



Relazione geotecnica e sismica - Indagini Geofisiche

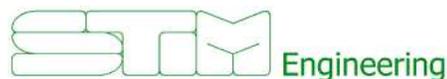
Progetto definitivo

Impianto eolico in agro di Ginosa

Comune di Ginosa (TA)

Località Corvellara e Cipolluzzo

N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
a	Prima emissione	Raffaele Sassone Ordine dei Geologi di Puglia n. 664	Raffaele Sassone Ordine dei Geologi di Puglia n. 664	Asja Ginosa	IT/EOL/E-GINO/PDF/C/RS/23a 25/11/2023 Corso Vittorio Emanuele II, 10128 Torino - Ital asja.ginosa@pec.it



STIM ENGINEERING S.r.l.
VIA GARRUBA, 3 - 70121 BARI
Tel. 080.5210232 - Fax 080.5234353
www.stimeng.it - segreteria@stimeng.it

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3. CAMPAGNA GEOGNOSTICA	10
3.1. Indagine sismica a rifrazione	11
3.1.1. Stendimento sismico AA': interpretazione dei dati	11
3.1.2. Stendimento sismico CC': interpretazione dei dati	12
3.1.3. Stendimento sismico DD': interpretazione dei dati	13
3.1.4. Stendimento sismico EE': interpretazione dei dati	14
3.1.5. Stendimento sismico FF': interpretazione dei dati	15
3.1.6. Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati	16
3.1.7. Stendimento sismico HH': interpretazione dei dati	17
3.1.8. Stendimento sismico II': interpretazione dei dati	18
3.1.9. Stendimento sismico LL': interpretazione dei dati	19
3.1.10. Stendimento sismico MM': interpretazione dei dati	20
3.1.11. Stendimento sismico NN': interpretazione dei dati	21
3.1.12. Stendimento sismico OO': interpretazione dei dati	21
3.1.13. Stendimento sismico PP': interpretazione dei dati	22
3.2. Metodo M.A.S.W.	23
3.2.1. Profilo AA'	23
3.2.2. Profilo CC'	24
3.2.3. Profilo DD'	24
3.2.4. Profilo EE'	25
3.2.5. Profilo FF'	25
3.2.6. Profilo GG'	26
3.2.7. Profilo HH'	26
3.2.8. Profilo II'	27
3.2.9. Profilo LL'	28
3.2.10. Profilo MM'	28
3.2.11. Profilo NN'	29
3.2.12. Profilo OO'	29
3.2.13. Profilo PP'	30
3.3. Caratterizzazione elasto-meccanica dei terreni di fondazione	30
4. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	34
5. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	35
5.1. Categoria di sottosuolo	35
5.2. Categoria topografica	36
6. MODELLAZIONE GEOTECNICA	37
7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	40
8. STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	41

9. CONCLUSIONI **43**

ALLEGATO 1: REPORT INDAGINI GEOFISICHE

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000	2
Figura 1.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000	3
Figura 1.3 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000	4
Figura 1.4 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000	5
Figura 1.5 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000	6
Figura 1.6 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000	7
Figura 1.7 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000	8
Figura 3.1- Corografia delle prospezioni geofisiche	11
Figura 3.2 - Interpretazione sezione tomografica del profilo AA'	12
Figura 3.3 - Interpretazione sezione tomografica del profilo CC'	13
Figura 3.4 - Interpretazione sezione tomografica del profilo DD'	14
Figura 3.5 - Interpretazione sezione tomografica del profilo EE'	15
Figura 3.6 - Interpretazione sezione tomografica del profilo FF'	16
Figura 3.7 - Interpretazione sezione tomografica del profilo GG'	17
Figura 3.8 - Interpretazione sezione tomografica del profilo HH'	18
Figura 3.9 - Interpretazione sezione tomografica del profilo II'	19
Figura 3.10 - Interpretazione sezione tomografica del profilo LL'	19
Figura 3.11 - Interpretazione sezione tomografica del profilo MM'	20
Figura 3.12 - Interpretazione sezione tomografica del profilo NN'	21
Figura 3.13 - Interpretazione sezione tomografica del profilo OO'	22
Figura 3.14 - Interpretazione sezione tomografica del profilo PP'	22

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.1 - Inquadramento catastale dei punti macchina di progetto e coordinate.....	1
Tabella 3.1 – Ubicazione stendimenti sismici.....	10
Tabella 3.2 - Valori di riferimento	23
Tabella 3.3 - Risultati finali	23
Tabella 3.4 - Valori di riferimento	24
Tabella 3.5 - Risultati finali	24
Tabella 3.6 - Valori di riferimento	24
Tabella 3.7 - Risultati finali	25
Tabella 3.8 - Valori di riferimento	25
Tabella 3.9 - Risultati finali	25
Tabella 3.10 - Valori di riferimento	25
Tabella 3.11 - Risultati finali	26
Tabella 3.12 - Valori di riferimento	26
Tabella 3.13 - Risultati finali	26
Tabella 3.14 - Valori di riferimento	26
Tabella 3.15 - Risultati finali	27
Tabella 3.16 - Valori di riferimento	27
Tabella 3.17 - Risultati finali	27
Tabella 3.18 - Valori di riferimento	28
Tabella 3.19 - Risultati finali	28
Tabella 3.20 - Valori di riferimento	28
Tabella 3.21 - Risultati finali	29
Tabella 3.22 - Valori di riferimento	29
Tabella 3.23 - Risultati finali	29
Tabella 3.24 - Valori di riferimento	29
Tabella 3.25 - Risultati finali	30
Tabella 3.26 - Valori di riferimento	30
Tabella 3.27 - Risultati finali	30
Tabella 3.28 - Sezione AA'	31
Tabella 3.29 - Sezione CC'	31
Tabella 3.30 - Sezione DD'	31
Tabella 3.31 - Sezione EE'	31
Tabella 3.32 - Sezione FF'	32
Tabella 3.33 - Sezione GG'	32
Tabella 3.34 - Sezione HH'	32
Tabella 3.35 - Sezione II'	32

Tabella 3.36 - Sezione LL'	32
Tabella 3.37 - Sezione MM'	33
Tabella 3.38 - Sezione NN'	33
Tabella 3.39 - Sezione OO'	33
Tabella 3.40 - Sezione PP'	33
Tabella 4.1 – Modello geologico del sottosuolo.....	34
Tabella 5.1 - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.....	35
Tabella 5.2 – Categorie di sottosuolo ricavate per l'area in studio	36
Tabella 5.3 - Categorie topografiche	36
Tabella 6.1 - Parametri geotecnici dei depositi sabbiosi (da -2,00 m a -7,00 m dal p.c.)	38
Tabella 6.2 - Parametri geotecnici dei depositi sabbiosi con livelli cementati (da -7,00 m a -12,00 m dal p.c.)	39
Tabella 7.1 - Modellazione sismica del sottosuolo	40

INDICE DELLE VOCI

PAI	Piano Stralcio Assetto Idrogeologico
IGM	Istituto Geografico Militare
CTR	Carta Tecnica Regionale
P.P.T.R.	Piano Paesaggistico Regionale
P.T.A.	Piano di Tutela delle Acque
MASW	Multi-channel Analysis of Surface Waves

1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica costituisce parte integrante della proposta progettuale, avanzata dalla società ASJA Ginosa con sede in Corso Vittorio Emanuele II, 6, Torino, promotrice del progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica con potenza di 79,2 MW ubicato nel comune di Ginosa (TA), composto da n° 12 WTG di potenza unitaria pari a 6,6 MW (Figura 1.1, Figura 1.2, Figura 1.3, Figura 1.4, Figura 1.5, Figura 1.6, Figura 1.7).

Come da STMG ricevuta per la pratica 202204253, la consegna alla rete elettrica nazionale dell'energia prodotta avverrà mediante collegamento in antenna a 30 kV su una futura SE Terna 150/30 kV da inserire in entrata-uscita alla linea RTN a 150 kV "CP Castellaneta – AQP Ginosa All. – CP Laterza".

L'impianto proposto, destinato alla produzione industriale di energia elettrica mediante lo sfruttamento della fonte rinnovabile eolica, prevede l'installazione di:

- n.12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,6 MW, per una potenza d'impianto complessiva pari a $P=79,2$ MW. Gli aerogeneratori avranno ciascuno diametro del rotore pari a 170 m, saranno installati su torre tubolare di altezza massima pari a 135 m per una altezza complessiva al tip di 220 metri;
- l'installazione e messa in opera, in conformità alle indicazioni fornite da TERNA SpA, gestore della RTN, e delle normative di settore di cavi interrati a 30 kV di interconnessione tra gli aerogeneratori e di connessione degli aerogeneratori alla SE TERNA 30/150 kV e delle cabine di sezionamento necessarie;

il tutto posizionato come da elaborati grafici allegati al presente progetto.

Nella Tabella 1.1 si riporta l'inquadramento catastale dei punti macchina di progetto e le coordinate:

Tabella 1.1 - Inquadramento catastale dei punti macchina di progetto e coordinate

WTG	COMUNE	Fg.	Part.	Cord. X	Cord. Y
WTG 1	GINOSA	99	146	655367.08	4490274.3
WTG 2	GINOSA	99	133	655483.54	4489608.58
WTG 3	GINOSA	99	38	654627.03	4489938.67
WTG 4	GINOSA	94	181	653433.5	4489410.22
WTG 5	GINOSA	98	167	654721.54	4488900.76
WTG 6	GINOSA	97	176	653959.66	4488387.84
WTG 7	GINOSA	97	166	653532.79	4488097.53
WTG 8	GINOSA	105	15	652442.98	4487136.97
WTG 9	GINOSA	105	4	651876.54	4487024.13
WTG 10	GINOSA	105	215	651926.4	4486171.28
WTG 11	GINOSA	105	195	652526.8	4486385.03
WTG 12	GINOSA	106	74	652665.87	4485685.85

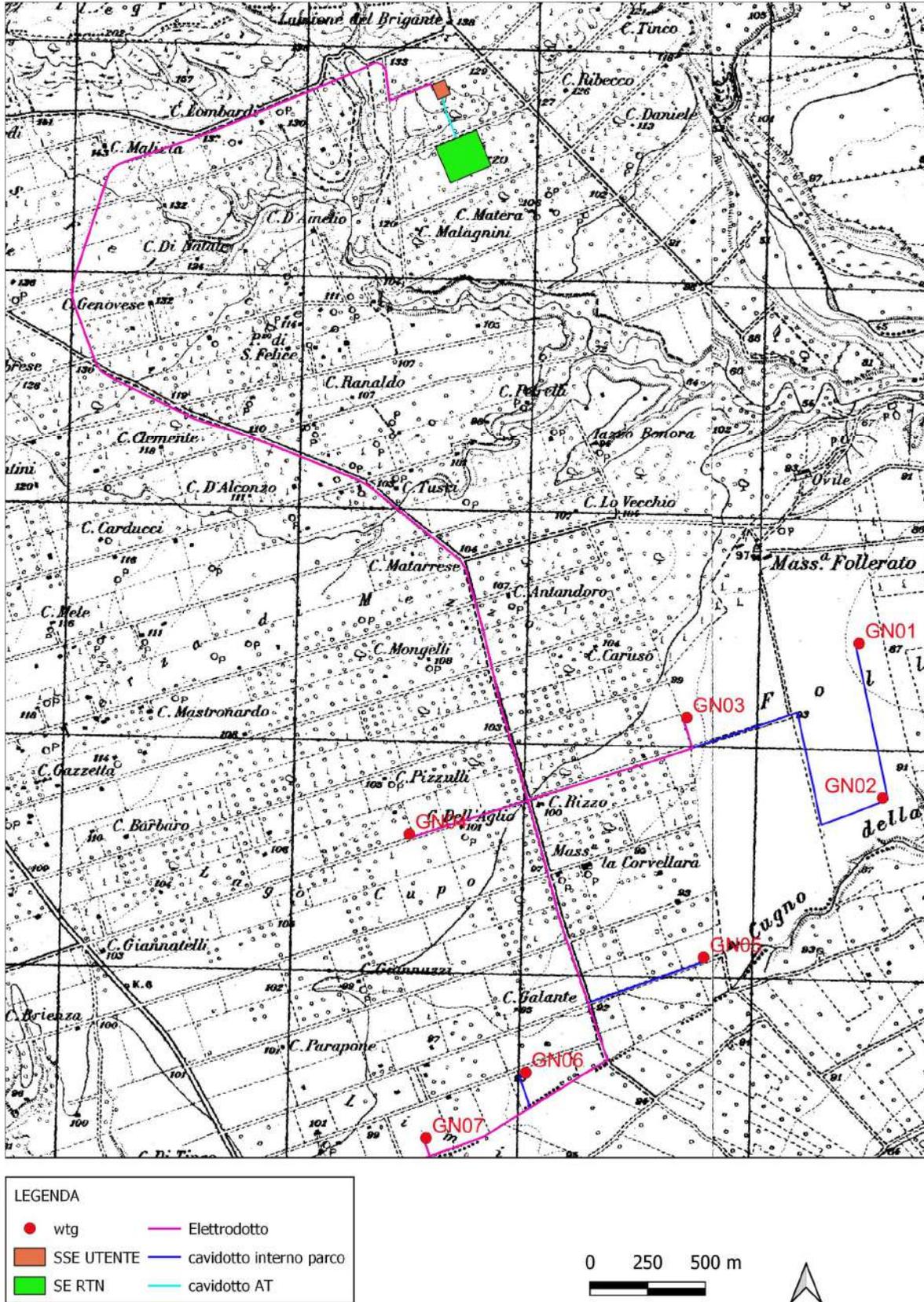
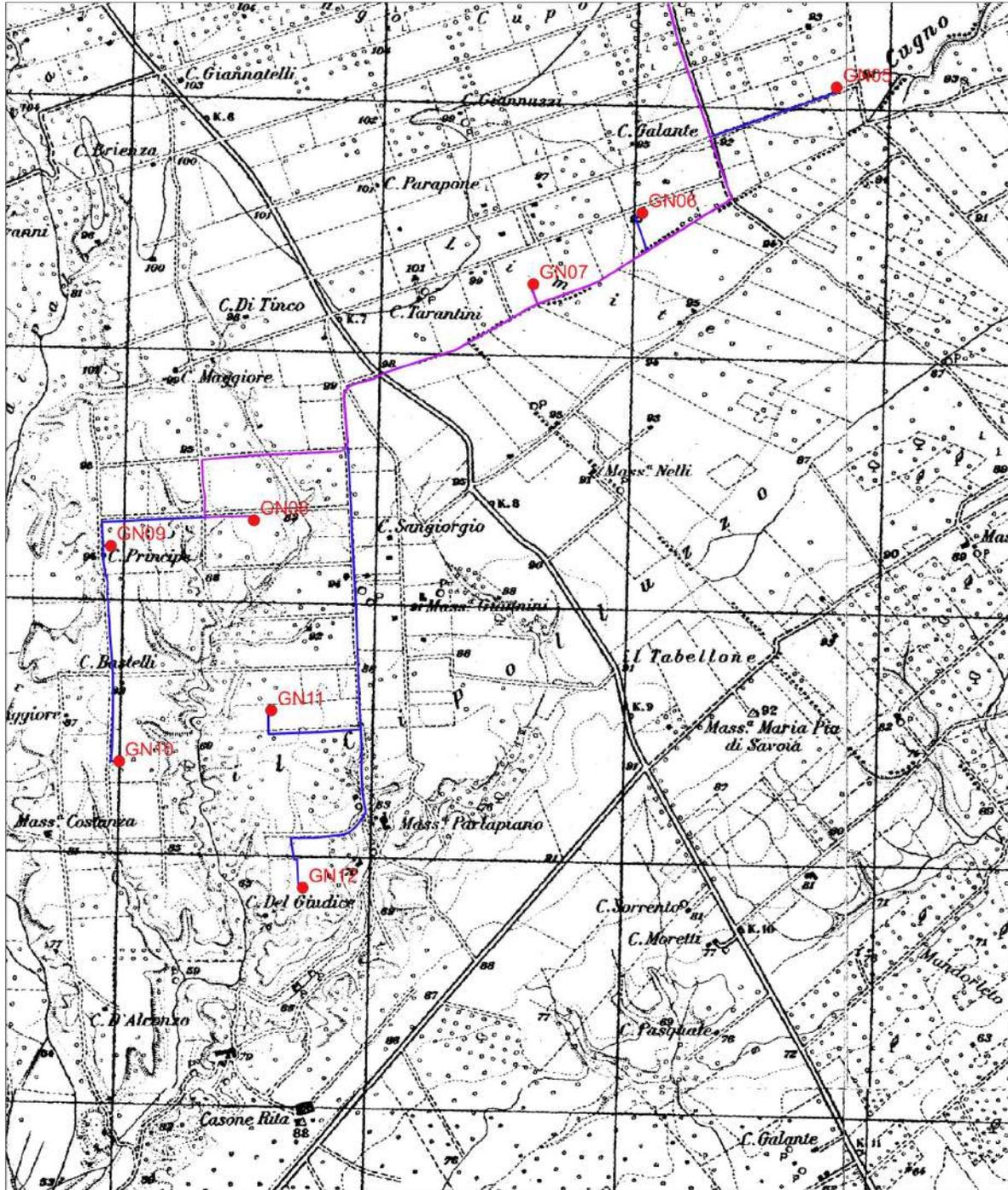


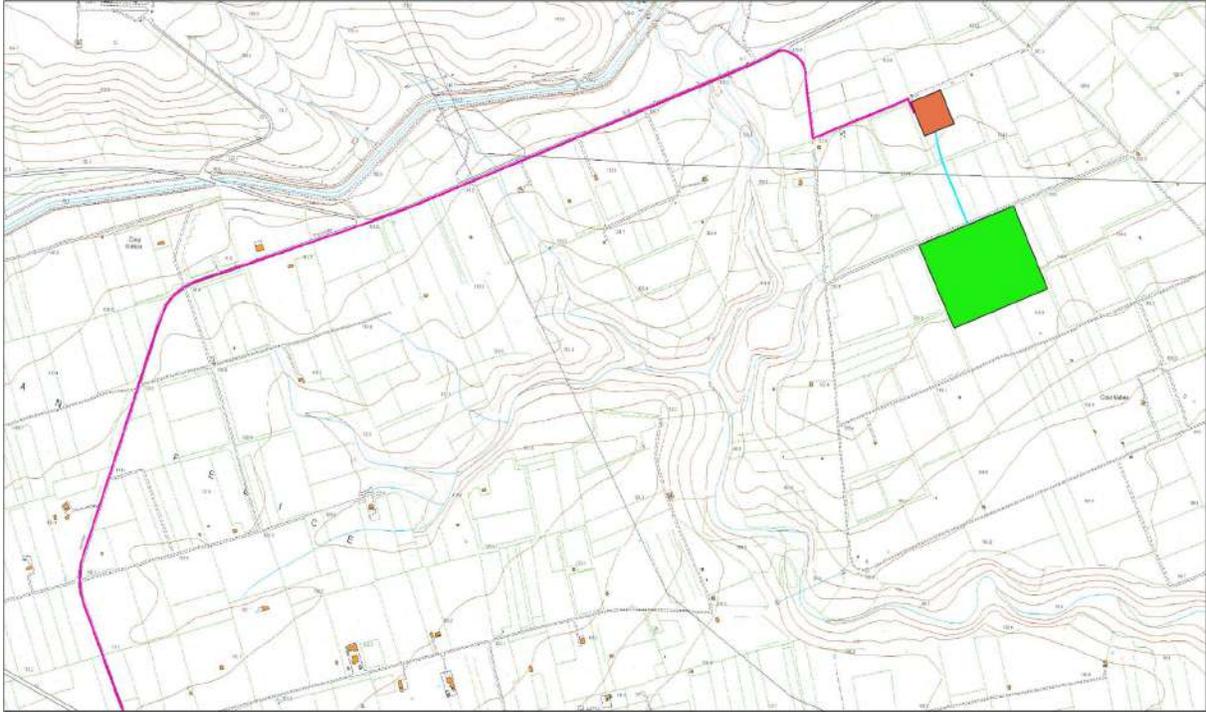
Figura 1.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000



LEGENDA

● WTG E-GINO	— Cavidotto interno parco
■ SSE UTENTE	— Cavidotto AT
■ SE RTN	■ Cabine di sezionamento
— Elettrodotto	

Figura 1.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000



LEGENDA	
● wtg	— Elettrodotta
■ SSE UTENTE	— cavidotto interno parco
■ SE RTN	— cavidotto AT



Figura 1.3 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000

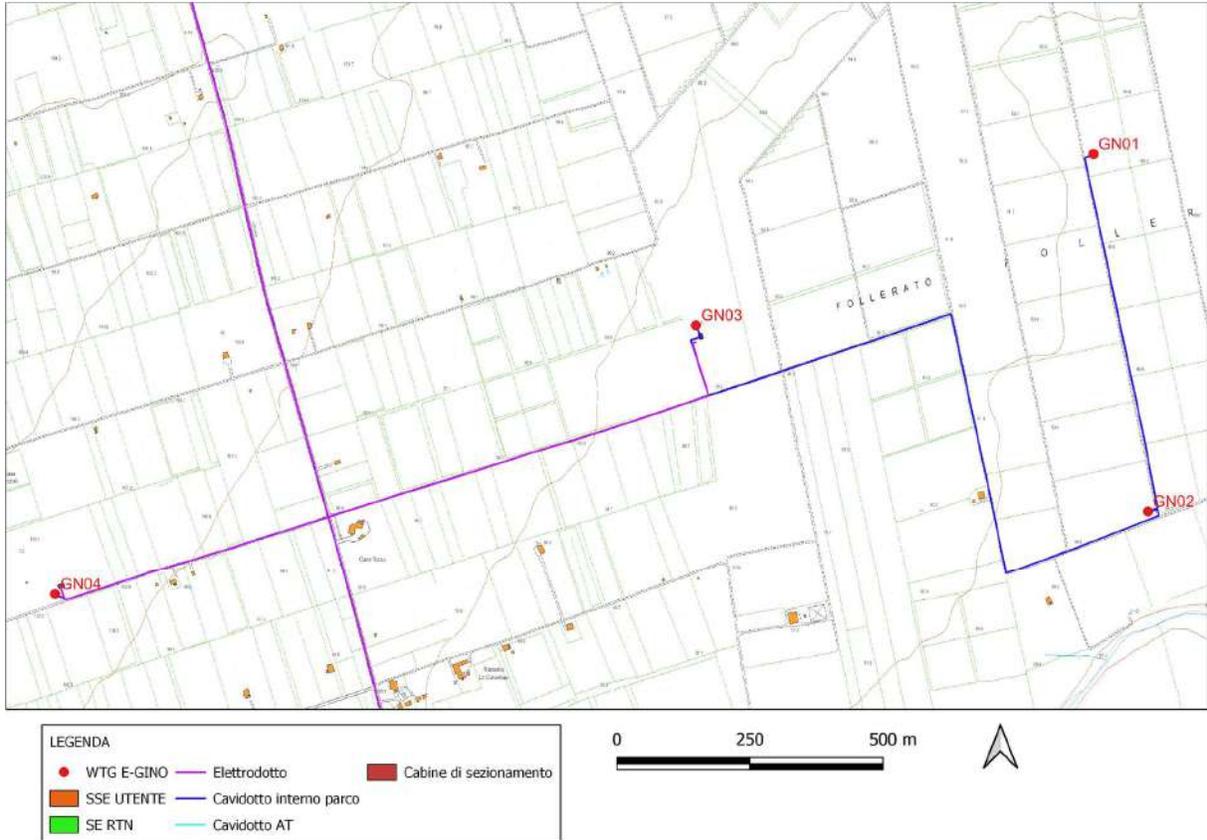


Figura 1.4 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000

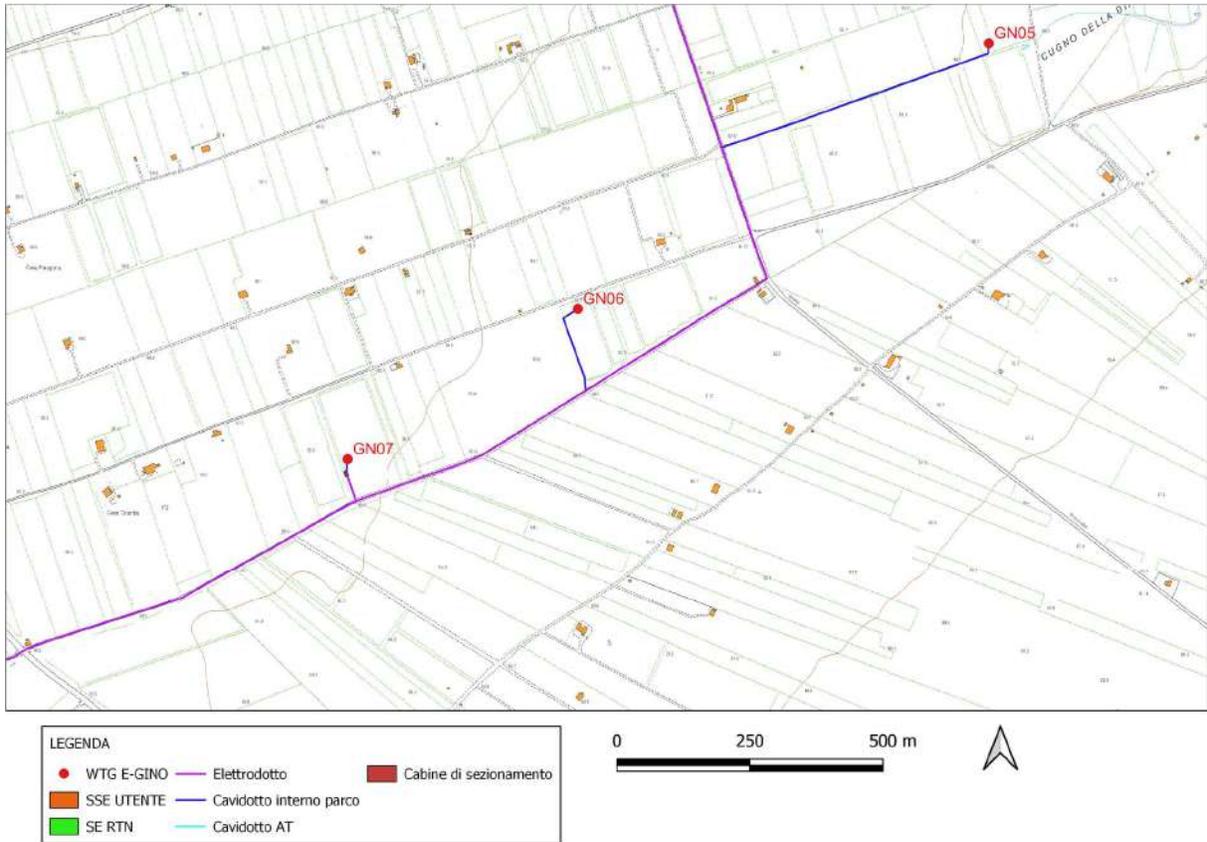


Figura 1.5 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000

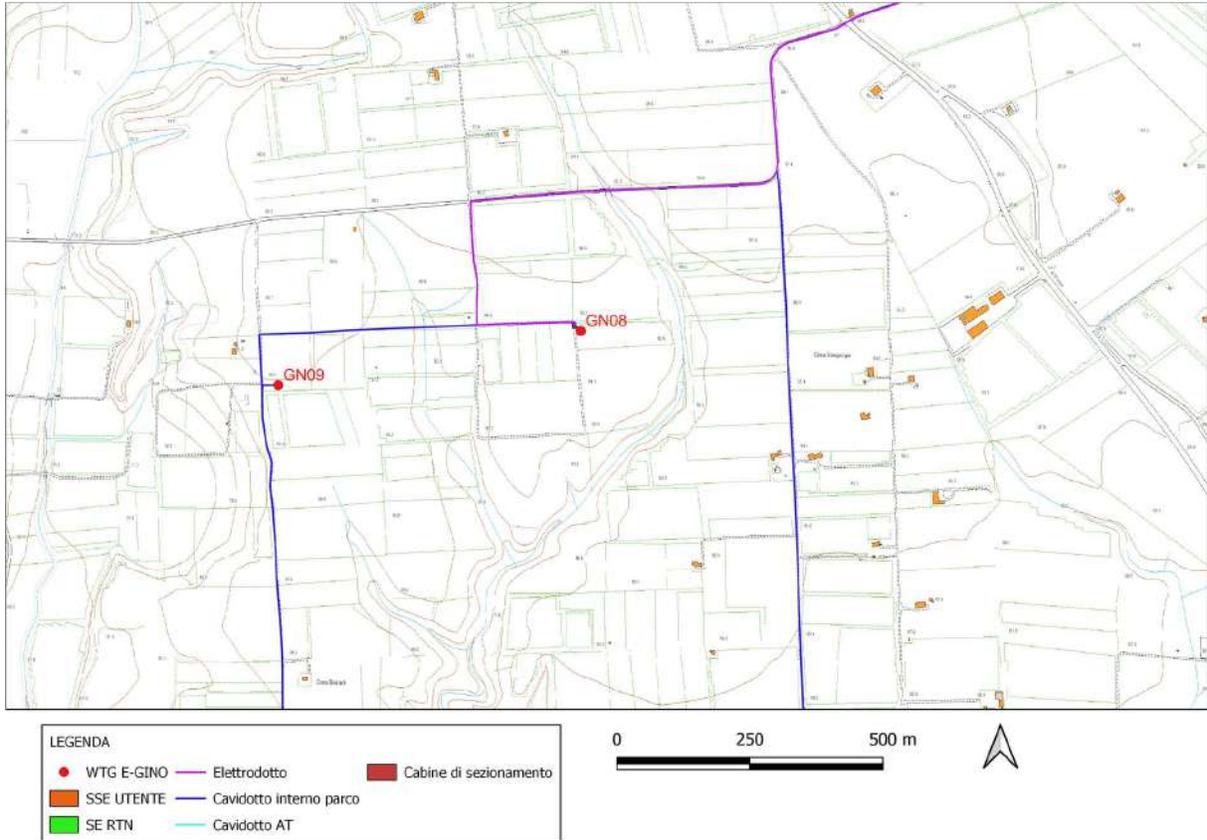


Figura 1.6 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000

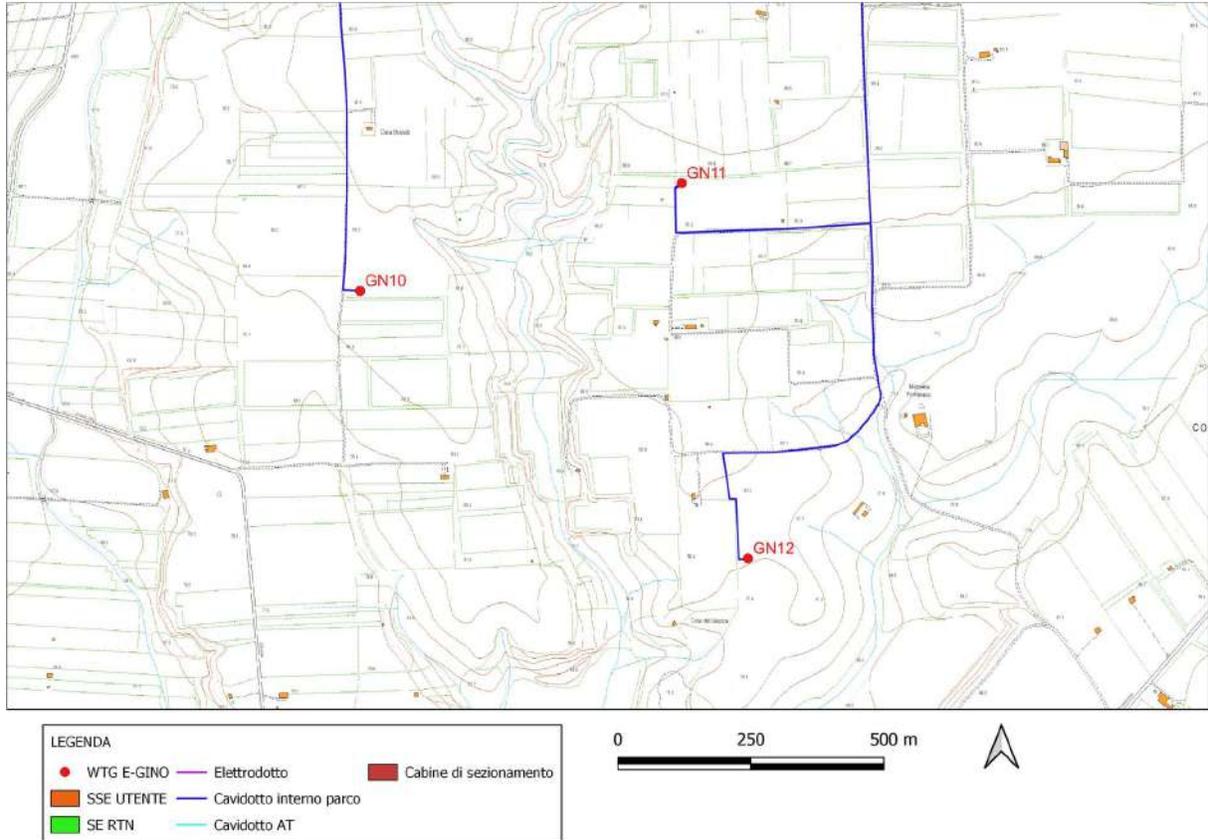


Figura 1.7 - ubicazione impianto eolico su stralcio CTR scala 1:10000

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M.LL.PP. del 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 9 Gennaio 1996: Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.: Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.
- Eurocodice 7 Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- Eurocodice 8 Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni 2018: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (GU n.35 del 11.02.2019 Suppl. Ordinario n. 5) Vigente dal: 11 2 2019.

3. CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Nell'ambito dello studio geologico per il progetto di realizzazione di un impianto eolico in agro di Ginosa (TA), sono state eseguite (cfr. allegato 1):

- n.13 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: AA'-CC'-DD'-EE'-FF'-GG'-HH'-II'-LL'-MM'-NN'-OO'-PP');
- n.13 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channelAnalysis of SurfaceWaves) sulle stesse tracce dei rilievi sismici a rifrazione, al fine di ottenere il profilo verticale delle onde S (V_s) nella posizione baricentrica.

In Tabella 3.1 è riportato nell'elenco delle attività svolte e in Figura 3.1 vengono indicate le posizioni delle prospezioni geofisiche.

Tabella 3.1 – Ubicazione stendimenti sismici

Sismica	Impianto
AA'	SSE
CC'	GN01
DD'	GN02
EE'	GN03
FF'	GN05
GG'	GN06
HH'	GN07
II'	GN09
LL'	GN08
MM'	GN10
NN'	GN11
OO'	GN12
PP'	GN04

La prospezione sismica di tipo MASW ha consentito la caratterizzazione sismica del terreno di fondazione attraverso il calcolo della V_{seq} , come richiede la normativa vigente.

Inoltre, mediante l'indagine sismica a rifrazione è stato possibile determinare le caratteristiche dinamiche dei litotipi investigati e i relativi moduli elastici, nonché definire in maniera più precisa le caratteristiche sismostratigrafiche sub-superficiali.

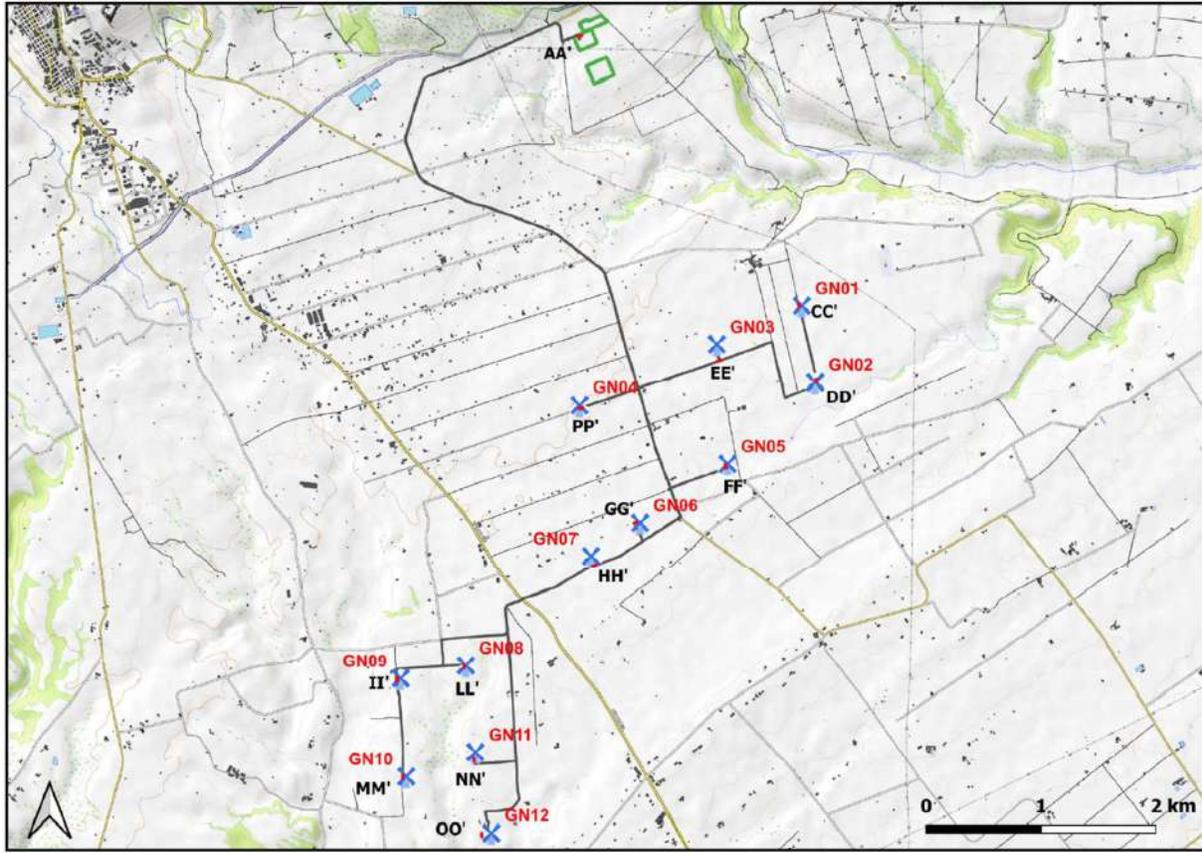


Figura 3.1- Corografia delle prospezioni geofisiche

Nei paragrafi successivi si sintetizzano i risultati ottenuti in campo. Per maggiori informazioni si rimanda al report allegato alla presente relazione.

3.1. Indagine sismica a rifrazione

La prospezione sismica è un'indagine indiretta, che si occupa dell'esplorazione del sottosuolo attraverso lo studio della propagazione di onde elastiche generate in superficie. Tali perturbazioni sono generalmente provocate da vibrazioni impresse al terreno con mezzi meccanici o da esplosioni. Le discontinuità ricercate mediante la prospezione sono di natura fisico-elastica e pertanto la ricostruzione della geometria e natura del sottosuolo possono essere legate sia a reali variazioni litologiche sia a variazioni rinvenibili nell'ambito di uno stesso litotipo.

3.1.1. Stendimento sismico AA': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione AA' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice

orientata N.NE/S.SW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

A – 653448.61 – 4492631.75

A' – 653426.59 - 4492622.21

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.2 (sezione sismostratigrafica).

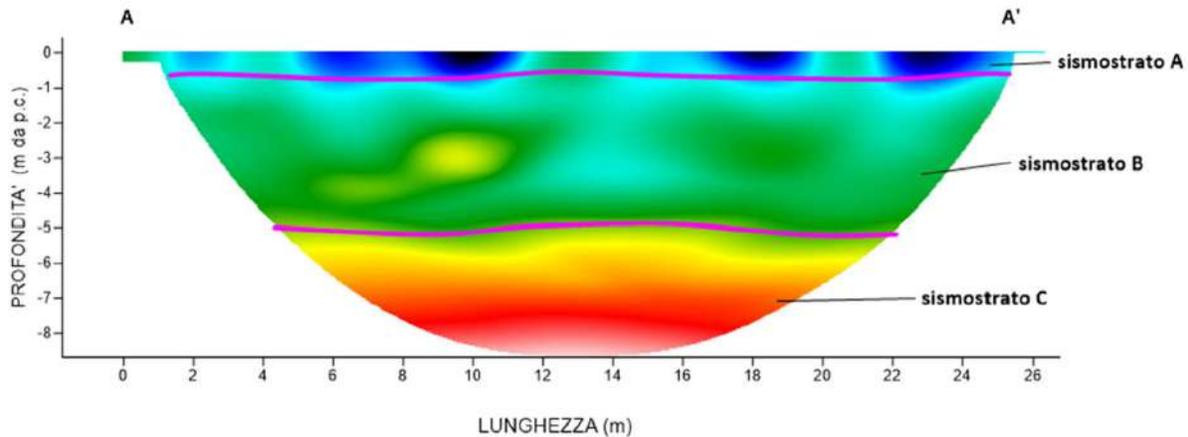


Figura 3.2 - Interpretazione sezione tomografica del profilo AA'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1200 m/s alla profondità compresa tra 4 e 6 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1200 m/s e arrivano a circa 2000 m/s alla profondità indagata, di circa 9 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

3.1.2. Stendimento sismico CC': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione CC' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

C – 655338.78 – 4490302.78

C' - 655344.29 – 4490279.42

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.3 (sezione sismostratigrafica).

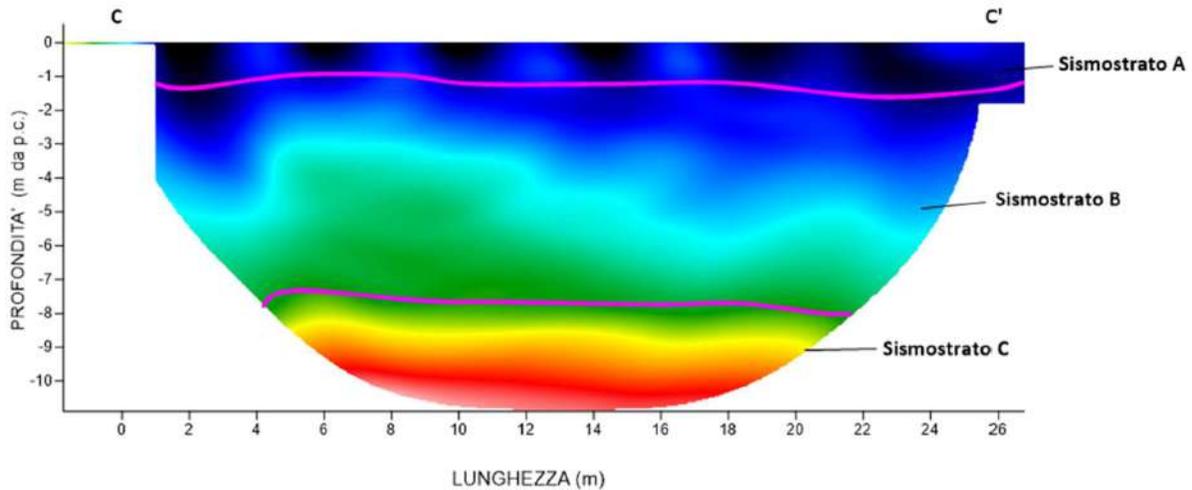


Figura 3.3 - Interpretazione sezione tomografica del profilo CC'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/1.5 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1700 m/s alla profondità compresa tra 7 e 8 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1700 m/s e arrivano a circa 2300 m/s alla profondità indagata, di circa 11 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

3.1.3. Stendimento sismico DD': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione DD' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

D – 655493.14 – 4489641.77

D' – 655498.62 – 4489618.41

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.4 (sezione sismostratigrafica).

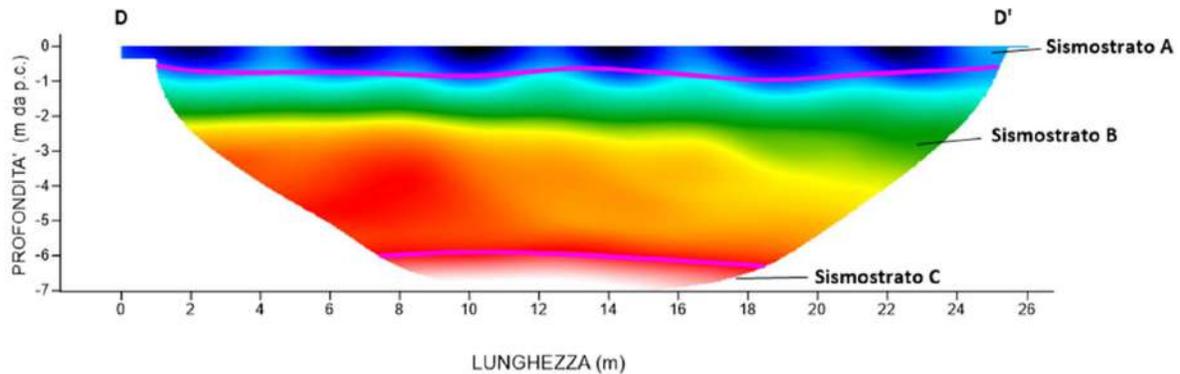


Figura 3.4 - Interpretazione sezione tomografica del profilo DD'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1700 m/s alla profondità di 6 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1700 m/s e arrivano a circa 2100 m/s alla profondità indagata, di circa 8 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

3.1.4. Stendimento sismico EE': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione EE' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata ENE/WSW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

E – 654638.87 – 4489803.74

E' – 654661.57 – 4489811.52

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.5 (sezione sismostratigrafica).

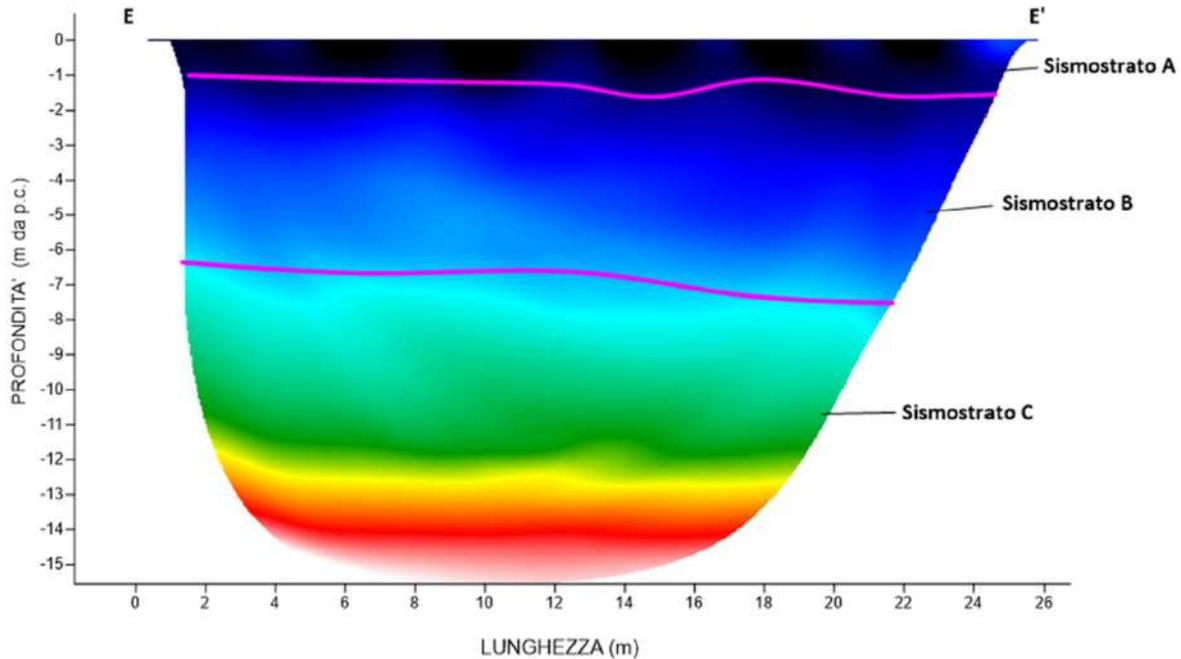


Figura 3.5 - Interpretazione sezione tomografica del profilo EE'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/1.5 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1300 m/s alla profondità compresa tra 6 e 7 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1300 m/s e arrivano a circa 3500 m/s alla profondità indagata, di circa 14 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

3.1.5. Stendimento sismico FF': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione FF' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata SSE/NNW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

F – 654711.11 – 4488880.88

F' - 654702.74 – 4488903.38

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.6 (sezione sismostratigrafica).

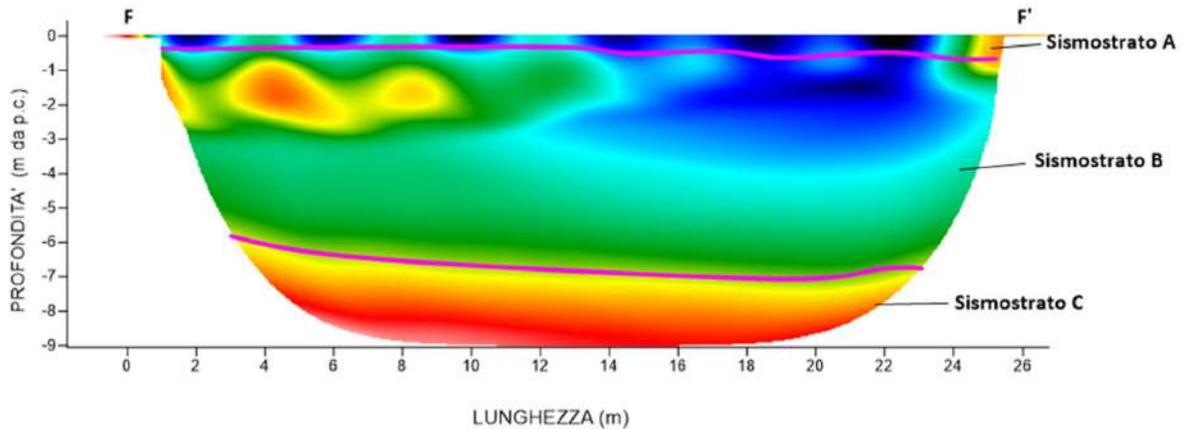


Figura 3.6 - Interpretazione sezione tomografica del profilo FF'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 0.5 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità compresa tra 6 e 7 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1000 m/s e arrivano a circa 1300 m/s alla profondità indagata, di circa 9 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

Nella prima parte della sezione, tra le progressive metriche 0-10, ad una profondità compresa tra 1 e 3 metri, è presente un livello ad alta velocità molto probabilmente dovuto alla presenza di facies litotecniche maggiormente cementate rispetto a quelle adiacenti.

3.1.6. Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione GG' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata SW/NE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

G – 653909.14 – 4488394.76

G' – 653931.48 – 4488403.51

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.7 (sezione sismostratigrafica).

