



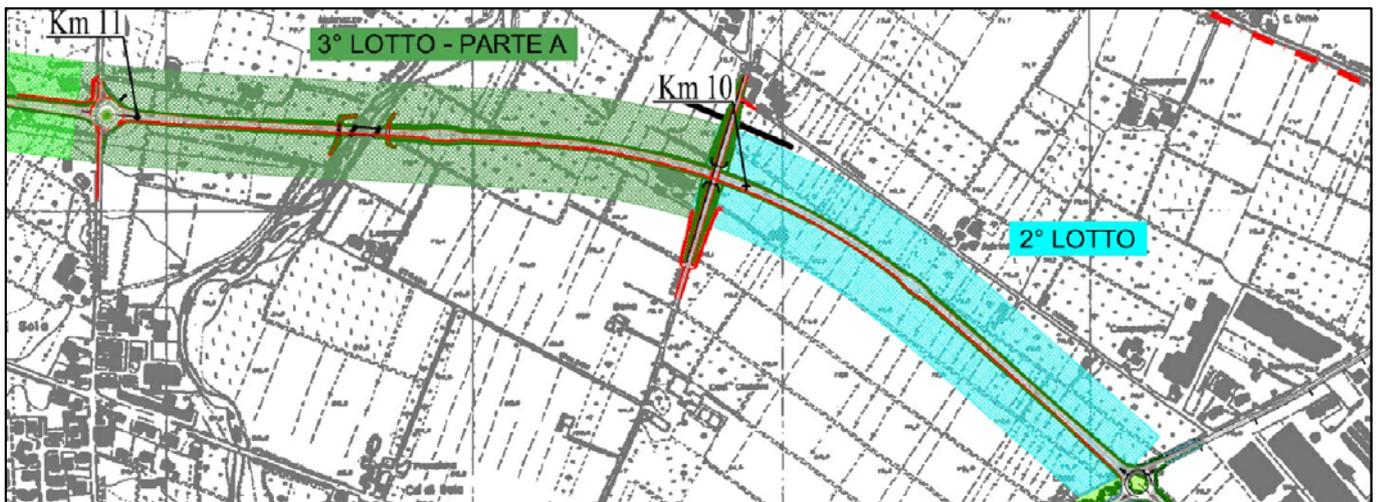
Provincia di Modena

AREA LAVORI PUBBLICI

Responsabile unico del Procedimento Dott. Ing. Alessandro Manni

Completamento della variante cosiddetta Pedemontana alla
S.P467 - S.P. 569 nel tratto Fiorano Spilamberto -
4° Stralcio: dalla località S.Eusebio al Ponte sul Torrente
Tiepido - Lotti: 2° e 3a° - S.P.17 - Via S.Eusebio

Progetto Esecutivo



Progetto a cura di:



ingegneri riuniti
Ingegneria Architettura Ambiente

Via G. Pepe, 15 - 41126 Modena

Tel. 059.33.52.08 - Fax 059.33.32.21

e-mail: info@ingegneririuniti.it

<http://www.ingegneririuniti.it>

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Federico Salardi



Geologia
Dott. Geol. Antonio Gatti

SOTTOPASSI AGRICOLI N.1 e N.2
VARIANTE SOSTANZIALE
RELAZIONE SISMICA

Codice Progetto

0449 FF PR

Scala

/

Codice Elaborato

E-110-I-R-04

00	01/06/2021	Prima emissione		
Rev.	Data	Descrizione revisione	Dis.	Contr.

"Questo prodotto è stato realizzato nel rispetto delle regole stabilite dal sistema qualità ISO 9001:2008 valutato da Bureau Veritas Italia S.p.A."

P
r
o
g
e
t
t
o

I
n
f
r
a
s
t
r
u
t
t
u
r
e

\\prmoeb2\ms\ nuova pedemontana 4s.1.2-3a\progetto esecutivo\4-2-2-sottopassiagricoli\4-2-2-operemini\4-2-2-sottopassiagricoli\4-2-2-sottopassiagricoli-422-sr-01-02-03a_copertine relazioni.dwg

Sommario

1.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO	2
1.1	Sismicità delle aree di interesse.....	2
1.2	Sismicità storica delle aree di intervento	3
1.3	Individuazione della pericolosità sismica del sito.....	4
1.3.1	Individuazione della pericolosità sismica del sito di Via Belvedere	4
1.3.2	Individuazione della pericolosità sismica del sito del Torrente Guerro	9
1.4	Valutazione del “Rischio sismico”	14
2.	CONCLUSIONI	15
3.	ALLEGATI.....	16

1. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

1.1 Sismicità delle aree di interesse

Allo stato attuale la normativa di riferimento in materia sismica risulta essere il D.M. INFRASTRUTTURE 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” e la Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

La classificazione sismica dei comuni della regione Emilia-Romagna introdotta ai sensi del punto 3 dell’Allegato 1 dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 maggio 2003, prevede che il territorio nazionale sia suddiviso in quattro zone sismiche, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (a_g).

Nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone” all’allegato 1.A” sono individuate quattro zone sismiche orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ secondo lo schema seguente. I valori di accelerazione delle quattro zone sismiche sono maggiormente specificati rispetto all’ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 secondo la schema di seguito proposto (tabella 7.1):

Tabella 1.1: Valori di accelerazione al suolo a_g

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) – OPCM 3519	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) – OPCM 3472
1	$0.25 < a_g \leq 0.35 \text{ g}$	0.35 g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25 \text{ g}$	0.25 g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15 \text{ g}$	0.15 g
4	$\leq 0.05 \text{ g}$	0.05 g

Di seguito si riportano le classificazioni della sismicità dei comuni interessati dagli interventi in base alle vecchie normative e ovviamente anche in base alla nuova e vigente classificazione proposta dall’OPCM 3274/2003 e s.m.i (tabella 7.2).

Tabella 1.2: Classificazione della sismicità del comune e valore dell’accelerazione al suolo a_g

Comune	Classificazione sismica (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica OPCM 3274/2003	a_g
CASTELVETRO DI MODENA	n.c.	2	0.25 g

1.2 Sismicità storica delle aree di intervento

Nella tabella 1.3 sono riportati i dati storici del comune di Castelvetro, definiti nel Gruppo di lavoro CPTI (2015) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani.

” Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2021). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15)*, versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
<https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). *The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>

Effetti	In occasione del terremoto del						NMDP	Io	Mw	
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
9	1501	06	05	10			Modenese	17	9	6.05
4-5	1873	05	16	19	35		Reggiano	15	6-7	5.01
NF	1874	10	07				Imolese	60	7	4.96
F	1885	02	26	20	48		Pianura Padana	78	6	5.01
2-3	1899	06	26	23	17	22	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
5	1904	02	25	18	47	50	Reggiano	62	6	4.81
3	1908	06	02	22	30		Frignano	18	4-5	4.50
4-5	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4	1931	06	10	17	02		Modenese	14	4	4.59
2	1932	04	19	00	17		Modenese	9	4	3.63
3	1934	09	18	09	37		Vignola	6	4	3.95
4	1937	12	10	18	04		Frignano	28	6	5.30
3	1939	10	15	14	05		Garfagnana	62	6-7	4.96
4	1971	07	15	01	33	23	Parmense	228	8	5.51
2	1971	09	11	23	18	12	Pianura emiliana	15	5	4.19
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1992	04	17	11	59	0	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
NF	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
2	1998	02	21	02	21	0	Pianura emiliana	104	5	3.93
2-3	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
2	2002	06	08	20	13	7	Frignano	115	4	4.23
NF	2002	06	18	22	23	0	Frignano	186	4	4.30
NF	2002	06	19	22	11	1	Frignano	52	3	4.03
NF	2002	11	13	10	48	0	Franciaorta	768	5	4.21

PlaceID IT_38268
 Coordinate (lat, lon) 44.503, 10.943
 Comune (ISTAT 2015) Castelvetro di Modena
 Provincia Modena
 Regione Emilia-Romagna
 Numero di eventi riportati 26



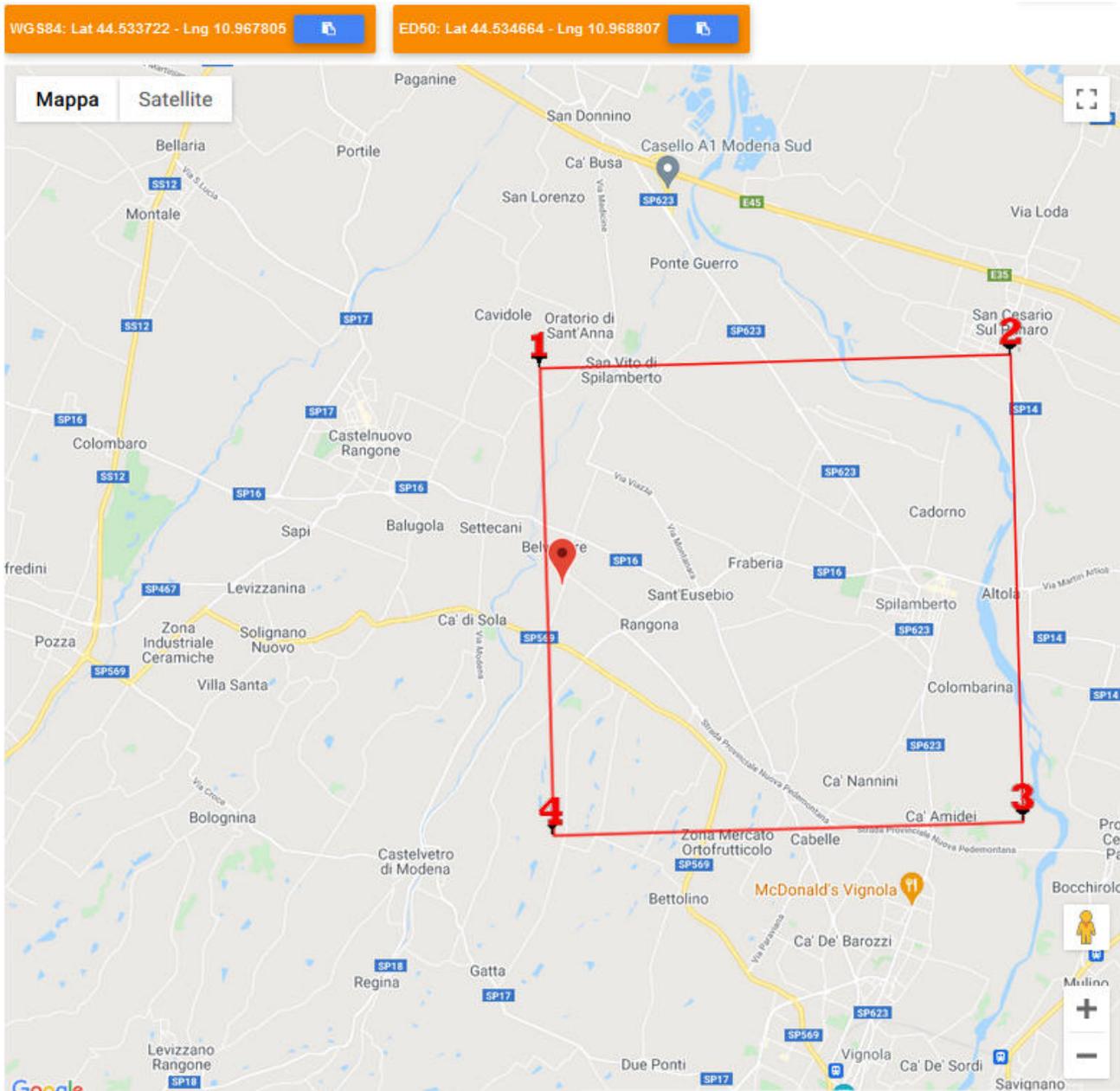
Tabella 1.3: Storia sismica del comune di Castelvetro di Modena (Mo).

