

PROPONENTE: **AME ENERGY S.r.l.**

-Via Pietro Cossa, 5 20122 Milano (MI) - ameenergysrl@legalmail.it - PIVA 12779110969

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI POTENZA
COMUNE DI MASCHITO

Titolo del Progetto:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO EVOLUTO "DENOMINATO PANE DAL SOLE PER LA PRODUZIONE DI PRODOTTI ALIMENTARI DI FILIERA CORTA A DIABETE ZERO, REALIZZATI CON GRANI ANTICHI BIOLOGICI MACINATI A PIETRA. IMPIANTO AGRIVOLTAICO UBICATO NEL COMUNE DI MASCHITO (PZ) IN LOCALITA' "ORIFICICCHIO", CON POTENZA DI PICCO PARI A 19.9 MWp.

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

MASPV-T069

ID PROGETTO:	201	DISCIPLINA:	PD	TIPOLOGIA:	D	FORMATO:	A0
--------------	------------	-------------	-----------	------------	----------	----------	-----------

Elaborato:

RELAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI

FOGLIO:	1 di 46	SCALA:		Nome file:	MASPV-T069.doc
---------	----------------	--------	--	------------	-----------------------

Progettazione:

IPROJECT S.R.L.

d:\basilicata\maschito\Logo Iproject.JPG

**Consulenza, Progettazione e Sviluppo Impianti
ad Energia Rinnovabile**

Sede Legale: Via Del Vecchio Politecnico, 9 - 20121 Milano (MI)

P.IVA 11092870960-PEC: i-project@legalmail.it

Sede Operativa: Via Bisceglie n° 17 - 84044 Albanella (SA)

-mail: a.manco@iprojectsrl.com

Cell: 3384117245

Progettista: Arch. Antonio Manco

Tecnico: Geol. Fabio Di Feo



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	19/06/2023	Prima emissione	Geol. Fabio Di Feo	Arch. Antonio Manco	Arch. Antonio Manco

INDICE

1- PREMESSA.....	3
2 MODELLO GEOLOGICO	6
2.1 STRATIGRAFIA LOCALE	6
2.2 GEOMORFOLOGIA LOCALE	9
2.3 IDROGEOLOGIA	11
2.4 ANALISI VINCOLI PSAI	13
3 AREA PARCO FOTOVOLTAICO.....	14
3.1 MODELLO GEOTECNICO	17
3.1.1 Programma di indagini geognostiche realizzate.....	17
3.1.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	17
3.2 MODELLO SISMICO	23
3.2.1 Modellazione Sismica	23
3.2.2 Risposta sismica locale	23
3.2.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici	32
4 AREA CAVIDOTTO INTERRATO.....	35
4.1 MODELLO GEOLOGICO	38
4.1.1 Programma di indagini geognostiche realizzate.....	38
4.1.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse.....	38
4.2 MODELLO SISMICO	39
4.2.1 Modellazione Sismica	39
4.2.2 Risposta sismica locale	39
4.2.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici	48
CONCLUSIONI	51

ALLEGATI

Tav.- MASPV-T058 - CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI

FASCICOLO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE:

-
- Certificazione esecuzione **n°6** prove dinamiche pesanti **DPSH** con prelievo di **n°2** Campioni Indisturbati (Geosevi sas);
 - Certificati delle Prove di Laboratorio Campioni Indisturbati **P2C1, P5C1;**
 - Relazione **Prove Sismiche Area Parco MASW.1, MASW.2, MASW.3** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018).
 - Relazione **Prove Sismiche Cavidotto MASW.4** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018)

1- PREMESSA

Su incarico ricevuto della società **I-PROJECT S.r.l.** con Sede Legale in Via del Vecchio Politecnico, n°9 MILANO (MI) - P.IVA 1109287960, PEC I-project@legalmail.it, Sede Operativa: Via Bisceglie, 17 - 84044 Albanella (SA) e per conto della società **AME ENERGY S.r.l.**, il sottoscritto **dr. geologo Fabio Di Feo** residente in Via Olivella 4/A del comune di Altavilla Silentina (SA), iscritto all'ordine dei geologi della Regione Campania al n.2314, ha programmato, diretto ed elaborato delle puntuali Indagini Geognostiche in situ, al fine di redigere uno studio di compatibilità geologico finalizzato ad attestare le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeolitologiche, geotecniche, e sismiche delle aree interessate dal progetto del parco agrivoltaico ubicato in Basilicata, in agro nel Comune di Maschito (PZ) in località "Orificicchio" e con opere connesse nei Comuni di Maschito (PZ), Palazzo San Gervasio (PZ), Venosa (PZ) e di Montemilone (PZ).

Le aree studio, ricadenti nei Comuni di Maschito (PZ), Palazzo San Gervasio (PZ), Venosa (PZ) e di Montemilone (PZ), sono comprese nel foglio 452 della Carta Geologica d'Italia "**Rionero in Vulture**" in scala 1-50000.

Nello specifico, tale impianto agrivoltaico sarà realizzato in località "Orificicchio" del Comune di Maschito (PZ), mentre nei Comuni di Maschito (PZ), Palazzo San Gervasio (PZ), Venosa (PZ) e di Montemilone (PZ) ricade parte del cavidotto e, nel Comune Venosa (PZ) ricade parte del cavidotto e la Sotto Stazione Elettrica di connessione.



Ortofoto con ubicazione opere in progetto

Il parco agrivoltaico sarà realizzato con strutture di sostegno in profili metallici (in alluminio o acciaio zincato) e fissate al terreno. L'impianto si configura come impianto ex-novo e pertanto verranno realizzate anche le opportune opere per la connessione.

L'impianto in oggetto sfrutta la tecnologia fotovoltaica che consente di ottenere energia elettrica convertendo, in maniera pulita e rinnovabile, la radiazione solare incidente sui moduli fotovoltaici. Tecnologia su cui oggi è posta sempre più attenzione.

Lo studio, redatto ai sensi del Decreto Ministeriale del 11-03-1988 e del D.P.R. 328/01 art. 41 Comma 1, è stato eseguito tramite:

- consultazione della bibliografia esistente;
- accurato rilevamento geologico e geomorfologico di campagna di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse;
- analisi delle carte della pericolosità e del rischio, in scala 1:25000, prodotte **dell'Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino Interregionale Puglia) (Testo Unico delle NTA adottato a settembre 2006)**;
- ricostruzione della stratigrafia dei terreni di fondazione;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni in esame attraverso l'esecuzione di **n°6 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) certificate con prelievo di n°2 Campioni Indisturbati (Geosevi sas)**;
- la realizzazione di **n°4 prove sismiche superficiali MASW**, delle quali n°3 nell'area parco fotovoltaico e n°1 lungo il cavidotto (atte ad *effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*);

ha permesso di individuare e caratterizzare i principali litotipi e morfotipi, di definire l'assetto geologico e geomorfologico e di valutare la pericolosità geologica del territorio indagato.

Tutti questi elementi di base sono finalizzati alla verifica della compatibilità delle ipotesi di progetto con quanto previsto dalla normativa vigente.

2 MODELLO GEOLOGICO

2.1 STRATIGRAFIA LOCALE

Da un accurato rilevamento di campagna e dalle indagini geognostiche realizzate in sito, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse (*cfr Tav. MASPV-T070 CARTA GEOLOGICA*).

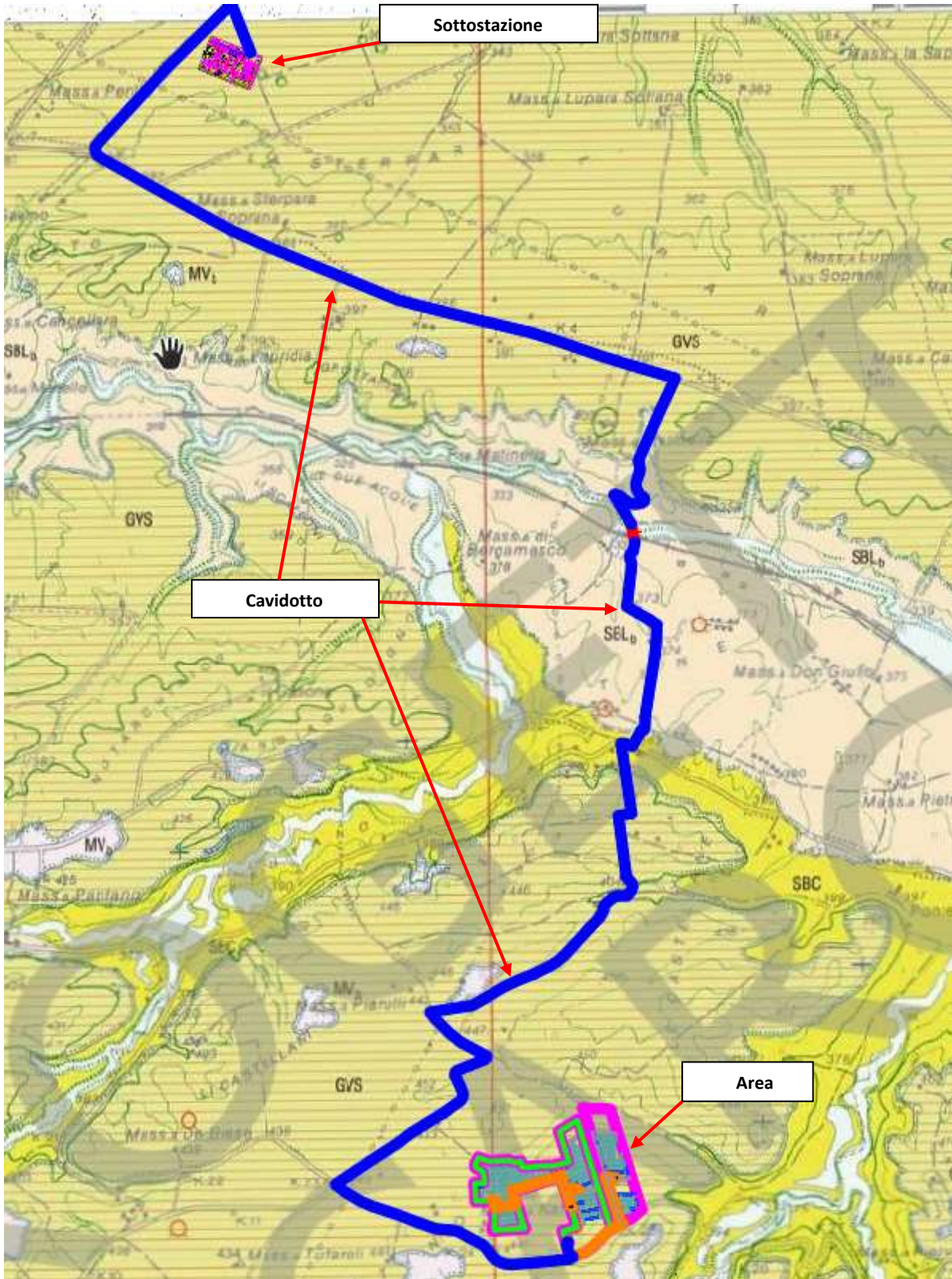
Gli affioramenti significativi e principali sono riconducibili essenzialmente a tre Unità geologiche:

- 1 Sistema di Palazzo San Gervasio (GVS) costituito da depositi fluviali di natura conglomericata (clasti arrotondati di diametro anche di 35 cm) a matrice limo-sabbiosa con livelli e/o lingue di limo-sabbioso e limo-argilloso. Tale Sistema, che si presenta terrazzata e con spessore massimo di 35 m, si sovrappone stratigraficamente alla successiva Formazione (*Pleistocene Inf.-Med.*);
- 2 Formazione di San Marco (SBC) costituita da depositi marini formate prevalentemente da sabbia medio-grossolane con lenti di ghiaia sabbiosa. Lo spessore complessivo di tali litologie è di circa 100 m. (*Pleistocene Inf.*);
- 3 Sistema di Barile (SBL_b) costituita da depositi vulcanici da caduta emessi dal vulcano M. Vulture formate prevalentemente da sabbia medio-grossolane con pomici e lapilli. (*Pleistocene Med.*).

Si specifica che l'area di ubicazione dei pannelli dell'impianto Agrivoltaico ricade interamente nel Sistema di Palazzo San Gervasio (GVS)

L'assetto stratigrafico rinvenuto nell'area d'intervento è compatibile con quanto noto dalla bibliografia riguardante le zone limitrofe, in cui risulta che, nella sequenza geolitologica in esame, non si rinvenivano generalmente strati molli.

Stralcio dei Foglio 452 della Carta Geologica d'Italia "Rionero in Vulture"
in scala 1-50000



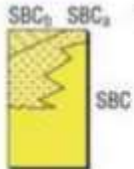
Legenda



SINTEMA DI PALAZZO SAN GERVASIO

Conglomerati clasto- e matrice-sostenuti, massivi e con stratificazione obliqua e incrociata concava, con a luoghi lenti sabbioso-siltose a laminazione incrociata e piano-parallela, e livelli argilloso-siltosi ricchi di resti di piante (facies alluvionale di tipo *braided*). A S e SO di Palazzo San Gervasio i depositi precedenti passano a ghiaie e sabbie clinostratificate, di pochi metri di spessore, ricchi di resti fossili, in facies deltizia. Limite inferiore marcatamente erosivo. Spessore massimo affiorante: circa 35 m.

PLEISTOCENE INFERIORE p.p. - MEDIO p.p.



FORMAZIONE DI MONTE SAN MARCO

Sabbie da medie a grossolane di colore giallo-ocra, a stratificazione incrociata e piano-parallela, con resti di bivalvi, briozoi ed echinidi, e con intercalazioni verso l'alto di lenti di ghiaia (facies di spiaggia e deltizie). In rapporti di eteropia sono sabbie medie e fini di colore giallo ocra con macrofossili marini (ditrupe e piccoli bivalvi), massive e a laminazione piano-parallela e con piccole lenti conglomeratiche (SBC₂) (depositi di fronte deltizio). A tetto dell'unità sono localmente presenti lungo il margine appenninico, alcuni affioramenti di una breccia matrice-sostenuta, con blocchi fino a 2 m di diametro (SBC₃). Spessore: circa 100 m. Il passaggio a ASP è di tipo latero-verticale.

PLEISTOCENE INFERIORE p.p.



SINTEMA DI BARILE

Comprende la maggior parte dei prodotti vulcanici emessi dal M. Vulture. Nelle aree prossimali è suddiviso in quattro subsintemi mentre nel distale, dove prevalgono depositi epiclastici, è indifferenziato. La parte indifferenziata è costituita prevalentemente da sabbie conglomeratiche con stratificazione piano parallela e incrociata concava (depositi alluvionali) (SBL₂), con intercalazioni di strati vulcanici primari da caduta costituiti da lapilli e ceneri. Le discontinuità che lo identificano sono un paleosuolo (*marker* M18) a tetto e una discordanza angolare, che diventa una paraconcordanza nei settori distali, a letto.

PLEISTOCENE MEDIO

2.2 GEOMORFOLOGIA LOCALE

Lo studio geomorfologico è stato condotto in un'area maggiormente estesa rispetto a quella d'interesse, al fine di acquisire sia un quadro generale di assetto geomorfologico e morfologico, nel quale collocare le specifiche caratteristiche dell'area, sia e soprattutto di riconoscere la presenza di eventuali elementi morfologici connessi con fenomeni d'instabilità reale o potenziale in corrispondenza dell'opera in progetto.

In prima analisi si osserva un forte controllo della litologia sulla morfogenesi dell'area in cui affiorano i **depositi fluvio-lacustri** con giacitura "sub-orizzontale", materiali poco erodibili trasportati e depositati dai maggiori corsi d'acqua determinando dei **terrazzi alluvionali** dislocati a varie quote, comprese fra 450 m e circa 3880 m s.l.m. nell'area dell'Impianto Agrivoltaico e, comprese fra 450 m e circa 320 m s.l.m. nell'area di ubicazione del cavidotto interrato e della Sottostazione elettrica, a seconda dell'Ordine di Terrazzo. Tali terrazzi con inclinazione, anche se debole, degradano verso l'alveo dei fiumi. (cfr **Tav. MASPV-T070 CARTA GEOLOGICA**).

L'intero paesaggio si presenta ondulato e moderatamente inciso, morfologia abbastanza blanda con versanti morbidi, risultato dell'intensa azione degli agenti esogeni.

Sulla base di quanto esposto si può affermare che le condizioni di stabilità compressive locali, appaiono generalmente soddisfacenti, infatti, non si riscontrano nell'area strettamente interessata alla progettazione di che trattasi, zone con particolari dissesti morfologici.

Pertanto, dal punto di vista geomorfologico sono stati ravvisati elementi di generale stabilità e che non lasciano prevedere evoluzioni negative degli equilibri esistenti e permettono di definire morfologicamente idonea l'area di progetto. **Area Stabile.**

Di seguito vengono riportate delle immagini rappresentative delle aree oggetto d'intervento.



Foto 1



Foto 2



Foto 3

2.3 IDROGEOLOGIA

I terreni affioranti nell'area di studio, dal punto di vista idrogeologico, sono riferibili a due complessi, uno detritico alluvionale, prevalentemente conglomerati a matrice limo-sabbiosa con livelli e/o lingue di limo-sabbioso e limo-argilloso. (superficiale – sul quale sarà installato l'impianto Agrivoltaico) e uno di origine marina costituito da depositi sabbiosi medio-grossolani con lenti di ghiaia sabbiosa.

- Complesso detritico-alluvionale: costituito da depositi sciolti e molto addensati a granulometria variabile dalle argille-siltose ai conglomerati. Questi materiali presentano permeabilità per porosità variabile da bassa (per le argille) a elevata (per il conglomerato) in relazione alla loro granulometria e stato di addensamento (coefficiente di permeabilità "K" variabile da 10^{-1} a 10^{-3} cm/sec). Tali cambiamenti di permeabilità, sia verticali che orizzontali, conferiscono caratteri di disomogeneità e anisotropia al complesso idrogeologico, influenzando sulla circolazione idrica sotterranea, per la quale è certamente ipotizzabile un deflusso

preferenziale nei terreni a più alto grado di permeabilità relativa (conglomerato).

Alla base dei depositi alluvionali si rinviene il:

- **Complesso marino:** costituito da depositi sabbiosi medio-grossolani con lenti di ghiaia sabbiosa che presentano permeabilità per porosità molto scarsa (coefficiente di permeabilità "K" variabile da 10^{-2} a 10^{-4} cm/sec), e di conseguenza non favoriscono la formazione di falde sotterranee. Tuttavia, in particolare durante le stagioni più piovose, possono originarsi, fino alla profondità di circa 1 m, accumuli d'acqua, in conseguenza di una circolazione idrica che può variare fino ad assumere una certa entità a secondo delle precipitazioni, dato che il terreno di copertura risulta decompresso per essiccazione, comportandosi, pertanto, come permeabile per fessurazione, almeno nella sua parte più superficiale.

Infatti, in queste aree non sgorgano sorgenti perenni e non sono state rilevate dai sondaggi falde superficiali.

I terreni argillosi, rilevati direttamente con i carotaggi continui, risultano essere **saturi**, anche se **non segnalano la presenza di una falda acquifera**; infatti, i materiali a permeabilità bassa, anche quando si presentano saturi, non sono in grado di fornire quantità d'acqua gravifica disponibile per l'emungimento, mentre essa è comunque presente, anche in discreta quantità, sotto forma di acqua di ritenzione (igroscopica, pellicolare e capillare).

La presenza di acqua di tale natura, tuttavia, non va trascurata nel considerare la stabilità delle opere di sostegno, la capacità portante delle fondazioni, la stabilità dei pendii ,etc.

2.4 ANALISI VINCOLI PSAI

Le aree studio ricadono nel territorio di competenza **del' Autorità di Bacino Distretto Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino Interregionale Puglia)** (Testo Unico delle NTA adottato a novembre 2005). (cfr **Tav. MASPV-T064 CARTA del PAI**).

Nello specifico l' **Area dell' Impianto Agrivoltaico** rientra in una zona classificata come:

- **Pericolosità Geomorfológica: NULLA;**
- **Pericolosità Idraulica: NULLA;**

Il **Cavidotto interrato e la Sottostazione Elettrica** ricadono in zone classificata come:

- **Pericolosità Geomorfológica: NULLA;**
- **Pericolosità Idraulica: NULLA.**

Le Norme di attuazione e misure di salvaguardia emanate in riferimento al Piano Stralcio, indicano che per la determinazione degli interventi consentiti in aree caratterizzate contemporaneamente da rischio e pericolo idrogeologico siano innanzitutto da confrontare i vincoli relativi a ciascuna classe riscontrata, assumendo come vigenti quelli più limitativi, siano essi relativi al rischio o alla pericolosità.

Per i motivi fin qui considerati e dal **Testo Unico coordinato delle NTA dello PSAI (adottato a NOVEMBRE 2005)** si esprime valutazione positiva sulla compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico dell'area. Inoltre si specifica che l'intero Cavidotto sarà interrato, ad una profondità di 1,5m e posizionato su sede stradale e in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua sarà utilizzata la tecnologia T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata) in modo tale da non interferire in nessun modo con il naturale deflusso delle acque superficiali.

3 AREA PARCO FOTOVOLTAICO

L'Area Parco, nella quale sarà collocato l'impianto agrivoltaico, insiste in località "Orificicchio" del Comune di Maschito (PZ) e ricade comprese nel foglio 452 della Carta Geologica d'Italia "Rionero in Vulture" in scala 1-50000, come di seguito riportato.



Ortofoto con ubicazione Area Impianto

Legenda

UNITÀ PLEISTOCENICHE DELL'AVANFOSSA BRADANICA



3.1 MODELLO GEOTECNICO

3.1.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento nel quale sarà collocato l'impianto agrivoltaico, sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cf. Tav. - MASPV-T068 - CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e FASCICOLO delle INDAGINI GEOGNOSTICHE*):

- n°5 prove penetrometriche pesanti DPSH (da DPSH.1 a DPSH.5) con prelievo di n°2 Campioni Indisturbati;
- la realizzazione di n°3 prove sismiche MASW (masw1, masw2, masw3) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

3.1.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Dalle elaborazioni delle indagini dirette in sito sono stati ricavati i parametri geotecnici rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, in base alle quali si può affermare che la situazione stratigrafica presenta terreni con buone caratteristiche geotecniche. Di seguito vengono riportate le elaborazioni.

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH.1

Committente: I - PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW
Località: Maschito (PZ)

- data prova : 26/04/2023
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 8,00 m da quota inizio

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,00	N	1,0	1	1	1,0	---	---	---	1	1,52	2
			Rpd	7,3	7	7	7,1	---	---	---			
2	1,00	5,20	N	5,6	1	9	3,3	1,8	3,7	7,4	6	1,52	9
			Rpd	33,9	7	58	20,4	11,5	22,4	45,3			
3	5,20	7,00	N	20,1	11	29	15,6	5,9	14,2	26,0	20	1,52	30
			Rpd	103,5	56	155	79,6	32,4	71,2	135,9			
4	7,00	8,60	N	5,1	2	10	3,6	3,4	1,8	8,5	5	1,52	8
			Rpd	24,1	9	48	16,6	15,8	8,3	39,8			
5	8,60	10,00	N	18,4	11	25	14,7	4,9	13,5	23,3	18	1,52	27
			Rpd	80,1	50	109	65,2	20,9	59,3	101,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE			NATURA COESIVA					Litologia					
			Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	Ed	Ysat	Yd		C'	Ed	Ysat	W	e
1	0,00	1,00	2	74	21	7	22	45	1,75	1,25	---	---	---	---	---	Limo debolmente Sabbioso
2	1,00	5,20	9	136	70	31	29	72	1,82	1,38	0,03	---	---	---	---	Sabbia Limosa Argillosa
3	5,20	7,00	30	208	182	65	32	180	1,95	1,56	---	---	---	---	---	Sabbia deb Limosa, addensata
4	7,00	8,60	8	159	63	28	28	68	1,80	1,36	---	---	---	---	---	Sabbia Limosa Argillosa
5	8,60	10,00	27	221	168	60	32	162	1,92	1,54	---	---	---	---	---	Sabbia deb Limosa, addensata

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito Ed (kg/cm²) = modulo edometrico W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti C' (kg/cm²) = coesione Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH.2

Committente: I - PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW
Località: Maschito (PZ)

- data prova : 26/04/2023
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,00	N	1,0	1	1	1,0	---	---	---	1	1,52	2
		Rpd	7,3	7	7	7,1	---	---	---			
2	1,00 2,40	N	2,1	1	4	1,6	1,2	---	3,4	2	1,52	3
		Rpd	14,4	6	28	10,4	8,3	6,1	22,7			
3	2,40 5,00	N	12,1	9	18	10,5	2,3	9,8	14,3	12	1,52	18
		Rpd	71,4	53	108	62,4	14,8	56,6	86,1			
4	5,00 8,60	N	6,6	4	10	5,3	1,8	4,8	8,3	7	1,52	11
		Rpd	32,1	21	48	26,7	7,6	24,5	39,6			
5	8,60 10,00	N	18,0	12	23	15,0	3,9	14,1	21,9	18	1,52	27
		Rpd	78,3	55	100	66,6	16,6	61,7	95,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA					Litologia	
			Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	Ed	Ysat	Yd	C'	Ed	Ysat	W		e
1	0,00	1,00	2	74	21	7	22	45	1,75	1,25	---	---	---	---	---	Limo debolmente Sabbioso
2	1,00	2,40	3	100	29	11	25	49	1,76	1,28	0,04	---	---	---	---	Sabbia Limosa Argillosa
3	2,40	5,00	18	158	121	47	31	116	1,88	1,46	---	---	---	---	---	Sabbia deb Limosa, addensata
4	5,00	8,60	11	163	82	36	30	88	1,84	1,40	---	---	---	---	---	Sabbia Limosa Argillosa
5	8,60	10,00	27	221	168	60	32	162	1,93	1,55	---	---	---	---	---	Sabbia deb Limosa, addensata

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito Ed (kg/cm²) = modulo edometrico W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti C' (kg/cm²) = coesione Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH.3

Committente: I - PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW
Località: Maschito (PZ)

- data prova : 26/04/2023
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,80	N	3,3	1	8	2,1	---	---	---	3	1,52	5
			Rpd	24,2	7	60	15,8	---	---	---	22		
2	0,80	2,00	N	35,0	26	60	30,5	13,0	22,0	48,0	35	1,52	53
			Rpd	237,0	180	386	208,2	78,9	158,0	315,9	237		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta^t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Litologia			
			Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	Ed	Ysat	Yd	C'	Ed		Ysat	W	e -
1	0,00	0,80	5	83	43	18	25	55	1,78	1,32	---	---	---	---	---	Sabbia Limosa, Argillosa
2	0,80	2,00	53	173	287	86	35	318	2,05	1,75	---	---	---	---	---	Sabbia deb. Limosa, addensata

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito Ed (kg/cm²) = modulo edometrico W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti C' (kg/cm²) = coesione Ysat, Yd (l/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH.4

Committente: I - PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW
Località: Maschito (PZ)

- data prova : 26/04/2023
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,60	N	3,3	2	5	2,7	---	---	---	3	1,52	5
			Rpd	24,8	15	37	19,9	---	---	---	23		
2	0,60	1,20	N	9,3	9	10	9,2	---	---	---	9	1,52	14
			Rpd	66,1	62	69	64,1	---	---	---	64		
3	1,20	3,40	N	35,7	13	60	24,4	14,0	21,7	49,7	36	1,52	55
			Rpd	226,5	90	362	158,1	79,9	146,6	306,4	228		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 4

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Litologia			
			Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	Ed	Ysat	Yd	C'	Ed		Ysat	W	e
1	0,00	0,60	5	78	43	18	25	55	1,78	1,32	---	---	---	---	---	Sabbia debolmente Limosa
2	0,60	1,20	14	115	99	41	30	98	1,86	1,44	0,02	---	---	---	---	Sabbia Limosa Argillosa
3	1,20	3,40	55	191	296	86	33	330	2,05	1,75	---	---	---	---	---	Sabbia Limosa addensata

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito Ed (kg/cm²) = modulo edometrico W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti C' (kg/cm²) = coesione Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH.5

Committente: I - PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW
Località: Maschito (PZ)

- data prova : 26/04/2023
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,60	N	3,0	2	5	2,5	---	---	---	3	1,52	5
			Rpd	22,3	15	37	18,6	---	---	---			
2	0,60	4,00	N	6,0	2	10	4,0	2,5	3,5	8,5	6	1,52	9
			Rpd	38,4	13	60	25,7	15,1	23,3	53,6			
3	4,00	5,20	N	21,7	16	27	18,8	4,8	16,8	26,5	22	1,52	33
			Rpd	120,4	91	153	105,5	27,4	93,0	147,9			
4	5,20	6,40	N	9,5	7	13	8,3	2,8	6,7	12,3	10	1,52	15
			Rpd	49,6	35	70	42,5	15,7	33,9	65,4			
5	6,40	8,00	N	35,4	22	60	28,7	11,9	23,5	47,3	35	1,52	53
			Rpd	169,6	111	274	140,4	51,4	118,2	221,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 5

n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Litologia
						Dr	ϕ'	Ed	Ysat	Yd	C'	Ed	Ysat	W	e	
1	0,00	0,60	5	78	43	18	25	55	1,78	1,32	---	---	---	---	---	Limo debolmente Sabbioso
2	0,60	4,00	9	128	70	31	29	78	1,82	1,38	0,02	---	---	---	---	Sabbia Limosa Argillosa
3	4,00	5,20	33	200	197	68	32	198	1,97	1,61	---	---	---	---	---	Sabbia deb Limosa, addensata
4	5,20	6,40	15	167	105	42	30	103	1,86	1,44	---	---	---	---	---	Sabbia Limosa Argillosa
5	6,40	8,00	53	237	287	86	35	318	2,05	1,75	---	---	---	---	---	Sabbia deb Limosa, addensata

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito Ed (kg/cm²) = modulo edometrico W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti C' (kg/cm²) = coesione Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

3.2 MODELLO SISMICO

3.2.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'Area Parco Fotovoltaico sono state realizzate **n°3 prove sismiche MASW** (masw1, masw2, masw3) al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



3.2.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze delle prospezioni sismiche MASW precedentemente descritte.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 15).

