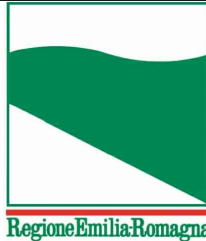




PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Nuove indagini

Regione Emilia-Romagna  
Comune di Lesignano de' Bagni



<p>Regione Emilia-Romagna</p>	<p>Soggetto realizzatore  <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY www.engeo.it</p> <p>Direzione tecnica Dott. Geol. Carlo Caleffi Dott. Geol. Francesco Cerutti</p> <p>Collaboratori Dott. Geol. Matteo Baisi Dott. Geol. Domenico Bianco Dott. Geol. Alessandro Ferrari Dott.ssa Ing. Giulia Mainardi Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi</p>	<p>Data Gennaio 2020</p> <p><b>MS3</b></p>
-----------------------------------	---	--

---

*SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO*

---

**FERRARA DEPARTMENT**

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)  
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648  
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)  
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099  
[www.socotec.it](http://www.socotec.it)



**COMMITTENTE: ENGEO s.r.l. - Via Suor Maria Adorni 2, Parma**

**CANTIERE: Lesignano de' Bagni (PR)**

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: SF200032 del 28/01/20  
ESECUZIONE: 22-23/01/20 OPERATORE: GIGLIOTTI  
COMMESSA: 20871FE RESPONSABILE: FRENO

PROFONDITA': 30,00 m  
RIVESTIMENTO: 30,00 m  
QUOTA: p.c.

Indisturbato **S** S.P.T  
 Rimaneggiato **L** Lefranc  
 Ambientale **V** Vane Test

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA	DOWN-HOLE
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
0.05			Terreno vegetale											
1			Limo argilloso con frammenti di ghiaia marrone											
1.90														
2			Argilla marnosa marrone con concrezioni carbonatiche e sporadiche lenti sabbiose											
3														
4														
5														
5.80			Argilla marnosa grigia											
6														
7														
7.50														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14			Argillite grigia con marna frantumata, sporadiche concrezioni carbonatiche e frammenti di calcarenite											
15														
16														
17														
18														
19														
20														

Carotaggio continuo tramite carotiere semplice 101 mm

8.00

**FERRARA DEPARTMENT**

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)  
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648  
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)  
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099  
[www.socotec.it](http://www.socotec.it)



**COMMITTENTE: ENGEО s.r.l. - Via Suor Maria Adorni 2, Parma**  
**CANTIERE: Lesignano de' Bagni (PR)**

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: SF200032 del 28/01/20  
ESECUZIONE: 22-23/01/20 OPERATORE: GIGLIOTTI  
COMMESSA: 20871FE RESPONSABILE: FRENO

PROFONDITA': 30,00 m  
RIVESTIMENTO: 30,00 m  
QUOTA: p.c.

Indisturbato  S S.P.T  
 Rimaneggiato  L Lefranc  
 Ambientale  V Vane Test

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA	DOWN-HOLE	
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.				
21															
22															
23															
24															
25			Argillite grigia con marna frantumata, sporadiche concrezioni carbonatiche e frammenti di calcarenite												
26															
27															
28															
29															
30	30.00														
31			FINE SONDAGGIO												
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															

**FERRARA DEPARTMENT**

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)  
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648  
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)  
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099  
[www.socotec.it](http://www.socotec.it)



**COMMITTENTE: ENGE0 s.r.l. - Via Suor Maria Adorni 2, Parma**  
**CANTIERE: Lesignano de' Bagni (PR)**

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: SF200032 del 28/01/20  
ESECUZIONE: 22-23/01/20 OPERATORE: GIGLIOTTI  
COMMESSA: 20871FE RESPONSABILE: FRENO

PROFONDITA': 30,00 m  
RIVESTIMENTO: 30,00 m  
QUOTA: p.c.

	Indisturbato		S.P.T
	Rimaneggiato		Lefranc
	Ambientale		Vane Test

UBICAZIONE

LOCALITA': Lesignano de' Bagni (PR)

PERFORAZIONE: S1  
UBICAZIONE: Lat.: 44.6413°  
Long.: 10.2975°



Ubicazione sondaggio



Cassetta 1: 0.00 - 5.00 m da p.c.

**FERRARA DEPARTMENT**

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)  
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119







SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648  
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)  
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099  
[www.socotec.it](http://www.socotec.it)



**COMMITTENTE: ENGEО s.r.l. - Via Suor Maria Adorni 2, Parma**  
**CANTIERE: Lesignano de' Bagni (PR)**

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: SF200032 del 28/01/20  
ESECUZIONE: 22-23/01/20 OPERATORE: GIGLIOTTI  
COMMESSA: 20871FE RESPONSABILE: FRENO

PROFONDITA': 30,00 m  
RIVESTIMENTO: 30,00 m  
QUOTA: p.c.

	Indisturbato		S.P.T
	Rimaneggiato		Lefranc
	Ambientale		Vane Test



Cassetta 2: 5.00 - 10.00 m da p.c.



Cassetta 3: 10.00 - 15.00 m da p.c.



Cassetta 4: 15.00 - 20.00 m da p.c.

**FERRARA DEPARTMENT**

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

[www.socotec.it](http://www.socotec.it)



**COMMITTENTE: ENGEO s.r.l. - Via Suor Maria Adorni 2, Parma**

**CANTIERE: Lesignano de' Bagni (PR)**

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: SF200032 del 28/01/20

ESECUZIONE: 22-23/01/20 OPERATORE: GIGLIOTTI

COMMESSA: 20871FE RESPONSABILE: FRENO

PROFONDITA': 30,00 m

RIVESTIMENTO: 30,00 m

QUOTA: p.c.

	Indisturbato	<input type="checkbox"/>	S	S.P.T
	Rimaneggiato	<input type="checkbox"/>	L	Lefranc
	Ambientale	<input type="checkbox"/>	V	Vane Test



Cassetta 5: 20.00 - 25.00 m da p.c.



