

**REGIONE
TOSCANA**



**Direzione Generale delle Politiche
Territoriali e Ambientali
Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica**



**MICROZONAZIONE SISMICA
DELLA CONCA AQUILANA
(terremoto 06-04-2009)**

Relazione tecnica finale di sintesi - Macroarea 9

ALLEGATO 9 - MISURE STRUMENTALI



La Microzonazione Sismica per la ricostruzione nel territorio colpito dal terremoto di L'Aquila

Task 5 – Macro Area 9



a cura di:

Dario Delle Donne, Riccardo Genco, Livia Colò, Emanuele Marchetti, Giuseppe De Rosa, Giacomo Ulivieri, Giorgio Lacanna, e Maurizio Ripepe

1. Metodologia d'indagine

È stata condotta un'analisi di risposta sismica nelle sei aree d'indagine che comprendono i paesi di S.Felice D'Ocre, Valle – Cavalletto, Civita di Bagno, S. Benedetto, Bagno, e Pianola (Figura 1). In ogni area d'indagine sono stati acquisiti i dati sismici di rumore ambientale e dei terremoti locali per una durata di 24 ore, da sette stazioni sismiche a larga banda posizionate contemporaneamente.

La strumentazione adottata per la configurazione delle sette stazioni sismiche mobili è composta da 5 sismometri Lennartz 5s e 2 sismometri Guralp CMG-40T 30s, il cui segnale è stato digitalizzato a 100 Hz da acquisitori Guralp a 24 bit equipaggiati di GPS per la sincronizzazione temporale.

Una stazione di riferimento, equipaggiata di un sismometro a larga banda (Guralp CMG-40T 30 s) ed un accelerometro (Kinematics – Episensor FBA ES-T), è stata installata su substrato sismico (Calcicare a Briozoi) per tutta la durata della campagna d'acquisizione (Figura 1).

Le indagini sono state mirate alla valutazione dei rapporti H/V (HVSR) su rumore ambientale, per la misura del periodo fondamentale di risonanza del terreno, e alla valutazione dei fattori d'amplificazione (H/Href; Z/Zref) sulla base delle registrazioni sismiche di terremoti locali.

La procedura di calcolo dei rapporti spettrali H/V è di seguito descritta:

1. Suddivisione della registrazione completa in intervalli di 1 ora;
2. Rimozione di parti di registrazione affette da disturbi consistenti (traffico, macchine utensili e/o agricole, etc.);
3. Conversione del segnale di velocità in accelerazione;
4. Applicazione di un filtro Butterworth (LP = 0.1 Hz, HP = 40 Hz), di un taper di Hanning, e rimozione dell'offset e della deriva lineare;
5. Analisi spettrale (FFT) delle componenti verticale ed orizzontali, eseguita su finestre di 60 sec e shift di 30 sec;
6. *Smoothing* degli spettri ottenuti su una finestra di 100 valori di frequenza;
7. Esecuzione dei rapporti H/V tra 1 e 10 Hz, e calcolo di media e deviazione standard sulla base delle variazioni spettrali nelle 24 ore di registrazione.

Per ogni misura H/V eseguita, è stato eseguito un controllo su eventuali direttività della sorgente di rumore, che potessero influenzare la forma e la posizione del picco spettrale (Figura 2, Appendice 1). È stato riscontrato che per ogni misura effettuata, il picco spettrale H/V non presenta particolari direttività e può essere pertanto ritenuto rappresentativo. Il periodo di risonanza del sito è stato calcolato utilizzando la frequenza per la quale il rapporto H/V risultasse massimo.

Per confronto, è stato inoltre calcolato su ogni stazione di misura il rapporto H/V (Figura 2, Appendice 1) ottenuto dalle sole tracce sismiche dei terremoti locali ed è stato riscontrato, che per ogni misura effettuata, il rapporto H/V calcolato sia sui terremoti locali sia sul rumore si presenta sostanzialmente invariato.

La procedura di calcolo per i rapporti H/Href e Z/Zref è del tutto analoga a quella per il calcolo dei rapporti H/V, a parte che anziché l'intera registrazione sismica di 24 ore, gli spettri sono stati eseguiti sulle sole registrazioni di eventi sismici locali. Il rapporto spettrale è stato quindi calcolato tra le

Laboratorio di Geofisica Sperimentale – Dipartimento di Scienze della Terra – Università di Firenze

componenti orizzontali (H/H_{ref}) e verticali (Z/Z_{ref}) delle stazioni mobili, rispetto gli spettri della stazione di riferimento. Il fattore d'amplificazione è stato infine calcolato utilizzando la media integrale eseguita tra 1 e 10 Hz dei valori H/H_{ref} e Z/Z_{ref} .

Vengono ora commentati nel dettaglio tutti risultati delle indagini effettuate, suddivisi per ognuna delle sei aree d'indagine.

2. San Felice d'Ocre

I rapporti spettrali H/V eseguiti su rumore evidenziano per quest'area picchi spettrali a 3-5 Hz (Figura 3) che suggeriscono la presenza di un substrato sismico molto superficiale, con coltri sedimentarie di spessore poco rilevante. La mappa dei periodi di risonanza, elaborata tramite l'interpolazione delle singole misure effettuate, è piuttosto omogenea. Tuttavia si riscontra in prossimità del centro abitato di S.Felice un lieve aumento dei periodi, che suggerisce un maggiore spessore della coltre detritica.

Le registrazioni di eventi sismici locali evidenziano una marcata disomogeneità della risposta sismica nei vari siti di misura (Figura 4), che determinano rapporti Z/Z_{ref} (Figura 4) ed H/H_{ref} con forme molto pronunciate e con valori che raggiungono il fattore 10 per alcune componenti spettrali. La stazione MA5, posta su substrato in affioramento, presenta invece le ampiezze sismiche minori, e curve H/H_{ref} e Z/Z_{ref} pressoché piatte. Dai rapporti H/H_{ref} e Z/Z_{ref} , eseguiti su 4 terremoti locali, è stata stimata la mappa del fattore d'amplificazione calcolata dalla media spettrale dei rapporti H/H_{ref} e Z/Z_{ref} tra 1 e 10 Hz (Figura 5).

La mappa ottenuta è coerente con la mappa dei periodi di risonanza (Figura 3), evidenziando che le aree di maggior amplificazione sono quelle che mostrano un più alto periodo di risonanza e quindi probabilmente un maggior spessore di coltre detritica. I valori di amplificazione sono elevati e raggiungono valori di 5.

3. Valle – Cavalletto

In quest'area i rapporti spettrali eseguiti su rumore evidenziano due zone distinte: la parte meridionale, con periodi di risonanza maggiori di 3 Hz, e la parte settentrionale, con periodi intorno ad 1 Hz (Figura 6). L'area si sviluppa essenzialmente su di una conoide alluvionale con la sua parte apicale (meridionale) incassata entro una valle, e quella distale (settentrionale) che si estende all'interno della pianura alluvionale. La zona di drastica variazione dei periodi di risonanza coincide proprio con la zona in cui la conoide oltrepassa il fronte montuoso, estendendosi all'interno della pianura (Figura 7). Quest'evidenza suggerisce la presenza in quest'area di un brusco approfondimento del substrato sismico.

Le registrazioni sismiche dei terremoti locali presentano anche in quest'area una notevole variazione delle forme d'onda in funzione del sito di registrazione. Infatti, nella parte settentrionale dell'area d'indagine, laddove le basse frequenze dominano i rapporti H/V, gli eventi presentano una maggiore durata ed una maggiore componente in bassa frequenza (Figura 8).

I rapporti H/H_{ref} e Z/Z_{ref} sono coerenti nella forma con i rapporti H/V eseguiti su rumore, e mettono in evidenza alla stazione MB6 un picco di amplificazione “anomalo” intorno a 3 Hz che non viene evidenziato nei soli rapporti eseguiti su rumore (Figura 8). Anche le forma d’onda degli eventi sismici registrati a questa stazione presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle stazioni poste nell’area settentrionale e quelle dell’area meridionale. È stato verificato dai sondaggi disponibili che la stazione MB6 è posizionata in una zona di basso relativo del substrato, in corrispondenza di una probabile dolina sepolta. L’anomalo spessore dei sedimenti in questo sito può infatti spiegare la presenza di un comportamento sismico “intermedio” del sito stesso.

La mappa d’amplificazione che deriva dai rapporti H/H_{ref} e Z/Z_{ref} è sostanzialmente coerente con la mappa dei periodi di risonanza, presentando valori d’amplificazione medi (fino a 3.8, Figura 9). Nel sito MB6 il fattore presenta un massimo relativo, che è coerente con un aumento dello spessore della coltre sedimentaria.

4. Pianola

L’analisi dei rapporti spettrali eseguiti su rumore sismico ha evidenziato che l’area di Pianola è caratterizzata da terreni con frequenze di risonanza molto variabili, che vanno da 1 a 20 Hz (Figura 10). Le frequenze di risonanza tendono a salire procedendo verso ovest, dove si trova la parte vecchia del paese, e laddove affiorano i calcari a briozoi, che costituiscono il substrato sismico di quest’area.

Le basse frequenze di risonanza caratterizzano invece l’area di nuova espansione urbanistica, che si ubica su di un terrazzo alluvionale, costituito da breccie calcaree e depositi alluvionali.

Le registrazioni degli eventi sismici locali nell’area di Pianola hanno evidenziato una notevole disomogeneità nella risposta sismica nei sette siti di registrazione (Figura 11). In particolare, sia nei rapporti H/H_{ref} che nei rapporti Z/Z_{ref} , l’amplificazione sismica tende a crescere procedendo verso est, ed è massima al sito MF4 laddove supera il valore di 6 (Figura 12). Le aree soggette a fenomeni d’amplificazione più consistenti coincidono con l’ubicazione del terrazzo alluvionale mappato dai rilievi geologici eseguiti. Anche in questo caso le curve H/H_{ref} e Z/Z_{ref} presentano forme analoghe alle curve H/V valutate su rumore sismico, ed evidenziano inoltre una marcata amplificazione in quest’area anche nelle componenti verticali (Figura 11).

5. Civita di Bagno

L’analisi dei rapporti spettrali H/V eseguiti su rumore sismico evidenzia che l’area di Civita di Bagno è caratterizzata da frequenze di risonanza comprese tra 1 e 10 Hz con un trend di generale aumento procedendo verso est (Figura 13). La sensibile diminuzione della frequenza di risonanza registrata alla stazione MC4 può essere attribuita alla variazione litologica del substrato, che in questa zona è costituito dal “Flysch della Laga”, mentre verso est il substrato è costituito prevalentemente da “Calcari a Briozoi”.

Le registrazioni degli eventi sismici locali non hanno evidenziato in quest’area evidenti disomogeneità di risposta sismica locale (Figure 14 e 15). Dall’analisi delle curve Z/Z_{ref} H/H_{ref} non

si evidenziano infatti particolari zone soggette ad amplificazione sismica importante. Questa cresce fino ad un valore di 3 procedendo verso la pianura alluvionale (Figura 15).

6. San Benedetto

L'area di San Benedetto, analogamente all'area di Civita di Bagno, non presenta disomogeneità rilevanti nella risposta sismica. Gli spettri di risposta H/V eseguiti su rumore evidenziano frequenze di risonanza comprese tra 1 e 5 Hz che diminuiscono procedendo verso la parte orientale dell'area d'indagine (Figura 16). Questa diminuzione può essere messa in relazione, alla luce dei rilievi geologici eseguiti, con un maggiore spessore della coltre alluvio-colluviale.

Le registrazioni degli eventi sismici locali non mostrano evidenti disomogeneità di risposta sismica tra i sette siti di misura (Figura 17), e l'analisi dei rapporti H/Href e Z/Zref indicano fenomeni d'amplificazione ridotti, che raggiungono un massimo di 2 nel settore occidentale (Figura 18, stazione MD4).

7. Bagno

L'area di Bagno, analogamente alle aree di Civita e di San Benedetto, non presenta disomogeneità rilevanti nella risposta sismica locale. I periodi di risonanza, valutati su rumore sismico dai rapporti H/V, sono compresi tra 3 e 10 Hz (Figura 19). Le registrazioni sismiche dei terremoti locali non evidenziano, dai rapporti H/Href e Z/Zref, aree soggette a particolari fenomeni d'amplificazione sismica (Figura 20). Quest'ultima, infatti è stata valutata fino ad un massimo di 2.5 nella zona centrale dell'area d'indagine (Figura 21).

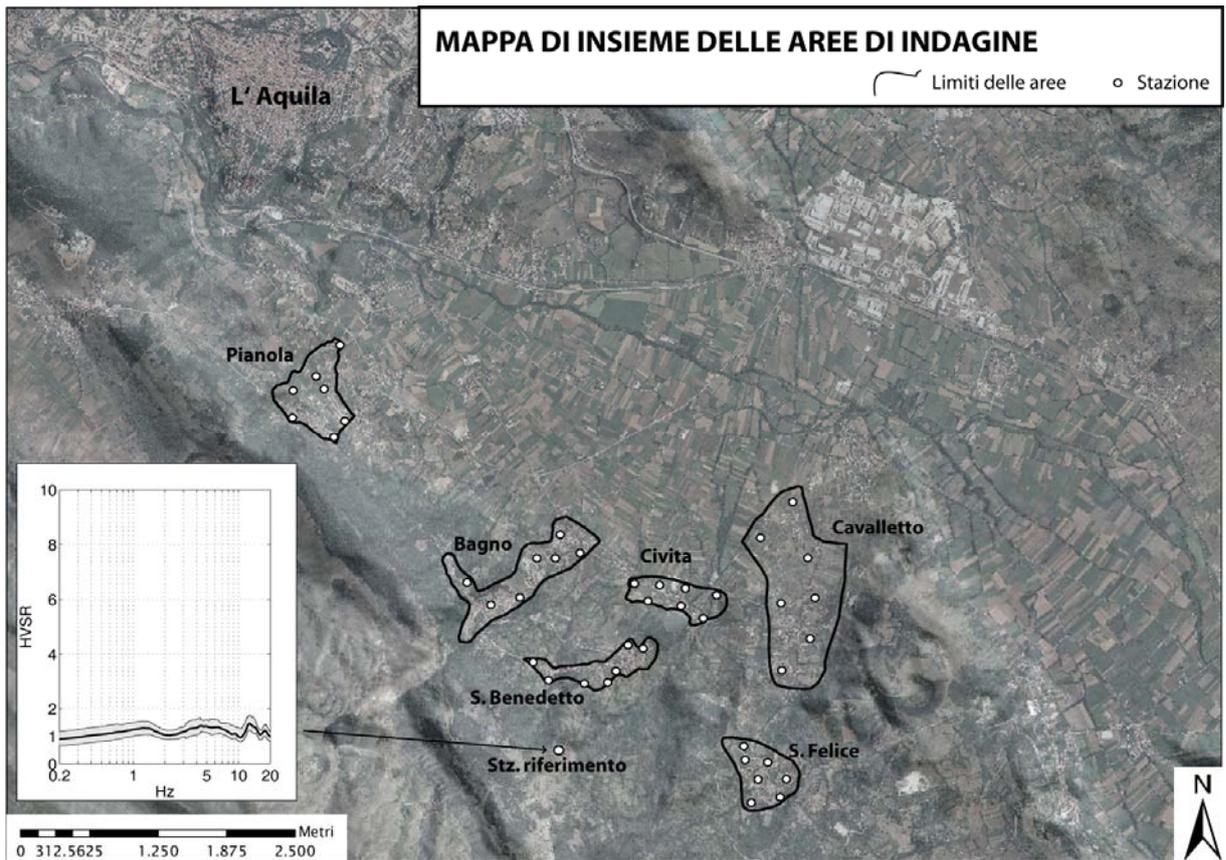


Figura 1. Perimetrazione delle aree d'indagine ed ubicazione dei siti di misura. Sulla sinistra, rapporto HVSR della stazione di riferimento valutato durante 7 giorni di acquisizione continua.

MA6

San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372418E 4683758N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 1100
RIMOSSA [GMT]: 20090613 1100
SENSORE: Guralp CMG - 40T/30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

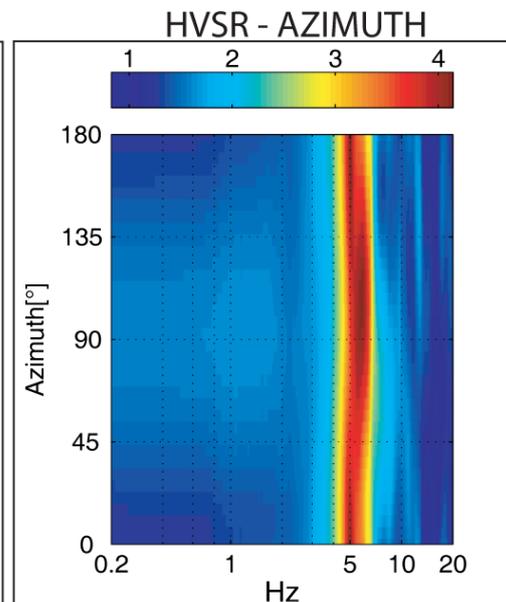
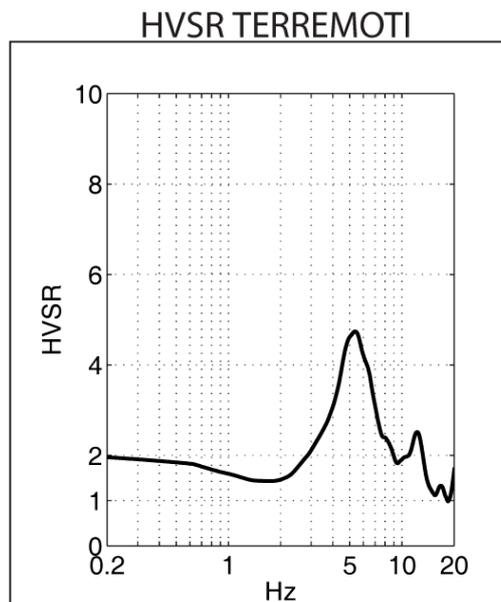
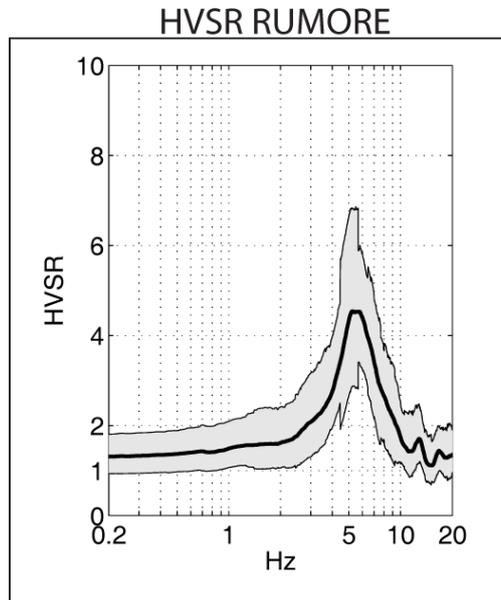


Figura 2. Esempio di misure per la stazione MA6. In ogni scheda vengono riportate le curve HVSR calcolate su rumore (in alto a sinistra), e sui terremoti locali (in basso a sinistra). In basso a destra viene riportata la variazione dell'HVSR in funzione dell'azimuth; in questo caso, il picco spettrale a 5 Hz non mostra direttività particolari e risulta quindi rappresentativo del sito d'indagine. In Appendice sono riportate le schede relative a tutti i siti di misura.

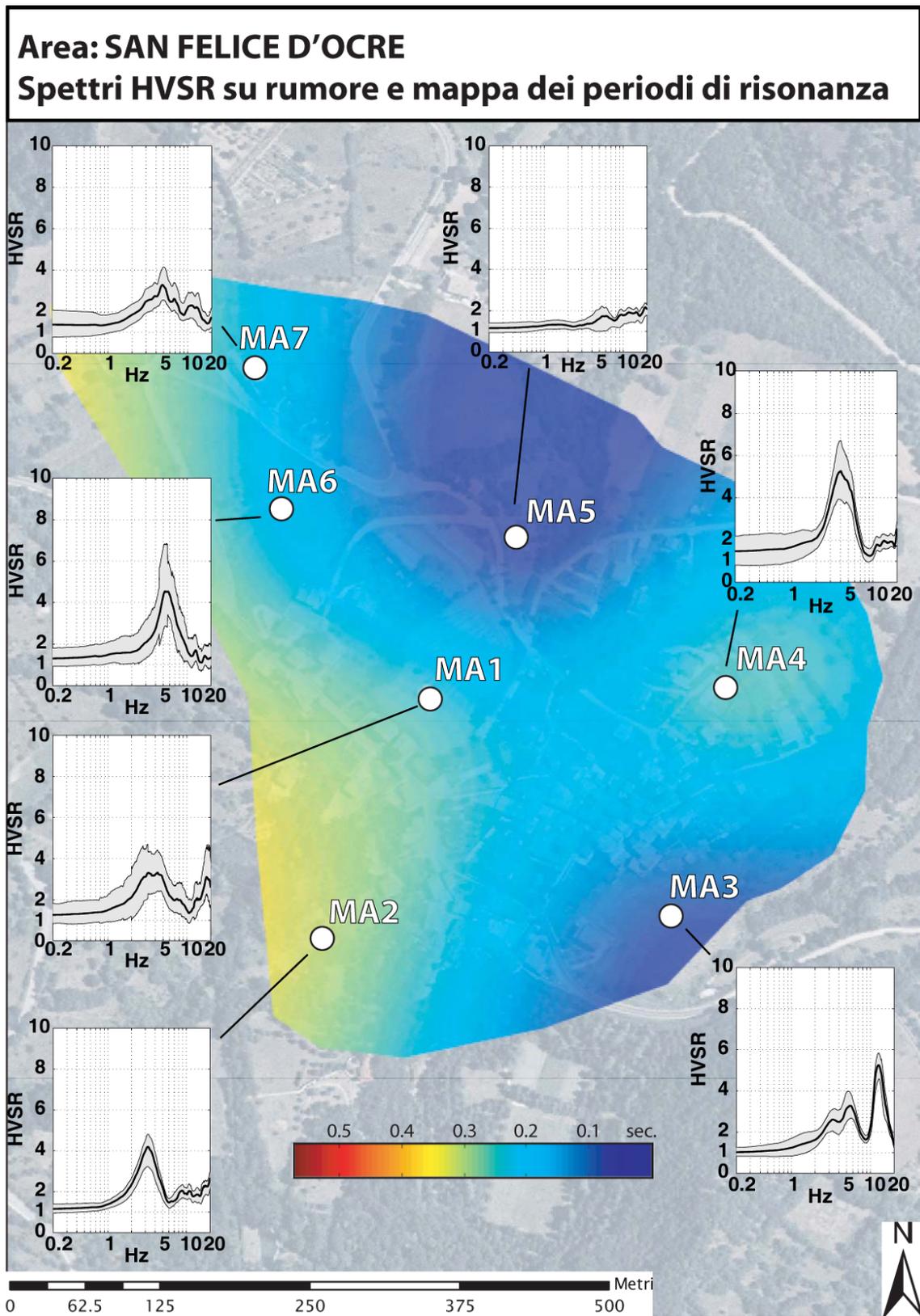


Figura 3. Area San Felice d'Ocre. Spettri HVSR calcolati su rumore e relativa mappa dei periodi di risonanza. Le frequenze di risonanza, evidenziate dai picchi spettrali delle curve HVSR, sono tutte comprese tra 3 e 5 Hz suggerendo un substrato sismico molto superficiale e/o affiorante.

Area: SAN FELICE D'OCRE

Spettri Z/Zref e registrazione di un evento sismico locale

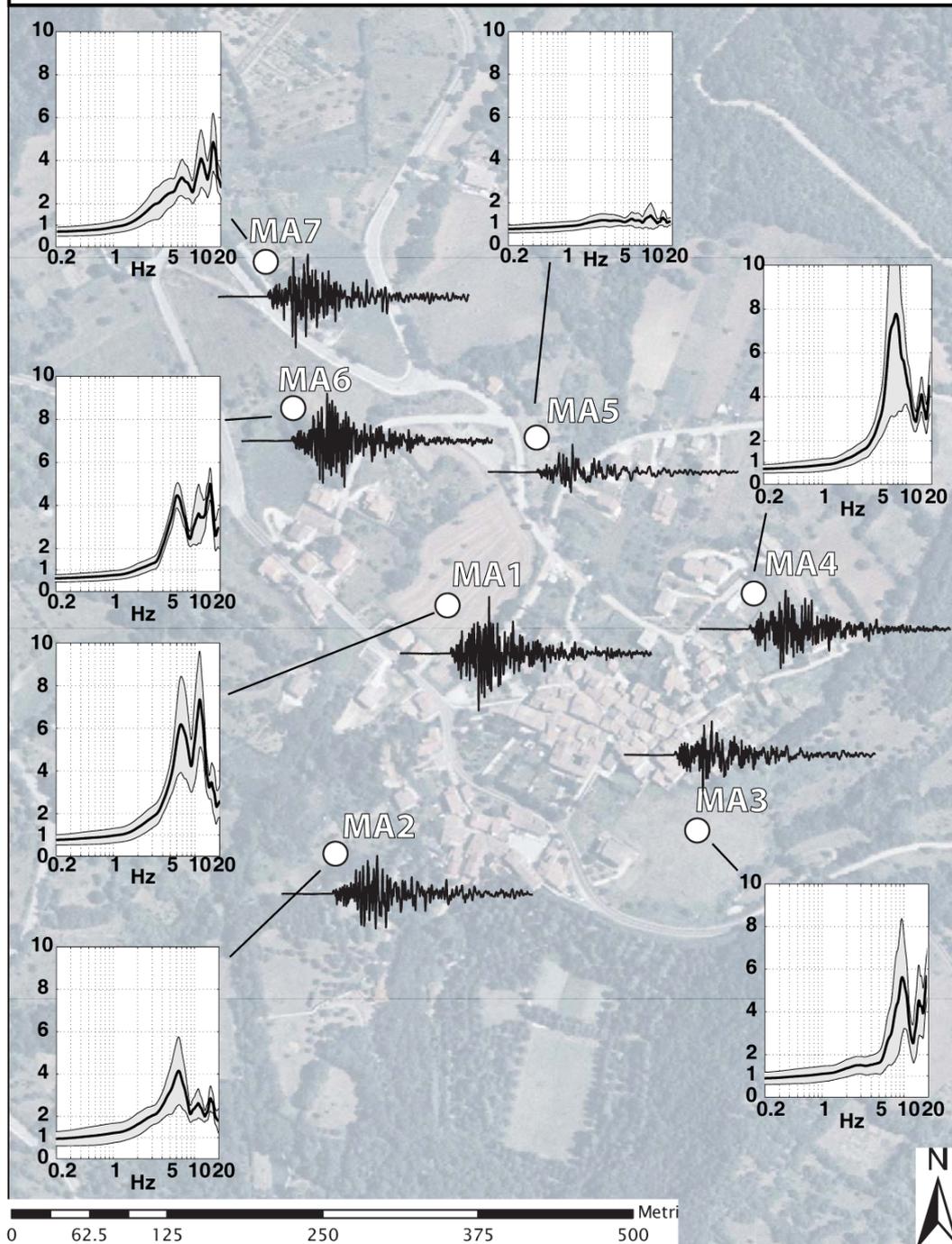


Figura 4. Area San Felice d'Ocre. Rapporti spettrali Z/Z_{ref} ed esempio di registrazione dello stesso evento sismico locale ai vari siti di misura. Le curve Z/Z_{ref} mostrano picchi intorno a 5 Hz con valori molto alti (fino a 10). Le registrazioni degli eventi tettonici locali evidenziano quindi una notevole disomogeneità di risposta sismica ai vari siti di misura.

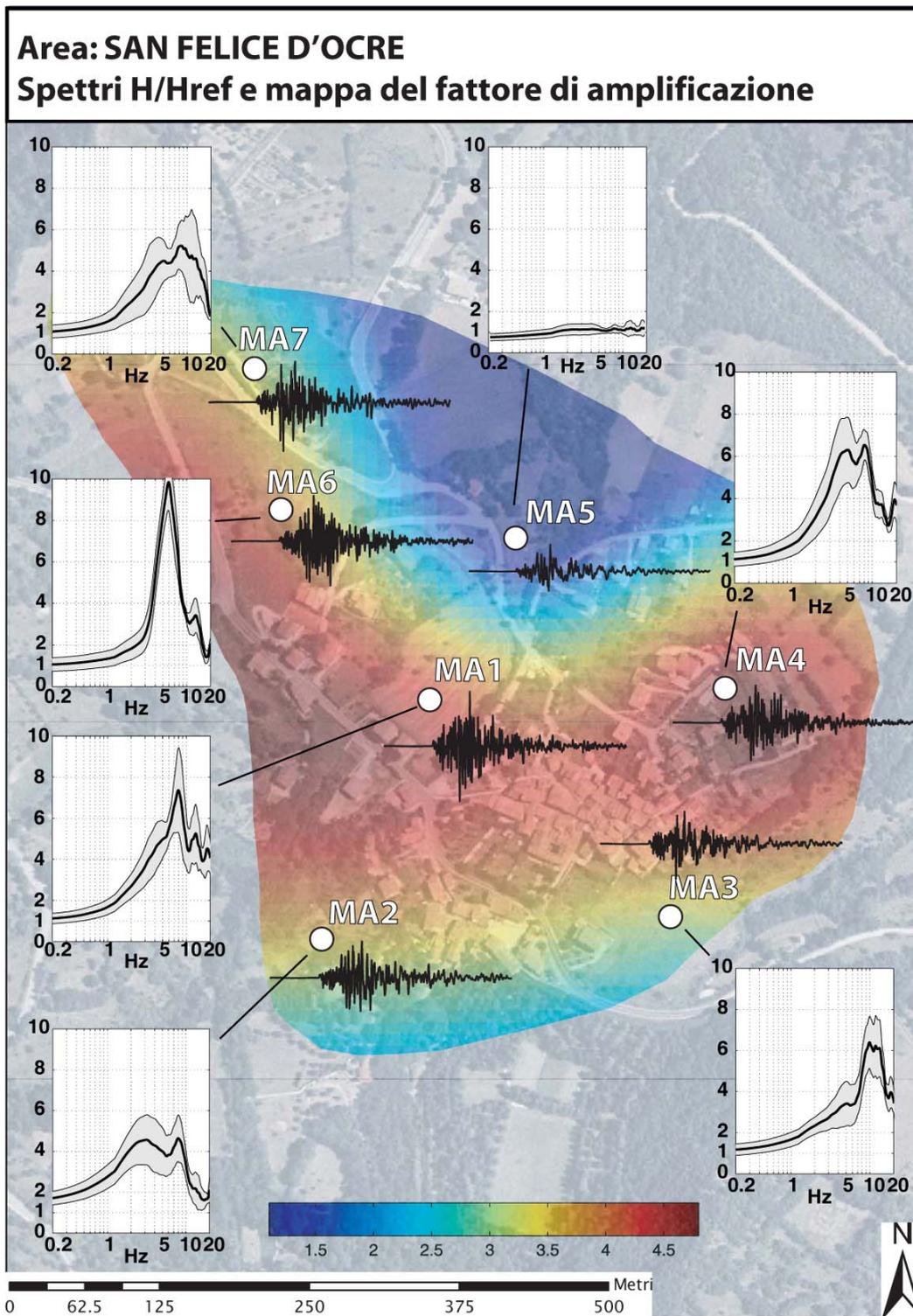


Figura 5. Area S. Felice d'Ocre. Rapporti spettrali H/Href e mappa dell'amplificazione sismica. I rapporti spettrali H/Href presentano picchi pronunciati con valori molto alti (fino a 10). La mappa d'amplificazione derivante, evidenzia come zone più soggette ad effetti d'amplificazione sismica, quelle nel centro abitato.

Laboratorio di Geofisica Sperimentale – Dipartimento di Scienze della Terra – Università di Firenze

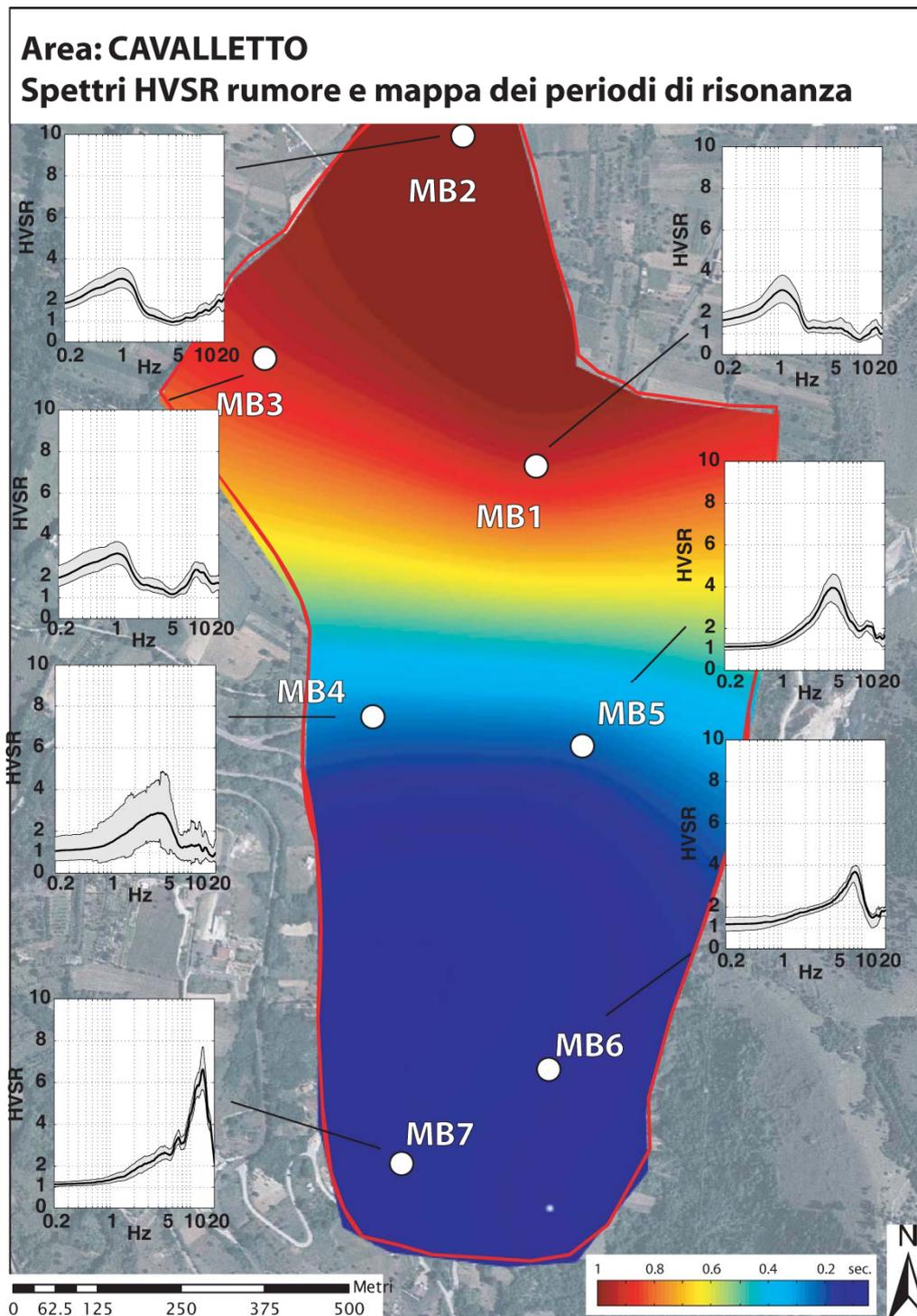


Figura 6. Area Cavalletto. Spettri HVSR su rumore e mappa dei periodi di risonanza. Le misure effettuate su rumore evidenziano due aree ben distinte: una settentrionale, caratterizzata da periodi intorno ad 1 Hz, ed una meridionale, caratterizzata da picchi maggiori di 3 Hz.

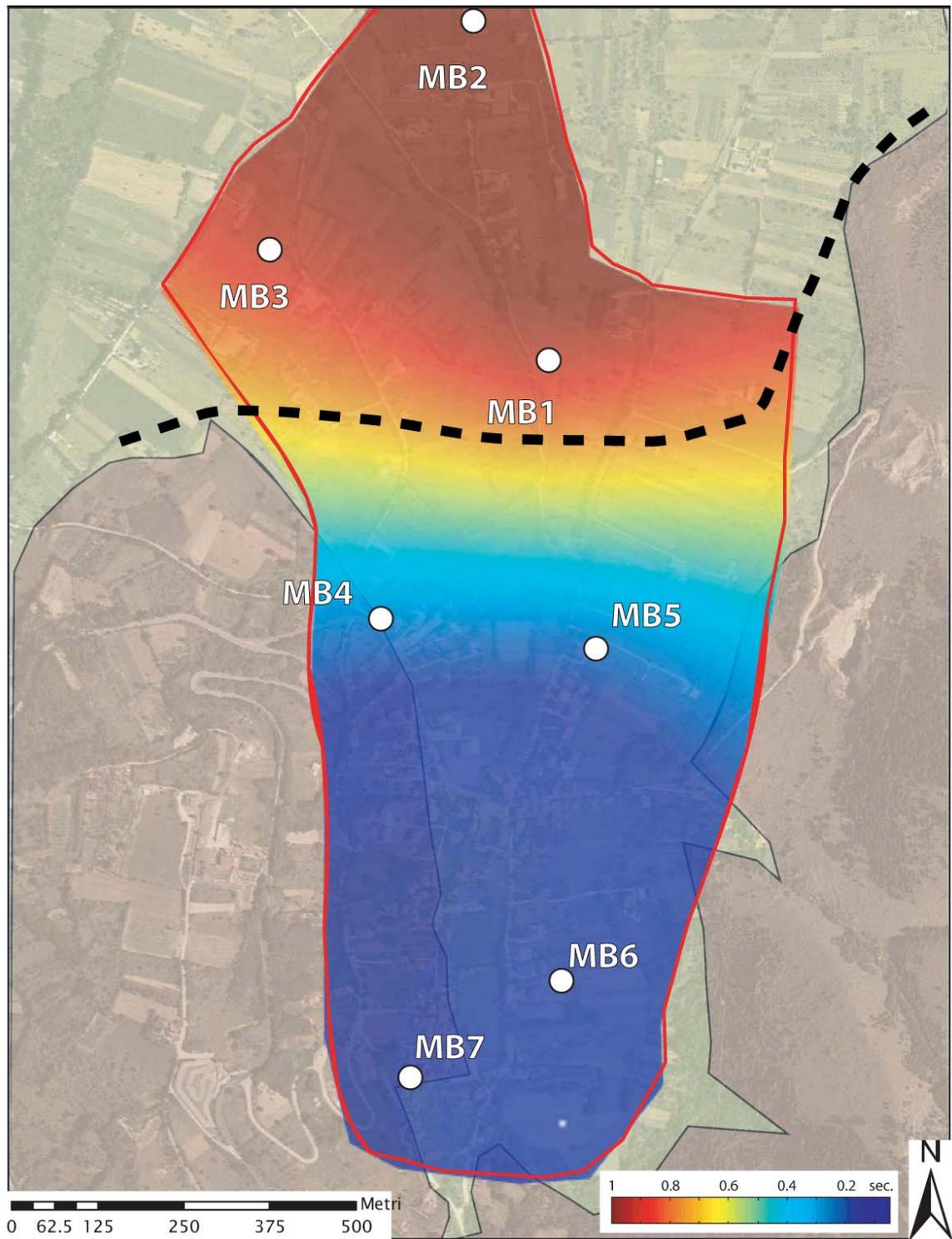


Figura 7. Area Cavalletto. La netta transizione dei periodi di risonanza coincide con l'attraversamento del fronte montuoso (linea tratteggiata), suggerendo pertanto un approfondimento del substrato sismico.

Area: CAVALLETTO

Spettri Z/Zref, registrazioni sismiche e periodi di risonanza

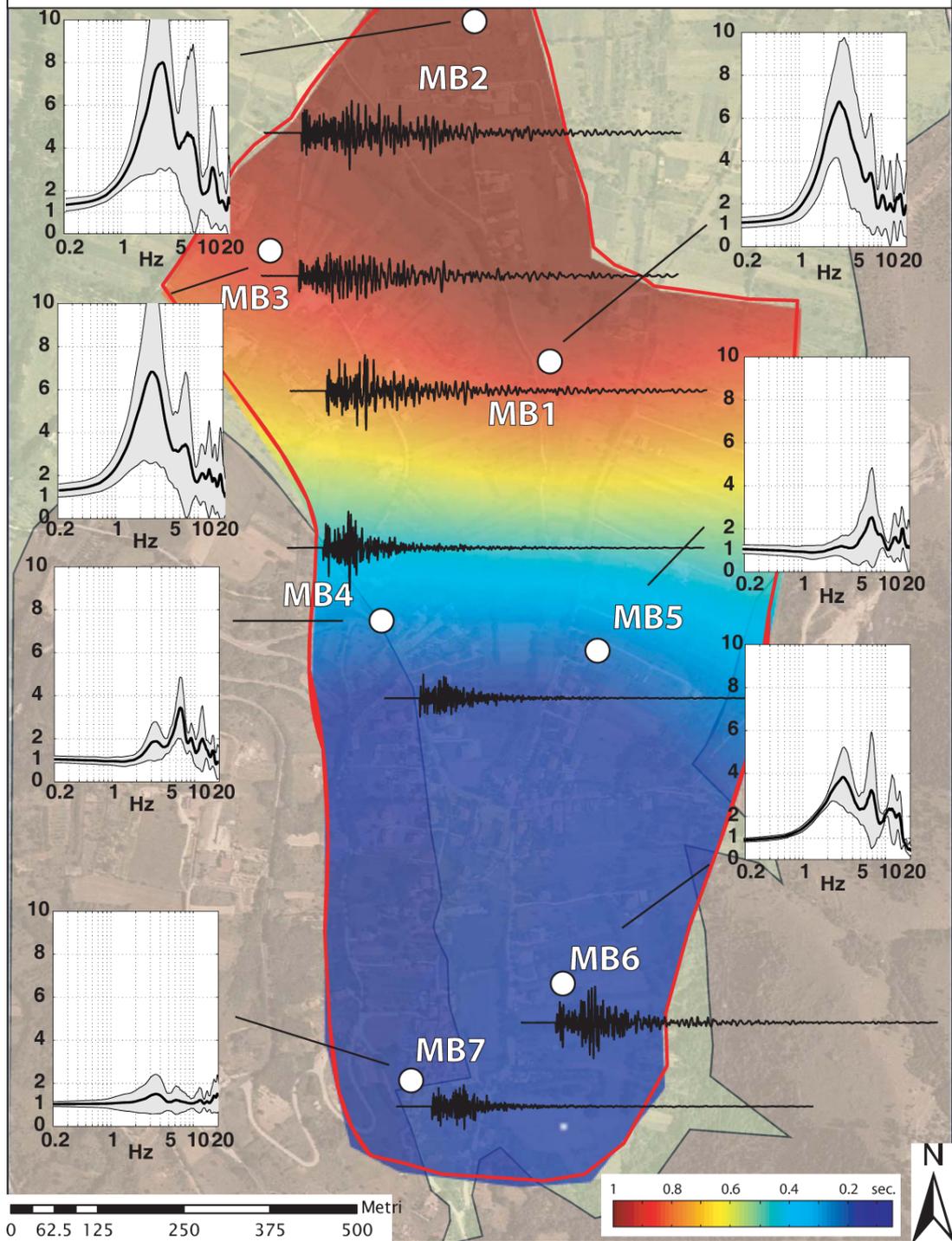


Figura 8. Area Cavalletto. Le variazioni dei periodi di risonanza si riflettono anche nelle registrazioni degli eventi sismici locali, i quali presentano durate maggiori e contenuti in bassa frequenza maggiori nel settore settentrionale, rispetto al settore meridionale. Le curve Z/Zref presentano infatti picchi con valori molto alti nel settore settentrionale dell'area.

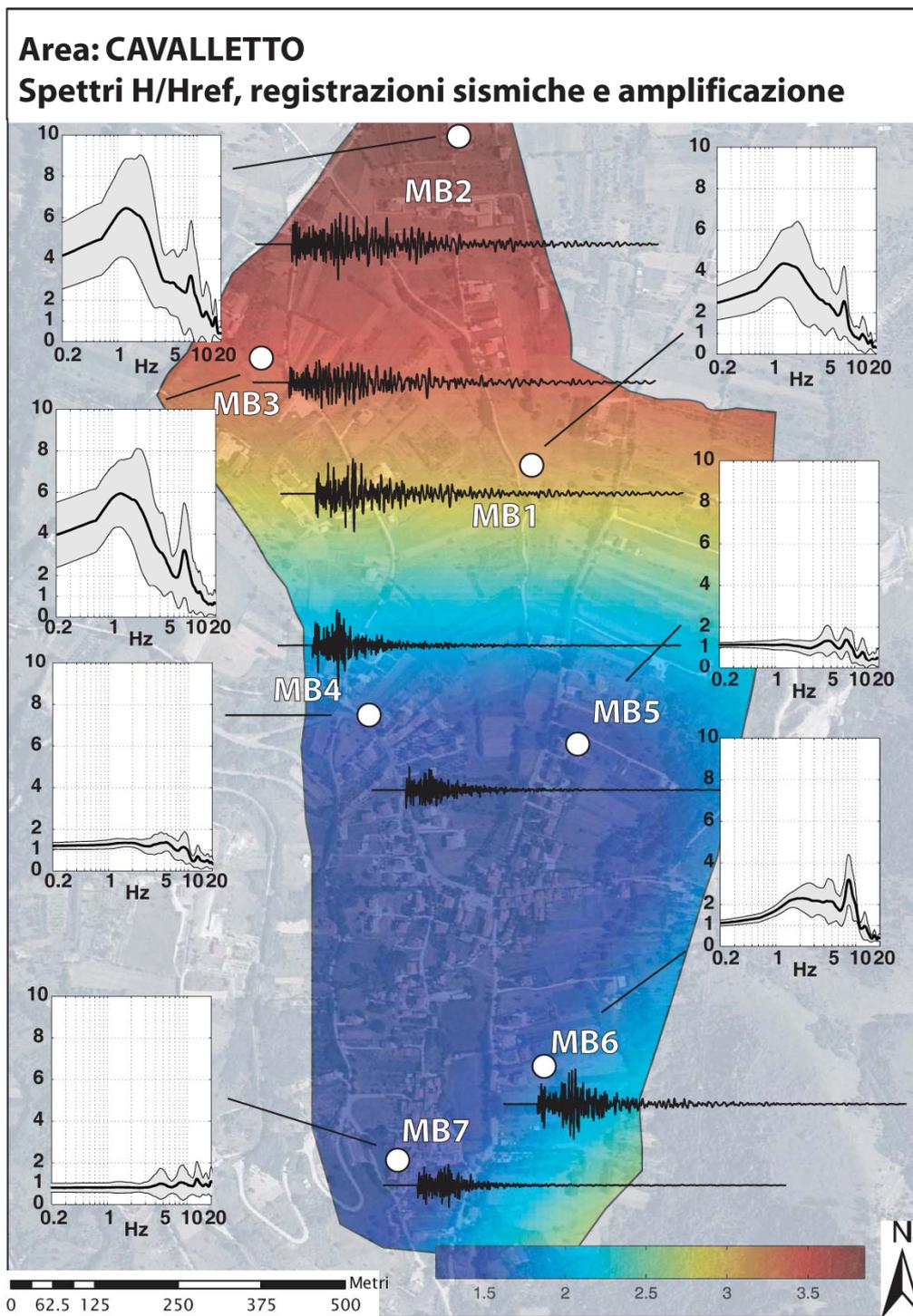


Figura 9. Area Cavalletto. Anche le curve H/Href presentano valori molto elevati nel settore settentrionale, e la mappa d'amplificazione che ne deriva, mostra un andamento generale coerente con la mappa dei periodi di risonanza. L'amplificazione sismica aumenta procedendo verso nord e presenta un massimo relativo in coincidenza della stazione MB6.