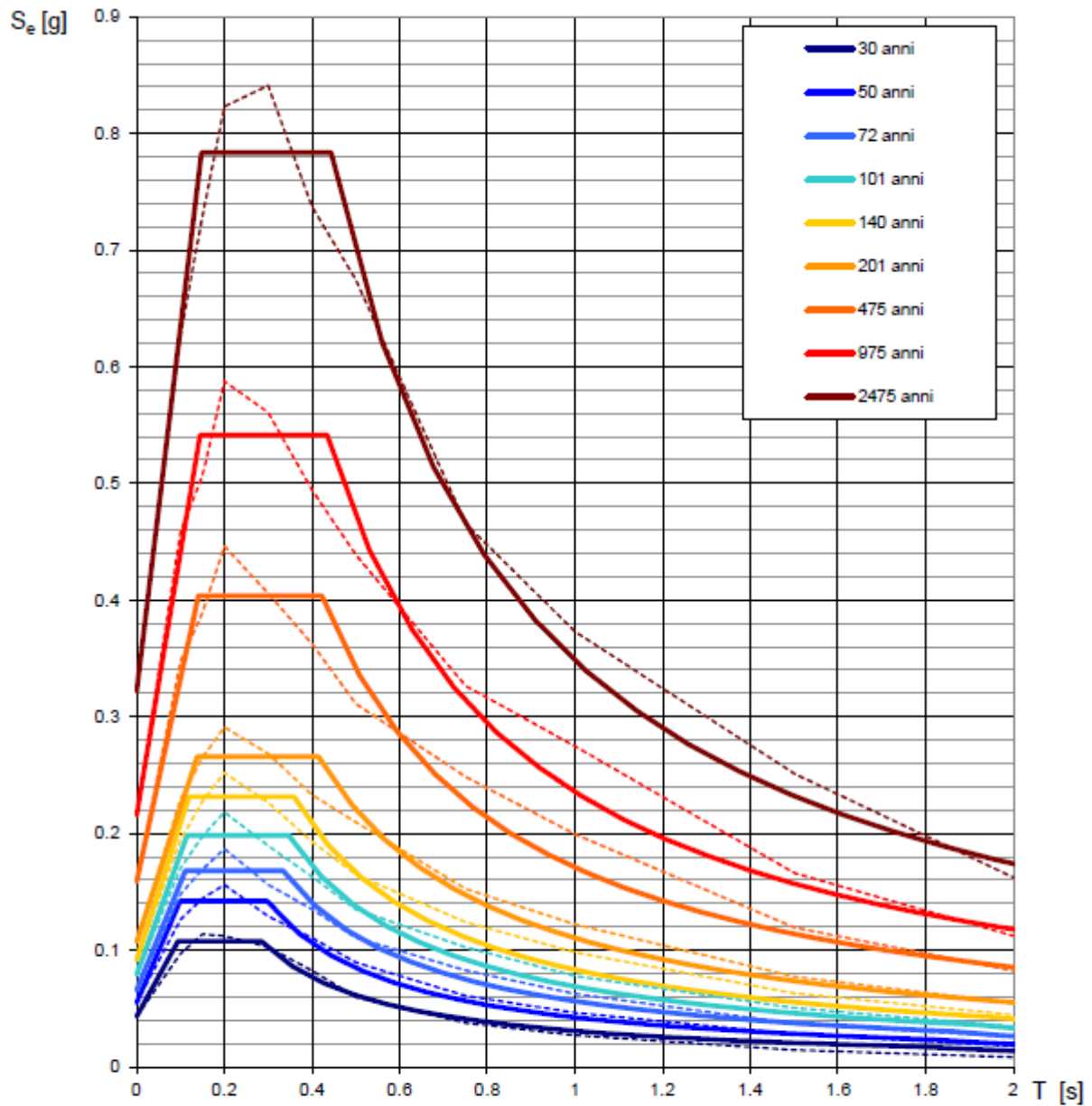
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ - Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 - 9; Figg. 16 - 17).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **B** - categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.921070 - LAT. 40.934418 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.043	2.496	0.285
50	0.055	2.582	0.298
72	0.066	2.555	0.334
101	0.079	2.514	0.347
140	0.092	2.528	0.359
201	0.107	2.482	0.415
475	0.159	2.545	0.423
975	0.216	2.509	0.435
2475	0.322	2.435	0.444

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 15 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo

A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.921070 – LAT. 40.934418 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.055 g
F_o	2.582
T_c	0.298 s
S_s	1.200
C_c	1.401
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.139 s
T_C	0.418 s
T_D	1.820 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + 5)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.066
T_B ←	0.139	0.171
T_C ←	0.418	0.171
	0.485	0.147
	0.552	0.129
	0.618	0.115
	0.685	0.104
	0.752	0.095
	0.819	0.087
	0.886	0.081
	0.952	0.075
	1.019	0.070
	1.086	0.066
	1.153	0.062
	1.219	0.059
	1.286	0.056
	1.353	0.053
	1.420	0.050
	1.487	0.048
	1.553	0.046
	1.620	0.044
	1.687	0.042
	1.754	0.041
T_D ←	1.820	0.039
	1.924	0.035
	2.028	0.032
	2.132	0.029
	2.236	0.026
	2.339	0.024
	2.443	0.022
	2.547	0.020
	2.651	0.018
	2.755	0.017
	2.858	0.016
	2.962	0.015
	3.066	0.014
	3.170	0.013
	3.273	0.012
	3.377	0.011
	3.481	0.011
	3.585	0.010
	3.689	0.010
	3.792	0.009
	3.896	0.009
	4.000	0.008

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.017 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.818
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.017
$T_B \leftarrow$	0.050	0.030
$T_C \leftarrow$	0.150	0.030
	0.235	0.019
	0.320	0.014
	0.405	0.011
	0.490	0.009
	0.575	0.008
	0.660	0.007
	0.745	0.006
	0.830	0.005
	0.915	0.005
$T_D \leftarrow$	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.003
	1.281	0.003
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

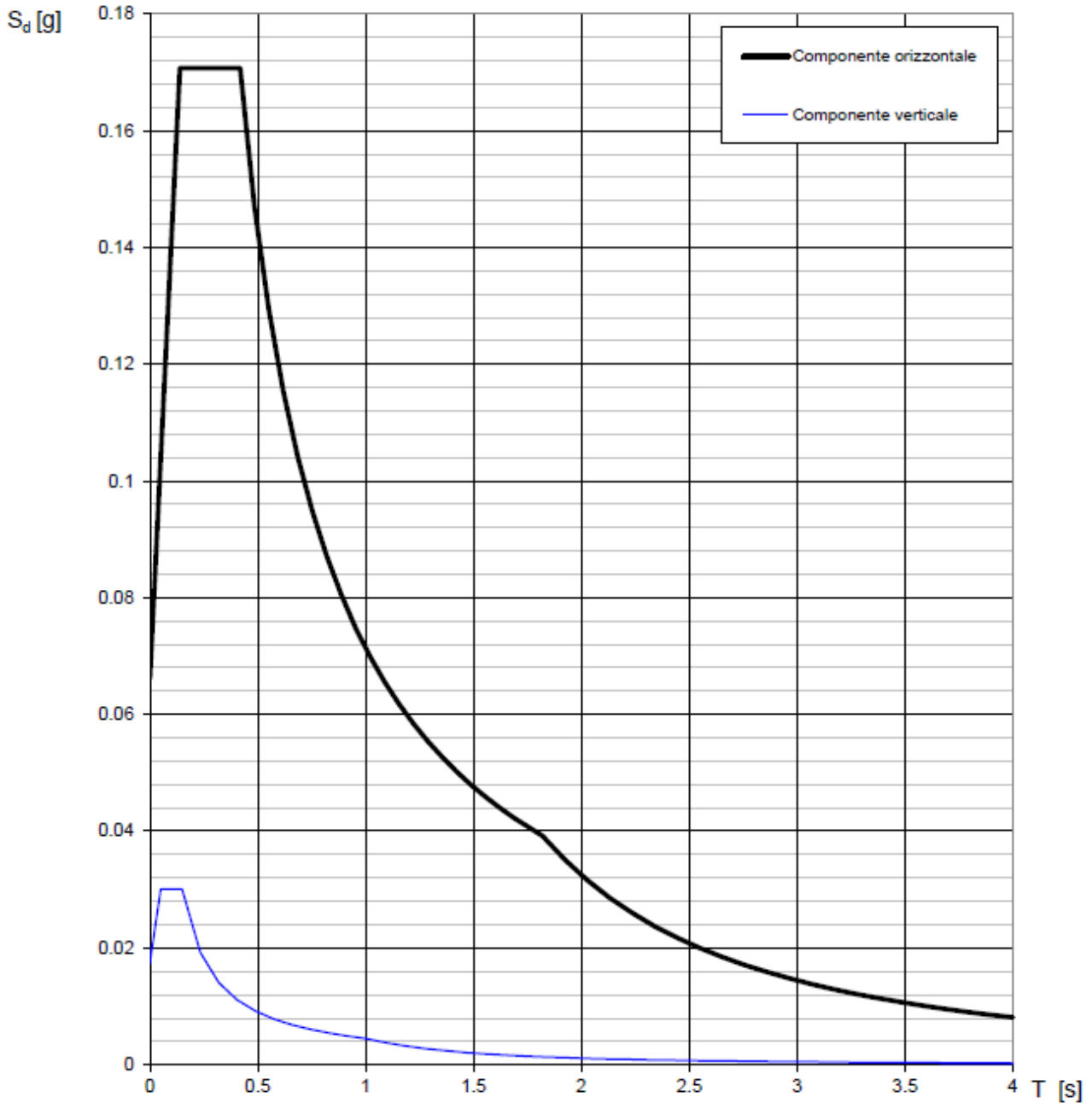


Fig. 16 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.159 g
F_0	2.545
T_C	0.423 s
S_S	1.200
C_C	1.307
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.184 s
T_C	0.552 s
T_D	2.234 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.190
T_B ←	0.184	0.484
T_C ←	0.552	0.484
	0.632	0.423
	0.712	0.375
	0.792	0.338
	0.873	0.307
	0.953	0.281
	1.033	0.259
	1.113	0.240
	1.193	0.224
	1.273	0.210
	1.353	0.198
	1.433	0.187
	1.513	0.177
	1.594	0.168
	1.674	0.160
	1.754	0.153
	1.834	0.146
	1.914	0.140
	1.994	0.134
	2.074	0.129
	2.154	0.124
T_D ←	2.234	0.120
	2.319	0.111
	2.403	0.104
	2.487	0.097
	2.571	0.090
	2.655	0.085
	2.739	0.080
	2.823	0.075
	2.907	0.071
	2.991	0.067
	3.075	0.063
	3.159	0.060
	3.243	0.057
	3.327	0.054
	3.411	0.051
	3.496	0.049
	3.580	0.047
	3.664	0.045
	3.748	0.043
	3.832	0.041
	3.916	0.039
	4.000	0.037

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.085 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.368
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_{gv}}{m}\right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.085
$T_B \leftarrow$	0.050	0.145
$T_C \leftarrow$	0.150	0.145
	0.235	0.092
	0.320	0.068
	0.405	0.054
	0.490	0.044
	0.575	0.038
	0.660	0.033
	0.745	0.029
	0.830	0.026
	0.915	0.024
$T_D \leftarrow$	1.000	0.022
	1.094	0.018
	1.188	0.015
	1.281	0.013
	1.375	0.011
	1.469	0.010
	1.563	0.009
	1.656	0.008
	1.750	0.007
	1.844	0.006
	1.938	0.006
	2.031	0.005
	2.125	0.005
	2.219	0.004
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

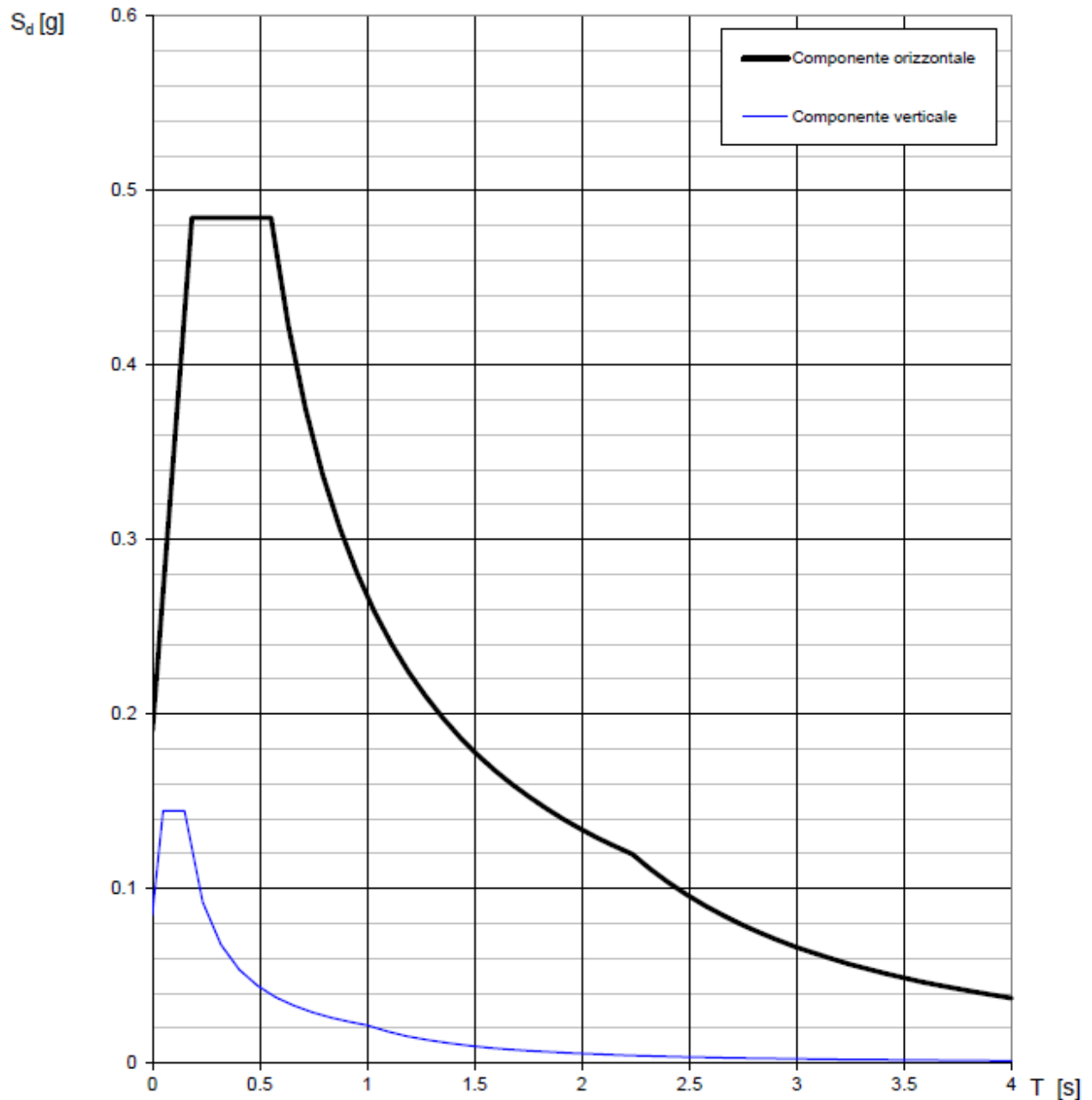


Fig. 17 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%.

3.2.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 18), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Maschito (PZ) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.125 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

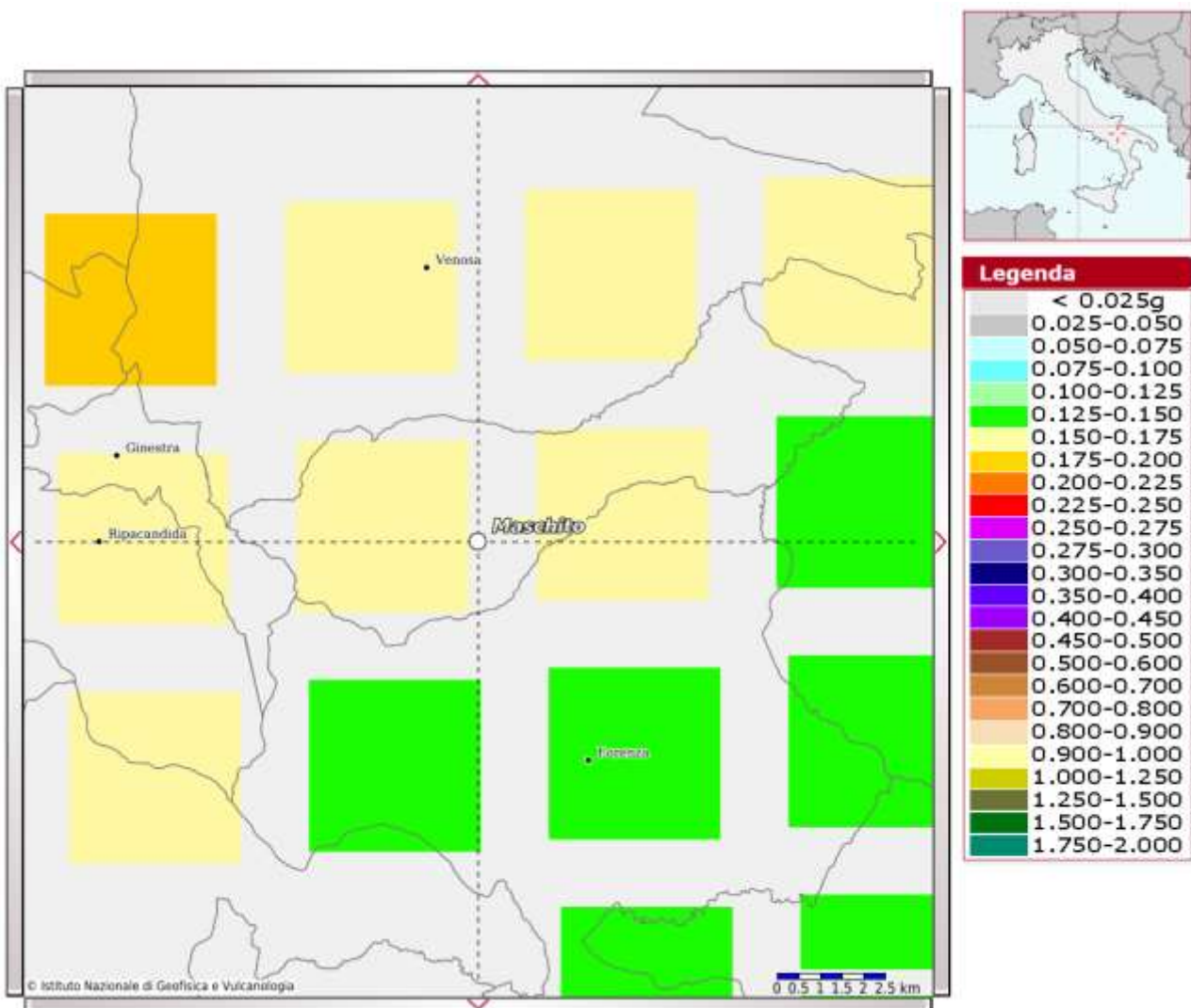


Fig. 18 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dalle indagini sismiche MASW effettuate permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di V_{Seq} calcolati pari a (Tab. 10):

<i>Prospezione sismica</i>	$V_{S\ 0-15.2}$ (m/s)	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)
<i>MASW n. 1</i>	[651]	-
<i>MASW n. 2</i>	-	[576]
<i>MASW n. 3</i>	-	[389]

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alle prospezioni sismiche MASW effettuate.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.055]	[0.159]	[0.171]	[0.484]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nelle prospezioni sismiche MASW (Tabb. 12 – 14).

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s)</i>
S1	0.0 – 5.2	571
S2	5.2 – 7.8	623
S3	7.8 – 15.2	733
S4	15.2 – 20.4	821
S5	20.4 – 34.7	959

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.1.

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s)</i>
S1	0.0 – 7.8	509
S2	7.8 – 20.4	585
S3	20.4 – 34.8	648

Tab. 13 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.2.

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s)</i>
S1	0.0 – 1.4	164
S2	1.4 – 7.9	242
S3	7.9 – 11.2	415
S4	11.2 – 20.6	510
S5	20.6 – 34.3	613

Tab. 14 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.3.

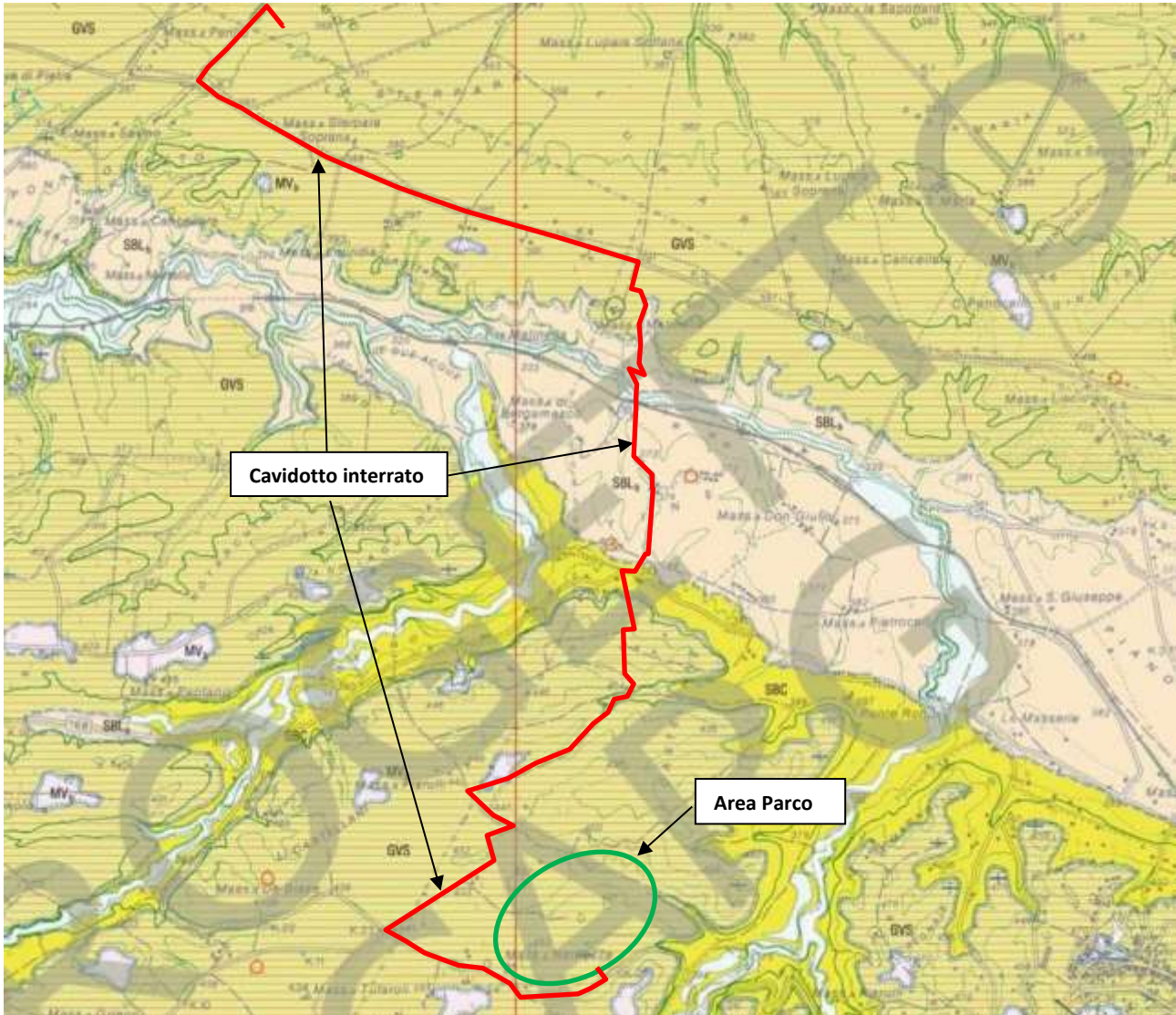
4 AREA CAVIDOTTO INTERRATO

Il Cavidotto Interrato attraverserà i territori comunali di Maschito (PZ), Palazzo San Gervasio (PZ), Venosa (PZ) e di Montemilone (PZ) per collegare l'Area Parco Fotovoltaico con la Sotto Stazione Elettrica (SSE) di connessione e, ricade della Carta Geologica d'Italia, in scala 1-50000, nel foglio 452 "Rionero in Vulture" come di seguito riportato.



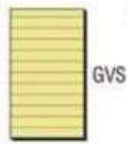
Ortofoto con ubicazione opere in progetto

Stralcio del Foglio n° 452 della **Carta Geologica d'Italia**
(Rionero in Vulture), scala 1:50000



Legenda

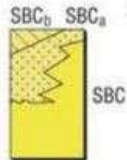
UNITÀ PLEISTOCENICHE DELL'AVANFOSSA BRADANICA



SINTEMA DI PALAZZO SAN GERVASIO

Conglomerati clasto- e matrice-sostenuti, massivi e con stratificazione obliqua e incrociata concava, con a luoghi lenti sabbioso-siltose a laminazione incrociata e piano-parallela, e livelli argilloso-siltosi ricchi di resti di piante (facies alluvionale di tipo *braided*). A S e SO di Palazzo San Gervasio i depositi precedenti passano a ghiaie e sabbie clinostatificate, di pochi metri di spessore, ricchi di resti fossili, in facies deltizia. Limite inferiore marcatamente erosivo. Spessore massimo affiorante: circa 35 m.

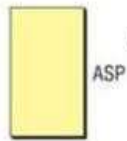
PLEISTOCENE INFERIORE p.p. - MEDIO p.p.



FORMAZIONE DI MONTE SAN MARCO

Sabbie da medie a grossolane di colore giallo-ocra, a stratificazione incrociata e piano-parallela, con resti di bivalvi, briozoi ed echinidi, e con intercalazioni verso l'alto di lenti di ghiaia (facies di spiaggia e deltizie). In rapporti di eteropia sono sabbie medie e fini di colore giallo ocra con macrofossili marini (ditrube e piccoli bivalvi), massive e a laminazione piano-parallela e con piccole lenti conglomeratiche (SBC_a) (depositi di fronte deltizio). A tetto dell'unità sono localmente presenti lungo il margine appenninico, alcuni affioramenti di una breccia matrice-sostenuta, con blocchi fino a 2 m di diametro (SBC_b). Spessore: circa 100 m. Il passaggio a ASP è di tipo latero-verticale.

PLEISTOCENE INFERIORE p.p.



ARGILLE SUBAPPENNINE

Argille, argille siltose e marnose di colore grigio-azzurro con sottili livelli siltosi, di ambiente di piattaforma, passanti superiormente e per eteropia in direzione appenninica a SBC. Spessore massimo affiorante: circa 100 m.

PLEISTOCENE INFERIORE p.p.

Pleistocene medio - superiore

SUPERSINTEMA DI MONTE VULTURE (MV)



Raggruppa tre sintemi ed i relativi subsintemi, che distalmente passano a terreni epiclastici indifferenziati. Questi ultimi sono costituiti da conglomerati sabbiosi di colore rosso ad elementi vulcanici, massivi e a stratificazione incrociata concava (MV_b). Il limite inferiore è rappresentato da una superficie erosiva (che interessa tutta la successione quaternaria dell'Avanfossa Bradanica) e, lì dove essa finisce, si trova su un paleosuolo; a tetto il supersintema è delimitato dal paleosuolo M18.

PLEISTOCENE MEDIO

SINTEMA DI MELFI (SMF)

In questo foglio affiorano tre dei suoi quattro subsintemi, costituiti da depositi epiclastici e da due colate laviche distinguibili per la loro composizione hauynitica. Il limite inferiore è rappresentato da una superficie erosiva ed è caratterizzato da una stasi dell'attività eruttiva del vulcano valutata in circa 40 ka.



subsintema di Solagne Arcidiaconata

Concrezioni carbonatiche con elevata porosità (travertini), con superfici irregolari e strutture ondulate (SMF_{4t1}). A tratti sono distinguibili impronte di resti vegetali. Spessore metrico.



subsintema di Piano di Croce

Colata lavica di colore grigio intenso a struttura porfirica e composizione hauynitica (Merlin, 1967) (classificazione TAS: fra tefrite fonolitica e tefrite); spessore massimo affiorante 3 m.



subsintema del Gaudo

Conglomerati massivi e a stratificazione incrociata concava con rare intercalazioni di sabbie grossolane (depositi alluvionali) (SMF_{1b}). Spessore massimo: circa 12 m.



SINTEMA DI BARILE

Comprende la maggior parte dei prodotti vulcanici emessi dal M. Vulture. Nelle aree prossimali è suddiviso in quattro subsintemi mentre nel distale, dove prevalgono depositi epiclastici, è indifferenziato. La parte indifferenziata è costituita prevalentemente da sabbie conglomeratiche con stratificazione piano parallela e incrociata concava (depositi alluvionali) (SBL_b), con intercalazioni di strati vulcanici primari da caduta costituiti da lapilli e ceneri. Le discontinuità che lo identificano sono un paleosuolo (*marker* M18) a tetto e una discordanza angolare, che diventa una paraconcordanza nei settori distali, a letto.