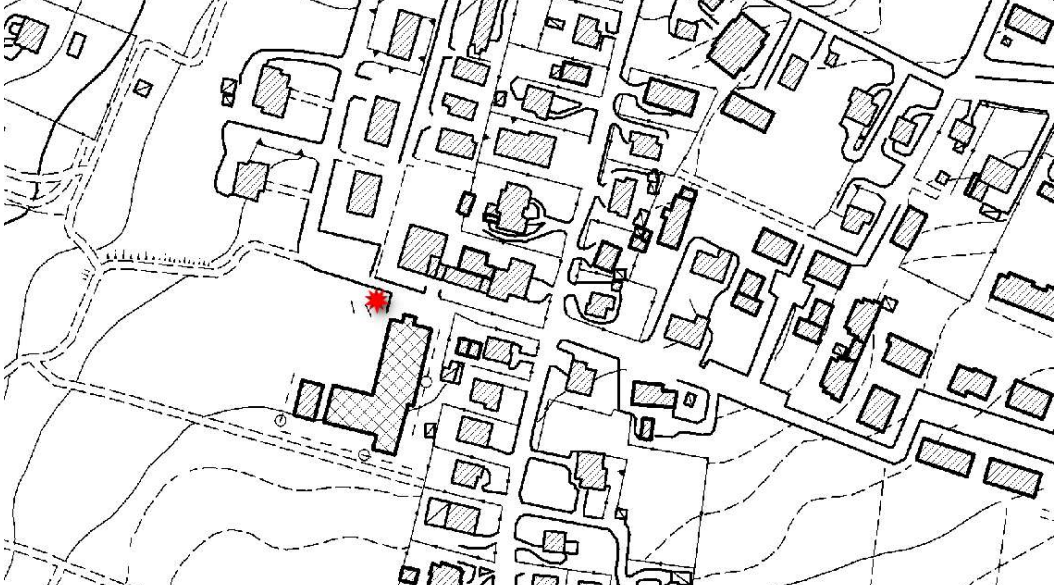
Cassetta 6: 25.00 - 30.00 m da p.c.

---

# *DOWNHOLE*

---



<b>Comune:</b> Lesignano de' Bagni (PR)		<b>Località:</b> Complesso scolastico	
<b>Codice lavoro:</b> 20_002_ENGE	<b>Cantiere:</b> MS3 - Lesignano	<b>Committente:</b> Engeo S.r.l.	
<b>Codice Prova:</b> DH1	<b>File:</b> 2020-02-06_14-34-40.cdh	<b>Data:</b> 06/02/2020	<b>Ora inizio prova:</b> 15.10
<b>Operatore:</b> Dott. Geol. Alessandro Ferrari			
<b>Ubicazione:</b>			

#### STRUMENTAZIONE

<b>Marca:</b> Sara Electronic Instruments	<b>Modello:</b> Sismografo digitale DoReMi
<b>Geofono:</b> Sara SS-BH a 5 canali (1 verticale + 4 orizzontali)	<b>Frequenza (Hz):</b> 10

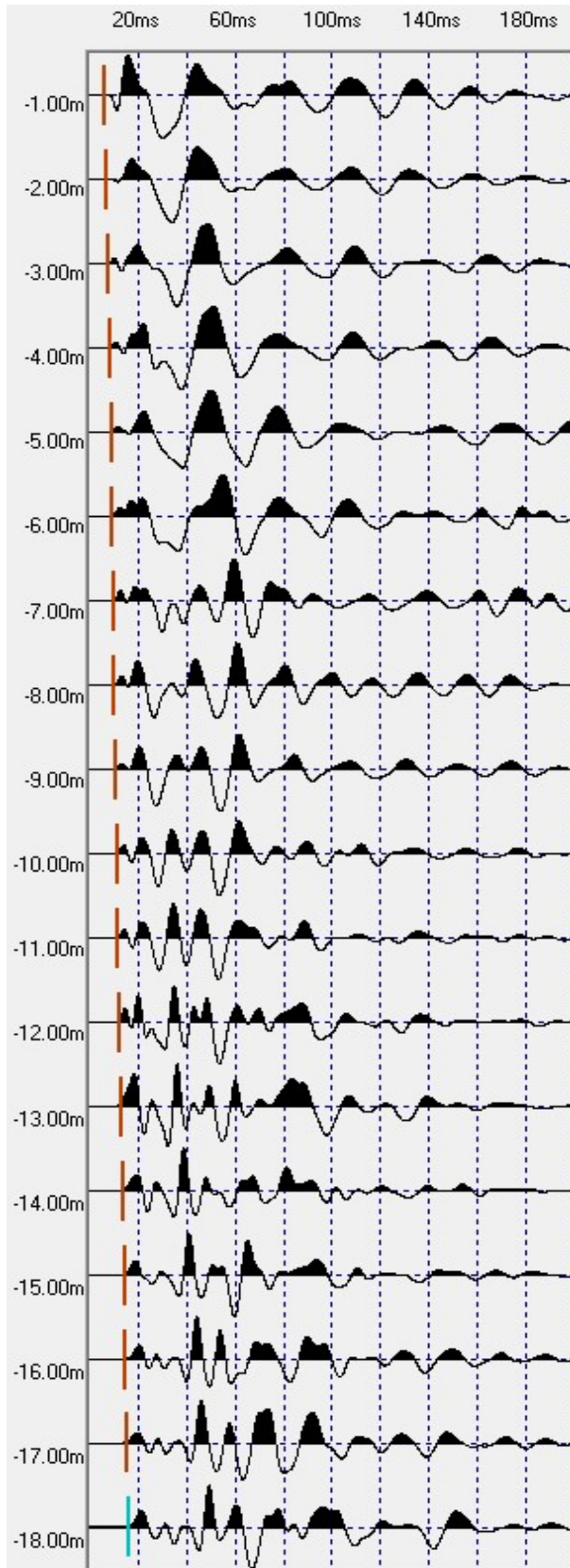
#### SPECIFICHE INDAGINE

<b>Tipo:</b> Down-Hole	<b>Onde:</b> <input checked="" type="checkbox"/> P <input checked="" type="checkbox"/> SH	<b>N°canali:</b> 5
<b>Profondità indagine (m):</b> 30	<b>Spaziatura (m):</b> 1	<b>Offset foro-sorgente (m):</b> 2
<b>Durata registrazioni (sec):</b> 0.20	<b>Frequenza di campionamento (Hz):</b> 5000	
<b>Tipologia energizzazione:</b> mazza su trave (SH) e su piattello (P)		<b>Peso (Kg):</b> 9

