

RAVENNA – n. 28

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

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

Sampling frequency: 128 Hz

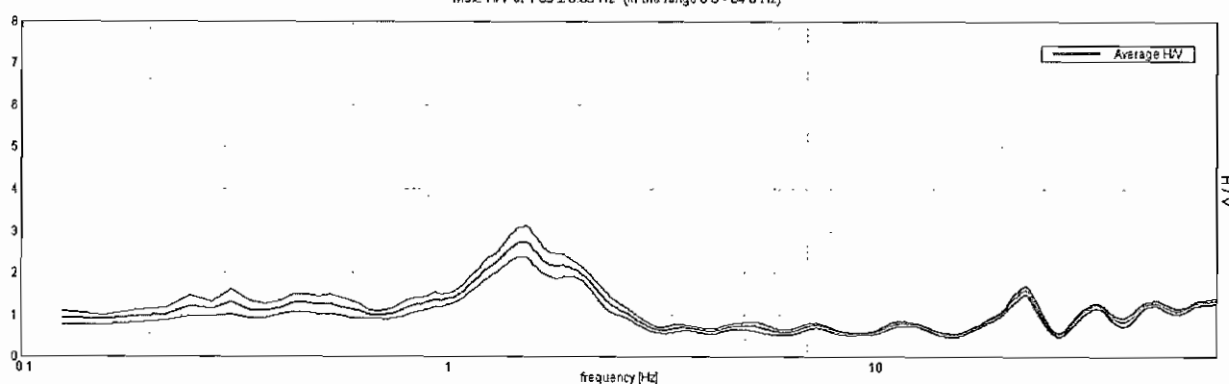
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

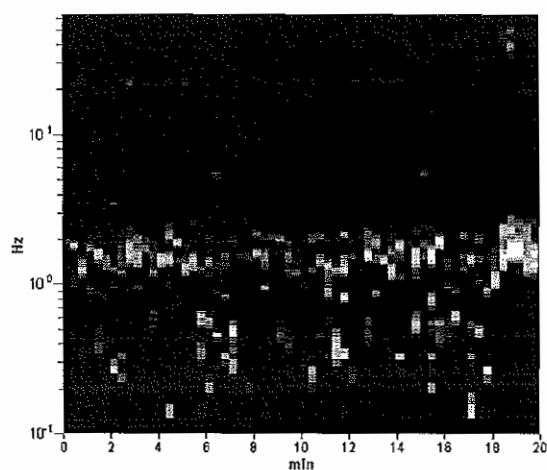
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

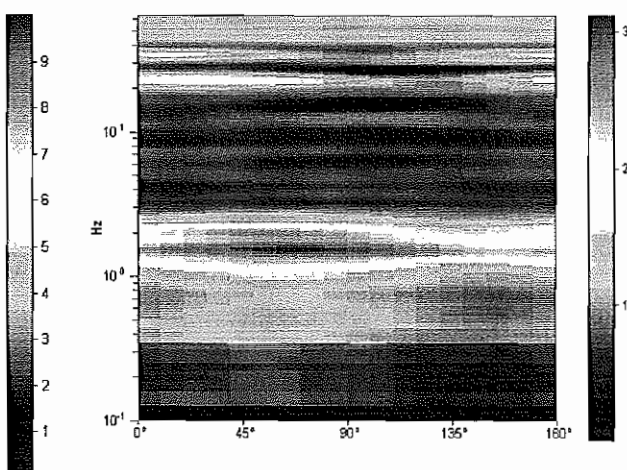
Max. H/V at 1.63 ± 0.03 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)



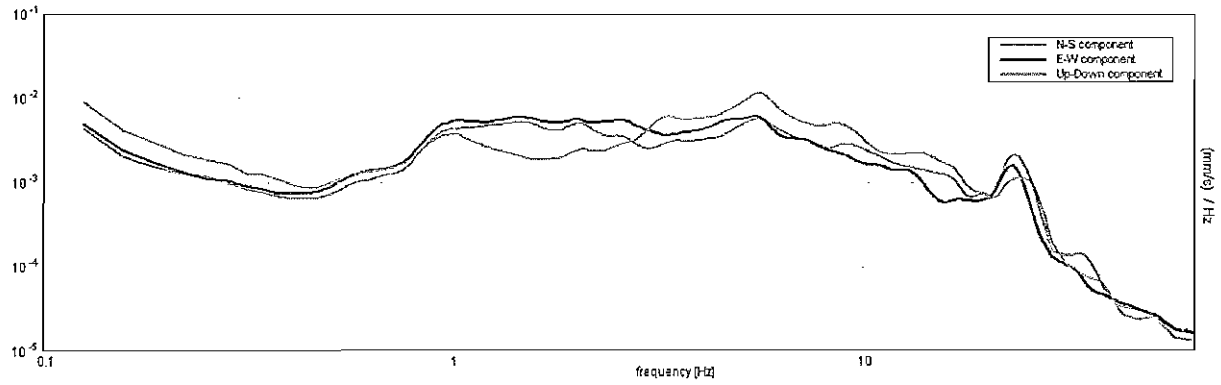
H/V TIME HISTORY



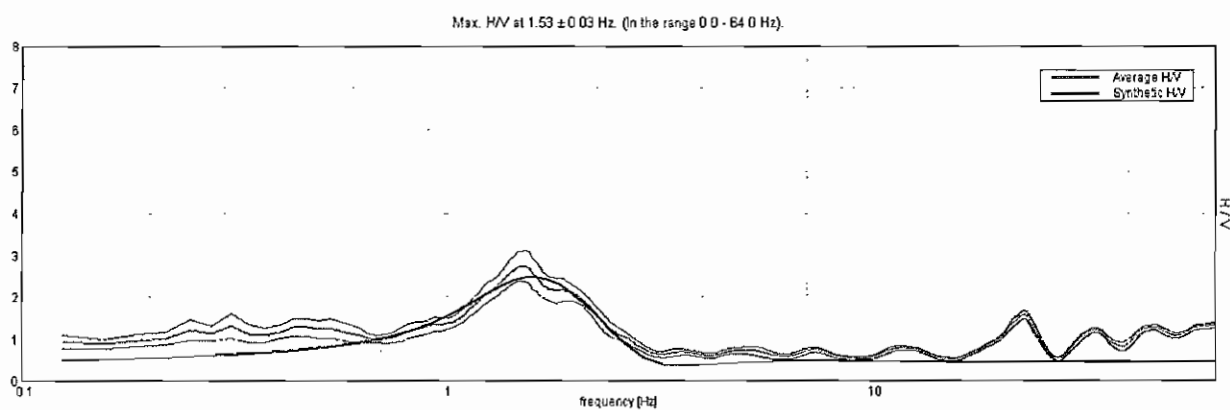
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer
[m]

16.00
19.00
37.00
51.00
59.00
inf.

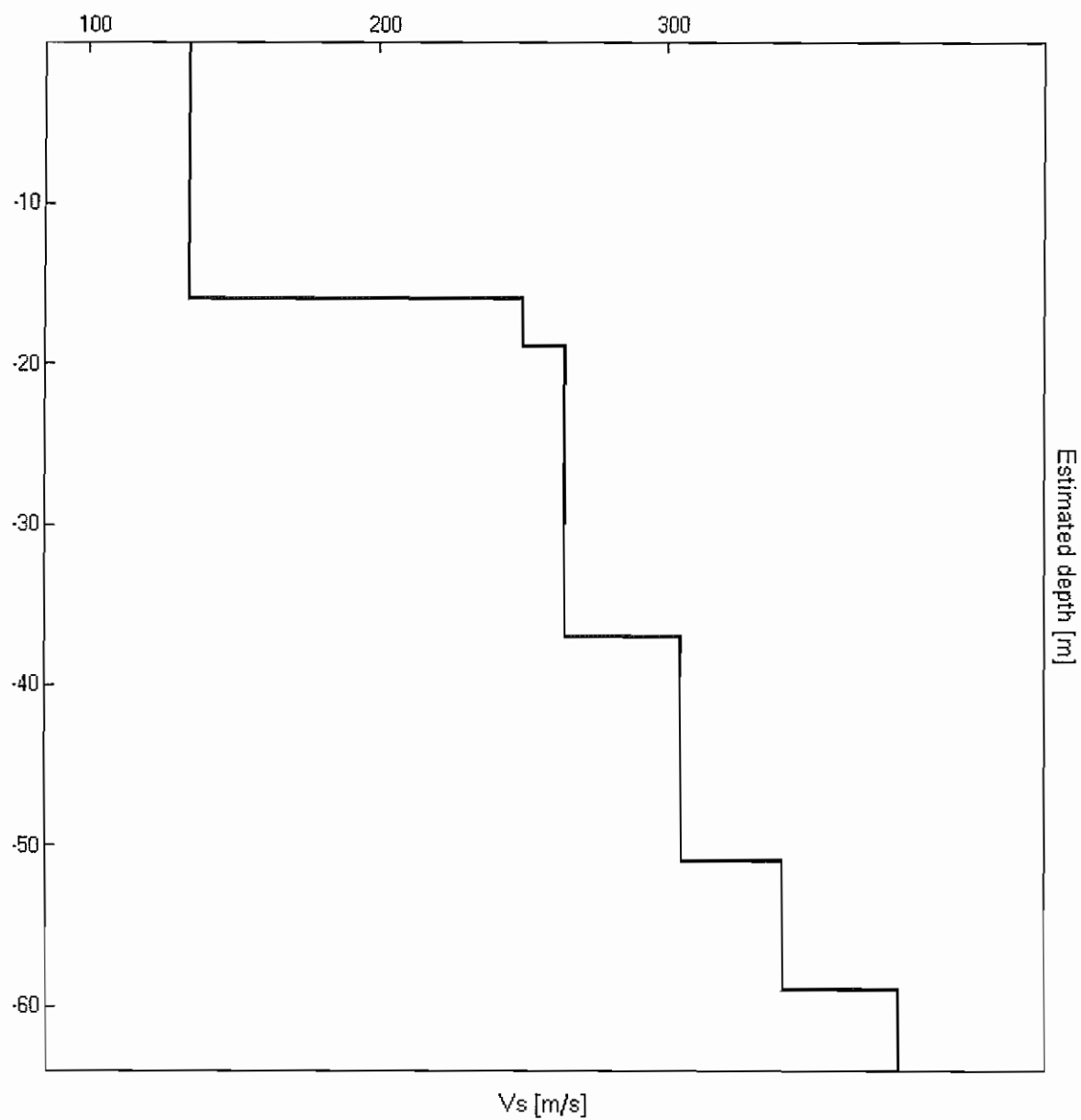
Thickness [m]

16.00
3.00
18.00
14.00
8.00
inf.

Vs [m/s]

135
250
265
305
340
380

Vs(0.0-30.0)=174m/s



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

Max. H/V at 1.53 ± 0.03 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.53 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1837.5 > 200$	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 74 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.969 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.74 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01024 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01568 < 0.15313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1856 < 1.78$	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

RAVENNA – n. 29

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 63% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

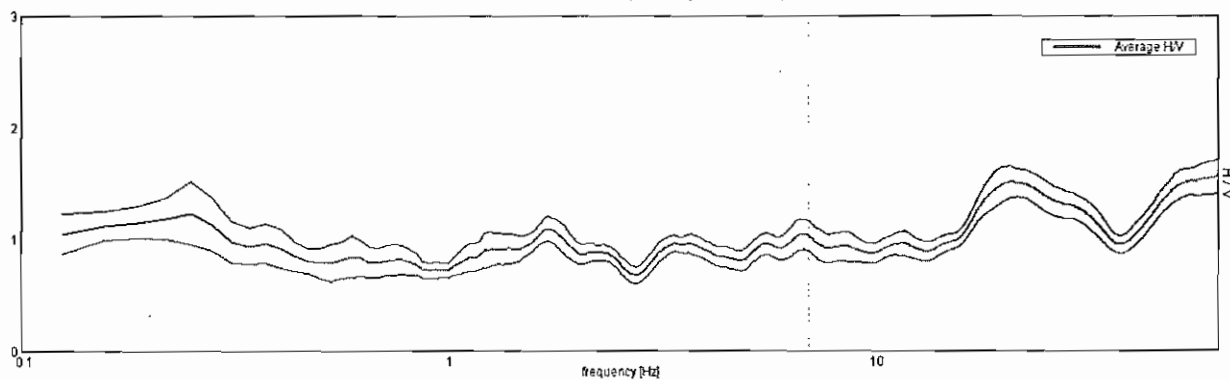
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

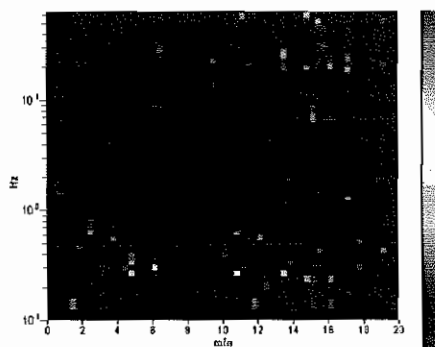
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

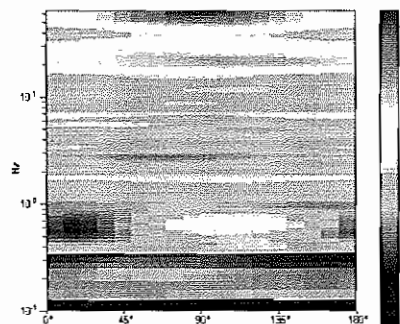
Max. H/V at 19.97 ± 1.82 Hz. (in the range 0.0 - 20.0 Hz).



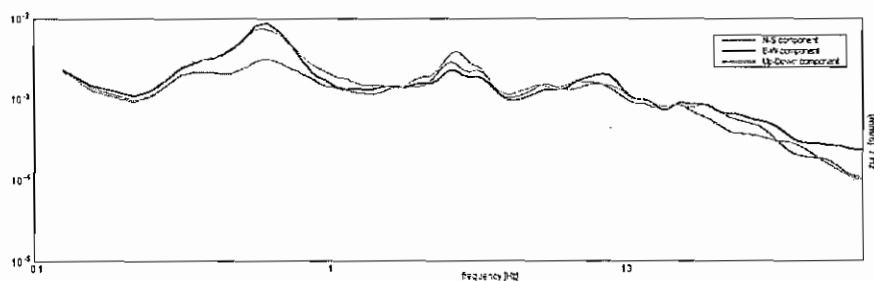
H/V TIME HISTORY



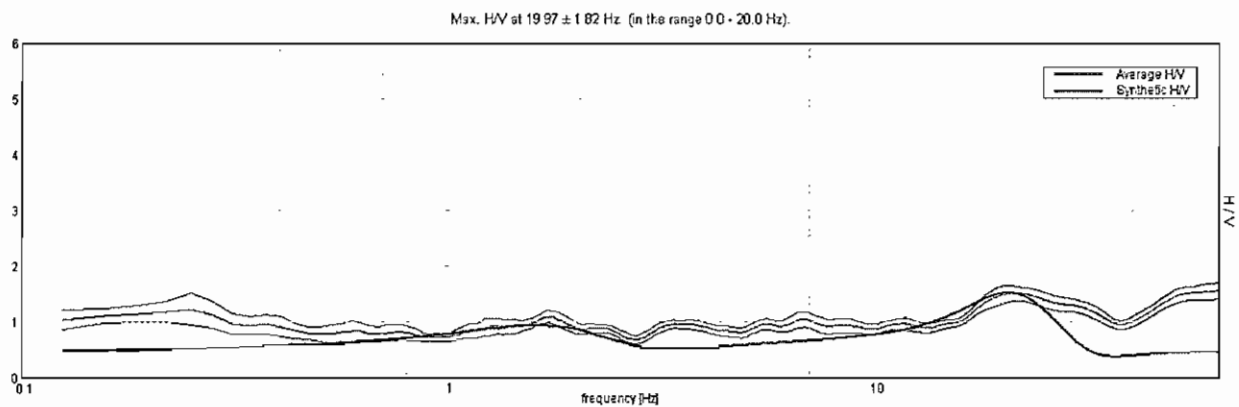
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

Thickness [m]

Vs [m/s]

[m]

1.20

1.20

100

2.20

1.00

210

24.20

22.00

190

42.20

18.00

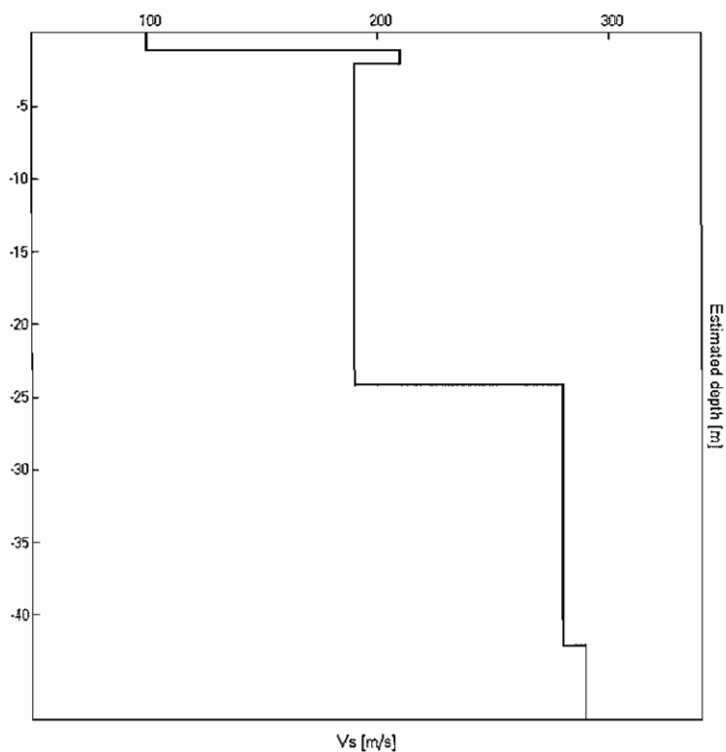
280

inf.

inf.

290

Vs(0.0-30.0)=196m/s



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

Max. H/V at 19.97 ± 1.82 Hz. (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$19.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$15176.3 > 200$	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 960 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.49 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04427 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.88398 < 0.99844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0761 < 1.58$	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 $\sigma_A(f_0)$

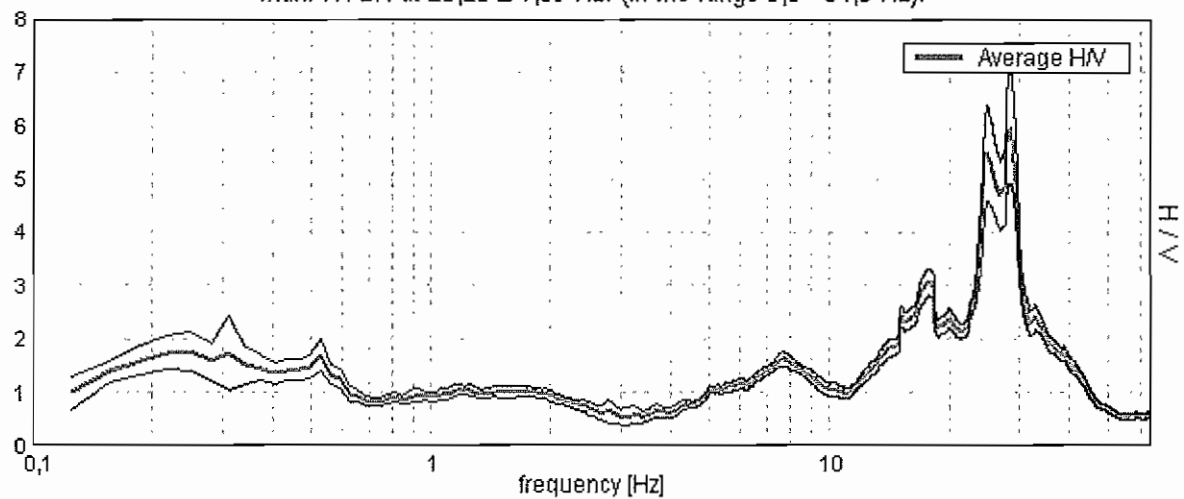
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

RAVENNA – n. 27

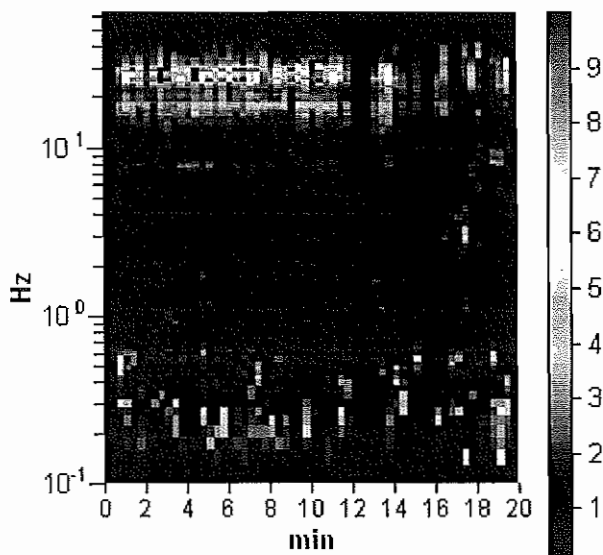
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

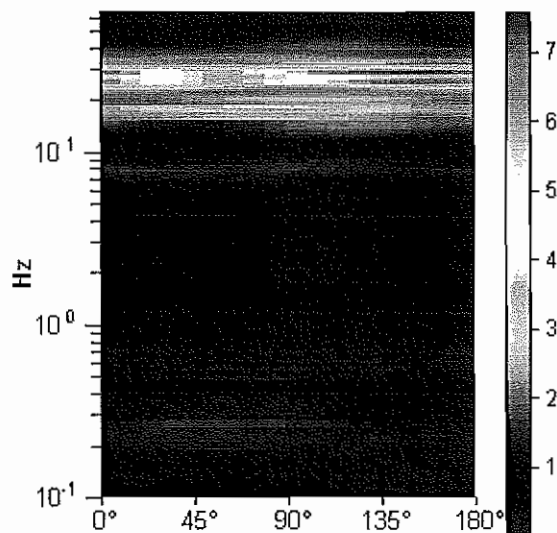
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. HVSR at $28,28 \pm 1,09$ Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).

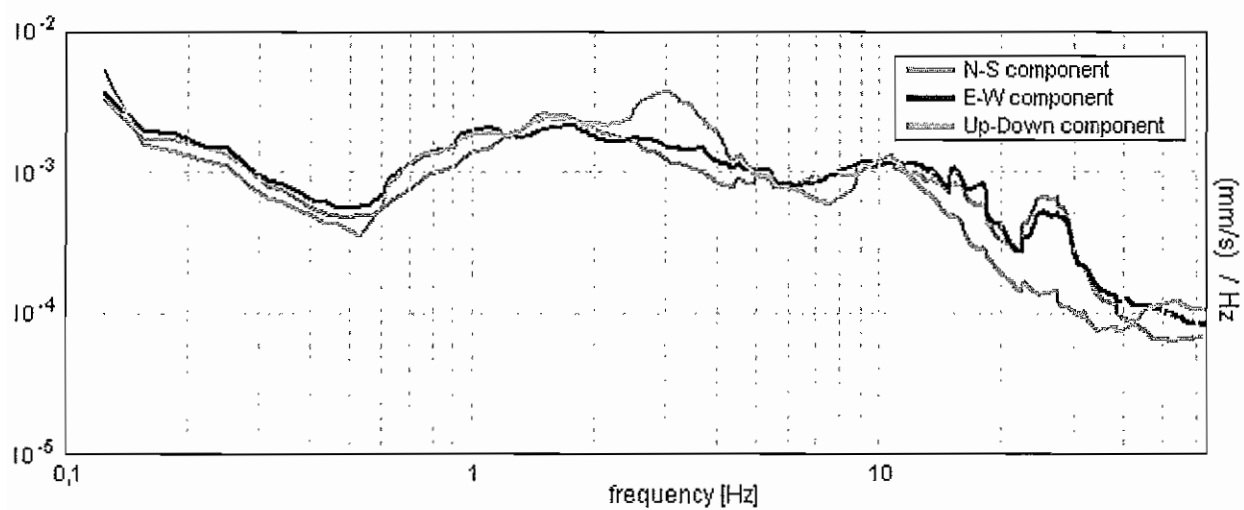
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

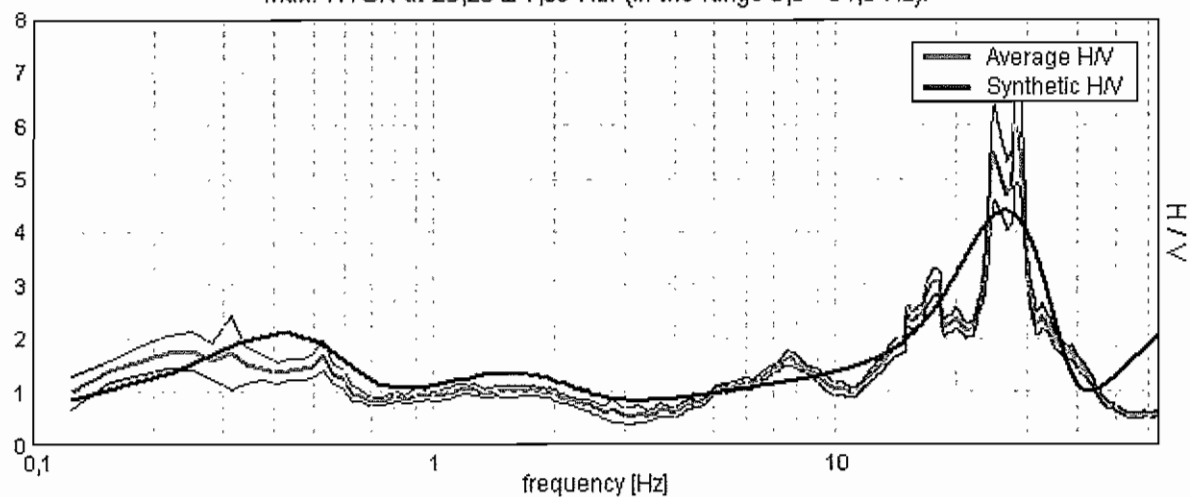


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. HVSR at $28,28 \pm 1,09$ Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

Thickness [m]

Vs [m/s]

[m]

0,20

0,20

60

1,20

1,00

115

7,20

6,00

240

33,20

26,00

270

53,20

20,00

350

168,20

115,00

410

263,20

95,00

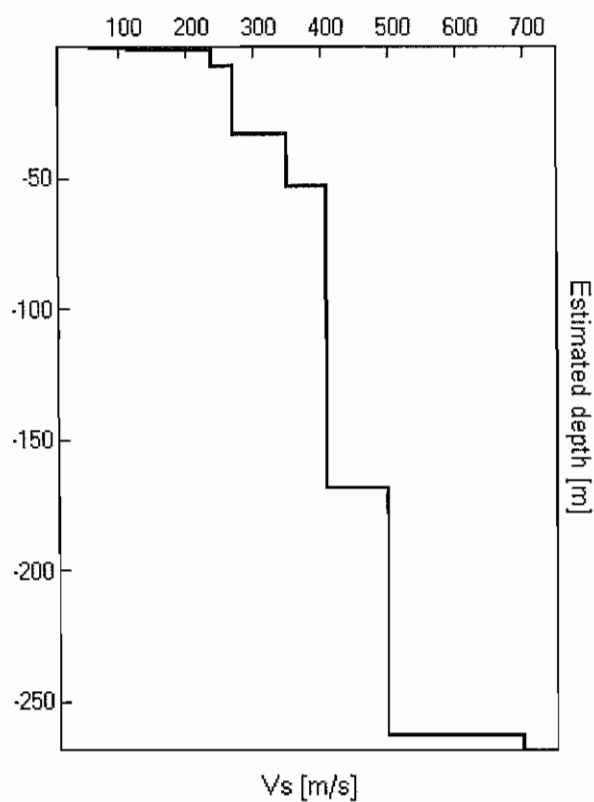
500

inf.

inf.

700

Vs30 = 247 m/s



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

Max. HVSR at $28,28 \pm 1,09$ Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$28,28 > 0,50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$29412,5 > 200$	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 1358 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	23,313 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	30,406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5,95 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0,01905 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0,53879 < 1,41406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0,5099 < 1,58$	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 $\sigma_A(f_0)$

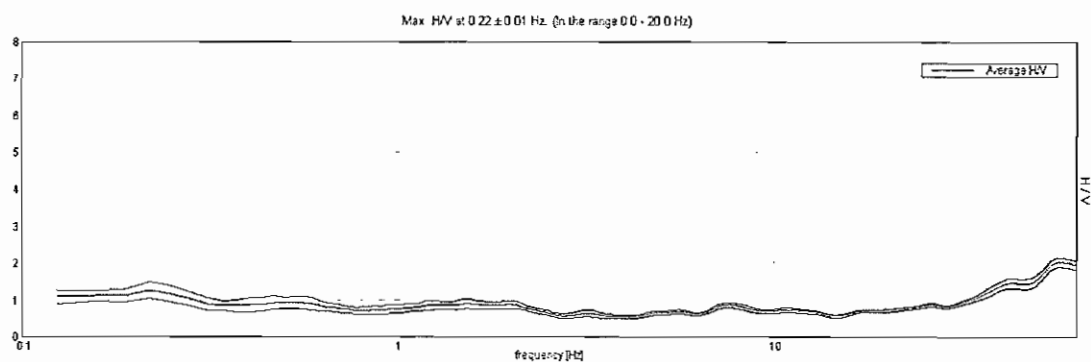
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

RAVENNA – n. 30

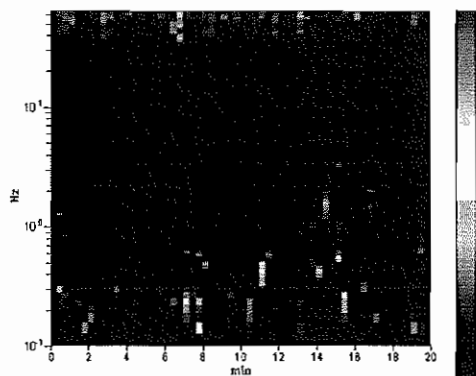
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 83% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

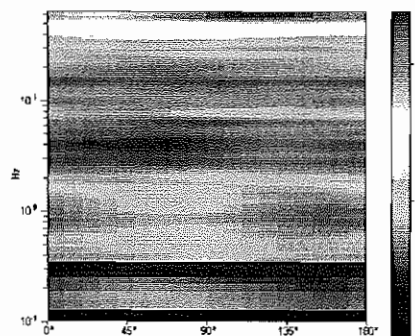
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



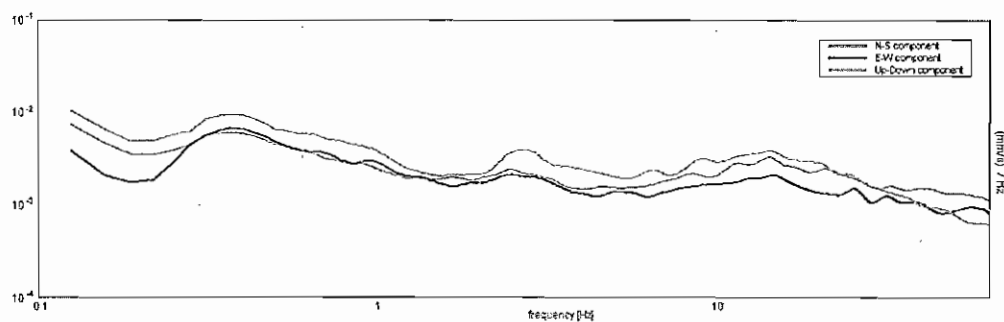
H/V TIME HISTORY



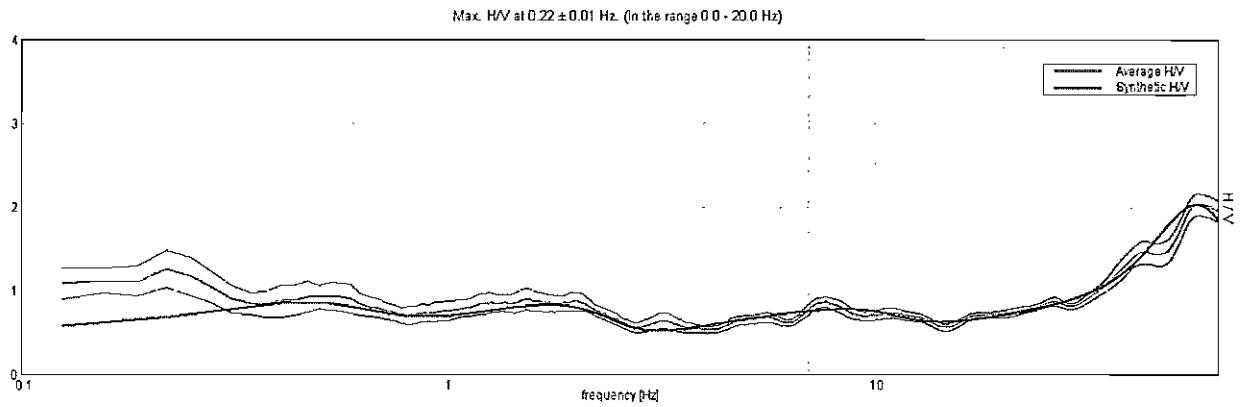
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

Thickness [m]

Vs [m/s]

[m]

0.30

0.30

70

4.30

4.00

145

11.30

7.00

200

19.30

8.00

150

127.30

108.00

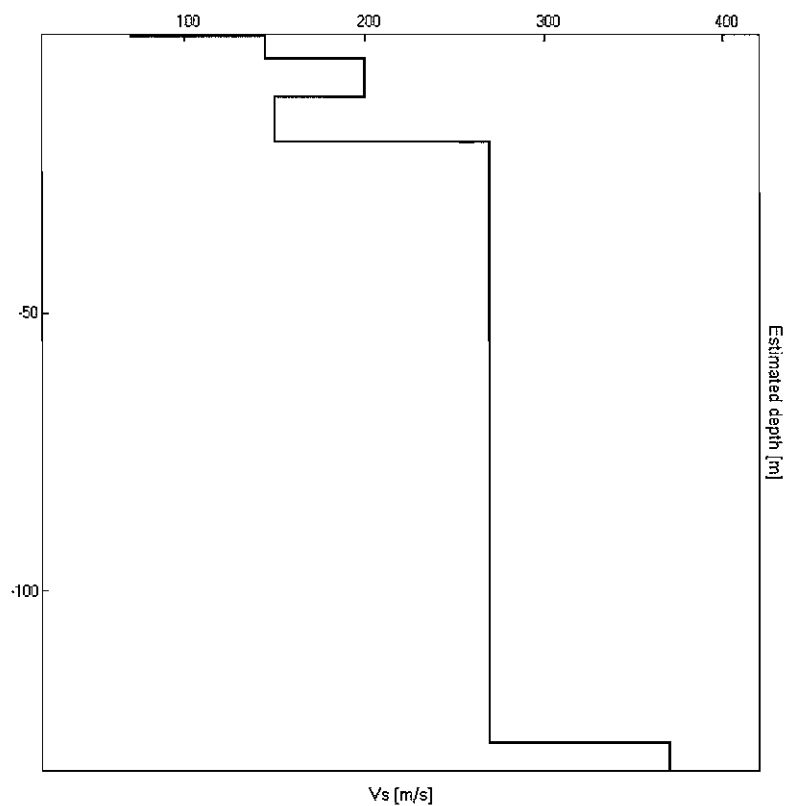
270

inf.

inf.

370

Vs(0.0-30.0)=188m/s



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

Max. H/V at 0.22 ± 0.01 Hz. (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.50$		NO
$n_c(f_0) > 200$	$218.8 > 200$	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 12 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.26 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01178 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00258 < 0.04375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1103 < 2.5$	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

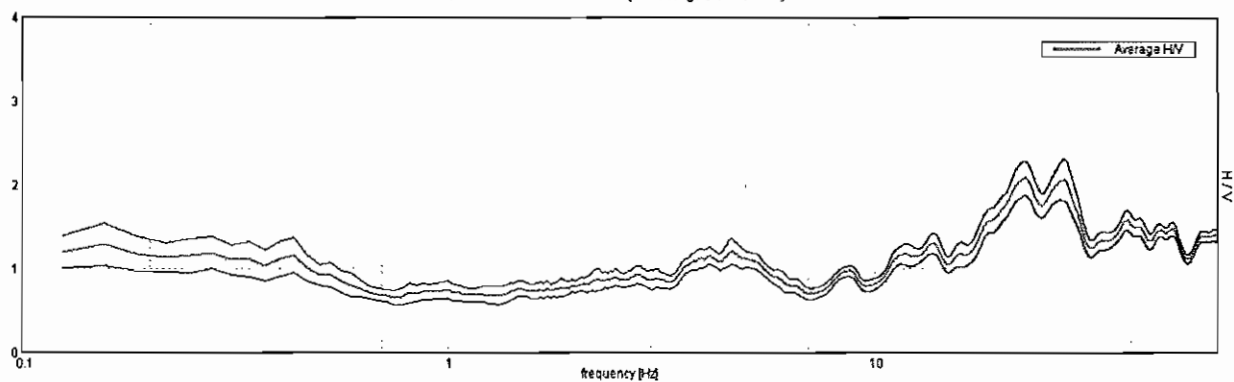
RAVENNA – n. 14

Start recording: 19/02/10 18:14:42 End recording: 19/02/10 18:34:43
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

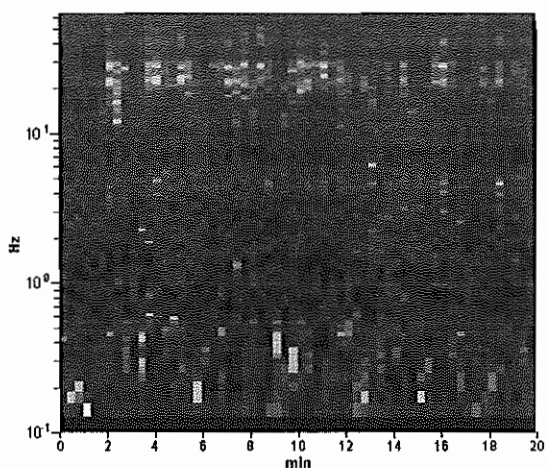
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 5%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

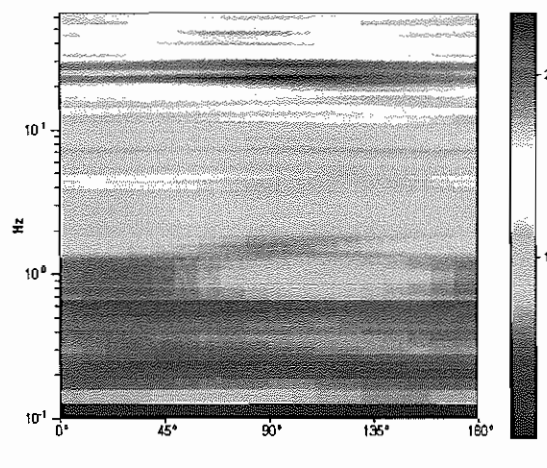
Max. H/V at 13.72 ± 2.08 Hz (in the range 0.0 - 15.0 Hz).



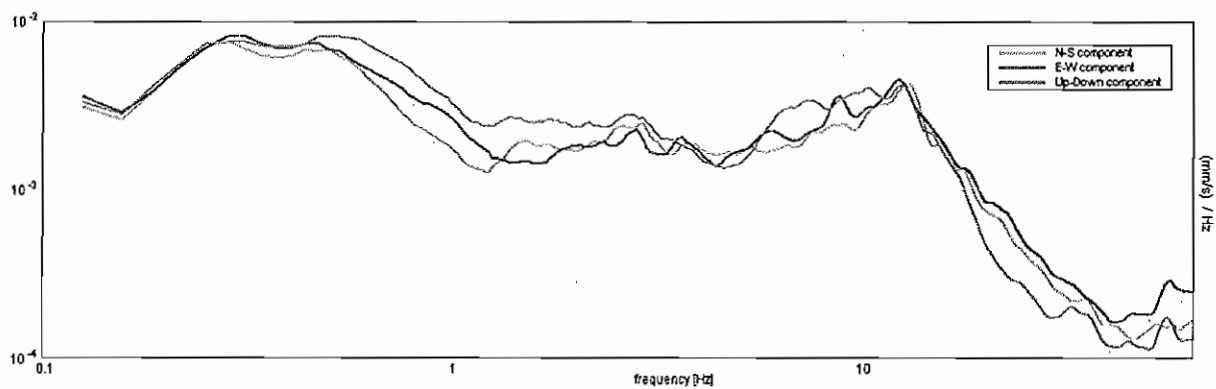
H/V TIME HISTORY



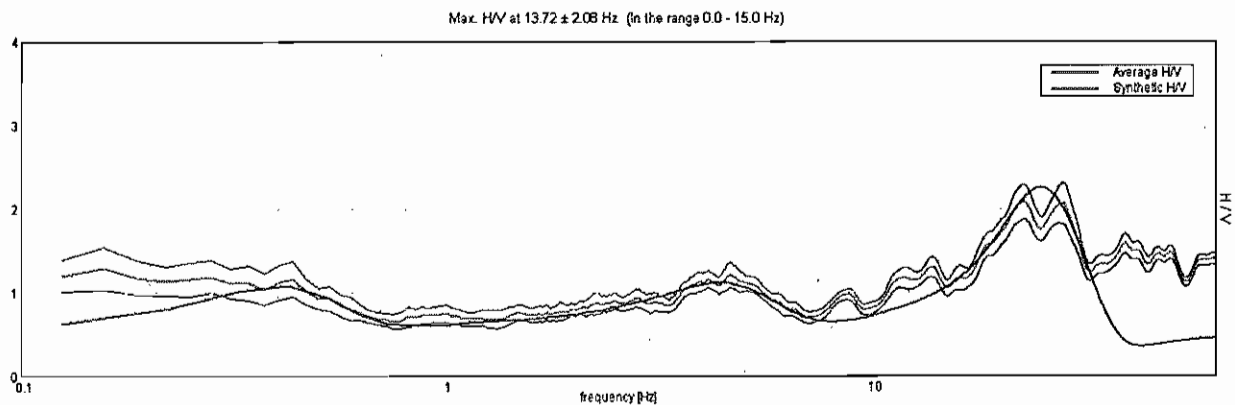
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

Thickness [m]

Vs [m/s]

[m]

0.70

0.70

70

7.70

7.00

150

35.70

28.00

240

54.70

19.00

233

150.70

96.00

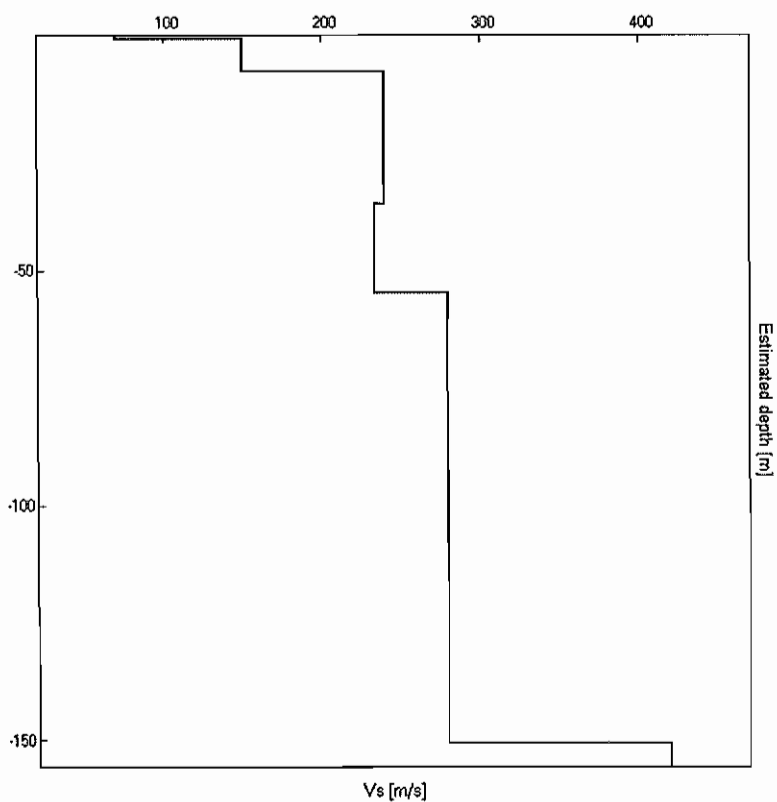
280

inf.

inf.

420

Vs(0.0-30.0)=201m/s



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

Max. H/V at 13.72 ± 2.08 Hz. (in the range 0.0 - 15.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$13.72 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$16462.5 > 200$	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 660 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.30 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07505 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.02954 < 0.68594$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0598 < 1.58$	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

RAVENNA – n. 31

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 80% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

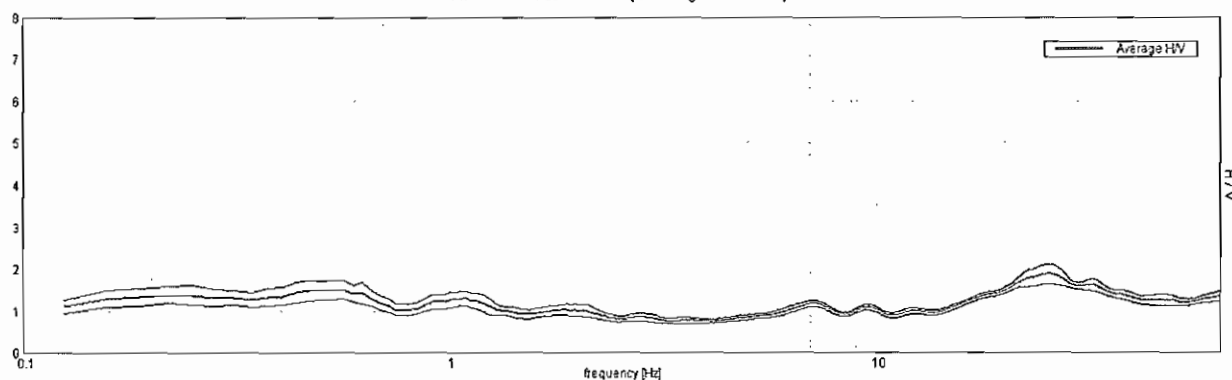
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

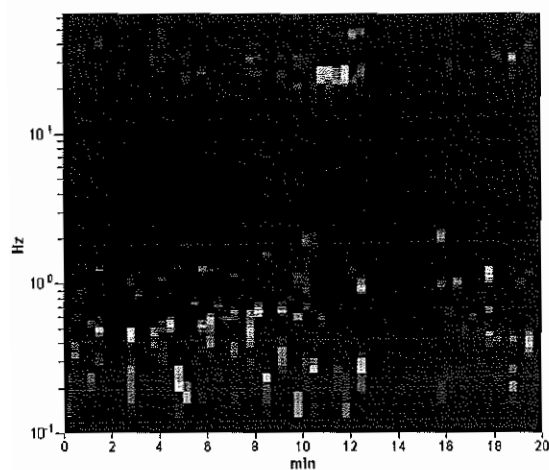
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

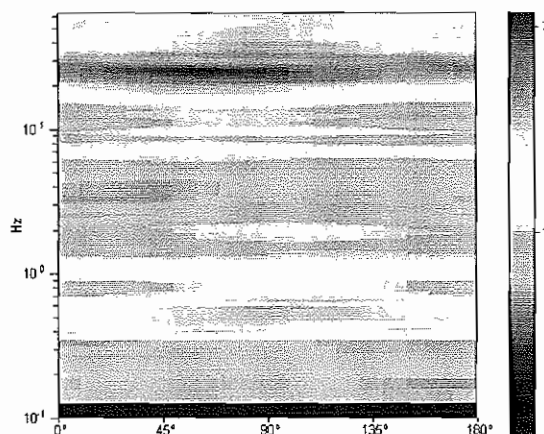
Max. HV at 25.20 ± 5.71 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)



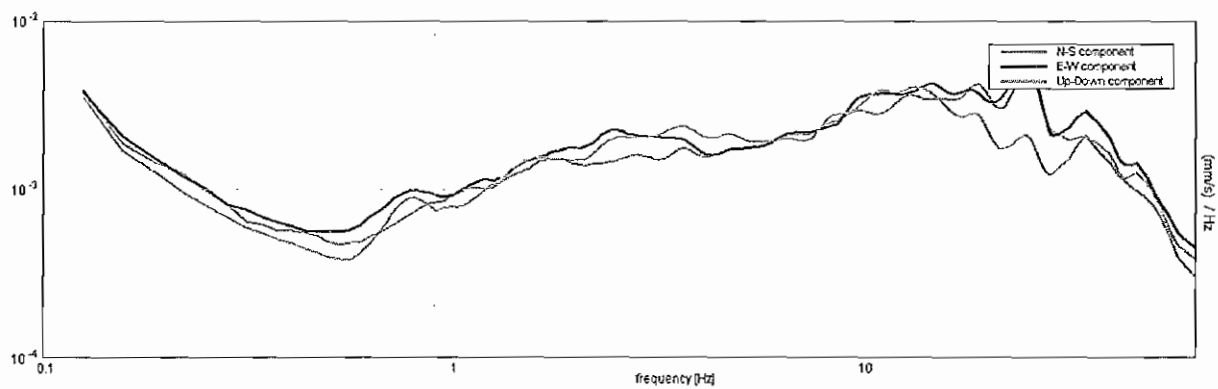
H/V TIME HISTORY



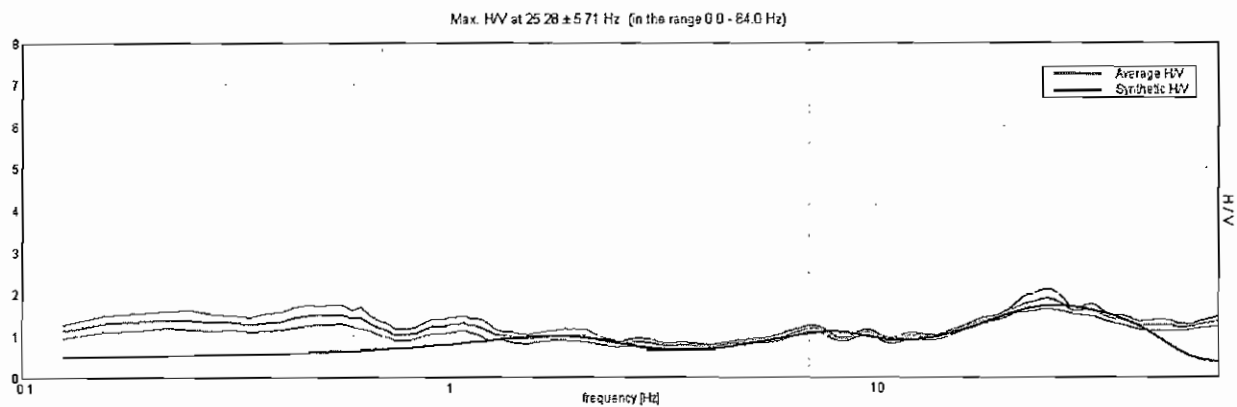
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

Thickness [m]

Vs [m/s]

[m]

0.40

0.40

60

1.40

1.00

120

6.40

5.00

155

10.40

4.00

260

16.40

6.00

170

20.40

4.00

190

50.40

30.00

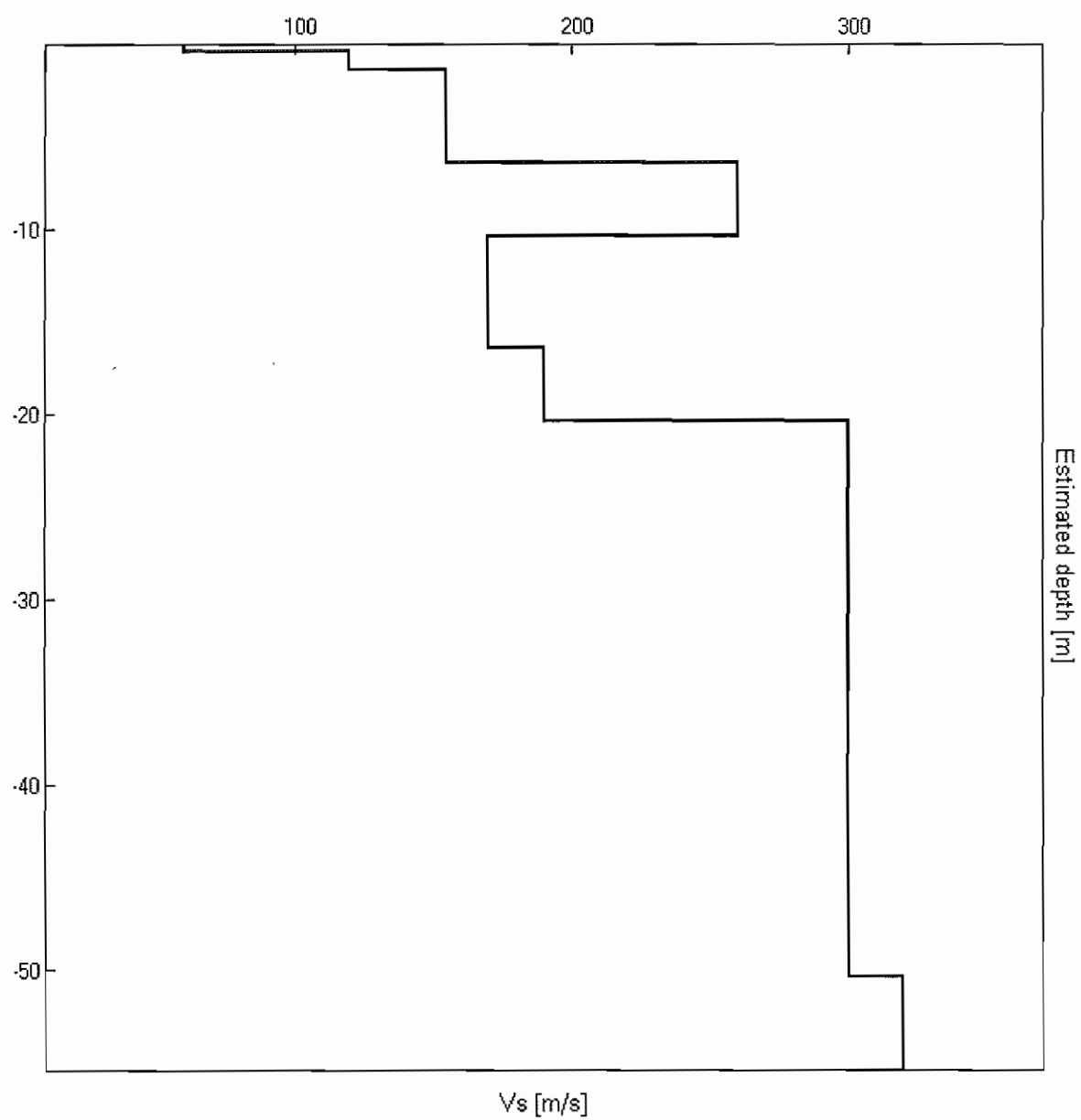
300

inf.

inf.

320

Vs(0.0-30.0)=199m/s



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

Max. H/V at 25.28 ± 5.71 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$25.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$24270.0 > 200$	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 1214 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.469 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.88 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11101 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.80654 < 1.26406$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1155 < 1.58$	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

RAVENNA – n. 26

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 78% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

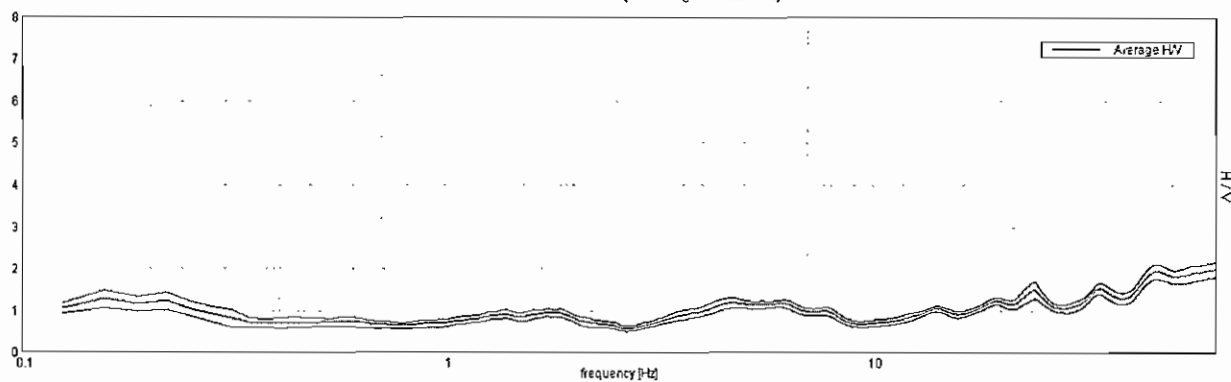
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

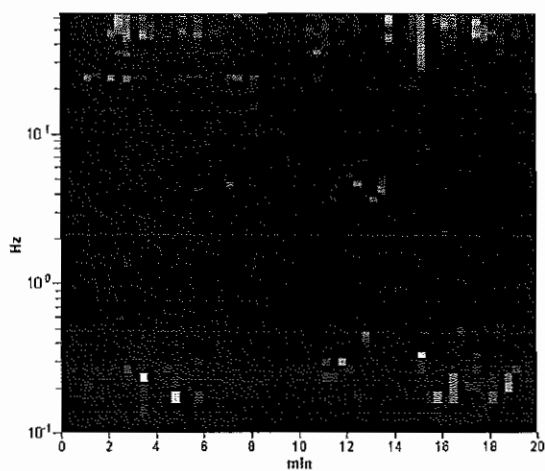
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

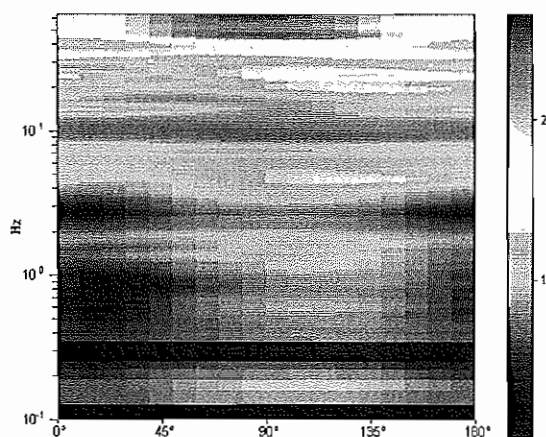
Max. H/V at 0.16 ± 3.93 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz)



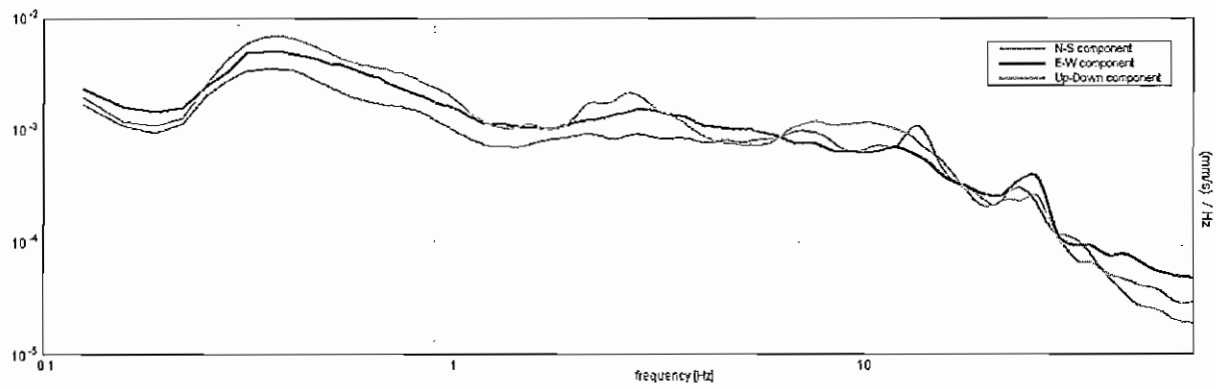
H/V TIME HISTORY



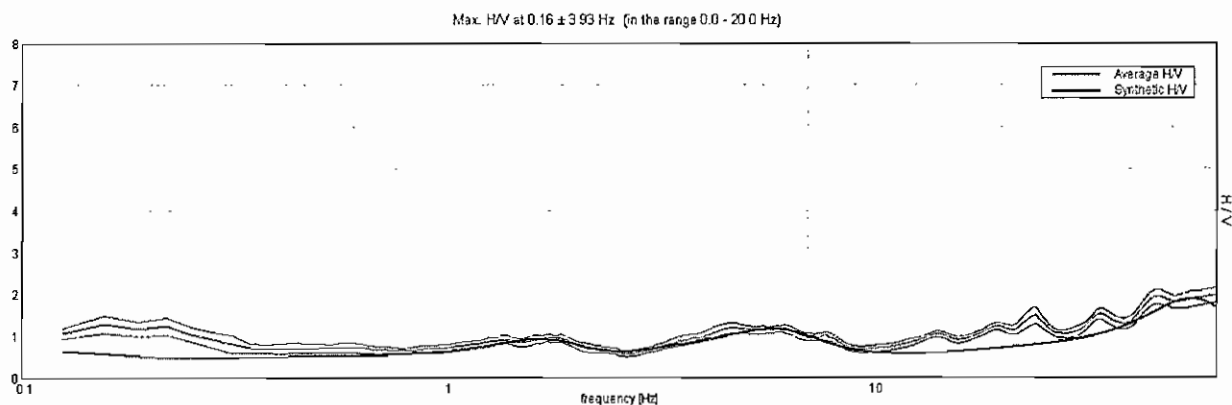
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

Thickness [m]

Vs [m/s]

[m]

0.25

0.25

58

3.85

3.60

120

8.85

5.00

170

15.85

7.00

230

27.85

12.00

160

47.85

20.00

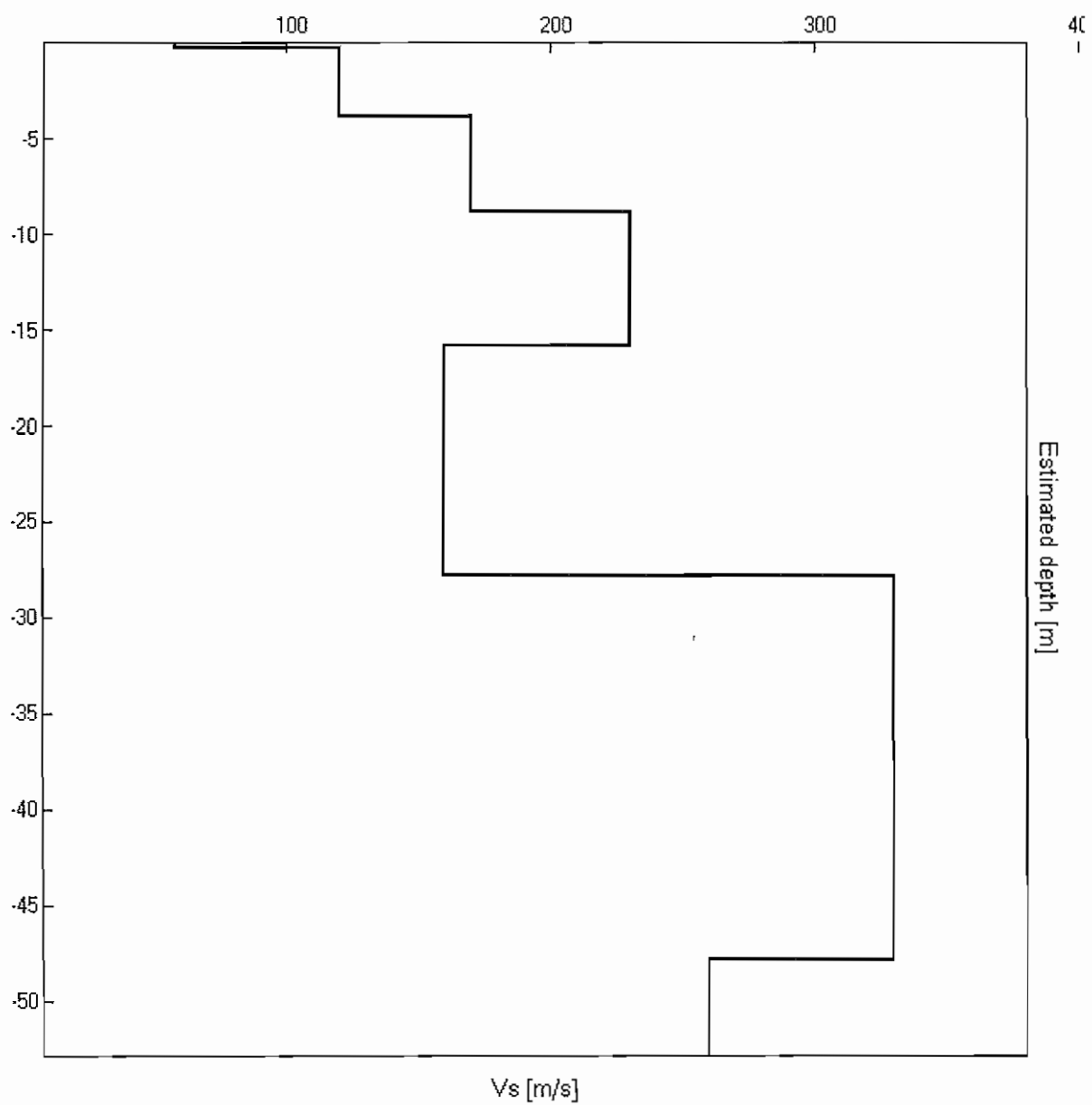
330

inf.

inf.

