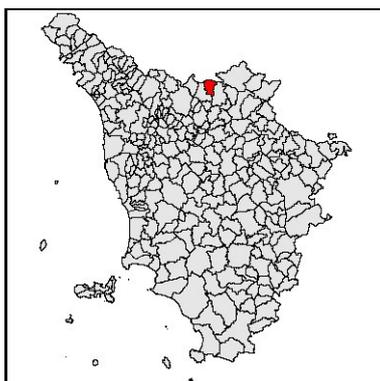


Attuazione dell'Art.11 della Legge 24 giugno 2009 n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA DI I° LIVELLO

## Relazione Tecnica

### Comune di Vernio



Luglio 2013



## INDICE

1 Introduzione	pag.2
1.1 I prodotti dello studio di MS 1° livello	pag.4
2 Selezione e delimitazione delle aree di indagine	pag.5
3 Inquadramento geologico e geomorfologico del territorio comunale	pag.6
3.1 Geologia	pag.6
3.1.1 Stratigrafia	pag.6
3.1.2 Tettonica	pag.10
3.2 Geomorfologia	pag.11
4 La raccolta dei dati geognostici esistenti	pag.13
5 Le nuove indagini geofisiche realizzate	pag.14
5.1 Le prove HVSr	pag.14
5.1.1 Brevi cenni sulla tecnica HVSr	pag.14
5.1.2 Attrezzatura	pag.16
5.1.3 Elaborazione	pag.16
5.1.4 La qualità della misura	pag.17
5.1.5 Monografie misure HVSr	pag.19
5.1.5.1 Cavarzano	pag.19
5.1.5.2 Montepiano	pag.20
5.1.5.3 Luciana-Sassetta	pag.21
5.1.5.4 Vernio	pag.22
5.2 Le indagini di sismica a rifrazione	pag.26
6 La carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica e delle indagini	pag.27
7 La carta delle Frequenze fondamentali dei depositi	pag.28
8 La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	pag.30
8.1 La legenda delle carte MOPS	pag.31
8.1.1 Zone stabili	pag.32
8.1.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	pag.32
8.1.3 Zone suscettibili di instabilità	pag.34
8.1.4 Punti di misura di misura di rumore ambientale	pag.34
8.2 Le carte MOPS del territorio comunale di Vernio	pag.34
8.1.2 Cavarzano	pag.35
8.2.1.1 Livello di qualità della carta MOPS	pag.35
8.2.2 Montepiano	pag.35
8.2.2.1 Livello di qualità della carta MOPS	pag.36
8.2.3 Luciana-Sassetta	pag.36
8.2.3.1 Livello di qualità della carta MOPS	pag.37
8.2.4 Vernio	pag.37
8.2.4.1 Livello di qualità della carta MOPS	pag.38

figura 1 - carta geologica foglio nord del P.S. di Vernio

figura 2 - carta geologica foglio sud del P.S. di Vernio

figura 3 - sezioni geologiche generali

figura 4 - carta geomorfologica foglio nord del P.S. di Vernio

figura 5 - carta geologica foglio sud del P.S. di Vernio

figura 6/7/8 (nel testo)

figura 9 - sezioni carta MOPS

figura 10/11/12/13 (nel testo)

Appendice A - Schede delle elaborazioni misure HVSr

Appendice B - Relazione tecnica delle prospezioni geofisiche

# Indagini di microzonazione sismica

---

## 1 Introduzione

Questo documento costituisce la relazione di sintesi dello studio di Microzonazione Sismica di primo livello elaborato su incarico del Comune di Vernio (Del.G.C.n.127 del 20/12/2012) che ha usufruito del finanziamento di cui all'OPCM 4007/2012 risultando al 17° posto della graduatoria dei comuni ammissibili a finanziamento per l'annualità 2011 (Decreto G.R.T. n.5079 del 5/11/12). Tutto il lavoro prodotto è stato archiviato secondo lo *Standard di Rappresentazione Grafica e Archiviazione Informatica - Versione 2.0* utilizzando il software SoftMS per l'archiviazione dei dati geognostici ed il software Soft\_CLE 1.3 per l'analisi delle condizioni limite per l'emergenza. Tutti i dati sono contenuti in un DVD allegato, comprese le cartografie in formato .pdf che non sono state stampate su carta.

Risulta ormai largamente riconosciuto che la microzonazione sismica (MS) è uno strumento molto utile per il governo del territorio, per la progettazione e per la pianificazione per l'emergenza ai fini della prevenzione sismica e della valutazione del rischio sismico.

La microzonazione sismica ha infatti lo scopo di individuare e riconoscere, ad una scala sufficientemente di dettaglio (comunale o sub comunale), le condizioni geologiche locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (ampiezza dello scuotimento) o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

I risultati dello studio di MS sono sintetizzati in una carta del territorio nella quale sono indicate:

- le **zone stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base (valori di accelerazione indicati negli allegati alle NTC 2008 – d.m. 14.01.2008);
- le **zone stabili suscettibili di amplificazione sismica**, dove il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche (presenza di coperture sedimentarie) e/o morfometriche del territorio (pendenze versanti, creste, valli strette, ecc.), anche sepolte;
- le **zone suscettibili di instabilità**, cioè suscettibili di attivazione/riattivazione di fenomeni di deformazione permanente del terreno indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali, cedimenti differenziali, ecc.).

Il documento tecnico di riferimento per la realizzazione degli studi di MS è rappresentato dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (di seguito indicato con la sigla ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome opportunamente integrato dalle "Specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica" approvate con la delibera GR Toscana n.261/2011 e aggiornate con la delibera GRT n.741/2012.

Gli ICMS individuano tre livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, in funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi degli studi di MS:

- **livello 1**, propedeutico ai successivi studi di MS, consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e di informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Il prodotto finale è la carta delle "Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)";

- **livello 2**, con il quale si introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee (MOPS) mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "Carta di Microzonazione Sismica";
- **livello 3**, rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione del territorio basata su metodologie analitiche di tipo quantitativo. L'elaborato conclusivo dello studio è la "Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti".

La normativa regionale della Toscana (d.P.G.R n.53R/2011 "Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n.51/2005 in materia di indagini geologiche") prevede, come supporto agli strumenti urbanistici, la redazione obbligatoria di uno studio di microzonazione di **livello 1 "pesante"** (Tabella ), dove ai contenuti dello studio di primo livello degli ICMS si aggiungono misure di microtremori (HVSR) realizzate in campagna per integrare l'informazione, sostanzialmente bibliografica, con una valutazione qualitativa delle frequenze fondamentali dei depositi sedimentari e delle amplificazioni attese del moto sismico, in modo da ottenere una informazione già di buona significatività per le attività di pianificazione.

Tabella – indagini, analisi ed elaborati del livello 1 di MS (da del.GRT 741/2012)

<b>LIVELLO 1</b>	
<b>INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell'area:</u> rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi;</li> <li>• <u>Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;</u></li> <li>• <u>Nuove indagini: Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche,</u> qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1;</li> <li>• <u>Misura passive del rumore ambientale,</u> mediante tecnica a stazione singola;</li> </ul>
<b>ANALISI ED ELABORAZIONI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;</u></li> <li>• <u>Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.</u></li> </ul>
<b>PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Carta delle indagini</u> (sia esistenti che di nuova realizzazione);</li> <li>• <u>Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;</li> <li>• <u>Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;</li> <li>• <u>Relazione tecnica illustrativa</u> della carta MOPS;</li> <li>• <u>Carta delle frequenze fondamentali dei depositi.</u></li> </ul>

Il principale elaborato a fini pianificatori previsto nel livello 1 pesante è la "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)", che individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di indagini geofisiche, è possibile individuare la possibile occorrenza delle diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Di particolare importanza a questo scopo risulta la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area che dovrà focalizzarsi sulle "coperture" (depositi detritici, sedimenti sciolti, coltri di alterazione) e sulla individuazione dei litotipi che possono rappresentare il substrato rigido (ovvero quei litotipi caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S – convenzionalmente assunta superiore a 800 m/sec - significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti); in particolare dovrà essere realizzata una stima approssimativa della profondità del substrato rispetto al piano di campagna e del contrasto di impedenza sismica atteso all'interfaccia deposito/substrato.

Le finalità degli studi di MS di livello 1 sono quindi:

- individuare il modello geologico di sottosuolo preliminare;
- definire le tipologie di effetti attesi;
- individuare qualitativamente le aree che necessitano di approfondimenti.

L'individuazione delle microzone a diversa propensione di amplificazione della risposta sismica di base fornisce pertanto un supporto conoscitivo della pericolosità sismica locale che permette di orientare le scelte pianificatorie alla scala dello strumento urbanistico comunale e di definire in dettaglio la tipologia di indagini geologico-geofisiche che dovranno essere messe in atto per le varie tipologie di intervento edilizio.

Infine la normativa regionale accoglie e impone la proposta del Gruppo di Lavoro MS (rapporto interno del Dipartimento Protezione Civile – 2011) per una valutazione del livello di qualità della carta MOPS, attraverso una procedura semi-quantitativa multiparametrica, nella quale vengono sommati gli apporti dei vari parametri delle conoscenze di base che contribuiscono alla costruzione della carta MOPS (Tabella ).

*Tabella - Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi (da Del. GRT n.741/2012)*

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\* D. Albarello, C. Cesi, V. Eulilli, F. Guerrini, E. Lunedei, E. Paolucci, D.Pileggi, L.M. Puzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll.Geofis.Teor.Appl.

La procedura di valutazione di qualità della cartografia è usata:

- in fase di predisposizione dello studio di MS di livello 1 dal soggetto realizzatore, al fine di poter valutare se il quadro conoscitivo desunto sia sufficiente per la redazione dello studio di MS di livello 1 o se al contrario debbano essere effettuati approfondimenti di indagine, anche in relazione alla complessità geologico-tecnica dell'area;
- in fase di controllo sui risultati prodotti, da parte del soggetto validatore (ufficio del Genio Civile competente), come strumento di ausilio e supporto in fase istruttoria.

## **1.1 I prodotti dello studio di MS 1° livello**

Come individuato dalla normativa regionale (vedi Tabella ) i prodotti attesi dallo studio di MS sono sostanzialmente di tipo cartografico, accompagnati da una relazione tecnica illustrativa:

- a) carta delle indagini,
- b) carta geologica-tecnica per la microzonazione sismica,
- c) carta delle frequenze fondamentali dei depositi,
- d) carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS),
- e) relazione tecnica illustrativa (il presente documento).

Per ciascuna delle quattro aree per gli studi di MS individuate per il territorio comunale di Vernio (vedi capitolo successivo) sono state redatte le relative cartografie in scala 1:5.000. I capitoli seguenti illustrano le modalità di redazione dei vari elaborati previsti e le considerazioni da essi desumibili per lo specifico territorio comunale di Vernio preso in esame, allo scopo di entrare poi nelle classi di pericolosità sismica che supportano gli studi geologici per la redazione del Regolamento Urbanistico.

## **2 Selezione e delimitazione delle aree di indagine**

La predisposizione degli studi di dettaglio di microzonazione sismica prevede preliminarmente l'individuazione degli areali entro i quali tali approfondimenti devono essere sviluppati; infatti lo studio MS non si estende a tutto il territorio comunale, ma unicamente alle zone urbanizzate o fortemente infrastrutturate.

I criteri per la delimitazione delle aree di indagine sono contenuti nel capitolo 1B1.2 "Criteri per la delimitazione delle aree per la realizzazione della cartografia geologica, geomorfologica, litologico-tecnica" delle Istruzioni tecniche del Programma VEL e sostanzialmente combinano aspetti morfologici, geologici e antropici di interesse ai fini della valutazione degli effetti locali.

Per il territorio comunale di Vernio le aree da studiare sono state individuate e delimitate nell'ambito della riunione del 30.11.2012 tra i professionisti incaricati, i tecnici della Regione Toscana del Coordinamento regionale prevenzione sismica e dell'Ufficio del Genio Civile di Prato, oltre al responsabile tecnico del Comune di Vernio, facendo riferimento alla cartografia di tipo geologico esistente e quindi in relazione alle problematiche geologiche individuate.

I principali elementi antropici, in ordine di priorità, sui quali si è ulteriormente basata la delimitazione sono i seguenti:

1. numero degli abitanti delle frazioni;
2. edifici pubblici e strategici;
3. centri storici;
4. aree industriali;
5. aree urbane in espansione;
6. viabilità.

Le aree di interesse, riportate in tutti gli elaborati cartografici, riguardano Vernio capoluogo (costituito dalle frazioni di Sant'Ippolito, Terrigoli, Mercatale e S.Quirico) e le frazioni di Montepiano, Cavarzano e Luciana-Sassetta.

L'incontro con i tecnici della Regione Toscana ha permesso anche di definire la tipologia ed il numero delle indagini geofisiche (misure HVSR e stese sismiche a rifrazione in onde P ed S) necessarie per poter

idoneamente sviluppare una cartografia MOPS di adeguato livello qualitativo e per la predisposizione della carta delle frequenze naturali dei terreni (come previsto per il livello 1 “pesante” normato dalla Regione Toscana).

Un successivo scambio di mail con materiali, avvenuto nel mese di giugno 2013, a valle della campagna di indagini HVSR e del completamento della raccolta dei dati esistenti, ha permesso di validare e confermare definitivamente le indicazioni sulla delimitazione delle aree e sulle indagini di approfondimento concordate nella riunione preliminare svoltasi a novembre.

### **3 Inquadramento geologico e geomorfologico del territorio comunale**

Per meglio comprendere i capitoli che descrivono i risultati delle indagini di supporto alla redazione delle carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) e le considerazioni, anche di natura interpretativa, sui comportamenti desumibili per le varie unità litologico-tecniche individuate, non si può esimere da una sintetica ma esaustiva descrizione delle caratteristiche geologiche s.l. e geomorfologiche del contesto generale relativo al territorio comunale di Vernio.

#### **3.1 Geologia**

La carta geologica utilizzata come base per questo lavoro, derivata dagli studi di supporto agli strumenti urbanistici del Comune (Figure 1-3 in fondo al testo), è stata costruita utilizzando i dati della nuova cartografia geologica del Progetto CARG, sezioni 252060, 252070, 252100, 252110, 252140, 252150) del foglio n.252 Barberino del Mugello. I dati contenuti sono quindi aggiornati alle ultime conoscenze acquisite sulle diverse formazioni geologiche ed i relativi rapporti stratigrafici. Nel complesso è stato raggiunto un livello di conoscenza molto approfondito relativamente ai tipi litologici, genesi ed evoluzione tettonica.

##### **3.1.1 Stratigrafia**

Di seguito si riportano le descrizioni delle formazioni affioranti suddivise in base alle unità tettoniche di appartenenza; all'interno di ciascuna unità le formazioni sono riportate in successione cronologica.

#### **DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE**

##### *Depositi alluvionali in evoluzione (b<sub>1</sub>)*

Sono costituiti dai materiali incoerenti, prevalentemente ghiaiosi e ciottolosi con lenti sabbiose e sabbioso limose che si ritrovano nei letti di piena ordinaria dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali principali.

##### *Depositi alluvionali terrazzati (b<sub>2</sub>)*

Anche in questo caso si tratta di materiale detritico prevalentemente grossolano (ghiaia, ciottoli, sabbia e limo) deposto dalle piene dei corsi d'acqua che, in passato, scorrevano a quote maggiori rispetto all'attuale. Sono stati indicati con questa sigla i terrazzi alluvionali per i quali non è possibile attribuire una successione stratigrafica precisa per la scarsità degli affioramenti.

##### *Detriti di versante, di falda e depositi eluvio-colluviali (a)*

Sono costituiti da materiale incoerente eterogeneo e di varie dimensioni accumulato per effetto della gravità e del ruscellamento superficiale nelle porzioni meno acclivi dei versanti oppure ai piedi delle scarpate più ripide. Materiali più fini si accumulano, talvolta, sui ripiani o sui versanti a debole pendenza per alterazione, in posto, del substrato roccioso.

In qualche caso tutte queste tipologie di accumuli possono presentare indizi di evoluzione gravitativa attuale o passata; nella carta geomorfologica (tavola G2) si evidenzia questa differenziazione.

### *Accumuli di origine antropica*

Lungo la valle del Bisenzio si osservano importanti accumuli di materiali detritici come risultato dell'attività antropica; in particolare sono meritevoli di nota, in quanto costituiscono veri e propri ripiani terrazzati, quelli dovuti allo scavo delle gallerie ferroviarie del tracciato appenninico.

## **UNITÀ TETTONICHE TOSCANE**

### *Unità tettonica Cervarola*

#### *Marne varicolori di Villore (MVV)*

I depositi marnosi emipelagici e pelagici presenti alla base delle formazioni del T.Carigiola e dell'Acquerino vengono distinti in una unica formazione sia per aver fornito la medesima età sia per l'omogeneità delle caratteristiche di facies. Si tratta di marne e marne argillose variegata, generalmente di colore verde, grigio chiaro, talora rossastro, intensamente foliate. Lo spessore parziale massimo è di 100 metri; il contatto stratigrafico superiore è netto ed è marcato dalla comparsa di strati torbiditici sottili per uno spessore di pochi metri. Il contatto inferiore non è affiorante in quanto la formazione è sempre troncata da superfici di sovrascorrimento.

L'età è compresa dal piano Cattiano all'Aquitano (Oligocene-Miocene inferiore).

#### *Formazione dell'Acquerino (AQR)*

Questa formazione è costituita da alternanze di strati gradati arenaceo-pelitici, di origine torbiditica, con spessore, granulometria e rapporto reciproco molto variabile. Le areniti hanno colore grigio, composizione feldspatolitica e sono molto ben cementate. Le peliti sono anch'esse molto indurite; le impronte di fondo indicano una provenienza dei flussi da w-nw. La potenza complessiva risulta di oltre 1.000 metri. La formazione è caratterizzata dalla tendenza alla diminuzione della granulometria a dello spessore degli strati verso l'alto; essa è articolata in tre membri in relazione di sovrapposizione stratigrafica e di parziale eteropia:

- il membro inferiore, arenaceo-pelitico, è costituito da alternanze arenaceo pelitiche in strati gradati di grosso spessore che, nel complesso, rappresentano depositi torbiditici di lobo arenaceo in una fase evolutiva iniziale del sistema deposizionale;
- il membro centrale, pelitico-arenaceo, è costituito da alternanze pelitico arenacee in strati gradati generalmente da sottili e, subordinatamente più spessi, dove i livelli arenitici hanno granulometria fine;
- il membro inferiore, pelitico, è costituito da marne e marne siltose, grigio-chiaro e nocciola, con presenza verso il basso di rari livelli siltosi ed arenitici gradati. Nel complesso formano depositi emipelagici e torbiditici delle ultime fasi deposizionali.

L'età della formazione è compresa tra il Cattiano ed il Burdigaliano (Oligocene-Miocene inferiore).

#### *Formazione del Torrente Carigiola (TCG)*

E' costituita da alternanze arenaceo-pelitiche caratterizzate in gran parte da un rapporto reciproco variabile e, soprattutto, dalla presenza di strati arenacei particolarmente spessi, "megastrati", a grana grossolana e microconglomeratica. Al tetto della formazione si rilevano prevalentemente le peliti. Gli strati arenacei hanno composizione feldspatolitica e sono molto ben cementati; le peliti si mostrano di colore grigio e molto indurite. L'analisi delle direzioni delle paleocorrenti indicano la provenienza dei flussi di torbida da w-nw.

Questa formazione è stata suddivisa in due membri e rappresenta un sistema torbiditico pienamente sviluppato la cui età è riferibile all'Aquitano (Miocene inferiore):

- il membro a "megastrati" arenacei è rappresentato da alternanze arenaceo-pelitiche caratterizzate dalla presenza di potenti strati, di spessore fino a 35 metri, gradati, alla base dei quali si riconoscono

gli elementi più grossolani di dimensioni microconglomeratiche, seguiti da un potente strato arenitico, con gradazione spesso assente, scarsa cernita e con grossi inclusi pelitici e strutture interne caotiche. Questi strati si chiudono con un intervallo pelitico di spessore raffrontabile con la porzione arenitica. Nel complesso si tratta di depositi torbiditici di lobo arenaceo che rappresentano eventi di risedimentazione di grandi volumi di materiale terrigeno in un bacino relativamente confinato;

- il membro pelitico è costituito da siltiti marnose e marne siltose molto indurite con stratificazione molto sottile, non sempre in evidenza, talvolta marcata da sottili areniti a grana molto fine. Si tratta di depositi emipelagici e torbiditici delle ultime fasi deposizionali.

Lo spessore complessivo della formazione è di circa 1.000 metri e netto è il contatto con la formazione di Stagno stratigraficamente soprastante.

#### *Formazione di Stagno (STA)*

Questa formazione è costituita da alternanze arenaceo pelitiche, pelitico arenacee e peliti. Le areniti si presentano di colore grigio, composizione feldspatolitica e ben cementate; le peliti sono anch'esse grigie e molto indurite. Le paleocorrenti indicano provenienza dei flussi da w-nw e la potenza complessiva è di 1.200 metri. Il contatto superiore è netto con la formazione di Castiglione dei Pepoli, l'età della formazione è Aquitaniano-Burdigaliano (Miocene inferiore).

Il membro arenaceo-pelitico è formato da pacchi di strati gradati di spessore prevalentemente sottile, a grana fine, alternati a pacchi di strati di forte spessore caratterizzati da una grana medio- grossolana.

Il membro pelitico arenaceo è costituito da alternanze pelitico arenacee in strati gradati, prevalentemente sottili e, in second'ordine di forte spessore.

Il membro pelitico è formato da siltiti marnose e marne siltose, indurite ed a stratificazione sottile, non sempre in evidenza.

#### *Formazione di Castiglione dei Pepoli (CDP)*

Questi terreni, che affiorano al tetto della Formazione di Stagno, sono costituiti da alternanze arenaceo-pelitiche con le areniti nettamente prevalenti. Queste ultime si presentano di colore grigio, composizione lito-feldspatica e sono ben cementate; le peliti si mostrano grigie e moderatamente indurite. Le impronte di fondo indicano, anche in questo caso, provenienza dei flussi torbiditici da w-nw; la potenza complessiva non è determinabile, ma comunque è stimabile oltre i 1.000 metri. Il contatto stratigrafico superiore con le breccie di Monte Bagucci è netto, l'età è riferibile al Burdigaliano-Langhiano (Miocene medio).

La formazione di Castiglione dei Pepoli è suddivisa in due membri e rappresenta i depositi di un singolo sistema torbiditico interrotto da un ricoprimento tettonico e da depositi gravitativi associati:

Il membro arenaceo prevale su quello pelitico ed è formato da alternanze arenaceo-pelitiche in strati gradati di forte spessore.

Il membro arenaceo-pelitico è costituito da alternanze arenaceo-pelitiche in strati gradati da spessi a molto spessi dove i due tipi litologici sono equamente presenti.

#### *Breccie argillose di Monte Bagucci (BRB)*

Si tratta di breccie poligeniche a matrice argillosa, di colore grigio, in superficie fresca e nocciola, in superficie alterata. Localmente si notano delle deformazioni dovute allo sviluppo di un clivaggio di tipo scaglioso. La matrice è costituita prevalentemente da clasti millimetrici di argilliti con frammenti di calcari micritici, di colore grigio in superficie fresca e bianco-giallastri in superficie alterata; questi frammenti di età cretacea, sono di dimensioni centimetriche, decimetriche o più raramente metriche. Occasionalmente sono anche presenti clasti decimetrici di siltiti, areniti e marne calcaree.

Questa formazione, il cui spessore è stimato in 20-40 metri rappresenta i depositi di una colata sottomarina di fango e di detrito grossolano. L'età è riferibile al Langhiano (Miocene medio).

### Unità tettonica Sestola-Vidiciatico

#### *Unità argilloso calcarea (AVC)*

Appartengono a questa generica denominazione litotipi di età cretacea e terziaria assimilabili in buona parte alla Argille a Palombini ed aventi affinità in parte anche con la Formazione di Sillano.

Si tratta di alternanza di letti argillosi e calcarei, quasi mai osservabili allo stato indeformato e che mostrano sistematicamente il tipico clivaggio scaglioso. Le argille sono fissili e di colore bluastro, verde, grigio o nerastro su superficie fresca; alterate assumono un colore ocra giallastro e nocciola. Ad esse si intercalano strati di calcilutiti grigie, gradati e di medio spessore, e sottili strati di siltiti ed areniti marroni o grigie.

La potenza originaria della formazione non è ben definibile a causa dell'estrema tettonizzazione; si stima comunque uno spessore intorno ai 700-800 metri.

L'ambiente di deposizione è tipico di un mare profondo dove correnti di torbida hanno permesso la sedimentazione delle argille, delle calcilutiti e delle siltiti.

L'età della formazione è compresa tra il Cretaceo inferiore e l'Eocene inferiore, non sono preservati contatti stratigrafici inferiori con altre unità.

#### *Marne di Baigno (BGN)*

Questa formazione è costituita esclusivamente da marne siltose, a luoghi calcaree, fortemente indurite, di colore grigio-chiaro su superficie fresca e grigio-giallastro su superficie alterata; la stratificazione è di difficile individuazione.

Nel complesso si tratta di depositi emipelagici di piattaforma continentale esterna e di scarpata. Non è presente un contatto stratigrafico inferiore con le formazioni di affinità ligure o sub-ligure, il contatto superiore con le Arenarie di Suviana è presumibilmente stratigrafico.

La potenza massima è di circa 150 metri e l'età è riferibile all'Aquitano-Burdigaliano (Miocene inferiore).

#### *Arenarie di Suviana (SUV)*

Anche in questo caso si tratta di un'associazione litologica di tipo torbiditico costituita da un'alternanza di strati arenaceo-pelitici in rapporto reciproco molto variabile. Gli strati si presentano ben gradati e di grosso spessore. Le areniti di base sono piuttosto grossolane e di composizione feldspatolitica. Le direzioni di apporto delle correnti di torbida, stabilite sulla base delle impronte rilevate, indicano una provenienza dai quadranti occidentali. Lo spessore massimo della formazione, che rappresenta dei depositi torbiditici di lobo e forse di riempimento di un canale è di 150 metri; l'età è riferibile al Burdigaliano-Langhiano (Miocene medio).

## **UNITÀ TETTONICHE LIGURI**

### Unità tettonica Morello

#### *Formazione di Sillano (SIL)*

Si tratta di una formazione a dominante pelitica costituita da argilliti e siltiti, in genere fissili, di colore prevalentemente grigio scuro o nerastro (ma anche marrone, nocciola, ocra e verdastro) cui si intercalano strati di altra litologia. Tra questi litotipi predominano calcari e calcari marnosi a grana fine di colore grigio nocciola o giallastri, spesso silicei ed in genere fittamente interessati da vene e fratture. Subordinatamente si osservano calcareniti grigio scure con areniti e siltiti.

Questa formazione, che rappresenta il deposito di materiale terrigeno in ambiente pelagico, mostra una deformazione pervasiva alla scala dell'affioramento tale da mascherare, nella maggior parte dei casi, l'originario ordine stratigrafico, visibile solo per spessori modesti e per estensioni laterali ridotte.

Lo spessore geometrico può essere stimato intorno agli 800 metri; l'età è compresa tra il Cretaceo superiore e l'Eocene inferiore.

### *Pietraforte (PTF)*

Vengono attribuiti a questa formazione alcuni piccoli lembi di arenarie torbiditiche affioranti nei pressi di Montetiglioli; queste arenarie erano state attribuite, in passato, alla formazione delle Arenarie del Cervarola.

Si tratta di torbiditi arenaceo pelitiche in strati da medi a molto spessi con una prevalenza del litotipo arenaceo. Queste ultime si presentano con il tipico colore giallastro e sono in genere piuttosto grossolane alla base dello strato per poi passare a peliti grigio scure e nerastre. La potenza geometrica complessiva della formazione non supera i 200 metri ed i rapporti stratigrafici originari con le altre unità non sono conservati. Sulla base di campioni raccolti, anche in aree limitrofe, le arenarie sono datate al piano Campaniano-Maastrichtiano (Cretaceo superiore).

### *Ofioliti e breccie ofiolitiche*

#### *Basalti brecciati (OFLb)*

Vengono riunite in questa unità litostratigrafica corpi per lo più isolati e di dimensioni talora non cartografabili presenti in stretta associazione con la Formazione di Sillano (SIL) e l'unità argilloso-calcareo (AVC). Nel territorio di Vernio affiorano basalti brecciati di colore rosso scuro, a forma di "pillows", con breccie costituite da clasti di varia dimensione, fortemente tettonizzati.

Le modalità di messa in posto dei lembi ofiolitici inclusi in altre unità litostratigrafiche presenta a tutt'oggi una notevole incertezza; è possibile che i lembi ofiolitici di minori dimensioni siano masse franate all'interno del bacino di sedimentazione delle formazioni cretacee liguri. L'età di questi corpi ofiolitici è riferibile al Giurassico medio-superiore.

### **3.1.2 Tettonica**

Le relazioni geometriche esistenti tra le differenti unità litostratigrafiche descritte sono il frutto di una lunga storia di deformazione della crosta terrestre iniziata nel Cretaceo e non ancora conclusa. Dal Cretaceo all'Eocene medio, si è verificata la progressiva chiusura del paleo-oceano ligure con la formazione di un prisma di accrezione di materiale sedimentario; le successive fasi deformative, dall'Oligocene in poi, sono state caratterizzate da un regime collisionale che ha interessato le successioni toscane ed umbre. La migrazione continua del fronte deformativo per tutto il Miocene ed il Pliocene ha coinvolto successivamente i domini più esterni (umbro marchigiano e padano) fino a determinare la configurazione attuale della catena nord appenninica. Scendendo nel dettaglio, la zona di Vernio è occupata prevalentemente dalle unità toscane distinte in unità tettonica Cervarola e di Sestola-Vidiciatico. Di queste, la prima risulta sovrascorsa dalla seconda la quale ha interrotto la sedimentazione torbiditica durante la deposizione della formazione di Castiglione dei Pepoli, dando luogo a fenomeni gravitativi testimoniati dalla presenza delle breccie argillose (BRB).

A sua volta l'unità Sestola Vidiciatico viene sovrascorsa dall'unità tettonica Cervarola. Quest'ultima risulta la più diffusa nel territorio di Vernio, ed è suddivisibile in varie sottunità tettoniche separate fra loro da superfici di sovrascorrimento all'interno delle quali possono essere presenti più formazioni in successione, una sola formazione o parte di essa. Dalla più interna alla più esterna affiorano la sottunità Acquerino, la sottunità Carigiola e la sottunità Castiglione dei Pepoli. Tutte le formazioni che costituiscono le sottunità sono deformate al loro interno in uno stile a pieghe rovesciate con vergenza variabile da N a NE e con direzione assiale da E-W a NW-SE; queste strutture plicative evolvono, in alcuni casi, in pieghe-faglie e sovrascorrimenti di minore entità.

Le Unità Liguri si trovano sovrapposte a quelle Toscane, questa è una caratteristica diffusa in tutto l'Appennino Settentrionale, la complessa tettonica che interessa tutta l'area ha permesso di conservare questo contatto esclusivamente nell'area circostante Montetiglioli.

Nelle due sezioni geologiche di Figura 3, oltre a indicare i rapporti cronologici tra le varie formazioni, si evidenzia lo stile tettonico dell'area e si mostrano le principali strutture plicative ed i sovrascorrimenti tra le varie unità riconosciute.

## 3.2 Geomorfologia

L'individuazione delle forme del terreno e l'attribuzione di esse ai vari processi morfogenetici è stata effettuata, sempre in occasione della predisposizione dei documenti di supporto agli strumenti urbanistici, mediante l'osservazione stereoscopica delle foto aeree più recenti disponibili presso l'Ufficio Cartografico della Regione Toscana. Si tratta di due voli realizzati nel periodo 1997-98 di cui il primo è un volo "alto", ovvero i fotogrammi hanno una scala di circa 1:30.000, mentre il secondo è un volo "basso" con i fotogrammi rapportabili a una scala di circa 1:7.500. Queste due serie di riprese aeree hanno permesso di costruire un elaborato in scala 1:10.000 che riporta un notevole dettaglio delle forme morfologiche più importanti e significative per la successiva lettura della pericolosità del territorio.

La carta geomorfologica (Figure 4 e 5) individua e riconosce le varie forme fisiche prodotte dagli agenti morfogenetici naturali (tra i quali inseriamo anche l'attività antropica) come la gravità, lo scorrimento delle acque superficiali, ecc. Questo tipo di rilievo permette di ricostruire il quadro dinamico delle modificazioni del territorio, che avvengono in maniera lenta o veloce a seconda del prevalere delle dinamiche fisiche su quelle indotte dalle attività antropiche. L'analisi presta particolare attenzione al riconoscimento delle forme attive, quiescenti ed inattive; il senso di tale distinzione è evidente in quanto le prime indicano fenomeni in evoluzione che possono costituire condizioni di rischio reale, tali da imporre interventi di messa in sicurezza, mentre le seconde che si rilevano in contesti dove le cause sono ancora presenti, possono costituire situazioni di pericolosità potenziale che possono degenerare in occasioni di interventi di trasformazione del suolo, quali nuovi insediamenti o variazioni dell'utilizzo del suolo, con conseguente alterazione negativa dell'equilibrio idrogeologico locale.

Lo studio delle caratteristiche geomorfologiche del territorio segue immediatamente quello geologico in quanto l'individuazione delle dinamiche attive e delle forme derivate da eventi passati è indice della maggiore o minore stabilità e/o propensione al dissesto del terreno; la possibilità di verificarsi di determinati fenomeni è legata soprattutto alle caratteristiche litologiche dei terreni e alla pendenza dei versanti.

La legenda utilizzata per il riconoscimento e la descrizione dei fenomeni geomorfologici è stata costruita differenziando le forme dovute prevalentemente alle dinamiche fluviali, per effetto dello scorrimento delle acque superficiali (forme di erosione e forme di accumulo), alle dinamiche sui versanti, per effetto della gravità (forme di denudazione e forme di accumulo), alle dinamiche antropiche, per effetto dei manufatti e delle modificazioni artificiali prodotte dalle attività socio-economiche.

### Dinamiche fluviali dovute allo scorrimento delle acque superficiali

Le forme dovute all'erosione delle acque superficiali risultano diffuse su tutti i rilievi e talora sono più o meno estese in base alla litologia, alla pendenza ed alla presenza della copertura vegetazionale.

E' ben evidente, infatti, come sui depositi detritici di versante i corsi d'acqua risultino in forte incisione e, in qualche caso, tale azione modellatrice produca uno scalzamento al piede degli stessi accumuli tale da innescare un movimento gravitativo verso il fondovalle.

L'alto potere erosivo delle acque di scorrimento superficiale permette anche lo sviluppo di profonde incisioni e forre laddove si registrano i maggiori dislivelli lungo i corsi torrentizi. Queste forme sono osservabili particolarmente lungo il torrente Carigiola.

Tra le forme di accumulo i depositi fluviali, terrazzati e non, risultano sviluppati quasi esclusivamente lungo il corso del Bisenzio, per lo più in forma relitta. In alcuni casi gli affluenti laterali del Bisenzio hanno prodotto dei piccoli conoidi di deiezione ancora evidenti per la forma rilevata rispetto al fondovalle principale.

Tra gli elementi connessi alle opere umane assumono una notevole importanza le sistemazioni idraulico fluviali per la forte interazione che presentano con la dinamica fluviale stessa. Dalla distribuzione e dalla tipologia di questi manufatti appare evidente come i tratti di versante più instabili siano quelli ricoperti dagli accumuli detritici re-incisi dalle acque di scorrimento superficiale che tendono a scalzare il piede delle incisioni vallive.

#### Dinamiche sui versanti

Le fenomenologie legate all'azione della gravità risultano disseminate sul territorio secondo uno "schema" che trova stretta relazione con l'andamento delle pendenze ed i tipi litologici del substrato geologico. Infatti, i fenomeni legati all'azione della gravità, nel complesso, ovvero quelli attivi, quelli quiescenti e quelli ormai inattivi, pur essendo osservabili estesamente nel territorio collinare e montano, risultano concentrati laddove si sommano vari fattori.

Si possono prendere ad esempio le situazioni in cui si ha l'affioramento di materiali prevalentemente argillitici, dove i fenomeni gravitativi si manifestano anche in presenza di pendenze dei versanti piuttosto modeste, le situazioni di forte pendenza in concomitanza con particolari situazioni strutturali o di giacitura degli strati ed infine i versanti prospicienti il Fiume Bisenzio che, oltre alle predette situazioni, risentono del continuo scalzamento al piede operato dall'erosione fluviale.

Complessivamente nel territorio di Vernio, non sono evidenti gravi ed estesi fenomeni franosi in atto (si rilevano occasionali movimenti attivi in impluvi secondari che non interessano aree urbanizzate e fenomeni di piccole dimensioni legati alla viabilità secondaria), per contro, i numerosi accumuli di paleofrane e le estese coperture detritiche costituiscono localmente elementi di instabilità potenziale da ben valutare per la fattibilità di qualsiasi nuovo intervento che potrebbe alterarne l'equilibrio consolidatosi, naturalmente, nel corso del tempo.

In ogni caso, tutte le aree riconosciute come soggette a dissesto gravitativo sono state perimetrare considerando la zona di distacco (nicchia di frana), la zona di scorrimento e la zona di accumulo, visibile e/o ipotizzata, in modo tale da comprendere anche la possibile area di influenza.

Alcune forme particolari, infine, possono essere attribuite a vari fattori morfogenetici che hanno agito in combinazione tra di loro. Tali fattori possono consistere in differenze litologiche, presenza di lineamenti tettonici (fratture, faglie), fenomeni gravitativi ed erosione e variazione del livello di base dei corsi d'acqua. Nel territorio di Vernio le uniche forme individuate come poligeniche sono le superfici spianate lungo i versanti con la caratteristica forma a triangolo ("faccette triangolari") che spesso sono riconducibili a superfici di slittamento lungo un piano di faglia.

#### Dinamiche antropiche

Le principali forme di origine antropica osservabili si collocano in due precisi ambienti, sede delle maggiori attività economico-sociali; i versanti più accessibili e il fondovalle del Bisenzio. Lungo i versanti, nelle aree agricole e quelle abbandonate da tale attività (spesso quelle più acclivi interessate da fenomeni di instabilità) è presente una gradonatura artificiale costituita da ripiani delimitati da muretti a secco o da ciglioni. Questa caratteristica del paesaggio è distintiva delle pratiche agricole di un passato rurale che va perdendosi; si cercava di ricavare sui versanti circostanti le abitazioni, porzioni di territorio agricolo con pendenze accettabili, alterandone il profilo originario. Questa pratica, avendo bisogno di una continua opera di manutenzione per contrastare la tendenza naturale a ripristinare il profilo originario del terreno, ha determinato situazioni di potenziale instabilità laddove si è verificato l'abbandono dell'agricoltura e/o la trasformazione dell'uso del suolo da agricolo a urbanizzato.

Sul fondovalle del Bisenzio, invece, la necessità di creare le infrastrutture di trasporto e di comunicazione ha prodotto numerosi rilevati, costruiti con terreno di riporto, che si configurano come veri e propri sbarramenti al naturale deflusso delle acque superficiali che scendono dai versanti collinari e che vengono incanalate ed intubate all'altezza dei margini delle aree urbanizzate.

#### 4 La raccolta dei dati geognostici esistenti

La raccolta dei dati esistenti è consistita nel reperimento presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico del Comune di Vernio delle indagini geognostiche realizzate in tutto il territorio comunale come supporto alle pratiche edilizie del periodo gennaio 1995 - aprile 2013.

Inoltre erano disponibili presso il comune anche la documentazione relativa alle indagini effettuate nel 2011 all'interno del progetto V.E.L. regionale per la valutazione della vulnerabilità degli edifici strategici rilevanti, comprendenti nove stese sismiche a rifrazione con onde P e SH corredate di sei sondaggi e relativi down-hole. Infine è stata anche interrogata la banca dati sulle perforazioni profonde e sui pozzi messa a disposizione da ISPRA, che purtroppo non riporta nessun dato relativo al territorio comunale di Vernio o strettamente contermini.

*Tabella – Dati geognostici e geofisici disponibili per l'intero territorio comunale con individuazione delle prove che hanno raggiunto il substrato*

zona	tipo indagine	num indagini	num substrato
intero territorio comunale	Penetrometria dinamica	135	
	Penetrometria statica con punta meccanica	42	
	Sondaggio a carotaggio continuo	19	15
	Trincea esplorativa	8	
	Profilo sismico a rifrazione	37	35
	MASW	2	2
	down-hole	6	6
	Microtremore HVSR	26	

Nella successiva Tabella sono riportati, per ciascuna area di approfondimento di microzonazione sismica, il relativo numero di indagini geognostiche e geofisiche presenti e di quelle che hanno raggiunto il substrato.

L'integrazione delle informazioni mediante la realizzazione di misure di microtremore in campagna e due stese sismiche a rifrazione in onde P e SH, ha permesso di arrivare comunque ad un quadro informativo di base adeguato alla predisposizione delle carte MOPS, come testimoniato dalle valutazioni di qualità riportate nel successivo capitolo Le carte MOPS del territorio comunale di Vernio.

*Tabella – Dati geognostici e geofisici disponibili per le quattro aree di approfondimento con studi di MS, con individuazione di quelli che hanno raggiunto il substrato*

zona	tipo indagine	num indagini	num substrato
CAVARZANO	Penetrometria dinamica	6	
	Penetrometria statica con punta meccanica	7	
	Sondaggio a carotaggio continuo	1	
	Profilo sismico a rifrazione	2	2
	Microtremore HVSR	2	
MONTEPIANO	Penetrometria dinamica	27	
	Penetrometria statica con punta meccanica	12	
	Sondaggio a carotaggio continuo	1	1
	Trincea esplorativa	2	
	Profilo sismico a rifrazione	6	6

	down-hole	1	1
	Microtremore HVSR	6	
LUCIANA-SASSETA	Penetrometria dinamica	11	
	Profilo sismico a rifrazione	3	3
	MASW	1	1
	Microtremore HVSR	2	
VERNIO	Penetrometria dinamica	88	
	Penetrometria statica con punta meccanica	23	
	Sondaggio a carotaggio continuo	12	9
	Trincea esplorativa	7	
	Profilo sismico a rifrazione	24	24
	MASW	1	1
	down-hole	5	5
	Microtremore HVSR	16	

## 5 Le nuove indagini geofisiche realizzate

Il quadro delle prove esistenti, raccolte dalla documentazione disponibile presso il comune di Vernio, ha permesso di individuare alcune lacune informative da colmare attraverso la predisposizione di indagini geofisiche aggiuntive.

In particolare, di concerto con i tecnici della Regione Toscana, sono state individuate le seguenti integrazioni attraverso specifiche nuove indagini:

- Sant’Ippolito-Terrigoli-Mercatale-S.Quirico, 16 prove HVSR ed esecuzione di due stese di sismica a rifrazione con registrazione di onde P ed onde SH su almeno 96 m di estensione ciascuna;
- Montepiano, 6 prove HVSR;
- Cavarzano e Luciana-Sassetta, rispettivamente 2 e 2 prove HVSR.

### 5.1 Le prove HVSR

Come più volte ricordato, la normativa della Regione Toscana prescrive già al livello 1 della MS la predisposizione di misure di microtremore a stazione singola; infatti queste misure permettono di avere, già a questa scala di approfondimento, dati quali-quantitativi per l’individuazione di possibili fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica e una misura della frequenza fondamentale di vibrazione dei depositi (che costituisce una indicazione di particolare importanza per la valutazioni di possibili fenomeni di risonanza dei manufatti e quindi della necessità di assumere particolari accorgimenti progettuali o escludere particolari tipologie costruttive in aree specifiche). La campagna di misure strumentali è stata realizzata nell’ambito dei quattro centri abitati individuati, distribuendo i punti di indagine in modo uniforme in ciascuna area in esame, tenendo altresì conto della distribuzione delle altre indagini pregresse disponibili e delle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito.

#### 5.1.1 Brevi cenni sulla tecnica HVSR

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticali del rumore sismico ambientale misurato nelle tre direzioni ortogonali del moto. Le *frequenze di risonanza naturali* corrispondono ai massimi della curva dei rapporti spettrali in funzione della frequenza. L’ampiezza di questi massimi è qualitativamente proporzionale all’entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

Considerazioni quali-quantitative, derivanti da valori mediamente osservati, permettono di poter assumere (alla scala dello studio di MS Livello 1) che la frequenza di risonanza  $f_0$  di una copertura sedimentaria di spessore H sovrapposta a un basamento rigido e in condizioni di stratificazione piana è data dal rapporto fra

la velocità media delle onde S nel sedimento ( $V_s$ ) e 4 volte lo spessore  $H$ , (cioè  $f_0 = V_s/4H$ ); è quindi possibile risalire dalla frequenza di risonanza misurata all'ordine di grandezza dello spessore  $H$  della copertura una volta nota la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) o, viceversa, a quest'ultima se lo spessore  $H$  è noto.

La misura della funzione  $H/V$  richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un singolo punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti, allo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse direzioni dello spazio. La misura viene effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tri-direzionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti sono quindi analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale.

Sono anche stati sviluppati specifici test statistici per valutare l'adeguatezza delle condizioni sperimentali alle richieste del metodo (Sesame, 2002) ai quali si aggiungono ulteriori criteri "fisici" (D.Albarellò e S.Castellaro: Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola – Ingegneria Sismica n.2/2011) per giungere ad una classificazione delle misure utile a fornire una indicazione immediata circa la qualità della singola misura  $H/V$ , con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati: la classificazione costituisce non tanto un elemento per scartare misure che non raggiungono requisiti ritenuti adeguati, quanto un "warning" per avvisare l'operatore sulla necessità di approfondire, attraverso correlazioni con altre misure (sia dirette sia indirette) e una visione di area più ampia, il risultato della singola prova.

L'interpretazione delle curve  $H/V$  risulta agevole in condizioni di stratificazione piano parallela e in presenza di contrasti di impedenza significativi alla base dello strato sedimentario. Il progressivo allontanamento da queste condizioni rende sempre più problematico l'utilizzo dei dati  $H/V$  per caratterizzare il sottosuolo a partire da *modelli interpretativi semplici* (da cui l'ausilio dei warning della classificazione di qualità delle misure); pertanto entrano in gioco *criteri interpretativi* che cercano di mettere a sistema tutte le informazioni geologiche dirette ed indirette disponibili per lo specifico luogo in esame.

Le misure HVSR ai fini della MS di livello 1 si prestano a due ordini di interpretazioni:

- *qualitativo* – l'insieme dei dati ottenuti permette di identificare le aree dove esistono fenomeni di risonanza sismica nel campo delle frequenze di interesse ingegneristico (0.5-10 Hz – cioè il range di frequenze di risonanza di edifici e manufatti);
- *semi-qualitativo* – alle misure sono associate stime grossolane sia dello spessore delle coperture responsabili del fenomeno della risonanza, sia dell'entità del contrasto di impedenza responsabile degli effetti osservati (vedi abachi preliminari di Tabella ); questo tipo di risultato non sostituisce un'analisi di dettaglio, ma ha lo scopo (sotto stretto controllo geologico) di fornire indicazioni preliminari sulla struttura di sottosuolo e dare indicazioni per orientare le indagini successive di approfondimento.

Tabella – Abachi preliminari per una stima semi-qualitativa dello spessore coperture (a) e dell'entità del contrasto sismico (b)

$f_0$ (Hz)	$h$ (m)	
< 1	> 100	Centinaia di metri
1 – 2	50 – 100	
2 – 3	30 – 50	Decine di metri
3 – 5	20 – 30	
5 – 8	10 – 20	
8 – 20	5 – 10	Qualche metro
> 20	< 5	

$H/V > 3$  Alto contrasto  
 $2 < H/V < 3$  Basso Contrasto

$f_0$ (Hz)	$f_1$ (Hz)	
< 1	= 100	Centinaia di metri
1 - 5	50 - 100	
5 - 10	30 - 50	Decine di metri
10 - 20	20 - 30	
20 - 50	10 - 20	
50 - 100	5 - 10	Qualche metro
> 100	< 5	

H/V ≥ 3 Alto contrasto  
2-H/V=3 Basso Contrasto

### 5.1.2 Attrezzatura

Le prove HVSR eseguite per questo studio si è utilizzato uno specifico strumento con le seguenti caratteristiche:

- Sismografo SR04S3 GeoBox della ditta Sara Electronic Instruments di Perugia, equipaggiato con tre velocimetri con frequenza 4,5Hz.
- Alimentazione: 10-16Vdc o da batteria interna < 1W
- Numero canali: 3 a 24 bit ( $\Sigma\Delta$ )
- Range dinamico: 124dB (144dB, 24 bit effettivi [enob], fra 0.1 e 10Hz)
- Campionamento: simultaneo sui tre canali
- Sampling rates: da 10-600 Hz
- Real Time Clock: +/-10ppm (-20/+50°C)
- Precisione rispetto a UTC: <50 $\mu$ s
- Formato dati: protocollo binario SADC20HS
- Velocità: 115200 baud

### 5.1.3 Elaborazione

Le elaborazioni delle registrazioni effettuate sono state eseguite con il software Geopsy 2.9.0 (software "open source" sviluppato e mantenuto da un team nato con il progetto internazionale Sesame e coordinato da Marc Wathelet).

Per la verifica della rispondenza ai criteri statistici definiti dal progetto Sesame in merito alla affidabilità della registrazione, opportunamente completati con i criteri definiti da Albarello-Castellaro 2011, viene utilizzato uno specifico foglio di calcolo le cui uscite sono riportate nelle schede relative a ciascuna misura effettuata (Appendice A).

L'elaborazione dei dati prevede che per ciascuna misura vengano individuati i picchi di H/V significativi da analizzare singolarmente per rilevarne la significatività anche in chiave di qualità della misura.

Le schede di output di ciascuna misura (esempio seguente) riportano le informazioni "di campagna" del sito oggetto di indagine (Figura 6.a, redatta sulla base degli standard proposti nel progetto Sesame), le principali assunzioni adottate per l'analisi delle registrazioni e quindi i risultati "grafici" dell'elaborazione (Figura 6.b) e la verifica del soddisfacimento dei criteri per giungere all'attribuzione della classe di qualità della misura e ai valori qualitativi su profondità del substrato e contrasto di impedenza (Figura 6.c, elaborati secondo i criteri Sesame, i criteri aggiuntivi Albarello-Castellaro e sulla base degli abachi preliminari di Tabella ).

In accordo con i tecnici della Regione Toscana del Coordinamento regionale prevenzione sismica, dai criteri statistici proposti dal progetto Sesame è stato escluso il "V C" in quanto probabilmente formulato in maniera non corretta (le schede di output comunque riportano il calcolo di tale parametro, anche se non è tenuto in conto per la definizione della classe di qualità della misura).

Là dove siano presenti più picchi in un'unica registrazione, l'elaborazione prevede una prima scansione della registrazione su tutto il range di frequenze significative comprese fra 0.2 Hz e 50 Hz (sempre allegata al fine di rendersi conto della forma del grafico H/V), quindi una successiva scansione con range di frequenze campionate più ristretto (intorno al picco relativo) per evidenziare le caratteristiche dello specifico picco di interesse e valutare la qualità della misura in quello specifico range.

#### 5.1.4 La qualità della misura

La stima della classe di qualità, come già ricordato, costituisce non tanto un elemento per scartare misure che non raggiungono requisiti ritenuti adeguati, quanto un "warning" per avvisare l'operatore sulla necessità di approfondire, attraverso correlazioni con altre misure (sia dirette sia indirette) e una visione di area più ampia, il risultato della singola prova.

I criteri proposti da Albarello-Castellaro, più rigidi di quelli Sesame, includono i seguenti elementi di giudizio:

- 1. Stazionarietà temporale** dei rapporti spettrali, cioè presenza del picco in almeno il 70% delle finestre di campionamento del segnale;
- 2. Isotropia del segnale** in termini dei rapporti spettrali, quindi persistenza del picco per oltre il 70% nel grafico delle variazioni azimutali;
- 3. Assenza di rumore elettromagnetico** nella banda di frequenza del picco;
- 4. Plausibilità fisica**, cioè il picco è caratterizzato da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (forma ad ogiva nelle tre componenti dello spettro);
- 5. Robustezza statistica**, soddisfacimento dei criteri Sesame;
- 6. Durata** complessiva della registrazione, che deve essere tale da produrre stime "robuste" del campo medio delle vibrazioni ambientali (almeno 15 minuti).

Se dall'elaborazione la misura ricade nella classe A di qualità, cioè tutti i sei criteri sono soddisfatti, la misura è attendibile; nel caso della classe B, quando uno dei sei criteri non appare soddisfatto, la misura deve essere valutata con il complesso delle altre informazioni disponibili per essere accettata; infine se la misura ricade in classe C, quando due o più criteri non sono soddisfatti, non può essere accettata perché troppo incerta.

Come eccezione per la classe C si ha la circostanza nella quale la misura sia effettuata su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico molto profondo (tipicamente > 1 km) dove possono non apparire picchi statisticamente significativi della curva H/V nell'intervallo di frequenza di interesse ingegneristico; questo a causa dell'assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questo caso la misura può essere considerata attendibile, ma deve esserne verificata con attenzione la coerenza con le altre informazioni disponibili (rilievo geologico di superficie, indagini geognostiche).

**VERNIO - Montepiano 3**

località: VERNIO data: 07/05/2013 ora: 15:09:48  
operatore: Peruzzi R.  
latitudine: 44,09101N longitudine: 11,15785E quota s.l.m.: 703  
nome stazione: Montepiano 3 orientamento strumento rispetto al Nord: 3°  
tipo stazione: SARA SR04HS tipo sensori: velocimetri 4,5 Hz  
nome file: MT\_20130507\_150948.SAF  
gain: freq.campion.[Hz]: 100 durata rec. [mm:ss]: 30.00

**condizioni meteo**  
VENTO  assente  debole (5m/s)  medio  forte Misurato \_\_\_\_\_  
PIOGGIA  assente  debole  medio  forte Misurato \_\_\_\_\_  
temperatura (°C approx) \_\_\_\_\_ Note: \_\_\_\_\_

**natura terreno appoggio**  
 terra  dura  soffice  ghiaia  sabbia  roccia  erba  bassa  alta  
 asfalto  cemento  calcestruzzo  pavimentato  altro \_\_\_\_\_  
 suolo asciutto  suolo umido Note: \_\_\_\_\_

accoppiamento artificiale al suolo:  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

densità edifici:  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>			15-20 m
camion					
pedoni					
altro					

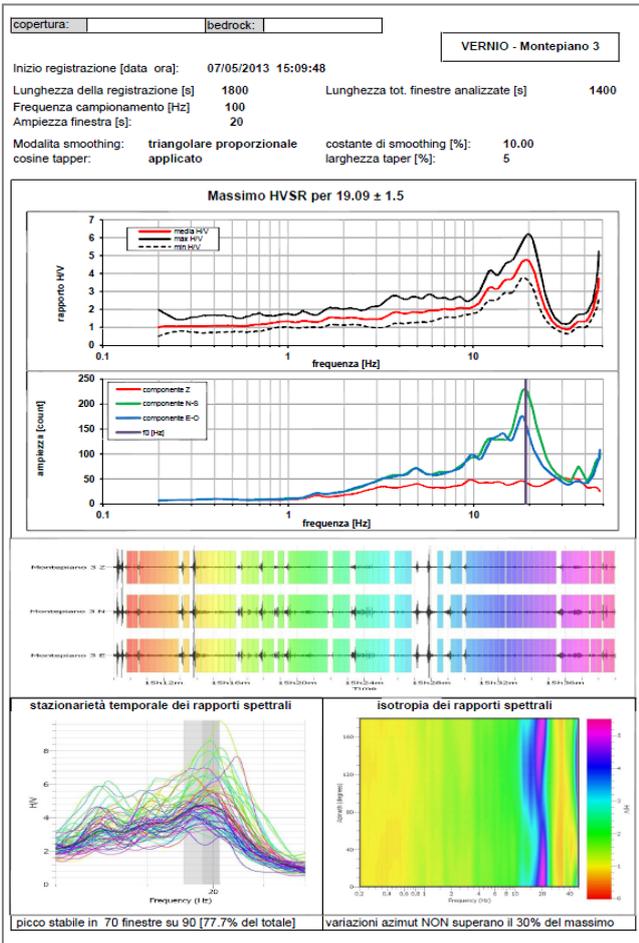
fonti di rumore monocromatico (fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):  
 no  si, tipologia \_\_\_\_\_

strutture nelle vicinanze: alberi, sonagli, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...



note:

Figura 6 – schede di output dell'elaborazione misure HVSR



a)

b)

c)

**VERNIO - Montepiano 3**

**CRITERI PROGETTO SESAME**

**Criteria per una curva HVSR affidabile [R] (devono essere soddisfatti tutti)**

i R	$f_0 > 10 / L_w$	19.09	>	0.50	ok
ii R	$n_0(f_0) > 200$	26727	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0	eccede su	253 punti	ok

**Criteria per un picco HVSR chiaro [C] (è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti)**

i C	esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	10.794	Hz		ok
ii C	esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	23.914	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.76	>	2	ok
iv C	$f_{peak}(A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)) = f_0 \pm 5\%$	0.045	<	0.05	ok
v C	$\sigma_r < \varepsilon(f_0)$	1.50985	<	0.95454	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.277	<	1.58	ok

**Parametri di progetto:**

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	70
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	26727
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	19.09
$f$	frequenza	
$\sigma_r$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 1.5$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_r < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.95
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	4.76
$A_{HV}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^*$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{HV}(f^*) < A_0/2$	
$f^*$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{HV}(f^*) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.27$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{HV}(f)$	
$\sigma_{logHV}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{HV}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

**Tabella di riferimento:**

Freqrange [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logHV}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**  
(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok	<b>CLASSE A</b> <b>SOTTOCLASSE Tipo 1</b>
2. Isotropia	ok	
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok	
4. Plausibilità fisica	ok	
5. Robustezza statistica (*)	ok	
6. Durata	ok	

**Valutazioni qualitative**  
profon. contrasto: 5-10 m  
[qualche metro]  
contrasto: ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

### 5.1.5 Monografie misure HVSR

Nei paragrafi seguenti si discutono sinteticamente gli aspetti significativi, le considerazioni e le valutazioni che emergono dall'esame delle misure HVSR effettuate per le quattro aree comunali interessate dall'indagine di MS.

La visione d'insieme per ciascuna area permette di inquadrare correttamente ciascuna singola misura nel contesto più ampio e quindi con il contributo di una interpretazione svolta su più punti e con più riferimenti connessi alle stratigrafie da indagini dirette disponibili (sebbene purtroppo non numerose).

Le considerazioni sono di carattere "stratigrafico", inquadrando le risposte delle prove con le conoscenze geologiche disponibili (individuazione di modeste coperture e zone di detensionamento superficiale per alterazione), ma divengono sostanziali, dal punto di vista "ingegneristico", là dove i picchi di risonanza rientrano nel range di frequenze di vibrazione di edifici e manufatti (0.5-10 Hz) per le implicazioni dirette che possono avere con fenomeni di risonanza delle strutture.

L'ubicazione delle indagini, condivisa nella metodologia e nella definizione dei punti con i tecnici del Coordinamento regionale prevenzione sismica, è stata indirizzata a coprire con sufficiente accuratezza gli areali di indagine sia dal punto di vista della distribuzione statistica dei punti stessi sia per la caratterizzazione delle differenti microzone ipotizzabili.

#### 5.1.5.1 Cavarzano

L'areale di indagine comprende la frazione di Cavarzano (250 abitanti residenti, che nel periodo estivo possono più che raddoppiare per la presenza di seconde case), posta nella porzione occidentale del territorio comunale.

#### **Totale misure effettuate: 2**

**Geologia:** L'abitato di Cavarzano si sviluppa interamente sulla Formazione del Torrente Carigiola, un flysch prevalentemente arenaceo; dal punto di vista morfologico la parte principale dell'abitato insiste su un crinale arrotondato che si sviluppa con direzione E-O, mentre la frazione più meridionale de Il Trebbio è impostata su una porzione di versante a relativamente più debole pendenza impostata su depositi detritici di debole spessore (dell'ordine di qualche metro).

#### **Interpretazione delle misure:**

assunzioni generali: la presenza di litotipi lapidei sub-affioranti e di spessori di coperture modesti ha indotto ad impostare le elaborazioni delle prove concentrando l'attenzione sugli eventuali picchi presenti alle alte frequenze per caratterizzare i depositi superficiali e gli orizzonti di alterazione.

prova 1: misura affidabile (classe C, ma senza picco su substrato in affioramento), l'elaborazione evidenzia un massimo relativo, fortemente direzionale, alle basse frequenze che non rappresenta comunque un picco significativo, ma appare riconducibile agli effetti 2D di versante; l'orizzonte di alterazione sul substrato litoide, rappresentato dal Formazione del T.Carigiola, appare di spessore irrilevante ai fini sismici.

prova 2: misura affidabile (classe B2), massimo risonante intorno a 6.0 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.15$ ) anche se non particolarmente "chiaro e definito"; la registrazione evidenzia un massimo relativo, fortemente direzionale, alle basse frequenze che non rappresenta comunque un picco significativo, ma appare riconducibile agli effetti 2D di versante e un modesto picco, anch'esso direzionale, alle alte frequenze (35 Hz); in accordo con le evidenze di superficie, la modesta "copertura", dell'ordine di qualche metro, può essere interpretata come deposito di versante probabilmente derivante da fenomeni gravitativi di modellazione del versante, mentre il picco meno evidente a 6 Hz (quindi ad una profondità stimabile intorno alla decina di metri) sembrerebbe ragionevolmente riferirsi al contatto fra roccia in posto e orizzonte di alterazione.

considerazioni conclusive: le misure effettuate confermano la presenza in tutto l'areale di "bedrock" sub-affiorante, con spessori di coltre di alterazione/colluvium che localmente possono raggiungere la potenza di qualche metro; non risultano presenti effetti di amplificazione significativi dovuti agli orizzonti di alterazione, che presentano frequenze di risonanza al di fuori del "range" significativo per gli edifici ed i manufatti (nell'intervallo "ingegneristico" non sono di fatto presenti amplificazioni).

I picchi marcatamente direzionali presenti alle basse frequenze (che danno caratteristiche figure ad "occhio") appaiono riconducibili ad effetti 2D connessi alla morfologia particolarmente direzionale della zona (creste e valli).

### 5.1.5.2 Montepiano

L'area di indagine comprende il fondovalle del T.Setta per un totale di circa 800 abitanti residenti ed un edificio strategico. Essendo località di villeggiatura, presenta nei periodi festivi e feriali un aumento significativo di abitanti.

#### **Totale misure effettuate: 6**

**Geologia**: L'abitato di Montepiano si sviluppa quasi esclusivamente nel fondovalle del torrente Setta che si allarga a riempire una piccola conca intermontana; si tratta di una modesta piana fluvio-lacustre caratterizzata da sedimenti generalmente grossolani, reincisi e terrazzati dal corso d'acqua principale. Il substrato risulta costituito prevalentemente dalla Formazione di Stagno, un flysh arenaceo-pelitico dove la componente arenacea appare prevalente; nella porzione centro-settentrionale della pianura compare anche la Formazione di Castiglione dei Pepoli, presente al tetto della Formazione di Stagno e che dal punto di vista strettamente litotecnico non si differenzia sostanzialmente da quest'ultima. Dal punto di vista geomorfologico, l'abitato è impostato nell'area fluvio-lacustre sostanzialmente pianeggiante; non sono presenti fenomeni attivi rilevanti o forme morfologiche indicatrici di una particolare attività: si rinvengono modesti orli di terrazzo connessi all'attività del T.Setta e ridotte conoidi allo sbocco degli affluenti laterali nella pianura. Localmente e per aree molto ristrette si assiste alla presenza di fasce di raccordo fra pianura e versanti costituite da depositi detritici di versante.

#### **Interpretazione delle misure:**

assunzioni generali: le condizioni al contorno dell'areale di indagine si presentano geologicamente piuttosto semplici, trattandosi di un modesto bacino fluvio-lacustre intramontano; anche dal punto di vista del "bedrock" vero e proprio, si può assumere un comportamento omogeneo legato alla presenza di un'unica unità litotecnica che anche sismicamente presenta comportamento omogeneo. Pertanto la caratterizzazione con le misure di microtremore si è focalizzata a caratterizzare i depositi fluvio-lacustri e le modeste placche detritiche presenti sui versanti prospicienti al pianura.

prova 1: misura affidabile considerando il contesto (B2), con picco asimmetrico alla frequenza di circa 10 Hz, con basso contrasto di impedenza ( $A_0=2.27$ ) e bassa chiarezza (non adeguata robustezza statistica Sesame); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa su una coltre detritico/colluviale e che il picco marca, ad una profondità intorno a 5-10 m, il contrasto di impedenza presente fra la porzione di detrito/colluvium e la sottostante Formazione di Stagno in posto; alle basse frequenze si notano le tipiche forme degli effetti 2D connesse comunque alla presenza di versanti a notevole pendenza e alla valle stretta.

prove 2 e 3: misure affidabile di classe A1, con picco risonante netto alla frequenza di 9.6 Hz e 19 Hz rispettivamente, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.32$  e  $4.76$ ); le evidenze di campagna confermano che le prove si sviluppano sulle alluvioni recenti di fondovalle e che il picco marca, ad una profondità dell'ordine di qualche metro, il passaggio alla sottostante Formazione di Stagno; nella prova 2 sono presenti gli effetti 2D alle basse frequenze, mentre non si rilevano nella 3 dove la valle si allarga.

prova 4: misura affidabile considerando il contesto (B2), con picco “largo” alla frequenza di circa 3 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.15$ ) e bassa chiarezza (non adeguata robustezza statistica Sesame); anche in questo caso le evidenze di campagna e di indagini dirette (VEL - sezione 9 e sondaggio 6) confermano che la prova si sviluppa sui depositi alluvionali e che il picco marca, ad una profondità di 20-30 m, il contrasto di impedenza presente con la sottostante formazione in posto (Formazione di Stagno).

Appare ben evidente un picco intorno a 19-20 Hz (circa 5-10 m di profondità del contrasto) che elaborato fornisce un valore qualitativo accettabile (B2), a bassa chiarezza e con alto contrasto ( $A_0=3.11$ ). Il picco potrebbe essere ascrivibile ad un passaggio stratigrafico, all'interno delle coperture, tra le alluvioni poco alterate sottostanti e depositi detritici di versante intercalati ad alluvioni superiormente (ambiente di transizione sulla sponda del lago); questa interpretazione apparirebbe anche desumibile dalla stratigrafia del sondaggio 6 del VEL e dal brusco salto di velocità P rilevato nel down-hole, anche se non evidente a livello di velocità delle onde S.

prova 5: misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con picco risonante sostanzialmente assente (quello evidenziato dall'elaborazione appare correlabile ad effetti 2D ben evidenti alle basse frequenze); prova su bedrock affiorante costituito dalla Formazione di Stagno. La presenza di disturbo antropico intorno alla frequenza di 20 Hz non appare inficiare la misura che conferma una sostanziale assenza di copertura sismicamente significativa.

prova 6: misura affidabile di classe A1, con picco risonante alla frequenza di 14.7 Hz, con basso contrasto di impedenza ( $A_0=2.59$ ); anche in questo caso le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa su una coltre colluviale e che il picco (che risulta “articolato” a seguito di una “componente N-S” disturbata dalla presenza di un importante elettrodotto) marca, ad una profondità di qualche metro, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata della Formazione di Stagno e la sottostante formazione in posto; alle basse frequenze si hanno le tipiche forme degli effetti 2D.

considerazioni conclusive: le misure effettuate permettono di definire con chiarezza la forma dei depositi fluvio-lacustri, che si approfondiscono bruscamente nella porzione orientale (in corrispondenza del vecchio nucleo di Montepiano) dove raggiungono i 20-30 m; nella porzione occidentale le profondità appaiono invece ricomprese in qualche metro fino ad un massimo di 10 m. Per quanto riguarda i versanti, le coperture detritiche realmente molto limitate, si confermano con spessori molto ridotti introno a qualche metro.

I picchi marcatamente direzionali alle basse frequenze appaiono riconducibili ad effetti 2D connessi alla morfologia particolarmente direzionale della zona (valle); come confermato anche dalla loro presenza nelle misure più prossime ai versanti.

### **5.1.5.3 Luciana-Sasseta**

Si tratta di due modeste frazioni rispettivamente di circa 250 e 380 abitanti, presenti a mezzacosta lungo la valle del torrente Fiumenta nella porzione centrale del territorio comunale.

#### **Totale misure effettuate: 2**

**Geologia**: i due modesti abitati si sviluppano a mezzacosta sui versanti in destra e sinistra del Torrente Fiumenta, in due porzioni a pendenza relativamente minore. Il substrato geologico è costituito dalla Formazione del T.Carigiola (flysh prevalentemente arenaceo) sul quale si sono localmente sviluppate coltri detritico/colluviali generalmente di spessore modesto; in particolare la frazione di Luciana e la porzione nord-occidentale di Sasseta appaiono sviluppate su depositi detritici di versante, mentre la porzione sud-orientale di Sasseta appare impostata sulla formazione sub-affiorante. del punto di vista geomorfologico non si ha presenza di fenomeni attivi.

### **Interpretazione delle misure:**

**assunzioni generali:** l'approfondimento operato sull'area ha previsto una semplice caratterizzazione generale della formazione in posto e della porzione con copertura attraverso la realizzazione di due prove di misura del microtremore.

**prova 1bis:** [a causa della presenza di disturbo di fondo connesso al funzionamento di telai in zona, che rendevano mal interpretabile la misura, la prova è stata ripetuta in giorno festivo]. La misura risulta affidabile considerando il contesto (B2), con picco "largo" alla frequenza di circa 5 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.58$ ) e bassa chiarezza (non adeguata robustezza statistica Sesame); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa su detrito di versante e che il picco marca, ad una profondità di 10-20 m, il contrasto di impedenza presente con la sottostante formazione in posto (Formazione di Stagno). La potenza della porzione detensionata (testimoniata anche dal picco non particolarmente chiaro) farebbe propendere per una interpretazione di zona interessata da antichi fenomeni gravitativi non più attivi che nel passato hanno interessato il versante.

Appare ben evidente un ulteriore picco intorno a 18 Hz (qualche metro di profondità dal piano campagna del contrasto) che elaborato fornisce un valore qualitativo affidabile A1 e con alto contrasto ( $A_0=3.06$ ); si tratta presumibilmente della coltre di alterazione superficiale che non assume rilevanza dal punto di vista sismico. Alle basse frequenze si hanno le tipiche forme degli effetti 2D.

**prova 2bis:** [come per la precedente, a causa della presenza di disturbo di fondo connesso al funzionamento di telai in zona, che rendevano poco convincente l'interpretazione della misura, la prova è stata ripetuta in giorno festivo]. Misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con picco risonante sostanzialmente assente (quello evidenziato dall'elaborazione appare correlabile ad effetti 2D ben evidenti alle basse frequenze); prova su bedrock affiorante costituito dalla Formazione di Stagno. Le ondulazioni dello spettro H/V sembrerebbero indicare la presenza di una facies più pelitica della formazione, in accordo con quanto osservato in altre zone di conclamata presenza di tale caratteristica formazionale.

**considerazioni conclusive:** le misure, ancorché in numero molto ridotto, forniscono però conferma dello stato reale dei due ambienti geologici presenti nell'areale di studio, cioè la presenza di una roccia in posto con caratteristiche di bedrock sismico e di zone interessate da coperture detritiche (corpo di frana inattivo ?) che possono presentare un picco risonante nel range di frequenze di interesse ingegneristico (5 Hz).

#### **5.1.5.4 Vernio**

L'areale di indagine comprende le frazioni di Terrigoli, Mercatale, S.Quirico e Sant'Ippolito, comprendente tutto il fondovalle del F.Bisenzio ed il versante occidentale maggiormente urbanizzato (complessivamente circa 4.400 abitanti, le aree industriali/artigianali e la quasi totalità degli edifici strategici presenti sul territorio comunale). Le prime tre frazioni, collegate da una serie di località minori, si sviluppano lungo la viabilità principale impostata nel fondovalle del F.Bisenzio.

#### **Totale misure effettuate: 16**

**Geologia:** l'agglomerato urbano di Vernio Capoluogo si sviluppano prevalentemente nel fondovalle orientato circa N-S del F.Bisenzio. La porzione più meridionale, delimitata a nord dalla confluenza del T.Fiumenta è costituita dagli abitati di Terrigoli, parte di Mercatale e S.Ippolito (posto a mezzacosta del versante occidentale), insiste sulla Formazione flyshoide dell'Acquerino, caratterizzata da tre membri con caratteristiche nettamente distinte (un membro inferiore prevalentemente arenaceo, uno intermedio pelitico, uno superiore marnoso-arenaceo) e che nella zona sono prevalentemente rappresentati dalla frazione più francamente arenacea e da quella prevalentemente pelitica; la porzione settentrionale, costituita dalla parte principale di Mercatale e da San Quirico, insiste, in sponda destra del T.Fiumenta, sulla

Formazione del T.Carigiola, mentre in sponda sinistra si sviluppa sulla Formazione dell'Aquerino (in particolare sul membro arenaceo-marnoso). Il fondovalle alluvionale del F.Bisenzio costituito da depositi grossolani risulta molto stretto, anche se localmente gli spessori delle alluvioni possono raggiungere alcune decine di metri; è sostanzialmente occupato dagli insediamenti industriali. In sponda sinistra assumono una certa rilevanza geotecnica i riporti antropici costituiti dallo "smarino" delle gallerie ferroviarie, che localmente possono arrivare anche alla decina di metri. Il versante occidentale della valle presenta ampie coperture detritico/colluviali, generalmente con spessori molto modesti dell'ordine di qualche metro, ma che localmente possono arrivare alla decina di metri e addirittura spingersi fino ai venti (S.Ippolito). Morfologicamente la valle si presenta asimmetrica, con pendenze maggiori sul versante orientale e meno accentuate su quello occidentale che risulta anche quello maggiormente urbanizzato.

### **Interpretazione delle misure:**

assunzioni generali: L'elaborazione delle prove di microtremore di Vernio si è presentata subito abbastanza complessa, poiché tutta la valle presenta un diffuso rumore di fondo non isolabile, dovuto molto probabilmente alla presenza della ferrovia e della relativa stazione, di molti e dimensionalmente significativi siti industriali con macchinari attivi h24 e 7 giorni su 7, di una morfologia molto incisa della valle che genera tutta una serie di "echi 2-3 D" che ripetono/moltiplicano i disturbi antropici scalandoli sul campo delle frequenze.

Per una serie di prove si è anche provato a ripetere la misura di domenica per cercare di ridurre i disturbi antropici (le prove denominate bis); purtroppo la risposta non è stata quella attesa e, addirittura, in taluni casi il segnale è risultato ancora più disturbato.

Il disturbo del vento non sembrerebbe essere stato un elemento significativo; in genere le misure sono state fatte con vento debole o assente e anche dove si presentava a raffiche il transiente della raffica non apportava significative perturbazioni al "fondo" già molto rumoroso.

Infine la "localizzazione" del punto di misura è stata molte volte vincolata dalla particolarmente scarsa accessibilità del territorio (recinzioni diffusissime).

Verificato che i disturbi non erano legati ai transienti facilmente osservabili sulle registrazioni e che le frequenze di disturbo erano distribuite anche nel range delle frequenze di interesse e che pertanto il segnale non poteva essere ripulito attraverso un filtraggio, pena la perdita delle informazioni utili, si è optato (anche in accordo con i tecnici della Regione Toscana) per un'ampiezza di finestra di campionamento di 20 sec e un blando filtraggio automatico dei transienti; ciò ha permesso, nella maggior parte dei casi un "affinamento" grafico della risposta dell'analisi effettuata sulle registrazioni, mantenendo comunque una adeguata lunghezza complessiva della registrazione analizzata. Solamente in due casi (misure 14 e 16) il filtraggio comportava una eccessiva riduzione della lunghezza della registrazione da analizzare; si è pertanto optato per un'ampiezza di finestra di campionamento più ampia per cercare di esaltare i segnali "naturali" e conseguentemente si è evitato di pulire i "corti" transienti dovuti a disturbi antropici di breve durata (sostanzialmente transito di mezzi).

prova 1: misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con massimo risonante alle alte frequenze (intorno a 40 Hz) molto direzionale proprio a causa della superficialità dell'interfaccia copertura/bedrock impostata alla quota di passaggio colluvium/Formazione dell'Acquerino; l'elaborazione ha confermato, in accordo con le evidenze di superficie e dei dati diretti disponibili, che la modesta "copertura" dell'ordine di qualche metro può essere interpretata come orizzonte di alterazione della roccia in posto; la "forma" molto frastagliata dello spettro H/V è da ricondurre, come verificato anche in altri contesti (Carmignano, Monsummano Terme) alla presenza di un substrato flyshoide argillitico-siltitico (il membro pelitico della formazione); si tratta pertanto di un punto con substrato sub-affiorante, con coltre di alterazione di qualche metro che non appare comunque significativa ai fini di amplificazione sismica.

- prova 2: misura affidabile di classe A1, con picco risonante molto netto alla frequenza di 10 Hz, molto accentuato ( $A_0=6.70$ ); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa sulle alluvioni in sponda sinistra del F.Bisenzio e che il picco marca nettamente, ad una profondità dell'ordine della decina di metri, il passaggio alla sottostante Formazione dell'Acquerino.
- prova 3: misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con picco risonante sostanzialmente assente (quello evidenziato dall'elaborazione appare correlabile ad effetti 2D ben evidenti alle basse frequenze); prova su bedrock affiorante costituito da Formazione dell'Acquerino.
- prova 4: misura affidabile di classe A1, con picco risonante netto alla frequenza di 12 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=7.41$ ); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa sulle alluvioni recenti in sponda destra del F.Bisenzio e che il picco marca nettamente, ad una profondità dell'ordine della decina di metri, il passaggio alla sottostante Formazione dell'Acquerino; alle basse frequenze si ha la tipica forma degli effetti 2D.
- prova 5: misura affidabile di classe A1, con picco risonante alla frequenza di 3.5 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.79$ ); le evidenze di campagna e le indagini relative al progetto VEL (sezione 7 sondaggio 4) realizzate nelle vicinanze confermano che la prova si sviluppa su una coltre detritico/colluviale e che il picco marca, ad una profondità intorno a 20 m, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata e detensionata della Formazione dell'Acquerino e la sottostante formazione in posto rappresentata dal membro pelitico (tipico il tracciato "frastagliato" dello spettro H/V, confermato anche dalle velocità SH dell'ordine dei 700 m/sec misurate nelle indagini VEL); una serie di picchi minori nella fascia 4-20 Hz è probabilmente riconducibile ad orizzonti arenacei di spessore significativo tanto da poter evidenziare il contrasto di impedenza, ma non appaiono significativi dal punto di vista sismico.
- prova 6: misura affidabile di classe A1, con picco risonante molto netto alla frequenza di 35 Hz, molto accentuato ( $A_0=6.24$ ); come per la prova precedente siamo in corrispondenza della coltre detritico-colluviale, con spessori complessivi di qualche metro, della Formazione dell'Acquerino che in questo caso appare meno detensionata; una serie di picchi minori, anche in questo caso nella fascia 4-20 Hz, è probabilmente riconducibile ad orizzonti arenacei di spessore significativo tanto da poter evidenziare il contrasto di impedenza, ma non appaiono significativi dal punto di vista sismico.
- prova 7: misura affidabile di classe A1, con picco risonante alla frequenza di 11 Hz, con basso contrasto di impedenza ( $A_0=2.65$ ); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa su una coltre detritico/colluviale e che il picco marca, ad una profondità intorno a 5-10 m, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata della Formazione dell'Acquerino e la sottostante formazione in posto; alle basse frequenze si hanno le tipiche forme degli effetti 2D.
- prova 8: misura affidabile di classe A1, sostanzialmente analoga alla precedente con picco risonante alla frequenza di 6.5 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.62$ ); anche in questo caso le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa su una coltre detritico/colluviale e che il picco marca, ad una profondità intorno a 10-20 m, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata e detensionata della Formazione dell'Acquerino e la sottostante formazione in posto; alle basse frequenze si hanno le tipiche forme degli effetti 2D.
- prova 9: misura affidabile considerando il contesto (B1), con picco risonante netto alla frequenza di 7.5 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.22$ ); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa sulle alluvioni recenti in sponda destra del F.Bisenzio e che il picco marca nettamente, ad una profondità dell'ordine dei 10-20 m, il passaggio alla sottostante Formazione dell'Acquerino; alle basse frequenze si hanno modesti disturbi connessi agli effetti 2D.
- La presenza di un disturbo elettromagnetico nel range della frequenza di picco ha indotto a declassare la misura; proprio per tale motivo la misura è stata ripetuta in giorno festivo (elaborato

Vernio 9bis), ma il segnale registrato appare ancora più disturbato anche se si conferma il picco fra 7 e 8 Hz, che quindi appare confermato e affidabile.

prova 10: misura affidabile di classe A1, sostanzialmente analoga alla 7 e alla 8, con picco risonante alla frequenza di 10 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.61$ ); anche in questo caso le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa su una coltre detritico/colluviale e che il picco marca, ad una profondità di qualche metro, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata della Formazione dell'Acquerino (membro pelitico, per la forma dello spettro) e la sottostante formazione in posto.

prova 11: misura affidabile di classe A1, sostanzialmente analoga alle 7-8-10, con picco alla frequenza di 3-4 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.05$ ); anche in questo caso le evidenze di campagna e di indagini dirette (VEL - sezioni 4 e 5 e sondaggio 3) confermano che la prova si sviluppa su una coltre detritico/colluviale e che il picco marca, ad una profondità di 20-30 m, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata della Formazione dell'Acquerino e la sottostante formazione in posto.

La presenza di un significativo rumore di fondo e di precipitazioni piovose durante la prova, hanno indotto a ripetere la misura in giorno festivo e in condizioni di tempo meno perturbato.

La misura 11bis conferma la misura 11, anche se il picco a 3-4 Hz presenta una minore robustezza statistica (classe di qualità B1); inoltre appare maggiormente evidente un picco intorno a 17-18 Hz (circa 10 m di profondità del contrasto), comunque percepibile anche nella misura 11, che elaborato fornisce un valore qualitativo accettabile (B1) e assolutamente concorde con quanto rilevato nelle indagini VEL che individuano una discontinuità di velocità all'interno dello spessore del detrito proprio alla profondità di una decina di metri.

prova 12: misura affidabile considerando il contesto (B2), con picco risonante netto alla frequenza di 4 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=4.32$ ); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa sulle alluvioni recenti in sponda sinistra del F.Bisenzio e che il picco marca nettamente, ad una profondità dell'ordine dei 20-30 m, il passaggio alla sottostante Formazione dell'Acquerino; alle basse frequenze si hanno modesti disturbi connessi agli effetti effetti 2D.

