



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 Cavriago



Regione Emilia-Romagna	Soggetto realizzatore  EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY www.engeo.it <i>Direttori tecnici:</i> Dr. Geol. Carlo Caleffi Dr. Geol. Francesco Cerutti Dr. Geol. Matteo Baisi Dr.ssa Olga Brontesi Dr. Geol. Alessandro Ferrari Dr.ssa Geol. Melinda Raimondo	Data Aprile 2025 MS3
---------------------------	--	---------------------------------------

Committente: COMUNE DI CAVRIAGO	Sondaggio: S.1
Riferimento: CAVRIAGO -RE-	Data: 3-4/08/2024
Coordinate:	Quota:
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1 :100	STRATIGRAFIA - S.1	Pagina 1/2
--------------	--------------------	------------

Ø mm	R v	A r	s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											m	S.P.T. N			
					1									1.0	LIMO ARGILLOSO MARRONE CHIARO.
					2			5.5							ARGILLA DEBOLMENTE LIMOSA MARRONE SCURO ROSSASTRA, PRESENZA DI LAPIDEI CENTIMETRICI CALCAREI E GRANULI CALCAREI, RARI LIVELLI CENTIMETRICI SABBIOSI DI COLORE MARRONE CHIARO. DA MOLTO CONSISTENTE A CONSISTENTE.
					3			6							
					4			3.5							
					5			3							
					6			3.2						5.0	ARGILLA MARRONE CHIARO - NOCCIOLA, CON STRIATURE NERASTRE / ROSSASTRE. MOLTO CONSISTENTE.
					7			5							
					8			4.2						6.6	ARGILLA MARRONE SCURO CON MACULATURE GRIGIE E PRESENZA DI GRANULI CALCAREI AL TETTO. POI DI COLORE NOCCIOLA CON ELEMENTI GHIAIOSI (Ø MAX 10-12 cm) , CONSISTENTE. STIMA % MATRICE 70-75%.
					9			3.5							
					10			3						10.5	GHIAIA GROSSOLANA, ETEROMETRICA, (Ø MAX 10-12 cm) IN MATRICE LIMO SABBIOSA, ADDENSATA. STIMA % MATRICE 55-60%.
					11										
					12										
					13										
					14										
					15										
					16										
					17										DA m 17.50 A m 18.00 LIVELLO ARGILLOSO MARRONE CHIARO, DA MODERATAMENTE CONSISTENTE A CONSISTENTE.
					18			1.8							
					19			3.2						18.5	ARGILLA NOCCIOLA CON LEGGERE STRIATURE GRIGIE, PRESENTI A m 20.00 PUNTI NERI E MACCHIE NERASTRE, MOLTO CONSISTENTE.
					20			3.5							
								4							

Committente: COMUNE DI CAVRIAGO	Sondaggio: S.1
Riferimento: CAVRIAGO -RE-	Data: 3-4/08/2024
Coordinate:	Quota:
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1 :100	STRATIGRAFIA - S.1	Pagina 2/2
--------------	--------------------	------------

Ø mm	R v	A r	s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											m	S.P.T. N			
					21			3						20.2	ARGILLA NOCCIOLA CON LEGGERE STRIATURE GRIGIE, PRESENTI A m 20.00 PUNTI NERI E MACCHIE NERASTRE, MOLTO CONSISTENTE.
					22			3.5							ARGILLA GRIGIO CHIARO - MARRONE CHIARO, DA CONSISTENTE A MOLTO CONSISTENTE CON GRANULI CALCAREI E PUNTI NERI.
					23			4						22.0	ARGILLA LIMO - SABBIOSA MARRONE CHIARO CON GHIAIA ETROMETRICA, (Ø MAX 7-8 Acm). STIMA % MATRICE 70%. ADDENSATA.
					24										
					25										
					26									26.3	ARGILLA MARRONE DEBOLMENTE LIMOSA, CONSISTENTE.
					27			2.2							
					28			2						27.5	ARGILLA LIMO-SABBIOSA CON GHIAIA ETROMETRICA, (Ø MAX 6-8 cm), STIMA % MATRICE 70% . ADDENSATA.
					29										
101					30									30.0	

POSA E CEMENTAZIONE TUBO (diam. int. 80 mm) PER PROVA DOWN HOLE A m 30.0 A PROTEZIONE POZZETTO CARRABILE.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

S 1:



S 1: da 0.0 a 5.0 m



S 1: da 5.0 a 10.0 m



S 1: da 10.0 a 15.0 m



S 1: da 1.5 a 20.0 m



S 1: da 20.0 a 25.0 m



S 1: da 25.0 a 30.0 m



S 1: sonda



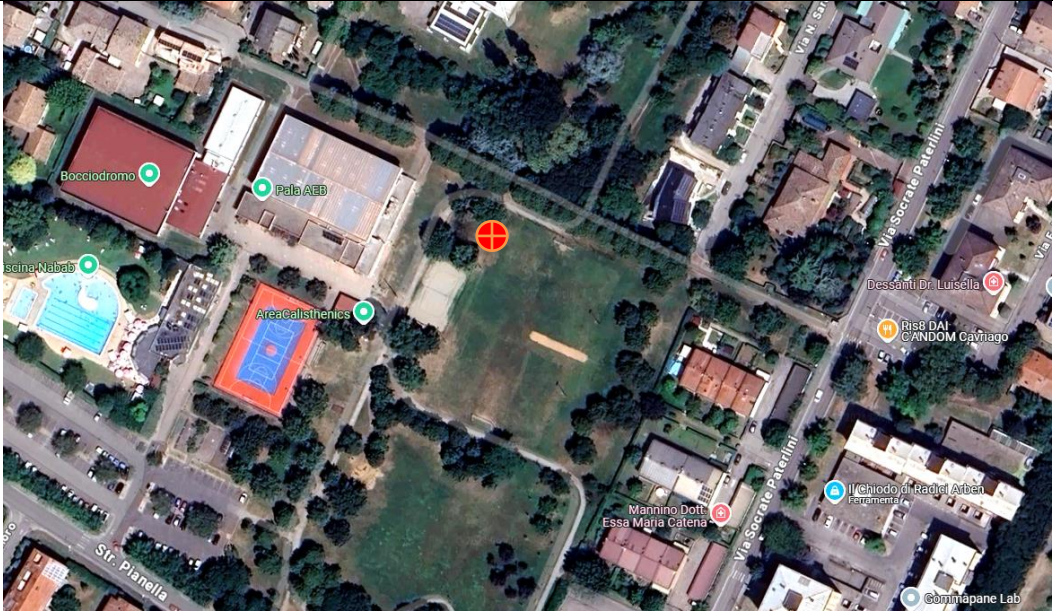

S 1: tubo Down-Hole



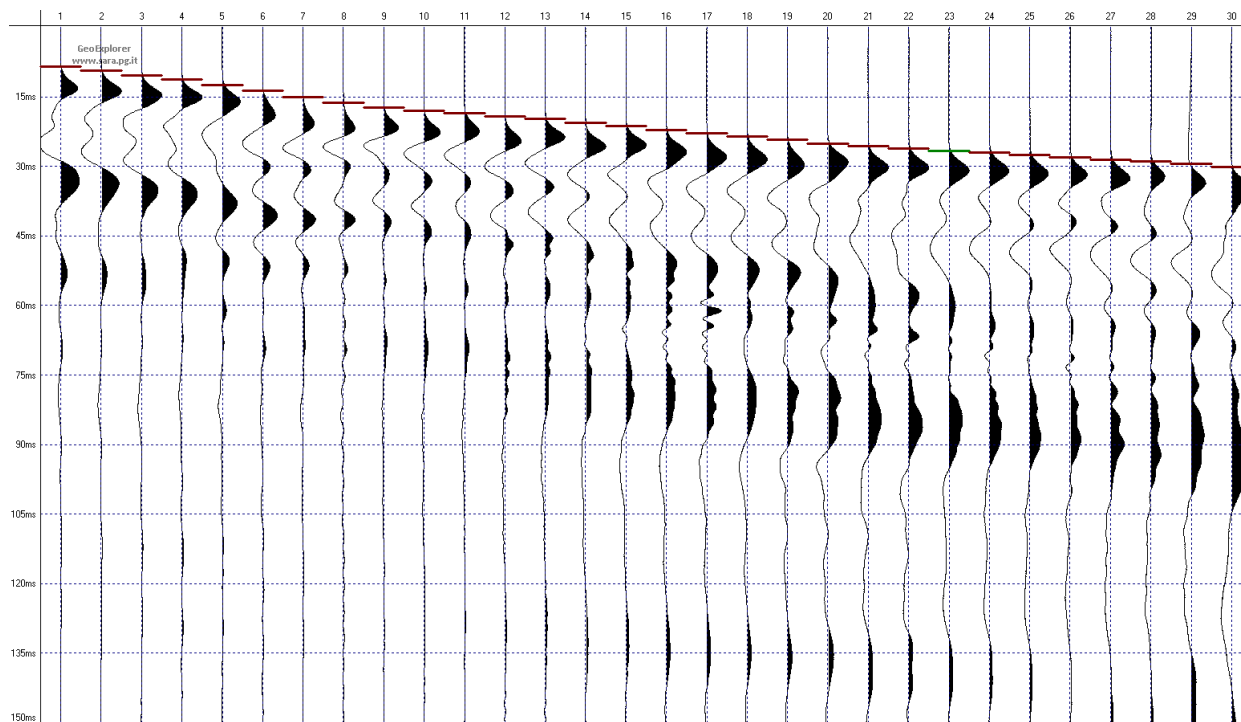
S 1: cementazione tubo Down-Hole



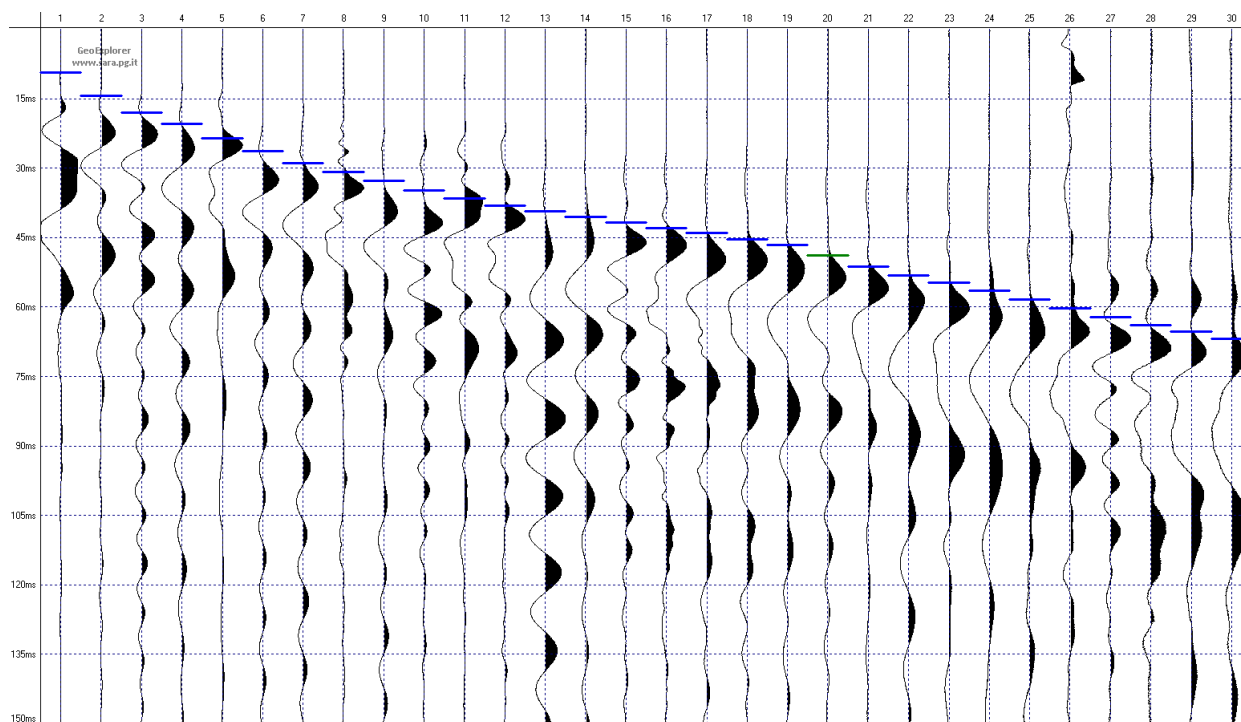
S 1: pozzetto protettivo i cls carrabile

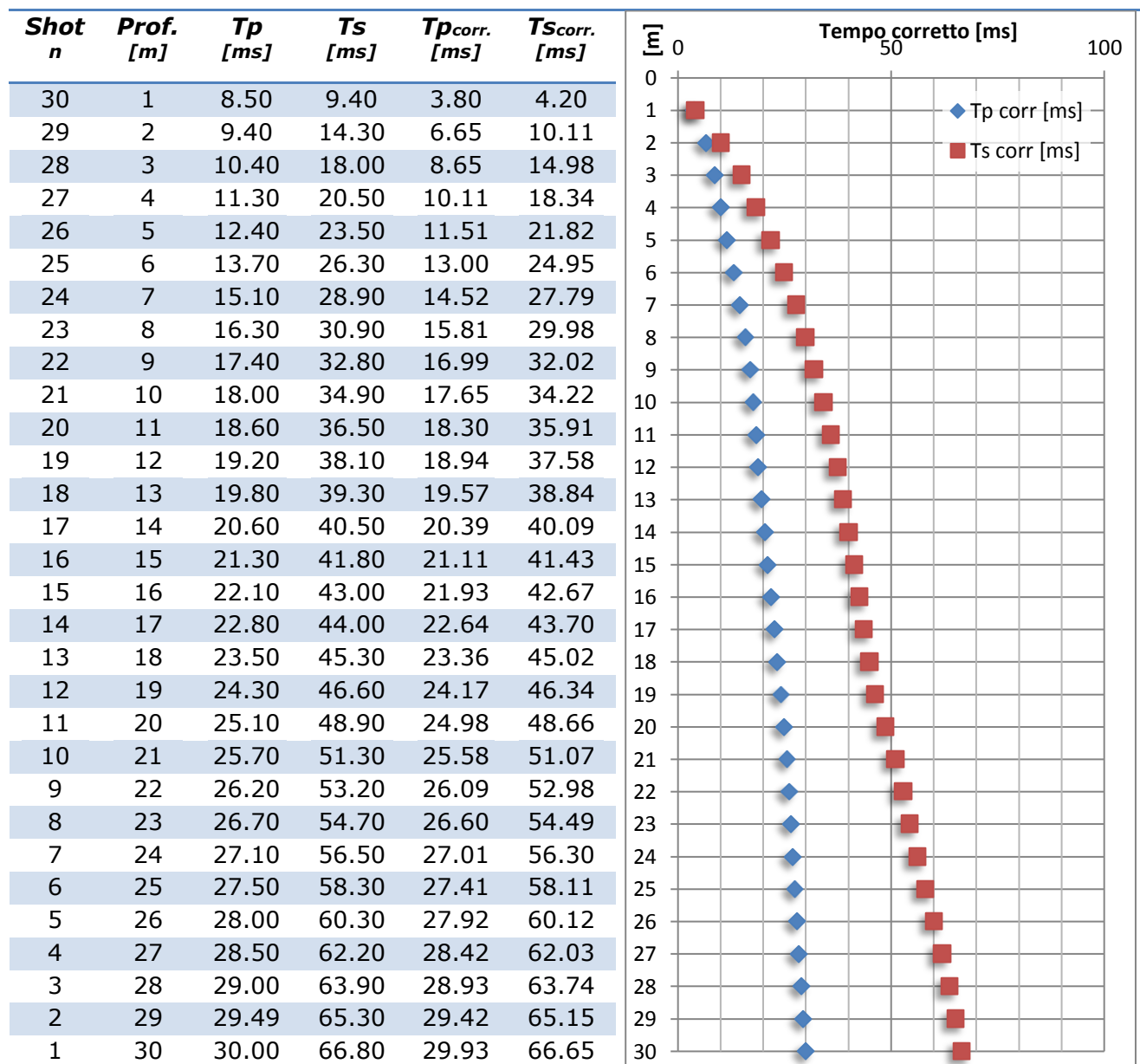
Comune: Cavriago (RE)		Località: parco Pala AEB	
Codice lavoro: UVEN.01.2421		Cantiere: MS III Livello	Committente: Unione dei Comuni della Val d'Enza
Codice Prova: S1-DH	File: 2024-10-31_09-53-04.cdh	Data: 31/10/2024	Ora inizio prova: 9.50
Operatore: Dott. Geol. Alessandro Ferrari			
Ubicazione:			
STRUMENTAZIONE			
Marca: Sara Electronic Instruments		Modello: Sismografo digitale DoReMi	
Geofono: Sara SS-BH a 5 canali (1 verticale + 4 orizzontali)			Frequenza (Hz): 10
SPECIFICHE INDAGINE			
Tipo: Down-Hole	Onde: <input checked="" type="checkbox"/> P <input checked="" type="checkbox"/> SH		N°canali: 5
Profondità indagine (m): 30	Spaziatura (m): 1		Offset foro-sorgente (m): 2
Durata registrazioni (sec): 0.20		Frequenza di campionamento (Hz): 5000	
Tipologia energizzazione: mazza su trave (SH) e su piattello (P)			Peso (Kg): 9
			
