



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

## Prove HVSR

Regione Emilia-Romagna  
Comune di Busseto



Regione Emilia-Romagna	<p>Soggetto realizzatore</p>  <p>ENGEO 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.ssa Geol. Alessandra Cantoni Dott. Geol. Andrea Conti Dott.ssa Geol. Melinda Raimondo</p>	<p>Data Maggio 2022</p> <p><b>MS3</b></p>
---------------------------	---	---



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

## PROVA HVSR 1

Comune Busseto	Località Busseto – Scuole medie	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 09.57
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSR 1	File B_1.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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		✓				25
	camion	✓					
	passanti	✓					
	altro .....	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	1 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

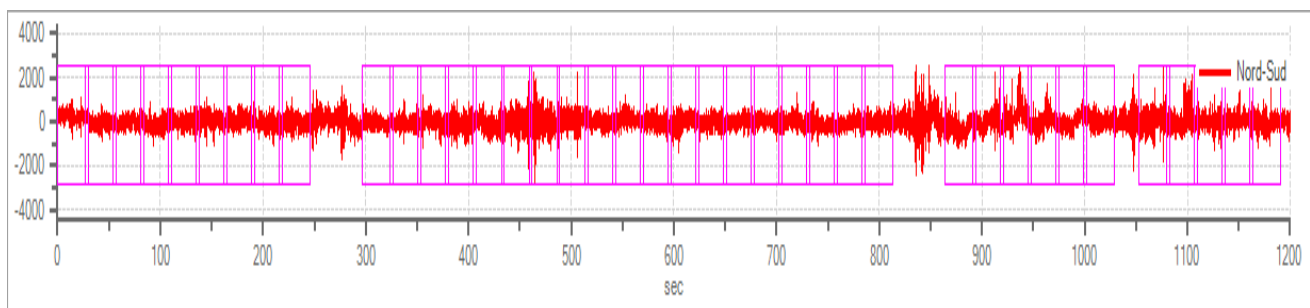
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

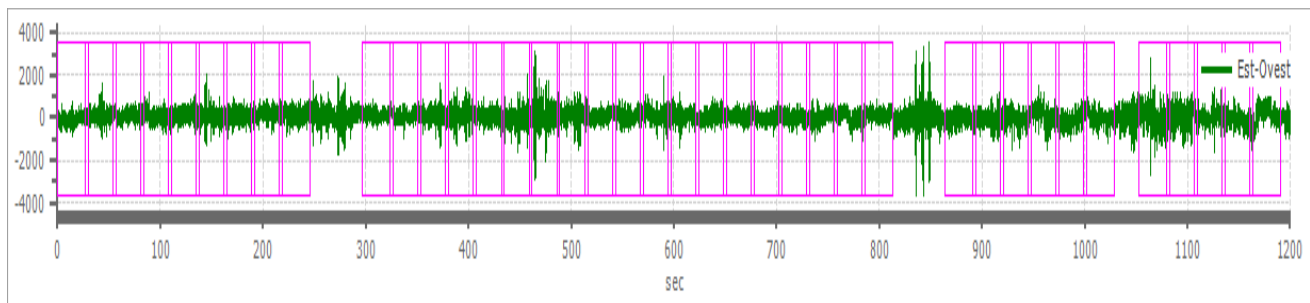
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 39  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 38  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

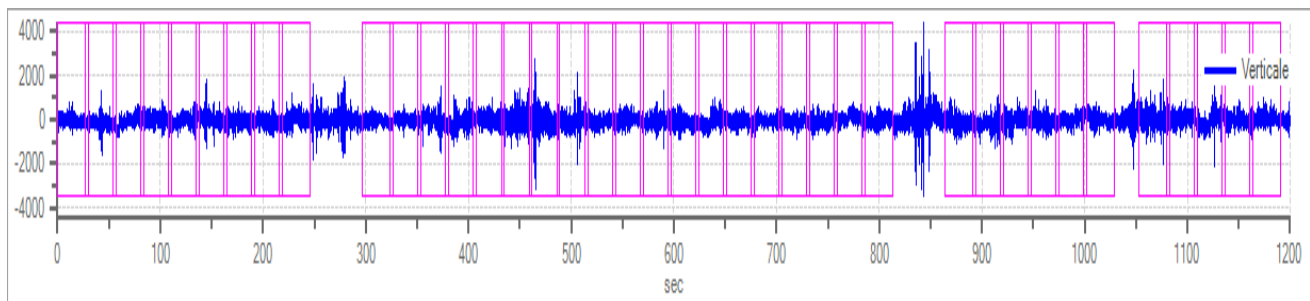
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



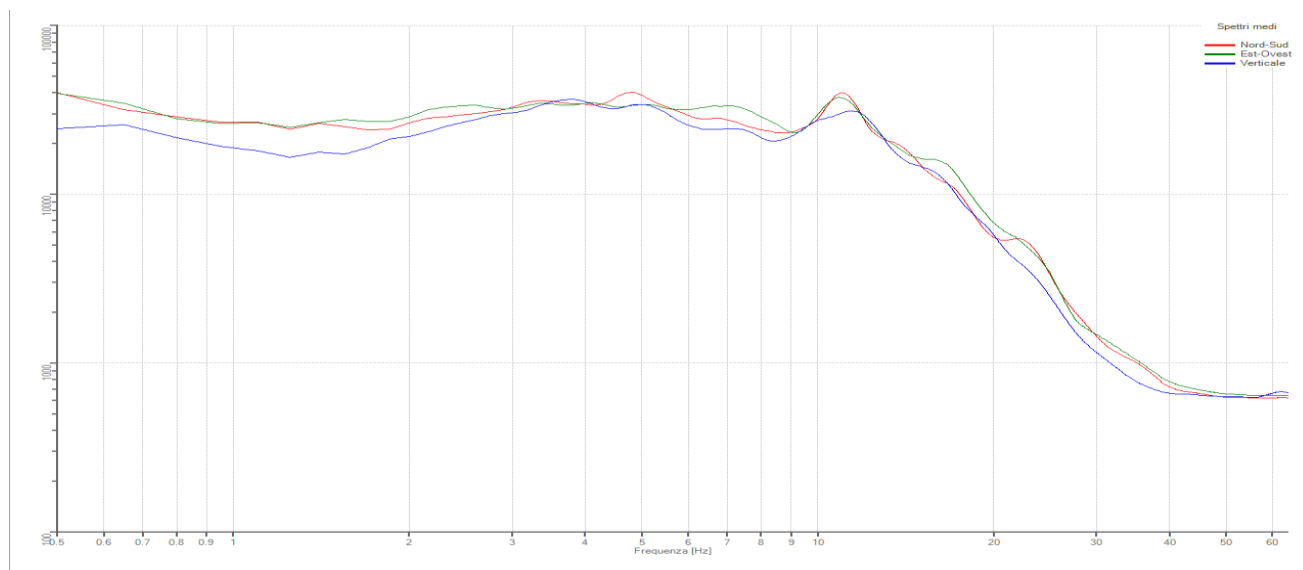
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

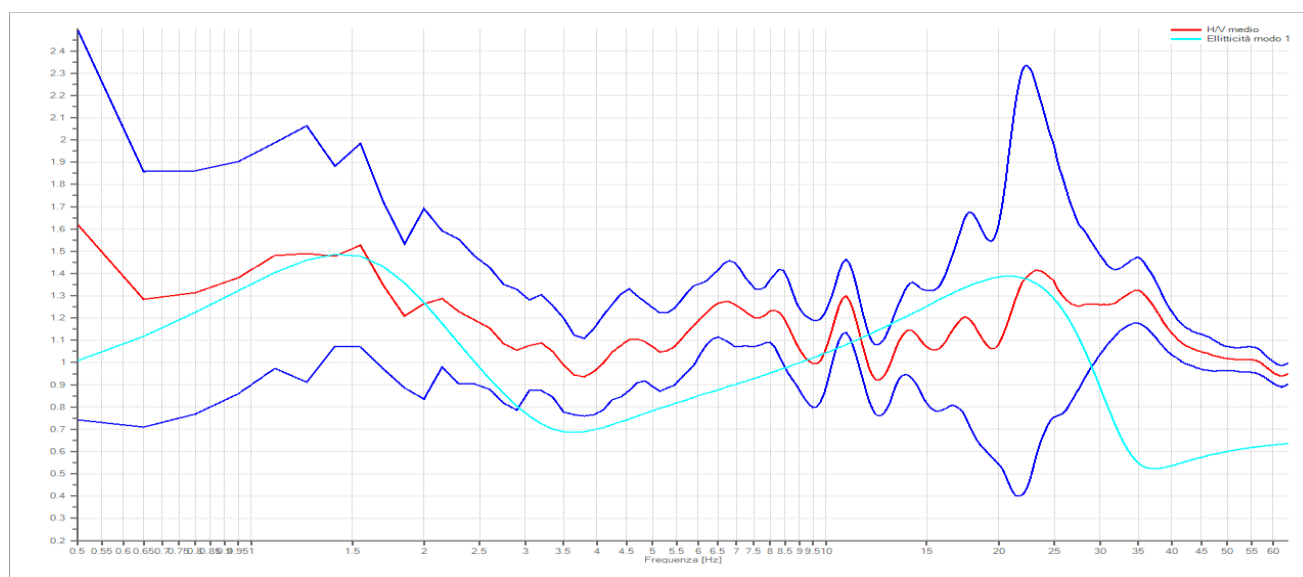
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

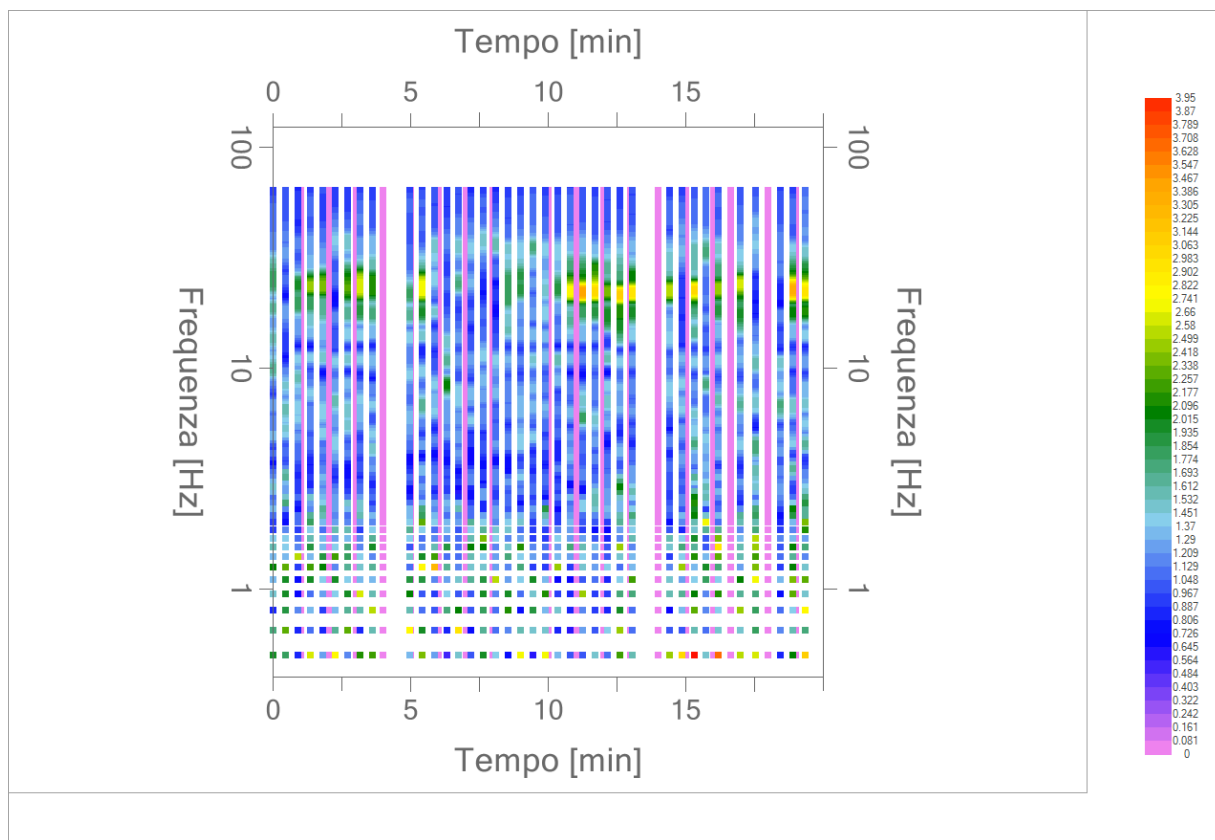
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $0.50 \text{ Hz} \pm 0.54 \text{ Hz}$

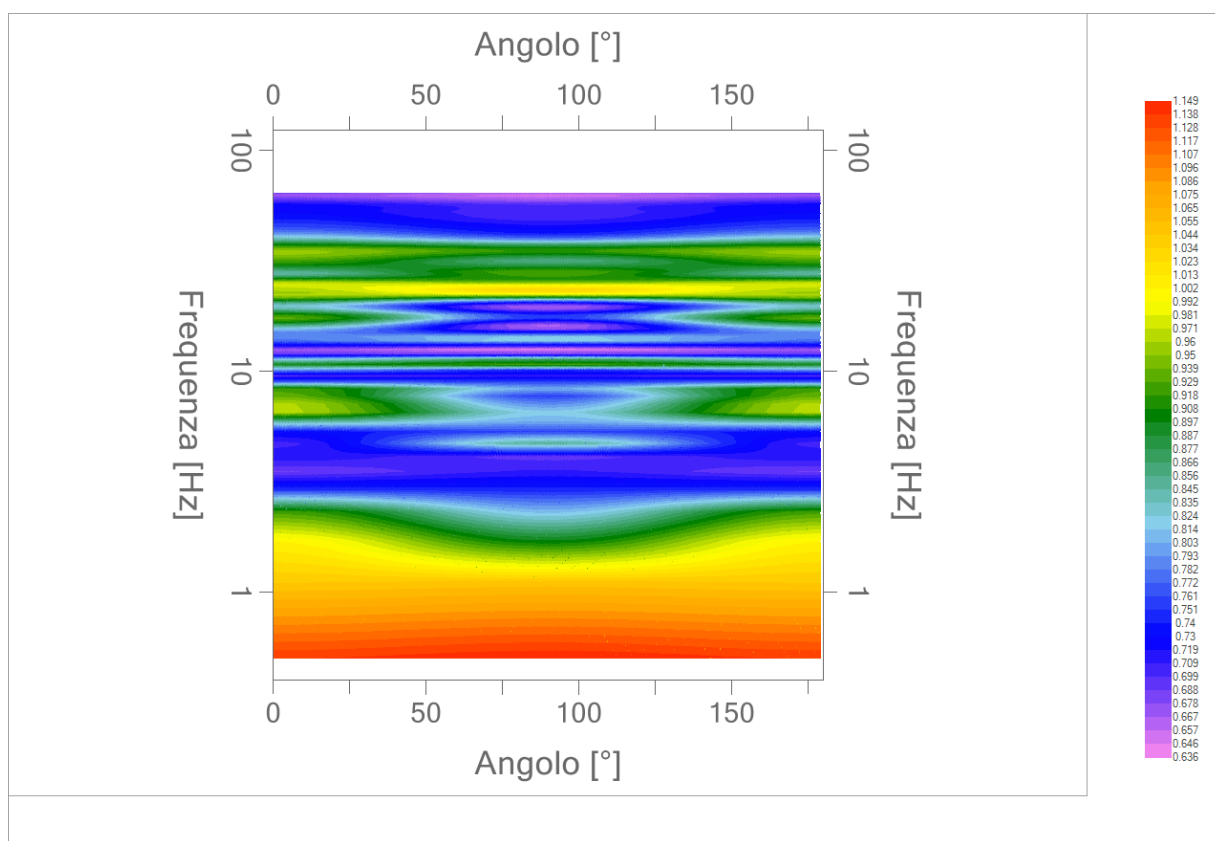
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

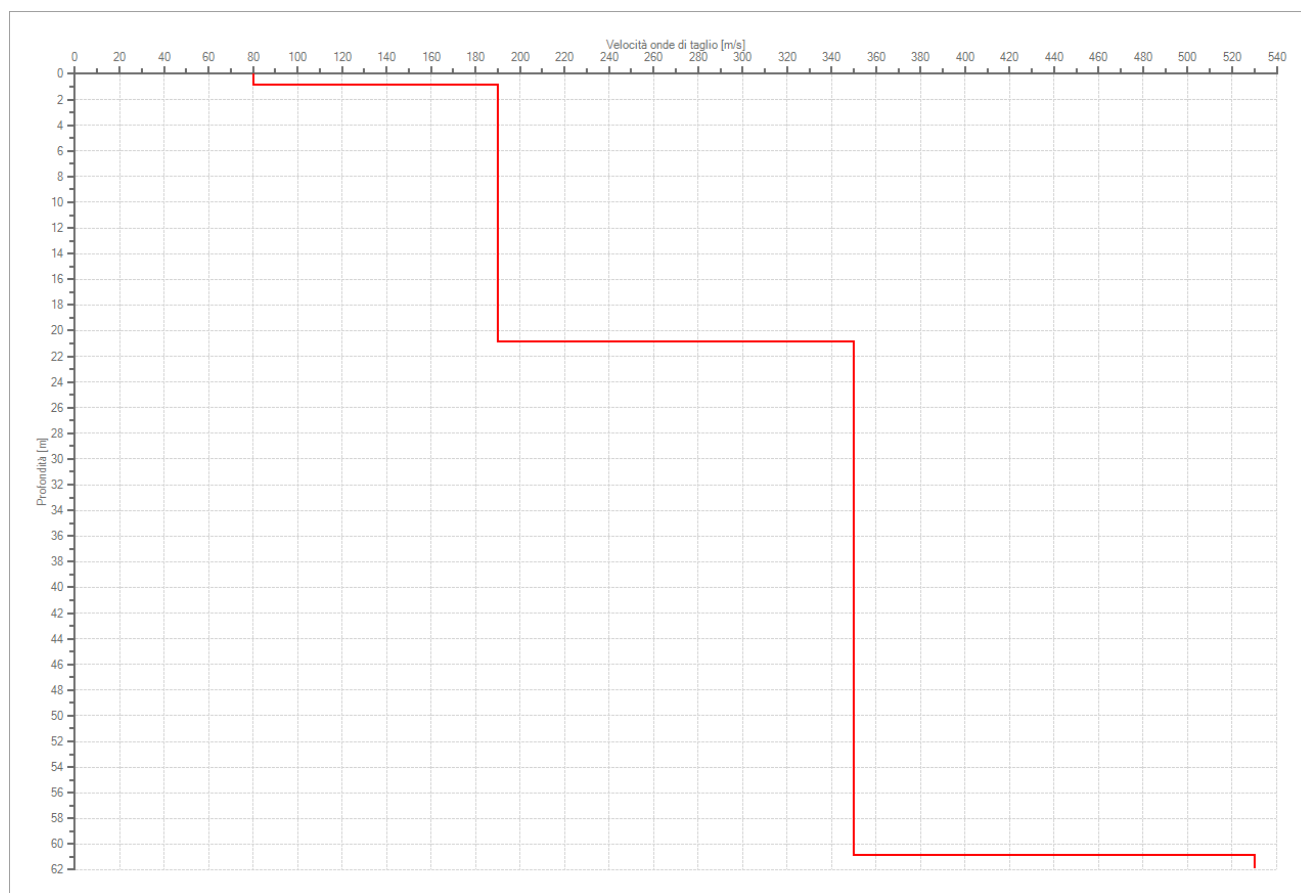
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 1.40 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 210.51 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	0.9	18	0.3	80
2	0.9	20	18	0.3	190
3	20.9	40	18	0.3	350
4	60.9	1	18	0.3	530



**PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO**

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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $0.50 \pm 0.54$  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
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	6 di 6



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

## PROVA HVSR 2

Comune Busseto	Località Busseto – Istituto comprensivo	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 17.24
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSR 2	File B_2.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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 type="checkbox"/> assenti	<input checked="" 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		✓				50
	camion	✓					
	passanti	✓					
	altro .....	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	1 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

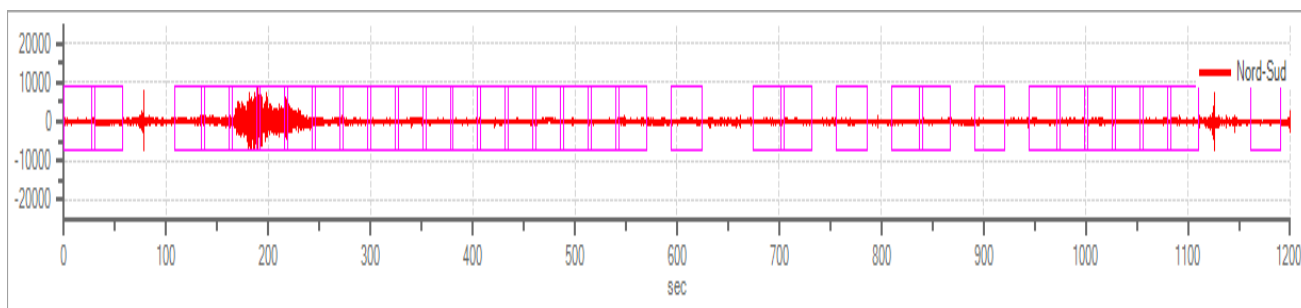
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

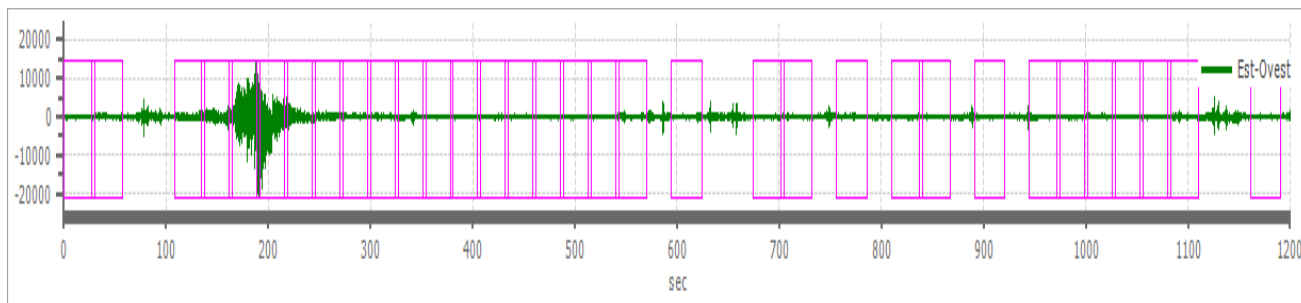
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 33  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 30  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

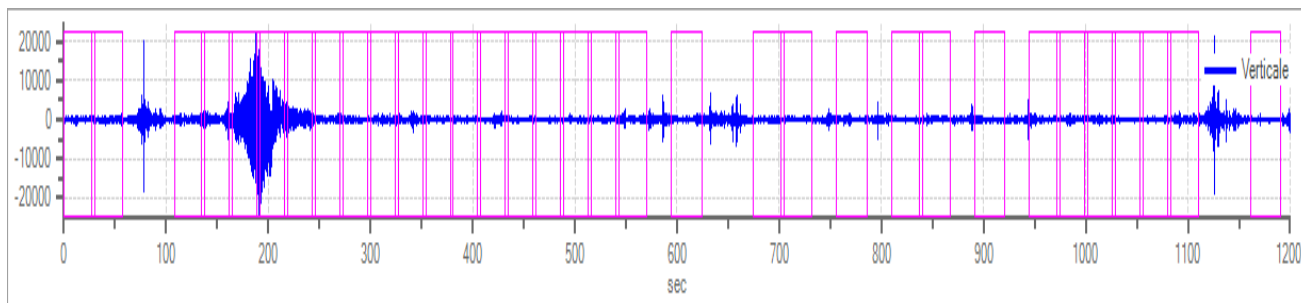
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



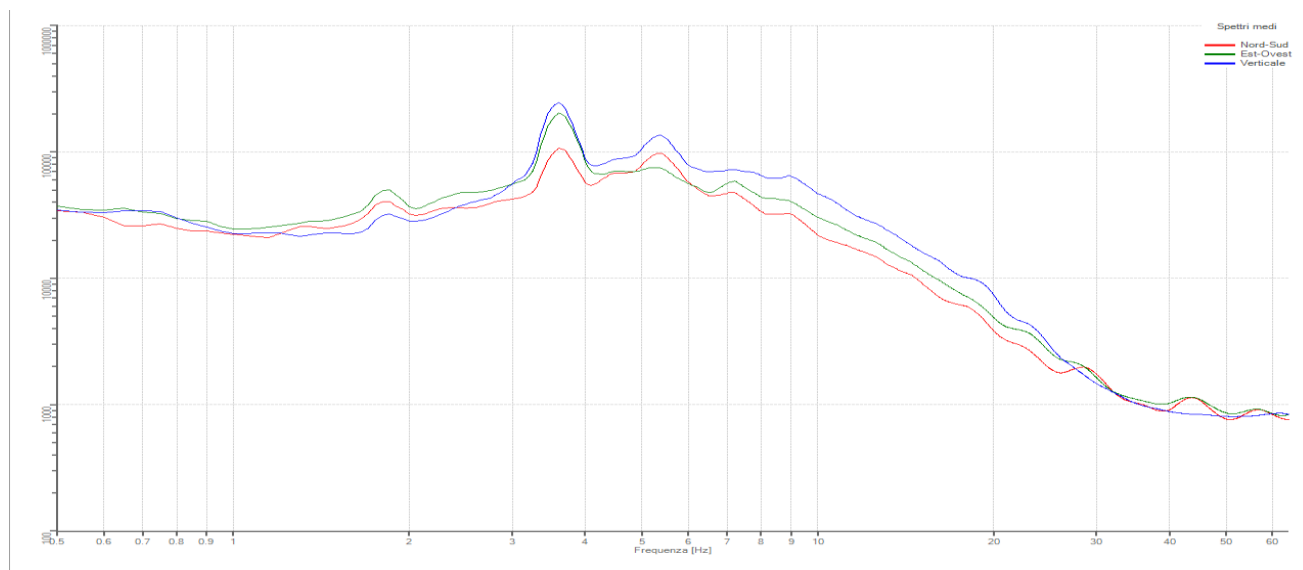
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

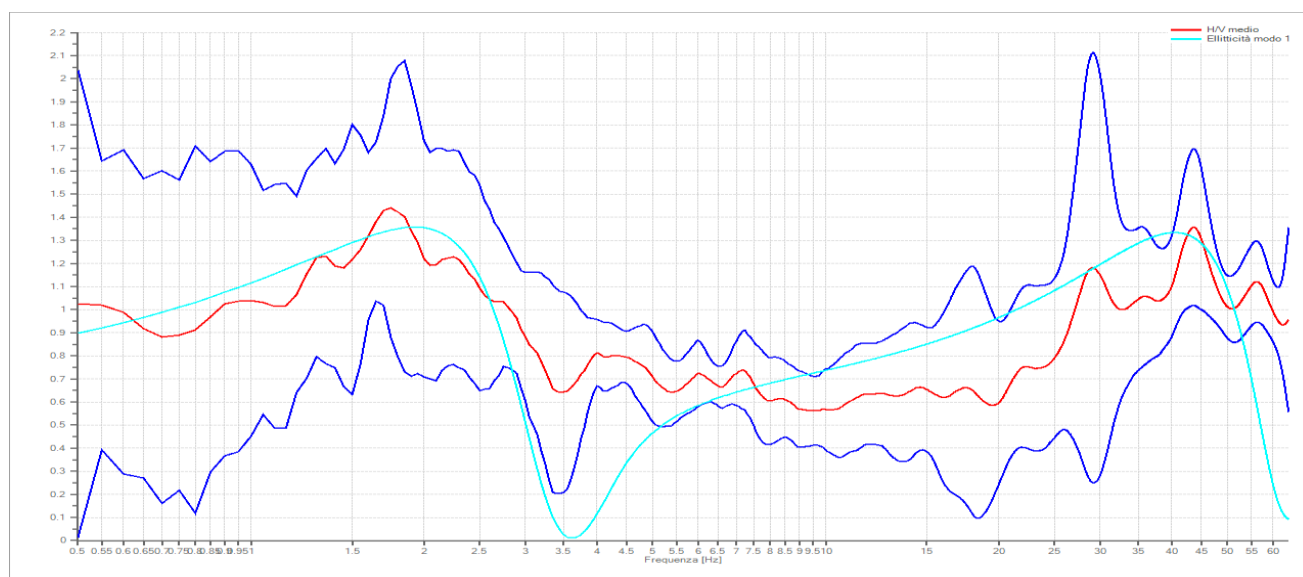
#### Dati riepilogativi:

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

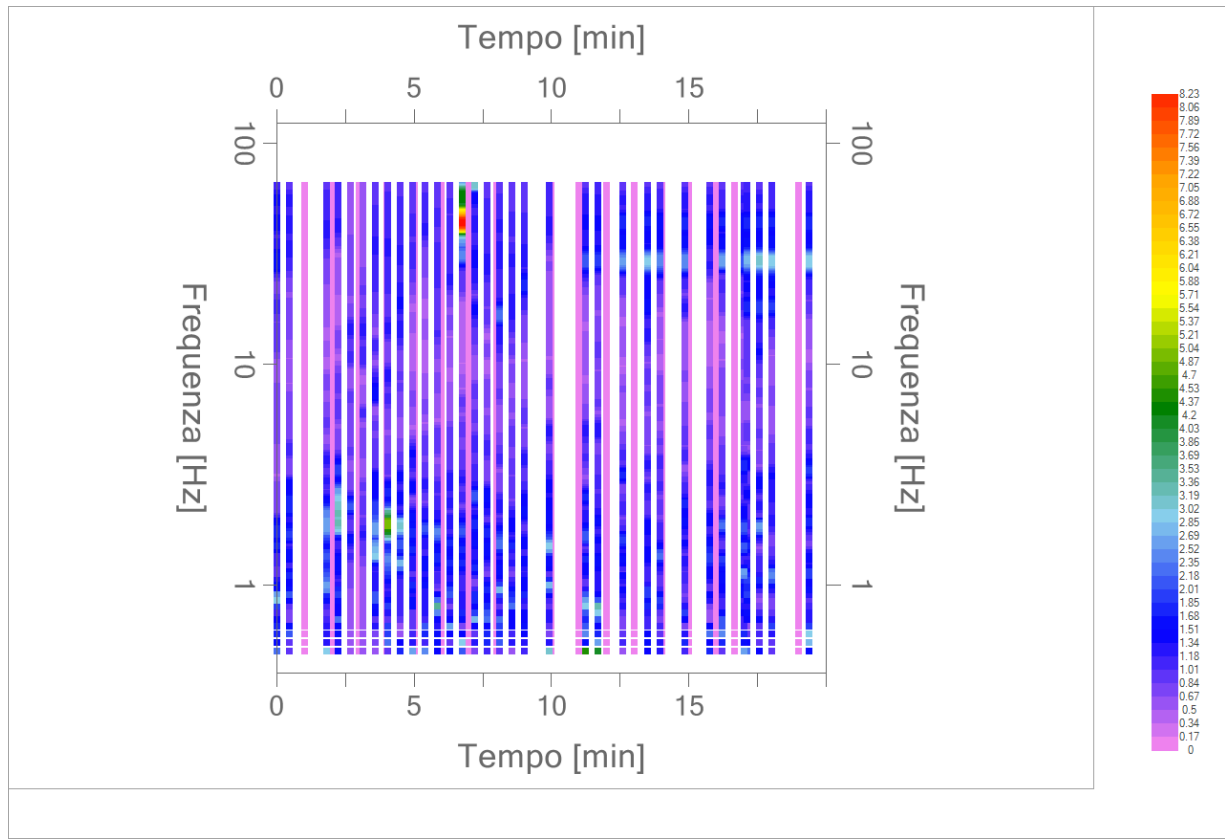
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $1.75 \text{ Hz} \pm 0.39 \text{ Hz}$