260

Vs(0.0-30.0)=171m/s



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

Max. H/V at 0.16 ± 3.93 Hz. (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.16 > 0.50$		NO
$n_c(f_0) > 200$	$146.9 > 200$		NO
$\sigma_A(f) < 2$ 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 8 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

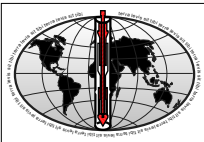
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.28 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 12.35853 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.93102 < 0.03906$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1055 < 3.0$	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



Studio di geologia
Dr. Geol. Simone SFORNA

Ibo O.R.G.U. n. 112
Via Bastia, 2 - 06080 Brufa di Torgiano (PG)
Cell. 347/3362235
E-mail: simonesforna@tiscali.net

C.F. SFR SMN 64M05 L216A - P. IVA 01859390542

COMUNE DI RAVENNA

VERIFICHE TECNICHE SU EDIFICI COMPRESI NEL PROGRAMMA Ex ART. 2
COMMA 3 O.P.C.M. 3274/2003 E SS.MM.II.
LOTTO N. 6

INDAGINE SISMICA HVS

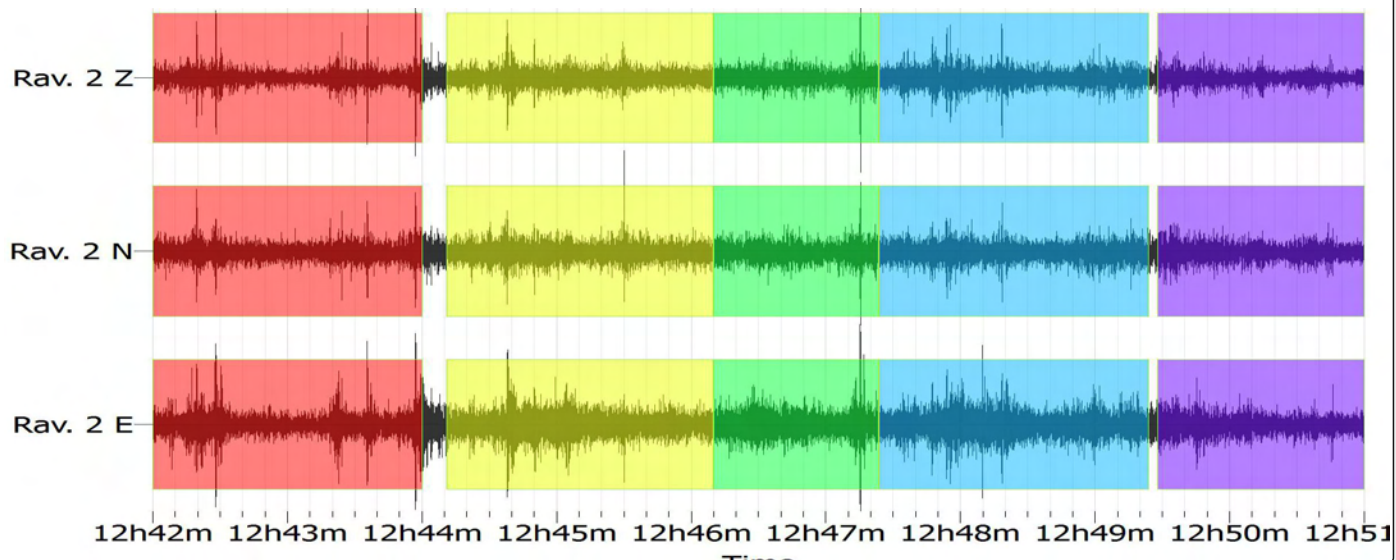
Stadio Com. «B. BENELLI»

Dr. Geol. Simone SFORNA

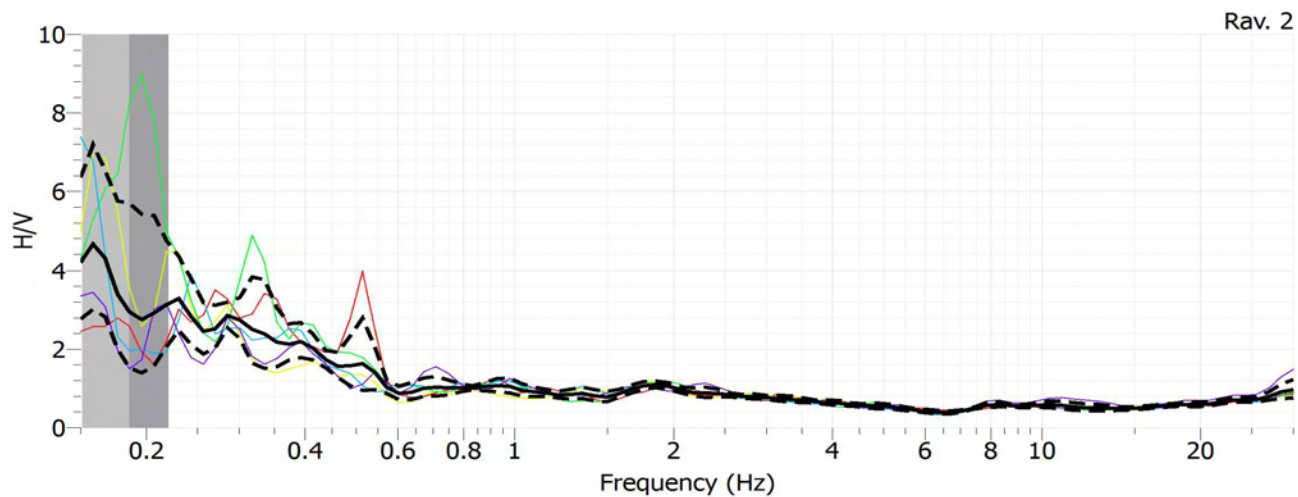
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ACQUISIZIONE - 20 minuti



RAPPORTO H/V - Frequenza di sito = 0,185 Hz - Dev. standard = 0,03 Hz





SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI "LIVELLO 1" O DI "LIVELLO 2" PER GLI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4)

PARTE GEOLOGICO TECNICA
(Sezz. nn° 1/parte - 5 - 9 - 18 - 19)

Denominazione edificio	STADIO COMUNALE «G. BENELLI»
------------------------	------------------------------

Coordinate geografiche ED50		
Lat	. 4 4 , 4 0 7 1 2 7 _ _ _	
Lon	. 1 2 , 1 9 5 7 9 6 _ _ _	

5) Dati geomorfologici					
Morfologia del sito				Fenomeni franosi	
A <input type="radio"/> Cresta/Dirupo	B <input type="radio"/> Pendio Forte	C <input type="radio"/> Pendio leggero	D <input checked="" type="radio"/> Pianura	E <input checked="" type="radio"/> Assenti	F <input type="radio"/> Presenti

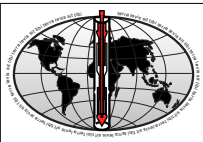
9) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
SI <input type="radio"/> – NO <input checked="" type="radio"/>		
NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
	Area R4	Area R3
1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18) Classificazione sismica			
1) Zona sismica:		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	
2) Valore dell'accelerazione orizzontale massima di ancoraggio spettro risposta elastico (suolo A) dedotto da:		0,2 2 3	
2.1) Allegato 1 all'Ordinanza n. 3274/2003		<input checked="" type="radio"/>	
2.2) Delibera di Giunta Regionale		<input type="radio"/>	
2.3) Studio più approfondito:			
2.3.1) Mappa di riferimento nazionale (INGV, 2004)		<input type="radio"/>	
2.3.2) Studio regionale		<input type="radio"/>	
2.3.3) Studio di letteratura		<input type="radio"/>	
2.3.4) Studio effettuato direttamente		<input type="radio"/>	
19) Categoria di suolo di fondazione			
1	Metodologia per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione	1) Sulla base di carte geologiche disponibili	<input type="checkbox"/>
		2) Sulla base di indagini esistenti	<input type="checkbox"/>
		3) Sulla base di prove in situ effettuate appositamente	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo	<input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)	<input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione	<input type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica	<input type="checkbox"/>
		6) Prove triassiali	<input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto	<input type="checkbox"/>
		8) Altro P R O V A S I S M I C A M A I S W	<input checked="" type="checkbox"/>

3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità		SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>			
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa		SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>			
4	Velocità media onde di taglio V_{s30} 2 4 6 m/s	5	Resistenza Penetrometrica media N_{SPT} colpi	6	Resistenza media alla punta q_c kPa	7	Coesione non drenata media c_u kPa
8	Suscettibilità alla liquefazione SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/> NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna			Z_w .		
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna			Z_g .		
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:			SI <input type="radio"/> - NO <input type="radio"/>		
		densità		sciolte	medie	dense	
		Spessore					
		3.1) Sabbie fini m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
		3.2) Sabbie medie m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
		3.3) Sabbie grosse m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
9	Categoria di suolo di fondazione C (par 3.1 Ord3274/03)	10	1) Fattore S di amplificazione per profilo stratigrafico 1 3 7				
			2) Periodo T_B dello spettro di risposta 0 0 9 5				
			3) Periodo T_c dello spettro di risposta 0 2 8 7				
			a) Valore di Norma <input checked="" type="radio"/> b) Valore desunto in letteratura <input type="radio"/> c) Valore desunto da analisi specifiche <input type="radio"/>				
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T	1 . 0 0					

Dr. Geol. Simone Sforza
(O.R.G.U. N° 112)

Perugia, novembre 2013



Studio di geologia
Dr. Geol. Simone SFORNA

Ibo O.R.G.U. n. 112
Via Bastia, 2 - 06080 Brufa di Torgiano (PG)
Cell. 347/3362235
E-mail: simonesfora@tiscalinet.it

C.F. SFR SMN 64M05 L216A - P. IVA 01859390542

COMUNE DI RAVENNA

VERIFICHE TECNICHE SU EDIFICI COMPRESI NEL PROGRAMMA Ex ART. 2
COMMA 3 O.P.C.M. 3274/2003 E SS.MM.II.
LOTTO N. 6

INDAGINE SISMICA HVSR

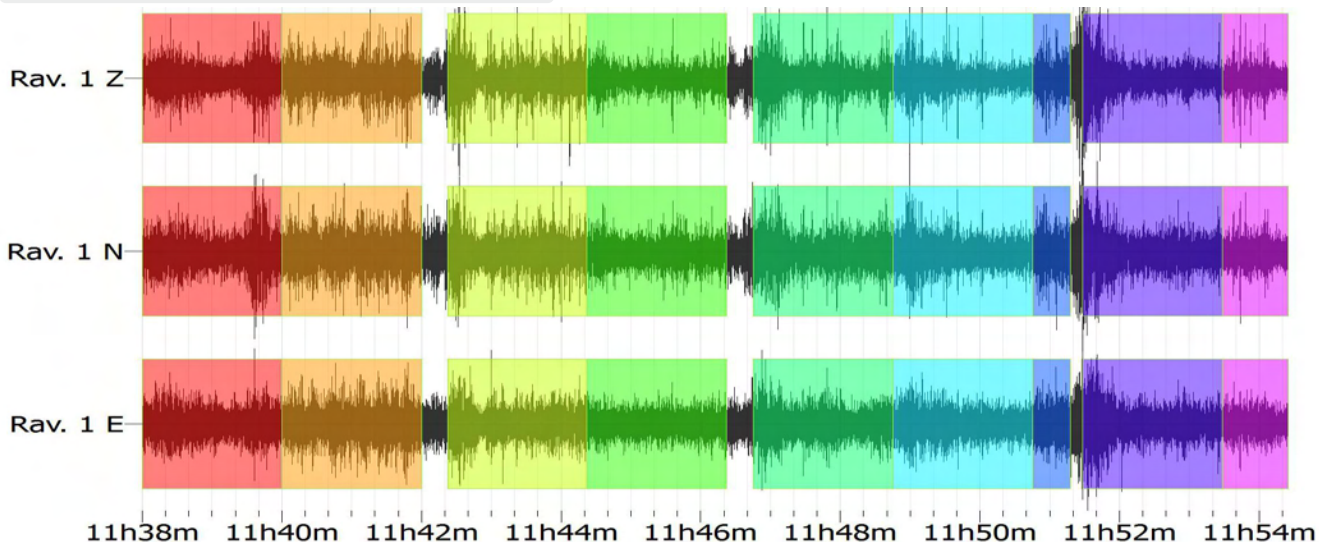
Campo di Atletica E. Marfoggia

Dr. Geol. Simone SFORNA

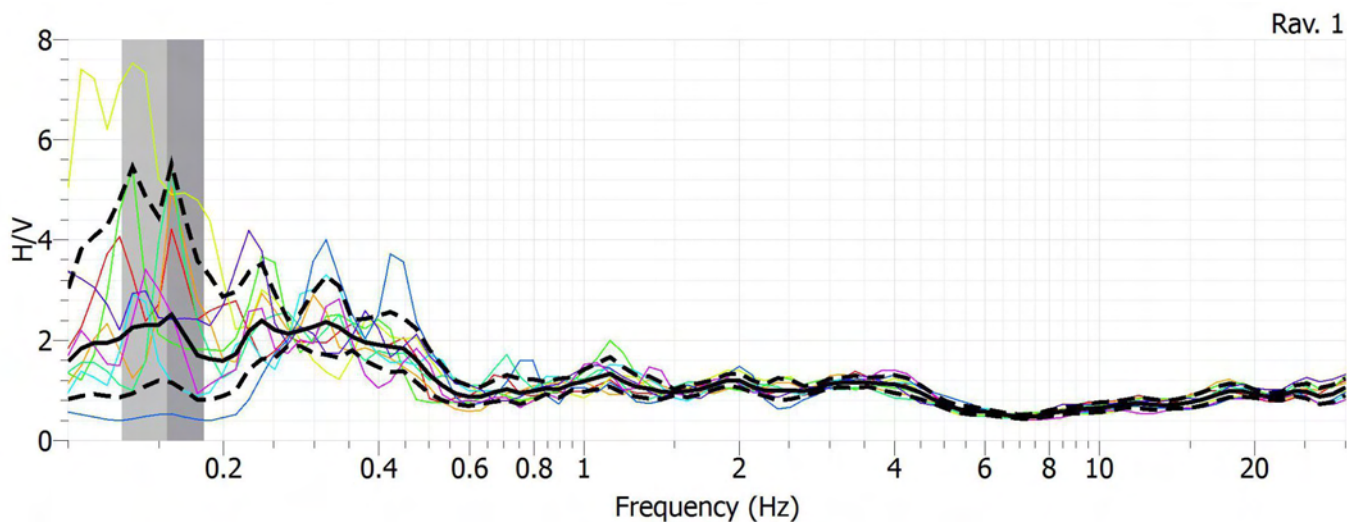
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ACQUISIZIONE - 20 minuti



RAPPORTO H/V - Frequenza di sito = 0,155 Hz - Dev. standard = 0,01 Hz





SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI "LIVELLO 1" O DI "LIVELLO 2" PER GLI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4)

PARTE GEOLOGICO TECNICA
(Sezz. nn° 1/parte - 5 - 9 - 18 - 19)

Denominazione edificio	C A M P O D I A T L E T I C A « E . M A R F O G L I A »
-------------------------------	---

Coordinate geografiche ED50		
Lat	. 4 4 , 4 0 0 0 1 4 _ _	
Lon	. 1 2 , 2 0 0 4 3 1 _ _	

5) Dati geomorfologici					
Morfologia del sito				Fenomeni franosi	
A <input type="radio"/> Cresta/Dirupo	B <input type="radio"/> Pendio Forte	C <input type="radio"/> Pendio leggero	D <input checked="" type="radio"/> Pianura	E <input checked="" type="radio"/> Assenti	F <input type="radio"/> Presenti

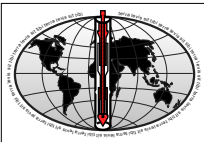
9) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
SI <input type="radio"/> – NO <input checked="" type="radio"/>		
NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
	Area R4	Area R3
1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18) Classificazione sismica			
1) Zona sismica:		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	
2) Valore dell'accelerazione orizzontale massima di ancoraggio spettro risposta elastico (suolo A) dedotto da:		0.2 2 4	
2.1) Allegato 1 all'Ordinanza n. 3274/2003		<input checked="" type="radio"/>	
2.2) Delibera di Giunta Regionale		<input type="radio"/>	
2.3) Studio più approfondito:			
2.3.1) Mappa di riferimento nazionale (INGV, 2004)		<input type="radio"/>	
2.3.2) Studio regionale		<input type="radio"/>	
2.3.3) Studio di letteratura		<input type="radio"/>	
2.3.4) Studio effettuato direttamente		<input type="radio"/>	
19) Categoria di suolo di fondazione			
1	Metodologia per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione	1) Sulla base di carte geologiche disponibili	<input type="checkbox"/>
		2) Sulla base di indagini esistenti	<input type="checkbox"/>
		3) Sulla base di prove in situ effettuate appositamente	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo	<input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)	<input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione	<input type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica	<input type="checkbox"/>
		6) Prove triassiali	<input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto	<input type="checkbox"/>
		8) Altro P R O V A S I S M I C A M A I S W	<input checked="" type="checkbox"/>

3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità		SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>		
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa		SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>		
4	Velocità media onde di taglio V_{s30} 2 2 3 m/s	5	Resistenza Penetrometrica media N_{SPT} colpi	6	Resistenza media alla punta q_c kPa	
8	Suscettibilità alla liquefazione SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/> NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna			Z_w .	
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna			Z_g .	
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:			SI <input type="radio"/> - NO <input type="radio"/>	
		densità		sciolte	medie	dense
		Spessore				
		3.1) Sabbie fini m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
		3.2) Sabbie medie m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.3) Sabbie grosse m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
9	Categoria di suolo di fondazione C (par 3.1 Ord3274/03)	10	1) Fattore S di amplificazione per profilo stratigrafico 1 3 7			
			2) Periodo T_B dello spettro di risposta 0 0 9 3			
			3) Periodo T_c dello spettro di risposta 0 2 8 8			
			a) Valore di Norma <input checked="" type="radio"/>	b) Valore desunto in letteratura <input type="radio"/>	c) Valore desunto da analisi specifiche <input type="radio"/>	
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T	1 . 0 0				

Dr. Geol. Simone Sforza
(O.R.G.U. N° 112)

Perugia, novembre 2013



Studio di geologia
Dr. Geol. Simone SFORNA

Ibo O.R.G.U. n. 112
Via Bastia, 2 - 06080 Brufa di Torgiano (PG)
Cell. 347/3362235
E-mail: simonesfora@tiscalinet.it

C.F. SFR SMN 64M05 L216A - P. IVA 01859390542

COMUNE DI RAVENNA

VERIFICHE TECNICHE SU EDIFICI COMPRESI NEL PROGRAMMA Ex ART. 2
COMMA 3 O.P.C.M. 3274/2003 E SS.MM.II.
LOTTO N. 6

INDAGINE SISMICA HVSR

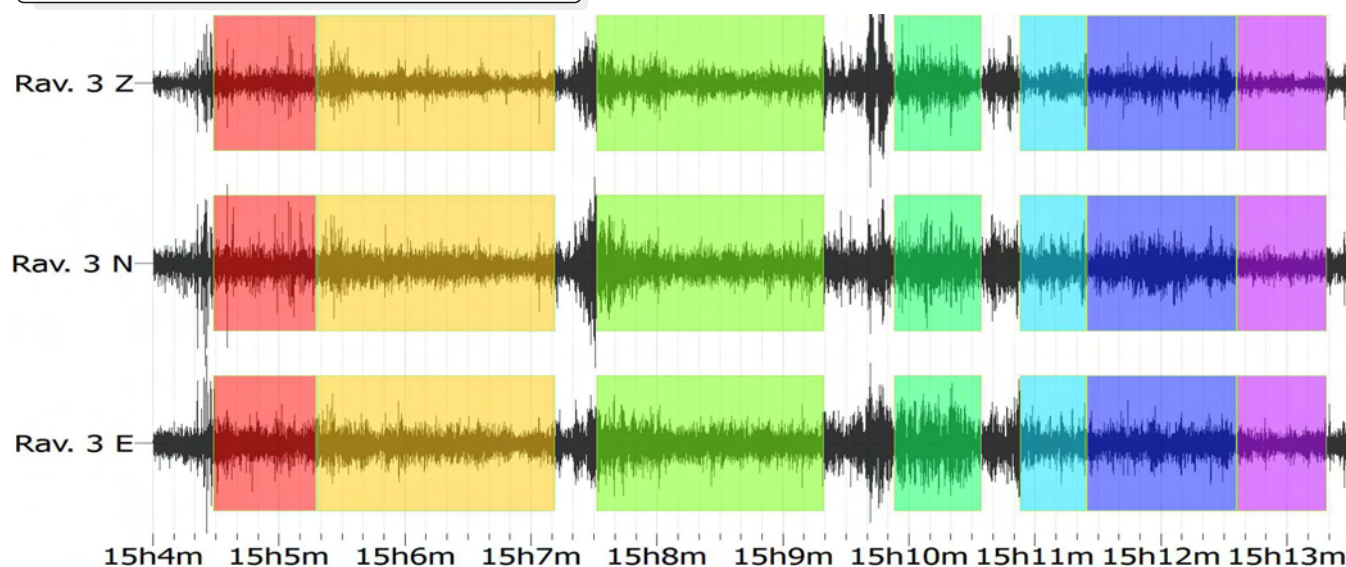
Bacino di Canottaggio Stadiana

Dr. Geol. Simone SFORNA

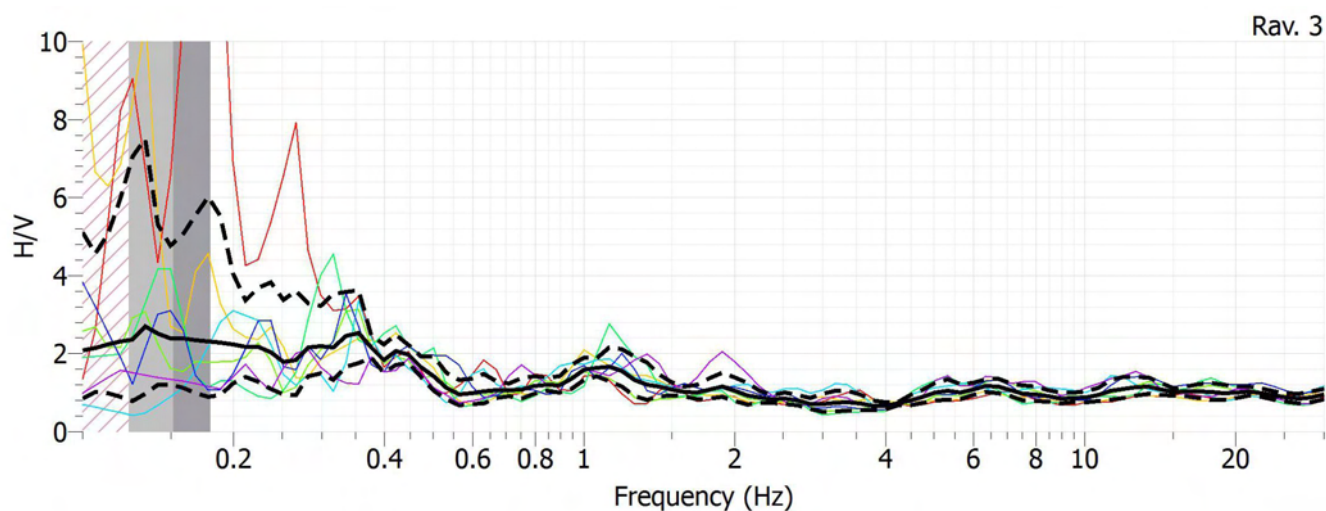
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ACQUISIZIONE - 20 minuti



RAPPORTO H/V - Frequenza di sito = 0,151 Hz - Dev. standard = 0,02 Hz





SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI "LIVELLO 1" O DI "LIVELLO 2" PER GLI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4)

PARTE GEOLOGICO TECNICA
(Sezz. nn° 1/parte - 5 - 9 - 18 - 19)

Denominazione edificio	BACINO DI CANOTTAGGIO «STANDIANA»
------------------------	-----------------------------------

Coordinate geografiche ED50		
Lat	. 4 4 , 3 3 3 9 3 1	
Lon	. 1 2 , 2 6 3 5 9 9	

5) Dati geomorfologici					
Morfologia del sito				Fenomeni franosi	
A <input type="radio"/> Cresta/Dirupo	B <input type="radio"/> Pendio Forte	C <input type="radio"/> Pendio leggero	D <input checked="" type="radio"/> Pianura	E <input checked="" type="radio"/> Assenti	F <input type="radio"/> Presenti

9) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
SI <input type="radio"/> – NO <input checked="" type="radio"/>		
NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
	Area R4	Area R3
1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18) Classificazione sismica			
1) Zona sismica:		1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/>	
2) Valore dell'accelerazione orizzontale massima di ancoraggio spettro risposta elastico (suolo A) dedotto da:		0,2 2 8	
2.1) Allegato 1 all'Ordinanza n. 3274/2003		<input checked="" type="radio"/>	
2.2) Delibera di Giunta Regionale		<input type="radio"/>	
2.3) Studio più approfondito:			
2.3.1) Mappa di riferimento nazionale (INGV, 2004)		<input type="radio"/>	
2.3.2) Studio regionale		<input type="radio"/>	
2.3.3) Studio di letteratura		<input type="radio"/>	
2.3.4) Studio effettuato direttamente		<input type="radio"/>	
19) Categoria di suolo di fondazione			
1	Metodologia per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione	1) Sulla base di carte geologiche disponibili	<input type="checkbox"/>
		2) Sulla base di indagini esistenti	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Sulla base di prove in situ effettuate appositamente	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo	<input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)	<input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione	<input type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica	<input type="checkbox"/>
		6) Prove triassiali	<input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto	<input type="checkbox"/>
		8) Altro P R O V A S I S M I C A M A I S W	<input checked="" type="checkbox"/>

3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità		SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>			
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa		SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>			
4	Velocità media onde di taglio V_{s30} 1 8 6 m/s	5	Resistenza Penetrometrica media N_{SPT} colpi	6	Resistenza media alla punta q_c kPa	7	Coesione non drenata media c_u kPa
8	Suscettibilità alla liquefazione SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/> NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna			Z_w .		
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna			Z_g .		
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:			SI <input type="radio"/> - NO <input type="radio"/>		
		densità		sciolte	medie	dense	
		Spessore					
		3.1) Sabbie fini m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
		3.2) Sabbie medie m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
3.3) Sabbie grosse m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
9	Categoria di suolo di fondazione C (par 3.1 Ord3274/03)	10	1) Fattore S di amplificazione per profilo stratigrafico 1 3 7				
			2) Periodo T_B dello spettro di risposta 0 0 9 7				
			3) Periodo T_c dello spettro di risposta 0 2 9 0				
			a) Valore di Norma <input checked="" type="radio"/> b) Valore desunto in letteratura <input type="radio"/> c) Valore desunto da analisi specifiche <input type="radio"/>				
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T	1 . 0 0					

Dr. Geol. Simone Sforza
(O.R.G.U. N° 112)

Perugia, novembre 2013

T50

Instrument: TR-0007-01-05

Start recording: 22/08/14 09:46:33 End recording: 22/08/14 10:06:34

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

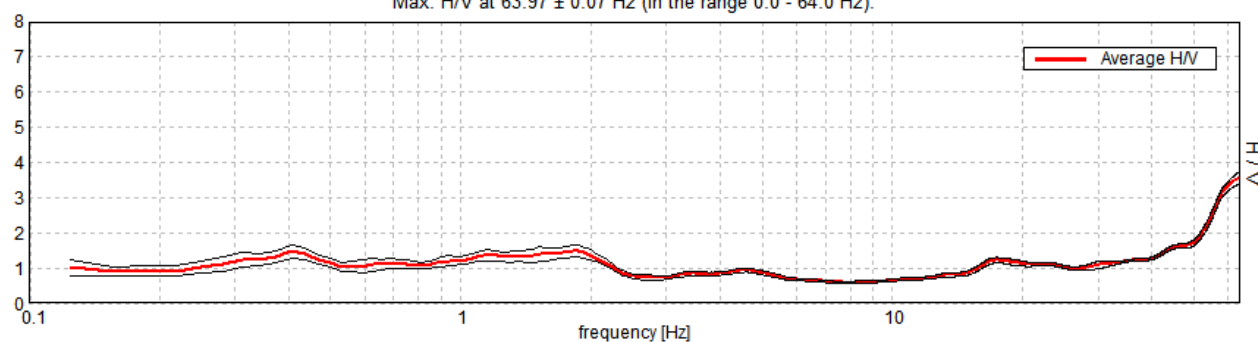
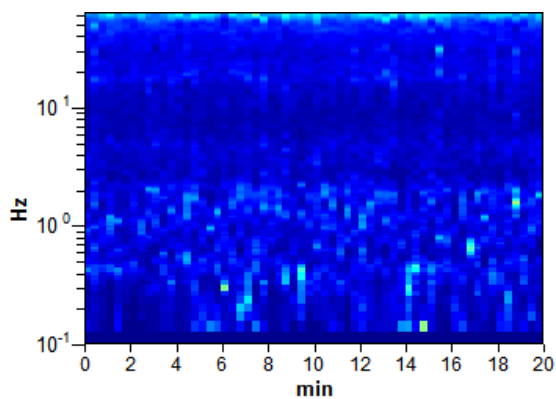
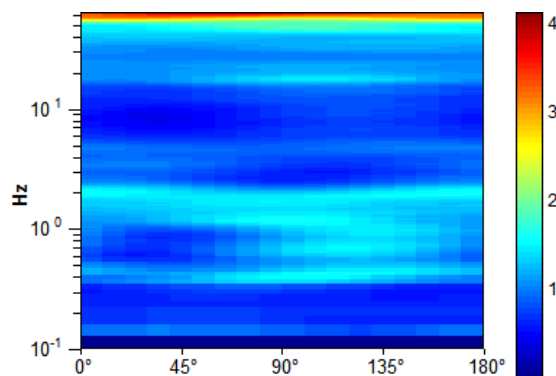
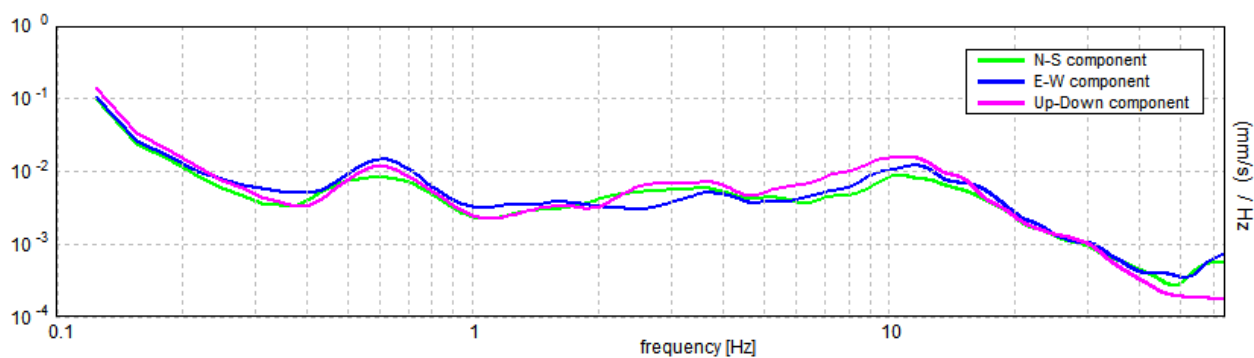
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIOMax. H/V at 63.97 ± 0.07 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V****SINGLE COMPONENT SPECTRA**

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

Max. H/V at 63.97 ± 0.07 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	63.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	76762.5 > 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 1026 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	50.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.56 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00051 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03235 < 3.19844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0862 < 1.58$	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

T51

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 22/08/14 09:58:45

End recording: 22/08/14 10:18:46

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

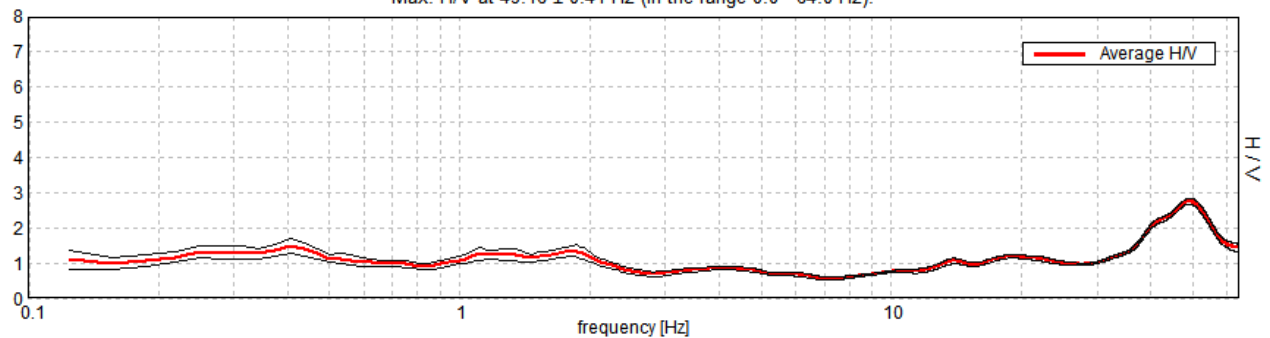
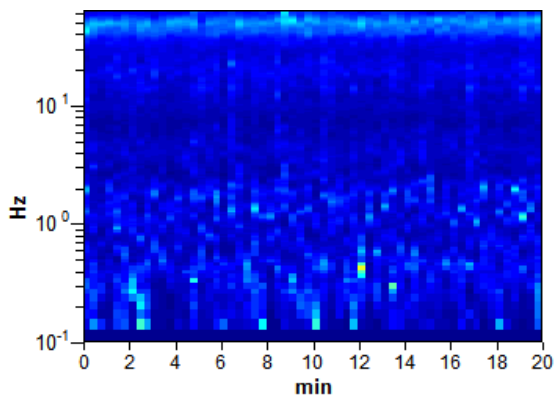
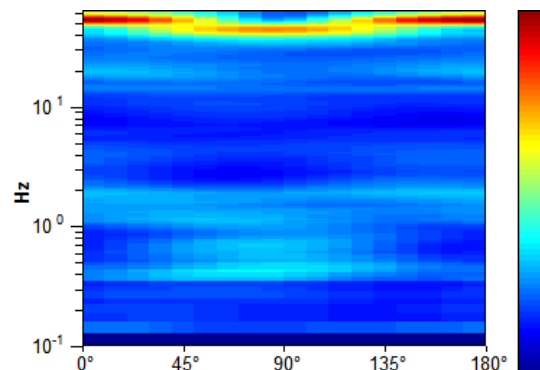
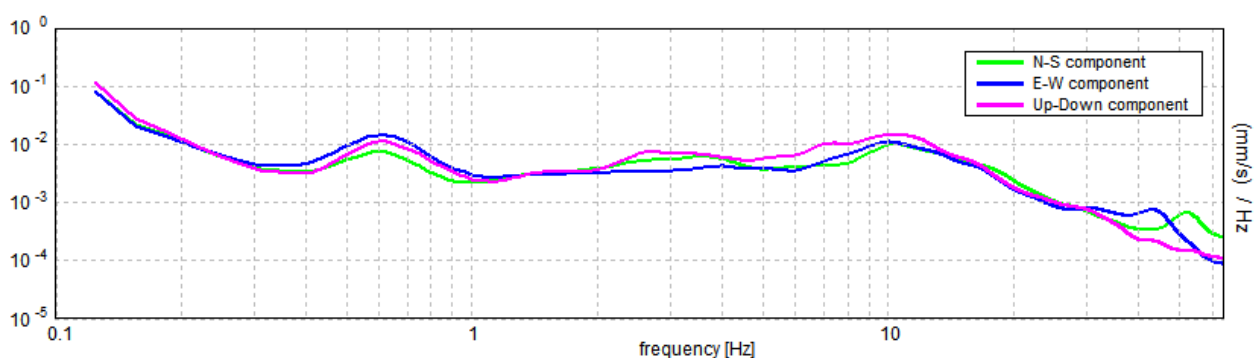
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIOMax. H/V at 49.16 ± 0.41 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V****SINGLE COMPONENT SPECTRA**

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

Max. H/V at 49.16 ± 0.41 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$49.16 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$58987.5 > 200$	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 1262 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	36.0 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.75 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00413 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.20312 < 2.45781$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0388 < 1.58$	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

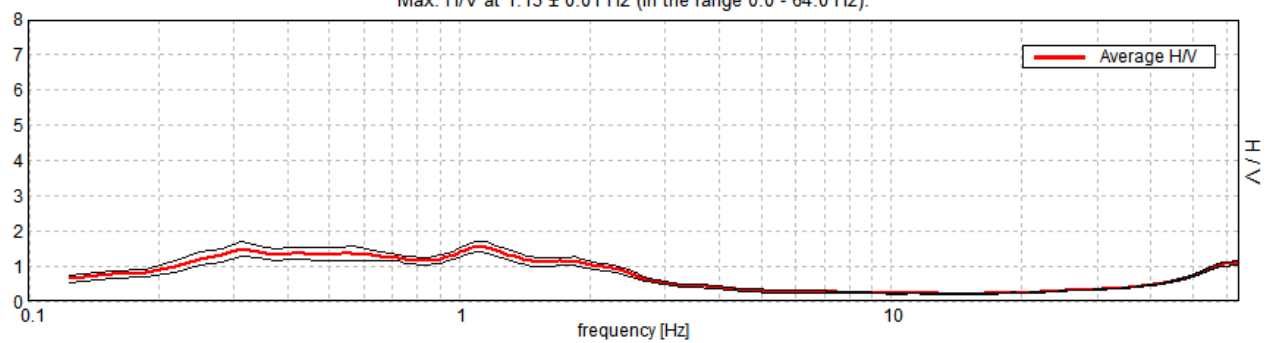
T52

Instrument: TR-0007-01-05
Start recording: 22/08/14 10:21:32 End recording: 22/08/14 10:41:33
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

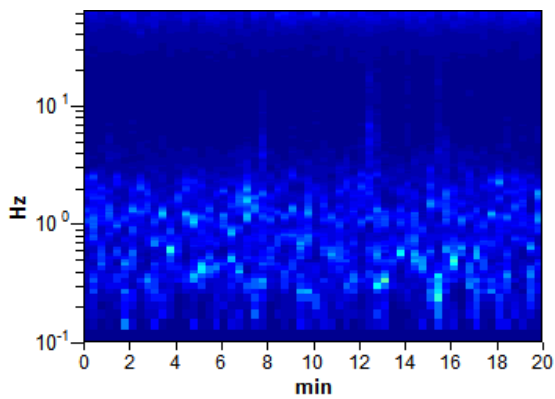
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

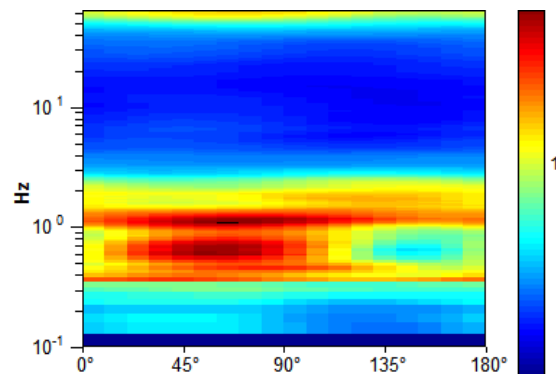
Max. H/V at 1.13 ± 0.01 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



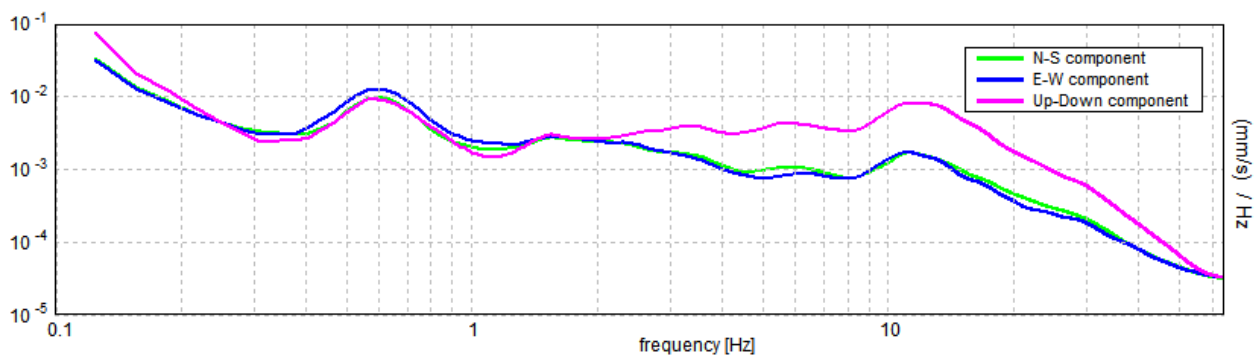
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 1.13 ± 0.01 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.13 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1350.0 > 200$	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 55 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.54 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00595 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00669 < 0.1125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0748 < 1.78$	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

T53

HVSR60A

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 22/08/14 10:30:45 End recording: 22/08/14 10:56:46

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h26'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

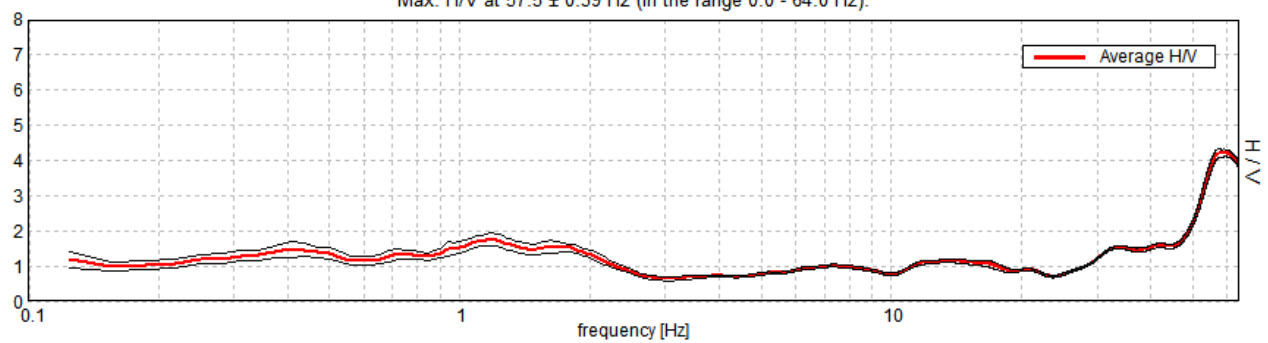
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

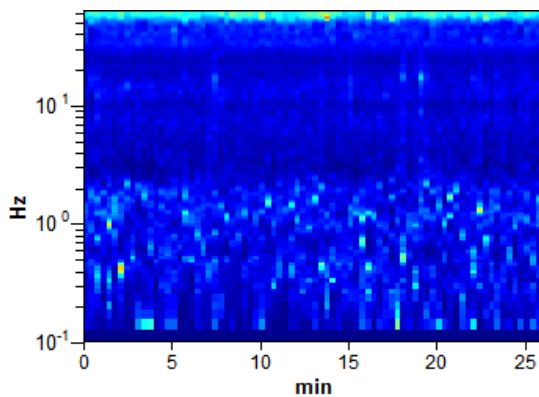
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

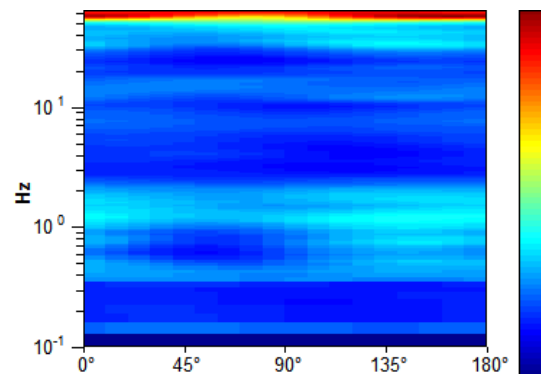
Max. H/V at 57.5 ± 0.39 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



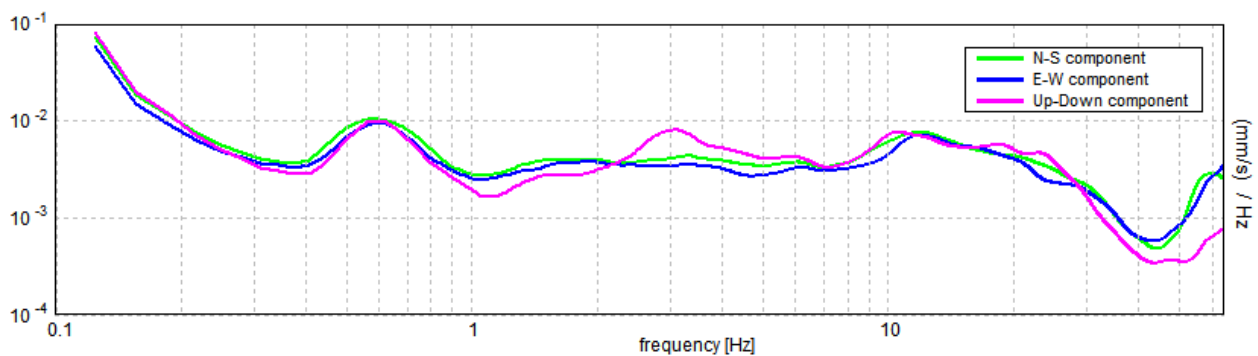
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 57.5 ± 0.39 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	57.50 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	89700.0 > 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 1129 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	49.438 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	4.22 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00338 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.19419 < 2.875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0592 < 1.58$	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

HVSR61A

T55

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 22/08/14 11:08:24 End recording: 22/08/14 11:36:25

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h28'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

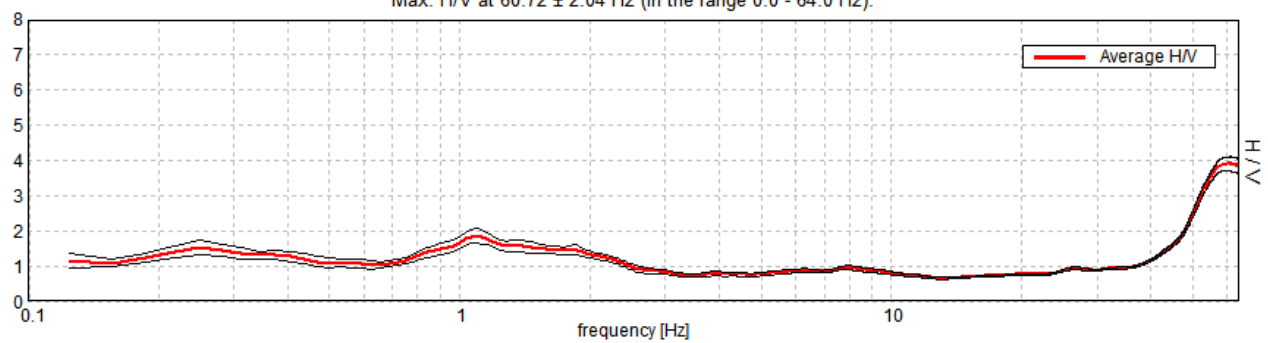
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

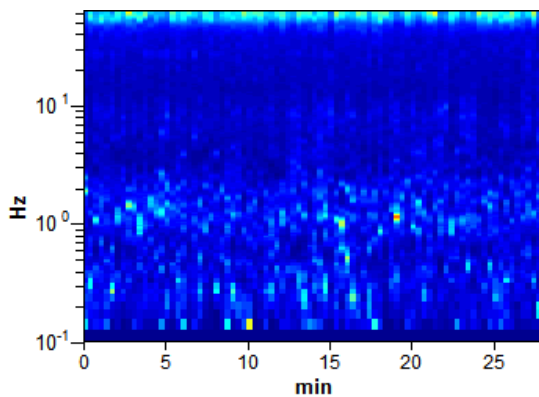
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

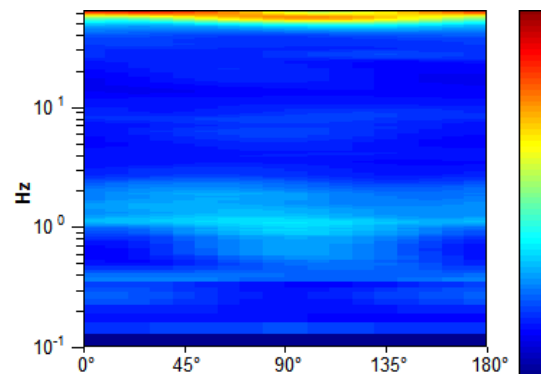
Max. H/V at 60.72 ± 2.04 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



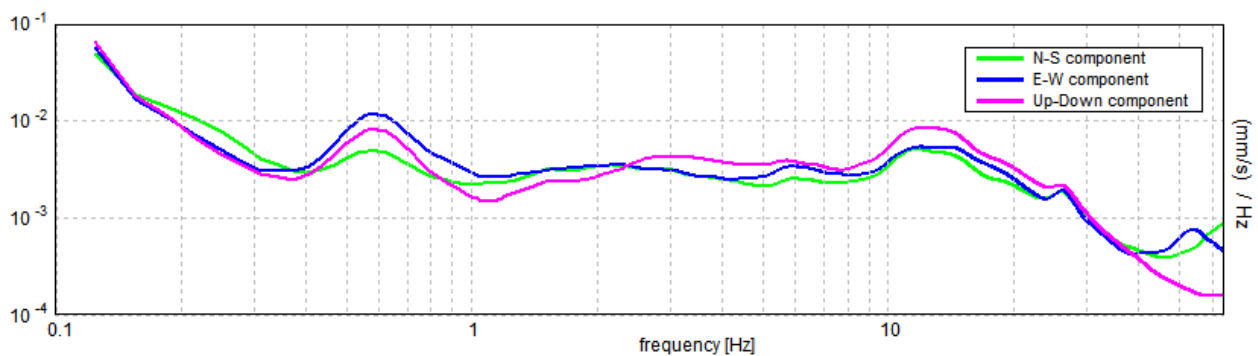
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 60.72 ± 2.04 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	60.72 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	102007.5 > 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 1078 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	47.563 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.90 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01683 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.02169 < 3.03594	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1026 < 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

HVSR62A

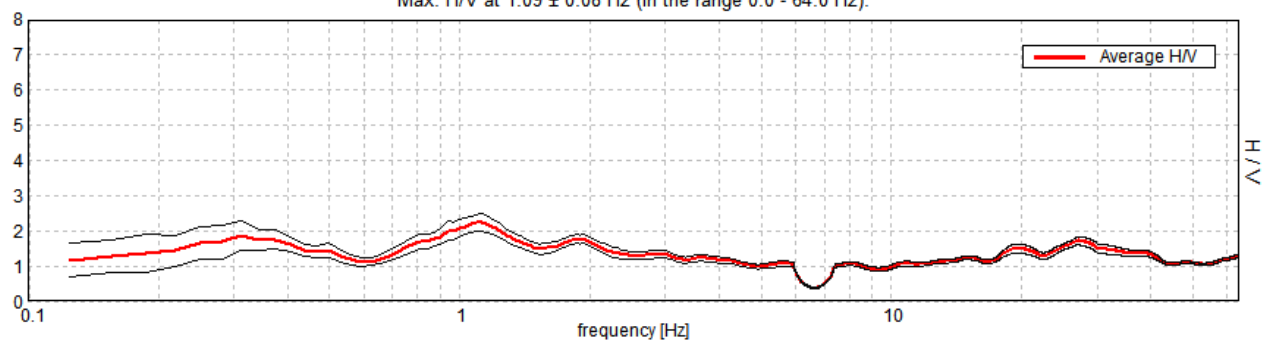
T54

Instrument: TR-0007-01-05
Start recording: 22/08/14 10:59:06 End recording: 22/08/14 11:19:07
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

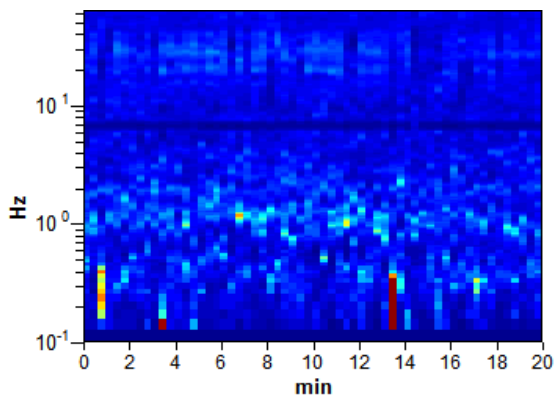
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

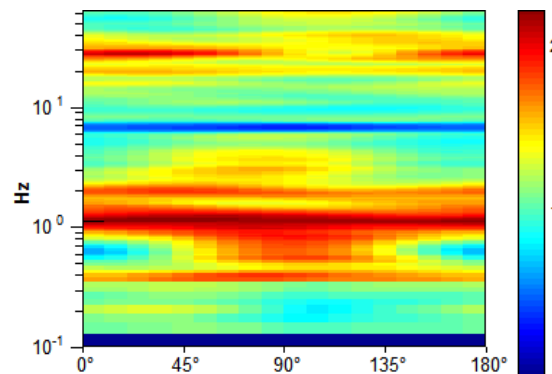
Max. H/V at 1.09 ± 0.08 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



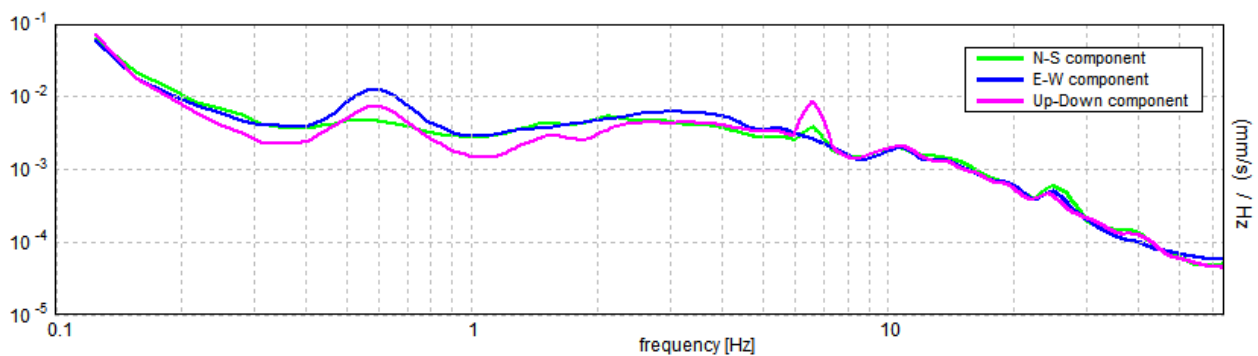
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 1.09 ± 0.08 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.09 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1312.5 > 200$	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 54 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.23 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03497 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03825 < 0.10938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1173 < 1.78$	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

T56

Instrument: TR-0007-01-05

Start recording: 22/08/14 11:40:49 End recording: 22/08/14 12:00:50

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

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

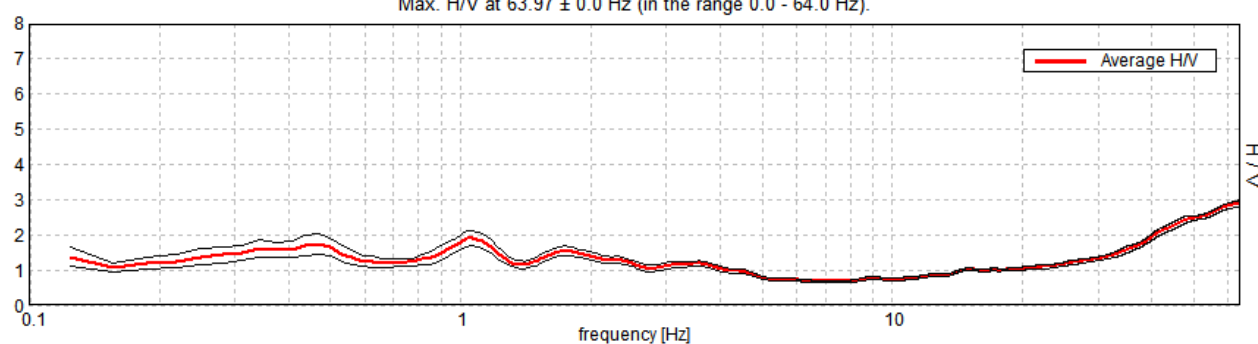
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 20 s

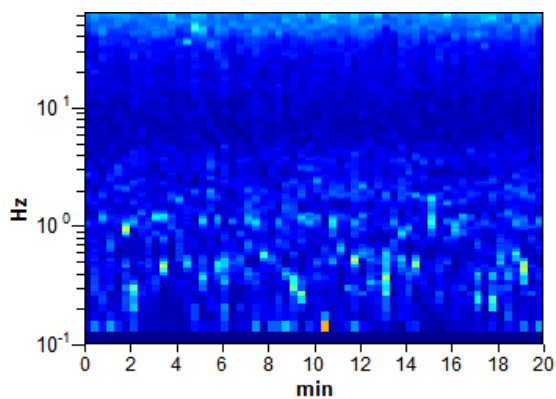
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

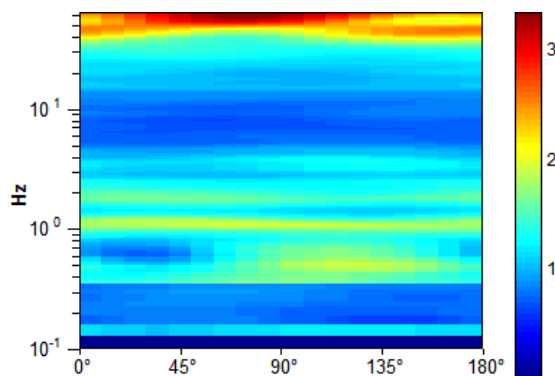
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at 63.97 ± 0.0 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

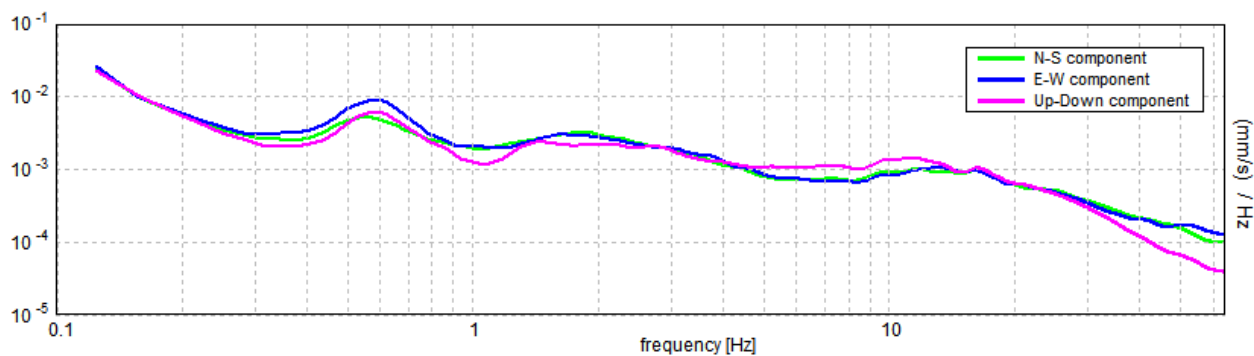
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 63.97 ± 0.0 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$63.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$76762.5 > 200$	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 1026 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	33.0 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.90 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0 < 3.19844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0477 < 1.58$	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

T57

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 22/08/14 11:54:10 End recording: 22/08/14 12:14:11

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

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

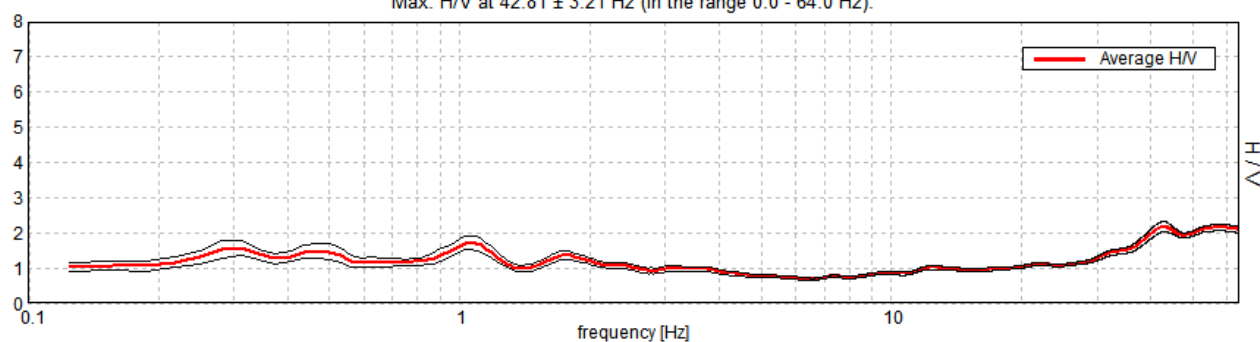
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 20 s

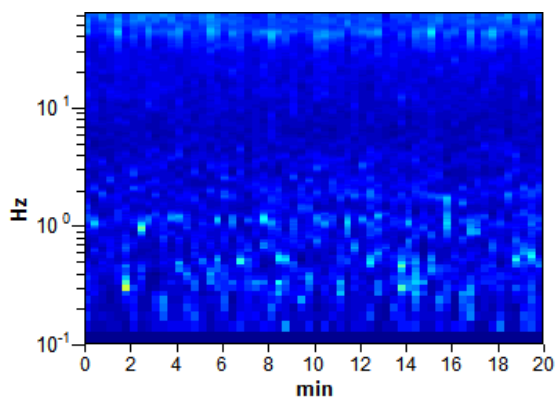
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

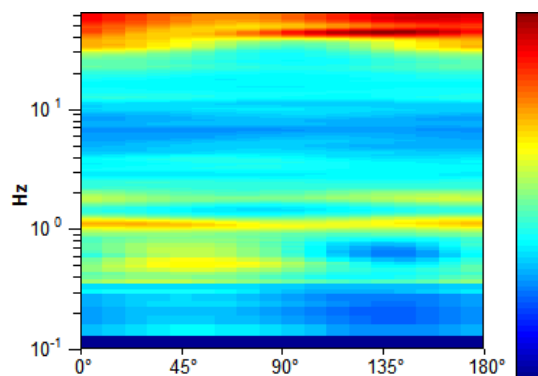
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at 42.81 ± 3.21 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

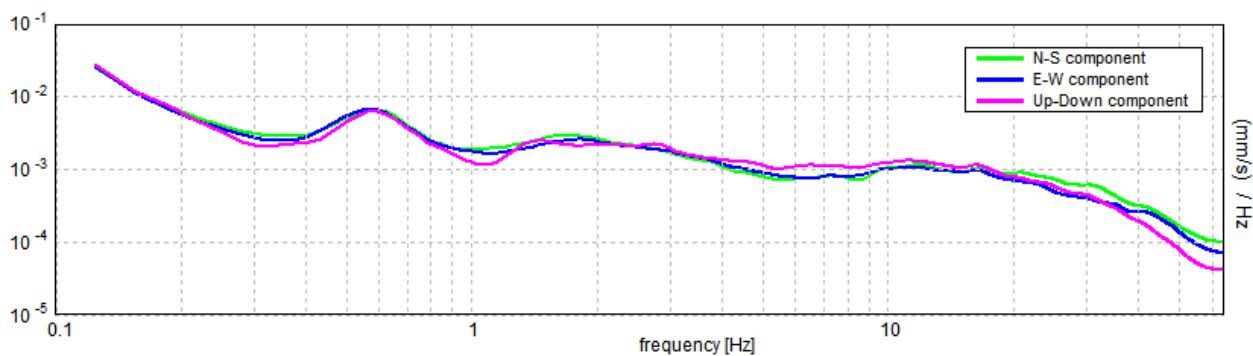
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 42.81 ± 3.21 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	42.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	51375.0 > 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 1364 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	25.344 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.18 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03716 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.59096 < 2.14063	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0726 < 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

T58

Instrument: TR-0007-01-05

Start recording: 22/08/14 12:25:09 End recording: 22/08/14 12:45:10

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

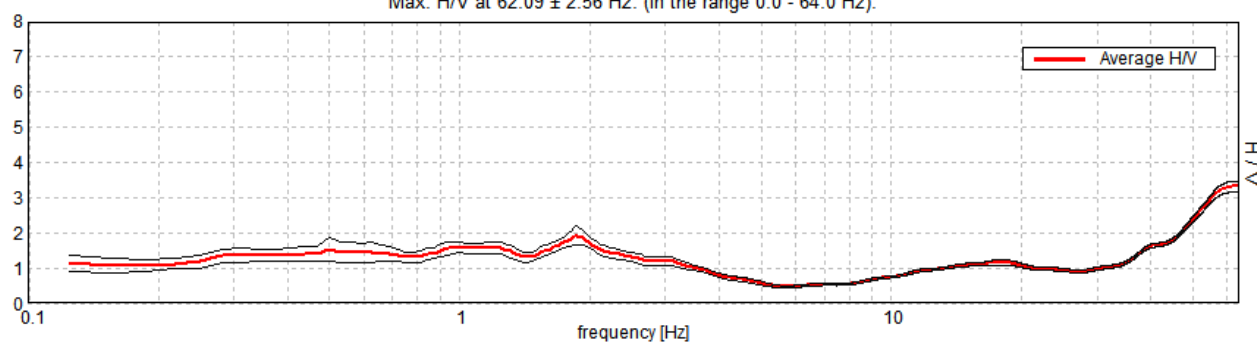
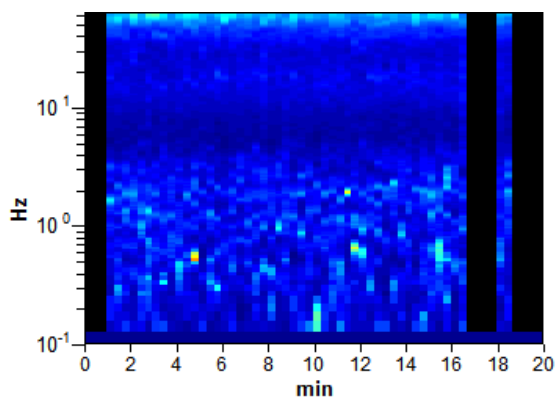
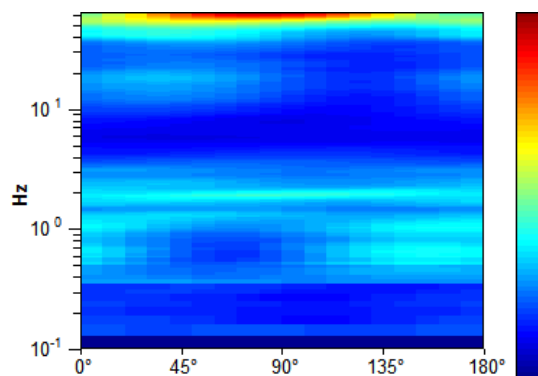
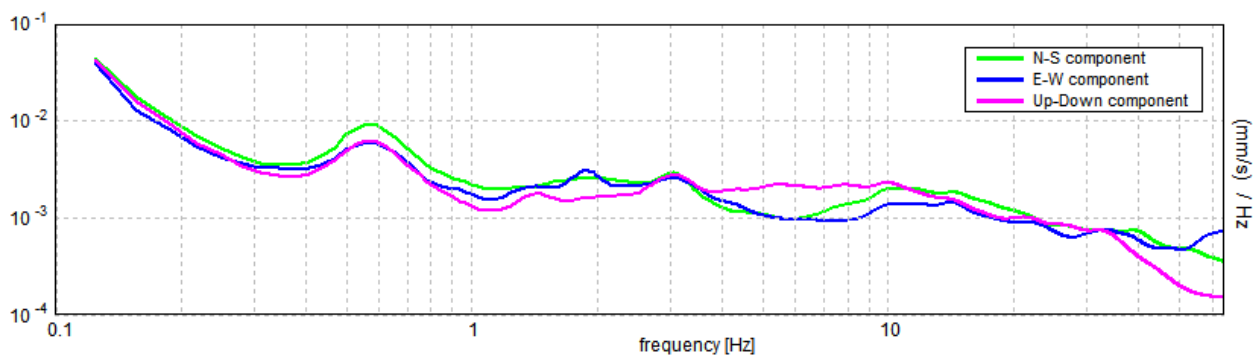
Trace length: 0h20'00". Analyzed 82% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIOMax. H/V at 62.09 ± 2.56 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V****SINGLE COMPONENT SPECTRA**

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

Max. H/V at 62.09 ± 2.56 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	62.09 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	60851.9 > 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 1056 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	41.281 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.32 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02025 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.25753 < 3.10469	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0729 < 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

HVSR66A

T59

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 22/08/14 12:28:49 End recording: 22/08/14 12:56:50

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h28'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

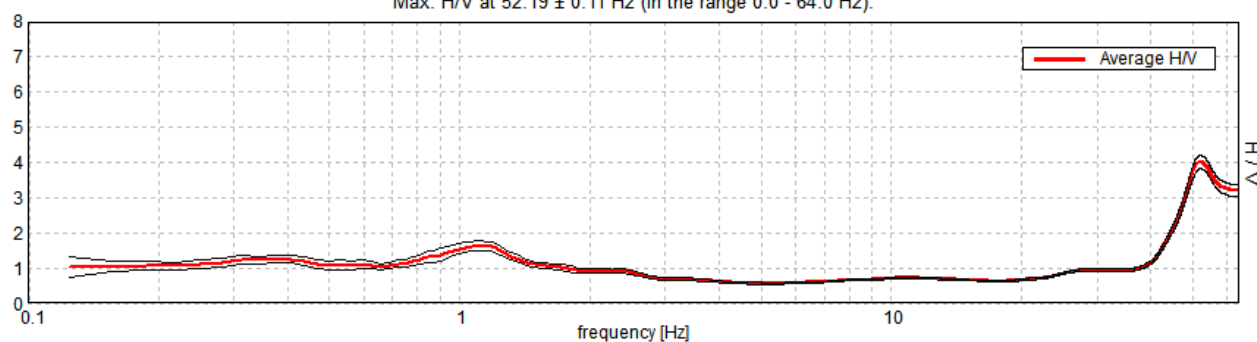
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

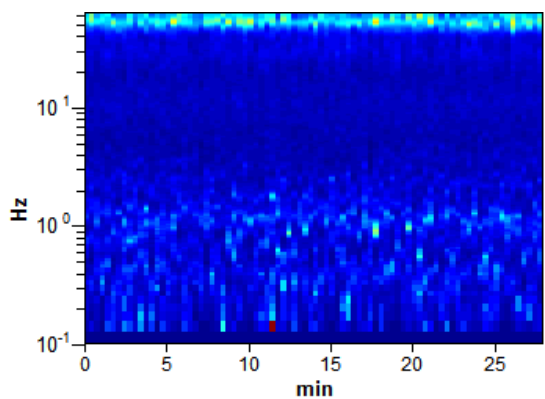
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

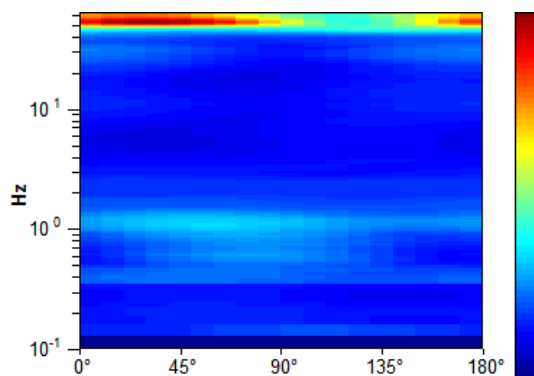
Max. H/V at 52.19 ± 0.11 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



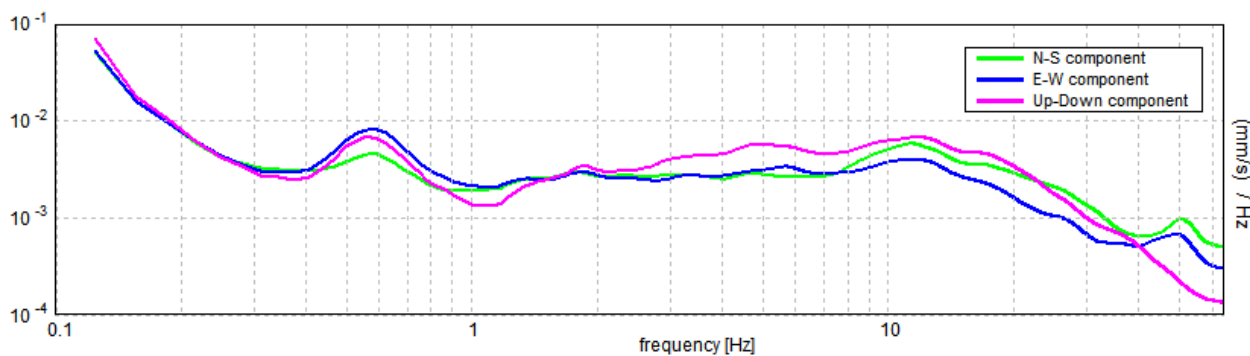
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 52.19 ± 0.11 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	52.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	87675.0 > 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 1214 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	44.375 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	4.01 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00108 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05618 < 2.60938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0961 < 1.58$	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

HVSR67A

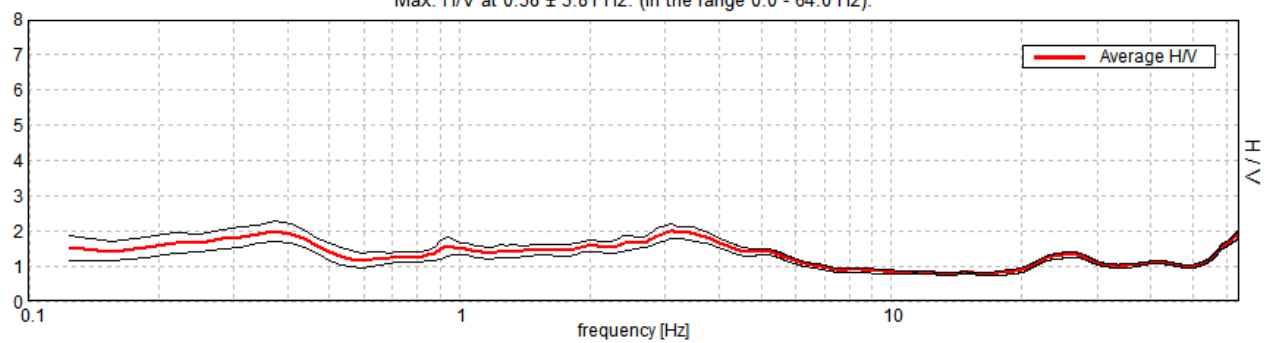
T60

Instrument: TR-0007-01-05
Start recording: 22/08/14 13:13:35 End recording: 22/08/14 13:33:36
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

