



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



REGIONE
TOSCANA



CONFERENZA DELLE REGIONI
E DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione tecnica sulle indagini (MS2 / MS3)

Regione Toscana
Comune di Talla



Regione Toscana	Soggetto realizzatore Progeo Engineering S.r.l. Referente e coordinatore attività: Geol. Massimiliano Rossi Geol. Fabio Poggi Collaboratori: Geol. Gabriele Menchetti Geol. Andrea Martini	Data Gennaio 2025
--------------------	---	----------------------

INTRODUZIONE

La presente relazione sulle indagini, redatta ad integrazione della relazione illustrativa, contiene in dettaglio i risultati di tutte le indagini geofisiche per il presente studio di MS2 e MS3.

Nel dettaglio il presente documento contiene i report di:

- n°4 HVSR effettuate dalla ditta ProGeo Engineering Srl;
- n°1 indagine MASW integrata da n°1 HVSR realizzata dalla ditta Galileo Geofisica di Arezzo;



REPORT INDAGINI HVSR

(ProGeo Engineering Srl)



ProGeo *Engineering S.r.l.*

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo
tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

1. REPORT INDAGINE GEOFISICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA HVSR

Le indagini geofisiche a stazione singola con metodo dei rapporti spettrali HVSR sono state realizzate con sismografo a trasmissione digitale SR04-GEOBOX dotato di sistema a velocimetrica interna da 4.5 Hz, prodotto sempre dalla ditta SARA electronic instruments s.r.l.. Il digitalizzatore SR04 a 3 canali (3 componenti N-S, E-O e Verticale) e 24 bit è uno strumento ad alte prestazioni in grado di acquisire il segnale sismico per misure sismologiche, geofisiche nonché per l'esecuzione di prove HVSR (Nakamura). Geobox viene gestito dal modulo software SISMOLOG-MT di SEISMOWIN attraverso il quale si può trasformare un comune Notebook in una stazione sismica performante che permette di eseguire sia elaborazioni vibrometriche che spettrometriche in accordo alle norme UNI 9916 o 9614.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI - SARA GEOBOX SR 04

Alimentazione: batteria interna ricaricabile, consumo minore di 1W Numero canali ed a/d converter: 3 (SD) dinamica di 144dB (24 bit effettivi fra 0.1 e 10Hz, ENOB)

Sensibilità: con velocimetri da 4.5 Hz: < 1 nanometro/secondo per count

Campionamento: simultaneo sui tre canali a 10,20,50,100,200,300,400,480,600Hz

Real Time Clock: Sincronizzato da GPS via PPS modulato (su richiesta)

Precisione RTC: +/-10ppm fra -20/+50°C (+/-40ms rispetto ad UTC)

Antenna GPS: assente Interfaccia dati: RS232 con cavo da 8 metri e adattatore USB in dotazione

Contenitore: Monoblocco in alluminio IP66

Dimensioni e peso: 155x140x110 mm 3.1kg con sensori da 4.5Hz

Temperatura operativa: -20/+50°C

Conformità: CE



3. CENNI TEORICI TECNICA “HVSr”

Le vibrazioni sismiche ambientali, o più comunemente rumore sismico, sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (Okada, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche detto microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze. Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh. Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916). In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi: Spettri di Fourier, Rapporti spettrali, Rapporti spettrali H/V.

Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori e quello dei Rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura. La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su coperture.

I pregi fondamentali di tale tecnica sono: possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola"; la presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico a meno che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo; non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente, permette di raggiungere grandi profondità e permette di rilevare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo. Il progetto SESAME – Site EffectS Assessment using AMbient Excitations (2005) si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti. Il segnale viene filtrato in base a criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi



contributi nelle alte frequenze) o di fenomeni di saturazione. Successivamente il segnale “ripulito” viene scomposto in finestre temporali di determinato periodo. Per ciascuna delle finestre viene valutato lo spettro di Fourier che viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all’uopo idonee. Si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea. Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quella della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l’operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio (curva HV OSSERVATA o SPERIMENTALE), la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito (nel caso che almeno 5 dei 6 criteri di verifica dell’attendibilità del picco di cui al progetto SESAME siano verificate). Recenti studi condotti da Albarello e Castellaro (2011) hanno inoltre proposto una classificazione della misura (e curva) H/V in modo da poter fornire una indicazione immediata della qualità delle singole misure H/V, con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati. Questo tipo di classificazione trova il suo principale impiego nella redazione delle mappe delle indagini relative al livello 1 della microzonazione sismica (*dalla pubblicazione “Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola, Appendice 2 Classificazione delle misure H/V” Albarello e Castellaro, 2011*).

Vengono proposte tre classi di qualità:

Classe A: H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola: 1. la forma dell’HVSr nell’intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (Stazionarietà), 2. Le variazioni azimutali di ampiezza non superano almeno il 30% del massimo (Isotropia), 3. non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di



frequenza di interesse (Assenza di disturbi), 4. i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (Plausibilità fisica), 5. i criteri di SESAME per una curva HVSR chiara ed attendibile (Robustezza statistica), 6. la misura è durata almeno 20 minuti (Durata) Almeno una delle condizioni della Classe A non è soddisfatta.

Classe B: curva H/ V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze: 1. Almeno una delle condizioni della Classe A non è soddisfatta.

Classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata; rientrano in questa classe: 1. misure di tipo B nella quale la curva H/V mostra una ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura; 2. misure di tipo B nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico in corrispondenza di diverse frequenze nell’intervallo di interesse.

I criteri delineati sopra non riguardano l’interpretazione in chiave Geologico-Stratigrafica della curva, per la quale sono richiesti ulteriori criteri (per es. criteri SESAME per la “chiarezza” del picco). Vengono aggiunte dunque 2 sottoclassi alle precedenti:

tipo 1, presenza di almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza;

tipo 2, non presenta picchi chiari nell’intervallo di frequenza di interesse: assenza di risonanza.

Ricavata e validata la curva HVSR è possibile STIMARE la velocità delle onde di taglio dei terreni tramite utilizzo di un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati, sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben Menahem e Singh (1981).

