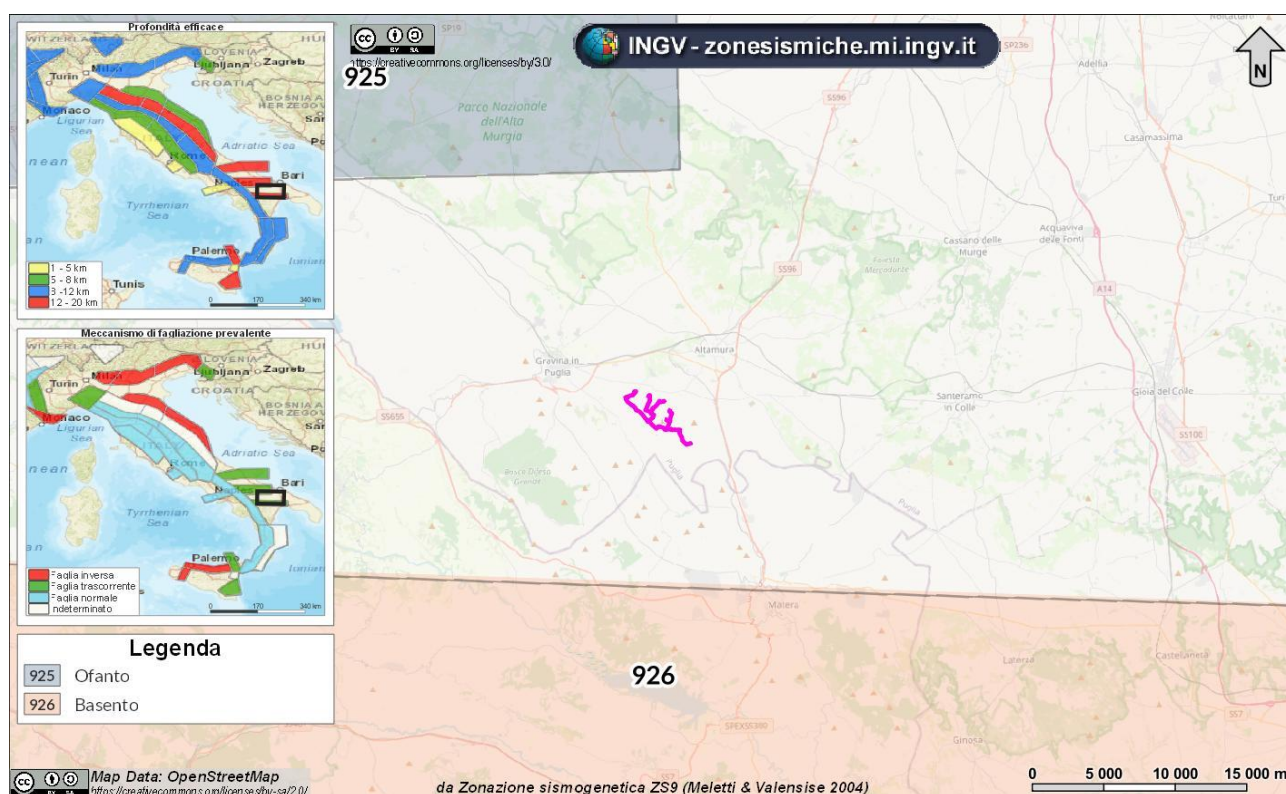




Figura 2.3 - Stralcio della Zonazione sismogenetica ZS9 dell'area di studio, riprodotto in scala 1:500000, con individuazione delle opere in progetto (magenta).

2.2 Sismicità storica

I dati di sismicità storica indicano che l'area del Comune di Altamura non è stata interessata da frequenti ed importanti eventi sismici, tuttavia, essa ha risentito e può risentire degli effetti connessi agli eventi sismici che coinvolgono le aree limitrofe.

La Puglia, con l'esclusione della penisola del Gargano, è stata generalmente considerata una regione a bassa sismicità, anche se non mancano gli effetti causati da sismi verificatisi in settori di territorio limitrofi o nella porzione centrale della regione stessa.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 13 di 43	

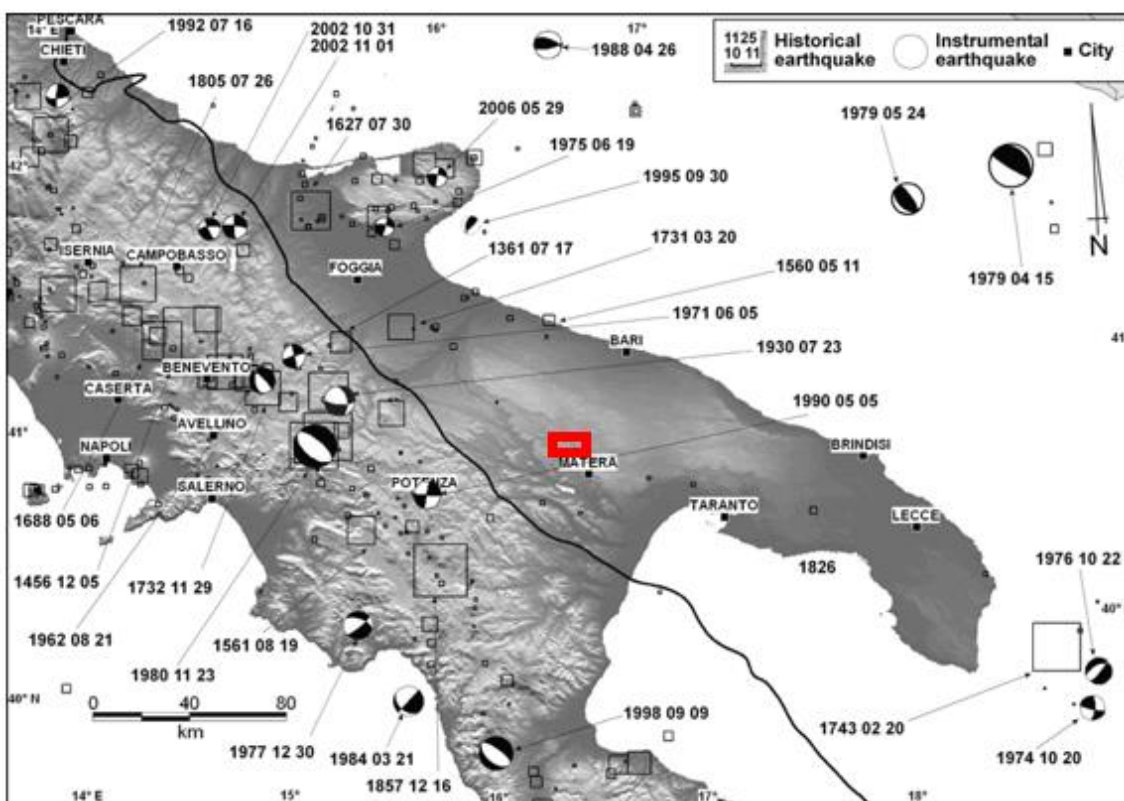


Figura 2.4 - Terremoti storici e strumentali dell'Appennino centrale e meridionale ($M > 4.0$; Gruppo di lavoro CPTI, 2004; Vannucci & Gasperini 2004. La dimensione dei quadrati riprodotti in figura è proporzionale alla magnitudo equivalente derivata da dati di intensità; la linea continua e spessa nera rappresenta il fronte esterno sepolto dell'Appennino meridionale).

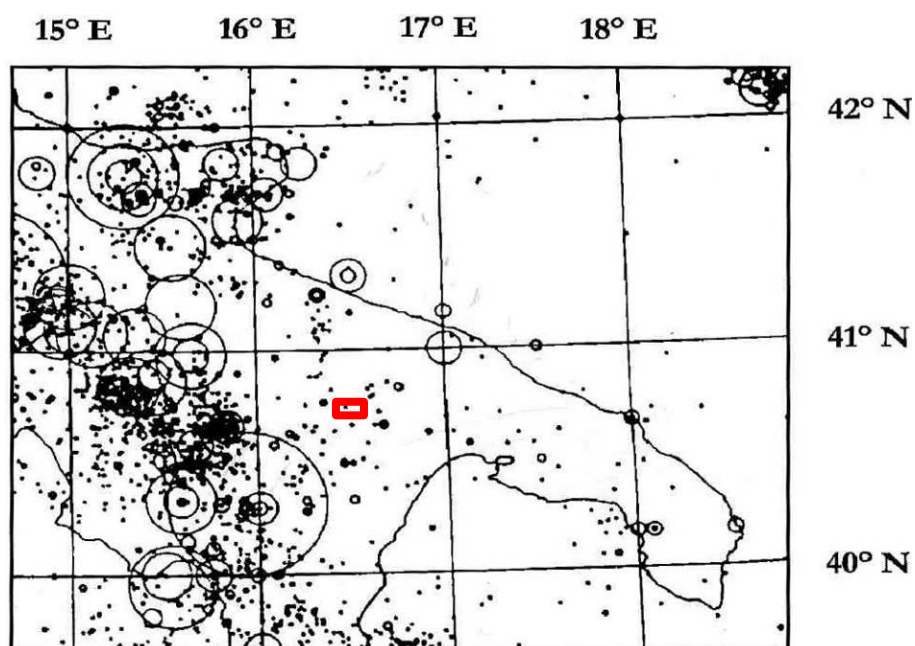




Figura 2.5 - Carta della distribuzione degli epicentri dei terremoti verificatisi a partire dall'anno 1000 fino all'anno 1992 (Pierri et al. 1994).

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 14 di 43	

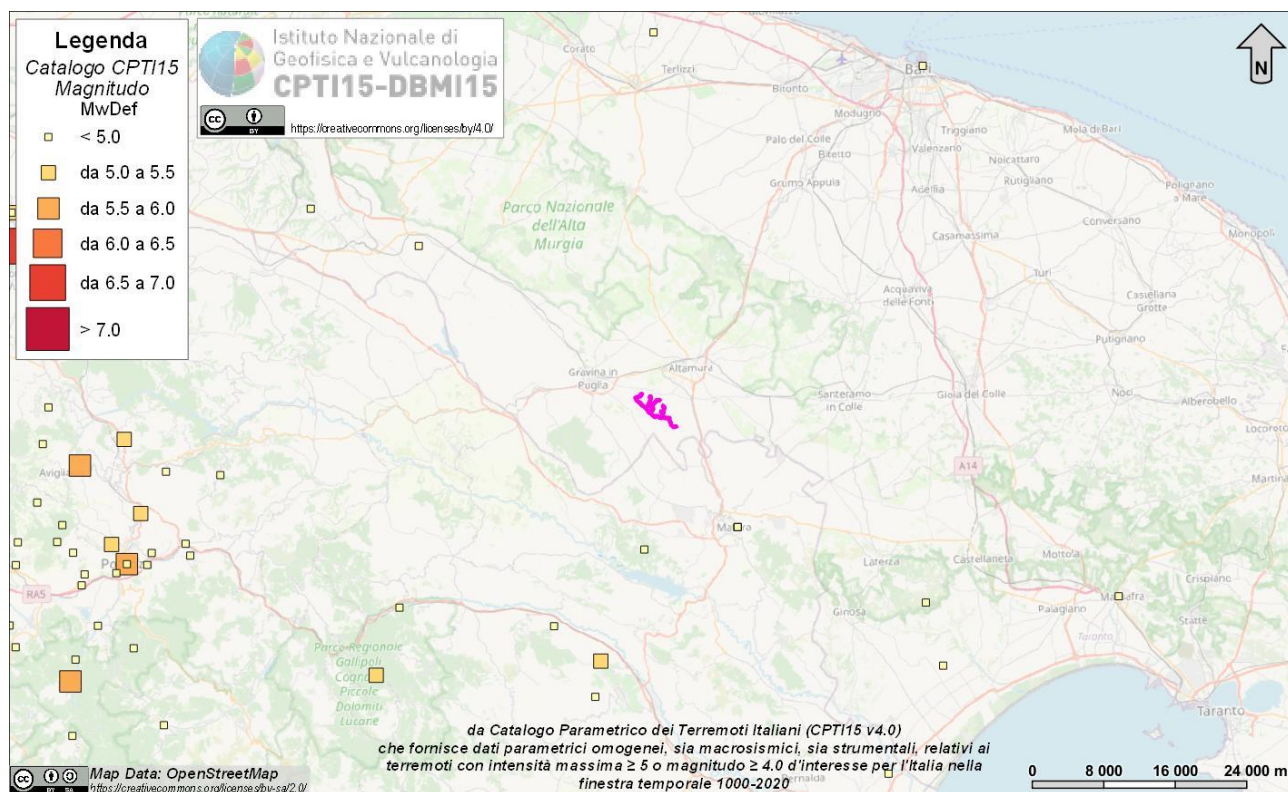


Figura 2.6 - Epicentri e magnitudo dei principali terremoti storici che hanno interessato l'Appennino ad ovest dell'area di studio, in scala 1:800000. In magenta è riportato il cavidotto in esame.

Per quanto riguarda Bari, le fonti storiche riportano che la città fu colpita dagli effetti di un terremoto nel 1087 ($I_{max}=VI-VII$ MCS), "ove furono distrutte torri, castelli e case".

A Lecce, Brindisi, Nardò e Francavilla, invece, nel 1793 si risentirono gli effetti di un terremoto localizzato nel basso Ionio che produsse il danneggiamento di case e chiese, con alcune rase al suolo, nonché alcune vittime.

Di seguito sono elencati gli eventi sismici riportati nel Database Macrosismico Italiano pubblicato dall'INGV (versione DBMI15 v4.0, Rovida et al. 2022) al fine di documentare la storia sismica del centro abitato di Altamura (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).



COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 15 di 43

Tabella 2.2 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Altamura (da Database Macrosismico Italiano, DBMI15). Legenda: I intensità al sito (MCS); N numero di registrazione del terremoto in ordine cronologico; EpicentralArea area epicentrale o area con i maggiori effetti macrosismici; DepDef profondità predefinita MCS); Mw magnitudo momento; ErMw errore associato alla magnitudo momento.

Storia sismica di Altamura



[40.827, 16.553]

DBMI15 v.4.0 

Numero eventi: 26

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.it>

Effetti	In occasione del terremoto del:												
	I	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	DepDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
F	1185	1845	8	10					Materano		5	4.51	0.34
6	1268	1857	12	16	21	15			Basilicata		11	7.12	0.1
2-3	1356	1873	3	12	20	4			Appennino marchigiano		8	5.85	0.1
5	1378	1875	12	6					Gargano		8	5.86	0.12
F	1663	1895	8	9	17	38	20		Adriatico centrale		6	5.11	0.1
2	1883	1905	9	8	1	43			Calabria centrale		10-11	6.95	0.09
NF	1885	1905	11	26					Irpinia		7-8	5.18	0.09
4-5	2015	1910	6	7	2	4			Irpinia-Basilicata		8	5.76	0.08
NF	2079	1913	6	28	8	53	2		Calabria settentrionale		8	5.64	0.08
NF	2087	1913	10	4	18	26			Molise		7-8	5.35	0.07
NF	2110	1915	1	13	6	52	43		Marsica		11	7.08	0.08
5	2422	1930	7	23	0	8			Irpinia		10	6.67	0.08
4	2462	1932	3	30	9	56	26		Bassa Murgia		5	4.54	0.24
2	2530	1937	7	17	17	11			Tavoliere delle Puglie		6	4.96	0.11
4	2680	1951	1	16	1	11			Gargano		7	5.22	0.11
4	2739	1956	1	9	0	44			Materano		6	4.72	0.17
3	2912	1966	7	6	4	24			Alta Murgia		4	4.26	0.17
5	3201	1978	9	24	8	7	44		Materano		6	4.75	0.11
5	3256	1980	11	23	18	34	52		Irpinia-Basilicata		10	6.81	0.1
NF	3395	1984	5	7	17	50			Monti della Meta		8	5.86	0.1
NF	3559	1988	4	26	0	53	43.8 3		Adriatico centrale	7.9		5.36	0.1
5	3625	1990	5	5	7	21	29.6 1		Potentino	10		5.77	0.1
5	3657	1991	5	26	12	25	59.4 2		Potentino	0.1	7	5.08	0.1
3	3775	1995	9	30	10	14	33.8 6		Gargano	27.5	6	5.15	0.1
2-3	3801	1996	4	3	13	4	34.9 8		Irpinia	13.9	6	4.9	0.1

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 16 di 43	

Effetti	In occasione del terremoto del:										
4	4296	2006	5	29	2	20	6.26	Gargano	31.2	4.64	0.07

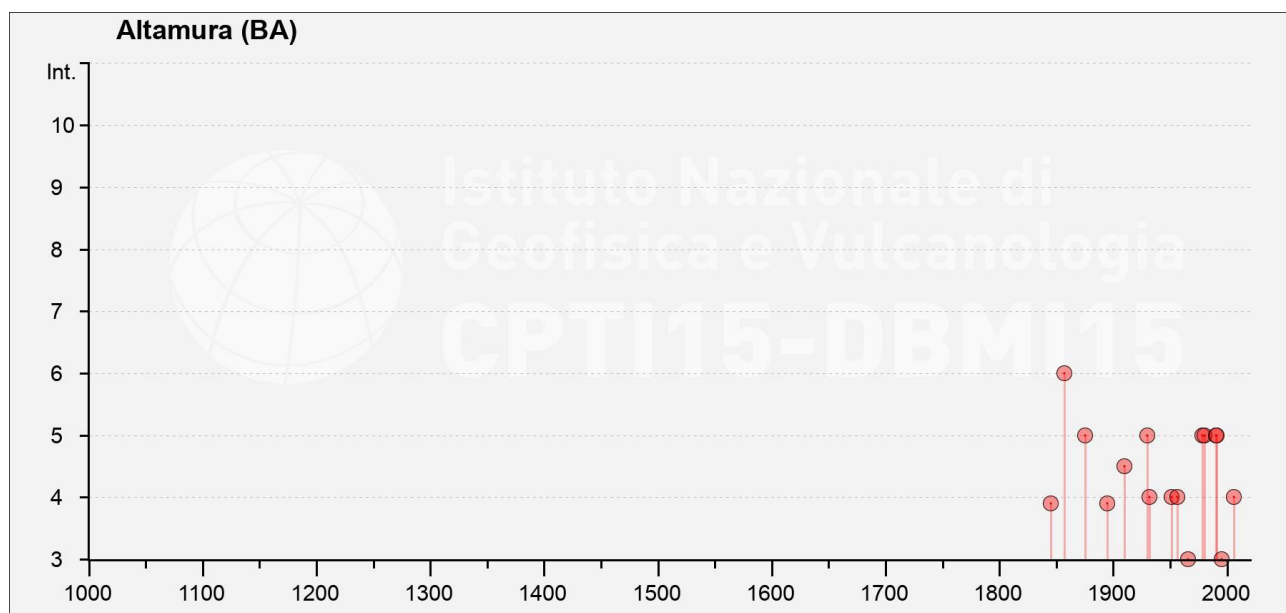


Figura 2.7 - Grafico illustrante la storia sismica di Altamura. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche (I) degli eventi rilevati (da <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).



Secondo le fonti storiche a disposizione (Figura 2.7), risulta che i massimi risentimenti nell'area in studio sono stati dell'ordine del VI grado MCS e si sono avuti in corrispondenza degli eventi sismici del 1857 (epicentro in Basilicata).

2.3 Sismicità attuale

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*” disciplinava la classificazione sismica dei comuni d'Italia. Secondo tale normativa, il territorio del comune di Altamura ricadeva in **Zona sismica 3**, ovvero una zona di pericolosità bassa, con valori di accelerazione pari a $0,05 < a_g \leq 0,15$.

In seguito a tale classificazione, effettuata per ognuno dei comuni d'Italia, è stato emanato un nuovo provvedimento che prevede l'adozione delle stime di pericolosità sismica contenute nel Progetto S1 dell'INGV-DPC. Detto studio è stato condotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che ha prodotto, per l'intera comunità nazionale, uno strumento scientificamente valido ed avanzato, nonché utilizzabile nell'immediato in provvedimenti normativi.

La regione Puglia, con D.G.R. n. 153 del 02 marzo 2004, ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni. Secondo tale normativa, il territorio del comune di Altamura

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 17 di 43	

ricade in zona sismica 3.

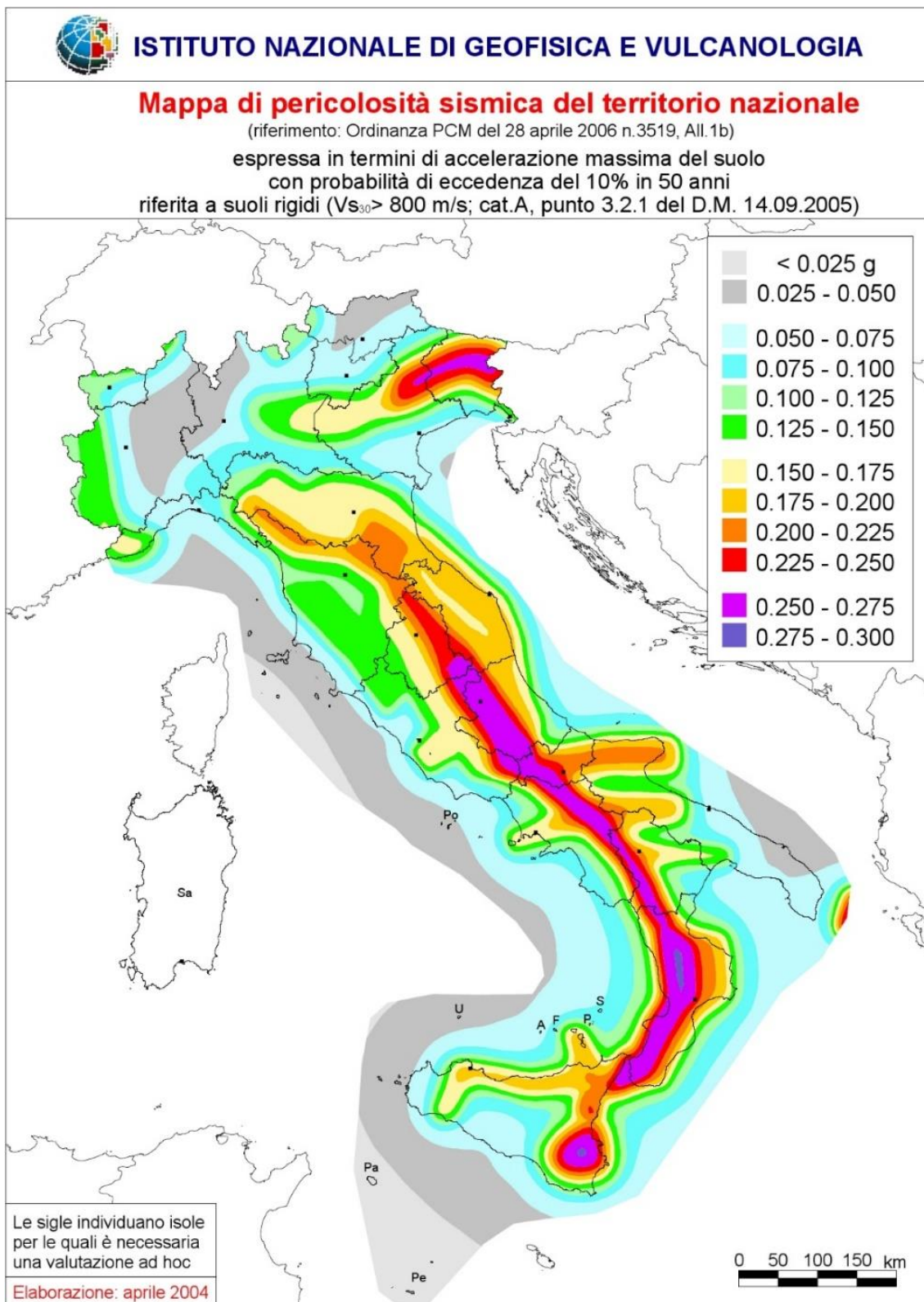




Figura 2.8 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell'INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 18 di 43	

In particolare, con tale provvedimento è stato superato il concetto di una classificazione sismica legata al singolo territorio comunale e si è posta nuova attenzione sul concetto di una pericolosità sismica uniforme a livello nazionale, stimata sulla base di quattro fondamentali zone sismiche. La vecchia classificazione sismica produceva, soventemente, situazioni in cui un comune classificato sismico era fisicamente confinante con un comune non classificato e, pertanto, si assisteva ad un brusco cambiamento nei parametri sismici che avveniva in un breve arco di territorio.

Attualmente, la pericolosità sismica è stimata con una precisione maggiore e, di fatto, le variazioni tra le caratteristiche sismiche di aree adiacenti sono continue e graduali. Successivamente verrà mantenuta, infatti, la classificazione secondo la quale il territorio nazionale è suddivisibile in quattro differenti classi sismiche, ma a scopo esclusivamente amministrativo.

All'attuale stato delle conoscenze e del progresso scientifico è possibile, attraverso l'applicazione *WebGIS*, consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica (Figura 2.9). In particolare, per la zona interessata dalla tratta ferroviaria progettuale, i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi all'incirca nell'intervallo 0.0750-0.125 a_g (accelerazione massima del suolo).

