



GЕOPROSPEZIONI s.n.c.

Largo Ippolito Nievo, 17

56123 - Pisa

Tel. 050.41337

P IVA n° 01745030500

REA n° 151287

**INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE
MISURE DI MICROTREMORE A STAZIONE SINGOLA**

RELAZIONE TECNICA

Committente: *Spumador S.p.A.*

Località: *SS 17, Loc. Colle Facchini – via San Nicola*

Comune: *Sulmona (AQ)*

Agosto 2017

GЕOPROSPEZIONI
di Salvetti Andrea e Turrini Giuseppe s.n.c.
Largo Ippolito Nievo 17
56123 PISA
P.I. 01745030500

1. PREMESSA.....	2
2. GENERALITA' SUL METODO DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSR).....	2
3. SISTEMA DI ACQUISIZIONE DEI DATI.....	3
3.1. SISMOGRAFO	3
3.2. APPARECCHIATURA DI RICEZIONE.....	4
3.3. COMPUTER.....	4
4. ACQUISIZIONE DATI	4
5. ELABORAZIONE DATI	4
6. RISULTATI	5

ALLEGATO 1 – Schede delle misure di microtremore

ALLEGATO 2 – Carta di ubicazione delle indagini (scala 1:20.000)

1. PREMESSA

Su incarico della società Spumador s.p.a. è stata effettuata una campagna di misure di microtremore a stazione singola in una porzione della conca di Sulmona estesa attorno all'impianto d'imbottigliamento, ubicato in località Colle Facchini, via San Nicola, nella zona industriale di Sulmona.

Nel seguente rapporto sono esposti i risultati a cui si è pervenuti impiegando la metodologia d'indagine suddetta.

2. GENERALITA' SUL METODO DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSr)

Le tecniche di prospezione sismica passiva sono basate sulla registrazione del campo di vibrazioni ambientali generate da sorgenti sia naturali, sia antropiche. Fra queste tecniche, la metodologia applicata nello studio in esame è la tecnica HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o H/V, chiamata anche tecnica di Nakamura (1989) ed introdotta sulla base di studi precedenti da Nogoshi e Igarashi (1971).

Essa si basa sulla registrazione simultanea della componente verticale (Z) e delle due orizzontali (N-S, E-W) del campo di vibrazioni ambientali (*seismic noise*) prodotte in un determinato sito da sorgenti non controllate. Tale tecnica consente di risalire alle proprietà meccaniche del sottosuolo in termini di impedenza sismica e velocità di propagazione delle onde S. In particolare, il rapporto delle componenti verticali e orizzontali medie nello spettro delle frequenze permette di determinare la frequenza fondamentale di risonanza (f_0) del sito studiato. La risonanza ha luogo in seguito all'interazione fra onde di superficie (onde di Rayleigh e di Love) e onde di volume (onde di taglio incidenti verticalmente) lungo una superficie separante due mezzi in corrispondenza della quale si ha un elevato contrasto di impedenza sismica (ad esempio il limite fra sedimenti soffici e substrato roccioso rigido). L'esistenza di tale condizione in determinati contesti geologici può influenzare significativamente l'ampiezza e la frequenza delle onde sismiche provocando l'amplificazione del movimento del terreno sulla superficie terrestre (effetto di sito). La stima della frequenza fondamentale di risonanza assume, pertanto, particolare importanza negli studi di pianificazione del territorio e nella progettazione degli edifici.

L'esecuzione di misure di microtremore con stazione singola richiede l'impiego di un sismometro a tre componenti che adeguatamente accoppiato al terreno campiona il rumore per un periodo di tempo statisticamente significativo.

Il principale vantaggio di questa tecnica è rappresentato dal fatto che il campo di onde oggetto di studio è caratterizzato da lunghezze d'onda e profondità di propagazione molto maggiori di quelle generate artificialmente, permettendo, quindi, di raggiungere profondità di esplorazione assai più grandi di quelle raggiungibili mediante tecniche attive.



3. SISTEMA DI ACQUISIZIONE DEI DATI

L'acquisizione dei dati in campagna è stata effettuata utilizzando una strumentazione composta da:

- sismografo
- apparecchiatura di ricezione
- computer

3.1. SISMOGRAFO

Lo strumento impiegato nella presente indagine per la registrazione del rumore ambientale è un sismografo AMBROGEO "ECHO 2010" avente le seguenti caratteristiche:

- numero di canali: 24+1
- A/D Conversion: 24 bit
- dynamic range: 130dB a 1ms PG=0dB; 120dB a 1ms; PG=18dB
- cross talk: >90db
- preamplify gain: 0db, 6db, 12db, 24db, 30 db, 36 db
- 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 10,15,25,35,50,70,100,200,280,400 Hz
- sampling interval: 32us, 64us, 128us, 256us, 480us, 960us
- record length: 16.000 samples
- stacking trigger accuracy: 1/32 of samples interval
- distorsion (THD): 0,0004 %
- max input signal: 2Vpp, 0Db
- CMR: 110dB (fCM =60Hz. fDATA = 30kSPS)
- noise: 0,25uV, 2ms, 36Db
- pre-trigger data: 524ms a 32us sample interval
- delay: 0 to 2.500ms step 10ms
- temperature range: - 30°C/+70°C
- power: 12 Volts
- continuous recording
- output format: SEG Y, SAF (SESAME ASCII FORMAT)



3.2. APPARECCHIATURA DI RICEZIONE

Per la ricezione dei segnali è stato utilizzato un geofono a tre componenti 3D CGE con frequenza propria dei sensori (velocimetri) di 2 Hz, dotato di sistema di livellamento.

Nella tabella sottostante si riportano le principali caratteristiche tecniche del geofono impiegato

Frequenza	2Hz \pm 10%
Sensibilità	2V/cm*S ⁻¹ \pm 10%
Resistore interno	5.8 K2 \pm 5%
Fattore di umidità	0.7 \pm 10%
Distorsione armonica	\leq 0.2%
Resistore di isolamento	\geq 10M Ω

3.3. COMPUTER

I dati relativi a ciascuna registrazione sono memorizzati istantaneamente su di un computer portatile, collegato via cavo al sismografo, sul quale è installato il software di acquisizione “*EchoXe 4*”; esso consente la visualizzazione delle registrazioni effettuate e la regolazione dei parametri di acquisizione prima di ogni registrazione.

4. ACQUISIZIONE DATI

Le acquisizioni del rumore ambientale sono avvenute con tempi di registrazione di variabili fra 10 e 20 minuti e con frequenze di campionamento di 156 Hz.

La serie di misure di microtremore è stata eseguita su 21 punti stazione distribuiti attorno all'impianto d'imbottigliamento entro una distanza massima di circa 3 km. Ogni registrazione è avvenuta orientando l'asse orizzontale predefinito del geofono parallelamente alla direzione N-S.

Prima dell'esecuzione di ciascuna registrazione è stato curato l'accoppiamento fra geofono e terreno eliminando lo spessore di suolo superficiale più soffice. Dopo il posizionamento del geofono è stato verificato il mantenimento dell'assetto verticale nel tempo al fine di evitare fenomeni di tilting durante la misura.

5. ELABORAZIONE DATI

I file acquisiti sono stati elaborati mediante il software WinMasw Professional ver. 5.2 prodotto da Eliosoft che ha la possibilità di trattare ed elaborare registrazioni di sismica passiva a stazione singola e consente la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitations, 2005).



Il processing dei dati verte sul rapporto spettrale tra il segnale del sensore verticale e quelli dei sensori orizzontali operando su finestre di selezione temporali che non dovranno essere in numero minore di 10 per un segnale della lunghezza complessiva utile non inferiore a 200-400 secondi.

I principali passi con cui è effettuato il processing dei dati registrati sono i seguenti:

1. FFT (incluso il tapering);
2. operatore di smoothing (finestra triangolare);
3. merging delle componenti orizzontali;
4. H/V Spectral Ratio per ogni finestra utilizzata (>10);
5. media degli spettri H/V;
6. valutazione della deviazione standard.

6. RISULTATI

I risultati delle analisi delle curva H/V mettono in evidenza picchi principali compresi per lo più nel range di frequenze variabile fra 0,4 e 0,9 Hz entro cui le ampiezze del rapporto oscillano fra 1,7 e 4,5. Si rimanda alla consultazione delle schede in allegato 1 per i dettagli relativi a ciascuna misura, in particolare per quanto concerne le modalità di analisi di ciascun dataset (lunghezza delle finestre, tipo e peso del lisciamento, tapering) e i risultati ottenuti (frequenza del picco principale e sua ampiezza).

Noto che il fenomeno della risonanza del terreno è descritto dall'equazione:

$$f = n \frac{V_s}{4H}$$

con:

f = frequenza di risonanza

V_s = velocità delle onde di taglio nel mezzo posto sopra al riflettore che genera risonanza

n = numero d'ordine del modo di vibrare ($n = 1, 2, 3, \dots$)

H = profondità del riflettore che genera risonanza

e considerato che, nella maggior parte dei casi, l'unico modo di vibrazione è il fondamentale ($n = 1$), sono state effettuate valutazioni circa la profondità e la natura litologica dei riflettori a cui corrispondono i picchi del rapporto H/V. Al riguardo si è fatto riferimento ai dati geologici e geofisici di alcuni studi che hanno interessato la conca di Sulmona, nonché ai dati stratigrafici del pozzo perforato entro l'area occupata dallo stabilimento di imbottigliamento.

Attribuendo ai depositi di colmamento della conca una $V_s = 380$ m/s e tenuto conto dell'assetto geologico strutturale del bacino, nella sottostante tabella si fornisce la stima delle profondità dei diversi



riflettori corrispondenti ai picchi principali di risonanza di ciascun punto di misura e la relativa interpretazione litologica.

