

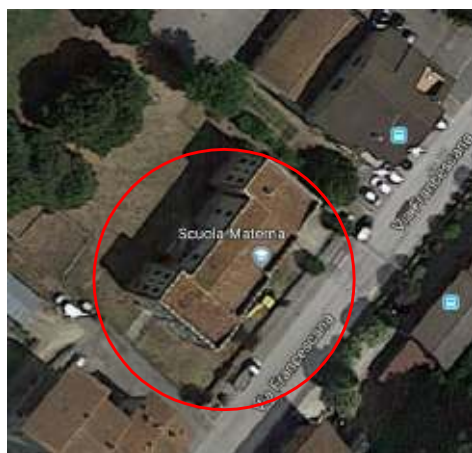


COMUNE DI DERUTA



REGIONE DELL'UMBRIA

Servizio di Verifica di Vulnerabilità Sismica di livello 2 (LC2) da eseguire su edifici scolastici ammessi a finanziamento con Decreto del Direttore della Direzione Generale per interventi in materia di edilizia scolastica, per la gestione dei fondi strutturali per l'istruzione e per l'innovazione digitale 18 luglio 2018, n. 363



**SCUOLA DELL'INFANZIA E PRIMARIA DI PONTENUOVO
VIA FRANCESCANA, 79 DERUTA (PG)**



Via Orazio Tramontani n.52,
P. S. Giovanni 06135 Perugia,
tel. 075/394485 fax. 075/395926
E-mail: mtprogetti@mtprogetti.it
Pec: umberto.tassi2@ingpec.eu
P.IVA 01983250547

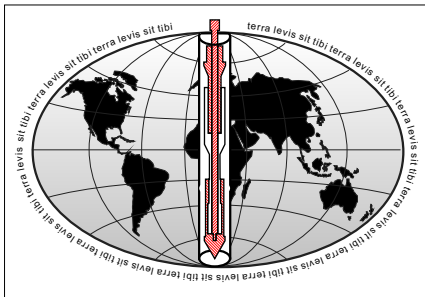
Committente:
AREA TECNICA DEL COMUNE DI DERUTA
Geom. Marco Ricciarelli

RELAZIONE GEOLOGICA

RG

REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	MOTIVAZIONE
A	30/01/2019		U. TASSI	PRIMA EMISSIONE
B				
C				





Studio di geologia
Dr. Geol. Simone SFORNA

Albo O.R.G.U. n. 112

Villaggio XXV Aprile, 62/G - 06083 Bastia Umbra (PG)

Cell. 347 - 3362235

Fax: 075 - 9691456

E-mail: simonesfora@tiscali.it

simonesfora@libero.it

PEC: simonesfora@epap.sicurezzapostale.it

C.F. SFR SMN 64M05 L216A - P. IVA 01859390542

COMUNE DI DERUTA

INDAGINE SISMICA PER LA DEFINIZIONE DELLE Vs30
Scuola Materna e Primaria - Fraz. Pontenuovo

INDAGINE SISMICA MEDIANTE TECNICA MASW

(Multi-channel Analysis of Surface Waves)

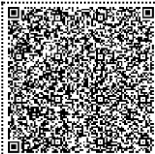
RAPPORTO TECNICO

COMMITTENTE: MT Progetti

gennaio 2019

Dr. Geol. Simone SFORNA





1.0 PREMESSA

Su commissione dello Studio Tecnico MT Progetti, è stata eseguita una indagine sismica con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves), sulla Scuola Materna e Primaria - Fraz. Pontenuovo – Comune di Deruta.

L'indagine è finalizzata a di ricostruire l'assetto sismostratigrafico dei livelli più superficiali e di fornire il parametro Vs30, così come indicato dalla Normativa Sismica vigente.

L'indagine è stata condotta mediante sismografo Do.re.mi., prodotto dalla Ditta SARA Electronic Instruments S.r.l. con le seguenti specifiche tecniche:

Architettura

Classe strumentale: sismografo multicanale per geofisica
Topologia: rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Lunghezza massima della rete: 1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
Numero massimo di canali per tratta: 255
Dimensioni dell'elemento (escluso il cavo): 80x55x18 mm
Peso: 250 g (un elemento con lunghezza cavo 5 metri)
Cavo: 4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni, flessio-torsioni, abrasioni ed agenti chimici