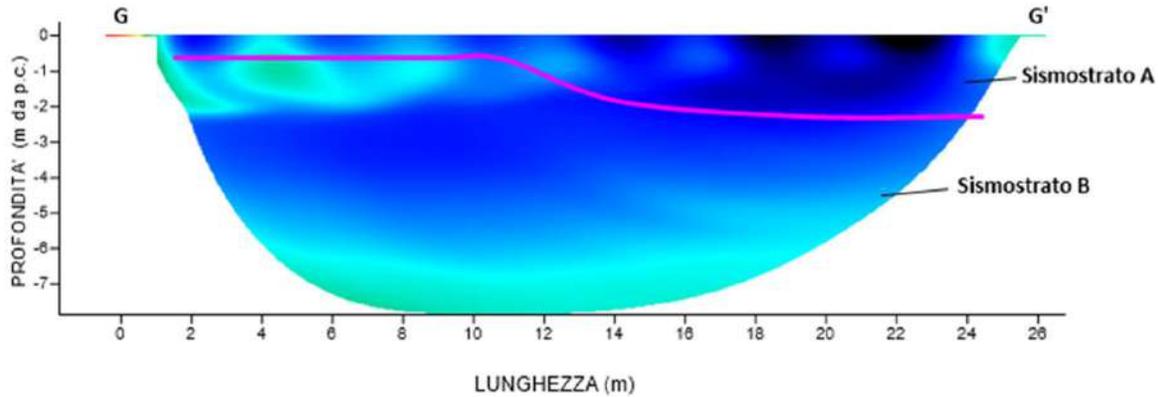


Figura 3.7 - Interpretazione sezione tomografica del profilo GG'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità

delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 0.5/3 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità indagata, di circa 8 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

3.1.7. Stendimento sismico HH': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione HH' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata SW/NE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

H – 653551.91 – 4488022.05

H' – 653574.30 – 4488030.68

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.8 (sezione sismostratigrafica).

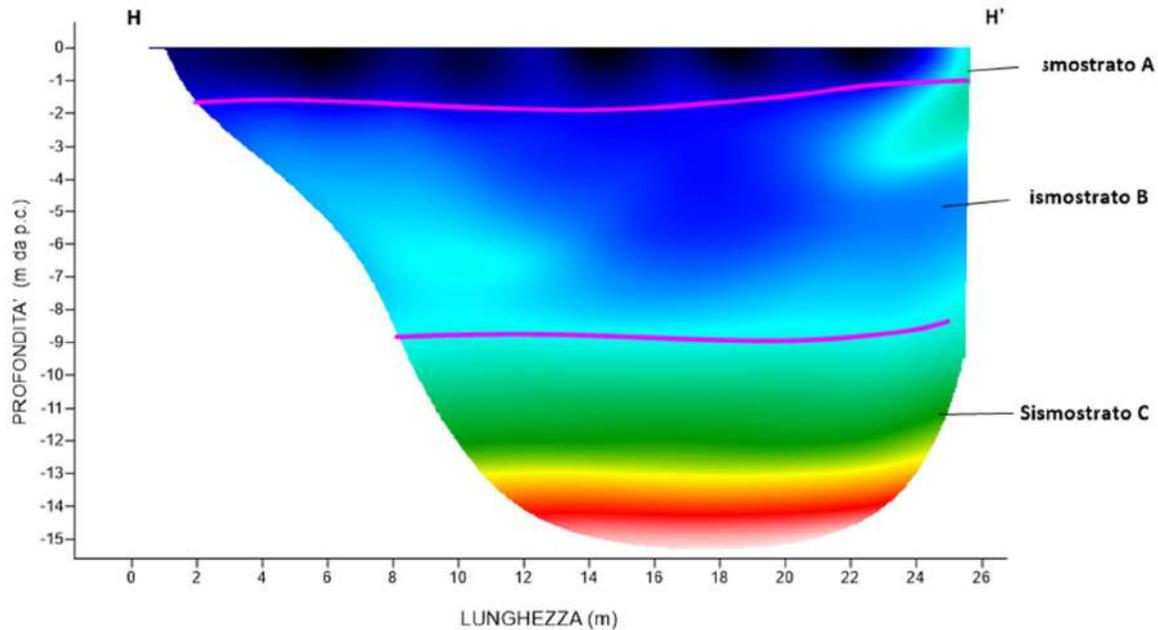


Figura 3.8 - Interpretazione sezione tomografica del profilo HH'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/2 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1100 m/s alla profondità di 9 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1100 m/s e arrivano a circa 3000 m/s alla profondità indagata, di circa 15 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

3.1.8. Stendimento sismico II': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione II' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

I – 651845.56 – 4487035.86

I' – 651846.82 – 4487011.89

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.9 (sezione sismostratigrafica).

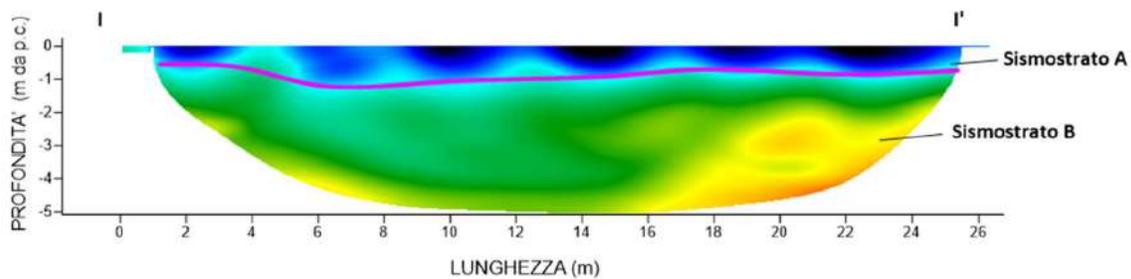


Figura 3.9 - Interpretazione sezione tomografica del profilo II'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/1.5 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità indagata, di circa 6 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

3.1.9. Stendimento sismico LL': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione LL' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata S/N e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

L – 652431.50 – 4487125.77

L' – 652428.14 – 4487149.53

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.10 (sezione sismostratigrafica).

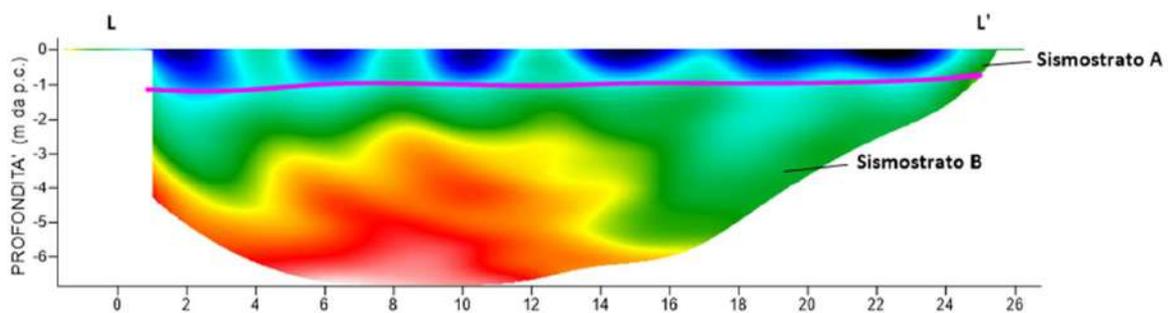


Figura 3.10 - Interpretazione sezione tomografica del profilo LL'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1400 m/s alla profondità indagata, di circa 6 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

3.1.10. Stendimento sismico MM': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione MM' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

M – 651897.29 – 4486194.18

M' – 651895.59 – 4486170.24

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.11 (sezione sismostratigrafica).

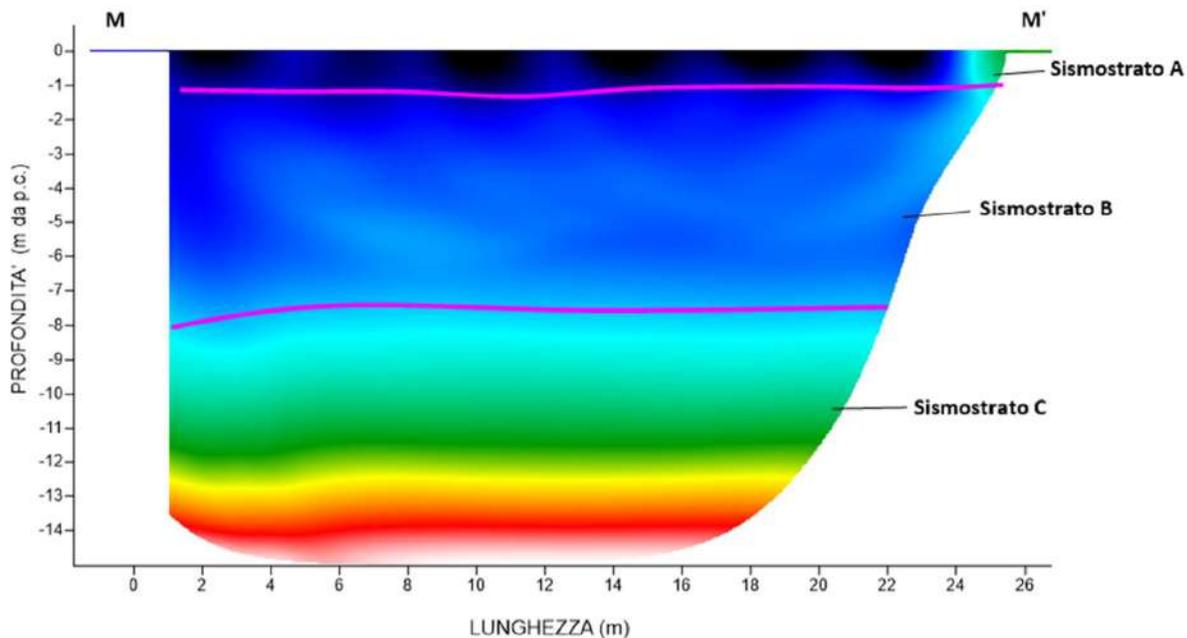


Figura 3.11 - Interpretazione sezione tomografica del profilo MM'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 900 m/s alla profondità di 8 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 900 m/s e arrivano a circa 2500 m/s alla profondità indagata, di circa 14 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

3.1.11. Stendimento sismico NN': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione NN' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

N – 652515.54 – 4486339.59

N' – 652517.24 – 4486315.65

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.12 (sezione sismostratigrafica).

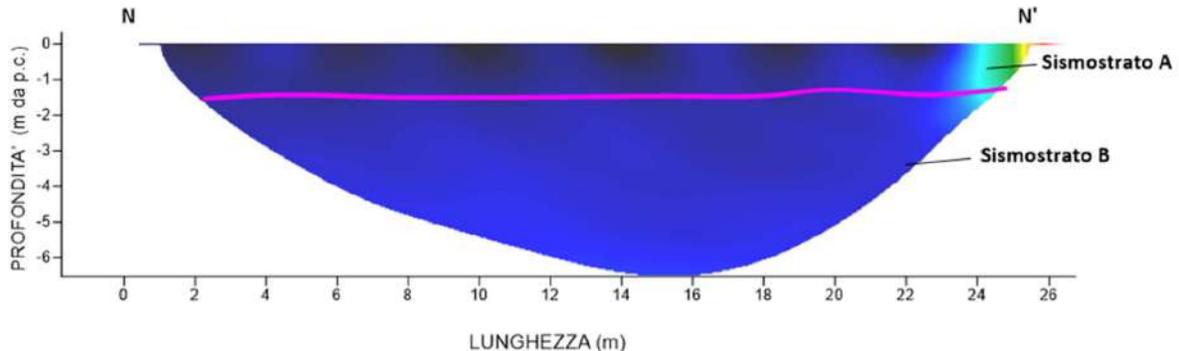


Figura 3.12 - Interpretazione sezione tomografica del profilo NN'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1.5 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 800 m/s alla profondità indagata, di circa 6 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

3.1.12. Stendimento sismico OO': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione OO' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata S/N e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

O – 652584.19 – 4485669.94

O' – 652583.12 – 4485693.91

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.13 (sezione sismostratigrafica).

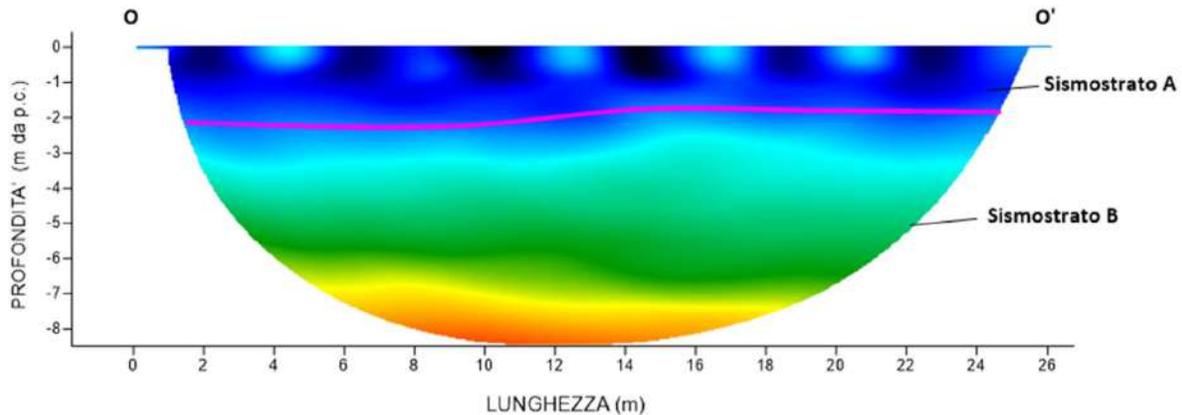


Figura 3.13 - Interpretazione sezione tomografica del profilo OO'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 2 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1100 m/s alla profondità indagata, di circa 9 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

3.1.13. Stendimento sismico PP': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione PP' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1,00 m, direttrice orientata ENE/ESE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

P – 653457.92 – 4489401.40

P' – 653435.32 – 4489393.30

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nelle Figura 3.14 (sezione sismostratigrafica).

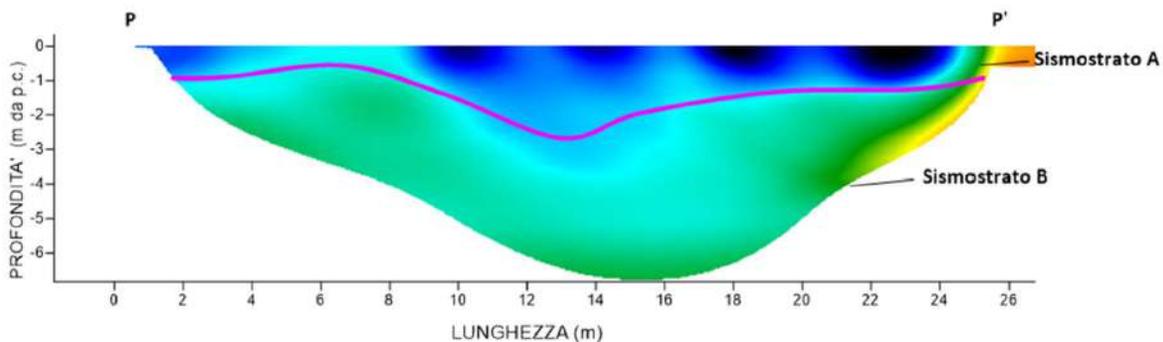


Figura 3.14 - Interpretazione sezione tomografica del profilo PP'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/3 m dal p.c. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità indagata, di circa 7 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

3.2. Metodo M.A.S.W.

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) è una tecnica di indagine non invasiva, utile a definire l'azione sismica di progetto, che individua il profilo delle velocità delle onde di taglio verticali V_s nei primi trenta metri di profondità a partire dal piano campagna, sulla base della misura delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Per i profili in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2,00 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi.

L'analisi dello spettro "velocità di fase-frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità. Si precisa infine che il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

3.2.1. Profilo AA'

Tabella 3.2 - Valori di riferimento

N_r	H (m)	h_i (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	465.00
2	4.00	3.00	514.00
3	7.00	3.00	541.00
4	11.00	4.00	567.00
5	15.00	4.00	588.00
6	20.00	5.00	700.00
7	25.00	5.00	725.00
8	31.00	6.00	865.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.3 - Risultati finali

NI.	Z_{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	611.02	B

Dove:

NI = livello

Z_{pf} = profondità del livello di fondazione

3.2.2. Profilo CC'

Tabella 3.4 - Valori di riferimento

N_r	H (m)	h_i (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	233.00
2	4.00	3.00	321.00
3	7.00	3.00	375.00
4	11.00	4.00	416.00
5	15.00	4.00	514.00
6	20.00	5.00	596.00
7	25.00	5.00	623.00
8	31.00	6.00	785.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.5 - Risultati finali

NI.	Z_{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	510.19	B

Dove:

NI = livello

3.2.3. Profilo DD'

Tabella 3.6 - Valori di riferimento

N_r	H (m)	h_i (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	236.00
2	4.00	3.00	445.00
3	7.00	3.00	599.00
4	11.00	4.00	665.00
5	15.00	4.00	721.00
6	20.00	5.00	736.00
7	25.00	5.00	814.00
8	31.00	6.00	832.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.7 - Risultati finali

NI.	Z _{pf} (m)	V _{S,eq} (m/s)	Categoria
1	1.00	631,10	B

Dove:

NI = livello

3.2.4. Profilo EE'**Tabella 3.8 - Valori di riferimento**

N _r .	H (m)	h _i (m)	V _S (m/s)
1	1.00	1.00	240.00
2	4.00	3.00	412.00
3	7.00	3.00	516.00
4	11.00	4.00	588.00
5	15.00	4.00	612.00
6	20.00	5.00	721.00
7	25.00	5.00	742.00
8	31.00	6.00	788.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessoriV_S = velocità onde di taglio**Tabella 3.9 - Risultati finali**

NI.	Z _{pf} (m)	V _{S,eq} (m/s)	Categoria
1	1.00	628,64	B

Dove:

NI = livello

3.2.5. Profilo FF'**Tabella 3.10 - Valori di riferimento**

N _r .	H (m)	h _i (m)	V _S (m/s)
1	1.00	1.00	281.00
2	4.00	3.00	349.00
3	7.00	3.00	394.00
4	11.00	4.00	501.00
5	15.00	4.00	552.00
6	20.00	5.00	609.00
7	25.00	5.00	685.00
8	31.00	6.00	745.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.11 - Risultati finali

NI.	Z_{pf} (m)	$V_{S,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	545,42	B

Dove:

NI = livello

3.2.6. Profilo GG'

Tabella 3.12 - Valori di riferimento

N_r .	H (m)	h_i (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	233.00
2	4.00	3.00	352.00
3	7.00	3.00	396.00
4	11.00	4.00	422.00
5	15.00	4.00	456.00
6	20.00	5.00	485.00
7	25.00	5.00	511.00
8	31.00	6.00	623.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.13 - Risultati finali

NI.	Z_{pf} (m)	$V_{S,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	468,21	B

Dove:

NI = livello

3.2.7. Profilo HH'

Tabella 3.14 - Valori di riferimento

N_r .	H (m)	h_i (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	167.00
2	4.00	3.00	296.00
3	7.00	3.00	323.00
4	11.00	4.00	357.00

N _r .	H (m)	h _i (m)	V _s (m/s)
5	15.00	4.00	419.00
6	20.00	5.00	479.00
7	25.00	5.00	552.00
8	31.00	6.00	699.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.15 - Risultati finali

NI.	Z _{pf} (m)	V _{s,eq} (m/s)	Categoria
1	1.00	430,50	B

Dove:

NI = livello

3.2.8. Profilo II'

Tabella 3.16 - Valori di riferimento

N _r .	H (m)	h _i (m)	V _s (m/s)
1	1.00	1.00	251.00
2	4.00	3.00	276.00
3	7.00	3.00	383.00
4	11.00	4.00	362.00
5	15.00	4.00	399.00
6	20.00	5.00	467.00
7	25.00	5.00	498.00
8	31.00	6.00	546.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.17 - Risultati finali

NI.	Z _{pf} (m)	V _{s,eq} (m/s)	Categoria
1	1.00	403,87	B

Dove:

NI = livello

3.2.9. Profilo LL'

Tabella 3.18 - Valori di riferimento

Nr.	H (m)	h _i (m)	V _S (m/s)
1	1.00	1.00	184.00
2	4.00	3.00	276.00
3	7.00	3.00	310.00
4	11.00	4.00	368.00
5	15.00	4.00	411.00
6	20.00	5.00	459.00
7	25.00	5.00	562.00
8	31.00	6.00	665.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_S = velocità onde di taglio

Tabella 3.19 - Risultati finali

NI.	Z _{pf} (m)	V _{S,eq} (m/s)	Categoria
1	1.00	428,81	B

Dove:

NI = livello

3.2.10. Profilo MM'

Tabella 3.20 - Valori di riferimento

Nr.	H (m)	h _i (m)	V _S (m/s)
1	1.00	1.00	273.00
2	4.00	3.00	322.00
3	7.00	3.00	349.00
4	11.00	4.00	376.00
5	15.00	4.00	444.00
6	20.00	5.00	485.00
7	25.00	5.00	536.00
8	31.00	6.00	664.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_S = velocità onde di taglio

Tabella 3.21 - Risultati finali

NI.	Z _{pf} (m)	V _{S,eq} (m/s)	Categoria
1	1.00	452,94	B

Dove:

NI = livello

3.2.11. Profilo NN'

Tabella 3.22 - Valori di riferimento

N _r .	H (m)	h _i (m)	V _S (m/s)
1	1.00	1.00	267.00
2	4.00	3.00	370.00
3	7.00	3.00	500.00
4	11.00	4.00	590.00
5	15.00	4.00	729.00
6	20.00	5.00	787.00
7	25.00	5.00	943.00
8	31.00	6.00	999.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_S = velocità onde di taglio

Tabella 3.23 - Risultati finali

NI.	Z _{pf} (m)	V _{S,eq} (m/s)	Categoria
1	1.00	580,54	B

Dove:

NI = livello

3.2.12. Profilo OO'

Tabella 3.24 - Valori di riferimento

N _r .	H (m)	h _i (m)	V _S (m/s)
1	1.00	1.00	265.00
2	4.00	3.00	306.00
3	7.00	3.00	359.00
4	11.00	4.00	395.00
5	15.00	4.00	450.00
6	20.00	5.00	496.00
7	25.00	5.00	540.00
8	31.00	6.00	599.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.25 - Risultati finali

NI.	Z_{pf} (m)	$V_{S,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	450,91	B

Dove:

NI = livello

3.2.13. Profilo PP'

Tabella 3.26 - Valori di riferimento

N_r .	H (m)	h_i (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	279.00
2	4.00	3.00	319.00
3	7.00	3.00	360.00
4	11.00	4.00	411.00
5	15.00	4.00	498.00
6	20.00	5.00	511.00
7	25.00	5.00	541.00
8	31.00	6.00	611.00

Dove:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato

H = profondità

h_i = spessori

V_s = velocità onde di taglio

Tabella 3.27 - Risultati finali

NI.	Z_{pf} (m)	$V_{S,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	466,21	B

Dove:

NI = livello

3.3. Caratterizzazione elasto-meccanica dei terreni di fondazione

Nel dettaglio quindi saranno riportate le tabelle riassuntive delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati, riferite alle zone dove sono state eseguite le indagini sismiche. I valori delle V_s sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Tabella 3.28 - Sezione AA'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1.00	A - LETTO	1.66	1101.7	2733.8	2913.7	4202.7	0.32
1.00	B - TETTO	1.66	1101.7	2733.8	2913.7	4202.7	0.32
5.00	B - LETTO	1.96	6382.6	20078.5	17313.3	28588.7	0.36
5.00	C - TETTO	1.96	6382.6	20078.5	17313.3	28588.7	0.36

Tabella 3.29 - Sezione CC'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1/1.5	A - LETTO	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36
1/1.5	B - TETTO	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36
7.00/8.00	B - LETTO	2.10	7534.7	51255.1	21548.1	61301.3	0.43
7.00/8.00	C - TETTO	2.10	7534.7	51255.1	21548.1	61301.3	0.43
11.00	C - LETTO	2.22	13843.8	100383.9	39706.1	118842.2	0.43

Tabella 3.30 - Sezione DD'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1.0	A - LETTO	1.66	936.3	2954.3	2540.5	4202.7	0.36
1.0	B - TETTO	1.66	936.3	2954.3	2540.5	4202.7	0.36
6.00	B - LETTO	2.10	9380.3	48794.3	26446.1	61301.3	0.41
6.00	C - TETTO	2.10	9380.3	48794.3	26446.1	61301.3	0.41
7.00	C - LETTO	2.18	15284.6	76995.4	43008.0	97374.9	0.41

Tabella 3.31 - Sezione EE'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1/1.5	A - LETTO	1.66	968.3	2911.6	2615.0	4202.7	0.35
1/1.5	B - TETTO	1.66	968.3	2911.6	2615.0	4202.7	0.35
6.00/7.00	B - LETTO	1.99	6969.3	24773.7	19115.5	34066.1	0.37
6.00/7.00	C - TETTO	1.99	6969.3	24773.7	19115.5	34066.1	0.37
15.00	C - LETTO	2.40	15108.2	277910.4	44517.8	298054.6	0.47

Tabella 3.32 - Sezione FF'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
0.50	A - LETTO	1.66	1327.4	2432.9	3369.4	4202.7	0.27
0.50	B - TETTO	1.66	1327.4	2432.9	3369.4	4202.7	0.27
6.00/7.00	B - LETTO	1.89	4813.5	12759.3	12827.5	19177.3	0.33
6.00/7.00	C - TETTO	1.89	4813.5	12759.3	12827.5	19177.3	0.33
9.00	C - LETTO	2.05	11496.3	31276.0	30724.3	46604.4	0.34

Tabella 3.33 - Sezione GG'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
0.5/3.0	A - LETTO	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36
0.5/3.0	B - TETTO	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36
8.00	B - LETTO	1.89	4511.0	13162.6	12145.5	19177.3	0.35

Tabella 3.34 - Sezione HH'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	393.9	39.8	274.7	565.0	-0.65
1.00/2.00	A - LETTO	1.66	1472.9	2238.9	3624.0	4202.7	0.23
1.00/2.00	B - TETTO	1.66	1472.9	2238.9	3624.0	4202.7	0.23
9.00	B - LETTO	1.93	5950.2	15695.0	15847.8	23628.5	0.33
9.00	C - TETTO	1.93	5950.2	15695.0	15847.8	23628.5	0.33
15.00	C - LETTO	2.33	54807.5	139581.7	145392.7	212658.3	0.33

Tabella 3.35 - Sezione II'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1.00/1.50	A - LETTO	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28
1.00/1.50	B - TETTO	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28
5.00	B - LETTO	1.89	5717.1	11554.5	14722.9	19177.3	0.29

Tabella 3.36 - Sezione LL'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1.00	A - LETTO	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28
1.00	B - TETTO	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28
7.00	B - LETTO	2.02	6456.9	31459.7	18130.3	40068.9	0.40

Tabella 3.37 - Sezione MM'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1.00	A - LETTO	1.66	1252.9	2532.2	3226.5	4202.7	0.29
1.00	B - TETTO	1.66	1252.9	2532.2	3226.5	4202.7	0.29
8.00	B - LETTO	1.86	3705.6	10284.9	9924.9	15225.7	0.34
8.00	C - TETTO	1.86	3705.6	10284.9	9924.9	15225.7	0.34
14.00	C - LETTO	2.26	10063.1	129233.8 3	29425.5	142651.2	0.46

Tabella 3.38 - Sezione NN'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1.50	A - LETTO	1.66	1198.4	2604.8	3117.2	4202.7	0.30
1.50	B - TETTO	1.66	1198.4	2604.8	3117.2	4202.7	0.30
6.00	B - LETTO	1.82	2516.4	8408.8	6864.4	11764.0	0.36

Tabella 3.39 - Sezione OO'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
2.00	A - LETTO	1.66	1180.5	2628.7	3080.5	4202.7	0.30
2.00	B - TETTO	1.66	1180.5	2628.7	3080.5	4202.7	0.30
9.00	B - LETTO	1.93	7006.6	14286.5	18066.3	23628.5	0.29

Tabella 3.40 - Sezione PP'

Prof. (m da p.c.)	Unità	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ
0.20	A - TETTO	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18
1.00/3.00	A - LETTO	1.66	1308.6	2458.0	3334.1	4202.7	0.27
1.00/3.00	B - TETTO	1.66	1308.6	2458.0	3334.1	4202.7	0.27
7.00	B - LETTO	1.89	5007.6	12500.5	13253.1	19177.3	0.32

Dove:

g = densità sismica;

G₀ = Modulo di taglio;

K = Modulo di volume;

E = Modulo di Young;

μ = Modulo di Poisson.

4. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

In relazione alla tipologia di progetto previsto, in rapporto a quanto acquisito dalla campagna geologica, dei sopralluoghi eseguiti e delle conoscenze del territorio è possibile considerare un modello geologico di riferimento per l'impianto eolico in progetto così costituito:

Tabella 4.1 – Modello geologico del sottosuolo

Profondità	Descrizione
da 0,00 m a -1,00/-2,00 m dal p.c.	Terreno vegetale
da -1,00/-2,00 m a -7,00 m dal p.c.	depositi sabbiosi giallastri con presenza di ghiaia e ciottoli poligenici
da -7,00 m a -12,00 m dal p.c. in poi	depositi sabbiosi giallastri con presenza di ghiaia e ciottoli poligenici, con livelli ben cementati

5. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

5.1. Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di specifiche analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 5.1) di seguito riportata.

Tabella 5.1 - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

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

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

h_i : spessore dell' i -esimo strato;

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

N : numero di strati;

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

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

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tabella 5.1.

In Tabella 5.2 sono riportate le categorie di sottosuolo ricavate dalle indagini MASW condotte nell'area in esame:

Tabella 5.2 – Categorie di sottosuolo ricavate per l'area in studio

Sismica	Impianto	V_{seq} (m/s)	Categoria di sottosuolo
AA'	SSE	611.02	B
CC'	GN01	510.19	B
DD'	GN02	631.1	B
EE'	GN03	628.64	B
FF'	GN05	545.42	B
GG'	GN06	468.21	B
HH'	GN07	430.50	B
II'	GN09	403.87	B
LL'	GN08	428.81	B
MM'	GN10	452.94	B
NN'	GN11	580.54	B
OO'	GN12	450.91	B
PP'	GN04	466.21	B

Sulla base della V_{seq} calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.”.

5.2. Categoria topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione riportata nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (come da paragrafo 3.2.2 “Condizioni topografiche” del D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»).

Tabella 5.3 - Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T ₁	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T ₂	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T ₃	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T ₄	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tali categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30,00 metri.

Nel caso in esame la categoria topografica è la T₁ (morfologia pianeggiante).

6. MODELLAZIONE GEOTECNICA

La verifica a carico limite delle fondazioni superficiali o profonde richiede la definizione del modello geotecnico di sottosuolo partendo dal modello geologico.

Le indagini geologiche e le indagini geotecniche sono concettualmente diverse tra loro sia perché interessano aree e volumi diversi sia perché hanno finalità diverse. Le indagini geologiche interessano aree e volumi di sottosuolo più ampi e sono finalizzate alla definizione del modello geologico.

Le indagini geotecniche interessano generalmente aree e volumi più ridotti (i volumi significativi) e sono finalizzate alla definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo specifici per la singola opera.

I risultati delle indagini geologiche e i contenuti della relazione geologica consentono al progettista strutturale di creare il modello geologico del sottosuolo, ovvero un modello in cui vengono individuati i diversi strati di terreno e le loro caratteristiche fisiche e meccaniche.

Ai fini della verifica per carico limite della fondazione sarà necessario definire il modello geotecnico del sottosuolo, ovvero un semispazio costituito da una successione di strati omogenei orizzontali le cui caratteristiche meccaniche siano rappresentative degli strati di sottosuolo ricadenti nel volume significativo del terreno di fondazione.

In sostanza il progettista strutturale per definire il modello geotecnico dovrà definire una successione di strati omogenei caratterizzati da:

- angolo di resistenza al taglio ϕ' (anche definito come angolo d'attrito);
- coesione c' ;
- coesione non drenata c_u (nel caso di terreni a grana fine, in presenza di falda e in condizioni non drenate);
- peso dell'unità di volume (γ);
- peso dell'unità di volume del terreno saturo (γ_{sat}).

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da permettere al progettista strutturale di definire il piano delle indagini geotecniche e deve definire i seguenti caratteri dell'area in esame:

- litologici;
- stratigrafici;
- strutturali;
- idrogeologici;
- geomorfologici.

La caratterizzazione e modellazione geologica del sito deve essere esposta nella relazione geologica. Tale documento costituisce parte integrante del progetto.

Per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno al di sotto della fondazione, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti:

- la successione stratigrafica;
- il regime delle pressioni interstiziali;
- i valori caratteristici dei parametri geotecnici, intesi come una stima cautelativa dei singoli parametri, per ogni stato limite considerato.

La Normativa Tecnica definisce il volume significativo nel modo seguente:

Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso (par. 6.2.2 – NTC2018).

In sostanza il volume significativo è quella porzione di terreno che si estende fino ad una profondità tale per cui gli incrementi di tensione, dovuti all'applicazione dei carichi in superficie, diventano trascurabili ovvero dell'ordine del 10% del carico applicato.

In via semplificata la profondità del volume significativo può essere definita in funzione della dimensione dell'opera di fondazione.

Le indagini geotecniche devono riguardare il volume significativo di terreno. La Circolare 2019 elenca nella tabella C6.2. I mezzi di indagine e le prove geotecniche in sito di uso più frequente.

Come prescritto dalle NTC2018, la definizione delle indagini geotecniche e del modello geotecnico spetta al progettista strutturale: Della definizione del piano delle indagini geotecniche, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista (par. 6.2.2 – NTC2018).

Tale concetto viene ribadito anche nella Circolare 2019:

E' compito e responsabilità del progettista definire il piano delle indagini geotecniche e, sulla base dei risultati ottenuti, individuare i modelli geotecnici di sottosuolo più appropriati alla tipologia di opera e/o intervento, tenendo conto delle tecnologie e delle modalità costruttive previste [...]

Definito il quadro geologico di riferimento, le indagini geotecniche, logicamente consequenziali, sono programmate dal progettista sulla base della conoscenza dell'opera e dei suoi possibili stati limite (par. C6 – Circolare 2019).

In questa fase progettuale (progetto definitivo) si cercherà di ricostruire un modello geotecnico del sottosuolo con l'ausilio dei soli dati ottenuti dalla campagna geologica.

Una dettagliata e completa campagna di indagini geotecniche saranno eseguite in una fase successiva in accordo con quanto prescritto dal progettista delle strutture.

Con i dati attualmente acquisiti: indagine geofisica, dati ricavati dai sopralluoghi e cartografia geologica ufficiale, è possibile ricostruire un modello geologico costituito da tre litologie sovrapposte:

- Terreno vegetale
- depositi sabbiosi giallastri con presenza di ghiaia e ciottoli poligenici
- depositi sabbiosi giallastri con presenza di ghiaia e ciottoli poligenici, con livelli ben cementati

Per l'analisi dell'interazione tra le nuove opere in progetto e il terreno e per il dimensionamento e la verifica delle stesse, si è definito un modello geotecnico di riferimento costituito da due unità:

- Unità A: depositi sabbiosi (da -2,00 m a -7,00 m dal p.c.);
- Unità B: depositi sabbiosi con livelli ben cementati (da -7,00 m a -12,00 m dal p.c.).

L'interpretazione delle indagini ha portato alla compilazione delle Tabella 6.1 e

Tabella 6.2 nelle quali si riportano i parametri elasto-dinamici del sottosuolo.

I parametri elaborati sono i seguenti:

Tabella 6.1 - Parametri geotecnici dei depositi sabbiosi (da -2,00 m a -7,00 m dal p.c.)

Simbolo	Valore	Descrizione
γ	1,66 gr/cm ³	peso di volume naturale (o peso unità di volume)
ν	0,36	coefficiente di Poisson
c	0,41 Kg/cm ²	coesione non drenata
Φ	21,50°	angolo di attrito interno
E	2484,80 Kg/cm ²	modulo Elastico o di Young
G_0	912,60 Kg/cm ²	modulo di taglio

Simbolo	Valore	Descrizione
K	2238,90 Kg/cm ²	Modulo di volume
M	4202,70 Kg/cm ²	Modulo di contrasto
Kw	2,09 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler (o di sottofondo)

Tabella 6.2 - Parametri geotecnici dei depositi sabbiosi con livelli cementati (da -7,00 m a -12,00 m dal p.c.)

Simbolo	Valore	Descrizione
γ	1,86 gr/cm ³	peso di volume naturale (o peso unità di volume)
ν	0,43	coefficiente di Poisson
c	0,81 Kg/cm ²	coesione non drenata
Φ	28,50°	angolo di attrito interno
E	9924,90 Kg/cm ²	modulo Elastico o di Young
G ₀	3705,60 Kg/cm ²	modulo di taglio
K	10284,90 Kg/cm ²	Modulo di volume
M	15225,70 Kg/cm ²	Modulo di contrasto
Kw	10,49 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler (o di sottofondo)

7. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Per la progettazione di un impianto eolico, sono stati assunti i parametri sismici relativi al comune di agro di Ginosa (TA). Pertanto per le opere in progetto si è assunto:

Classe dell'edificio: Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e social. ...;

una vita nominale $VN = 50$ anni;

una classe d'uso I (coefficiente d'uso $CU = 1$);

categoria topografica T1;

categoria di sottosuolo di tipo B (cfr. relazione geotecnica).

Ne derivano i seguenti valori dei parametri sismici per i diversi stati limite:

Tabella 7.1 - Modellazione sismica del sottosuolo

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.037	2.421	0.285
Danno (SLD)	35	0.040	2.444	0.286
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.130	2.480	0.316
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.174	2.477	0.317

	SLO	SLD	SLV	SLC
S_s Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
C_c Coeff. funz categoria	1,41	1,41	1,38	1,38
S_T Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.009	0.037	0.050
kv	0.004	0.004	0.019	0.025
A_{max} [m/s ²]	0,433	0,476	1,528	2,046
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

8. STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

I parametri caratterizzanti l'azione sismica da assumere per l'applicazione dei metodi "semplificati" all'analisi di liquefazione sono l'accelerazione massima e la magnitudo attese al sito in un dato periodo di riferimento V_R , con una data probabilità di superamento PVR.

Il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento PVR sono legati al tipo di struttura e alla condizione di stato limite da verificare.

Di seguito si elencano i dati attinenti alla struttura forniti dal progettista:

Classe dell'edificio: Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...;

V_N (vita nominale): 50 anni (Tabella 2.4.I delle NTC-18);

C_U (Coefficiente d'uso corrispondente): 0,7;

V_R (Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U$): 35 anni (NTC-18 §2.4.3);

Stato Limite considerato: SLD.

Stato limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

P_{VR} , (probabilità di superamento dell'evento sismico, $f V_R$): 63% (Tabella 3.2.I delle NTC-18);

Fissati quindi V_R e P_{VR} è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica, T_R espresso in anni, mediante la relazione (NTC-18 §3.2.1):

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Stato limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	$T_R = 0,60 \times V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati limite ultimi	SLV	$T_R = 9,50 \times V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \times V_R$

Nel caso in oggetto, $T_R = V_R = 35$ anni.

In relazione alle verifiche di stabilità del sito (NTC18) lo stato limite di riferimento è SLD, pertanto ai fini della suscettibilità alla liquefazione sono condotte solo verifiche nei confronti di quest'ultimo stato limite e di conseguenza si ricavano i valori dei parametri necessari per la definizione dell'azione sismica contenuti nelle NTC18:

l'accelerazione orizzontale massima su terreno rigido orizzontale a_g , espressa in g;

il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale, F_0 , adimensionale;

il valore del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale, T_C^* , espresso in secondi.

$$a_g = 0.040$$

$$F_0 = 2,444$$

$$T_C^* = 0.286$$

$$A_{max} [m/s^2] = 0,476$$

L'accelerazione massima al suolo a_{gmax} ($A_{max}/9.81 \text{ m/s}^2$ - amplificazione sismica in superficie) è pari a 0,0485. Pertanto, in accordo con le condizioni specificate dalla norma vigente [NTC18 – 7.11.3.4.2], essendo $a_{gmax} < 0.1$, la verifica a liquefazione dei terreni di fondazione può essere omessa:

nel DECRETO 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»” al capitolo 7.11.3.4.2 “Esclusione della verifica a liquefazione” è riportato:

“... La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5...$ ”.

9. CONCLUSIONI

Sulla base della V_{seq} calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*”.

L'area interessata può essere ritenuta stabile e geomorfologicamente idonea alle opere in progetto, e vista la conformazione morfologica, praticamente sub orizzontale, come da paragrafo 3.2.2 “Condizioni topografiche” del D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media uguale o inferiore a 15°), si attribuisce la Categoria Topografica T1.

In accordo con le condizioni specificate dalla norma vigente [NTC18 – 7.11.3.4.2], essendo $a_{gmax} < 0.1$, la verifica a liquefazione dei terreni di fondazione può essere omessa.

Per l'analisi dell'interazione tra le nuove opere in progetto e il terreno e per il dimensionamento e la verifica delle stesse, si è definito un modello geotecnico di riferimento:

- Unità A: depositi sabbiosi (da -2,00 m a -7,00 m dal p.c.);
- Unità B: depositi sabbiosi con livelli ben cementati (da -7,00 m a -12,00 m dal p.c.).

Gioia del Colle, novembre 2023

il Geologo

Dott. Raffaele SASSONE



ALLEGATO 1
REPORT INDAGINI GEOFISICHE



GEO**M**ONIT**E**K **S**RL

INDAGINI GEOFISICHE E IDROGEOLOGICHE
MONITORAGGIO STRUTTURALE E GEOMECCANICO

COMUNE DI GINOSA

PROVINCIA TARANTO

Elaborato

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

REDATTO

VERIFICATO

REVISIONE

GEOL. GIGANTE

GEOL. DE GIORGIO

A

COMMITTENTE:

GEOL. SASSONE RAFFAELE

GEO**M**ONIT**E**K **S**RL

Via Trieste e Trento 112
70011 Alberobello (BA)
C.F./P.I. 07316560726

EMISSIONE

CODICE ELABORATO

CODICE ARCHIVIAZIONE FILE

11.07.2023

GMT_RGF014_110723

GMT_RGF014_110723.pdf

GEOMONITEK SRL

Sede legale: Corso Trieste e Trento, 112 - 70011 Alberobello (BA) - Italia - P.IVA 07316560726
Tel. 0804322730 - e-mail: info@geomonitek.com - www.geomonitek.com

Indice

1. PREMESSA.....	3
2. CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA DEL SOTTOSUOLO: METODOLOGIA DI ANALISI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
2.1 IL METODO DELLA SISMICA A RIFRAZIONE.....	4
2.2 METODO M.A.S.W.	4
2.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	5
3. ATTIVITÀ DI CAMPO	6
4. ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE.....	7
4.1 STENDIMENTO SISMICO AA': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	7
4.2 STENDIMENTO SISMICO CC': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	10
4.3 STENDIMENTO SISMICO DD': INTERPRETAZIONE DEI DATI	13
4.4 STENDIMENTO SISMICO EE': INTERPRETAZIONE DEI DATI	15
4.5 STENDIMENTO SISMICO FF': INTERPRETAZIONE DEI DATI	18
4.6 STENDIMENTO SISMICO GG': INTERPRETAZIONE DEI DATI	21
4.7 STENDIMENTO SISMICO HH': INTERPRETAZIONE DEI DATI	23
4.8 STENDIMENTO SISMICO II': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	26
4.9 STENDIMENTO SISMICO LL': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	28
4.10 STENDIMENTO SISMICO MM': INTERPRETAZIONE DEI DATI	30
4.11 STENDIMENTO SISMICO NN': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	33
4.12 STENDIMENTO SISMICO OO': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	35
4.13 STENDIMENTO SISMICO PP': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	37
5. ANALISI MASW	39
5.1 STENDIMENTO SISMICO AA': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	39
5.2 STENDIMENTO SISMICO CC': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	42
5.3 STENDIMENTO SISMICO DD': INTERPRETAZIONE DEI DATI	45
5.4 STENDIMENTO SISMICO EE': INTERPRETAZIONE DEI DATI	48
5.5 STENDIMENTO SISMICO FF': INTERPRETAZIONE DEI DATI	51
5.6 STENDIMENTO SISMICO GG': INTERPRETAZIONE DEI DATI	54
5.7 STENDIMENTO SISMICO HH': INTERPRETAZIONE DEI DATI	57
5.8 STENDIMENTO SISMICO II': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	60
5.9 STENDIMENTO SISMICO LL': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	63
5.10 STENDIMENTO SISMICO MM': INTERPRETAZIONE DEI DATI	66
5.11 STENDIMENTO SISMICO NN': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	69
5.12 STENDIMENTO SISMICO OO': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	72
5.13 STENDIMENTO SISMICO PP': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	75
6. CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE	78
6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO AA'.....	80
6.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO CC'.....	81
6.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO DD'.....	82
6.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO EE'.....	83
6.5 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO FF'.....	84
6.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO GG'.....	85
6.7 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO HH'.....	86
6.8 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO II'	87
6.9 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO LL'	88

6.10 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO MM'	89
6.11 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO NN'	90
6.12 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO OO'	91
6.13 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO PP'	92
7. CARATTERIZZAZIONE ELASTICO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	93
8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	97

1. PREMESSA

Il presente report riferisce sulle risultanze di indagini geognostiche di tipo indiretto condotte nel territorio comunale di Ginosa, provincia di Taranto, in data 10.07.2023 e finalizzate alla caratterizzazione geofisica del sottosuolo.

L'incarico è stato affidato a questa Società dal Geologo Raffaele Sassone.

L'indagine in loco è consistita nelle seguenti acquisizioni:

- realizzazione di n.13 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: AA'-CC'-DD'-EE'-FF'-GG'-HH'-II'-LL'-MM'-NN'-OO'-PP'), ubicati come da corografia (Fig.1) e planimetrie inserite in relazione, con interpretazione tomografica dei dati di velocità delle onde P;
- esecuzione di n.13 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channelAnalysis of SurfaceWaves) sulle stesse tracce dei rilievi sismici a rifrazione, al fine di ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica dell'allineamento.

Le tipologie di rilievo condotte sul terreno e le ubicazioni corrispondenti sono state indicate dalla DD.LL., in maniera tale da investigare le aree di interesse compatibilmente con gli spazi fisici a disposizione.

Si sottolinea che l'indagine sismica consente di valutare le risposte fisico-elastiche dell'ammasso roccioso indagato e l'individuazione di superfici di discontinuità fisiche laterali e/o verticali in termini di passaggi di velocità nelle onde elastiche lungo i profili nel sottosuolo.

2. CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA DEL SOTTOSUOLO: METODOLOGIA DI ANALISI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito, come detto in premessa, è stata eseguita un'indagine di sismica superficiale caratterizzata dalla combinazione tra la tecnica di sismica a rifrazione con onde di volume longitudinali (o onde P) e il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW che permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali.

2.1 Il metodo della sismica a rifrazione

La prospezione sismica è un'indagine indiretta, che si occupa dell'esplorazione del sottosuolo attraverso lo studio della propagazione di onde elastiche generate in superficie. Tali perturbazioni sono generalmente provocate da vibrazioni impresse al terreno con mezzi meccanici o da esplosioni. Le discontinuità ricercate mediante la prospezione sono di natura fisico-elastica e pertanto la ricostruzione della geometria e natura del sottosuolo possono essere legate sia a reali variazioni litologiche sia a variazioni rinvenibili nell'ambito di uno stesso litotipo. Il metodo della sismica a rifrazione si basa sul concetto di bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito di un fronte d'onda conico. Data quindi una sorgente di onde elastiche (massa battente, martello a percussione, piccola esplosione) e dato uno stendimento di trasduttori velocimetrici (geofoni) posizionati lungo un determinato allineamento, giungeranno ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde birifratte (head wave). Le onde birifratte sono quelle analizzate attraverso il metodo della sismica a rifrazione. Tali perturbazioni giungono sulla superficie di separazione tra due mezzi elastici (2 litologie differenti) con un angolo di incidenza critico (legge di Snell), si propagano parallelamente alla superficie di discontinuità (prima rifrazione con angolo di 90°), e si rifrangono nuovamente verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza.

Successivamente alla registrazione dei dati, la prima operazione svolta è consistita nell'individuazione dei primi arrivi sui singoli sismogrammi (picking). Dall'acquisizione dei tempi di primo arrivo, conoscendo le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interspazio geofonico), è stato ottenuto un diagramma tempi-distanze (dromocrona), attraverso il quale, applicando diverse metodologie, è stato possibile determinare le velocità di propagazione delle onde nel mezzo sottostante e i relativi spessori dei sismostrati attraversati dalla radiazione elastica. Per le analisi interpretative, è stato utilizzato il software Rayfract (versione 3.21) che ha permesso di ottenere l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità.

2.2 Metodo M.A.S.W.

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) è una tecnica di indagine non invasiva, utile a definire l'azione sismica di progetto, che individua il profilo delle velocità delle onde di taglio verticali V_s nei primi trenta metri di profondità a partire dal piano campagna, sulla base della misura delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo più importante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, le uniche onde utilizzate nell'indagine MASW, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. L'impiego di tali onde è giustificato dalle proprietà che possiedono, infatti, trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente (scoppio) e allontanandosi da essa (scoppio) subiscono

un'attenuazione geometrica inferiore rispetto a quella che eventualmente avrebbero le onde P ed SV, propagandosi, conseguentemente, a profondità più grandi.

Il metodo M.A.S.W. può essere suddiviso in quattro fasi fondamentali (Roma, 2002):

- calcolo della curva di dispersione sperimentale;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica;
- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Il calcolo della curva di dispersione sperimentale, si ottiene dalle misure effettuate in situ. Essa si estrae dallo spettro del dominio frequenza – numero d'onda applicando una doppia trasformata di Fourier al campo del moto nel dominio spazio-tempo.

Il calcolo delle curve di dispersione numeriche, apparente ed effettiva invece, si ricava applicando un'unica trasformata di Fourier alla funzione di Green. Per il calcolo della prima è stato utilizzato il metodo Roma (2001), mentre per il calcolo della seconda (curva di dispersione effettiva numerica) è stato utilizzato il metodo Lai-Rix (1998).

L'individuazione del profilo Vs, infine, è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

Per quanto riguarda, infine, la strumentazione necessaria all'esecuzione di tale indagine MASW, ci si è avvalsi delle seguenti componenti tecniche: registratore multicanale; geofoni o accelerometri da 4.5 Hz (almeno 12 canali); cavi per stendimenti sismici; sorgente energizzante composta da piastra metallica (per battuta) ed una massa battente di 5 - 10 Kg; bindella metrica per la disposizione geometricamente corretta dei geofoni con interasse compreso tra 0.5 e 5 metri.

2.3 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata per la registrazione dei segnali è del tipo a 24 canali, modello DBS280 (anno 2012) della DOLANG interfacciato con un computer portatile.