SIGLA	FREQUENZA DI PICCO PRINCIPALE (Hz)	AMPIEZZA DEL PICCO PRINCIPALE	PROFONDITÀ STIMATA DAL PIANO CAMPAGNA (m)	POSSIBILE RIFLETTORE
TR1	0,5	2,1	190	livello ghiaioso cementato
TR2	0,4	3,5	237	livello ghiaioso cementato
TR3	0,5	1,9	190	livello ghiaioso cementato
TR4	0,6	1,7	158	livello ghiaioso cementato
TR5	1,0	1,7	95	substrato roccioso
TR6	1,4	2,6	68	substrato roccioso
TR7	0,8	3,6	119	Livello ghiaioso
TR8	0,5	2,2	190	livello ghiaioso cementato
TR9	0,7	2,3	136	livello ghiaioso
TR10	0,9	2,4	105	livello ghiaioso
TR11	0,9	3,6	105	livello ghiaioso
TR12	0,9	4,5	105	livello ghiaioso
TR13	0,5	1,9	190	livello ghiaioso cementato
TR14	0,9	2,4	105	livello ghiaioso
TR15	1,4	1,2	68	livello ghiaioso
TR16	0,9	2,3	105	livello ghiaioso
TR17	0,8	2,1	119	substrato roccioso
TR18	0,5	4,0	190	livello ghiaioso cementato
TR19	0,6	3,9	158	livello ghiaioso cementato
TR20	0,4	4,5	237	livello ghiaioso cementato
TR21	1,7	1,9	56	livello ghiaioso

Pisa, 04/08/2017

GЕOPROSPEZIONI
di Salvetti Andrea e Turrini Giuseppe s.n.c.
Largo Ippolito Nievo 17
56123 PISA
P.I. 01745030500



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Di Buccio F., Aprile V., Pagliaroli A., Di Domenica A., Pizzi A. (2017) *“Valutazione preliminare della risposta sismica locale del bacino di Sulmona”* Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2017 – IARG 2017 – Matera, 5-7 luglio 2017

Marino A., Rinaldini A., Ciucci M., Mariani M. (2014) *“Valutazione degli effetti di sito tramite analisi sperimentali e numeriche nella piana di Sulmona”* ISPESEL – Dipartimento Installazioni di Produzione e Insediamenti Antropici – Roma

Miccadei E., Barberi M., Cavinato G.P. (1998) *“La geologia quaternaria della Conca di Sulmona”*, Geologica Romana – 34, 59-86, 24

Rinaldini A., Pecci M., Marino A., Bellagamba S. & Ciucci M. (2014). *“Sviluppo di un database geologico per l'analisi dei rischi naturali nelle attività produttive della piana di Sulmona”* ISPESEL – Dipartimento Installazioni di Produzione e Insediamenti Antropici – Roma

RELUIS – Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica - Progetto di ricerca n. 10 “Definizione e sviluppo di archivi di dati per la valutazione del rischio, la pianificazione e la gestione dell'emergenza” Coordinatore: Prof. Domenico Liberatore Unita di Ricerca CNR-ITC L'Aquila. Coordinatore: Dott. Antonio Martinelli. Prodotto n. 4 Microzonazione sismica speditiva del centro storico di Sulmona (AQ). Unità Operativa Geologica: Dott. Giuseppe Di Capua, Dott.ssa Silvia Peppoloni, Dott.ssa Maria Rosaria Manuel

Regione Abruzzo – Comune di Sulmona (2014) “Microzonazione sismica di Livello I” a cura del Dipartimento di Ingegneria e Geologia Università G. D'Annunzio CHIETI-PESCARA

Regione Abruzzo – Comune di Roccasale (2013) “Microzonazione sismica di Livello I” Attività di Prevenzione del Rischio Sismico – Microzonazione sismica del territorio regionale. Progetto cofinanziato con fondi comunitari POR-FESR Abruzzo – 2007-2013 Asse IV – Attività IV 3.1

Regione Abruzzo – Comune di Pratola Peligna (2013) “Microzonazione sismica di Livello I” Attività di Prevenzione del Rischio Sismico – Microzonazione sismica del territorio regionale. Progetto cofinanziato con fondi comunitari POR-FESR Abruzzo – 2007-2013 Asse IV – Attività IV 3.1



ALLEGATO 1

Schede delle misure di microtremore

TR1 - PRATOLA PELIGNA, via Duma

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 905907,73; 4668886,58

Data: 26/07/2017

Ora: 15.35

Dataset: TR1.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 10

Tapering (%): 10

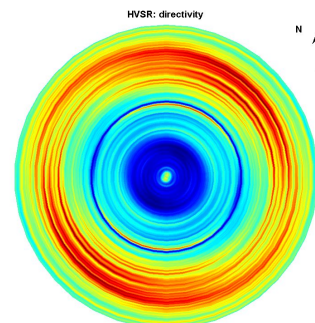
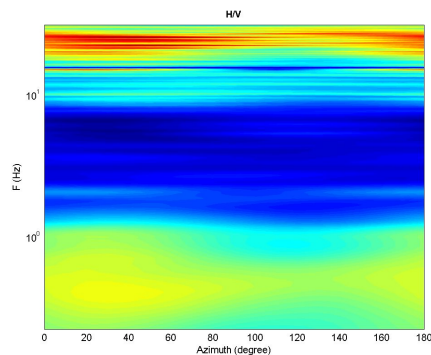
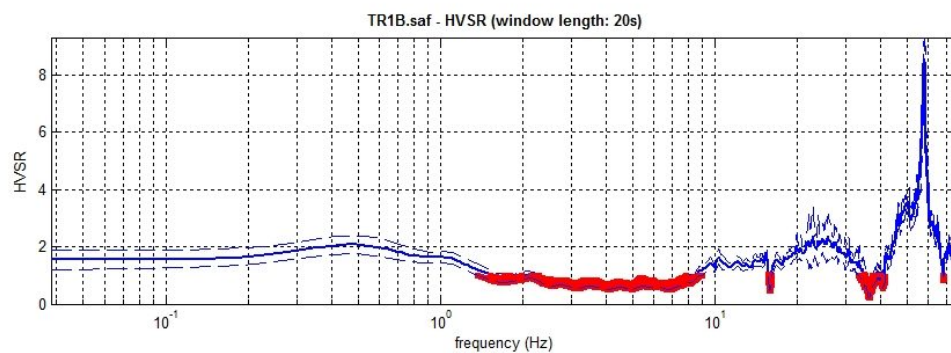
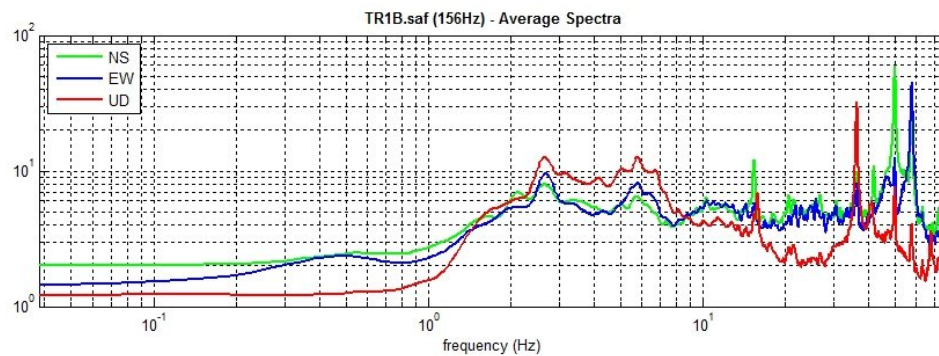
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.5 (± 2.7)

Ampiezza del rapporto H/V: 2.1 (± 0.3)



TR2 - PRATOLA PELIGNA, ss17

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 904611,57; 4672163,93

Data: 26/07/2017

Ora: 18:45

Dataset: TR2.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 15

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15.0

Tapering (%): 10

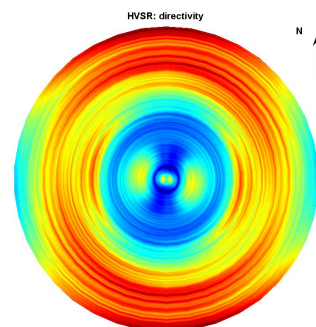
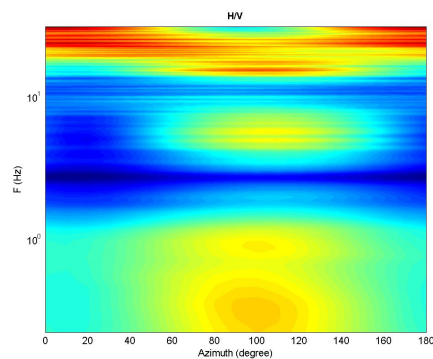
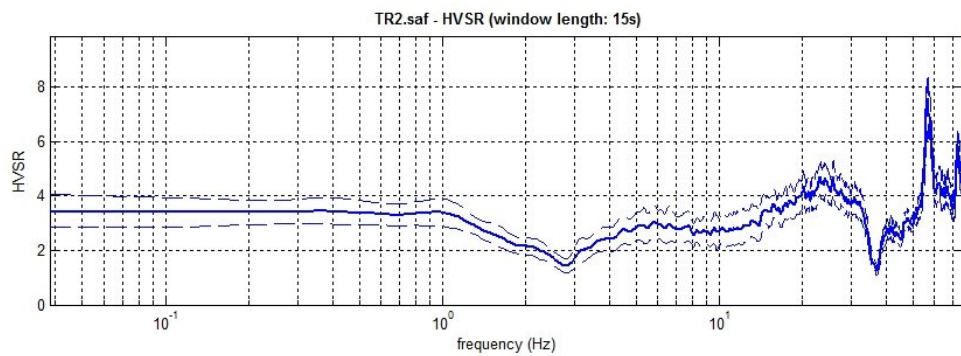
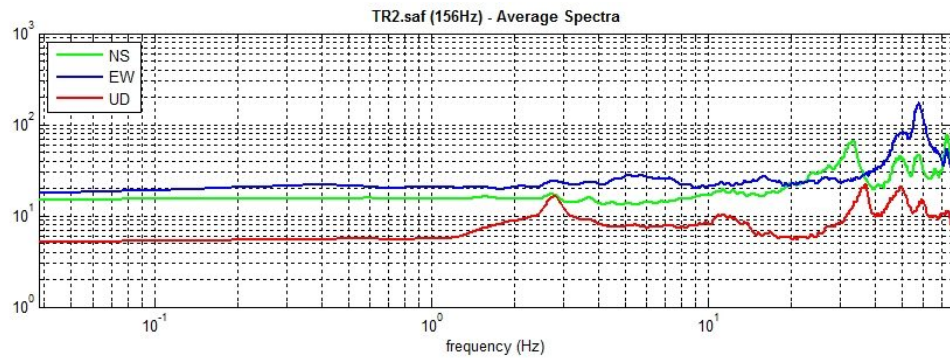
Tipo lisciamo: finestra triangolare

Lisciamo: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.3-10.0Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.4 (± 3.2)

Ampiezza del rapporto H/V: 3.5 (± 0.5)



TR3 - SULMONA, Viale del Lavoro

Coordinate ETRS89/UTM zona 32N (m): 905189,20; 4669609,66

Data: 27/07/2017

Ora: 08:29

Dataset: TR3.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestra (sec): 15