PLEISTOCENE MEDIO

4.1 MODELLO GEOLOGICO

4.1.1 Programma di indagini geognostiche realizzate

- Per la caratterizzazione geotecnica del sito oggetto d'intervento nel quale sarà collocato l'impianto agrivoltaico, sono state realizzate le seguenti indagini geognostiche (*cf.* **Tav.- MASPV-T068 - CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI e FASCICOLO delle INDAGINI GEOGNOSTICHE**):
 - n°1 prove penetrometriche pesanti DPSH (DPSH.6);
 - la realizzazione di n°1 prova sismica MASW (masw4) (*atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*).

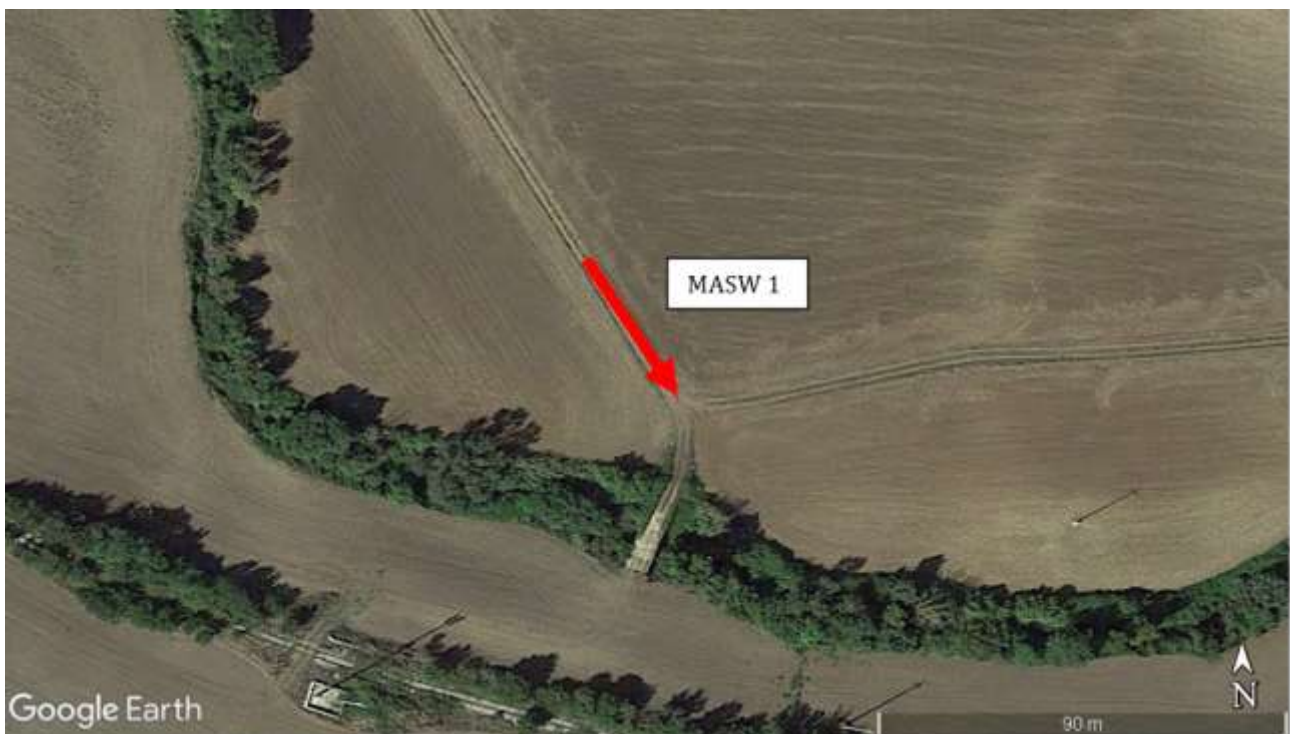
4.1.2 Aspetti geotecnici del sito d'interesse

Dalle elaborazioni delle indagini dirette in sito sono stati ricavati i parametri geotecnici rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, in base alle quali si può affermare che la situazione stratigrafica presenta terreni con buone caratteristiche geotecniche.

4.2 MODELLO SISMICO

4.2.1 Modellazione Sismica

Per la modellazione sismica dell'area in oggetto viene considerata la di **n°1 prova sismica MASW** (masw4), realizzata in un tratto di cavidotto ricadente nel comune di **Venosa (PZ)**, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



4.2.2 Risposta sismica locale

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

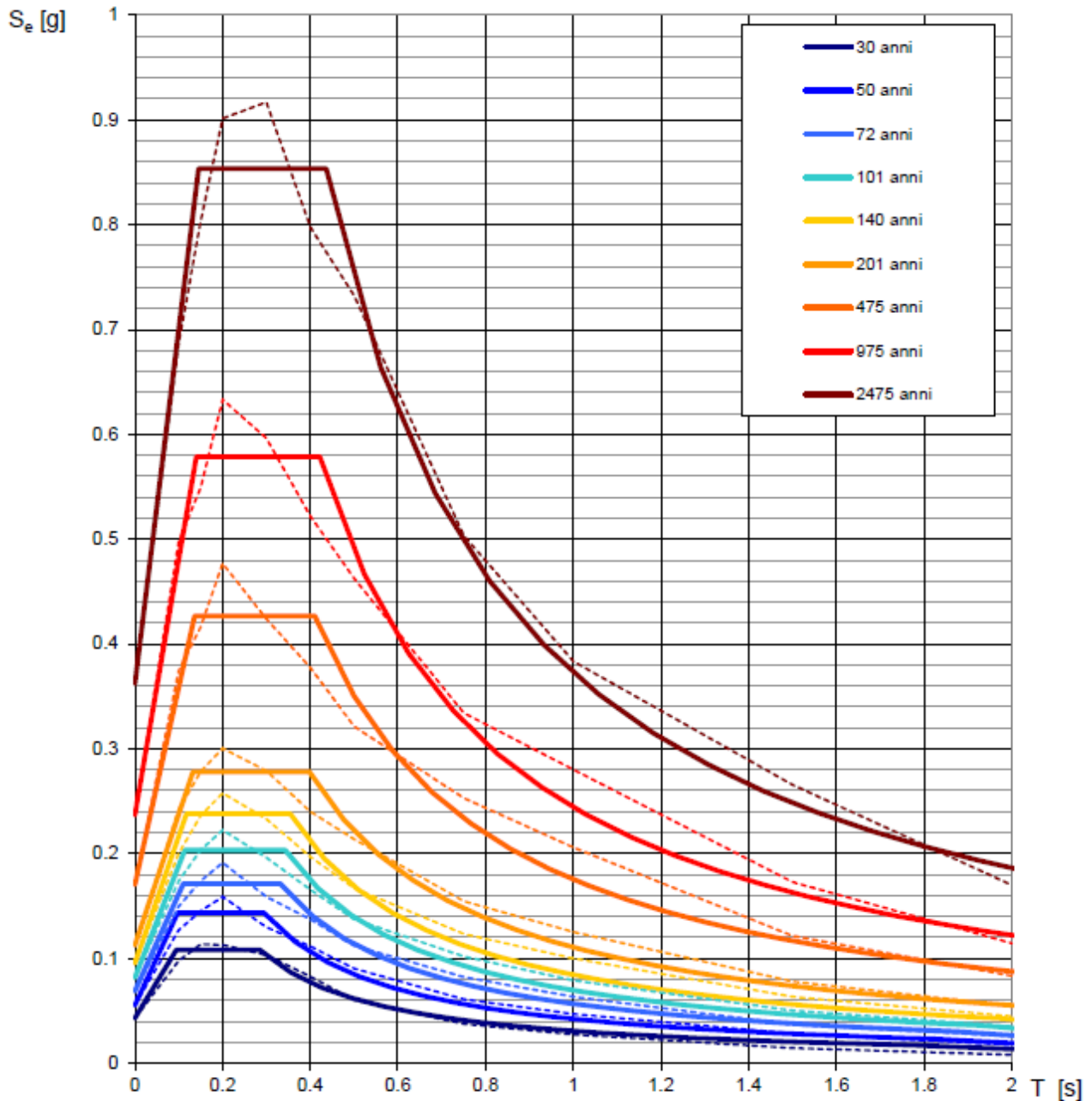
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ - Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 - 9; Figg. 8 - 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **B** - categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.931150 - LAT. 40.970817 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.043	2.506	0.285
50	0.056	2.586	0.294
72	0.069	2.489	0.332
101	0.082	2.484	0.343
140	0.096	2.490	0.355
201	0.113	2.463	0.398
475	0.171	2.501	0.411
975	0.237	2.443	0.422
2475	0.362	2.357	0.436

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.931150 – LAT. 40.970817 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.056 g
F_0	2.584
T_C	0.295 s
S_S	1.200
C_C	1.404
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.138 s
T_C	0.414 s
T_D	1.823 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+5)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.067
$T_B \leftarrow$	0.138	0.173
$T_C \leftarrow$	0.414	0.173
	0.481	0.149
	0.548	0.131
	0.615	0.117
	0.682	0.105
	0.750	0.096
	0.817	0.088
	0.884	0.081
	0.951	0.075
	1.018	0.070
	1.085	0.066
	1.152	0.062
	1.219	0.059
	1.286	0.056
	1.354	0.053
	1.421	0.050
	1.488	0.048
	1.555	0.046
	1.622	0.044
	1.689	0.042
	1.756	0.041
$T_D \leftarrow$	1.823	0.039
	1.927	0.035
	2.031	0.032
	2.134	0.029
	2.238	0.026
	2.342	0.024
	2.445	0.022
	2.549	0.020
	2.653	0.019
	2.756	0.017
	2.860	0.016
	2.964	0.015
	3.067	0.014
	3.171	0.013
	3.274	0.012
	3.378	0.011
	3.482	0.011
	3.585	0.010
	3.689	0.010
	3.793	0.009
	3.896	0.009
	4.000	0.008

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_u = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{qv}	0.018 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.824
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.018
T_B ←	0.050	0.031
T_C ←	0.150	0.031
	0.235	0.020
	0.320	0.014
	0.405	0.011
	0.490	0.009
	0.575	0.008
	0.660	0.007
	0.745	0.006
	0.830	0.006
	0.915	0.005
T_D ←	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.003
	1.281	0.003
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

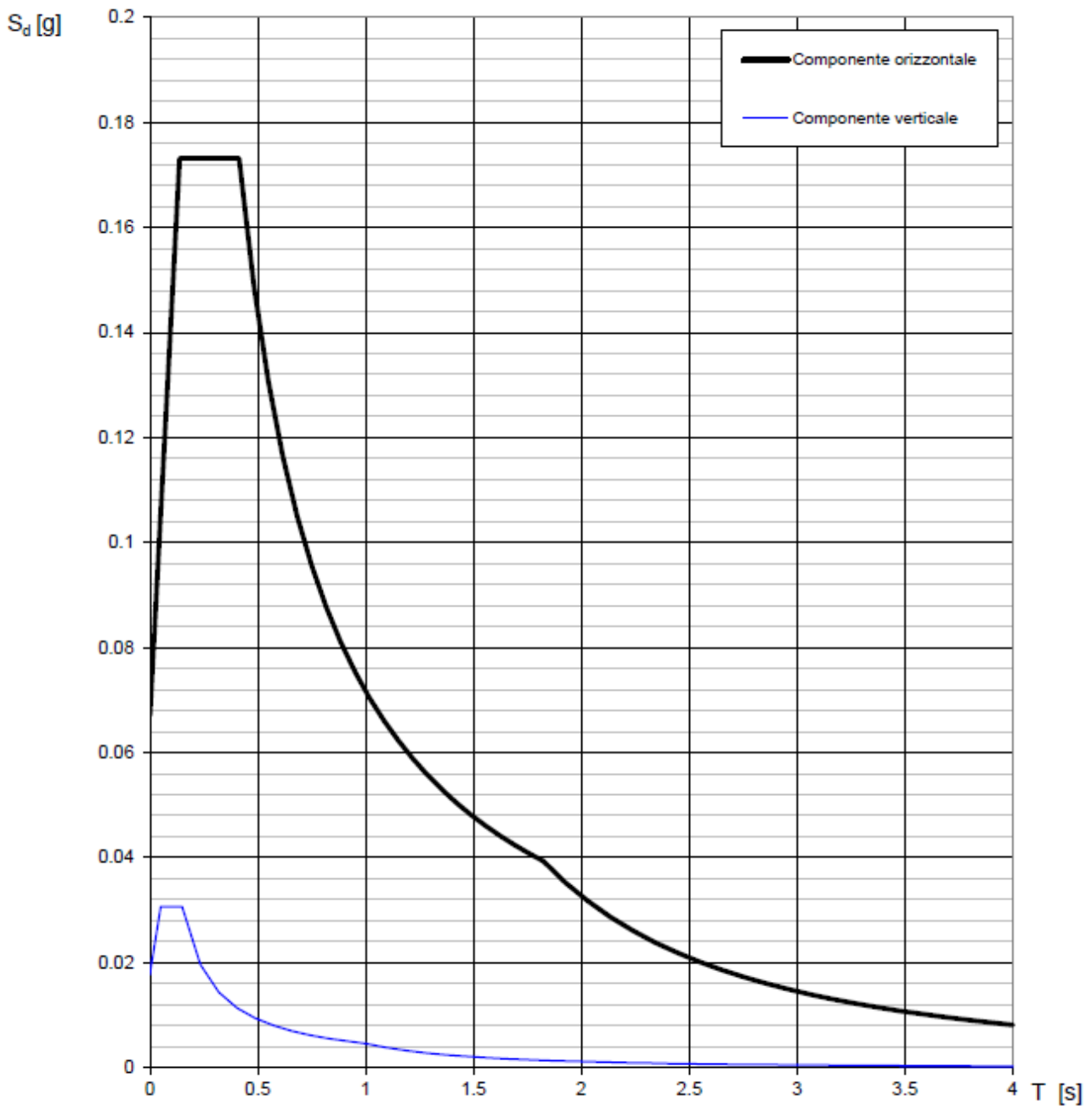


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.171 g
F_0	2.501
T_c	0.411 s
S_s	1.200
C_c	1.314
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.180 s
T_C	0.540 s
T_D	2.283 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_c / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.205
$T_B \leftarrow$	0.180	0.512
$T_C \leftarrow$	0.540	0.512
	0.623	0.444
	0.708	0.392
	0.789	0.350
	0.872	0.317
	0.955	0.290
	1.038	0.266
	1.121	0.247
	1.204	0.230
	1.287	0.215
	1.370	0.202
	1.453	0.190
	1.536	0.180
	1.619	0.171
	1.702	0.162
	1.785	0.155
	1.868	0.148
	1.951	0.142
	2.034	0.136
	2.117	0.131
	2.200	0.126
$T_D \leftarrow$	2.283	0.121
	2.364	0.113
	2.446	0.105
	2.528	0.099
	2.610	0.093
	2.691	0.087
	2.773	0.082
	2.855	0.077
	2.937	0.073
	3.019	0.069
	3.100	0.066
	3.182	0.062
	3.264	0.059
	3.346	0.056
	3.428	0.054
	3.509	0.051
	3.591	0.049
	3.673	0.047
	3.755	0.045
	3.836	0.043
	3.918	0.041
	4.000	0.039

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_u = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.095 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.395
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.095
$T_B \leftarrow$	0.050	0.159
$T_C \leftarrow$	0.150	0.159
	0.235	0.101
	0.320	0.074
	0.405	0.059
	0.490	0.049
	0.575	0.041
	0.660	0.036
	0.745	0.032
	0.830	0.029
	0.915	0.028
$T_D \leftarrow$	1.000	0.024
	1.094	0.020
	1.188	0.017
	1.281	0.014
	1.375	0.013
	1.469	0.011
	1.563	0.010
	1.656	0.009
	1.750	0.008
	1.844	0.007
	1.938	0.006
	2.031	0.006
	2.125	0.005
	2.219	0.005
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.004
	2.594	0.004
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.003
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.001

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

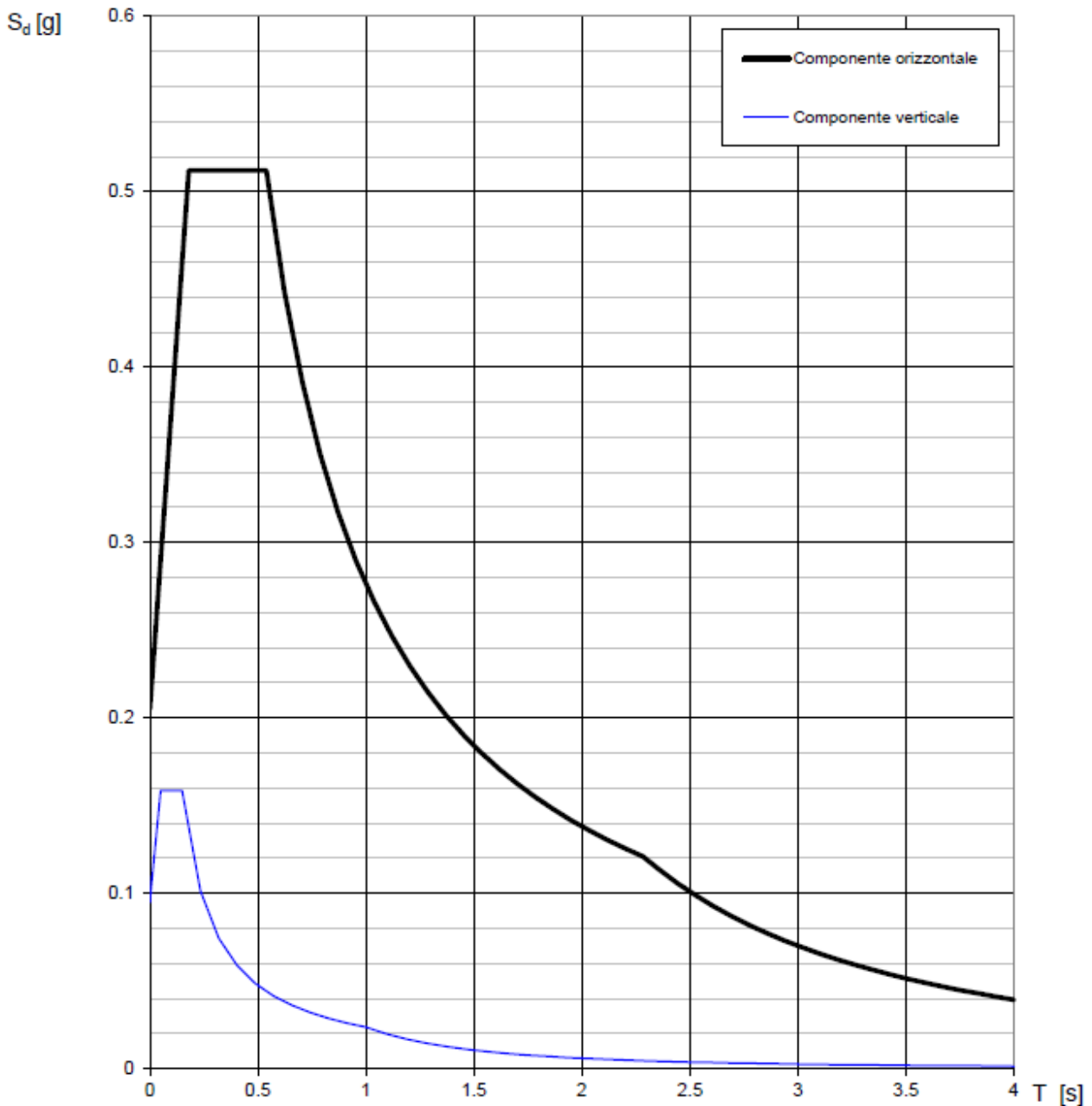


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%.

4.2.3 Interpretazione ed analisi dei dati sismici

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 10), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Venosa (PZ) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.200 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

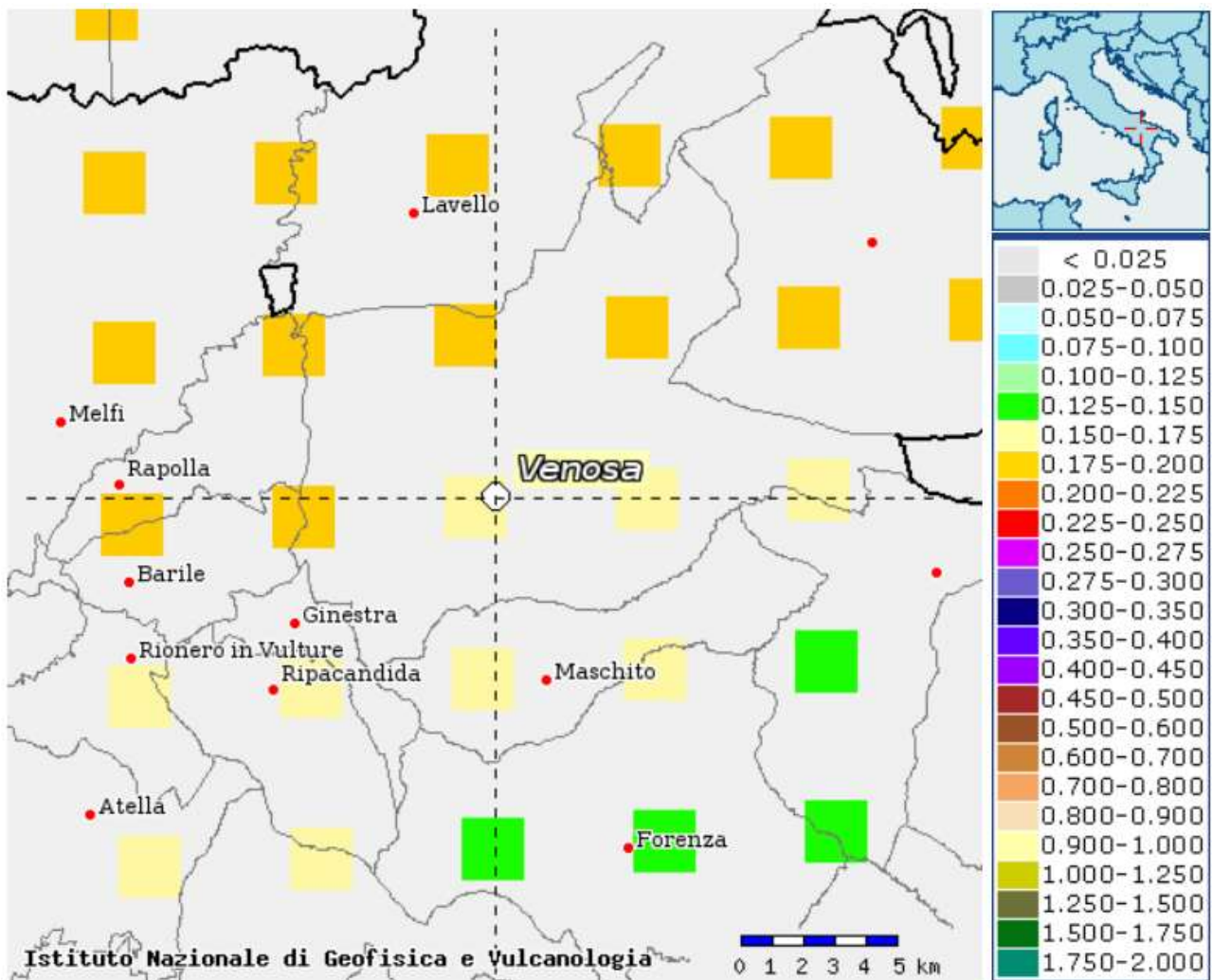


Fig. 10 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
<i>MASW n.4</i>	<i>[448]</i>

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.4 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
<i>[0.056]</i>	<i>[0.171]</i>	<i>[0.173]</i>	<i>[0.512]</i>

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.4 (Tab. 12).

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_s (m/s)</i>
S1	0.0 – 1.3	283
S2	1.3 – 2.9	314
S3	2.9 – 33.0	476

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.4.

CONCLUSIONI

Per una corretta progettazione dell'impianto agrivoltaico con potenza di picco pari a 19.9 MWp, che sarà installato in Basilicata, in agro nel Comune di Maschito (PZ) in località "Orificicchio" e con opere connesse nei Comuni di Maschito (PZ), Palazzo San Gervasio (PZ), Venosa (PZ) e di Montemilone (PZ) e per la ricostruzione della stratigrafia dei terreni in oggetto, è stata realizzata una appropriata campagna di indagini geognostiche consistente in:

- esecuzione di **n°6 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) certificate con prelievo di n°2 Campioni Indisturbati (Geosevi sas);**
- realizzazione di **n°4 prove sismiche superficiali MASW** (atte ad *effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018*);

Dalle elaborazioni delle indagini dirette in sito sono stati ricavati i parametri geotecnici rappresentativi delle reali condizioni del territorio in esame, in base alle quali si può affermare che la situazione stratigrafica presenta terreni con buone caratteristiche geotecniche.

Per i motivi fin qui considerati **si esprime valutazione positiva sulla compatibilità geomorfologica e sismica (art. 15 L.R. 9/83) dell'intervento in progetto** in quanto:

1. I lavori da realizzare non apporteranno sostanziali variazioni dell'attuale conformazione orografica dell'area, né tanto meno creeranno neosuperfici esposte ad elevata pendenza, potenziali sedi d'innesto di movimenti franosi e, quindi determinare un aumento della pericolosità da frana;
2. La tipologia dell'intervento non apporteranno variazioni tali da indurre fenomeni di denudazioni e modifiche nella circolazione naturale e nel regime delle acque superficiali e sotterranee;
3. Verranno realizzate opportune opere di regimazione delle acque finalizzate ad evitare il ruscellamento delle acque e la eventuale creazione di erosione diffusa;
4. Sarà adottato un corretto piano di manutenzione delle stesse opere di regimentazione;

5. La regimentazione delle acque superficiali verrà attuata mediante un corretto sistema di smaltimento;
6. Non apporteranno un aumento del livello di rischio e/o del grado di esposizione al rischio esistente, non compromettendo **la stabilità e quindi della sicurezza globale dell'area.**
7. **le caratteristiche geologiche dell'area in esame sono tecnicamente compatibili con la realizzazione delle opere in progetto.**

In base ai risultati del presente studio si consiglia:

- considerando che le strutture di sostegno saranno realizzate in profili metallici (in alluminio o acciaio zincato) e fissate al terreno, **di infiggere tali strutture ad una profondità non inferiore a 1,8/2,0 m dall'attuale piano campagna (e/o comunque superare lo strato di terreno vegetale e litologie poco addensate);**
- la realizzazione di adeguate reti di regimentazione e di drenaggio;
- e per quanto riguarda il **cavidotto**, che sarà **posizionato all'interno delle carreggiate di strade esistenti**, si ritiene opportuno nel tratto corrispondenti all'attraversamento del corso d'acqua denominato Fiumara Matinella e della linea ferroviaria, **per evitare qualsiasi interferenza con lo stesso impluvio naturale e la rete ferroviaria ed eventuali danni allo stesso cavidotto, di utilizzare il sistema T.O.C. – Trivellazione Orizzontale Controllata, in modo da posizionare il cavidotto alla profondità di almeno 3m dal piano del letto dei corsi d'acqua.**

Dal presente studio, quindi, risulta che **non verranno create nuove condizioni di rischio e pericolosità** (rischio sostenibile) e **si dichiara che sussiste l'assoluta compatibilità degli interventi a farsi rispetto all'assetto idro-geo-morfologico dell'area d'interesse.**

Altavilla Silentina, luglio 2023



Pagina 52 di 54



ALLEGATI

Tav.- MASPV-T068 - CARTA della UBICAZIONE delle INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI

FASCICOLO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE:

- Certificazione esecuzione **n°6** prove dinamiche pesanti **DPSH** con prelievo di **n°2** Campioni Indisturbati (Geosevi sas);
- Certificati delle Prove di Laboratorio Campioni Indisturbati **P2C1, P5C1**;
- Relazione **Prove Sismiche Area Parco MASW.1, MASW.2, MASW.3** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018).
- Relazione **Prove Sismiche Cavidotto MASW.4** (atte ad effettuare la caratterizzazione sismica del sito in relazione alla nuova normativa D.M. 17/01/2018)



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8952
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P1

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 10.00 metri
Falda:	-8.00m. dal p.c.
PRELIEVO	
Campione:	
Campionatore:	
Profondità prelievo:	
Postazione (Fig. 1):	Maschito (PZ)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat. 40.933027°N Long.15.930822°E



Fig.1

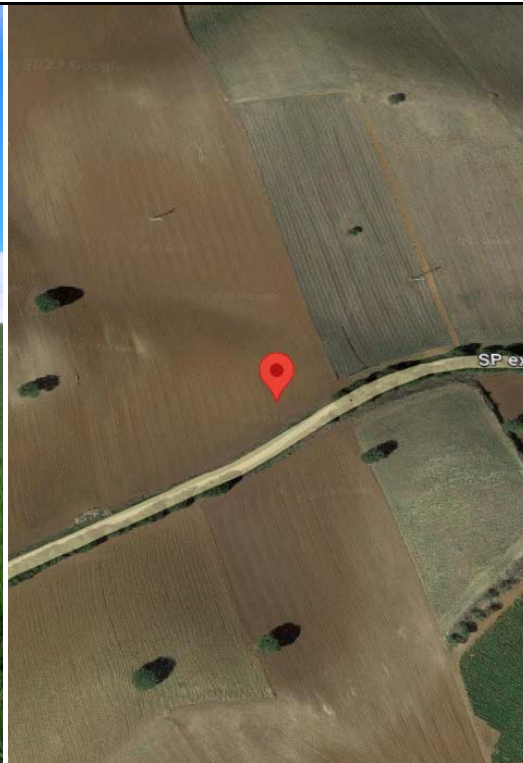


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8952
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA PAGANI TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMTERO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$

