



GEOLOGIA
GEOFISICA
GEOTECNICA
IDROGEOLOGIA

REGIONE
LAZIO

PROVINCIA
DI RIETI

COMUNI DI RIETI E GRECCIO

**APPROFONDIMENTO TECNICO PER ELABORAZIONE
DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA RELATIVA ALLE ISTRUTTORIE DI
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE STATALE ID VIP 2630 E ID VIP 2631 PER
I PROGETTI DI REALIZZAZIONE DI CENTRALI IDROELETTRICHE AD ACQUA FLUENTE
SUL FIUME VELINO IN LOCALITÀ PONTE CARPEGNA E CASA BIANCA**

**INDAGINI GEOELETTRICHE IN TECNICA TOMOGRAFICA
E MISURE H/V**

COMMITTENTE:
LUSIOS S.r.l.
Via della Martinicca, 36
06132 S. Maria Rossa - Perugia
C.F. e P.I. 02758770545

PROPONENTE:
Società Produzione Energia Rinnovabile S.r.l.
S.P.E.R. EOLO S.R.L.
Via dell'Artigianato 4° Traversa n. 2/A
63076 Montepandone (AP)
C.F. e P.I. 02051310692
REAAP 197167

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE
DATI ELETTRICI
RESPONSABILE TECNICO:

Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi

TECNOGEO s.n.c.
di Bellaveglia S. e Bistocchi R.

codice pratica
AEH

n° pag
19

n° Tav
4

Allegati
1

Data
Maggio 2015

TECNOGEO s.n.c. di Bellaveglia Stefano e Bistocchi Riccardo Maria
Str. S. Vetturino, 1 - 06126 Perugia
Codice Fiscale - Partita IVA 02863830549
Tel/Fax 075/5837466 - cell. 339 2349655 - 349 5858305 - email: tecnogeosnc@tiscali.it
www.tecnogeo.it

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. METODOLOGIA INDAGINI GEOFISICHE.....	3
3. INDAGINI GEOELETTRICHE.....	4
3.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove geoelettriche	4
3.2 Configurazione geometrica di acquisizione.....	6
3.2.1 <u>Configurazione polo-dipolo</u>	6
3.3 Approccio analitico.....	8
4. ELABORAZIONE PROVE GEOELETTRICHE	9
5. INDAGINI SISMICHE	11
5.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche	11
5.1.1 <u>Sismica passiva</u>	11
5.2 Tecniche di indagine	11
5.2.1 <u>Sismica passiva HVSR</u>	11
5.3 Approccio analitico.....	12
5.3.1 <u>Metodologia HVSR</u>	12
6. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE.....	13
6.1 Elaborazione prove sismica passiva	13
7. CONCLUSIONI.....	18

TAVOLE

Tavola 1 Ubicazione delle indagini

Tavola 2 Certificati indagini elettriche

Tavola 3 Certificati indagini HVSR

Tavola 4 Specifiche tecniche strumentazione

ALLEGATI

Allegato 1 Ubicazione, elaborazione ed interpretazione indagini geofisiche

1. PREMESSA

Su incarico della LUSIOS Srl di Perugia (PG), nell'ambito dell'approfondimento tecnico per l'elaborazione della documentazione integrativa relativa alle istruttorie di Valutazione di impatto ambientale statale ID VIP 2630 e ID VIP 2631, è stata eseguita una campagna sperimentale di indagini geofisiche di supporto ai progetti di realizzazione di centrali idroelettriche ad acqua fluente sul fiume Velino in località Ponte Carpegna e Casa Bianca nei Comuni di Rieti e Greccio (RI).

Nello specifico la campagna di indagine è stata pianificata allo scopo di ricostruire un modello geologico-stratigrafico di riferimento per i depositi affioranti nella valle del Velino interessata dagli interventi in progetto ed ha previsto l'esecuzione delle seguenti prove:

- n. 2 profili di tomografia elettrica in prossimità dei due sbarramenti fluviali;

- n. 6 stazioni singole in tecnica di sismica passiva (microtremori) distribuite lungo la valle alluvionale del Velino.

Nel seguito vengono descritte le tecniche di indagine e i risultati ottenuti dalle elaborazioni ed interpretazioni geologico-geofisiche mentre i certificati di prova e gli elaborati interpretati sono riportati nelle tavole e negli allegati.

2. METODOLOGIA INDAGINI GEOFISICHE

Le tecniche di indagine geofisica si basano sulle diverse caratteristiche delle proprietà fisiche (elettriche, magnetiche, meccaniche) dei terreni e di eventuali strutture o manufatti sepolti. Con le indagini geofisiche si cerca quindi di ricostruire un modello del sottosuolo e di individuare una serie di obiettivi (*target e anomalie*) che presentino una variazione più o meno netta rispetto al mezzo di contorno.

Ogni contesto di indagine presenta caratteristiche peculiari circa la natura geologica del sito e la tipologia di eventuali emergenze antropiche sepolte. Infatti, la costituzione geolitologica dei terreni, le condizioni logistiche dell'area oggetto dell'intervento di prospezione, nonché gli eventuali disturbi causati dalle infrastrutture dei centri abitati e industriali, dalle linee elettriche, ferroviarie o in generale dai sottoservizi, condizionano e determinano la scelta del tipo di metodologia da impiegare. Per queste ragioni, e soprattutto lavorando ai fini della ricerca preventiva finalizzata all'individuazione di specifici target con ragionevole margine di sicurezza, risulta essenziale procedere con ricerche realizzate mediante l'applicazione di più metodologie integrate fra loro. Per tale motivo risulta fondamentale la fase di pianificazione delle misure, sia da un punto di vista tecnico/scientifico che logistico.

Un altro aspetto da considerare è che le mappe e le sezioni fornite dalle tecniche geofisiche sono soggette al problema della non univocità introdotto dall'interpretazione. Per tale motivo risulta doveroso sottolineare, ancora una volta, come una singola tecnica geofisica potrebbe non essere in grado di risolvere definitivamente una determinata problematica, rendendo quindi auspicabile, ove le risorse lo consentano, l'abbinamento e l'integrazione di due o più tipologie di indagine geofisica.

3. INDAGINI GEOELETTRICHE

La metodologia di indagine Geoelettrica utilizzata è quella delle misure di Resistività apparente in corrente semi-continua, eseguite mediante un dispositivo multielettrodo, (Tomografia) utilizzando uno stendimento lineare di elettrodi equidistanziati. Le indagini geoelettriche, possono essere svolte sia per prospezioni di tipo verticale che orizzontale. Nel primo caso si parla di sondaggi elettrici verticali (s.e.v.), utilizzati per mostrare le variazioni di resistività in un punto in funzione della profondità. Tali indagini sono realizzate tenendo fermo il centro del quadrupolo e distanziando di misura in misura i picchetti energizzanti e potenziometrici, in modo da determinare i valori di resistività apparente a profondità crescenti.

Nelle prospezioni orizzontali (profili elettrici), la distanza reciproca dei picchetti resta costante, viene invece spostato ad ogni misura tutto il dispositivo quadripolare lungo un allineamento prestabilito, misurando così ad una pseudo-profondità costante la distribuzione areale dei valori di resistività apparente. La prospezione multielettrodica adottata integra i vantaggi dei due precedenti tipi d'indagine ed è rappresentata da una sezione di valori di resistività apparente, realizzata tramite una serie di misure eseguite a profondità crescente lungo il profilo prestabilito, sfruttando lo stendimento di elettrodi infissi nel terreno. Questo tipo di prospezione consente una ricostruzione dell'andamento della resistività apparente lungo una sezione orizzontale (Tomografia elettrica), sino alla massima profondità ottenibile in rapporto al tipo di array utilizzato (Wenner, Schlumberger, ecc...), alla lunghezza dello stendimento e alla resistività dei terreni.

L'affidabilità delle misure di resistività apparente dipende dall'accuratezza delle misure dei segnali di tensione. Il segnale di tensione può essere interessato dalla presenza di rumore che degrada la qualità delle misure e che risulta generato da fenomeni di polarizzazione spontanea. Questo tipo di disturbo è stazionario e quindi può essere eliminato facilmente invertendo la polarità del flusso di corrente.

Tuttavia esiste un altro tipo di rumore generato da sorgenti naturali e/o artificiali che è più difficile da rimuovere a causa del suo carattere casuale. Pertanto l'eliminazione di questo disturbo, viene effettuata progressivamente mediante l'applicazione di metodi di analisi stocastica.

Le indagini di tomografia elettrica sono, in genere, effettuate utilizzando un gran numero di elettrodi, 24 o più, collegati tramite un cavo multi-conduttore ad un resistivimetro dotato di microprocessore interno che si occupa di controllare i circuiti e ad una centralina elettronica di commutazione utilizzata per selezionare automaticamente i quattro elettrodi pertinenti per ogni misura.

3.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove geoelettriche

Per l'acquisizione dei dati di resistività è stato utilizzato un georesistivimetro e misuratore di polarizzazione indotta fornito di un sistema multielettrodo in grado di gestire fino a 256 elettrodi, prodotto dalla **LGM di Schaufling (Germania)**. Il sistema è interfacciato ad un PC su cui è installato un software (*GeoTest 2.0*) che lavora su piattaforma Windows per gestire l'attivazione successiva e programmata di 4 elettrodi per ogni misura, (due di corrente e due di potenziale, nel caso configurazioni convenzionali quali Wenner, Schlumberger o dipolo-dipolo).

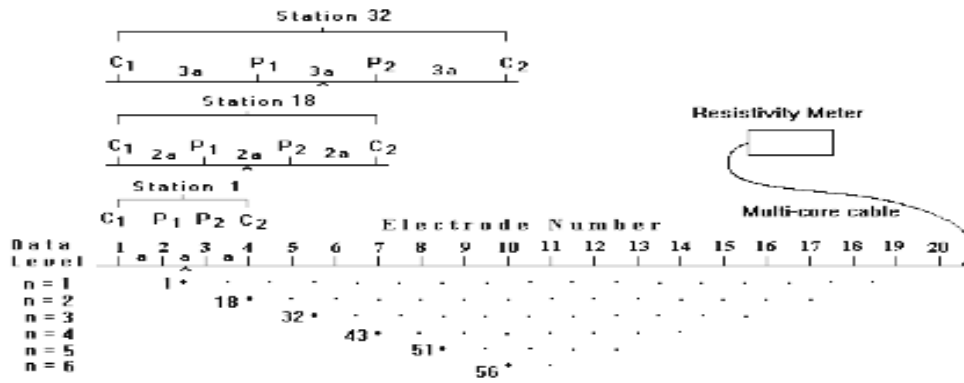


Fig. 3.1: Configurazione dispositivo Wenner-Alpha

La Fig. 3.1 mostra la configurazione tipica per un sondaggio 2-D, con una serie di elettrodi posizionati lungo una linea retta, collegati a un cavo multi-core, con spaziatura costante tra gli elettrodi adiacenti.