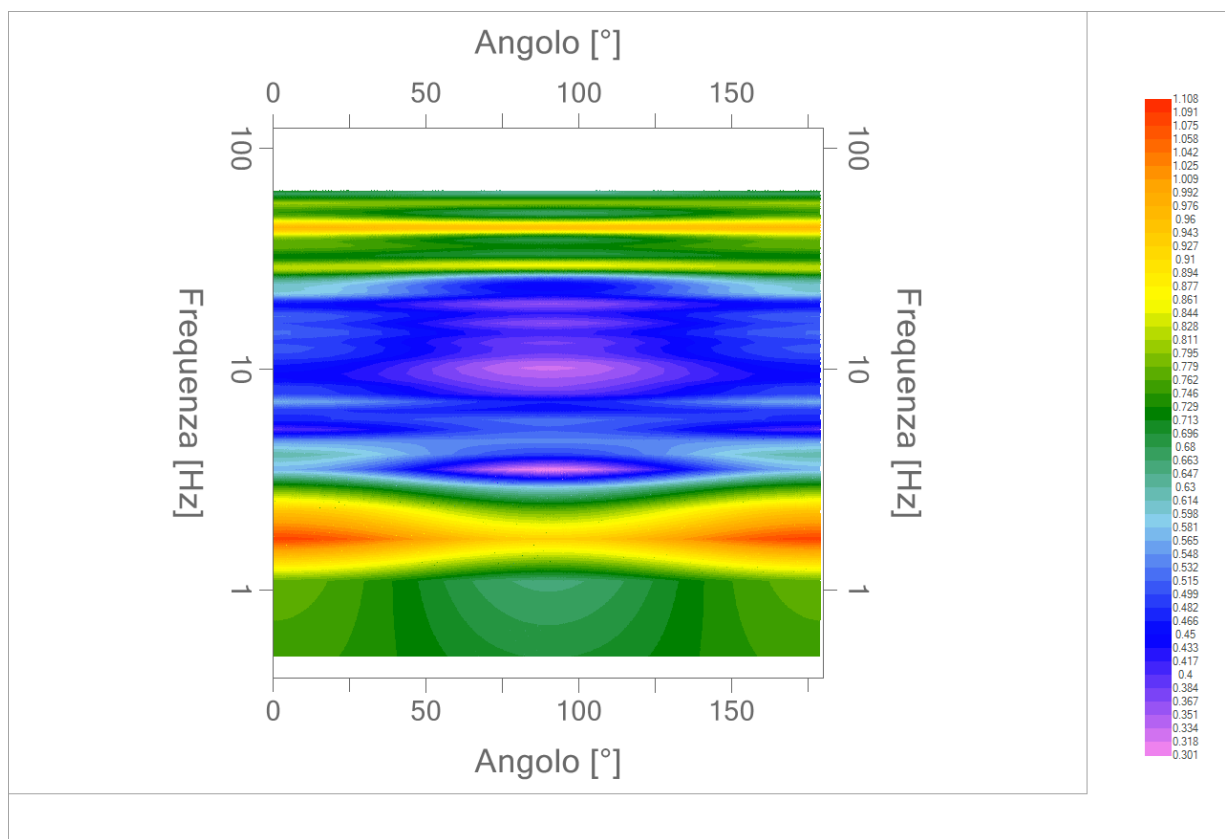
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

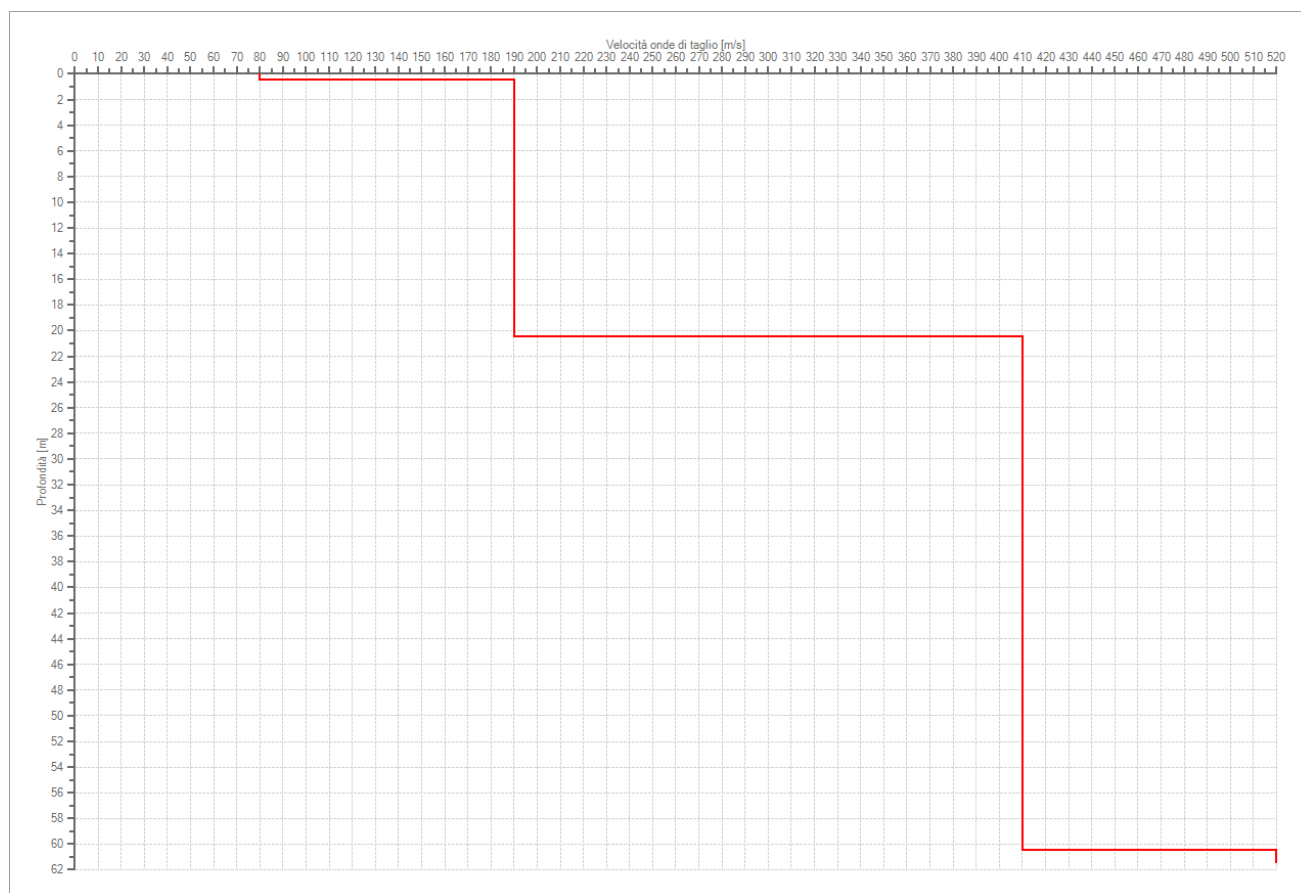
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 1.95 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 222.74 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	0.5	18	0.42	80
2	0.5	20	19	0.48	190
3	20.5	40	20	0.48	410
4	60.5	1	18	0.3	520



**PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO**

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $1.75 \pm 0.39$  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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

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

## PROVA HVSR 3

Comune Busseto	Località Busseto – Conad	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 10.30
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSR 3	File B_3.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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				✓		15
	camion				✓		15
	passanti	✓					
	altro .....	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	1 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

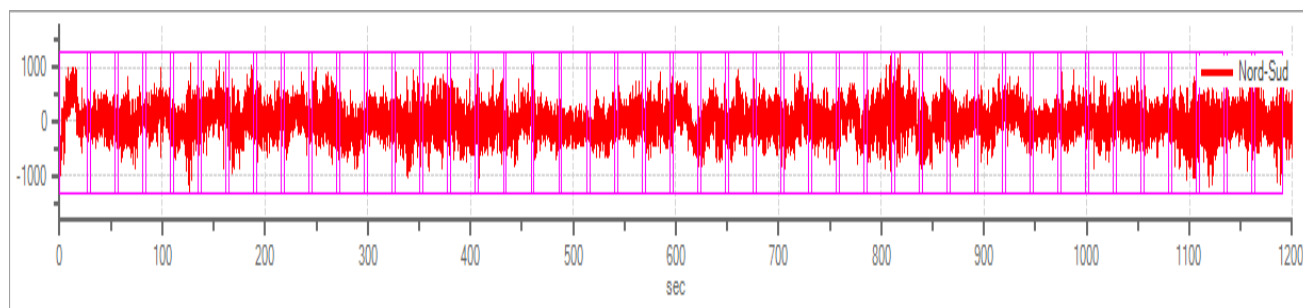
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

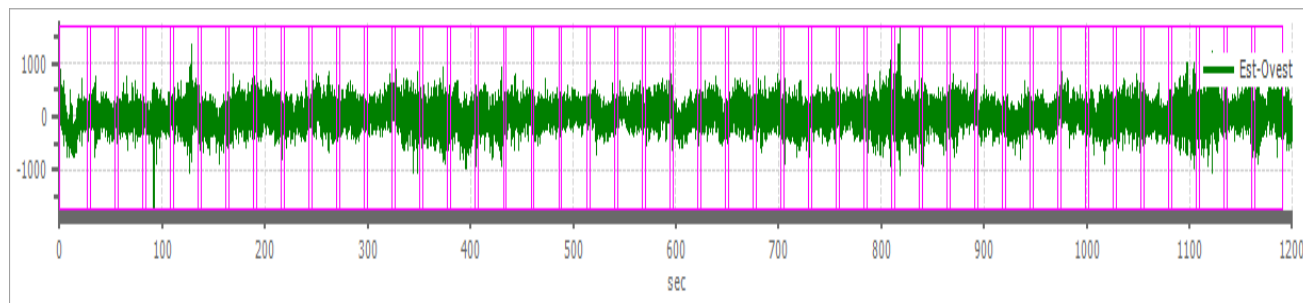
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 44  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 43  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

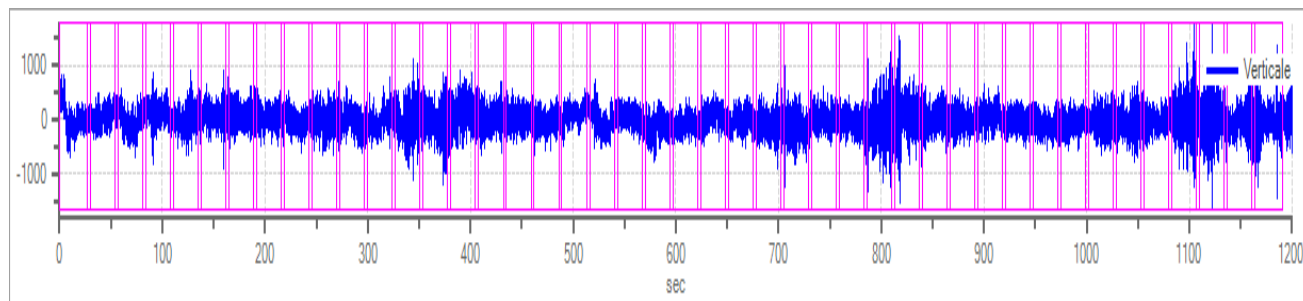
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

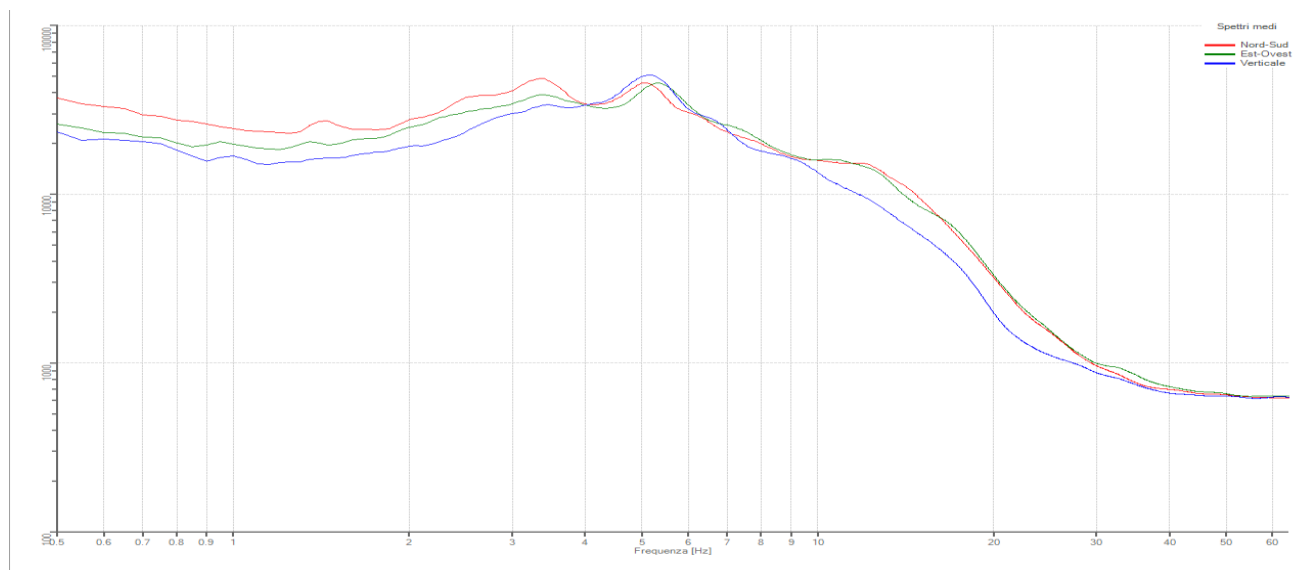


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

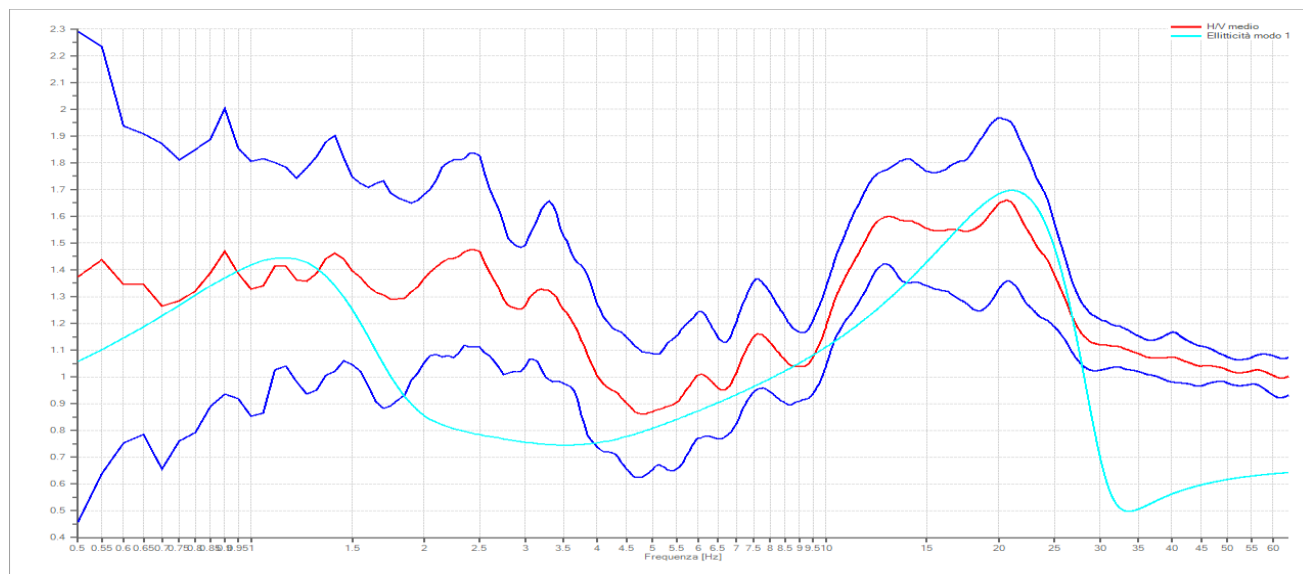
#### Dati riepilogativi:


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:

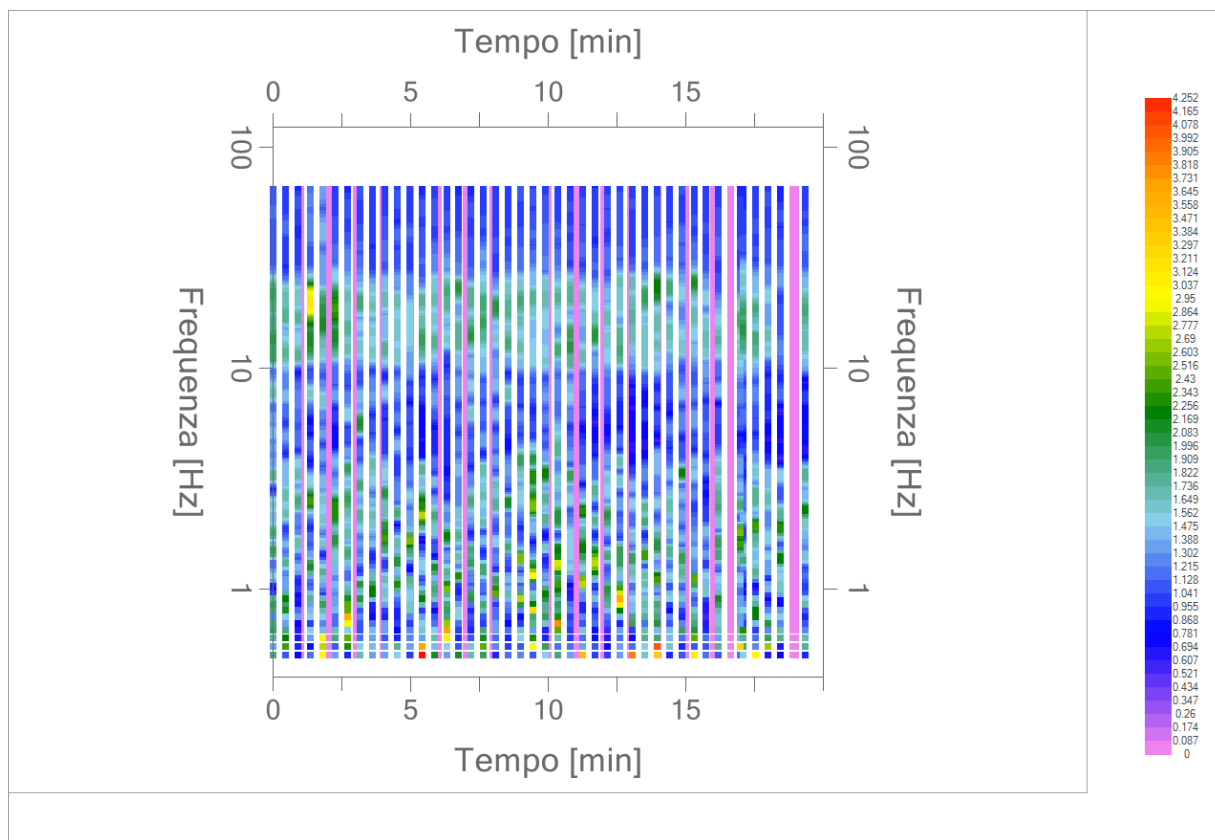
Frequenza del picco del rapporto H/V: 20.65 Hz  $\pm$  0.18 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale

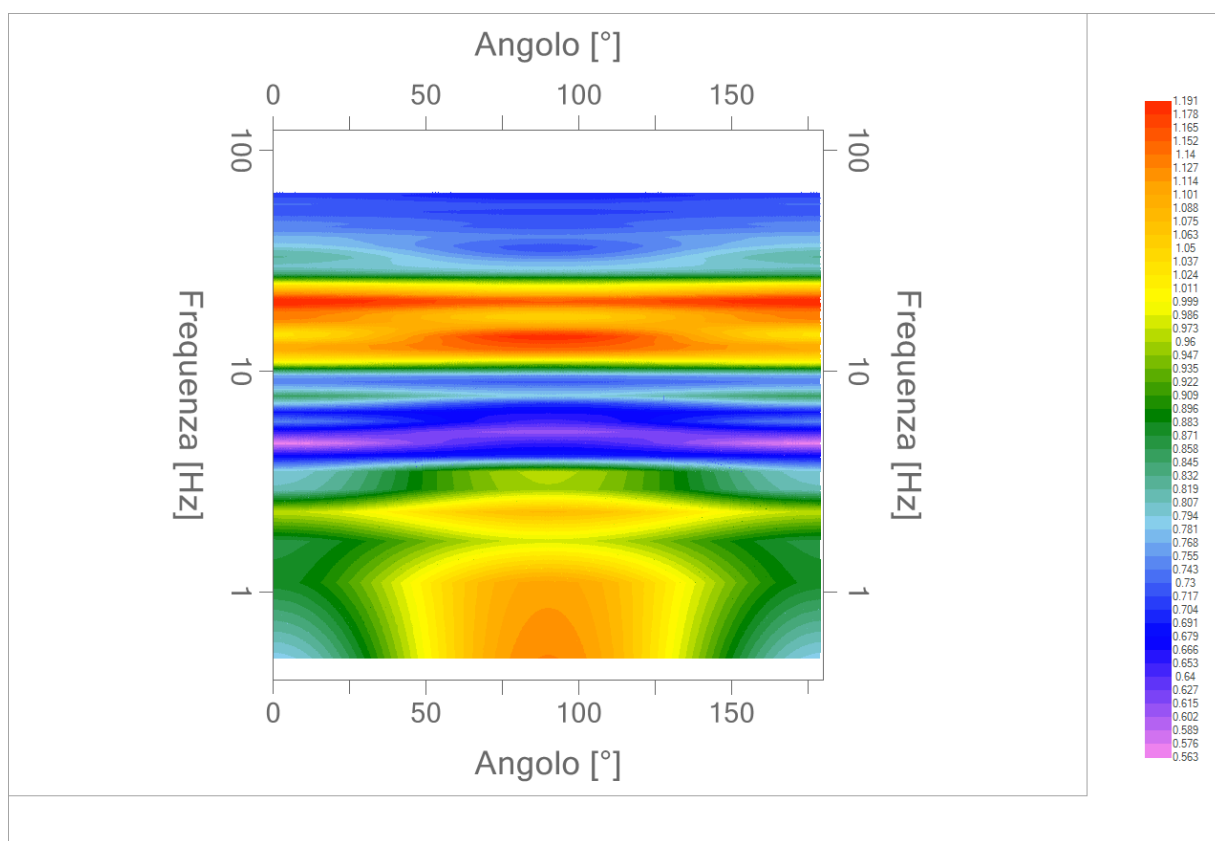


 <b>ENGEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	3 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

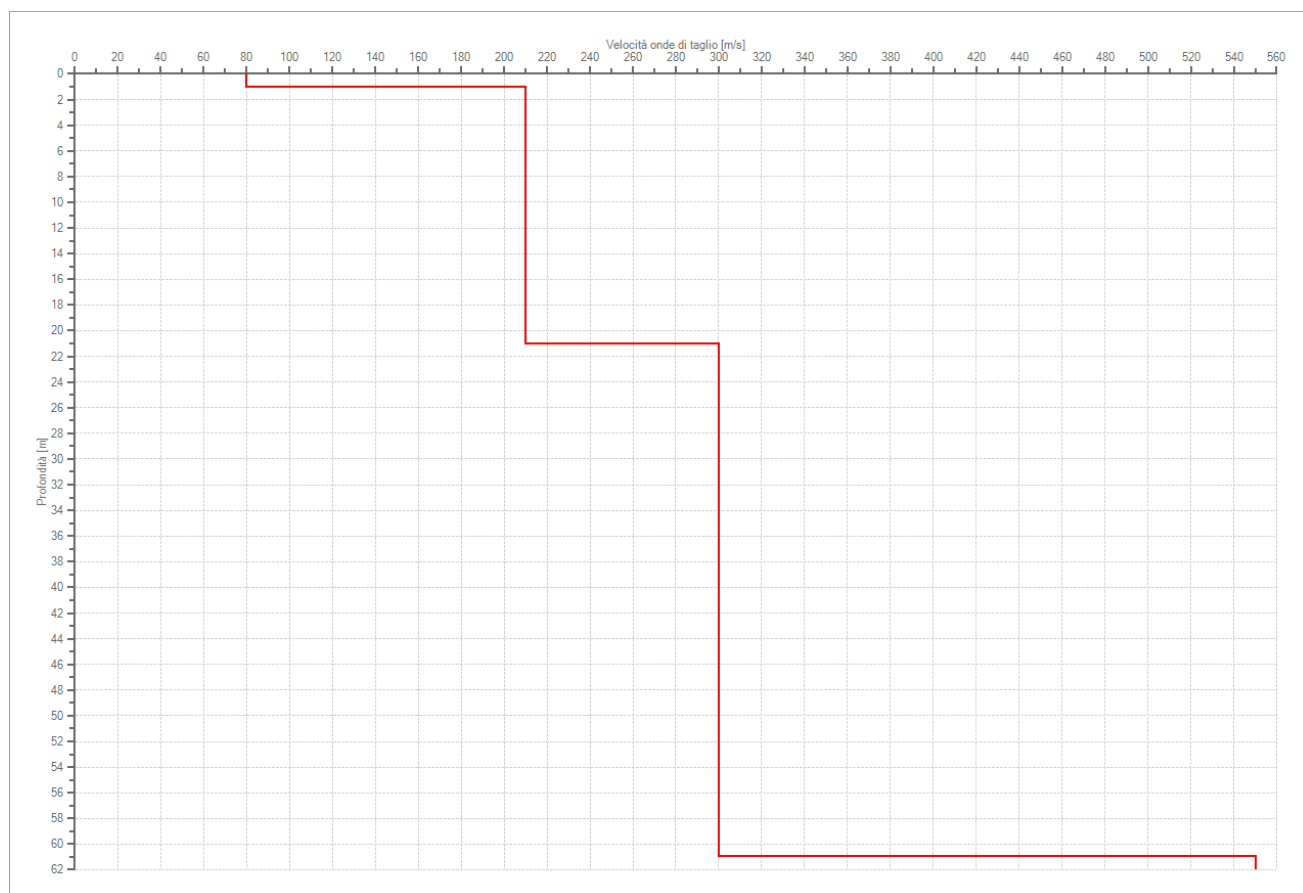
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 21.10 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 217.80 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	1	18	0.3	80
2	1	20	18	0.3	210
3	21	40	18	0.3	300
4	61	1	18	0.3	550



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $20.65 \pm 0.18$  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
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	6 di 6

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

## PROVA HVSR 4

Comune Busseto	Località Roncole Verdi – Casa natale di Giuseppe Verdi	
Cantiere MS3 Busseto	Data 01/03/2022	Ora 09.56
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSR 4	File B 4.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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 type="checkbox"/> assenti		<input checked="" type="checkbox"/> presenti: sottoservizi	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input 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			✓			10
	camion		✓				10
	passanti	✓					
	altro .....	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO</b> s.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	1 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

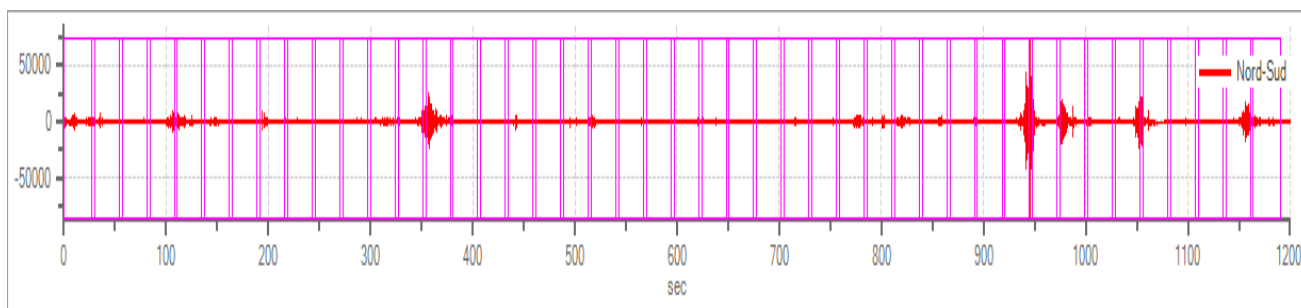
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

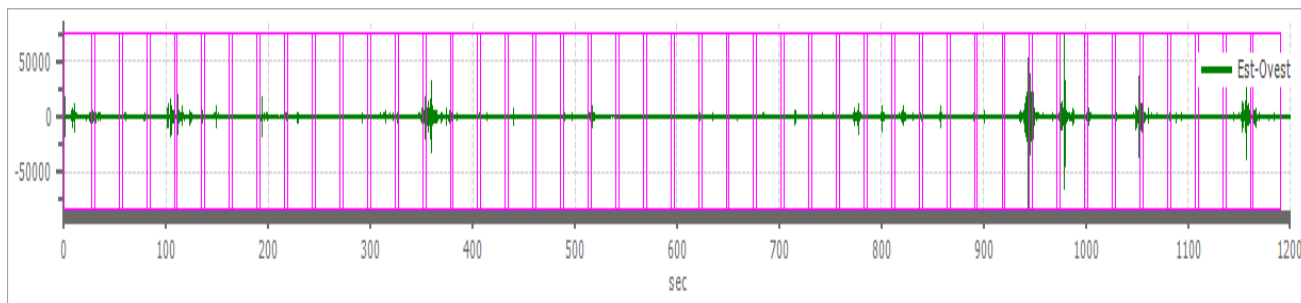
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 44  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 38  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