È stato analizzato un ulteriore picco a frequenze di 8-9 Hz (profondità del contrasto fra 5 e 10 m), anche questo in classe B2 accettabile considerando il contesto, con un alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.36$ ); si tratta molto probabilmente del contatto tra il riporto costituito dallo smarino delle gallerie e le alluvioni in posto, la cui profondità di interfaccia è coerente con la geometria rilevabile in loco (dislivello fra residua piana alluvionale del Bisenzio e quota del piano ferroviario).

prova 13: misura affidabile considerando il contesto (B1), con picco alla frequenza di 14-15 Hz, con basso contrasto di impedenza ( $A_0=2.75$ ) e bassa chiarezza (non adeguata robustezza statistica Sesame); le evidenze di campagna confermano che la prova si sviluppa su una coltre detritico/colluviale e che il picco marca, ad una profondità intorno a 5-10 m, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata della Formazione dell'Acquerino e la sottostante formazione in posto, che dalla tipica forma dello spettro H/V può essere ascritta la membro pelitico; alle basse frequenze si notano le tipiche forme degli effetti 2D, ancorché non particolarmente marcate.

prova 14: misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con picco risonante sostanzialmente assente (quello evidenziato dall'elaborazione appare correlabile ad effetti 2D ben evidenti alle basse frequenze); prova su bedrock affiorante costituito dalla Formazione del T.Carigiola. La presenza di disturbo diffuso difficilmente filtrabile (probabilmente a seguito del substrato rigido che propaga più facilmente tutte le frequenze) ha indotto ad effettuare l'analisi con finestre da 50 sec riducendo al minimo la rimozione dei transienti.

prova 15: misura affidabile di classe A1, con picco risonante alla frequenza di 20 Hz, con alto contrasto di impedenza ( $A_0=3.94$ ); anche in questo caso le evidenze di campagna confermano che la prova si

sviluppa su una coltre colluviale e che il picco marca, ad una profondità di qualche metro, il contrasto di impedenza presente fra la porzione più superficiale alterata della Formazione dell'Acquerino e la sottostante formazione in posto, che qui dovrebbe essere presente con il membro arenaceo-marnoso; alle basse frequenze si hanno le tipiche forme degli effetti 2D.

prova 16: misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con picco risonante sostanzialmente assente (quello evidenziato dall'elaborazione appare correlabile ad effetti 2D ben evidenti alle basse frequenze); prova su bedrock affiorante costituito dalla Formazione del T.Carigiola. La presenza di disturbo diffuso difficilmente filtrabile (probabilmente a seguito del substrato rigido che propaga più facilmente tutte le frequenze) ha indotto ad effettuare l'analisi con finestre da 50 sec riducendo al minimo la rimozione dei transienti.

considerazioni conclusive: le misure effettuate confermano le evidenze geologiche di superficie, anche come attestate dalle indagini dirette presenti ancorché non particolarmente numerose.

La stretta fascia di fondovalle impostata sulle alluvioni del F.Bisenzio-T.Fiumenta, a tratti sovrastate da spessori fino alla decina di metri di riporto connesso allo smarino delle gallerie ferroviarie, presenta netti e ampi picchi risonanti strettamente connessi allo spessore delle alluvioni che varia da pochi metri fino a ad un massimo di 30 m.

Sui versanti della valle si rileva la presenza di bedrock sub-affiorante, con spessori di coltre di alterazione mediamente di pochi metri; localmente si ha però presenza di spessori più significativi della copertura detritica e della fascia detensionata superficiale che raggiungono valori fino a 20 m (S.Ippolito, sponda sinistra di Mercatale) presentando in tal caso effetti di amplificazione significativi dovuti agli orizzonti di alterazione/detensionamento che rientrano nel campo delle frequenze ingegneristiche.

I picchi marcatamente direzionali e generalmente molto "frastagliati" presenti in quasi tutte le misure alle basse frequenze (che danno caratteristiche figure ad "occhio") appaiono riconducibili ad effetti 2D connessi alla morfologia particolarmente direzionale della zona (creste e valli).

Infine appare particolarmente evidente la diversità di comportamento dei livelli prevalentemente pelitici della Formazione dell'Acquerino che forse potrebbero essere anche una delle cause del diffuso disturbo di fondo della valle dovuto allo scattering dei rumori connesso alle frequenti alternanze fra materiali a rigidità molto differente presenti con spessori significativi nei confronti del segnale sismico.

## **5.2 Le indagini di sismica a rifrazione**

L'indagine di tipo geofisico è stata condotta mediante il rilievo sismico a rifrazione in onde P ed SH lungo n.2 direttrici individuate in area prospiciente la pendice del versante in destra orografica del Torrente Bisenzio, all'altezza delle località Morandaccio e Borgano (nell'Appendice B la relazione tecnica completa). Le condizioni logistiche operative sono risultate particolarmente disagiate in quanto si tratta di aree intensamente urbanizzate, sia in corrispondenza del fondovalle del Torrente Bisenzio, che lungo le pendici immediatamente prospicienti la statale 325, asse viario principale lungo la quale si sono sviluppati gli agglomerati urbani. La presenza, inoltre, di sottoservizi, seppure accuratamente verificati nella loro posizione e considerati nella posa dei ricevitori al suolo, ha condizionato la qualità dei segnali e, in alcuni casi, impedito la leggibilità delle tracce laddove, come nella parte centrale dello stendimento n.2, hanno costituito una soluzione di continuità alla propagazione nel suolo delle onde SH prodotte su un lato della strada, rispetto ai ricevitori posti sul lato opposto. Ad ogni modo, nonostante le difficoltà incontrate l'esito finale delle elaborazioni ha permesso comunque di individuare l'andamento del comportamento sismico del substrato in entrambi gli stendimenti permettendo il riconoscimento del substrato rigido con velocità superiori a 800 m/s intorno ai 25 metri di profondità nel profilo n.1 e intorno ai 20 metri per il profilo n.2.

In particolare per entrambi i profili Le sezioni geofisiche in onde S o seconde o trasversali, elaborate sia con tecnica GRM che tomografica, evidenziano la presenza, nell'immediato sottosuolo, di terreni

caratterizzati da velocità delle onde dell'ordine di 250-380 m/sec, sino alla profondità media di m 5-7 dal p.c., che ricomprendono i riporti antropici di regolarizzazione topografica locale ed i volumi di scavo e rinterro per gli interventi di urbanizzazione. Alla base di tali terreni si rileva la presenza di un rifrattore caratterizzato da un elevato gradiente di velocità, che definisce il tetto del locale substrato geofisico, caratterizzato da litotipi riconducibili a termini lapidei alterati e fratturati, qualificati da velocità delle onde sismiche S di 460-740 m/sec. Un ulteriore rifrattore si individua a profondità dell'ordine di m 20-25 dal p.c., quota dalla quale si registra un incremento di rigidità dei terreni e si misurano valori di velocità delle onde S di 840-950 m/sec.

## **6 La Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica e delle indagini**

La cartografia di base geologico-tecnica per la microzonazione sismica, prevista per giungere alla definizione della carta MOPS, è stata sviluppata in scala 1:5.000 per ciascuna delle quattro aree del comune.

È stata elaborata integrando, a scala di dettaglio, le cartografie geologiche, geomorfologiche e litotecniche prodotte per lo studio di supporto al Piano Strutturale unitamente a tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici acquisiti con la raccolta dati.

Particolare cura è stata rivolta ad individuare, anche attraverso rilevamenti di controllo in loco, la delimitazione dei depositi di copertura (con riferimento a quelli con spessore maggiore di 3 metri) e la ricostruzione delle forme geomorfologiche (in particolare dei fenomeni gravitativi di versante e delle aree instabili) nonché nella individuazione del substrato roccioso.

Ciascuna carta è corredata da alcune sezioni geologico-tecniche orientate sia trasversalmente che longitudinalmente rispetto ai principali elementi geologico-strutturali dell'area, al fine di permettere una migliore descrizione e una più immediata comprensione del modello geologico di sottosuolo.

La legenda delle carte, studiata in prospettiva sismica, prevede l'accorpamento delle informazioni sia geologico formazionali che litologiche in unità che presentano una risposta analoga alla sollecitazione sismica; pertanto le informazioni risultano sintetizzate e il numero di "tipi" geologico-tecnici è ridotto rispetto alle carte descrittive geologiche s.l. o esplicative delle modalità di comportamento geomeccanico legate alla litologia anche a scala ridotta.

In particolare le informazioni sul substrato geologico sono state raccolte in due tipologie:

- *flysh calcarei e arenacei con alternanze di litotipi, stratificati* [ALS alternanze di litotipi, stratificati della legenda ICMS 2008 versione 2.0] che comprende tutte le formazioni francamente lapidee e che quindi presentano una risposta alla sollecitazione sismica di tipo sostanzialmente rigido, quali Formazione dell'Acquerino, Marne di Baigno, Formazione di Castiglione dei Pepoli, Marne di Villore, Pietraforte, Formazione di Stagno, Arenarie di Suviana, Formazione del Torrente Carigiola;
- *substrato non rigido, con assetto stratificato* [NR substrato geologico non rigido della legenda ICMS 2008 versione 2.0] – raccoglie le formazioni con litologie che presentano un comportamento "plastico" alla scala della sollecitazione sismica e che quindi possono non rappresentare un substrato sismico in termini di velocità delle onde S ( $V_s$ ), quali il unità argilloso-calcareo, brecce argillose di Monte Bagucci, basalti brecciati, Formazione di Sillano.

Sulla base delle informazioni di carattere geologico-tecnico è stato possibile individuare tre diverse tipologie di terreni di copertura: depositi fluvio-lacustri, detrito di versante e terreni di riporto. Ogni tipologia può essere considerata omogenea, sempre alla scala del sisma (cioè dove gli spessori di orizzonti a differente valore di rigidità e di impedenza sismica assumono significatività se superiori ai 3-5 metri e con continuità areale estesa). In particolare:

- i depositi fluvio-lacustri e alluvionali recenti (fondovalle Bisenzio, Montepiano) sono stati attribuiti mediamente alle ghiaie pulite con granulometria ben assortite, miscela di ghiaia e sabbie [GW] della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.; infatti si tratta di depositi granulometricamente molto variabili, connessi ad ambienti deposizionali di alta energia. I depositi generatisi presentano quindi una elevata variabilità sia verticale che orizzontale, in spazi ristretti, delle dimensioni granulometriche e delle tessiture che comunque alla scala della sollecitazione sismica possono essere ritenuti omogenei (come confermato anche dalle misure di microtremore che non mostrano picchi intermedi nel corpo sedimentario di copertura). Il detrito di versante è stato attribuito mediamente alle ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo [GM] della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.; si tratta di depositi granulometricamente molto eterogenei costituiti da frammenti litoidi di varie dimensioni e natura, prodotti dall'alterazione del substrato, caratterizzati generalmente da una matrice limosa-sabbiosa. Questi depositi, alla scala della sollecitazione sismica, possono essere ritenuti omogenei (come confermato anche dalle misure di microtremore che non mostrano picchi intermedi tra il piano campagna ed il substrato litoide sottostante). In generale la maggior parte dei corpi detritici individuati sono caratterizzati da uno spessore che varia tra 3,0 m e 10,0 m tranne alcuni casi, localizzati nella zona di Mercatale-San Quirico, dove posso raggiungere anche spessore intorno a 20,0/30,0 m.
- I terreni di riporto sono stati attribuiti ai terreni contenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati [RI] della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.. Questi terreni sono localizzati esclusivamente nella zona di Mercatale-San Quirico e costituiscono il tratto di rilevato ferroviario che si sviluppa lungo il fondovalle oltre ad poche aree dove questi terreni sono stati utilizzati per creare gli spazi necessari all'urbanizzazione in particolare delle aree produttive.

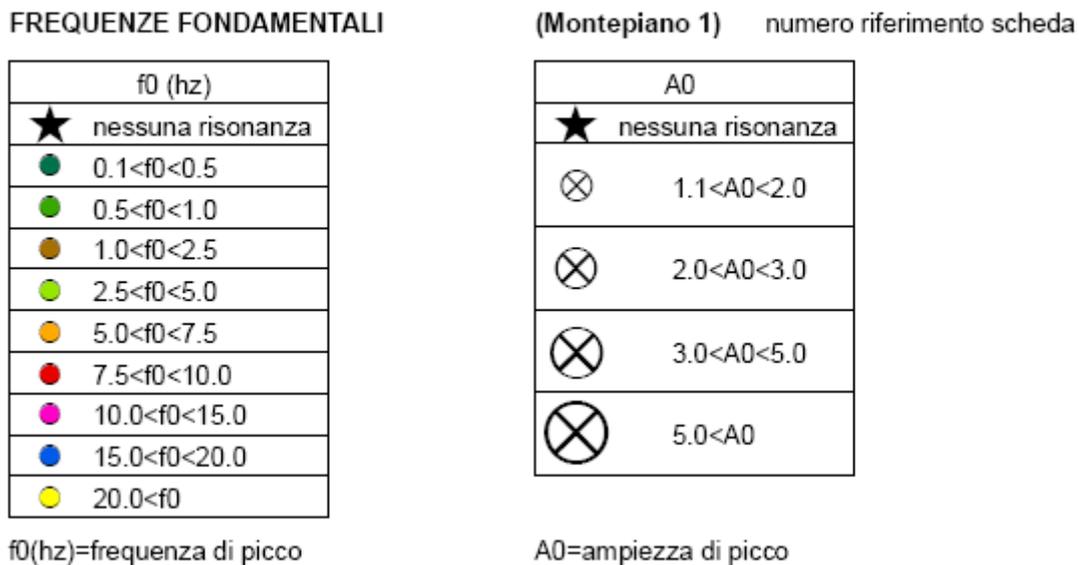
In generale tutti gli spessori alluvionali raggiungono uno spessore massimo intorno ai 30 metri (figura 9).

## 7 La carta delle Frequenze fondamentali dei depositi

La cartografia delle frequenze fondamentali dei depositi per la microzonazione sismica, propedeutica per la predisposizione della carta MOPS, è stata sviluppata in scala 1:5.000 per ciascuna delle quattro aree del comune.

E' stata realizzata a partire dalle misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSr) che vengono ubicate in carta attraverso un simbolo puntuale (⊗), ciascuna contraddistinta dal proprio nome identificativo. Il colore e la dimensione del simbolo variano rispettivamente in funzione della frequenza fondamentale ( $f_0$ ) e dell'ampiezza ( $A_0$ ) di picco. I valori della frequenza fondamentale ( $f_0$ ) sono stati suddivisi in dieci classi mentre i valori dell'ampiezza di picco sono stati divisi in cinque classi (figura 7). La simbologia adottata non è in questo caso standardizzata negli ICMS; è stata comunque utilizzata una rappresentazione ritrovata spesso in bibliografia e che risulta di facile lettura e quindi utile per completare l'informazione immediata che si può avere dalle rappresentazioni cartografiche.

Figura 7 - estratto della legenda della carta delle frequenze fondamentali dei depositi



Come spiegato in precedenza, è possibile risalire, attraverso stime grossolane, dal valore della frequenza fondamentale (f0) all'ordine di grandezza dello spessore dei terreni di copertura e dal valore dell'ampiezza di picco (A0) all'entità del contrasto d'impedenza tra le varie litologie. Attraverso queste relazioni è così possibile distinguere qualitativamente zone caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (con nessun massimo relativo significativo di f0 nell'intervallo 0,1-10 Hz) da zone caratterizzate dalla presenza di fenomeni di risonanza. Inoltre, sulla base della stima dell'ampiezza del picco fondamentale, possono essere distinte, in via del tutto qualitativa, le zone caratterizzate da alti contrasti di impedenza ed aree caratterizzate da minore contrasto.

L'informazione fornisce quindi in modo diretto, anche se semi-quantitativo, indicazioni sui possibili effetti attesi di amplificazione della sollecitazione sismica. Infatti dalla formula molto semplificata proposta da G.Pratt (da utilizzare solamente in prima approssimazione) che mette in correlazione il periodo proprio di vibrazione di un edificio con la sua altezza è possibile orientativamente individuare quale tipologia di edifici si potrebbe trovare a vibrare a frequenze simili a quelle riscontrate nei terreni e quindi subire i pericolosi effetti di risonanza.

Il grafico seguente (figura 8), utilizzando la correlazione empirica

$$T_{ed} \cong Ch_{ed}^{3/4}$$

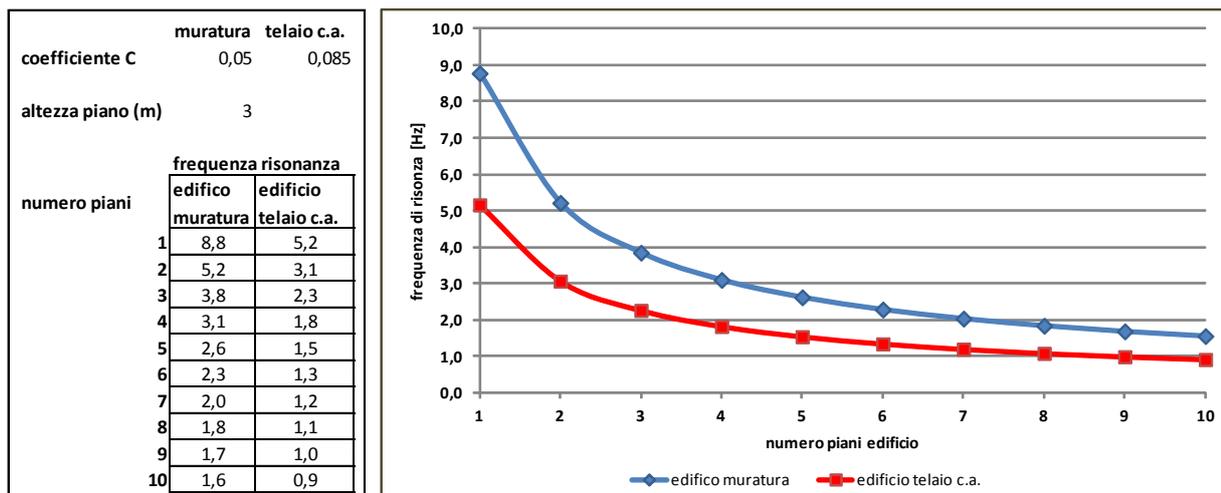
dove:  $T_{ed}$  indica il periodo proprio di vibrazione dell'edificio espresso in secondi,  
 $C$  è un coefficiente che dipende dalla tipologia costruttiva dell'edificio (muratura o telaio c.a.)  
 $h_{ed}$  è l'altezza dell'edificio in metri

e ricordando che la frequenza è l'inverso del periodo

$$f = \frac{1}{T}$$

permette di valutare in modo speditivo le tipologie di edifici che possono risentire degli effetti di massima amplificazione connessi alla frequenza fondamentale di vibrazione espressa dal terreno (quando le due frequenze corrispondono si hanno effetti di risonanza catastrofica).

Figura 8 – rapporti indicativi fra numero dei piani di un edificio e sua frequenza di vibrazione



## 8 La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Questo elaborato rappresenta la principale sintesi dello studio di microzonazione di livello 1 in quanto individua gli areali (microzone) dove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche, dei dati geognostici e geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Di fondamentale importanza diviene quindi l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero delle litologie caratterizzate da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S – convenzionalmente superiori a 800 m/sec - significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti), accompagnata dalle informazioni raccolte con le prove HVSR che permettono una stima approssimativa della profondità del contrasto di impedenza sismica e della intensità attesa.

Chiaramente assume particolarmente rilievo l'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di risposta sismica locale bi e tri-dimensionali.

Le modalità di redazione della carta sono quelle indicate al capitolo 2.3 degli ICMS 2008, integrate con le specifiche di legenda contenute nei successivi documenti relativi agli standard di rappresentazione ed archiviazione informatica predisposti dalla "Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica" (Dipartimento Protezione Civile). Poiché nella redazione delle schede CLE alcune aree di emergenza risultavano esterne agli areali considerati per le MOPS si è ritenuto opportuno creare dei riquadri specifici con l'indicazione delle Zone anche per queste aree.

La carta è realizzata per ottenere un adeguato dettaglio, utile per il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- caratterizzazione del substrato geologico,
- caratterizzazione dei terreni di copertura,
- ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico,
- definizione di forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

La sintesi delle informazioni e la perimetrazione delle zone all'interno della "carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica", permette di:

1. valutare le condizioni di pericolosità sismica ai sensi del DPGR n.53R/2011;

2. identificare le aree per le quali sono necessari ulteriori studi e indagini ed i relativi livelli di approfondimento;
3. definire gli interventi ammissibili in una data area e le eventuali modalità di intervento nelle aree urbanizzate (condizioni o criteri costruttivi connessi al valore delle frequenze fondamentali delle coperture).

Poiché gli ICMS definiscono fra le *zone suscettibili di instabilità* quelle interessate da potenziali fenomeni di liquefazione definite come “aree con terreni sabbiosi, sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi e con superficie della falda freatica e delle eventuali falde in pressione < 15 metri dal piano campagna”, le aree che insistono sui depositi alluvionali, rientrerebbero in questa classe. Per evitare che la rappresentazione cartografica di tale fenomeno di fatto “nasconda” altri aspetti interessanti connessi alle *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali* si è deciso, in accordo con i tecnici della Regione, di usare una retinatura “trasparente” con un evidente contorno poligonale per mappare in carta le aree con potenziali fenomeni di liquefazione.

Per quanto concerne le isobate del substrato, la modesta estensione areale e la relativa discontinuità delle coperture che sono costituite per la maggior parte da accumuli detritici sui versanti, ha di fatto reso impraticabile tentare una ricostruzione che potesse avere una idonea significatività; d'altra parte la profondità del substrato è rilevabile nella carta geologico tecnica per la microzonazione sismica, dove sono riportati i sondaggi che lo hanno raggiunto. Anche per le coperture alluvionali del fondovalle del fiume Bisenzio la ricostruzione dell'andamento della profondità del substrato mediante isobate è risultata impossibile a meno di non disporre di una serie continua di misure lungo l'asse della valle. In ogni caso l'andamento morfologico dei versanti e le misure comunque disponibili permettono di ritenere che il materasso alluvionale possa raggiungere una profondità compresa tra 0 e 30 metri dal piano di campagna.

## 8.1 La legenda delle carte MOPS

La definizione della legenda delle carte MOPS deriva dalle indicazioni contenute negli ICMS 2008 e nei documenti successivi relativi agli standard predisposti dal Dipartimento della Protezione Civile.

Rispetto alle ultime indicazioni ad oggi disponibili (*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica* versione 2.0 del giugno 2012) si è preferito mantenere nella legenda in carta la rappresentazione con le colonne stratigrafiche, poiché ci sembra risultare più intuitiva e capace di rendere maggiormente leggibile l'elaborato anche da parte delle professionalità che dovranno utilizzarne i risultati a fini pianificatori o di progettazione di dettaglio.

Come più volte richiamato nei capitoli precedenti, le carte MOPS accorpano in tre tipologie di zone le modalità di risposta alla sollecitazione sismica che ci si può attendere dalle caratteristiche del substrato:

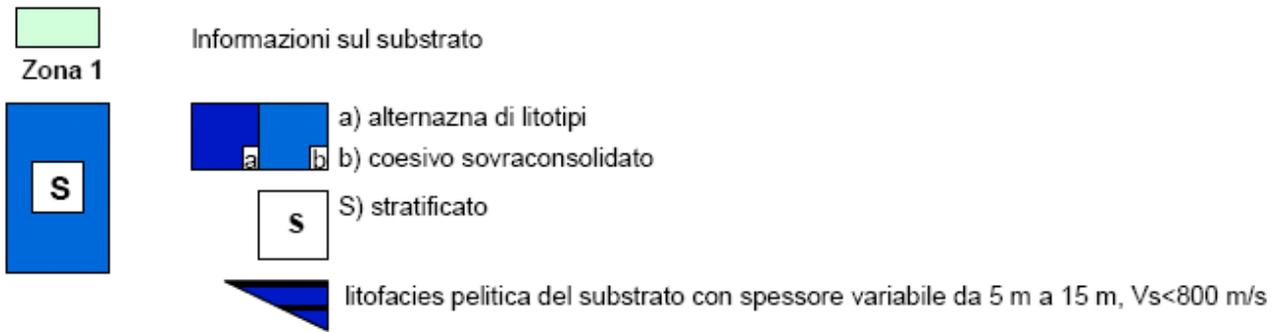
- le *zone stabili*, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli calcolati dagli studi di pericolosità di base che forniscono i valori di accelerazione indicati per la categoria A di sottosuolo negli allegati alle NTC 2008 – d.m. 14.01.2008;
- le *zone stabili suscettibili di amplificazione sismica*, dove il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche (presenza di coperture sedimentarie) e/o morfometriche del territorio (pendenza dei versanti, creste, valli strette, ecc.), anche sepolte. In questo caso, si dovrà indagare, alla scala del progetto di dettaglio, l'effetto di amplificazione connesso alla risposta sismica locale utilizzando gli abachi delle NTC 2008 – categorie di sottosuolo - o provvedendo attraverso specifiche indagini ed analisi dove gli abachi semplificati non sono applicabili;
- le *zone suscettibili di instabilità*, cioè passibili di attivazione/riattivazione di fenomeni di deformazione permanente del terreno indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliezioni

superficiali, cedimenti differenziali, ecc.) da indagare con specifiche indagini geotecniche e geofisiche in relazione allo stato di attività in accordo alle prescrizioni dettate per le aree a diversa pericolosità geologica.

La definizione della legenda segue quindi l'articolazione delle suddette zone.

### 8.1.1 Zone stabili

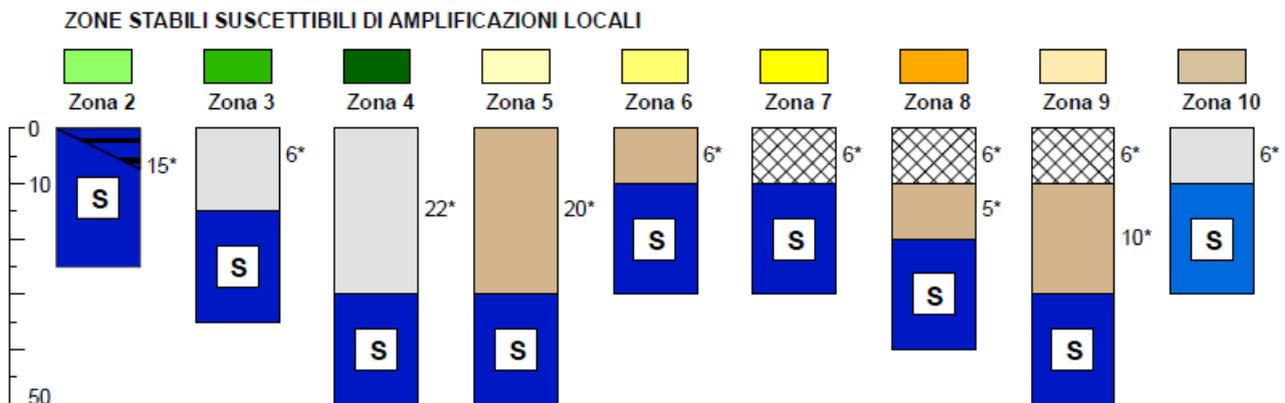
#### ZONE STABILI



Ricomprendono le zone dove affiorano le formazioni rocciose in posto, con spessori di eventuali coltri di alterazione o depositi colluviali inferiori a 3 metri (spessore che non comporta fenomeni di amplificazione dell'onda sismica rilevanti per le strutture edilizie ed i manufatti in genere).

Nelle quattro aree indagate la legenda si presenta sostanzialmente identica, accorpando i litotipi con una  $V_s$  che in superficie non raggiunge il valore standard di 800 m/sec (che viene comunque raggiunta progressivamente in profondità ma in modo graduale senza bruschi salti di impedenza sismica – quindi senza generare fenomeni di amplificazione locale). Questi, denominati substrato *coesivo sovra consolidato stratificato*, comprendono le formazioni flyshoidi a componente siltitico-argillitica largamente prevalente e interessati da significativi fenomeni di tettonizzazione più o meno spinti (la zona è presente solamente in una modestissima porzione della MOPS di Montepiano).

### 8.1.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



(\*) spessore medio dei terreni di copertura in metri

Litologia dei terreni di copertura

- ghiaia limosa. miscela di ghiaia, sabbia e limo, moderatamente addensata, non stratificata
- ghiaie ben assortite, miscela di ghiaia e sabbia, moderatamente addensate, stratificate
- terreni contenenti resti di attività antropiche, addensati

Raccolgono le zone dove si hanno terreni di copertura di spessore maggiore di 3 metri e con valori di  $V_s$  significativamente inferiori a quelli del substrato geologico (zone da 3 a 9) e dove alcune delle formazioni flyshoidi maggiormente rappresentate nell'area e ascrivibili al tipo *alternanza di litotipi stratificato* presentano ampi spessori (tra 5,0 m e 15,0 m) con litofacies a componente prevalentemente siltitico-argillitica dove le  $V_s$  possono presentarsi con velocità  $< 800$  m/sec, tale evenienza è stata indicata nella colonna tipo della zona 2 con l'inserimento di un triangolo sommitale. In tale condizione infatti si assiste a fenomeni di amplificazione dello scuotimento sismico in superficie collegati alla presenza di una interfaccia fra materiali con una significativa differenza di impedenza sismica.

Poiché gli effetti di amplificazione sulle costruzioni esistenti (tipologie e altezze degli edifici) sono legati allo spessore delle coperture, sono state individuate due classi, anche secondo le indicazioni contenute nel vademecum delle "Specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica", da mettere in relazione alle possibili frequenze di risonanza dei terreni distinti come:

- $f_0 < 2$  Hz per spessori delle coperture maggiori di 30 metri (non presenti nelle zone di indagine),
- $2\text{ Hz} < f_0 < 8$  Hz per spessori compresi tra 30 e 10 metri,
- $f_0 > 8\text{ Hz}$  per spessori minori di 10 metri (nel caso della zona 3 è stato portato a 15 m per necessità specifiche relative a tale zona).

Tutte le tipologie di coperture sono state considerate intrinsecamente omogenee (non essendo disponibili dati sufficienti per una loro "zonazione" interna, comunque sostanzialmente impossibile considerando gli ambienti di deposizione e le dimensioni areali modeste).

In particolare per quanto riguarda i depositi fluvio-lacustri e alluvionali recenti (Montepiano e Vernio) le coperture sono state attribuite mediamente alle "ghiaie ben assortite, miscela di ghiaia e sabbia [GW]" della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.; infatti si tratta di depositi granulometricamente molto variabili, connessi ad ambienti deposizionali che hanno visto nel tempo rapide variazioni di competenza delle correnti fluide di trasporto dei sedimenti: i depositi generatisi presentano quindi una elevata variabilità sia verticale che orizzontale, in spazi ristretti, delle dimensioni granulometriche e delle tessiture che comunque alla scala della sollecitazione sismica possono essere ritenuti qualitativamente omogenei (come confermato anche dalle misure di microtremore).

Per le coperture costituite da colluvium, falde detritiche o corpi di frana, se con spessori superiori a 3 metri, la categoria adottata è quella relativa a "ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo [GM]", che meglio rappresenta la notevole ampiezza del fuso granulometrico in una omogeneità sostanziale della massa che ha subito un trasporto molto limitato.

Infine, poiché rappresentano un litotipo rilevante in termini area occupata per la zona del fondovalle di Vernio capoluogo, sono stati distinti anche i "terreni contenenti resti di attività antropica [RI]", costituiti dal materiale di risulta dello scavo delle gallerie della linea ferroviaria Firenze-Bologna e che sono rappresentati da materiali eterogenei posti in opera con costipamento tipico della realizzazione di rilevati artificiali.

### 8.1.3 Zone suscettibili di instabilità

#### ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

##### Instabilità di versante

-  corpo di frana attiva
-  corpo di frana quiescente
-  corpo di frana inattiva
-  corpo di frana stabilizzato artificialmente (non definito)

##### Forme di superficie e sepolte

-  conoide alluvionale
-  falda detritica
-  orlo di scarpata morfologica (10-20m)
-  cresta
-  valle spolta stretta
-  valle sepolta larga
-  picco isolato
-  traccia di sezione

##### Punti di misura di rumore ambientale

-  <sup>3.4</sup> punto di misura di rumore ambientale con indicazione del valore di f0

##### Liquefazione

-  aree con terreni sabbiosi e con superficie della falda freatica e/o delle falde in pressione inferiore a 15 metri dal piano di campagna

Sono qui raccolte tutte le porzioni di territorio dove si hanno evidenze geomorfologiche di fenomeni che possono essere attivati o riattivati dall'evento sismico.

Nelle aree indagate non sono state rilevate situazioni mappabili, alla scala degli elaborati, relative a cedimenti differenziali per differenti capacità di addensamento dei terreni a seguito di fenomeni di scuotimento sismico; infatti, come anche rilevato nei capitoli precedenti, le coperture "addensabili" non sono state articolate al loro interno a seguito della variabilità granulometrica in spazi ristretti (e in ogni caso tale occorrenza appare assai remota). Le indagini di dettaglio, alla scala progettuale del singolo intervento, dovranno comunque verificare tale aspetto, congiuntamente a quello legato ai fenomeni di liquefazione che, come ricordato in premessa, sono di fatto potenzialmente possibili in corrispondenza dei depositi fluvio-lacustri e alluvionali recenti. La legenda sottolinea anche quelle forme di superficie che possono indicare l'insorgenza di fenomeni 2D connessi alla presenza di strutture fortemente direzionali (creste e valli, anche sepolte) che possono focalizzare l'onda sismica relativamente alla particolare morfologia locale.

### 8.1.4 Punti di misura di rumore ambientale

Sono infine riportati, con apposita simbologia, i punti relativi alle indagini di microtremore effettuate, con indicato il valore della frequenza di picco significativa eventualmente rilevata.

L'informazione completa "a colpo d'occhio" l'informazione fornita dalla specifica stratigrafia della microzona, permettendo una percezione immediata della risposta amplificativa della sequenza litostratigrafica presente.

## 8.2 Le carte MOPS del territorio comunale di Vernio

Di seguito si riporta una descrizione delle carte sviluppate per ciascun centro abitato esaminato, sottolineando gli aspetti interpretativi che hanno condotto alla ricostruzione proposta e quindi la

valutazione della qualità delle cartografie sviluppata secondo quanto indicato nella deliberazione GRT n.741/2012 (tenendo conto sia dei dati di indagini pregresse, sia delle nuove prove HVSR e sismiche elaborate nel presente studio). Per una corretta ricostruzione delle microzone sono state realizzate alcune sezioni interpretative nelle porzioni di territorio dove risultava più significativa, anche in termini dimensionali per una minima visibilità grafica, la geometria delle coperture. In Figura 9 (a e b) sono riportate le sezioni implementate, mentre la traccia delle stesse è individuata nella relativa carta MOPS.

## 8.2.1 Cavarzano

La maggior parte dell'abitato si sviluppa lungo uno stretto crinale con direzione E-O dove il substrato, costituito dalle rocce appartenenti alla Formazione del T. Carigiola caratterizzate da una direzione degli strati a reggipoggio con inclinazione variabile da 20° a 40°, risulta affiorante o sub-affiorante, mentre le coperture dovute a corpi detritici con spessori superiori a 3 metri, ma sempre inferiori ai 10 metri, interessano solo la porzione di abitato posta più a valle. Le misure HVSR effettuate confermano la presenza in tutto l'areale di substrato litoide sub-affiorante (Zona 2), con spessori di coltre di alterazione/colluvium che localmente possono raggiungere la potenza di qualche metro (Zona 3); non risultano presenti effetti di amplificazione significativi dovuti agli orizzonti di alterazione, che presentano frequenze di risonanza al di fuori del "range" significativo per gli edifici ed i manufatti (nell'intervallo "ingegneristico" non sono di fatto presenti amplificazioni).

### 8.2.1.1 Livello di qualità della carta MOPS

Il livello di qualità finale della carta, basato sulle specifiche della delibera GRT n.741/2012 viste in premessa, risulta **C**; il calcolo è stato sviluppato sulla maglia di celle sovrapposta a tutto l'abitato esaminato e non solo alle porzioni interessate dalle coperture, come previsto dalla metodologia, in quanto le porzioni di territorio con copertura similmente significativa risultano piuttosto modeste alla scala dell'areale investigato.

Figura 10 – valutazione qualità carta MS livello 1 dell'abitato di Cavarzano

comune: VERNIO centro abitato: CAVARZANO

VALUTAZIONE QUALITA' CARTA MS LIVELLO 1 [Del.G.R.T. 261/2011]

parametro	peso p	indicatore	peso i	valutazione indicatore - punteggio						VALORI		contributo FQ		
				nulla	0	bassa	0,33	media	0,66	alta	1		ind	par
carta geologico-technica	1	anno rilevamento	0,33	no data		< 2000				>2000	1	0,33	0,99	24,8
		progetto	0,33	no data		altro		allegato P. Urb.		ad hoc	1	0,33		
		scala rilevamento	0,33	no data		50.000÷26.000		25.000÷11.000		10.000÷2.000	1	0,33		
sondaggi a distruzione	0,5	numero sondaggi distr.	0,33	no data	1	1÷5				6÷10		0,00	0,00	0,0
		% celle occupate	0,33	no data	1	1÷33%		34÷66%		>66%		0,00		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data	1	1÷5		6÷10		>10		0,00		
sondaggi a carotaggio continuo	1	numero sondaggi c.c.	0,33	no data		1÷5	1			6÷10		0,11	0,22	5,4
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%	1	34÷66%		>66%		0,11		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data	1	1÷5		6÷10		>10		0,00		
indagini geofisiche	0,5	numero di misure	0,33	no data		1÷5	1			6÷10		0,11	0,55	6,8
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%	1	34÷66%		>66%		0,11		
		% indagini raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,33		
prove geotecniche in situ e di laboratorio	0,25	numero di prove	0,33	no data		1÷5				6÷10	1	0,33	0,66	4,1
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%	1	34÷66%		>66%		0,11		
		% prove raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		34÷66%	1	>66%		0,22		
misure delle frequenze del sito	0,75	numero di misure	0,33	no data		1÷5	1			6÷10		0,11	0,22	4,1
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%	1	34÷66%		>66%		0,11		
		classe affidabilità misure (*)	0,33	no data	1	classe A 1÷33%		classe A 34÷66%		classe A >66%		0,00		

(\*) - D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.

FQ [%] 45,2  
Classe **C**

## 8.2.2 Montepiano

L'abitato di Montepiano si sviluppa quasi esclusivamente nel fondovalle del torrente Setta che si allarga a riempire una piccola conca intermontana; si tratta di una modesta piana fluvio-lacustre caratterizzata da sedimenti generalmente grossolani, reinci e terrazzati dal corso d'acqua principale. Il substrato risulta costituito prevalentemente dalla Formazione di Stagno, un flysh arenaceo-pelitico dove la componente arenacea appare prevalente; nella porzione centro-settentrionale della pianura compare anche la

Formazione di Castiglione dei Pepoli, presente al tetto della Formazione di Stagno e che dal punto di vista strettamente litotecnico non si differenzia sostanzialmente da quest'ultima. Dal punto di vista geomorfologico, l'abitato è impostato nell'area fluvio-lacustre sostanzialmente pianeggiante; non sono presenti fenomeni attivi rilevanti o forme morfologiche indicatrici di una particolare attività: si rinvencono modesti orli di terrazzo connessi all'attività del T. Setta e ridotte conoidi allo sbocco degli affluenti laterali nella pianura. Localmente e per aree molto ristrette si assiste alla presenza di fasce di raccordo fra pianura e versanti costituite da depositi detritici di versante.

Le misure HVSR effettuate permettono di definire con chiarezza la forma dei depositi fluvio-lacustri, che si approfondiscono bruscamente nella porzione orientale (in corrispondenza del vecchio nucleo di Montepiano) dove raggiungono i 20-30 m (Zona 5); nella porzione occidentale e lungo la valle del Rio del Fondataio le profondità appaiono invece ricomprese in qualche metro fino ad un massimo di 10 m (Zona 6). Per quanto riguarda i versanti, dai risultati di indagini con sismica a rifrazione e di prove penetrometriche dinamiche, è stato possibile valutare che le coperture detritiche risultano caratterizzate da spessori molto ridotti introno a qualche metro (Zona 3).

### 8.2.2.1 Livello di qualità della carta MOPS

Il livello di qualità finale della carta, basato sulle specifiche della delibera GRT n.741/2012 viste in premessa, risulta **B**; il calcolo è stato sviluppato sulla maglia di celle sovrapposta a tutto l'abitato esaminato considerando le dimensioni dell'area e l'estensione relativa delle coperture (largamente prevalente).

Figura 11 – valutazione qualità carta MS livello 1 dell'abitato di Montepiano

comune: **VERNIO** centro abitato: **MONTEPIANO**

VALUTAZIONE QUALITA' CARTA MS LIVELLO 1 [Del.G.R.T. 261/2011]

parametro	peso p	indicatore	peso i	valutazione indicatore - punteggio							VALORI ind	contributo FQ		
				nulla	0	bassa	0,33	media	0,66	alta			1	
carta geologico-tecnica	1	anno rilevamento	0,33	no data		< 2000				>2000	1	0,33	0,99	24,8
		progetto	0,33	no data		altro		allegato P.Urb.		ad hoc	1	0,33		
		scala rilevamento	0,33	no data		50.000÷26.000		25.000÷11.000		10.000÷2.000	1	0,33		
sondaggi a distruzione	0,5	numero sondaggi distr.	0,33	no data	1	1÷5		6÷10		>10		0,00	0,00	0,0
		% celle occupate	0,33	no data	1	1÷33%		34÷66%		>66%		0,00		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data	1	1÷5		6÷10		>10		0,00		
sondaggi a carotaggio continuo	1	numero sondaggi c.c.	0,33	no data		1÷5	1	6÷10		>10		0,11	0,33	8,2
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%	1	34÷66%		>66%		0,11		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data		1÷5	1	6÷10		>10		0,11		
indagini geofisiche	0,5	numero di misure	0,33	no data		1÷5		6÷10	1	>10		0,22	0,66	8,2
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%	1	34÷66%		>66%		0,11		
		% indagini raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,33		
prove geotecniche in situ e di laboratorio	0,25	numero di prove	0,33	no data		1÷5		6÷10		>10	1	0,33	0,77	4,8
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		34÷66%	1	>66%		0,22		
		% prove raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		34÷66%	1	>66%		0,22		
misure delle frequenze del sito	0,75	numero di misure	0,33	no data		1÷5		6÷10	1	>10		0,22	0,54	10,2
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%	1	34÷66%		>66%		0,11		
		classe affidabilità misure (*)	0,33	no data		classe A 1÷33%		classe A 34÷66%	1	classe A >66%		0,22		

(\*) - D.Albarello et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis. Teor.Appl.

FQ [%] **56.1**  
Classe **B**

### 8.2.3 Luciana-Sasseta

I due abitati si sviluppano a mezzacosta sui versanti in destra e sinistra del Torrente Fiumenta, in due porzioni a pendenza relativamente minore. Il substrato geologico è costituito dalla Formazione del T.Carigiola (flysh prevalentemente arenaceo) sul quale si sono localmente sviluppate coltri detritico/colluviali generalmente di spessore modesto; in particolare la frazione di Luciana e la porzione nord-occidentale di Sasseta appaiono sviluppate su depositi detritici di versante, mentre la porzione sud-orientale di Sasseta appare impostata sulla formazione sub-affiorante. del punto di vista geomorfologico non si ha presenza di fenomeni attivi.

Le misure HVSR effettuate e le prove geofisiche con sismica a rifrazione già eseguite in queste zone ( due a Luciana e quattro a Sasseta) forniscono conferma dello stato reale dei due ambienti geologici presenti

nell'areale di studio, cioè la presenza di una roccia in posto caratterizzata da ampi spessori (tra 5,0 m e 15,0 m) con litofacies a componente prevalentemente siltitico-argillitica dove le Vs possono presentarsi con velocità < 800 m/sec (Zona 2) e di zone interessate da coperture detritiche (Zona 3) che possono presentare un picco risonante nel range di frequenze di interesse ingegneristico (5 Hz).

### 8.2.3.1 Livello di qualità della carta MOPS

Il livello di qualità finale della carta, basato sulle specifiche della delibera GRT n.741/2012 viste in premessa, risulta **C**; il calcolo è stato sviluppato sulla maglia di celle sovrapposta a tutto l'abitato esaminato considerando le modeste dimensioni dell'area e l'estensione relativa delle coperture (largamente prevalente).

Figura 12 – valutazione qualità carta MS livello 1 dell'abitato di Luciana-Sasseta

comune: **VERNIO** centro abitato: **SASSETA**

VALUTAZIONE QUALITA' CARTA MS LIVELLO 1 [Del.G.R.T. 261/2011]

parametro	peso p	indicatore	peso i	valutazione indicatore - punteggio						VALORI				
				nulla	0	bassa	0,33	media	0,66	alta	1	ind	par	contributo FQ
carta geologico-tecnica	1	anno rilevamento	0,33	no data		< 2000				>2000	1	0,33	0,99	24,8
		progetto	0,33	no data		altro		allegato P_Urb.		ad hoc	1	0,33		
		scala rilevamento	0,33	no data		50.000÷26.000		25.000÷11.000		10.000÷2.000	1	0,33		
sondaggi a distruzione	0,5	numero sondaggi distr.	0,33	no data	1	1÷5			6÷10		>10	0,00	0,00	0,0
		% celle occupate	0,33	no data	1	1÷33%			34÷66%		>66%	0,00		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data	1	1÷5			6÷10		>10	0,00		
sondaggi a carotaggio continuo	1	numero sondaggi c.c.	0,33	no data	1	1÷5			6÷10		>10	0,00	0,00	0,0
		% celle occupate	0,33	no data	1	1÷33%			34÷66%		>66%	0,00		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data	1	1÷5			6÷10		>10	0,00		
indagini geofisiche	0,5	numero di misure	0,33	no data		1÷5		1	6÷10		>10	0,11	0,55	6,8
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		1	34÷66%		>66%	0,11		
		% indagini raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		1	34÷66%		>66%	0,33		
prove geotecniche in situ e di laboratorio	0,25	numero di prove	0,33	no data		1÷5		1	6÷10		>10	0,33	0,66	4,1
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		1	34÷66%		>66%	0,11		
		% prove raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		1	34÷66%		>66%	0,22		
misure delle frequenze del sito	0,75	numero di misure	0,33	no data		1÷5		1	6÷10		>10	0,11	0,22	4,1
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		1	34÷66%		>66%	0,11		
		classe affidabilità misure (*)	0,33	no data	1	classe A 1÷33%		1	classe A 34÷66%		classe A >66%	0,00		

(\*) - D.Albarelli et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.

FQ [%] **39,8**  
Classe **C**

## 8.2.4 Vernio

L'areale di indagine comprende le frazioni di Terrigoli, Mercatale, S.Quirico e Sant'Ippolito, comprendente tutto il fondovalle del F.Bisenzio ed il versante occidentale maggiormente urbanizzato. L'agglomerato urbano di Vernio Capoluogo si sviluppano prevalentemente nel fondovalle orientato circa N-S del F.Bisenzio. La porzione più meridionale, delimitata a nord dalla confluenza del T.Fiumenta e costituita dagli abitati di Terrigoli, parte di Mercatale e S.Ippolito (posto a mezzacosta del versante occidentale), insiste sulla Formazione flyshoide dell'Acquerino, caratterizzata da tre membri con caratteristiche nettamente distinte (un membro inferiore prevalentemente arenaceo, uno intermedio pelitico, uno superiore marnoso-arenaceo) e che nella zona sono prevalentemente rappresentati dalla frazione più francamente arenacea e da quella prevalentemente pelitica; la porzione settentrionale, costituita dalla parte principale di Mercatale e da San Quirico, insiste, in sponda destra del T.Fiumenta, sulla Formazione del T.Carigiola, mentre in sponda sinistra si sviluppa sulla Formazione dell'Aquerino (in particolare sul membro arenaceo-marnoso). Il fondovalle alluvionale del F.Bisenzio costituito da depositi grossolani risulta molto stretto, anche se localmente gli spessori delle alluvioni possono raggiungere alcune decine di metri; è sostanzialmente occupato dagli insediamenti industriali. In sponda sinistra assumono una certa rilevanza geotecnica i riporti antropici costituiti dallo "smarino" delle gallerie ferroviarie, che localmente possono arrivare anche alla decina di metri. Il versante occidentale della valle presenta ampie coperture detritico/colluviali, generalmente con spessori molto modesti dell'ordine di qualche metro, ma che localmente possono arrivare alla decina di metri e addirittura spingersi fino ai venti (S.Ippolito). Morfologicamente la valle si

presenza asimmetrica, con pendenze maggiori sul versante orientale e meno accentuate su quello occidentale che risulta anche quello maggiormente urbanizzato. Le misure HVSR effettuate confermano le evidenze geologiche di superficie, anche come attestate dalle indagini dirette presenti ancorché non particolarmente numerose. La stretta fascia di fondovalle impostata sulle alluvioni del F.Bisenzio-T.Fiumenta, a tratti sovrastate da spessori fino alla decina di metri di riporto connesso allo smarino delle gallerie ferroviarie (Zona 7, Zona 8 e Zona 9), presenta netti e ampi picchi risonanti strettamente connessi allo spessore delle alluvioni che varia da pochi metri (Zona 6) fino a ad un massimo di 30 m (Zona 5). Queste successioni litologiche possono causare effetti di amplificazione nel range di frequenze di interesse ingegneristico a causa dell'elevato contrasto d'impedenza sismica tra le coperture (depositi alluvionali e terreni di riporto) ed il substrato litoide.

Sui versanti della valle si rileva la presenza di substrato litoide (Zona 2), con spessori di coltre di alterazione mediamente di pochi metri (Zona 3); localmente si ha però presenza di spessori più significativi della copertura detritica e della fascia detensionata superficiale che raggiungono valori fino a 20 m (Zona 4) presentando in tal caso effetti di amplificazione significativi dovuti agli orizzonti di alterazione/detensionamento che rientrano nel campo delle frequenze ingegneristiche.

### 8.2.4.1 Livello di qualità della carta MOPS

Il livello di qualità finale della carta, basato sulle specifiche della delibera GRT n.741/2012 viste in premessa, risulta **B**; il calcolo è stato sviluppato sulla maglia di celle sovrapposta a tutto l'abitato esaminato e non solo alle porzioni interessate dalle coperture, come previsto dalla metodologia, poiché le porzioni interessate da coperture risultano largamente prevalenti.

Figura 13 – valutazione qualità carta MS livello 1 dell'abitato di Vernio

comune: **VERNIO** centro abitato: **SANT'IPPOLITO, TERRIGOLI, MERCATALE E S.QUIRICO**

VALUTAZIONE QUALITA' CARTA MS LIVELLO 1 [DeI.G.R.T. 261/2011]

parametro	peso p	indicatore	peso i	valutazione indicatore - punteggio						VALORI ind	contributo par	FQ		
				nulla	0	bassa	0,33	media	0,66				alta	1
carta geologico-tecnica	1	anno rilevamento	0,33	no data		< 2000				>2000	1	0,33	0,99	24,8
		progetto	0,33	no data		altro		allegato P.Urb.		ad hoc	1	0,33		
		scala rilevamento	0,33	no data		50.000÷26.000		25.000÷11.000		10.000÷2.000	1	0,33		
sondaggi a distruzione	0,5	numero sondaggi distr.	0,33	no data	1	1÷5		6÷10		>10		0,00	0,00	0,0
		% celle occupate	0,33	no data	1	1÷33%		34÷66%		>66%		0,00		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data	1	1÷5		6÷10		>10		0,00		
sondaggi a carotaggio continuo	1	numero sondaggi c.c.	0,33	no data		1÷5		6÷10		>10	1	0,33	0,66	16,4
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,11		
		num. sondaggi raggiungono substrato	0,33	no data		1÷5		6÷10		>10		0,22		
indagini geofisiche	0,5	numero di misure	0,33	no data		1÷5		6÷10		>10	1	0,33	0,77	9,6
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,11		
		% indagini raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,33		
prove geotecniche in situ e di laboratorio	0,25	numero di prove	0,33	no data		1÷5		6÷10		>10	1	0,33	0,77	4,8
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,22		
		% prove raggiungono substrato rigido	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,22		
misure delle frequenze del sito	0,75	numero di misure	0,33	no data		1÷5		6÷10		>10	1	0,33	0,66	12,3
		% celle occupate	0,33	no data		1÷33%		34÷66%		>66%	1	0,11		
		classe affidabilità misure (*)	0,33	no data		classe A 1÷33%		classe A 34÷66%		classe A >66%	1	0,22		

(\*) - D.Albarelli et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.

FQ [%] **67.9**  
Classe **B**

Figura 1 - Carta geologica zona Nord, da indagini Piano Strutturale Vernio (2008)

Comune di Vernio  
 Provincia di Prato

Piano Strutturale

Responsabile del procedimento  
 Franco Querci  
 Garante della Comunicazione  
 Guarnacchio Pandolfini  
 Progetto  
 Roberto Vezzosi  
 con  
 Massimo Tofanelli



Quadro Conoscitivo  
 studio geologico

Studi geologici  
 Alberto Tomai  
 Giulio Moscardi  
 Rapporto ambientale  
 Giuseppe Bagnoli  
 Francesca Bertamini  
 Nicoletta Boccardi  
 Daniele Leporati  
 Valutazione biomasse  
 Christian Ciampi  
 Studi socio-economici e demografici  
 Andrea Valzania

Carta geologica  
 novembre 2008

QC04  
 scala 1:10.000

- Depositi e coperture quaternarie continentali
- Deposito di versante
  - Deposito alluvionale in evoluzione
  - Deposito alluvionale terrazzato
  - Conoide alluvionale
  - Accumulo, struttura di origine antropica

UNITA' TETTONICHE LIGURI

- Ofoliti e breccie ofiolitiche
- Basalti brecciati (OFLb)

Unità tettonica Morello

- Pietraforte (PTF)
- Formazione di Siliano (SIL)

UNITA' TETTONICHE TOSCANE

Unità Sestola Vidiciatico

- Arenarie di Soviana (SUV)
- Marne di Baigno (BGN)
- Unità argiloso calcarea (AVC)

Unità tettonica Cervarola

- Breccie argilose di Monte Baguoci (BRB)
- Formazione di Castiglion dei Pepoli (CDP)
- Formazione di Stagno (STA)
- Formazione del Torrente Carigiote (TCG)
- Formazione dell'Acquerino (AGR)
- Marne varicolori di Villore (MVV)

- strati orizzontali
- strati inclinati
- strati verticali
- strati rovesciati
- faglia certa
- faglia probabile
- sovrascorimento
- traccia di sezione

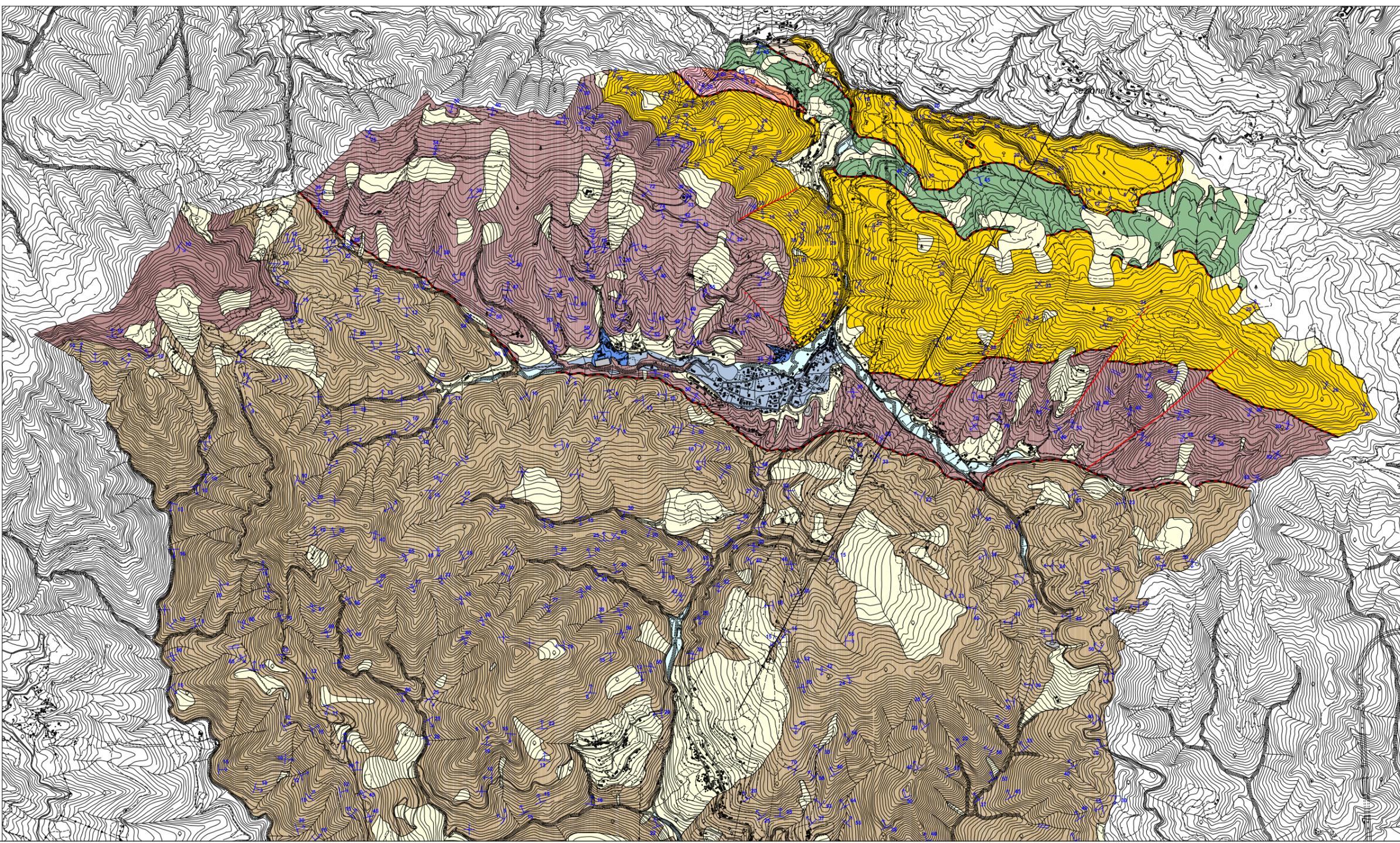
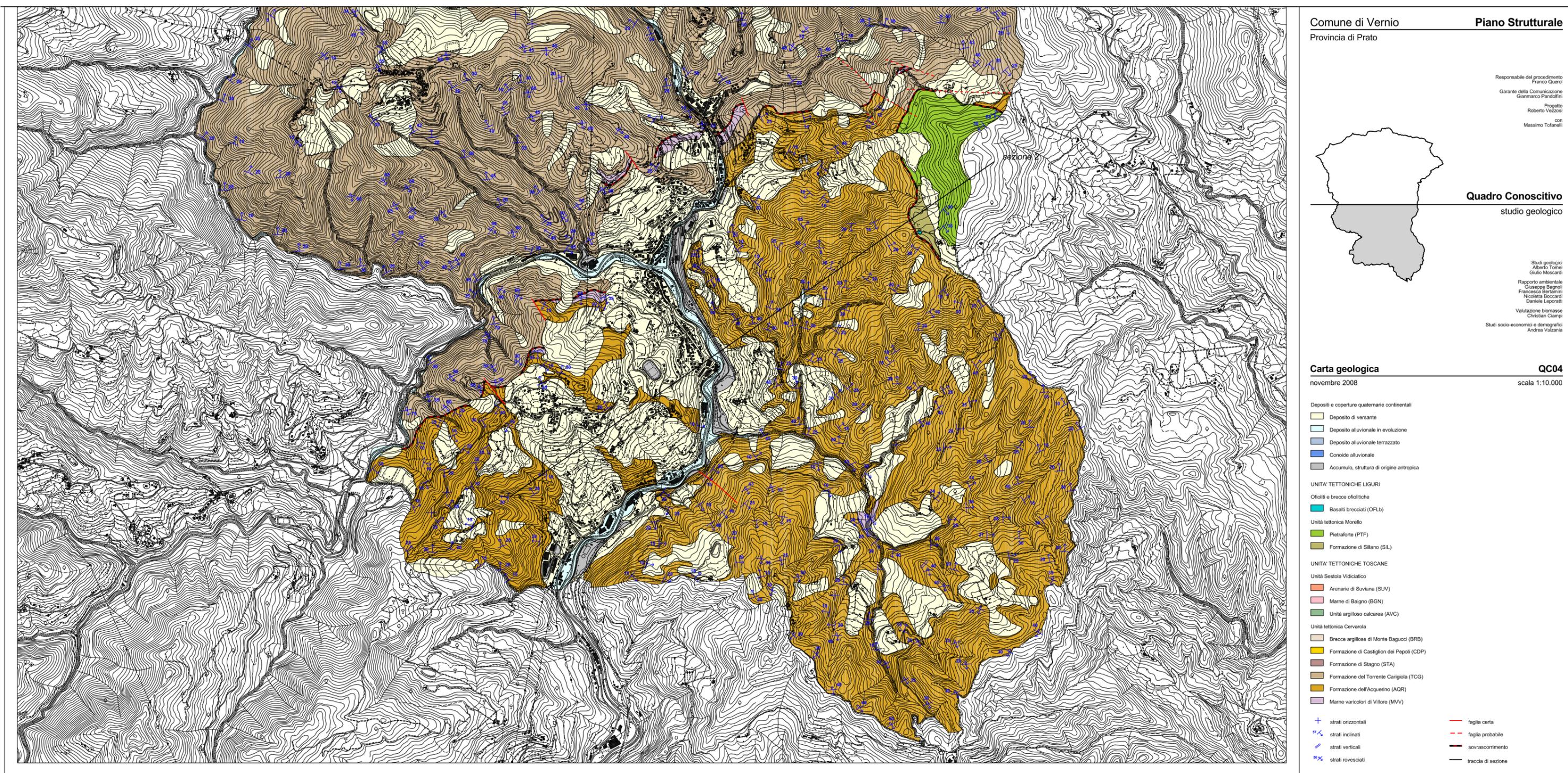
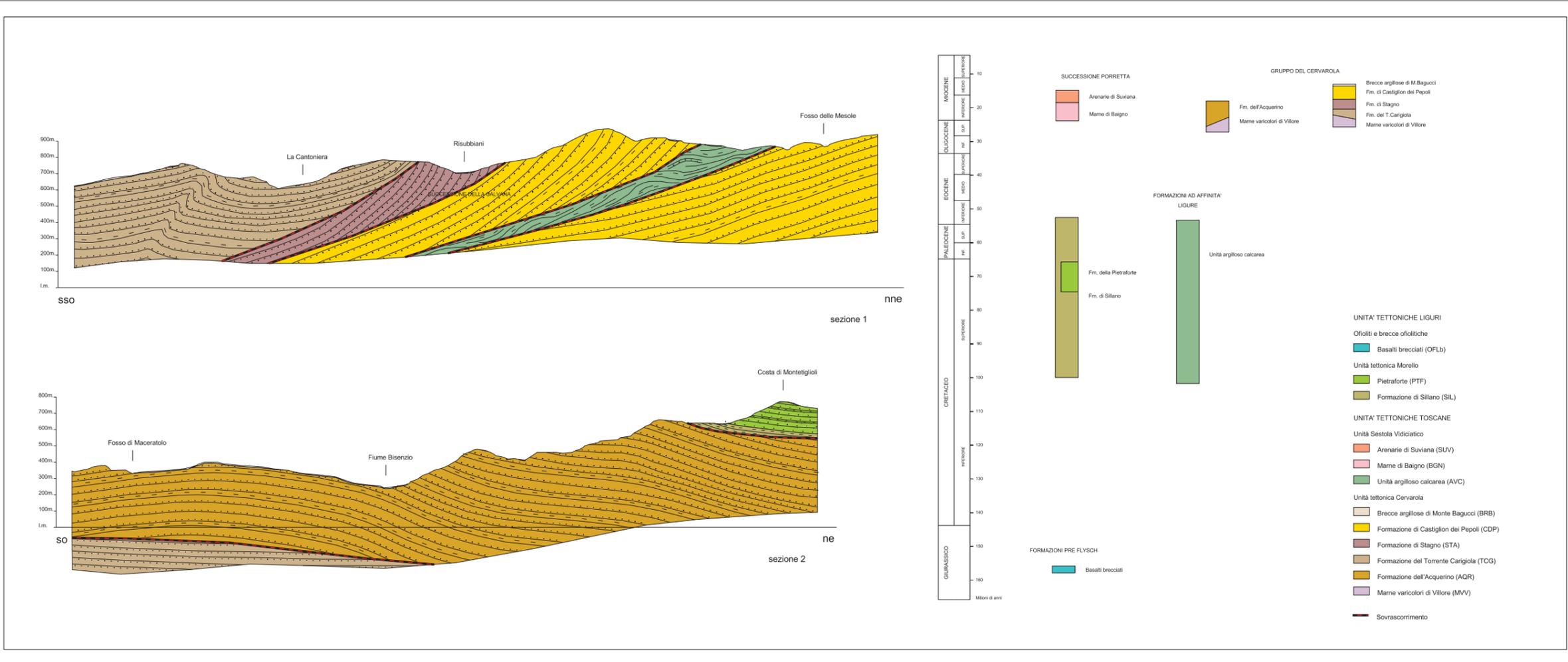


Figura 2 - Carta geologica zona Sud, da indagini Piano Strutturale Vernio (2008)





**Comune di Vernio**  
Provincia di Prato

**Piano Strutturale**

Responsabile del procedimento  
Franco Querci

Garante della Comunicazione  
Gianmarco Pandolfini

Progetto  
Roberto Vezzosi  
con  
Massimo Tofanelli

**Quadro Conoscitivo**  
studio geologico

Studi geologici  
Alberto Tomei  
Giulio Moscardi

Rapporto ambientale  
Giuseppe Bagnoli  
Francesca Bertamini  
Nicoletta Soccardi  
Danielle Leporati

Valutazione biomasse  
Christian Ciampi

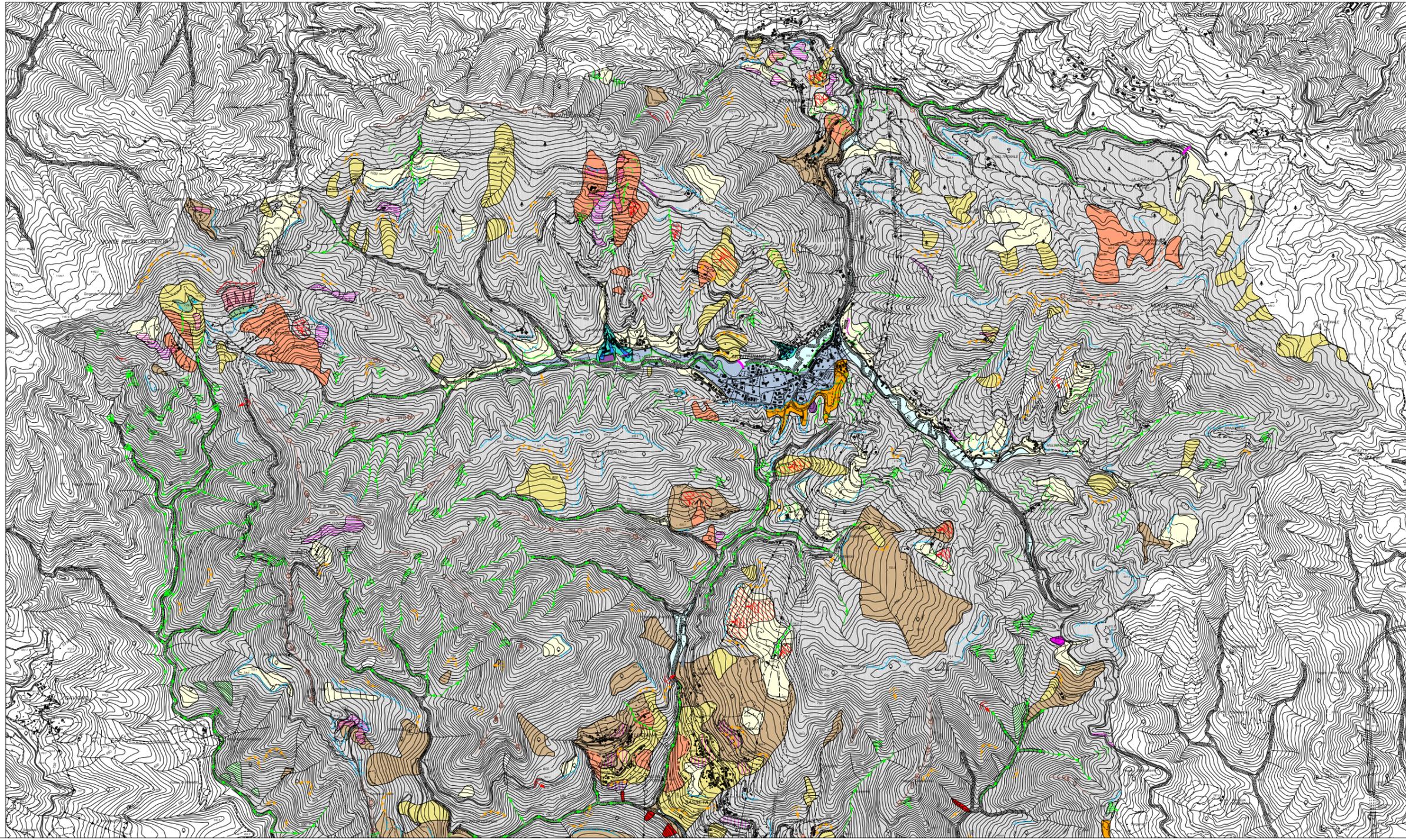
Studi socio-economici e demografici  
Andrea Valzania

**Sezioni geologiche**  
novembre 2008

**QC05**  
scala 1:10.000

figura 3 sezioni geologiche da PS Vernio 2008

Figura 4 - Carta geomorfologica zona Nord, da indagini Piano Strutturale Vernio (2008)



**Comune di Vernio**  
 Provincia di Prato

**Piano Strutturale**

Responsabile del procedimento  
 Franco Querci  
 Garante della Comunicazione  
 Gianmarco Pandolfini  
 Progetto  
 Roberto Vezzani  
 con  
 Massimo Tofanelli

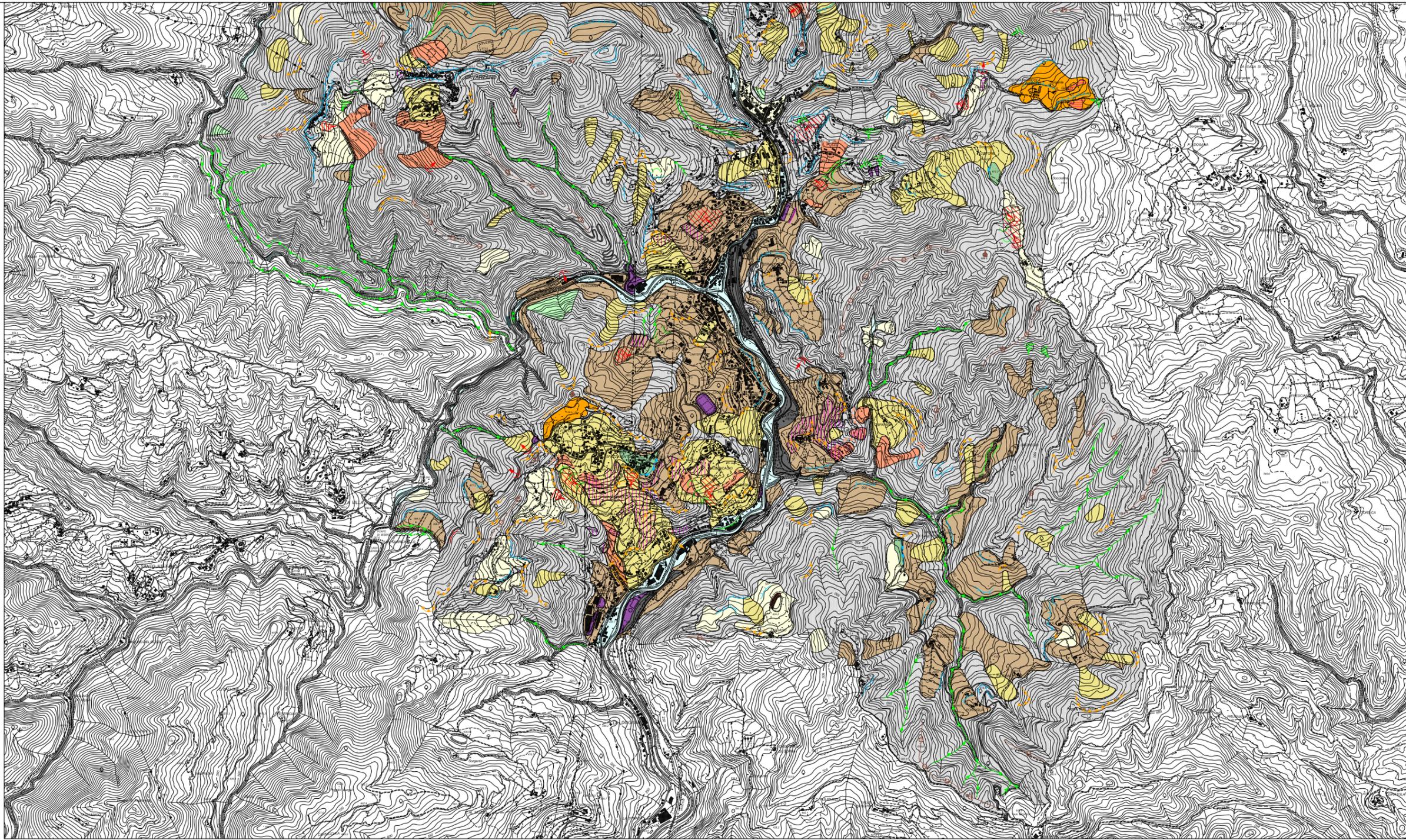
**Quadro Conoscitivo**  
 studio geologico

Studi geologici  
 Alberto Tomi  
 Giulio Mozzani  
 Rapporto ambientale  
 Giuseppe Bagnoli  
 Francesca Bertamini  
 Nicoletta Boccardi  
 Daniele Leporatti  
 Valutazione biomasse  
 Christian Ciampi  
 Studi socio-economici e demografici  
 Andrea Valzania

**Carta geomorfologica** **QC06**  
 novembre 2008 scala 1:10.000

<b>Dinamiche fluviali</b>	<b>Dinamiche sui versanti</b>
<p>Forme di erosione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Alveo in approfondimento</li> <li> Solco di ruscellamento concentrato</li> <li> Forra</li> <li> Cascata o salto d'acqua</li> <li> Orlo di terrazzo di origine fluviale inattivo</li> <li> tratto di sponda soggetto ad erosione laterale</li> <li> Erosione per dilavamento diffuso</li> <li> Vallecola a conca</li> </ul> <p>Forme di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Deposito alluvionale</li> <li> Deposito alluvionale terrazzato</li> <li> Conoide</li> </ul>	<p>Forme di denudazione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Orlo di distacco di frana quiescente</li> <li> Orlo di distacco di frana inattivo</li> <li> Scarpa attiva interessata da caduta di detrito</li> <li> Scarpa morfologica inattiva con bordo netto</li> <li> Scarpa morfologica inattiva con bordo arrotondato</li> <li> Orlo di scarpata inattiva di forma semispanata</li> <li> Crinale affilato</li> <li> Cima</li> <li> Faccette triangolari</li> </ul> <p>Forme di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Accumulo di frana di crollo inattiva</li> <li> Accumulo di frana di scorrimento attiva</li> <li> Accumulo di frana di scorrimento quiescente</li> <li> Accumulo di frana di scorrimento inattiva</li> <li> Fenomeno gravitativo attivo</li> <li> Fenomeno gravitativo inattivo</li> <li> Area interessata da soiffusso</li> <li> Falda di detrito inattiva</li> <li> Detrito di versante</li> <li> Deposito colluviale</li> <li> Deposito eluviale</li> <li> superficie spianata sui fianchi dei rilievi</li> </ul>
<b>Dinamiche antropiche</b>	
<p>Forme e manufatti antropici</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Muro</li> <li> Gabbrionata</li> <li> Orlo di scarpata artificiale inattivo</li> <li> Diga in calcestruzzo</li> <li> Diga in terra</li> <li> Area in erosione per causa antropica</li> <li> Tracciato ferroviario in rilevato</li> <li> Materiale di riporto</li> <li> Discarica</li> <li> Terrazzamenti</li> </ul>	

Figura 5 - Carta geomorfologica zona Sud, da indagini Piano Strutturale Vernio (2008)



**Comune di Vernio**  
 Provincia di Prato

**Piano Strutturale**

Responsabile del procedimento  
 Franco Querci  
 Garante della Comunicazione  
 Gianmarco Pandolfini  
 Progetto  
 Roberto Vezzosi  
 con  
 Massimo Tofanelli

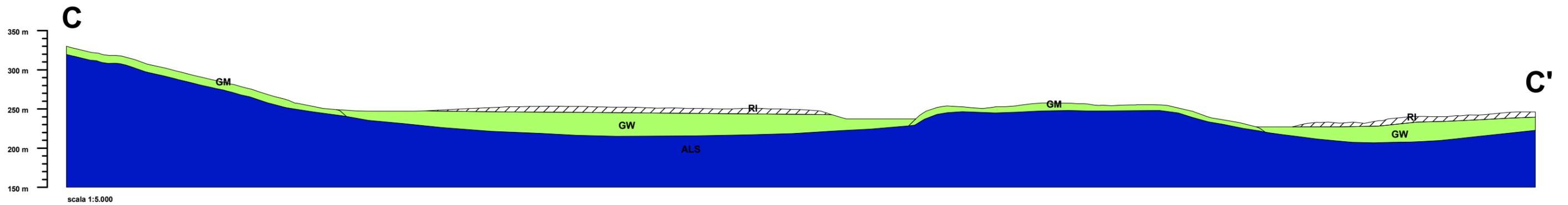
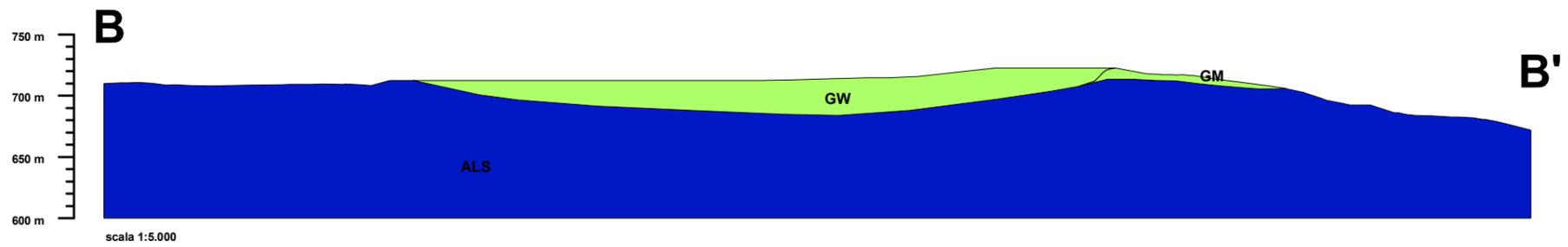
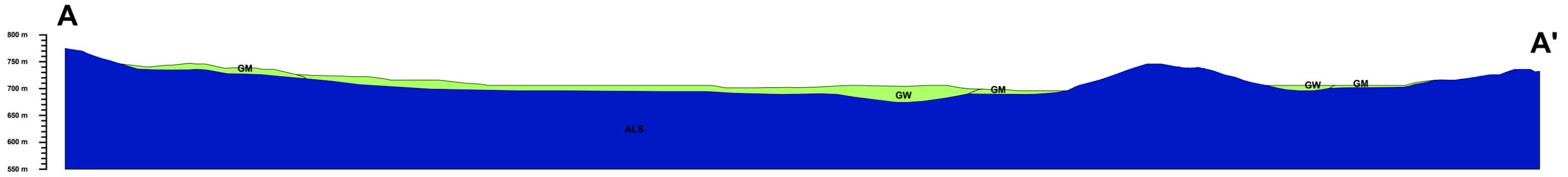
**Quadro Conoscitivo**  
 studio geologico

Studi geologici  
 Alberto Tonnes  
 Giulio Moscardi  
 Rapporto ambientale  
 Giuseppe Bagnoli  
 Francesca Bertamini  
 Nicoletta Boccardi  
 Daniele Leporati  
 Valutazione biomasse  
 Christian Ciampi  
 Studi socio-economici e demografici  
 Andrea Valzania

**Carta geomorfologica**  
 novembre 2008

**QC06**  
 scala 1:10.000

<b>Dinamiche fluviali</b>	<b>Dinamiche sui versanti</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alveo in approfondimento</li> <li>Solco di ruscellamento concentrato</li> <li>Forra</li> <li>Cascata o salto d'acqua</li> <li>Orlo di terrazzo di origine fluviale inattivo</li> <li>tratto di sponda soggetto ad erosione laterale</li> <li>Erosione per dilavamento diffuso</li> <li>Vallecola a conca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orlo di distacco di frana quiescente</li> <li>Orlo di distacco di frana inattivo</li> <li>Scarpata attiva interessata da caduta di detrito</li> <li>Scarpata morfologica inattiva con bordo netto</li> <li>Scarpata morfologica inattiva con bordo arrotondato</li> <li>Orlo di scarpata inattiva di forma semispianata</li> <li>Crinale affilato</li> <li>Cima</li> <li>Faccette triangolari</li> </ul>
<b>Forme di accumulo</b>	<b>Forme di accumulo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Deposito alluvionale</li> <li>Deposito alluvionale terrazzato</li> <li>Conoide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accumulo di frana di crollo inattiva</li> <li>Accumulo di frana di scorrimento attiva</li> <li>Accumulo di frana di scorrimento quiescente</li> <li>Accumulo di frana di scorrimento inattiva</li> <li>Fenomeno gravitativo attivo</li> <li>Fenomeno gravitativo inattivo</li> <li>Area interessata da soffiamento</li> <li>Falda di detrito inattiva</li> <li>Detrito di versante</li> <li>Deposito colluviale</li> <li>Deposito eluviale</li> <li>superficie spianata sui fianchi dei rilievi</li> </ul>
<b>Dinamiche antropiche</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Muro</li> <li>Gabbionata</li> <li>Orlo di scarpata artificiale inattivo</li> <li>Diga in calcestruzzo</li> <li>Diga in terra</li> <li>Area in erosione per causa antropica</li> <li>Tracciato ferroviario in rilevato</li> <li>Materiale di riporto</li> <li>Discarica</li> <li>Terrazzamenti</li> </ul>	