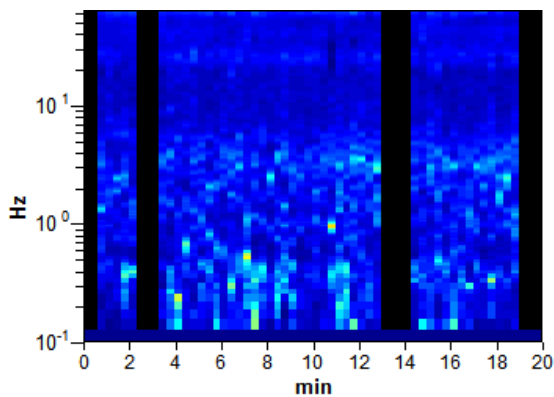
Trace length: 0h20'00". Analyzed 80% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

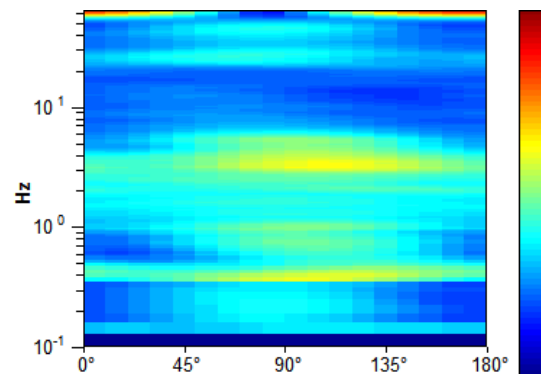
Max. H/V at 0.38 ± 3.81 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



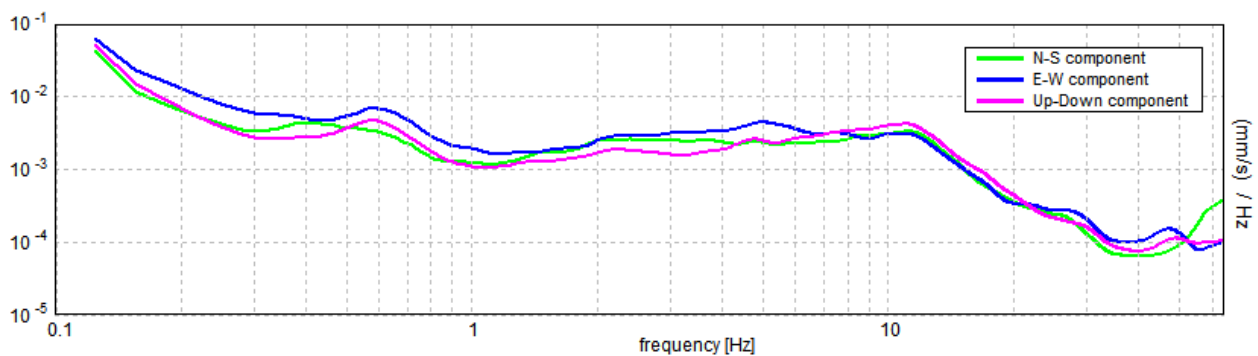
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 0.38 ± 3.81 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.38 > 0.50$		NO
$n_c(f_0) > 200$	$360.0 > 200$	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 19 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.98 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 5.0017 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.87564 < 0.075$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1462 < 2.5$	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

HVSR68A

T61

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 22/08/14 13:18:04 End recording: 22/08/14 13:46:05

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h28'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

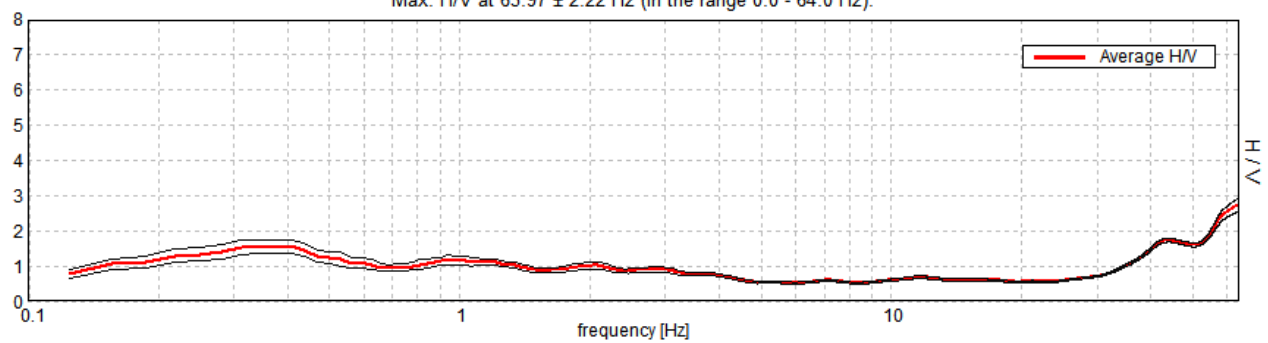
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

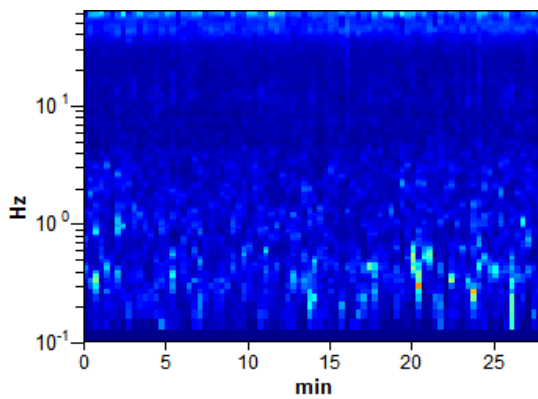
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

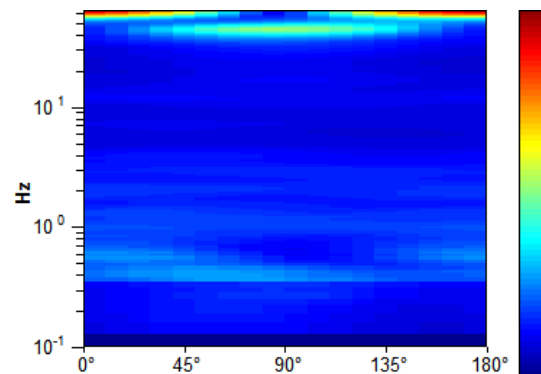
Max. H/V at 63.97 ± 2.22 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



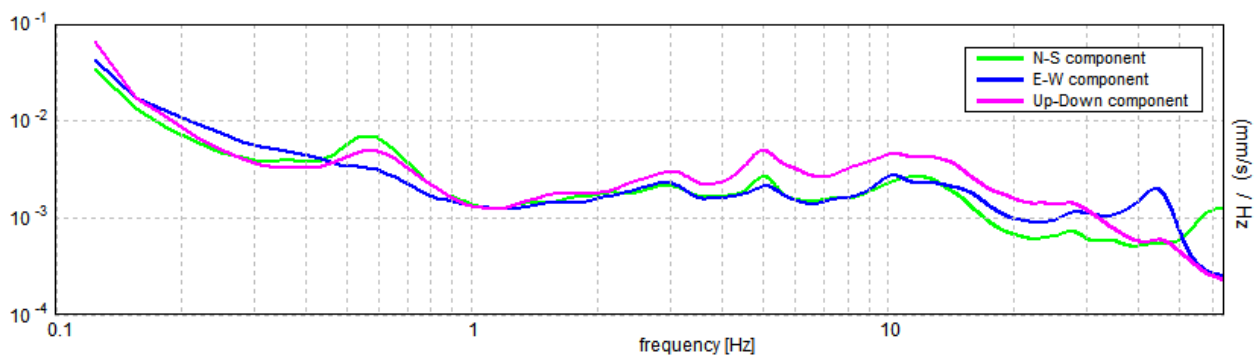
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 63.97 ± 2.22 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	63.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	107467.5 > 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 1026 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	38.938 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.73 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01735 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.10963 < 3.19844	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0945 < 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

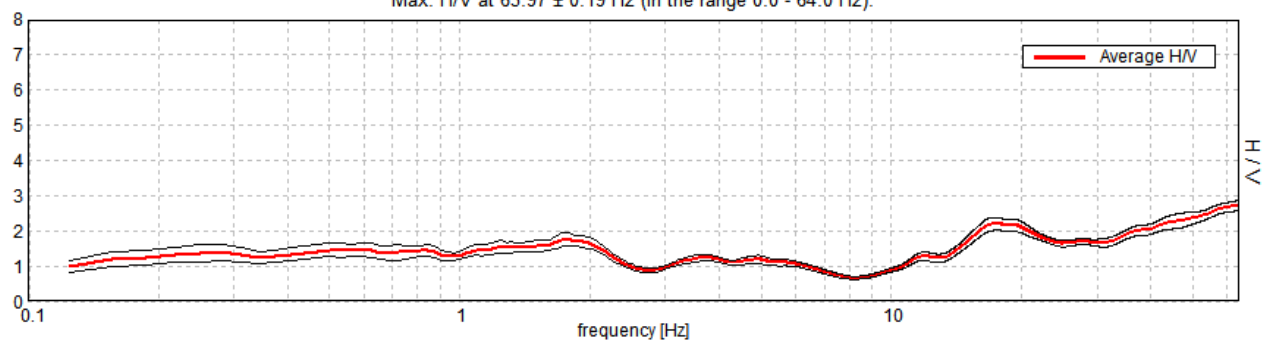
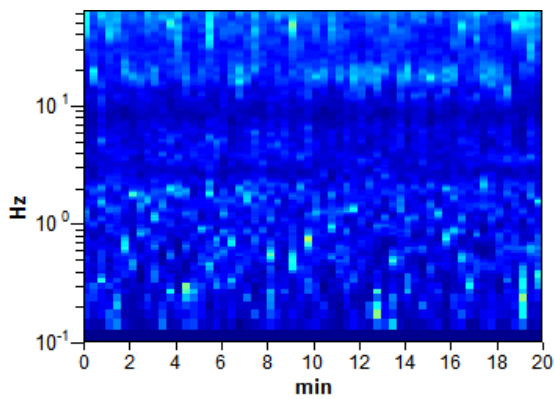
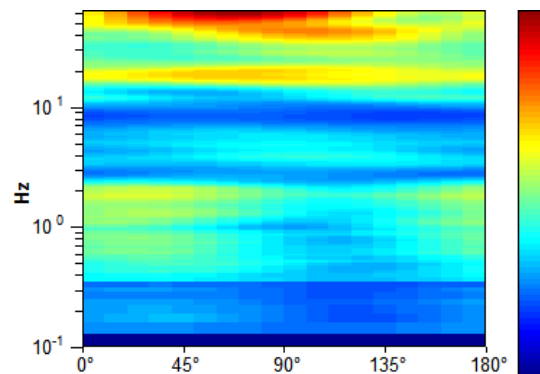
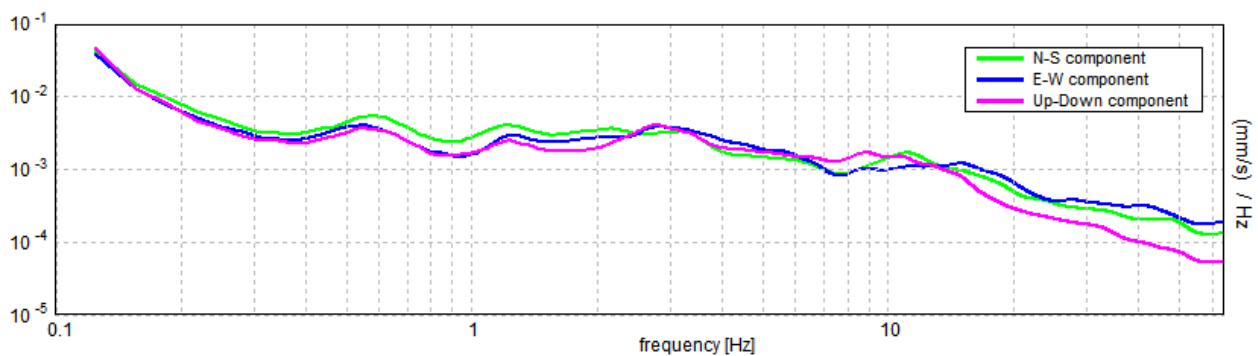
T62

Instrument: TR-0007-01-05
 Start recording: 22/08/14 15:15:31 End recording: 22/08/14 15:35:32
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
 Sampling frequency: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing window: Triangular window
 Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at 63.97 ± 0.19 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V****SINGLE COMPONENT SPECTRA**

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

Max. H/V at 63.97 ± 0.19 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$63.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$76762.5 > 200$	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 1026 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.71 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00145 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09249 < 3.19844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0739 < 1.58$	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

T79

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 15/04/14 18:09:55 End recording: 15/04/14 18:31:55

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h22'00". Analysis performed on the entire trace.

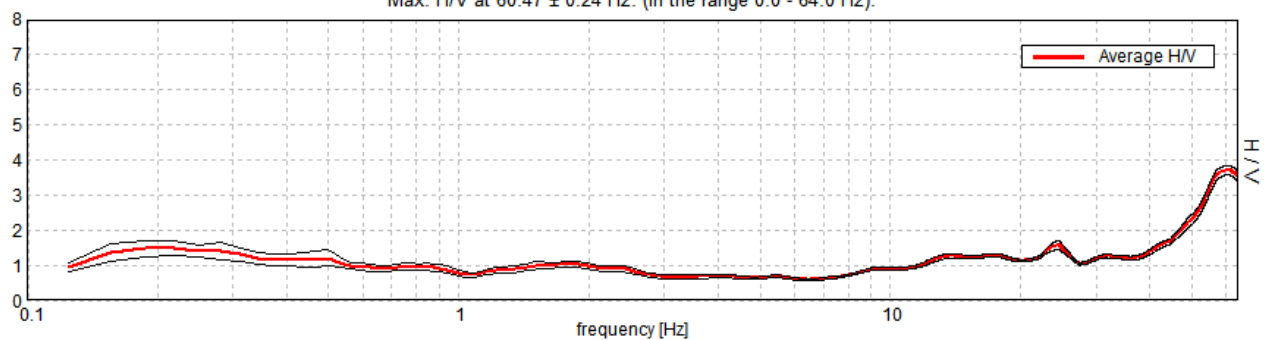
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 20 s

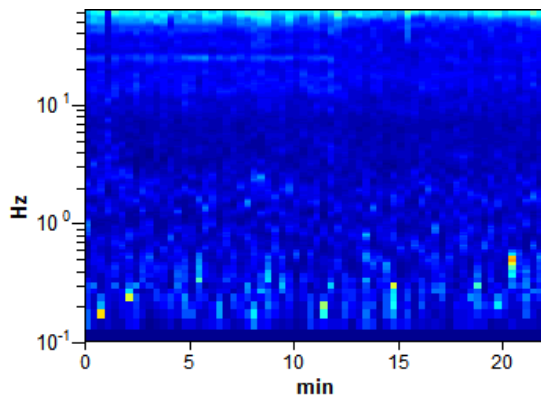
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

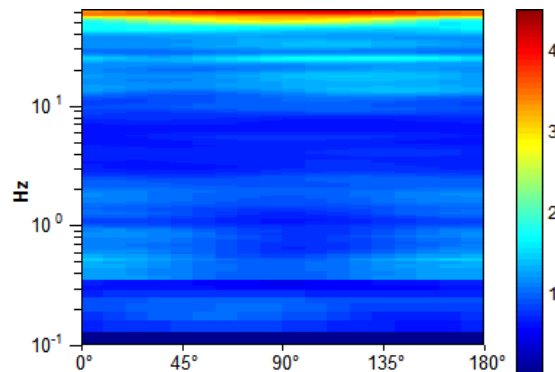
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at 60.47 ± 0.24 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

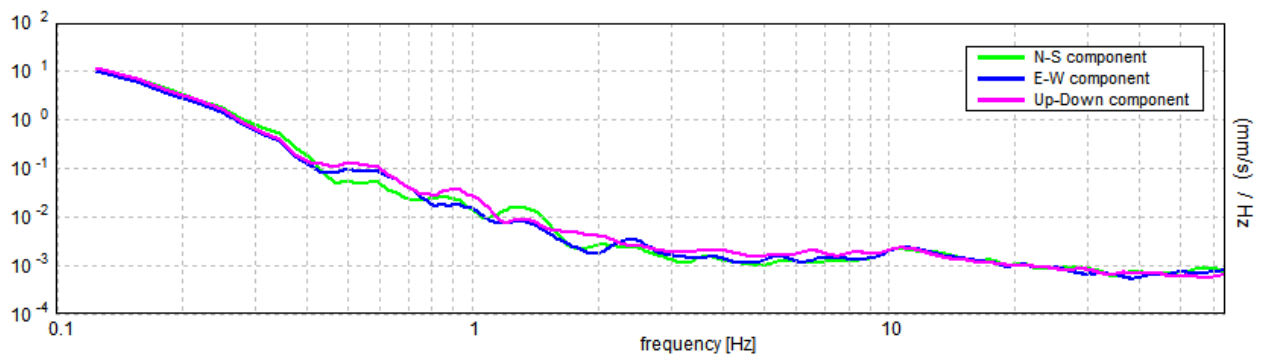
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 60.47 ± 0.24 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$60.47 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$79818.8 > 200$	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 1082 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	46.0 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$3.70 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00193 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.117 < 3.02344$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0665 < 1.58$	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

HVSR71A

T78

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 12/07/13 08:13:13 End recording: 12/07/13 08:33:14

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

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

Sampling frequency: 128 Hz

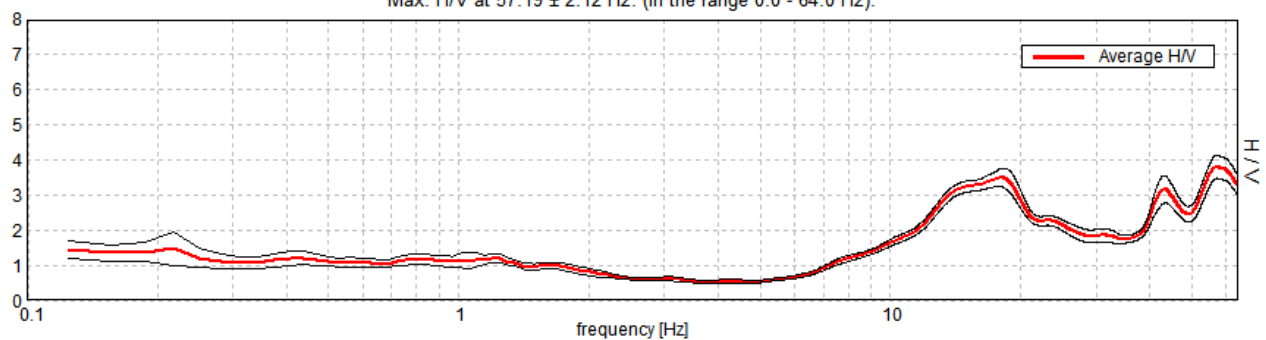
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

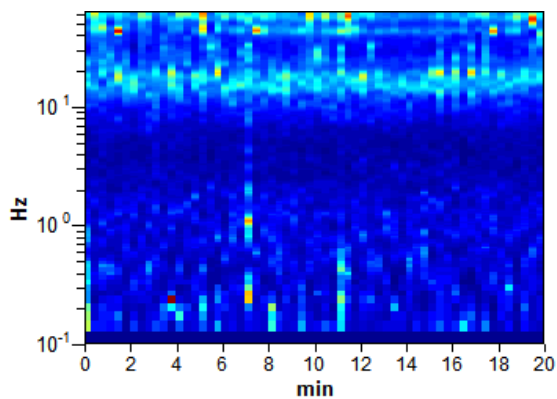
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

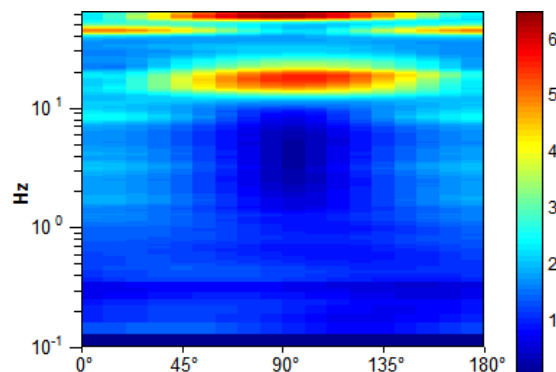
Max. H/V at 57.19 ± 2.12 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



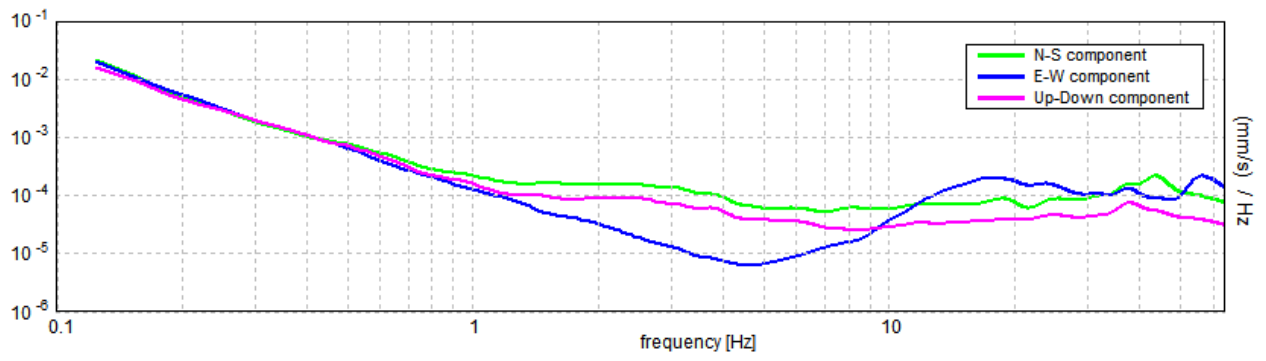
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 57.19 ± 2.12 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	57.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	68625.0 > 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 1134 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	38.125 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.80 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01834 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.04897 < 2.85938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1625 < 1.58$	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

T77

Instrument: TRS-0004/00-06

Start recording: 15/04/14 15:46:28 End recording: 15/04/14 16:16:29

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00". Analyzed 95% trace (manual window selection)

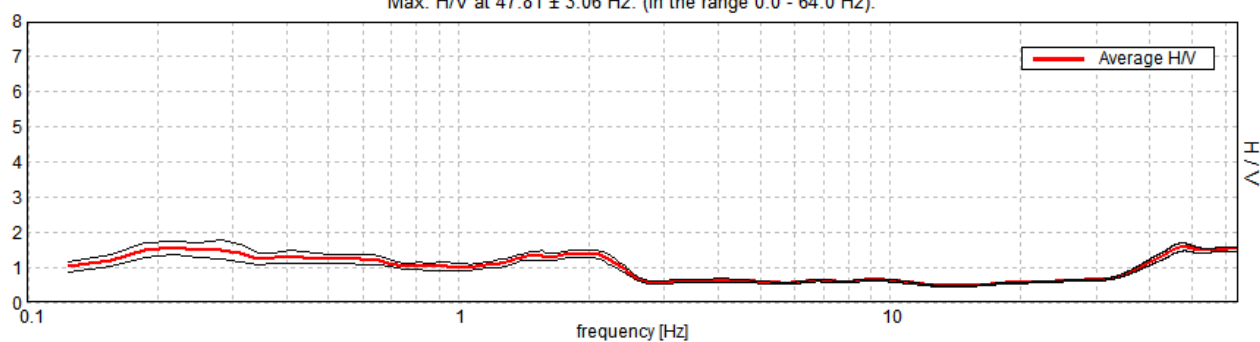
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 30 s

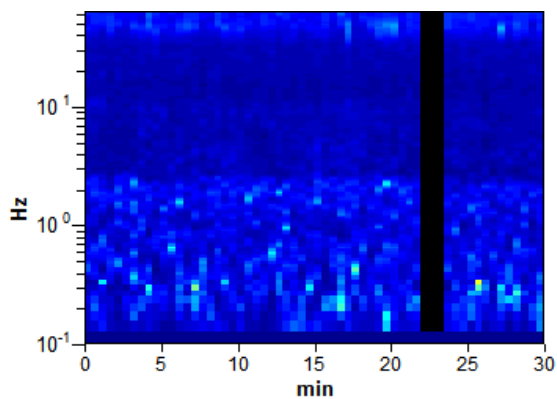
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

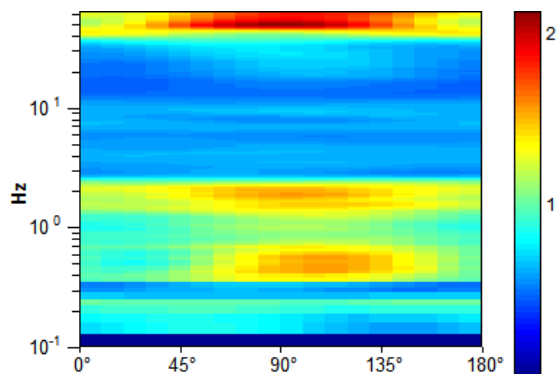
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at 47.81 ± 3.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

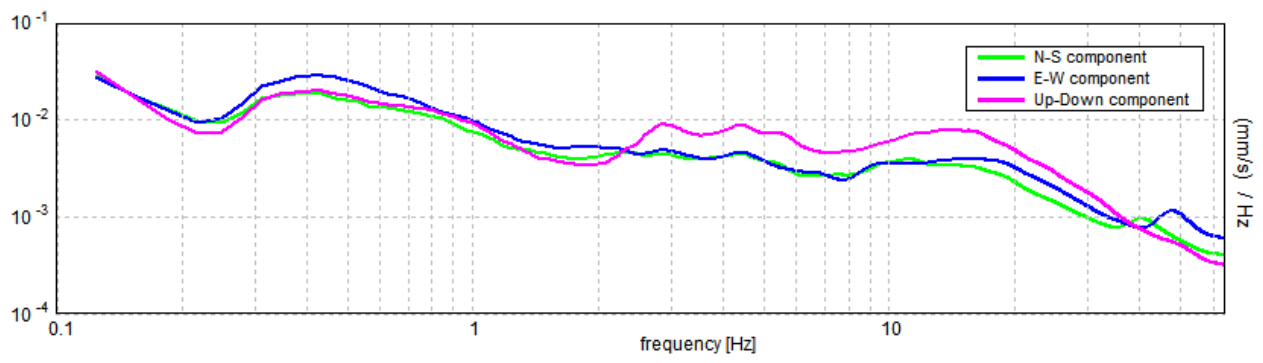
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



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

Max. H/V at 47.81 ± 3.06 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	47.81 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	81759.4 > 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 1284 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	34.75 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.58 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03167 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.51406 < 2.39063	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0548 < 1.58	OK	

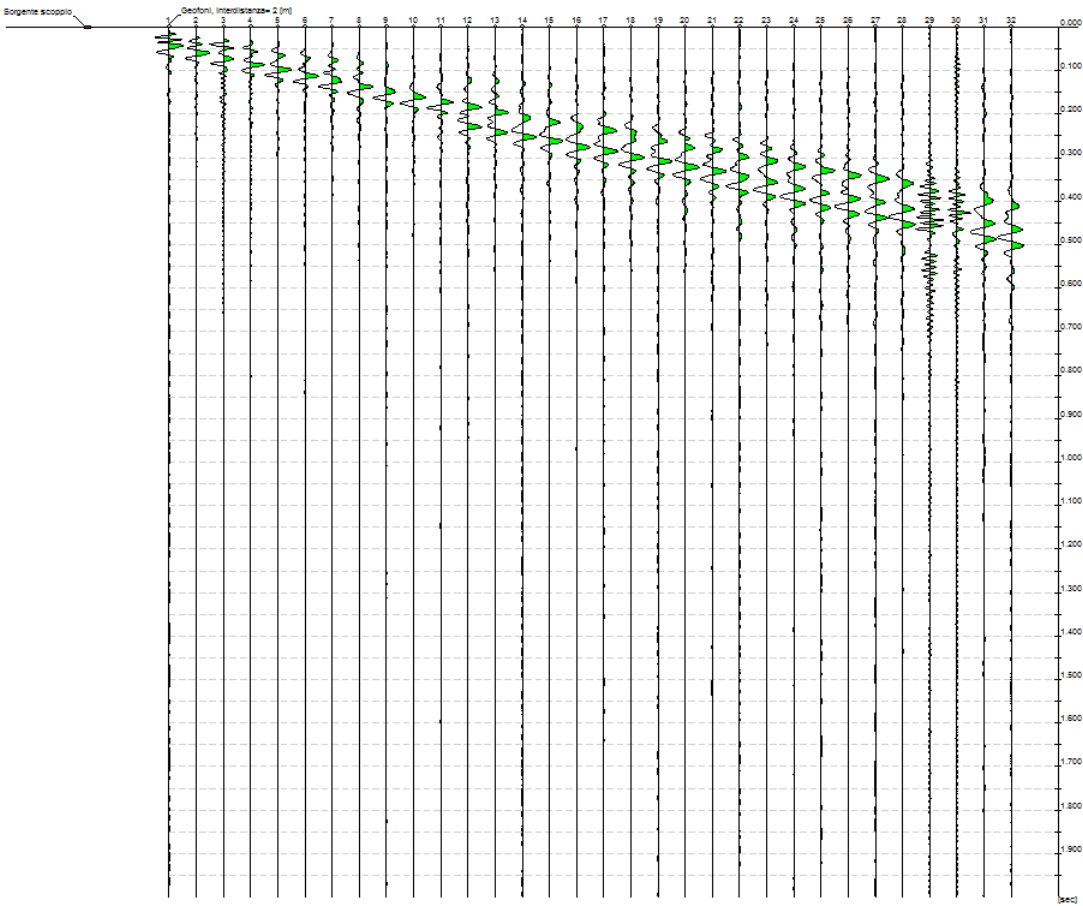
L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak 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

Tracce

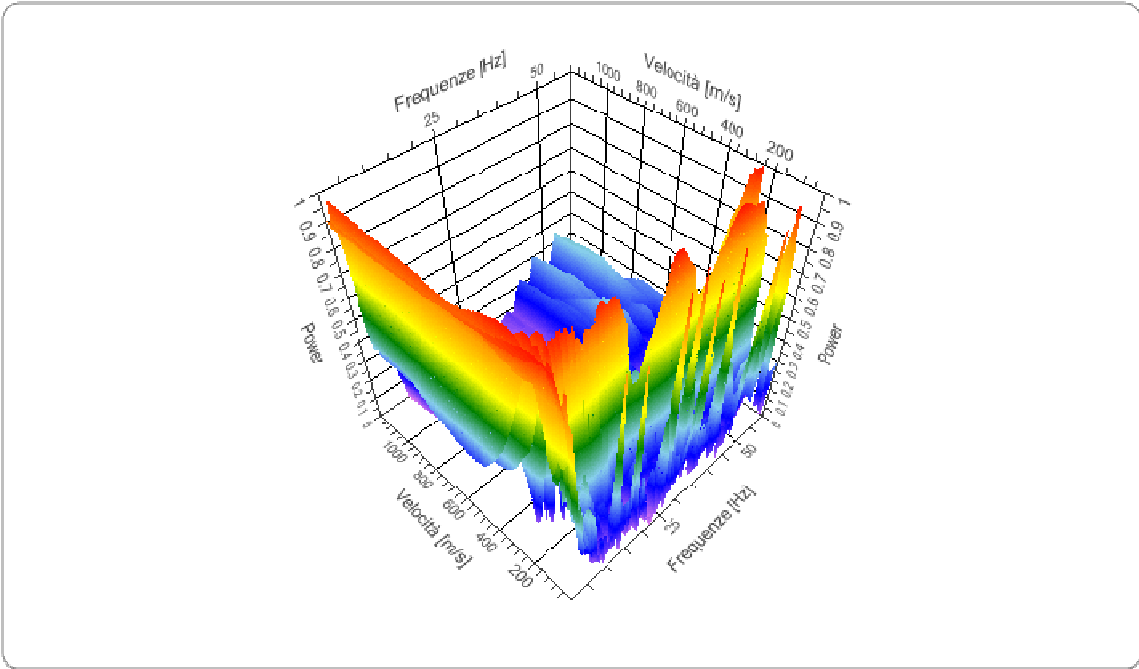
N. tracce	32
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

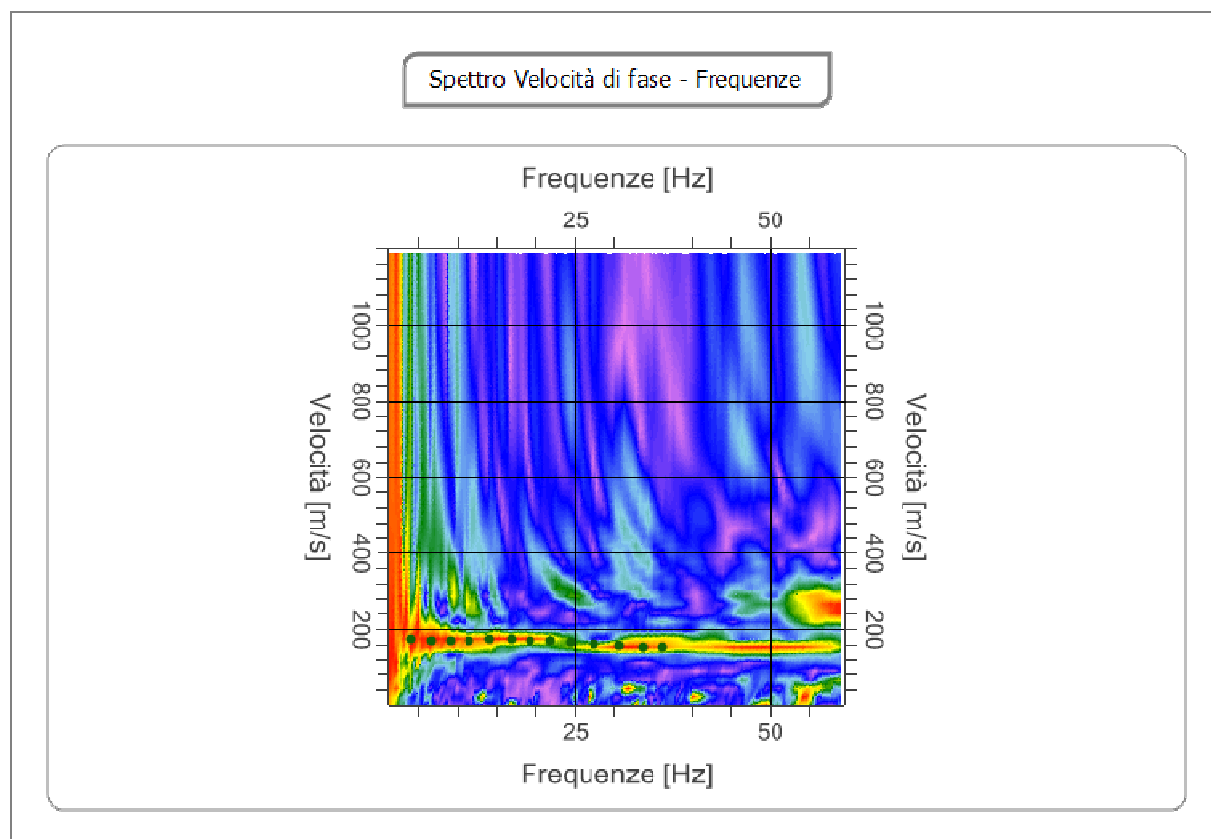
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



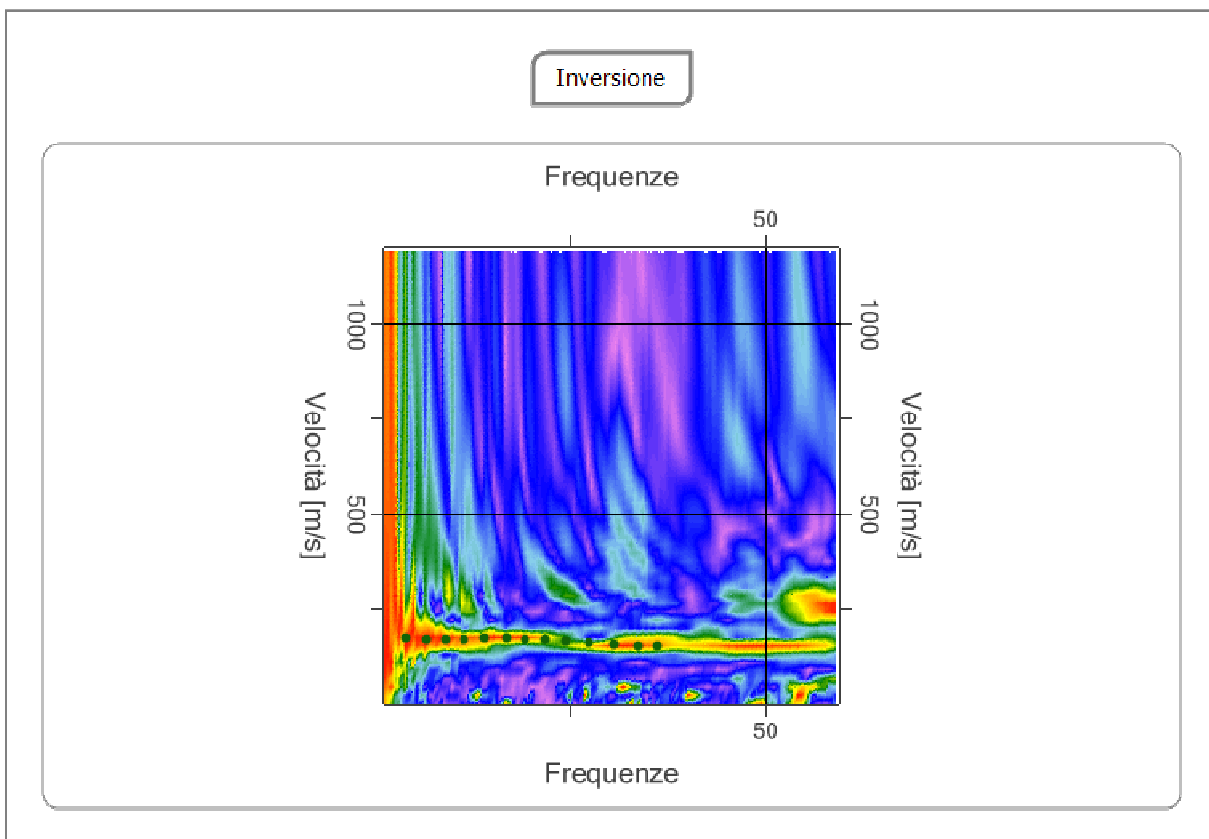
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	36.3	151.9	0
2	33.7	152.9	0
3	30.7	156.7	0
4	27.4	162.5	0
5	24.4	165.4	0
6	21.9	168.2	0
7	19.3	171.1	0
8	16.9	173.1	0
9	14.1	172.1	0
10	11.4	168.2	0
11	9.1	171.1	0
12	6.7	171.1	0
13	4.1	175.9	0

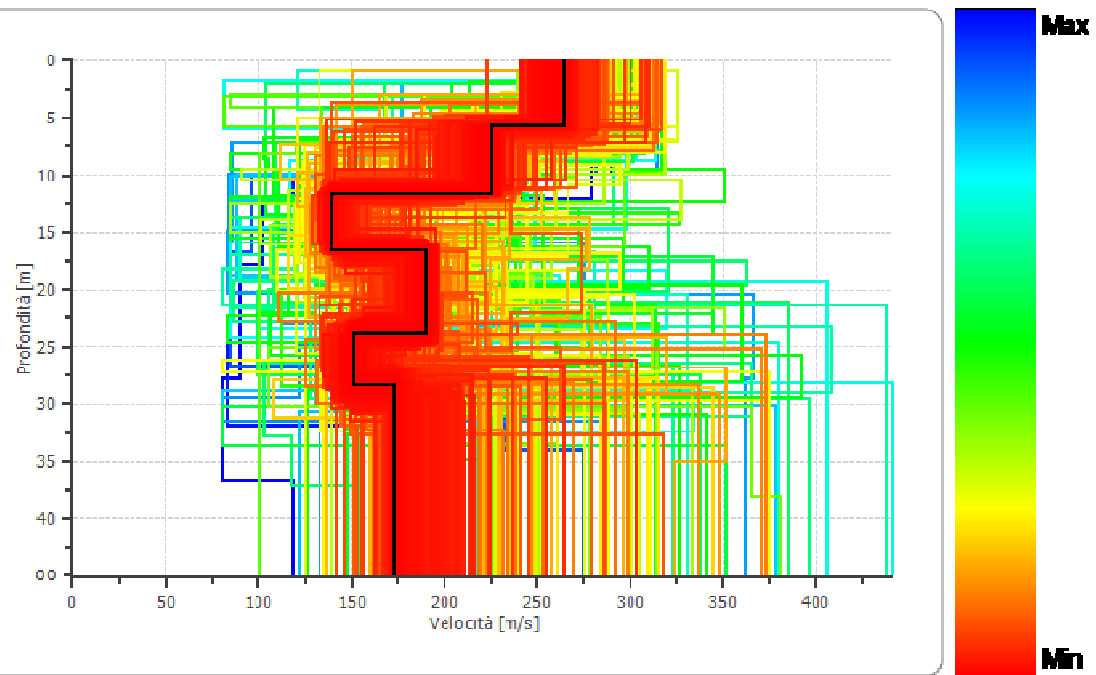


Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	5.75	5.75	1800.0	0.2	No	431.8	264.4
2	11.71	5.96	1800.0	0.2	Si	367.6	225.1
3	16.58	4.87	1800.0	0.2	Si	227.0	139.0
4	23.80	7.22	1800.0	0.2	Si	310.5	190.1
5	28.42	4.62	1800.0	0.2	Si	246.5	150.9
6	oo	oo	1800.0	0.2	Si	282.7	173.1



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	186.38
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	5.75	5.75	264.42	431.80	1800.00	0.20	125.85	335.61	167.81	302.05	N/A	3093.68
2	11.71	5.96	225.10	367.58	1800.00	0.20	91.20	243.21	121.60	218.89	87	1377.39
3	16.58	4.87	138.99	226.97	1800.00	0.20	34.77	92.73	46.36	83.46	3	122.15
4	23.80	7.22	190.14	310.50	1800.00	0.20	65.08	173.54	86.77	156.18	13	589.88
5	28.42	4.62	150.92	246.45	1800.00	0.20	41.00	109.33	54.67	98.40	3	184.76
6	oo	oo	173.10	282.66	1800.00	0.20	53.93	143.82	71.91	129.44	0	367.95

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

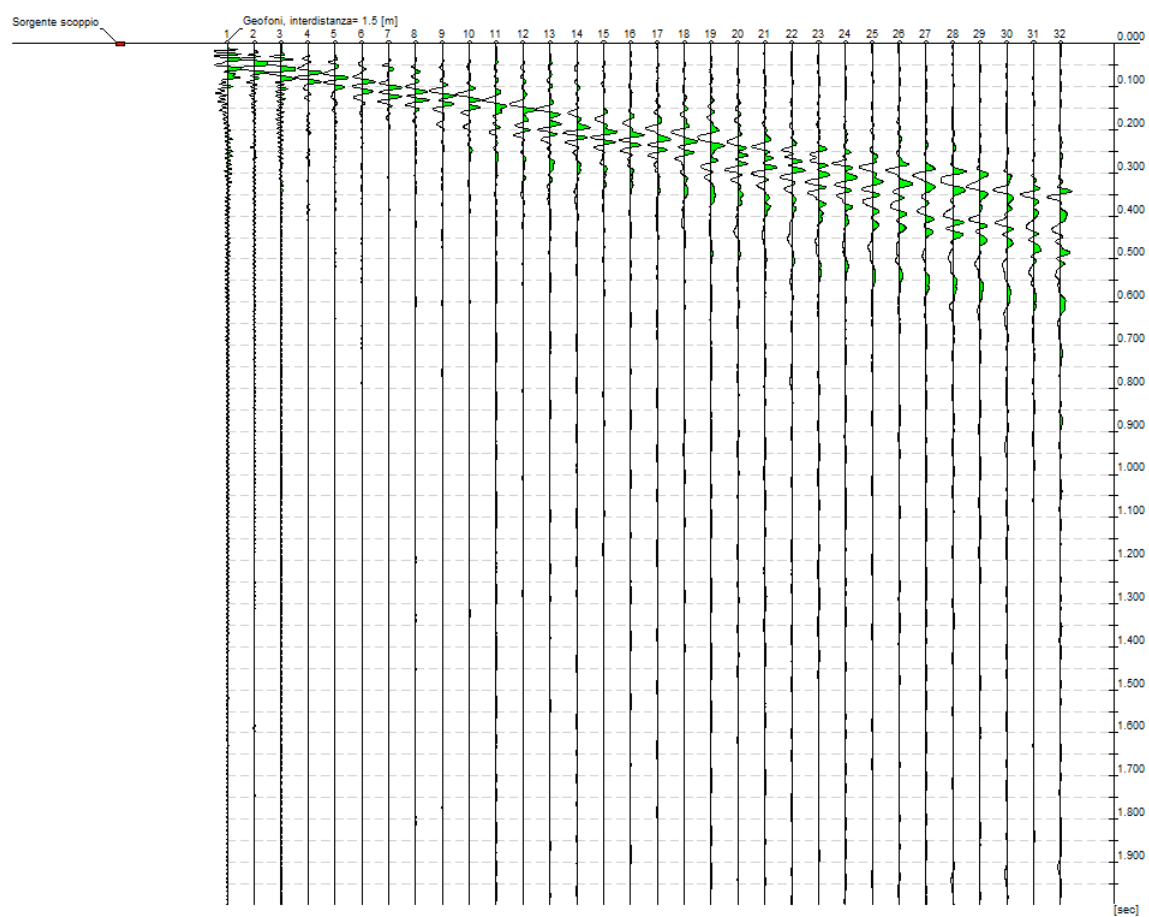
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

MASW2A

Tracce

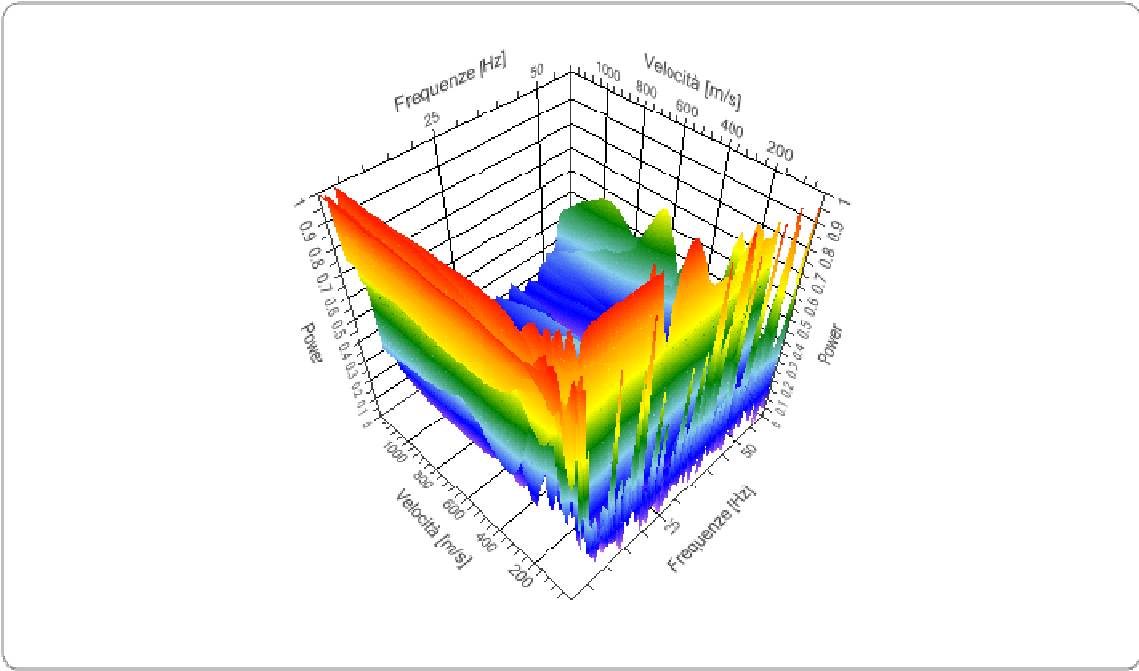
N. tracce	32
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

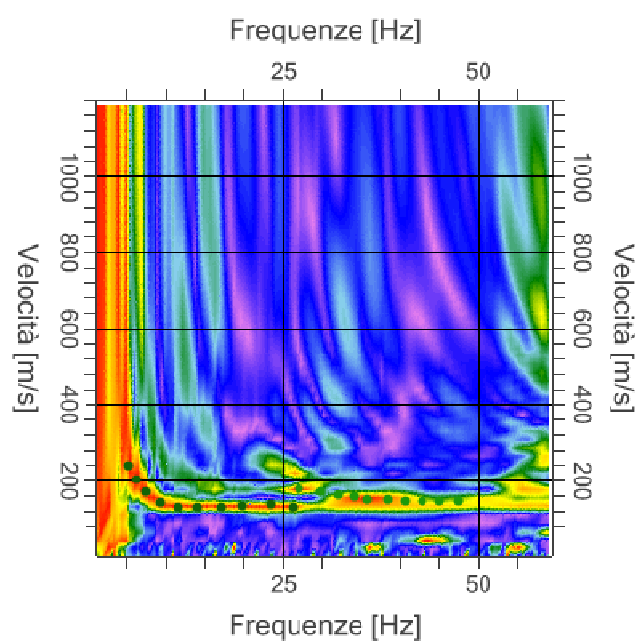
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

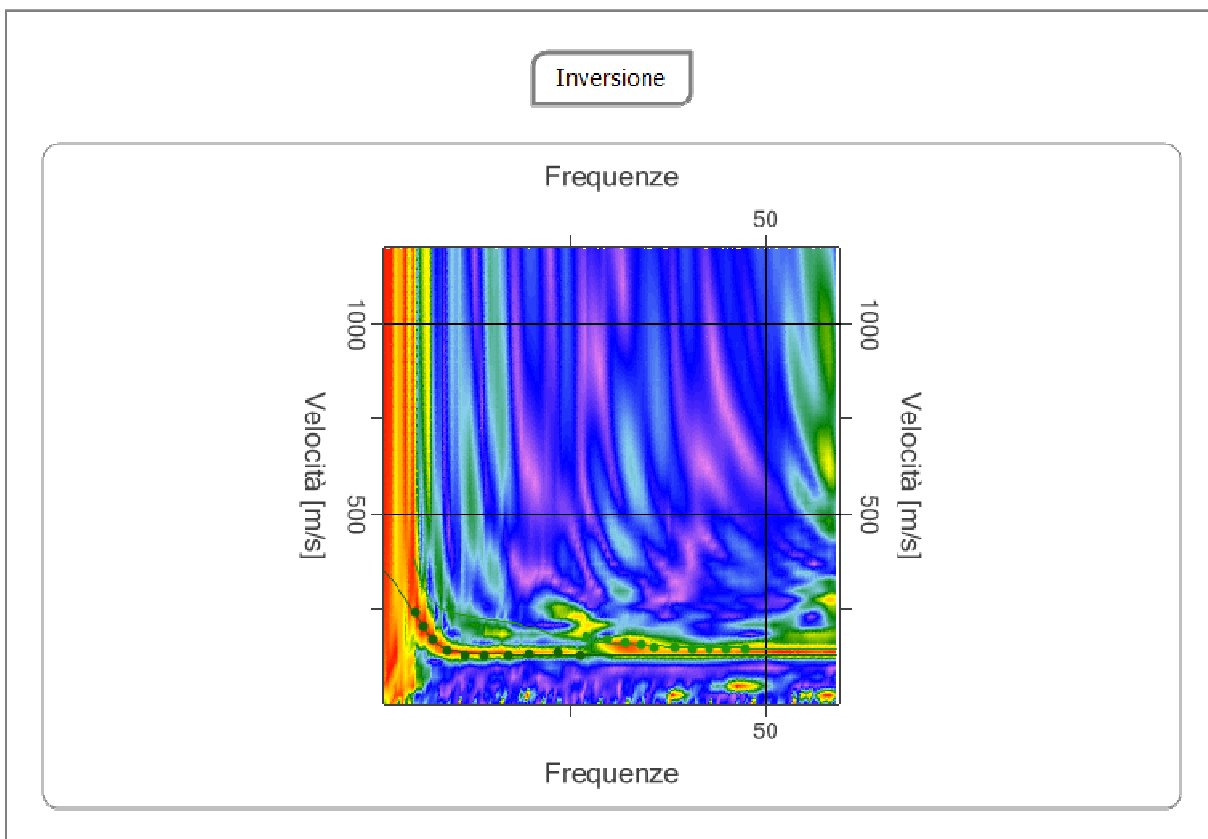
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	26.2	130.4	0
2	23.5	137.1	0
3	20.0	133.8	0
4	17.0	127.1	0
5	14.1	130.4	0
6	11.6	130.4	0
7	9.2	140.5	0
8	7.4	170.5	0
9	6.3	200.6	0
10	5.3	240.8	0
11	47.6	143.8	1
12	45.1	147.1	1
13	43.0	147.1	1
14	40.7	143.8	1
15	38.4	150.5	1
16	36.0	150.5	1
17	34.2	157.2	1
18	32.2	160.5	1
19	30.0	170.5	1
20	27.1	177.2	1

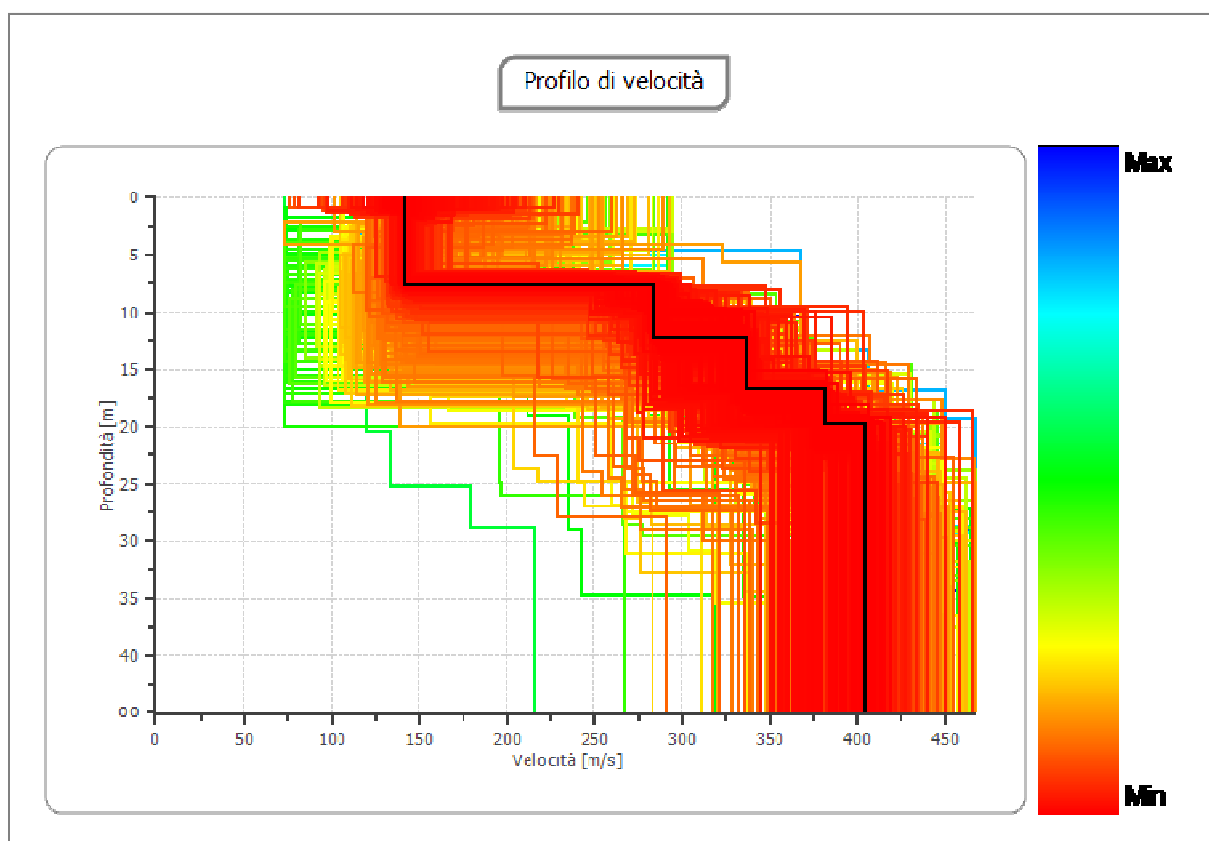
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.34	1.34	1800.0	0.2	No	232.1	142.1
2	7.67	6.33	1800.0	0.2	Si	232.8	142.6
3	12.32	4.66	1800.0	0.2	Si	463.1	283.6
4	16.72	4.39	1800.0	0.2	Si	549.0	336.2
5	19.77	3.06	1800.0	0.2	Si	622.6	381.2
6	oo	oo	1800.0	0.2	Si	661.0	404.8





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	257.34
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.34	1.34	142.13	232.10	1800.00	0.20	36.36	96.97	48.48	87.27	N/A	136.67
2	7.67	6.33	142.58	232.83	1800.00	0.20	36.59	97.58	48.79	87.82	13	138.83
3	12.32	4.66	283.60	463.12	1800.00	0.20	144.77	386.06	193.03	347.45	N/A	4398.27
4	16.72	4.39	336.19	549.00	1800.00	0.20	203.45	542.52	271.26	488.27	N/A	N/A
5	19.77	3.06	381.24	622.56	1800.00	0.20	261.62	697.65	348.82	627.88	N/A	N/A
6	oo	oo	404.75	660.96	1800.00	0.20	294.89	786.36	393.18	707.73	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

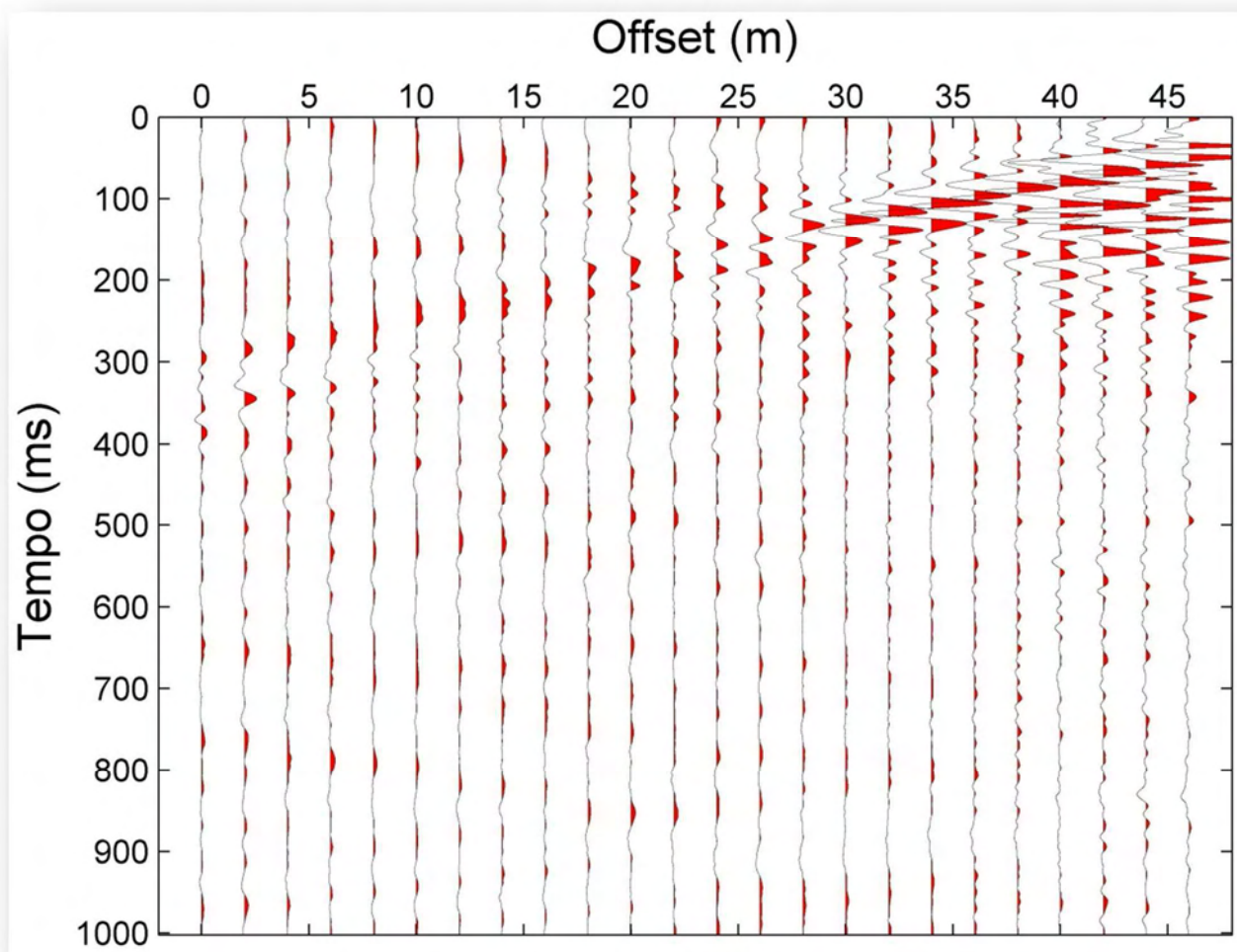
Ey: Modulo di Young;

Indice

Dati generali	4
Tracce	5
Analisi spettrale	6
Curva di dispersione	7
Inversione	10
Risultati	13
Altri parametri geotecnici	13
Indice	15

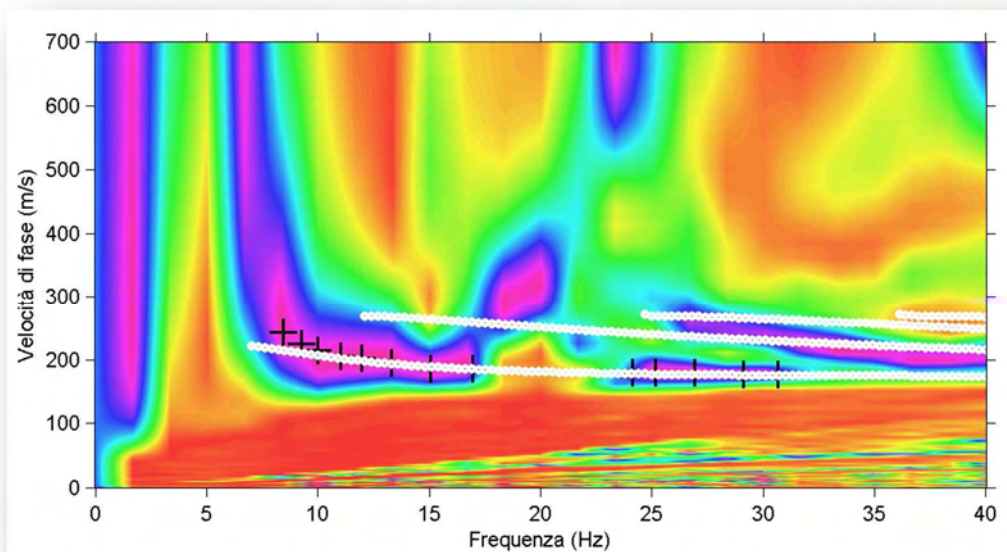
MASW3A

Allegato 2 – Sismogrammi



Sismogrammi acquisiti dai 24 geofoni durante l'indagine. La sorgente è posta ad una distanza di 8 m dal geofono 24. La spaziatura tra i geofoni è di 2 m.

Allegato 3 – Spettro di dispersione

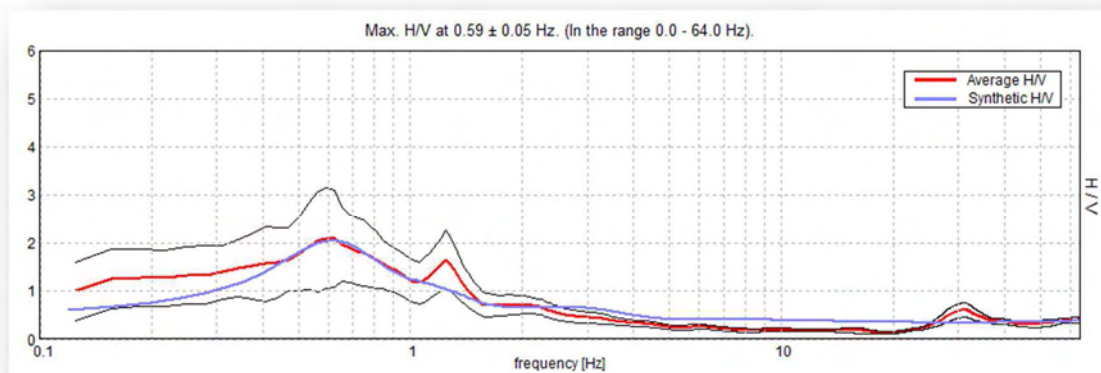


in alto: Spettro frequenza-velocità di fase dei dati acquisiti durante l'indagine. Sovrimposti allo spettro sono il picking del modo fondamentale (crochette nere) e le curve di dispersione sintetiche del modo fondamentale e di alcuni modi superiori (pallini bianchi).

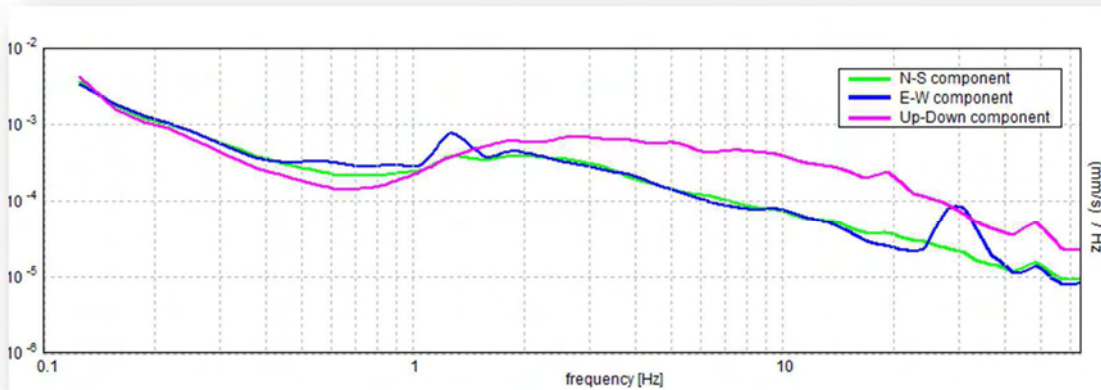
in basso: Curva H/V **(A)** e andamento delle tre componenti velocimetriche (N-S, E-W, Up-Down) **(B)**

HVSR3A

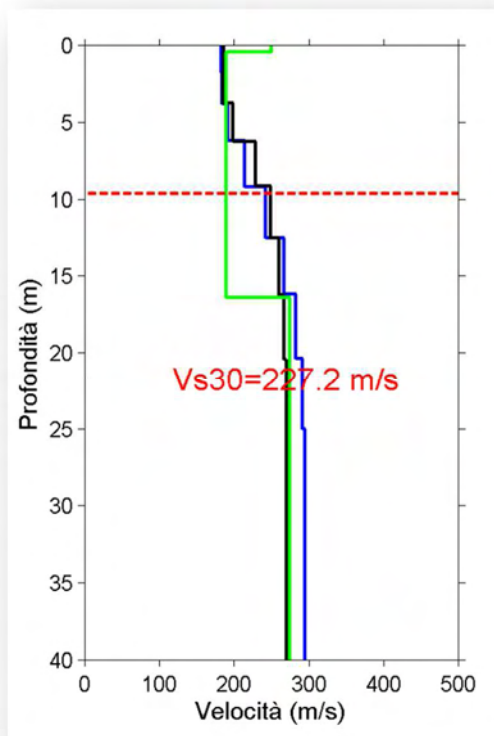
A



B



Allegato 4 – Velocità onde S in funzione della profondità

A

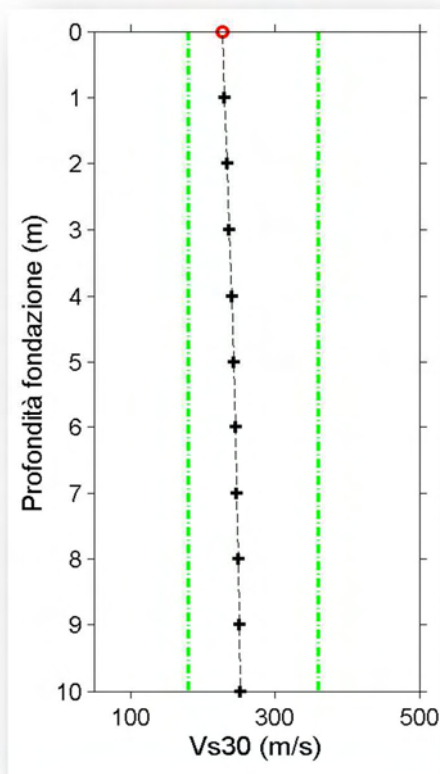
(A) Andamento della velocità delle onde S in funzione della profondità. Vengono riportati in nero i valori ottenuti con il programma WaveEq (Geometrics) e in blu i valori derivati con il programma SWAMI (Georgia Institute of Technology), relativamente all'indagine MASW; in verde viene indicato l'andamento ottenuto mediante inversione della curva H/V, vincolata nella parte superficiale attraverso i valori ottenuti dall'indagine MASW. La linea tratteggiata in rosso rappresenta la profondità stimata per la frequenza più bassa scelta durante l'operazione di *picking*. A profondità maggiori l'andamento delle velocità delle onde S è stimato mediante *fit* della curva H/V.