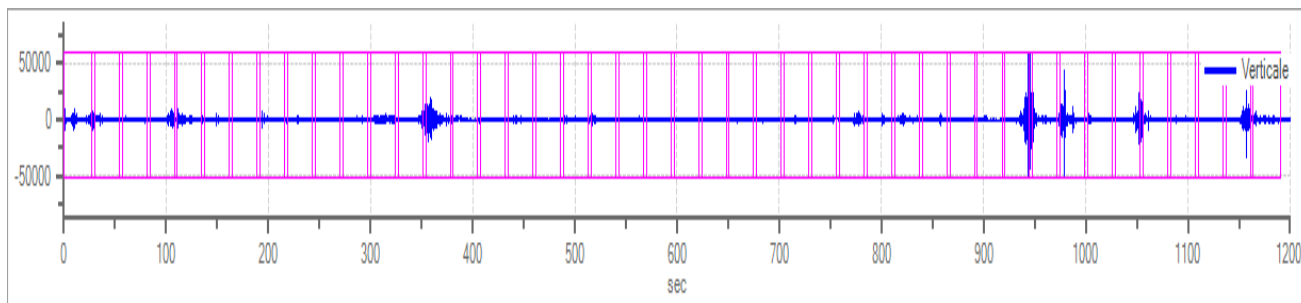
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



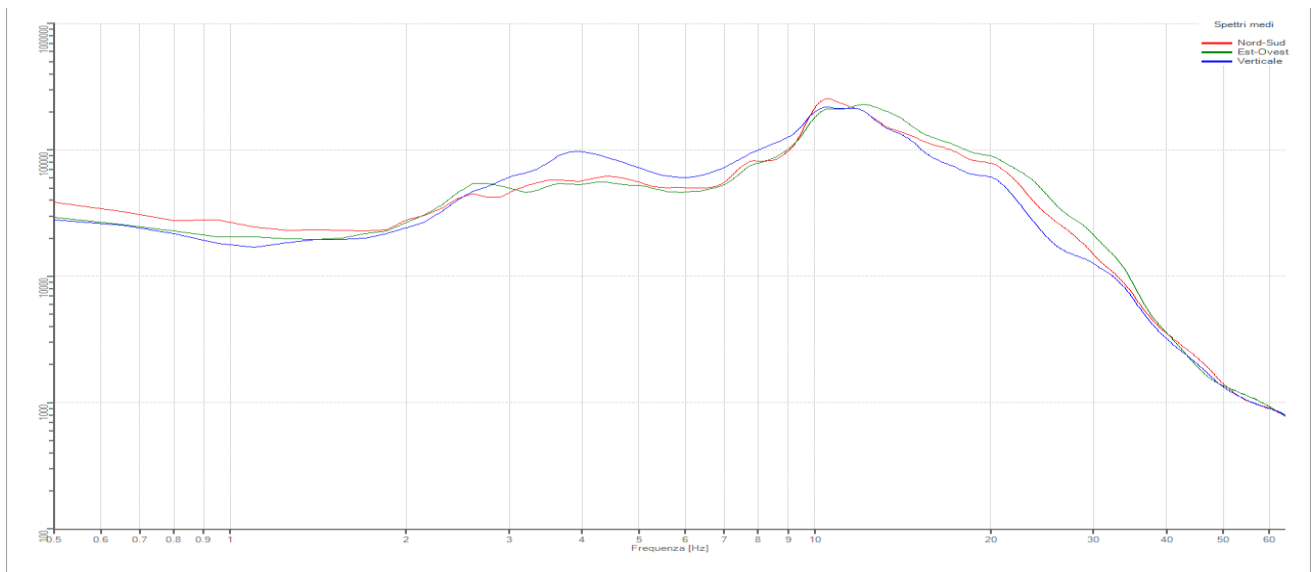
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

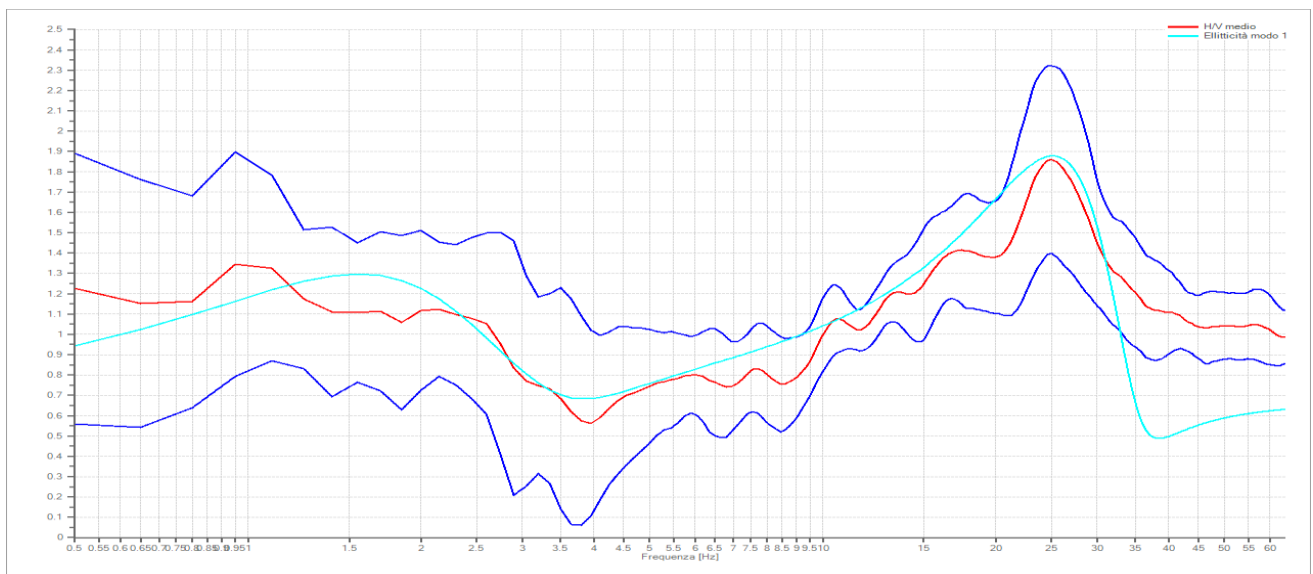
#### Dati riepilogativi:


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:

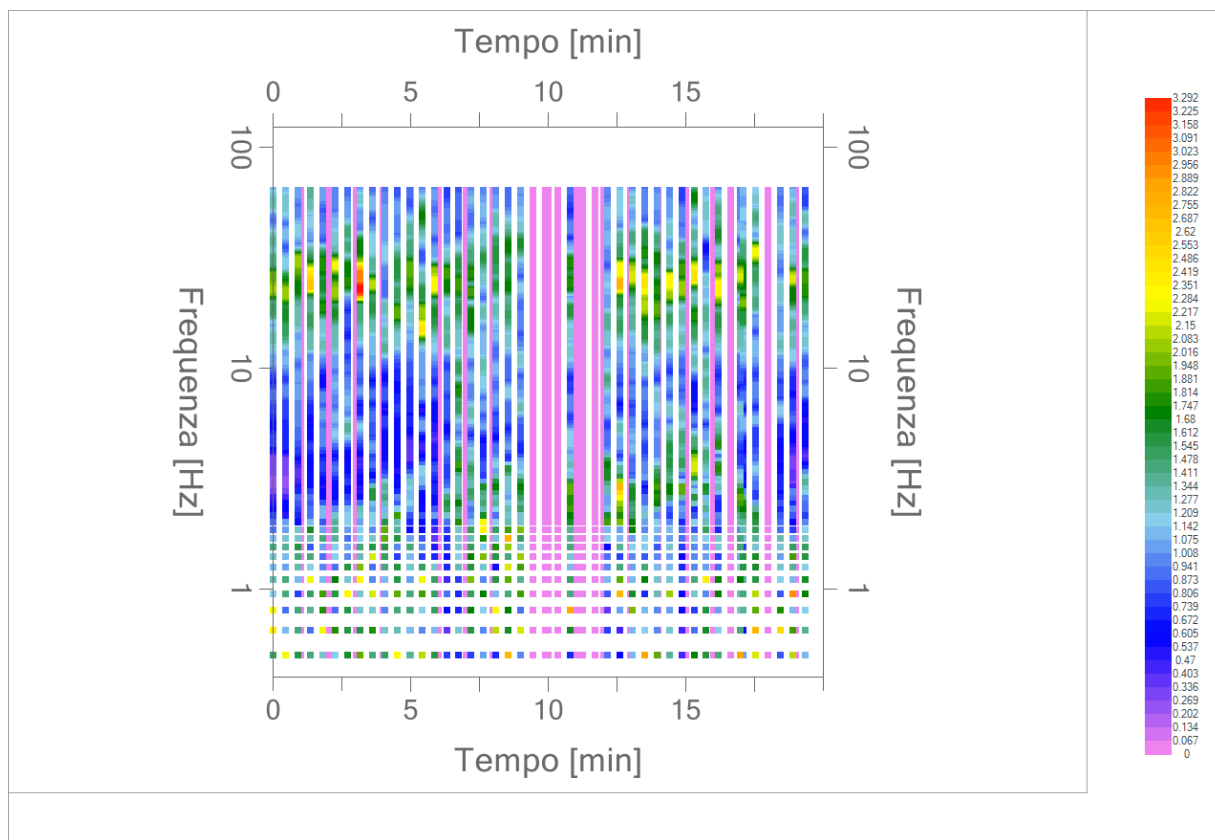
Frequenza del picco del rapporto H/V: 24.65 Hz  $\pm$  0.25 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale

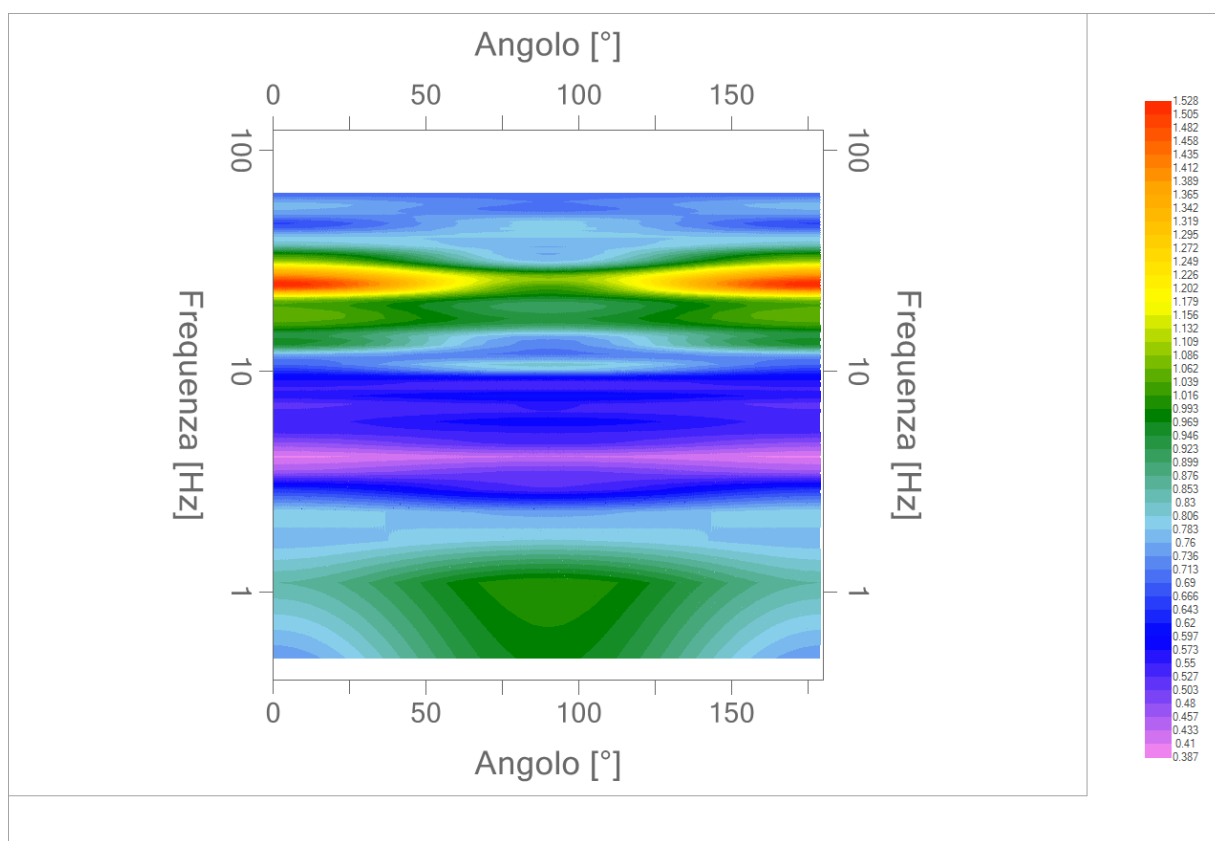


 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	3 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

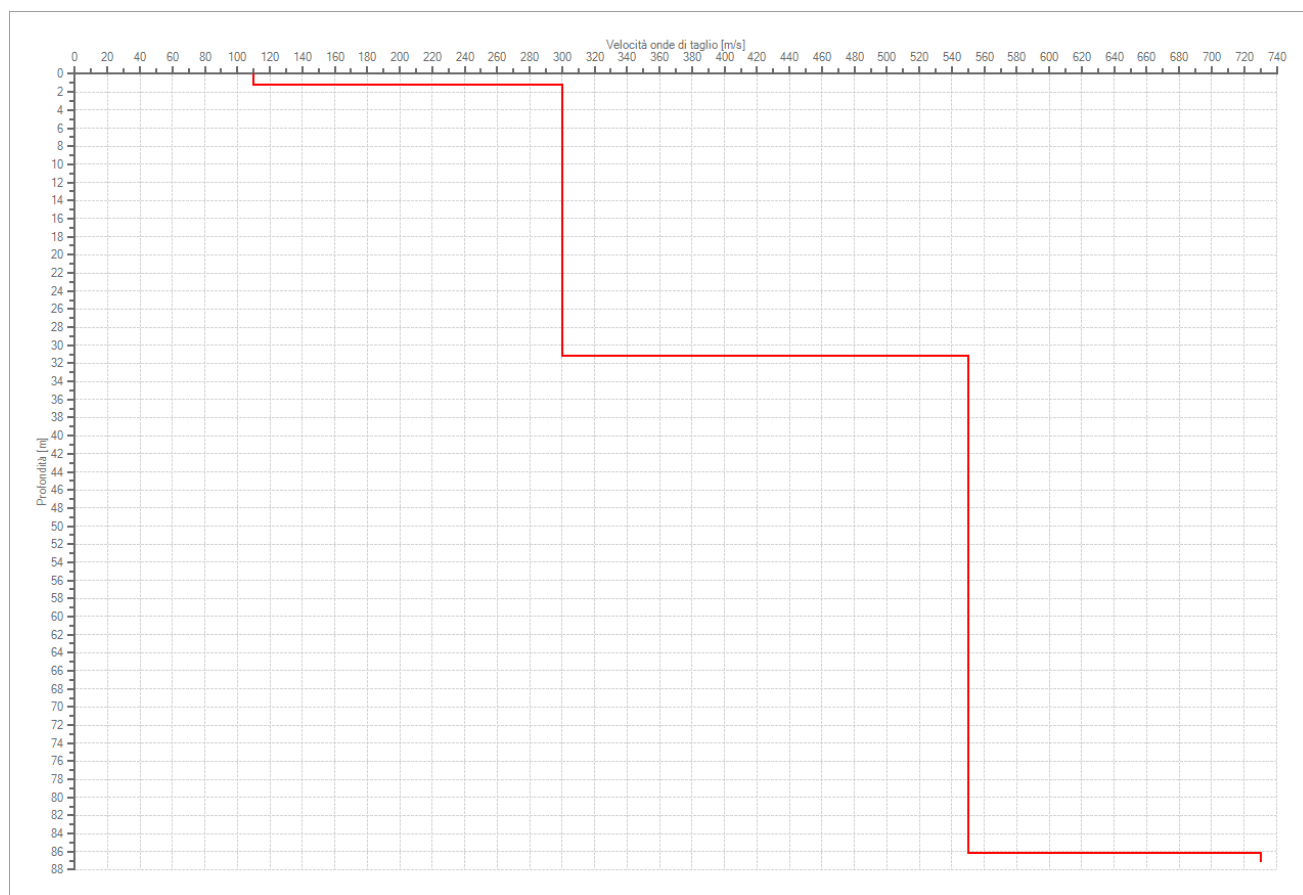
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 25.10 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 280.61 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	1.2	18	0.3	110
2	1.2	30	18	0.3	300
3	31.2	55	18	0.3	550
1	0	1.2	18	0.3	110



**PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO**

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $24.95 \pm 0.25$  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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	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.

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

## PROVA HVSR 5

Comune Busseto	Località San Rocco	
Cantiere MS3 Busseto	Data 01/03/2022	Ora 15.03
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSR 5	File B_5.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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 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		✓				25
	camion	✓					
	passanti		✓				25
	altro .....	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO</b> s.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	1 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

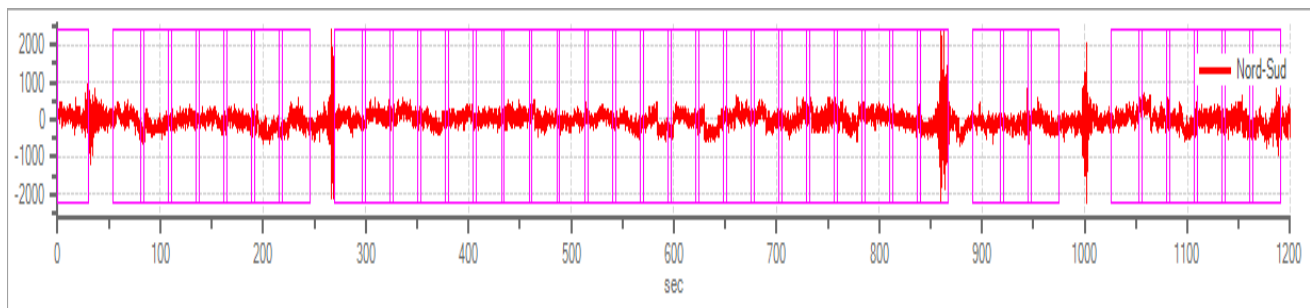
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

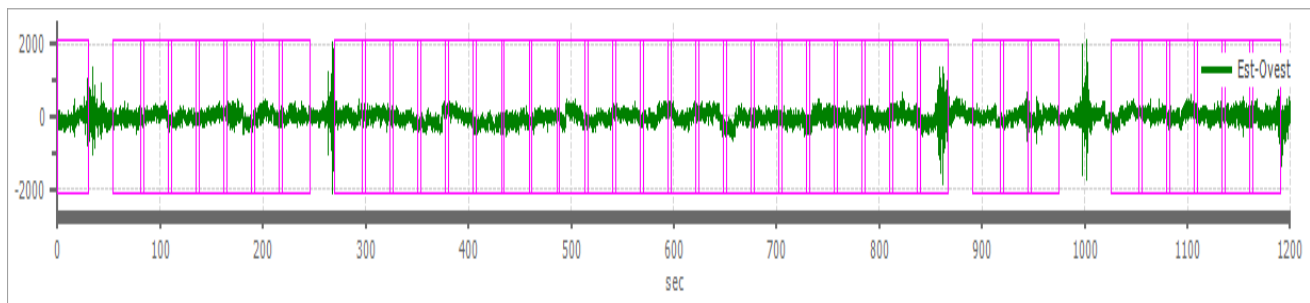
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 39  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 36  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

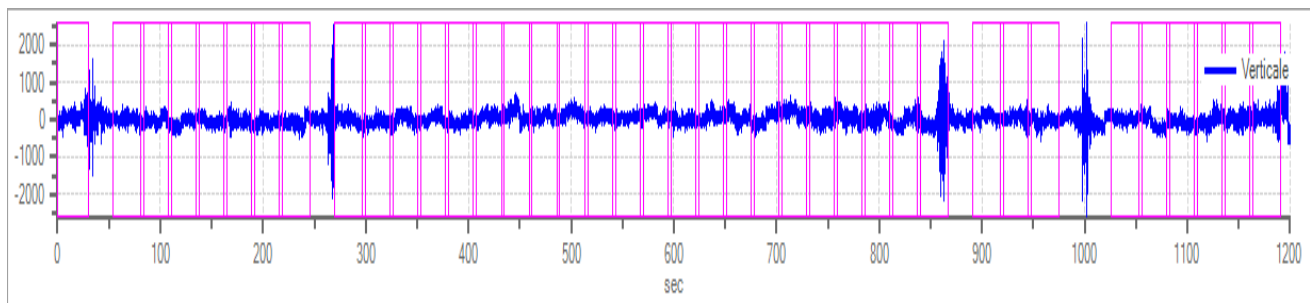
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



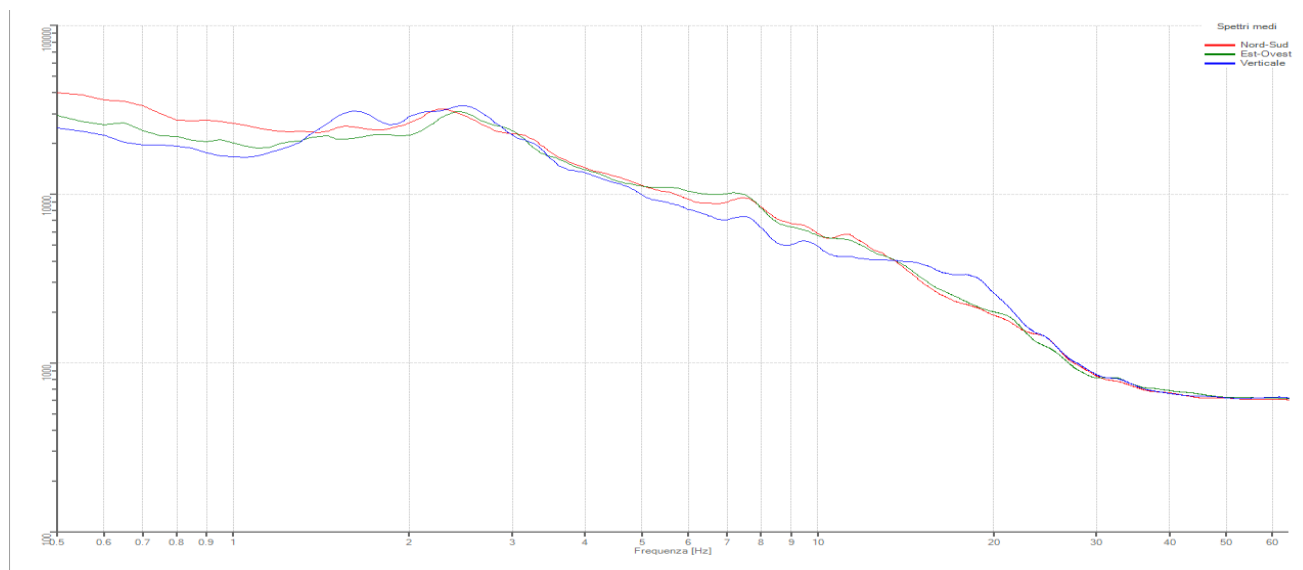
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

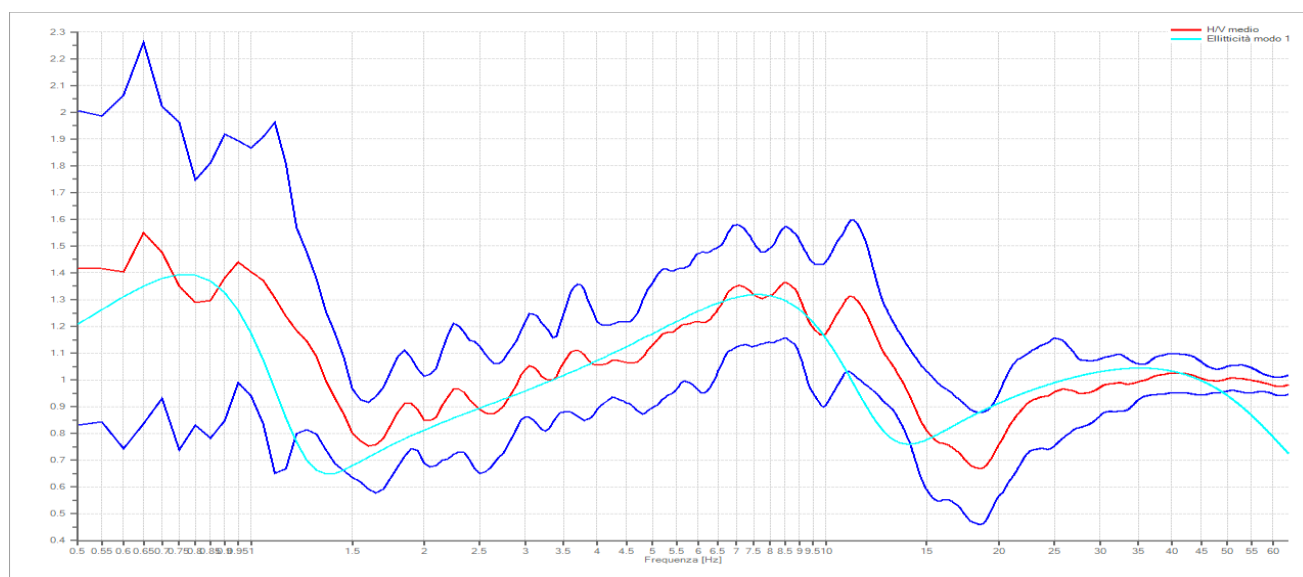
#### Dati riepilogativi:

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

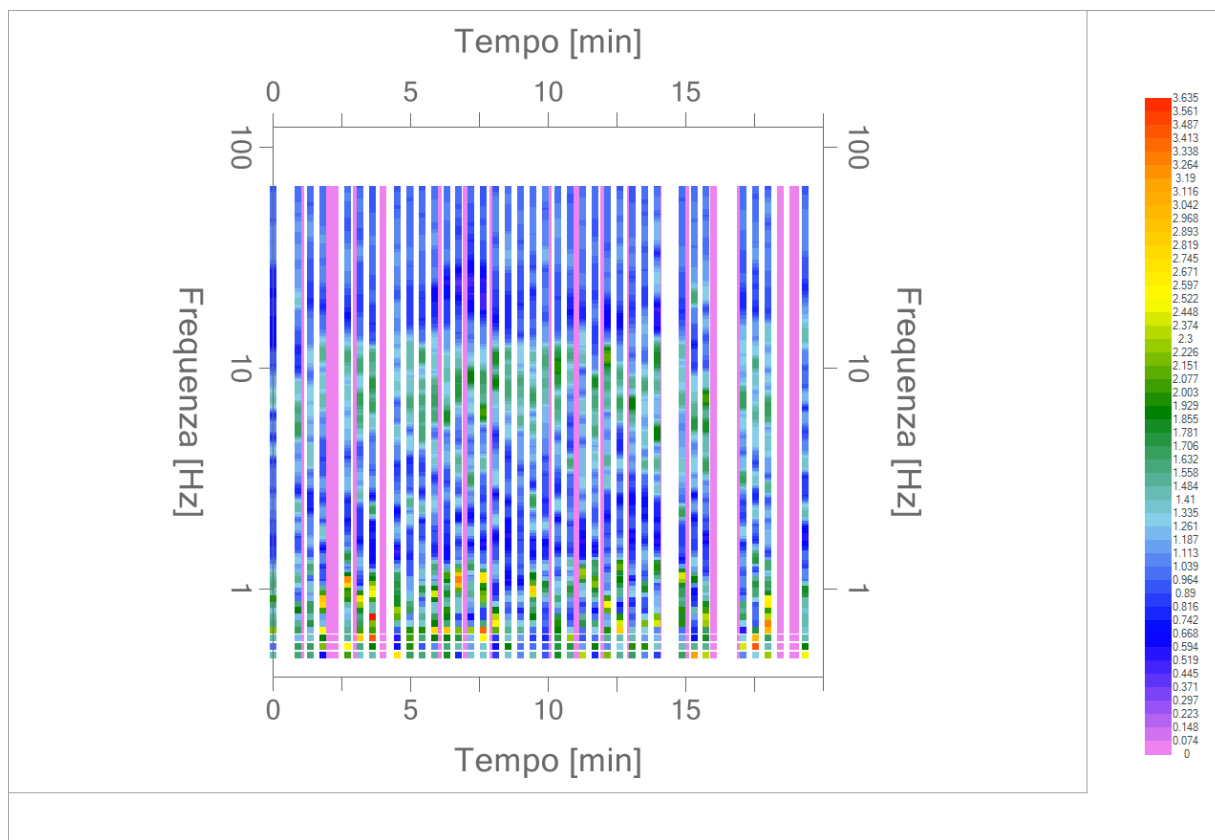
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $0.65 \text{ Hz} \pm 0.46 \text{ Hz}$

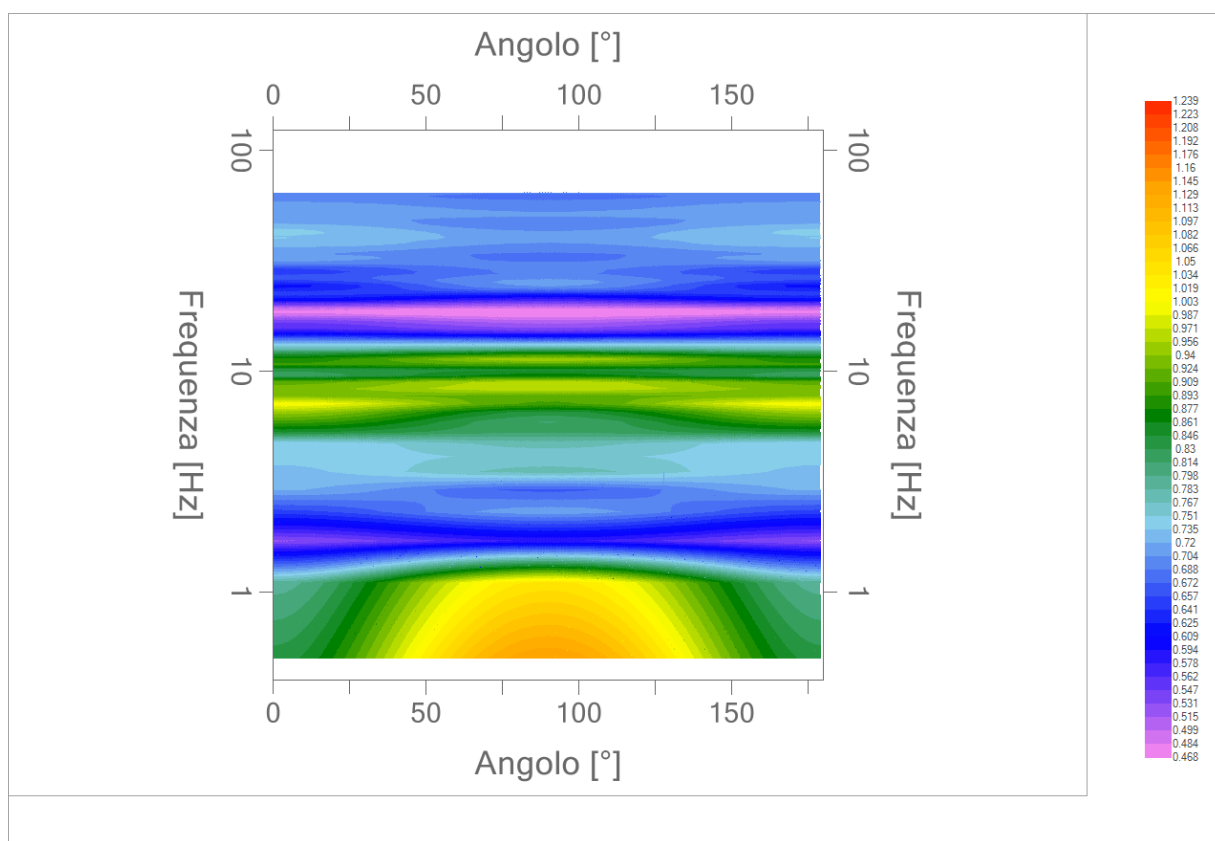
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