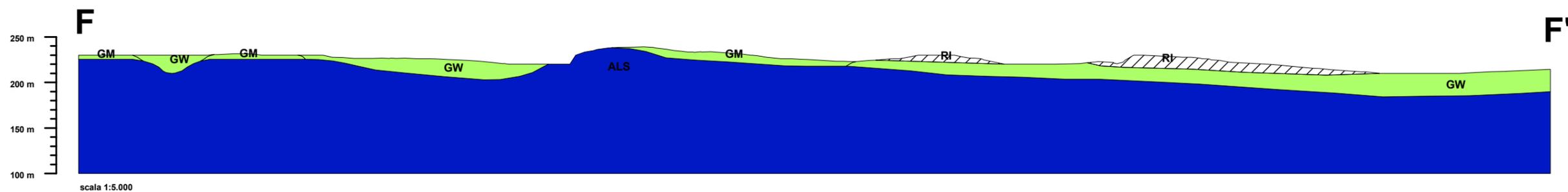
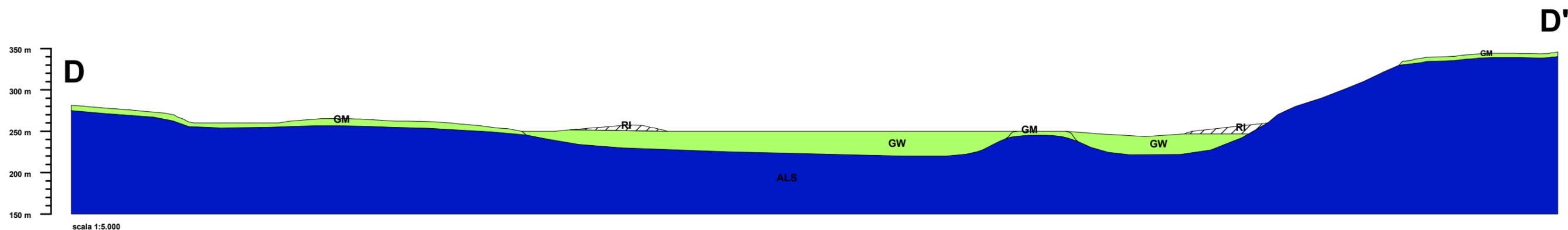
**TERRENI DI COPERTURA**

- GWpd** ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie di depositi alluvionali, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, stratificate
- GMfd** ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di detrito di versante, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea
- RI** terreni contenenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati

**SUBSTRATO RIGIDO E NON RIGIDO**

- ALS** flysch arenacei e calcarei con alternanza di litotipi stratificati

figura 7a - sezioni carta MOPS



**TERRENI DI COPERTURA**

- GWpd** ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie di depositi alluvionali, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, stratificate
- GMfd** ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di detrito di versante, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea
- RI** terreni contenenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati

**SUBSTRATO RIGIDO E NON RIGIDO**

- ALS** flysch arenacei e calcarei con alternanza di litotipi stratificati

figura 7b - sezioni carta MOPS

# Appendice A

Schede tecniche delle singole misure HVSR

CAVARZANO

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>11/05/2013</b>	ora:	<b>14:57:21</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,05694N</b>	longitudine:	<b>11,12722E</b>	quota s.l.m.:	<b>638</b>
nome stazione:	<b>Cavarzano 1</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>80°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130511_145721.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.98</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 25° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				5 m
camion							
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, h=7-8 m, d=5 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 14:57:21**

Lunghezza della registrazione [s]      **1799**      Lunghezza tot. finestre analizzate [s]      **500**

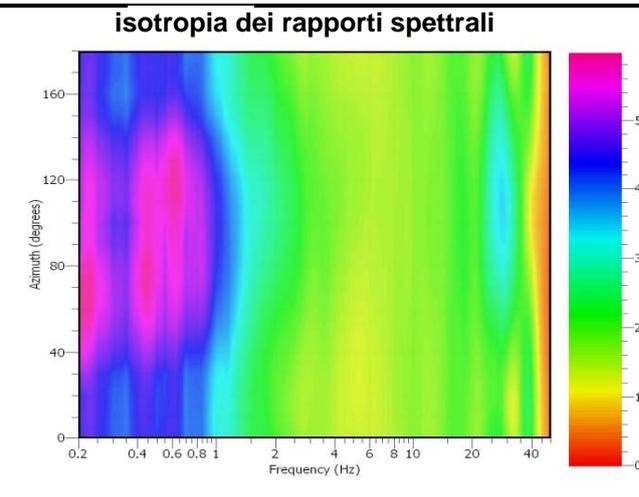
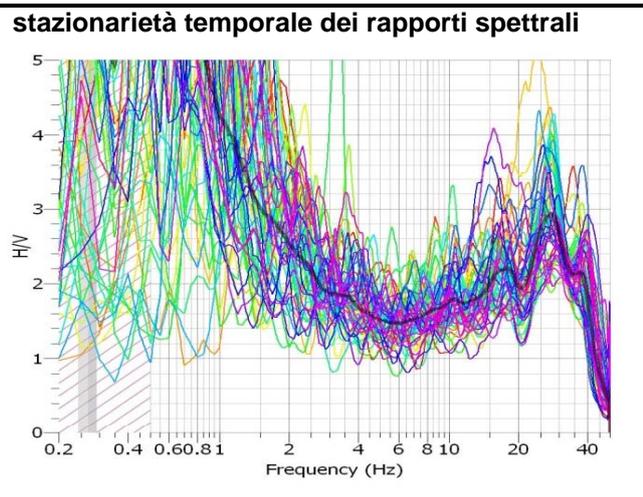
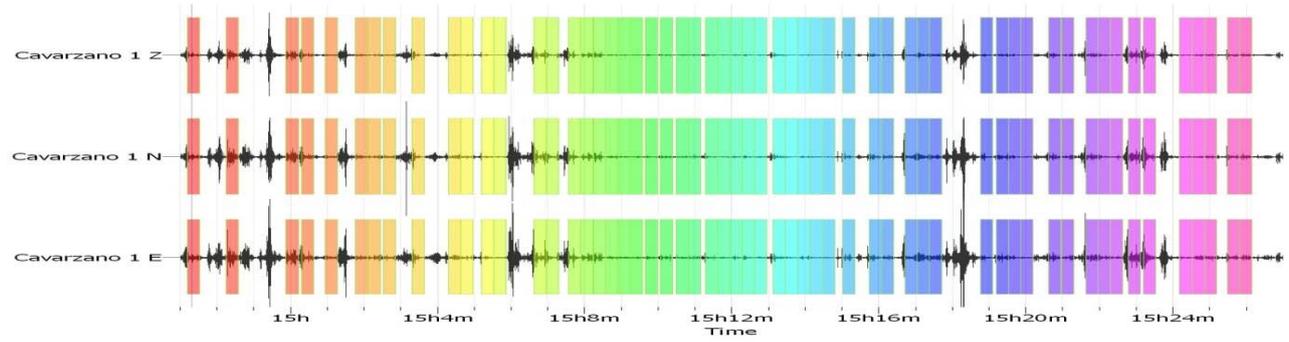
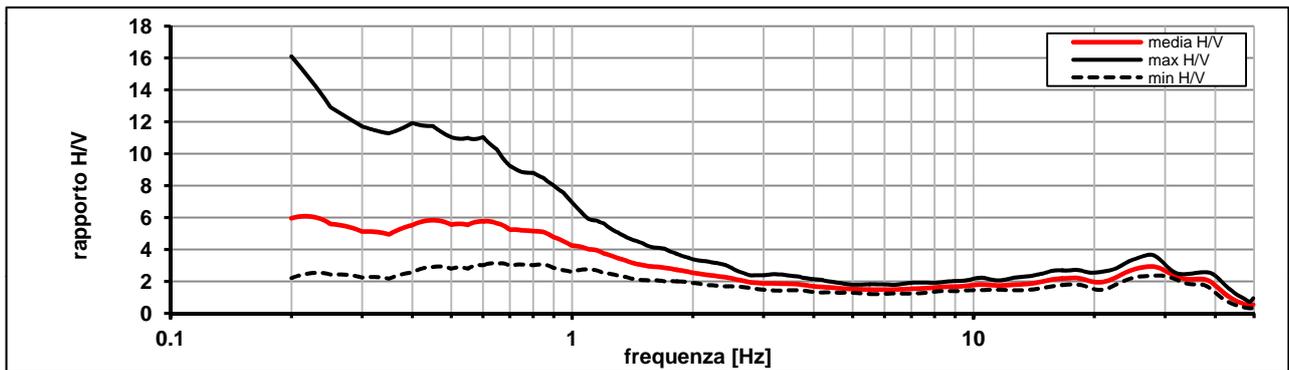
Frequenza campionamento [Hz]      **100**

Ampiezza finestra [s]:      **20**

Modalita smoothing:      **triangolare proporzionale**      costante di smoothing [%]:      **10.00**

cosine taper:      **applicato**      larghezza taper [%]:      **5**

**Massimo HVSR per  $0.26 \pm 0.02$**



picco stabile in 25 finestre su 89 [28% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.27	>	0.50	no
ii R	$n_c(f_0) > 200$	134	>	200	no
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	179 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	5.50	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.491	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02457	<	0.05358	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	2.479	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	25
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	134
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	0.27
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.02$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.05
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	5.50
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 2.47$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	2.50

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

no

2. Isotropia

ok

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

no

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: > 100 m  
[centinaia di metri]

contrasto: ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>11/05/2013</b>	ora:	<b>14:03:35</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,05518N</b>	longitudine:	<b>11,12619E</b>	quota s.l.m.:	<b>578</b>
nome stazione:	<b>Cavarzano 2</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>90°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130511_140335.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 24° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				30 m
camion							
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edifici, h=4 m, d=2-3 m  
alberi, h=4 m, d=7 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 14:03:35**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1120**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

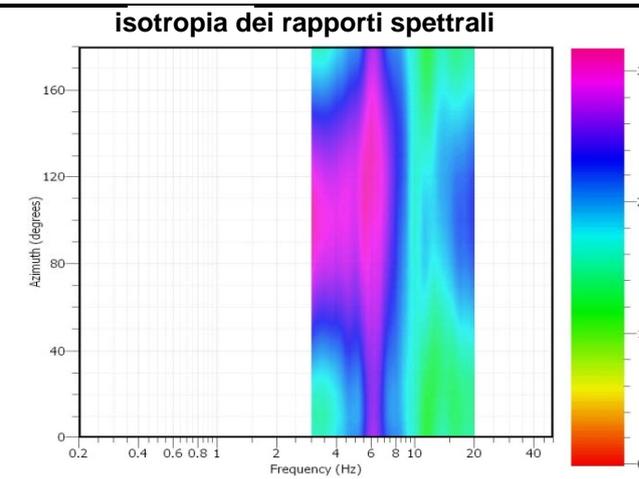
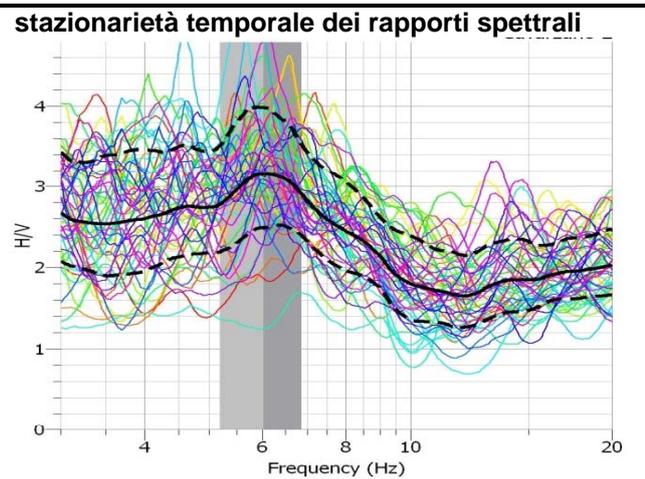
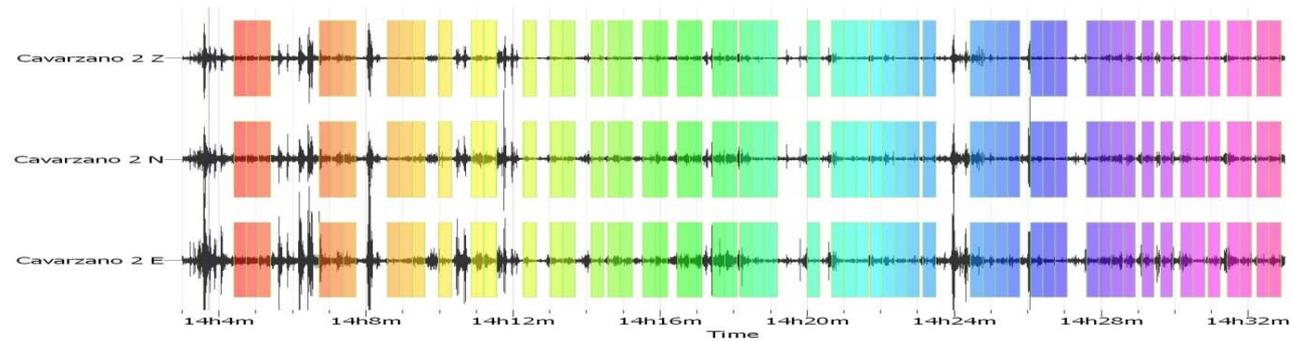
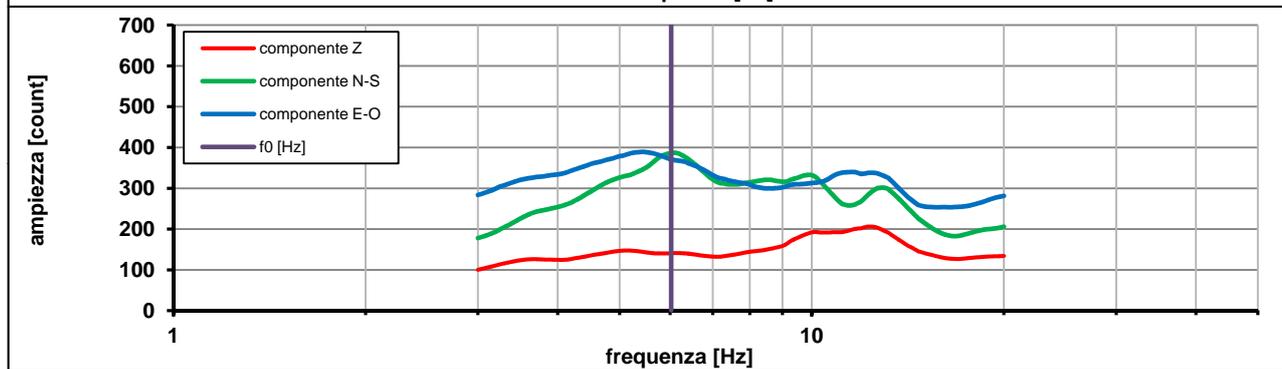
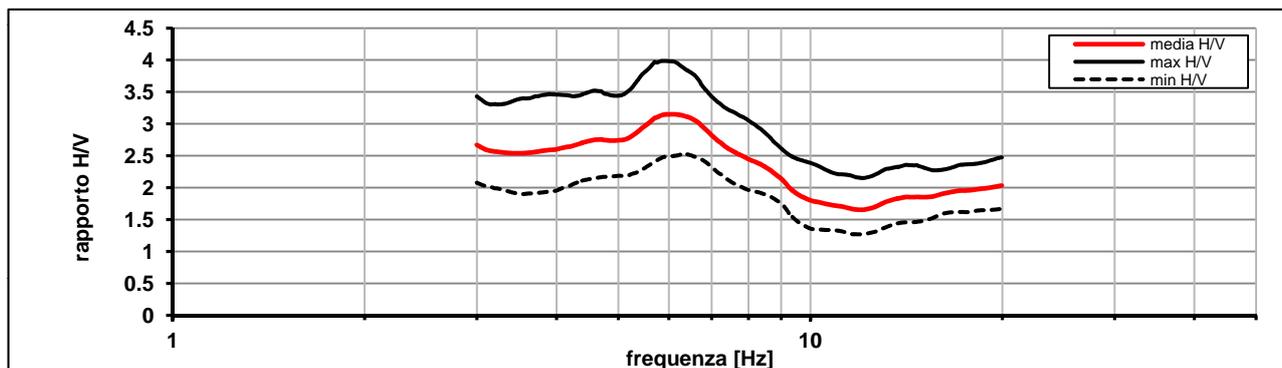
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per 6.02 ± 0.83**



picco stabile in 56 finestre su 56 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	6.02	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	6746	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	730 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	3.15	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.058	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.83988	<	0.30118	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.262	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	56
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	6746
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	6.02
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.83$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.30
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	3.15
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.26$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

ok

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE B**  
**SOTTOCLASSE Tipo 2**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: 10-20 m  
[decine di metri]

contrasto: ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

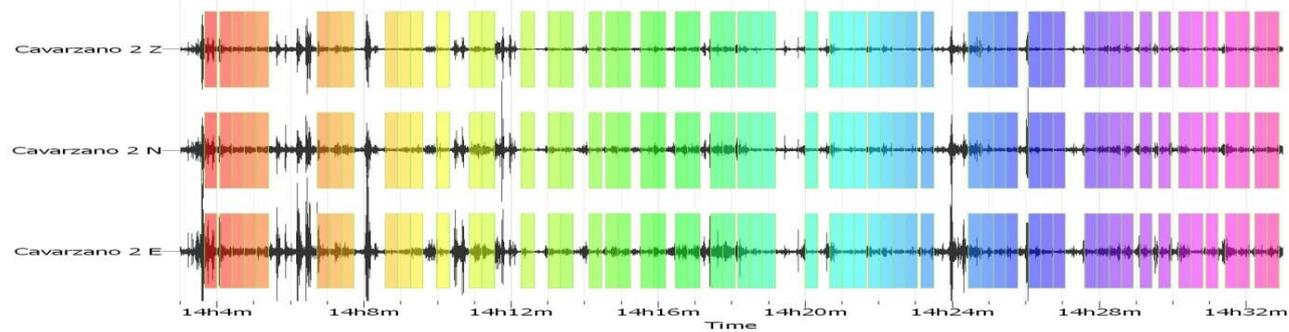
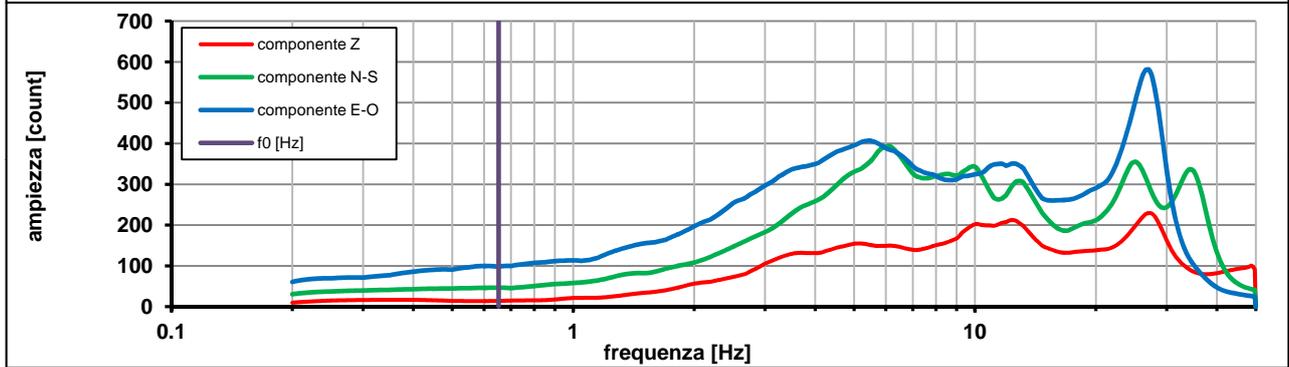
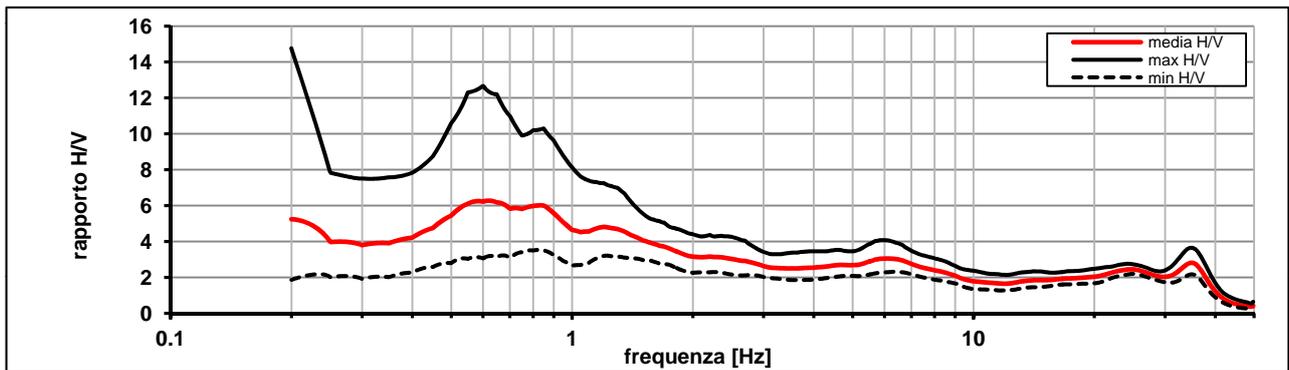
**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 14:03:35**

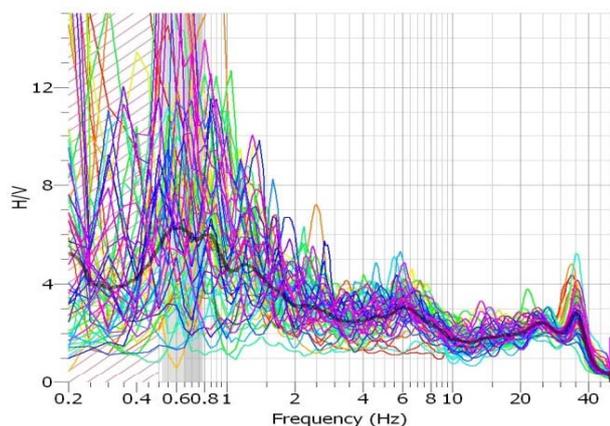
Lunghezza della registrazione [s] **1799** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1140**  
 Frequenza campionamento [Hz] **100**  
 Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**  
 cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

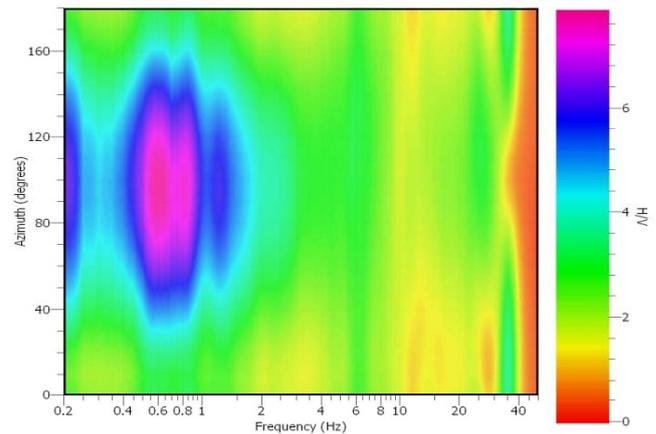
**Massimo HVSR per  $0.65 \pm 0.13$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 57 finestre su 89 [64% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

MONTEPIANO

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>16:45:04</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,09307N</b>	longitudine:	<b>11,14525E</b>	quota s.l.m.:	<b>740</b>
nome stazione:	<b>Montepiano 1</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:			
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_164504.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_____		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro	_____			
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				60-80 m
camion						
pedoni						
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi h=10 m, d=6-7 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 16:45:04**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1380**

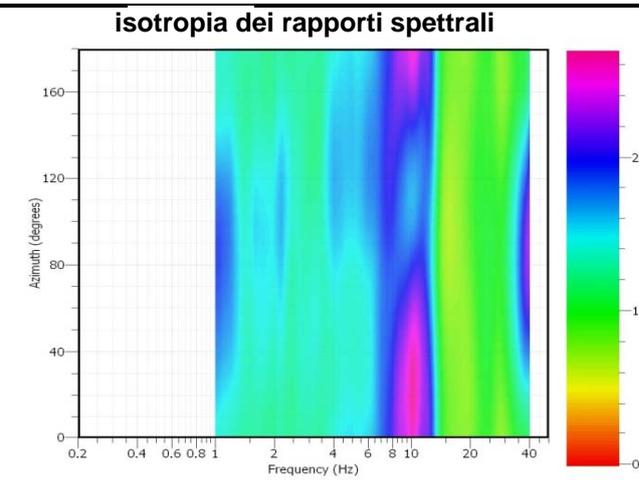
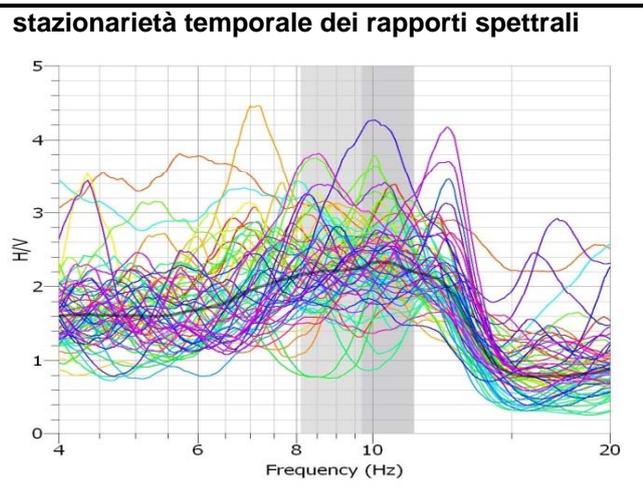
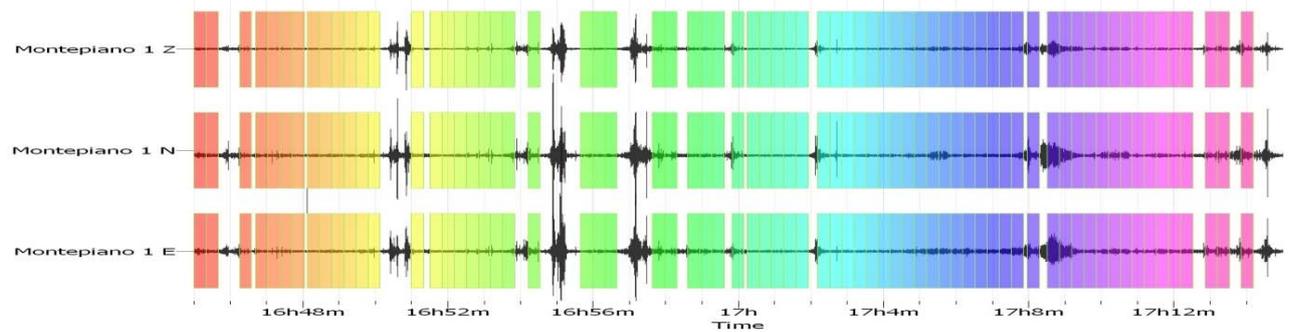
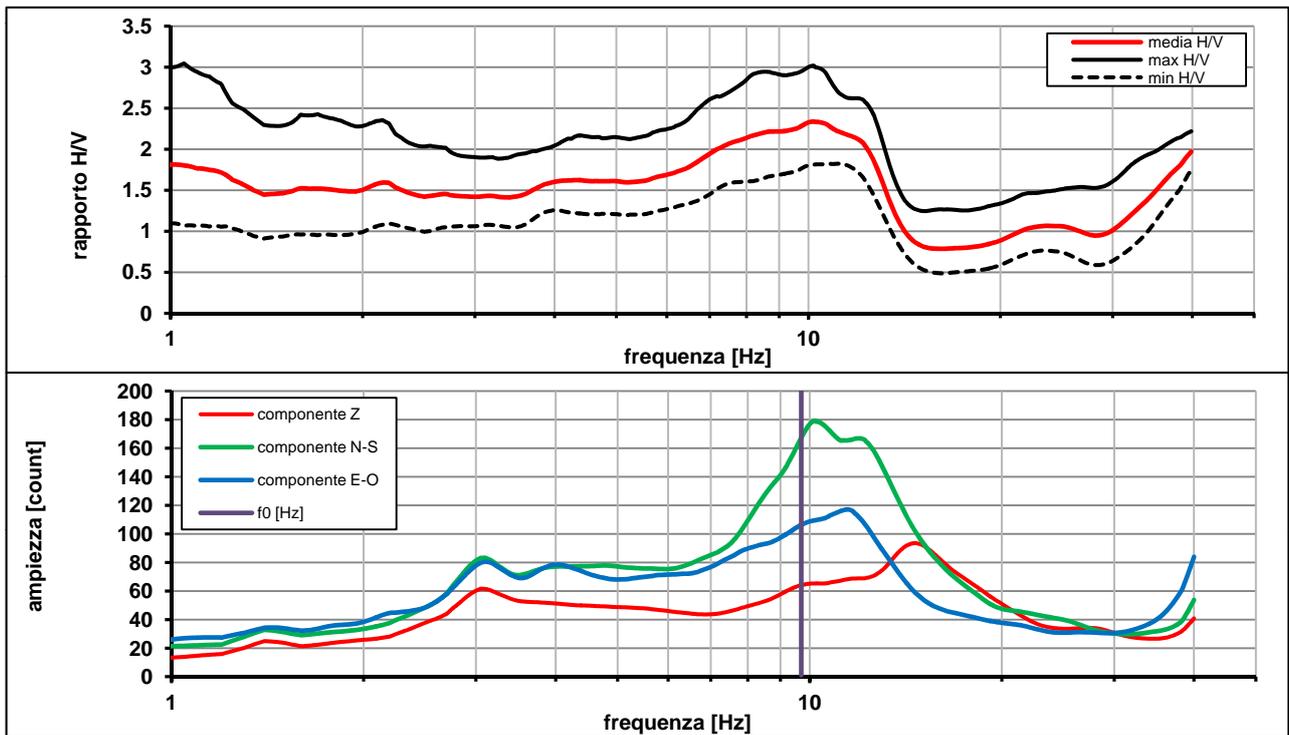
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $9.69 \pm 1.58$**



picco stabile in 69 finestre su 89 [77.5% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	9.70	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	13385	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	376 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.861	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.27	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.892	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.58906	<	0.48495	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.291	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	69
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	13385
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	9.70
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 1.58$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.48
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	2.27
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.29$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 16:45:04**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1340**

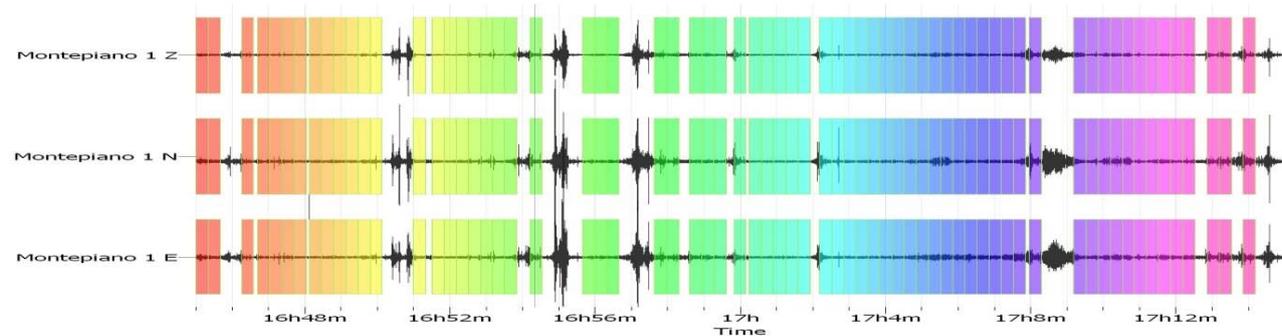
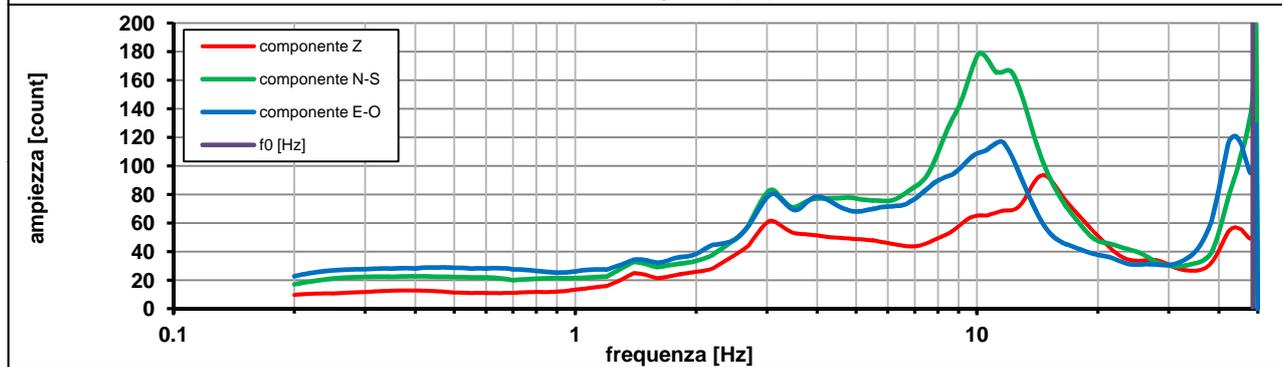
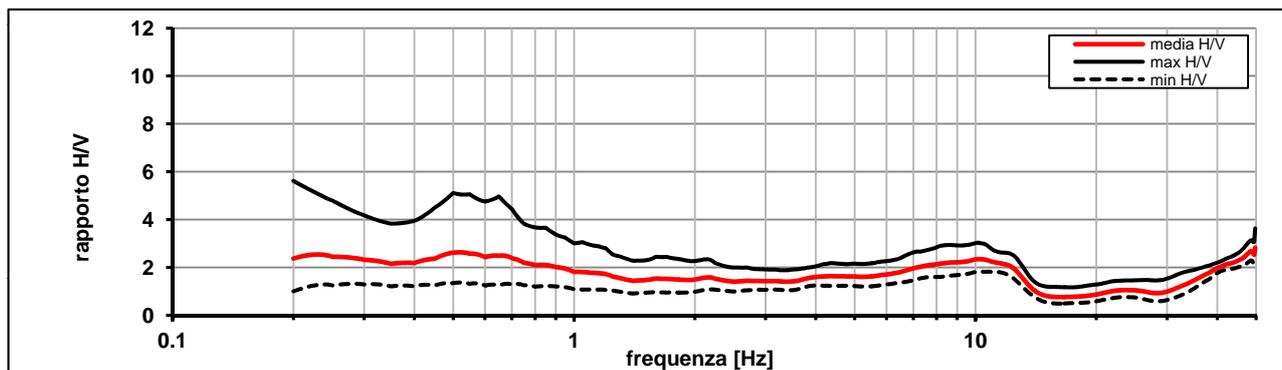
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

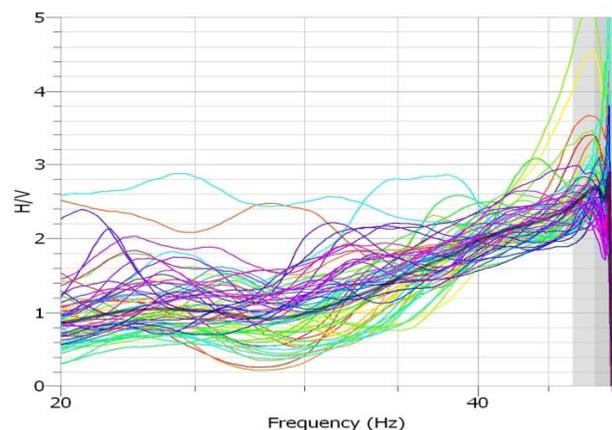
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

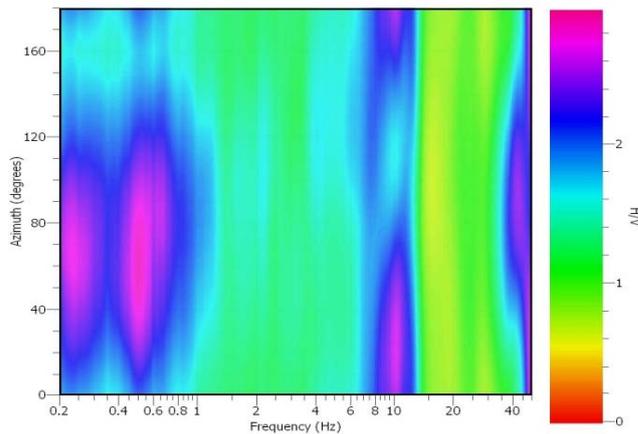
**Massimo HVSR per  $48.58 \pm 1.75$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 67 finestre su 89 [75.2% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**VERNIO - Montepiano 2**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>15:51:30</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,09060N</b>	longitudine:	<b>11,15294E</b>	quota s.l.m.:	<b>705</b>
nome stazione:	<b>Montepiano 2</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>10°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_155130.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_____		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

transienti:	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>			
camion		<input checked="" type="checkbox"/>				8-10 m
pedoni						
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  sì, tipologia trattore a circa 50 m (primi minuti registrazione)

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edificio, h=3,5 m, d=5 m  
alberi, h=20 m, d=8 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 15:51:30**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1320**

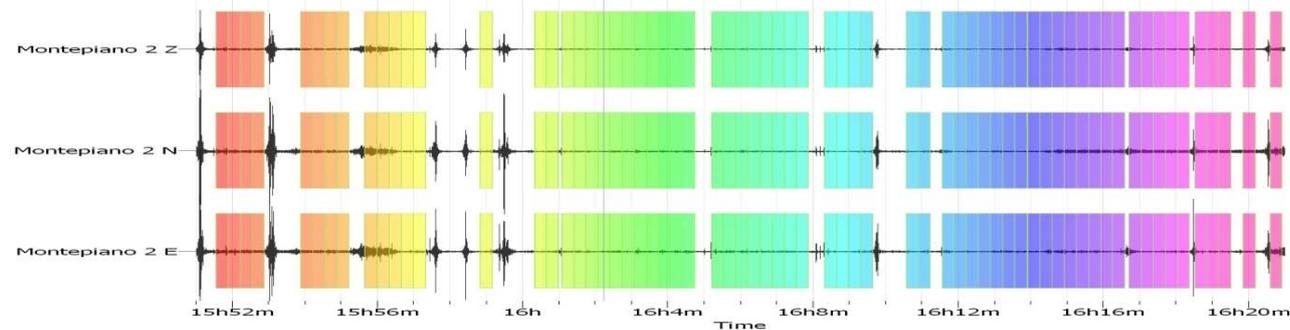
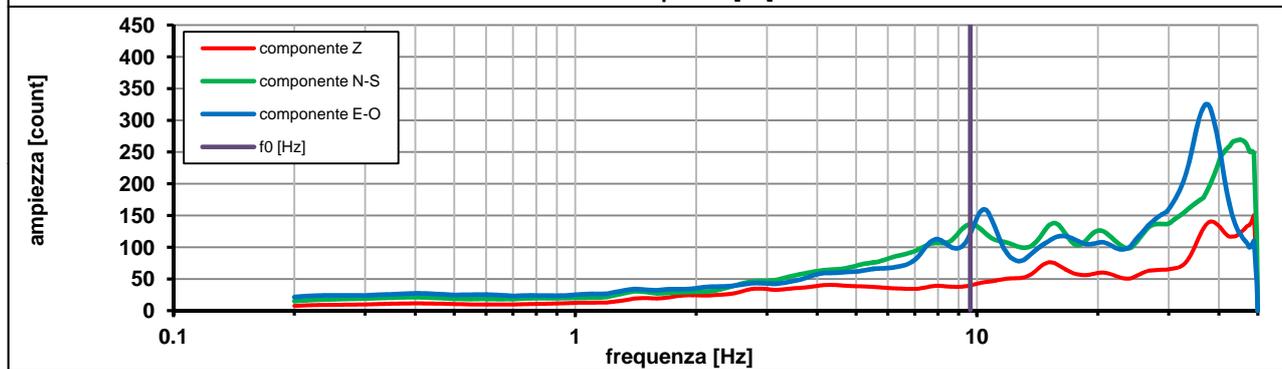
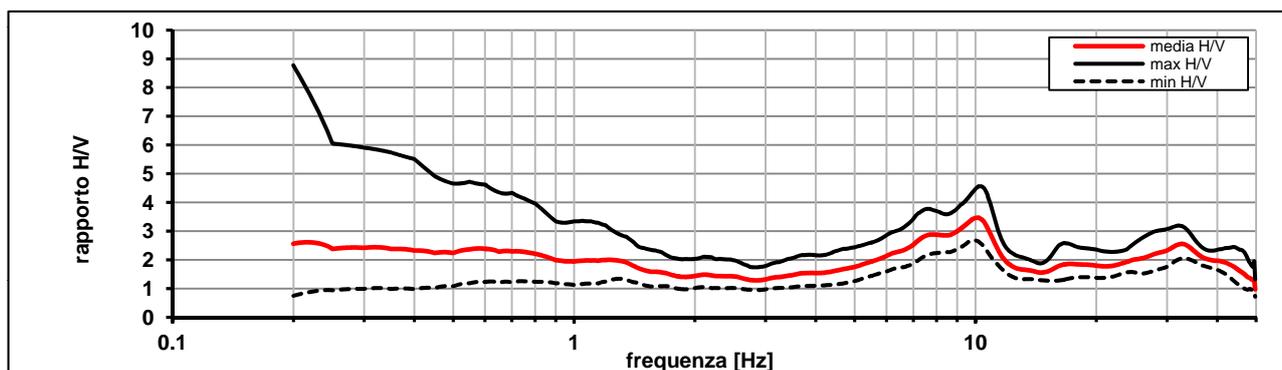
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

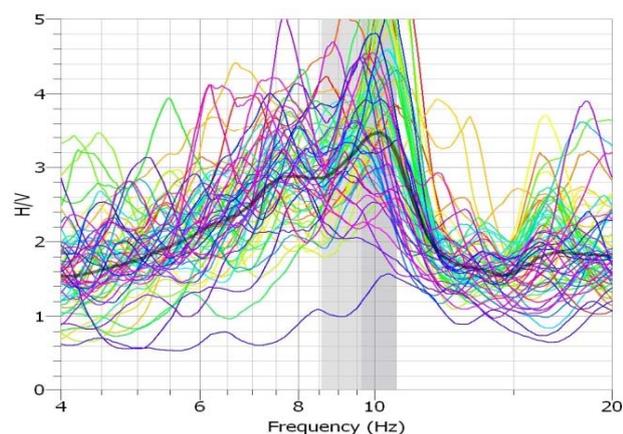
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

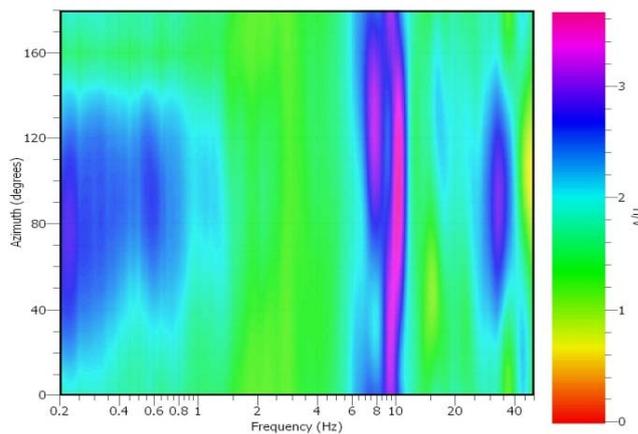
**Massimo HVSR per  $9.61 \pm 1.05$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 66 finestre su 89 [74.1% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	9.62	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	12698	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.618	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.197	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.32	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.979	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.05248	<	0.48097	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.316	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>66</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>12698</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>9.62</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 1.05</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.48</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.32</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.31</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>15:09:48</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,09101N</b>	longitudine:	<b>11,15785E</b>	quota s.l.m.:	<b>703</b>
nome stazione:	<b>Montepiano 3</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>3°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_150948.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_____		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				15-20 m
camion						
pedoni						
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 15:09:48**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1400**

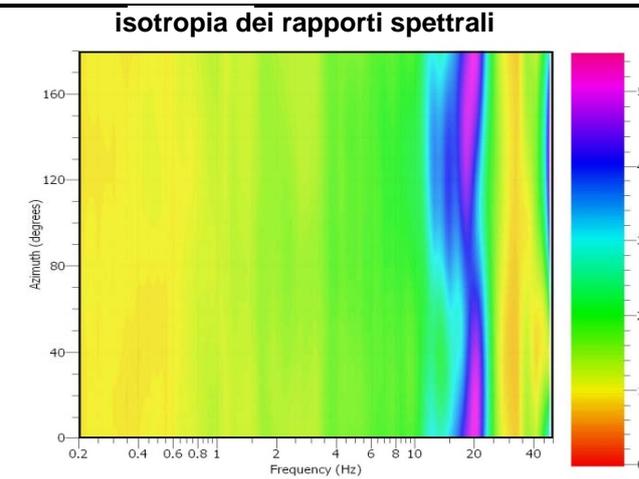
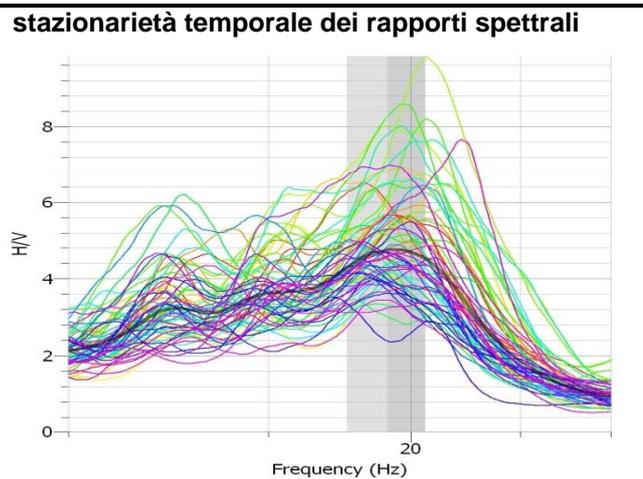
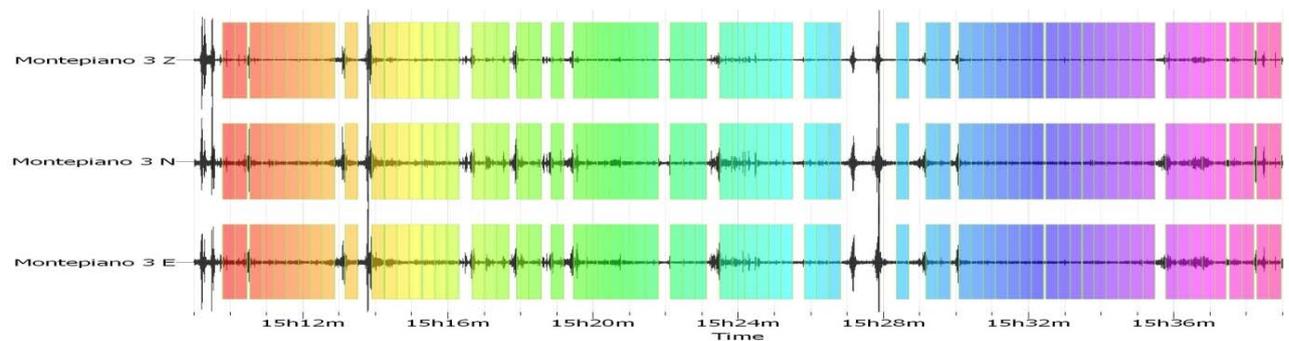
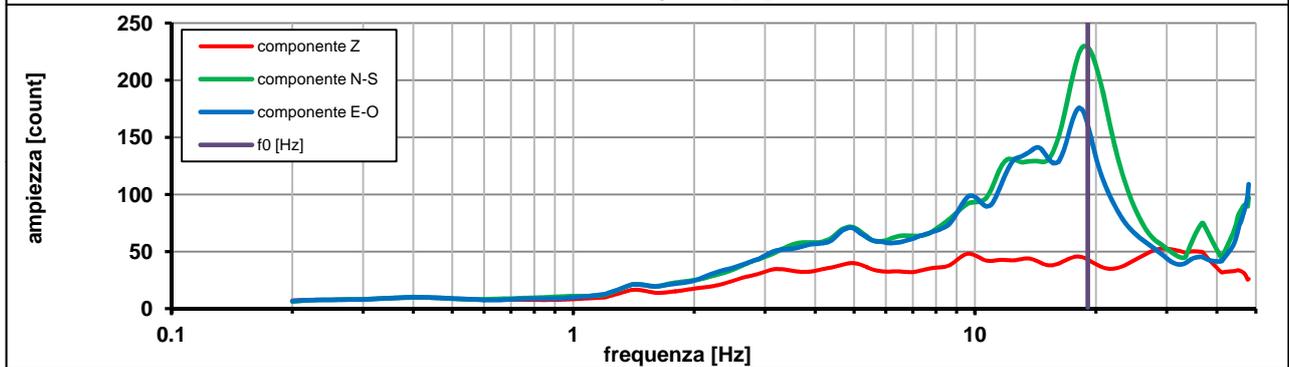
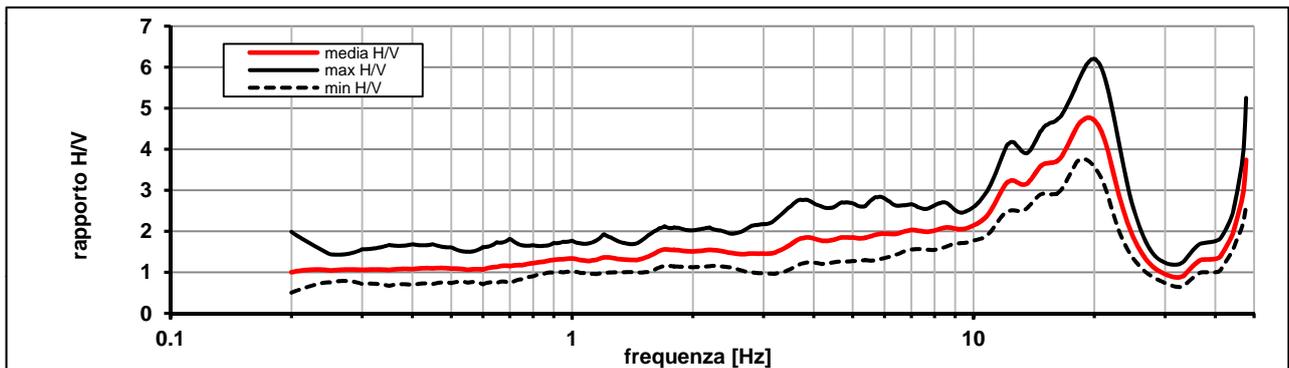
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per 19.09 ± 1.5**



picco stabile in 70 finestre su 90 [77.7% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	19.09	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	26727	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	253 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.794	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	23.914	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.76	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.045	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.50985	<	0.95454	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.277	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	70
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	26727
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	19.09
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 1.5$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.95
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	4.76
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.27$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>14:21:15</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,09044N</b>	longitudine:	<b>11,16171E</b>	quota s.l.m.:	<b>705</b>
nome stazione:	<b>Montepiano 4</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>130°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_142115.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
		<b>29.98</b>			

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) _____					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				20-100 m
	camion		<input checked="" type="checkbox"/>				20-100 m
	pedoni						
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

palo illuminazione, h=8 m, d=3-4 m  
alberi, h=10 m, d=10 m



**note:**  
verso metà della registrazione sono aumentate le raffiche di vento

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 14:21:15**

Lunghezza della registrazione [s] **1799** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1060**

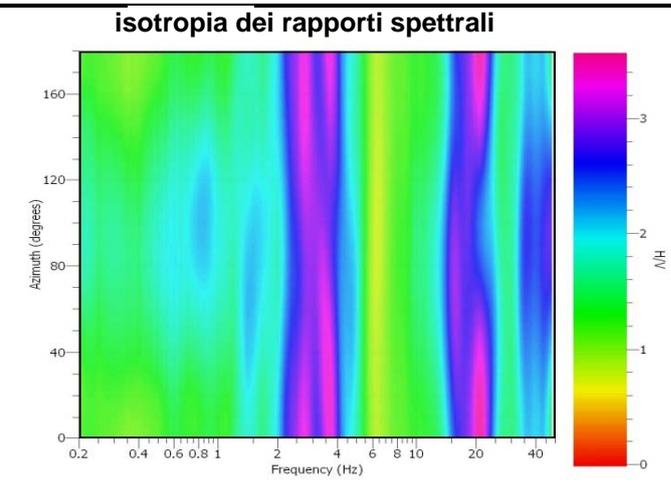
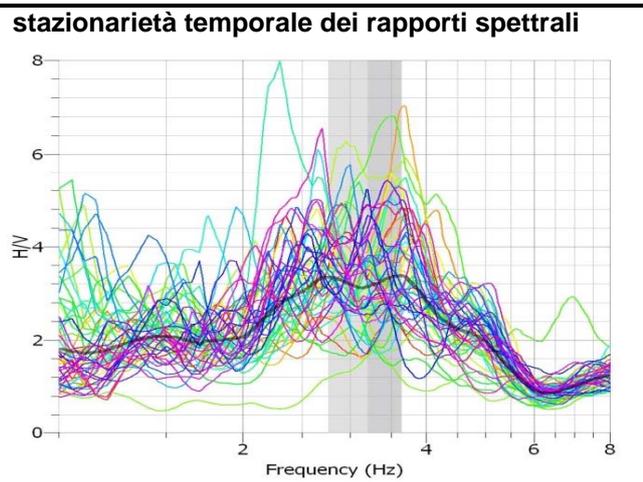
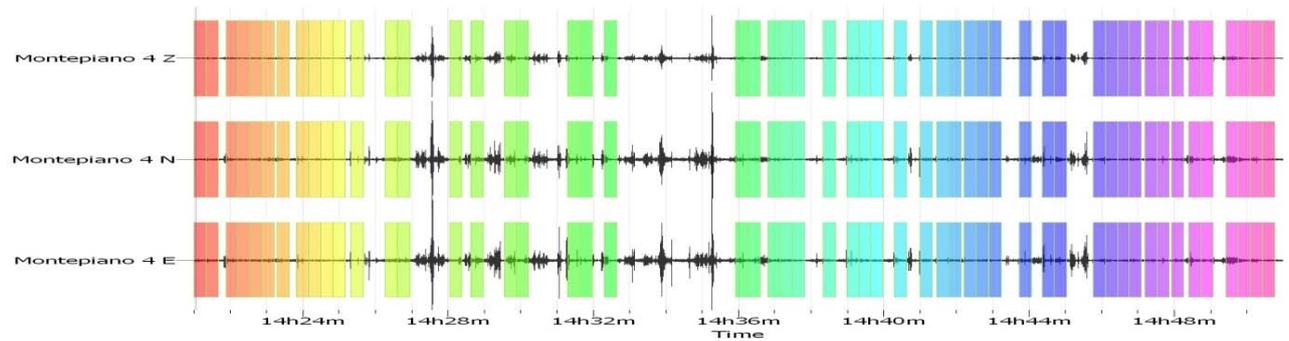
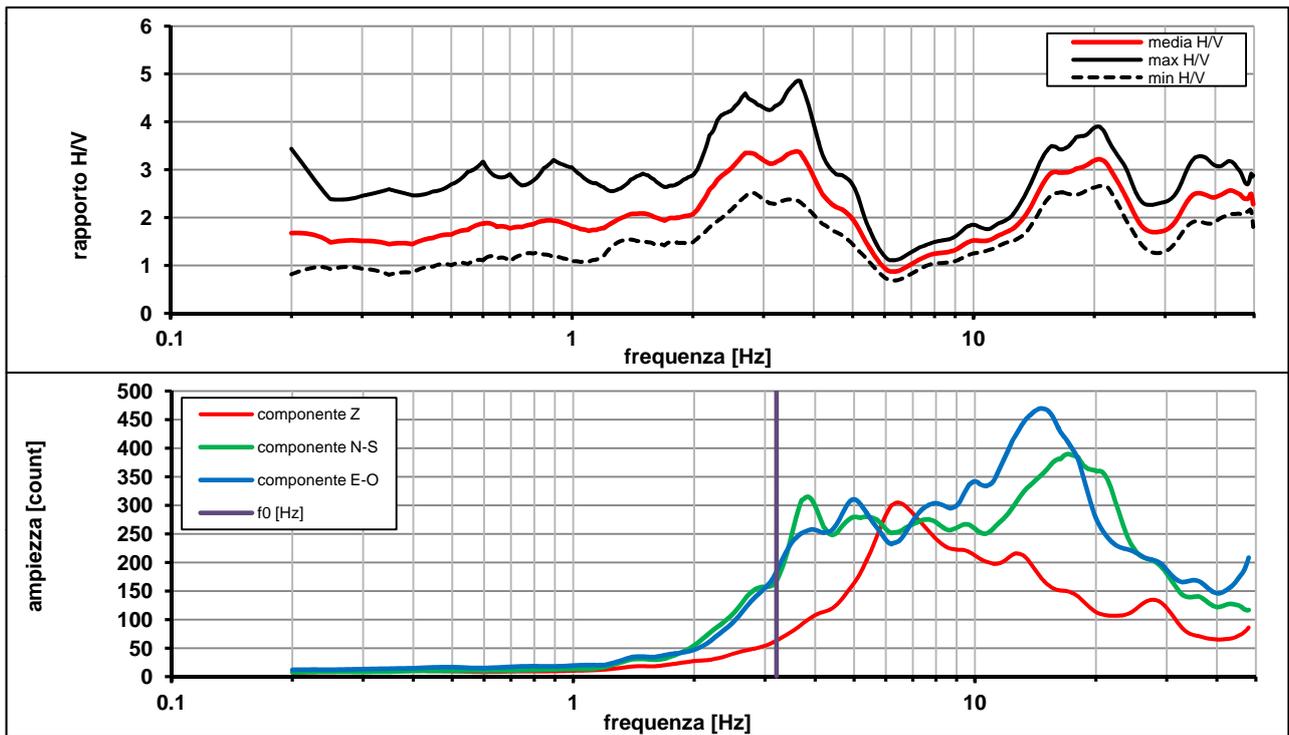
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $3.2 \pm 0.43$**



picco stabile in 53 finestre su 53 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	3.20	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	3397	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.331	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.15	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	5.551	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.43962	<	0.16025	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.436	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	53
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	3397
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	3.20
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.43$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.16
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	3.15
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.43$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	20-30 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

copertura: **detrito/colluvium** bedrock: **alluvioni**

**VERNIO - Montepiano 4**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 14:21:15**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1080**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

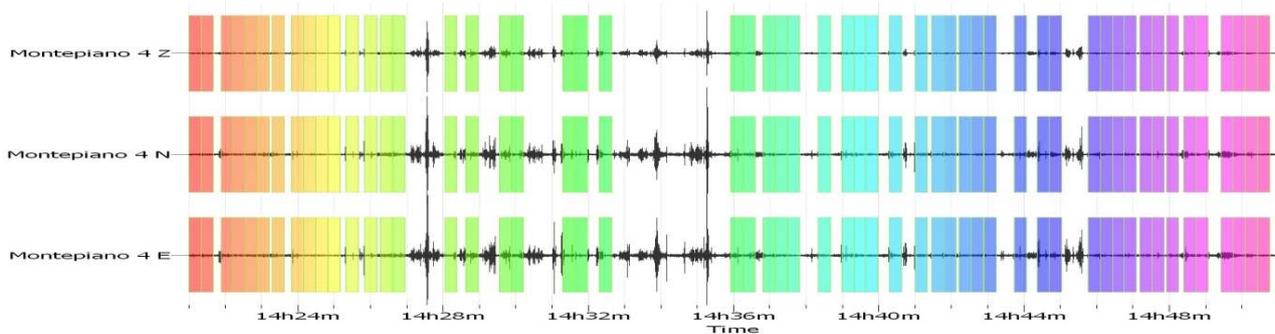
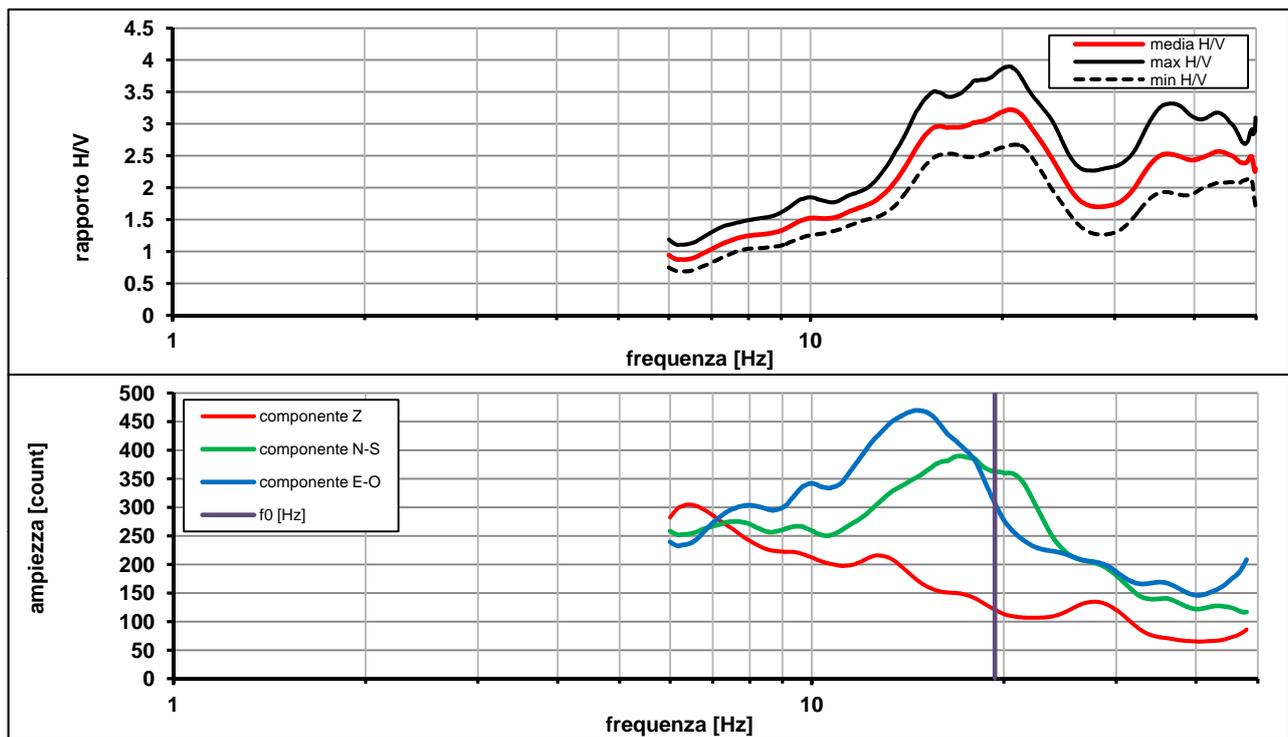
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

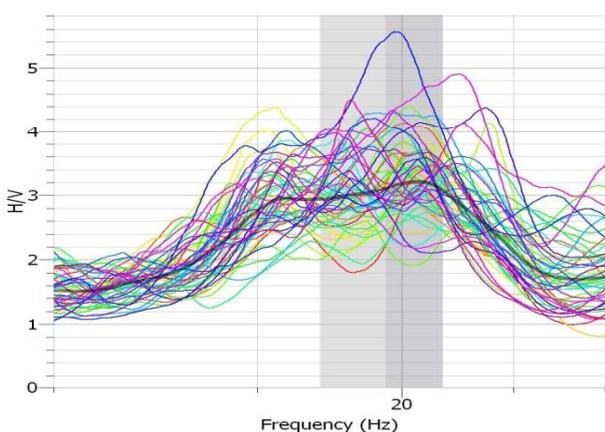
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

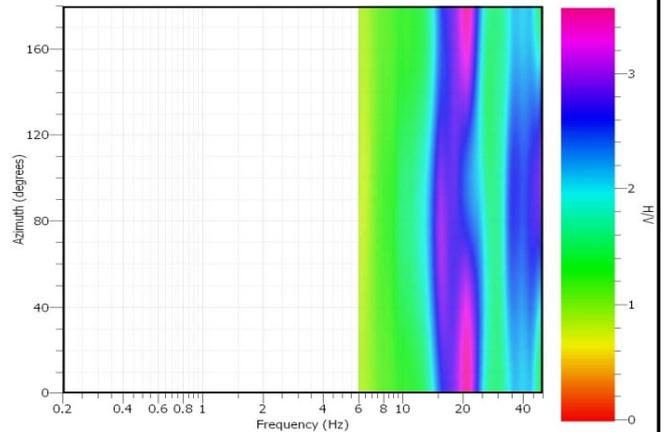
### Massimo HVSR per $19.36 \pm 2.36$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 54 finestre su 54 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	19.37	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	20916	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	653 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.103	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	#DIV/0!	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	3.11	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.081	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.36050	<	0.96832	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.208	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>54</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>20916</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>19.37</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 2.36</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.97</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.11</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.2</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>13:32:36</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,09285N</b>	longitudine:	<b>11,16454E</b>	quota s.l.m.:	<b>721</b>
nome stazione:	<b>Montepiano 5</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>12°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_133236.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
		<b>30.00</b>			

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) _____					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				70-80 m
camion							
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

capanno rimessa attrezzi, h=2,5 m, d=4-5 m  
alberi, h=6 m, d=6-10 m



**note:**  
dopo 5-10 minuti qualche raffica di vento (si vede perturbazione sulla registrazione)

copertura: / bedrock: F. di Stagno

VERNIO - Montepiano 5

Inizio registrazione [data ora]: 07/05/2013 13:32:36

Lunghezza della registrazione [s] 1800 Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1180

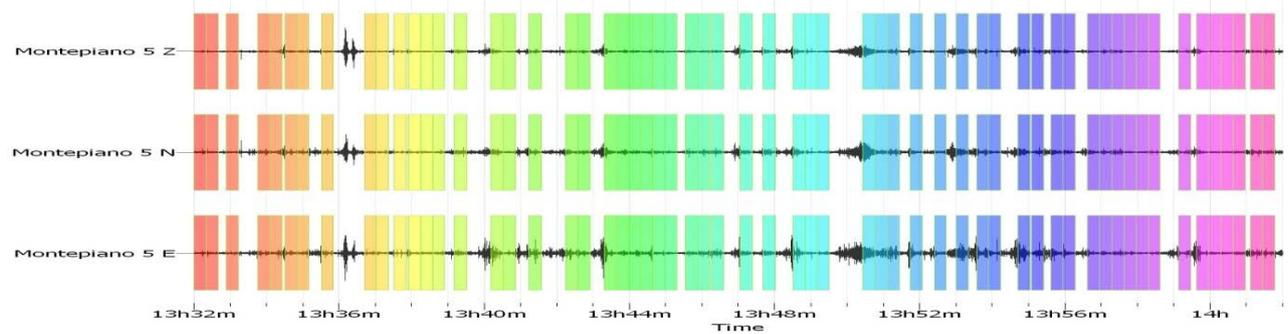
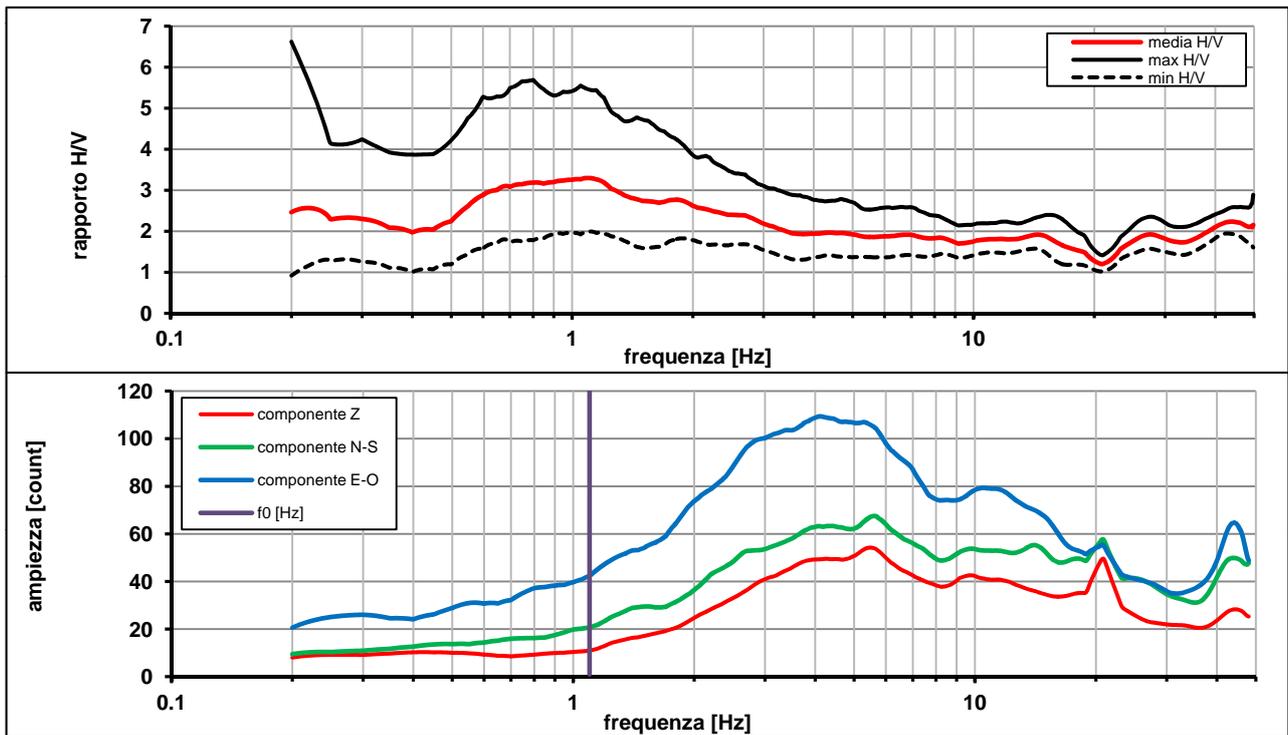
Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

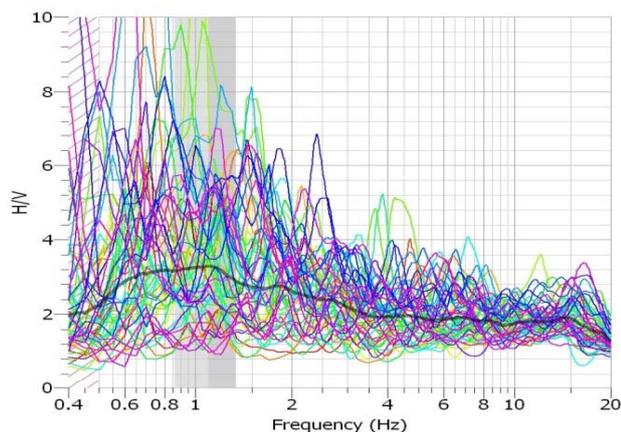
Modalita smoothing: triangolare proporzionale costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato larghezza taper [%]: 5

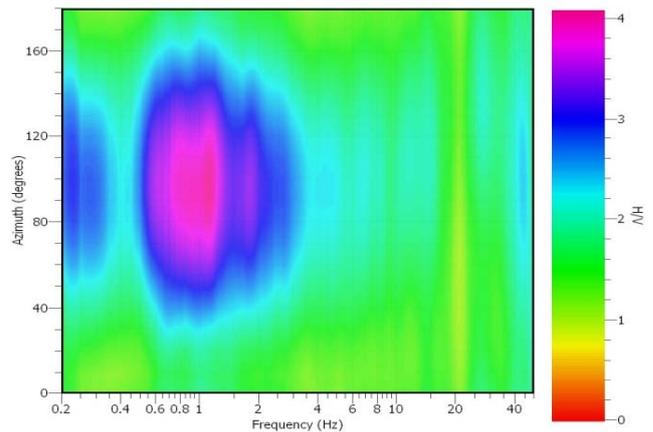
### Massimo HVSR per $1.09 \pm 0.23$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 59 finestre su 59 [100% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	1.10	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	1295	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	3.30	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.818	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.23886	<	0.10978	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.659	<	1.78	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	59
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	1295
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	1.10
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.23$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.11
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	3.30
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.65$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.78

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	no
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>C</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	50-100 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>10:31:23</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,08720N</b>	longitudine:	<b>11,16617E</b>	quota s.l.m.:	<b>742</b>
nome stazione:	<b>Montepiano 6</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>20°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_103123.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
		<b>30.00</b>			

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 19° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				15 m
camion							
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, h=10 m, d=5-6 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 10:31:23**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1260**

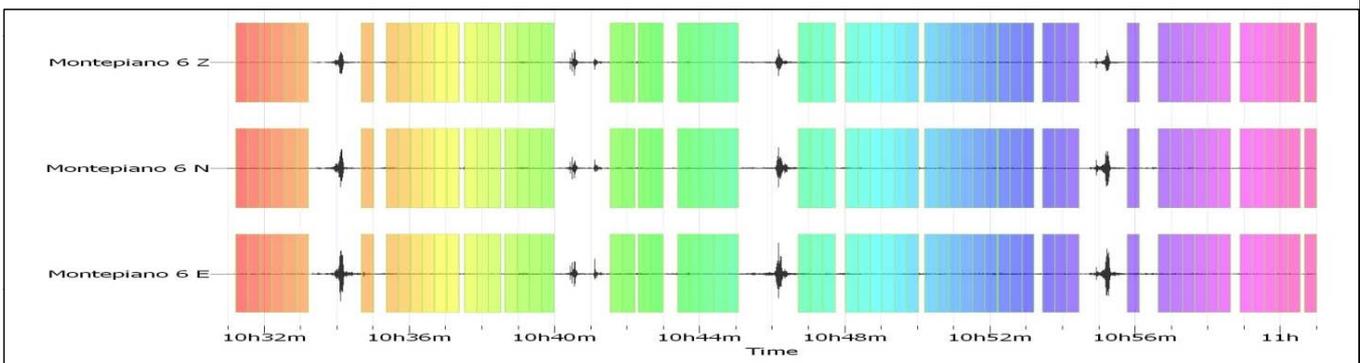
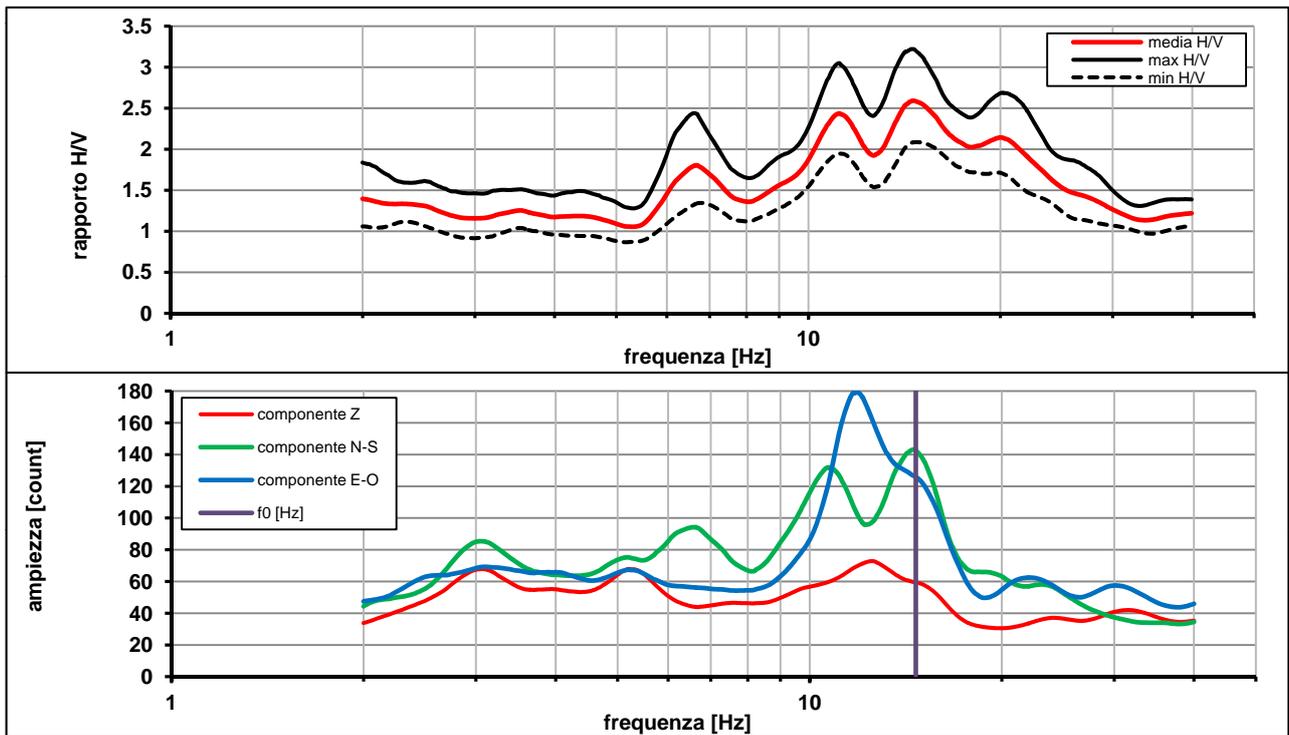
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

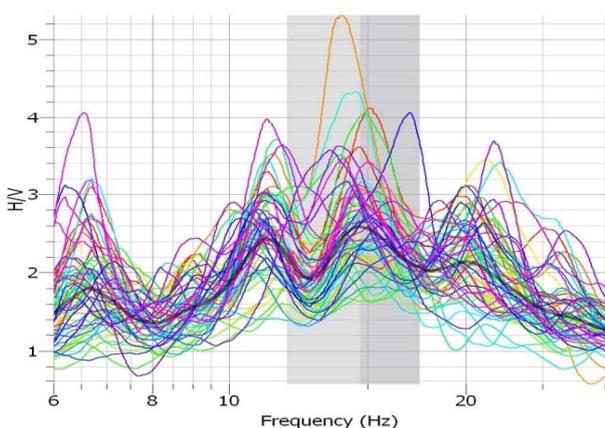
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

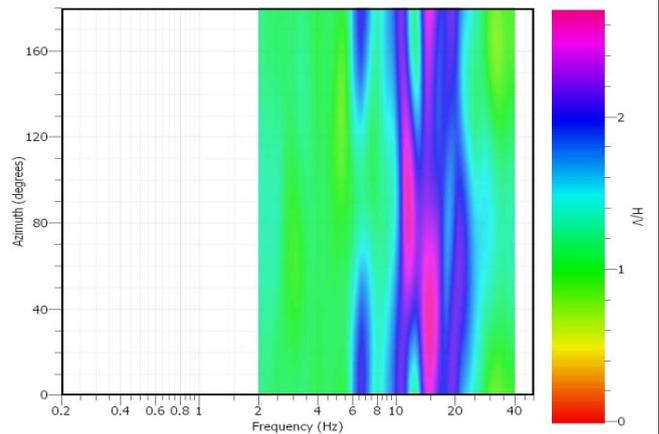
**Massimo HVSR per 14.66 ± 2.8**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 63 finestre su 63 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	14.66	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	18473	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	462 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.799	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	29.548	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.59	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.007	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.80560	<	0.73304	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.243	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>63</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>18473</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>14.66</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 2.8</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.73</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.59</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.24</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 10:31:23**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** | Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1260**

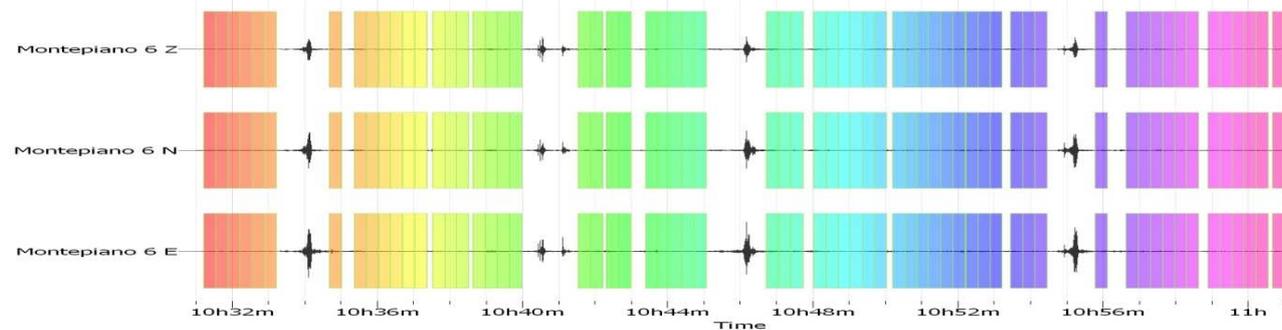
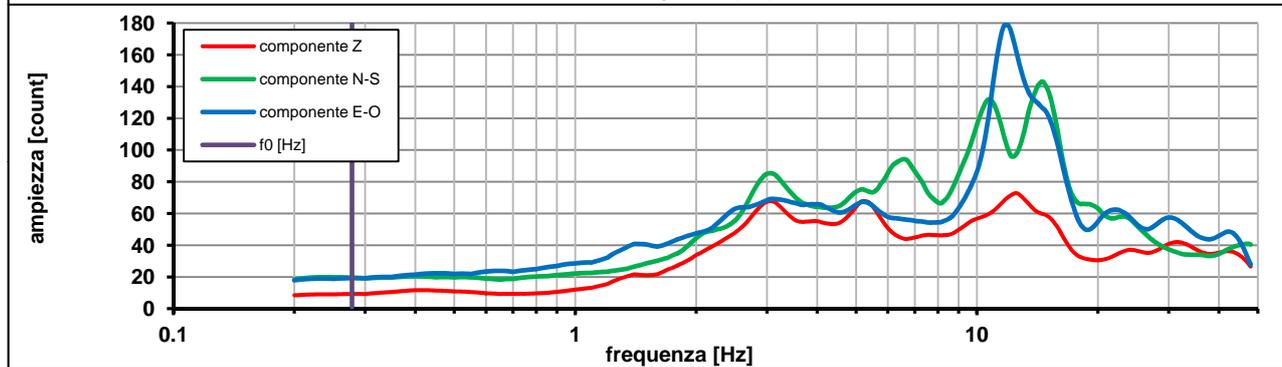
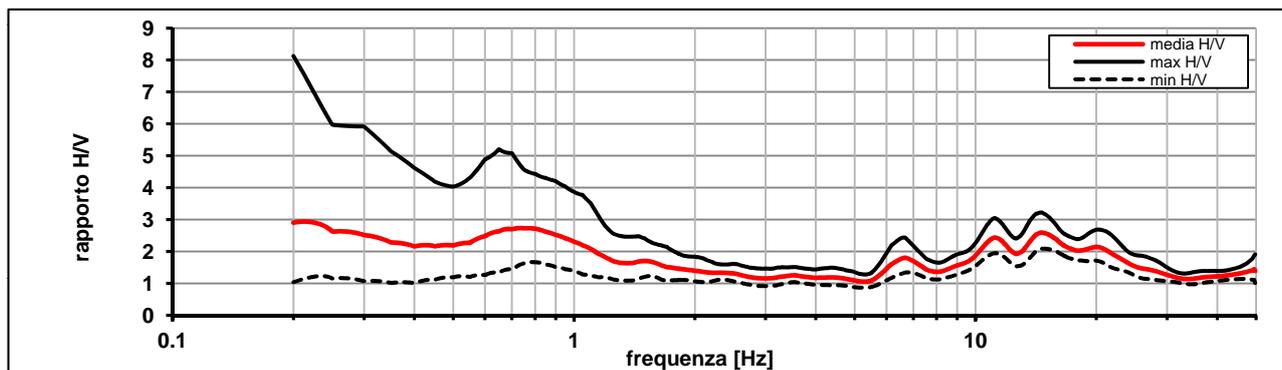
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