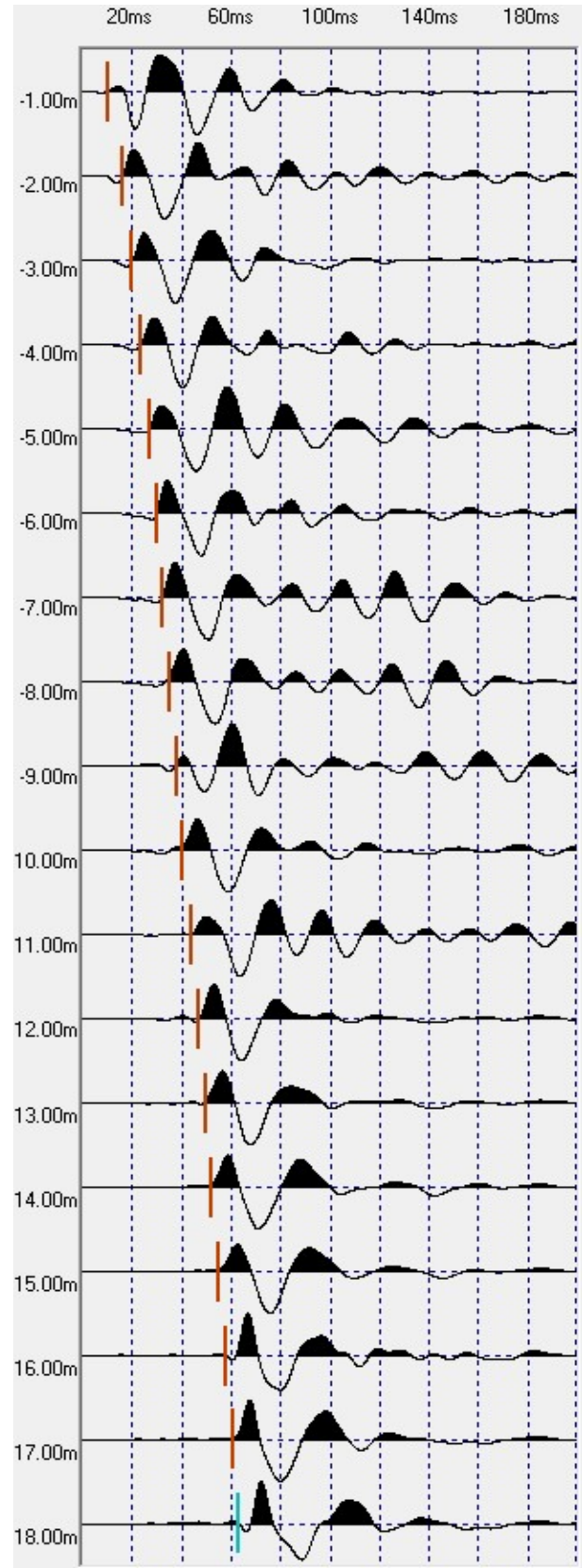


#### OSSERVAZIONI:

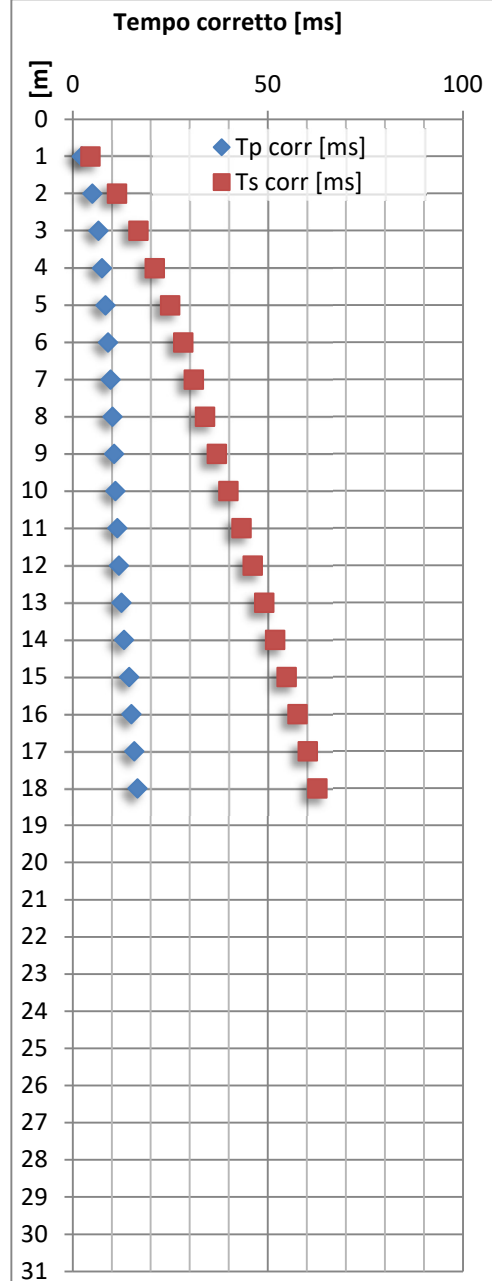
**Sismogramma onde P**



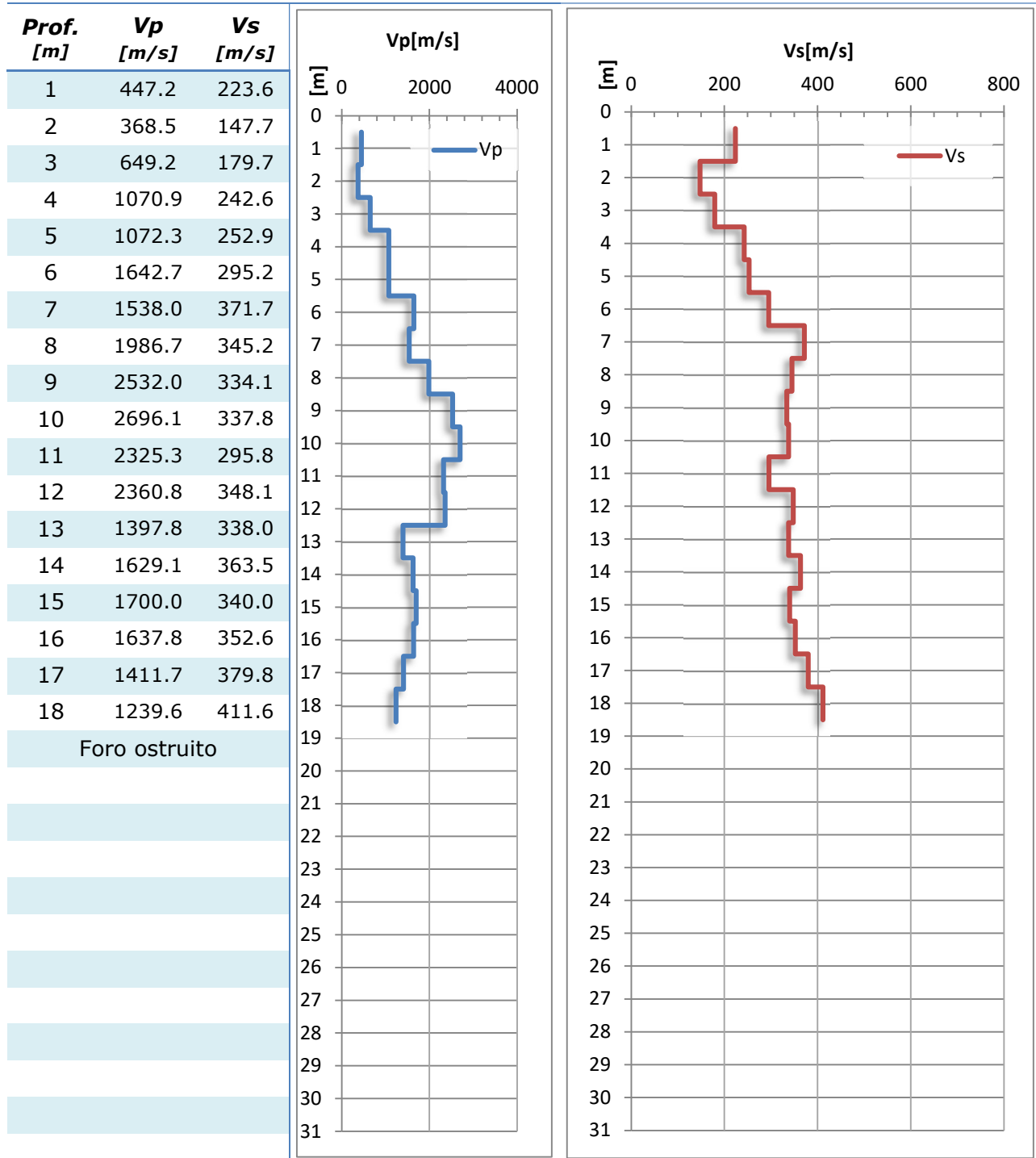
**Sismogramma onde SH**



Shot n	Prof. [m]	Tp [ms]	Ts [ms]	Tp <sub>corr.</sub> [ms]	TS <sub>corr.</sub> [ms]
18	1	5.0	10.0	2.24	4.47
17	2	7.0	15.9	4.95	11.24
16	3	7.8	20.2	6.49	16.81
15	4	8.3	23.4	7.42	20.93
14	5	9.0	26.8	8.36	24.88
13	6	9.5	29.8	8.97	28.27
12	7	10.0	32.2	9.62	30.96