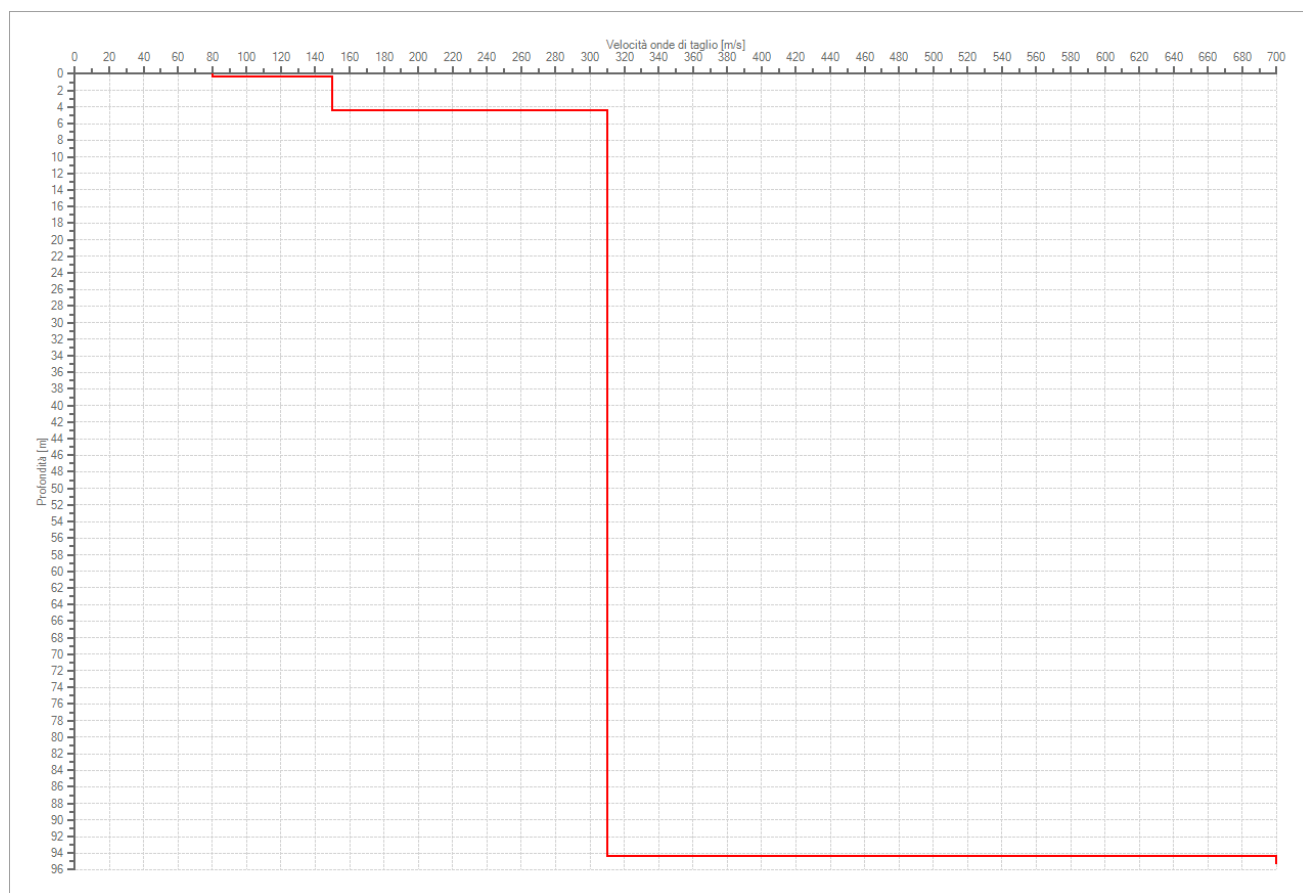
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 0.75 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 262.59 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	0.4	18	0.3	80
2	0.4	4	18	0.3	150
3	4.4	90	18	0.3	310
4	94.4	1	18	0.3	700



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005


Picco H/V a  $0.65 \pm 0.46$  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	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	6 di 6



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

## PROVA HVSRL 6

Comune Busseto	Località Busseto – Campo da calcio	
Cantiere MS3 Busseto	Data 01/03/2022	Ora 12.16
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSRL 6	File B_6.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSRL3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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		✓				60
	camion	✓					
	passanti	✓					
	altro .....	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSRL	Aprile 2022	0	1 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

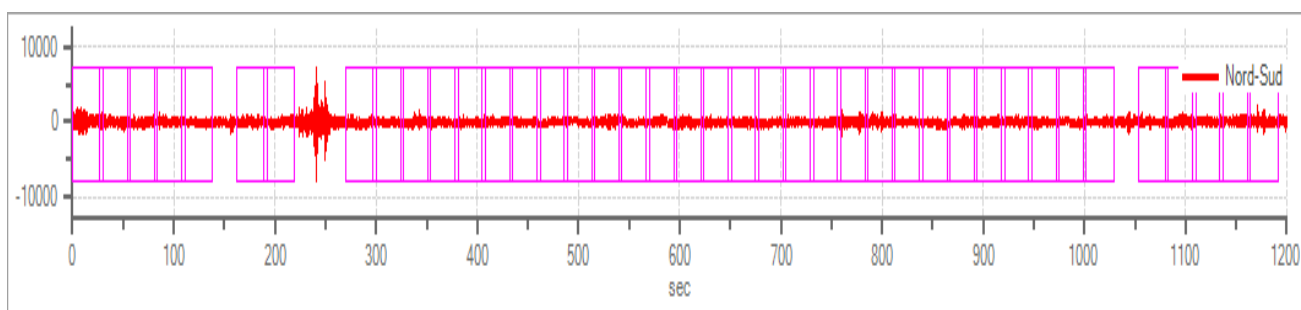
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

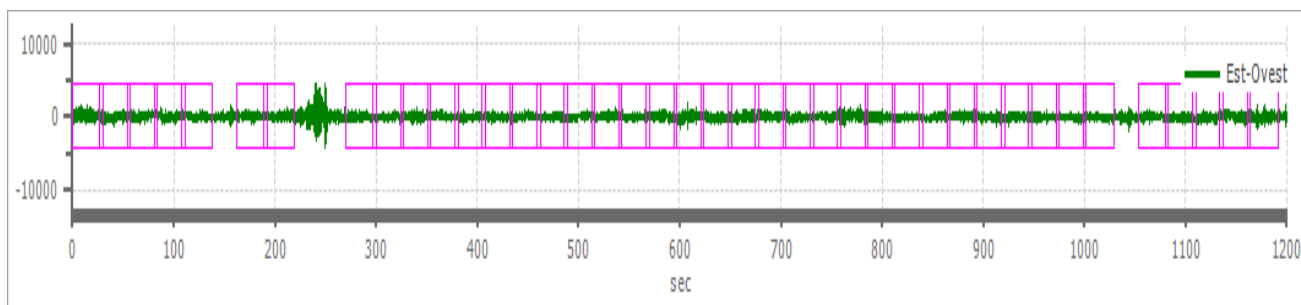
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 40  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 39  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

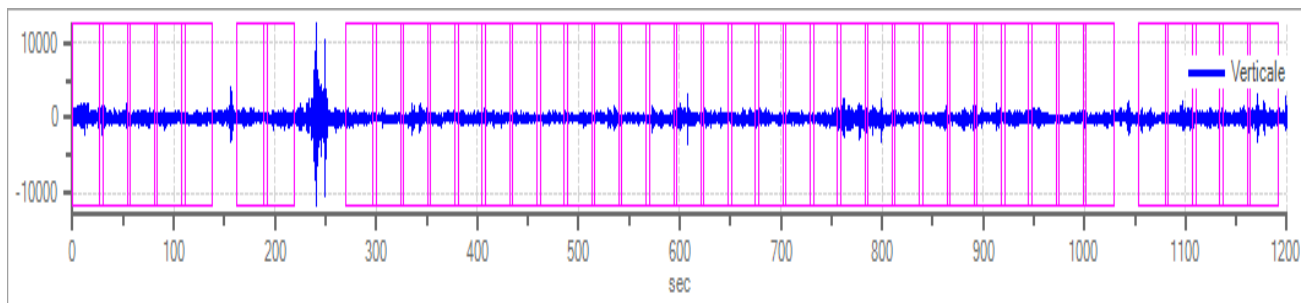
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



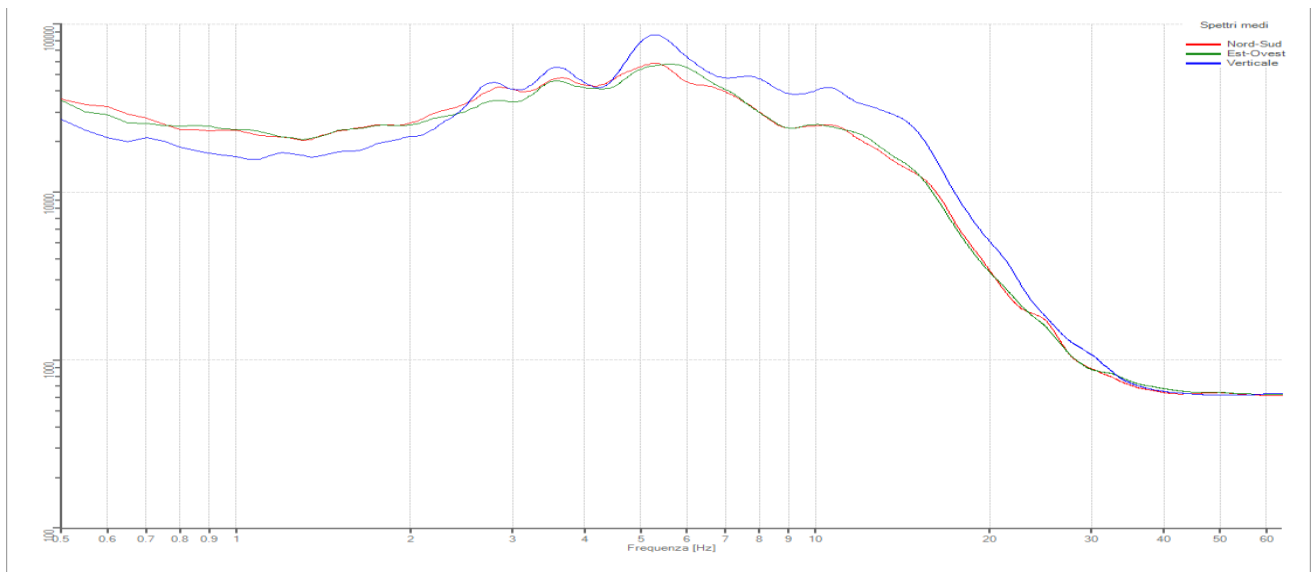
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

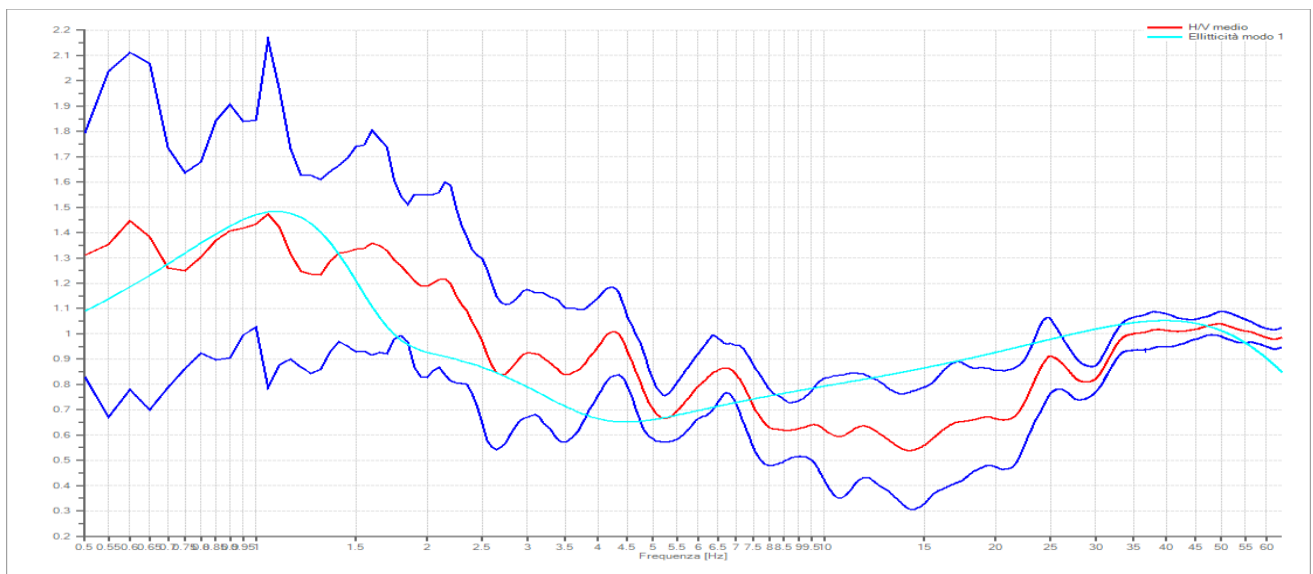
#### Dati riepilogativi:

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

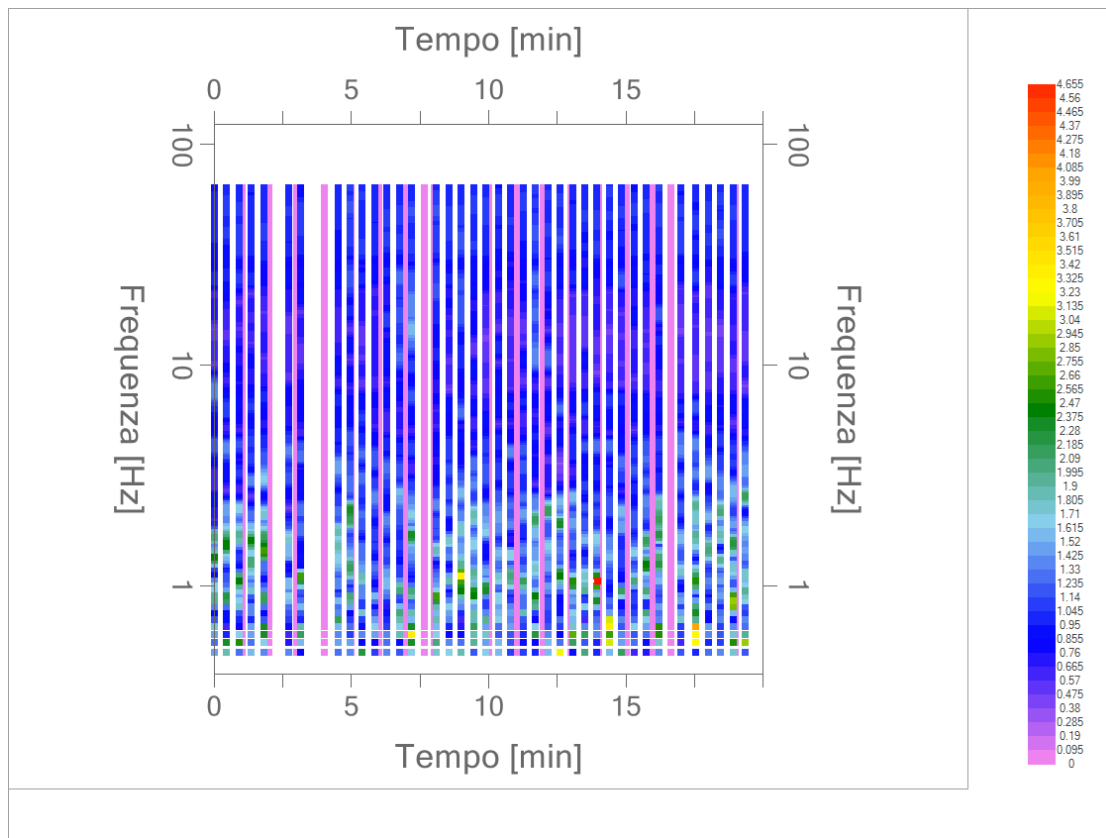
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 1.05 Hz  $\pm$  0.47 Hz

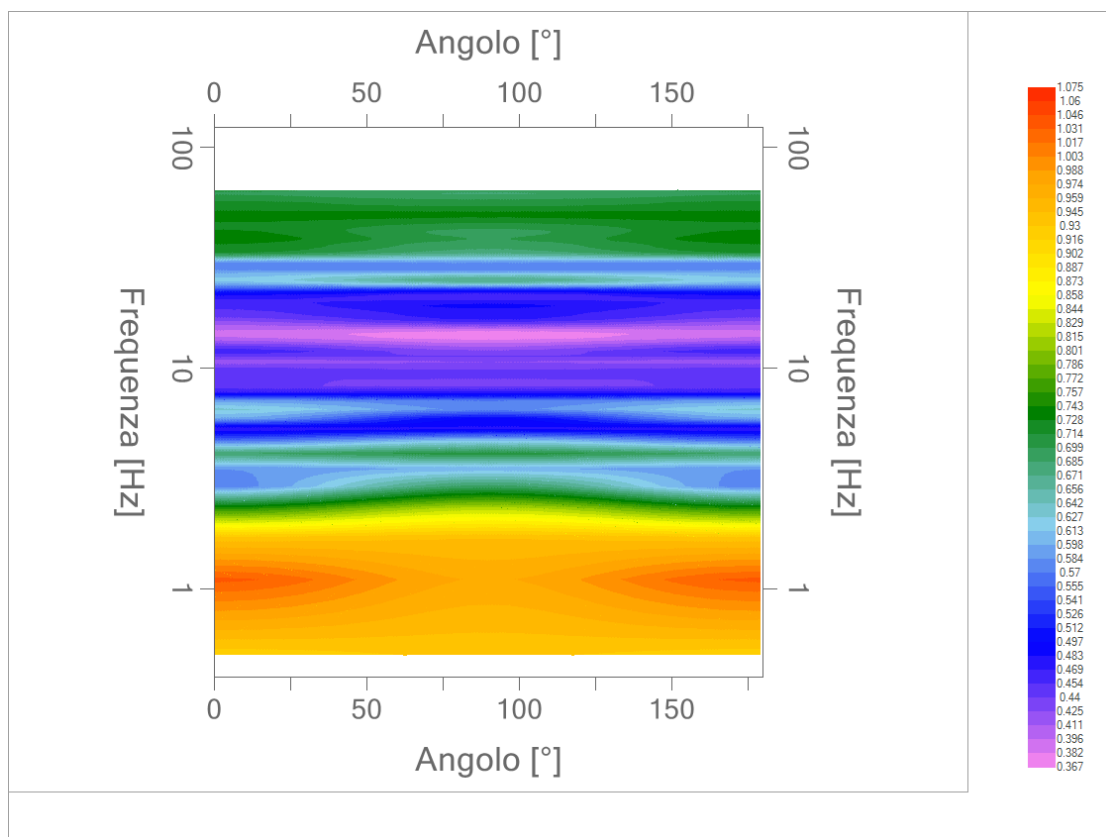
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mappa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

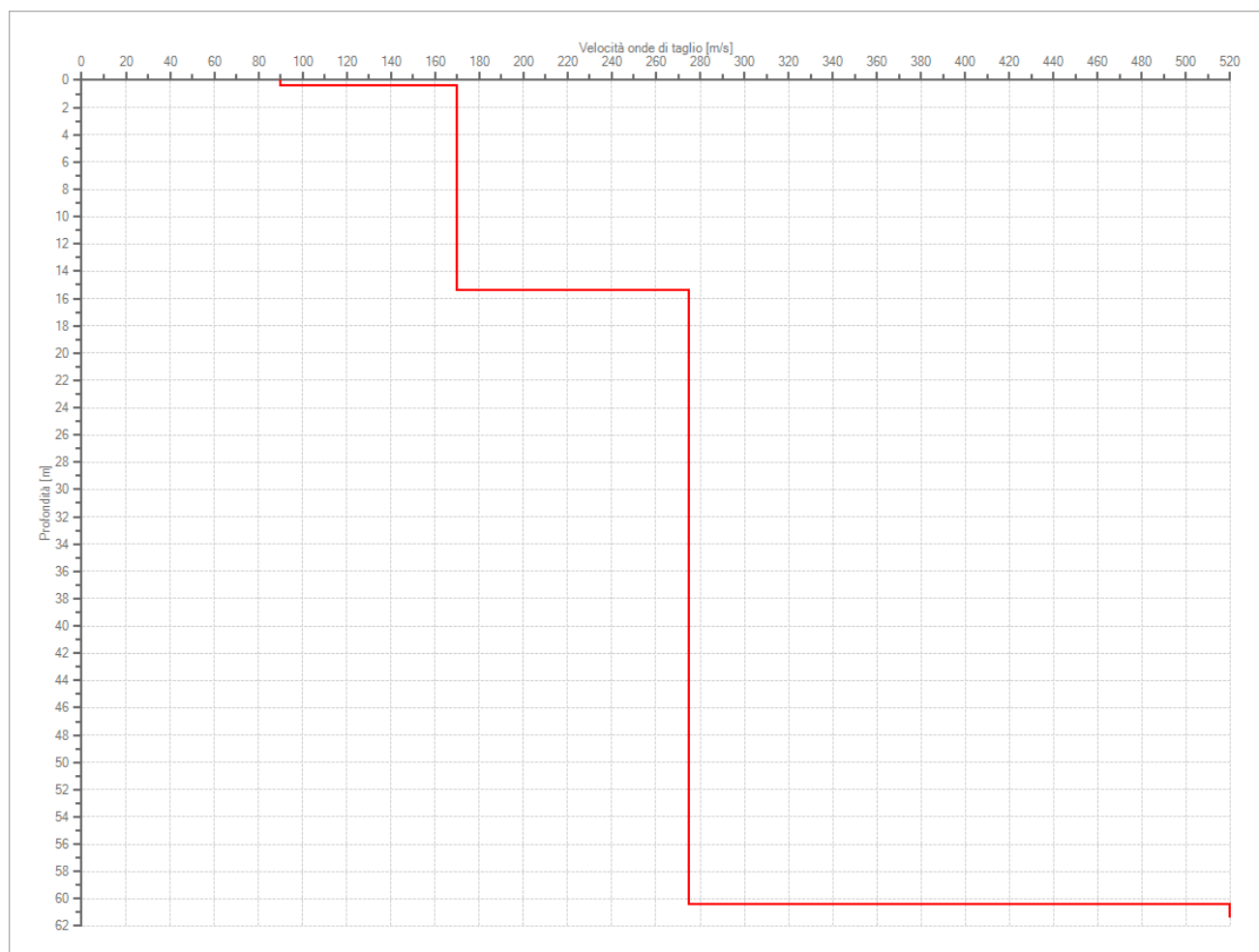
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 1.10 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 205.80 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	0.4	18	0.3	90
2	0.4	15	18	0.3	170
3	15.4	45	18	0.3	275
4	60.4	1	18	0.3	520



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $1.05 \pm 0.47$  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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	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
$\sigma_f$	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.

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

## PROVA HVSR 7

Comune Busseto	Località Forno	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 16.54
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSR 7	File B 7.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


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 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 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	✓					
	passanti	✓					
	treno					✓	15
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	1 di 6

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

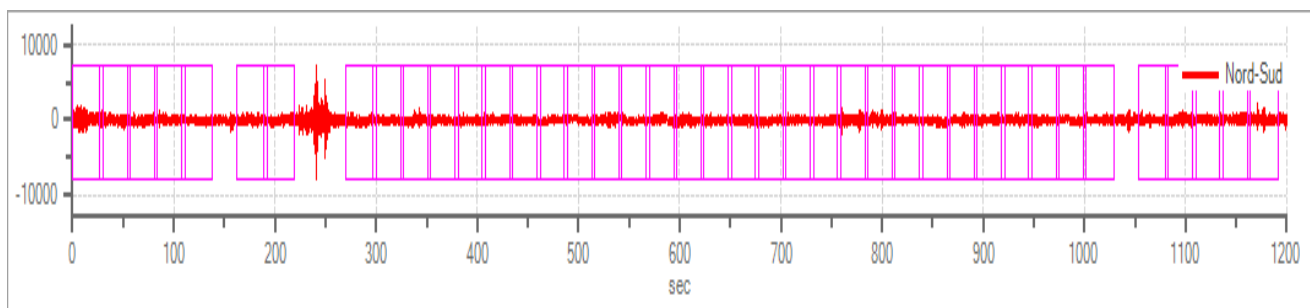
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

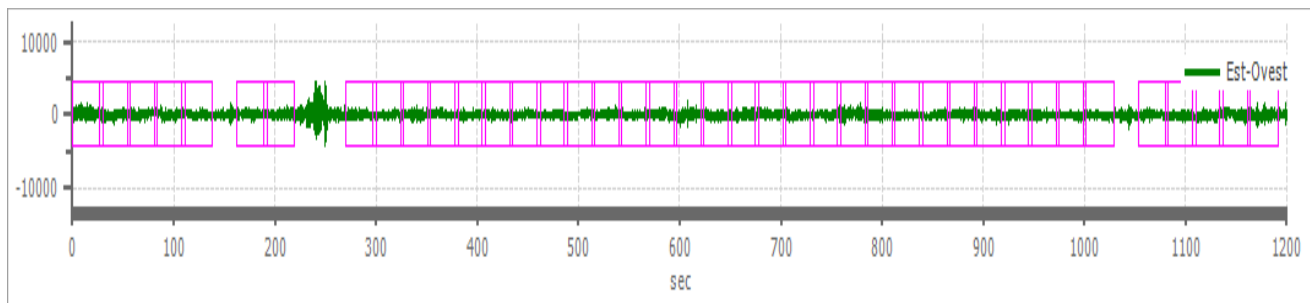
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 42  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 41  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

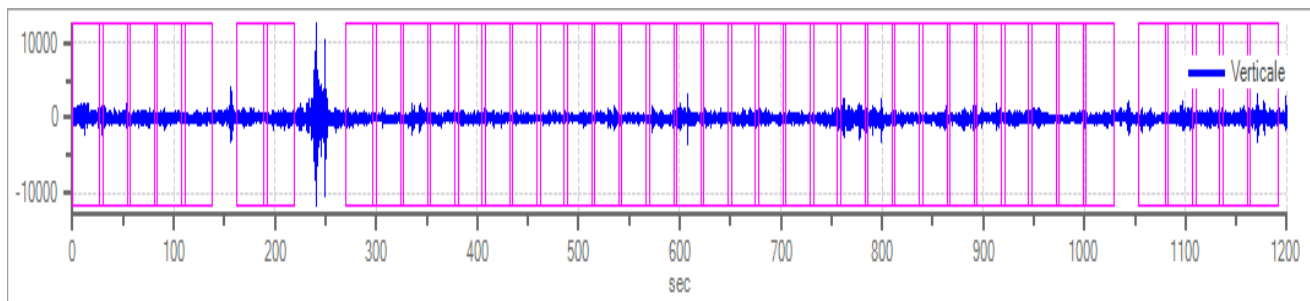
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

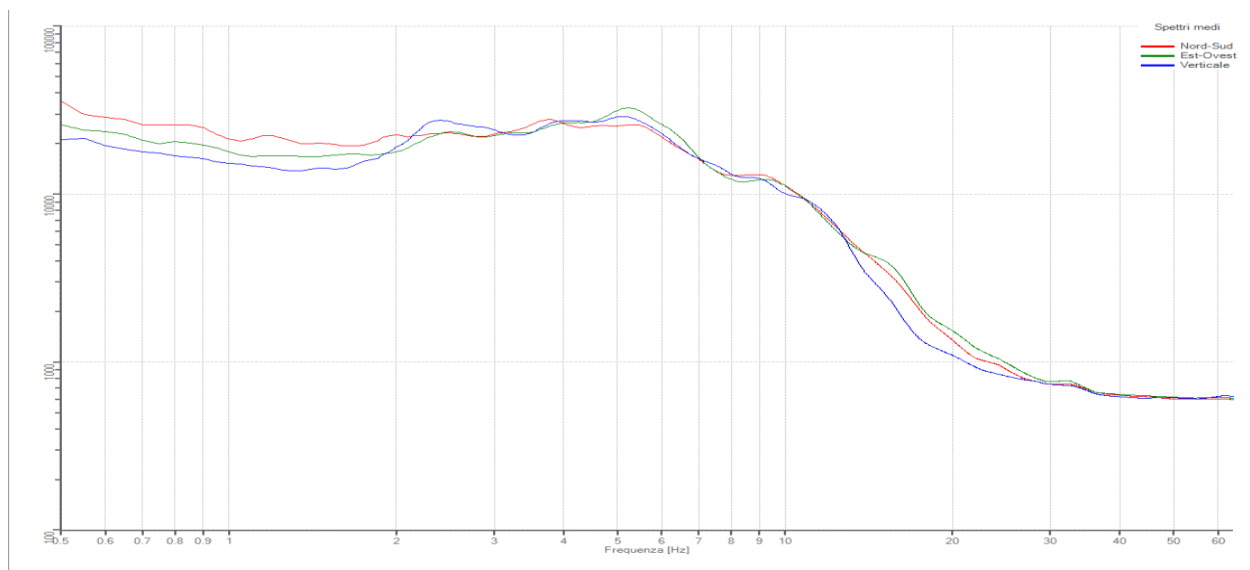


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

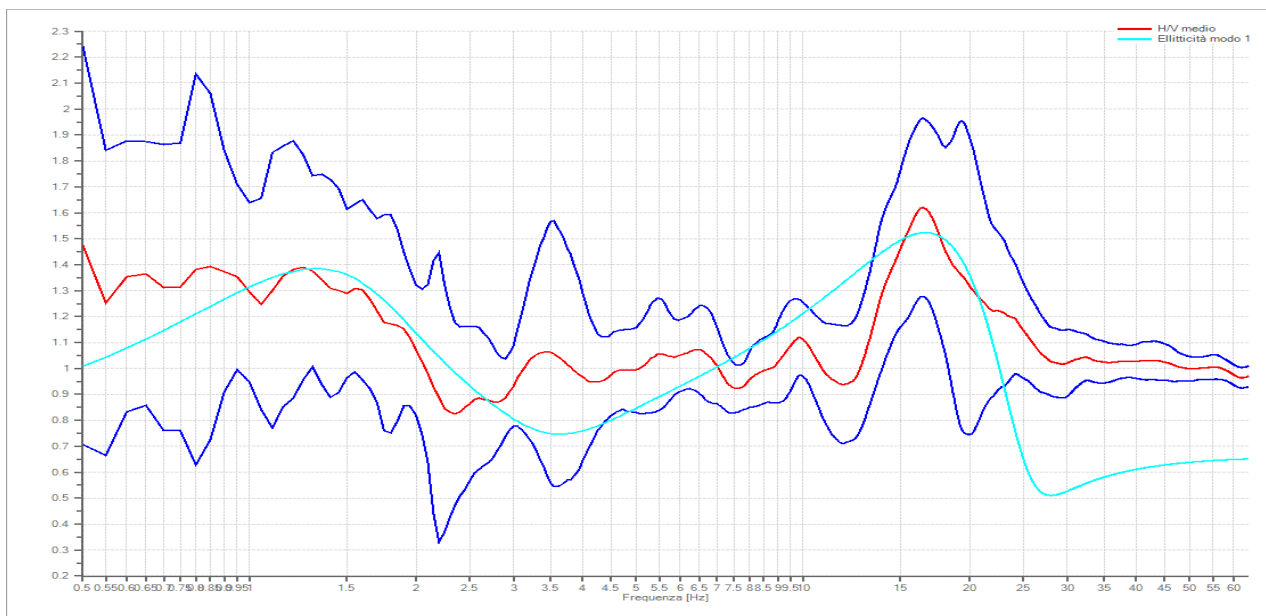
#### Dati riepilogativi:

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

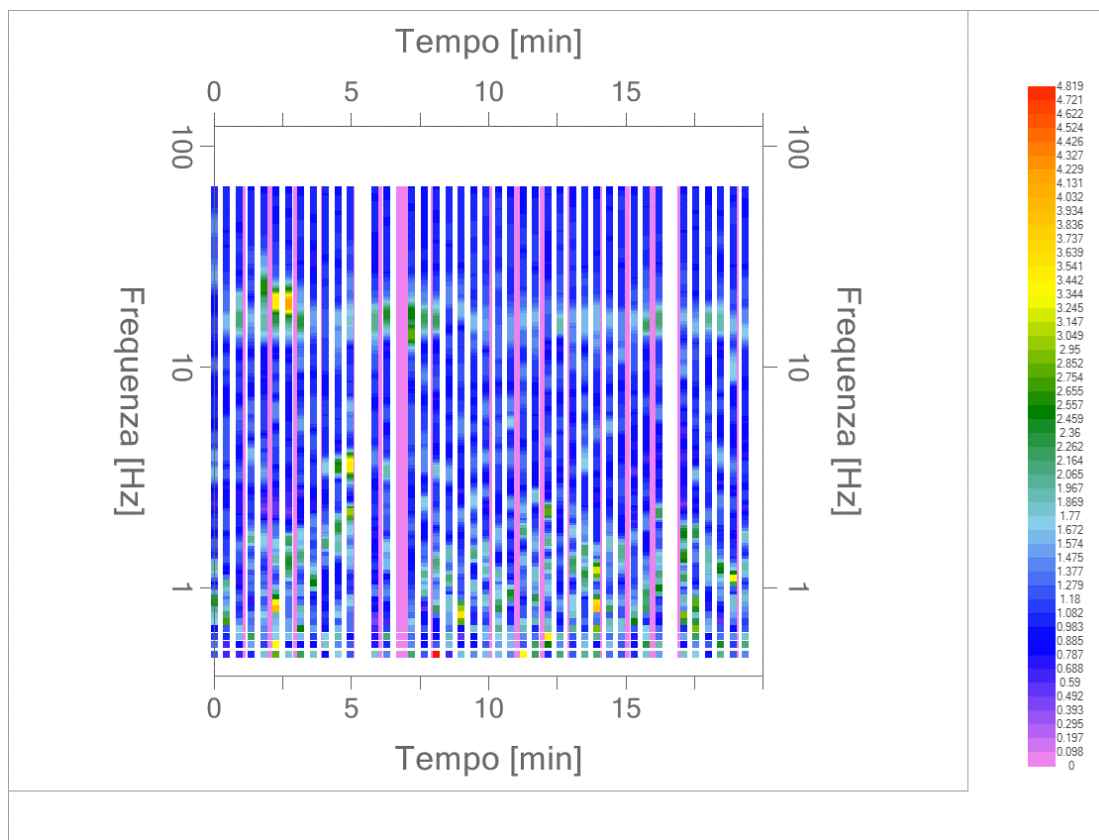
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 16.45 Hz  $\pm$  0.21 Hz

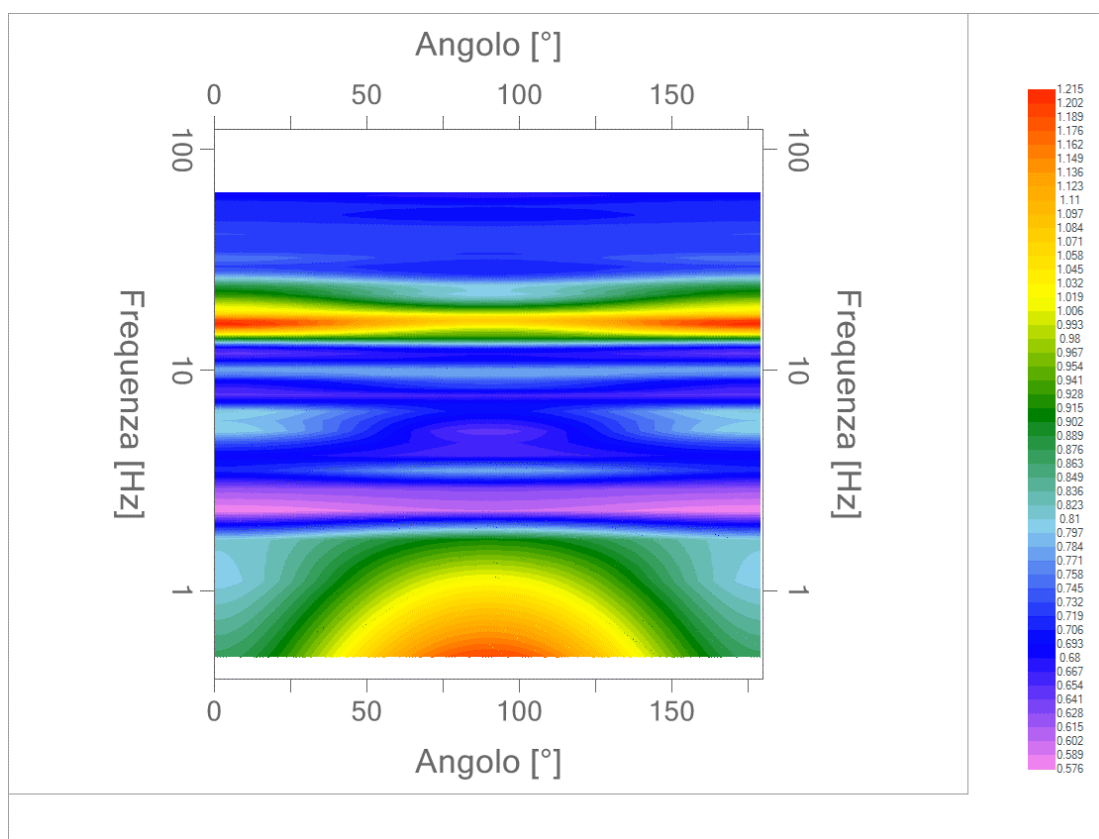
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

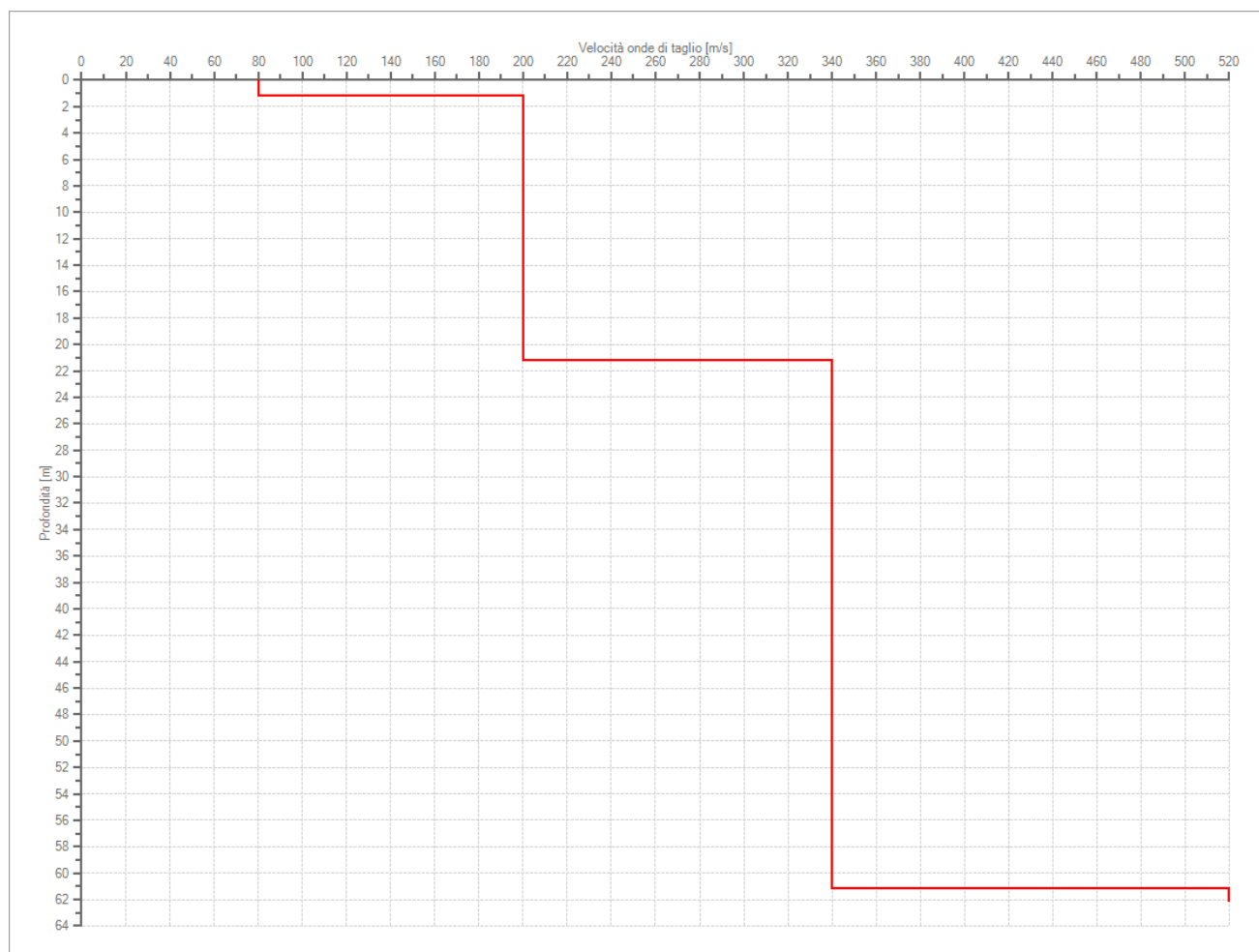
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 16.65 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 212.94 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	1.2	18	0.3	80
2	1.2	20	18	0.3	200
3	21.2	40	18	0.3	340
4	61.2	1	18	0.3	520



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $16.45 \pm 0.21$  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
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

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

## PROVA HVSR 8

Comune Busseto	Località Spigarolo	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 11.06
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVSR 8	File B 8.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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				✓		15
	camion			✓			15
	passanti	✓					
	altro	✓					
	...						
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	1 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

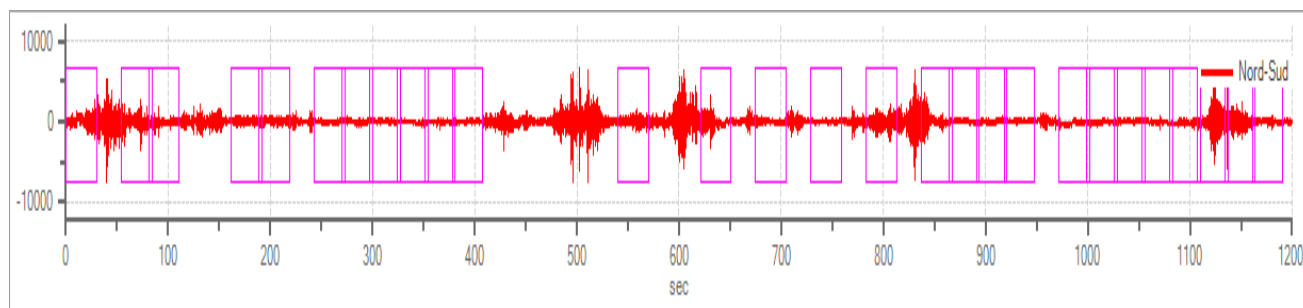
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

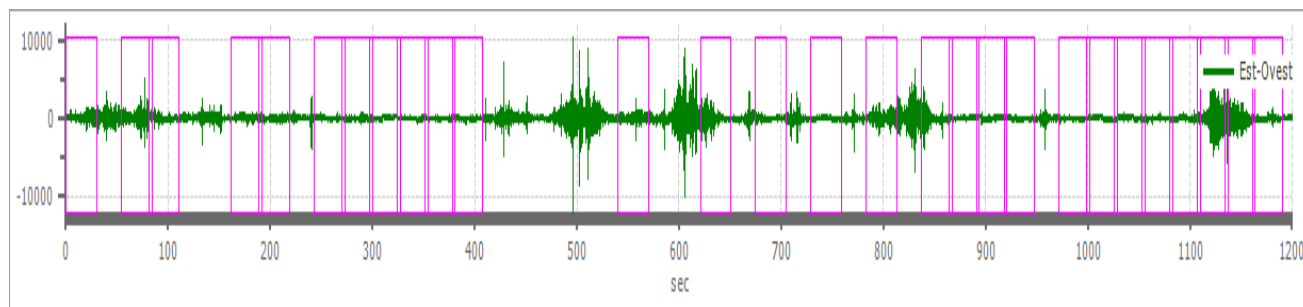
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 28  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 26  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

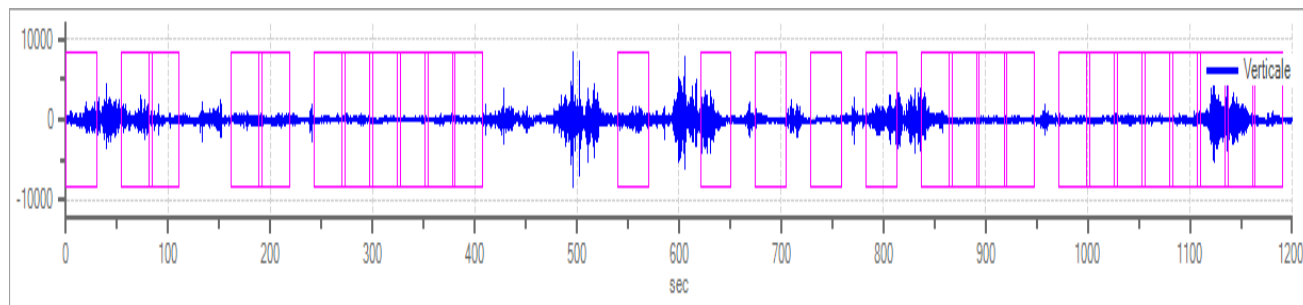
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



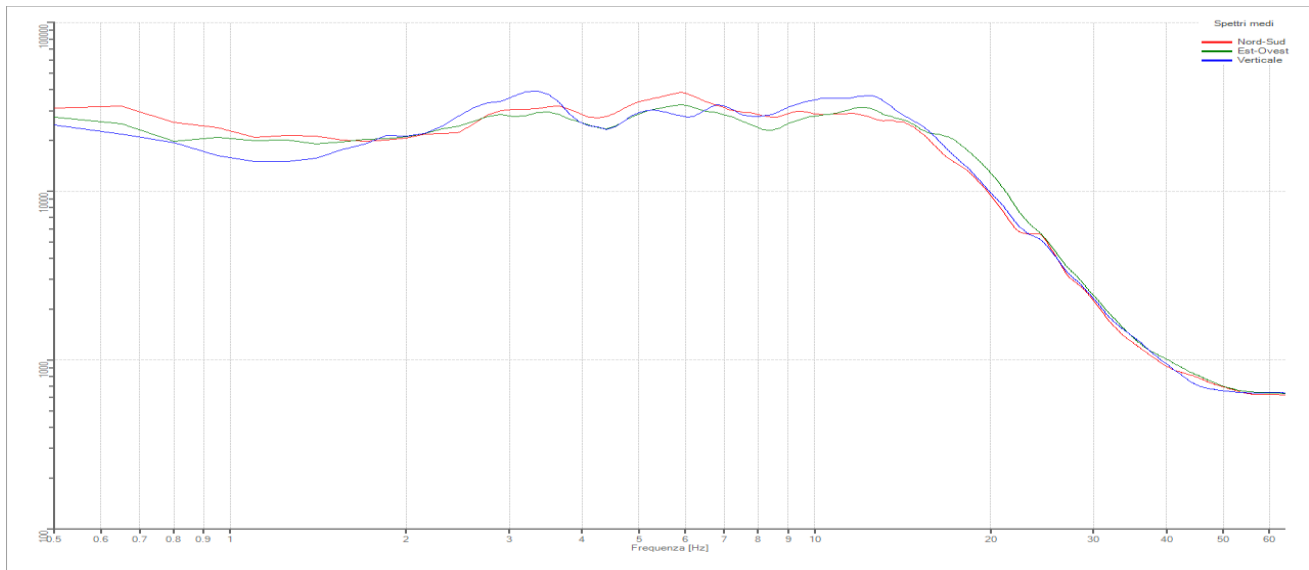
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

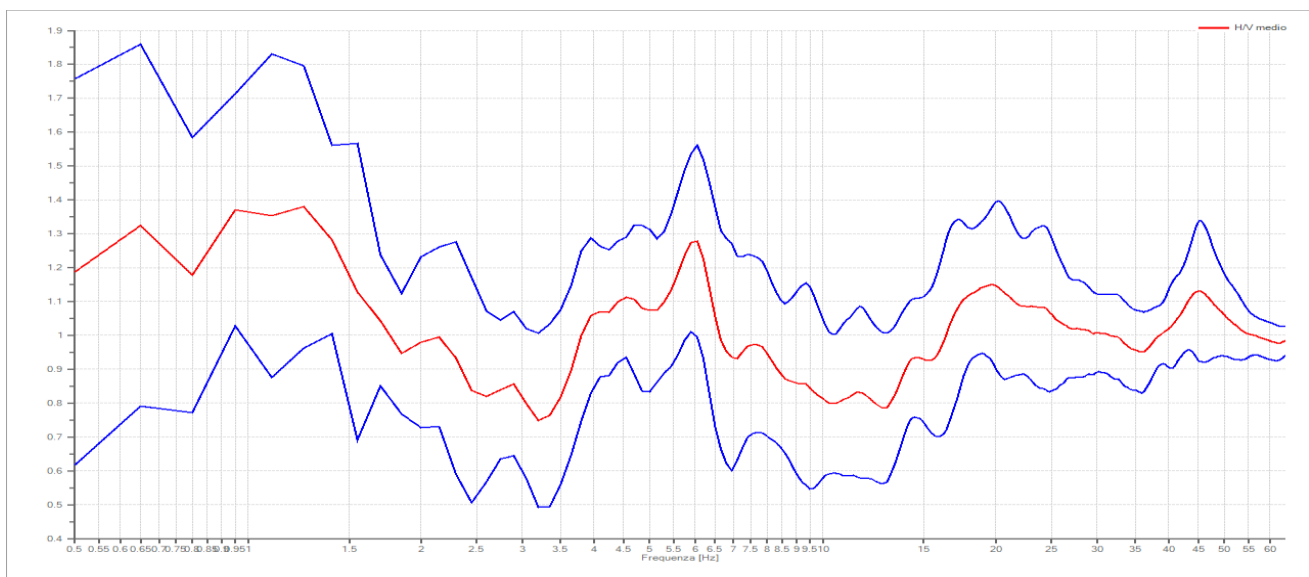
#### Dati riepilogativi:

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

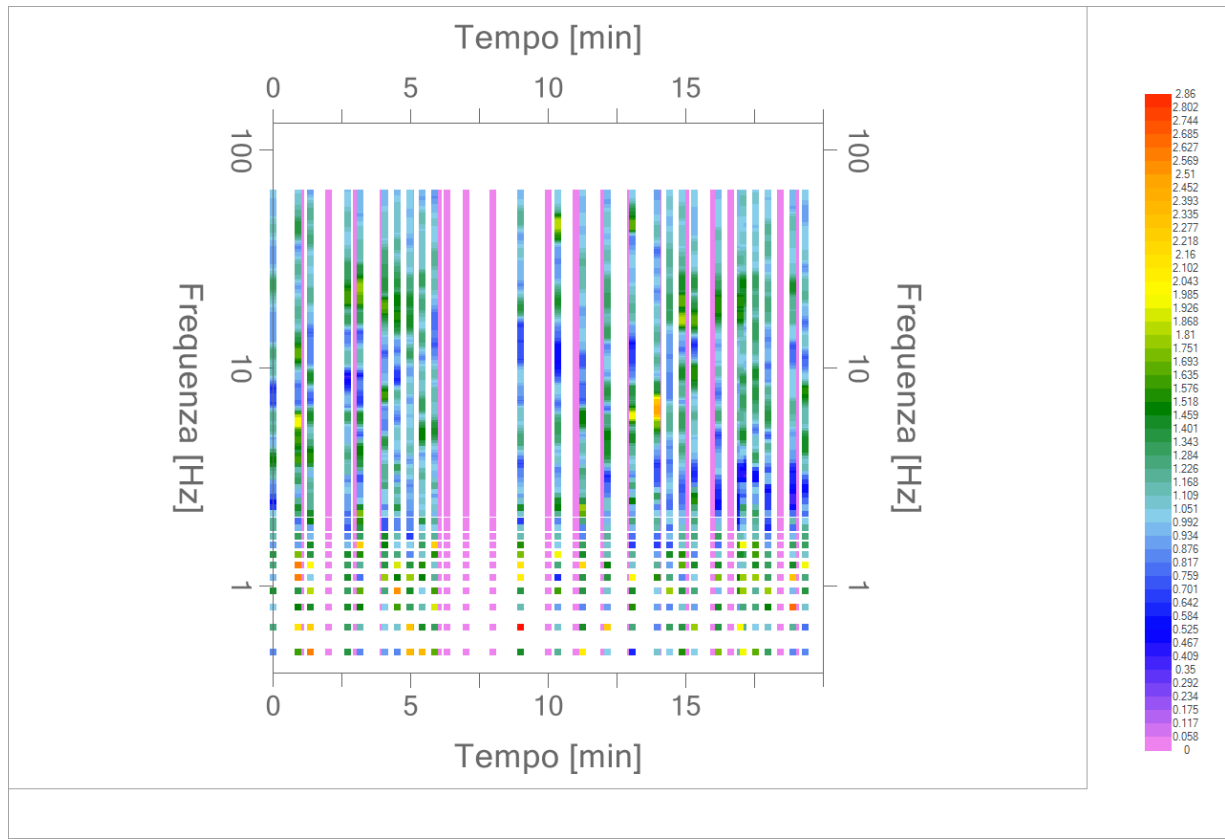
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $1.25 \text{ Hz} \pm 0.30 \text{ Hz}$

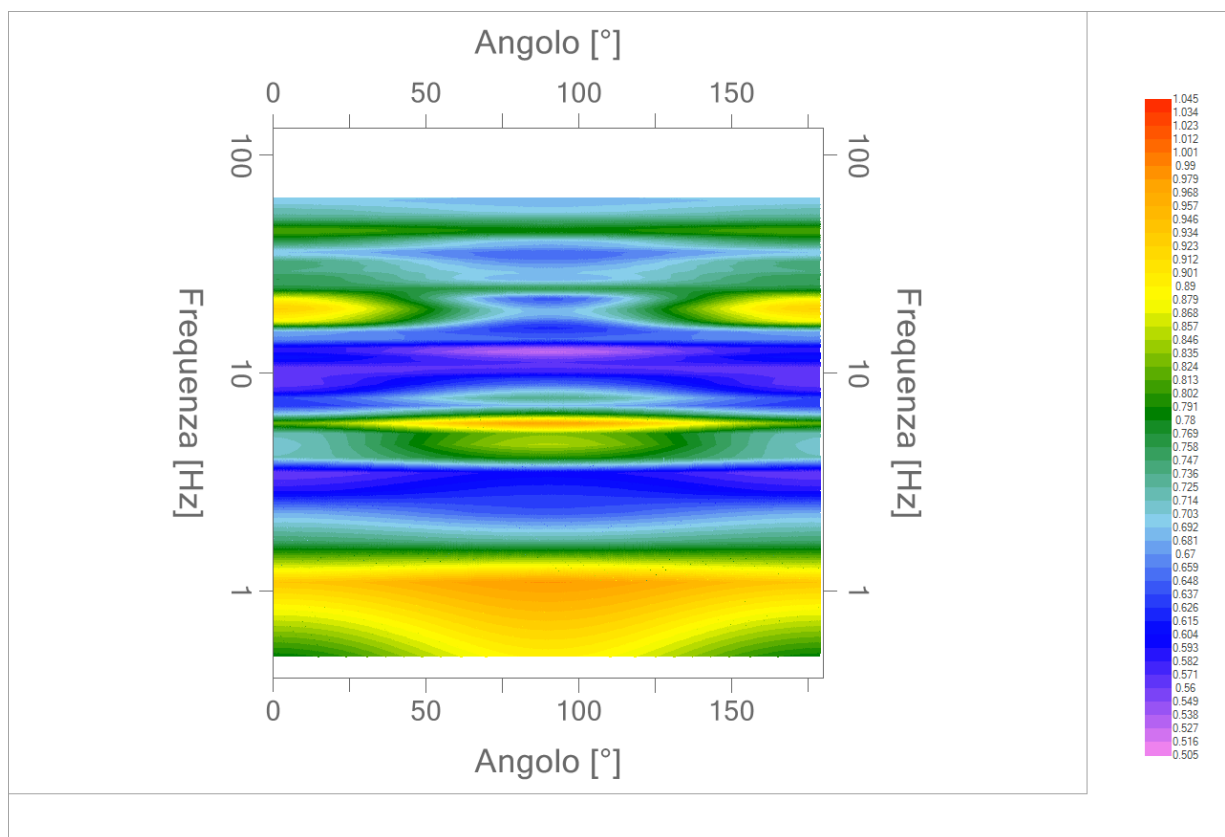
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V



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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005


Picco H/V a  $1.25 \pm 0.30$  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	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	5 di 5

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

## PROVA HVS9 9

Comune Busseto	Località Frescarolo	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 11.34
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVS9 9	File B_9.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS93	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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		✓				50
	camion		✓				50
	passanti	✓					
	altro ...	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS9	Aprile 2022	0	1 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

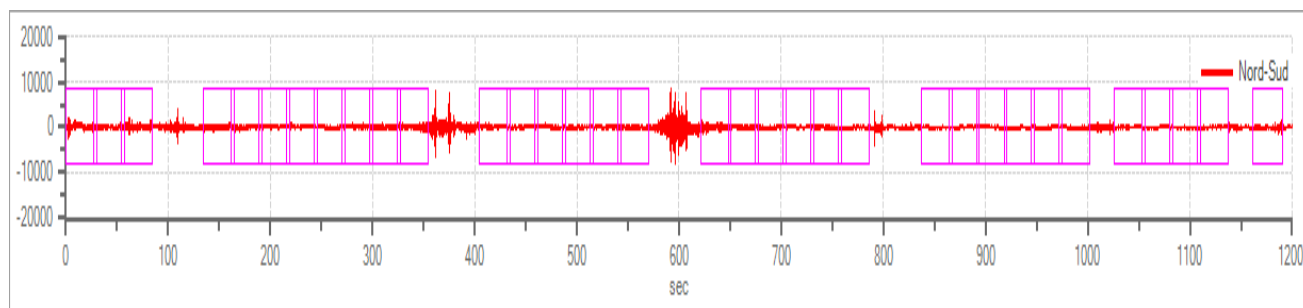
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

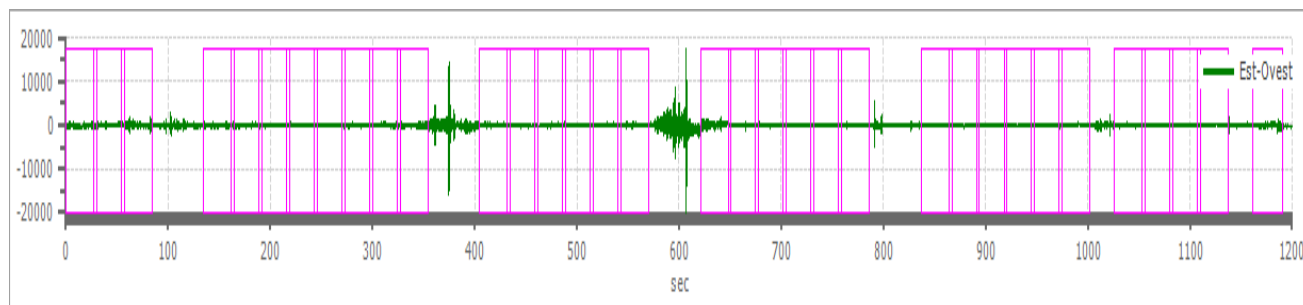
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 34  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 29  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

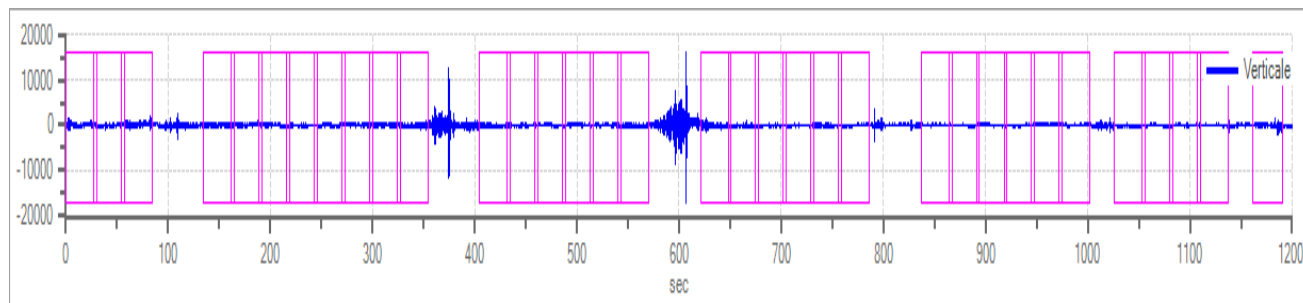
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