Il cavo è a sua volta collegato a un sistema integrato, composto da un resistivimetro, una centralina elettronica di commutazione ed un Personal Computer dotato di software dedicato per il controllo del tipo di array e della sequenza delle misurazioni da adottare.

La campagna di indagine ha previsto l'acquisizione di n. 2 profili 2D disposti trasversalmente all'asta fluviale del fiume Velino, rispettivamente alla destra idrografica per l'ERT 2 della Centrale idroelettrica di Casa Bianca e alla sinistra idrografica per l'ERT 1 di Ponte Carpegna.

Le caratteristiche tecniche dei profili elettrici eseguiti sono schematizzate nella tabella seguente:

LINEA	ORIENTAZIONE	N° ELETTRODI	PASSO INTERELETTRODICO	LUNGHEZZA (m)	TIPOLOGIA ACQUISIZIONE
ERT1	NE - SW	72	5.0 m	355.0	Polo Dipolo
ERT2	W - E	72	5.0 m	355.0	Polo Dipolo

Tab.3.1: Schema tecnico dei profili elettrici

3.2 Configurazione geometrica di acquisizione

3.2.1 Configurazione Polo - Dipolo

Per entrambi i profili elettrici è stata utilizzata una configurazione geometrica di acquisizione di tipo Polo – Dipolo dove il polo di corrente C2 è considerato ad una distanza remota (infinito). Il dipolo di potenziale (P1 – P2) è separato da una distanza “a”, mentre il polo di corrente C1 rimane separato dal dipolo P1-P2 “n” volte la spaziatura “a” così come riportato in Fig. 3.2.1/A.

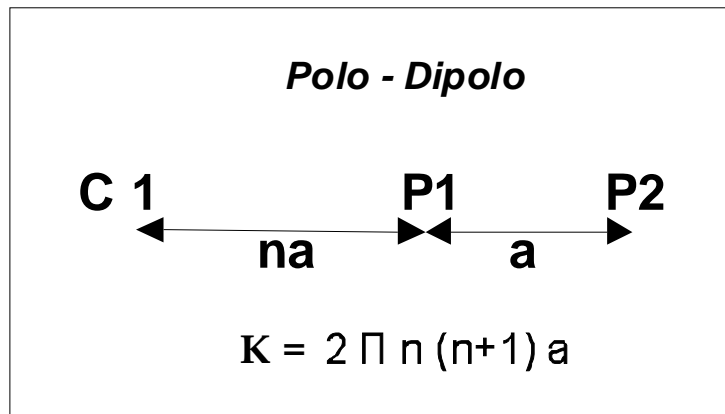


Fig. 3.2.1/A: Dispositivo Polo-Dipolo

Anche in questo caso si ottengono più livelli di misura in funzione del numero intero che “a” assume durante l’acquisizione. Questa configurazione elettronica permette una buona copertura orizzontale ed una maggiore profondità di indagine rispetto al dispositivo Wenner, pur mantenendo un buon rapporto segnale rumore che gli permette di essere meno sensibile al rumore tellurico rispetto ad altri dispositivi con poli remoti (Polo-Polo, Gradient).

La funzione di sensibilità, che consente di stabilire il modo in cui una variazione di resistività in una particolare regione del sottosuolo influenza la misura di potenziale effettuata con un determinato dispositivo elettronico posto in superficie, presenta degli andamenti che variano significativamente in relazione ai valori del parametro n.

In generale i massimi valori della funzione di sensibilità ricadono al di sotto del dipolo P1-P2. La Fig. 3.2.1/B mostra come per valori di “n” pari o superiori a 4 il lobo di sensibilità diviene quasi verticale, quindi particolarmente sensibile nell’individuare strutture di tipo verticale.

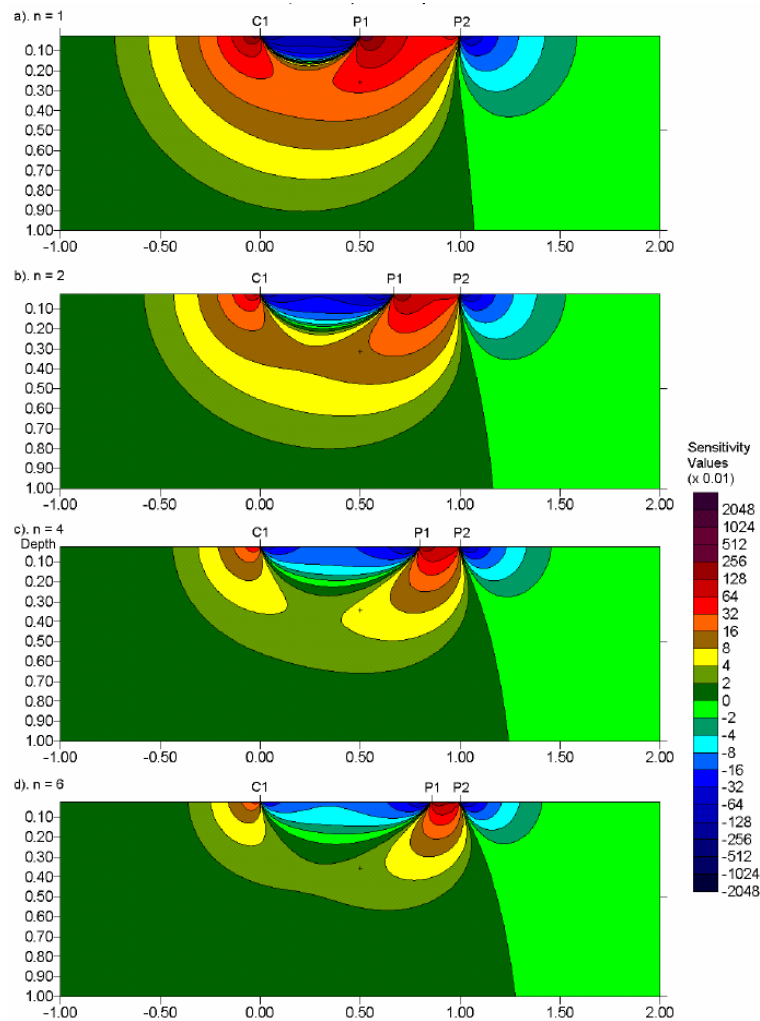


Fig. 3.2.1/B: Andamento della funzione di sensitività in funzione di $n = 1, 2, 4, 6$

Considerata la non simmetria nella disposizione degli elettrodi nel terreno, eventuali strutture simmetriche presenti nel sottosuolo verranno individuate con anomalie di resistività apparentemente asimmetriche. L'asimmetria delle anomalie è generata dalla posizione del polo remoto C2, che ne influenza perciò la forma, distorcendole nella direzione in cui è posto, ovvero a destra o a sinistra rispetto al centro del profilo. Per ovviare a questo effetto un metodo è quello di acquisire due pseudosezioni di resistività apparente una volta con il polo remoto C2 a destra e una volta a sinistra, ed in seguito elaborando insieme i dati. Altrimenti si può porre l'elettrodo C2 in posizione ortogonale rispetto al centro dello stendimento ed effettuare le misure in modalità diretta ed inversa, elaborando successivamente i dati di resistività acquisiti in modo congiunto. Infine è da tenere in considerazione la distanza ideale alla quale porre l'elettrodo C2 rispetto al centro dello stendimento, per avere un errore di resistività apparente minore del 5%. Tale distanza deve essere 5 volte la distanza ottenuta dalla moltiplicazione $n \times a$, considerando i massimi valori interi che i due fattori possono assumere.

3.3 Approccio analitico

Al conseguimento dei dati raccolti strumentalmente sul campo, la prima operazione eseguita nel trattamento consiste nell'individuazione dei valori da considerarsi anomali e/o rumorosi. L'elaborazione è effettuata in termini bidimensionali, con inversione del modello utilizzando il software Res2Dinv v3.55, prodotto dalla Geotomo (Malesia).

Di seguito viene sintetizzato il procedimento comunemente utilizzato per l'analisi dei dati:

- Il procedimento di calcolo prevede la suddivisione iniziale della sezione in una griglia di regolarizzazione (analoga a quella impiegata nelle computazioni ad elementi finiti). Ad ogni cella della griglia viene attribuito un valore di resistività.
- Il modello iniziale viene quindi sottoposto ad un processo di inversione che utilizza una routine conosciuta con il nome di *smoothness-constrained least-square method* (de Groot-Hedlin e Constable 1990, Sasaki 1992), implementata con una tecnica di ottimizzazione quasi-Newtoniana (Loke e Barker 1996a) che la velocizza notevolmente. Le elaborazioni bidimensionali considerano in blocco tutti i dati acquisiti ed ottimizzano un modello a celle di resistività. Questo modello è meno viziato dall'assunzione di una elettrostratigrafia piana valida per il monodimensionale e risulta, quindi, più adattabile alle complesse geometrie che si incontrano nella realtà.
- L'inversione ha termine al momento in cui si ottiene una buona coincidenza, in senso statistico (scarto quadratico medio), tra i dati sperimentali e quelli teorici (confronto tra pseudosezioni misurate e calcolate). Disponendo di una taratura (dati desunti da scavi, sondaggi o altre indagini integrative) il modello geoelettrico del sottosuolo proposto al termine dell'analisi può essere ricondotto a quello geolitologico.

4. ELABORAZIONE PROVE GEOELETTRICHE

Per ogni stendimento elettrico sono state elaborate delle sezioni di resistività 2D e i relativi modelli interpretativi. Al fine di rendere gli elaborati grafici facilmente leggibili e confrontabili tra loro è stata inoltre omogeneizzata la rappresentazione dei valori di resistività comprimendo i valori massimi e i minimi all'interno di una scala mediata tra i valori dei due profili elaborati.

Vista la necessità di estendere l'indagine quanto più possibile in profondità, per entrambi i profili è stata utilizzata una configurazione di tipo polo-dipolo che ha il vantaggio di ottenere una maggiore penetrazione del segnale nel sottosuolo ma allo stesso tempo risulta più soggetta a distorsioni del segnale dovute principalmente a fattori antropici che nel caso specifico risultano quasi del tutto assenti.