L'attrezzatura è composta da:

- **un sistema di energizzazione:** la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra rettangolare in acciaio posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV;
- **un sistema di trigger:** consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.
- **un sistema di ricezione:** costituito da 24 geofoni verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza di acquisizione 4,5 Hz.
- **un sistema di acquisizione dati:** con memoria dinamica a 16 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali per un totale di 24 canali, 2 cavi sismici a 12 take-outs ciascuno spaziato a 5 metri, notebook PC Windows XP con software DBS280 Versione 5.1 della DOLANG

3. ATTIVITÀ DI CAMPO

L'indagine in loco è consistita nella realizzazione di n.13 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: AA'-CC'-DD'-EE'-FF'-GG'-HH'-II'-LL'-MM'-NN'-OO'-PP') e nell'esecuzione di n.13 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of SurfaceWaves) sulle stesse tracce delle sezioni tomografiche, al fine di ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica dell'allineamento.

Gli stendimenti sismici hanno tutti lunghezza di 24 metri e sono ubicati come riportato nella seguente figura (Fig.1).

Sismica	AA'	CC'	DD'	EE'	FF'	GG'	HH'	II'	LL'	MM'	NN'	OO'	PP'
Impianto	SSE	GN01	GN02	GN03	GN05	GN06	GN07	GN09	GN08	GN10	GN11	GN12	GN04

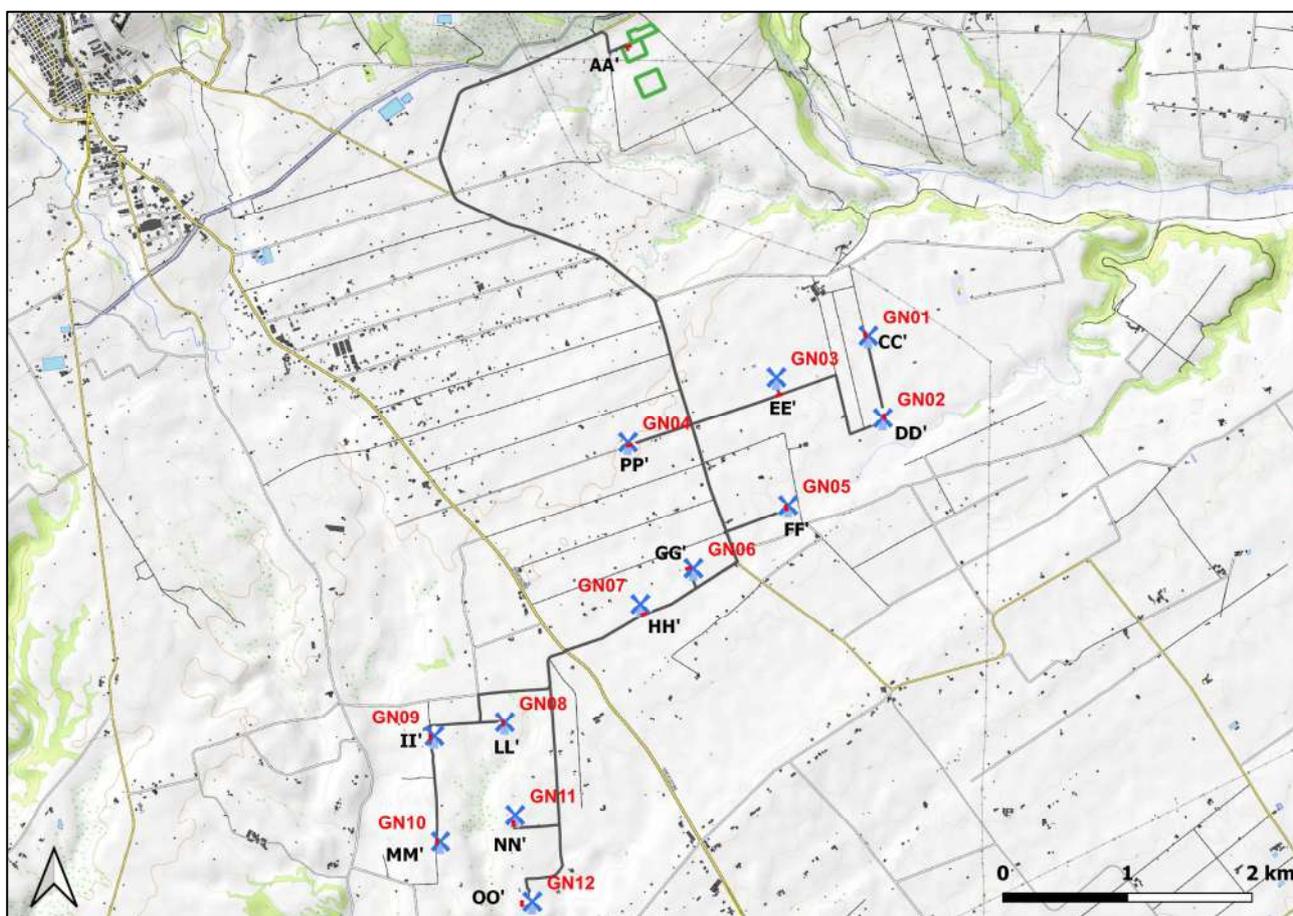


Fig. 1 – Corografia delle prospezioni geofisiche

4. ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE

4.1 Stendimento sismico AA': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione AA' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N.NE/S.SW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

A – 653448.61 – 4492631.75 A' – 653426.59 - 4492622.21

Lo stendimento AA' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.2).

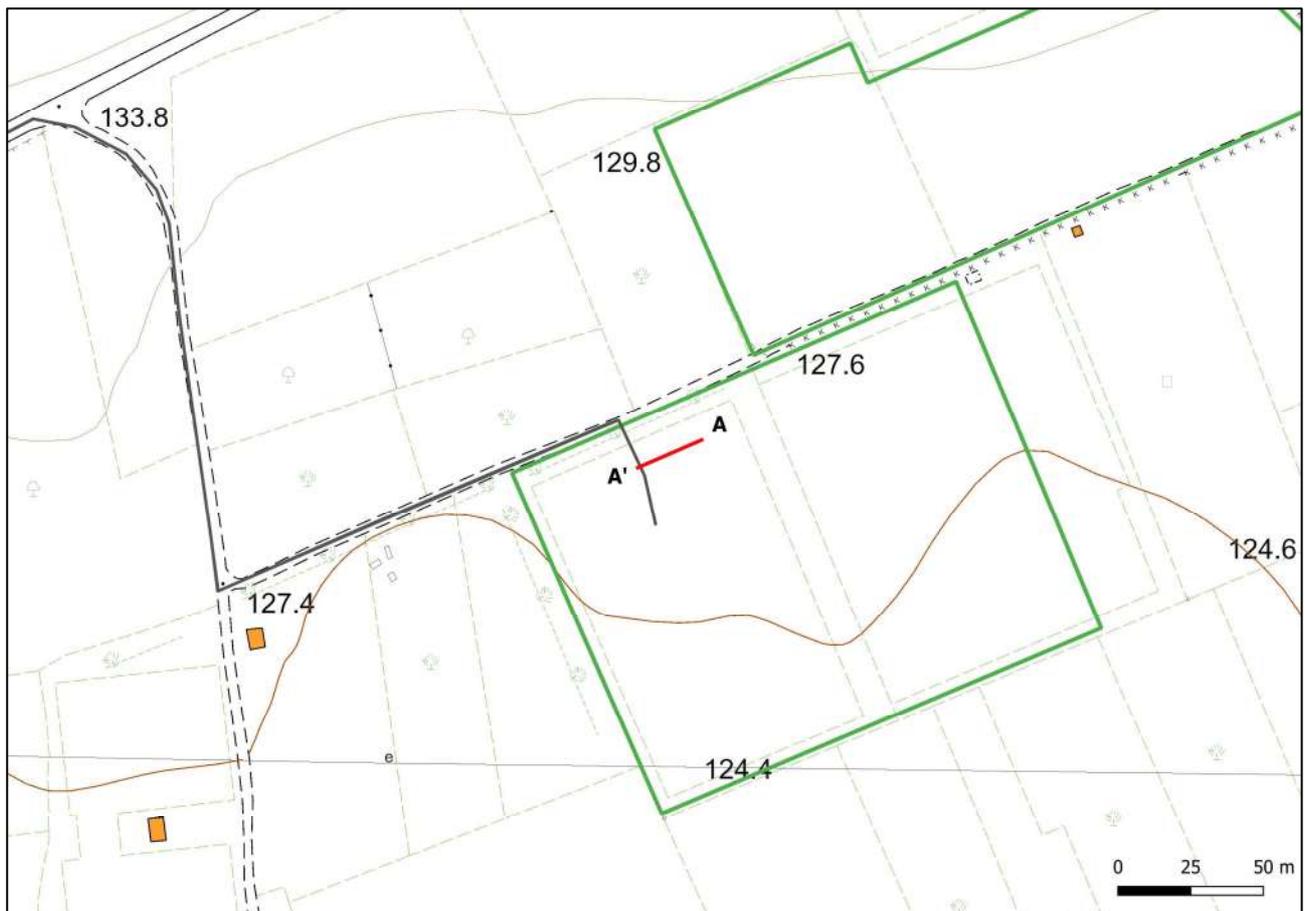


Fig. 2 – Ubicazione dello stendimento sismico AA' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.3).



Fig.3 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione AA'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 4 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

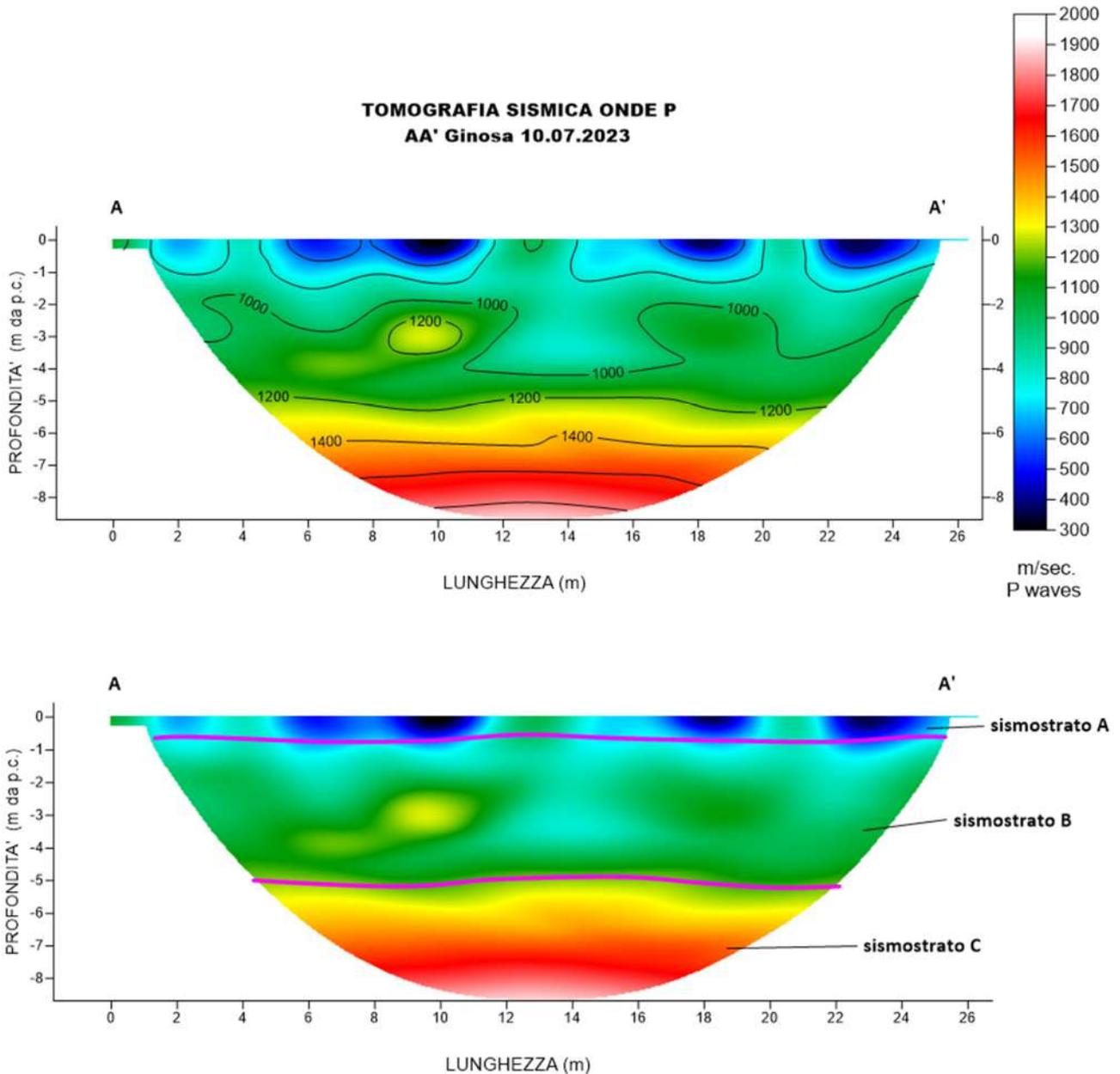


Fig. 4 – Sezione tomografica del profilo AA' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1200 m/s alla profondità compresa tra 4 e 6 m dal p.c.

Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1200 m/s e arrivano a circa 2000 m/s alla profondità indagata, di circa 9 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

4.2 Stendimento sismico CC': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione CC' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

C – 655338.78 – 4490302.78 C'– 655344.29 – 4490279.42

Lo stendimento CC' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.5).

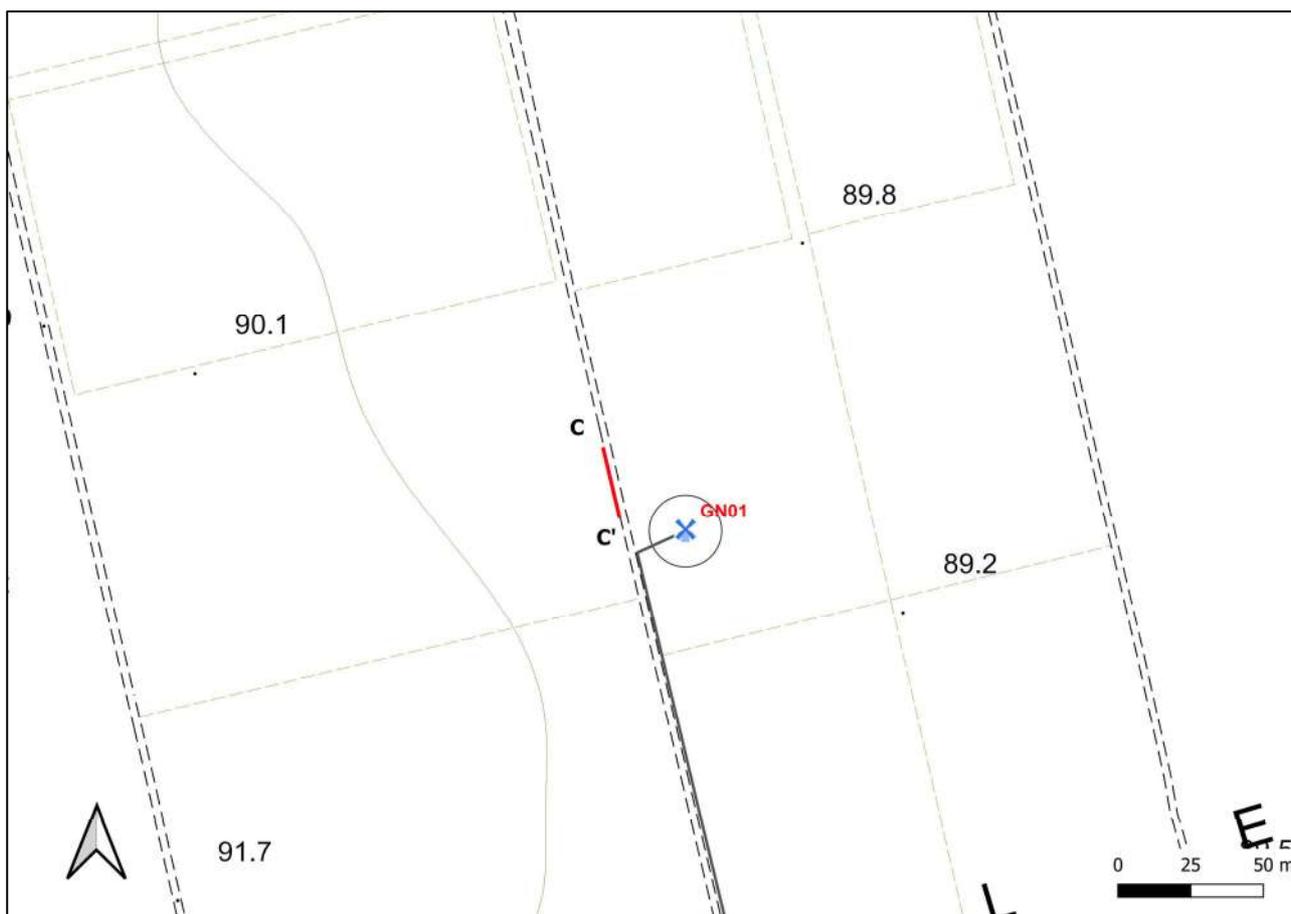


Fig. 5 – Ubicazione dello stendimento sismico CC' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.6).



Fig.6 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione CC'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 7 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

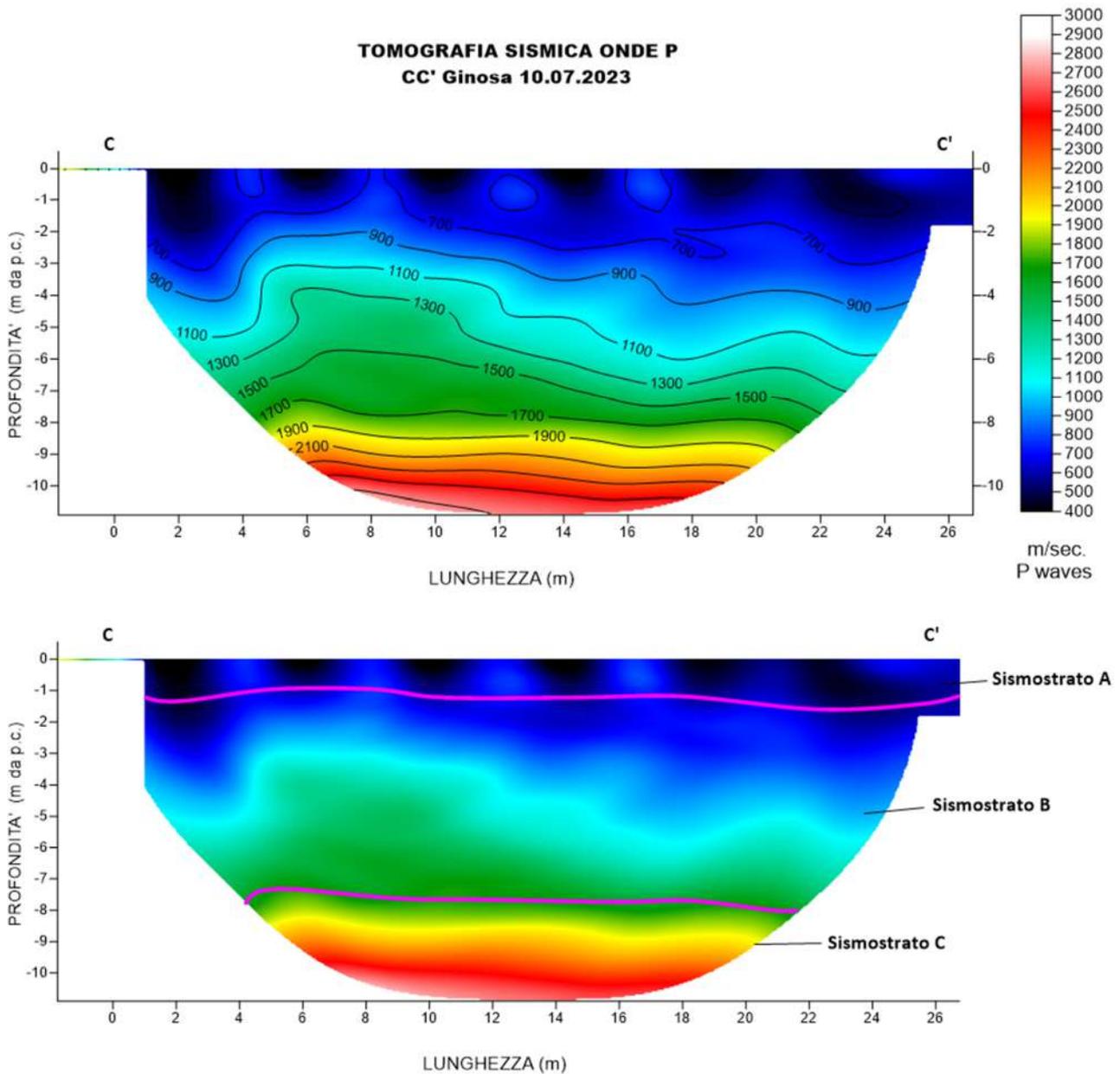


Fig. 7 – Sezione tomografica del profilo CC' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/1.5 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1700 m/s alla profondità compresa tra 7 e 8 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1700 m/s e arrivano a circa 2300 m/s alla profondità indagata, di circa 11 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

4.3 Stendimento sismico DD': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione DD' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

D – 655493.14 – 4489641.77 D' – 655498.62 – 4489618.41

Lo stendimento DD' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.8).

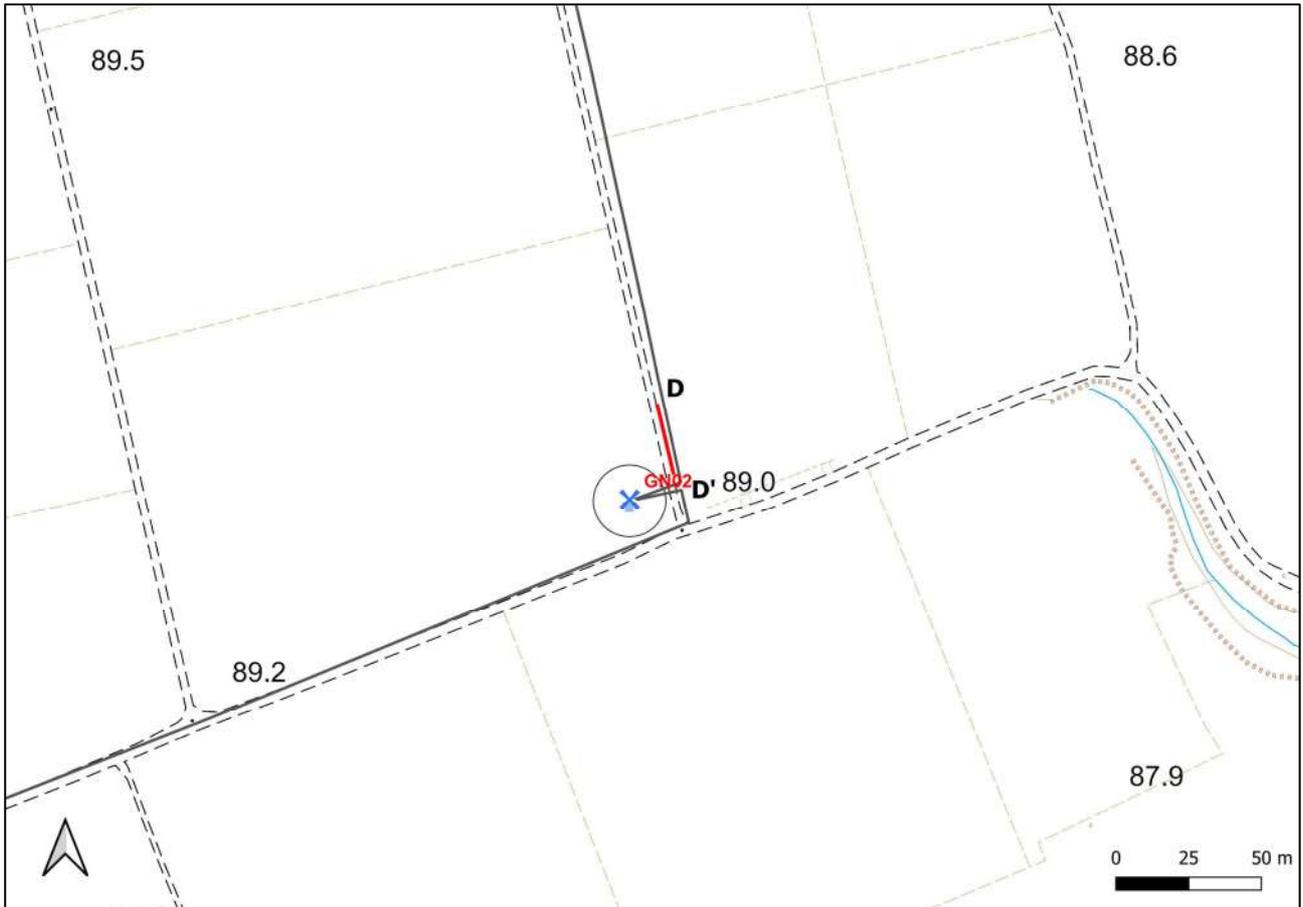


Fig. 8 – Ubicazione dello stendimento sismico DD su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.9).



Fig.9 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione DD'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 10 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

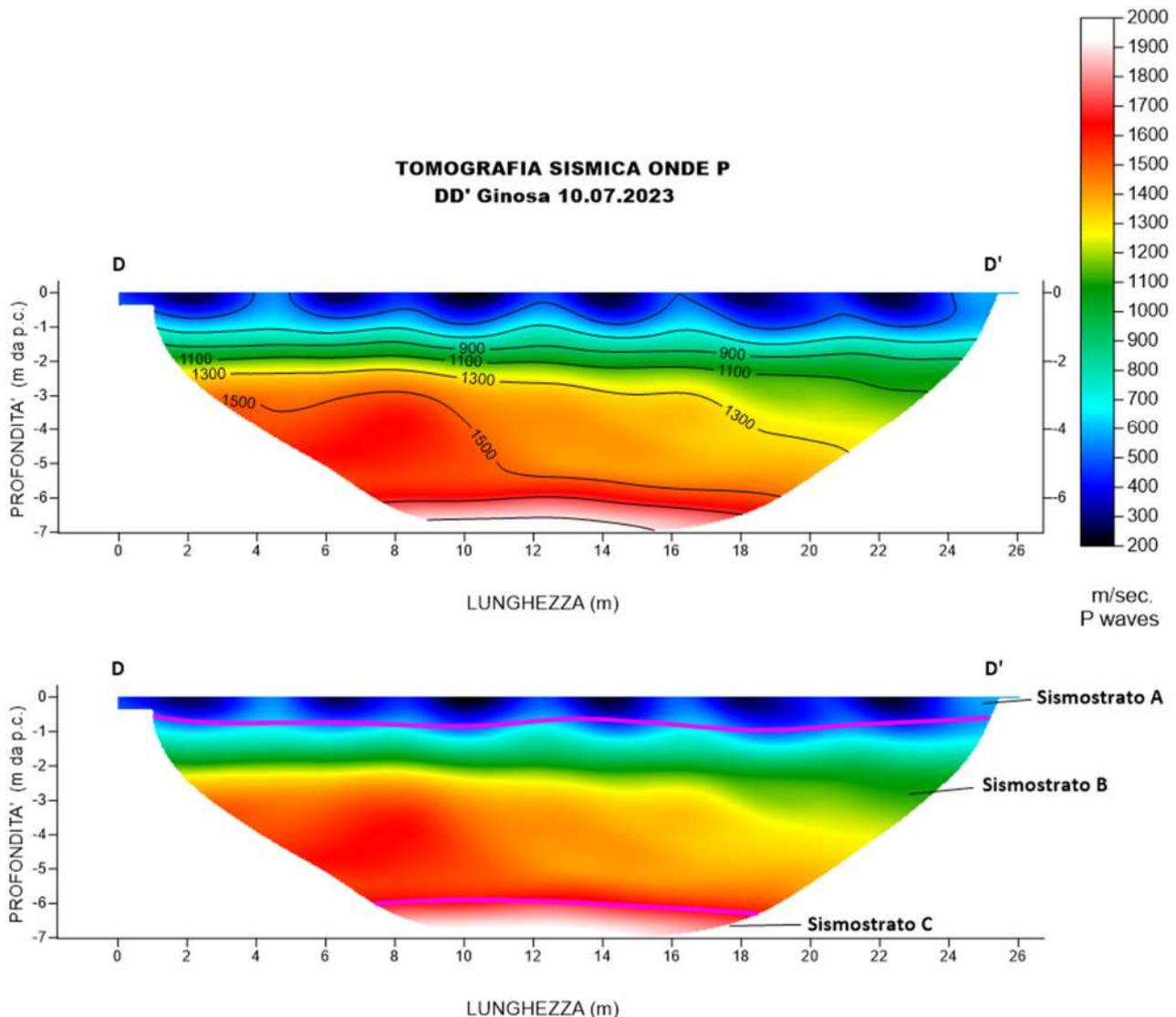


Fig. 10 – Sezione tomografica del profilo DD' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1700 m/s alla profondità di 6 m dal p.c.

Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1700 m/s e arrivano a circa 2100 m/s alla profondità indagata, di circa 8 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

4.4 Stendimento sismico EE': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione EE' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata ENE/WSW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

E – 654638.87 – 4489803.74 E' – 654661.57 – 4489811.52

Lo stendimento EE' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.12).

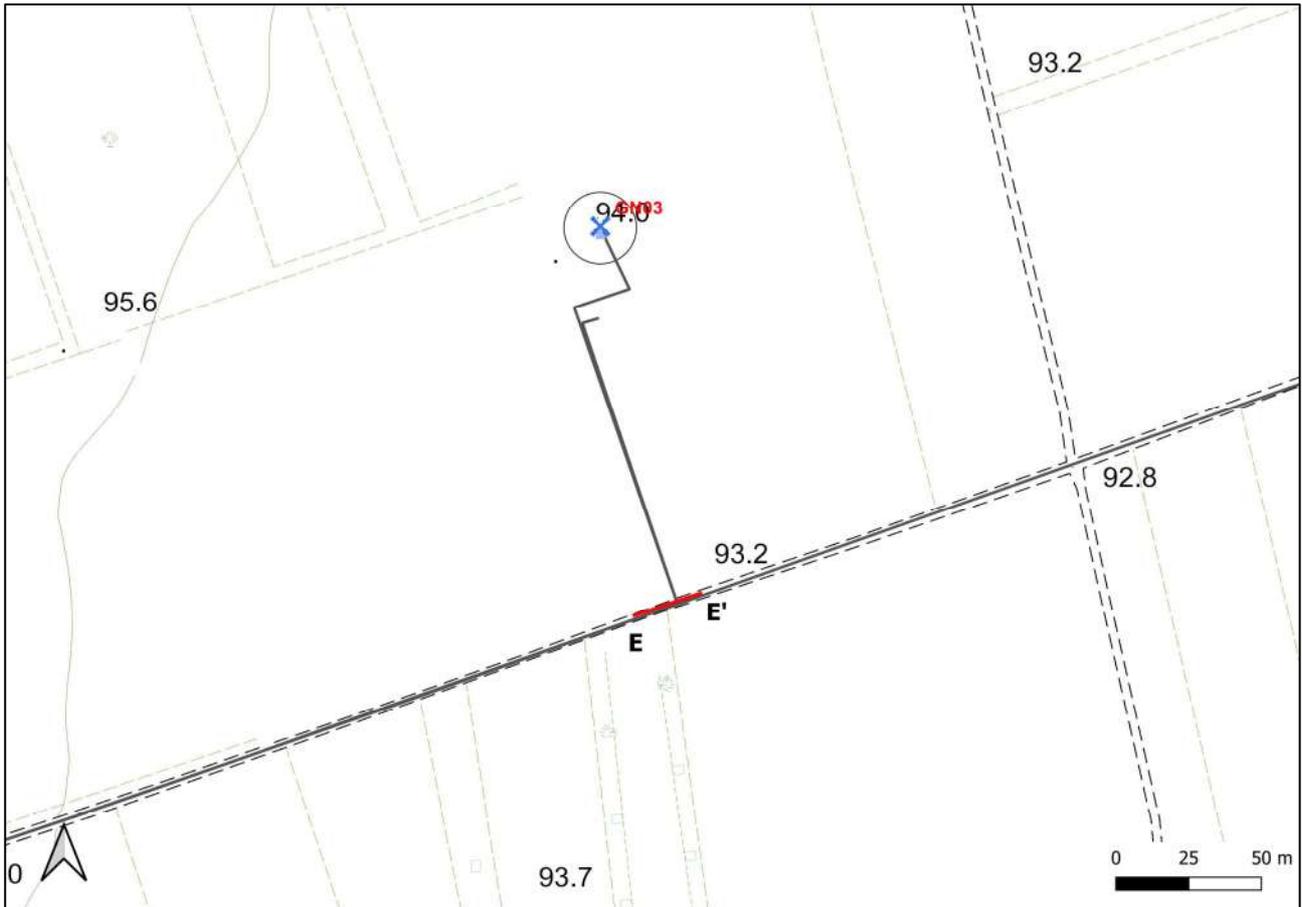


Fig. 12 – Ubicazione dello stendimento sismico EE' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.13).

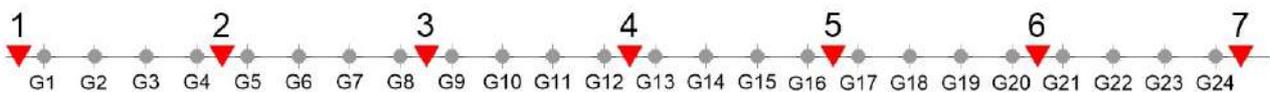


Fig.13 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione DD'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 14 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

**TOMOGRAFIA SISMICA ONDE P
EE' Ginosa 10.07.2023**

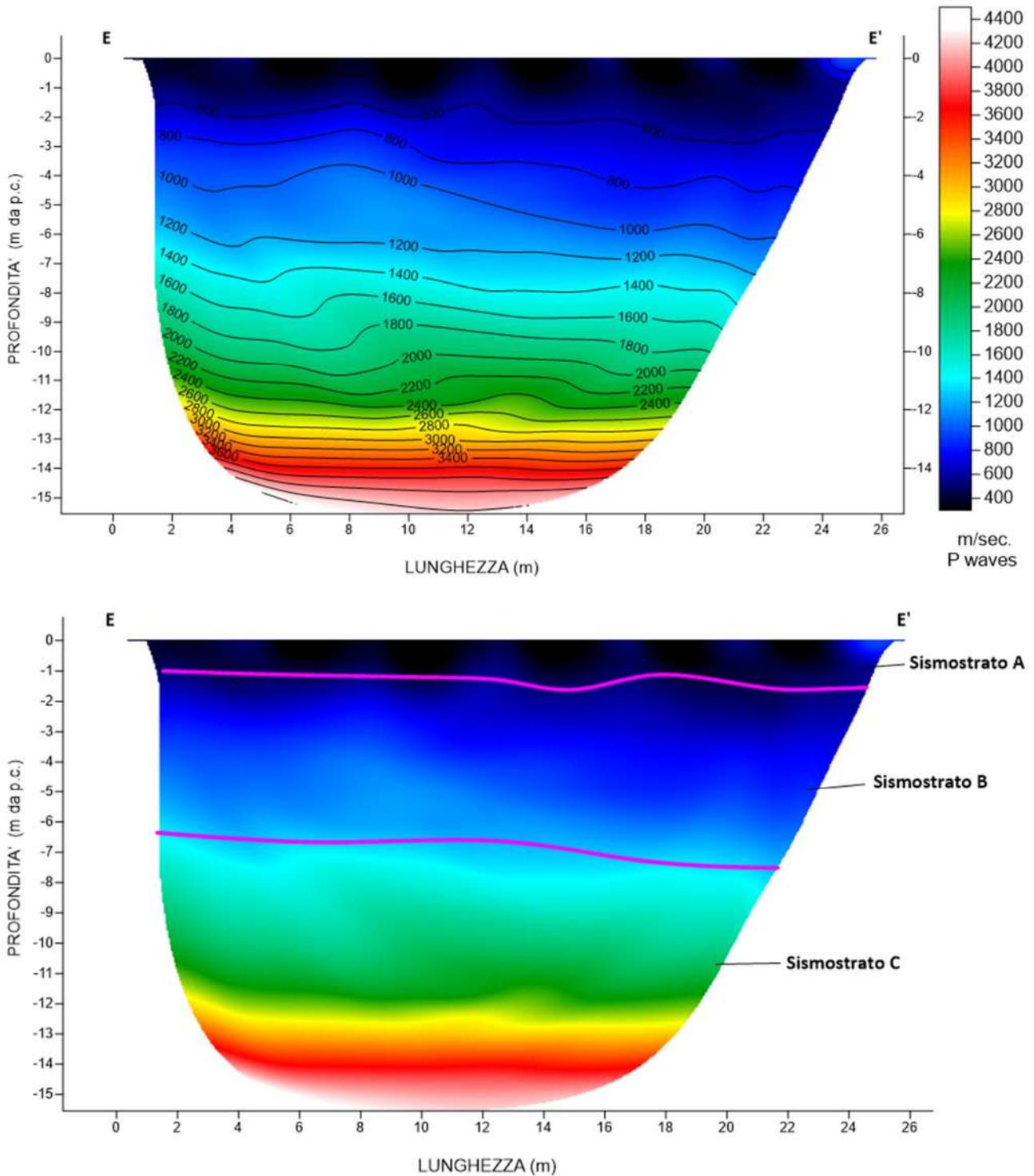


Fig. 14 – Sezione tomografica del profilo EE' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/1.5 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1300 m/s alla profondità compresa tra 6 e 7 m dal p.c. Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1300 m/s e arrivano a circa 3500 m/s alla profondità indagata, di circa 14 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

4.5 Stendimento sismico FF': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione FF' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata SSE/NNW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

F – 654711.11 – 4488880.88 F'– 654702.74 – 4488903.38

Lo stendimento FF' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.15).

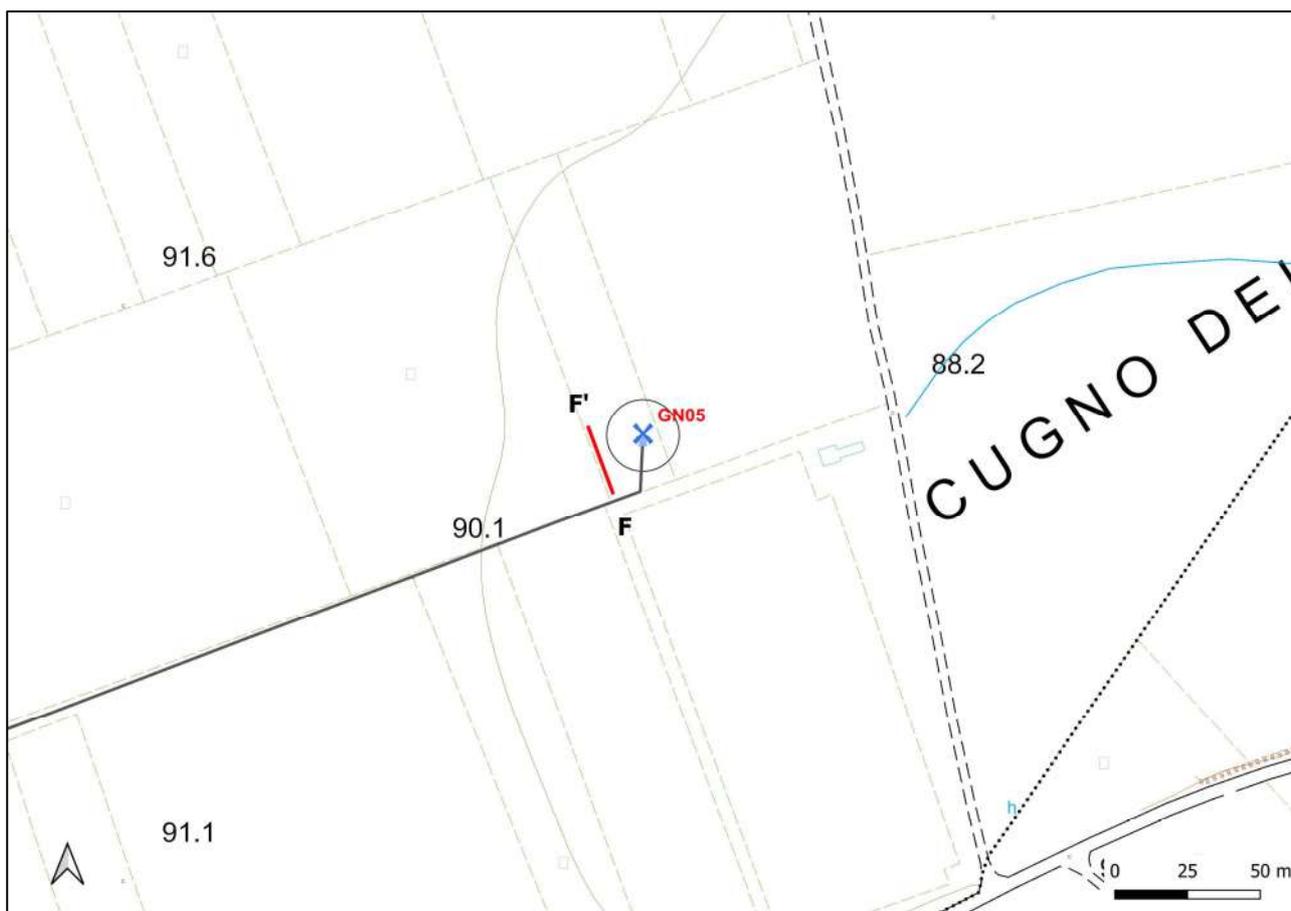


Fig. 15 – Ubicazione dello stendimento sismico FF' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.16).

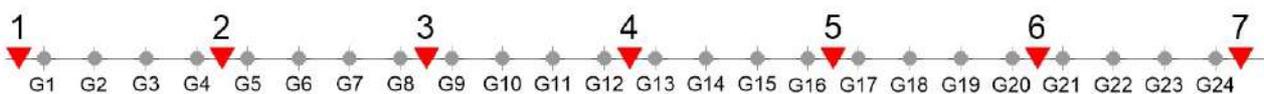


Fig.16 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione FF'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 17 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

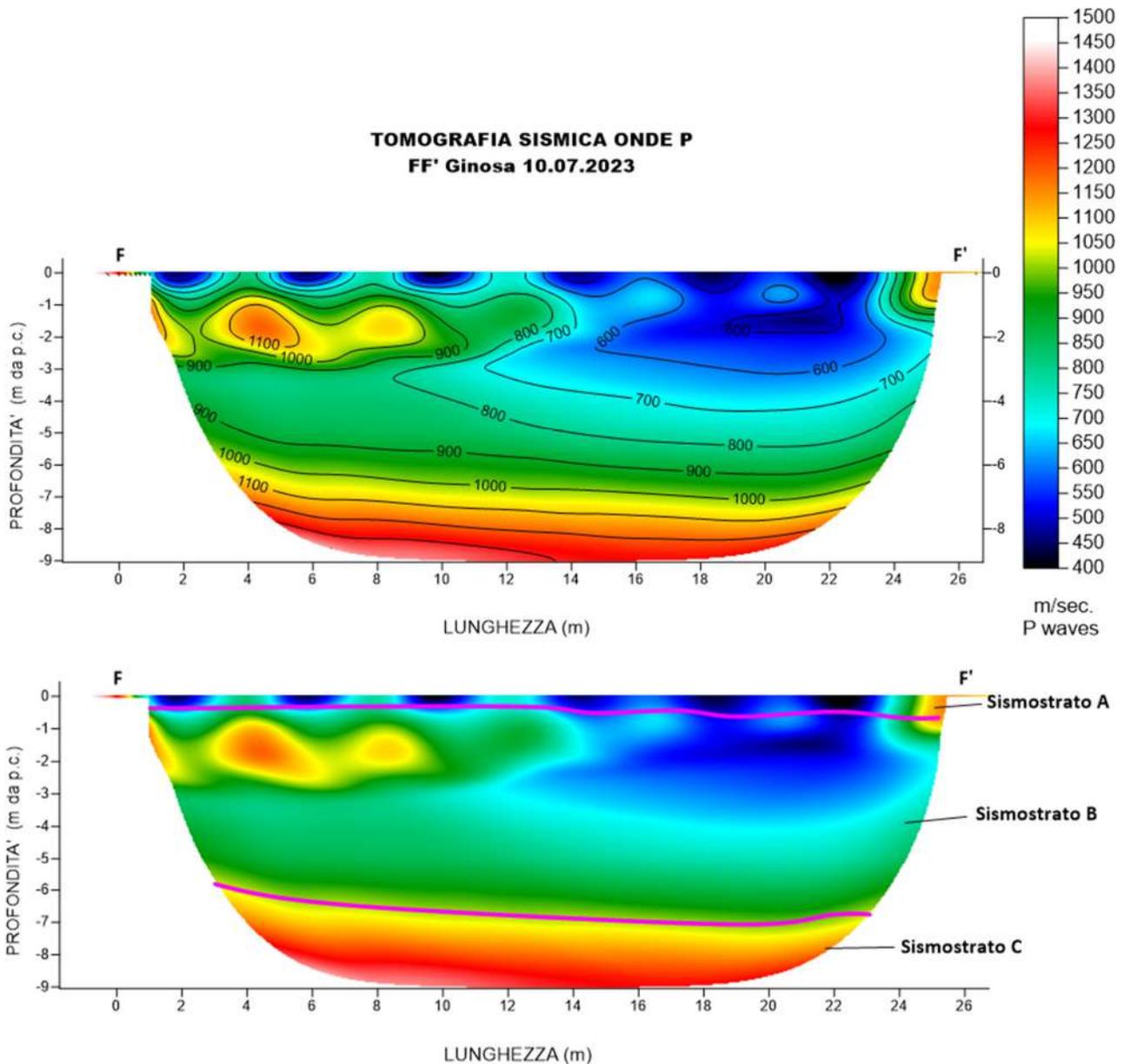


Fig. 17 – Sezione tomografica del profilo FF' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 0.5 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità compresa tra 6 e 7 m dal p.c.

Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1000 m/s e arrivano a circa 1300 m/s alla profondità indagata, di circa 9 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato

A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate. Nella prima parte della sezione, tra le progressive metriche 0-10, ad una profondità compresa tra 1 e 3 metri, è presente un livello ad alta velocità molto probabilmente dovuto alla presenza di facies litotecniche maggiormente cementate rispetto a quelle adiacenti.

4.6 Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione GG' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata SW/NE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

G – 653909.14 – 4488394.76 G' – 653931.48 – 4488403.51

Lo stendimento GG' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.18).

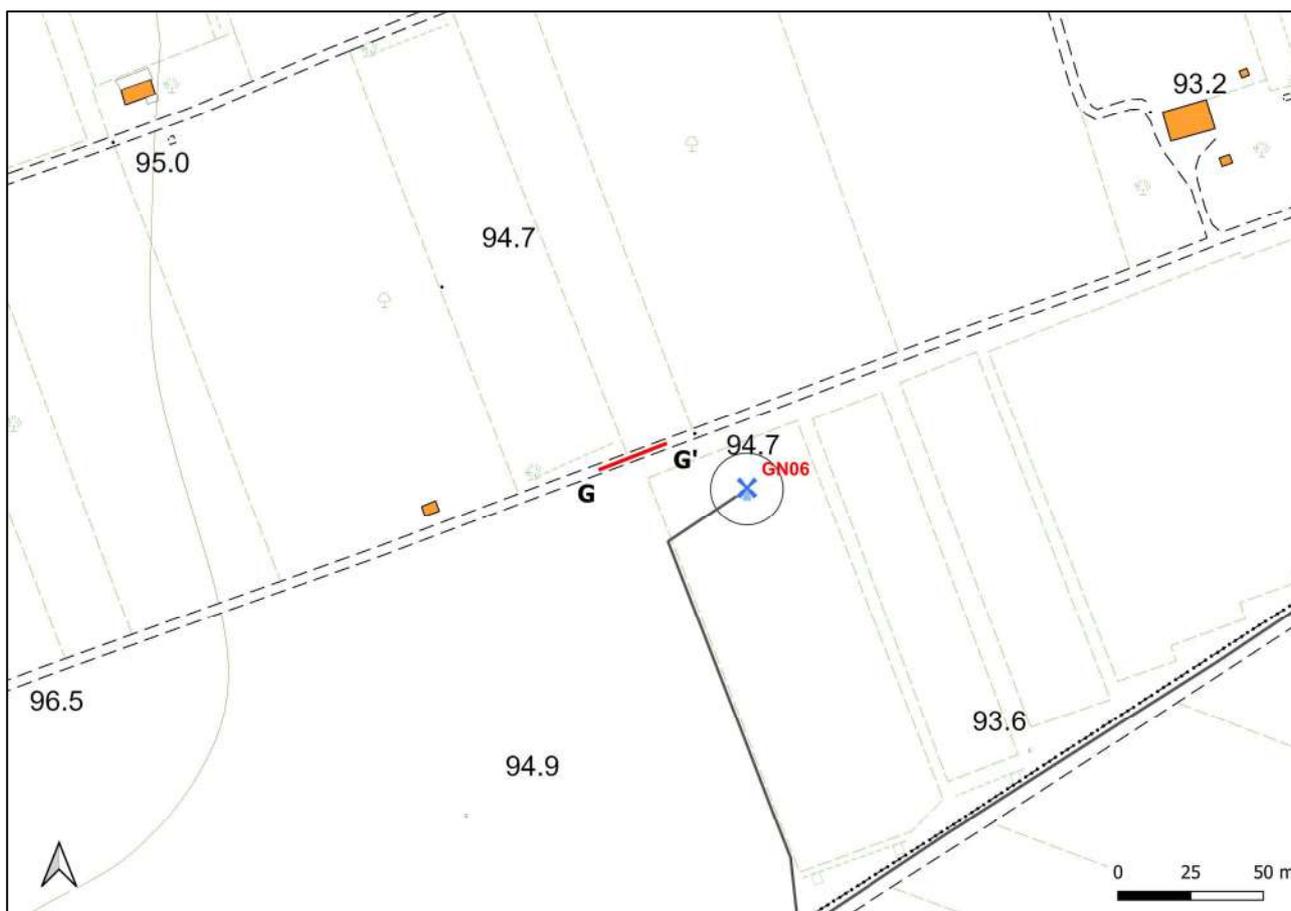


Fig. 18 – Ubicazione dello stendimento sismico GG' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.19).