B

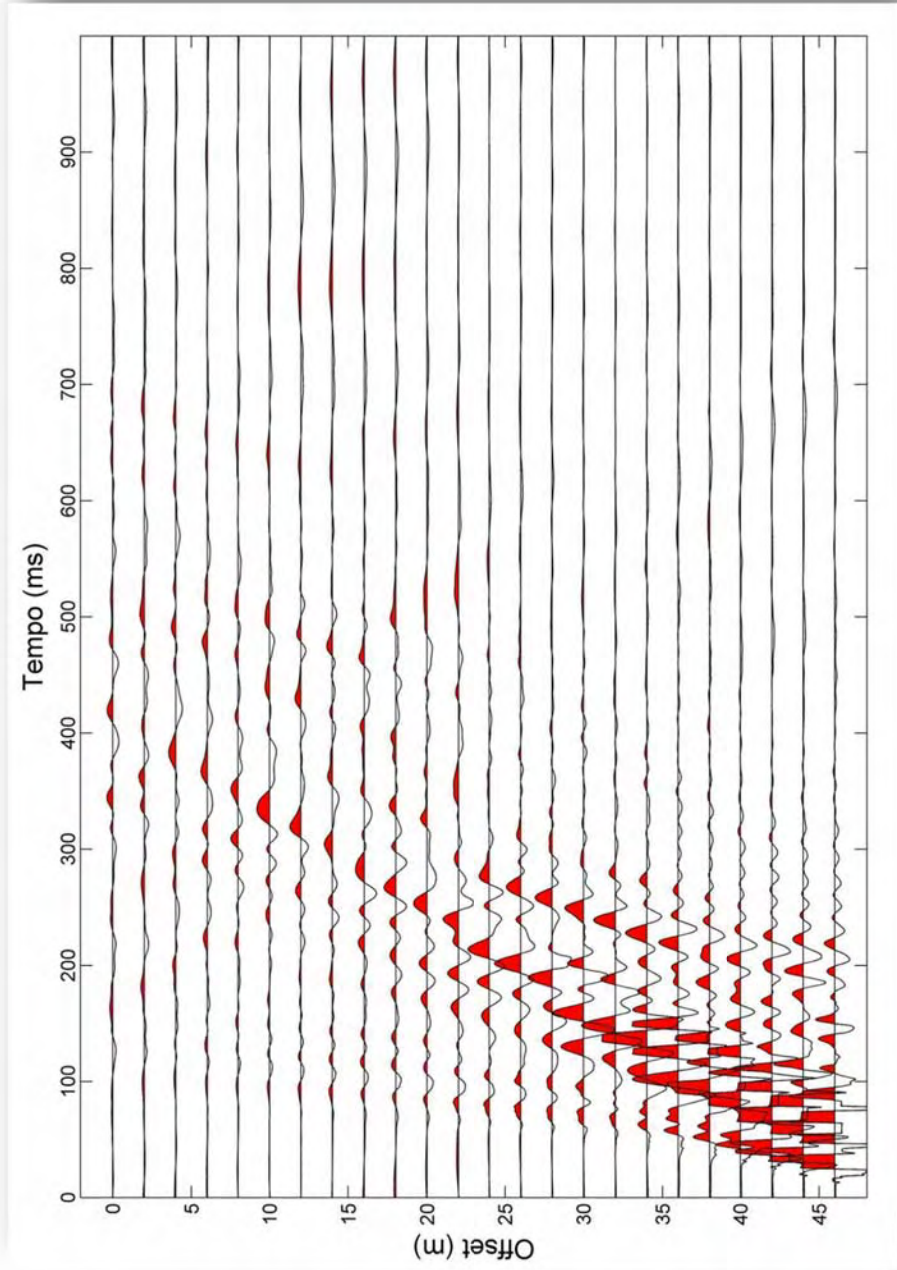
Spessore (m)	Vs WaveEq (m/s)	Spessore (m)	Vs SWAMI (m/s)	Spessore (m)	Vs HVSr (m/s)
1.7	185.9	1.7	183.3	0.4	250.0
2.1	185.4	2.1	184.3	16.0	190.0
2.5	198.4	2.4	191.8	50.0	275.0
2.9	228.5	3.0	213.7	125.0	445.0
3.3	248.4	3.3	242.7	inf	670.0
3.7	260.5	3.7	267.3		
4.2	267.1	4.2	283.0		
4.6	269.3	4.6	291.2		
15.0	269.5	15.0	294.8		
inf	269.5	inf	295.0		

(B) La prima, terza e quinta colonna riportano gli spessori degli strati dei modelli ottenuti dall'indagine MASW (colonne 1 e 3) e dall'indagine HVSr (colonna 5). La seconda e la quarta colonna contengono le velocità stimate attraverso la tecnica MASW utilizzando i programmi WaveEq e SWAMI; la sesta colonna riporta le velocità stimate mediante inversione della curva H/V. Sono evidenziati in azzurro i valori di velocità e i relativi spessori utilizzati per il calcolo del parametro V_{s30} ;

(C) andamento del parametro V_{s30} in funzione della variazione della profondità del piano fondale della struttura in progetto. Le linee in tratteggio di colore verde indicano i limiti 180 m/s e 360 m/s rispetto alla tabella 1 (cfr. §2).

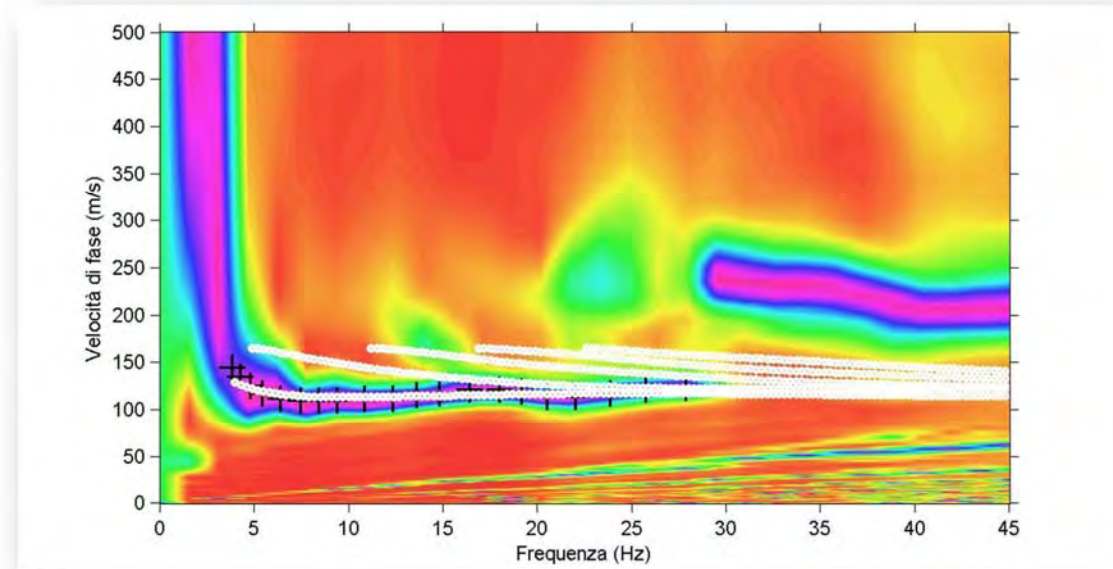
C

Allegato 2 – Sismogrammi – MASW1



Sismogrammi acquisiti dai 24 geofoni durante l'indagine. La sorgente è posta ad una distanza di 8 m dal geofono 24. La spaziatura tra i geofoni è di 2 m.

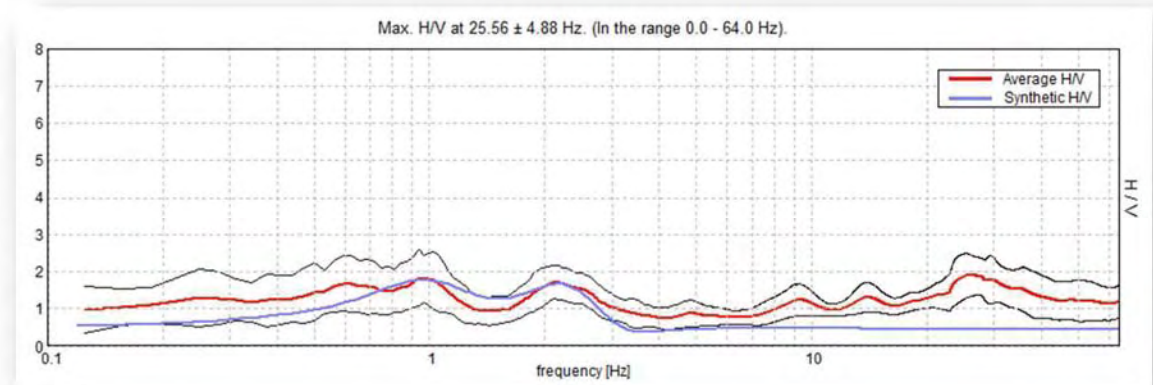
Allegato 3 – Spettro di dispersione – MASW1



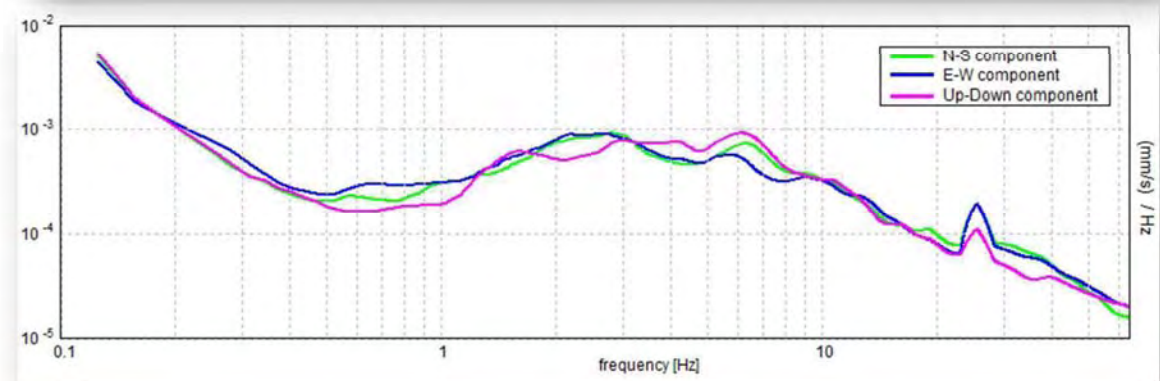
in alto: Spettro frequenza-velocità di fase dei dati acquisiti durante l'indagine. Sovrimposti allo spettro sono il picking del modo fondamentale (crocette nere) e le curve di dispersione sintetiche del modo fondamentale e di alcuni modi superiori (ballini bianchi).

in basso: Curva H/V (A) e andamento delle tre componenti velocimetriche (N-S, E-W, Up-Down) (B)

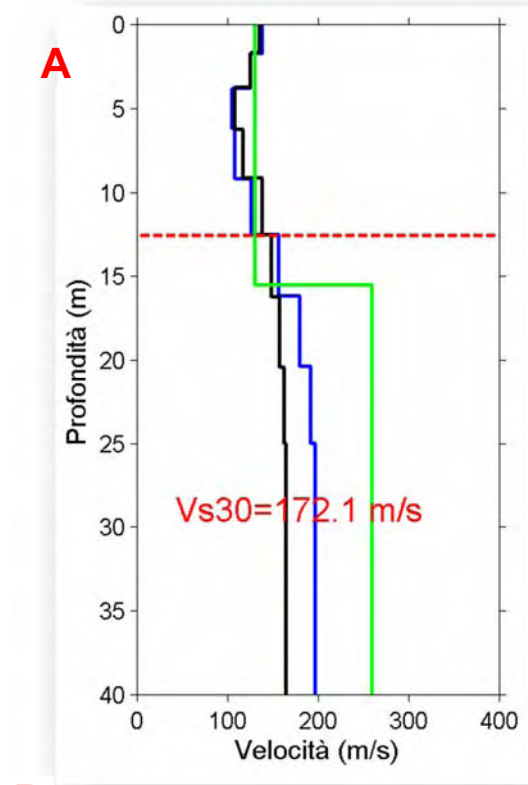
A



B



Allegato 4 – Velocità onde S in funzione della profondità – MASW1

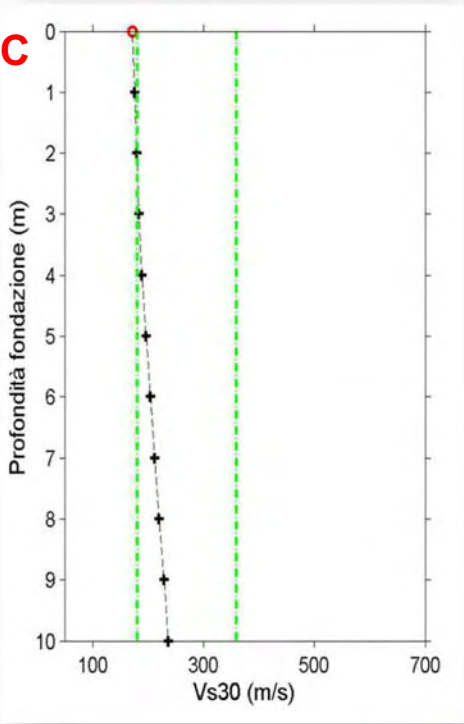


(A) Andamento della velocità delle onde S in funzione della profondità. Vengono riportati in nero i valori ottenuti con il programma WaveEq (Geometrics) e in blu i valori derivati con il programma SWAMI (Georgia Institute of Technology), relativamente all'indagine MASW; in verde viene indicato l'andamento ottenuto mediante inversione della curva H/V, vincolata nella parte superficiale attraverso i valori ottenuti dall'indagine MASW. La linea tratteggiata in rosso rappresenta la profondità stimata per la frequenza più bassa scelta durante l'operazione di *picking*. A profondità maggiori l'andamento delle velocità delle onde S è stimato mediante *fit* della curva H/V.

B

Spessore (m)	Vs WaveEq (m/s)	Spessore (m)	Vs SWAMI (m/s)	Spessore (m)	Vs HVSR (m/s)
1.7	135.3	1.7	138.5	15.5	130.0
2.1	125.2	2.1	125.7	57.0	260.0
2.5	108.0	2.4	104.9	inf	385.0
2.9	117.7	3.0	108.0		
3.3	138.2	3.3	126.3		
3.7	148.7	3.7	156.4		
4.2	157.3	4.2	179.6		
4.6	162.5	4.6	191.8		
15.0	165.0	15.0	196.9		
inf	165.0	inf	197.1		

(B) La prima, terza e quinta colonna riportano gli spessori degli strati dei modelli ottenuti dall'indagine MASW (colonne 1 e 3) e dall'indagine HVSR (colonna 5). La seconda e la quarta colonna contengono le velocità stimate attraverso la tecnica MASW utilizzando i programmi WaveEq e SWAMI; la sesta colonna riporta le velocità stimate mediante inversione della curva H/V. Sono evidenziati in azzurro i valori di velocità e i relativi spessori utilizzati per il calcolo del parametro V_{s30} ; **(C)** andamento del parametro V_{s30} in funzione della variazione della profondità del piano fondale della struttura in progetto. Le linee in tratteggio di colore verde indicano i limiti 180 m/s e 360 m/s rispetto alla tabella 1 (crf. §2).

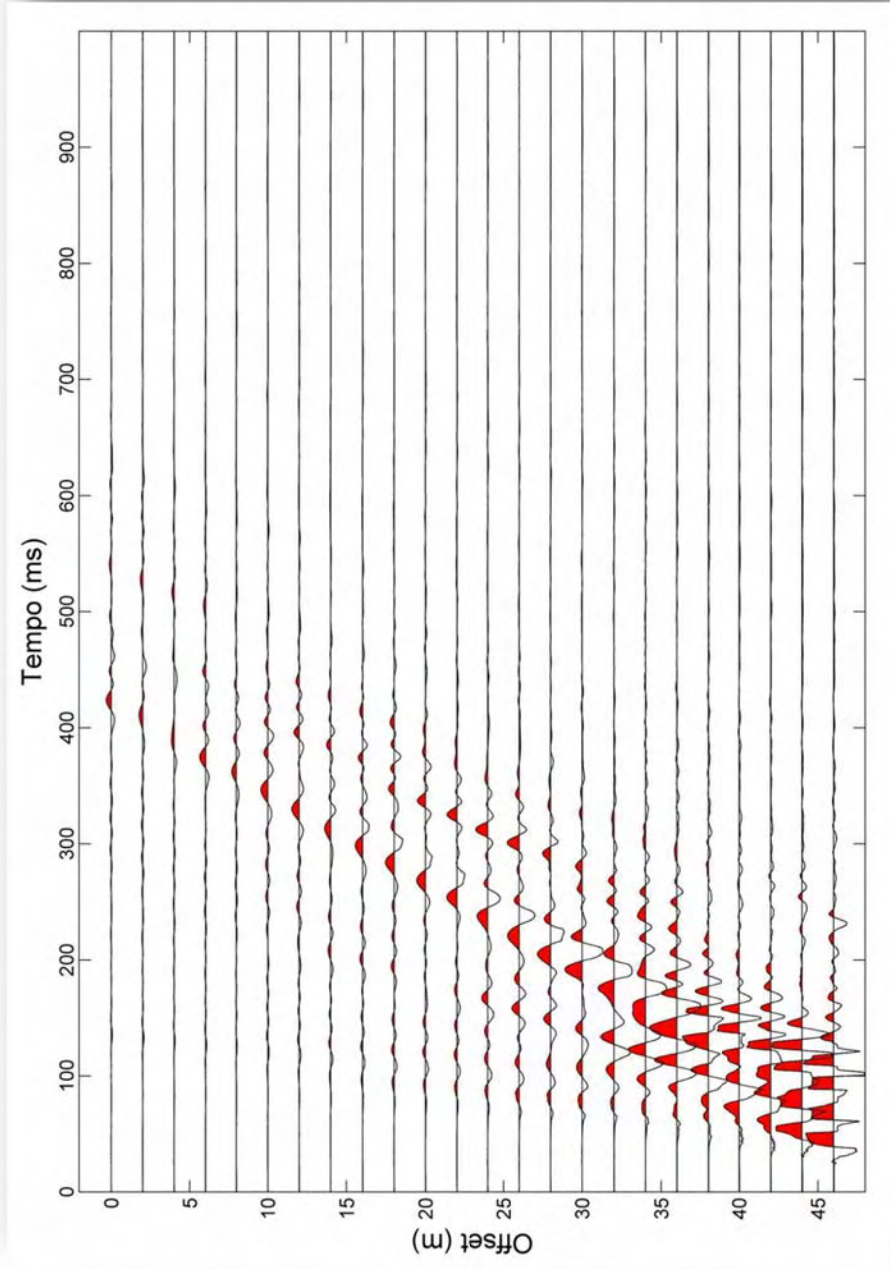


Allegato 5 – Documentazione fotografica – MASW2



Foto 1 – Ubicazione misura HVSR

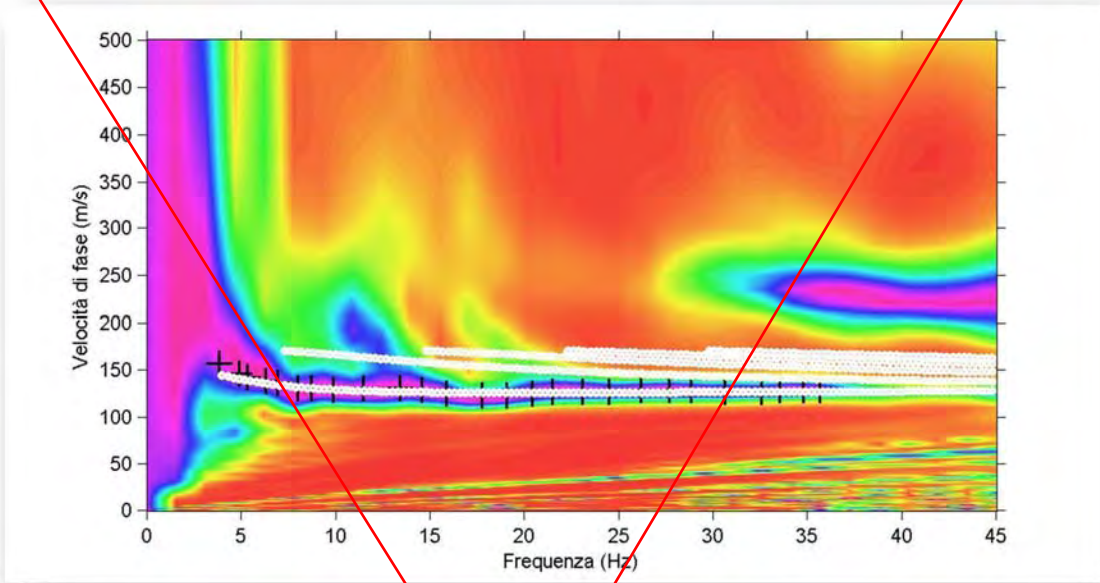
Allegato 6 – Sismogrammi – MASW2



MASW5A

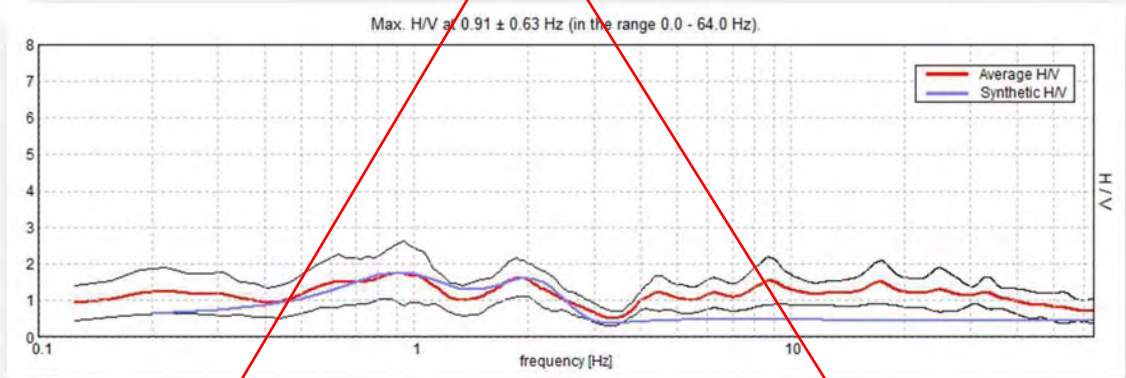
Sismogrammi acquisiti dai 24 geofoni durante l'indagine. La sorgente è posta ad una distanza di 8 m dal geofono 24. La spaziatura tra i geofoni è di 2 m.

Allegato 7 – Spettro di dispersione – MASW2

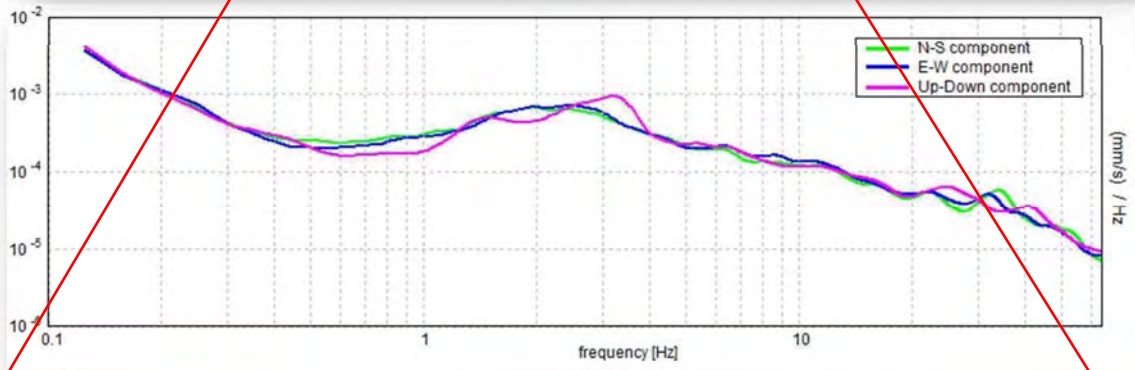


in alto: Spettro frequenza-velocità di fase dei dati acquisiti durante l'indagine. Sovrimposti allo spettro sono il picking del modo fondamentale (crocette nere) e le curve di dispersione sintetiche del modo fondamentale e di alcuni modi superiori (pallini bianchi).
in basso: Curva H/V (A) e andamento delle tre componenti velocimetriche (N-S, E-W, Up-Down) (B)

A

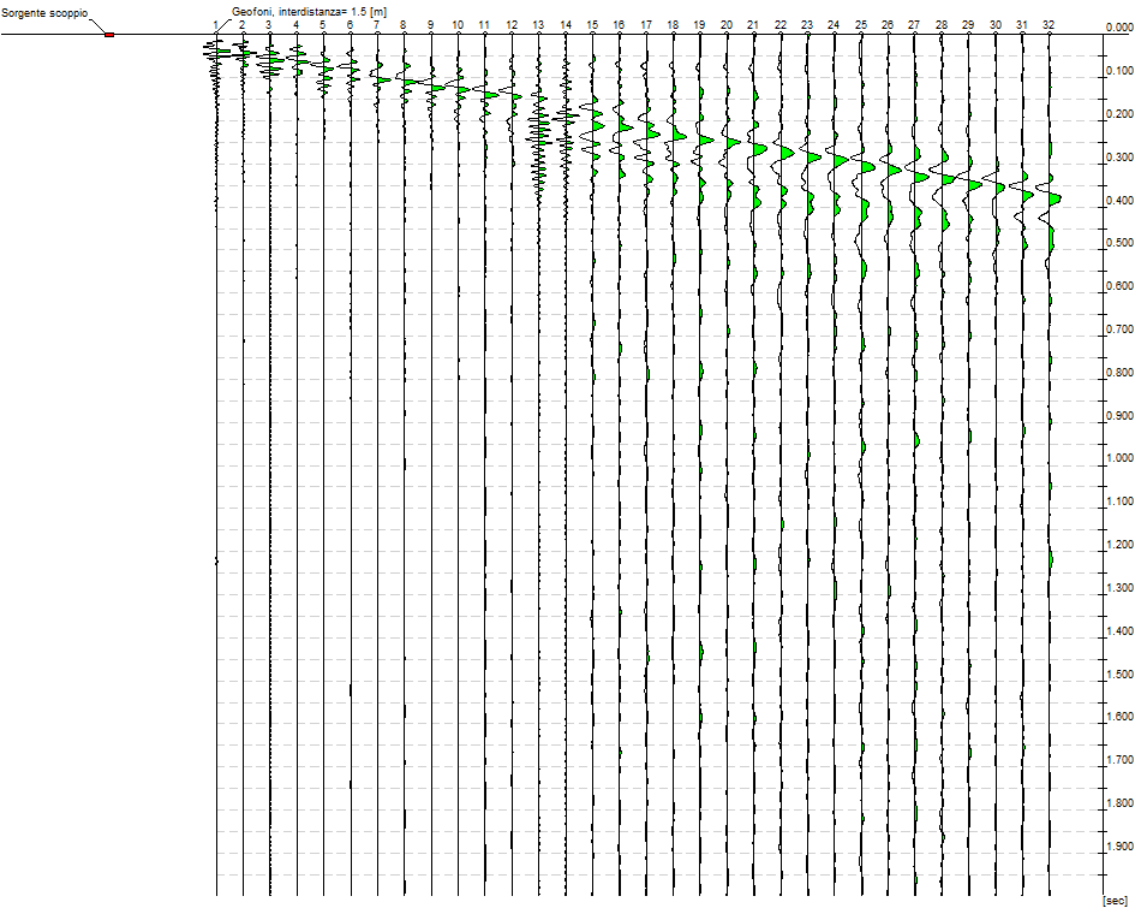


B



Tracce

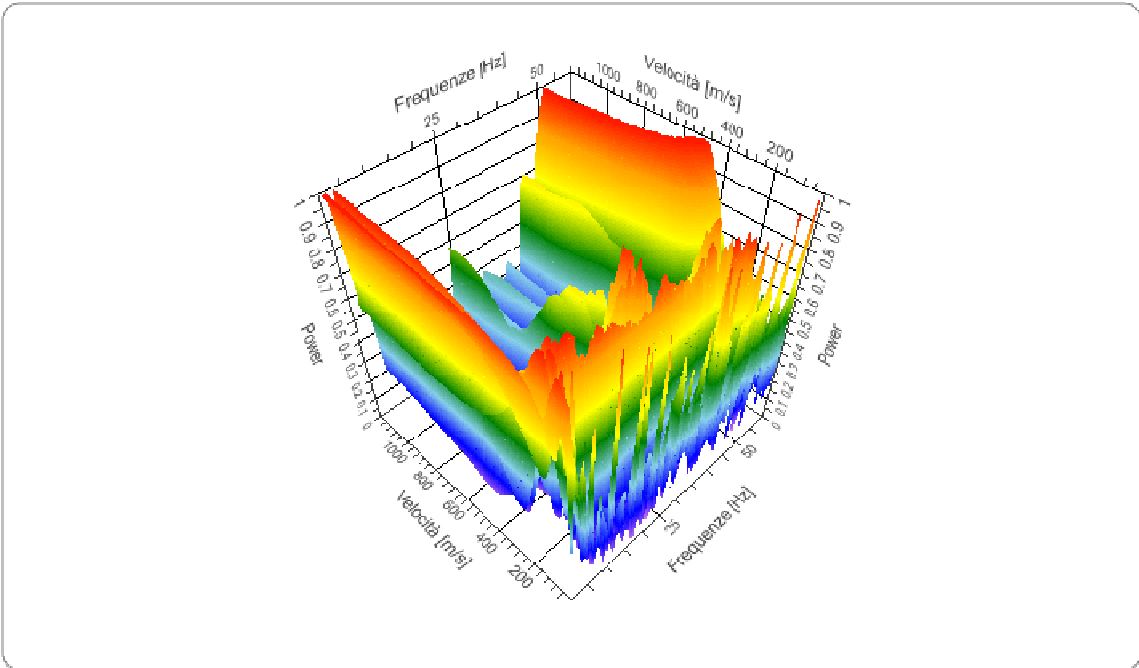
N. tracce	32
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.5
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

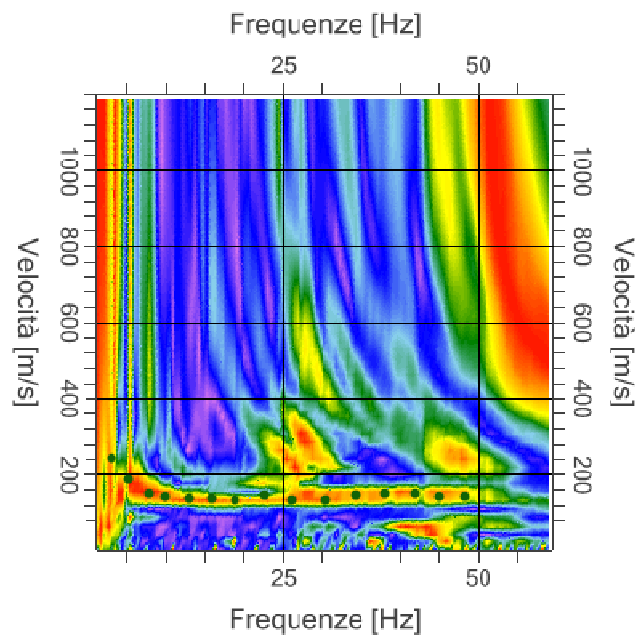
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	48.3	142.6	0
2	45.2	142.6	0
3	42.0	150.4	0
4	38.1	150.4	0
5	34.3	146.5	0
6	30.5	134.9	0
7	26.1	134.9	0
8	22.7	146.5	0
9	18.8	134.9	0
10	15.8	138.8	0
11	13.0	138.8	0
12	9.9	142.6	0
13	7.9	150.4	0
14	5.2	185.1	0
15	3.1	242.9	0

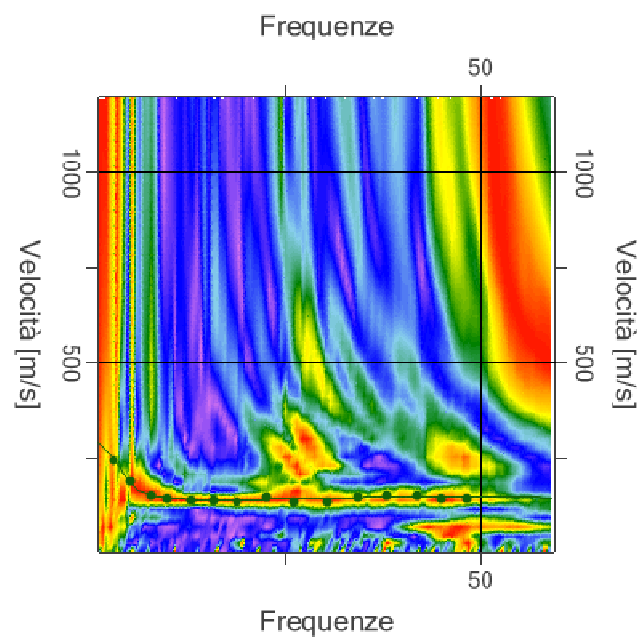
Spettro Velocità di fase - Frequenze



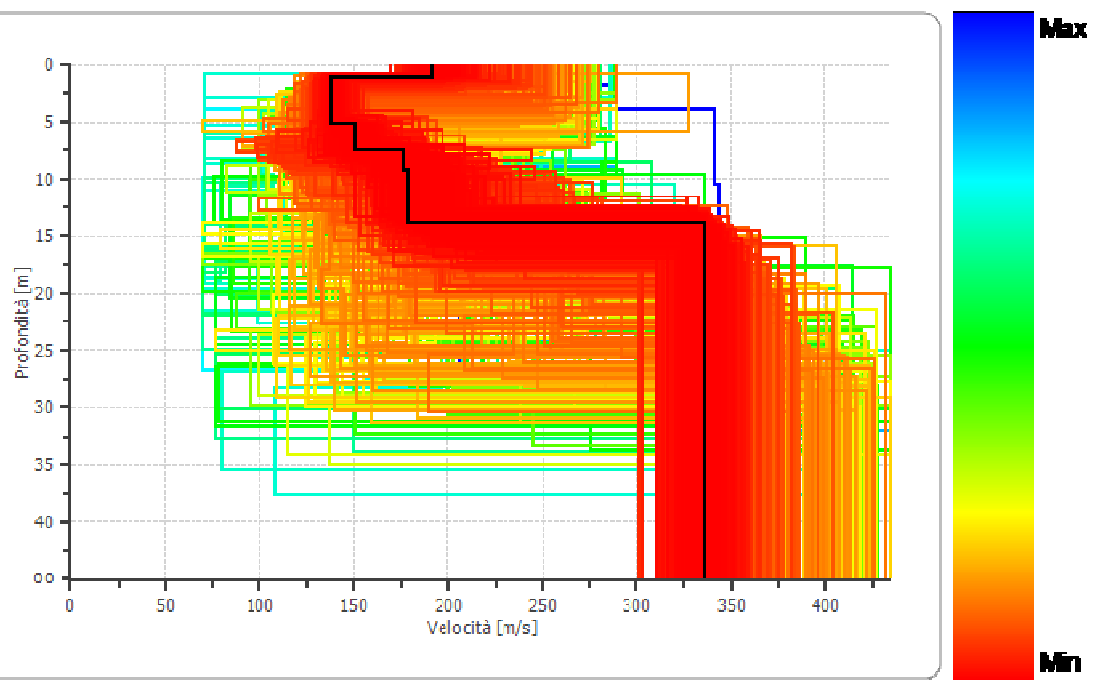
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.22	1.22	1800.0	0.2	No	312.6	191.4
2		5.13	3.91	1800.0	0.2	Si	226.0	138.4
3		7.57	2.44	1800.0	0.2	Si	246.1	150.7
4		9.24	1.67	1800.0	0.2	Si	288.4	176.6
5		13.95	4.72	1800.0	0.2	Si	291.2	178.3
6		oo	oo	1800.0	0.2	Si	548.4	335.8

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	223.08
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.22	1.22	191.45	312.63	1800.00	0.20	65.97	175.93	87.96	158.33	N/A	610.50
2	5.13	3.91	138.42	226.05	1800.00	0.20	34.49	91.97	45.99	82.78	16	119.67
3	7.57	2.44	150.71	246.11	1800.00	0.20	40.88	109.03	54.51	98.12	12	183.47
4	9.24	1.67	176.59	288.38	1800.00	0.20	56.13	149.69	74.85	134.72	22	406.88
5	13.95	4.72	178.30	291.16	1800.00	0.20	57.22	152.60	76.30	137.34	16	427.01
6	oo	oo	335.85	548.44	1800.00	0.20	203.03	541.41	270.70	487.27	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

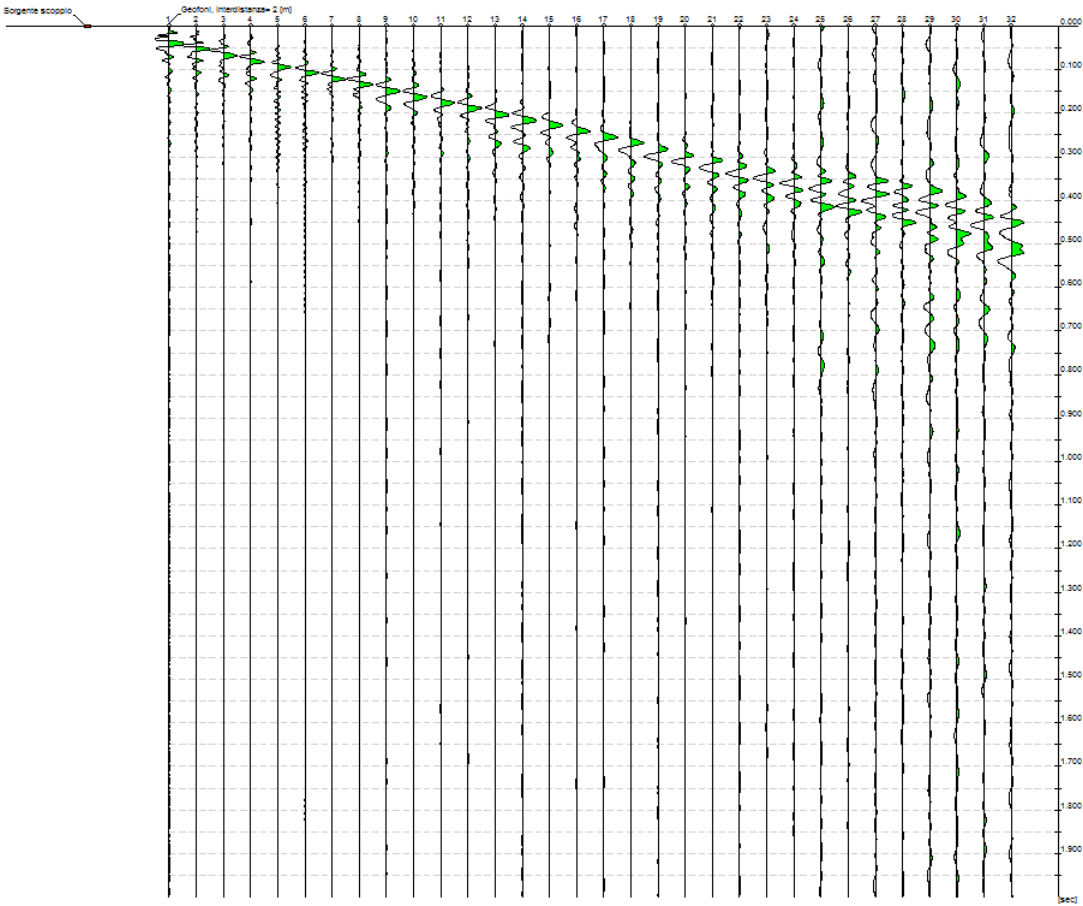
Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Tracce

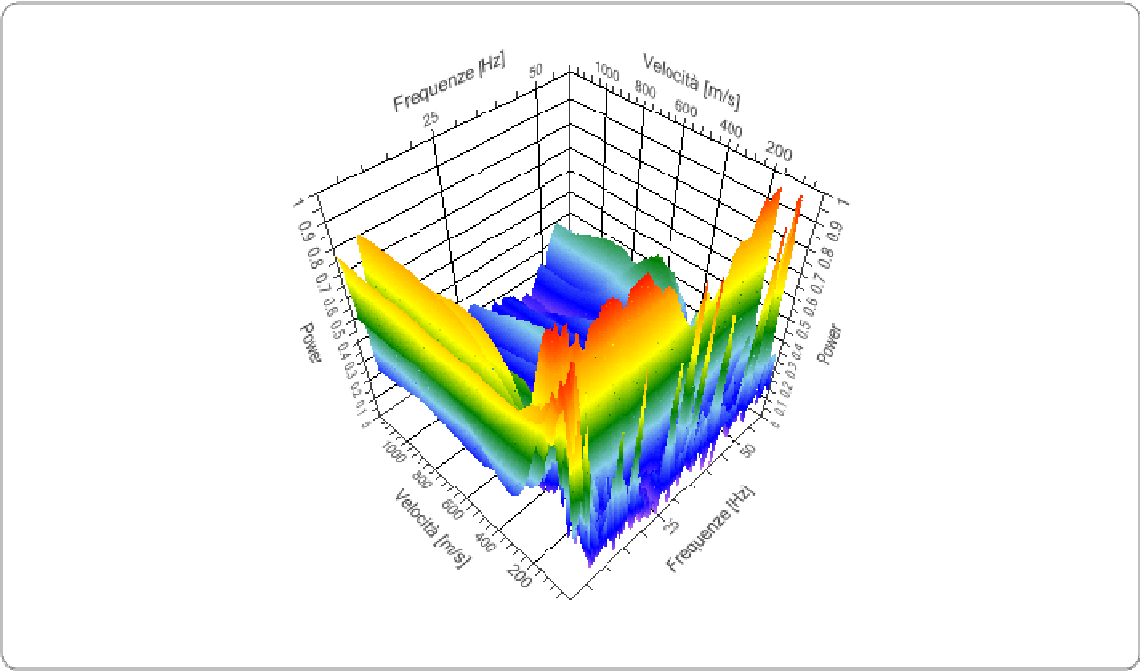
N. tracce	32
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

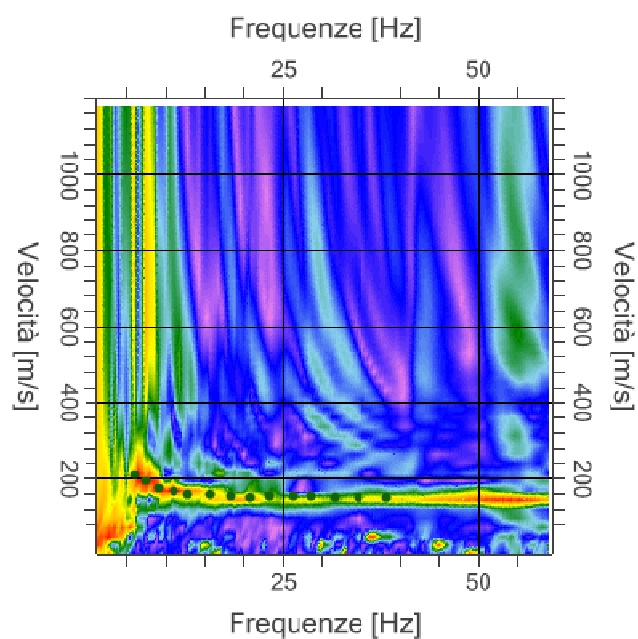
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.1	212.4	0
2	7.4	193.5	0
3	9.0	174.6	0
4	11.0	167.6	0
5	12.9	158.1	0
6	15.6	155.8	0
7	18.3	153.4	0
8	20.9	151.0	0
9	23.3	153.4	0
10	26.2	153.4	0
11	28.7	153.4	0
12	31.8	151.0	0
13	34.8	151.0	0
14	38.3	151.0	0

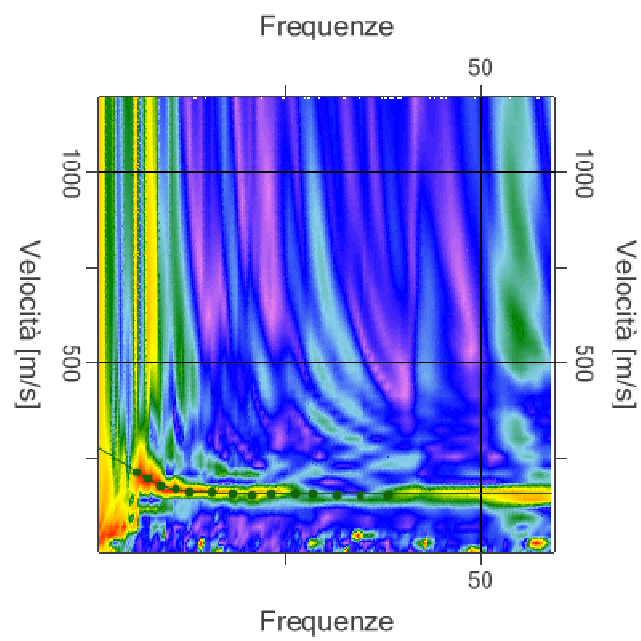
Spettro Velocità di fase - Frequenze



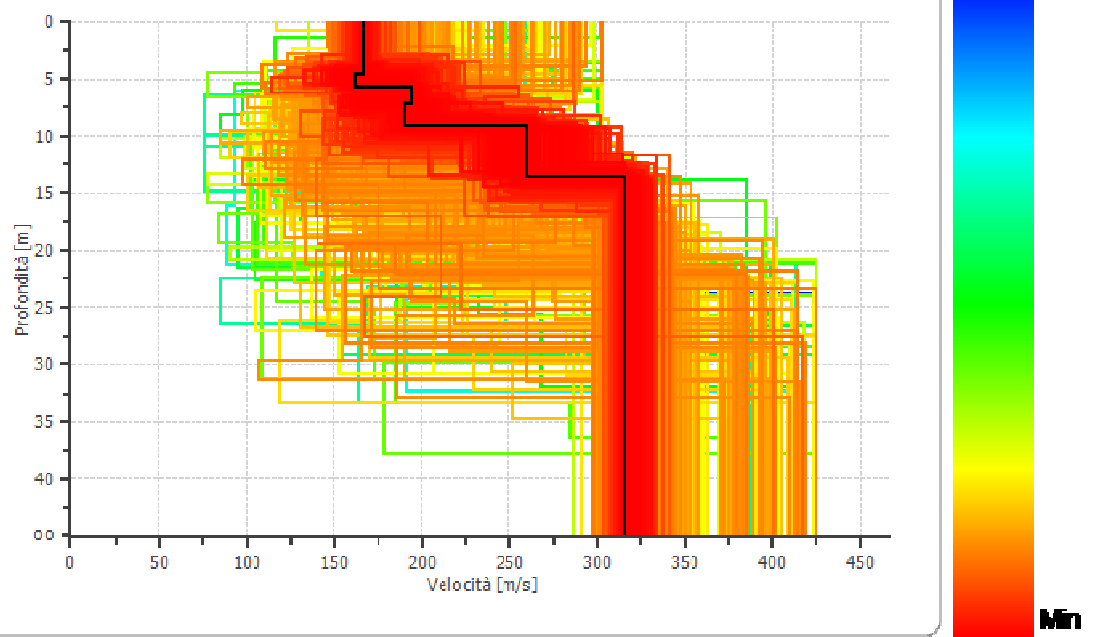
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.62	4.62	1800.0	0.2	No	272.0	166.6
2		5.76	1.14	1800.0	0.2	Si	264.8	162.1
3		7.26	1.50	1800.0	0.2	Si	316.9	194.1
4		9.14	1.88	1800.0	0.2	Si	311.3	190.7
5		13.66	4.51	1800.0	0.2	Si	424.0	259.7
6		oo	oo	1800.0	0.2	Si	514.7	315.2

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	246.70
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.62	4.62	166.56	272.00	1800.00	0.20	49.94	133.17	66.59	119.85	67	303.29
2	5.76	1.14	162.13	264.76	1800.00	0.20	47.31	126.17	63.09	113.56	23	264.82
3	7.26	1.50	194.09	316.95	1800.00	0.20	67.81	180.82	90.41	162.74	51	654.09
4	9.14	1.88	190.65	311.33	1800.00	0.20	65.43	174.47	87.23	157.02	36	597.86
5	13.66	4.51	259.67	424.04	1800.00	0.20	121.37	323.66	161.83	291.29	N/A	2824.26
6	oo	oo	315.21	514.74	1800.00	0.20	178.84	476.92	238.46	429.23	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

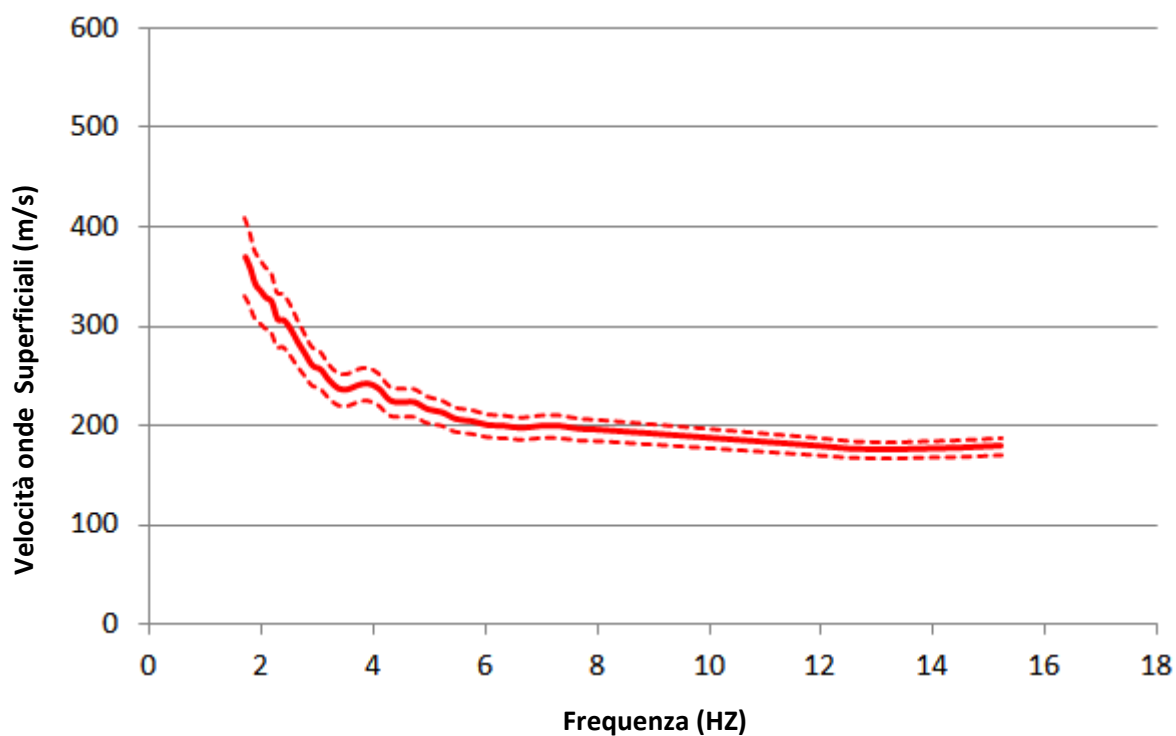
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

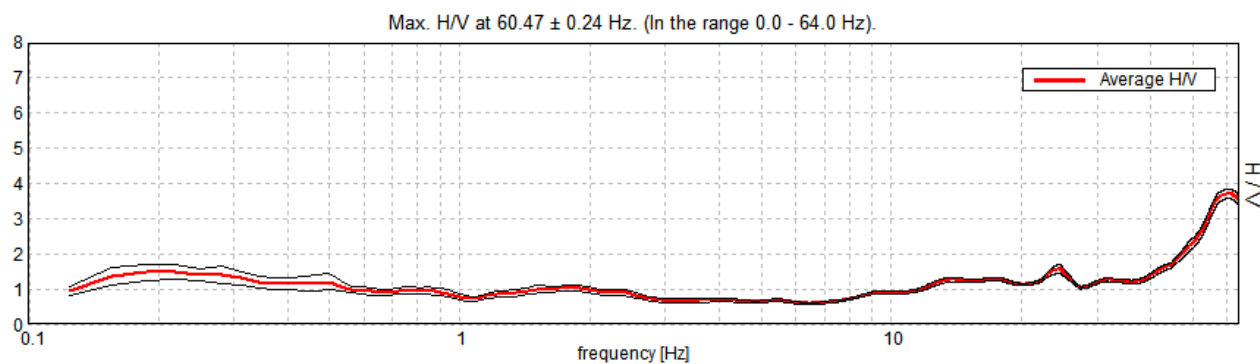
A8

Località: Bocca di Bevano (RA), località Fosso Ghiaia	
Strumento: Brainspy Micromed a 16 canali e 24 bit equivalenti	
Inizio registrazione: 15/04/14 18h43m06.00s	Fine registrazione: 15/04/14 19h13m06.00s
Durata registrazione: 30 minuti.	
Tipo di superficie: terreno libero	
Freq. campionamento: 128 Hz	
Lunghezza finestre: 20 s	
Canali utilizzati: 16 ad oscillazione verticale e frequenza propria a 4.5 Hz	

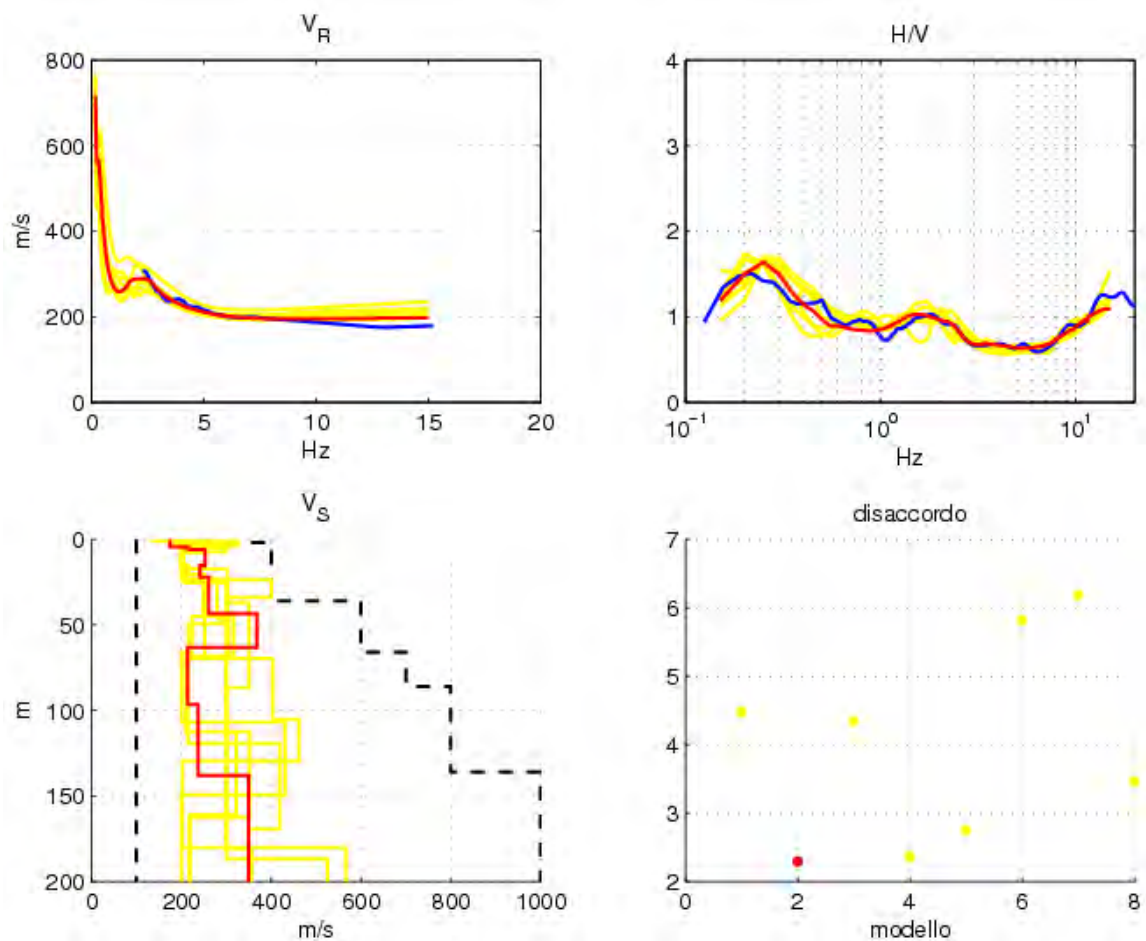




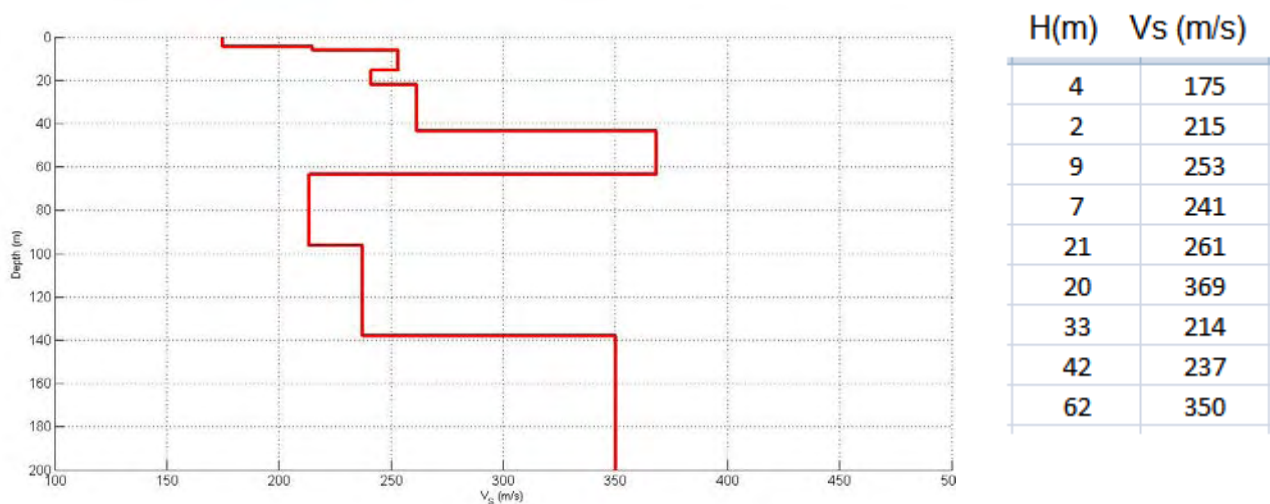
Curva di dispersione delle onde di Rayleigh elaborata con tecnica ESAC. Le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di confidenza al 95%.



HVSR corrispondente per Inversione Congiunta T79



Risultati delle simulazioni realizzate con l'algoritmo genetico. Nel pannello in basso a sinistra gli 8 profili V_S ; nei pannelli superiori sono riportate le correlazioni tra dati sperimentali (in blu) e le curve teoriche; nel pannello in basso a destra è visualizzato il valore di misfit o disaccordo per ciascun risultato. Le curve in rosso si riferiscono al miglior risultato in termini di misfit; in giallo i restanti risultati; nel pannello in basso a sinistra sono riportati in nero tratteggiato i limiti di ricerca assegnati al software d'inversione.

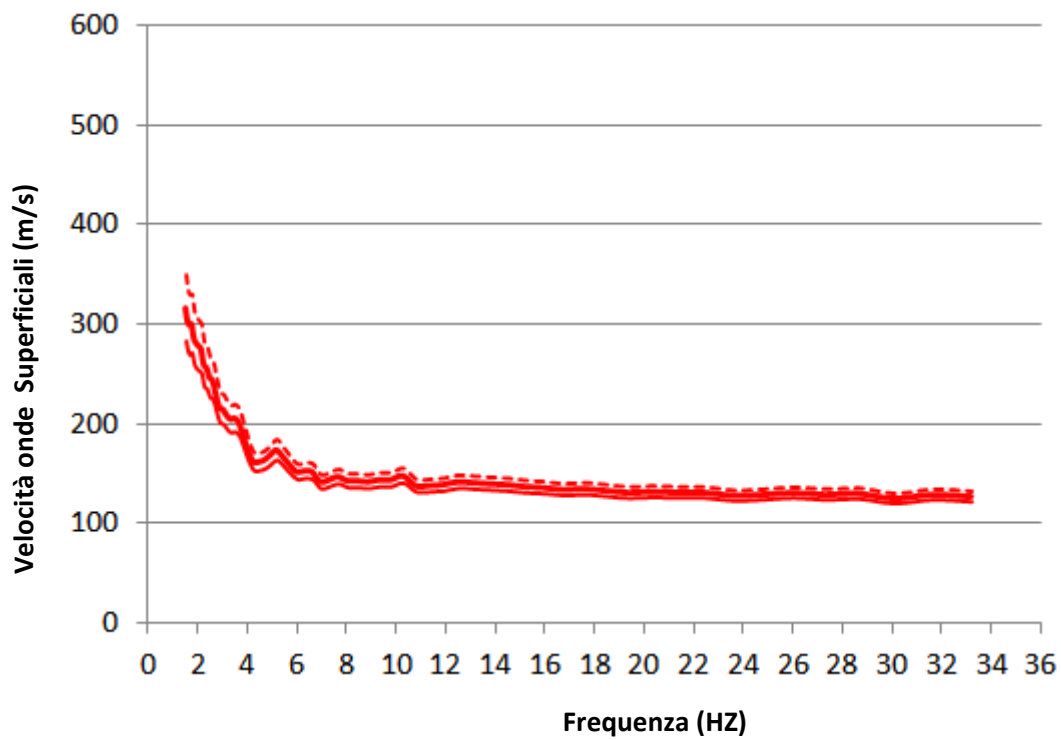


Miglior Profilo V_S in termini di correlazione tra curve sperimentali e teoriche. **$V_{S30} = 235$ m/s; Classe di suolo NTC08 tipo C**

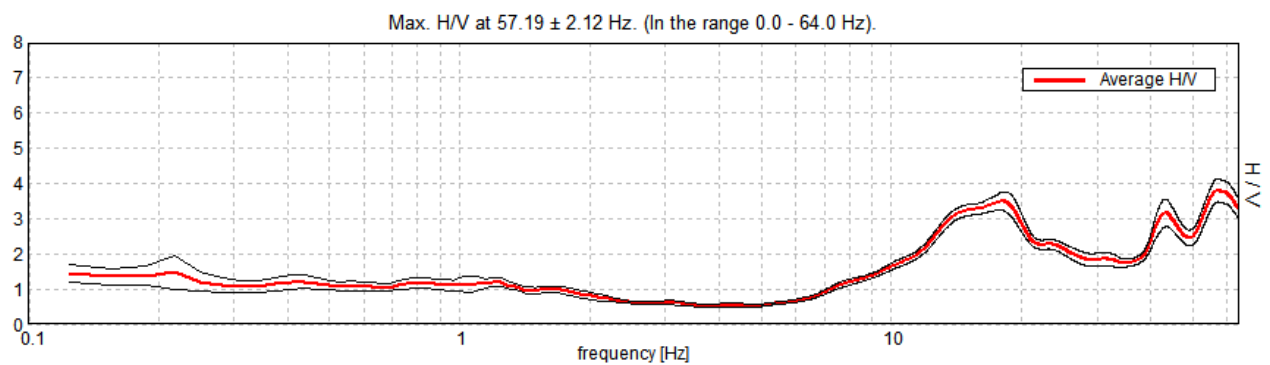
A7

Località: Porto Corsini (RA), via Goro	
Strumento: Brainspy Micromed a 16 canali e 24 bit equivalenti	
Inizio registrazione: 15/04/14 16h51m15.00s	Fine registrazione: 15/04/14 17h21m15.00s
Durata registrazione: 30 minuti.	
Tipo di superficie: terreno libero	
Freq. campionamento: 128 Hz	
Lunghezza finestre: 20 s	
Canali utilizzati: 16 ad oscillazione verticale e frequenza propria a 4.5 Hz	

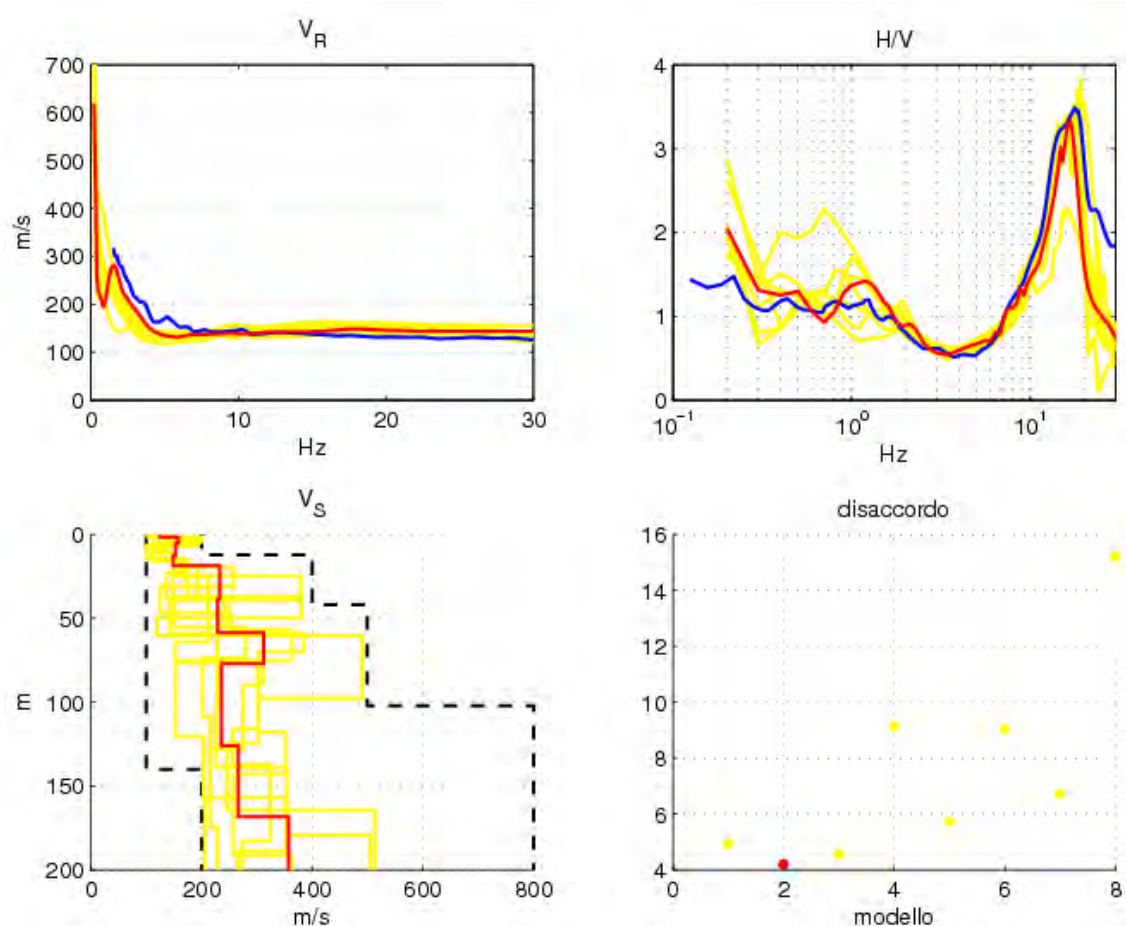




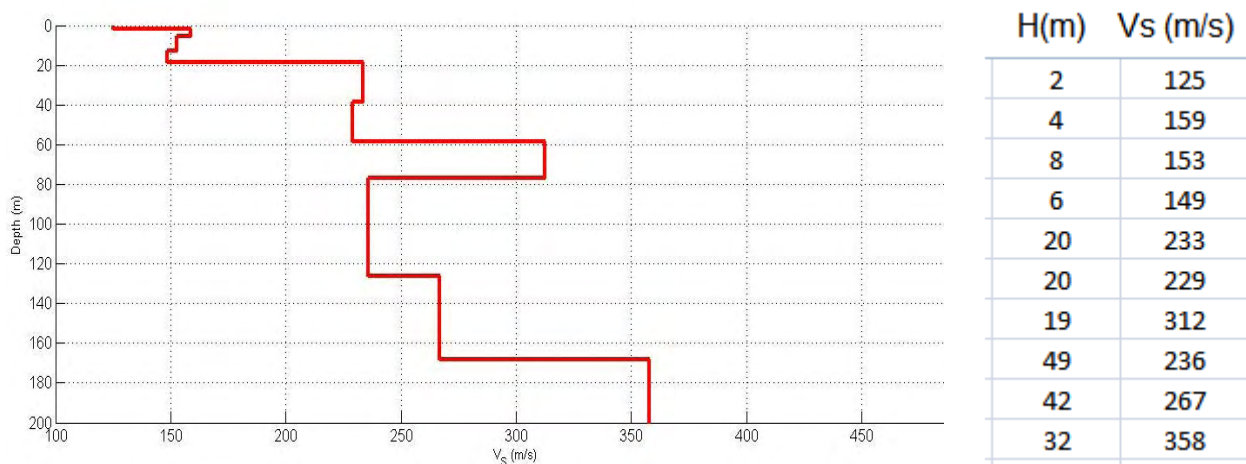
Curva di dispersione delle onde di Rayleigh elaborata con tecnica ESAC. Le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di confidenza al 95%.



HVSR corrispondente per Inversione Congiunta T78



Risultati delle simulazioni realizzate con l'algoritmo genetico. Nel pannello in basso a sinistra gli 8 profili V_s ; nei pannelli superiori sono riportate le correlazioni tra dati sperimentali (in blu) e le curve teoriche; nel pannello in basso a destra è visualizzato il valore di misfit o disaccordo per ciascun risultato. Le curve in rosso si riferiscono al miglior risultato in termini di misfit; in giallo i restanti risultati; nel pannello in basso a sinistra sono riportati in nero tratteggiato i limiti di ricerca assegnati al software d'inversione.