Campionamento

Memoria: 64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz: 200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000,10000,20000
pari ad intervalli in ms di: 5, 3.33, 2.5, 2, 1.25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
Esempi di utilizzo della memoria: ReMi: 500Hz, t-max 60 secondi
MASW: 4000Hz, t-max 7.5 secondi
Riflessione: 20000Hz, t-max 1.5 secondi

Dinamica del sistema

Risoluzione con guadagno 10x: 7.600 μV
Risoluzione con guadagno 1000x: 0.076 μV
Dinamica di base: 96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore: 80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz: >90dB
Full range a 10x: 0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS: 0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica: 155dB
Dinamica totale senza postprocessing: > 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing: >140dB

Alimentazione

Tensione di alimentazione: 10-15VdC
Consumo:
Unità di testa: 20mA
Per Canale: 40mA
Consumo totale 12 canali: 510mA

Convertitore A/D

Tipologia: SAR
Risoluzione: 16 bit
Dinamica: 96 dB

Preamplificatore

Tipologia: ultra-low noise con ingresso differenziale



Filtri: 3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni: da 10x a 8000x
Reiezione di modo comune: >80dB
Diafonia (crosstalk): non applicabile (elementi singoli a trasmissione digitale)
Impedenza d'ingresso: >100k Ω

Il sito ha reso possibile l'esecuzione di uno stendimento 24 canali a distanza intergeofonica di 1,5 m e punto di scoppi a 2.0 m.



Ubicazione dello stendimento

2.0 LA TECNICA MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

2.1 Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.



2.2 Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P, S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare.

Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l’analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

2.3 Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l’ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro.

Concentrando l’attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L’analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale.

L’analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza.

Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

2.4 Modellizzazione

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

$$v = \lambda \times \nu$$

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



2.5 Modi di vibrazione

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

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

2.6 Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.