11	8	10.4	34.9	10.12	33.86
10	9	10.8	37.8	10.51	36.85
9	10	11.1	40.6	10.88	39.81
8	11	11.5	43.9	11.31	43.19
7	12	11.9	46.7	11.74	46.06
6	13	12.6	49.6	12.45	49.02
5	14	13.2	52.3	13.07	51.77
4	15	14.5	55.2	14.37	54.72
3	16	15.1	58.0	14.98	57.55
2	17	15.8	60.6	15.69	60.18
1	18	16.6	63.0	16.50	62.61
Foro ostruito a -18 m					



**Interpretazione con METODO DELL'INTERVALLO**

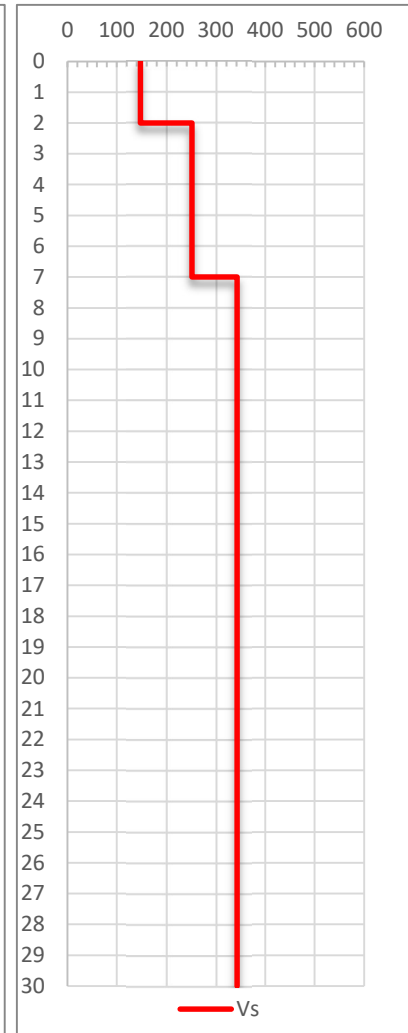
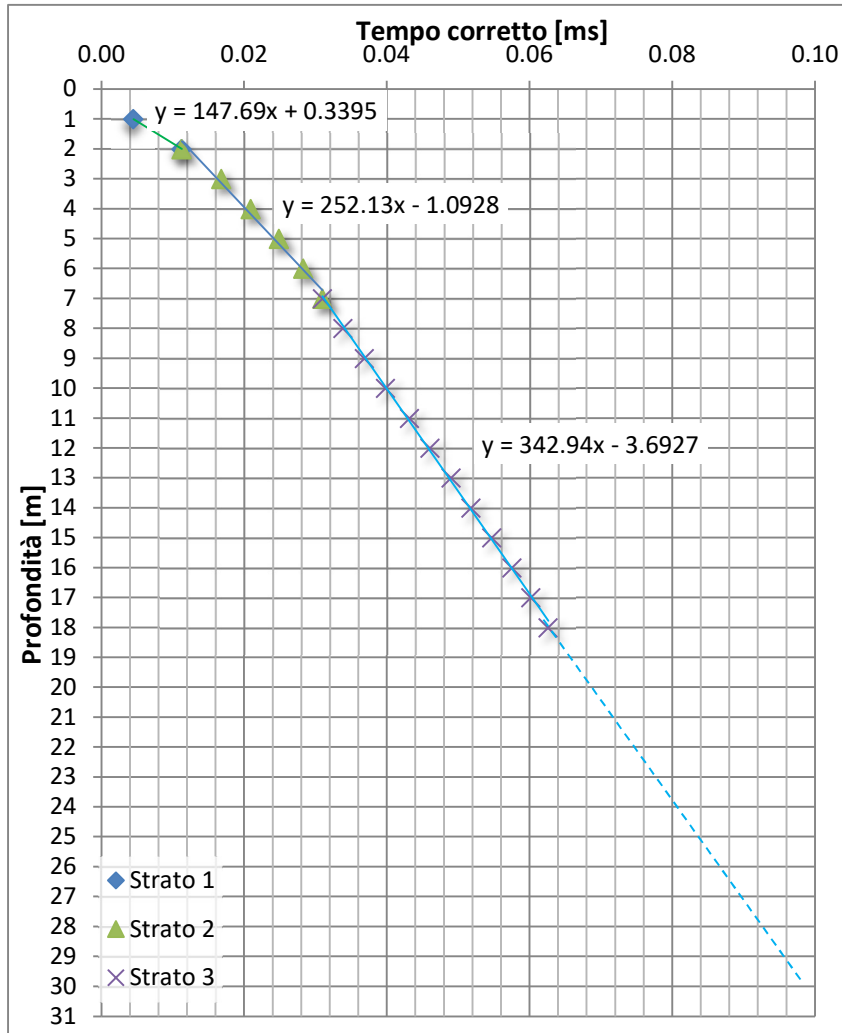