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15.0

Tapering (%): 10

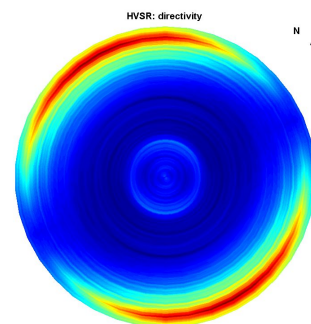
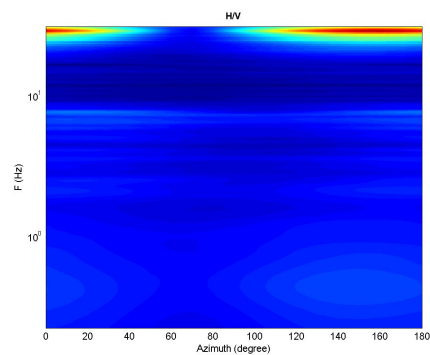
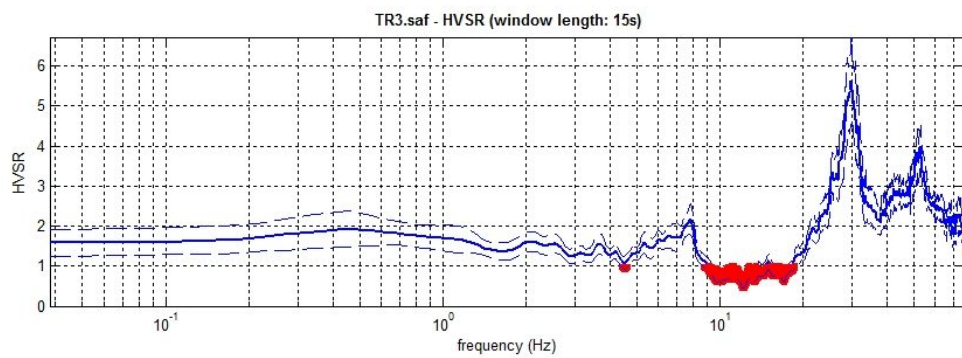
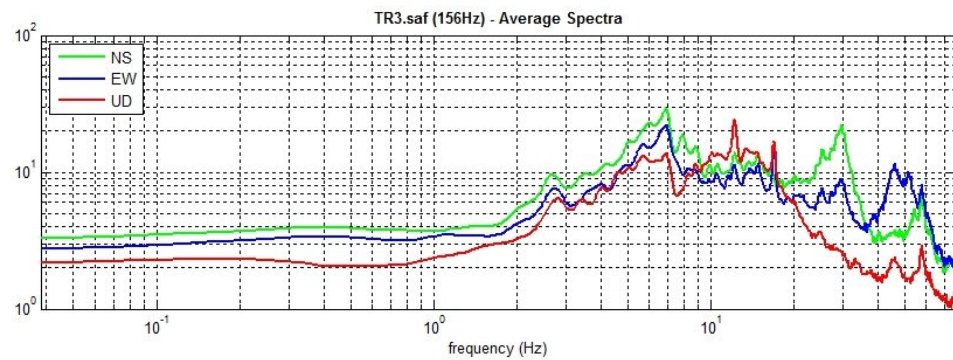
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.3-6.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.5 (± 2.1)

Ampiezza del rapporto H/V: 1.9 (± 0.4)



TR4 - SULMONA, traversa Viale del Lavoro

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 904903,98; 4669352,36

Data: 27/07/2017

Ora: 09:14

Dataset: TR4.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 14.2

Tapering (%): 10

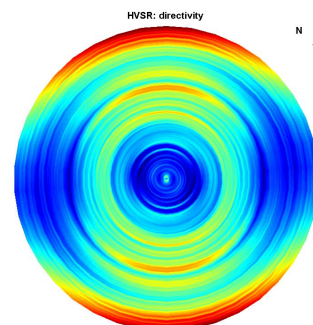
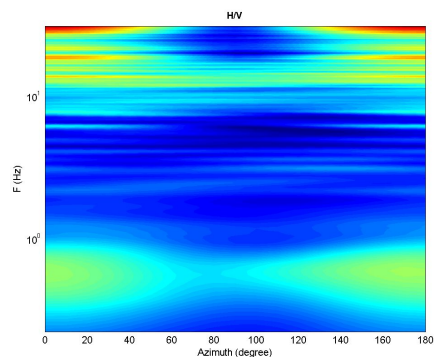
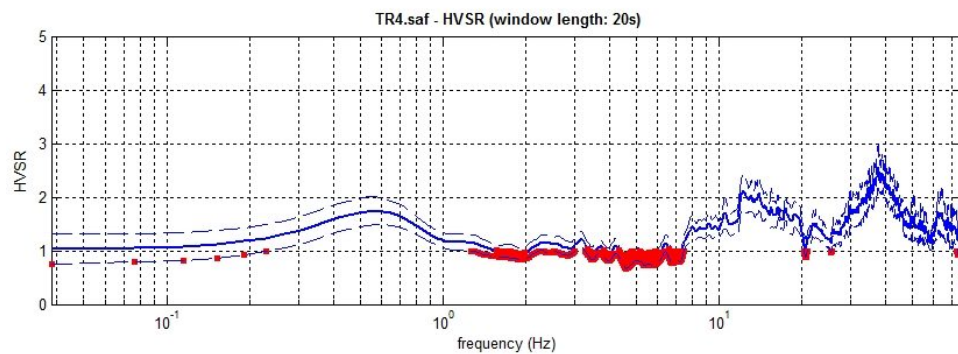
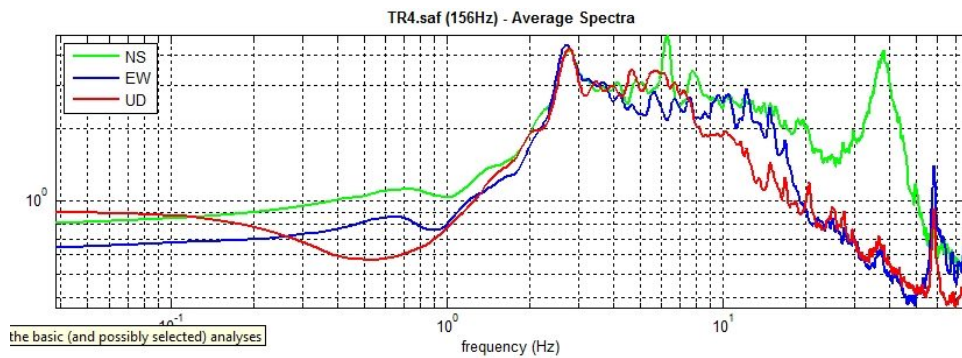
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.3-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.6 (± 3.9)

Ampiezza del rapporto H/V: 1.7 (± 0.2)



TR5 - SULMONA, traversa SP52 Nolfese

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 904205,87; 4669095,48

Data: 27/07/2017

Ora: 10:04

Dataset: TR5.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 14.9

Tapering (%): 10

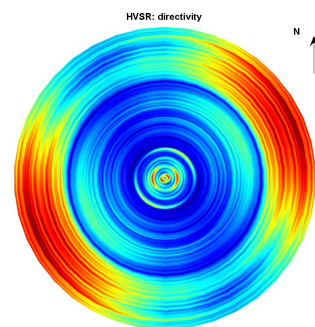
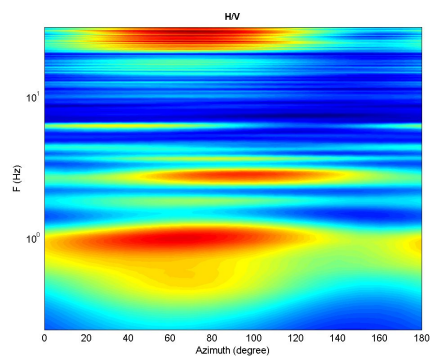
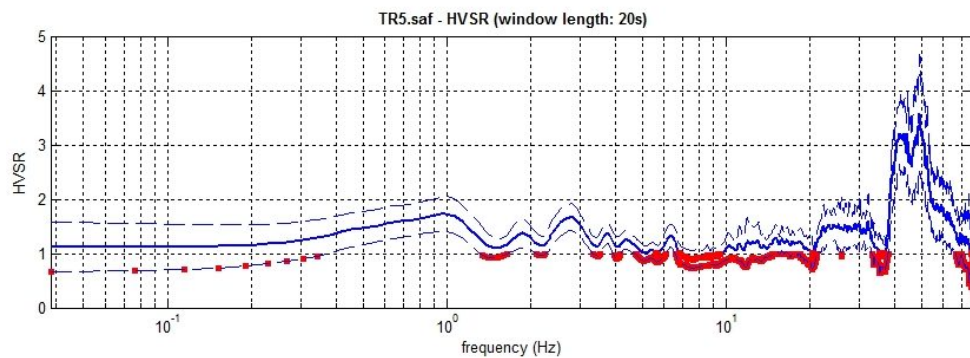
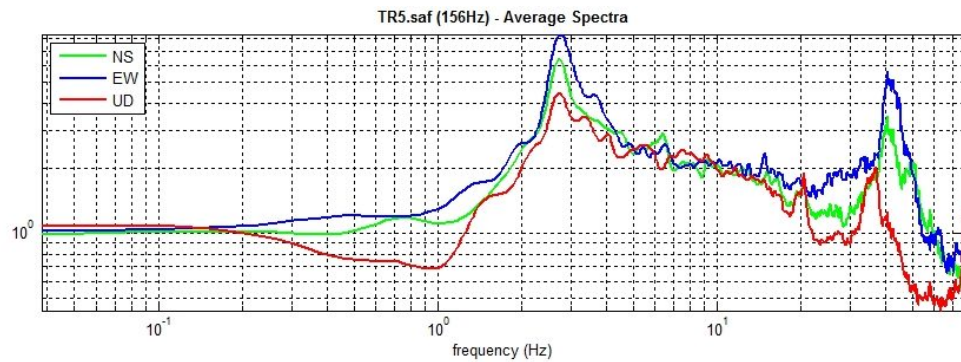
Tipo lisciamo: finestra triangolare

Lisciamo: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 1.0 (± 1.9)

Ampiezza del rapporto H/V: 1.7 (± 0.3)



TR6 - SULMONA, via Rua Mazara

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 903469,57; 4669302,63

Data: 27/07/2017

Ora: 11:10

Dataset: TR6.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15

Tapering (%): 10

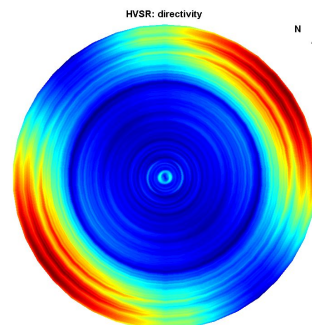
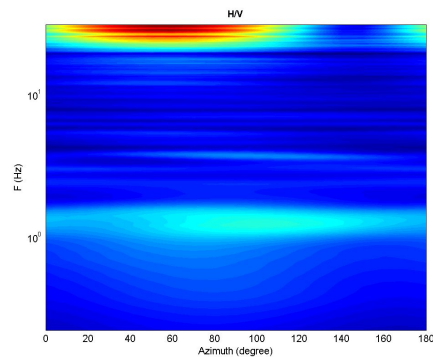
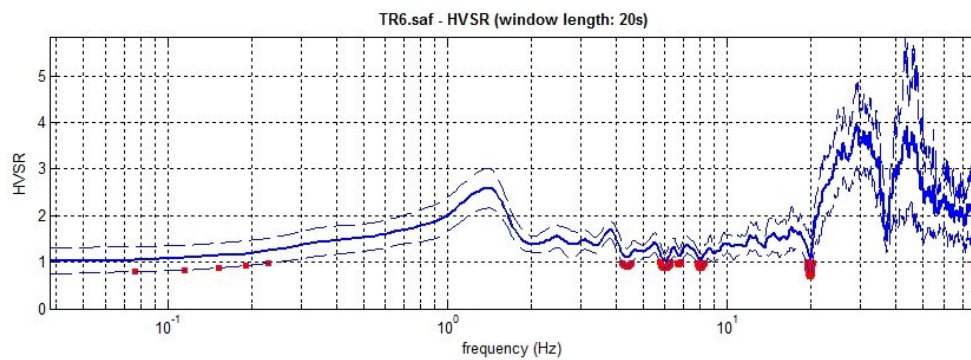
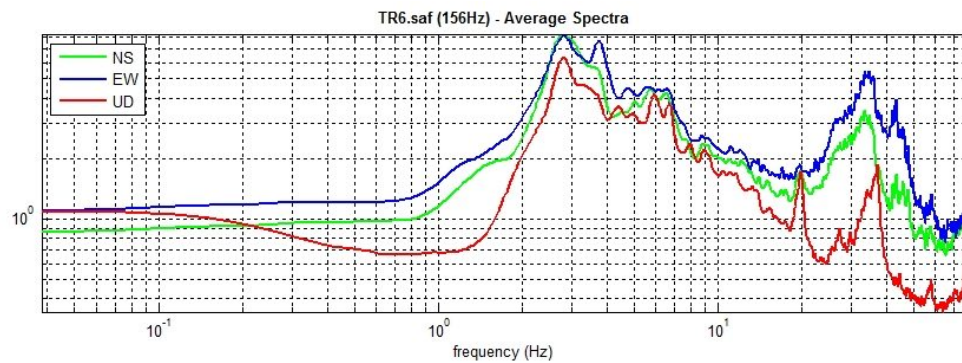
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 1.4 (± 1.7)