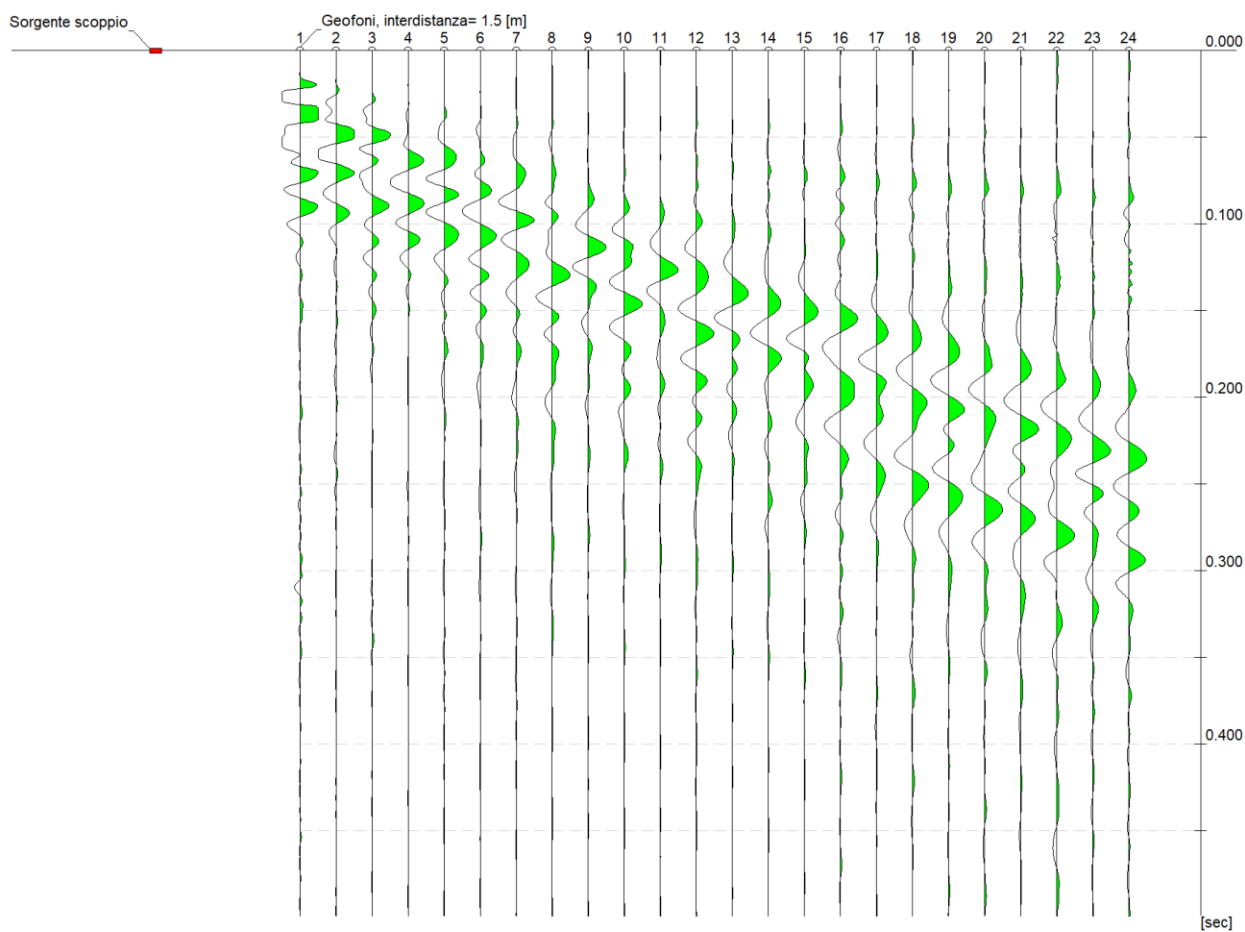
3.0 RISULTATI

3.1 Dati generali

Data Esecuzione | 04/01/2019 09:55

3.2 Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	800.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00

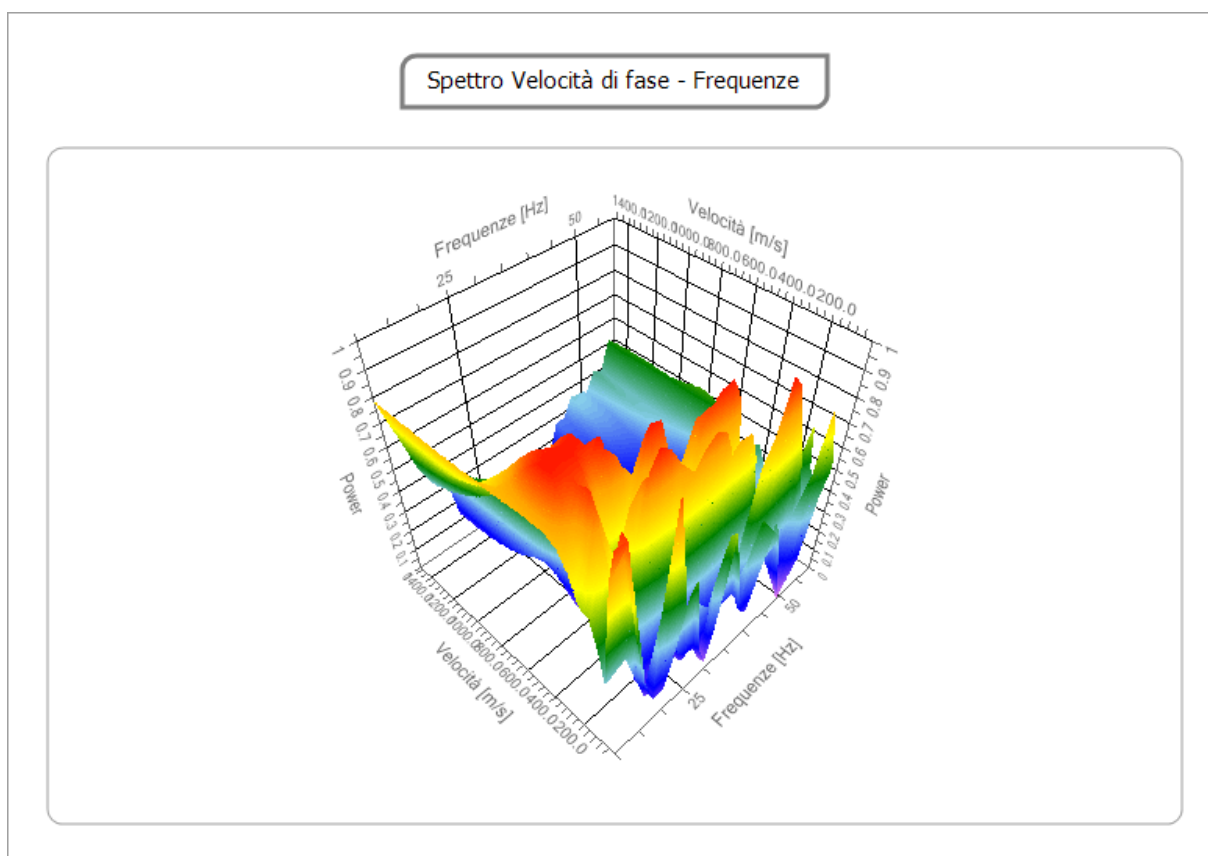


Sismogrammi acquisiti



3.3 Analisi spettrale

Frequenza minima di 10
elaborazione [Hz]
Frequenza massima di 60
elaborazione [Hz]
Velocità minima di 1
elaborazione [m/sec]
Velocità massima di 1500
elaborazione [m/sec]
Intervallo velocità [m/sec] 1