**Valore  $V_{s30}$ : - m/s**

**Interpretazione con METODO DIRETTO**

**Dromocrone Vs**

**Sismostratigrafia**



Strato	Prof. [m]	Vs [m/s]
1	2	147.7
2	7	252.1
3	30*	342.9

**Valore  $V_{s30}$ \*: 298.7 m/s**

\* Dal sondaggio a carotaggio continuo è emerso che la stratigrafia tra 7 e 30 metri di profondità è omogenea, pertanto il valore di Vs ottenuto per lo strato tra 7 a 18 metri è stato esteso fino a 30 metri di profondità, così da ottenere un valore di  $V_{s30}$ .

---

*INDAGINE SISMICA HVSR*

---

<b>PROGETTO:</b>	Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Lesignano de' Bagni (PR)
------------------	--

### PROVA HVSR

<b>Comune</b> Lesignano de' Bagni	<b>Località</b> Complesso scolastico	
<b>Cantiere</b> Complesso scolastico	<b>Data</b> 06/02/2020	<b>Ora</b> 15.35
<b>Codice lavoro</b> CMPE.04.1942		
<b>Codice Prova</b> HVSR	<b>File</b> LES.SAF	<b>Durata (min)</b> 20
<b>Strumento</b> Echo Tromo HVSR3	<b>Freq.camp.</b> 155 Hz	<b>F. sensore</b> 2.0 Hz
<b>Operatore</b> Dott. Geol. Alessandro Ferrari		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5<v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
<b>Suolo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

STRUTTURE CIRCOSTANTI				
<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
<b>Strutt. sotterranee</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
<b>Piante</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

SORGENTI RUMORE							
Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
		auto			✓		
	camion	✓					20
	passanti			✓			10
	altro .....	✓					
<b>Disturbo cont.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

**OSSERVAZIONI:**

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGIST	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Gennaio 2020	0	1 di 6

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

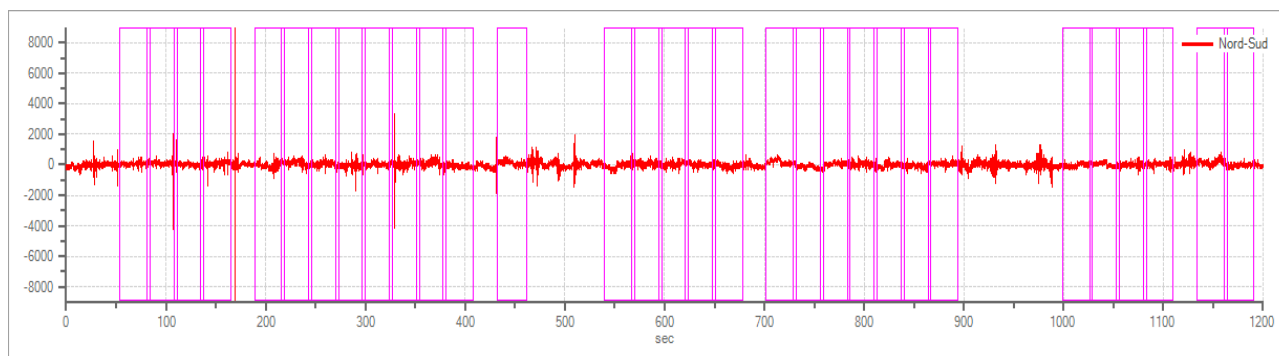
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

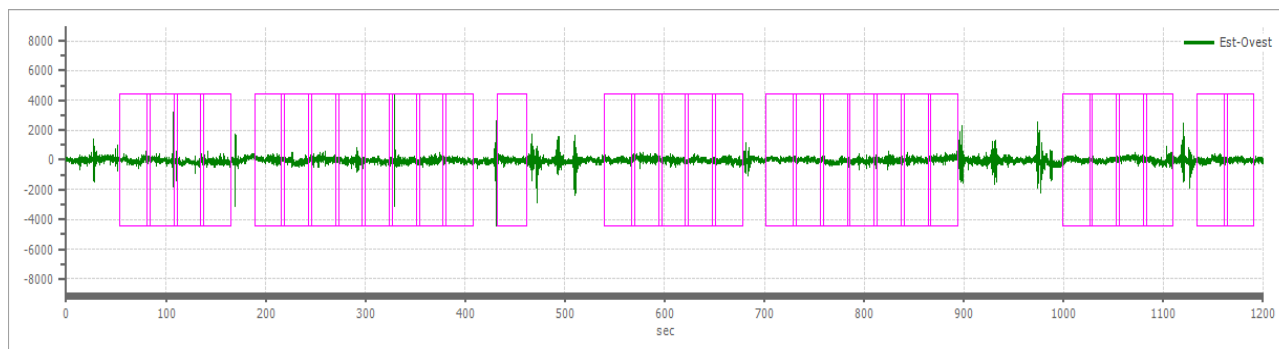
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 31  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 30  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 15.00 %

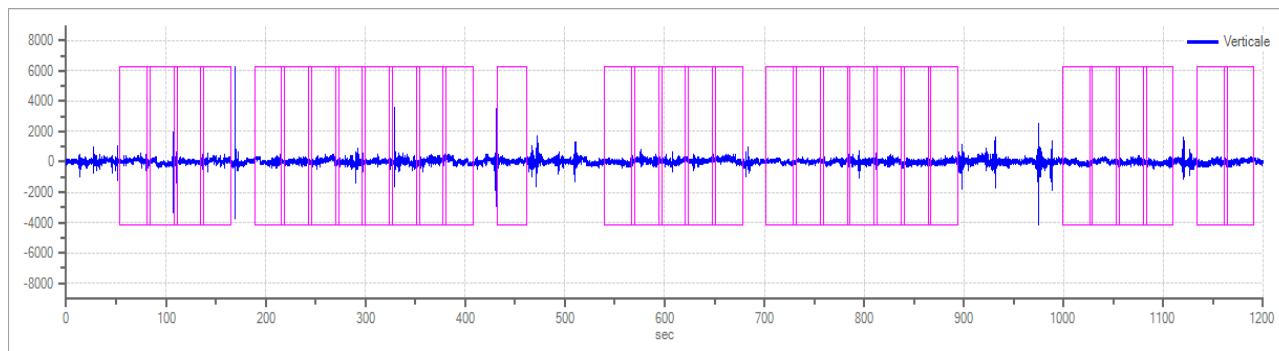
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