1.3 Individuazione della pericolosità sismica del sito

Di seguito si riportano i dati salienti per la definizione della pericolosità sismica del sito che sono stati elaborati mediante il codice di calcolo Geostru PS.

1.3.1 Individuazione della pericolosità sismica del sito di Via Belvedere

Parametri sismici (NTC 2018) per muri di sostegno, stabilità pendii e fondazioni, fronti di scavo e rilevati



Stati limite

 Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

 Vita Nominale 100

 Interpolazione Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	120	0.094	2.455	0.280
Danno (SLD)	201	0.118	2.400	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0.250	2.445	0.320
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.270	2.465	0.323
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

Parametri sismici NTC 2018 per muri di sostegno in grado di subire spostamenti

Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,52
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.083	0.126	0.000
kv	--	0.042	0.063	--
Amax [m/s ²]	1.378	1.736	3.264	3.448
Beta	--	0.470	0.380	--

Parametri sismici NTC 2018 per muri di sostegno non in grado di subire spostamenti

Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,52
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.141	0.177	0.333	0.352
kv	0.070	0.089	0.166	0.176
Amax [m/s ²]	1.378	1.736	3.264	3.448
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

Parametri sismici per stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti sismici

 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)
 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,52
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]  0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.028	0.042	0.093	0.098
kv	0.014	0.021	0.047	0.049
Amax [m/s ²]	1.378	1.736	3.264	3.448
Beta	0.200	0.240	0.280	0.280

Parametri sismici per stabilità di fronti di scavo e rilevati

Coefficienti sismici

 Tipo Fronti di scavo e rilevati 

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C 

 Cat. Topografica T1 

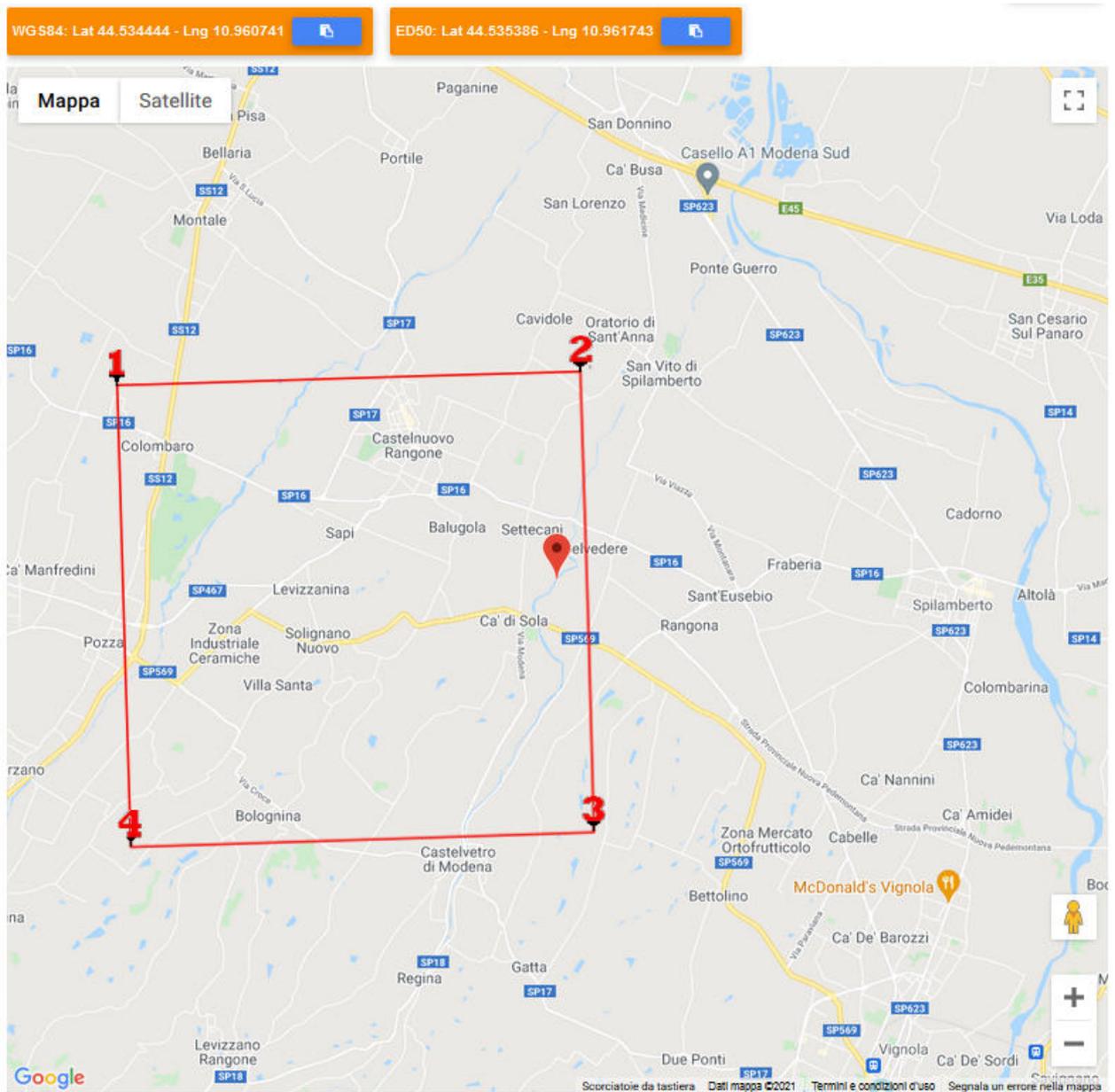
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,52
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]  0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.083	0.126	0.000
kv	--	0.042	0.063	--
Amax [m/s²]	1.378	1.736	3.264	3.448
Beta	--	0.470	0.380	--

1.3.2 Individuazione della pericolosità sismica del sito del Torrente Guerro

Parametri sismici (NTC 2018) per muri di sostegno, stabilità pendii e fondazioni, fronti di scavo e rilevati



Stati limite

 Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti... 

 Vita Nominale 100 

 Interpolazione Media ponderata 

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	120	0.094	2.454	0.279
Danno (SLD)	201	0.118	2.404	0.283
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0.249	2.447	0.319
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.268	2.469	0.322
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

Parametri sismici NTC 2018 per muri di sostegno in grado di subire spostamenti

Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2018 

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1  us (m) 0.1 

 Cat. Sottosuolo C 

 Cat. Topografica T1 

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,53
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]  0.6 

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.083	0.126	0.000
kv	--	0.042	0.063	--
Amax [m/s ²]	1.383	1.739	3.245	3.423
Beta	--	0.470	0.380	--

Parametri sismici NTC 2018 per muri di sostegno non in grado di subire spostamenti

Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)
 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,53
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]  0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.141	0.177	0.331	0.349
kv	0.071	0.089	0.165	0.175
Amax [m/s ²]	1.383	1.739	3.245	3.423
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

Parametri sismici per stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti sismici

 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,53
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.028	0.043	0.093	0.098
kv	0.014	0.021	0.046	0.049
Amax [m/s ²]	1.383	1.739	3.245	3.423
Beta	0.200	0.240	0.280	0.280

Parametri sismici per stabilità di fronti di scavo e rilevati

Coefficienti sismici

 Tipo Fronti di scavo e rilevati ▾

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C ▾

 Cat. Topografica T1 ▾

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,33	1,30
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,59	1,53	1,53
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]  0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.083	0.126	0.000
kv	--	0.042	0.063	--
Amax [m/s²]	1.383	1.739	3.245	3.423
Beta	--	0.470	0.380	--

1.4 Valutazione del “Rischio sismico”

La “Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali” del PTCP 2009 (approvato con DCP n.46/2009) è stata elaborata partendo, per le aree di pianura, dalla carta dei depositi affioranti e dalla carta dei depositi sepolti. In questo modo sono stati identificati i depositi che possono determinare effetti locali (suscettibili di amplificazione sismica: ghiaie, sabbie e limi; predisponenti alla liquefazione: sabbie fini ben classate entro 20 m da p.c. e falda con soggiacenza inferiore a 15 m; soggetti a forti cedimenti: argille e limi).

Di seguito viene riportato lo stralcio della cartografia della tavola 2.2 delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali per eventi sismici del PTCP 2009.

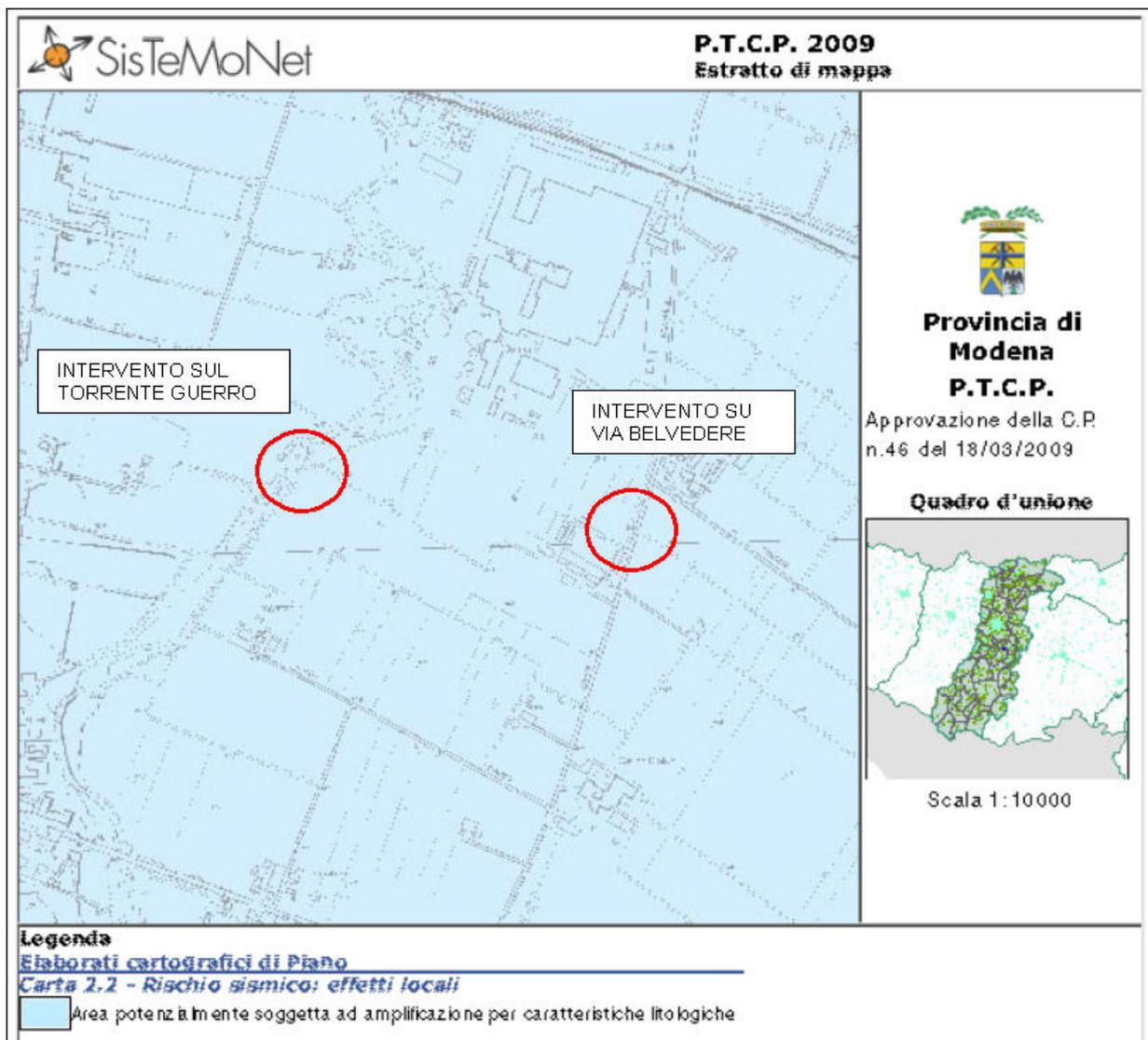


Figura 1.1: Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali per eventi sismici (Tavola 2.2 PTCP 2009), in scala 1:10.000.