4. RISULTATI INDAGINI “HVSR”

Tutte le specifiche di acquisizione dei dati HVSR in ciascun punto sono consultabili nelle schede allegate dove vengono riportati i dati acquisiti ed elaborati, le tracce registrate ed utilizzate, le curve HV e gli spettri delle 3 componenti , l’analisi della direzionalità e persistenza dei picchi definiti, la validazione dei criteri SESAME, nella pagina seguente si riporta la tabella riassuntiva delle HVSR effettuate per il livello 2 e 3:



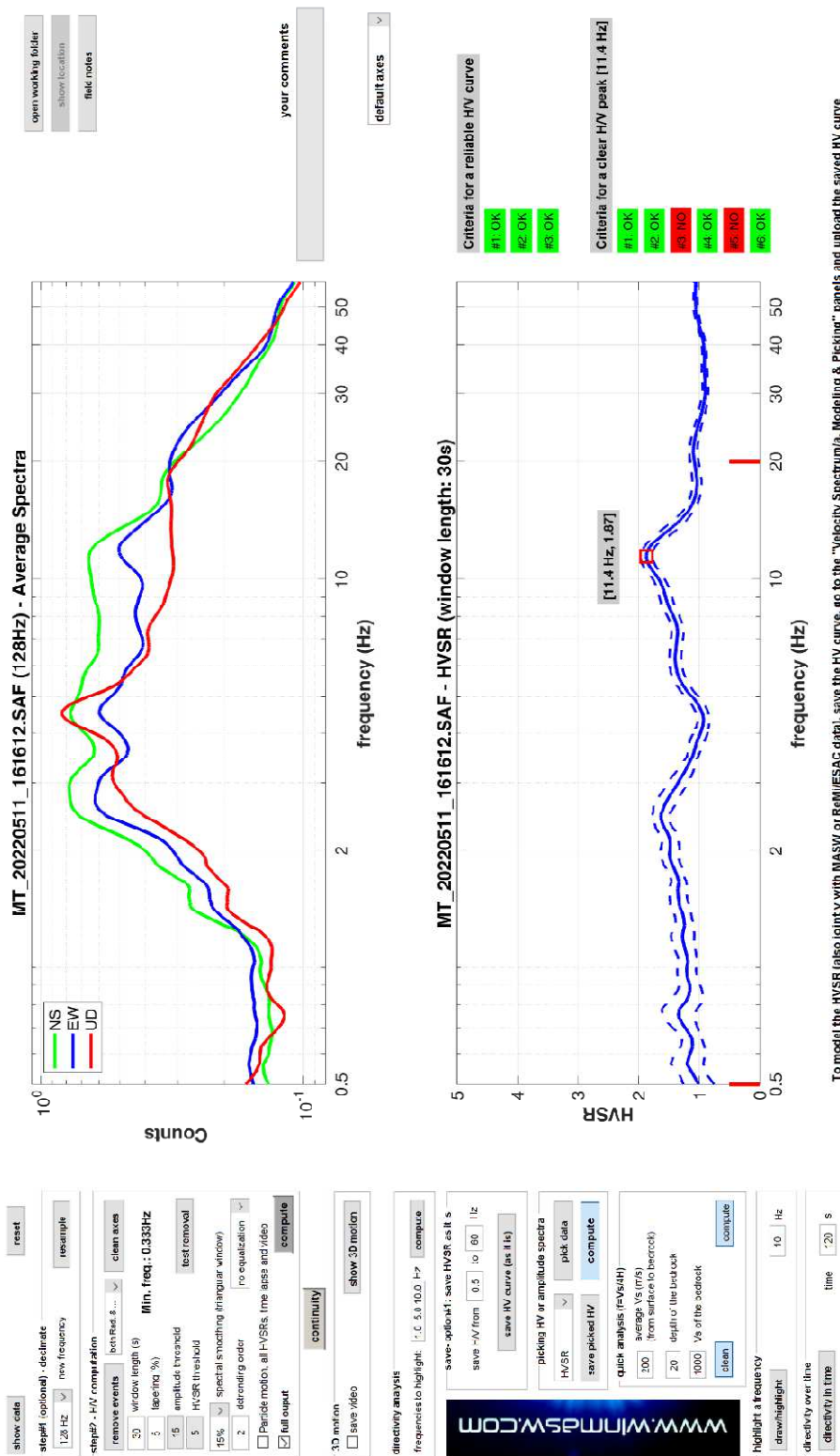
N.hvsr	Frequenza	Ampiezza	CLASSE	sottotipo
235	11.4	1.9	B	1
236	14.0	2.8	A	1
237	4.9	2.2	B	2
238	5.9	1.8	B	2



235 Capraia – P232



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	16:16	Capraia (Talla)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.604316°
	Longitudine	11.754272°
	Quota (mslm)	631.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_161612.SAF		235
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	moderato
Sereni poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	19°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto-riporto
	LITOLOGIA	sabbia ghiaiosa
	ANTROPICO	si
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	no	
camion	no	
persone a piedi	no	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI	vicino torrente	



È individuabile un picco di ampiezza 1,9 ad una frequenza di circa 11,4 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_161612.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 16 16 12.000

Notes: 235_Capraia_TA_MS2

DATA PROCESSING

Date: 27 6 2022

Time: 11 8

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 30

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.33333Hz

Length of analysed dataset (min): 18.9

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 11.4 (± 4.6)

Peak HVSr value: 1.9 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve ===

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $11.443 > 0.33333$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $22314 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 4.3Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 27.7Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $1.9 < 2$ (NO)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $4.573 > 0.572$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.207 < 1.58$ (OK)

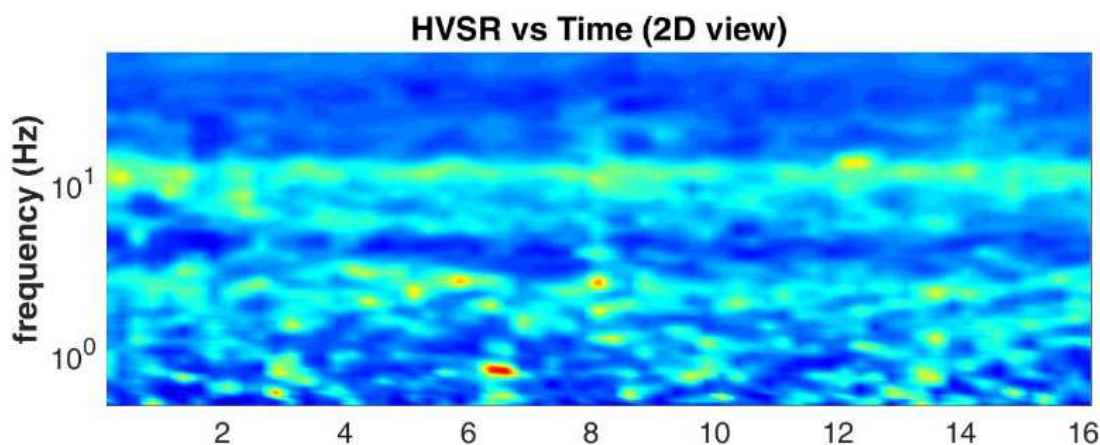


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

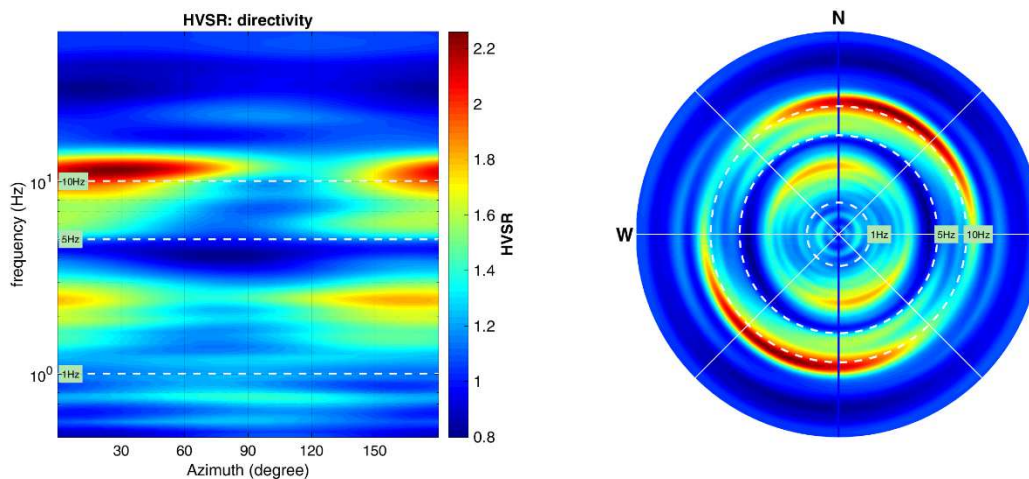
235 Capraia:

- CLASSE B: H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.
- Sottoclasse TIPO 1: Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



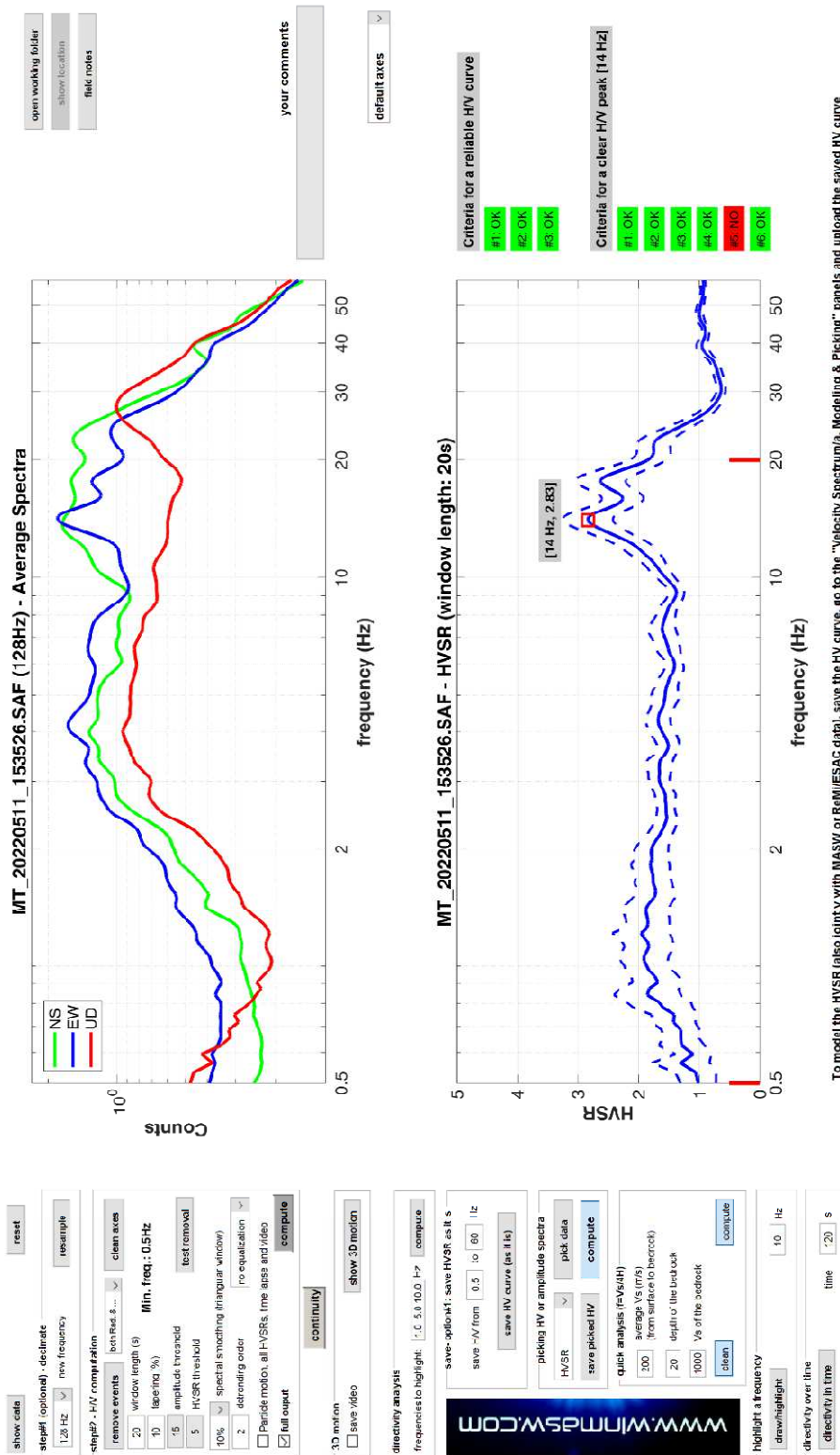
- 3) Assenza di disturbi: non rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



236 Pontenano –P233



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	15:35	Pontenano (Talla)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.593446°
	Longitudine	11.746600°
	Quota (mslm)	745.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_153526.SAF		236
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	moderato
Sereno poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	19°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	riporto
	ANTROPICO	si
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	no	
persone a piedi	si	10m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 2,8 ad una frequenza di circa 14 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_153526.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 15 35 26.000

Notes: 236_pontenano_TA_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 10 56

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 14.0 (± 6.6)

Peak HVSr value: 2.8 (± 0.4)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $14.038 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $30603 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.8Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 24.0Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.8 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $6.553 > 0.702$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.774 < 1.58$ (OK)