Ampiezza del rapporto H/V: 2.6 (± 0.4)



TR7 - SULMONA, via Provinciale Morronese

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 906875,52; 4670488,70

Data: 27/07/2017

Ora: 12:16

Dataset: TR7.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15

Tapering (%): 10

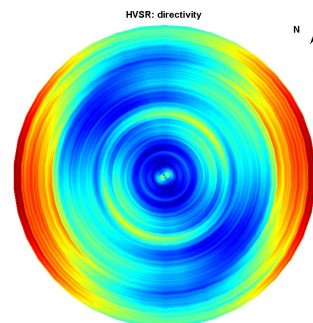
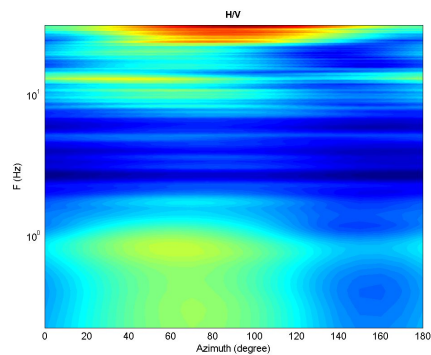
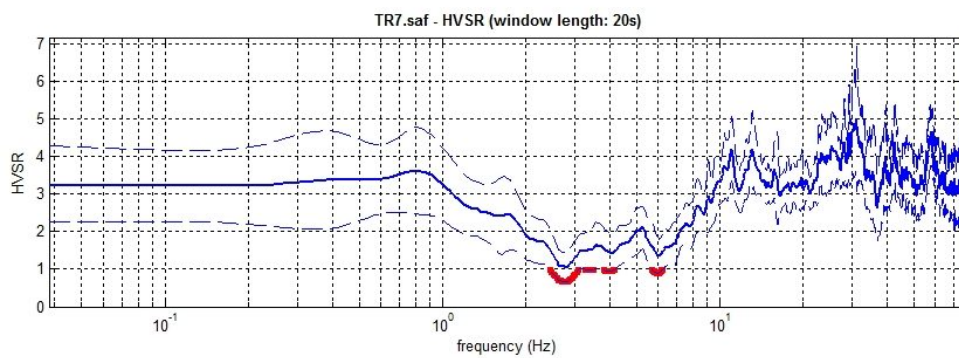
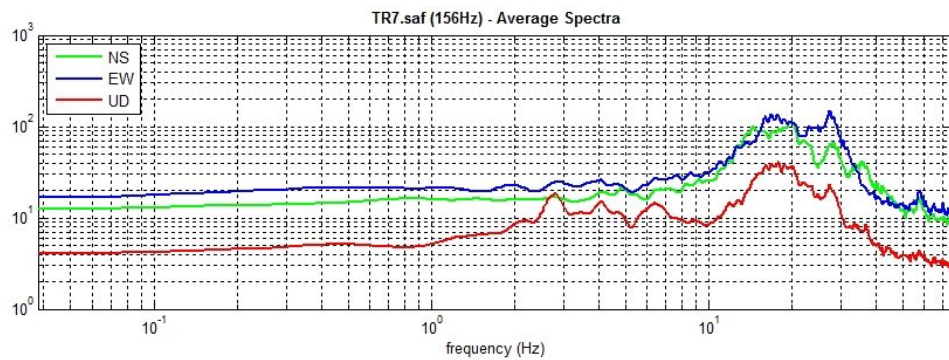
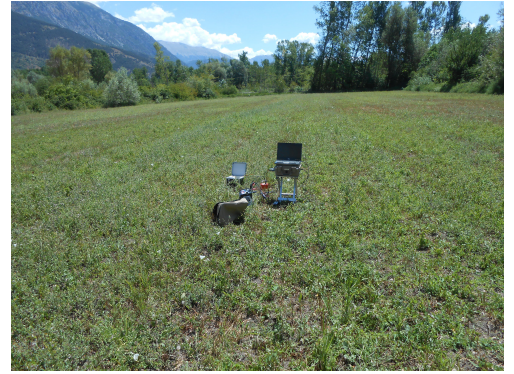
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.8 (± 4.3)

Ampiezza del rapporto H/V: 3.6 (± 1.1)



TR8 - SULMONA, via Contrada S. Nicola

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 906175,49; 4670237,51

Data: 27/07/2017

Ora: 13:42

Dataset: TR8.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 18

Tapering (%): 10

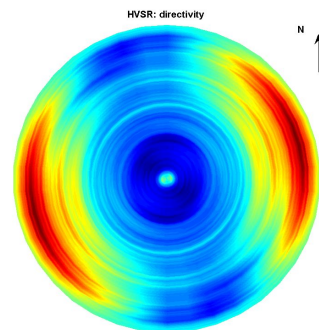
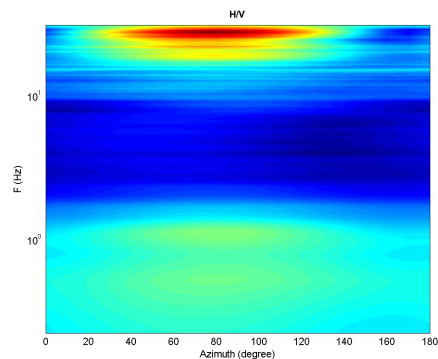
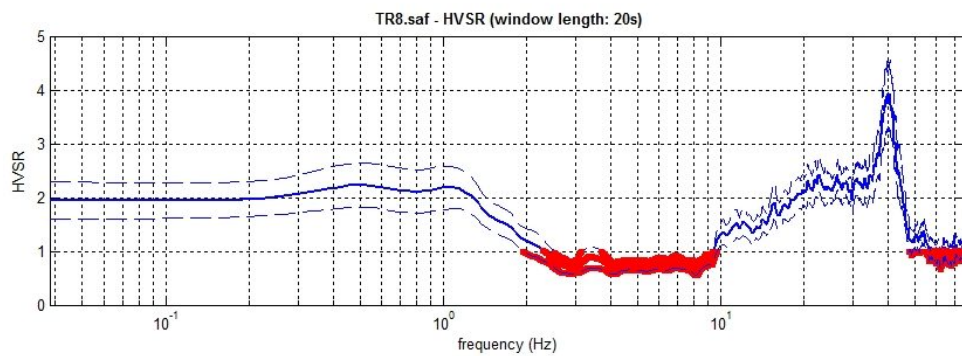
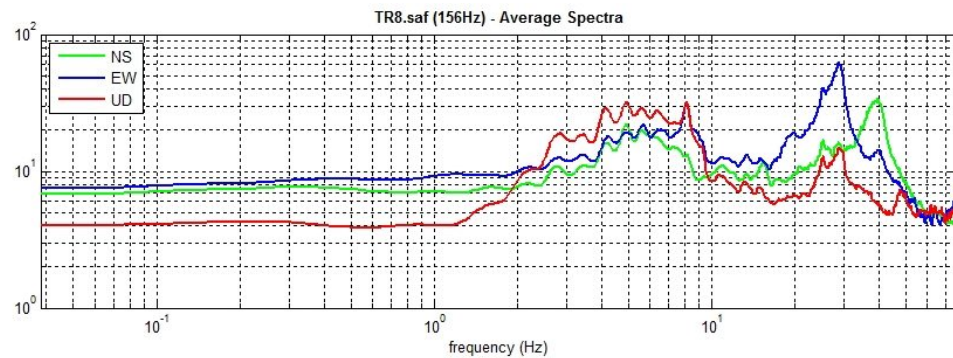
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.5 (± 1.3)

Ampiezza del rapporto H/V: 2.2 (± 0.4)



TR9 - SULMONA, via Badia-Fonte d'Amore

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 907385,36; 4670214,21

Data: 27/07/2017

Ora: 14:32

Dataset: TR9.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 14

Tapering (%): 10

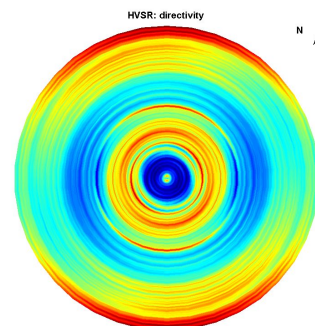
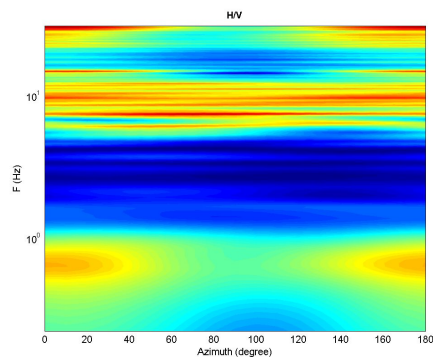
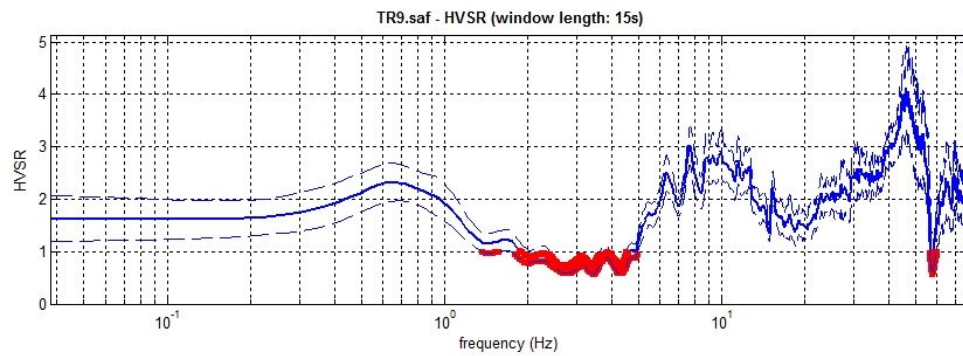
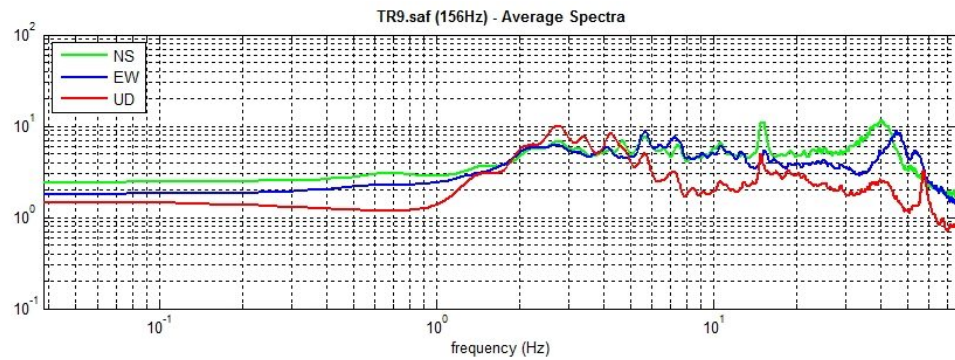
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-5.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): $0.7 (\pm 0.6)$