$Rpd =$ resistenza dinamica punta [area A] $M =$ peso massa battente (altezza caduta H)

$e =$ infissione per colpo δ / N $P =$ peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8952
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.1

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	5,00 - 5,20	5	26,7	6
0,20 - 0,40	1	7,4	1	5,20 - 5,40	18	96,2	6
0,40 - 0,60	1	7,4	1	5,40 - 5,60	25	133,6	6
0,60 - 0,80	1	7,4	1	5,60 - 5,80	29	154,9	6
0,80 - 1,00	1	6,9	2	5,80 - 6,00	25	126,4	7
1,00 - 1,20	1	6,9	2	6,00 - 6,20	20	101,1	7
1,20 - 1,40	1	6,9	2	6,20 - 6,40	23	116,3	7
1,40 - 1,60	5	34,5	2	6,40 - 6,60	11	55,6	7
1,60 - 1,80	6	41,4	2	6,60 - 6,80	14	70,8	7
1,80 - 2,00	6	38,6	3	6,80 - 7,00	16	76,8	8
2,00 - 2,20	5	32,2	3	7,00 - 7,20	6	28,8	8
2,20 - 2,40	5	32,2	3	7,20 - 7,40	2	9,6	8
2,40 - 2,60	7	45,0	3	7,40 - 7,60	10	48,0	8
2,60 - 2,80	9	57,9	3	7,60 - 7,80	4	19,2	8
2,80 - 3,00	8	48,2	4	7,80 - 8,00	2	9,1	9
3,00 - 3,20	7	42,2	4	8,00 - 8,20	2	9,1	9
3,20 - 3,40	5	30,1	4	8,20 - 8,40	5	22,8	9
3,40 - 3,60	6	36,1	4	8,40 - 8,60	10	45,7	9
3,60 - 3,80	6	36,1	4	8,60 - 8,80	11	50,3	9
3,80 - 4,00	6	34,0	5	8,80 - 9,00	15	65,4	10
4,00 - 4,20	6	34,0	5	9,00 - 9,20	23	100,2	10
4,20 - 4,40	6	34,0	5	9,20 - 9,40	21	91,5	10
4,40 - 4,60	6	34,0	5	9,40 - 9,60	25	108,9	10
4,60 - 4,80	5	28,3	5	9,60 - 9,80	16	69,7	10
4,80 - 5,00	6	32,1	6	9,80 - 10,00	18	75,0	11

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8952
PAGINA	4/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

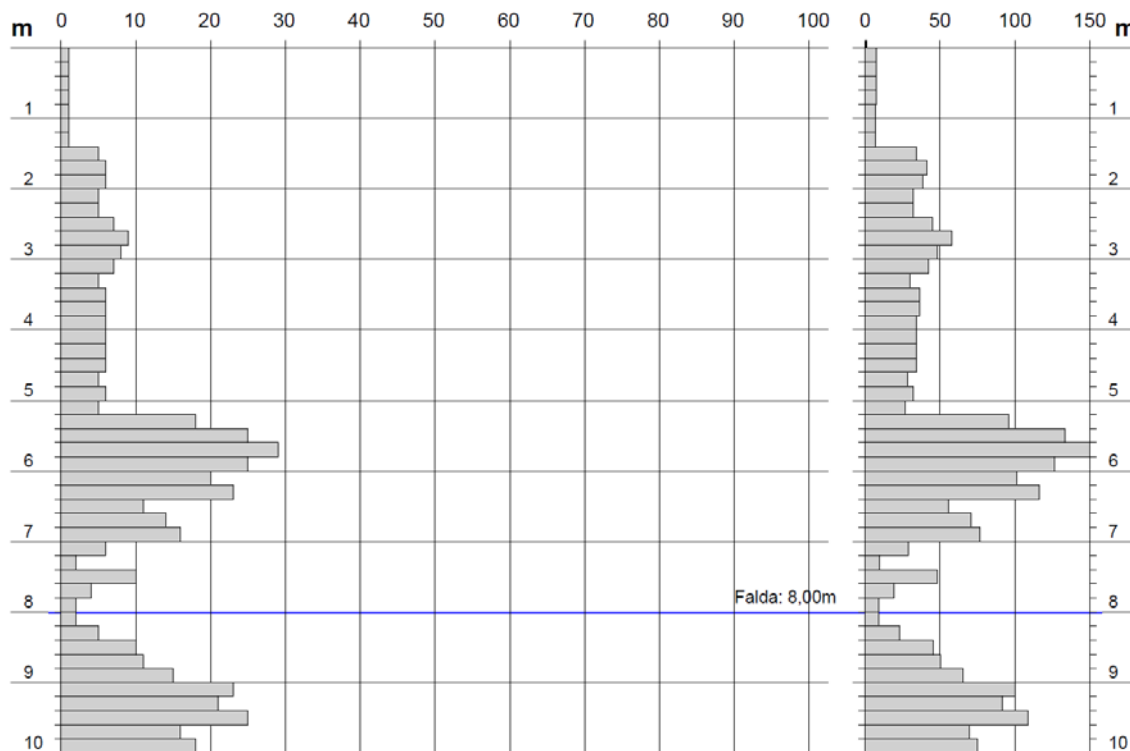
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8953
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P2

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 10.00 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	P2
Campione:	C1
Campionatore:	SHELBY
Profondità prelievo:	1.50-2.00m. dal p.c.
Postazione (Fig. 1):	Maschito (PZ)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat. 40.930712°N Long.15.926616°E



Fig.1

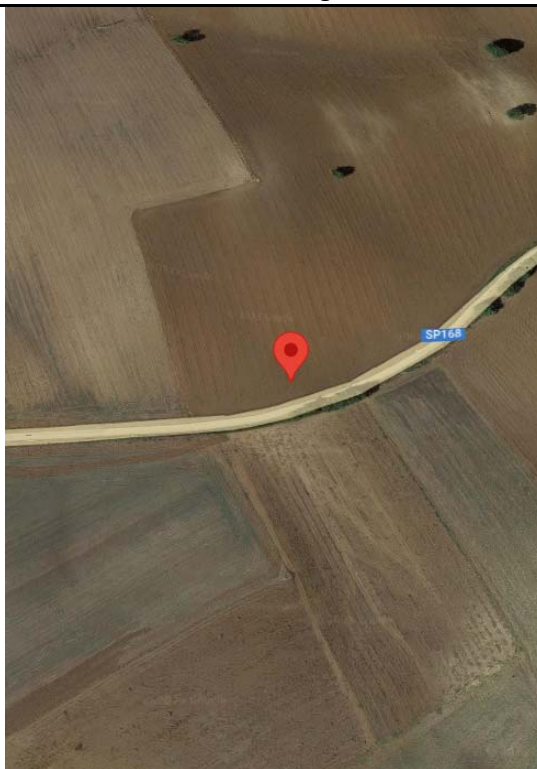


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8953
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA PAGANI TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMTERO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo δ/N

P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8953
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.2

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	5,00 - 5,20	6	32,1	6
0,20 - 0,40	1	7,4	1	5,20 - 5,40	5	26,7	6
0,40 - 0,60	1	7,4	1	5,40 - 5,60	4	21,4	6
0,60 - 0,80	1	7,4	1	5,60 - 5,80	4	21,4	6
0,80 - 1,00	1	6,9	2	5,80 - 6,00	5	25,3	7
1,00 - 1,20	1	6,9	2	6,00 - 6,20	6	30,3	7
1,20 - 1,40	1	6,9	2	6,20 - 6,40	5	25,3	7
1,40 - 1,60	3	20,7	2	6,40 - 6,60	6	30,3	7
1,60 - 1,80	4	27,6	2	6,60 - 6,80	6	30,3	7
1,80 - 2,00	2	12,9	3	6,80 - 7,00	7	33,6	8
2,00 - 2,20	1	6,4	3	7,00 - 7,20	8	38,4	8
2,20 - 2,40	3	19,3	3	7,20 - 7,40	10	48,0	8
2,40 - 2,60	13	83,6	3	7,40 - 7,60	10	48,0	8
2,60 - 2,80	13	83,6	3	7,60 - 7,80	7	33,6	8
2,80 - 3,00	18	108,4	4	7,80 - 8,00	6	27,4	9
3,00 - 3,20	12	72,3	4	8,00 - 8,20	7	32,0	9
3,20 - 3,40	11	66,3	4	8,20 - 8,40	8	36,5	9
3,40 - 3,60	9	54,2	4	8,40 - 8,60	8	36,5	9
3,60 - 3,80	10	60,2	4	8,60 - 8,80	12	54,8	9
3,80 - 4,00	11	62,3	5	8,80 - 9,00	14	61,0	10
4,00 - 4,20	11	62,3	5	9,00 - 9,20	19	82,8	10
4,20 - 4,40	13	73,6	5	9,20 - 9,40	23	100,2	10
4,40 - 4,60	13	73,6	5	9,40 - 9,60	21	91,5	10
4,60 - 4,80	13	73,6	5	9,60 - 9,80	20	87,2	10
4,80 - 5,00	10	53,4	6	9,80 - 10,00	17	70,8	11

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8953
PAGINA	4/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

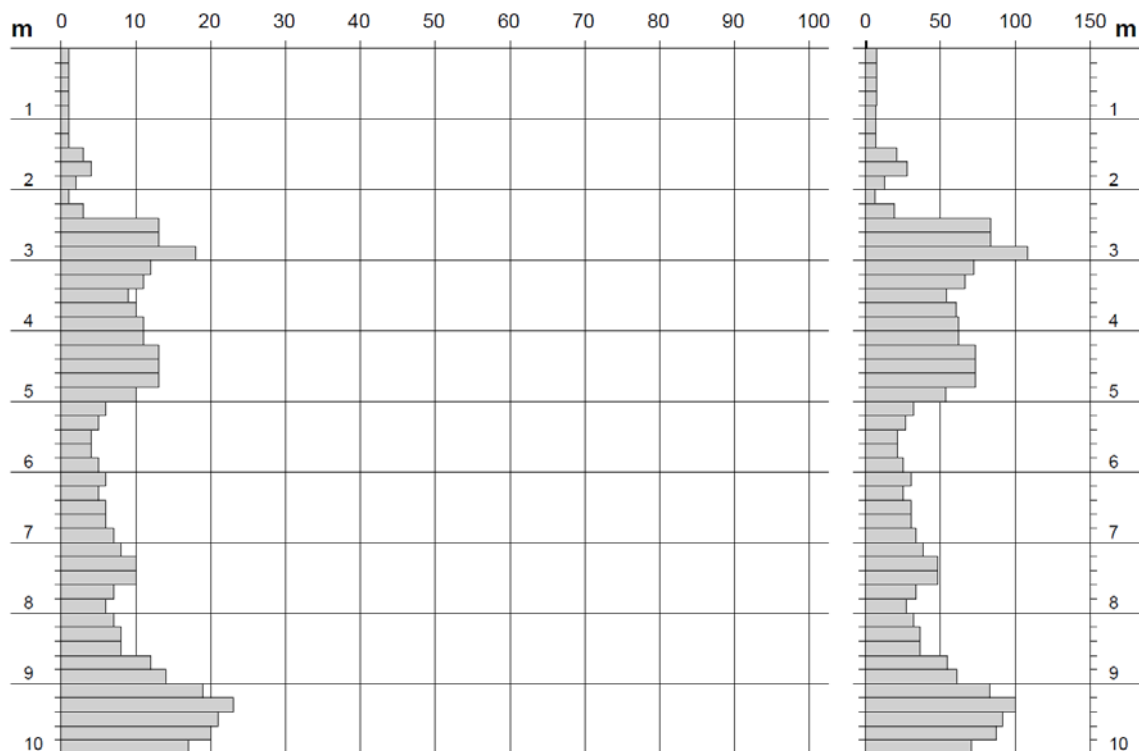
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dot. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8954
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P3

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 2.00 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	
Campione:	
Campionatore:	
Profondità prelievo:	
Postazione (Fig. 1):	Maschito (PZ)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat. 40.932983°N Long.15.921684°E



Fig.1

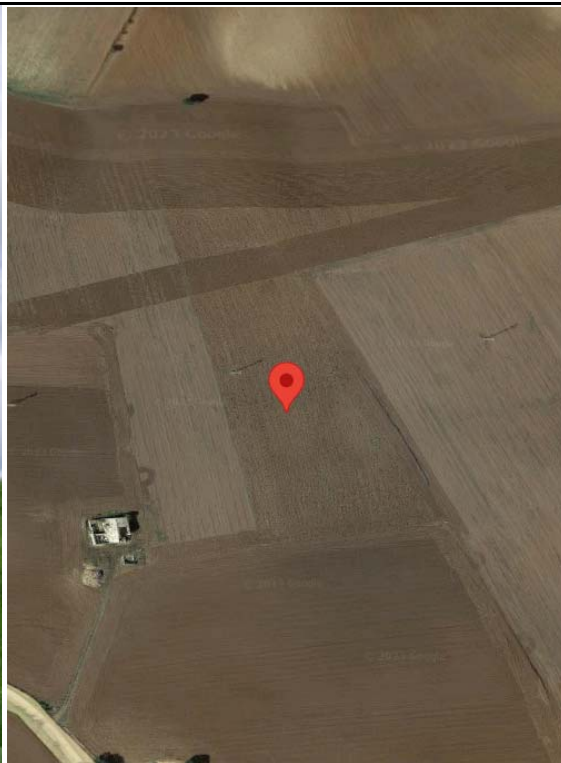


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8954
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA PAGANI TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMETRO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo δ/ N

P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8954
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.3

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	1,00 - 1,20	26	179,5	2
0,20 - 0,40	1	7,4	1	1,20 - 1,40	27	186,4	2
0,40 - 0,60	3	22,3	1	1,40 - 1,60	31	214,0	2
0,60 - 0,80	8	59,6	1	1,60 - 1,80	38	262,4	2
0,80 - 1,00	28	193,3	2	1,80 - 2,00	60	386,1	3

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8954
PAGINA	4/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

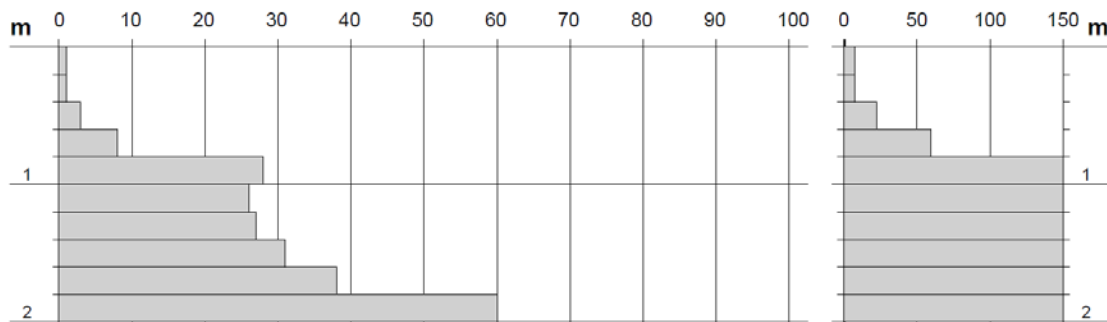
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8955
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P4

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 3.40 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	
Campione:	
Campionatore:	
Profondità prelievo:	
Postazione (Fig. 1):	Maschito (PZ)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat. 40.935017°N Long.15.927515°E



Fig.1

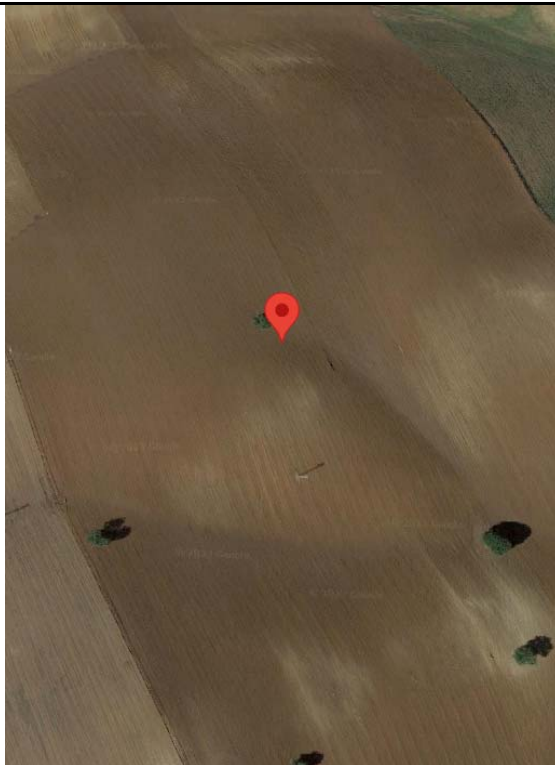


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8955
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA PAGANI TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMTERO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo δ/ N

P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8955
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.4

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	1,80 - 2,00	29	186,6	3
0,20 - 0,40	3	22,3	1	2,00 - 2,20	32	205,9	3
0,40 - 0,60	5	37,2	1	2,20 - 2,40	39	250,9	3
0,60 - 0,80	9	67,0	1	2,40 - 2,60	41	263,8	3
0,80 - 1,00	9	62,1	2	2,60 - 2,80	43	276,7	3
1,00 - 1,20	10	69,0	2	2,80 - 3,00	45	271,1	4
1,20 - 1,40	13	89,8	2	3,00 - 3,20	49	295,2	4
1,40 - 1,60	19	131,2	2	3,20 - 3,40	60	361,5	4
1,60 - 1,80	23	158,8	2				

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8955
PAGINA	4/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

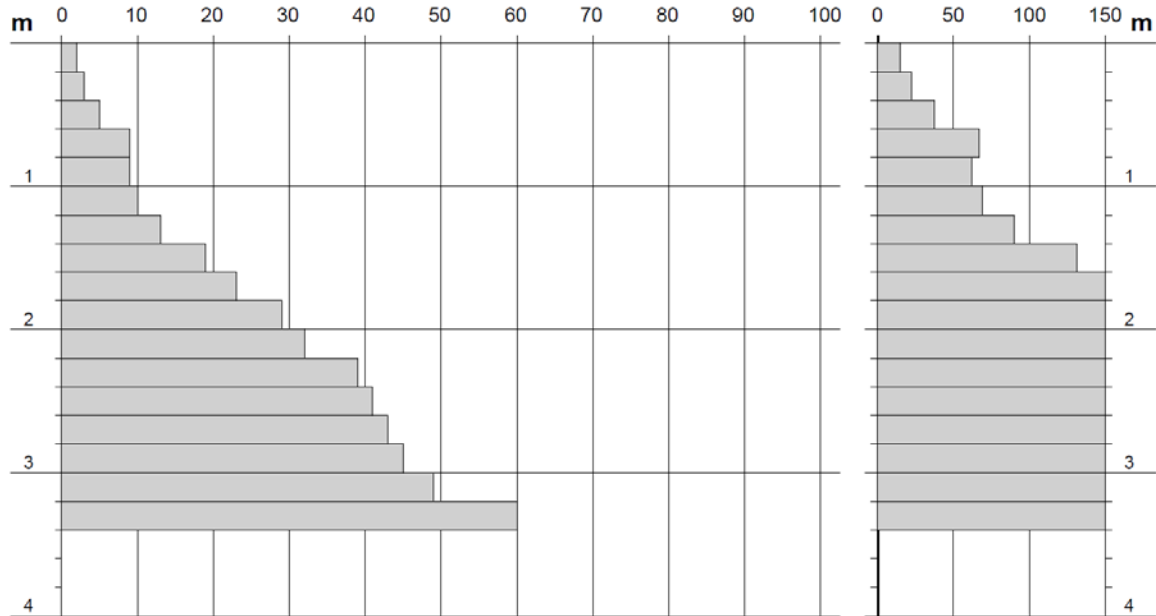
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8956
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P5

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 8.00 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	P5
Campione:	C1
Campionatore:	SHELBY
Profondità prelievo:	1.50-2.00m. dal p.c.
Postazione (Fig. 1):	Maschito (PZ)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat. 40.932270°N Long.15.929540°E



Fig.1

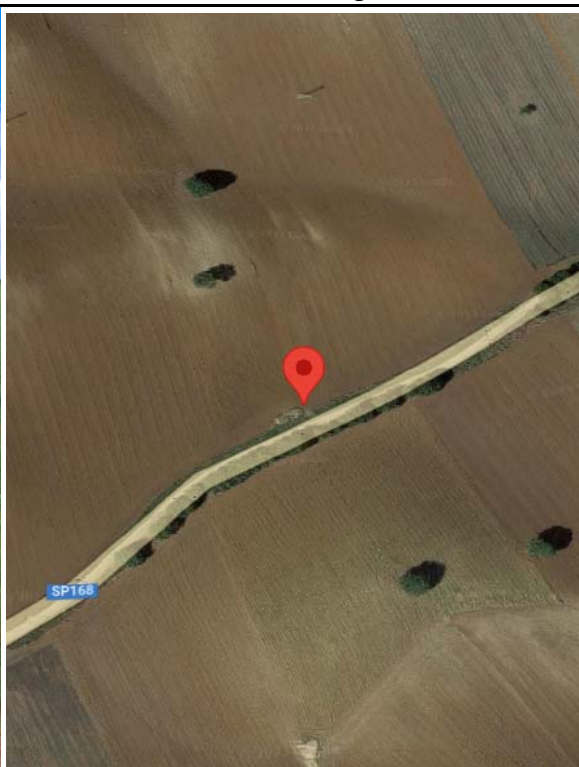


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8956
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA PAGANI TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMTERO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$

$Rpd =$ resistenza dinamica punta [area A] $M =$ peso massa battente (altezza caduta H)

$e =$ infissione per colpo δ / N $P =$ peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8956
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.5

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	4,00 - 4,20	16	90,6	5
0,20 - 0,40	2	14,9	1	4,20 - 4,40	18	101,9	5
0,40 - 0,60	5	37,2	1	4,40 - 4,60	26	147,2	5
0,60 - 0,80	6	44,7	1	4,60 - 4,80	27	152,9	5
0,80 - 1,00	8	55,2	2	4,80 - 5,00	25	133,6	6
1,00 - 1,20	8	55,2	2	5,00 - 5,20	18	96,2	6
1,20 - 1,40	4	27,6	2	5,20 - 5,40	13	69,5	6
1,40 - 1,60	4	27,6	2	5,40 - 5,60	13	69,5	6
1,60 - 1,80	5	34,5	2	5,60 - 5,80	7	37,4	6
1,80 - 2,00	6	38,6	3	5,80 - 6,00	8	40,5	7
2,00 - 2,20	4	25,7	3	6,00 - 6,20	7	35,4	7
2,20 - 2,40	4	25,7	3	6,20 - 6,40	9	45,5	7
2,40 - 2,60	2	12,9	3	6,40 - 6,60	22	111,3	7
2,60 - 2,80	3	19,3	3	6,60 - 6,80	26	131,5	7
2,80 - 3,00	4	24,1	4	6,80 - 7,00	30	144,0	8
3,00 - 3,20	7	42,2	4	7,00 - 7,20	30	144,0	8
3,20 - 3,40	10	60,2	4	7,20 - 7,40	35	168,0	8
3,40 - 3,60	10	60,2	4	7,40 - 7,60	37	177,6	8
3,60 - 3,80	9	54,2	4	7,60 - 7,80	43	206,4	8
3,80 - 4,00	8	45,3	5	7,80 - 8,00	60	274,1	9

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8956
PAGINA	4/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

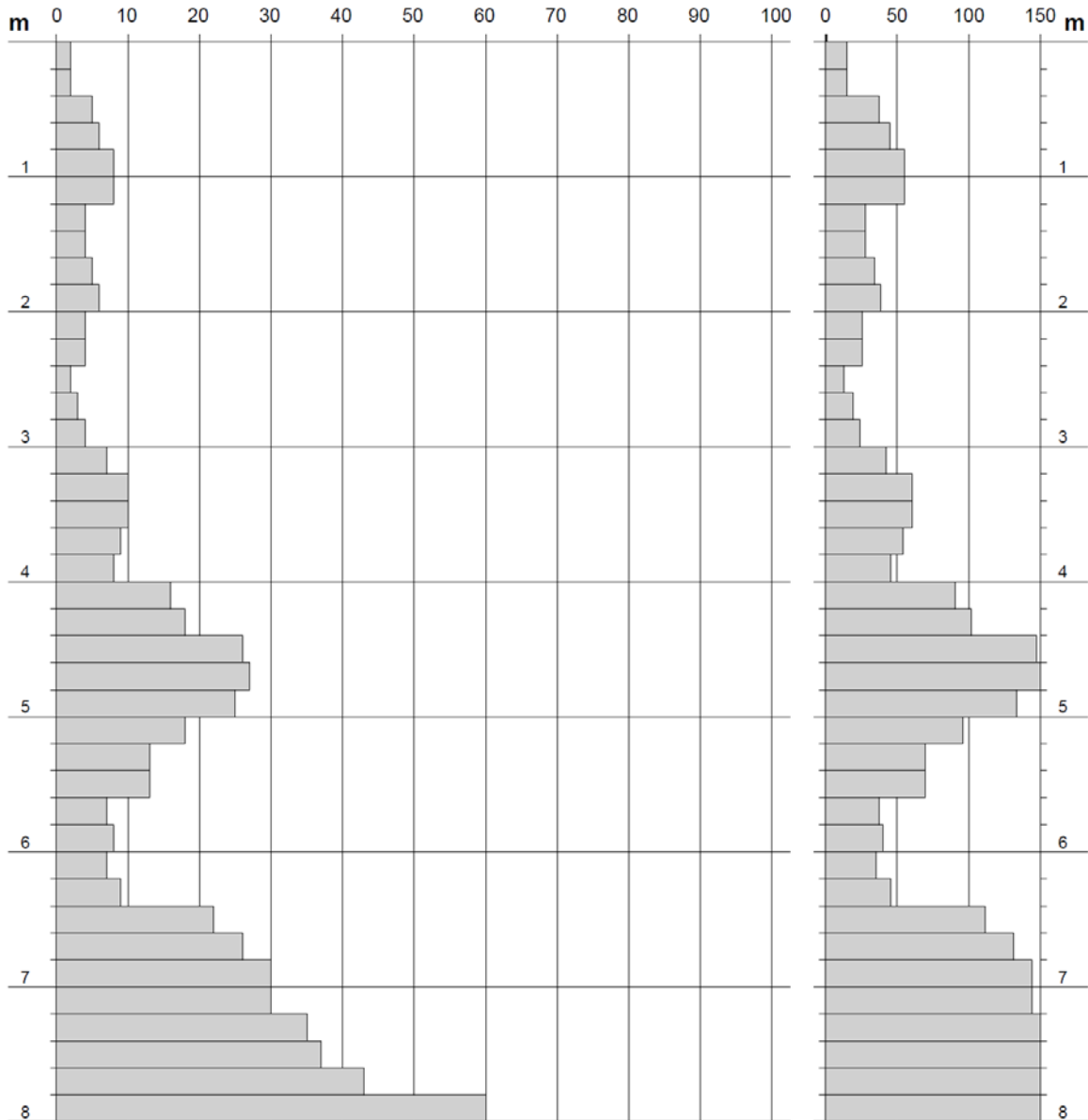
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Maschito (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8957
PAGINA	1/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P6

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Montemilone (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 8.00 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	
Campione:	
Campionatore:	
Profondità prelievo:	
Postazione (Fig. 1):	Montemilone (PZ)
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat. 40.997940°N Long.15.903263°E



Fig.1

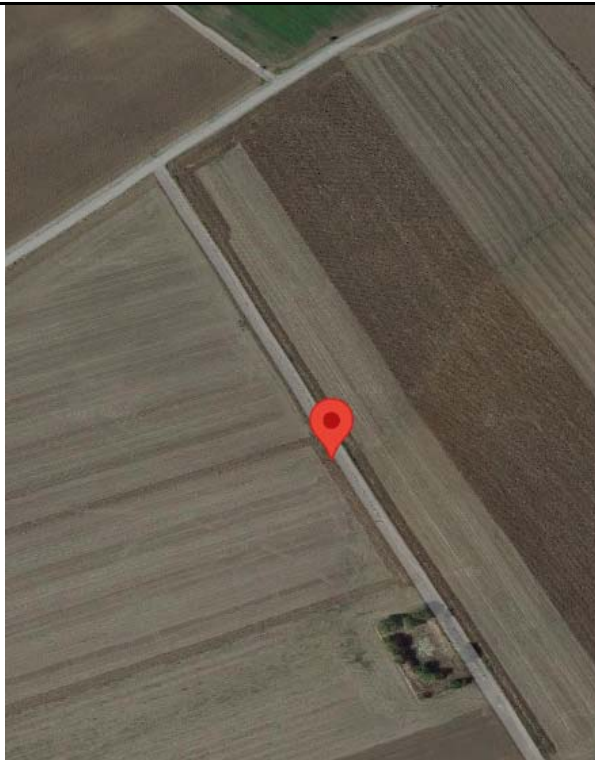


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8957
PAGINA	2/4

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Montemilone (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA PAGANI TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMTERO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm ²	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO $Q = (MH)/(A \delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$

$Rpd =$ resistenza dinamica punta [area A] $M =$ peso massa battente (altezza caduta H)

$e =$ infissione per colpo δ / N $P =$ peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.

Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



**Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001**

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini "**

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8957
PAGINA	3/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.6

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Montemilone (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	1	2,00 - 2,20	4	25,7	3
0,20 - 0,40	6	44,7	1	2,20 - 2,40	5	32,2	3
0,40 - 0,60	11	81,9	1	2,40 - 2,60	9	57,9	3
0,60 - 0,80	16	119,2	1	2,60 - 2,80	11	70,8	3
0,80 - 1,00	10	69,0	2	2,80 - 3,00	18	108,4	4
1,00 - 1,20	10	69,0	2	3,00 - 3,20	24	144,6	4
1,20 - 1,40	3	20,7	2	3,20 - 3,40	24	144,6	4
1,40 - 1,60	3	20,7	2	3,40 - 3,60	33	198,8	4
1,60 - 1,80	3	20,7	2	3,60 - 3,80	52	313,3	4
1,80 - 2,00	4	25,7	3	3,80 - 4,00	60	339,8	5

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dot. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA - C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.
n. 380/2001

PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.
"Settore Indagini"

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	112/4973
CERTIFICATO N.	8957
PAGINA	4/4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: I-PROJECT per conto della società AME ENERGY SRL

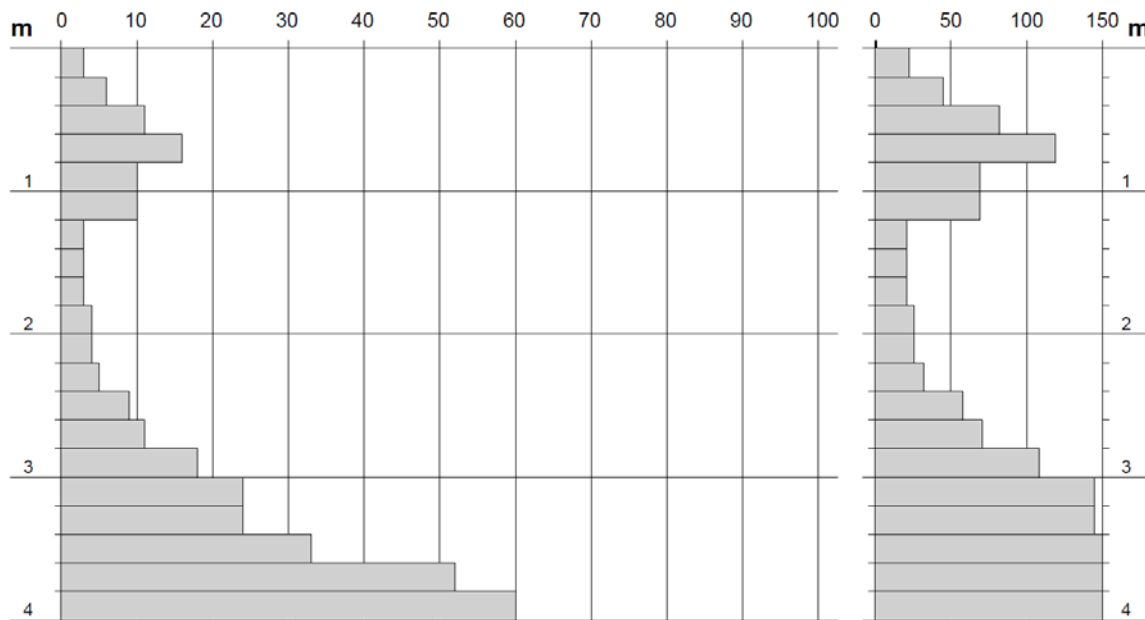
Lavoro: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW

Località: Montemilone (PZ)

Data di esecuzione: 26.04.2023 - Data di emissione: 27.04.2023

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7751	Pagina 1/6	DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023	Inizio analisi: 11/05/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23		Apertura campione: 11/05/2023	Fine analisi: 12/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.		
RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)		
SONDAGGIO: P2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 12,8 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito sabbioso - argilloso - limoso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono sparsi litici eterogenei subangolari ed eterometrici (dmax = 1,50 cm).
Definizione granulometrica: Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7751	Pagina 2/6	DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023	Inizio analisi: 11/05/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23		Apertura campione: 11/05/2023	Fine analisi: 11/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.		
RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)		
SONDAGGIO: P2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,3 kN/m³

Deposito sabbioso - argilloso - limoso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono sparsi litici eterogenei subangolari ed eterometrici (d_{max} = 1,50 cm).
Definizione granulometrica: Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7751	Pagina 3/6	DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023	Inizio analisi: 15/05/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23		Apertura campione: 11/05/2023	Fine analisi: 16/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.		
RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)		
SONDAGGIO: P2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,5 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,5 kN/m³**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 50 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito sabbioso - argilloso - limoso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono sparsi litici eterogenei subangolari ed eterometrici (d_{max} = 1,50 cm).
Definizione granulometrica: Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7751 Pagina 5/6

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23

DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023

Inizio analisi: 16/05/23

Apertura campione: 11/05/2023

Fine analisi: 17/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.

RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)

SONDAGGIO: P2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	12,8 13,4	12,8 13,2	12,8 13,6
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,3	20,2
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,006 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

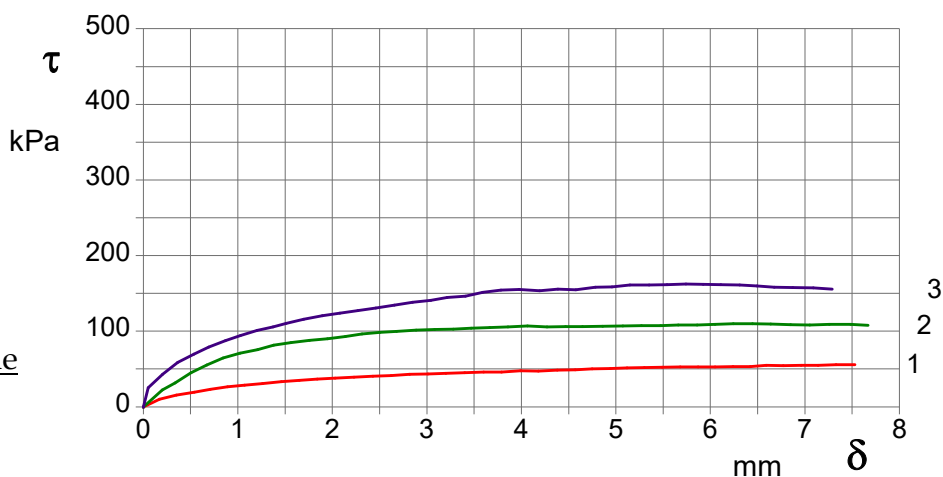
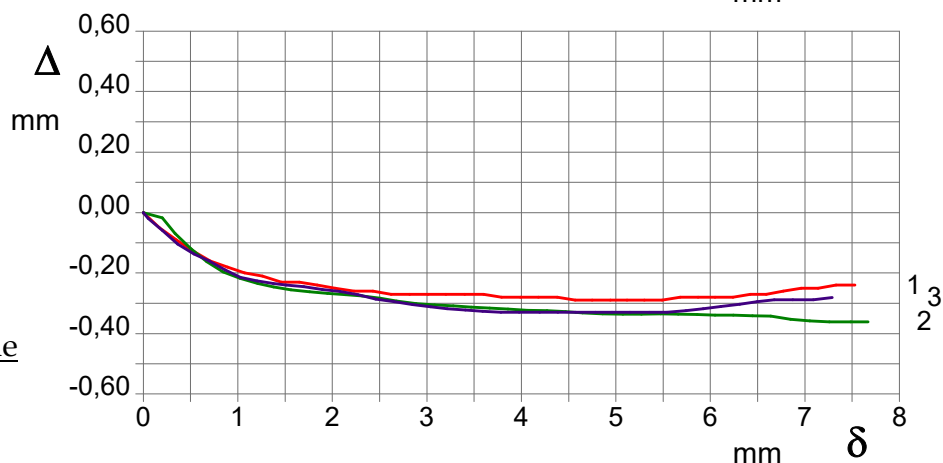


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


 Deposito sabbioso - argilloso - limoso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono sparsi litici eterogenei subangolari ed eterometrici ($d_{max} = 1,50$ cm).

Definizione granulometrica: Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.

RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)

SONDAGGIO: P2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	12,8	%
Peso di volume	20,3	kN/m ³
Peso di volume secco	18,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,471	
Porosità	32,0	%
Grado di saturazione	73,4	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	13,0	%
Sabbia	36,6	%
Limo	24,4	%
Argilla	26,0	%
D 10		mm
D 50	0,058742	mm
D 60	0,123733	mm
D 90	3,643027	mm
Passante set. 10	87,0	%
Passante set. 42	78,3	%
Passante set. 200	53,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	2,5	kPa	ϕ' 28,1 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Deposito sabbioso - argilloso - limoso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono sparsi litici eterogenei subangolari ed eterometrici ($d_{max} = 1,50$ cm).
Definizione granulometrica: Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7752	Pagina 1/6	DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023	Inizio analisi: 11/05/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23		Apertura campione: 11/05/2023	Fine analisi: 12/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.		
RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)		
SONDAGGIO: P5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 15,1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito limoso - sabbioso - argilloso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono rari litici eterogenei ed eterometrici (dmax = 1,50 cm).
Definizione granulometrica: Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7752	Pagina 2/6	DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023	Inizio analisi: 11/05/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23		Apertura campione: 11/05/2023	Fine analisi: 11/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.			
RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)			
SONDAGGIO: P5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,7 kN/m³

Deposito limoso - sabbioso - argilloso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono rari litici eterogenei ed eterometrici (d_{max} = 1,50 cm).
Definizione granulometrica: Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7752	Pagina 3/6	DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023	Inizio analisi: 15/05/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23		Apertura campione: 11/05/2023	Fine analisi: 16/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.		
RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)		
SONDAGGIO: P5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,4 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,3 kN/m³

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 50 ml

Temperatura di prova: 20,4 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Deposito limoso - sabbioso - argilloso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono rari litici eterogenei ed eterometrici (d_{max} = 1,50 cm).
Definizione granulometrica: Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso

CERTIFICATO DI PROVA N°: 7752 Pagina 5/6

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107/23 del 03/05/23

DATA DI EMISSIONE: 17/05/2023

Inizio analisi: 15/05/23

Apertura campione: 11/05/2023

Fine analisi: 16/05/23

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.

RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)

SONDAGGIO: P5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15,1 16,9	15,1 15,4	15,1 16,4
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,9	20,8
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

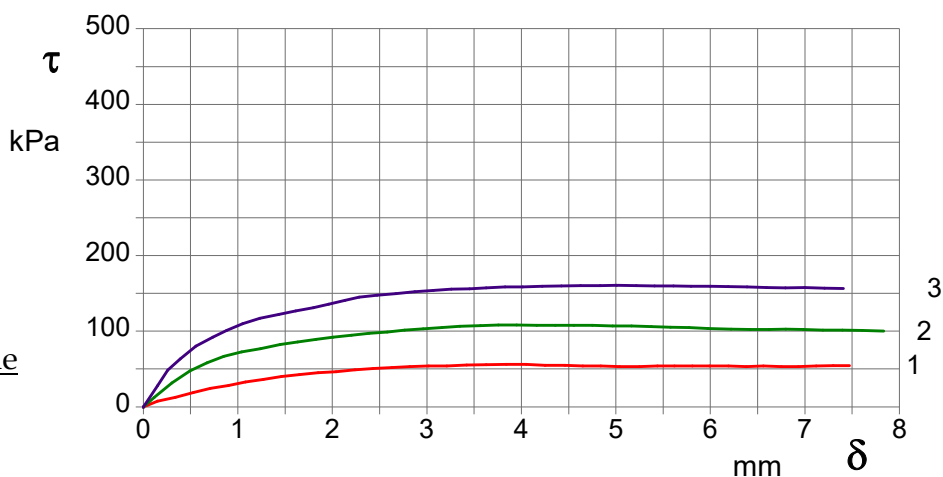
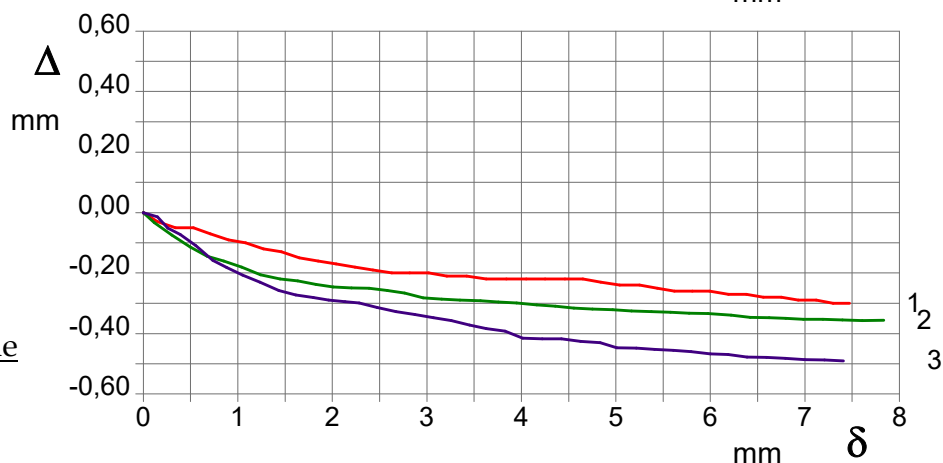


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Deposito limoso - sabbioso - argilloso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono rari litici eterogenei ed eterometrici (d_{max} = 1,50 cm).
 Definizione granulometrica: Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso

COMMITTENTE: I - Project p/c società AME Energy s.r.l.

RIFERIMENTO: Impianto fotovoltaico con potenza di 19,7 MW - Maschito (Pz)

SONDAGGIO: P5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	15,1	%
Peso di volume	20,7	kN/m ³
Peso di volume secco	18,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	26,4	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,465	
Porosità	31,7	%
Grado di saturazione	87,2	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	6,9	%
Sabbia	32,8	%
Limo	35,7	%
Argilla	24,6	%
D 10		mm
D 50	0,006818	mm
D 60	0,056005	mm
D 90	0,748111	mm
Passante set. 10	93,1	%
Passante set. 42	86,8	%
Passante set. 200	62,5	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	3,8	kPa	ϕ' 27,6 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

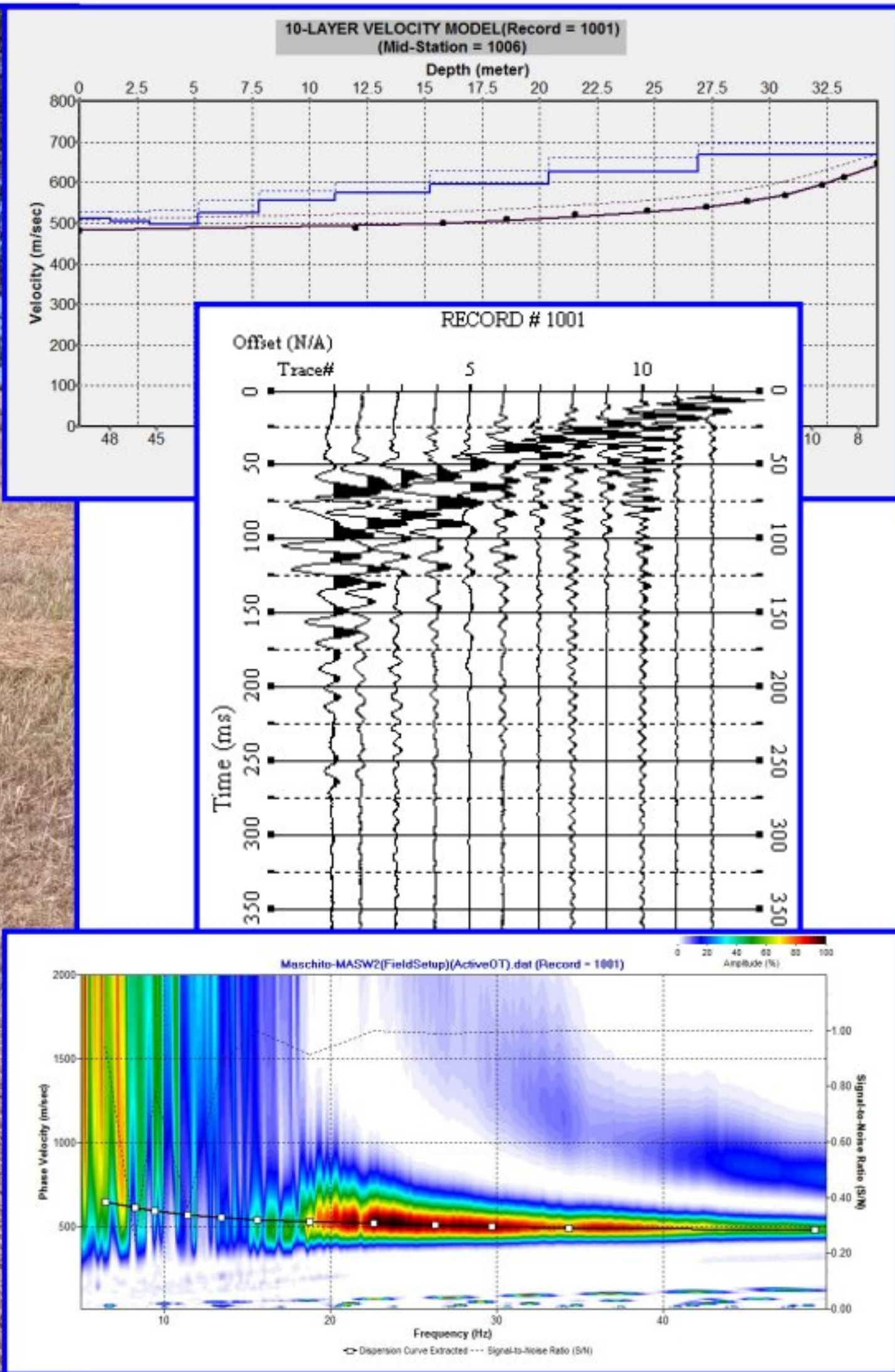
σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Deposito limoso - sabbioso - argilloso di colore marrone scuro, debolmente umido e mediamente consistente, in cui si rinvencono rari litici eterogenei ed eterometrici ($d_{max} = 1,50$ cm).


Definizione granulometrica: Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso

COMUNE DI MASCHITO

PROVINCIA DI POTENZA



RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO INERENTE AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO.

<i>Il Committente</i> I-PROJECT SRL <i>Pagani, luglio 2023</i>	<i>Il Tecnico</i> Dr. Geol. Francesco Cucurullo 
---	--

INDICE

1 – PREMESSA.....	3
2 - INDAGINE ESEGUITA.....	6
3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	8
4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI.....	15
5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	17
6 – CONCLUSIONI	26

1 – PREMESSA

Su incarico della società I-PROJECT SRL, sono state effettuate n°3 prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito inerente al progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico, nel territorio comunale di Maschito (PZ) (Figg. 1 – 4), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



Fig. 1 – Prospezione sismica MASW n.1 effettuata in area progettuale.



Fig. 2 – Prospezione sismica MASW n.2 effettuata in area progettuale.



Fig. 3 – Prospezione sismica MASW n.3 effettuata in area progettuale.



Fig. 4 – Ubicazione degli stendimenti messi in opera su foto aerea di Google Earth.

2 - INDAGINE ESEGUITA

Al fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo nell'area oggetto di indagine, sono state eseguite n.3 prospezioni sismiche MASW (Figg. 1 – 3), con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Spacing (m)</i>	<i>Offset (m)</i>	<i>Coordinate Geografiche WSG84</i>	
				<i>N</i>	<i>E</i>
<i>MASW n. 1</i>	<i>36.0</i>	<i>3.0</i>	<i>3.0</i>	<i>40.934418°</i>	<i>15.921070°</i>
<i>MASW n. 2</i>	<i>36.0</i>	<i>3.0</i>	<i>3.0</i>	<i>40.934924°</i>	<i>15.926524°</i>
<i>MASW n. 3</i>	<i>36.0</i>	<i>3.0</i>	<i>3.0</i>	<i>40.933396°</i>	<i>15.930283°</i>

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative agli stendimenti geofonici messi in opera.

Le indagini sono state condotte mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (Fig. 5) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

La sorgente è stata posizionata all'inizio di ogni stendimento geofonico, con offset pari a 3.0m. Le oscillazioni del sottosuolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo i profili di indagine con spacing predefiniti (Figg. 1 – 3; Tab. 1). La

lunghezza complessiva di ogni stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità massima di 34.8m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Fig. 5 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.

3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.488Hz$.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey.

Gli elaborati relativi alle prove effettuate sono di seguito riportati (Figg. 6 – 14).

RECORD # 1001

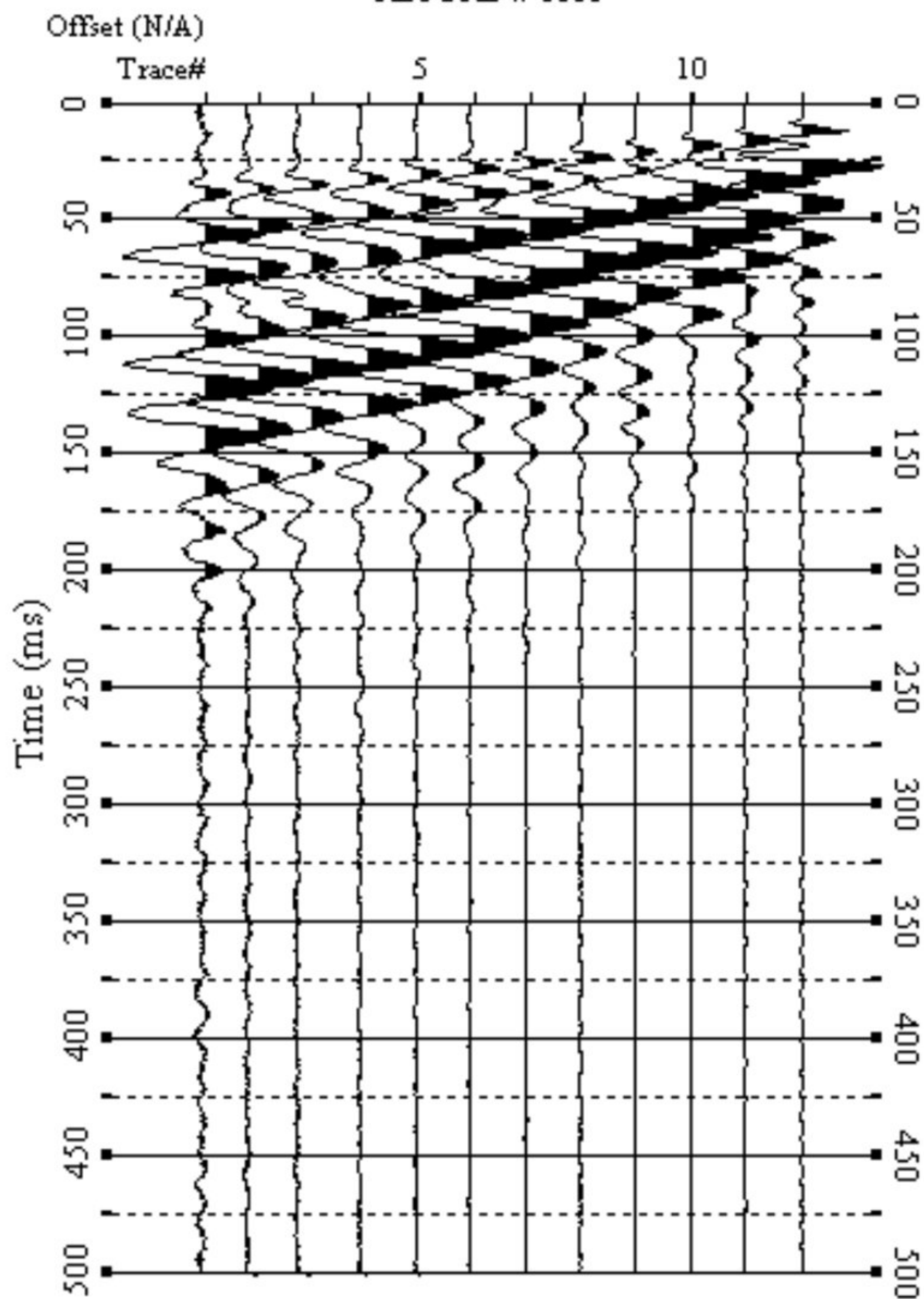


Fig. 6 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1. Finestra temporale [0-500]ms.

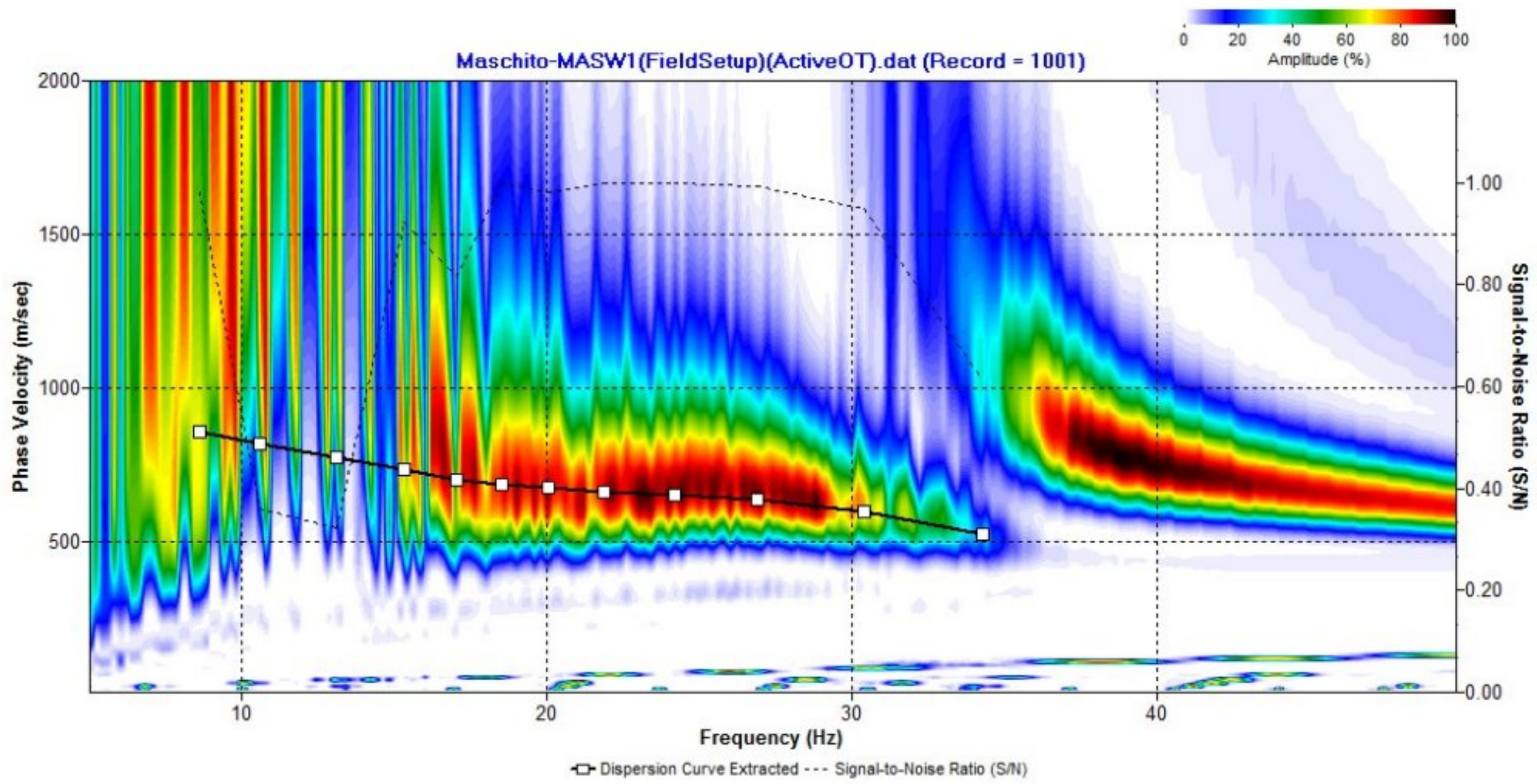


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall’indagine Sismica MASW n. 1.