OSSERVAZIONI: cantiere edile in attività a circa 100 m			

Sismogramma onde P

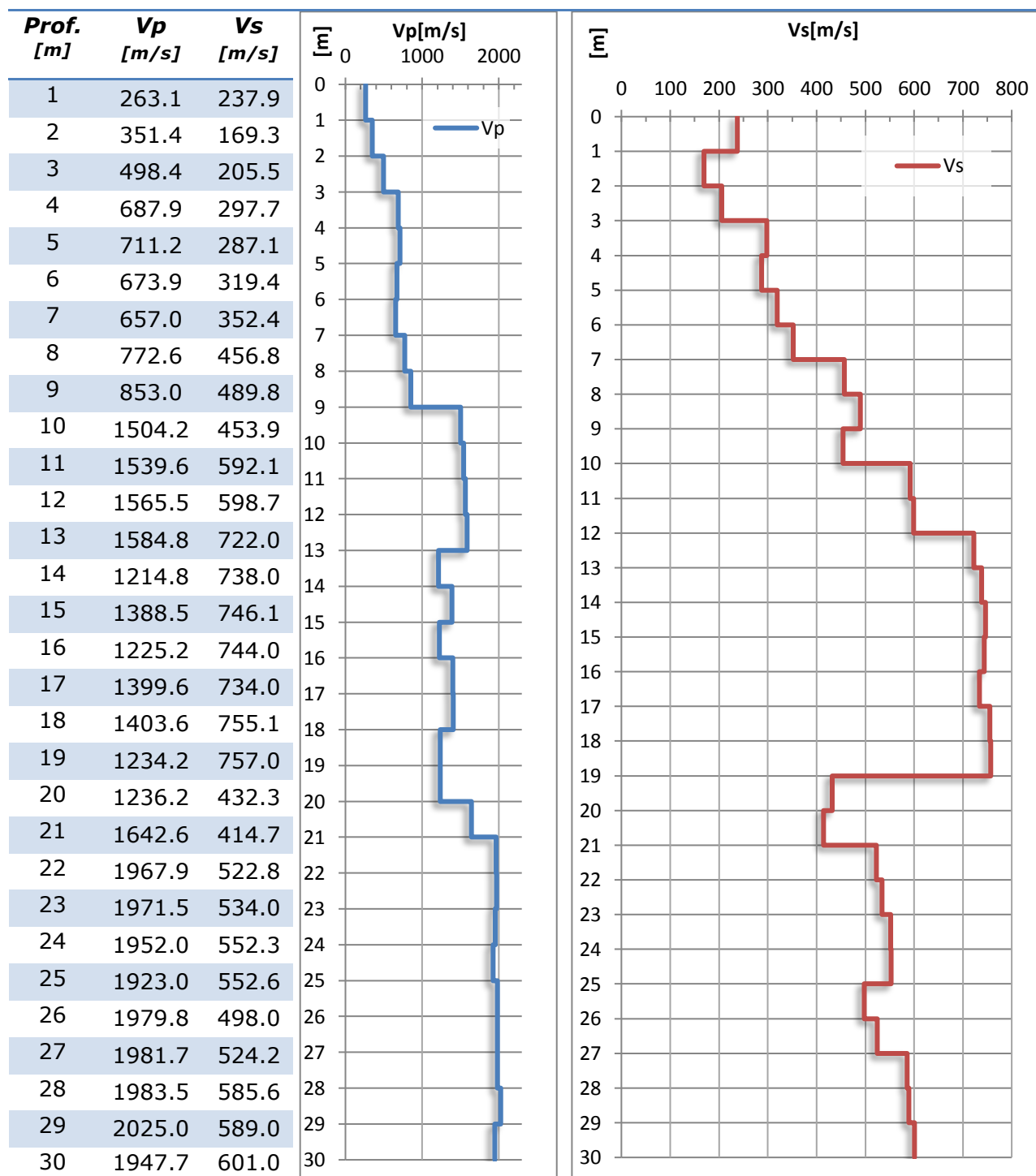


Sismogramma onde SH





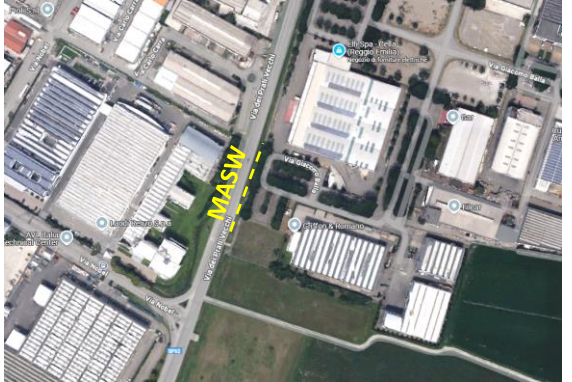
Interpretazione con METODO DELL'INTERVALLO



Valore V_{s30} : 404.3 m/s

INDAGINE MASW


Località Via dei Prati Vecchi Loc. Corte Tegghe		Comune Cavriago (PR)	
Cantiere MS III livello		Data 31/10/2024	Ora 16.00
Codice lavoro UVEN.01.2421	Committente Unione dei Comuni Val d'Enza		
Codice Prova MASW 1	File CAV_MASW1b_STK.dat		
Operatore: Dott. Geol. Alessandro Ferrari			



STRUMENTAZIONE

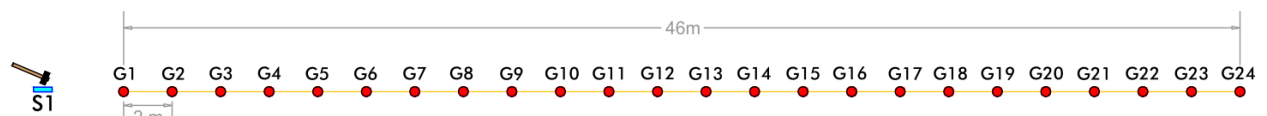
Marca: Sara Electronic Instruments	Modello: Sismografo digitale DoReMi
Marca Geofoni: Geo Space	Orientamento: <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> V Frequenza (Hz): 4.5

SPECIFICHE INDAGINE



MISURA MASW		
Tipo onda: Raylaight	N°canali: 24	Spaziatura: 2 m
Lunghezza stendimento (m): 46 + 5		
Offset minimo (m): 5	N° shot: 3	
Durata reg.: 1.0 s	Frequenza di camp.: 2000 Hz	
Tipologia energizzazione:		
<input type="checkbox"/> Fucile sismico	Modello:	
<input checked="" type="checkbox"/> Mazza	Kg: 5	
<input type="checkbox"/> Grave	Kg:	
<input type="checkbox"/> Mazza su trave	Kg:	
Stacking:		
usate 3 acquisizioni su 3:		
<input checked="" type="checkbox"/> CAV_MASW1b_0103.drm		
<input checked="" type="checkbox"/> CAV_MASW1b_0203.drm		
<input checked="" type="checkbox"/> CAV_MASW1b_0303.drm		

Geometrie stendimento:



TERRENO INDAGATO

Superficie:	<input checked="" type="checkbox"/> vegetale	<input type="checkbox"/> riporto	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> pavimentazione:
Condizioni terreno:	<input checked="" type="checkbox"/> asciutto	<input type="checkbox"/> bagnato	<input type="checkbox"/> saturo	

OSSERVAZIONI: traffico intenso a 5 m

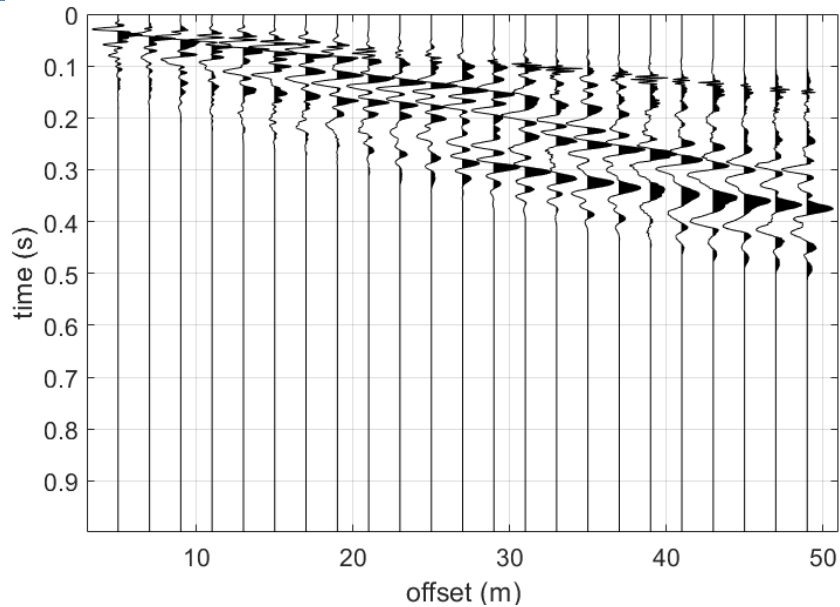
Tracce acquisite

MASW

Numero tracce: 24

Selezione temporale MASW: selezione manuale

Sismogrammi MASW



Analisi spettrale

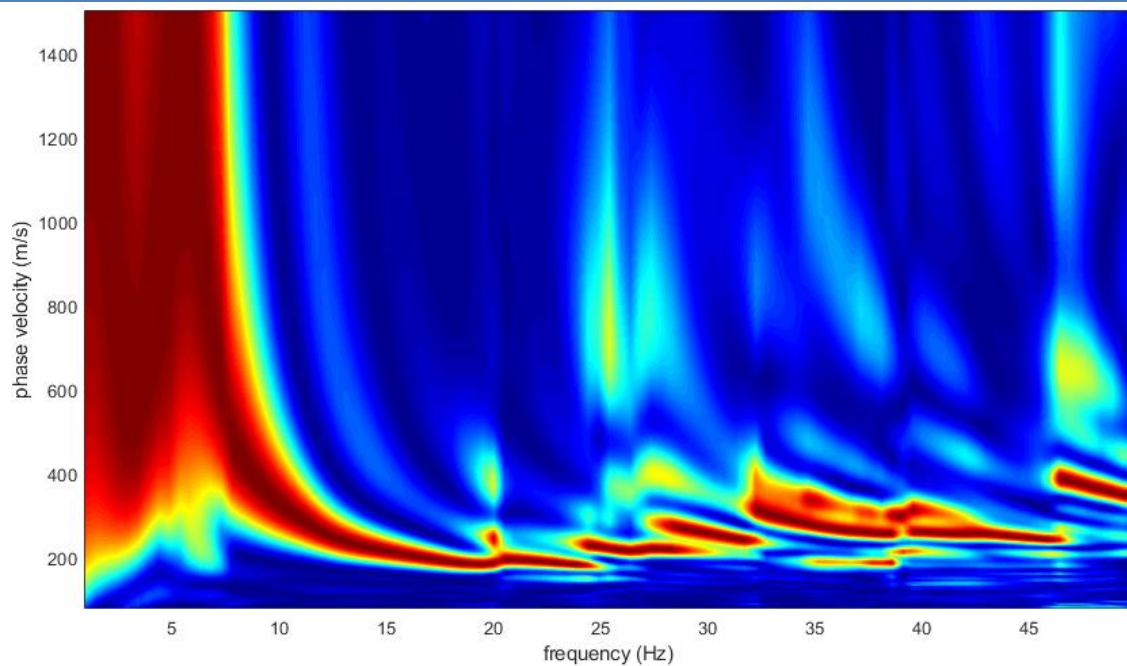
Frequenza minima di elaborazione: 1 Hz

Frequenza massima di elaborazione: 50 Hz

Velocità minima di elaborazione: 80 m/s

Velocità massima di elaborazione: 1500 m/s

Spettro MASW in onde di Rayleigh

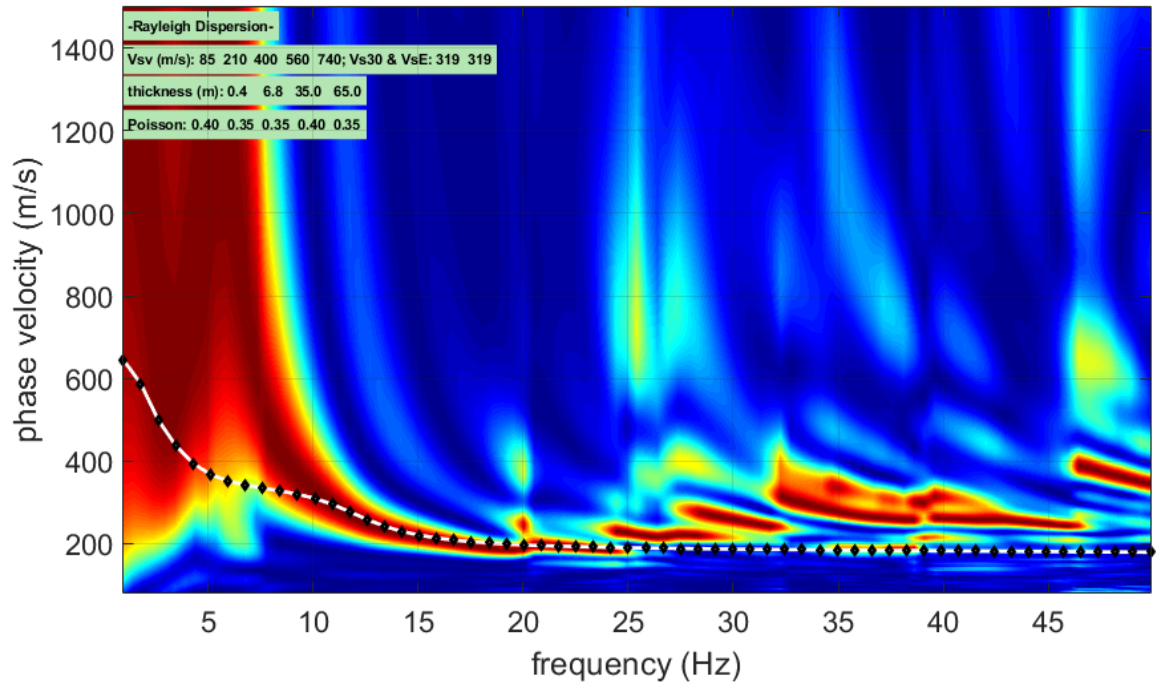


Inversione:

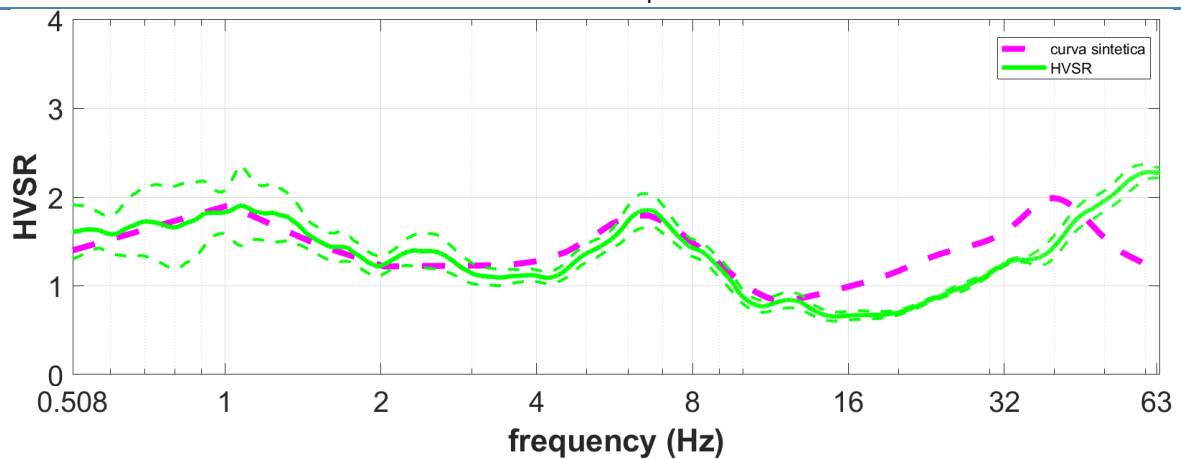
Inversione congiunta MASW + HVSr

la curva HVSr è stata utilizzata per risolvere le basse frequenze (Corrispondenti a maggiori profondità)