L'analisi dei profili di resistività permette di apprezzare quanto segue:

Stendimento Elettrico ERT1

La sezione di resistività ERT 1 è stata acquisita trasversalmente al fiume Velino, all'altezza dello sbarramento di progetto in località Ponte Carpegna, con un allineamento NE-SW, per uno sviluppo lineare di circa 355 m.

Il profilo ottenuto mostra la presenza di tre principali orizzonti elettro-stratigrafici:

- Un orizzonte superiore di spessore variabile tra circa 60.0 m e 90.0 m, con spessore crescente da SW verso NE e diminuzione dei valori di resistività con la profondità, passando da valori medi prossimi ai 15-25 ohm.m nei primi 35.0 m di profondità, fino a valori inferiori a 10 ohm.m nel tratto più profondo. Dal punto di vista litostratigrafico, considerando le informazioni bibliografiche raccolte, gli affioramenti presenti nell'area e i dati rilevati dalle altre indagini geofisiche effettuate, questo primo orizzonte può essere riferibile ad un deposito alluvionale caratterizzato da terreni limo argilloso sabbiosi, con intercalate lenti ghiaioso sabbiose legate alla dinamica fluviale a meandri del fiume Velino. All'interno di tale orizzonte, al di sotto dei primi 5.0/10.0 m di profondità, in base ai valori di resistività registrati si può plausibilmente ipotizzare la presenza di una falda freatica.
- Un secondo orizzonte intermedio affiorante tra circa 60.0 e 90.0 m di profondità, con spessore medio di circa 15/20.0 m immergente verso NE e con valori di resistività compresi tra circa 20 e 40 ohm.m. In base ai valori di resistività determinati e ai modelli geologici esistenti, tale layer può essere riconducibile al un deposito di materiale grossolano riferibile a depositi di conoide antica e/o ad un substrato molto alterato.
- Un terzo ed ultimo orizzonte affiorante tra circa 80.0 e 110 m di profondità, con immersione verso NE e valori di resistività maggiori di 40 ohm.m, riferibili, con ogni probabilità, ad un substrato litoide costituito da calcari e calcari marnosi, in accordo con gli affioramenti presenti ad est dell'area di indagine e distribuiti in maniera più o meno discontinua all'interno di questo settore della valle alluvionale del Velino.

Stendimento Elettrico ERT2

La sezione di resistività ERT 2 è stata acquisita trasversalmente al fiume Velino, poco più a nord dello sbarramento di progetto della località Casa Bianca, con un allineamento E-W, per uno sviluppo lineare di circa 355 m..

Il profilo ottenuto mostra la presenza di due principali orizzonti elettro-stratigrafici:

- Un orizzonte superiore di spessore variabile tra circa 70.0 m e 90.0 m, con spessore crescente verso est e diminuzione dei valori di resistività con la profondità, passando da valori prossimi ai 20-40 ohm.m nei primi 30.0 m di profondità, fino a valori medi di circa 10-15 ohm.m nel tratto più profondo. Anche in questo caso, come per il profilo ERT 1, questo primo orizzonte può essere riferibile ad un deposito alluvionale caratterizzato da terreni limo argilloso sabbiosi, con intercalate lenti ghiaioso sabbiose legate alla dinamica fluviale a meandri del fiume Velino. All'interno di tale orizzonte, al di sotto dei primi 5.0/10.0 m di profondità, in base ai valori di resistività registrati si può plausibilmente ipotizzare la presenza di una falda freatica.

- Un secondo orizzonte affiorante tra circa 70.0 m e 90.0 m di profondità, con immersione verso est e valori di resistività compresi tra 20 e 30 ohm.m, riconducibile, con ogni probabilità, ad un livello di materiale grossolano riferibile a depositi di conoide antica e/o ad un substrato molto alterato, in accordo con quanto rilevato nell'altro profilo elettrico. Nel caso specifico non viene quindi intercettato direttamente il substrato liotide della successione calcarea e marnoso calcarea.

5. INDAGINI SISMICHE

Le prospezioni sismiche vengono utilizzate nell'ambito dell'esplorazione del sottosuolo tramite lo studio della propagazione di onde elastiche generate o artificialmente mediante esplosioni controllate, vibrazioni indotte sul terreno con intensità e frequenza note, masse battenti di vario peso e tipologia o con sorgenti naturali.

Nel caso di sorgenti artificiali si parlerà di sismica attiva e rientrano in questa categoria le indagini di sismica a rifrazione e riflessione, le indagini Masw, le Sasw e tutte le prove eseguite in foro (down-hole, cross-hole, up-hole) mentre nel caso di sorgenti naturali (*noise*) si parlerà di sismica passiva che comprendono le prove sismiche ReMi, Nakamura, Spac, Esac.

5.1 Specifiche tecniche di acquisizione e schema delle prove sismiche

5.1.1 Sismica passiva

Le registrazioni dei microtremori sono state effettuate con un sismometro della SARA electronic instruments Srl (geobox 4.5) a 3 sensori elettrodinamici con risoluzione a 24 bit, posti all'interno di una case rettangolare (munita di livella ad occhio di buca) e orientati in direzione est-ovest, nord-sud e verticalmente.

Il cuore dell'unità sismica è rappresentato dalla scheda A/D SADC20 munita di convertitore Sigma-delta che consente l'uso di un semplice filtro antialias R-C ad un polo, regolabile in funzione delle frequenze di campionamento scelte.

Lo strumento, data la sua maneggevolezza e funzionalità, può venire installato su tutti i tipi di sito, previa corretta livellazione e accoppiamento con il terreno, tramite appositi piedini livellabili.

Lo strumento è stato installato in diverse stazioni distribuite all'interno della piana alluvionale interessata dall'intervento in progetto. In particolare, le due stazioni di misura HV_01 e HV_02 sono state collocate in corrispondenza delle porzioni centrali dei due profili elettrici ERT 1 e ERT2, al fine di effettuare un'analisi congiunta dei dati ottenuti dalle due diverse tipologie di indagine geofisica eseguite.

In tutte le stazioni sono state effettuate delle serie di cicli di misura preliminari di breve durata, al fine di individuare la presenza di eventuale rumore di origine antropica (traffico veicolare, attività industriali, ecc...); successivamente, una volta verificata la qualità del rumore di fondo naturale, sono state effettuate delle registrazioni di almeno 30 minuti per ogni stazione di misura.

5.2 Tecniche di indagine

5.2.1 Sismica passiva HVSR

La tecnica HVSR è stata applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi nel 1970 e successivamente ripresa e resa celebre da Nakamura nel 1989 che la utilizzò come metodologia per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Le basi della teoria dei rapporti spettrali (HVSR) sfrutta il principio secondo cui i microtremori o rumore sismico di fondo, sono costituiti prevalentemente da onde superficiali di tipo Rayleigh, che si propagano in un sistema stratificato caratterizzato da una variazione dei parametri fisici con la profondità.

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di

risonanza determinata dal passaggio tra due strati caratterizzati da un significativo contrasto di impedenza (funzione della velocità delle onde e della densità del materiale). Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza è quindi legata allo spessore e alla velocità delle onde di taglio V_s del primo strato dalla seguente relazione:

$$f_r = V_{s1} / 4h$$

dove

V_{s1} = velocità delle onde S del primo strato

h = spessore primo strato

Tale metodologia, in base agli studi effettuati, presenta quindi la sua migliore applicabilità in contesti caratterizzati dalla presenza di depositi soffici di copertura sovrastanti un basamento roccioso, dove si manifestano evidenti contrasti di impedenza.

5.3 Approccio analitico

5.3.1 Metodologia HVSR

Nella fase di cantiere il segnale dei velocimetri è stato acquisito tramite il software SEISMOLOG-MT della Sara Srl, programma di acquisizione dati in tempo reale dedicato alla valutazione della risposta sismica di sito e pertanto utilizzabile sia per la valutazione del sito per postazioni sismiche permanenti che per la valutazione geologica del sito nell'ambito dell'ingegneria civile. I dati sono stati quindi acquisiti per un tempo t pari a 30 min con digitalizzazione del segnale a 24 bit. Successivamente i dati relativi ad ogni singola stazione, sono stati elaborati tramite il software dedicato Grilla della Micromed Spa con un processing in accordo alle linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitations, 2005) e che ha previsto nello specifico quanto segue:

- Divisione del tracciato in finestre di selezione del segnale;
- FFT (incluso il tapering)
- Operatore di smoothing (Konno & Ohmachi)
- Mercing dei componenti orizzontali
- H/V Spectral Ratio per ogni finestra utilizzata (>10)
- Calcolo della media degli spettri H/V
- Definizione della deviazione standard

6. ELABORAZIONE PROVE SISMICHE

6.1 Elaborazione prove sismica passiva

Il sito di progetto, durante la fase di acquisizione, presentava un buon rumore naturale di fondo e una scarsa presenza di disturbi generati da rumore di origine antropica, come evidenziato dalla qualità delle misure che ricadono tutte, tranne la HV_03, nella classe A1 di maggiore affidabilità ed interpretabilità (Albarello et alii, 2010 e Albarello & Castellaro, 2011).

Di seguito vengono riportati i Processing Data e i risultati dell'elaborazione di tutte e 6 le stazioni di misura.

