



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

REGIONE
TOSCANA

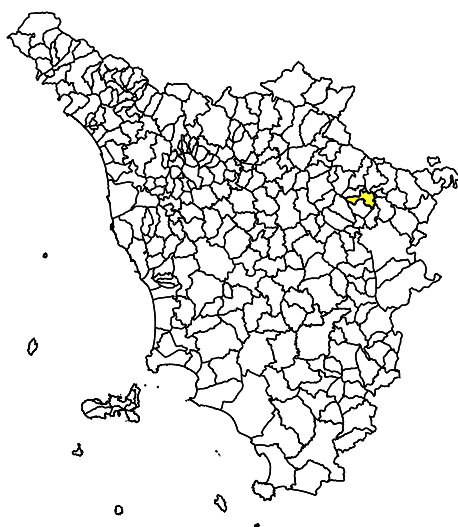


Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione tecnica sulle indagini (MS2 / MS3)

Regione Toscana
Comune di Castel Focognano



Regione Toscana	Soggetto realizzatore Progeo Associati Referente e coordinatore attività: Geol. Massimiliano Rossi Geol. Fabio Poggi Collaboratori: Geol. Gabriele Menchetti Geol. Andrea Martini	Data Novembre 2022
--------------------	--	-----------------------

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°14 HVSR effettuate dalla ditta ProGeo Associati;
- n°1 MASW + ESAC + HVSR realizzate dai Geol. N.Giovannini e S.Secci



REPORT INDAGINI HVSR

(ProGeo Associati)



ProGeo Associati

via Don Luigi Sturzo, 43/A Arezzo IT

tel +39 0575 324114 fax +39 0575 406473

e-mail: progeo@progeoassociati.it P.IVA 01518320518

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 2-3:



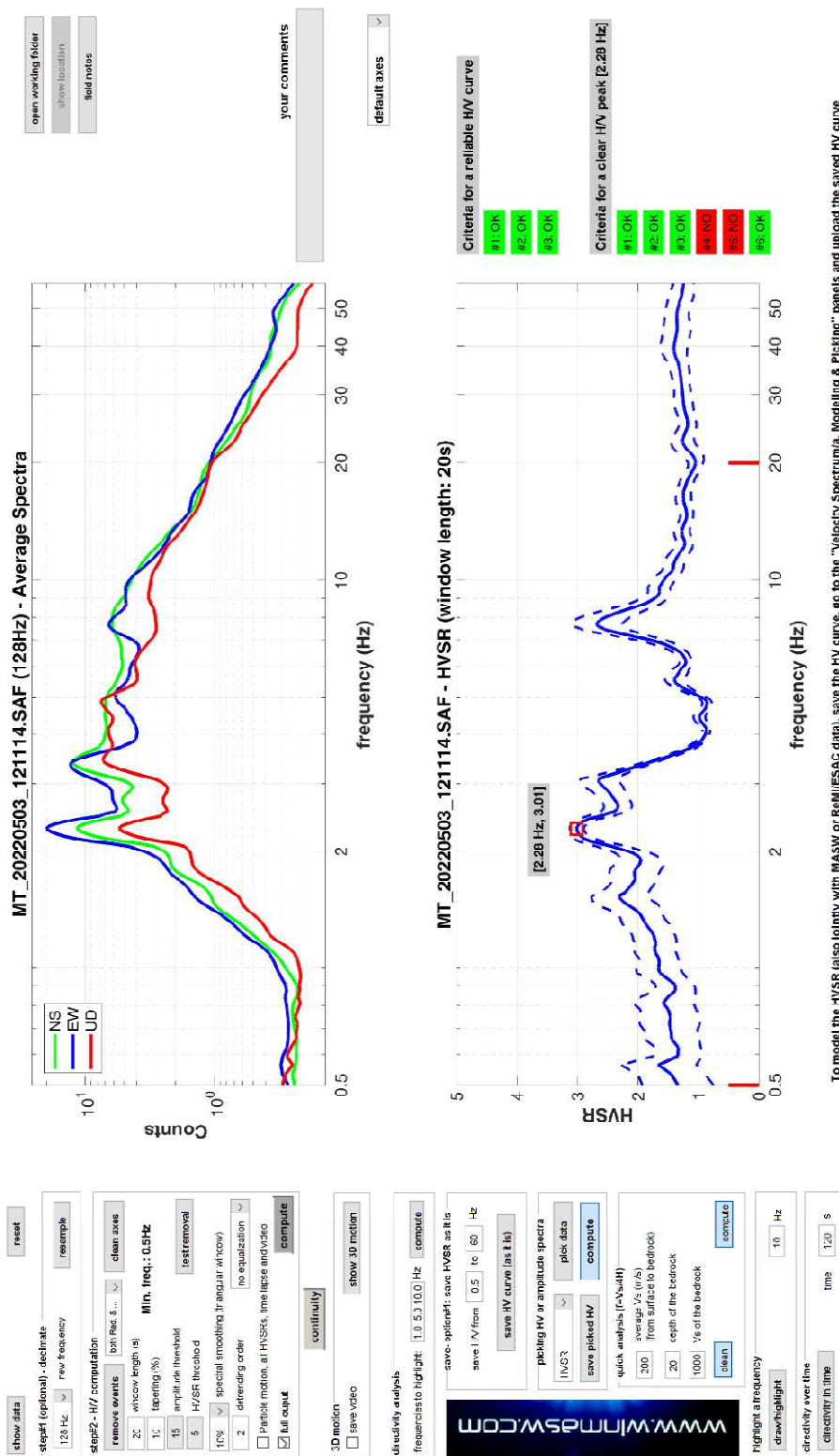
N.hvsr	Frequenza	Ampiezza	CLASSE	sottotipo
190	2.3	3.0	B	1
191	4.2	3.0	B	1
192	5.6	2.4	B	1
193	8.4	4.0	A	1
194	3.1	3.5	A	1
195	3.4	3.8	A	1
196	10.4	5.5	A	1
197	12.2	3.9	A	1
198	3.6	3.0	A	1
199	2.3	5.0	A	1
200	17.7	2.9	A	1
201	16.2	4.4	B	1
202	2.3	4.3	B	1
203	7.5	3.3	B	1



190 Pieve a Socana – P330



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	12:12	Pieve a Socana (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.643706°
	Longitudine	11.823046°
	Quota (mslm)	322.0
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_20220503_121114.SAF		190
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	assente
Sereni poco nuvolosi	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	19°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	alterazione substrato
	LITOLOGIA	argilliti
	ANTROPICO	no
	SUOLO	no
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 3,0 ad una frequenza di circa 2,3 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_121114.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 12 11 14.000

Notes: 190-Pieve a Socana-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 17 20

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): 2.3 (± 2.1)

Peak HVSr value: 3.0 (± 0.1)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $2.282 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $4884 > 200$ (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 0.6Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 3.6Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.0 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $2.122 > 0.114$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.838 < 1.58$ (OK)

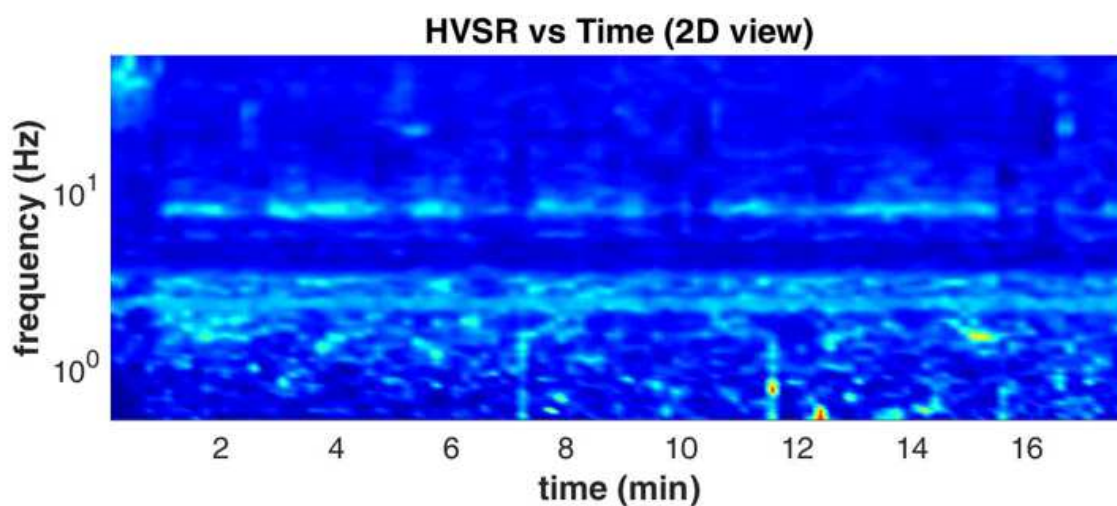


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

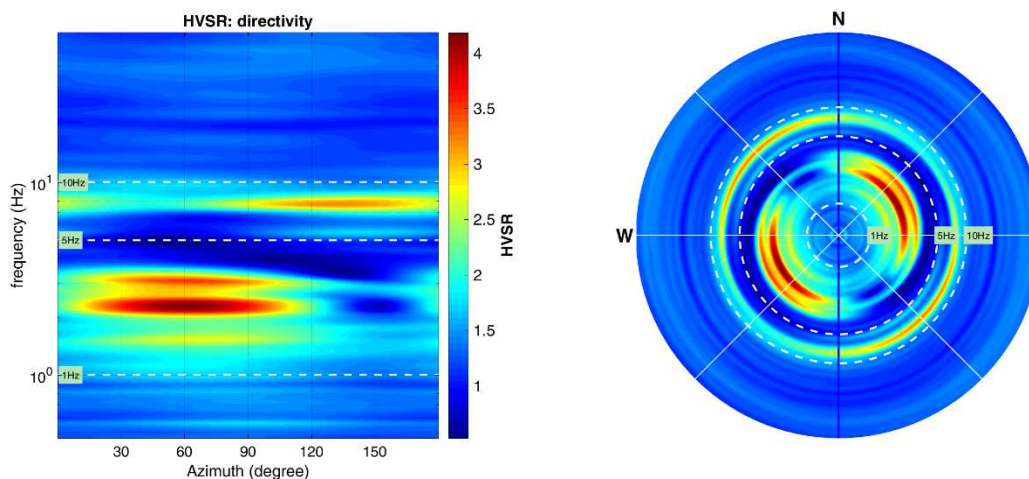
190 Pieve a Socana:

- 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



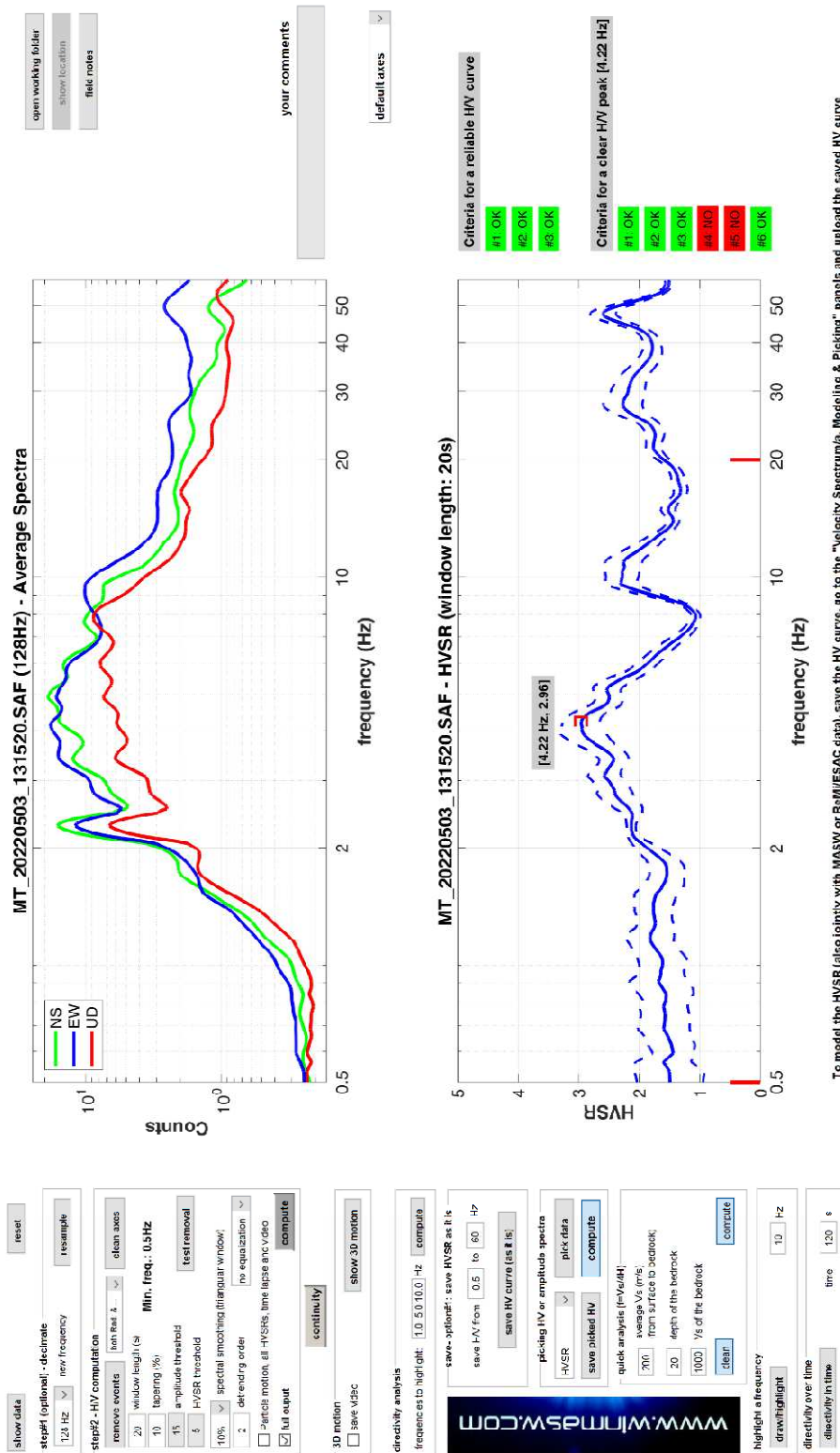
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



191 Pieve a Socana – P331



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	13:15	Pieve a Socana (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.648132°
	Longitudine	11.823134°
	Quota (mslm)	316.0
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_20220503_131520.SAF	191	
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	assente
Sereno poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	19°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	alluvionale
	LITOLOGIA	sabbia ghiaiosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	media	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	5m
camion	no	
persone a piedi	si	5m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 3,0 ad una frequenza di circa 4,2 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_131520.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 13 15 20.000

Notes: 191-Pieve a Socana-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 17 18

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): 4.2 (± 1.9)

Peak HVSr value: 3.0 (± 0.3)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $4.221 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $9539 > 200$ (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 1.1Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 6.8Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.0 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $1.911 > 0.211$ (NO)

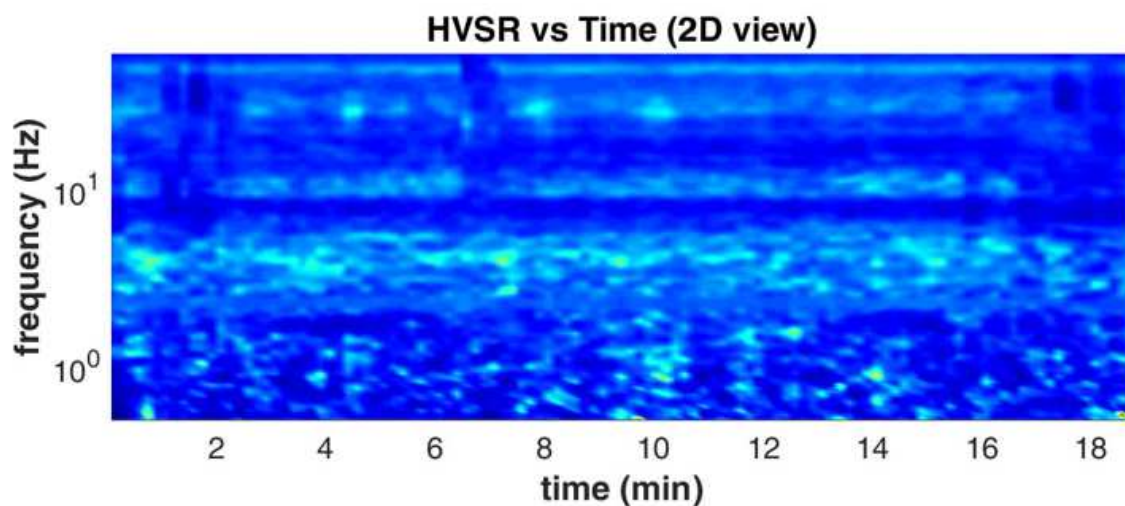
#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.661 < 1.58$ (OK)



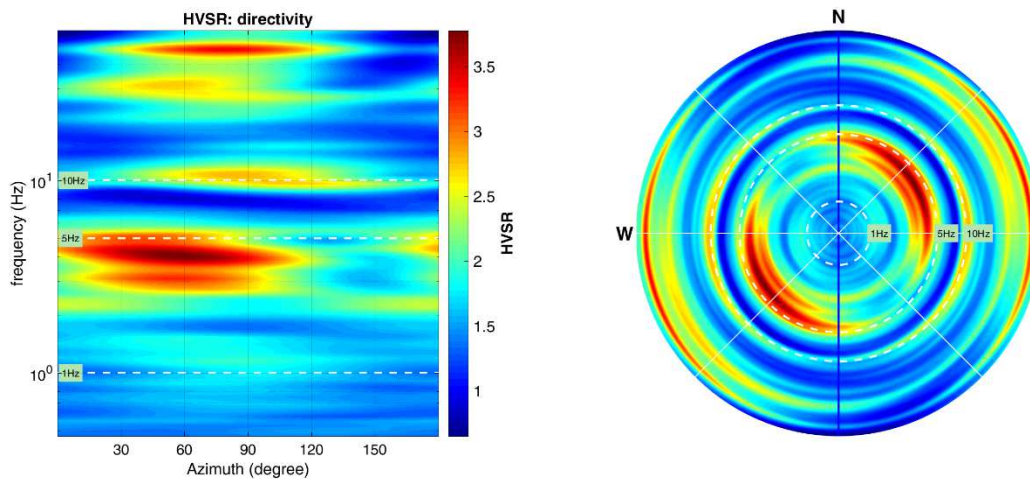
Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