Ampiezza del rapporto H/V: $2.3 (\pm 0.3)$



TR10 - SULMONA, traversa via Fonte d'Amore

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 907579,96; 4670822,35

Data: 27/07/2017

Ora: 15:23

Dataset: TR10.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 15

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 14.8

Tapering (%): 10

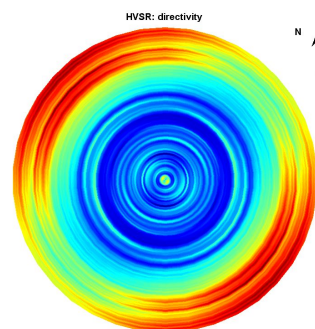
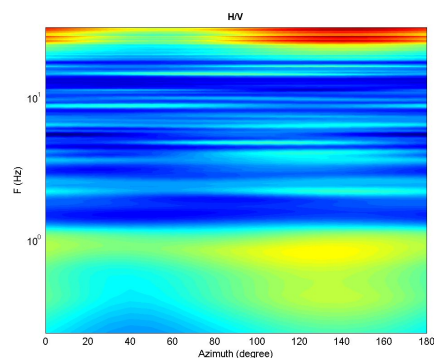
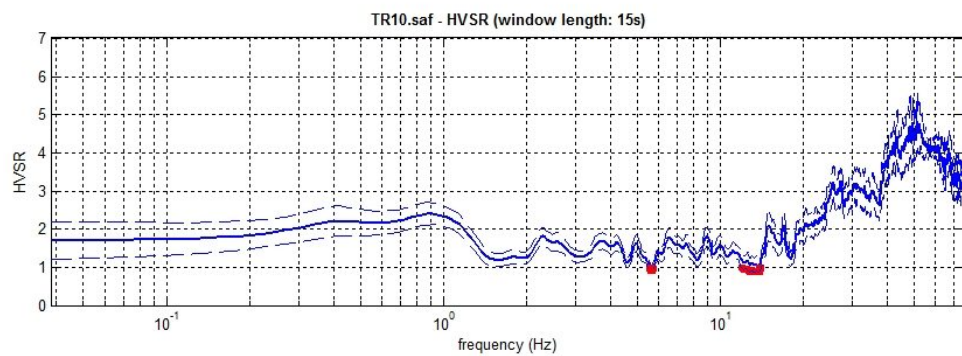
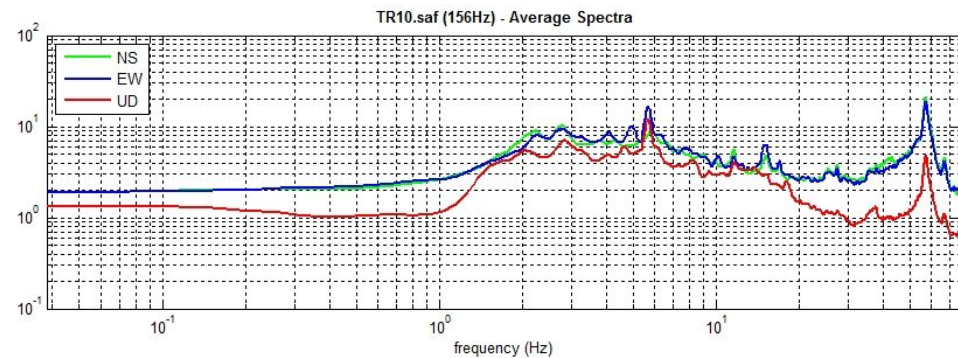
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.9 (± 3.2)

Ampiezza del rapporto H/V: 2.4 (± 0.3)



TR11 - SULMONA, via del Sorbo

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 908635,84; 4669057,26

Data: 27/07/2017

Ora: 16:27

Dataset: TR11.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 14

Tapering (%): 10

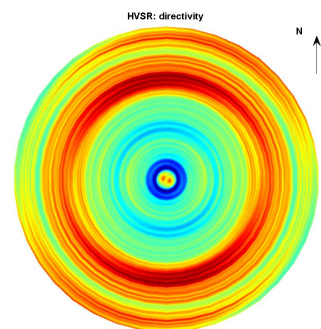
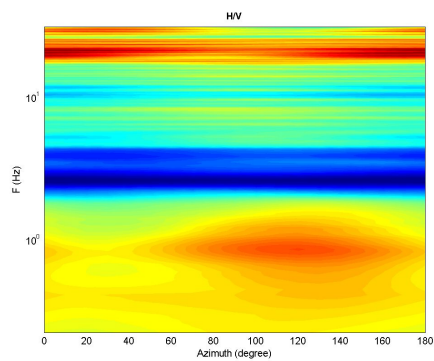
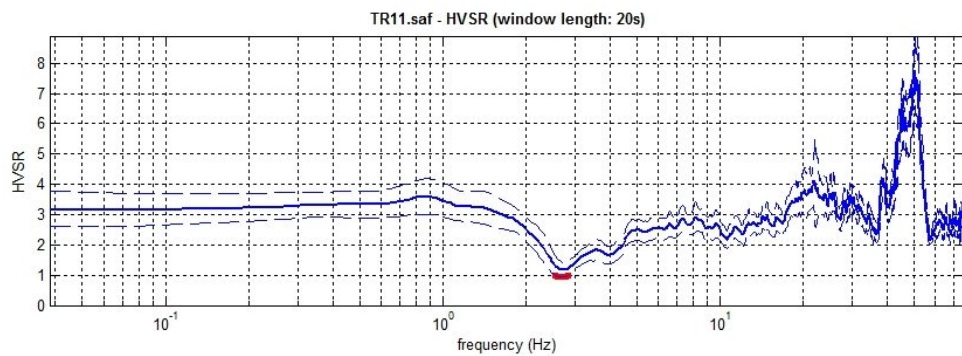
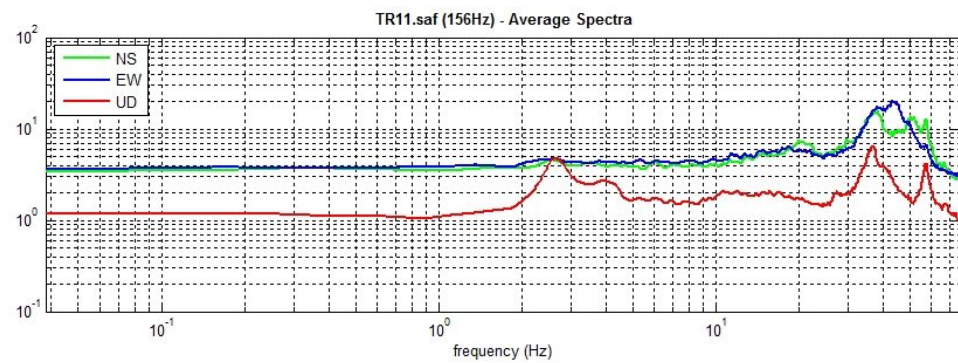
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.9 (± 3.5)

Ampiezza del rapporto H/V: 3.6 (± 0.6)



TR12 - SULMONA, traversa SS17

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 906877,19; 4669268,93

Data: 27/07/2017

Ora: 17:40

Dataset: TR12.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 18.1

Tapering (%): 10

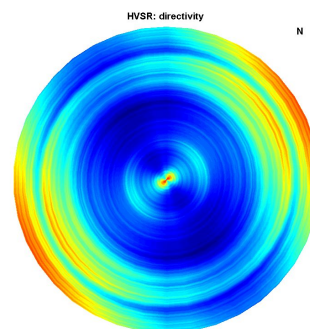
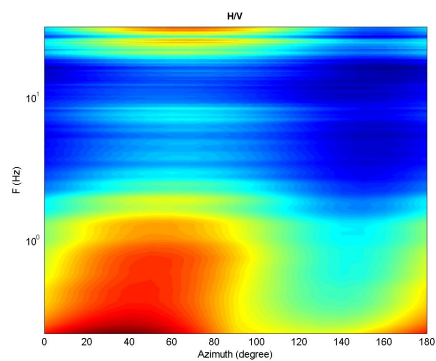
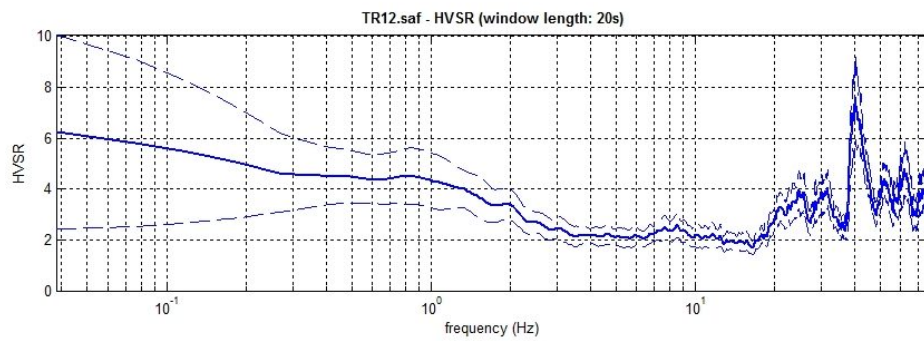
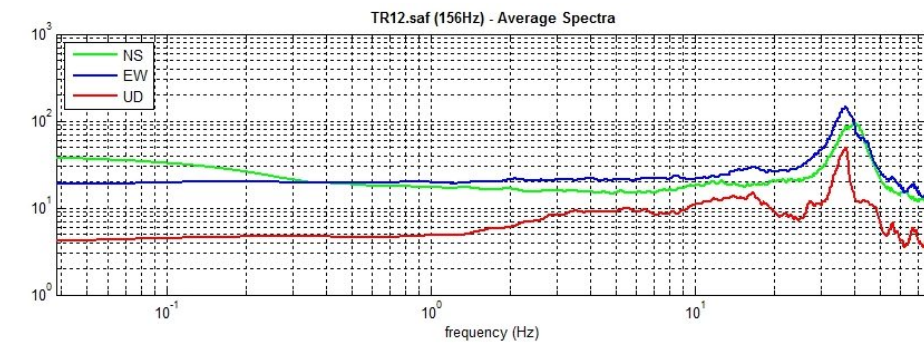
Tipo lisciamo: finestra triangolare