Fig.19 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione GG'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 20 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

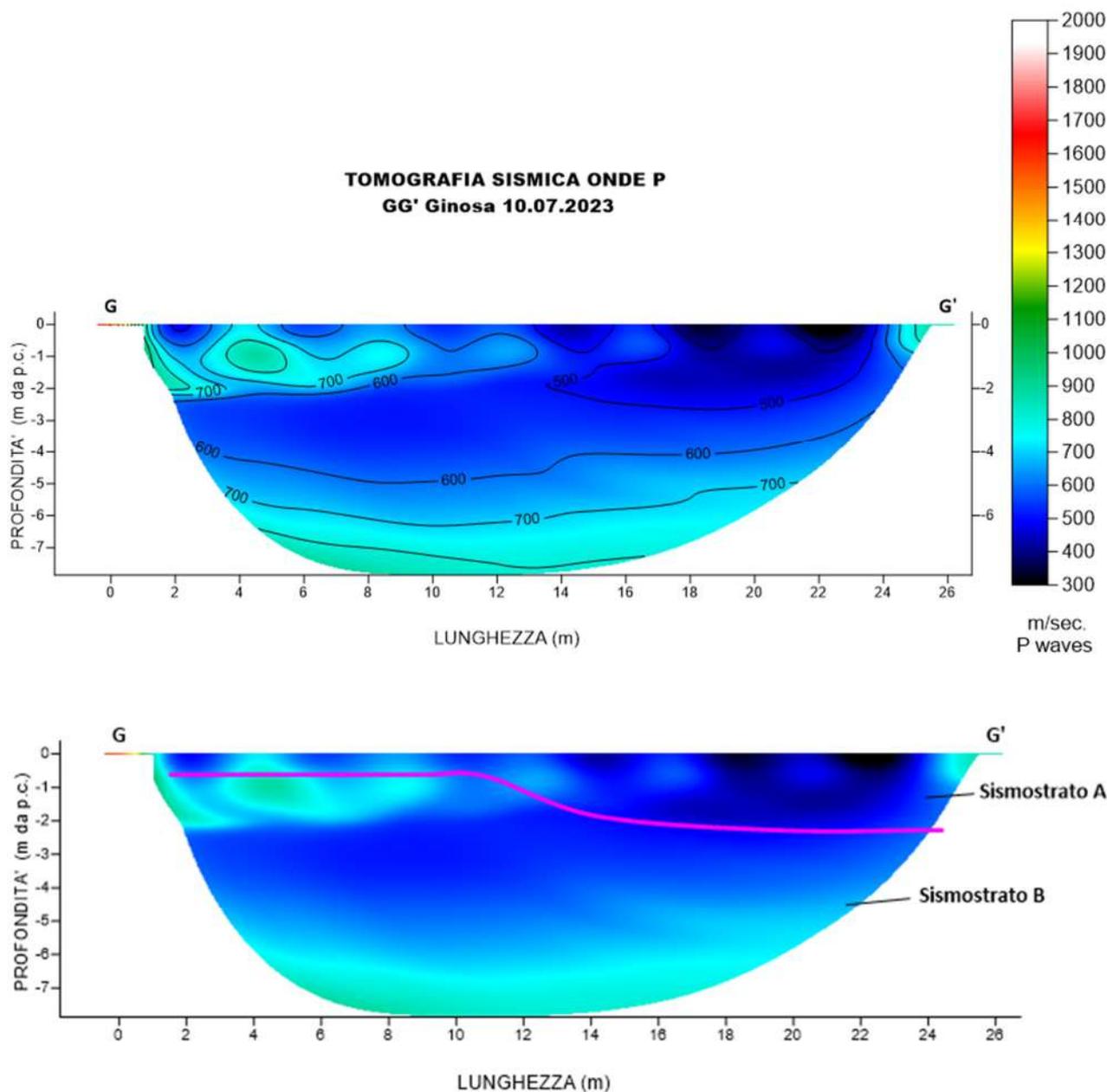


Fig. 20 – Sezione tomografica del profilo GG' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 0.5/3 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità indagata, di circa 8 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

4.7 Stendimento sismico HH': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione HH' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata SW/NE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

H – 653551.91 – 4488022.05 H' – 653574.30 – 4488030.68

Lo stendimento HH' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.21).

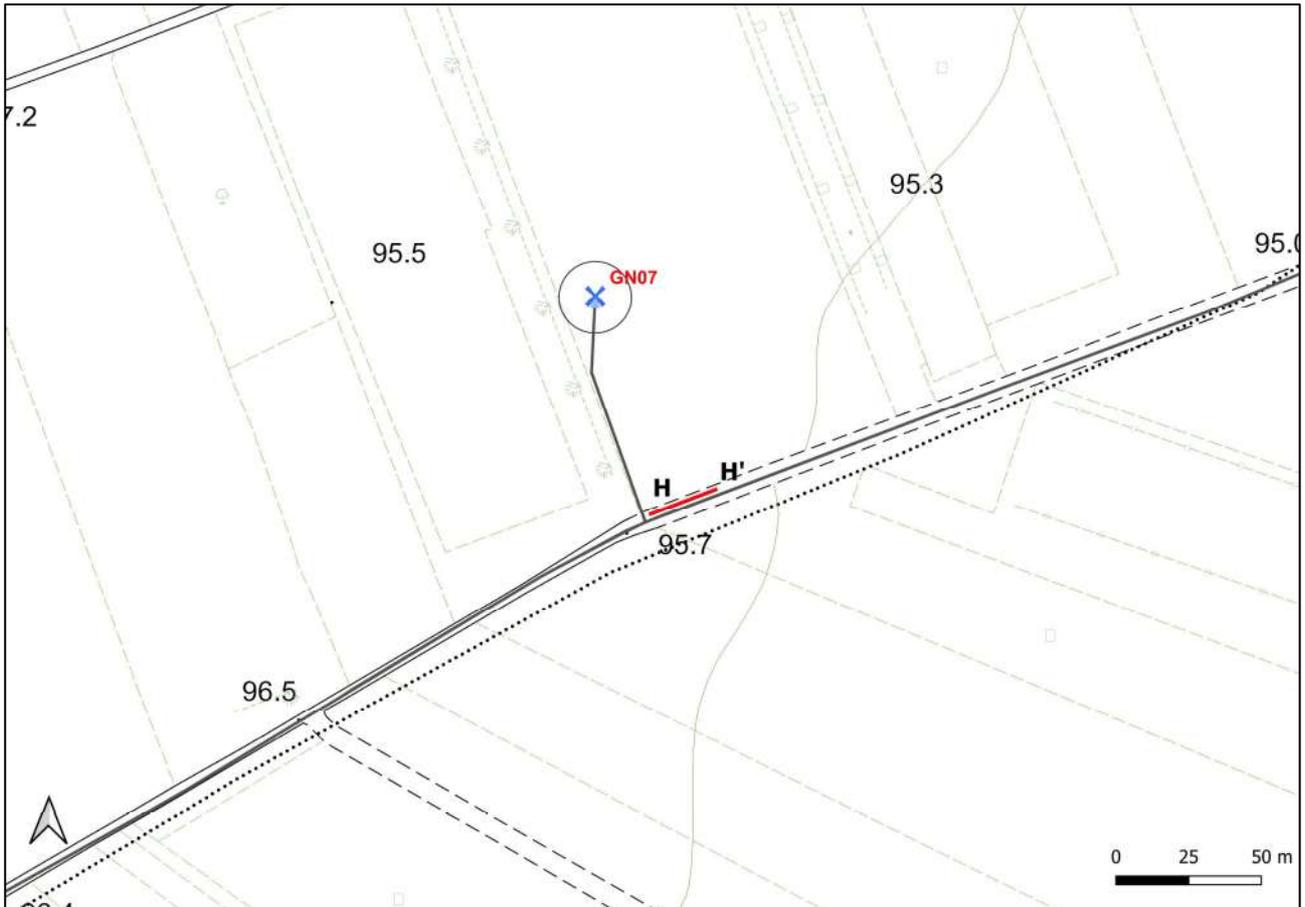


Fig. 21 – Ubicazione dello stendimento sismico HH' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.22).



Fig.22 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione HH'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 23 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

**TOMOGRAFIA SISMICA ONDE P
HH' Ginosa 10.07.2023**

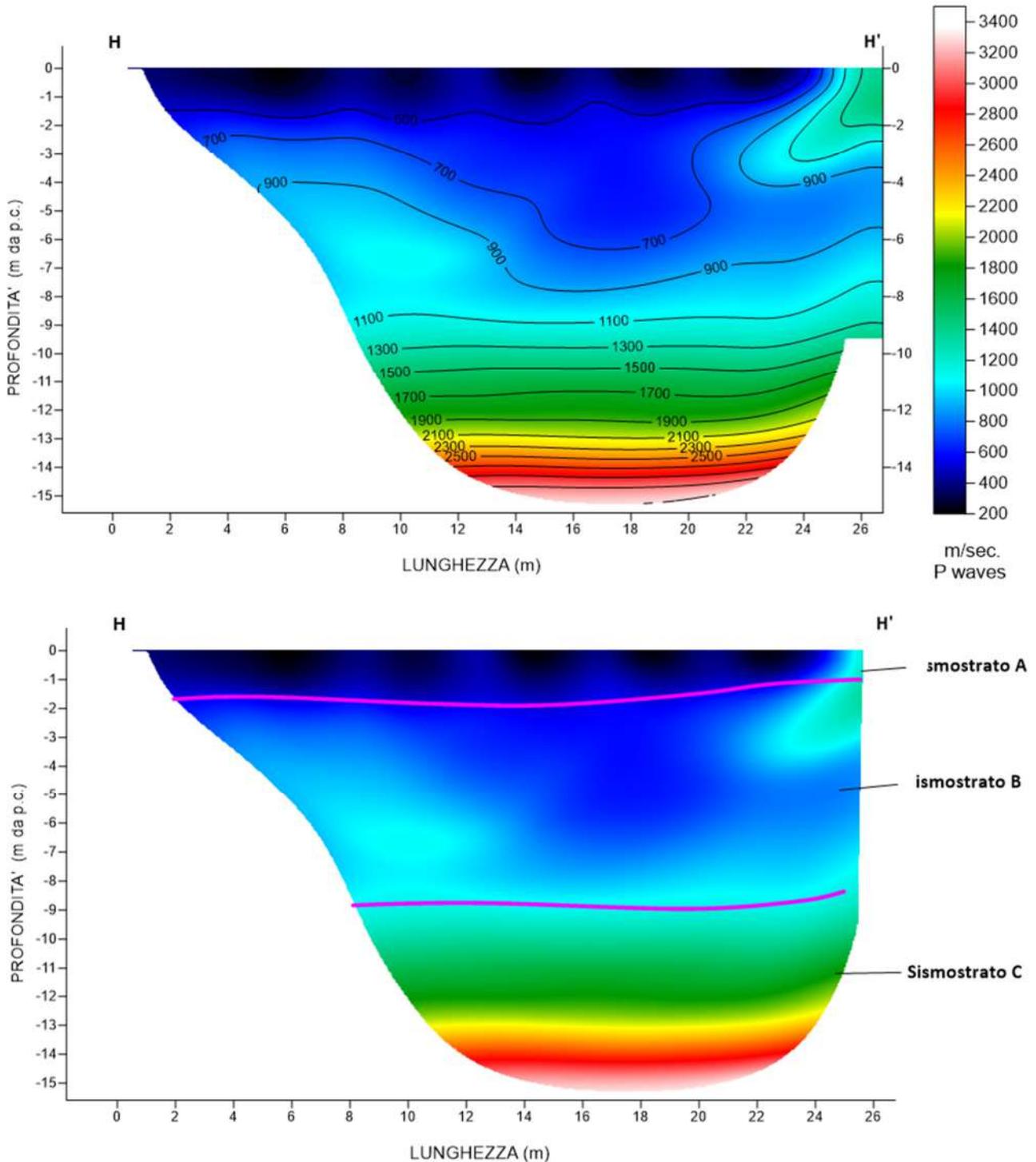


Fig. 23 – Sezione tomografica del profilo HH' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/2 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1100 m/s alla profondità di 9 m dal p.c.

Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 1100 m/s e arrivano a circa 3000 m/s alla profondità indagata, di circa 15 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

4.8 Stendimento sismico II': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione II' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

I – 651845.56 – 4487035.86 I' – 651846.82 – 4487011.89

Lo stendimento II' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.24).

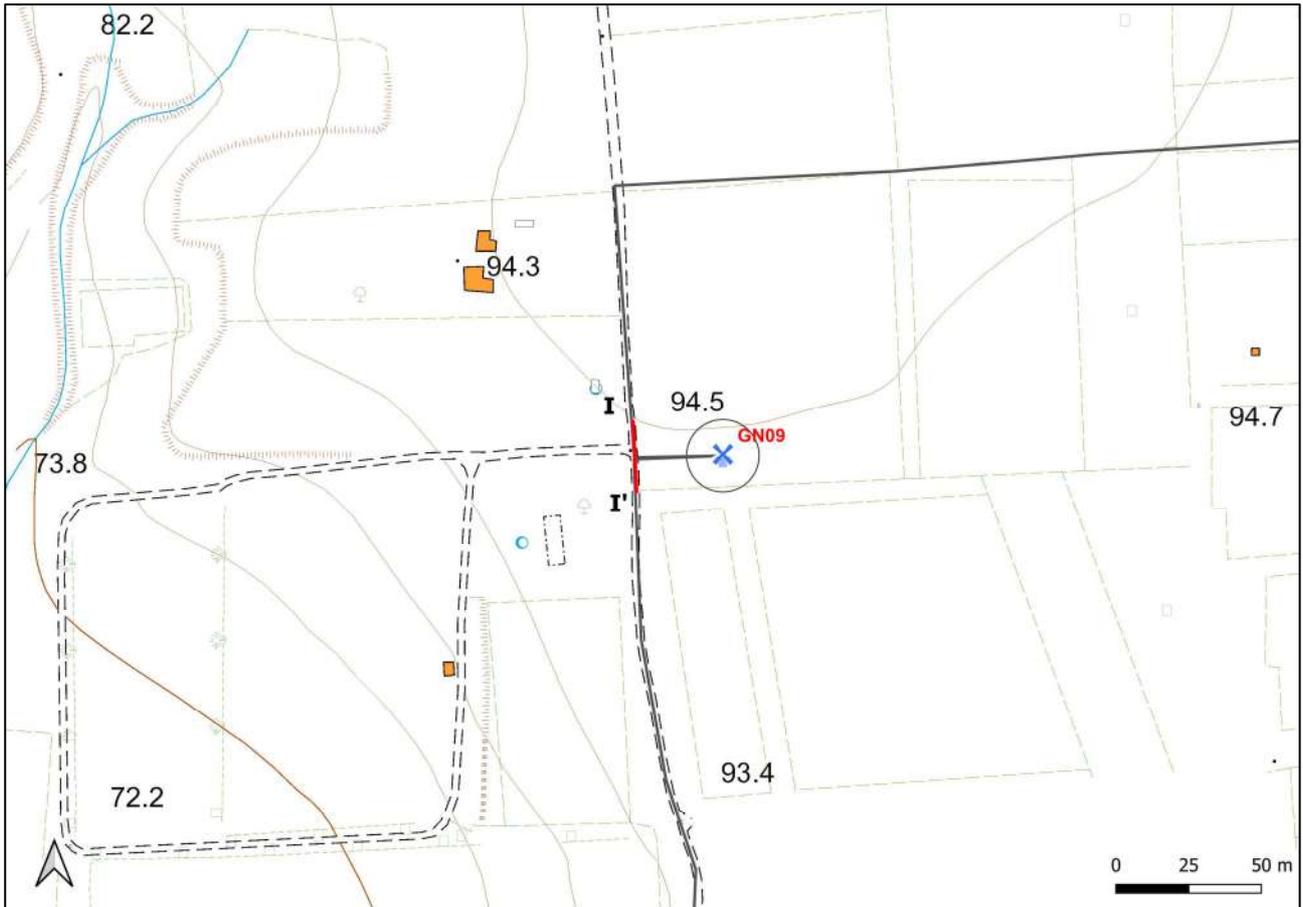


Fig. 24 – Ubicazione dello stendimento sismico II' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.25).

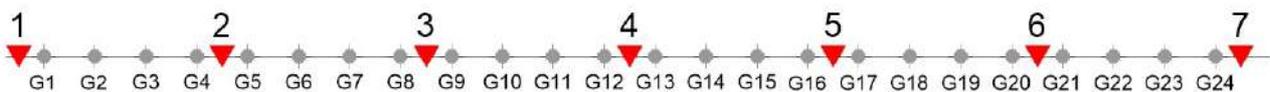


Fig.25 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione II'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 25 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

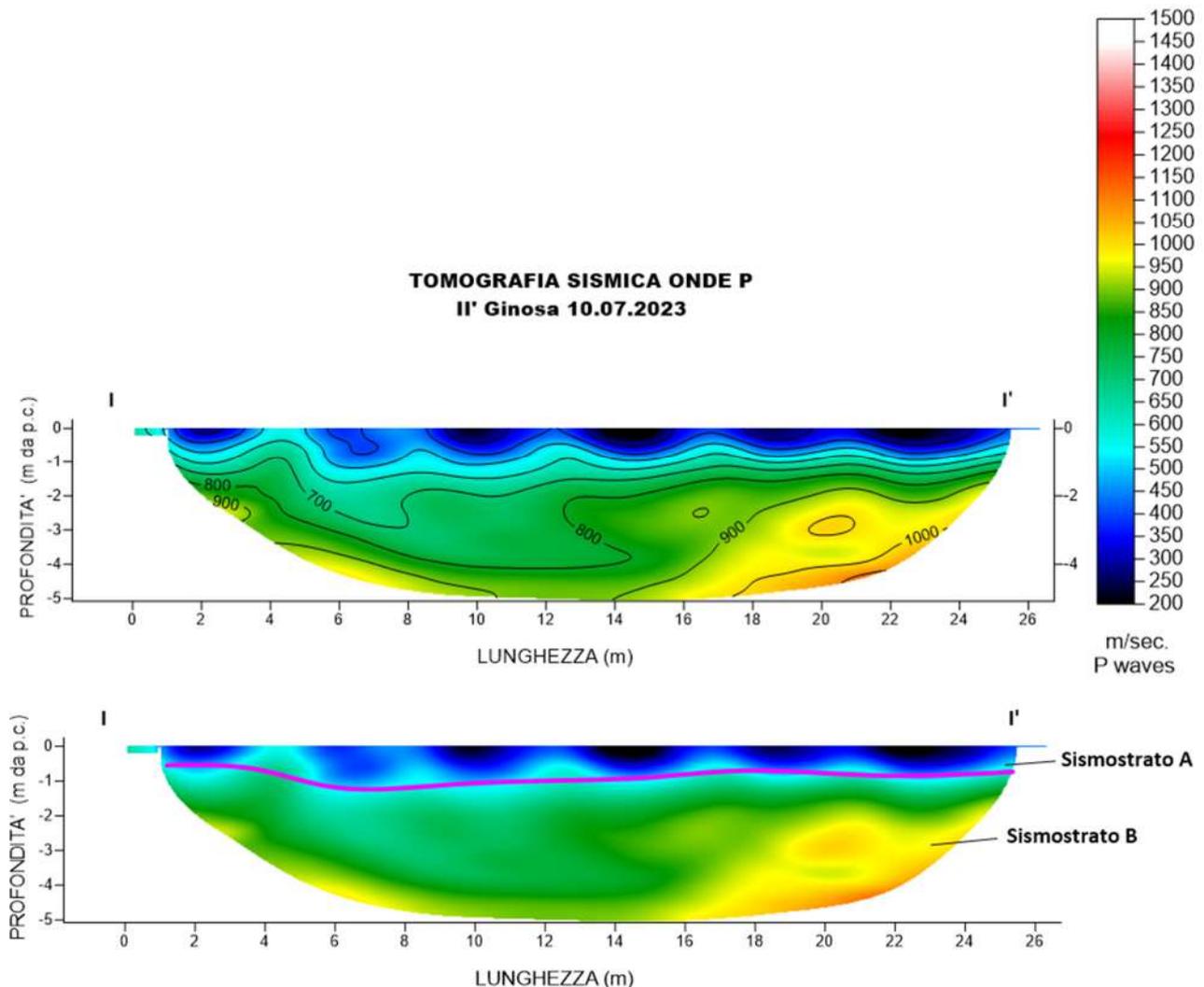


Fig. 25 – Sezione tomografica del profilo II' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/1.5 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità indagata, di circa 6 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

4.9 Stendimento sismico LL': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione LL' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata S/N e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

L – 652431.50 – 4487125.77 L' – 652428.14 – 4487149.53

Lo stendimento LL' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.26).

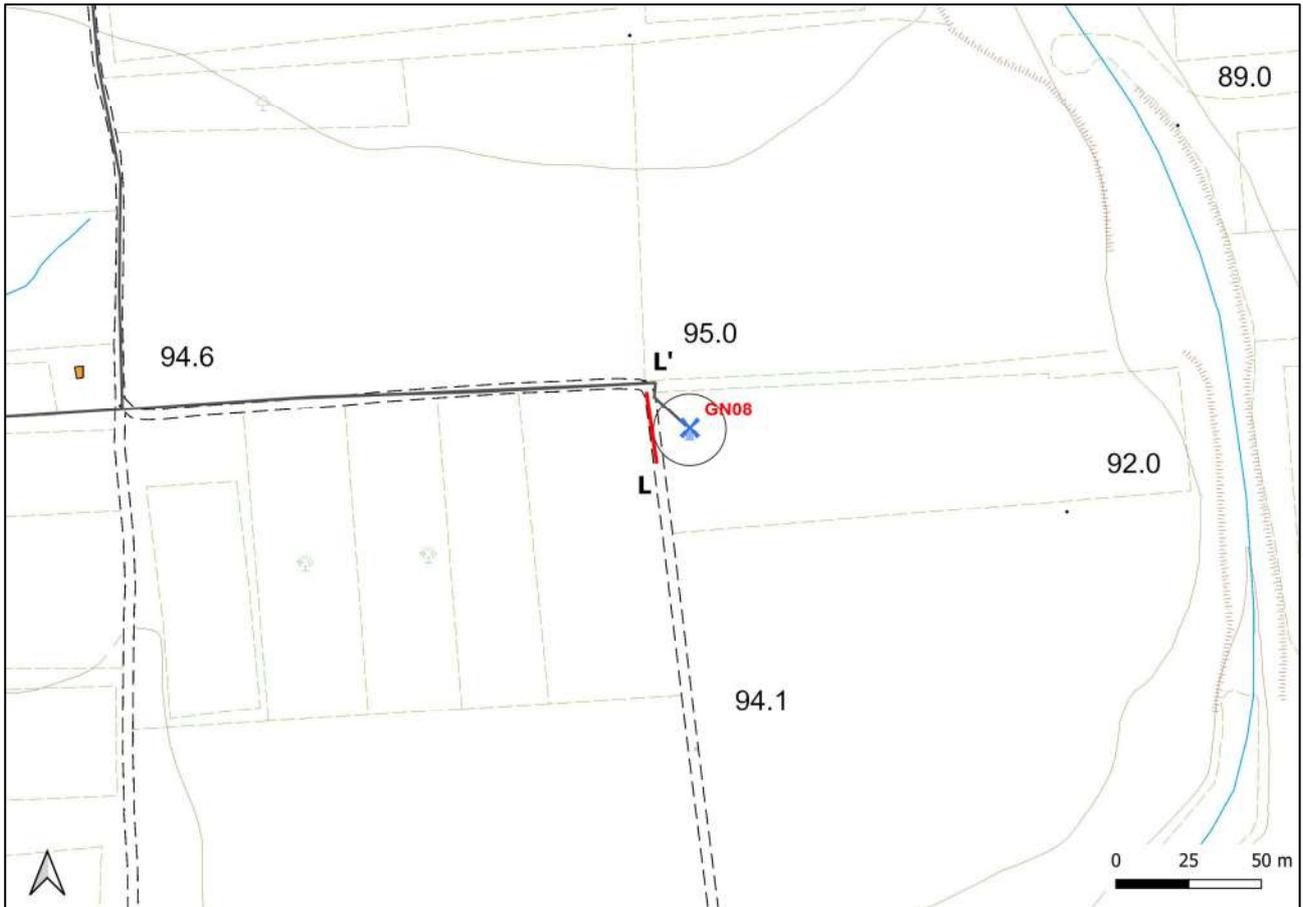


Fig. 24 – Ubicazione dello stendimento sismico LL' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.25).

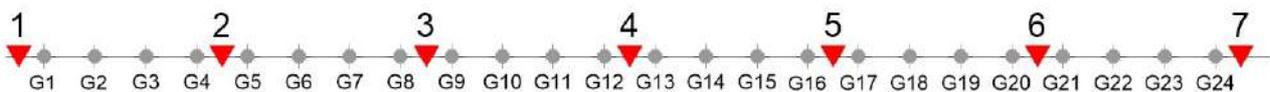


Fig.25 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione LL'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 26 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

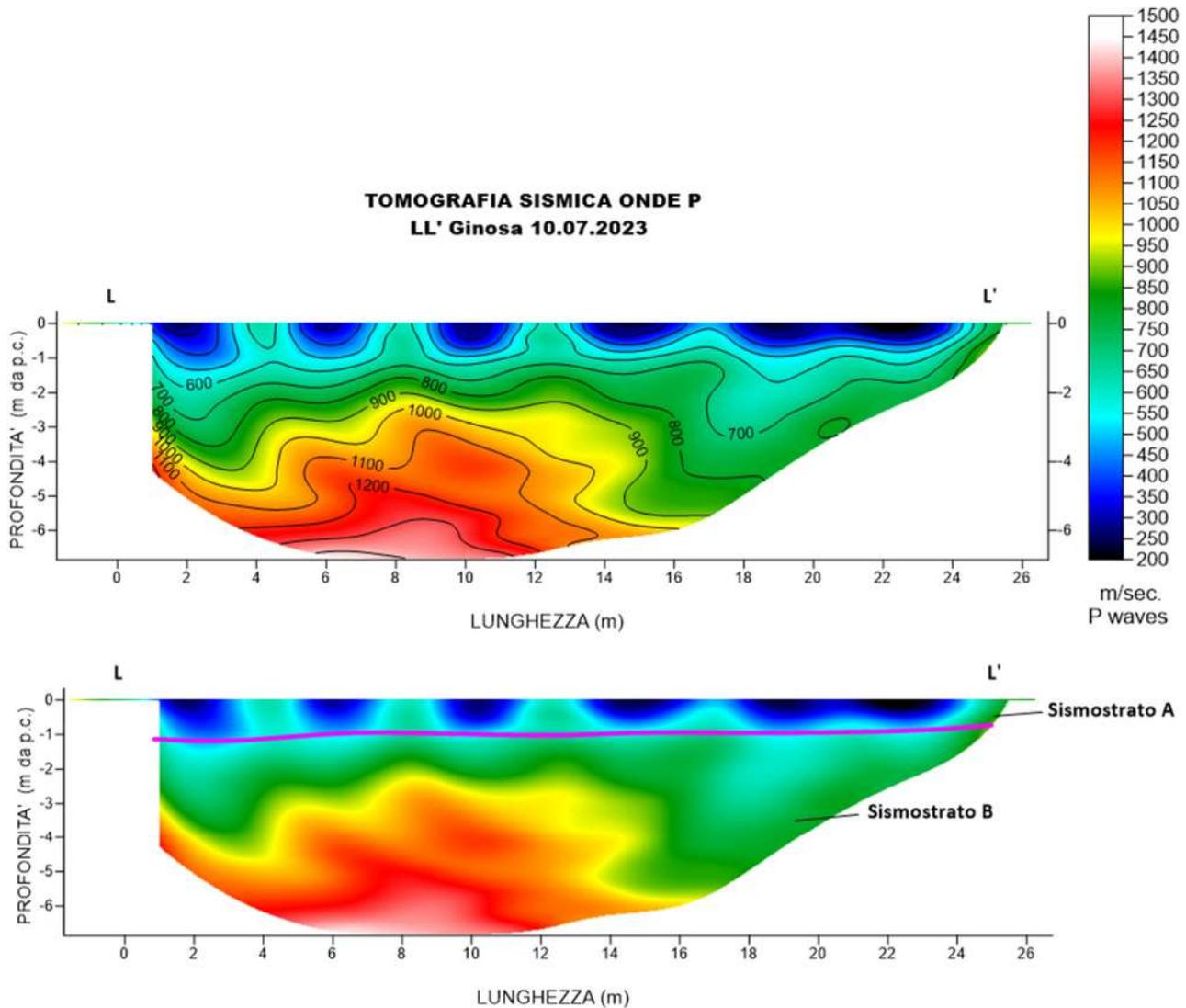


Fig. 26 – Sezione tomografica del profilo LL' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1400 m/s alla profondità indagata, di circa 6 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

4.10 Stendimento sismico MM': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione MM' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

M – 651897.29 – 4486194.18 M' – 651895.59 – 4486170.24

Lo stendimento MM' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.27).

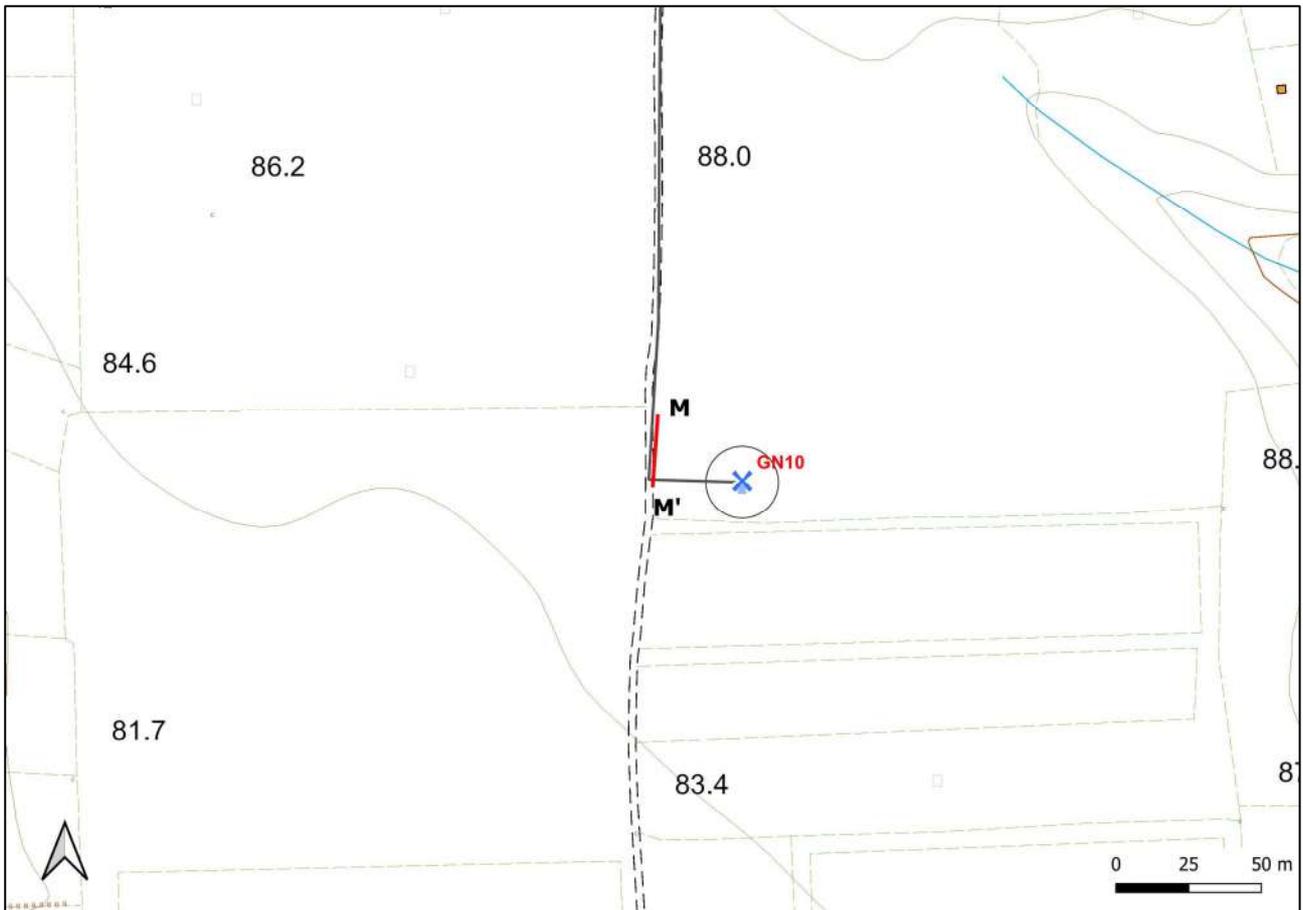


Fig. 27 – Ubicazione dello stendimento sismico MM' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.28).

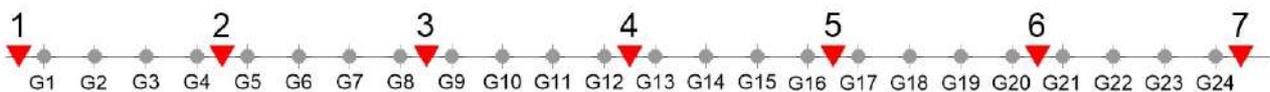


Fig.28 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione MM'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 29 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

TOMOGRAFIA SISMICA ONDE P
MM' Ginosa 10.07.2023

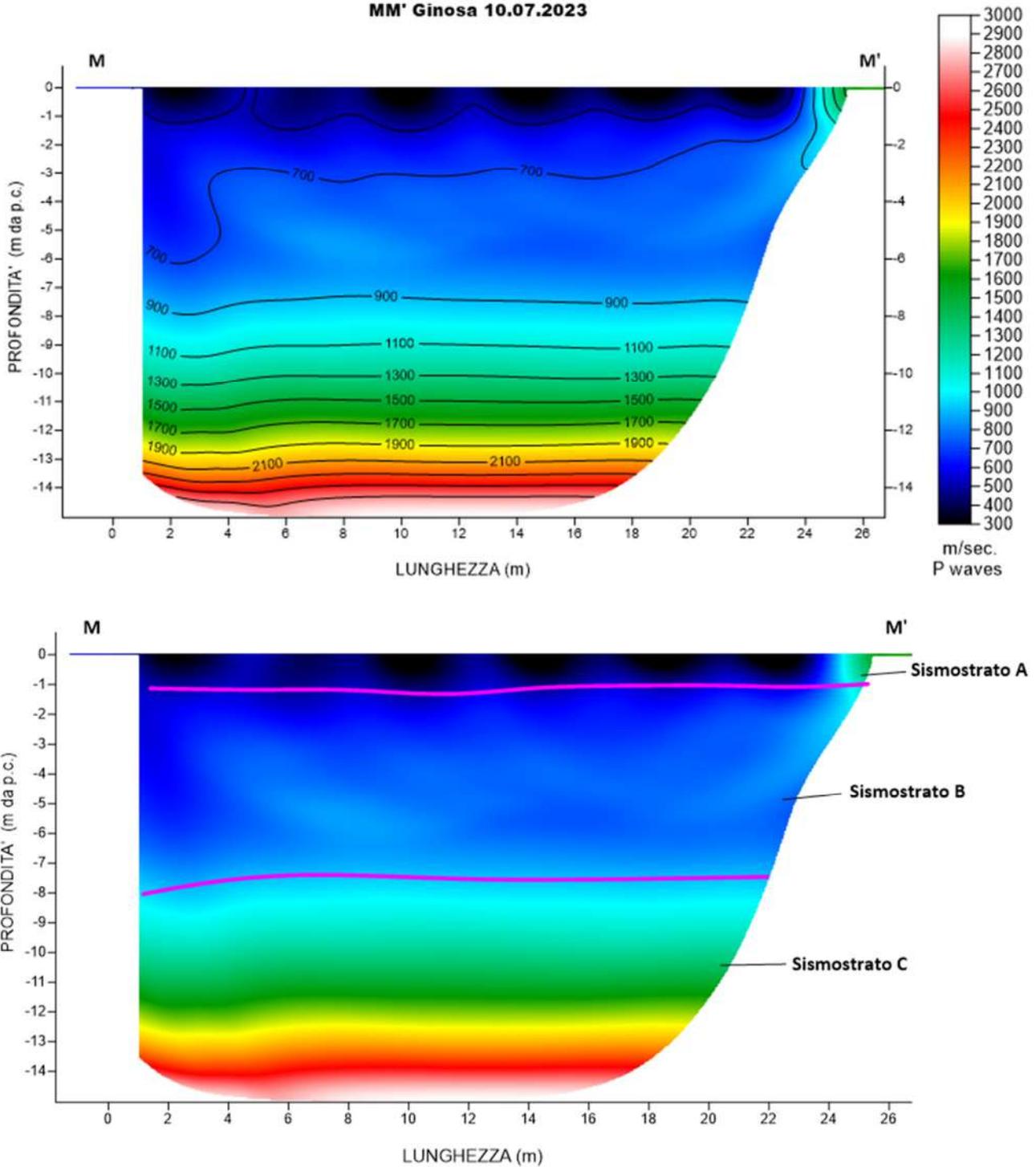


Fig. 29 – Sezione tomografica del profilo MM' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 900 m/s alla profondità di 8 m dal p.c.

Il terzo sismostrato infine, mostra valori di velocità delle onde P che partono da 900 m/s e arrivano a circa 2500 m/s alla profondità indagata, di circa 14 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia e infine il terzo sismostrato (Sismostrato C) può essere riferito sempre alle stesse tipologie litologiche ma maggiormente cementate.

4.11 Stendimento sismico NN': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione NN' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N/S e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

N – 652515.54 – 4486339.59 N' – 652517.24 – 4486315.65

Lo stendimento NN' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.30).

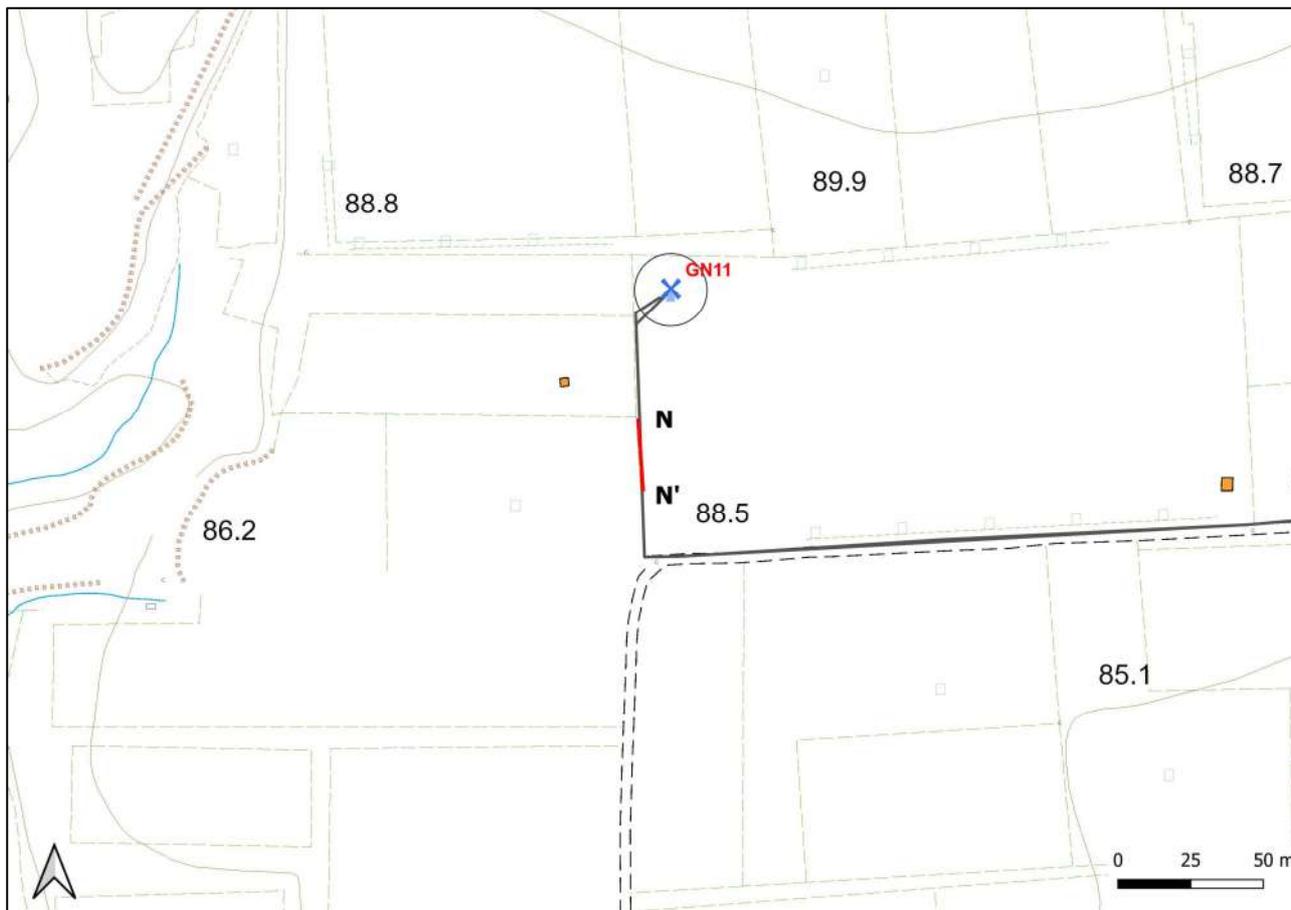


Fig. 30 – Ubicazione dello stendimento sismico NN' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.31).

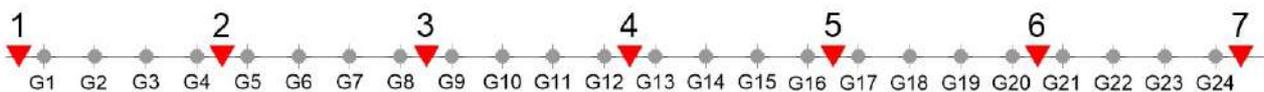


Fig.31 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione NN'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 32 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

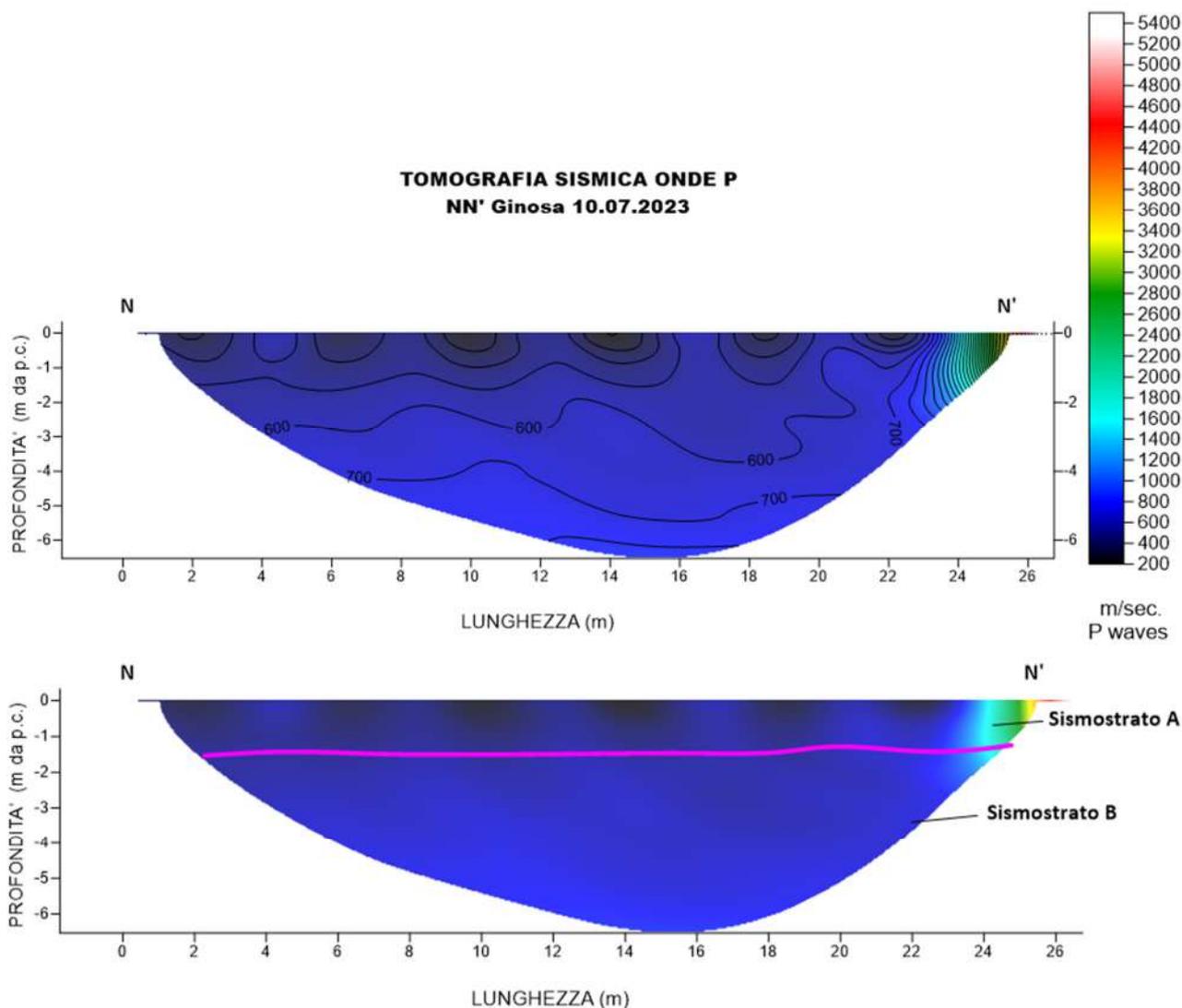


Fig. 32 – Sezione tomografica del profilo NN' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1.5 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 800 m/s alla profondità indagata, di circa 6 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

4.12 Stendimento sismico OO': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione OO' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata S/N e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

O – 652584.19 – 4485669.94 O' – 652583.12 – 4485693.91

Lo stendimento OO' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.33).

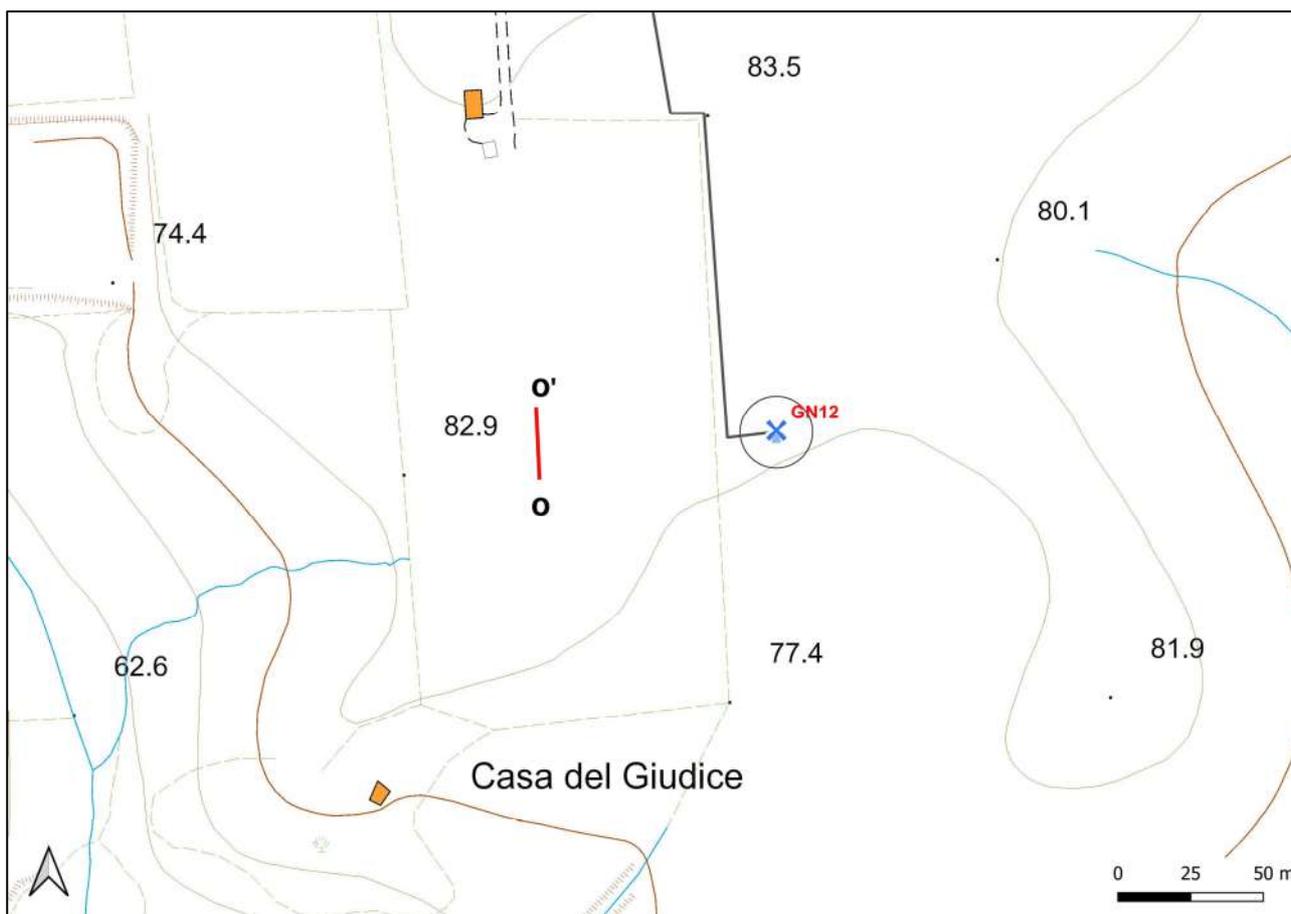


Fig. 33 – Ubicazione dello stendimento sismico OO' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 1.0 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.34).