L'area in esame è collocata su una fascia di pianura classificata come "Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche".

In base alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche si esclude l'esistenza del rischio determinato dalla liquefazione dei terreni dovuto al sisma.

2. CONCLUSIONI

Il comune di Castelvetro è classificato in classe 2 in base all'OPCM 3274/2003 con una accelerazione al suolo a_g pari a 0.25 g.

Al fine della determinazione dell'azione sismica di progetto si è utilizzato come classificazione sismica del sottosuolo di fondazione la categoria "C" in base alla elaborazione delle prove geognostiche e sismiche; come categoria topografia è stata assunta la T1.

In base alle indicazioni fornite dal progettista si è considerata una vita nominale dell'opera pari a 100 anni e una Classe d'uso IV pari ad un valore del coefficiente d'uso $C_u = 2.0$

Le procedure per l'individuazione della pericolosità sismica del sito di Via Belvedere hanno portato alla definizione dei coefficienti sismici che per lo stato di salvaguardia della vita (SLV) sono:

$k_h=0.126$ e $k_v=0.063$ relativamente ai muri di sostegno che possono subire spostamenti

$k_h=0.333$ e $k_v=0.166$ relativamente ai muri di sostegno che non possono subire spostamenti

$k_h=0.093$ e $k_v=0.047$ relativamente ai pendii e opere di fondazione

$k_h=0.126$ e $k_v=0.063$ relativamente ai fronti di scavo e rilevati

I parametri per il sito del Torrente Guerro e dei sottopassi agricoli (SLV) risultano:

$k_h=0.126$ e $k_v=0.063$ relativamente ai muri di sostegno che possono subire spostamenti

$k_h=0.331$ e $k_v=0.165$ relativamente ai muri di sostegno che non possono subire spostamenti

$k_h=0.093$ e $k_v=0.047$ relativamente ai pendii e opere di fondazione

$k_h=0.126$ e $k_v=0.063$ relativamente ai fronti di scavo e rilevati

Il PTCP 2009 nella gestione della valutazione degli effetti locali di amplificazione della risposta sismica locale, classifica l'area in esame come "Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche".

In base alle considerazioni svolte è possibile attribuire PARERE FAVOREVOLE all'intervento in oggetto. Si è infatti verificata l'assenza di controindicazioni di carattere sismico.

3. ALLEGATI

Si riportano di seguito i report delle indagini tromografiche effettuate, per le ubicazioni delle indagini si veda la Relazione Geotecnica.

SP 467 PEDEMONTANA 4 STRALCIO, VIA BELVEDERE (OVEST) TR_01 SONDAGGIO 1

Instrument: TRZ-0006/01-09

Start recording: 13/01/12 11:49:32 End recording: 13/01/12 12:09:33

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available. Quota: 77.65 m slm

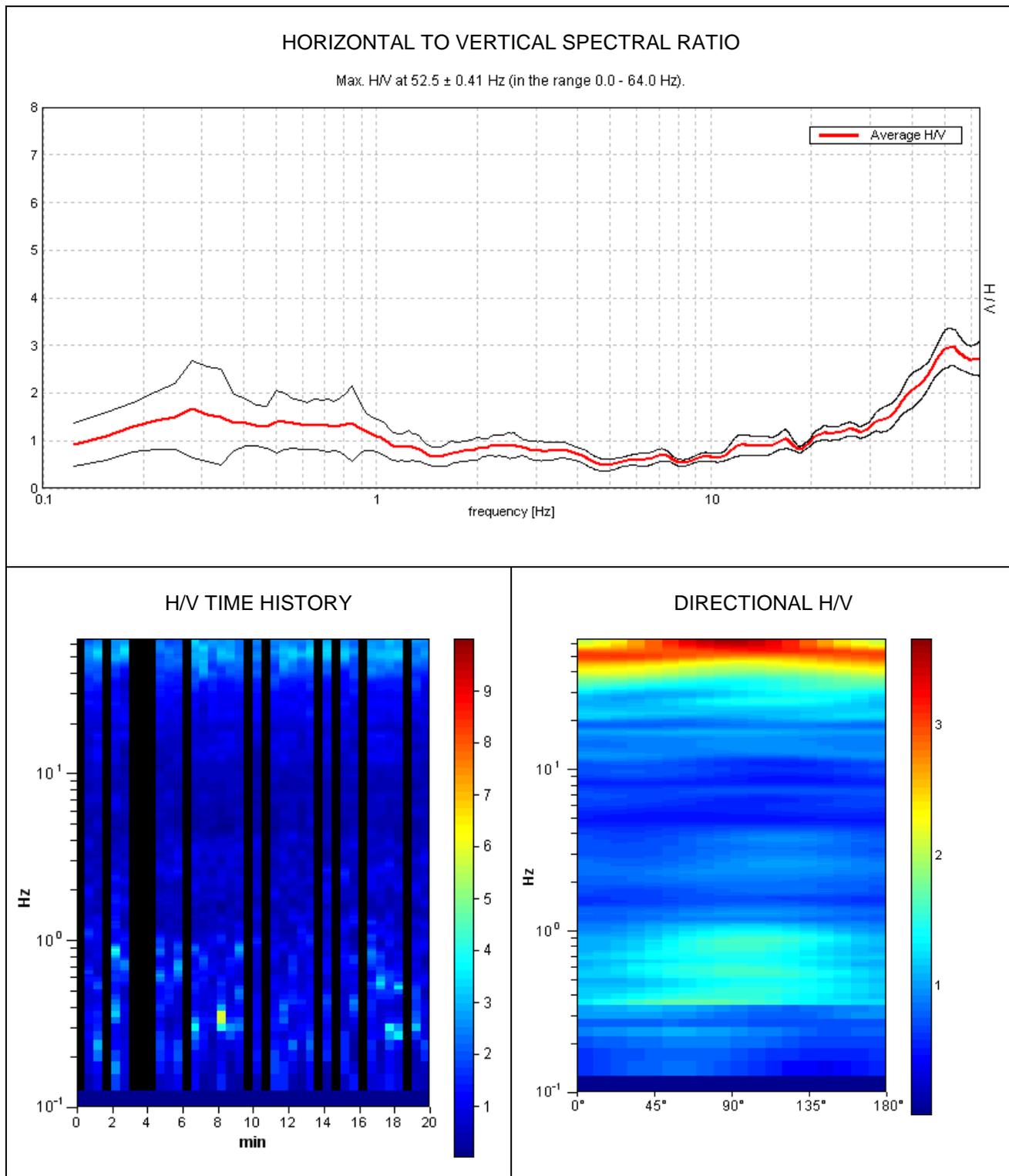
Trace length: 0h20'00". Analyzed 70% trace (automatic window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

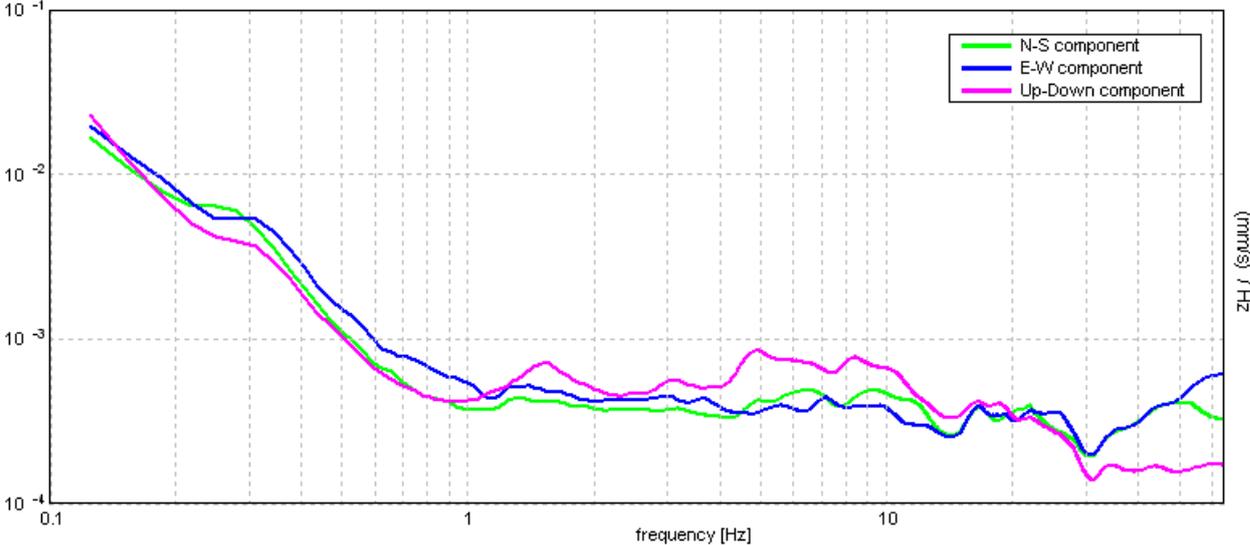
Window size: 30 s

Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 52.5 ± 0.41 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	52.50 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	44100.0 > 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 1209 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	33.875 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.96 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00374 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.19642 < 2.625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1838 < 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
σ_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 σ_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

**SP 467 PEDEMONTANA 4 STRALCIO,
VIA BELVEDERE SONDAGGIO 2 (EST)
TR_02**

Instrument: TRZ-0006/01-09

Start recording: 13/01/12 12:13:46 End recording: 13/01/12 12:33:47

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available. Quota: 78.05 m slm