Lisciamo: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.9 (± 1.7)

Ampiezza del rapporto H/V: 4.5 (± 1.1)



TR13 - SULMONA, traversa Ss17

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 905396,23; 4671284,93

Data: 27/07/2017

Ora: 18:37

Dataset: TR13.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 16.4

Tapering (%): 10

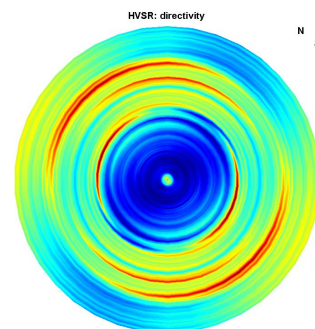
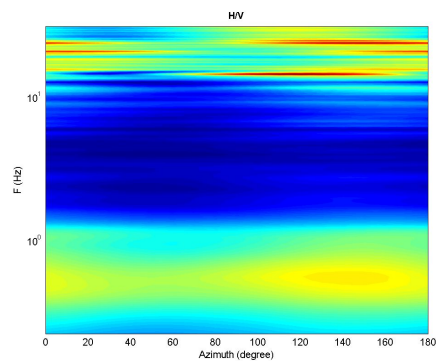
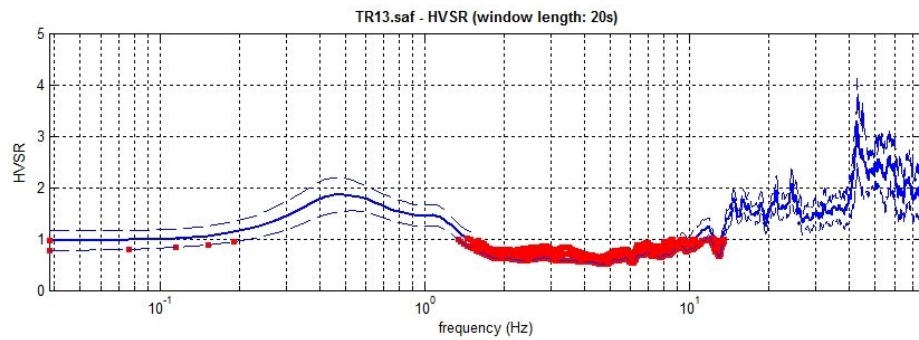
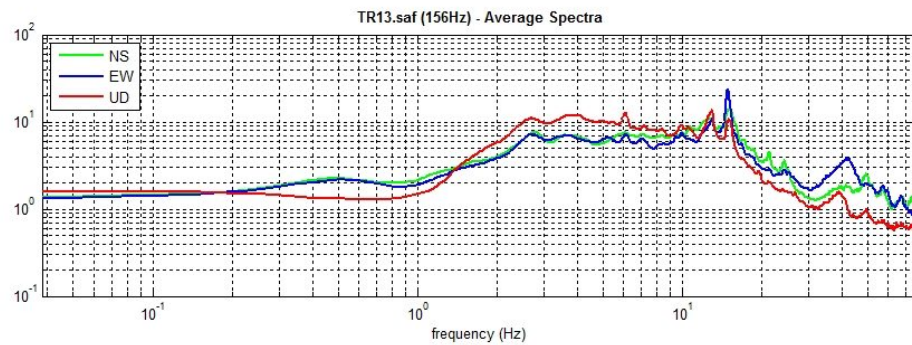
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.5 (± 2.3)

Ampiezza del rapporto H/V: 1.9 (± 0.3)



TR14 - SULMONA, via Martiri Istriani delle Foibe

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 905667,57; 4670712,23

Data: 28/07/2017

Ora: 08:44

Dataset: TR14.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 14.4

Tapering (%): 10

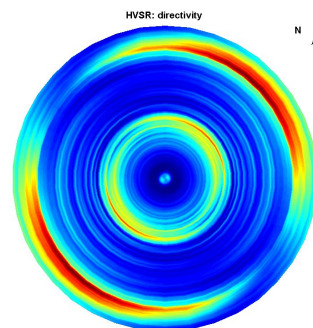
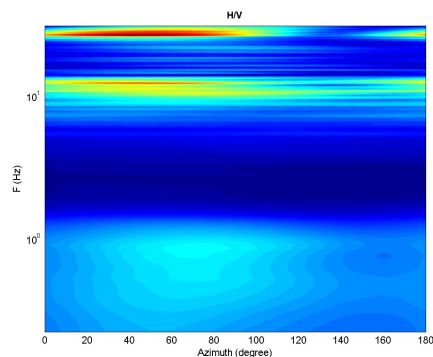
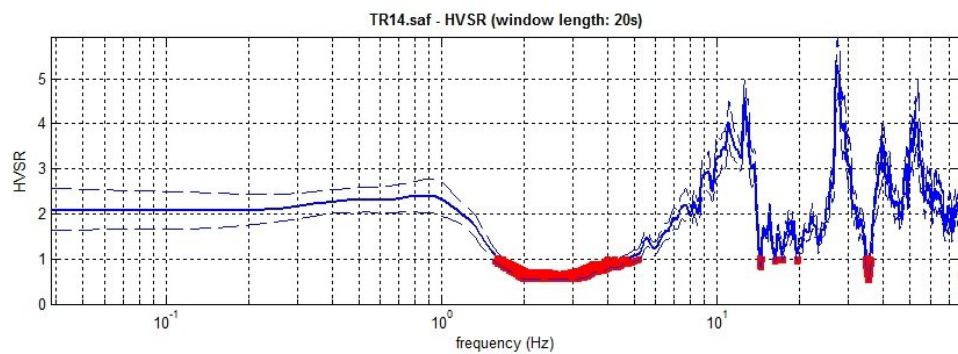
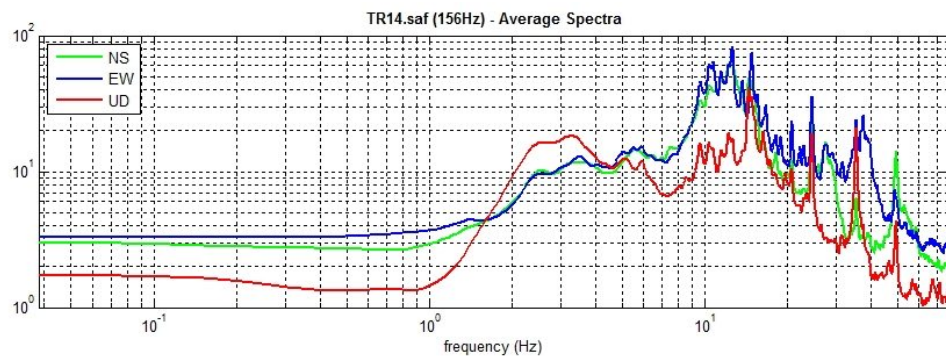
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.9 (± 2.4)

Ampiezza del rapporto H/V: 2.4 (± 0.4)



TR15 - SULMONA, Viale della Repubblica

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 906691,49; 4668647,77

Data: 28/07/2017

Ora: 09:26

Dataset: TR15.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15

Tapering (%): 5

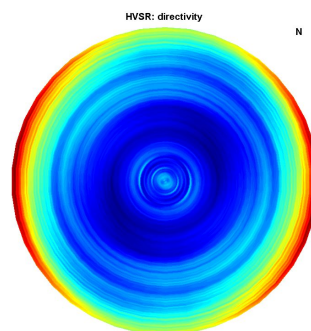
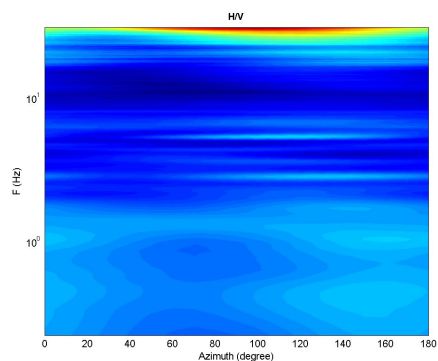
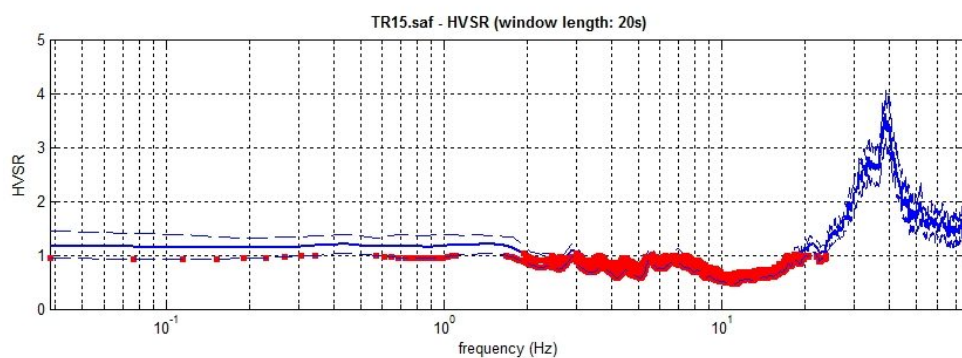
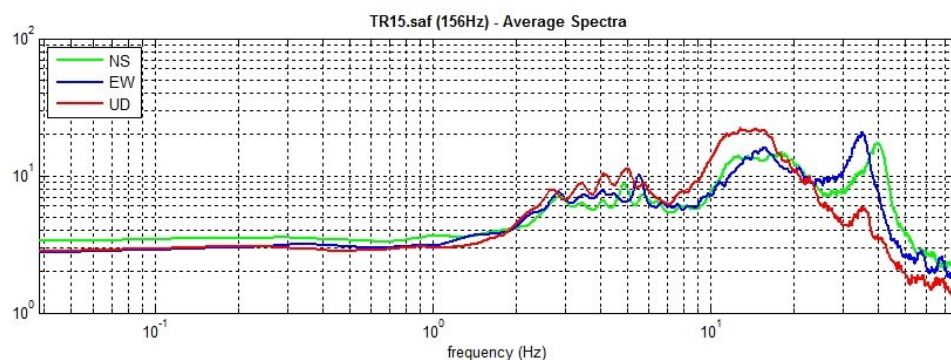
Tipo lisciamo: finestra triangolare

Lisciamo: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 1.4 (± 2.2)

Ampiezza del rapporto H/V: 1.2 (± 0.2)