Fig.34 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione OO'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 35 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

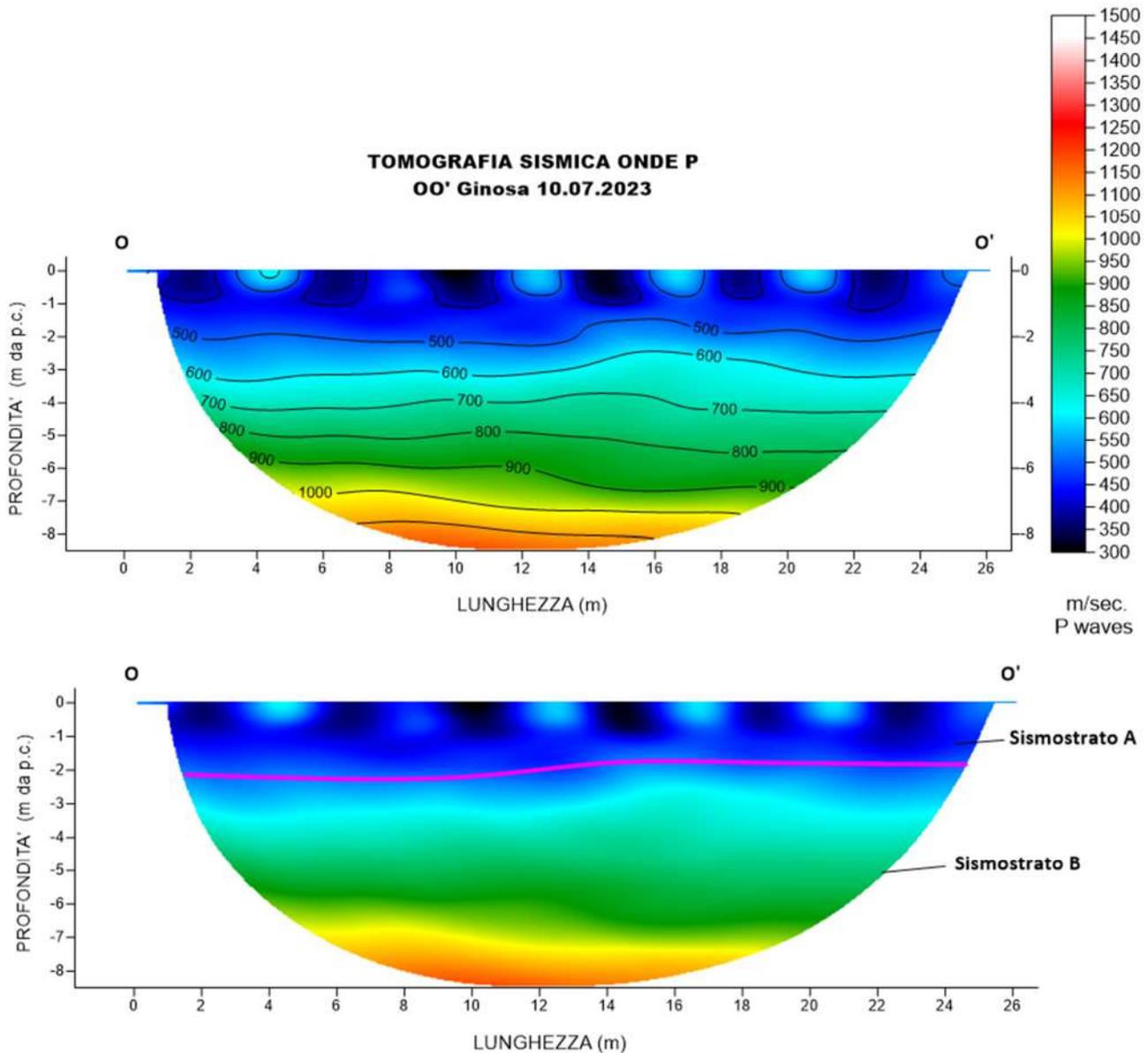


Fig. 35 – Sezione tomografica del profilo OO' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 2 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1100 m/s alla profondità indagata, di circa 9 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

4.13 Stendimento sismico PP': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione PP' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata ENE/ESE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

P – 653457.92 – 4489401.40 P' – 653435.32 – 4489393.30

Lo stendimento PP' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.36).

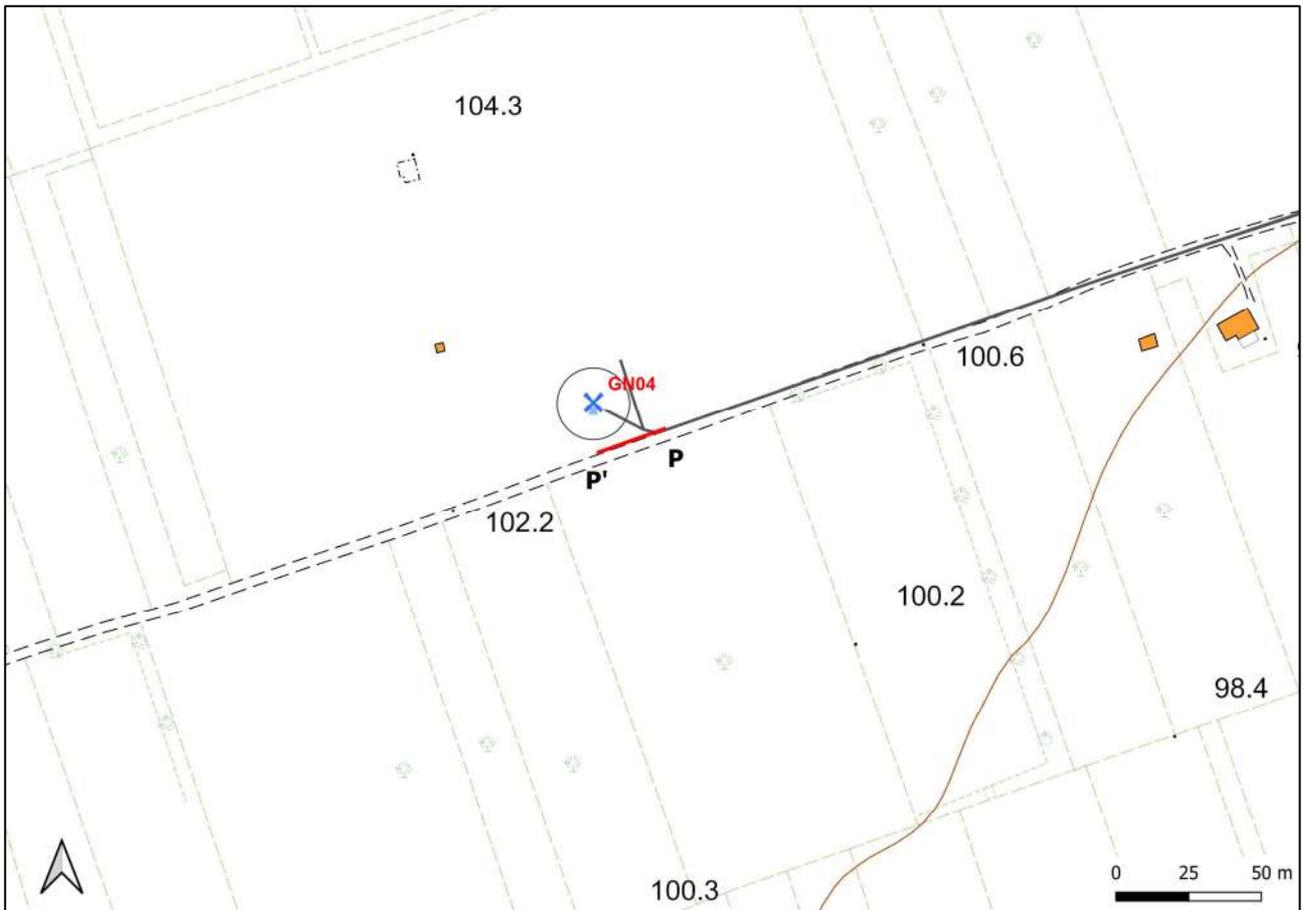


Fig. 36 – Ubicazione dello stendimento sismico PP' su CTR della Regione Puglia

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.37).

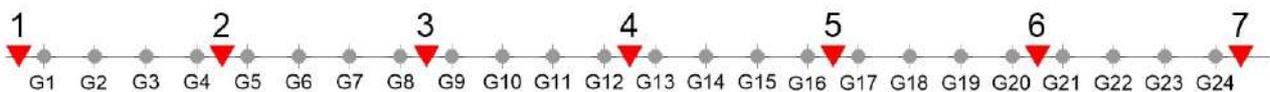


Fig.37 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione PP'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 38 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

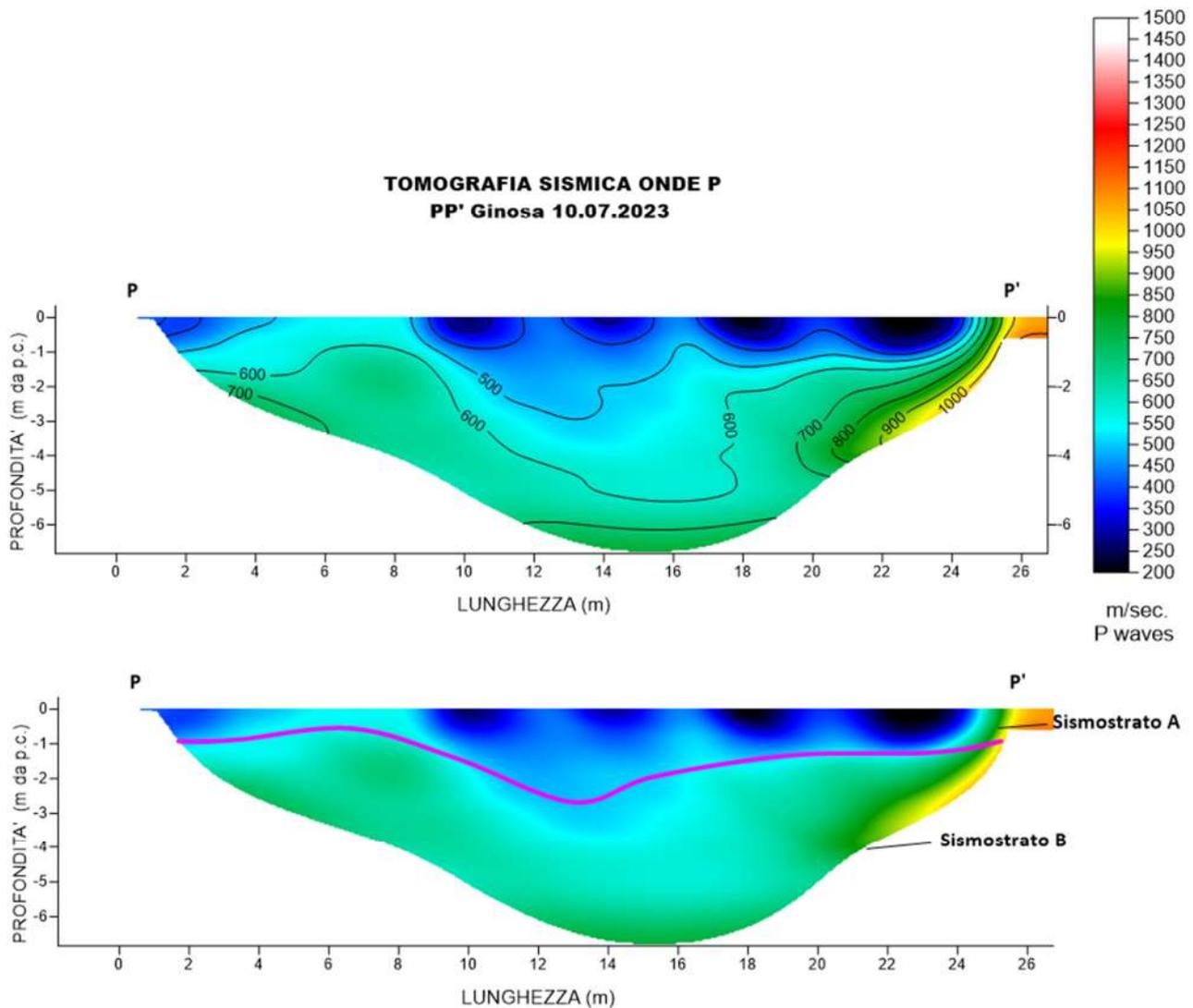


Fig. 38 – Sezione tomografica del profilo PP' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 **sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Il primo sismostrato (Sismostrato A) è caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 200 e 500 m/s e si spinge fino ad una profondità di circa 1/3 m dal p.c.. Il secondo sismostrato invece (sismostrato B), mostra valori di velocità delle onde P che partono da 500 m/s e arrivano a circa 1000 m/s alla profondità indagata, di circa 7 m dal p.c., aumentando in modo costante con l'aumento della profondità.

Assimilando i valori delle velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area come da indagini pregresse, in prima analisi si può affermare che il sismostrato superficiale è riferibile a terreno vegetale misto a ciottoli (Sismostrato A), il secondo sismostrato (Sismostrato B), a depositi sabbiosi ma con una presenza maggiore di ghiaia.

5. ANALISI MASW

L'indagine geofisica è stata completata con l'esecuzione di n.13 indagini MASW per la determinazione della categoria di suolo di fondazione e la stima del fattore di amplificazione sismica dell'area, sulla stessa traccia dei profili precedenti.

5.1 Stendimento sismico AA': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.39).

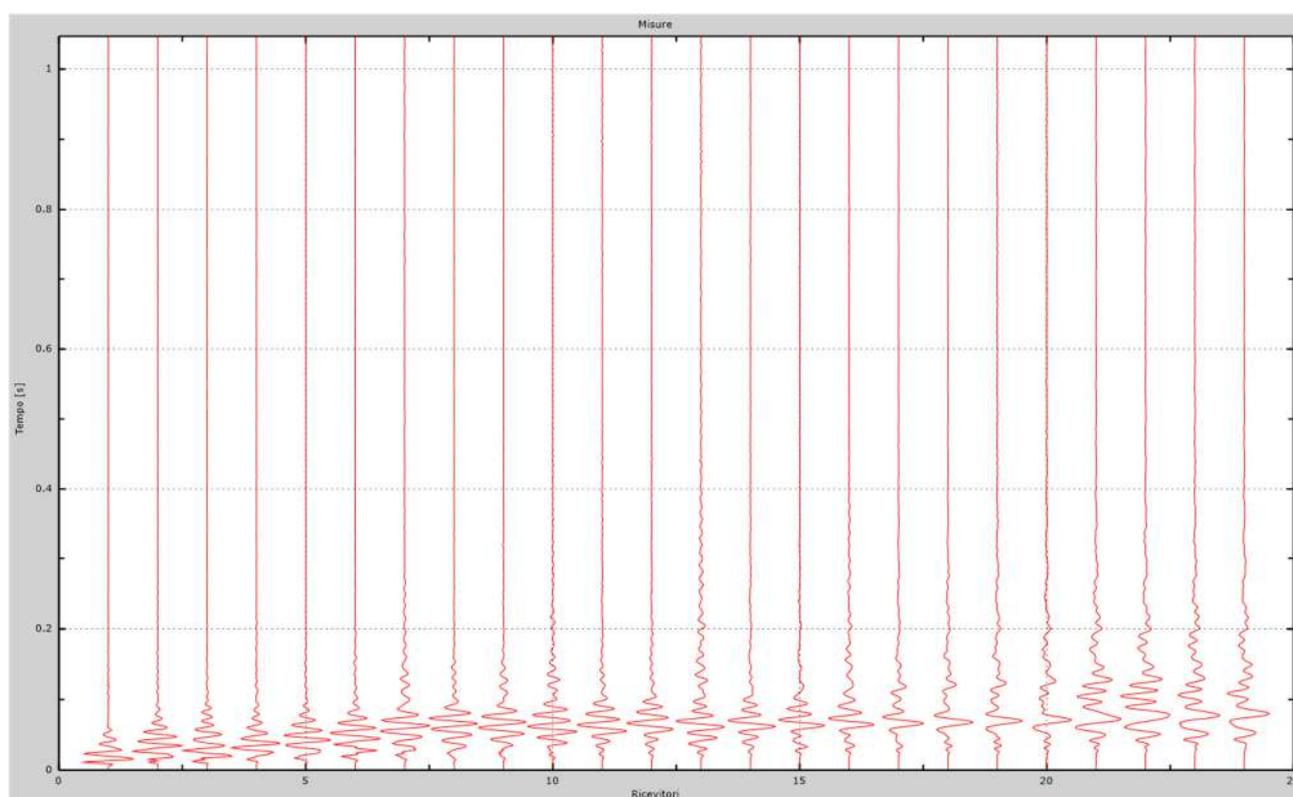


Fig. 39 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo AA'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.40) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.41). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

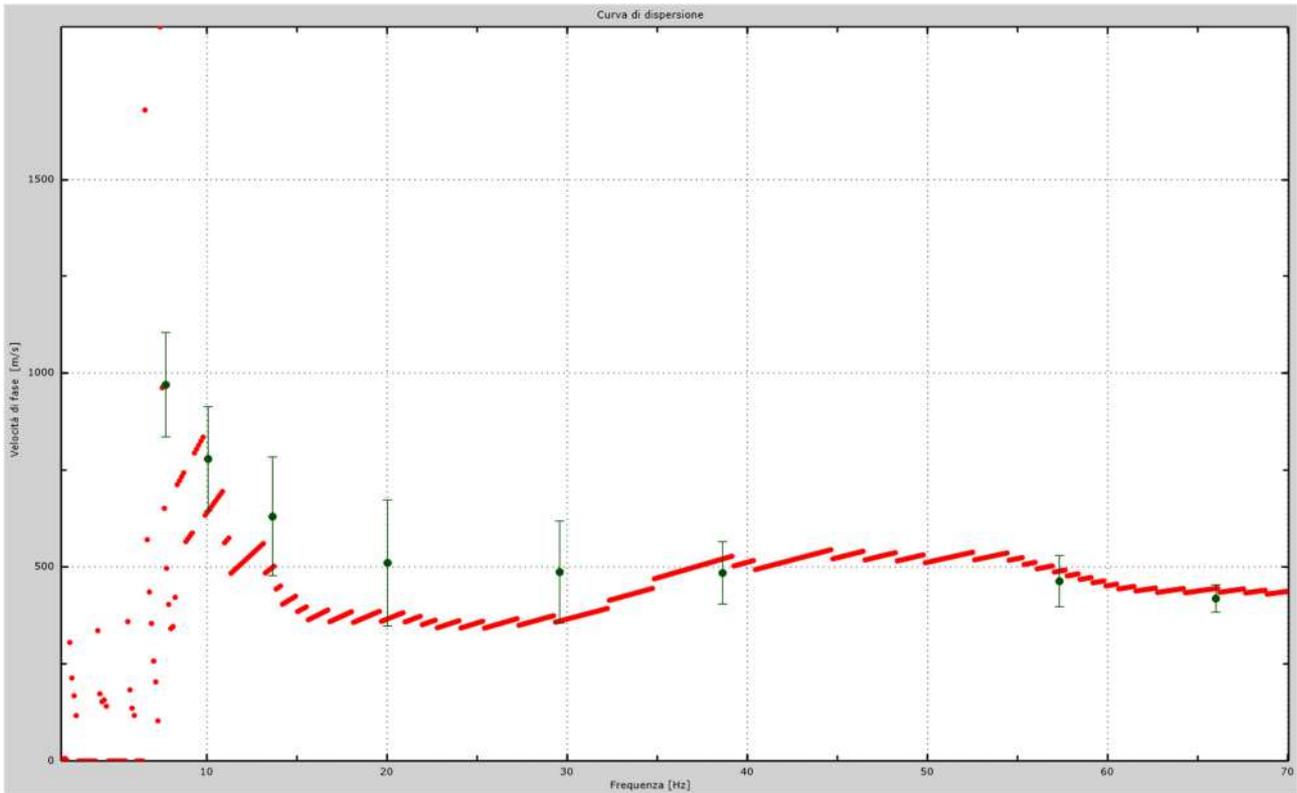


Fig.40 - Curva di dispersione sperimentale.

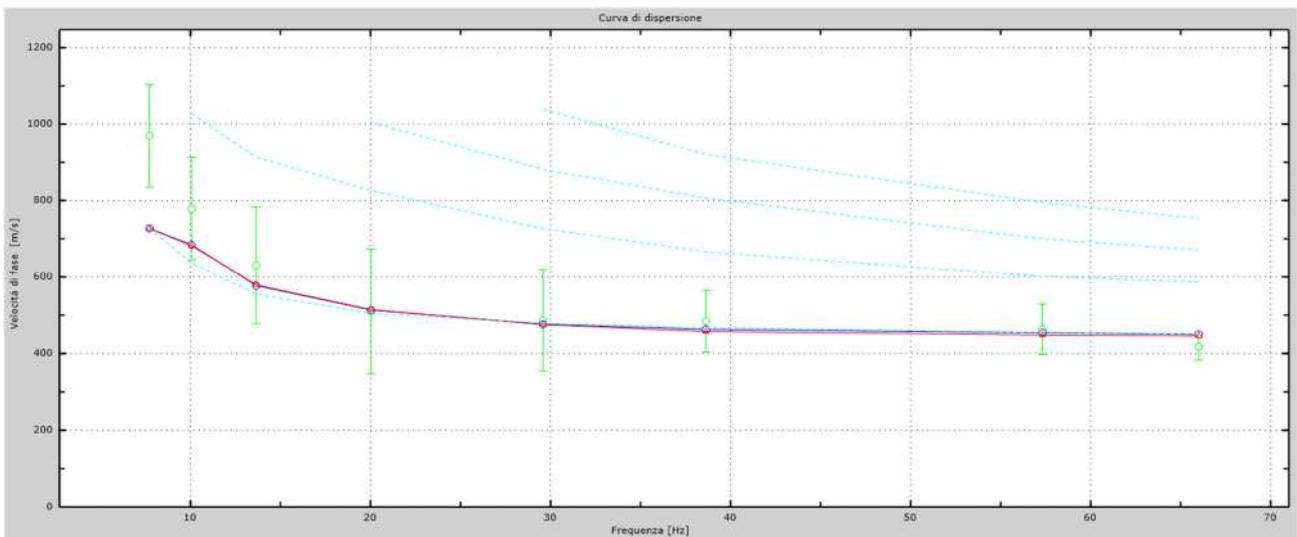


Fig.41 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.42). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

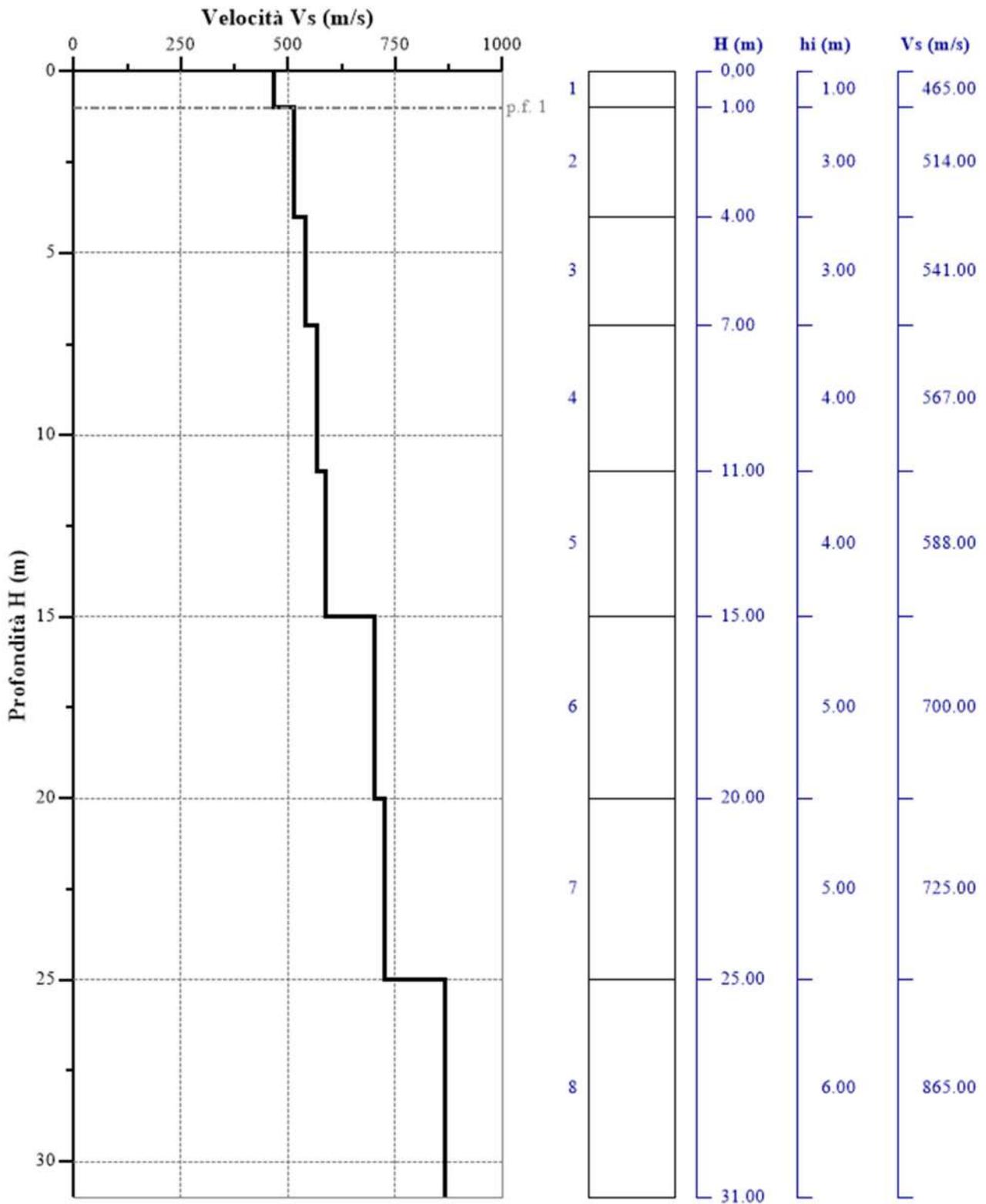


Fig. 42 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.2 Stendimento sismico CC': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.43).

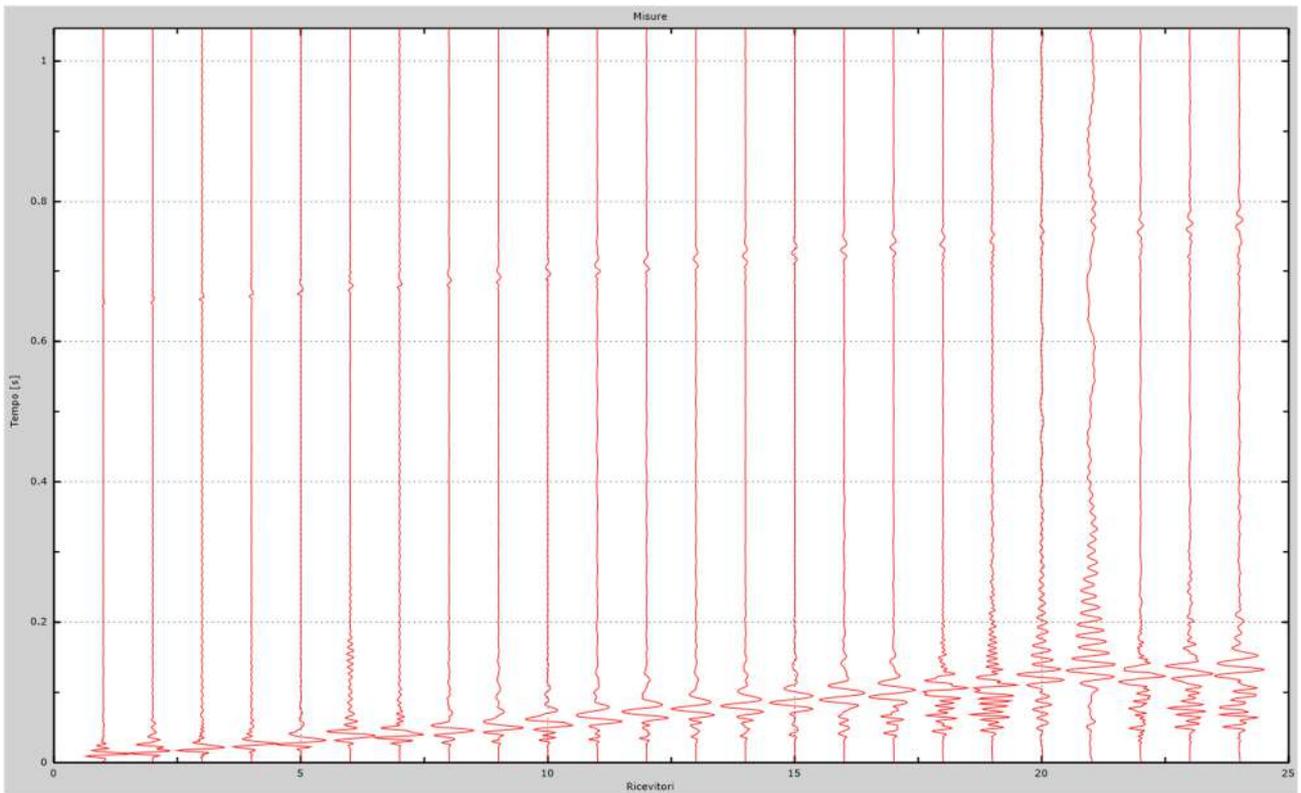


Fig. 43 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo CC'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.44) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.45). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

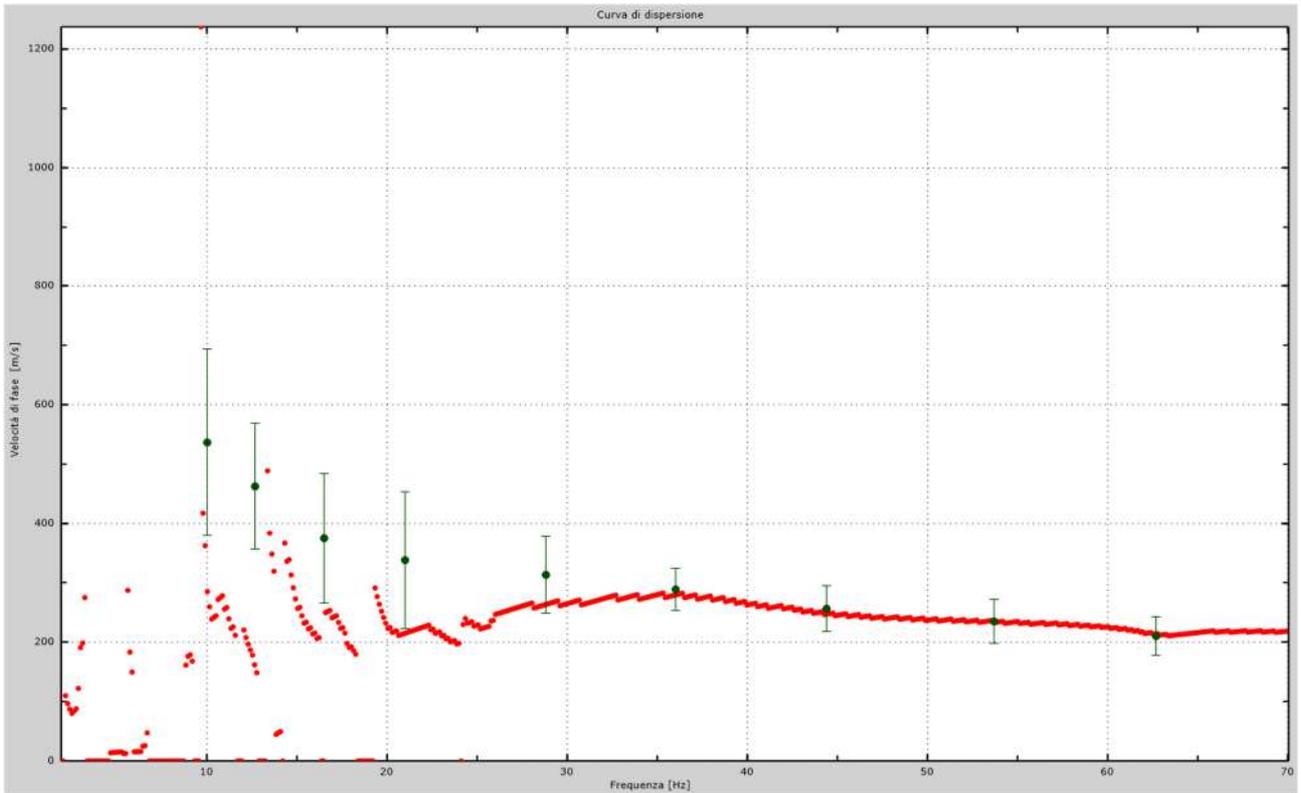


Fig.44 - Curva di dispersione sperimentale.

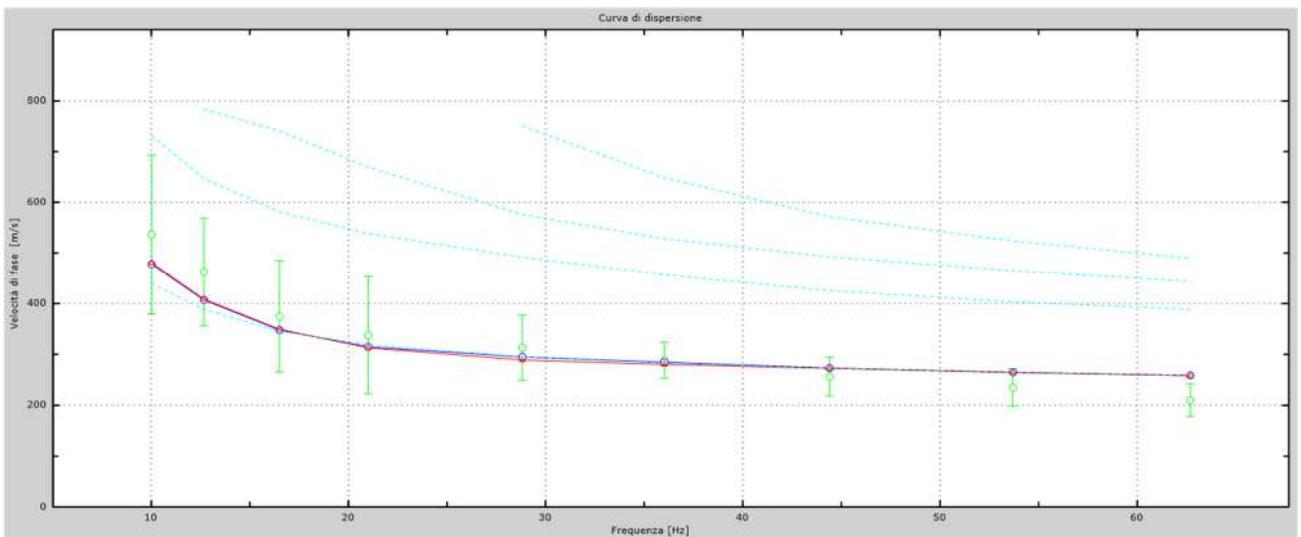


Fig.45 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.46). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

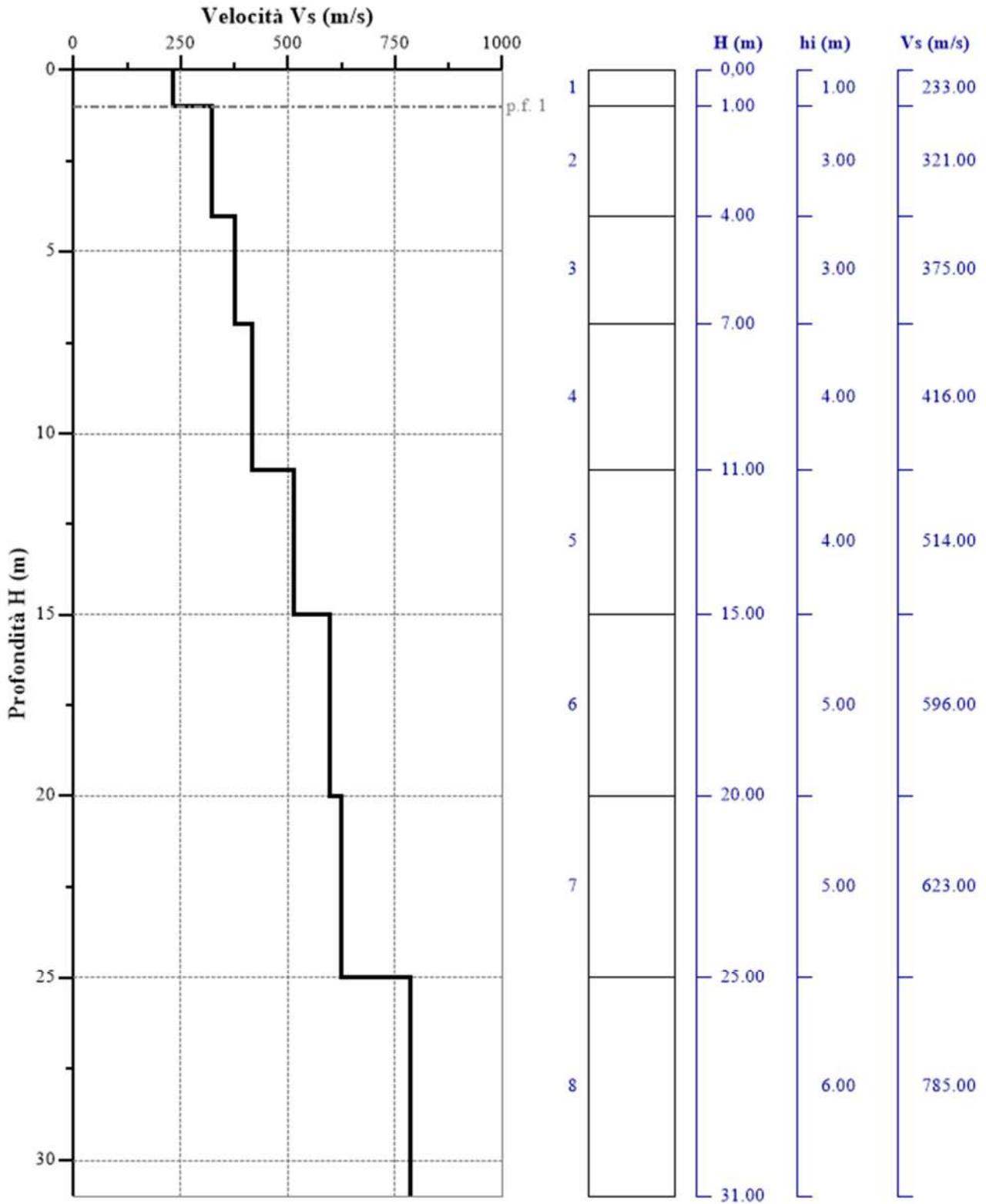


Fig. 46 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.3 Stendimento sismico DD': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.47).

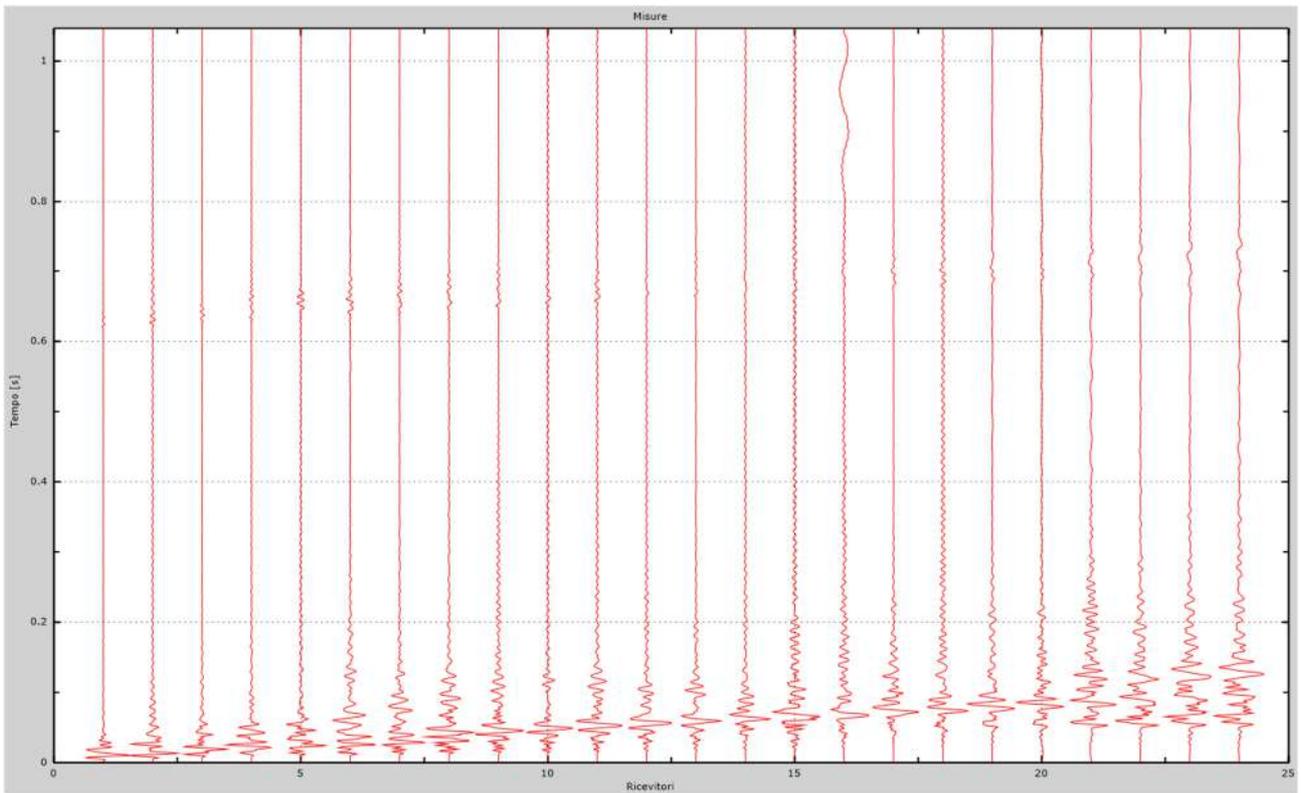


Fig. 47 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo DD'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.48) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.49). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

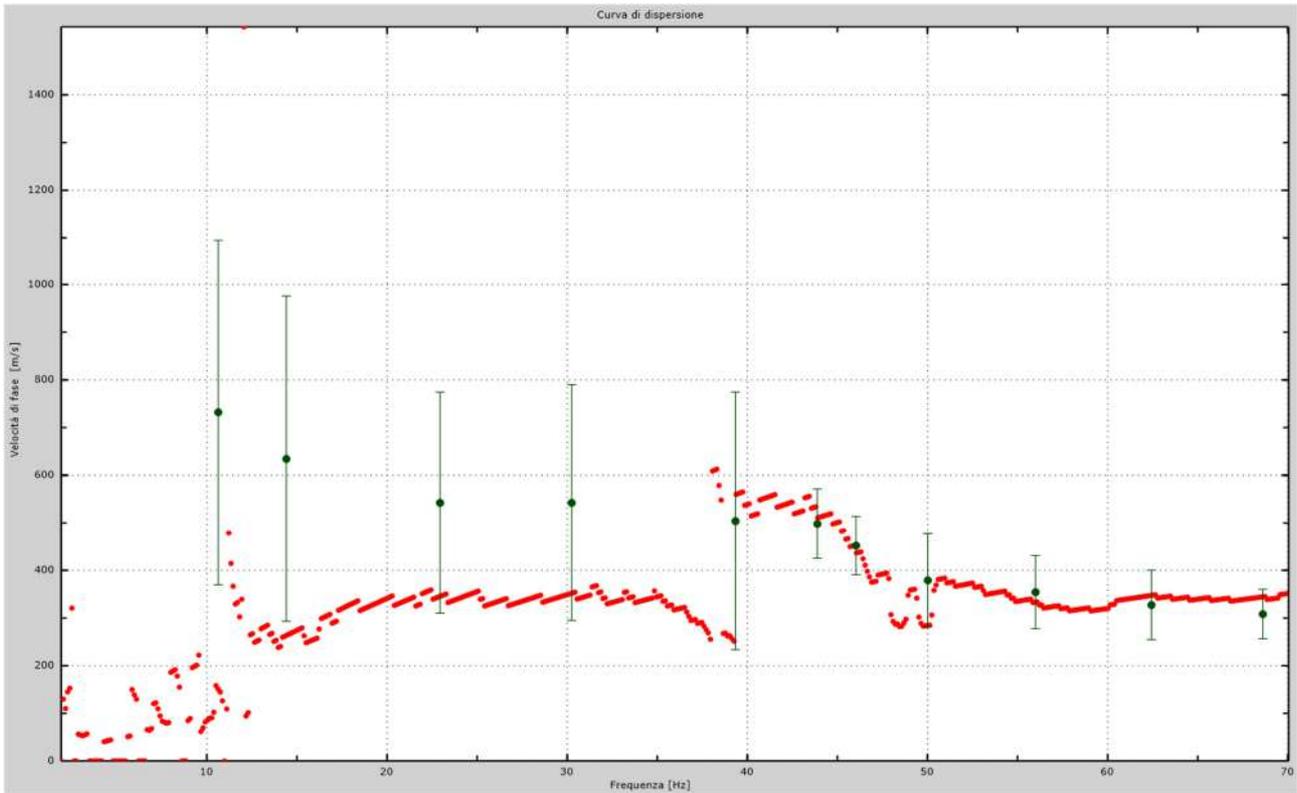


Fig.48 - Curva di dispersione sperimentale.

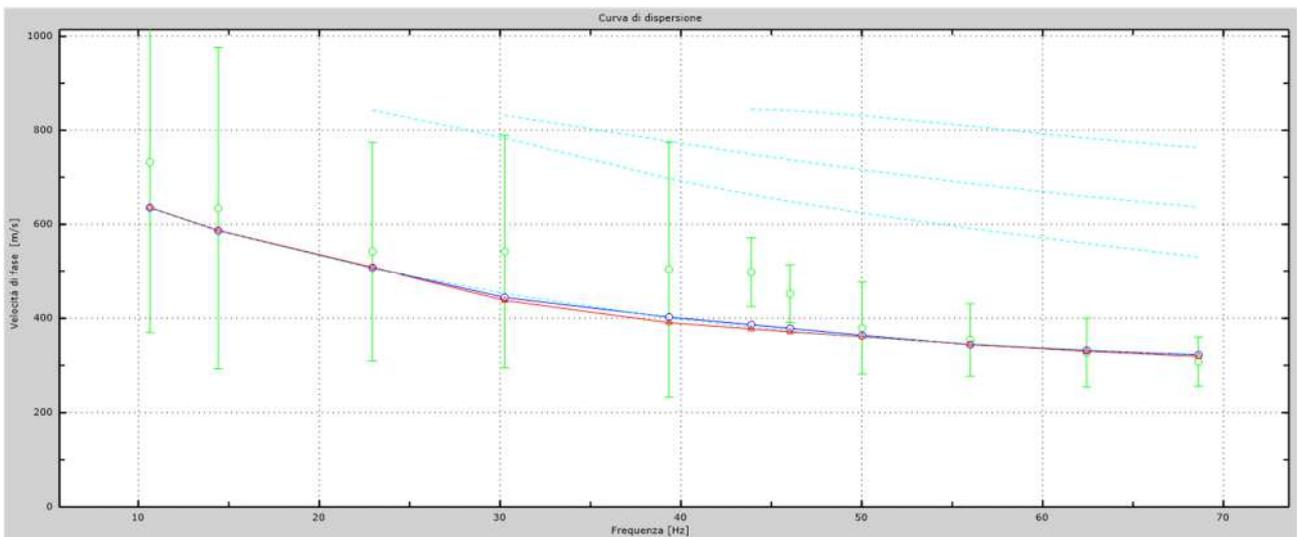


Fig.49 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.50). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

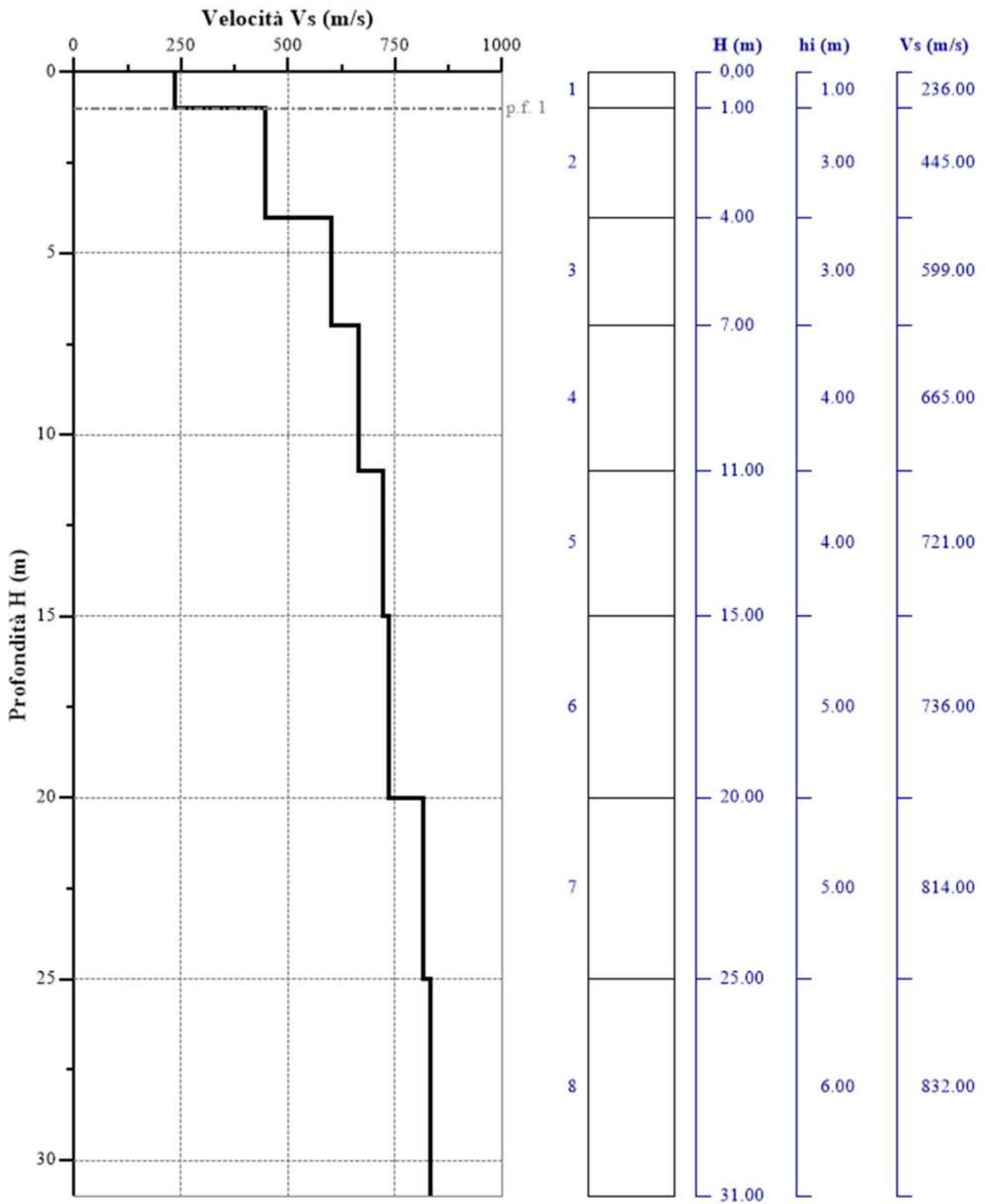


Fig. 50 - Profilo V_s – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.4 Stendimento sismico EE': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.51).