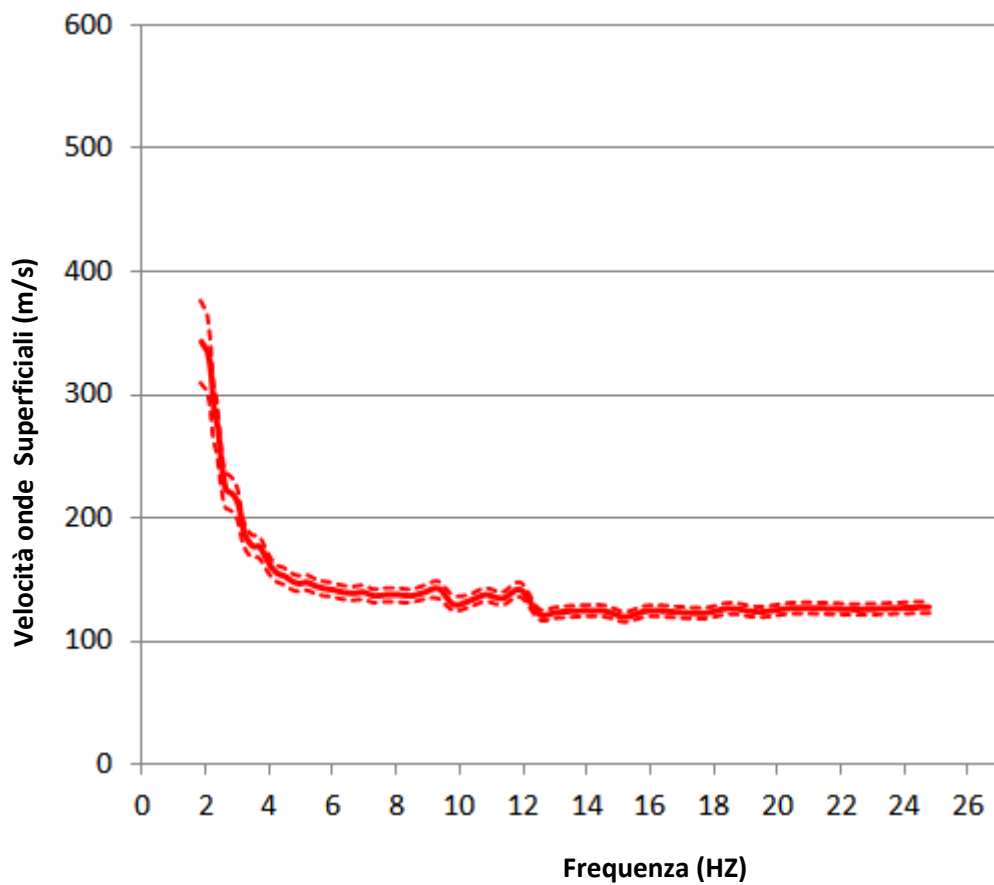


Miglior Profilo V_s in termini di correlazione tra curve sperimentali e teoriche. **$V_{s30} = 170$ m/s; Classe di suolo NTC08 tipo D**

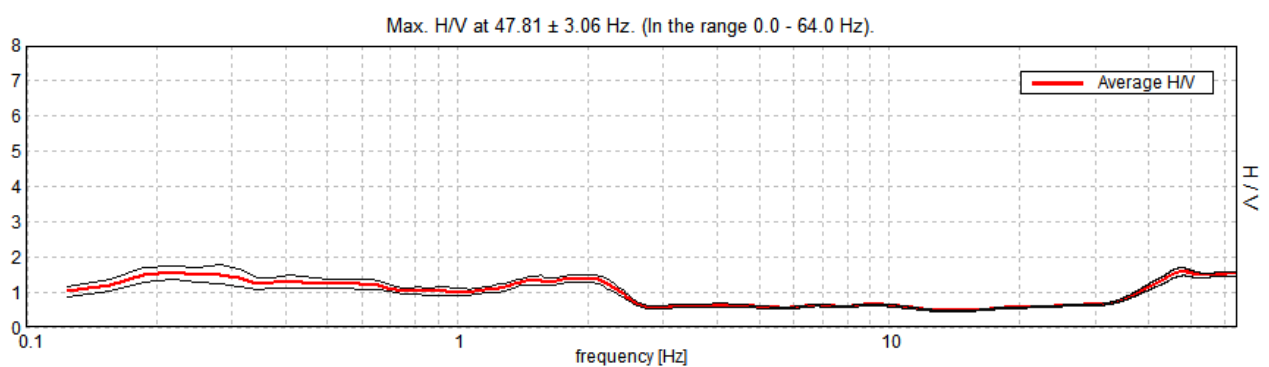
A6

Località: Casal Borsetti (RA), via delle Gardenie	
Strumento: Brainspy Micromed a 16 canali e 24 bit equivalenti	
Inizio registrazione: 15/04/14 15h46m28.00s	Fine registrazione: 15/04/14 16h16m29.00s
Durata registrazione: 30 minuti.	
Tipo di superficie: terreno libero	
Freq. campionamento: 128 Hz	
Lunghezza finestre: 20 s	
Canali utilizzati: 16 ad oscillazione verticale e frequenza propria a 4.5 Hz	

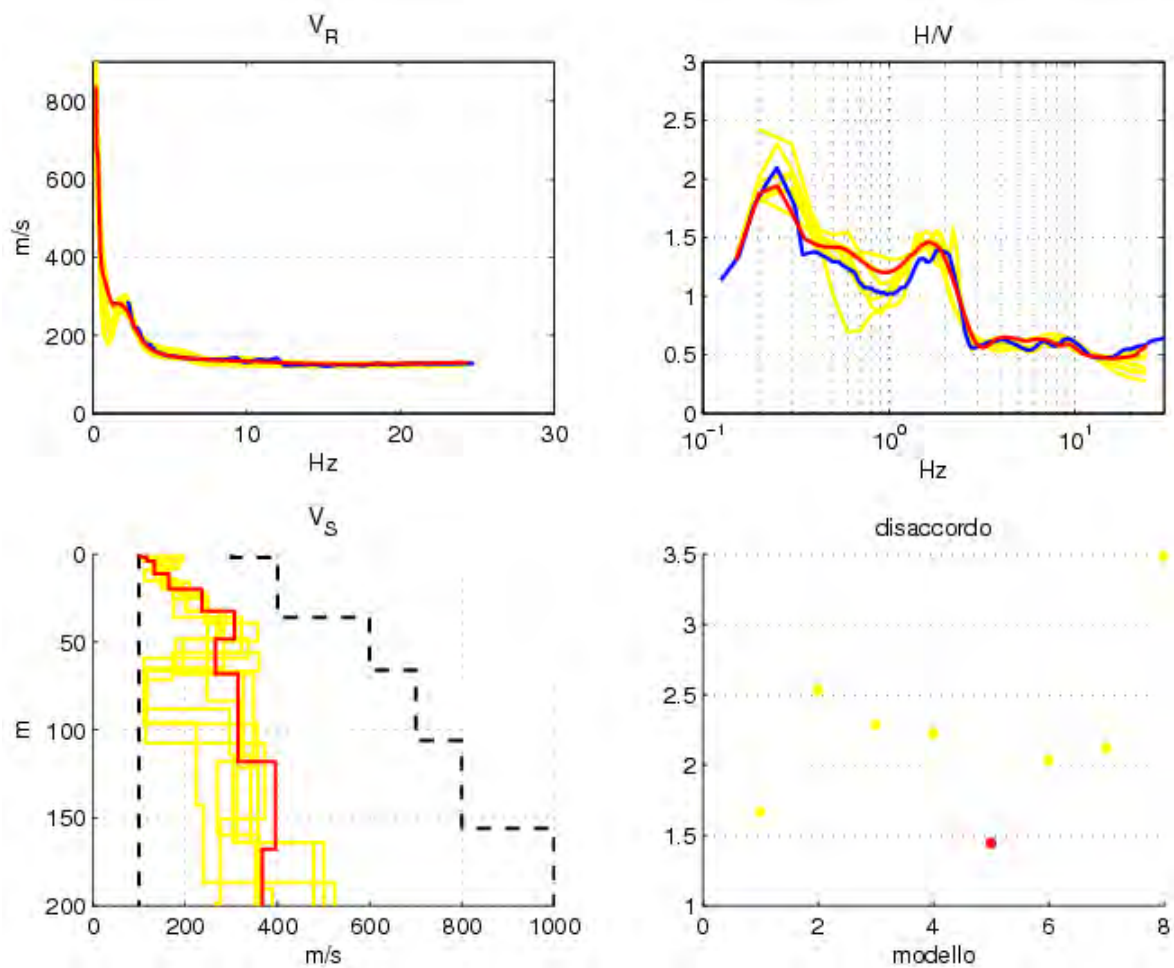




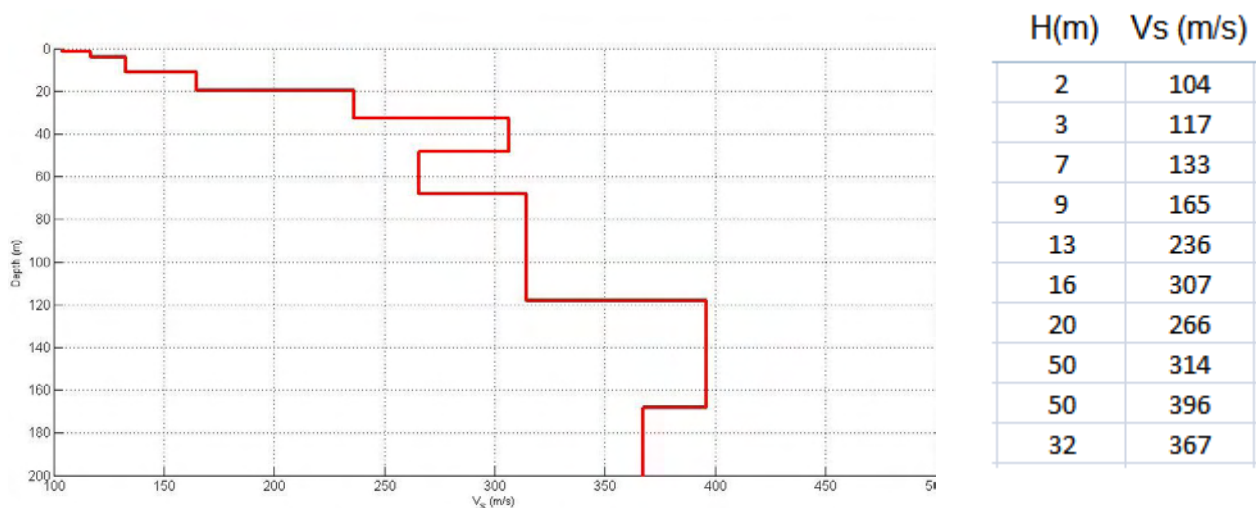
Curva di dispersione delle onde di Rayleigh elaborata con tecnica ESAC. Le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di confidenza al 95%.



HVSR corrispondente per Inversione Congiunta T77



Risultati delle simulazioni realizzate con l'algoritmo genetico. Nel pannello in basso a sinistra gli 8 profili V_S ; nei pannelli superiori sono riportate le correlazioni tra dati sperimentali (in blu) e le curve teoriche; nel pannello in basso a destra è visualizzato il valore di misfit o disaccordo per ciascun risultato. Le curve in rosso si riferiscono al miglior risultato in termini di misfit; in giallo i restanti risultati; nel pannello in basso a sinistra sono riportati in nero tratteggiato i limiti di ricerca assegnati al software d'inversione.



Miglior Profilo V_S in termini di correlazione tra curve sperimentali e teoriche. **$V_{S30} = 158$ m/s; Classe di suolo NTC08 tipo D**

Petra

Verifiche sismiche dei serbatoi

Indagine sismica Microtremors

RELAZIONE TECNICA



anfibia
srl

codice commessa	An11053
responsabile commessa	roberta zambrini
nome documento	relazione tecnica
versione	00
data	31 marzo 2011

anfibia s.r.l. p.i.\cf\cciaa ferrara 01796130381; rea ferrara 198460; c.s. € 16.000 i.v.

sede legale
via masello 6
44123 ferrara, italia
www.anfibia.eu
info@anfibia.eu

sede operativa 1
settore marino e costiero
via masello 6
44123 ferrara, italia
tel. e fax +390532796414

sede operativa 2
settore geofisica e prove non distruttive
via fogliano 4
48121 ravenna, italia
tel. e fax +390544402390

anfibia s.r.l.
via masello 6 - 44123 ferrara
p.i.\cf\cciaa 01796130381
rea ferrara 198460
c.s. €16.000

Sommario

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA ANTISISMICA.....	4
3.	RILIEVO SISMICO CON TECNICA PASSIVA REMI.....	5
3.1.	CENNI TEORICI	5
3.2.	MODALITÀ OPERATIVE.....	5
4.	ELABORAZIONE DATI E RISULTATI.....	7
5.	APPENDICE.....	8

1. Premessa

La presente relazione illustra le modalità di esecuzione e di elaborazione dell'indagine geofisica effettuata per conto della società Petra SPA nell'ambito delle verifiche sismiche di alcuni serbatoi secondo la nuova normativa italiana NTC'08.

L'area di indagine è indicativamente segnalata in Figura 1.

Nello specifico, allo scopo di valutare la qualità dei terreni di fondazione e la risposta che tali terreni potrebbero dare in seguito a condizioni di sollecitazioni sismiche, sono stati effettuati n°3 stendimenti sismici con la tecnica denominata ReMi (Refraction Microtremors).

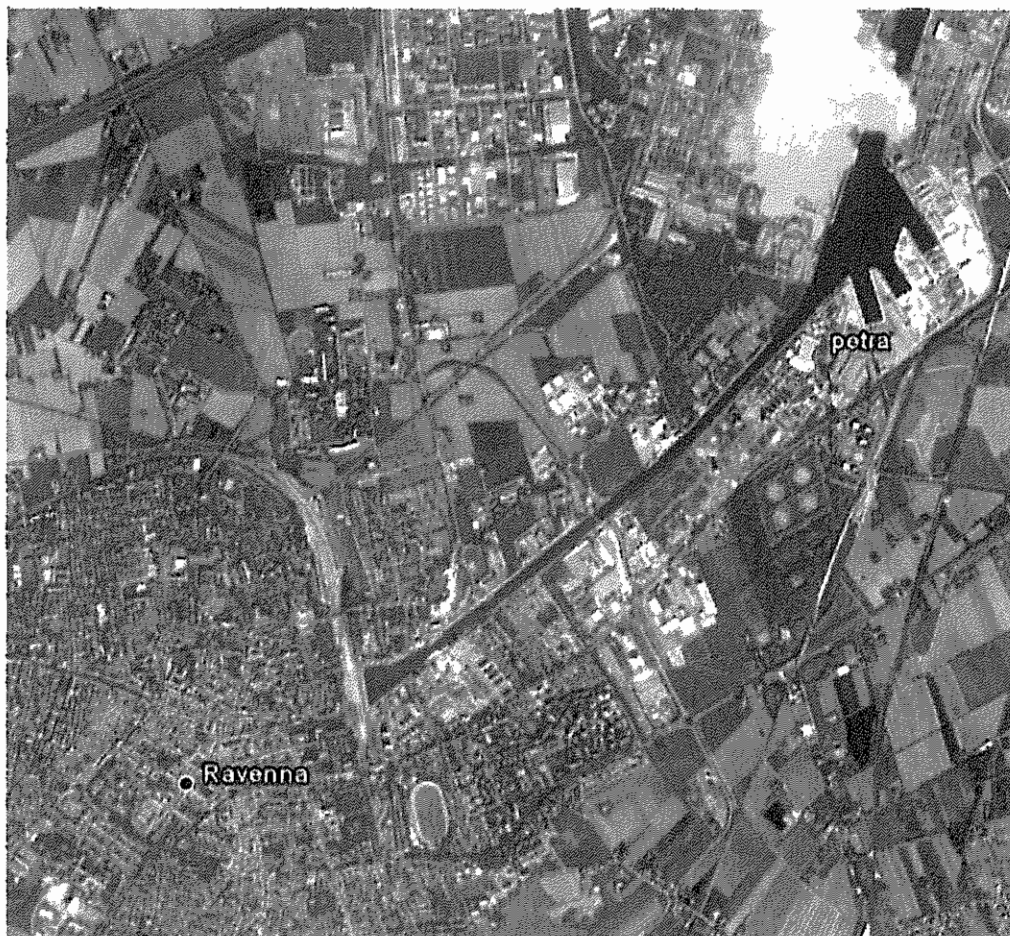


Figura 1 area di indagine

2. Normativa antisismica

Secondo le NTC '08, nell'ambito progettuale, oltre alla caratterizzazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, è prevista la caratterizzazione dei terreni mediante la determinazione del parametro Vs30 tramite l'impiego di diverse metodologie geofisiche dirette ed indirette.

Si riportano di seguito le categorie di suolo di fondazione classificate secondo il suddetto parametro Vs30, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto:

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s [$15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa].

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.

S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s [$10 < c_u < 20$ kPa].

S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore [in m] e la velocità delle onde di taglio [per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$] dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà quindi classificato sulla base del valore di Vs30.

3. Rilievo sismico con tecnica passiva ReMi

Per misurare le velocità delle onde di taglio si possono eseguire rilievi in foro di sondaggio meccanico con tecnica down-hole o cross-hole, oppure si può utilizzare la tecnica nota con la sigla ReMi [Refraction Microtremors].

Con questa metodologia si acquisiscono i segnali dei microtremori rifratti ambientali e si ricostruisce il profilo verticale delle velocità delle onde sismiche di taglio [Vs] con procedimenti di modellazione diretta delle velocità di fase delle onde relative ai rumori sismici locali, rifratte alla superficie.

3.1. Cenni teorici

Nell'approccio teorico si utilizzano le onde superficiali di Rayleigh per la determinazione dei parametri di comportamento meccanico dei terreni a bassi livelli di deformazione, modulo di taglio e coefficiente di smorzamento, e il metodo si basa sulle proprietà dispersive che queste onde subiscono durante l'attraversamento di tali terreni.

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde superficiali che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione "P" e di taglio "S". In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo dispersivo e vengono definite di pseudo-Rayleigh o di superficie.

La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore. Il calcolo del profilo delle velocità delle onde Rayleigh, Velocità/frequenza può essere convertito mediante opportuno software in profilo Velocità/profondità. La metodologia permette di raggiungere livelli di profondità generalmente compresi fra 1/4 e 1/3 della lunghezza dello stendimento dei geofoni. Lo studio analitico del metodo ReMi consente di operare favorevolmente in ambienti fortemente inquinati da rumori urbani e/o industriali.

3.2. Modalità operative

L'indagine Microtremors è stata eseguita realizzando n°3 acquisizioni all'interno dello stabilimento petrolifero Petra, utilizzando per ciascun stendimento 24 geofoni verticali supportati da basetta per asfalto [Figura 2] con frequenza naturale di 10 Hz e spaziatati di 5 metri, per una lunghezza complessiva di ogni linea di 115 metri [Figura 3 e Figura 4].

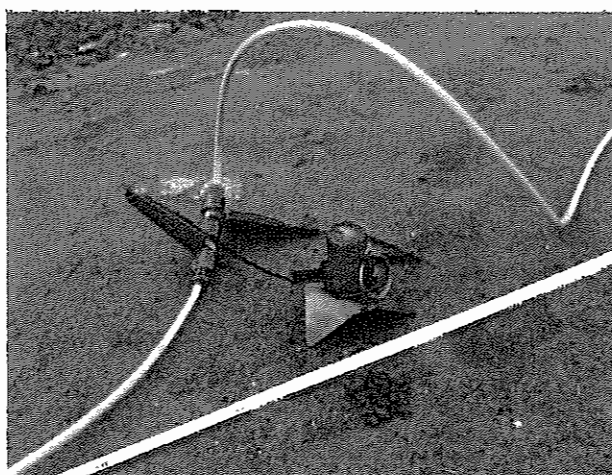


Figura 2 geofono

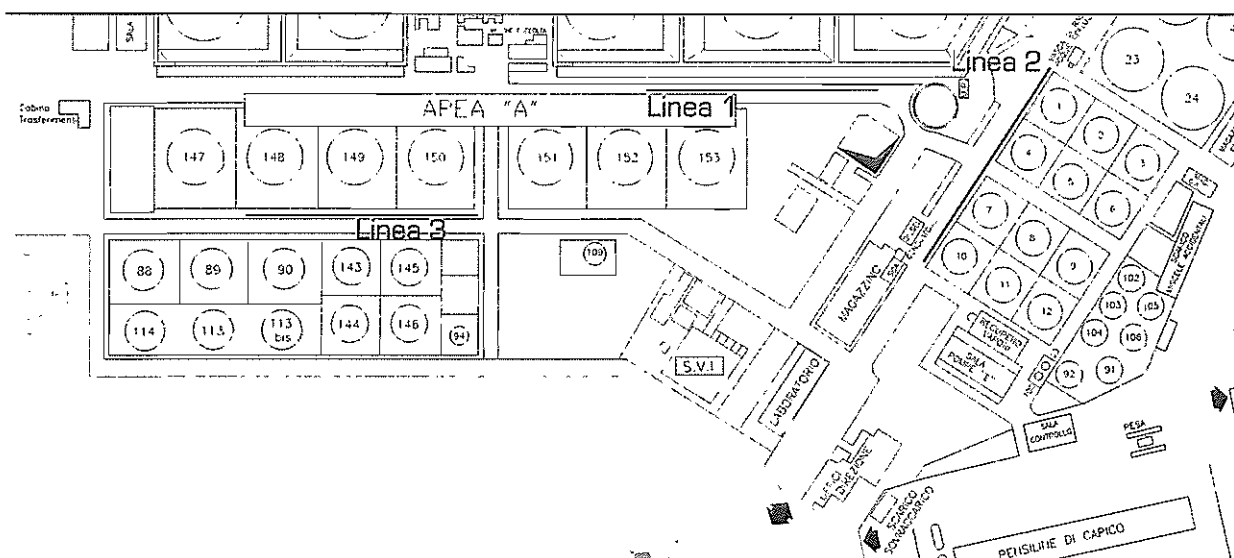


Figura 3 ubicazione stendimenti sismici ReMi

I dati sono stati registrati mediante un sismografo PASI 16SG-N a 24 canali, con filtri disinseriti, campionamento [sample rate] di 2 millisecondi e lunghezza delle acquisizioni di 32 secondi. Complessivamente sono stati registrati 30 files ad intervalli regolari nell'arco di circa 3 ore di tempo.

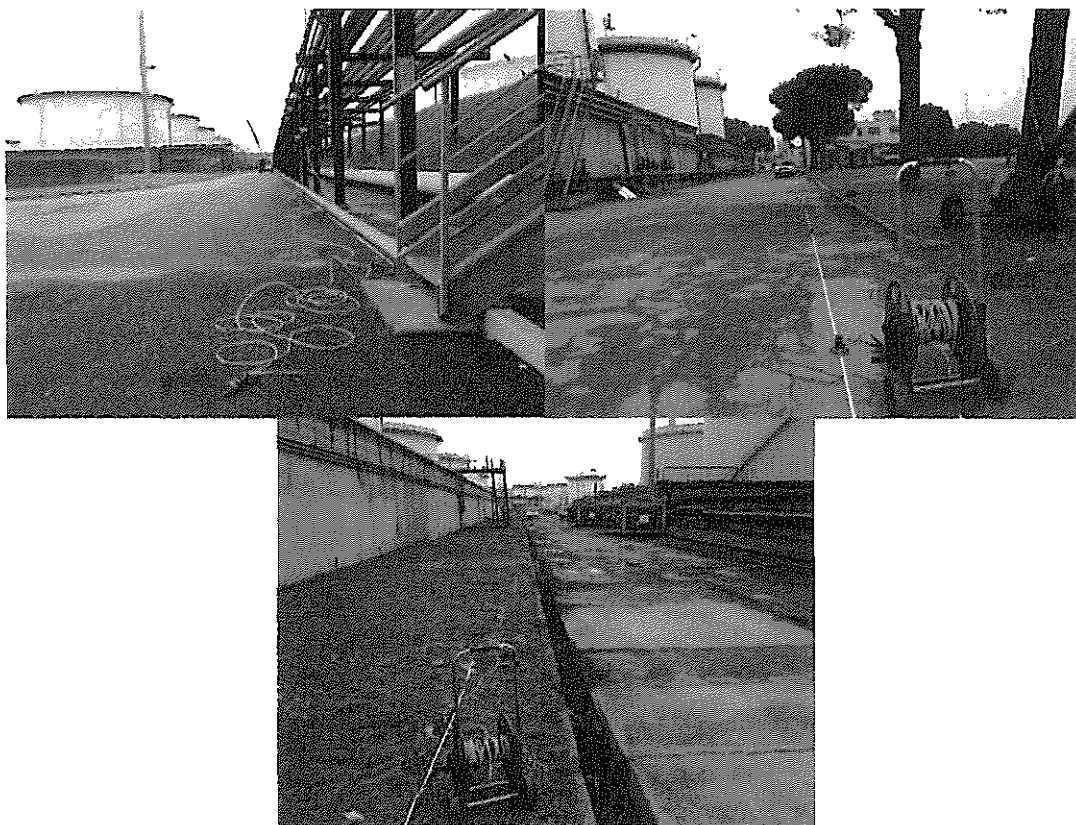


Figura 4 stendimenti sismici per acquisizione ReMi

4. Elaborazione dati e risultati

L'elaborazione dati è stata effettuata con software dedicato ReMi della Optim Softwares, che consente di ottenere i profili monodimensionali e bidimensionali della velocità delle onde S sino ad una profondità di 30 m, usando unicamente il rumore ambientale. La procedura consiste nell'eseguire un picking su una curva di dispersione risultante dalla somma delle registrazioni eseguite.

L'elaborazione ha restituito un grafico (vedi Appendice) che riporta la curva della dispersione con un'immagine a colori che mostra i valori di lettura della velocità/frequenza ed il profilo delle velocità delle onde di taglio con l'indicazione della Vs30 calcolata, espressa in metri/secondo.

Come già accennato il parametro Vs30 è la velocità mediata di propagazione entro 30 m (vedi par. 2) di profondità delle onde di taglio e mediante tale parametro è possibile catalogare il sito utilizzando la classificazione sismica dei terreni di fondazione.

In questo caso il valore di tale parametro per i 3 stendimenti risulta essere rispettivamente:

LINEA 1 - 234,1 m/s

LINEA 2 - 236,8 m/s

LINEA 3 - 245,2 m/s

Quindi la classe di riferimento per i terreni sottostanti lo stabilimento Petra è la "C" - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s [$15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_{u0} < 250$ kPa].

I profili di velocità risultanti dalle 3 indagini sono stati confrontati nel grafico sottostante, ed è evidente l'omogeneità dei risultati e quindi della tipologia dei terreni analizzati, caratteristica che si discosta solo per la Linea 3 per la quale la Vs ha valori abbastanza elevati da 4m a 9m di profondità. Tale aumento può essere corrispondente ad una maggior compattazione dello strato e ad una minor permeabilità.

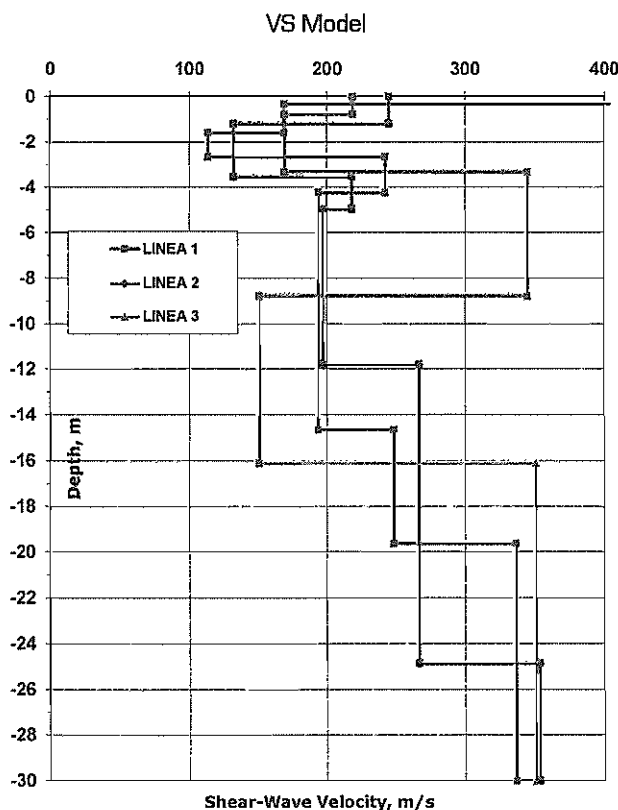
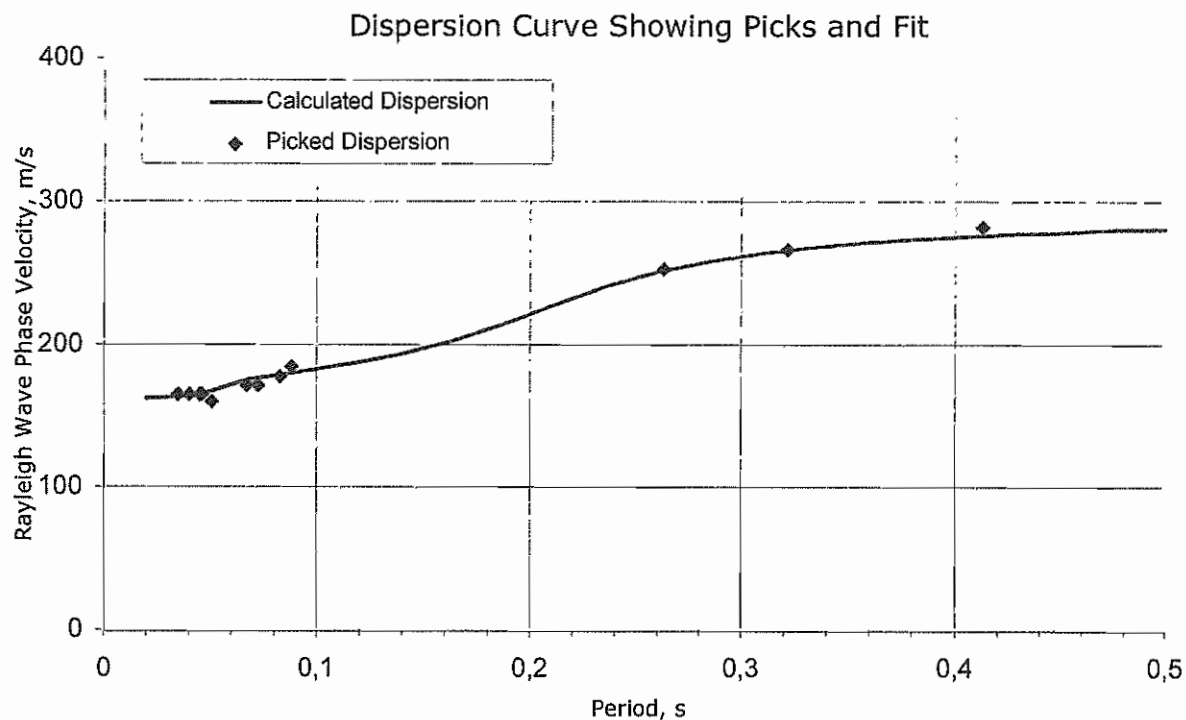


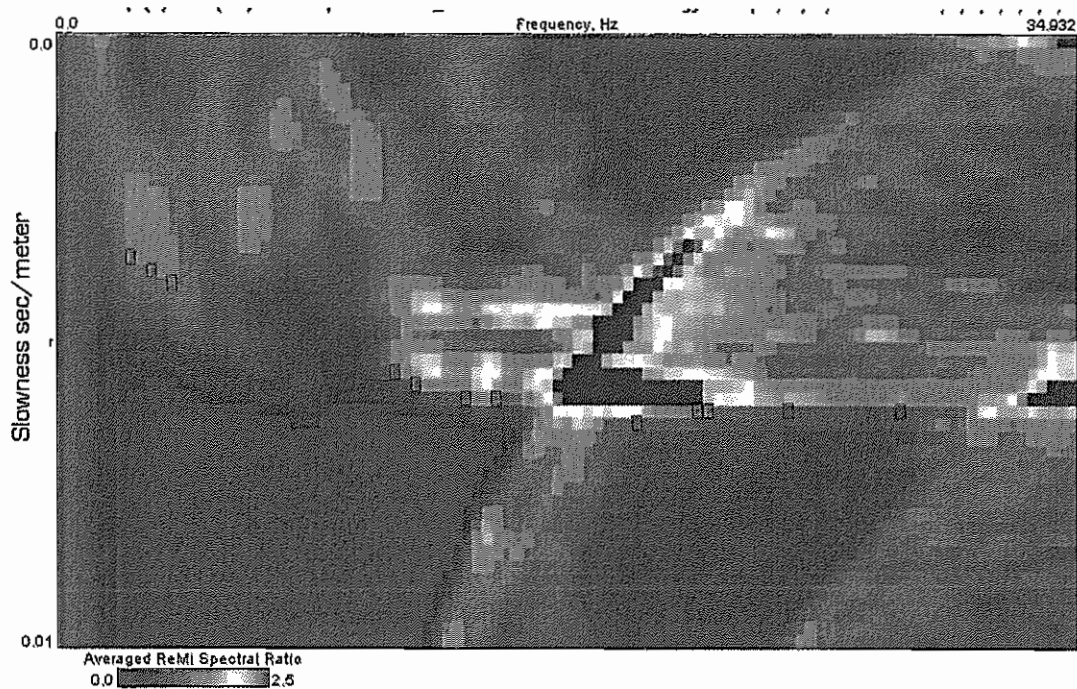
Figura 5 confronto fra profili di velocità ReMi

5. APPENDICE

Stabilimento Petra, linea 1

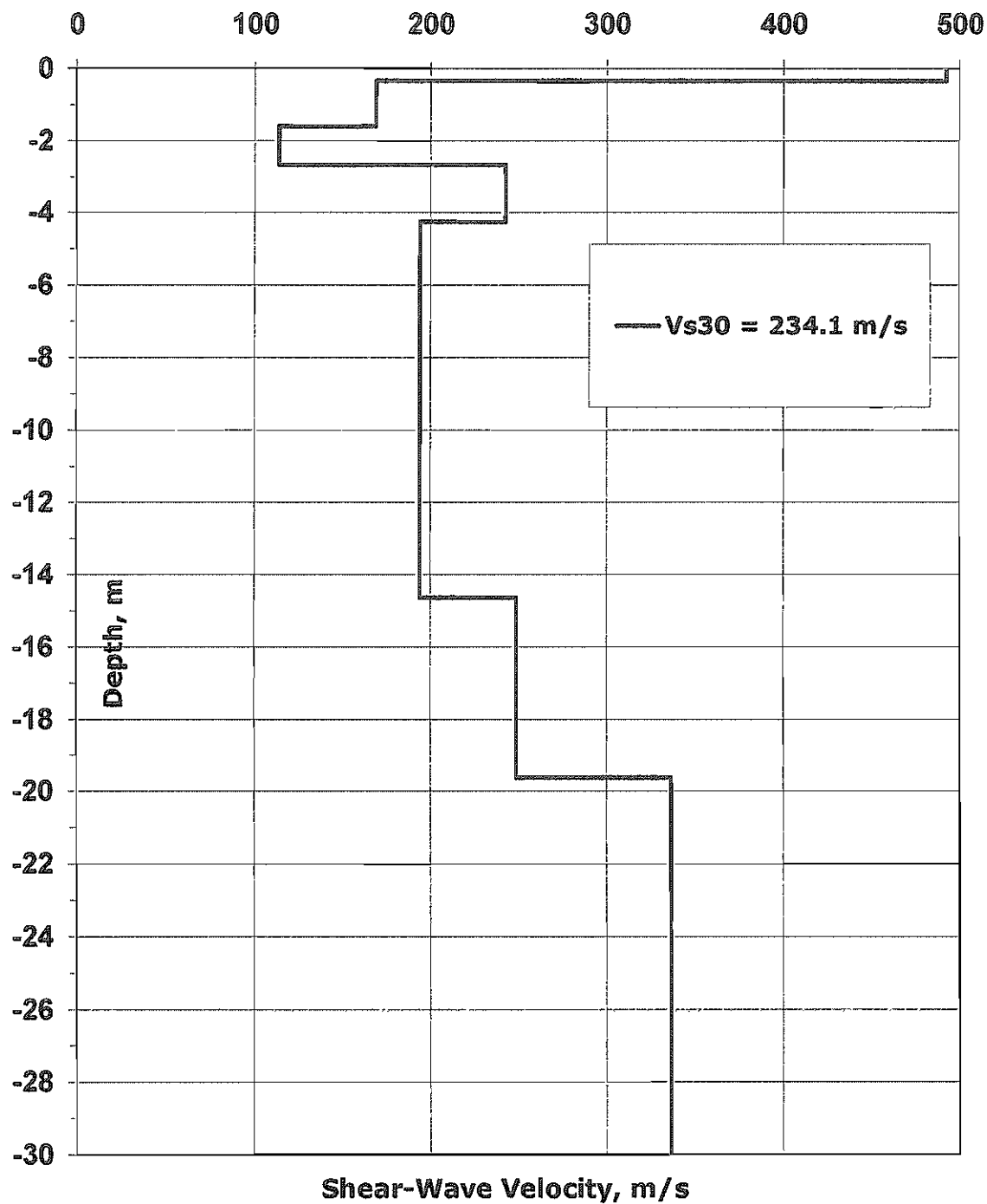


p-f Image with Dispersion Modeling Picks

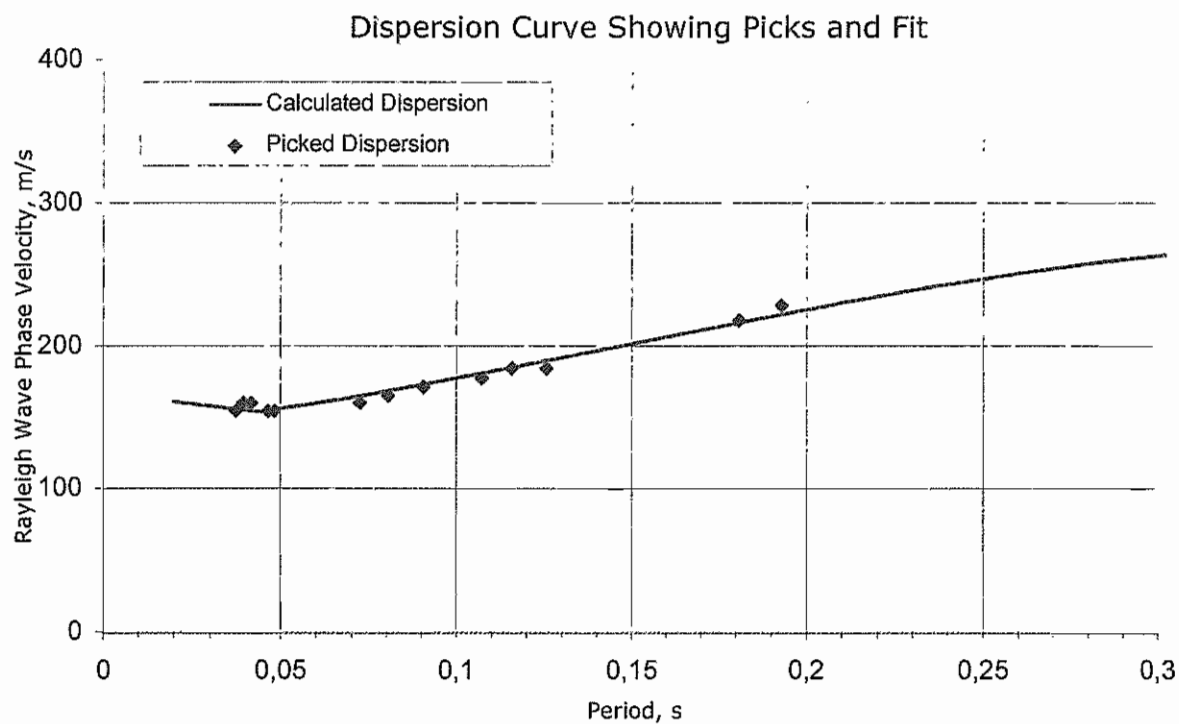


Stabilimento Petra, linea 1

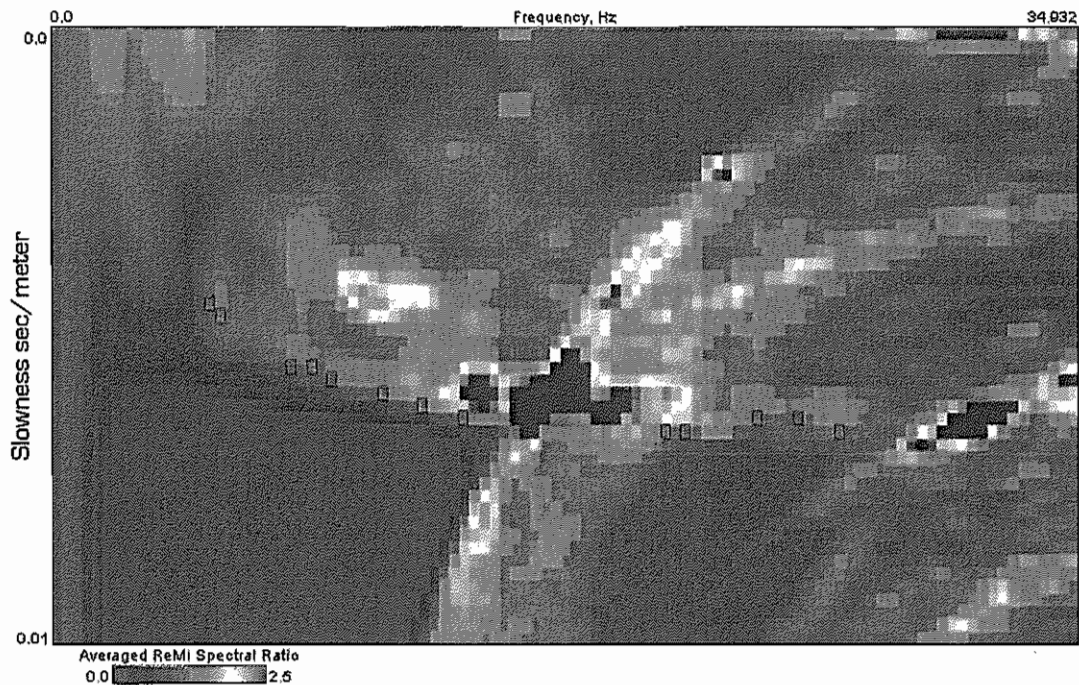
VS Model

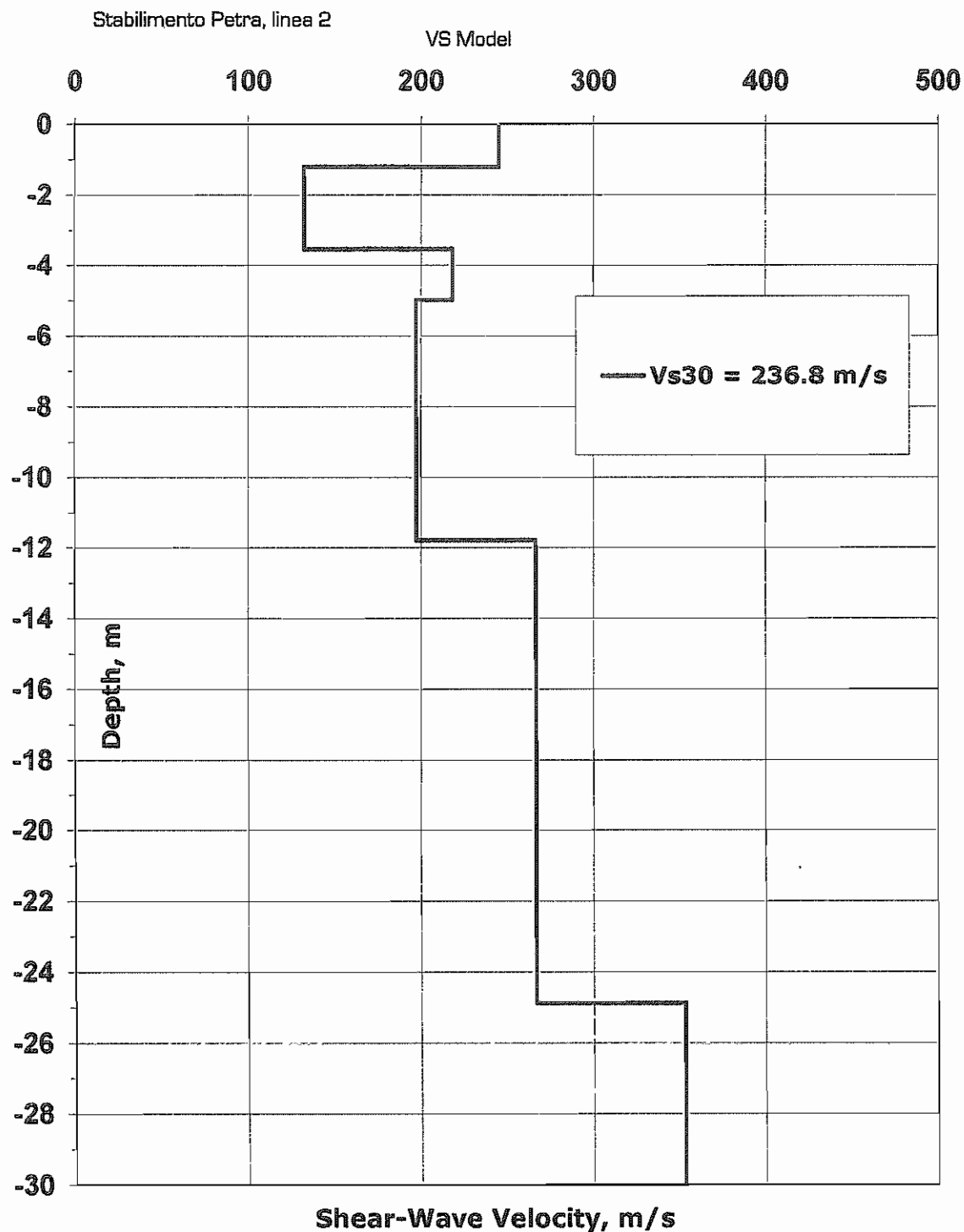


Stabilimento Petra, linea 2



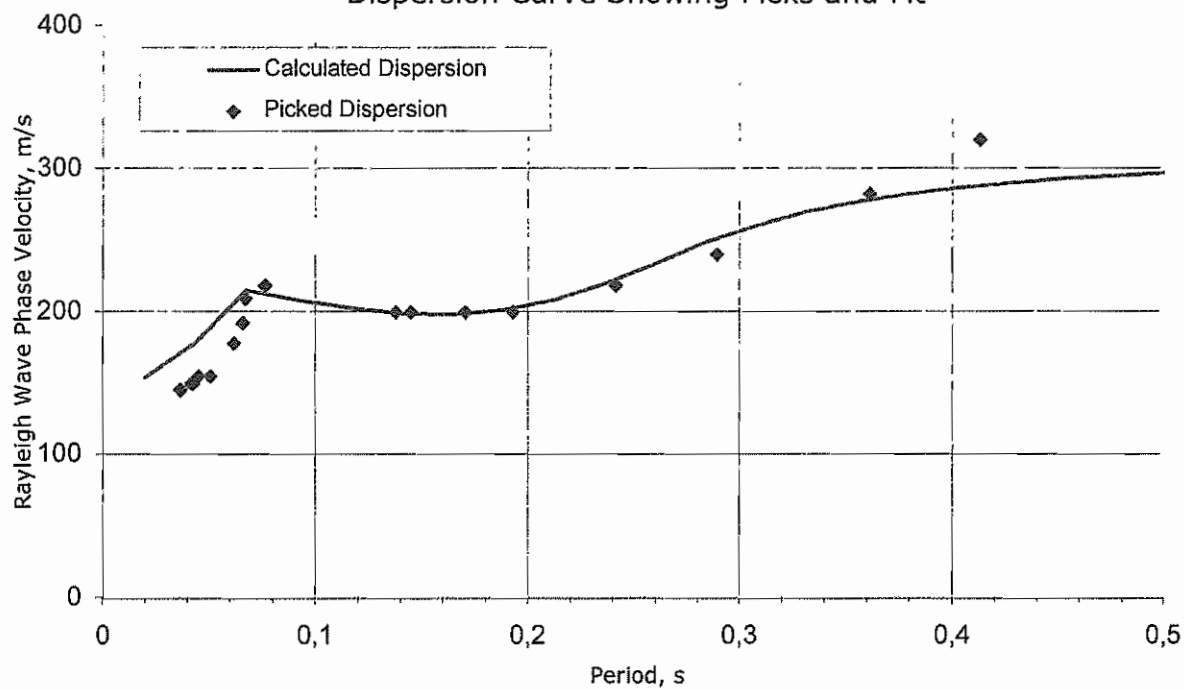
p-f Image with Dispersion Modeling Picks



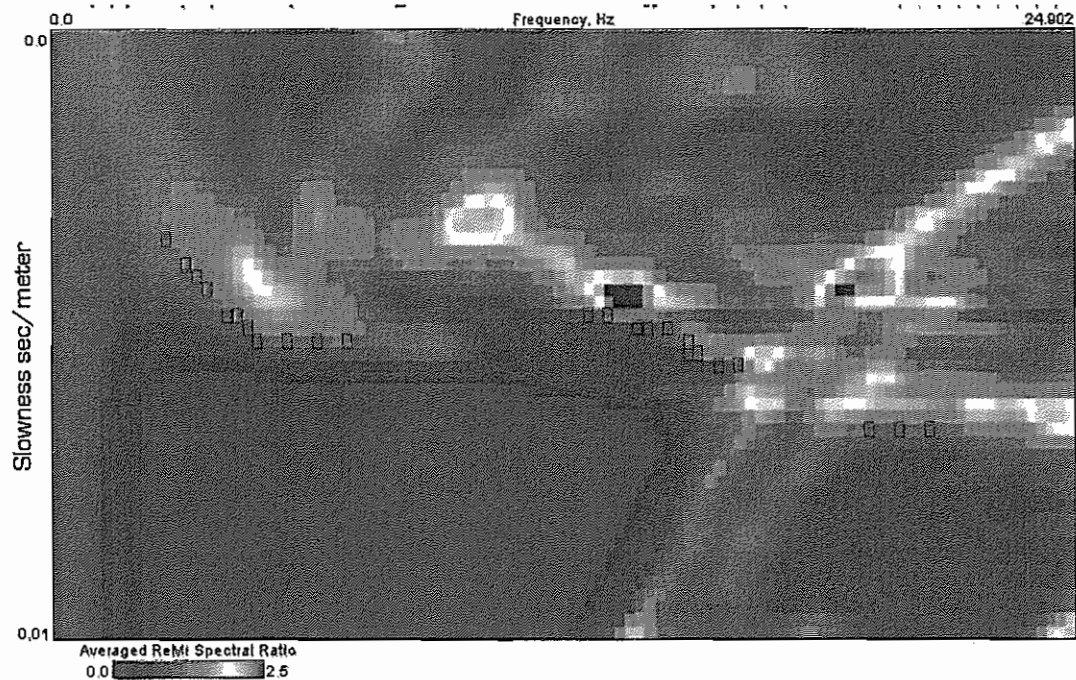


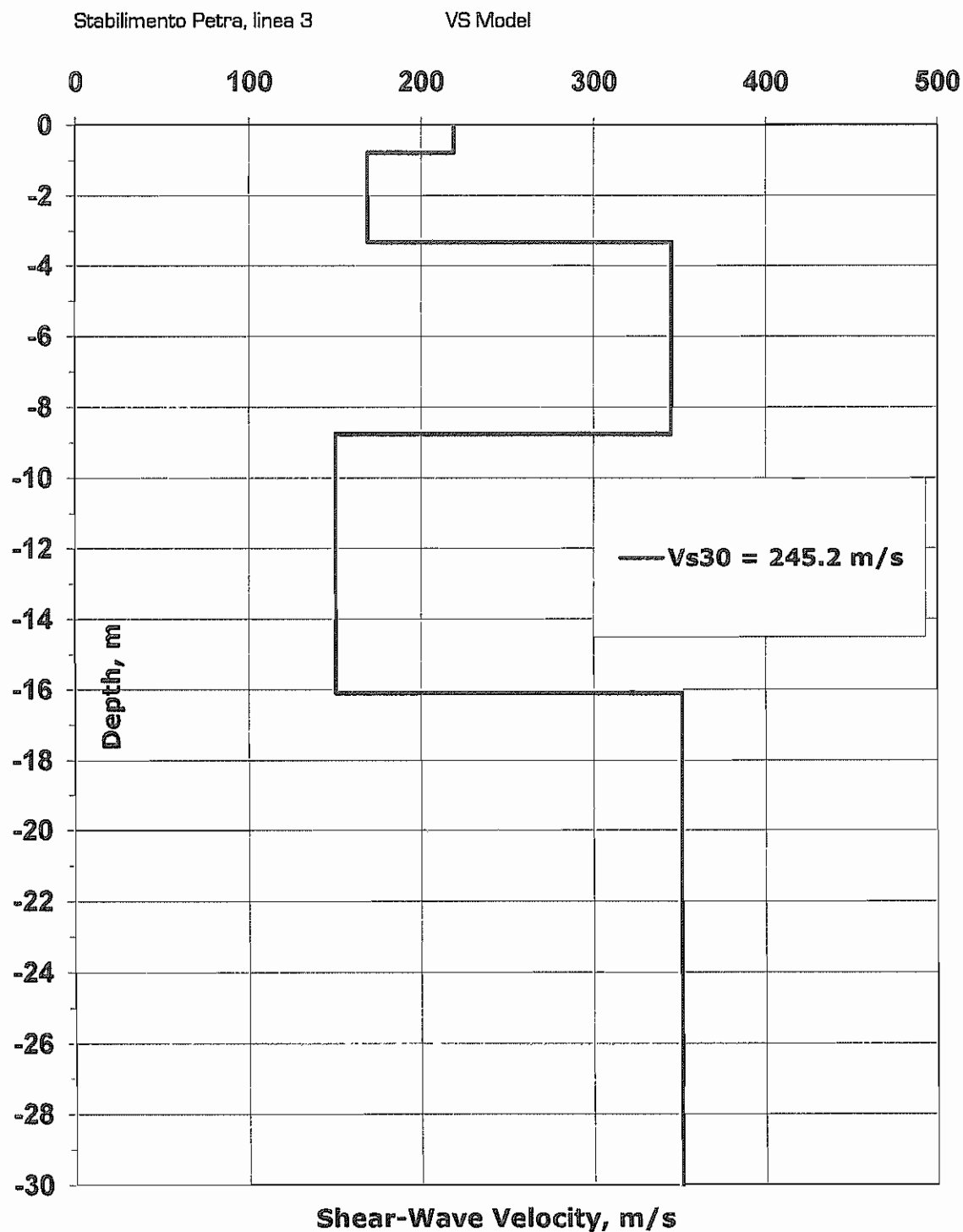
Stabilimento Petra, linea 3

Dispersion Curve Showing Picks and Fit



p-f Image with Dispersion Modeling Picks





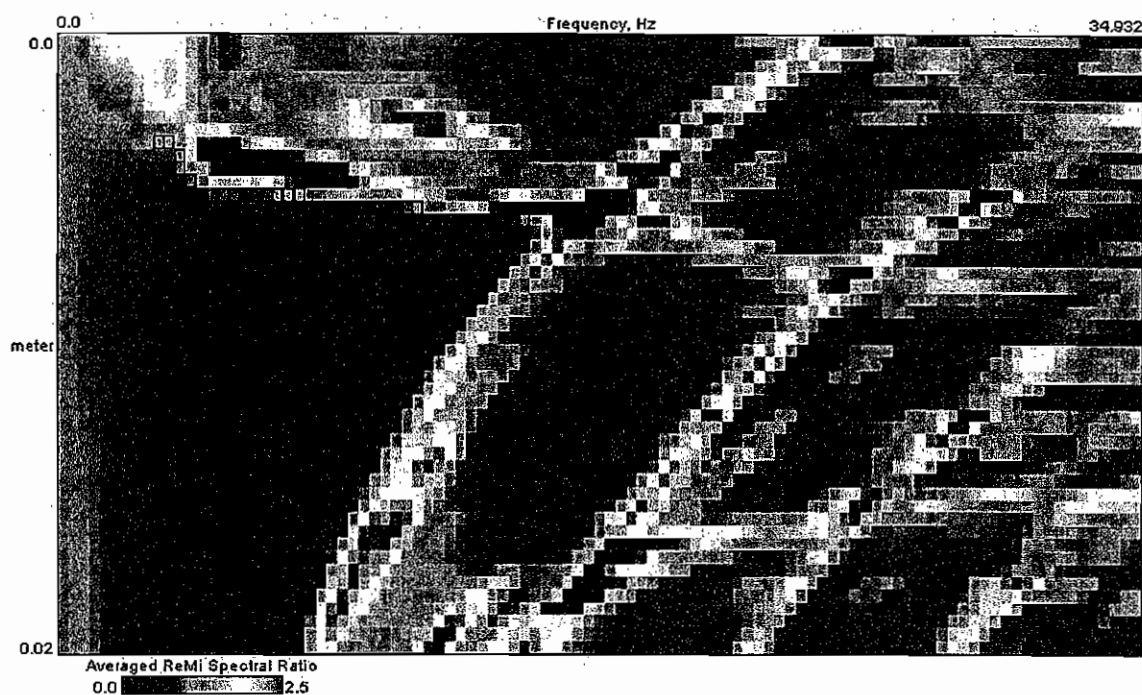
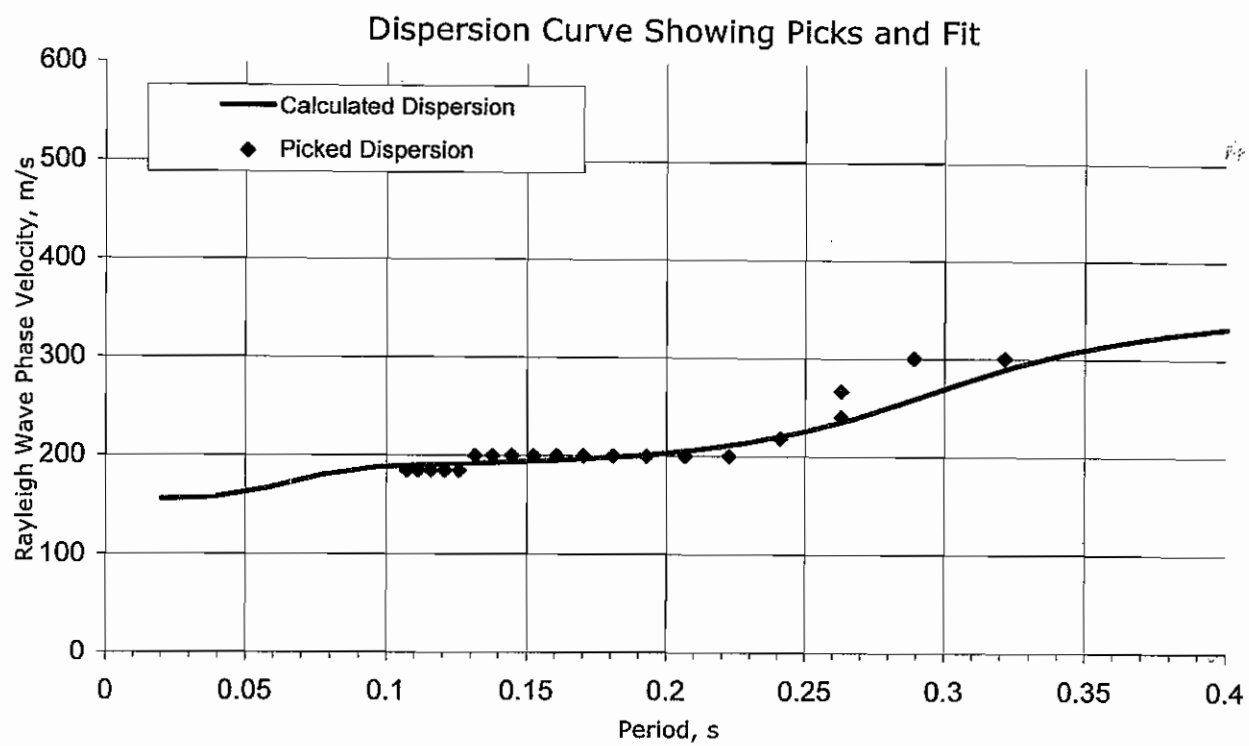


Figura 5 - Curva di dispersione delle onde sismiche di superficie

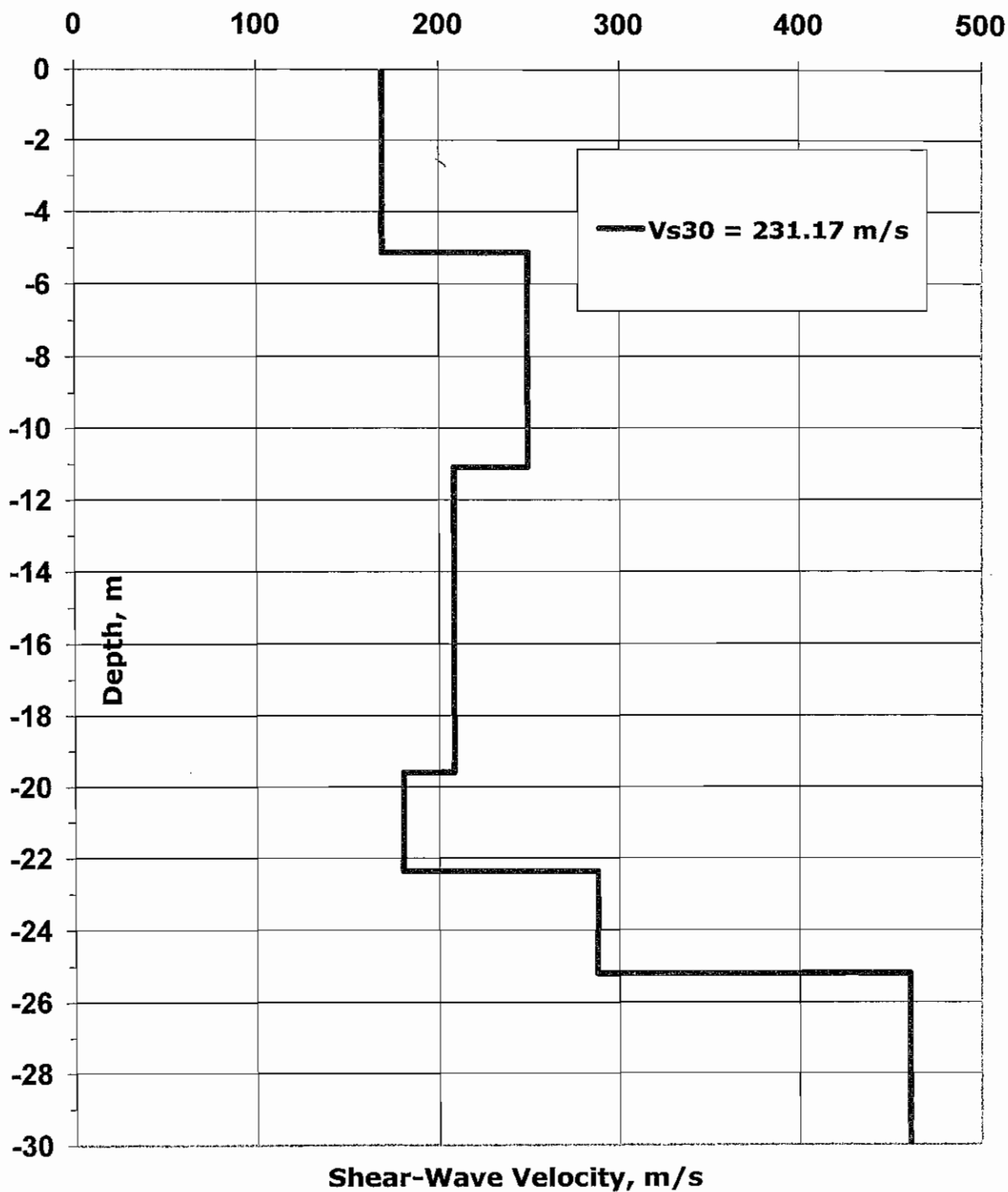
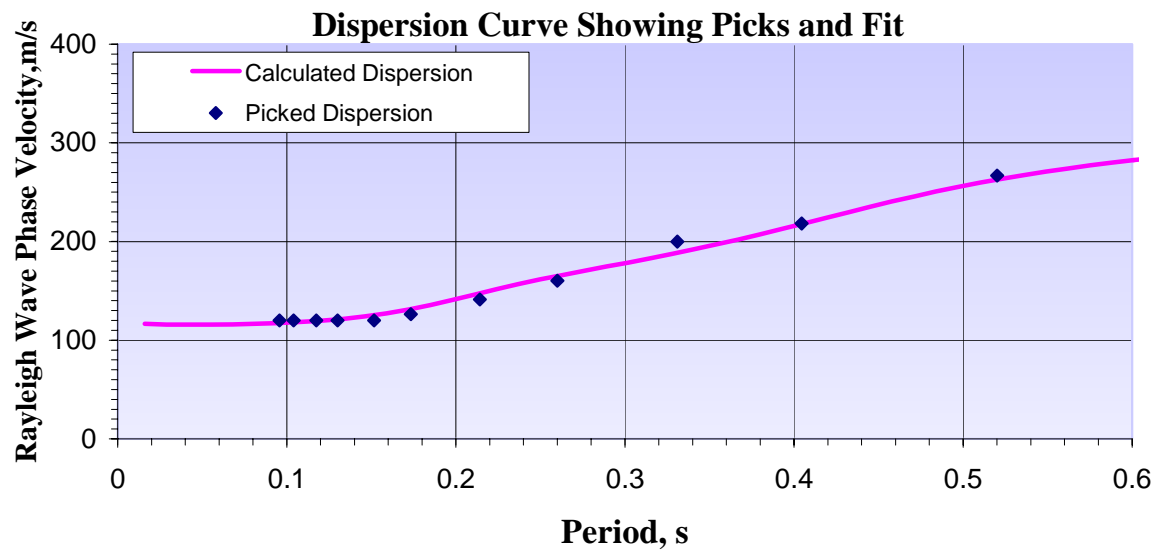


Figura 6 - Modello di velocità delle onde simiche di taglio

Ravenna - Scuole via Doberdò: Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks

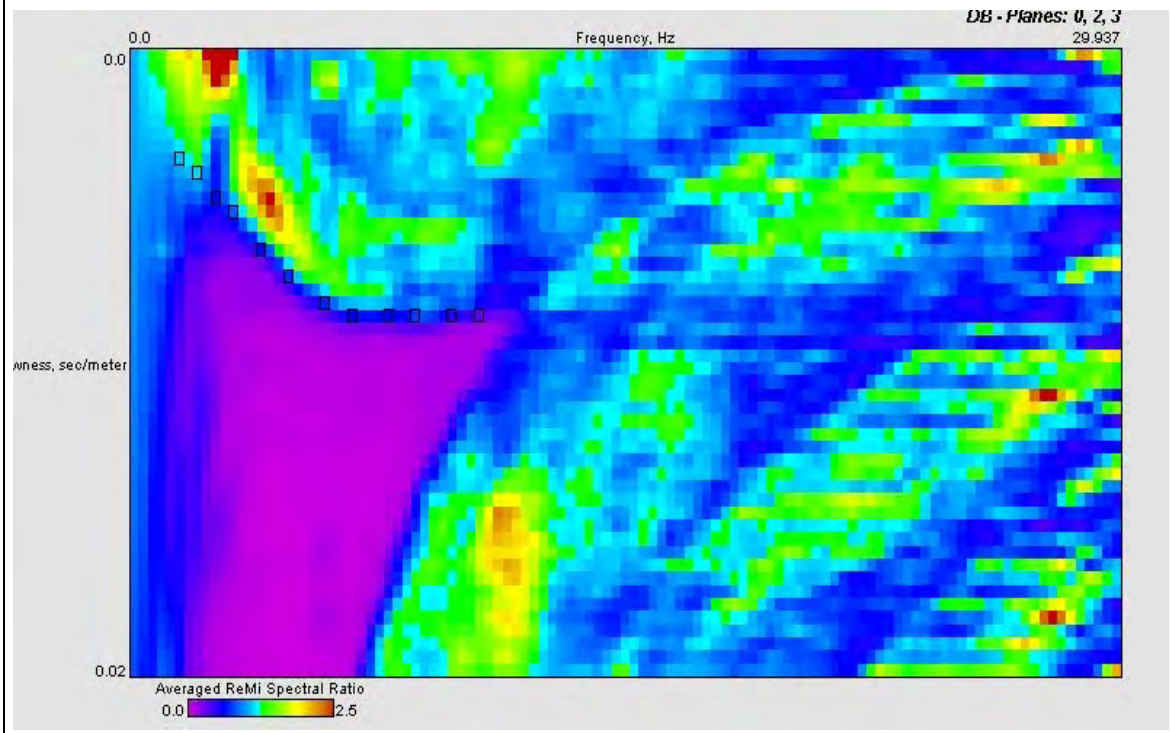


Figura 2 - Curva di dispersione e spettro di velocità

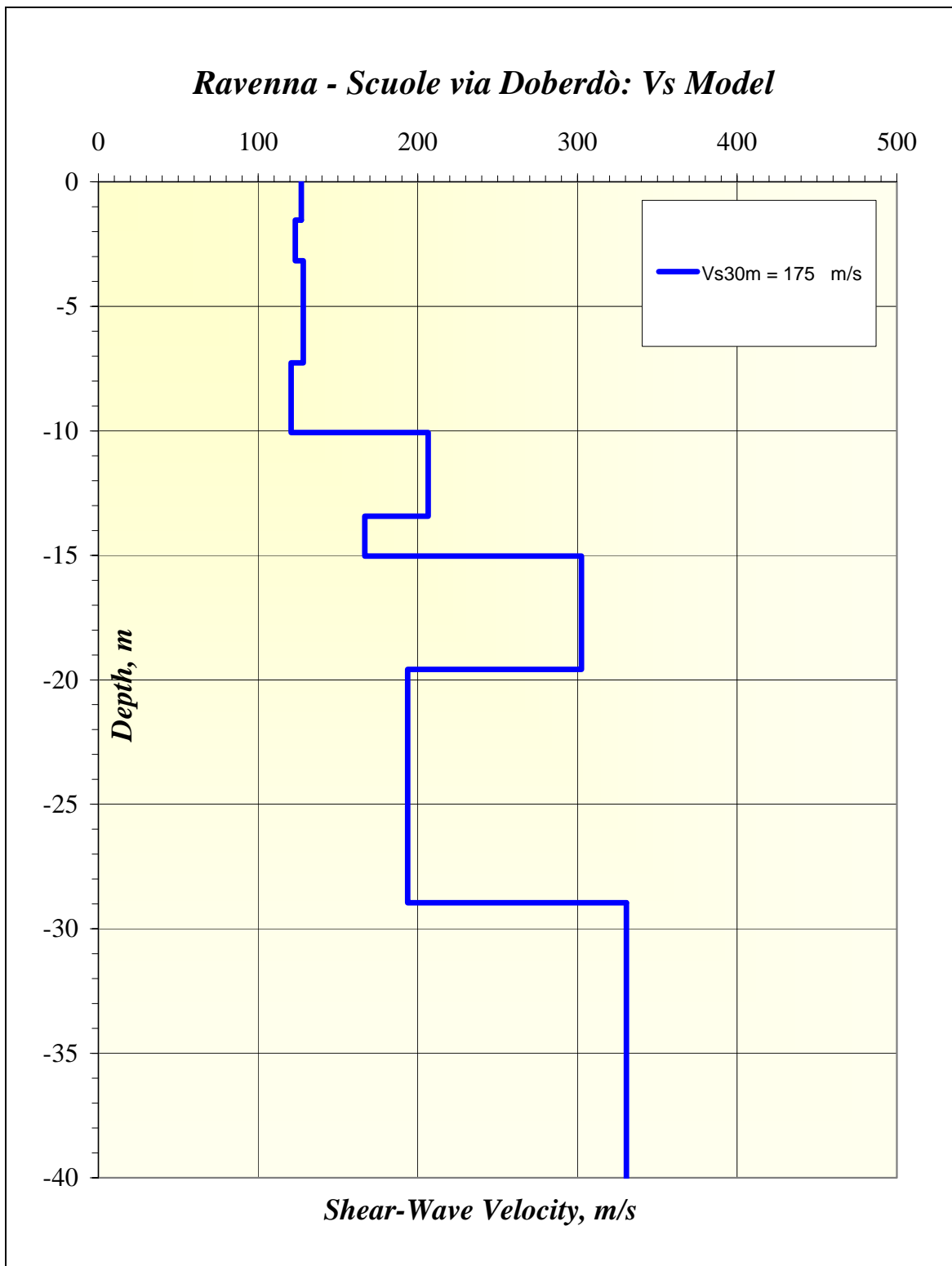
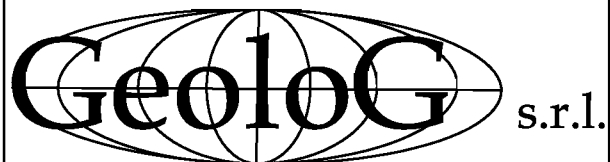


Figura 3 - Profilo delle velocità delle onde di taglio con indicazione della Vs30 calcolata.