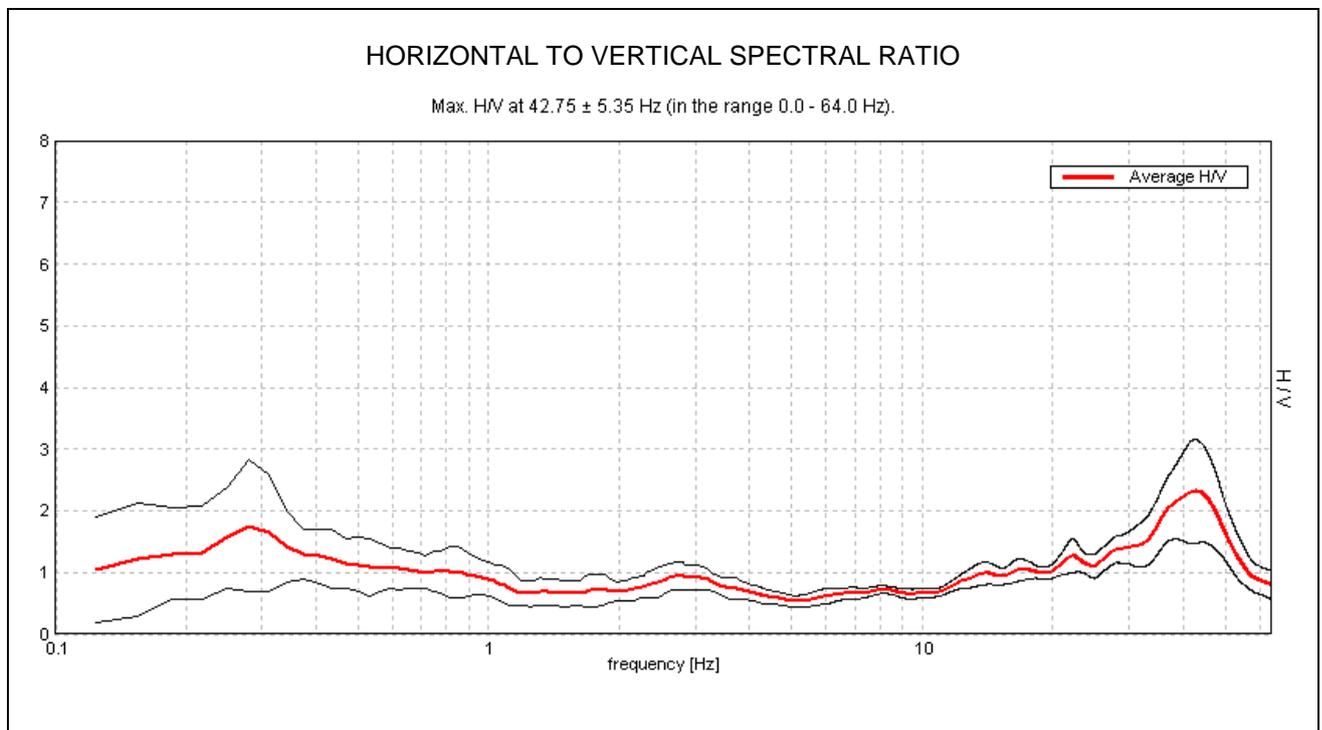
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

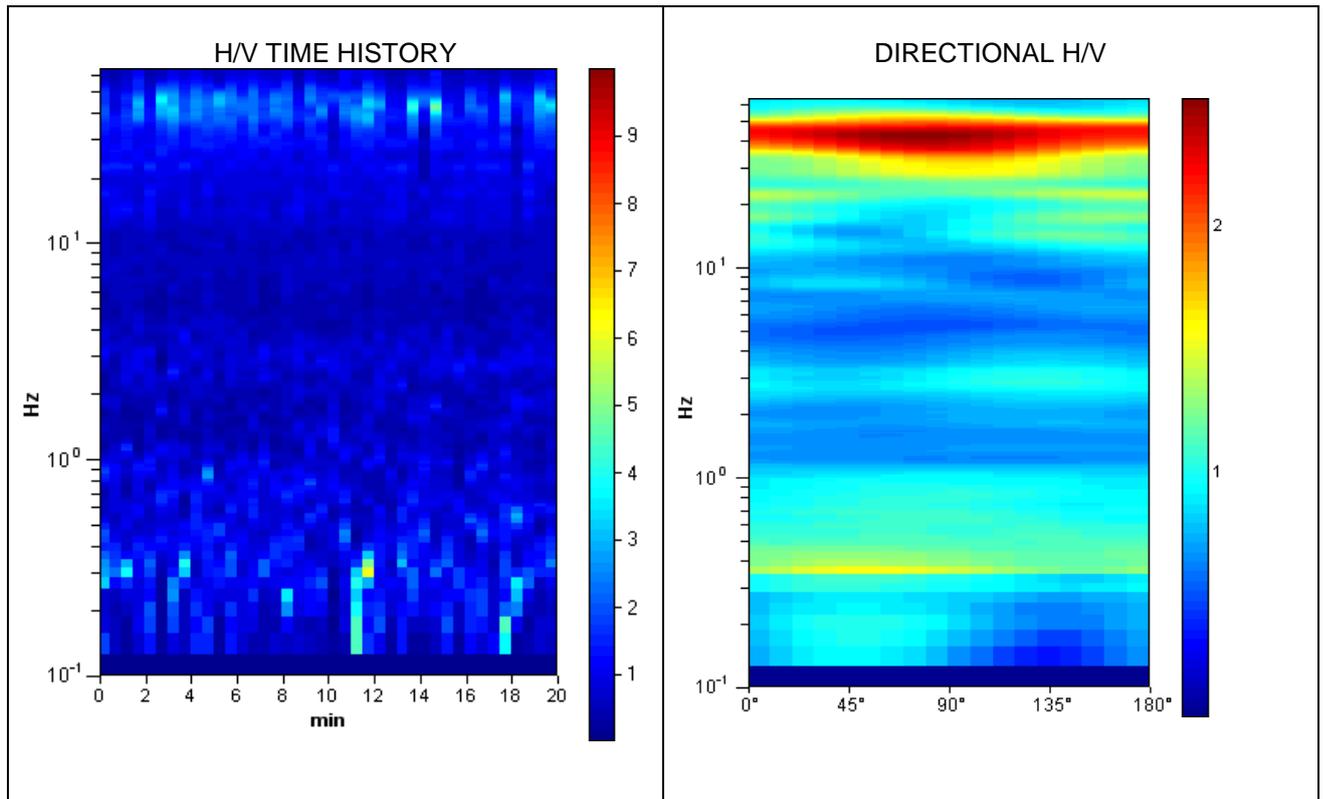
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 30 s

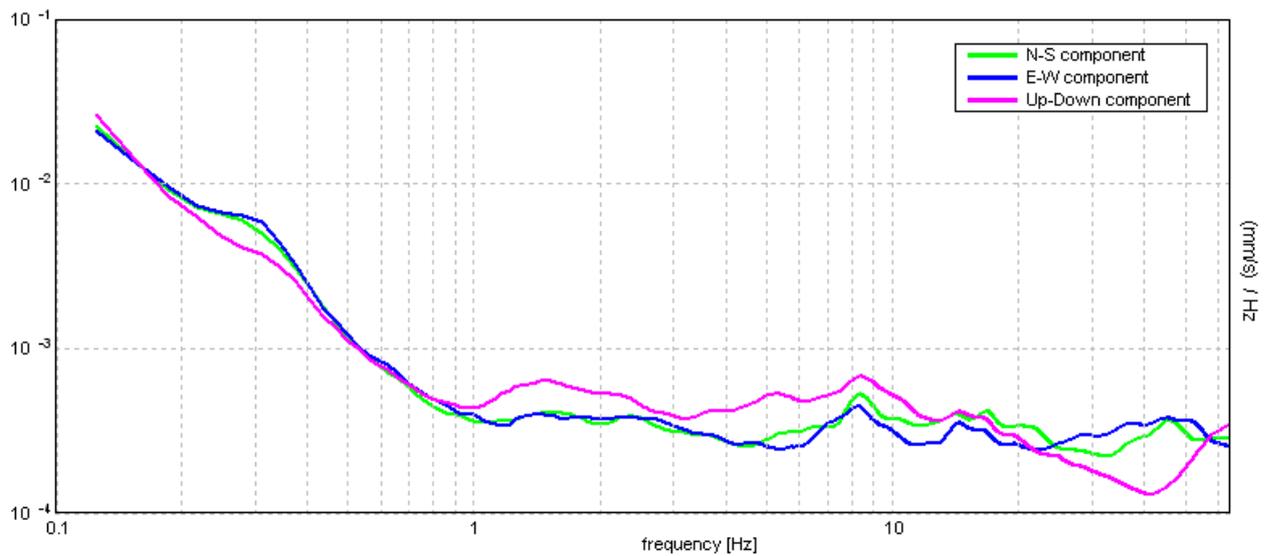
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%



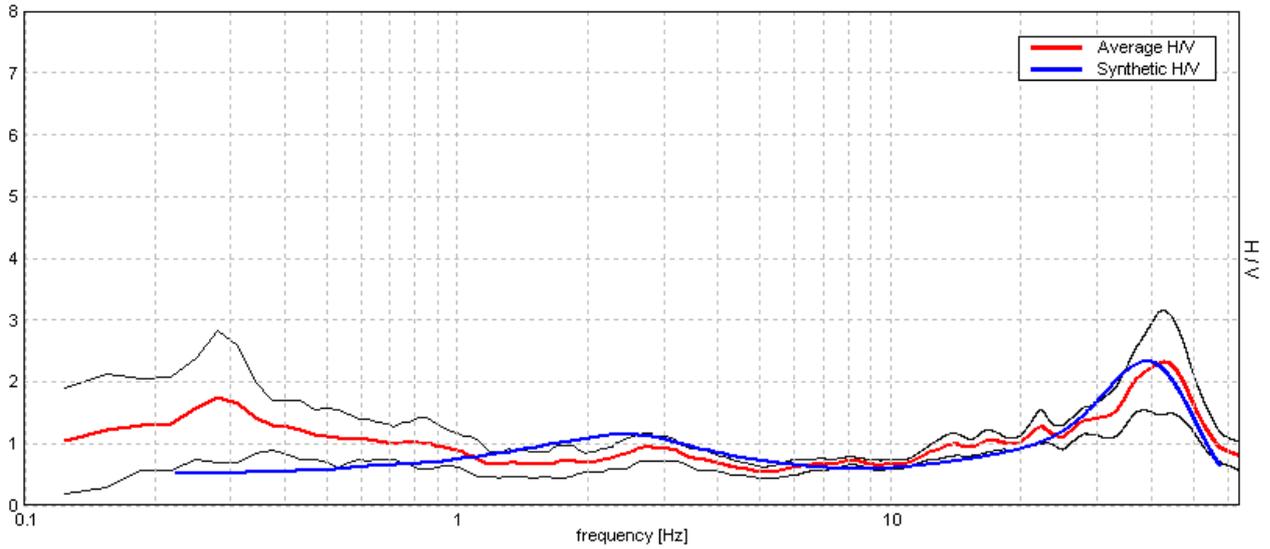


SINGLE COMPONENT SPECTRA



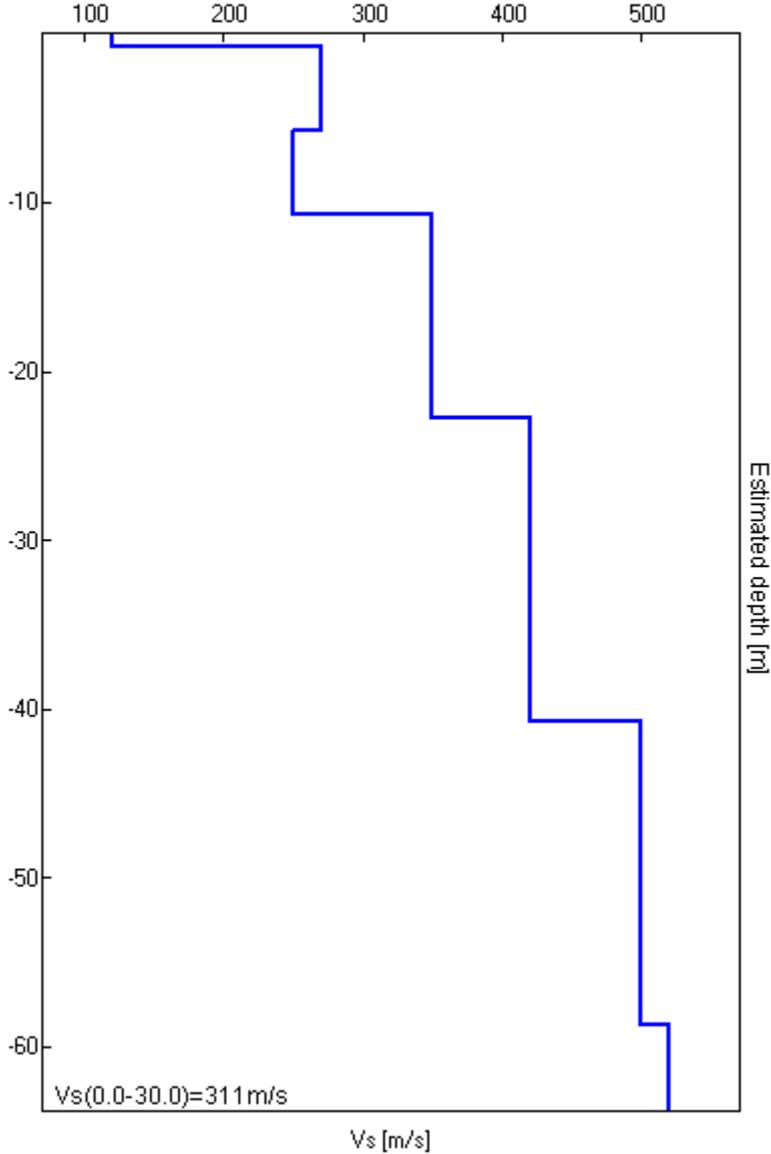
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 42.75 ± 5.35 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.75	0.75	120	0.35
5.75	5.00	270	0.35
10.75	5.00	250	0.35
22.75	12.00	350	0.35
40.75	18.00	420	0.35
58.75	18.00	500	0.35
inf.	inf.	520	0.35