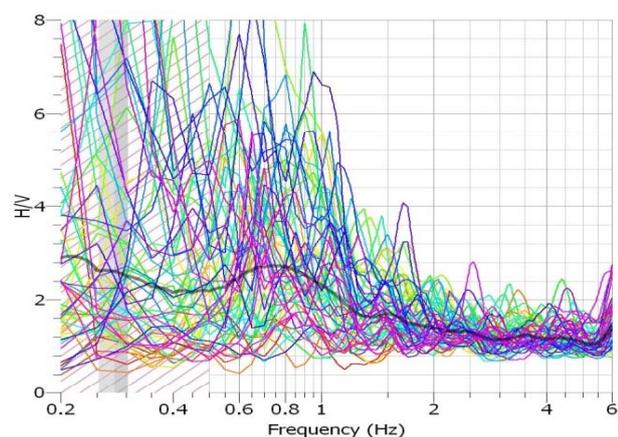
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** | costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** | larghezza taper [%]: **5**

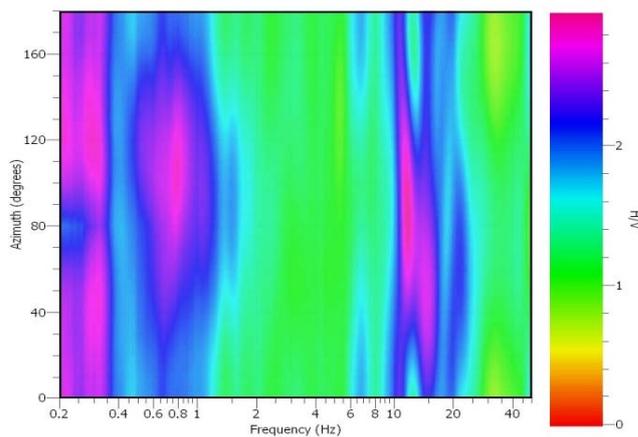
**Massimo HVSR per  $0.27 \pm 0.02$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 30 finestre su 63 [47.6% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

SASSETA

**VERNIO - Sassetta 1**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>17:42:51</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,06498N</b>	longitudine:	<b>11,15113E</b>	quota s.l.m.:	<b>468</b>
nome stazione:	<b>Sassetta 1</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>160°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_174251.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 21° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili	<input checked="" type="checkbox"/>					
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					
altro	<input checked="" type="checkbox"/>					

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

fienile, h=3-4 m, d=2-4 m  
albero, h=4 m, d=6 m



**note:**

copertura:  bedrock:

**VERNIO - Sassetta 1**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 17:42:51**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1580**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

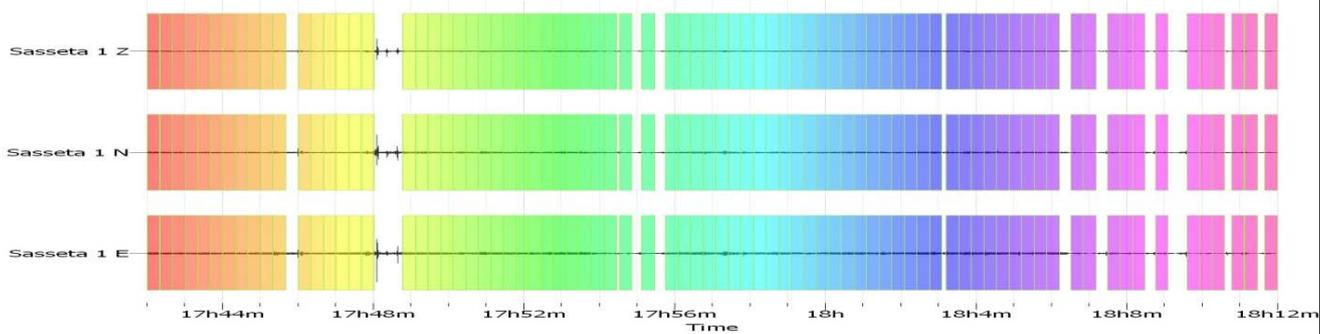
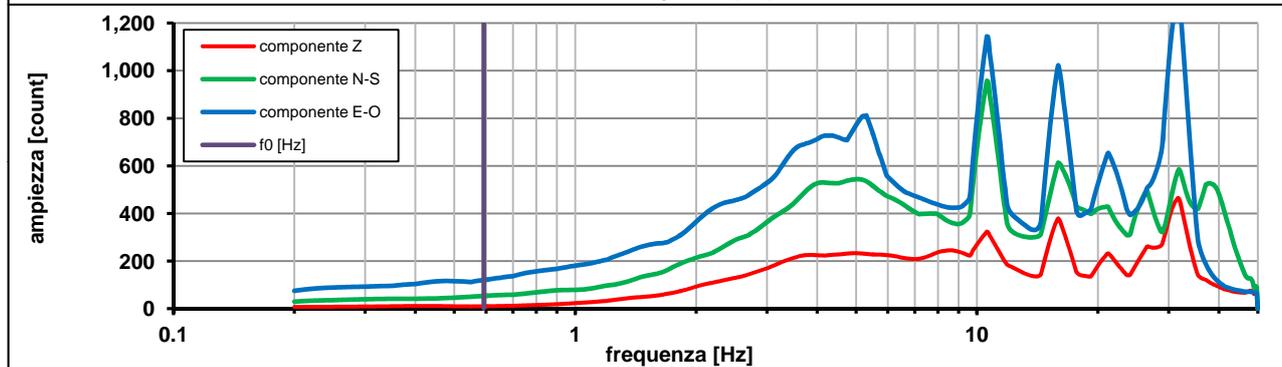
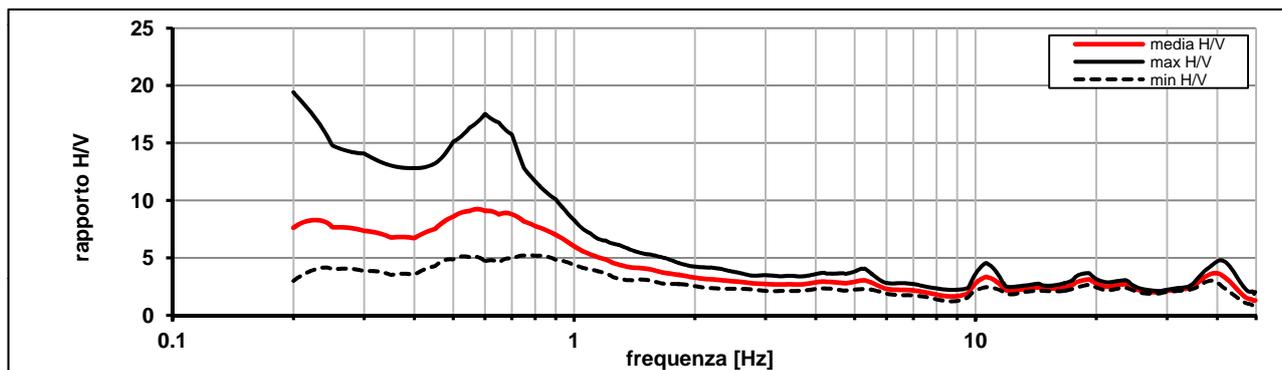
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

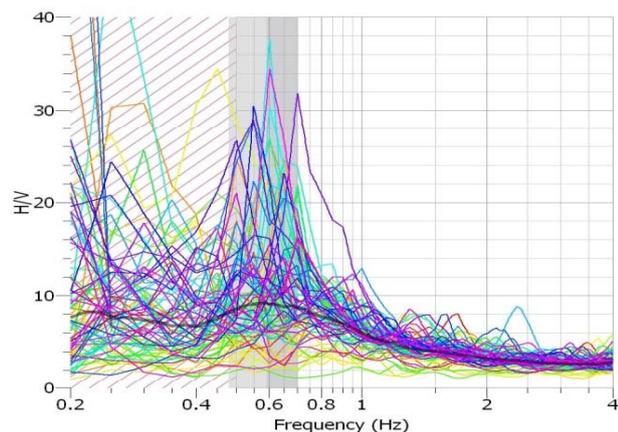
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

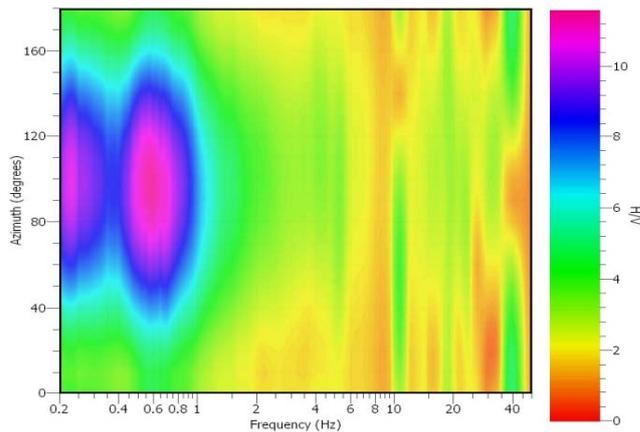
### Massimo HVSR per $0.59 \pm 0.11$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 79 finestre su 79 [100% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.59	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	935	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.246	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	9.16	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.662	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11224	<	0.08881	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.821	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>79</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>935</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.59</b>
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 0.11</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.09</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>9.16</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.82</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**

**SOTTOCLASSE**

**Valutazioni qualitative**

prof. contrasto: > 100 m  
[centinaia di metri]

contrasto: **ALTO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>09/06/2013</b>	ora:	<b>10:24:55</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,06496N</b>	longitudine:	<b>11,15076E</b>	quota s.l.m.:	<b>468</b>
nome stazione:	<b>Sasseta 1bis</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>178°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130609_102455.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 20° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				
camion							
pedoni							
altro							

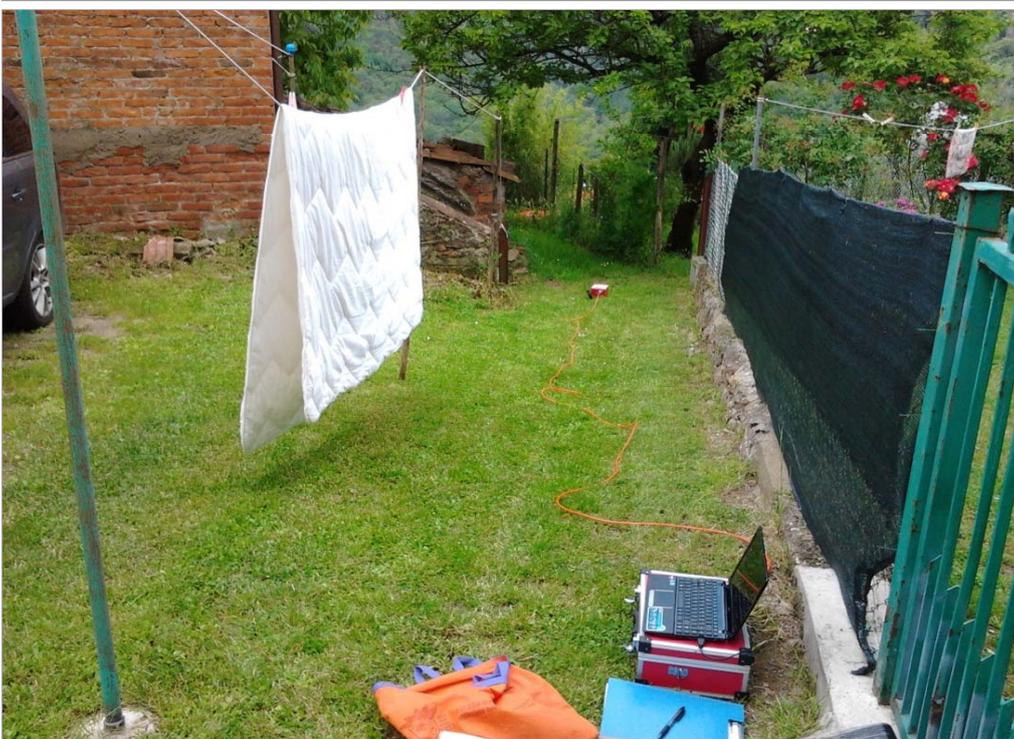
**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

fienile, h=3-4 m, d=2-4 m  
albero, h=4 m, d=6 m



**note:**  
Ripetizione della prova Sasseta 1 (stesso punto di misura). Probabilmente il disturbo della precedente misura derivava da telai posti nelle vicinanze.

copertura: **detrito/colluvium** bedrock: **F. di Stagno**

**VERNIO - Sasseta 1bis**

Inizio registrazione [data ora]: **09/06/2013 10:24:55**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1180**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

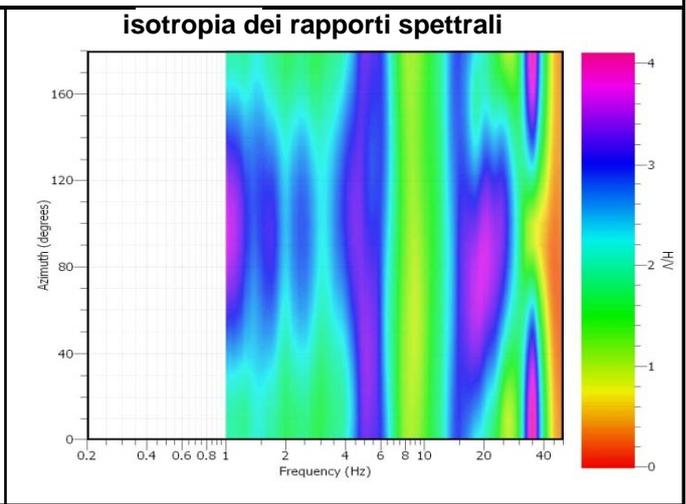
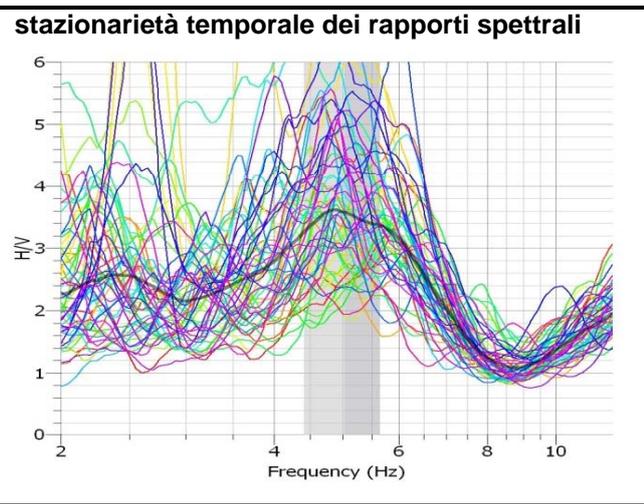
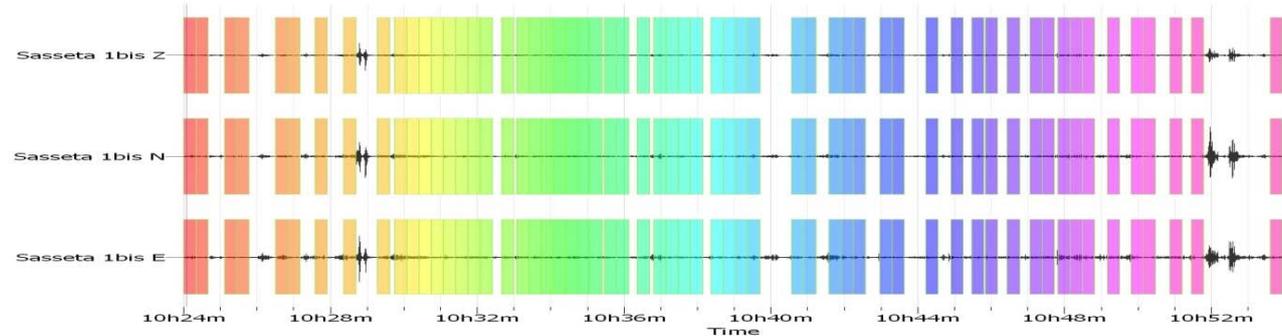
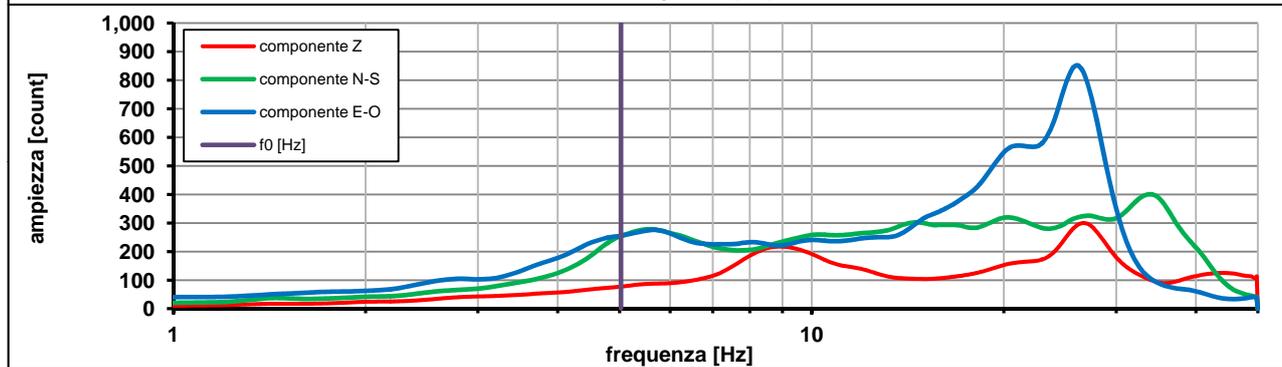
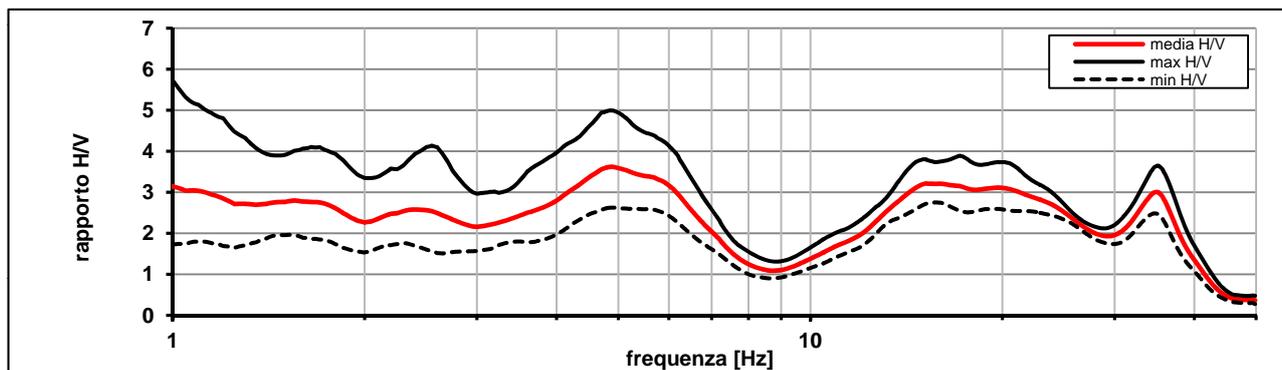
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

### Massimo HVSR per $5.02 \pm 0.61$



picco stabile in 59 finestre su 59 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	5.03	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	5931	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	354 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.253	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.58	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	2.134	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.61488	<	0.25129	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.379	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	59
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	5931
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	5.03
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.61$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.25
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	3.58
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.37$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	10-20 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

copertura: **colluvium** bedrock: **F.Stagno detens.**

**VERNIO - Sasseta 1bis**

Inizio registrazione [data ora]: **09/06/2013 10:24:55**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1240**

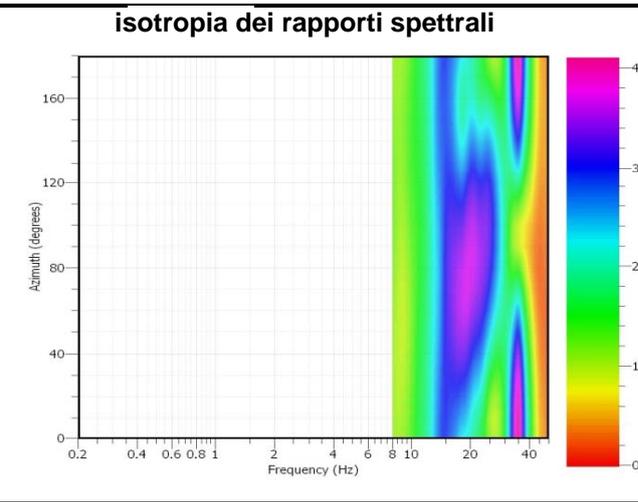
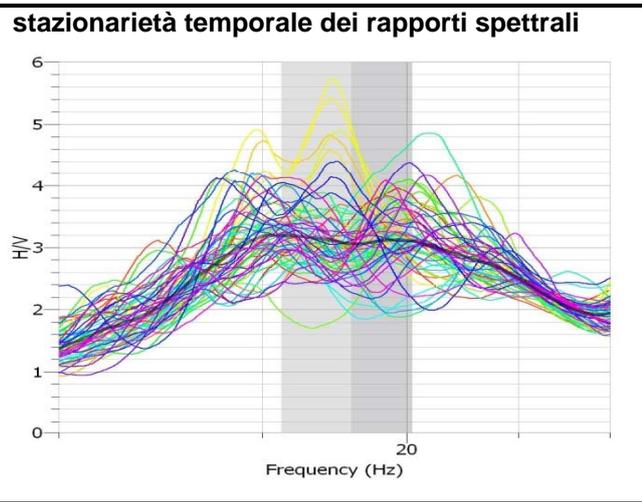
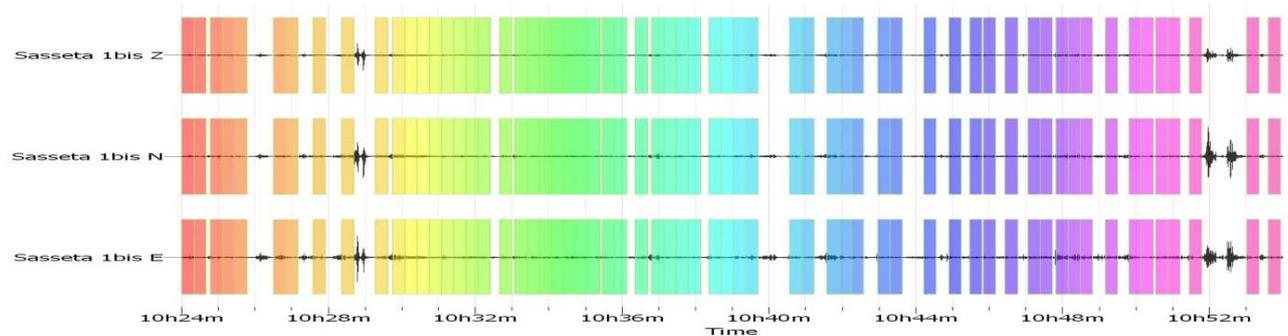
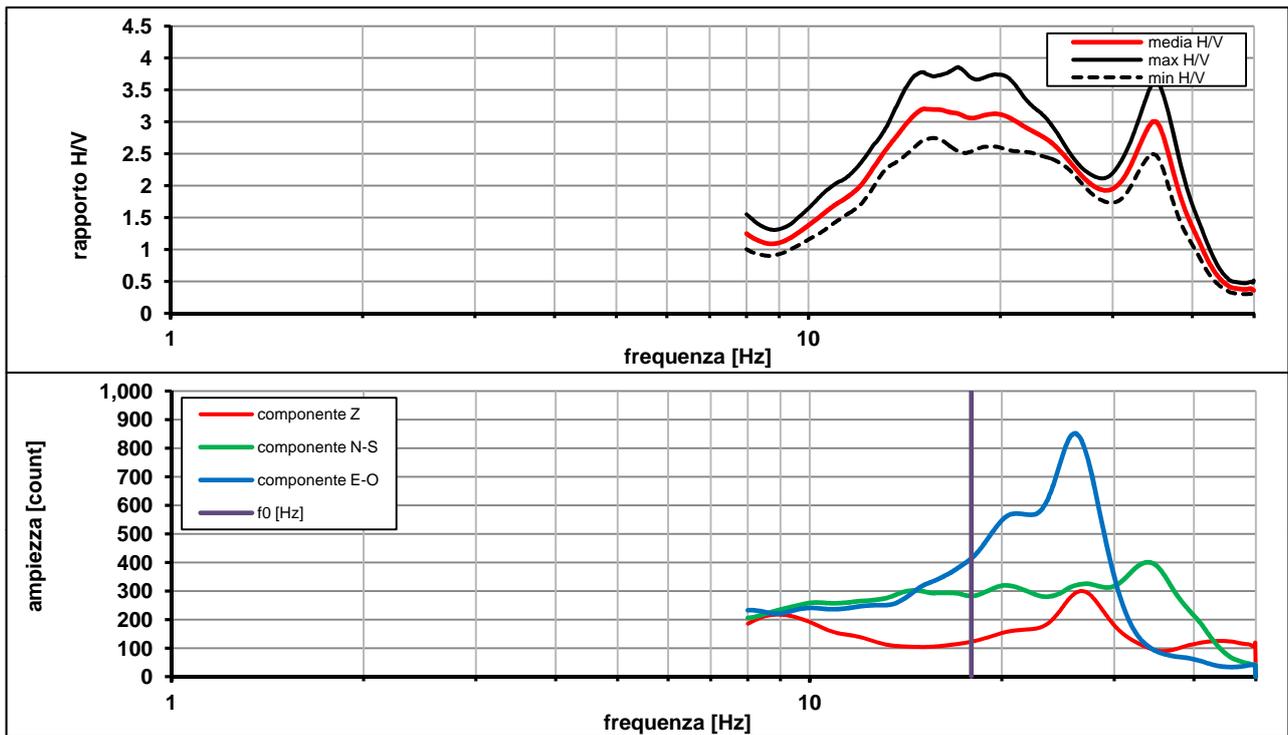
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

### Massimo HVSR per $17.91 \pm 2.32$



picco stabile in 62 finestre su 62 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	17.91	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	22212	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	756 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.457	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	39.319	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.06	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.123	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.32800	<	0.89563	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.178	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>62</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>22212</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>17.91</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 2.32</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.90</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.06</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.17</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva log $A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

copertura:  bedrock:

**VERNIO - Sasseta 1bis**

### elaborazione spettro completo

Inizio registrazione [data ora]: **09/06/2013 10:24:55**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1240**

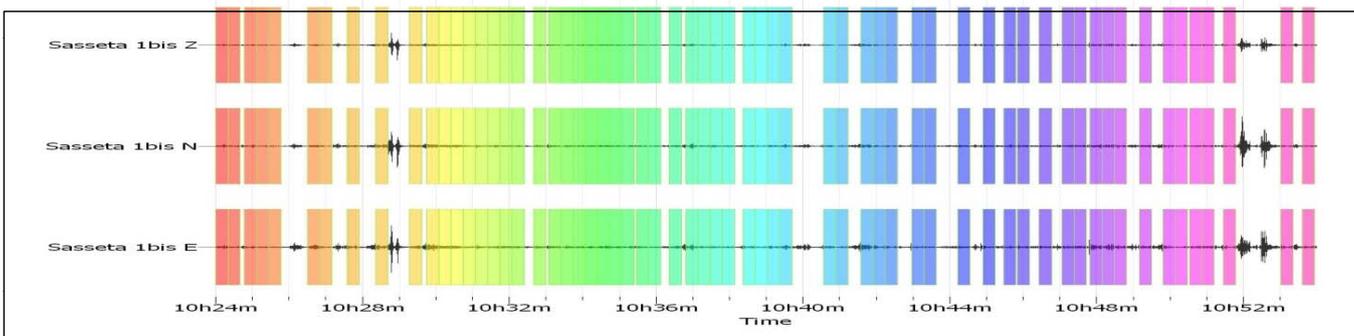
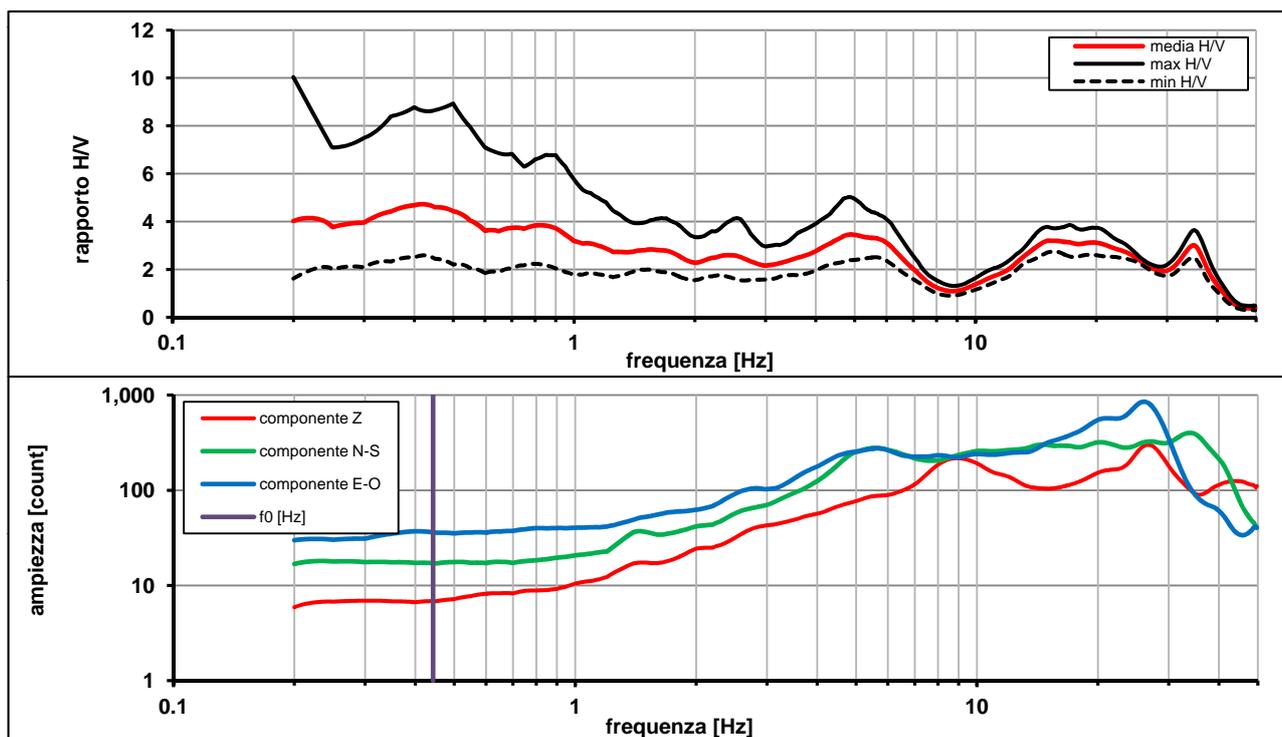
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

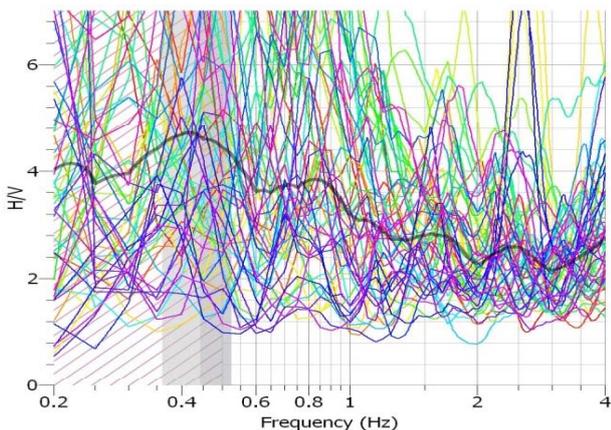
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

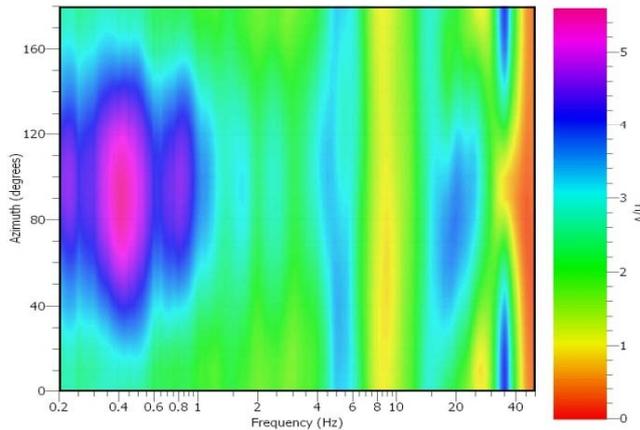
### Massimo HVSR per $0.44 \pm 0.08$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 62 finestre su 62 [100% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>07/05/2013</b>	ora:	<b>16:29:21</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,06530N</b>	longitudine:	<b>11,15382E</b>	quota s.l.m.:	<b>540</b>
nome stazione:	<b>Sassetta 2</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>130°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130507_162921.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
		<b>30.00</b>			

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 19° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			150 m
camion							
pedoni							
altro							

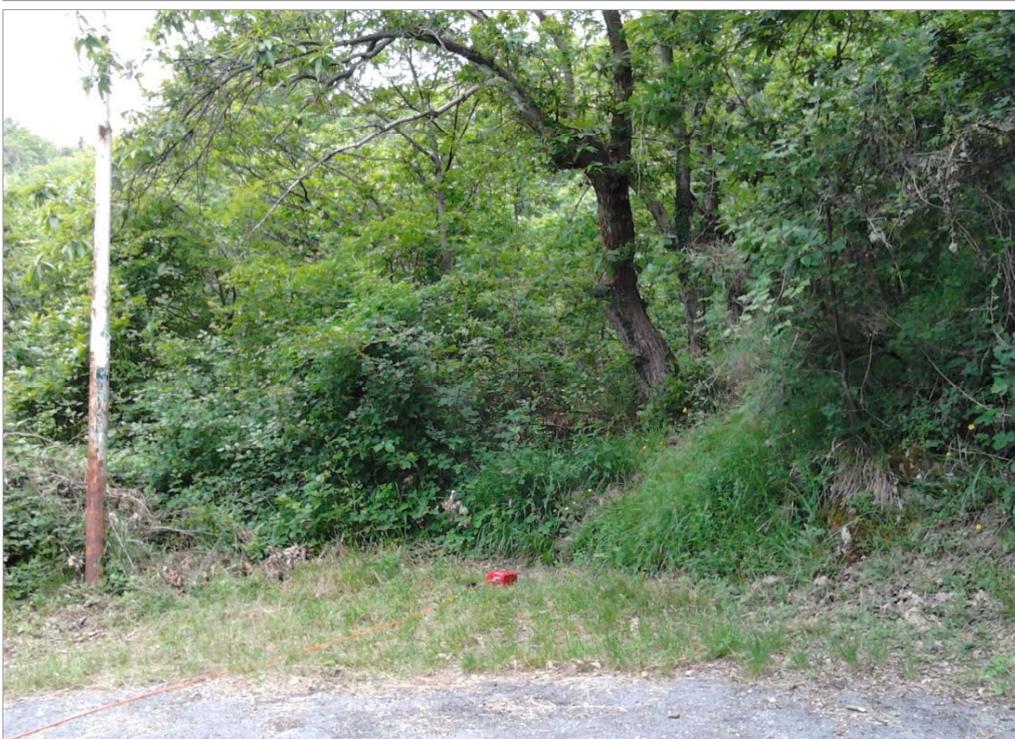
**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, h=5-6 m, d=3 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

copertura:  bedrock:

**VERNIO - Sassetta 2**

Inizio registrazione [data ora]: **07/05/2013 16:29:21**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1360**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

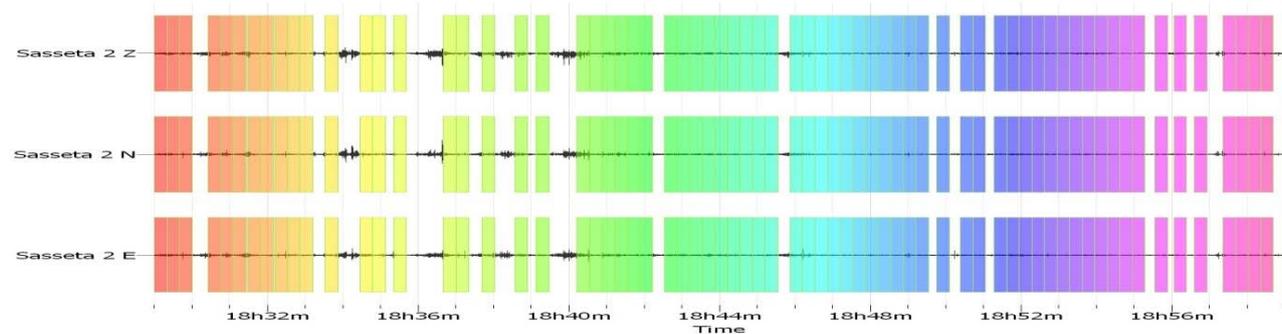
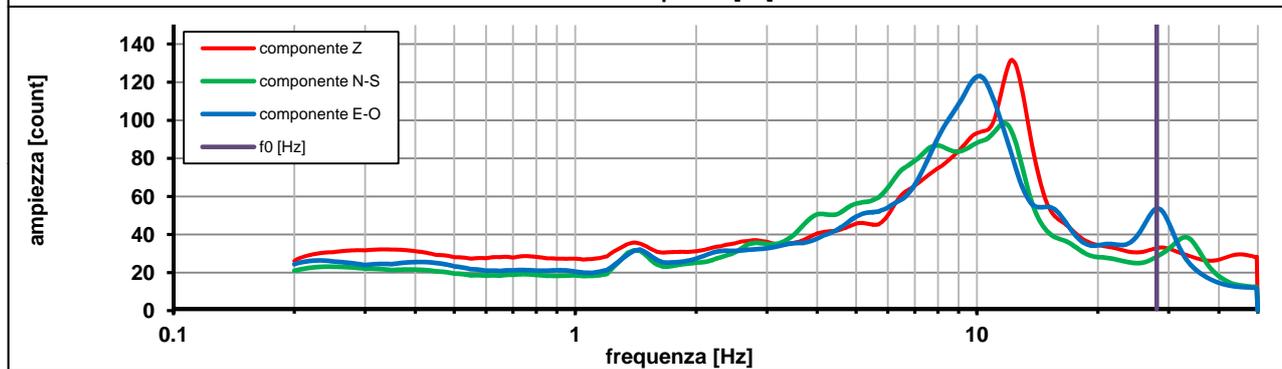
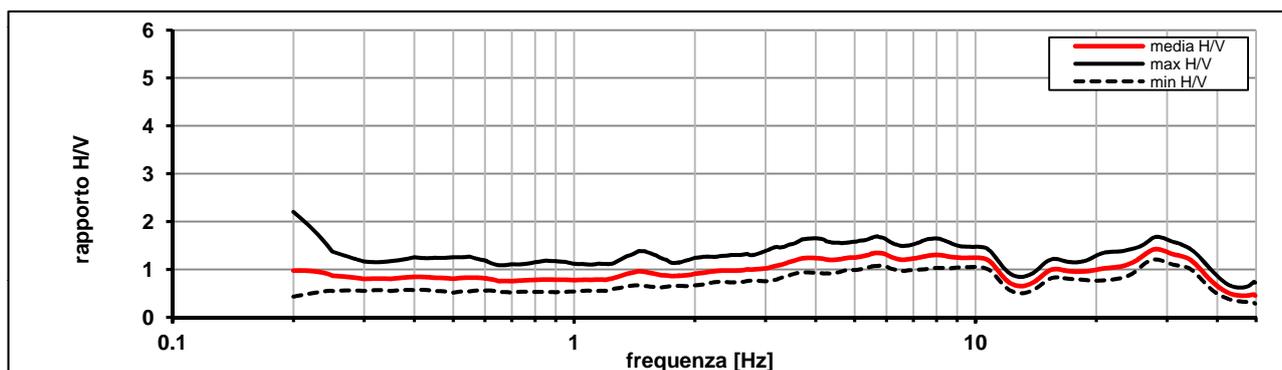
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

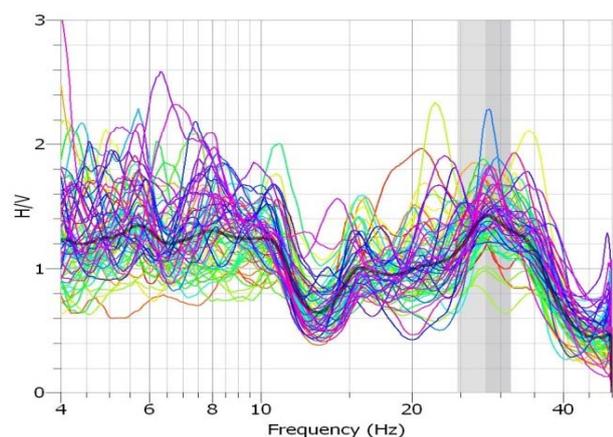
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

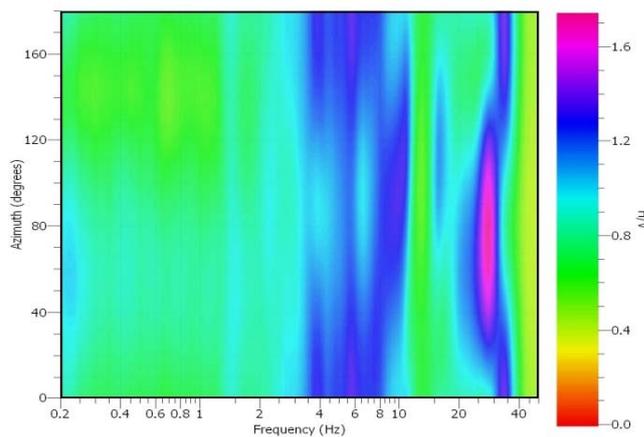
### Massimo HVSR per $28.02 \pm 3.4$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 68 finestre su 68 [100% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	28.02	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	38109	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	230 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	13.794	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	#DIV/0!	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	1.42	>	2	no
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.993	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	3.40875	<	1.40107	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.180	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	68
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	38109
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	28.02
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 3.4$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.40
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	1.42
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.17$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

no

4. Plausibilità fisica

no

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: < 5 m  
[qualche metro]

contrasto:

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>09/06/2013</b>	ora:	<b>11:10:48</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,06533N</b>	longitudine:	<b>11,15382E</b>	quota s.l.m.:	<b>540</b>
nome stazione:	<b>Sasseta 2bis</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>324°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130609_111048.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>29.99</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) _ 22° _					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			100 m
camion							
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, h=5-6 m, d=3 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**  
Ripetizione della prova Sasseta 2 (stesso punto di misura). Probabilmente il disturbo della precedente misura derivava da telai posti nelle vicinanze.

copertura: / bedrock: F. di Stagno

VERNIO - Sasseta 2bis

Inizio registrazione [data ora]: 09/06/2013 11:10:48

Lunghezza della registrazione [s] 1799 Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1280

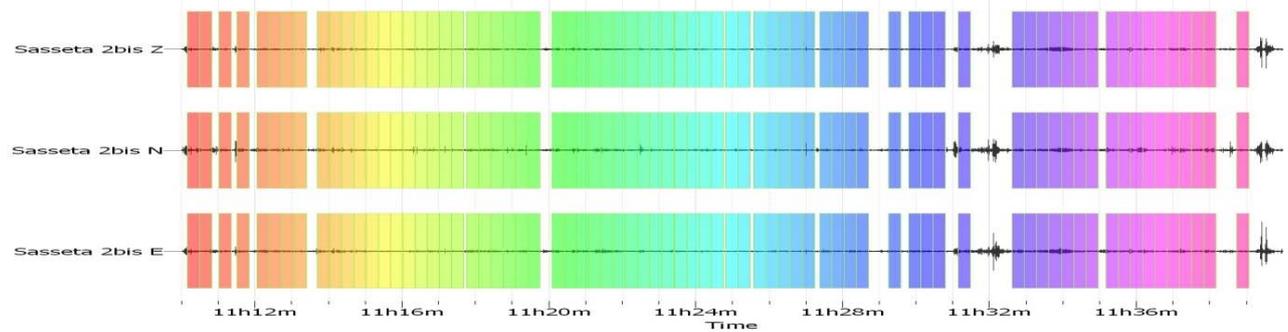
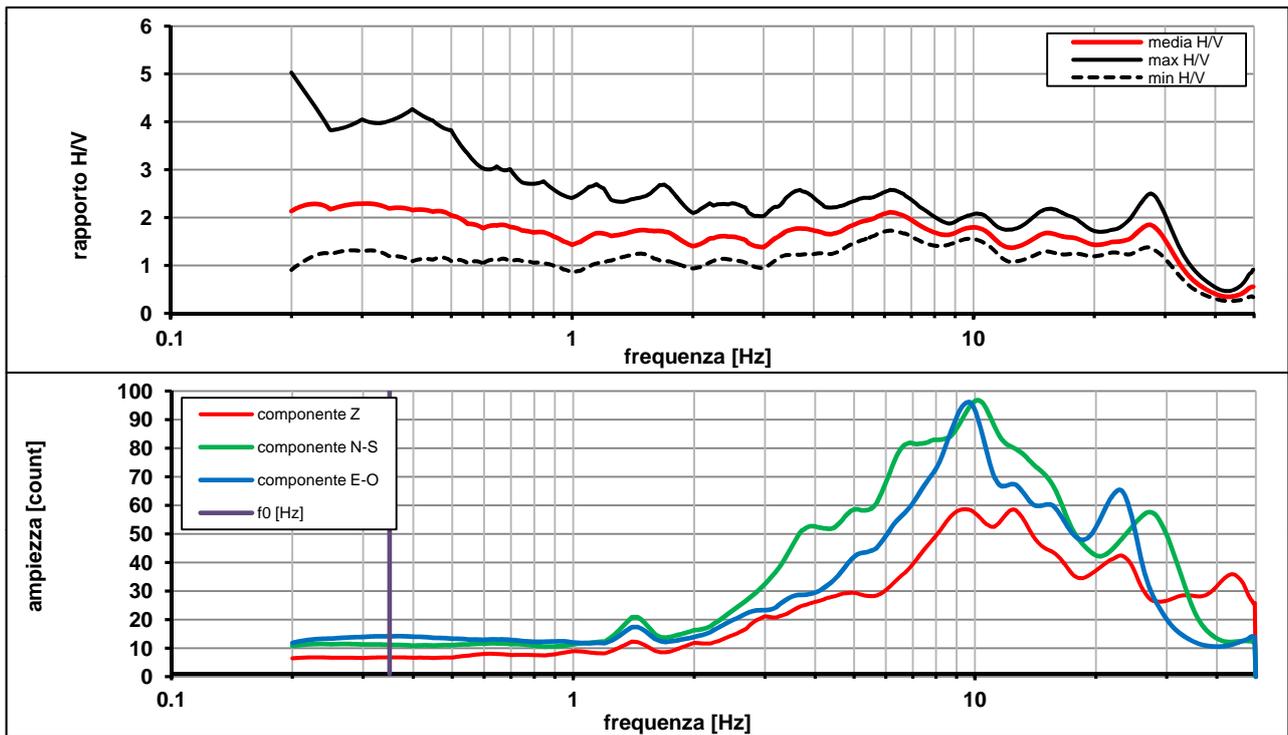
Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

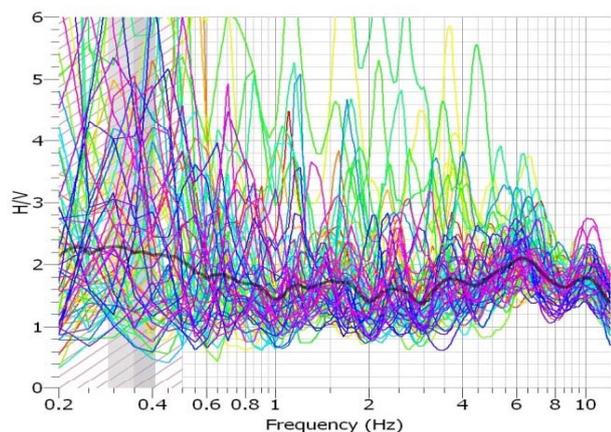
Modalita smoothing: triangolare proporzionale costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato larghezza taper [%]: 5

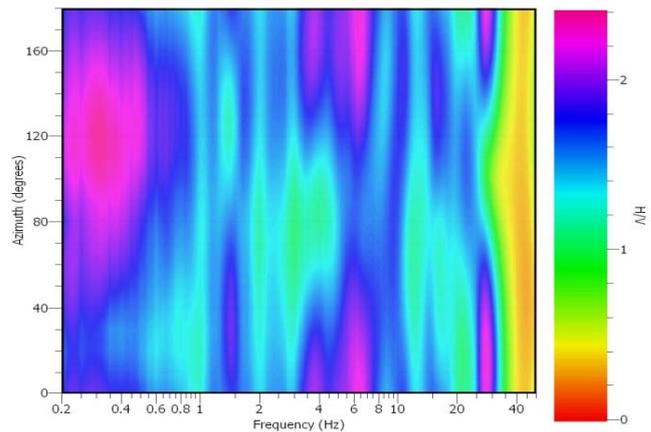
### Massimo HVSR per $0.34 \pm 0.06$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 64 finestre su 73 [87.6% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.35	>	0.50	no
ii R	$n_c(f_0) > 200$	447	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	227 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	2.19	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	16.727	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06132	<	0.06983	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.751	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	64
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	447
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	0.35
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.06$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.07
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	2.19
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.75$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	2.50

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: > 100 m  
[centinaia di metri]

contrasto: **BASSO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

VERNIO

**VERNIO - Vernio 1**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>10:14:17</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,02650N</b>	longitudine:	<b>11,14354E</b>	quota s.l.m.:	<b>254</b>
nome stazione:	<b>Vernio 1</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>145°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_101417.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_____		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			150 m
camion				<input checked="" type="checkbox"/>			150 m
pedoni							
altro _ treno _			<input checked="" type="checkbox"/>				500 m

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia\_ industrie con macchinari \_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 10:14:17**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1580**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

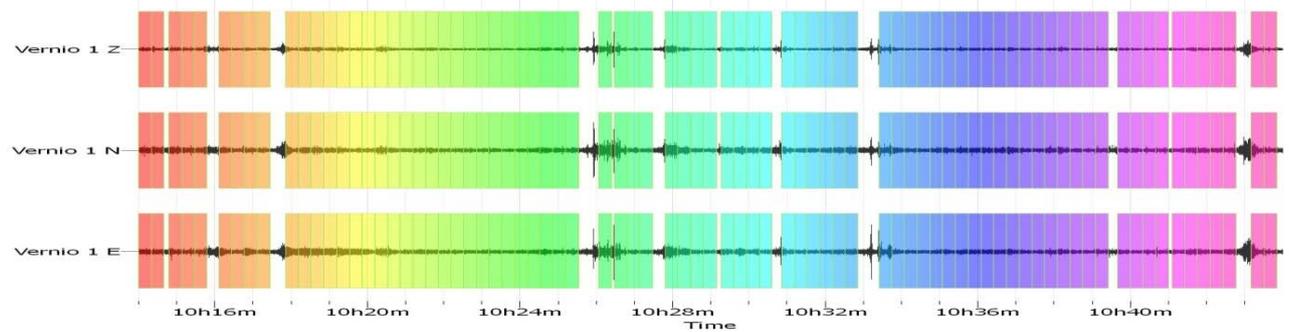
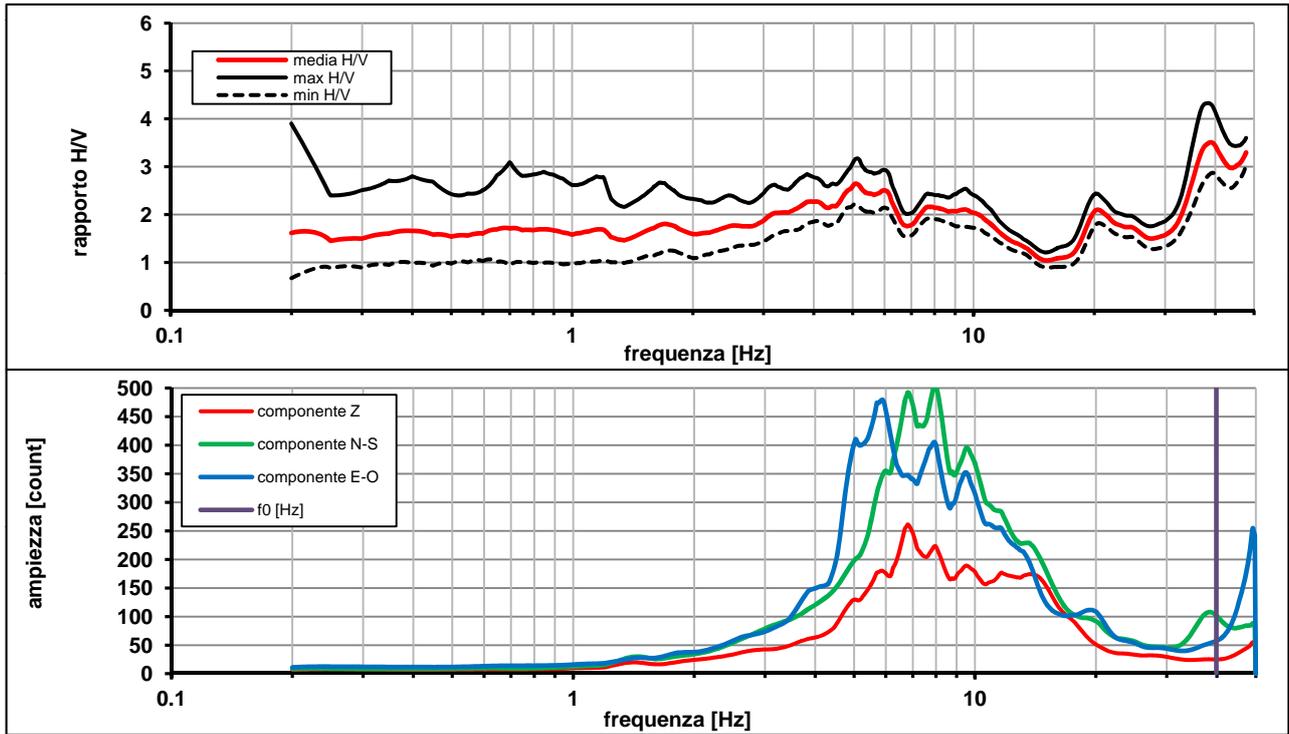
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

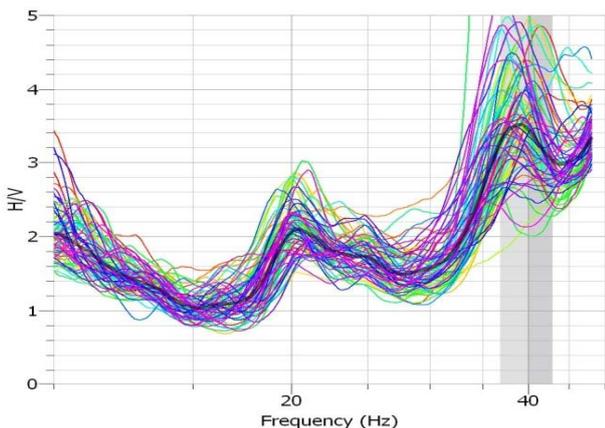
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

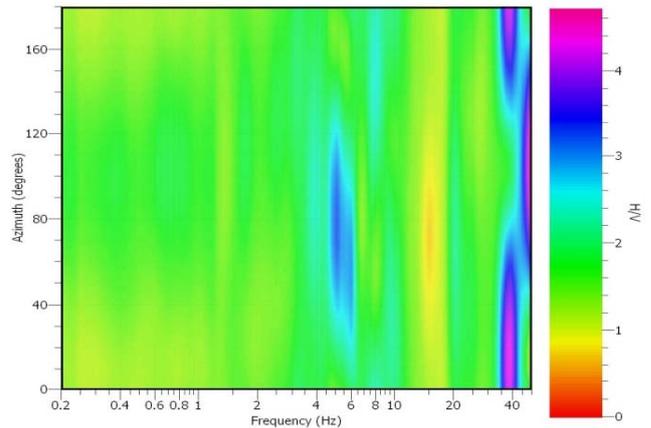
**Massimo HVSR per  $39.87 \pm 3.07$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 79 finestre su 79 [100% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	39.87	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	62995	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	161 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	50.454	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	3.45	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.204	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	3.07655	<	1.99350	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.228	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	79
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	62995
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	39.87
$f$	frequenza	--
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 3.07$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.99
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	3.45
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.22$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: < 5 m  
[qualche metro]

contrasto: ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**VERNIO - Vernio 2**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>11:01:14</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,02663N</b>	longitudine:	<b>11,14724E</b>	quota s.l.m.:	<b>217</b>
nome stazione:	<b>Vernio 2</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>325°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_110114.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 20° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa
		<input type="checkbox"/> soffice					<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
	automobili				<input checked="" type="checkbox"/>		100 m
	camion				<input checked="" type="checkbox"/>		100 m
	pedoni						
	altro _ treno _		<input checked="" type="checkbox"/>				80 m

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia\_ fabbriche con lavorazioni rumorose \_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

edificio, h=4 m, d=7-8 m  
alberi, h=4 m, d=2 m  
pali enel, h=6, d=10 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 11:01:14**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1560**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

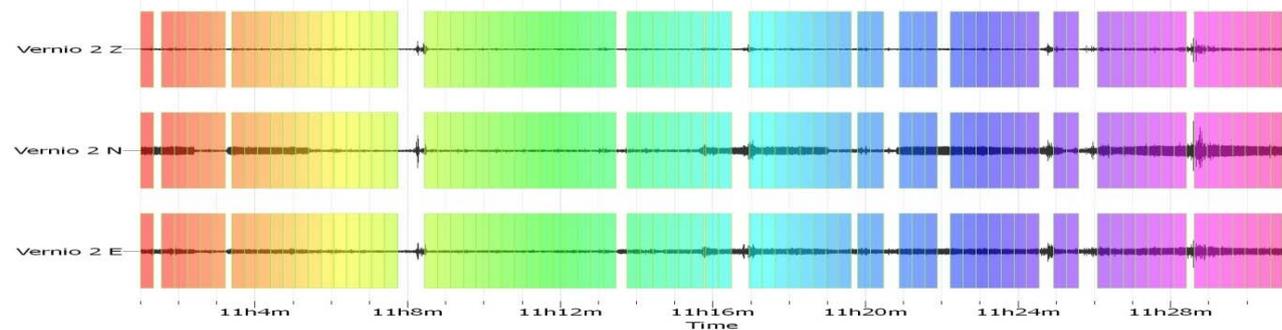
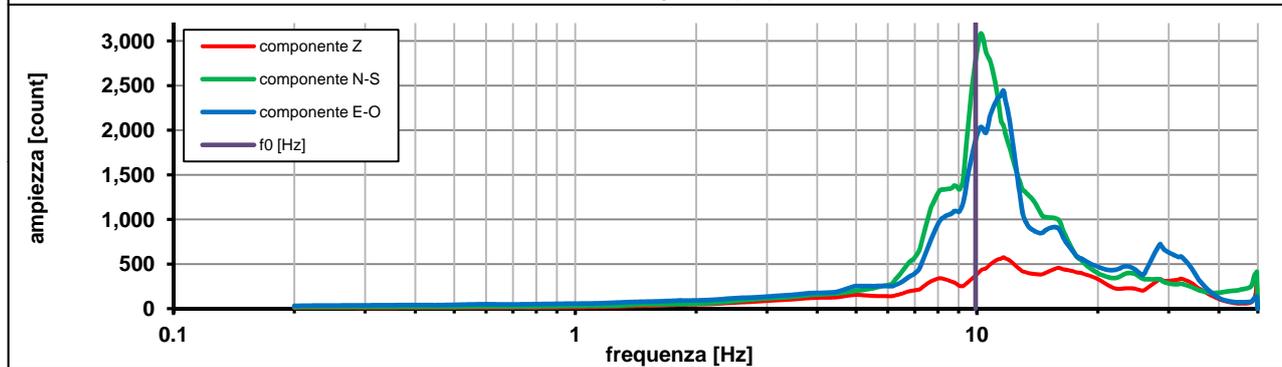
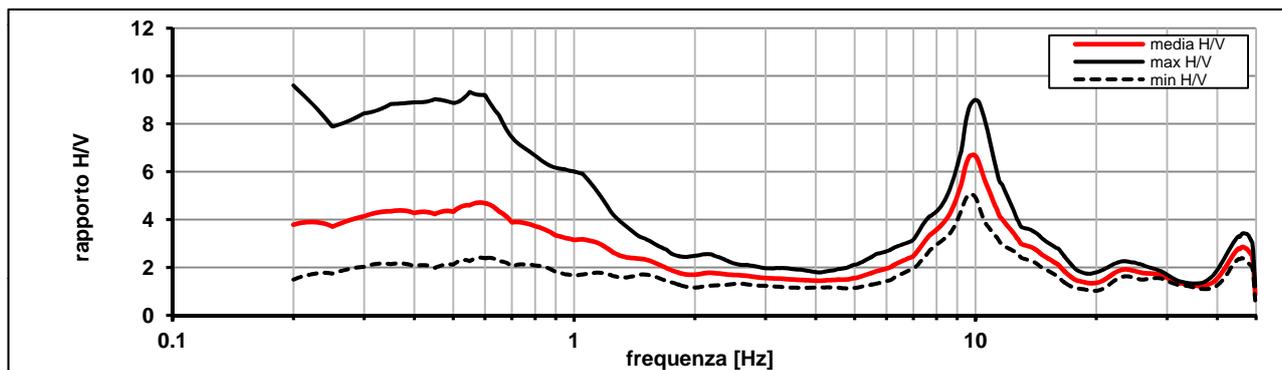
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

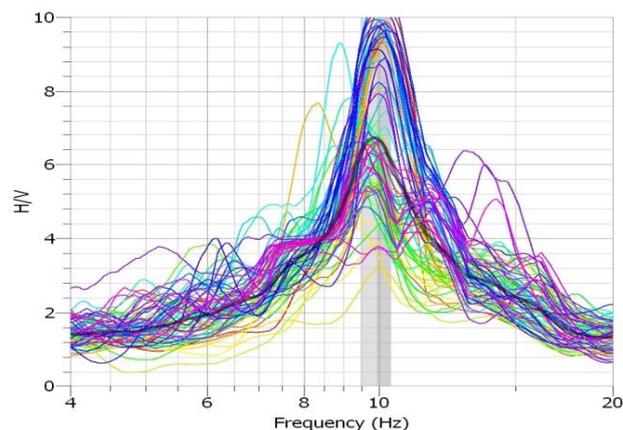
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

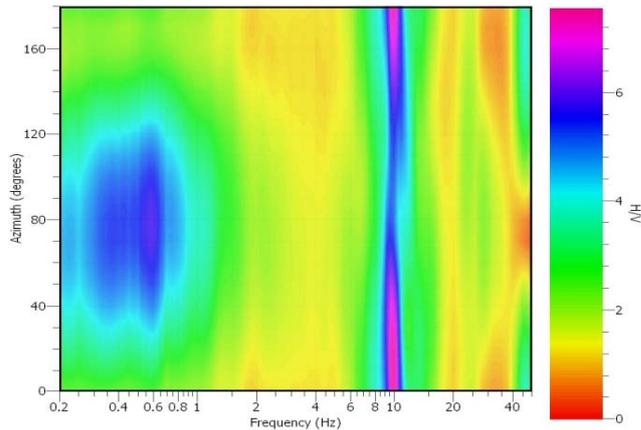
**Massimo HVSR per  $9.91 \pm 0.45$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 78 finestre su 78 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	9.92	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	15470	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.678	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.557	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	6.70	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.980	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.45754	<	0.49582	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.333	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	78
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	15470
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	9.92
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.45$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.50
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	6.70
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.33$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**VERNIO - Vernio 3**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>11:46:54</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,02917N</b>	longitudine:	<b>11,14975E</b>	quota s.l.m.:	<b>265</b>
nome stazione:	<b>Vernio 3</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>173°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_114654.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _ a raffiche _
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx) _ 22° _		Note: _____				

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa
		<input type="checkbox"/> soffice					<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>						
	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>		70 m
camion			<input checked="" type="checkbox"/>			70 m
pedoni						
altro						

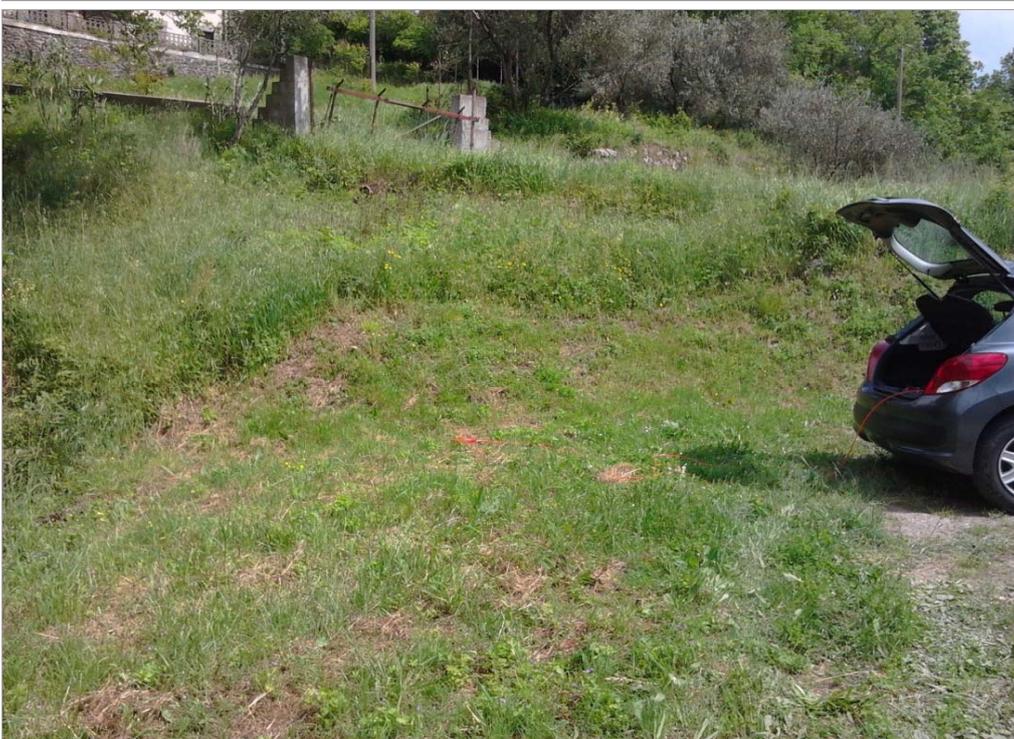
**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, h=7 m, d=5 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 11:46:54**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **740**

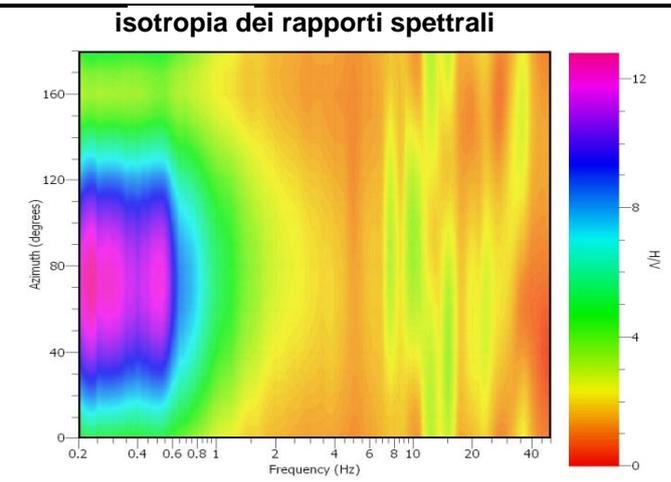
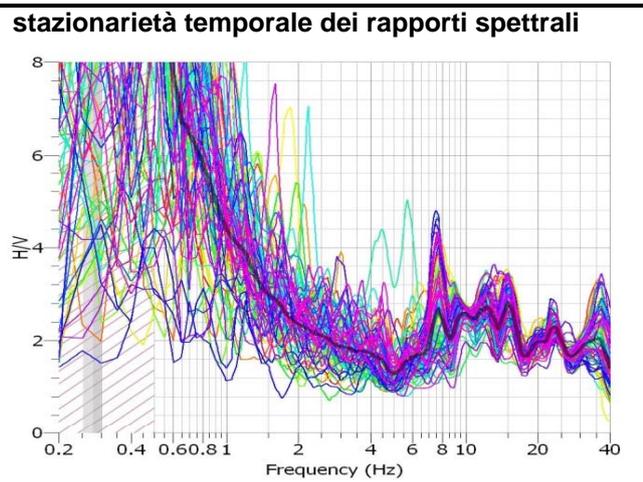
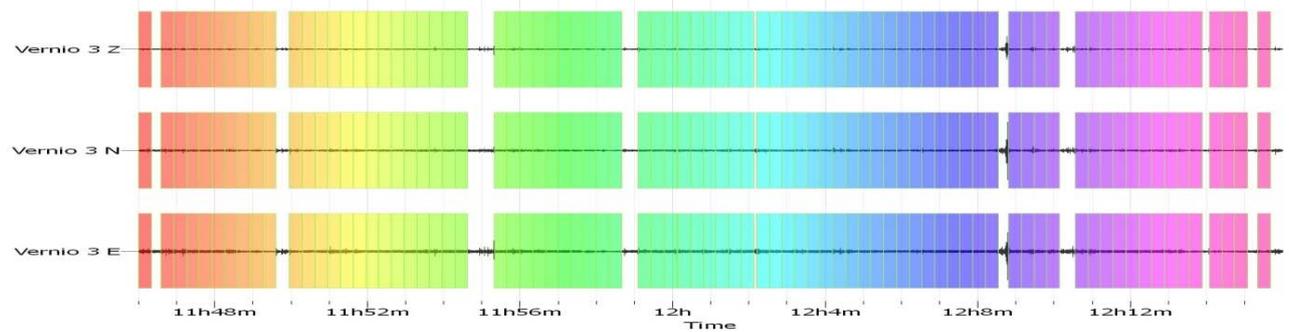
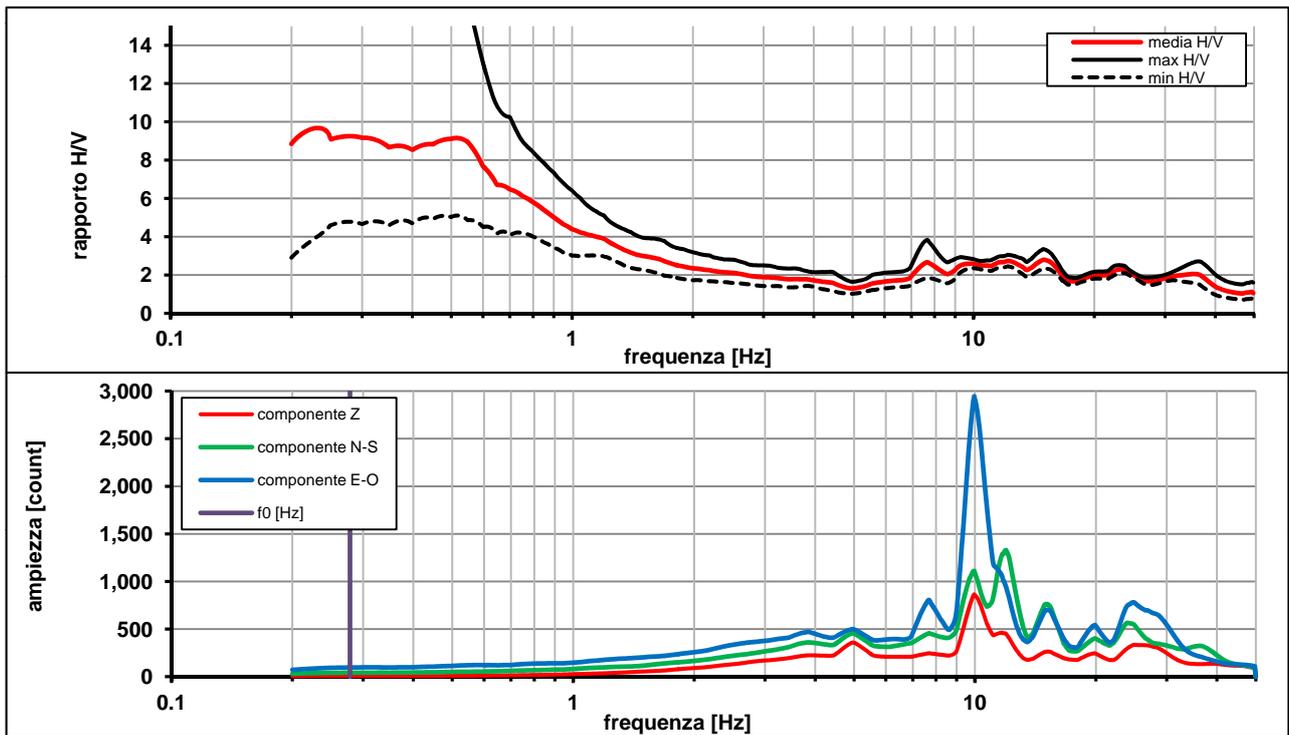
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $0.27 \pm 0.02$**



picco stabile in 37 finestre su 80 [46.2% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.28	>	0.50	no
ii R	$n_c(f_0) > 200$	206	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 2	su	184 punti	no
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.961	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	9.25	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.859	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02514	<	0.05566	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	2.412	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>37</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>206</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.28</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 0.02</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.06</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>9.25</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 2.41</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.50</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	no
2. Isotropia	no
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	no

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

**Valutazioni qualitative**  
prof. contrasto: > 100 m  
[centinaia di metri]  
contrasto: **ALTO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>12:29:20</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,03021N</b>	longitudine:	<b>11,15412E</b>	quota s.l.m.:	<b>231</b>
nome stazione:	<b>Vernio 4</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>348°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_122920.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
		<b>29.99</b>			

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx) _ 26° _		Note: _____				

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____	<input type="checkbox"/> alta
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____			

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>		20 m
camion			<input checked="" type="checkbox"/>			20 m
pedoni						
altro _ treno _		<input checked="" type="checkbox"/>				60 m

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

pali recinzione, h=2 m, d=1-2 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 12:29:20**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **980**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

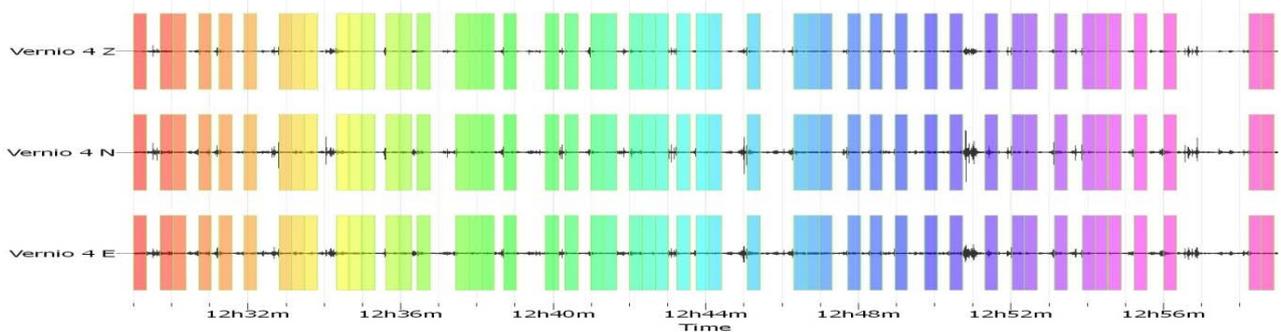
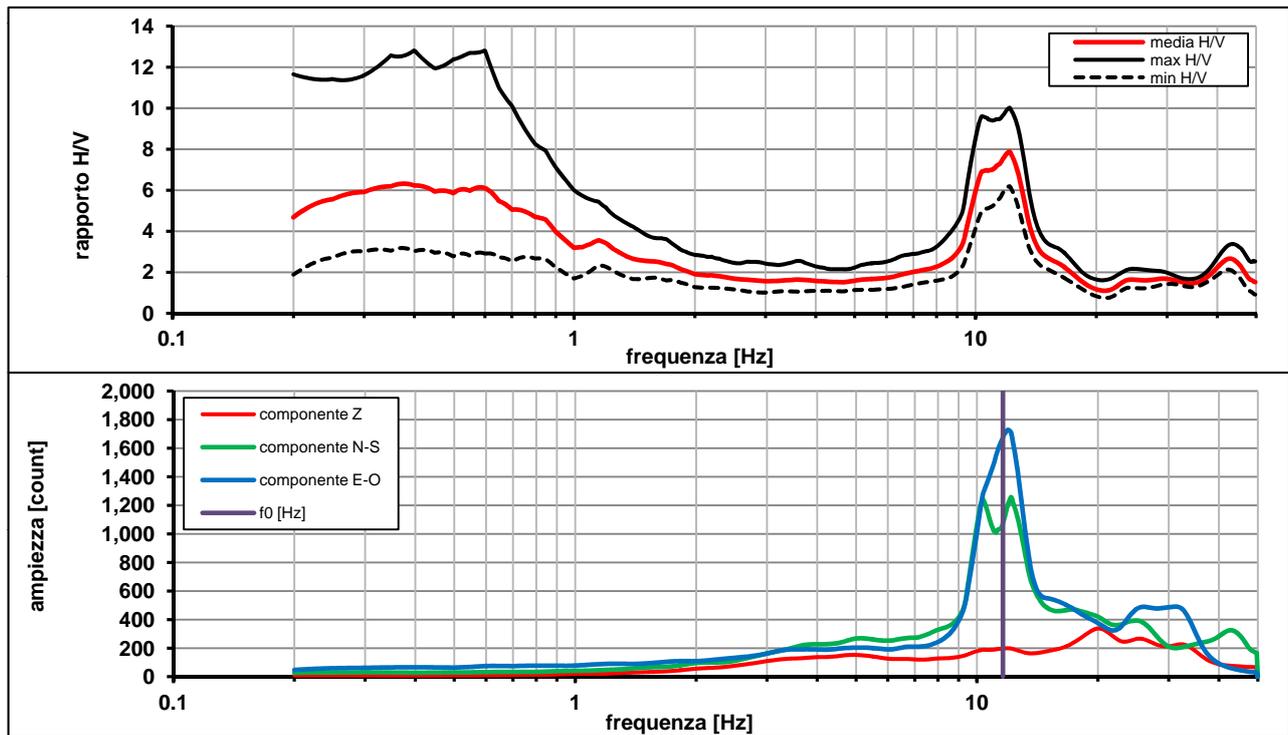
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

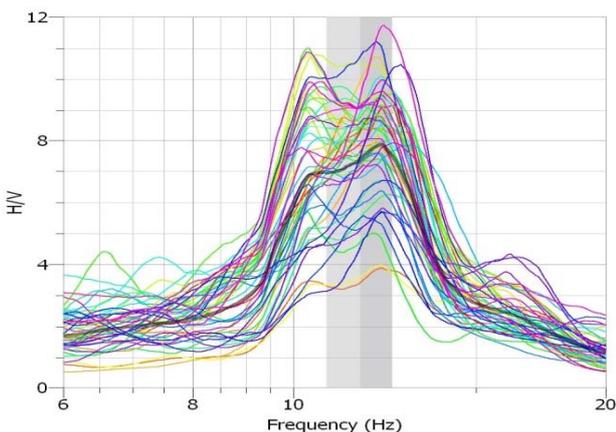
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

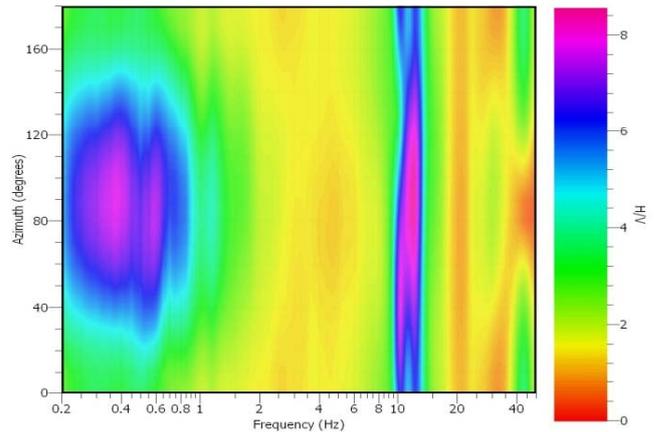
**Massimo HVSR per  $11.6 \pm 0.84$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 49 finestre su 49 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	11.60	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	11373	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.368	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.947	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	7.41	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.966	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.84850	<	0.58025	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.272	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	49
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	11373
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	11.60
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.84$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.58
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	7.41
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.27$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>13:32:31</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,03267N</b>	longitudine:	<b>11,14353E</b>	quota s.l.m.:	<b>415</b>
nome stazione:	<b>Vernio 5</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>195°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_133231.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>29.99</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 27° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice							
		<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			5-7 m
camion						
pedoni						
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, h=8-10 m, d=4-6 m  
edifici, h=6 m, d=4 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 13:32:31**

Lunghezza della registrazione [s] **1799** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **960**