S1A

Viale della Lirica, 15 48100 Ravenna 0544 405990/471832

Committente COMUNE DI RAVENNA
Cantiere ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO "EX CAMPETTO"
Localita' RAVENNA VIA LANDONI
Data 24-10-05 Quota p.cortile

SOND. N. 01

sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 101 mm
rivestimento: Diametro 127 mm

PROF.	CAMP.		DESCRIZIONI	S.P.T.		PENETROM. TASCABILE kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	FALDA
				Prof.	N. colpi x 15 cm.			
1	0.5		SUOLO LIMOSO ARGILLOSO CON MACERIE					
			LIMO SABBIOSO ARGILLOSO BRUNO					
2	1.3		LIMO ARGILLOSO BRUNO NOCCIOLA			1.5	0.45	1.50
3	2.5	1 O 2.40 3.00	ARGILLA LIMOSA NOCCIOLA CON VENE GRIGIE			1.5 2.5 1.75	0.50 0.75 0.50	
4						1.5	0.70	
5	5.3		LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO GRIGIO BRUNO			0.5	0.20	
6	6.10	A 6.50	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO GRIGIO CON RARI LIVELLI DI FRAMMENTI DI CONCHIGLIE E LIVELLI TORBOSI			0.5 0.25	0.30	
7						0.5 0.5	0.20 0.25	
8						0.25		
9						0.3 0.3	0.40 0.50	
10						0.5	0.30	
11	10.8		SABBIA FINE LIMOSA GRIGIA					
12	12	B 12.50	SABBIA FINE GRIGIA CON LIVELLI ASSENSATI	12	14 16 22			
13								
14	14		SABBIA GRIGIA ADDENSATA A TRATTI CEMENTATA					
15								
16	16		n. 4 cassette catalogatrici					

☒ CAMPIONE INDISTURBATO ☐ CAMPIONE DISTURBATO
CAMPIONATORE: D = Danison M = Mazier O = Osterberg S = Shelby

	COMMITTENTE: Comune di Ravenna	SOND.N. 1
	CANTIERE: Nuovo Polo Scolastico Lido Adriano (RA)	PROF. (m): 30.00
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1	QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	DATA INIZ.: 26/07/2004
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm	DATA FINE: 26/07/2004
PIEZOMETRO:		SCALA 1:100

Scala 1:100	P.P. I (kg/cm ²)	Vane Test	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Pz.Norton	Inclinometro
1	1.2	0.80	1.00		Terreno agricolo limoso-argilloso antropizzato						
2	0.7	0.20			Limo argilloso con fini intercalazioni limoso-sabbiose oltre 1.5 m di profondità. Colore giallo-bruno						
3	0.2	0.10	1.90		Limo argilloso di colore grigio-bruno, passante, in profondità, a limo sabbioso						
4			2.40					2.70 CD 1	3.00 1/1/1		
5								3.00	3.45		
6					Sabbia fine limosa di colore grigio-bruno						
7											
8	0.4	0.20	7.60						5.55 3/3/6		
9	0.3	0.20			Argilla limosa di colore grigio con fitte intercalazioni centimetriche di sabbia limosa e limo sabbioso			6.00 CD 2	6.00		
10	0.4	0.15	9.00		Sabbia limosa e argillosa con abbondanti intercalazioni centimetriche di sabbia limosa e limo sabbioso						
11	0.2	0.16	9.70		Limo argilloso con abbondanti intercalazioni di sabbia limosa di spessore centimetrico. Colore grigio			9.50 CD 3	9.80		
12	0.4	0.16	10.00		Campione indisturbato		10.00 CI 1				
13	0.4	0.25	10.50		Limo argilloso con abbondanti intercalazioni di sabbia limosa di spessore centimetrico. Colore grigio		10.50				
14	0.4	0.24	11.50		Sabbia fine limosa con abbondanti intercalazioni millimetriche di limo argilloso. Colore grigio						
15	0.5	0.20	12.30		Sabbia limo-argillosa con fitta alternanza di livelli centimetrici di limo argilloso e argilla limosa, via via preponderanti, in aumento con la profondità. Colore grigio			13.00 CD 4	13.30		
16	0.4	0.18	14.00		Campioni indisturbato		14.00 CI 2				
17	0.6	0.32	14.50		Limo argilloso tenero con finissime intercalazioni di spessore millimetrico di sabbia fine limosa. Colore grigio		14.50				
18	0.2	0.09	15.30		Sabbia fine limosa con fitta alternanza di livelli millimetrici di limo argilloso. Colore grigio						
19	0.2	0.08	16.50		Campione indisturbato		16.50 CI 3				
20	0.3	0.22	17.00		Limo argilloso con fini alternanze sabbioso-limose. Colore grigio		17.00				
21	0.4	0.23	17.60		Limo sabbioso con sabbia fine limoso-argillosa			17.70 CD 5	18.00		
22	0.6	0.35	18.80		Sabbia fine limosa di colore grigio con rari frammenti di bioclasti						
23	0.6	0.32	19.00		Limo argilloso e sabbioso di colore grigio						
24	0.3	0.18	19.60		Sabbia fine limosa con livelli centimetrici ricchi di bioclasti a -20.15 e a -20.80 m di profondità. Colore grigio						

[illegible]

S3A

COMMITTENTE: Comune di Ravenna

Data: 02/11/2004

LOCALITA': Marina di Ravenna

CAMPIONI

SONDAGGIO SA

Attrezzatura : A66

Indisturbato

a pareti sottili

Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice ϕ 101 mm

Rimaneggiato

prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	Prof. SPT POCKET Kg/cmq	SPT TORV. Kg/cmq	STRUMENTAZIONE FORO	LIVELLO OTTAVI
0.1				Terreno vegetale limoso-sabbioso marrone Limo con sabbia marroncino			FORO CEMENTATO	
2.0				Sabbia grossa localmente media grigiastra				
3.0			3.00 SPT1	Sabbia media e grossa grigia				
3.3			3.45	Sabbia media localmente fina grigiastra con sfumature nerastre	3.00 SPT 3.45	N ₁ =2 N ₂ =4 N ₃ =8		
4.5				Sabbia media localmente fina grigiastra con sfumature nerastre				
5.0				Sabbia fina con millimetrici frammenti di conchiglie e sfumature nerastre				
5.8				Sabbia fina limosa grigiastra				
6.0			6.00 A 6.50	Sabbia fina limosa grigiastra				
6.5				Sabbia fina limosa grigiastra				
7.0				Sabbia fina grigiastra				
8.0			8.00 SPT2 8.45		8.00 SPT 8.45	N ₁ =4 N ₂ =8 N ₃ =10		
9.0				Alternanza di limo argilloso e sabbia fina limosa in strati gradati di spessore da 1 a 5 millimetri	0,4	0,18		
9.8				Argilla limosa grigia	0,5	0,22		

VES

COMMITTENTE: Comune di Ravenna		Data: 02/11/2004
LOCALITA': Marina di Ravenna		CAMPIONI
SONDAGGIO SA	Attrezzatura : A66	Indisturbato a pareti sottili
Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice ϕ 101 mm		Rimaneggiato

prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	Prof. S.P.T. N ₆₀		STRUMENTAZIONE FORO	VIBRO OTTICI
					POCKET Kg/cmq	TORV. Kg/cmq		
			10,00 B	OSTERBERG B				
			10,50					
			10,50 A(vt)	Argilla limosa grigiastra con locali livelli e laminazioni di limo sabbioso				
			10,85	VANE TEST (prof.: 10,50-10,85): Cu indisturbato = 0,35 Kg/cmq Cu residuo = 0,06 Kg/cmq				
11					0,3	0,12		
					0,4	0,18		
					0,4	0,20		
					0,5	0,22		
12			12,0	Alternanza di argilla limosa e limo con sabbia in strati centimetrici gradati				
			12,3	Argilla debolmente limosa grigio scuro con laminazioni di sabbia fine	0,5	0,22		
					0,6	0,24		
					0,7	0,24		
					0,7	0,26		
					0,6	0,28		
					0,5	0,22		
					0,4	0,18		
					0,3	0,12		
13			13,5	OSTERBERG C				
			14,0					
14				Argilla limosa grigiastra scura	0,3	0,12		
					0,4	0,18		
					0,4	0,18		
			14,7	Limo argilloso debolmente sabbioso grigiastro	0,5	0,20		
					0,4	0,18		
15			15,1	Argilla limosa grigiastra scura con locali laminazioni di limo sabbioso	0,5	0,20		
					0,6	0,26		
					0,5	0,22		
					0,7	0,30		
					0,8	0,34		
					0,8	0,36		
					0,7	0,30		
					0,7	0,28		
			16,5	Limo sabbioso grigiastro	0,6	-		
			16,7	Argilla debolmente limosa grigia	0,6	0,30		
17			17,0	Argilla limosa grigia con laminazioni di limo sabbioso e sfumature nerastre	0,6	0,30		
					0,6	0,25		
					0,6	0,24		
					0,9	0,40		
					0,7	0,30		
					0,6	0,28		
18			18,00 B(vt)	VANE TEST (prof.: 18,00-18,35): Cu indisturbato = 0,45 Kg/cmq Cu residuo = 0,26 Kg/cmq				
			18,35					
			18,4	Limo sabbioso grigio				
			18,5	Argilla debolmente limosa grigio scuro	0,7	0,32		
					0,7	0,32		
19			19,0	Argilla limosa a tratti debolmente sabbiosa grigia	0,9	0,38		
					0,8	0,36		
					0,8	0,35		
					0,8	0,35		
20				Fine sondaggio.	0,7	0,30		

S.G.R. Studio Geotecnico Roncuzzi Di Marco Roncuzzi Dott. Geologo Studio Tecnico: Via Cerchio n° 57 – 48100 Ravenna Tel-fax. 0544-217528	COMMITTENTE: Comune di Ravenna	SOND.N. 1
	CANTIERE: Ex Scuola Elem. "M.Vincieri" - Osteria / Campiano	PROF. (m): 16.00
	PERFORATRICE: ELLETTARI EK200/STR	QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	DATA INIZ.: 24/05/2004
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm	DATA FINE: 24/05/2004
PIEZOMETRO:		SCALA 1:100

Scala 1:100	P.P. I (kg/cm ²)	Vane Test	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni Ind.	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Pz.Norton	Inclinometro
1	3.9		0.55		Sabbia limosa di colore marrone scuro, con radici e frammenti lapidei arenacei						
	1.9	0.40	1.00		Limo argilloso, molto compatto, di colore marrone, con macerie						
2	2.1	0.60			Argilla limosa di colore marrone con striature nere, giallo ocre e rosso ocre						
	2.6	1.40	2.00		Argilla di colore marrone chiaro-grigio, variegato, con striature nere, giallo ocre e rosso ocre						
3	2.9	1.30			Limo argilloso di colore grigio scuro con striature nere e rosso ocre			3.00			
	2.0	1.00	2.80		Sabbia fine limosa, satura, di colore marrone chiaro, con alcuni livelli decimetrici di argilla di colore marrone chiaro variegata			3.20			
4	3.1	1.60	3.15		Argilla di colore marrone chiaro-grigio, variegato, con striature nere, giallo ocre e rosso ocre			3.40			
	2.1	1.00	4.20		Limo debolmente sabbioso di colore marrone chiaro-grigio variegato passante, con passaggi gradual, a limo argilloso e ad argilla e viceversa. Presenti anche puntature giallo ocre, più rare nere, e piccolissimi calcinelli						
5	1.5	0.80	4.40								
							4.50				
6							C.I. 1				
							5.20				
7	1.0	0.60									
	1.8	0.80	7.00								
	1.2	0.50									
8	1.8	0.80									
	1.7	0.60									
9	0.7	0.40									
	2.0	1.00									
	2.5	1.00									
10	1.1	0.40									
	1.9	0.80									
							9.50				
11	1.8	0.90					C.I. 2				
	1.7	1.00					10.20				
12	2.0	1.00			Argilla di colore grigio con alcune variegature gialle. Presenti alcuni livelli limosi e torbosi. Da -7.6 a -7.8 m limo; a -8.7 e a -9.2 m torba. A -14.0 m presenti alcune striature nere. Da -15.0 a -16.0 m presenti numerosissimi bioclasti e da -15.8 a -15.9 m torba						
	2.4	1.20									
13	2.4	1.20									
	1.5	0.60									
	2.5	1.10									
	2.5	1.20									
14	3.0	1.40						12.60			
	1.8	0.90						CD 3			
	2.2	1.10						12.80			
15	2.3	1.10									
	2.4	1.20									
16	1.0	0.20									
	1.2	0.60									
17	2.0	1.00									
	2.4	1.00									
18	0.9	0.20									
	0.9	0.20									
	1.0	0.40	16.00								
	0.7	0.20									

Note:
Eseguita prova scissometrica a 6.5 m.

C.I. = campioni indisturbati
CD = campioni rimaneggiati

COMMITTENTE: Comune di Ravenna
CANTIERE: Scuola media di Piangipane
LOCALITA': Piangipane
DATA: 02/04/2009

QUOTA: p.c.

STUDIO DI GEOLOGIA
Dott. Giorgio Frassinetti
Viale Matteotti 57, Predappio (FC)
e-mail: frassinetgio@libero.it

SONDAGGIO n° 1

Attrezzatura: Sonda CMV 420 MK Sistema di perforazione: Rotazione con circolazione d'acqua
Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	DESCRIZIONE			PERCENTUALE CAROTAGGIO	PENETROM. TASCABILE (Kg/cmq)	TORVANE (Kg/cmq)	FALDA
				CAMP.	RECU.				
1	1,1		TERRENO DI RIPORTO ETEROGENEO, MARRONE, DA 0,785 A 1,00 m CIOTTOLI E LATERIZI CON RESTI DI COMBUSTIONE						
2	2,5		LIMO ARGILLOSO CON SABBIA FINE, MARRONE						
3	3,0								
4			ARGILLA LIMOSA GRIGIA, PLASTICA, CON STRIATURE OCRA						
5									
6	6,0		ARGILLA LIMOSA GRIGIA, PLASTICA, CON LIVELLI SABBIOSO-LIMOSI DAI 6,10 AI 6,20 E A CIRCA 7,30 m DA P.C.						
7									
8	7,4		LIMO SABBIOSO GRIGIO, DEBOLMENTE ARGILLOSO, PASSANTE, VERSO IL BASSO A LIMO SABBIOSO						
9	8,4		ARGILLA LIMOSA GRIGIA, PLASTICA, CON LIVELLI SABBIOSI A 9,0 E 9,4 m DA P.C.						
10	10,0								
11	10,7		LIMO SABBIOSO GRIGIO (SABBIA FINE)						
12			ARGILLA LIMOSA GRIGIA, PLASTICA, DAGLI 11,8 m ARGILLE MOLLI CON RESTI VEGETALI CHE AUMENTANO VERSO IL BASSO						
13	12,5		TORBA ASCIUTTA CON SUBORDINATA ARGILLA GRIGIA						
14	13,2		ARGILLA LIMOSA GRIGIA, MOLLE, CON FRUSTOLI CARBONIOSI. DAI 14 m PRESENZA DI SABBIE FINI, MICACEE, CON COLORAZIONE GRIGIA PIU' SCURA						
15	15,3		LEGNO E RESTI ORGANICI (TORBA) DI COLORE NERO. ODORE DI IDROGENO SOLFORATO						
16	15,5								
17			LIMI SABBIOSI GRIGII E SABBIE FINI, MICACEE, CON LIVELLI FRANCAMENTE SABBIOSI MEDIO-FINI						
18									
19	18,9		ARGILLA LIMOSA GRIGIA CON STRIATURE NERASTRE. ODORE DI IDROGENO SOLFORATO. A VARI LIVELLI (18,9 E 19,8) PRESENZA DI LIVELLETTI SABBIOSI FINI CON RESTI CONCHIGLIARI						
20									

Cassette catalogatrici n° 6



Campione indisturbato



Campione rimaneggiato

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	DESCRIZIONE			PERCENTUALE CAROTAGGIO	PENETROM. TASCABILE (Kg/cmq)	TORVANE (Kg/cmq)	FALDA
				RECU	CAMP.				
22			ARGILLA LIMOSA GRIGIA CON STRIATURE NERASTRE. ODORE DI IDROGENO SOLFORATO. A VARI LIVELLI (18,9 E 19,8) PRESENZA DI LIVELLETTI SABBIOSI FINI CON RESTI CONCHIGLIARI				0,8		
							0,9		
							0,6		
23							0,9		
							0,7		
							0,8		
24							0,6		
							0,9		
							0,4		
25	25,1						0,3		
			ARGILLA GRIGIO SCURA, COMPATTA				2,5		
26							3,0		
							2,9		
			ARGILLA GRIGIO CHIARA CON STRIATURE OCRA, COMPATTA				3,5		
27	26,4						3,8		
							2,0		
			LIMO ARGILLOSO GRIGIO, COMPRESSIBILE				1,0		
28							1,5		
							1,0		
			ARGILLA GRIGIO CHIARA CON STRIATURE OCRA, COMPATTA				1,6		
29	28,7								
			LIMO ARGILLOSO GRIGIO, COMPRESSIBILE						
30	29,3								
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									

Cassette catalogatrici n° 5

☒ Campione indisturbato

☐ Campione rimaneggiato

COMMITTENTE: Comune di Ravenna
CANTIERE: Via del Pino - Pontenuovo
LOCALITA': Pontenuovo - Ravenna
DATA: 07/04/2009

QUOTA: p.c.

STUDIO DI GEOLOGIA
Dott. Giorgio Frassinetti
Viale Matteotti 57, Predappio (FC)
e-mail: frassinetgio@libero.it

SONDAGGIO n° 1

Attrezzatura: Sonda CMV 420 MK

Sistema di perforazione: Rotazione con circolazione d'acqua

Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	DESCRIZIONE			PERCENTUALE CAROTAGGIO	PENETROM. TASCABILE (Kg/cmq)	TORVANE (Kg/cmq)	FALDA
				CAMP.	RECU.				
0,4			SUOLO AGRARIO						
1			ARGILLE COMPATTE COMPATTE MARRONI.				2,4 3,5 3,4 3,6 1,5 3,0		L.F. 1,8
2,6			ARGILLA GRIGIA	3,00					
3				3,50					
3,5			ARGILLE LIMOSE, GRIGIO SCURO CON ABBONDANRE SOSTANZA ORGANICA, GHIAIE E LATERIZI, RESTI DI MANUFATTI (PIANO ROMANO??). IN PROSSIMITA' DELLA BASE DEL LIVELLO RESTI CONCHIGLIARI						
4									
4,6			ARGILLE LIMOSE, GRIGE CON RESTI CONCHIGLIARI DAI 5,0 AI 5,2 m DA P.C. E RESTI LEGNOSI A 6,3 m DA P.C. VERSO IL BASSO PASSAGGIO A ARGILLE LIMOSO-SABBIOSE CON SOSTANZA ORGANICA				0,4 0,5 0,4		
5									
6									
6,4									
7									
8									
9									
10			SABBIE GRIGIO SCURO, MICACEE, CON RESTI CONCHIGLIARI (BIOCLASTI) E SOSTANZA ORGANICA. DAI 7,50 m DA P.C. DIMINUIZIONE SOSTANZA ORGANICA CON SABBIE QUASI PULITE, TALORA LIMOSO-ARGILLOSE						
11									
12									
13									
14									
15			SABBIE GRIGIO SCURO CON ABBONDANTI RESTI ORGANICI. ODORE CARATTERISTICO DI ACIDO SOLFIDRICO						
15,0									
16									
16,1									
17									
18			SABBIE GRIGIO SCURO CON SUBORDINATE FRAZIONI LIMOSO-ARGILLOSE. A 16,5 E A 20,9 m DAL P.C. GHIAIE E RESTI CONCHIGLIARI (ANTICA BATTIGIA)						
19									
20									
21,1									

Cassette catalogatrici n° 6



Campione indisturbato



Campione rimaneggiato

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	DESCRIZIONE			PERCENTUALE CAROTAGGIO	PENETROM. TASCABILE (Kg/cmq)	TORVANE (Kg/cmq)	FALDA
				RECU	CAMP.				
21,1			ARGILLA LIMOSA GRIGIA CHIARA CON STRATERELLI SABBIOSI OCRA				1,5 1,3 2,2		
22	22,0		SABBIE LIMOSE ROSSE CON EVIDENTI TRACCE DI OSSIDAZIONE						
23									
23,5									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
29,7									
30	30,0		ARGILLA GRIGIA				1,4		
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									

Cassette catalogatrici n° 5



Campione indisturbato



Campione rimaneggiato



Committente: Comune di Ravenna

Località: Porto Corsini (RA)

S9A

Scala 1:100

Data inizio/fine: 13 Maggio 2005

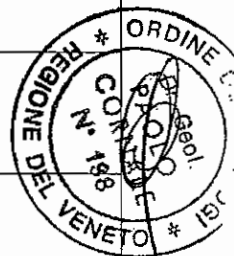
Sigla: S2

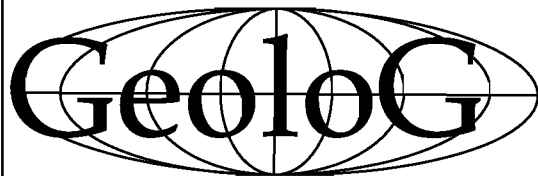
Attrezzatura: B30

Quota dal p.c.(m): 0

Lunghezza perforazione (m): 20,0

Legenda campioni:				=rimaneggiato	=S.P.T.	=da vane test	=a percussione	=indisturbato a pressione	=indisturbato rotativo	
Spe sso re	Prof. (m)	Strati grafia	Cam pioni	DESCRIZIONE				S.P.T.	Vane test (kg/cmq)	Falda
1,40	1,40			Sabbia media fine marrone ricca di radici.						
0,60	2,00			Sabbia media grigia ricca di chiazze color ocra. Presenti sporadici livelli torbosi (spessore max 1 cm).						
3,00	3,00		3,50	Sabbia media grigia con sporadiche chiazze scure ricche di sostanza organica e frammenti di conchiglie (diam. max 0,5 cm).				3,5 8-6-4		
5,00	5,00			Sabbia media grigia localmente limosa grigia.				7,2 5-8-9		
3,00	3,00		7,20	Sabbia media grigia localmente limosa grigia.						
8,00	8,00			Sabbia fine limosa grigia.						
0,20	8,20			Argilla debolmente limosa grigia.						
0,20	8,40			Sabbia media fine grigia, grigio scura al tetto (primi 20 cm).						
0,80	9,20			Argilla limosa grigia.						
1,30	10,50		10,50	Argilla debolmente limosa grigia.						
0,50	11,00		11,50	Argilla limosa grigia.						
0,50	11,50		12,00	Argilla grigia ricca di sottili livelli limosi (spessore max 1 cm).					0,47	
1,90	13,40			Argilla limosa grigia.						
0,20	13,60			Argilla grigia ricca di lenti e livelli sottili di limo.						
2,00	15,60		15,00	Argilla grigia debolmente limosa.					0,31	
15,60	15,60		16,00	Argilla debolmente limosa grigia.						
2,80	18,40									
1,60	20,00									
20,00	20,00									





s.r.l.

S10A

Viale della Lirica, 15 48100 Ravenna 0544 405990/471832

Committente

COMUNE DI RAVENNA

Cantiere

AMPLIAMENTO SPOGLIATOI

Localita'

S.ZACCARIA -RA-

Data

02-11-2005

Quota

p.c.

SOND. N. 1

sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 101 mm

rivestimento: Diametro 127 mm

PROF.	CAMP.		DESCRIZIONI	PENETROM. TASCABILE kg/cmq	TORVANE kg/cmq	FALDA
1	0.40		SUOLO ARGILLOSO LIMOSO BRUNO			
	0.70		LIMO ARGILLOSO BRUNO NOCCIOLA			
			LIMO ARGILLOSO SABBIOSO BRUNO NOCCIOLA CON FREQUENTI LIVELLI DI LIMO SABBIOSO			
2	1.80		LIMO SABBIOSO ARGILLOSO MEDIO MOLLE NOCCIOLA			
3	2.60	A 2.60 2.80	ARGILLA LIMOSA GRIGIO NOCCIOLA CON CALCINELLI	2	0.85	
		1 O 3.40				1.85
4	4.20		SABBIA LIMOSA BRUNA	1.5 1.0	0.6 0.45	
5	4.80		LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO BRUNO	1.25	0.6	
	5.40		ARGILLA LIMOSA GRIGIA CON FRUSTOLI DI MATERIALE ORGANICO	1.0	0.6	
6	5.60		LIMO ARGILLOSO CON VENE DI LIMO SABBIOSO GRIGIO NOCCIOLA	2.5 2.0	1.0 1.0	
	6.10		ARGILLA A TRATTI LIMOSA CON RARI LIVELLI DI MATERIALE ORGANICO E RARI CALCINELLI	2.5 2.0 2.0	0.9 1.00	
8		B 7.80		2.0 2.5	1.2	
	8.40		ARGILLA LIMOSA SABBIOSA GRIGIA CON VENE DI LIMO SABBIOSO	2.5 1.5 1.0	1.2 0.7 0.45	
9		2 O 9.30 9.90				
10				2- 2		
11				2 1.5 1.5	0.9 0.75	
12	12.20		LIMO ARGILLOSO MEDIO MOLLE NOCCIOLA	2.5	1.1	
13	13.40		LIMO ARGILLOSO PASSANTE A ARGILLA LIMOSA GRIGIA MEDIAMENTE COMPATTA	2.5 2.0	0.9 0.75 1.0 0.9	
14						
15				2.5		
16	16.00		n. 4 cassette catalogatrici			

☒ CAMPIONE INDISTURBATO ☐ CAMPIONE DISTURBATO
CAMPIONATORE: D = Danison M = Mazier O = Osterberg S = Shelby

S.G.R. Studio Geotecnico Roncuzzi Di Marco Roncuzzi Dott. Geologo Studio Tecnico: Via Cerchio n° 57 – 48100 Ravenna Tel-fax. 0544-217528	COMMITTENTE: Comune di Ravenna	SOND.N. 1
	CANTIERE: Via Chiavica Romea ex Scuola Elem. - Ravenna	PROF. (m): 17.00
	PERFORATRICE: ELLETTARI EK200/STR	QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	DATA INIZ.: 28/12/2004
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm	DATA FINE: 28/12/2004
PIEZOMETRO:		SCALA 1:100

Scala 1:100	P.P. I (kg/cm ²)	Vane Test	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Falda	Pz Casagrande	Pz.Norton
1	5.0		0.50		Terreno di riporto limoso-argilloso debolmente sabbioso						
2	0.8	0.26	1.15		Terreno di riporto limoso-sabbioso misto a macerie						
3	2.2	1.15	2.20		Limo sabbioso di colore giallo ocra, tendenzialmente più coesivo con la profondità						
4	1.6	0.54	3.00		Argilla limosa di colore giallo ocra con venature bruno-nerastre per presenza di sostanza organica	3.00					
5	1.5	0.45	3.50		Campione indisturbato Osterberg	C.I. 1					
6	1.7	0.80	4.40		Argilla limosa di colore giallo ocra con venature grigio-azzurre crescenti con la profondità; debole presenza di sostanza organica (alcuni frustoli carboniosi di dimensioni centimetriche)	3.50					
7	1.5	0.54	5.50		Argilla limosa di colore grigio-azzurro con fini intercalazioni centimetriche di limo sabbioso da -4.6 a -4.9 m. da -5.1 m presenza di sostanza organica (frustoli carboniosi)						
8	0.8	0.40	7.80		Argilla sabbioso-limosa costituita da una fitta alternanza di livelli centimetrici di limo sabbioso, argilla sabbiosa e sabbia finissima in matrice argillosa						
9	0.4	0.15	8.40		Campione indisturbato Osterberg	7.80					
10	0.3	0.08	10.20		Sabbia limosa e argillosa di colore grigio; sono presenti livelli maggiormente coesivi da -9.5 a -9.7 m e da -10.0 a -10.1 m. E' inoltre presente un livello torboso di circa 10 cm di spessore a 9.8 m di profondità.	C.I. 2					
11	0.2	0.06	11.50		Sabbia fine limosa con intercalazioni millimetriche di limo sabbioso; colore grigio. Sono presenti abbondanti bioclasti	8.40					
12			11.95		Prova S.P.T.	11.50		11.50			
13			13.00		Sabbia fine limosa con livelli maggiormente coesivi da -12.3 a -12.5 m e da -12.7 a -12.9 m. Colore grigio	CR 1		8-10-13			
14			13.40		Limo argilloso di colore grigio-azzurro	11.95		11.95			
15			13.60		Livello di limo sabbioso-argilloso						
16			14.20		Sabbia fine con presenza di alcuni bioclasti e di un livello torboso, di spessore di alcuni centimetri, a -13.9 m. Colore grigio	14.20		14.20			
17			14.65		Prova S.P.T.	CR 2		5-8-10			
18			16.20		Sabbia fine limosa di colore grigio	14.65		14.65			
			17.00		Sabbia fine limosa fittamente alternata a limo sabbioso; colore grigio						

Note:

 C.I. = campioni indisturbati
 CR = campioni rimaneggiati

Committente COMUNE DI RAVENNA
 Cantiere COSTRUZIONE DI ASILO
 Localita' RAVENNA VILL.S.GIUSEPPE
 Data 03-11-2005

Quota p.c.

SOND. N. 1

sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 101 mm
 rivestimento: Diametro 127 mm

PROF.	CAMP.		DESCRIZIONI	S.P.T.		PENETROM. TASCABILE kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	FALDA
				Prof.	N. colpi x 15 cm.			
1	0.5		SUOLO ARGILLOSO BRUNO CON MACERIE E RADICI			1.5	0.6	
2	1.8	A	LIMO ARGILLOSO GRIGIO PASSANTE A LIMO ARGILLOSO SABBIOSO			1.0 1.5 2.0	0.5 0.6 0.7	1.40
3	2.5 3.0	1 O				1.75	0.7	
4	3.4		LIMO SABBIOSO ARGILLOSO GRIGIO CON VENE DI ARGILLA LIMOSA CON FRUSTOLI DI MATERIALE ORGANICO E FRAMMENTI DI CONCHIGLIE			1.0	0.5	
5	5.00					0.5 0.5		
6	5.50 6.00	2 O	LIMO SABBIOSO E/O SABBIA LIMOSA GRIGIA A TRATTI SABBIOSO					
7	6.30		SABBIA FINE LIMOSA GRIGIA CON PASSAGGI NERI CO FRUSTOLI DI TORBA E CONCHIGLIE					
8	8.1	B						
9	9.00		LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO GRIGIO SCURO			0.5 0.50		
10	9.70 10.30	3 O						
11	11.60							
12	12.5	C	SABBIA FINE DEBOLMENTE LIMOSA MEDIANTE ADDENSATA GRIGIA CON FRAMMENTI DI CONCHIGLIE	12.0	15 23 31			
13								
14								
15				15.0	17 28 36			
16	16.0		n. 4 cassette catalogatrici					

☒ n

CAMPIONE INDISTURBATO

☐

CAMPIONE DISTURBATO

CAMPIONATORE: D = Danison M = Mazier

O = Osterberg

S = Shelby

Committente **SPEA SPA**
 Cantiere **PORTO CORSINI**
 Localita'
 Data **FEBBRAIO 1989**

Quota **+2.50**

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

SOND. N. 1

sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 101 mm
 rivestimento: Diametro 127 mm

N. archivio: S.1/89

PROF.	CAMP.	DESCRIZIONI	S.P.T.		PENETROM. TASCABILE kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	FALDA	Passante al 200 ASTM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			Prof.	N. colpi x 15 cm				W _P	W	W _L	10'	20	30	40	50	60	70	80	90	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1		RIPORTO DI SABBIA MISTA A MACERIE	1.50	4 7 10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

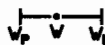


CAMPIONE INDISTURBATO

CAMPIONATORE: S = Shelby



CAMPIONE INALTERATO

Committente ACQUATECNO Cantiere PORTO CORSINI Localita' RAVENNA Data 26/04/99		Quota p. banchina		Dr. ANGELO ANGELI geologo Cesena, via Padre Genocchi, 222 Tel.0547-27682 ■ Fax.0547-21128	
SOND. N. 1/99		sistema di perforazione: a rotazione - diametro 101 mm		N. archivio: S.1/99	
PROF.	CAMP.	DESCRIZIONI	S.P.T. Prof. N. colpi x 15 cm.	PENETROM. TASCABILE kg/cmq	FALDA
					 ■ Passante al 200 ASTM 10 20 30 40 50 60 70 80 90 %
1	0.55	SABBIA LIMOSA GRIGIO NOCCIOLA			1.30
2		SABBIA LIMOSA GRIGIO NOCCIOLA MISTA A BLOCCHI DI CALCESTRUZZO E PIETRISCO CALCIAREO			
3	3.00	SABBIA FINE GRIGIA MISTA A BLOCCHI CALCIARI E PIETRISCO			
4					
5	5.30	BLOCCHI DI CALCIARE BIANCASTRO			
6	6.00	SABBIA FINE GRIGIA MISTA A BLOCCHI CALCIARI			
7	6.50	SABBIA FINE GRIGIO VERBASTRA A TRATTI LIMOSA			
8					
9			2 4		
10					
11					
12	11.50	LIMO GRIGIO A TRATTI DEBOLMENTE SABBIOSO		0.50 0.75 1.00 1.00 0.75 0.25	
13				0.75-1.00	
14	14.00	LIMO ARGILLOSO GRIGIO MOLLE CON SUTTILI VENE DI SABBIA FINE		0.25 0.25 0.50	
15				0.50 0.25 0.75	
16				0.50 0.75-1.00	
17				0.25 0.50	
18	18.00			0.50 0.75-1.00	
19	18.50			0.25 0.50	
20				1.00 0.75	
21				0.25 1.00	
22	22.30	LIMO SABBIOSO GRIGIO MOLLE		0.25 1.00	
23				1.00 0.75	
24	24.00	LIMO GRIGIO MOLLE		1.25-1.75	
25	24.50			0.25 1.00	
26				1.00 0.75	
27				0.75	
28	28.00	LIMO SABBIOSO E SABBIA LIMOSA GRIGIA		0.75-1.00	
29	28.50	ARGILLA LIMOSA MOLLE		2.00 1.25 1.50	
30	29.00	SABBIA LIMOSA GRIGIO VERBASTRA			
31	30.30	ARGILLA LIMOSA GRIGIO VERBASTRA			
32		SABBIA FINE LIMOSA GRIGIO VERBA- STRA ADDENSATA			
33	32.00	SABBIA GRIGIO NOCCIOLA A TRATTI DEBOLMENTE LIMOSA			
34					
35			16 19 24		
36					
37					
38					
39					
40	40.00				

Committente NUOVA OMA
 Cantiere NUOVA OLMEC
 Localita' PORTO CORSINI (RA)
 Data FEBBRAIO 1986

Quota p.piazzale

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

SOND. N. 1/86

sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 101 mm
 rivestimento: Diametro 127 mm

N. archivio: S.4/86

PROF.		DESCRIZIONI	S.P.T.		PENETROM. TASCABILE kg/cmq	TORVANE kg/cmq	<div> <div>•</div> <div>■ Passante al 200 ASTM</div> </div>											
			Prof.	N. colpi x 15 cm.			<div> <div>•</div> <div>■</div> </div>											
1		SABBIA CON PIETRISCO VIA VIA PIU' SCARSO																
2	1.50	SABBIA FINE LIMOSA CON TRACCE DI GHIAIETTO E PIETRISCO FINE	2.00	1 3 6														
3	2.80	SABBIA FINE E LIMO CON VENE LIMOSO ARGILLOSE																
4	3.70	SABBIA FINE LIMOSA CON QUALCHE VENA DI LIMO	4.00	5 6 7														
5																		
6																		
7																		
8			7.50	4 5 7														
9																		
10	10.00	ARGILLA LIMOSA GRIGIA MOLTO MOLLE																
11					0.30	0.20												
12					0.40	0.20												
13																		
14																		
15	15.50				0.50	0.23												

S17A

Committente NUOVA DMA
 Cantiere NUOVA OLMEC
 Localita' PORTO CORSINI (RA)
 Data FEBBRAIO 1986

Quota p.piazzale

Dr. ANGELO ANGELI
 geologo
 Cesena, via Padre Genocchi, 222
 Tel.0547-27682 * Fax.0547-21128

SOND. N. 2/86

sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 101 mm
 rivestimento: Diametro 127 mm

N. archivio: S.5/86

PROF.	CAMP.	DESCRIZIONI	S.P.T.		PENETROM. TASCABILE kg/cmq	TORVANE kg/cmq	<div> <div> <div>W_P</div> <div>W</div> <div>W_L</div> </div> <div>Passante al 200 ASTM</div> </div>										
			Prof.	N. colpi x 15 cm.			10 20 30 40 50 60 70 80 90 %										
1	0.80	SABBIA E PIETREME															
	1.20	SABBIA E ARGILLA GRIGIA															
2		SABBIA LIMOSA E SABBIA GRIGIA SCURA CON TRACCE DI PIETRISCO IN ALTO	2.00	2	6	8											
3	A 2.60																
4	3.50	SABBIA FINE LIMOSA GRIGIA	3.50	1	4.00												
5	5.00																
6		SABBIA FINE LIMOSA GRIGIA CON TRACCE DI GHIAIETTO E FRAMMENTI DI MATTONE	5.50	3	3	4											
7	7.00																
8	B 7.60	SABBIA FINE LIMOSA CON QUALCHE LIVELLETTO ARGILLOSO															
9	8.30																
	8.70																
10	10.00																
		ARGILLA LIMOSA GRIGIA MOLTO MOLLE															
11	C 11.00																
12	11.50																
	12.00																
13	D 12.50																
14																	
15	15.00																
	E 14.70																



CAMPIONE INDISTURBATO



CAMPIONE INALTERATO

S17A

**Pergeo Srl**

via Dell' Artigianato 2 - 44030 Ro (FE)
Tel 0532 426021 - Fax 0532 426521

Committente: Comune di Ravenna				CAMPIONI: Shelby		Riferimento: 44-13P	Numero: S1				
Cantiere: Piazzale Kennedy - Ravenna				Osterberg		Pagina: 1/4					
Indagine: geognostica				Denison		Data: 21/03/2013 22/03/2013					
Stratigrafia da: Sondaggio geognostico				Denison fustella		Responsabile: Dott. Geol. Zanella Fabio					
Codice: S01.00201.023				S.P.T.		Operatore: P.I. Andrea dalla Muta					
				Rimaneggiato		Quota: piano campagna					
						Falda: 2.12 m					
Profondità Scala: 1:25	stratigrafia	campioni		Rockat Kg/cm²	Torvana Kg/cm²	S.P.T. quota colpi		DESCRIZIONE	Manovra % Recup.	Falda	Piazz.
0		tipo	sigla	quota							
-0.05								asfalto	0.05		
-0.15								conglomerato cementizio	0.15		
								frammenti di laterizi in matrice sabbiosa-limosa. Pale yellowish brown 10YR 6/2			
1			R1	-1.00					0.65		
-1.00				-1.20				Campione R1 da mt 1.00 a mt 1.20 da p.c.	0.20		
-1.20								argilla limosa con rari frammenti di laterizi			
-1.65			R1bis	-1.65					0.45		
-1.80			R2	-1.80				Campione R1-bis da mt 1.65 a mt 1.80 da p.c.	0.15		
-2.00			R3	-2.00				Campione R2 da mt 1.80 a mt 2.00 da p.c.	0.25		
2				-2.20				Campione R3 da mt 2.00 a mt 2.20 da p.c.	0.20		
-2.20											
								argilla organica limosa-sabbiosa con frammenti di laterizi rosso e giallo. Olive black 5Y 2/1			
3											
-4.10									1.90		
								Laterizi gialli compatti in poca matrice sabbiosa			
5									0.90		
-5.00											

note: Sonda tipo: sonda idraulica a rotazione - carotaggio continuo diam. 101 mm.

web site www.pergeo.it

Software by Dr.D.Martin - 0425840320



Pergeo Srl

via Dell' Artigianato 2 - 44030 Ro (FE)
Tel 0532 426021 - Fax 0532 426521

Committente: Comune di Ravenna		CAMPIONI: Shelby Osterberg Denison Denison fustella S.P.T. Rimaneggiato		Riferimento: 44-13P	Numero: S1
Cantiere: Piazzale Kennedy - Ravenna				Pagina: 2/4	
Indagine: geognostica				Data: 21/03/2013 22/03/2013	
Stratigrafia da: Sondaggio geognostico		Caranto Tracce fossili Resti organici Concrezioni		Responsabile: Dott. Geol. Zanella Fabio	
Codice: S01.00201.023		PIEZOMETRI: ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Operatore: P.I. Andrea dalla Muta	
				Quota: piano campagna	
				Falda: 2.12 m	

Profondità Scala: 1:25	stratigrafia	campioni			Pocket Kg/cm²	Torvana Kg/cm²	S.P.T.		DESCRIZIONE	Mandri % Recup.	Falda	Piaz. o.
		tipo	sigla	quota			quota	colpi				
5	-5.00								Laterizi gialli compatti in matrice sabbiosa.	0.90		
	-5.50								Laterizi gialli con poca matrice limoso-sabbiosa. Grayish yellow 5Y 8/4.	0.50		
6	-6.60								Frammenti di laterizi rossi senza matrice.	1.10		
7	-7.00								Sabbie fini limose con lenti decimetriche di torbe marronbe scuro. Olive black 5Y 2/1.	0.40		
	-7.90								Argilla e argilla limosa in livelli decimetrici.	0.90		
8	-8.40								Campione OST 1 da mt 8.40 a mt 9.00 da p.c.	0.50		
	-9.00								Alternanze di argille limose e sabbie fini limose in livelli centimetrici. Medium gray 5.	0.60		
9												
10												

web site www.pergeo.it



Pergeo Srl

via Dell' Artigianato 2 - 44030 Ro (FE)
Tel 0532 426021 - Fax 0532 426521

Committente: Comune di Ravenna				CAMPIONI: Shelby Osterberg Denison Denison fustella S.P.T. Rimaneggiato		Riferimento: 44-13P	Numero: S1
Cantiere: Piazzale Kennedy - Ravenna						Pagina: 3/4	
Indagine: geognostica						Data: 21/03/2013 22/03/2013	
Stratigrafia da: Sondaggio geognostico				Caranto Tracce fossili Resti organici Concrezioni		PIEZOMETRI: ATA Tubo aperto CSG Casagrande	Responsabile: Dott. Geol. Zanella Fabio Operatore: P.I. Andrea dalla Muta
Codice: S01.00201.023						Quota: piano campagna Falda: 2.12 m	
Profondità Scala: 1:25	stratigrafia	campioni tipo sigla quota	Pocket Kg/cm²	Torvana Kg/cm²	S.P.T. quota colpi	DESCRIZIONE	Mandr % Recup.
10 11 12 13 14 15			0.60 1.00			Alternanze di argille limose e sabbie fini limose in livelli centimetrici. Medium gray 5.	
						Alternanze centimetriche tra limi debolmente e sabbie fini limose. Livelli cm torbosi con sabbie da mt 15,00 17,00 e 18,50. Medium gray 5.	

web site www.pergeo.it



Pergeo Srl

via Dell' Artigianato 2 - 44030 Ro (FE)
Tel 0532 426021 - Fax 0532 426521

Committente: Comune di Ravenna				CAMPIONI: Shelby		Riferimento: 44-13P		Numero: S1			
Cantiere: Piazzale Kennedy - Ravenna				Osterberg		Pagina: 4/4					
Indagine: geognostica				Denison		Data: 21/03/2013 22/03/2013					
Stratigrafia da: Sondaggio geognostico				Denison fustella		Responsabile: Dott. Geol. Zanella Fabio					
Codice: S01.00201.023				S.P.T.		Operatore: P.I. Andrea dalla Muta					
				Rimaneggiato		Quota: piano campagna					
				PIEZOMETRI: ATA Tubo aperto CSG Casagrande		Falda: 2.12 m					
Profondità Scala: 1:25	stratigrafia	campioni		Pocket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	S.P.T. quota colpi		DESCRIZIONE	Minore % Recup.	Falda	Piaco.
15		tipo	sigla	quota							
16											
17											
18											
19											
-19.40											
-19.80											
20											
note: -20.00											

Alternanze centimetriche tra limi debolmente e sabbie fini limose. Livelli cm torbosi con sabbie da ml 15,00 17,00 e 18,50. Medium gray 5.

Livello sabbioso limoso, ricco in bioclasti.

Alternanze di argille limose e sabbie fini limose.

Sonda tipo: sonda idraulica a rotazione - carotaggio continuo diam. 101 mm.

web site www.pergeo.it

Software by Dr.D.Martin -042594/820



ALLEGATO 2

FOTO CASSETTE CATALOGATRICI



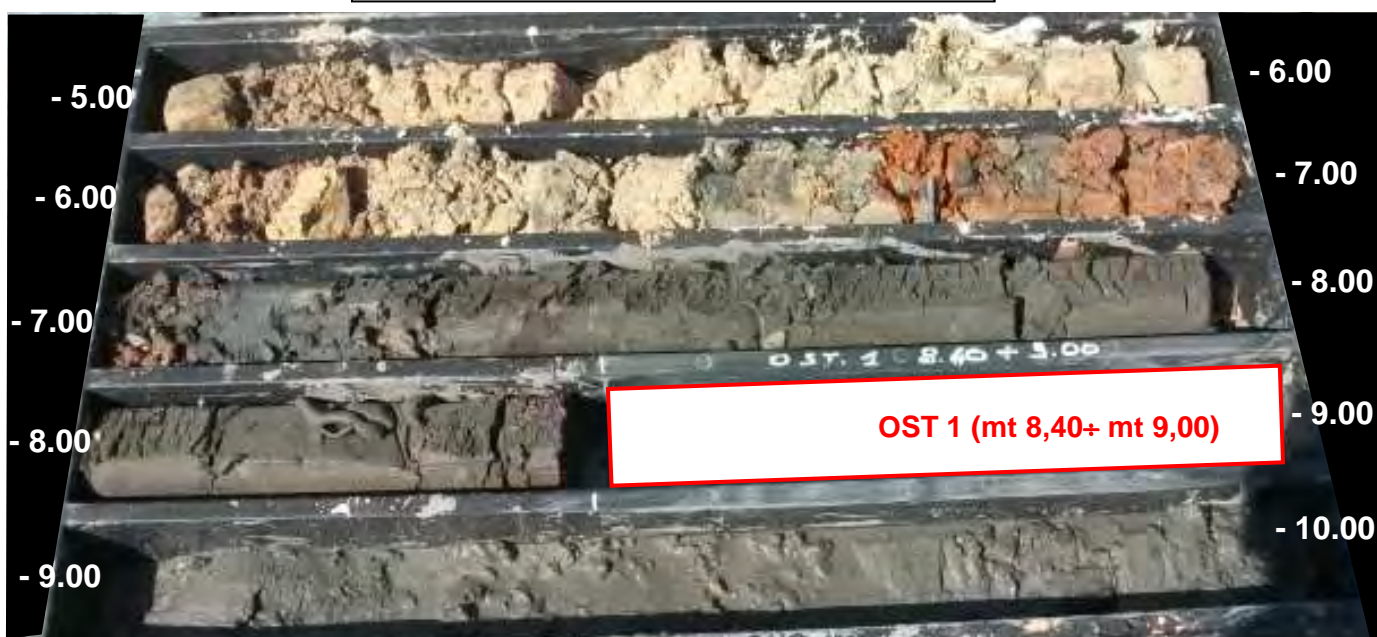
SONDAGGIO S1 (20,00 metri)



Comm: COMUNE DI RAVENNA (RA)
Località: Piazza J. F. Kennedy (RA)
Sondaggio S1
Data: 21-22/03/2013
Cassa n° 1 Prof. da mt. 0.00 a mt. -5.00



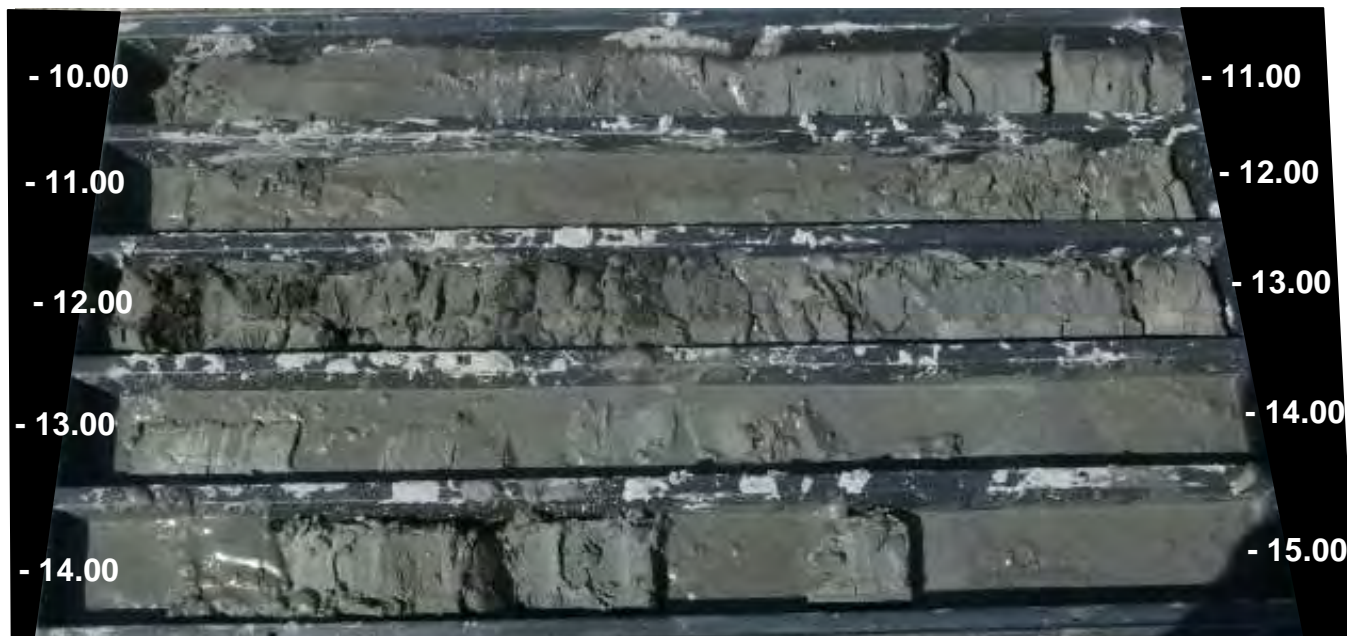
Comm: COMUNE DI RAVENNA (RA)
Località: Piazza J. F. Kennedy (RA)
Sondaggio S1
Data: 21-22/03/2013
Cassa n° 2 Prof. da mt. -5.00 a mt. -10.00



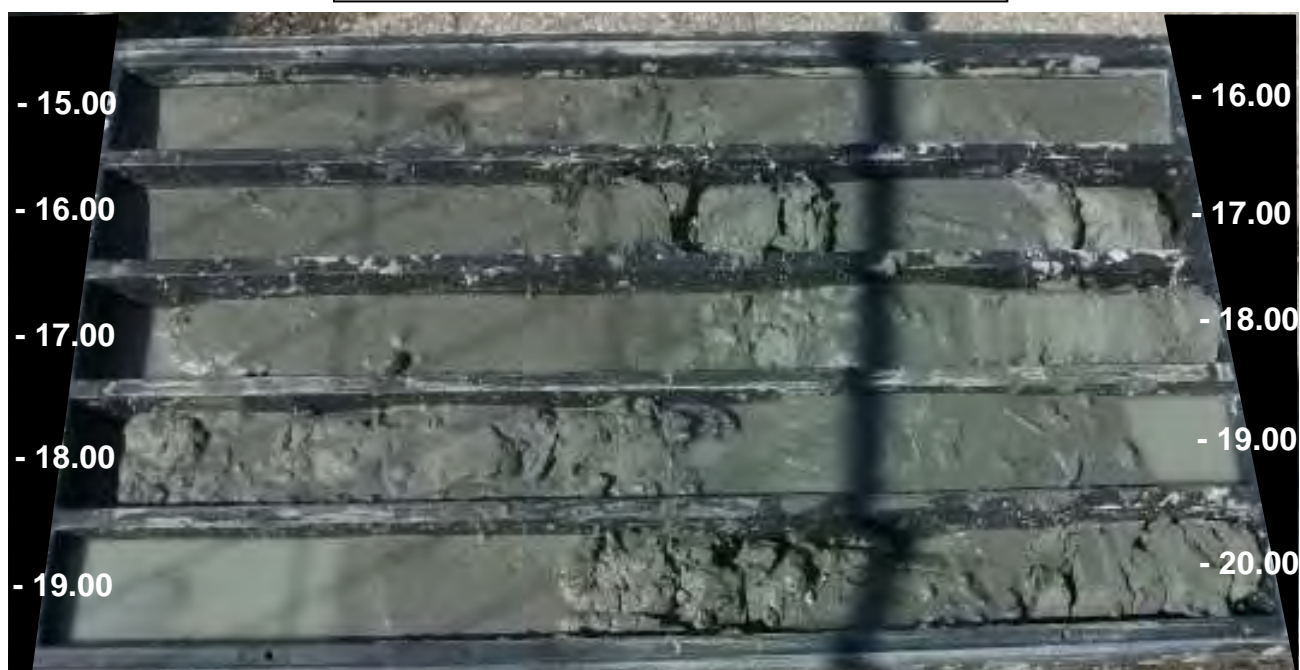
Note: campione rimaneggiato - campione indisturbato



Comm: COMUNE DI RAVENNA (RA)
Località: Piazza J. F. Kennedy (RA)
Sondaggio S1
Data: 21-22/03/2013
Cassa n° 3 Prof. da mt. -10.00 a mt. -15.00



Comm: COMUNE DI RAVENNA (RA)
Località: Piazza J. F. Kennedy (RA)
Sondaggio S1
Data: 21-22/03/2013
Cassa n° 4 Prof. da mt. -15.00 a mt. -20.00





ALLEGATO 3

CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO



GEOTEA s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Determinazione del peso di volume mediante fustella tarata

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-2

Rapporto di prova: 13.042 - 036I - 001
Verbale: V036I
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: R 3
Profondità: 2.00 - 2.20
Data: 03/04/2013

Classe campione: Q3

Massa tara (g): 71.64
Massa Campione umido + tara (g): 98.87
Massa Campione secco + tara (g): 90.63
Volume fustella tarata (cm³): 14.884

Umidità naturale (%): 43.391
Massa Volumica umida (kg/m³): 1829.48
Massa Volumica secca (kg/m³): 1275.87

note:

Direttore

Spesimentatore

44068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 9255377 Fax 051 4998378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B6 int)



GEOTEA s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Peso specifico dei grani

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-3

Rapporto di prova: 13.042 - 036I - 002
Verbale: V036I
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: R 3
Profondità: 2.00 - 2.20
Data: 03/04/2013

Massa Tara (g):	71.64
Massa campione umido + Tara (g):	98.87
Massa Campione secco + Tara (g):	90.63
Massa picnometro + campione (g):	117.72
Massa picnometro + tappo + acqua (g):	194.99
Massa pic. + tappo + acqua + camp. (g):	228.98
Umidità naturale (%):	43.39
Massa volumica umida kg/m ³ :	1829.48
Massa volumica secca kg/m ³ :	1275.87
Massa specifica dei grani kg/m³:	2670.27
Indice dei vuoti	1.09
Porosità (%):	52.22
Umidità di saturazione (%):	40.93
Grado di saturazione (%):	106.02

note:

Director

Spesmentatore

40058 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6255377 Fax 051 4908378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B25 int)



GEOTEA s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

LIMITI

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10 - ASTM D427-04

Rapporto di prova: 13.042 - 036I - 003
Verbale: V036I
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: R 3
Profondità: 2.00 - 2.20
Data: 03/04/2013

Numero colpi: 24
Massa tara (g): 70.56
Massa Campione umido + tara (g): 111.06
Massa Campione secco + tara (g): 101.35
Limite liquido (%): 31

Massa tara (g): 71.99
Massa Campione umido + tara (g): 75.60
Massa Campione secco + tara (g): 74.90
Limite Plastico (%): 24

	Provino1	Provino2
Massa Campione umido + tara (g):	-	-
Massa Campione secco + tara (g):	-	-
Massa tara (g):	-	-
Volume tara (cm ³):	-	-
Volume mercurio (cm ³):	-	-
Massa campione umido (g):	-	-
Massa Campione secco (g):	-	-
Limite di Ritiro (%):	-	-
Media:	-	-

Lunghezza iniziale (mm): -
Lunghezza finale (mm): -
Ritiro lineare (%): -

Direttore

Speseratore

40068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 5255377 Fax 051 4995376
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B20 int)



GEOTEA s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Determinazione del peso di volume mediante fustella tarata

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-2

Rapporto di prova: 13.042 - 036I - 004
Verbale: V036I
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: R 1 BIS
Profondità: 1.65 - 1.80
Data: 03/04/2013

Classe campione: Q3

Massa tara (g): 71.97
Massa Campione umido + tara (g): 99.91
Massa Campione secco + tara (g): 92.35
Volume fustella tarata (cm³): 14.884

Umidità naturale (%): 37.095
Massa Volumica umida (kg/m³): 1877.18
Massa Volumica secca (kg/m³): 1369.26

note:

Direttore

Spedimentatore

40060 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 5255377 Fax 051 4998378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B6 int)



GEOTEA s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Peso specifico dei grani

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-3

Rapporto di prova: 13.042 - 036I - 005
Verbale: V036I
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: R 1 BIS
Profondità: 1.65 - 1.80
Data: 03/04/2013

Massa Tara (g): 71.97
Massa campione umido + Tara (g): 99.91
Massa Campione secco + Tara (g): 92.35
Massa picnometro + campione (g): 116.28
Massa picnometro + tappo + acqua (g): 194.24
Massa pic. + tappo + acqua + camp. (g): 227.56
Umidità naturale (%): 37.10
Massa volumica umida kg/m^3 : 1877.18
Massa volumica secca kg/m^3 : 1369.26
Massa specifica dei grani kg/m^3 : 2683.68
Indice dei vuoti: 0.96
Porosità (%): 48.98
Umidità di saturazione (%): 35.77
Grado di saturazione (%): 103.70

note:

Direttore

Spedimentatore

40068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 8255377 Fax 051 4593378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B25 int)



GEOTE s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

LIMITI

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10 - ASTM D427-04

Rapporto di prova: 13.042 - 036I - 006
Verbale: V036I
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: R 1 BIS
Profondità: 1.65 - 1.80
Data: 03/04/2013

Numero colpi: 18
Massa tara (g): 70.46
Massa Campione umido + tara (g): 120.9
Massa Campione secco + tara (g): 109.02
Limite liquido (%): 30

Massa tara (g): 72.08
Massa Campione umido + tara (g): 75.85
Massa Campione secco + tara (g): 75.10
Limite Plastico (%): 25

	Provino1	Provino2
Massa Campione umido + tara (g):	-	-
Massa Campione secco + tara (g):	-	-
Massa tara (g):	-	-
Volume tara (cm ³):	-	-
Volume mercurio (cm ³):	-	-
Massa campione umido (g):	-	-
Massa Campione secco (g):	-	-
Limite di Ritiro (%):	-	-
Media:	-	-

Lunghezza iniziale (mm): -
Lunghezza finale (mm): -
Ritiro lineare (%): -

Direttore

Spesimentatore

40066 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6256277 Fax 051 4908378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B20 int)



GEOTEA s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Determinazione del peso di volume mediante fustella tarata

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-2

Rapporto di prova: 13.042 - 036I - 007
Verbale: V036I
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: OST1
Profondità: 8.40 - 9.00
Data: 03/04/2013

Classe campione: Q3

Massa tara (g): 70.66
Massa Campione umido + tara (g): 94.44
Massa Campione secco + tara (g): 88.67
Volume fustella tarata (cm³): 14.884

Umidità naturale (%): 32.038
Massa Volumica umida (kg/m³): 1597.69
Massa Volumica secca (kg/m³): 1210.02

note:

Direttore

Sperimentatore

40068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6255377 Fax 051 4999378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B6 Int)



GEOTE s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Peso specifico dei grani

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-3

Rapporto di prova: 13.042 - 0361 - 008
Verbale: V0361
Committente: PERGEO SRL
Località: RAVENNA
Cantiere: PIAZZA KENNEDY
Sondaggio: S1
Campione: OST1
Profondità: 8.40 - 9.00
Data: 03/04/2013

Massa Tara (g):	70.66
Massa campione umido + Tara (g):	94.44
Massa Campione secco + Tara (g):	88.67
Massa picnometro + campione (g):	122.33
Massa picnometro + tappo + acqua (g):	194.06
Massa pic. + tappo + acqua + camp. (g):	230.51
Umidità naturale (%):	32.04
Massa volumica umida kg/m^3 :	1597.69
Massa volumica secca kg/m^3 :	1210.02
Massa specifica dei grani kg/m^3:	2628.69
Indice dei vuoti	1.17
Porosità (%):	53.97
Umidità di saturazione (%):	44.60
Grado di saturazione (%):	71.83

note:

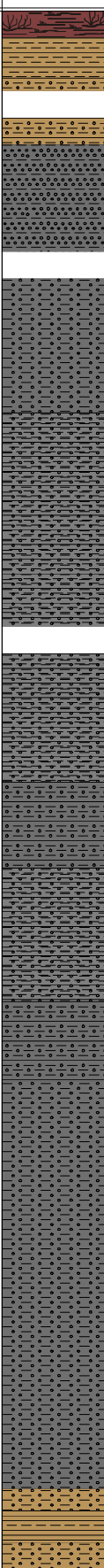
Direttore

Supplementatore

40068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6265377 Fax 051 4568378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B25 int)

Riferimento: COMUNE DI RAVENNA - NUOVO CENTRO SOCIALE	Sondaggio: S2
Località: VIA MANZONI - LIDO ADRIANO (RA)	Quota:
Impresa esecutrice: GEO-NET S.R.L.	Data: 11/03/2011
Coordinate:	Redattore: DOTT. GEOL. TIZIANO RIGHINI
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	S.P.T.		N	RQD %		prof. m	DESCRIZIONE				
										Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		0 --- 100							
																0.5	Terreno vegetale sabbioso limoso debolmente argilloso, colore bruno. Presenza di frustoli vegetali			
					1		1) She < 1,50 2,00										1.3	Limo argilloso debolmente sabbioso, colore grigio-nocciola		
																	1.5			
					2												2.0	Limo sabbioso debolmente argilloso, colore nocciola		
																	2.5	passante a grigio.		
					3													Campione indisturbato C1 (Fustella Shelby)		
					4		2) She < 4,50 5,00											Limo sabbioso debolmente argilloso, colore nocciola		
																		passante a grigio. Presenza di alterazione per		
					5												4.5	ossidazione a m. 1,5		
																	5.0	Sabbia media limosa con presenza di frammenti fini di		
					6													valve, colore grigio scuro/nocciola		
																		Campione indisturbato C2 (Fustella Shelby)		
					7													Sabbia media limosa con presenza di frammenti fini di		
																		valve, colore grigio scuro/nocciola		
					8												7.5	Limo argilloso debolmente sabbioso, colore grigio		
					9													piombo.		
					10													Sono presenti livelli cm/dm di limi sabbiosi.		
					11													Sono presenti valve e gusci integri riconducibili a		
																		organismi Lamellibranchi e Gasteropodi.		
					12		3) She < 11,50 12,00										11.5			
																	12.0	Campione indisturbato C3 (Fustella Shelby)		
					13													Limo argilloso debolmente sabbioso, colore grigio		
																		piombo.		
					14													Sono presenti livelli cm/dm di limi sabbiosi.		
																		Sono presenti valve e gusci integri riconducibili a		
																		organismi Lamellibranchi e Gasteropodi.		
					15												14.4			
																		Limo sabbioso con frazione argillosa ben		
					16													rappresentata, colore grigio piombo		
																	16.0			
					17													Limo argilloso debolmente sabbioso, colore grigio		
																		piombo.		
					18													Presenza di livelli centimetrici limoso-sabbiosi.		
																		Presenza di frammenti di valve.		
					19												18.5			
																		Limo sabbioso debolmente argilloso, colore grigio		
					20													piombo.		
																		Presenza di intervalli cm/sub-dm di limi argillosi		
					21													debolmente sabbiosi.		
																		Sono presenti valve integre riconducibili a organismi		
					22													Lamellibranchi		
																		Sabbia fine e finissima limosa, colore grigio piombo. La		
					23													componente sabbiosa tende a crescere in profondità.		
																		Presenza di intervalli limoso-argillosi debolmente		
					24													sabbiosi fra m. 22,0-22,4		
					25															
					26															
					27															
																	27.6	Sabbia fine limosa, colore nocciola.		
					28													28.0	Argilla limosa colore grigio-nocciola	
																		28.6	Sabbia fine limosa, colore nocciola	
					29														Argilla limosa colore nocciola	
					30													29.4		
																			30.0	

 <small>LUGO (RA) - VIA EDISON N° 1/1 TEL. 0545-22042</small>	COMMITTENTE: GEOLOG s.r.l.	SOND.N. 1
	CANTIERE: Ravenna	PROF. (m): 25.00
	PERFORATRICE: ELLETTARI EK200/STR	QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	DATA INIZ.: 12/05/06
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm	DATA FINE: 12/05/06
PIEZOMETRO:		SCALA 1:100

Scala 1:100	P.P. I (kg/cmq)	Vane Test	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Falda	Pz.Norton	Inclinometro
1	4.7	1.80	0.25		Terreno di riporto costituito da ghiaia e materiale stabilizzato						
2	4.8	1.60			Argilla limosa di colore nocciola con puntature ocre e nerastre. Presenti alcune radici nei primi 0.20 m						
3	4.7	1.40									
4	4.2	1.60									
5	3.2	1.60									
6	3.2	1.40			Argilla limosa di colore nocciola con striature grigie. Presenti alcuni livelli centimetrici limosi						
7	3.2	1.40									
8	3.0	1.40									
9	3.2	1.60									
10	1.7	1.20	3.00		Limo argilloso, a tratti sabbioso, di colore nocciola con striature grigie						
11	1.8	0.90									
12	2.6	1.30									
13	3.7	1.60									
14	2.0	1.00			Altemanze decimetriche di sabbia fine limosa e argilla debolmente limosa, di colore grigio con striature nerastre						
15	1.9	1.10									
16	1.3	0.40									
17	1.7	0.80									
18	2.0	1.00			Sabbia fine limosa di colore grigio scuro, con bioclasti e alcuni frammenti di laterizio						
19	1.5	0.70									
20	1.8	1.00									
21	2.2	0.80									
22	1.8	0.70			Argilla limosa di colore grigio con alcuni sottili veli limosi						
23	1.2	0.60									
24	1.6	0.20									
25	1.2	0.10									
26	2.7	0.70			Limo sabbioso di colore grigio, passante a sabbia fine verso il basso						
27	0.9	0.50									
28	1.0	0.40									
29	1.0	0.50									
30	0.8	0.30			Sabbia fine di colore grigio, con alcuni bioclasti						
31	0.5	0.20									
32											
33											
34					Sabbia fine di colore grigio scuro, con alcuni bioclasti						
35											
36											
37											
38					Sabbia fine di colore grigio chiaro, con bioclasti						
39											
40											
41											
42					Limo sabbioso di colore grigio scuro, con una serie di livelletti sabbiosi, passante, verso il basso, a limo argilloso						
43											
44											
45											
46					Limo argilloso di colore grigio - nocciola, passante ad argilla limosa da -24.5 m						
47											
48											
49											