$V_s(0.0-30.0)=311\text{m/s}$



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

Max. H/V at 42.75 ± 5.35 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	42.75 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	51300.0 > 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 1365 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	25.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	54.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.32 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06113 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.61313 < 2.1375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4083 < 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
σ_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 σ_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

**SP 467 PEDEMONTANA 4 STRALCIO,
SP 467 PED. 4 STR
TR_03a- T GUERRO SOND 3**

Instrument: TRZ-0006/01-09

Start recording: 13/01/12 10:29:46 End recording: 13/01/12 10:49:47

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available. Quota 76.57 m slm

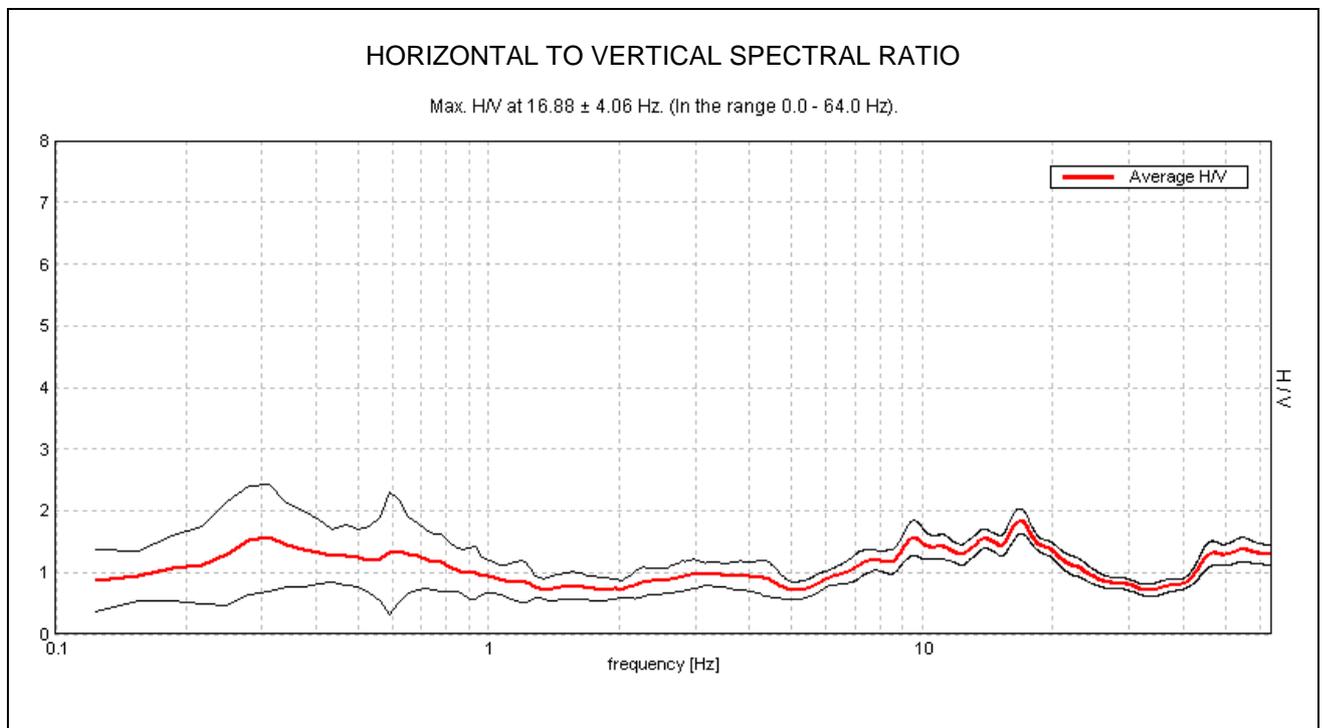
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 30 s

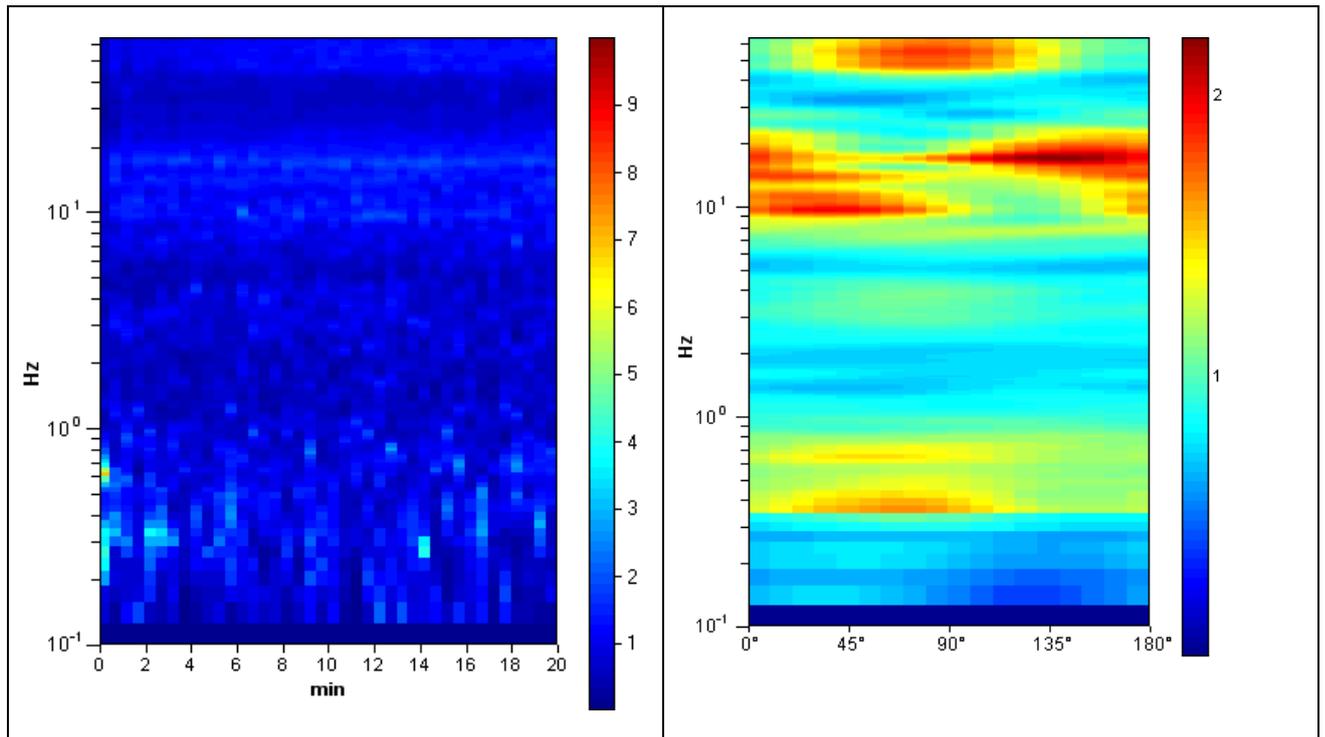
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

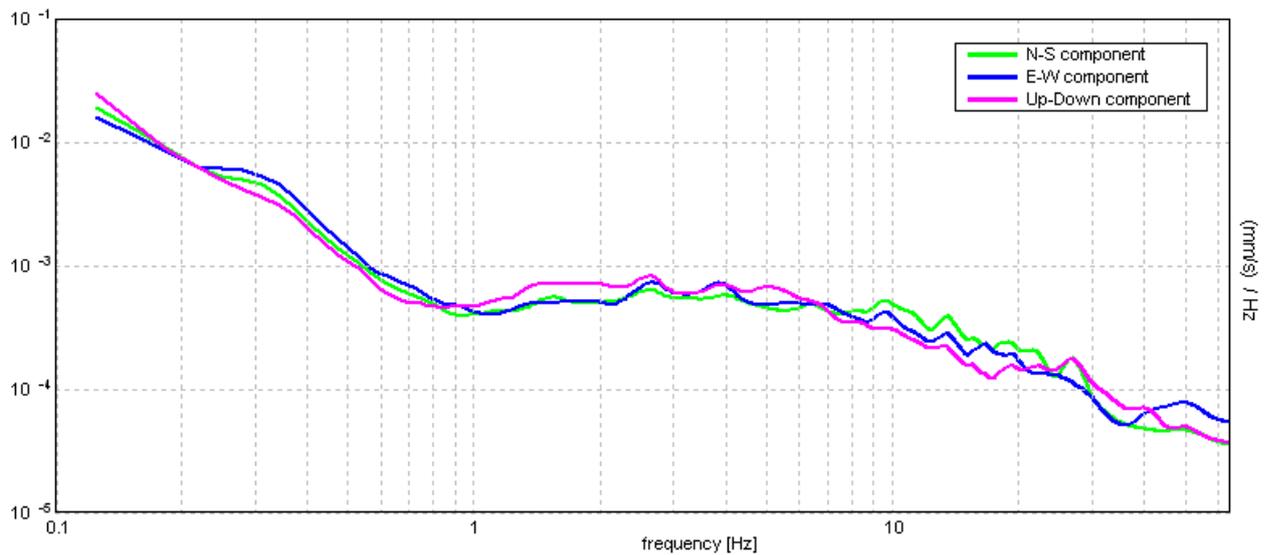


H/V TIME HISTORY

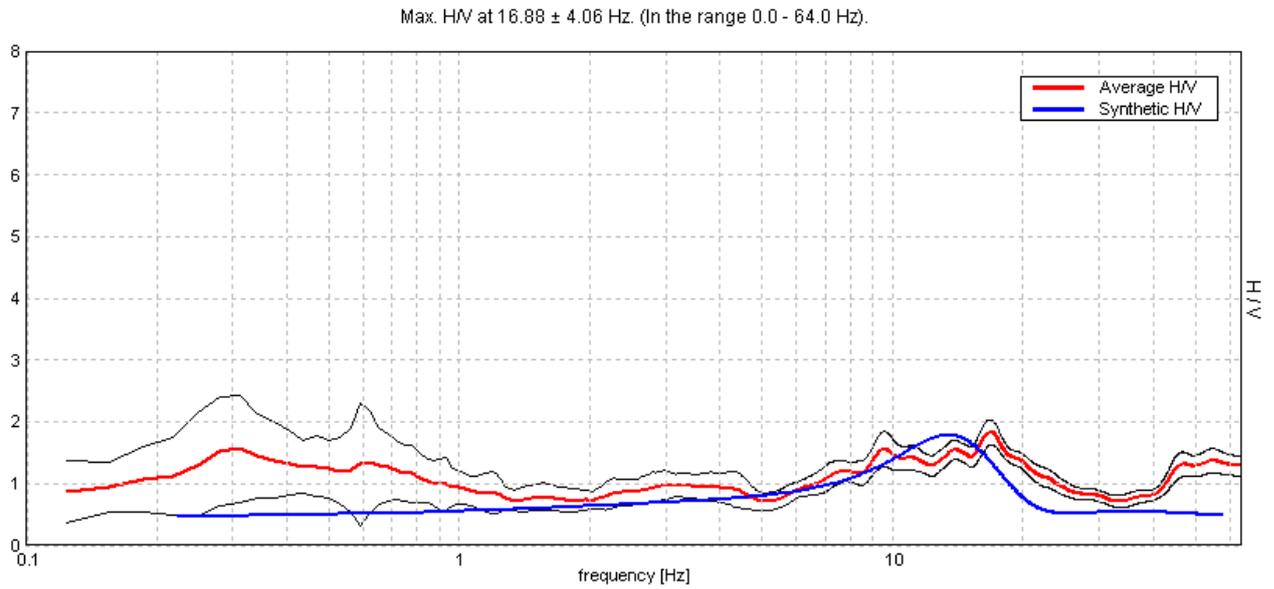
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