TR16 - SULMONA, via Lamaccio

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 908038,61; 4669820,00

Data: 28/07/2017

Ora: 10:37

Dataset: TR16.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 13.5

Tapering (%): 10

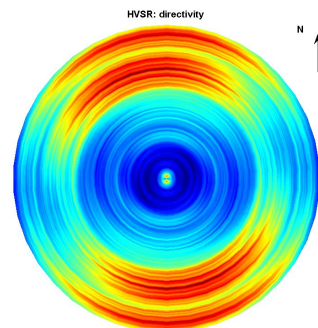
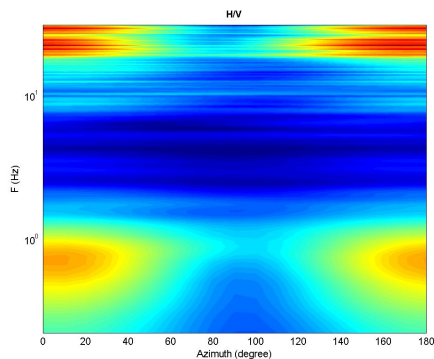
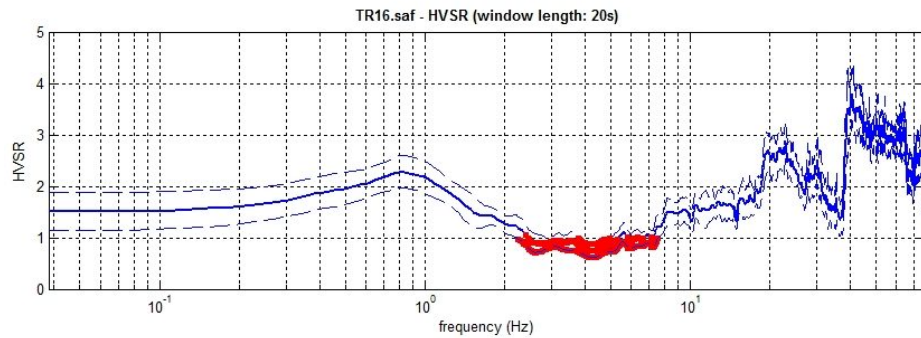
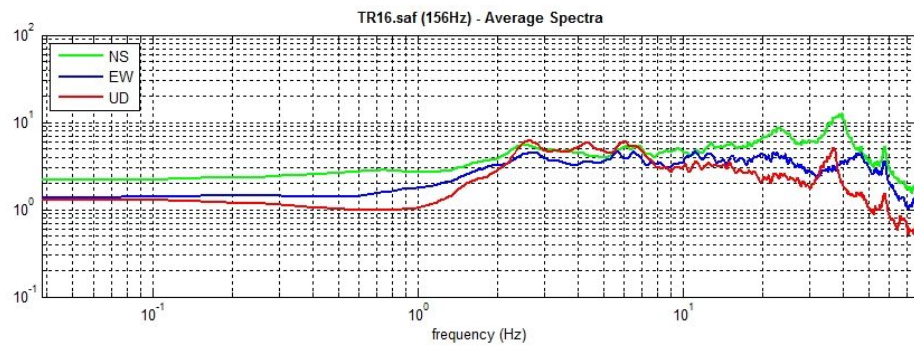
Tipo lisciamo: finestra triangolare

Lisciamo: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.9 (± 3.4)

Ampiezza del rapporto H/V: 2.3 (± 0.3)



TR17 - SULMONA, via Badia

Coordinate ETRS89/UTM zona 32N (m): 907220,31; 4671784,31

Data: 28/07/2017

Ora: 11:29

Dataset: TR17.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15

Tapering (%): 10

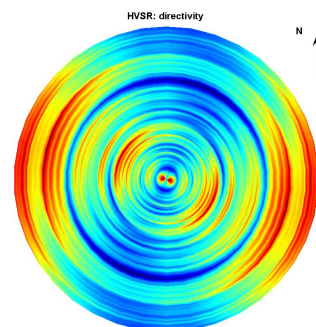
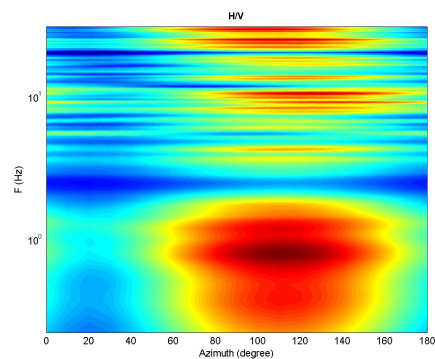
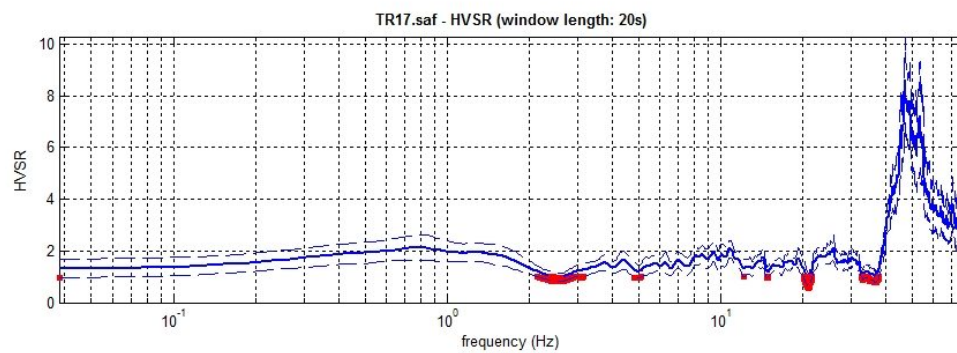
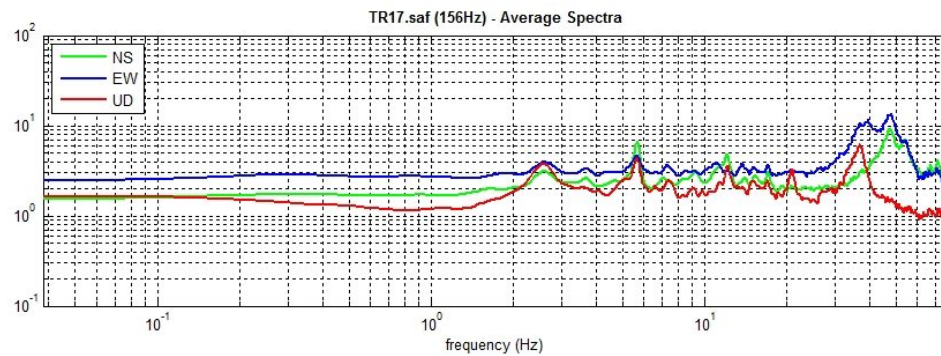
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.8 (± 3.5)

Ampiezza del rapporto H/V: 2.1 (± 0.5)



TR18 - SULMONA, via Fonte dell'Abate

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 906804,70; 4671078,95

Data: 28/07/2017

Ora: 13:28

Dataset: TR18.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 14.8

Tapering (%): 10

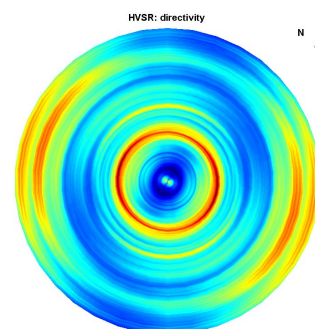
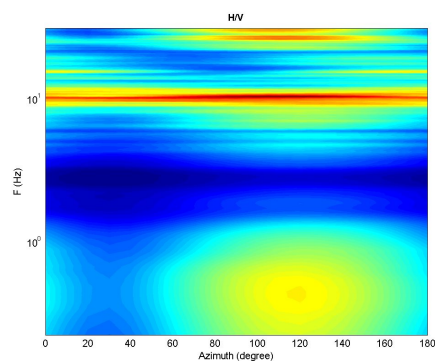
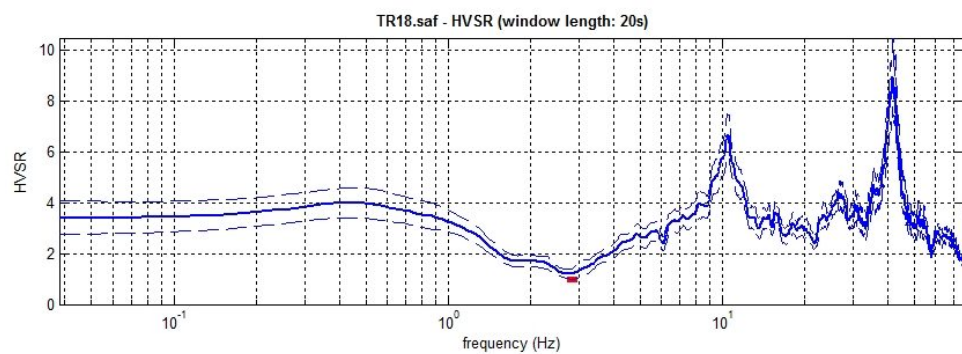
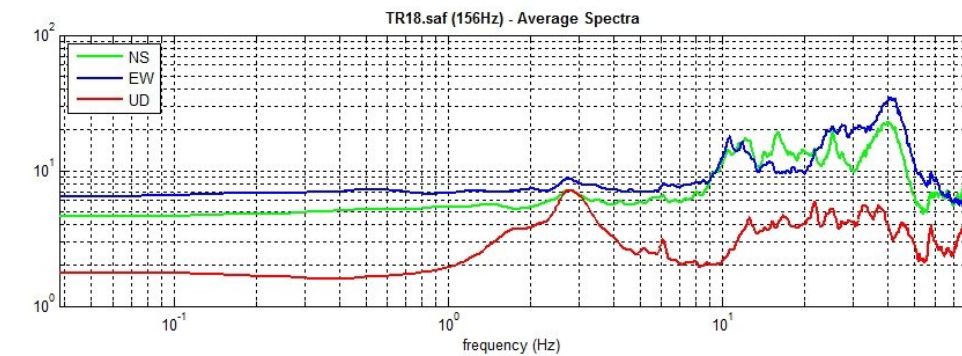
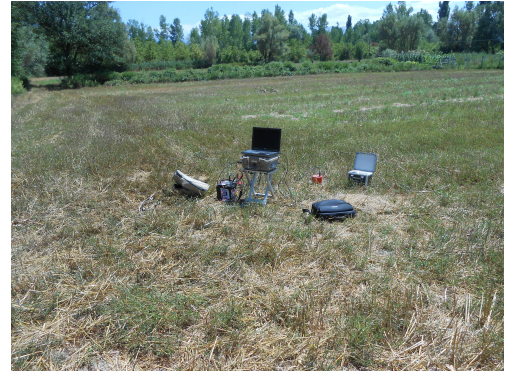
Tipo lisciamo: finestra triangolare

Lisciamo: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.5 (± 1.9)

Ampiezza del rapporto H/V: 4.0 (± 0.6)