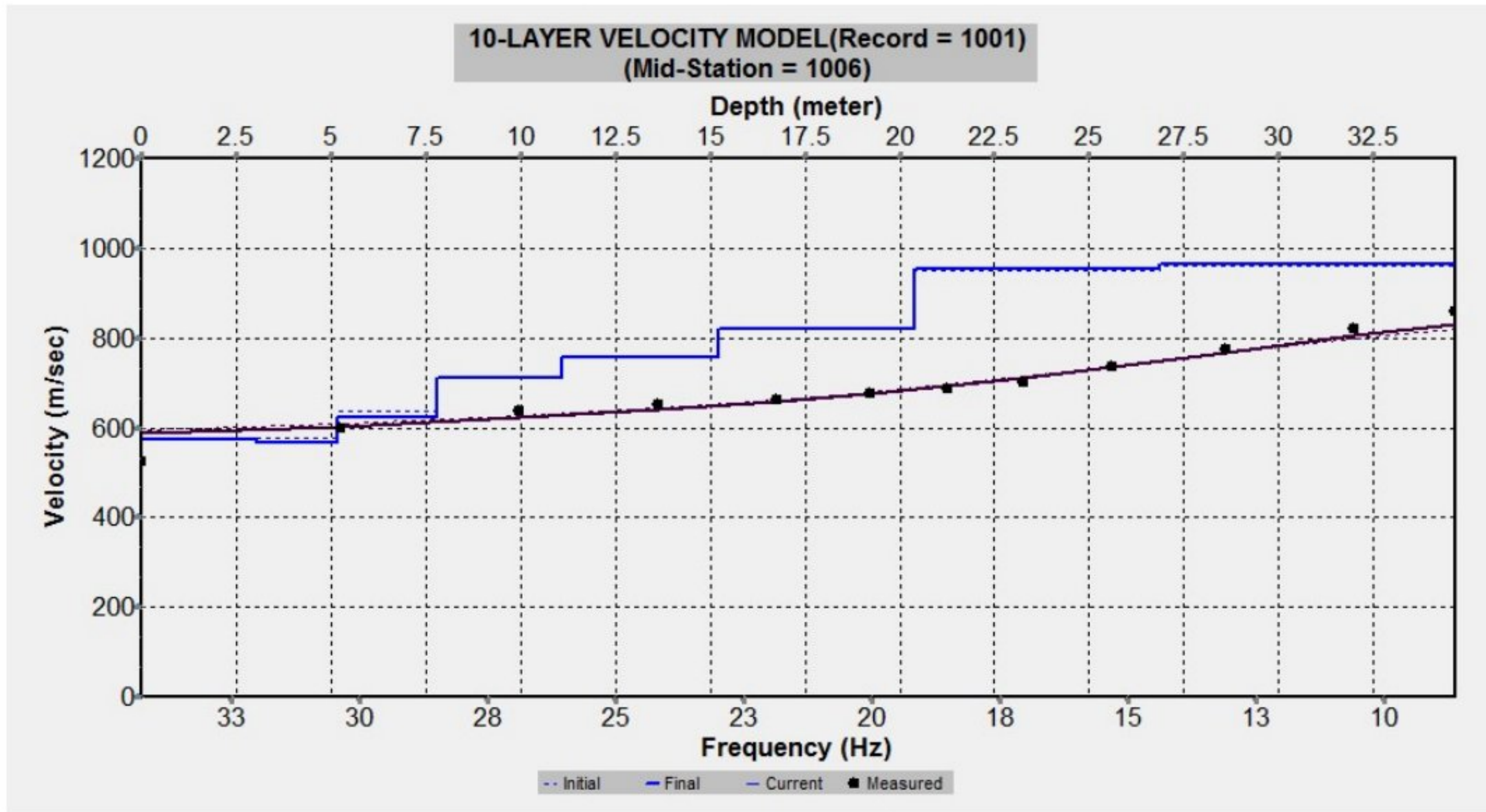


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall’inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1.

RECORD # 1001

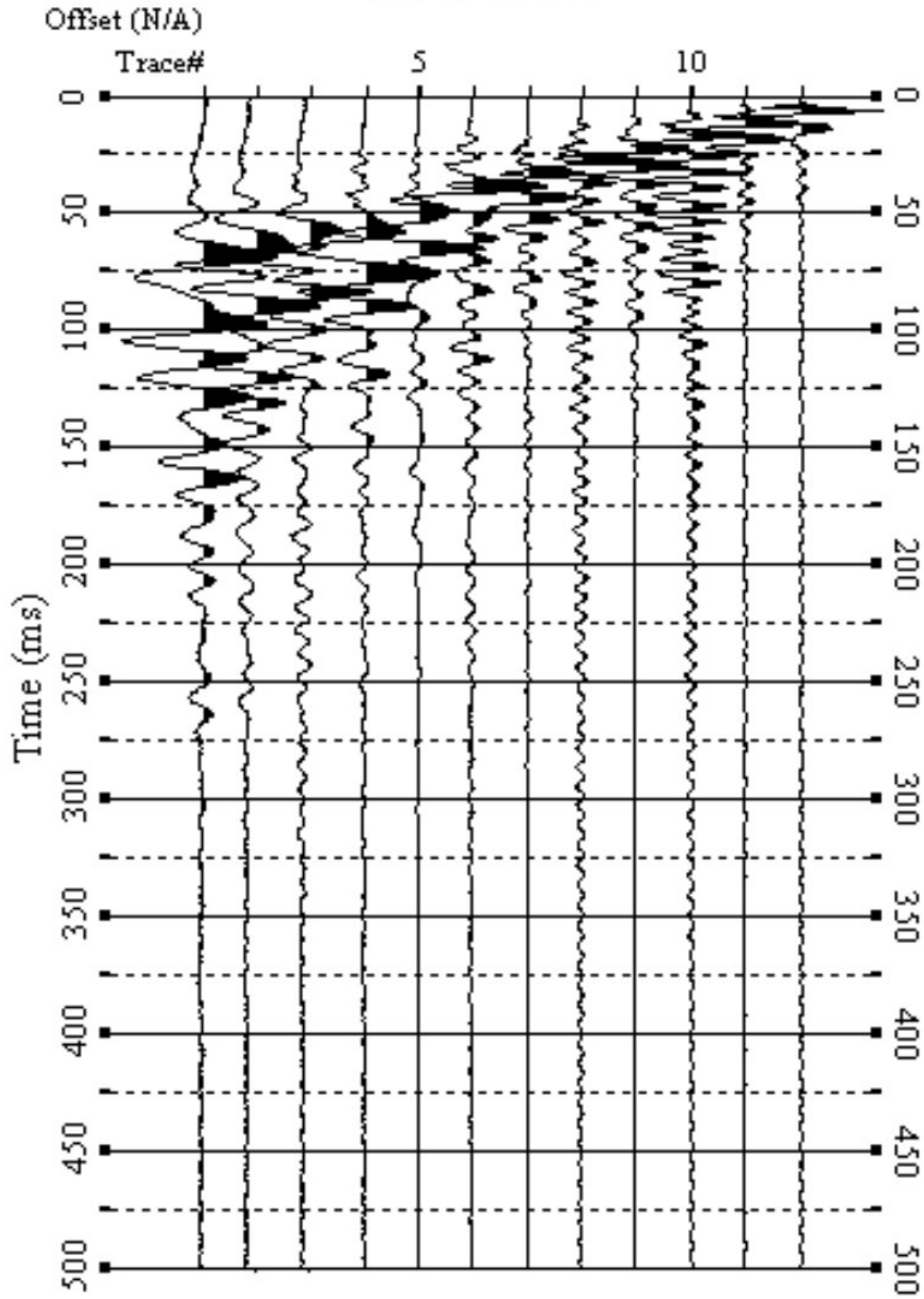


Fig. 9 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 2. Finestra temporale [0-500]ms.

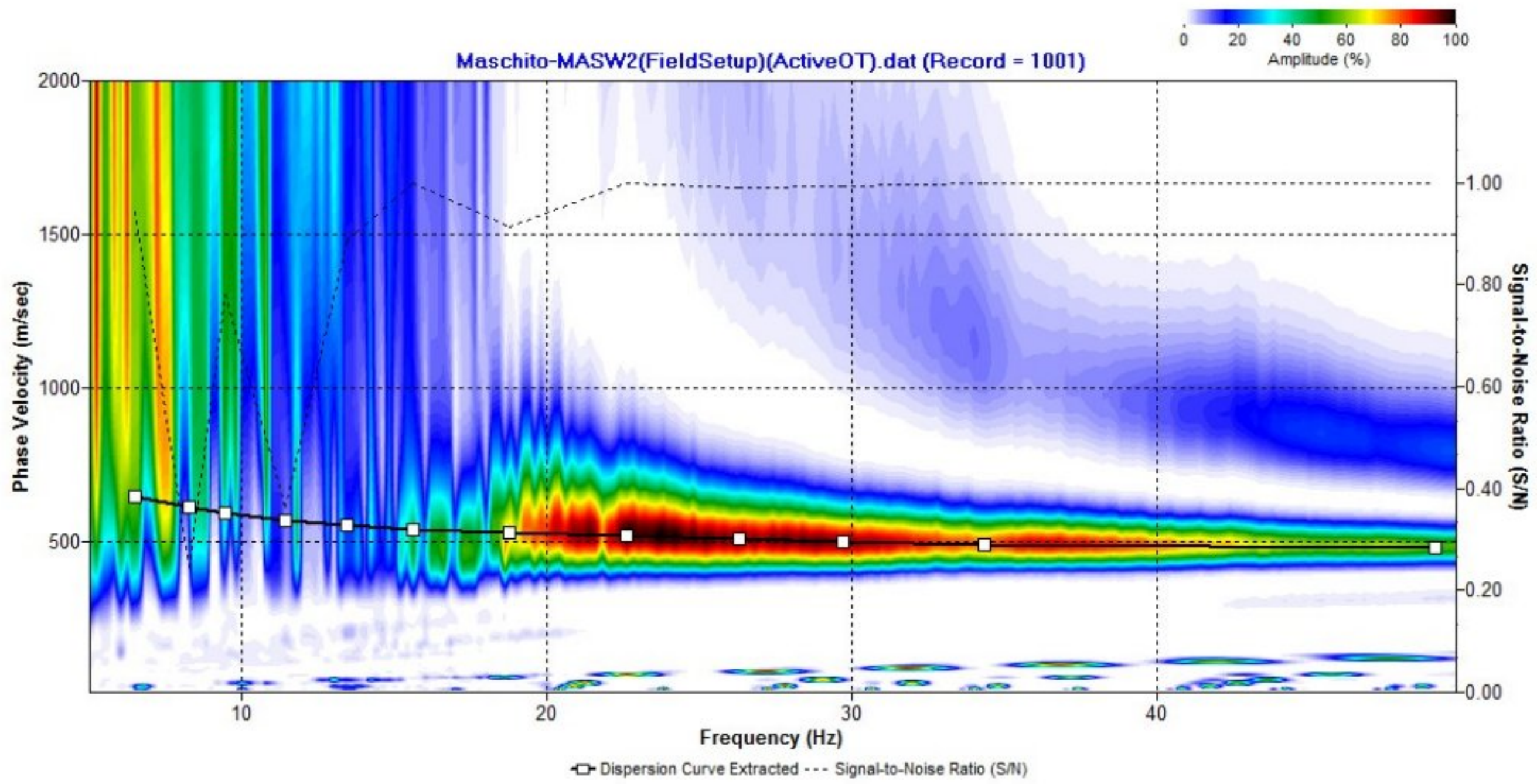


Fig. 10 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall’indagine Sismica MASW n. 2.

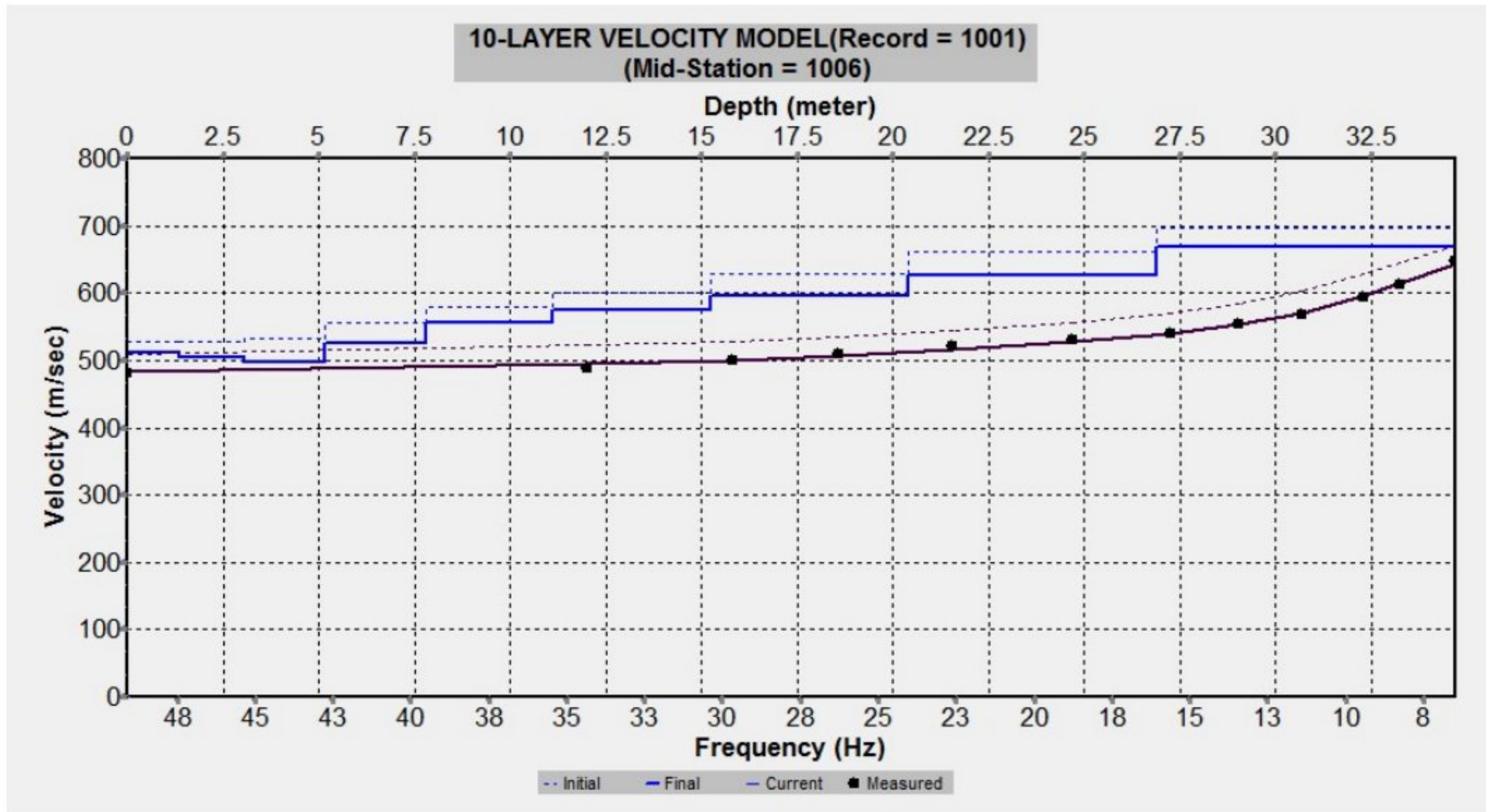


Fig. 11 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall’inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 2.

RECORD # 1001

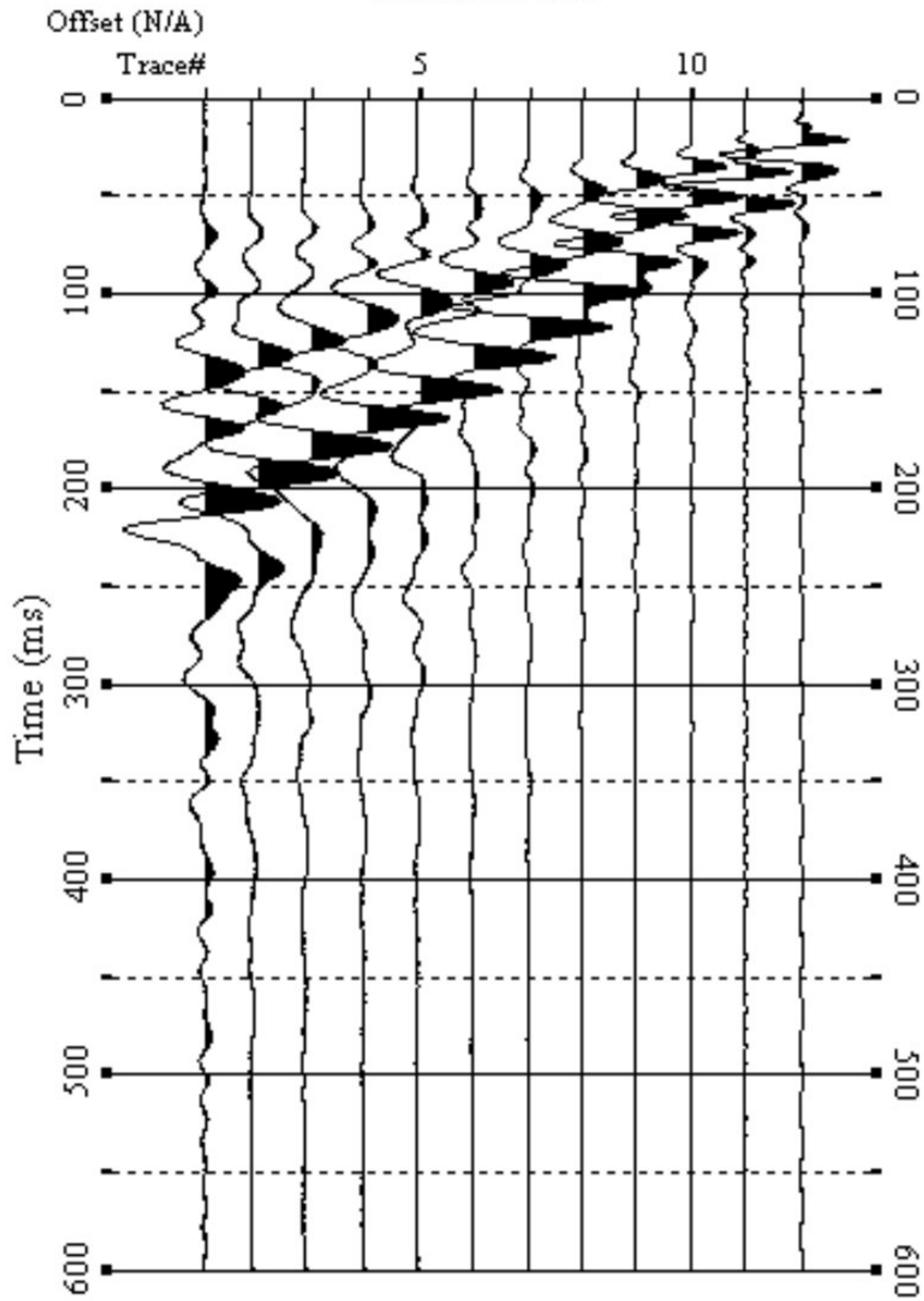


Fig. 12 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 3. Finestra temporale [0-600]ms.

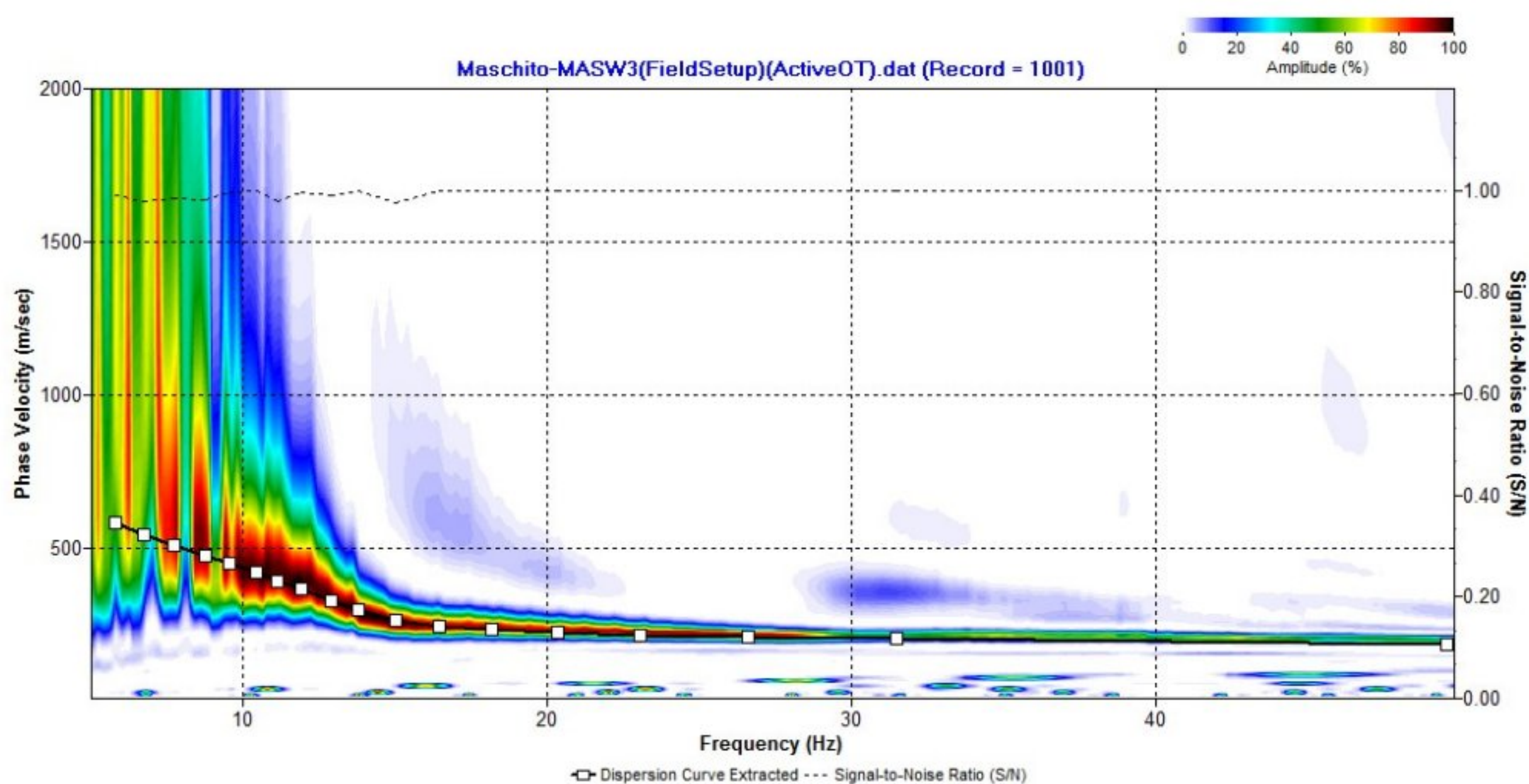


Fig. 13 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 3.

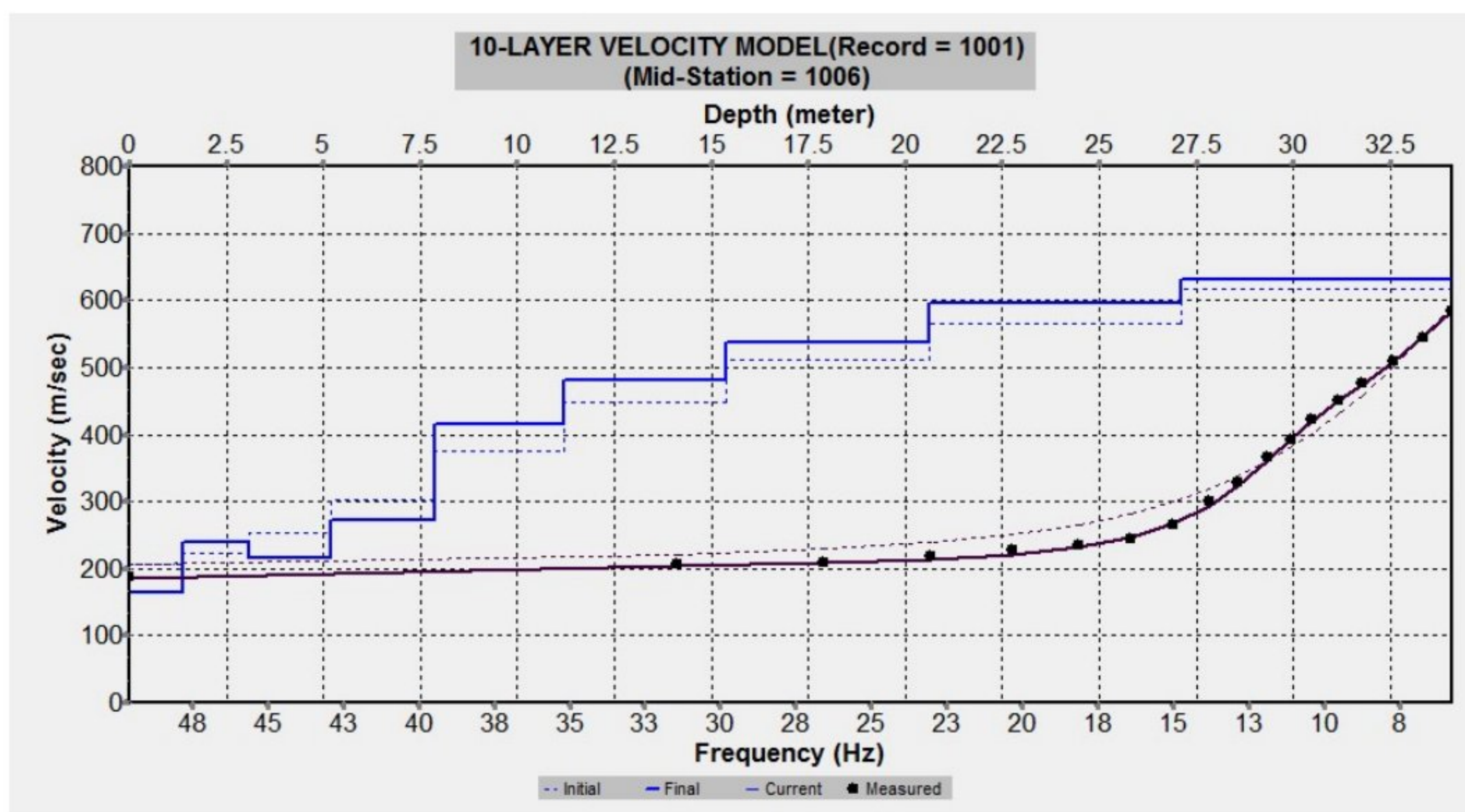


Fig. 14 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 3.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

Le indagini sismiche MASW effettuate, hanno fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **B** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 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	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

<i>Prospezione sismica</i>	$V_{S\ 0-15.2}$ (m/s)	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	<i>Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)</i>
<i>MASW n. 1</i>	[651]	-	B
<i>MASW n. 2</i>	-	[576]	B
<i>MASW n. 3</i>	-	[389]	B

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalle prospezioni sismiche MASW effettuate.

Categoria di sottosuolo di fondazione 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.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T₁	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T₂	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T₃	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T₄	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze delle prospezioni sismiche MASW precedentemente descritte.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 15).