Name of the survey	Location	Sampling frequency	Trace length	Date	Start of the test	End of test
HV_01	Piana del Velino	200 Hz	1800 sec	30/04/2015	13:07:37	13:37:37
HV_02	Piana del Velino	200 Hz	2400 sec	05/05/2015	17:27:37	18:07:37
HV_03	Piana del Velino	200 Hz	1800 sec	30/04/2015	16:54:19	17:24:19
HV_04	Piana del Velino	200 Hz	1800 sec	30/04/2015	15:18:15	15:48:15
HV_05	Piana del Velino	200 Hz	1800 sec	30/04/2015	10:40:09	11:10:09
HV_06	Piana del Velino	200 Hz	1799 sec	30/04/2015	17:53:49	18:23:48

Tab. 6.1/A Caratteristiche dell'acquisizione

Name of the survey	Window length	Smoothing windows	Costante	Tracciato analizzato	Range of frequency analyzed
HV_01	30 s	Triangular windows	10	72 %	0.0 / 35.0 Hz
HV_02	30 s	Triangular windows	10	85 %	0.0 / 35.0 Hz
HV_03	30 s	Triangular windows	10	78 %	0.0 / 35.0 Hz
HV_04	30 s	Triangular windows	10	60 %	0.0 / 35.0 Hz
HV_05	30 s	Triangular windows	10	77 %	0.0 / 35.0 Hz
HV_06	20 s	Triangular windows	10	59 %	0.0 / 35.0 Hz

Tab. 6.1/B Analisi e trattazione del segnale

L'elaborazione dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e del moto verticale ha permesso quindi di individuare la frequenza principale di risonanza del sito e quelle secondarie, riferite alla stazione di misura installata:

Name of the survey	f0 (Peak value)	Standard deviation of f0	A0 (H/V peak amplitude at f0)	Standard deviation of peak amplitude
HV_01	0.93 Hz	+/- 0.05 Hz	5.90	0.4899
HV_02	0.68 Hz	+/- 0.05 Hz	9.19	0.8476
HV_03	0.71 Hz	+/- 0.05 Hz	6.81	0.8032
HV_04	0.85 Hz	+/- 0.01 Hz	10.66	1.7012
HV_05	0.88 Hz	+/- 0.03 Hz	5.06	0.4399
HV_06	0.73 Hz	+/- 0.04 Hz	8.35	1.2228

Tab. 6.1/C – Frequenze di picco e rapporti H/V

In base ai dati sopra riportati è stata infine valutata l'affidabilità delle curve ricavate e dei relativi picchi, verificando la corrispondenza con i criteri riportati nelle linee guida del progetto SESAME (Tav. 3).

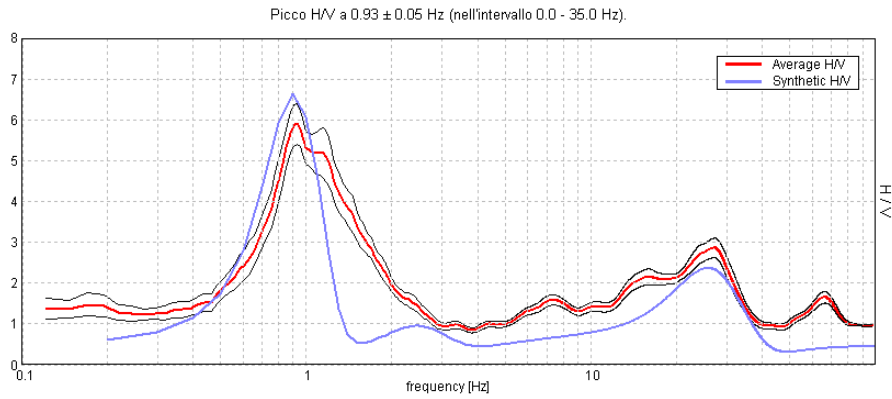
Name of the survey	Affidabilità della curva		Chiarezza statistica del picco	
	Criteri verificati	Valutazione	Criteri verificati	Valutazione
HV_01	3 su 3	ottima	5 su 6	buona
HV_02	3 su 3	ottima	5 su 6	buona
HV_03	3 su 3	ottima	5 su 6	buona
HV_04	3 su 3	ottima	6 su 6	ottima
HV_05	3 su 3	ottima	6 su 6	ottima
HV_06	3 su 3	ottima	6 su 6	ottima

Tab. 6.1/D – Verifica e valutazione criteri SESAME

Le frequenze di picco rilevate, in base alle informazioni derivate dai profili elettrici e dalla geologia affiorante, possono essere ricondotte al passaggio stratigrafico tra i depositi di copertura “soffici” (alluvionali e detritici) ed il substrato rigido di tipo litoide (formazioni calcaree e calcareo marnose) presente in profondità. Dalle informazioni bibliografiche raccolte e dall'elaborazione congiunta tra i modelli elettro-stratigrafici e le curve di taratura HV_01 e HV_02, è stato quindi possibile determinare, in maniera abbastanza accurata, la profondità di affioramento del substrato in corrispondenza dei picchi fondamentali relativi a ciascuna stazione di misura. Per la modellazione sismo-stratigrafica sono stati utilizzati dei valori di Vs di riferimento, determinati grazie ad un profilo sismico di taratura in tecnica Masw, effettuato in corrispondenza della stazione HV_01. Resta sottinteso che le velocità delle onde di taglio per il substrato sono state individuata in modo indiretto e che per tale motivo i valori assoluti determinati nei modelli restano suscettibili di un certo grado di indeterminatezza.

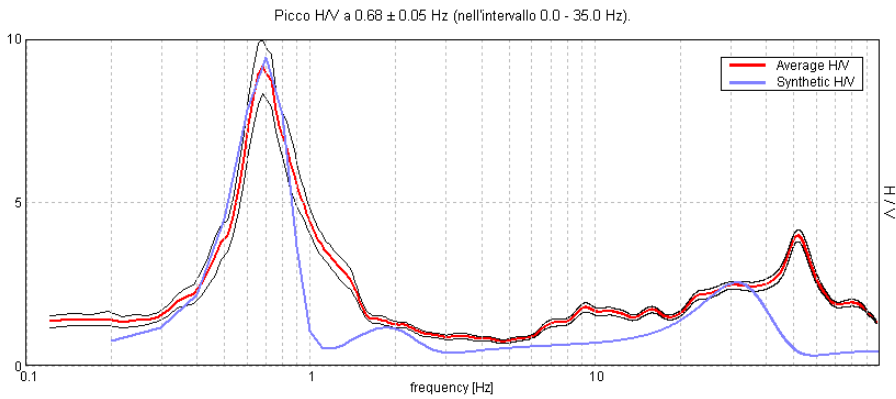
Di seguito vengono illustrati i risultati delle modellazioni tra i rapporti spettrali sperimentali e sintetici da cui sono stati derivati i modelli sismo-stratigrafici finali.

STAZIONE DI MISURA HV_01



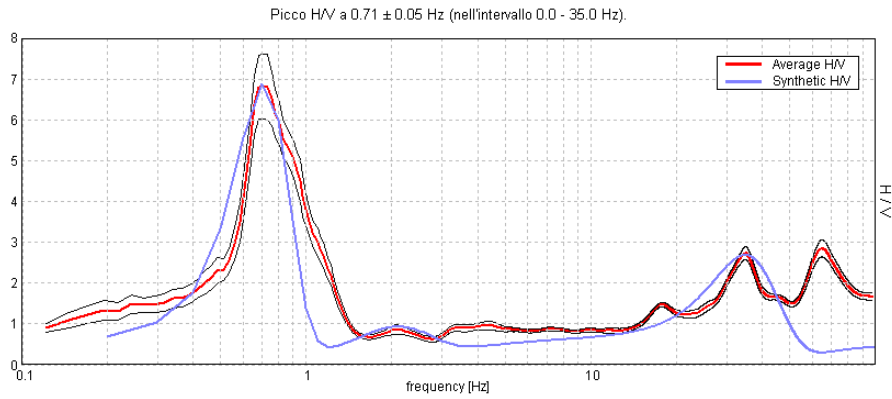
Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1.20	1.20	130
25.20	24.00	230
104.20	79.00	360
inf.	inf.	690

STAZIONE DI MISURA HV_02



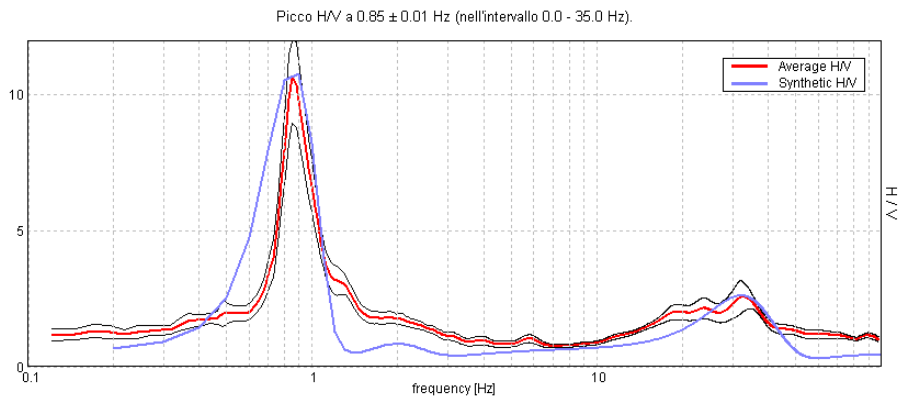
Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.90	0.90	118
30.90	30.00	215
140.90	110.00	360
inf.	inf.	730

STAZIONE DI MISURA HV_03



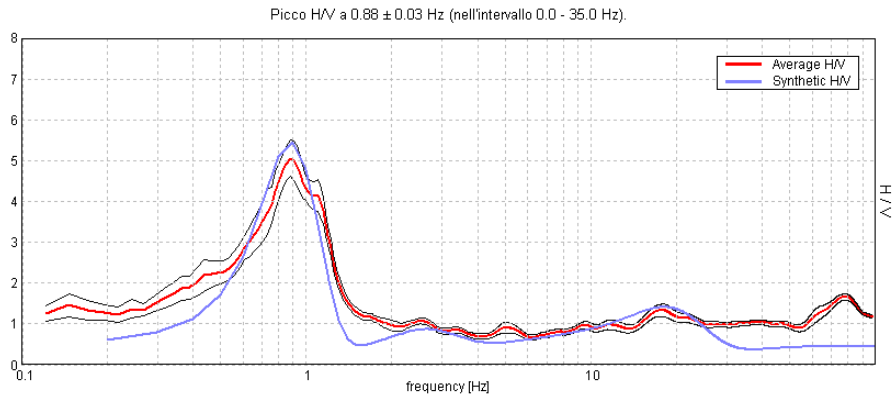
Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.90	0.90	130
28.90	28.00	240
133.90	105.00	360
inf.	inf.	730

STAZIONE DI MISURA HV_04



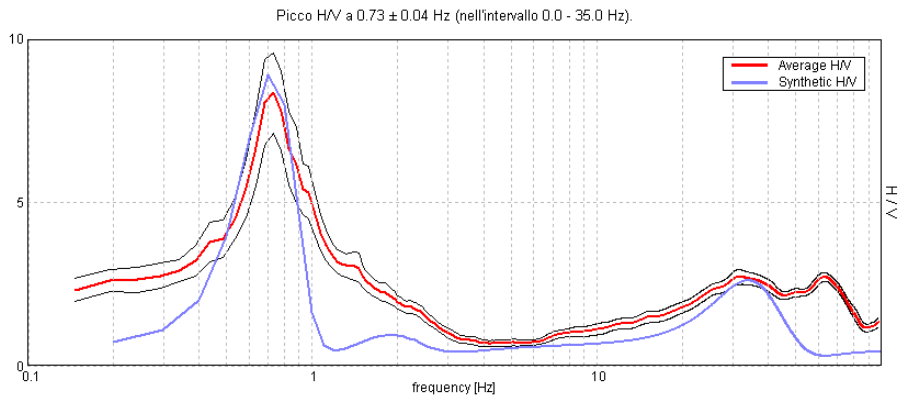
Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.90	0.90	120
30.90	30.00	220
115.90	85.00	360
inf.	inf.	715

STAZIONE DI MISURA HV_05



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
2.00	2.00	160
25.00	23.00	250
105.00	80.00	360
inf.	inf.	680

STAZIONE DI MISURA HV_06



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.85	0.85	120
30.85	30.00	220
130.85	100.00	350
inf.	inf.	700

7. CONCLUSIONI

Nell'ambito dell'approfondimento tecnico per l'elaborazione della documentazione integrativa relativa alle istruttorie di Valutazione di impatto ambientale statale ID VIP 2630 e ID VIP 2631, è stata eseguita una campagna sperimentale di indagini geofisiche presso la valle del Fiume Velino, finalizzata alla definizione delle geometrie e delle caratteristiche elettromagnetiche e sismiche dei terreni indagati, onde poter ricostruire un modello geologico di riferimento applicabile al sito di interesse.