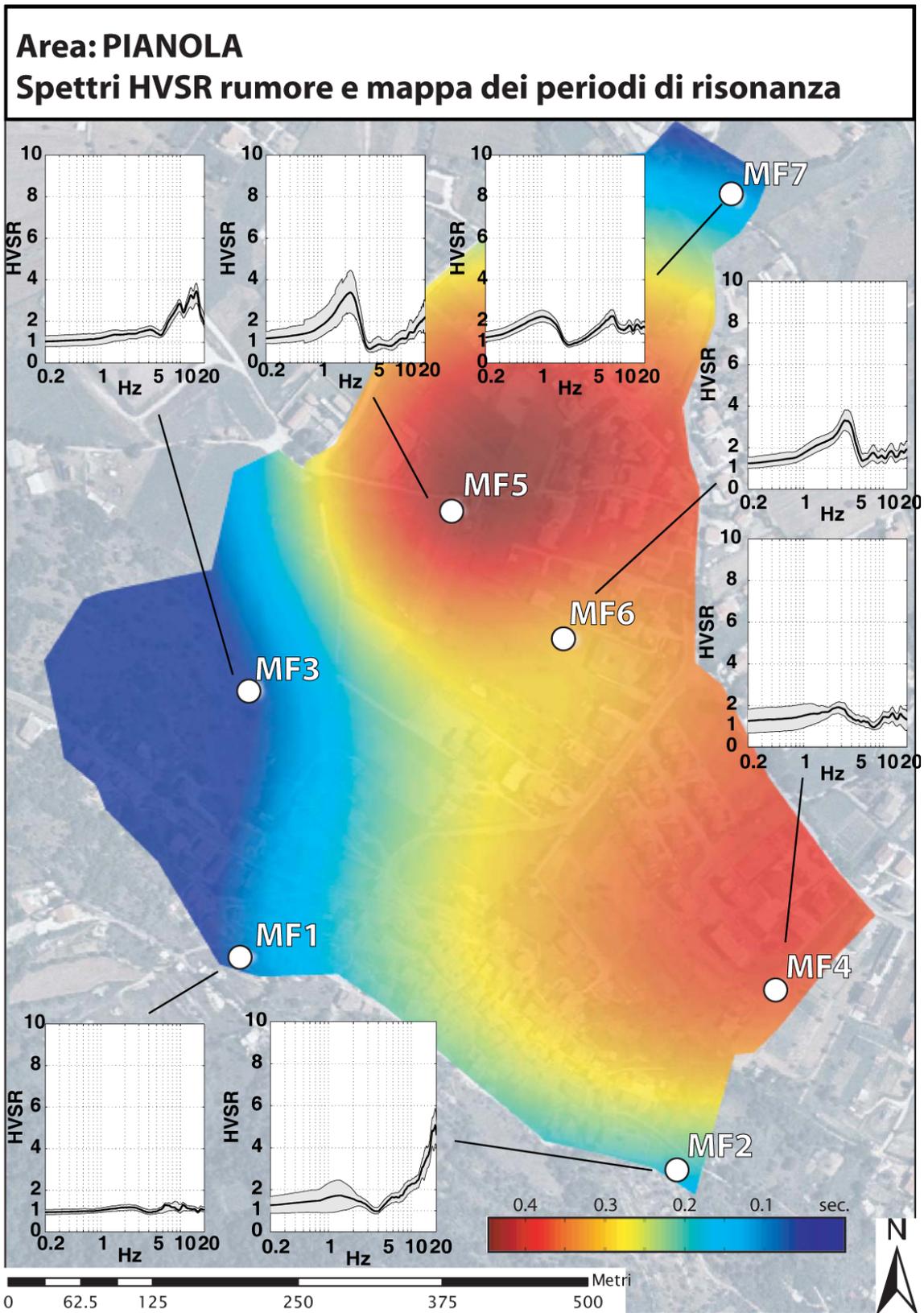


Figura 10. Area Pianola. Rapporti spettrali HVSR eseguiti su rumore presentano picchi molto variabili compresi tra 1 e 20 Hz. La mappa dei periodi di risonanza indica l'area a più alto periodo (rosso), quella coincidente con la posizione del terrazzo alluvionale.

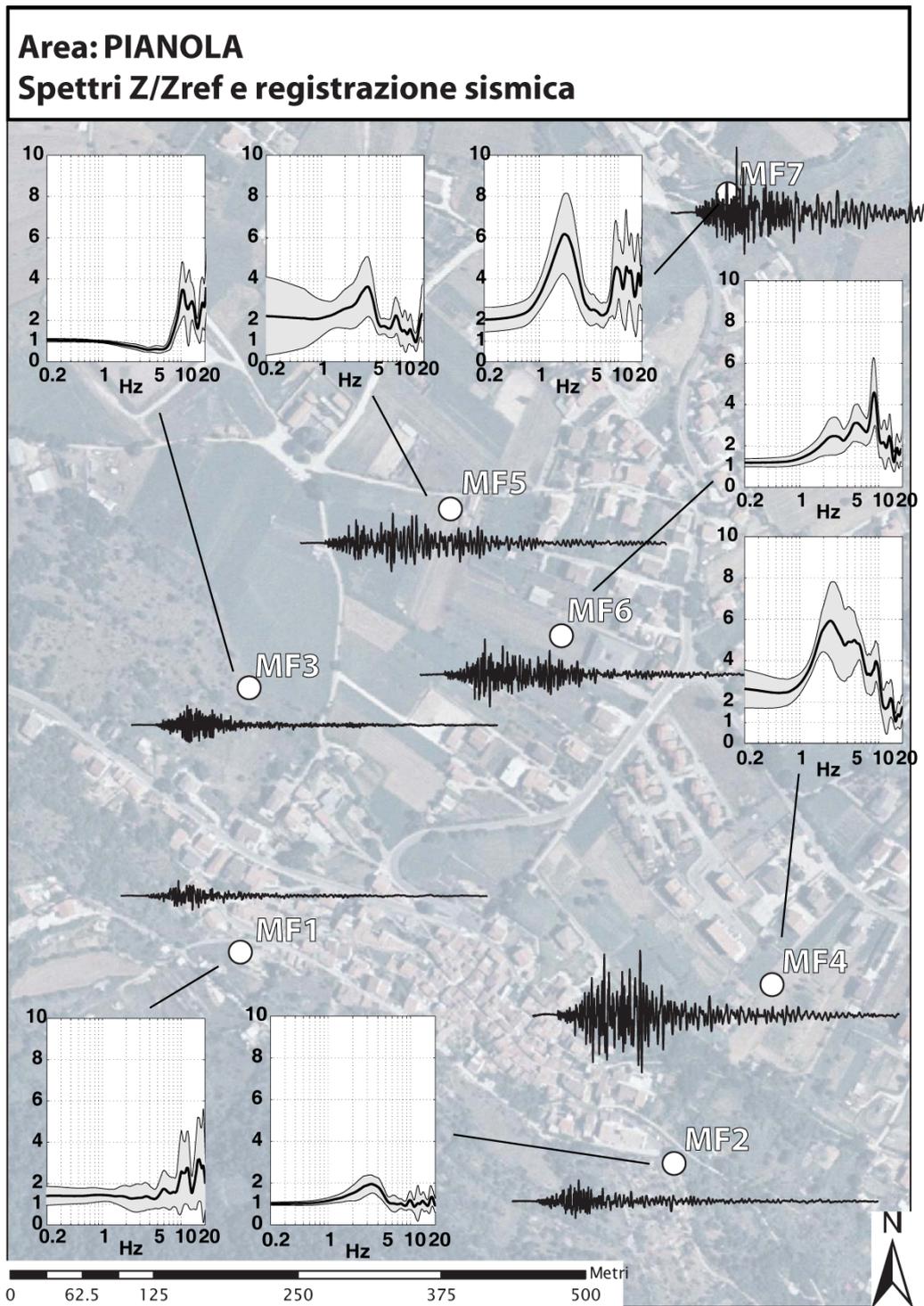


Figura 11. Area Pianola. Le registrazioni sismiche dei terremoti locali evidenziano una notevole disomogeneità nella risposta sismica sui siti indagati. I rapporti Z/Z_{ref} presentano picchi pronunciati e valori alti nella zona orientale dell'area.

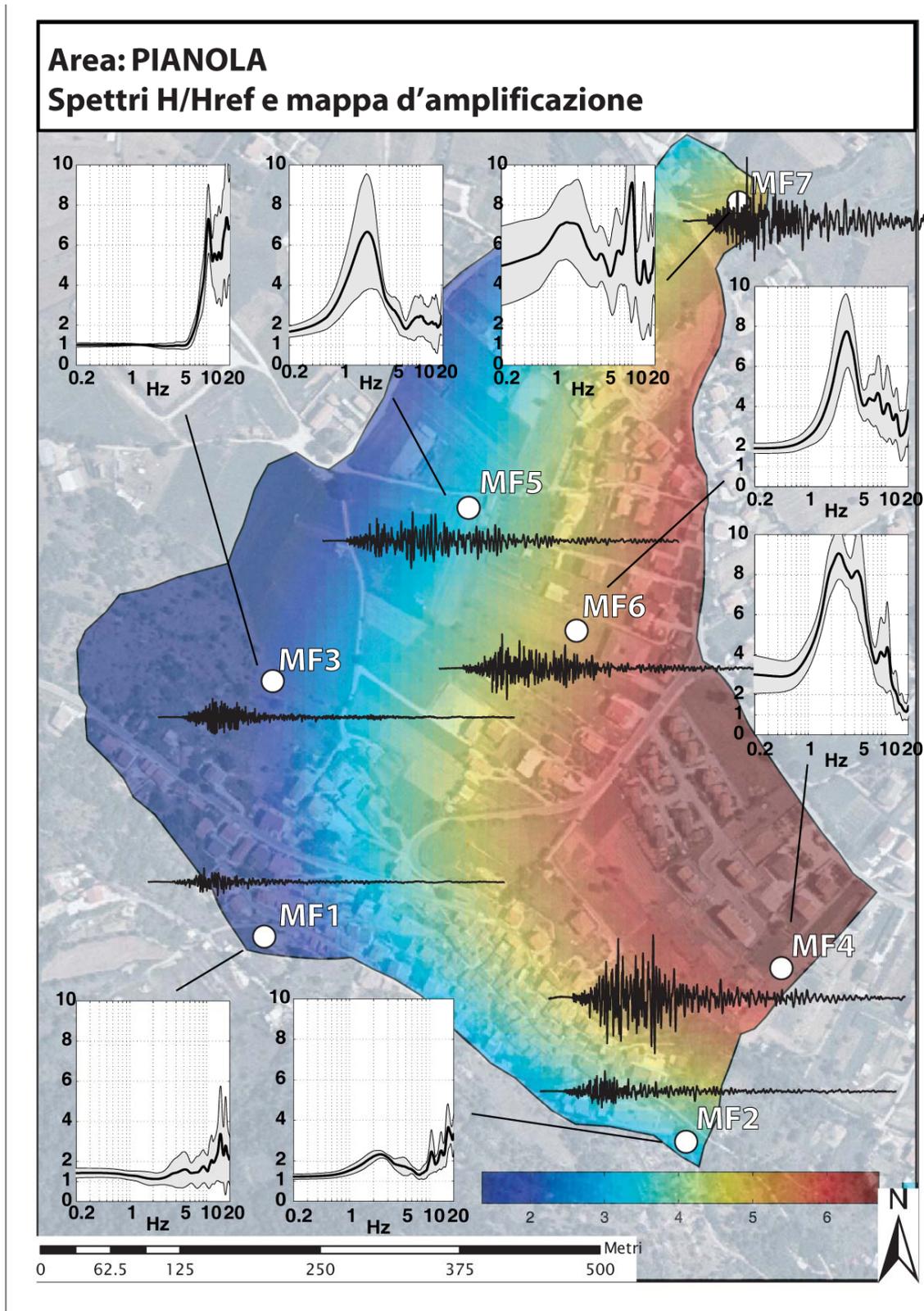


Figura 12. Area Pianola. I rapporti spettrali H/Href e la derivante mappa d'amplificazione evidenziano effetti sismici locali molto consistenti, la cui intensità cresce spostandosi verso la parte orientale dell'area.

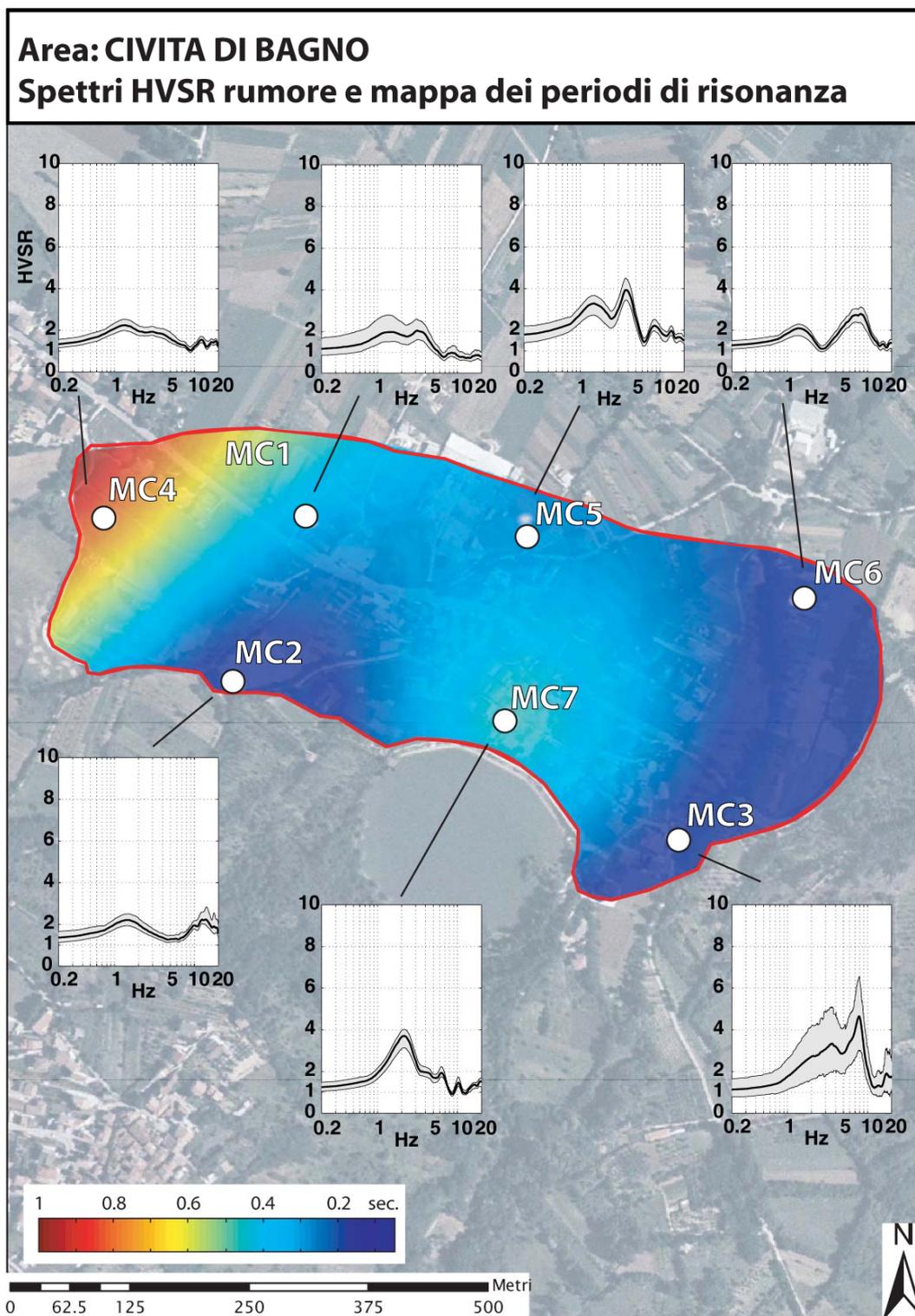


Figura 13. Area Civita di Bagno. I rapporti HVSR calcolati su rumore e relativa mappa dei periodi di risonanza. I picchi spettrali compresi tra 1 e 10 Hz, mostrano un trend in generale aumento procedendo verso est. La risposta a più bassa frequenza (intorno ad 1 Hz) della stazione MC4 può essere associata ad un cambio litologico del substrato sismico evidenziato in questa zona dai rilievi geologici.

Area: CIVITA DI BAGNO
Spettri Z/Zref e registrazione sismica

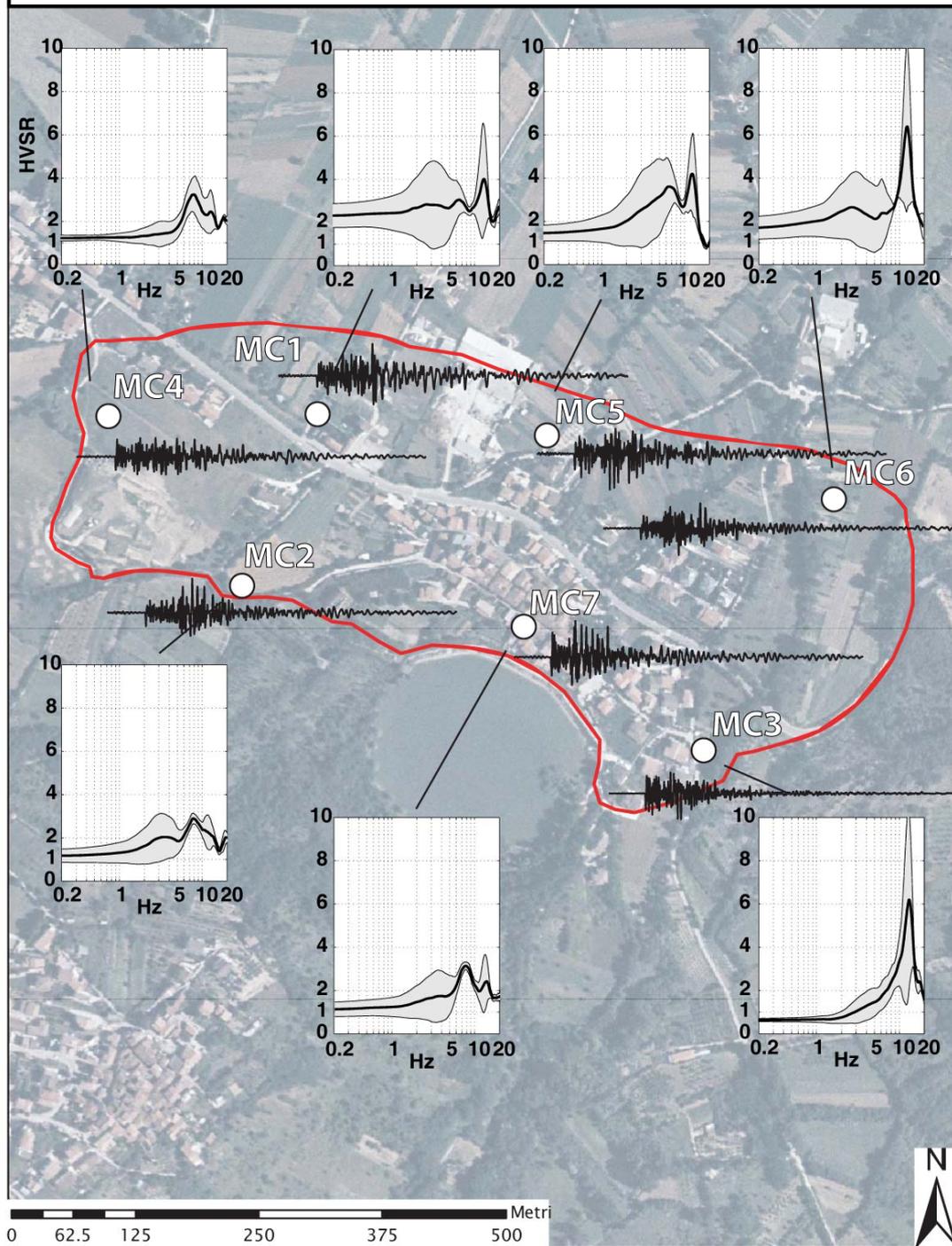


Figura 14. Area Civita di Bagno. Le registrazioni sismiche degli eventi tettonici locali non evidenziano pronunciate differenze di risposta tra i vari siti d'indagine. I picchi spettrali dei rapporti Z/Zref sono coerenti con quelli evidenziati dall'analisi HVSR eseguita su rumore.

Area: CIVITA DI BAGNO Spettri H/Href e mappa d'amplificazione

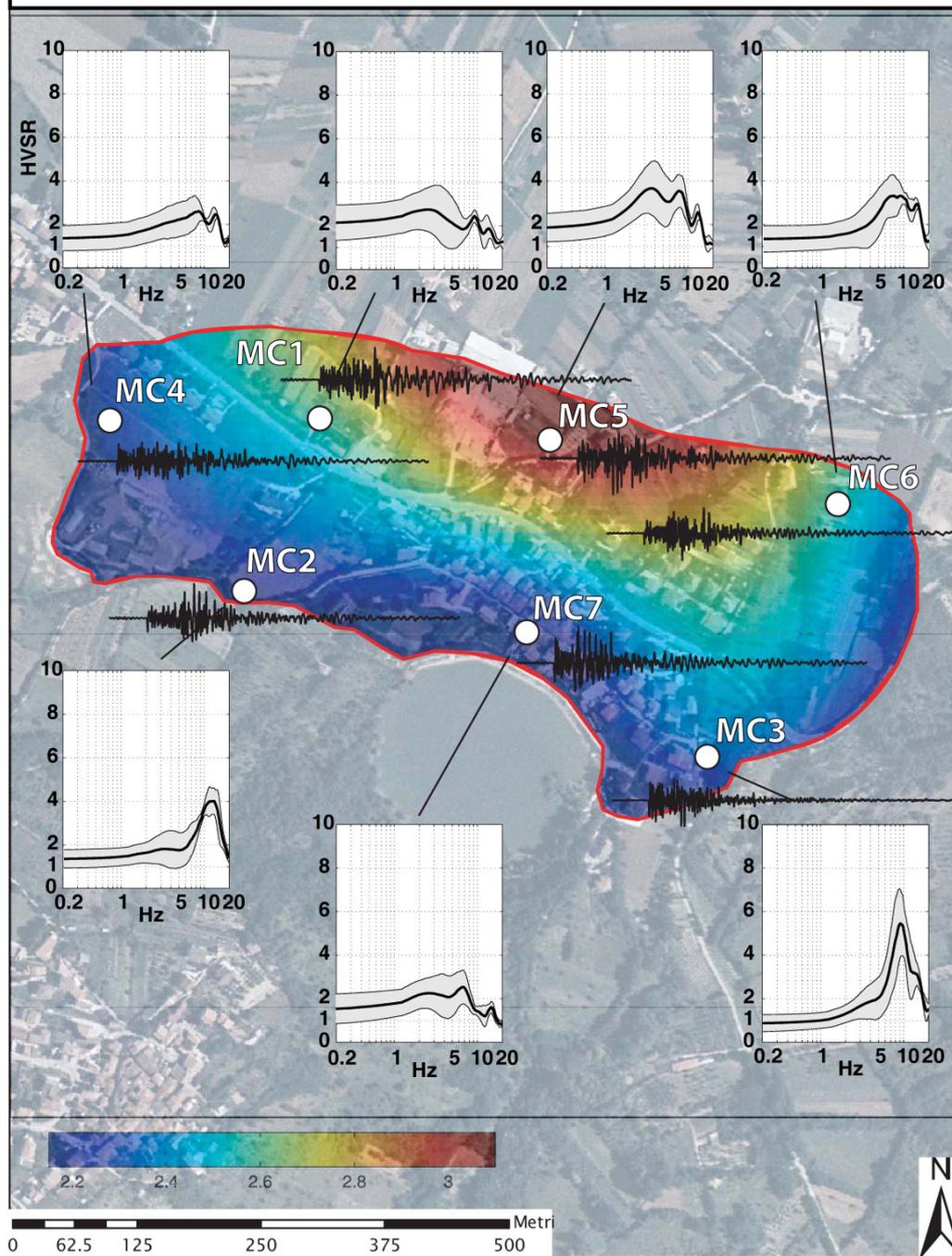


Figura 15. Area Civita di Bagno. I rapporti spettrali H/Href sono coerenti con i rapporti Z/Zref e HVSr e non presentano valori molto alti. La mappa d'amplificazione che ne deriva, indica effetti locali non importanti nella zona settentrionale.

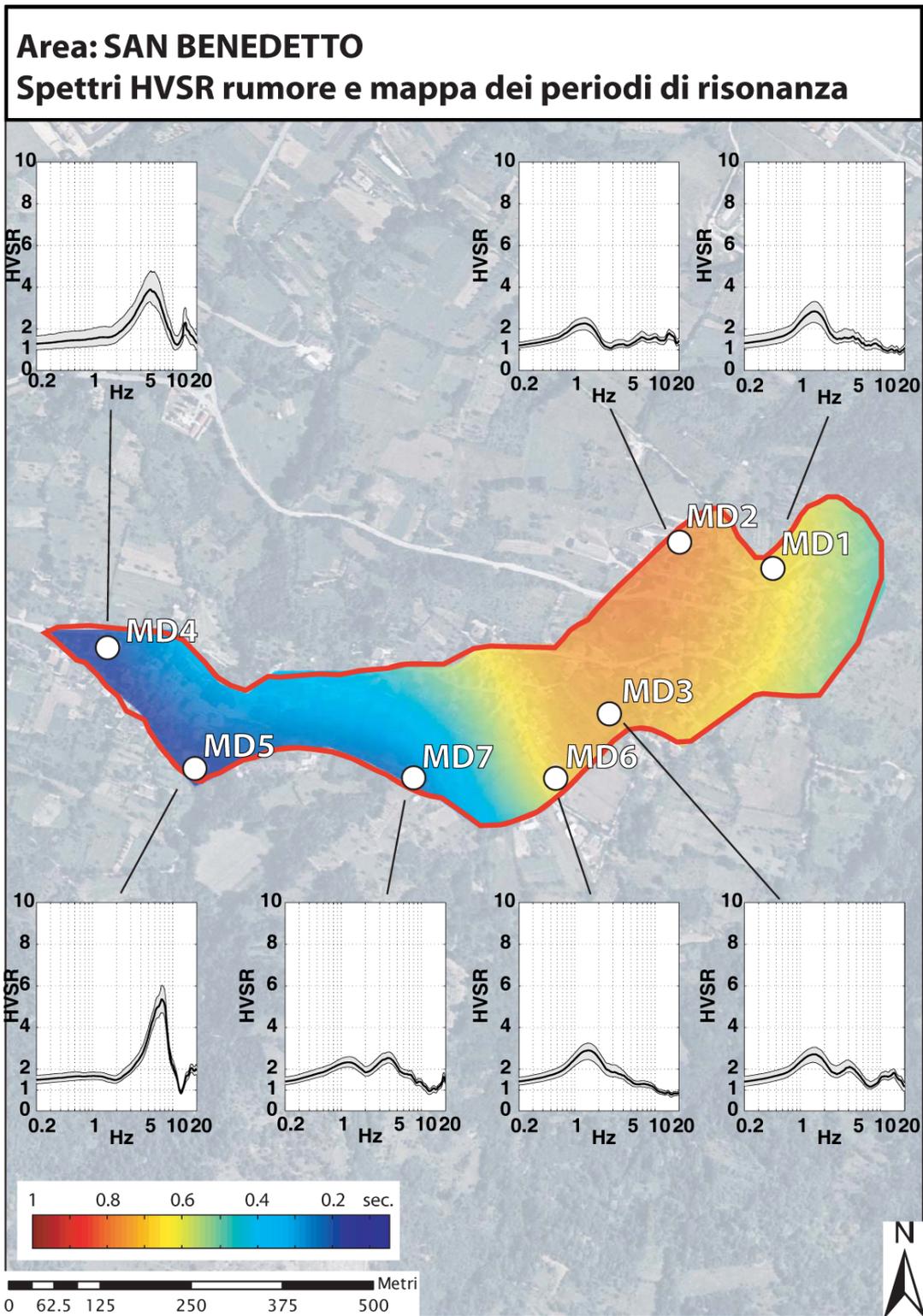


Figura 16. Area San Benedetto. Le misure HVSR eseguite su rumore e la relativa mappa dei periodi di risonanza mostrano in quest'area frequenze di picco comprese tra 1 e 5 Hz. L'aumento del periodo di risonanza verso la parte orientale dell'area può essere imputato ad un maggiore spessore della coltre detritica, come evidenziato dal rilevamento geologico eseguito.

Area: SAN BENEDETTO Spettri Z/Zref e registrazione sismica

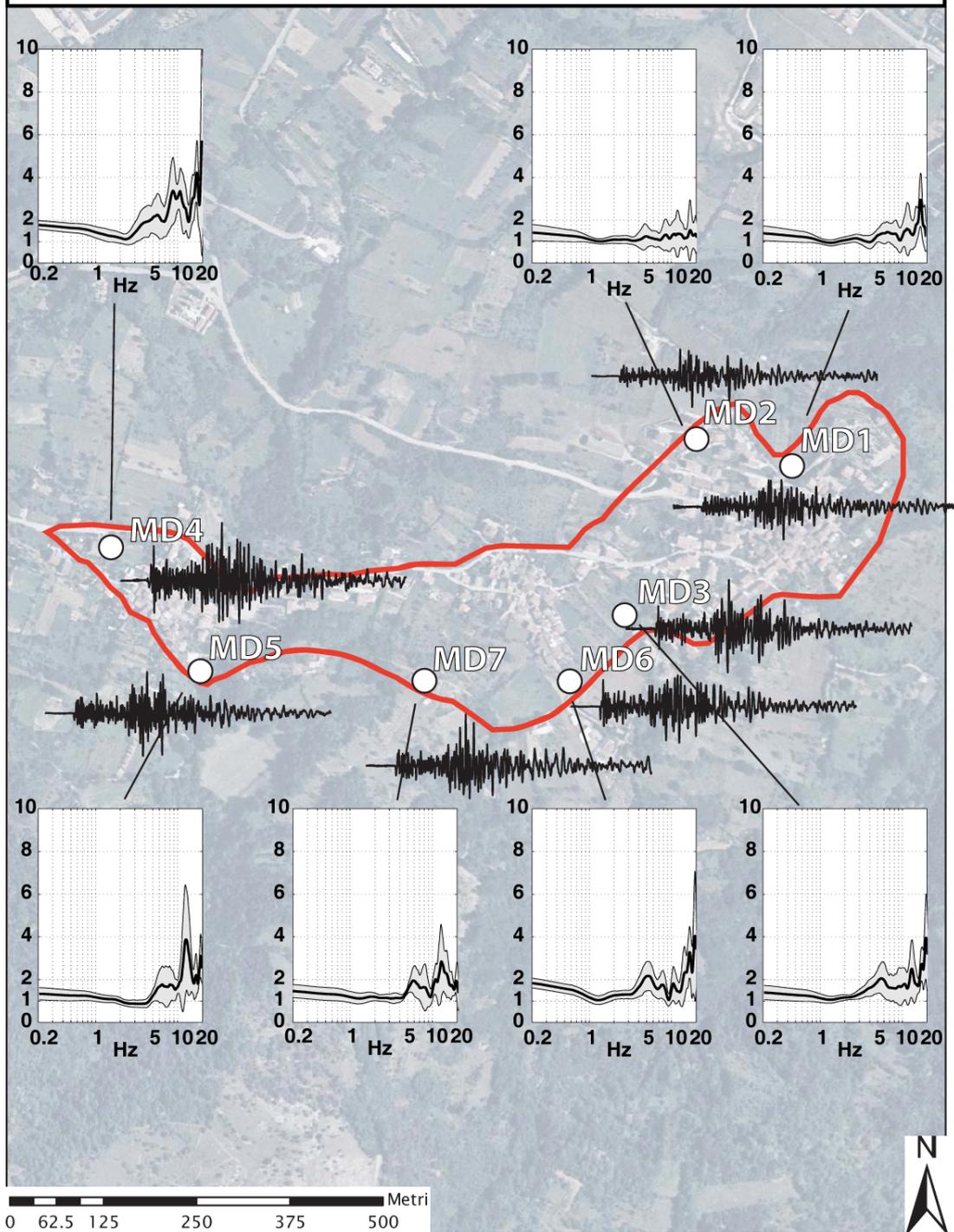


Figura 17. Area San Benedetto. Le registrazioni sismiche degli eventi tettonici locali non evidenziano particolari differenze di risposta sismica tra i siti investigati. I rapporti Z/Zref sono coerenti con i rapporti HVSR e non presentano valori elevati.

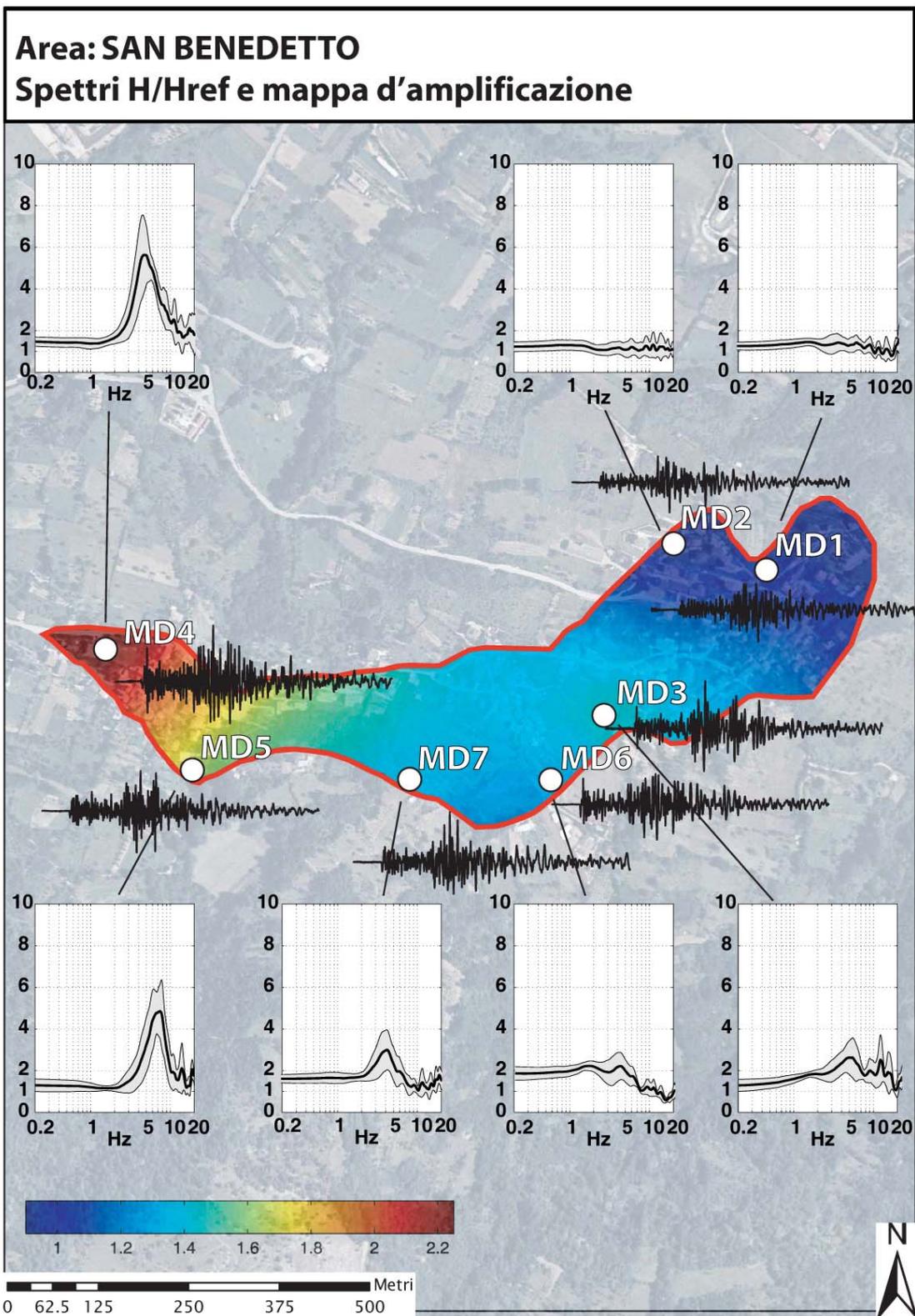


Figura 18. Area San Benedetto. I rapporti H/Href eseguiti sui terremoti locali, e la relativa mappa d'amplificazione, non evidenziano aree particolarmente affette da fenomeni d'amplificazione sismica. Il valore massimo di 2.2 viene raggiunto solo nel settore occidentale dell'area.

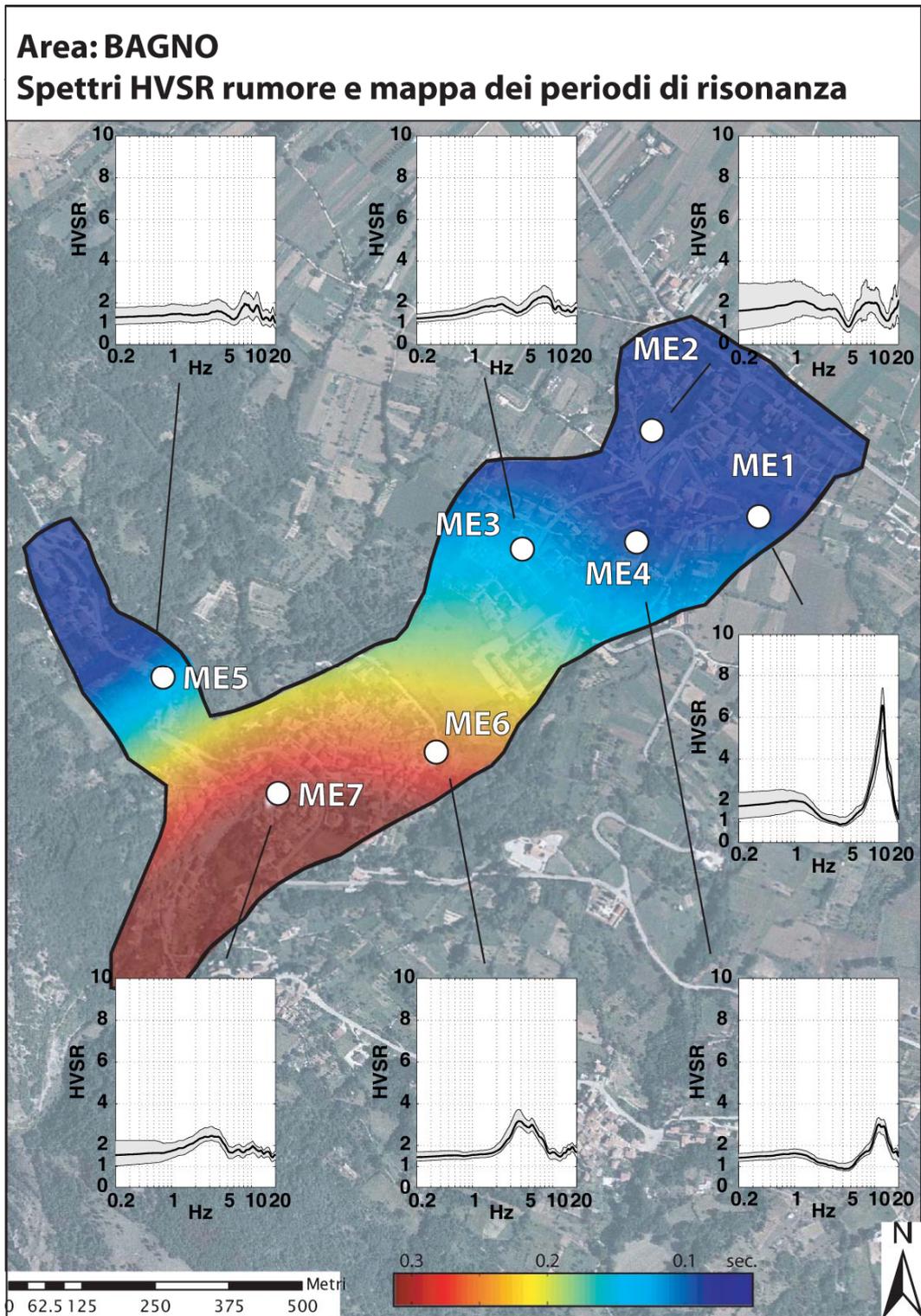


Figura 19. Area Bagno. Le misure HVSR eseguite su rumore presentano picchi spettrali compresi tra 3 e 10 Hz suggerendo la presenza di coltri detritiche di modesto spessore.

Area: BAGNO

Spettri Z/Zref e registrazione sismica

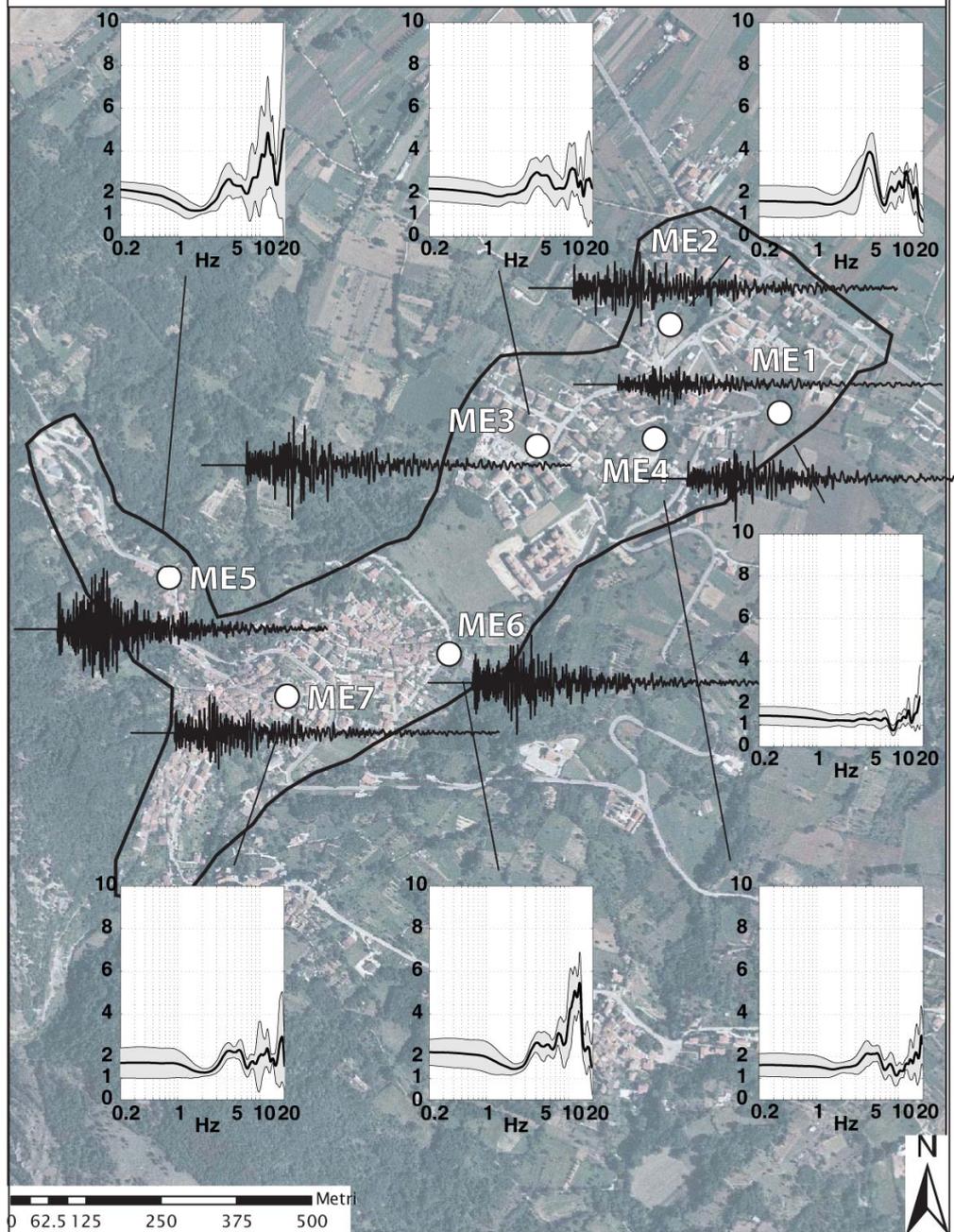


Figura 20. Area Bagno. Le registrazioni sismiche dei terremoti locali non evidenziano particolari disomogeneità nella risposta sismica dei siti indagati. I rapporti Z/Z_{ref} sono coerenti nella forma ai rapporti HVSr e non presentano valori particolarmente alti.