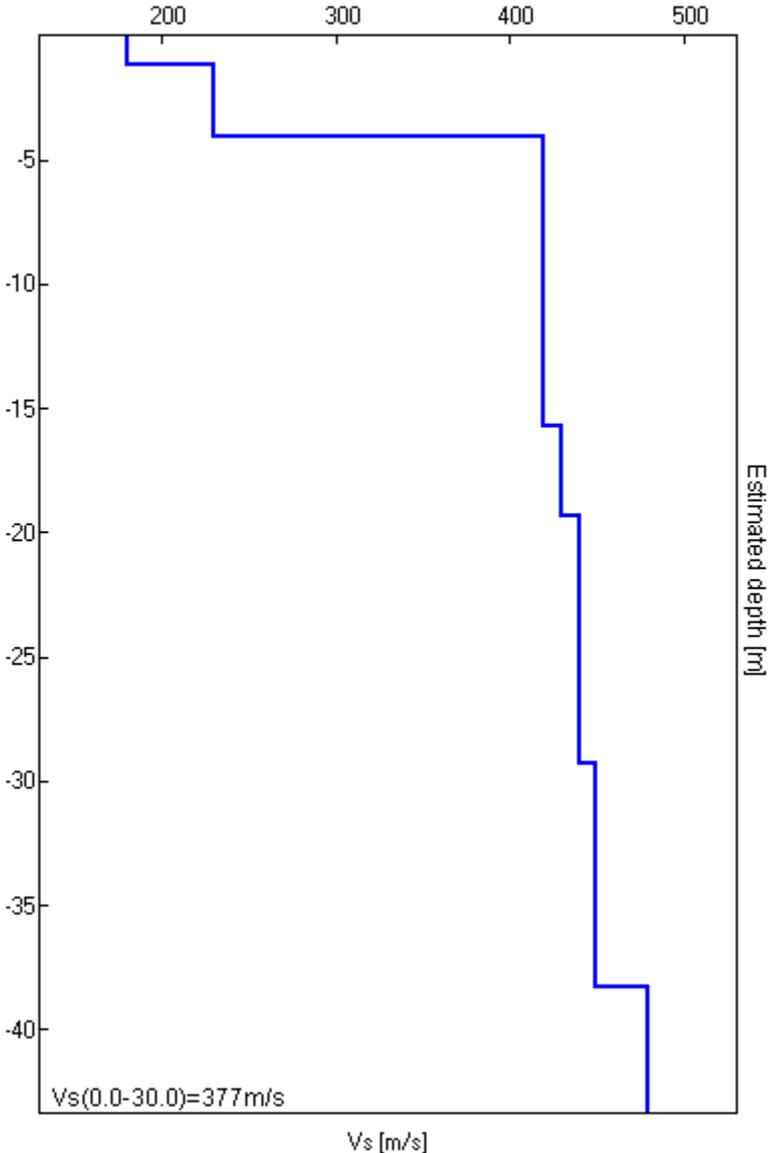


EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.20	1.20	180	0.35
4.10	2.90	230	0.37
15.70	11.60	420	0.35
19.30	3.60	430	0.35
29.30	10.00	440	0.35
38.30	9.00	450	0.35
inf.	inf.	480	0.35

Vs(0.0-30.0)=377m/s



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

Max. H/V at 16.88 ± 4.06 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	16.88 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	20250.0 > 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 811 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.125 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.83 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11733 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.97995 < 0.84375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1009 < 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
σ_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 σ_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

SP 467 PEDEMONTANA 4 STRALCIO
SP 476 PED. 4 STR
TRACCIA 03B - T GUERRO SOND 3

Instrument: TRZ-0006/01-09

Start recording: 13/01/12 10:51:55 End recording: 13/01/12 11:11:56

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available. Quota: 76.80 m slm

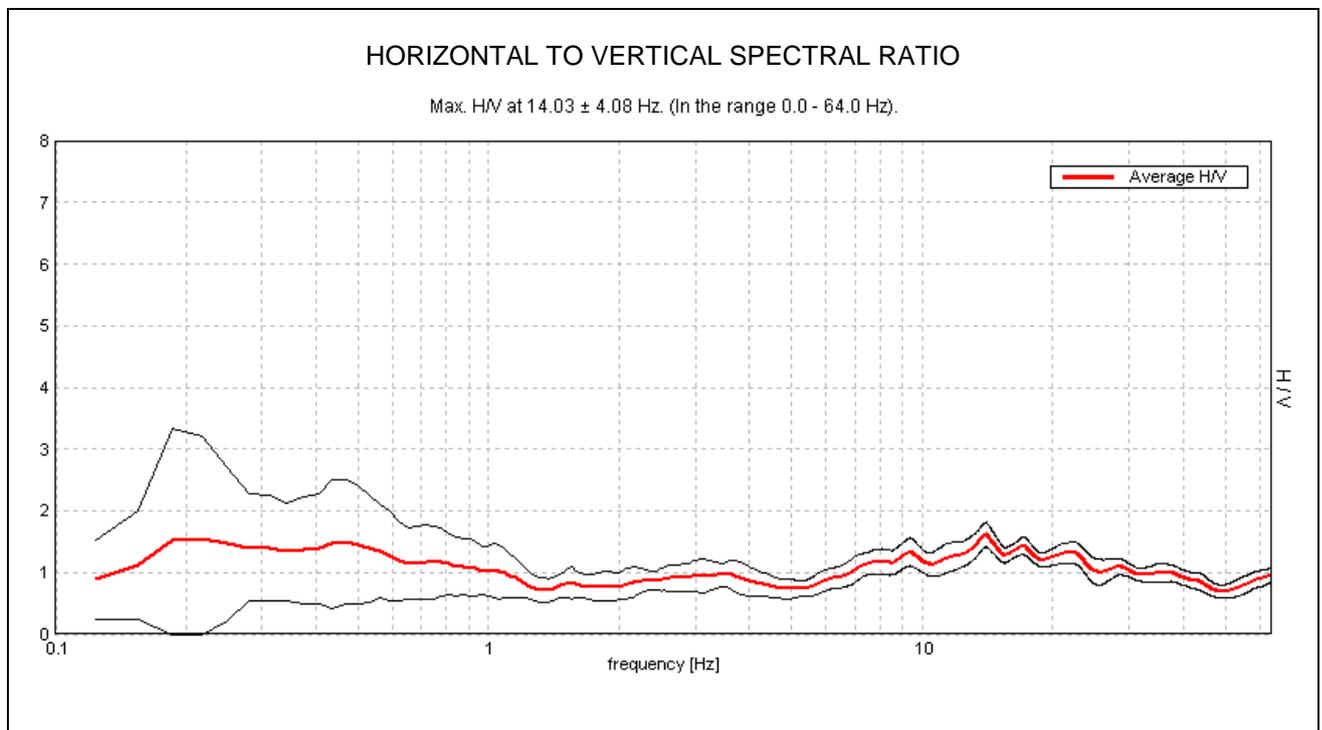
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

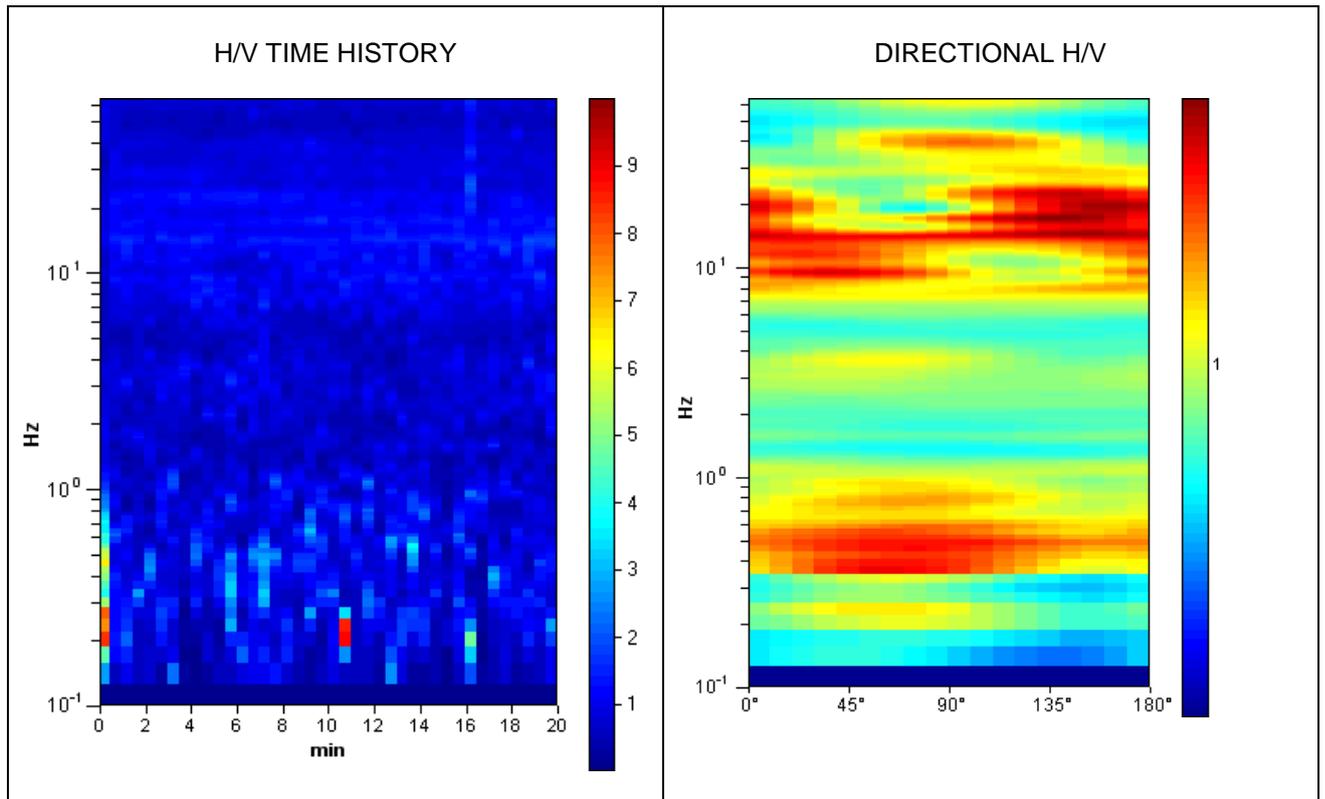
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 30 s