In dettaglio sono state eseguite le seguenti prove:

- N. 1 profilo elettrico denominato ERT 1 ubicato trasversalmente al Fiume Velino, in corrispondenza dello sbarramento di progetto ricadente presso la località Ponte Carpegna;
- N. 1 profilo elettrico denominato ERT 2 ubicato trasversalmente al Fiume Velino, in corrispondenza dello sbarramento di progetto ricadente presso la località Casa Bianca;
- n. 6 stazioni singole in tecnica di sismica passiva (microtremori) distribuite in diversi punti della valle alluvionale del Velino e denominate con sigle crescenti da HV_01 fino ad HV_06.

In base all'analisi dei dati rilevati e pregressi, integrati dalle informazioni geologiche derivanti dal rilevamento di superficie e dalle cartografie ufficiali, è stato possibile ricostruire un modello elettro-stratigrafico del terreno sufficientemente coerente con i dati indiretti acquisiti.

Nello specifico, procedendo dall'alto verso il basso, sono stati individuati n. 3 orizzonti principali:

- Orizzonte 1 superiore, riconducibile a depositi alluvionali in falda caratterizzati dalla presenza di terreni limo argilloso sabbiosi, con intercalate lenti ghiaioso sabbiose legate alla dinamica fluviale a meandri del Fiume Velino.
- Orizzonte 2 intermedio, riconducibile ad un deposito di materiale grossolano riferibile a depositi di conoide antica e/o ad un substrato molto alterato.
- Orizzonte 3 profondo, riconducibile ad un substrato litoide rigido costituito da alternanze di calcari e calcari marnosi della successione carbonatica umbro marchigiana.

In conclusione, in base ai risultati derivati dalle indagini geofisiche eseguite, nell'area di indagine si evidenzia quindi la presenza di depositi alluvionali poggianti su un substrato rigido litoide riconducibile alle formazioni calcaree e calcareo marnose della successione umbro marchigiana, con spessore della copertura variabile tra circa 100 e 140 m.

Perugia, maggio 2015

TECNOGEO s.n.c.
Il Responsabile Tecnico
Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi

TECNOGEO s.n.c.
di Belaveglia S. e Bistocchi F.


COMUNI DI RIETI E GRECCIO

PROVINCIA DI RIETI

APPROFONDIMENTO TECNICO PER ELABORAZIONE
DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA RELATIVA ALLE ISTRUTTORIE DI
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE STATALE ID VIP 2630 E ID VIP 2631 PER
I PROGETTI DI REALIZZAZIONE DI CENTRALI IDROELETTRICHE AD ACQUA FLUENTE
SUL FIUME VELINO IN LOCALITÀ PONTE CARPEGNA E CASA BIANCA

OGGETTO: UBICAZIONE DELLE INDAGINI
Ortofoto

TAVOLA N°

1

SCALA

1:15.000

TECNOGEO s.n.c. - Str. S.Vetturino,1 - Perugia
C.F.-P.I.: 02863830549 - n° REA PG 246597

RESPONSABILE TECNICO:
Dott. Geol. Bistocchi Riccardo Maria

Legenda

 Traccia dei profili elettrici (ERT_n)

 Elettrodi estremi (En)

 Stazioni di misura HVSR (HV_n)



COMUNI DI RIETI E GRECCIO

PROVINCIA DI RIETI

**APPROFONDIMENTO TECNICO PER ELABORAZIONE
DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA RELATIVA ALLE ISTRUTTORIE DI
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE STATALE ID VIP 2630 E ID VIP 2631 PER
I PROGETTI DI REALIZZAZIONE DI CENTRALI IDROELETTRICHE AD ACQUA FLUENTE
SUL FIUME VELINO IN LOCALITÀ PONTE CARPEGNA E CASA BIANCA**

OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI ELETTRICHE

TAVOLA N°

2

N° PROFILI

2

TECNOGEO s.n.c. - Str. S.Vetturino,1 - Perugia
C.F.-P.I.: 02863830549 - n° REA PG 246597

RESPONSABILE TECNICO:

Dott. Geol. Bistocchi Riccardo Maria

Codice Certificato di prova: aeh_ERT_01

Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 12/05/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Rieti

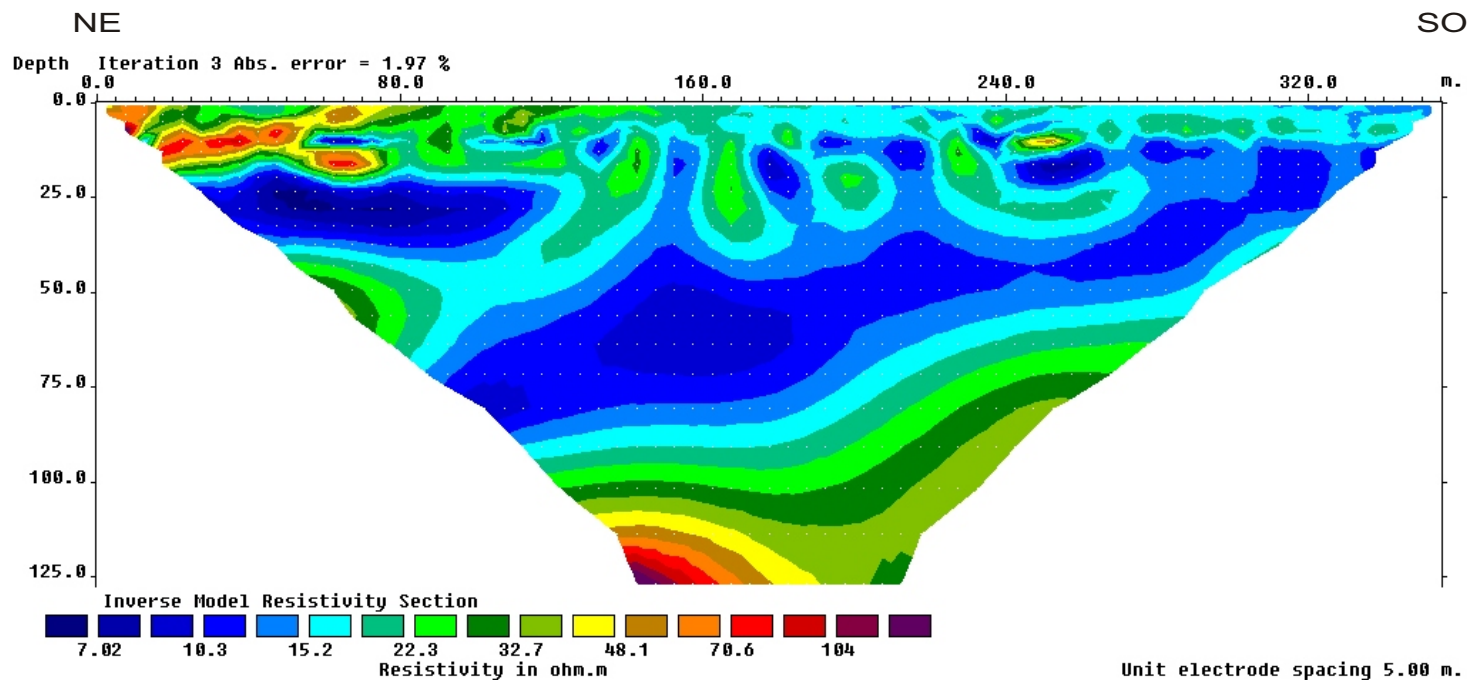
SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE	
Profilo	ERT_01
Configurazione	Polo - Dipolo
N° elettrodi	72
Lunghezza profilo	355.0 m
Distanza interelettroda	5.0 m
Orientazione profilo	NE - SO
Coordinate estremi (WGS 84)	E1: lat. 42.4358482°; long. 12.8090000° E72: lat. 42.4330673°; long. 12.8067131°
Superficie di acquisizione	terreno
Qualità resistenze di contatto	buona



SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

Marca strumentazione	LGM Lippmann
Modello strumentazione	4-Punkt light hp
Frequenze di output (Hz)	0.26-0.52-1.04-2.08-4.16-8.33-12.5-25.0
Massimo voltaggio di output (V)	380
Corrente di output (mA)	0.001-0.01-0.1-1-5-15-50-100
Impedenza di input (Mohm)	20
Massimo voltaggio di input (mV)	+200, -10
Risoluzione di input (nV)	50
Massimo sovravoltaggio (V)	200

PROFILO ELETTRICO



Codice Certificato di prova: aeh_ERT_02

Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 12/05/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Rieti

