


**REPORT**  
**MISURA di MICROTREMORI a STAZIONE SINGOLA**  
*H/V, HVSr - Horizontal to Vertical Spectral Ratio*

**Committente:** Comune di San Benedetto del Tronto (AP);

**Oggetto cantiere:** Caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione mediante indagine HVSr relativa agli Studi di approfondimento di Livello 3 su n. 2 aree di attenzione per instabilità di versante;

**Ubicazione:** in prossimità della *Str. Panoramica*, a valle della stessa.

Strumentazione geofisica impiegata: terna di geofoni da 2 Hz e *datalogger Vibralog* MAE - Molisana Apparecchiature Elettroniche, *Advanced Geophysics Instruments*.

Software utilizzati: HVlab e/o SEG2conv (MAE - Molisana Apparecchiature Elettroniche, *Advanced Geophysics Instruments*); Geopsy 



Indagini geotecniche e sismiche in sito a cura di:



Via Marche 1/a, 64014 Martinsicuro (TE) - 340 17 98 332 / 340 17 98 333

info@ingeos.it / ingeos@tiscali.it / ingeosas@pec.it

<http://www.ingeos.it/>

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINE SISMICA HVSR



Figura 1 - Ubicazione del sensore di superficie 3D-2Hz per la misura di microtremori a stazione singola HVSR.



Figura 2 - Altro punto di vista.



## DETTAGLI ACQUISIZIONE

Strumento: M.A.E. Vibralog

Nome file di origine su Scheda Metadati indagini HVSR: 15133036.BIN

Data: 15.06.2022

Durata: 20 min. = 1200 sec.

Frequenza di campionamento: 250 Hz

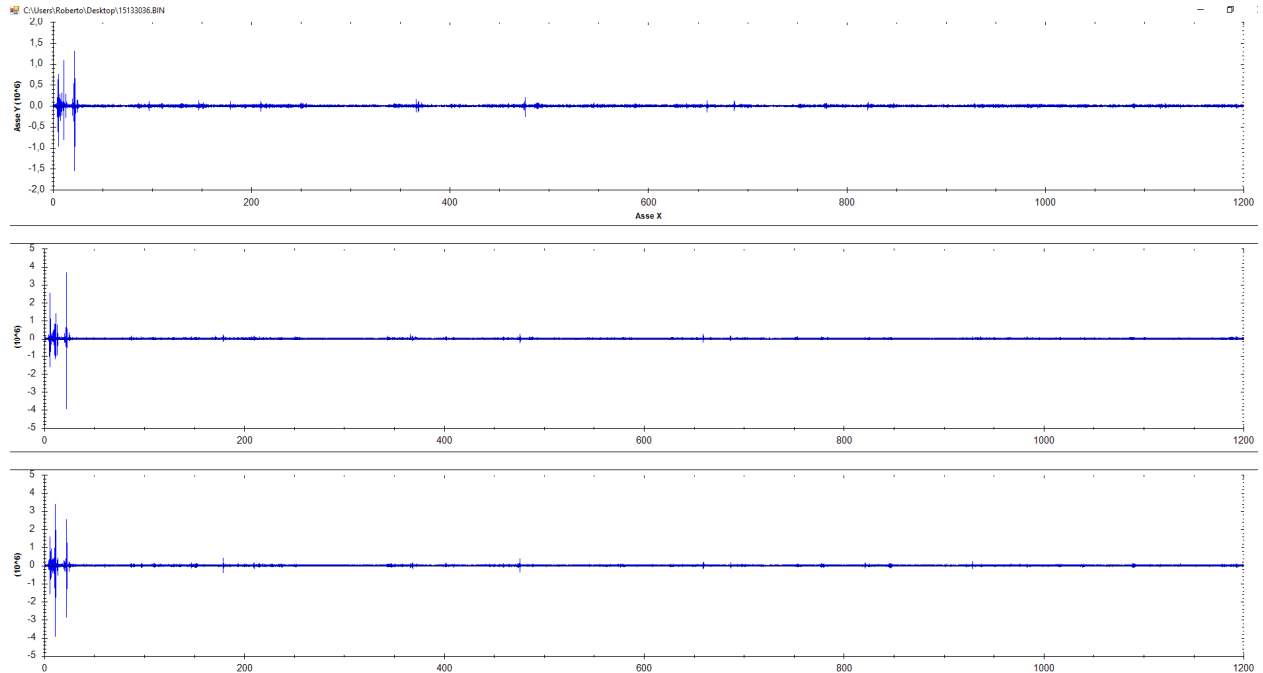


Figura 3 - *Snapshot* Tracce di registrazione.