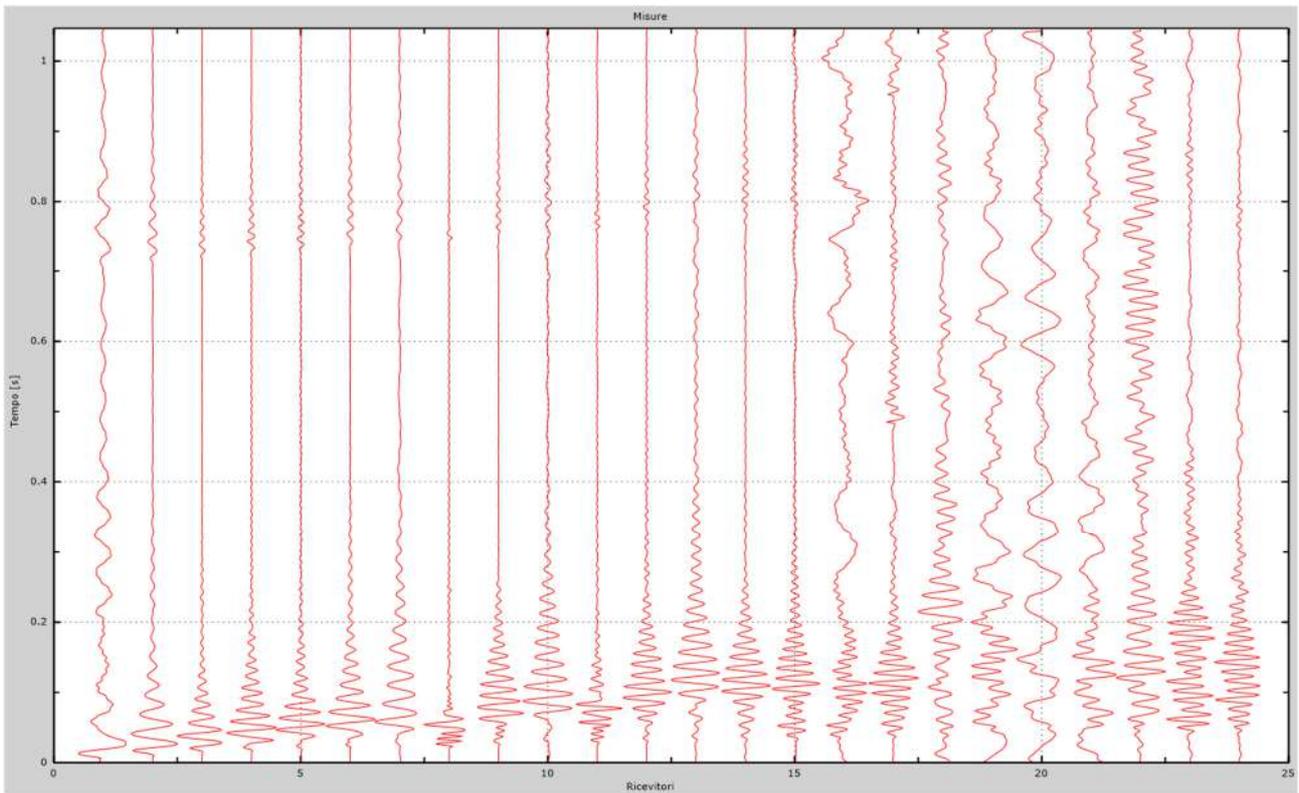


Fig. 51 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo EE'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.52) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.53). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

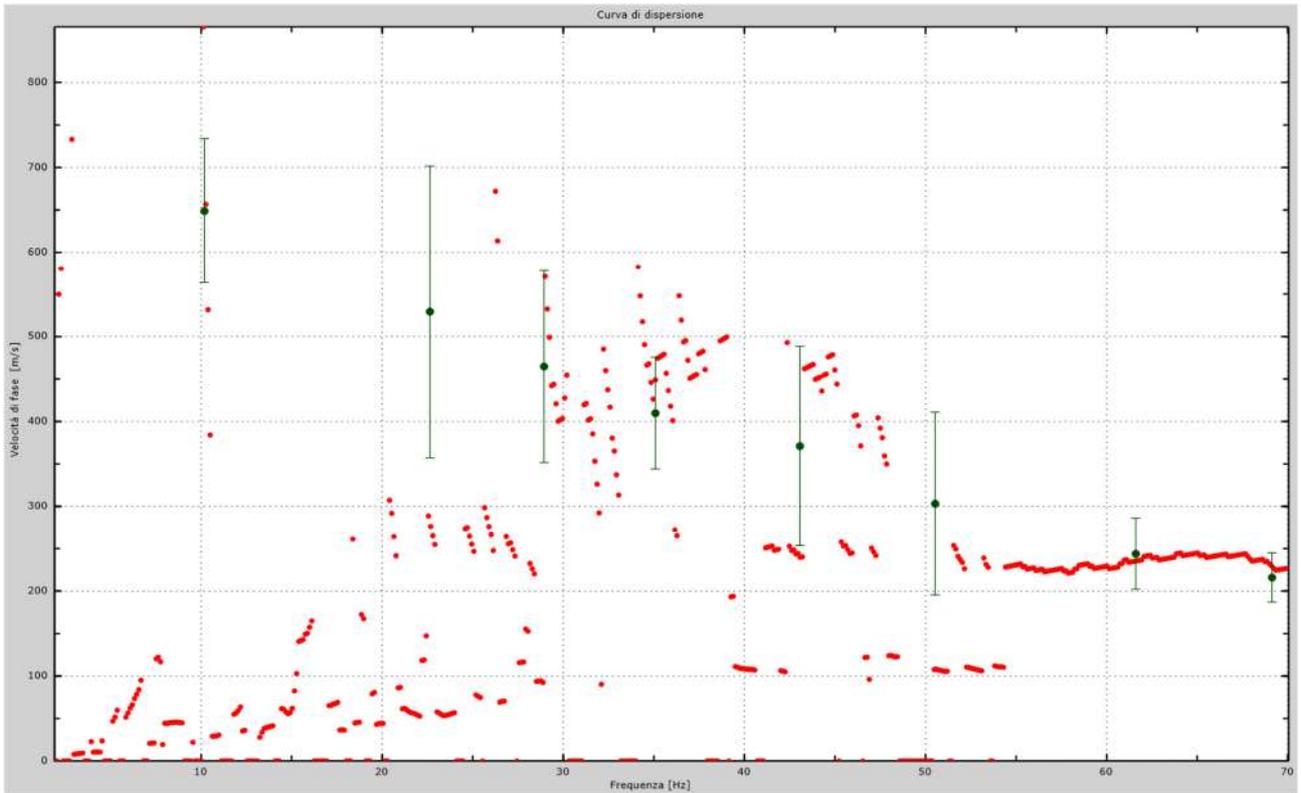


Fig.52 - Curva di dispersione sperimentale.

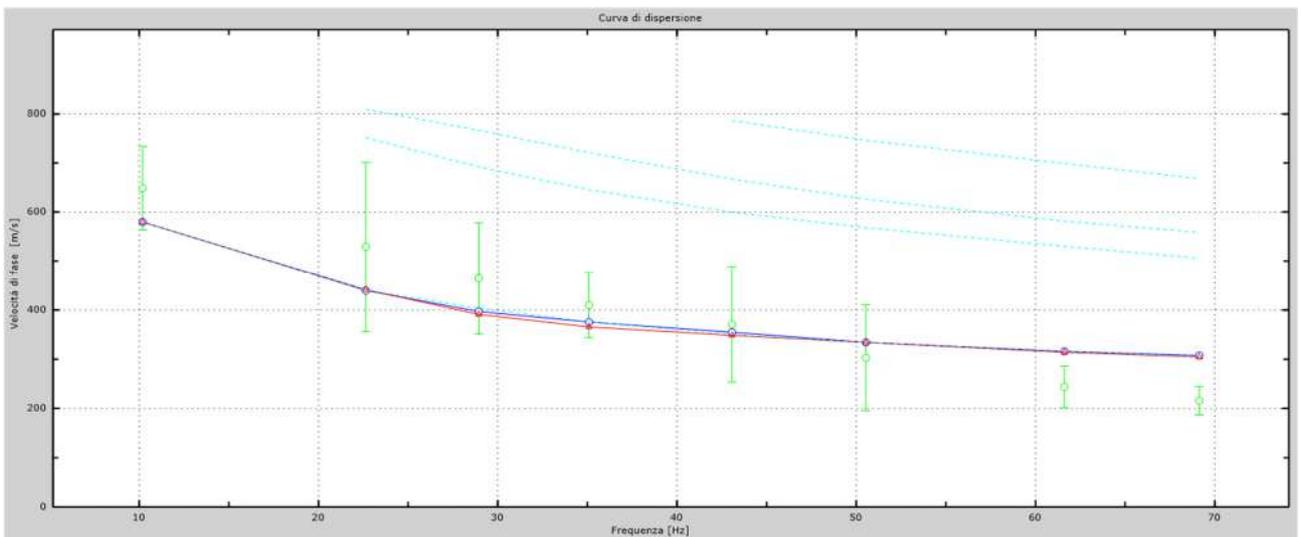


Fig.53 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.54). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

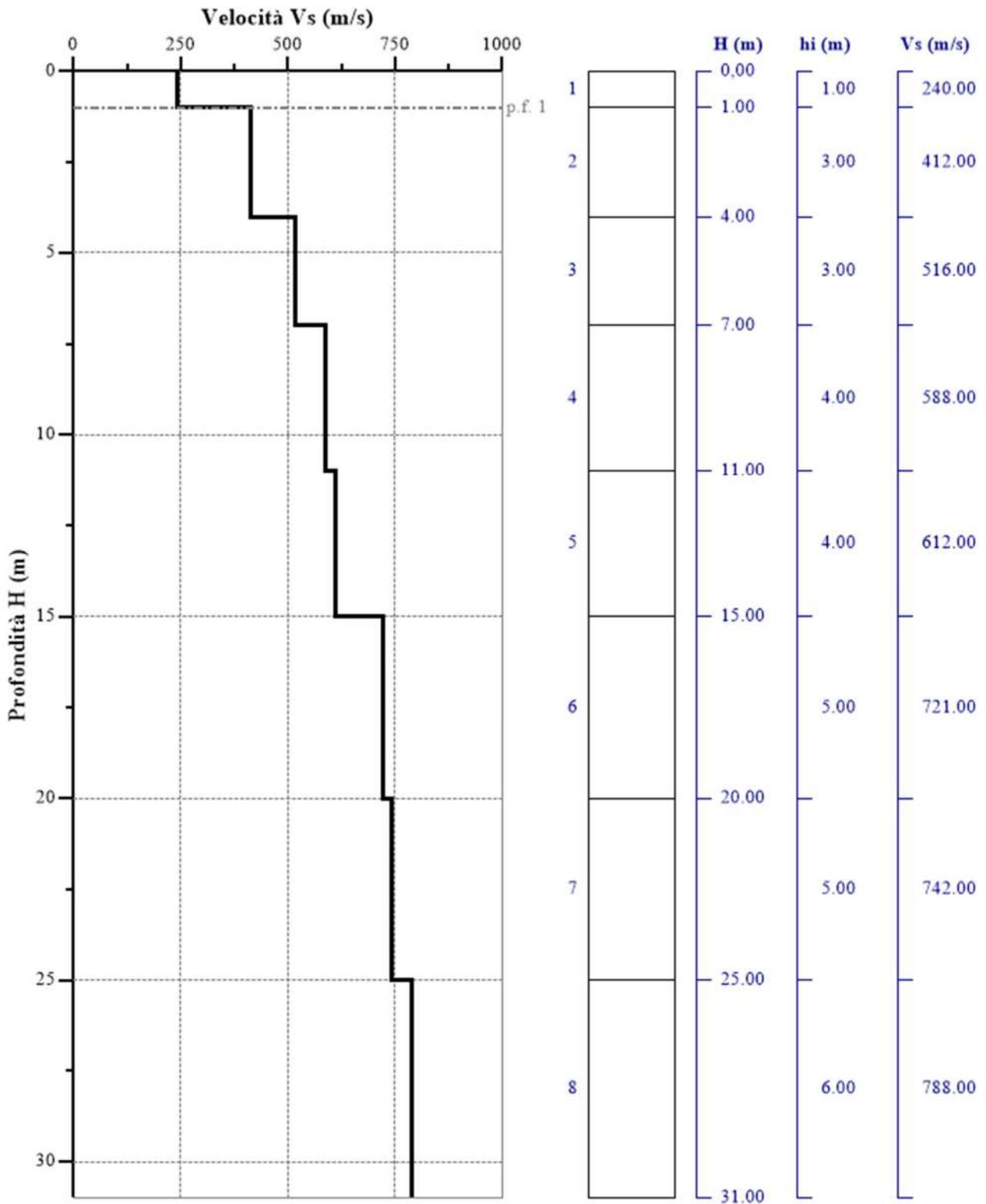


Fig. 54 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.5 Stendimento sismico FF': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.55).

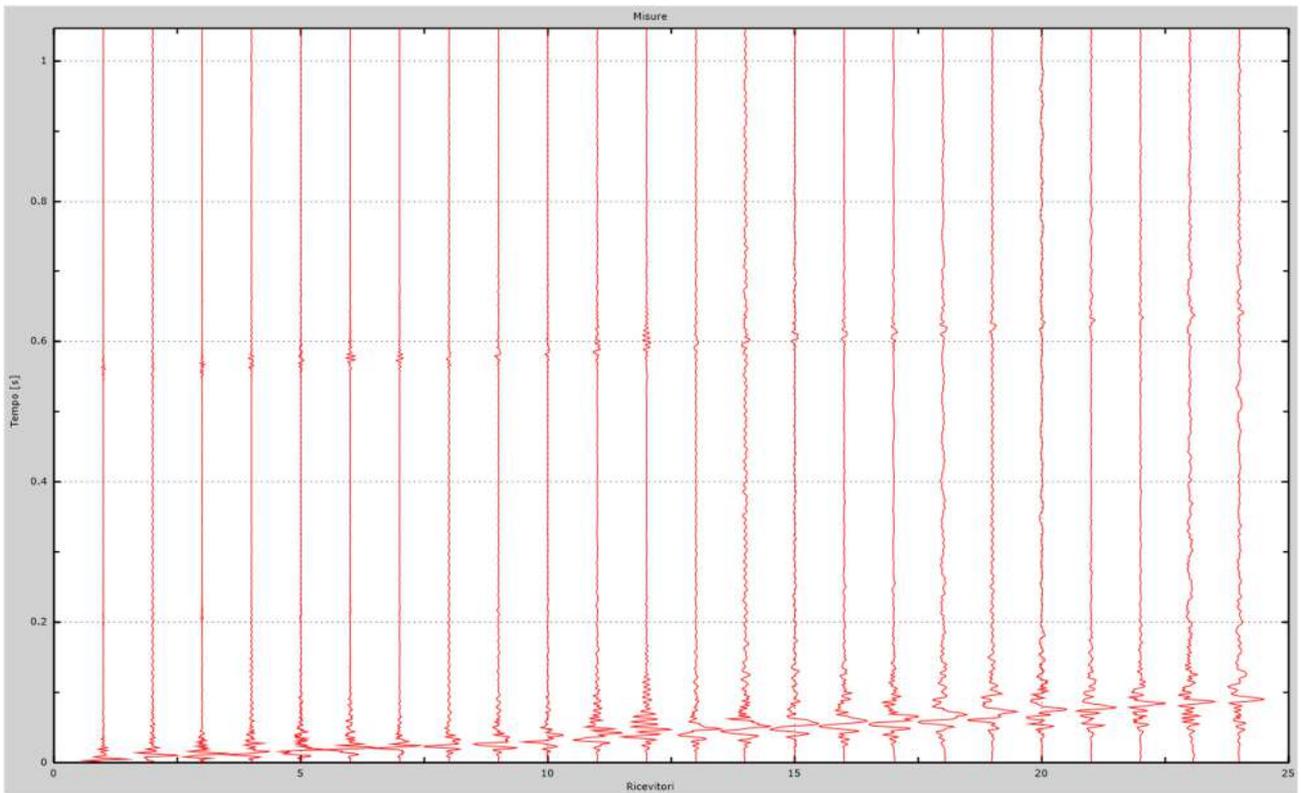


Fig. 55 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo FF'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.56) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.57). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

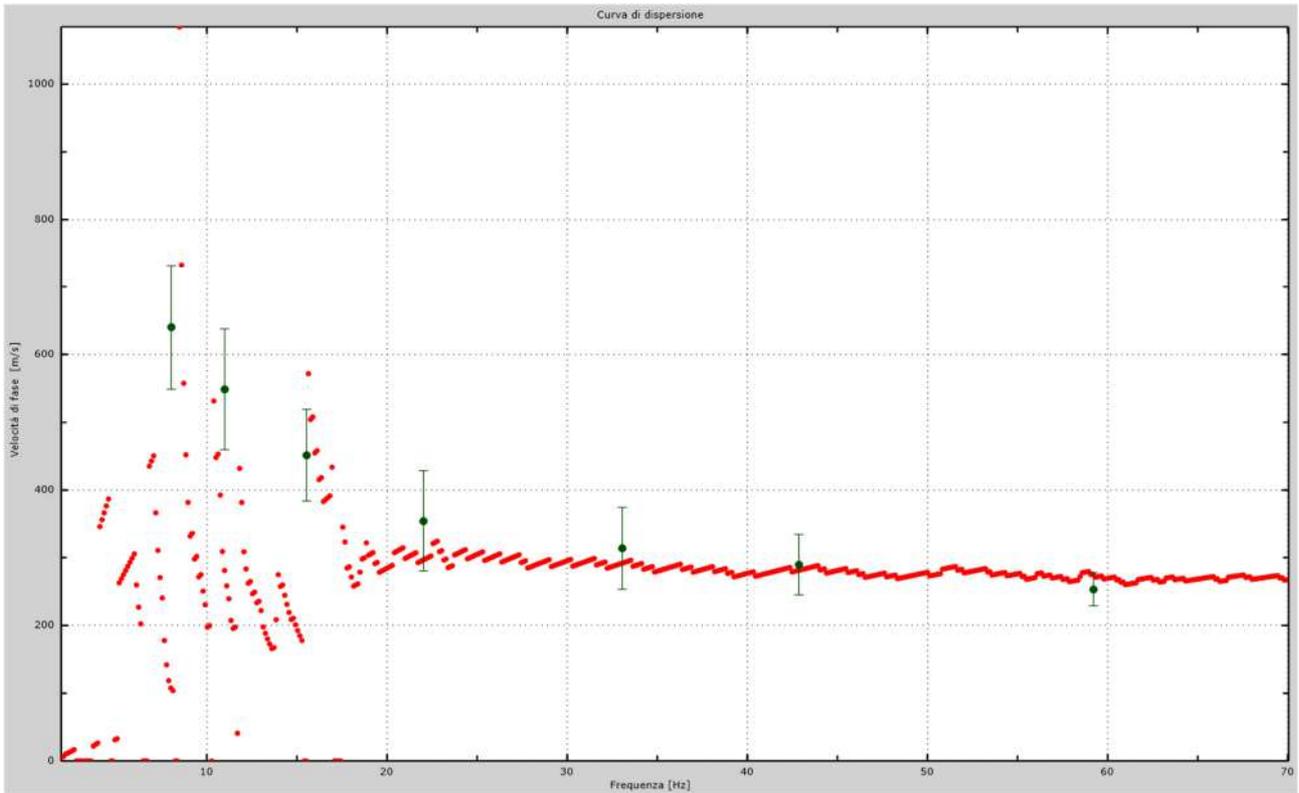


Fig.56 - Curva di dispersione sperimentale.

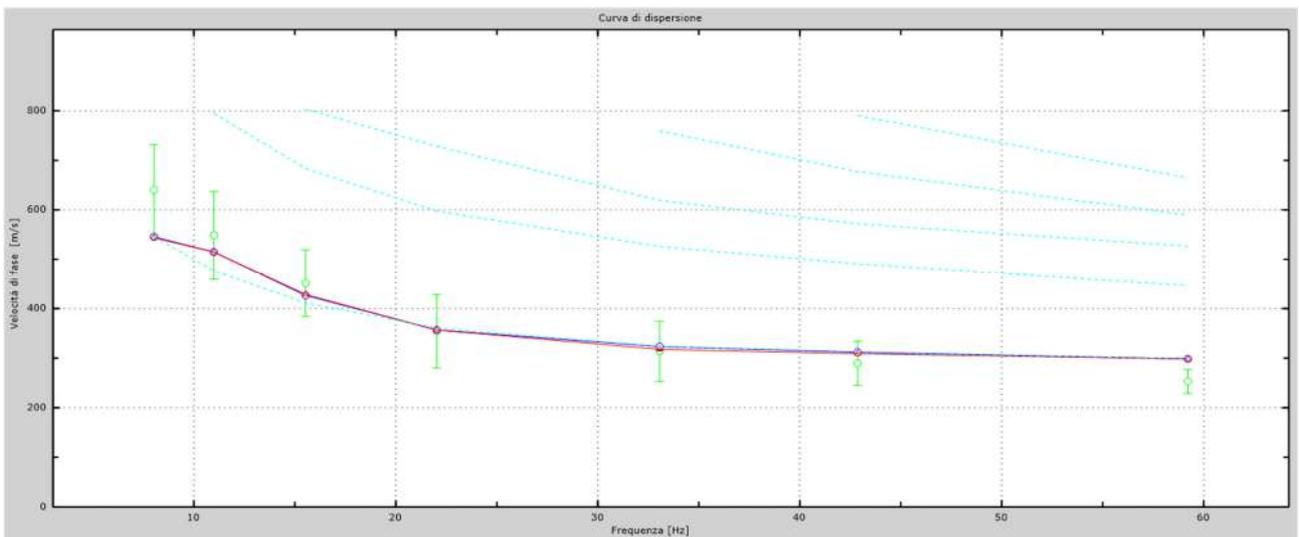


Fig.57 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.58). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

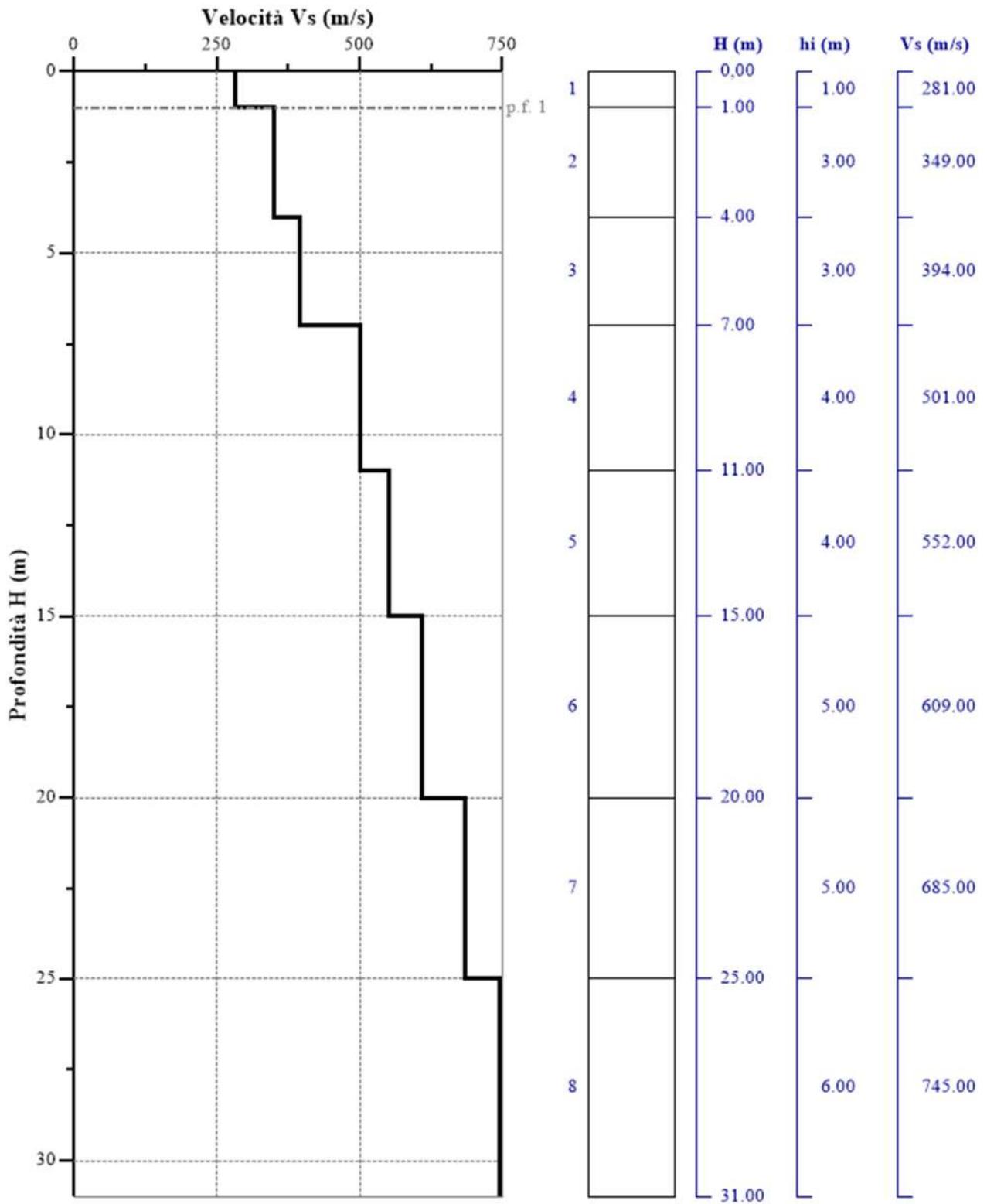


Fig. 58 - Profilo VS – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.6 Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.59).

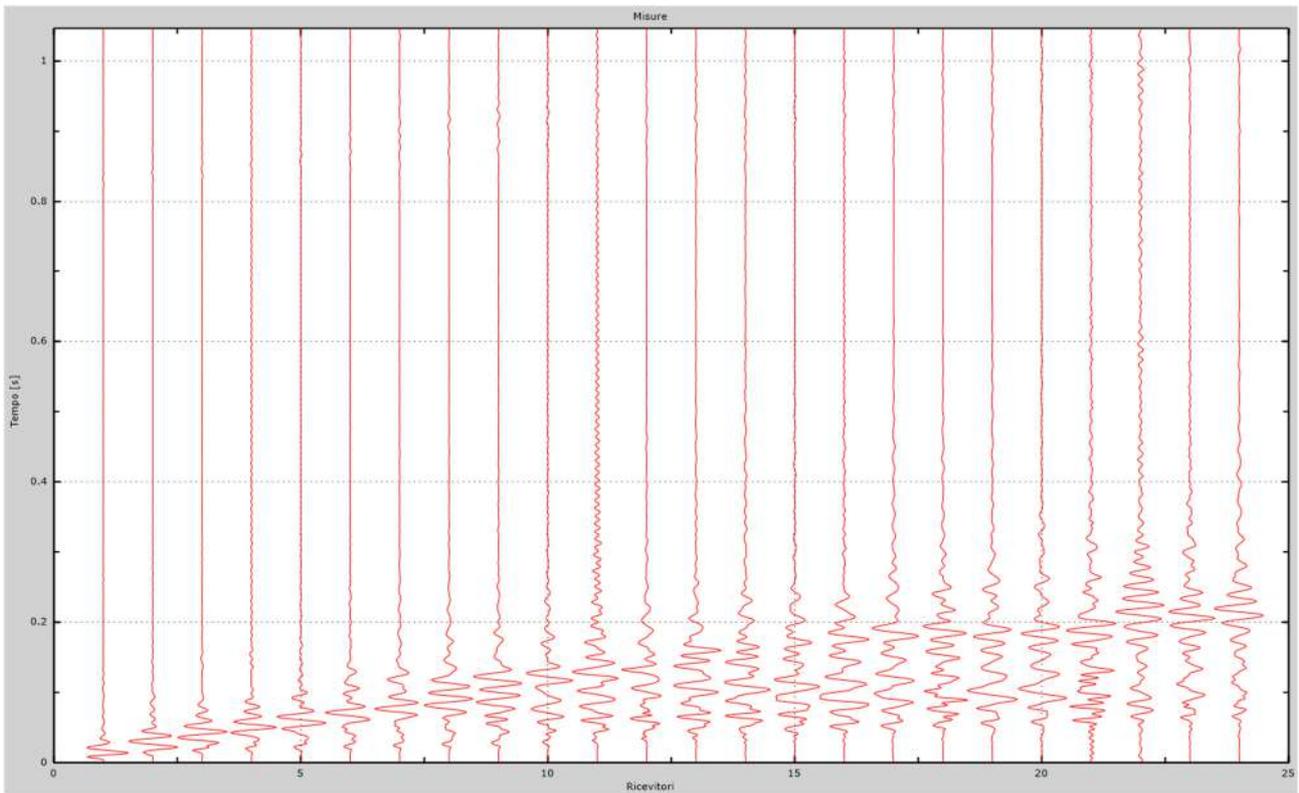


Fig. 59 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo GG'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.60) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.61). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

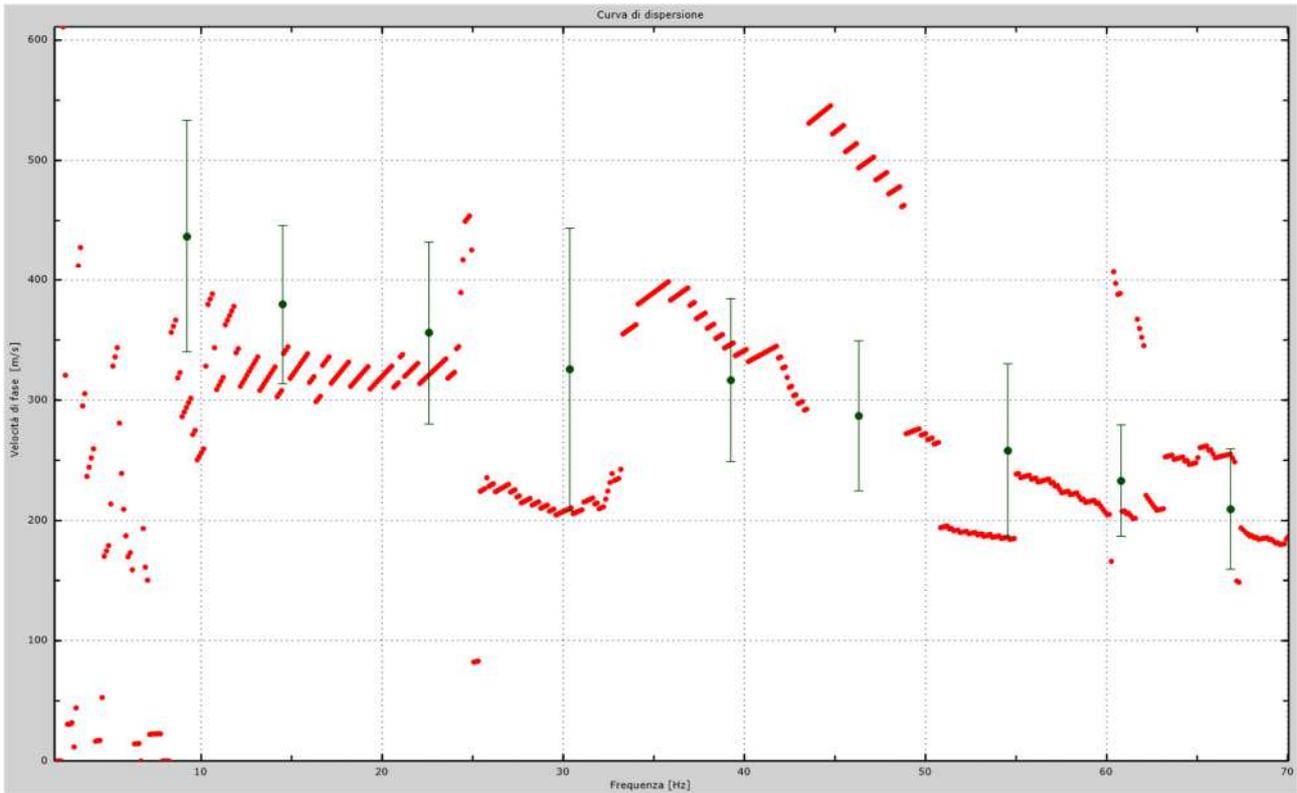


Fig.60 - Curva di dispersione sperimentale.

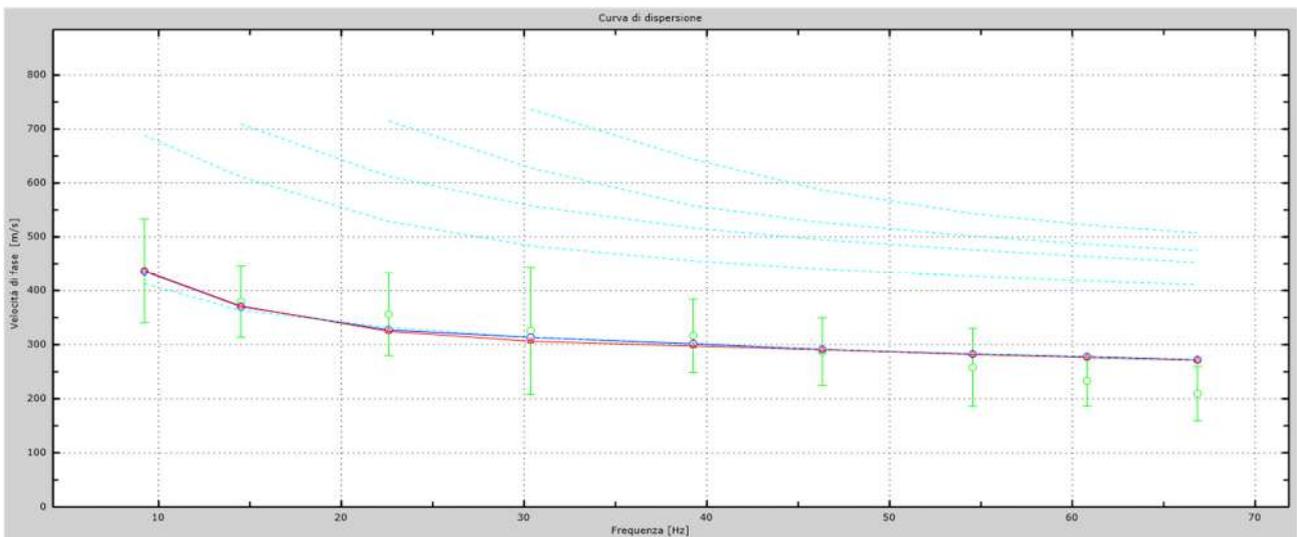


Fig.61 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.62). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

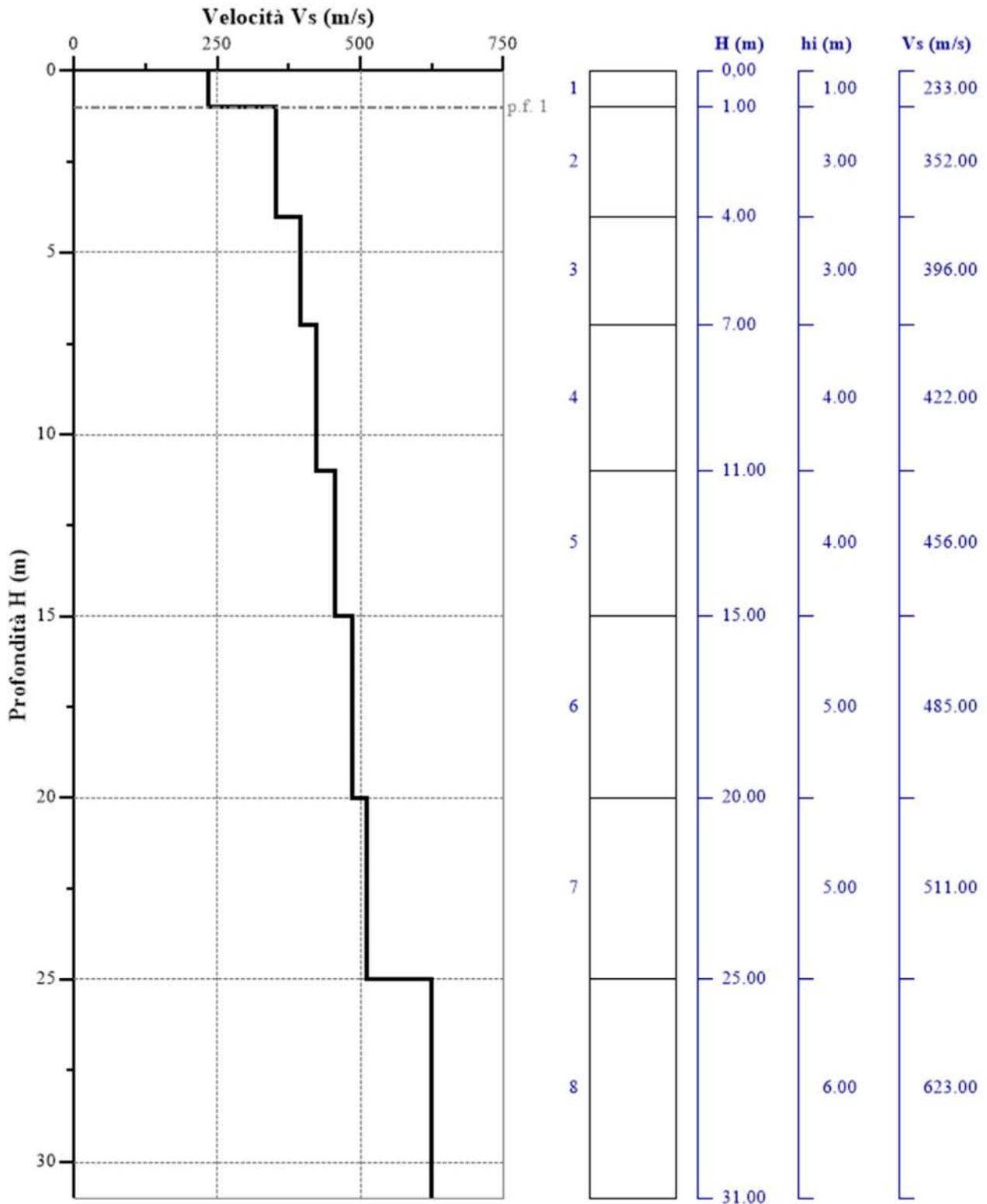


Fig. 62 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.7 Stendimento sismico HH': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.63).

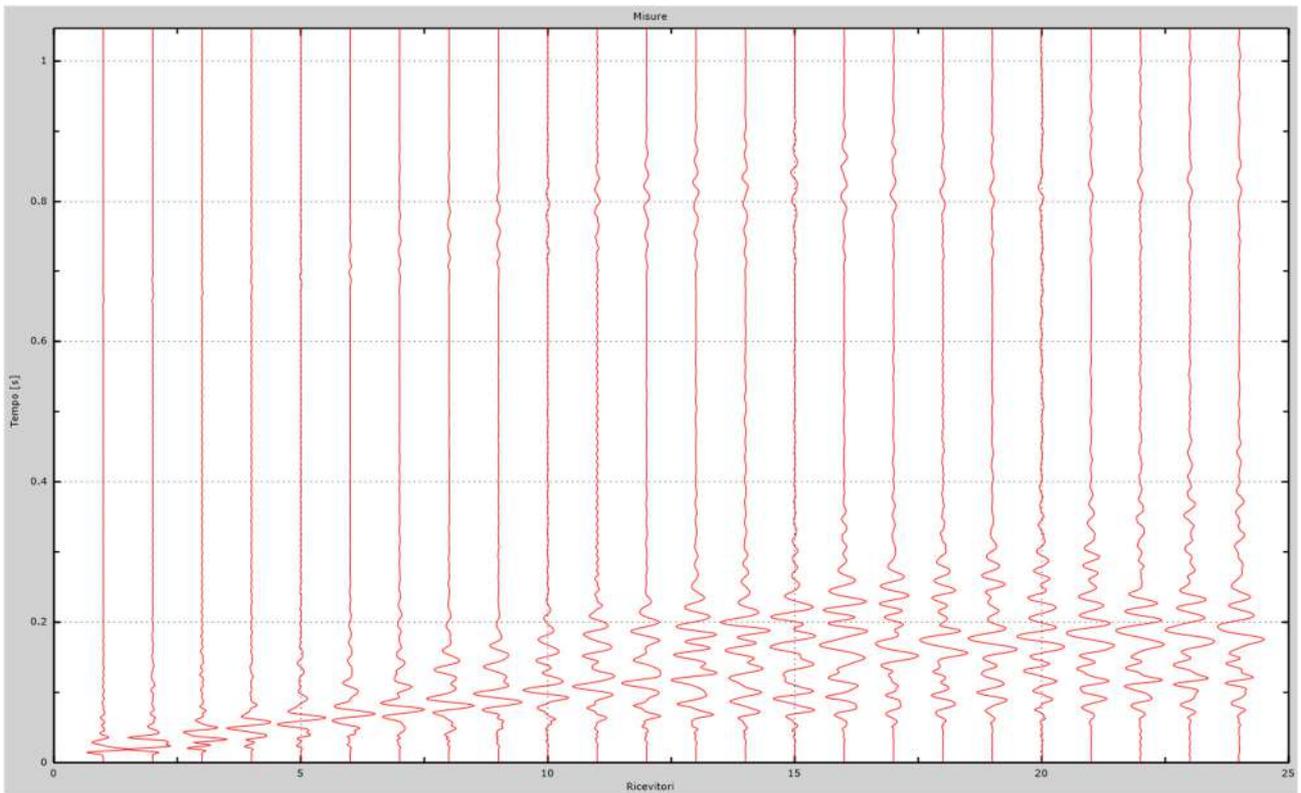


Fig. 63 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo HH'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.64) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.65). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

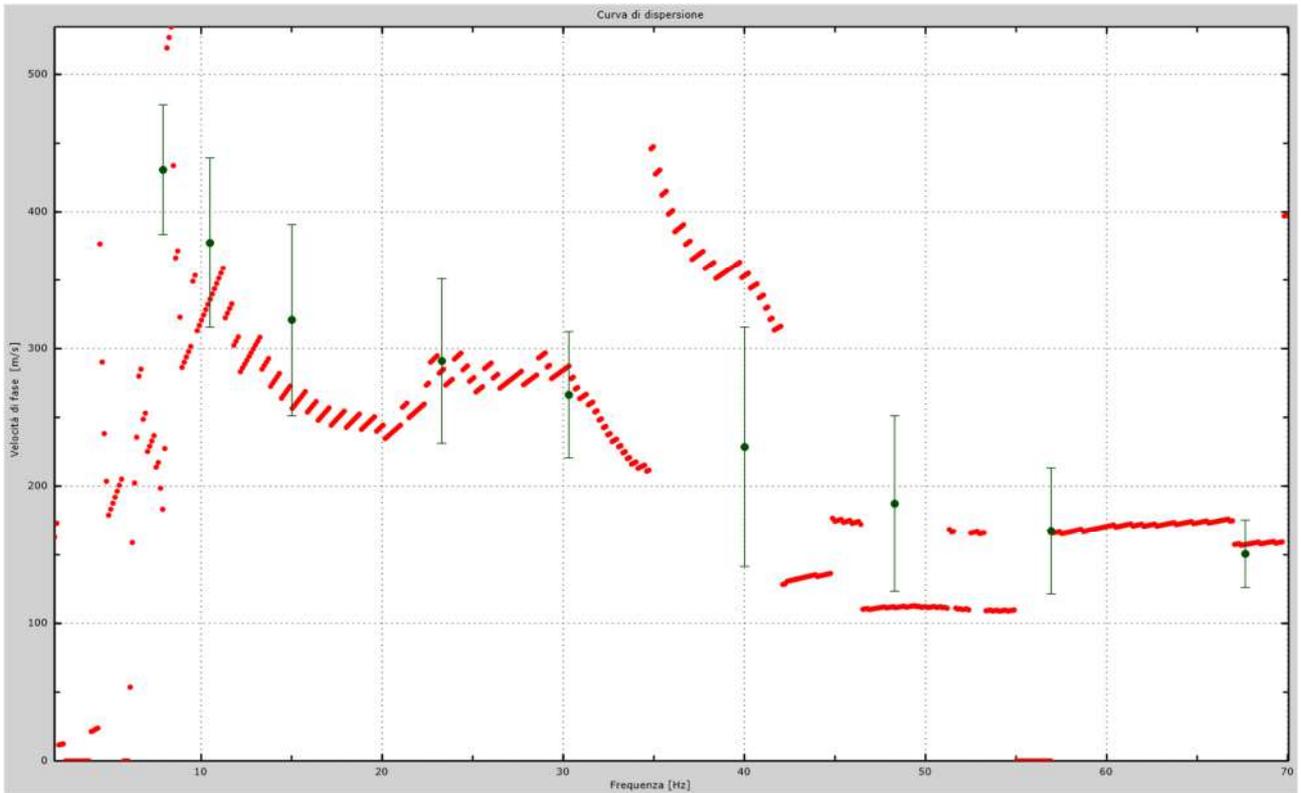


Fig.64 - Curva di dispersione sperimentale.

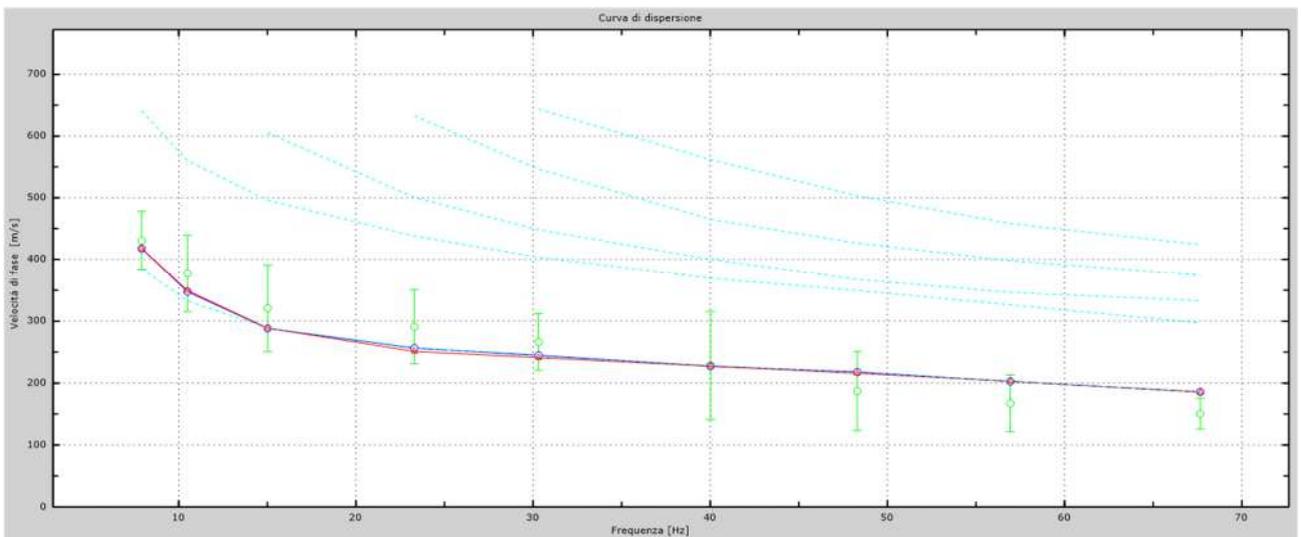


Fig.65 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.66). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

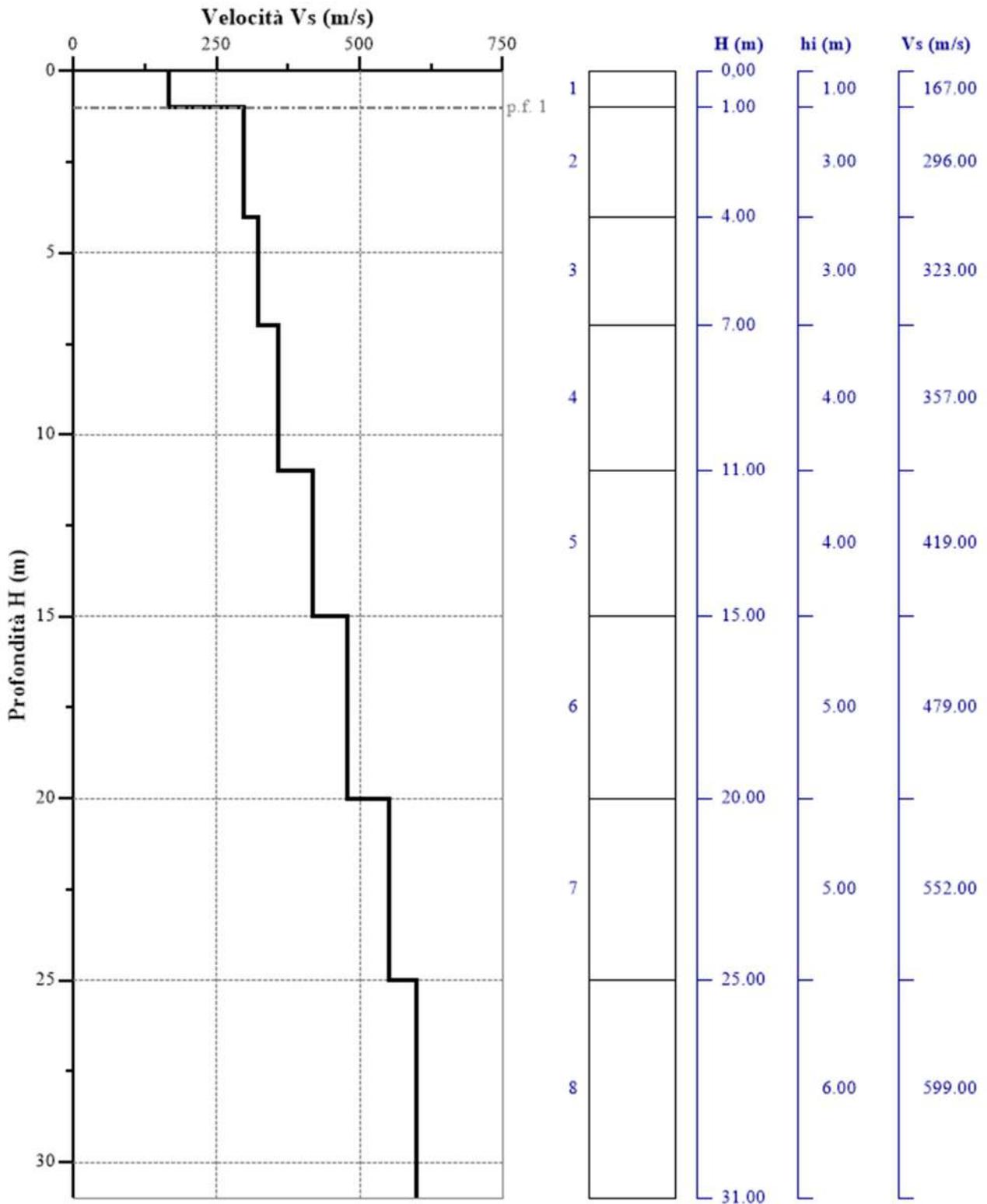


Fig. 66 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.8 Stendimento sismico II': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.67).