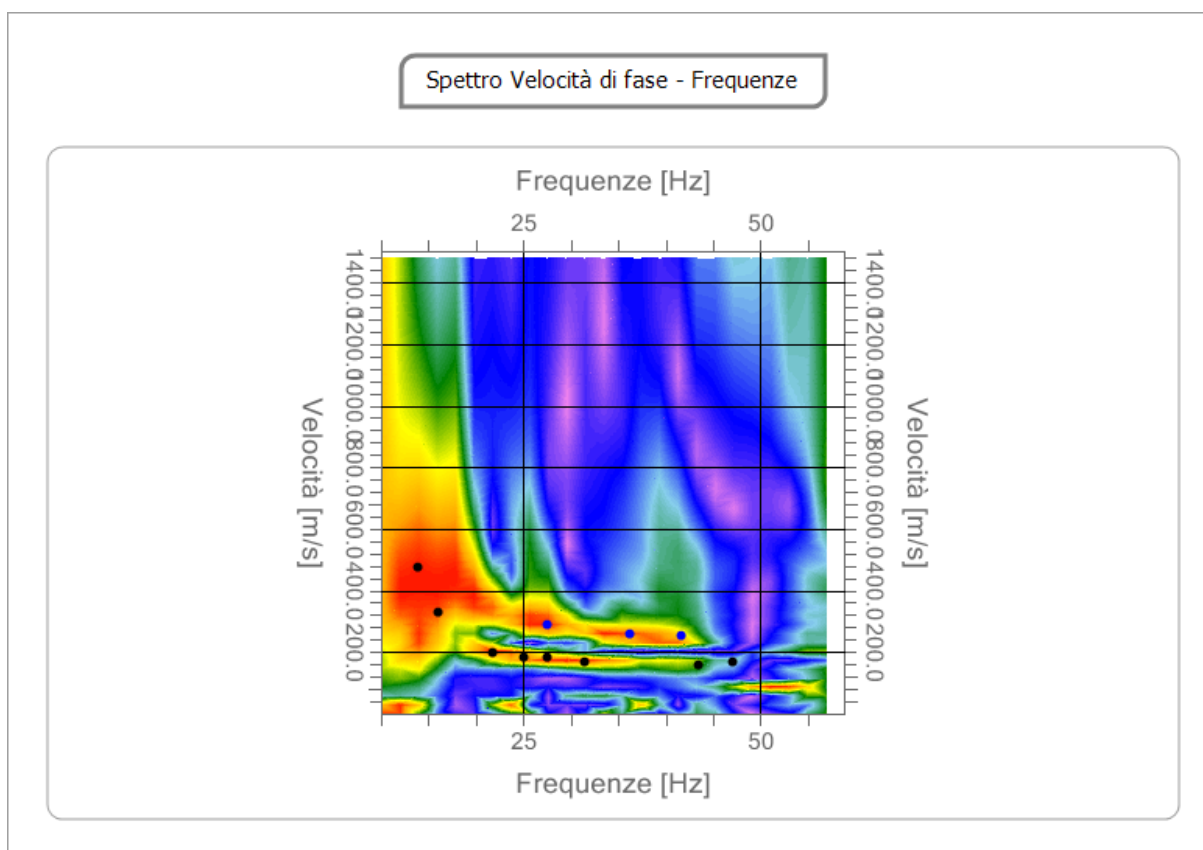


Vista 3D spettro Velocità di fase – Frequenza



3.4 Punti della curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	13.8	475.0	0
2	16.0	328.7	0
3	21.7	200.4	0
4	25.1	183.7	0
5	27.6	291.1	1
6	27.5	183.0	0
7	31.4	169.9	0
8	36.2	258.9	1
9	41.6	253.5	1
10	43.4	156.9	0
11	47.0	169.9	0