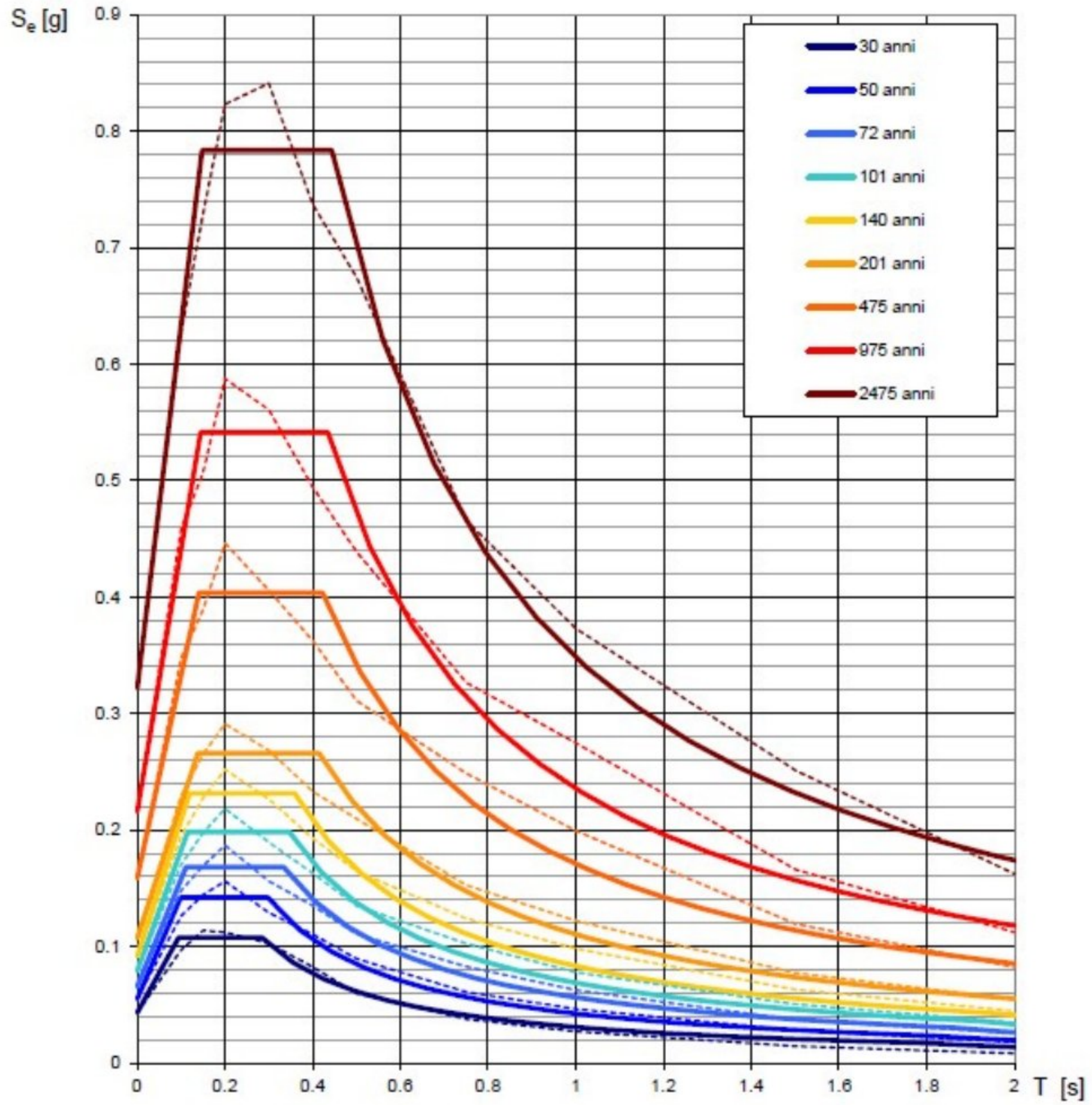
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ - Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 - 9; Figg. 16 - 17).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **B** - categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.921070 - LAT. 40.934418 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.043	2.496	0.285
50	0.055	2.582	0.298
72	0.066	2.555	0.334
101	0.079	2.514	0.347
140	0.092	2.528	0.359
201	0.107	2.482	0.415
475	0.159	2.545	0.423
975	0.216	2.509	0.435
2475	0.322	2.435	0.444

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 15 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.921070 – LAT. 40.934418 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.055 g
F_0	2.582
T_C	0.298 s
S_S	1.200
C_C	1.401
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.139 s
T_C	0.418 s
T_D	1.820 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{array}{l|l} 0 \leq T < T_B & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{array}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.066
$T_B \leftarrow$	0.139	0.171
$T_C \leftarrow$	0.418	0.171
	0.485	0.147
	0.552	0.129
	0.618	0.115
	0.685	0.104
	0.752	0.095
	0.819	0.087
	0.886	0.081
	0.952	0.075
	1.019	0.070
	1.086	0.066
	1.153	0.062
	1.219	0.059
	1.286	0.056
	1.353	0.053
	1.420	0.050
	1.487	0.048
	1.553	0.046
	1.620	0.044
	1.687	0.042
	1.754	0.041
$T_D \leftarrow$	1.820	0.039
	1.924	0.035
	2.028	0.032
	2.132	0.029
	2.236	0.026
	2.339	0.024
	2.443	0.022
	2.547	0.020
	2.651	0.018
	2.755	0.017
	2.858	0.016
	2.962	0.015
	3.066	0.014
	3.170	0.013
	3.273	0.012
	3.377	0.011
	3.481	0.011
	3.585	0.010
	3.689	0.010
	3.792	0.009
	3.896	0.009
	4.000	0.008

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.017 g
S_g	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.818
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{a_g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.017
$T_B \leftarrow$	0.050	0.030
$T_C \leftarrow$	0.150	0.030
	0.235	0.019
	0.320	0.014
	0.405	0.011
	0.490	0.009
	0.575	0.008
	0.660	0.007
	0.745	0.006
	0.830	0.005
	0.915	0.005
$T_D \leftarrow$	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.003
	1.281	0.003
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

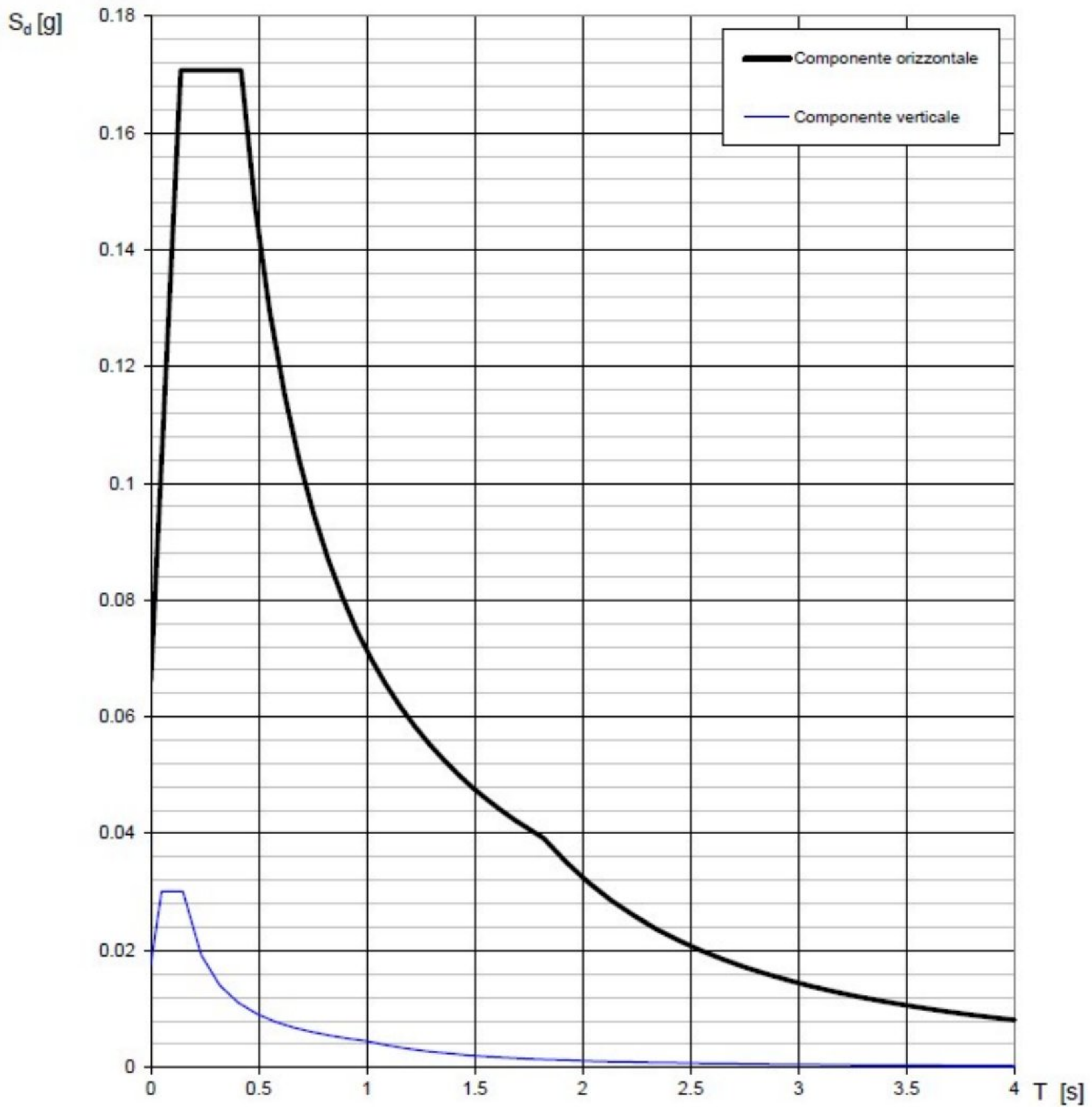


Fig. 16 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.159 g
F_0	2.545
T_C	0.423 s
S_S	1.200
C_C	1.307
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.184 s
T_C	0.552 s
T_D	2.234 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.190
T_B ←	0.184	0.484
T_C ←	0.552	0.484
	0.632	0.423
	0.712	0.375
	0.792	0.338
	0.873	0.307
	0.953	0.281
	1.033	0.259
	1.113	0.240
	1.193	0.224
	1.273	0.210
	1.353	0.198
	1.433	0.187
	1.513	0.177
	1.594	0.168
	1.674	0.160
	1.754	0.153
	1.834	0.146
	1.914	0.140
	1.994	0.134
	2.074	0.129
	2.154	0.124
T_D ←	2.234	0.120
	2.319	0.111
	2.403	0.104
	2.487	0.097
	2.571	0.090
	2.655	0.085
	2.739	0.080
	2.823	0.075
	2.907	0.071
	2.991	0.067
	3.075	0.063
	3.159	0.060
	3.243	0.057
	3.327	0.054
	3.411	0.051
	3.498	0.049
	3.580	0.047
	3.664	0.045
	3.748	0.043
	3.832	0.041
	3.916	0.039
	4.000	0.037

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.085 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.368
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_{qv}}{a_g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.085
$T_B \leftarrow$	0.050	0.145
$T_C \leftarrow$	0.150	0.145
	0.235	0.092
	0.320	0.068
	0.405	0.054
	0.490	0.044
	0.575	0.038
	0.660	0.033
	0.745	0.029
	0.830	0.026
	0.915	0.024
$T_D \leftarrow$	1.000	0.022
	1.094	0.018
	1.188	0.015
	1.281	0.013
	1.375	0.011
	1.469	0.010
	1.563	0.009
	1.656	0.008
	1.750	0.007
	1.844	0.006
	1.938	0.006
	2.031	0.005
	2.125	0.005
	2.219	0.004
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

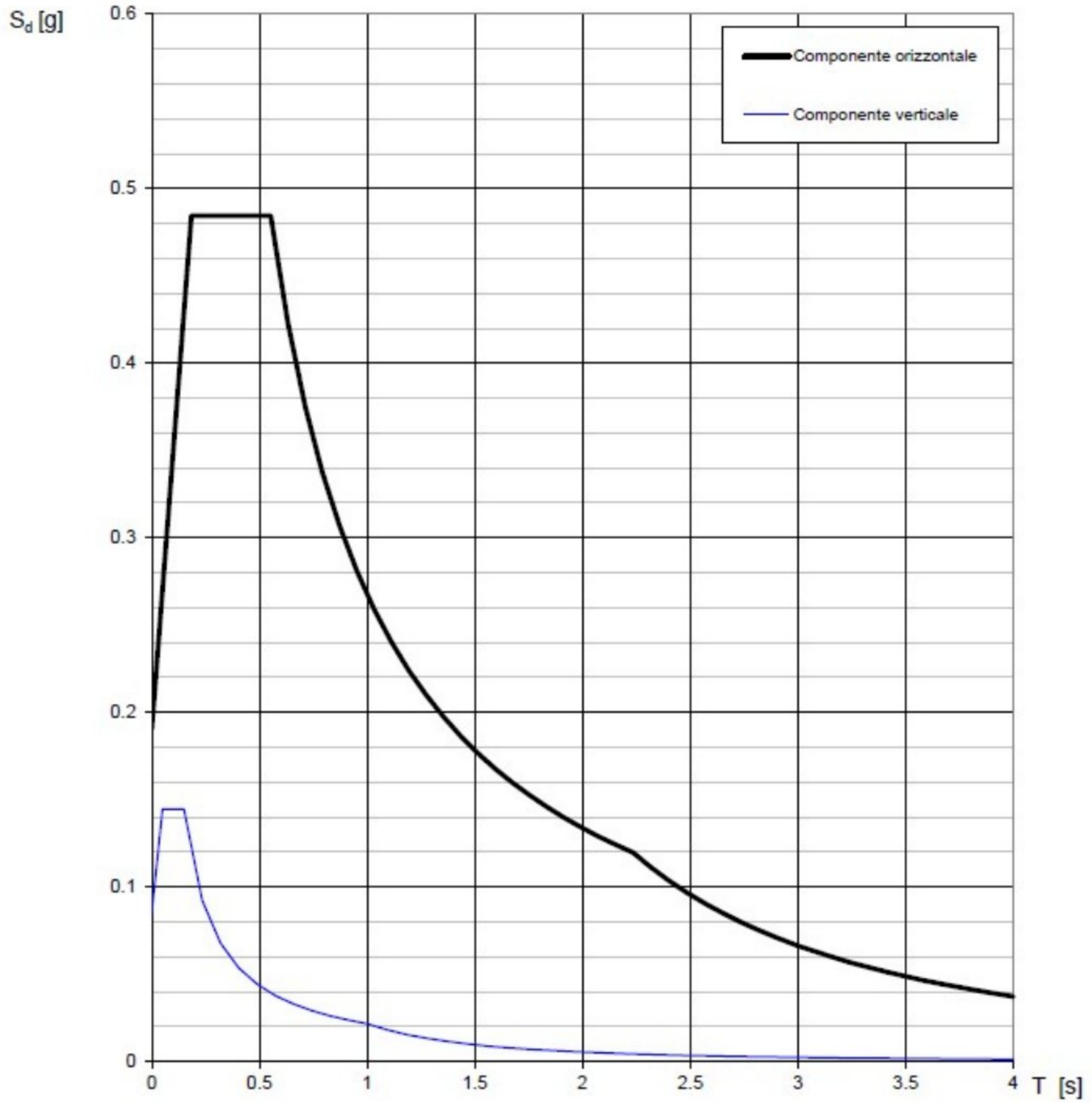


Fig. 17 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%.

6 – CONCLUSIONI

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 18), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Maschito (PZ) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.125 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

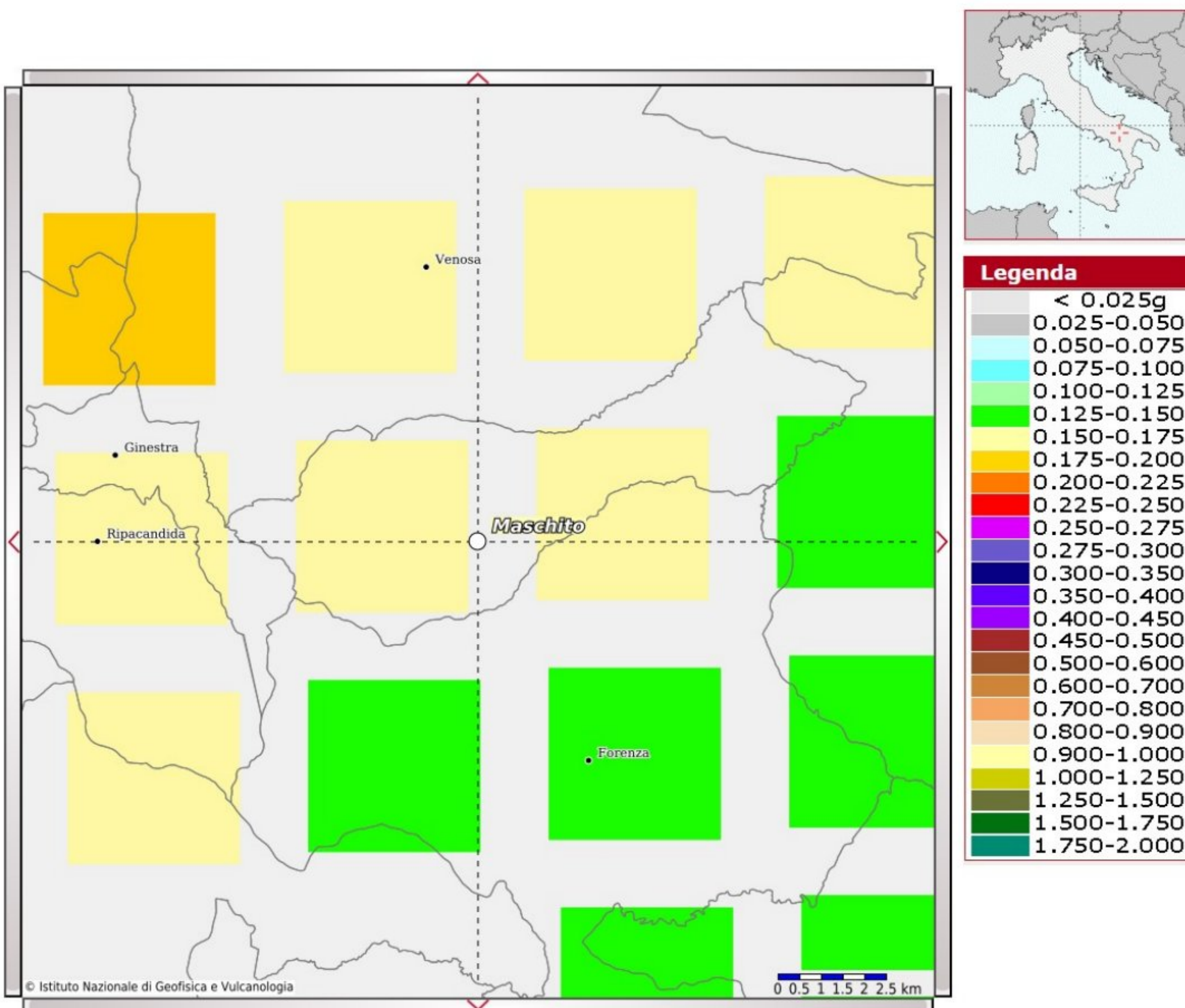


Fig. 18 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dalle indagini sismiche MASW effettuate permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di V_{Seq} calcolati pari a (Tab. 10):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-15.2}$ (m/s)</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
<i>MASW n. 1</i>	<i>[651]</i>	-
<i>MASW n. 2</i>	-	<i>[576]</i>
<i>MASW n. 3</i>	-	<i>[389]</i>

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alle prospezioni sismiche MASW effettuate.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
<i>[0.055]</i>	<i>[0.159]</i>	<i>[0.171]</i>	<i>[0.484]</i>

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nelle prospezioni sismiche MASW (Tabb. 12 – 14).

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s)
S1	0.0 – 5.2	571
S2	5.2 – 7.8	623
S3	7.8 – 15.2	733
S4	15.2 – 20.4	821
S5	20.4 – 34.7	959

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.1.

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s)
S1	0.0 – 7.8	509
S2	7.8 – 20.4	585
S3	20.4 – 34.8	648

Tab. 13 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.2.

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s)
S1	0.0 – 1.4	164
S2	1.4 – 7.9	242
S3	7.9 – 11.2	415
S4	11.2 – 20.6	510
S5	20.6 – 34.3	613

Tab. 14 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.3.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

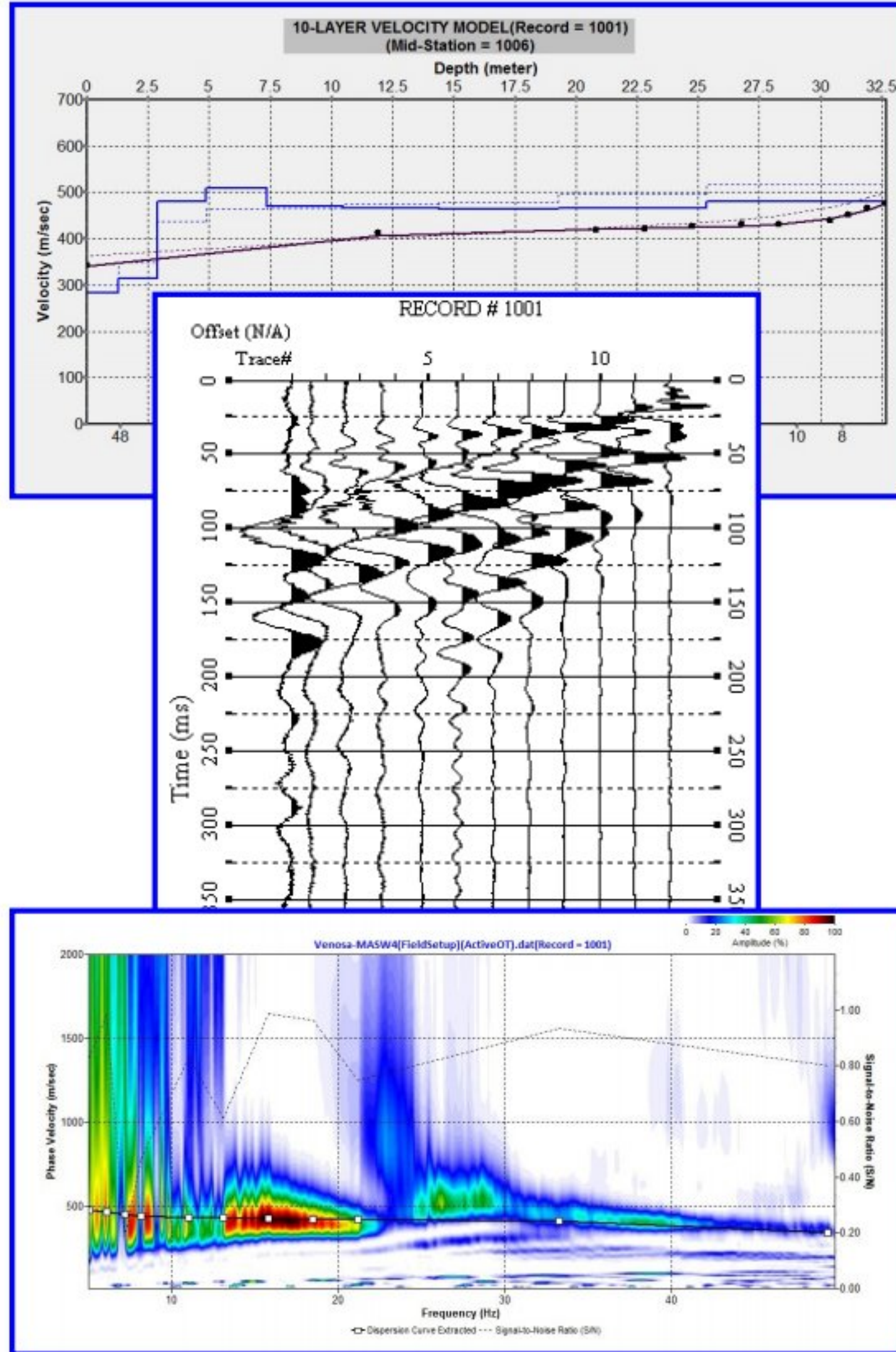
Pagani, luglio 2023

Il tecnico
 Dr. Geol. Francesco Cuccurullo




COMUNE DI VENOSA

PROVINCIA DI POTENZA



RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO INERENTE AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO.

<p><i>Il Committente</i></p> <p>I-PROJECT SRL</p>	<p><i>Il Tecnico</i></p> <p>Dr. Geol. Francesco Cucurullo</p>
<p><i>Pagani, luglio 2023</i></p>	

INDICE

1 – PREMESSA.....	3
2 - INDAGINE ESEGUITA.....	5
3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	7
4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI	10
5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	12
6 – CONCLUSIONI	21

1 – PREMESSA

Su incarico della società I-PROJECT SRL, è stata effettuata n°1 prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito inerente al progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico (coordinate geografiche WSG84 del sito 40.970817° N - 15.931150° E), nel territorio comunale di Venosa (PZ) (Figg. 1 – 2), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il sottosuolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



Fig. 1 – Prospezione sismica MASW n.4 effettuata in area progettuale.

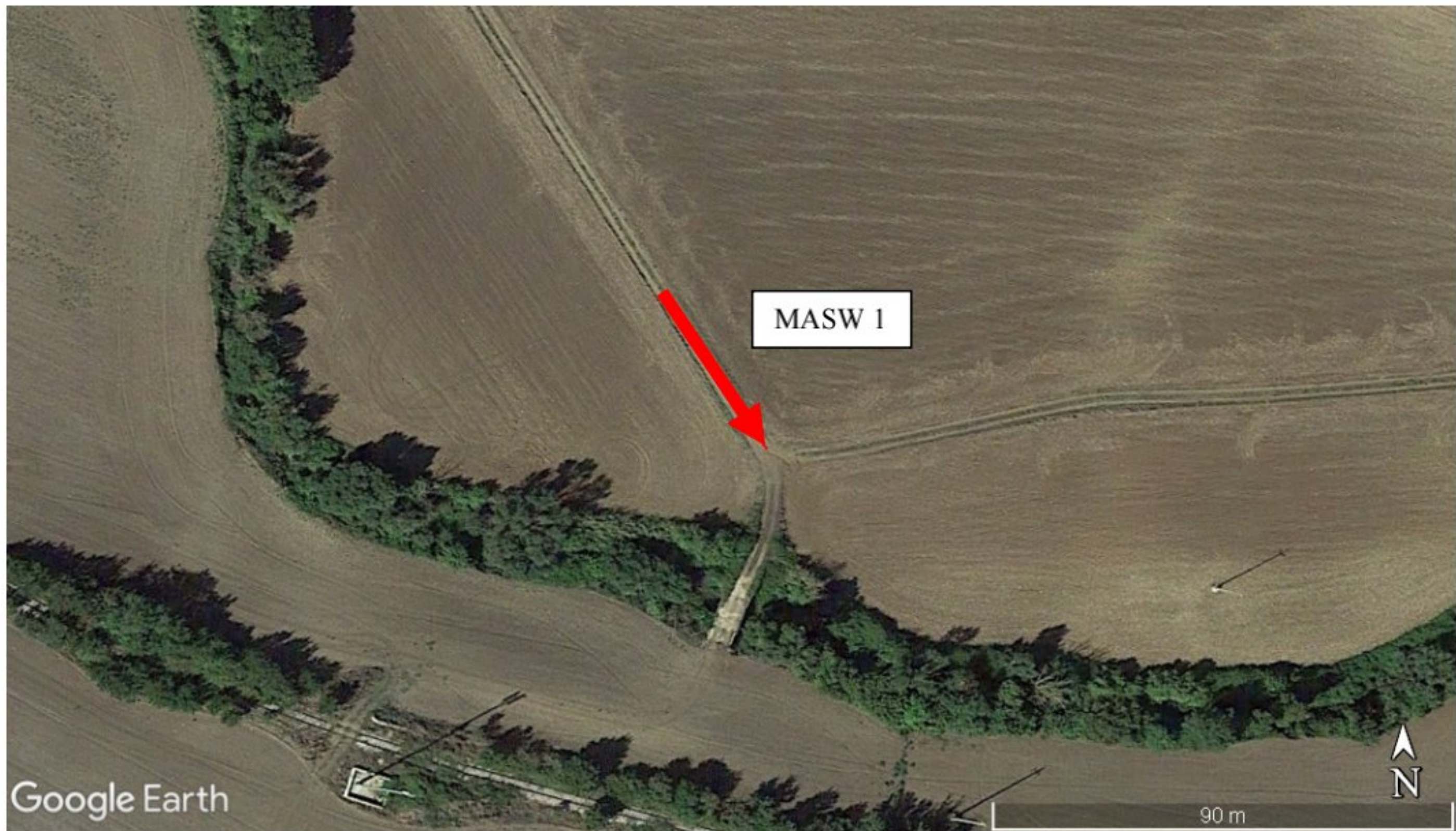


Fig. 2 – Ubicazione dello stendimento messo in opera su foto aerea.

2 - INDAGINE ESEGUITA

Al fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo nell'area oggetto di indagine, è stata eseguita una prospezione sismica MASW (Fig. 1), con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Spacing (m)</i>	<i>Offset (m)</i>
<i>MASW n.4</i>	<i>36.0</i>	<i>3.0</i>	<i>3.0</i>

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (Fig. 3) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

La sorgente è stata posizionata all'inizio dello stendimento geofonico, con offset pari a 3.0m. Le oscillazioni del sottosuolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con spacing predefinito (Fig. 1; Tab. 1). La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di 33.0m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Fig. 3 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz.

3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.488Hz$.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey.

Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono di seguito riportati (Figg. 4 – 6).

RECORD # 1001

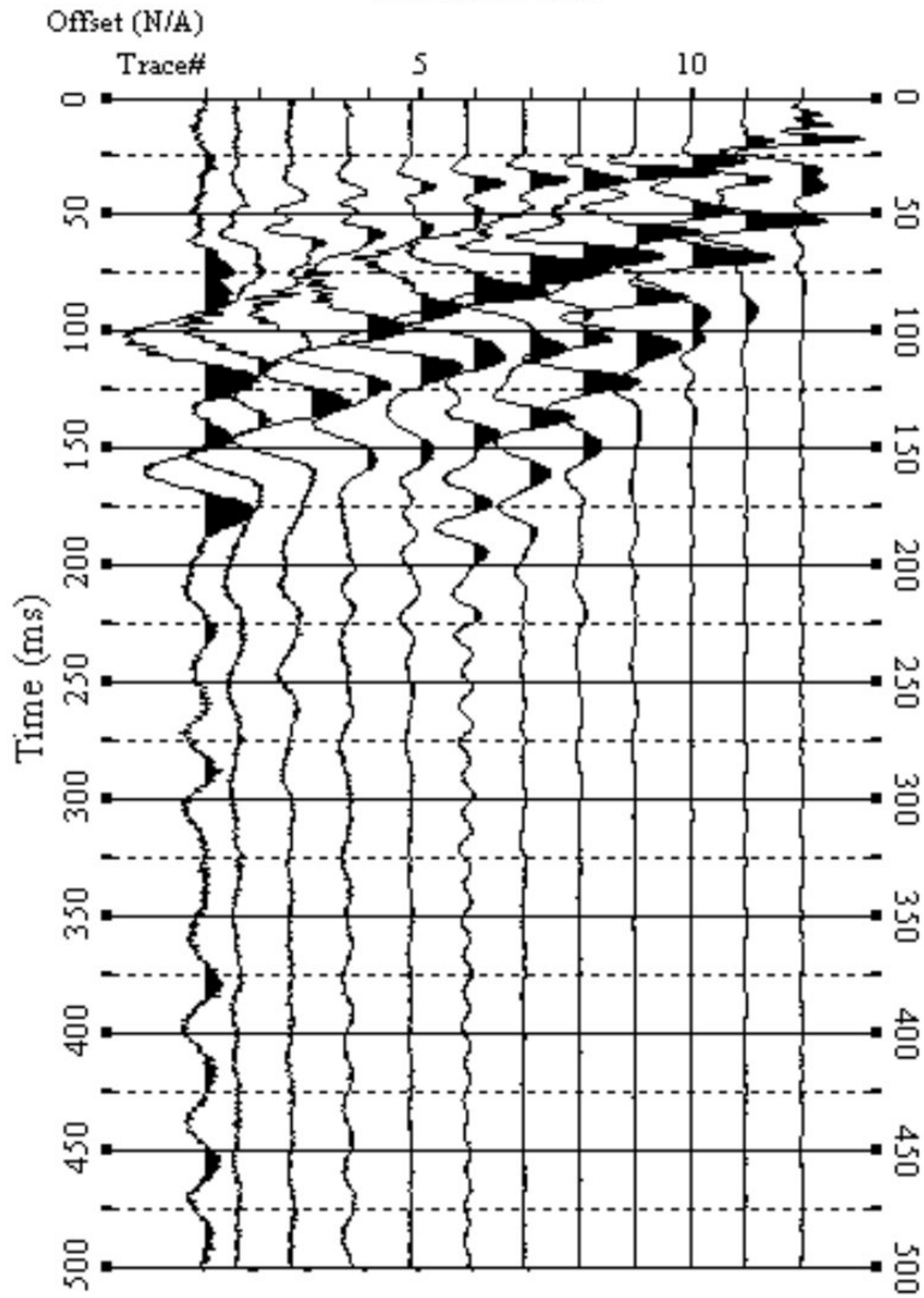


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n.4. Finestra temporale [0-500]ms.