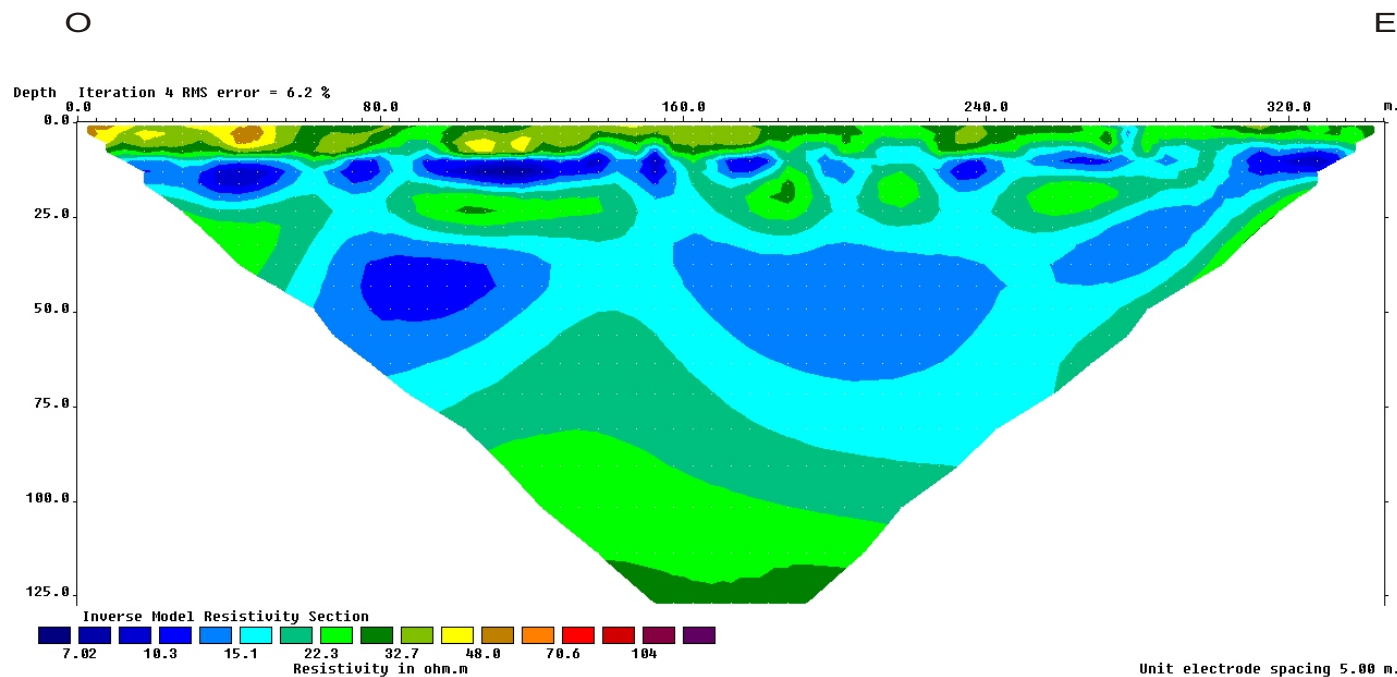
SPECIFICHE TECNICHE DI ACQUISIZIONE	
Profilo	ERT_02
Configurazione	Polo - Dipolo
N° elettrodi	70
Lunghezza profilo	345.0 m
Distanza interelettroica	5.0 m
Orientazione profilo	O - E
Coordinate estremi (WGS 84)	E1: lat. 42.457309°; long. 12.787867° E70: lat. 42.4572144°; long. 12.7920551°
Superficie di acquisizione	terreno
Qualità resistenze di contatto	buona



SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

Marca strumentazione	LGM Lippmann
Modello strumentazione	<i>4-Punkt light hp</i>
Frequenze di output (Hz)	0.26-0.52-1.04-2.08-4.16-8.33-12.5-25.0
Massimo voltaggio di output (V)	380
Corrente di output (mA)	0.001-0.01-0.1-1-5-15-50-100
Impedenza di input (Mohm)	20
Massimo voltaggio di input (mV)	+200, -10
Risoluzione di input (nV)	50
Massimo sovravoltaggio (V)	200

PROFILO ELETTRICO



COMUNI DI RIETI E GRECCIO

PROVINCIA DI RIETI

**APPROFONDIMENTO TECNICO PER ELABORAZIONE
DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA RELATIVA ALLE ISTRUTTORIE DI
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE STATALE ID VIP 2630 E ID VIP 2631 PER
I PROGETTI DI REALIZZAZIONE DI CENTRALI IDROELETTRICHE AD ACQUA FLUENTE
SUL FIUME VELINO IN LOCALITÀ PONTE CARPEGNA E CASA BIANCA**

OGGETTO: CERTIFICATI INDAGINI HVSR

TAVOLA N°

3

N° PROVE

6

TECNOGEO s.n.c. - Str. S.Vetturino,1 - Perugia
C.F.-P.I.: 02863830549 - n° REA PG 246597

RESPONSABILE TECNICO:

Dott. Geol. Bistocchi Riccardo Maria

Codice Certificato di prova: aeh_HV_01
Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 30/04/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Rieti

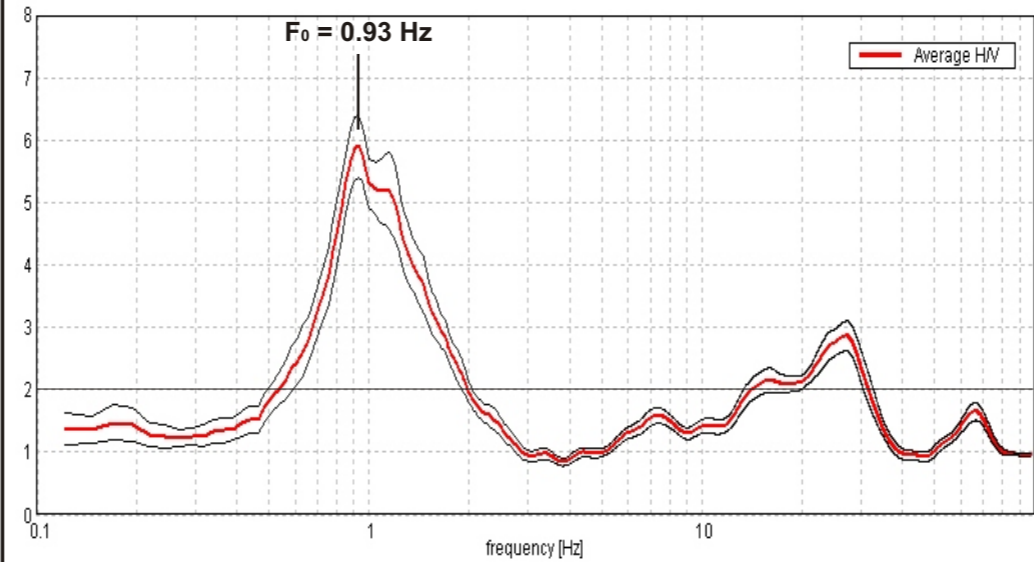
TABELLA CAMPAGNA

RIFERIMENTO ARCHIVIO: aeh	SITO: Valle del Velino - Rieti	ORA: 13.07.37 - 13.37.37
OPERATORE: Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi	GPS - Sistema di rif.: WGS84	
LATITUDINE: 42.4346809°	LONGITUDINE: 12.8080521°	ALTITUDINE: 379 m s.l.m.
TIPO DI STAZIONE Sismografo digitale triassiale SR04-GEOBOX 45 (SARA s.r.l.)	TIPO DI SENSORE Velocimetri Hs1 - Geospace Technology	NOTE VARIE:
STAZIONE n. 1	SENSORE n. 1	
NOME DEL FILE: aeh_Rieti_HV1	PUNTO: HV_01	
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 200	INTERVALLO DI CAMP. (ms): 5	DURATA ACQUISIZIONE (s): 1800
CONDIZIONI METEO	VENTO <input type="checkbox"/> assente <input checked="" type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	Temperatura (°C): 15	Note:
TIPO SUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> argilla <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba <input type="checkbox"/> (cassa / sta)	
	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro	
	<input type="checkbox"/> terreno asciutto <input checked="" type="checkbox"/> terreno umido	NOTE:
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO	<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
PRESENZA EDIFICI	<input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____	
TRANSIENTI	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie, ecc.) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
auto	STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti, ecc.) Descrizione, altezza e distanza:	
camion		
pedoni		
altro		
OSSERVAZIONI:	CLASSE DI QUALITÀ: A1	

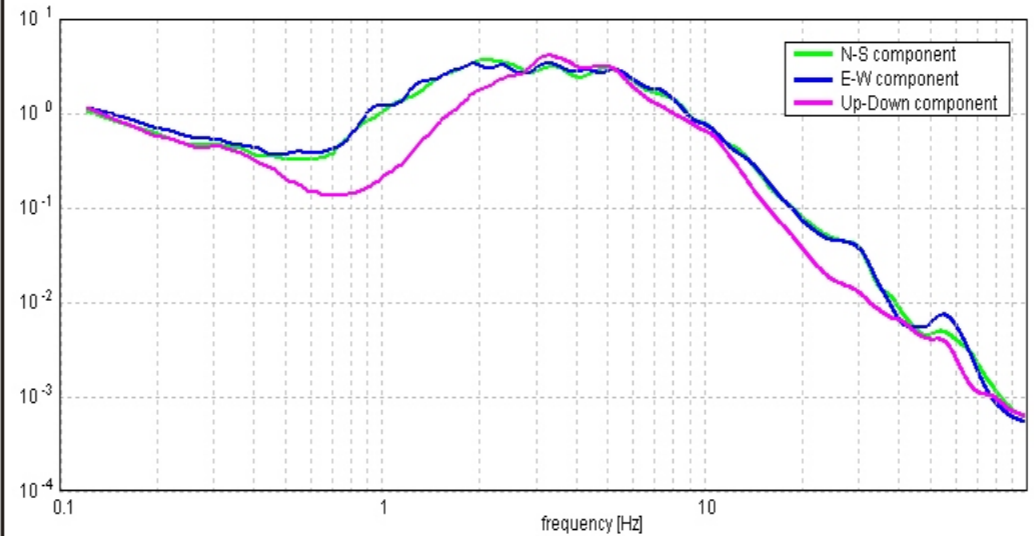


CURVA H/V SPERIMENTALE

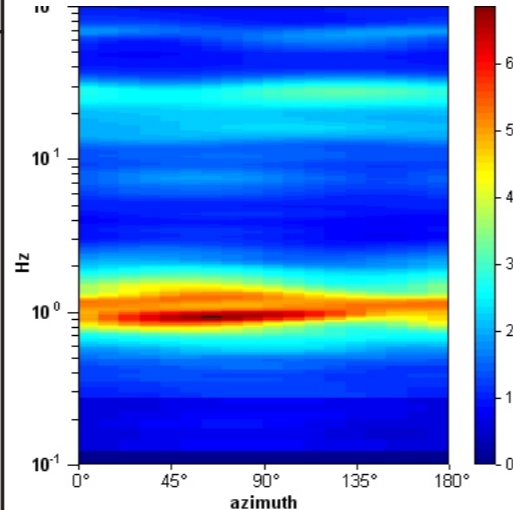
Max. H/V at 0.93 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 35.0 Hz).