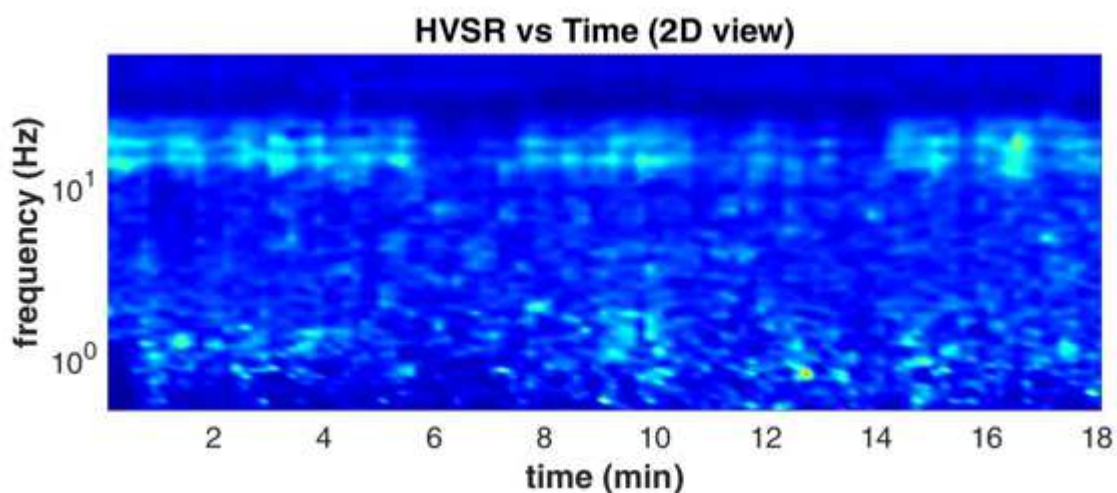


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

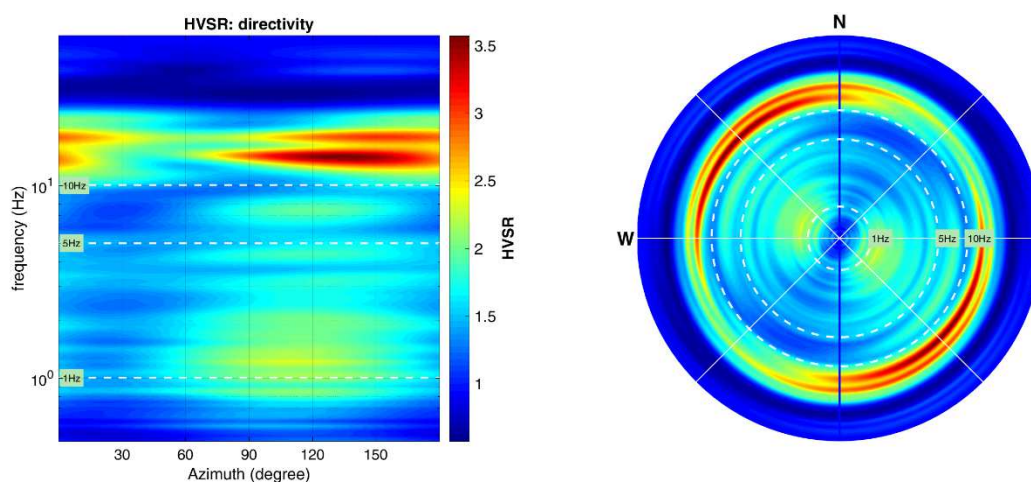
204 Pontenano:

- CLASSE A: H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola.
- Sottoclasse TIPO 1: Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



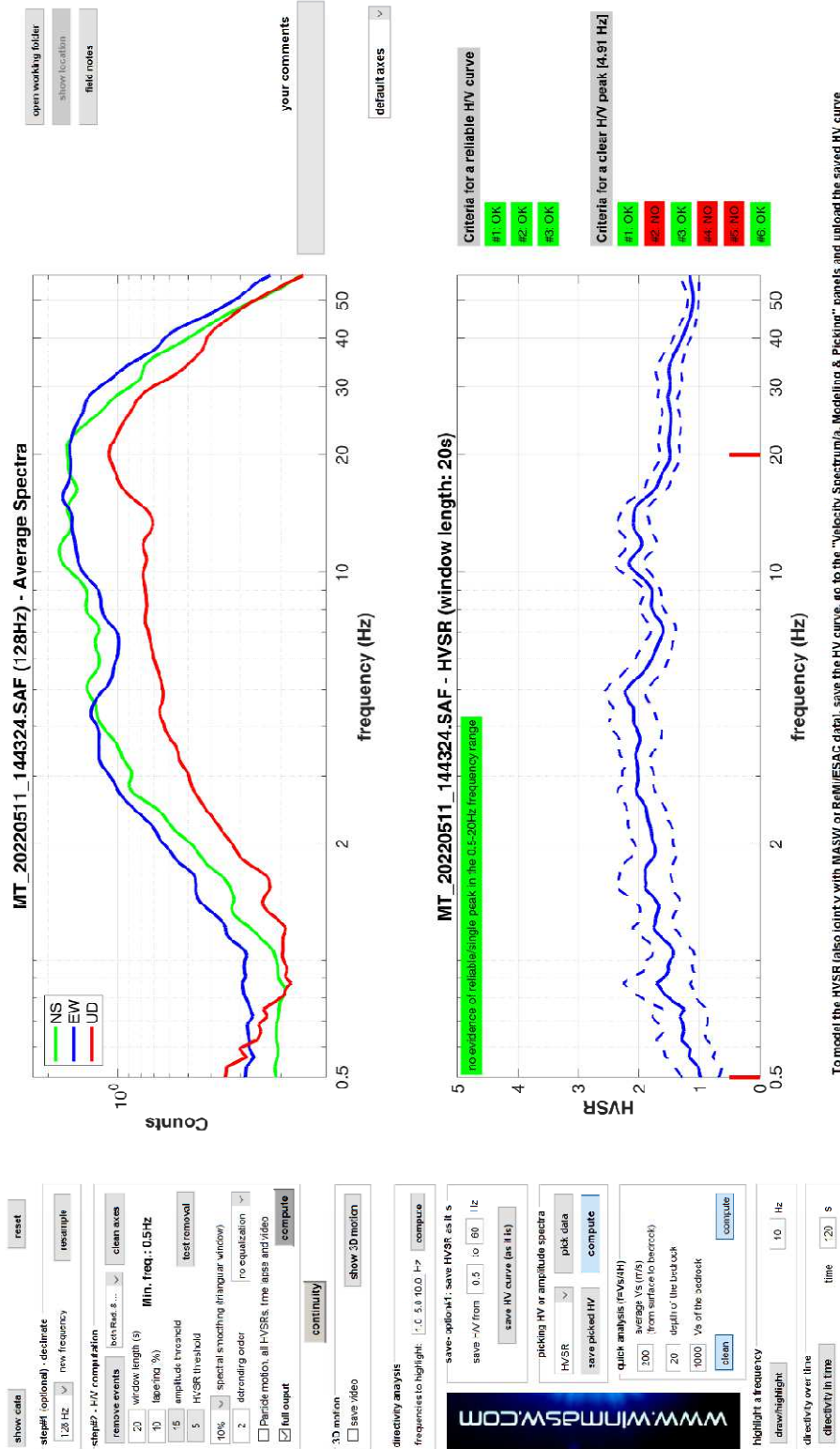
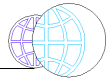
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: rispettata
- 6) Durata: rispettata



237 Faltona – P234



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	14:43	Faltona (Talla)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.623607°
	Longitudine	11.765626°
	Quota (mslm)	720.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_144324.SAF		237
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	moderato
Sereno poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	20°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia ghiaiosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	alta	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	no	
persone a piedi	si	10m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 2,2 ad una frequenza di circa 4,9 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_144324.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 14 43 24.000

Notes: 237_faltona_TA_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 10 58

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.9 (± 3.9)

Peak HVSr value: 2.2 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $4.909 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $10701 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 1.3Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: (NO)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.2 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $3.872 > 0.245$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.687 < 1.58$ (OK)