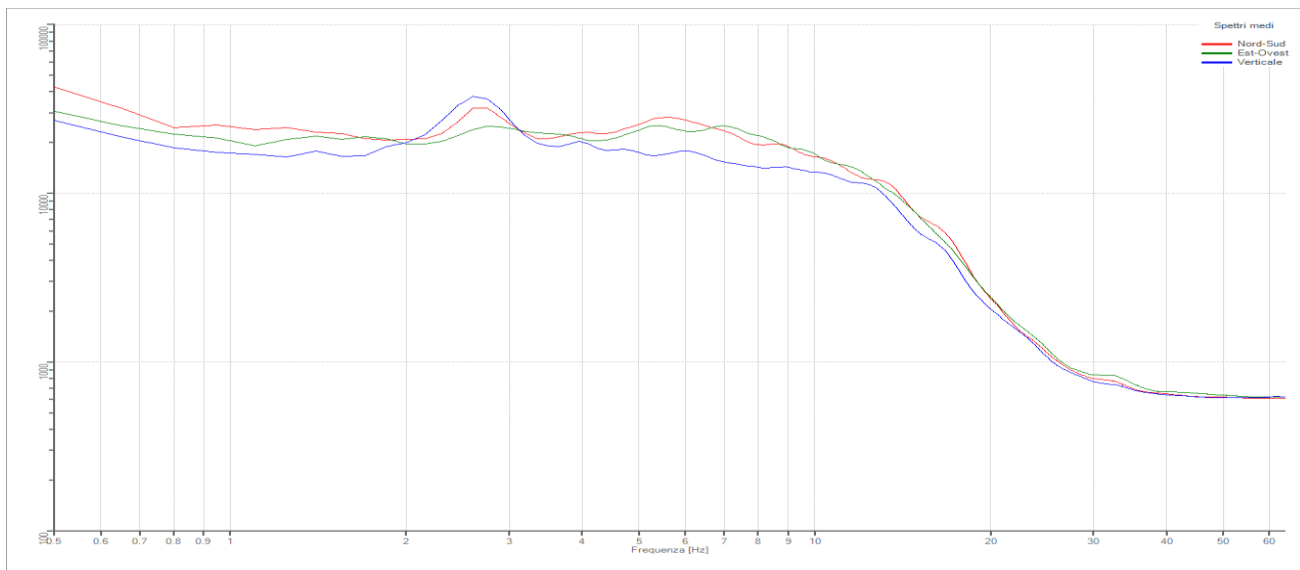
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

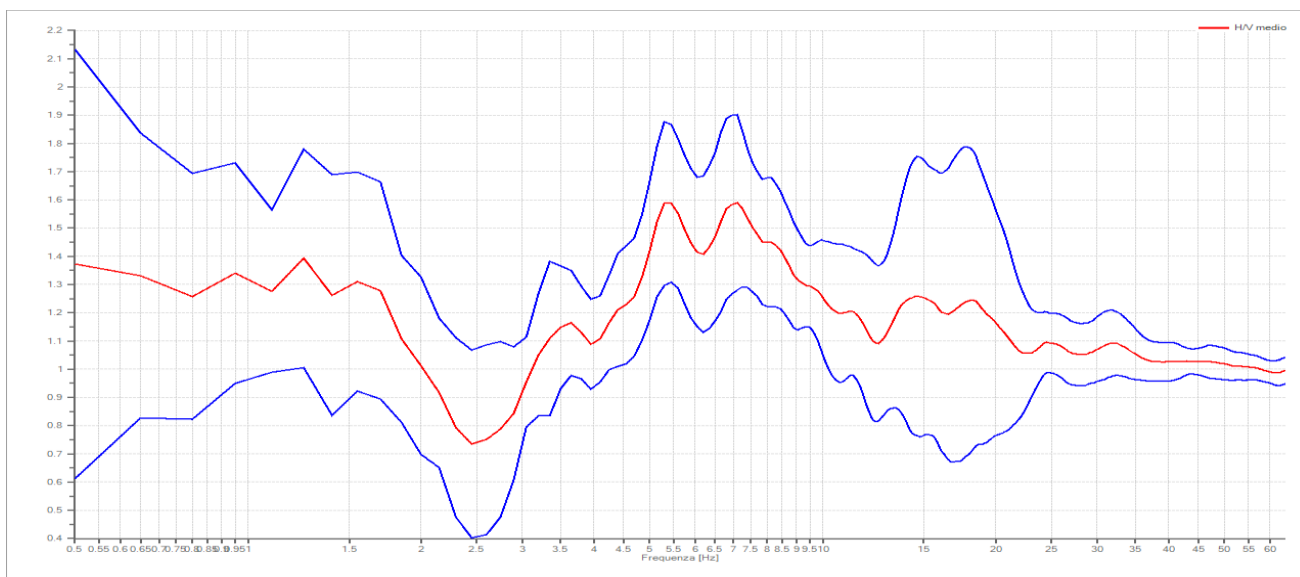
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

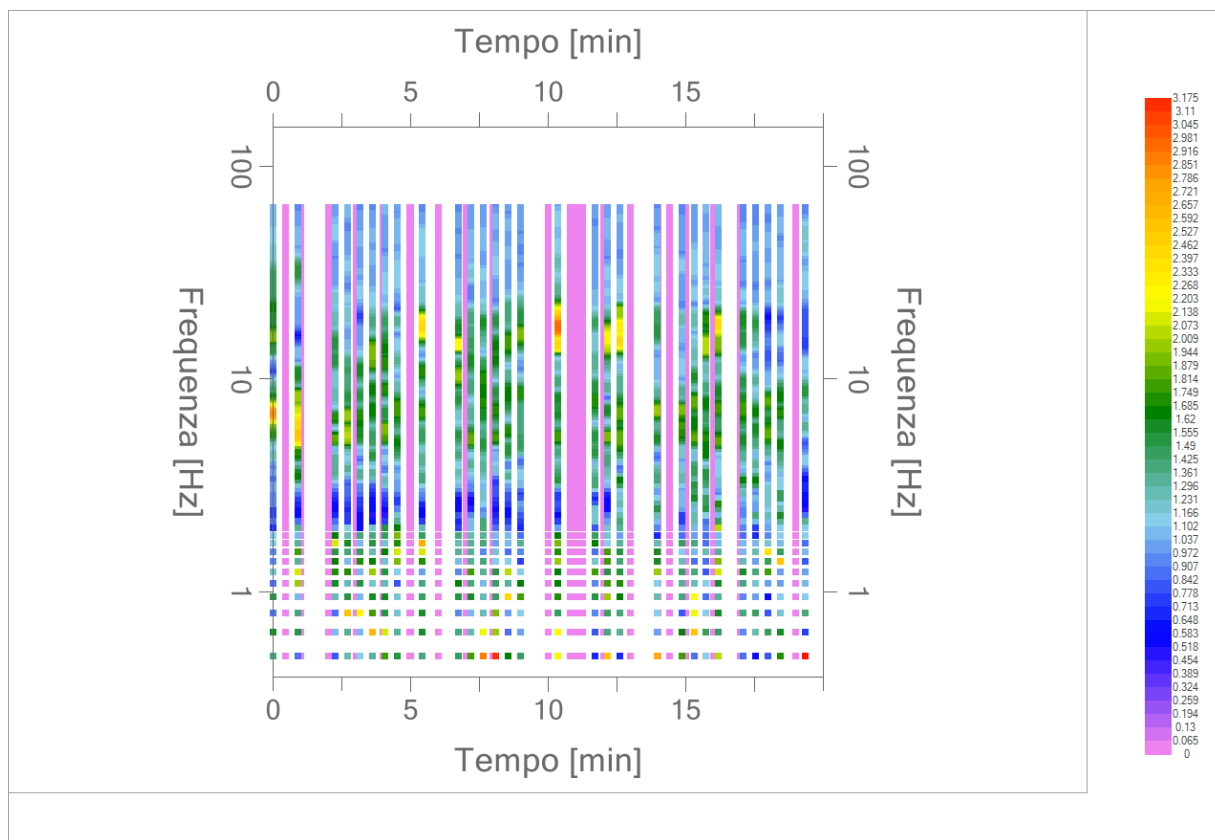
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 7.10 Hz  $\pm$  0.20 Hz

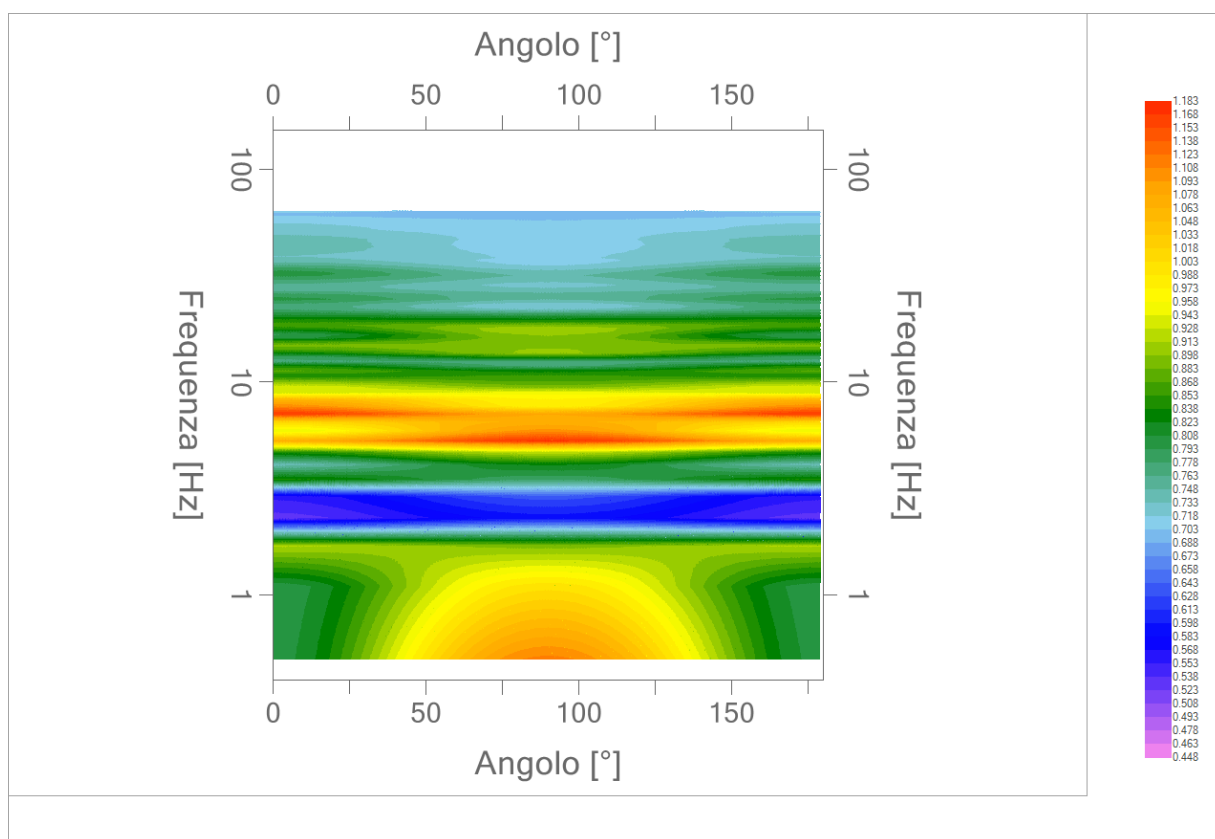
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $7.15 \pm 0.20$  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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	NO
$A_0 > 2$	NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

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

## PROVA HVS110

Comune Busseto	Località Madonna dei Prati	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 12.02
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVS110	File B_10.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS110	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


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 checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input 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				✓		15
	camion		✓				15
	passanti	✓					
	altro ...	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO</b> s.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS110	Aprile 2022	0	1 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

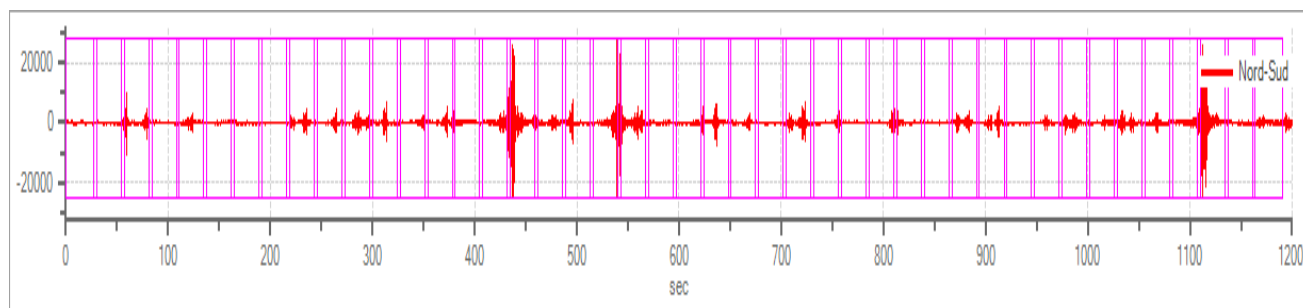
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

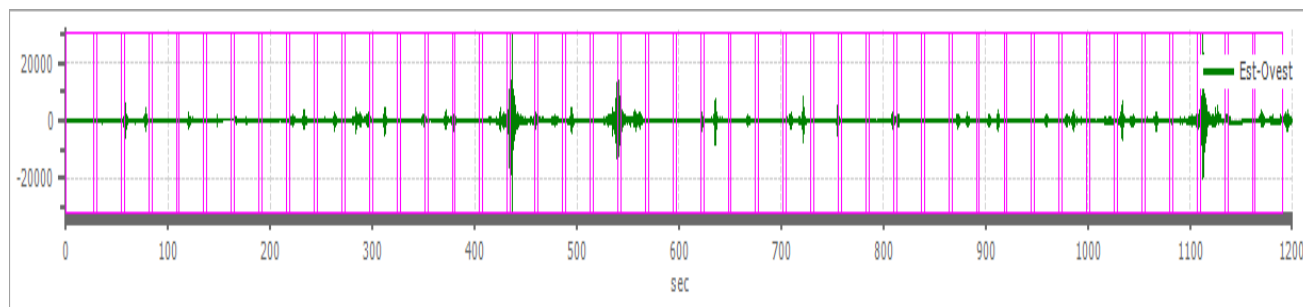
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 44  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 44  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

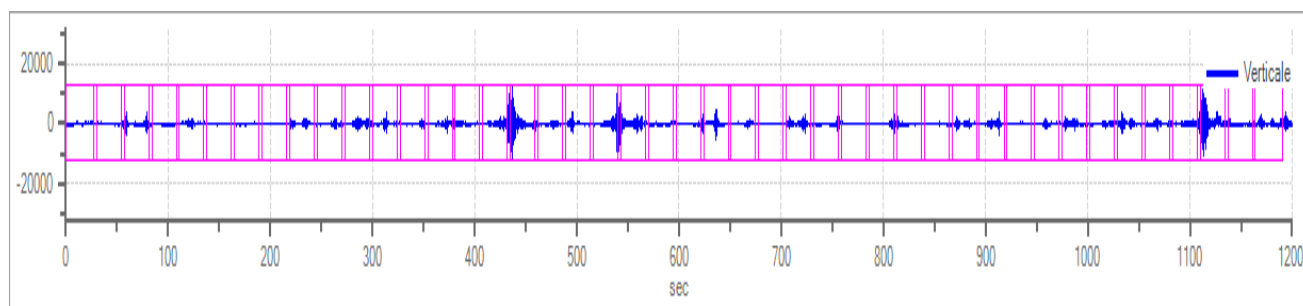
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

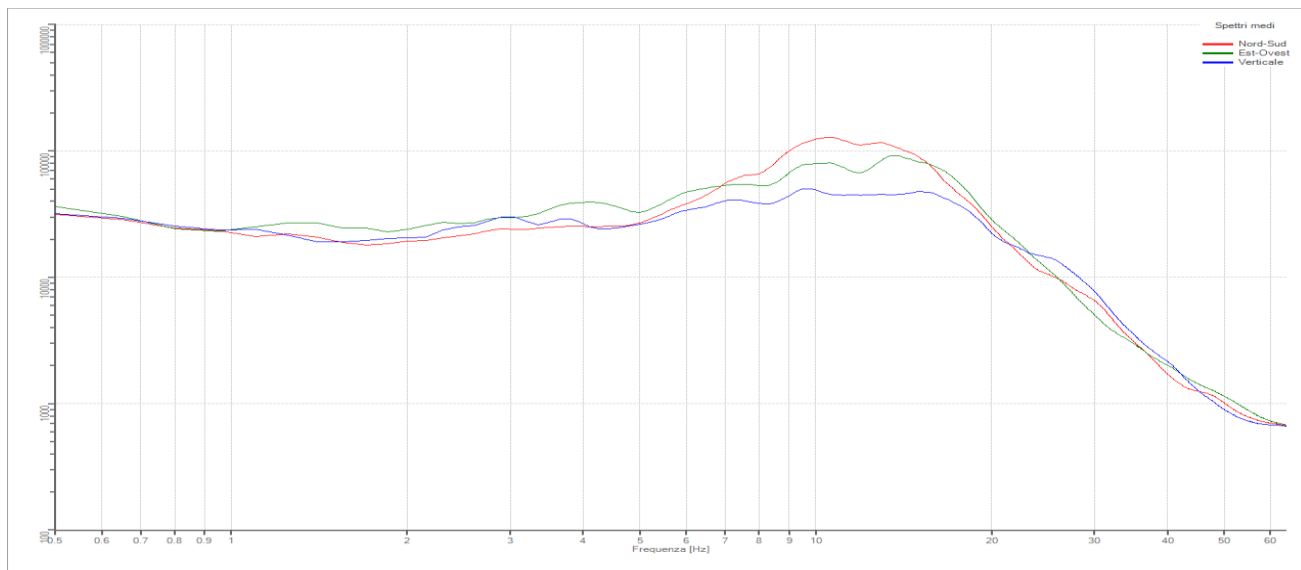


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

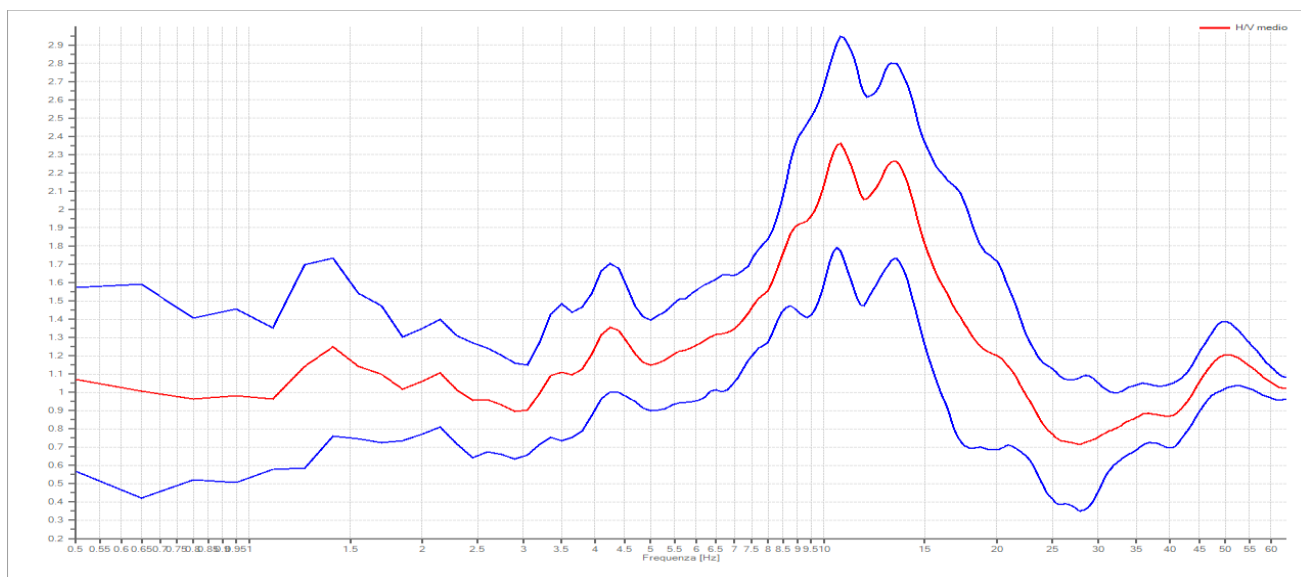
#### Dati riepilogativi:


Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

#### Risultati:

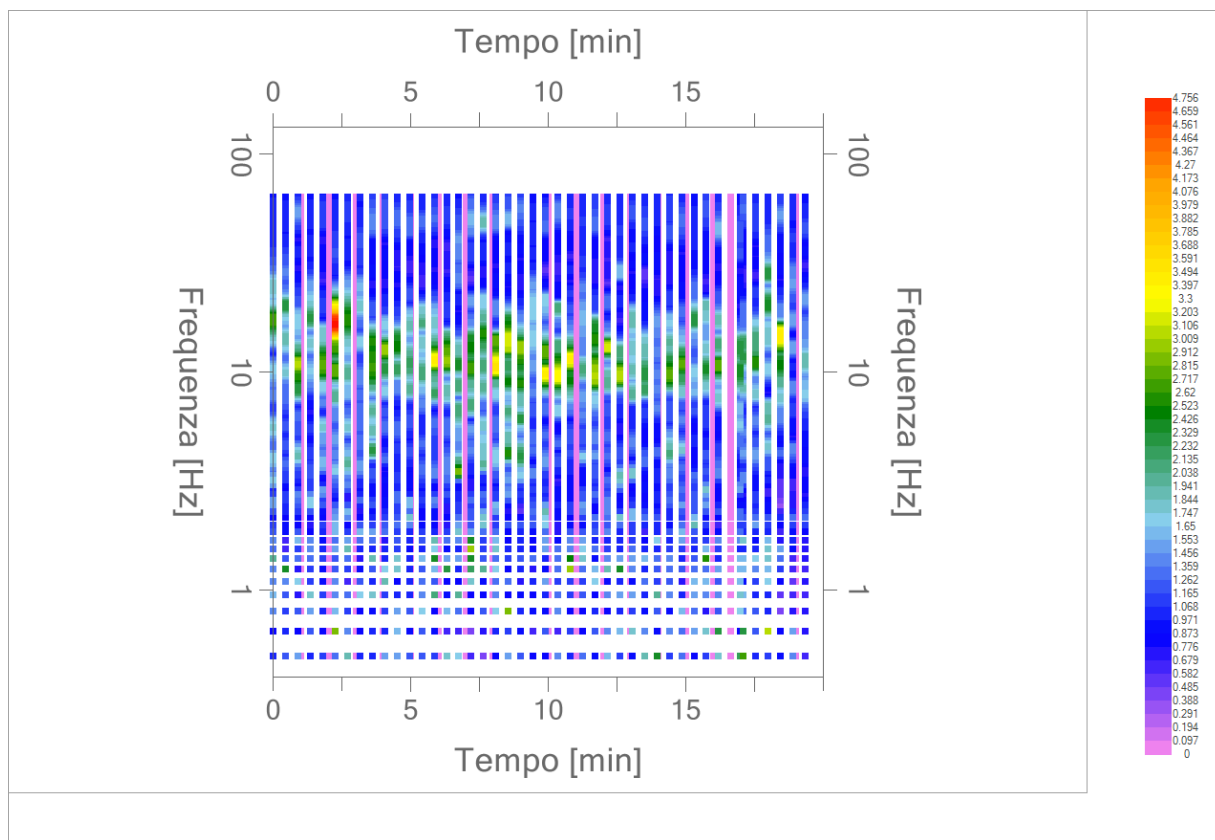
Frequenza del picco del rapporto H/V: 10.70 Hz  $\pm$  0.25 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale

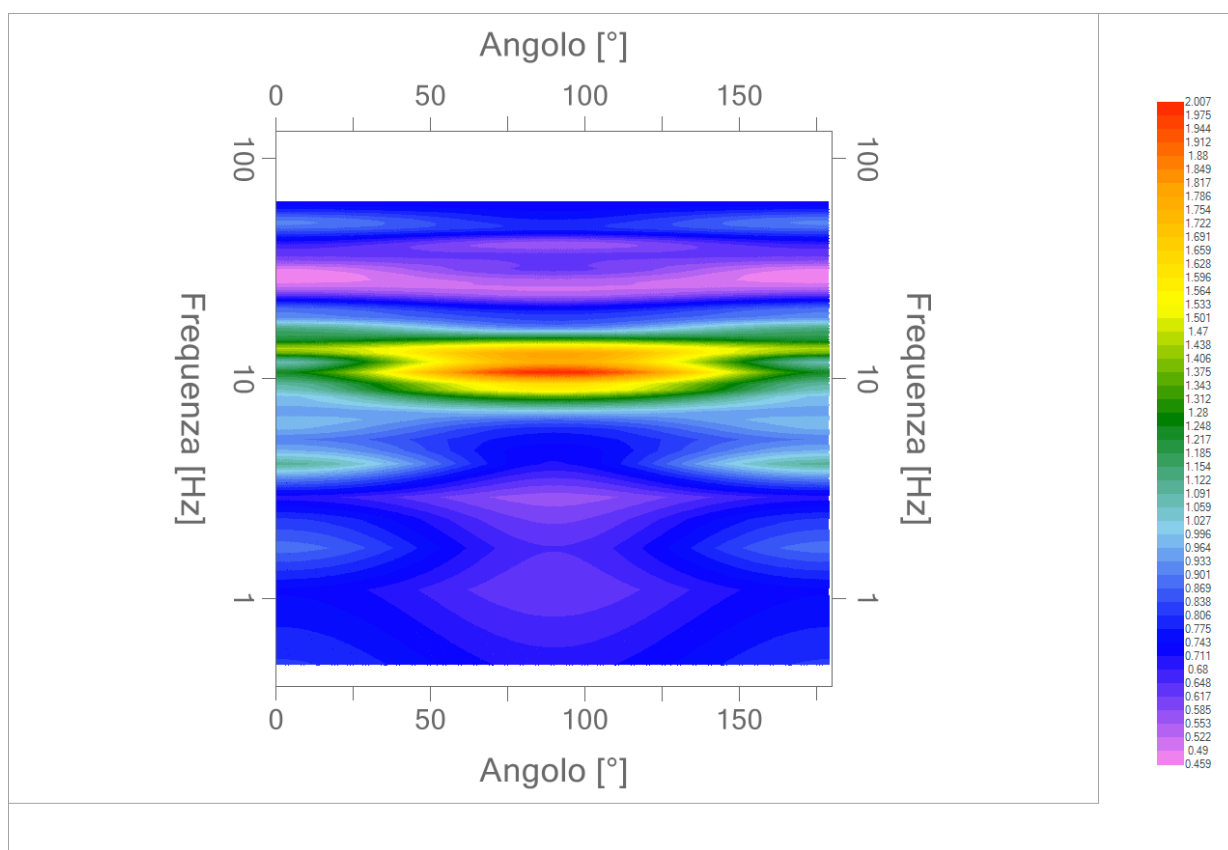


 <b>ENGEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS	Aprile 2022	0	3 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $10.70 \pm 0.25$  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
$\sigma_f$	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

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

## PROVA HVS120

Comune Busseto	Località Semoriva	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 15.42
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVS120	File B_11A.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS120	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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 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		✓				20
	camion	✓					
	passanti	✓					
	campane				✓		20
Disturbo cont.	<input type="checkbox"/> assente		<input checked="" type="checkbox"/> presente: linee elettriche				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS120	Aprile 2022	0	1 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

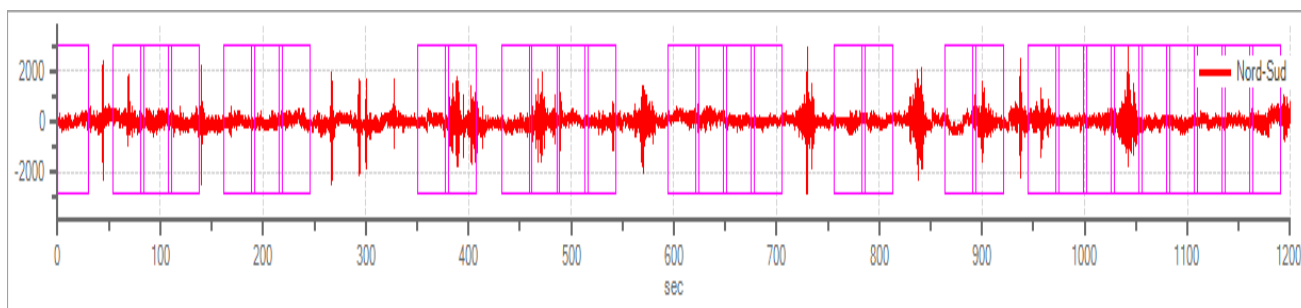
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

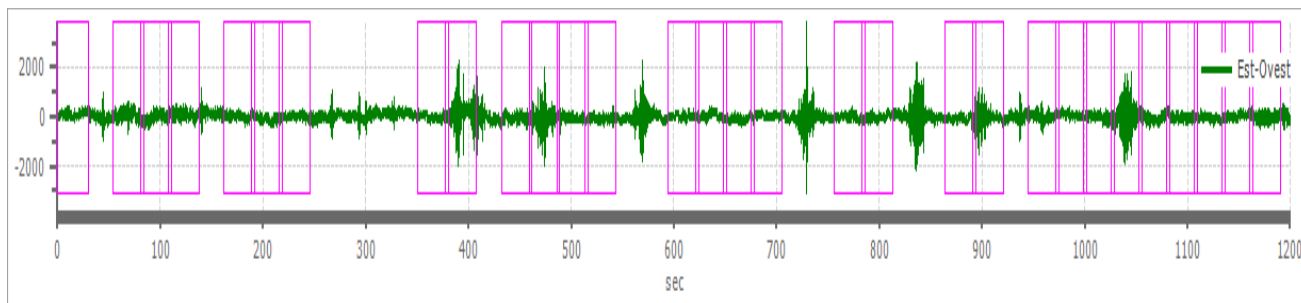
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 30  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 27  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

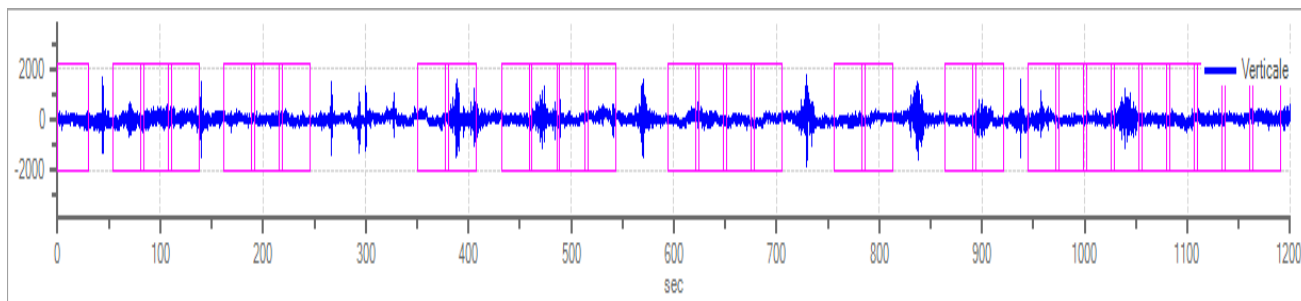
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