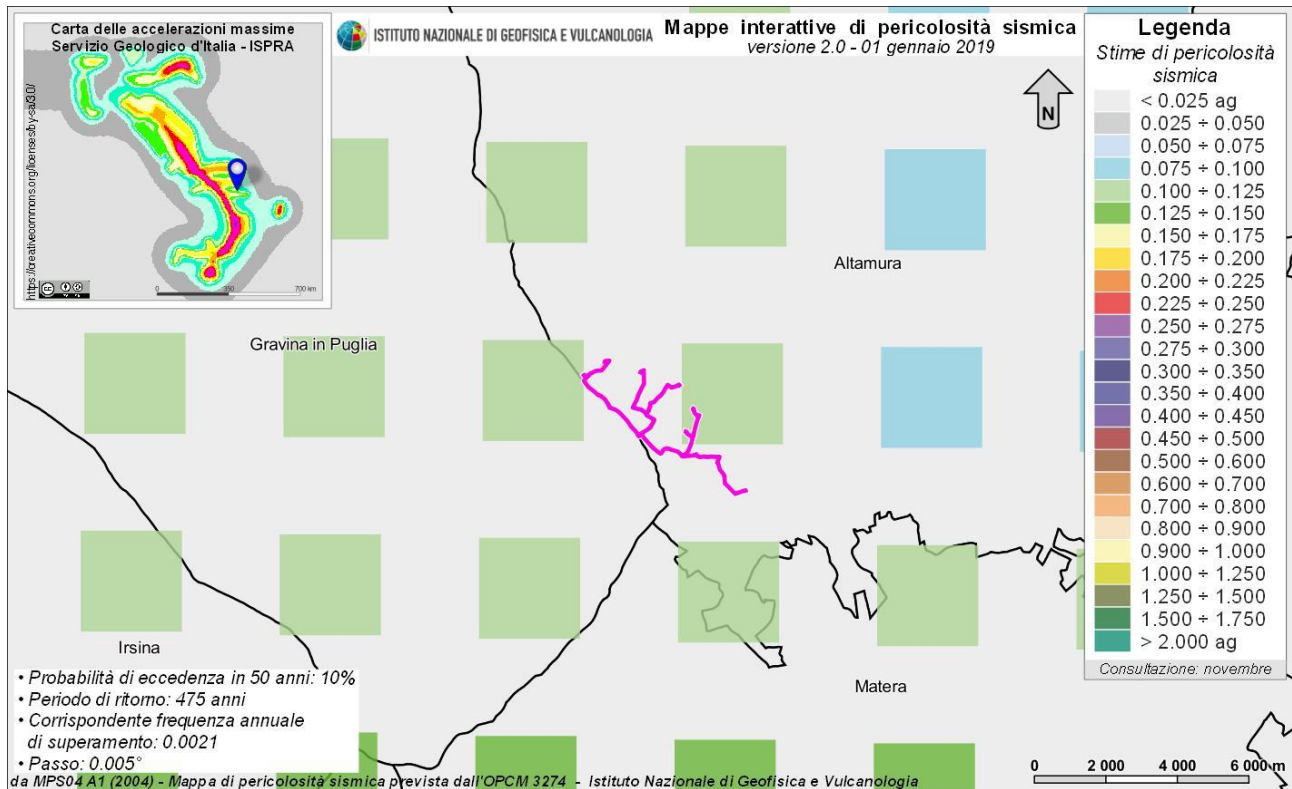




Figura 2.9 - Mappa di pericolosità sismica per l'area di interesse, in scala 1:200000; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 19 di 43

Inoltre, il *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CApable faults*) mostra l'assenza di faglie capaci nell'area progettuale (Figura 2.10), definite come lineamenti tettonici attivi che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. Infatti, la faglia capace più vicina alla zona di studio si colloca a circa 66 km a SW. Si tratta della faglia capace Pignola (*FaultCode: 32000*) riferibile all'omonimo sistema (Ortolani et al. 1992; Ascione & Cinque 1999).

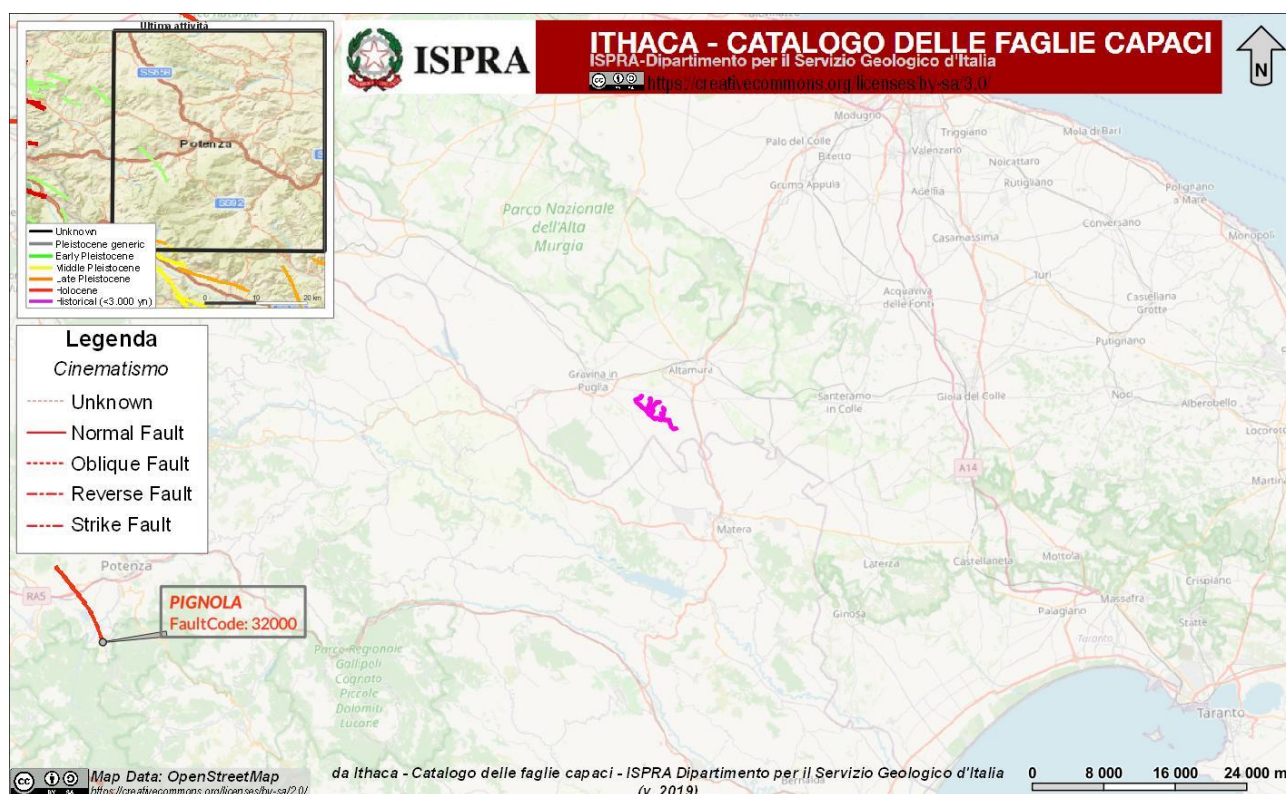


Figura 2.10 - Stralcio cartografico dell'area di interesse, riprodotto in scala 1:800000, con indicazione schematica del cavidotto in questione (in magenta), e delle faglie capaci (in rosso).

Per completezza nella Tabella 2.3 si riportano le caratteristiche della faglia citata.





COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 20 di 43	

Tabella 2.3 - Sintesi delle caratteristiche fisiche e geologiche della faglia potenzialmente attiva o capace, tratta da <http://sgi.isprambiente.it/ithacaweb/SchedaFaglia.aspx?faultcode=32000>.

Faglia Pignola	
General identification	
Fault Code	32000
Fault Name	PIGNOLA
Region Name	Basilicata
Tectonic Environment	ND
System Name	PIGNOLA
Synopsis	
Rank	Secondary
Geometry and kinematics	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	160
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	SW
Fault Length (km)	10.1
Mapping Scale	
Fault Depth (km)	
Kinematics	Normal
Activity	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Pleistocene generic
Applied Technique	
Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms
Lithology	terrigenous deposits
Slip parameters	
Recurrence Interval (yr)	
Slip Rate (mm/yr)	
Max Credible Rupture Length (km)	
Max Credible Slip (m)	
Time Since Last Event (yr)	
Max Known Magnitude (mw)	
Max Known Intensity (mcs)	
Known Seismic Events	
Final remarks	
Capability Consensus	Low reliability
Study Quality	LOW
Notes	

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 21 di 43

3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

3.1 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico. Affinché si abbia rischio è necessario, pertanto, che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'*input* sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

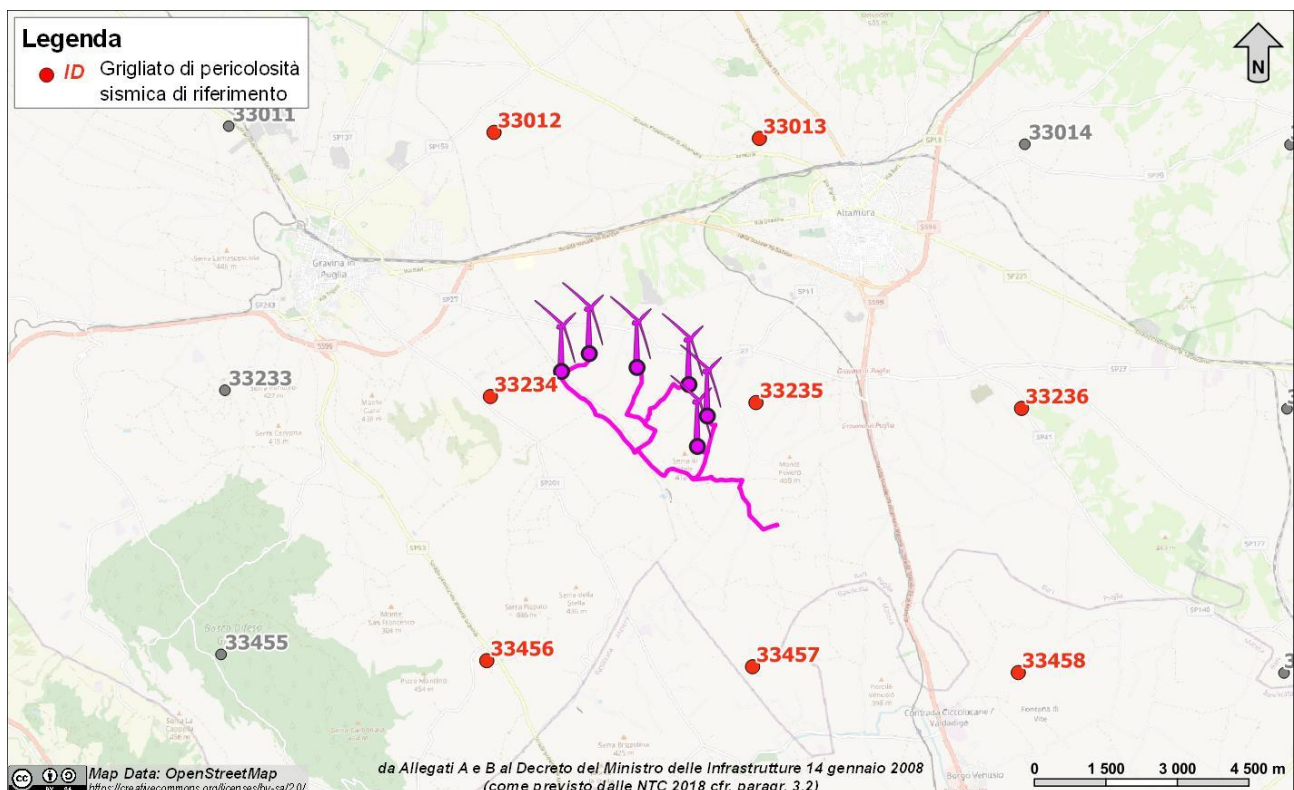




Figura 3.1- Griglia di riferimento per il settore oggetto di studio, riprodotto in scala 1:150000, con individuazione del cavidotto e degli aerogeneratori (in magenta) e dei punti del grigliato scelti (in rosso).

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 22 di 43	

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16.01.1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Infrastrutture 14.01.2008).

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 17.01.2018, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno T_r pari a 475. Per i valori di a_g , F_0 e T_c^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al D.M. 2008 (come previsto dalle NTC 2018 cfr. paragr. 3.2).



I parametri forniti possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale.

Tabella 3.1 - Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno T_r pari a 475 anni, le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG:4230).

ID	Longitudine °	Latitudine °	a_g g	F_0 -	T_c s
33012	16.464	40.846	0.108	2.600	0.440
33013	16.530	40.844	0.103	2.600	0.440
33234	16.462	40.796	0.109	2.620	0.430
33235	16.528	40.794	0.105	2.610	0.430
33236	16.594	40.792	0.102	2.600	0.430
33456	16.460	40.746	0.118	2.560	0.410
33457	16.526	40.744	0.116	2.550	0.400
33458	16.592	40.742	0.112	2.570	0.400

Di seguito sono stati determinati i parametri sismici di progetto ed i relativi spettri di risposta per 6 postazioni degli aerogeneratori, con riferimento al D.M. 2018. L'analisi è stata condotta mediante il foglio di calcolo SPETTRI-NTC, realizzato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSPL) secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e sulla base dei dati del progetto S1 dell'INGV-DPC.

Per i valori di a_g , F_0 e T_c^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al D.M. 2008 (NTC 2018 cfr. paragr. 3.2).

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 23 di 43	

3.1.1 Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S1

Tabella 3.2 - Individuazione geografica del sito; le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG 4230).

regione	città metropolitana	comune
Puglia	Bari	Altamura
località	longitudine	latitudine
Serre di Mele – S1	16.479785	40.800522

Sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto (Figura 3.2) vengono definiti, quindi, i parametri di riferimento del moto sismico in superficie (Tabella 3.3), successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera, al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o di parti di esse.

In funzione della tipologia di opere in progetto, è stata ipotizzata una vita nominale V_N pari a 50 anni ed un coefficiente d'uso della costruzione c_U pari ad 1.0, relativo ad una classe d'uso II. Il periodo di riferimento della costruzione V_R , cui sono correlati i parametri del moto sismico per ognuno dei quattro stati limite definiti dalla normativa (Tabella 3.4), è risultato pari a 50 anni.

La definizione dei parametri di riferimento del moto sismico in superficie, relativamente ai quattro stati limite della normativa, ha quindi permesso di determinare i relativi spettri di risposta elastici del terreno (Figura 3.3).

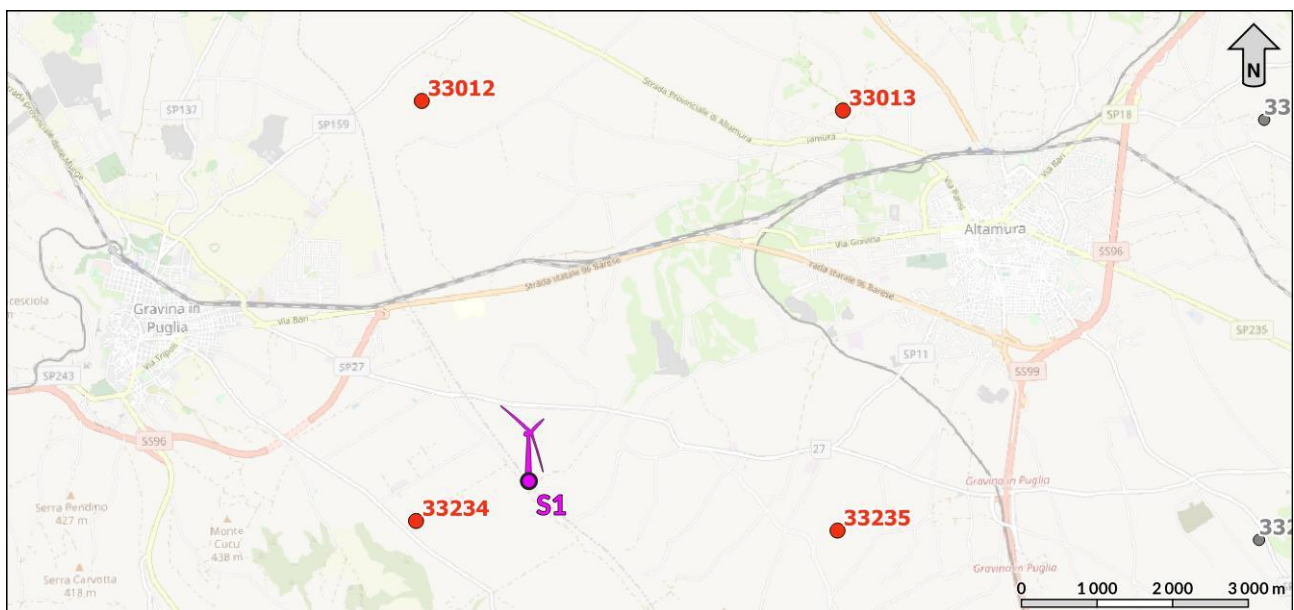


Figura 3.2 - Griglia di riferimento per la stima delle caratteristiche sismiche del sito, con individuazione della zona di intervento (in magenta) e dei punti del grigliato (in rosso).





COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 24 di 43

Tabella 3.3 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti periodi di ritorno (T_R) considerati; l'interpolazione è stata condotta utilizzando il metodo della media ponderata.

T_R anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
30	0.036	2.503	0.267
50	0.045	2.501	0.309
72	0.052	2.539	0.334
101	0.059	2.606	0.348
140	0.068	2.586	0.360
201	0.076	2.628	0.387
475	0.106	2.614	0.432
975	0.132	2.680	0.452
2475	0.174	2.688	0.529

Tabella 3.4 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti stati limite definiti dalla normativa.

SL	T_R anni	A_g g	F_0 -	T_c^* s
SLO	30	0.036	2.503	0.267
SLD	50	0.045	2.502	0.309
SLV	475	0.106	2.614	0.432
SLC	975	0.132	2.680	0.452

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 25 di 43	

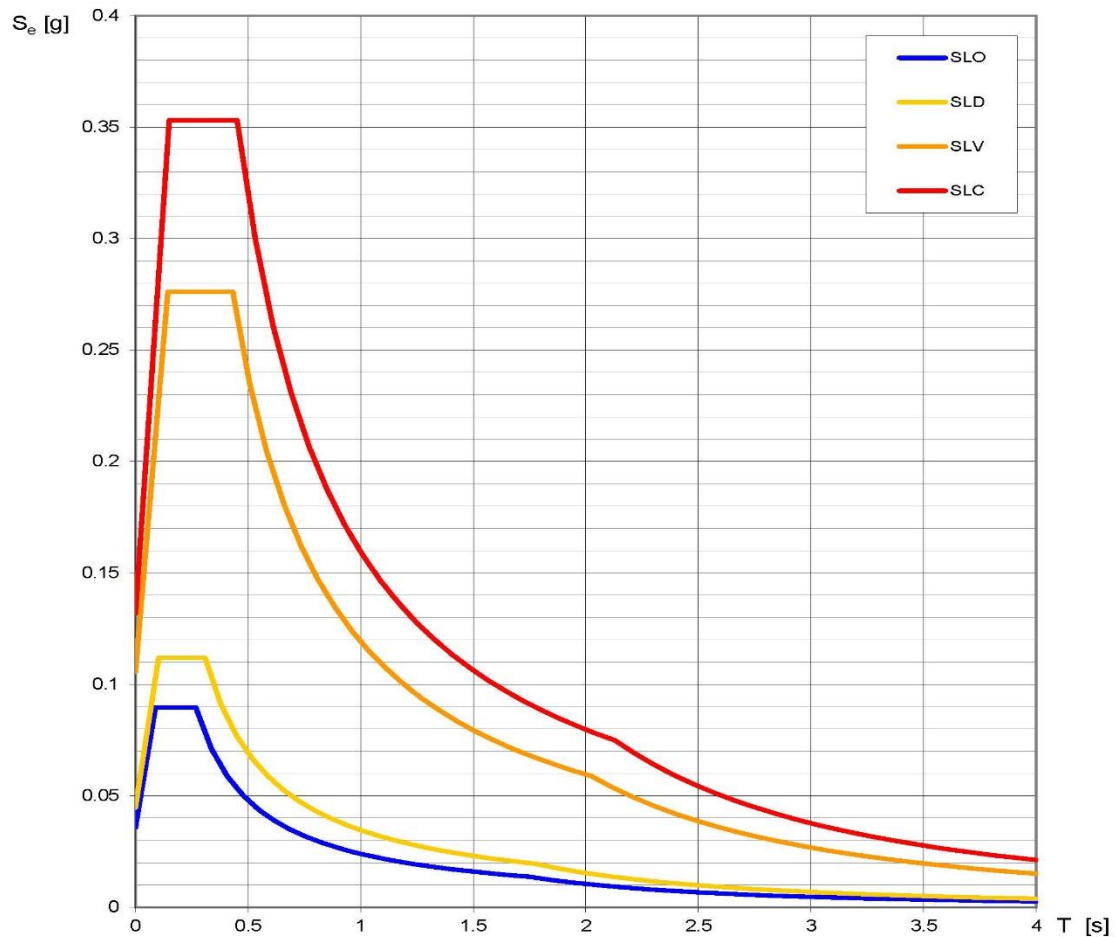


Figura 3.3 - Spettri di risposta elastici del terreno per i quattro stati limite proposti dalla normativa tecnica.



3.1.2 Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S2

Tabella 3.5 - Individuazione geografica del sito di progetto; le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG 4230).

regione	provincia	comune
Puglia	Bari	Altamura
località	longitudine	latitudine
Serre di Mele – S2	16.486754	40.803806

Sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto (Figura 3.4) vengono definiti, quindi, i parametri di riferimento del moto sismico in superficie (Tabella 3.6), successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera, al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o di parti di esse.

In funzione della tipologia di opere in progetto, è stata ipotizzata una vita nominale V_N pari a 50 anni ed un coefficiente d'uso della costruzione c_U pari ad 1.0, relativo ad una classe d'uso II. Il

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 26 di 43	

periodo di riferimento della costruzione V_R , cui sono correlati i parametri del moto sismico per ognuno dei quattro stati limite definiti dalla normativa Tabella 3.7), è risultato pari a 50 anni.

La definizione dei parametri di riferimento del moto sismico in superficie, relativamente ai quattro stati limite della normativa, ha quindi permesso di determinare i relativi spettri di risposta elastici del terreno (Figura 3.5).

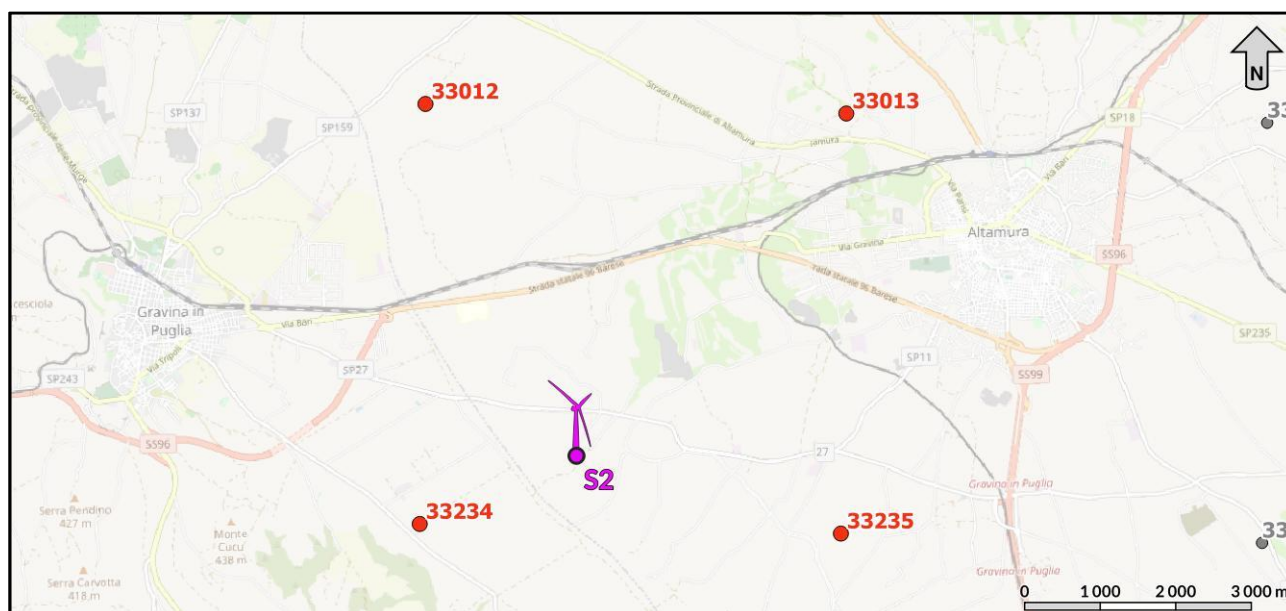


Figura 3.4 - Griglia di riferimento per la stima delle caratteristiche sismiche del sito, con individuazione della zona di intervento (in magenta) e dei punti del grigliato (in rosso).

Tabella 3.6 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti periodi di ritorno (T_R) considerati; l'interpolazione è stata condotta utilizzando il metodo della media ponderata.