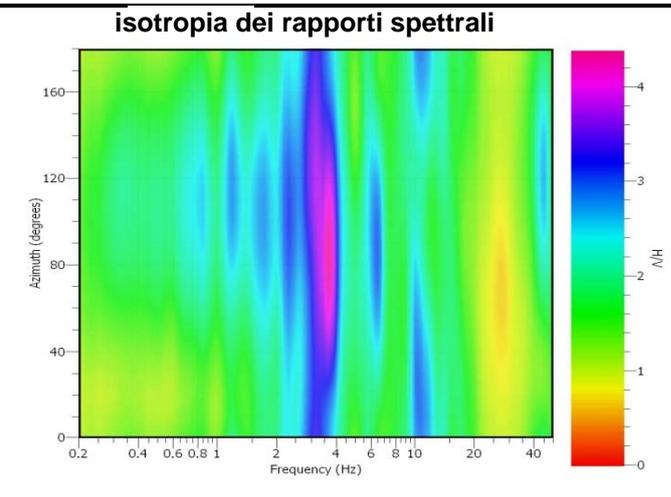
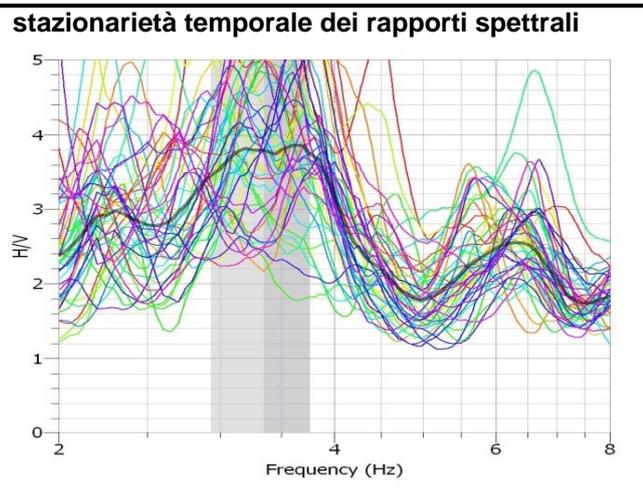
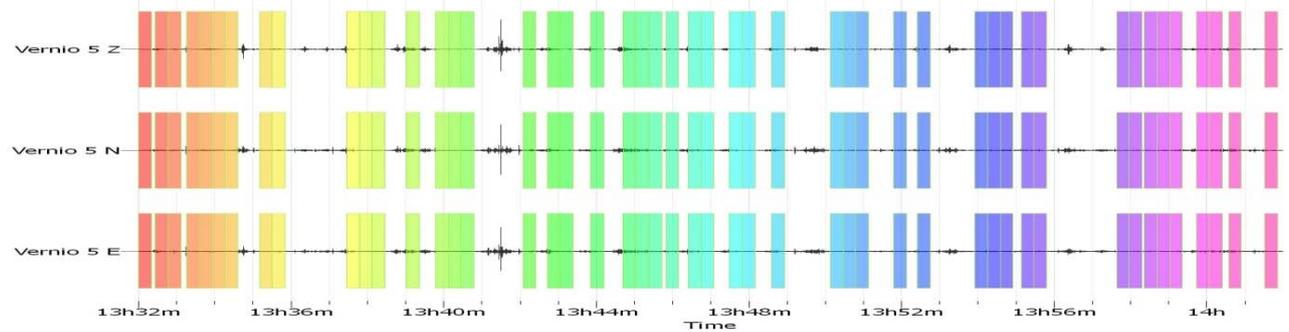
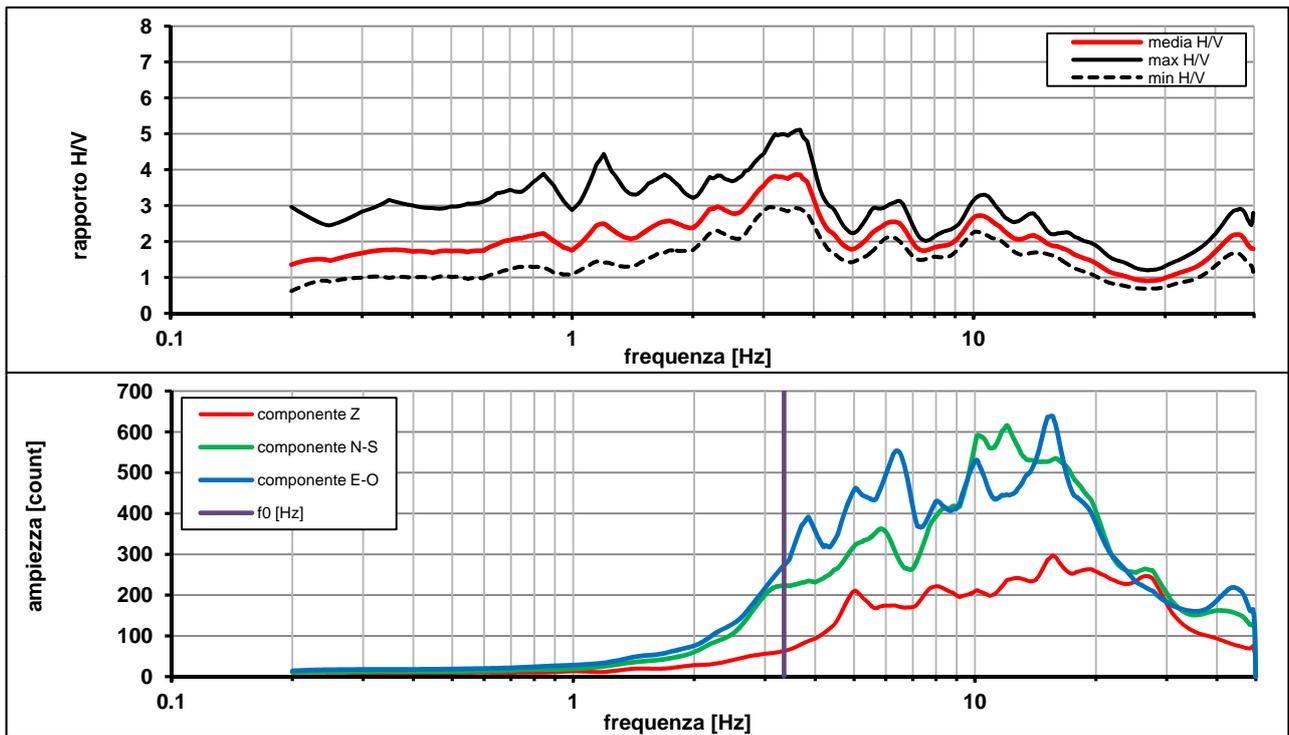
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $3.34 \pm 0.41$**



picco stabile in 48 finestre su 48 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	3.35	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	3215	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.033	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.893	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.79	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.099	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.41462	<	0.16744	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.318	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>48</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>3215</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>3.35</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.41</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.17</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.79</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.31</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	20-30 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**VERNIO - Vernio 6**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>14:14:02</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,03391N</b>	longitudine:	<b>11,13984E</b>	quota s.l.m.:	<b>440</b>
nome stazione:	<b>Vernio 6</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>84°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_141402.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx) _ 25° _		Note: _____				

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input checked="" type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>						
	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			6 m
camion						
pedoni						
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

alberi, h=4 m, d=5 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 14:14:02**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1760**

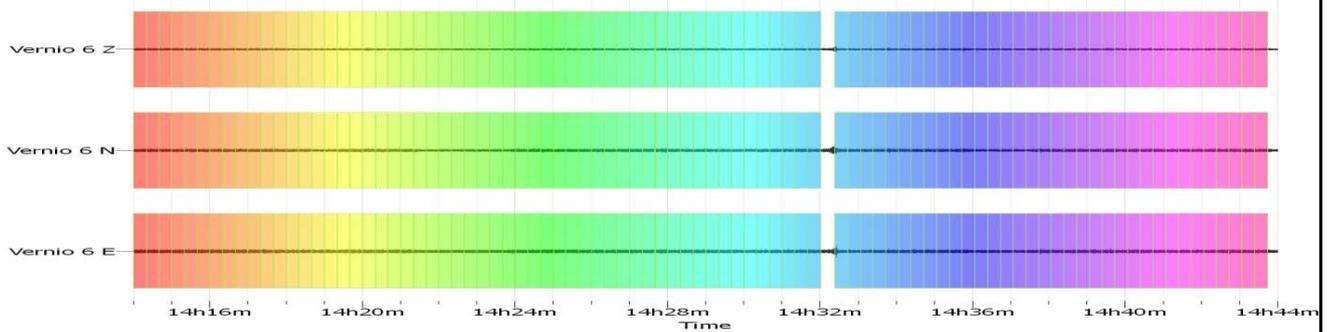
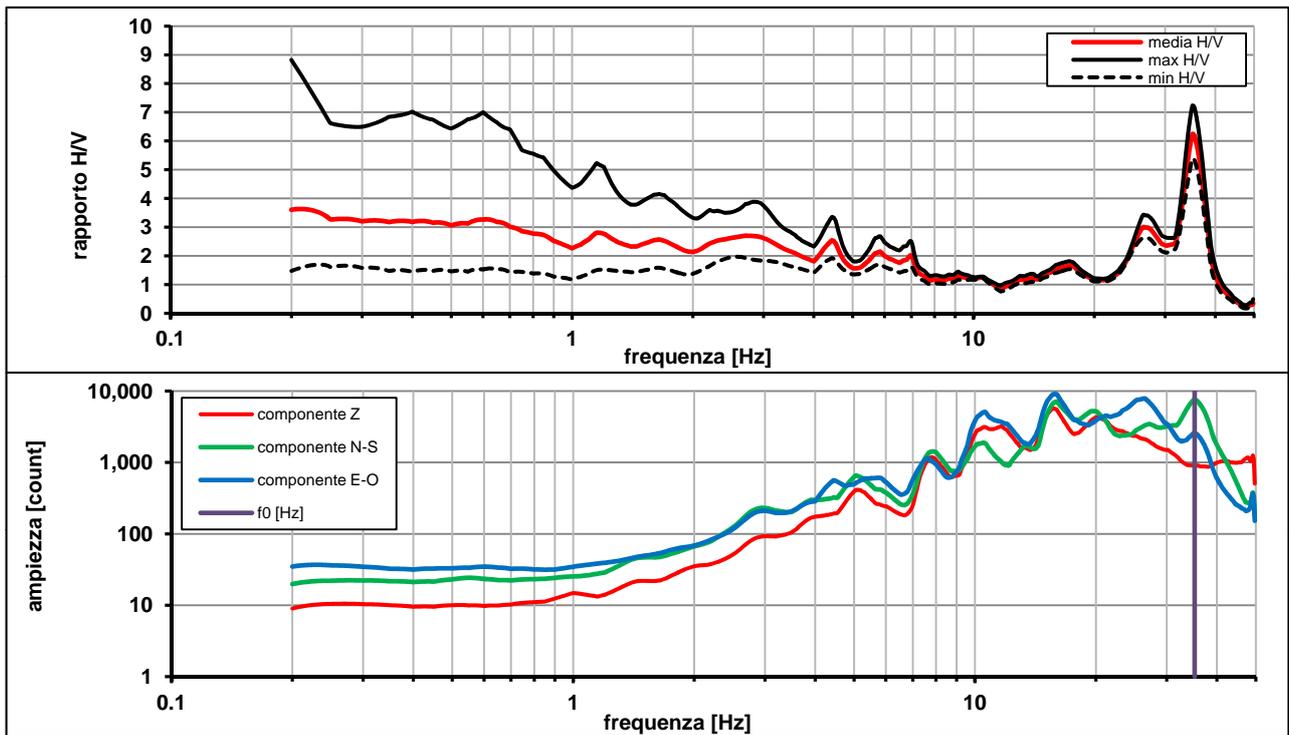
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

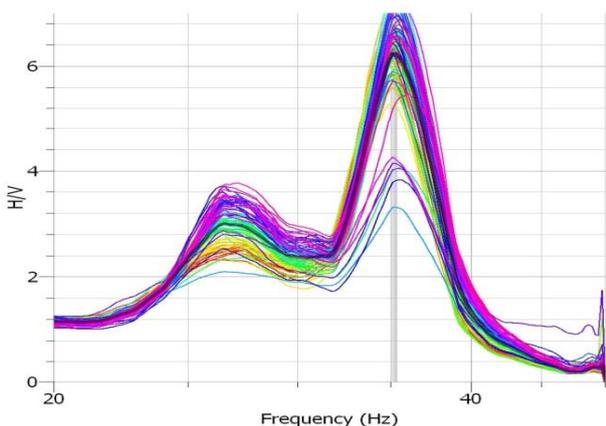
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

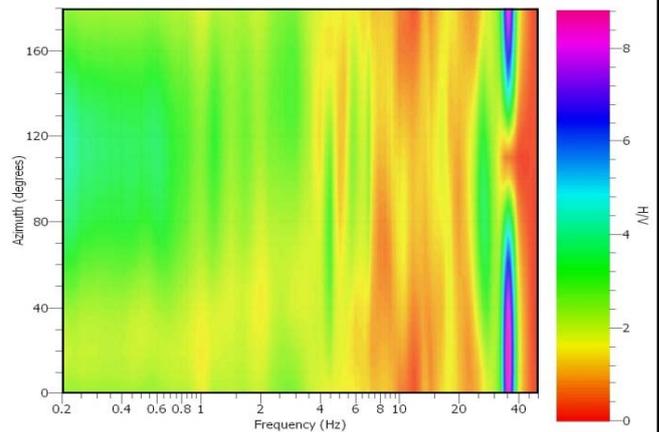
**Massimo HVSR per  $35.22 \pm 0.18$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 88 finestre su 88 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	35.22	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	61989	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	188 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	32.490	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	#DIV/0!	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	6.24	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.994	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.18155	<	1.76104	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.158	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	88
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	61989
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	35.22
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.18$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.76
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	6.24
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.15$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	< 5 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**VERNIO - Vernio 7**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>15:02:44</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,03666N</b>	longitudine:	<b>11,15378E</b>	quota s.l.m.:	<b>260</b>
nome stazione:	<b>Vernio 7</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>335°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_150244.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_____		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____	<input type="checkbox"/> alta
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____			

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

transienti:	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili				<input checked="" type="checkbox"/>	
camion			<input checked="" type="checkbox"/>			40 m
pedoni						
altro _ automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				7 m

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edificio, h=7 m, d=3 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 15:02:44**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1060**

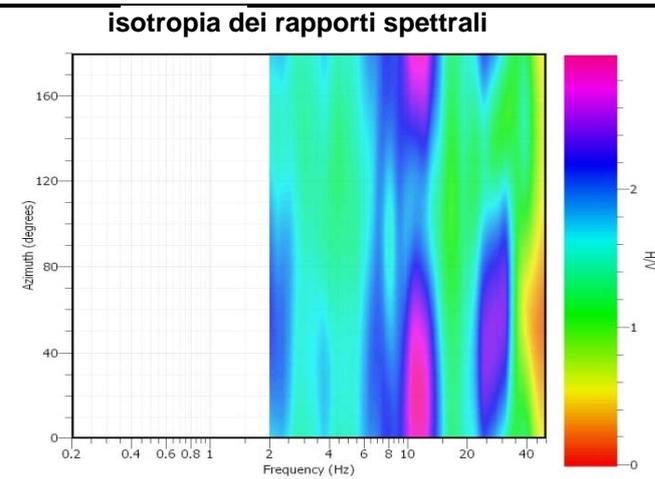
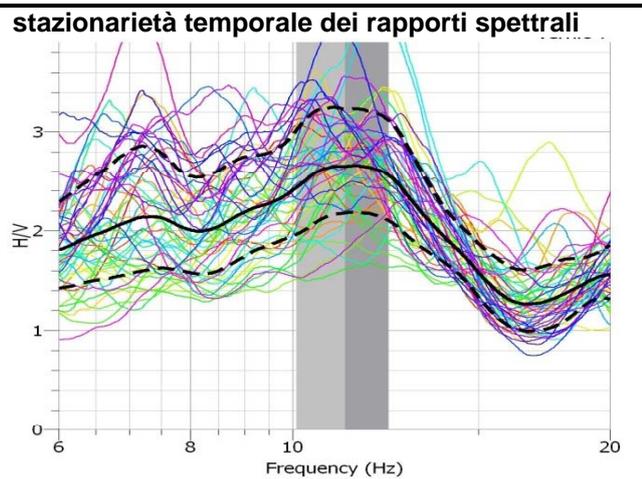
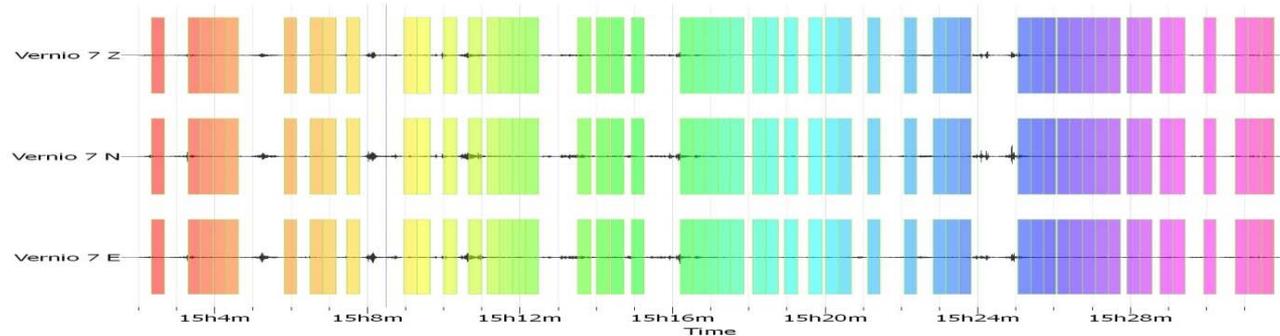
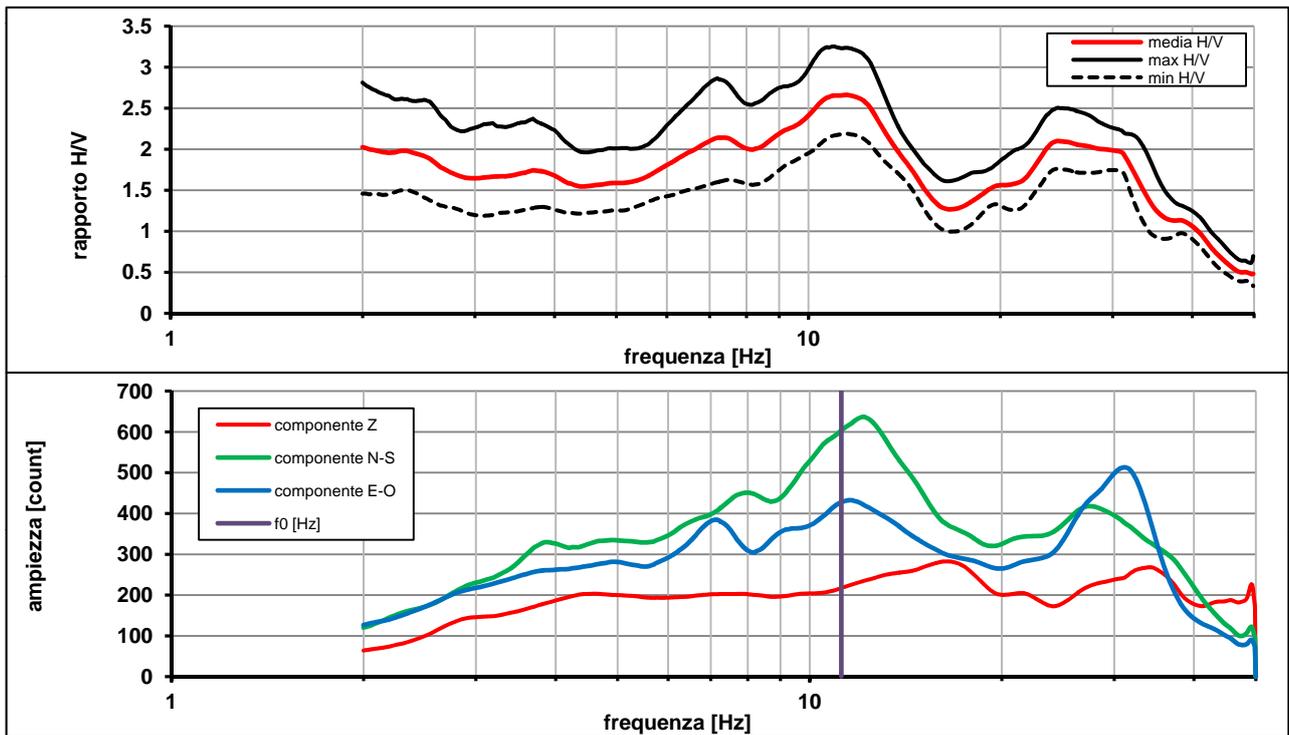
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per 11.2 ± 1.13**



picco stabile in 53 finestre su 53 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	11.21	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	11882	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	431 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	50.610	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.65	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.025	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.13005	<	0.56046	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.216	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>53</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>11882</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>11.21</b>
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 1.13</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.56</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.65</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.21</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 15:02:44**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **960**

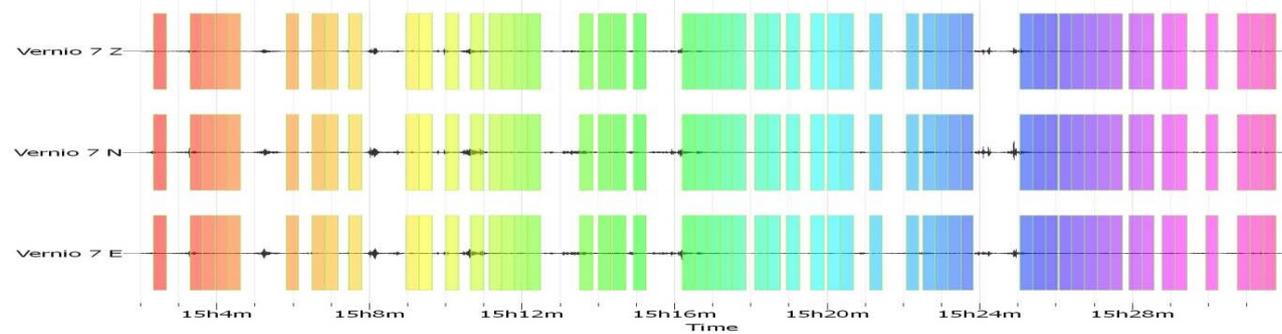
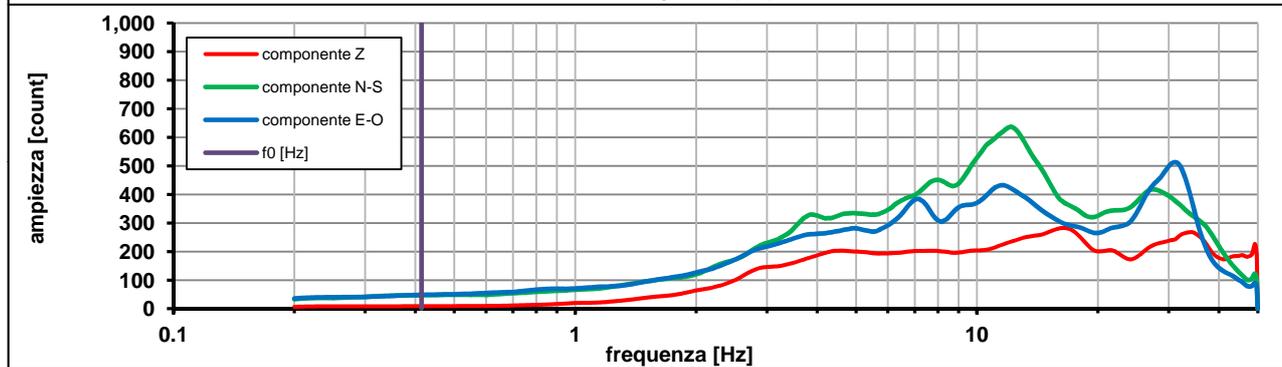
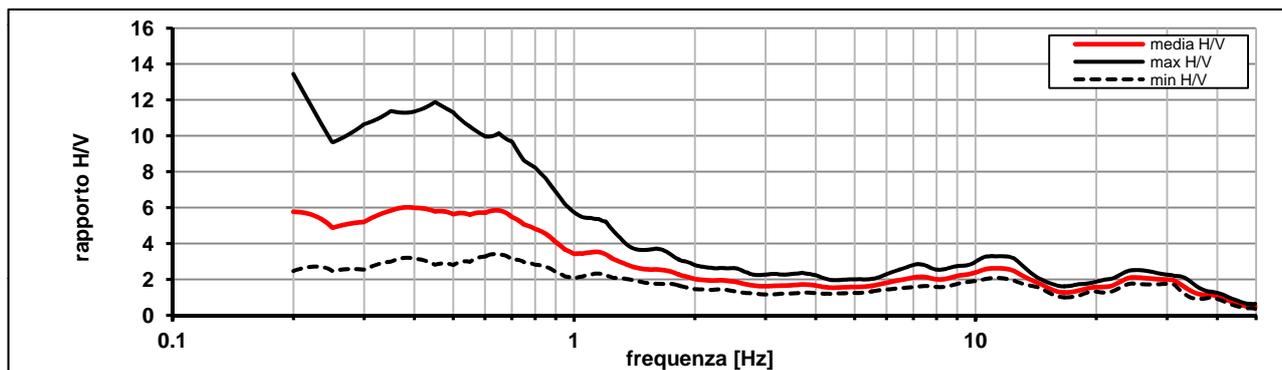
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

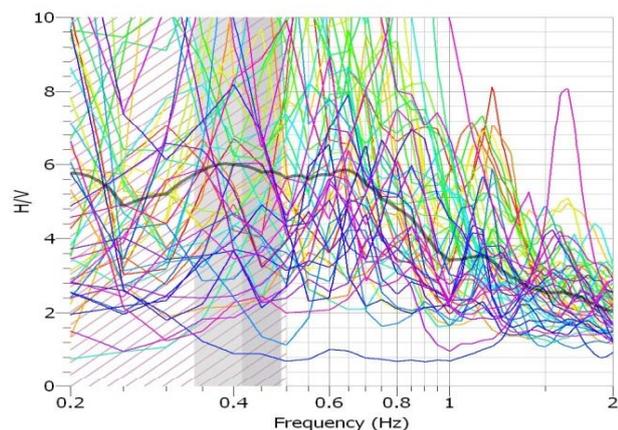
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

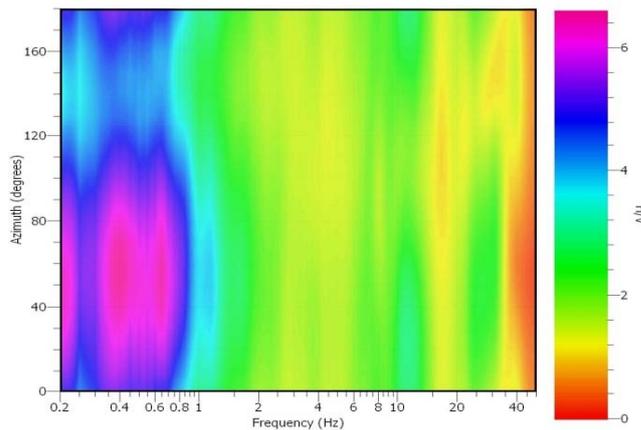
**Massimo HVSR per  $0.41 \pm 0.07$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 48 finestre su 54 [88.8% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**VERNIO - Vernio 8**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>15:51:01</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04195N</b>	longitudine:	<b>11,14956E</b>	quota s.l.m.:	<b>270</b>
nome stazione:	<b>Vernio 8</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>30°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_155101.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 24° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				5 m
camion		<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

recinzione con pali, h=5 m, d=2 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 15:51:01**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1300**

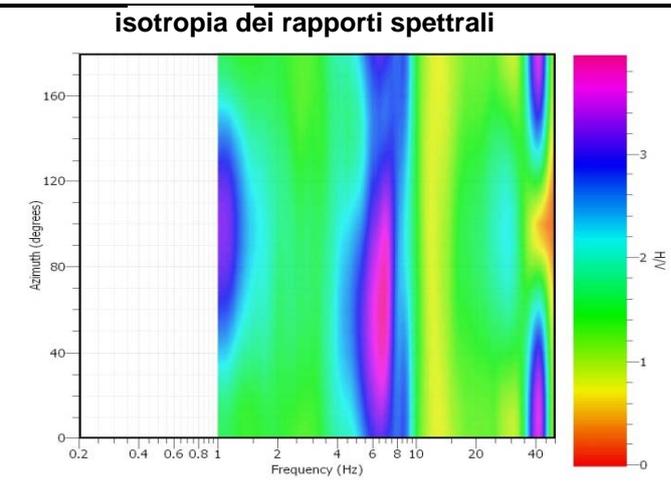
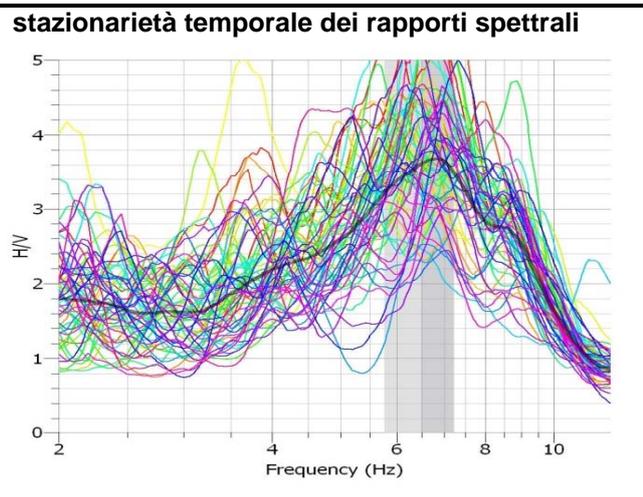
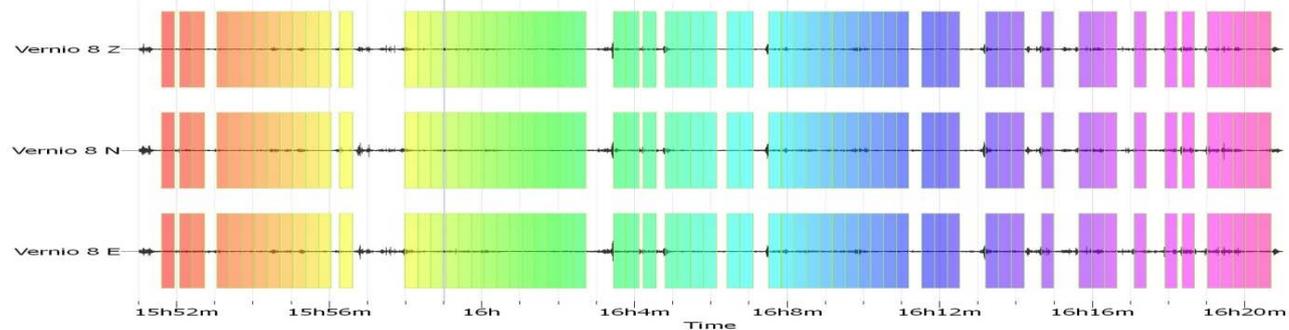
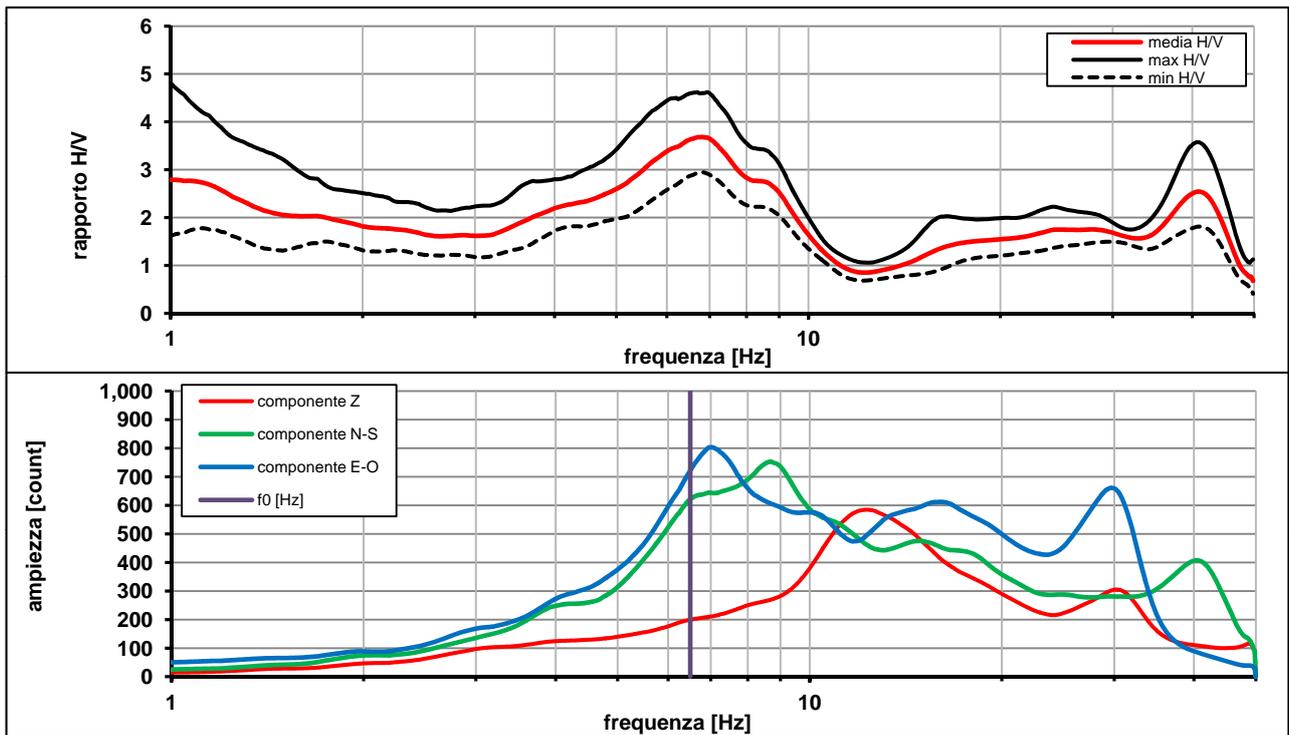
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $6.49 \pm 0.73$**



picco stabile in 65 finestre su 65 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	6.50	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	8448	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	354 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.420	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.806	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.62	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.846	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.73734	<	0.32493	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.249	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>65</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>8448</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>6.50</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.73</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.32</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.62</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.24</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	10-20 m [decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 15:51:01**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1340**

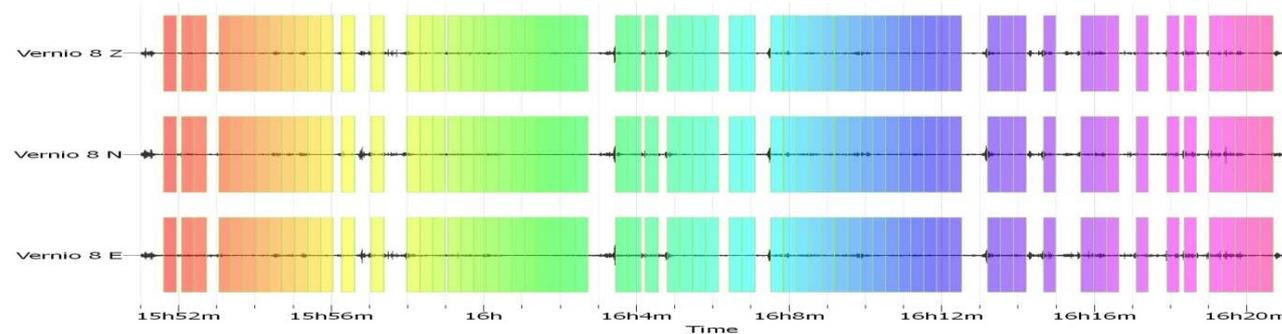
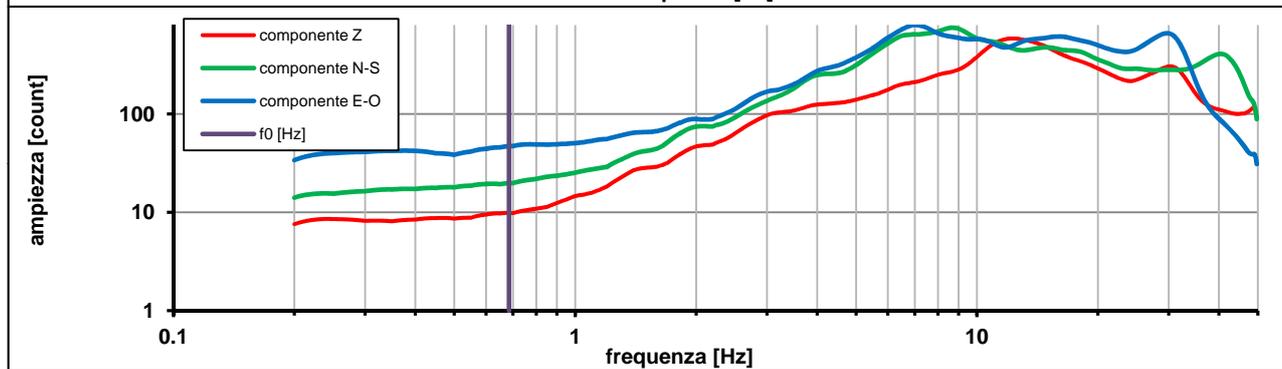
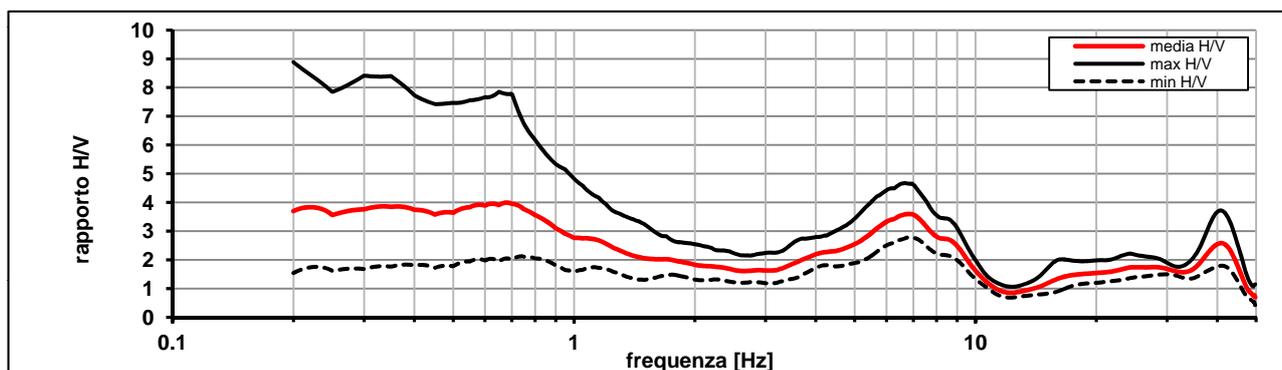
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

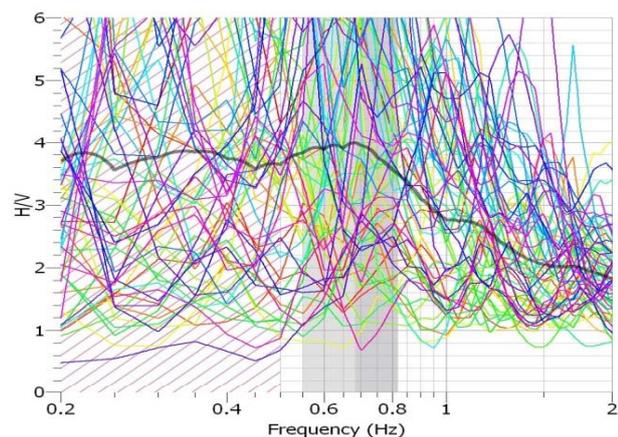
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

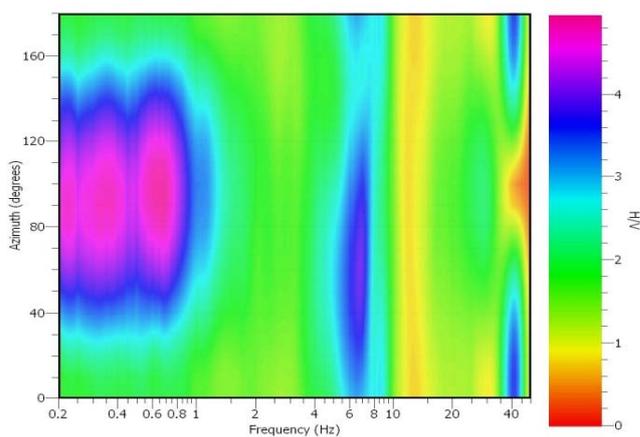
**Massimo HVSR per  $0.68 \pm 0.13$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 67 finestre su 67 [100% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**VERNIO - Vernio 9**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>16:55:26</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04433N</b>	longitudine:	<b>11,15060E</b>	quota s.l.m.:	<b>254</b>
nome stazione:	<b>Vernio 9</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>320°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_165526.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>29.99</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 23° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input checked="" type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				3-4 m
camion							
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  sì, tipologia\_ industrie varie nei pressi \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edifici, h=7 m, d=1,5 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 16:55:26**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1240**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

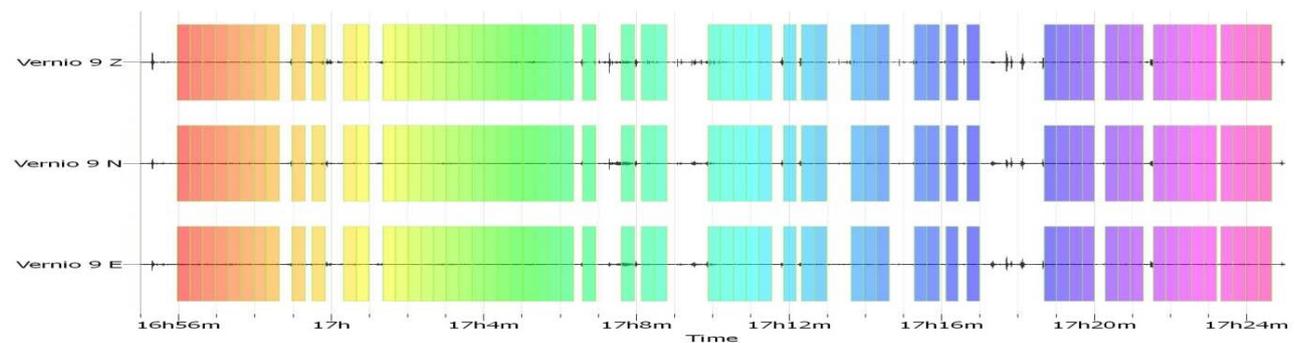
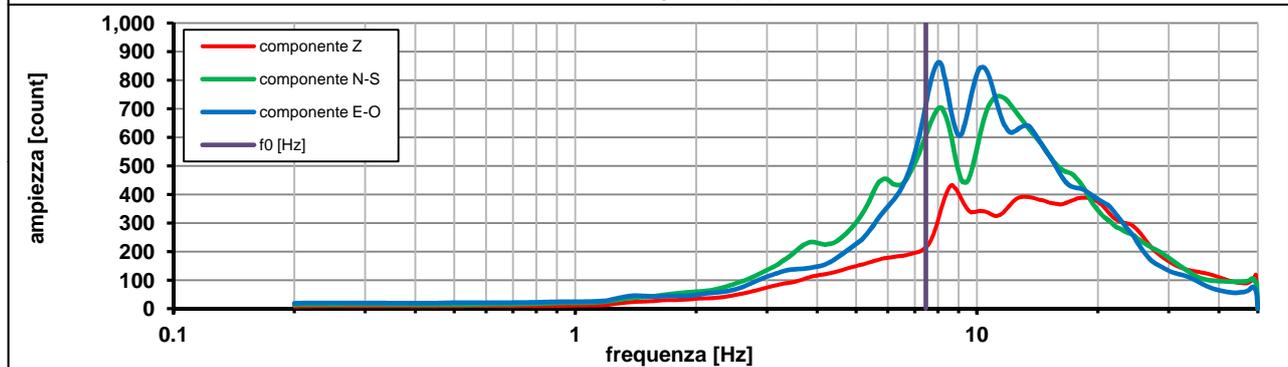
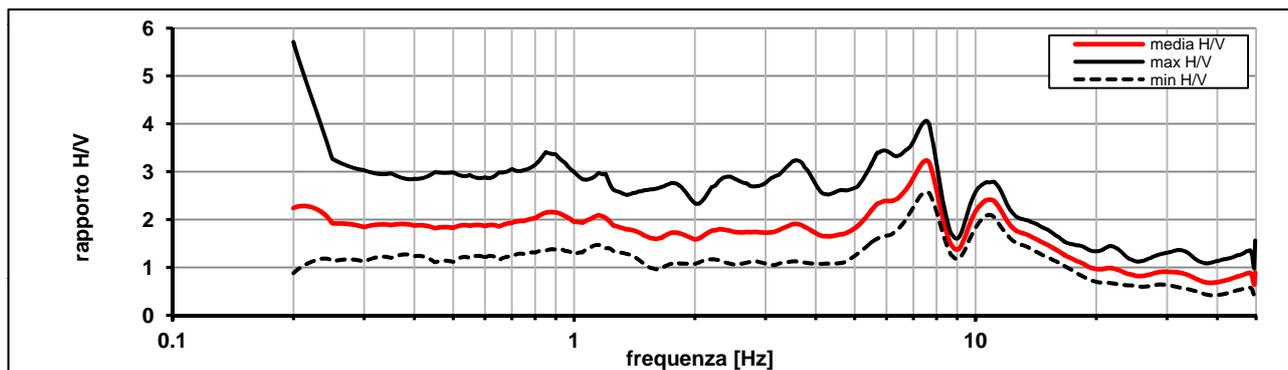
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

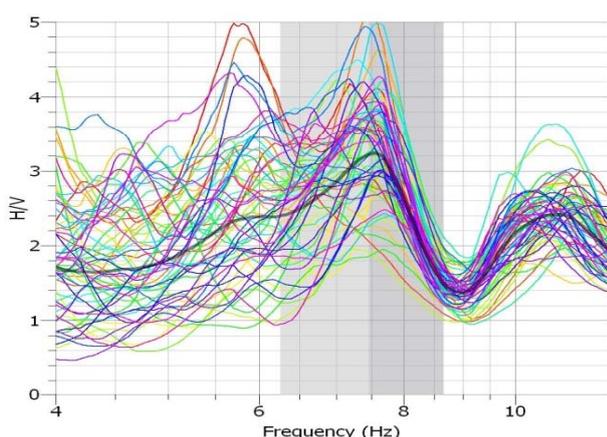
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

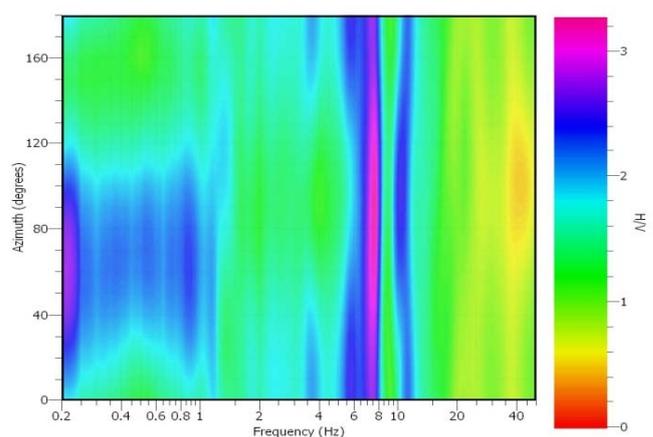
**Massimo HVSR per  $7.46 \pm 1.2$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 62 finestre su 62 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	7.46	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	9251	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.049	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	22.600	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.22	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.973	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.20029	<	0.37303	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.256	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>62</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>9251</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>7.46</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 1.2</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.37</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.22</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.25</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	no
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	10-20 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**VERNIO - Vernio 9bis**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>09/06/2013</b>	ora:	<b>12:42:55</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04421N</b>	longitudine:	<b>11,15079E</b>	quota s.l.m.:	<b>254</b>
nome stazione:	<b>Vernio 9bis</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>130°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130609_124255.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 22° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input checked="" type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				2-3 m
camion							
pedoni							
altro _ Treno _			<input checked="" type="checkbox"/>				50-60 m

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edifici, h=7 m, d=1,5 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**  
Ripetizione della misura Vernio 9 per presenza di disturbi di natura industriale (segheria nei pressi).

Pioggia di media intensità poco dopo l'inizio registrazione e fino a circa metà del tempo registrazione stesso.

Inizio registrazione [data ora]: **09/06/2013 12:42:55**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1320**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

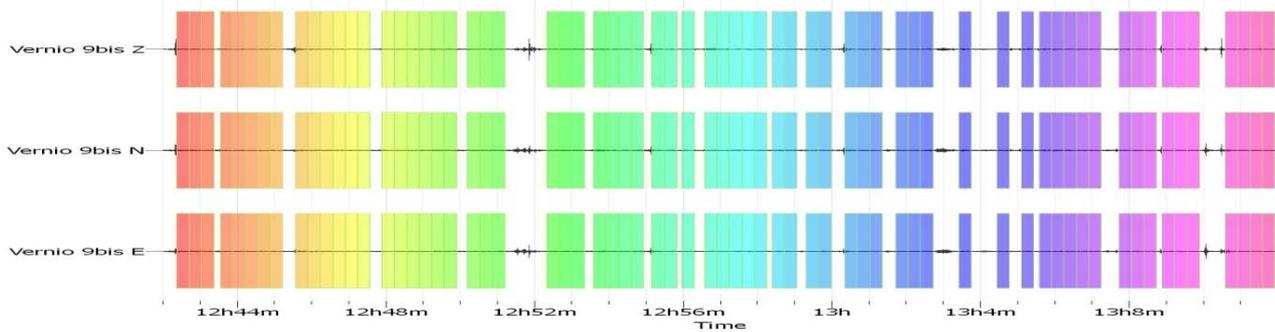
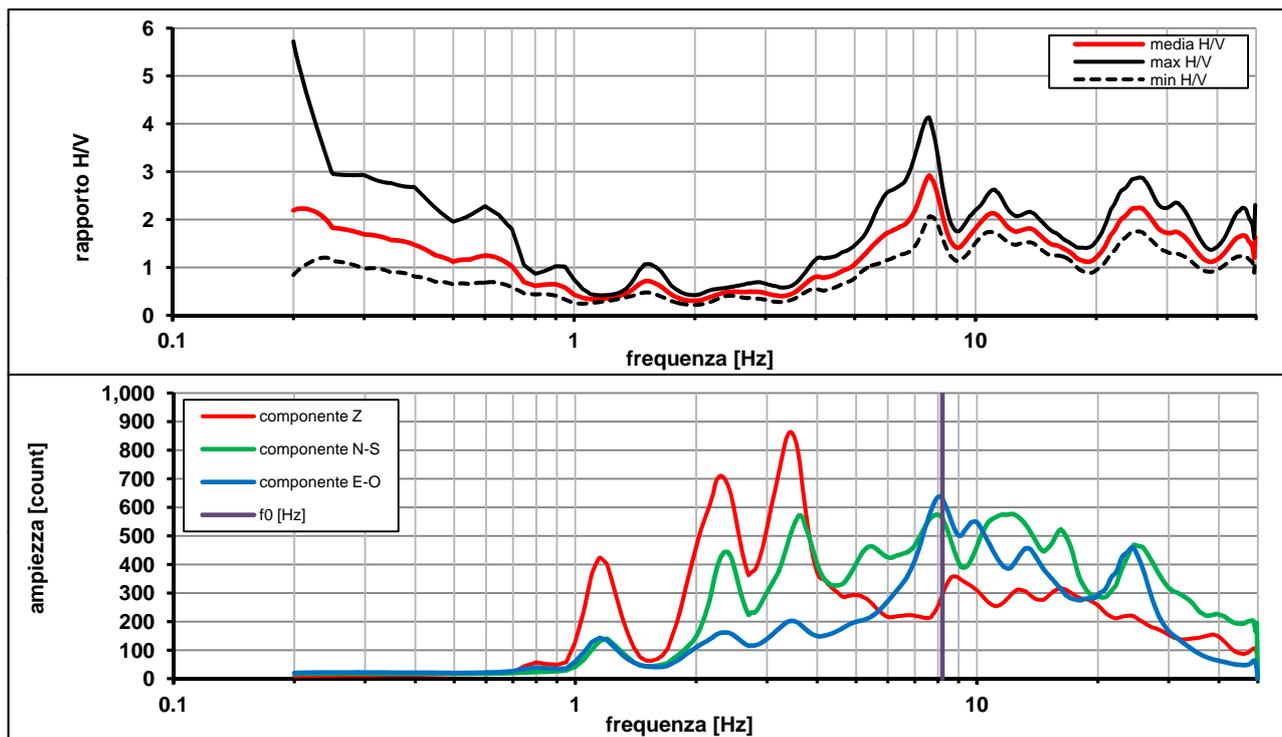
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

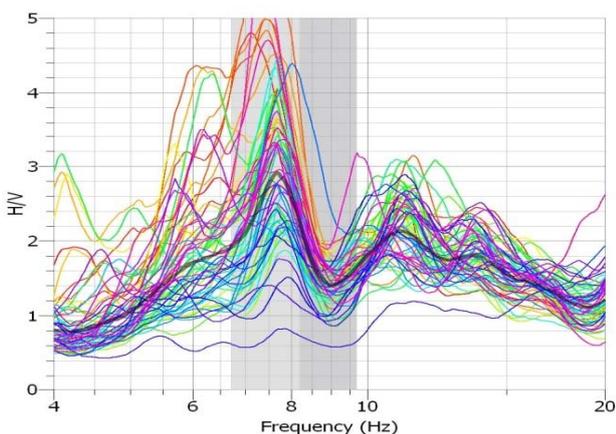
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

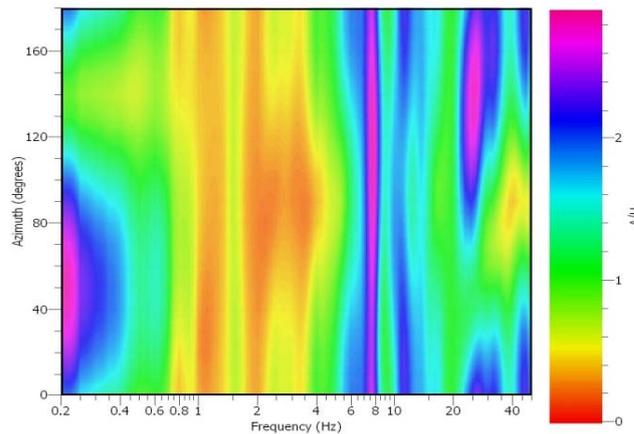
**Massimo HVSR per  $8.2 \pm 1.49$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 66 finestre su 66 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	8.20	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	10827	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.073	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	2.22	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.976	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.49518	<	0.41012	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.414	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	66
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	10827
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	8.20
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 1.49$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.41
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	2.22
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.41$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>17:46:30</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04478N</b>	longitudine:	<b>11,14793E</b>	quota s.l.m.:	<b>272</b>
nome stazione:	<b>Vernio 10</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>350°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_174630.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 22° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input checked="" type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto		<input type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			30 m
camion							
pedoni							
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 17:46:30**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **960**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

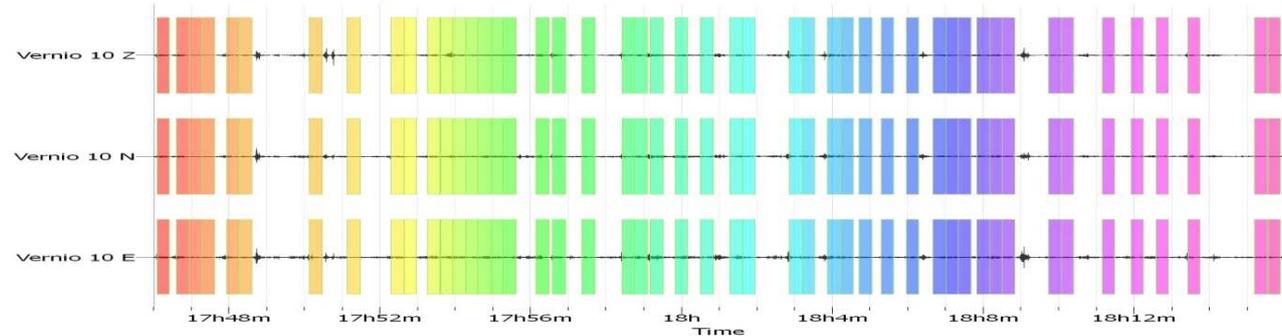
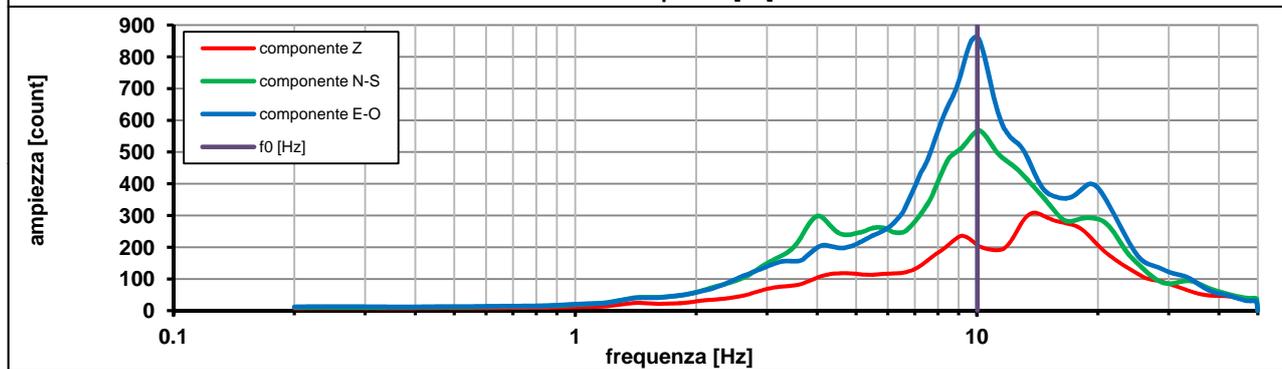
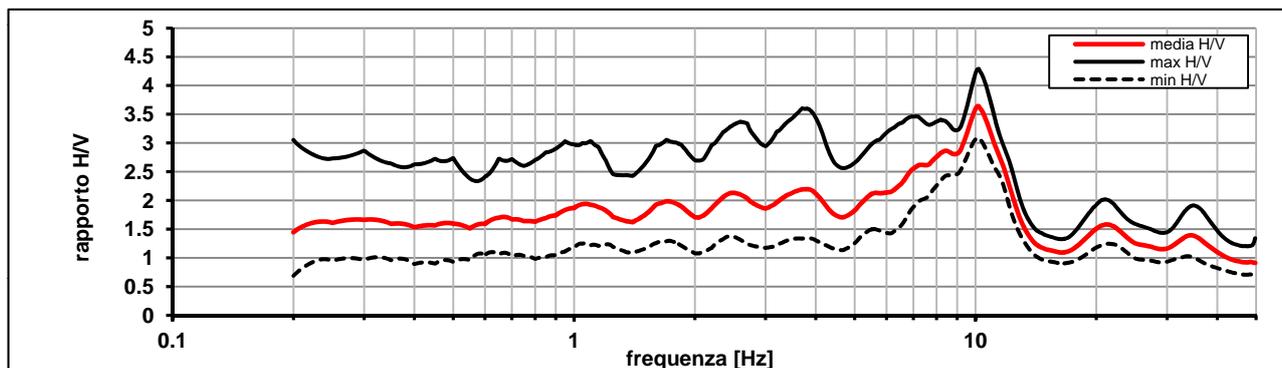
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

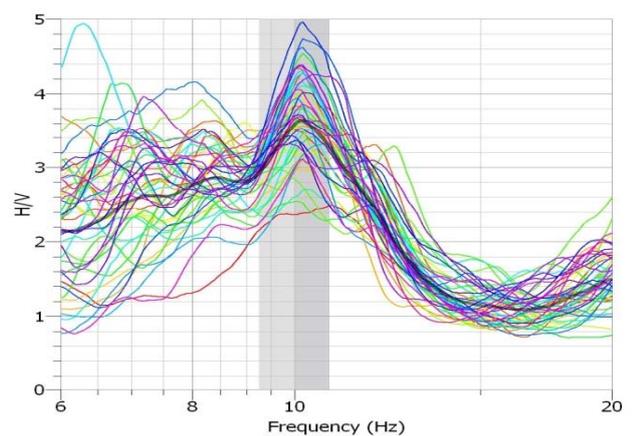
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

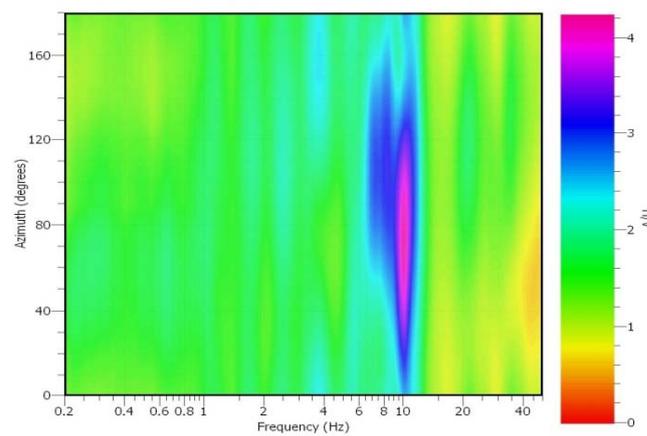
**Massimo HVSR per  $10.02 \pm 0.77$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 48 finestre su 48 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	10.02	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	9620	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.934	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.767	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.61	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.016	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.77278	<	0.50104	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.179	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>48</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>9620</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>10.02</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.77</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.50</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.61</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.17</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelli e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**VERNIO - Vernio 11**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>10/05/2013</b>	ora:	<b>18:33:02</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04642N</b>	longitudine:	<b>11,15523E</b>	quota s.l.m.:	<b>289</b>
nome stazione:	<b>Vernio 11</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>175°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130510_183302.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx) _ 19° _		Note: _____				

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____	<input type="checkbox"/> alta
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____			

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				10-30 m
camion						
pedoni						
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...



**note:**  
Appena iniziata la prova comincia a piovare con intensità sostenuta - strumento coperto con ombrello; smette dopo 7-8 minuti e poi ricomincia e smette più volte durante la misura

Inizio registrazione [data ora]: **10/05/2013 18:33:02**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1060**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

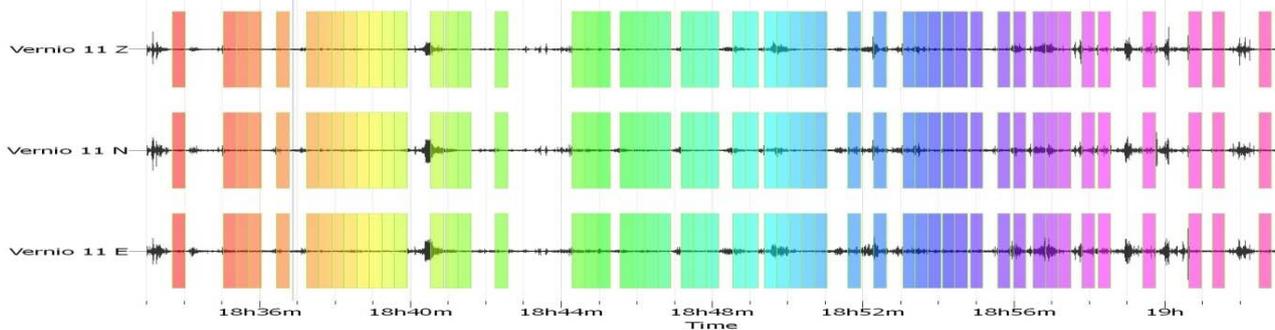
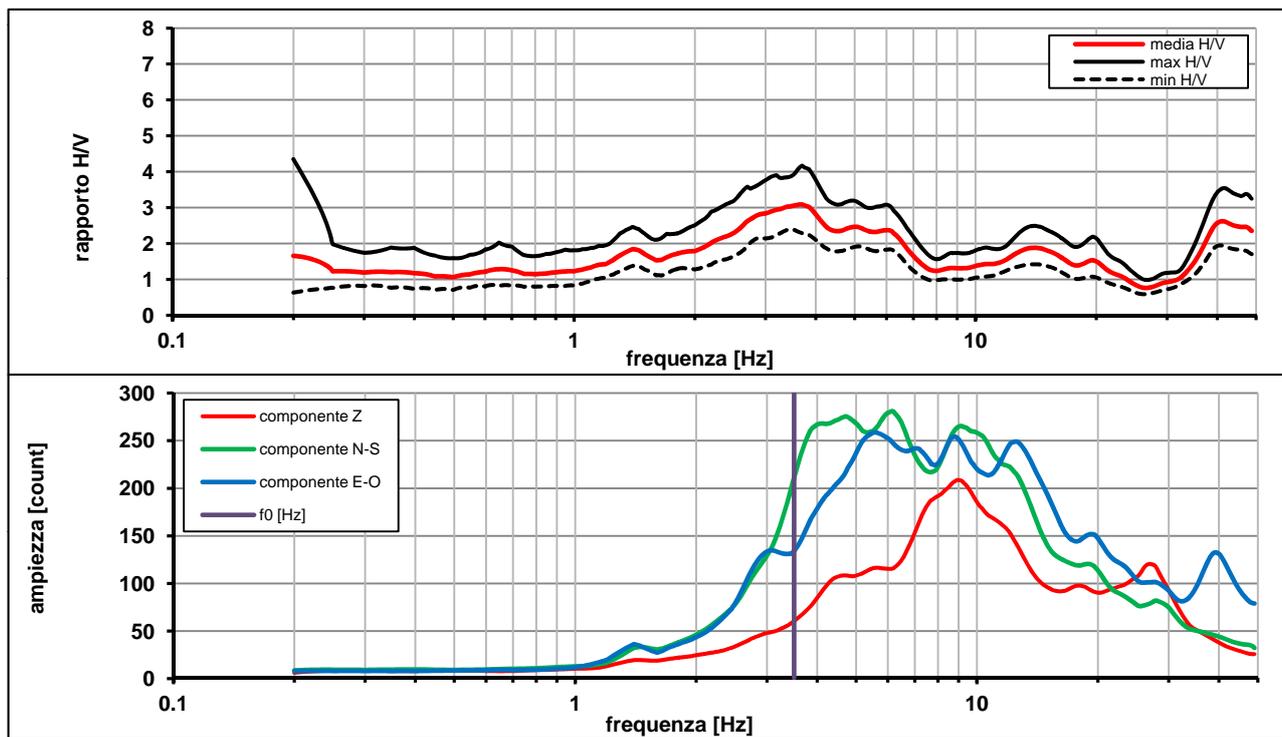
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

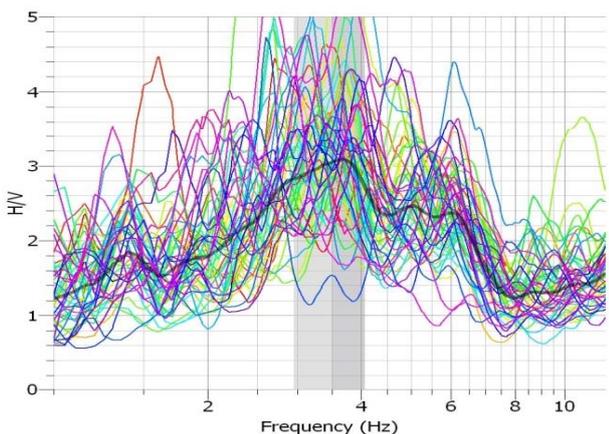
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

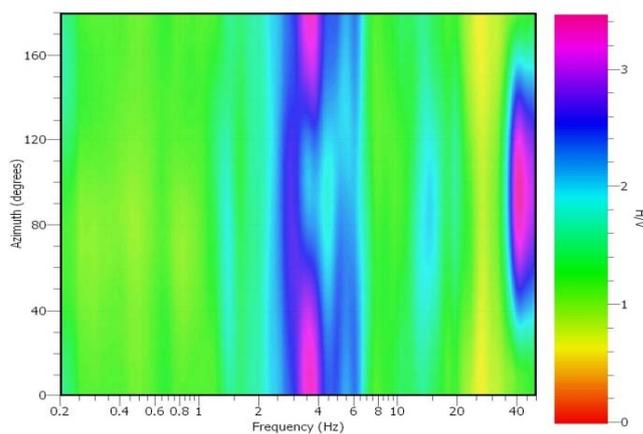
**Massimo HVSR per  $3.5 \pm 0.55$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 53 finestre su 53 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	3.51	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	3717	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.245	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.210	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.05	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.943	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.55415	<	0.17533	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.346	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>53</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>3717</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>3.51</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.55</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.18</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.05</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.34</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	20-30 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**VERNIO - Vernio 11bis**

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>09/06/2013</b>	ora:	<b>11:59:15</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04651N</b>	longitudine:	<b>11,15516E</b>	quota s.l.m.:	<b>285</b>
nome stazione:	<b>Vernio 11bis</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>115°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130609_115915.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 19° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input checked="" type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto		<input type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  sì, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				10-30 m
camion							
pedoni							
altro _ treno _							50 m

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  sì, tipologia\_ tagliaerba a motore \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

alberi (pini), h=7-8 m, d=2 m



**note:**  
Ripetizione della misura Vernio 11. Leggermente spostato rispetto Vernio 11 perché subito fuori dal cancello della scuola (chiuso).  
Dislivello rispetto Vernio 11 corca -3,5 m.

Inizio registrazione [data ora]: **09/06/2013 11:59:15**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1020**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

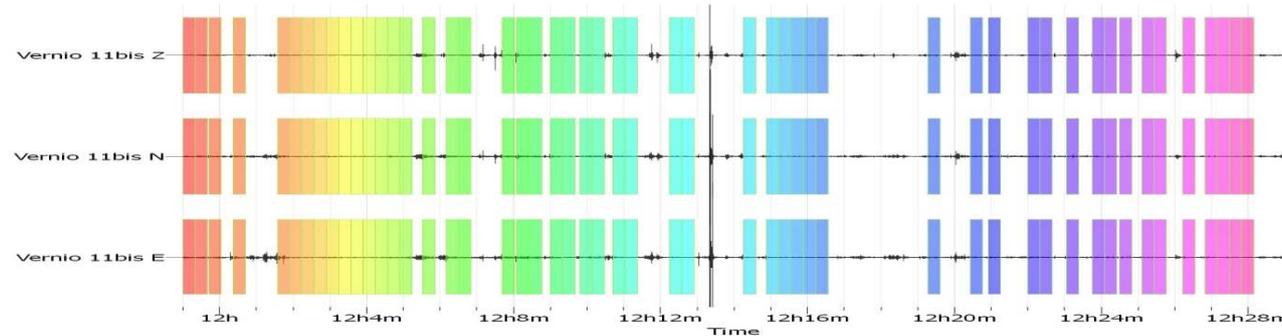
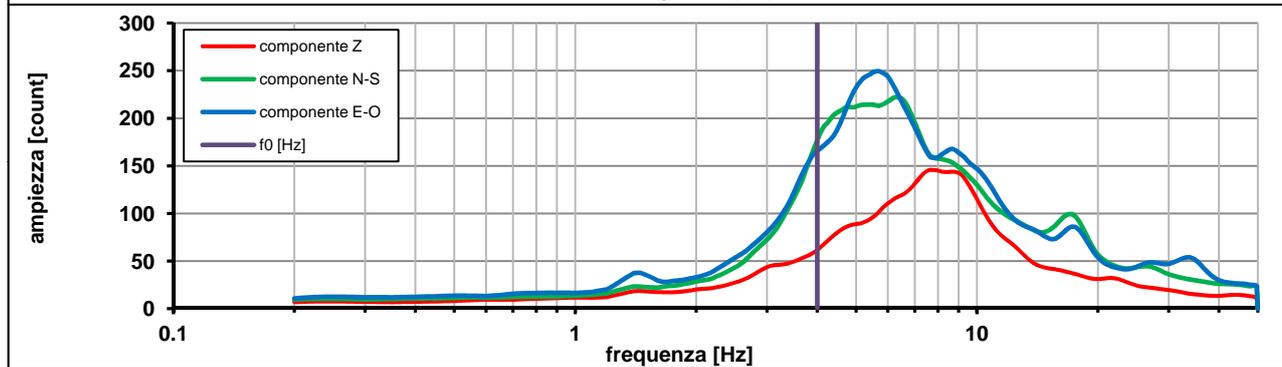
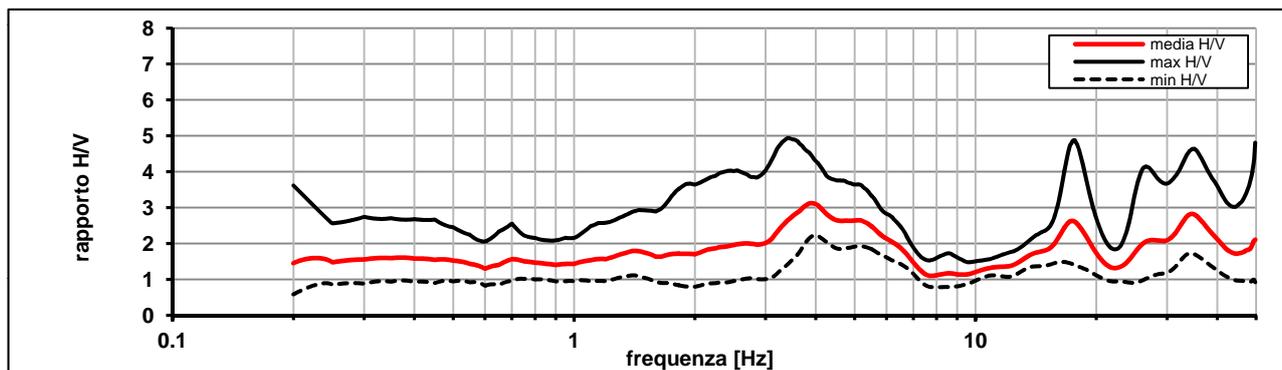
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

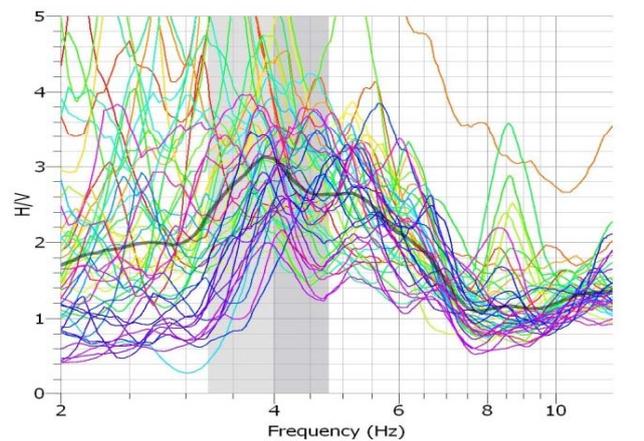
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

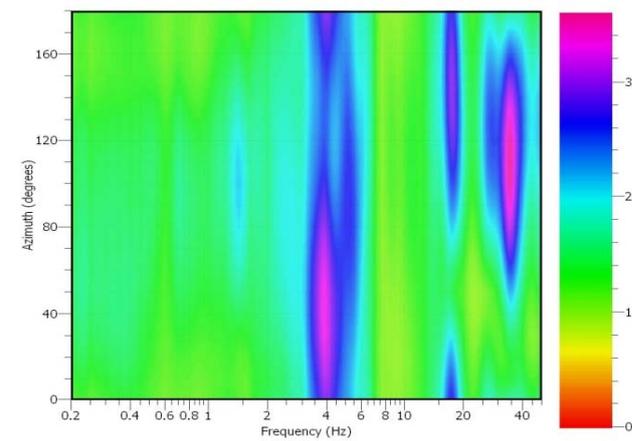
**Massimo HVSR per  $4 \pm 0.77$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 51 finestre su 51 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	4.00	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	4083	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 60	su	191 punti	no
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.110	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.951	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.10	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.149	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.77568	<	0.20014	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.431	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>51</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>4083</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>4.00</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.77</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.20</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.10</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.43</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	20-30 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

copertura: **detrito/colluvium** bedrock: **detrito/colluvium**

**VERNIO - Vernio 11bis**

Inizio registrazione [data ora]: **09/06/2013 11:59:15**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1020**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

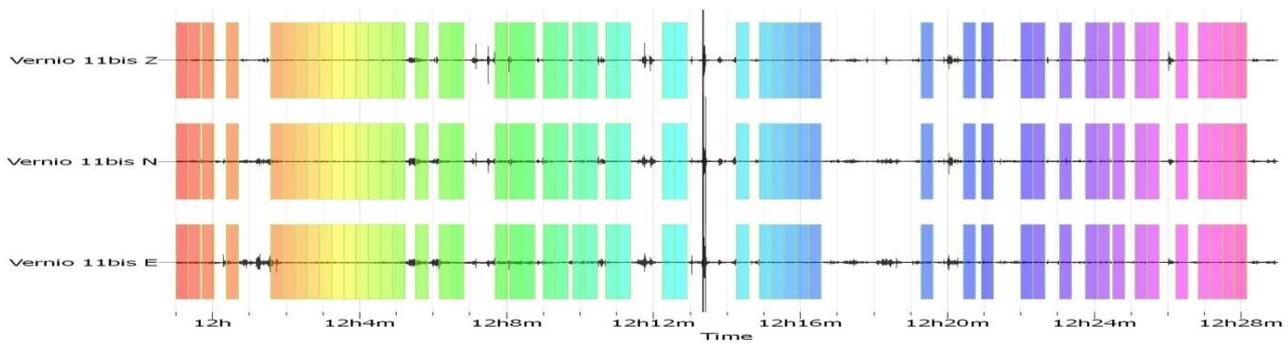
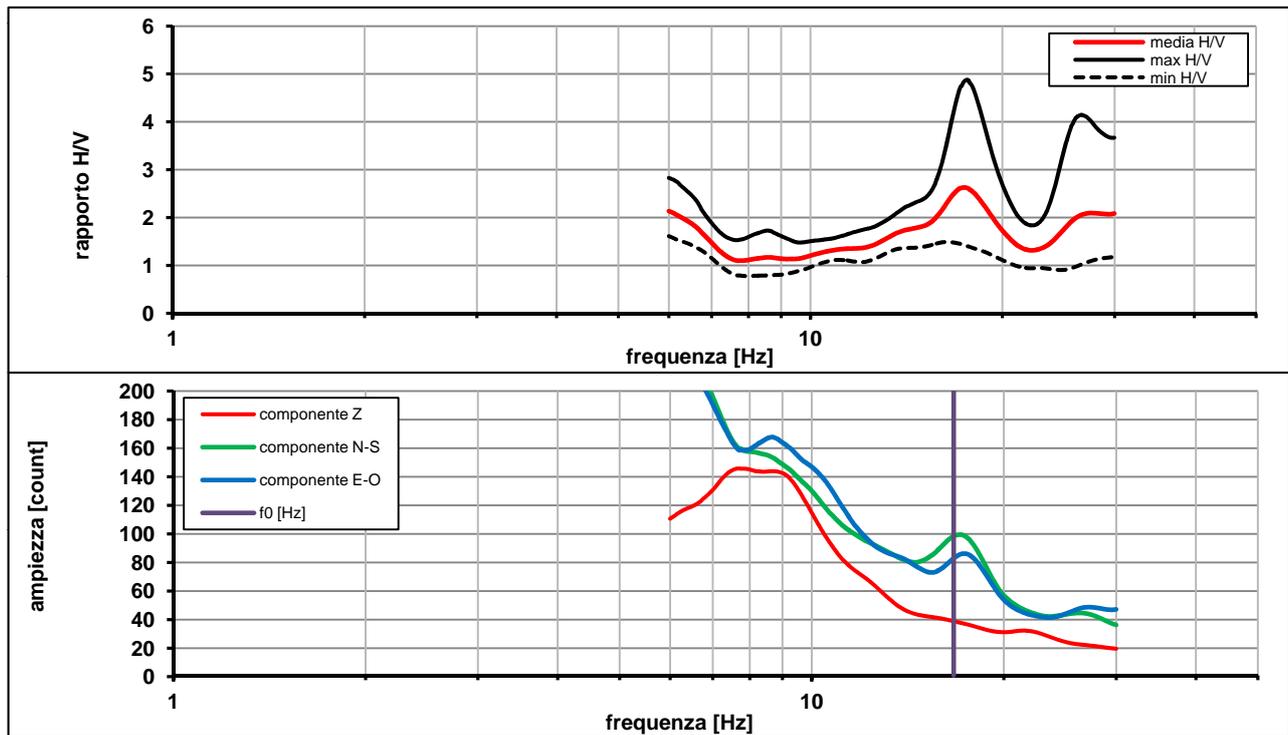
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

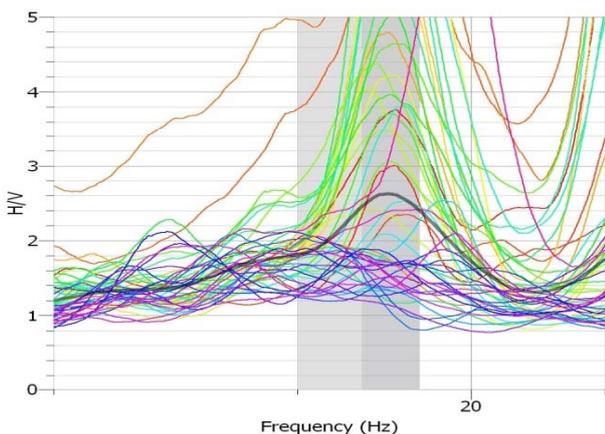
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

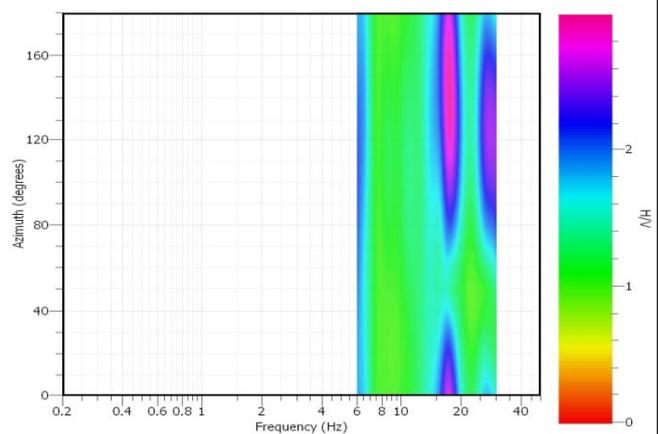
### Massimo HVSR per $16.68 \pm 1.67$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 51 finestre su 51 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	16.69	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	17024	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 34	su	761 punti	no
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.161	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	2.46	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.640	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.67700	<	0.83449	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.840	<	1.58	no

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>51</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>17024</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>16.69</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 1.67</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.83</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.46</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.83</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>11/05/2013</b>	ora:	<b>09:46:44</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04603N</b>	longitudine:	<b>11,15315E</b>	quota s.l.m.:	<b>256</b>
nome stazione:	<b>Vernio 12</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>17°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130511_094644.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 17° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				8-10 m
camion							
pedoni							
altro _ treni _			<input checked="" type="checkbox"/>				30 m

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 09:46:44**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1320**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

