

# COMUNE DI PENNE

(PESCARA)

## INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DELLE PENDICI DELL'INVASO DELLA DIGA DI PENNE

### *QUADERNO DELLE INDAGINI*

Committente:  
Studio Associato MARINELLI  
*Per Consorzio Bonifica Centro*

Luglio 2013



Il presente fascicolo contiene i risultati delle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche eseguite a corredo del progetto preliminare relativo agli interventi di stabilizzazione delle pendici dell'invaso della diga di Penne.

Le indagini hanno avuto lo scopo di definire la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni indagati mediante sondaggi geognostici, prove dinamiche in foro (SPT), prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (DPSH) e misure di sismica passiva a stazione singola.

Come da programma sono stati eseguiti i seguenti lavori:

- n. 2 sondaggi, col sistema del carotaggio continuo del diametro  $\phi$  127-101 mm, mediante l'uso di carotiere semplice, nel corso dei quali si è provveduto a:
  - \* sistemare le “carote” estratte nel corso della perforazione nelle apposite cassette catalogatrici;
  - \* eseguire, ove possibile, misurazioni geotecniche con strumenti da cantiere sulle “carote” estratte (pocket penetrometer);
  - \* fotografare i campioni sistemati nelle cassette catalogatrici di ogni sondaggio;
- n. 7 prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio;
- n. 2 prove penetrometriche statiche con attrezzatura di spinta da 20 t (CPT);

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche con attrezzatura superpesante (DPSH);
- n. 4 misure di sismica passiva a stazione singola.

L'ubicazione dei punti d'indagine è riportata sulle *Planimetrie delle Indagini* di ciascun Settore.

### **SONDAGGI**

L'esecuzione dei carotaggi è stata eseguita mediante l'impiego di una perforatrice idraulica cingolata CMV 600.

Sono stati eseguiti a rotazione e col sistema del carotaggio continuo a secco mediante campionatore semplice e come da programma hanno raggiunto, previo rivestimento dei fori, profondità di 20 m (S<sub>1</sub>) e di 15 m (S<sub>2</sub>) (Vedi stratigrafie di dettaglio e le relative documentazioni fotografica delle cassette catalogatrici di ogni singolo sondaggio).

### **PROVE DINAMICHE STANDARD PENETRATION TEST (SPT)**

La prova SPT consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

La resistenza è funzione delle caratteristiche del tipo di terreno; peculiarità della prova, qualora non sia effettuata con la punta conica, è la possibilità di prelevare un campione rappresentativo del terreno attraversato.

La prova consiste nel far cadere un maglio su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste, alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore di dimensioni standardizzate.

Il numero di colpi  $N$  necessario per una penetrazione del campionatore pari a 30 cm è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione ( $N_{SPT}$ ).

In riferimento alla campagna d'indagini in oggetto, sono state eseguite complessivamente n. 7 prove SPT mediante un dispositivo di infissione costituito da:

- una testa di battuta di acciaio avvitata alle aste;
- un maglio di acciaio di 63,5 kg;
- un dispositivo di guida e di sganciamento automatico del maglio che assicura una corsa a caduta libera di 0,76 m.

Con tale dispositivo è stato infisso nel terreno, alle profondità riportate nelle allegate stratigrafie, una punta conica [utilizzata, per l'elevata consistenza/addensamento del terreno, in sostituzione dell'usuale campionatore a parete

grossa (campionatore Raymond)], che penetrando nel terreno stesso consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione (come numero di colpi  $N_{SPT}$ ).

### **PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT) E DINAMICHE (DPSH)**

A completamento ed integrazione delle indagini effettuate attraverso i sondaggi e le prove *SPT* sono state programmate ed eseguite n° 2 prove penetrometriche statiche (CPT) e n° 3 prove dinamiche continue superpesanti (DPSH).

Le prove penetrometriche statiche (CPT) sono state eseguite mediante penetrometro statico autoancorante da 20 t di spinta nominale ed hanno raggiunto profondità variabili da 4,2 m a 8,8 m.

L'ubicazione delle prove e i risultati sono riportati rispettivamente sulle *Planimetrie delle Indagini* di ciascun Settore.

Com'è noto, la prova penetrometrica statica consiste nella misura della resistenza che il terreno offre alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa a velocità costante nel terreno.

Il dispositivo di spinta agisce alternativamente su una batteria di aste cave e su una batteria di astine piene, libere di scorrere all'interno delle prime e che determinano l'avanzamento della punta. E' stata usata la punta meccanica Begemann con la quale sono state rilevate, ogni 20 cm di approfondimento, mediante cella di carico a lettura

digitale, la resistenza all'avanzamento della sola punta conica (resistenza alla punta, LP) e la resistenza all'avanzamento della punta e del manicotto posto al di sopra della stessa (resistenza laterale, LL).

L'elaborazione delle prove può essere effettuata mediante programmi di calcolo automatico che fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi Autori. Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, è possibile definire anche la litologia del terreno attraversato, in base al rapporto  $R_p/R_l$  fra la resistenza alla punta e quella laterale (Begemann, 1965; Raccomandazioni A.G.I., 1977) ovvero in base ai valori del rapporto  $Fr = (R_l/R_p)\%$  secondo le esperienze di Schmertmann (1978). Possono anche essere valutati i valori dei principali parametri geotecnici (peso di volume  $\gamma$ , coesione non drenata  $c_u$ , angolo di attrito interno  $\phi'$ , densità relativa  $Dr$ , modulo edometrico  $M$ , ecc.).