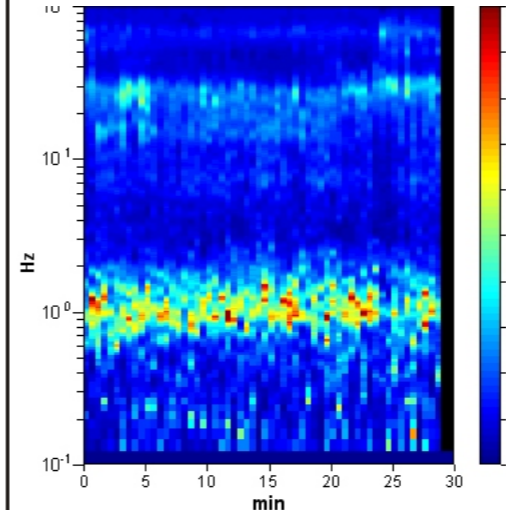
COMPONENTI



DIREZIONALITÀ



STAZIONARIETÀ



SISMOGRAMMI

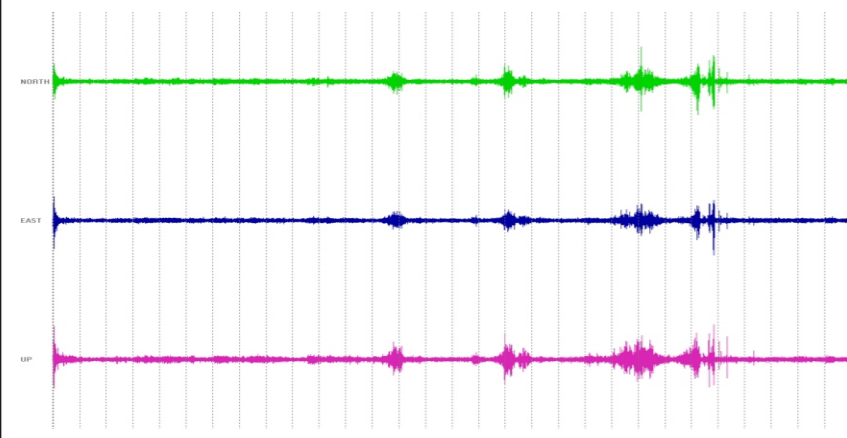


TABELLA RIASSUNTIVA

SPECIFICHE TECNICHE DI ELABORAZIONE	
Lunghezza finestra	30 s
Tipo di lisciamento	triangolare
Lisciamento	10%
Intervallo frequenze analizzate	0.0 - 35.0 Hz
Picco	0.93 +/- 0.05 Hz
Ampiezza	5.90

CRITERI SESAME

Picco H/V a 0.93 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.93 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1196.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 58	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz			
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	0.659 Hz	OK	
Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.66 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.90 > 2	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05661 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05252 < 0.13916$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4899 < 2.0$	OK	

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = 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 the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

Codice Certificato di prova: aeh_HV_02

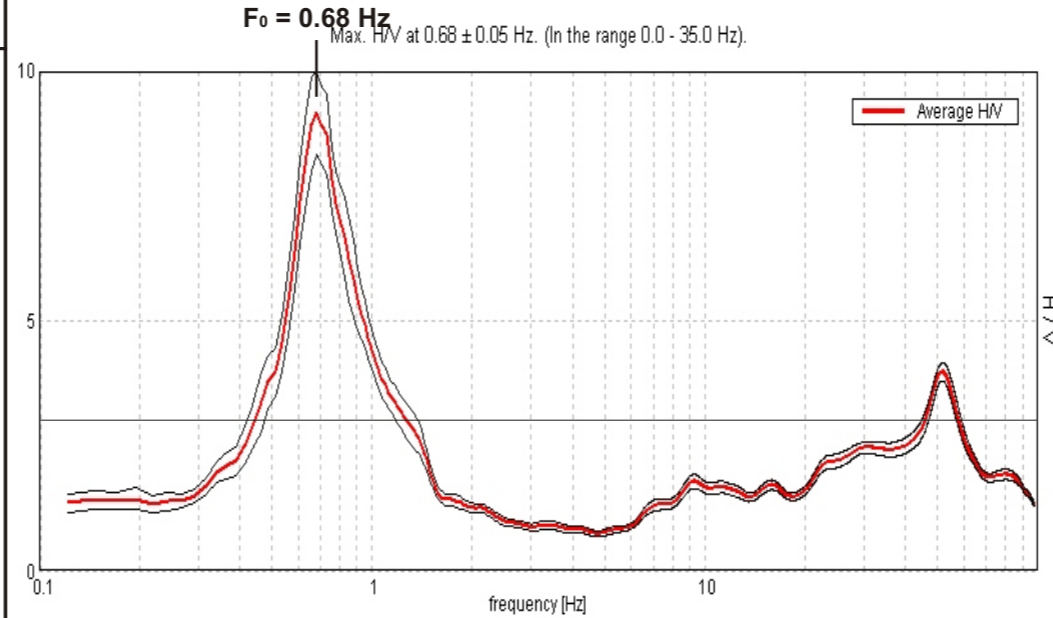
Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 30/04/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Rieti

TABELLA CAMPAGNA

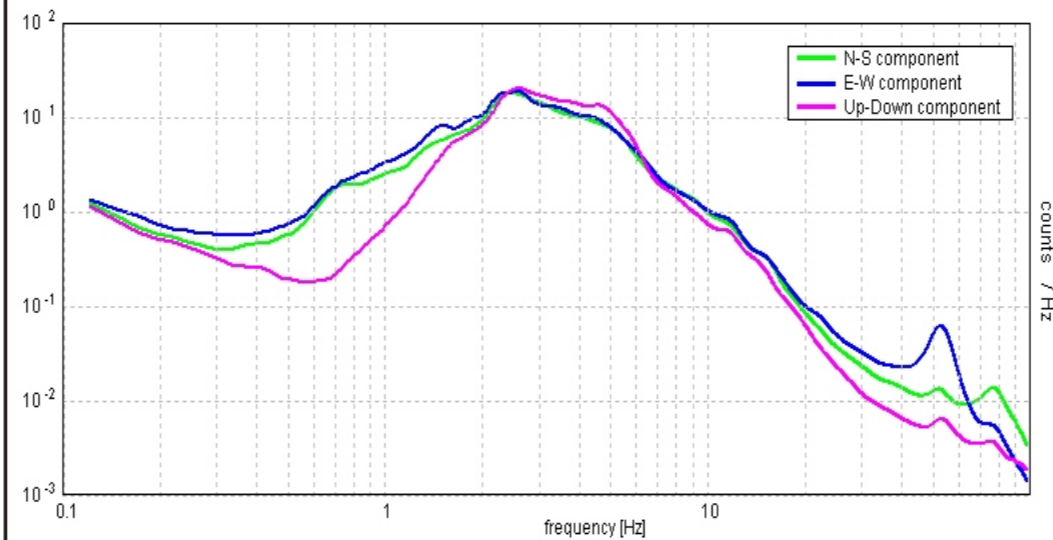
RIFERIMENTO ARCHIVIO: aeh	SITO: Valle del Velino - Rieti	ORA: 17.27.37 - 18.07.37
OPERATORE: Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi	GPS - Sistema di rif.: WGS84	
LATITUDINE: 42,4572868°	LONGITUDINE: 12,7900534°	ALTITUDINE: 377 m s.l.m.
TIPO DI STAZIONE Sismografo digitale triassiale SR04-GEOBOX 45 (SARA s.r.l.)	TIPO DI SENSORE Velocimetri Hs1 - Geospace Tecnologia	NOTE VARIE:
STAZIONE n. 1	SENSORE n. 1	
NOME DEL FILE: aeh_Rieti_HV2	PUNTO: HV_02	
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 200	INTERVALLO DI CAMP. (ms): 5	DURATA ACQUISIZIONE (s): 2400
CONDIZIONI METEO	VENTO <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	Temperatura (°C): 22	Note:
TIPO SUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> argilla <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba <input type="checkbox"/> (cassa / sta)	
	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro	
	<input checked="" type="checkbox"/> terreno asciutto <input type="checkbox"/> terreno bagnato	NOTE:
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO	<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
PRESENZA EDIFICI	<input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____	
TRANSIENTI	nessuno <input type="checkbox"/> pochi <input checked="" type="checkbox"/> medi <input type="checkbox"/> molti <input type="checkbox"/> moltissimi	direzione / distanza (mt.)
auto	<input checked="" type="checkbox"/>	360
camion	<input checked="" type="checkbox"/>	360
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>	-
altro	<input checked="" type="checkbox"/>	-
SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie, ecc.)		<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____
STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti, ecc.) Descrizione, altezza e distanza:		
OSSERVAZIONI:		CLASSE DI QUALITÀ: A1