T_R anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
30	0.036	2.502	0.267
50	0.044	2.502	0.308
72	0.052	2.538	0.334
101	0.059	2.607	0.348
140	0.067	2.589	0.361
201	0.076	2.638	0.384
475	0.105	2.612	0.433
975	0.131	2.681	0.452
2475	0.174	2.687	0.529



COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 27 di 43	

Tabella 3.7 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti stati limite definiti dalla normativa.

SL	TR anni	Ag g	F ₀ -	T _c * s
SLO	30	0.036	2.502	0.267
SLD	50	0.045	2.503	0.309
SLV	475	0.105	2.612	0.433
SLC	975	0.131	2.681	0.452

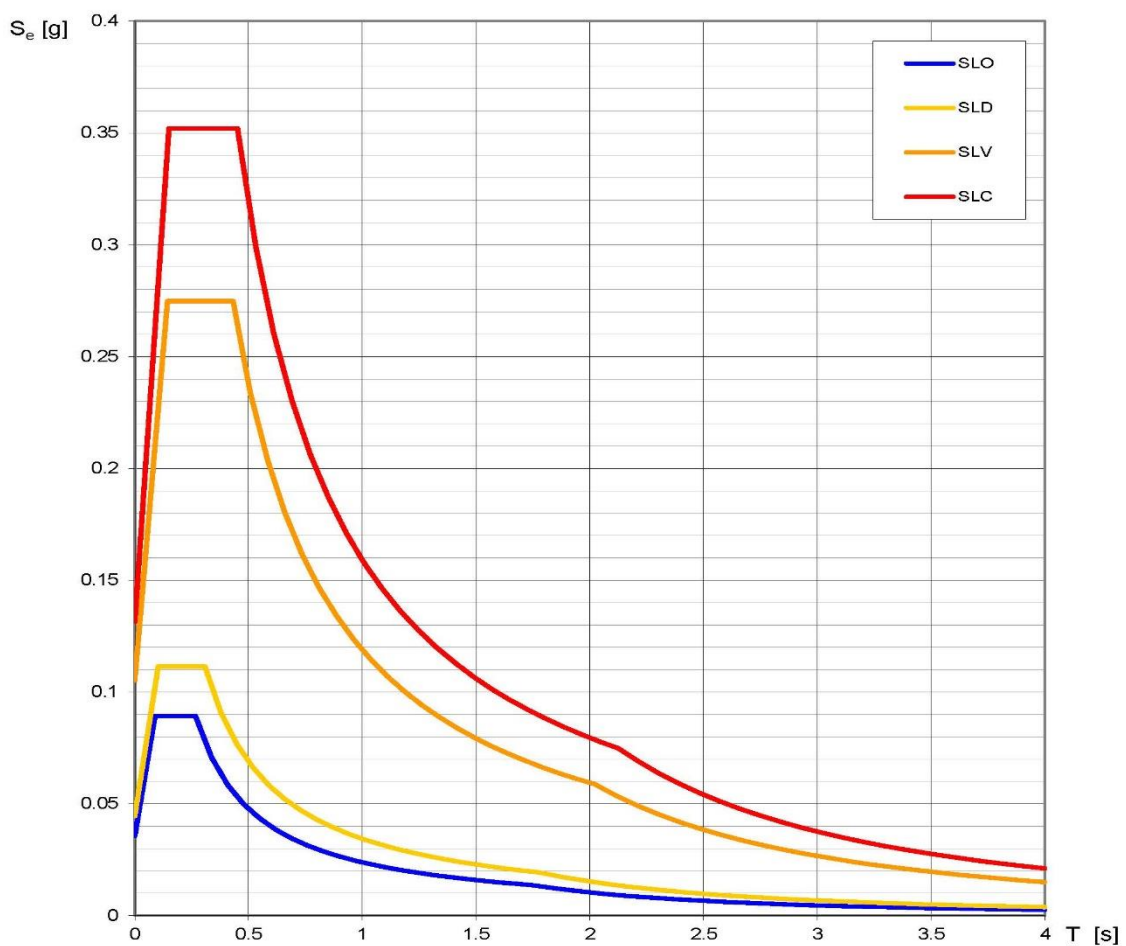




Figura 3.5 - Spettri di risposta elastici del terreno per i quattro stati limite proposti dalla normativa tecnica.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 28 di 43	

3.1.3 Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S3

Tabella 3.8 - Individuazione geografica del sito di progetto; le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG 4230).

regione	provincia	comune
Puglia	Bari	Altamura
località	longitudine	latitudine
Serre di Mele – S3	16.498582	40.801031

Sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto (Figura 3.6) vengono definiti, quindi, i parametri di riferimento del moto sismico in superficie (Tabella 3.9), successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera, al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o di parti di esse.

In funzione della tipologia di opere in progetto, è stata ipotizzata una vita nominale V_N pari a 50 anni ed un coefficiente d'uso della costruzione c_U pari ad 1.0, relativo ad una classe d'uso II. Il periodo di riferimento della costruzione V_R , cui sono correlati i parametri del moto sismico per ognuno dei quattro stati limite definiti dalla normativa (Tabella 3.10), è risultato pari a 50 anni.

La definizione dei parametri di riferimento del moto sismico in superficie, relativamente ai quattro stati limite della normativa, ha quindi permesso di determinare i relativi spettri di risposta elastici del terreno (Figura 3.7).

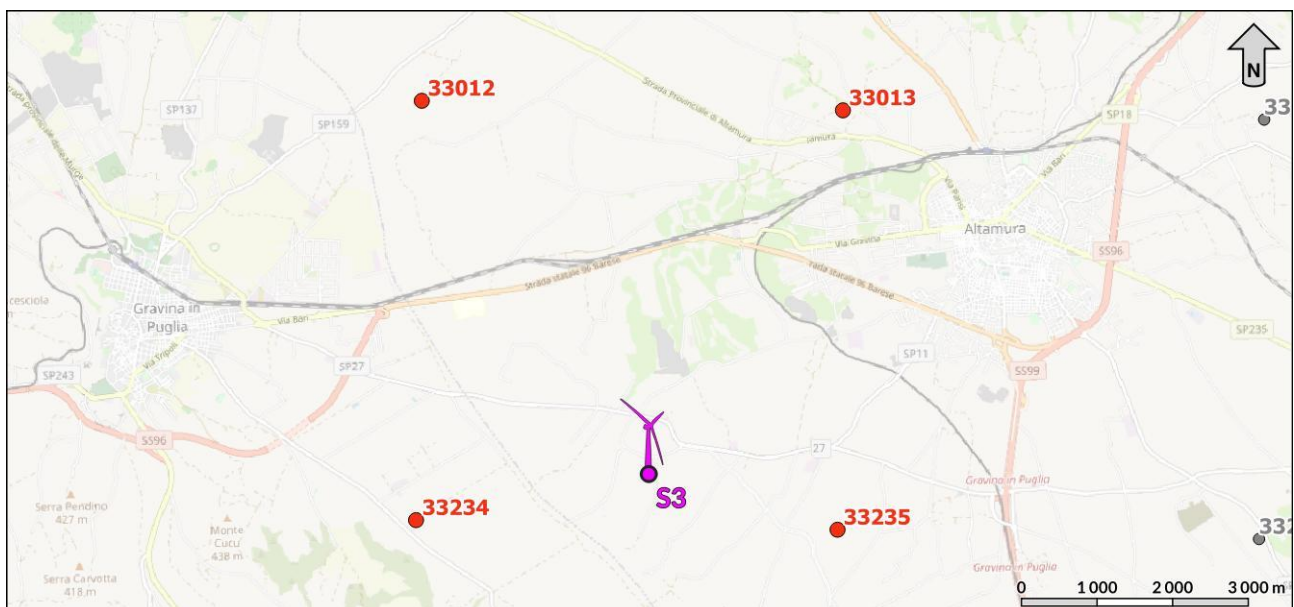


Figura 3.6 - Griglia di riferimento per la stima delle caratteristiche sismiche del sito, con individuazione della zona di intervento (in magenta) e dei punti del grigliato (in rosso).





COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 29 di 43	

Tabella 3.9 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti periodi di ritorno (T_R) considerati; l'interpolazione è stata condotta utilizzando il metodo della media ponderata.

T_R anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
30	0.036	2.501	0.267
50	0.044	2.502	0.307
72	0.051	2.537	0.334
101	0.058	2.606	0.348
140	0.067	2.588	0.361
201	0.076	2.643	0.380
475	0.105	2.611	0.432
975	0.131	2.680	0.452
2475	0.173	2.688	0.529

Tabella 3.10 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti stati limite definiti dalla normativa.

SL	T_R anni	A_g g	F_0 -	T_c^* s
SLO	30	0.036	2.501	0.267
SLD	50	0.044	2.503	0.308
SLV	475	0.105	2.611	0.432
SLC	975	0.131	2.680	0.452

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 30 di 43	

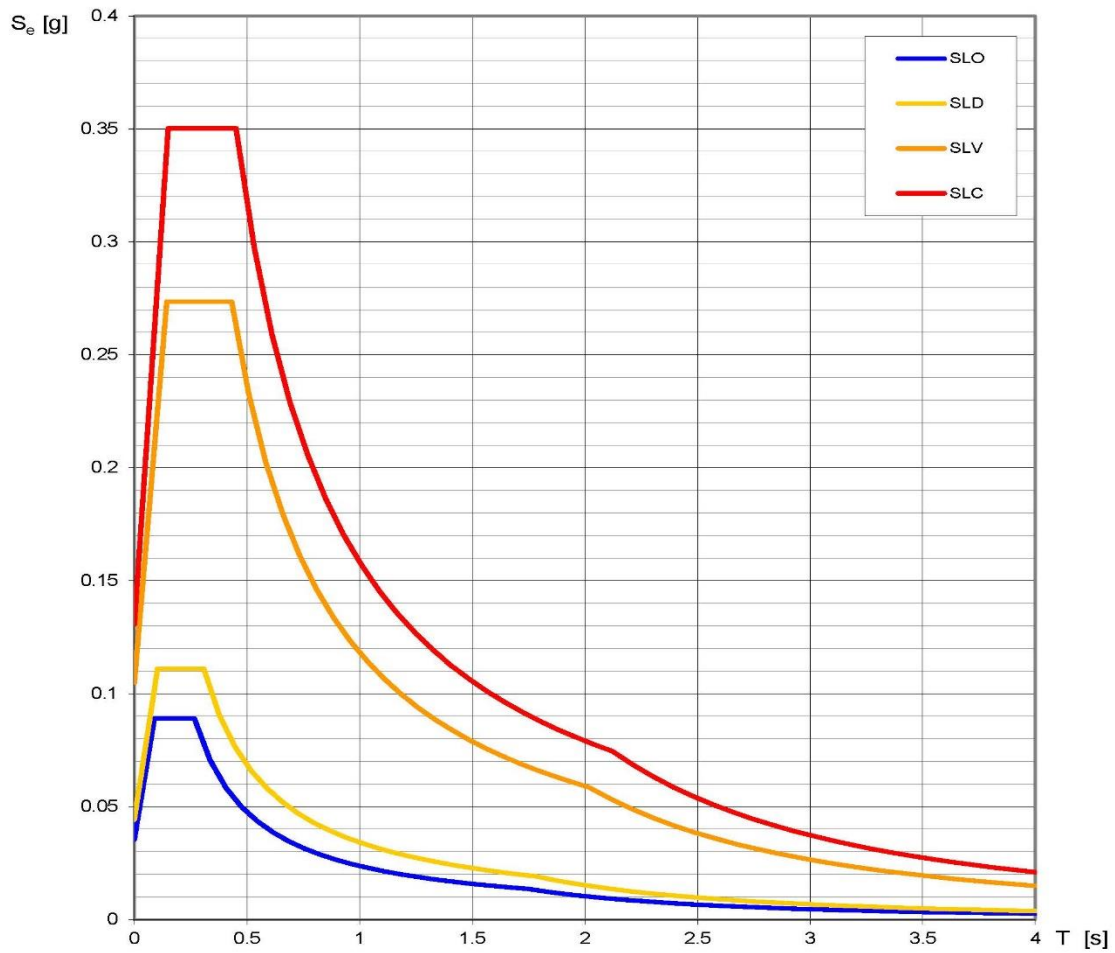




Figura 3.7 - Spettri di risposta elastici del terreno per i quattro stati limite proposti dalla normativa tecnica.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 31 di 43	

3.1.4 Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S4

Tabella 3.11 - Individuazione geografica del sito di progetto; le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG 4230).

regione	provincia	comune
Puglia	Bari	Altamura
località	longitudine	latitudine
Serre di Mele - S4	16.511401	40.797630

Per i valori di a_g , F_0 e T_c^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento Sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto (Figura 3.8) vengono definiti, quindi, i parametri di riferimento del moto sismico in superficie (Tabella 3.12), successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera, al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o di parti di esse.

In funzione della tipologia di opere in progetto, è stata ipotizzata una vita nominale V_N pari a 50 anni ed un coefficiente d'uso della costruzione c_U pari ad 1.0, relativo ad una classe d'uso II. Il periodo di riferimento della costruzione V_R , cui sono correlati i parametri del moto sismico per ognuno dei quattro stati limite definiti dalla normativa (Tabella 3.13), è risultato pari a 50 anni.

La definizione dei parametri di riferimento del moto sismico in superficie, relativamente ai quattro stati limite della normativa, ha quindi permesso di determinare i relativi spettri di risposta elastici del terreno (Figura 3.9).

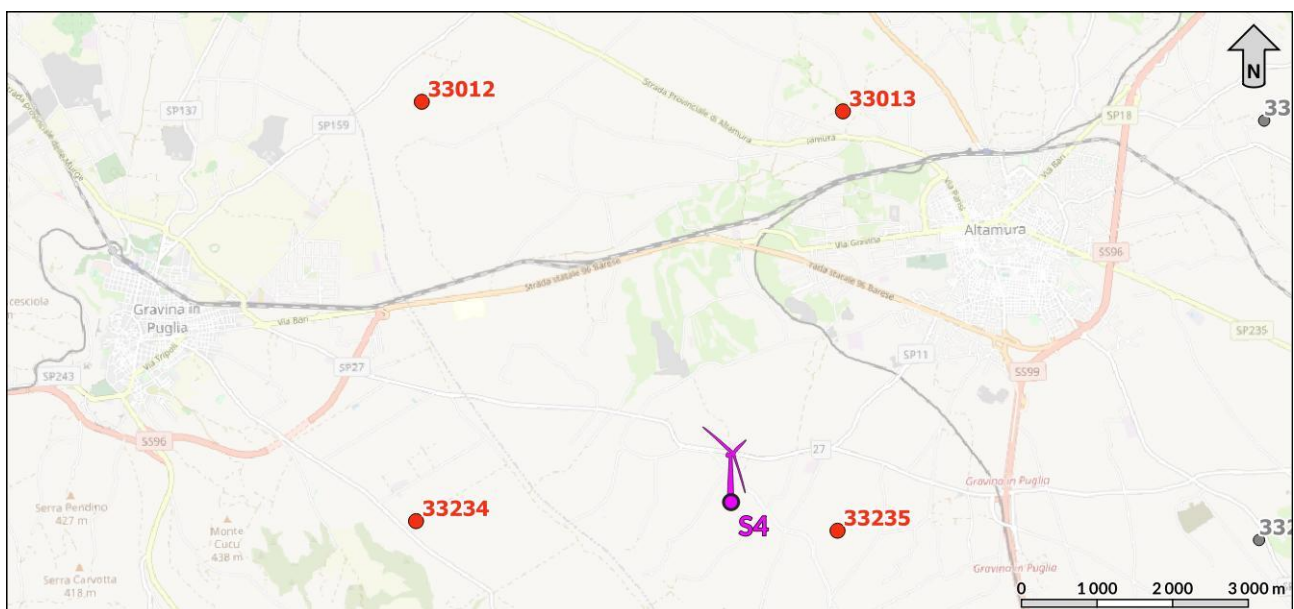


Figura 3.8 - Griglia di riferimento per la stima delle caratteristiche sismiche del sito, con individuazione della zona di intervento (in magenta) e dei punti del grigliato (in rosso).





COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 32 di 43

Tabella 3.12 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti periodi di ritorno (T_R) considerati; l'interpolazione è stata condotta utilizzando il metodo della media ponderata.

T_R anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
30	0.035	2.499	0.267
50	0.044	2.502	0.307
72	0.051	2.535	0.334
101	0.058	2.606	0.347
140	0.067	2.581	0.361
201	0.076	2.644	0.377
475	0.104	2.611	0.431
975	0.130	2.679	0.451
2475	0.171	2.693	0.529

Tabella 3.13 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti stati limite definiti dalla normativa.

SL	T_R anni	A_g g	F_0 -	T_c^* s
SLO	30	0.036	2.499	0.267
SLD	50	0.044	2.503	0.307
SLV	475	0.104	2.611	0.431
SLC	975	0.130	2.679	0.451

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 33 di 43	

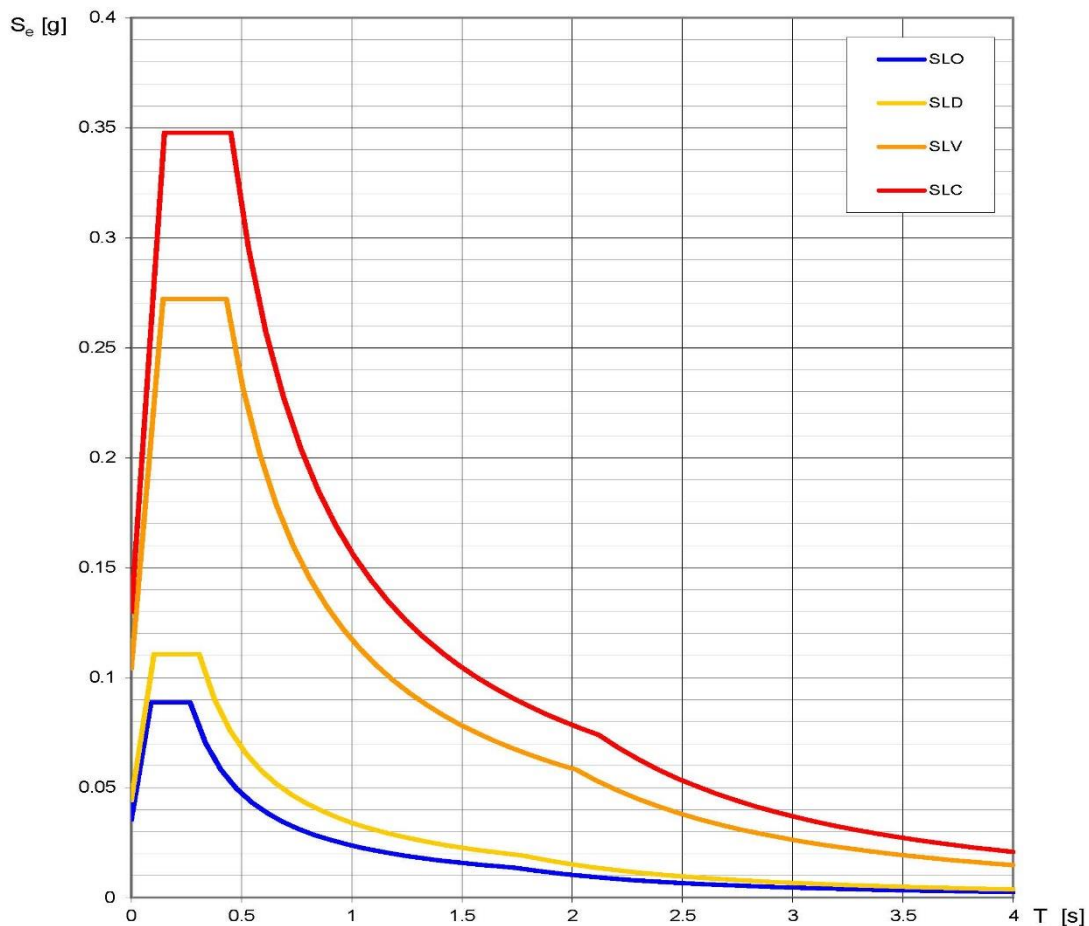




Figura 3.9 - Spettri di risposta elastici del terreno per i quattro stati limite proposti dalla normativa tecnica.

3.1.5 Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S5

Tabella 3.14 - Individuazione geografica del sito di progetto; le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG 4230).

regione	provincia	comune
Puglia	Bari	Altamura
località	longitudine	latitudine
Serre di Mele – S5	16.515852	40.791615

Sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto (Figura 3.10) vengono definiti, quindi, i parametri di riferimento del moto sismico in superficie (Tabella 3.15), successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera, al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o di parti di esse.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 34 di 43	

In funzione della tipologia di opere in progetto, è stata ipotizzata una vita nominale V_N pari a 50 anni ed un coefficiente d'uso della costruzione c_U pari ad 1.0, relativo ad una classe d'uso II. Il periodo di riferimento della costruzione V_R , cui sono correlati i parametri del moto sismico per ognuno dei quattro stati limite definiti dalla normativa (Tabella 3.16), è risultato pari a 50 anni.

La definizione dei parametri di riferimento del moto sismico in superficie, relativamente ai quattro stati limite della normativa, ha quindi permesso di determinare i relativi spettri di risposta elastici del terreno (Figura 3.11).

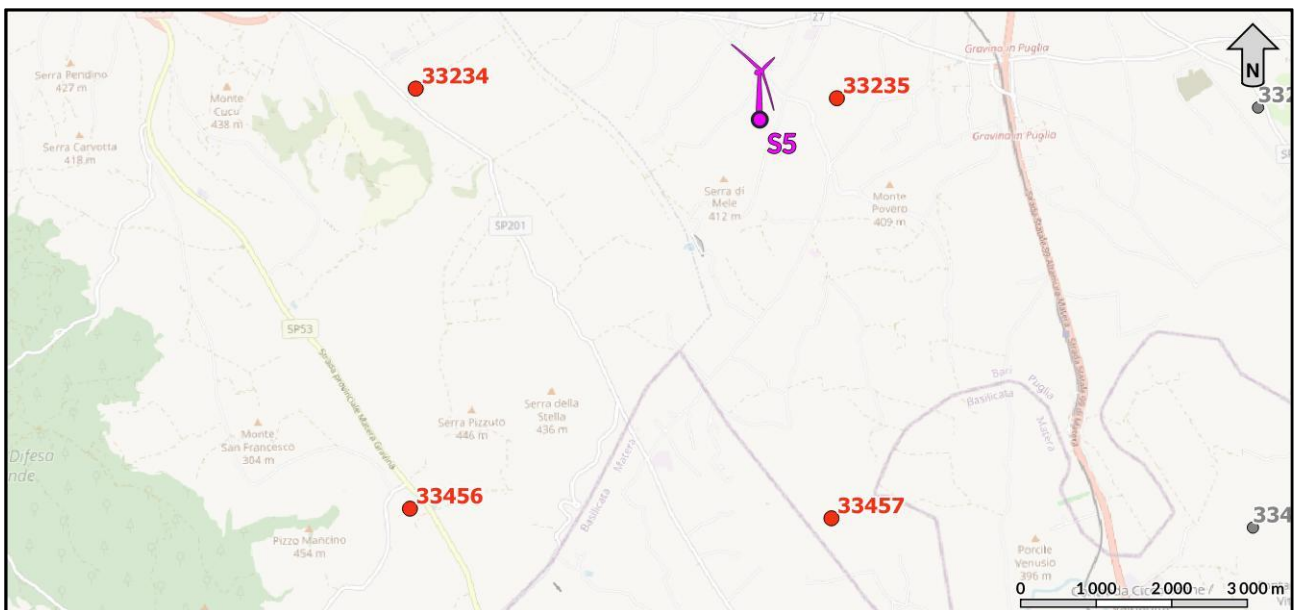


Figura 3.10 - Griglia di riferimento per la stima delle caratteristiche sismiche del sito, con individuazione della zona di intervento (in magenta) e dei punti del grigliato (in rosso).

Tabella 3.15 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti periodi di ritorno (T_R) considerati; l'interpolazione è stata condotta utilizzando il metodo della media ponderata.

T_R anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
30	0.036	2.497	0.269
50	0.045	2.498	0.310
72	0.052	2.535	0.332
101	0.060	2.569	0.346
140	0.069	2.541	0.358
201	0.078	2.603	0.373
475	0.107	2.601	0.423
975	0.132	2.660	0.443
2475	0.172	2.694	0.509



COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 35 di 43

Tabella 3.16 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti stati limite definiti dalla normativa.