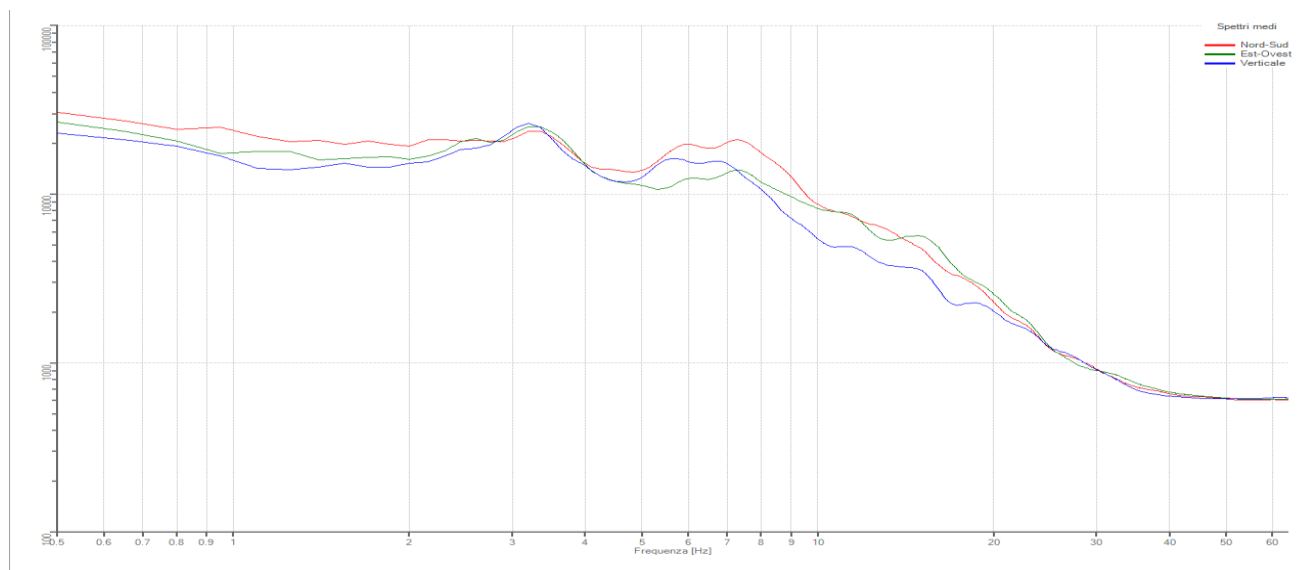
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

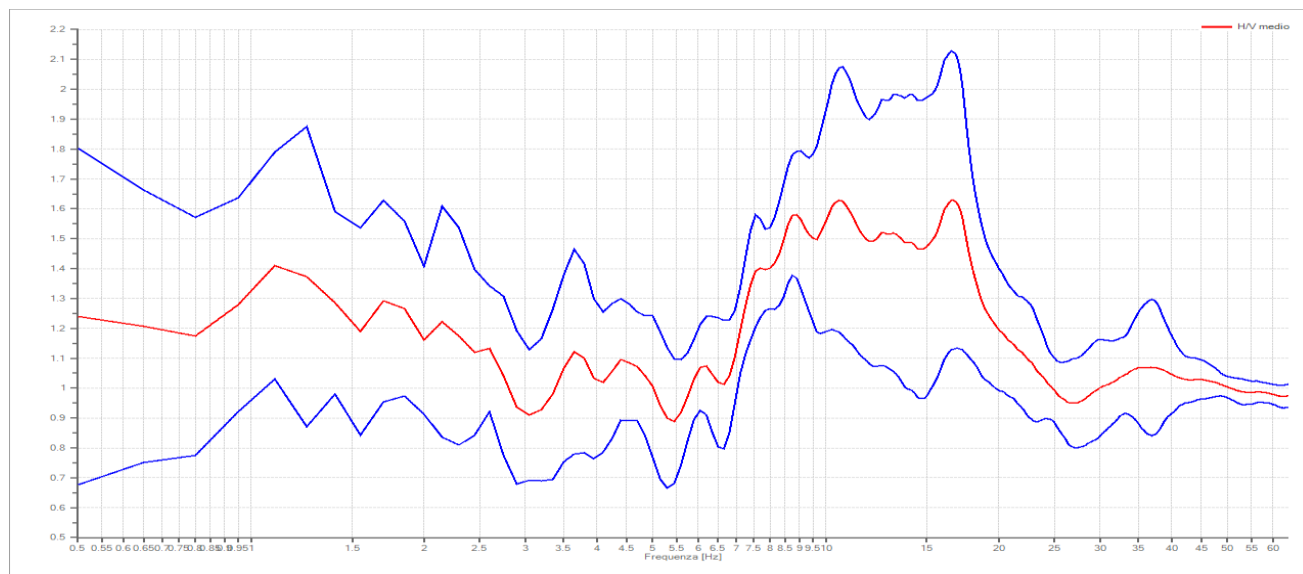
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

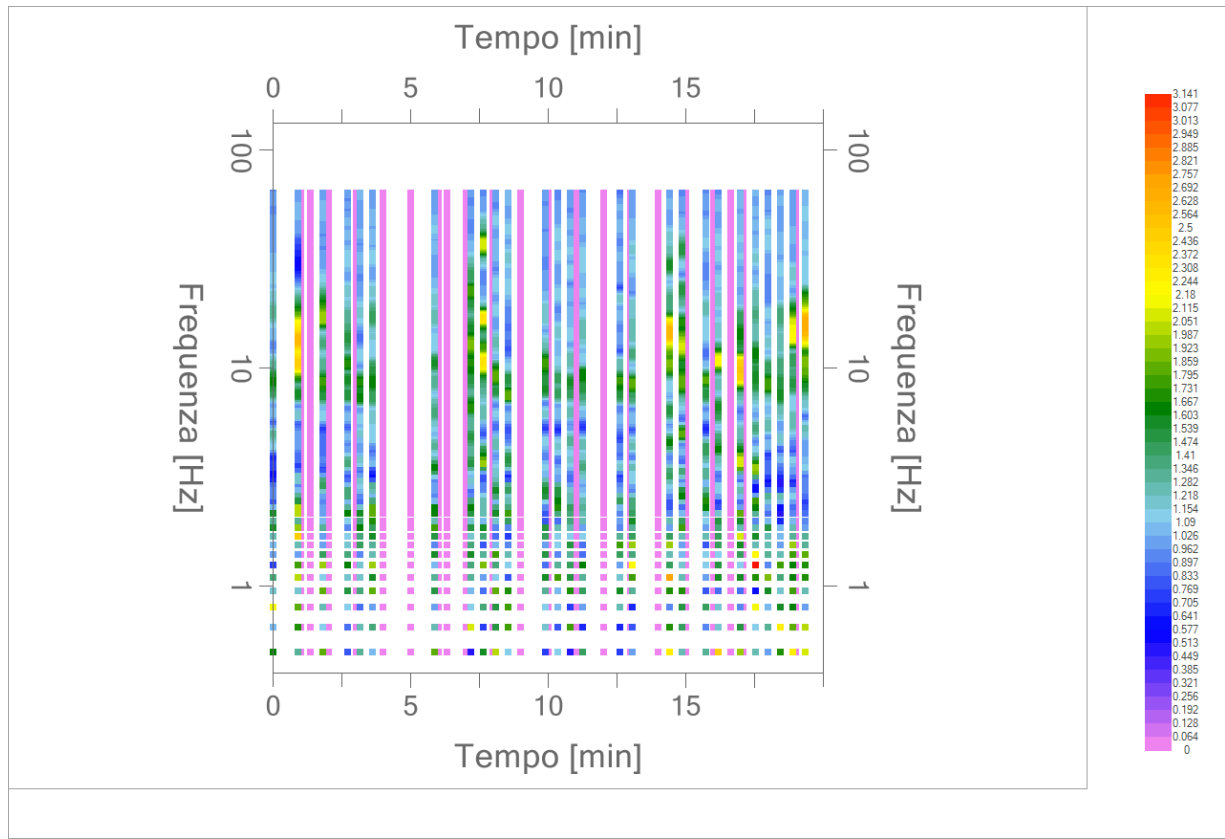
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 10.55 Hz  $\pm$  0.27 Hz

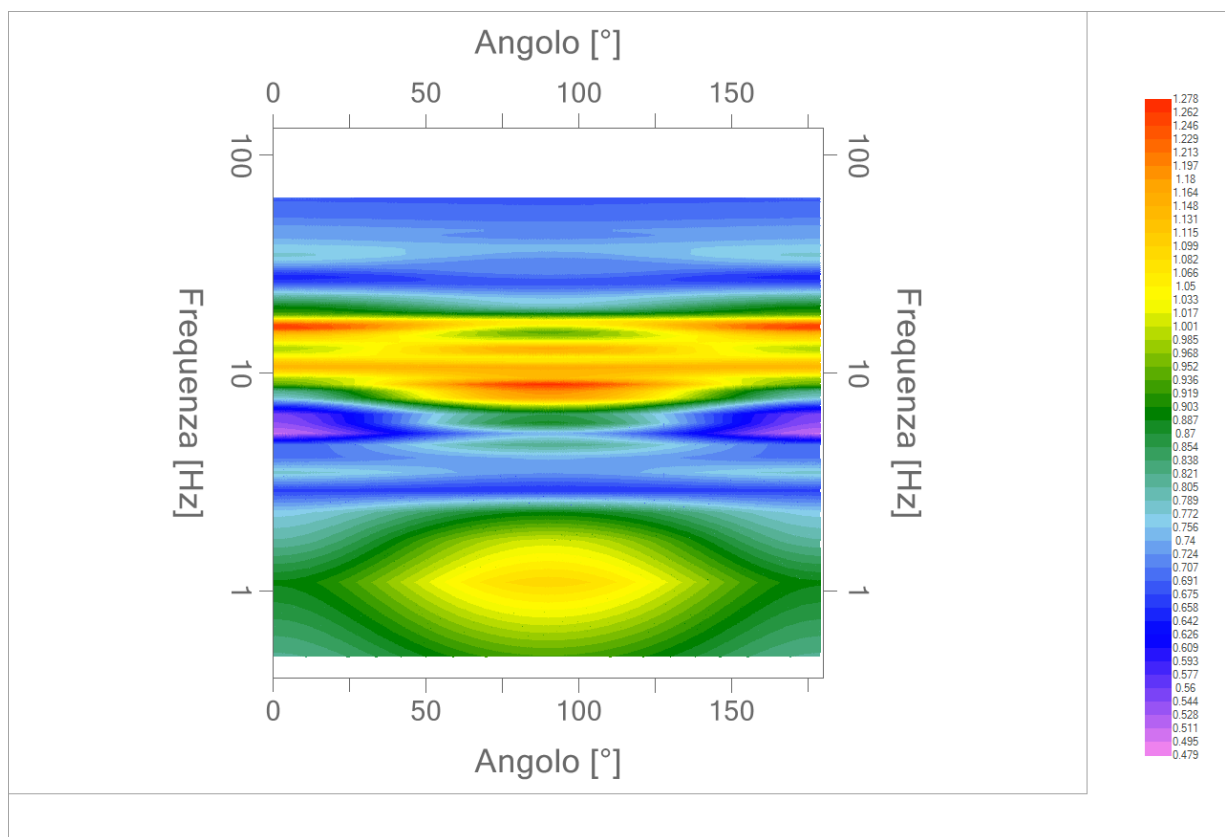
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005


Picco H/V a  $10.55 \pm 0.27$  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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	NO	
$A_0 > 2$	NO	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	5 di 5



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

## PROVA HVS12

Comune Busseto	Località Roncole Verdi – Cimitero	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 14.46
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVS12	File B_12.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS13	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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			✓			15
	camion		✓				15
	passanti	✓					
	altro ...						
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS1	Aprile 2022	0	1 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

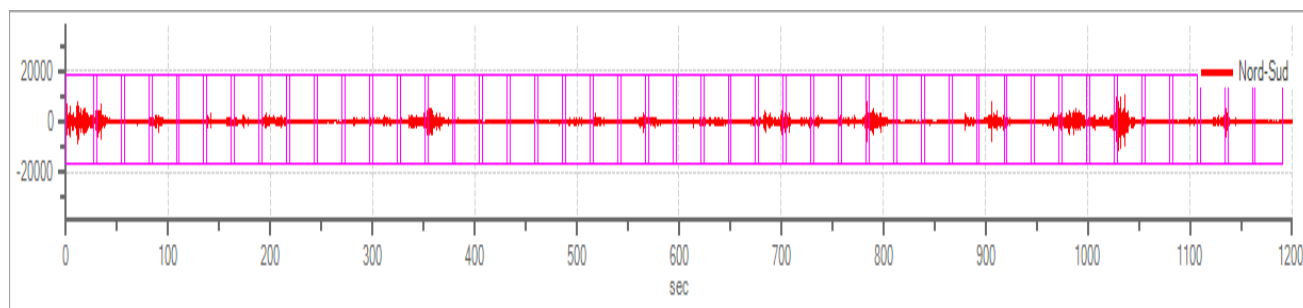
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

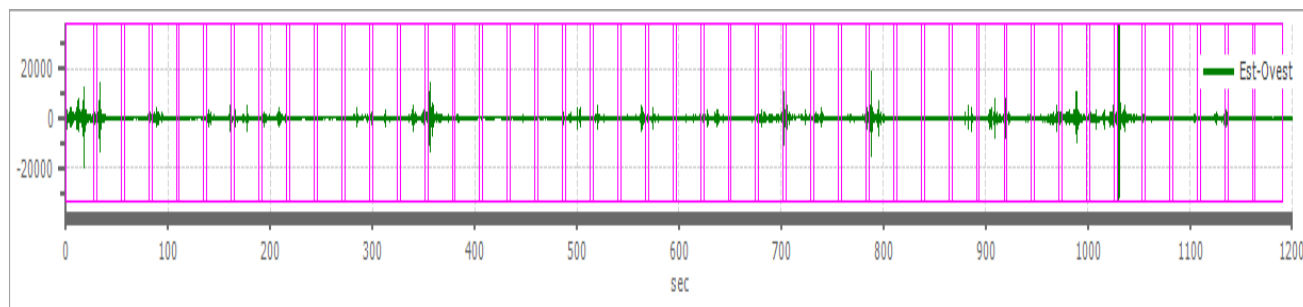
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 44  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 41  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

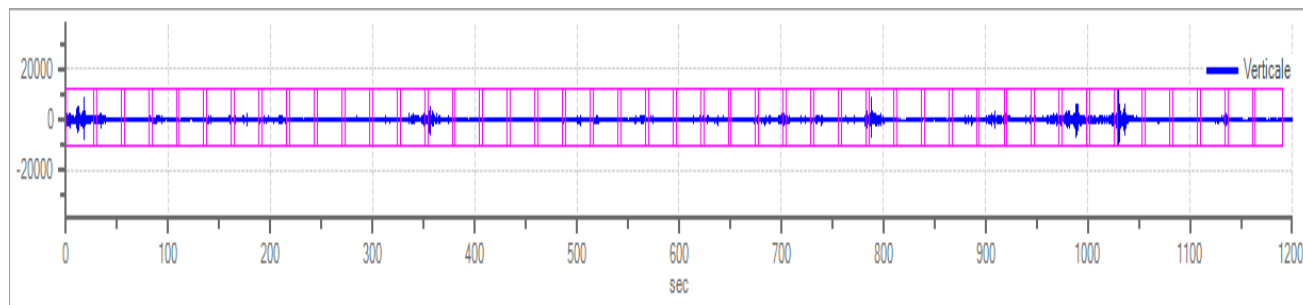
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



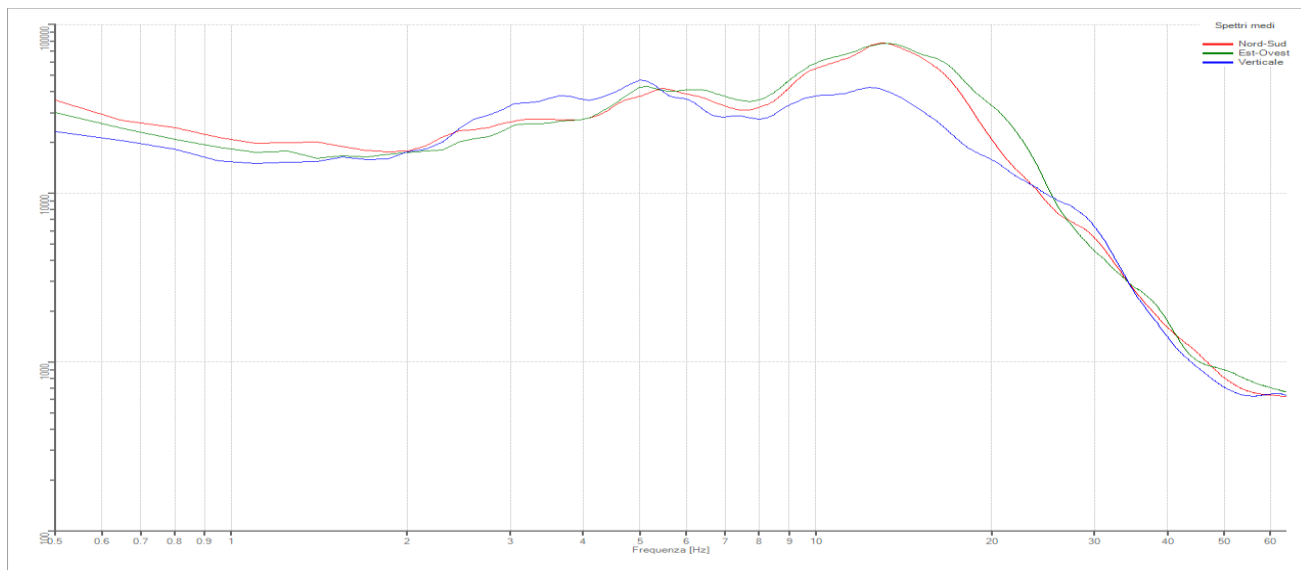
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

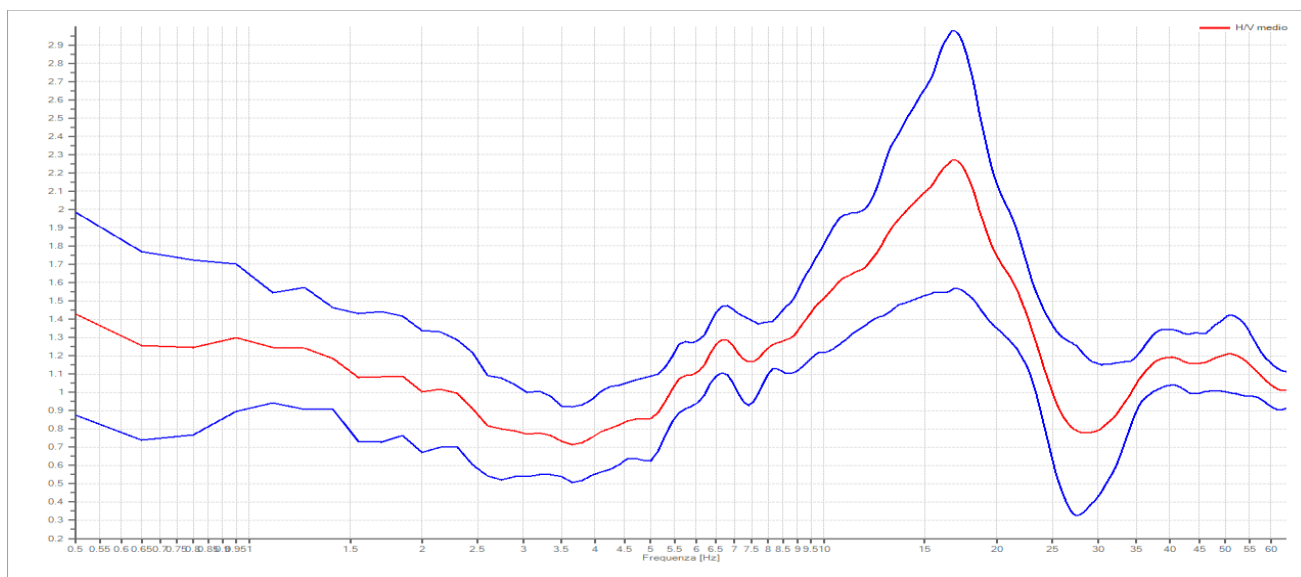
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

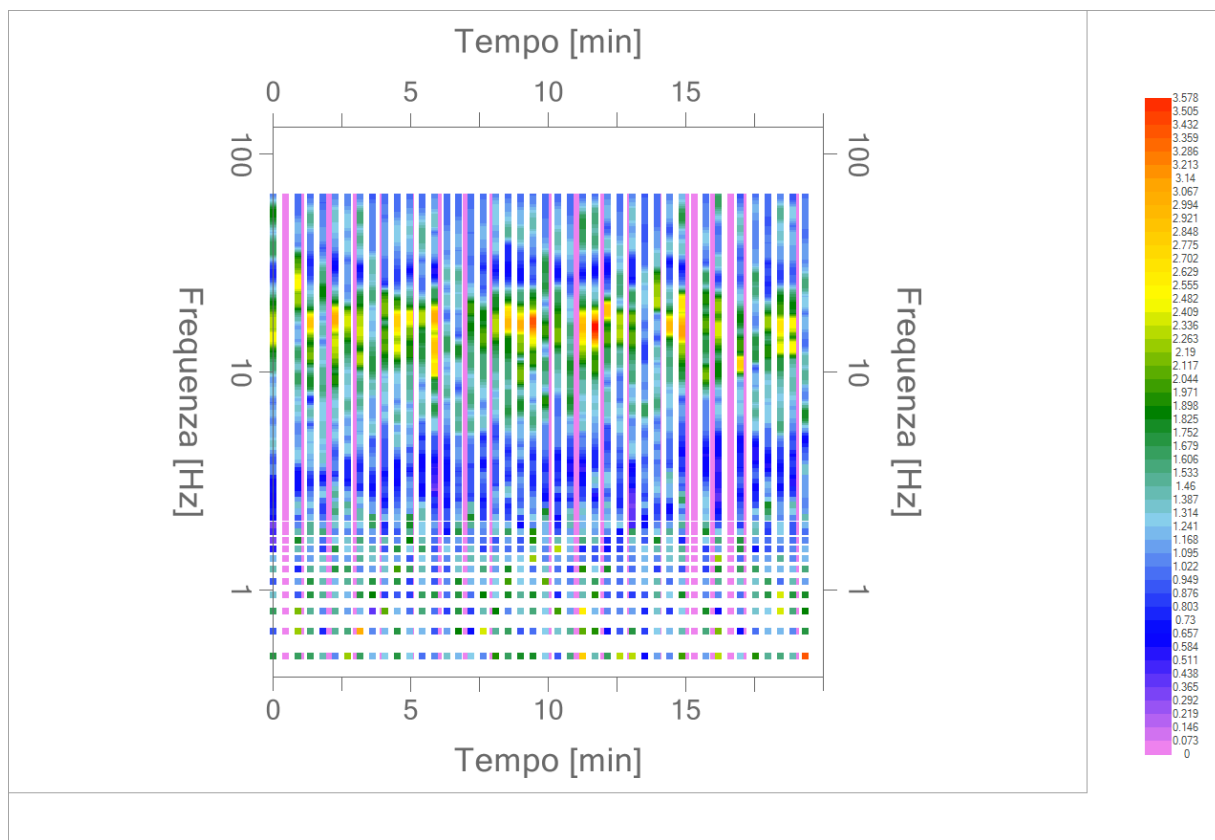
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 16.85 Hz  $\pm$  0.31 Hz

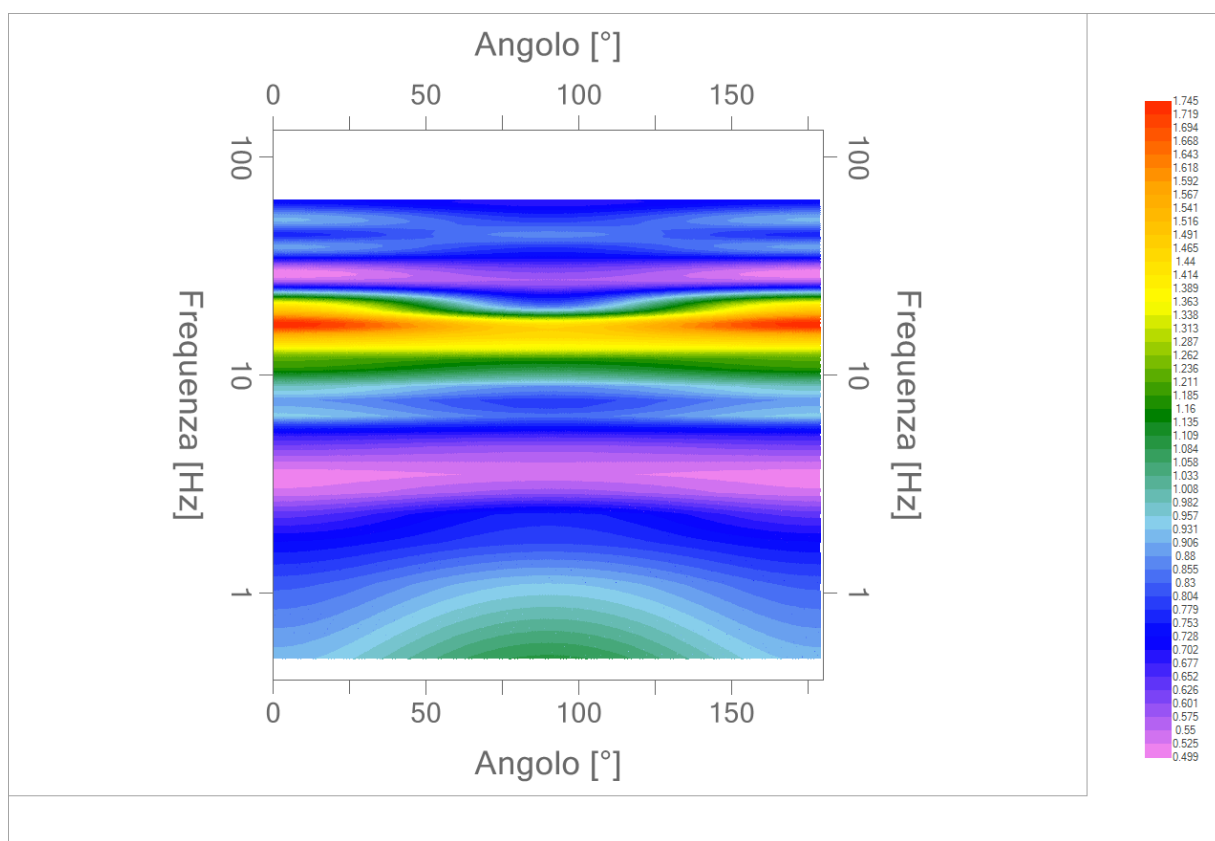
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mapa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $16.85 \pm 0.31$  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
$\sigma_f$	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

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

## PROVA HVS1 13

Comune Busseto	Località Roncole Verdi – Campo a sud del paese	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 15.12
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVS1 13	File B_13.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS13	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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 type="checkbox"/> assenti	<input checked="" 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			✓			17
	camion		✓				17
	passanti	✓					
	altro	✓					
	...						
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO</b> s.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS1	Aprile 2022	0	1 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

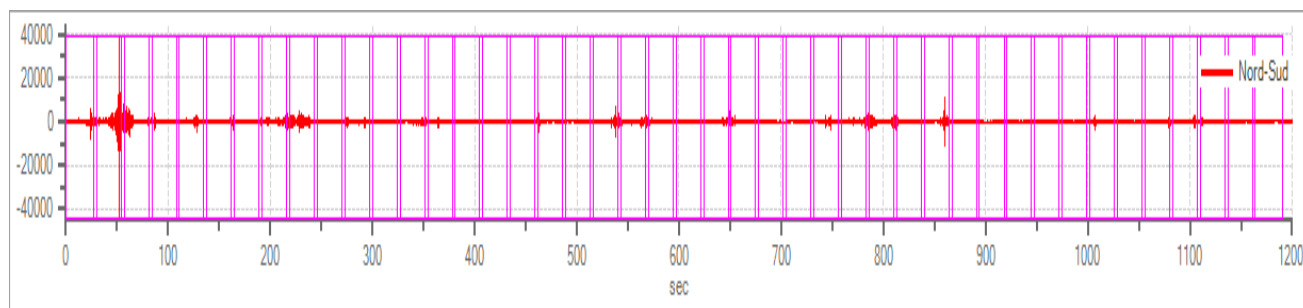
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

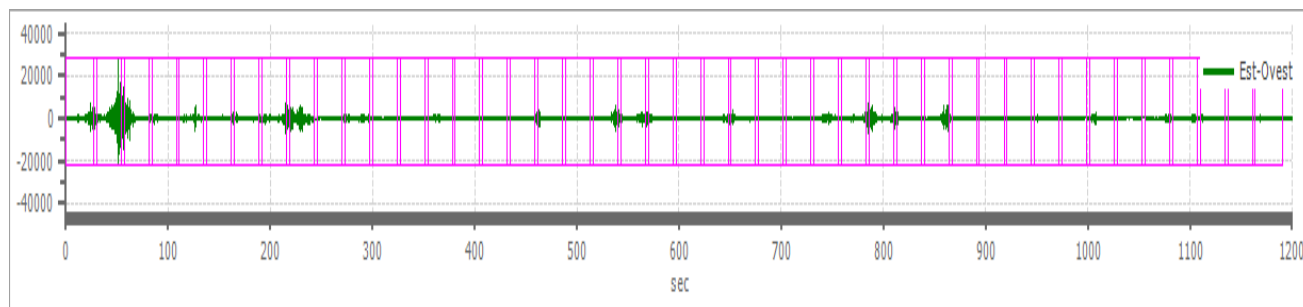
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 44  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 44  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

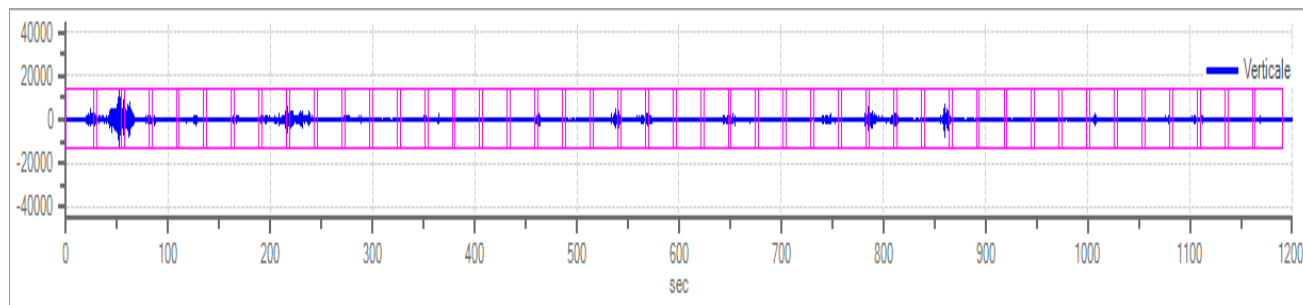
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