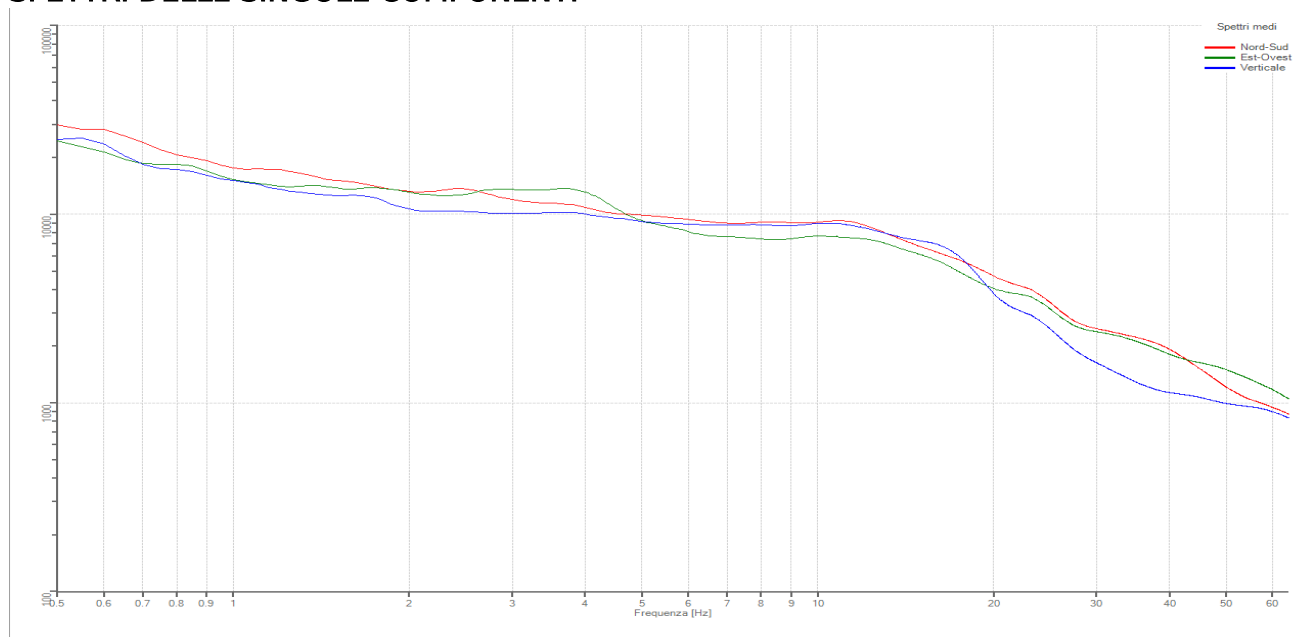
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

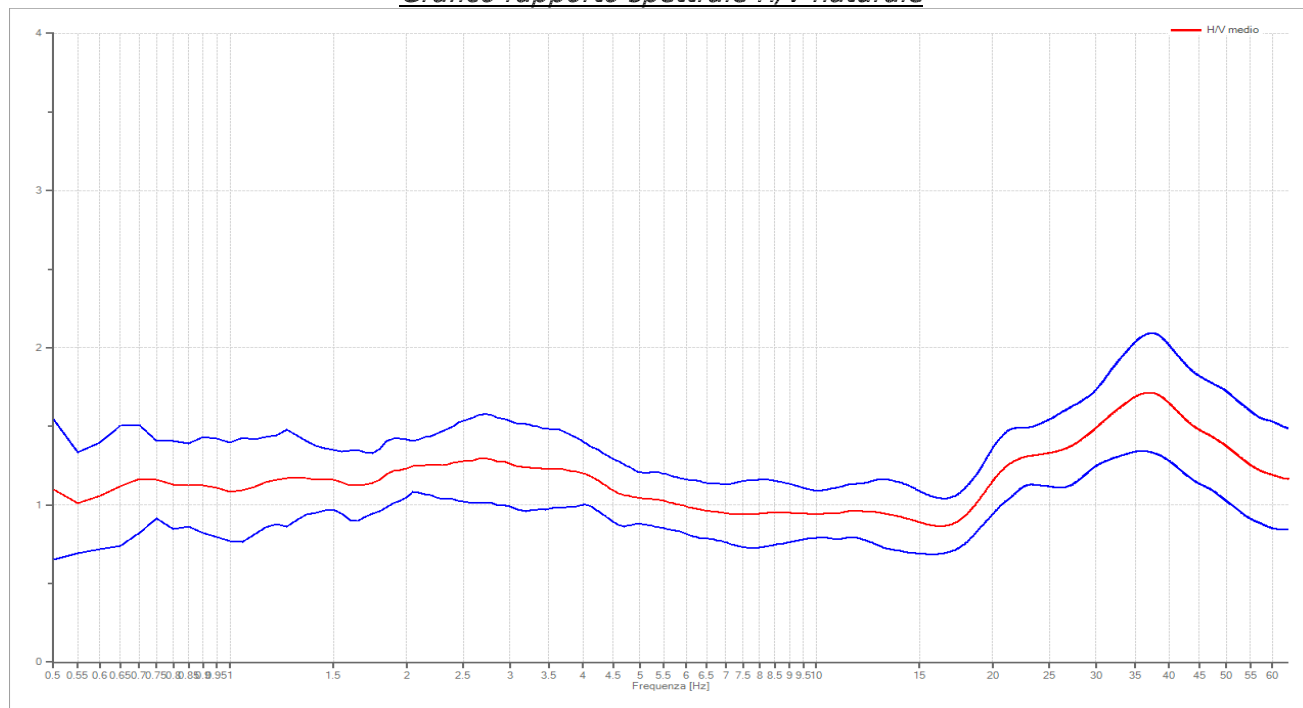
Dati riepilogativi:

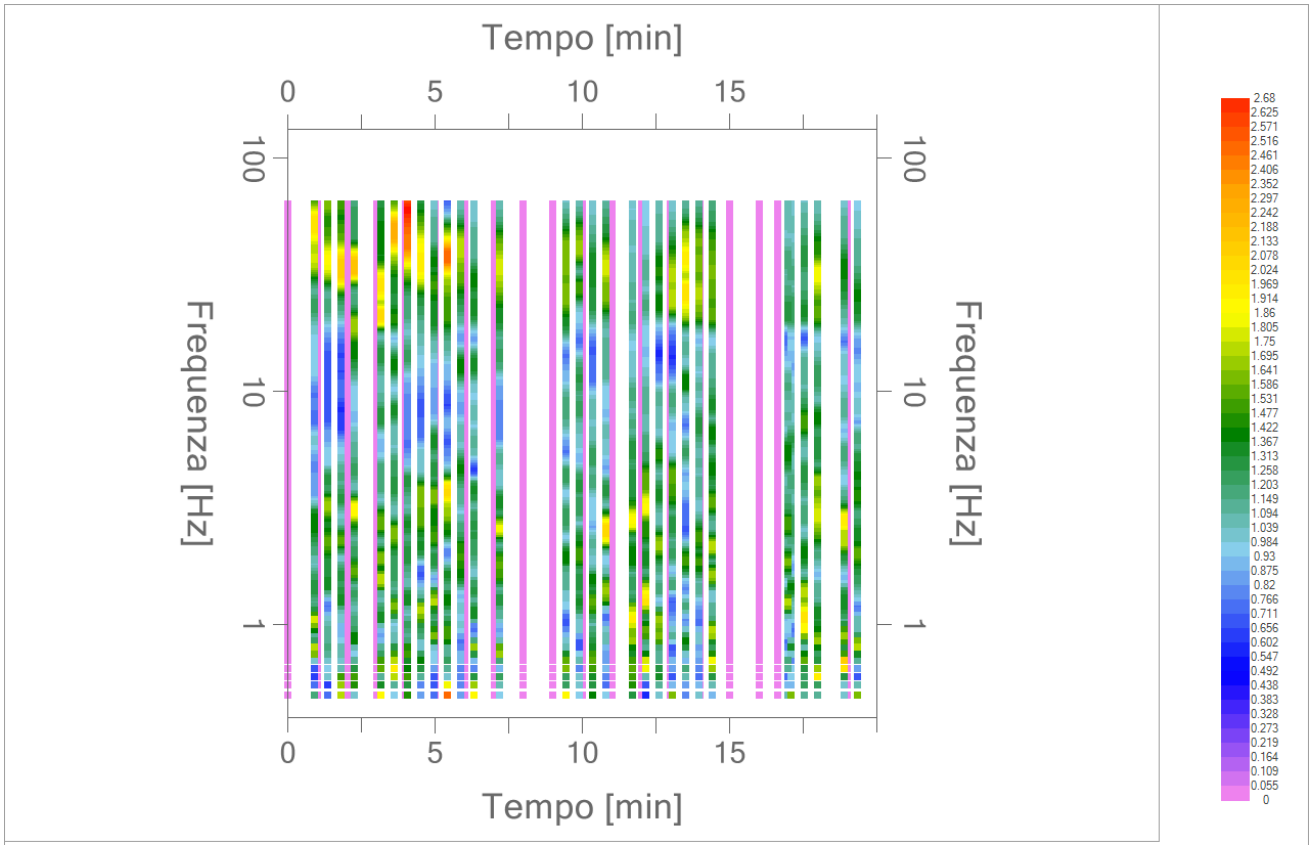
Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.05 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 15.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

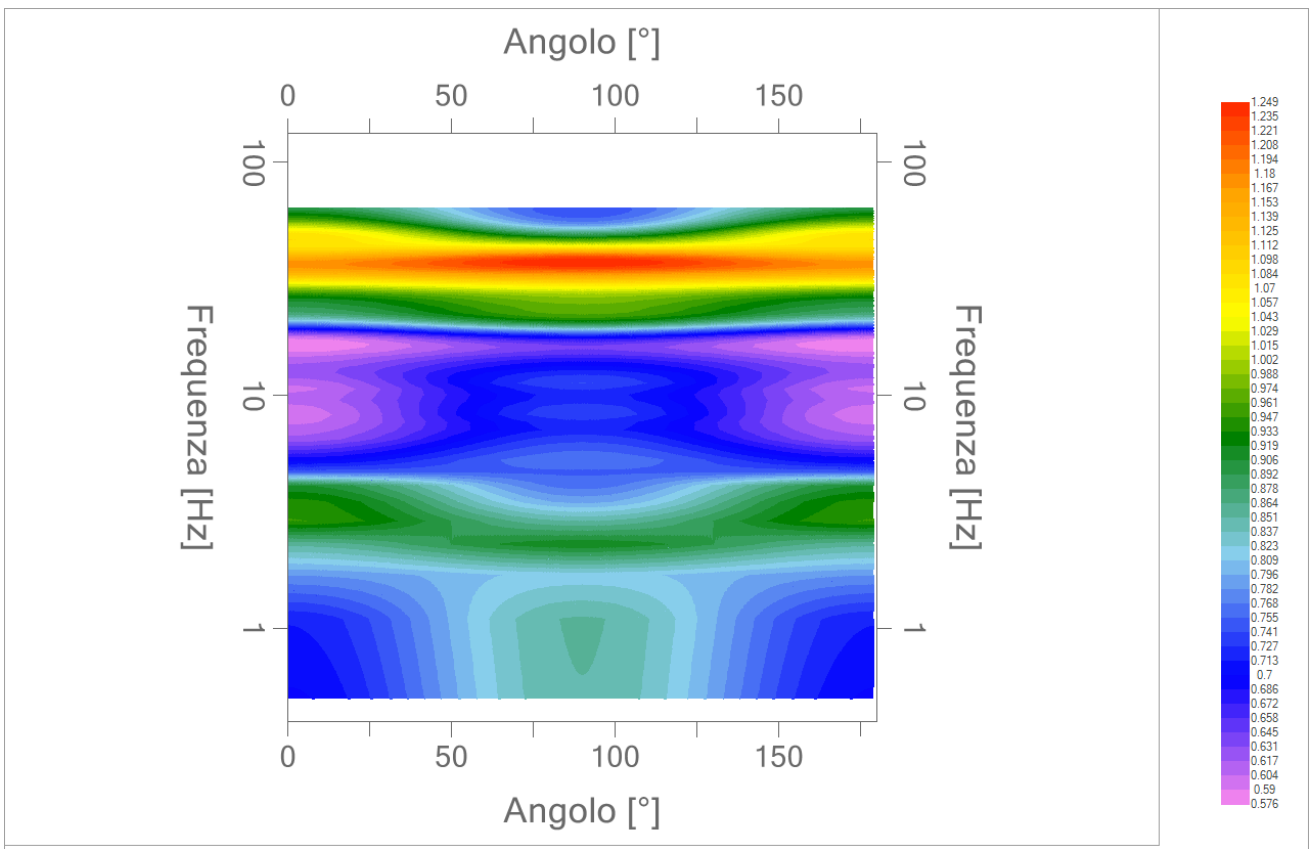
Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.70 Hz ± 0.22 Hz