SL	TR anni	Ag g	F ₀ -	T _c * s
SLO	30	0.036	2.497	0.269
SLD	50	0.045	2.498	0.310
SLV	475	0.107	2.601	0.423
SLC	975	0.132	2.660	0.443

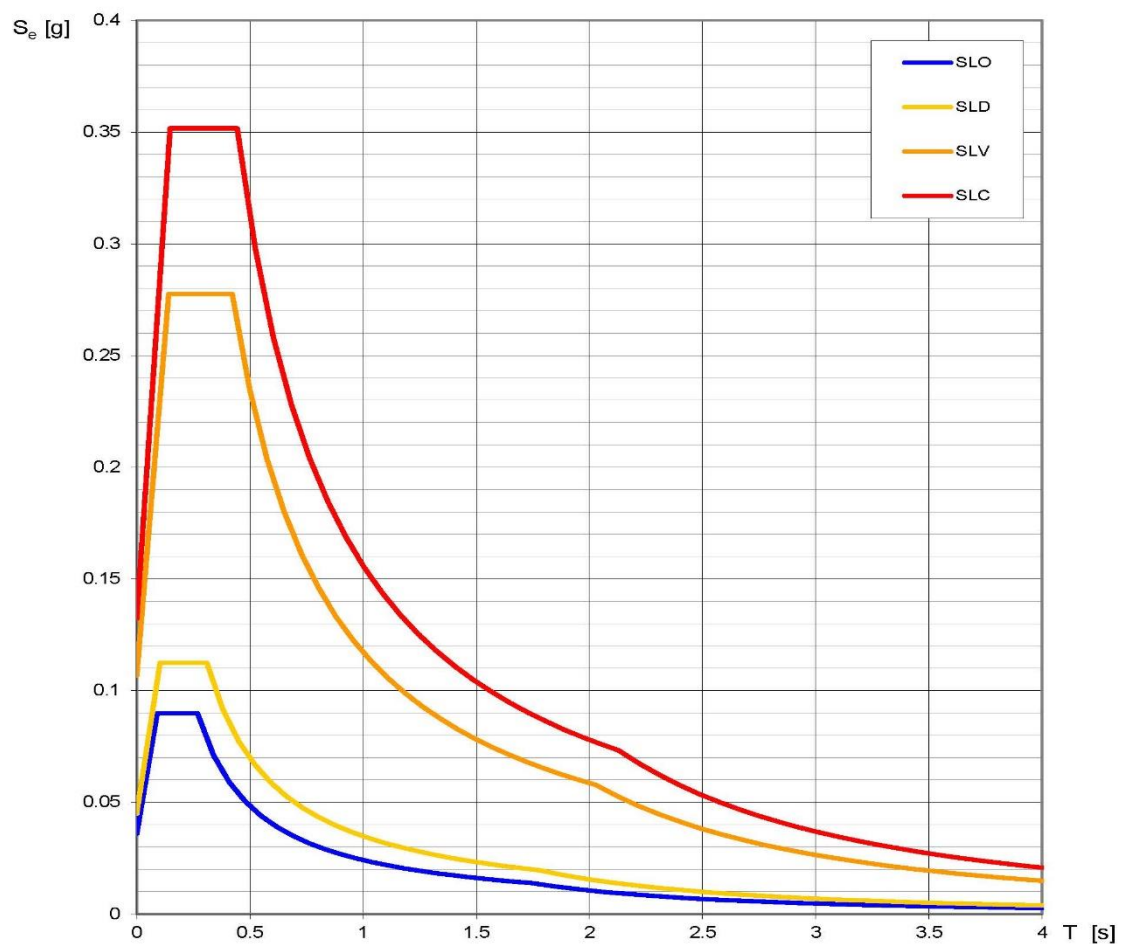


Figura 3.11 - Spettri di risposta elastici del terreno per i quattro stati limite proposti dalla normativa tecnica.

3.1.6 Caratteristiche sismiche del sito – Postazione S6



COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 36 di 43	

Tabella 3.17 - Individuazione geografica del sito di progetto; le coordinate sono espresse in gradi decimali (EPSG 4230).

regione	provincia	comune
Puglia	Bari	Altamura
località	longitudine	latitudine
Serre di Mele – S6	16.513256	40.785877

Sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto (Figura 3.12) vengono definiti, quindi, i parametri di riferimento del moto sismico in superficie (Tabella 3.18), successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera, al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o di parti di esse.

In funzione della tipologia di opere in progetto, è stata ipotizzata una vita nominale V_N pari a 50 anni ed un coefficiente d'uso della costruzione c_U pari ad 1.0, relativo ad una classe d'uso II. Il periodo di riferimento della costruzione V_R , cui sono correlati i parametri del moto sismico per ognuno dei quattro stati limite definiti dalla normativa (Tabella 3.19), è risultato pari a 50 anni.

La definizione dei parametri di riferimento del moto sismico in superficie, relativamente ai quattro stati limite della normativa, ha quindi permesso di determinare i relativi spettri di risposta elastici del terreno (Figura 3.13).

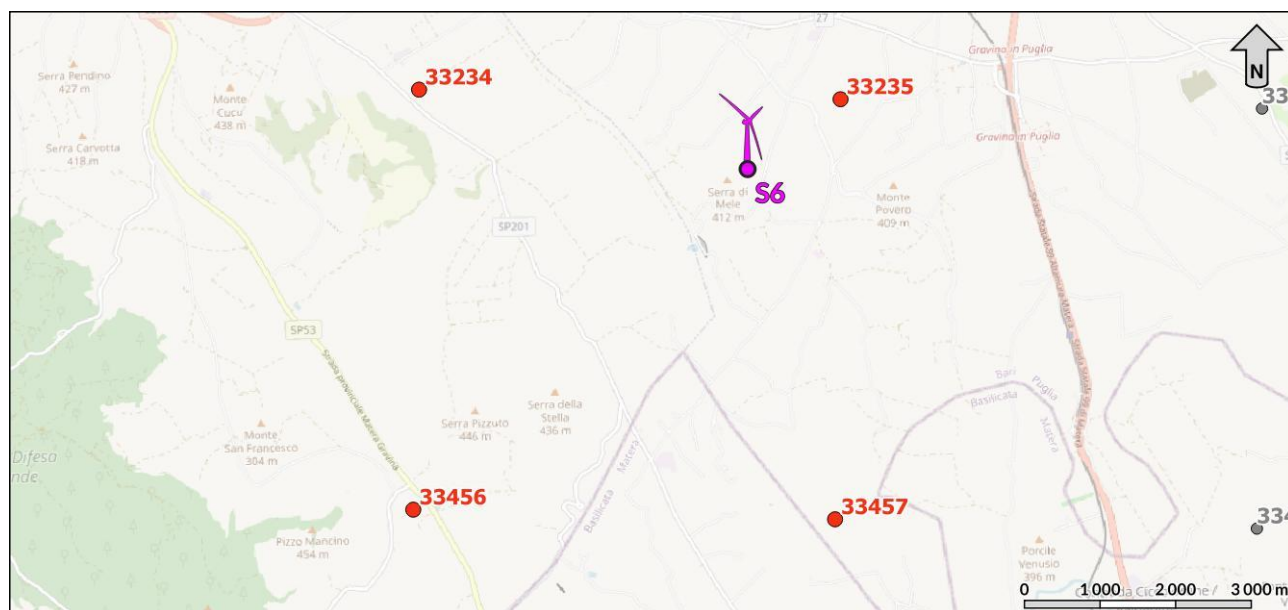


Figura 3.12 - Griglia di riferimento per la stima delle caratteristiche sismiche del sito, con individuazione della zona di intervento (in magenta) e dei punti del grigliato (in rosso).





COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 37 di 43

Tabella 3.18 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti periodi di ritorno (T_R) considerati; l'interpolazione è stata condotta utilizzando il metodo della media ponderata.

T_R anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
30	0.036	2.498	0.270
50	0.045	2.497	0.310
72	0.053	2.535	0.332
101	0.061	2.557	0.345
140	0.070	2.535	0.358
201	0.079	2.593	0.373
475	0.108	2.598	0.421
975	0.133	2.656	0.441
2475	0.173	2.691	0.502

Tabella 3.19 - Parametri di riferimento del moto sismico in superficie per i differenti stati limite definiti dalla normativa.

SL	T_R anni	A_g g	F_0 -	T_c^* s
SLO	30	0.036	2.498	0.270
SLD	50	0.045	2.498	0.311
SLV	475	0.108	2.598	0.421
SLC	975	0.133	2.656	0.441

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 38 di 43	

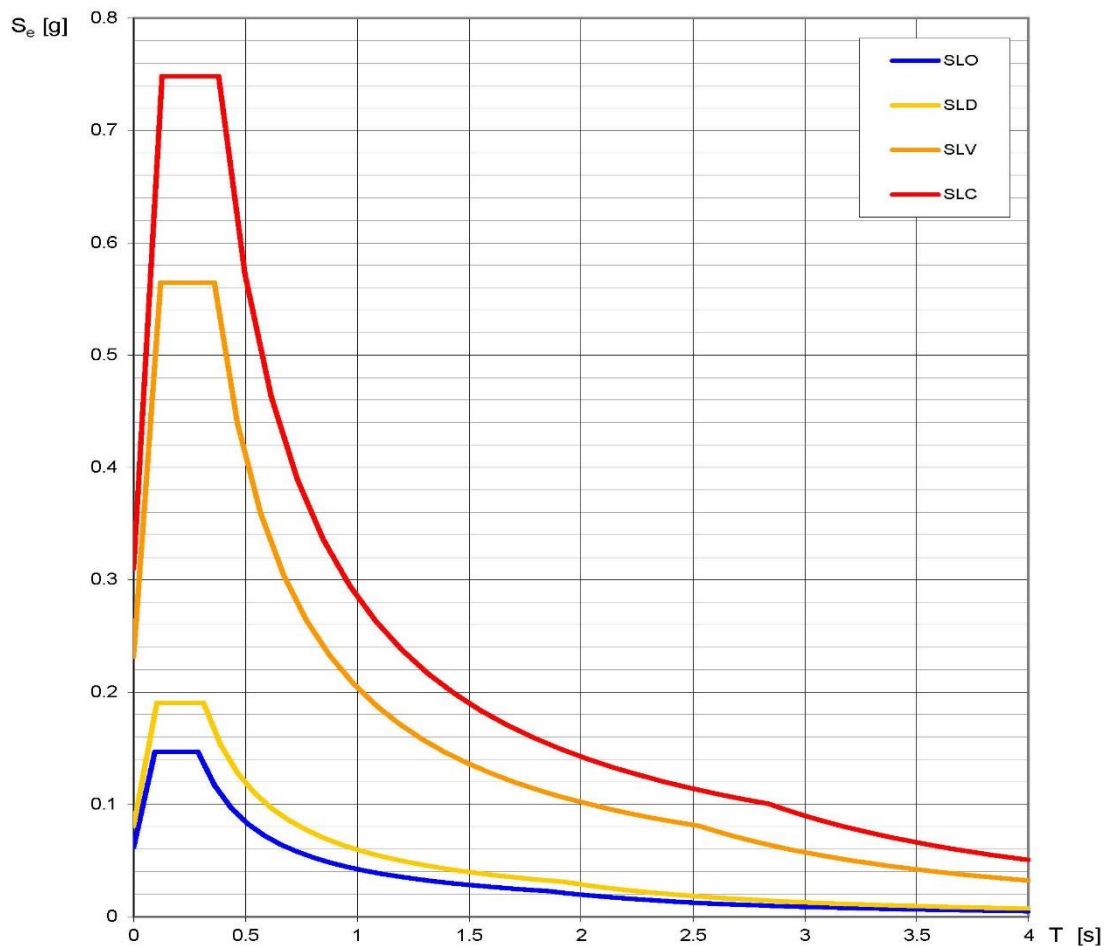




Figura 3.13 - Spettri di risposta elastici del terreno per i quattro stati limite proposti dalla normativa tecnica.

3.2 Categoria di sottosuolo

I parametri forniti, in funzione di quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale. La normativa citata relativamente alla caratterizzazione sismica di un sito (D.M. 17/01/2018 – G.U. Serie Generale n. 42 del 20.02.2018) prevede la determinazione dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s). Nel caso di depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m la velocità equivalente $V_{S,eq}$ corrisponde al parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

I valori di V_s possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, possono essere valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 39 di 43	

penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. Si riportano nel seguito le categorie di sottosuolo previste dalla normativa vigente:



- A** *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;
- B** *rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C** *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;
- D** *depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 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 30 m.

Nell'ambito del presente studio, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento sono state definite in funzione delle n. 6 prove MASW appositamente realizzate.



In Tabella 3.20 si restituisce una sintesi delle prove effettuate, contenente i valori di $V_{s,eq}$ determinati, la categoria di sottosuolo corrispondente.

Tabella 3.20 - Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della presente campagna indagini.

sigla	tipologia	lunghezza m	$V_{s,eq}$ m/s	H m	categoria di sottosuolo §3.2.2 NTC2018
MASW SS1	MASW	26	303.37	30	C
MASW SS2	MASW	26	321.10	30	C
MASW SS3	MASW	26	323.32	30	C
MASW SS4	MASW	26	280.73	30	C
MASW SS5	MASW	26	284.14	30	C
MASW SS6	MASW	26	237.55	30	C

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 40 di 43	

In relazione con quanto emerso dalle analisi geofisiche a disposizione si suggerisce l'adozione di una **Categoria di sottosuolo C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*) per le 6 postazioni.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 41 di 43	

4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M.M., Boschi E., 2008. The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology. Tectonophysics.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise L., Gasperini P., 2000. Catalogue of strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997. Annali di Geofisica 43, 609-868.

CNR-PFG, 1985. Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980. In: Postpischl D. (ed), CNR-PFG V. 2B, Bologna.

DISS Working Group, 2021. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0.: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

ISIDe Working Group, 2007. Italian Seismological Instrumental and Parametric Database (ISIDe). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, 2023. Modello di pericolosità sismica MPS04-S1. <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

ITHACA Working Group, 2019. ITHACA (ITaly HAZard from CApable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019. Web Portal <http://sgj2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>. ISPRA Geological Survey of Italy.

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A., 2022. Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1.

Meletti C., Montaldo V., Stucchi M., Martinelli F., 2006. Database della pericolosità sismica MPS04. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Meletti C., Valensise G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9 - App.2 al Rapporto Conclusivo. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.



Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della protezione civile, 2021. Classificazione sismica al 30 aprile 2021. <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/attivita/classificazione-sismica>.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A., 2022. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.



Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Akinci A., Faccioli E., Gasperini P., Malagnini L., Valensise G., 2004. Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale MPS04 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., 2011. Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. Bulletin of the Seismological Society of America 101(4), 1885-1911.

Tropeano M., Pieri P., Moretti M., Festa V., Calcagnile G., Del Gaudio V., Pierri P., 1997.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 42 di 43	

Tettonica Quaternaria ed Elementi di Sismotettonica nell'Area delle Murge (Avampaese Apulo).
Il Quaternario 10, 543-548.

COMMITTENTE R2R S.r.l. (gruppo a2a) Piazza Manifattura n. 1 38068 – Rovereto (TN)		OGGETTO PARCO EOLICO SERRA DI MELE PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO R2R-WSDM-RC13
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 43 di 43	

QUADERNO INDAGINI GEOFISICHE

QUADERNO INDAGINI GEOFISICHE



OGGETTO:

PROGETTO: Realizzazione di un impianto eolico denominato "Serra di Mele" in Comune di Altamura

COD. LAVORO:

R.P.G.21_2023

REVISIONE:

00

DATA:

14/11/2023

COMMITTENTE: GEOTECHNA srl – Via Lorenzo il Magnifico 7
09134 – Cagliari (CA) - Italy

IL RESPONSABILE GEOLOGO: Dott. ROBERTO FORTE



Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

INDICE

1	INTRODUZIONE	PAG. 02
2	CENNI TEORICI SULLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE	PAG. 02
	2.1 MASW	PAG. 02
3	RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE	PAG. 04
	3.1 MASW SS1	PAG. 04
	3.2 MASW SS2	PAG. 11
	3.3 MASW SS3	PAG. 18
	3.4 MASW SS4	PAG. 25
	3.5 MASW SS5	PAG. 32
	3.6 MASW SS6	PAG. 39
4	ORTOFOTO UBICAZIONE INDAGINI	PAG. 46

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

1. INTRODUZIONE

Per conto del Committente Società GEOTECHNA srl è stata redatta la presente documentazione tecnica relativa alle prospezioni sismiche eseguite nel mese di Novembre 2023 a corredo del progetto: "Realizzazione di un impianto eolico denominato "Serra di Mele" in Comune di Altamura" (BA).

Nel dettaglio, la campagna indagine è stata ottenuta mediante l'esecuzione delle seguenti metodologie investigative:

- **N° 06 PROSPEZIONI GEOFISICHE SUPERFICIALI CON METODOLOGIA D'INDAGINE "MASW" SUGLI STENDIMENTI SISMICI DENOMINATI SS1 – SS2 – SS3 – SS4 – SS5 – SS6.**

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata di seguito al §4.

2. CENNI TEORICI E METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE

2.1 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo **MASW** è una tecnica d'indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) 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, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 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 si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidità del suolo.

Il dispositivo utilizzato, prodotto dalla **Sara Electronic Instruments**, è il **Sismografo DoReMi**: uno strumento innovativo che distribuisce lungo il cavo di stendimento l'elettronica necessaria alla registrazione del segnale sismico. Il DoReMi presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

PRO.IN. s.r.l. C.F. e P.IVA 04174080616 R.E.A. CE-304737 P.E.C. pro.in.srl@pec.it	Sede Legale: Via F.lli Cervi 13 81031, Aversa (CE)	Contatti: Tel./Fax 081 5011677 Mail: proinsrl@mail@gmail.com	Pag. 2/8
--	---	--	----------

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

- **Fino a 155 dB di dinamica (con uso del PGA) a qualsiasi frequenza di campionamento**
- **Elevatissima immunità ai disturbi**
- **Assolutamente zero diafonia (crosstalk)**
- **Profondità di memoria 30 mila campioni**
- **Campionamenti da 2 millisecondi fino a 50 microsecondi (da 500Hz a 20.000Hz)**
- **Fino a 255 canali per singolo cavo**
- **24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;**
- **Massa battente pesante di 10 Kg per l'energizzazione sul punto di scoppio.**



Fig. 1: sismografo DoReMi e Cavo di registrazione.

I profili sismici in oggetto sono stati eseguiti come da figura successiva, sono caratterizzati tutti da:

LUNGHEZZA TOTALE DEL PROFILO 26 Mt;
Distanza intergeofonica = 1 Mt

Il terreno è stato energizzato mediante l'utilizzo di una mazza **battente di massa pari a 10.00 kg** con scoppio posto a 3 mt dal 1° geofono come da schema sottostante.

$$dx = -3,00 \text{ mt}$$

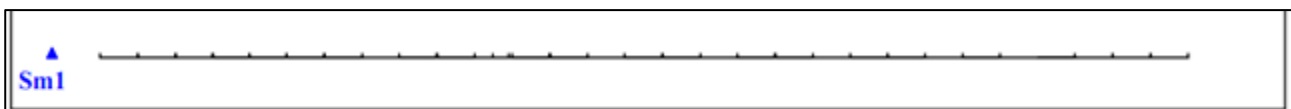


Fig. 2: schema relativo allo stendimento. In blu è evidenziato il punto di energizzazione.

I sismogrammi sono stati acquisiti con campionatura pari a 2.000 campioni al secondo per un totale di 0,5 secondi di acquisizione.

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

3. RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE

3.1 MASW SS1

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	500.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	0.667

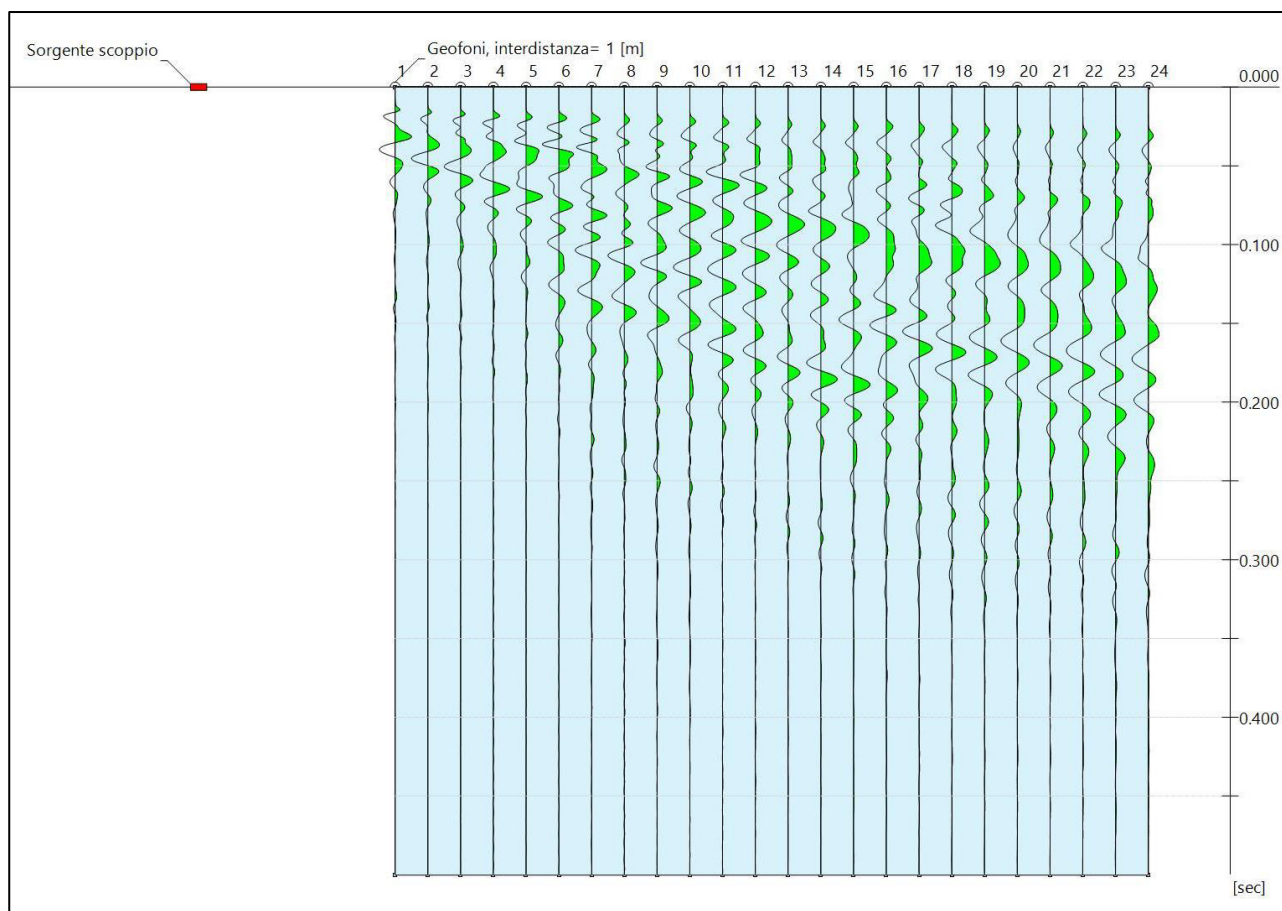


Fig. 3: sismogramma acquisito in sito

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

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

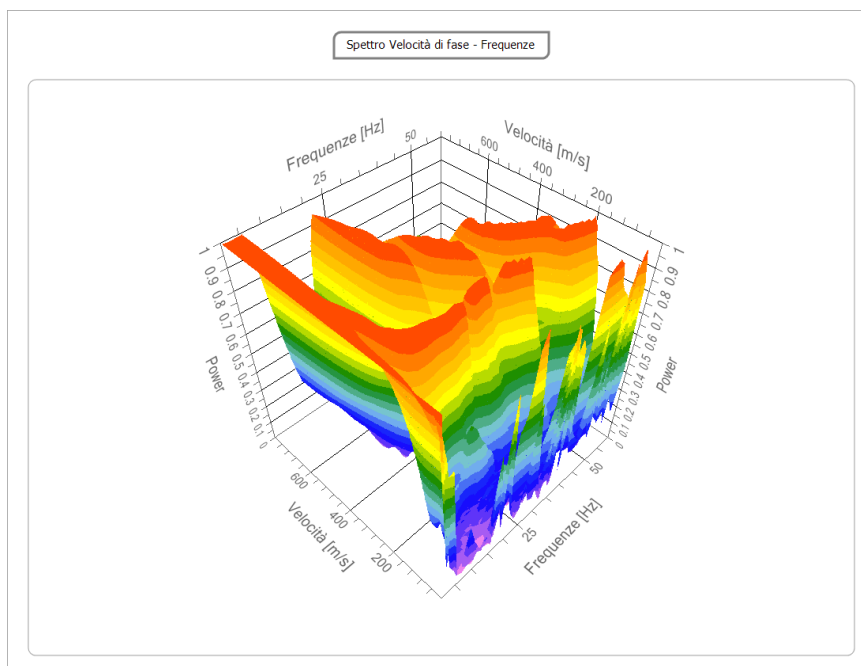


Fig. 4: Grafico Spettro/velocità di fase

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.4	367.0	0
2	10.1	285.3	0
3	12.9	211.8	0
4	16.4	193.8	0
5	20.0	177.5	0
6	24.7	172.6	0
7	29.6	164.4	0
8	34.7	157.9	0
9	39.8	156.2	0
10	43.7	159.5	0
11	48.2	159.5	0
12	53.1	156.2	0

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

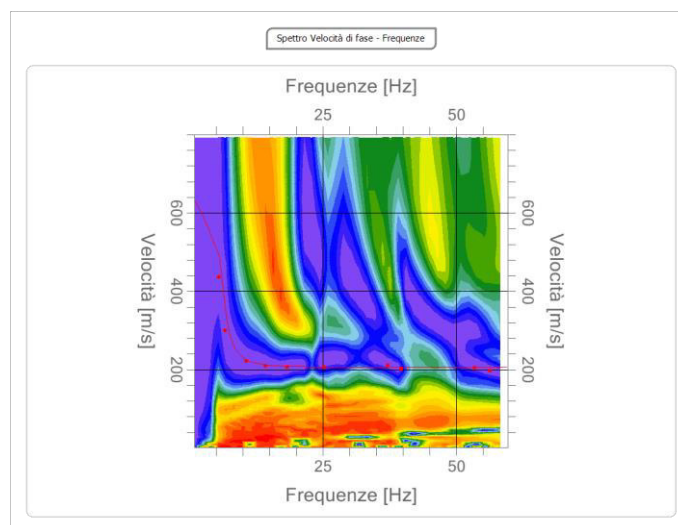


Fig. 5: Curva di dispersione

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	10.55	10.55	1500.0	0.38	No	492.1	216.5
2	22.96	12.41	1600.0	0.36	No	651.9	304.9
3	oo	oo	1800.0	0.33	Si	1479.9	745.4