Note:
Livello falda rilevato dopo 1 ora dalla fine del sondaggio



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m



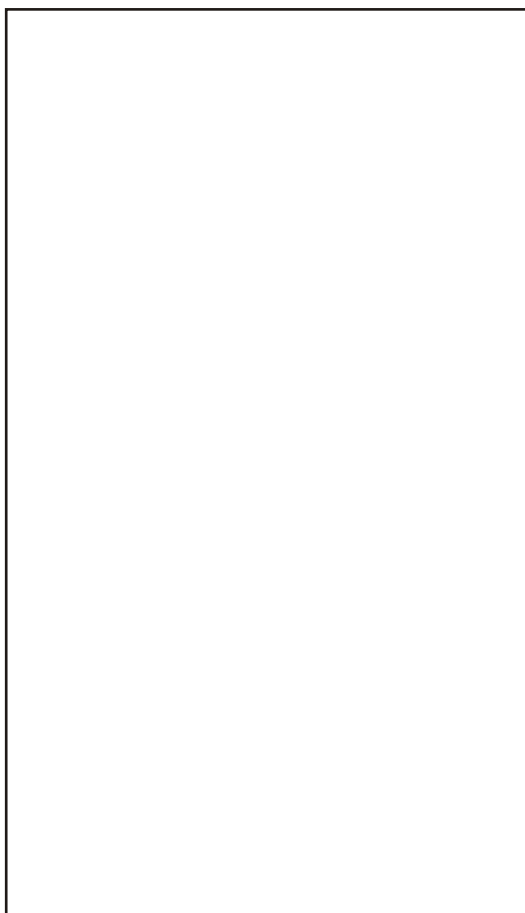
SOGEO
S.R.L.
Sondaggi - Indagini geologiche e geotecniche - Micropali - Tiranti

Sondaggio n°: 1

Località: Ravenna

Data: 12/05/2006

25 26 27 28 29



26 27 28 29 30

35 36 37 38 39



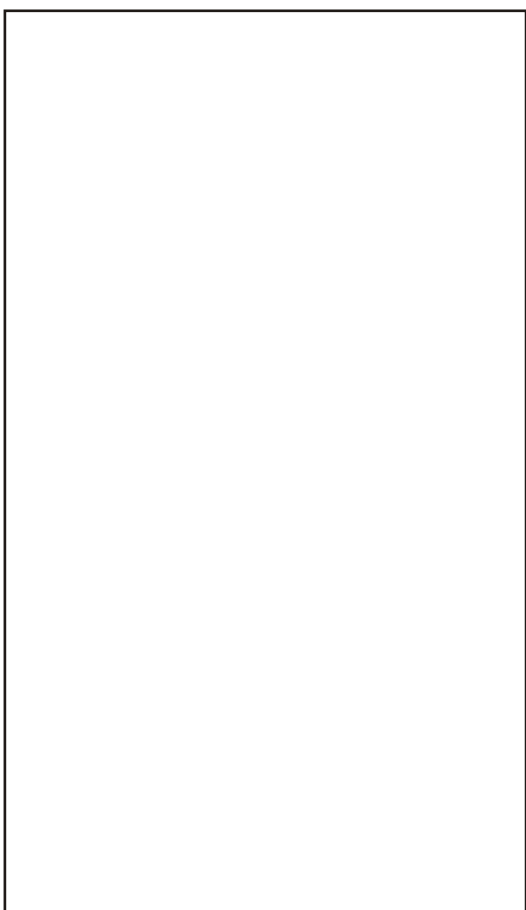
36 37 38 39 40

20 21 22 23 24



21 22 23 24 25

30 31 32 33 34



31 32 33 34 35

Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

RAPPORTO D'INDAGINE IN SITO

29 marzo 2010
Missiroli
Ospedale Civile
Ravenna
0.80

Vs18
161

RAPPORTO D'INDAGINE IN SITO

COMMITTENTE:		POLITECNICA - INGEGNERIA E ARCHITETTURA Soc. Coop.							
CANTIERE:		Ampliamento DSM - Ospedale di Ravenna - Via Missiroli, RAVENNA							
PERFORAZIONE N.	S1	RESPONSABILE:	Dott. Geol. Davide Lodi		INIZIO SONDAGGIO:	31/03/2010	DOC.	1	
COORDINATE: Nord	0753931	OPERATORE:	Dott. Geol. Renato Rijillo		FINE SONDAGGIO:	31/03/2010	PAG.	1	
COORDINATE: Est	4922809	ATTREZZATURA:	Sonda Hydra Joy 2		QUOTA sim:	~ 4.00 metri	DI	1	
Da m:	0.00	A m:	17.00	Profondità Finale m:	17.00				
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	STRUMENTAZIONE		Recupero carota: 100%	Manovra
						POCKET PENETROMETER			
						PROVE ESEGUITE (N° colpi)	Profondità (m da po)	Misura (Kg/cm²)	
Terreno vegetale.				0.05			0.15	3.1	I
Limo argilloso debolmente sabbioso marrone chiaro compatto, con frammenti di radici.				0.90			0.30	2.1	
Alternanza di limo sabbioso compatto e sabbia fine limosa marrone chiaro, con frammenti di radici.							0.45	1.8	
							0.80	1.7	
Argilla limosa marrone chiaro, mediamente consistente.				2.00			2.05	1.3	II
							2.25	1.9	
							2.50	1.8	
							2.80	2.4	
							3.00	1.8	III
							3.15	2.0	
							3.35	1.8	
							3.55	3.0	
							3.80	2.4	IV
							4.10	2.3	
							4.30	2.9	
							4.50	2.4	
Argilla limosa grigia, poco consistente, con sparsi resti vegetali, resti di conchiglie e livelli di argilla torbosa				5.40			4.85	1.9	V
							4.80	2.0	
							5.15	1.9	
							5.35	2.4	
							5.55	1.7	VI
							5.70	1.6	
							5.90	1.9	
							6.20	0.8	
							6.40	0.9	VII
							6.55	0.6	
							6.70	0.6	
							6.90	1.0	
Argilla limosa debolmente sabbiosa grigia scura, poco consistente, con inclusi resti vegetali.				8.00			7.20	1.4	VIII
							7.45	1.4	
							8.05	0.6	
							8.40	0.7	
Sabbia fine e media debolmente limosa grigio scura, mediamente addensata, con inclusi resti vegetali e frammenti di conchiglie (presenza di livelli torbosi tra 8.80-9.00, 9.70-10.20, 12.30-12.40, 13.20-13.30 m da pc).				8.60			8.55	0.8	IX
									X
									XI
									XII
									XIII
Sabbia fine limosa grigio chiara, molto addensata, con frammenti di conchiglie millimetrici.				15.80					XIV
Fine perforazione.				17.00					



Committente	PROVINCIA DI RAVENNA		Riferimento	07031
Cantiere	Via Torre - Via Vicola		Località	RAVENNA
Coord. GB	Est (Y)	Nord (X)	Quota s.l.m.	
Data inizio	29-01-2007		Data fine	30-01-2007

SONDAGGIO	FOGLIO
BH1	2
Il geologo	

Altrezza di perforazione	Prof. rivestimento	Diam. rivestimento	CAMPIONI	Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	Scala 1:100	Pocket penetrometer	Vane test	SPT	Falda	Cassetta
									20408080						
				21		7.10		SABBIA fine grigia con sparso tritume conchigliare e raro ghiaietto a spigoli arrotondati		21			21.00		
				22	22.00			SABBIA FINE LIMOSA grigia		22			21.45		
			22.50	23	22.80	0.80		LIMO SABBIOSO grigio-verdastro con veli torbosi bruno-nerastri millimetrici e sparsi resti lignei. Da mediamente consistente a consistente		23	1.3	0.5			
			23.00	24	23.60	0.80		LIMO ARGILLOSO grigio-azzurro-verdastro con striature e veli torbosi bruno-nerastri talora centimetrici. Molto consistente		24	0.7	0.2			
				25		2.00				25	2.4	0.85			
				26	25.60	0.20		Intervallo LIMO SABBIOSO grigio-verdastro, consistente		26	4.4	1.4			
				27	25.80			LIMO ARGILLOSO grigio verdastro con spalmature e veli torbosi bruno-nerastri millimetrici. Consistente		27	4.7	1.4			
				28	27.80			Alternanza di livelli da centimetrici a decimetrici di LIMO ARGILLOSOe SABBIOSO (in prevalenza) con intercalazioni centimetriche SABBIOSO LIMOSE da nocciola grigiastrea a grigio-nocciola.		28	4.7	1.5			
				29	28.80			SABBIA fine LIMOSA grigia		29	1.5	0.6			
				30	30.00	1.20				30	1.3	0.7			

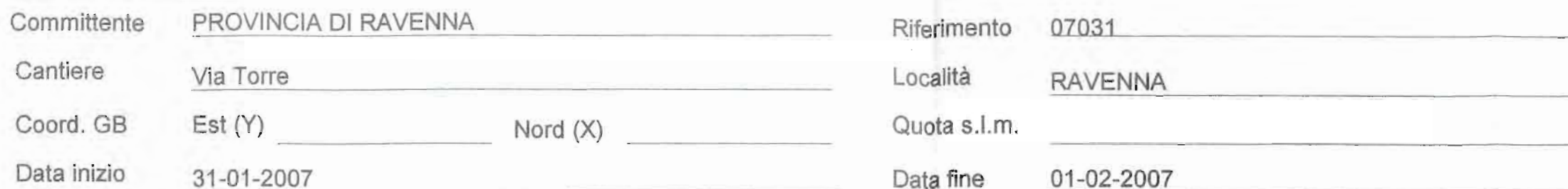


Committente	PROVINCIA DI RAVENNA		S25A
Cantiere	Via Torre		
Coord. GB	Est (Y)	Nord (X)	
Data inizio	31-01-2007		

Riferimento	07031
Località	RAVENNA
Quota s.l.m.	
Data fine	01-02-2007

SONDAGGIO	FOGLIO
BH2	1
Il geologo	

Metodo di perforazione	Perforazione	Attrezzo di perforazione	Prof. rivestimento	Diam. rivestimento	CAMPIONI	Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	Scala 1:100	Pocket penetrometer	Vane test	SPT	Falda	Cassetta					
ROTAZIONE AD ASTE A CAROTTAGGIO CONTINUO	S25A	CAROTIERE SEMPLICE	127	101	<div><div><div>S1</div><div>S2</div><div>S3</div></div></div>	0.10	0.10	0.10		TERRENO VEGETALE LIMO SABBIOSO	20406080	1										
						1.30	1.60															
						1.50	1.70			ALTERNANZA di livelli da centimetrici a decimetrici di LIMO SABBIOSO(in prevalenza) e LIMO ARGILLOSO nocciola ocracea con veli di oxx bruno-rossastri		2	1.7	0.6				2.00				
						3.00	2.70			LIMO ARGILLOSO nocciola-grigiastro con sparsi veli sabbiosi millimetrici. Consistente		3	0.7	0.4								
						3.60	3.30	0.60		LIMO ARGILLOSO grigio-azzurro con variegazioni nocciola e veli torbosi bruno-nerastri da millimetrici a centimetrici. Consistente, ma con livelli decompressi		4	1.9	0.7								
								1.50				5	2.2	0.8								
						5.00	4.80			TORBA bruno-nerastra		6	0.6	0.3								
						5.60		1.30				7	1.4	0.5								
							6.10			LIMO ARGILLOSO grigio-azzurro con intercalazioni di livelli millimetrici torbosi. Molle, plastico		8	1.1	0.5								
						7.00		2.50				9	1.5	0.6								
						7.60						10	1.2	0.5								
							8.60			Intervallo TORBOSO bruno-nerastro		11	0.4	0.2								
							8.70	0.10		GHIAIETTO medio-fine a spigoli arrotondati in matrice sabbiosa-limosa grigia con sparsa ghiaia medio-grossolana		12	0.4	0.2								
												13	0.3	0.1								
												14	0.2	0.2								
												15	0.3	0.2								
												16	0.4	0.2								
												17	0.4	0.2								
												18	0.4	0.2								
												19	0.4	0.2								
					20	0.4	0.2															
					21	0.4	0.2															
					22	0.4	0.2															
					23	0.4	0.2															
					24	0.4	0.2															
					25	0.4	0.2															
					26	0.4	0.2															
					27	0.4	0.2															
					28	0.4	0.2															
					29	0.4	0.2															
					30	0.4	0.2															
					31	0.4	0.2															
					32	0.4	0.2															
					33	0.4	0.2															
					34	0.4	0.2															
					35	0.4	0.2															
					36	0.4	0.2															
					37	0.4	0.2															
					38	0.4	0.2															
					39	0.4	0.2															
					40	0.4	0.2															
					41	0.4	0.2															
					42	0.4	0.2															
					43	0.4	0.2															
					44	0.4	0.2															
					45	0.4	0.2															
					46	0.4	0.2															
					47	0.4	0.2															
					48	0.4	0.2															
					49	0.4	0.2															
					50	0.4	0.2															
					51	0.4	0.2															
					52	0.4	0.2															
					53	0.4	0.2															
					54	0.4	0.2															
					55	0.4	0.2															
					56	0.4	0.2															
					57	0.4	0.2															
					58	0.4	0.2															
					59	0.4	0.2															
					60	0.4	0.2															
					61	0.4	0.2															
					62	0.4	0.2															
					63	0.4	0.2															
					64	0.4	0.2															
					65	0.4	0.2															
					66	0.4	0.2															
					67	0.4	0.2															
					68	0.4	0.2															
					69	0.4	0.2															
					70	0.4	0.2															
					71	0.4	0.2															
					72	0.4	0.2															
					73	0.4	0.2															
					74	0.4	0.2															
					75	0.4	0.2															
					76	0.4	0.2															
					77	0.4	0.2															
					78	0.4	0.2															
					79	0.4	0.2															
					80	0.4	0.2															
					81	0.4	0.2															
					82	0.4	0.2															
					83	0.4	0.2															
					84	0.4	0.2															
					85	0.4	0.2															
					86	0.4	0.2															
					87	0.4	0.2															
					88	0.4	0.2															
					89	0.4	0.2															
					90	0.4	0.2															
					91	0.4	0.2															
					92	0.4	0.2															
					93	0.4	0.2															
					94	0.4	0.2															
					95	0.4	0.2															
					96	0.4	0.2															
					97	0.4	0.2															
					98	0.4	0.2															
					99	0.4	0.2															
					100	0.4	0.2															
					101	0.4	0.2															
					102	0.4	0.2															
					103	0.4	0.2															
					104	0.4	0.2															
					105	0.4	0.2															
					106	0.4	0.2															
					107	0.4	0.2															
					108	0.4	0.2															
					109	0.4	0.2															
					110	0.4	0.2															
					111	0.4	0.2															
					112	0.4	0.2															
					113	0.4	0.2															
					114	0.4	0.2															
					115	0.4	0.2															
					116	0.4	0.2															
					117	0.4	0.2															
					118	0.4	0.2															
					119	0.4	0.2															
					120	0.4	0.2															
					121	0.4	0.2															
					122	0.4	0.2															
					123	0.4	0.2															
					124	0.4	0.2															
					125	0.4	0.2															
					126	0.4	0.2															
					127	0.4	0.2															
					128	0.4	0.2															
					129	0.4	0.2															
					130	0.4	0.2															
					131	0.4	0.2															
					132	0.4	0.2															
					133	0.4	0.2															
					134	0.4	0.2															
					135	0.4	0.2															



BH2

2

Il geologo

Metodo di perforazione	Perforazione	Attrezzo di perforazione	Prof. rivestimento	Diam. rivestimento	CAMPIONI	Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Carotaggio	Scala 1:100	Pocket penetrometer	Vane test	SPT	Falda	Cassetta
ROTAZIONE AD ASTE A CAROTAGGIO CONTINUO	101	CAROTIERE SEMPLICE	22.5	127	21.10 21.40 22.00 22.40	21 22 23	20.00 20.80 21.80 22.30	0.80 1.00 0.50		ALTERNANZA di livelli da millimetrici a centimetrici di SABBIA fine grigia e LIMO ARGILLOSO grigio	20406080	21					
										SABBIA fine grigia limosa con sparso tritume conchigliare							
										LIMO SABBIOSO grigio con resti vegetali bruno-nerastri e tritume conchigliare, scarsamente consistente		22	0.6	0.2			
										LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO grigio chiaro con veli di sabbia fine limosa. Da scarsamente consistente a consistente		23	0.7	0.3			5
										LIMO ARGILLOSO variegato grigio-nocciola in prevalenza con passate grigie-nerastre per diffusa presenza di materiale organico. Consistente con intervalli molto consistenti		24	1.5	0.5			
										ALTERNANZA di livelli da centimetrici a decimetrici di LIMO ARGILLOSO (in prevalenza) e SABBIOSO nocciola-grigiastro. Consistente		25	2.6	1.6			
										SABBIA FINE LIMOSA da nocciola-grigia a grigia		26	3.5	1.5			
												27	2.6	1.6			
												28	4.2	2.0			
												29	2.6	1.1			
												30	2.6	0.7			
												31	1.6	0.8			
												32	3.2	1.1			
												33	2.7	0.6			
												34	1.7	1.0			
												35	1.1				
												36					
												37					
												38					
												39					
												40					
												41					
												42					
												43					
												44					
												45					
												46					
												47					
												48					
												49					
												50					

COMMITTENTE
DOWN HOLE
Località
Data acquisizione

Comune di Ravenna
1
Ravenna Via Mordani
30/05/06

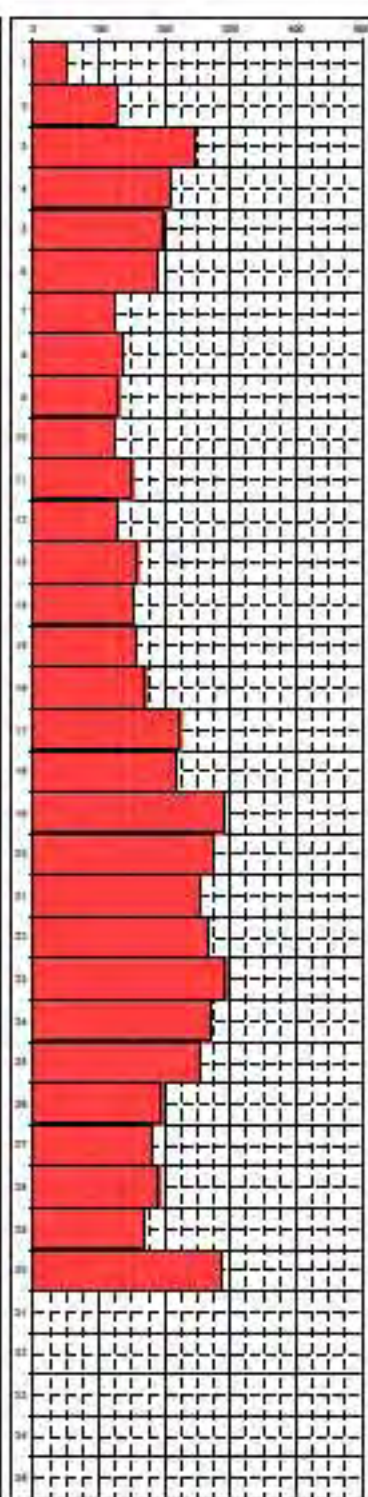
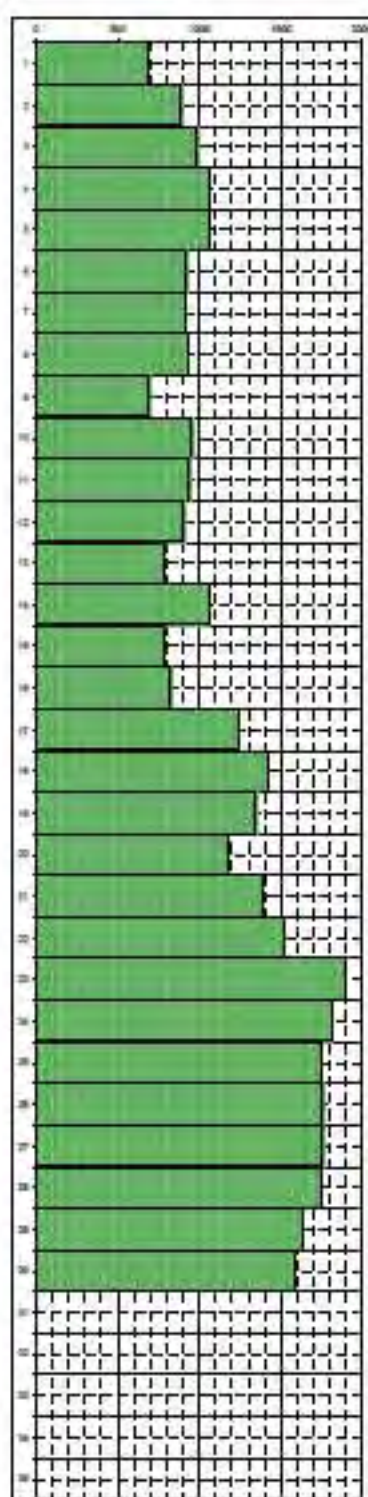
DH1A

Profondità	Vp	Vs	ν	τ	E _s	G _s	K _s
m	m/sec	m/sec		10 ⁻³	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²

0							
1	687	52	0.50	1.76	143	48	8435
2	891	127	0.49	1.85	912	306	14689
3	966	245	0.47	1.89	3383	1153	17199
4	1060	210	0.48	1.92	2538	858	20792
6	1060	197	0.48	1.92	2246	758	20934
6	922	187	0.48	1.87	1963	664	15279
7	918	125	0.49	1.86	884	296	15622
8	929	135	0.49	1.87	1036	348	15881
9	696	130	0.48	1.77	907	306	8319
10	851	125	0.49	1.88	893	300	18923
11	938	150	0.49	1.87	1274	429	16219
12	907	129	0.49	1.86	933	313	15186
13	788	158	0.48	1.81	1355	458	10838
14	1060	151	0.49	1.92	1333	448	21333
16	779	156	0.48	1.81	1324	447	10589
16	822	170	0.48	1.83	1597	540	11857
17	1232	224	0.48	1.97	2979	1004	29183
18	1425	216	0.49	2.03	2861	961	40662
19	1345	291	0.48	2.00	5094	1726	34677
20	1178	274	0.47	1.95	4404	1497	25675
21	1388	255	0.48	2.02	3964	1337	37800
22	1523	264	0.48	2.05	4323	1456	46605
23	1890	282	0.49	2.14	5519	1855	75410
24	1819	269	0.49	2.12	4651	1562	69489
26	1749	254	0.49	2.11	4139	1390	63868
26	1753	195	0.49	2.11	2436	815	64960
27	1754	182	0.49	2.11	2131	713	65160
28	1748	190	0.49	2.11	2322	777	64371
29	1634	168	0.49	2.08	1790	599	55828
30	1580	286	0.48	2.07	5097	1718	50320
31							
32							
33							
34							
35							

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO



Legenda parametri dinamici

Tp	Tempo onda di compressione	in secondi	τ	Tempo di ritorno	10 ⁻³
Ts	Tempo onda di taglio	in secondi	840	Indice di elasticità dinamica	kg/cm ²
Vp	Velocità onda di compressione	m/sec	840	Modulo di Taglio dinamico	kg/cm ²
Vs	Velocità onda di taglio	m/sec	840	Modulo di Compressibilità dinamica	kg/cm ²
ν	Coefficiente di Poisson				

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI
(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI P.C.M. n° 3341 del 14/08/2006)

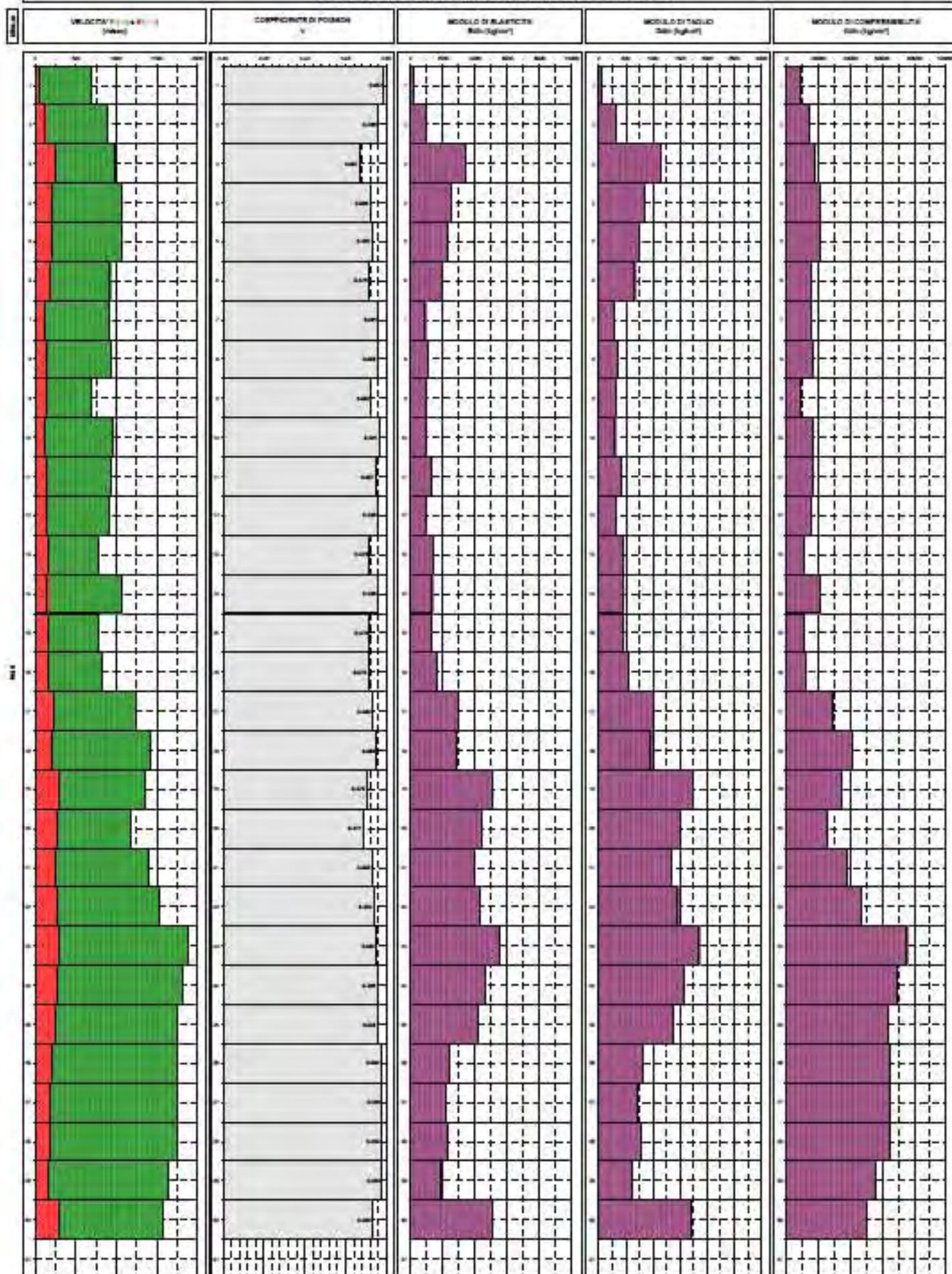
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

V_{s30} = 169 m/sec
G_s = 836 kg/cm²

CATEGORIA SUOLO = D

COMMITTENTE	Comune di Ravenna - Servizio edilizia scolastica
DOWN HOLE	1
Località	Ravenna Via Mordani
Data acquisizione	30/05/08

GRAFICI DEI PARAMETRI ELASTICI DINAMICI



Petra

DH2A

Indagine sismica Down-Hole

RELAZIONE TECNICA



anfibia
s.r.l.

codice commessa	An11053
responsabile commessa	roberta zambrini
nome documento	relazione tecnica
versione	00
data	31 marzo 2011

anfibia s.r.l. p.i.\cf\cciaa ferrara 01796130381; rea ferrara 198460; c.s. € 16.000 i.v.

sede legale
via masello 6
44123 ferrara, italia
www.anfibia.eu
info@anfibia.eu

sede operativa 1
settore marino e costiero
via masello 6
44123 ferrara, italia
tel. e fax +390532796414

sede operativa 2
settore geofisica e prove non distruttive
via fogliano 4
48121 ravenna, italia
tel. e fax +390544402390

anfibia s.r.l.
via masello 6 - 44123 ferrara
p.i.\cf\cciaa 01796130381
rea ferrara 198460
c.s. €16.000

Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	RILIEVO SISMICO IN FORO CON TECNICA DOWN-HOLE.....	4
2.1.	CENNI TEORICI.....	4
2.2.	MODALITÀ OPERATIVE.....	5
2.3.	ELABORAZIONE DATI.....	7
2.4.	MODULI ELASTICI DINAMICI.....	9
3.	CONCLUSIONI.....	11
4.	APPENDICE.....	12

1. Premessa

La presente relazione illustra le modalità di esecuzione e di elaborazione dell'indagine geofisica effettuata per conto della società Petra SPA, allo scopo di caratterizzare i terreni dello stabilimento dal punto di vista sismico.

L'area di indagine è indicativamente segnalata in Figura 1.

Nello specifico, allo scopo di valutare la qualità dei terreni di fondazione e la risposta che tali terreni potrebbero dare in seguito a condizioni di sollecitazioni sismiche, è stato utilizzato un foro di sondaggio preesistente di 22 m di profondità fornito dalla Committenza, per la realizzazione di un'indagine sismica di tipo down-hole, per individuare il valore delle velocità delle onde sismiche di taglio (onde S) e di pressione (onde P).

Il foro in cui è stata effettuato il rilievo è rivestito in con tubazione piezometrica in PVC e non cementato a regola d'arte come previsto per questa tipologia di prove. E' stata comunque realizzata l'indagine a scopo di "test" i cui dati sono stati confrontati con altri tipi di prove sismiche realizzate in loco.

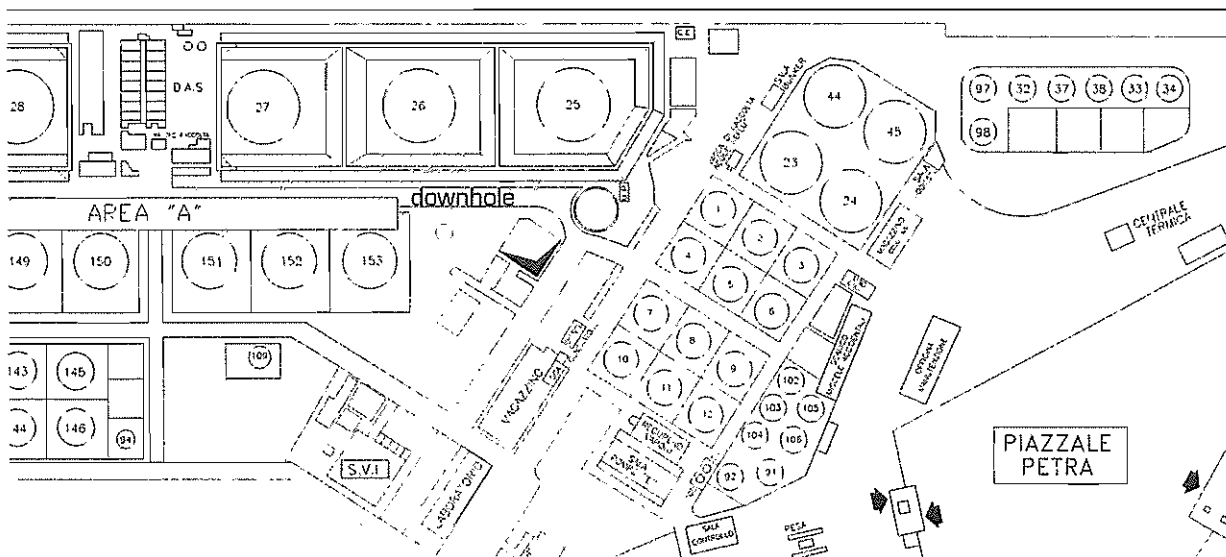


Figura 1 area di indagine

2. Rilievo sismico in foro con tecnica Down-Hole

Come già premesso l'oggetto di questa indagine geofisica è la prospezione sismica in foro di tipo down-hole. Tale metodo sismico in foro permette di ottenere direttamente le velocità delle onde sismiche di compressione [onde P] e di quelle di taglio [onde S] ottenute sul profilo di profondità lungo il foro.

Attraverso questo metodo è quindi possibile ottenere dai dati di velocità e dal dato medio di densità dei materiali interessati, alcuni importanti parametri elastici importanti per i calcoli geotecnici.

2.1. Cenni Teorici

L'indagine sismica in foro di tipo Down-Hole viene effettuata mediante l'utilizzo di una sorgente energizzante in superficie ed una sonda di ricezione in configurazione triassiale calata in foro (schema in Figura 2).

La sonda di ricezione triassiale è costituita da tre geofoni (uno verticale e due orizzontali posti ortogonalmente tra di loro) e un idrofono nel caso il foro sia riempito di acqua. Uno specifico sistema ad aria permette alla sonda di ancorarsi alle pareti del foro alle profondità stabilite mediante l'azionamento pneumatico di due pistoncini. Il geofono verticale e l'idrofono registrano l'arrivo delle onde P, mentre i due geofoni orizzontali registrano l'arrivo delle onde S.

Nella tecnica down-hole un sismografo registra il treno d'onda generato dalla sorgente ed arrivato al ricevitore calato in foro, e ne risulta un sismogramma nel quale si possono individuare i tempi di arrivo delle onde dirette (onde P) e di taglio (onde S), a seconda di come viene direzionata l'energizzazione e del ricevitore utilizzato.

Dal risultante tempo di arrivo delle onde sismiche tramite il calcolo geometrico del percorso diretto tra sorgente e ricevitore si può facilmente risalire alle velocità sismiche P ed S per quanto riguarda il terreno indagato sino alla profondità raggiunta dalla sonda triassiale (Velocità sismica [m/s] = distanza sorgente-ricevitore [m] / tempo di percorrenza [ms]).

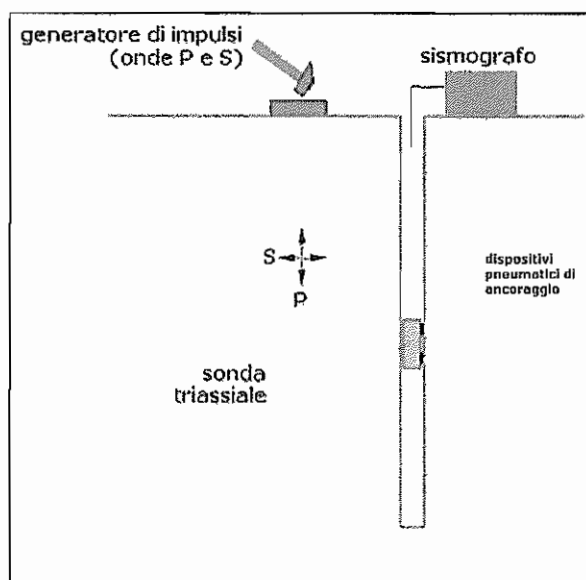


Figura 2 schema del rilievo in foro Down-Hole

La sorgente energizzante è costituita da una massa battente di 8 kg. Per la generazione delle onde P viene effettuata una energizzazione verticale su piastra circolare mentre per la generazione delle onde S l'energizzazione è orizzontale su un lato o entrambi i lati della particolare piastra in legno posta sotto le ruote di un automezzo, il cui peso sopra la piastra ha il compito di rendere la stessa più solidale col terreno in modo da trasmettere al meglio le onde di taglio generate.



Figura 3 schema di energizzazione per Down-Hole

La strumentazione (sismografo e sonda triassiale) utilizzata in cantiere per il presente rilievo è mostrata in Figura 4.

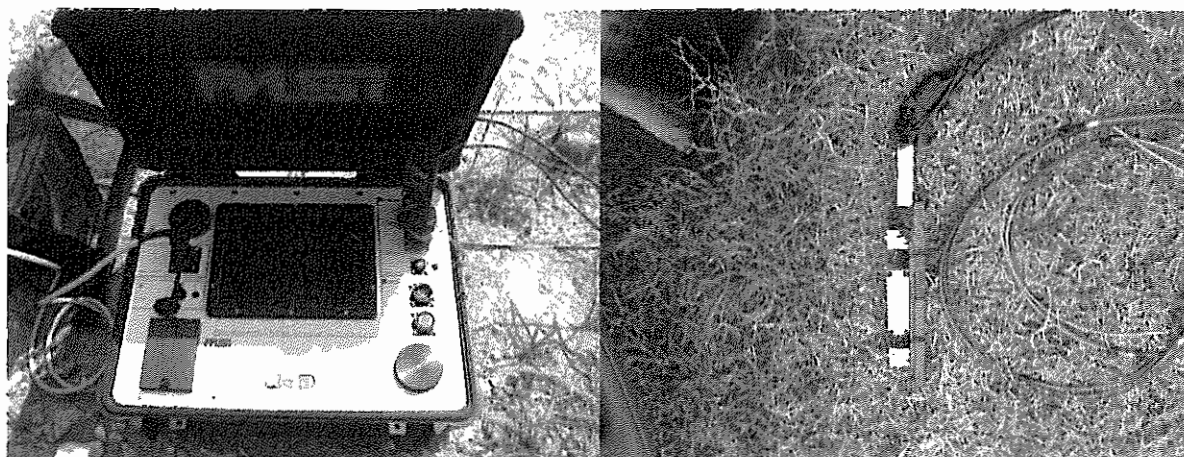


Figura 4 sismografo e sonda downhole

2.2. Modalità operative

I dati sono stati acquisiti da una profondità di 1 metro fino ad una profondità di 22 metri dal piano campagna, in un foro di sondaggio rivestito con tubazione piezometrica in PVC e non cementato a regola d'arte come previsto per questa tipologia di prove.

E' stata comunque realizzata l'indagine a scopo di "test" i cui dati sono stati confrontati con altri tipi di prove sismiche realizzate in loco.

Le registrazioni sono avvenute con intervalli di un metro, utilizzando la seguente procedura:

Ancoraggio della sonda triassiale;

Energizzazione verticale ed acquisizione della traccia relativa alle onde P;

Energizzazione orizzontale lato destro ed acquisizione delle traccia relativa alle onde S1;

Energizzazione orizzontale con verso opposto al precedente ed acquisizione della traccia relativa alle onde S2;

Memorizzazione dei dati, sblocco dell'ancoraggio della sonda triassiale e passaggio all'acquisizione successiva.

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata con un'apparecchiatura sismografo Pasi a 24 canali con campionamento a 250 microsecondi e lunghezza di registrazione 256 millisecondi, su una banda di segnali aventi frequenze comprese fra 1 e 250 Hz.

I dati acquisiti sono stati visualizzati su video in tempo reale per un controllo preventivo della bontà dell'acquisizione ed in seguito salvati su Hard Disk interno.

Ogni sismogramma è composto da n.2 tracce sismiche corrispondenti ad altrettanti canali così assegnati:

canale n. 1: segnale acquisito dal geofono verticale (P);

canale n. 2: segnale acquisito dal primo geofono orizzontale (S1);

canale n. 3: segnale acquisito dal primo geofono orizzontale con polarizzazione invertita;

canale n. 4: segnale acquisito dal secondo geofono orizzontale (S2);

canale n. 5: segnale acquisito dal secondo geofono orizzontale con polarizzazione invertita;
canale n. 6: segnale acquisito dall'idrofono.

Tutte le tracce sismiche sono visualizzate in Figura 6 e Figura 6 sono rappresentate in sequenza dal canale 1 al canale 6 per ogni metro in cui è stata effettuata la registrazione.

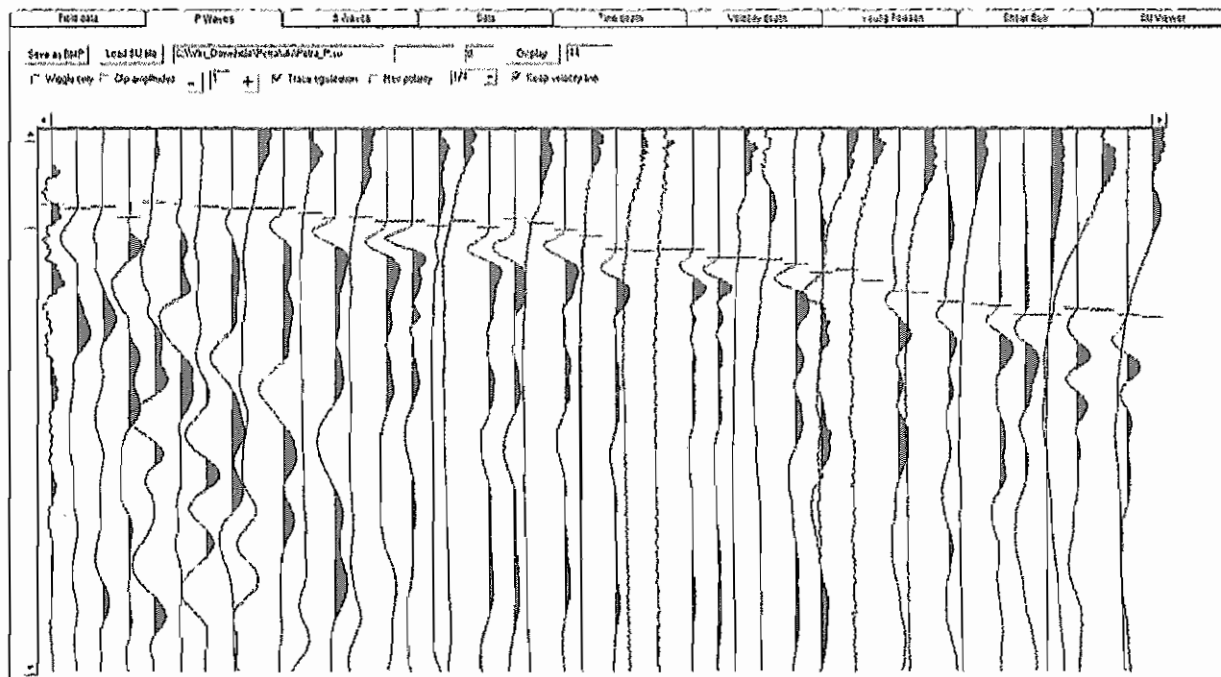


Figura 5 tracce sismiche onde P da 1 a 22m

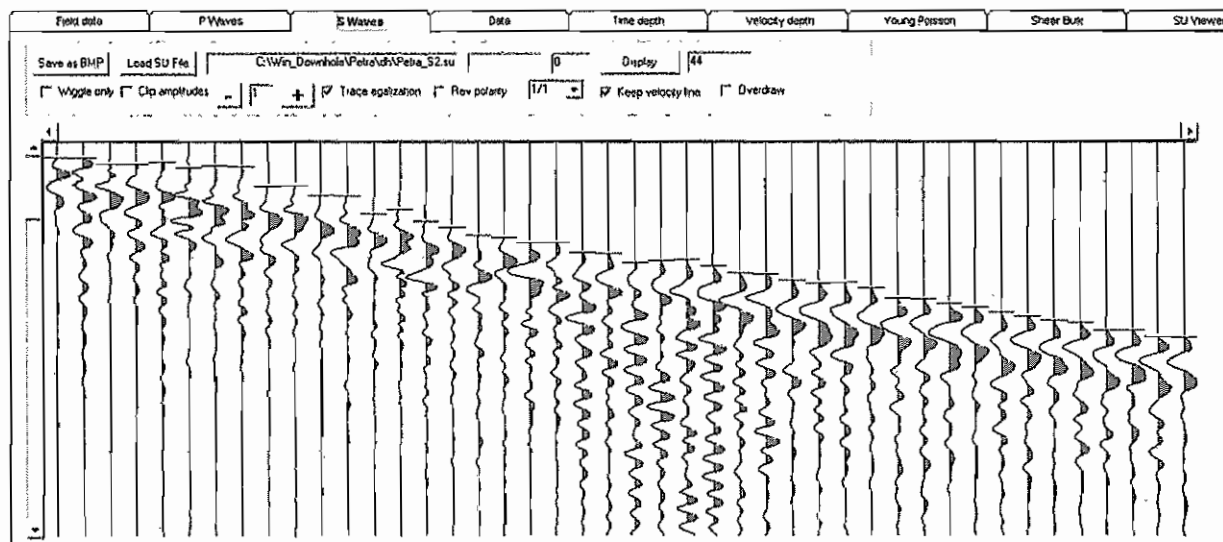


Figura 6 tracce sismiche onde S da 1 a 22m

La piastra per le onde P è stata posizionata a 0.8m di distanza dall'asse del foro, mentre per quella delle onde di taglio rispettivamente a 1.45m equidistante da ciascuno dei due lati di energizzazione della piastra [vedi Figura 7].



Figura 7 rilievo downhole

2.3. Elaborazione dati

Le letture dei tempi delle onde P sono state eseguite sui primi arrivi mentre quelle delle onde S sono state effettuate sulle relative tracce dopo i treni d'onda P, in corrispondenza delle inversioni di fase con variazione d'ampiezza e di frequenza dei segnali.

Un esempio della lettura dei tempi di arrivo per le onde sismiche P ed S è riportato in Figura 8, mentre tutti i tempi di arrivo delle onde sismiche P ed S e le relative velocità sismiche alle diverse profondità sono riportate in Tabella 1.

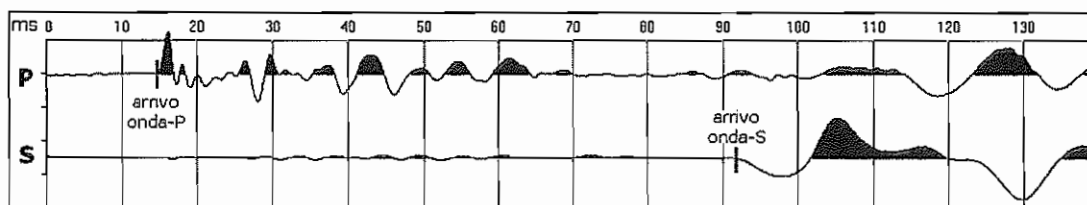


Figura 8 esempio di lettura dei tempi di arrivo per le onde sismiche P ed S

In generale le onde P sono facilmente riconoscibili perché hanno molta energia rispetto al rumore di fondo ed inoltre sono le più veloci; per le onde S invece è più difficile effettuare il riconoscimento perché più lente e si sovrappongono alle onde P riflesse di ampiezza medesima.

Per evidenziare le onde S si utilizza il metodo dell'inversione di fase che consiste nel sottrarre algebricamente i due segnali polarizzati a 180° [ecco perché si energizza da due lati opposti della piastra], operazione che permette l'aumento di ampiezza delle onde S e una diminuzione di ampiezza delle altre fasi sismiche.

I risultati delle letture effettuate sono riportati nella tabella seguente ed i grafici che rappresentano i dati sono allegati in Appendice.

profondità (m)	distanza orizzontale sorgente P (m)	distanza orizzontale sorgente S (m)	percorso onde P	percorso onde S	tempo di arrivo onde- P (ms)	velocità onde-P (m/s)	tempo di arrivo onde-S (ms)	velocità onde-S (m/s)
1	0,8	1,5	1,28	1,75	5,50	233	11,00	164
2	0,8	1,5	2,15	1,96	10,10	213	20,60	121
3	0,8	1,5	3,10	2,16	10,40	299	19,30	174
4	0,8	1,5	4,08	2,33	9,40	434	16,00	267
5	0,8	1,5	5,06	2,50	9,40	539	27,80	188
6	0,8	1,5	6,05	2,66	10,60	571	34,40	180
7	0,8	1,5	7,05	2,80	11,20	629	43,50	165
8	0,8	1,5	8,04	2,94	11,30	711	55,30	147
9	0,8	1,5	9,04	3,07	12,45	726	61,90	147
10	0,8	1,5	10,03	3,20	12,20	822	65,20	155
11	0,8	1,5	11,03	3,32	12,20	904	75,70	147
12	0,8	1,5	12,03	3,44	14,00	859	76,30	158
13	0,8	1,5	13,02	3,56	14,25	914	84,80	154
14	0,8	1,5	14,02	3,67	15,25	920	90,10	156
15	0,8	1,5	15,02	3,77	16,05	936	91,40	165
16	0,8	1,5	16,02	3,88	17,00	942	94,70	170
17	0,8	1,5	17,02	3,98	18,90	900	101,20	169
18	0,8	1,5	18,02	4,08	20,50	879	104,50	173
19	0,8	1,5	19,02	4,18	21,15	899	113,00	169
20	0,8	1,5	20,02	4,27	21,50	931	115,70	173
21	0,8	1,5	21,02	4,36	22,00	955	122,90	171
22	0,8	1,5	22,01	4,46	22,20	992	126,80	174

Tabella 1 tempi di arrivo onde P e S , velocità calcolate e parametri elastici stimati

Il calcolo della velocità delle onde sismiche è stato effettuato col metodo "diretto" tenendo conto dell'inclinazione del percorso delle onde che si suppongono a raggio rettilineo (e non rifratto):

$$\text{Velocità onde sismiche} = \text{percorso inclinato} / t \text{ osservato} \quad (\text{m/s})$$

Dai tempi vengono costruite le dromocrone e si procede al "fitting" dei dati trovando le rette che interpolano meglio i dati sperimentali; la pendenza delle rette fornisce la velocità media delle onde sismiche per quel determinato sismostrato.

Dai tempi delle onde P ed S è stato costruito il grafico delle dromocrone con il software di Corrao-Coco Sismica [Figura 9], con il quale attraverso il calcolo delle intercette, si sono identificati 3 sismostrati principali e le relative velocità e rapporti H/V:

$$\begin{aligned} V_{s1} &= 243.43 \text{ m/s} \quad | \quad H1/V_{s1} = 0.0164 \quad | \quad V_{p1} = 414.21 \text{ m/s} \\ V_{s2} &= 111.92 \text{ m/s} \quad | \quad H2/V_{s2} = 0.0268 \quad | \quad V_{p2} = 1358.71 \text{ m/s} \\ V_{s3} &= 192.68 \text{ m/s} \quad | \quad H3/V_{s3} = 0.0778 \quad | \quad V_{p3} = 1171 \text{ m/s} \quad | \end{aligned}$$

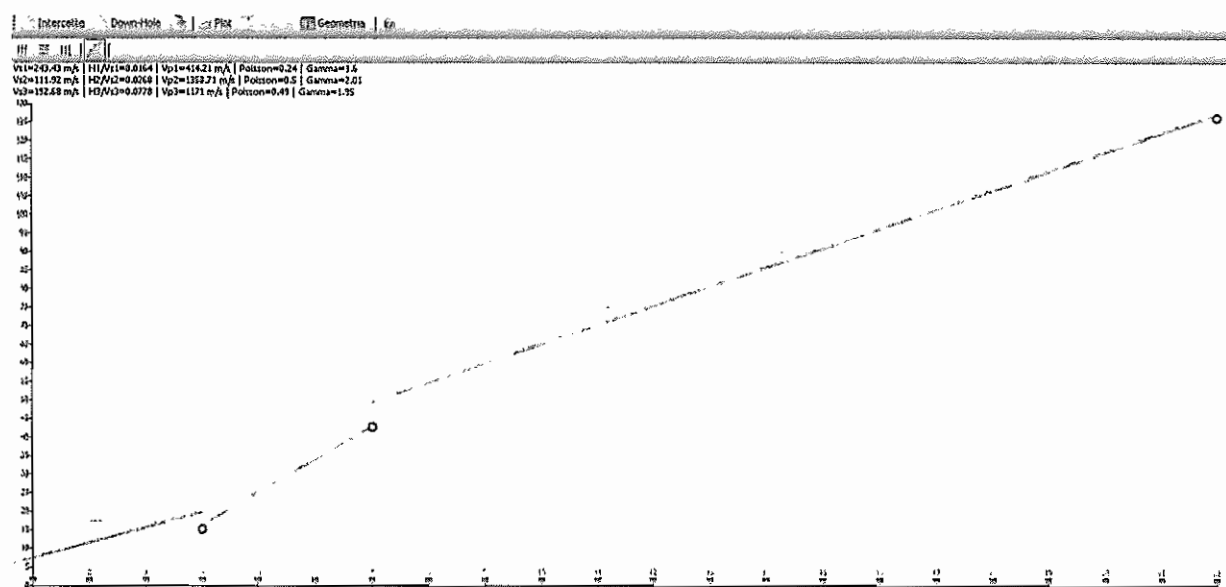


Figura 9 elaborazione con software "sismica" [Corrao-Coco]

Il software permette anche il calcolo del parametro Vs30 previsto dalla normativa NTC'08 per la

classificazione sismica dei suoli. Poiché sono disponibili solo dati a 22m di profondità e non a 30m come richiede la normativa, non è possibile fornire tale parametro perché incoerente.

2.4. Moduli elastici dinamici

Per la caratterizzazione del sito e del terreno in esame, specialmente in termini di deformabilità dei materiali in associazione ai dati geotecnici, può essere utile fornire ulteriori parametri che la prova down-hole è in grado di ricavare oltre ai dati delle velocità di propagazione delle onde sismiche [Vp e Vs] nel sottosuolo.

I moduli elastici dinamici del terreno possono infatti contribuire ad una migliore definizione dei carichi e delle spinte da parte del manufatto sul terreno di fondazione.

Attraverso la determinazione sia delle velocità delle onde di compressione sia delle velocità delle onde di taglio è possibile ricavare i seguenti parametri:

- Coefficiente di Poisson [v]
- Modulo di Young [Kg/cm²]
- Modulo di Taglio dinamico [Kg/cm²]
- Modulo di Compressibilità dinamico [o Bulk modulus, in Kg/cm²]

Il Coefficiente di Poisson [v], noto come la costante che lega le deformazioni in un corpo, può essere collegato, da un punto di vista bidimensionale, ad uno sforzo di trazione, che causa nel corpo stesso un allungamento in una direzione e un raccorciamento nell'altra, o ad uno sforzo di compressione che, analogamente, determina una contrazione in una direzione e una dilatazione nella direzione opposta.

Tale parametro può presentare un range di variazione compreso tra un massimo di 0.5 ed un minimo di 0; il valore di 0.5 è caratteristico di materiali che si deformano senza cambiamenti di volume [es. acqua], valori leggermente inferiori [0.47 - 0.49] sono tipici di argille o materiali molto saturi; valori inferiori sono indicativi di materiali da poco consolidati a sovraconsolidati. Per le rocce si presentano range di variazioni molto ampi collegati in particolare sia al grado di fratturazione sia alla presenza di cavità, stratificazioni e litologie e comunque tra [0.46 e 0.20].

In funzione di Vp e di Vs il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$\text{Coefficiente di Poisson} \quad \nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \cdot (V_p^2 - V_s^2)}$$

Il Modulo di Young definisce la deformazione longitudinale di un corpo, intesa come il rapporto tra l'allungamento (o l'accorciamento) e la lunghezza originale del corpo stesso; in funzione dei valori della velocità delle onde di compressione Vp, della densità geofisica e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$\text{Modulo di Young} \quad E_{din} = V_p^2 \cdot \rho_{din} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{(1 - \nu)} \quad (E_{din} \text{ in Kg/cm}^2)$$

Il Modulo di Taglio definisce invece la deformazione tangenziale di un corpo, intesa come l'angolo di cui ruota il corpo stesso in seguito ad uno sforzo di taglio; in funzione dei valori della velocità delle onde di taglio Vs e della densità geofisica il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$\text{Modulo di Taglio} \quad G_{din} = \rho_{din} \cdot V_s^2 \quad (G_{din} \text{ in Kg/cm}^2)$$

Il Modulo di Compressibilità o Bulk modulus è quel parametro ottenibile se lo sforzo viene applicato tridimensionalmente (lungo tutti i tre assi cartesiani) generando una pressione idrostatica uniforme con la quale si avranno componenti dello sforzo uguali e con deformazione rappresentata da una variazione di volume la quale può essere indicata numericamente dall'inverso del coefficiente di compressibilità; utilizzando i valori del modulo di elasticità e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$\text{Modulo di Compressibilità } K_{\text{din}} = \frac{E_{\text{din}}}{3 \cdot (1 - 2 \cdot \nu)} \quad (K_{\text{din}} \text{ in Kg/cm}^2)$$

I moduli dinamici così calcolati risultano comunque sempre più elevati di quelli statici forniti da prove di carico in situ in quanto gli impulsi sismici sono di breve durata e le sollecitazioni ad essi associate sono relativamente modeste e rientrano nel campo delle deformazioni istantanee.

Il valore di densità impiegato per la stima dei moduli elastici è di 1.8 g/cm³ [tipica dei terreni alluvionali non consolidati presenti nella zona] a parte il primo metro per il quale è stata impiegata una velocità molto bassa pari a 0.5g/cm³ avendo considerato il terreno molto areato. Non avendo a disposizione dati di densità diretti si parla quindi solo di stima dei moduli.

In Tabella 2 sono riportati i valori dei moduli elastici ottenuti mentre i relativi grafici sono riportati in Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..

profondità (m)	distanza orizzontale sorgente P (m)	distanza orizzontale sorgente S (m)	percorso onde P	percorso onde S	tempo di arrivo onde-P (ms)	velocità onde-P (m/s)	tempo di arrivo onde-S (ms)	velocità onde-S (m/s)	densità (g/cm ³)	MODULO DI POISSON	MODULO DI TAGLIO (Kg/cm ²)	MODULO DI YOUNG (Kg/cm ²)
1	0,8	1,5	1,28	1,75	5,50	233	11,00	164	0,50	0,00	13,00	26,00
2	0,8	1,5	2,15	1,96	10,10	213	20,60	121	1,80	0,26	26,00	65,00
3	0,8	1,5	3,10	2,16	10,40	299	19,30	174	1,80	0,24	54,00	133,00
4	0,8	1,5	4,08	2,33	9,40	434	16,00	267	1,80	0,19	128,00	304,00
5	0,8	1,5	5,06	2,50	9,40	539	27,80	188	1,80	0,43	63,00	180,00
6	0,8	1,5	6,05	2,66	10,60	571	34,40	180	1,80	0,44	58,00	167,00
7	0,8	1,5	7,05	2,80	11,20	629	43,50	165	1,80	0,46	48,00	140,00
8	0,8	1,5	8,04	2,94	11,30	711	55,30	147	1,80	0,47	38,00	111,00
9	0,8	1,5	9,04	3,07	12,45	726	61,90	147	1,80	0,47	39,00	114,00
10	0,8	1,5	10,03	3,20	12,20	822	65,20	155	1,80	0,48	43,00	127,00
11	0,8	1,5	11,03	3,32	12,20	904	75,70	147	1,80	0,48	38,00	112,00
12	0,8	1,5	12,03	3,44	14,00	859	76,30	158	1,80	0,48	45,00	133,00
13	0,8	1,5	13,02	3,56	14,25	914	84,80	154	1,80	0,48	42,00	124,00
14	0,8	1,5	14,02	3,67	15,25	920	90,10	156	1,80	0,48	43,00	127,00
15	0,8	1,5	15,02	3,77	16,05	936	91,40	165	1,80	0,48	48,00	142,00
16	0,8	1,5	16,02	3,88	17,00	942	94,70	170	1,80	0,48	51,00	150,00
17	0,8	1,5	17,02	3,98	18,90	900	101,20	169	1,80	0,48	51,00	150,00
18	0,8	1,5	18,02	4,08	20,50	879	104,50	173	1,80	0,47	53,00	155,00
19	0,8	1,5	19,02	4,18	21,15	899	113,00	169	1,80	0,48	51,00	150,00
20	0,8	1,5	20,02	4,27	21,50	931	115,70	173	1,80	0,48	54,00	159,00
21	0,8	1,5	21,02	4,36	22,00	955	122,90	171	1,80	0,48	52,00	153,00
22	0,8	1,5	22,01	4,46	22,20	992	126,80	174	1,80	0,48	54,00	159,00

Tabella 2 – tempi di arrivo onde P e S , velocità calcolate e moduli elastici dinamici stimati

3. Conclusioni

I dati downhole sono stati confrontati con le stratigrafie dei terreni provenienti da indagini pregresse effettuate nelle vicinanze dell'area d'indagine. La stratigrafia media della zona fino a 30m dal p.c., riporta principalmente la presenza di un primo strato di sabbia medio-fine mediamente addensata fino ad una profondità variabile fra i 9 e i 13m dal p.c.. A tale profondità troviamo uno strato a spessore variabile, di pochi metri, di sabbia fine limosa che si pone al di sopra di uno strato più spesso di materiale più fine variabile fra il limo argilloso e il limo sabbioso. Nell'intorno dei 30m sono presenti argille.

L'indagine sismica downhole che è stata svolta all'interno del un pozzo piezometrico esistente non cementato, ha fornito valori di velocità attendibili per i primi strati superficiali [5-6m] soprattutto per quello che riguarda le onde di pressione.

Per le onde di taglio invece, dai cinque metri di profondità in poi si nota un deciso appiattimento della dromocrone ed una velocità quasi costante, che lascia sorgere dei dubbi sull'attendibilità delle misure. In generale, per cause di aumento di pressione entrambe le velocità sismiche dovrebbero incrementare leggermente e proporzionalmente.

Infine i risultati sono stati confrontati con i profili di velocità ottenuti nell'ambito di un ulteriore indagine effettuata nello stabilimento, in cui sono stati eseguiti stendimenti di sismica superficiale microtremors per la valutazione del parametro Vs30.

In superficie c'è un buon riscontro fra le due prove, mentre oltre i 5m di profondità c'è in effetti un certo scostamento fra le velocità delle onde S riscontrate con la sismica superficiale rispetto a quelle calcolate con i dati downhole; pertanto per avere dati utili downhole occorre predisporre un apposito foro tubato e cementato come previsto dalle normative UNI EN.