*Grafico rapporto spettrale H/V naturale*





*Mappa della stazionarietà degli spettri*



*DIREZIONALITA' H/V*

### Modello stratigrafico

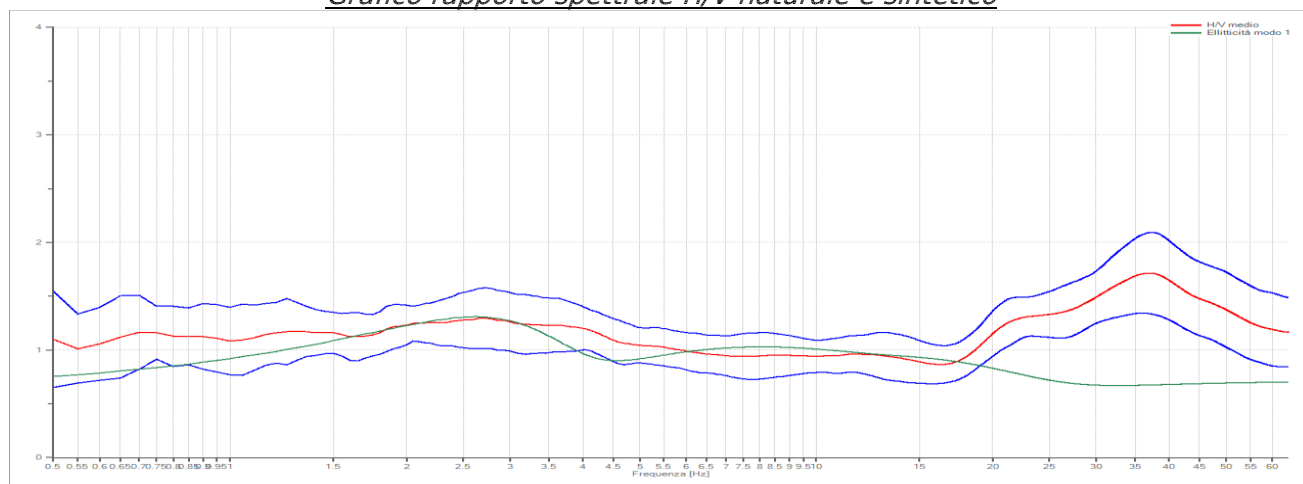
Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 2.70 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 298.8 m/s

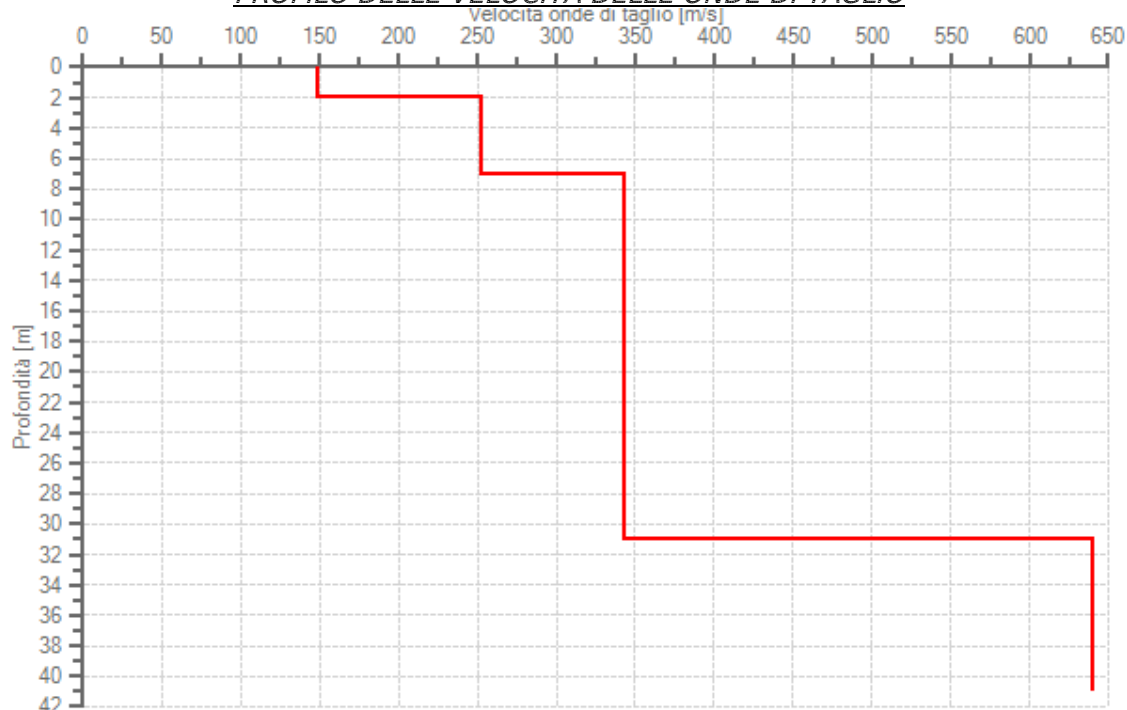
Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	2	18	0.2	148
2	2	5	18.5	0.4	252
3	7	24	19	0.3	343
4	31	10	20	0.4	640

*Grafico rapporto spettrale H/V naturale e sintetico*



*PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO*



**Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005**

**Picco H/V a  $12.00 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.50 – 20.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]

$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro\***

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]

Esiste $f^-$ in $[ f_0/4, f_0 ]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO
Esiste $f^+$ in $[ f_0, 4f_0 ]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	NO
$A_0 > 2$	NO
$f_{\text{picco}} [ A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f) ] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [ Hz ]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [ Hz ]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

\*I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi delle linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un picco H/V "non chiaro". Tale segnale tuttavia è comunque interpretabile, poiché, sempre ai sensi delle linee guida SESAME, corrisponde a un picco di origine stratigrafica.