191 Pieve a Socana:

- 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



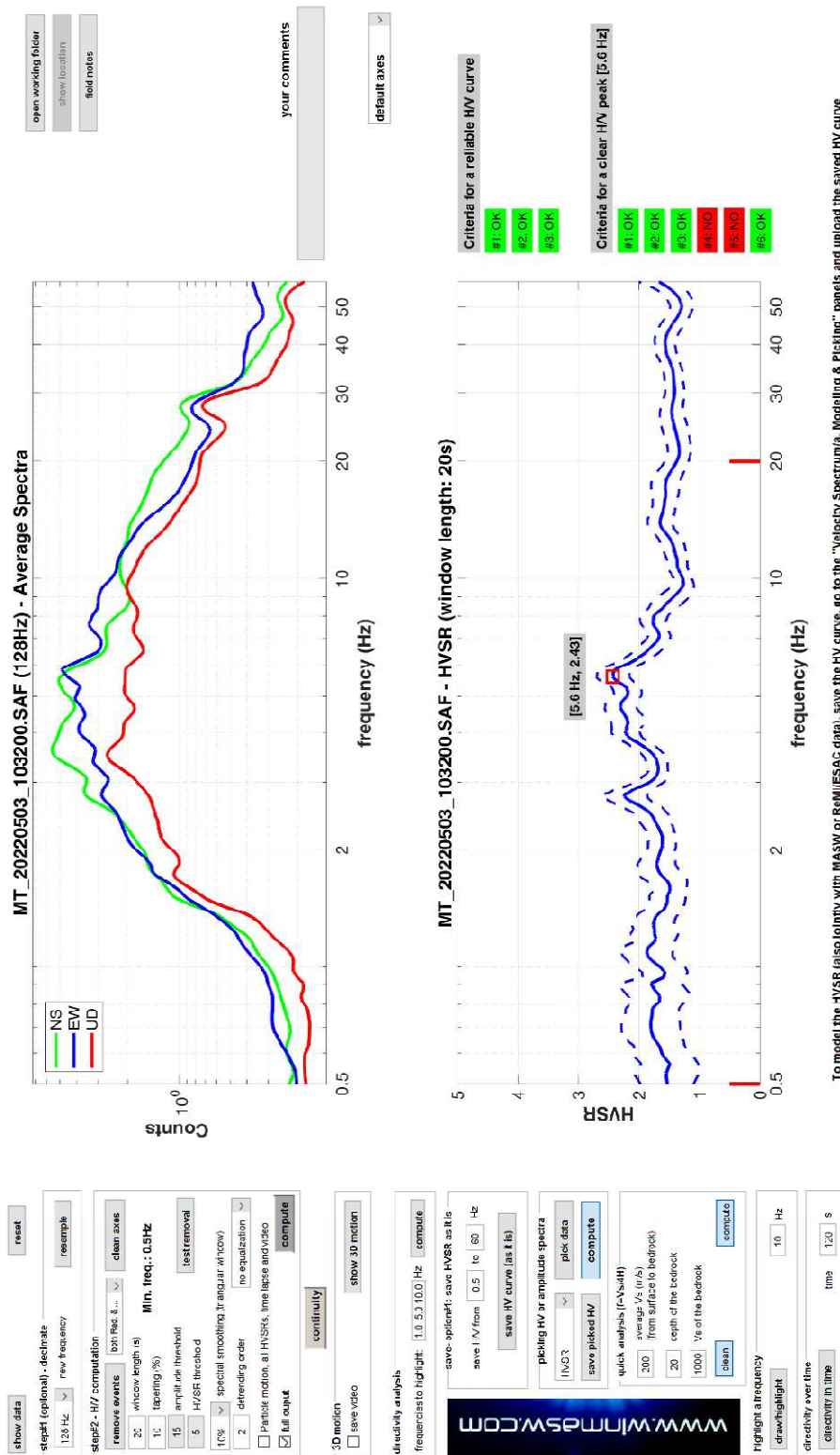
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



192 Balestro di Sotto – P332



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	10:32	Balestro di Sotto (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.647095°
	Longitudine	11.800108°
	Quota (mslm)	400.0
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_20220503_103200.SAF		192
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereni poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	18°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbioso con frammetni litoidi
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	15m
camion	no	
persone a piedi	si	15m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 2,4 ad una frequenza di circa 5,6 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_103200.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 10 32 00.000

Notes: 192-Balestro di sotto-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 17 15

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): 5.6 (± 3.1)

Peak HVSR value: 2.4 (± 0.3)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $5.596 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $11753 > 200$ (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 1.4Hz (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. [$A_0 > 2$]: $2.4 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{maf} < \epsilon(f_0)$]: $3.111 > 0.280$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.460 < 1.58$ (OK)

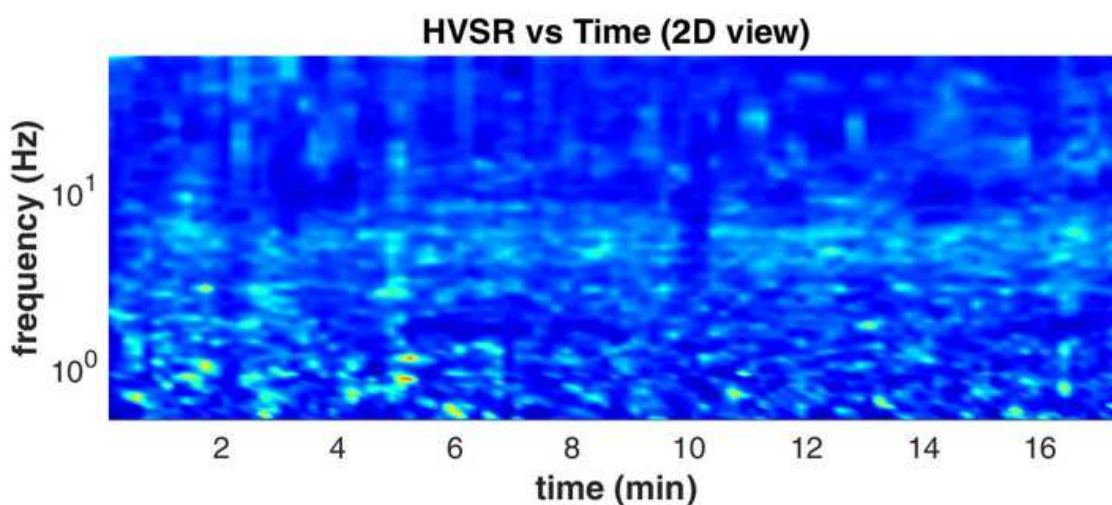


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

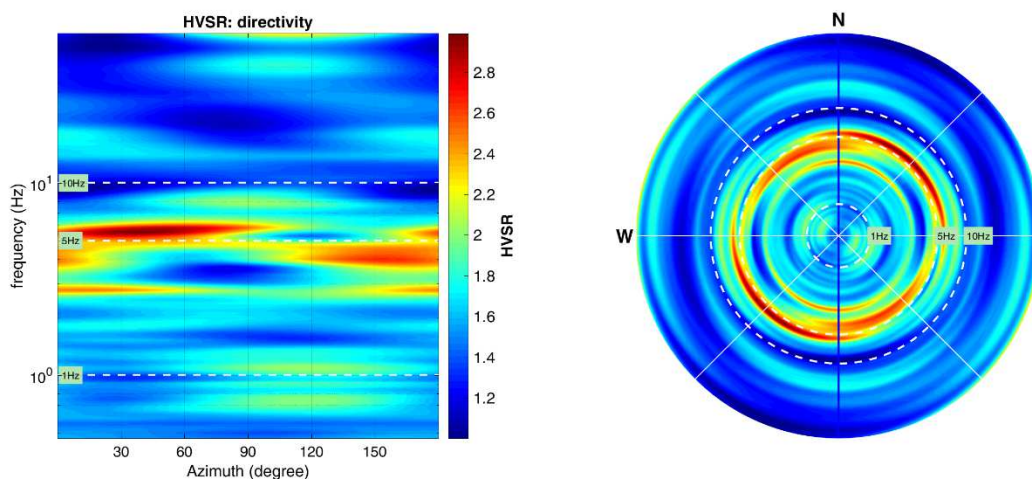
192 Balestro di Sotto:

- 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



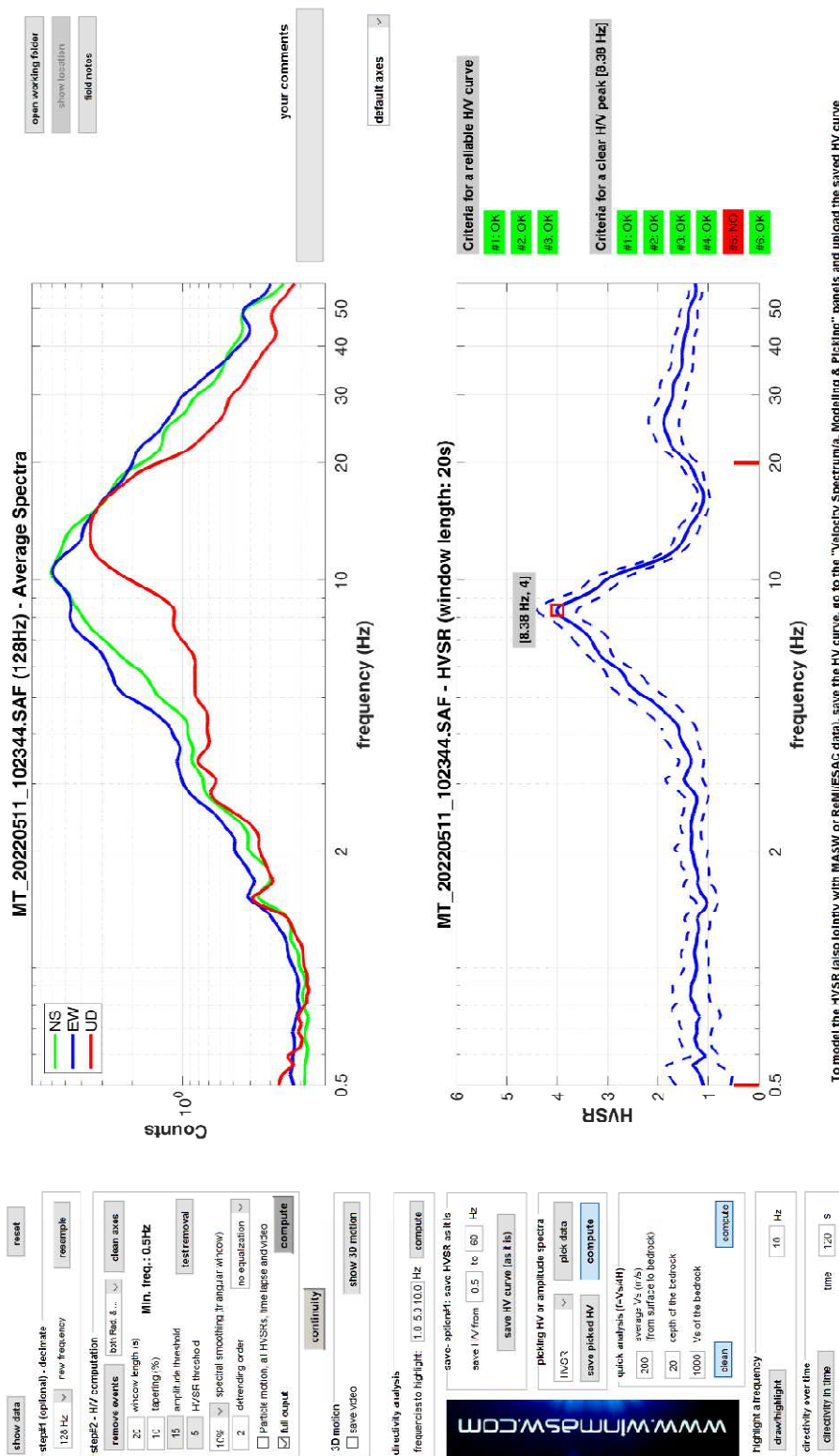
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



193 Salutio campo sportivo – P333



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	10:22	Salutio campo sportivo (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.620970°
	Longitudine	11.819474°
	Quota (mslm)	306.0
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_102344.SAF		193
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	assente
Sereni	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	media	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	no	
persone a piedi	no	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
	5m	8m
OSSERVAZIONI		



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMiESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 4,0 ad una frequenza di circa 8,4 Hz.



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

Dataset: MT_20220511_102344.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 10 23 44.000

Notes: 193_Salutio_campo_CF_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 9 5

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): 8.4 (± 2.4)

Peak HVSR value: 4.0 (± 0.4)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $8.379 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $17931 > 200$ (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 2.1Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 11.3Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $4.0 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: $2.408 > 0.419$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.621 < 1.58$ (OK)

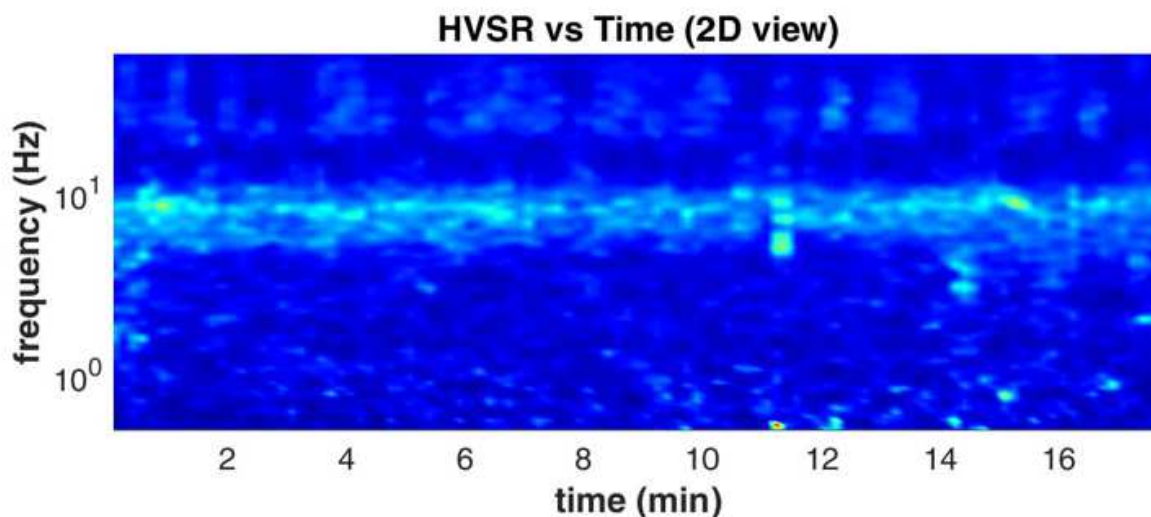


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

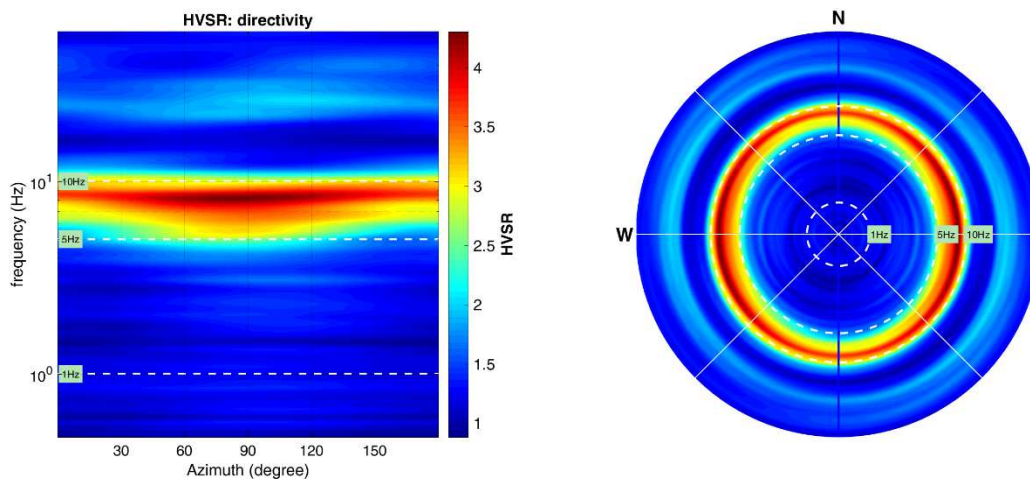
193 Saluto campo sportivo:

- 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



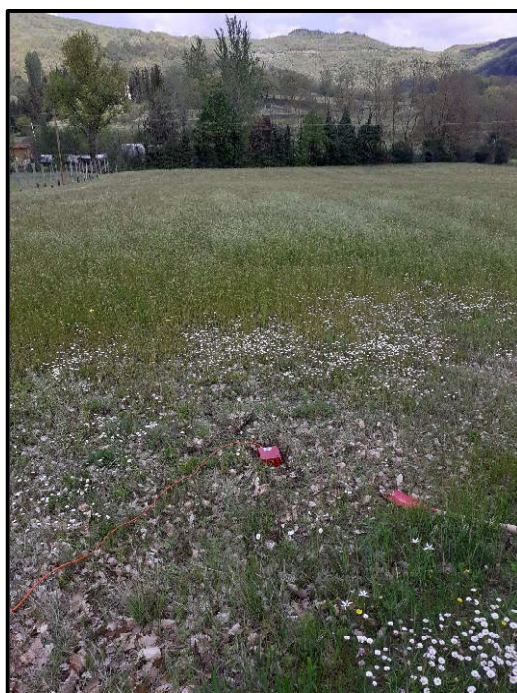
2) Isotropia rispettata



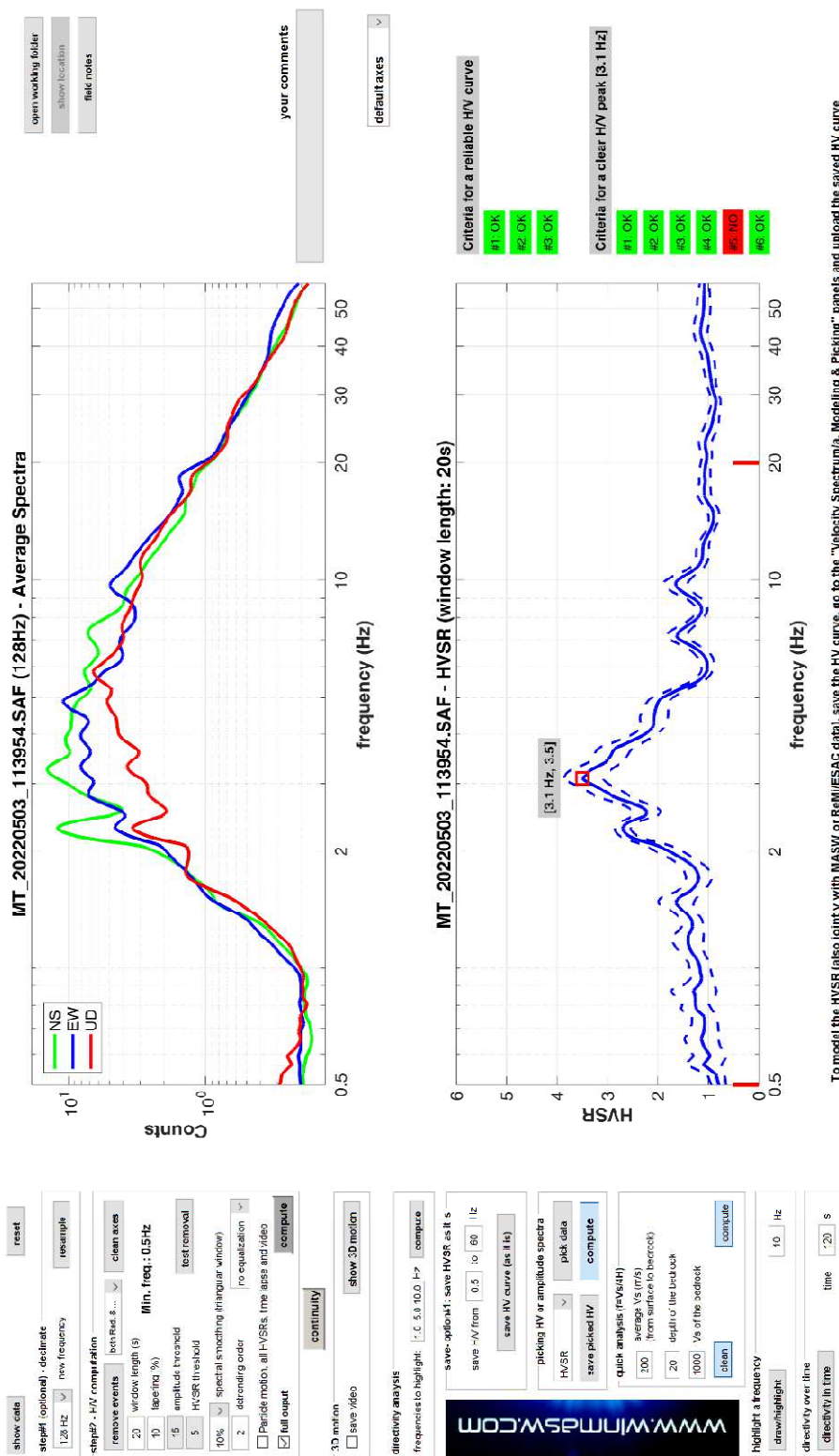
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