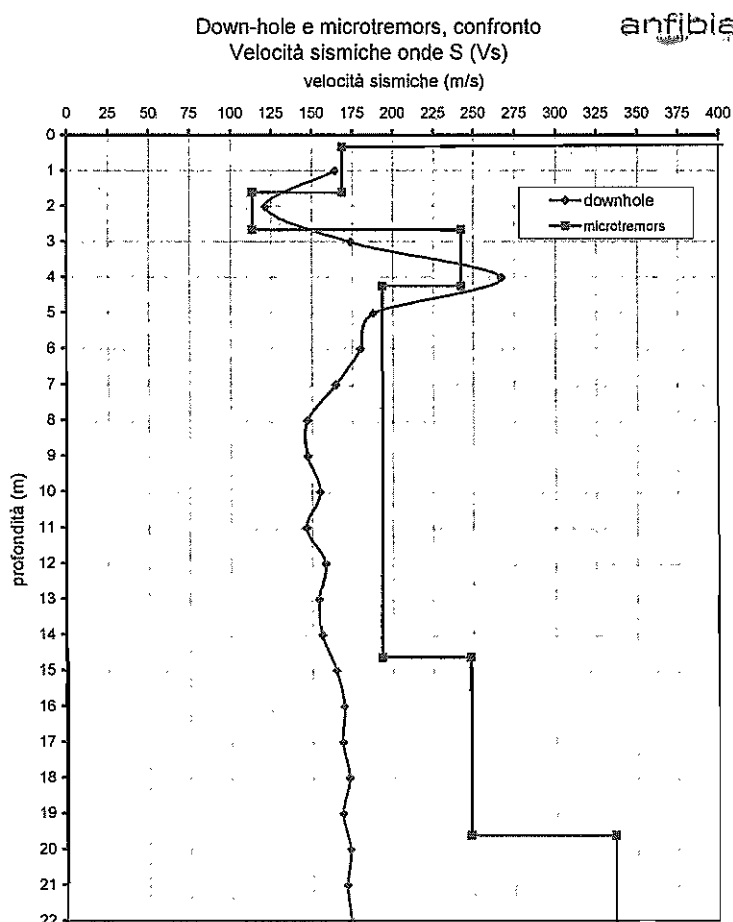
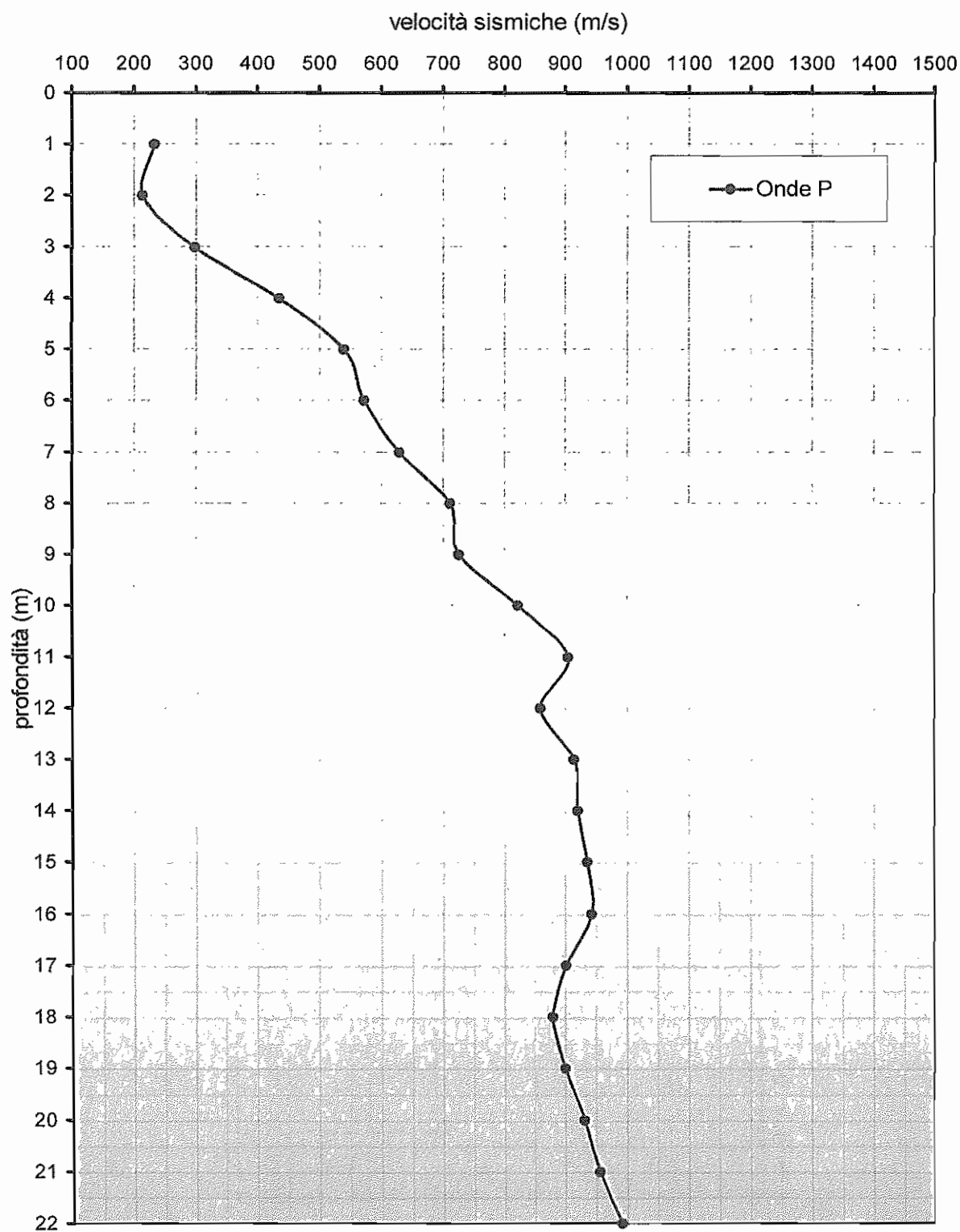


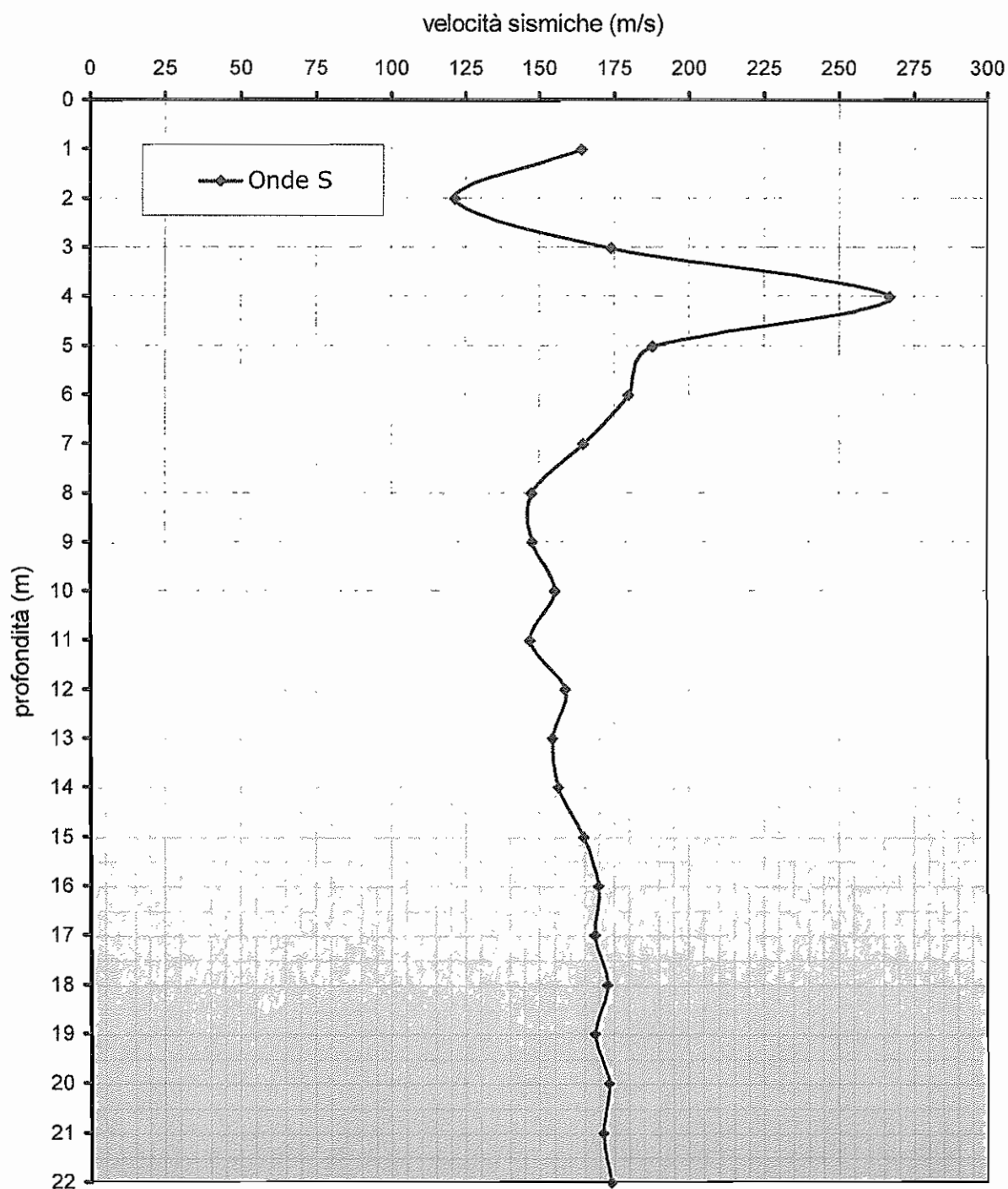
Figura 10 confronto fra velocità sismiche downhole e di superficie

4. Appendice

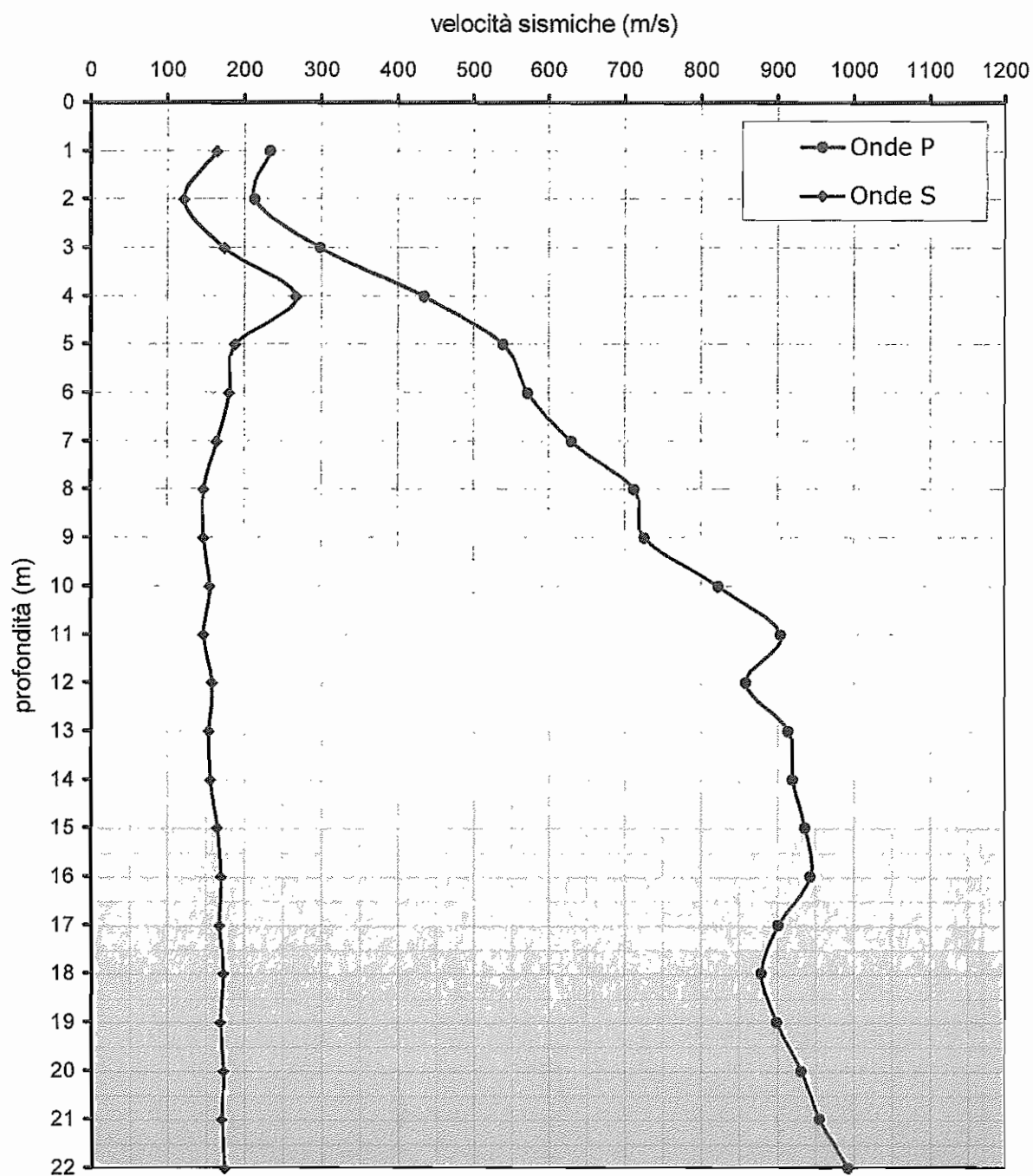
Down-Hole, Velocità sismiche onde P (Vp)



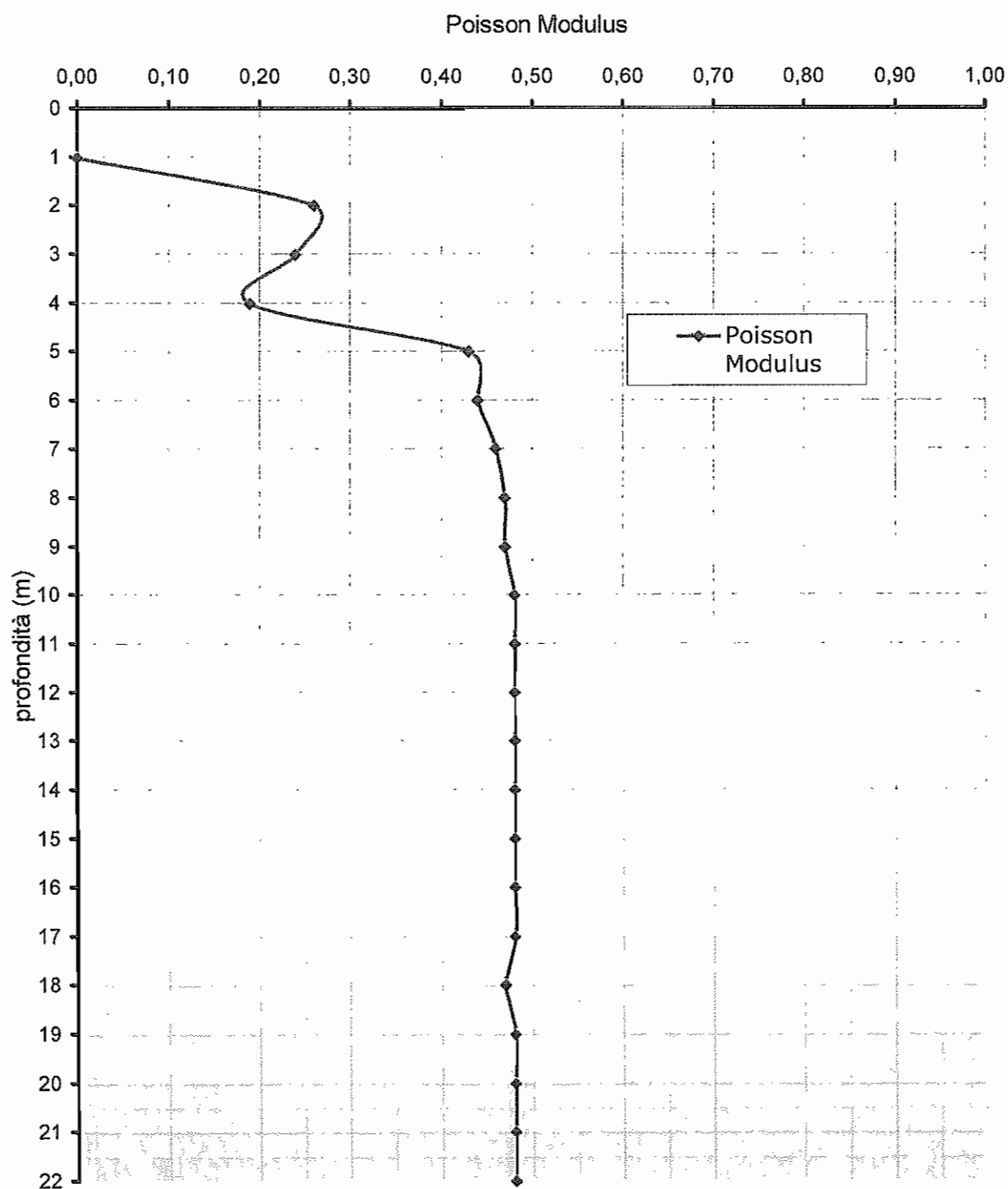
Down-hole, Velocità sismiche onde S (Vs)



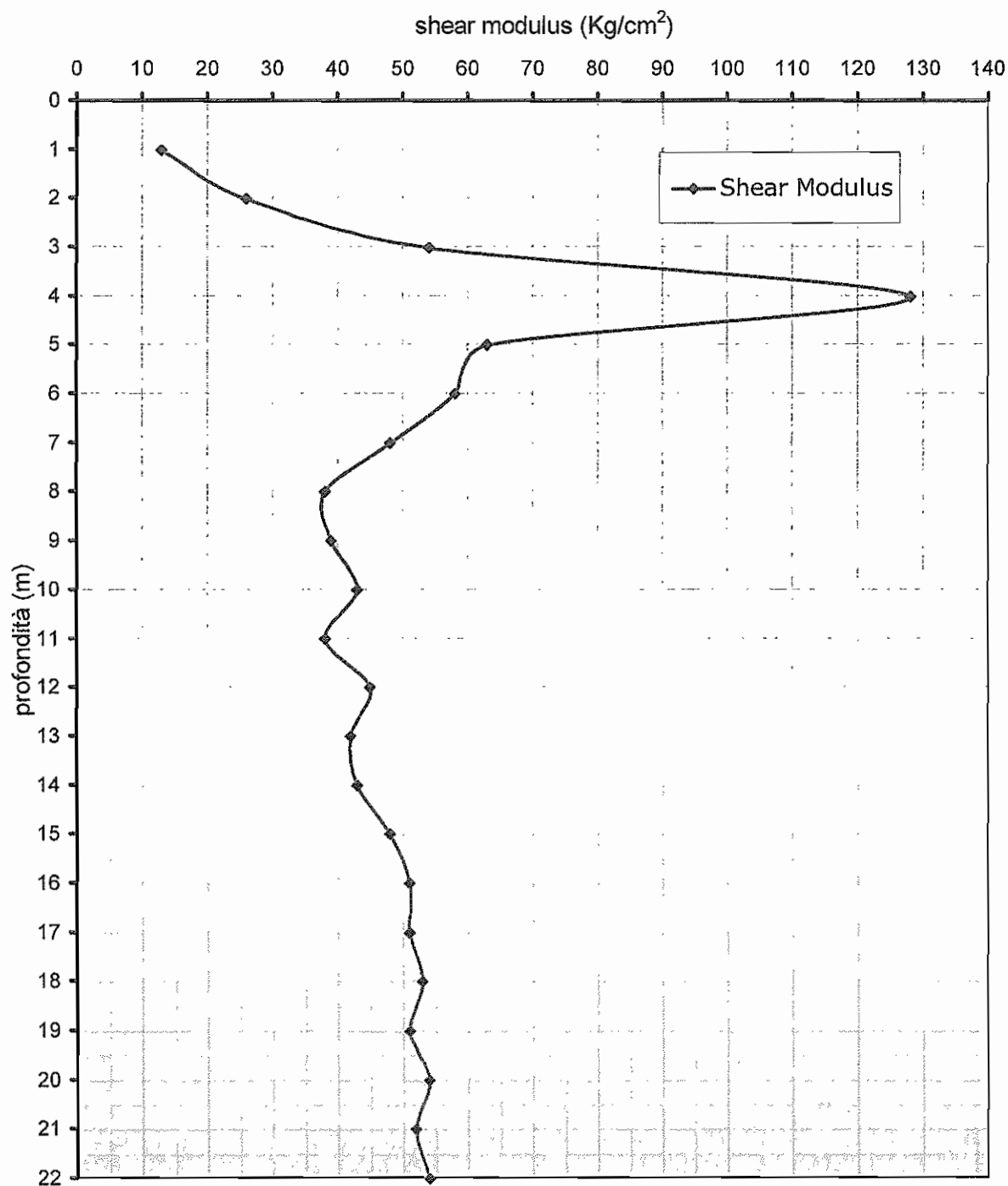
Down-hole, Velocità sismiche onde P e S: Modello comparativo



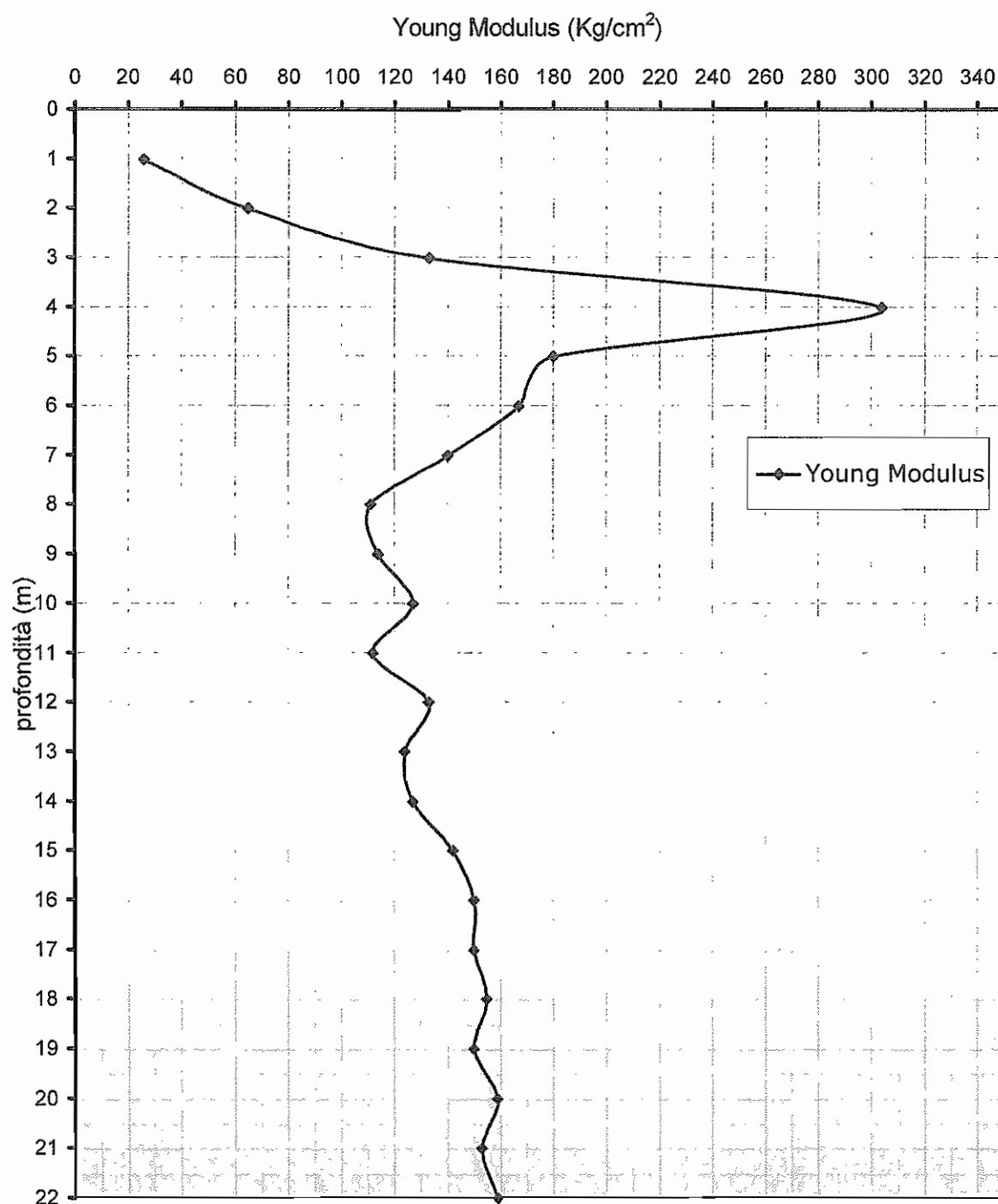
Coefficiente di Poisson (*Poisson Modulus*) anfibia



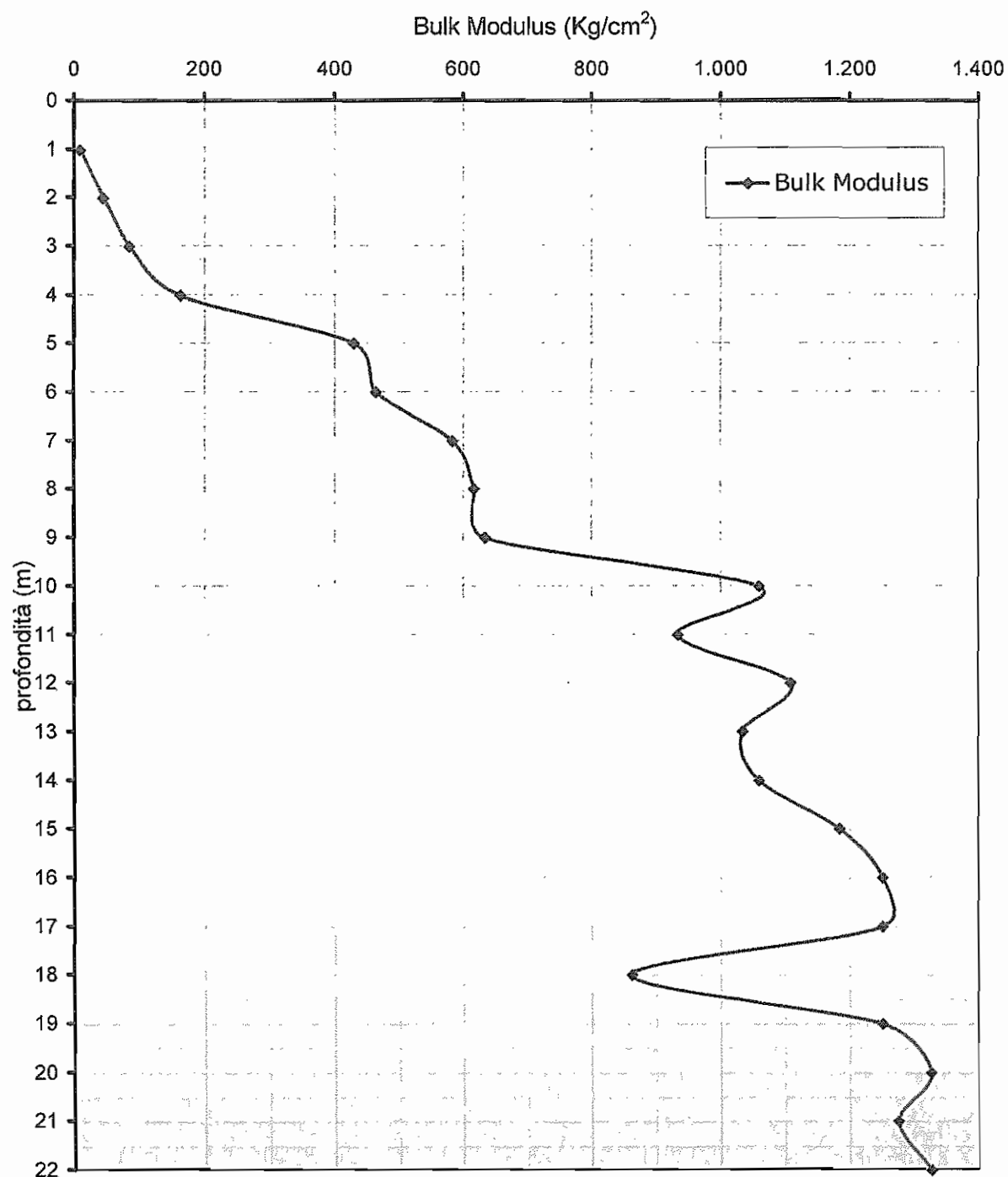
Modulo di Taglio (Shear Modulus)

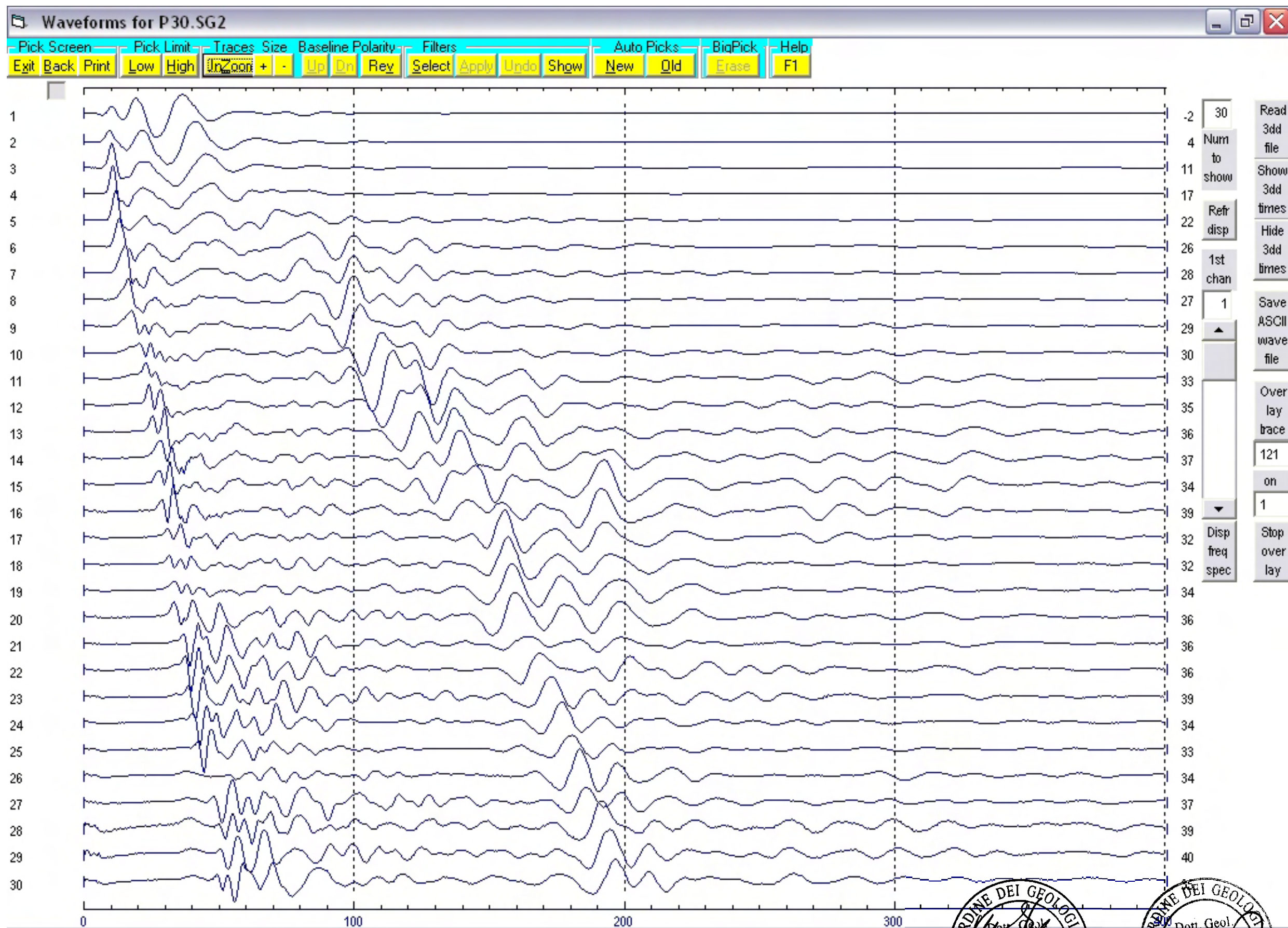


Modulo di Young (Young Modulus)



Modulo di Compressibilità (*Bulk Modulus*)





	TP
1	4.50
2	5.50
3	6.00
4	7.50
5	8.00
6	8.50
7	10.50
8	11.00
9	13.50
10	15.00
11	17.00
12	19.00
13	20.50
14	21.00
15	23.50
16	24.50
17	25.50
18	26.50
19	27.50
20	29.50
21	31.00
22	33.00
23	34.00
24	36.50
25	39.50
26	41.50
27	43.50
28	45.00
29	47.00
30	49.00

Tempi di picking in ms

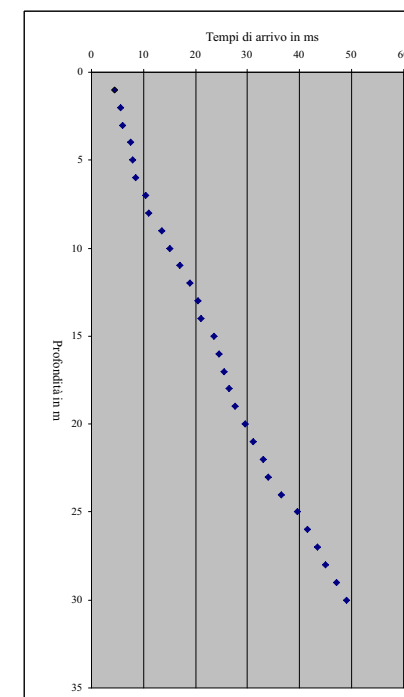
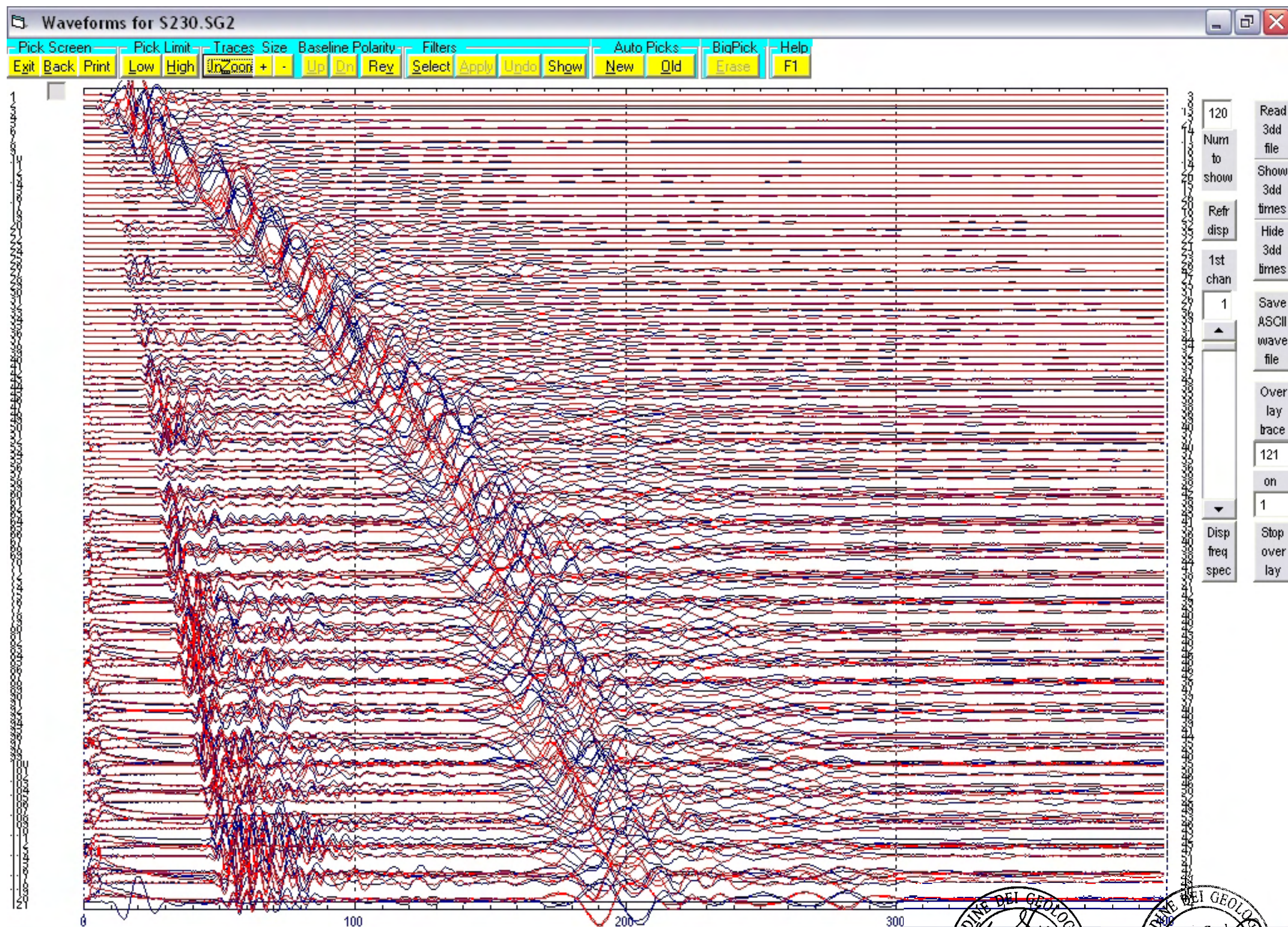


Diagramma di picking in ms

COMUNE DI RAVENNA- PONTE NUOVO

Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti - 15.04.2009 - Prova: DOWN HOLE - Onde S Certificato: A544 Gf116PNRA



	Ts
1	8.00
2	16.50
3	24.00
4	33.00
5	44.00
6	54.50
7	63.50
8	71.00
9	76.50
10	82.00
11	87.50
12	93.00
13	99.00
14	104.50
15	110.00
16	115.50
17	118.50
18	122.00
19	127.00
20	131.50
21	134.50
22	138.00
23	141.00
24	145.00
25	150.00
26	154.00
27	158.00
28	162.00
29	166.00
30	170.00

Tempi di picking in ms

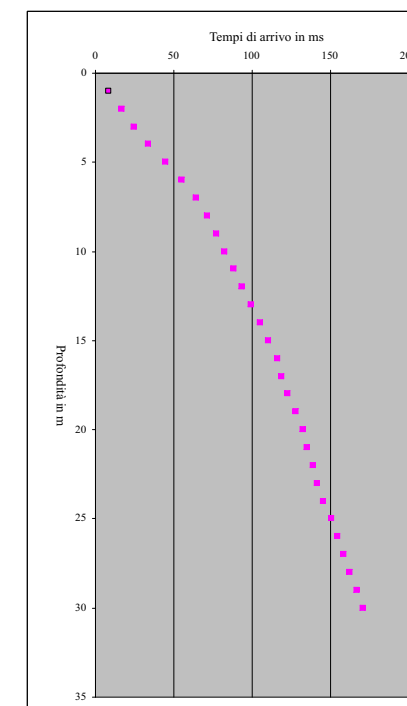
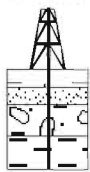


Diagramma di picking in ms



C.G.A.

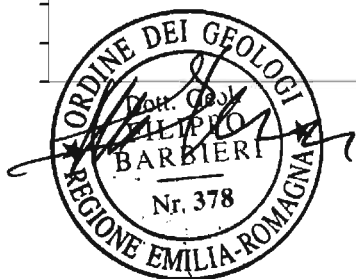
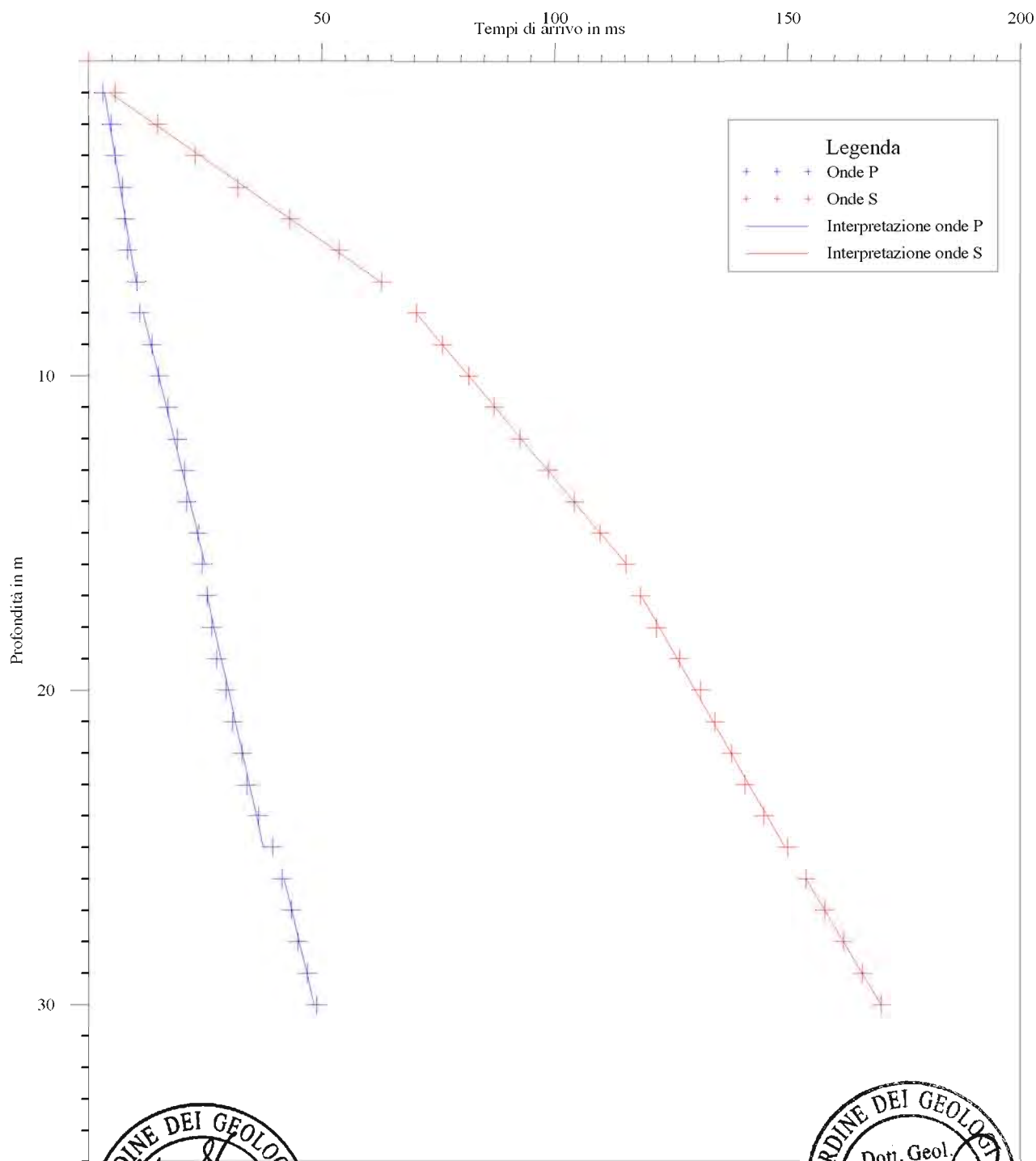


Laboratorio di geofisica

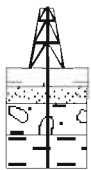
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Interpretazione con il metodo diretto

Certificato n° A 544 - GF 116 PNRAdro



C.G.A.

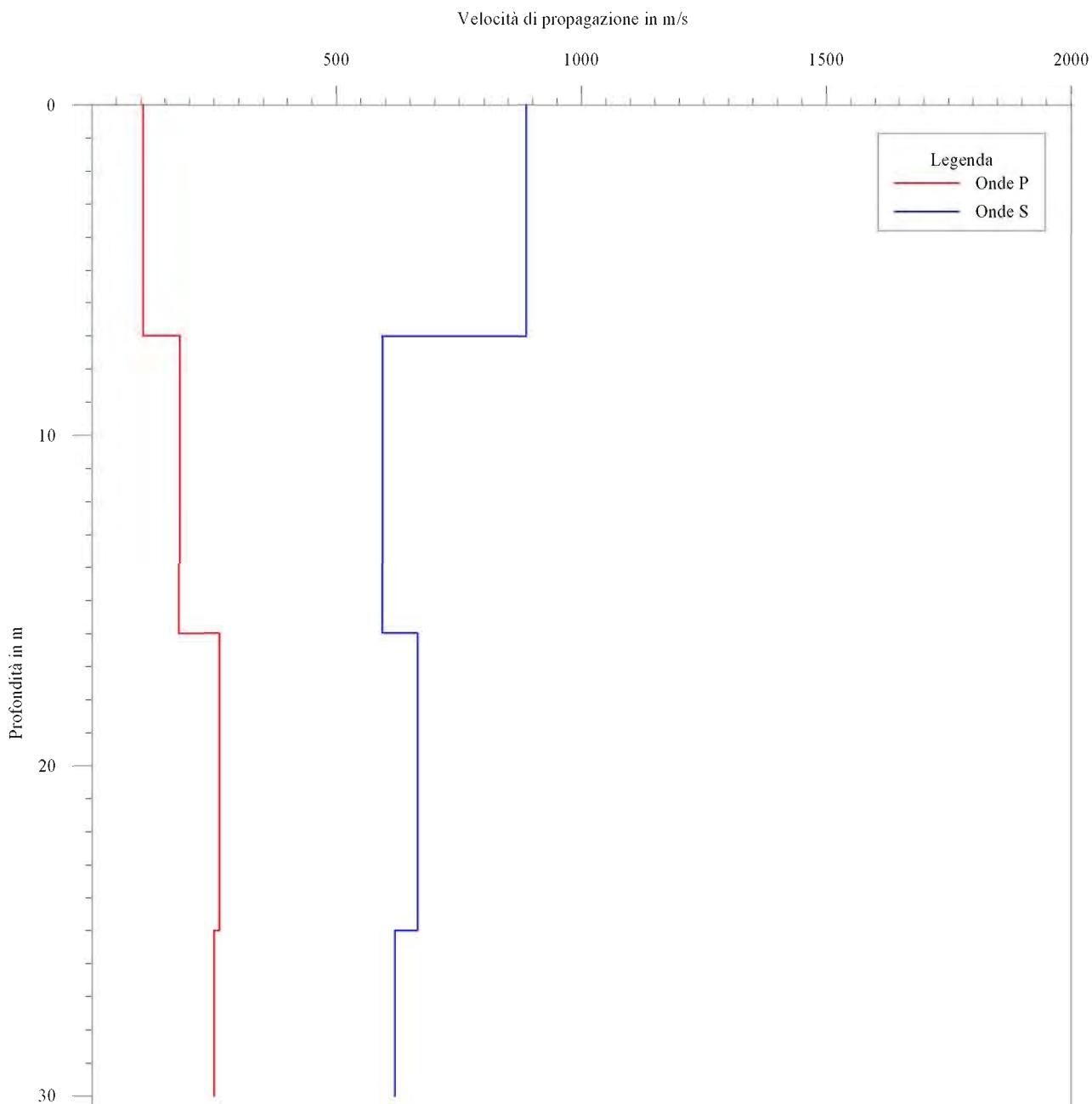


Laboratorio di geofisica

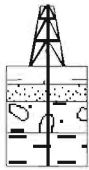
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Interpretazione con il metodo diretto

Certificato n° A 544 - GF 116 PNRAvstr



C.G.A.

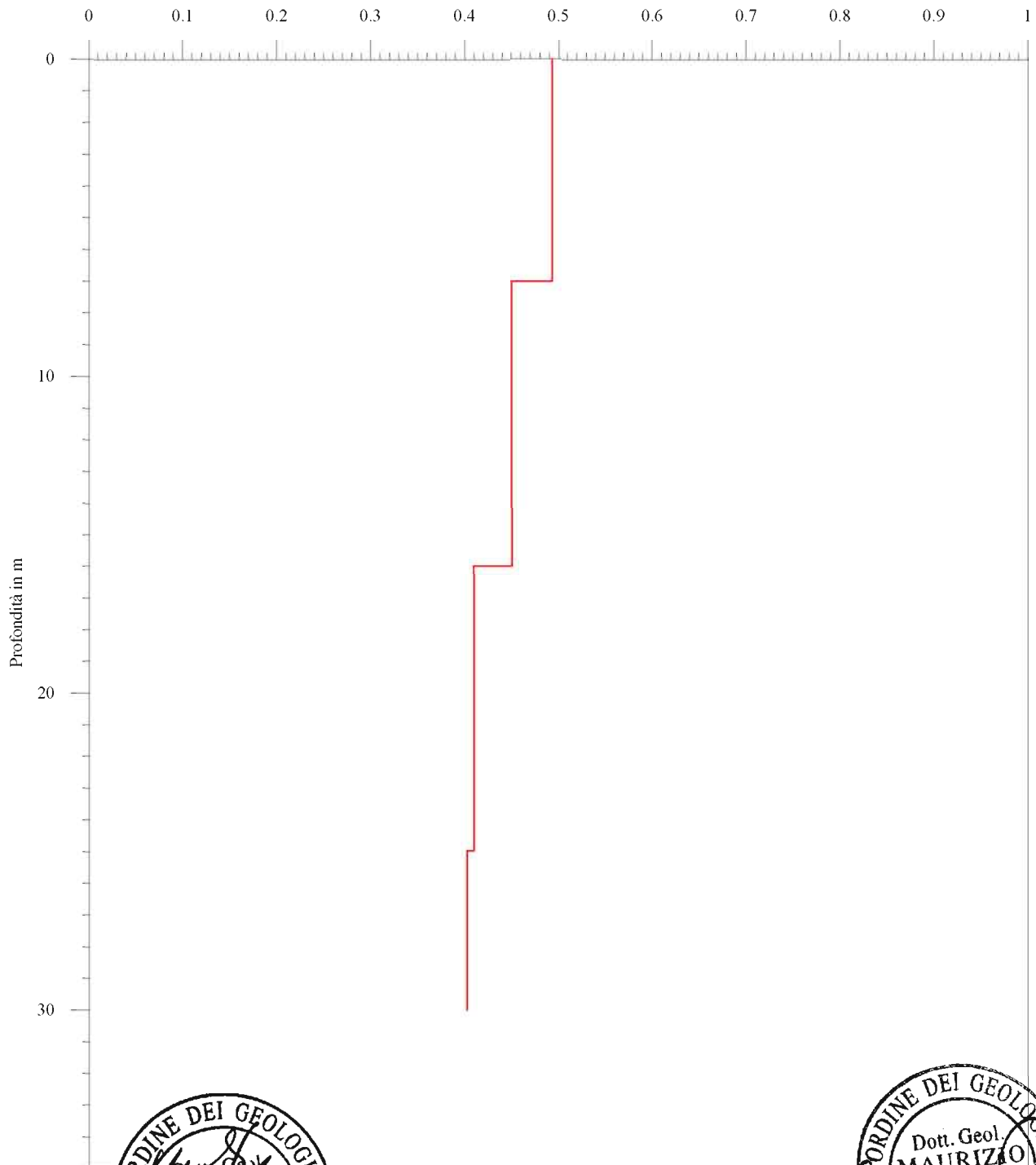


Laboratorio di geofisica

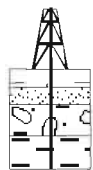
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Metodo diretto - Coefficiente di Poisson

Certificato n°A 544 - GF 116 PNRAdirpoi



C.G.A.

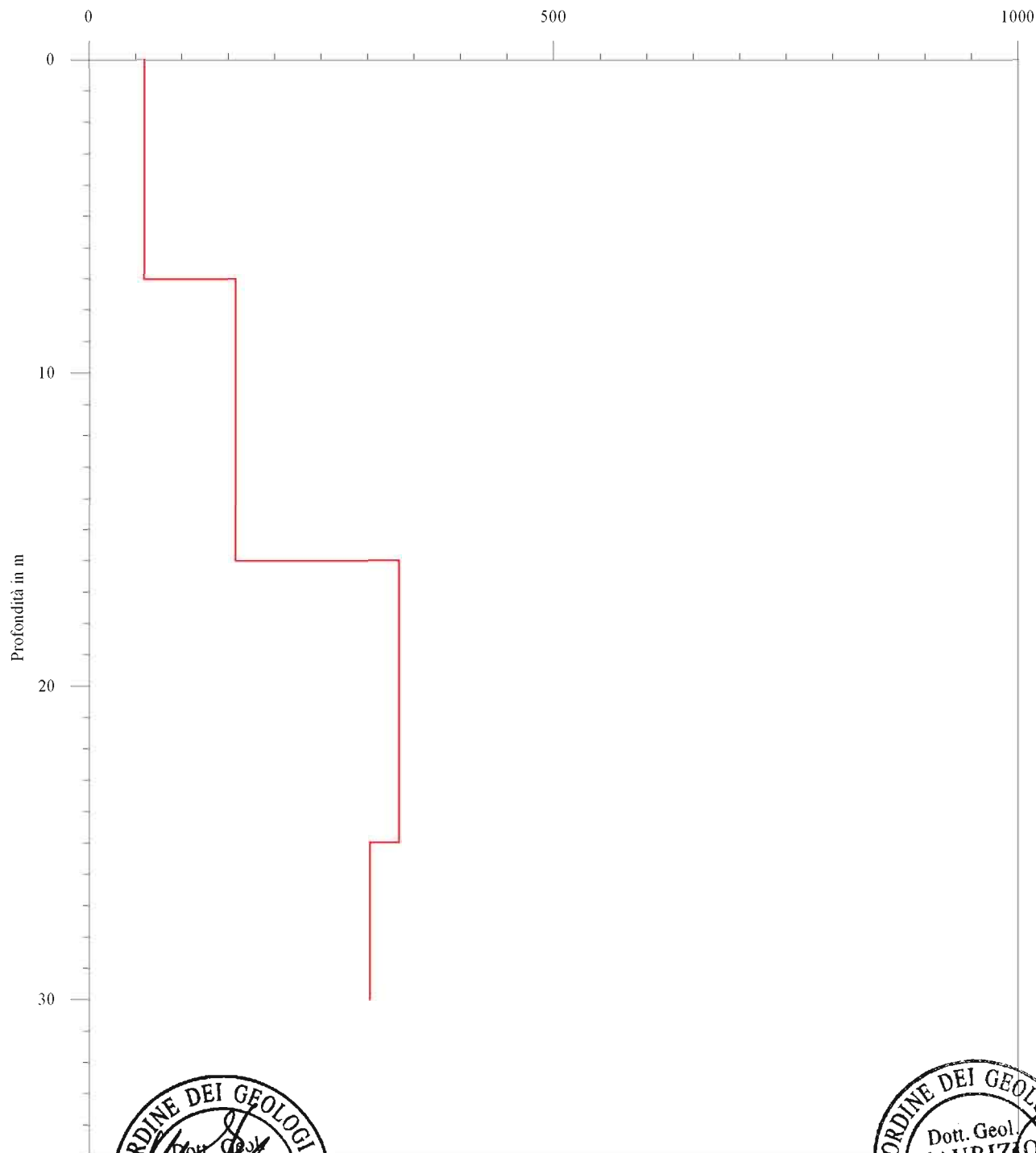


Laboratorio di geofisica

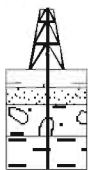
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Metodo diretto - Modulo di Young

Certificato n°A 544 - GF 116 PNRAdiryou



C.G.A.

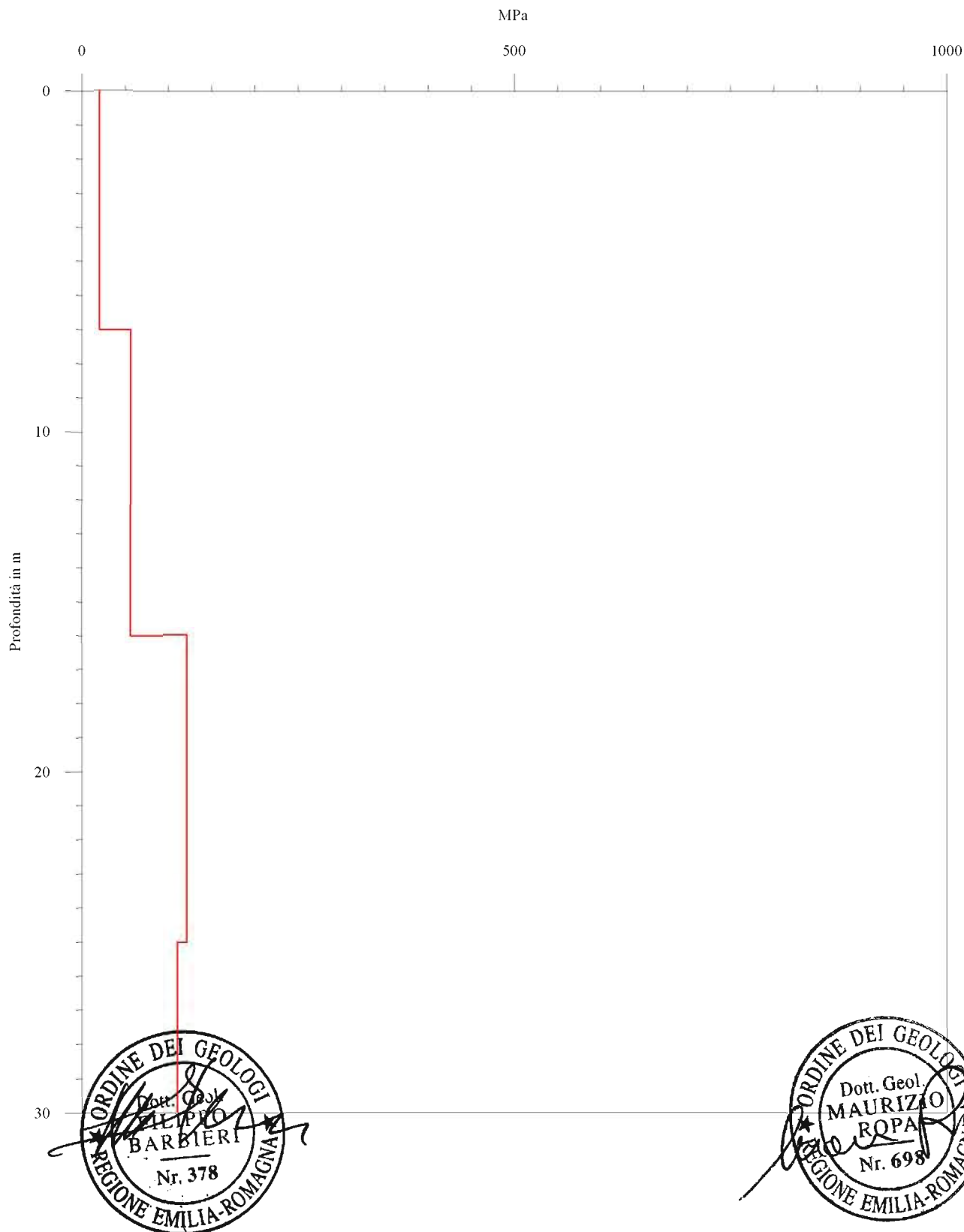


Laboratorio di geofisica

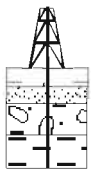
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Metodo diretto - Modulo di deformazione al taglio

Certificato n°A 544 - GF 116 PNRAdiryou



C.G.A.

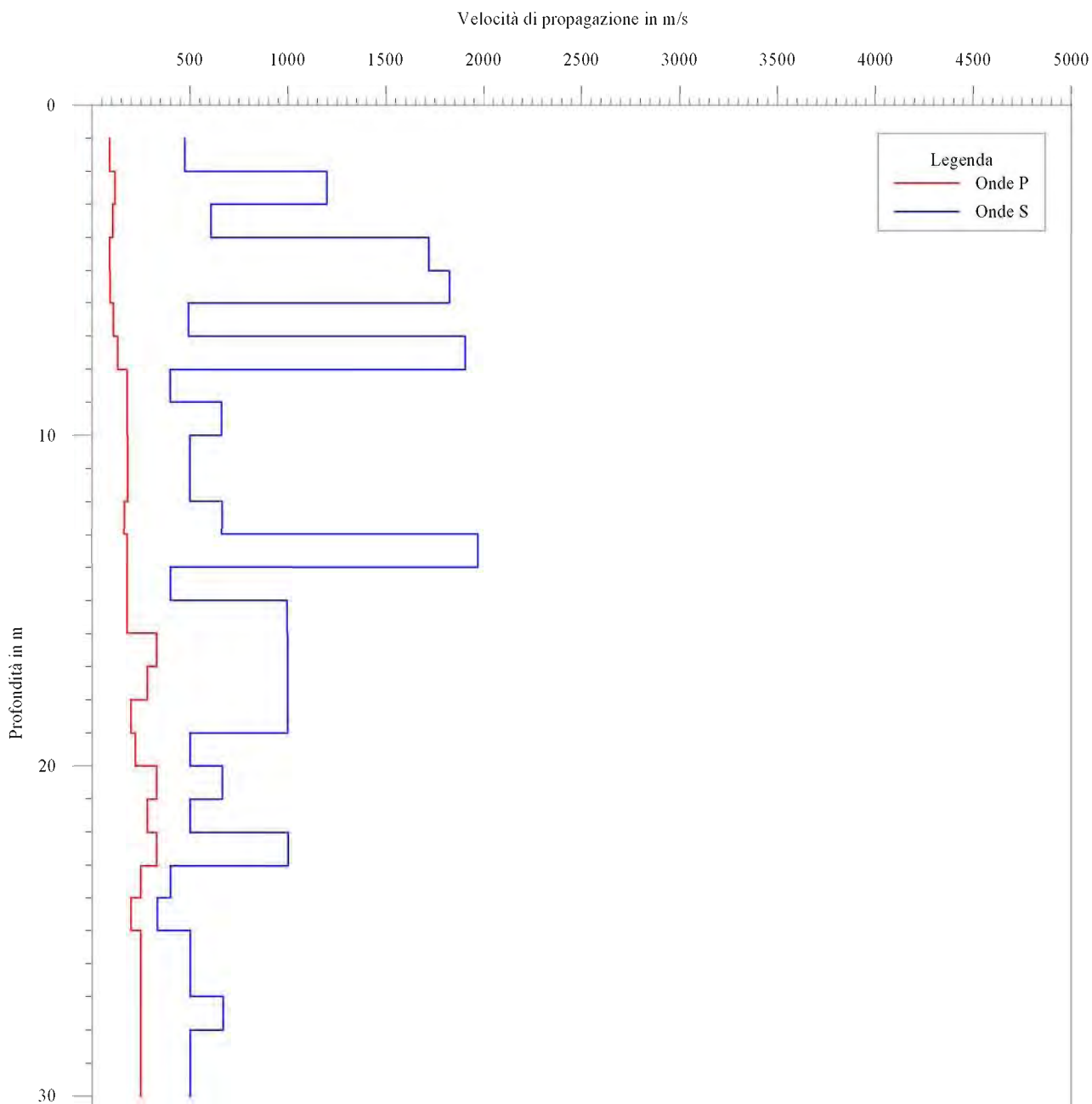


Laboratorio di geofisica

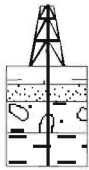
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Interpretazione con il metodo del pseudointervallo

Certificato n°A 544 - GF 116 PNRAvint



C.G.A.

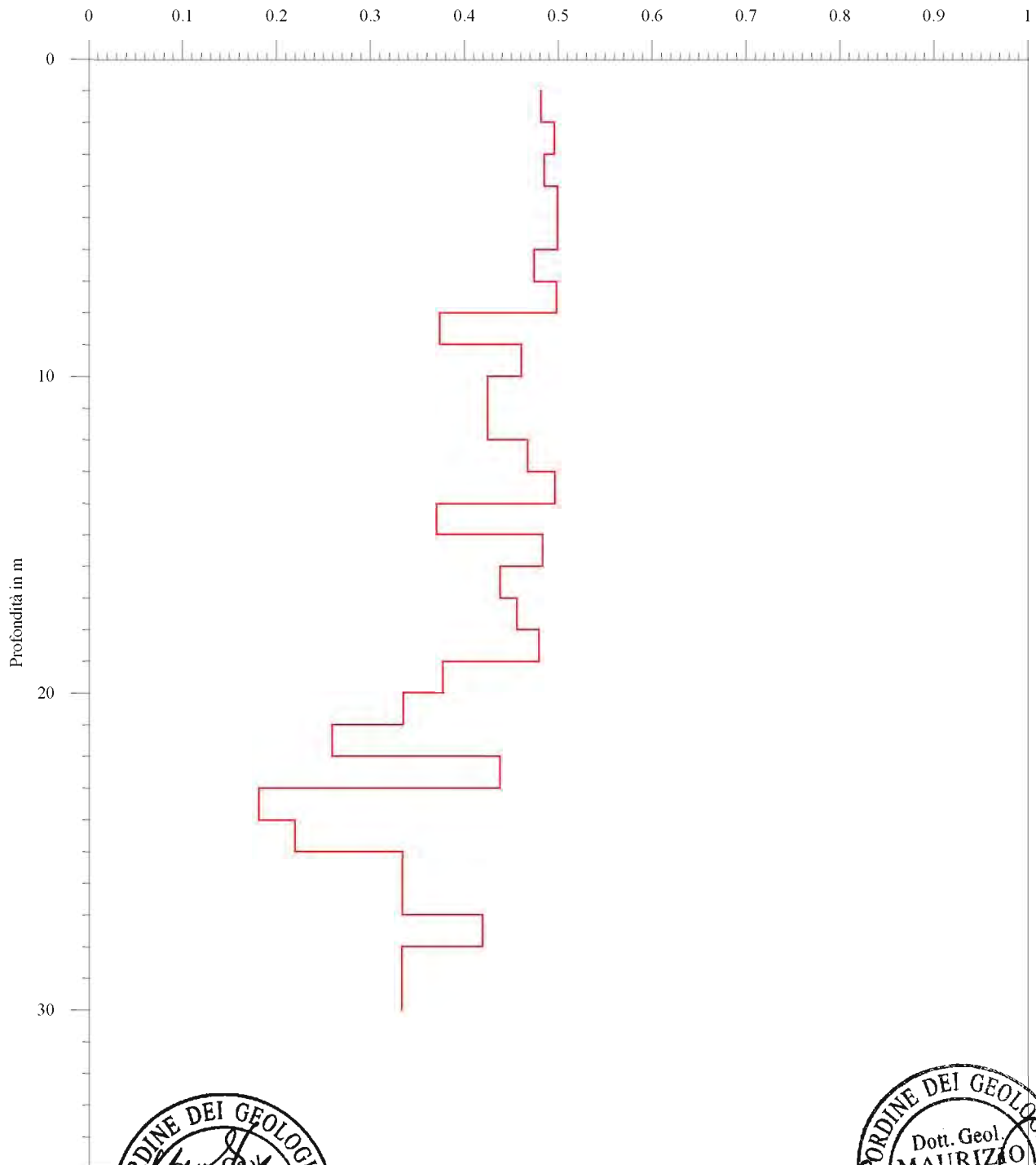


Laboratorio di geofisica

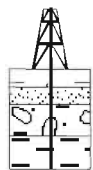
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Metodo pseudointervallo - Coefficiente di Poisson

Certificato n°A 544 - GF 116 PNRAintpoi



C.G.A.

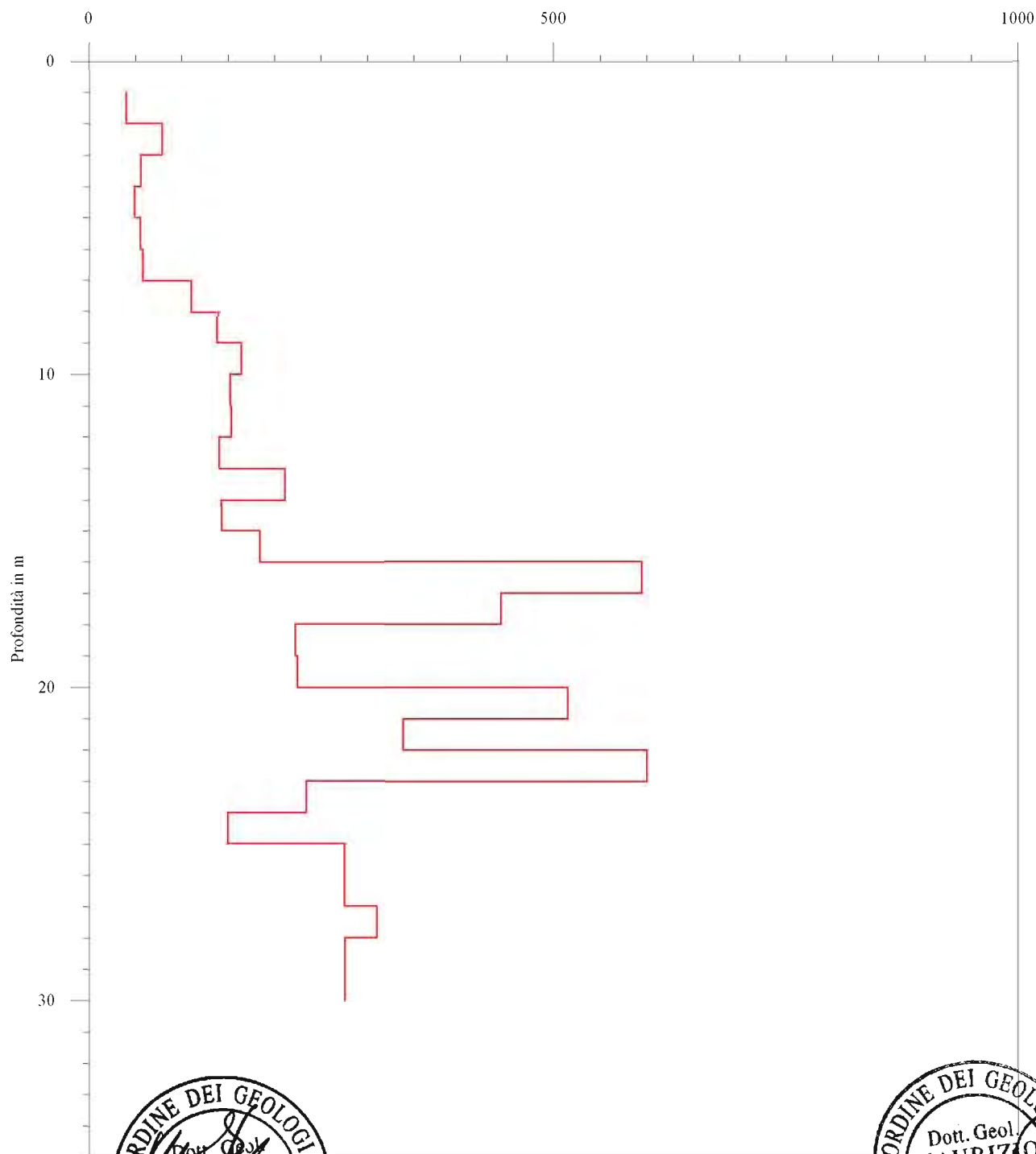


Laboratorio di geofisica

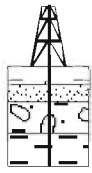
Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Metodo pseudointervallo - Modulo di Young

Certificato n° A 544 - GF 116 PNRAintyou



C.G.A.

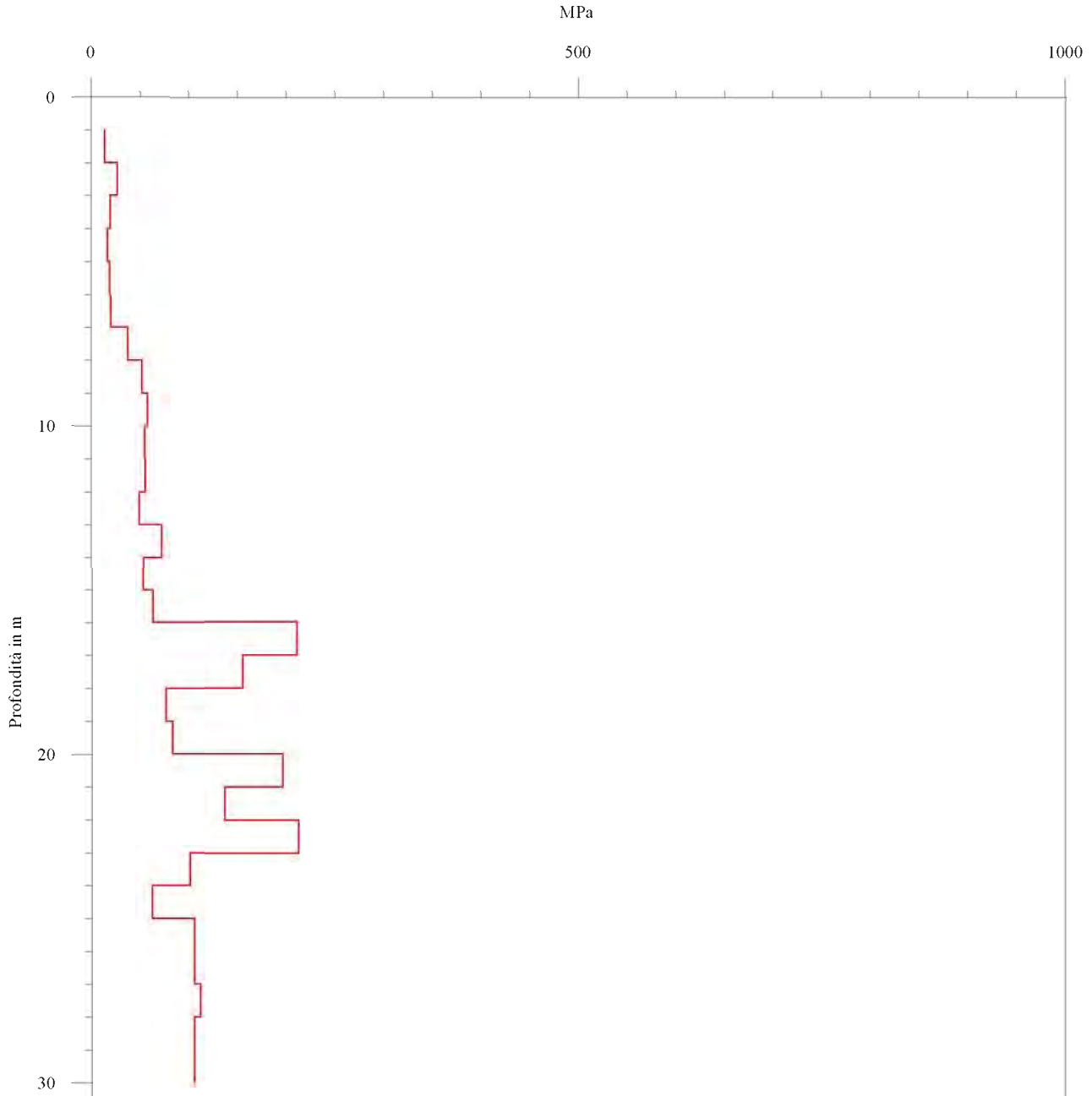


Laboratorio di geofisica

Committente: Dott. Geol. G. Frassinetti **Prova :** Down Hole
Località: Ponte Nuovo (RA) **Data:** 15/04/2009

Metodo pseudointervallo - Modulo di deformazione al taglio

Certificato n° A 544 - GF 116 PNRAinttag



Metodo diretto - Velocità e parametri calcolati						
Prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	γ_{dinamico} (KN)	Coefficiente di Poisson	Modulo di Young (MPa)	G _o Modulo di taglio (MPa)
7.00	887.83	103.47	18.17	0.49	59.22	20.22
16.00	594.11	177.86	16.83	0.45	157.55	55.37
25.00	664.68	259.64	17.19	0.41	333.31	120.53
30.00	619.53	249.70	16.97	0.40	302.68	109.99

Metodo pseudointervallo - Velocità e parametri calcolati						
Prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	γ_{dinamico} (KN)	Coefficiente di Poisson	Modulo di Young (MPa)	G _o Modulo di taglio (MPa)
2.00	473.05	90.30	16.12	0.48	39.70	13.67
3.00	1198.59	115.63	19.23	0.50	78.41	26.74
4.00	606.60	103.91	16.90	0.48	55.26	18.97
5.00	1716.42	87.68	20.59	0.50	48.38	16.46
6.00	1822.75	92.69	20.83	0.50	54.70	18.61
7.00	491.66	108.57	16.24	0.47	57.54	19.90
8.00	1903.99	130.59	21.00	0.50	109.39	37.24
9.00	396.87	177.97	15.59	0.37	138.38	51.34
10.00	659.42	178.83	17.17	0.46	163.53	57.09
11.00	496.59	179.44	16.27	0.42	152.22	54.47
12.00	497.08	179.89	16.27	0.42	152.98	54.75
13.00	662.22	165.32	17.18	0.47	140.47	48.83
14.00	1966.93	180.47	21.13	0.50	209.93	71.56
15.00	398.84	180.67	15.60	0.37	142.40	52.96
16.00	993.61	180.83	18.56	0.48	183.53	63.10
17.00	994.48	330.47	18.56	0.44	594.49	210.79
18.00	995.18	283.90	18.56	0.46	444.22	155.59
19.00	995.76	199.22	18.57	0.48	222.29	76.62
20.00	499.04	221.37	16.28	0.38	224.16	82.97
21.00	665.11	331.63	17.20	0.33	514.75	196.66
22.00	499.20	284.60	16.28	0.26	338.73	137.15
23.00	997.07	331.98	18.57	0.44	600.12	212.83
24.00	399.57	249.31	15.61	0.18	233.74	100.89
25.00	333.05	199.60	15.08	0.22	149.44	62.47
26.00	499.39	249.43	16.29	0.33	275.61	105.35
27.00	499.43	249.48	16.29	0.33	275.71	105.40
28.00	665.72	249.52	17.20	0.42	309.74	111.35
29.00	499.50	249.56	16.29	0.33	275.88	105.47
30.00	499.53	249.59	16.29	0.33	275.95	105.50