La prova penetrometrica dinamica consiste, invece, nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi  $N$  necessari.

Le prove penetrometriche dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, in virtù della loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione e interpretazione consente di "visualizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e correlazioni dirette con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di definire, sia pure con prudenza, la consistenza dei terreni coesivi e l'addensamento dei terre incoerenti.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari Autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente  $M$
- altezza libera caduta  $H$
- punta conica: diametro base cono  $D$ , area base  $A$  (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$ .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (v. Tab.1, con indicazione, in grassetto, dell'attrezzatura utilizzata), si rileva una suddivisione in quattro classi (in base al peso  $M$  della massa battente).

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa $M$ (kg)	Prof. max indagine (m)
Leggero	DPL (Light)	<b><math>M \leq 10</math></b>	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
<b>Super pesante (Super Heavy)</b>	<b>DPSH</b>	<b><math>M \geq 60</math></b>	<b>25</b>

*Tabella 1*

Le caratteristiche tecniche e strumentali delle attrezzature utilizzate per le prove CPT e DSPH.

### **INDAGINE SISMICA**

L'indagine è consistita in n. 4 misure a stazione singola di microtemori al suolo elaborate secondo la tecnica *HVSR* che consente la misura immediata della frequenza di risonanza fondamentale del sottosuolo e la determinazione delle  $V_{s,30}$  sfruttando, mediante inversione, la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti *H/V* misurati con quelli “sintetici” (cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D) ed anche, sia pure entro certi limiti, la valutazione delle amplificazioni di sito.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

L'ubicazione dei punti di misura è riportata sulle *Planimetrie delle Indagini* di ciascun Settore.

Pescara, luglio 2012





*DRILLING C.C.D. System Italia s.r.l.*

## CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO INVASO DI PENNE \* SETTORE N.1

Instrument: TEP-0028/01-09

Start recording: 19/06/13 09:17:50 End recording: 19/06/13 09:33:50

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 98% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

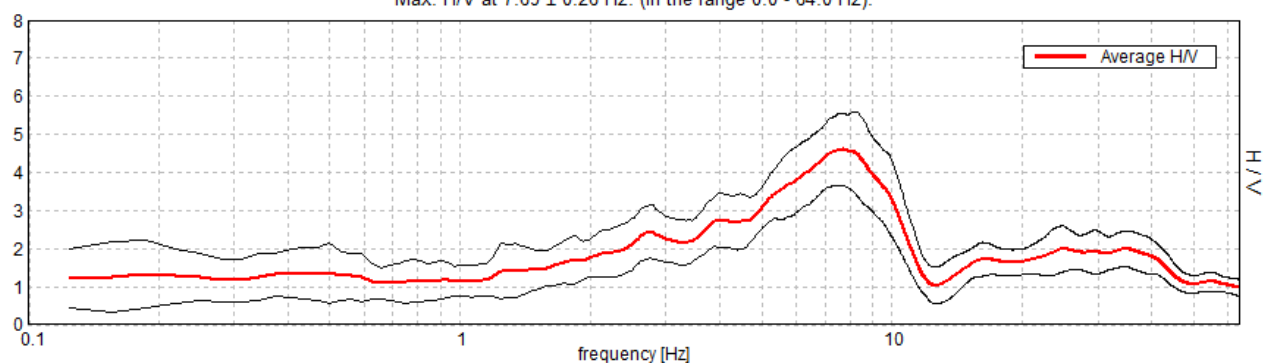
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

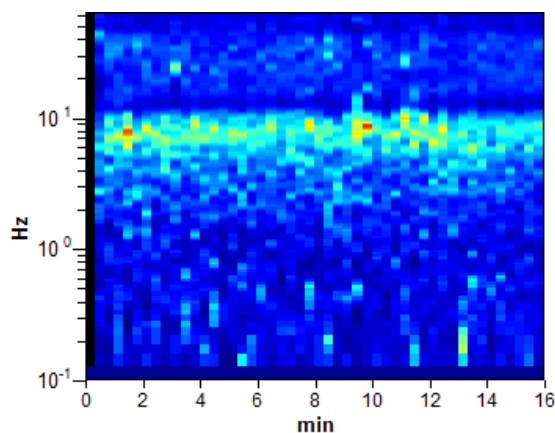
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

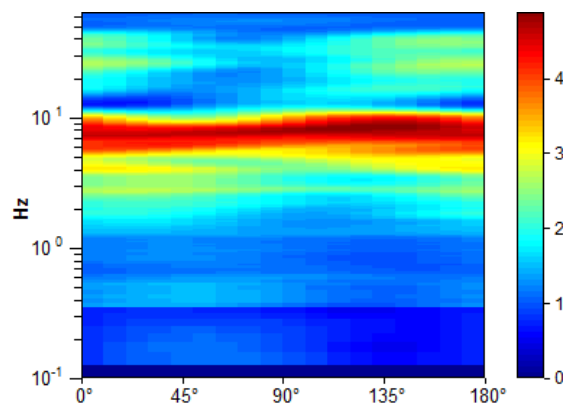
Max. H/V at  $7.69 \pm 0.26$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