Modello sintetico su spettro MASW



Modello sintetico su spettro HVSr

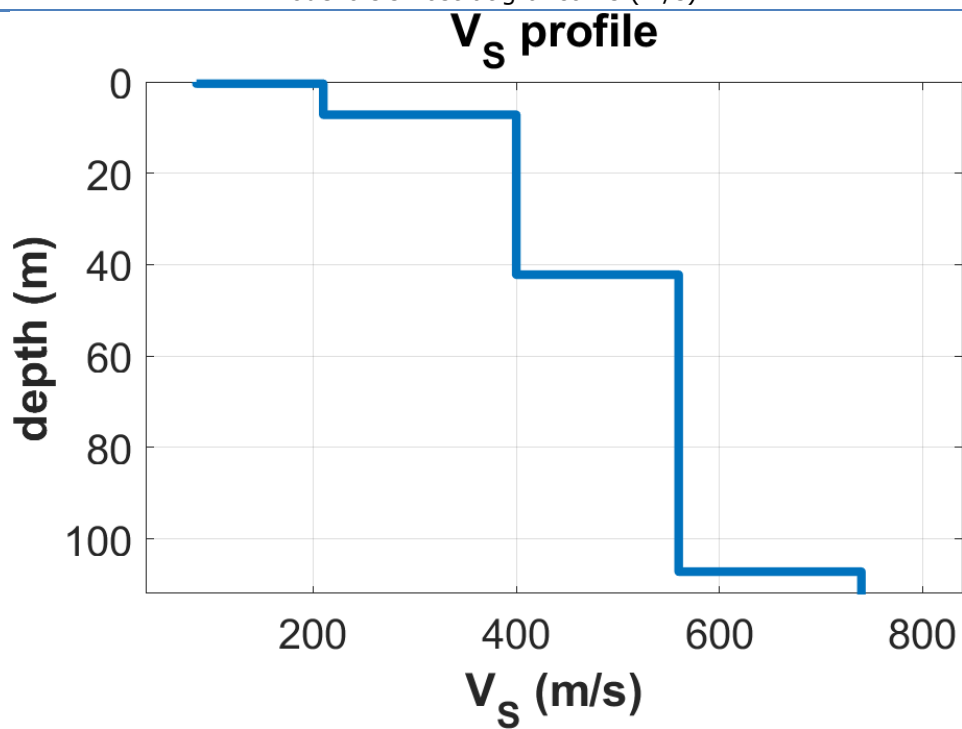


Modello sismostratigrafico:

N° di strati: 5

Strato n.	Spessore (m)	Profondità (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1	0.4	0.4	208	85
2	6.8	7.2	437	210
3	35.0	42.2	833	400
4	65.0	107.2	1372	560
5	∞	∞	1540	740

Modello sismostratigrafico Vs (m/s)



Valore Vs₃₀ = 319 m/s

INDAGINE MASW

Località Via dei Prati Vecchi Loc. Corte Tegghe	Comune Cavriago (PR)	
Cantiere MS III livello	Data 31/10/2024	
	Ora 15.00	
Codice lavoro UVEN.01.2421	Committente Unione dei Comuni Val d'Enza	
Codice Prova MASW 2	File CAV_MASW2a_STK.dat	
Operatore: Dott. Geol. Alessandro Ferrari		

STRUMENTAZIONE

Marca: Sara Electronic Instruments	Modello: Sismografo digitale DoReMi
Marca Geofoni: Geo Space	Orientamento: <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> V Frequenza (Hz): 4.5

SPECIFICHE INDAGINE



MISURA MASW

Tipo onda: Raylaight **N°canali:** 24 **Spaziatura:** 2 m

Lunghezza stendimento (m): 46 + 5

Offset minimo (m): 5 **N° shot:** 3

Durata reg.: 1.0 s **Frequenza di camp.:** 2000 Hz

Tipologia energizzazione:

☐ Fucile sismico **Modello:**
☒ Mazza **Kg:** 5
☐ Grave **Kg:**
☐ Mazza su trave **Kg:**

Stacking:

usate 3 acquisizioni su 3:
☒ CAV_MASW2a_0103.drm
☒ CAV_MASW2a_0203.drm
☒ CAV_MASW2a_0303.drm

Geometrie stendimento:



TERRENO INDAGATO

Superficie:	<input type="checkbox"/> vegetale	<input type="checkbox"/> riporto	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> pavimentazione: asfalto
Condizioni terreno:	<input checked="" type="checkbox"/> asciutto	<input type="checkbox"/> bagnato	<input type="checkbox"/> saturo	

OSSERVAZIONI: traffico intenso a 5 m

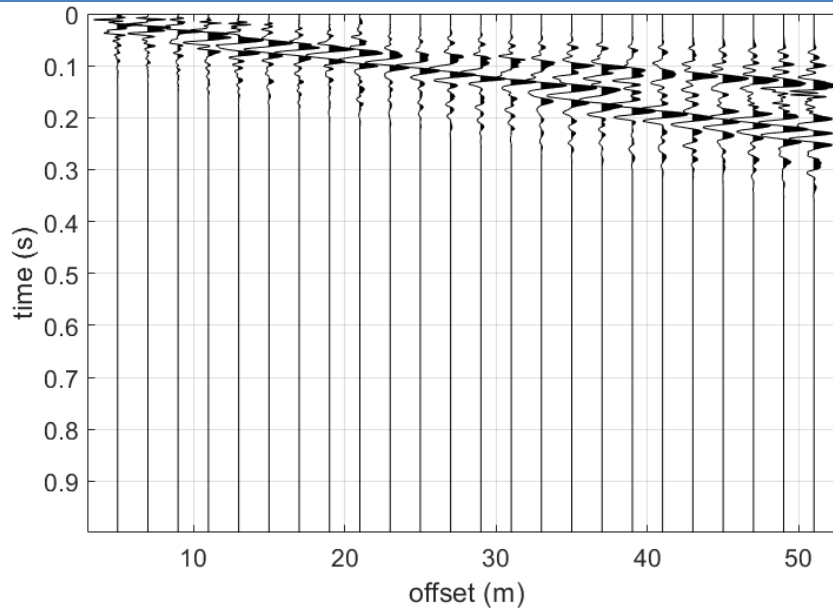
Tracce acquisite

MASW

Numero tracce: 24

Selezione temporale MASW: selezione manuale

Sismogrammi MASW



Analisi spettrale

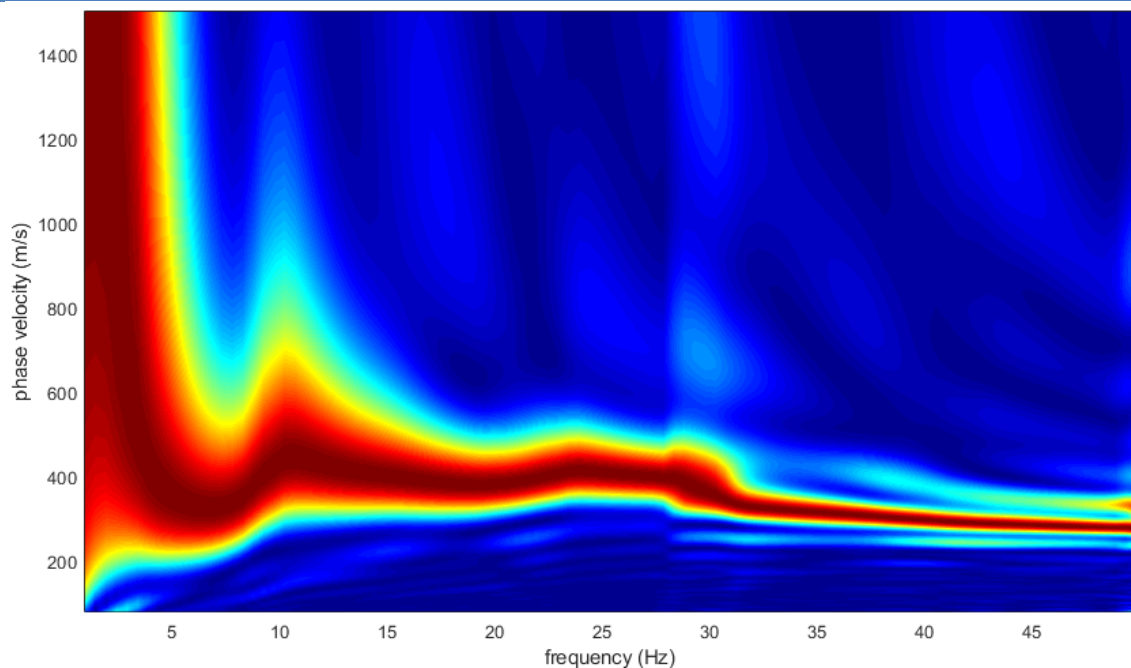
Frequenza minima di elaborazione: 1 Hz

Frequenza massima di elaborazione: 50 Hz

Velocità minima di elaborazione: 80 m/s

Velocità massima di elaborazione: 1500 m/s

Spettro MASW in onde di Rayleigh

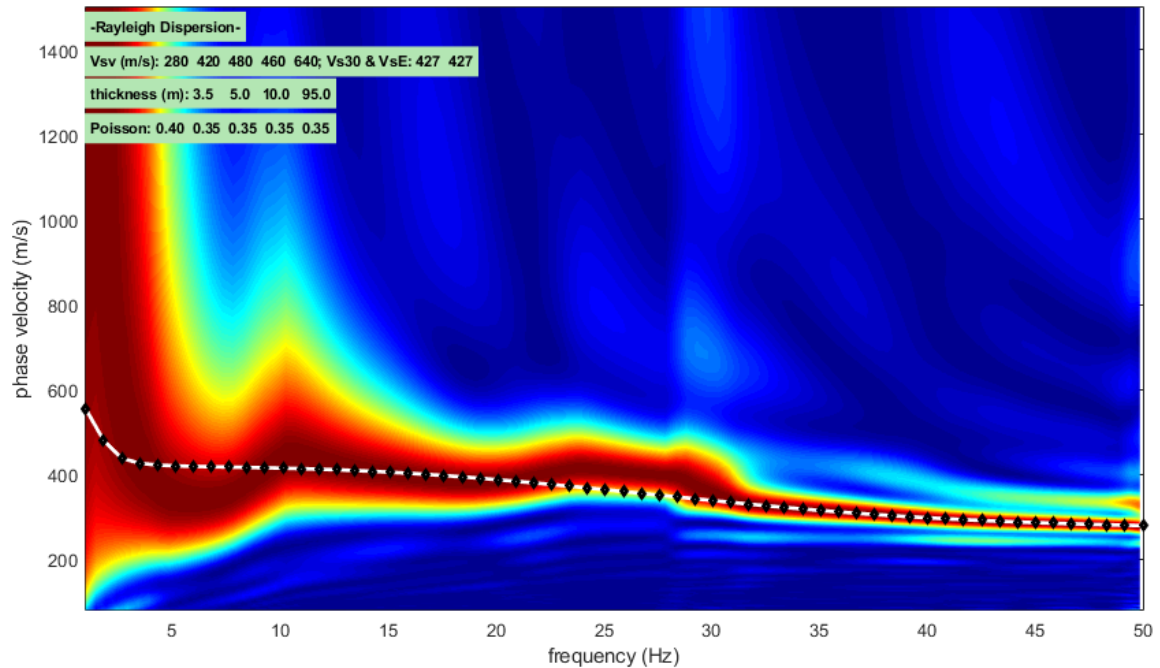


Inversione:

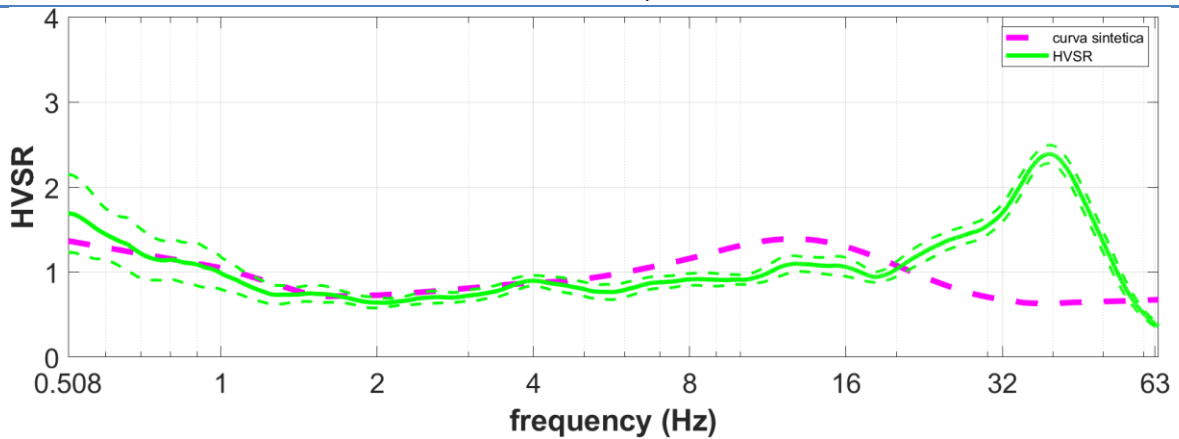
Inversione congiunta MASW + HVSr

la curva HVSr è stata utilizzata per risolvere le basse frequenze (Corrispondenti a maggiori profondità)

Modello sintetico su spettro MASW



Modello sintetico su spettro HVSr

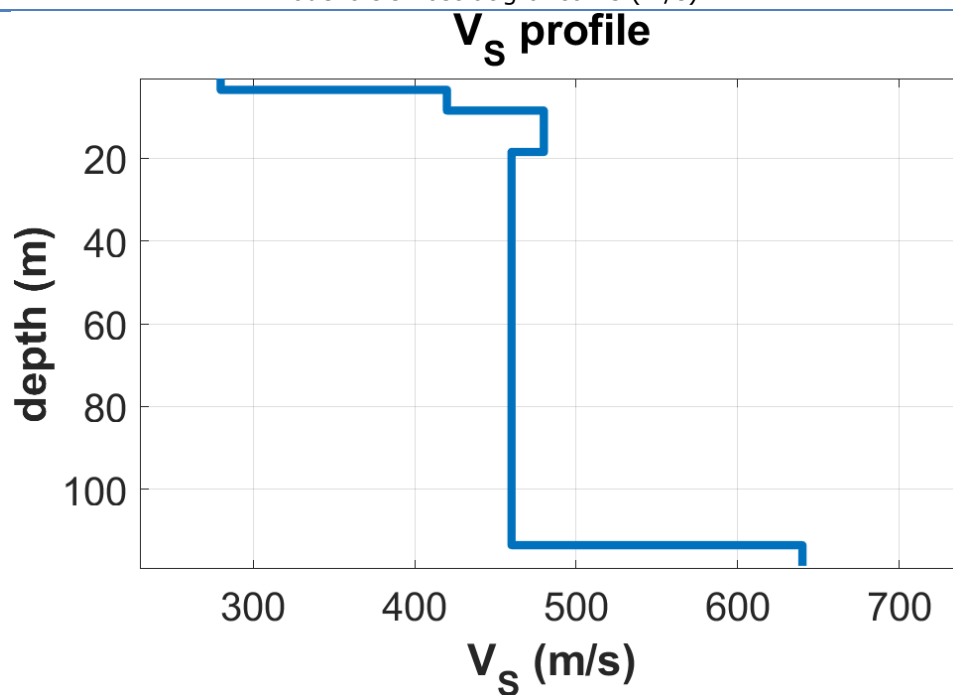


Modello sismostratigrafico:

N° di strati: 5

Strato n.	Spessore (m)	Profondità (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1	3.5	3.5	686	280
2	5.0	8.5	874	420
3	10.0	18.5	999	480
4	95.0	113.5	958	460
5	∞	∞	1332	640


Modello sismostratigrafico Vs (m/s)



Valore Vs₃₀ = 427 m/s

INDAGINE MASW

Località Via della Repubblica Pista ciclabile		Comune Cavriago (PR)	
Cantiere MS III livello		Data 31/10/2024	Ora 14.15
Codice lavoro UVEN.01.2421	Committente Unione dei Comuni Val d'Enza		
Codice Prova MASW 3	File CAV_MASW3b_STK.dat		
Operatore: Dott. Geol. Alessandro Ferrari			