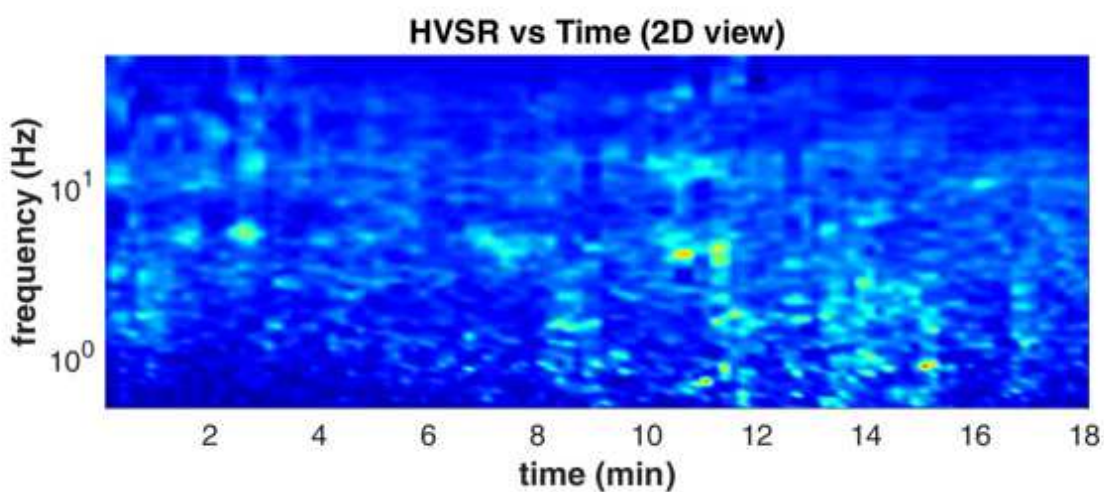


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

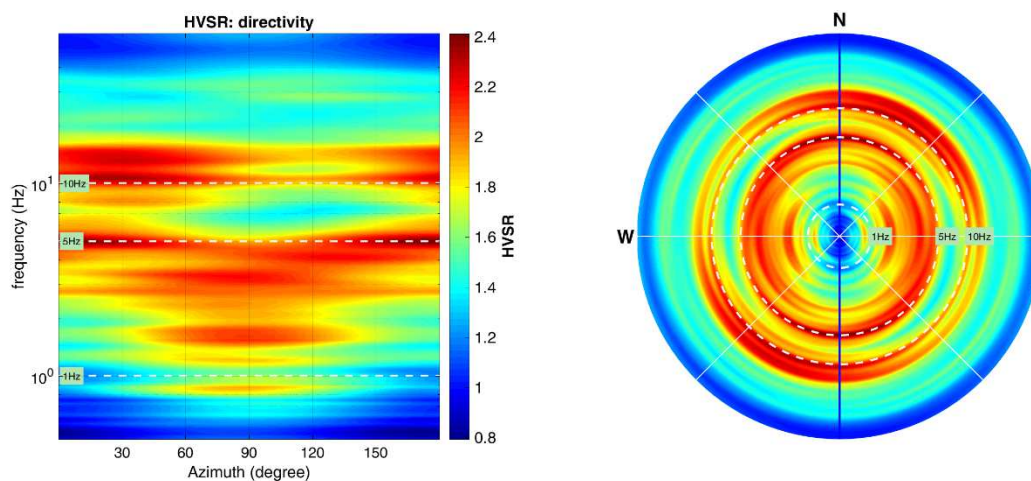
237 Faltona:

- CLASSE B: H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.
- Sottoclasse TIPO 2: Non presenta picchi “chiari” nell’intervallo di frequenze di interesse: assenza di risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia non rispettata



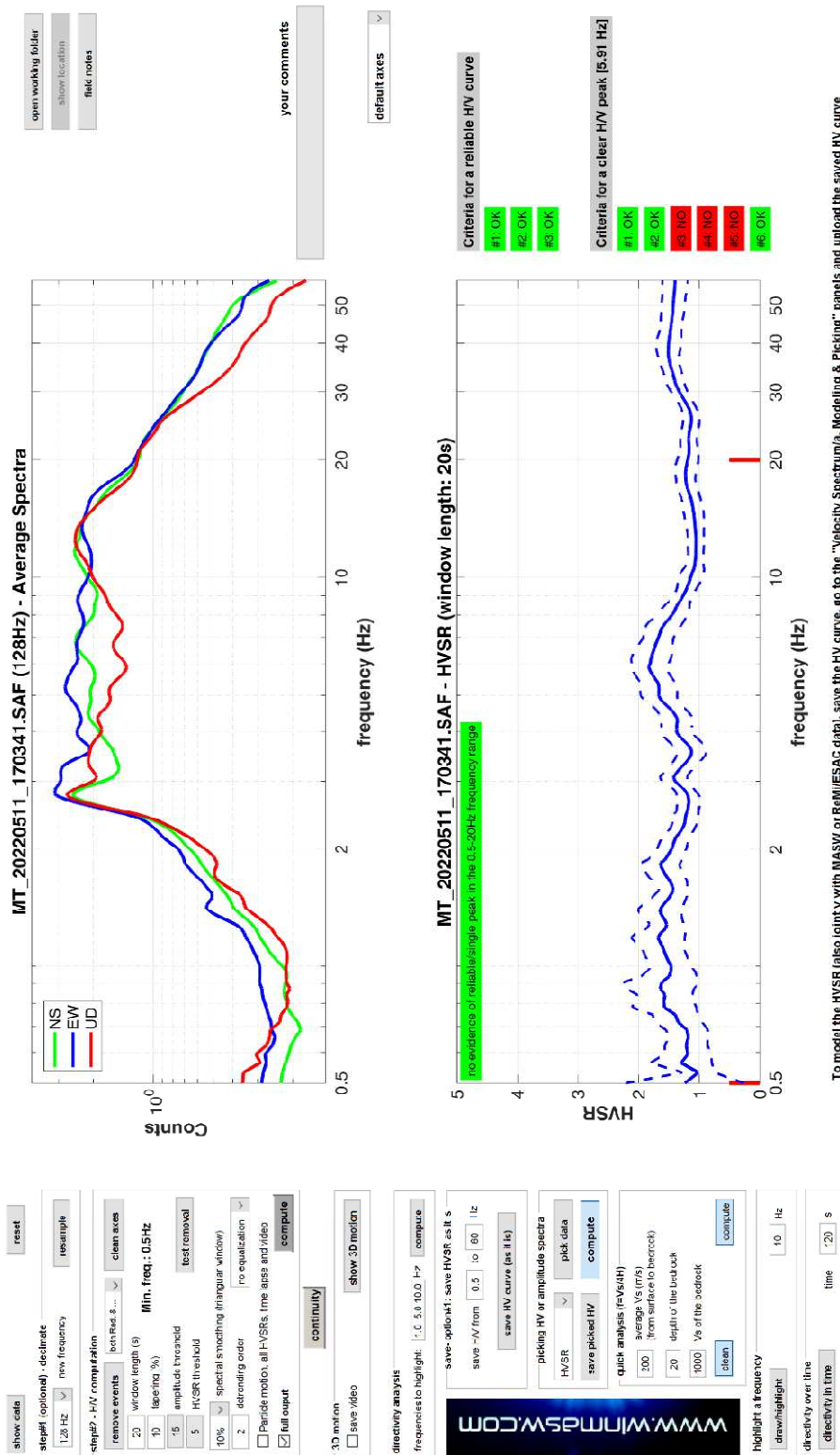
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



238 Santa Bagnena – P235



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	11:40	Santa Bagnena (Talla)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Engineering (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.588427°
	Longitudine	11.784082°
	Quota (mslm)	476.0
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments SR04S3	3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook Asus X509J
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20220511_170341.SAF		238
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereno poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	19°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia-ghiaiosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	5m
camion	no	
persone a piedi	no	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 1,8 ad una frequenza di circa 5,9 Hz.



Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Dataset: MT_20220511_170341.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 17 03 41.000

Notes: 207_santobagnena_TA_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 11 7

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 10

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 5.9 (± 2.4)

Peak HVSr value: 1.8 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $5.909 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $12409 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 1.7Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $1.8 < 2$ (NO)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $2.383 > 0.295$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.572 < 1.58$ (OK)

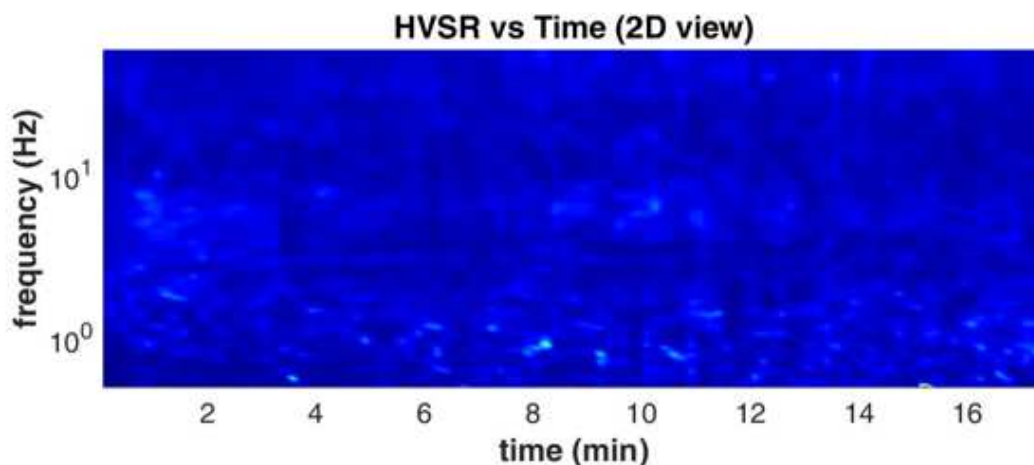


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

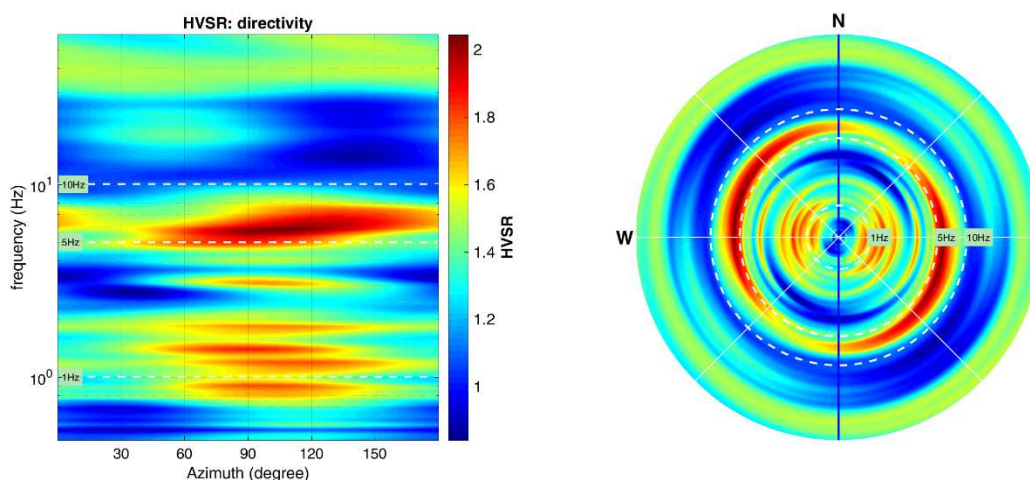
238 Santa Bagnena:

- CLASSE B: H/V sospetta (da “interpretare”): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze.
- Sottoclasse TIPO 2: Non presenta picchi “chiari” nell’intervallo di frequenze di interesse: assenza di risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



- 3) Assenza di disturbi: non rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata

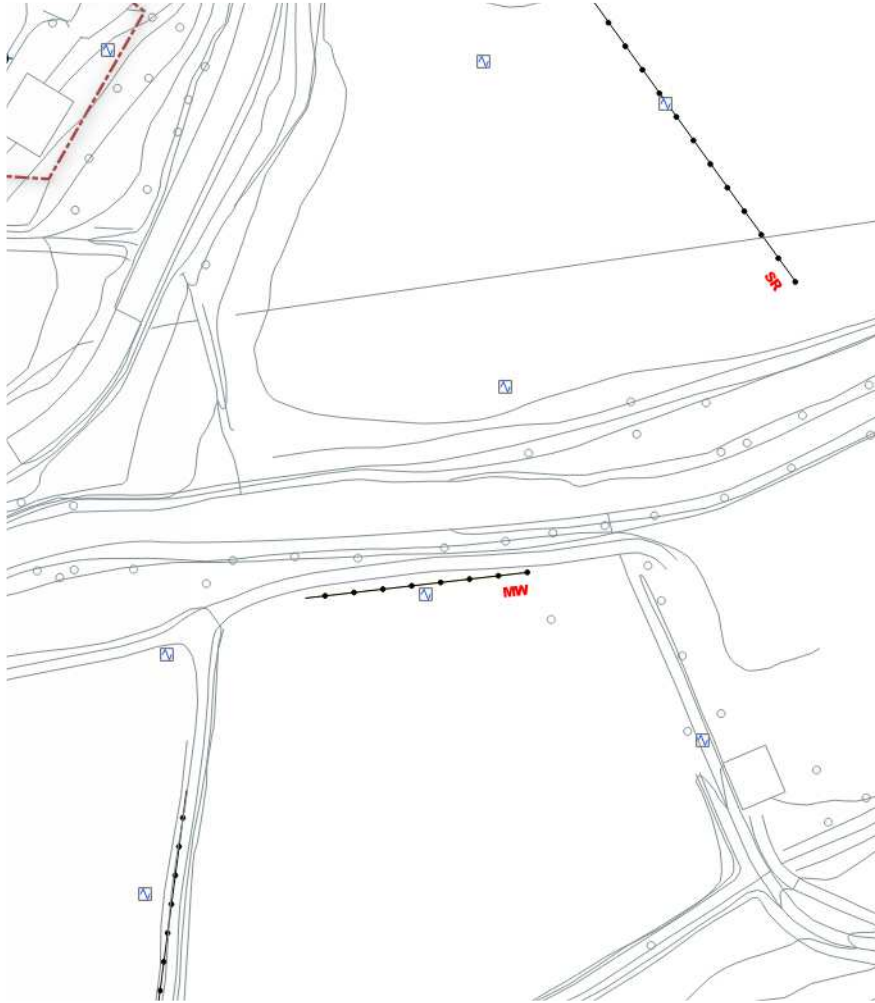
REPORT INDAGINI GEOFISICHE

(Galileo Geofisica S.n.c.)