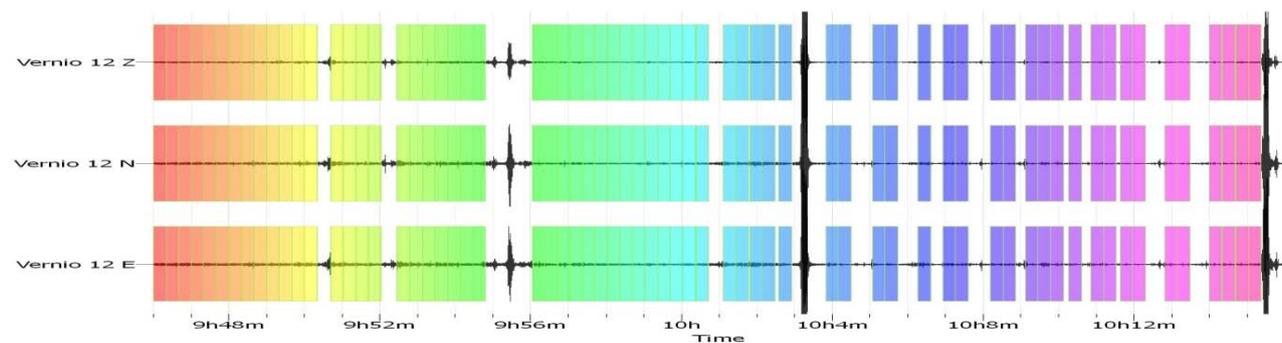
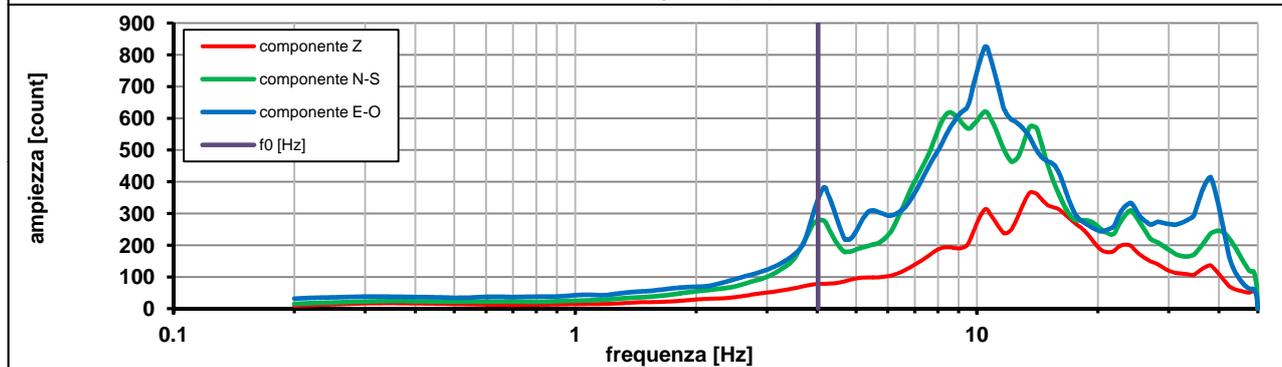
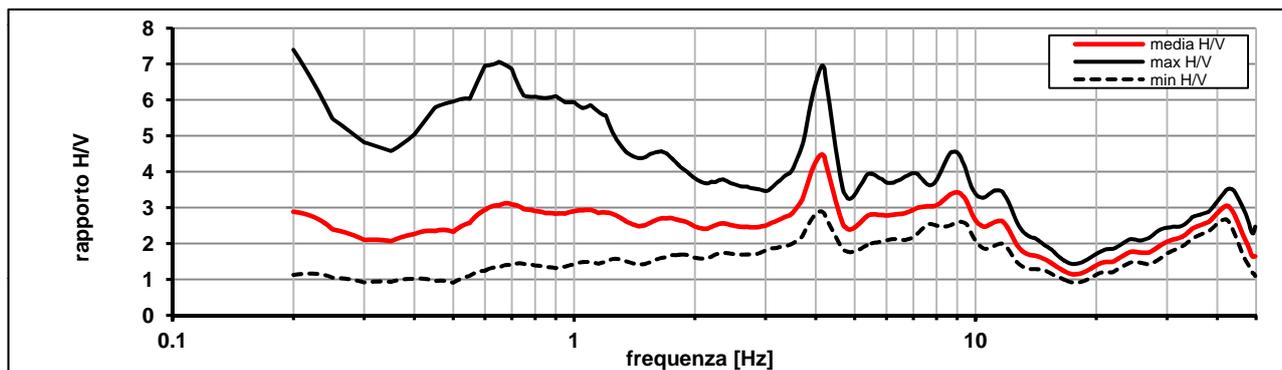
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

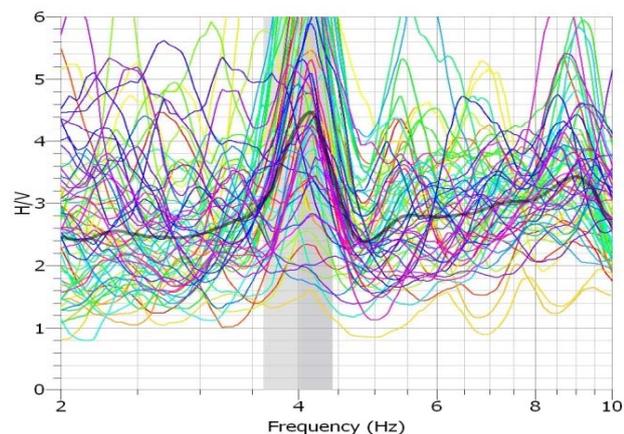
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

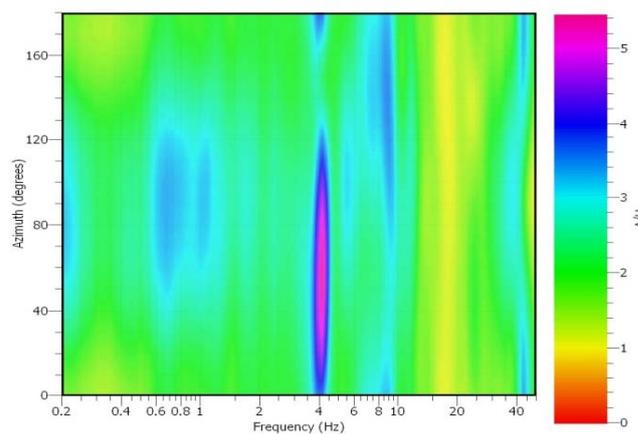
**Massimo HVSR per  $4.02 \pm 0.4$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 66 finestre su 66 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	4.02	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	5308	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.419	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.32	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.950	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.40519	<	0.20105	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.550	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>66</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>5308</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>4.02</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.4</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.20</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>4.32</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.54</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	20-30 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

copertura: **riporto/smarino** bedrock: **alluvioni**

**VERNIO - Vernio 12**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 09:46:44**

Lunghezza della registrazione [s] **1800** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1320**

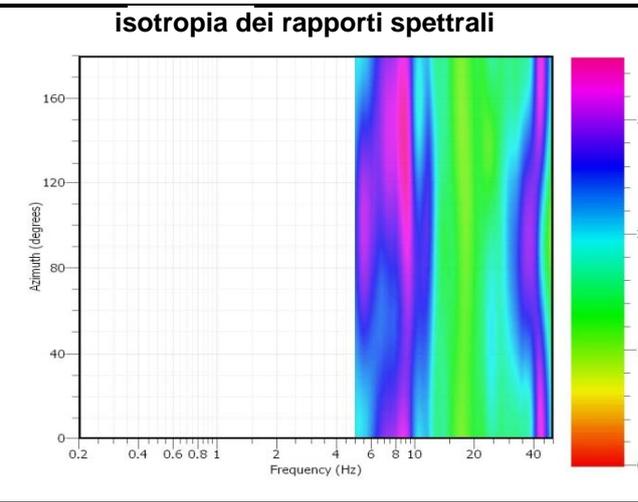
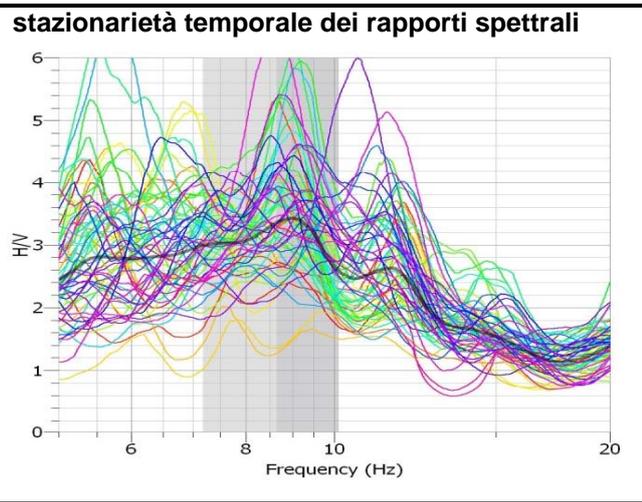
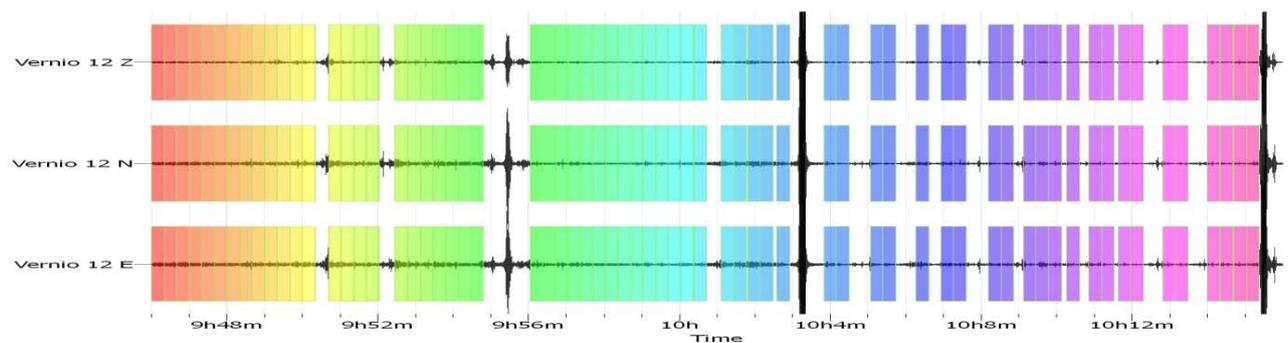
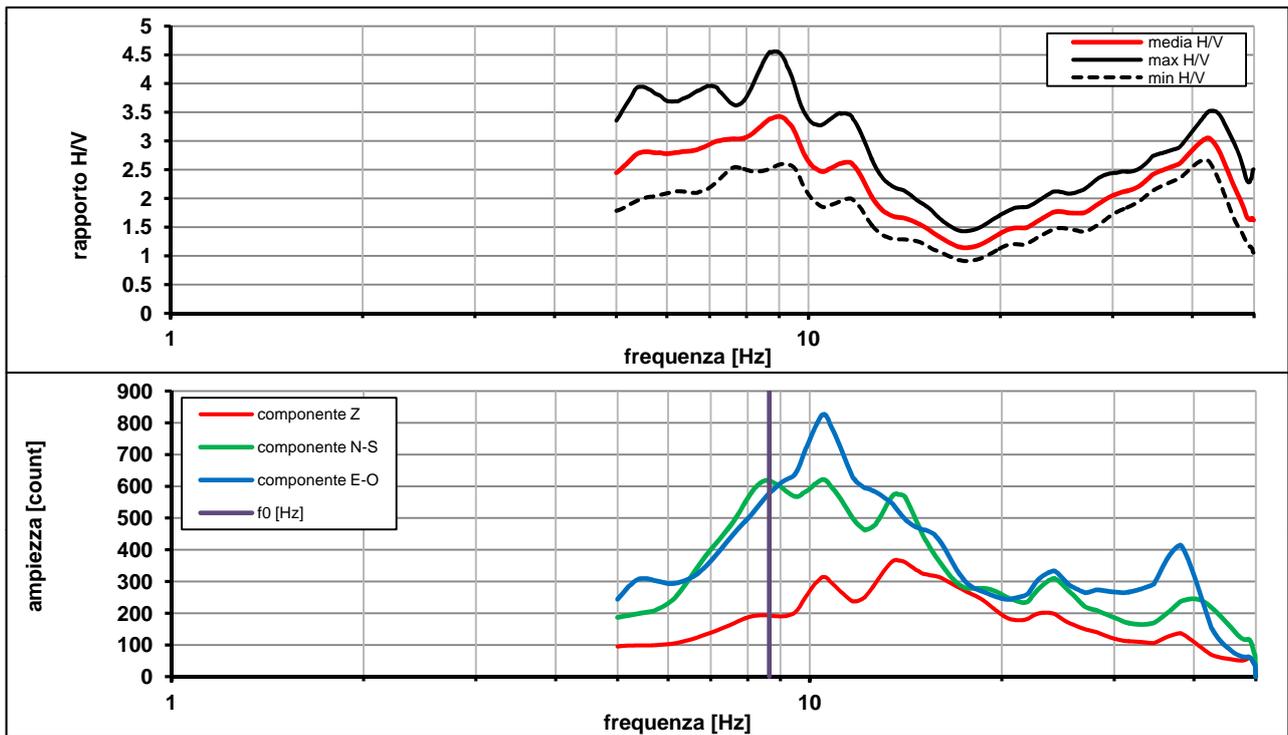
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

### Massimo HVSR per $8.64 \pm 1.46$



picco stabile in 66 finestre su 66 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	8.64	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	11406	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	539 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.690	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.36	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	3.868	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.46306	<	0.43203	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.325	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	66
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	11406
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	8.64
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 1.46$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.43
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	3.36
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.32$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>11/05/2013</b>	ora:	<b>10:35:14</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,04825N</b>	longitudine:	<b>11,15160E</b>	quota s.l.m.:	<b>285</b>
nome stazione:	<b>Vernio 13</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>348°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130511_103514.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.98</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 19° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa
		<input type="checkbox"/> soffice					<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				12 m
camion							
pedoni							
altro _ TRENI _			<input checked="" type="checkbox"/>				120-150 m

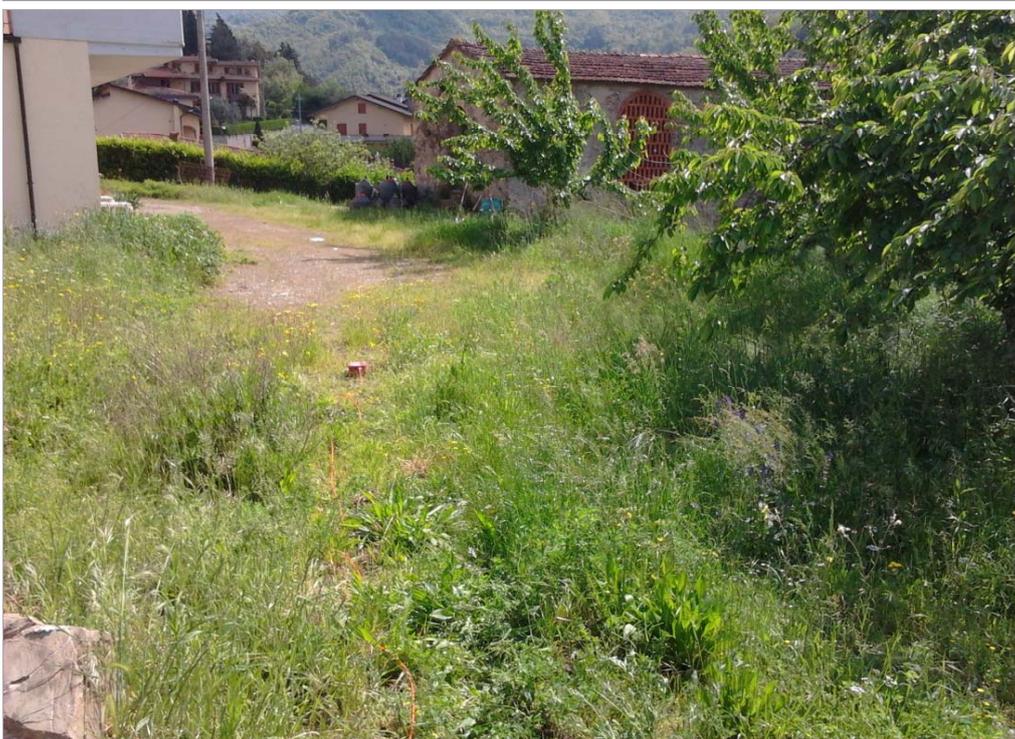
**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, h=2 m, d=5 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 10:35:14**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1440**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

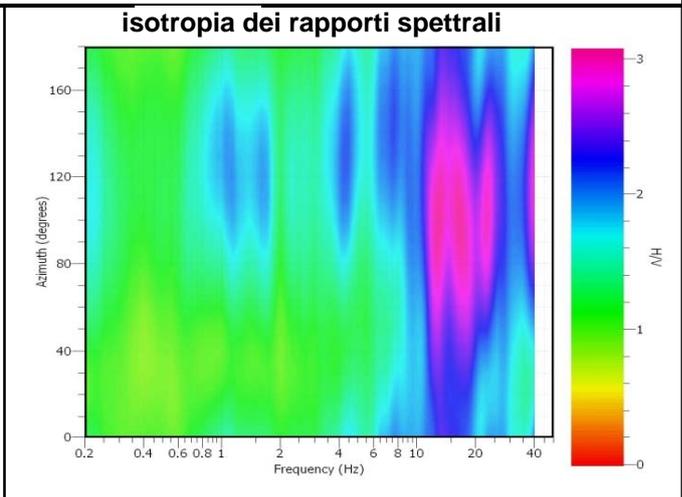
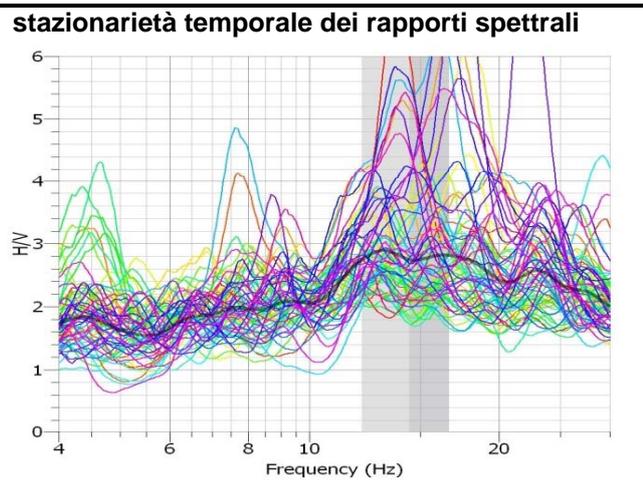
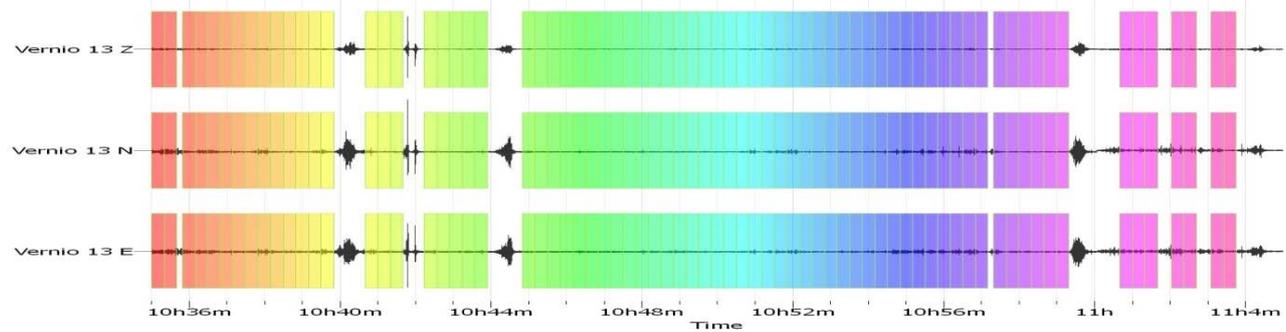
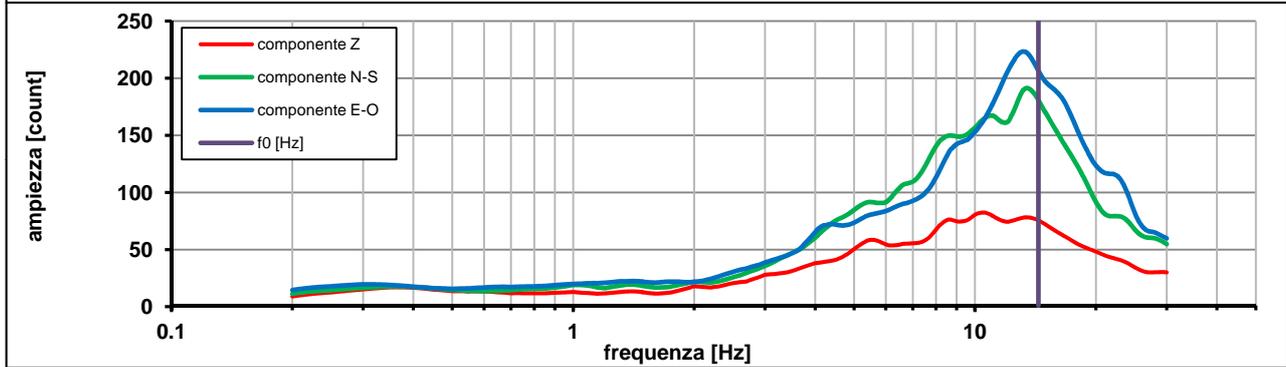
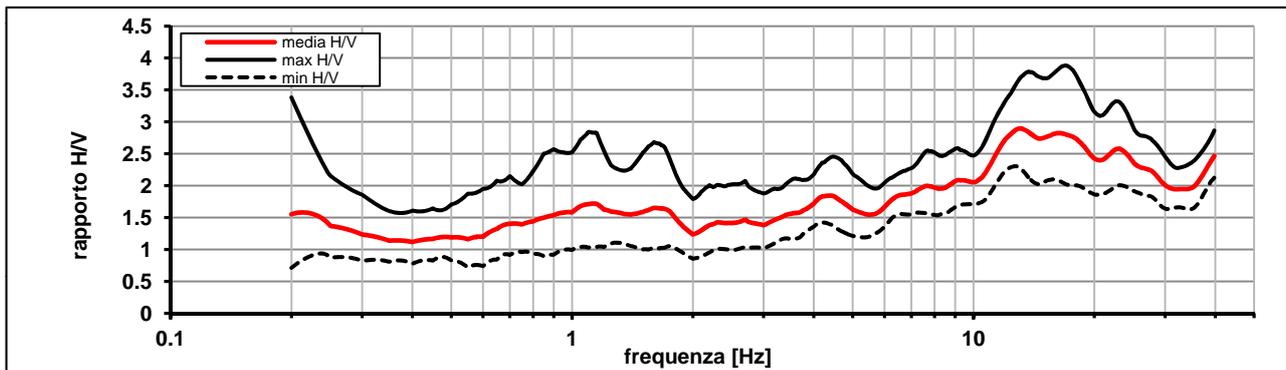
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $14.38 \pm 2.28$**



picco stabile in 72 finestre su 72 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	14.39	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	20717	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	261 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	2.75	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.177	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.28520	<	0.71935	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.272	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	72
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	20717
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	14.39
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 2.28$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.72
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	2.75
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.27$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	1.58

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 10:35:14**

Lunghezza della registrazione [s] **1799** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1400**

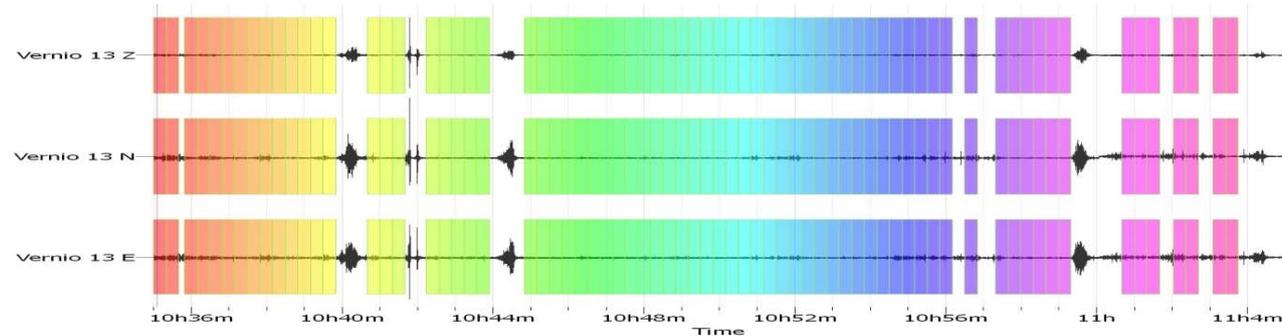
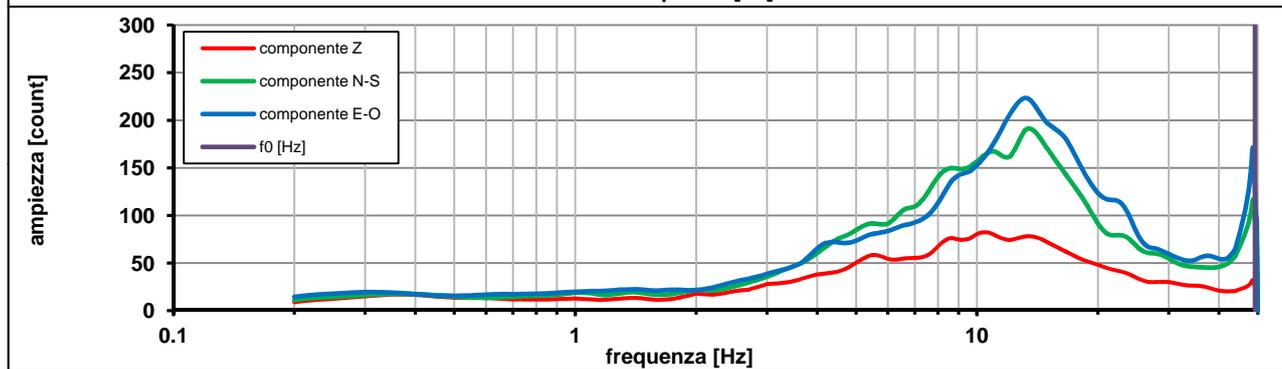
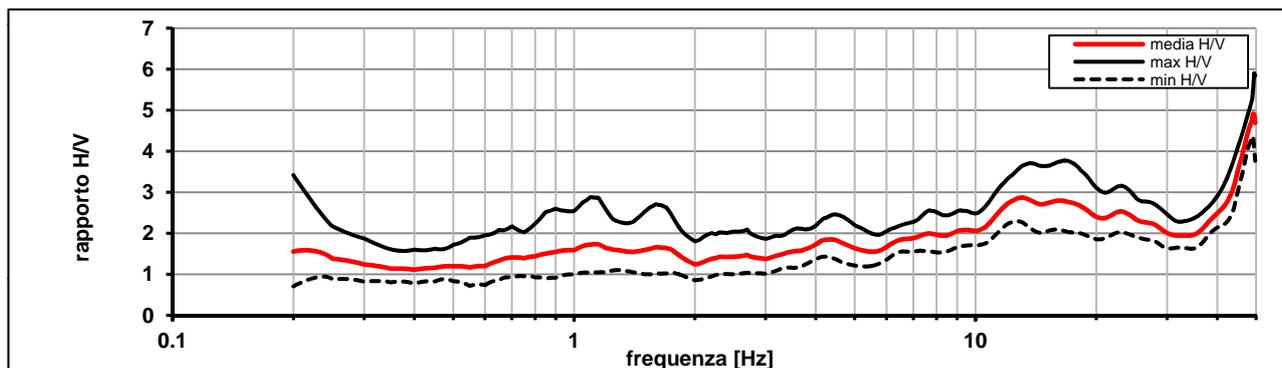
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

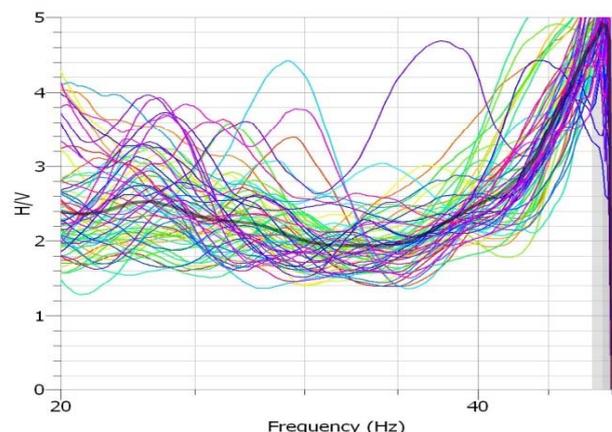
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

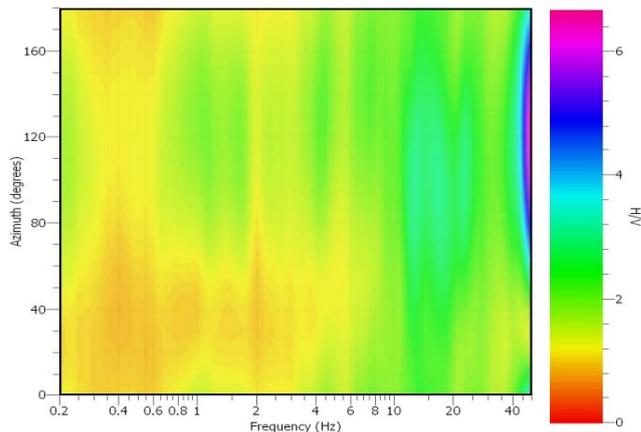
**Massimo HVSR per  $49.2 \pm 0.83$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 70 finestre su 70 [100% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>11/05/2013</b>	ora:	<b>11:22:37</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,05133N</b>	longitudine:	<b>11,15403E</b>	quota s.l.m.:	<b>313</b>
nome stazione:	<b>Vernio 14</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>87°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130511_112237.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
		<b>29.99</b>			

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 21° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa
		<input type="checkbox"/> soffice					<input type="checkbox"/> alta
		<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____	
		<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____		

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				12-14 m
	camion						
	pedoni						
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):  
 no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...  
cabina trasformazione enel, h=7 m, d=6 m



**note:**  
Nella seconda metà della registrazione si è alzato il vento

copertura: / bedrock: F. T.Carigiola

VERNIO - Vernio 14

Inizio registrazione [data ora]: 11/05/2013 11:22:37

Lunghezza della registrazione [s] 1799

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1550

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

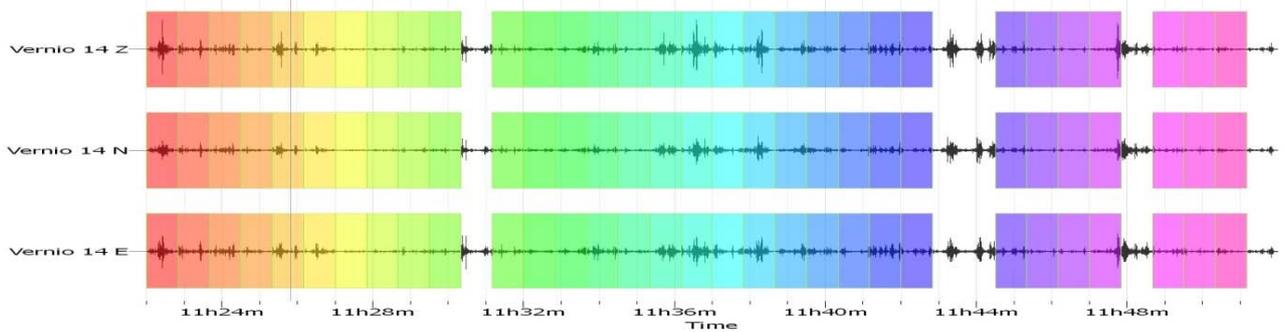
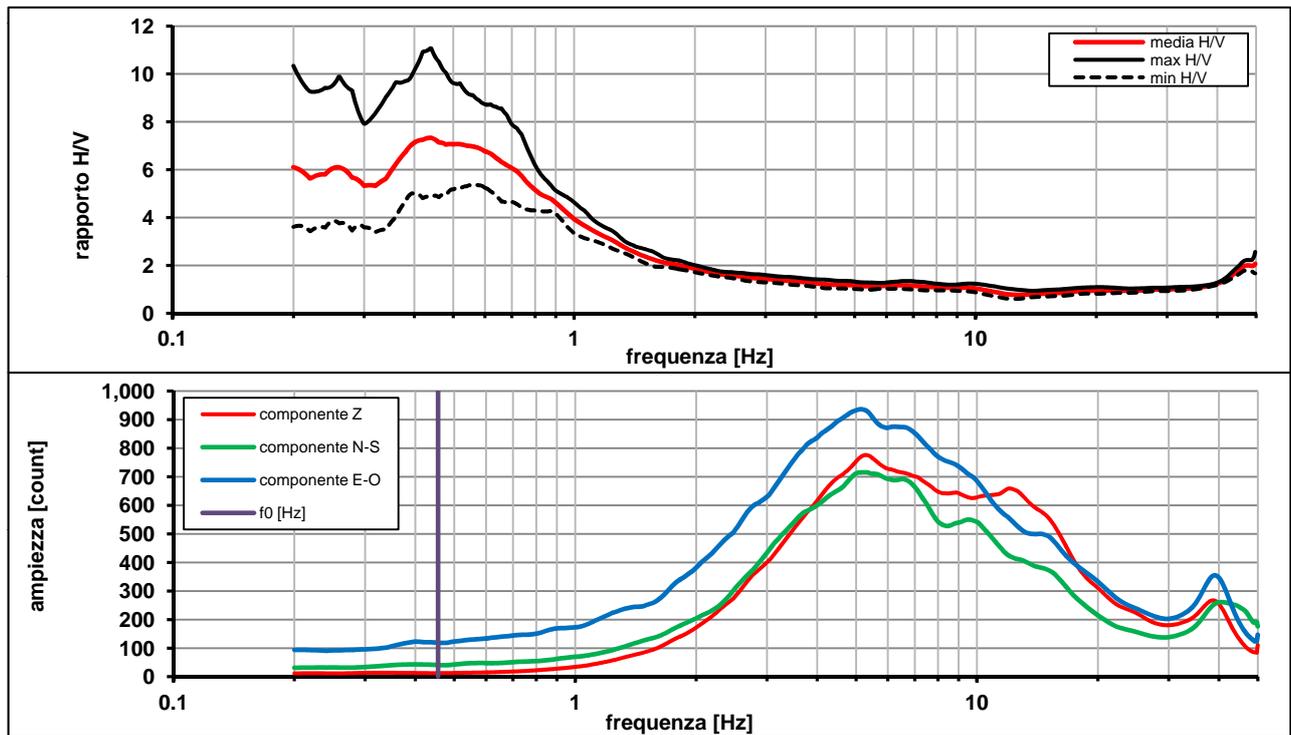
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

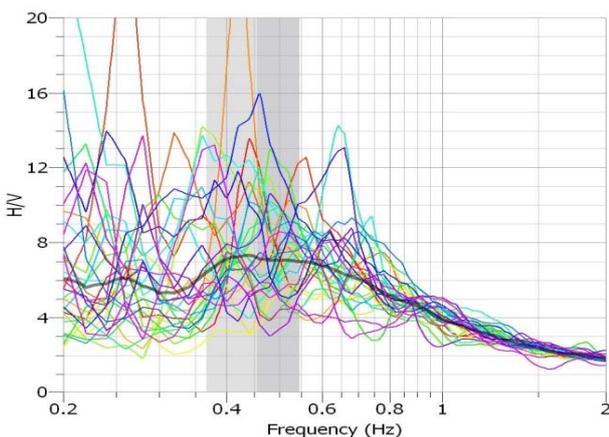
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

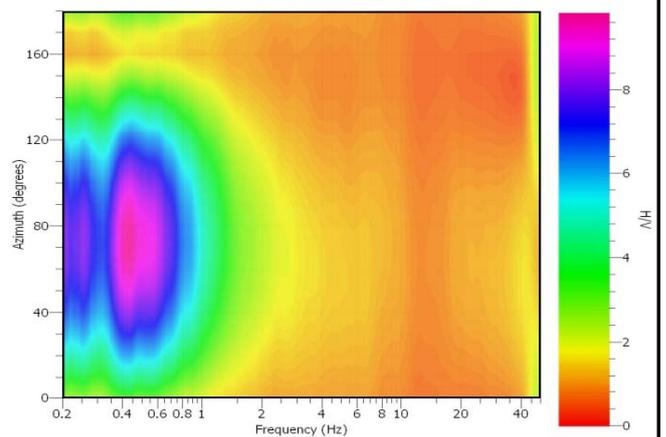
### Massimo HVSR per $0.45 \pm 0.08$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 31 finestre su 35 [88.5% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.46	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	706	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.079	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	7.20	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.254	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08880	<	0.09114	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.510	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>31</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>706</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.46</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.08</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.09</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>7.20</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.5</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.50</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarelo e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

no

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: > 100 m  
[centinaia di metri]

contrasto: **ALTO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>11/05/2013</b>	ora:	<b>12:11:52</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,05118N</b>	longitudine:	<b>11,15901E</b>	quota s.l.m.:	<b>329</b>
nome stazione:	<b>Vernio 15</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>115°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130511_121152.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>29.98</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 20° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice							
		<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				70 m
camion						
pedoni						
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edificio, h=6 m, d=4 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 12:11:52**

Lunghezza della registrazione [s] **1799**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1300**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

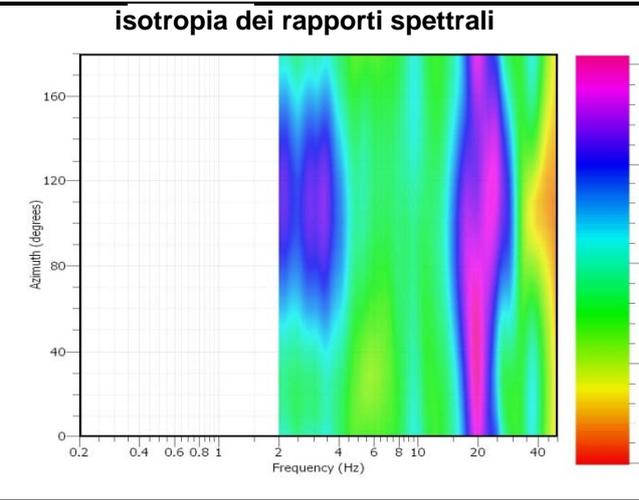
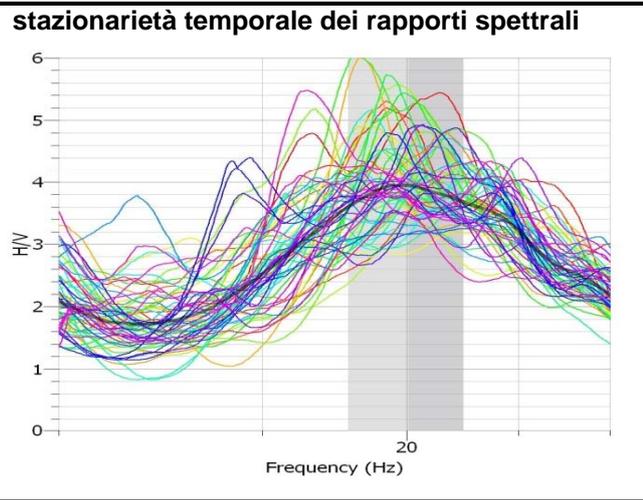
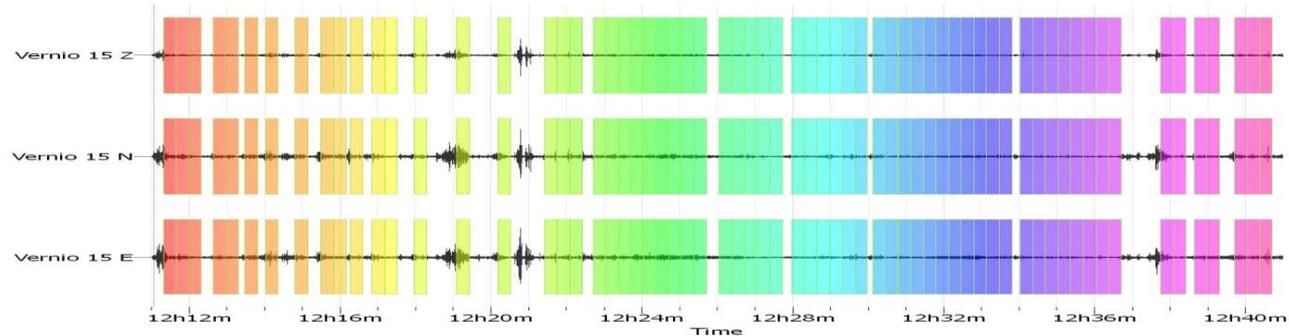
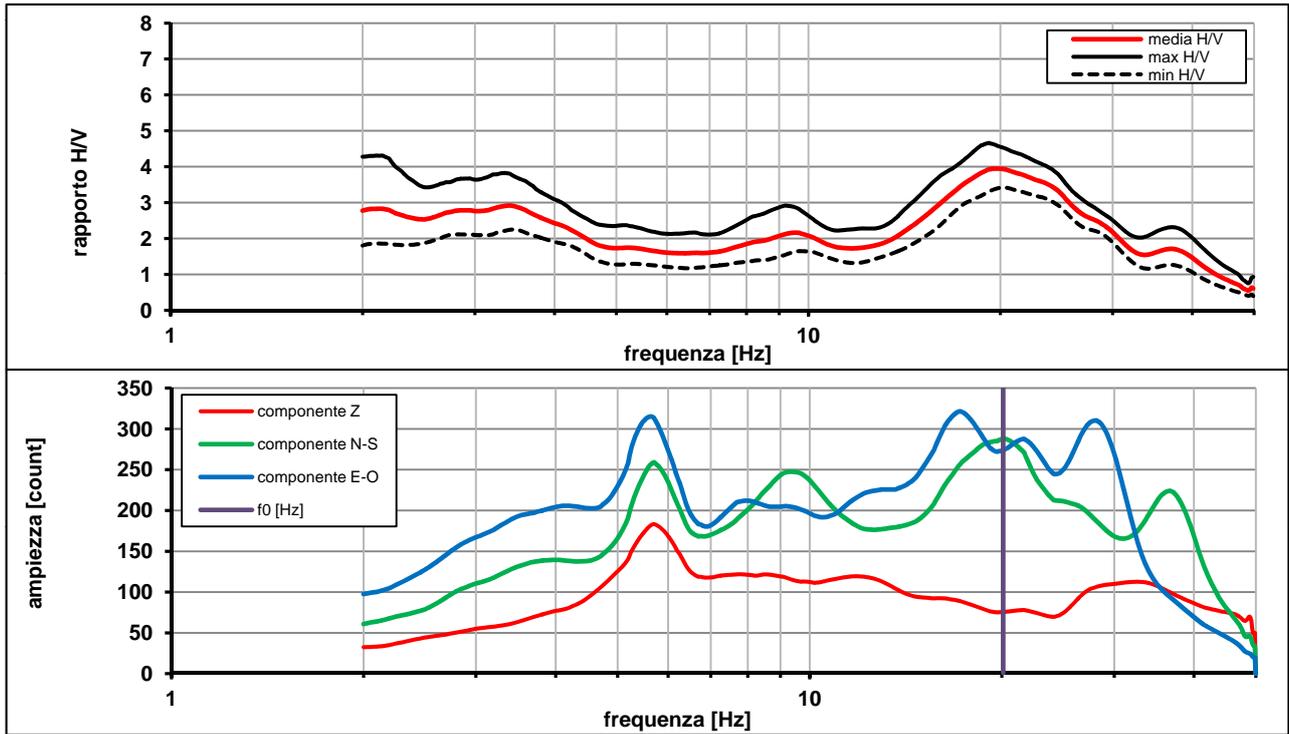
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per 20.09 ± 2.3**



picco stabile in 65 finestre su 65 [100% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	20.09	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	26120	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	431 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	22.109	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	#DIV/0!	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.94	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.044	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.30165	<	1.00462	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.165	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>65</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>26120</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>20.09</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 2.3</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.00</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.94</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.16</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	< 5 m [qualche metro]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

**elaborazione spettro completo**

Inizio registrazione [data ora]: **11/05/2013 12:11:52**

Lunghezza della registrazione [s] **1799** Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1300**

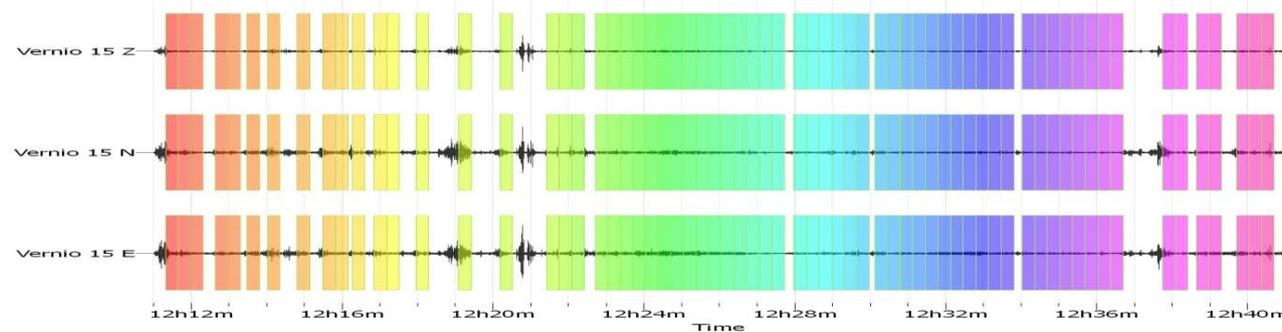
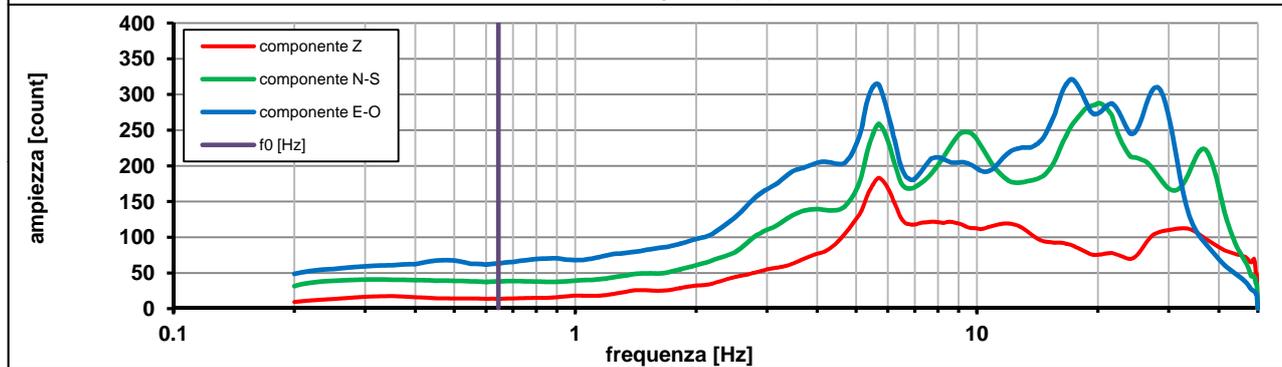
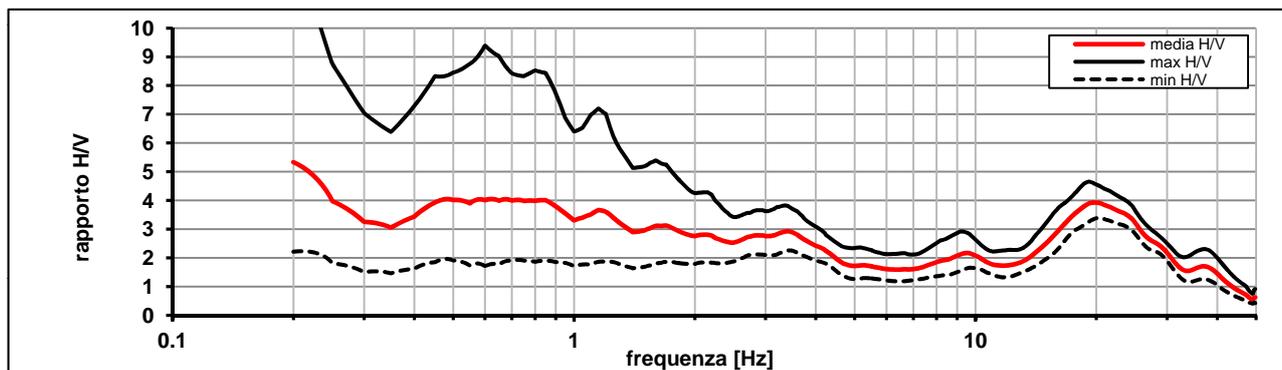
Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

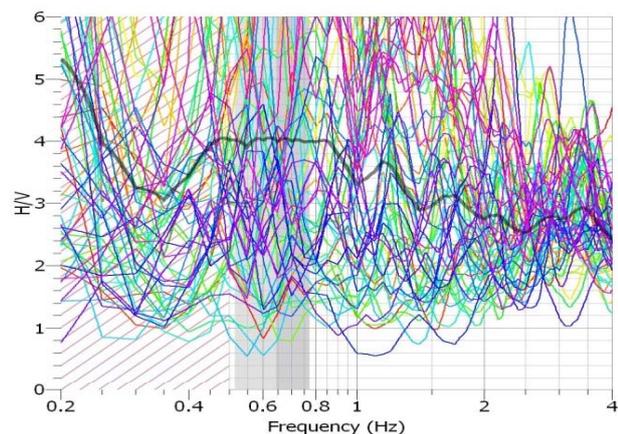
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale** costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato** larghezza taper [%]: **5**

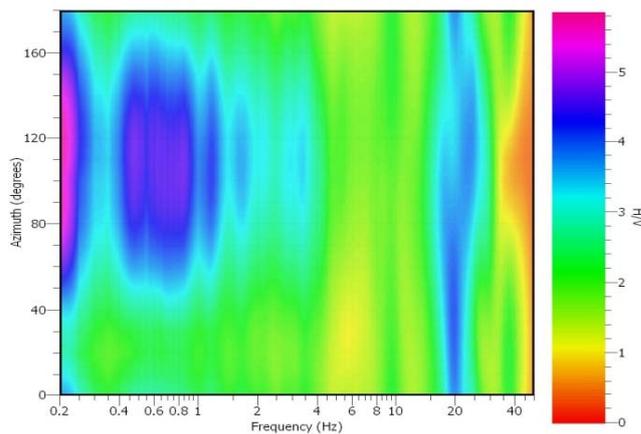
**Massimo HVSR per 0.64 ± 0.12**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 65 finestre su 66 [98.4% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

località:	<b>VERNIO</b>	data:	<b>11/05/2013</b>	ora:	<b>13:04:00</b>
operatore:	Peruzzi R.				
latitudine:	<b>44,05510N</b>	longitudine:	<b>11,15459E</b>	quota s.l.m.:	<b>287</b>
nome stazione:	<b>Vernio 16</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>310°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130511_130400.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>29.99</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		_ 24° _		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				5-7 m
	camion						
	pedoni						
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

edificio, h=8 m, d=3 m  
albero, h=4 m, d=2 m



**note:**  
Dopo circa 7-8 minuti aumenta il vento, con raffiche

copertura: / bedrock: F. T.Carigiola

VERNIO - Vernio 16

Inizio registrazione [data ora]: 11/05/2013 13:04:00

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1450

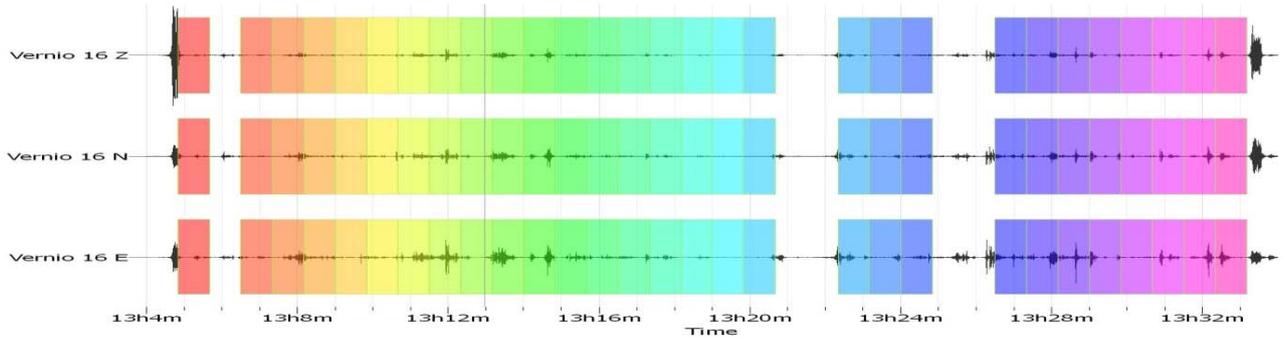
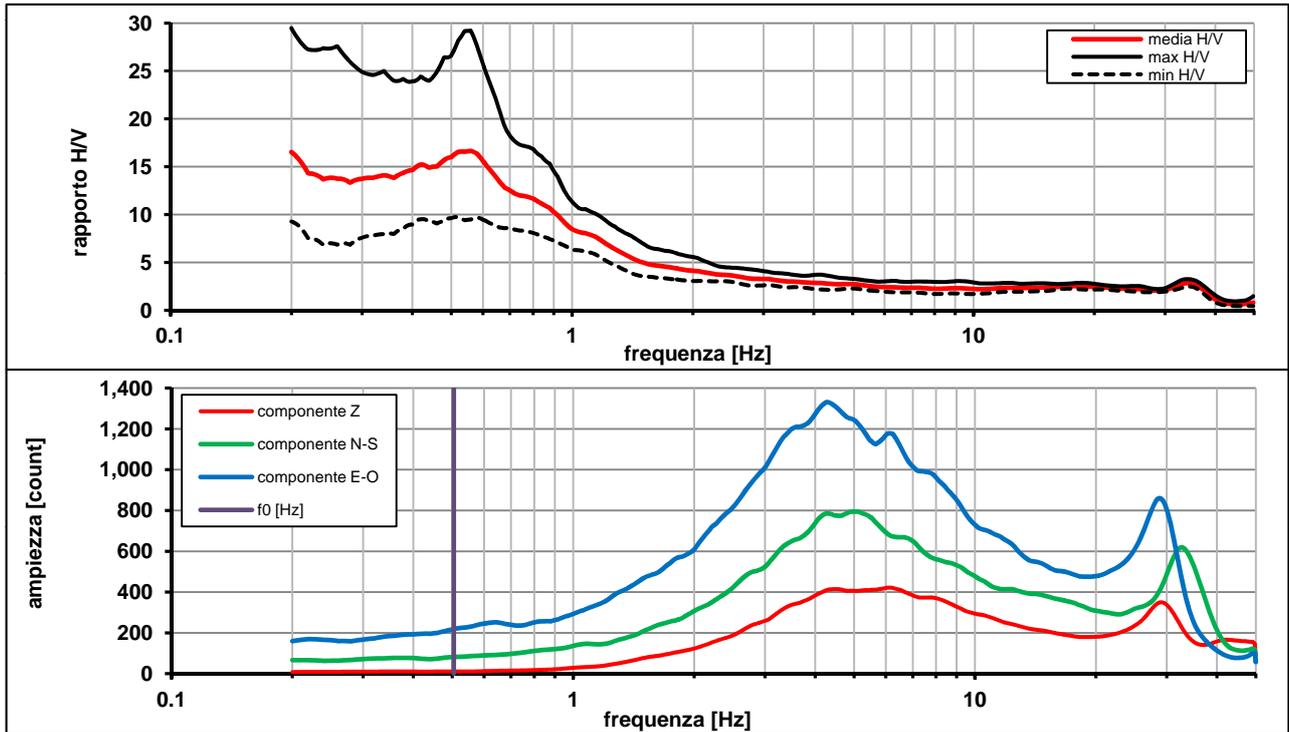
Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

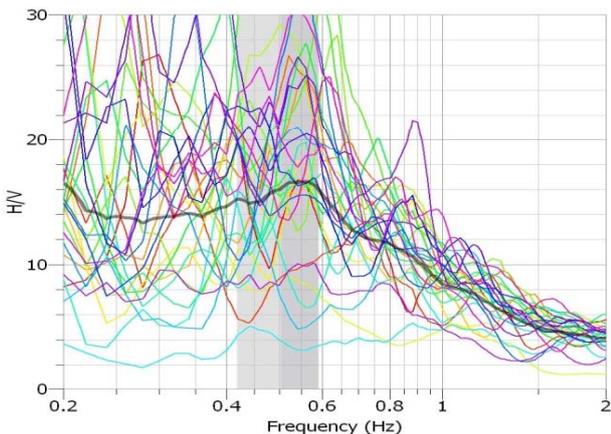
Modalita smoothing: triangolare proporzionale  
cosine taper: applicato

costante di smoothing [%]: 10.00  
larghezza taper [%]: 5

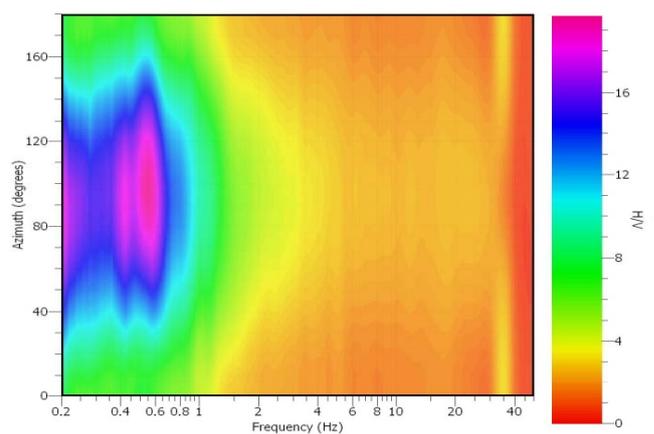
### Massimo HVSR per $0.5 \pm 0.08$



### stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



### isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 29 finestre su 35 [82.8% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.50	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	731	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 2	su	249 punti	no
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.079	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	16.13	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.604	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08660	<	0.07567	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.756	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	50
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	29
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	731
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	0.50
$f$	frequenza	-
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.08$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.08
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	16.13
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.75$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	2.00

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.741/2012**

(vedi D.Albarellò e S.Castellaro "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" - Ingegneria Sismica n.2 - 2011)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

no

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: > 100 m  
[centinaia di metri]

contrasto: ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

# Appendice B

Prospezioni geofisiche di sismica a rifrazione in onde P e SH



Geol. Francesco Stragapede  
Via V.P.le Montalbano 88/c  
Serravalle P.se-Casalguidi (PT)  
tel/fax 0573/929214  
email soilpro@soilpro.it

# **relazione indagini geofisiche**

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

**Comune di Vernio (PO)**

Serravalle P.se 30.09.2013

(geol. Francesco Stragapede)





**SOIL PROSPECTING**

*Francesco Stragapede*  
GEOLOGO

**RELAZIONE  
INDAGINI GEOFISICHE**

**prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH  
effettuate nell'ambito dello studio di microzonazione sismica di I° livello**

**Comune di Vernio (PO)**

**PREMESSA**

La presente relazione riferisce i risultati dell'indagine di tipo geofisico, condotta attraverso rilievo sismico a rifrazione in onde P ed SH, sviluppata nell'ambito del territorio comunale di Vernio (PO), lungo n.2 direttrici preventivamente indicate dalla Committenza, individuate in area prospiciente la pendice del versante in destra orografica del Torrente Bisenzio, all'altezza delle localita' Morandaccio e Borgano, effettuate nell'ambito dello studio di microzonazione sismica di I° livello del Comune.

I rilievi, condotti lungo le direttrici indicate, sono stati sviluppati in attenzione alle specifiche di cui al Programma Valutazione degli Effetti Locali (Programma VEL) – istruzioni tecniche: criteri e metodologie di indagine, operando con apparati di registrazione, sensori e sorgenti di energizzazione compatibili con le problematiche esecutive e logistiche in essere.

Le condizioni logistiche operative sono risultate particolarmente disagiati, risultando le aree di indagine intensamente urbanizzate, sia in corrispondenza del fondovalle del Torrente Bisenzio, che lungo le pendici immediatamente prospicienti la principale direttrice stradale lungo la quale si sono sviluppati gli agglomerati urbani.

La limitata ampiezza del fondovalle e i gradienti topografici subito elevati, al margine della fascia di piu' agevole transitabilita' impegnata dall'urbanizzato, non hanno consentito di condurre i rilievi in zone di libera operativita': le direttrici stradali utilizzate per la realizzazione degli stendimenti, per la loro geometria e lunghezza, condizione altimetrica e sviluppo topografico, sono risultati di limitata larghezza, condizione che ha escluso l'impiego, per le energizzazioni per le onde SH, di sorgenti pendolari zavorrate; il transito degli automezzi, non precludibile in relazione alla limitata estensione e alternativa di transito nell'area, non ha permesso la posa in opera di sorgenti di non

pronta mobilitazione, mentre la presenza antropica, ad elevata densità, non ha permesso l'impiego, su tutte le postazioni di energizzazioni mediante cartucce esplosive, limitato alle porzioni delle stese nel cui intorno non risultava la presenza di elementi sensibili, strutture o edifici potenzialmente soggetti a disturbo o danneggiamento. La presenza di sottoservizi, seppure accuratamente verificati nella loro posizione e considerati nella posa dei ricevitori al suolo, ha condizionato la qualità dei segnali e, in alcuni casi, impedito la leggibilità delle tracce laddove, come nella parte centrale dello stendimento n.2, hanno costituito una soluzione di continuità alla propagazione nel suolo delle onde SH prodotte su un lato della strada, rispetto ai ricevitori posti sul lato opposto.

Non meno problematica è risultata la presenza di sorgenti di vibrazione monotone legate a "rumore" ambientale antropico, quali quelle relazionate agli impianti domestici di refrigerazione o di pompaggio, sia degli edifici immediatamente prospicienti lo sviluppo degli stendimenti, sia di quelli che in un intorno prossimo producono effetti vibrazionali non direttamente apprezzabili ma di sicuro disturbo; a tali sorgenti di disturbo si sono sommate quelle legate al transito di automezzi lungo la viabilità di fondovalle, poco sottoposta alle direttrici geofoniche impiegate per il rilevamento in onde P ed SH, e quelle legate alle attività agricole (es taglio di erba con mezzi meccanici), che solo per le aree limitrofe alle direttrici di rilevamento sono state tenute sotto relativo controllo.

Le attività industriali prospicienti alla direttrice geofonica n.2 ed il relativo traffico pesante da ed alle aree di lavorazione e nelle zone di manovra e disimpegno, non hanno contribuito positivamente alla analisi dei segnali relativi alle perturbazioni indotte al suolo, spesso quindi di scarsa chiarezza e non agevole lettura.

Il rilievo in onde SH lungo la base n.2, data la scarsa qualità del segnale, è stato quindi ripetuto, secondo le indicazioni fornite dal Servizio Regionale, operando attraverso una analisi delle frequenze di disturbo e sviluppando il rilievo nella settimana con minore rumore ambientale, corrispondente a quella centrale di agosto u.s..

In riferimento alle specifiche di indagine, i rilievi micro-sismici a rifrazione in onde P ed SH sono stati condotti impiegando catene geofoniche della lunghezza di ml 96, operando con n.24 velocimetri di frequenza propria di 4.5 Hz verticali e con n.24 velocimetri di 4.5 Hz orizzontali, producendo specifiche energizzazioni su postazioni estreme allo stendimento (esterne con distanza dal primo e dall'ultimo geofono pari a  $\frac{1}{2}$  dell'intervallo geofonico), intermedie (n.1 ogni 6 geofoni) ed esterne (ad una distanza dal primo ed ultimo geofono pari a  $\frac{1}{2}$  della lunghezza geofonica, nei limiti dei condizionamenti logistici dei luoghi).

Relativamente alle energizzazioni, si è operata una sommatoria di una serie di energizzazioni in numero variabile tra n.8 e n.12.

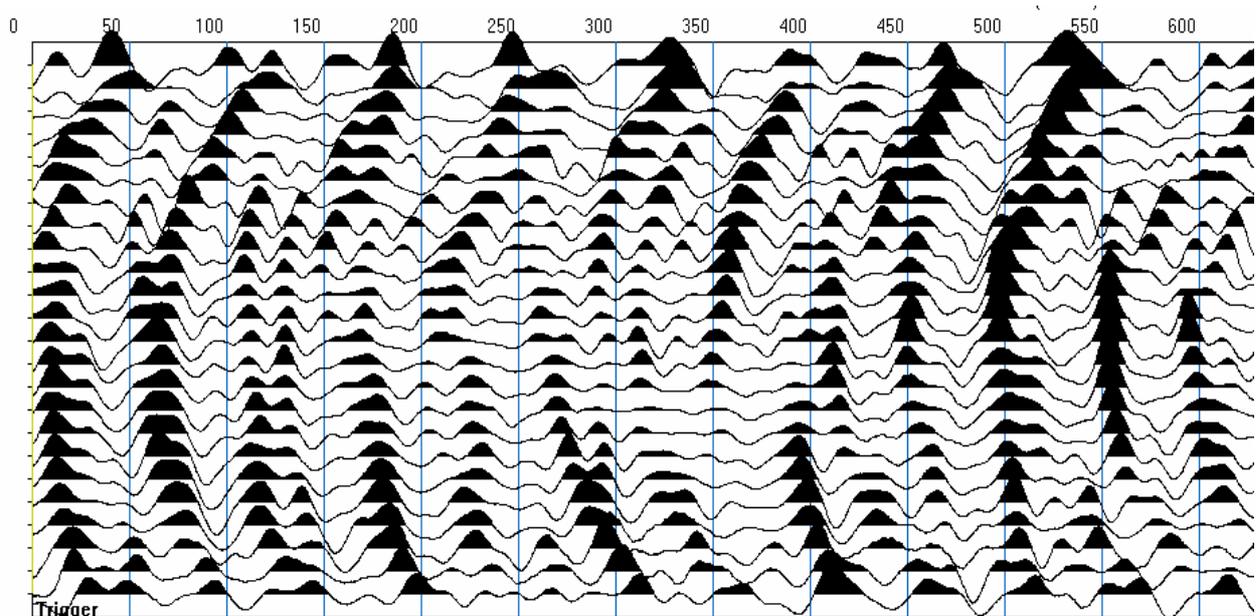
## INTEGRAZIONE DEI RILIEVI onde SH-waves lungo la direttrice n.2

Indagine integrativa e' stata svolta per il rilievo in onde SH lungo la direttrice indicata come base sismica n.2, in considerazione della scarsa evidenza dei treni d'onda di interesse sul marcato "rumore" di fondo, presente e persistente nell'area.

Considerata l'impossibilita' di sospendere le attivita' delle Aziende che gravitano e caratterizzano sia tratti del versante a monte sia a valle dell'area di rilievo, e che presentano una attivita' continuativa con turnamento, persistente sia nei giorni festivi che nel periodo feriale, si e' effettuato un tentativo di rilevamento in un'area topograficamente piu' favorevole, individuata poco a monte della viabilita' statale di fondovalle del Torrente Bisenzio, comunque risultata anche questa inadatta ad un chiaro rilievo dei segnali.

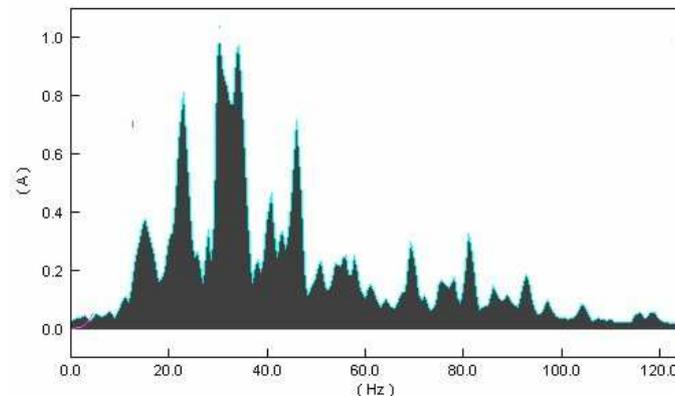
Il rilievo integrativo e' stato quindi sviluppato sulla stessa direttrice indicata come base n.2, operando qualche metro piu' a monte, in condizioni piu' idonee ad operare una sufficiente molteplicita' di energizzazioni, pur riducendo la lunghezza utile dello stendimento, a seguito di diversi condizionamenti logistici.

Il rilievo impiegato per l'analisi delle onde SH e' stato eseguito il 13 agosto u.s., periodo nel quale le "fonti" di disturbo potevano ritenersi minimizzate, seppure non completamente assenti, come si rileva dai seguenti sismogrammi del "rumore di fondo", acquisiti in assenza di energizzazione, dei quali si allega registrazione in formato SEG2,



e che evidenzia un contenuto energetico concentrato a frequenze inferiori a 60Hz.

La distribuzione in frequenza del contenuto energetico del segnale persistente, anche notturno) di disturbo, con ampiezze normalizzate al valore maggiore



consente di effettuare valutazioni sulle finestre di filtraggio in acquisizione che consentono di evidenziare i treni d'onda di interesse.

L'analisi delle registrazioni già disponibili, che accertavano il contenuto energetico del treno d'onda di interesse a frequenze tra 80 Hz e 120 Hz, hanno permesso quindi di acquisire le registrazioni operando con uno specifico ed efficiente filtraggio passa alto.

Tale operazione ha consentito di acquisire i treni d'onda di specifico interesse riducendo l'effetto dell'intenso rumore ambientale locale sulla leggibilità del dato, che nelle precedenti acquisizioni non consentivano una evidente localizzazione dell'istante di "primo" arrivo dell'onda SH rifratta.

Relativamente alle energizzazioni, si è operata una sommatoria di una serie di energizzazioni in numero variabile tra n.8 e n.12, e nello specifico con n.12 sulle energizzazioni estreme allo stendimento, e con n.8 per le energizzazioni lungo la direttrice, nelle posizioni intermedie.

Relativamente alle energizzazioni, si è operata una sommatoria di una serie di energizzazioni in numero variabile tra n.8 e n.12, nello specifico in n.12 sulle postazioni di energizzazione estreme allo stendimento, ed in n.8 sulle postazioni di energizzazione lungo la direttrice, nelle posizioni intermedie.

## **CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

Il rilievo è stato condotto impiegando un sismografo "DOREMI" della SARA electronic instruments s.r.l.; l'elettronica è distribuita lungo il cavo e la connessione al personal computer, dedicato all'osservazione grafica e al management del sistema, è svolta da una interfaccia "DoReMi master".

Il sismografo e' pertanto distribuito con i suoi canali lungo la direttrice di rilevamento ed il software dedicato, che acquisisce il segnale analogico dai velocimetri al suolo impiegati per il rilievo, lo invia in forma digitale al sistema centrale in modo indipendente per ogni canale di registrazione, e dispone di una memoria di 30000 campioni a 16 bit.

Il software di gestione del sistema consente di impostare lunghezza e frequenza del campionamento, numero dei canali in registrazione, guadagno del singolo canale ed impostazioni di registrazione dei dati; le opzioni avanzate consentono di impostare operazioni di somma, media, differenza di energizzazioni multiple, di impiegare filtri passabanda al dato registrato ed eseguire operazioni di interlacciamento, concatenamento o workaway di diversi set di dati.

Alla strumentazione sismografica sono stati connessi sensori geofonici verticali da 4.5 Hz in numero di 24, posti a distanza reciproca di m 4 e, successivamente, sensori geofonici orizzontali orientati da 4.5 Hz in numero di 24; le energizzazioni, prodotte con massa battente, sui piattello predisposto o mini bang, sono state ripetute sia agli estremi della stesa geofonica che in posizioni esterne ed intermedie, al fine di dettagliare la morfologia dei rifrattori; i dati acquisiti consistono nelle registrazioni dei treni d'onda a partire dall'istante di energizzazione (+/- 1 msec), per un intervallo di tempo di msec 1000, riprodotti da supporto magnetico sul quale e' stata eseguita l'interpretazione.

## **INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P O LONGITUDINALI**

L'indagine microsismica a rifrazione in onde P e' stata effettuata disponendo lungo le direttrici prefissate n.24 sensori geofonici verticali, con frequenza propria di 4.5 Hz, ed operando energizzazioni esterne allo stendimento, ad una distanza dal primo e dall'ultimo sensori di m 48 (nei limiti di percorribilita' ed agibilita' dei luoghi), all'estremo, in posizione esterne ed a una distanza di  $\frac{1}{2}$  della distanza geofonica dai sensori estremi, ed in posizioni intermedie, tra 6° e 7° ge ofono, tra 12° e 13° e tra 18°-19°.

L'energizzazione e' stata prodotta con cannoncino sismico "mini bang", dove possibile, mentre nelle restanti postazioni mediante "mazzata" con grave in caduta.

Lo schema dello sviluppo dello stendimento e della posizione delle energizzazioni e' riferita nelle schede grafiche in allegato, dove e' indicato, per ogni energizzazione, il nomefile relativo alla registrazione di analisi.

## **INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE S O TRASVERSALI**

L'indagine microsismica a rifrazione in onde S e' stata disponendo lungo le direttrici prefissate n.24 sensori geofonici orizzontali, con frequenza propria di 4.5 Hz, ed operando energizzazioni esterne allo stendimento, ad una distanza dal primo e dall'ultimo sensori di m 48 (nei limiti di percorribilita' ed agibilita' dei luoghi), all'estremo, in posizione esterne ed a una distanza di  $\frac{1}{2}$  della distanza geofonica dai sensori estremi, ed in posizioni intermedie, tra 6° e 7° ge ofono, tra 12° e 13° e tra 18°-19°.

L'energizzazione e' stata prodotta sulla testata di una trave disposta trasversalmente allo stendimento, opportunamente zavorrata, energizzando alternativamente sui due estremi della stessa; in tal modo, variando la direzione di energizzazione si produce una variazione di fase dell'onda S ricercata, che viene evidenziata attraverso la sovrapposizione grafica delle tracce relative alle due differenti modalita' di energizzazione.

Lo schema dello sviluppo dello stendimento e delle energizzazioni e' riferita nelle schede grafiche in allegato, dove sono indicati, per ogni postazione di energizzazione, i nomefiles relativi alle registrazioni di analisi.

## **ANALISI ED INTERPRETAZIONE DEI DATI**

I dati di registrazione sono stati acquisiti dal momento dell'energizzazione, determinata da un trigger, reso solidale al sistema di "battuta", per una durata di secondi 1, operando con una frequenza di campionamento di 10000 Hz per ognuno dei n.24 canali impiegati nella campagna di rilievo.

L'analisi dei dati e' stata effettuata operando, per ogni postazione di energizzazione, una sommatoria di n.3 registrazioni, che hanno consentito di mitigare gli effetti di disturbo delle sorgenti ambientali di rumore e di "amplificare" l'onda prodotta dalle perturbazioni specificamente determinate per le finalita' di indagine.

I sismogrammi risultanti sono quindi stati sottoposti a filtraggio specifico, escludendo dallo spettro caratteristico della registrazione le frequenze riferibili a sorgenti antropiche monotone presenti in un significativo intorno dei luoghi.

Un ulteriore filtraggio e' stato effettuato operando la riduzione sulle tracce degli eventi del "rumore di fondo", campionato nel tratto iniziale delle registrazioni relative ai sensori piu' distanti dal punto di energizzazione.

La scalatura e le modalita' grafiche di restituzione del segnale, hanno quindi consentito di effettuare il processo di picking dei dati.

Il picking, che consiste nella individuazione del "tempo di ritardo" nel quale si individua, dal momento della energizzazione impulsiva prodotta al suolo, l'arrivo del treno d'onda di interesse al sensore di studio, e' stato svolto non senza particolari difficolta', anche in relazione al particolarmente elevato fondo di disturbo antropico, che caratterizza l'area in esame per l'intero arco della giornata e, quota parte, anche nel periodo notturno.

L'elaborazione delle dromocrone, risultato dalla graficizzazione dei tempi di ritardo, come sopra indicati, con la distanza energizzazione-sensori di riferimento, e' stata sviluppata impiegando, in prima istanza, tecniche di approccio "tradizionali", mediante il "Metodo Reciproco Generalizzato", altrimenti indicato come metodo GRM, impiegando software GRM-Vassallo-Pasi.

La presenza di singolarita' geometriche delle dromocrone di analisi, ha consigliato comunque di sviluppare anche una analisi dei dati attraverso tecniche di tipo tomografico, cercando di evidenziare eventuali locali inversioni di velocita' nel sottosuolo.

L'analisi dei dati, sviluppata sia attraverso tecniche "tradizionali" che con metodi "tomografici", descrive con entrambi la medesima situazione locale, illustra le medesime geometrie ed il medesimo generale assetto sismo-stratigrafico del sottosuolo, lungo le sezioni di investigazione.

## **SEZIONI DI VELOCITA' IN ONDE LONGITUDINALI**

Le sezioni geofisiche in onde P o longitudinali o prime, elaborate sia con tecnica GRM che tomografica, evidenziano la presenza di terreni caratterizzati da velocita' delle onde dell'ordine di 400-700 m/sec, sino alla profondita' di m 5-7 dal p.c., che ricomprendono i riporti antropici di regolarizzazione topografica locale ed i volumi di scavo e reinterro per gli interventi di urbanizzazione, e che sono caratterizzati da un relativo incremento di spessore all'estremo "Andata" della base n.1.

Alla base di tali terreni, la presenza di un rifratore caratterizzato da un elevato gradiente di velocita', definisce il tetto del locale substrato geofisico, caratterizzato da litotipi riconducibili a termini lapidei alterati e fratturati, qualificati da velocita' delle onde sismiche longitudinali di 2700-3500 m/sec.

## SEZIONI DI VELOCITA' IN ONDE TRASVERSALI

Le sezioni geofisiche in onde S o seconde o trasversali, elaborate sia con tecnica GRM che tomografica, evidenziano la presenza, nell'immediato sottosuolo, di terreni caratterizzati da velocità delle onde dell'ordine di 250-380 m/sec, sino alla profondità media di m 5-7 dal p.c., che ricomprendono i riporti antropici di regolarizzazione topografica locale ed i volumi di scavo e reinterro per gli interventi di urbanizzazione, e che sono caratterizzati da una riduzione di spessore all'estremo "Andata" della base n.2, dove la presenza di infrastrutture di transito per l'area artigianale determina un locale aumento della resistenza al taglio dei terreni del sottosuolo.

Alla base di tali terreni, la presenza di un rifrattore caratterizzato da un elevato gradiente di velocità, che definisce il tetto del locale substrato geofisico, caratterizzato da litotipi riconducibili a termini lapidei alterati e fratturati, qualificati da velocità delle onde sismiche S di 460-740 m/sec.

Un ulteriore rifrattore si individua a profondità dell'ordine di m 20-25 dal p.c., quota dalla quale si registra un incremento di rigidità dei terreni e si misurano valori di velocità delle onde S di 840-950 m/sec.

## INTERPRETAZIONE LITOLOGICA

L'interpretazione litologica dei terreni di investigazione, che dovrà essere riferita ad un processo di correlazione locale con dati stratigrafici derivanti da diverse tipologie di prospezione eseguite o programmate nell'area di studio, può essere guidata da tabellazioni che relazionano natura litologica e velocità delle onde longitudinali, del tipo

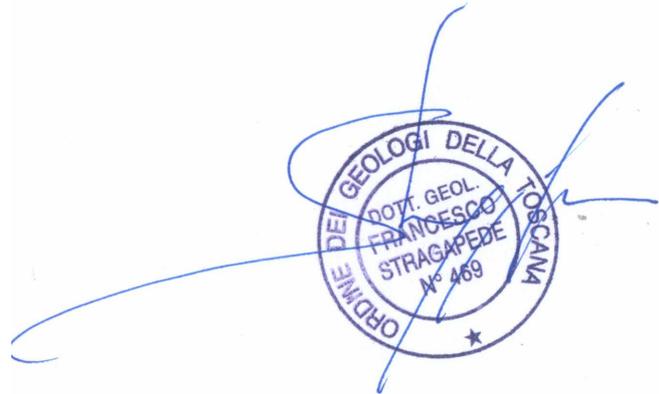
Tipo di terreno	Vp [m/s]
Argilla satura	1500
Sabbia fine e media	300 ÷ 500
Sabbia densa	400 ÷ 600
Ghiaia	500 ÷ 750
Arenaria	1500 ÷ 4500
Marna	1500 ÷ 4500

## NOTAZIONI CONCLUSIVE

In relazione ai risultati della elaborazione dei dati, che presentano una chiara congruenza tra tecniche differenti di elaborazione e che pervengono a modelli sismo-stratigrafici compatibili con le generali condizioni sismo-stratigrafiche di sito, si rileva che, pur avendo sviluppato i rilievi in condizioni logistiche ed operative di particolare criticita' ed avendo sviluppato l'analisi non senza particolari difficoltà', per la risposta di sito marcatamente condizionata dall'intensita' persistente del "rumore" di fondo ed antropico in essere nei luoghi, i modelli sismo-stratigrafici interpretati interpretano verosimilmente le locali condizioni sismo-stratigrafiche di sito.

I rilievi, pertanto, si ritengono chiaramente idonei a sviluppare le valutazioni sulle condizioni di amplificazione sismica di sito, in riferimento alle specifiche di cui agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, a cui le attivita' di riferimento sono direttamente relazionate.