STRUMENTAZIONE

Marca: Sara Electronic Instruments	Modello: Sismografo digitale DoReMi
Marca Geofoni: Geo Space	Orientamento: <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> V Frequenza (Hz): 4.5

SPECIFICHE INDAGINE



MISURA MASW

Tipo onda: Raylaight **N°canali:** 24 **Spaziatura:** 2 m

Lunghezza stendimento (m): 46 + 5

Offset minimo (m): 5 **N° shot:** 3

Durata reg.: 1.0 s **Frequenza di camp.:** 2000 Hz

Tipologia energizzazione:

<input type="checkbox"/> Fucile sismico	Modello:
<input checked="" type="checkbox"/> Mazza	Kg: 5
<input type="checkbox"/> Grave	Kg:
<input type="checkbox"/> Mazza su trave	Kg:

Stacking:

usate 3 acquisizioni su 3:
☒ CAV_MASW3b_0103.drm
☒ CAV_MASW3b_0203.drm
☒ CAV_MASW3b_0303.drm

Geometrie stendimento:



TERRENO INDAGATO

Superficie:	<input checked="" type="checkbox"/> vegetale	<input type="checkbox"/> riporto	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> pavimentazione:
Condizioni terreno:	<input type="checkbox"/> asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> bagnato	<input type="checkbox"/> saturo	

OSSERVAZIONI:

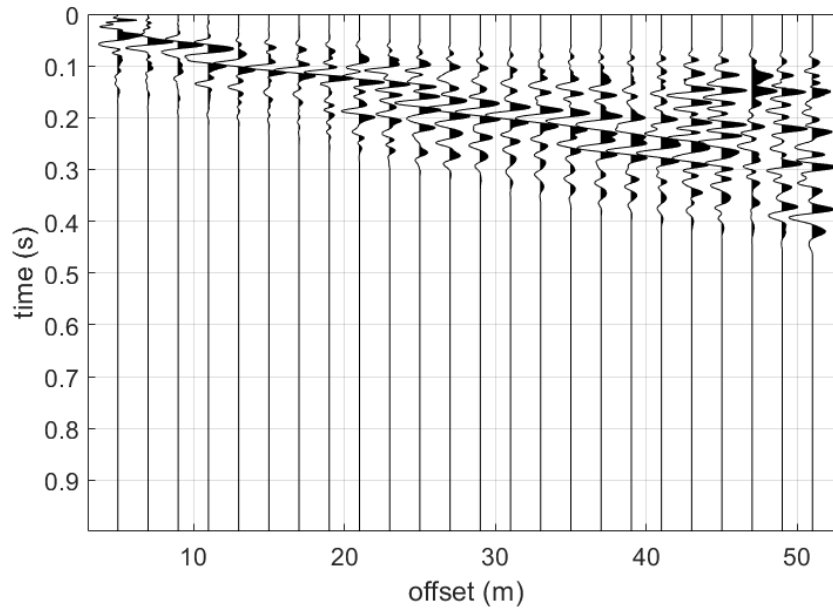
Tracce acquisite

MASW

Numero tracce: 24

Selezione temporale MASW: selezione manuale

Sismogrammi MASW



Analisi spettrale

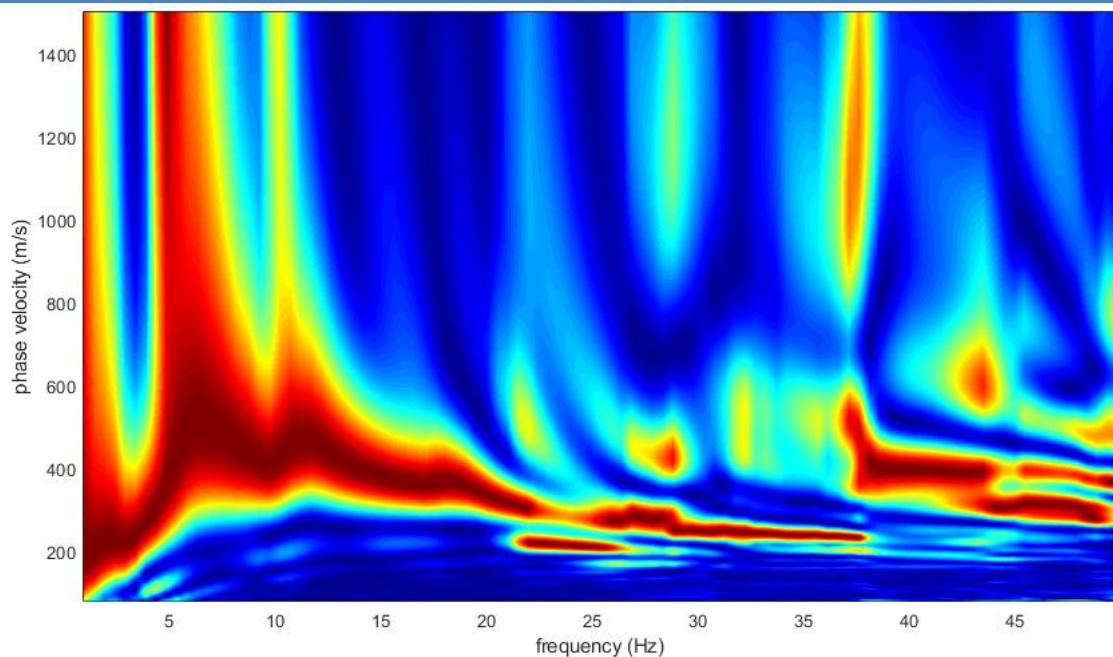
Frequenza minima di elaborazione: 1 Hz

Frequenza massima di elaborazione: 50 Hz

Velocità minima di elaborazione: 80 m/s

Velocità massima di elaborazione: 1500 m/s

Spettro MASW in onde di Rayleigh

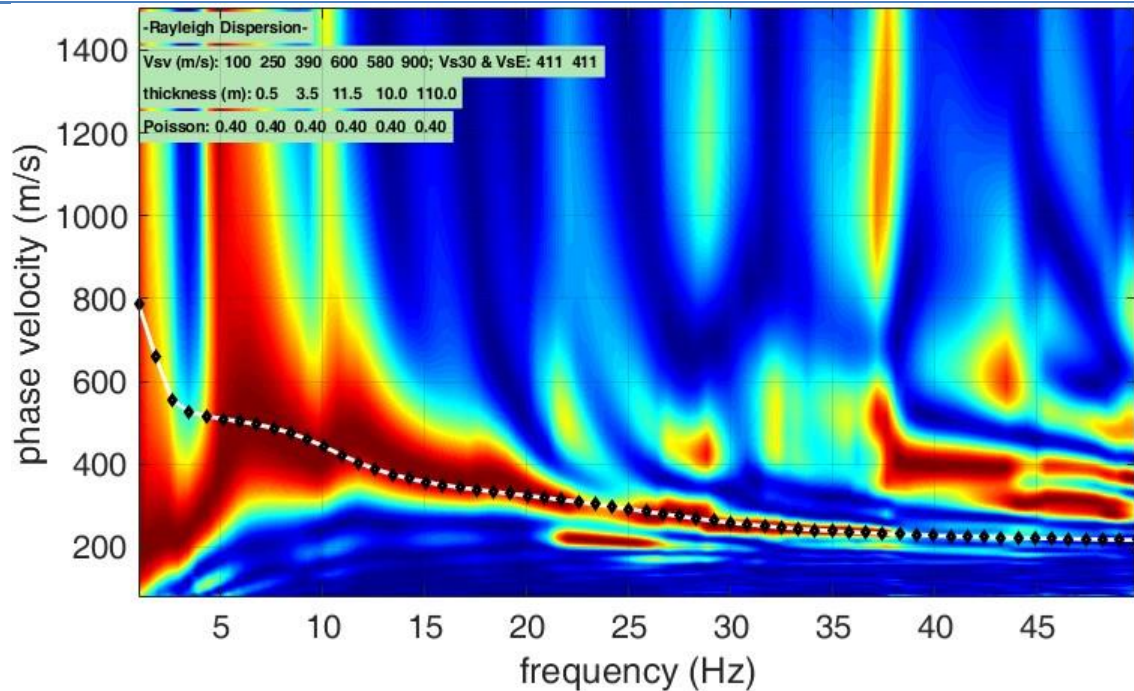


Inversione:

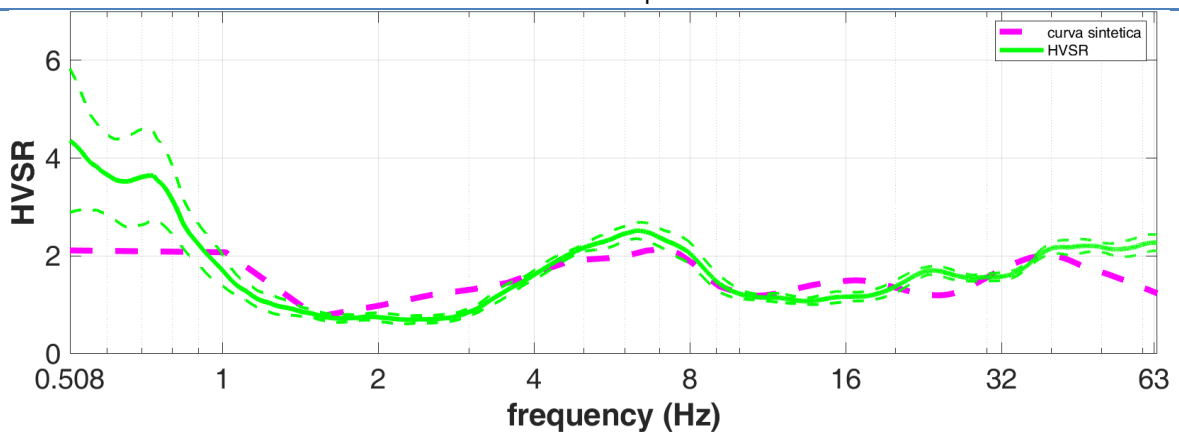
Inversione congiunta MASW + HVSr

la curva HVSr è stata utilizzata per risolvere le basse frequenze (Corrispondenti a maggiori profondità)

Modello sintetico su spettro MASW



Modello sintetico su spettro HVSr

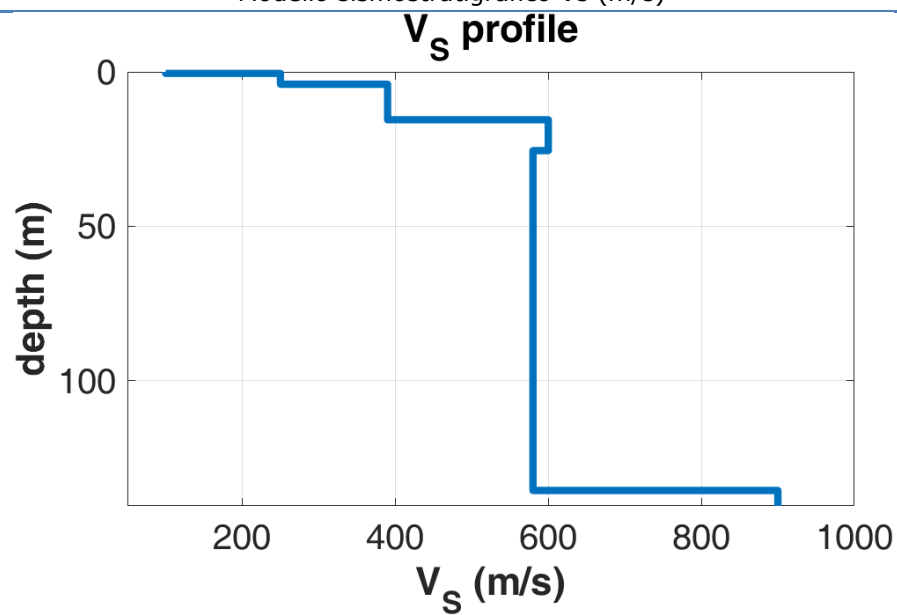


Modello sismostratigrafico:

N° di strati: 6

Strato	Spessore	Profondità	Vp	Vs
n.	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	0.5	0.5	245	100
2	3.5	4.0	612	250
3	11.5	15.5	955	390
4	10.0	25.5	1470	600
5	110.0	135.5	1421	580
6	∞	∞	2205	900

Modello sismostratigrafico Vs (m/s)



Valore Vs₃₀ = 411 m/s

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

PROVA HVSR

Comune Cavriago	Località Via dei prati Vecchi, Corte Tegghe	
Cantiere	Data 31/10/2024	Ora 16.00
Codice lavoro UVEN.01.2421		
Codice Prova HVSRI	File CAV_1.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 208 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Andrea Conti		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<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)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
Suolo	<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 type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<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				
Abitazioni	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input checked="" type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" 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					✓	5
	camion					✓	5
	passanti	✓					
	altro	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Novembre 2024	0	1 di 5

Tracce in input

Dati riepilogativi:

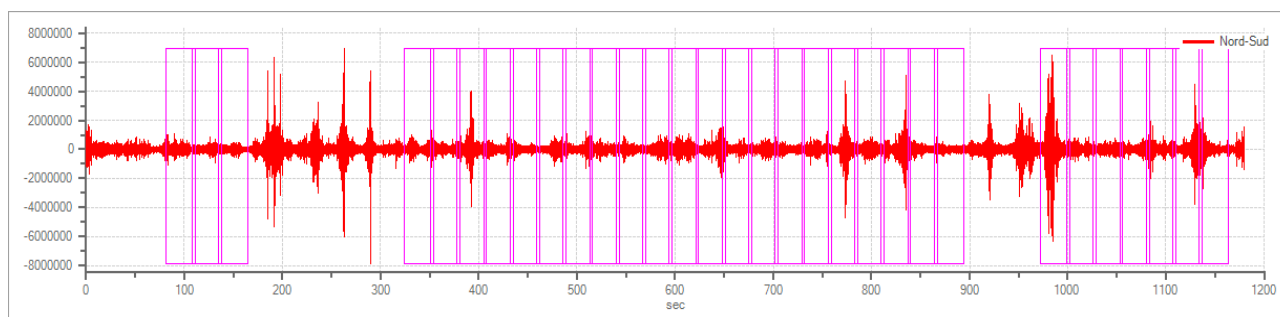
Numero tracce: 3
 Durata registrazione: 1179 s
 Frequenza di campionamento: 208.00Hz
 Numero campioni: 245312
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

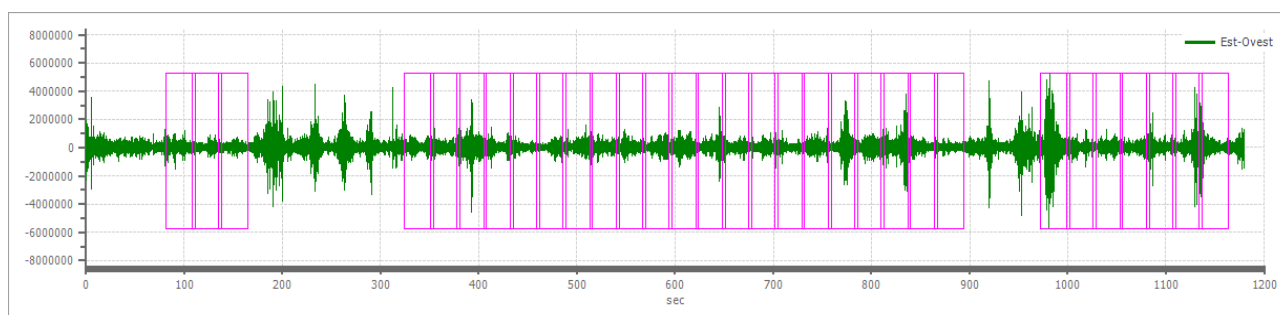
Dati riepilogativi:

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: 10.00 %

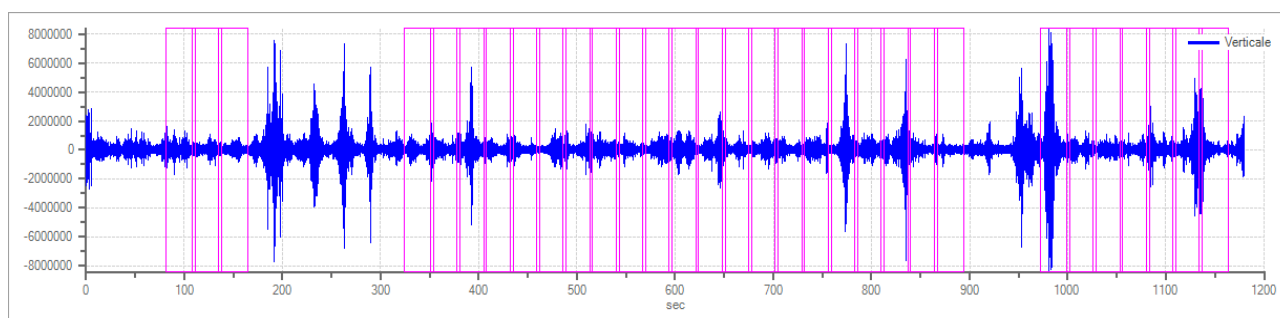
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

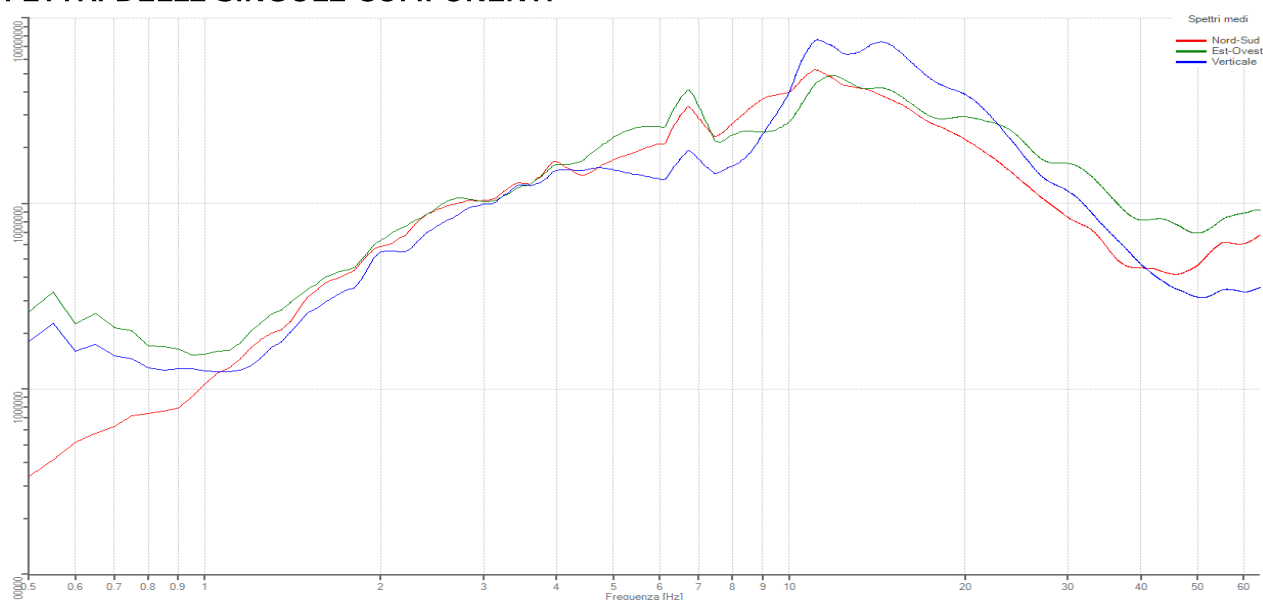


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Rapporto spettrale H/V

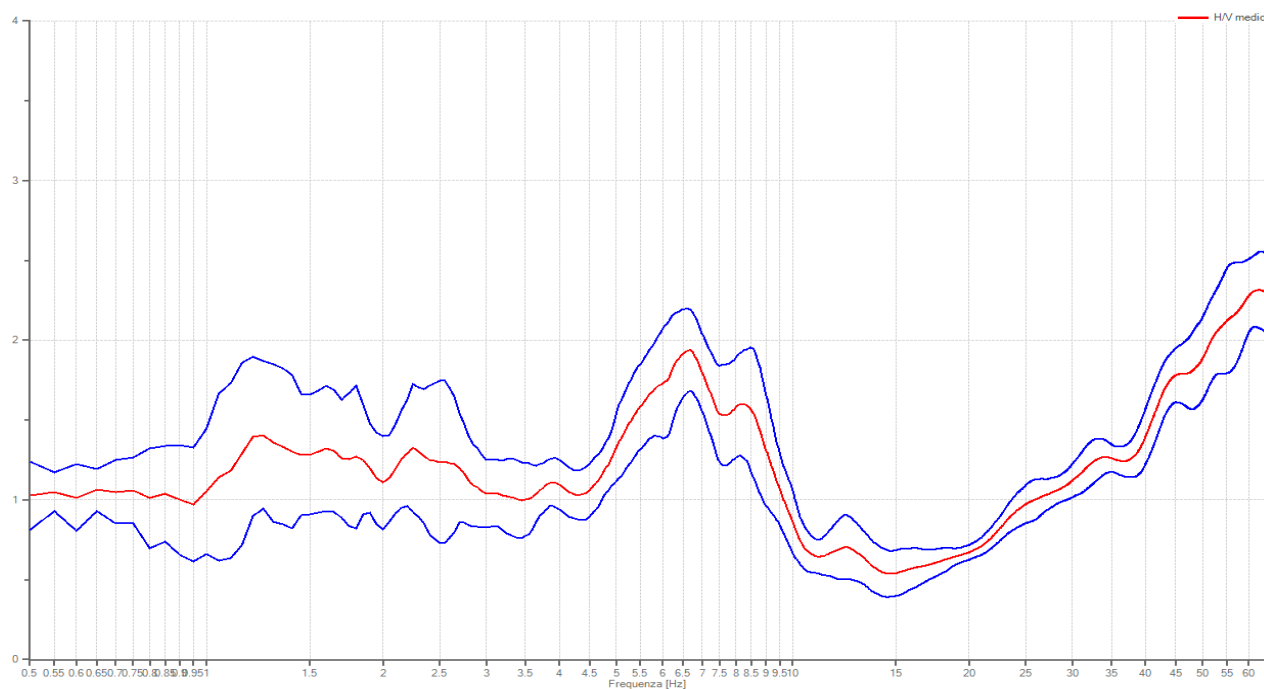
Dati riepilogativi:

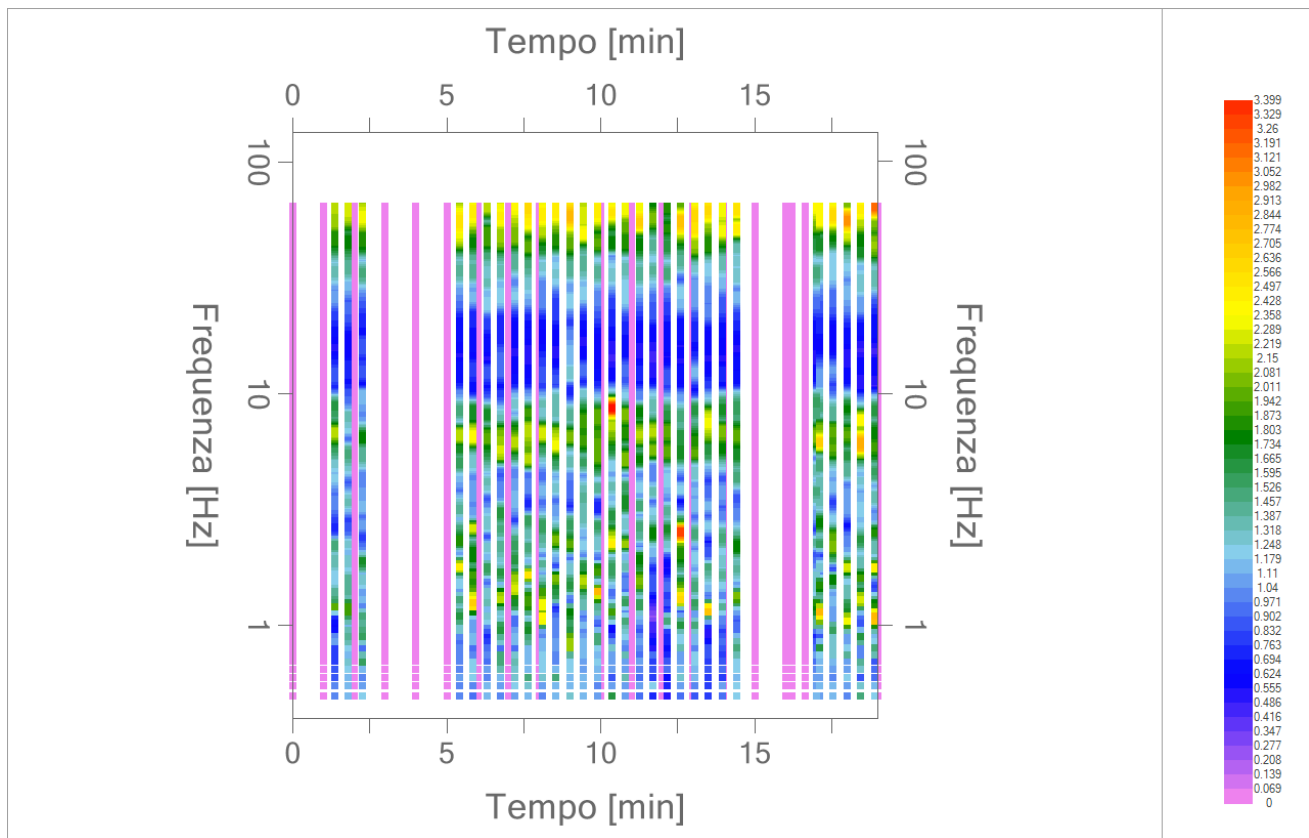
Frequenza massima: 64.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.05 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

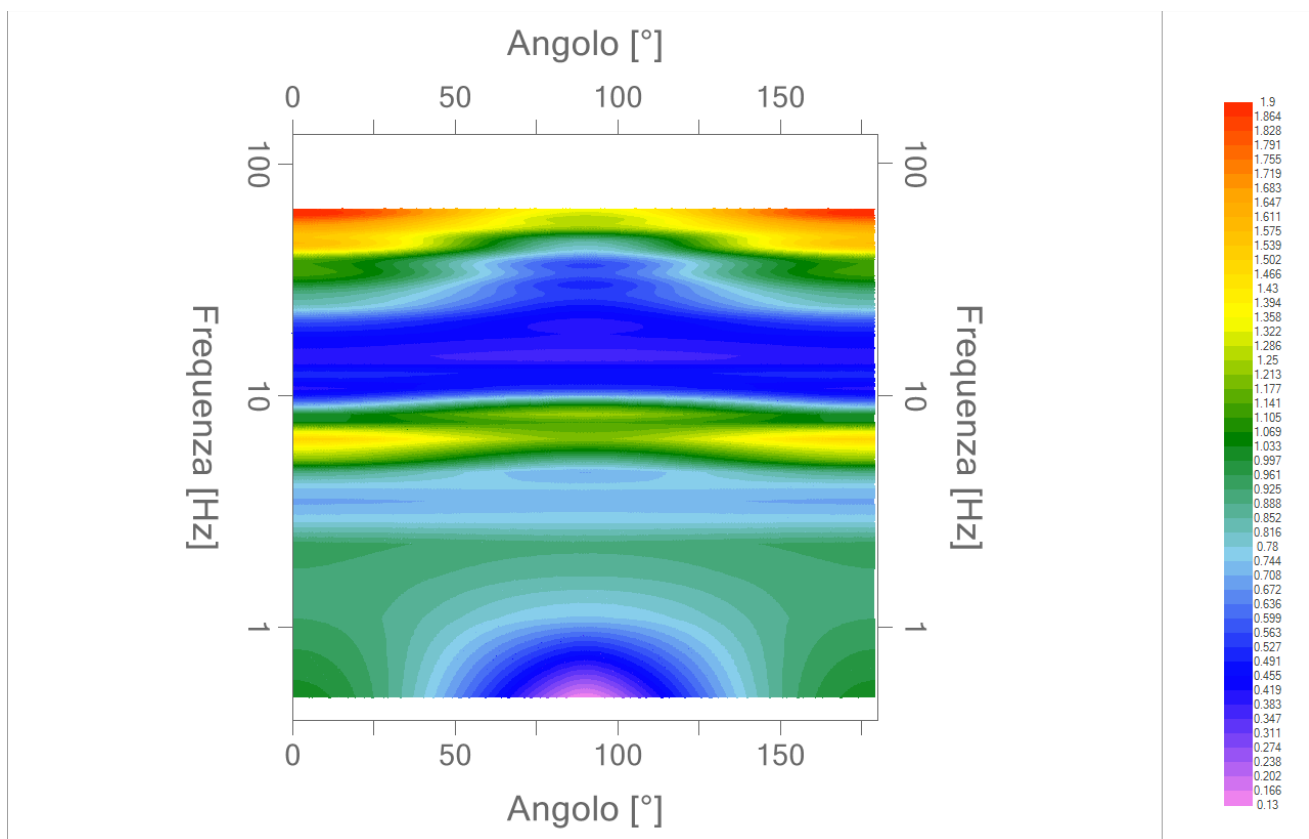
Frequenza del picco del rapporto H/V: 6.51 Hz ± 0.10 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mapa della stazionarietà degli spettri



Direzionalità H/V

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a 6.51 Hz ± 0.10 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 $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	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
σ_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 σ_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

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

PROVA HVSR

Comune Cavriago	Località Via Rivasi – Magazzino comunale	
Cantiere	Data 31/10/2024	Ora 15.10
Codice lavoro UVEN.01.2421		
Codice Prova HVS2	File CAV_2.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS3	Freq.camp. 208 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Andrea Conti		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<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)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
Suolo	<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 type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<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				
Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" 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				✓		5
	camion			✓			5
	passanti	✓					
	altro	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Novembre 2024	0	1 di 5

Tracce in input

Dati riepilogativi:

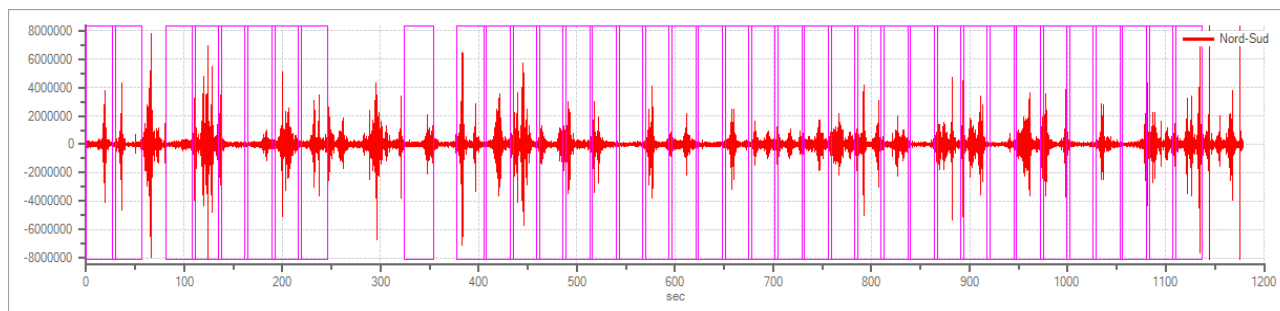
Numero tracce: 3
 Durata registrazione: 1200 s
 Frequenza di campionamento: 208.00Hz
 Numero campioni: 245248
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

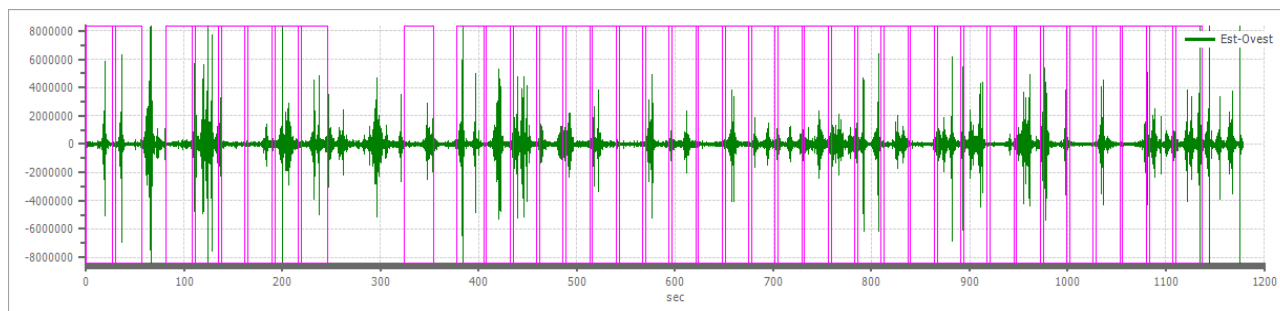
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 37
 Numero finestre incluse nel calcolo: 36
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s
 Tipo di liscio: Triangolare proporzionale
 Percentuale di liscio: 10.00 %