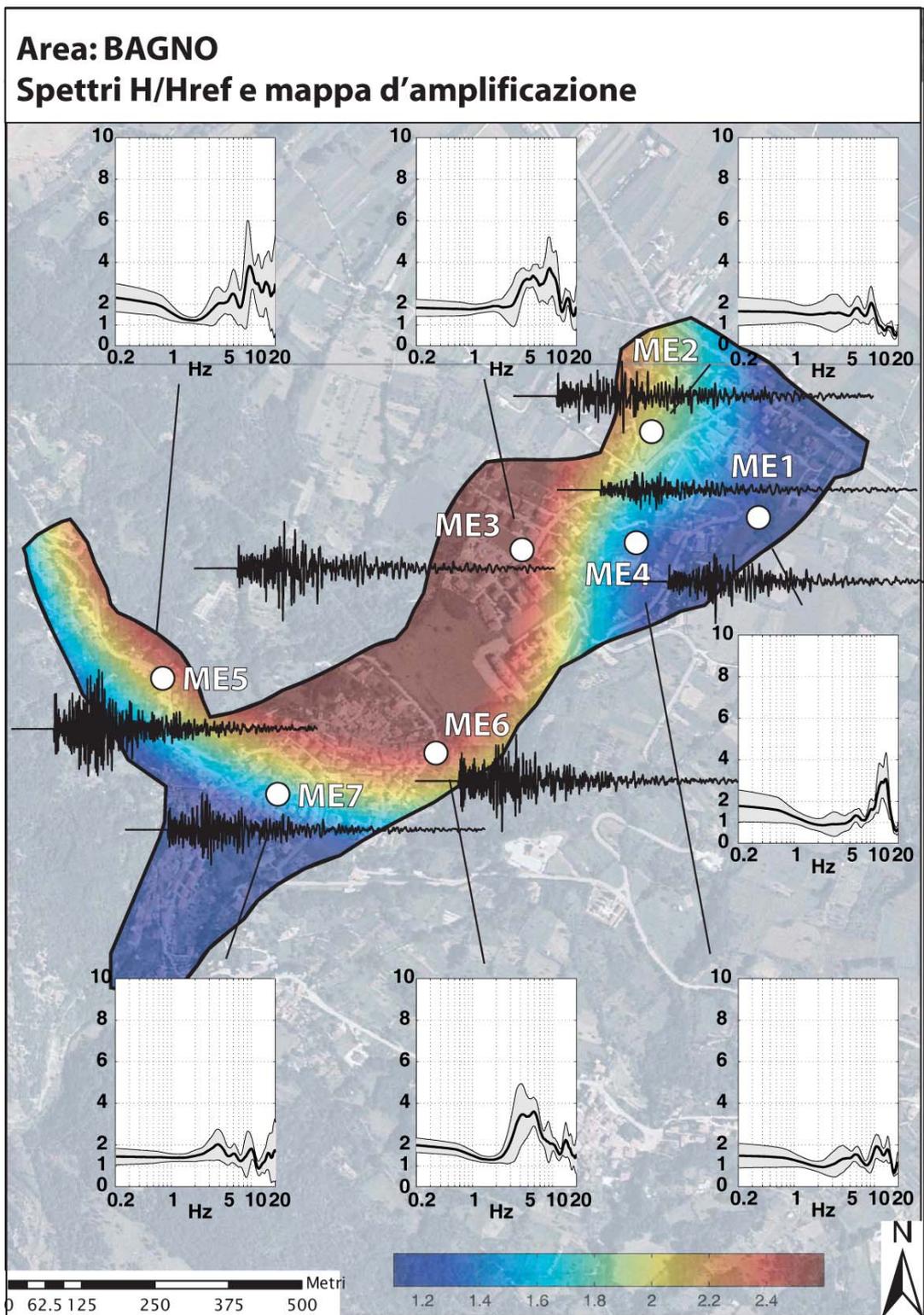


Figura 21. Area Bagno. I Rapporti H/Href e la relativa mappa d'amplificazione non evidenziano aree affette da fenomeni locali rilevanti.



Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Scienze della Terra
CENTRO DI COMPETENZA DEL DIPARTIMENTO DELLA
PROTEZIONE CIVILE - PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI



Appendice 1
Schede delle misure eseguite
Task 5 – Macro Area 9

SAN FELICE D'OCRE

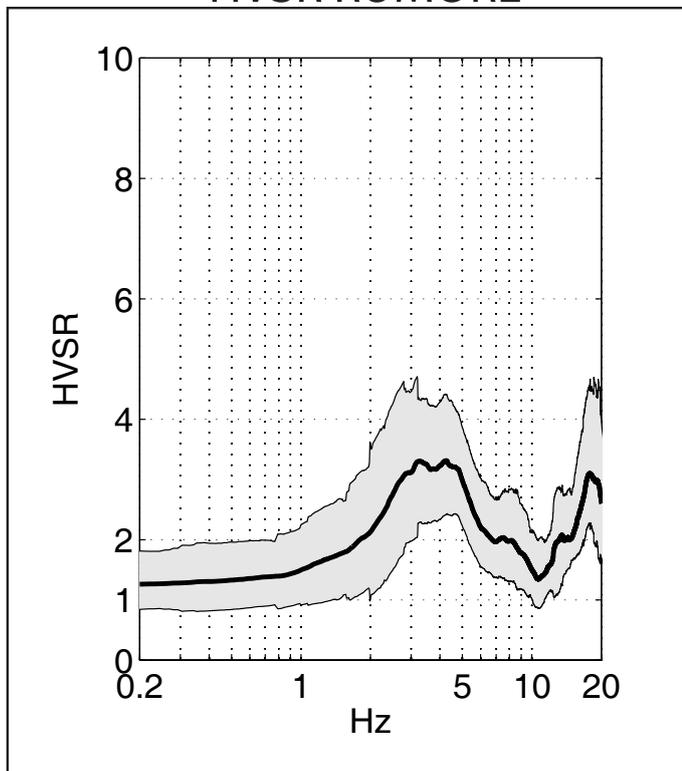
SCHEDE AREA

MA1

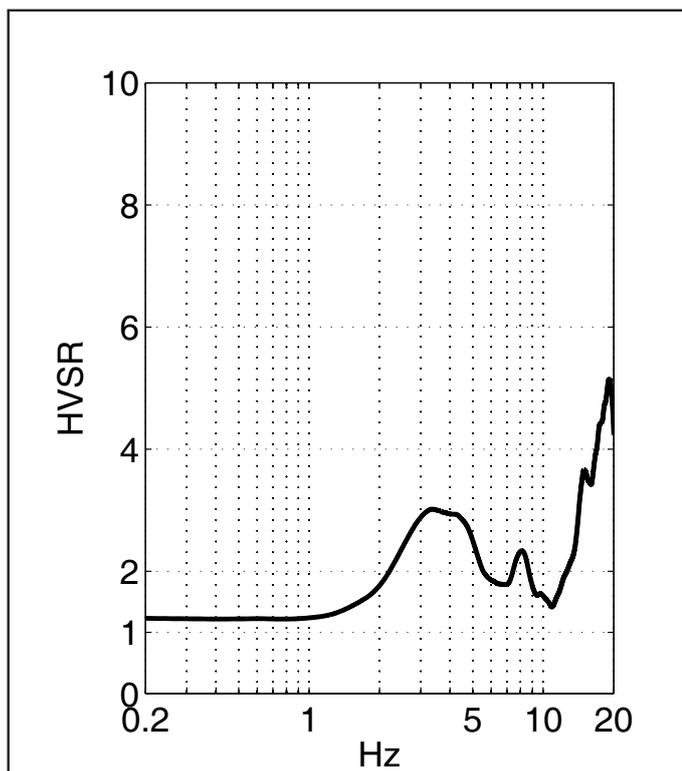
San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372536E 4683603N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 0750
RIMOSSA [GMT]: 20090613 0450
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

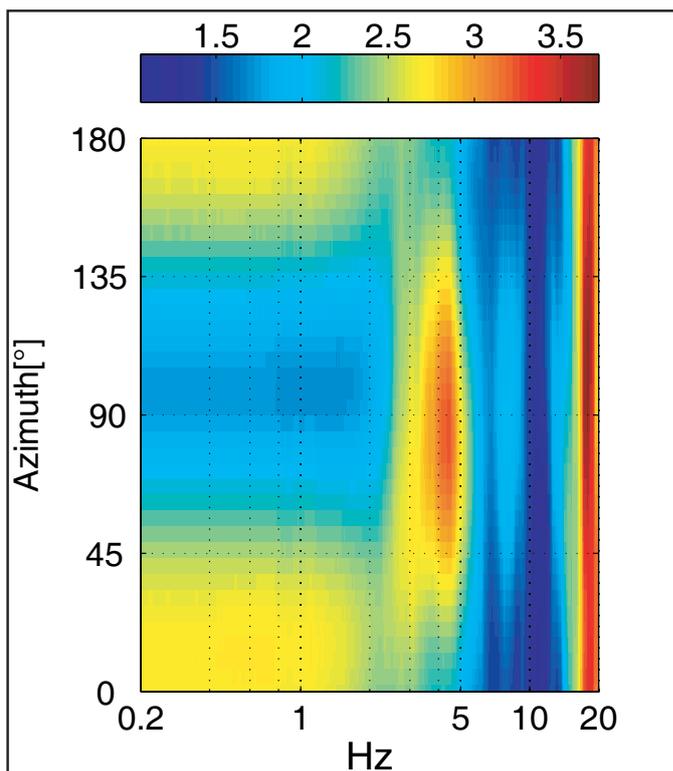
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

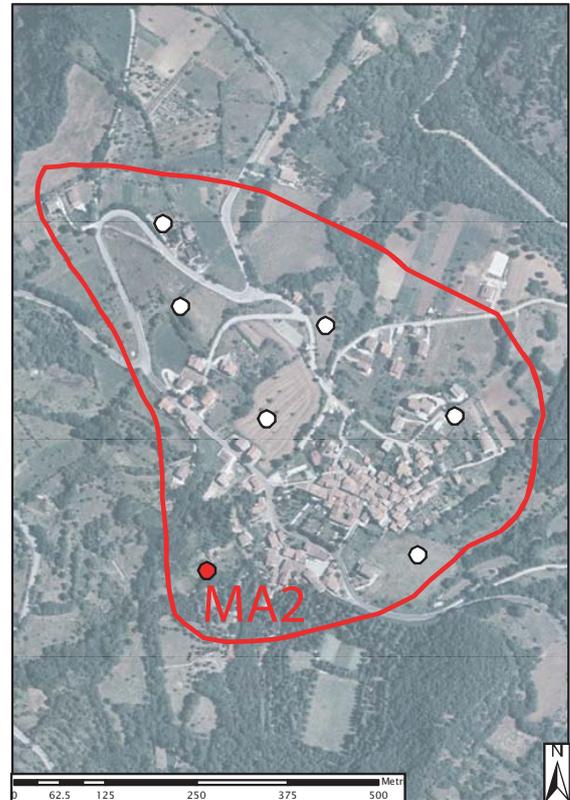
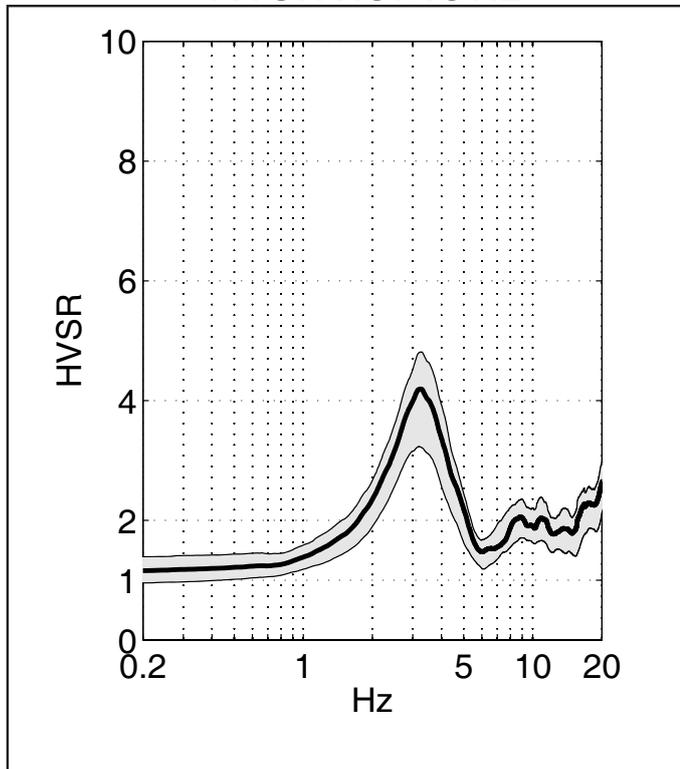


MA2

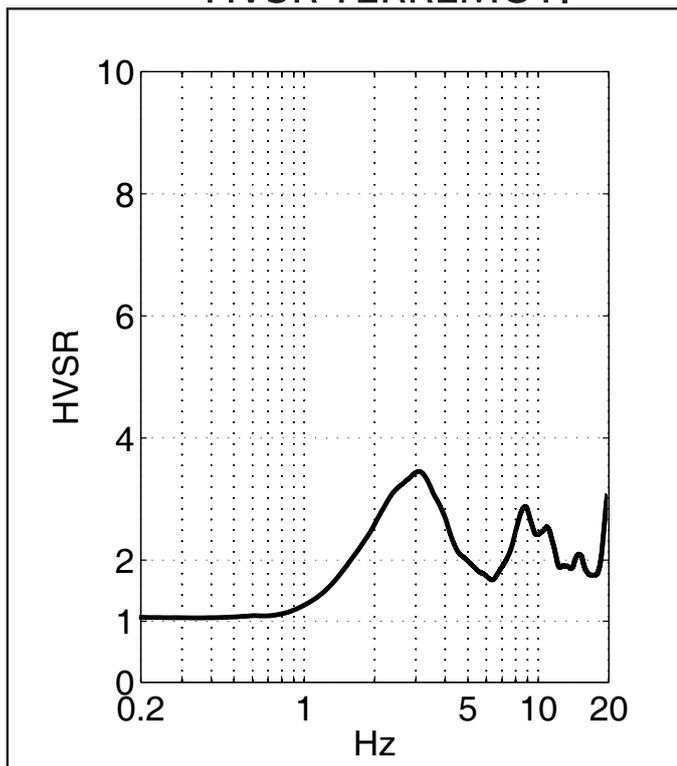
San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372454E 4683593N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 0835
RIMOSSA [GMT]: 20090613 0500
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

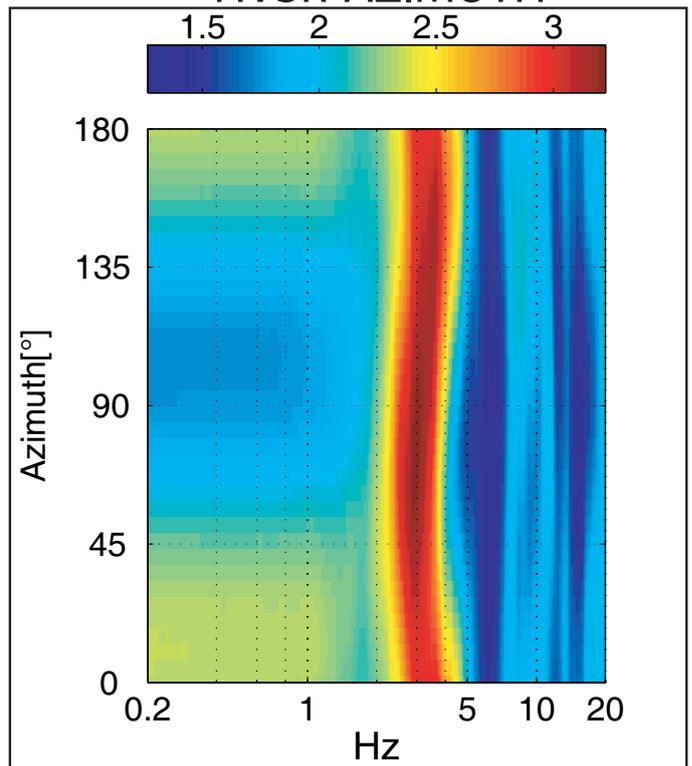
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR-AZIMUTH

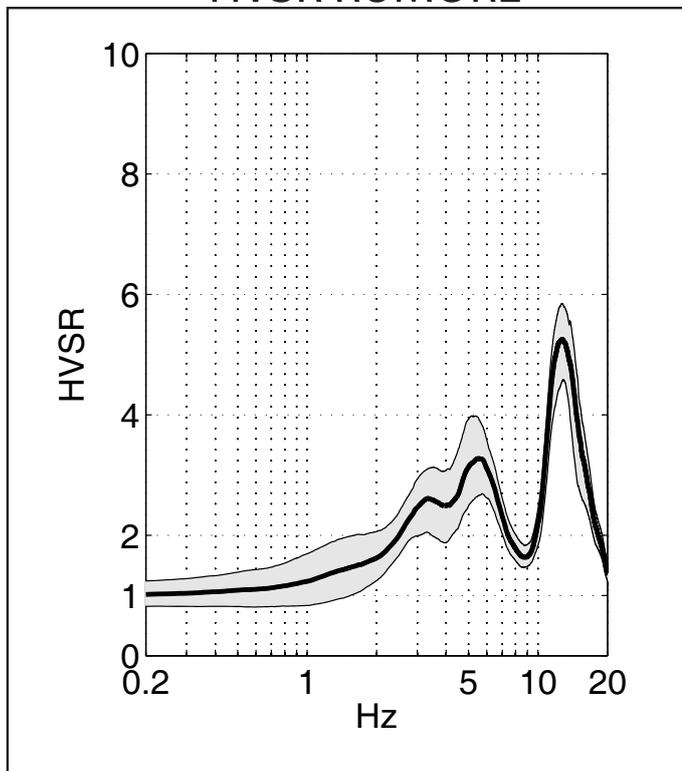


MA3

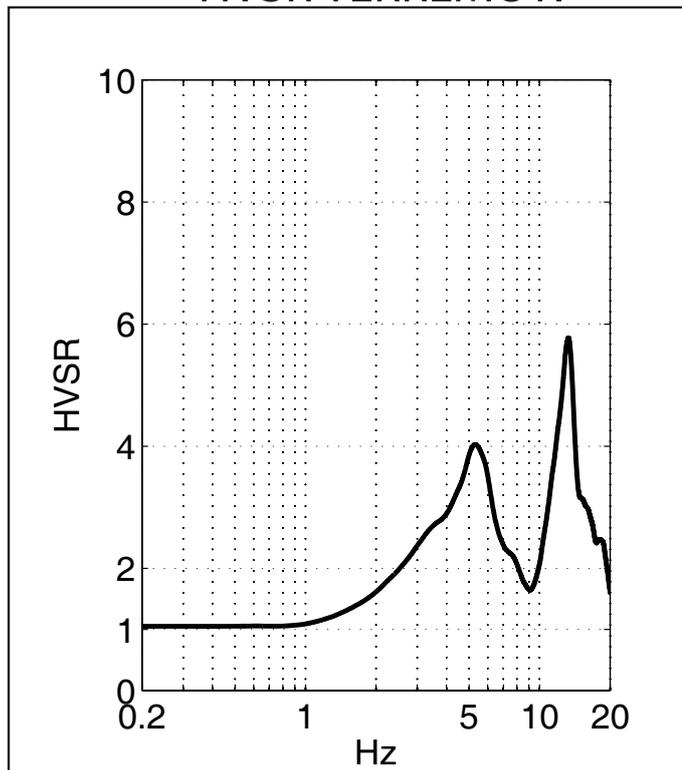
San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372743E 4683415N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 0920
RIMOSSA [GMT]: 20090613 0530
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

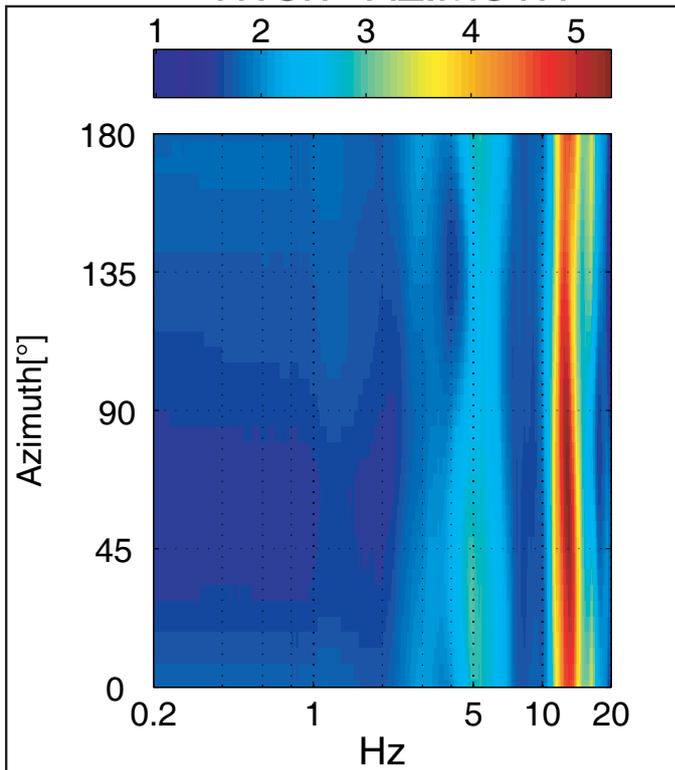
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

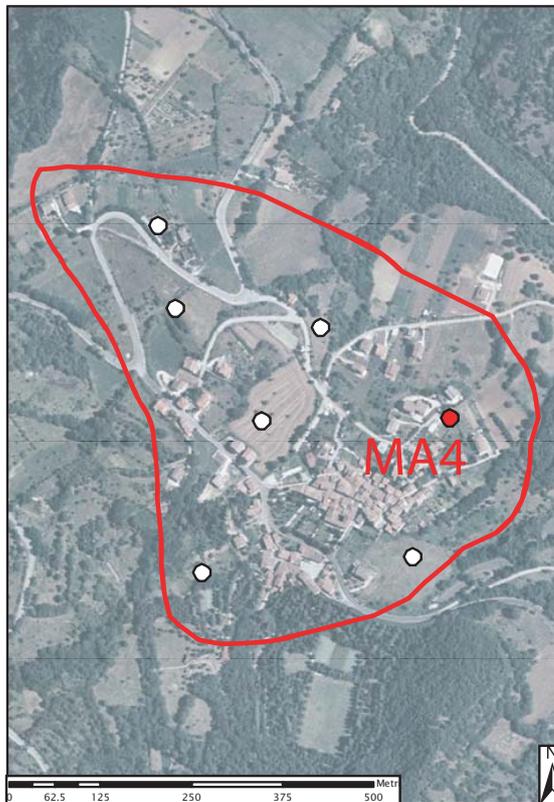
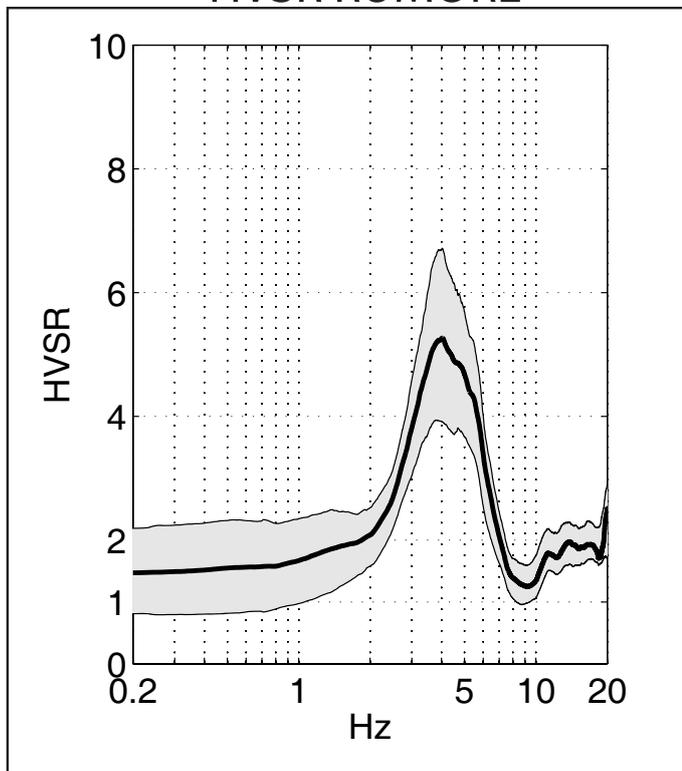


MA4

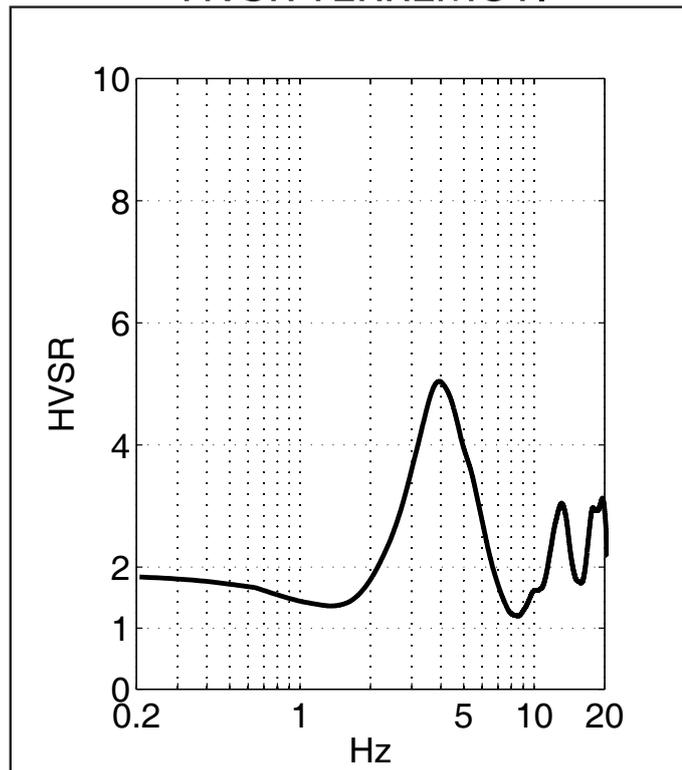
San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372794E 4683607N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 1000
RIMOSSA [GMT]: 20090613 0550
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

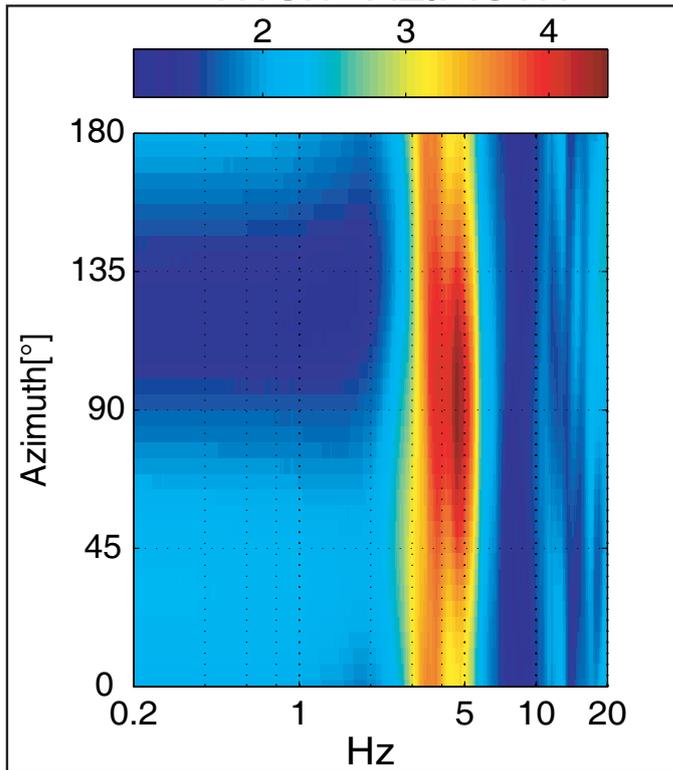
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

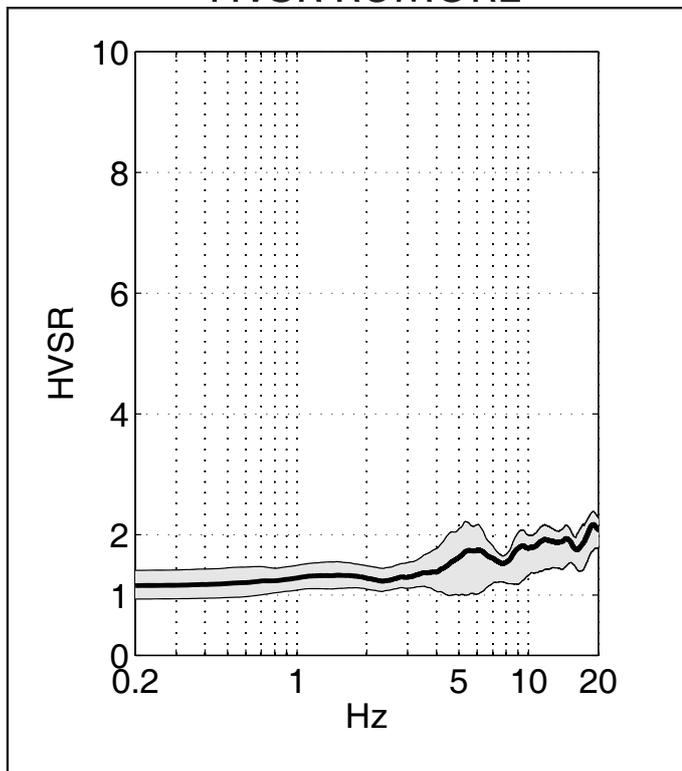


MA5

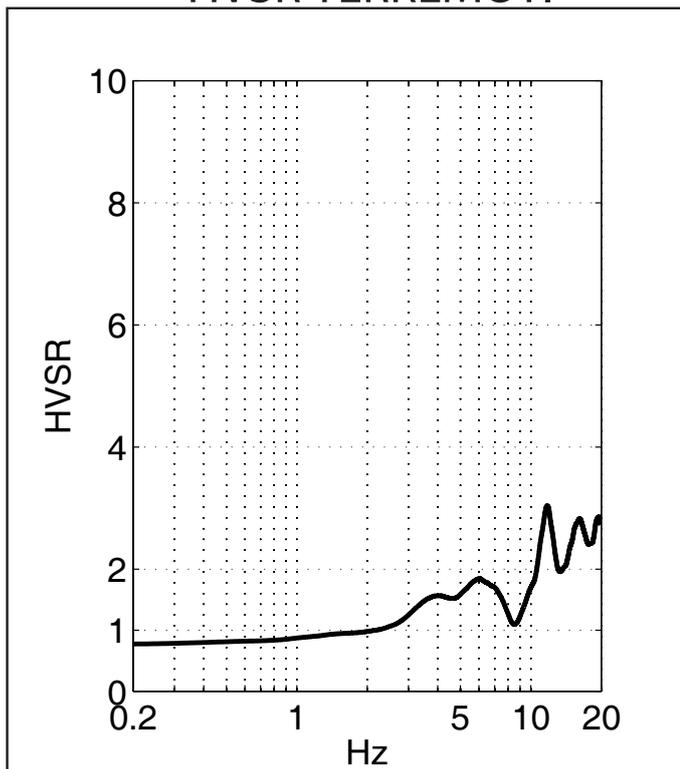
San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372617E 4683732N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 1030
RIMOSSA [GMT]: 20090613 1120
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100Hz

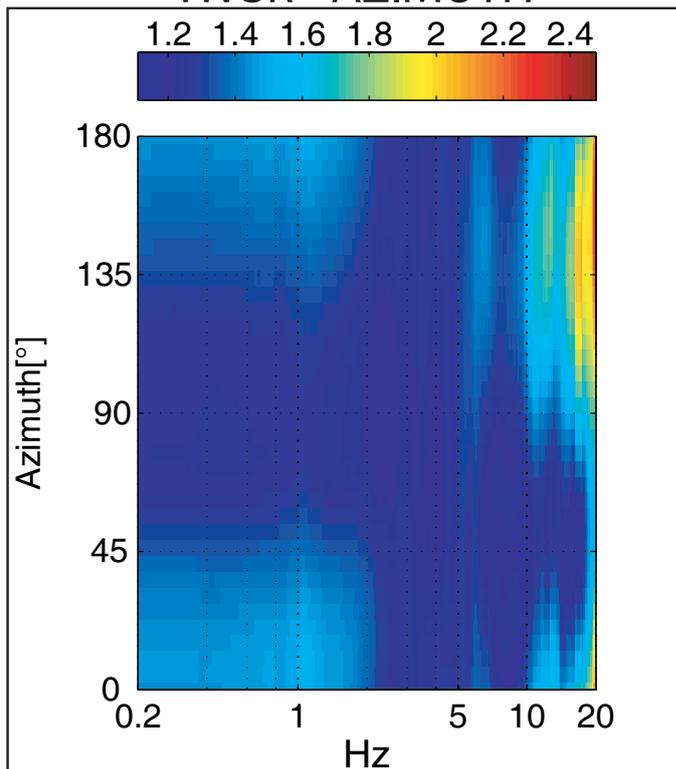
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

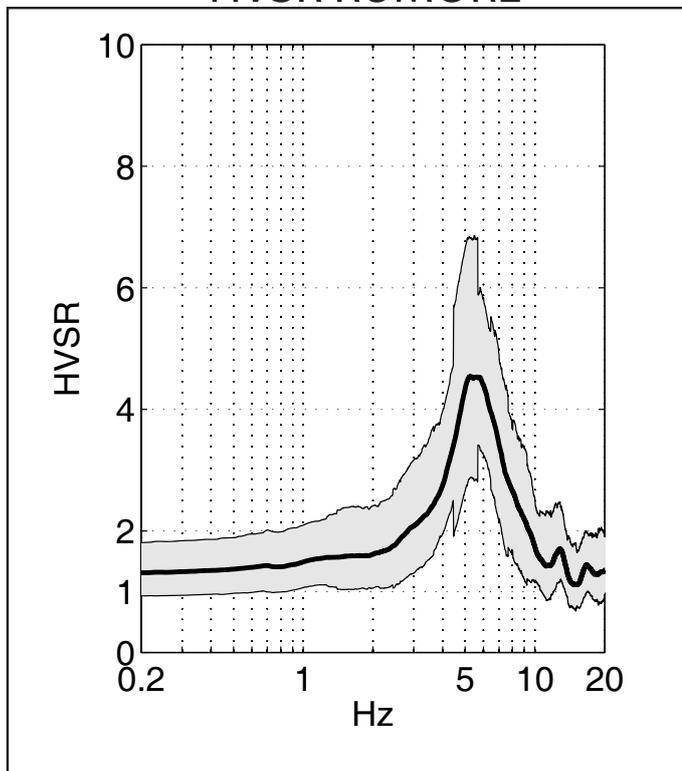


MA6

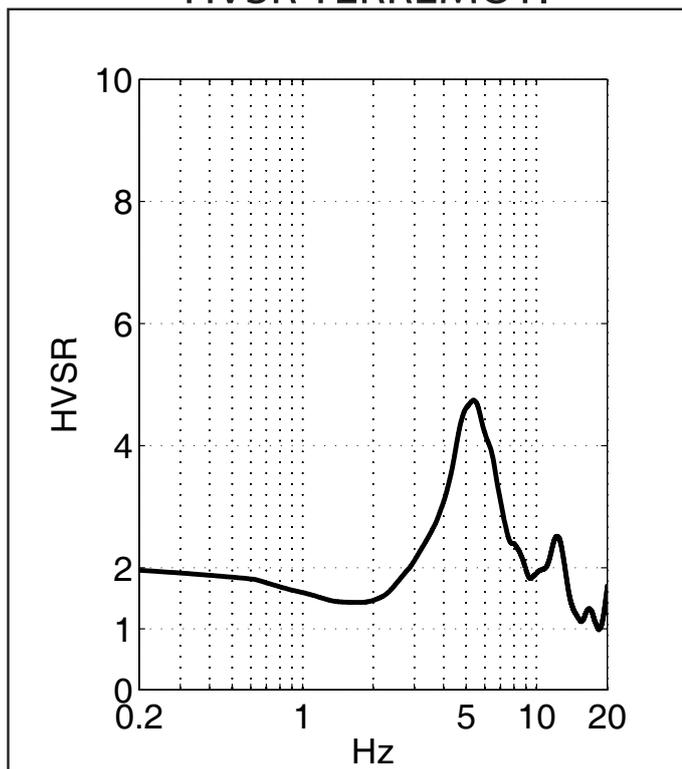
San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372418E 4683758N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 1100
RIMOSSA [GMT]: 20090613 1100
SENSORE: Guralp CMG - 40T/30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

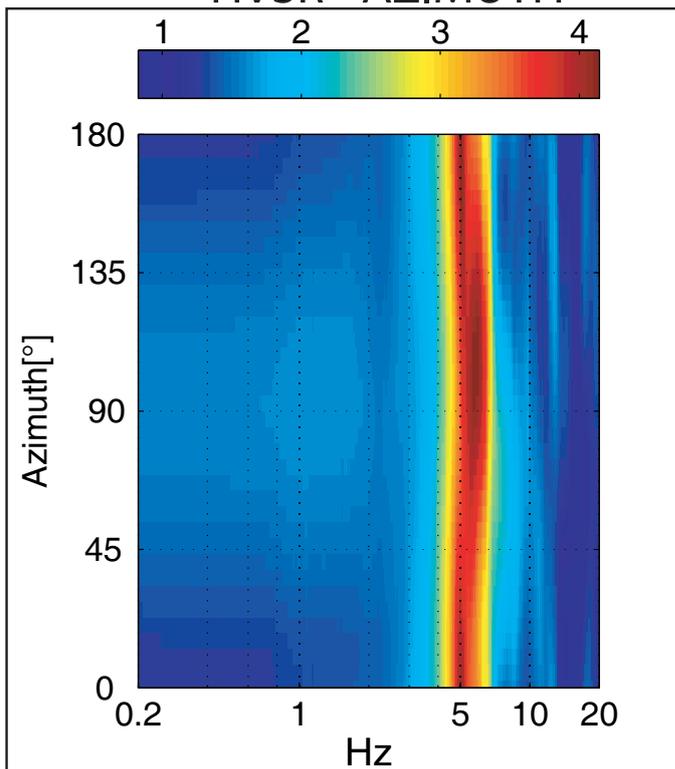
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

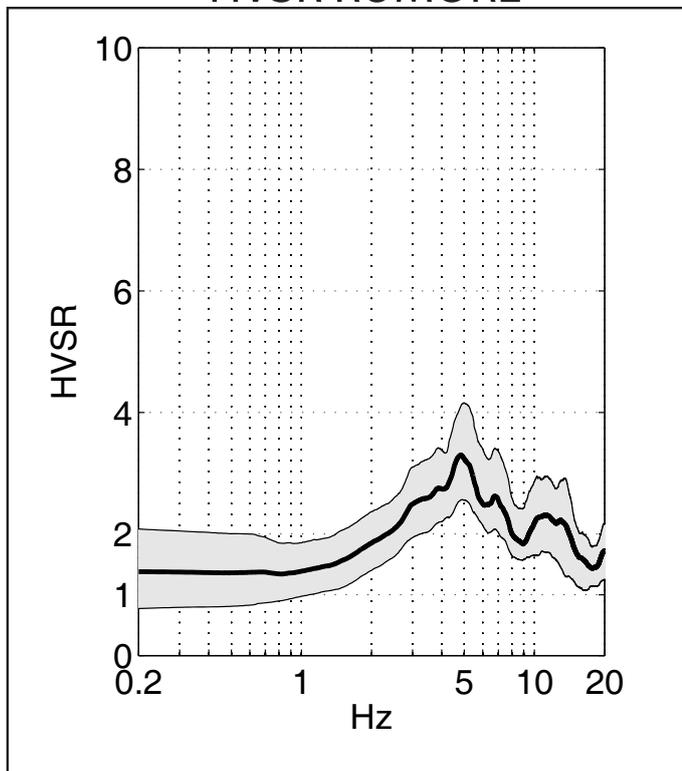


MA7

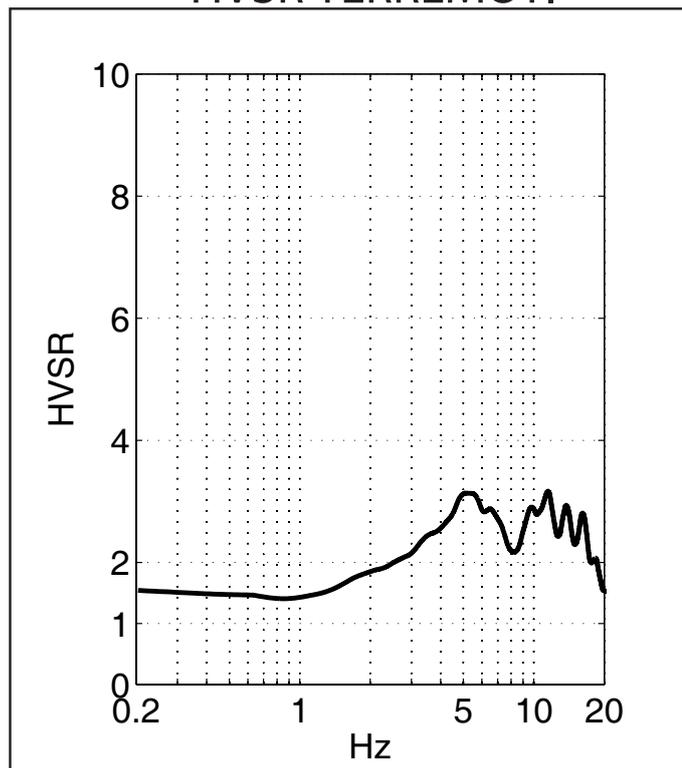
San Felice d'Ocre

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372394E 4683873N
INSTALLATA [GMT]: 20090612 1124
RIMOSSA [GMT]: 20090613 1040
SENSORE: Guralp CMG - 40T/30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

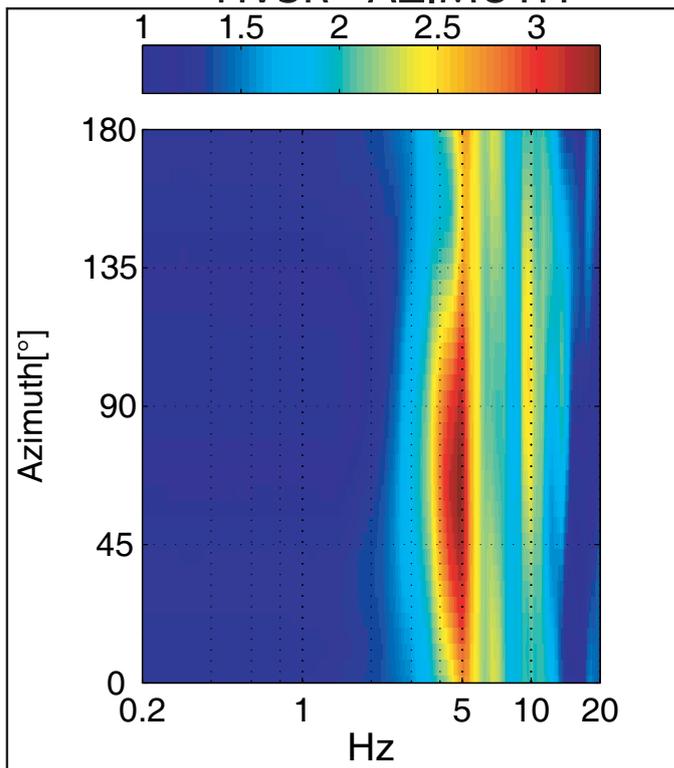
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH



CAVALLETTO

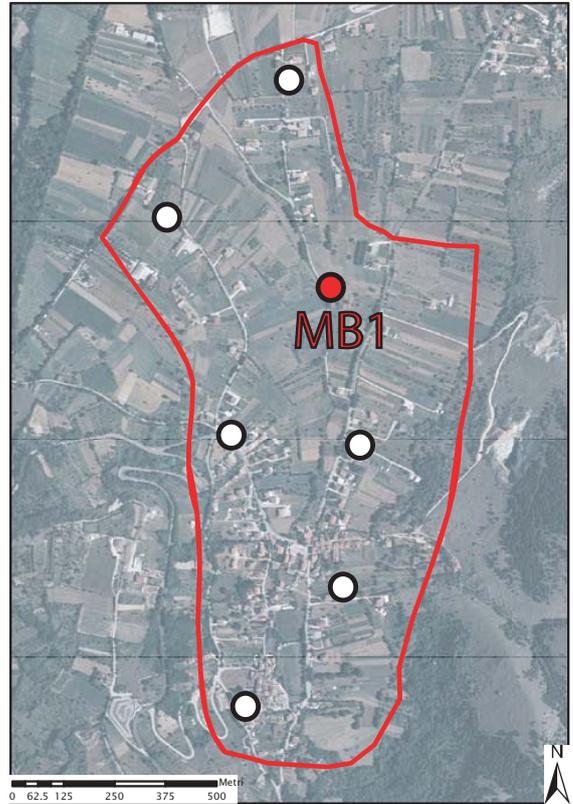
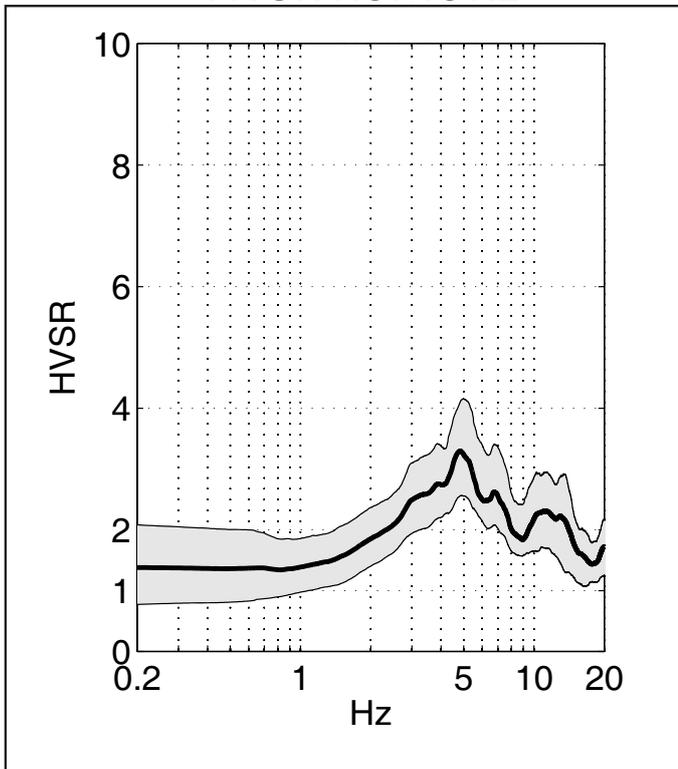
SCHEDE AREA