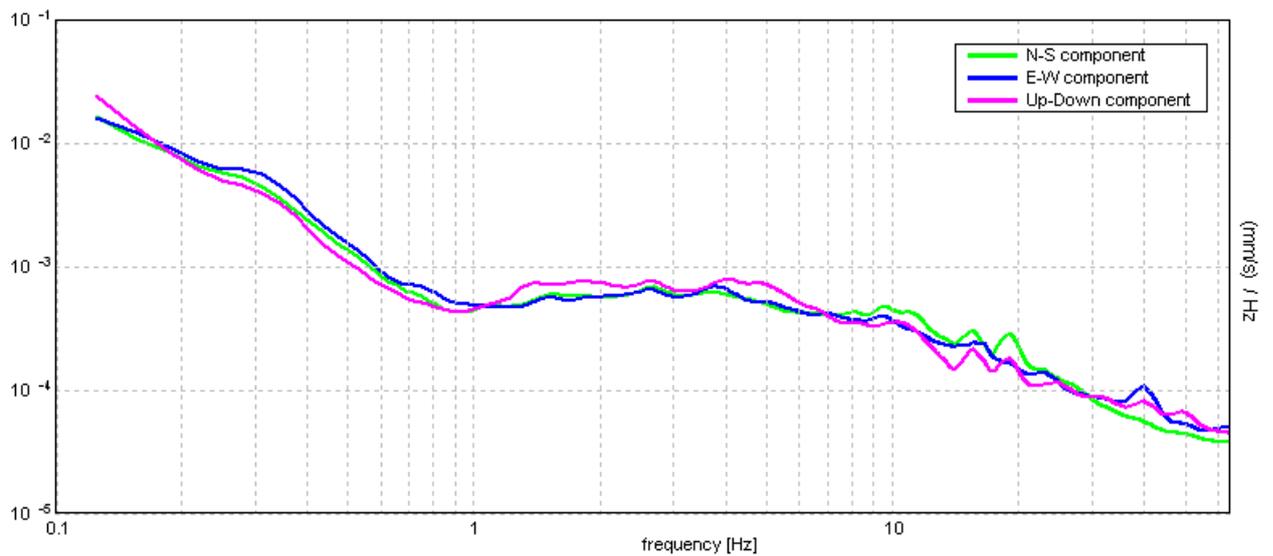
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

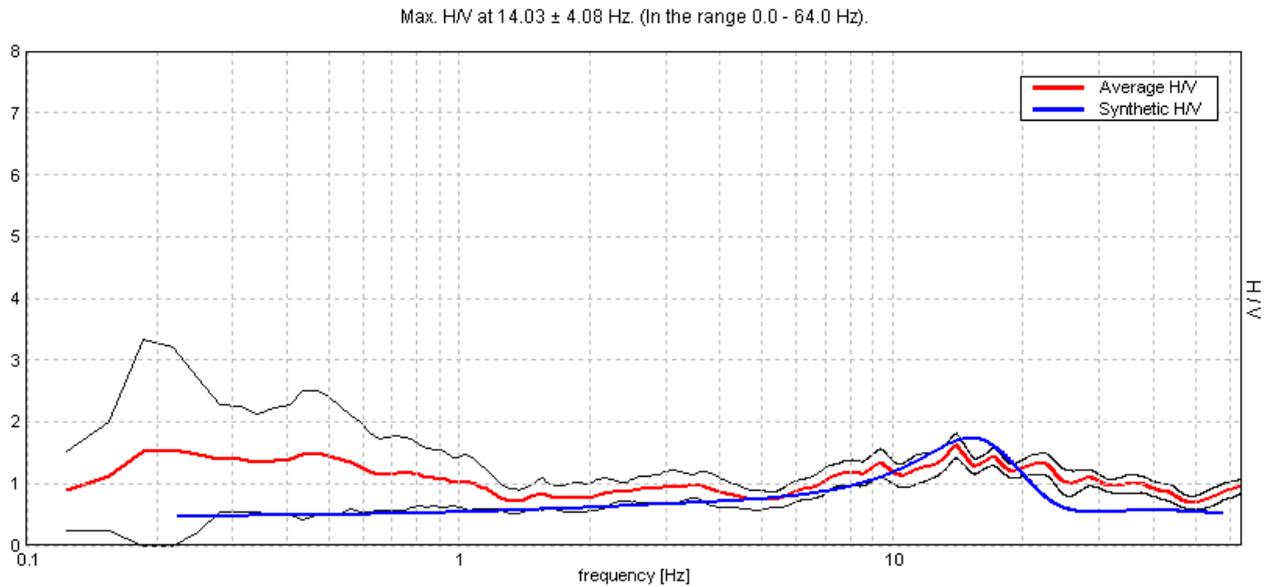




SINGLE COMPONENT SPECTRA

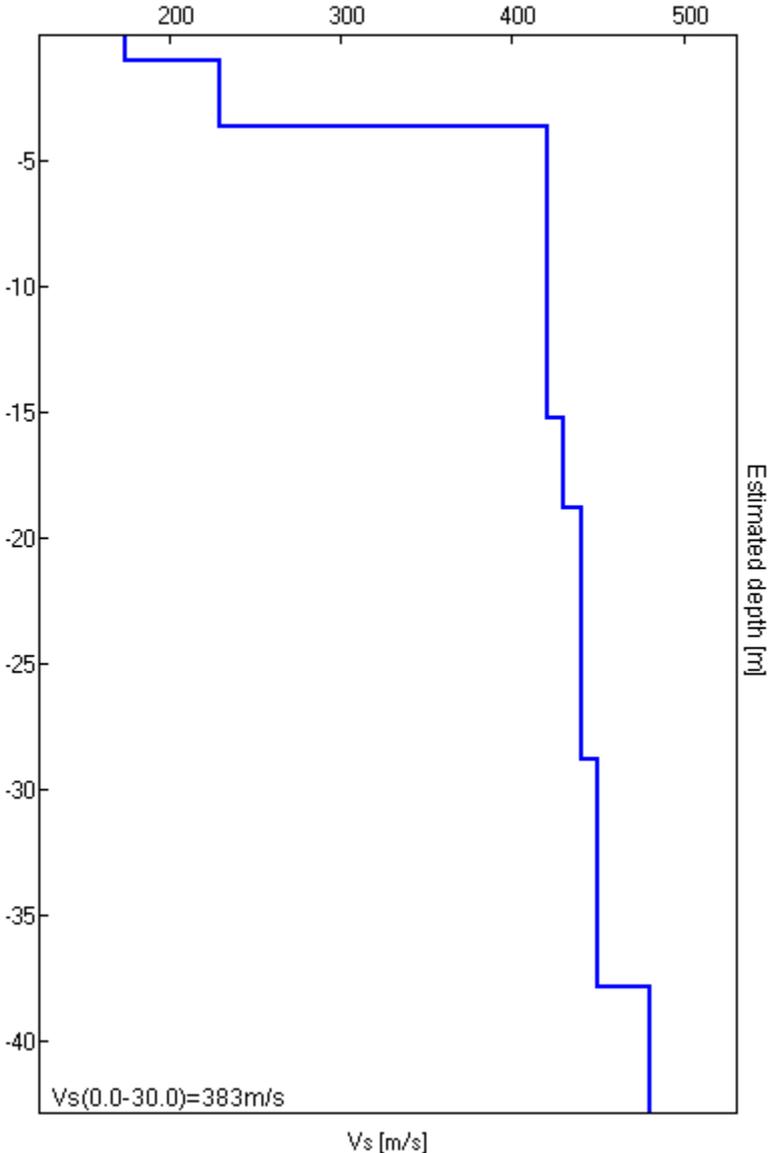


EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	175	0.35
3.60	2.60	230	0.35
15.20	11.60	420	0.35
18.80	3.60	430	0.35
28.80	10.00	440	0.35
37.80	9.00	450	0.35
inf.	inf.	480	0.35

Vs(0.0-30.0)=383m/s



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

Max. H/V at 14.03 ± 4.08 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	14.03 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	16837.5 > 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 674 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.688 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	44.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.61 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14187 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.99067 < 0.70156		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0974 < 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
σ_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 σ_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

SP 467 PEDEMONTANA 4 STRALCIO
T.GUERRO SOND 4
TR_04

Instrument: TRZ-0006/01-09

Start recording: 25/01/12 15:49:28 End recording: 25/01/12 16:09:29

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available. Quota 76.50 m slm

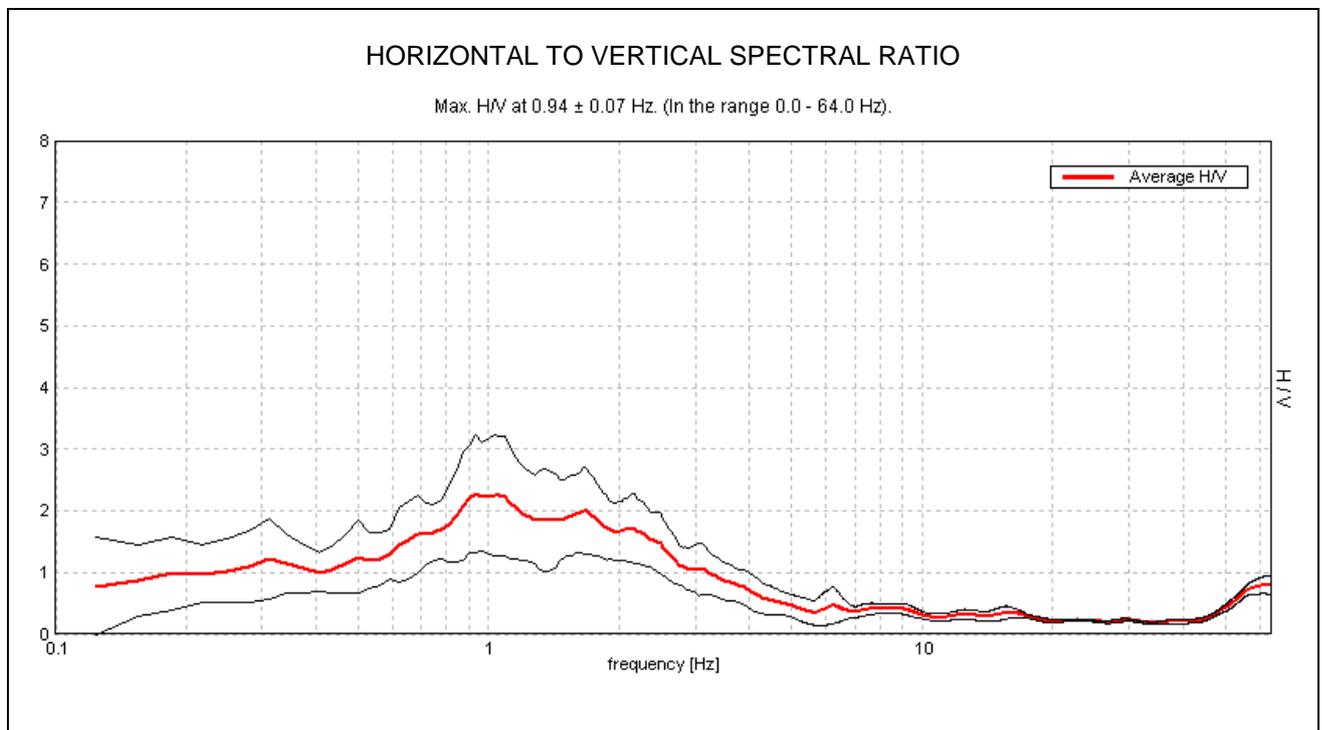
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