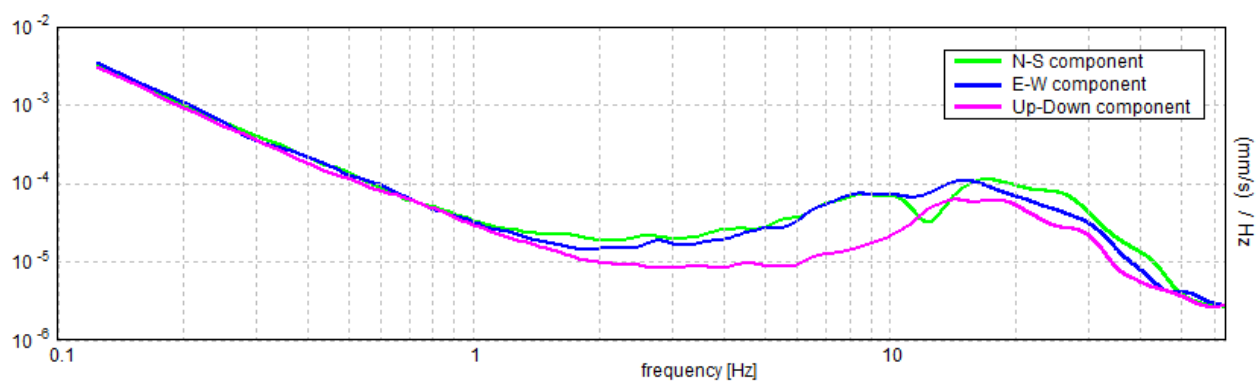
### H/V TIME HISTORY



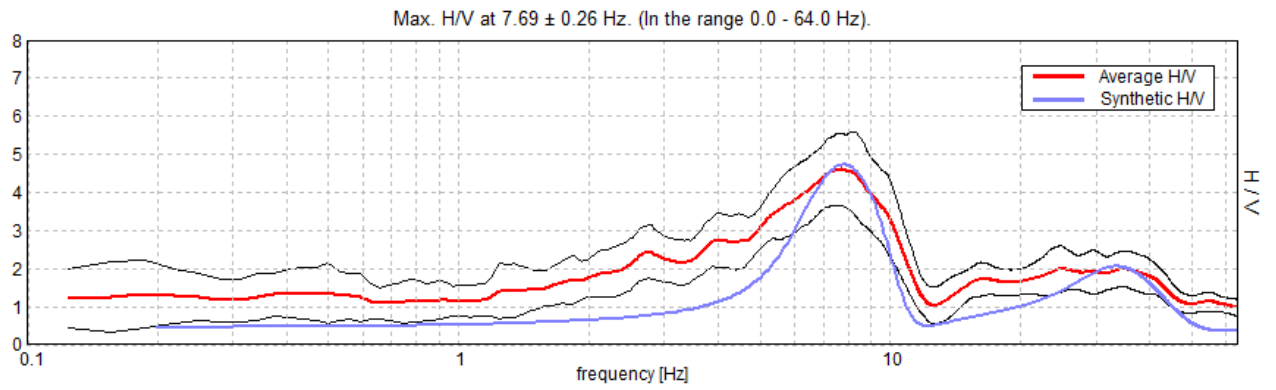
### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA

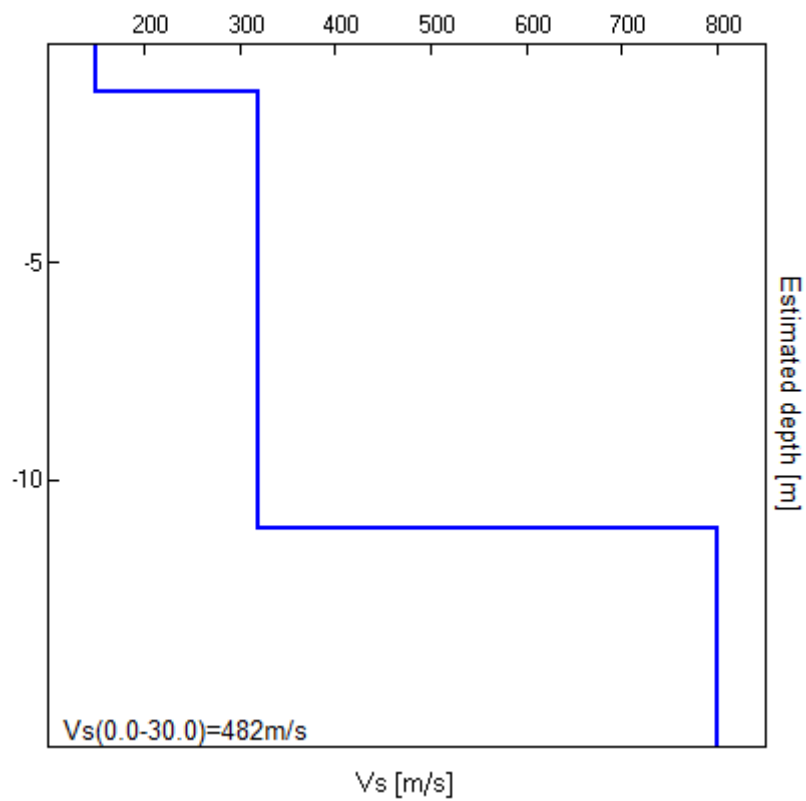


# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	150	0.35
11.10	10.00	320	0.35
inf.	inf.	800	0.35

$V_s(0.0-30.0)=482\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $7.69 \pm 0.26$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.69 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$7226.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 370 times	<b>OK</b>	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.531 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.844 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.60 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01673  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.1286 < 0.38438$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4698 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
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 $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

**E' necessario che tutti e 3 i criteri siano soddisfatti.**

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, ma stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).

## CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO INVASO DI PENNE \* SETTORE N.2

Instrument: TEP-0028/01-09

Start recording: 19/06/13 09:58:37 End recording: 19/06/13 10:14:38

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

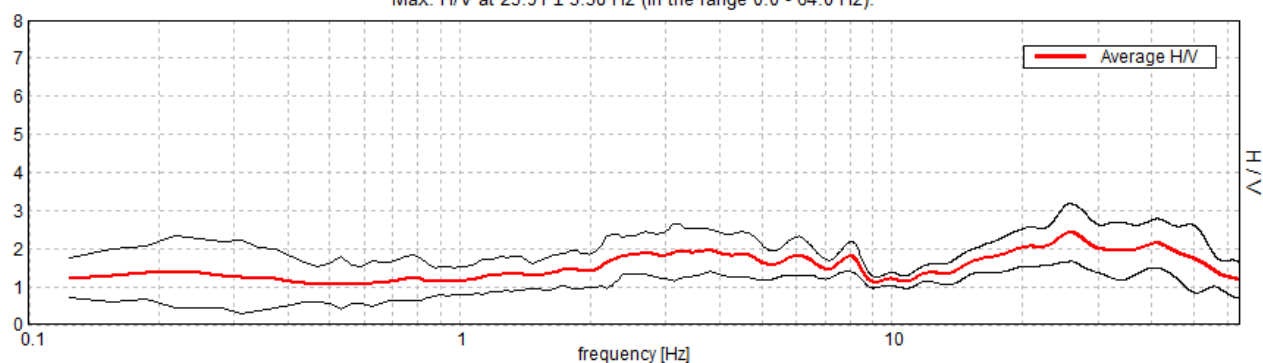
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

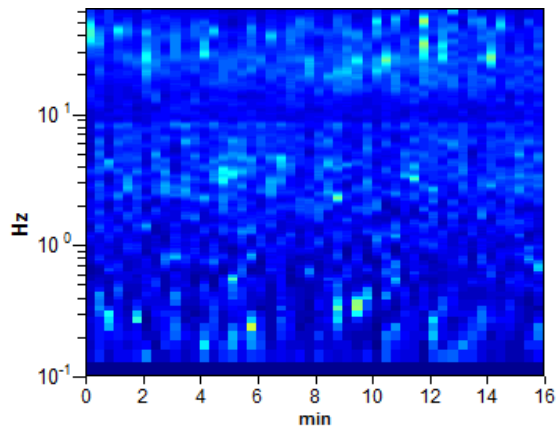
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

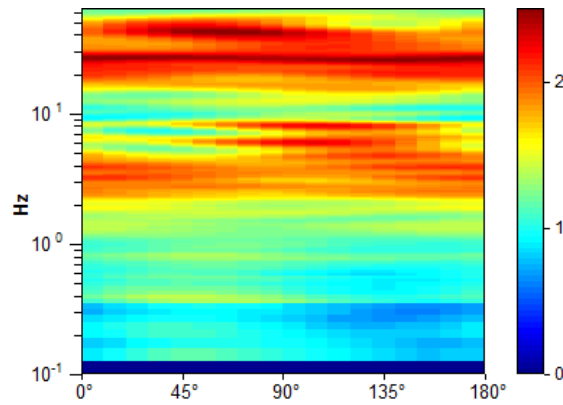
Max. H/V at  $25.91 \pm 3.38$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



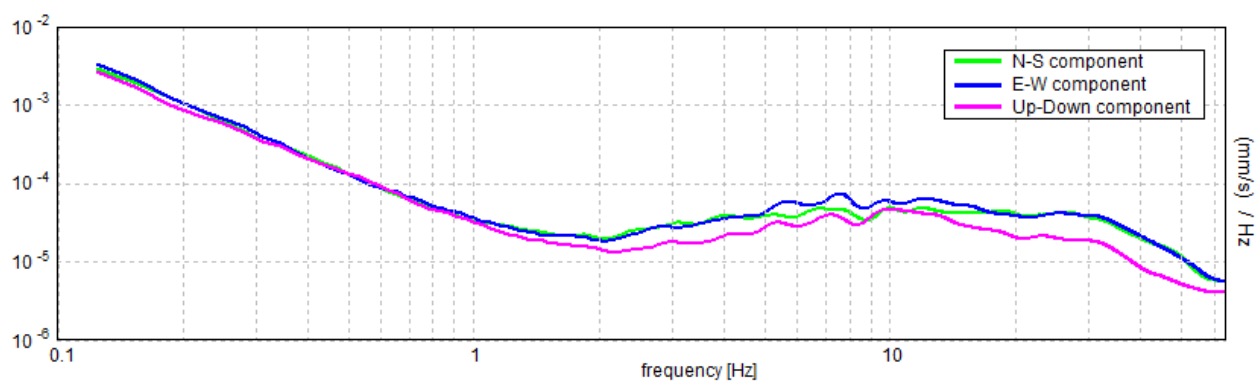
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V