MB1

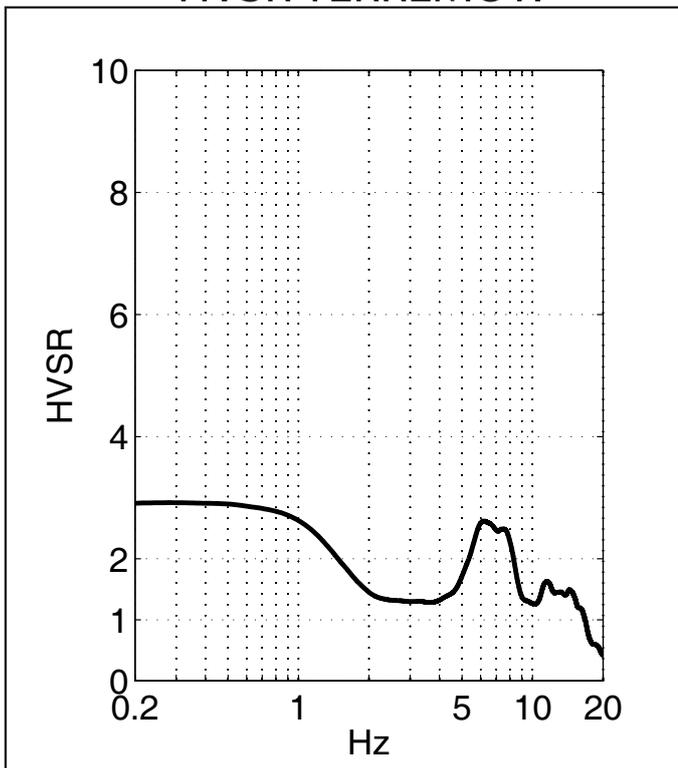
Cavalletto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372974E 4685614N
INSTALLATA [GMT]: 20090613 0656
RIMOSSA [GMT]: 20090614 0535
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

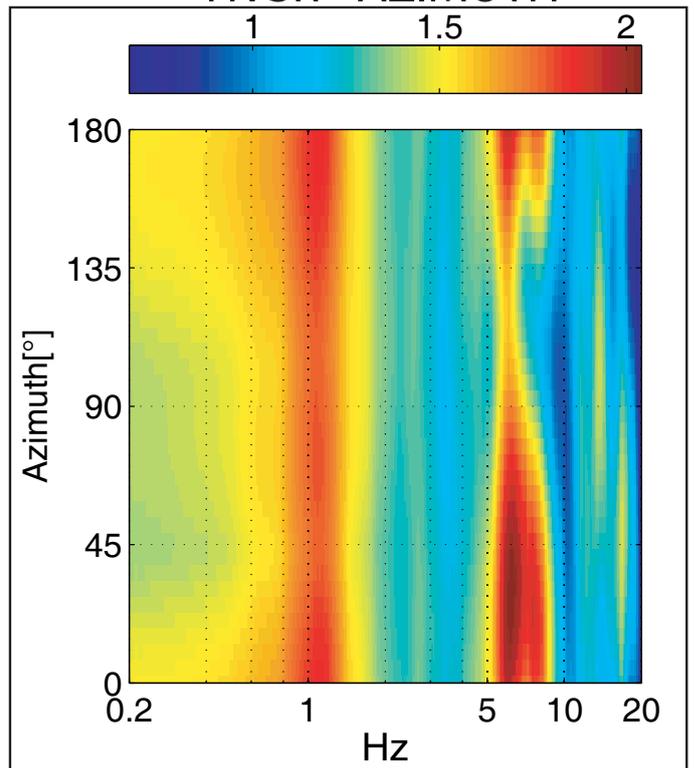
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

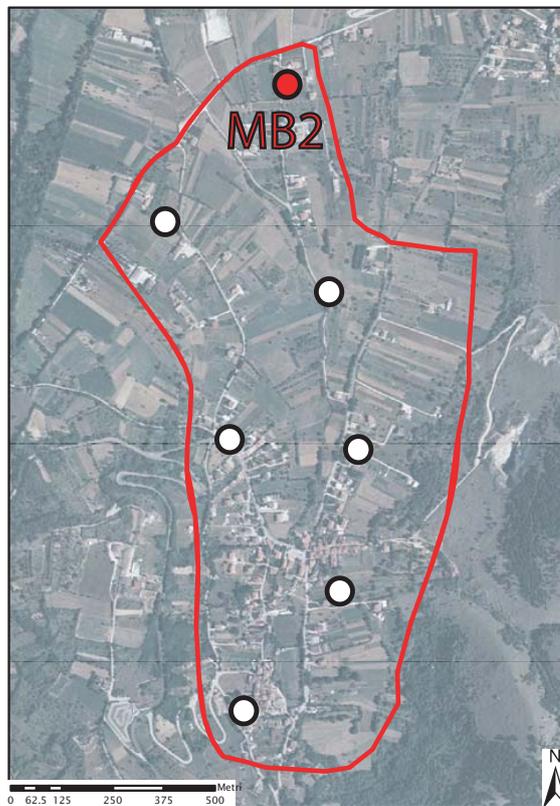
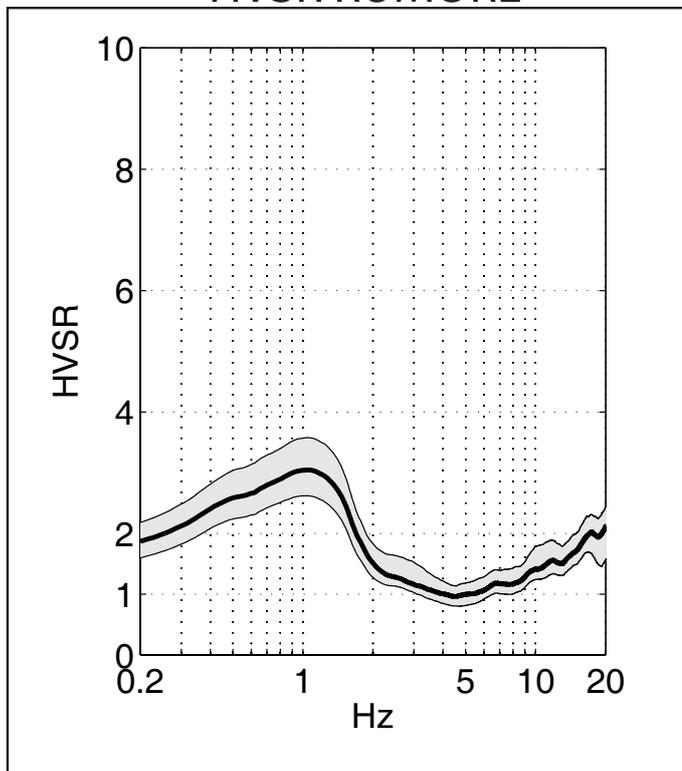


MB2

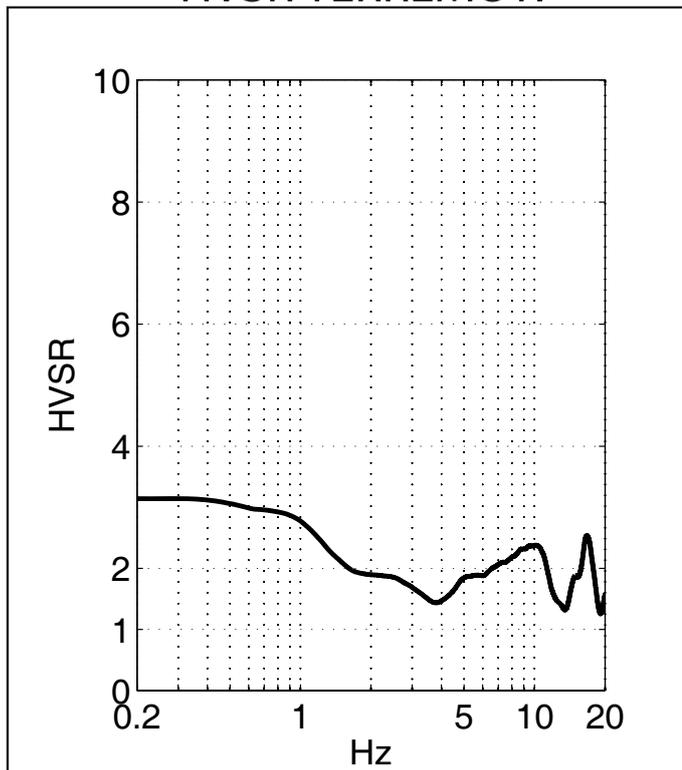
Cavalletto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372863E 4686132N
INSTALLATA [GMT]: 20090613 0720
RIMOSSA [GMT]: 20090614 0550
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

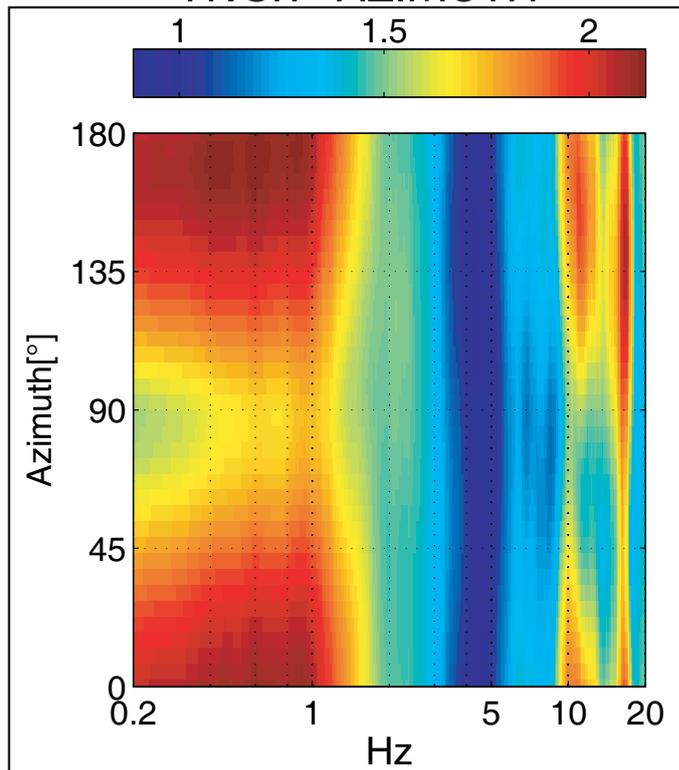
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

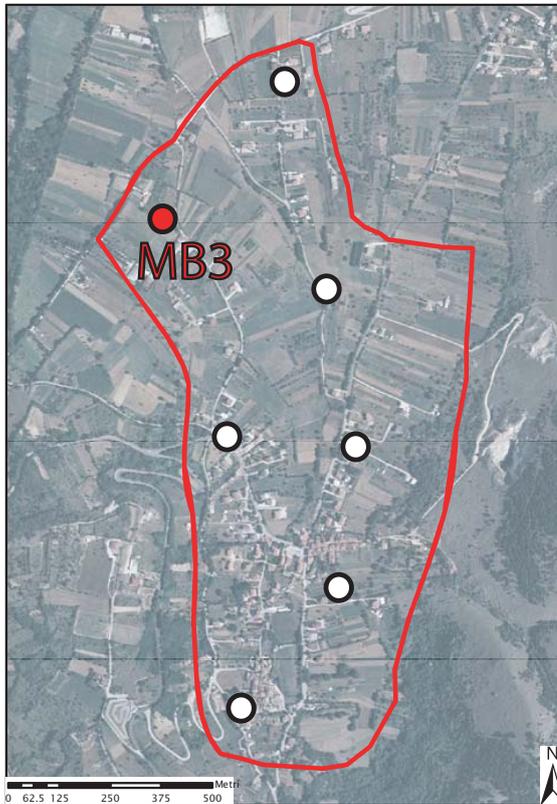
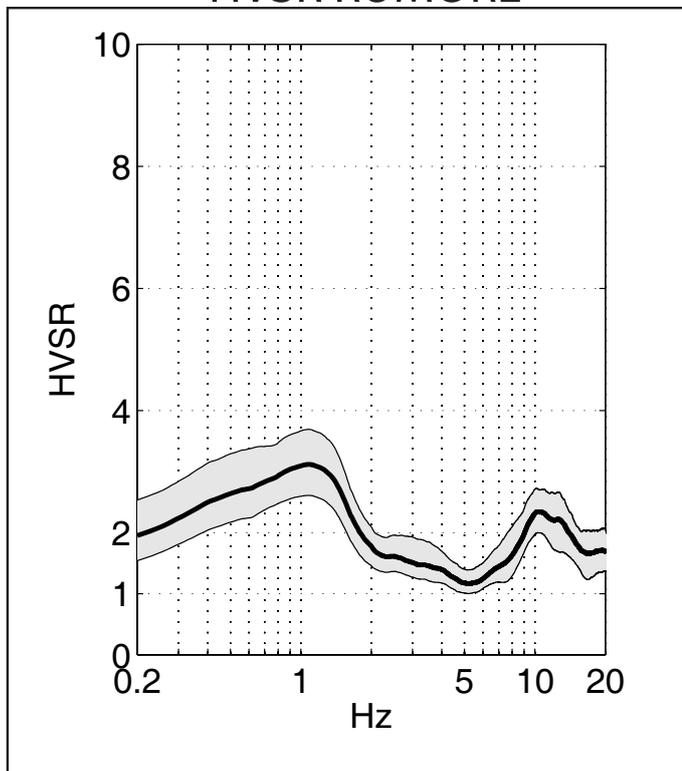


MB3

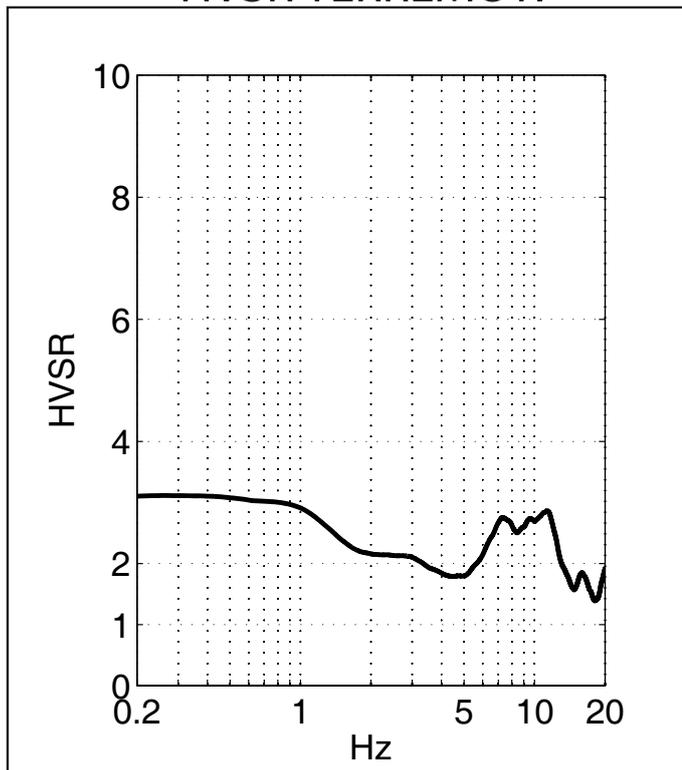
Cavalletto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372574E 4685781N
INSTALLATA [GMT]: 20090613 0750
RIMOSSA [GMT]: 20090614 0610
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

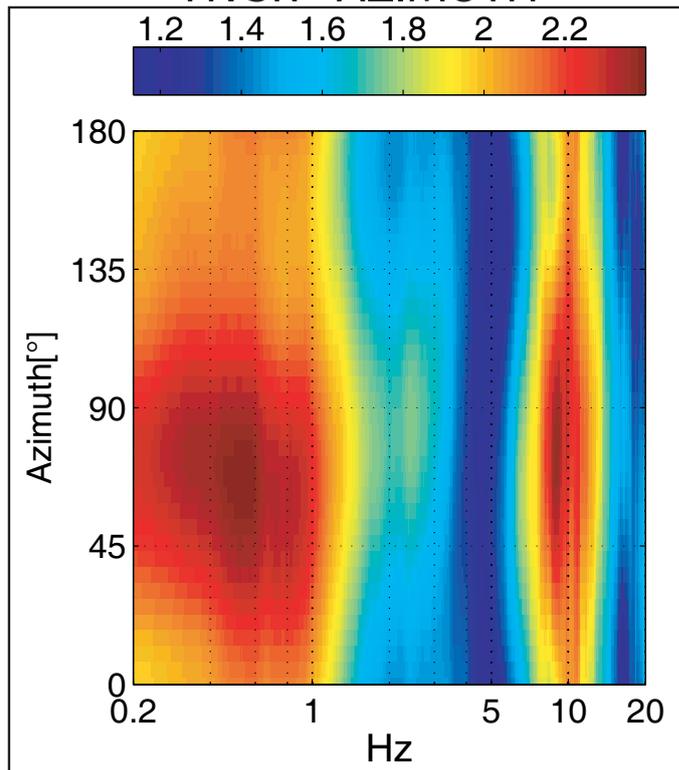
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

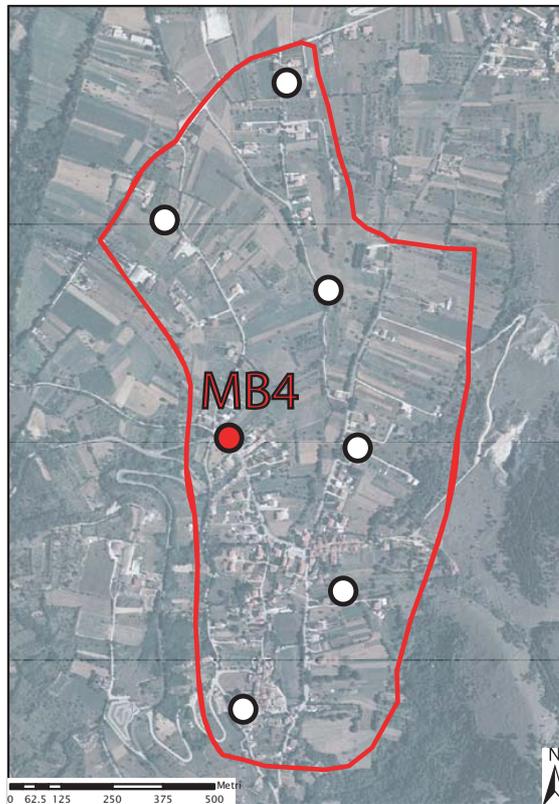
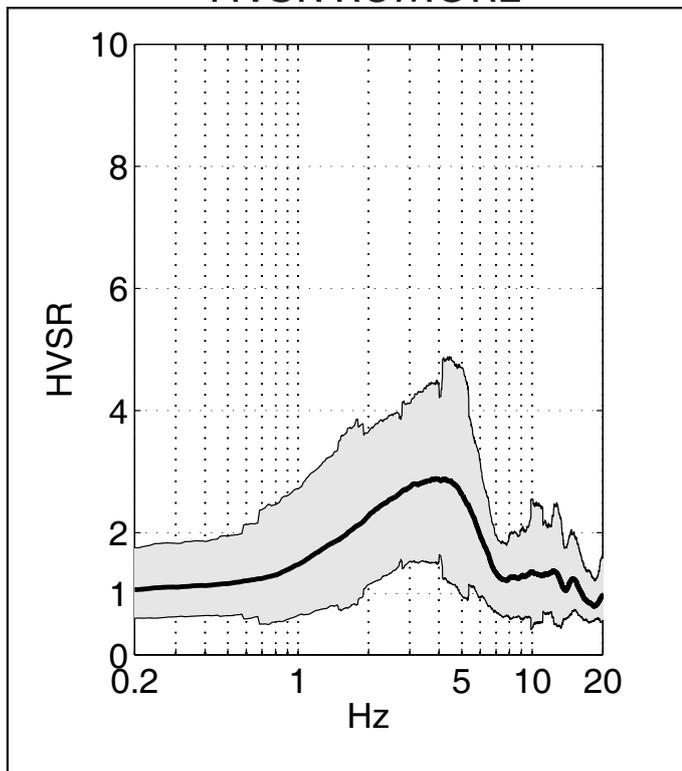


MB4

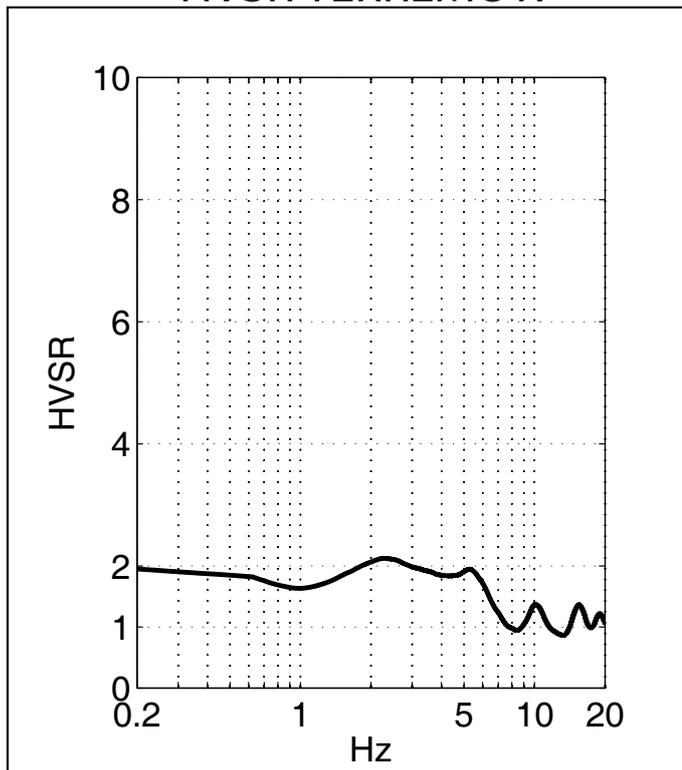
Cavalletto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372729E 4685241N
INSTALLATA [GMT]: 20090613 0820
RIMOSSA [GMT]: 20090614 0620
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

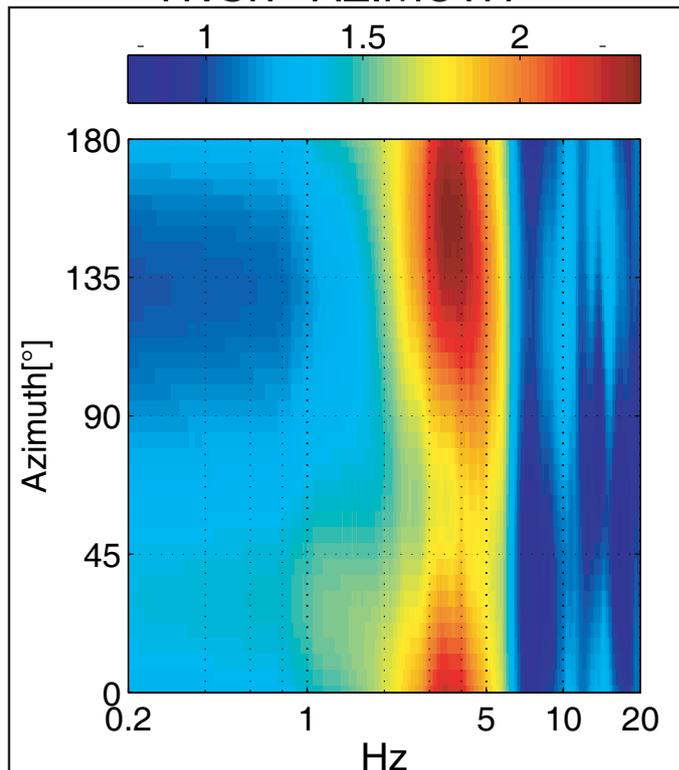
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

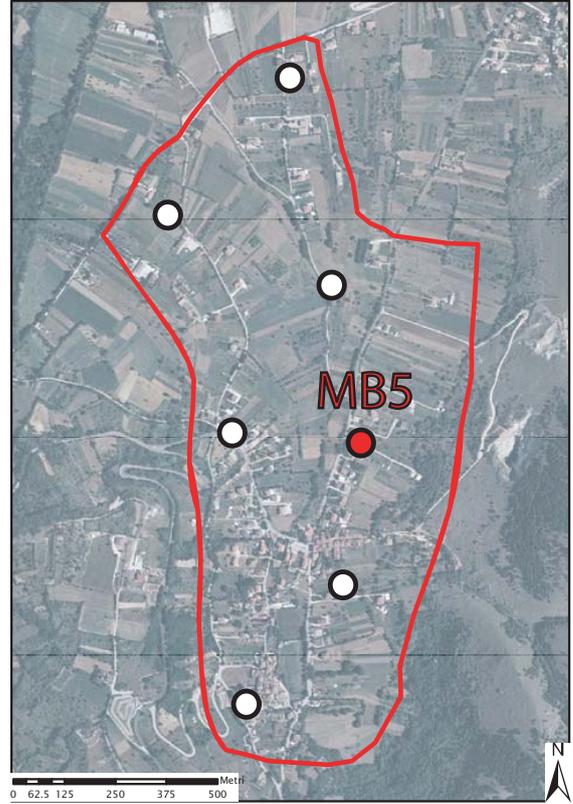
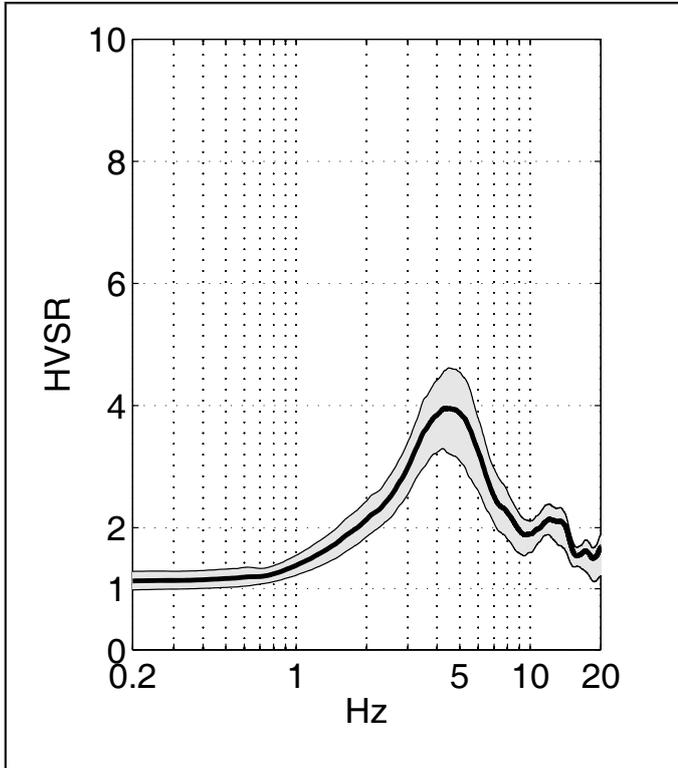


MB5

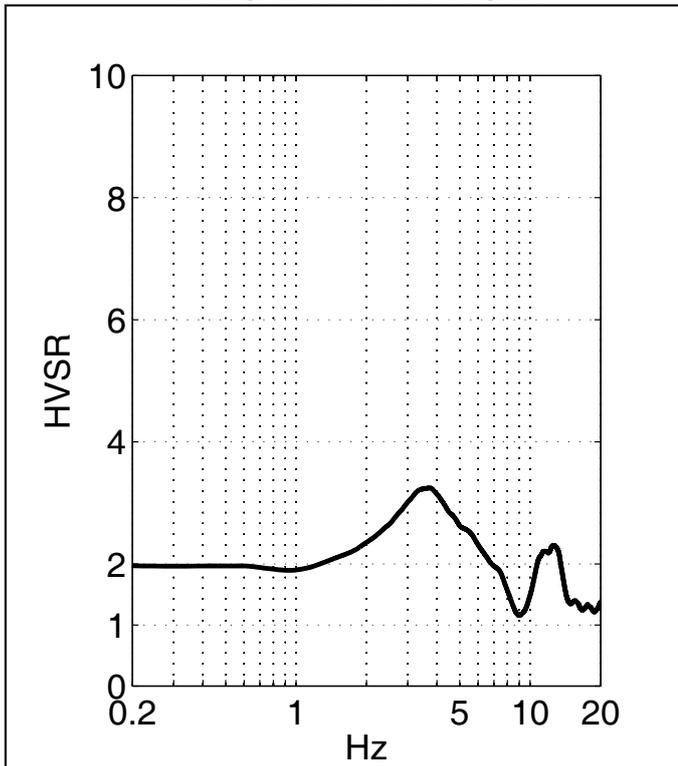
Cavalletto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0373042E 4685210N
INSTALLATA [GMT]: 20090613 1330
RIMOSSA [GMT]: 20090614 0955
SENSORE: Guralp - 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

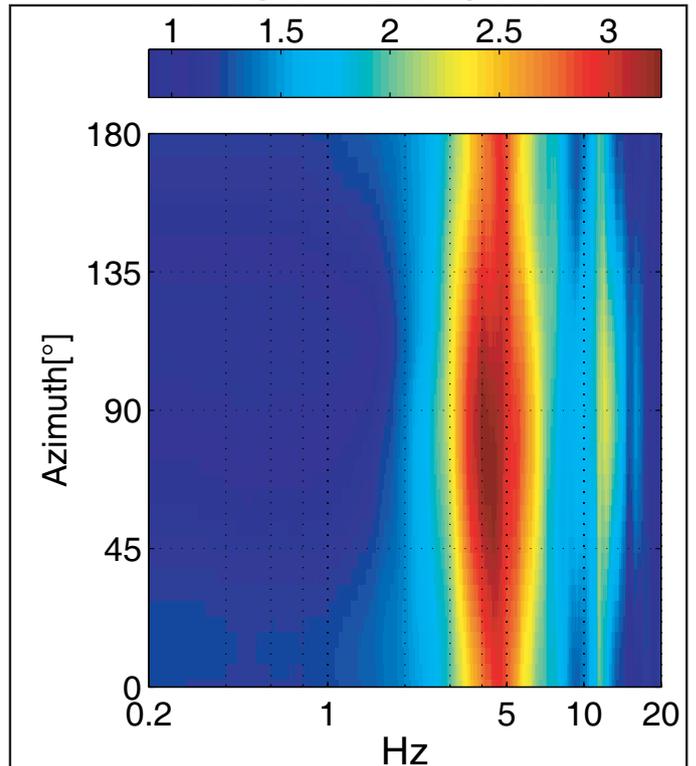
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

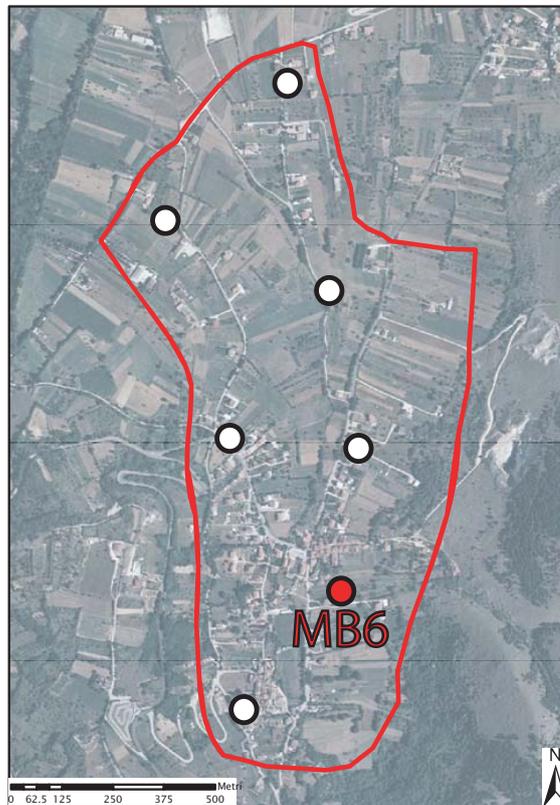
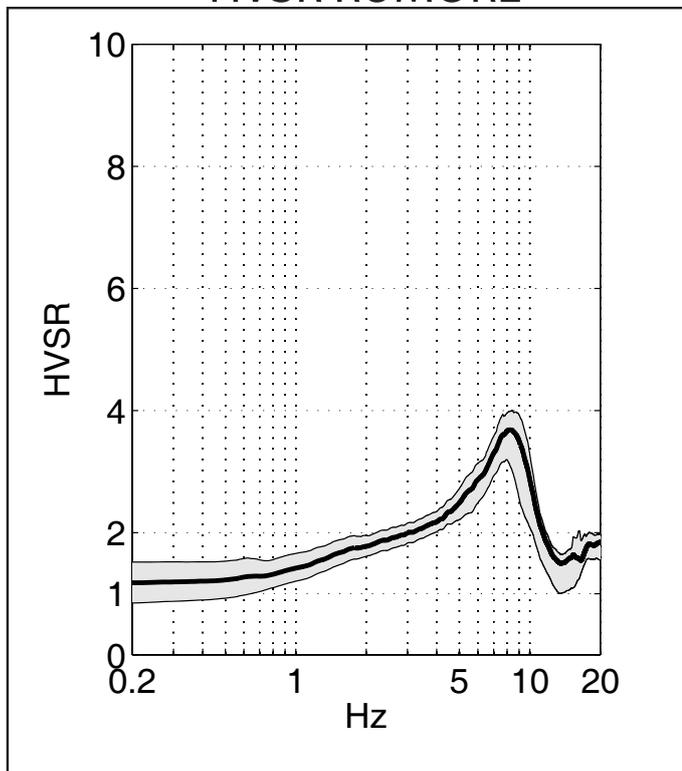


MB6

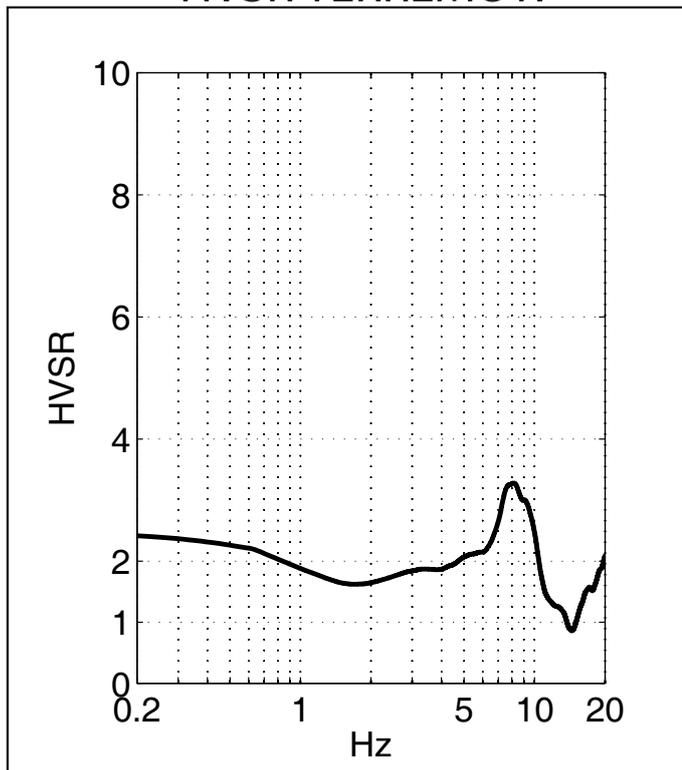
Cavalletto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0373003E 4684503N
INSTALLATA [GMT]: 20090613 1400
RIMOSSA [GMT]: 20090614 1005
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

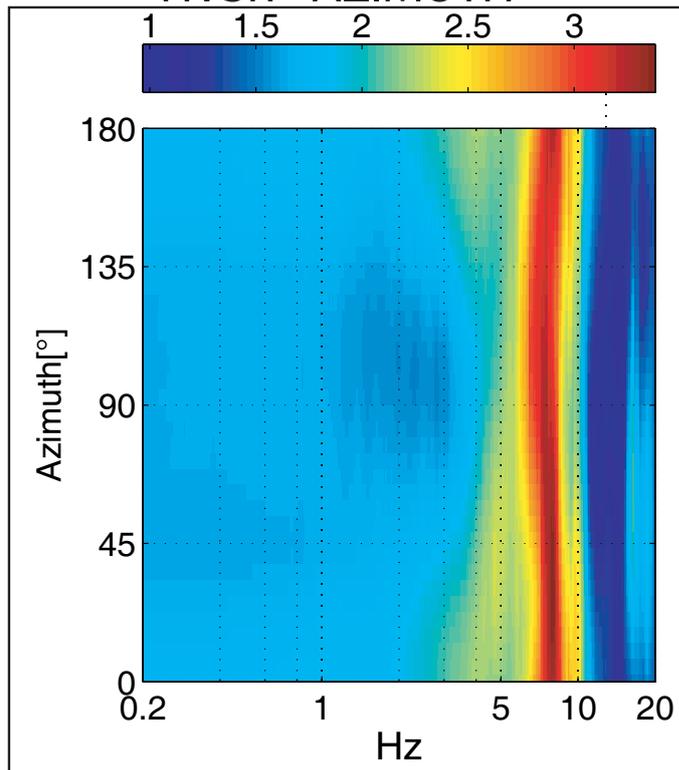
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

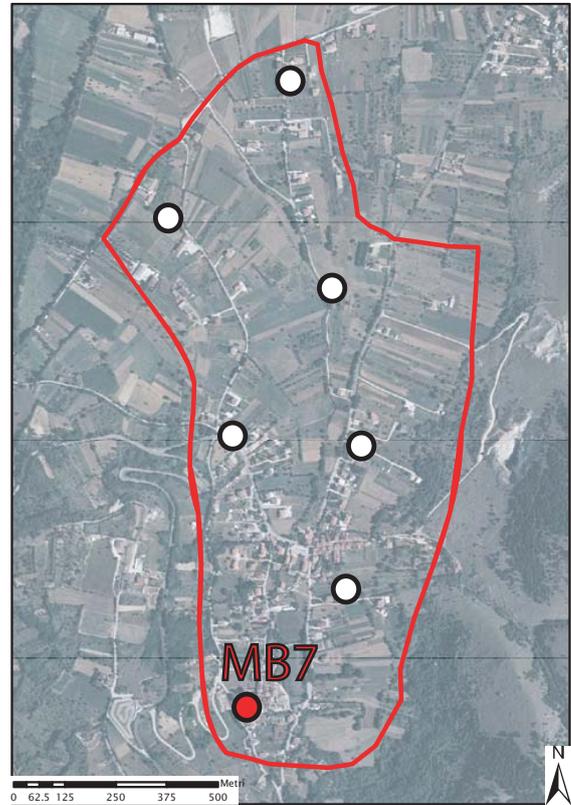
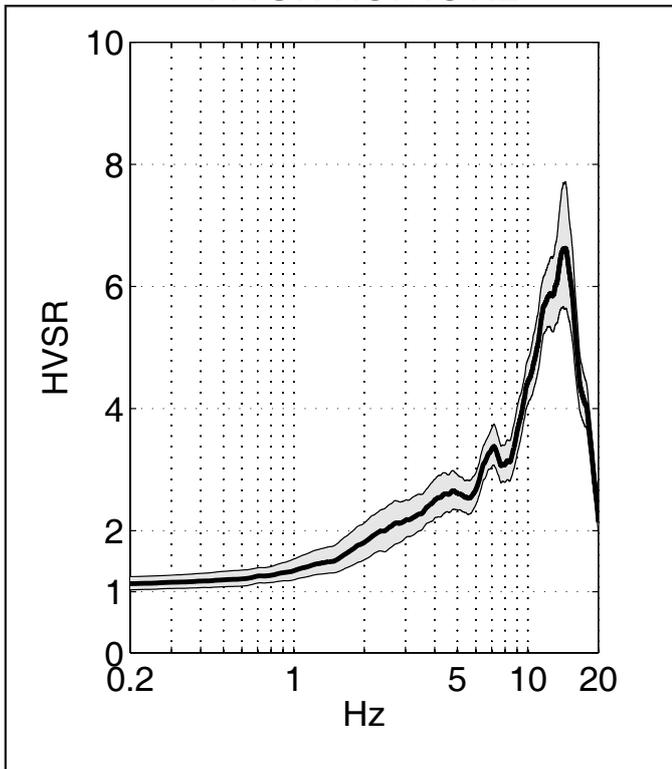


MB7

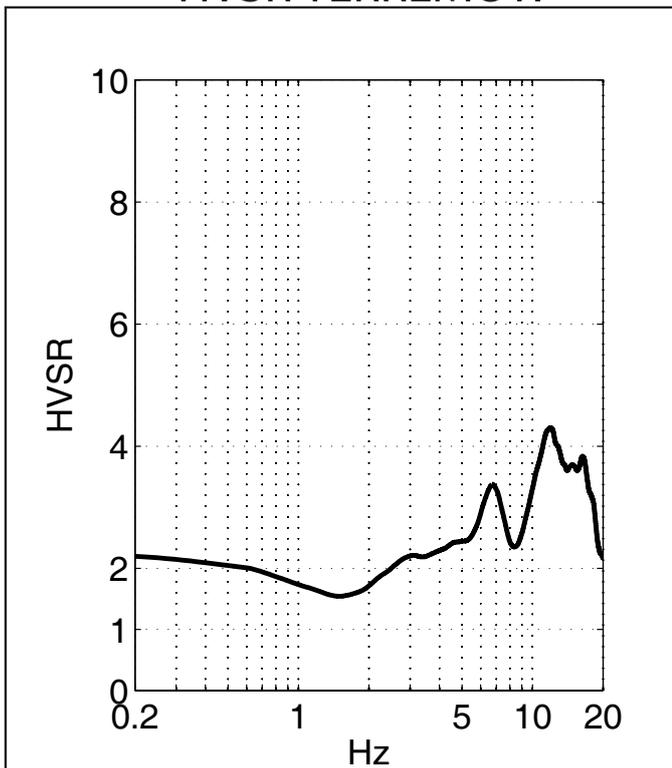
Cavalletto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372768E 4684570N
INSTALLATA [GMT]: 20090613 1500
RIMOSSA [GMT]: 20090614 1030
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

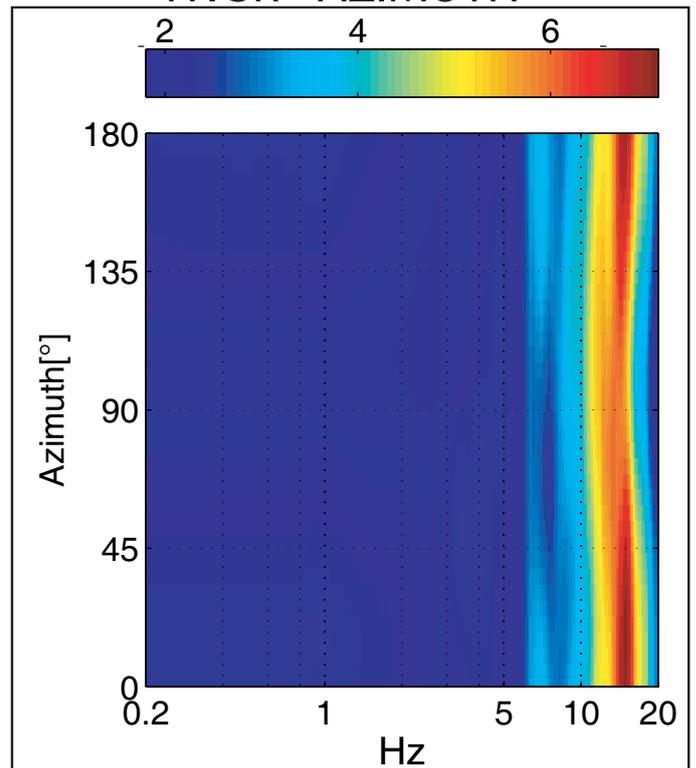
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH



CIVITA DI BAGNO

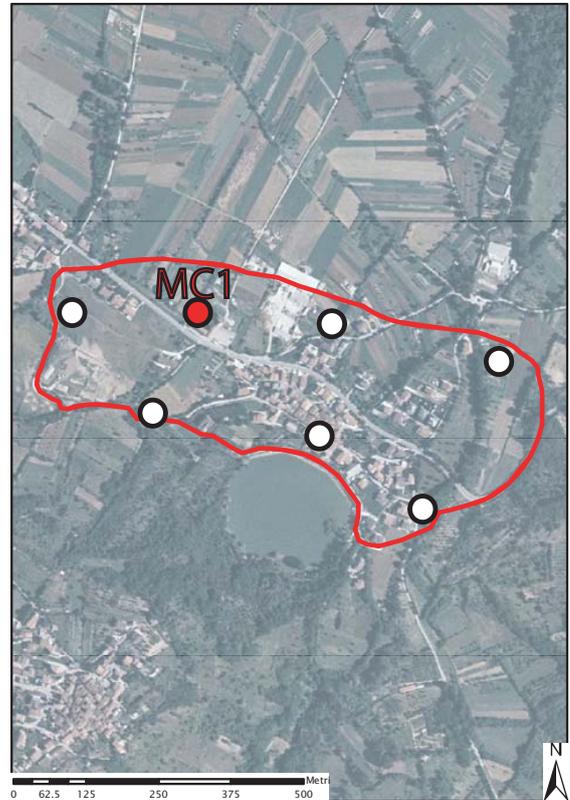
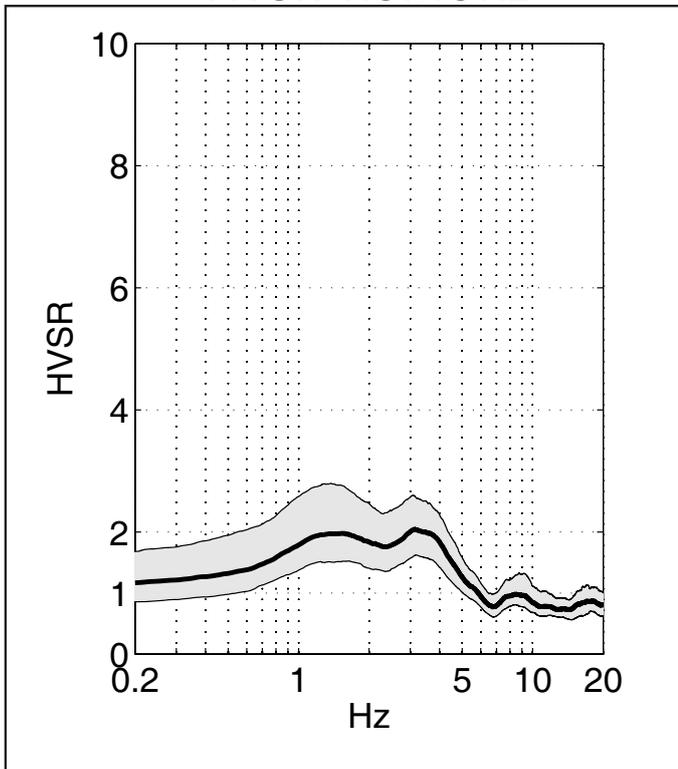
SCHEDE AREA