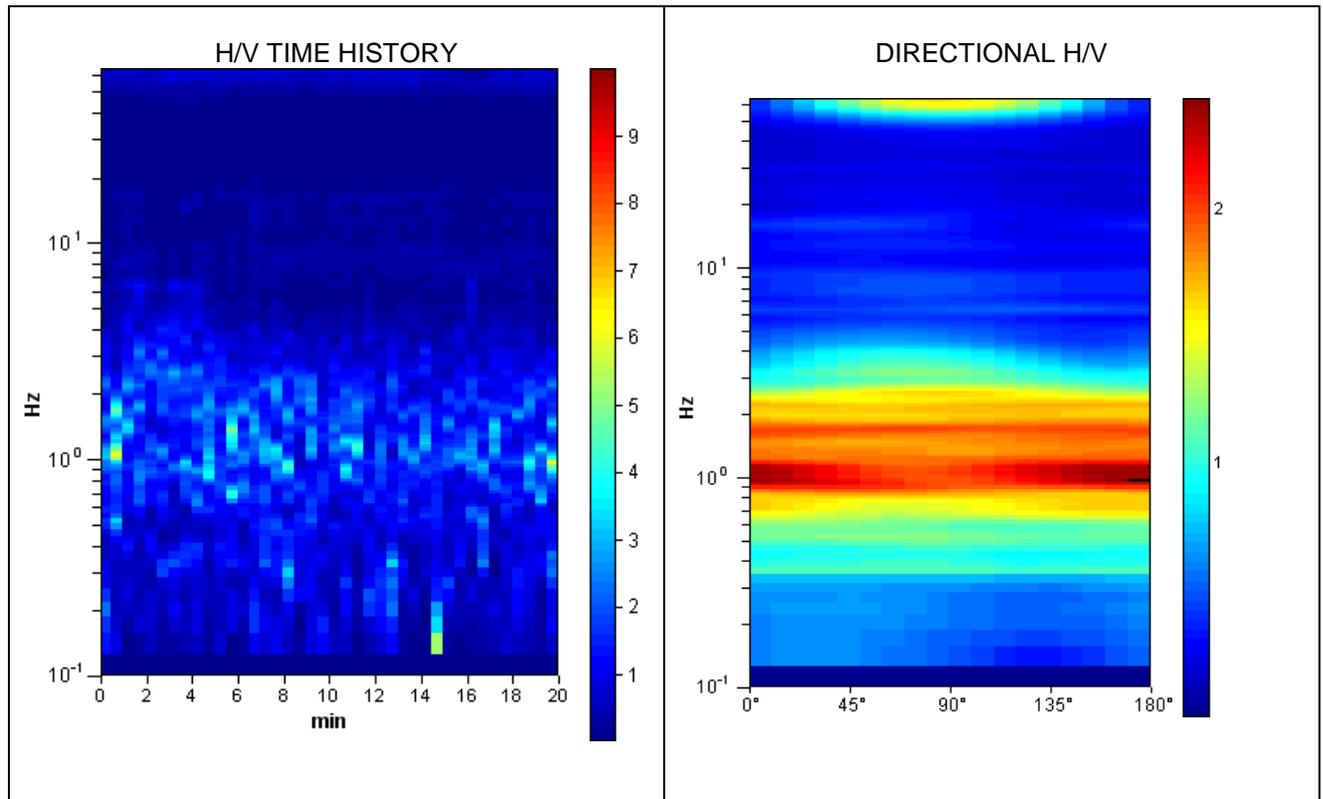
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 30 s

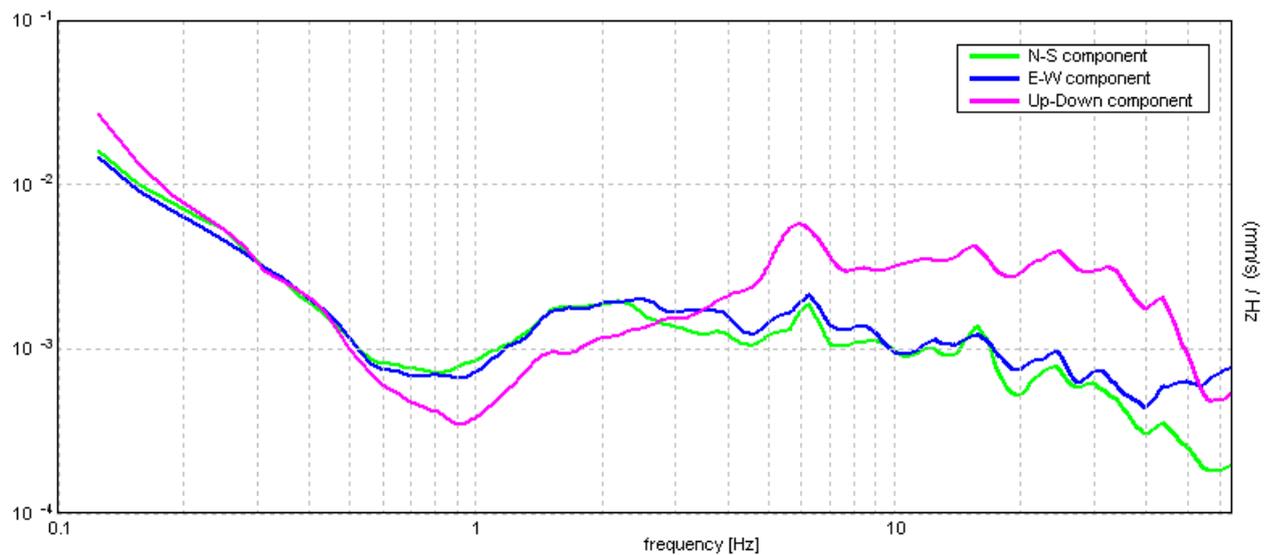
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%



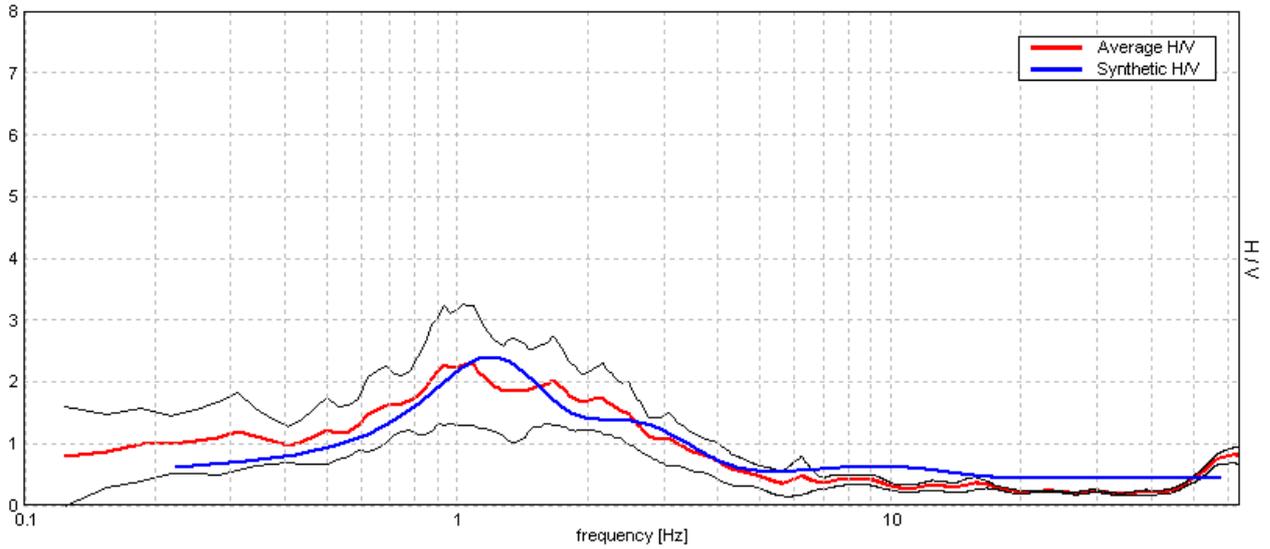


SINGLE COMPONENT SPECTRA



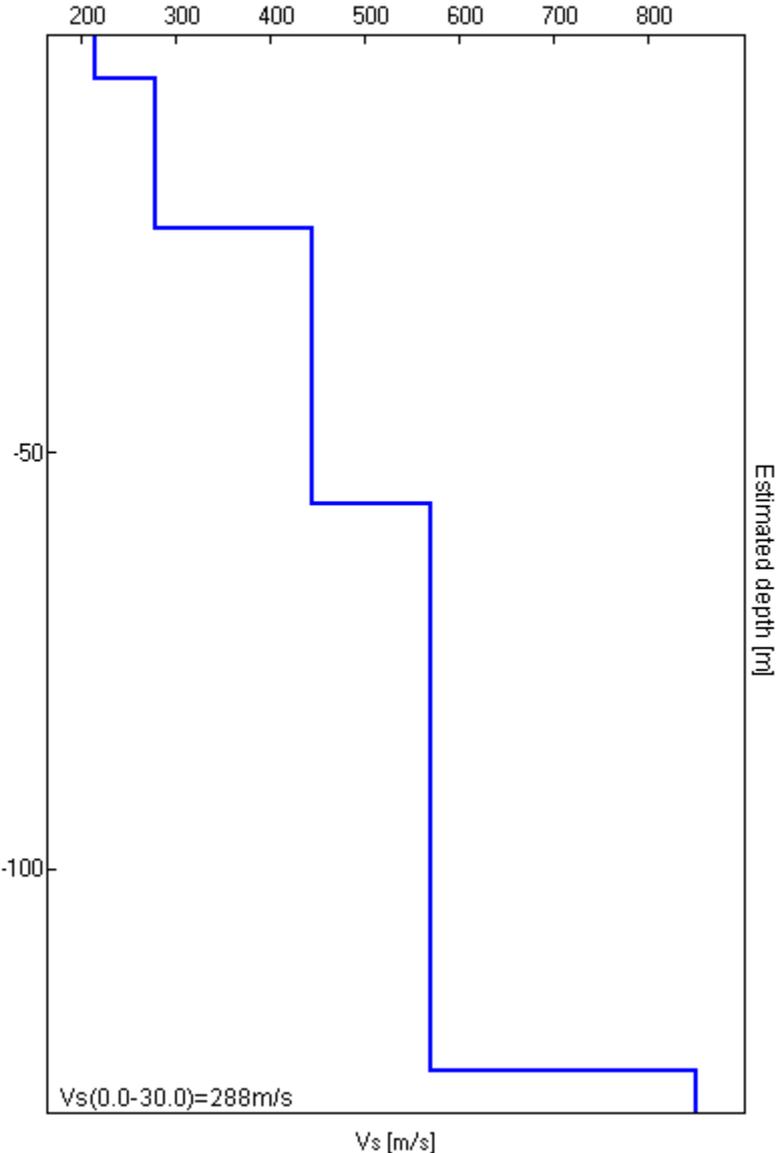
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 1.03 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.20	5.20	215	0.45
23.20	18.00	278	0.40
56.20	33.00	445	0.40
124.20	68.00	570	0.35
inf.	inf.	850	0.31

Vs(0.0-30.0)=288m/s



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

Max. H/V at 0.94 ± 0.07 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.94 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1125.0 > 200$	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 46 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.28 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.034 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03188 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4627 < 2.0$	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
σ_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 σ_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