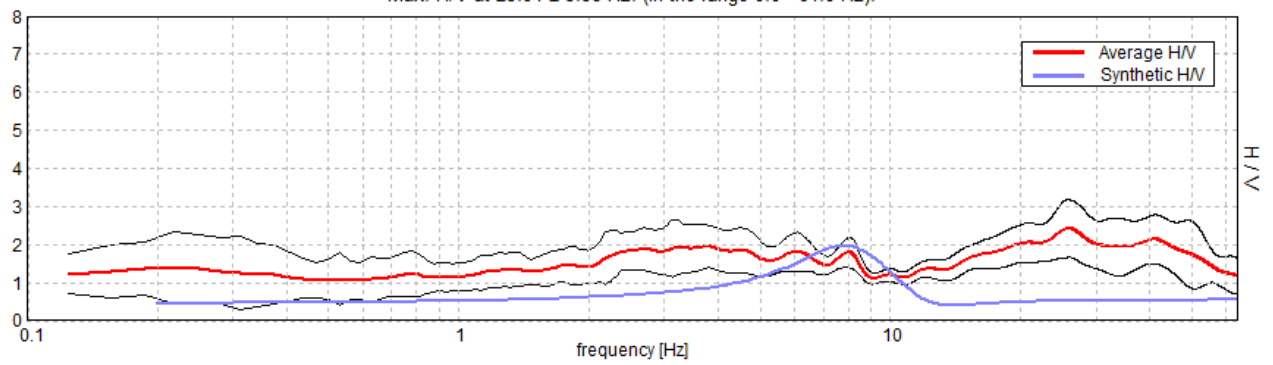


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



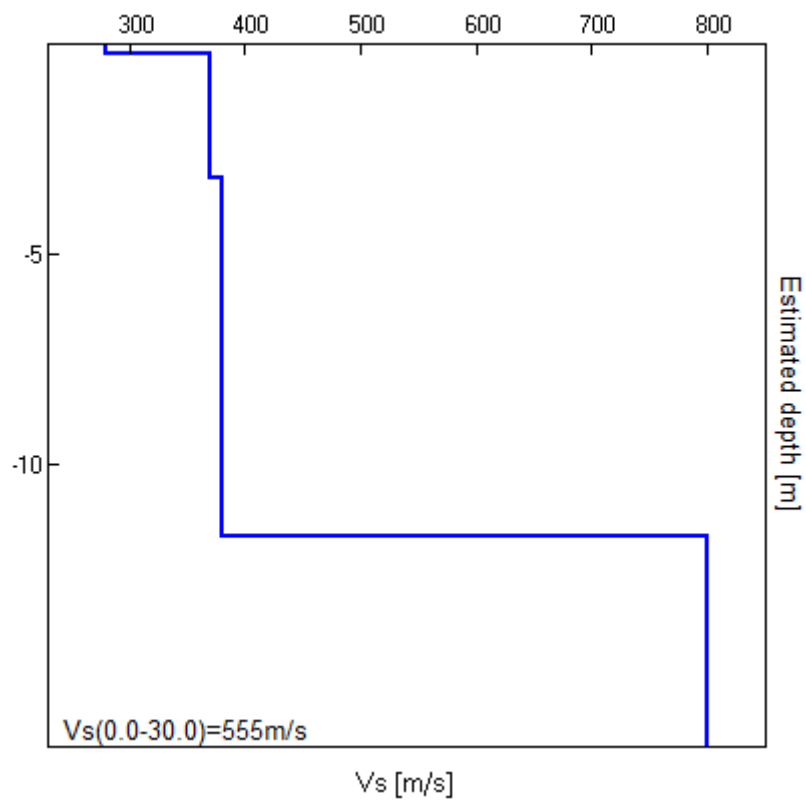
# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $25.91 \pm 3.38$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.20	0.20	280	0.35
3.20	3.00	370	0.35
11.70	8.50	380	0.35
inf.	inf.	800	0.35

$V_s(0.0-30.0)=555\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at 25.91 ± 3.38 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	25.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	24870.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1244 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.25 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	62.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.42 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06415  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.66196 < 1.29531$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3731 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
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 $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

**E' necessario che tutti e 3 i criteri siano soddisfatti.**

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, ma stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).

Instrument: TEP-0028/01-09

Start recording: 19/06/13 10:26:23 End recording: 19/06/13 10:42:24

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

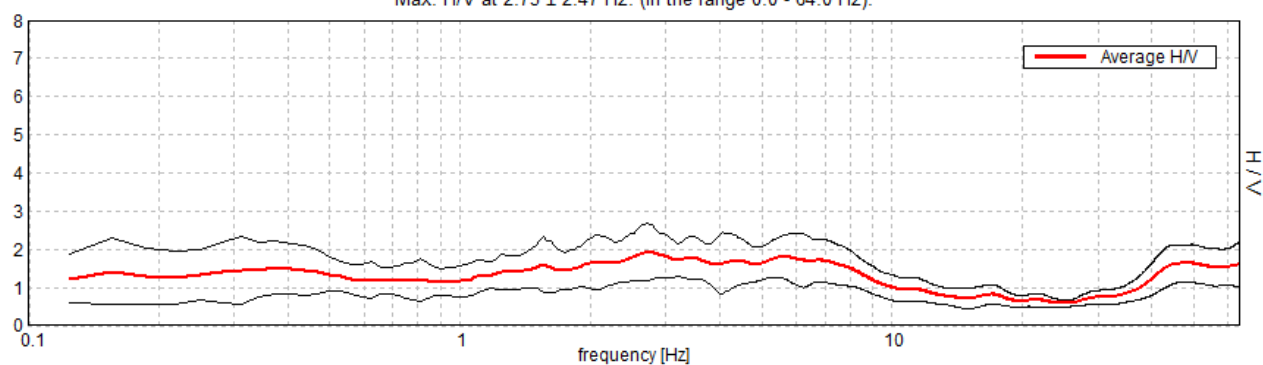
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