Vista 2D spettro Velocità di fase – Frequenza e punti della curva di dispersione



3.5 Inversione

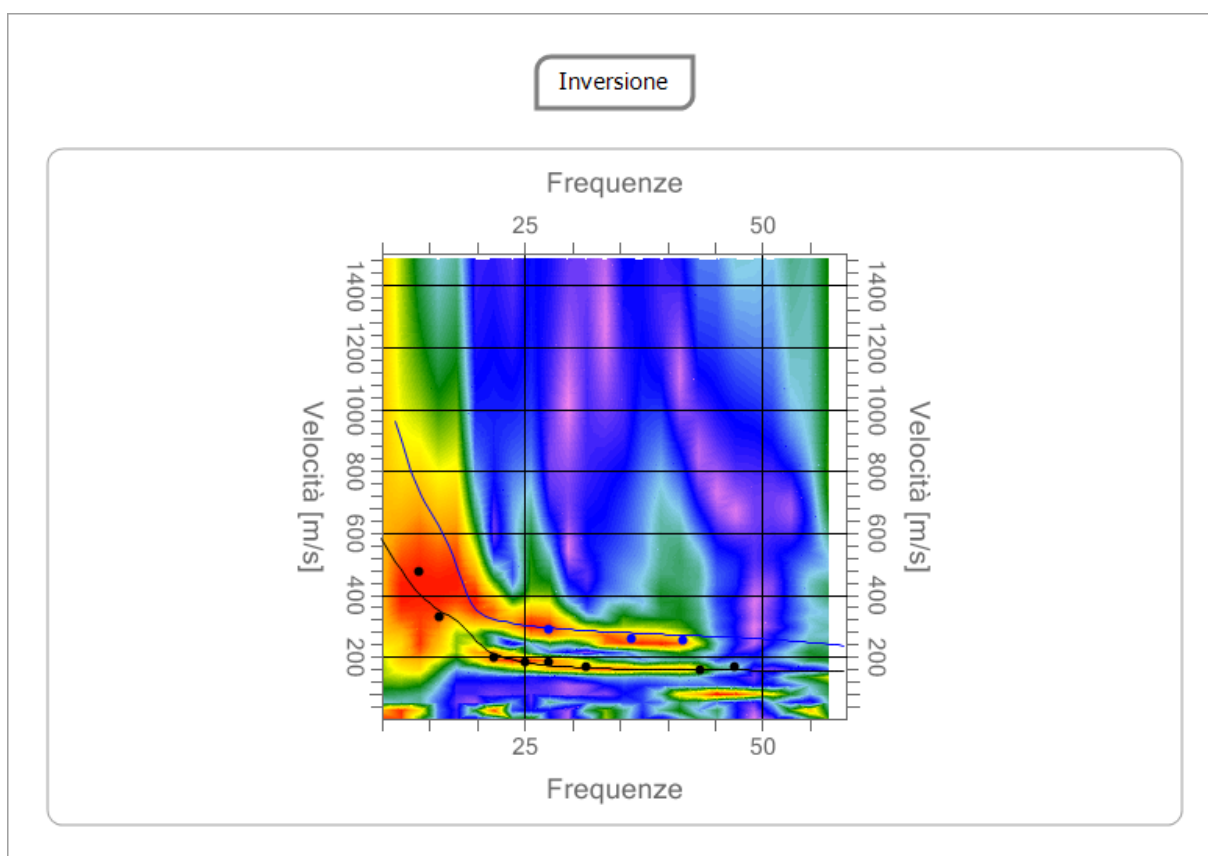
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficien te Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.31	3.31	1800.0	0.2	No	276.9	169.6
2	4.31	1.00	1900.0	0.2	No	678.3	415.4
3	5.31	1.00	1900.0	0.2	No	819.6	501.9
4	6.31	1.00	1900.0	0.2	No	1133.3	694.0
5	16.31	10.00	2000.0	0.2	Si	1230.7	753.6
6	26.31	10.00	2000.0	0.2	Si	1230.7	753.7
7	36.10	9.79	2000.0	0.2	Si	1316.0	805.9
8	oo	oo	2000.0	0.2	Si	1632.3	999.6