194 Pieve a Socana – P334



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	11:40	Pieve a Socana (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.644660°
	Longitudine	11.819553°
	Quota (mslm)	317.0
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_20220503_113954.SAF		194
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	assente
Sereno poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	18°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	alluvionale
	LITOLOGIA	sabbia argillosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	bagnato
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	no	
camion	no	
persone a piedi	si	15m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMIESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a. Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 3,5 ad una frequenza di circa 3,1 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_113954.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 11 39 54.000

Notes: 194-Pieve a Socana-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 17 13

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): 3.1 (± 0.8)

Peak HVSr value: 3.5 (± 0.4)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $3.095 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $7119 > 200$ (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 0.8Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.2Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.5 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $0.833 > 0.155$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.553 < 1.58$ (OK)

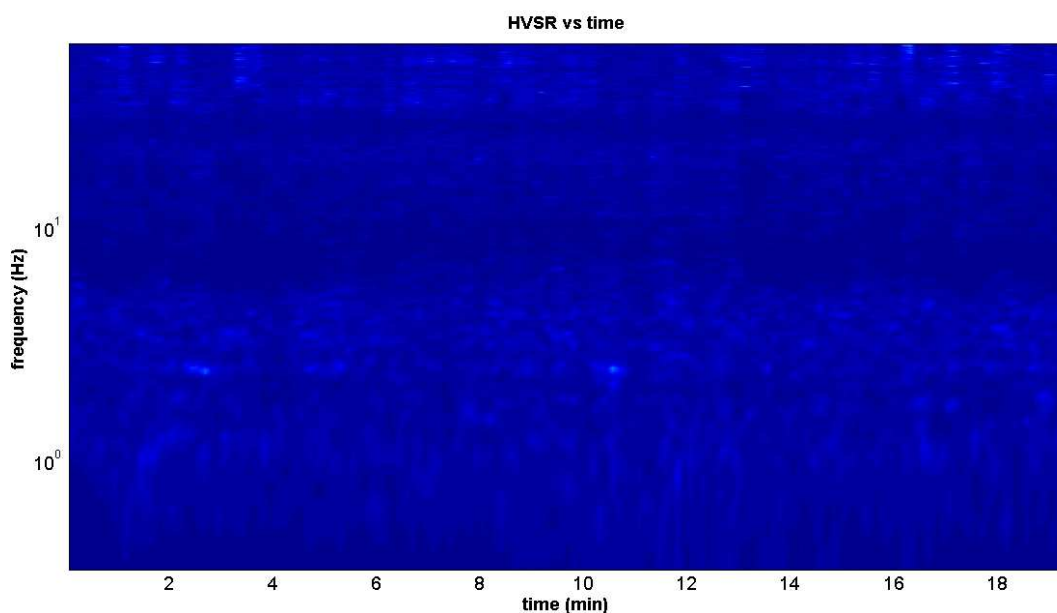


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

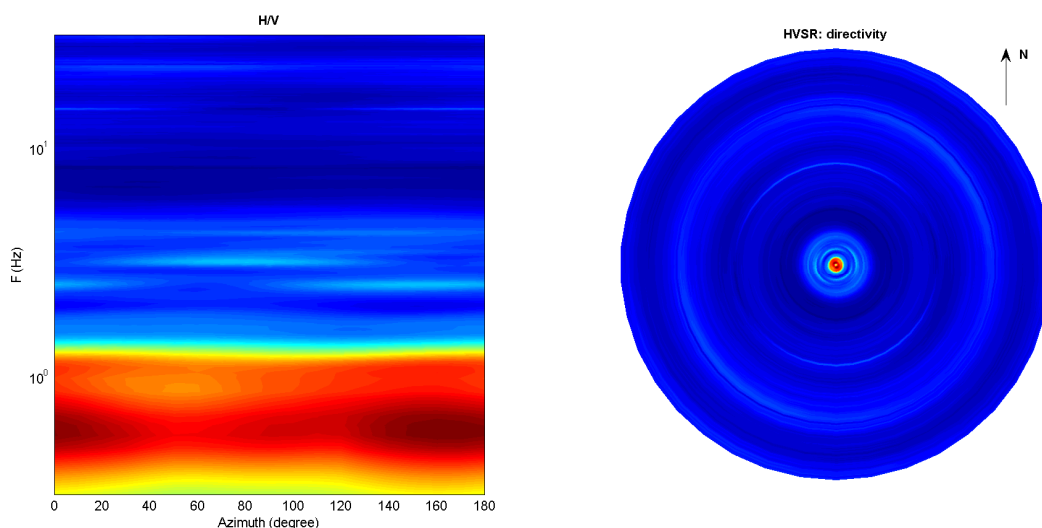
194 Pieve a Socana:

- 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



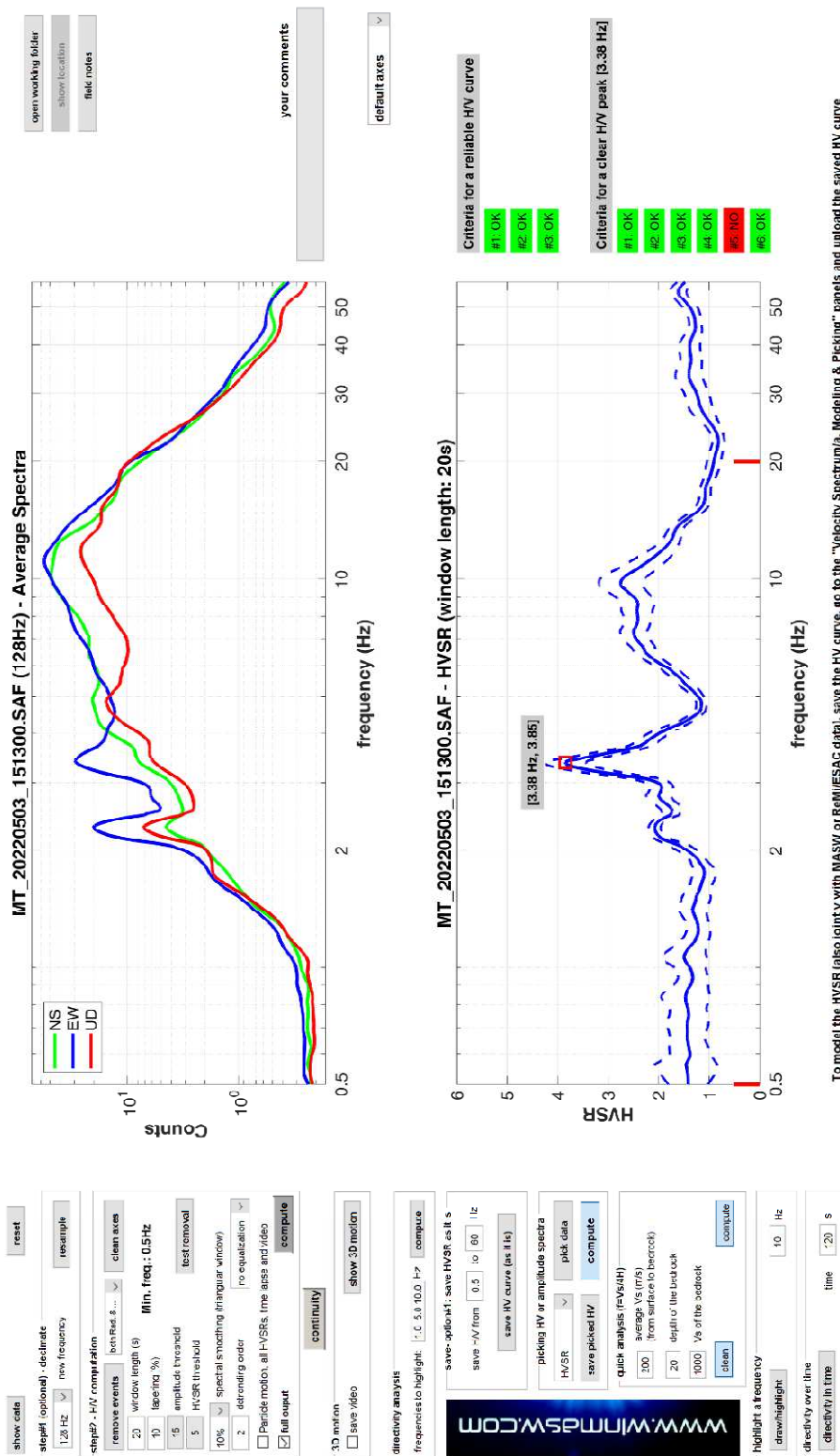
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



195 Cimitero Rassina - P335



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	15:13	cimitero Rassina (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.648370°
	Longitudine	11.837317°
	Quota (mslm)	302.0
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_20220503_151300.SAF	195	
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	brezza tesa
Sereni 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	media	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	si	10m
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 3,8 ad una frequenza di circa 3,4 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_151300.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 15 13 00.000

Notes: 195-Rassina-Cimitero-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 17 10

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): 3.4 (± 2.6)

Peak HVSR value: 3.8 (± 0.4)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $3.377 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $7631 > 200$ (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 0.9Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 4.1Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.8 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_A < \epsilon(f_0)$]: $2.614 > 0.169$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.462 < 1.58$ (OK)

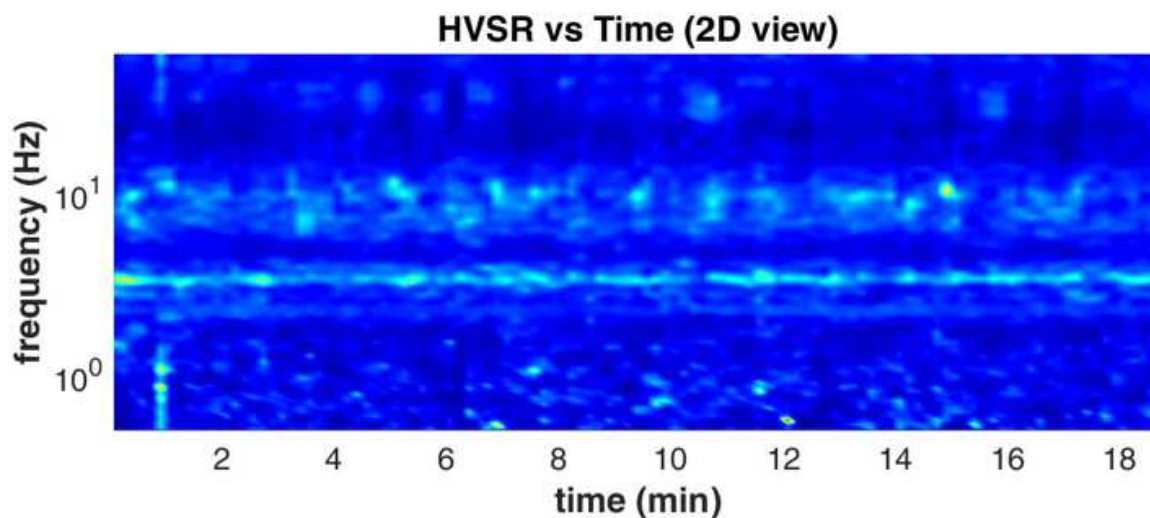


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

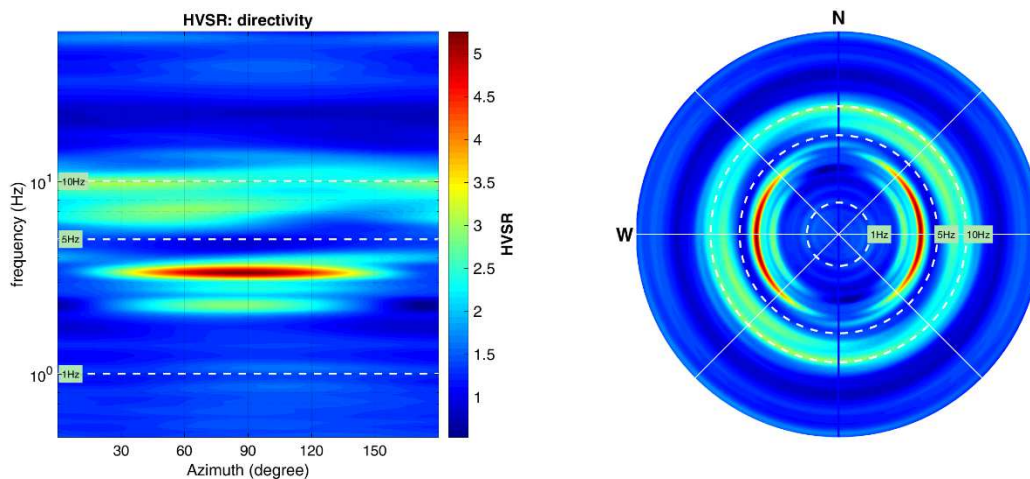
195 Cimitero Rassina:

- 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



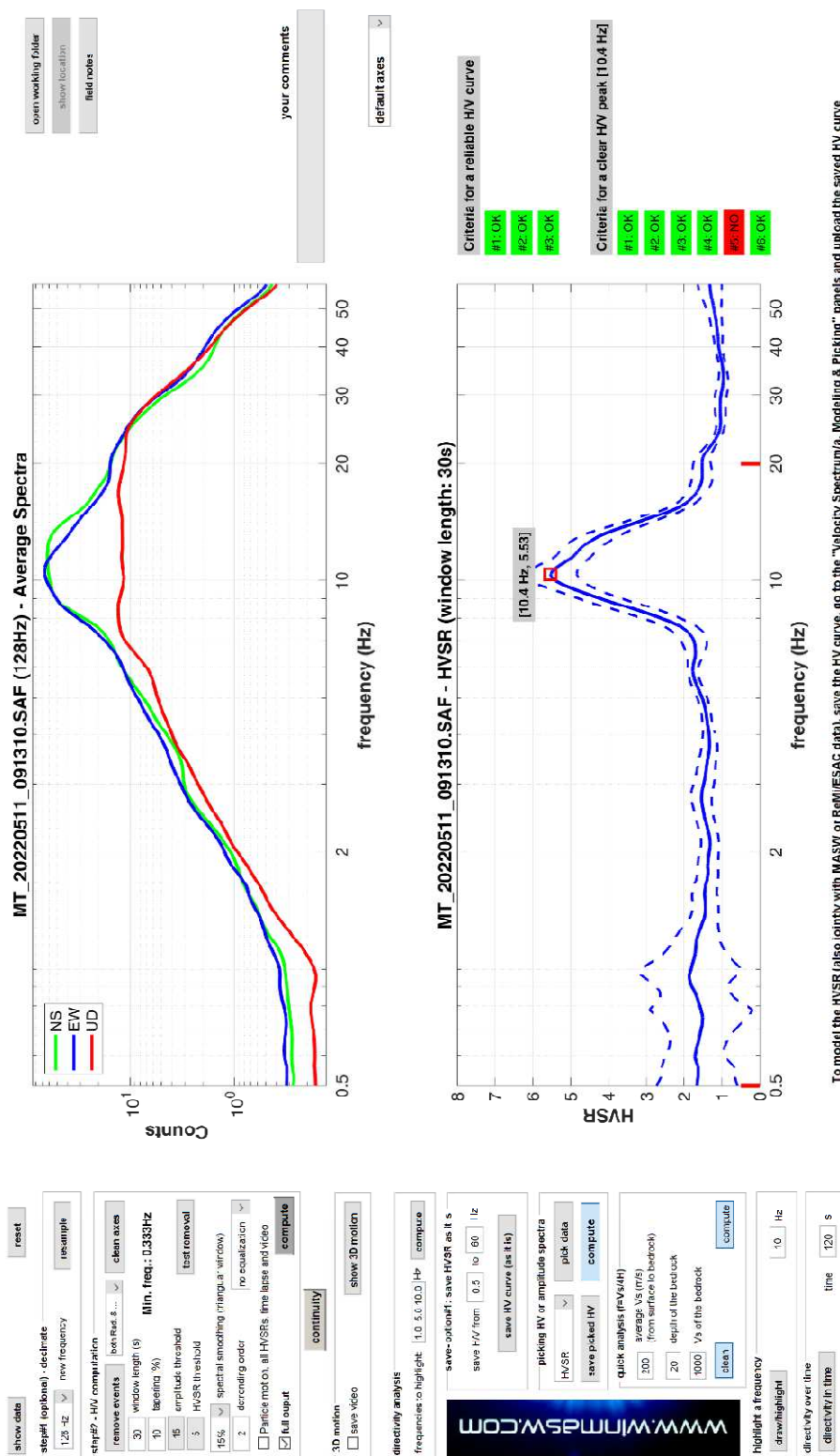
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



196 Rassina sud – P336



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	09:13	Rassina Sud (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.636621°
	Longitudine	11.838584°
	Quota (mslm)	301.0
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_091310.SAF		196
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereni	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	15°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto-alluvionale
	LITOLOGIA	sabbia ghiaiosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	umido
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	elevata	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	si	10m
persone a piedi	si	10m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
	7-8m	10m
OSSERVAZIONI	zona industriale vicino alla sponda del fiume arno	10m



È individuabile un picco di ampiezza 5,5 ad una frequenza di circa 10,4 Hz.