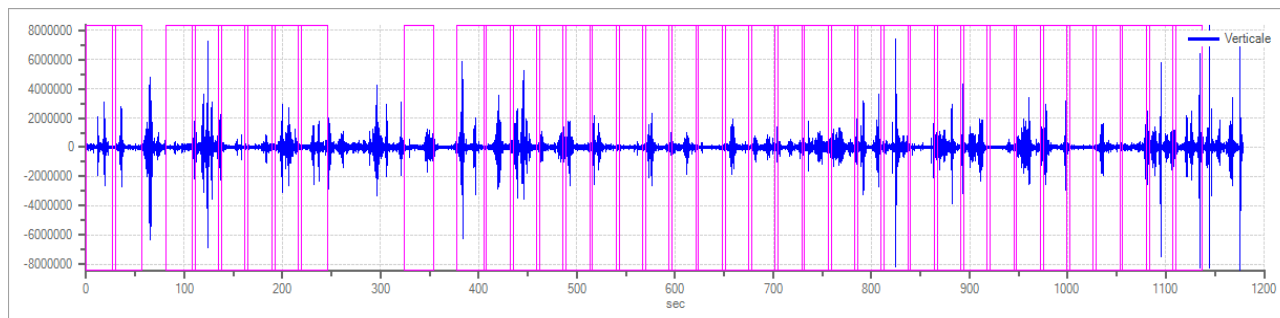
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

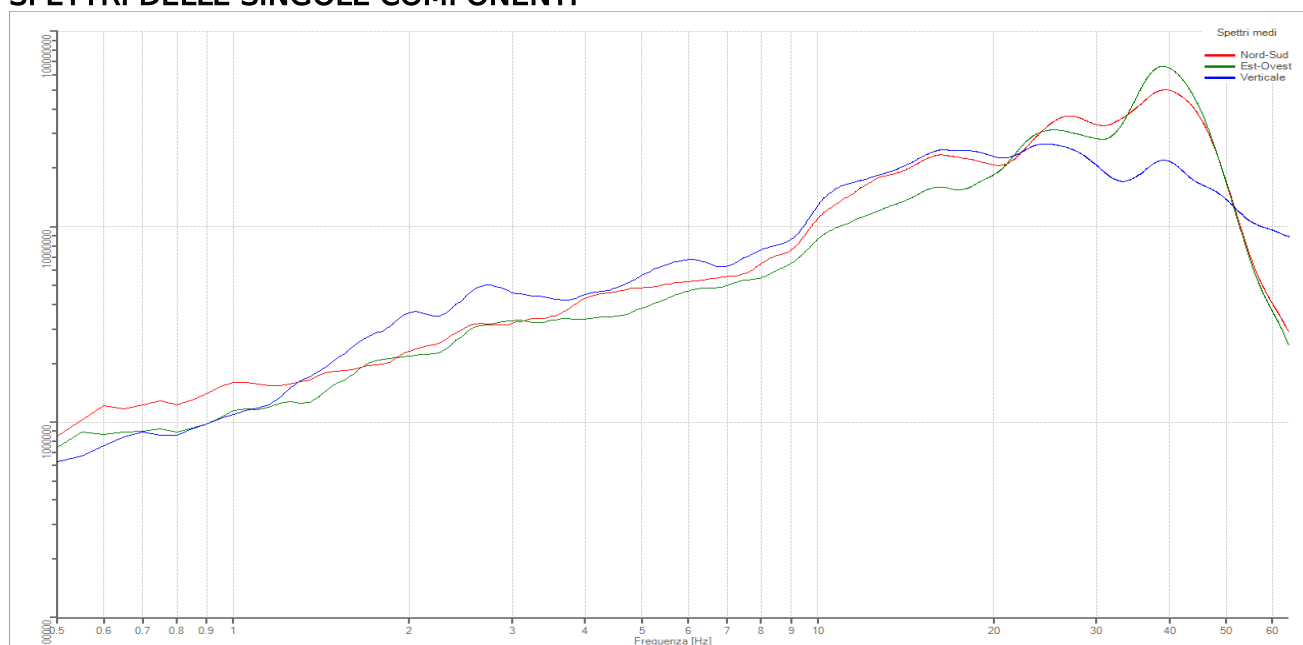


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Rapporto spettrale H/V

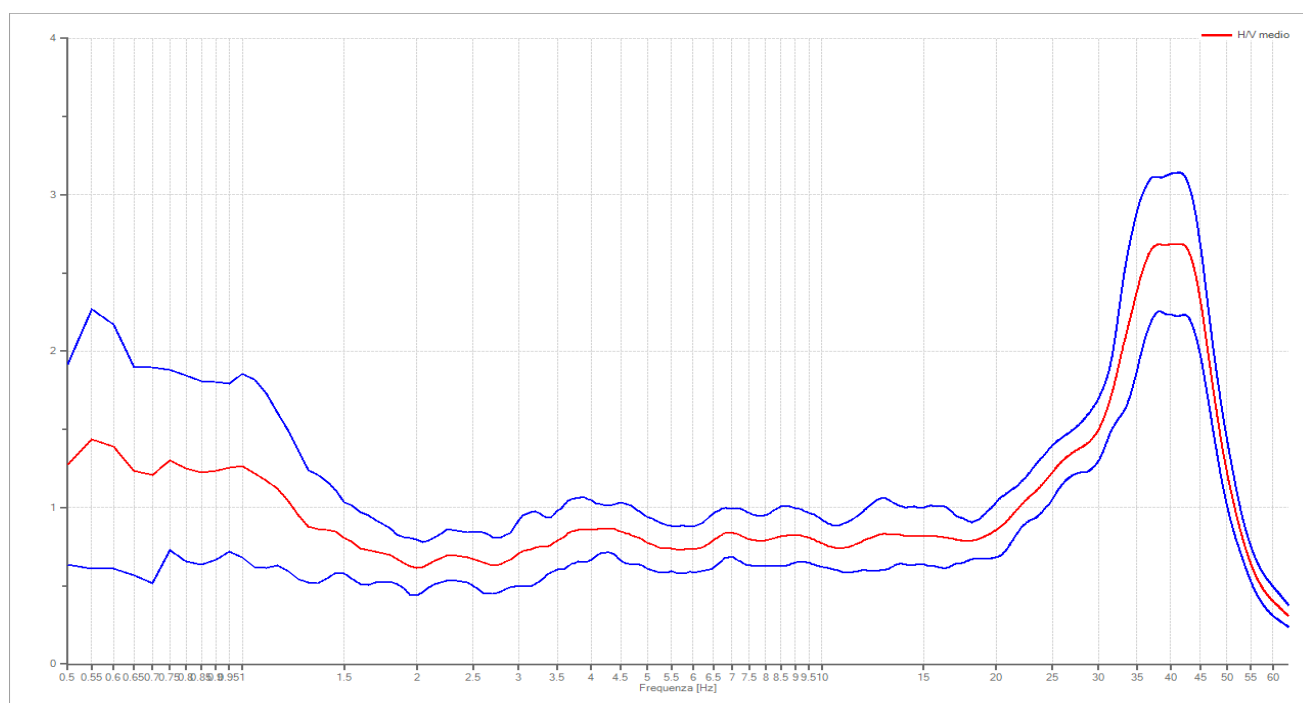
Dati riepilogativi:

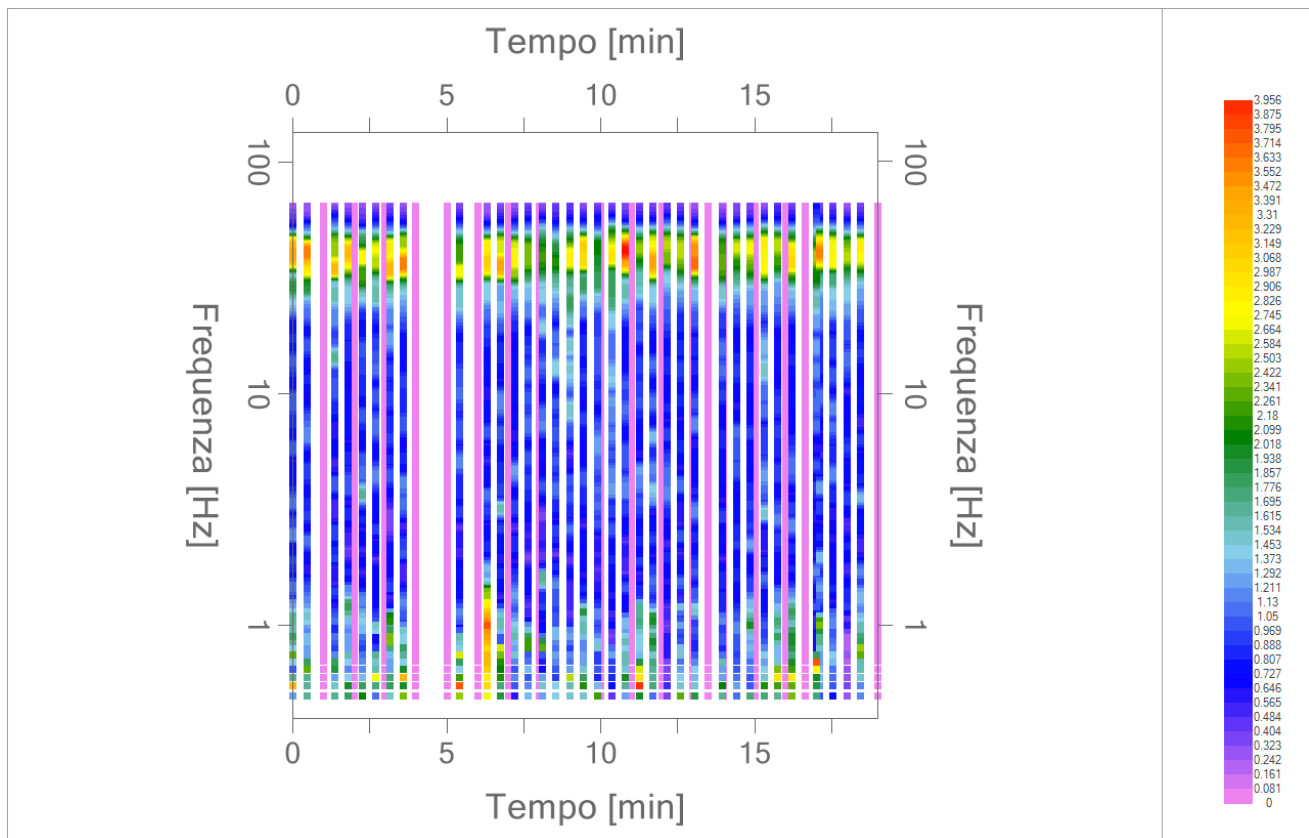
Frequenza massima: 64.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenza: 0.05 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

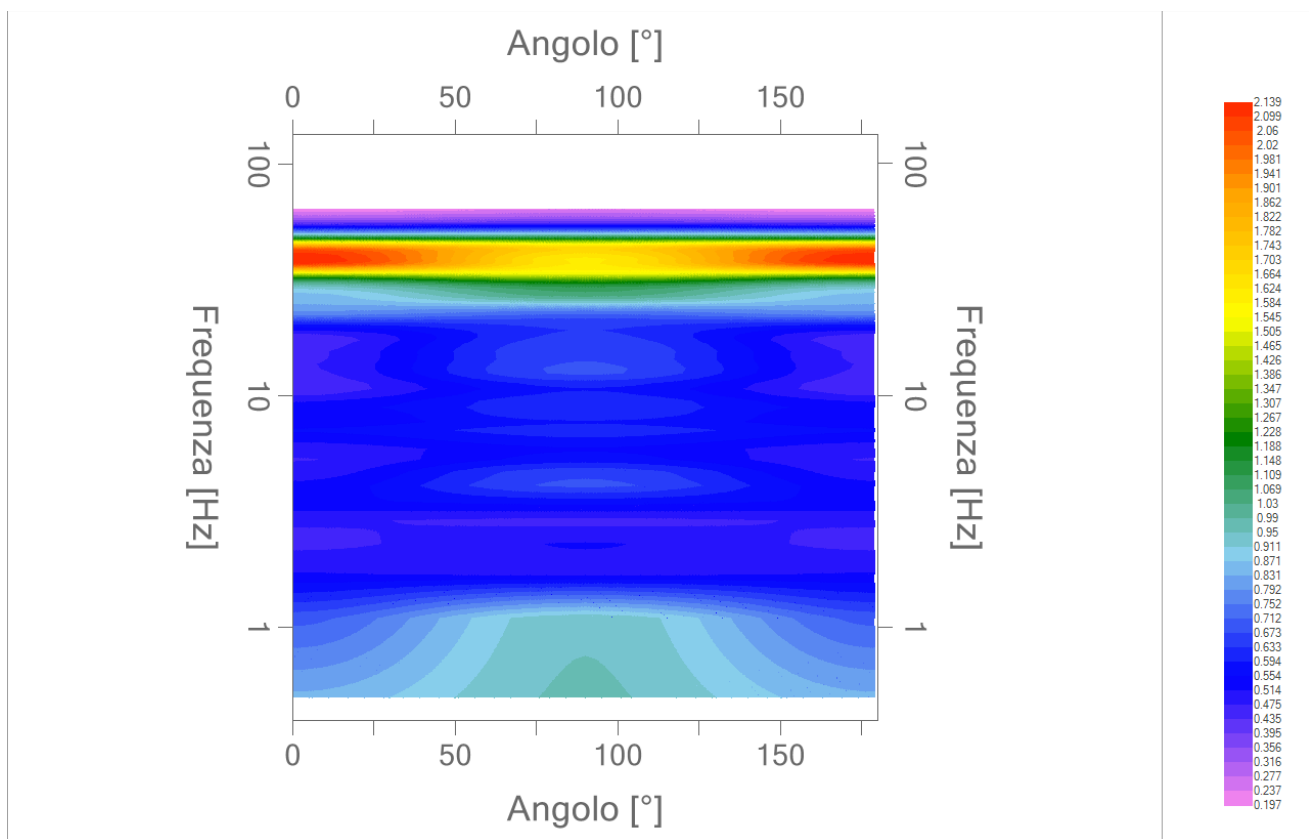
Frequenza del picco del rapporto H/V: 40.30 Hz \pm 0.17 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mappa della stazionarietà degli spettri



Direzionalità H/V

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a 40.30 Hz ± 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 $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	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
σ_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 σ_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

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

PROVA HVSR

Comune Cavriago	Località Via della Repubblica – Pista Ciclabile	
Cantiere	Data 31/10/2024	Ora 14.20
Codice lavoro UVEN.01.2421		
Codice Prova HVS3	File CAV_3.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS3	Freq.camp. 208 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Andrea Conti		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<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)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
Suolo	<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 type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<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				
Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" 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			✓			20
	camion			✓			20
	passanti	✓					
	altro	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Novembre 2024	0	1 di 5

Tracce in input

Dati riepilogativi:

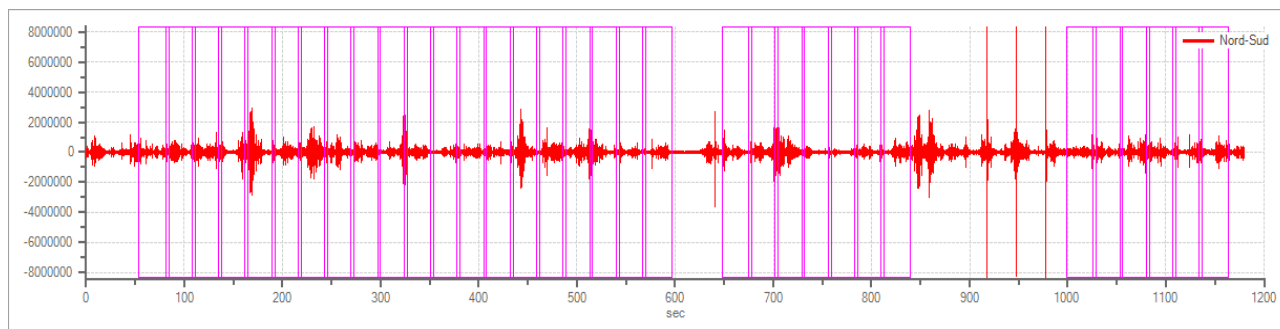
Numero tracce: 3
 Durata registrazione: 1200 s
 Frequenza di campionamento: 208.00Hz
 Numero campioni: 245312
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