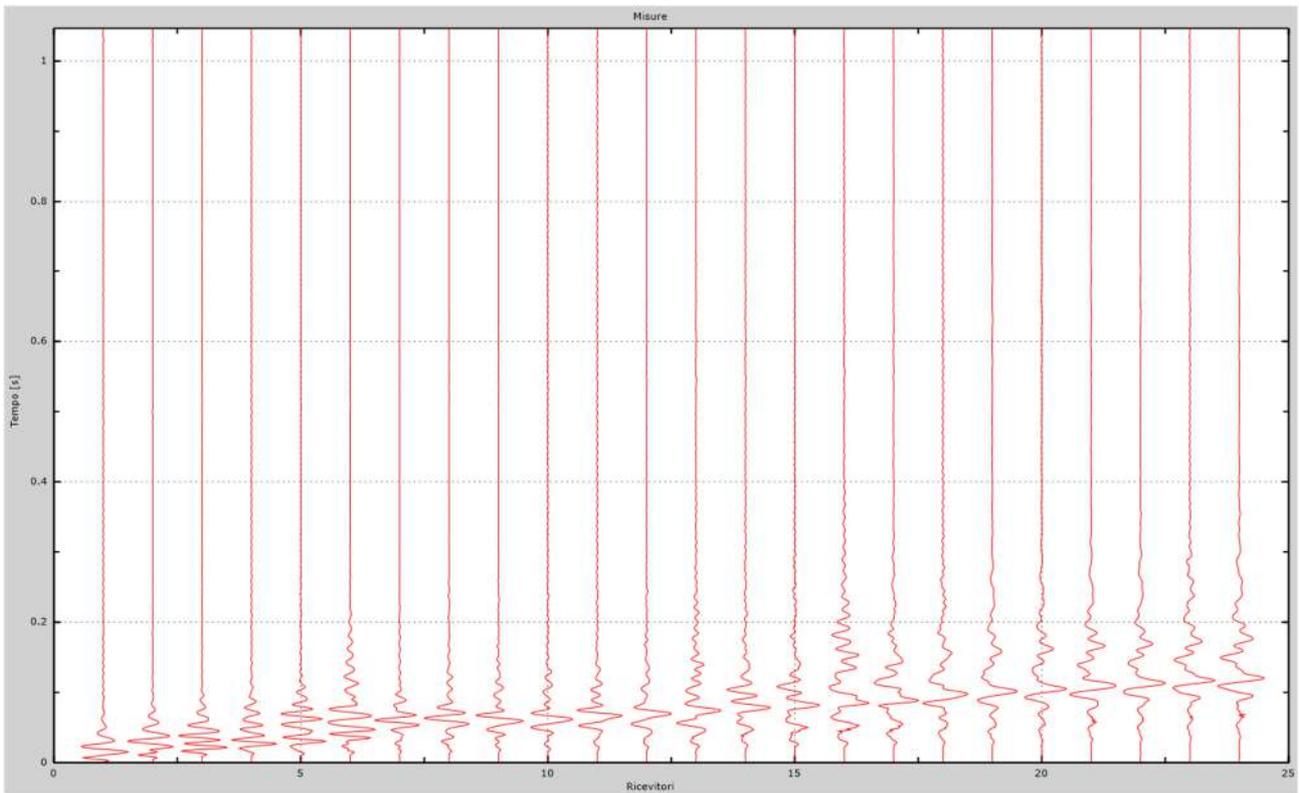


Fig. 67 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo II'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.68) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.69). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

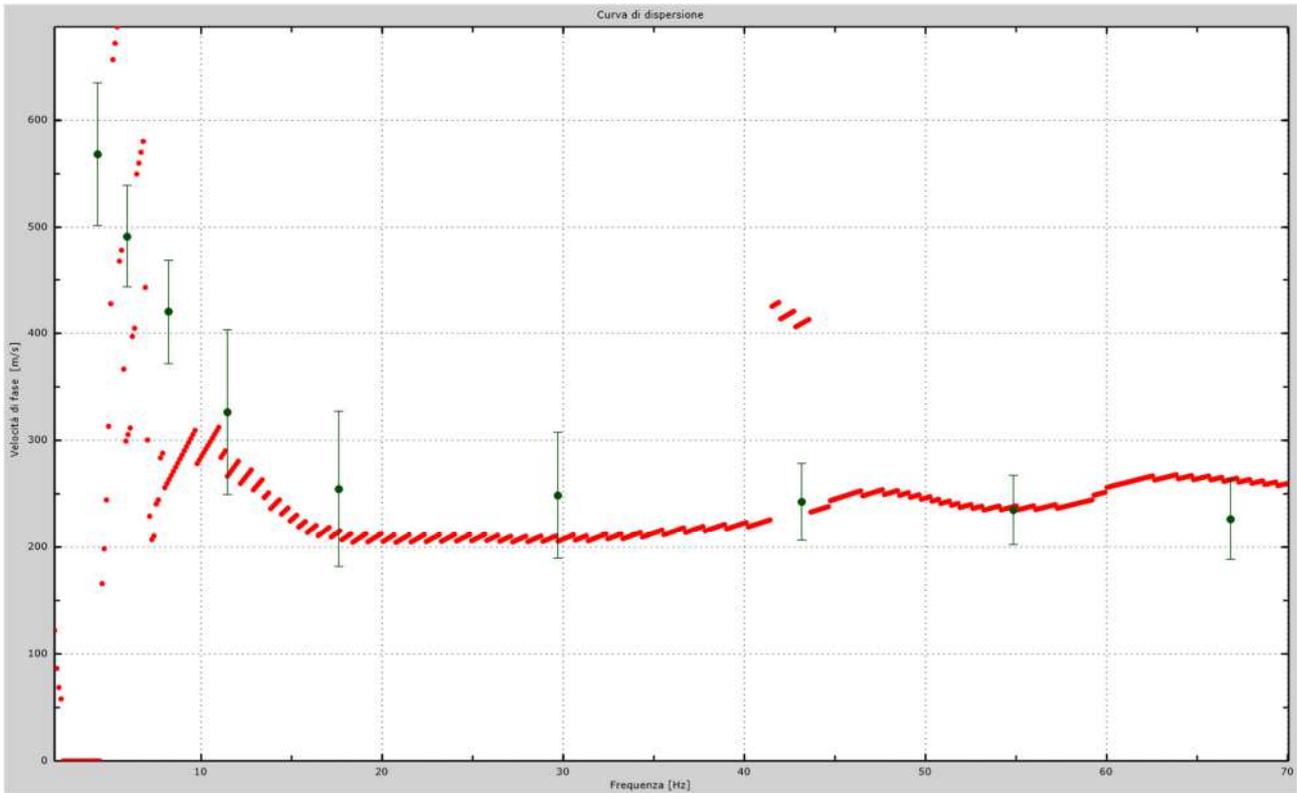


Fig.68 - Curva di dispersione sperimentale.

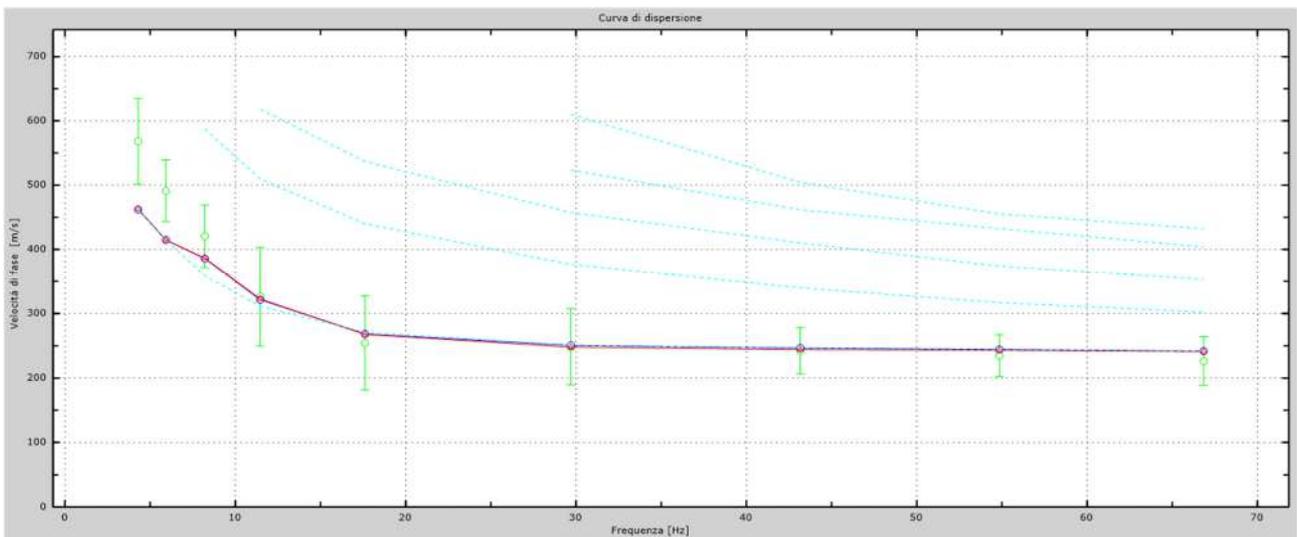


Fig.69 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.70). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

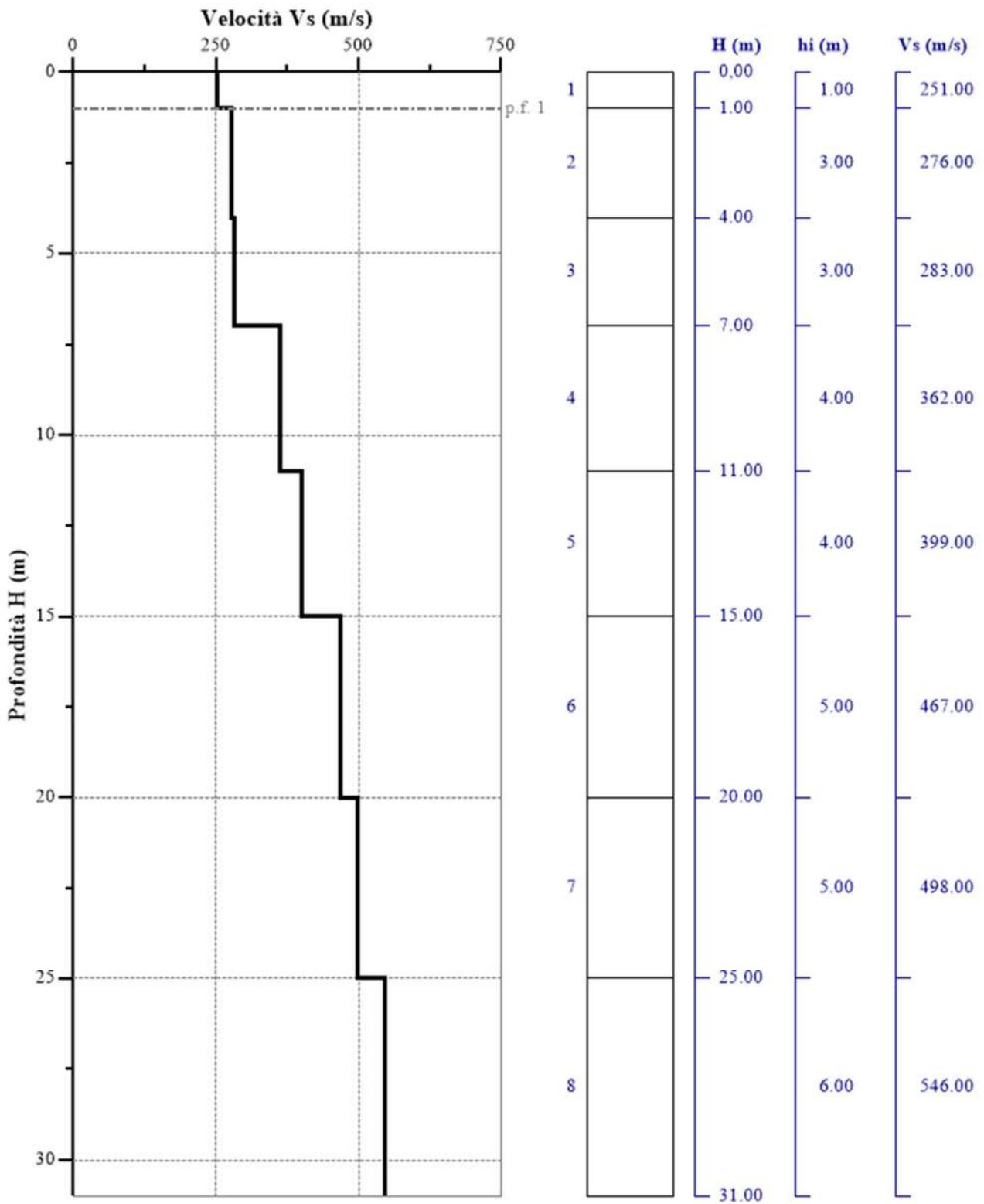


Fig. 70 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.9 Stendimento sismico LL': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.71).

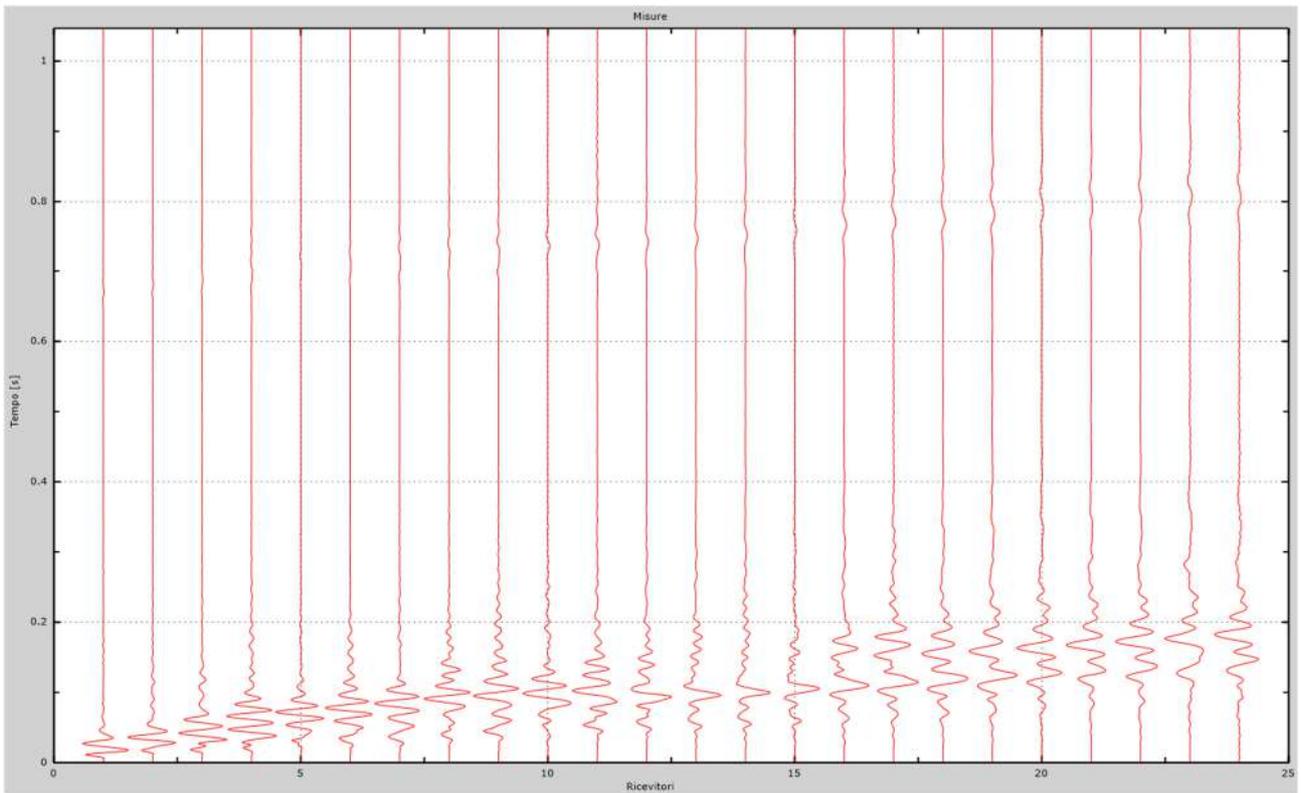


Fig. 71 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo LL'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.72) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.73). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

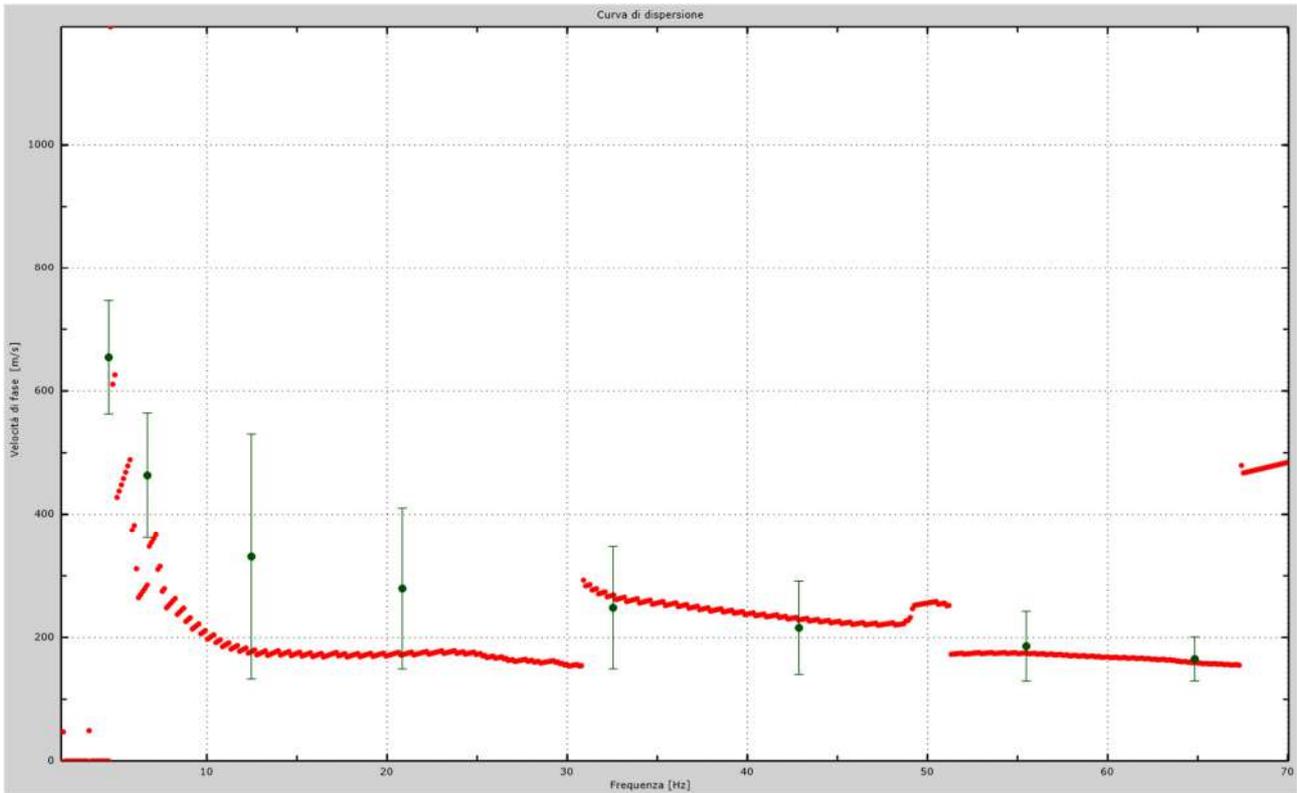


Fig.72 - Curva di dispersione sperimentale.

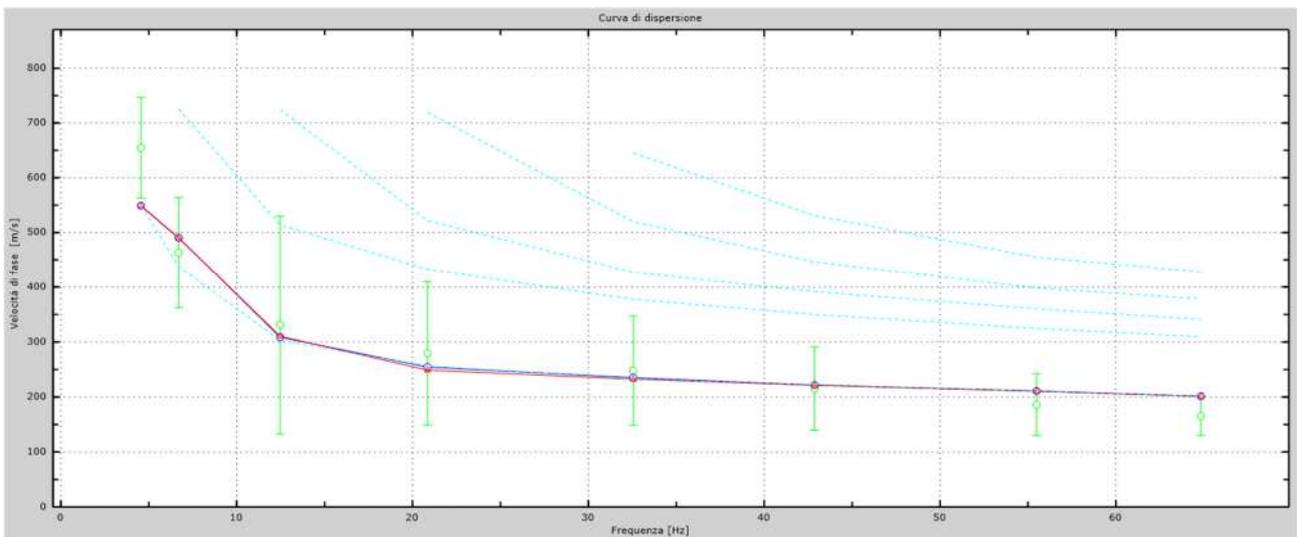


Fig.73 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.74). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

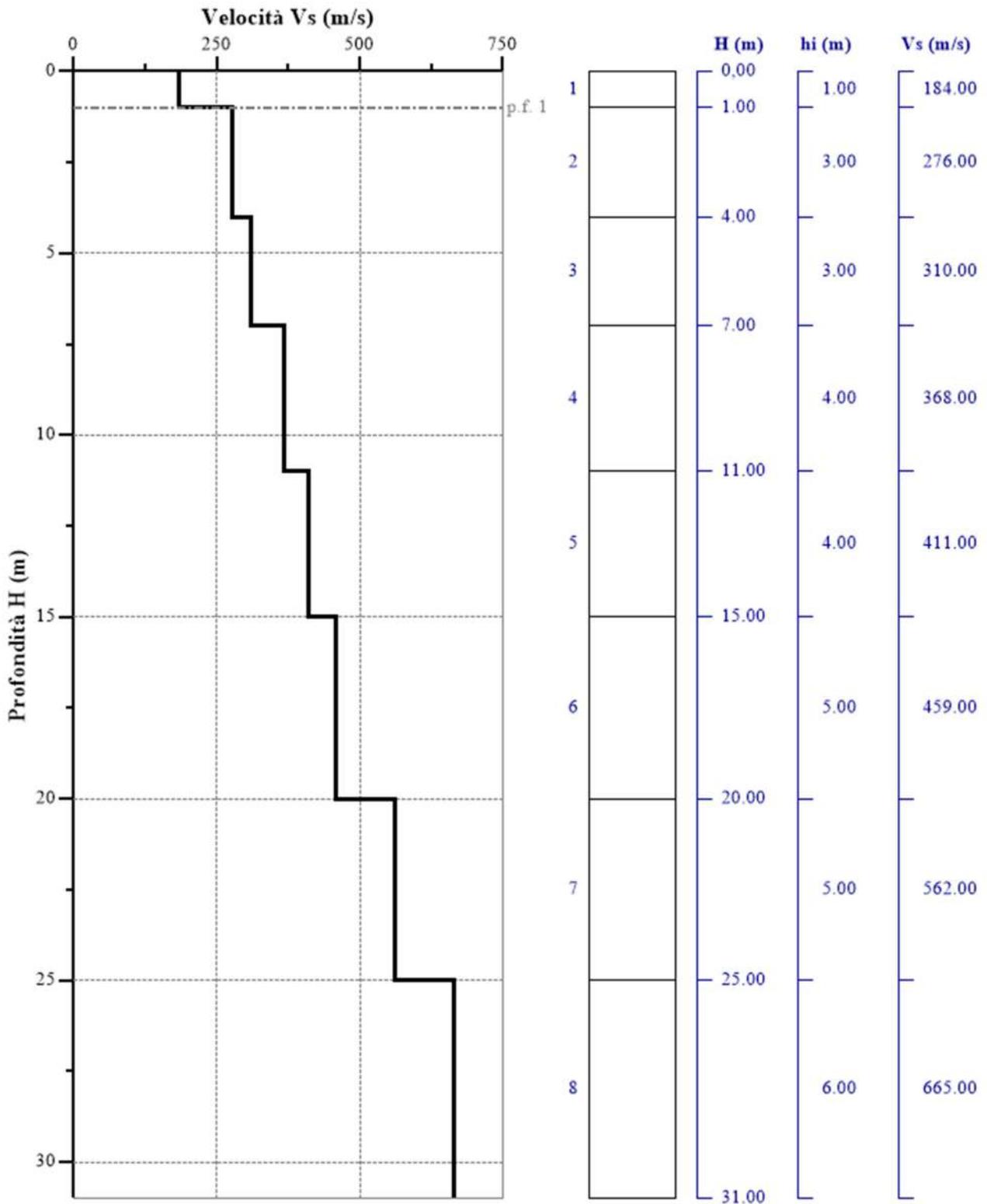


Fig. 74 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.10 Stendimento sismico MM': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.75).

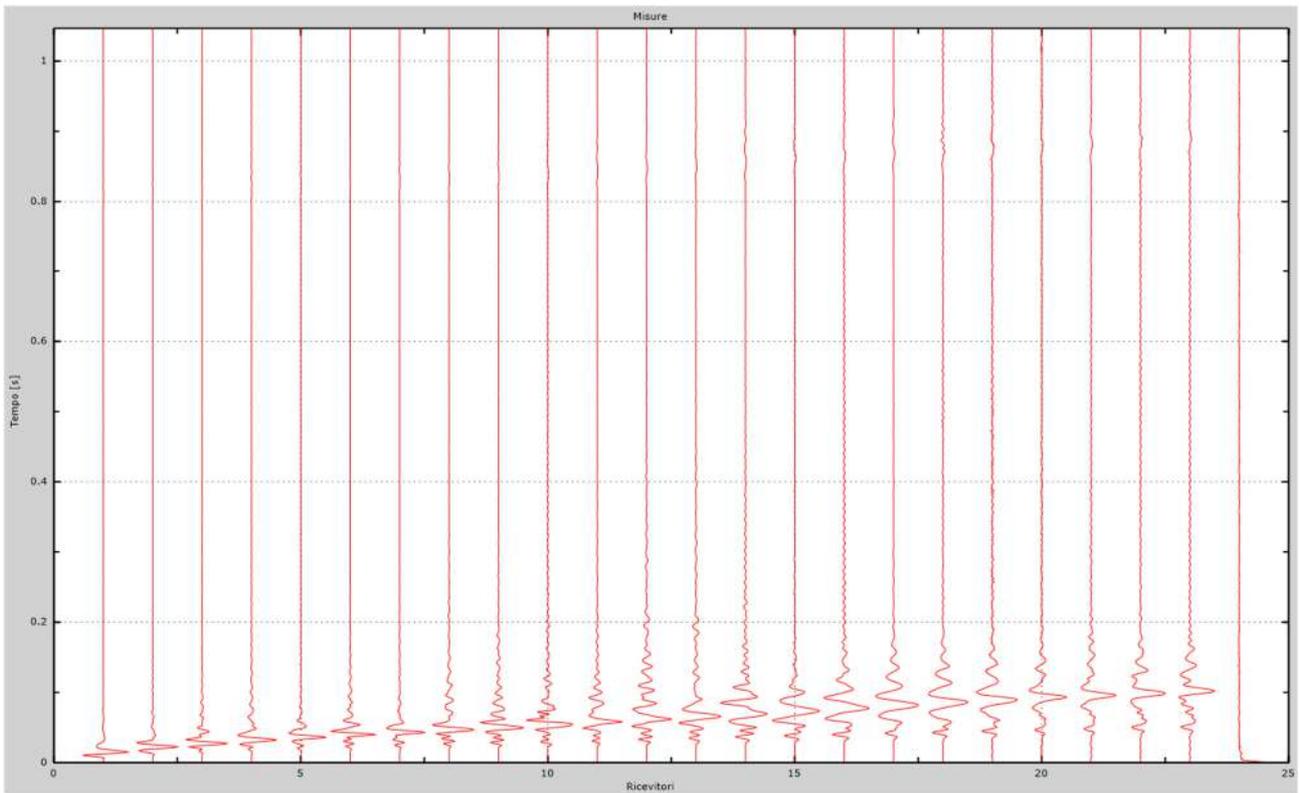


Fig. 75 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo MM'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.76) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.77). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

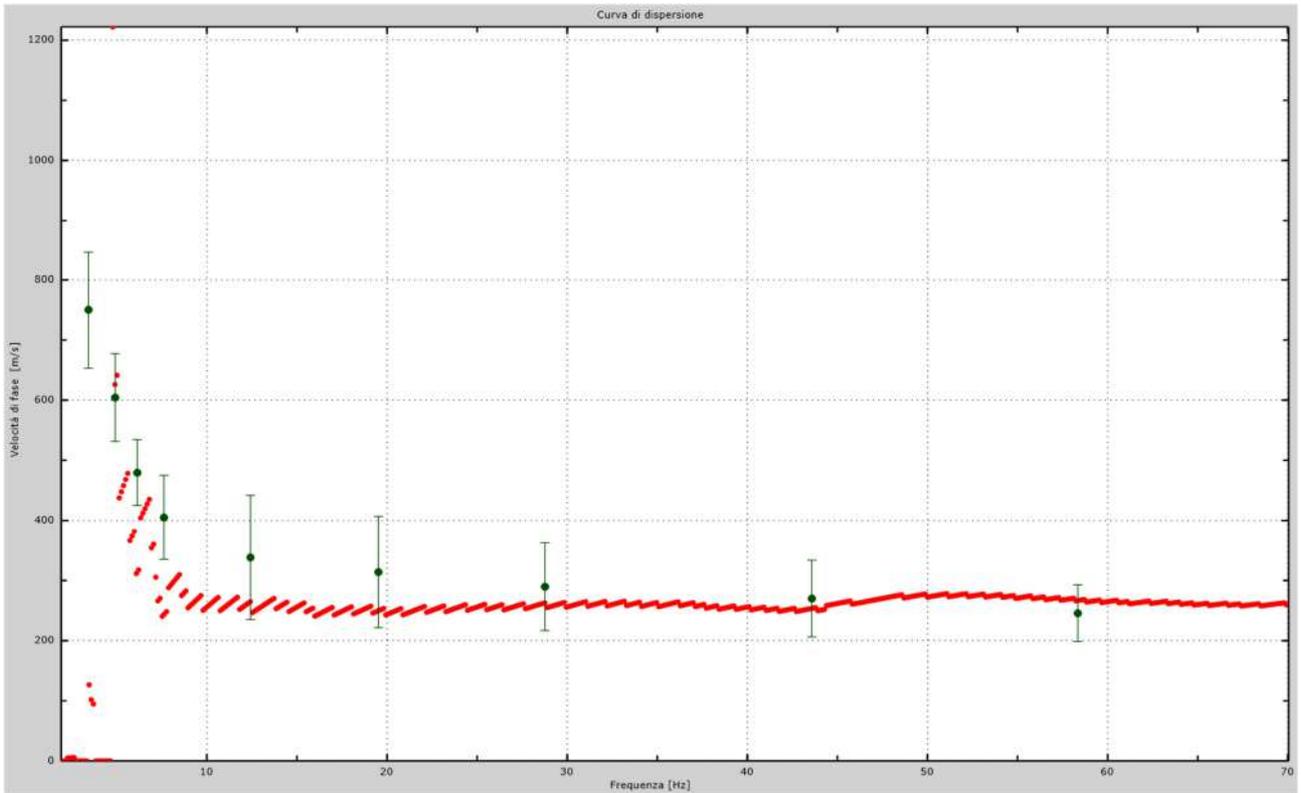


Fig.76 - Curva di dispersione sperimentale.

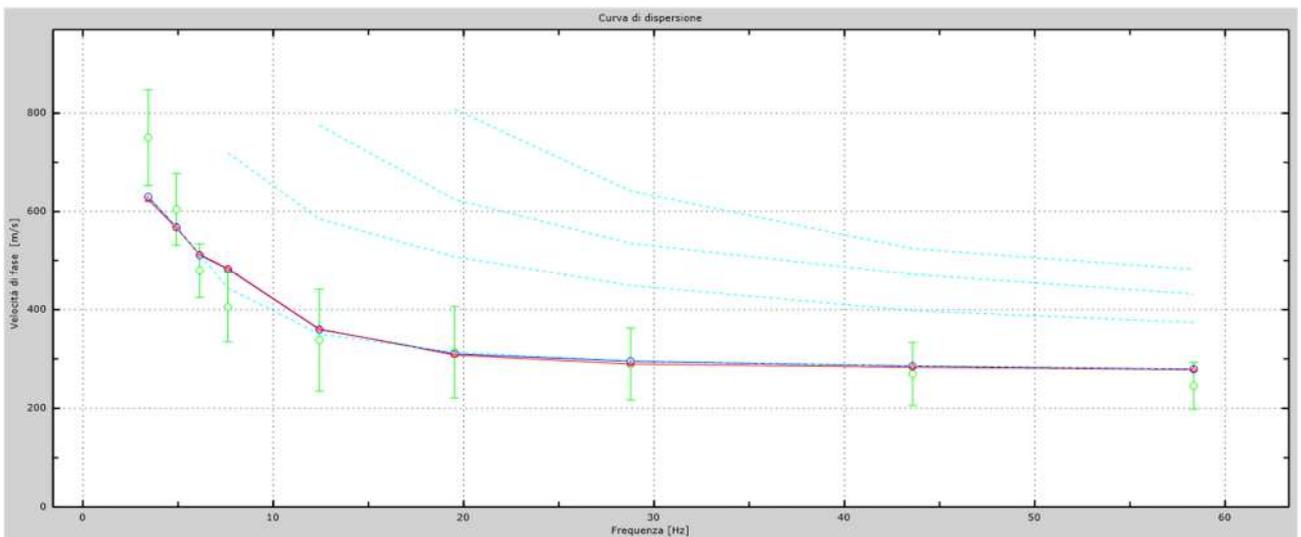


Fig.77 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.78). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

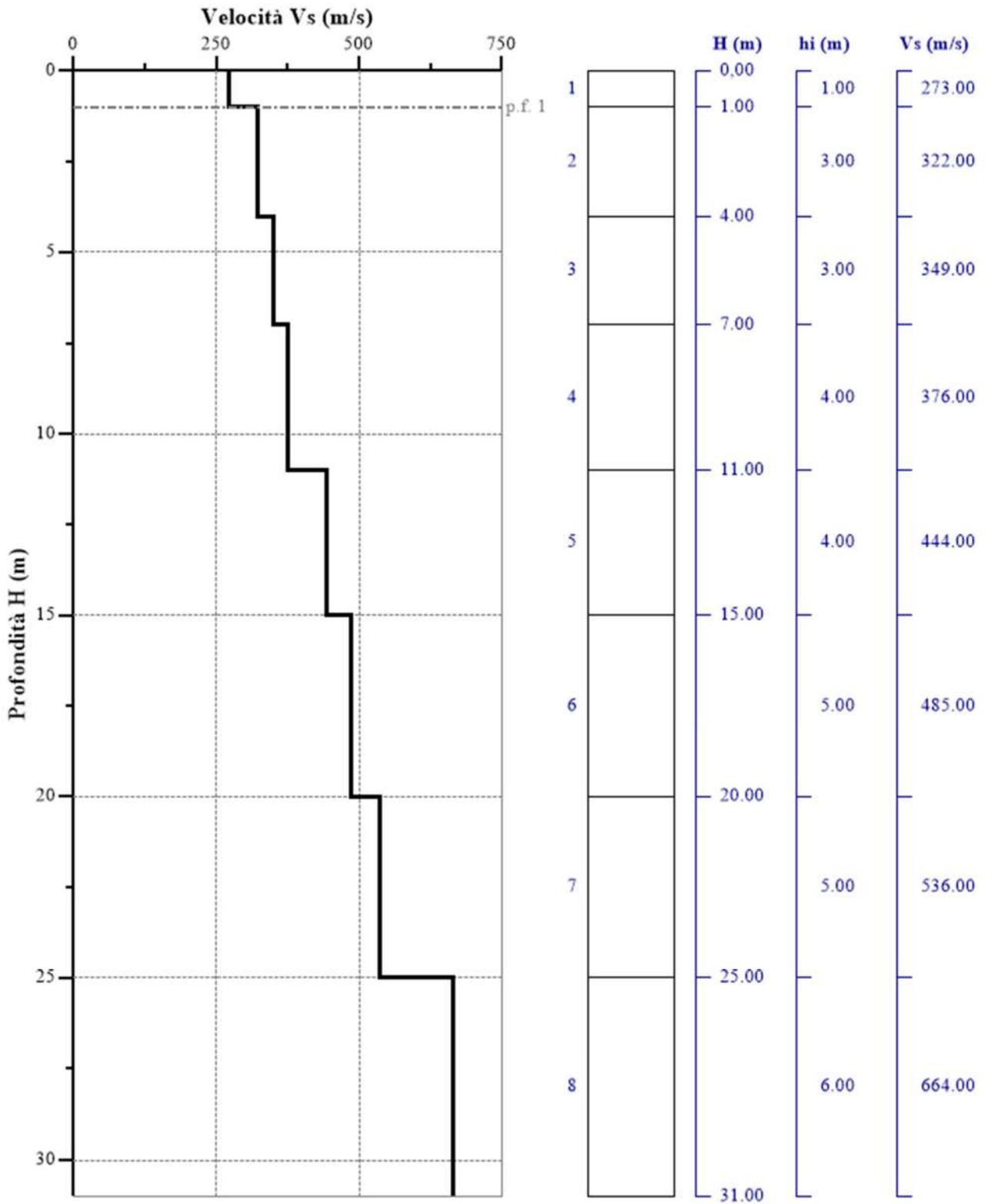


Fig. 78 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.11 Stendimento sismico NN': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.79).

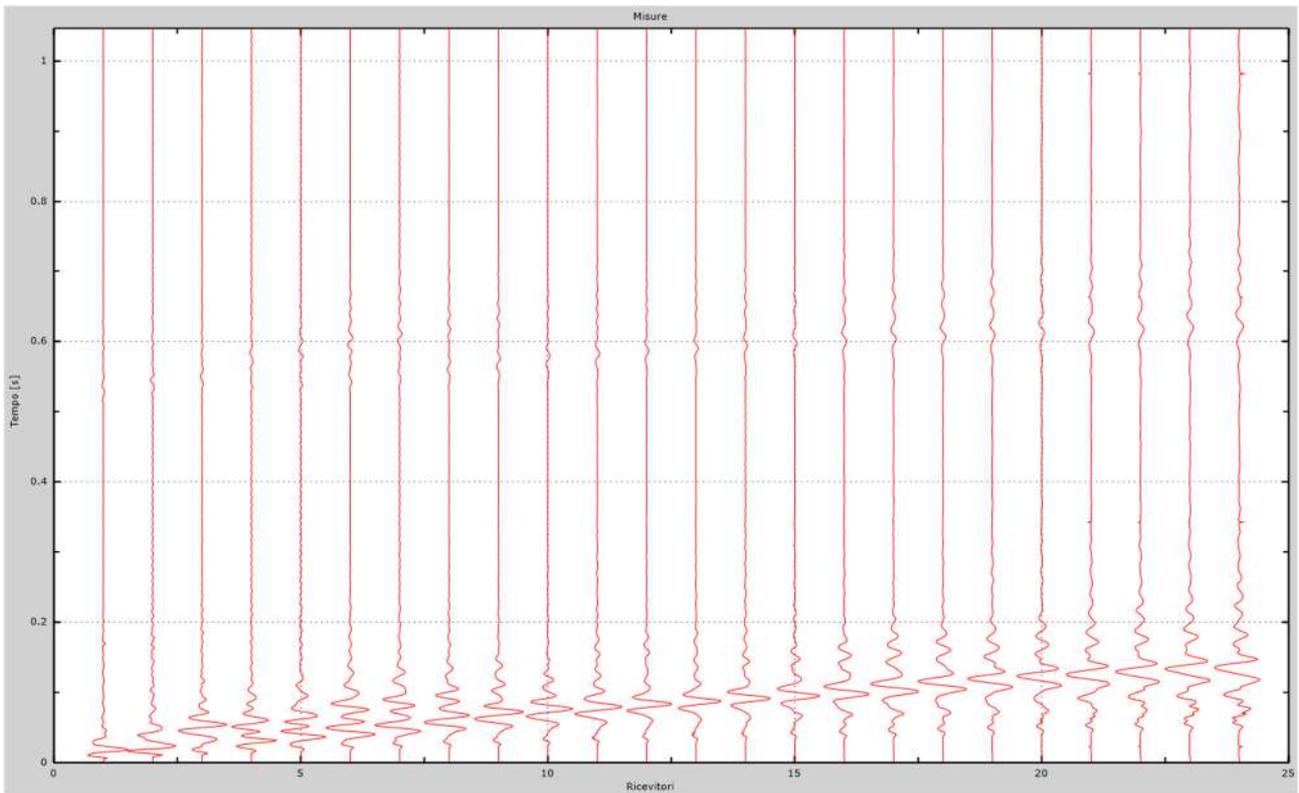


Fig. 79 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo NN'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.80) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.81). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

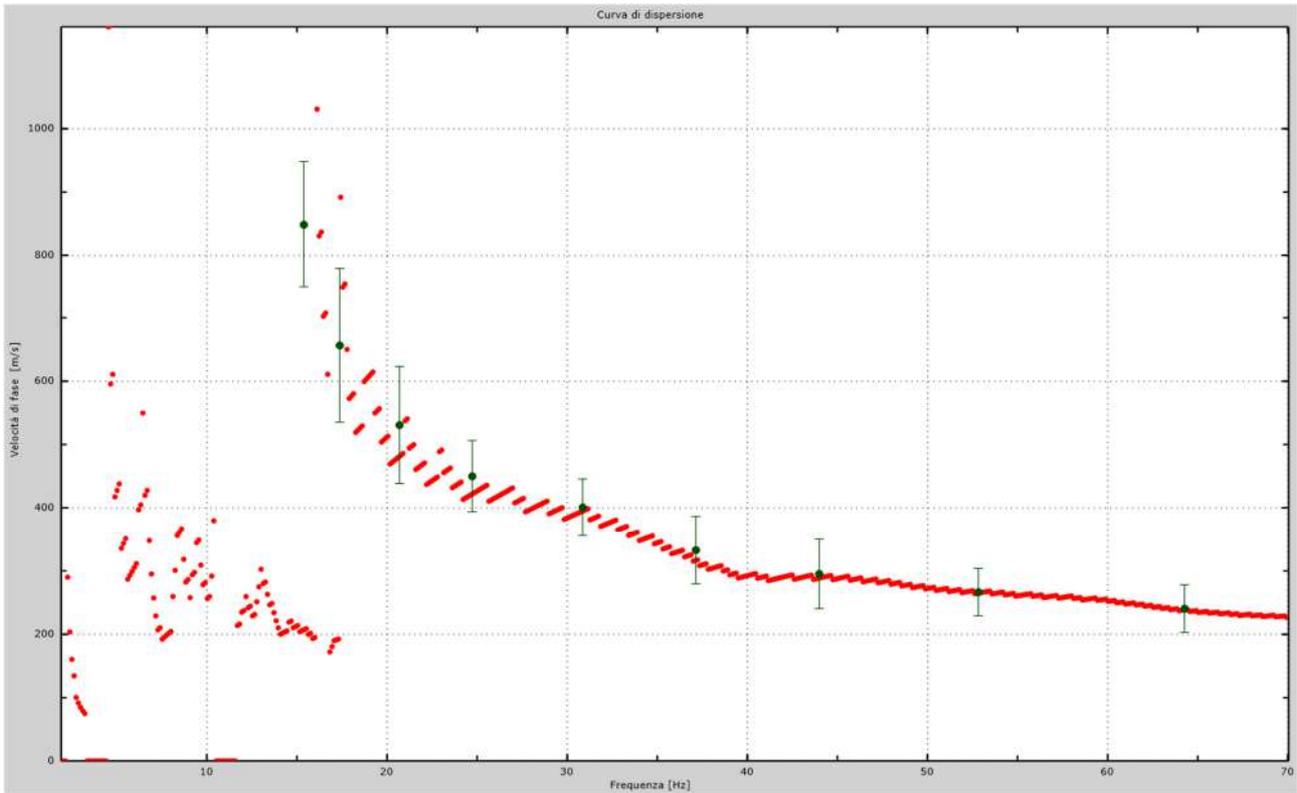


Fig.80 - Curva di dispersione sperimentale.

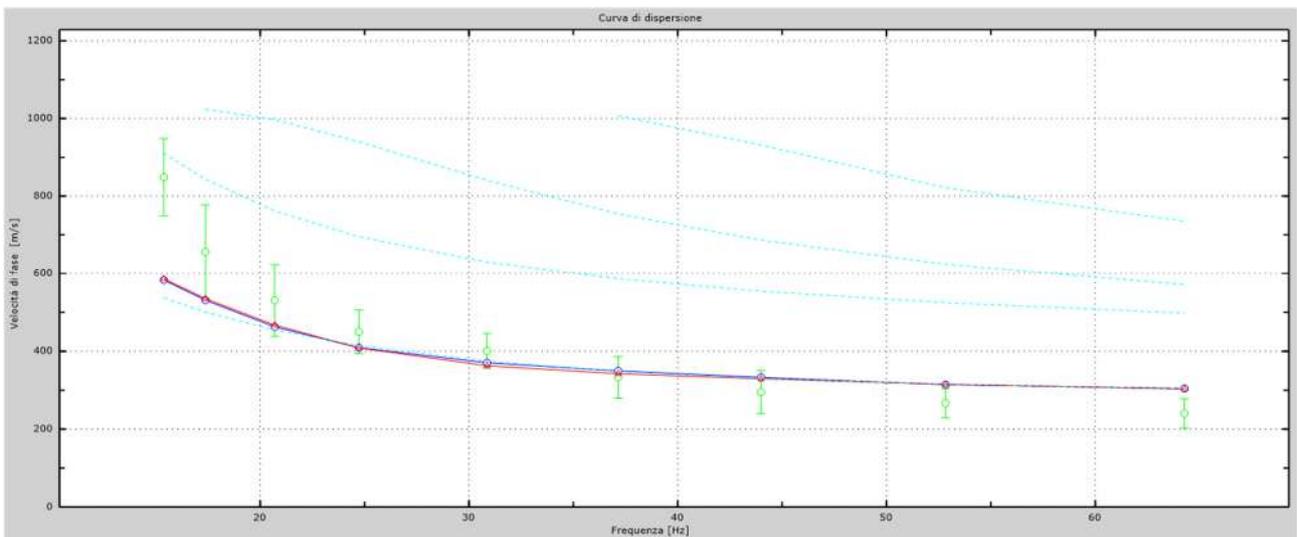


Fig.81 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.82). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

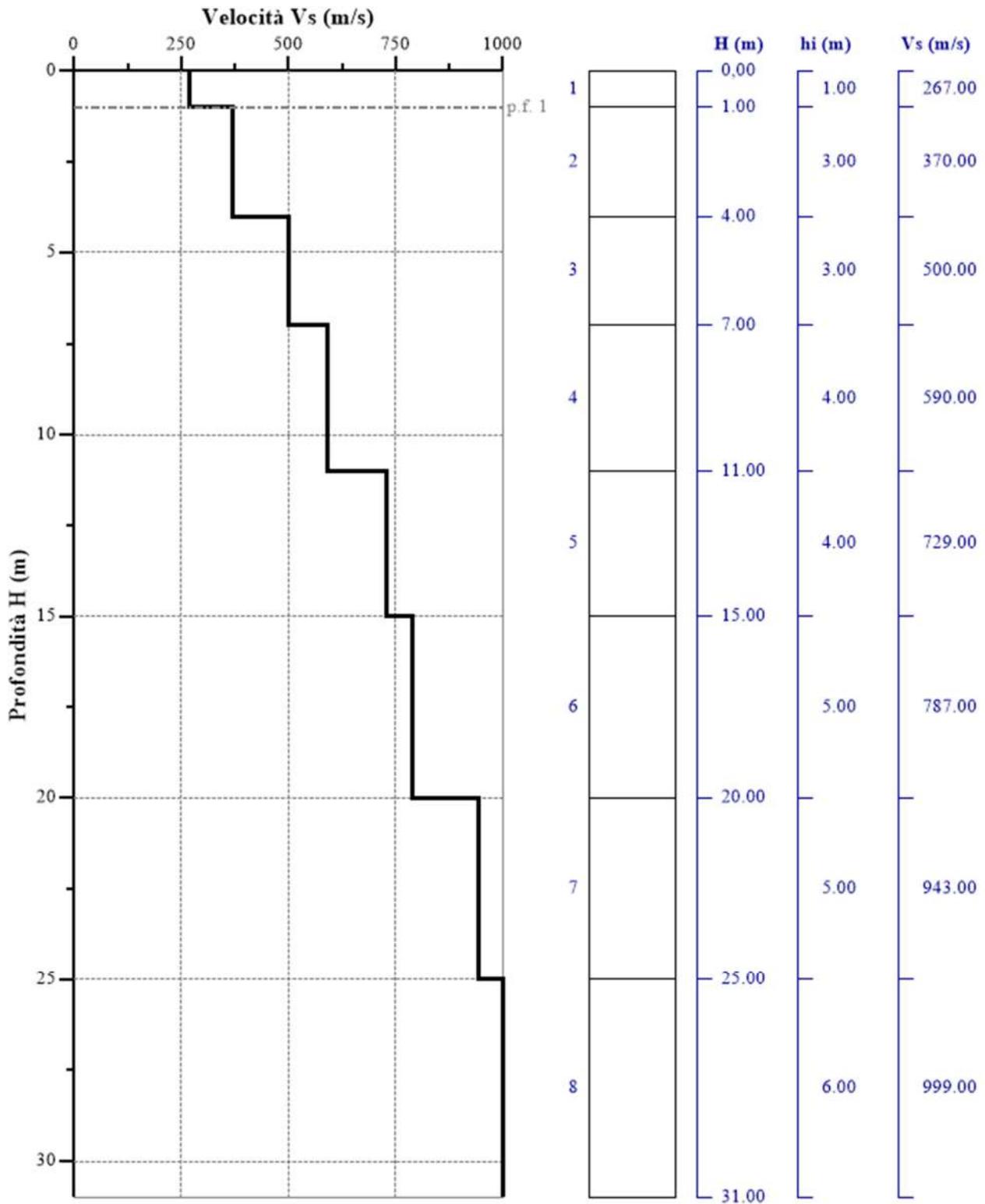


Fig. 82 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.12 Stendimento sismico OO': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.83).