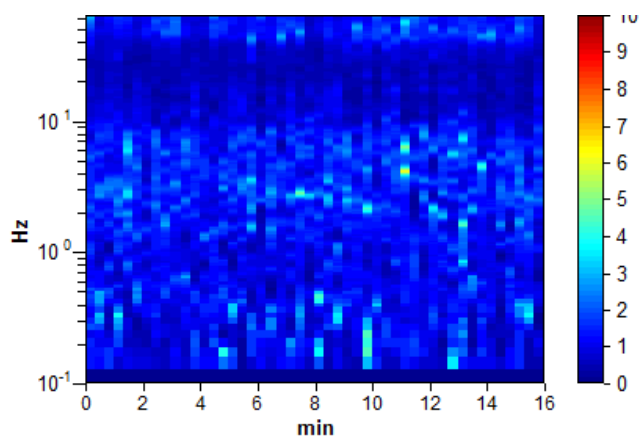
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

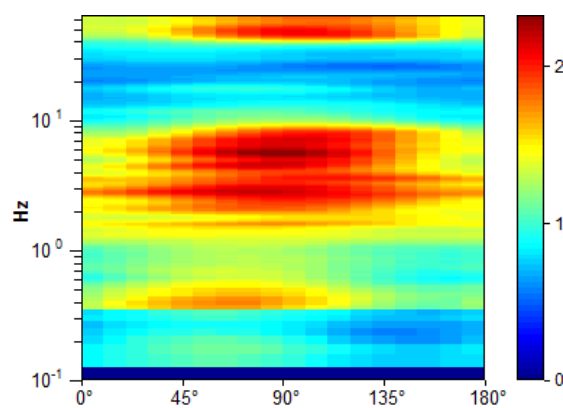
Max. H/V at  $2.75 \pm 2.47$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



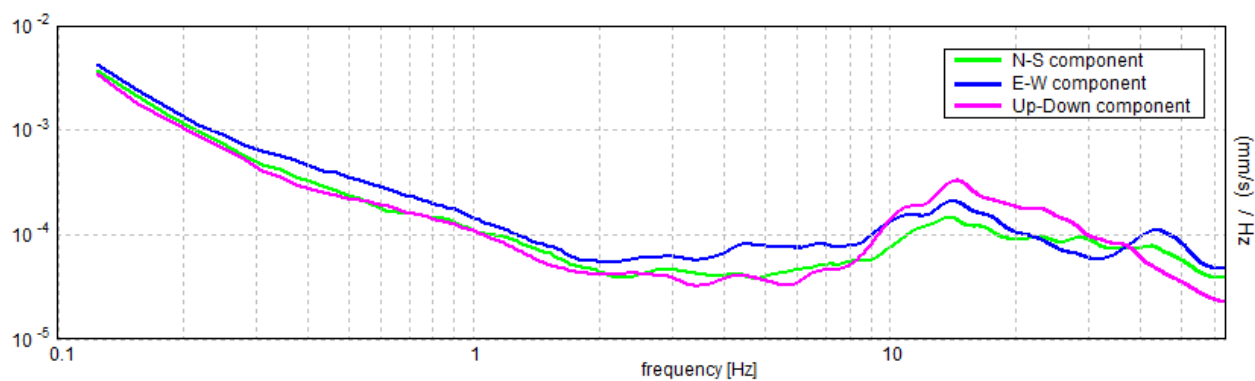
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