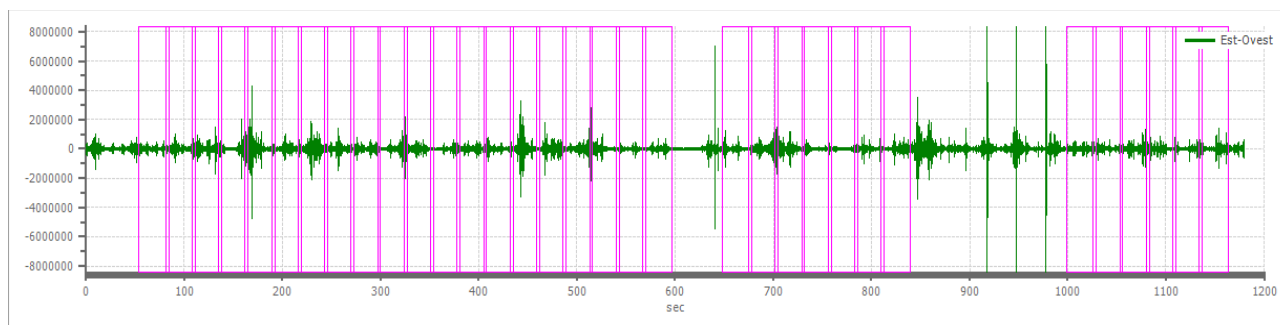
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 33
 Numero finestre incluse nel calcolo: 31
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s
 Tipo di liscio: Triangolare proporzionale
 Percentuale di liscio: 10.00 %

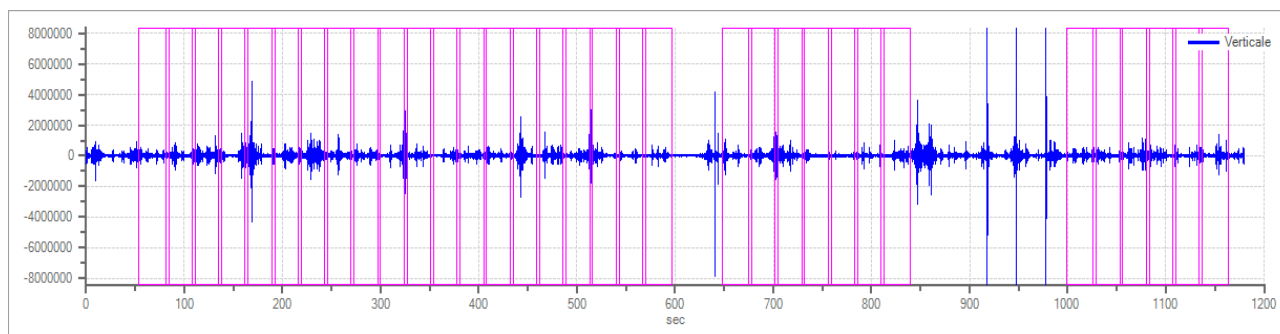
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

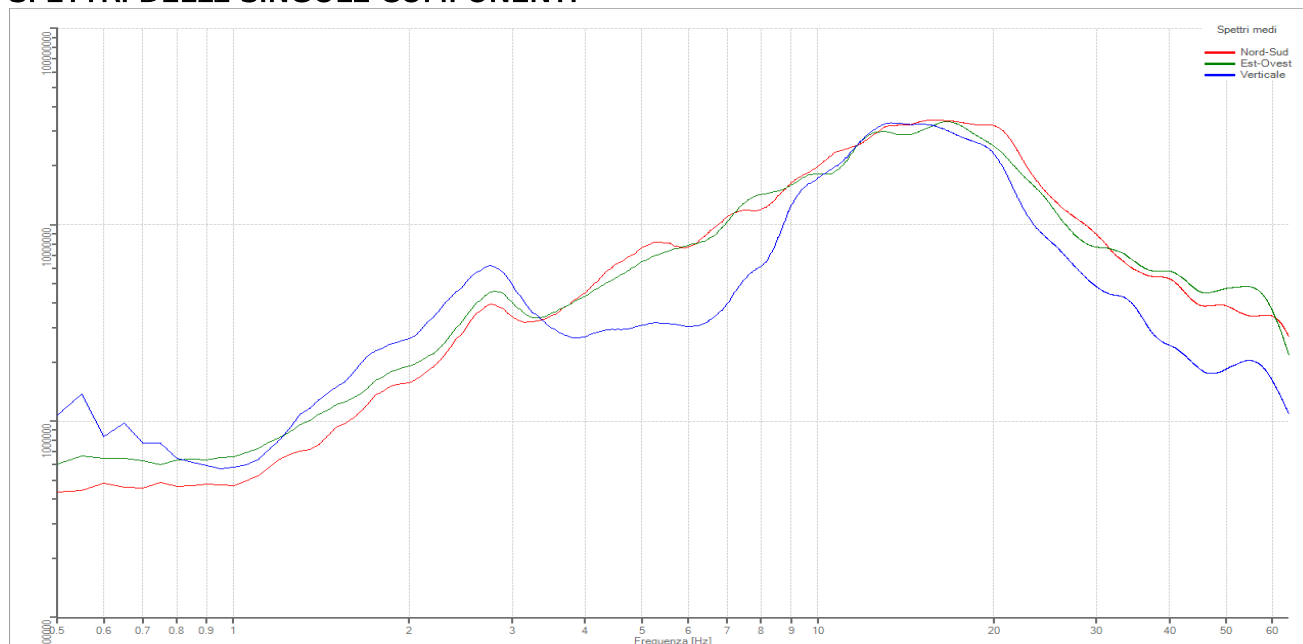


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Rapporto spettrale H/V

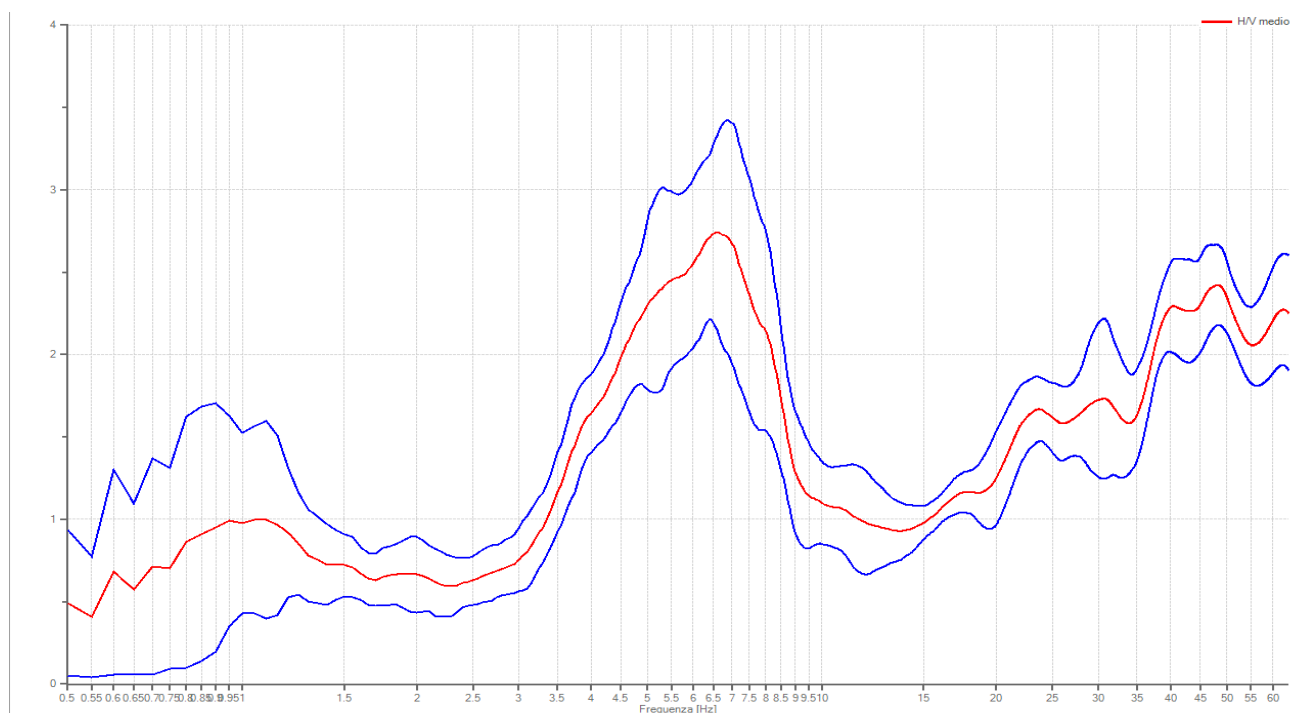
Dati riepilogativi:

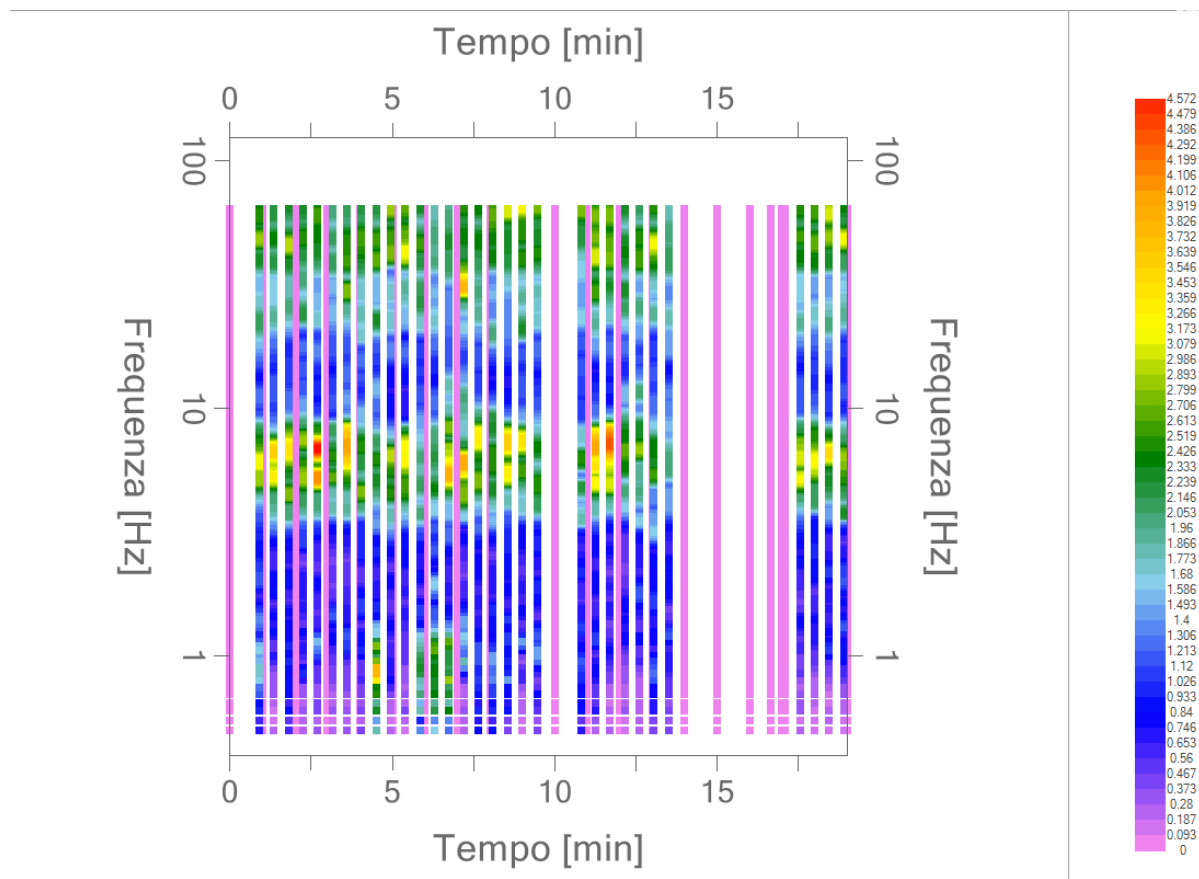
Frequenza massima: 64.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenza: 0.05 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

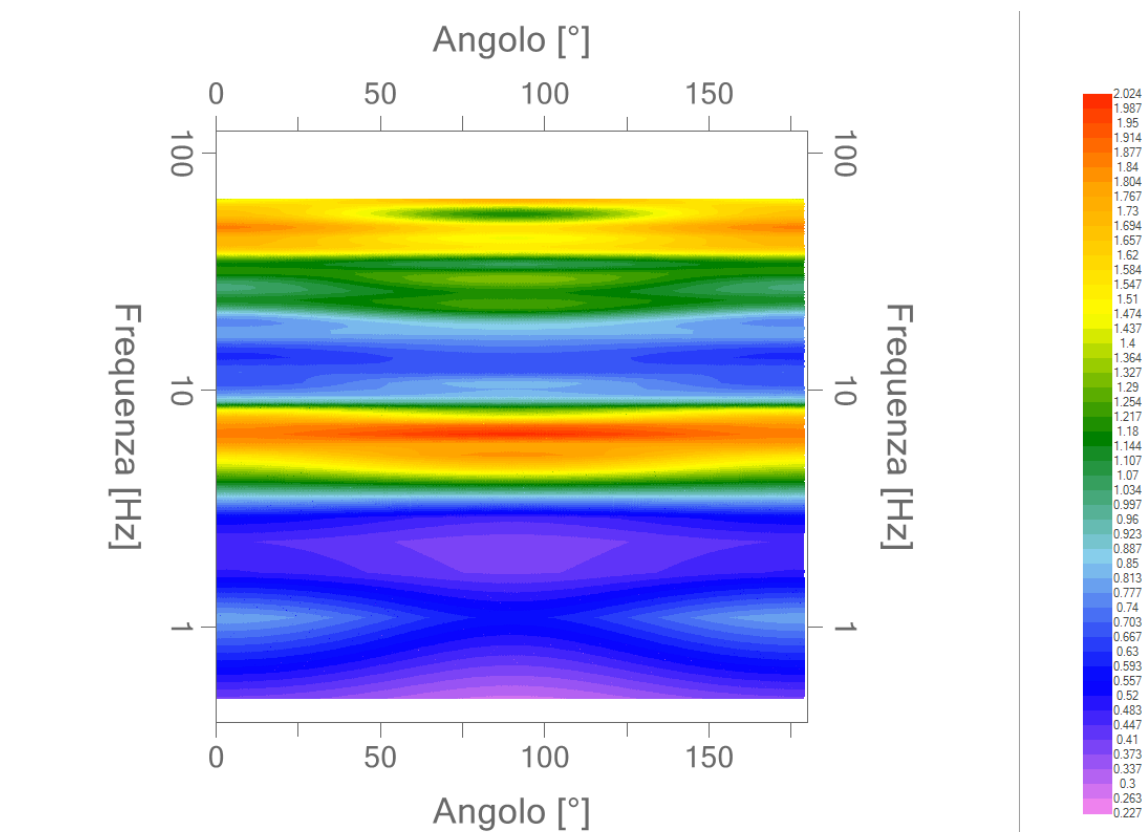
Frequenza del picco del rapporto H/V: 6.60 Hz ± 0.22 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mappe della stazionarietà degli spettri



Direzionalità H/V

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a 6.60 Hz ± 0.22 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 $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	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
σ_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 σ_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

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

PROVA HVSR

Comune Cavriago	Località Parco Pala AEB	
Cantiere	Data 31/10/2024	Ora 9.30
Codice lavoro UVEN.01.2421		
Codice Prova HVSR3	File CAV_4.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 208 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Andrea Conti		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<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)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
Suolo	<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 type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<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				
Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

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

OSSERVAZIONI:

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Novembre 2024	0	1 di 5

Tracce in input

Dati riepilogativi:

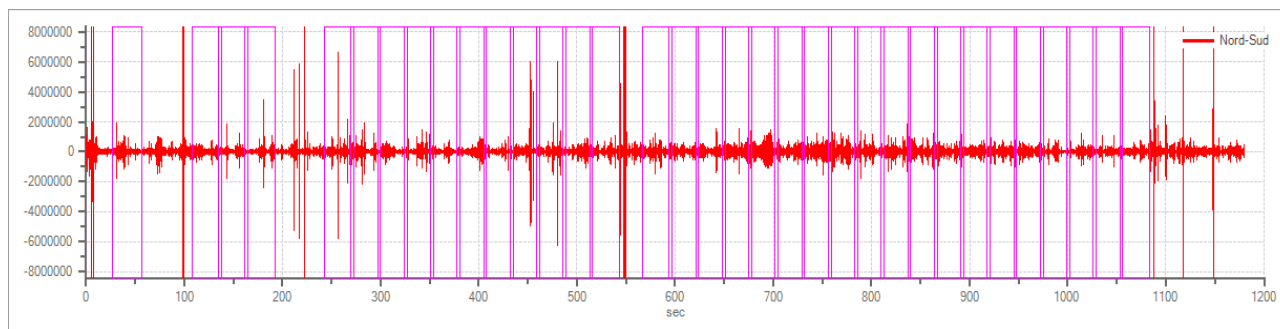
Numero tracce: 3
 Durata registrazione: 1200 s
 Frequenza di campionamento: 208.00Hz
 Numero campioni: 245312
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