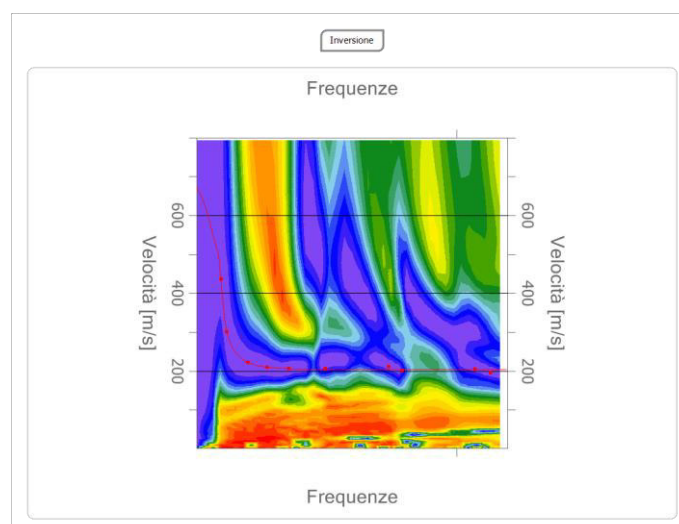


Fig. 6: Curva di dispersione con inversione

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

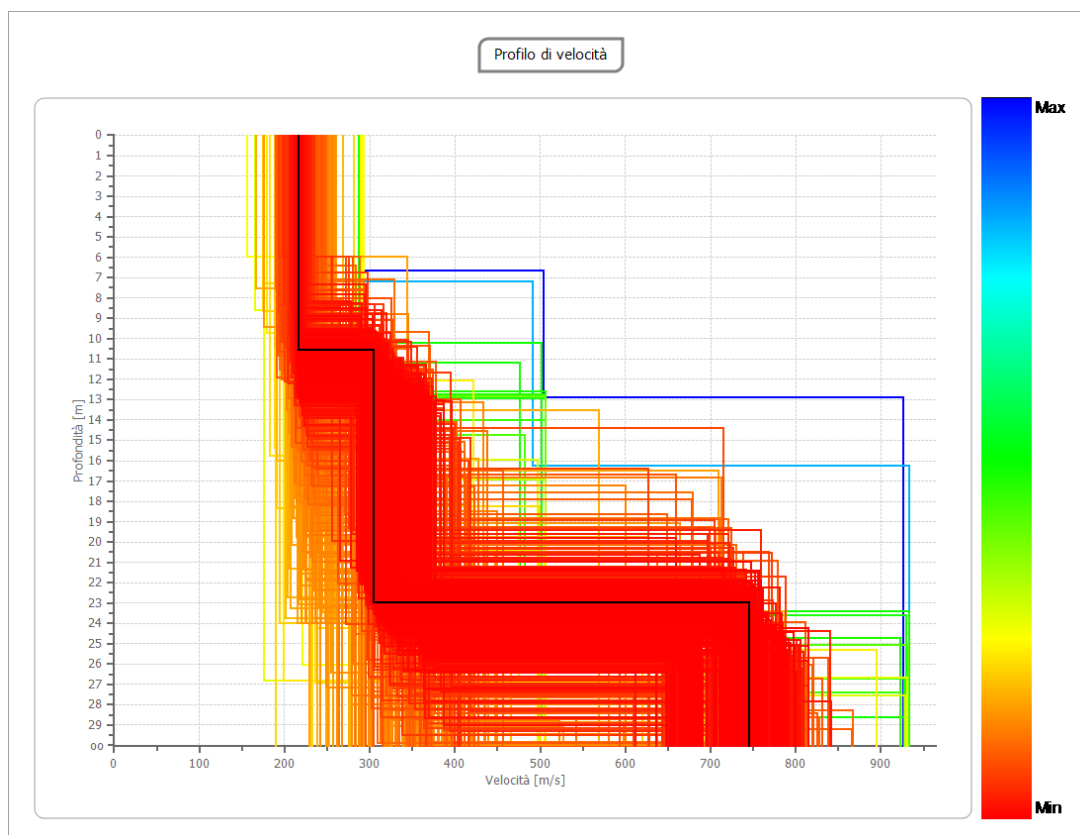


Fig. 7: profili di velocità Vs

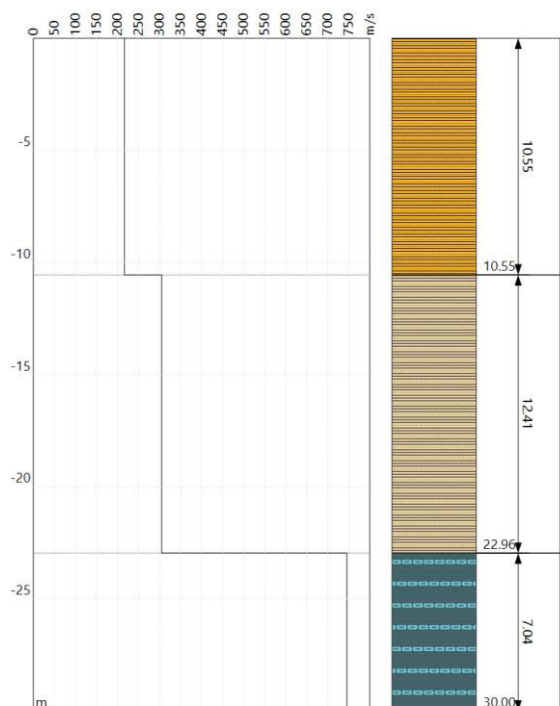


Fig. 8: Colonna sismo-stratigrafica

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vseq [m/sec] (H = 30.00 m)	303.37
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 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.



Fig. 9: Stendimento SS1

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

3.2 MASW SS2

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	500.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

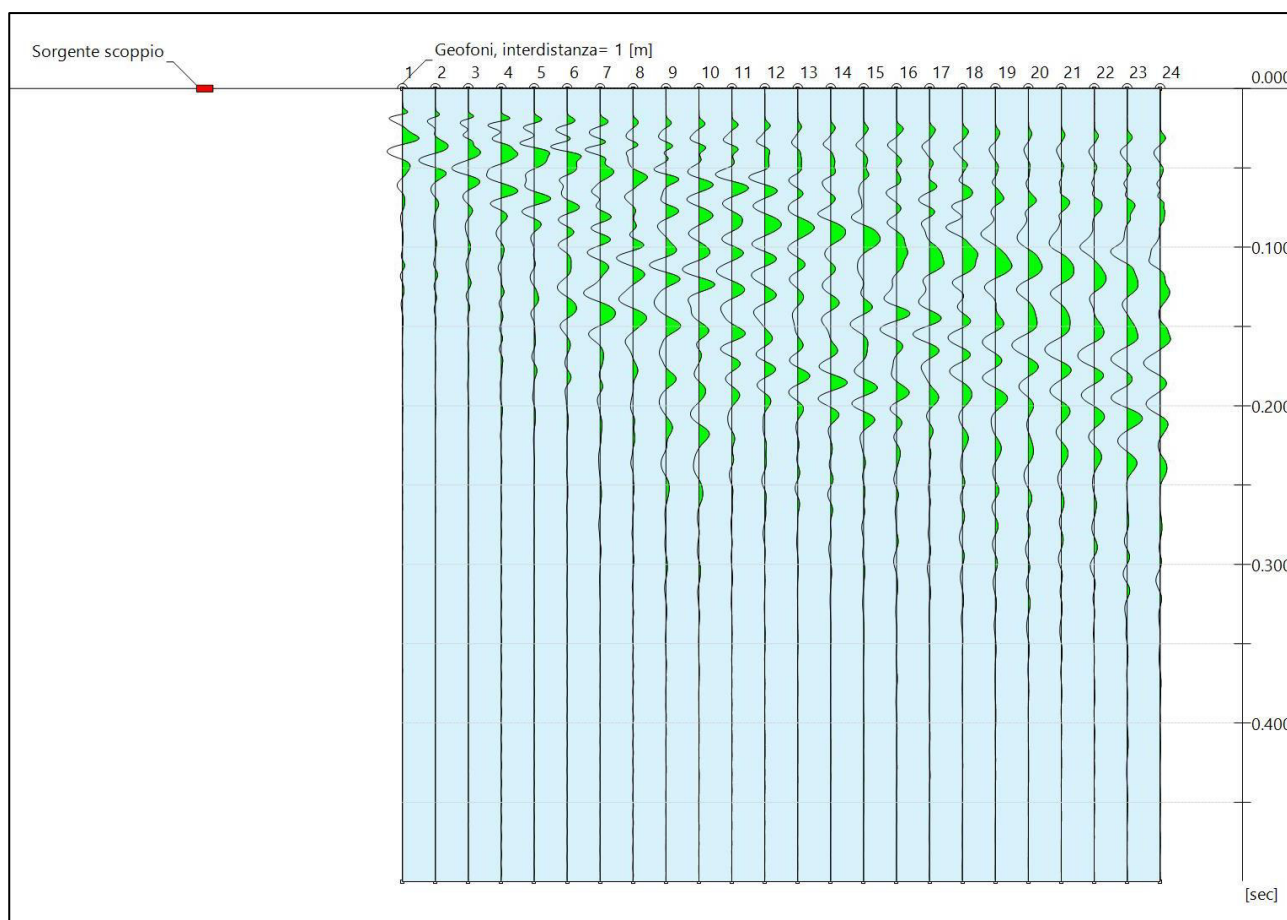


Fig. 10: sismogramma acquisito in sito

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

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

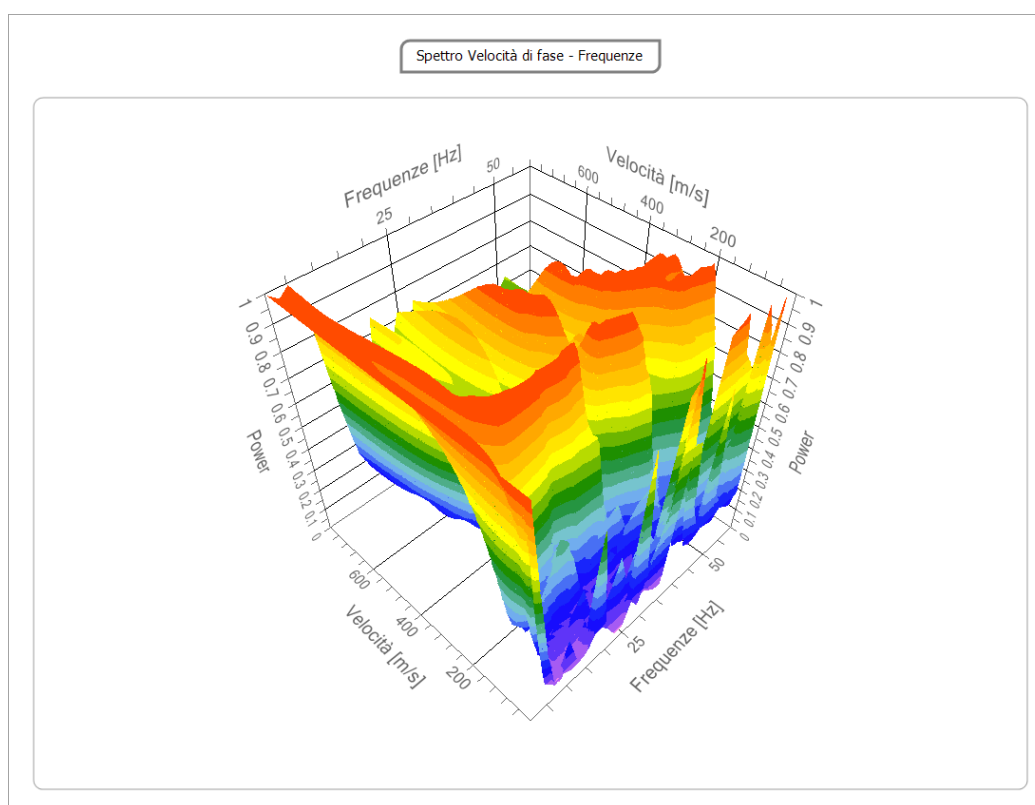
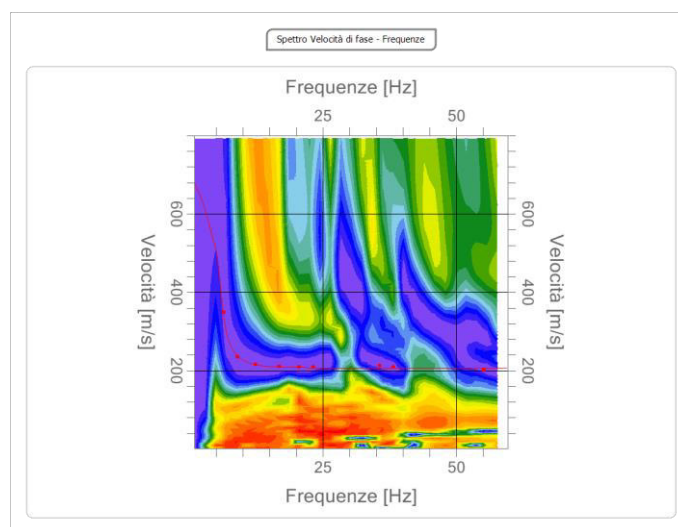


Fig. 11: Grafico Spettro/velocità di fase

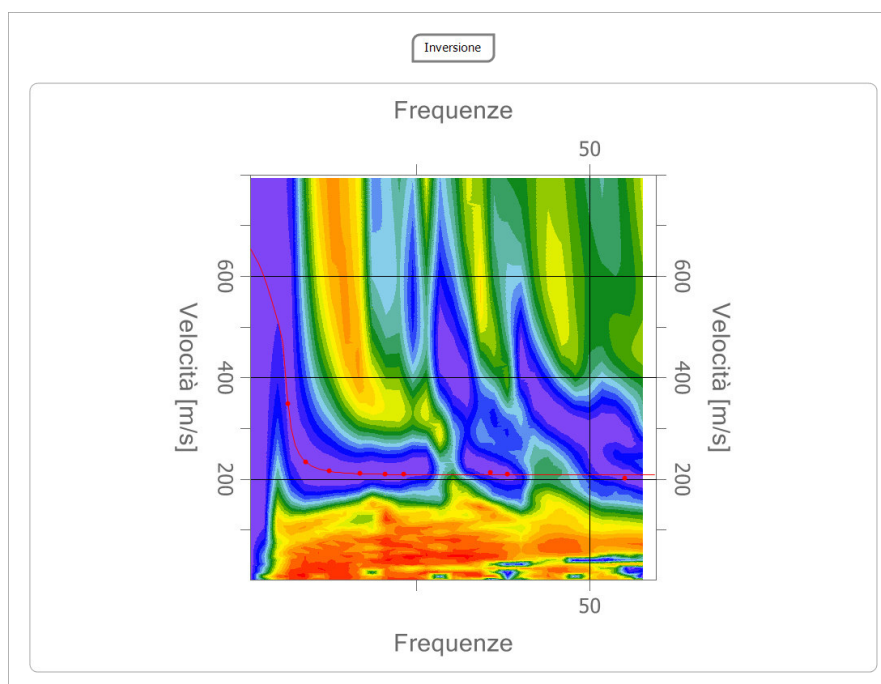
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.4	348.4	0
2	9.0	234.2	0
3	12.4	216.1	0
4	16.9	211.1	0
5	20.5	209.4	0
6	23.2	209.4	0
7	35.6	212.7	0
8	38.2	209.4	0
9	55.1	201.2	0

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------


Fig. 12: Curva di dispersione
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	12.69	12.69	1500.0	0.38	No	504.3	221.8
2	20.93	8.24	1600.0	0.36	No	707.5	330.9
3	oo	oo	1800.0	0.33	Si	1433.3	722.0


Fig. 13: Curva di dispersione con inversione

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

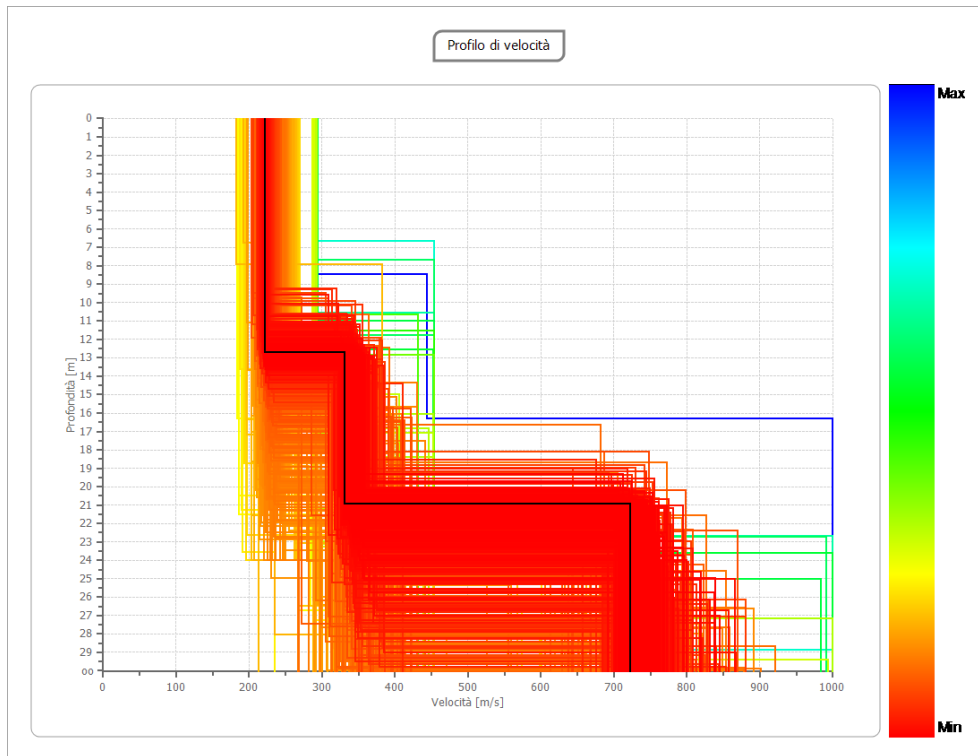


Fig. 14: profili di velocità Vs

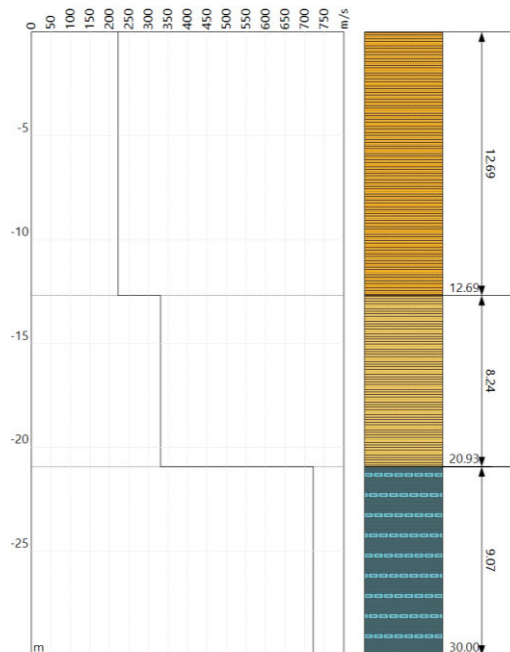


Fig. 15: Colonna sismo-stratigrafica

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vseq [m/sec] (H = 30.00 m)	321.10
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 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.



Fig. 16: Stendimento SS2

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

3.3 MASW S53

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	500.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00

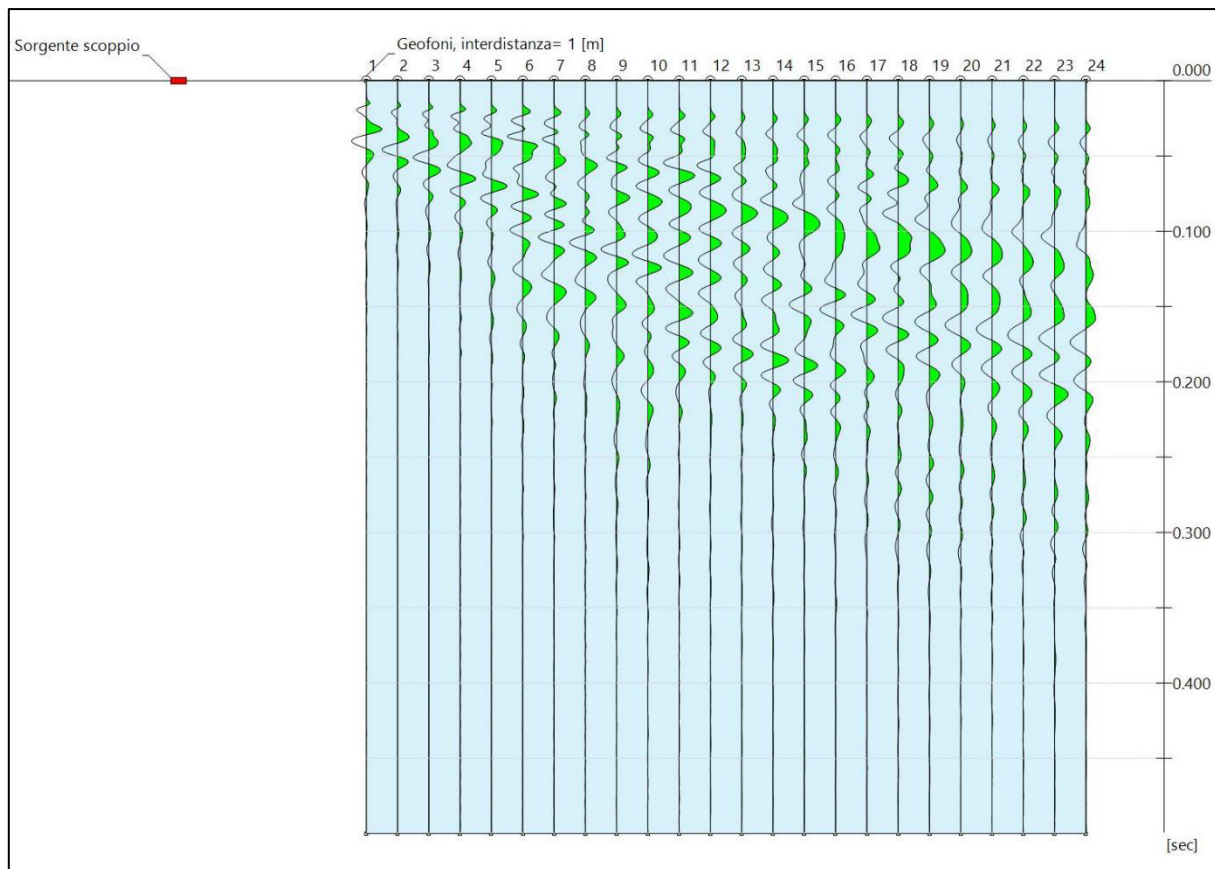


Fig. 17: sismogramma acquisito in sito

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

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

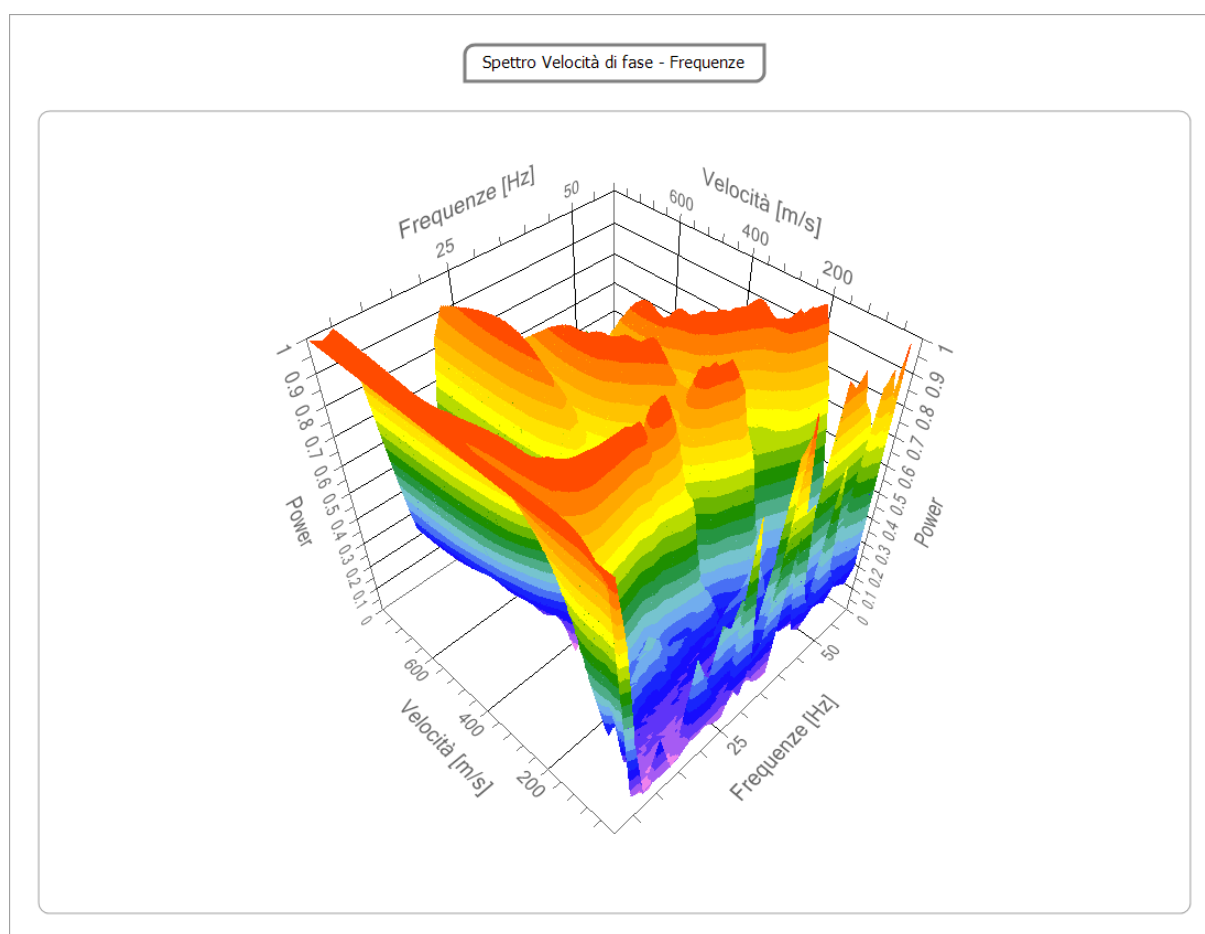


Fig. 18: Grafico Spettro/velocità di fase

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.8	310.3	0
2	8.6	239.2	0
3	13.0	216.1	0
4	16.6	216.1	0
5	20.6	207.8	0
6	35.9	207.8	0
7	38.3	207.8	0
8	53.8	211.1	0