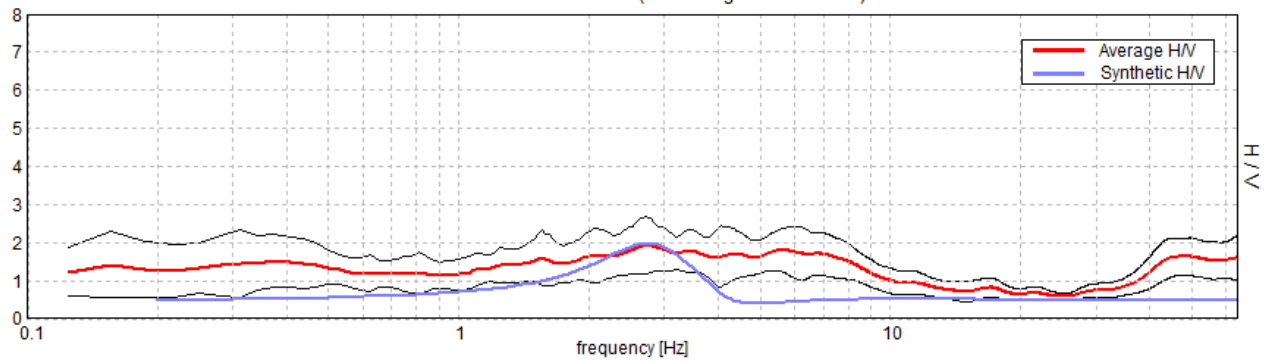
### SINGLE COMPONENT SPECTRA





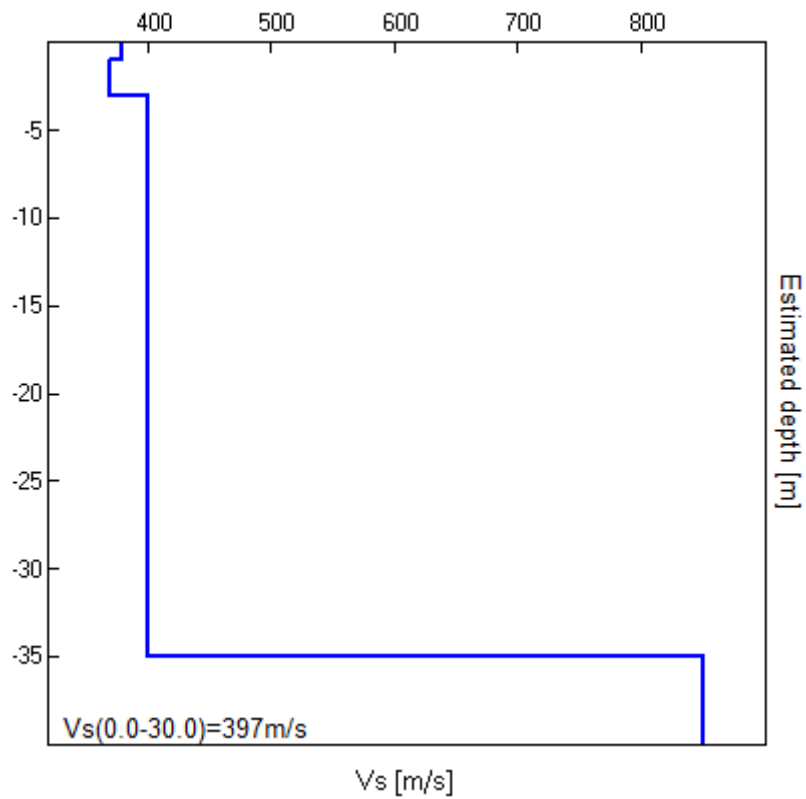
# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $2.75 \pm 2.47$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	380	0.35
3.00	2.00	370	0.35
35.00	32.00	400	0.35
inf.	inf.	850	0.35

$V_s(0.0-30.0)=397\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $2.75 \pm 2.47$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.75 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2640.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 133 times	<b>OK</b>	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.313 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$1.93 > 2$		<b>NO</b>
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.44196  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.2154 < 0.1375$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3626 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
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 $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

**E' necessario che tutti e 3 i criteri siano soddisfatti.**

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, ma stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).

Instrument: TEP-0028/01-09

Start recording: 06/06/13 11:47:39 End recording: 06/06/13 12:03:40

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 98% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

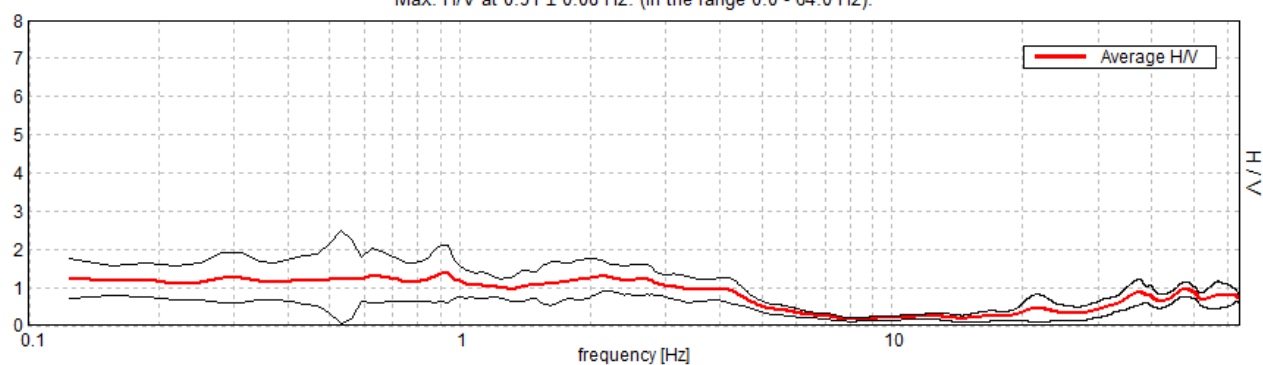
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

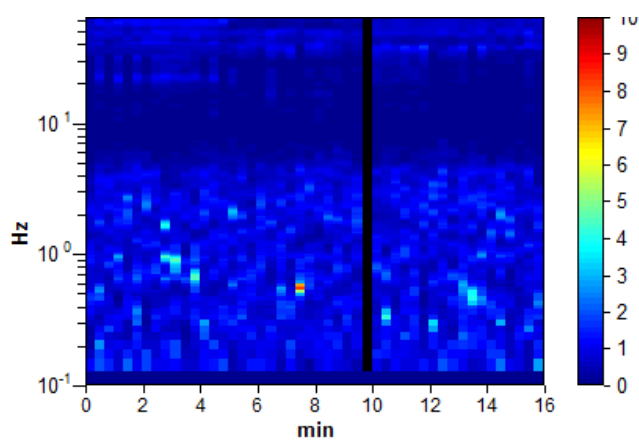
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

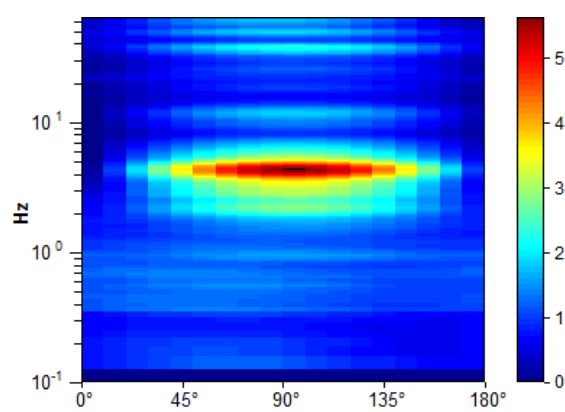
Max. H/V at  $0.91 \pm 0.08$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