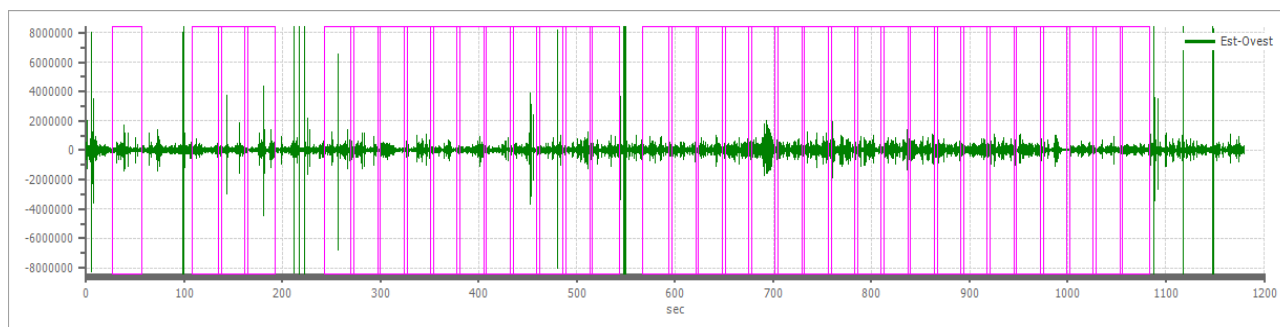
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 34
 Numero finestre incluse nel calcolo: 31
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

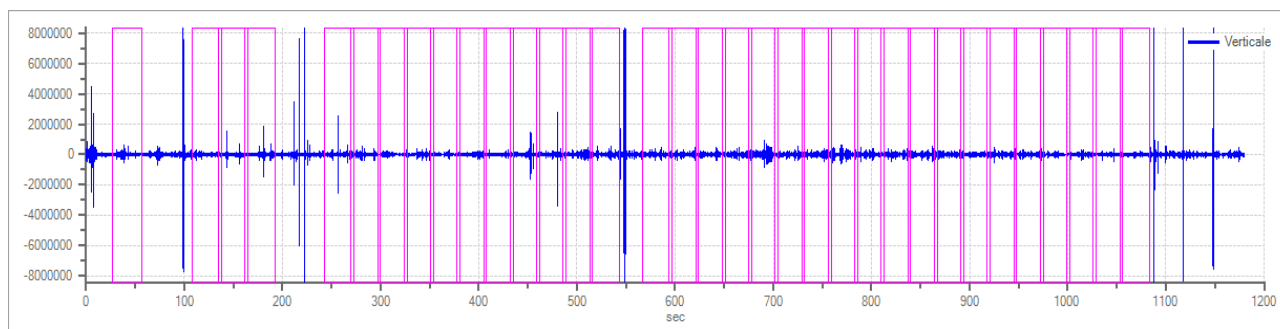
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

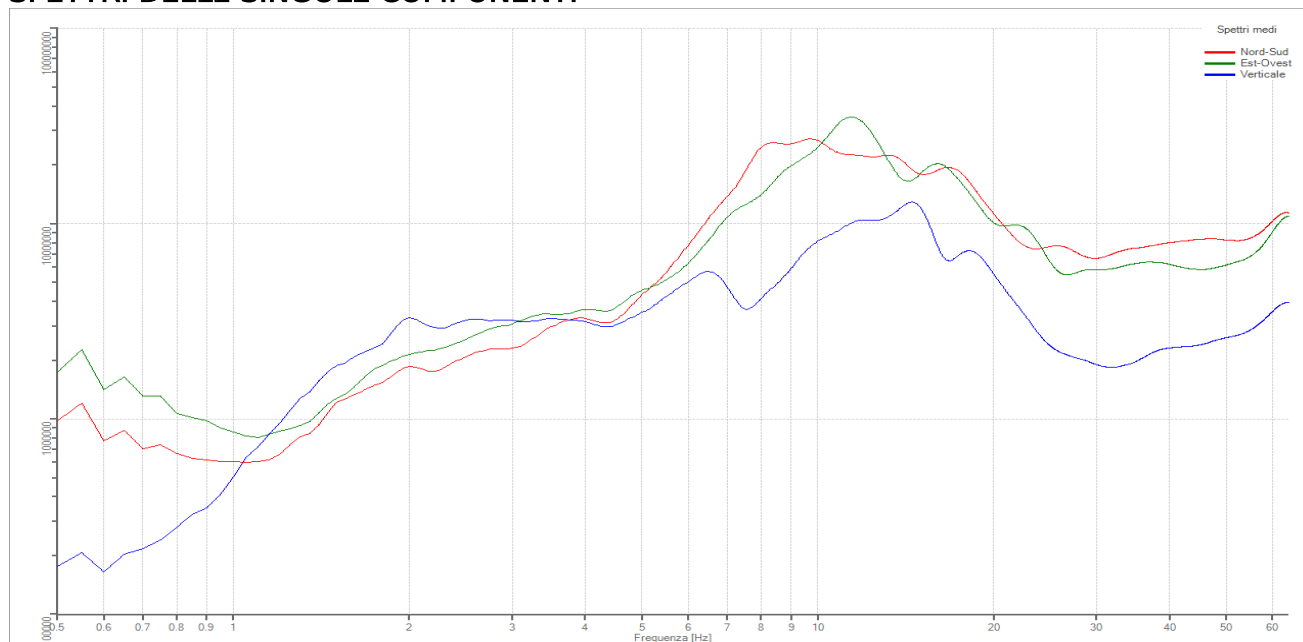


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Rapporto spettrale H/V

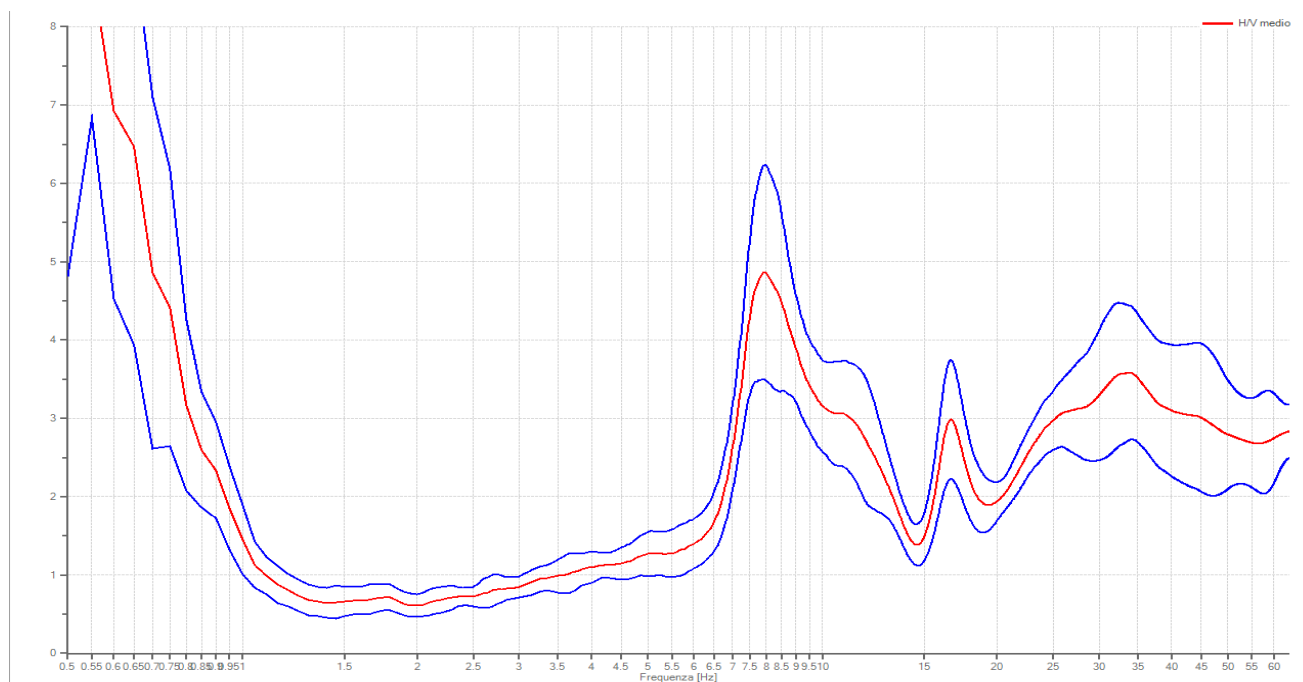
Dati riepilogativi:

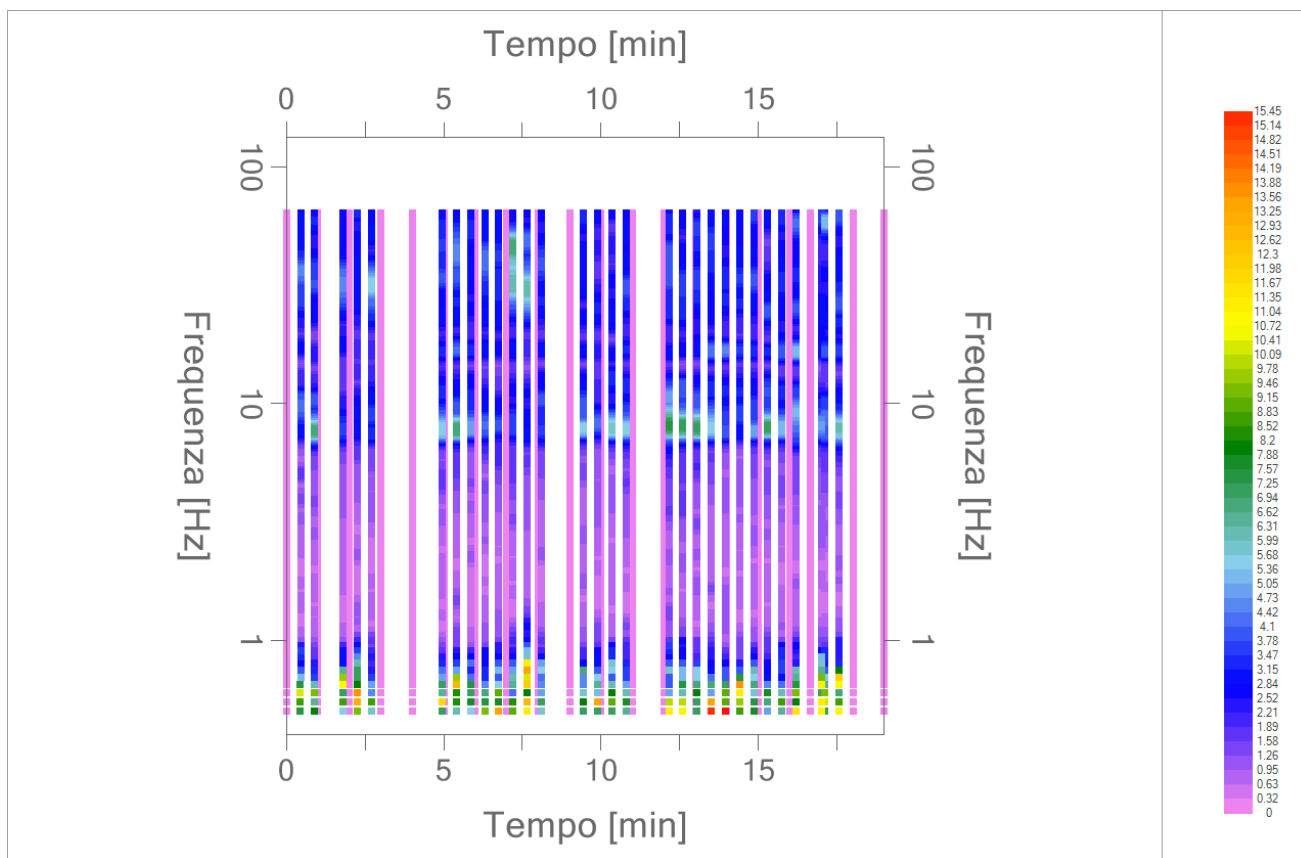
Frequenza massima: 64.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenza: 0.05 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

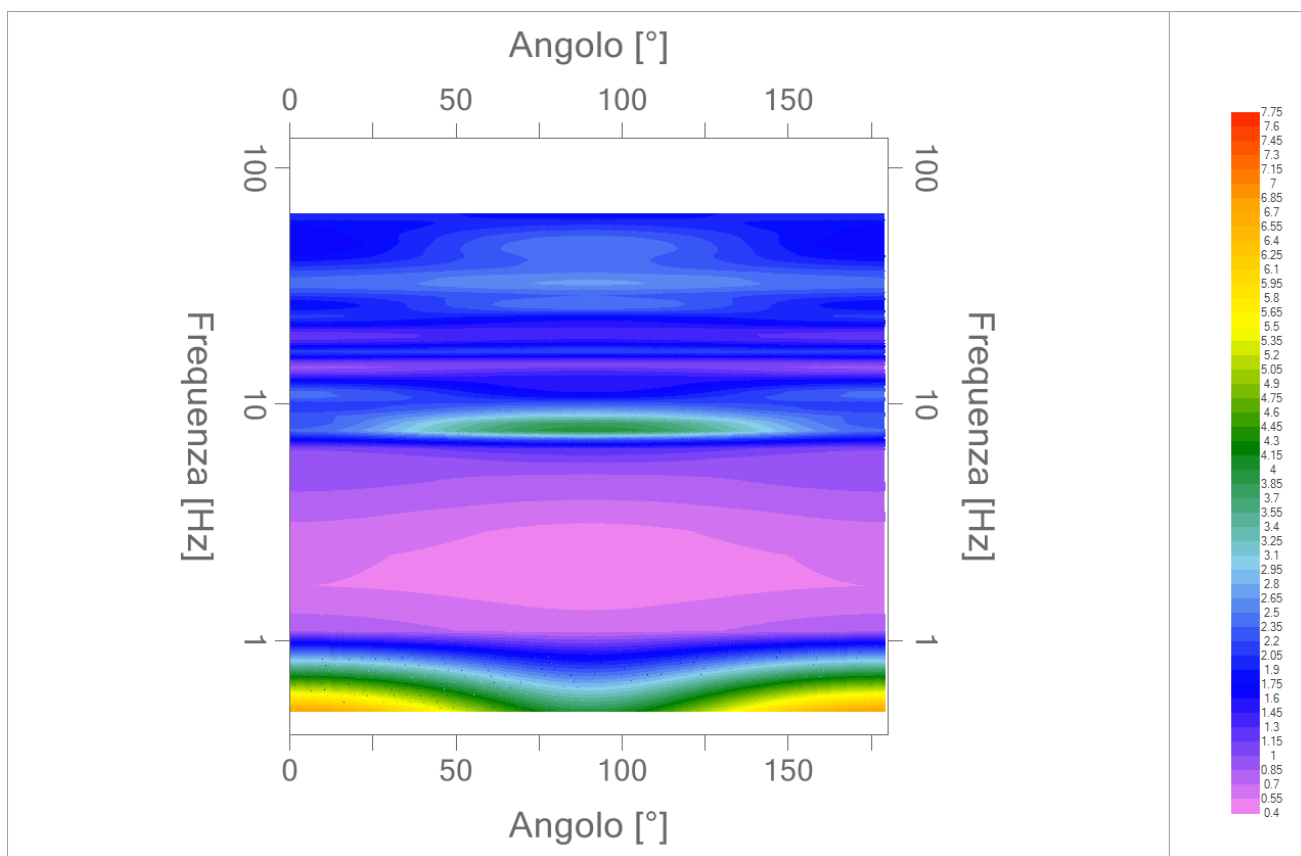
Frequenza del picco del rapporto H/V: 8.00 Hz ± 0.10 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mapa della stazionarietà degli spettri



Direzionalità H/V

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Cavriago
-----------	---

Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a 8.00 Hz ± 0.10 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 $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	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
σ_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 σ_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