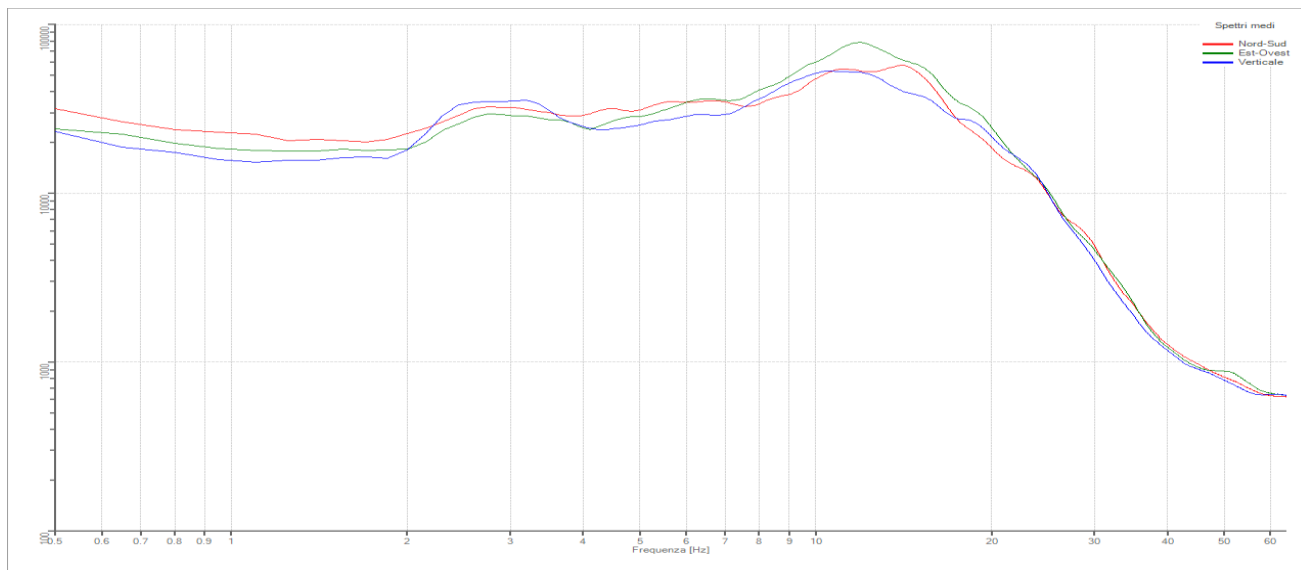
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

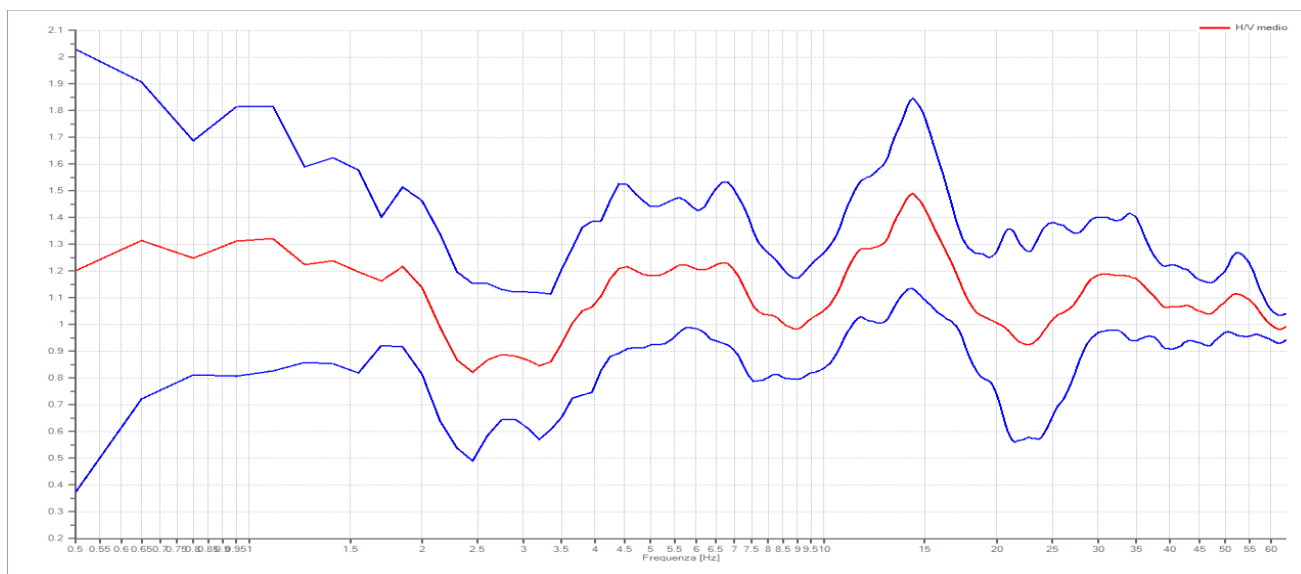
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 14.30 Hz  $\pm$  0.24 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V naturale







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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005


Picco H/V a  $14.30 \pm 0.24$  Hz (nell'intervallo 0.50 – 64.0 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	
$f_{\text{picco}} [ A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f) ] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	5 di 5

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

## PROVA HVS1 14

Comune Busseto	Località Samboseto	
Cantiere MS3 Busseto	Data 28/02/2022	Ora 12.31
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVS1 14	File B_14.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS13	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" 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 type="checkbox"/> suolo umido	<input checked="" 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			✓			30
	camion		✓				30
	passanti	✓					
	altro ...	✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS1	Aprile 2022	0	1 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

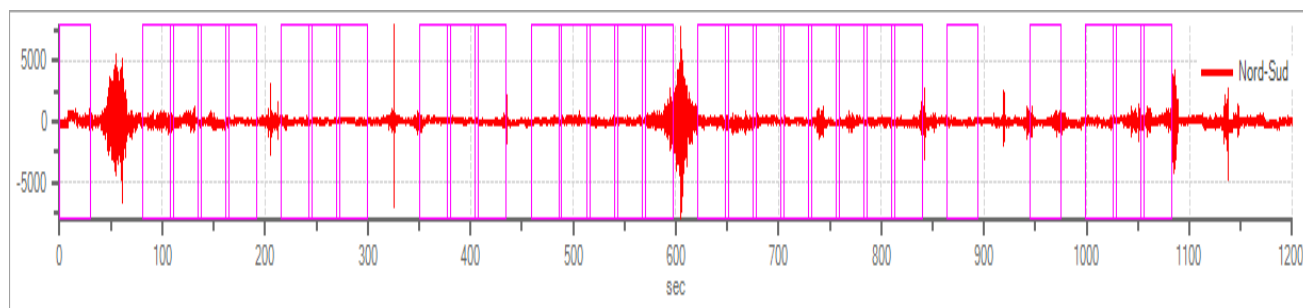
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

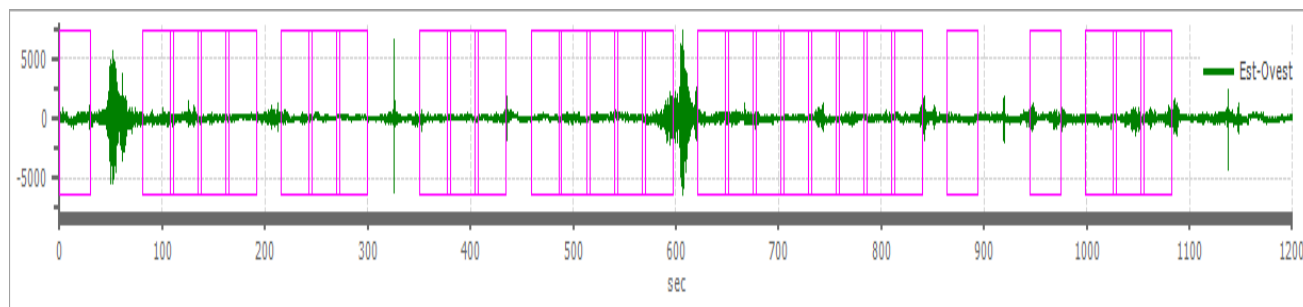
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 29  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 29  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

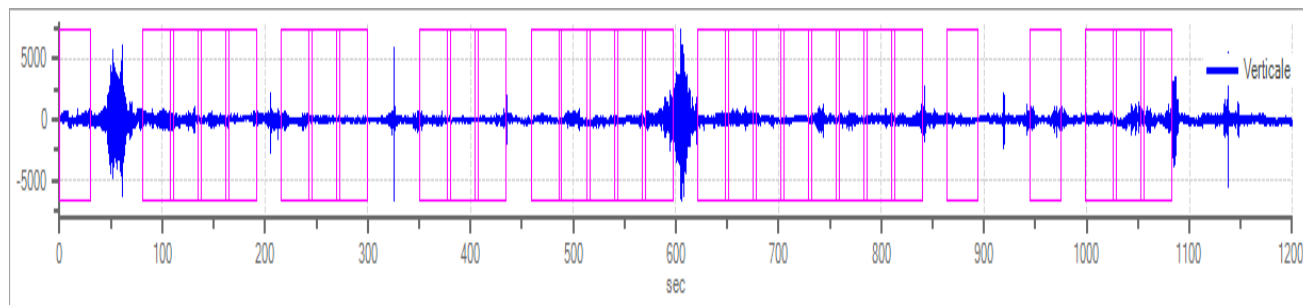
### Grafici tracce con finestre selezionate:




Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

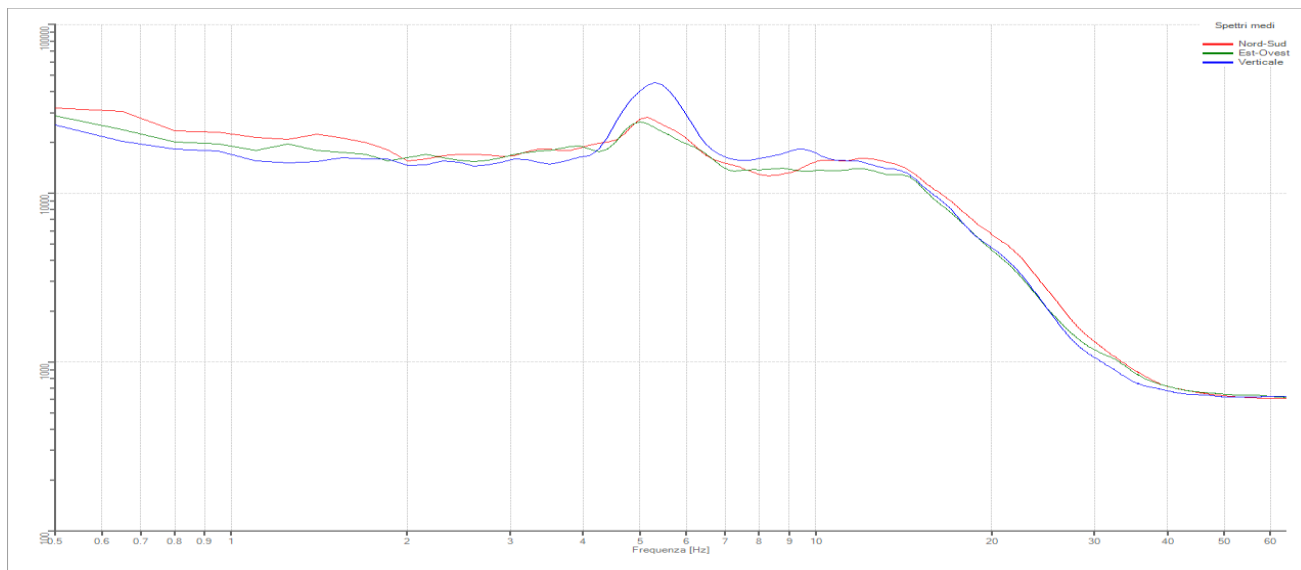


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

 <b>ENGEO S.r.l.</b> <small>ENGINEERING GEOLGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS1	Aprile 2022	0	2 di 5

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

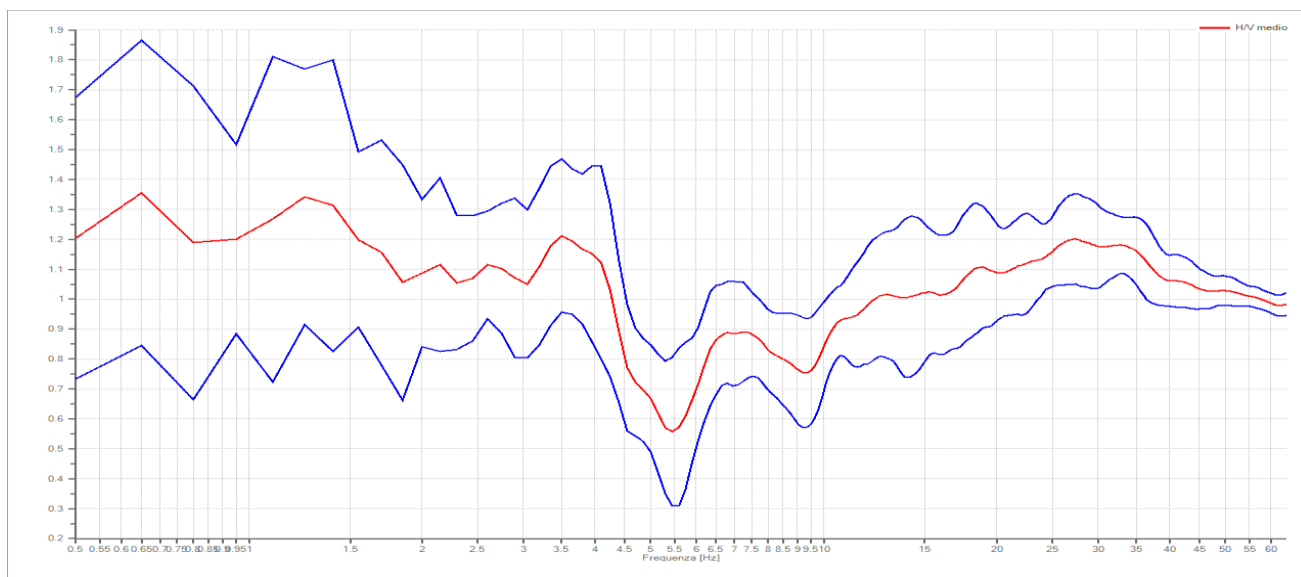
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

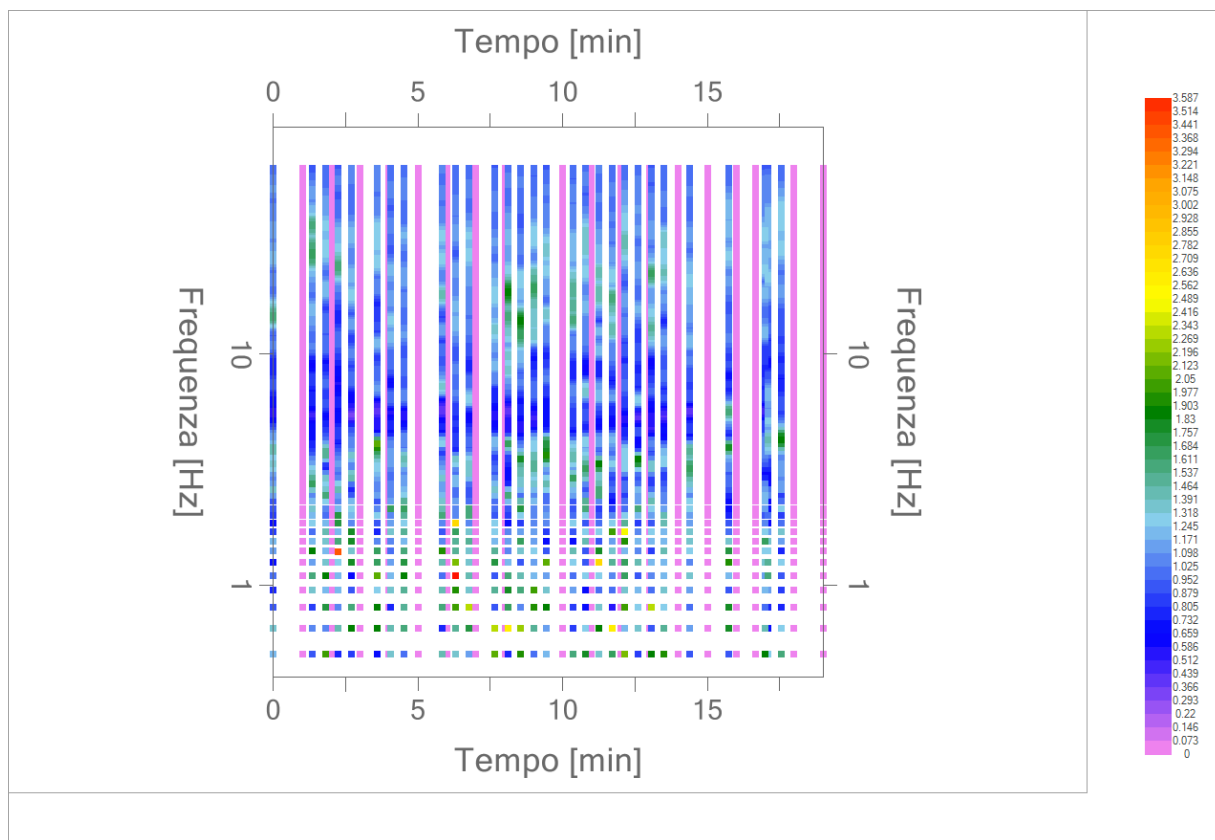
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $0.65 \text{ Hz} \pm 0.38 \text{ Hz}$

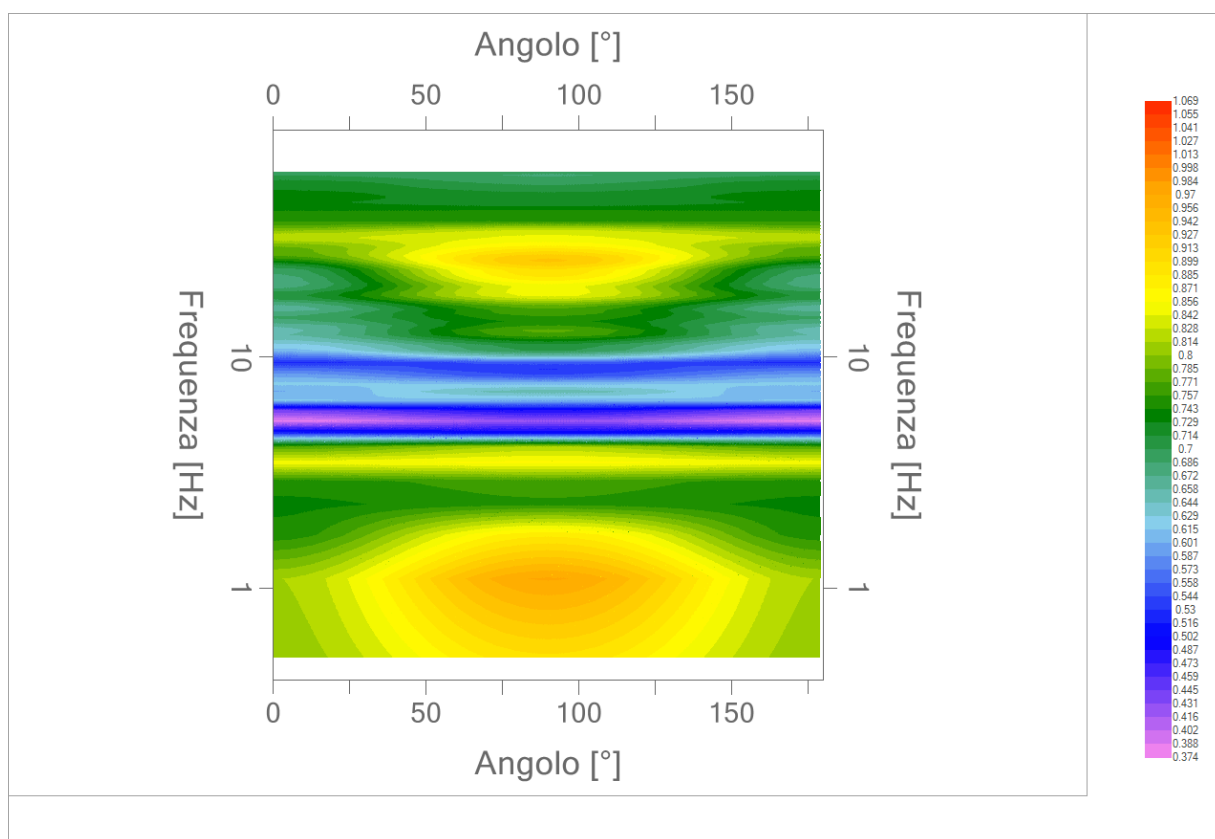
#### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto



Mappa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005


Picco H/V a  $0.65 \pm 0.38$  Hz (nell'intervallo 0.50 – 64.0 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	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Aprile 2022	0	5 di 5

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

## PROVA HVS1 15

Comune Busseto	Località Sant'Andrea – Scuola	
Cantiere MS3 Busseto	Data 01/03/2022	Ora 14.36
Codice lavoro BSST.01.2183 – MS3 Busseto		
Codice Prova HVS1 15	File B_15.SAF	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVS13	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Matteo Baisi		


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 type="checkbox"/> con erba	<input checked="" 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			✓			8
	camion		✓				8
	passanti	✓					
	altro	✓					
	...						
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI:
---------------

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVS1	Aprile 2022	0	1 di 5



PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

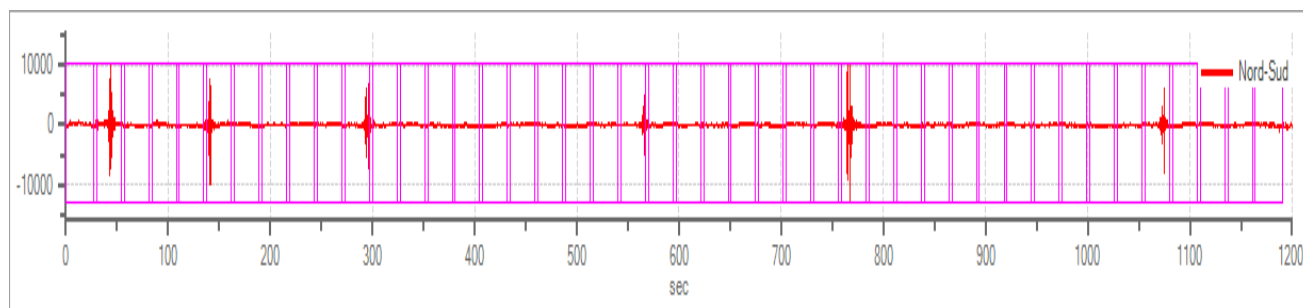
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

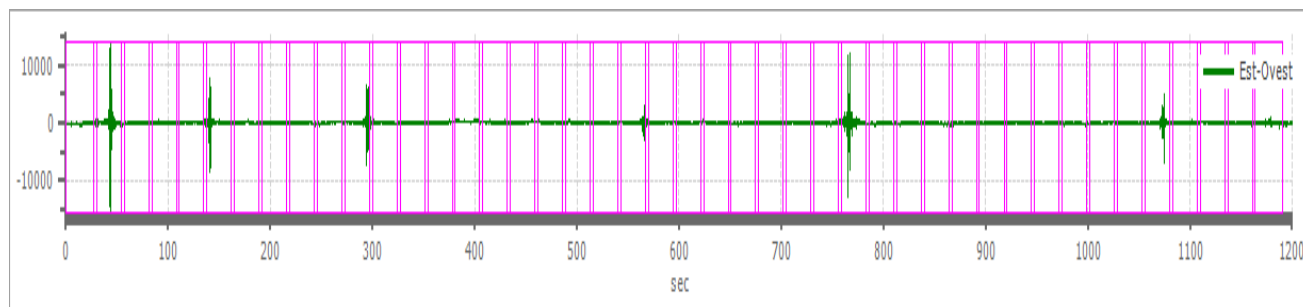
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 44  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 44  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

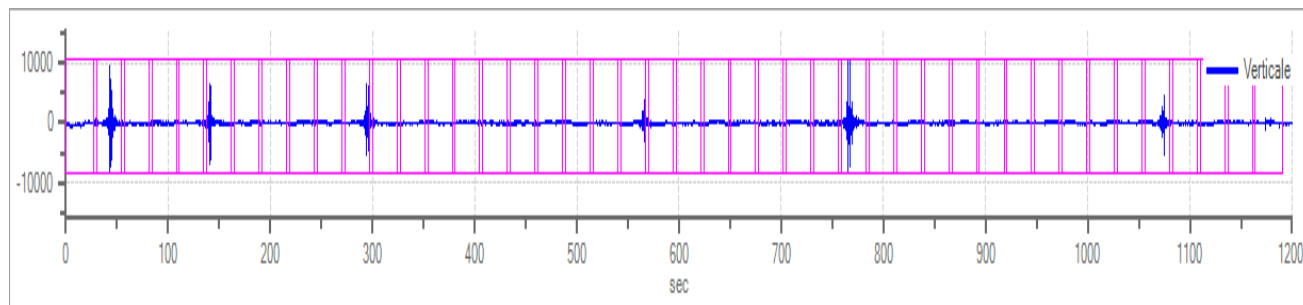
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



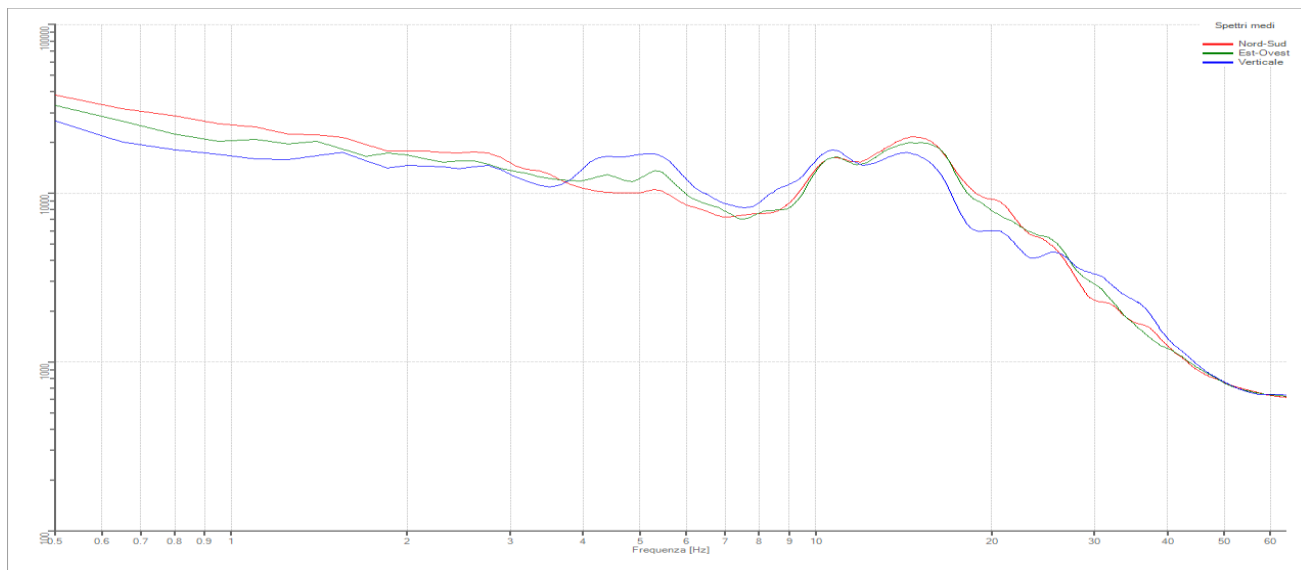
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO: Studio di Microzonazione Sismica di III livello del territorio comunale di Busseto

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

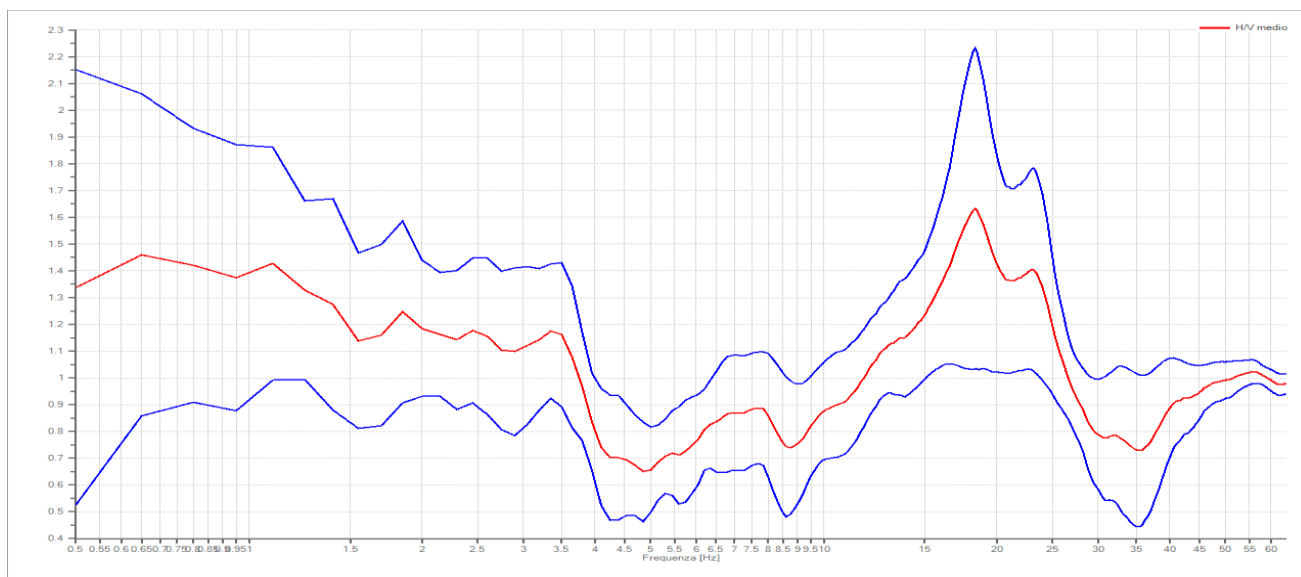
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 18.35 Hz  $\pm$  0.37 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V naturale





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

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $18.35 \pm 0.37$  Hz (nell'intervallo 0.50 – 64.0 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
$\sigma_f$	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