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

Dataset: MT_20220511_091310.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 09 13 10.000

Notes: 196_Rassina_CF_MS2

DATA PROCESSING

Date: 27 6 2022

Time: 10 35

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 30

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.33333Hz

Length of analysed dataset (min): 18.7

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 15

SESAME criteria

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

Peak frequency (Hz): 10.4 (± 2.7)

Peak HVSr value: 5.5 (± 0.7)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $10.380 > 0.33333$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $19618 > 200$ (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 2.6Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 14.7Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $5.5 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: $2.716 > 0.519$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $1.332 < 1.58$ (OK)

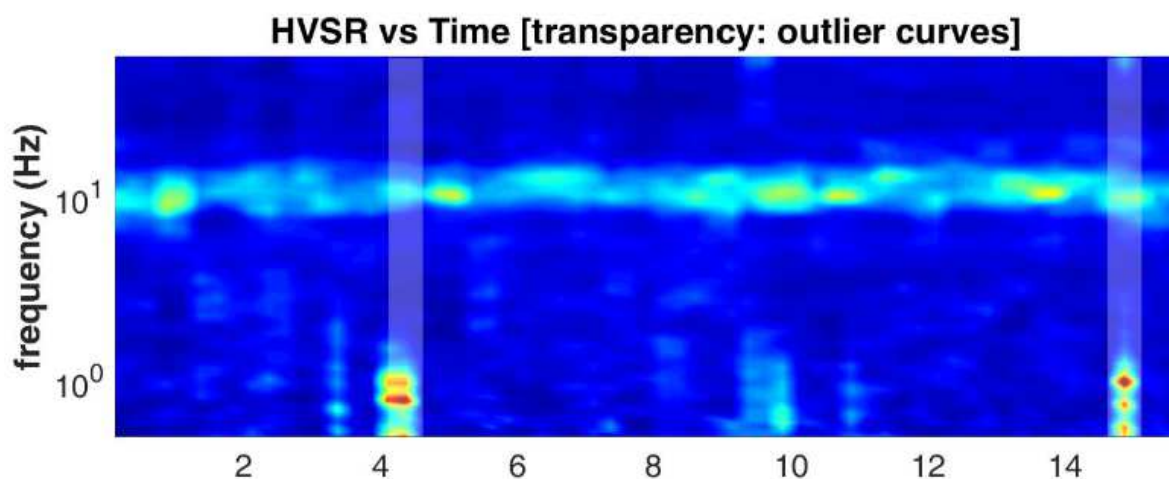


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

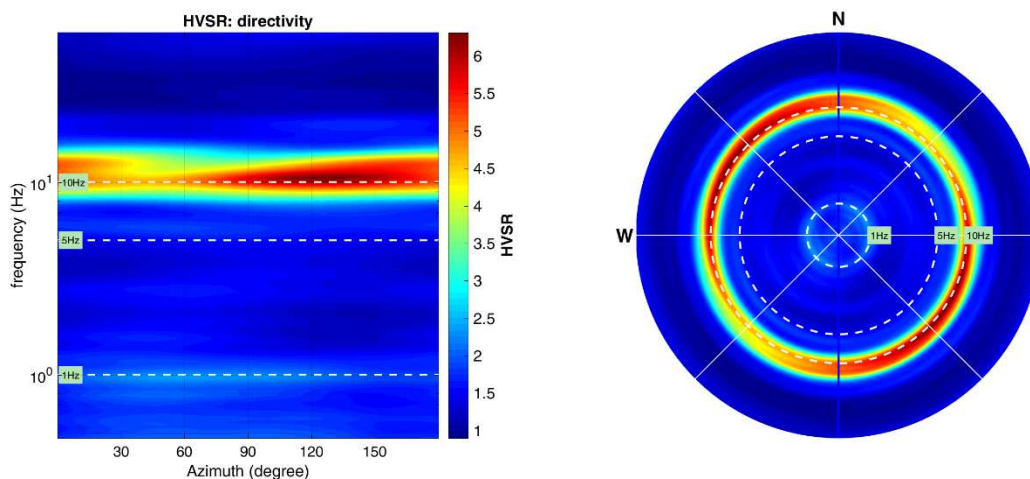
196 Rassina sud:

- 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



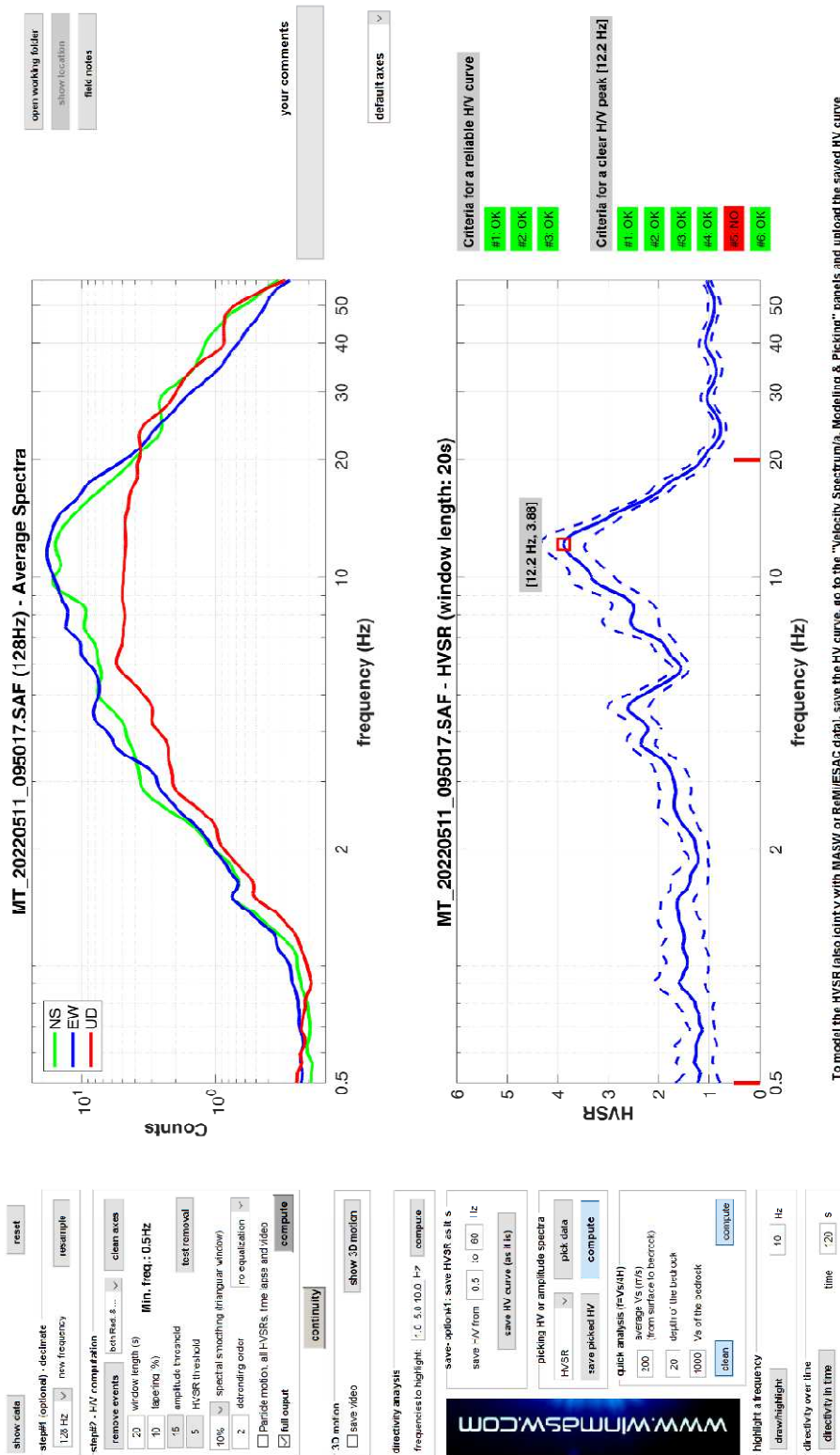
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



197 Rassina sud – P337



DATA	ORARIO	LUOGO
11/05/2022	09:50	Rassina Sud (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.638779°
	Longitudine	11.833626°
	Quota (mslm)	296.0
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_095017.SAF		197
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereni	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	20°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto-alluvionale
	LITOLOGIA	argilla sabbiosa debolmente ghiaiosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	umido
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	si	10m
persone a piedi	no	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 3,9 ad una frequenza di circa 12,9 Hz.



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

Dataset: MT_20220511_095017.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 11 09 50 17.000

Notes: 197_Rassina_CF_MS2

DATA PROCESSING

Date: 12 5 2022

Time: 9 1

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): 12.2 (± 4.0)

Peak HVSr value: 3.9 (± 0.4)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $12.162 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $26514 > 200$ (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 3.1Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 16.9Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.9 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $4.023 > 0.608$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.768 < 1.58$ (OK)

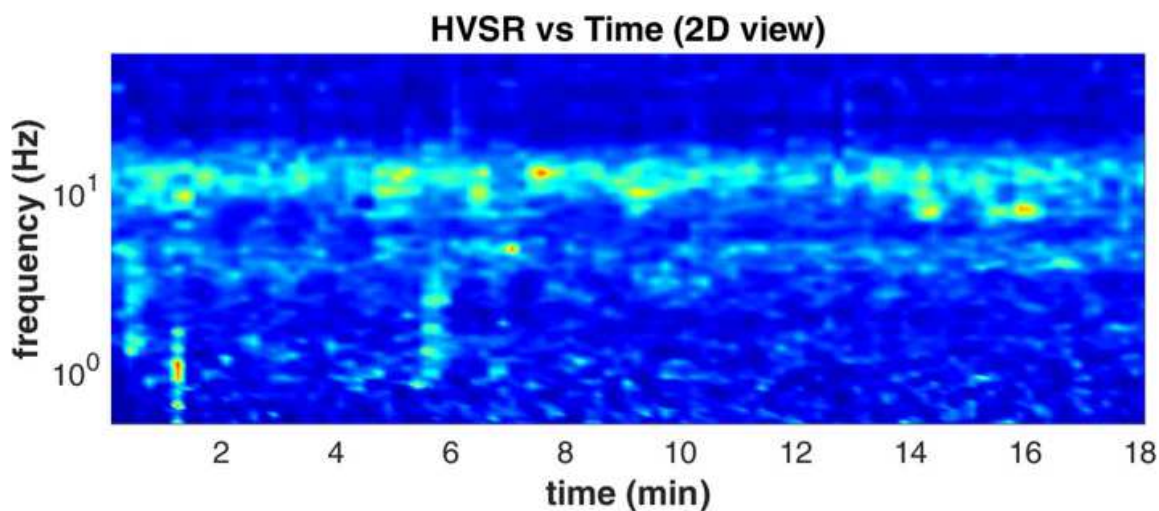


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

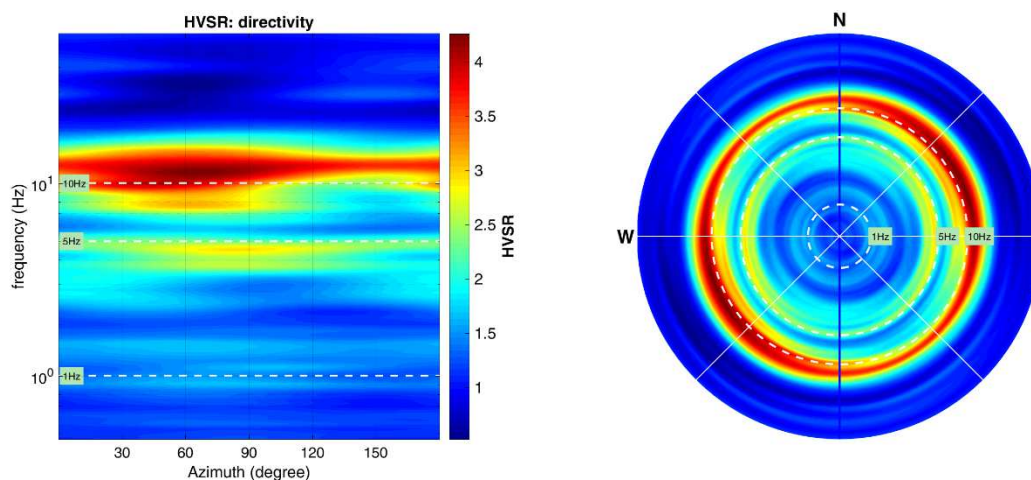
197 Rassina sud:

- 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



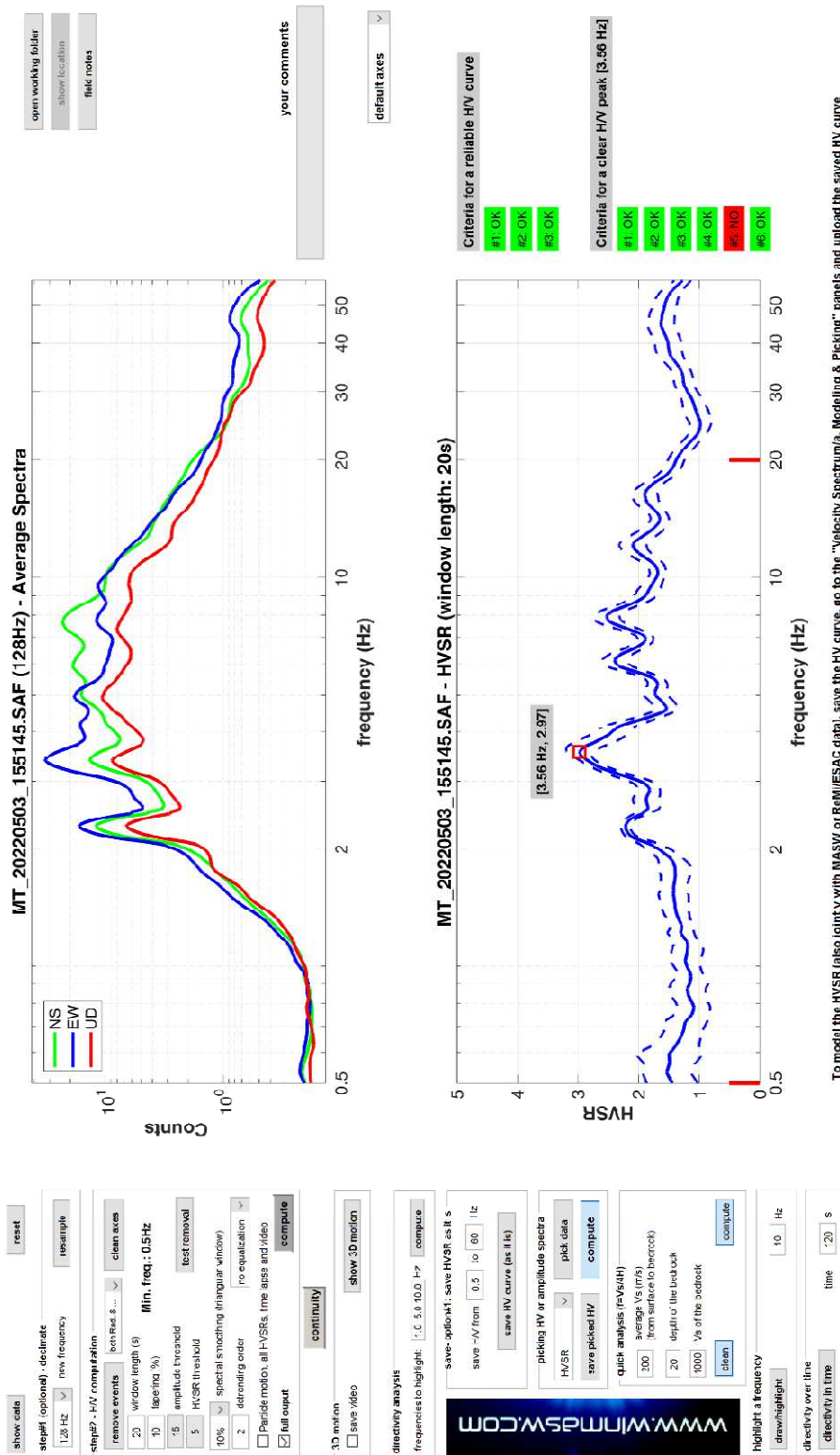
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



198 Loc. Casina-Rassina Est – P338



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	15:51	Loc. Casina-Rassina Est (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.649036°
	Longitudine	11.839878°
	Quota (mslm)	361.0
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_20220503_155145.SAF		198
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	assente
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	30m
camion	no	
persone a piedi	si	30m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI		



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMiESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 3,0 ad una frequenza di circa 3,6 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_155145.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 15 51 45.000

Notes: 198-Rassina-Casina-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 16 52

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): 3.6 (± 2.6)

Peak HVSR value: 3.0 (± 0.2)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $3.564 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $8340 > 200$ (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 0.9Hz (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. [$A_0 > 2$]: $3.0 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)$]: $2.595 > 0.178$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.374 < 1.58$ (OK)