Percentuale di errore

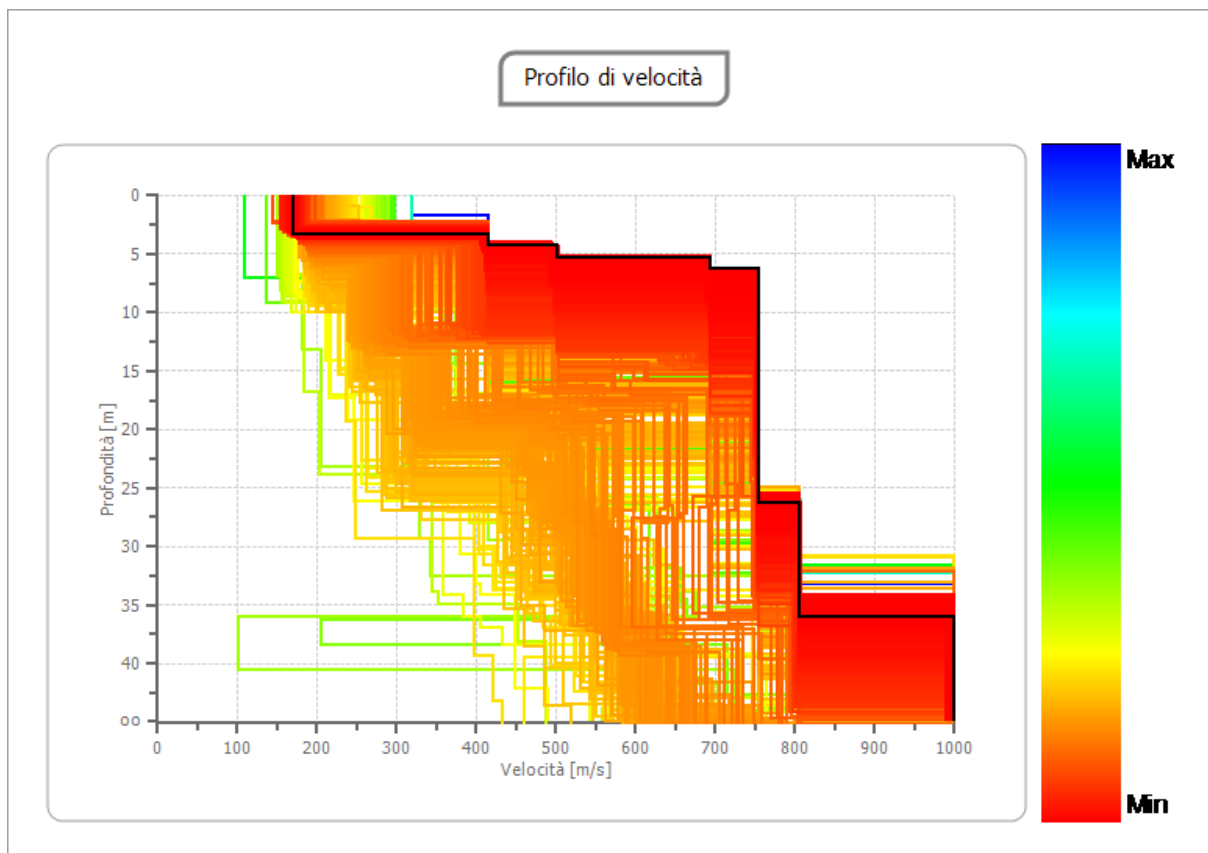
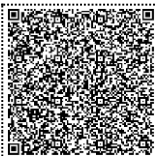
0.874 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.068



Vista 2D spettro Velocità di fase – Frequenza, punti della curva di dispersione e andamento del modello ricavato



Profili di velocità analizzati

3.6 Risultati e categoria di suolo

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=26.31 m)	506.78
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.31	3.31	169.55	276.88	1800.00	0.20	51.75	137.99	69.00	124.19	N/A	331.63
2	4.31	1.00	415.39	678.33	1900.00	0.20	327.84	874.24	437.12	786.82	N/A	N/A
3	5.31	1.00	501.88	819.57	1900.00	0.20	478.58	1276.21	638.11	1148.59	N/A	N/A
4	6.31	1.00	694.01	1133.32	1900.00	0.20	915.14	2440.37	1220.19	2196.33	N/A	N/A
5	16.31	10.00	753.64	1230.68	2100.00	0.20	1192.73	3180.62	1590.31	2862.56	N/A	N/A
6	26.31	10.00	753.67	1230.74	2100.00	0.20	1192.85	3180.93	1590.47	2862.84	N/A	N/A
7	36.10	9.79	805.86	1315.96	2100.00	0.20	1363.75	3636.66	1818.33	3272.99	N/A	N/A
8	oo	oo	999.57	1632.30	2100.00	0.20	2098.21	5595.23	2797.61	5035.70	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Torgiano, gennaio 2019

Dr. Geol. Simone Sforna