Serravalle P.se 30.09.2013



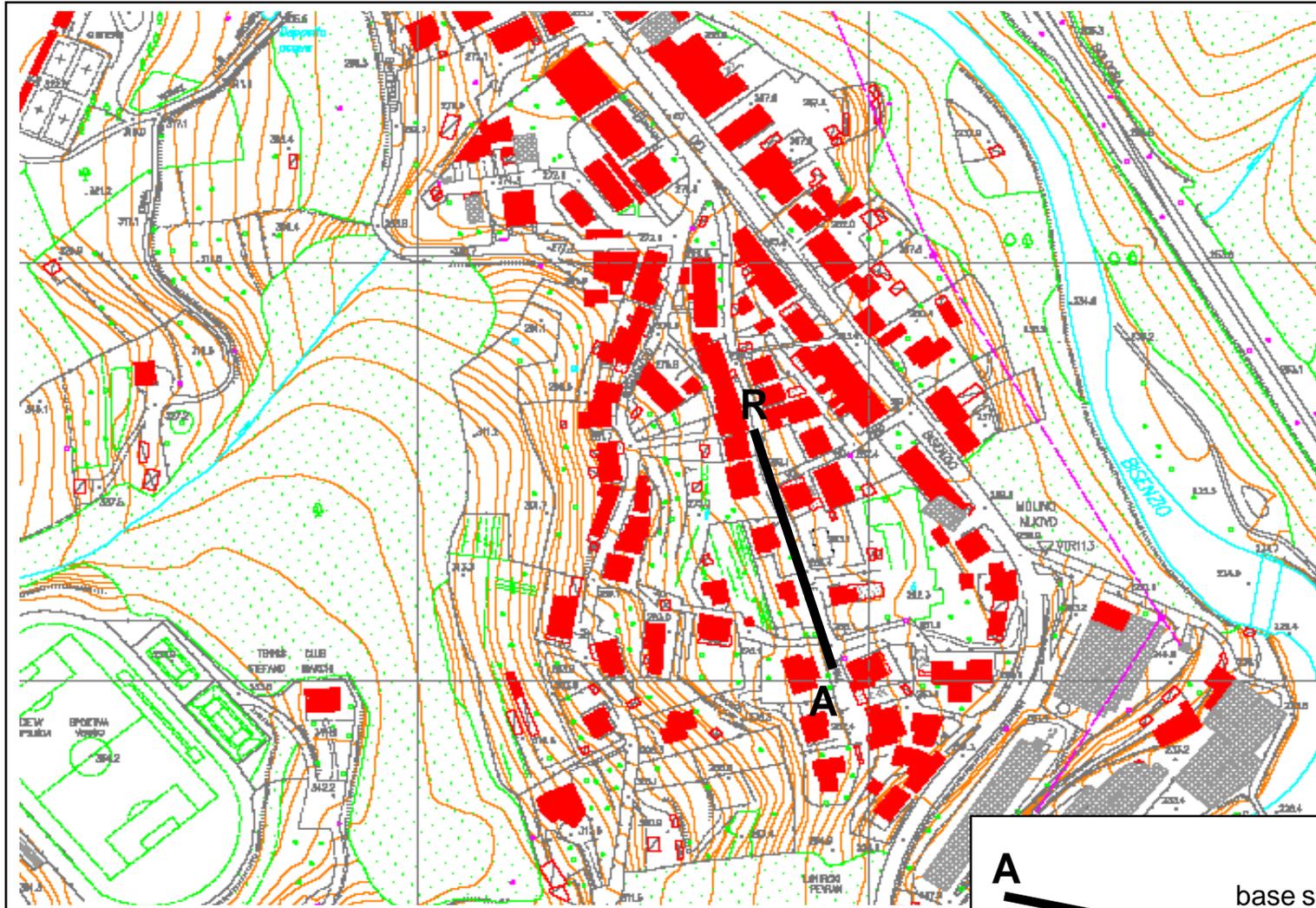
# **profilo sismico n.1**

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

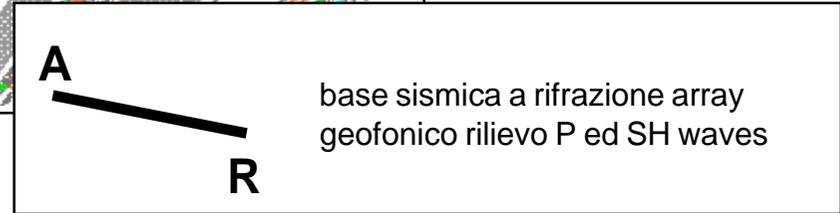
affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

# ubicazione direttrice geofonica n.1 - P ed SH waves

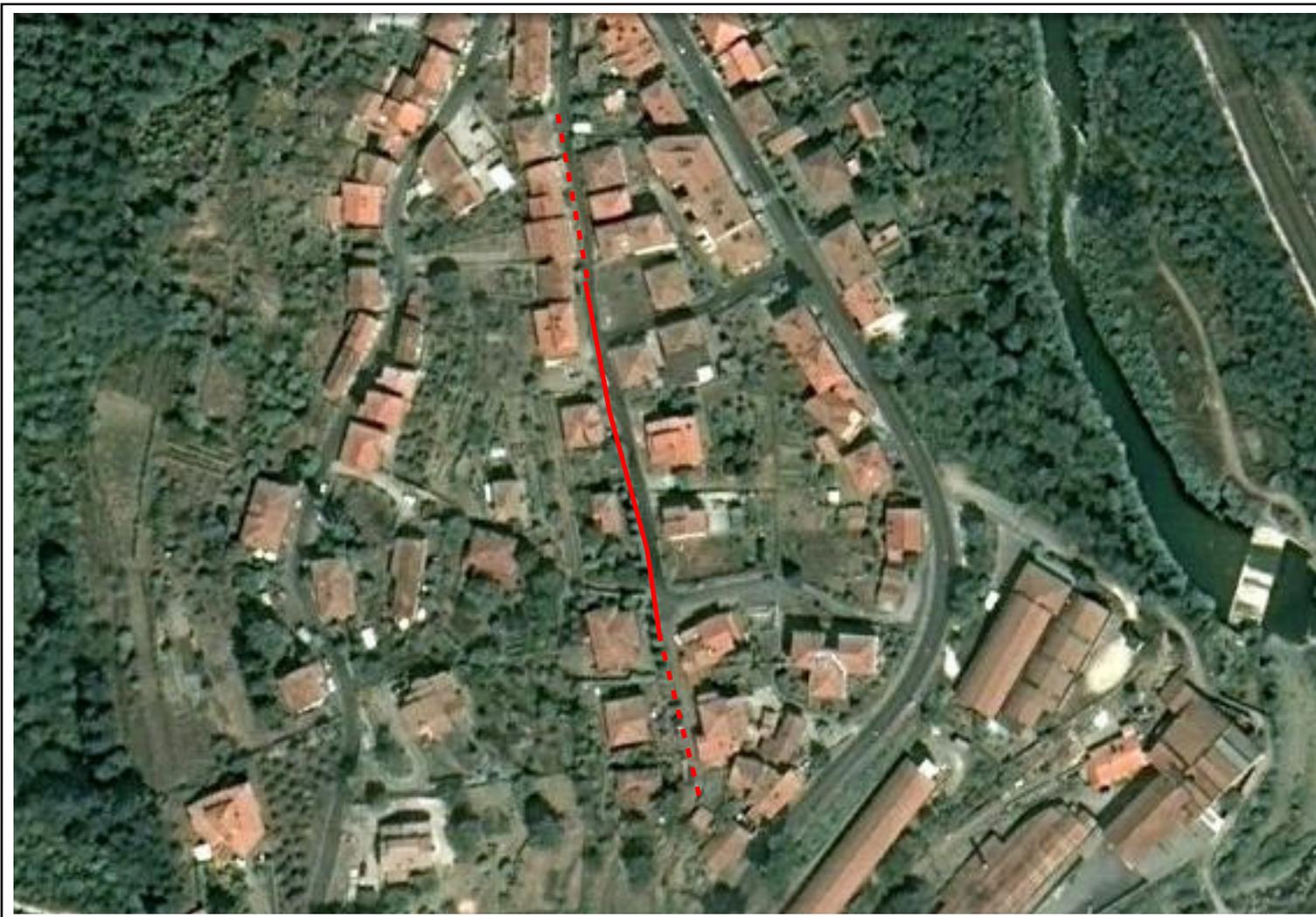


area in esame



base sismica a rifrazione array  
geofonico rilievo P ed SH waves

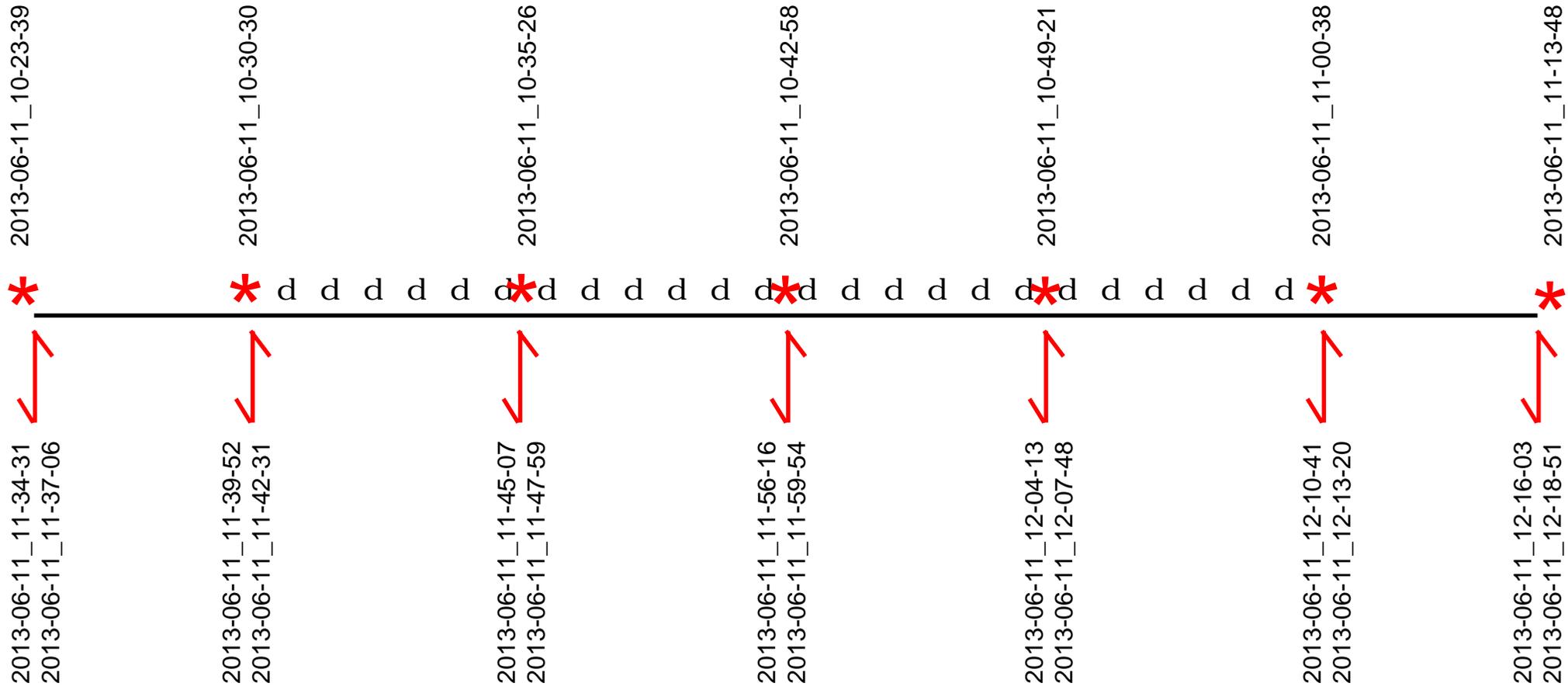
localizzazione area in esame



ripresa aerea area in esame

numero velocimetri rilievo P-waves n.24 da 4.5 Hz vert  
numero velocimetri rilievo S-waves n.24 da 4.5 Hz orizz.  
intervallo geofonico m 4 (1^ geof. progr. m 2)  
progressive energizzazioni:  
m -48, m 0, m 24, m 48, m 72, m 96, m 144

# sviluppo schematico rilievo geofisico a rifrazione base n.1 - P ed SH waves



# **sismogrammi di campagna**

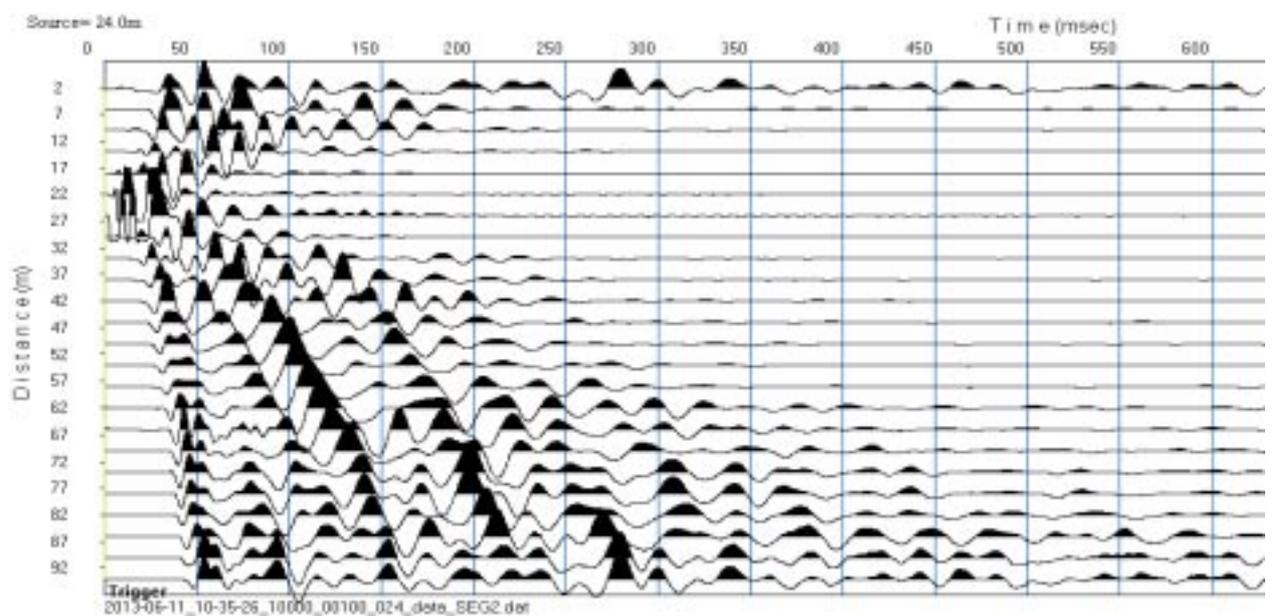
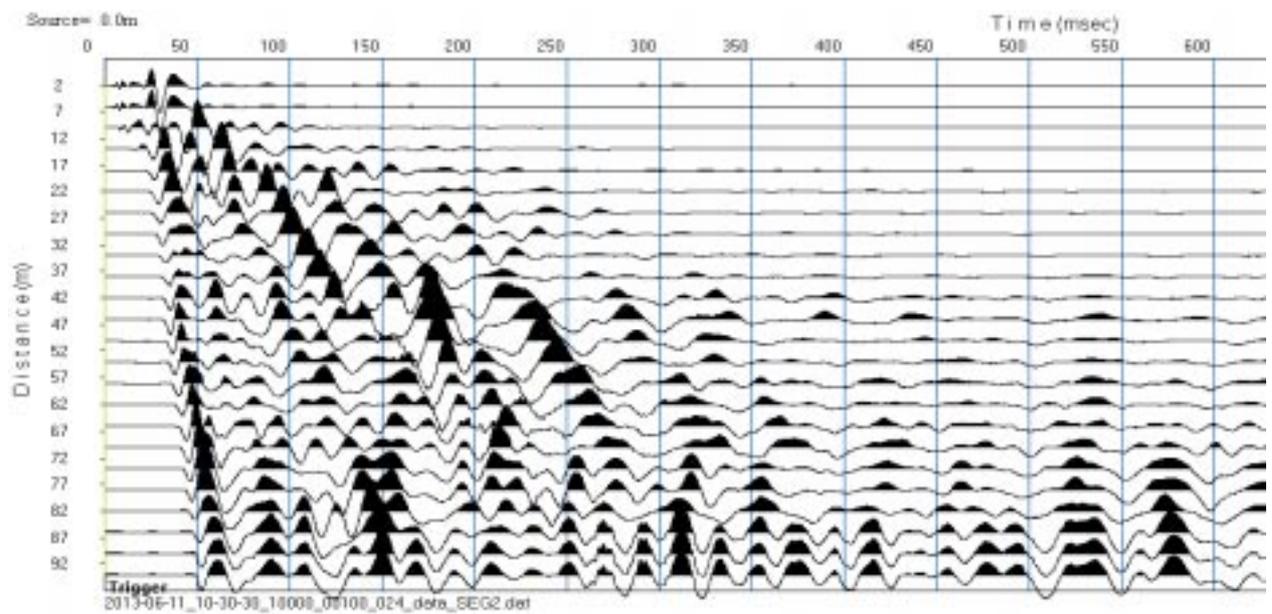
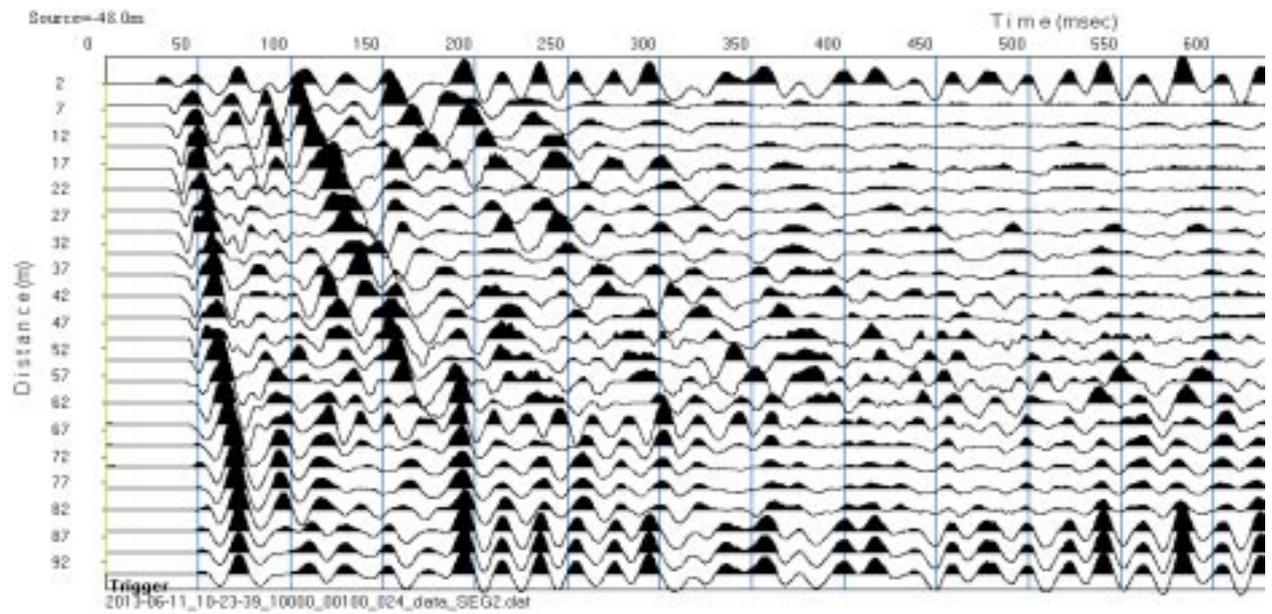
**rilievo a rifrazione P-waves**

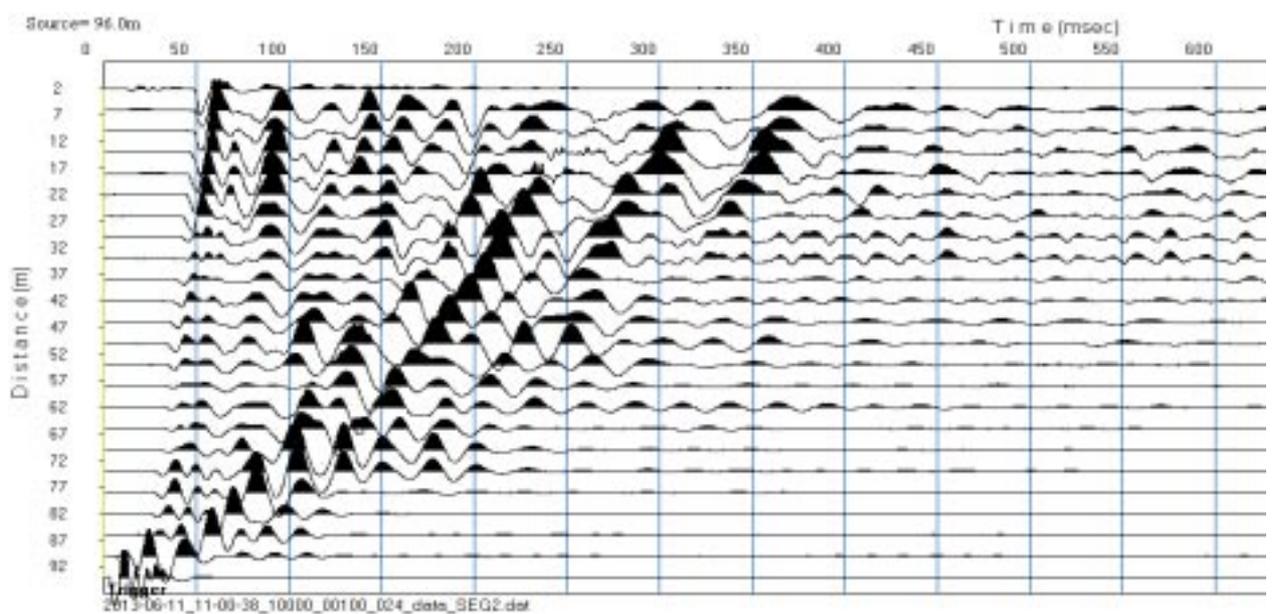
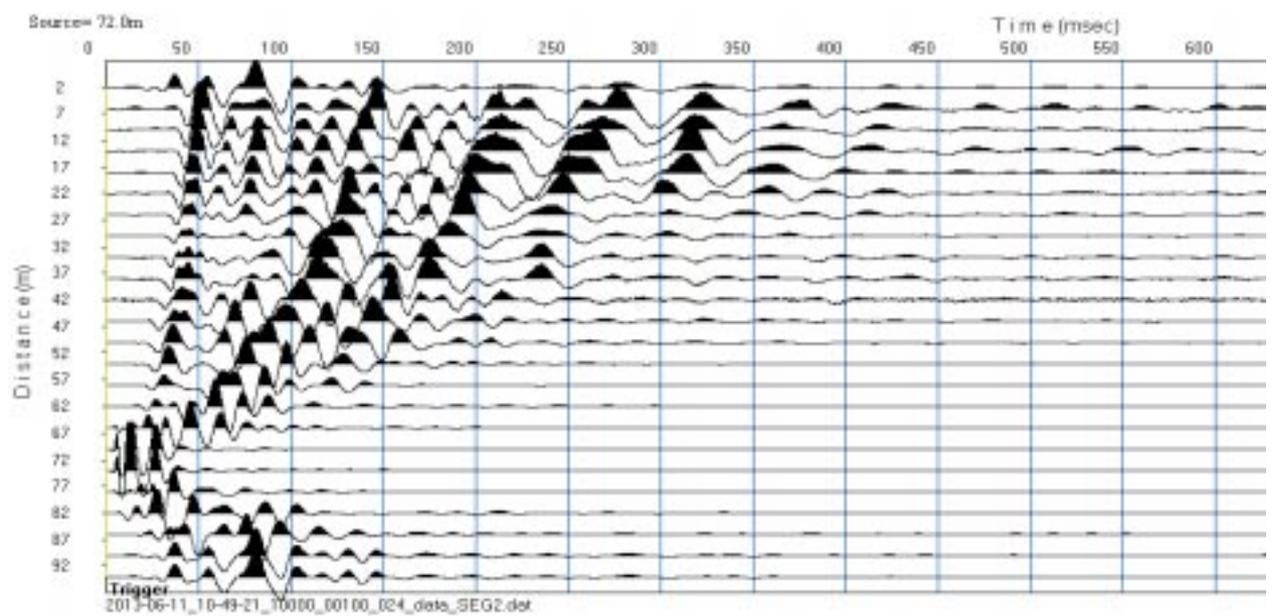
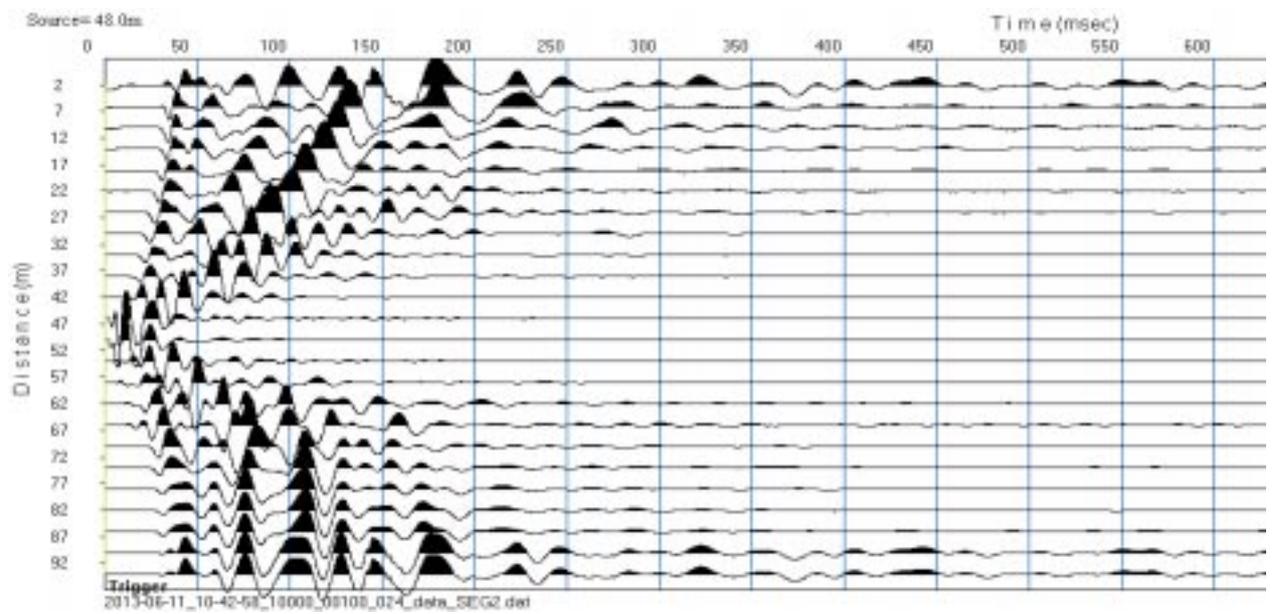
base n.1

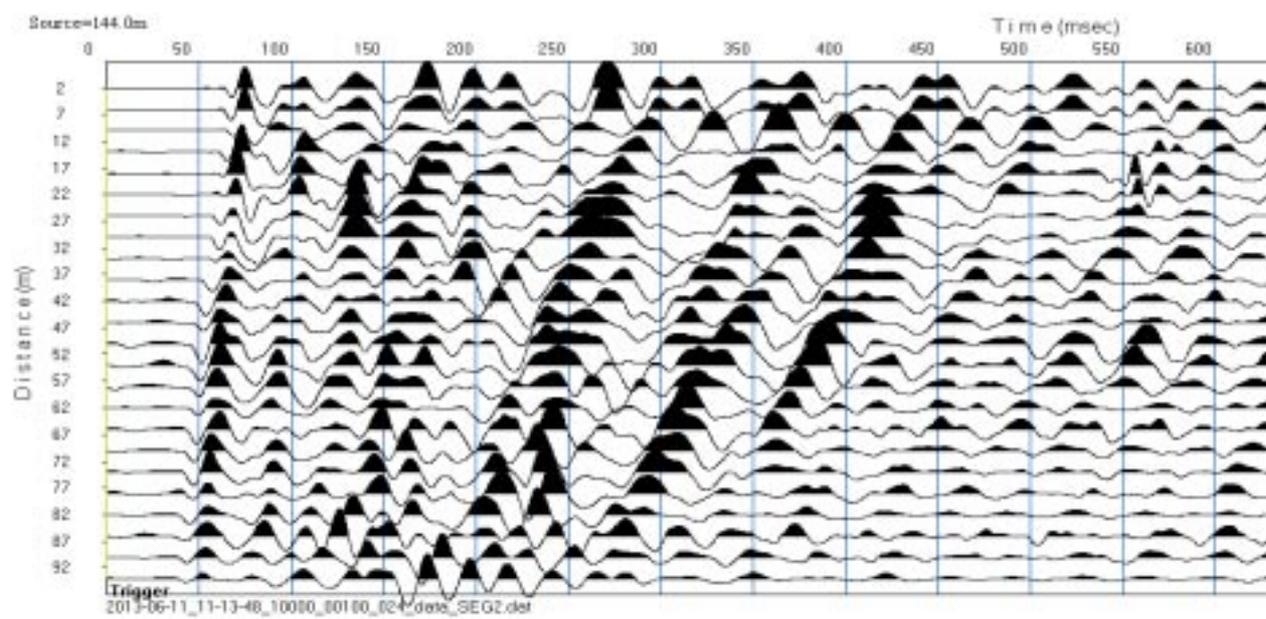
prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)







# **tabella numerica dromocrone**

**rilievo a rifrazione P-waves**  
base n.1

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

## BASE1P

## BASE SISMICA A RIFRAZIONE n.1 - RILIEVO P-WAVES

SCOPPIO 1 -	X (m)	-48.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA			
2.000000		42.200000	0.000000E+00			
6.000000		45.400000	0.000000E+00			
10.000000		47.700000	0.000000E+00			
14.000000		48.700000	0.000000E+00			
18.000000		48.400000	0.000000E+00			
22.000000		49.100000	0.000000E+00			
26.000000		50.000000	0.000000E+00			
30.000000		51.700000	0.000000E+00			
34.000000		52.900000	0.000000E+00			
38.000000		54.100000	0.000000E+00			
42.000000		55.500000	0.000000E+00			
46.000000		56.100000	0.000000E+00			
50.000000		57.400000	0.000000E+00			
54.000000		59.600000	0.000000E+00			
58.000000		58.600000	0.000000E+00			
62.000000		60.100000	0.000000E+00			
66.000000		59.700000	0.000000E+00			
70.000000		61.100000	0.000000E+00			
74.000000		61.200000	0.000000E+00			
78.000000		62.300000	0.000000E+00			
82.000000		62.900000	0.000000E+00			
86.000000		63.700000	0.000000E+00			
90.000000		64.600000	0.000000E+00			
94.000000		65.400000	0.000000E+00			

SCOPPIO 2 -	X (m)	.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA			
2.000000		4.400000	0.000000E+00			
6.000000		8.100000	0.000000E+00			
10.000000		11.700000	0.000000E+00			
14.000000		15.400000	0.000000E+00			
18.000000		18.100000	0.000000E+00			
22.000000		22.900000	0.000000E+00			
26.000000		24.100000	0.000000E+00			
30.000000		26.500000	0.000000E+00			
34.000000		27.800000	0.000000E+00			
38.000000		29.400000	0.000000E+00			
42.000000		31.000000	0.000000E+00			
46.000000		31.400000	0.000000E+00			
50.000000		31.900000	0.000000E+00			
54.000000		33.700000	0.000000E+00			
58.000000		35.000000	0.000000E+00			
62.000000		36.700000	0.000000E+00			
66.000000		40.100000	0.000000E+00			
70.000000		40.100000	0.000000E+00			
74.000000		41.000000	0.000000E+00			
78.000000		43.000000	0.000000E+00			
82.000000		44.700000	0.000000E+00			
86.000000		47.000000	0.000000E+00			
90.000000		46.200000	0.000000E+00			
94.000000		48.000000	0.000000E+00			

SCOPPIO 3 -	X (m)	24.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
-------------	-------	-------	-------	-----	-------	-----

## BASE1P

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		26.300000	0.000000E+00
6.000000		23.400000	0.000000E+00
10.000000		22.700000	0.000000E+00
14.000000		19.800000	0.000000E+00
18.000000		14.300000	0.000000E+00
22.000000		2.800000	0.000000E+00
26.000000		2.800000	0.000000E+00
30.000000		12.000000	0.000000E+00
34.000000		16.100000	0.000000E+00
38.000000		18.900000	0.000000E+00
42.000000		18.700000	0.000000E+00
46.000000		21.500000	0.000000E+00
50.000000		23.600000	0.000000E+00
54.000000		25.200000	0.000000E+00
58.000000		27.500000	0.000000E+00
62.000000		32.200000	0.000000E+00
66.000000		34.700000	0.000000E+00
70.000000		34.100000	0.000000E+00
74.000000		34.600000	0.000000E+00
78.000000		37.700000	0.000000E+00
82.000000		37.600000	0.000000E+00
86.000000		39.100000	0.000000E+00
90.000000		41.100000	0.000000E+00
94.000000		42.700000	0.000000E+00

SCOPPIO 4 - X (m) 48.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		33.700000	0.000000E+00
6.000000		31.300000	0.000000E+00
10.000000		29.700000	0.000000E+00
14.000000		30.000000	0.000000E+00
18.000000		27.200000	0.000000E+00
22.000000		25.000000	0.000000E+00
26.000000		22.000000	0.000000E+00
30.000000		19.000000	0.000000E+00
34.000000		17.500000	0.000000E+00
38.000000		14.700000	0.000000E+00
42.000000		9.300000	0.000000E+00
46.000000		3.200000	0.000000E+00
50.000000		3.600000	0.000000E+00
54.000000		8.200000	0.000000E+00
58.000000		14.300000	0.000000E+00
62.000000		18.000000	0.000000E+00
66.000000		20.400000	0.000000E+00
70.000000		22.300000	0.000000E+00
74.000000		23.700000	0.000000E+00
78.000000		26.400000	0.000000E+00
82.000000		26.400000	0.000000E+00
86.000000		28.200000	0.000000E+00
90.000000		28.800000	0.000000E+00
94.000000		29.400000	0.000000E+00

SCOPPIO 5 - X (m) 72.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		39.700000	0.000000E+00
6.000000		39.100000	0.000000E+00
10.000000		38.600000	0.000000E+00
14.000000		38.100000	0.000000E+00
18.000000		36.100000	0.000000E+00
22.000000		34.600000	0.000000E+00

BASE1P

26.000000	34.200000	0.000000E+00
30.000000	32.900000	0.000000E+00
34.000000	31.500000	0.000000E+00
38.000000	29.100000	0.000000E+00
42.000000	27.300000	0.000000E+00
46.000000	24.100000	0.000000E+00
50.000000	22.600000	0.000000E+00
54.000000	21.700000	0.000000E+00
58.000000	20.200000	0.000000E+00
62.000000	14.000000	0.000000E+00
66.000000	10.200000	0.000000E+00
70.000000	2.800000	0.000000E+00
74.000000	2.800000	0.000000E+00
78.000000	8.700000	0.000000E+00
82.000000	14.800000	0.000000E+00
86.000000	16.600000	0.000000E+00
90.000000	17.900000	0.000000E+00
94.000000	19.100000	0.000000E+00

SCOPPIO 6 - X (m) 96.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	49.000000	0.000000E+00
6.000000	46.600000	0.000000E+00
10.000000	45.700000	0.000000E+00
14.000000	45.200000	0.000000E+00
18.000000	44.700000	0.000000E+00
22.000000	44.500000	0.000000E+00
26.000000	41.900000	0.000000E+00
30.000000	42.000000	0.000000E+00
34.000000	40.200000	0.000000E+00
38.000000	38.000000	0.000000E+00
42.000000	37.700000	0.000000E+00
46.000000	34.700000	0.000000E+00
50.000000	35.400000	0.000000E+00
54.000000	33.600000	0.000000E+00
58.000000	32.400000	0.000000E+00
62.000000	32.700000	0.000000E+00
66.000000	32.100000	0.000000E+00
70.000000	29.900000	0.000000E+00
74.000000	27.800000	0.000000E+00
78.000000	26.000000	0.000000E+00
82.000000	24.400000	0.000000E+00
86.000000	18.800000	0.000000E+00
90.000000	10.800000	0.000000E+00
94.000000	2.800000	0.000000E+00

SCOPPIO 7 - X (m) 144.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	64.500000	0.000000E+00
6.000000	63.700000	0.000000E+00
10.000000	63.100000	0.000000E+00
14.000000	62.100000	0.000000E+00
18.000000	61.200000	0.000000E+00
22.000000	58.600000	0.000000E+00
26.000000	58.400000	0.000000E+00
30.000000	57.200000	0.000000E+00
34.000000	57.200000	0.000000E+00
38.000000	52.700000	0.000000E+00
42.000000	49.000000	0.000000E+00
46.000000	48.500000	0.000000E+00
50.000000	47.700000	0.000000E+00

BASE1P		
54.000000	46.200000	0.000000E+00
58.000000	46.700000	0.000000E+00
62.000000	45.400000	0.000000E+00
66.000000	44.400000	0.000000E+00
70.000000	42.700000	0.000000E+00
74.000000	42.200000	0.000000E+00
78.000000	40.700000	0.000000E+00
82.000000	40.500000	0.000000E+00
86.000000	38.100000	0.000000E+00
90.000000	38.100000	0.000000E+00
94.000000	37.400000	0.000000E+00

# **sezione geofisica tomografica**

**rilievo a rifrazione P-waves**

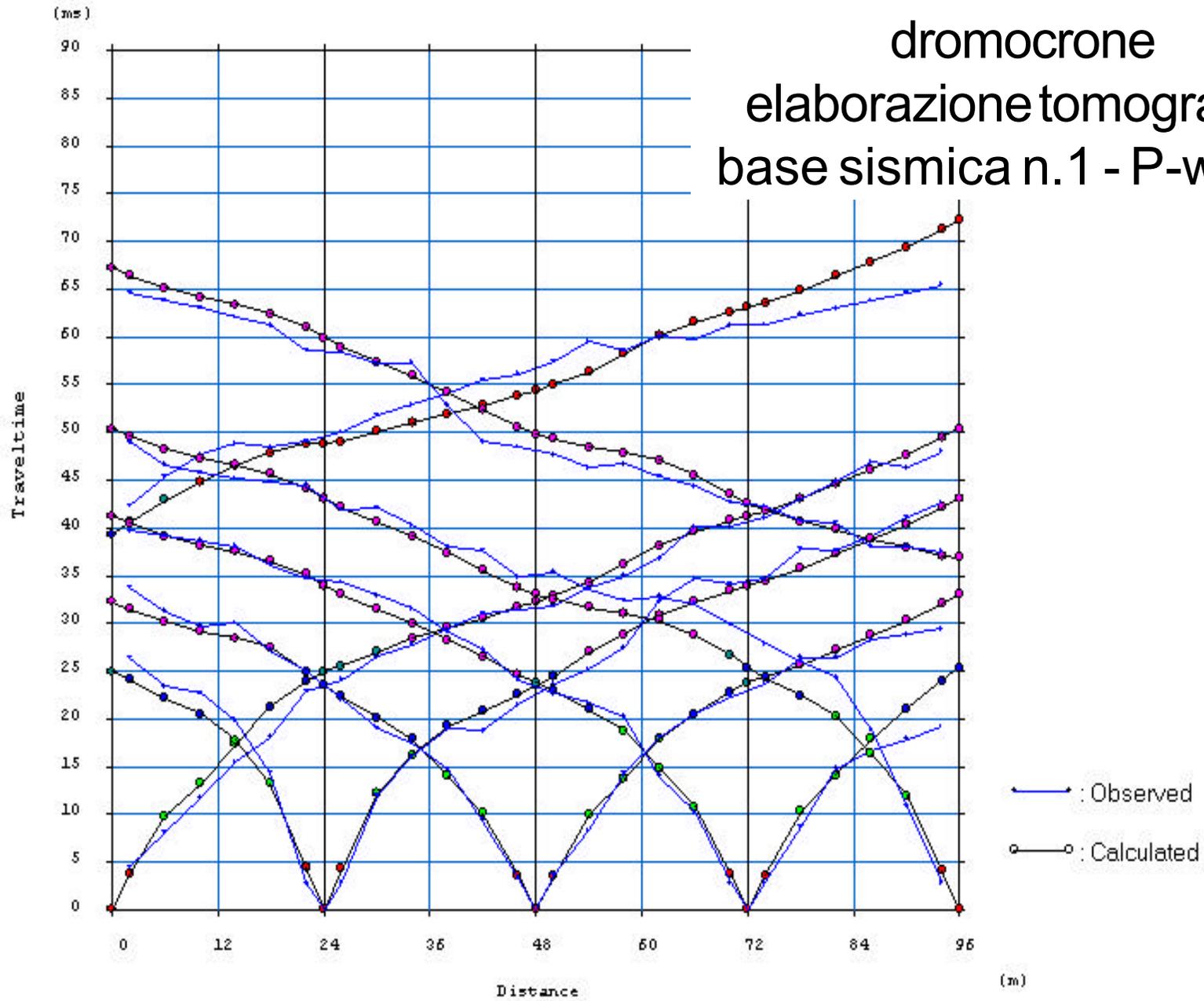
base n.1

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

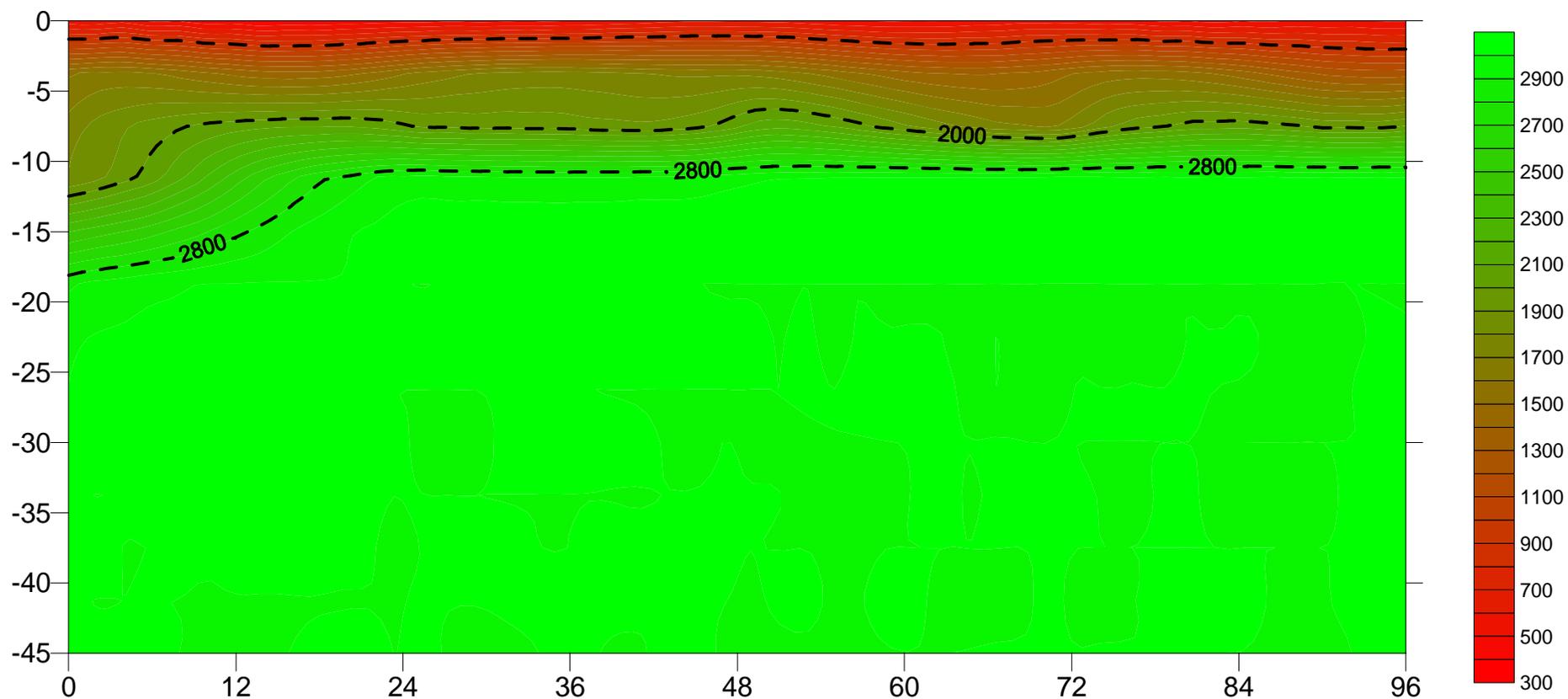
dromocrone  
elaborazione tomografica  
base sismica n.1 - P-waves



# PROFILO SISMICO - base n.1

## rilievo a rifrazione P-waves

base sismica n.1 - P-waves



# **sezione geofisica analisi GRM**

**rilievo a rifrazione P-waves**

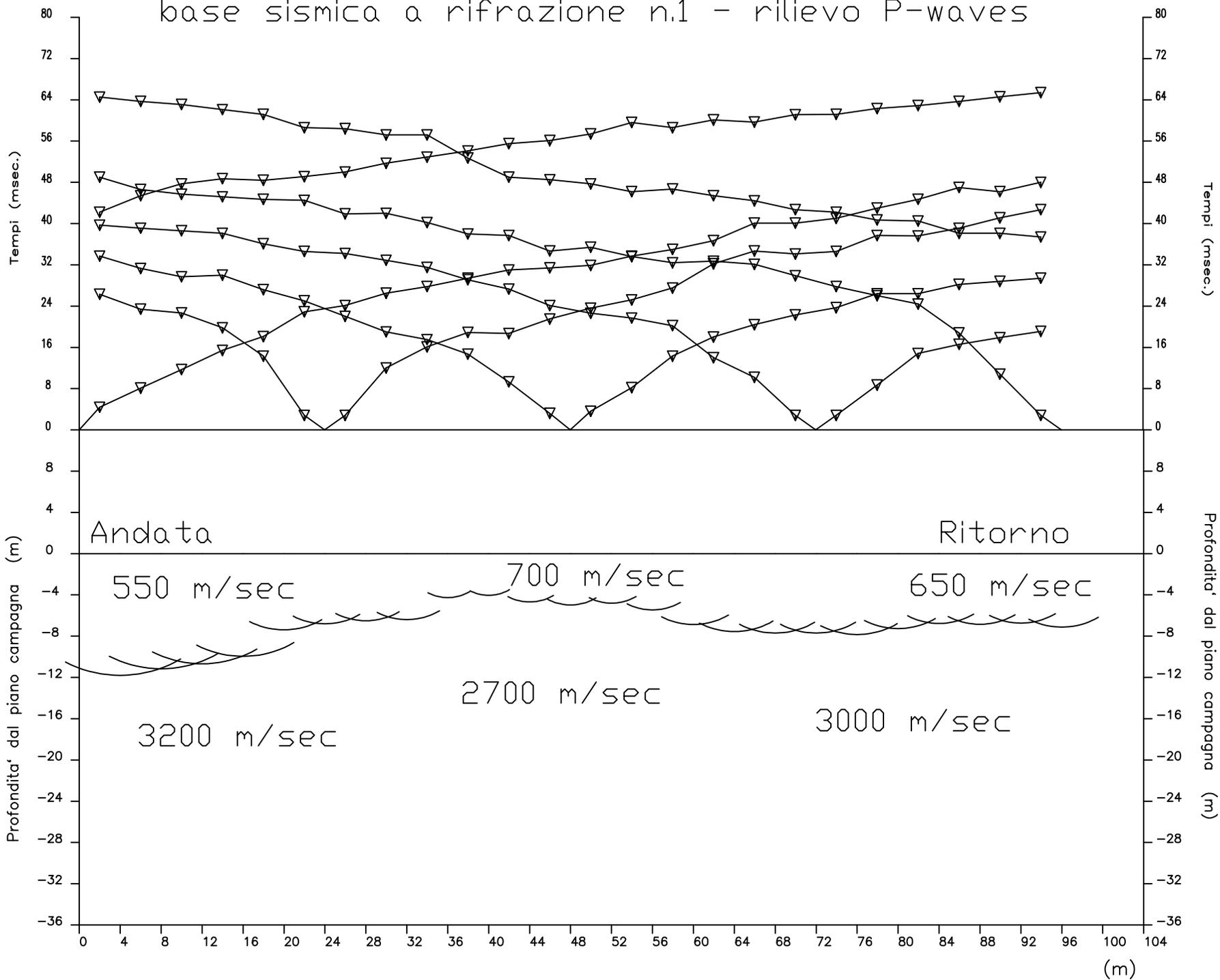
base n.1

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

base sismica a rifrazione n.1 - rilievo P-waves



# **sismogrammi di campagna**

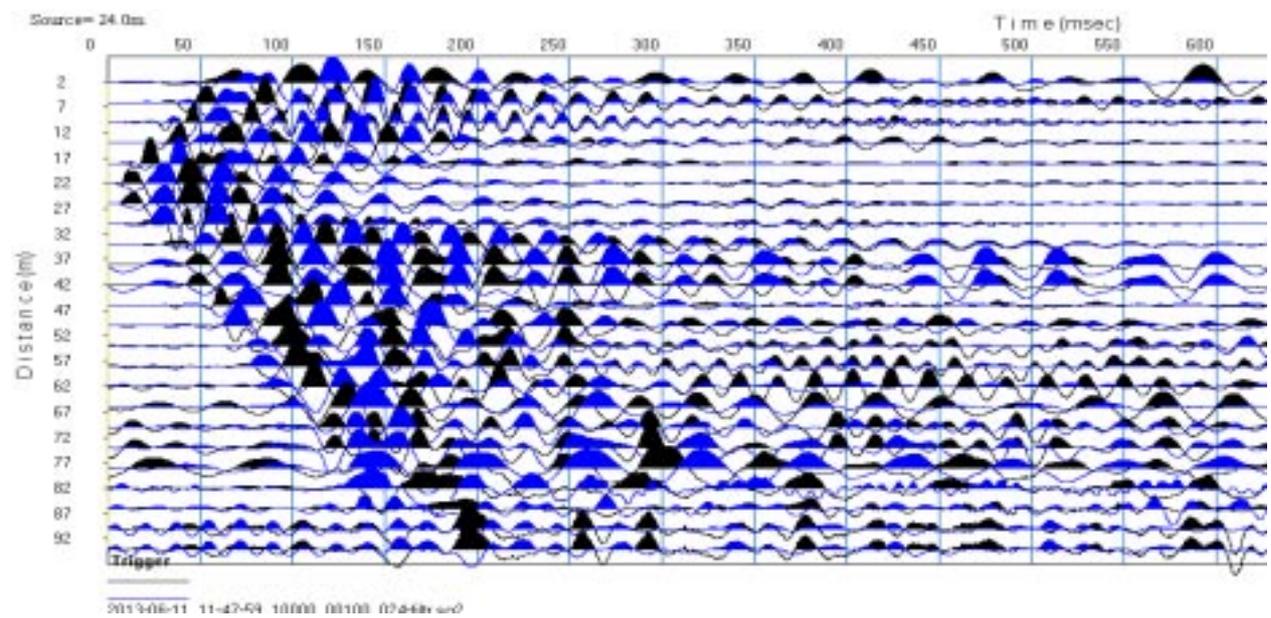
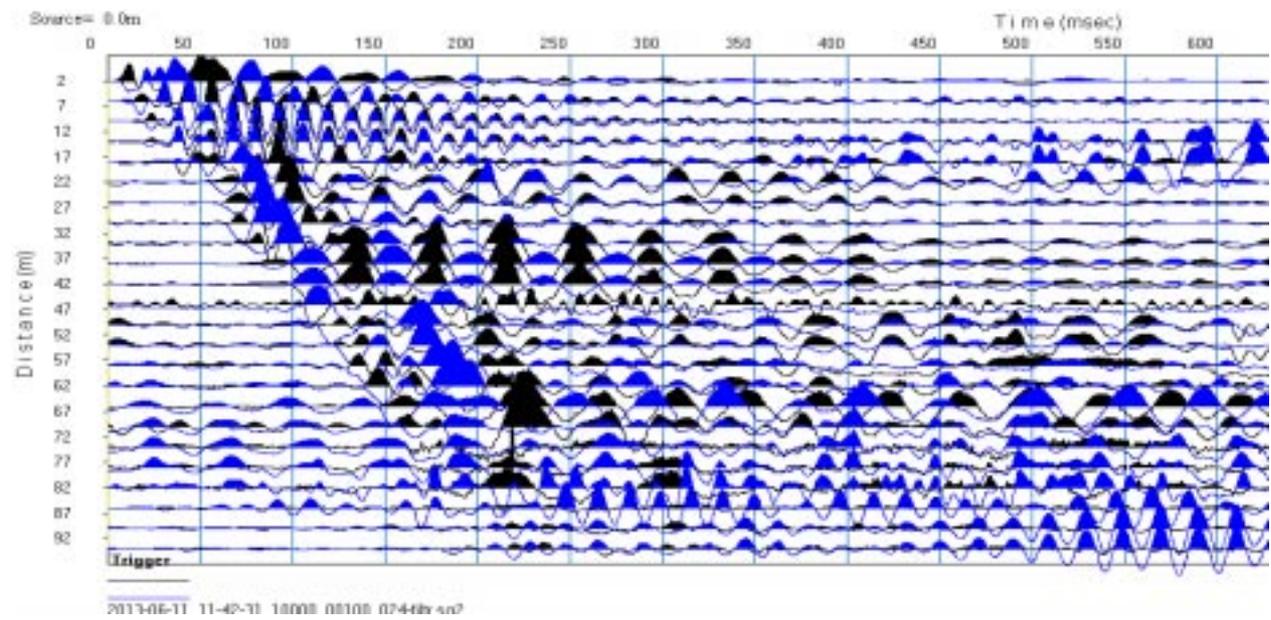
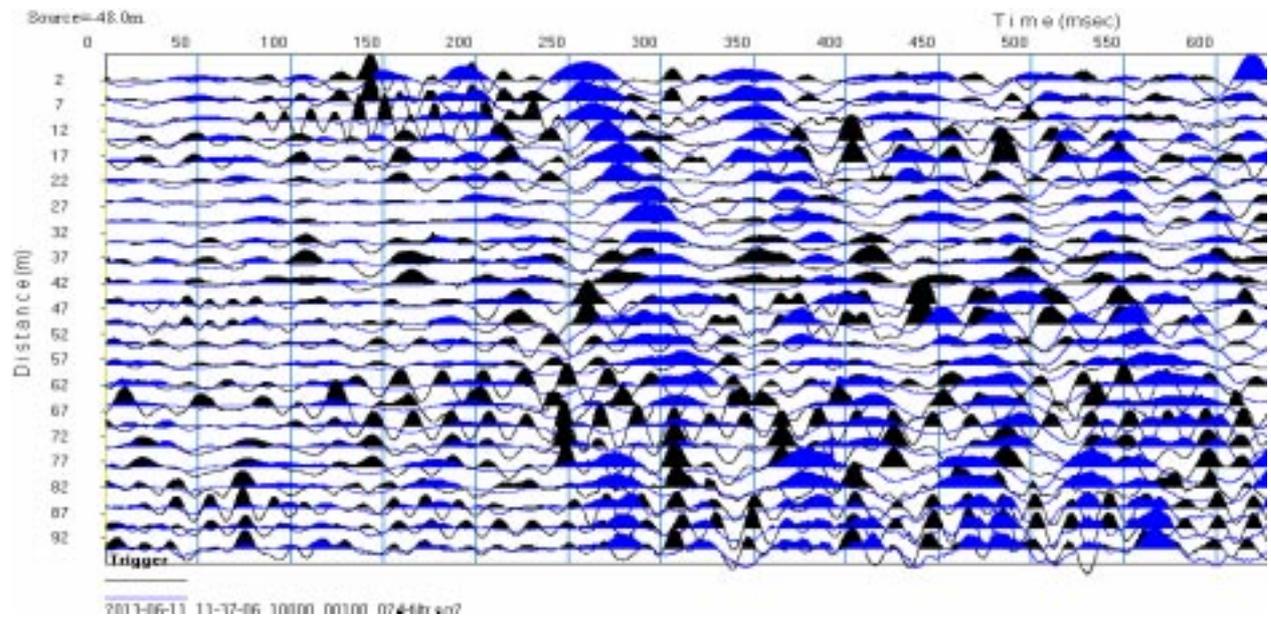
**rilievo a rifrazione SH-waves**

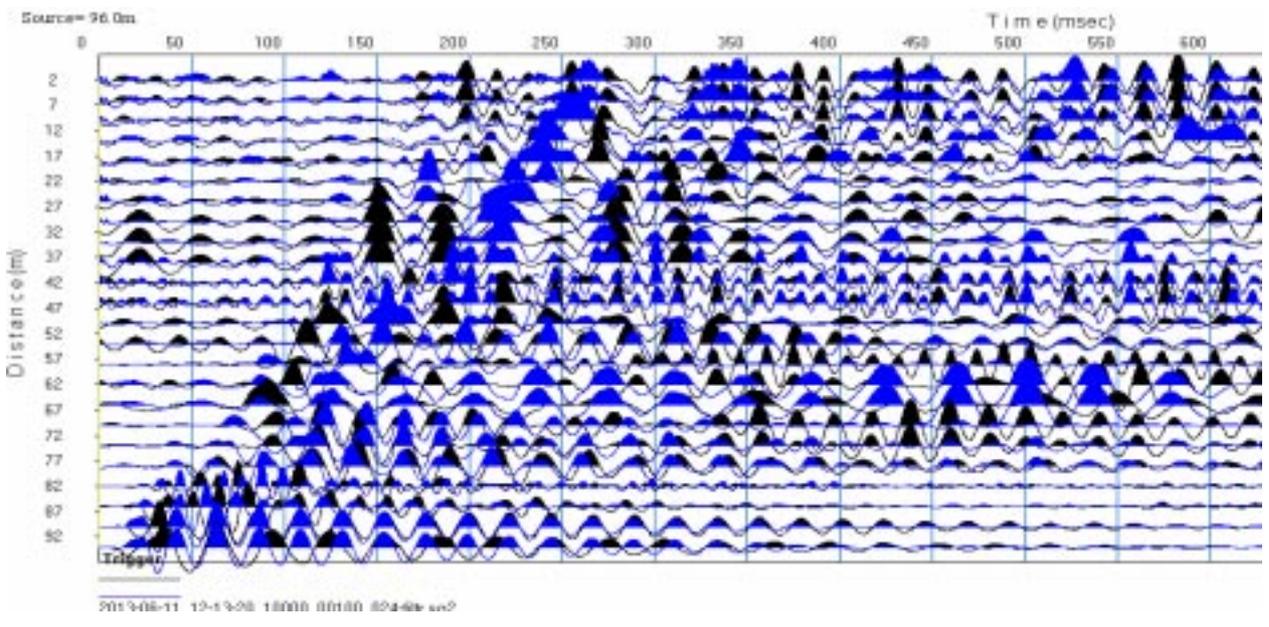
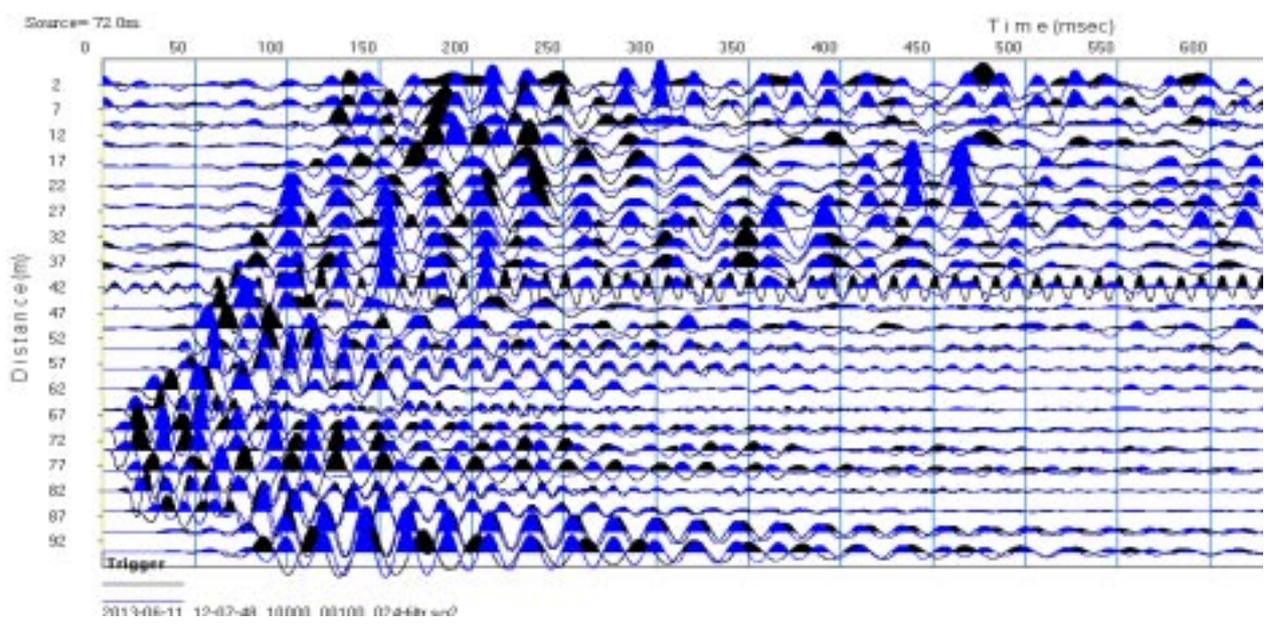
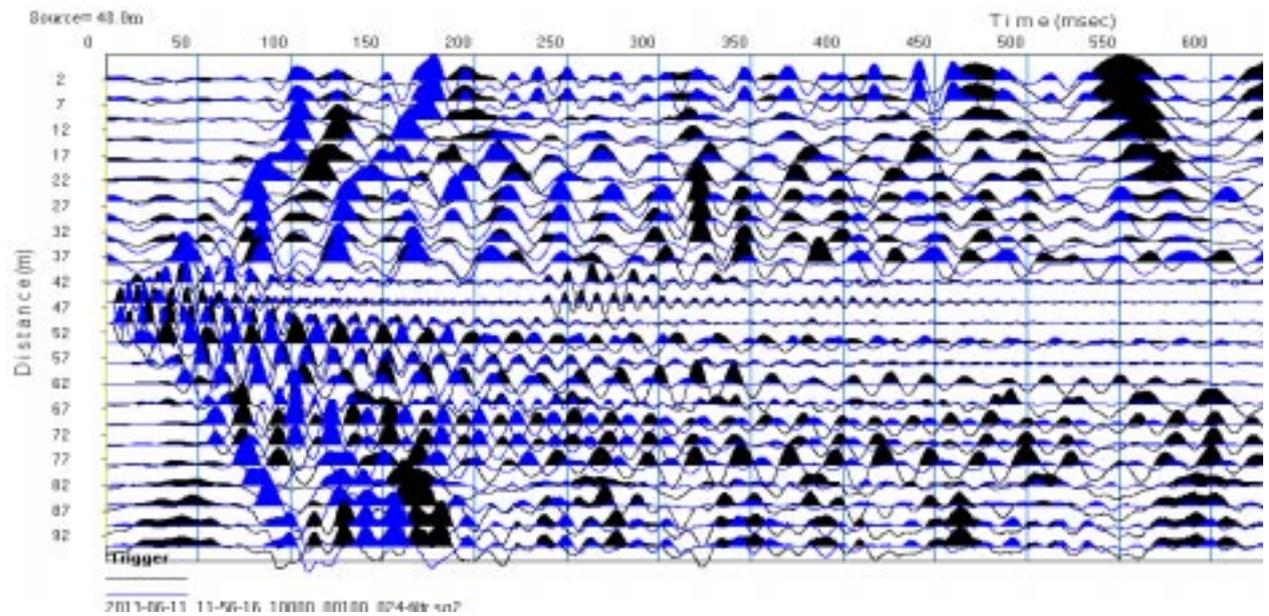
base n.1

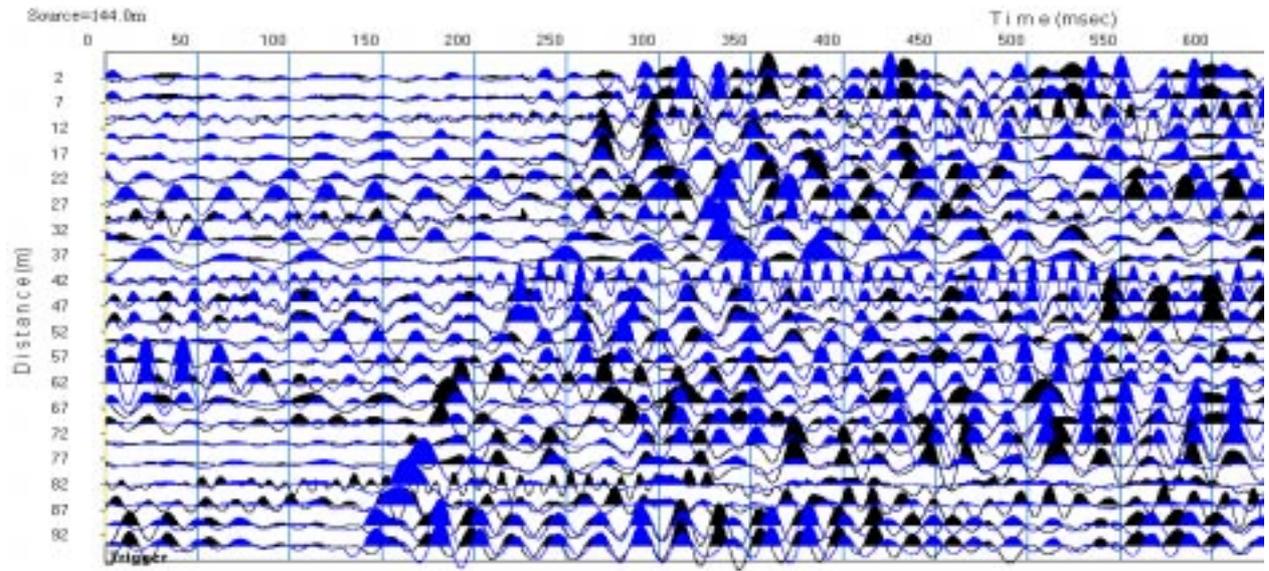
prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)







2013-05-11 12:16:51 10000 00100 0744br.cn2

# **tabella numerica dromocrone**

**rilievo a rifrazione S-waves**  
base n.1

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

## BASE1S

## BASE SISMICA A RIFRAZIONE n.1 - RILIEVO SH-WAVES

SCOPPIO 1	- X (m)	-48.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA			
2.000000		119.100000	0.000000E+00			
6.000000		123.700000	0.000000E+00			
10.000000		128.900000	0.000000E+00			
14.000000		137.600000	0.000000E+00			
18.000000		141.300000	0.000000E+00			
22.000000		150.300000	0.000000E+00			
26.000000		160.400000	0.000000E+00			
30.000000		167.900000	0.000000E+00			
34.000000		175.000000	0.000000E+00			
38.000000		181.100000	0.000000E+00			
42.000000		188.900000	0.000000E+00			
46.000000		200.200000	0.000000E+00			
50.000000		213.900000	0.000000E+00			
54.000000		219.700000	0.000000E+00			
58.000000		224.900000	0.000000E+00			
62.000000		230.800000	0.000000E+00			
66.000000		234.800000	0.000000E+00			
70.000000		239.800000	0.000000E+00			
74.000000		241.900000	0.000000E+00			
78.000000		245.000000	0.000000E+00			
82.000000		251.500000	0.000000E+00			
86.000000		258.300000	0.000000E+00			
90.000000		265.700000	0.000000E+00			
94.000000		268.800000	0.000000E+00			

SCOPPIO 2	- X (m)	.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA			
2.000000		5.900000	0.000000E+00			
6.000000		13.900000	0.000000E+00			
10.000000		20.400000	0.000000E+00			
14.000000		28.700000	0.000000E+00			
18.000000		36.500000	0.000000E+00			
22.000000		53.100000	0.000000E+00			
26.000000		60.500000	0.000000E+00			
30.000000		65.700000	0.000000E+00			
34.000000		76.400000	0.000000E+00			
38.000000		84.200000	0.000000E+00			
42.000000		98.600000	0.000000E+00			
46.000000		106.000000	0.000000E+00			
50.000000		113.900000	0.000000E+00			
54.000000		124.100000	0.000000E+00			
58.000000		130.000000	0.000000E+00			
62.000000		138.300000	0.000000E+00			
66.000000		148.100000	0.000000E+00			
70.000000		155.500000	0.000000E+00			
74.000000		160.100000	0.000000E+00			
78.000000		162.500000	0.000000E+00			
82.000000		165.700000	0.000000E+00			
86.000000		166.200000	0.000000E+00			
90.000000		171.700000	0.000000E+00			

## BASE1S

94.000000 176.400000 0.000000E+00

SCOPPIO	3	-	X (m)	24.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI	ARRIVO	QUOTA				
2.000000		47.700000		0.000000E+00				
6.000000		37.400000		0.000000E+00				
10.000000		27.800000		0.000000E+00				
14.000000		25.400000		0.000000E+00				
18.000000		17.100000		0.000000E+00				
22.000000		6.000000		0.000000E+00				
26.000000		6.000000		0.000000E+00				
30.000000		21.300000		0.000000E+00				
34.000000		30.000000		0.000000E+00				
38.000000		40.700000		0.000000E+00				
42.000000		44.000000		0.000000E+00				
46.000000		56.000000		0.000000E+00				
50.000000		62.500000		0.000000E+00				
54.000000		74.500000		0.000000E+00				
58.000000		77.700000		0.000000E+00				
62.000000		87.500000		0.000000E+00				
66.000000		98.600000		0.000000E+00				
70.000000		110.600000		0.000000E+00				
74.000000		117.100000		0.000000E+00				
78.000000		126.800000		0.000000E+00				
82.000000		129.600000		0.000000E+00				
86.000000		133.700000		0.000000E+00				
90.000000		135.700000		0.000000E+00				
94.000000		137.800000		0.000000E+00				

SCOPPIO	4	-	X (m)	48.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI	ARRIVO	QUOTA				
2.000000		83.800000		0.000000E+00				
6.000000		82.300000		0.000000E+00				
10.000000		80.100000		0.000000E+00				
14.000000		73.600000		0.000000E+00				
18.000000		68.000000		0.000000E+00				
22.000000		59.900000		0.000000E+00				
26.000000		55.500000		0.000000E+00				
30.000000		45.300000		0.000000E+00				
34.000000		35.200000		0.000000E+00				
38.000000		27.200000		0.000000E+00				
42.000000		20.400000		0.000000E+00				
46.000000		3.700000		0.000000E+00				
50.000000		3.700000		0.000000E+00				
54.000000		15.200000		0.000000E+00				
58.000000		21.300000		0.000000E+00				
62.000000		36.100000		0.000000E+00				
66.000000		45.700000		0.000000E+00				
70.000000		52.200000		0.000000E+00				
74.000000		56.400000		0.000000E+00				
78.000000		68.800000		0.000000E+00				
82.000000		74.500000		0.000000E+00				
86.000000		81.300000		0.000000E+00				
90.000000		88.400000		0.000000E+00				
94.000000		90.800000		0.000000E+00				

SCOPPIO	5	-	X (m)	72.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI	ARRIVO	QUOTA				

BASE1S

2.000000	131.100000	0.000000E+00
6.000000	127.000000	0.000000E+00
10.000000	122.800000	0.000000E+00
14.000000	116.300000	0.000000E+00
18.000000	109.500000	0.000000E+00
22.000000	97.500000	0.000000E+00
26.000000	92.200000	0.000000E+00
30.000000	83.400000	0.000000E+00
34.000000	79.000000	0.000000E+00
38.000000	68.200000	0.000000E+00
42.000000	59.500000	0.000000E+00
46.000000	51.800000	0.000000E+00
50.000000	47.200000	0.000000E+00
54.000000	40.000000	0.000000E+00
58.000000	31.500000	0.000000E+00
62.000000	21.000000	0.000000E+00
66.000000	12.300000	0.000000E+00
70.000000	4.300000	0.000000E+00
74.000000	4.300000	0.000000E+00
78.000000	11.700000	0.000000E+00
82.000000	14.500000	0.000000E+00
86.000000	20.600000	0.000000E+00
90.000000	26.800000	0.000000E+00
94.000000	32.900000	0.000000E+00

SCOPPIO 6 - X (m) 96.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		170.900000	0.000000E+00
6.000000		170.000000	0.000000E+00
10.000000		162.300000	0.000000E+00
14.000000		160.000000	0.000000E+00
18.000000		156.300000	0.000000E+00
22.000000		153.900000	0.000000E+00
26.000000		147.800000	0.000000E+00
30.000000		141.600000	0.000000E+00
34.000000		131.100000	0.000000E+00
38.000000		127.200000	0.000000E+00
42.000000		121.200000	0.000000E+00
46.000000		112.300000	0.000000E+00
50.000000		103.700000	0.000000E+00
54.000000		93.800000	0.000000E+00
58.000000		85.800000	0.000000E+00
62.000000		82.300000	0.000000E+00
66.000000		76.200000	0.000000E+00
70.000000		67.500000	0.000000E+00
74.000000		59.500000	0.000000E+00
78.000000		47.500000	0.000000E+00
82.000000		34.500000	0.000000E+00
86.000000		22.800000	0.000000E+00
90.000000		15.100000	0.000000E+00
94.000000		5.500000	0.000000E+00

SCOPPIO 7 - X (m) 144.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		266.900000	0.000000E+00
6.000000		265.400000	0.000000E+00
10.000000		260.800000	0.000000E+00
14.000000		257.300000	0.000000E+00

BASE1S

18.000000	254.600000	0.000000E+00
22.000000	250.900000	0.000000E+00
26.000000	247.500000	0.000000E+00
30.000000	243.800000	0.000000E+00
34.000000	237.000000	0.000000E+00
38.000000	230.200000	0.000000E+00
42.000000	220.000000	0.000000E+00
46.000000	215.400000	0.000000E+00
50.000000	208.200000	0.000000E+00
54.000000	204.300000	0.000000E+00
58.000000	194.700000	0.000000E+00
62.000000	183.300000	0.000000E+00
66.000000	177.100000	0.000000E+00
70.000000	169.700000	0.000000E+00
74.000000	164.500000	0.000000E+00
78.000000	158.300000	0.000000E+00
82.000000	154.600000	0.000000E+00
86.000000	146.500000	0.000000E+00
90.000000	139.100000	0.000000E+00
94.000000	130.800000	0.000000E+00

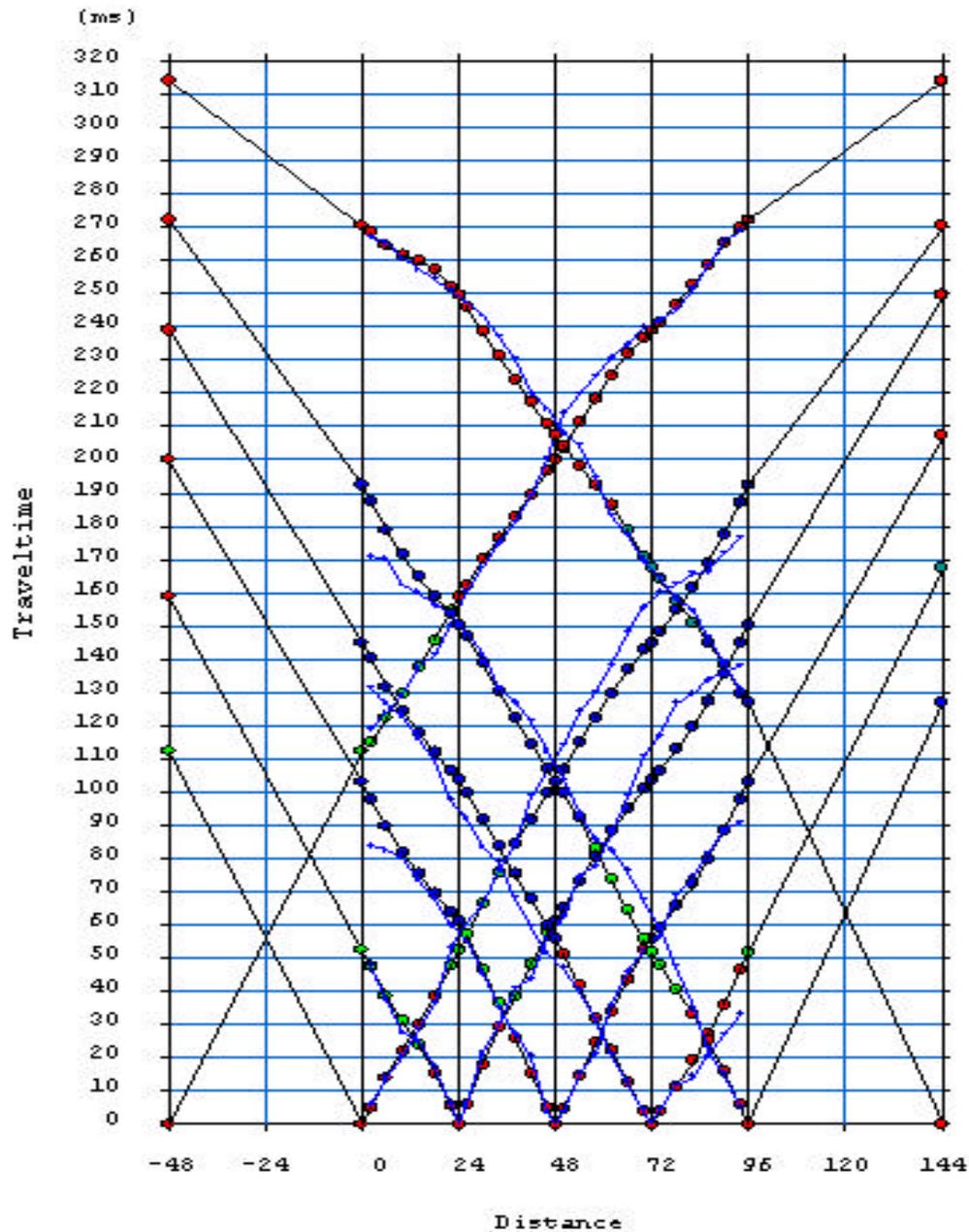
# **sezione geofisica tomografica**

**rilievo a rifrazione S-waves**  
base n.1

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

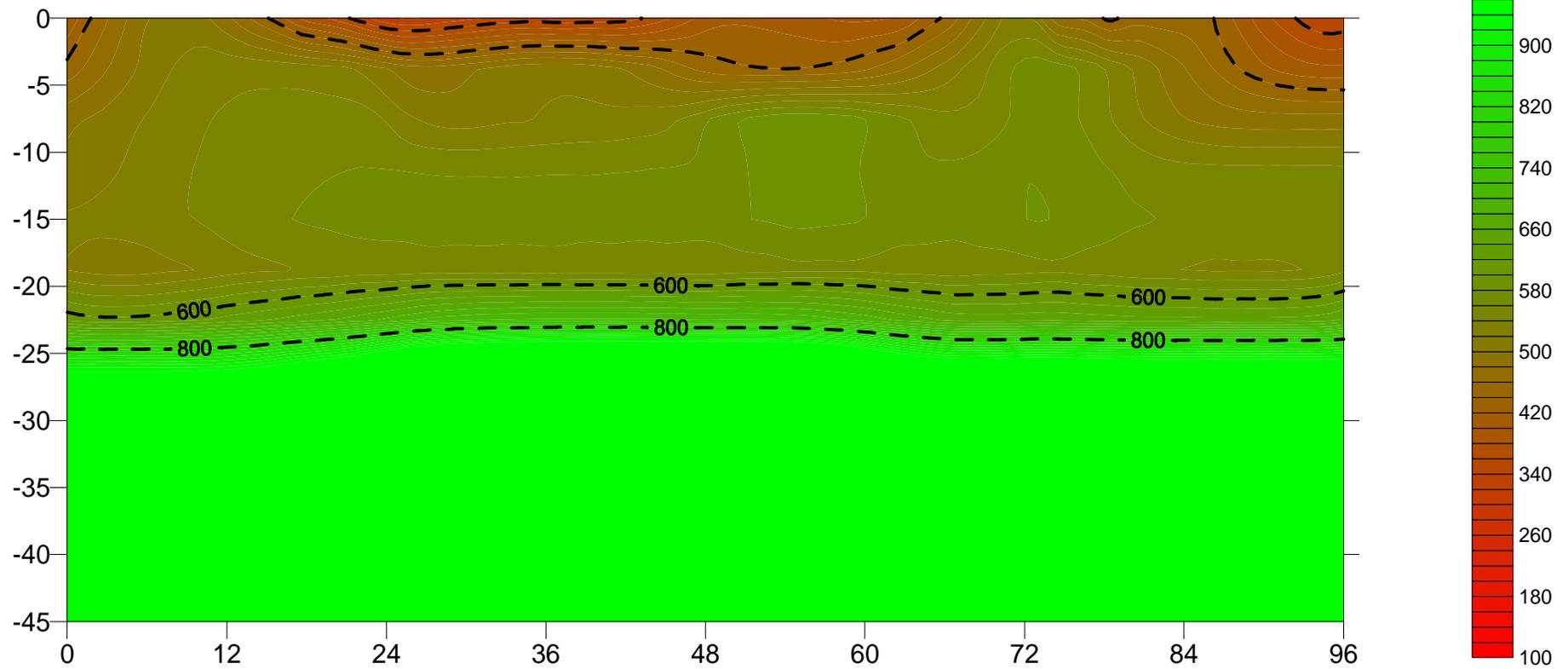
Comune di Vernio (PO)



dromocrone  
 elaborazione tomografica  
 base sismica n.1 - SH-waves

# PROFILO SISMICO - base n.1 rilievo a rifrazione SH-waves

base sismica n.1 - S-waves



# **sezione geofisica analisi GRM**

**rilievo a rifrazione S-waves**

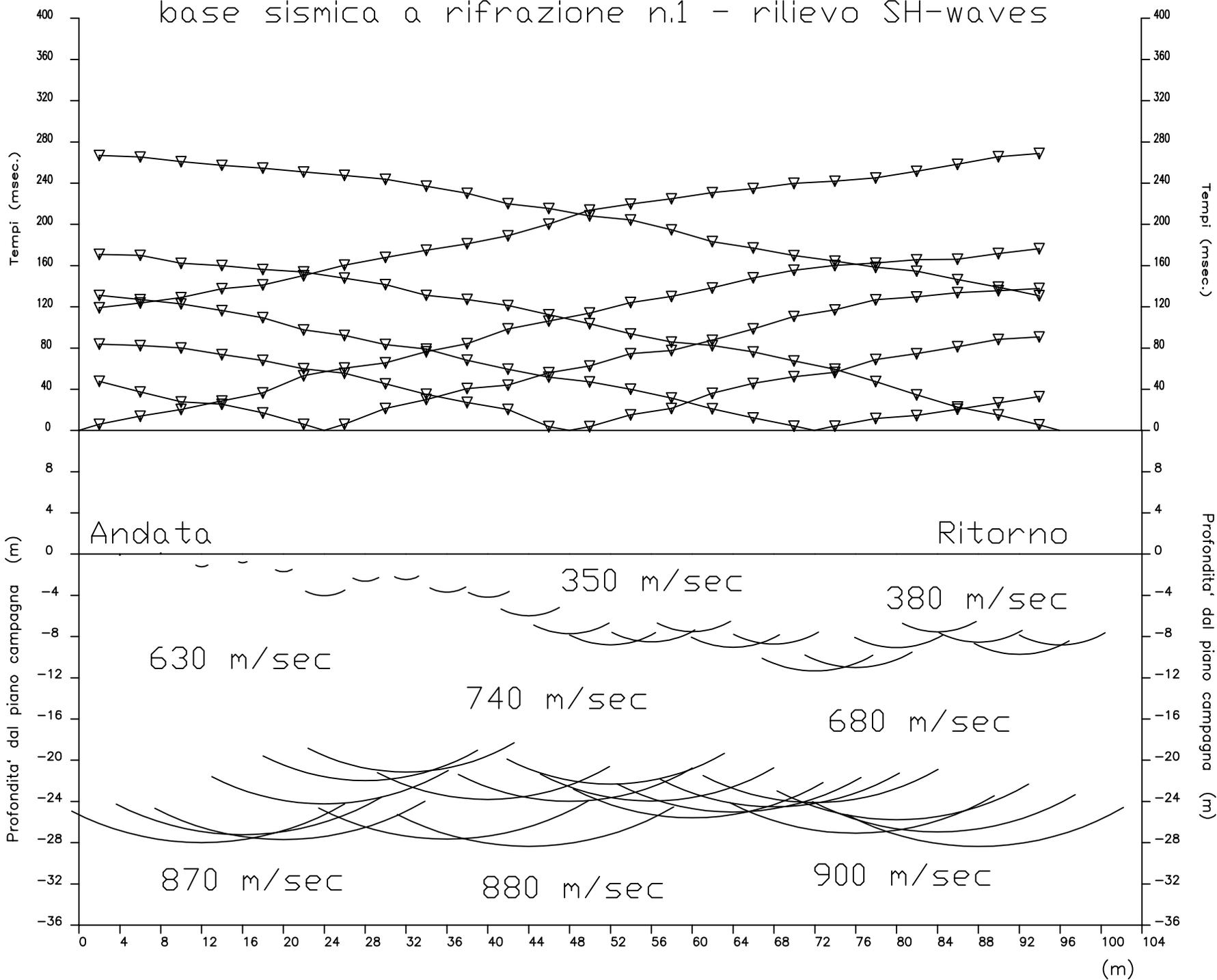
base n.1

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

base sismica a rifrazione n.1 - rilievo SH-waves



# **profilo sismico n.2**

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

numero velocimetri rilievo P-waves n.24 da 4.5 Hz vert  
numero velocimetri rilievo S-waves n.24 da 4.5 Hz orizz.  
intervallo geofonico m 4 (1^ geof. progr. m 2)  
progressive energizzazioni:  
m -48, m 0, m 24, m 50, m 74, m 98, m 118

sviluppo schematico  
rilievo geofisico a rifrazione  
base n.2 - P-waves

2013-06-11\_14-49-53

2013-06-11\_14-53-28

2013-06-11\_14-57-07

2013-06-11\_13-47-54

2013-06-11\_13-52-02

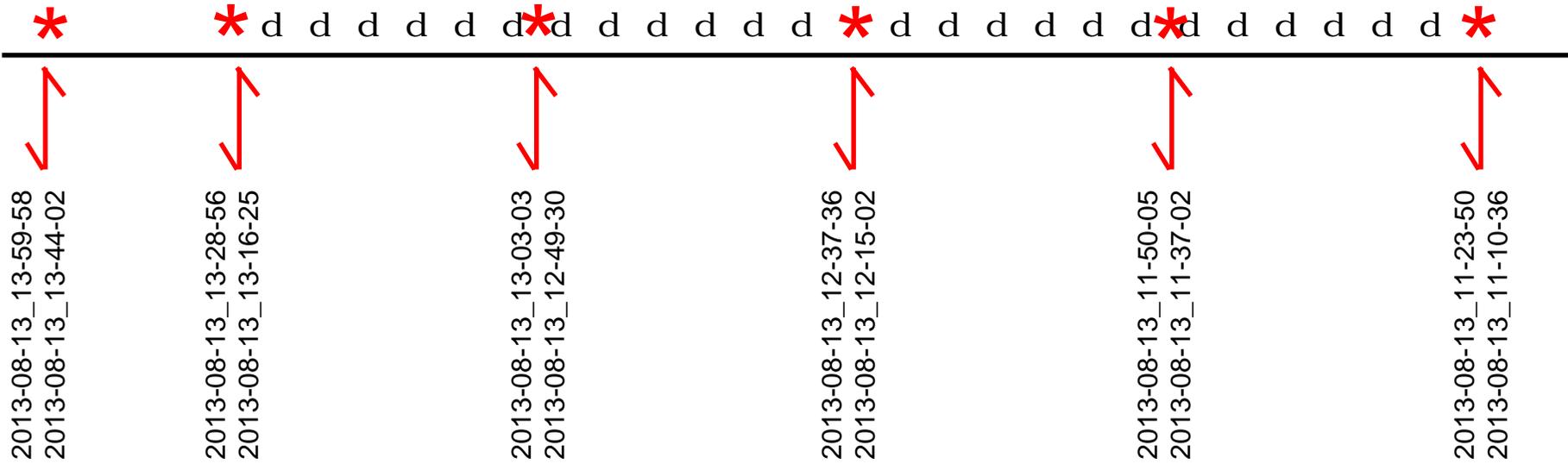
2013-06-11\_13-54-12

2013-06-11\_13-58-51

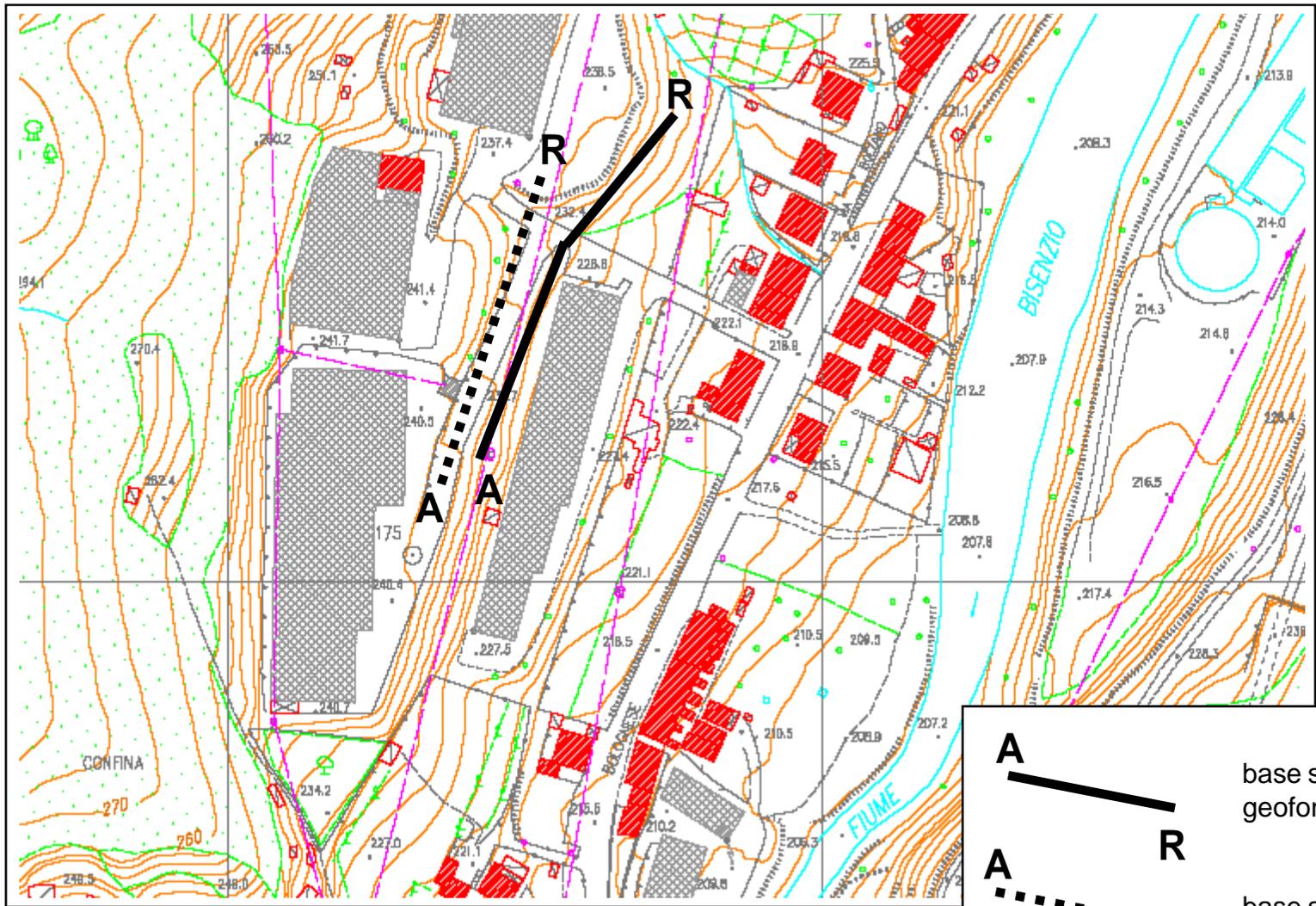
\* d d d d d \* \*

numero velocimetri rilievo S-waves n.24 da 4.5 Hz orizz.  
intervallo geofonico m 4 (1^ geof. progr. m 2)  
progressive energizzazioni:  
m -8, m 0, m 24, m 50, m 74, m 98