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

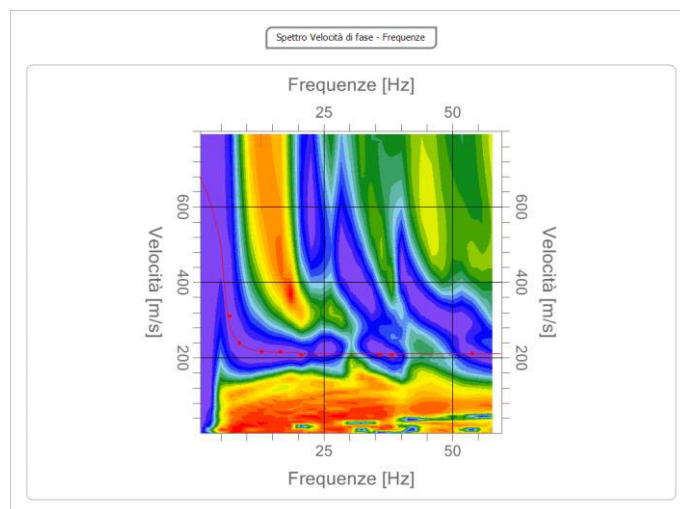


Fig. 19: Curva di dispersione

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	12.41	12.41	1500.0	0.38	No	506.7	222.9
2	19.54	7.12	1600.0	0.36	No	648.5	303.3
3	oo	oo	1800.0	0.33	Si	1524.4	767.8

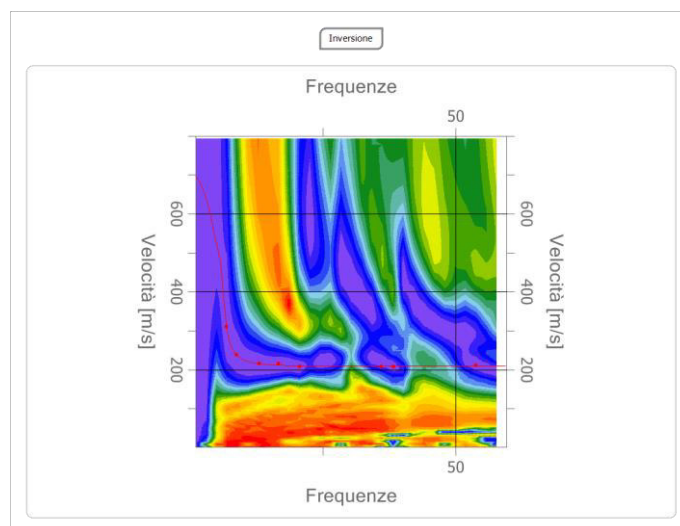


Fig. 20: Curva di dispersione con inversione

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

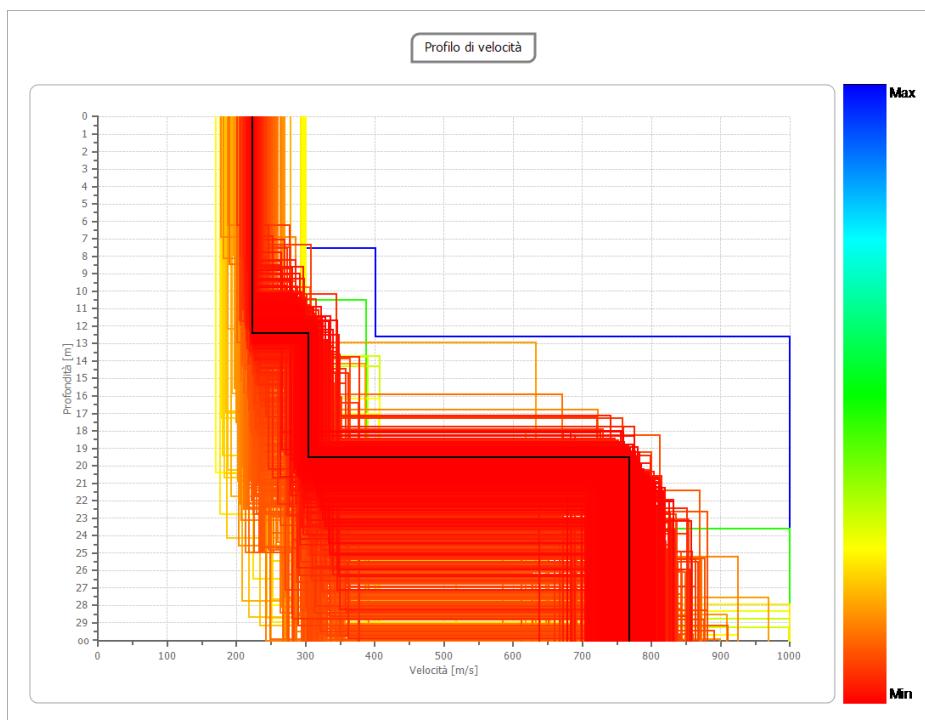


Fig. 21: profili di velocità Vs

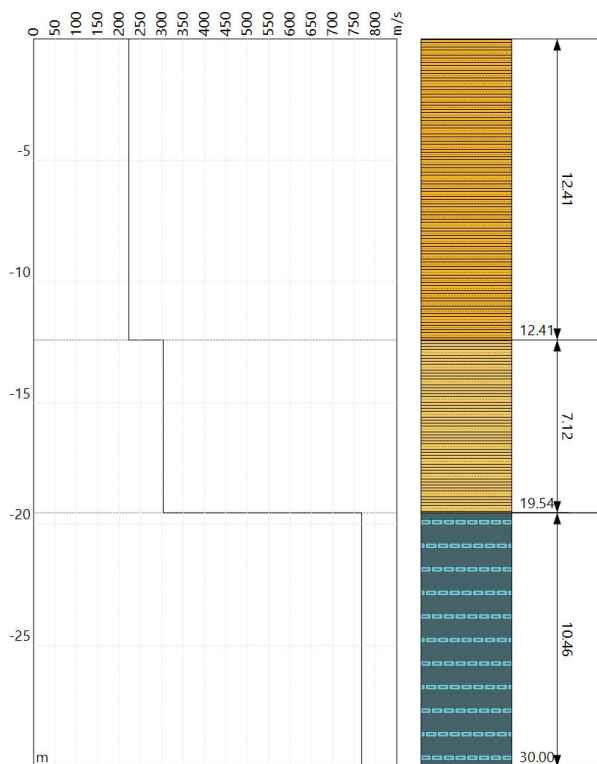


Fig. 22: Colonna sismo-stratigrafica

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vseq [m/sec] (H = 30.00 m)	323.32
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 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.



Fig. 23: Stendimento SS4

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

3.4 MASW SS4

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	500.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

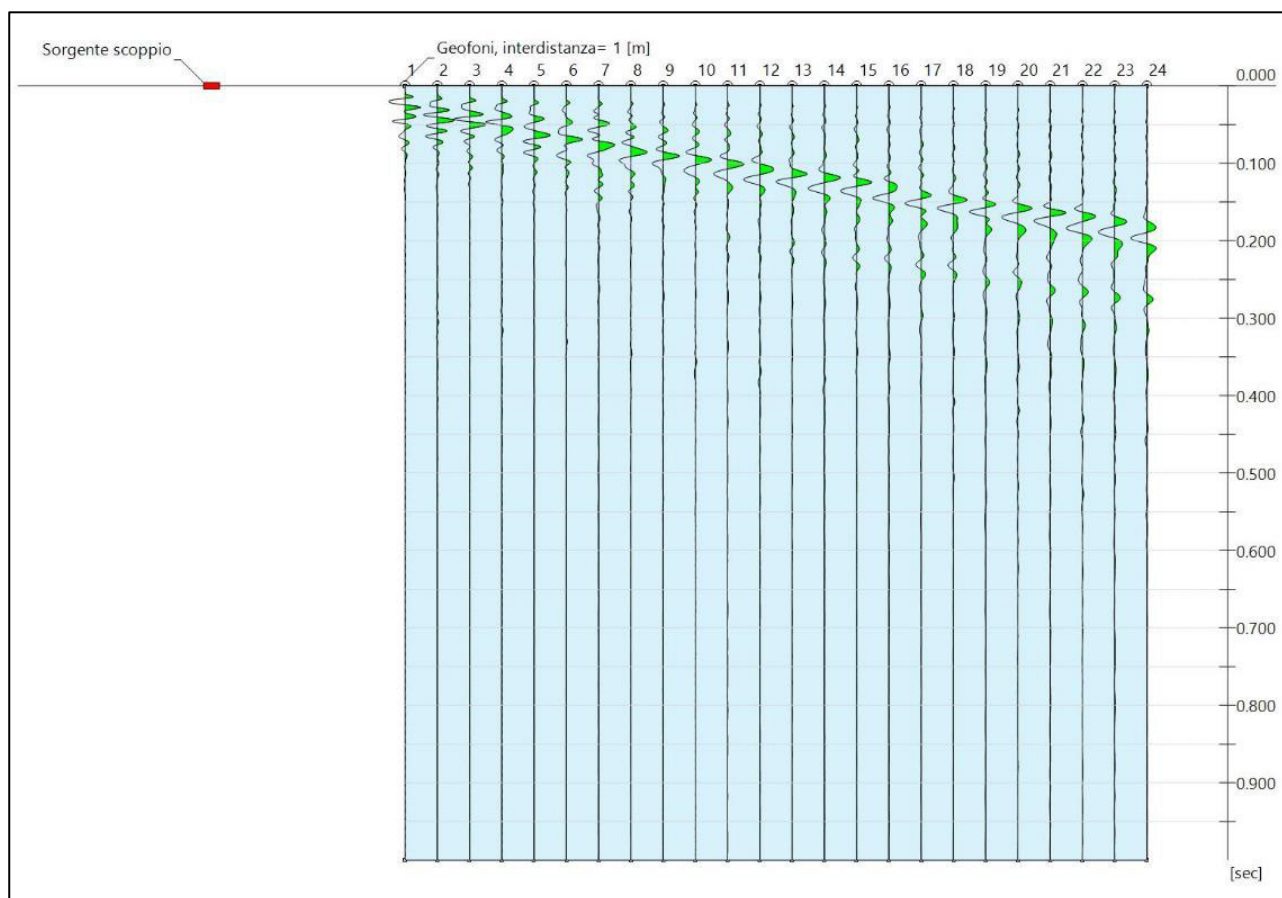


Fig. 24: sismogramma acquisito in sito

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

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

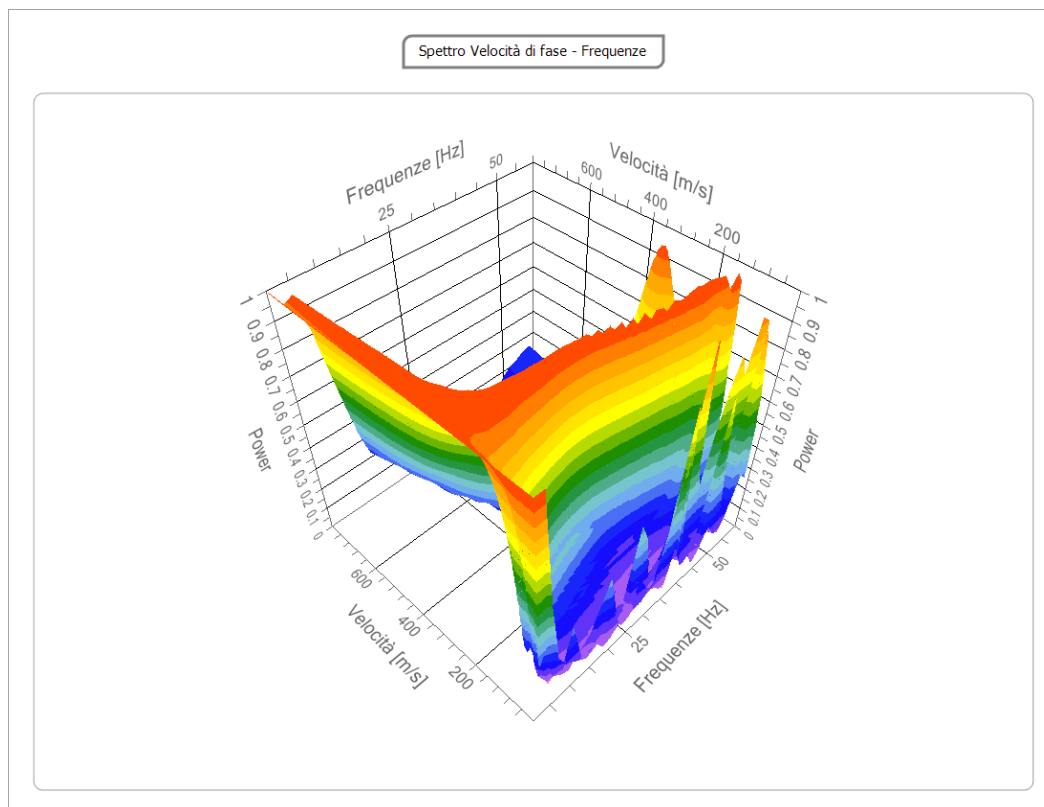
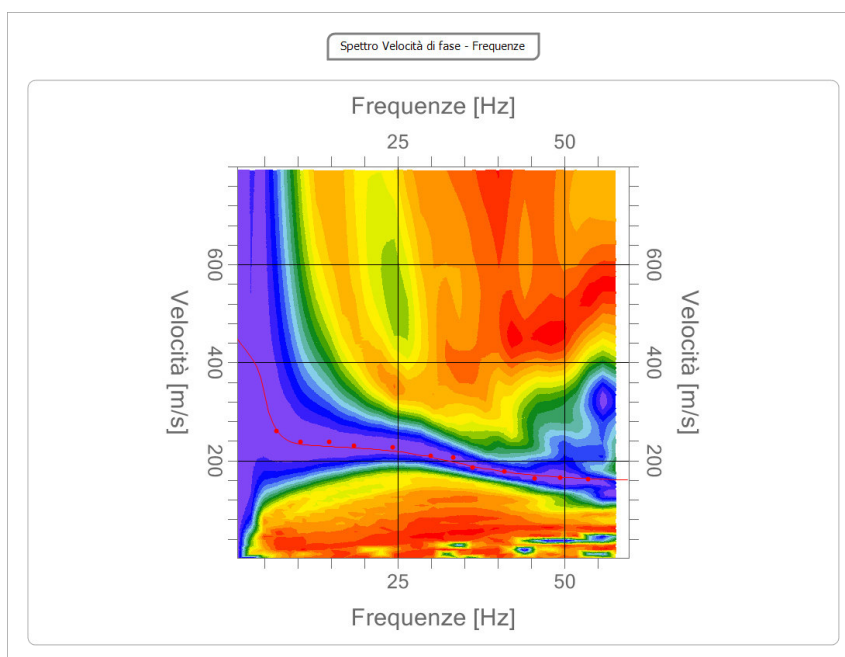


Fig. 25: Grafico Spettro/velocità di fase

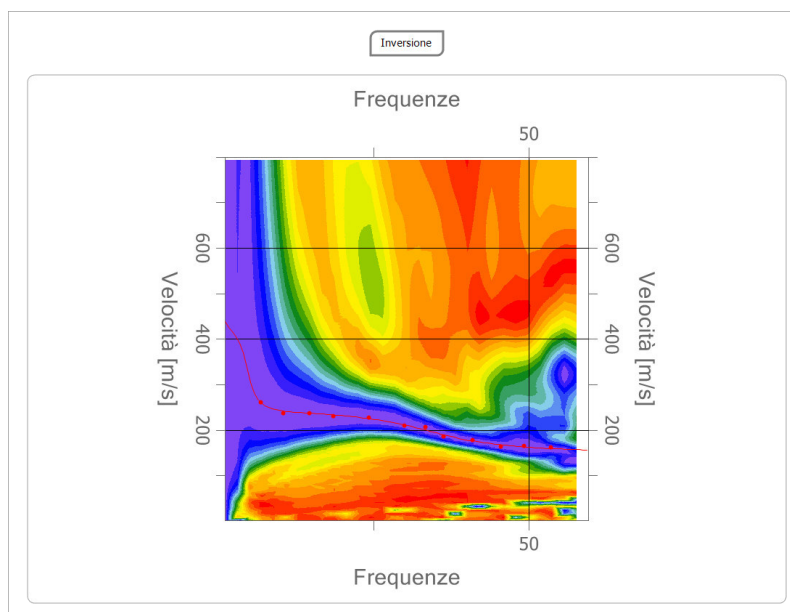
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.8	260.7	0
2	10.4	237.6	0
3	14.7	237.6	0
4	18.4	230.9	0
5	24.2	227.6	0
6	29.9	209.4	0
7	33.3	206.1	0
8	36.2	186.3	0
9	41.0	178.0	0
10	45.6	163.1	0
11	49.3	164.8	0
12	53.5	161.5	0

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------


Fig. 26: Curva di dispersione
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.89	1.89	1500.0	0.38	No	363.4	159.9
2	5.28	3.38	1600.0	0.37	No	581.5	264.1
3	23.34	18.06	1700.0	0.33	Si	522.4	263.2
4	oo	oo	1800.0	0.33	Si	973.6	490.4


Fig. 27: Curva di dispersione con inversione

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

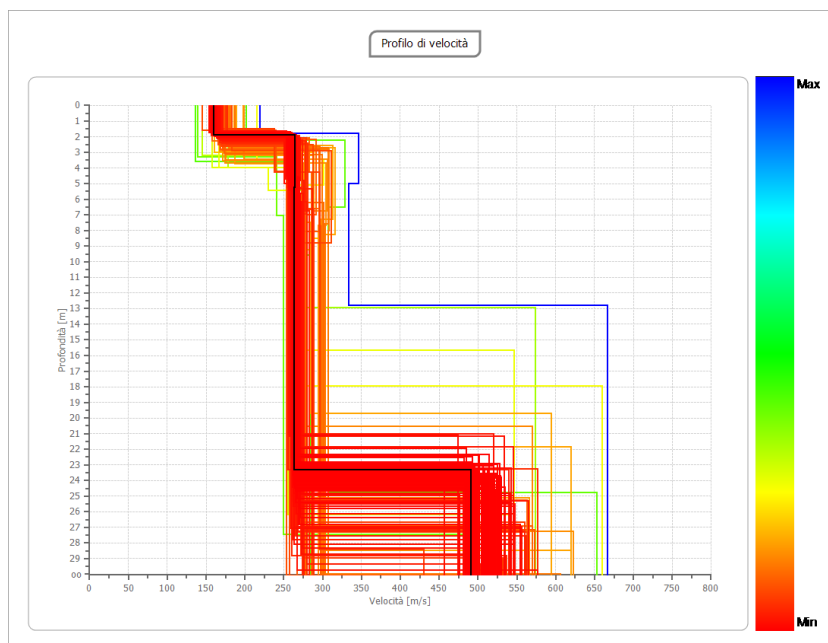


Fig. 28: profili di velocità Vs

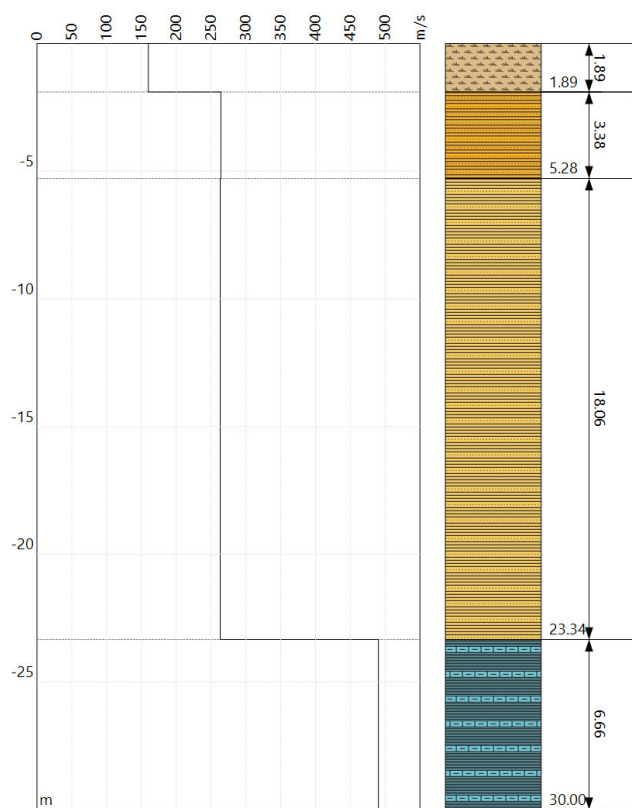


Fig. 29: Colonna sismo-stratigrafica

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vseq [m/sec] (H = 30.00 m)	280.73
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 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.