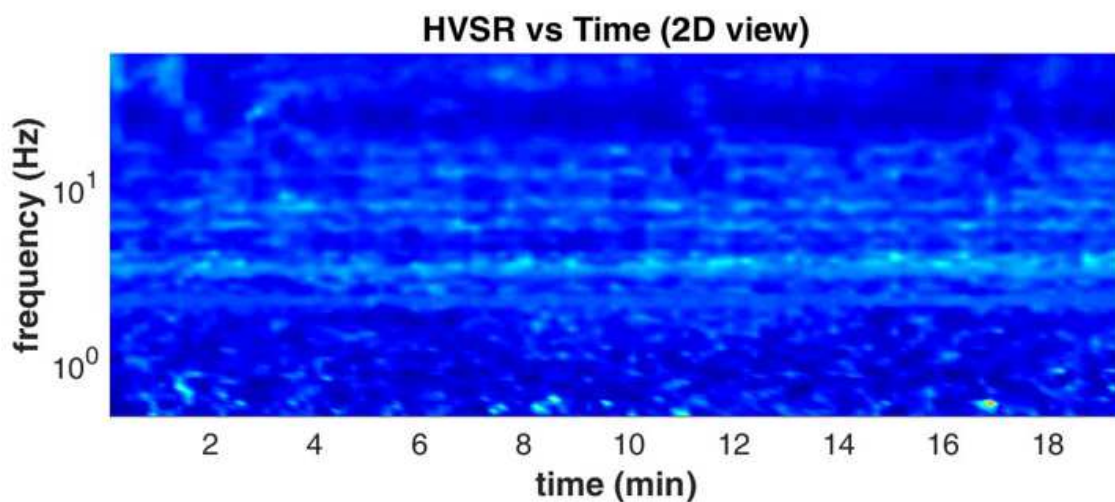


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

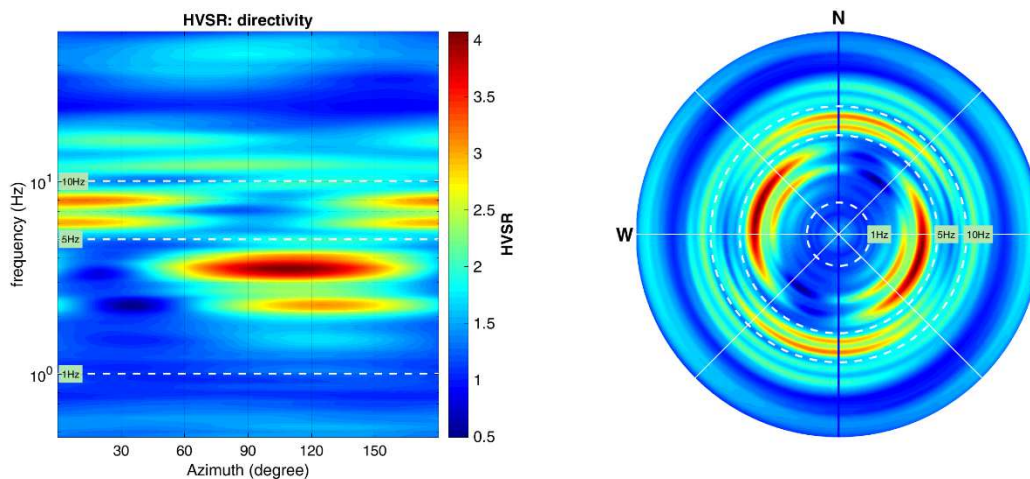
198 Loc. Casina-Rassina Est:

- 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



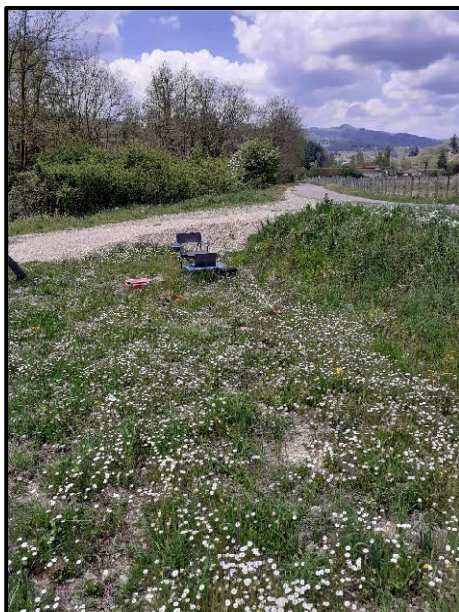
2) Isotropia rispettata



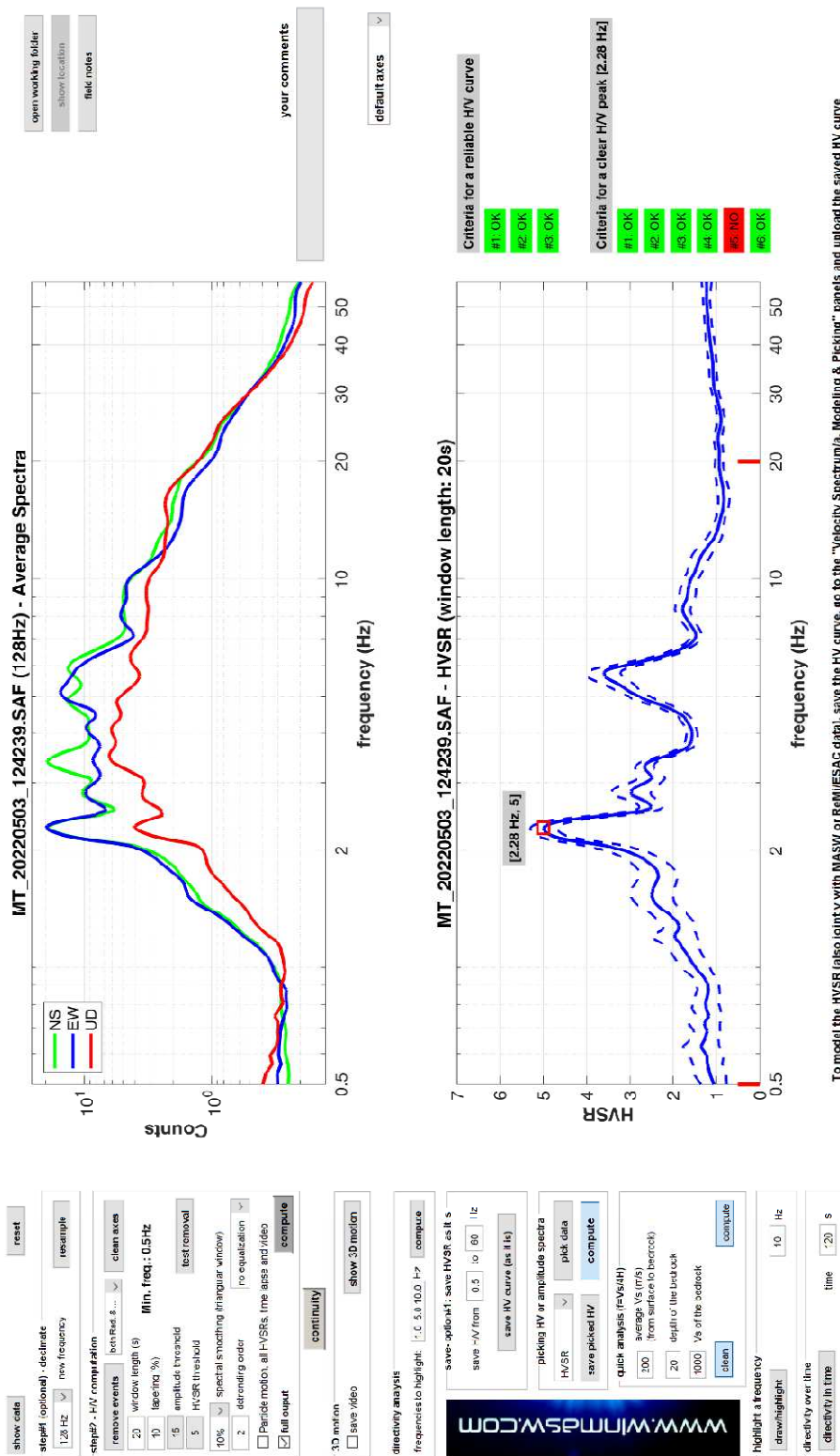
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



199 Pieve a Socana – P339



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	12:40	Pieve a Socana (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.645617°
	Longitudine	11.821564°
	Quota (mslm)	309.0
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_20220503_124239.SAF		199
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	assente
Sereno poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	19°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	sabbia-ciottoli
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	media	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	8m
camion	si	8m
persone a piedi	si	8m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
	6-7m	30m
OSSERVAZIONI		



È individuabile un picco di ampiezza 5,0 ad una frequenza di circa 2,3 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_124239.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 12 42 39.000

Notes: 199-Pieve a Socana-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 16 50

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): 2.3 (± 0.9)

Peak HVSR value: 5.0 (± 0.3)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $2.282 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $4793 > 200$ (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 0.6Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.8Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $5.0 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_A < \epsilon(f_0)$]: $0.924 > 0.114$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.837 < 1.58$ (OK)

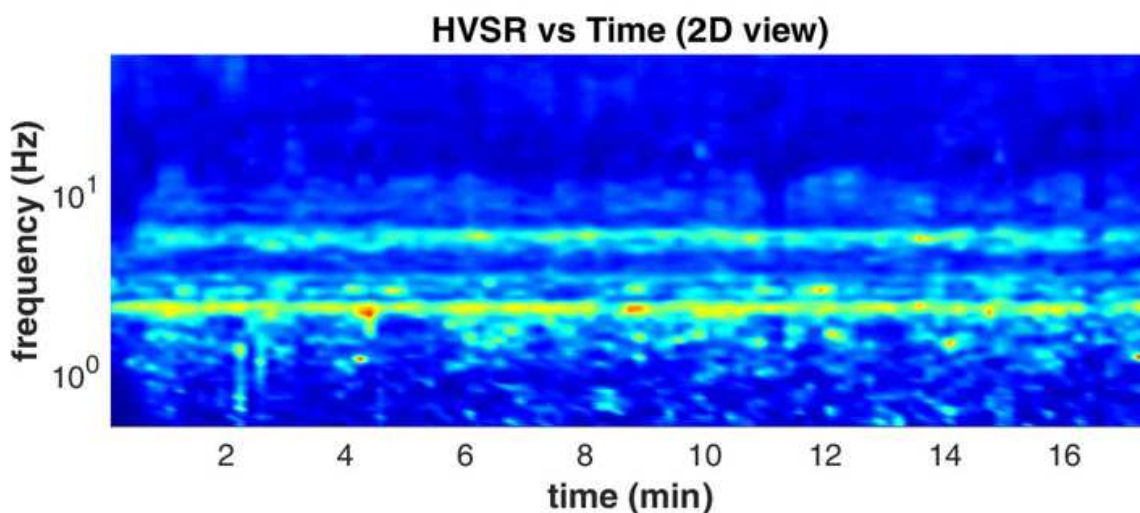


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

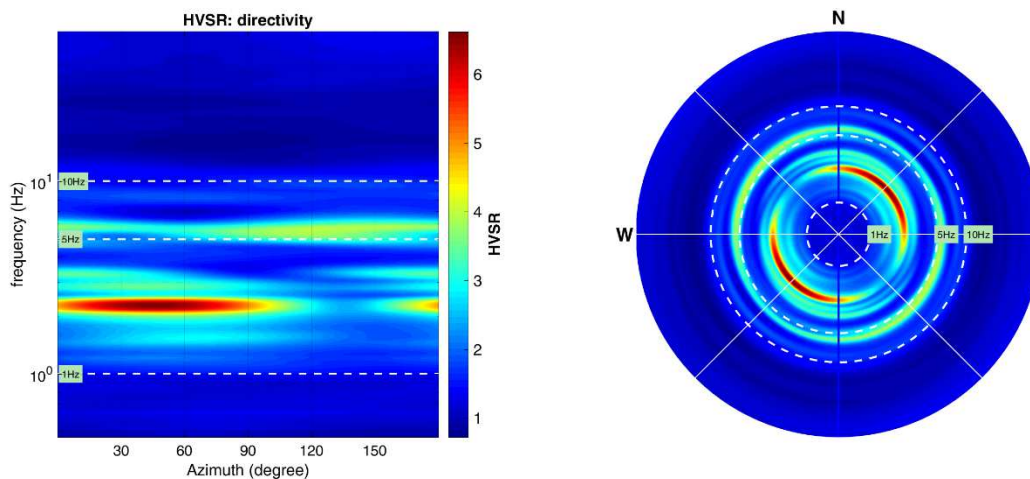
199 Pieve a Socana:

- 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



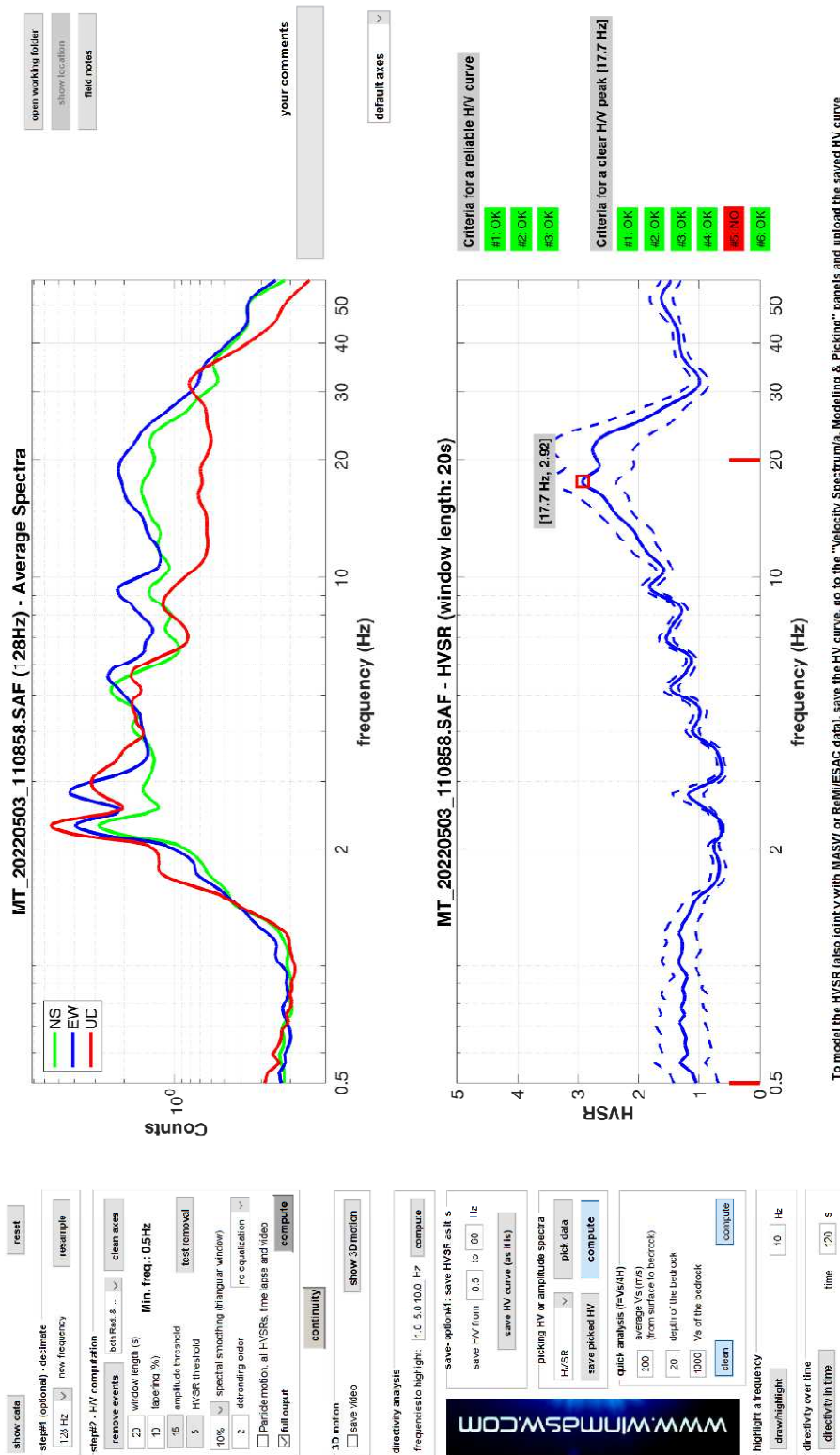
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



200 Pieve a Socana – P340



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	11:09	Pieve a Socana (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.646538°
	Longitudine	11.813831°
	Quota (mslm)	321.0
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_20220503_110858.SAF		200
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	debole
Sereno poco nuvoloso	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	18°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	alluvionale
	LITOLOGIA	sabbia con ciottoli
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	scarsa	
TRANSIENTI	poco frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	15m
camion	si	15m
persone a piedi	si	15m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI	Passaggio camion a metà acquisizione	10m



È individuabile un picco di ampiezza 2,9 ad una frequenza di circa 17,7 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_110858.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 11 08 58.000

Notes: 200-Pieve a Socana-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 16 46

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): 17.7 (± 7.3)

Peak HVSR value: 2.9 (± 0.6)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: 17.696 > 0.5 (OK)

#2. [$nc > 200$]: 39993 > 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 4.4Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 28.1Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: 2.9 > 2 (OK)

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

#5. [$\sigma_{maf} < \epsilon(f_0)$]: 7.304 > 0.885 (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 1.040 < 1.58 (OK)

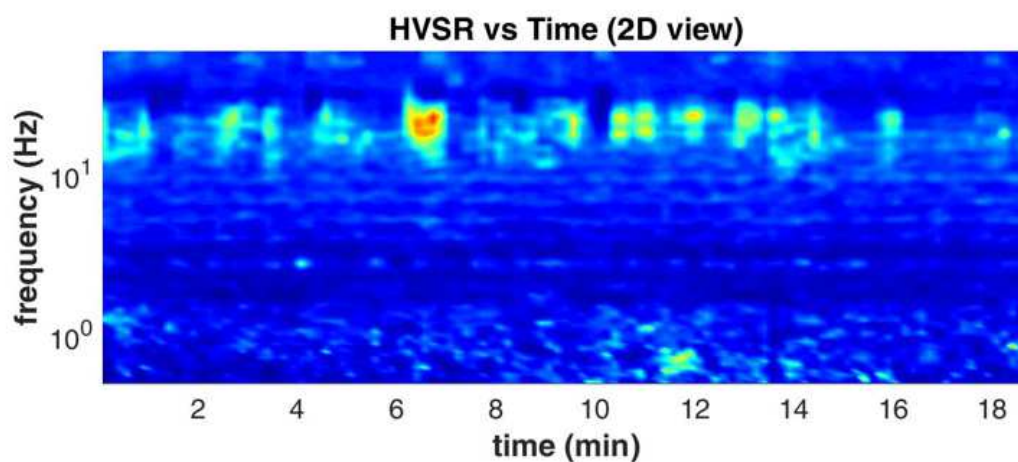


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

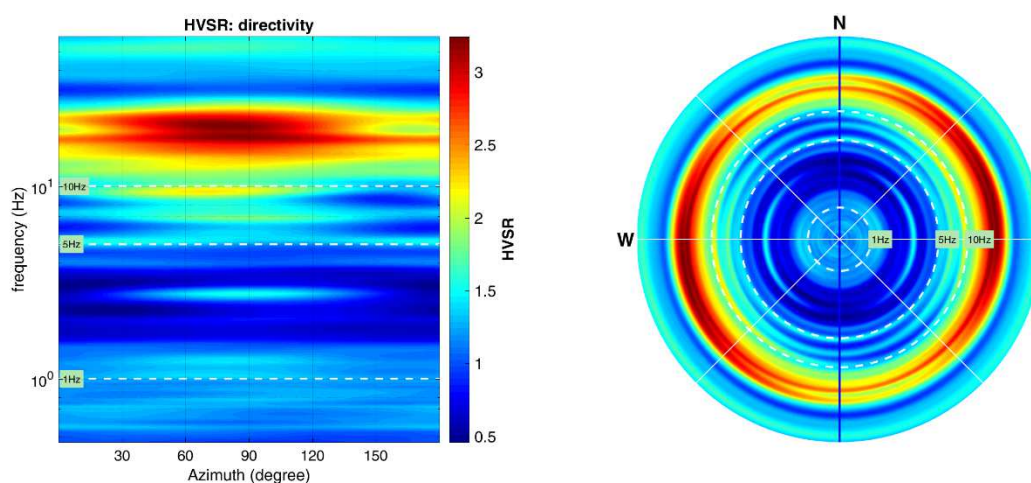
200 Pieve a Socana:

- 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



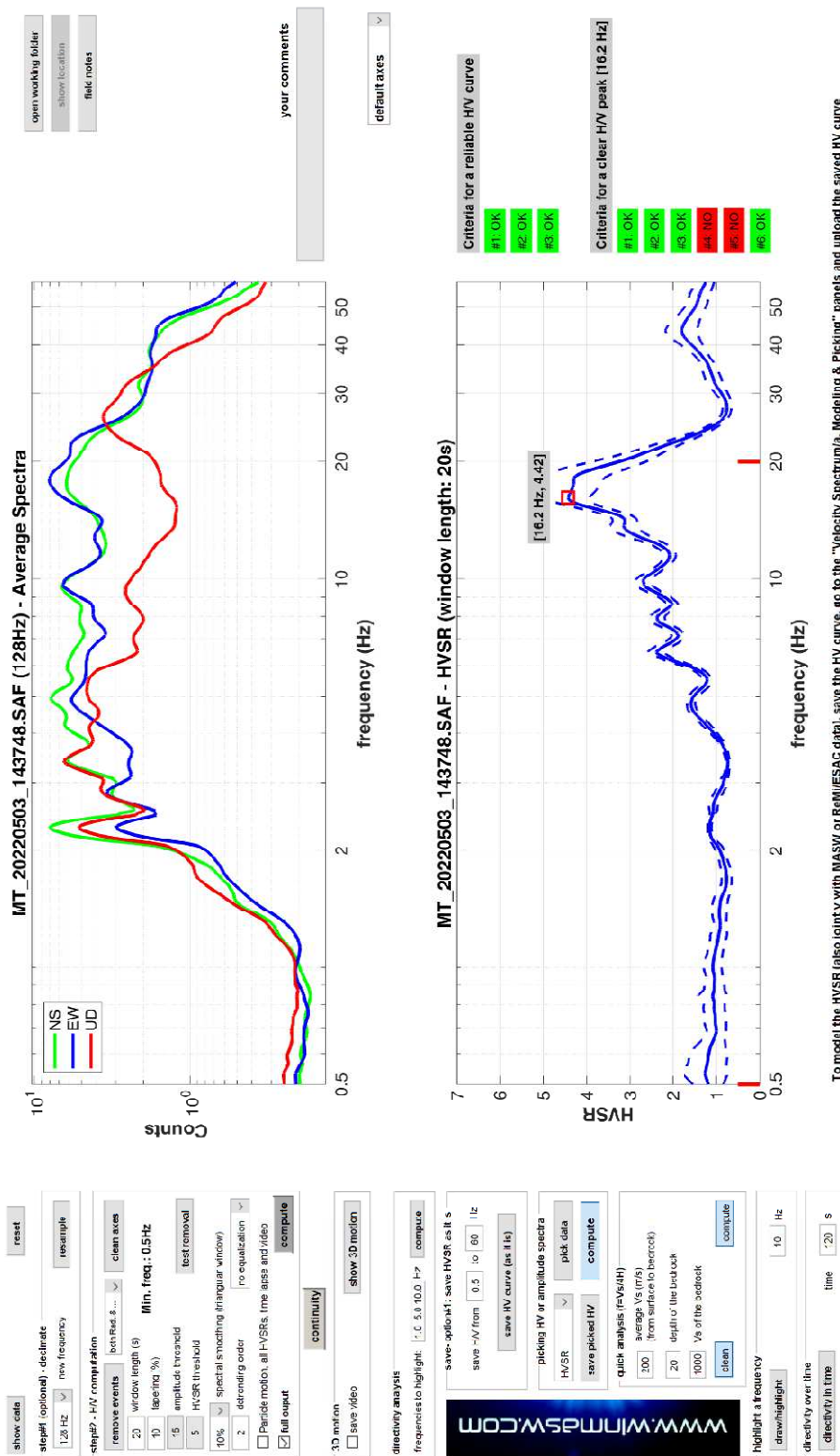
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



201 Gargiano – P341



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	14:37	Gargiano(comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.653369°
	Longitudine	11.845572°
	Quota (mslm)	318.0
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_20220503_143748.SAF		201
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	alluvionale
	LITOLOGIA	sabbia ghiaiosa
	ANTROPICO	no
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	media	
TRANSIENTI	frequenti	DISTANZA DALLA STAZIONE
auto	si	10m
camion	si	10m
persone a piedi	si	10m
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO		
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
OSSERVAZIONI	Passaggio moto da cross ultimi 2 minuti di acquisizione	15m



È individuabile un picco di ampiezza 4,4 ad una frequenza di circa 16,2 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_143748.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 14 37 48.000

Notes: 201-Gargiano-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 16 41

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): 16.2 (± 3.6)

Peak HVSR value: 4.4 (± 0.5)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $16.227 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $34725 > 200$ (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 4.1Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 22.1Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $4.4 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)$]: $3.592 > 0.811$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.792 < 1.58$ (OK)

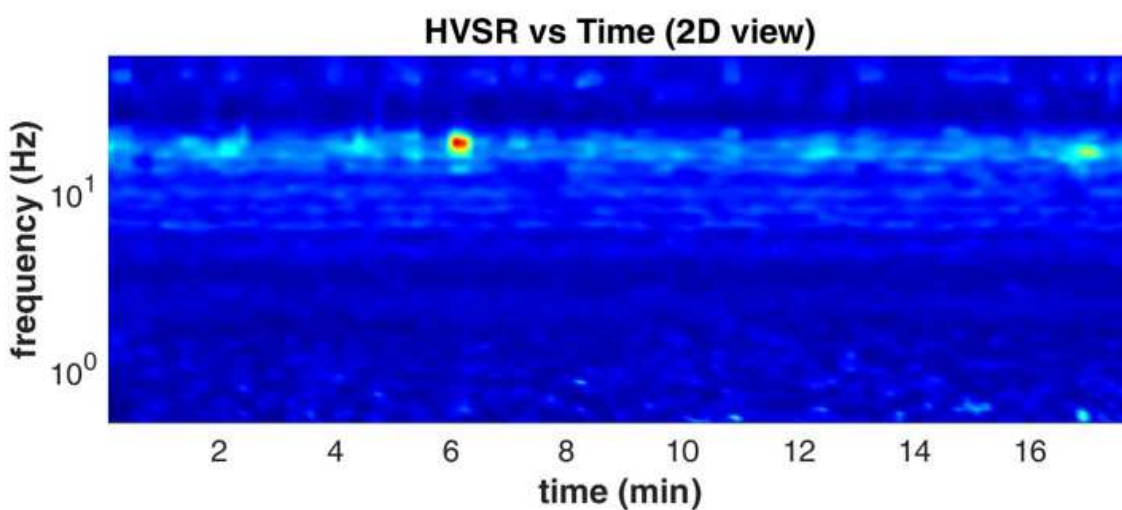


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

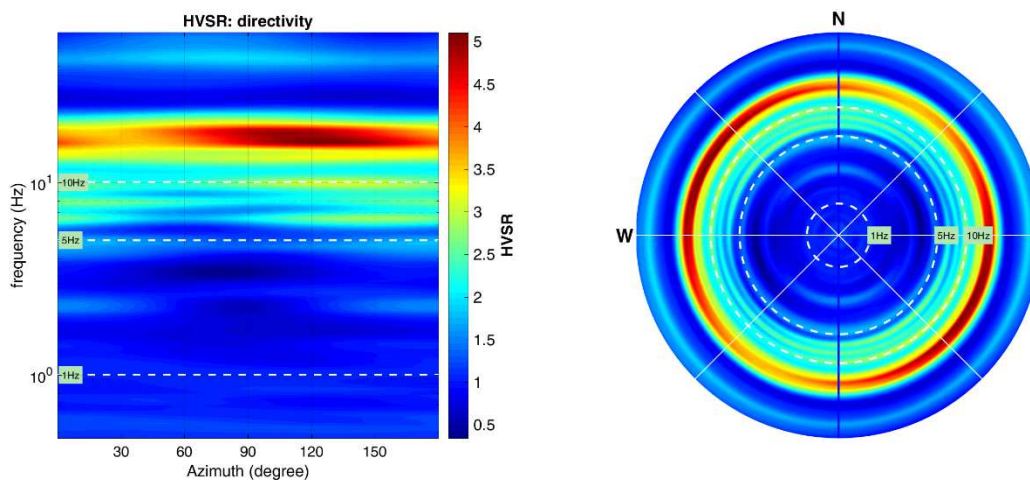
201 Gargiano:

- 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



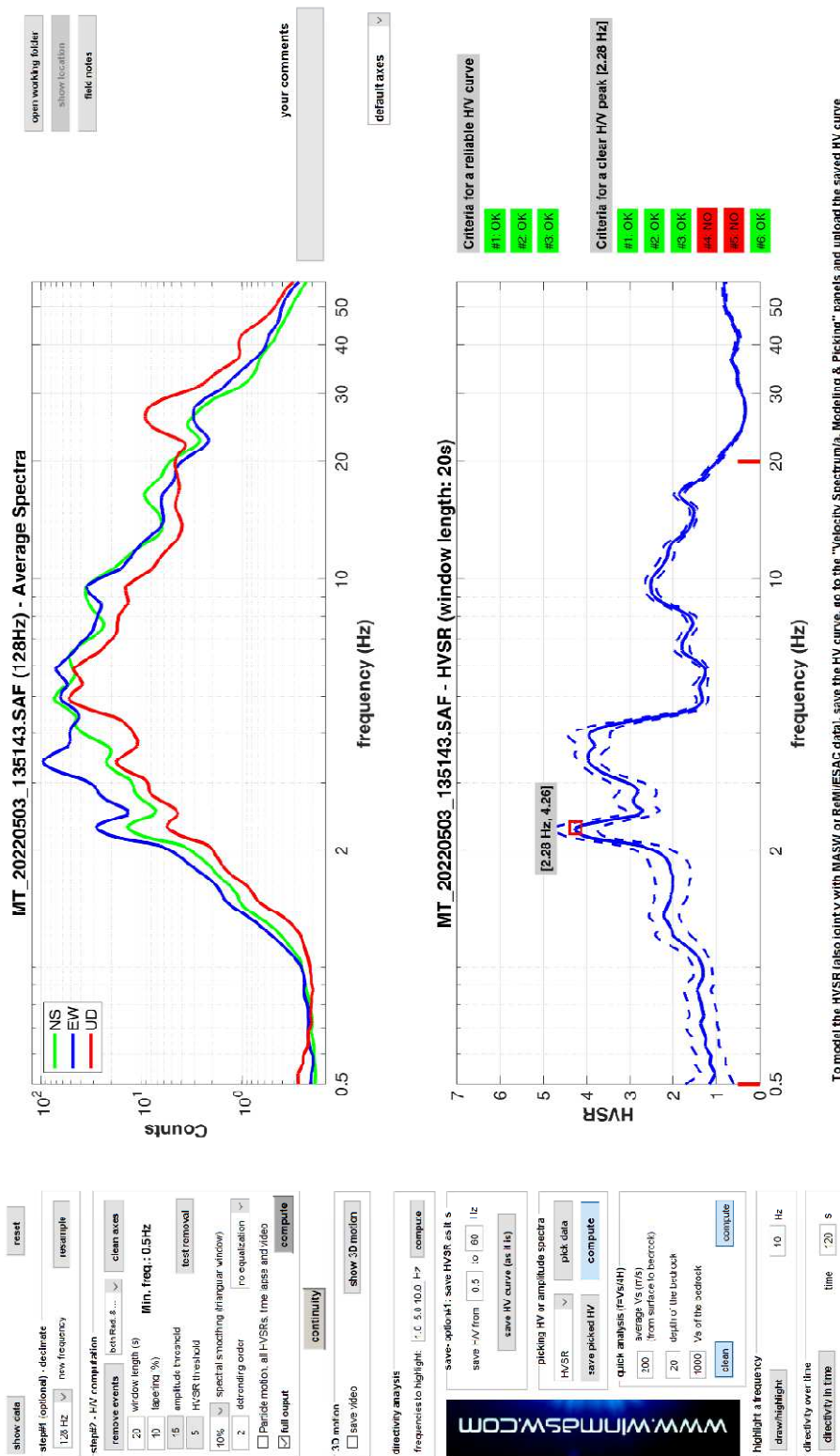
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



202 Casalecchio – P342



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	13:52	Casalecchio (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.666817°
	Longitudine	11.835312°
	Quota (mslm)	338.0
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_20220503_135143.SAF		202
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	si
	SUOLO	asciutto
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	media	
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		



To model the HVSr (also jointly with MASW or ReMIESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a. Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

È individuabile un picco di ampiezza 4,3 ad una frequenza di circa 2,3 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_135143.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 13 51 43.000

Notes: 202-Casalecchio-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 16 34

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): 2.3 (± 0.9)

Peak HVSR value: 4.3 (± 0.5)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $2.282 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $5341 > 200$ (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 0.6Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.8Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $4.3 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)$]: $0.921 > 0.114$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.924 < 1.58$ (OK)

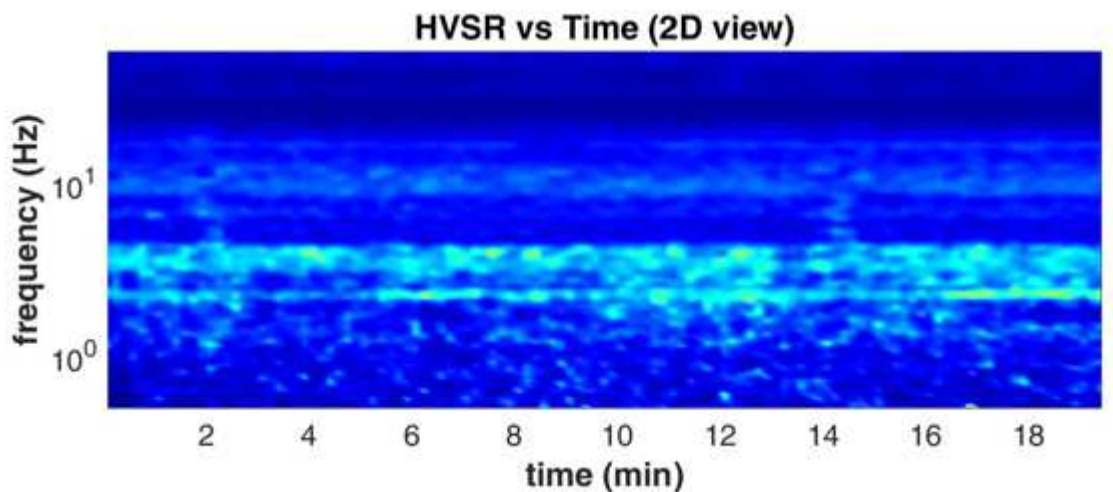


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

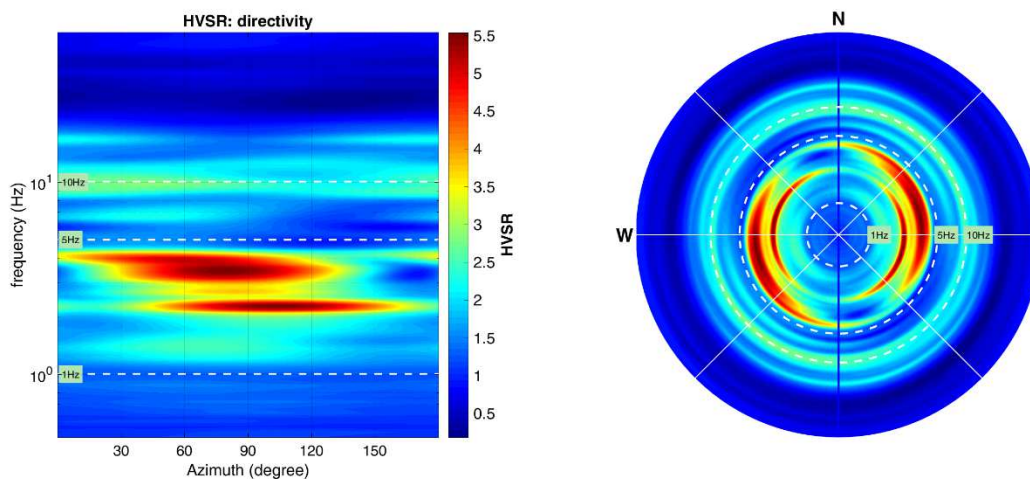
202 Casalecchio:

- 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



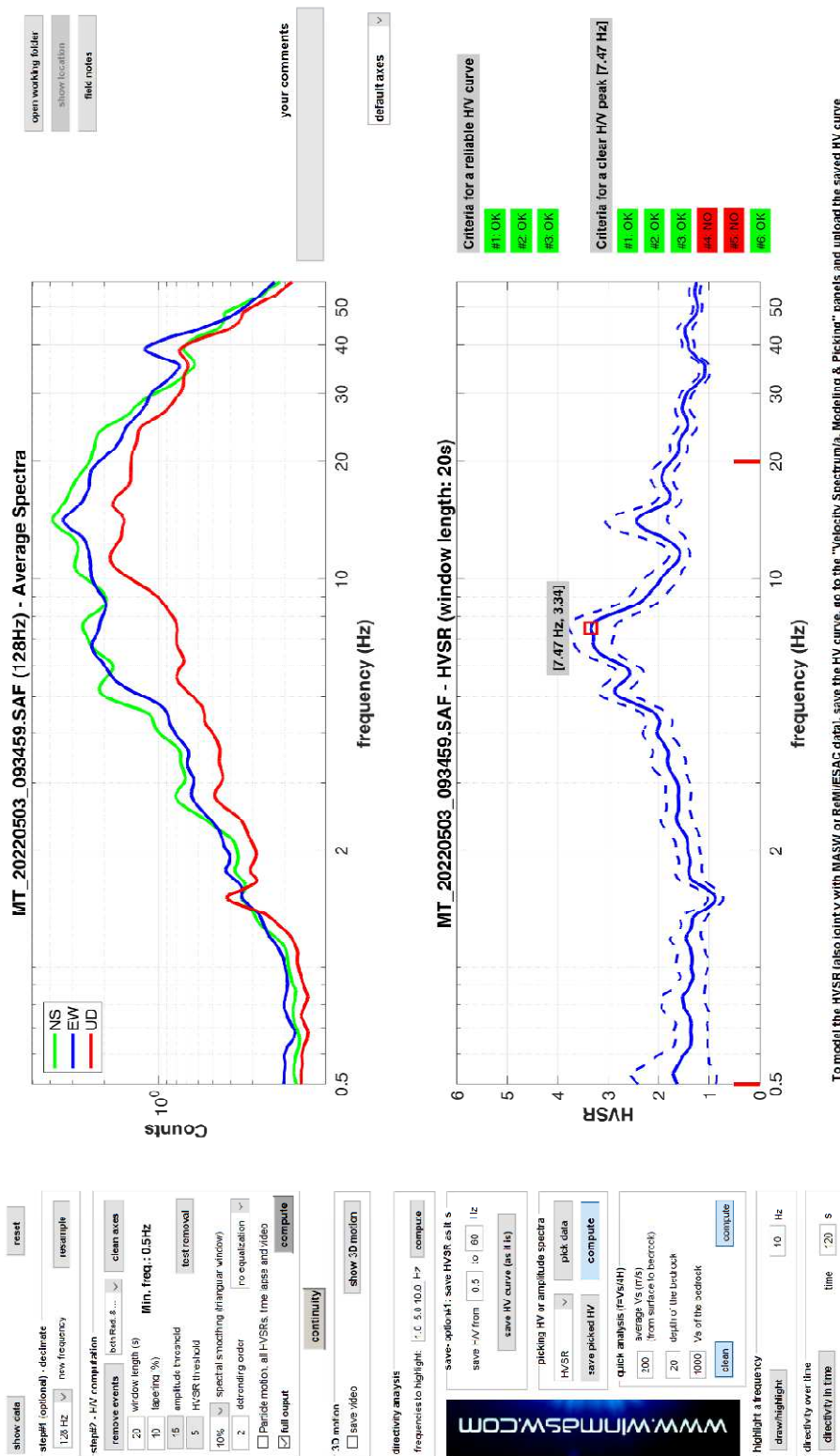
- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: non rispettata
- 5) Robustezza statistica: non rispettata
- 6) Durata: rispettata



203 Carda – P343



DATA	ORARIO	LUOGO
03/05/2022	09:35	Carda (comune Castel Focognano)
OPERATORE	Coordinate	
ProGeo Associati (Gabriele Menchetti, Andrea Martini)	Latitudine	43.640662°
	Longitudine	11.738564°
	Quota (mslm)	674.0
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_20220503_093459.SAF		203
AMPLIFICAZIONE	FREQ. DI CAMPIONAMENTO (Hz)	DURATA DELLA REGISTRAZIONE (SEC)
74 nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	assente
Sereni poco nuvolosi	PIOGGIA	assente
	TEMPERATURA	15°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	alterazione substrato
	LITOLOGIA	sabbioso con alterazione substrato
	ANTROPICO	no
	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 3,3 ad una frequenza di circa 7,5 Hz.



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

Dataset: MT_20220503_093459.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2022 05 03 09 34 59.000

Notes: 203-Carda-MS2-CF

DATA PROCESSING

Date: 6 5 2022

Time: 16 28

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): 7.5 (± 3.9)

Peak HVSR value: 3.3 (± 0.4)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $7.472 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $15692 > 200$ (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 1.9Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 11.0Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.3 > 2$ (OK)

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

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $3.906 > 0.374$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.757 < 1.58$ (OK)

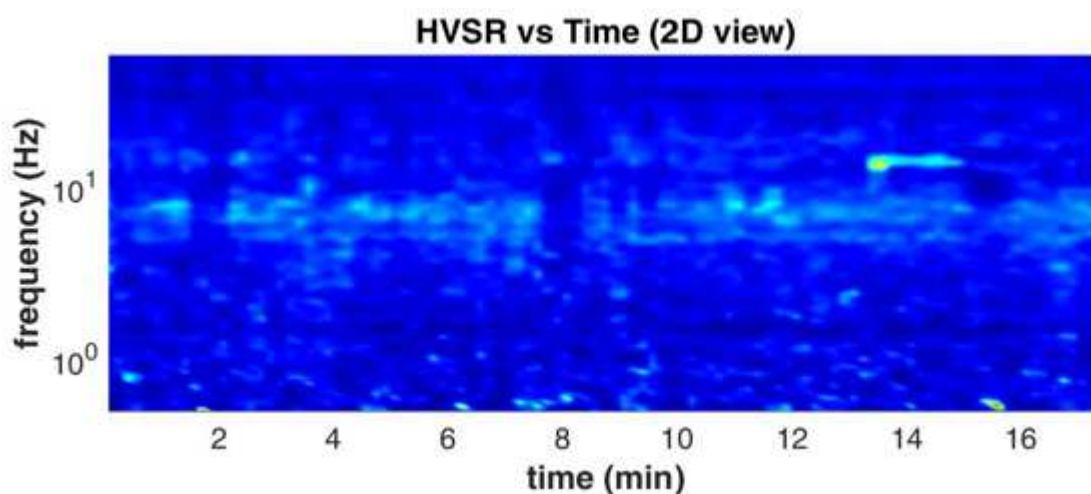


Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

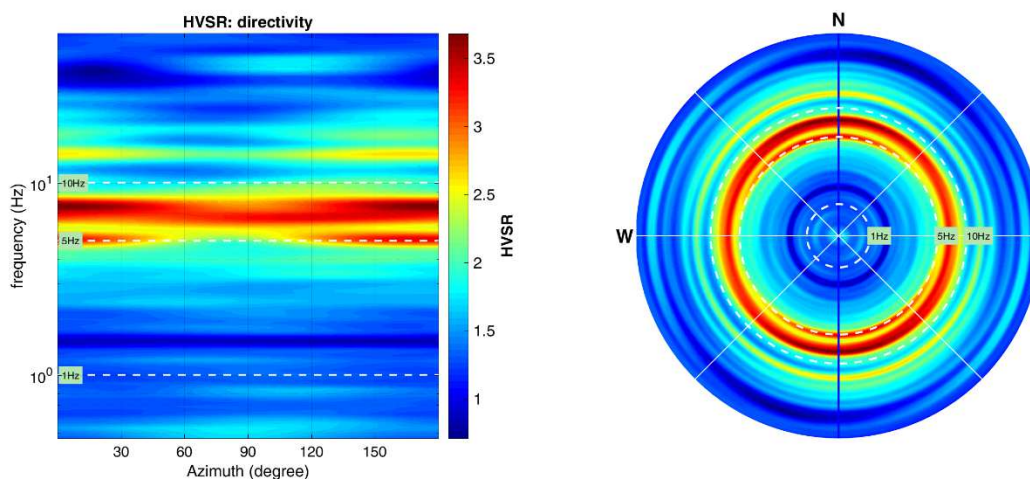
203 Carda:

- 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: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: rispettata
- 6) Durata: rispettata

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

(Geol. N.Giovannini e Geol. S Secci)



ProGeo Associati

via Don Luigi Sturzo, 43/A Arezzo IT

tel +39 0575 324114 fax +39 0575 406473

e-mail: progeo@progeoassociati.it P.IVA 01518320518

Indagini geofisiche di supporto allo studio di MS3 del Comune di Castel Focognano (AR)

- **Indagine sismica tipo “MASW”**
 - **ESAC**
 - **HVSR**
-
- **L58 MASW** - (loc. Rassina)
 - **P351 ESAC** - (loc. Rassina)
 - **P352 HVSR** - (loc. Rassina)



Dott. Geol.
SECCI SIMONE



Dott. Geologo *Giovannini Nicola*
(Ord. Geologi Toscana n° 1015)



CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEI DATI

Per implementare i dati già esistenti abbiamo effettuato un'ampia campagna di indagine, dove sono stati eseguiti

Le zone indagate sono state essenzialmente quelle di frana, con le rifrazioni atte alla ricostruzione delle sequenze stratigrafiche in zone collinari, le riflessioni e le tomografie elettriche usate per ricercare discontinuità sismostratigrafiche, gli ESAC validi per la caratterizzazione dei terreni al fondovalle, nella parte terminale delle zone in frana. I MASW usati principalmente in collina in luoghi con mancanza di spazio.

Segue una tabella con tutte le prove svolte.

L58-MASW

P351-ESAC

P352-HVSR

STRUMENTAZIONE USATA PERI I RILIEVI

MASW-ESAC-RIFRAZIONE-RIFLESSIONE

Sismografo AMBROGEO ECHO24-2010

Sismografo AMBROGEO ECHO 48 2014

Computer mediacom smartbook 145

Geofoni verticali da 4,5 hz (masw- esac)

Geofoni verticali da 14 hz (rifrazione in p)

Geofoni verticali da 60 hz (riflessione)

Geofoni orizzontali da 10 hz (rifrazione in sh)

Massa battente (mazza) (rifrazione in P, riflessione, masw)

Traversina caricata dal peso di una persona o di un autoveicolo e percossa nei due lati per energizzazione in sh



Number of channels	24+1 with differential input
AD conversion	24 bits
Dynamic range	130dB@1ms PG=0dB 120dB@1ms PG=18dB
Cross talk	>90dB
Preamplify gain	0,6,12,18,24,30,36,42,48,54,60,66,72dB
Frequency response	0 to 6kHz (30KSPS) 0 to 4,8kHz (15KSPS) 0 to 3kHz (7,5KSPS) 0 to 1,5kHz (3,5KSPS) 0 to 800Hz (2KSPS) 0 to 400Hz (1KSPS)
Acquisition and display filter	Low Cut Out 10-15-25-35-50-70-100-140-200-280-400 Hz High Cut Out 32-64-125-250 Hz Notch 50-60-150-180 Hz
Sampling Interval	32,64,128,256,478,956us
Record Length	16000 samples
Stacking trigger accuracy	1/32 of sample interval
Distorsion (THD)	0,0004%
Max Input signal	5Vpp, 0dB
CMR	110dB (fCM = 60Hz fDATA = 30kSPS)
Noise	0,25uV, 2ms 36dB
Pre-trigger data	524ms@32us sample interval
Delay	0 to 15 sec @1kSPS (max 16000 samples)
Temperature range	-30°C +70°C
Power	12 Volt
Continuous recording	
Output format:	SEGY / SAF (SESAME ASCII FORMAT)

RILIEVI TROMOMETRICI

Tromino Micromed



Number of channels	3+1 analog
Amplifiers	all channels with differential inputs
Noise	< 0.5 μ V r.m.s. @128 Hz sampling
Input impedance	10^6 Ohm
Frequency range	DC - 360 Hz
Sampling frequency	16384 Hz per channel
Oversampling frequency	32x, 64x, 128x
A/D conversion	≥ 24 bit equivalent
Max analog input	51.2 mV (781 nV/digit)

SOFTWARE USATO PER LA VISUALIZZAZIONE, L'ACQUISIZIONE, IL FILTRAGGIO E L'ELABORAZIONE DEI DATI

Acquisizione dei dati

AMROGEO-Echo XE6-24 (gestione 24 canali)

AMROGEO-Echo XE6-48 (gestione 24 canali)

AMROGEO-Echo XE7-serializzazione dei 2 sismografi-gestione 72 canali.

Elaborazione e filtraggio

Geogiga -Front End pro- Reflector

VWgeosoft Visual Sunt - WinMasw Pro

Eliosoft-Win masw accademy elaborazione Masw-Remi-H/V-Attenuazione

Grilla-Tromino-H/

Intelligent re source-Rayfract -Tomografia sismica a rifrazione

TUTTI I SOFTWARE COMMERCIALI IN NOSTRO POSSESSO SONO ORIGINALI E DOTATI DI ORIGINALE LICENZA

BASI TEORICHE

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica. La prova, comunemente nota con il termine H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali, H, e verticale, V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989). In un sistema costituito da uno strato tenero (es. coperture) ed un semispazio rigido (es. bedrock), un'onda tenderà a rimanere intrappolata nello strato tenero per riflessioni multiple (alla superficie libera, nuovamente al bedrock e così via) e darà luogo a fenomeni di risonanza per lunghezze d'onda incidenti]. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge:

$$1) T^{\circ} = 4h/V_s$$

dove T° indica il periodo, V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato che risona e h è lo spessore di detto strato.

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

L'Equazione 1 permette di comprendere come la tecnica H/V possa fornire anche indicazioni di carattere stratigrafico: a partire da una misura di microtremore che fornisce f , nota la V_s delle coperture, si può infatti stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa.

Misure H/V effettuate su roccia sana che non amplifica daranno invece curve piatte.

RILIEVI EFFETTUATI

CENNI TEORICI

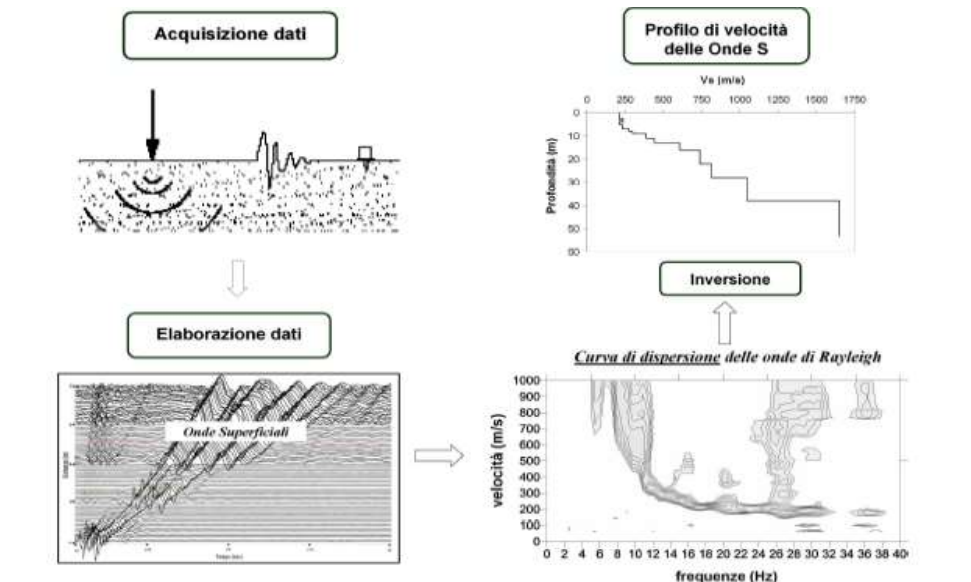
MASW

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un'artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).

Nel metodo di indagine passivo si registra il rumore di fondo.



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curva di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

ESAC

Il metodo ESAC è una estensione del metodo SAC (Spatial Auto-Correlation) proposto da AKI nel 1957. Nel metodo SAC i sensori sono disposti in circolo, nel metodo ESAC la configurazione può essere qualunque, anche se nella pratica si usano le seguenti forme: L, T, +, X, triangolo, rettangolo.

Il metodo ESAC può essere utilizzato per determinare la velocità di fase apparente o effettiva delle onde di Rayleigh a partire dalla misura del rumore ambientale. Dato che il rumore ambientale è in genere caratterizzato da onde a basse frequenze (<10-15Hz), la velocità di fase apparente fornita dal metodo riguarda le basse frequenze e quindi gli strati di terreno o roccia più profondi. In tal senso il metodo ESAC, così come il metodo ReMi, è complementare al metodo MASW attivo eseguito con sorgenti attive comuni (mazza o tripiede con grave). Occorre però evidenziare che il metodo ESAC è da preferire rispetto al metodo ReMi perché offre una curva di dispersione sperimentale ottenuta in maniera oggettiva, contrariamente a quanto avviene nel metodo ReMi, che prevede un picking soggettivo del Professionista della curva di dispersione a partire dallo spettro ReMi nel dominio f-k (frequenza-numero d'onda) oppure f-p (frequenza-lentezza).