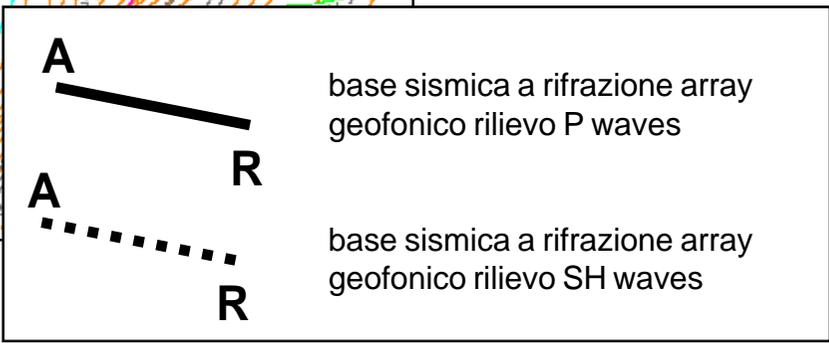
sviluppo schematico  
rilievo geofisico a rifrazione  
base n.2 - S-waves



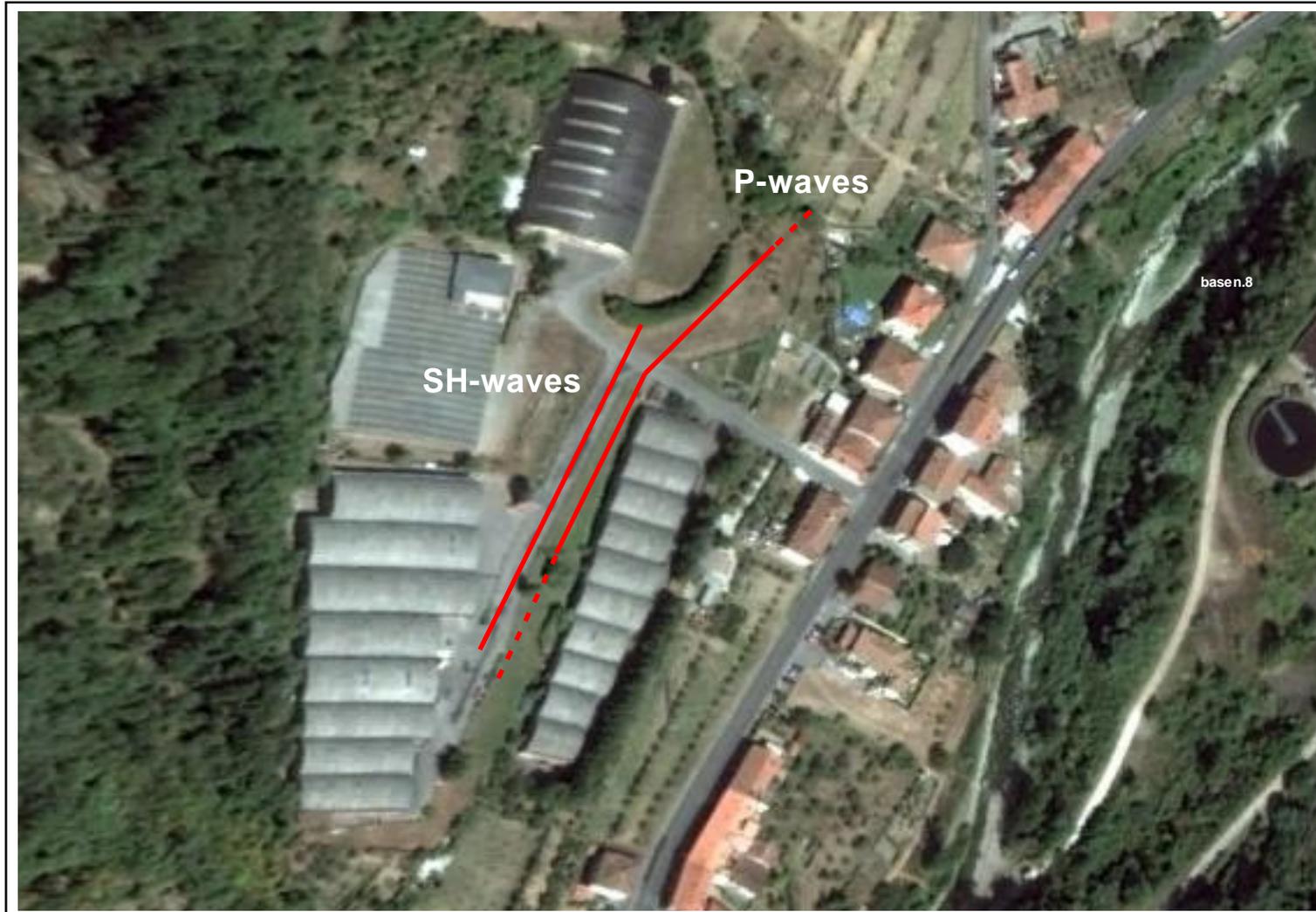
# ubicazione direttrice geofonica n.2 - P ed SH waves



area in esame



## localizzazione profilo n.2



ripresa aerea area in esame

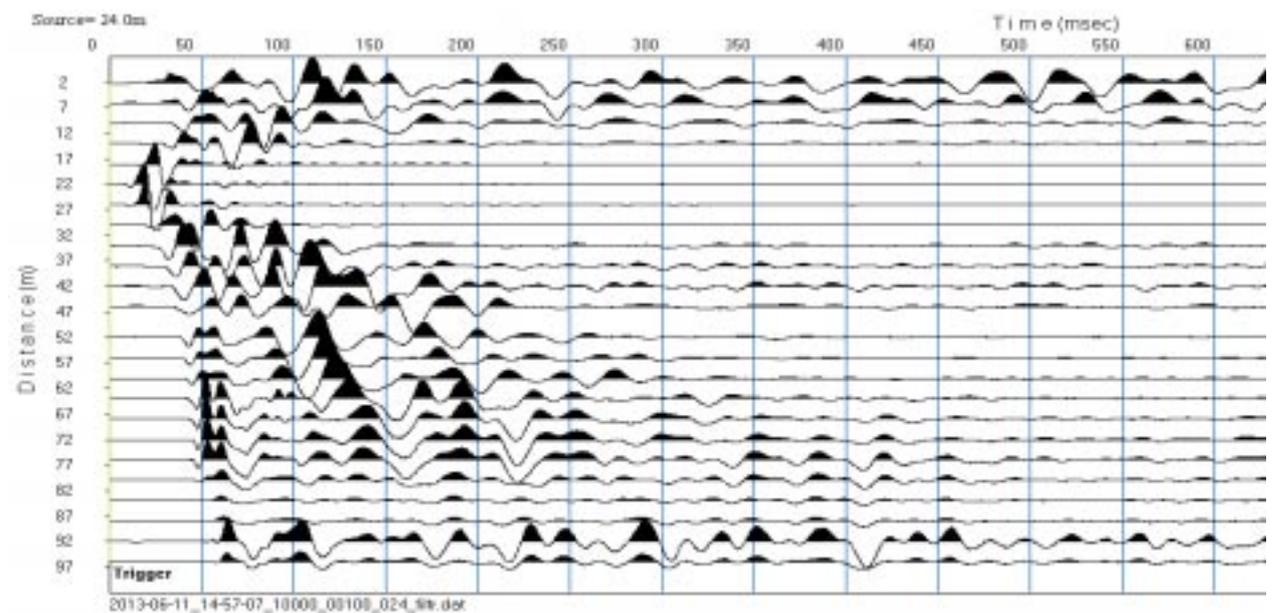
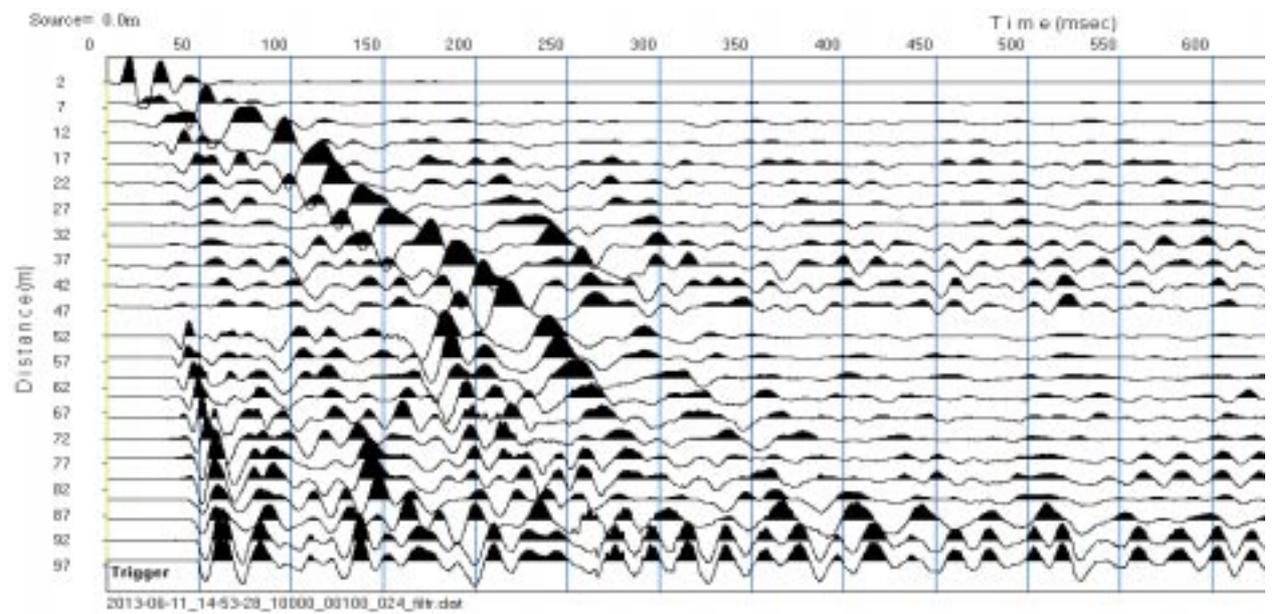
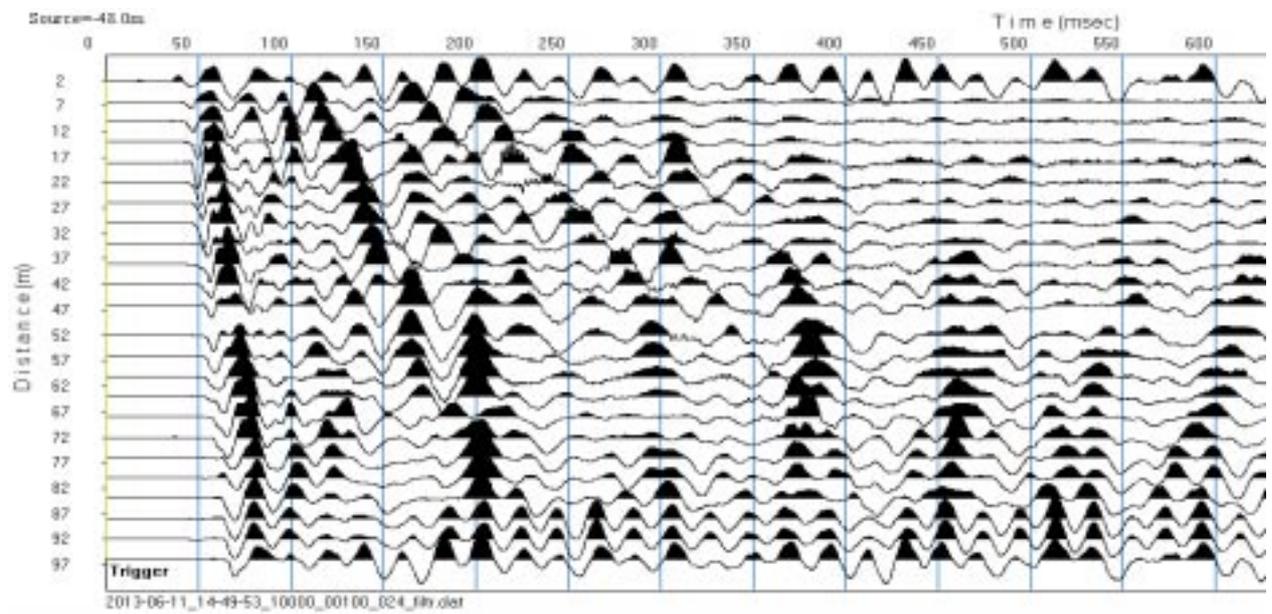
# **sismogrammi di campagna**

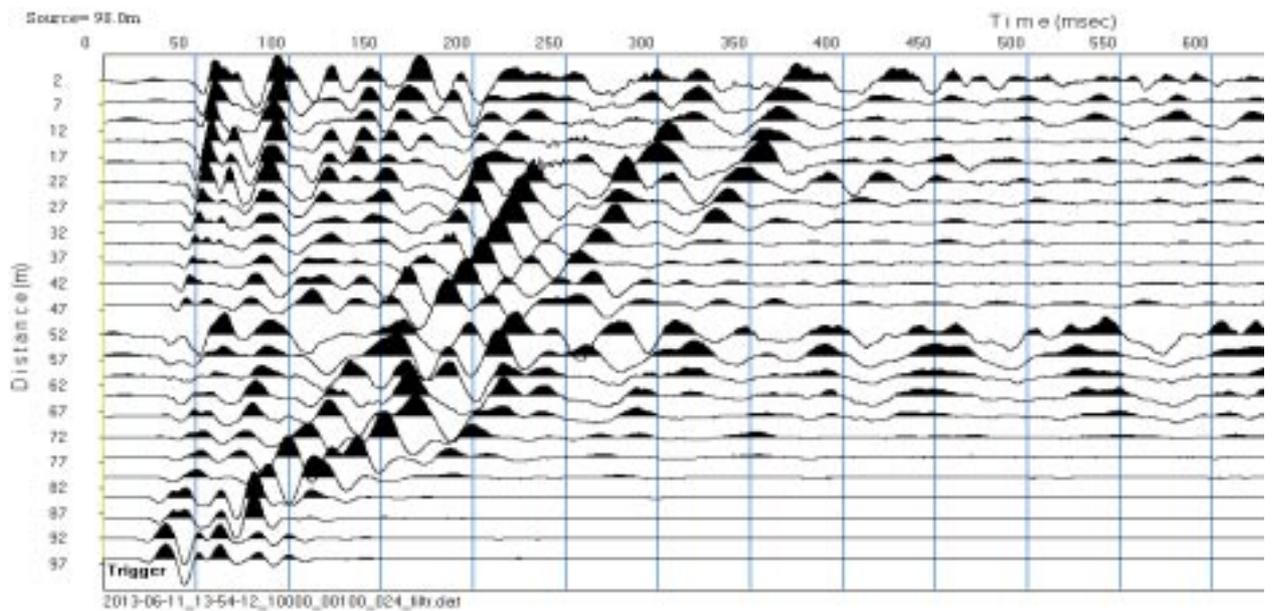
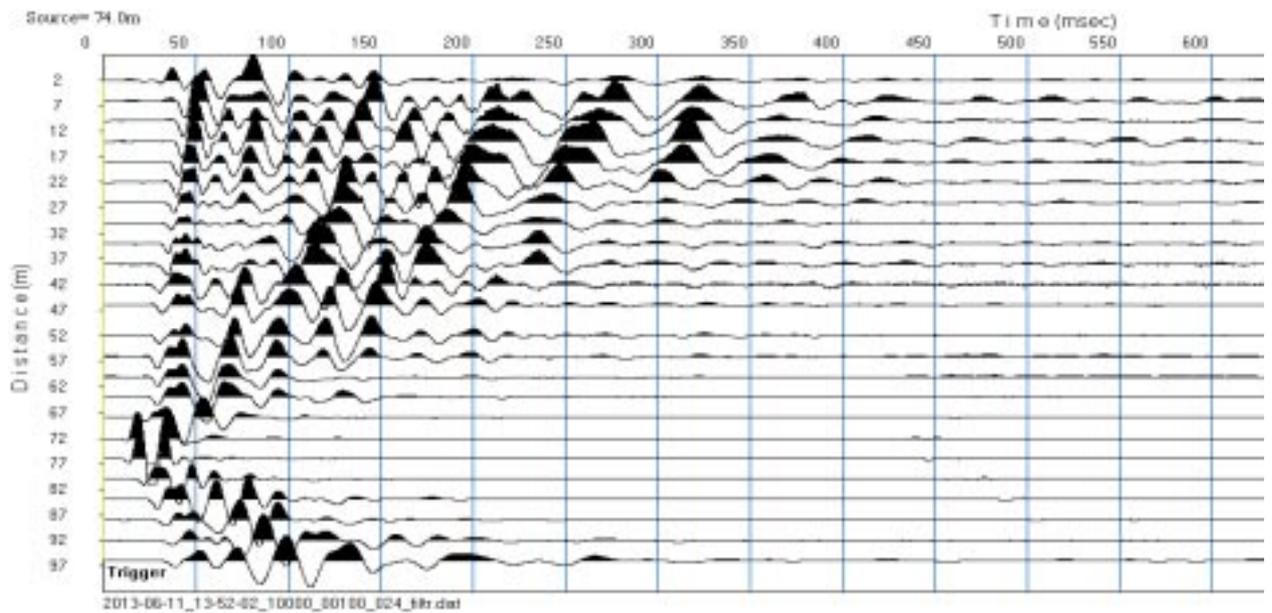
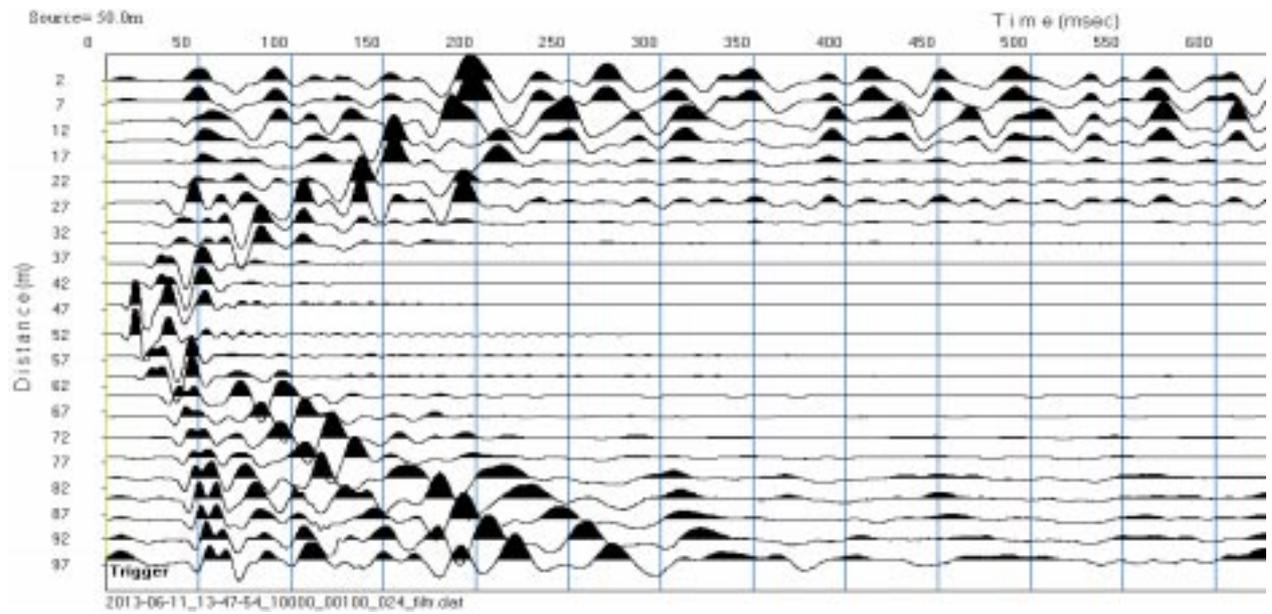
**rilievo a rifrazione P-waves**  
base n.2

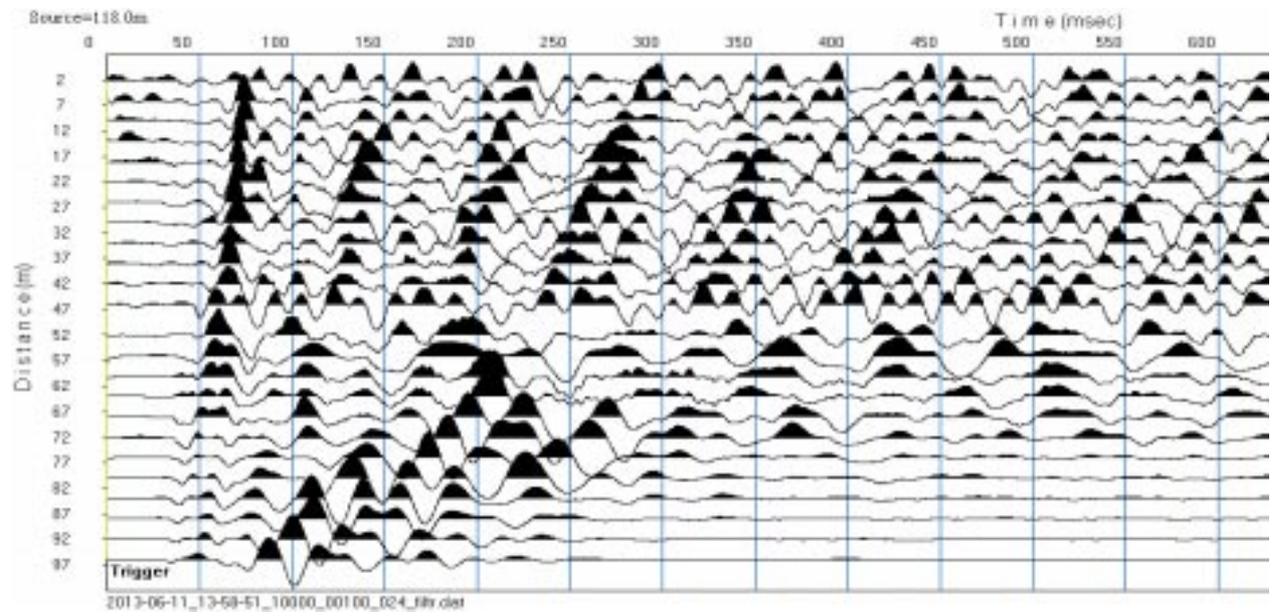
prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)







# **tabella numerica dromocrone**

**rilievo a rifrazione P-waves**  
base n.2

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

BASE2P

SCOPPIO	1	-	X (m)	-48.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI	ARRIVO	QUOTA				
2.000000	35.700000			0.000000E+00				
6.000000	38.200000			0.000000E+00				
10.000000	40.600000			0.000000E+00				
14.000000	43.100000			0.000000E+00				
18.000000	44.800000			0.000000E+00				
22.000000	46.300000			0.000000E+00				
26.000000	46.600000			0.000000E+00				
30.000000	46.500000			0.000000E+00				
34.000000	44.800000			0.000000E+00				
38.000000	45.300000			0.000000E+00				
42.000000	46.200000			0.000000E+00				
46.000000	49.600000			0.000000E+00				
52.000000	51.400000			0.000000E+00				
56.000000	51.400000			0.000000E+00				
60.000000	49.400000			0.000000E+00				
64.000000	52.200000			0.000000E+00				
68.000000	52.700000			0.000000E+00				
72.000000	55.100000			0.000000E+00				
76.000000	57.900000			0.000000E+00				
80.000000	60.200000			0.000000E+00				
84.000000	61.100000			0.000000E+00				
88.000000	62.200000			0.000000E+00				
92.000000	63.300000			0.000000E+00				
96.000000	64.300000			0.000000E+00				

SCOPPIO	2	-	X (m)	.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI	ARRIVO	QUOTA				
2.000000	5.600000			0.000000E+00				
6.000000	11.300000			0.000000E+00				
10.000000	17.000000			0.000000E+00				
14.000000	22.700000			0.000000E+00				

BASE2P

18.000000	26.700000	0.000000E+00
22.000000	27.800000	0.000000E+00
26.000000	29.600000	0.000000E+00
30.000000	29.600000	0.000000E+00
34.000000	30.000000	0.000000E+00
38.000000	30.500000	0.000000E+00
42.000000	30.900000	0.000000E+00
46.000000	32.000000	0.000000E+00
52.000000	33.300000	0.000000E+00
56.000000	33.700000	0.000000E+00
60.000000	35.700000	0.000000E+00
64.000000	36.900000	0.000000E+00
68.000000	38.000000	0.000000E+00
72.000000	38.900000	0.000000E+00
76.000000	40.700000	0.000000E+00
80.000000	42.600000	0.000000E+00
84.000000	42.500000	0.000000E+00
88.000000	44.700000	0.000000E+00
92.000000	46.800000	0.000000E+00
96.000000	48.000000	0.000000E+00

SCOPPIO	3	-	X (m)	24.00	QUOTA	.00	PROF:	.00
POSIZIONE	TEMPO	DI	ARRIVO	QUOTA				
2.000000	35.100000			0.000000E+00				
6.000000	32.100000			0.000000E+00				
10.000000	29.200000			0.000000E+00				
14.000000	22.600000			0.000000E+00				
18.000000	14.800000			0.000000E+00				
22.000000	8.200000			0.000000E+00				
26.000000	8.200000			0.000000E+00				
30.000000	16.800000			0.000000E+00				
34.000000	22.200000			0.000000E+00				
38.000000	29.800000			0.000000E+00				
42.000000	33.200000			0.000000E+00				
46.000000	34.200000			0.000000E+00				
52.000000	37.200000			0.000000E+00				
56.000000	38.900000			0.000000E+00				
60.000000	40.600000			0.000000E+00				

BASE2P

64.000000	40.900000	0.000000E+00
68.000000	41.200000	0.000000E+00
72.000000	42.200000	0.000000E+00
76.000000	42.400000	0.000000E+00
80.000000	44.800000	0.000000E+00
84.000000	47.100000	0.000000E+00
88.000000	49.100000	0.000000E+00
92.000000	50.200000	0.000000E+00
96.000000	51.300000	0.000000E+00

SCOPPIO 4 - X (m) 50.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	41.200000	0.000000E+00
6.000000	39.700000	0.000000E+00
10.000000	38.300000	0.000000E+00
14.000000	36.800000	0.000000E+00
18.000000	35.300000	0.000000E+00
22.000000	34.200000	0.000000E+00
26.000000	32.100000	0.000000E+00
30.000000	27.200000	0.000000E+00
34.000000	23.900000	0.000000E+00
38.000000	20.800000	0.000000E+00
42.000000	17.300000	0.000000E+00
46.000000	7.400000	0.000000E+00
52.000000	7.400000	0.000000E+00
56.000000	13.600000	0.000000E+00
60.000000	19.800000	0.000000E+00
64.000000	27.800000	0.000000E+00
68.000000	31.500000	0.000000E+00
72.000000	33.700000	0.000000E+00
76.000000	36.900000	0.000000E+00
80.000000	37.100000	0.000000E+00
84.000000	40.000000	0.000000E+00
88.000000	41.100000	0.000000E+00
92.000000	44.100000	0.000000E+00
96.000000	44.900000	0.000000E+00

SCOPPIO 5 - X (m) 74.00 QUOTA .00 PROF: .00

BASE2P

POSIZIONE	TEMPO DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	43.300000	0.000000E+00
6.000000	41.600000	0.000000E+00
10.000000	39.800000	0.000000E+00
14.000000	38.200000	0.000000E+00
18.000000	36.100000	0.000000E+00
22.000000	35.100000	0.000000E+00
26.000000	33.300000	0.000000E+00
30.000000	31.300000	0.000000E+00
34.000000	31.200000	0.000000E+00
38.000000	29.000000	0.000000E+00
42.000000	27.200000	0.000000E+00
46.000000	25.400000	0.000000E+00
52.000000	25.000000	0.000000E+00
56.000000	24.400000	0.000000E+00
60.000000	23.500000	0.000000E+00
64.000000	23.400000	0.000000E+00
68.000000	16.100000	0.000000E+00
72.000000	8.200000	0.000000E+00
76.000000	8.200000	0.000000E+00
80.000000	15.800000	0.000000E+00
84.000000	24.100000	0.000000E+00
88.000000	27.300000	0.000000E+00
92.000000	32.700000	0.000000E+00
96.000000	33.100000	0.000000E+00

SCOPPIO 6 - X (m) 98.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	50.100000	0.000000E+00
6.000000	49.100000	0.000000E+00
10.000000	48.100000	0.000000E+00
14.000000	46.000000	0.000000E+00
18.000000	43.600000	0.000000E+00
22.000000	43.100000	0.000000E+00
26.000000	42.700000	0.000000E+00
30.000000	42.100000	0.000000E+00
34.000000	39.900000	0.000000E+00
38.000000	37.700000	0.000000E+00

BASE2P

42.000000	37.500000	0.000000E+00
46.000000	34.700000	0.000000E+00
52.000000	32.900000	0.000000E+00
56.000000	32.000000	0.000000E+00
60.000000	32.400000	0.000000E+00
64.000000	34.600000	0.000000E+00
68.000000	36.700000	0.000000E+00
72.000000	34.600000	0.000000E+00
76.000000	32.900000	0.000000E+00
80.000000	28.800000	0.000000E+00
84.000000	25.400000	0.000000E+00
88.000000	22.200000	0.000000E+00
92.000000	18.000000	0.000000E+00
96.000000	15.600000	0.000000E+00

SCOPPIO 7 - X (m) 118.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	60.900000	0.000000E+00
6.000000	59.400000	0.000000E+00
10.000000	57.900000	0.000000E+00
14.000000	56.400000	0.000000E+00
18.000000	56.400000	0.000000E+00
22.000000	54.800000	0.000000E+00
26.000000	53.200000	0.000000E+00
30.000000	52.200000	0.000000E+00
34.000000	50.600000	0.000000E+00
38.000000	48.900000	0.000000E+00
42.000000	47.100000	0.000000E+00
46.000000	44.800000	0.000000E+00
52.000000	41.100000	0.000000E+00
56.000000	37.200000	0.000000E+00
60.000000	36.100000	0.000000E+00
64.000000	36.600000	0.000000E+00
68.000000	37.900000	0.000000E+00
72.000000	37.400000	0.000000E+00
76.000000	36.100000	0.000000E+00
80.000000	35.600000	0.000000E+00
84.000000	33.900000	0.000000E+00

		BASE2P
88. 000000	32. 200000	0. 000000E+00
92. 000000	30. 500000	0. 000000E+00
96. 000000	29. 200000	0. 000000E+00

# **sezione geofisica tomografica**

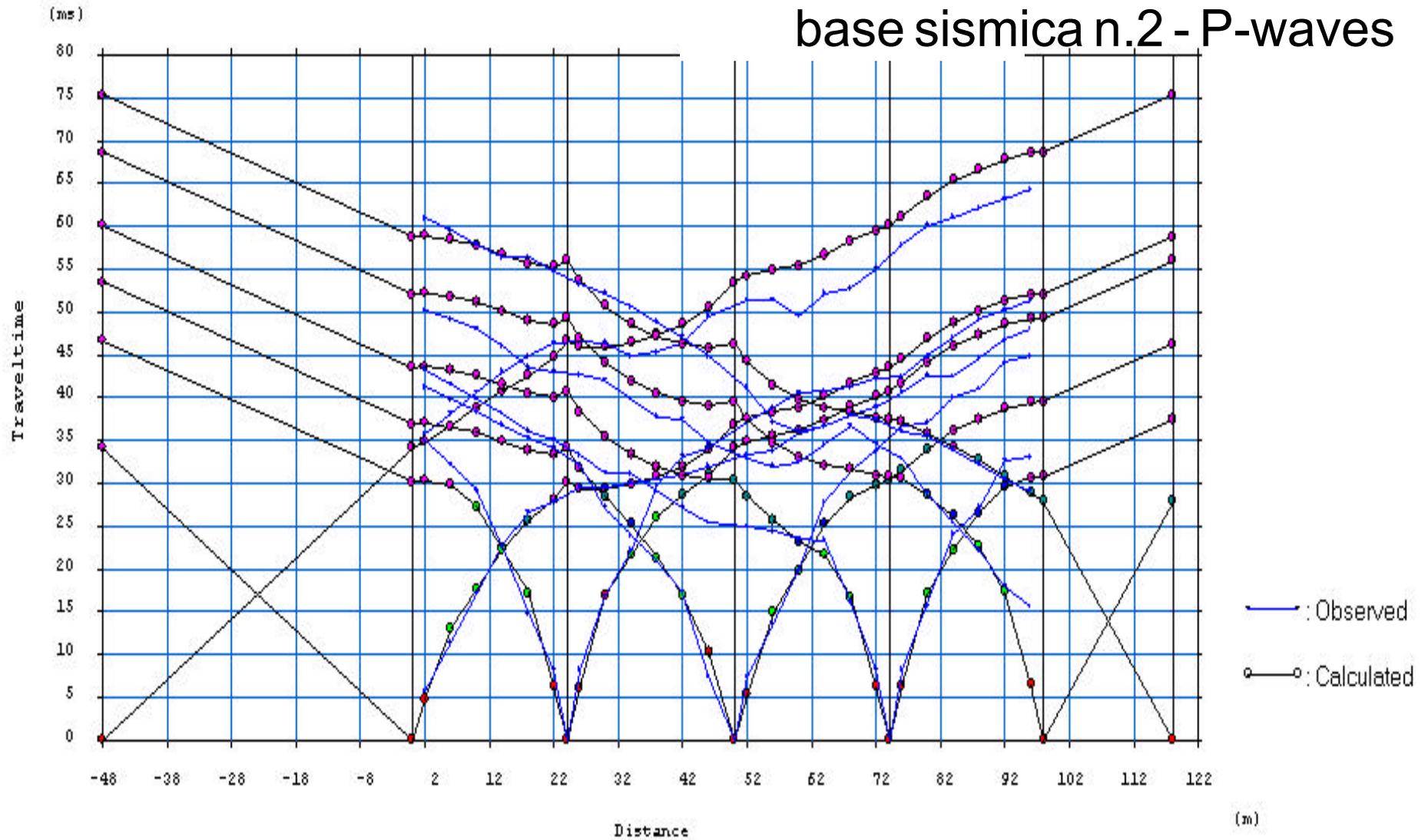
**rilievo a rifrazione P-waves**  
base n.2

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

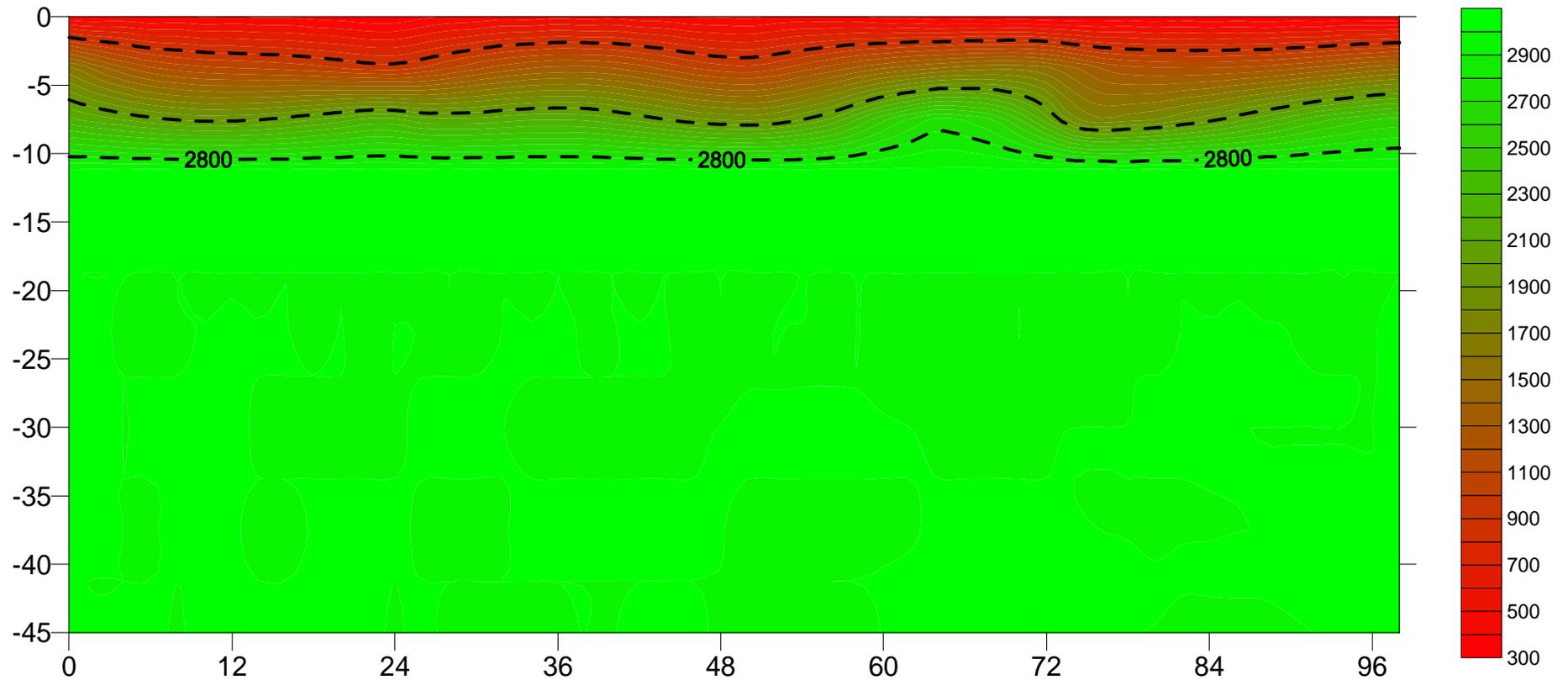
Comune di Vernio (PO)

dromocrone  
elaborazione tomografica  
base sismica n.2 - P-waves



# PROFILO SISMICO - base n.2 rilievo a rifrazione P-waves

base sismica n.2 - P-waves



# **sezione geofisica analisi GRM**

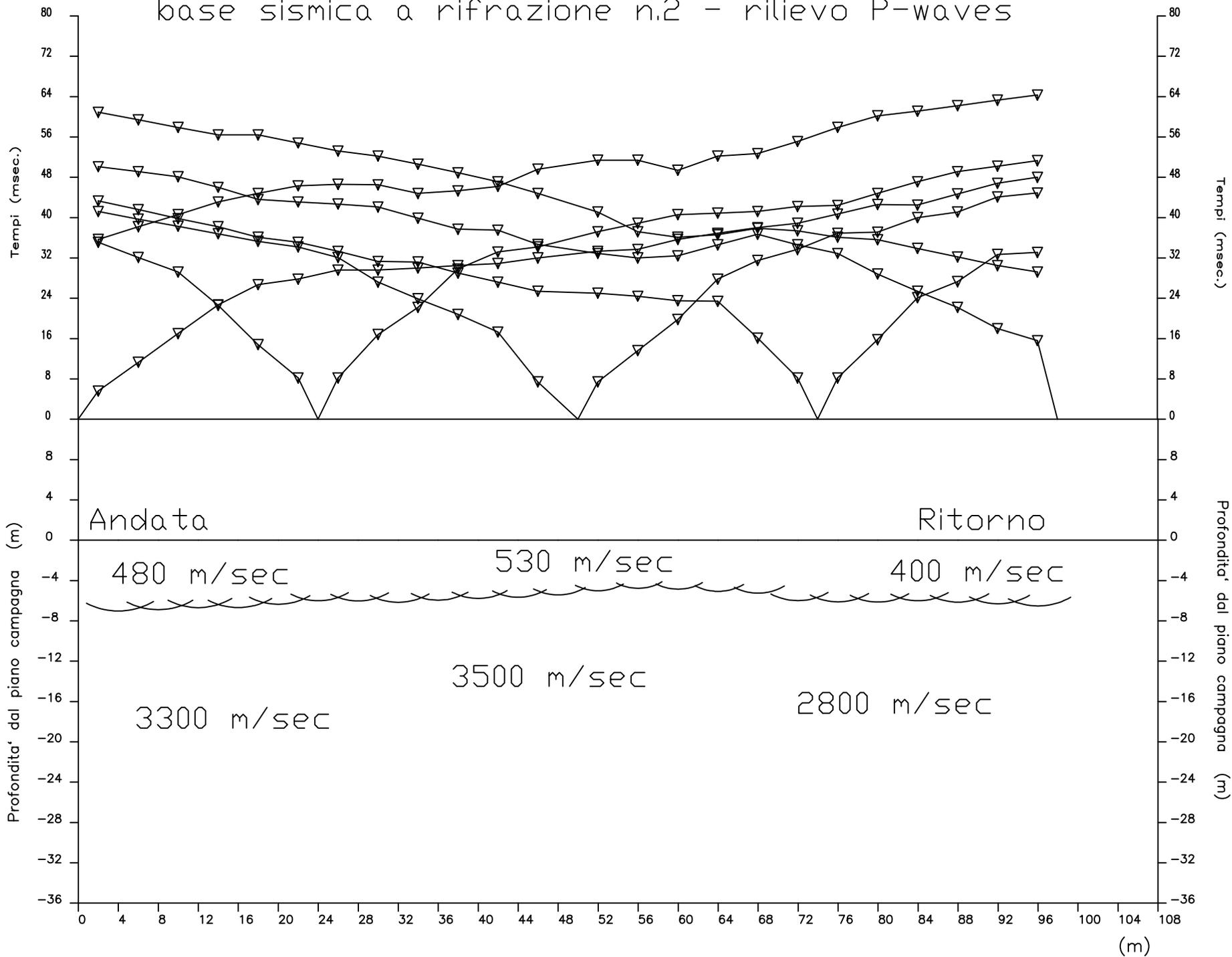
**rilievo a rifrazione P-waves  
base n.2**

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

**Comune di Vernio (PO)**

# base sismica a rifrazione n.2 - rilievo P-waves



# **sismogrammi di campagna**

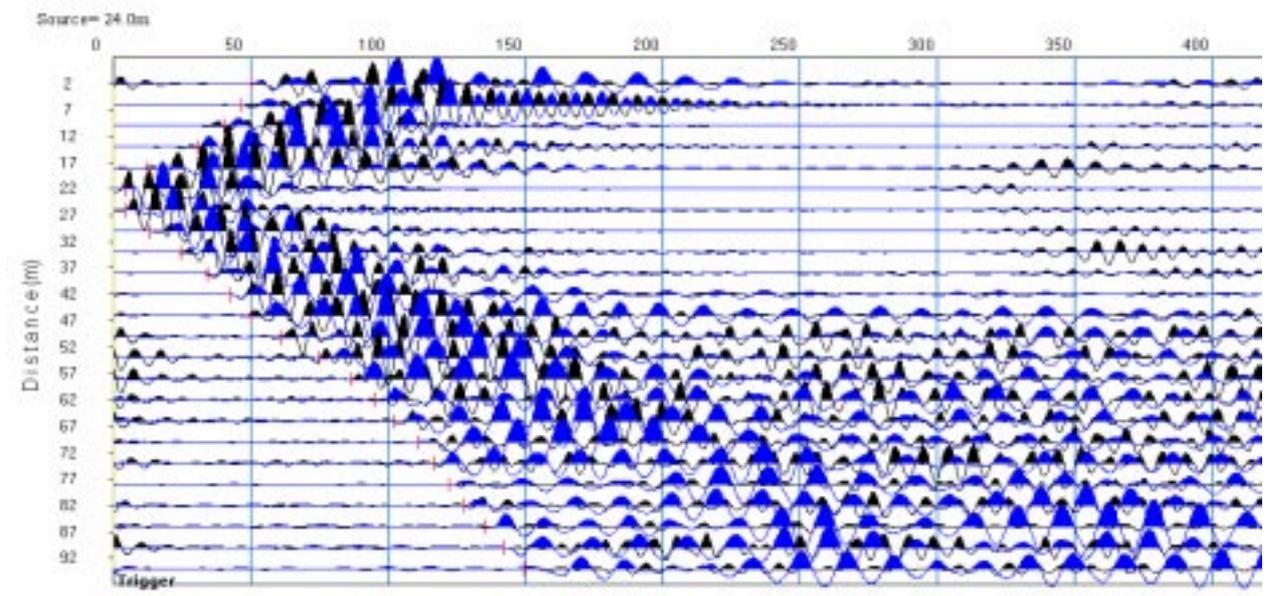
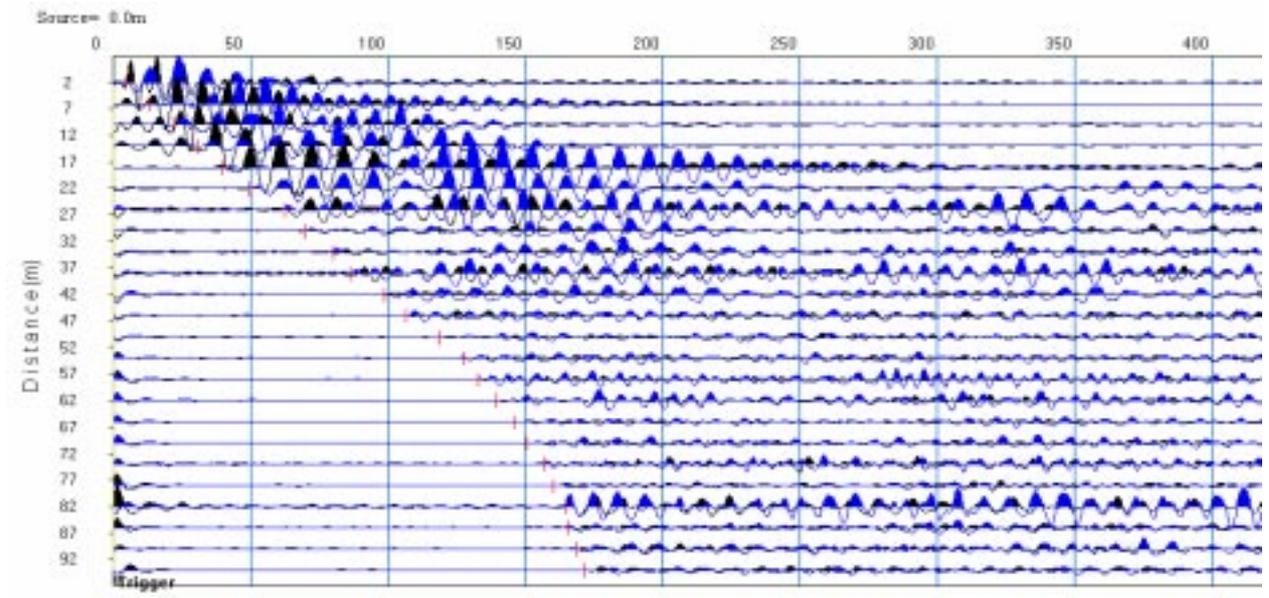
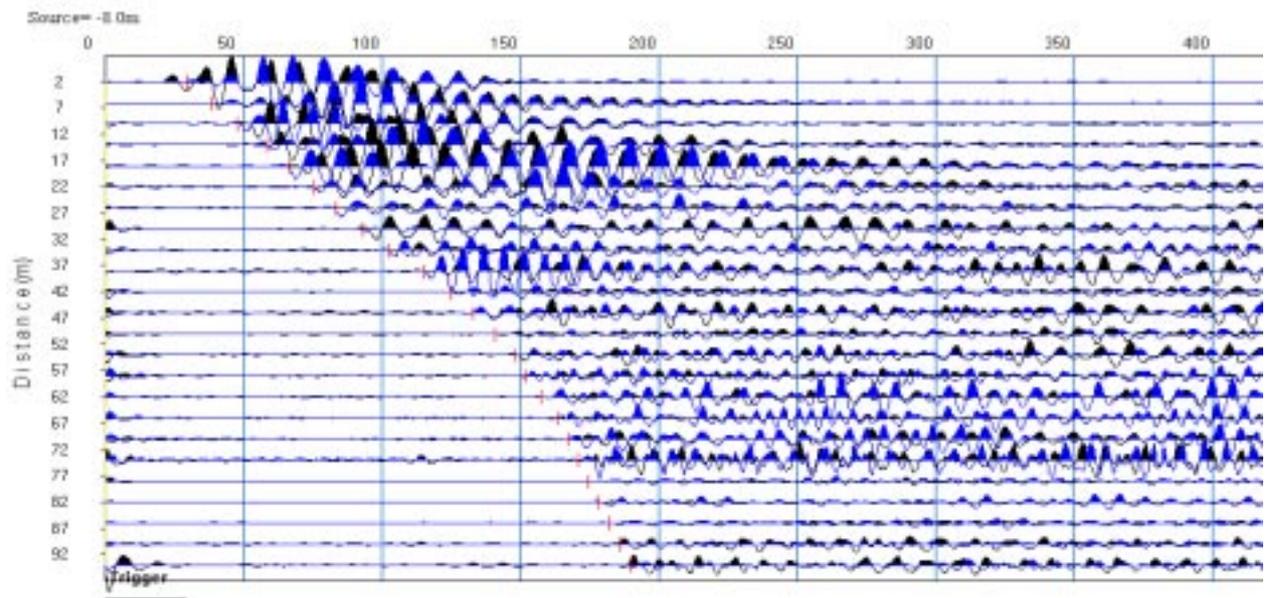
**rilievo a rifrazione SH-waves**

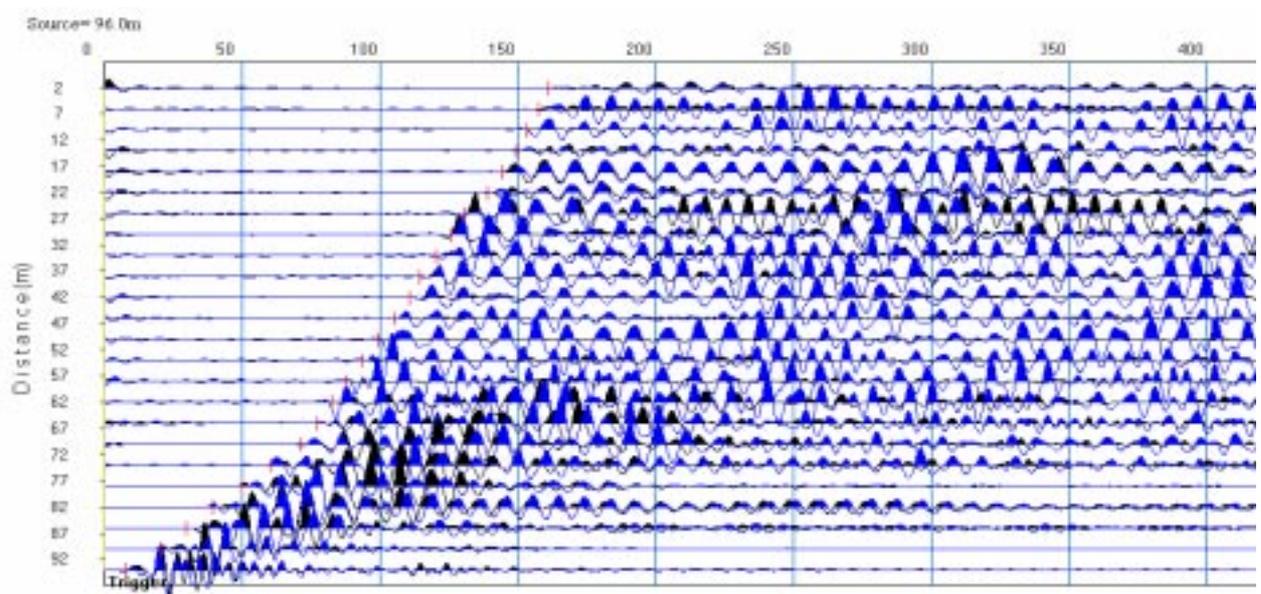
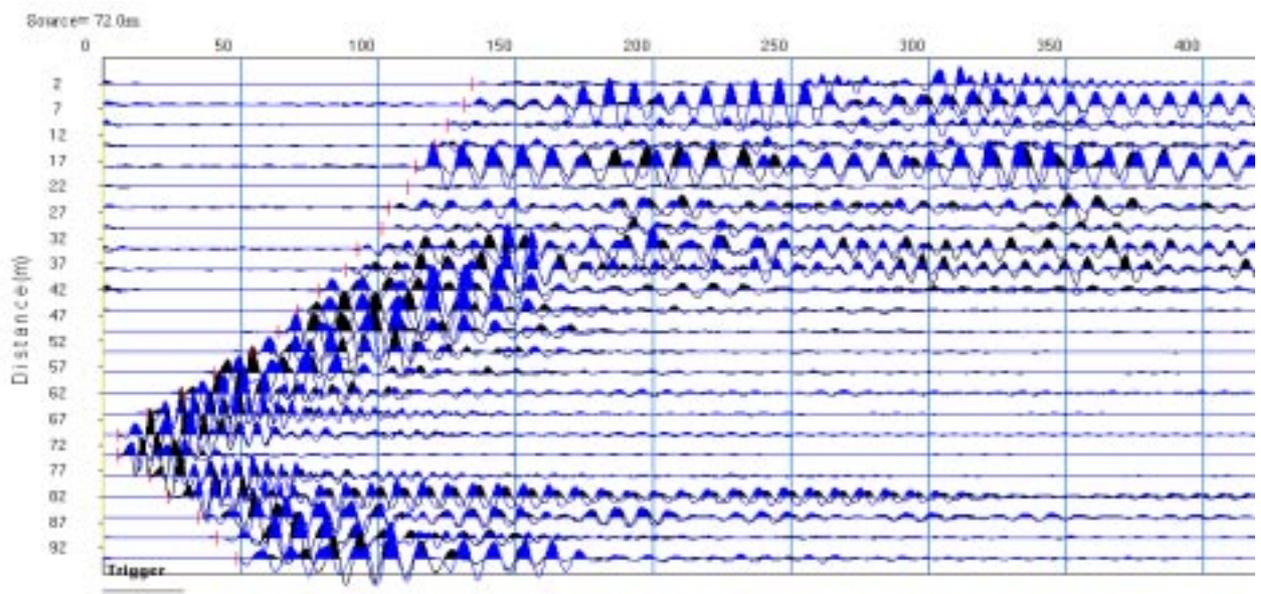
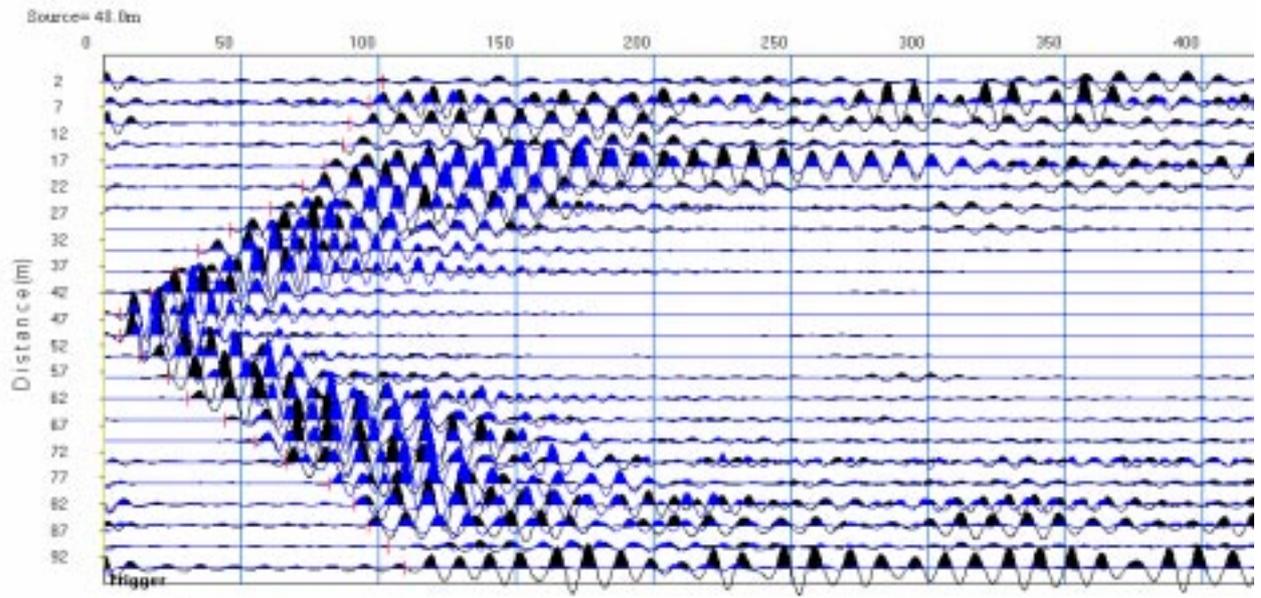
base n.2

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)





# **tabella numerica dromocrone**

**rilievo a rifrazione S-waves**  
base n.2

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

SCOPPIO 1 - X (m) -8.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		29.600000	0.000000E+00
6.000000		38.400000	0.000000E+00
10.000000		47.700000	0.000000E+00
14.000000		58.600000	0.000000E+00
18.000000		66.500000	0.000000E+00
22.000000		75.100000	0.000000E+00
26.000000		83.600000	0.000000E+00
30.000000		93.100000	0.000000E+00
34.000000		102.500000	0.000000E+00
38.000000		115.200000	0.000000E+00
42.000000		125.000000	0.000000E+00
46.000000		132.900000	0.000000E+00
50.000000		141.000000	0.000000E+00
54.000000		148.400000	0.000000E+00
58.000000		151.800000	0.000000E+00
62.000000		157.500000	0.000000E+00
66.000000		163.300000	0.000000E+00
70.000000		167.000000	0.000000E+00
74.000000		170.800000	0.000000E+00
78.000000		174.600000	0.000000E+00
82.000000		178.400000	0.000000E+00
86.000000		182.200000	0.000000E+00
90.000000		185.900000	0.000000E+00
94.000000		189.800000	0.000000E+00

SCOPPIO 2 - X (m) .00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		4.460000	0.000000E+00
6.000000		13.360000	0.000000E+00
10.000000		22.300000	0.000000E+00
14.000000		31.200000	0.000000E+00
18.000000		40.100000	0.000000E+00
22.000000		48.900000	0.000000E+00
26.000000		62.800000	0.000000E+00
30.000000		69.900000	0.000000E+00
34.000000		80.400000	0.000000E+00
38.000000		86.200000	0.000000E+00
42.000000		98.600000	0.000000E+00
46.000000		106.400000	0.000000E+00
50.000000		118.400000	0.000000E+00
54.000000		127.200000	0.000000E+00
58.000000		132.800000	0.000000E+00
62.000000		139.400000	0.000000E+00
66.000000		146.600000	0.000000E+00
70.000000		150.500000	0.000000E+00
74.000000		156.900000	0.000000E+00
78.000000		160.200000	0.000000E+00
82.000000		164.600000	0.000000E+00
86.000000		165.800000	0.000000E+00
90.000000		168.800000	0.000000E+00
94.000000		171.400000	0.000000E+00

SCOPPIO 3 - X (m) 24.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000		49.800000	0.000000E+00
6.000000		46.8100000	0.000000E+00
10.000000		40.400000	0.000000E+00

14.000000	30.700000	0.000000E+00
18.000000	12.400000	0.000000E+00
22.000000	4.590000	0.000000E+00
26.000000	4.200000	0.000000E+00
30.000000	13.200000	0.000000E+00
34.000000	24.800000	0.000000E+00
38.000000	34.200000	0.000000E+00
42.000000	42.600000	0.000000E+00
46.000000	50.100000	0.000000E+00
50.000000	61.000000	0.000000E+00
54.000000	74.900000	0.000000E+00
58.000000	86.600000	0.000000E+00
62.000000	95.400000	0.000000E+00
66.000000	102.000000	0.000000E+00
70.000000	111.100000	0.000000E+00
74.000000	116.800000	0.000000E+00
78.000000	122.200000	0.000000E+00
82.000000	128.100000	0.000000E+00
86.000000	135.200000	0.000000E+00
90.000000	142.300000	0.000000E+00
94.000000	149.400000	0.000000E+00

SCOPPIO 4 - X (m) 48.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	101.800000	0.000000E+00	
6.000000	96.300000	0.000000E+00	
10.000000	89.400000	0.000000E+00	
14.000000	87.200000	0.000000E+00	
18.000000	80.600000	0.000000E+00	
22.000000	72.200000	0.000000E+00	
26.000000	60.600000	0.000000E+00	
30.000000	45.800000	0.000000E+00	
34.000000	34.400000	0.000000E+00	
38.000000	25.900000	0.000000E+00	
42.000000	17.000000	0.000000E+00	
46.000000	6.070000	0.000000E+00	
50.000000	6.070000	0.000000E+00	
54.000000	13.000000	0.000000E+00	
58.000000	23.400000	0.000000E+00	
62.000000	30.000000	0.000000E+00	
66.000000	44.000000	0.000000E+00	
70.000000	55.000000	0.000000E+00	
74.000000	66.200000	0.000000E+00	
78.000000	81.900000	0.000000E+00	
82.000000	91.400000	0.000000E+00	
86.000000	96.300000	0.000000E+00	
90.000000	103.200000	0.000000E+00	
94.000000	109.200000	0.000000E+00	

SCOPPIO 5 - X (m) 72.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	133.900000	0.000000E+00	
6.000000	130.900000	0.000000E+00	
10.000000	125.000000	0.000000E+00	
14.000000	120.400000	0.000000E+00	
18.000000	113.500000	0.000000E+00	
22.000000	110.800000	0.000000E+00	
26.000000	103.800000	0.000000E+00	
30.000000	101.200000	0.000000E+00	
34.000000	92.600000	0.000000E+00	
38.000000	88.200000	0.000000E+00	
42.000000	78.300000	0.000000E+00	
46.000000	70.900000	0.000000E+00	
50.000000	63.600000	0.000000E+00	

54.000000	54.200000	0.000000E+00
58.000000	40.400000	0.000000E+00
62.000000	28.800000	0.000000E+00
66.000000	16.200000	0.000000E+00
70.000000	5.630000	0.000000E+00
74.000000	5.800000	0.000000E+00
78.000000	16.600000	0.000000E+00
82.000000	24.400000	0.000000E+00
86.000000	34.200000	0.000000E+00
90.000000	41.400000	0.000000E+00
94.000000	48.600000	0.000000E+00

SCOPPIO 6 - X (m) 96.00 QUOTA .00 PROF: .00

POSIZIONE	TEMPO	DI ARRIVO	QUOTA
2.000000	161.100000	0.000000E+00	
6.000000	157.200000	0.000000E+00	
10.000000	153.400000	0.000000E+00	
14.000000	149.500000	0.000000E+00	
18.000000	144.100000	0.000000E+00	
22.000000	139.000000	0.000000E+00	
26.000000	130.400000	0.000000E+00	
30.000000	125.400000	0.000000E+00	
34.000000	120.500000	0.000000E+00	
38.000000	114.500000	0.000000E+00	
42.000000	110.800000	0.000000E+00	
46.000000	105.000000	0.000000E+00	
50.000000	99.700000	0.000000E+00	
54.000000	93.600000	0.000000E+00	
58.000000	87.600000	0.000000E+00	
62.000000	82.300000	0.000000E+00	
66.000000	76.900000	0.000000E+00	
70.000000	71.000000	0.000000E+00	
74.000000	60.600000	0.000000E+00	
78.000000	50.100000	0.000000E+00	
82.000000	39.600000	0.000000E+00	
86.000000	29.700000	0.000000E+00	
90.000000	20.200000	0.000000E+00	
94.000000	7.860000	0.000000E+00	

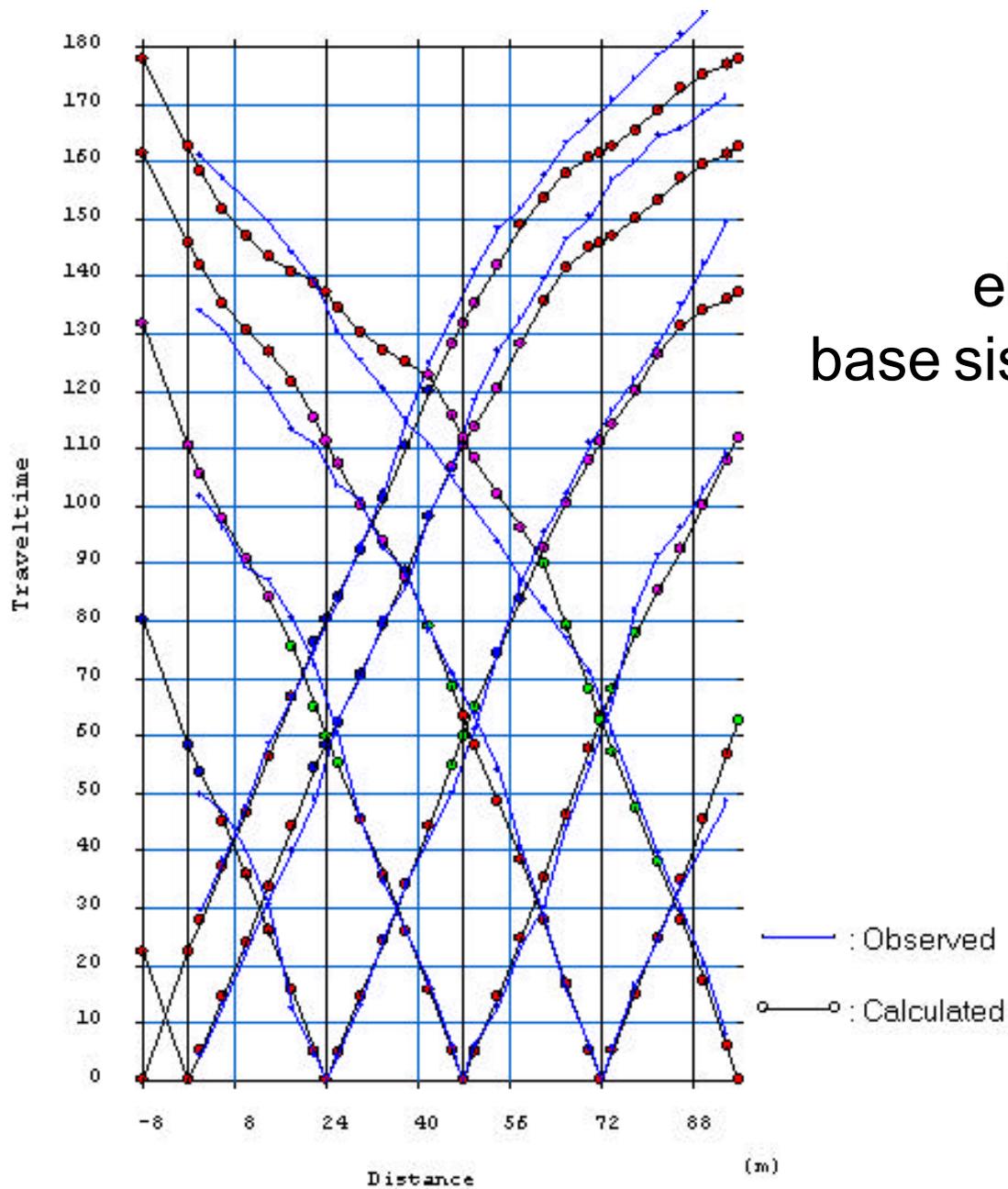
# **sezione geofisica tomografica**

**rilievo a rifrazione S-waves**  
base n.2

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

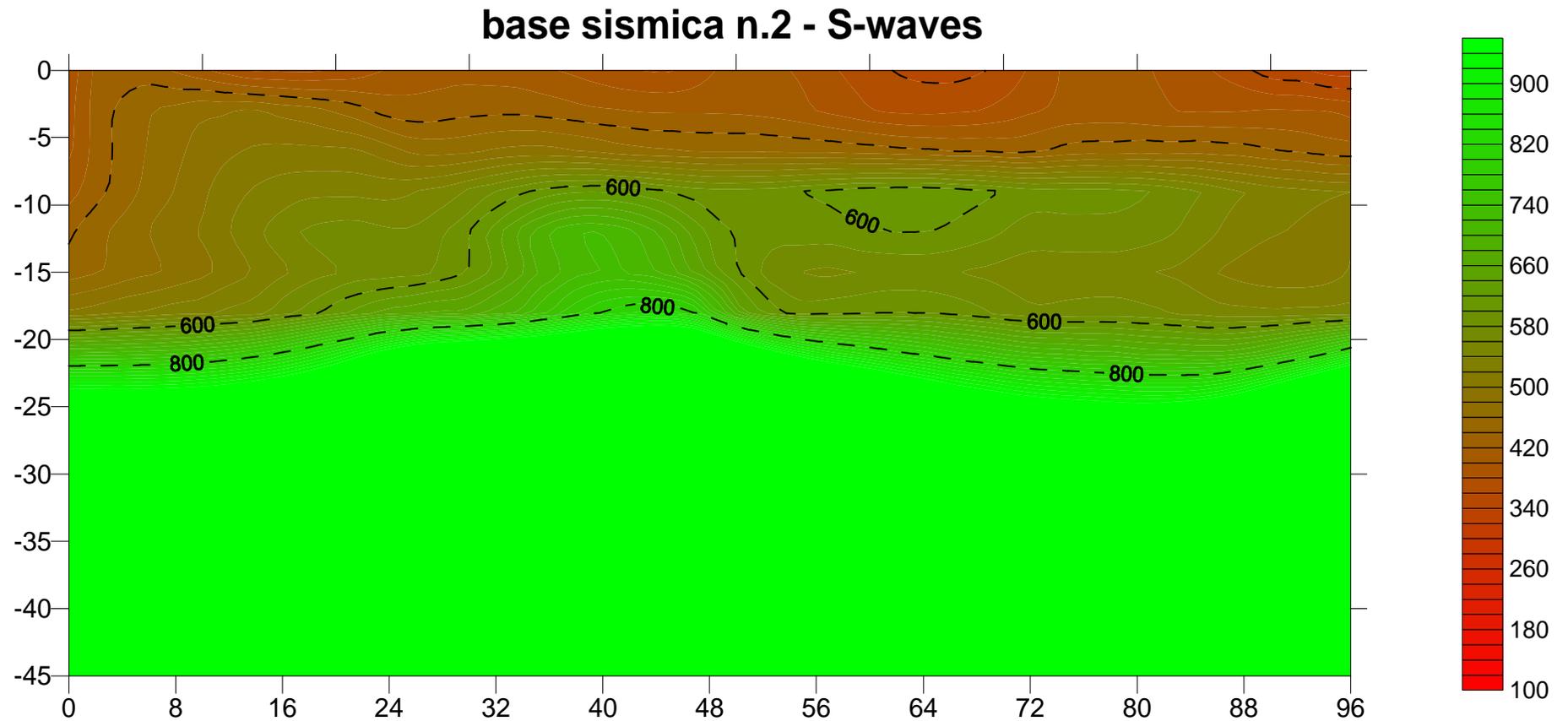
affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)



dromocrone  
elaborazione tomografica  
base sismica n.2 - SH-waves integrativa

# PROFILO SISMICO - base n.2 - integrativo rilievo a rifrazione SH-waves



# **sezione geofisica analisi GRM**

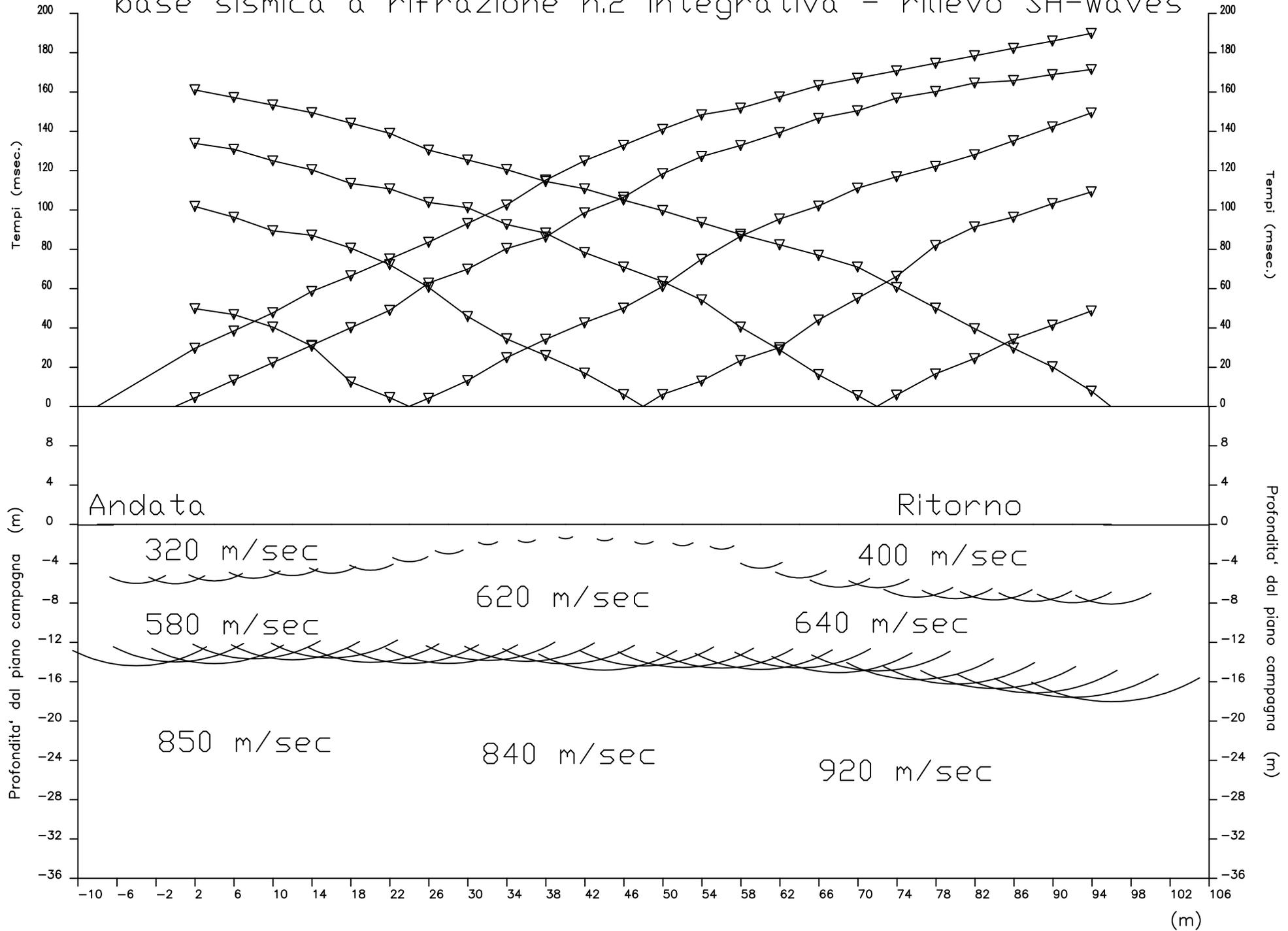
**rilievo a rifrazione S-waves**  
base n.2

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

base sismica a rifrazione n.2 integrativa - rilievo SH-waves



# allegato fotografico

prospezioni geofisiche  
sismica a rifrazione in onde P ed SH

affettuate nell'ambito dello  
studio di microzonazione sismica di I° livello

Comune di Vernio (PO)

- stendimento sismico base n.1 - direttrice geofonica rilievo P-waves
- stendimento sismico base n.2 integrativo - direttrice geofonica P ed SH
- stendimento sismico base n.2 - postazione di rilevamento dati
- stendimento sismico base n.2 - tratto iniziale stendimento geofonico
- fase di energizzazione P-waves mediante mini-bang - stendimento n.2
- fase di energizzazione SH-waves con pendolo - stendimento n.1