ProGeo *Engineering S.r.l.*

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo
tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it



TALLA MASW +H/V

Strumento: TRZ-0135/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 17/06/02 08:30:55 Fine registrazione: 17/06/02 08:38:22

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h07'24".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

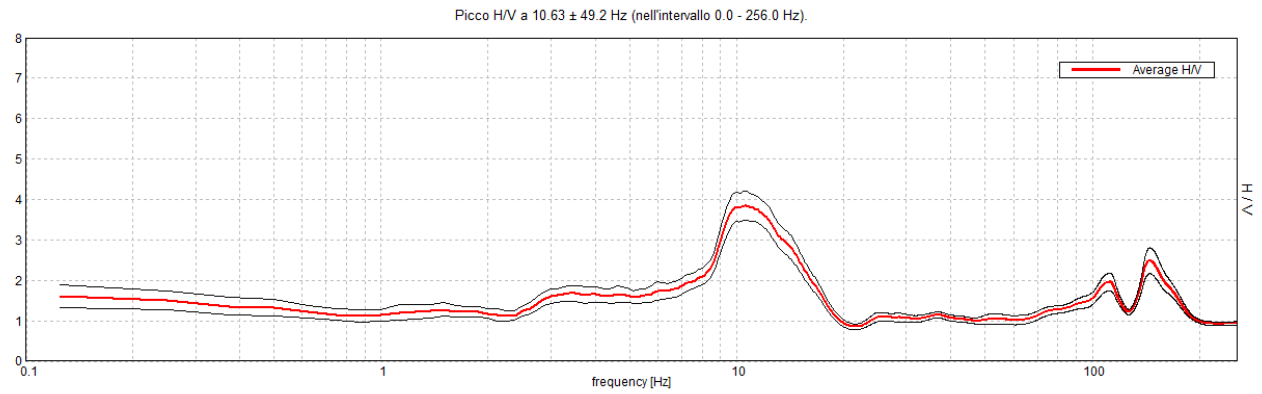
Freq. campionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 5 s

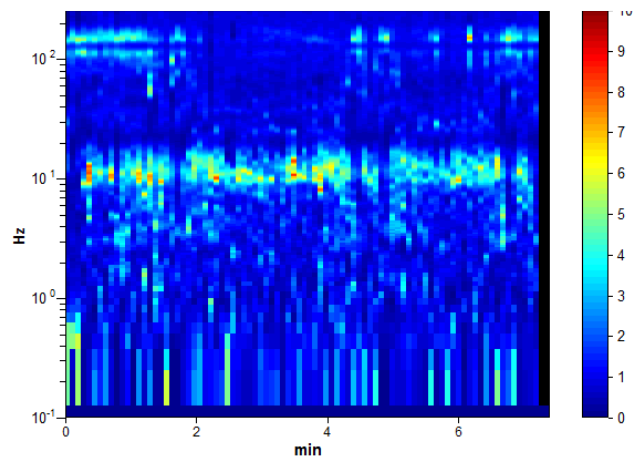
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

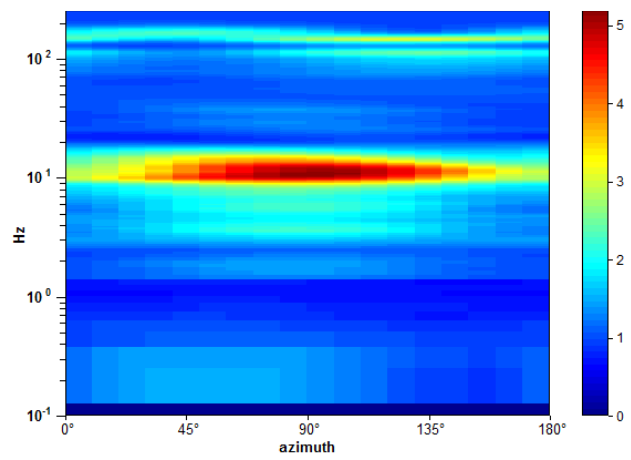
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



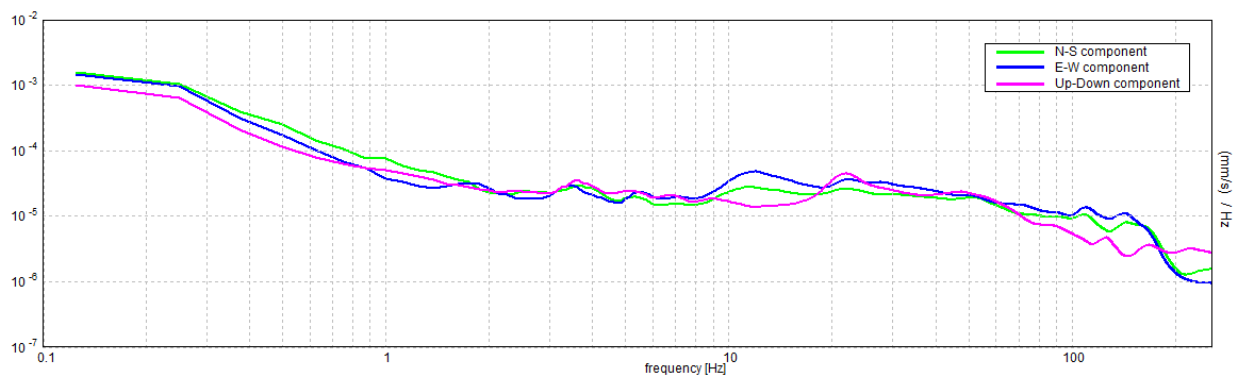
SERIE TEMPORALE H/V



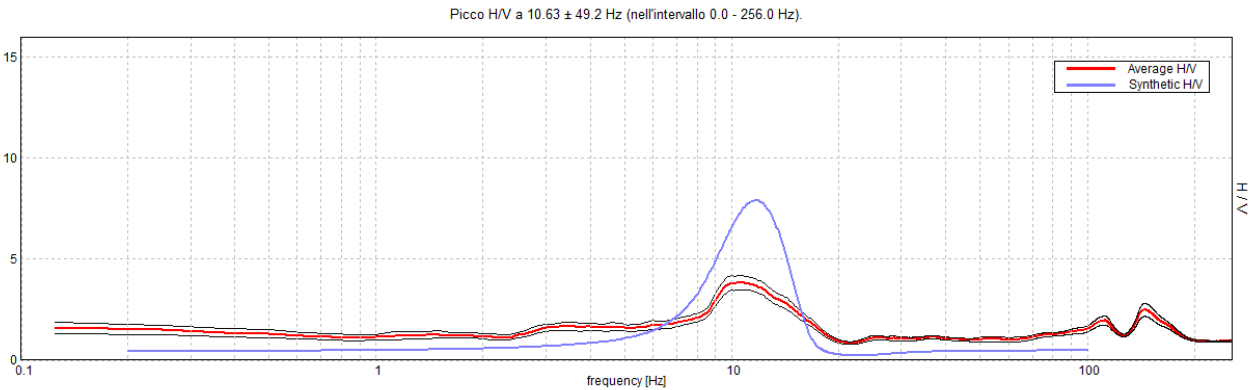
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