TR19 - PRATOLA PELIGNA, via Villa Giovina

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 905663,69; 4671739,39

Data: 28/07/2017

Ora: 14:08

Dataset: TR19.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 13

Tapering (%): 10

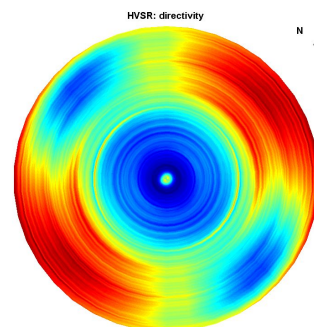
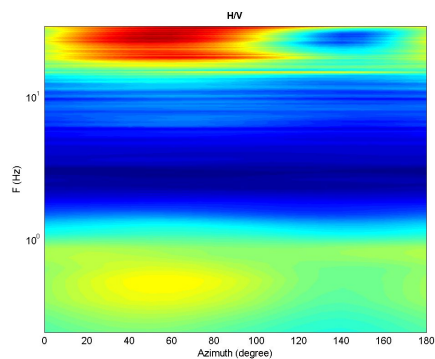
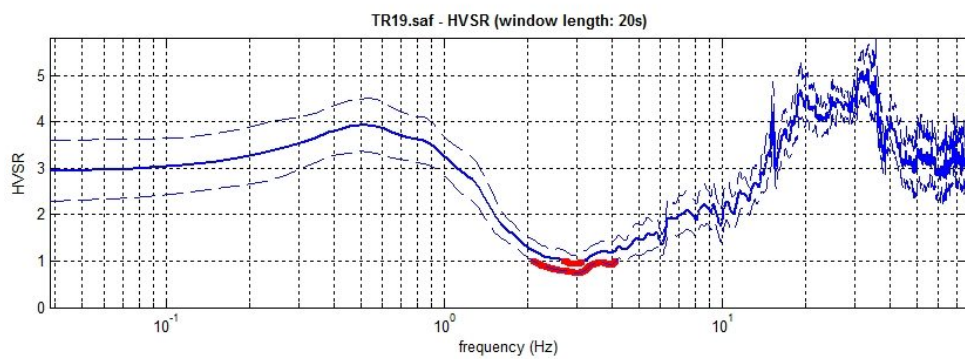
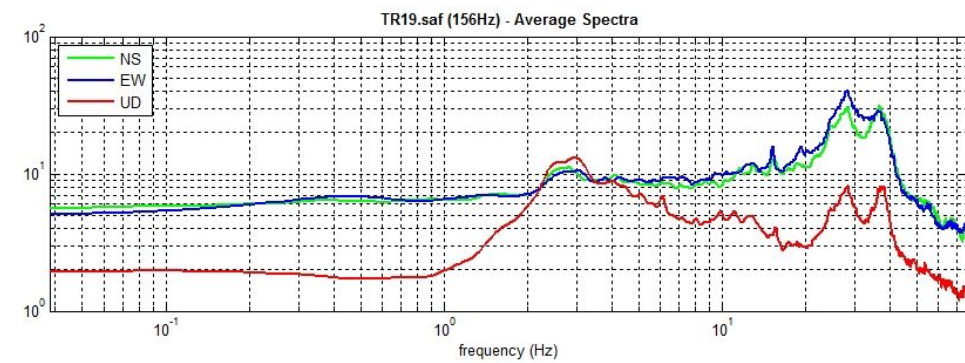
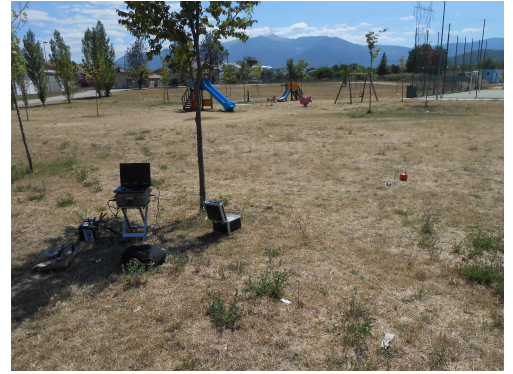
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.6 (± 2.4)

Ampiezza del rapporto H/V: 3.9 (± 0.6)



TR20 - SULMONA, Viale della Repubblica

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 905046,69; 4670895,75

Data: 28/07/2017

Ora: 14:50

Dataset: TR20.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15

Tapering (%): 10

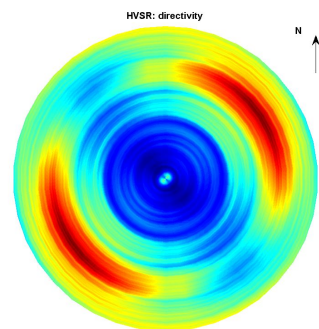
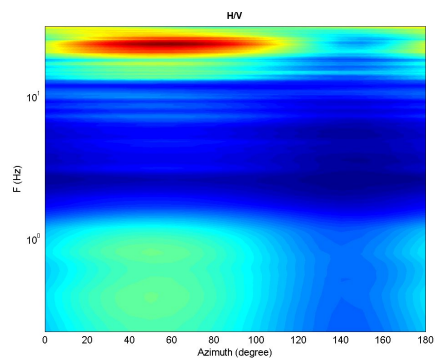
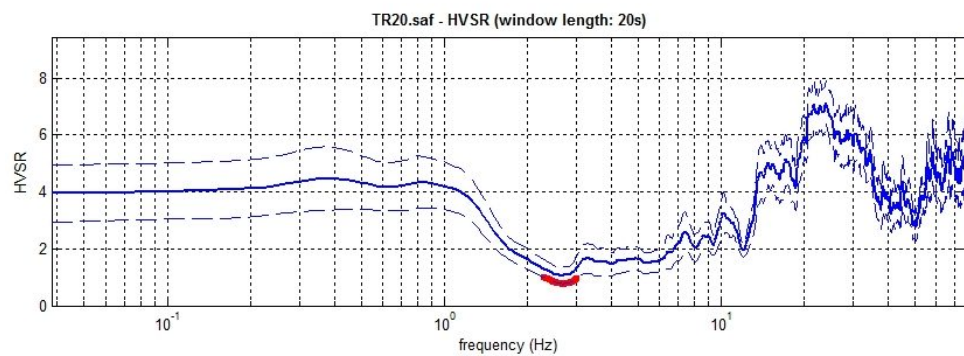
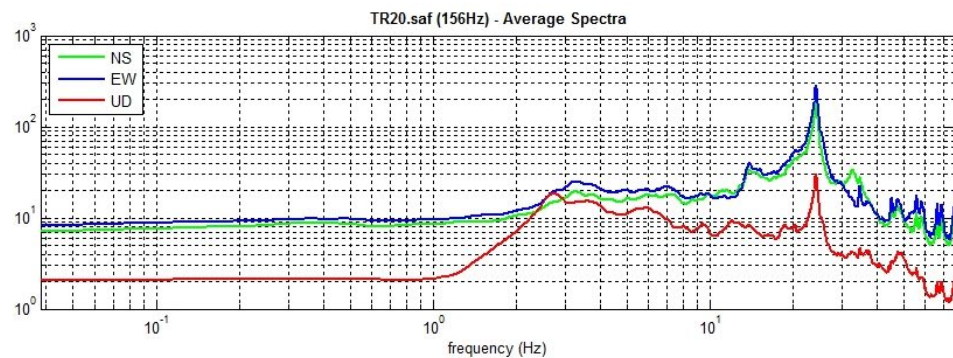
Tipo lisciamo: finestra triangolare

Lisciamo: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 0.4 (± 2.7)

Ampiezza del rapporto H/V: 4.5 (± 1.1)



TR21 - SULMONA, Viale dell'Industria

Coordinate ETSR89/UTM zona 32N (m): 905907,73; 4668886,58

Data: 28/07/2017

Ora: 15:29

Dataset: TR21.saf

Frequenza di campionamento (Hz): 156

Lunghezza finestre (sec): 20

Lunghezza della finestra temporale analizzata (min): 15

Tapering (%): 10

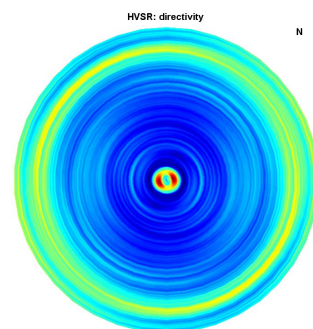
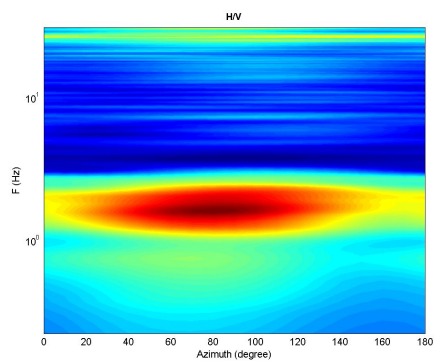
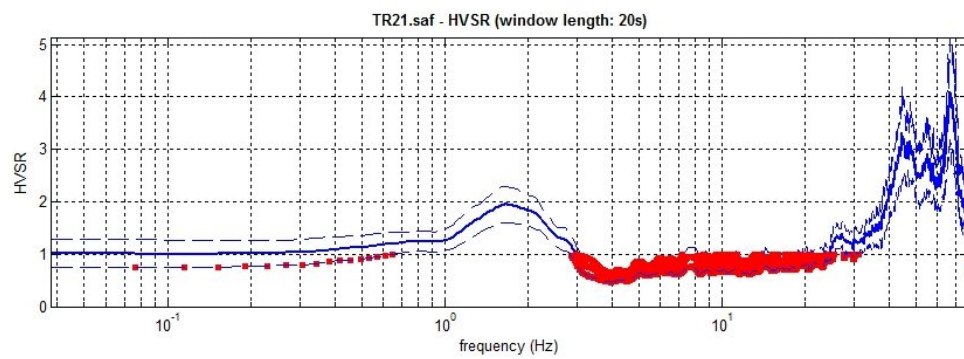
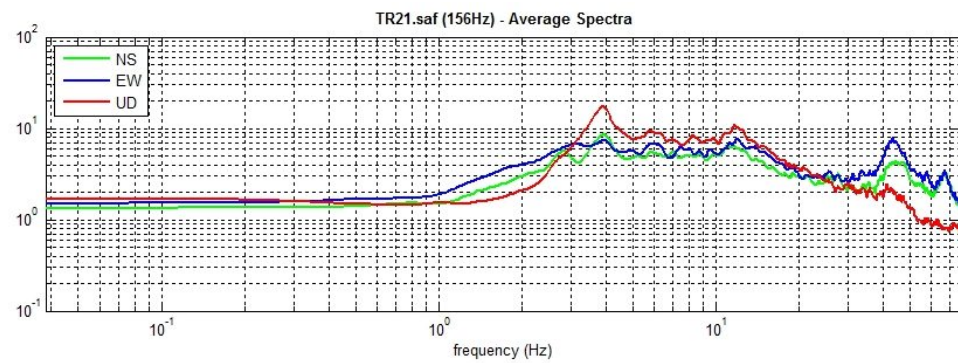
Tipo liscio: finestra triangolare

Liscio: 2%

Risultati nell'intervallo di frequenze 0.25-10.0 Hz

Frequenza di picco (Hz): 1.7 (± 1.1)

Ampiezza del rapporto H/V: 1.9 (± 0.3)



ALLEGATO 2

Carta di ubicazione delle indagini

CARTA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI
(scala 1:20.000)

● HVSR (misura tromografica e relativa numerazione identificativa)