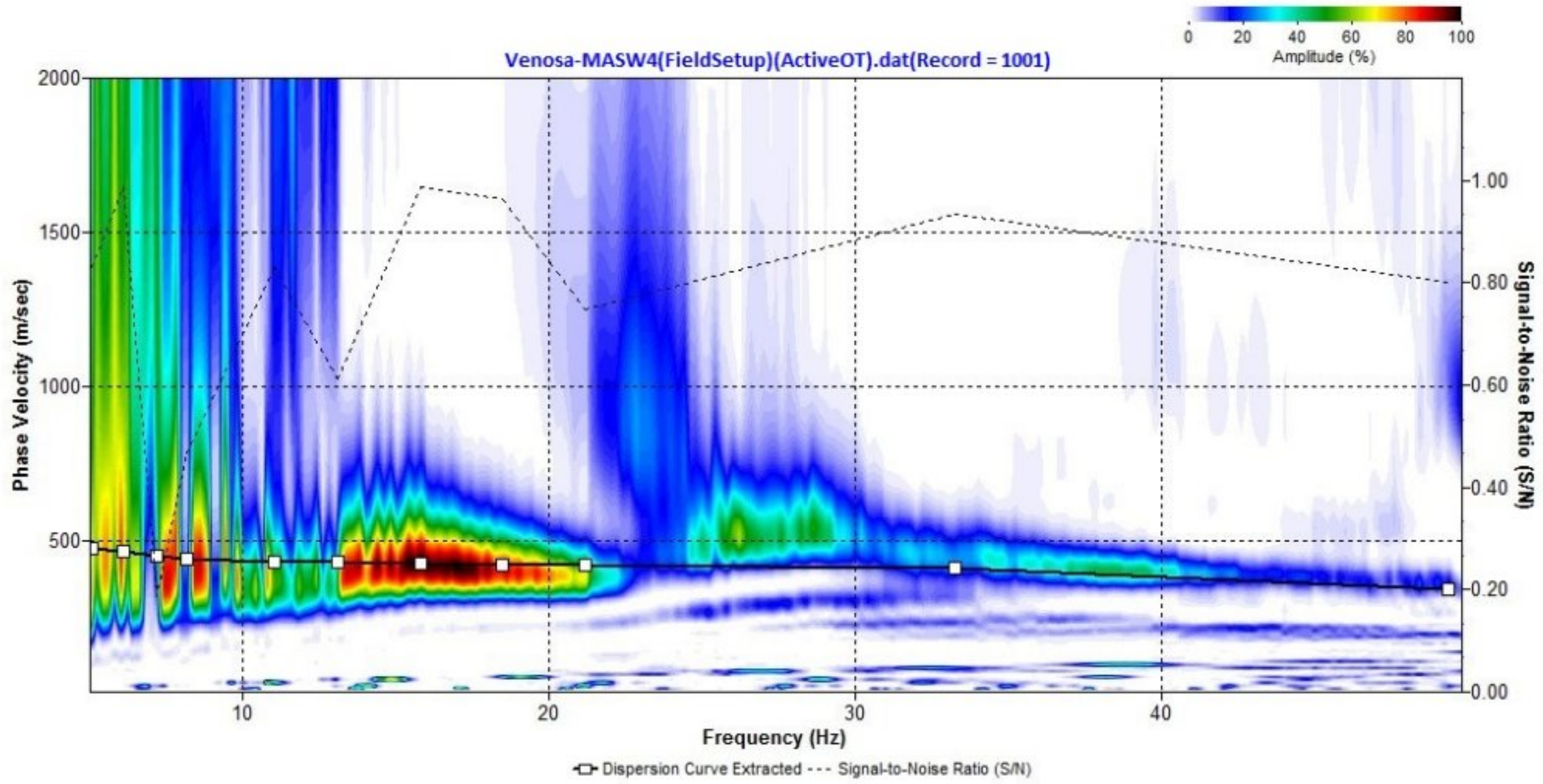


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall’indagine Sismica MASW n.4.

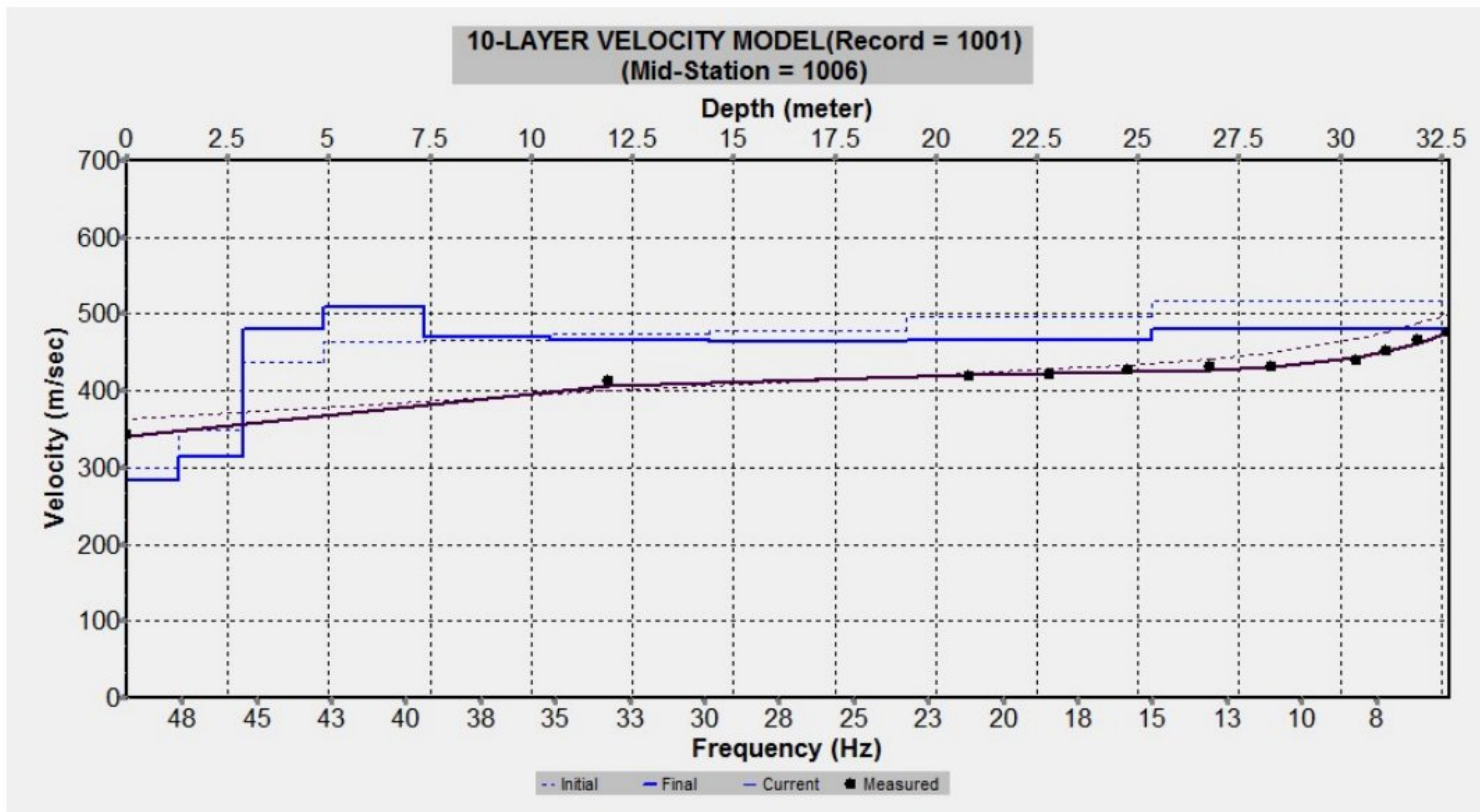


Fig. 6 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall’inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n.4.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **B** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Deposit</i> 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	<i>Deposit</i> 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	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

<i>Prospezione sismica</i>	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	<i>Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)</i>
<i>MASW n.4</i>	<i>[448]</i>	<i>B</i>

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW n.4 effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione 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.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T₁	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T₂	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T₃	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T₄	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

5 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 5; Fig. 7).

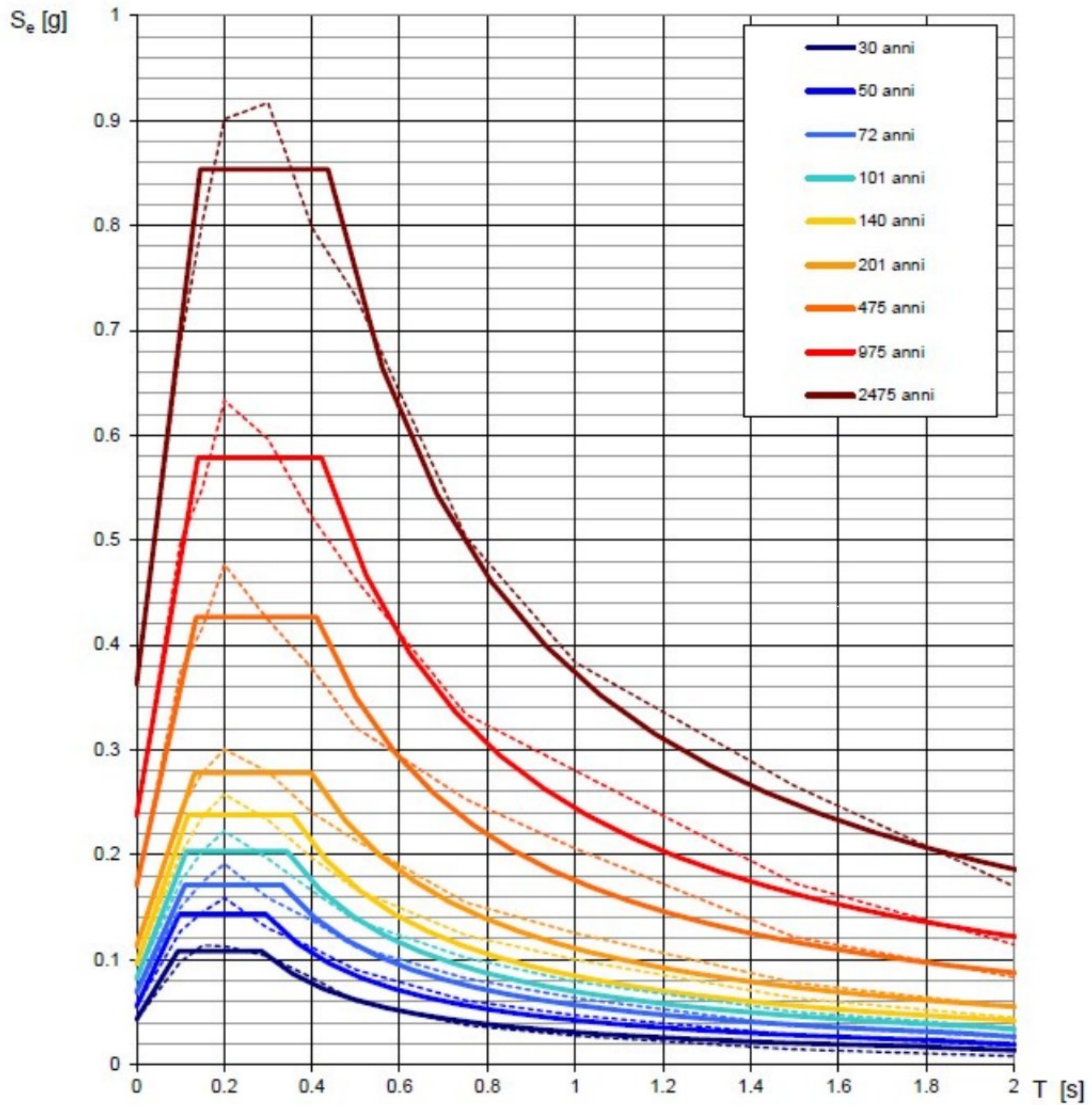
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ - Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 6 - 9; Figg. 8 - 9).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **B** - categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.931150 - LAT. 40.970817 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.043	2.506	0.285
50	0.056	2.586	0.294
72	0.069	2.489	0.332
101	0.082	2.484	0.343
140	0.096	2.490	0.355
201	0.113	2.463	0.398
475	0.171	2.501	0.411
975	0.237	2.443	0.422
2475	0.362	2.357	0.436

Tab. 5 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 7 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 15.931150 – LAT. 40.970817 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.056 g
F_0	2.584
T_c	0.295 s
S_s	1.200
C_c	1.404
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.138 s
T_C	0.414 s
T_D	1.823 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.067
$T_B \leftarrow$	0.138	0.173
$T_C \leftarrow$	0.414	0.173
	0.481	0.149
	0.548	0.131
	0.615	0.117
	0.682	0.105
	0.750	0.098
	0.817	0.088
	0.884	0.081
	0.951	0.075
	1.018	0.070
	1.085	0.066
	1.152	0.062
	1.219	0.059
	1.286	0.056
	1.354	0.053
	1.421	0.050
	1.488	0.048
	1.555	0.046
	1.622	0.044
	1.689	0.042
	1.756	0.041
$T_D \leftarrow$	1.823	0.039
	1.927	0.035
	2.031	0.032
	2.134	0.029
	2.238	0.026
	2.342	0.024
	2.445	0.022
	2.549	0.020
	2.653	0.019
	2.756	0.017
	2.860	0.016
	2.964	0.015
	3.067	0.014
	3.171	0.013
	3.274	0.012
	3.378	0.011
	3.482	0.011
	3.585	0.010
	3.689	0.010
	3.793	0.009
	3.896	0.009
	4.000	0.008

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.018 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.824
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B}\right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.018
$T_B \leftarrow$	0.050	0.031
$T_C \leftarrow$	0.150	0.031
	0.235	0.020
	0.320	0.014
	0.405	0.011
	0.490	0.009
	0.575	0.008
	0.660	0.007
	0.745	0.006
	0.830	0.006
	0.915	0.005
$T_D \leftarrow$	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.003
	1.281	0.003
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

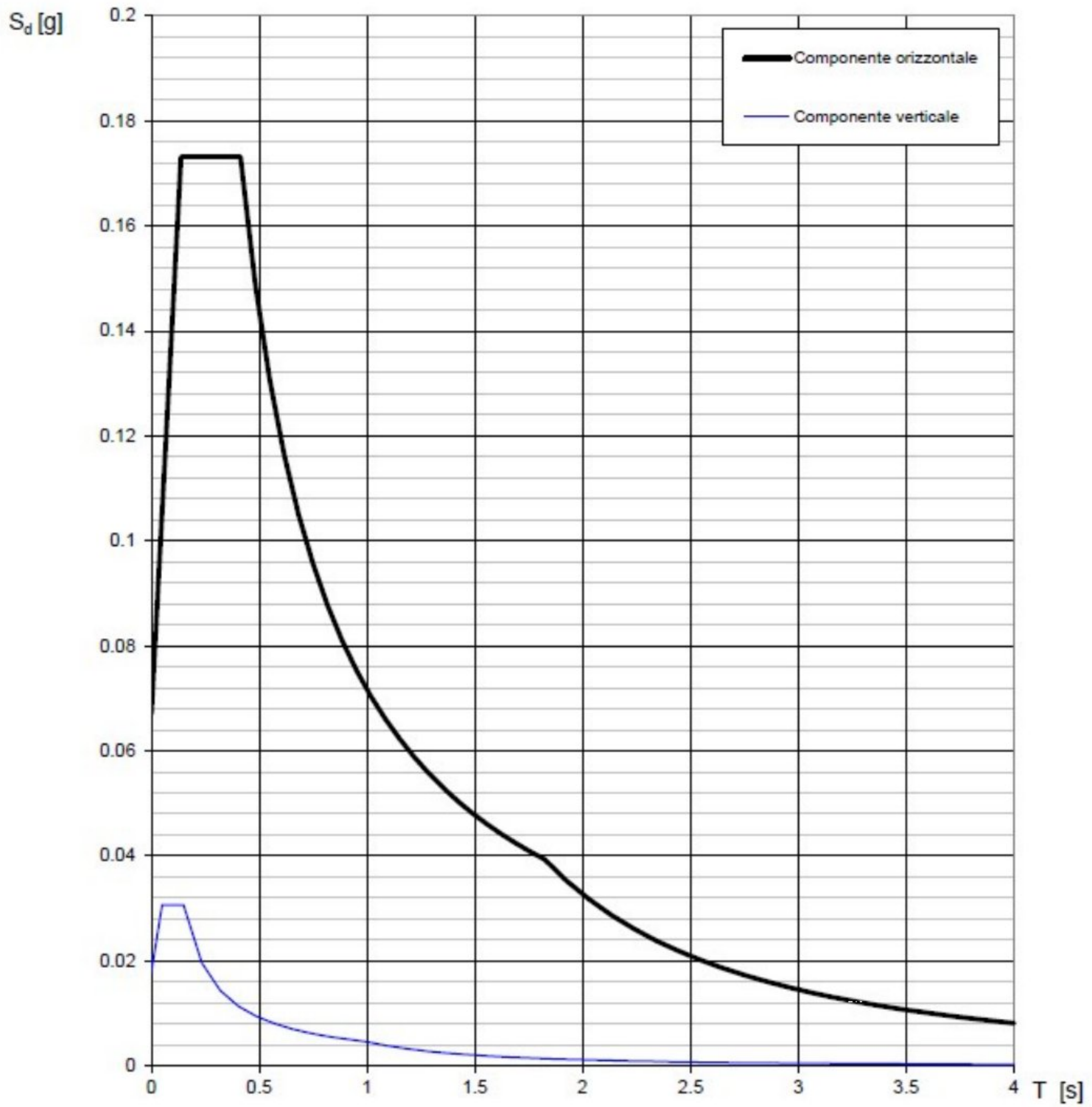


Fig. 8 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.171 g
F_0	2.501
T_C	0.411 s
S_S	1.200
C_C	1.314
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.180 s
T_C	0.540 s
T_D	2.283 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.205
$T_B \leftarrow$	0.180	0.512
$T_C \leftarrow$	0.540	0.512
	0.623	0.444
	0.706	0.392
	0.789	0.350
	0.872	0.317
	0.955	0.290
	1.038	0.266
	1.121	0.247
	1.204	0.230
	1.287	0.215
	1.370	0.202
	1.453	0.190
	1.536	0.180
	1.619	0.171
	1.702	0.162
	1.785	0.155
	1.868	0.148
	1.951	0.142
	2.034	0.136
	2.117	0.131
	2.200	0.126
$T_D \leftarrow$	2.283	0.121
	2.364	0.113
	2.446	0.105
	2.528	0.099
	2.610	0.093
	2.691	0.087
	2.773	0.082
	2.855	0.077
	2.937	0.073
	3.019	0.069
	3.100	0.066
	3.182	0.062
	3.264	0.059
	3.346	0.056
	3.428	0.054
	3.509	0.051
	3.591	0.049
	3.673	0.047
	3.755	0.045
	3.836	0.043
	3.918	0.041
	4.000	0.039

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.095 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.395
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_B}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.095
T_B ←	0.050	0.159
T_C ←	0.150	0.159
	0.235	0.101
	0.320	0.074
	0.405	0.059
	0.490	0.049
	0.575	0.041
	0.660	0.038
	0.745	0.032
	0.830	0.029
	0.915	0.028
T_D ←	1.000	0.024
	1.094	0.020
	1.188	0.017
	1.281	0.014
	1.375	0.013
	1.469	0.011
	1.563	0.010
	1.656	0.009
	1.750	0.008
	1.844	0.007
	1.938	0.006
	2.031	0.006
	2.125	0.005
	2.219	0.005
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.004
	2.594	0.004
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.003
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.001

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

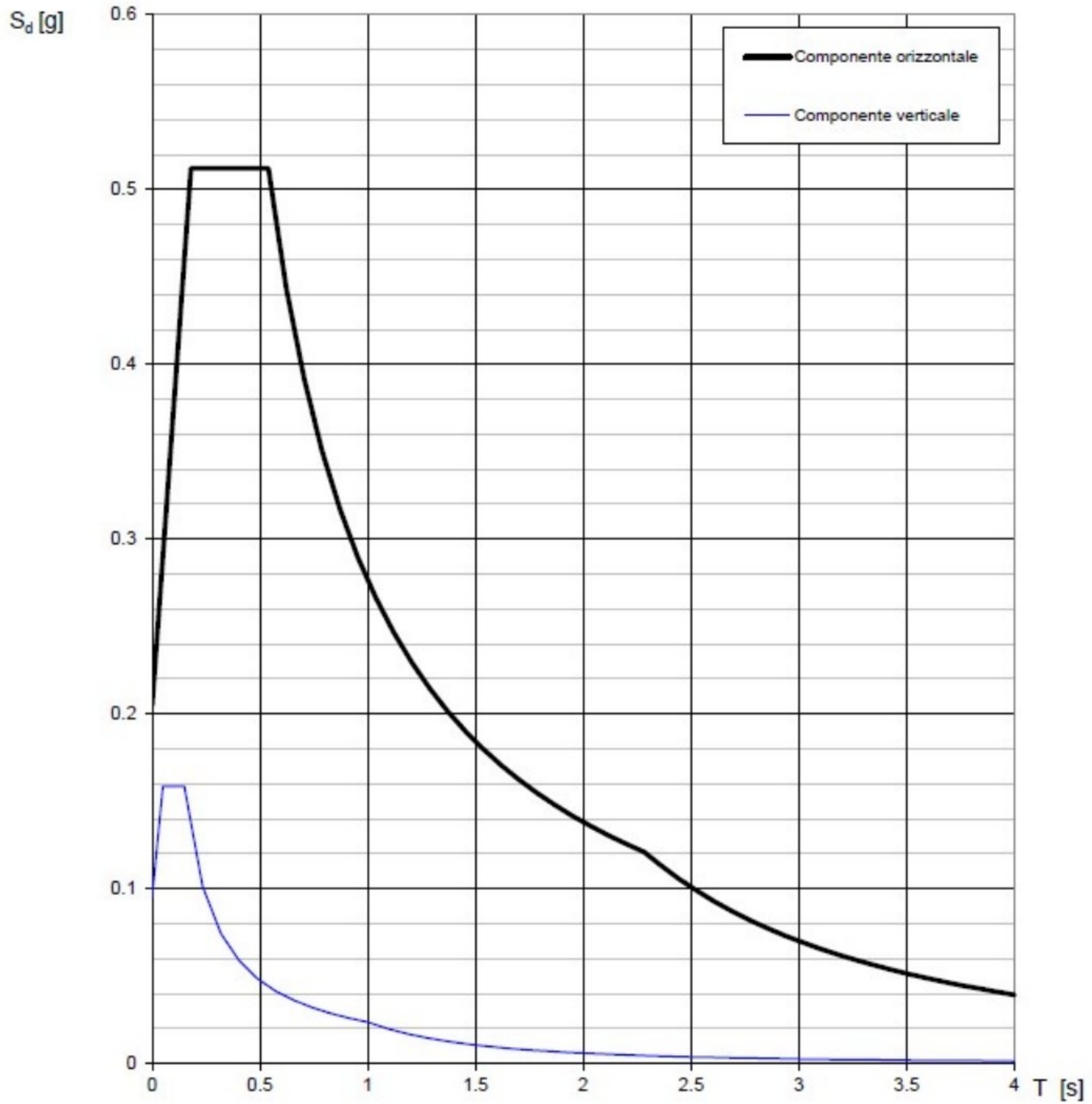


Fig. 9 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

6 – CONCLUSIONI

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 10), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Venosa (PZ) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.200 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

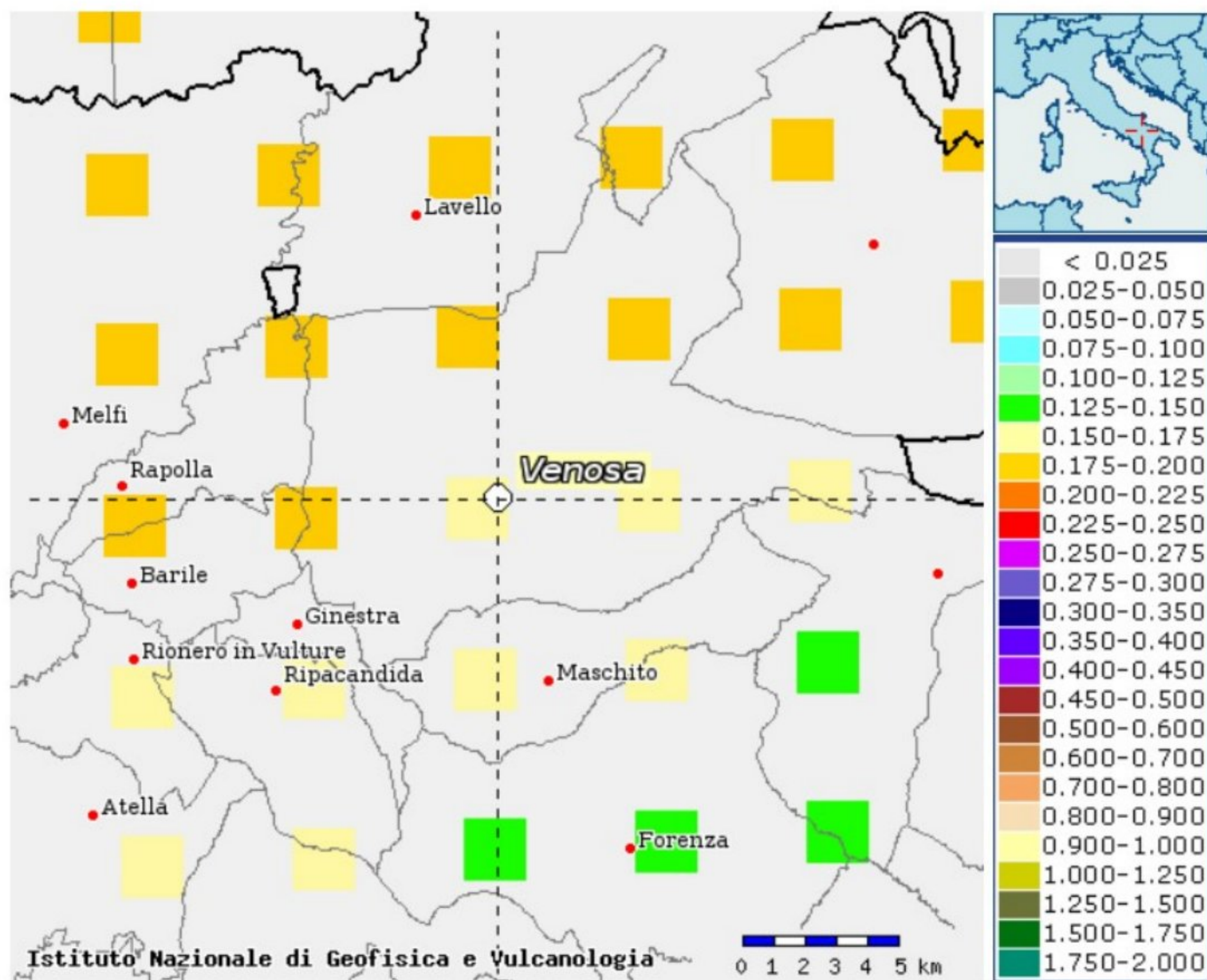


Fig. 10 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 4), con valori di $V_{S,eq}$ calcolati pari a (Tab. 10):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{S\ 0-30}$ (m/s)</i>
<i>MASW n.4</i>	<i>[448]</i>

Tab. 10 – Valori di $V_{S,eq}$ calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW n.4 effettuata.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 5).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

<i>a_g SLD</i>	<i>a_g SLV</i>	<i>S_e [g] SLD</i>	<i>S_e [g] SLV</i>
<i>[0.056]</i>	<i>[0.171]</i>	<i>[0.173]</i>	<i>[0.512]</i>

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.4 (Tab. 12).

<i>Sismostrato</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>V_S (m/s)</i>
S1	0.0 – 1.3	283
S2	1.3 – 2.9	314
S3	2.9 – 33.0	476

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW n.4.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Pagani, luglio 2023

Il tecnico
Dr. Geol. Francesco Cuccurullo



Il sottoscritto **dott. geol. Fabio Di Feo**, nato ad Eboli (SA) il 25/10/1973, residente alla via Olivella 4 di Altavilla Silentina (SA), iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n° 2314

ASSEVERA

che lo studio geologico, commissionata dalla società I-PROJECT S.r.l. con Sede Legale in Via del Vecchio Politecnico, n°9 MILANO (MI) - P.IVA 1109287960, PEC i-project@legalmail.it, Sede Operativa: Via Bisceglie, 17 - 84044 Albanella (SA) e per conto della società AME ENERGY S.r.l., finalizzata alla richiesta di realizzazione del parco agrivoltaico ubicato in Basilicata, in agro nel Comune di Maschito (PZ) in località "Orificicchio" e con opere connesse nei Comuni di Maschito (PZ), Palazzo San Gervasio (PZ), Venosa (PZ) e di Montemilone (PZ), è stata condotta nel rispetto delle norme della Legge 2/02/1974 n° 64 e s.m.i., della L.R. del 7/1/1983, del D.M. 11/03/1988 e delle ulteriori disposizioni legislative vigenti e in relazione alla nuova normativa sismica D.M. 17/01/2018.

Altavilla Silentina, luglio 2023





LPZS s.p.a. - C.C.V. - ROMA



Cognome **DI FEO**

Nome **FABIO**

nato il **25/10/1973**
(atto n. **809** P. **I** A **1973**)

EBOLI (SA)

Cittadinanza **ITALIANA**

Residenza **ALTAVILLA SILENTINA**

Via **CONTRADA OLIVELLA N. 4/A**

Stato civile **CONIUGATO**

Professione **GEOLOGO**

CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI

Statura **m. 1.73**

Capelli **CASTANI**

Occhi **CASTANI**

Segni particolari **NESSUNO**



Firma del titolare *Fabio Di FEO*

ALTAVILLA SILENTINA 29/05/2015

Impronta del dito indice sinistro

Il Sindaco
Giuseppa De Gregorio