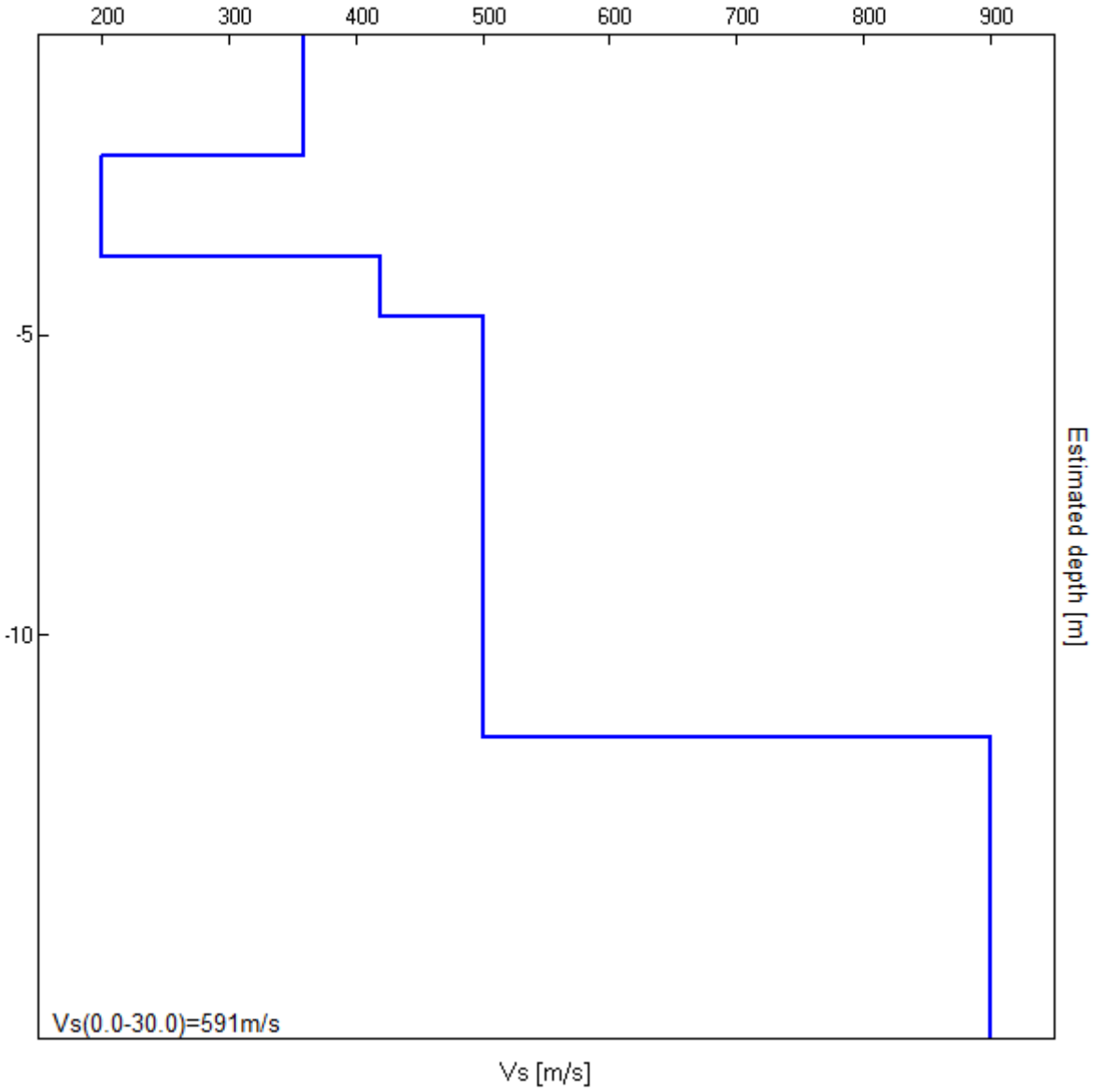


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	359	0.40
3.70	1.70	200	0.40
4.70	1.00	420	0.40
11.70	7.00	500	0.40
inf.	inf.	900	0.42

Vs(0.0-30.0)=591m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 10.63 ± 49.2 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.63 > 2.00$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4675.0 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 128	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

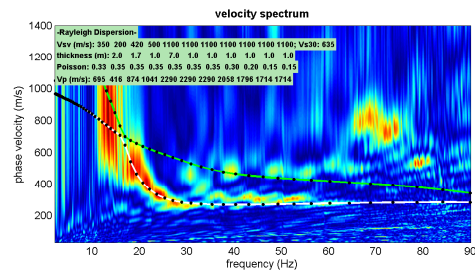
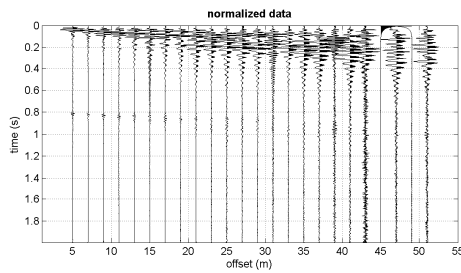
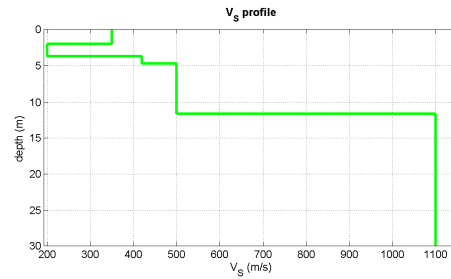
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.125 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	16.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.85 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 4.63106 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$49.20497 < 0.53125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3529 < 1.58$	OK	

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

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

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



Mean model

Vs (m/s): 350, 200, 420, 500, 1100, 1100, 1100, 1100, 1100, 1100, 1100

Thickness (m): 2.0, 1.7, 1.0, 7.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.97 1.84 2.02 2.06 2.26 2.26 2.26 2.23 2.20 2.18 2.18

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 241 74 357 516 2729 2729 2729 2698 2658 2644 2644