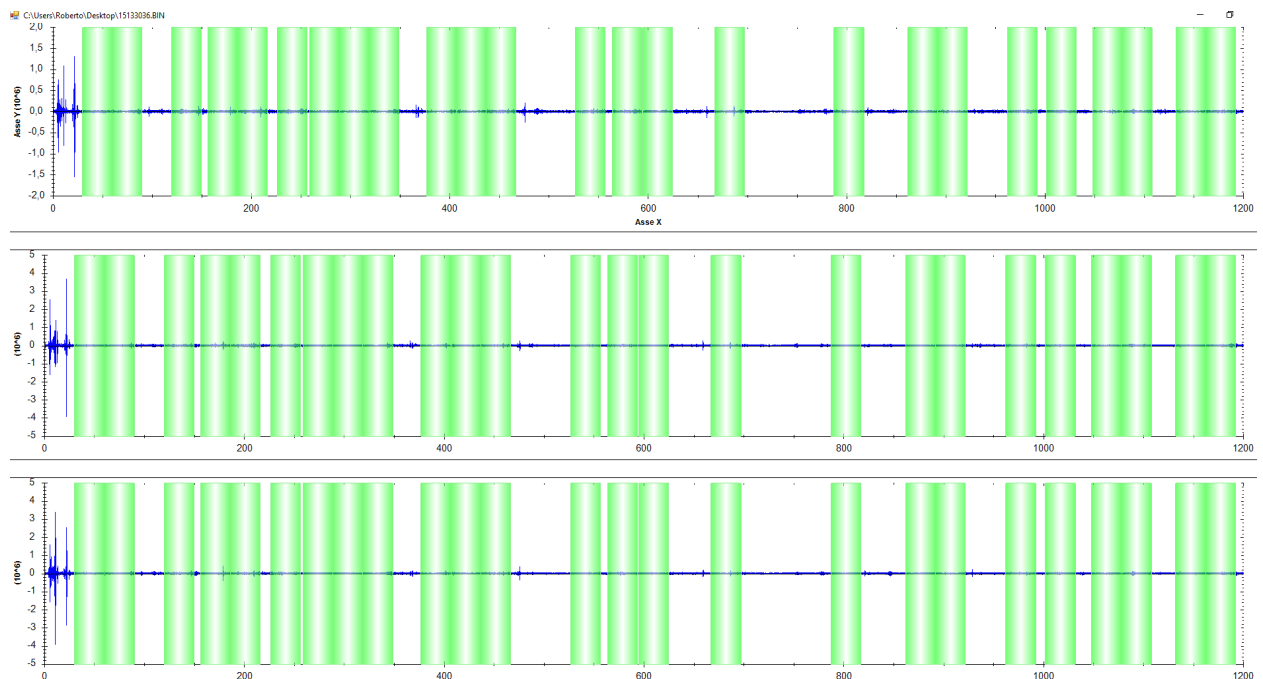


Figura 4 - *Snapshot* Segnale registrato e finestre (n. 25) di elaborazione selezionate.

## ELABORAZIONE

frequenza di campionamento: 250 Hz  
 finestre temporali (nw): 25  
 tempo di ogni finestra (Lw): 30 s  
 intervallo di ricerca: 0.3-20 Hz  
 costante di lisciamento: 11

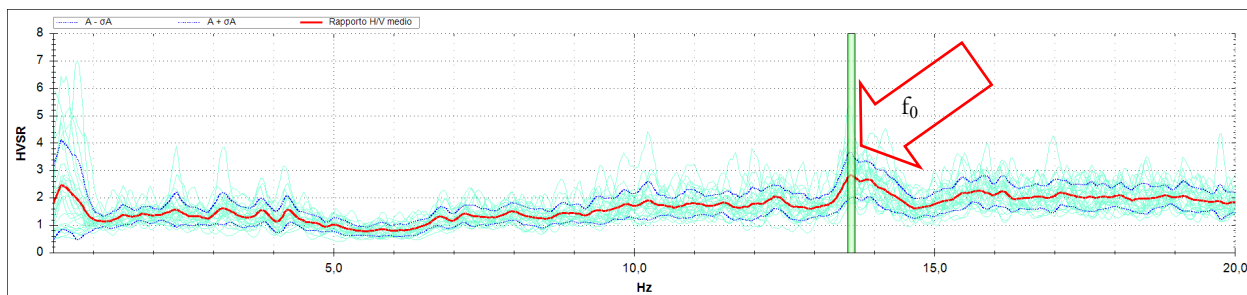


Figura 5 - *Snapshot Curve* HVSR (su scala lineare). Si indica il picco fondamentale  $f_0$  (con  $A_0 \geq 2.8$ ).