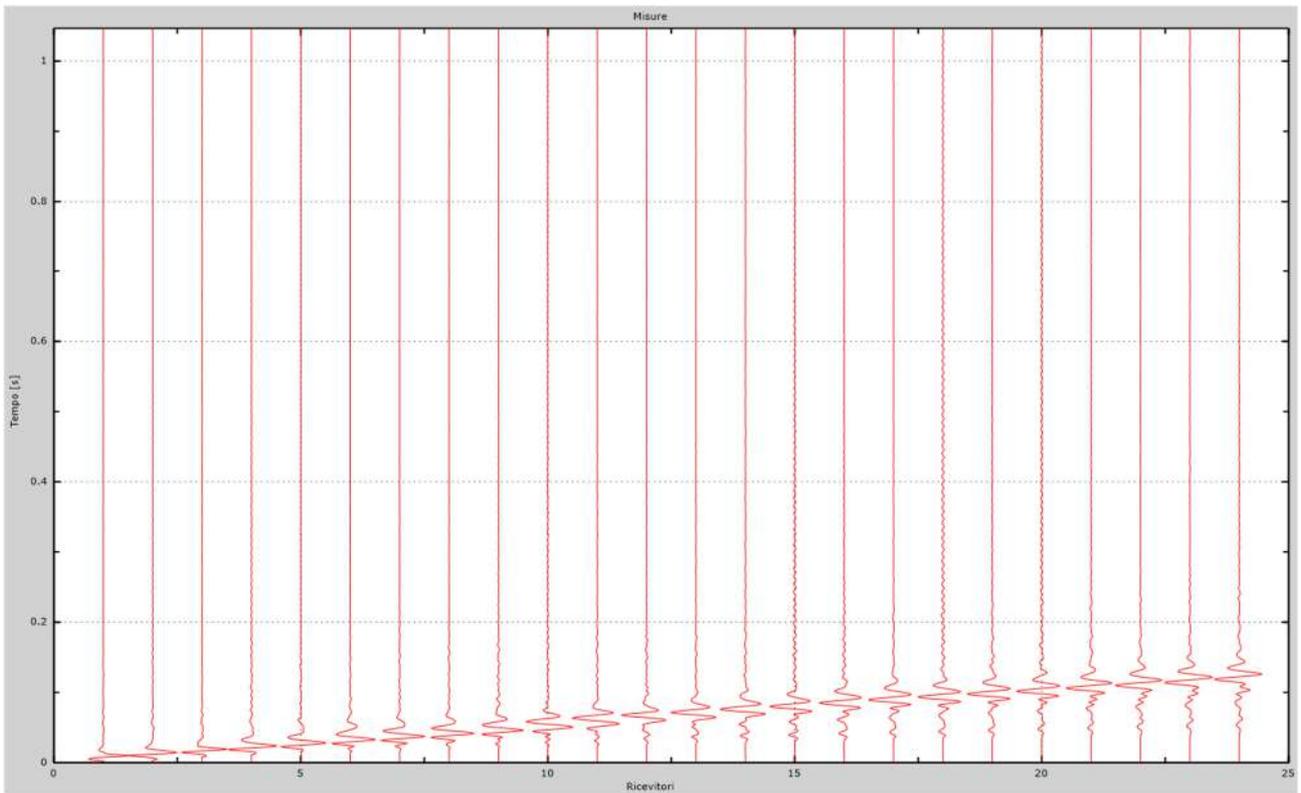


Fig. 83 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo OO'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.84) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.85). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

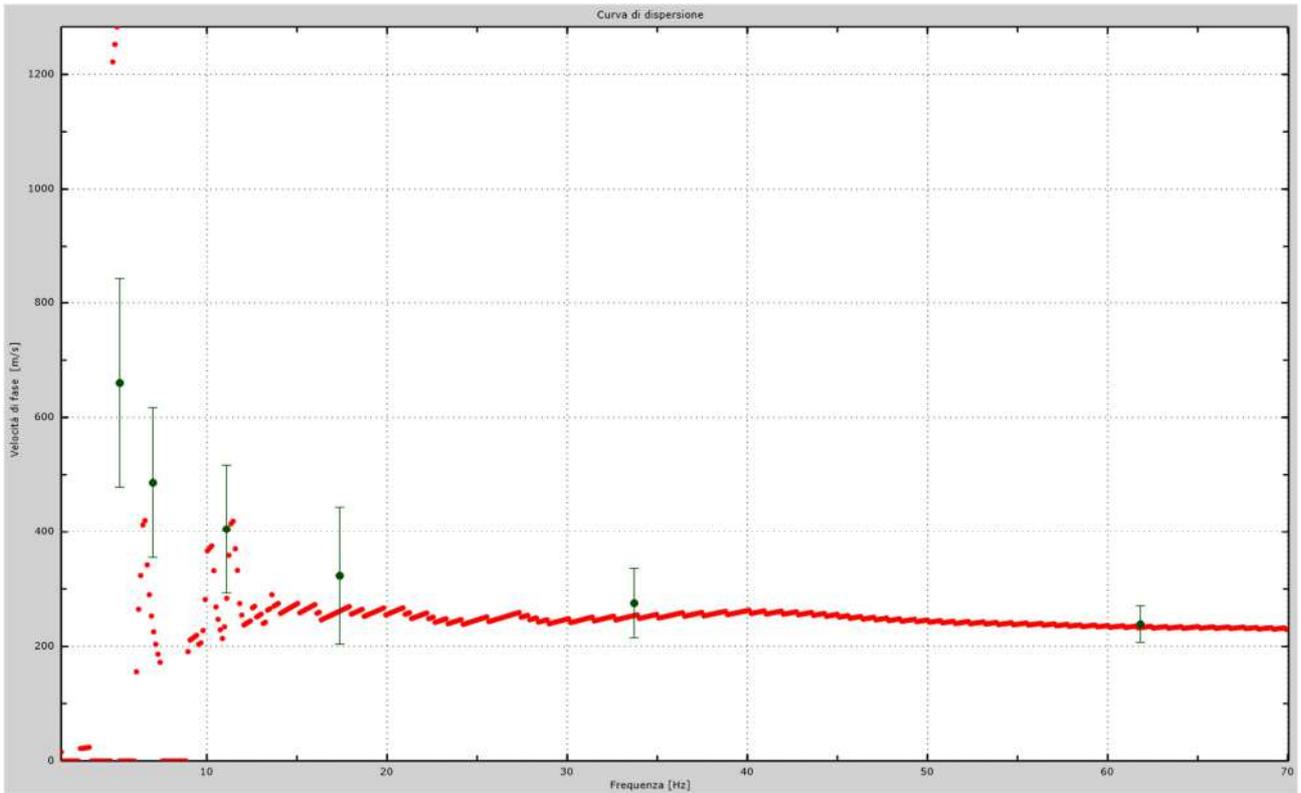


Fig.84 - Curva di dispersione sperimentale.

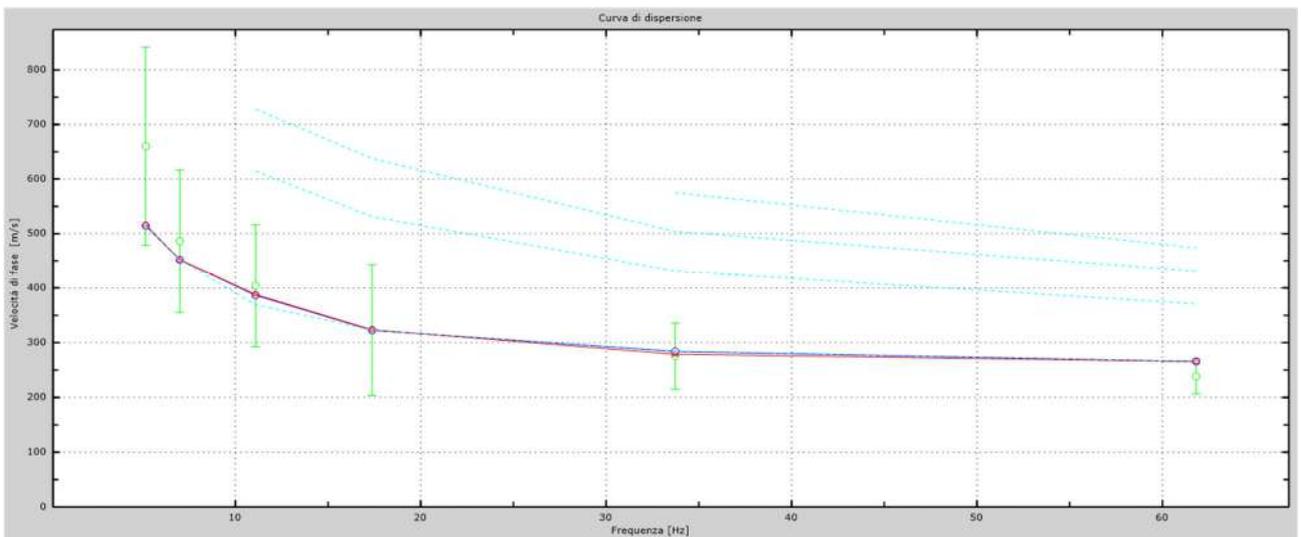


Fig.85 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.86). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

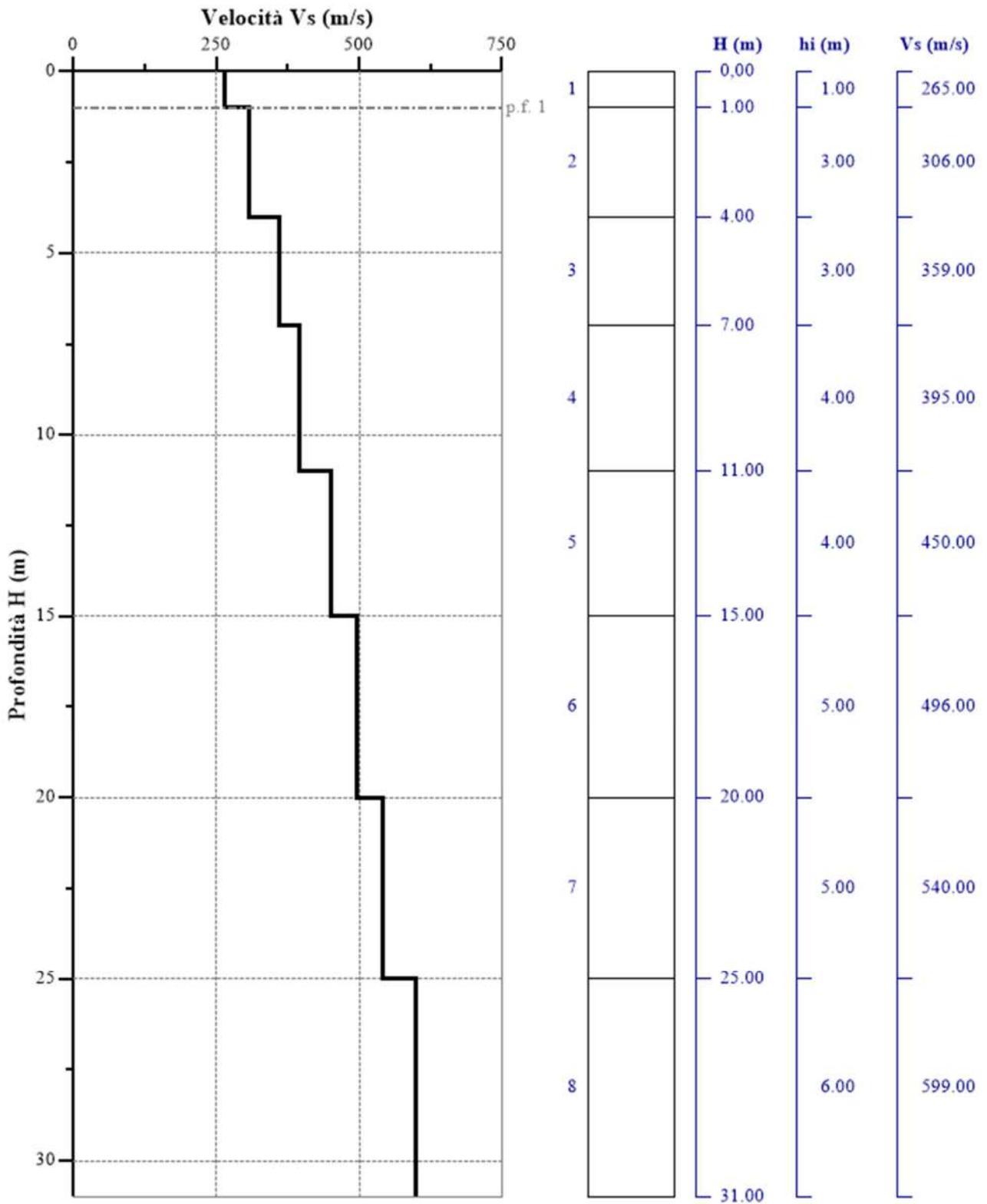


Fig. 86 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

5.13 Stendimento sismico PP': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 2.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.87).

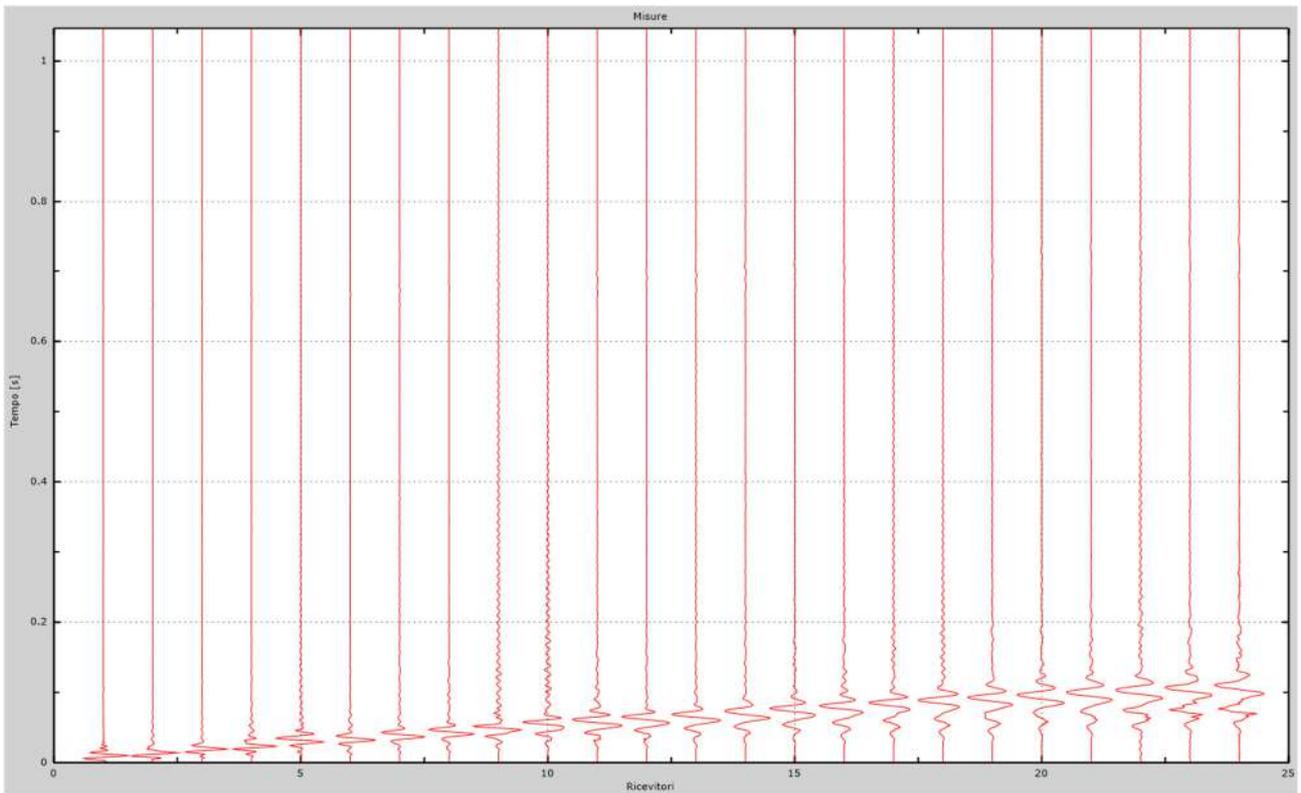


Fig. 87 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo PP'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.88) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.89). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

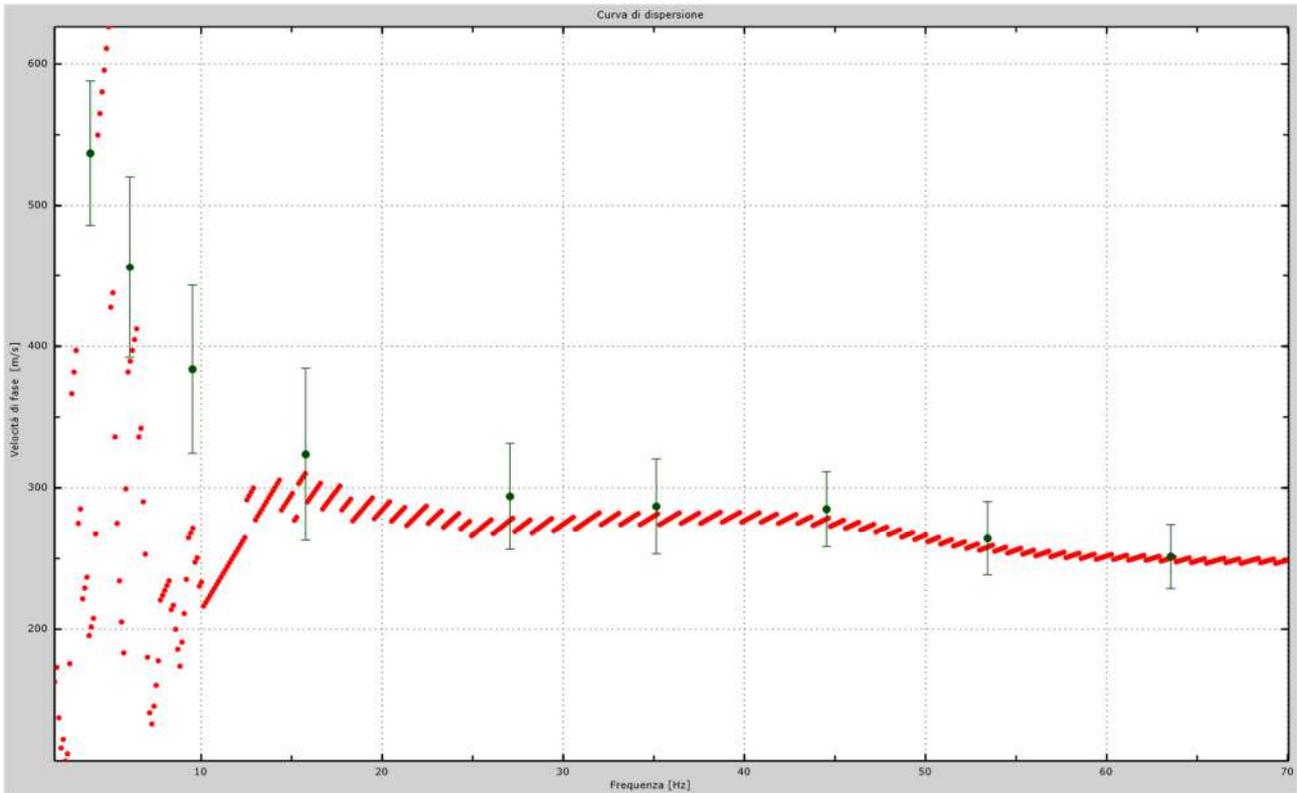


Fig.88 - Curva di dispersione sperimentale.

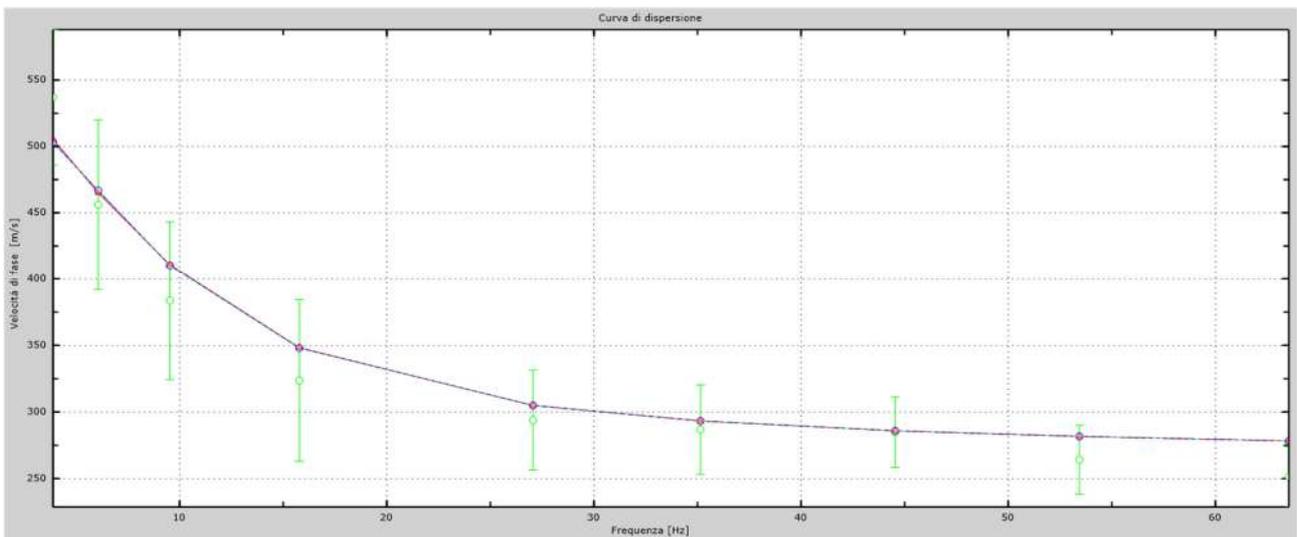


Fig.89 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (Fig.90). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

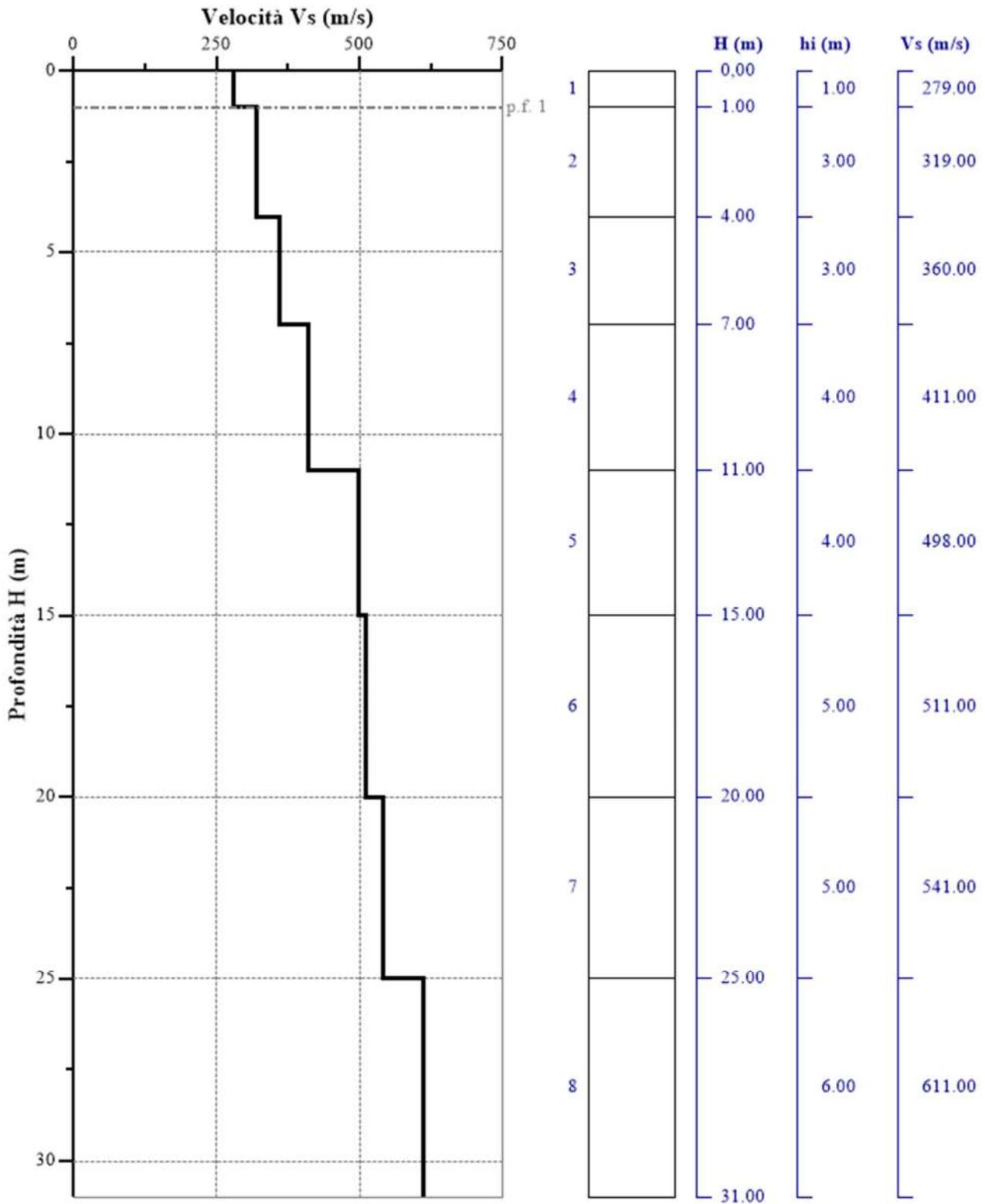


Fig. 90 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

6. CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

Lo studio sugli effetti di sito è un aspetto fondamentale nella valutazione e mitigazione del rischio sismico. Tale studio si effettua in termini di risposta sismica locale, partendo dal concetto di amplificazione del moto sismico che si origina dal basamento roccioso (definito *bedrock* sismico) e che si propaga all'interno di un deposito sino a raggiungere la superficie. Valutare questi effetti non è sempre del tutto facile anche perché, in molti casi, l'amplificazione è dovuta ai cosiddetti fenomeni di risonanza nei terreni stratificati posti al di sopra del *bedrock*, di riflessione e rifrazione delle onde sismiche nelle interfacce di discontinuità e tra mezzi a diversa densità, dove le onde vengono per così dire "intrappolate" e successivamente trasmesse allo strato più superficiale generando così onde di tipo Love e di Rayleigh. A questi, poi, si aggiunge l'effetto di focalizzazione del raggio sismico nelle zone morfologicamente più acclive. Sul territorio italiano la valutazione degli effetti della risposta sismica locale viene fatta sulla base delle vigenti norme tecniche per le costruzioni pubblicate in *GU n.42 del 20/02/2018 - Suppl. Ordinario n. 8*. In particolare per situazioni riconducibili alle categorie definite in Tab. 3.2.II di cui al § 3.2.2 si può fare riferimento ad un approccio semplificato basato sui valori di velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s , che costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo di cui al § 6.2.2. In tal caso si calcola la velocità equivalente con la seguente espressione:

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

con h_i lo spessore in metri dell' i esimo strato di terreno;

$V_{s,i}$ la velocità dell'onda di taglio media corrispondente;

N il numero di strati;

H la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$ dove H = 30 m considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Mentre per tutti quei casi non rientranti è richiesta una specifica analisi della risposta sismica locale, così come previsto al § 7.11.3

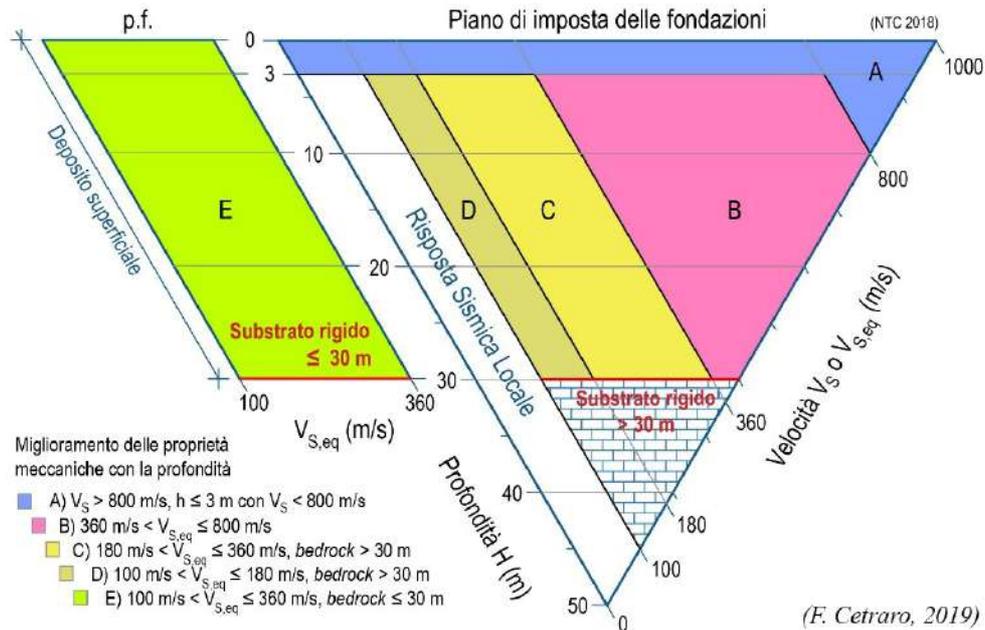


Diagramma per le categorie di sottosuolo secondo i riferimenti del § 3.2.2 delle NTC 2018.

Categorie di sottosuolo per l'approccio semplificato (Tab. 3.2.II delle NTC 2018).

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

6.1 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo AA'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	465.00
2	4.00	3.00	514.00
3	7.00	3.00	541.00
4	11.00	4.00	567.00
5	15.00	4.00	588.00
6	20.00	5.00	700.00
7	25.00	5.00	725.00
8	31.00	6.00	865.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

N_i	Z_{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	611.02	B

N_i = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 611.02 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.2 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo CC'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	233.00
2	4.00	3.00	321.00
3	7.00	3.00	375.00
4	11.00	4.00	416.00
5	15.00	4.00	514.00
6	20.00	5.00	596.00
7	25.00	5.00	623.00
8	31.00	6.00	785.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

N_i	Z_{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	510.19	B

N_i = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 510.19 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.3 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo DD'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	236.00
2	4.00	3.00	445.00
3	7.00	3.00	599.00
4	11.00	4.00	665.00
5	15.00	4.00	721.00
6	20.00	5.00	736.00
7	25.00	5.00	814.00
8	31.00	6.00	832.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Zpf (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	631.1	B

Ni = livello, Zpf = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 631.10 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.4 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo EE'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	240.00
2	4.00	3.00	412.00
3	7.00	3.00	516.00
4	11.00	4.00	588.00
5	15.00	4.00	612.00
6	20.00	5.00	721.00
7	25.00	5.00	742.00
8	31.00	6.00	788.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

N_i	Zpf (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	628.64	B

N_i = livello, Zpf = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 628.64 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.5 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo FF'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	281.00
2	4.00	3.00	349.00
3	7.00	3.00	394.00
4	11.00	4.00	501.00
5	15.00	4.00	552.00
6	20.00	5.00	609.00
7	25.00	5.00	685.00
8	31.00	6.00	745.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Z _{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	545.42	B

Ni = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 545.42 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.6 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo GG'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	233.00
2	4.00	3.00	352.00
3	7.00	3.00	396.00
4	11.00	4.00	422.00
5	15.00	4.00	456.00
6	20.00	5.00	485.00
7	25.00	5.00	511.00
8	31.00	6.00	623.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Z _{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	468.21	B

N_i = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 468.21 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.7 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo HH'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	167.00
2	4.00	3.00	296.00
3	7.00	3.00	323.00
4	11.00	4.00	357.00
5	15.00	4.00	419.00
6	20.00	5.00	479.00
7	25.00	5.00	552.00
8	31.00	6.00	599.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Z _{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	430.5	B

Ni = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 430.50 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.8 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo II'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	251.00
2	4.00	3.00	276.00
3	7.00	3.00	283.00
4	11.00	4.00	362.00
5	15.00	4.00	399.00
6	20.00	5.00	467.00
7	25.00	5.00	498.00
8	31.00	6.00	546.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Z _{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	403.87	B

Ni = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 403.87 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.9 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo LL'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	184.00
2	4.00	3.00	276.00
3	7.00	3.00	310.00
4	11.00	4.00	368.00
5	15.00	4.00	411.00
6	20.00	5.00	459.00
7	25.00	5.00	562.00
8	31.00	6.00	665.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Z _{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	428.81	B

Ni = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 428.81 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.10 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo MM'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	273.00
2	4.00	3.00	322.00
3	7.00	3.00	349.00
4	11.00	4.00	376.00
5	15.00	4.00	444.00
6	20.00	5.00	485.00
7	25.00	5.00	536.00
8	31.00	6.00	664.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Z _{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	452.94	B

Ni = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione

V_s , eq: 452.94 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.11 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo NN'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	267.00
2	4.00	3.00	370.00
3	7.00	3.00	500.00
4	11.00	4.00	590.00
5	15.00	4.00	729.00
6	20.00	5.00	787.00
7	25.00	5.00	943.00
8	31.00	6.00	999.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Zpf (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	580.54	B

Ni = livello, Zpf = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 580.54 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.12 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo OO'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	265.00
2	4.00	3.00	306.00
3	7.00	3.00	359.00
4	11.00	4.00	395.00
5	15.00	4.00	450.00
6	20.00	5.00	496.00
7	25.00	5.00	540.00
8	31.00	6.00	599.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Zpf (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	450.91	B

Ni = livello, Zpf = profondità del livello di fondazione.

V_s, eq : 450.91 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

6.13 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo PP'

Al fine di poter procedere con le operazioni di calcolo è necessario inserire gli spessori con le relative velocità V_s di ogni sismostrato secondo le indicazioni riportate in normativa.

Valori utilizzati di riferimento.

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)
1	1.00	1.00	279.00
2	4.00	3.00	319.00
3	7.00	3.00	360.00
4	11.00	4.00	411.00
5	15.00	4.00	498.00
6	20.00	5.00	511.00
7	25.00	5.00	541.00
8	31.00	6.00	611.00

*Nr = numero progressivo per ciascun sismostrato,
H = profondità, hi = spessori, V_s = velocità onde di taglio.*

Risultati finali.

Ni.	Z _{pf} (m)	$V_{s,eq}$ (m/s)	Categoria
1	1.00	466.21	B

Ni = livello, Z_{pf} = profondità del livello di fondazione.

V_s , eq: 466.21 m/s

Categoria del suolo: B

Sulla base della $V_{s,eq}$ calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.*

7. CARATTERIZZAZIONE ELASTICO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Nei paragrafi precedenti sono state descritte le metodologie di esecuzione della prova e l'interpretazione dei risultati delle indagini indirette realizzate per il presente studio che hanno permesso di ricostruire con sufficiente dettaglio la stratigrafia dei primi metri del sottosuolo. Nel dettaglio quindi saranno riportate le tabelle riassuntive delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati, riferite alle zone dove sono state eseguite le indagini sismiche.

I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW.

Sezione AA' - Tabella 1

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1.00	A - LETTO	500.00	256.00	1.66	1101.7	2733.8	2913.7	4202.7	0.32	1.95	425.22
1.00	B - TETTO	500.00	256.00	1.66	1101.7	2733.8	2913.7	4202.7	0.32	1.95	425.22
5.00	B - LETTO	1200.00	567.00	1.96	6382.6	20078.5	17313.3	28588.7	0.36	2.12	1112.24
5.00	C - TETTO	1200.00	567.00	1.96	6382.6	20078.5	17313.3	28588.7	0.36	2.12	1112.24
9.00	C - LETTO	2000.00	865.00	2.16	16368.7	65682.0	45339.8	87507.0	0.38	2.31	1869.74

Sezione CC' - Tabella 2

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1/1.5	A - LETTO	500.00	233.00	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36	2.15	387.02
1/1.5	B - TETTO	500.00	233.00	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36	2.15	387.02
7.00/8.00	B - LETTO	1700.00	596.00	2.10	7534.7	51255.1	21548.1	61301.3	0.43	2.85	1249.11
7.00/8.00	C - TETTO	1700.00	596.00	2.10	7534.7	51255.1	21548.1	61301.3	0.43	2.85	1249.11
11.00	C - LETTO	2300.00	785.00	2.22	13843.8	100383.9	39706.1	118842.2	0.43	2.93	1742.48

Sezione DD' - Tabella 3

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1.00	A - LETTO	500.00	236.00	1.66	936.3	2954.3	2540.5	4202.7	0.36	2.12	392.00
1.00	B - TETTO	500.00	236.00	1.66	936.3	2954.3	2540.5	4202.7	0.36	2.12	392.00
6.00	B - LETTO	1700.00	665.00	2.10	9380.3	48794.3	26446.1	61301.3	0.41	2.56	1393.73
6.00	C - TETTO	1700.00	665.00	2.10	9380.3	48794.3	26446.1	61301.3	0.41	2.56	1393.73
7.00	C - LETTO	2100.00	832.00	2.18	15284.6	76995.4	43008.0	97374.9	0.41	2.52	1815.16

Sezione EE' - Tabella 4

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1/1.5	A - LETTO	500.00	240.00	1.66	968.3	2911.6	2615.0	4202.7	0.35	2.08	398.64
1/1.5	B - TETTO	500.00	240.00	1.66	968.3	2911.6	2615.0	4202.7	0.35	2.08	398.64
6.00/7.00	B - LETTO	1300.00	588.00	1.99	6969.3	24773.7	19115.5	34066.1	0.37	2.21	1171.11
6.00/7.00	C - TETTO	1300.00	588.00	1.99	6969.3	24773.7	19115.5	34066.1	0.37	2.21	1171.11
15.00	C - LETTO	3500.00	788.00	2.40	15108.2	277910.4	44517.8	298054.6	0.47	4.44	1894.39

Sezione FF' - Tabella 5

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
0.50	A - LETTO	500.00	281.00	1.66	1327.4	2432.9	3369.4	4202.7	0.27	1.78	466.75
0.50	B - TETTO	500.00	281.00	1.66	1327.4	2432.9	3369.4	4202.7	0.27	1.78	466.75
6.00/7.00	B - LETTO	1000.00	501.00	1.89	4813.5	12759.3	12827.5	19177.3	0.33	2.00	949.31
6.00/7.00	C - TETTO	1000.00	501.00	1.89	4813.5	12759.3	12827.5	19177.3	0.33	2.00	949.31
9.00	C - LETTO	1500.00	745.00	2.05	11496.3	31276.0	30724.3	46604.4	0.34	2.01	1524.70

Sezione GG' - Tabella 6

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
0.5/3.0	A - LETTO	500.00	233.00	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36	2.15	387.02
0.5/3.0	B - TETTO	500.00	233.00	1.66	912.6	2985.9	2484.8	4202.7	0.36	2.15	387.02
8.00	B - LETTO	1000.00	485.00	1.89	4511.0	13162.6	12145.5	19177.3	0.35	2.06	918.99

Sezione HH' - Tabella 7

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	167.00	1.40	393.9	39.8	274.7	565.0	-0.65	1.20	233.07
1.00/2.00	A - LETTO	500.00	296.00	1.66	1472.9	2238.9	3624.0	4202.7	0.23	1.69	491.66
1.00/2.00	B - TETTO	500.00	296.00	1.66	1472.9	2238.9	3624.0	4202.7	0.23	1.69	491.66
9.00	B - LETTO	1100.00	552.00	1.93	5950.2	15695.0	15847.8	23628.5	0.33	1.99	1065.06
9.00	C - TETTO	1100.00	552.00	1.93	5950.2	15695.0	15847.8	23628.5	0.33	1.99	1065.06
15.00	C - LETTO	3000.00	1523.00	2.33	54807.5	139581.7	145392.7	212658.3	0.33	1.97	3555.68

Sezione II' - Tabella 8

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t [*] m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1.00/1.50	A - LETTO	500.00	276.00	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28	1.81	458.44
1.00/1.50	B - TETTO	500.00	276.00	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28	1.81	458.44
5.00	B - LETTO	1000.00	546.00	1.89	5717.1	11554.5	14722.9	19177.3	0.29	1.83	1034.58

Sezione LL' - Tabella 9

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t [*] m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1.00	A - LETTO	500.00	276.00	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28	1.81	458.44
1.00	B - TETTO	500.00	276.00	1.66	1280.6	2495.3	3280.6	4202.7	0.28	1.81	458.44
7.00	B - LETTO	1400.00	562.00	2.02	6456.9	31459.7	18130.3	40068.9	0.40	2.49	1135.20

Sezione MM' - Tabella 10

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t [*] m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1.00	A - LETTO	500.00	273.00	1.66	1252.9	2532.2	3226.5	4202.7	0.29	1.83	453.46
1.00	B - TETTO	500.00	273.00	1.66	1252.9	2532.2	3226.5	4202.7	0.29	1.83	453.46
8.00	B - LETTO	900.00	444.00	1.86	3705.6	10284.9	9924.9	15225.7	0.34	2.03	824.63
8.00	C - TETTO	900.00	444.00	1.86	3705.6	10284.9	9924.9	15225.7	0.34	2.03	824.63
14.00	C - LETTO	2500.00	664.00	2.26	10063.1	129233.8	29425.5	142651.2	0.46	3.77	1497.43

Sezione NN' - Tabella 11

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t [*] m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1.50	A - LETTO	500.00	267.00	1.66	1198.4	2604.8	3117.2	4202.7	0.30	1.87	443.49
1.50	B - TETTO	500.00	267.00	1.66	1198.4	2604.8	3117.2	4202.7	0.30	1.87	443.49
6.00	B - LETTO	800.00	370.00	1.82	2516.4	8408.8	6864.4	11764.0	0.36	2.16	671.98

Sezione OO' - Tabella 12

Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t [*] m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
2.00	A - LETTO	500.00	265.00	1.66	1180.5	2628.7	3080.5	4202.7	0.30	1.89	440.17
2.00	B - TETTO	500.00	265.00	1.66	1180.5	2628.7	3080.5	4202.7	0.30	1.89	440.17
9.00	B - LETTO	1100.00	599.00	1.93	7006.6	14286.5	18066.3	23628.5	0.29	1.84	1155.74

Sezione PP' - Tabella 13

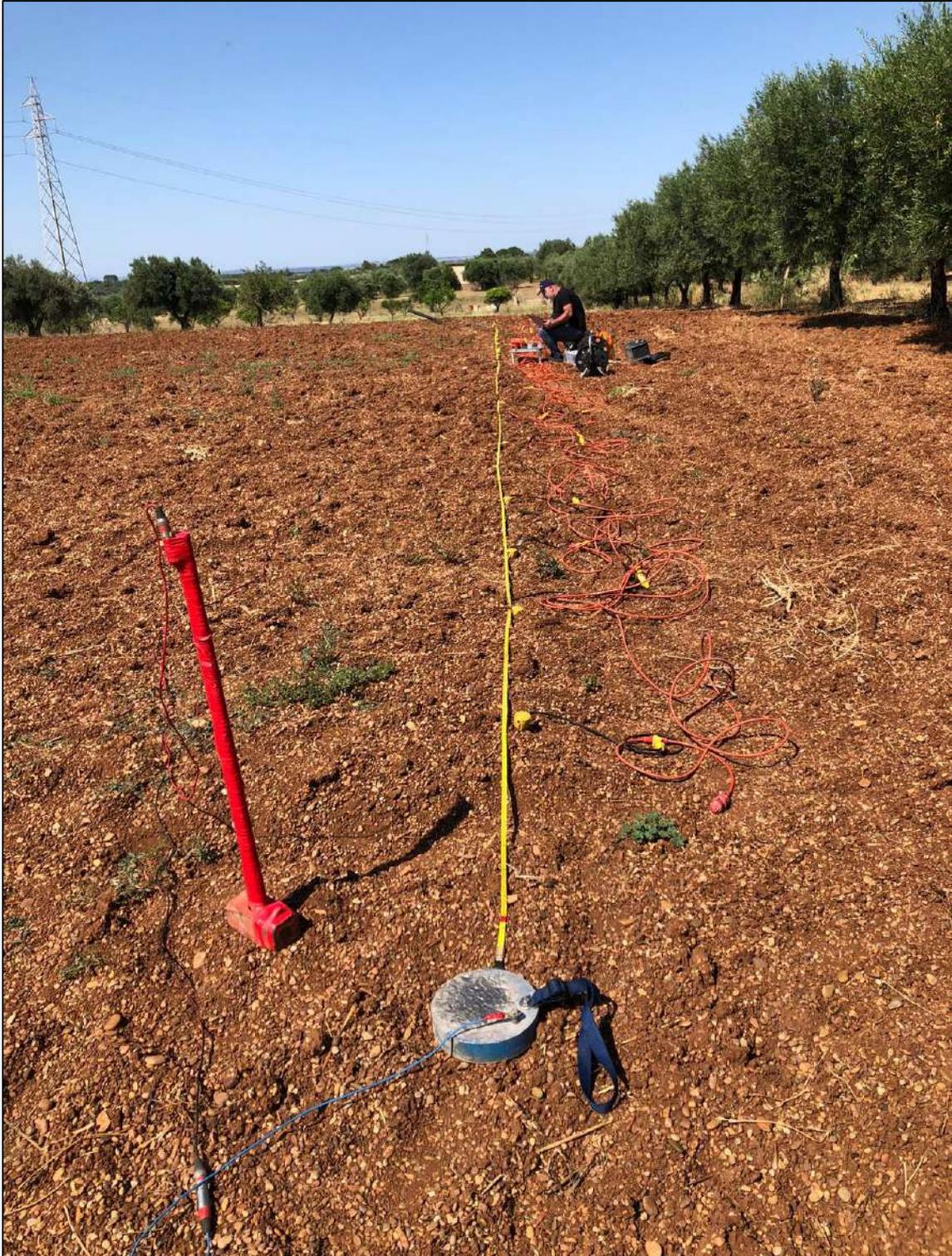
Prof. (m da p.c.)	Unità	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)	g (gr/cm ³)	G ₀ (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	M (kg/cm ²)	μ	V _p /V _s	IS (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
0.20	A - TETTO	200.00	125.00	1.40	220.7	270.7	520.6	565.0	0.18	1.60	174.45
1.00/3.00	A - LETTO	500.00	279.00	1.66	1308.6	2458.0	3334.1	4202.7	0.27	1.79	463.42
1.00/3.00	B - TETTO	500.00	279.00	1.66	1308.6	2458.0	3334.1	4202.7	0.27	1.79	463.42
7.00	B - LETTO	1000.00	511.00	1.89	5007.6	12500.5	13253.1	19177.3	0.32	1.96	968.26

Dove:

g = densità sismica calcolata mediante la seguente formula: $0.51 * Vp^{0.19}$; G₀ = Modulo di taglio; K = Modulo di volume;
E = Modulo di Young; μ = Modulo di Poisson; IS = Impedenza sismica.

8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

STENDIMENTO AA'



STENDIMENTO CC'



STENDIMENTO DD'



STENDIMENTO EE'



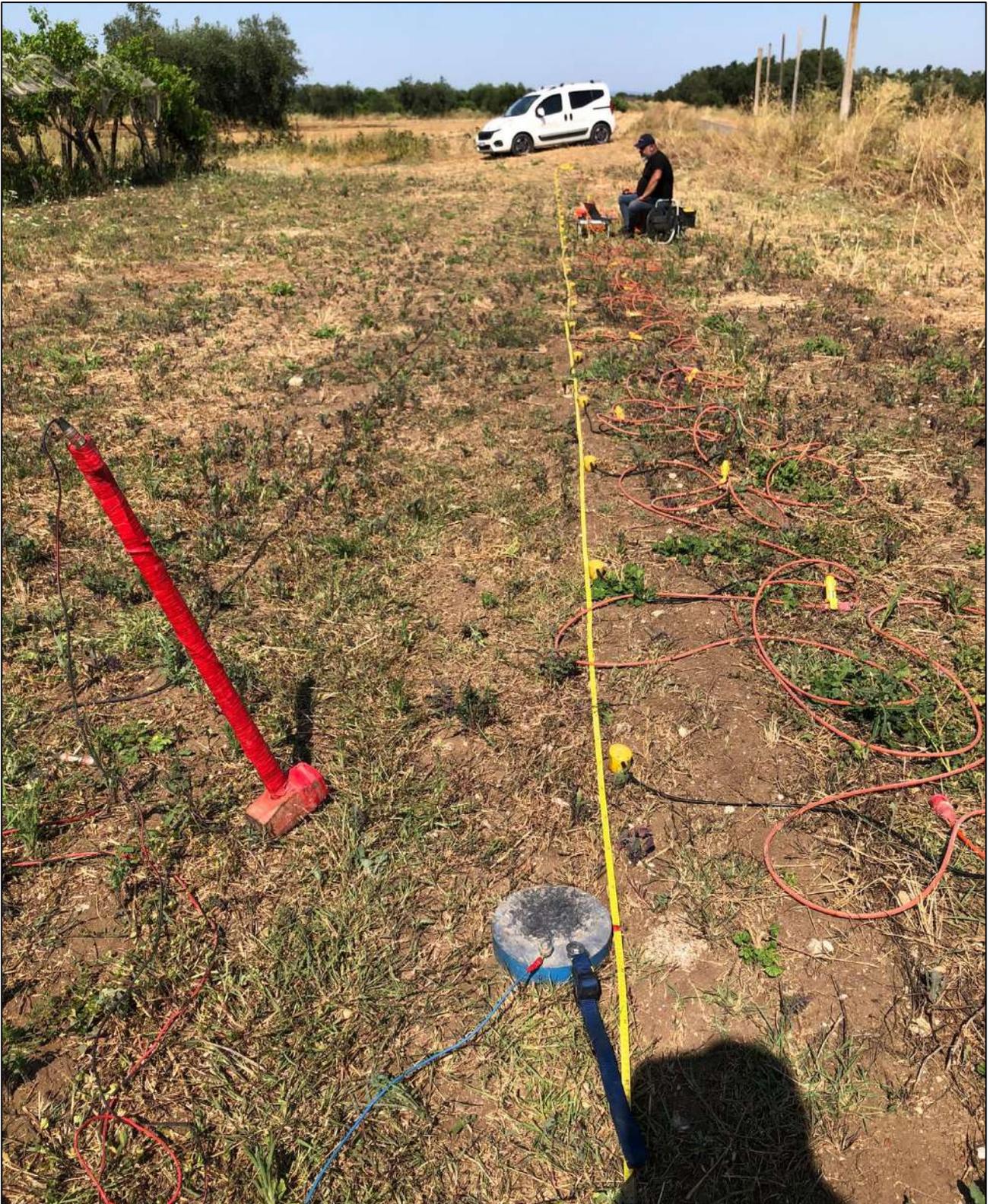
STENDIMENTO FF'



STENDIMENTO GG'



STENDIMENTO HH'



STENDIMENTO II'



STENDIMENTO LL'



STENDIMENTO MM'



STENDIMENTO NN'



STENDIMENTO OO'



STENDIMENTO PP'



Alberobello, 11.07.2023