MC1

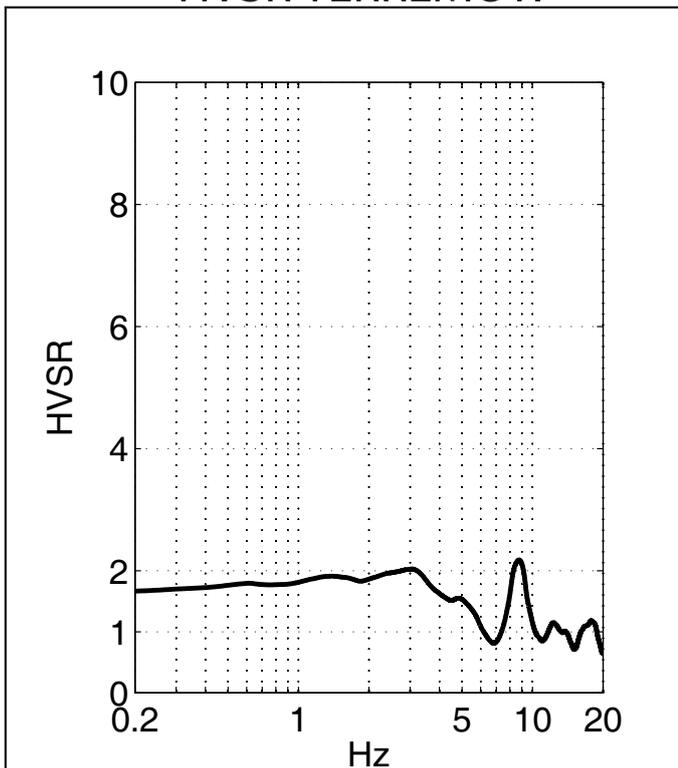
Civita di Bagno

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371634E 4685362N
INSTALLATA [GMT]: 20090614 0720
RIMOSSA [GMT]: 20090615 0522
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

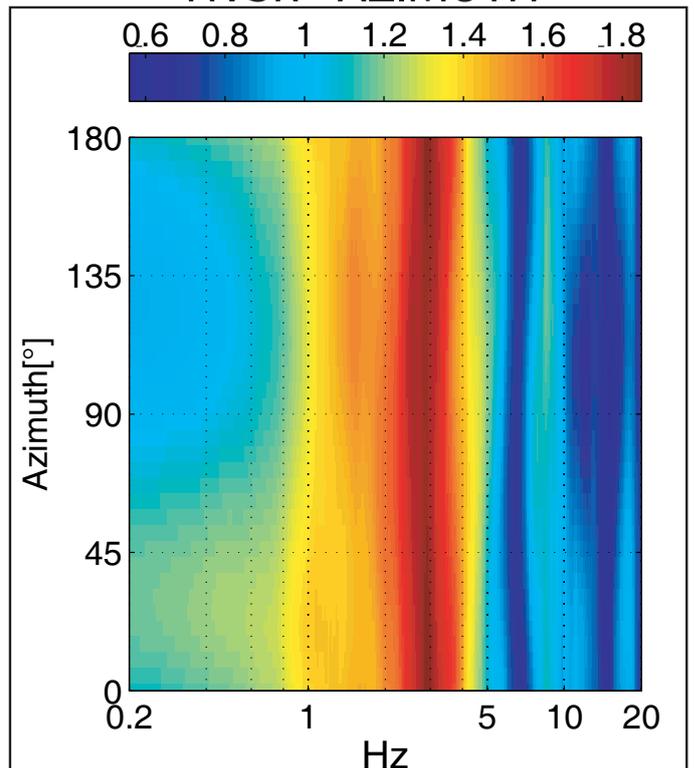
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

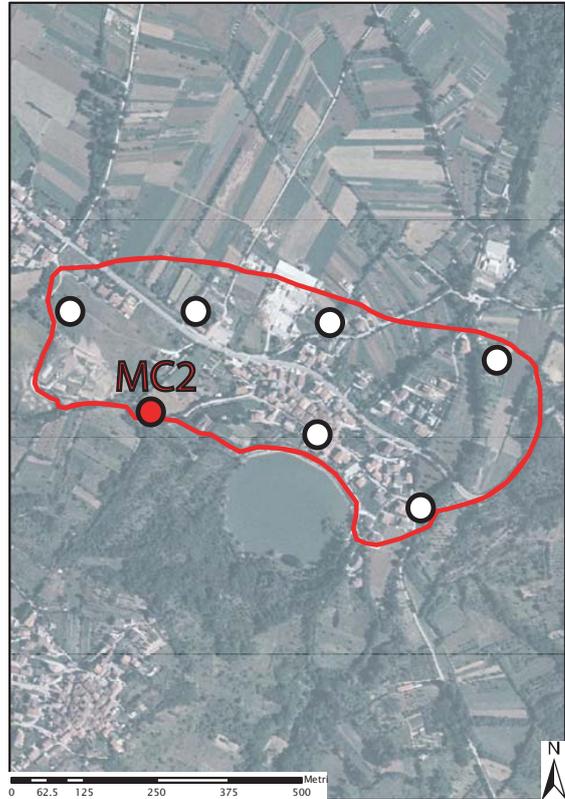
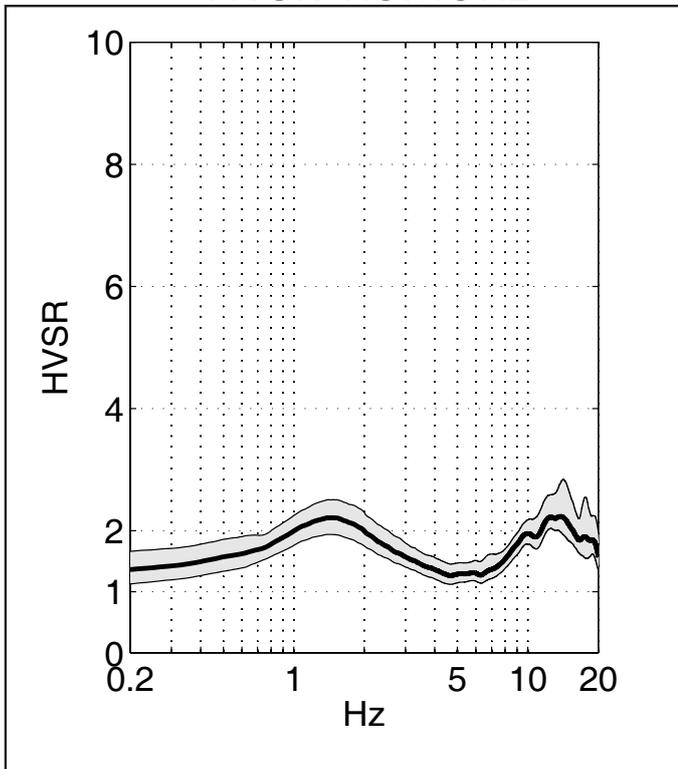


MC2

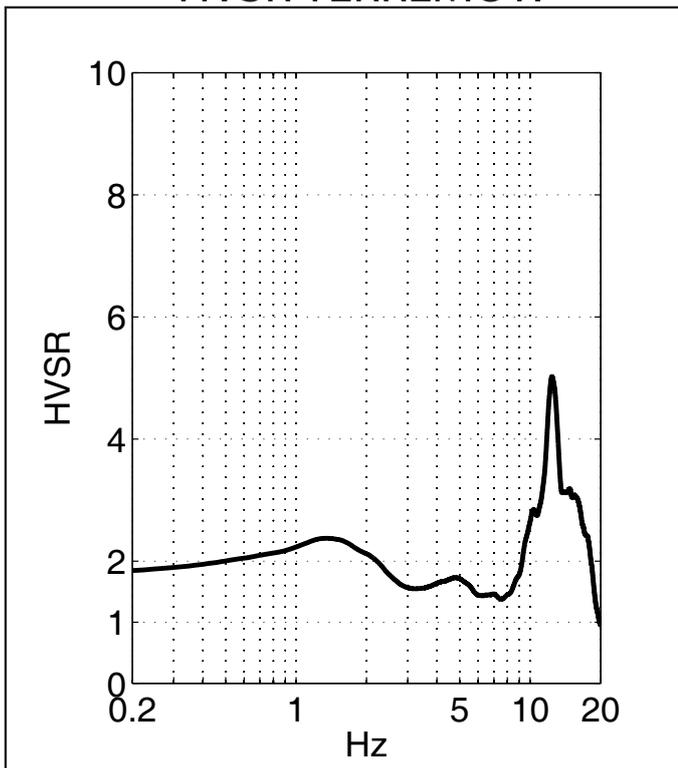
Civita di Bagno

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371557E 4685183N
INSTALLATA [GMT]: 20090614 0755
RIMOSSA [GMT]: 20090615 0535
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

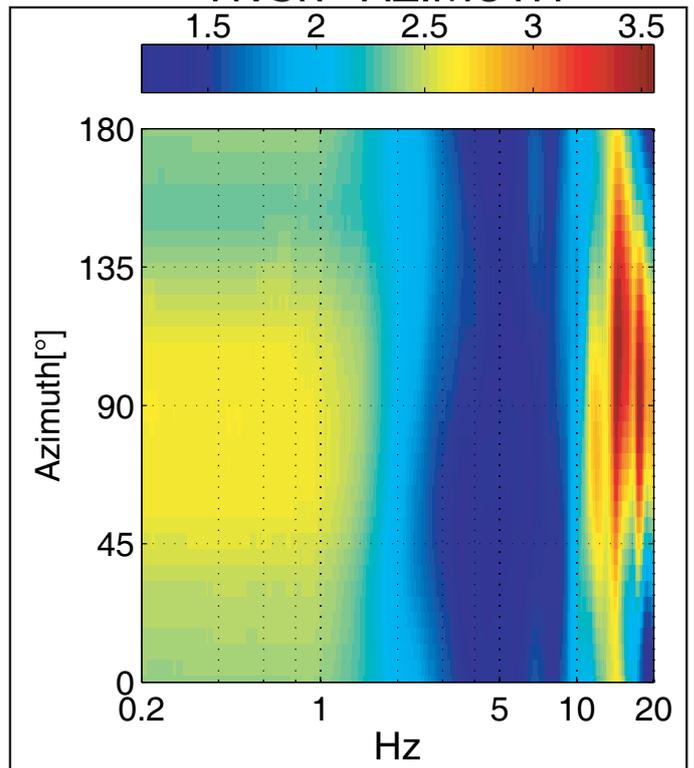
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

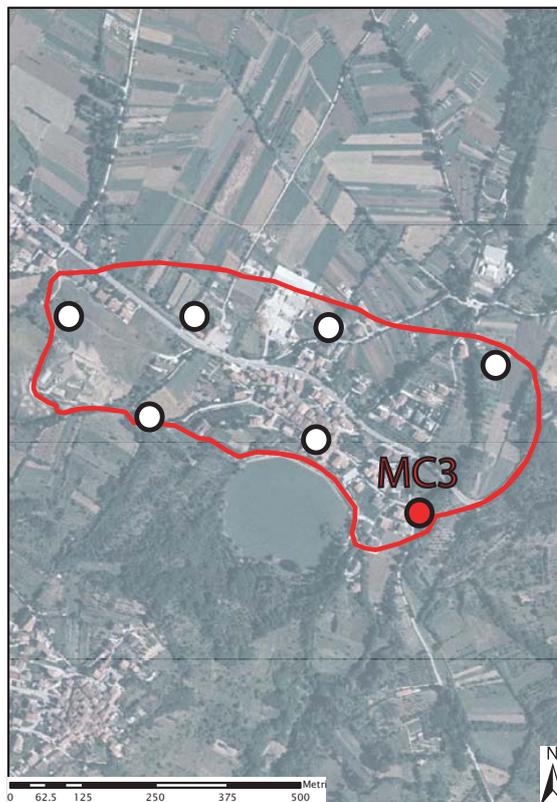
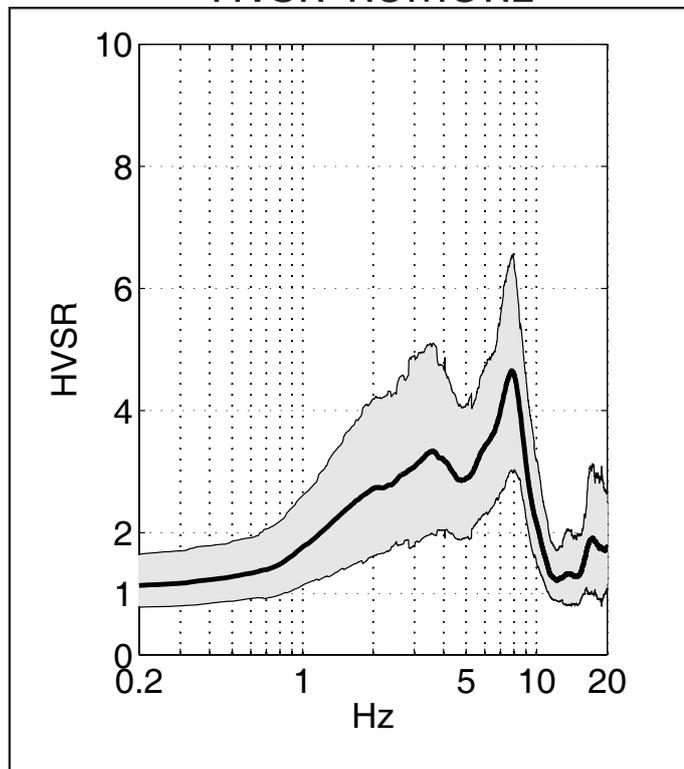


MC3

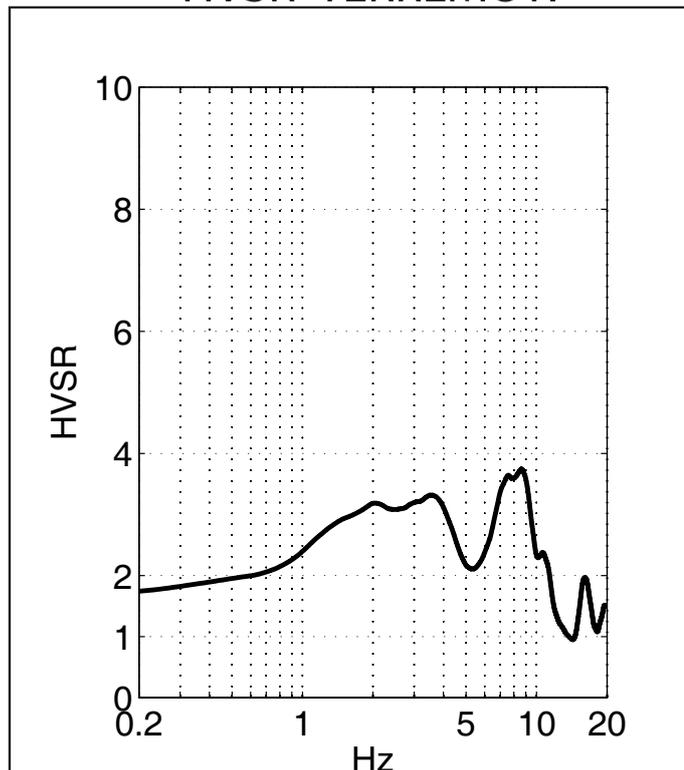
Civita di Bagno

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372023E 4685018N
INSTALLATA [GMT]: 20090614 0900
RIMOSSA [GMT]: 20090615 0550
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

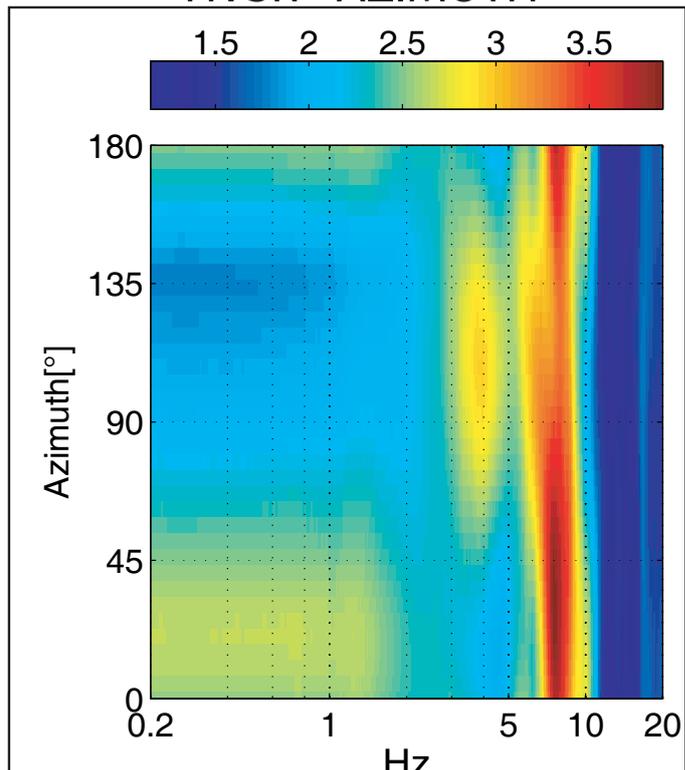
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

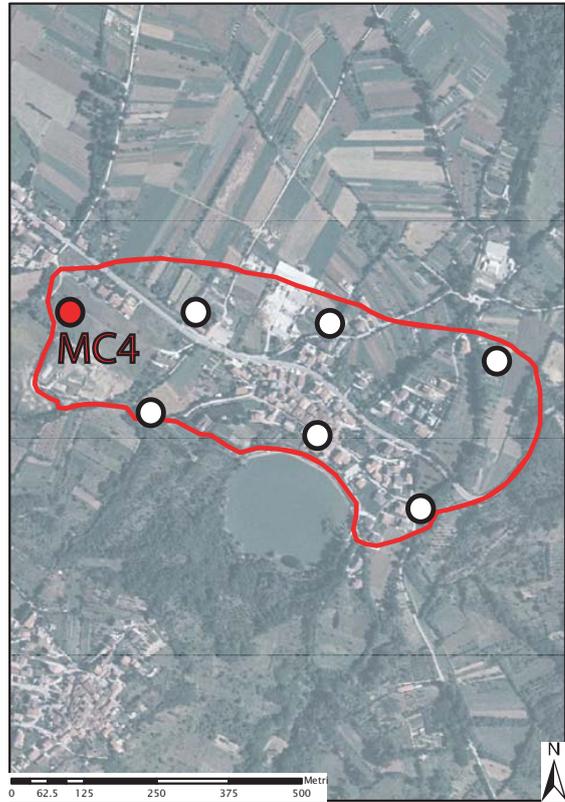
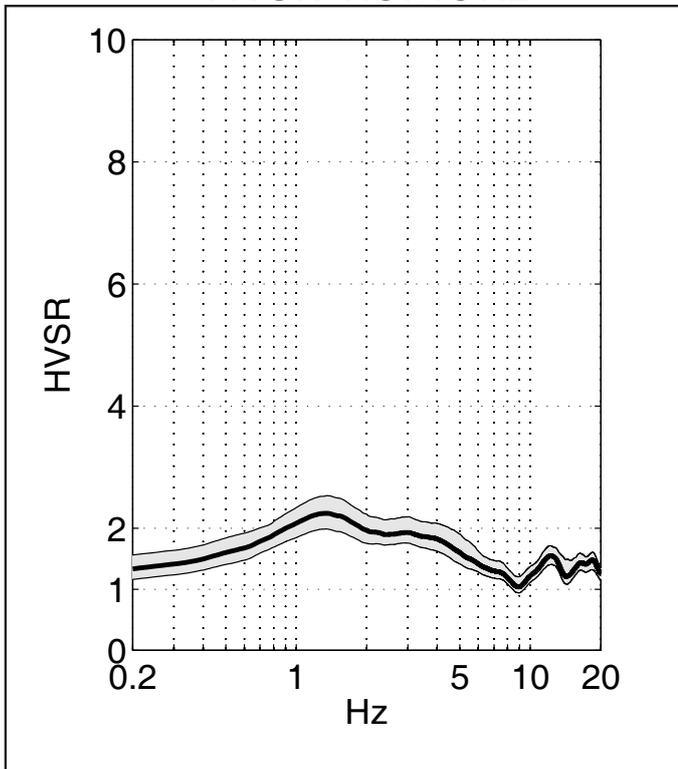


MC4

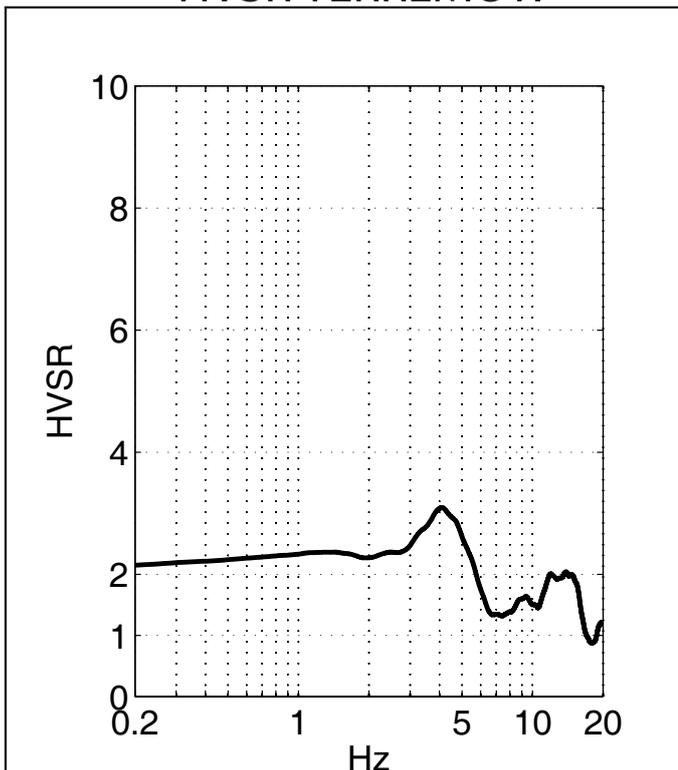
Civita di Bagno

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371418E 4685363N
INSTALLATA [GMT]: 20090614 0940
RIMOSSA [GMT]: 20090615 0605
SENSORE: Lennartz LE - 3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

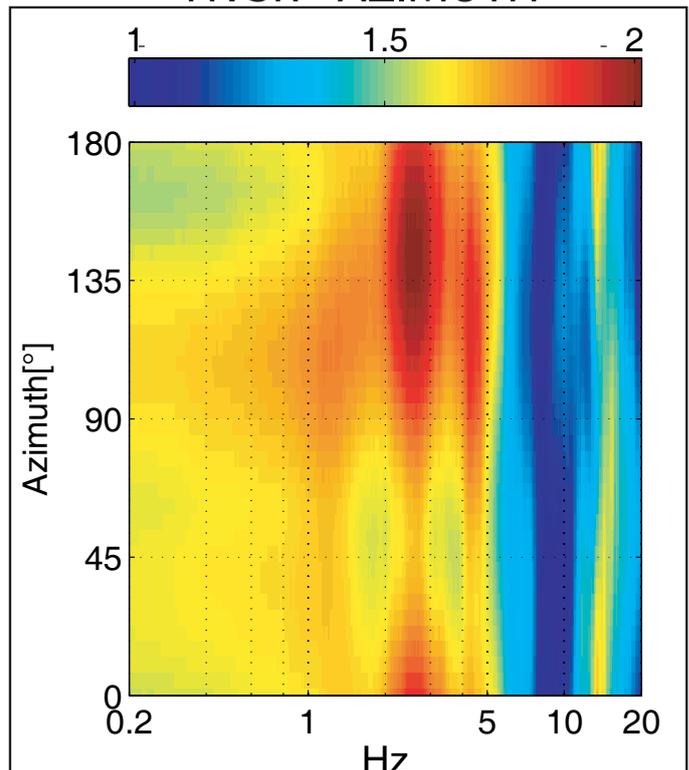
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

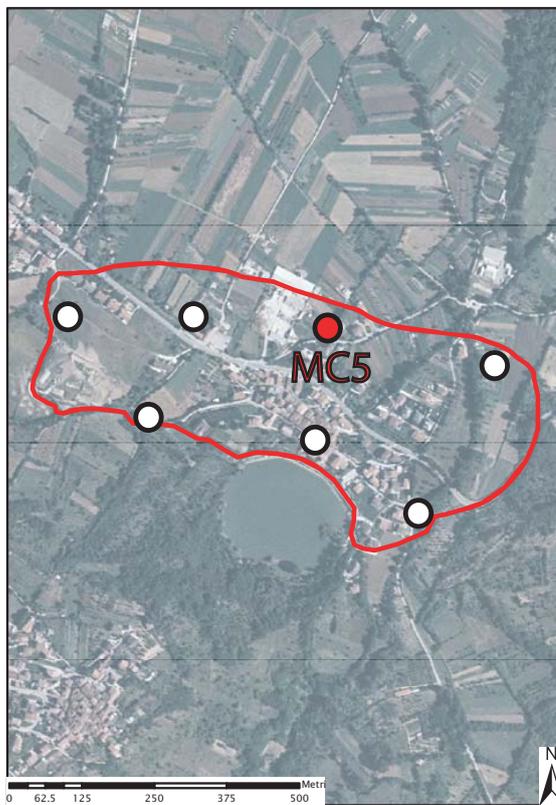
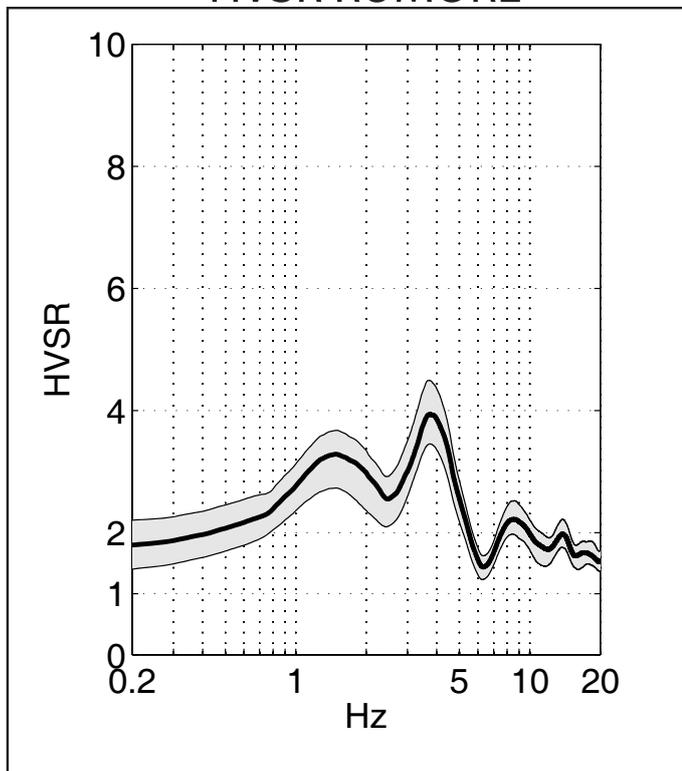


MC5

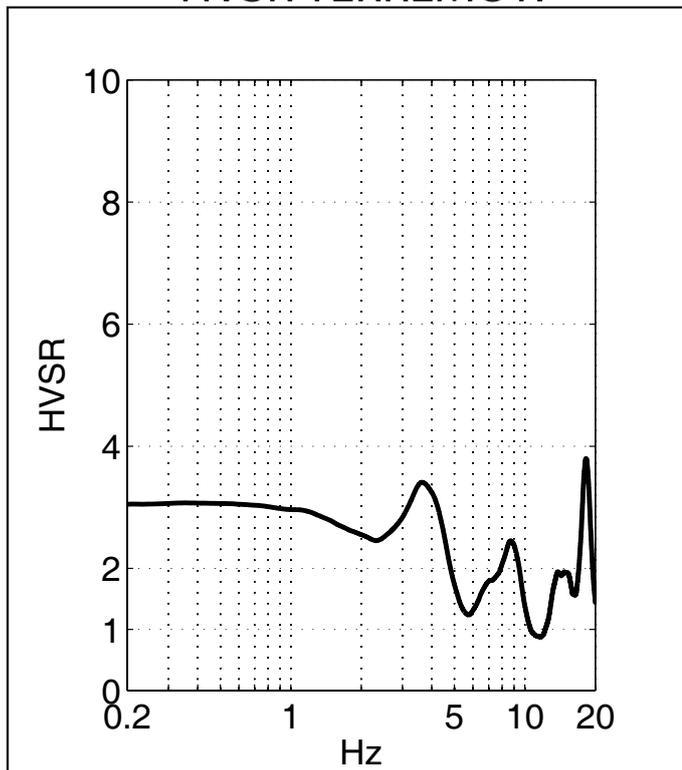
Civita di Bagno

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371864E 4685339N
INSTALLATA [GMT]: 20090614 1200
RIMOSSA [GMT]: 20090615 1000
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

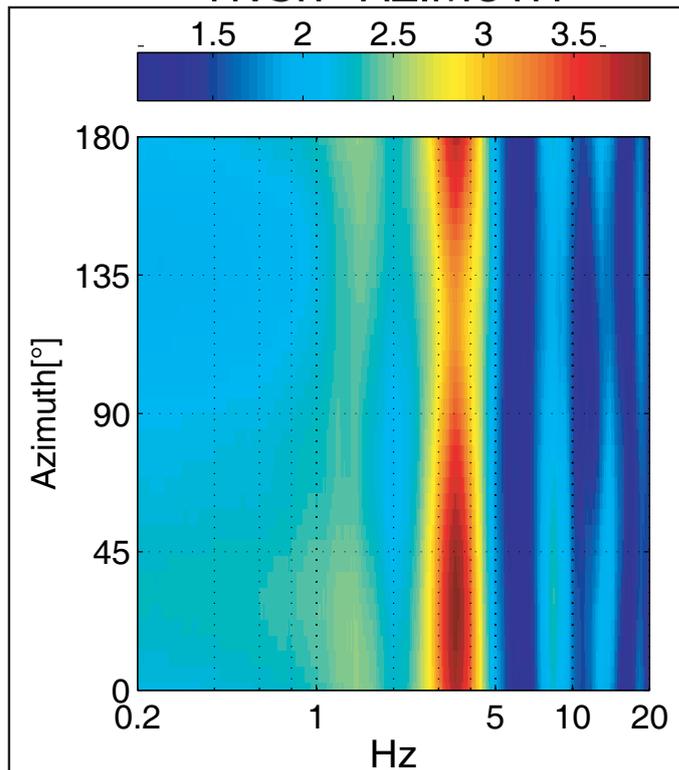
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

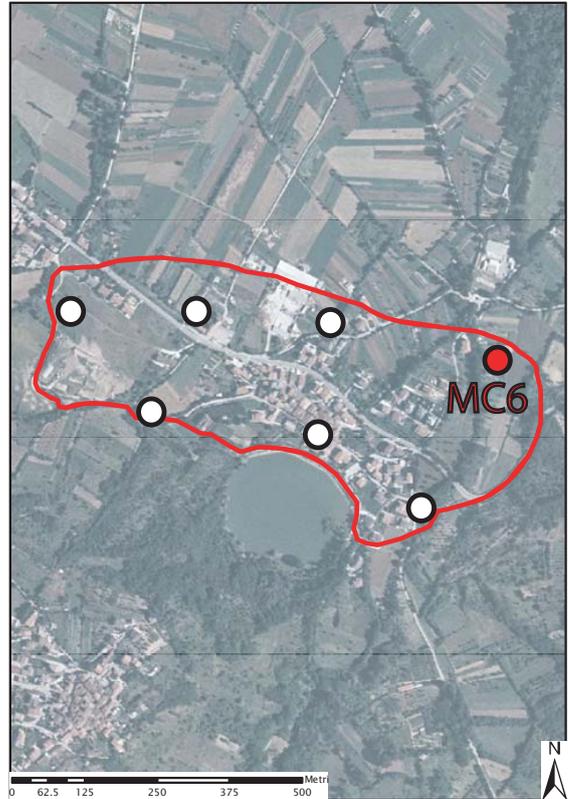
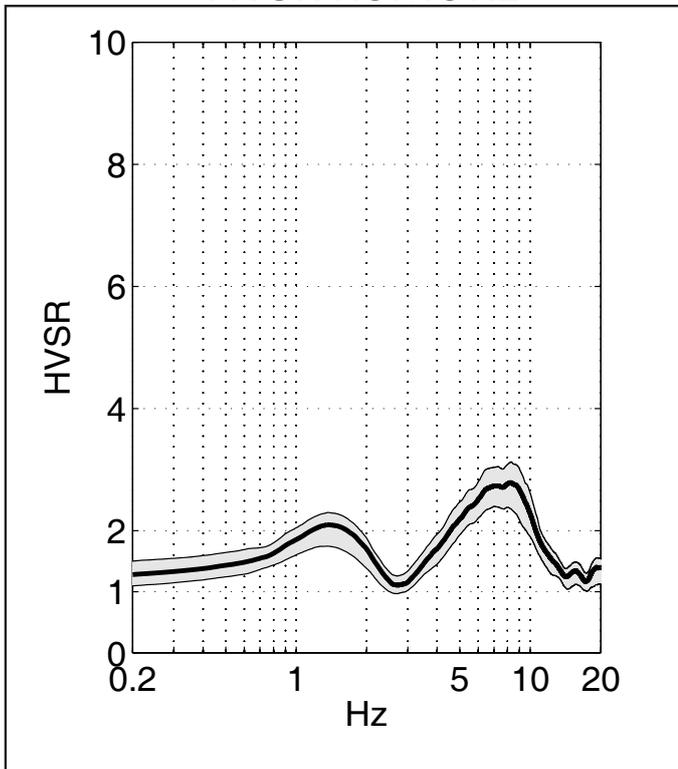


MC6

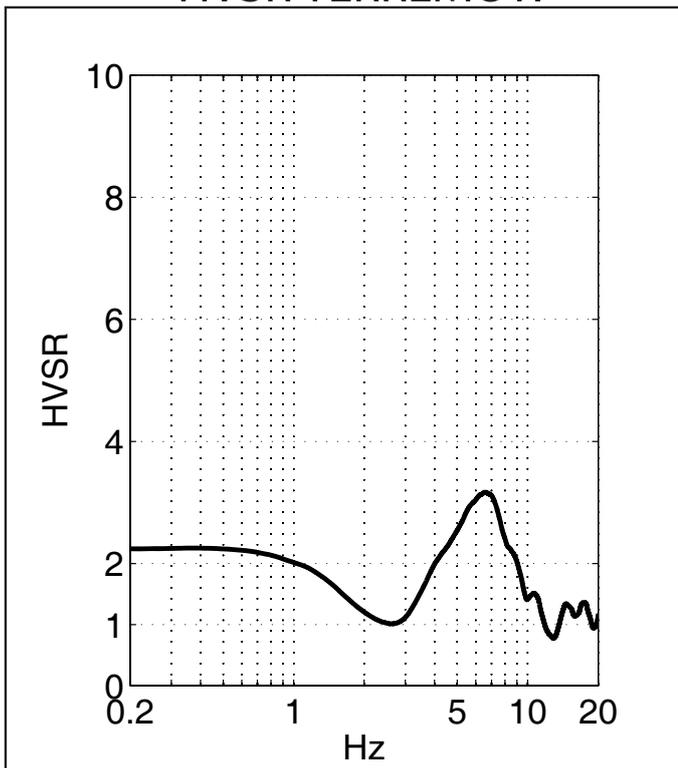
Civita di Bagno

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0372154E 4685278N
INSTALLATA [GMT]: 20090614 1240
RIMOSSA [GMT]: 20090615 1020
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

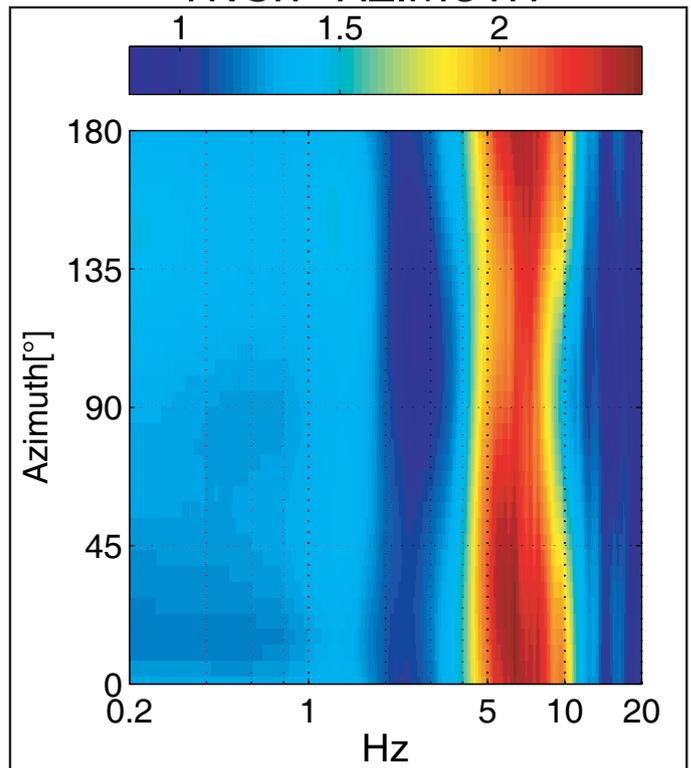
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

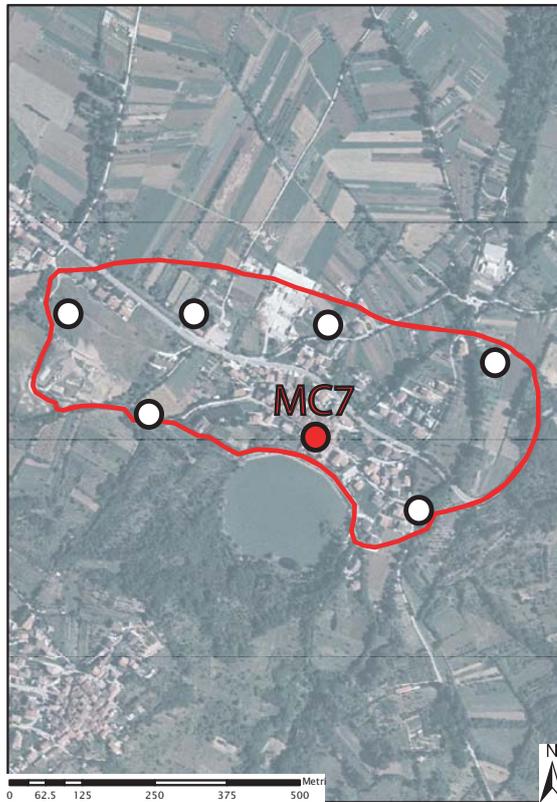
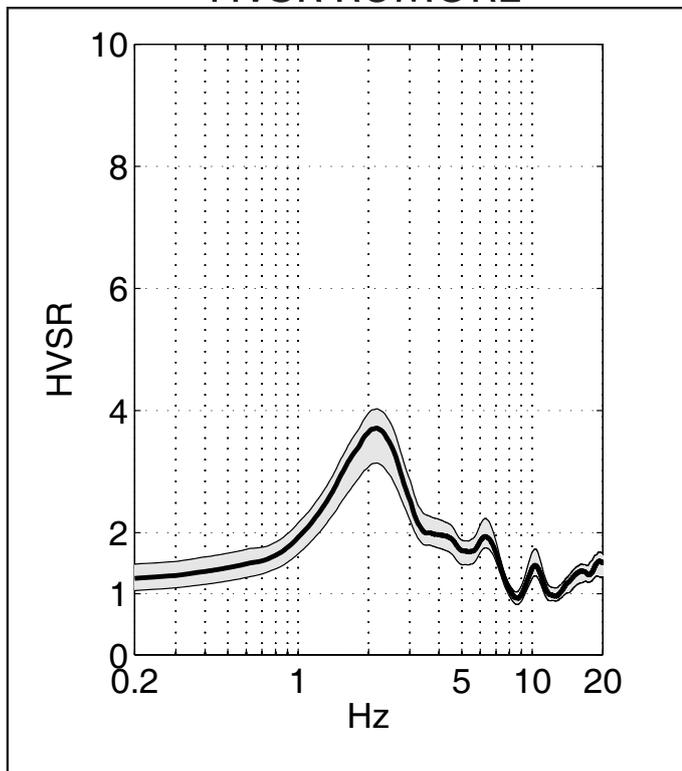


MC7

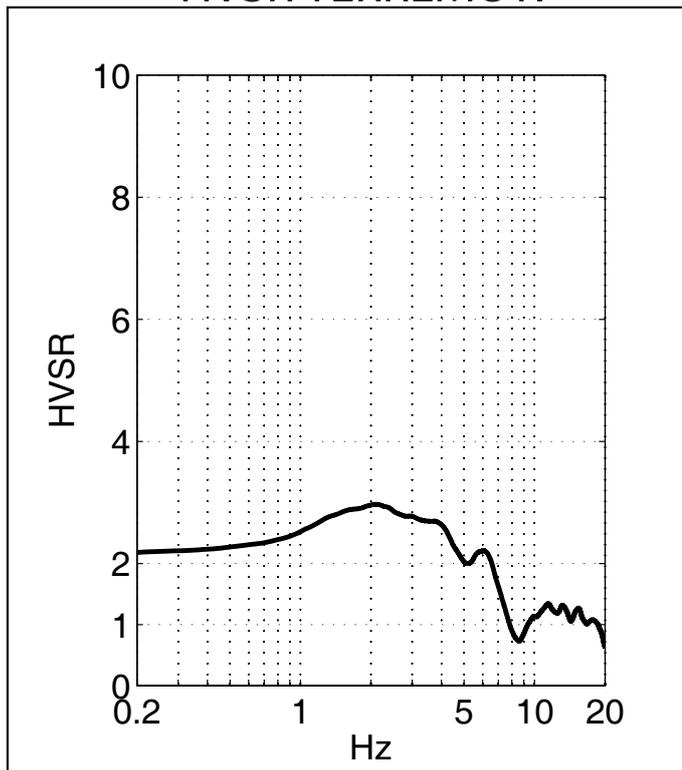
Civita di Bagno

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371843E 4685145N
INSTALLATA [GMT]: 20090614 1315
RIMOSSA [GMT]: 20090615 1030
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

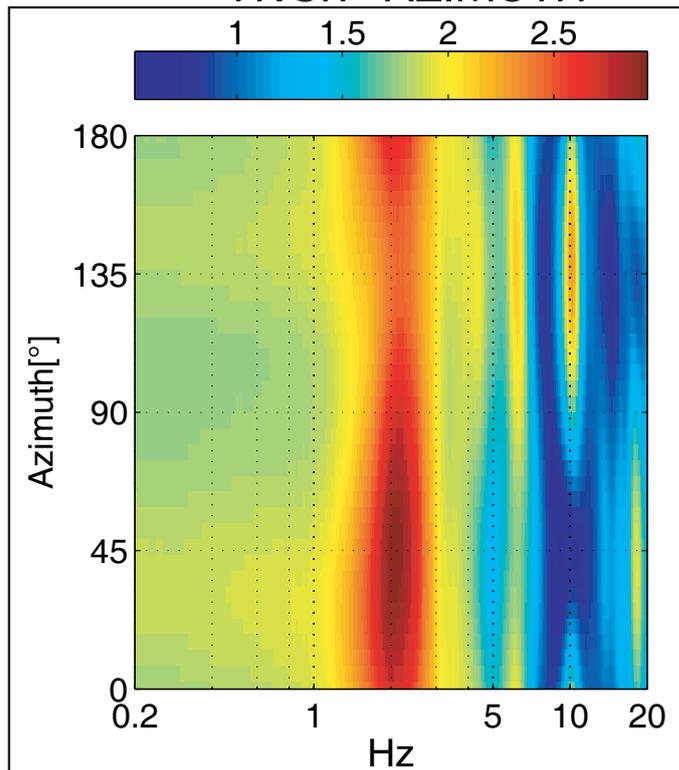
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH



SAN BENEDETTO

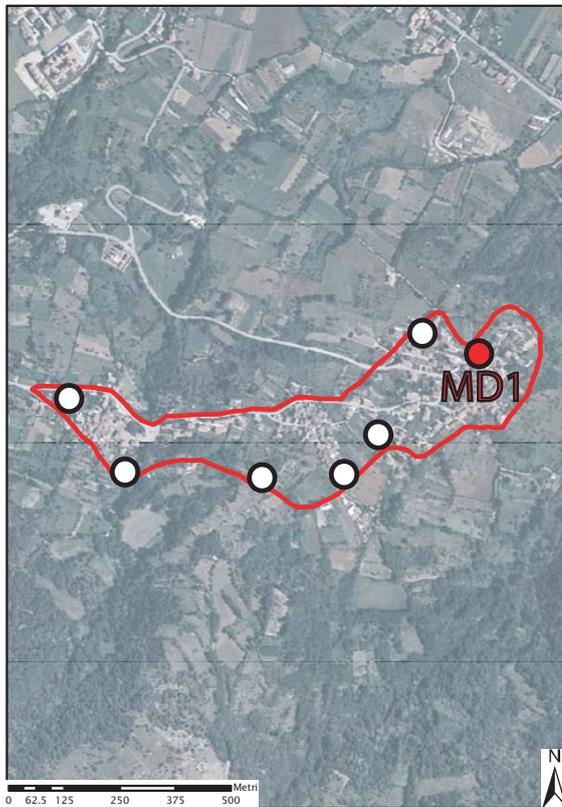
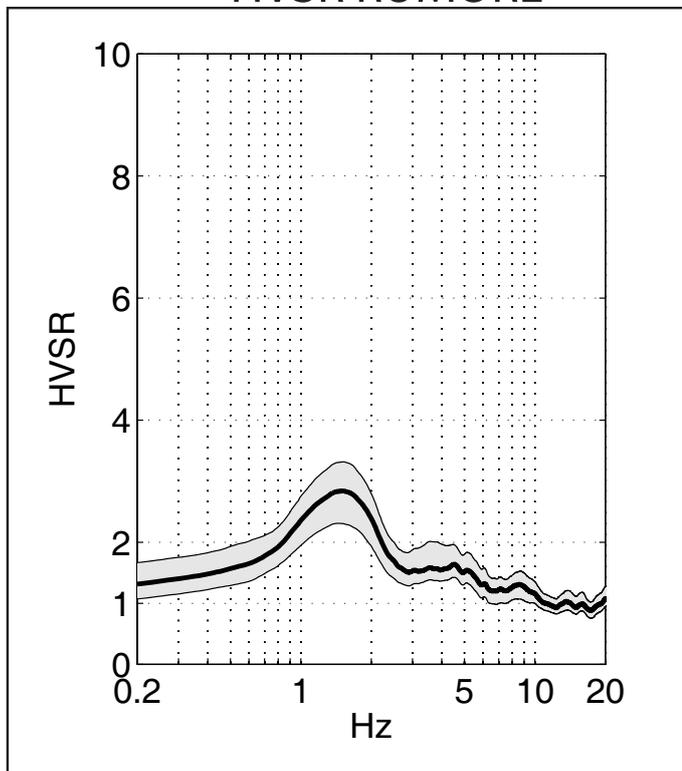
SCHEDE AREA