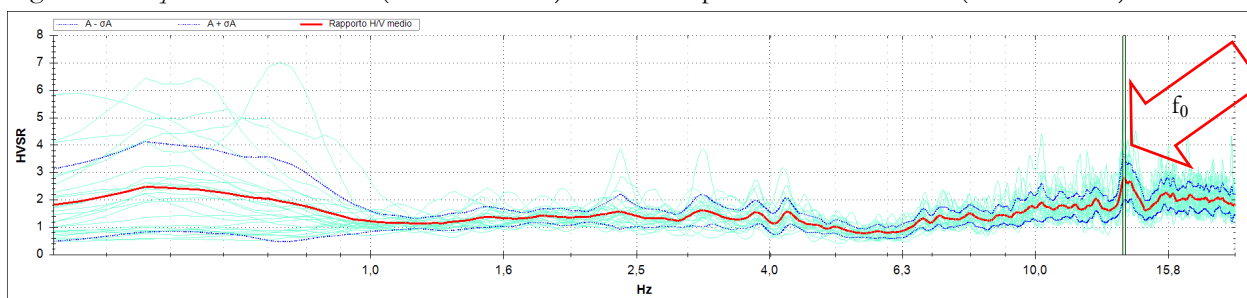


Figura 6 - *Snapshot Curve* HVSR (scala logaritmica).

## RISULTATI/CRITERI SESAME SUL PICCO $f_0$

**frequenza di picco ( $f_0$ ):**  **$13.61 \pm 0.26$  Hz**  
 classificazione picco: affidabile

dettagli affidabilità:

- 1)  $f_0 > 10/Lw$ : SI ( $13.61 > 0.33$ )
- 2)  $nc(f_0) > 200$ : SI ( $10208 > 200$ )
- 3) per  $f_0/2 < f < 2f_0$ ,  $\sigma A(f) < 2$ : SI ( $\max \sigma A(f) = 1.0$ )

dettagli evidenza:

- 1)  $A(f_-) < A_0/2$ : SI ( $f_- = 3.39$  Hz)
- 2)  $A(f_+) < A_0/2$ : NO ( $f_+ = 0.00$  Hz)
- 3)  $A_0 > 2$ : SI ( $A_0 = 2.8$ )**
- 4)  $f_{peak}[A(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$ : NO ( $Df = 0.82$ )
- 5)  $\sigma f < \epsilon(f_0)$ : SI ( $\sigma f = 0.26$ ;  $\epsilon(f_0) = 0.68$ )
- 6)  $\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$ : SI ( $\sigma A(f_0) = 0.75$ ;  $\theta(f_0) = 1.58$ )

## STIMA SUPERFICI DI IMPEDENZA

Prendendo spunto dalla Nota Tecnica\*: l'elaborazione del segnale registrato ha messo in evidenza **un picco di vibrazione fondamentale  $f_0$**  - *all'interno del range delle frequenze di interesse ingegneristico  $1 \div 20$  Hz* - **pari a  $13.61 \pm 0.26$  Hz**. Il picco di frequenza  $f_0$  verifica alcuni dei criteri SESAME ed è associabile ad una superficie di impedenza posta alla profondità di  $\approx -5.0$  m dal piano campagna attuale. Corrisponde ad un aumento di densità - *quindi ad un aumento della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$* . Si è ipotizzato un aumento della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  - in linea con l'indagine MASW più prossima - da valori di  $\approx 270$  m/s a valori di  $\approx 380$  m/s.

**Nota Tecnica\*** tratta dal sito dell'INGV <http://ismd.mi.ingv.it/notes-sites-characterization.php>

TECHNICAL NOTES - - *the preliminary indication of the fundamental frequency ( $f_0$ ).*

*The  $f_0$  value is provided considering the results of the microtremor HVSR, together with the geological and the geomorphological conditions of the site. Usually  $f_0$  corresponds to the lowest frequency peak with amplification ( $A$ ) $\geq 2$ . In case of multiple peaks in a broad range of frequencies, the value of  $f_0$  is selected based an expert judgment.  $f_0$  'none' indicates a flat response of the noise HVSR ( $A \leq 2$ ) in the frequency range 0.1-10 Hz.*

## CONCLUSIONI

Partendo dai *records* registrati dalla misura di microtremori a stazione singola HVSR e tenendo conto dei vincoli stratigrafici (riferiti alle indagini geotecniche realizzate *ex-novo* DPSH P3-P4 e alle indagini storiche tratte dagli Studi di Microzonazione Sismica di Livello 2) è stata stimata la *velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio*: il valore di  $V_{s,eq}$  è compreso nel range 180÷360 m/s.

Il substrato sismico - *avente velocità di propagazione delle onde di taglio  $\geq$  a 800 m/s* - **NON** è presente nei primi 30 m di sottosuolo.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 7 - *Snapshot* Tabella 3.2.II delle NTC 2018.