Fig. 30: Stendimento SS4

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

3.5 MASW SS5

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	500.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

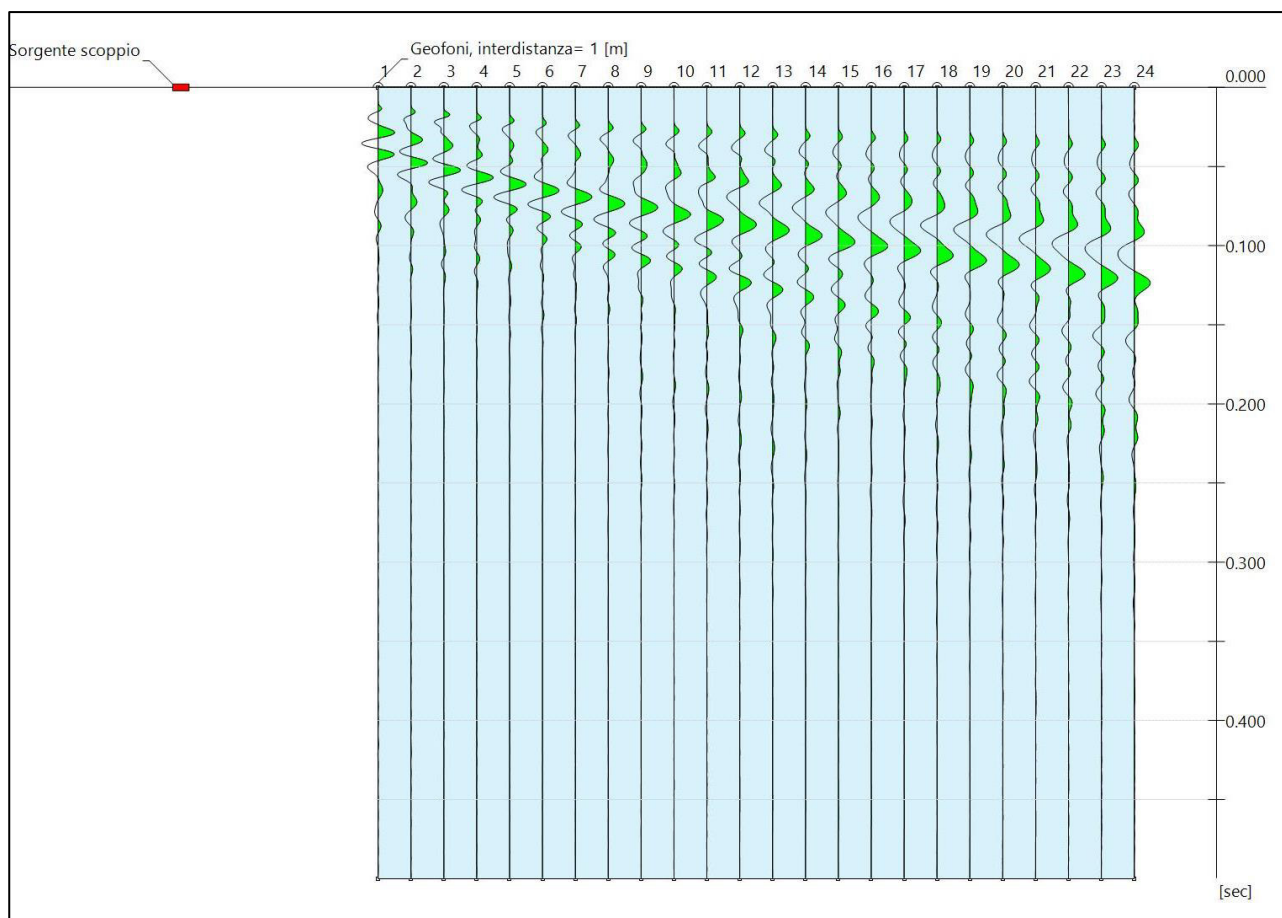


Fig. 31: sismogramma acquisito in sito

Codice documento: R.P.G.20_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 13.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

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

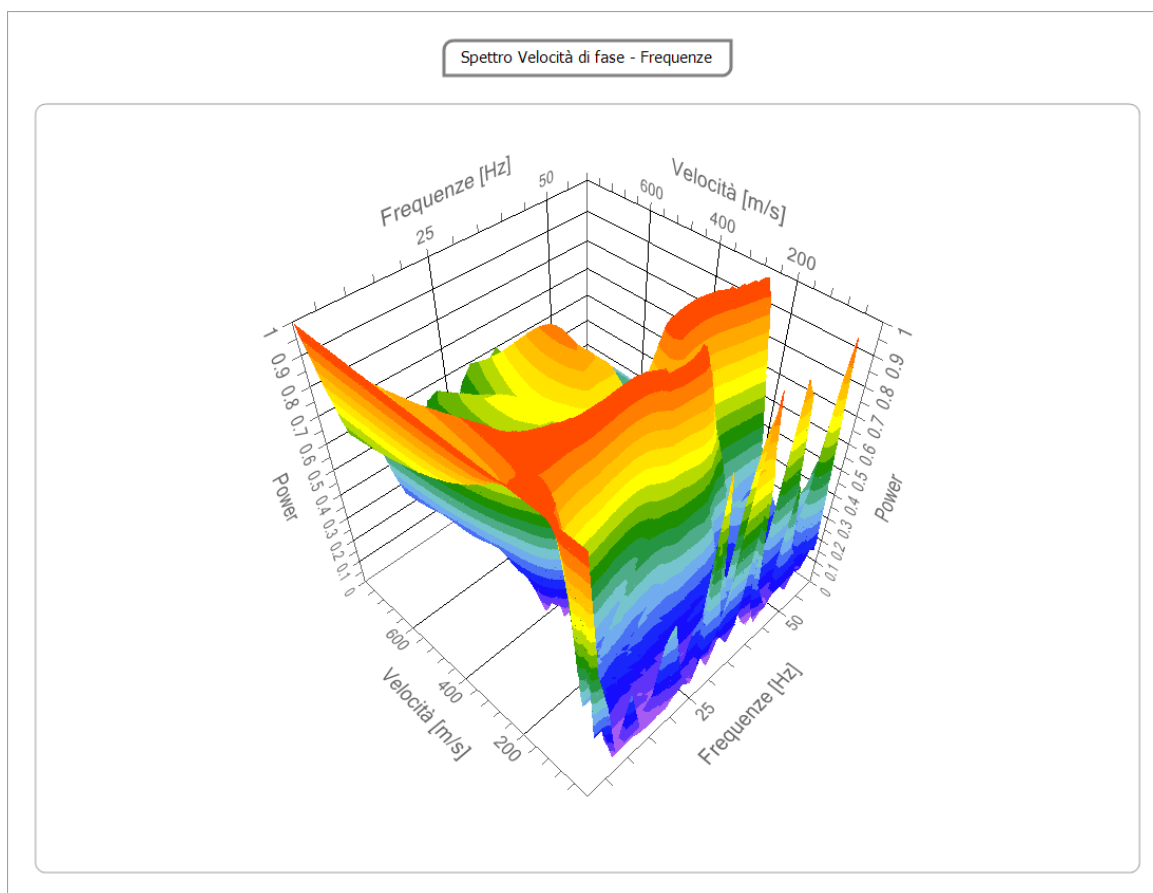
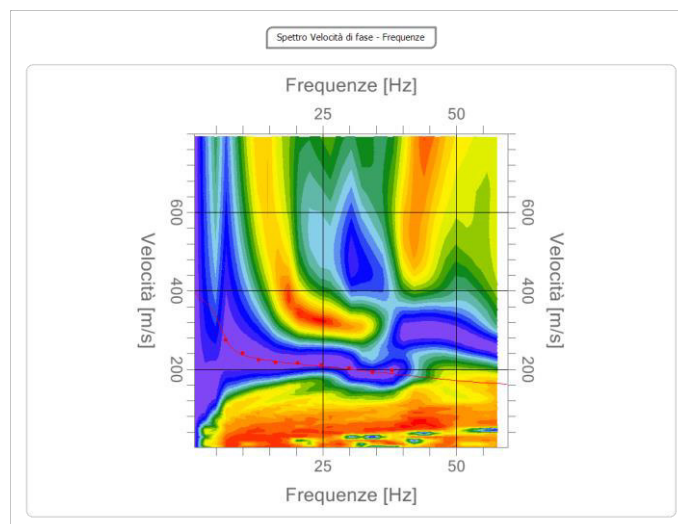


Fig. 32: Grafico Spettro/velocità di fase

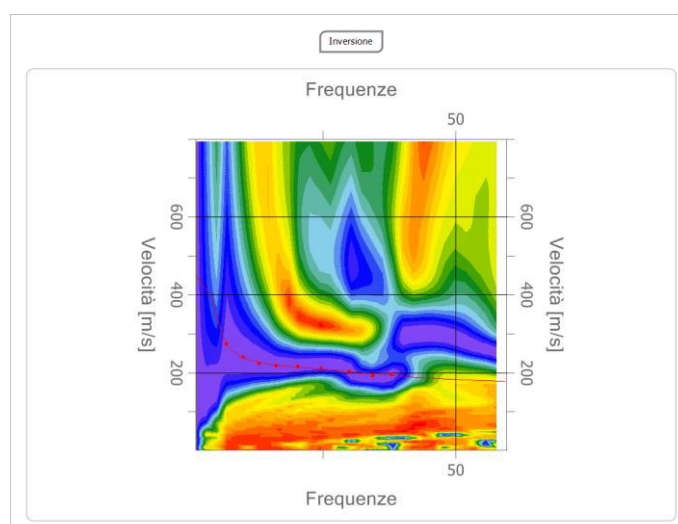
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.8	274.0	0
2	10.0	240.9	0
3	13.0	224.3	0
4	16.1	217.7	0
5	20.2	216.1	0
6	24.7	211.1	0
7	29.9	202.8	0
8	34.4	192.9	0
9	37.9	196.2	0

Codice documento: R.P.G.20_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 13.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------


Fig. 33: Curva di dispersione
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.13	2.13	1400.0	0.38	No	419.2	184.4
2	10.04	7.91	1500.0	0.36	No	509.3	238.2
3	23.15	13.12	1600.0	0.33	Si	551.5	277.8
4	oo	oo	1800.0	0.33	Si	997.4	502.4


Fig. 34: Curva di dispersione con inversione

Codice documento: R.P.G.20_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 13.11.2023	Inf./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

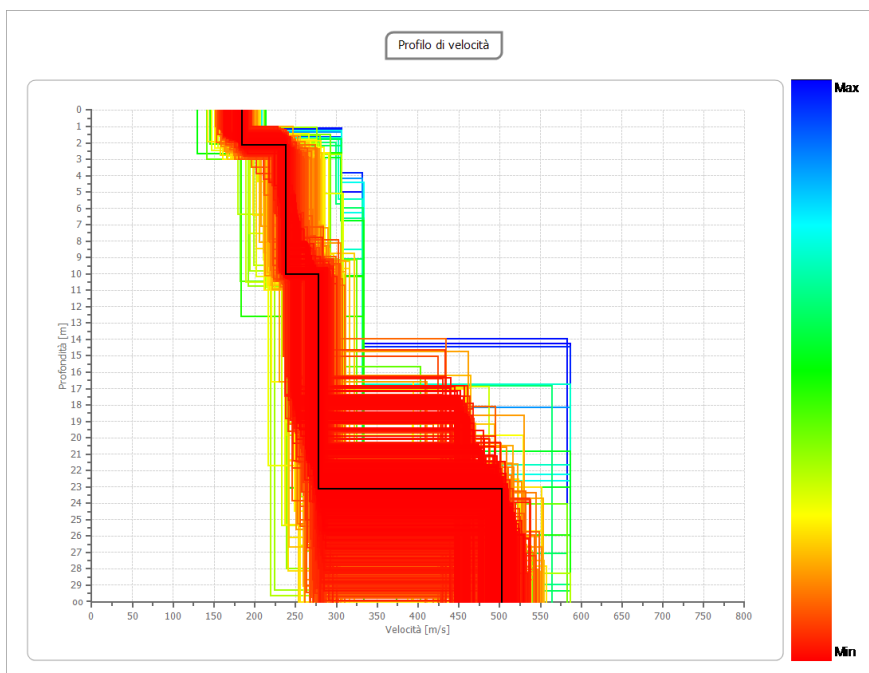


Fig. 35: profili di velocità Vs

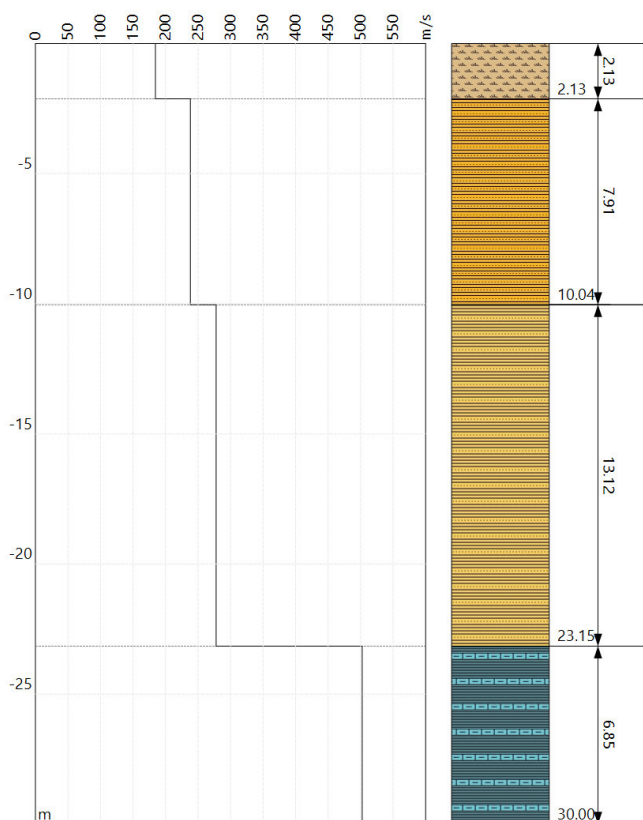


Fig. 36: Colonna sismo-stratigrafica

Codice documento: R.P.G.20_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 13.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vseq [m/sec] (H = 30.00 m)	284.14
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 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.



Fig. 37: Stendimento SS5

Codice documento: R.P.G.20_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 13.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

3.6 MASW SS6

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	500.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00

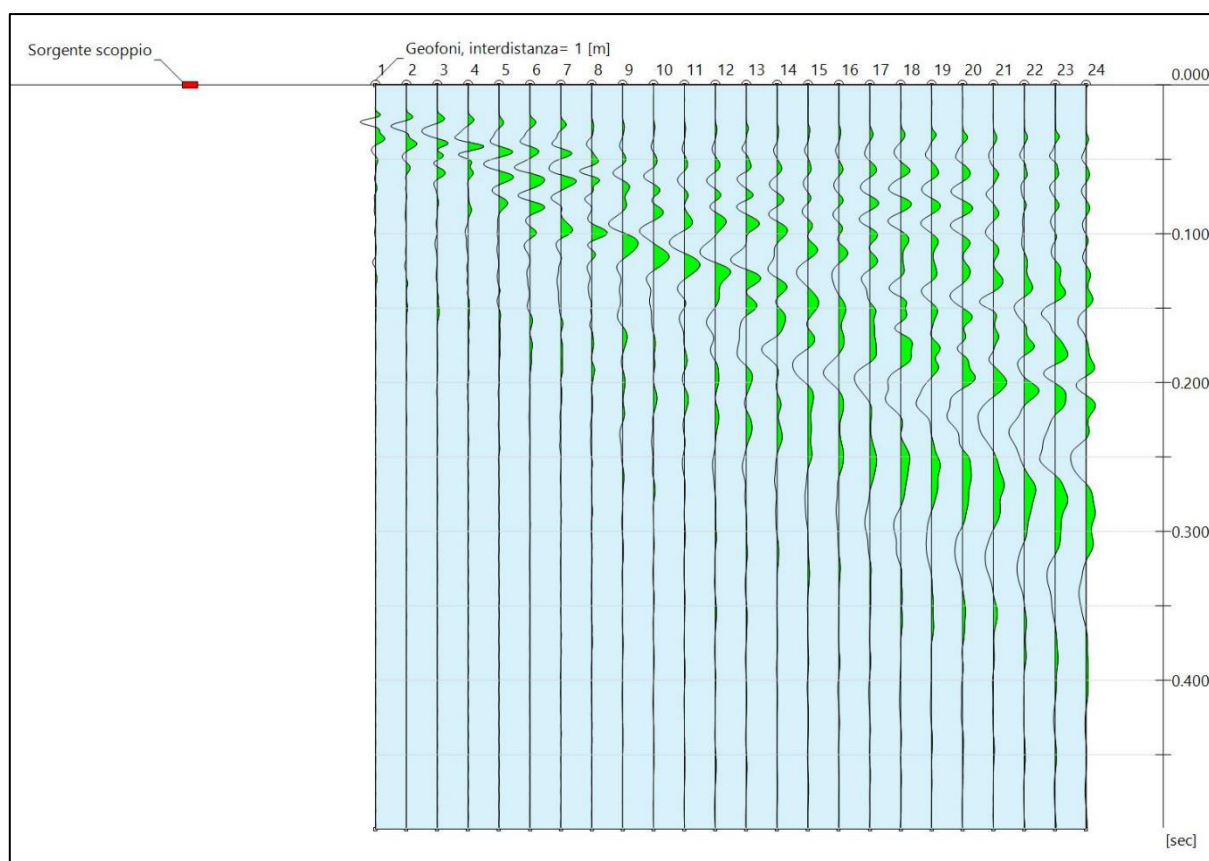


Fig. 38: sismogramma acquisito in sito

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

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

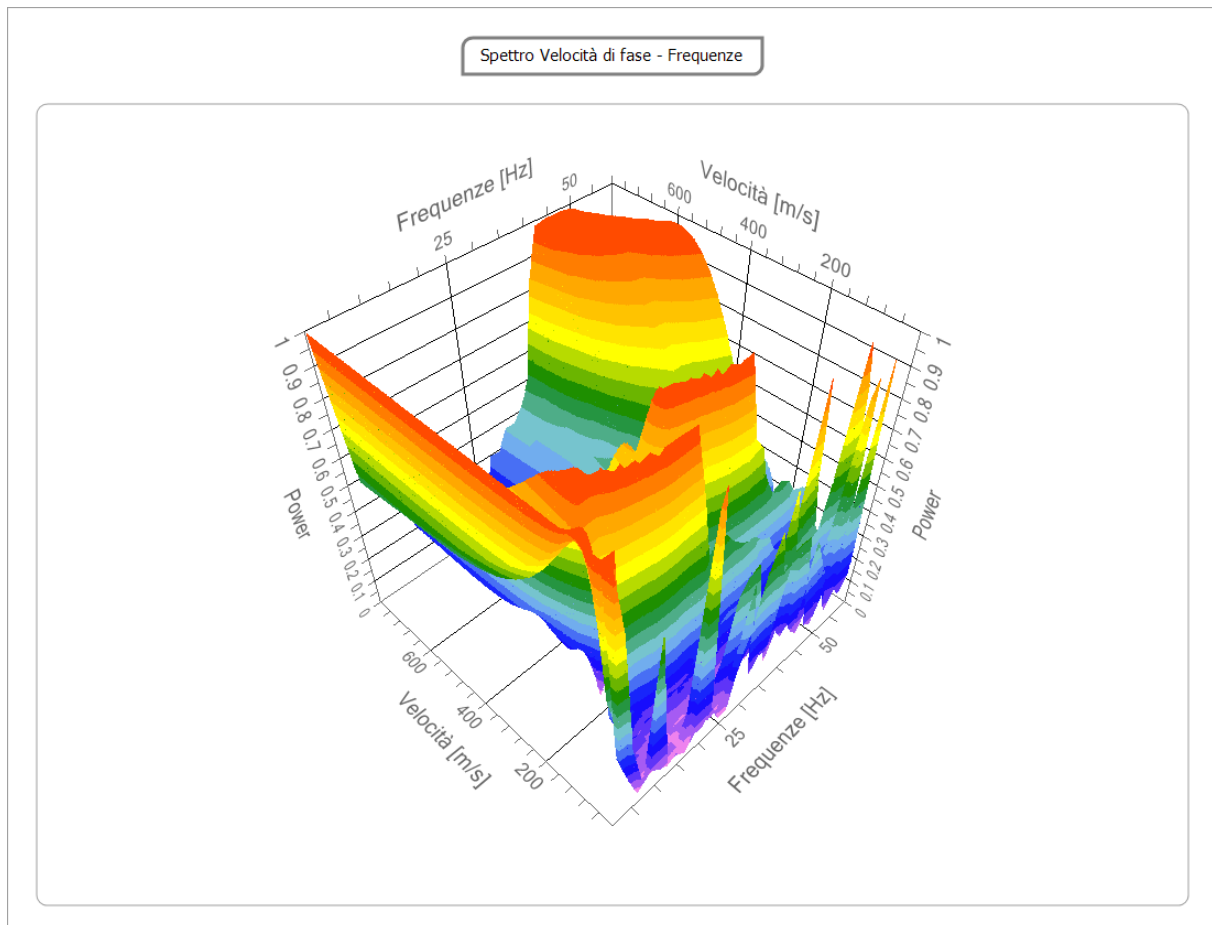


Fig. 39: Grafico Spettro/velocità di fase

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.1	189.6	0
2	10.3	161.5	0
3	12.9	144.9	0
4	15.5	136.6	0
5	18.8	118.5	0
6	21.5	120.1	0
7	25.1	115.1	0

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

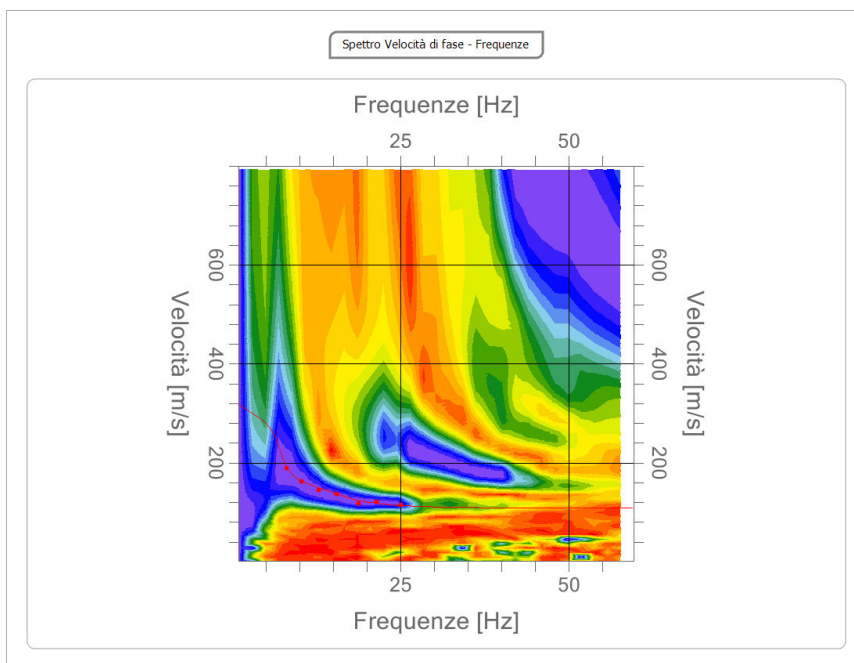


Fig. 40: Curva di dispersione

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.33	3.33	1400.0	0.38	No	268.1	118.0
2	11.09	7.75	1500.0	0.36	No	386.8	180.9
3	oo	oo	1700.0	0.33	Si	680.5	342.8

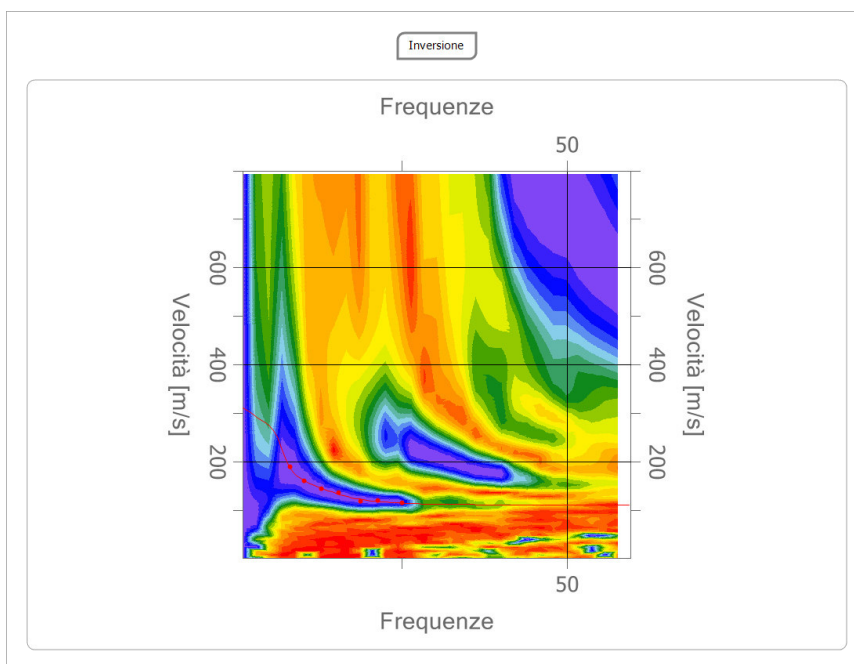


Fig. 41: Curva di dispersione con inversione

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

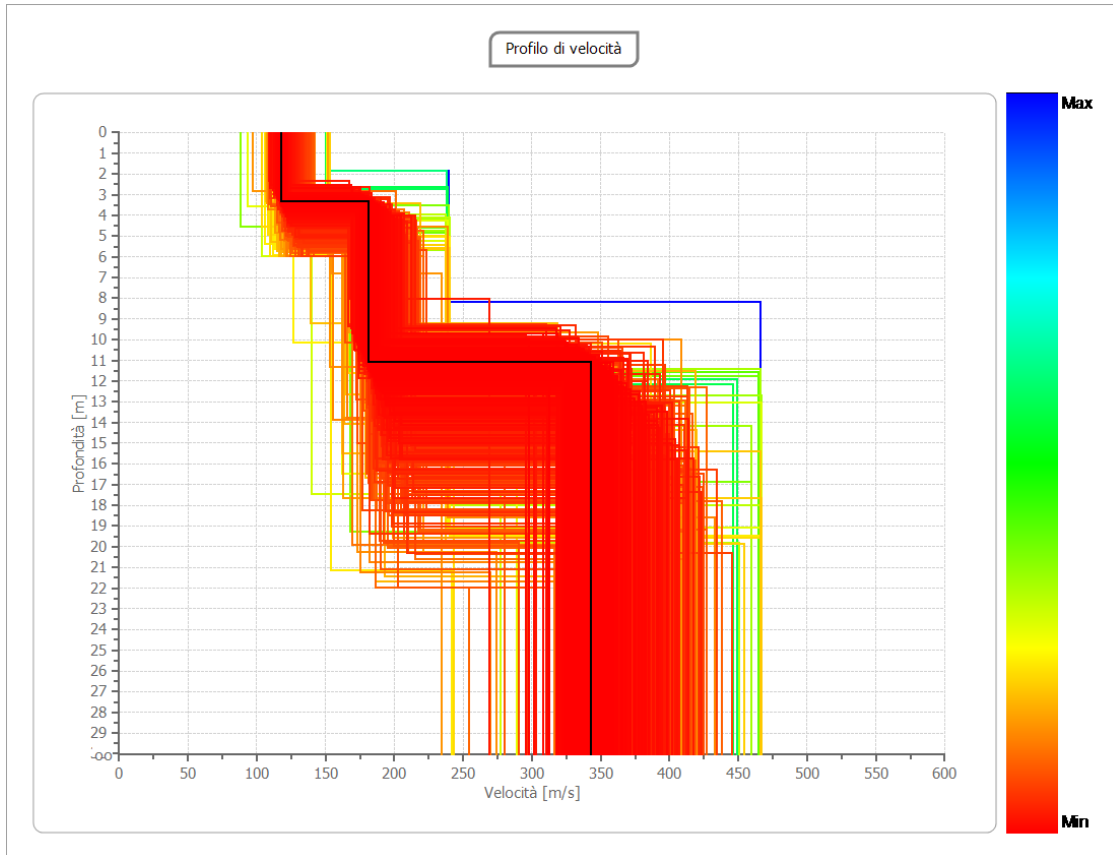


Fig. 42: profili di velocità Vs

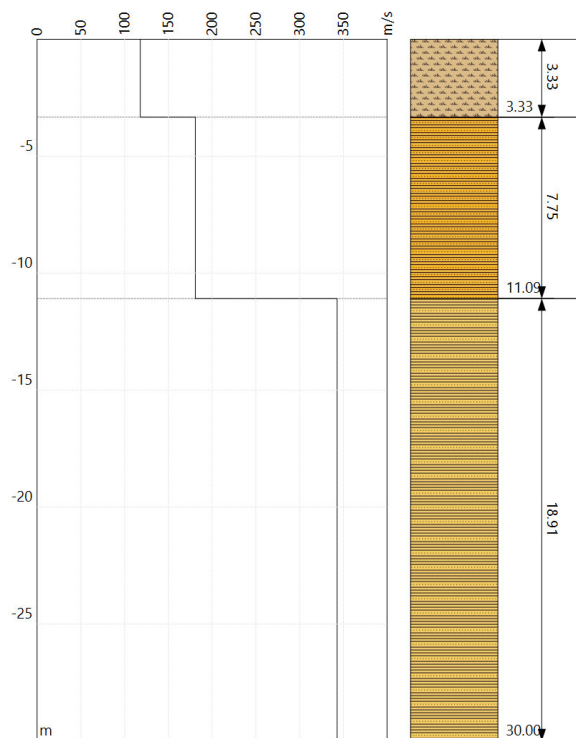


Fig. 43: Colonna sismo-stratigrafica

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vseq [m/sec] (H = 30.00 m)	237.55
Categoria del suolo	C