MD1

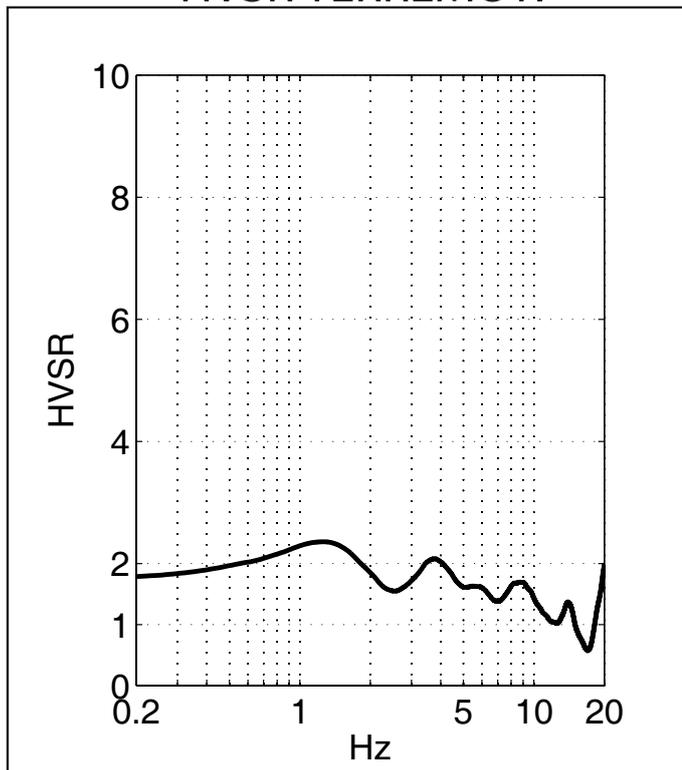
San Benedetto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371443E 4684767N
INSTALLATA [GMT]: 20090615 0715
RIMOSSA [GMT]: 20090616 0530
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

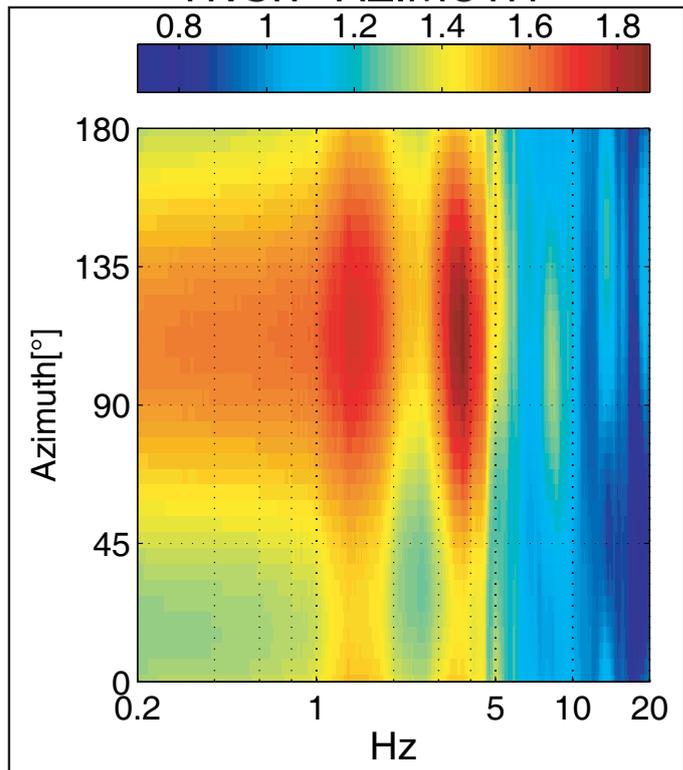
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

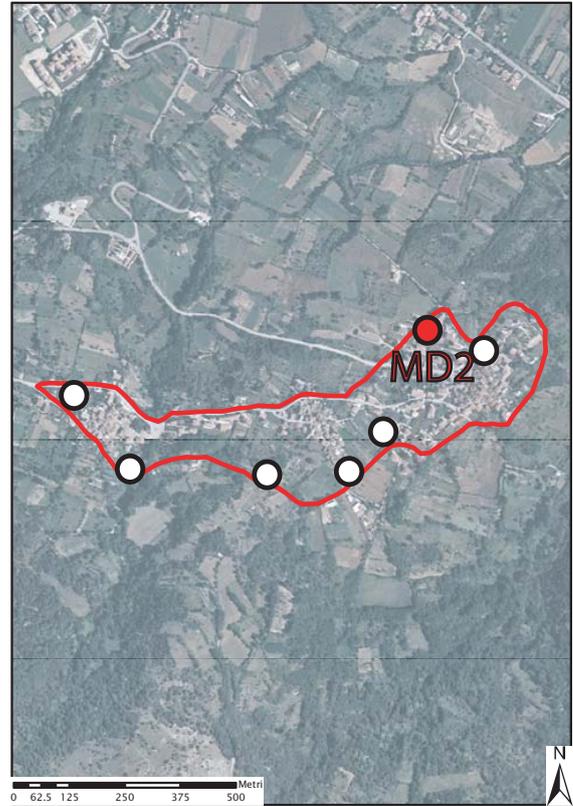
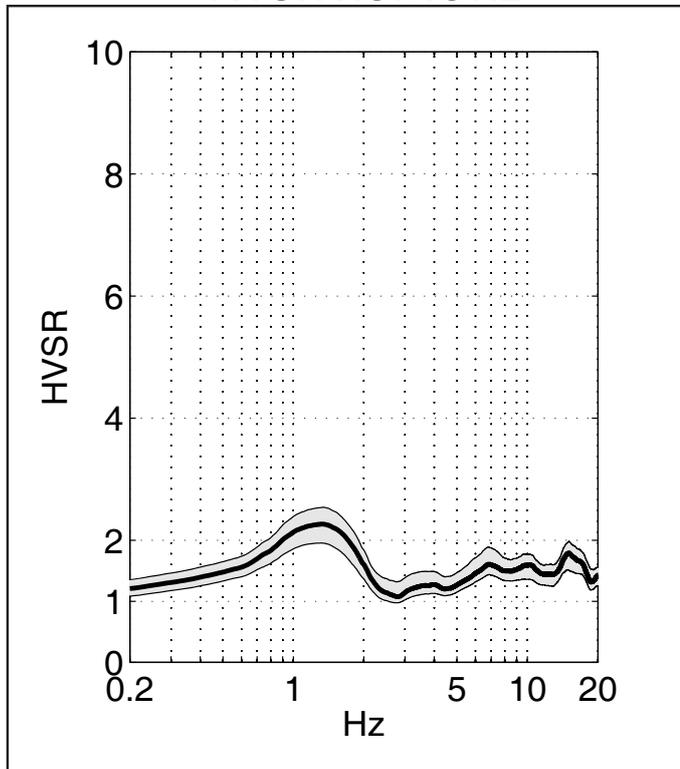


MD2

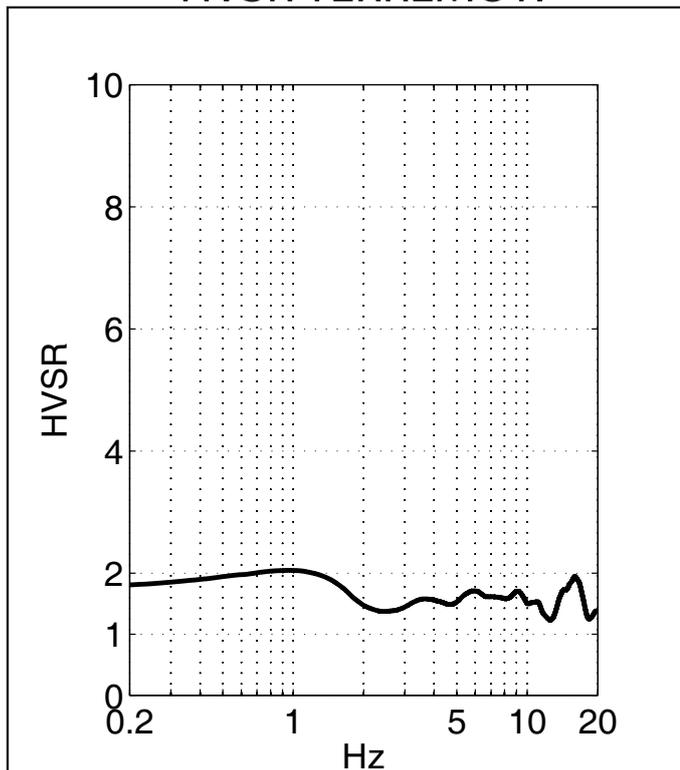
San Benedetto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371318E 4684805N
INSTALLATA [GMT]: 20090615 0800
RIMOSSA [GMT]: 20090616 0540
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

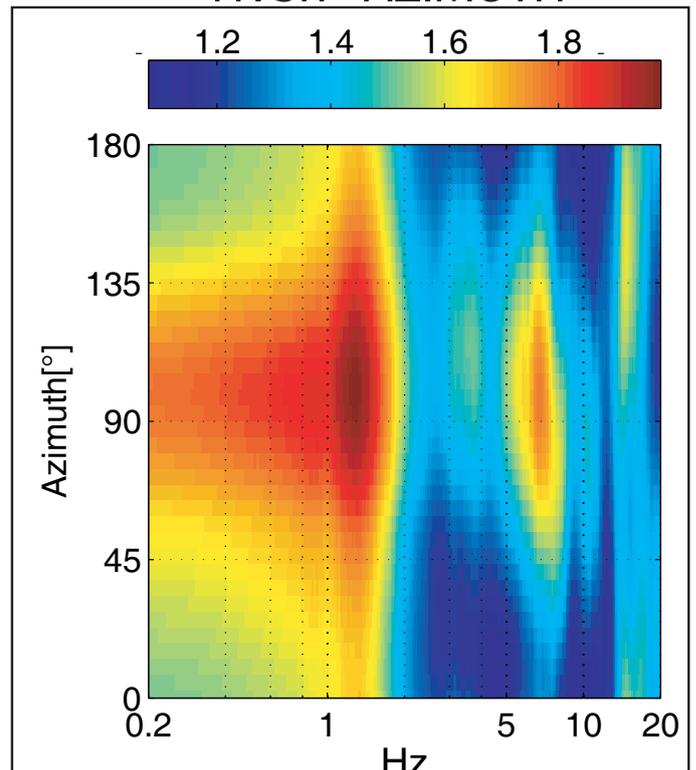
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

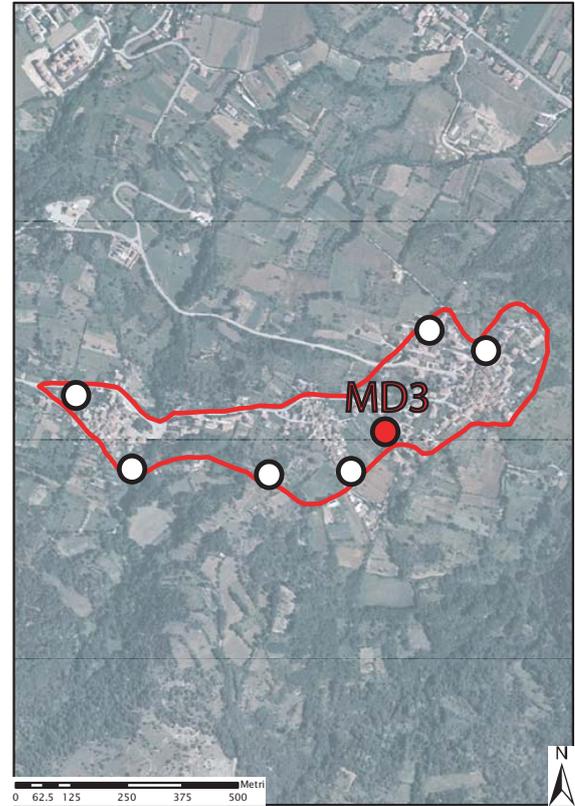
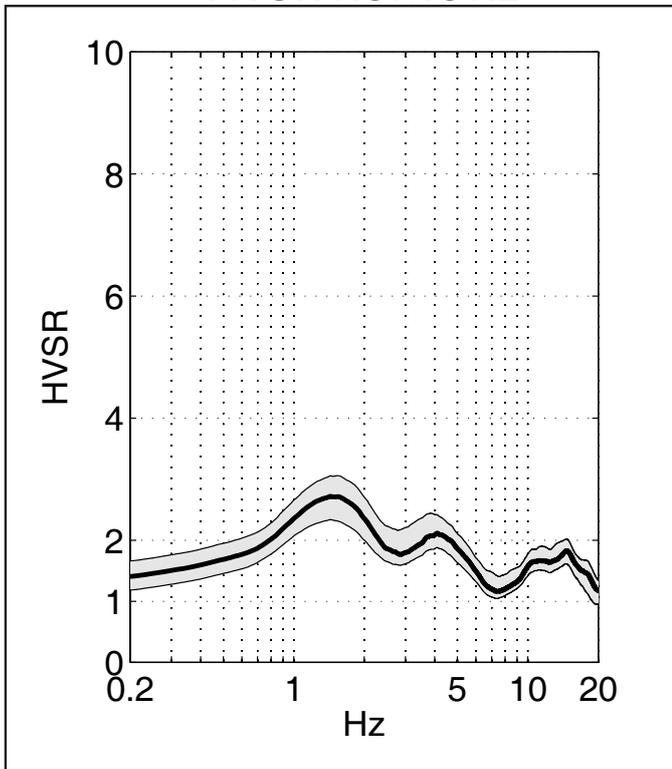


MD3

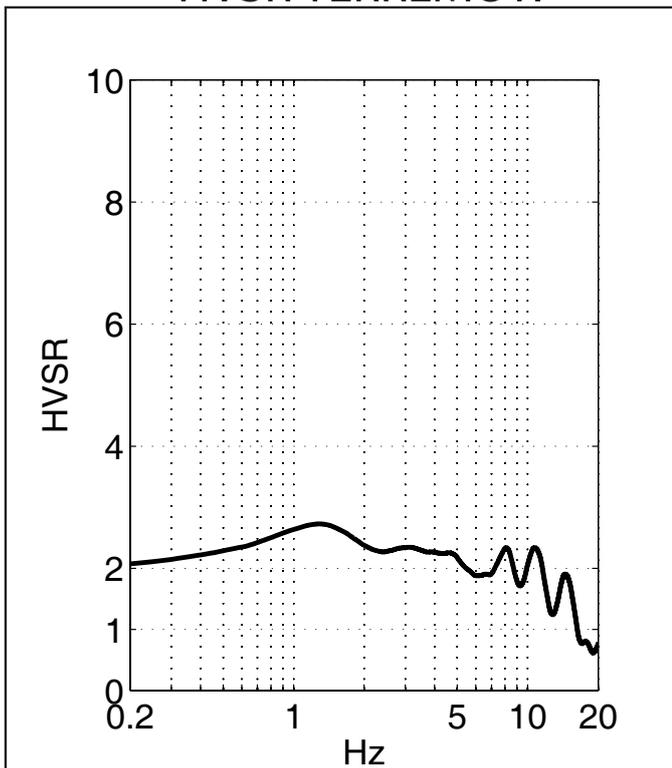
San Benedetto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371227E 4684563N
INSTALLATA [GMT]: 20090615 0840
RIMOSSA [GMT]: 20090616 0550
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

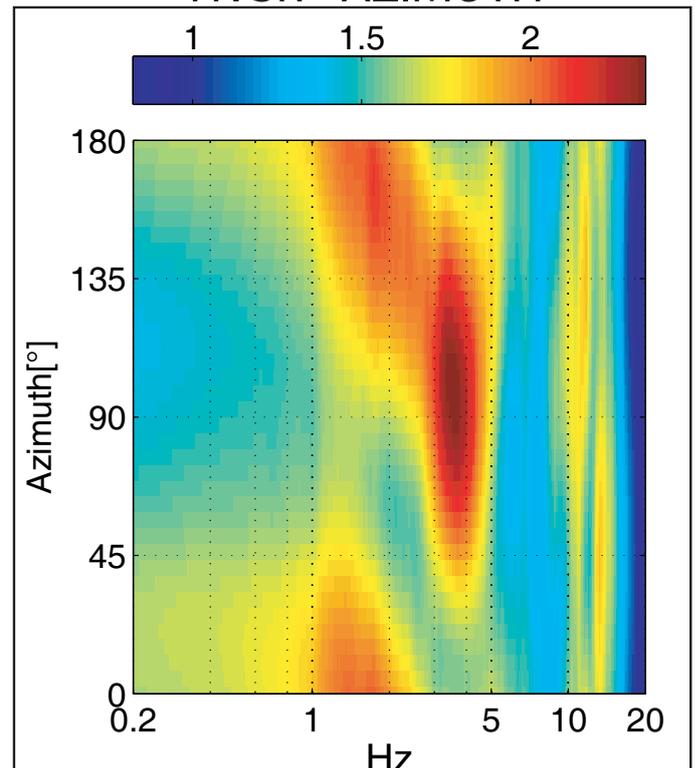
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

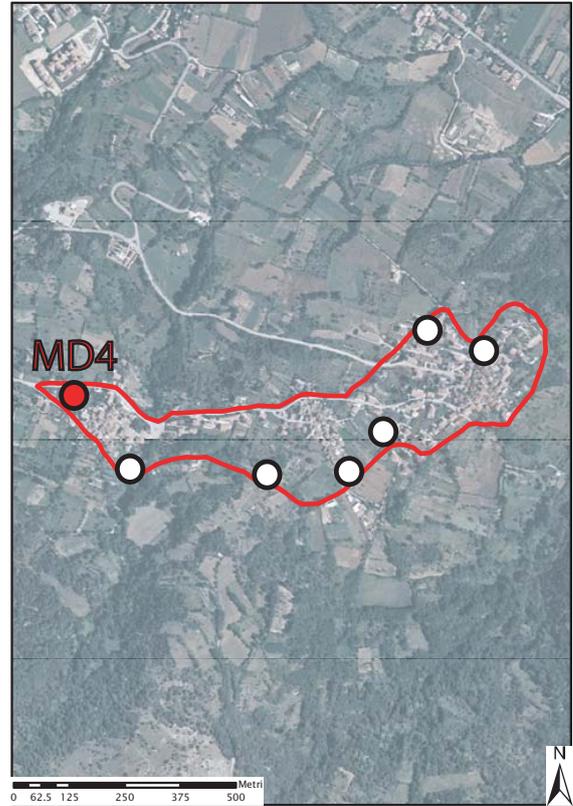
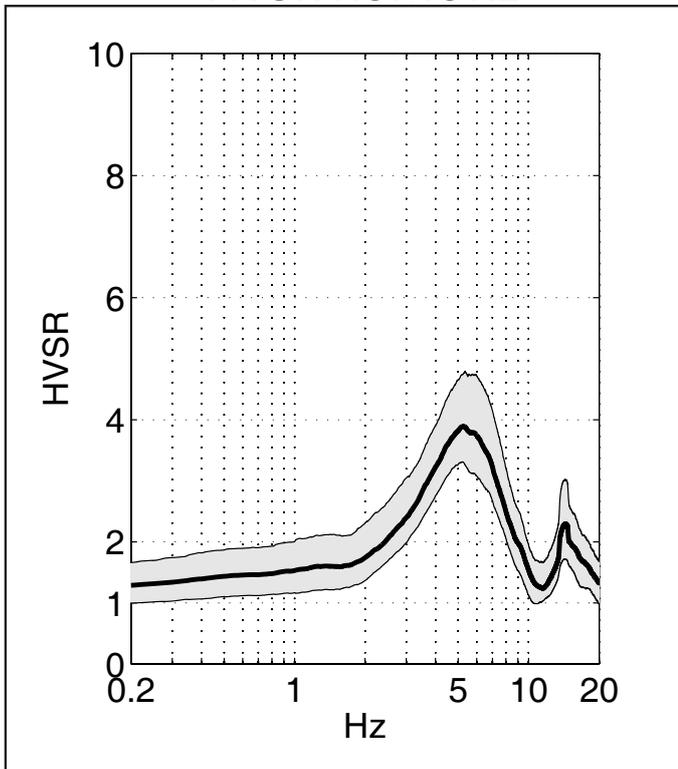


MD4

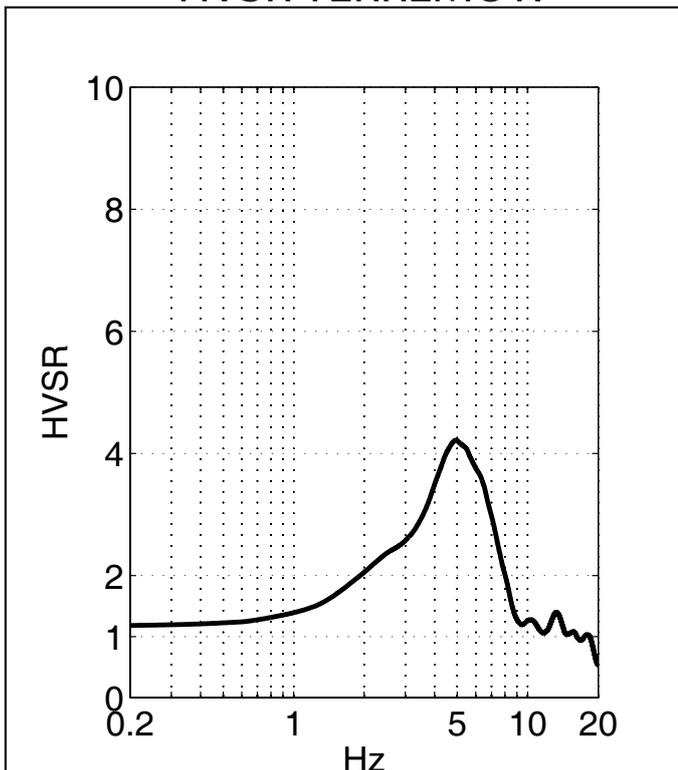
San Benedetto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370532E 4684659N
INSTALLATA [GMT]: 20090615 0910
RIMOSSA [GMT]: 20090616 0610
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

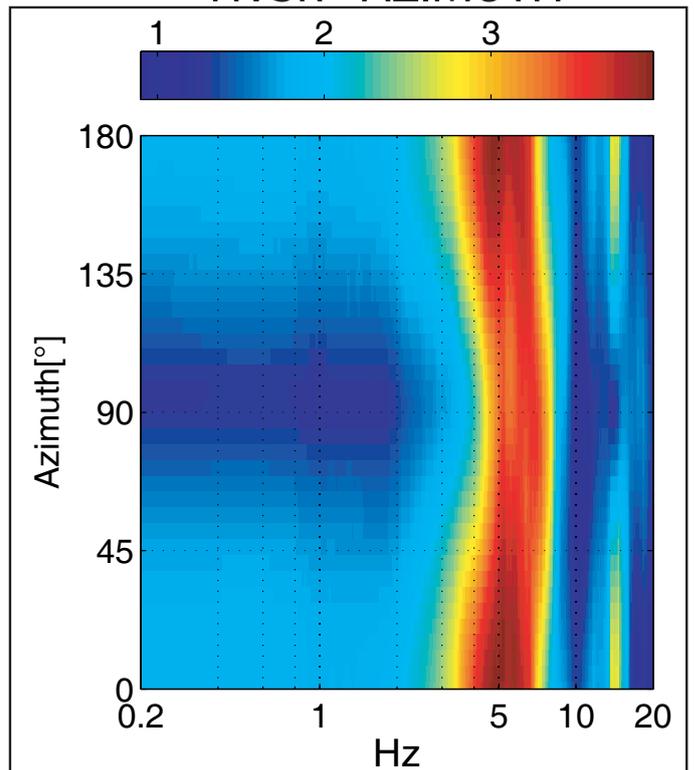
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

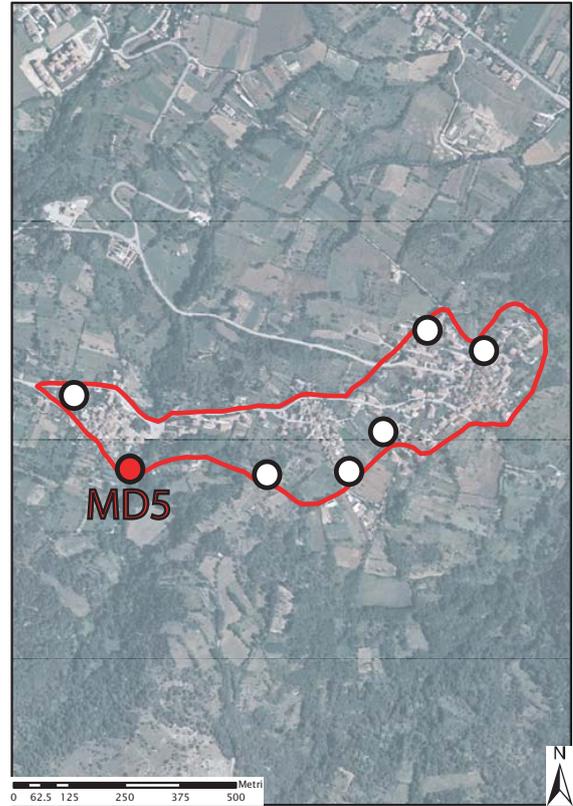
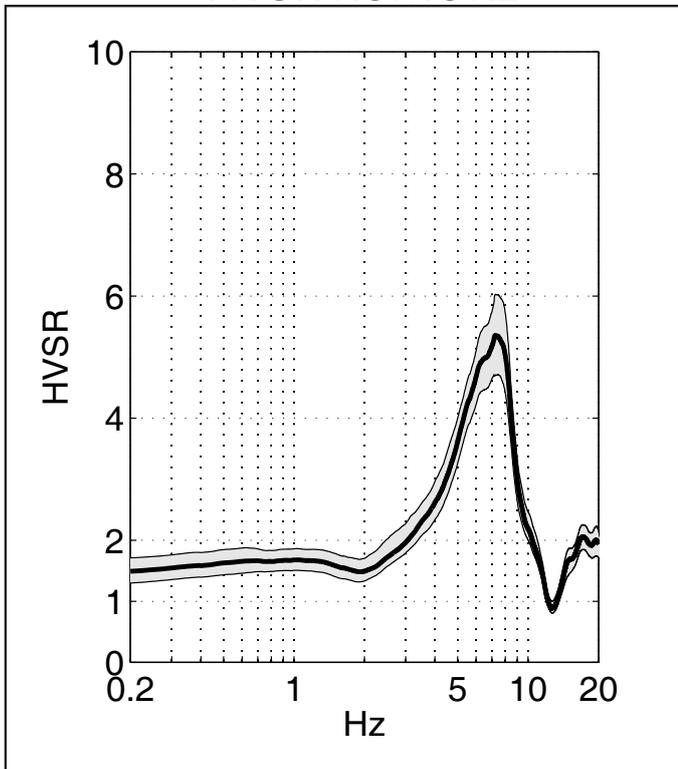


MD5

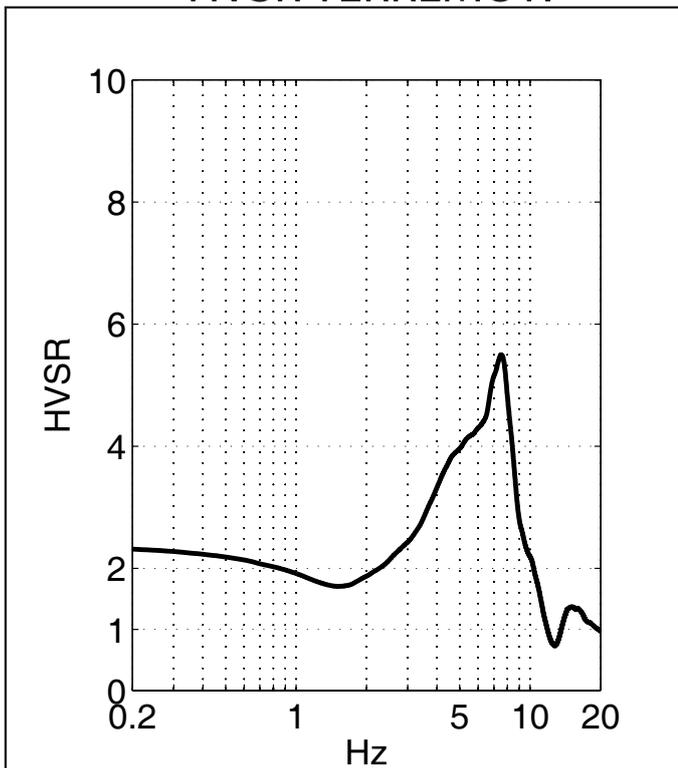
San Benedetto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370655E 4684485N
INSTALLATA [GMT]: 20090615 1145
RIMOSSA [GMT]: 20090616 0840
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

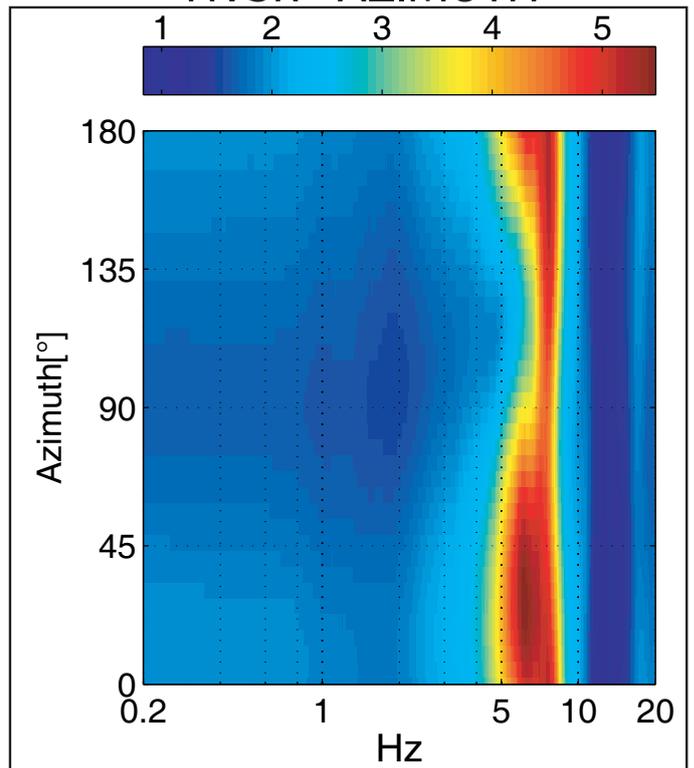
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

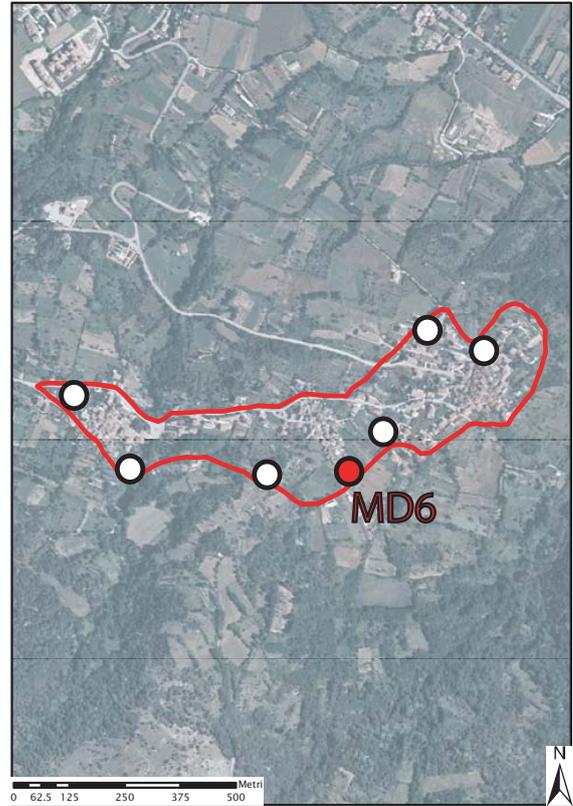
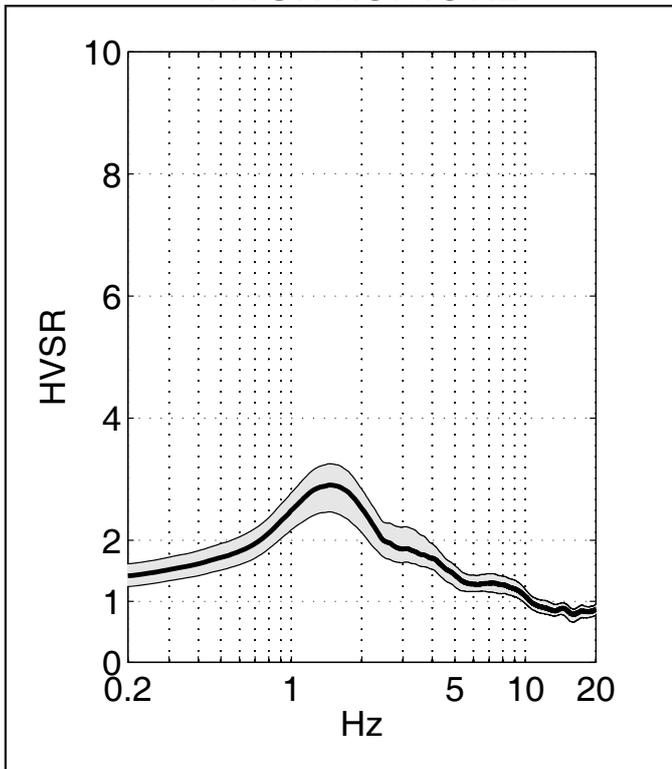


MD6

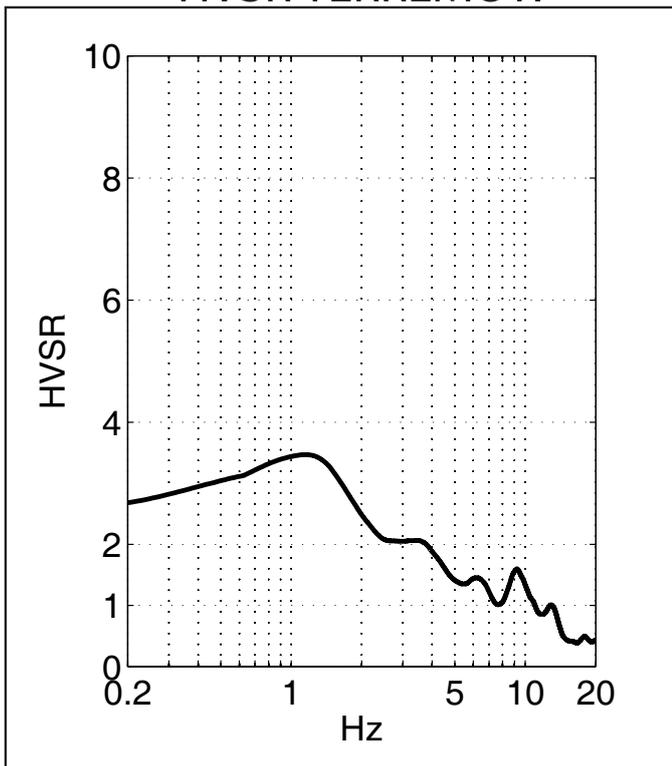
San Benedetto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0371146E 4684480N
INSTALLATA [GMT]: 20090615 1240
RIMOSSA [GMT]: 20090616 0854
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

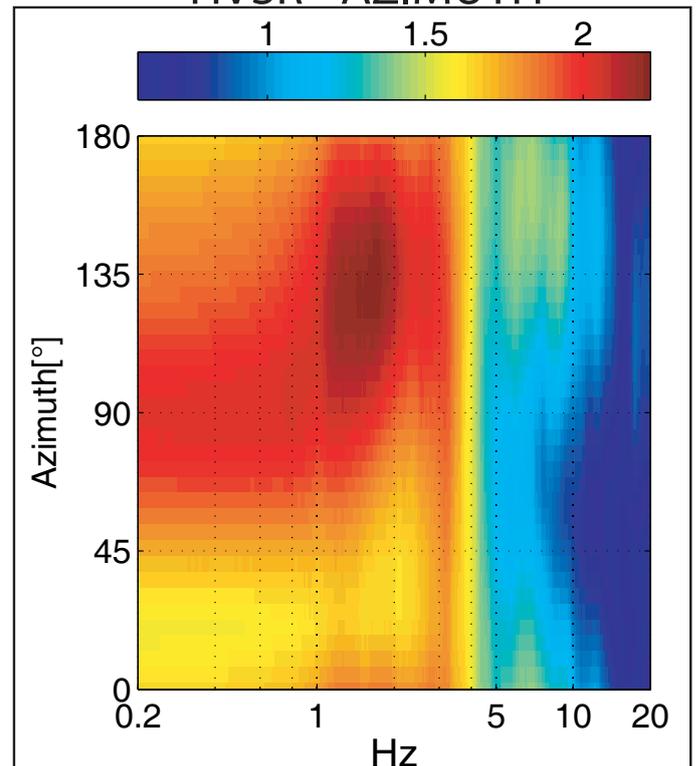
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

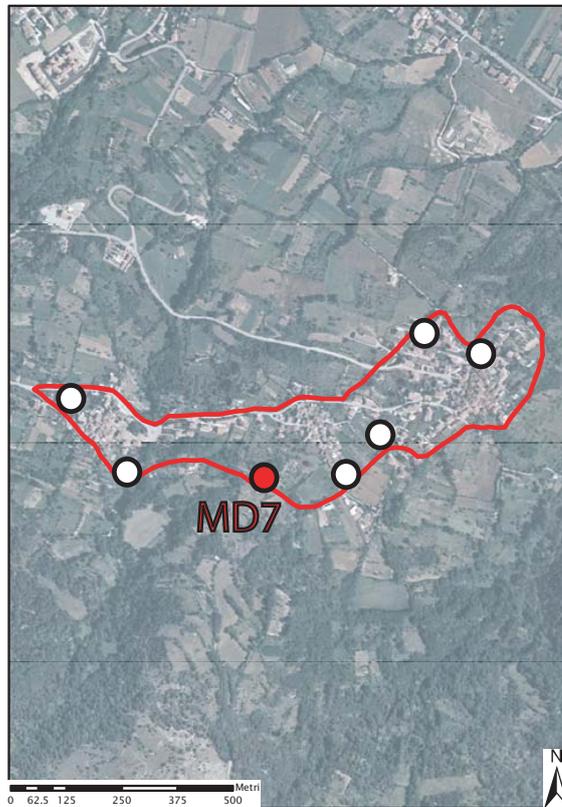
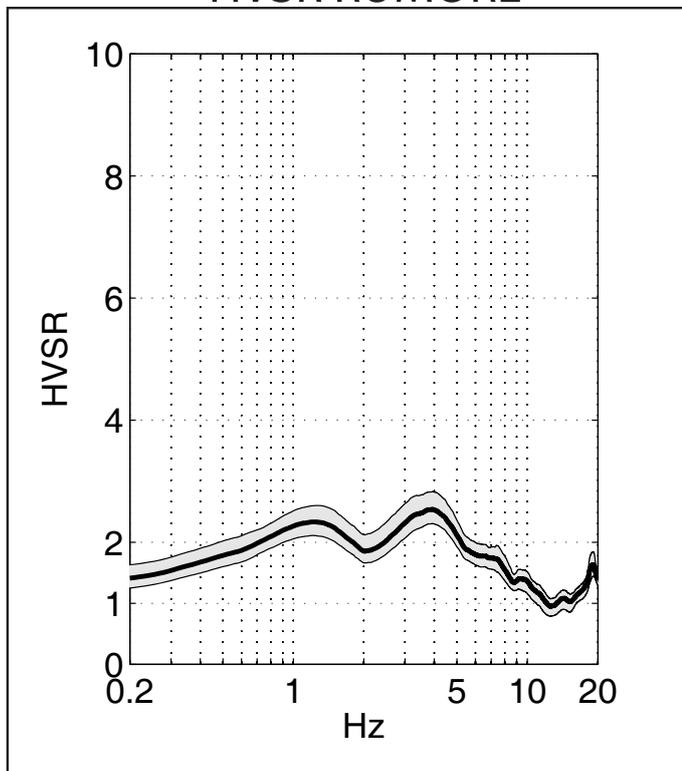


MD7

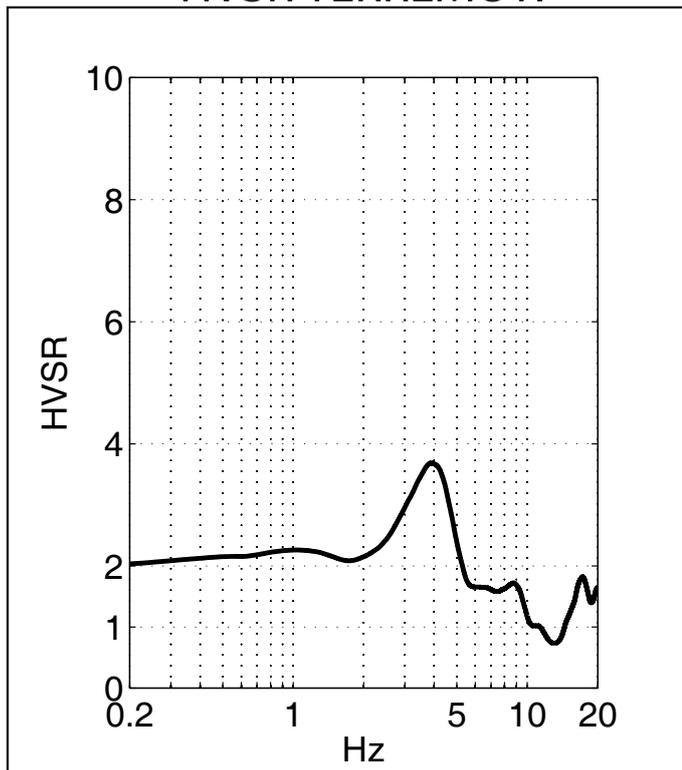
San Benedetto

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370955E 4684470N
INSTALLATA [GMT]: 20090615 1330
RIMOSSA [GMT]: 20090616 0900
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

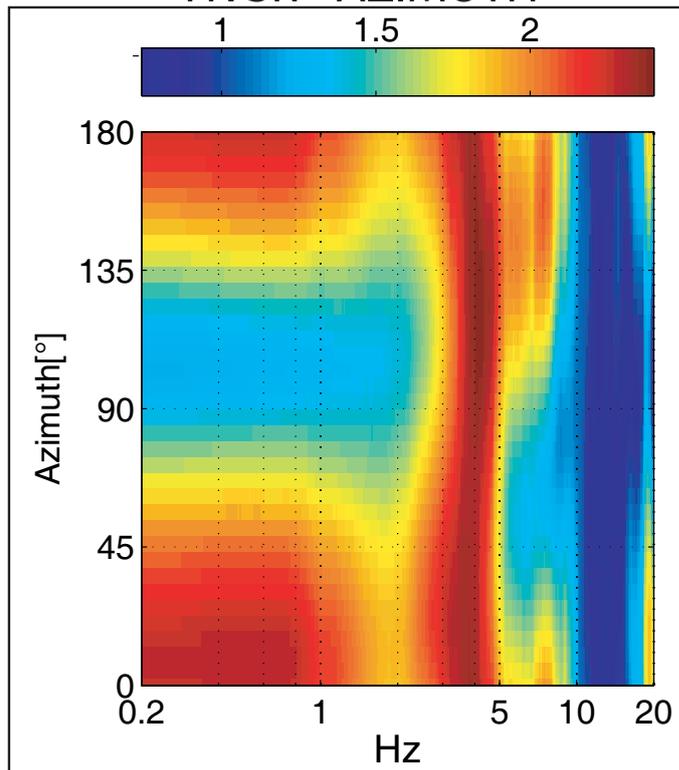
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH



BAGNO

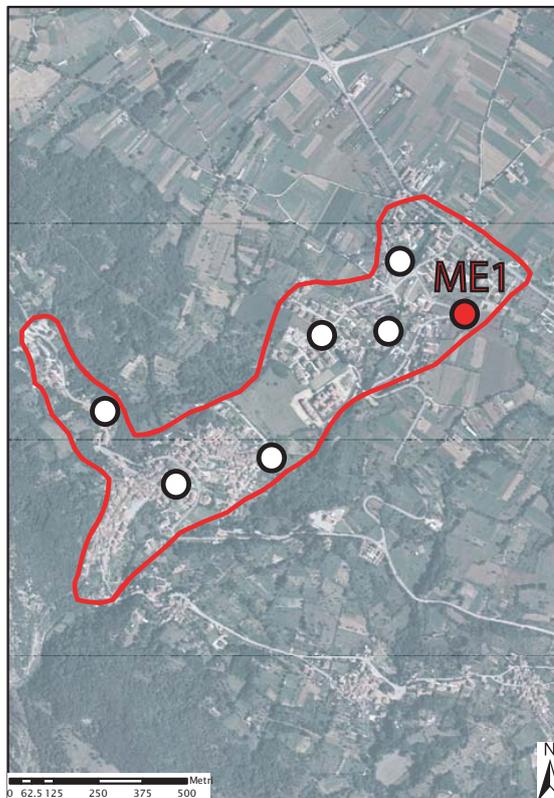
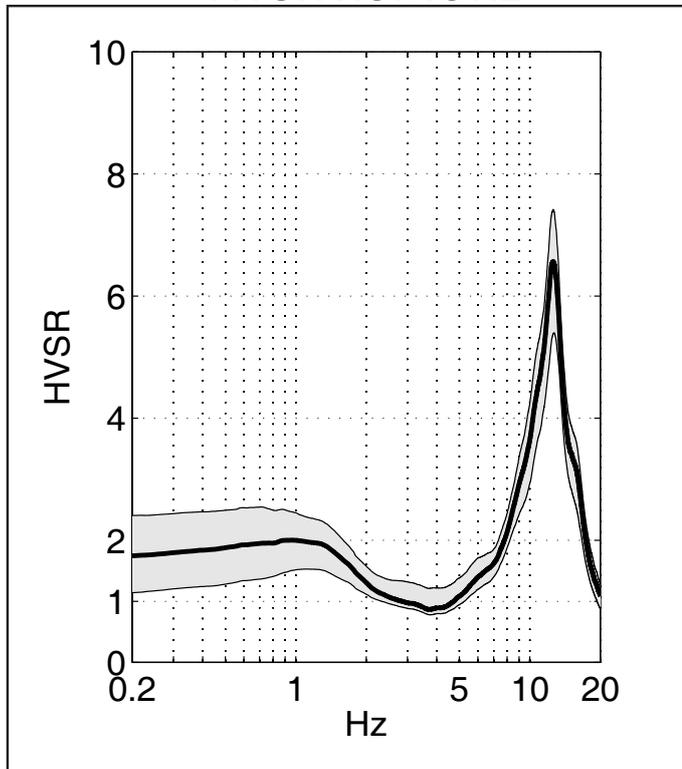
SCHEDE AREA

ME1

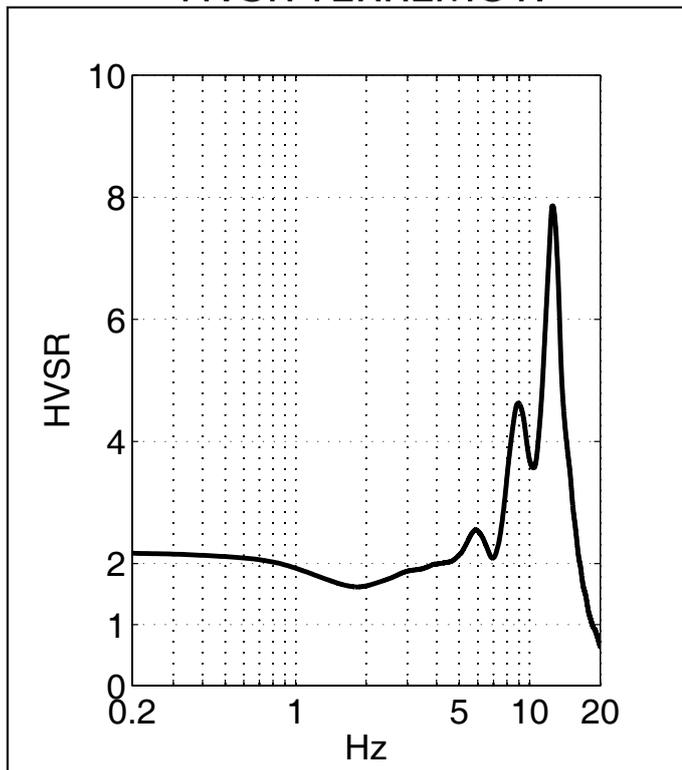
Bagno Grande

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370902E 4685654N
INSTALLATA [GMT]: 20090616 0710
RIMOSSA [GMT]: 20090617 0520
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

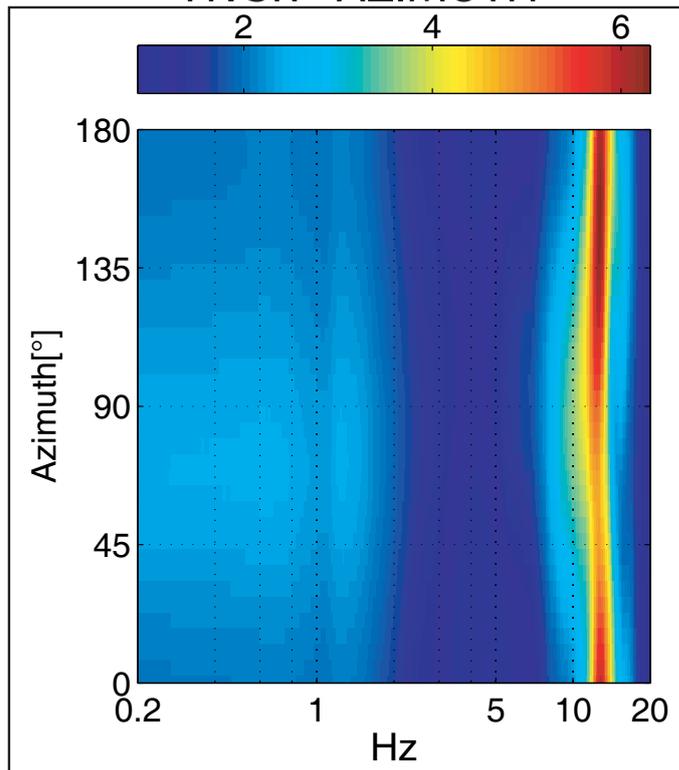
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

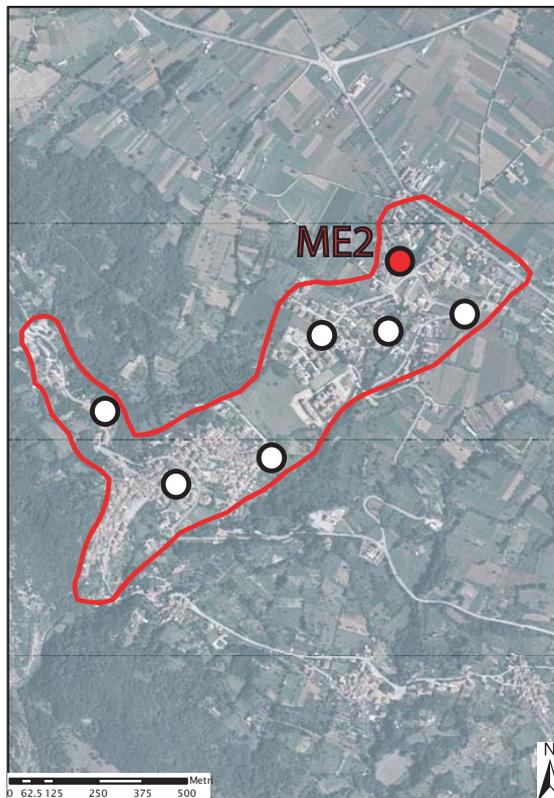
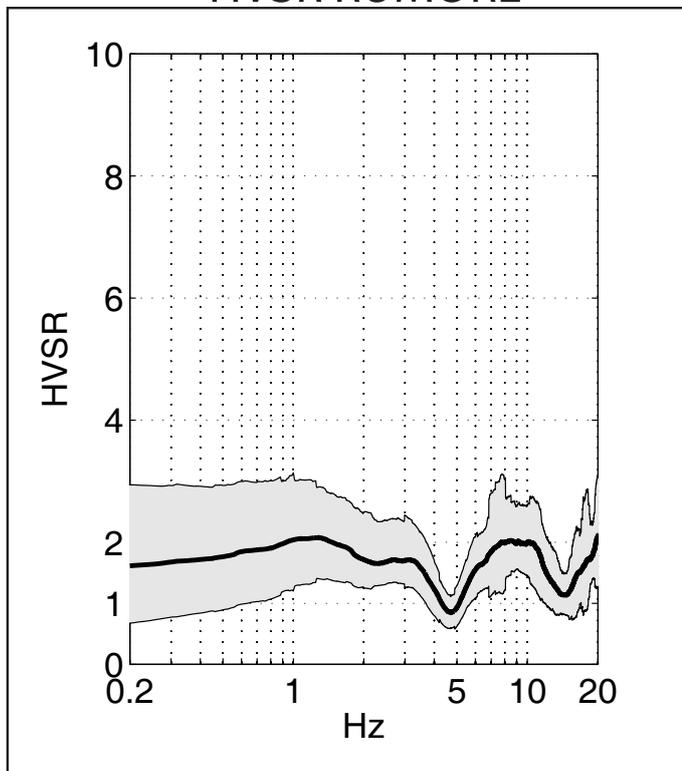


ME2

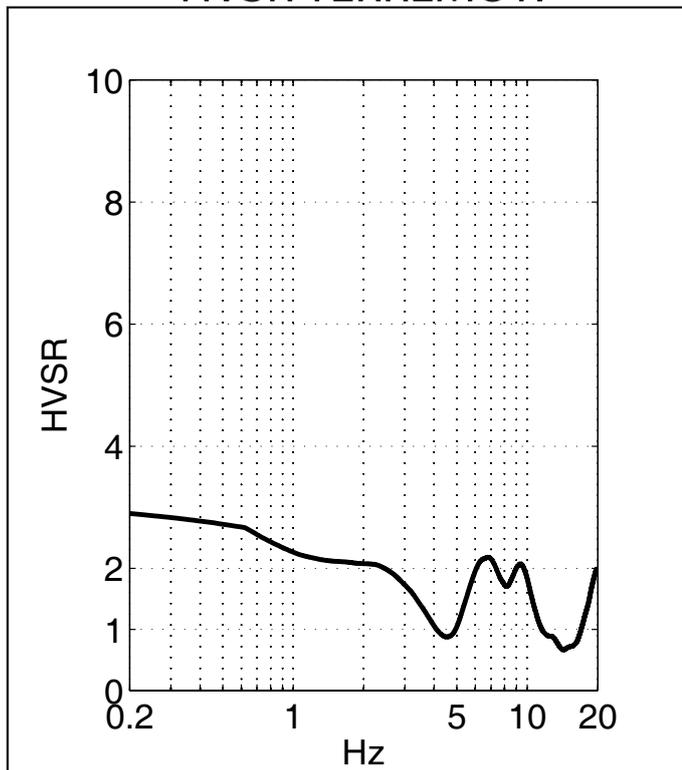
Bagno Grande

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370721E 4685805N
INSTALLATA [GMT]: 20090616 0730
RIMOSSA [GMT]: 20090617 0530
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

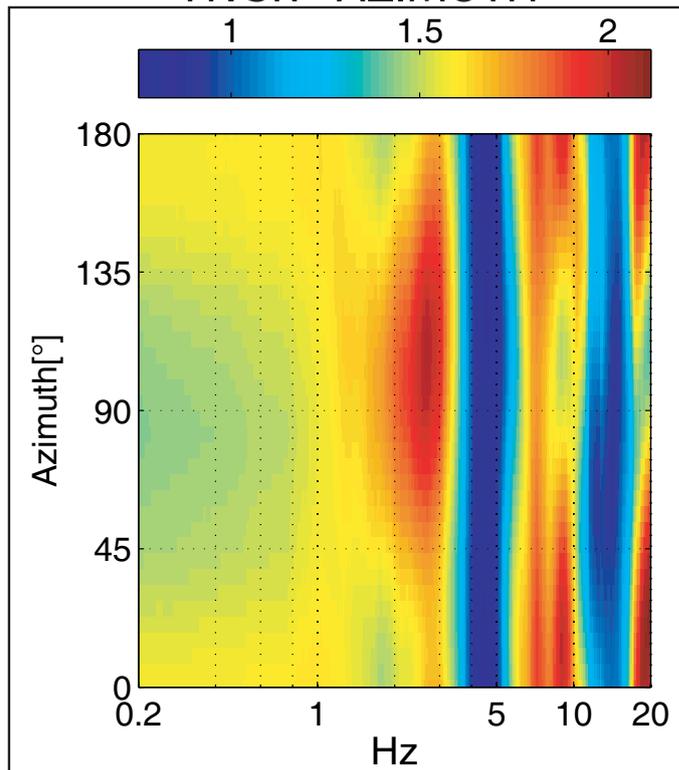
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

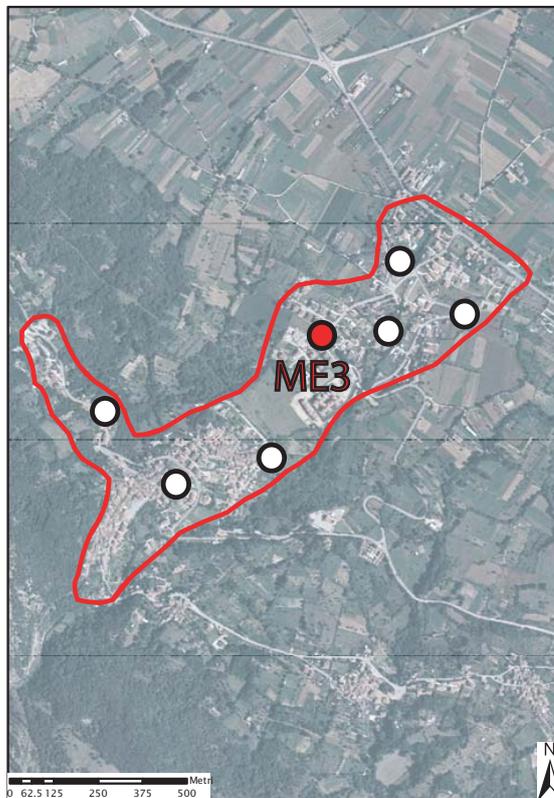
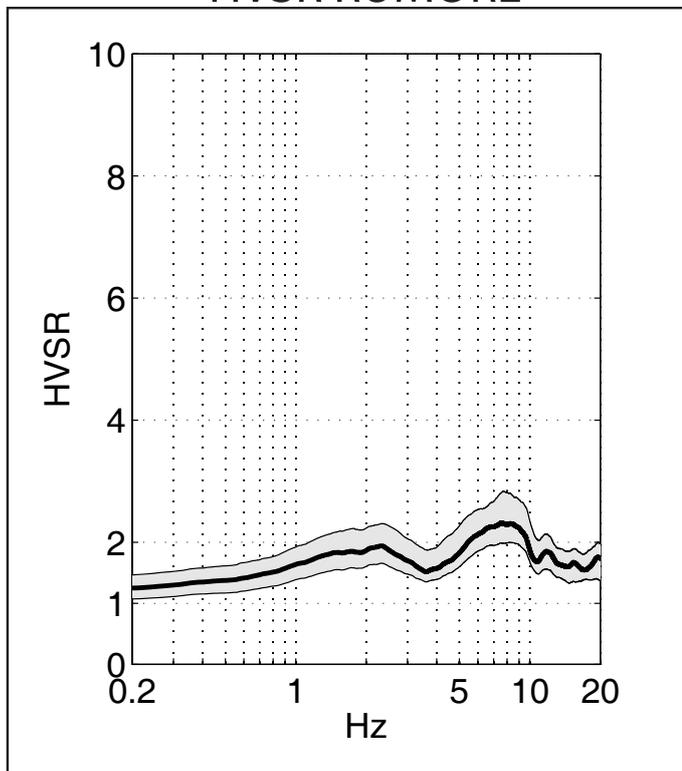


ME3

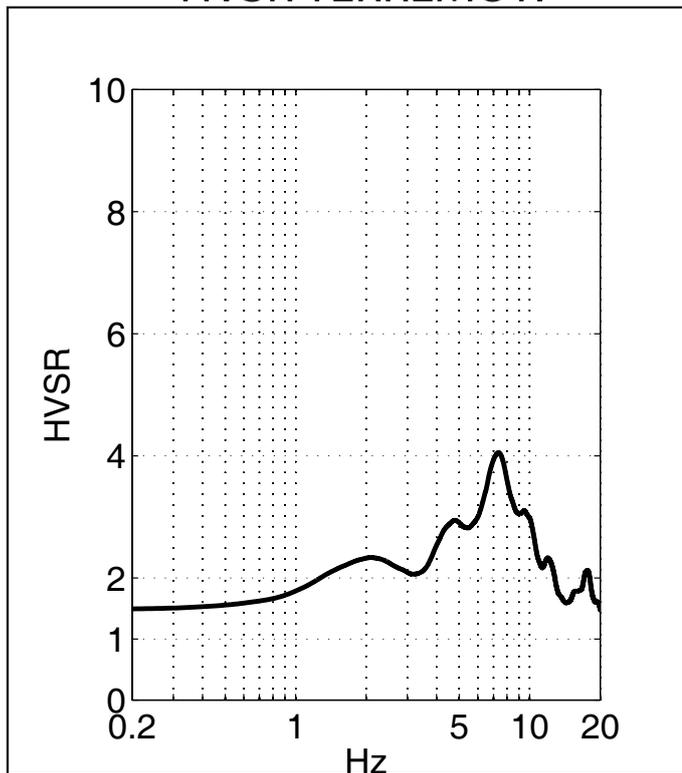
Bagno Grande

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370500E 4685598N
INSTALLATA [GMT]: 20090616 0800
RIMOSSA [GMT]: 20090617 0540
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

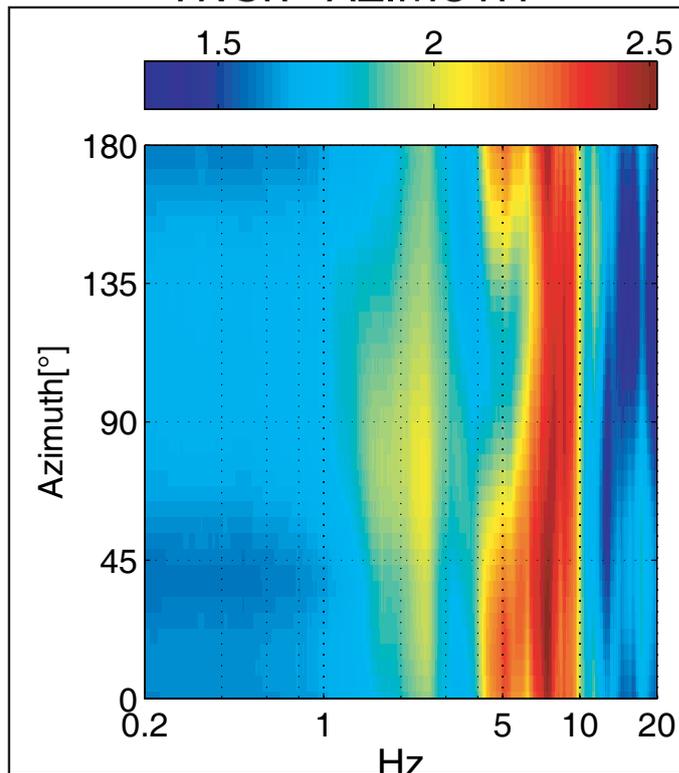
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

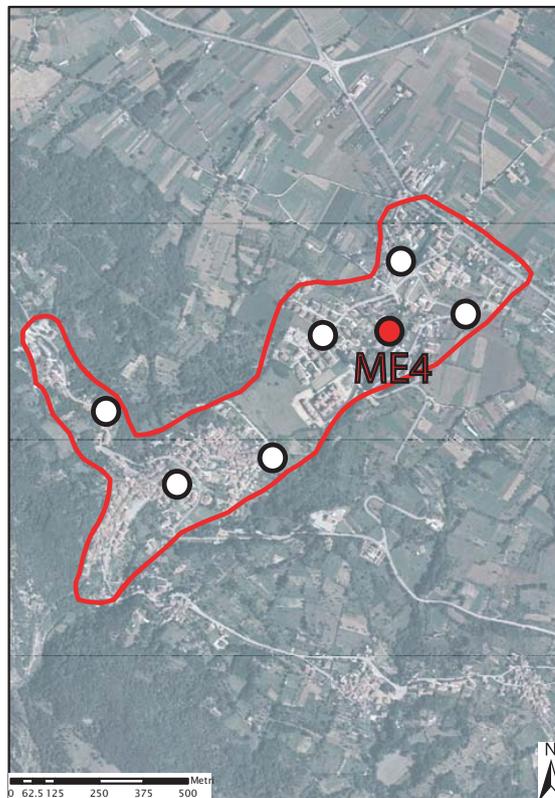
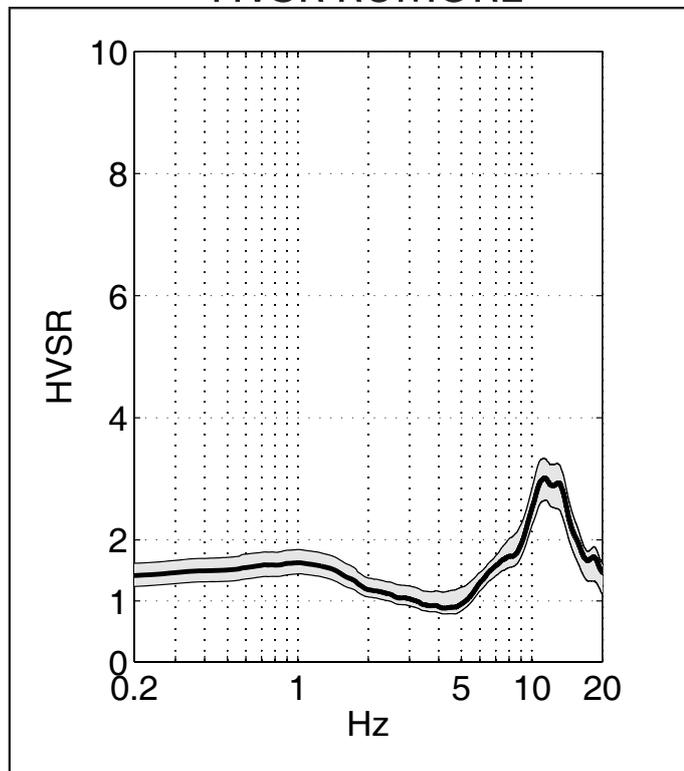


ME4

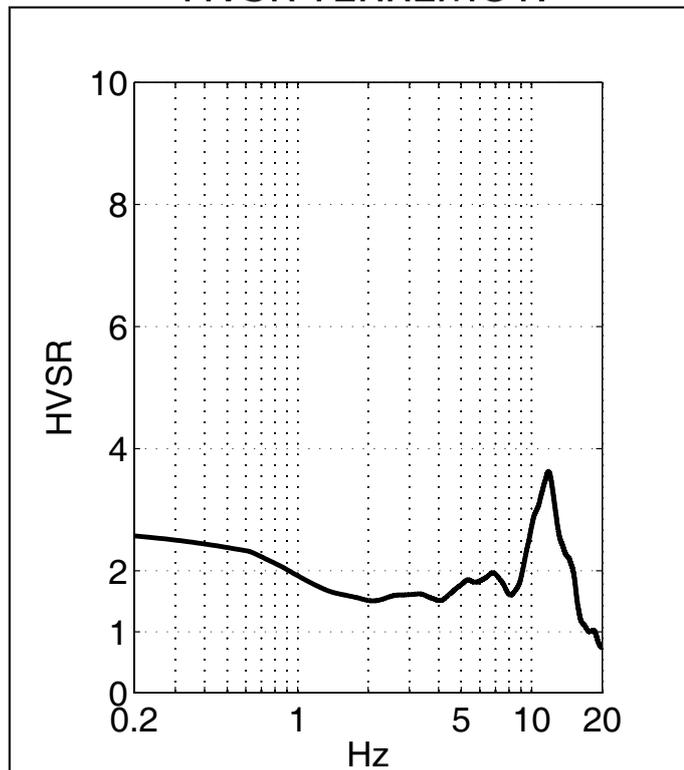
Bagno Grande

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370691E 4685604N
INSTALLATA [GMT]: 20090616 0820
RIMOSSA [GMT]: 20090617 0550
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

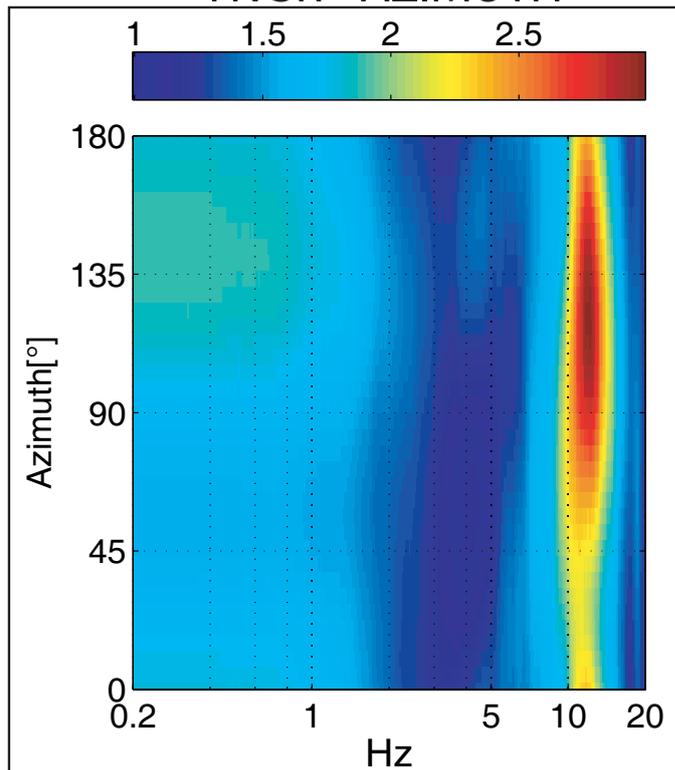
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

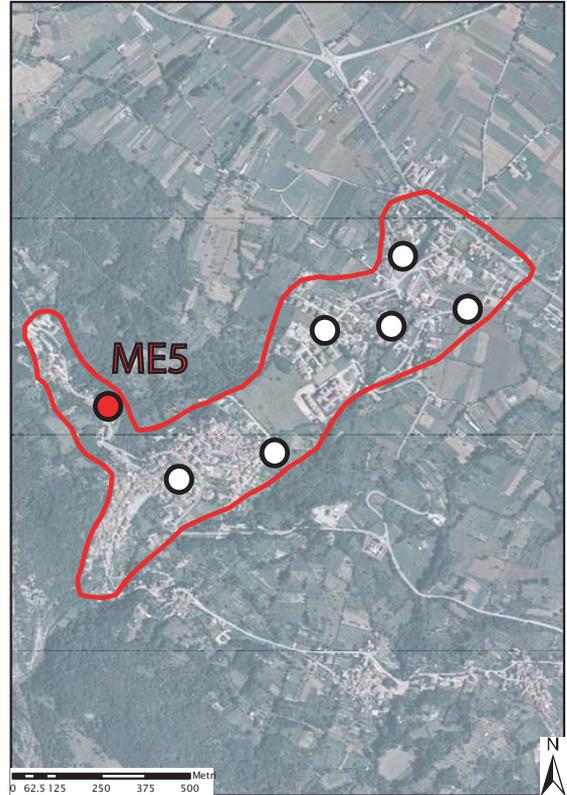
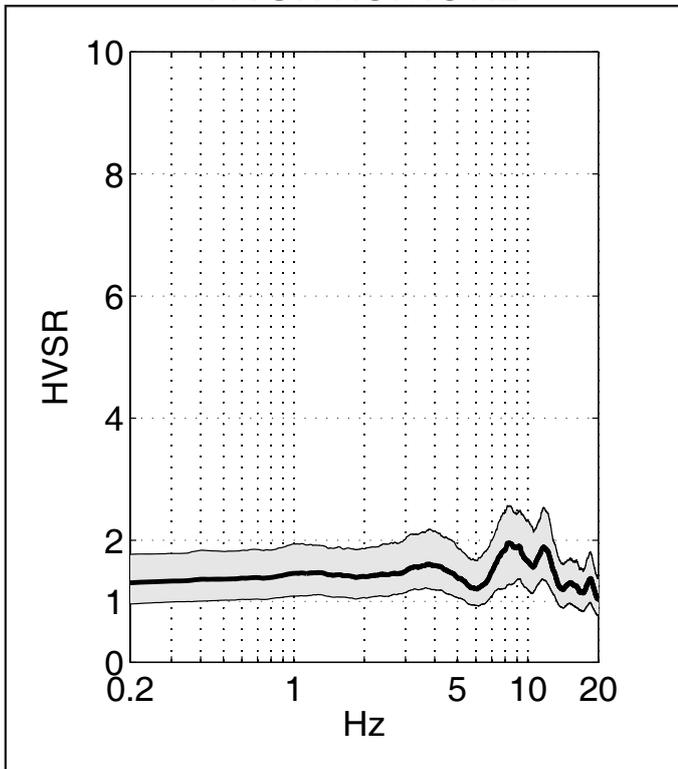


ME5

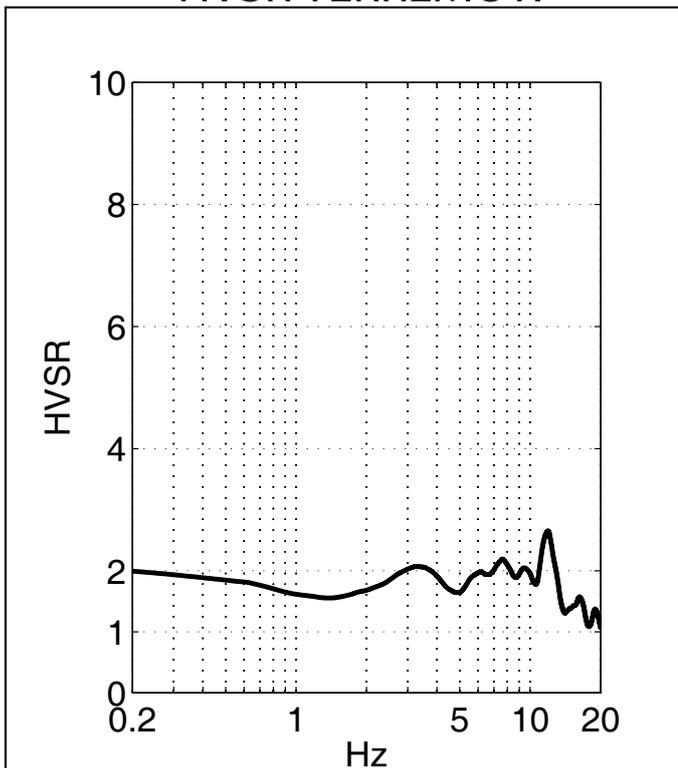
Bagno Grande

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0369887E 4685378N
INSTALLATA [GMT]: 20090616 0950
RIMOSSA [GMT]: 20090617 0850
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

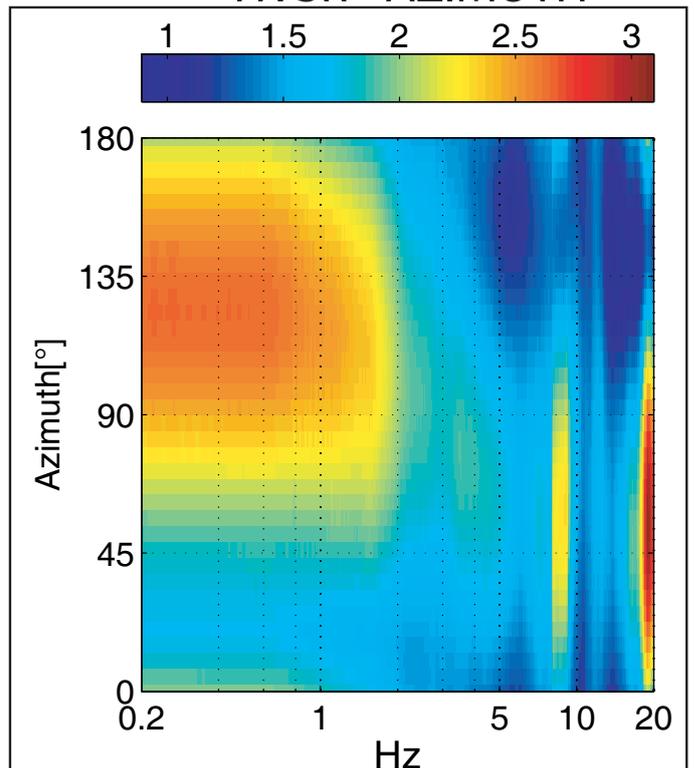
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

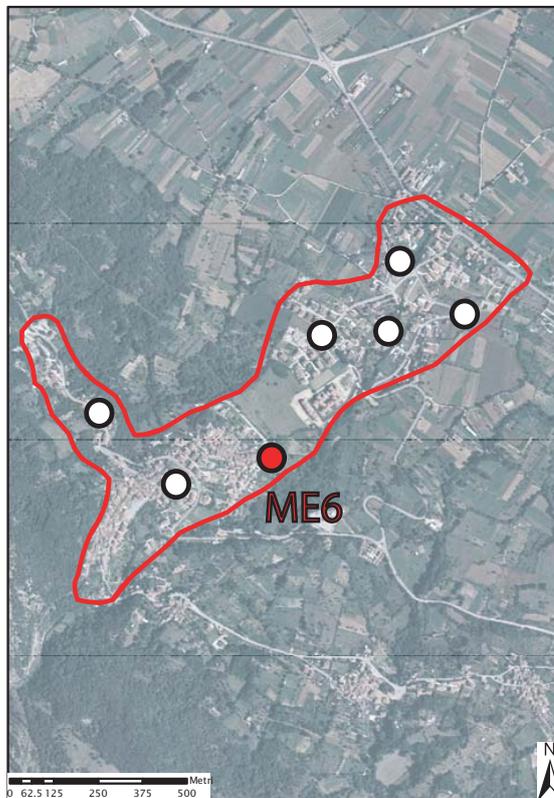
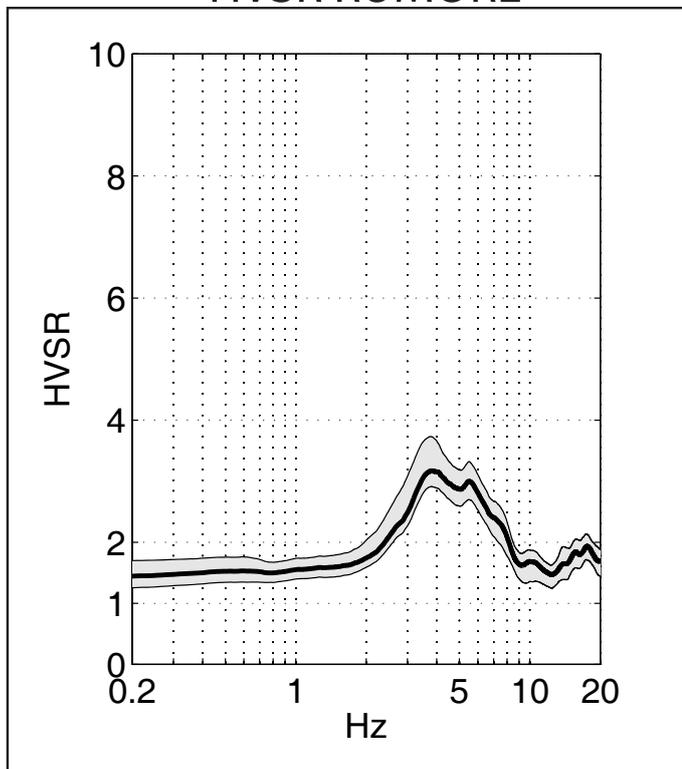


ME6

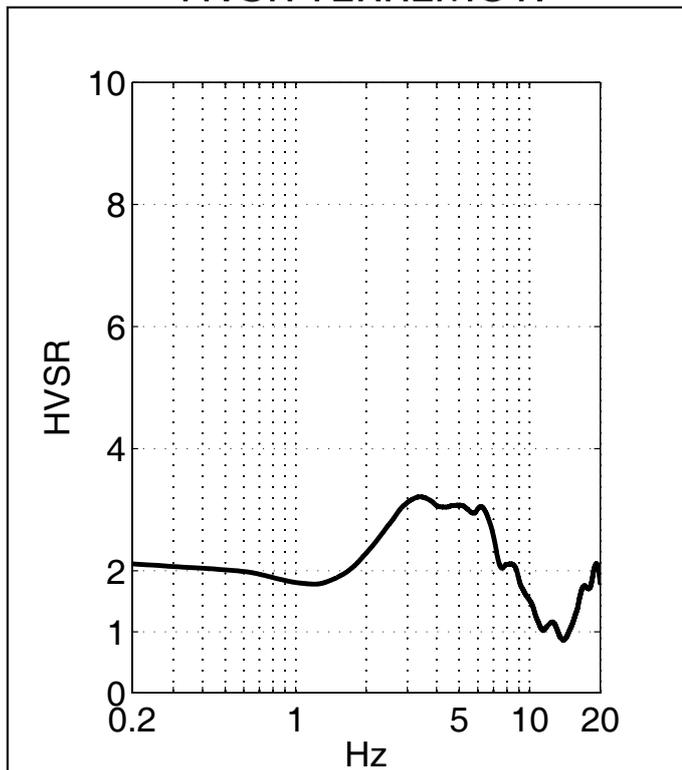
Bagno Grande

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370352E 4685245N
INSTALLATA [GMT]: 20090616 1015
RIMOSSA [GMT]: 20090617 0900
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

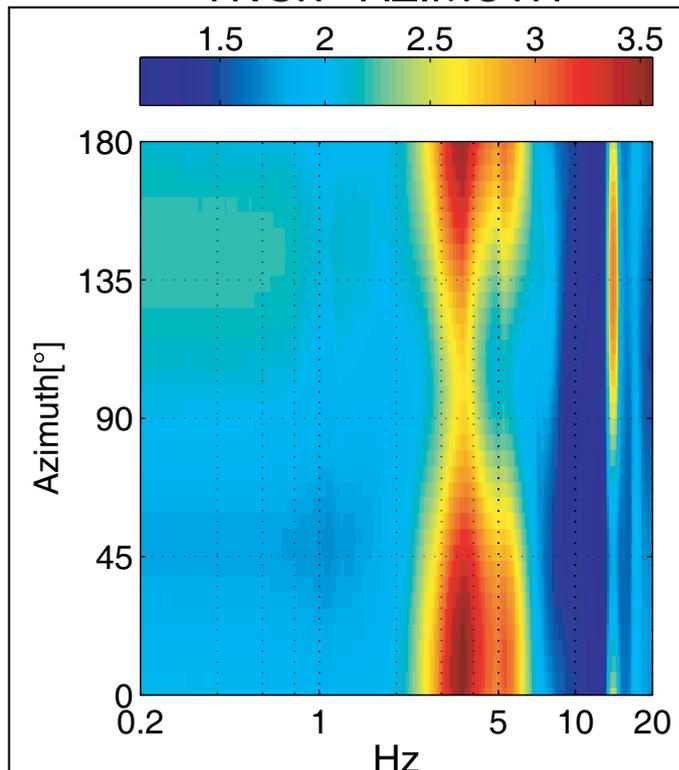
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

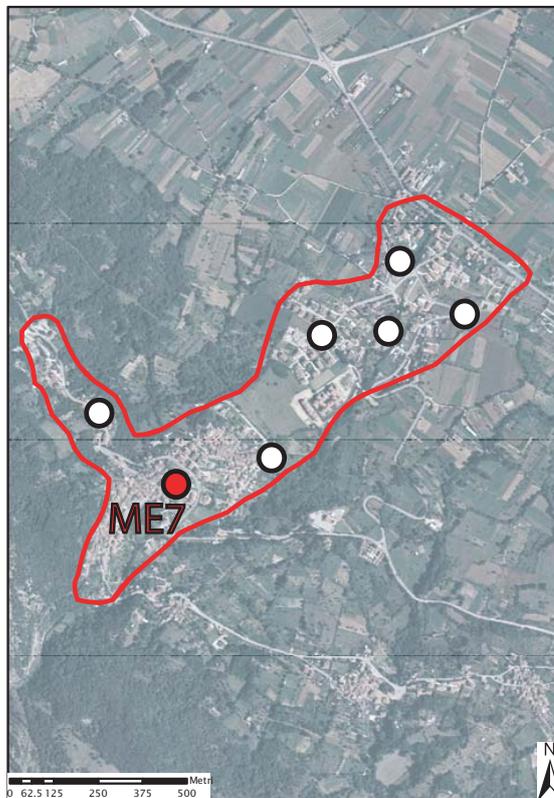
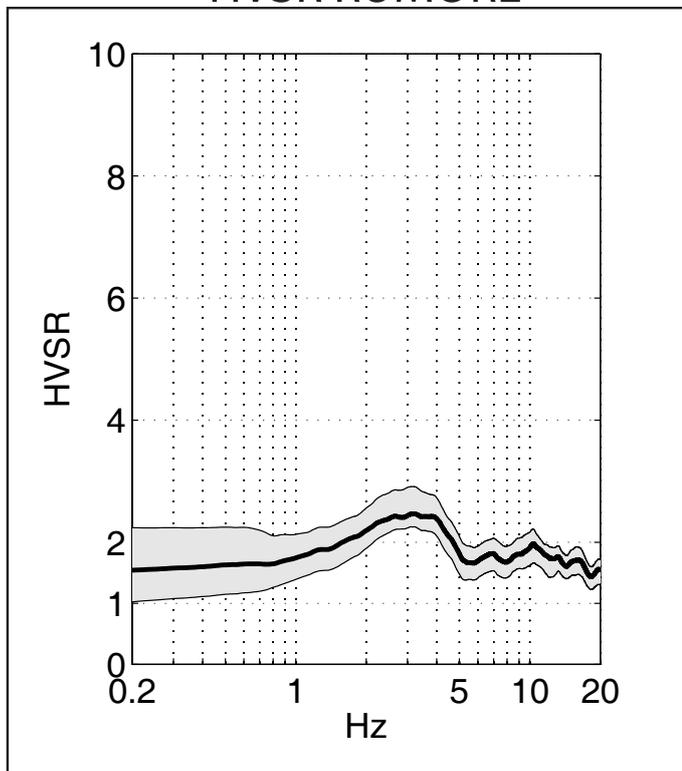


ME7

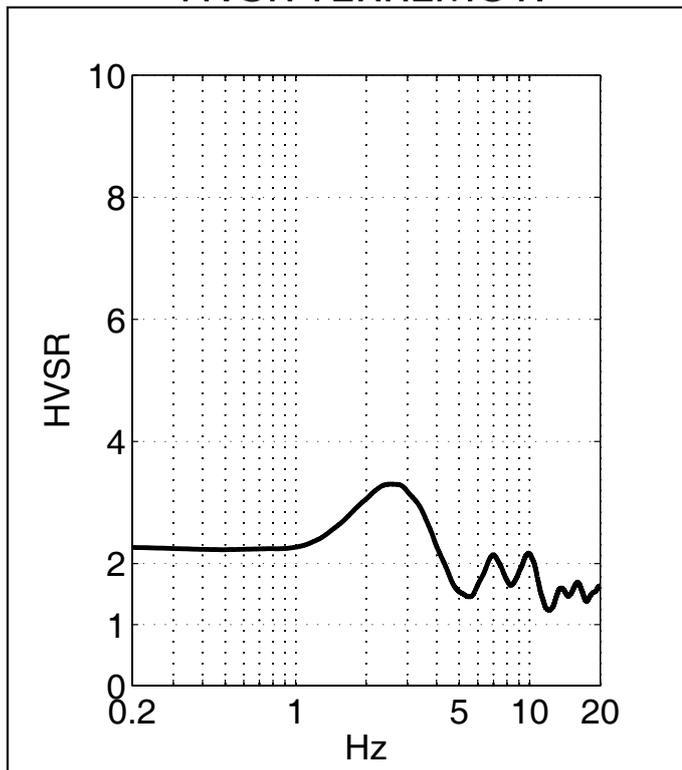
Bagno Grande

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0370080E 4685173N
INSTALLATA [GMT]: 20090616 1220
RIMOSSA [GMT]: 20090617 0922
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

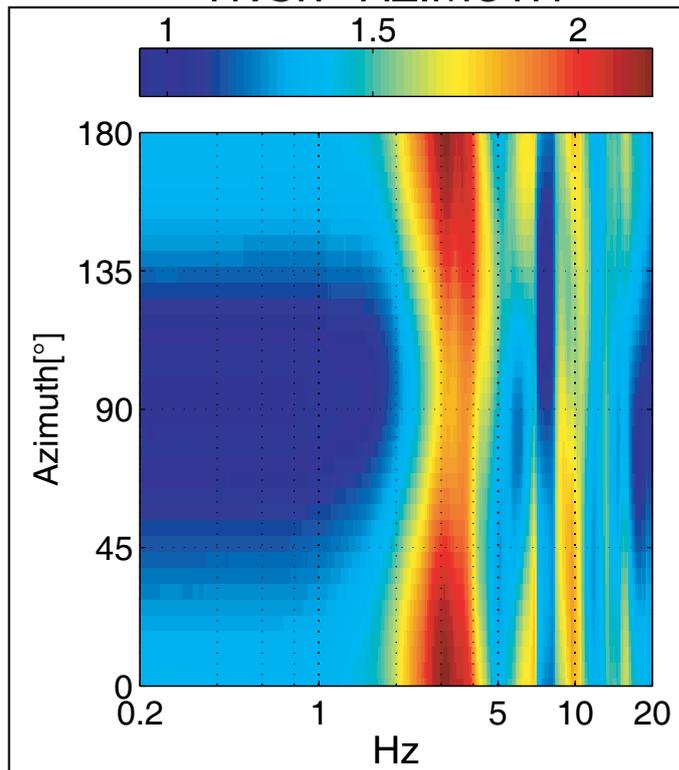
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH



PIANOLA

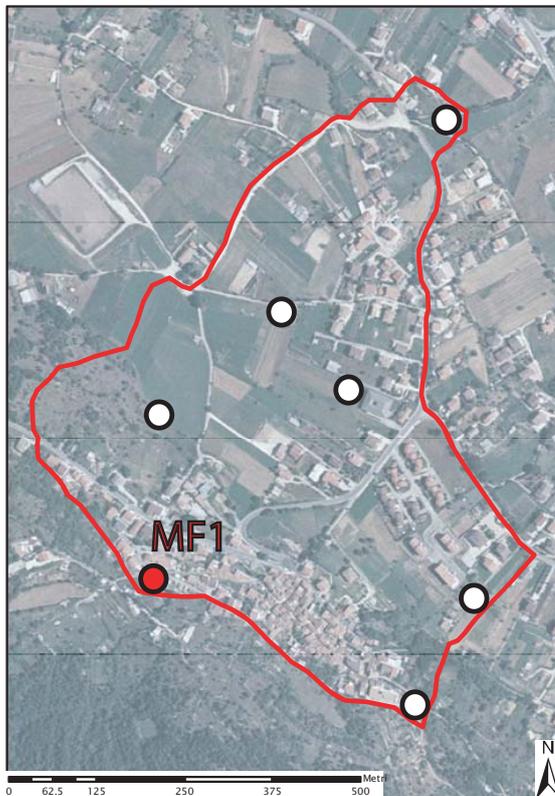
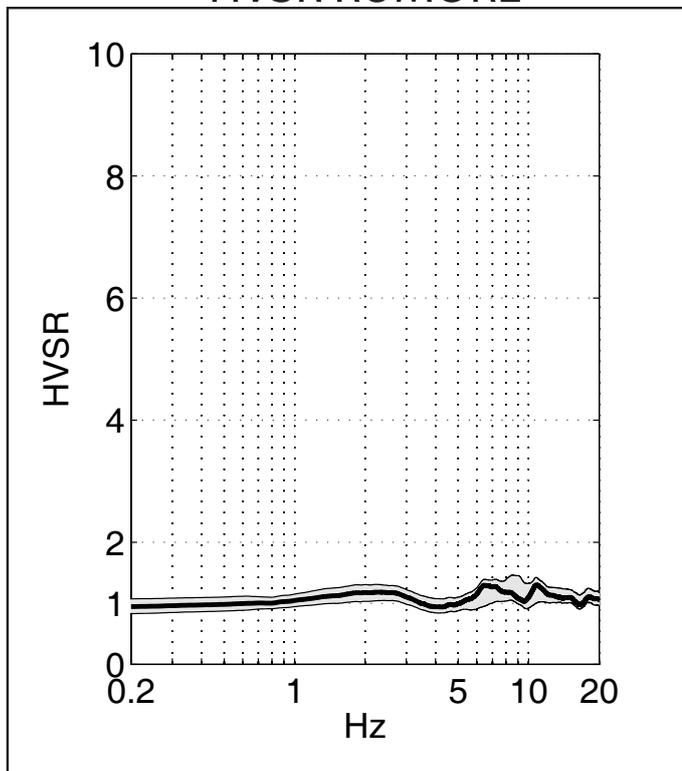
SCHEDE AREA

MF1

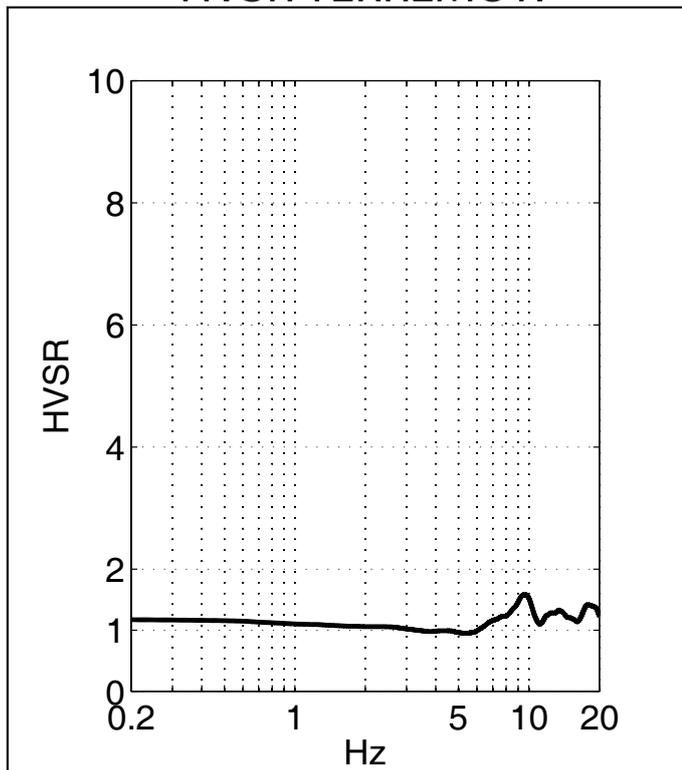
Pianola

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0368303E 4686889N
INSTALLATA [GMT]: 20090617 0700
RIMOSSA [GMT]: 20090618 0545
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

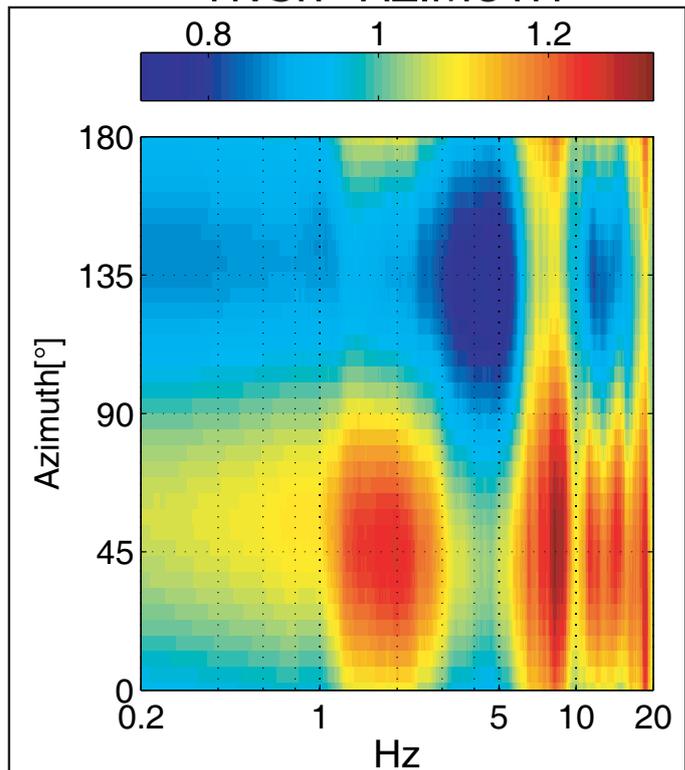
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

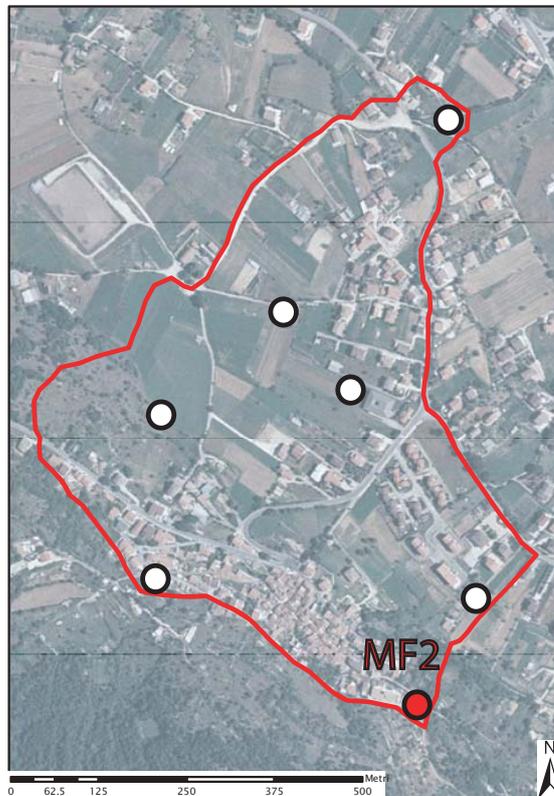
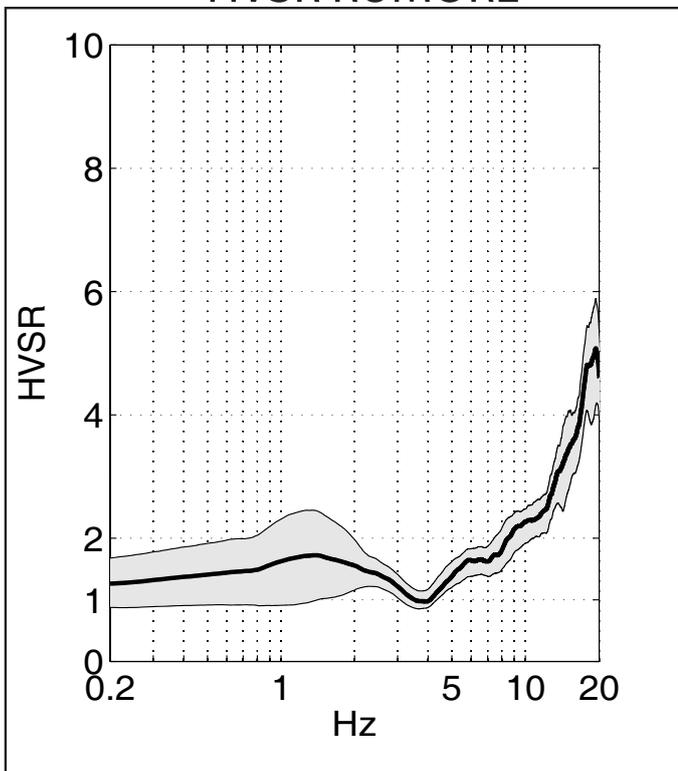


MF2

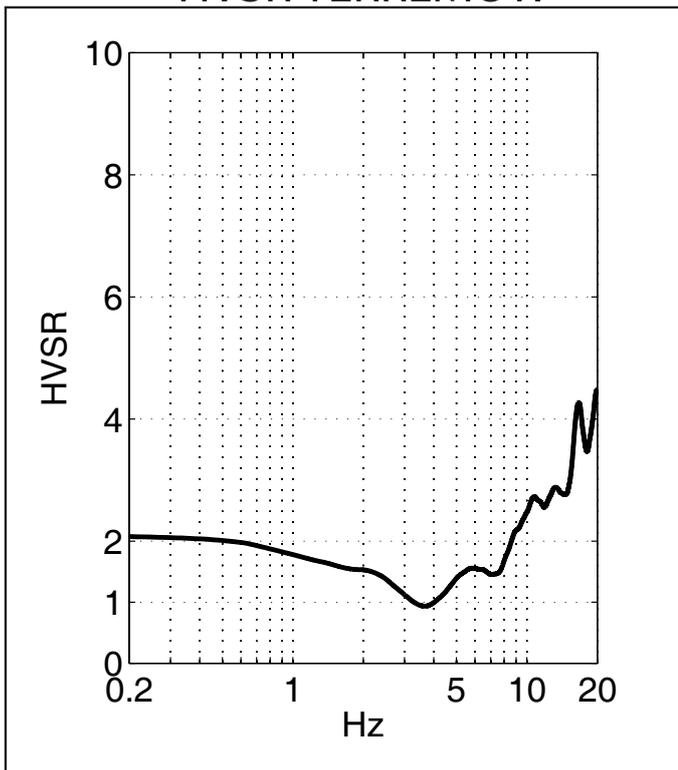
Pianola

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0368689E 4686632N
INSTALLATA [GMT]: 20090617 0730
RIMOSSA [GMT]: 20090618 0550
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

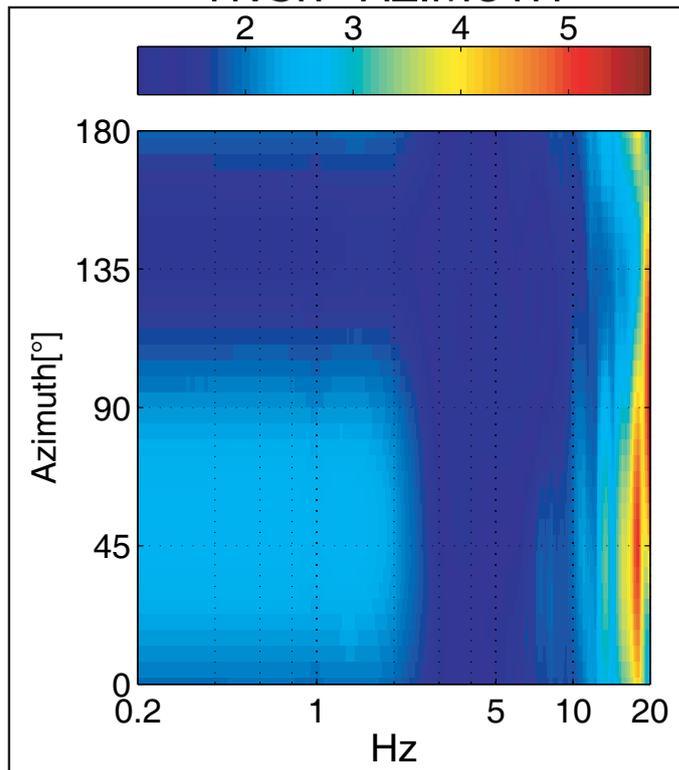
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

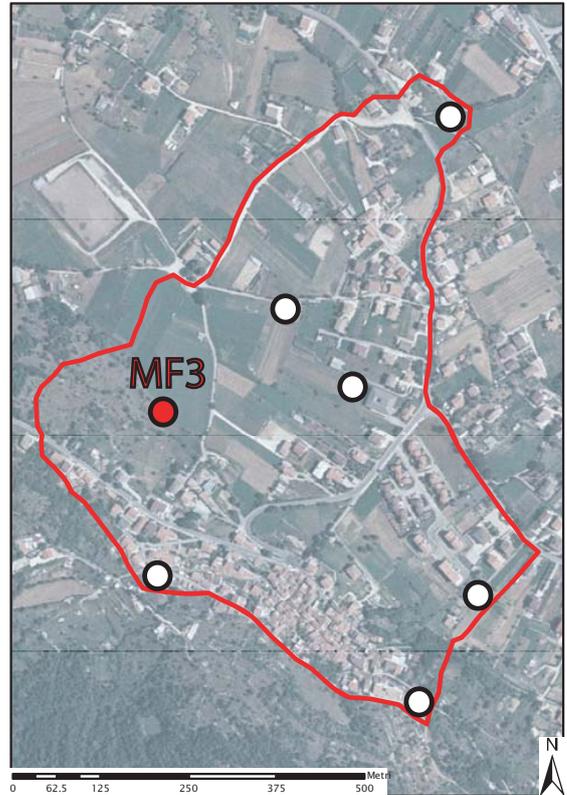
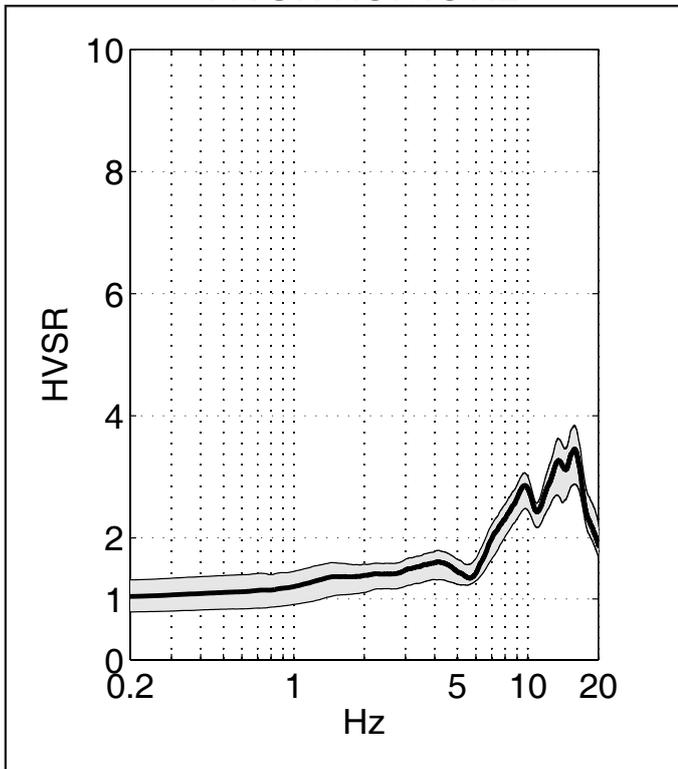


MF3

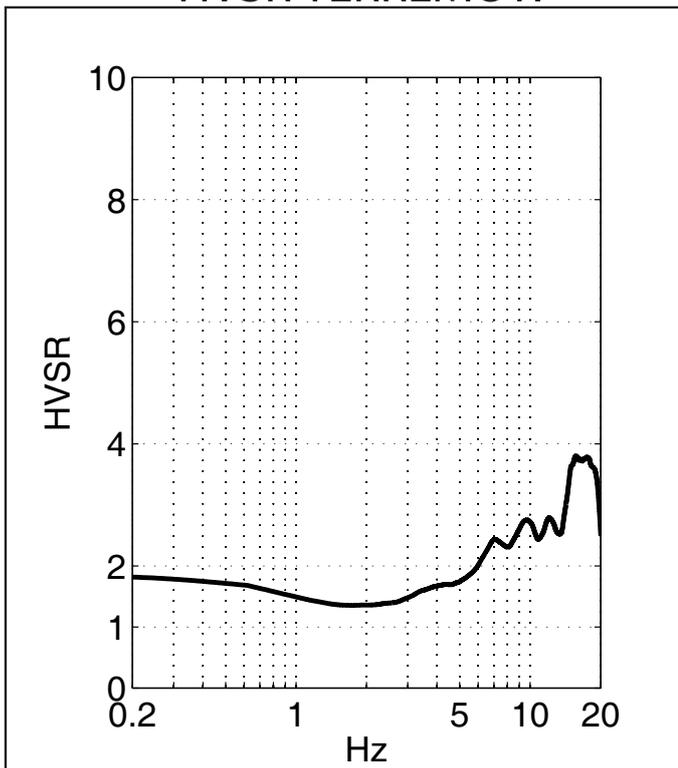
Pianola

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0368312E 4687123N
INSTALLATA [GMT]: 20090617 0750
RIMOSSA [GMT]: 20090618 0600
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

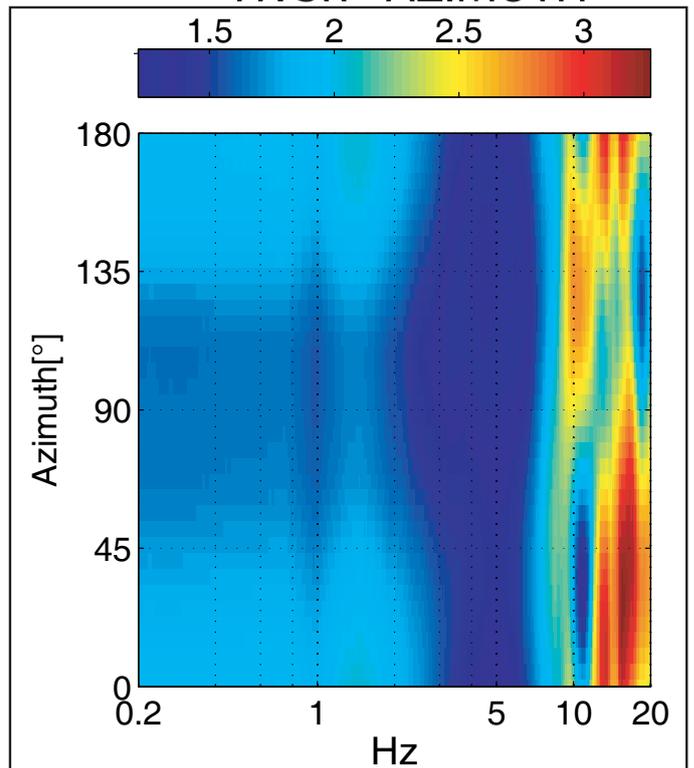
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

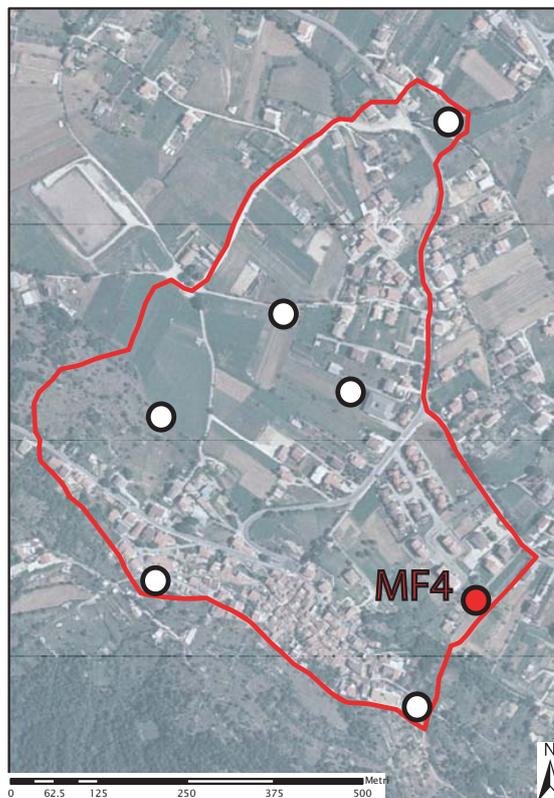
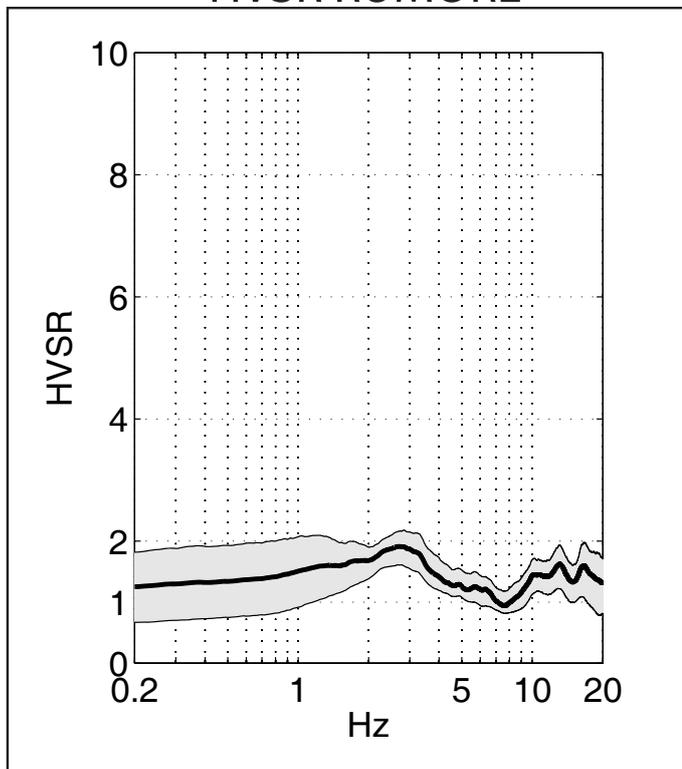


MF4

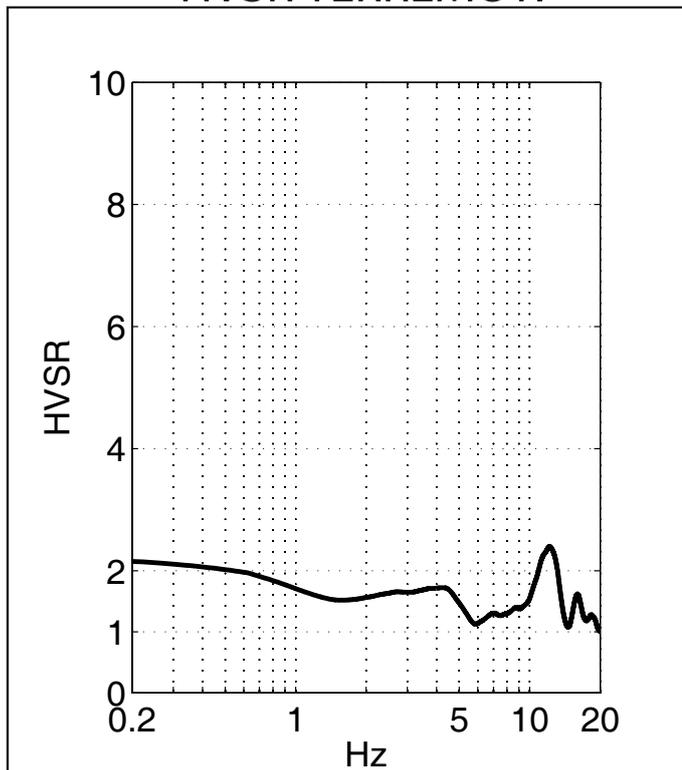
Pianola

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0368763E 4686863N
INSTALLATA [GMT]: 20090617 0840
RIMOSSA [GMT]: 20090618 0615
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

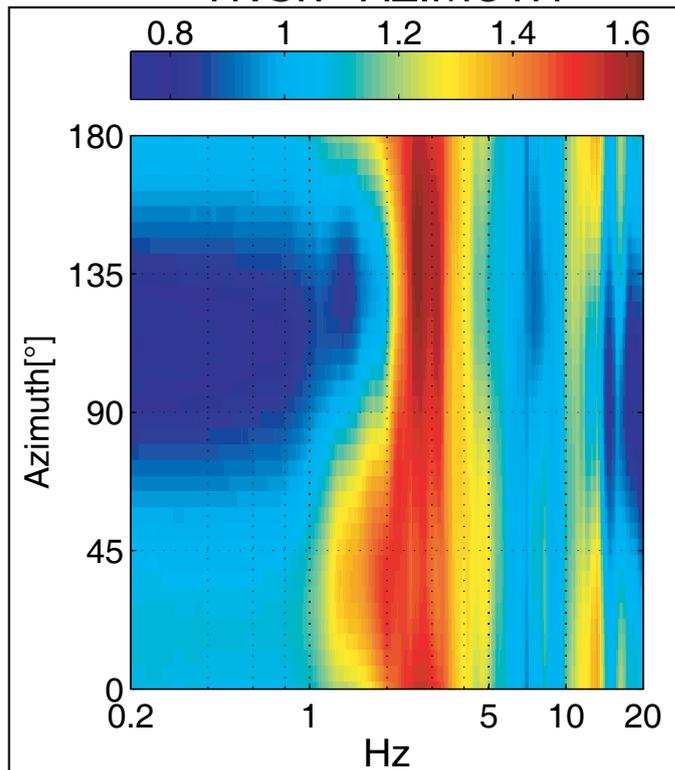
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

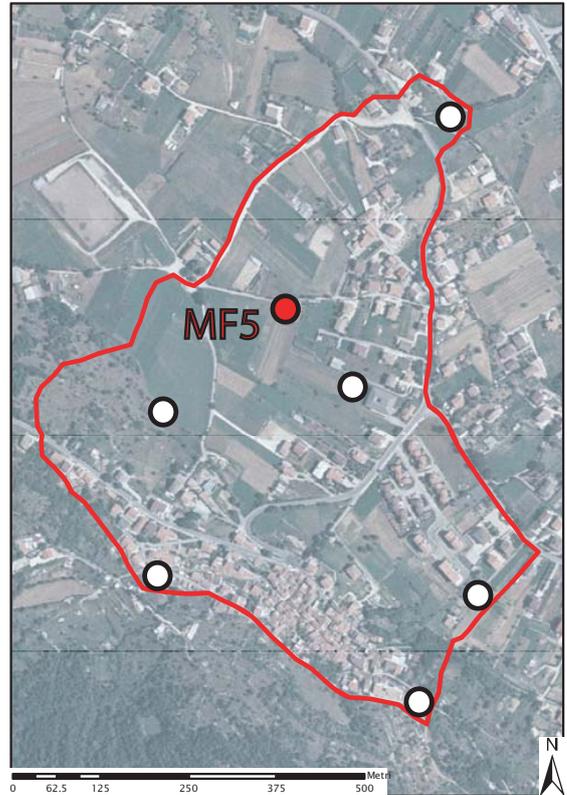
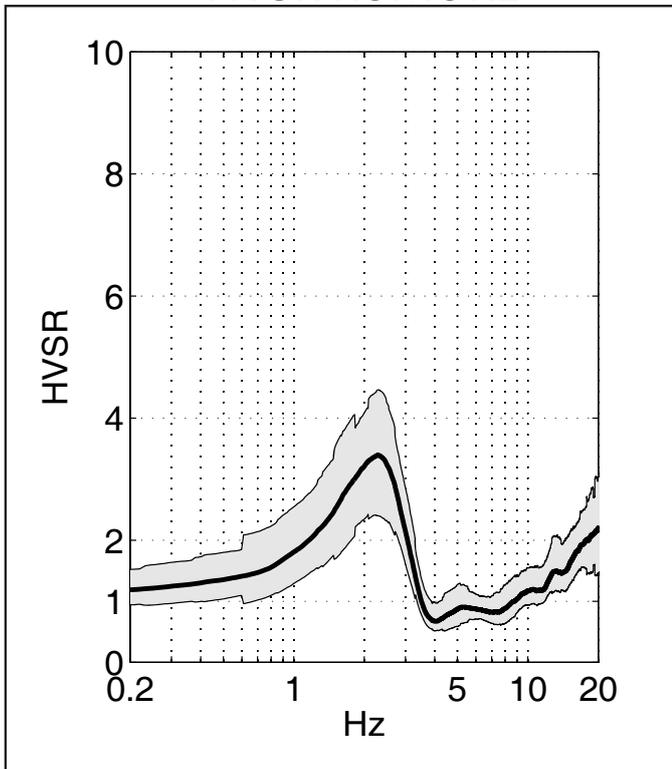


MF5

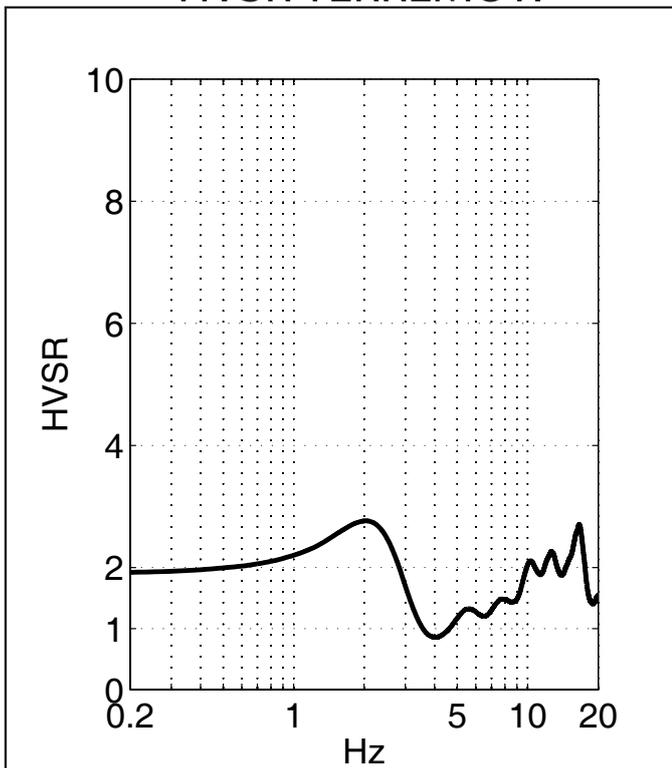
Pianola

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0368485E 4687280N
INSTALLATA [GMT]: 20090617 1050
RIMOSSA [GMT]: 20090618 0745
SENSORE: Lennartz LE-3d/5s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

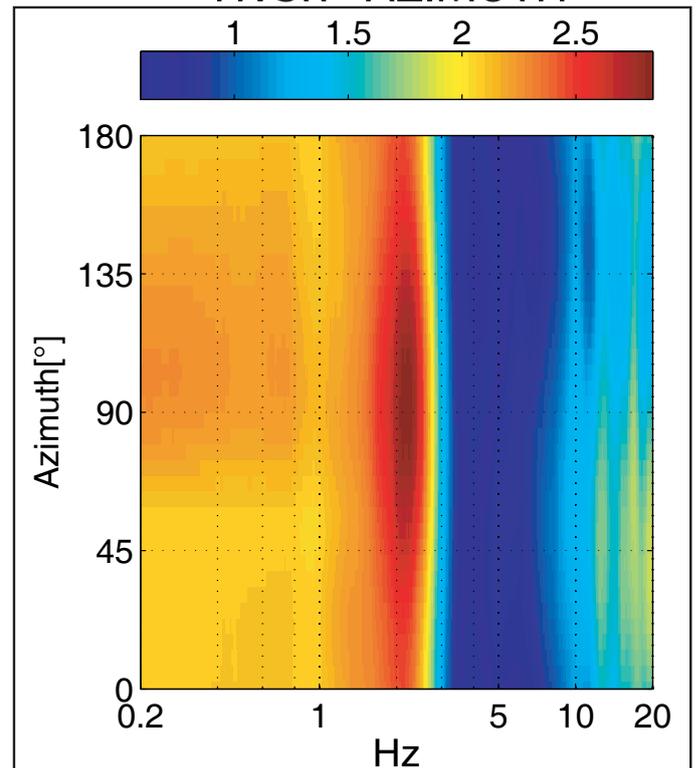
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

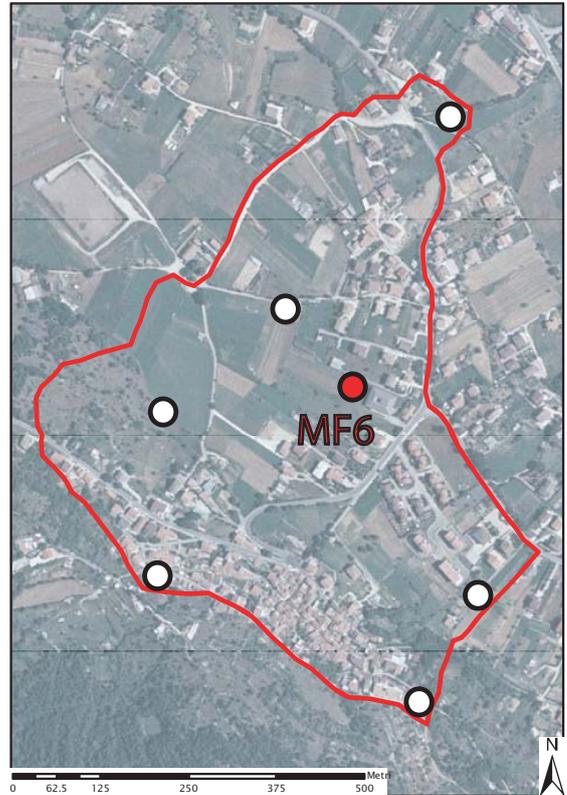
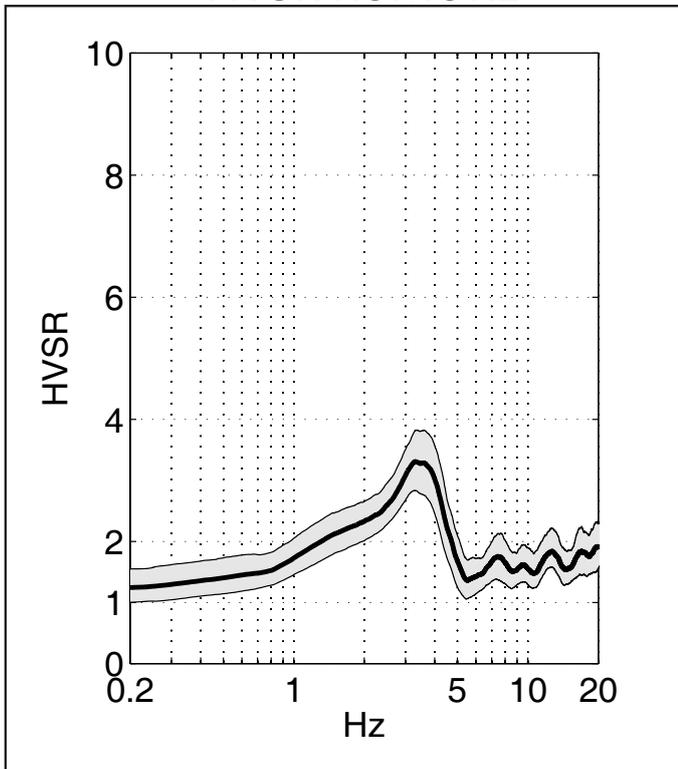


MF6

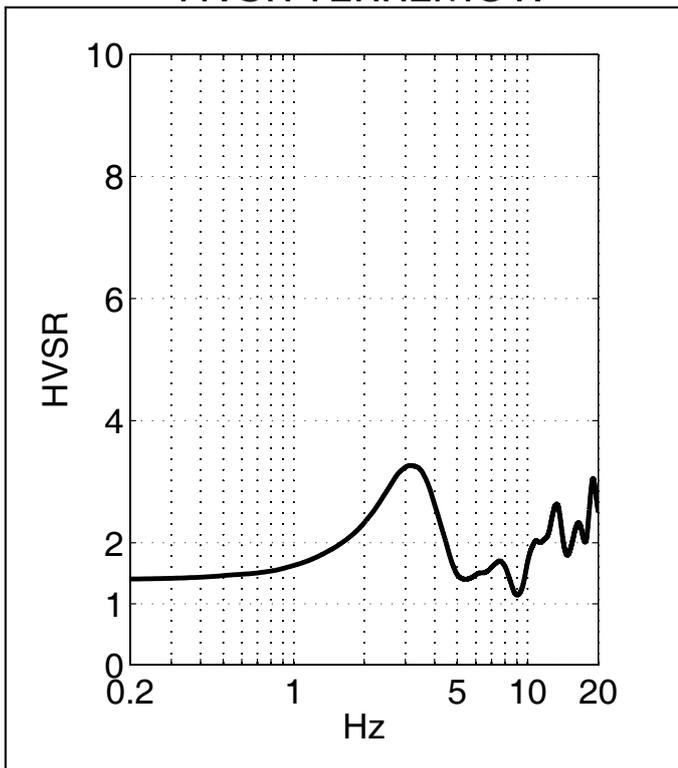
Pianola

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0368585E 4687166N
INSTALLATA [GMT]: 20090617 1230
RIMOSSA [GMT]: 20090618 0755
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

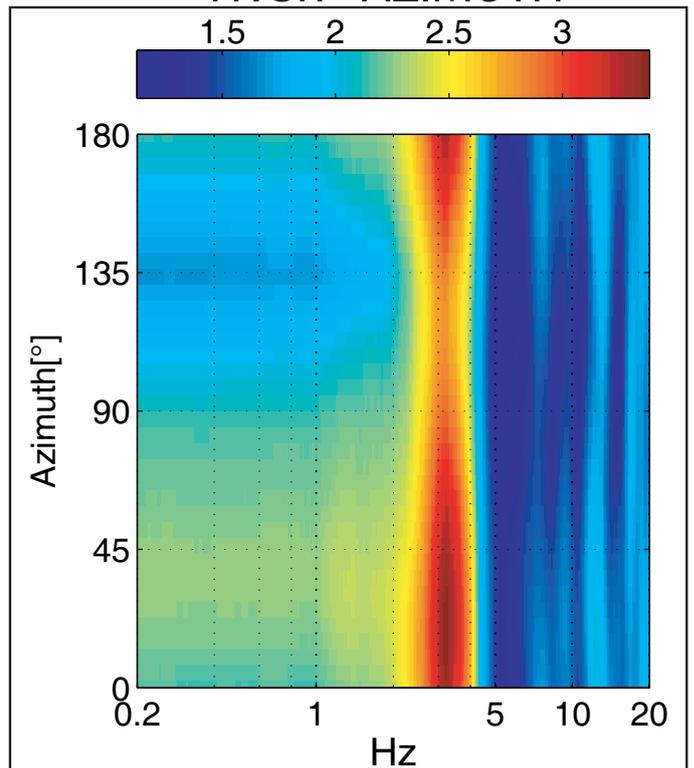
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH

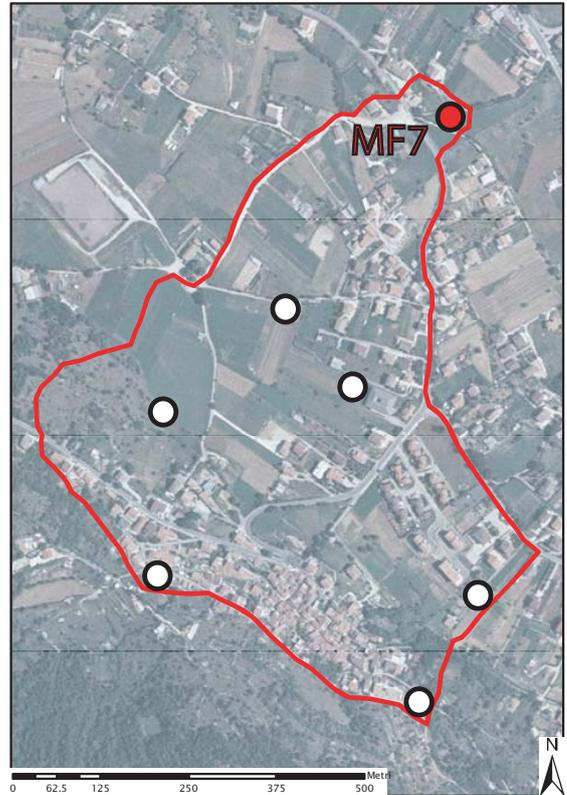
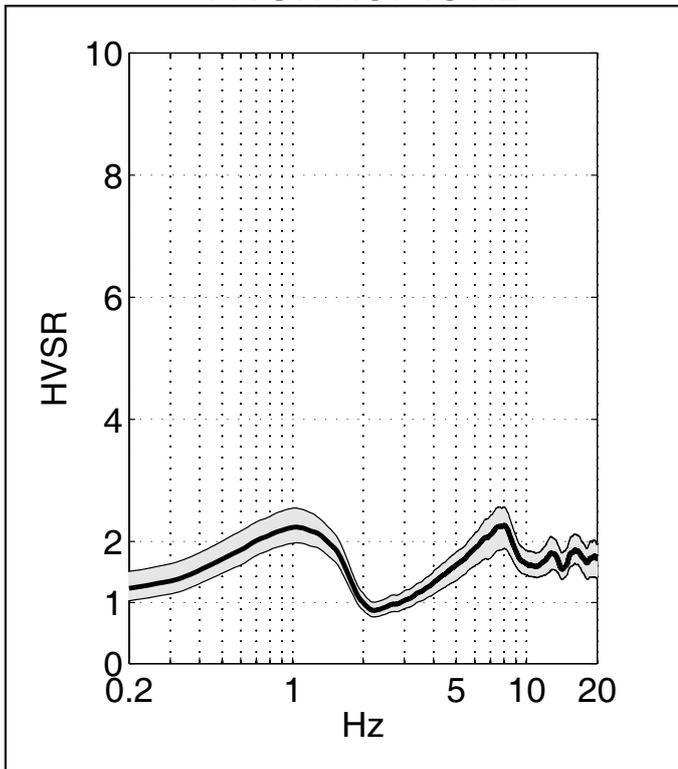


MF7

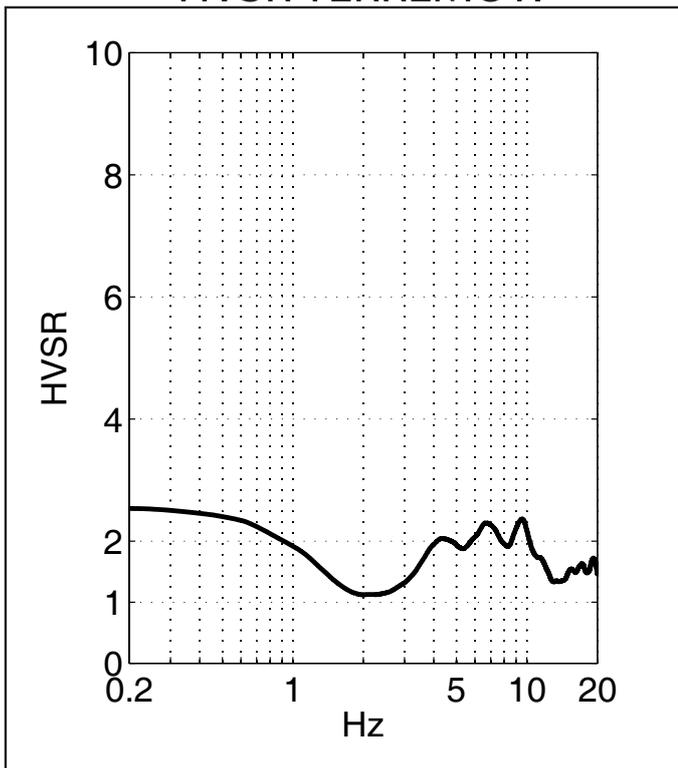
Pianola

POSIZIONE: UTM WGS84 33T
0368727E 4687551N
INSTALLATA [GMT]: 20090617 1300
RIMOSSA [GMT]: 20090618 0805
SENSORE: Guralp 40T 30s
DIGITALIZZATORE: Guralp CMG-DM24
CAMPIONAMENTO 100 Hz

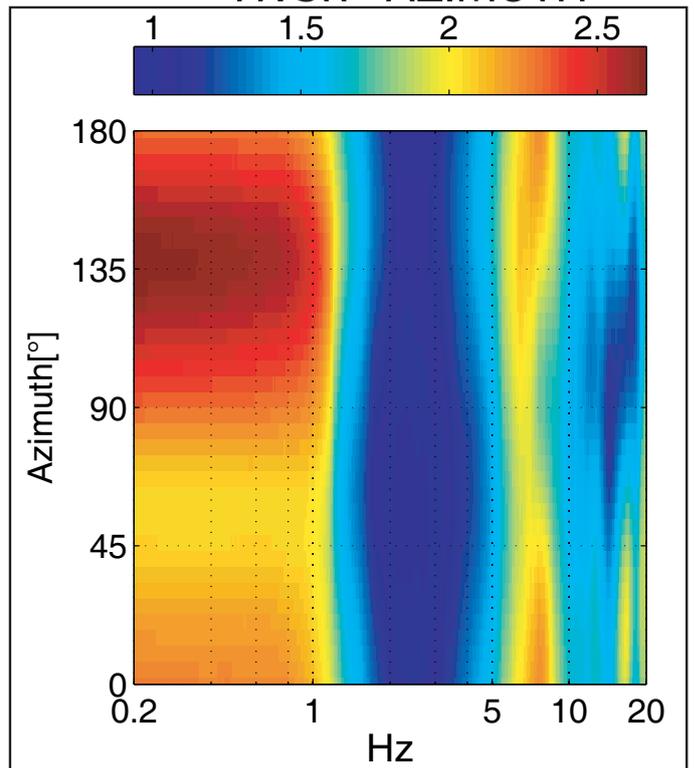
HVSR RUMORE



HVSR TERREMOTI



HVSR - AZIMUTH



MAPPE DEI PERIODI DI RISONANZA

MAPPA DI INSIEME DELLE AREE DI INDAGINE

Periodi di risonanza

L'Aquila

Pianola

Bagno

Civita

Cavalletto

S. Benedetto

S. Felice

Stz. riferimento