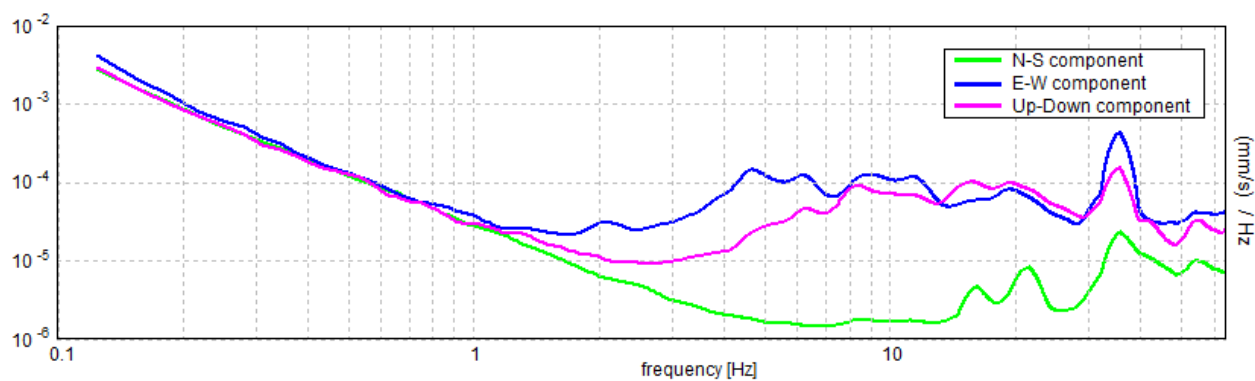
### H/V TIME HISTORY



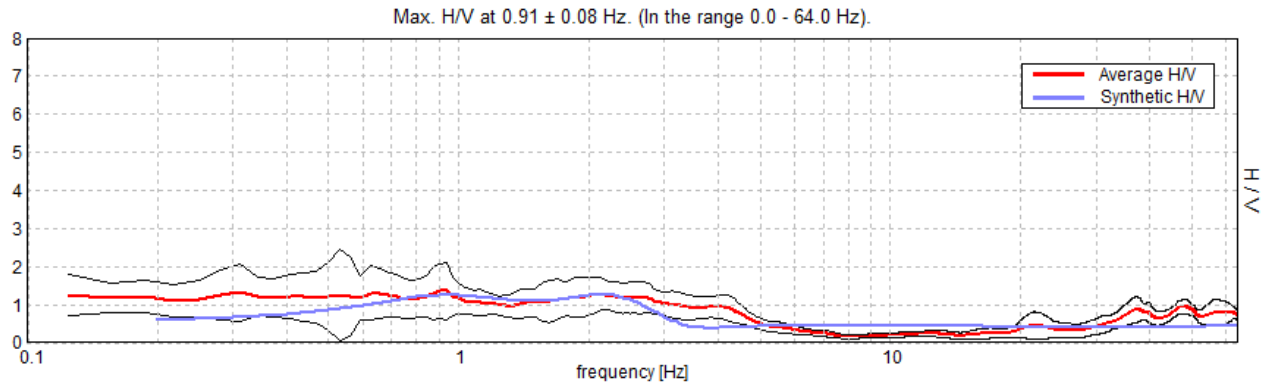
### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA

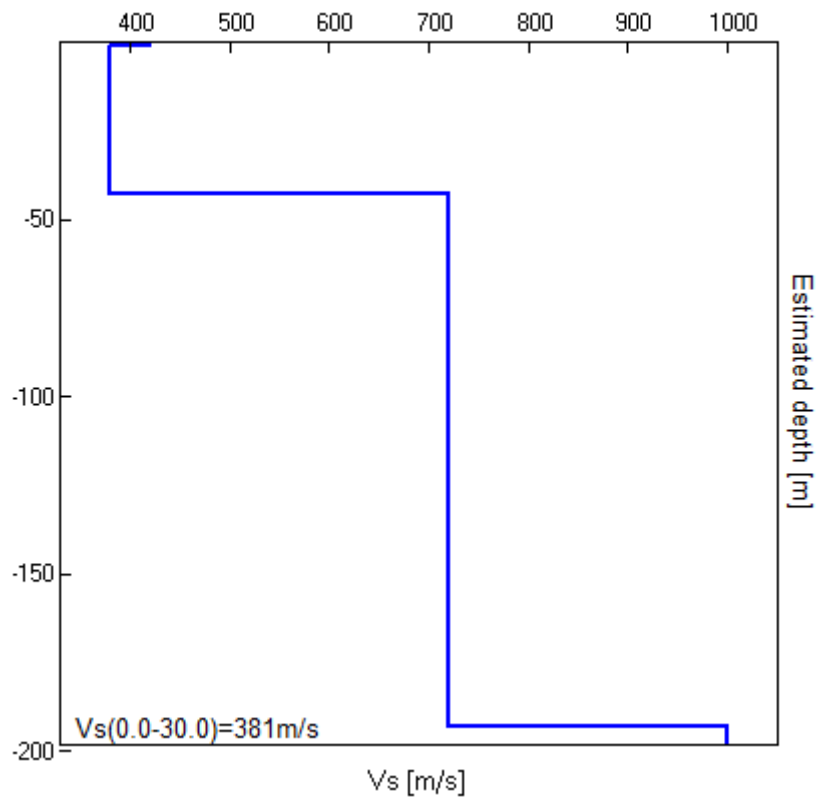


# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	420	0.35
43.00	42.00	380	0.35
193.00	150.00	720	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

$V_s(0.0-30.0)=381\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $0.91 \pm 0.08$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.91 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$851.9 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 44 times	<b>OK</b>	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$1.37 > 2$		<b>NO</b>
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04551  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04124 < 0.13594$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3539 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
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 $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

**E' necessario che tutti e 3 i criteri siano soddisfatti.**

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, ma stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).