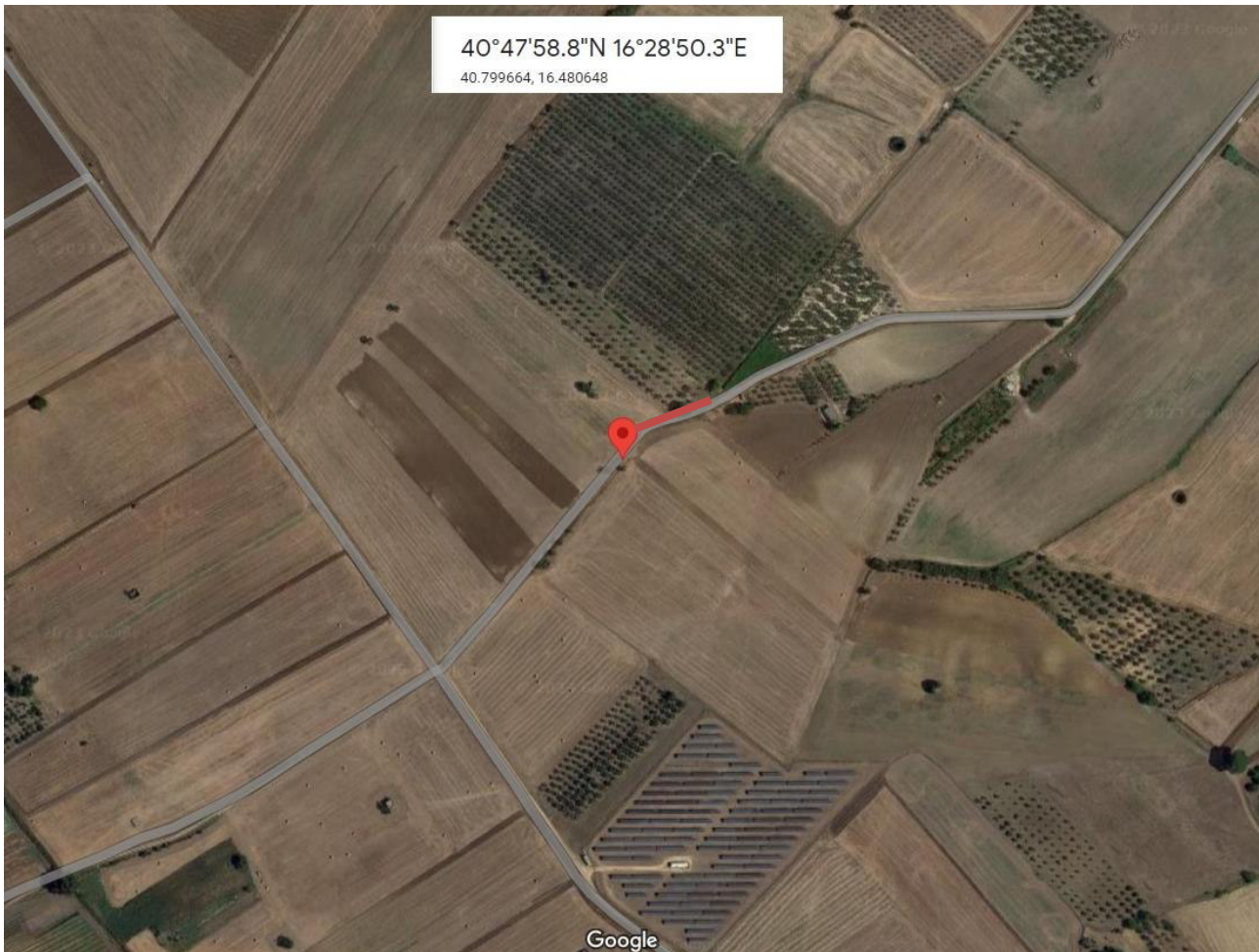
Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



Fig. 44: Stendimento SS6

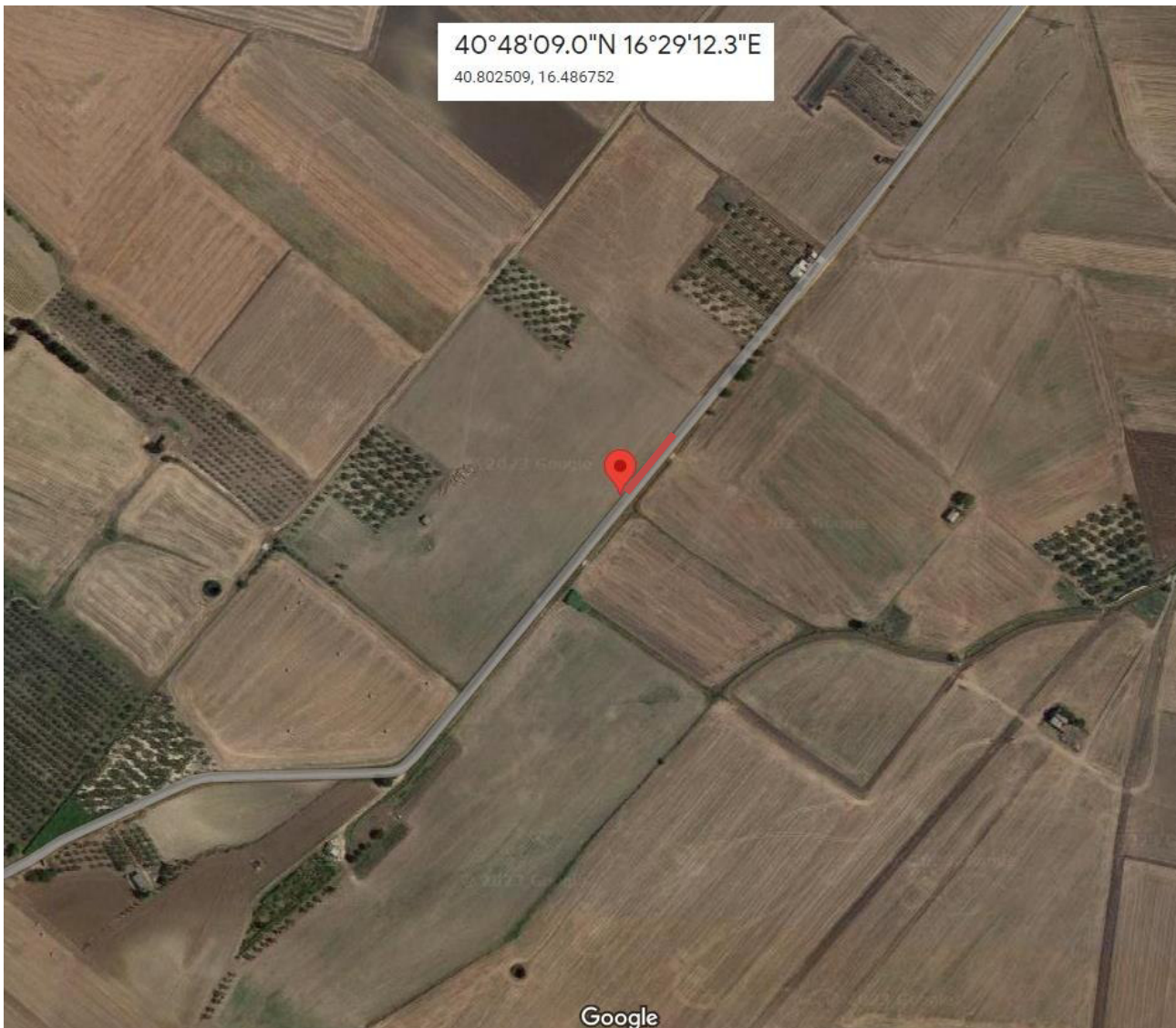
Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------

4. ORTOFOTO UBICAZIONI INDAGINI



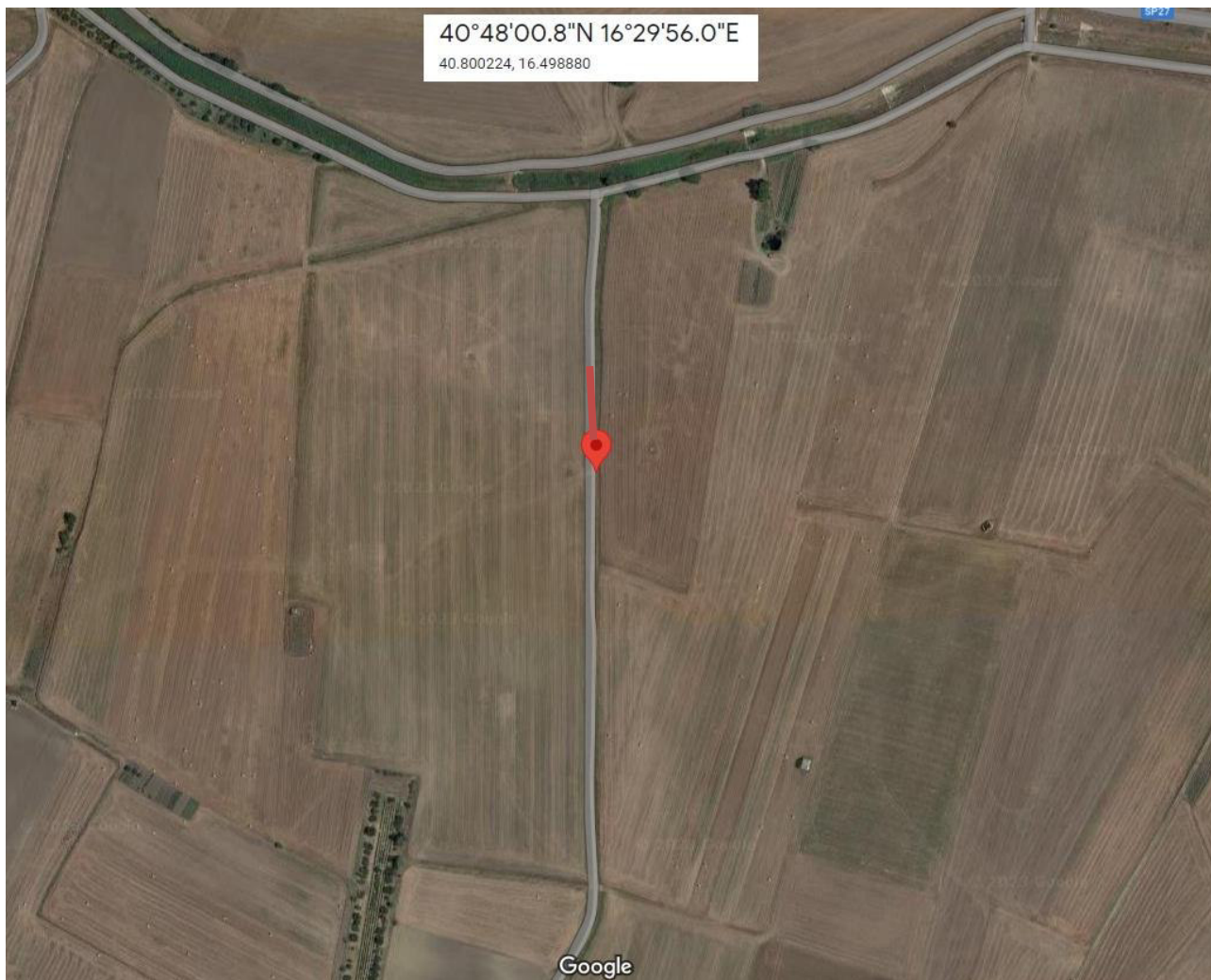
Stendimento sismico SS1, ubicazione punto di battuta MASW.

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------



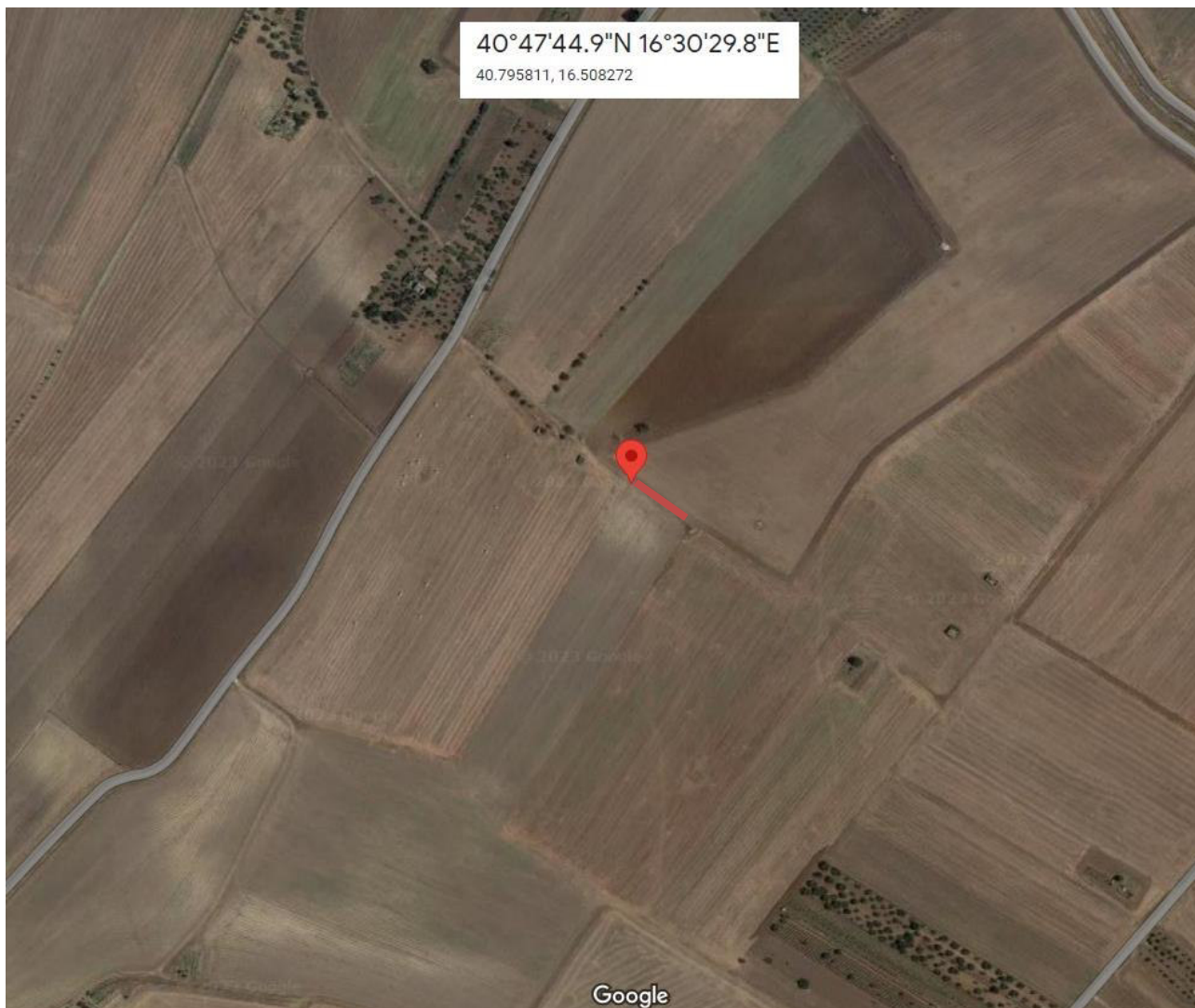
Stendimento sismico SS2, ubicazione punto di battuta MASW.

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------



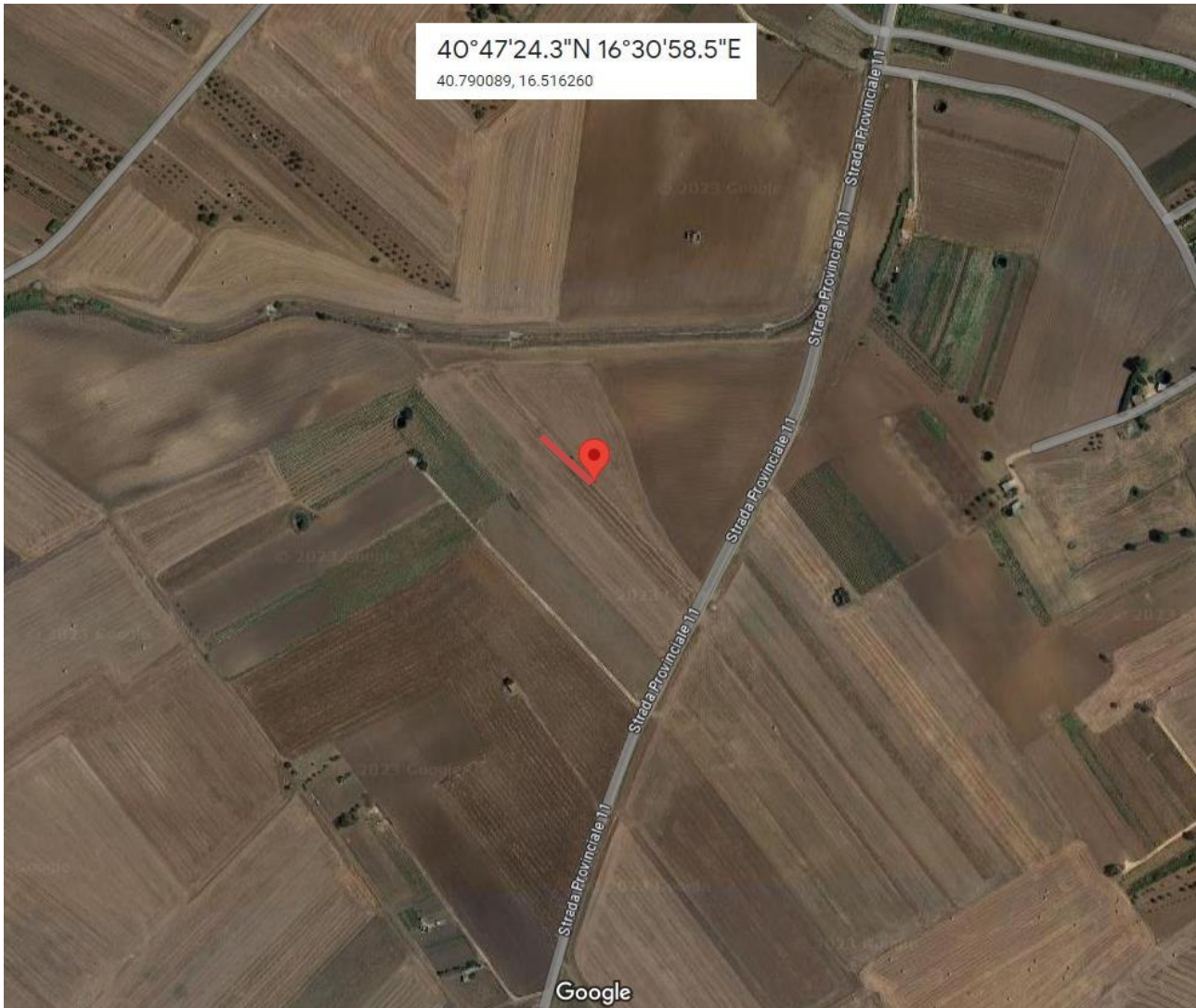
Stendimento sismico SS3, ubicazione punto di battuta MASW.

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------



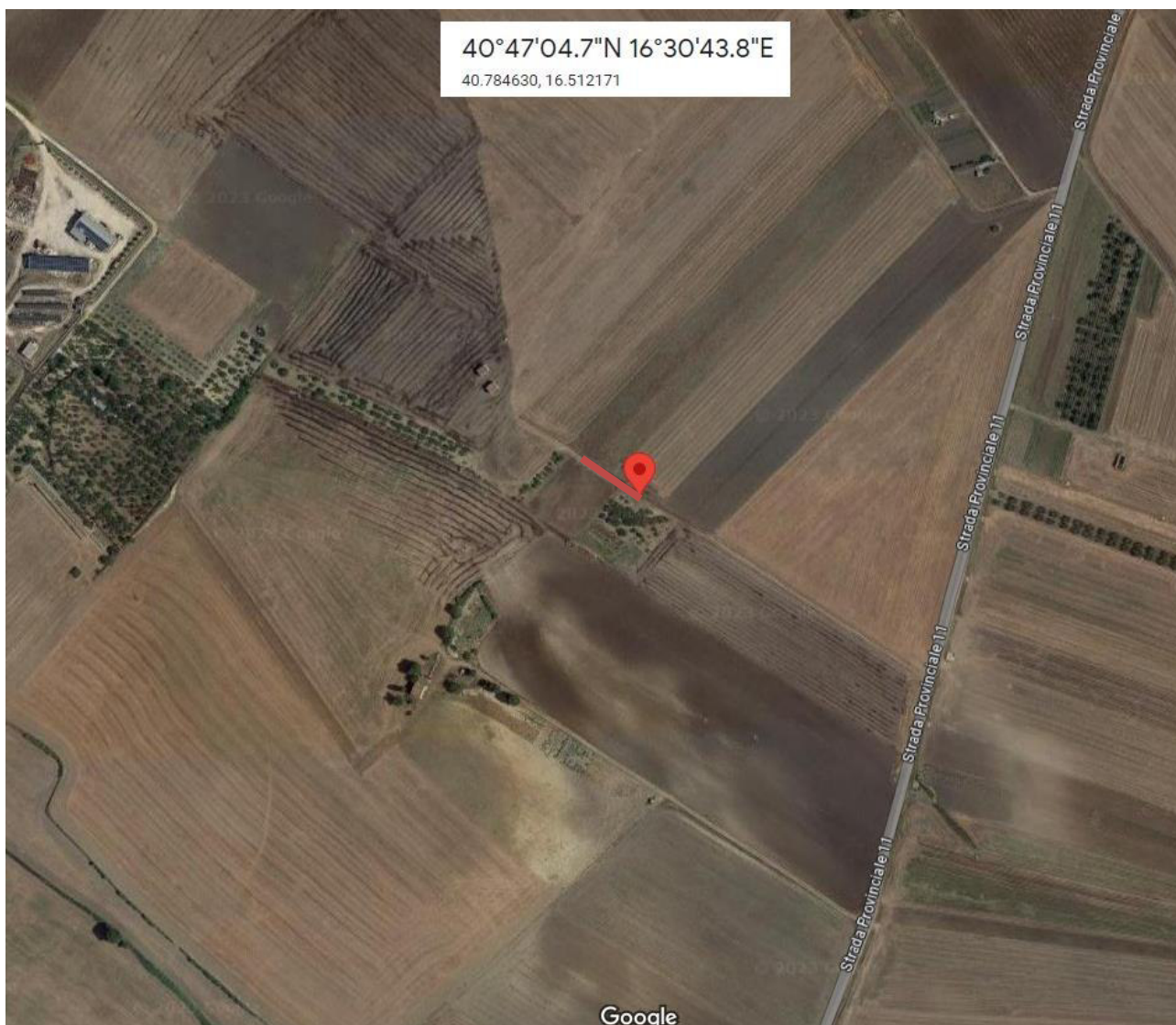
Stendimento sismico SS4, ubicazione punto di battuta MASW.

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------



Stendimento sismico SS5, ubicazione punto di battuta MASW.

Codice documento: R.P.G.21_2023	Tipo documento: Rapporto di Indagini sui Terreni	Data: 14.11.2023	Int./Est.: Esterno
---	--	----------------------------	------------------------------



Stendimento sismico SS6, ubicazione punto di battuta MASW.

IL RESPONSABILE GEOLOGO

Roberto Forte