RASSINA (Comune di Castel Focognano -AR)

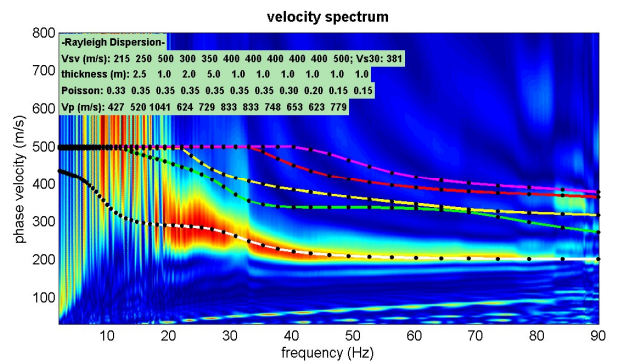
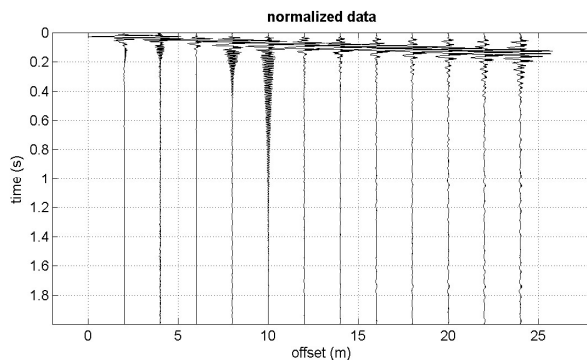
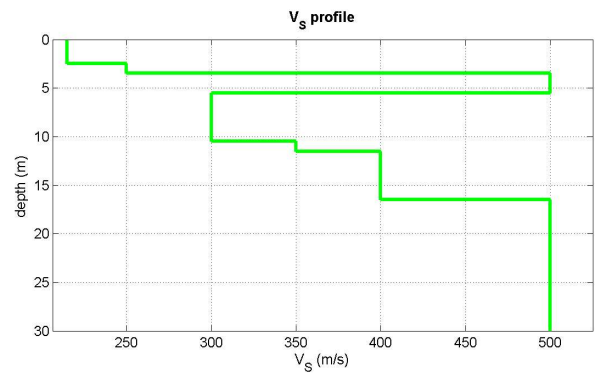
L58 - MASW

P351 - ESAC

P352 - HVSR

RASSINA -MASW p2 MASW p5 H/V ESAC

MASW P2



Mean model

Vs (m/s): 215, 250, 500, 300, 350, 400, 400, 400, 400, 400, 500

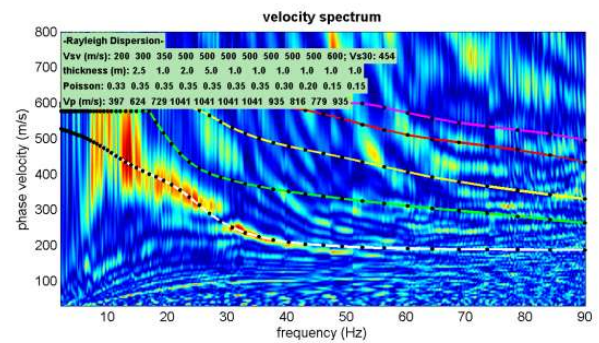
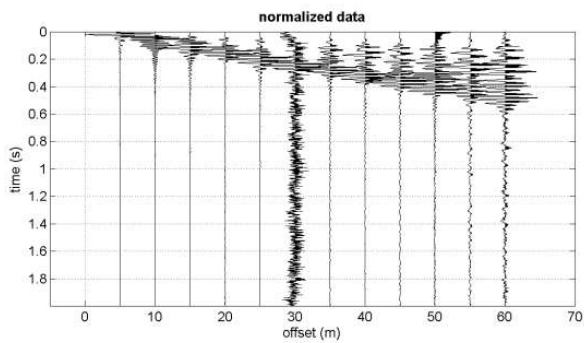
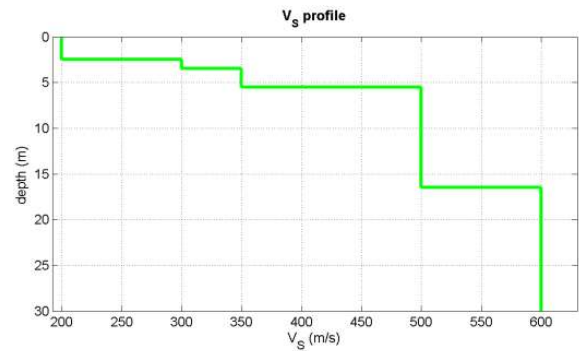
Thickness (m): 2.5, 1.0, 2.0, 5.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.85 1.90 2.06 1.94 1.98 2.01 2.01 1.98 1.95 1.94 1.99

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 85 118 516 175 242 322 322

317 312 310 498

MASW P5



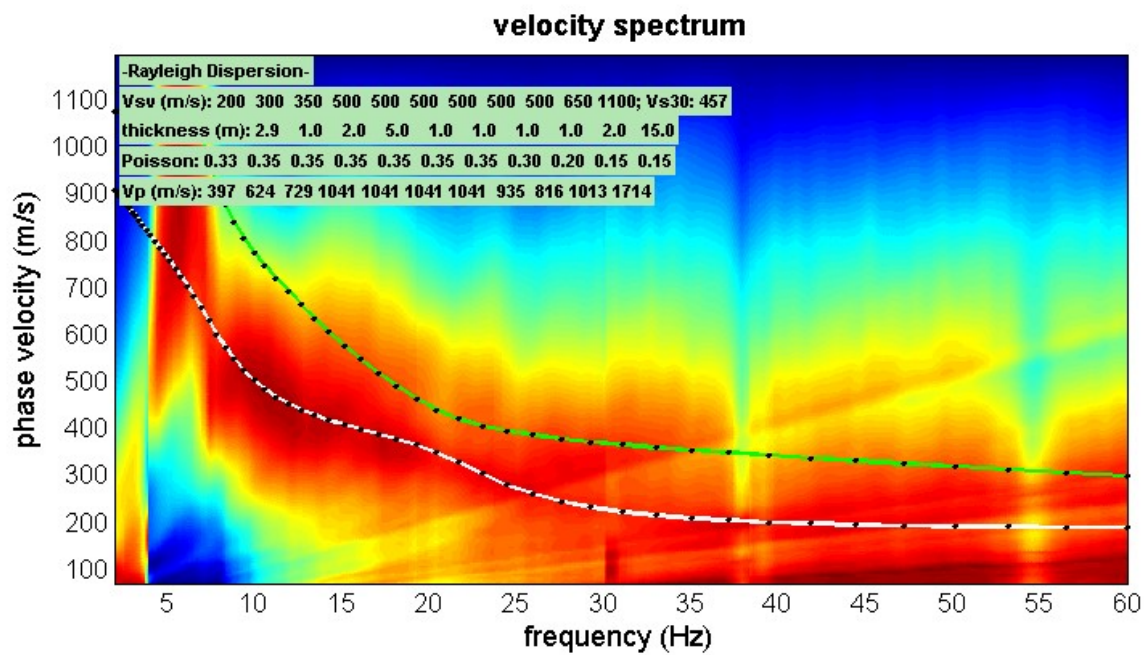
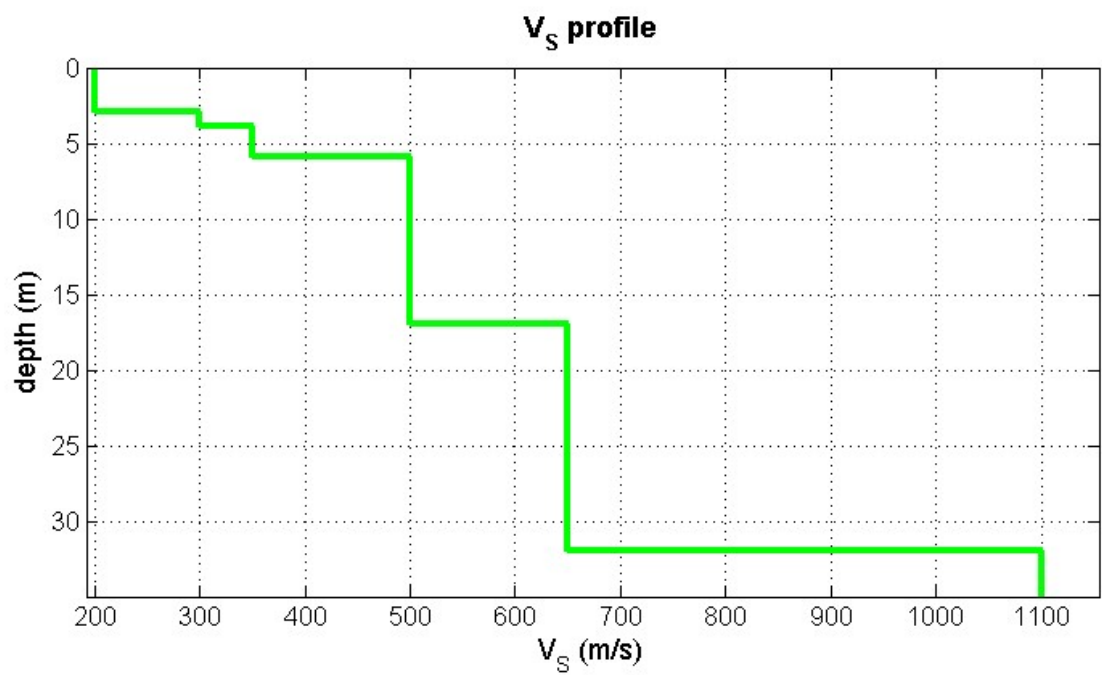
Mean model

Vs (m/s): 200, 300, 350, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 600

Thickness (m): 2.5, 1.0, 2.0, 5.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.83 1.94 1.98 2.06 2.06 2.06 2.06 2.04 2.00 1.99 2.04

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 73 175 242 516 516 516 516 509 501 498 734



Strumento: TRZ-0135/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 17/06/02 10:29:38 Fine registrazione: 17/06/02 10:49:38

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 512 Hz

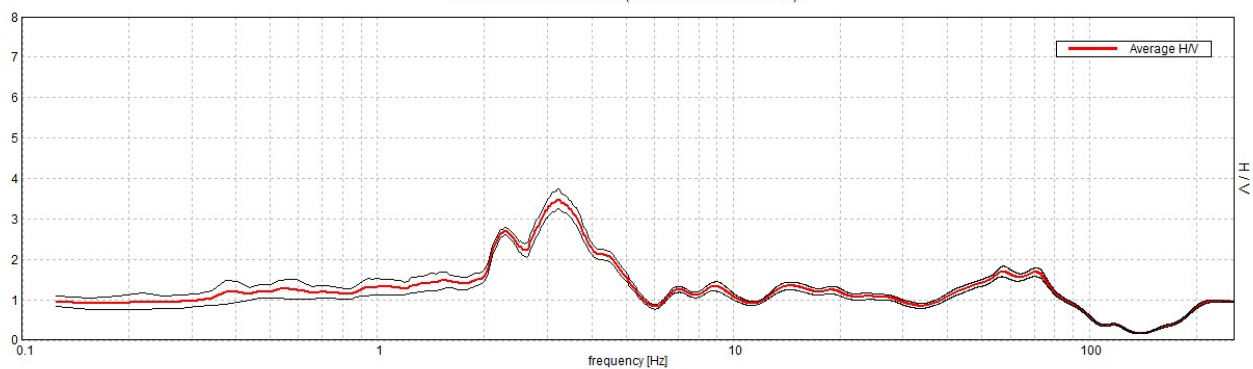
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

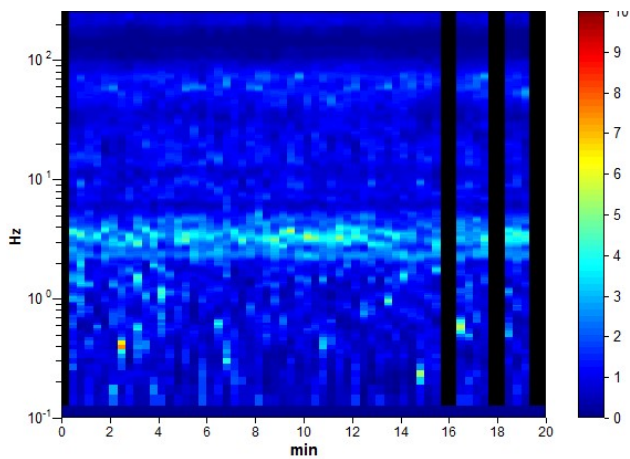
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

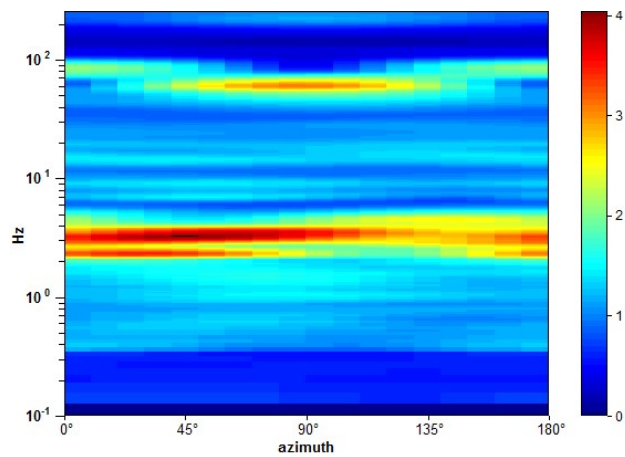
Picco H/V a 3.22 ± 0.13 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz).



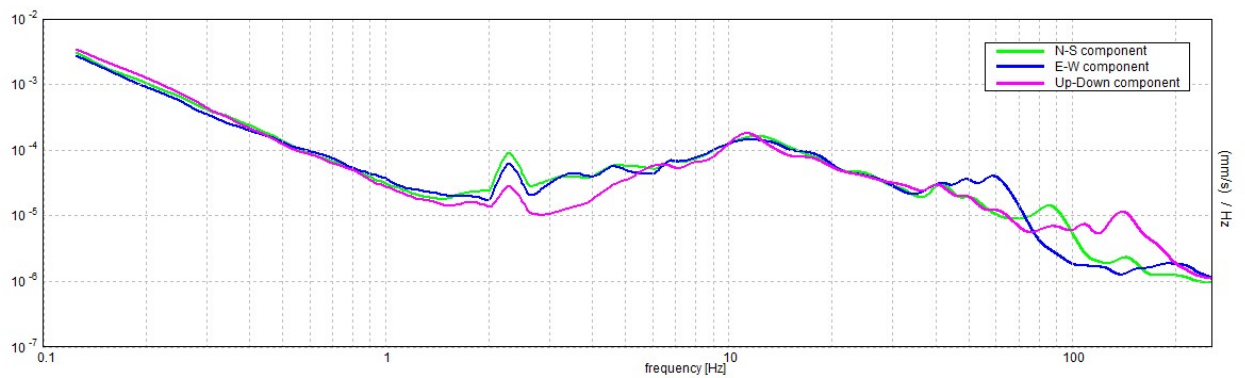
SERIE TEMPORALE H/V



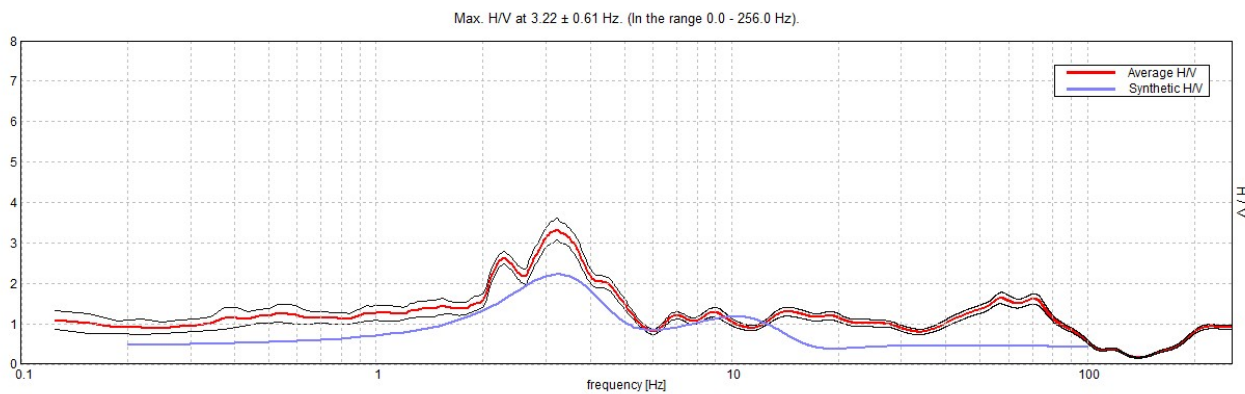
DIREZIONALITA' H/V



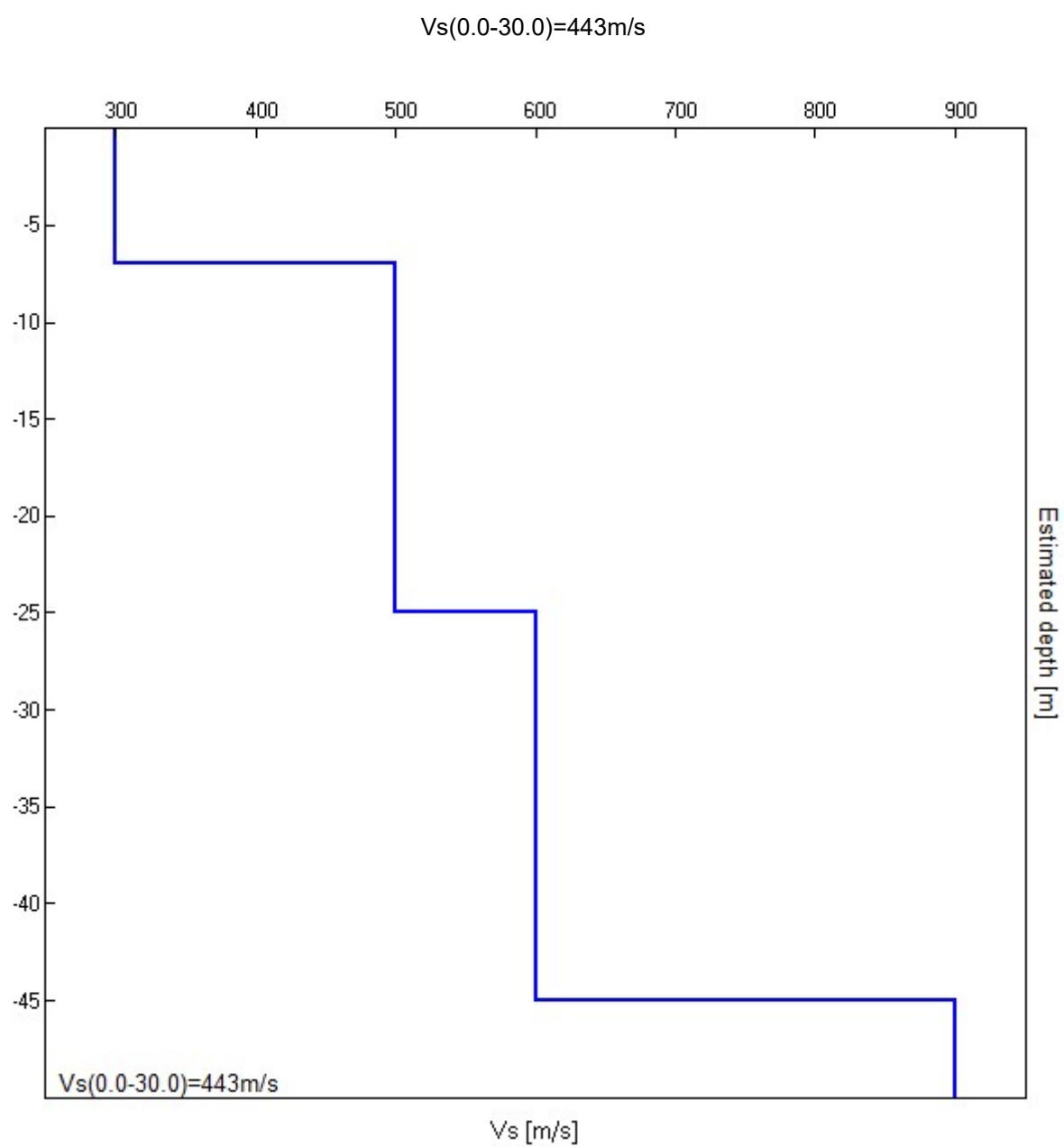
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
7.00	7.00	300	0.42
25.00	18.00	500	0.42
45.00	20.00	600	0.42
inf.	inf.	900	0.40



[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 3.22 ± 0.13 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.22 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3411.9 > 200$	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 156	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.031 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.49 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04097 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.13189 < 0.16094$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.245 < 1.58$	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