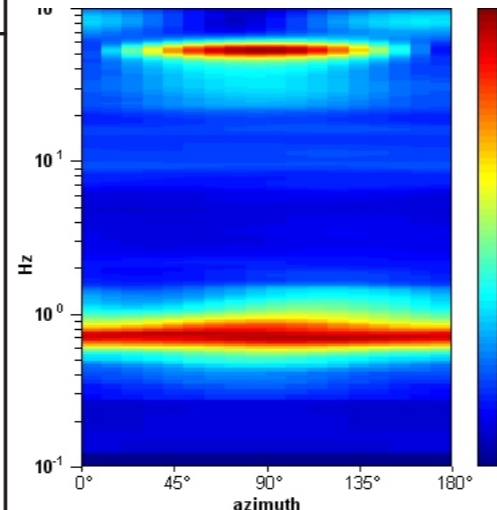
CURVA H/V SPERIMENTALE



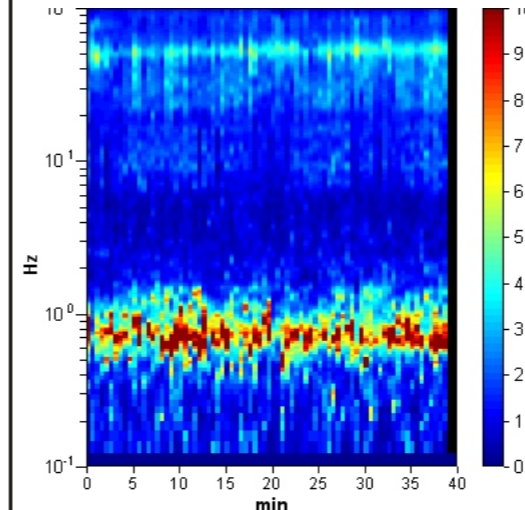
COMPONENTI



DIREZIONALITÀ



STAZIONARIETÀ



SISMOGRAMMI

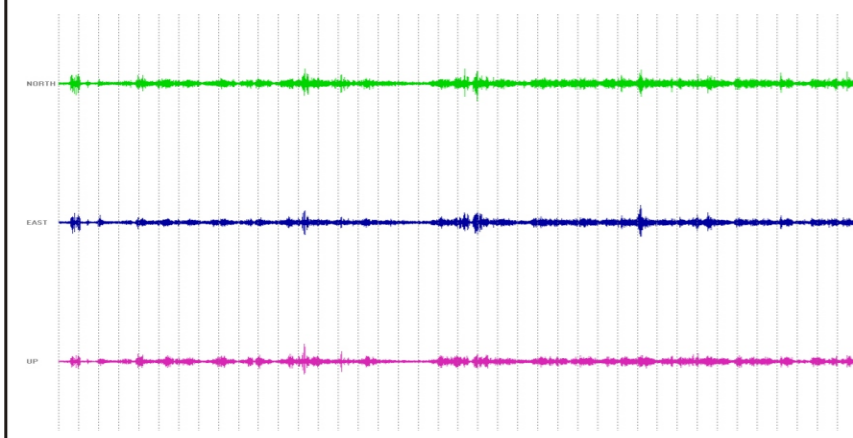


TABELLA RIASSUNTIVA

SPECIFICHE TECNICHE DI ELABORAZIONE	
Lunghezza finestra	30 s
Tipo di lisciamento	triangolare
Lisciamento	10%
Intervallo frequenze analizzate	0.0 - 35.0 Hz
Picco	0.68 +/- 0.05 Hz
Ampiezza	9.19

CRITERI SESAME

Picco H/V a 0.68 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.68 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1394.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 43	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz			
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	0.537 Hz	OK	
Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.001 Hz	OK	
$A_0 > 2$	9.19 > 2	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$10.06902 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04718 < 0.10254$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8476 < 2.0$	OK	

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = 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 the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

Codice Certificato di prova: aeh_HV_03

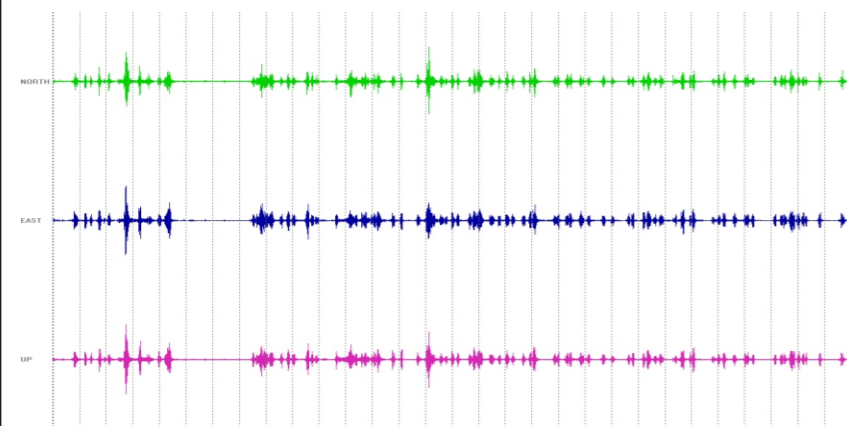
Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 30/04/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Rieti

TABELLA CAMPAGNA

RIFERIMENTO ARCHIVIO: aeh	SITO: Valle del Velino - Rieti	ORA: 16:54:19 - 17:24:19
OPERATORE: Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi	GPS - Sistema di rif.: WGS84	
LATITUDINE: 42,4381943°	LONGITUDINE: 12,7926235°	ALTITUDINE: 379 m s.l.m.
TIPO DI STAZIONE Sismografo digitale triassiale SR04-GEOBOX 45 (SARA s.r.l.)	TIPO DI SENSORE Velocimetri Hs1 - Geospace Technology	NOTE VARIE:
STAZIONE n. 1	SENSORE n. 1	
NOME DEL FILE: aeh_Rieti_HV3	PUNTO: HV_03	
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 200	INTERVALLO DI CAMP. (ms): 5	DURATA ACQUISIZIONE (s): 1800
CONDIZIONI METEO	VENTO <input type="checkbox"/> assente <input checked="" type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	Temperatura (°C): 15	Note:
TIPO SUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> argilla <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba <input type="checkbox"/> (cassa / sta)	
	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro	
	<input type="checkbox"/> terreno asciutto <input checked="" type="checkbox"/> terreno umido	NOTE:
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO	<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
PRESENZA EDIFICI	<input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____	
TRANSIENTI	nessuno <input type="checkbox"/> pochi <input type="checkbox"/> medi <input checked="" type="checkbox"/> molti <input type="checkbox"/> moltissimi	direzione / distanza (mt.)
auto		20
camion		20
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>	-
altro	<input checked="" type="checkbox"/>	-
SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie, ecc.)		<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____
STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti, ecc.)		
Descrizione, altezza e distanza: Presenza di un metanodotto a circa 15 m di distanza		
OSSERVAZIONI:		CLASSE DI QUALITÀ: B1

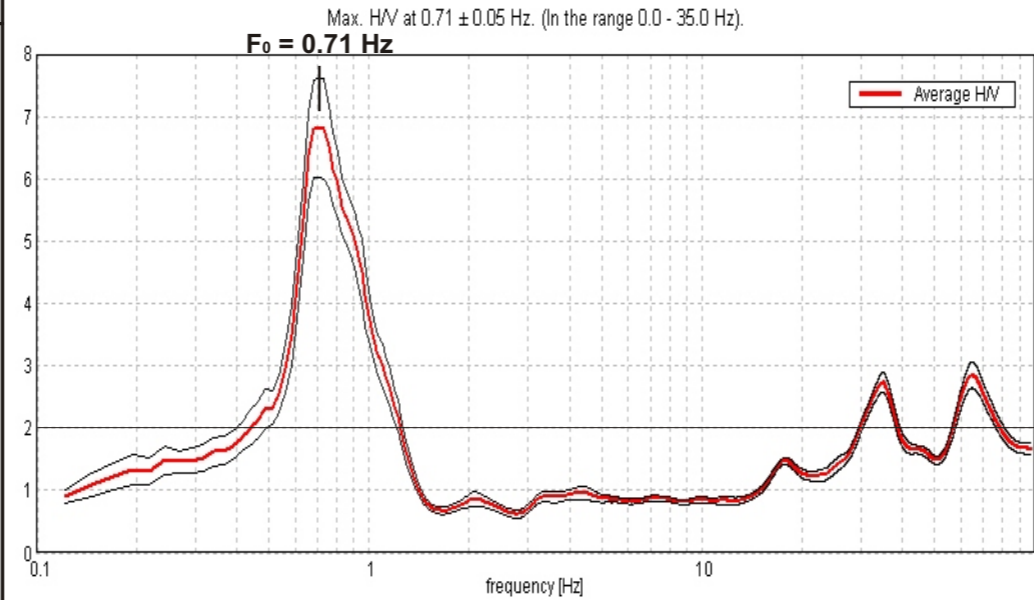


SISMOGRAMMI

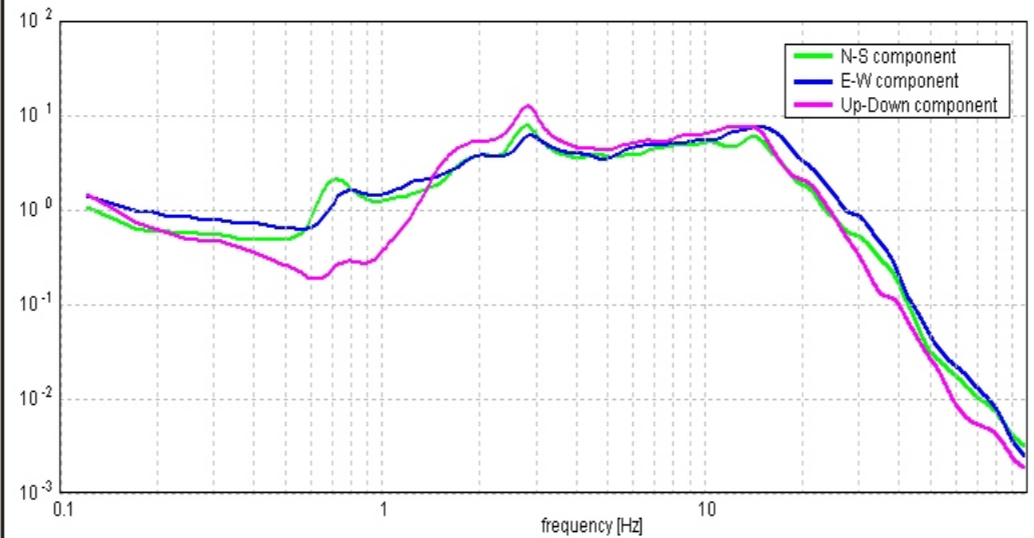


**CERTIFICATO DI PROVA
INDAGINE SISMICA HVSR**

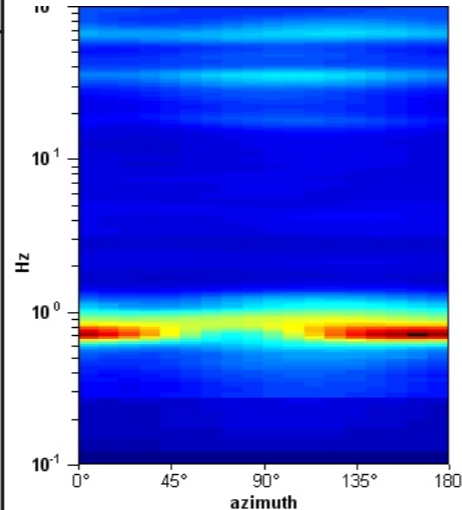
CURVA H/V SPERIMENTALE



COMPONENTI



DIREZIONALITÀ



STAZIONARIETÀ

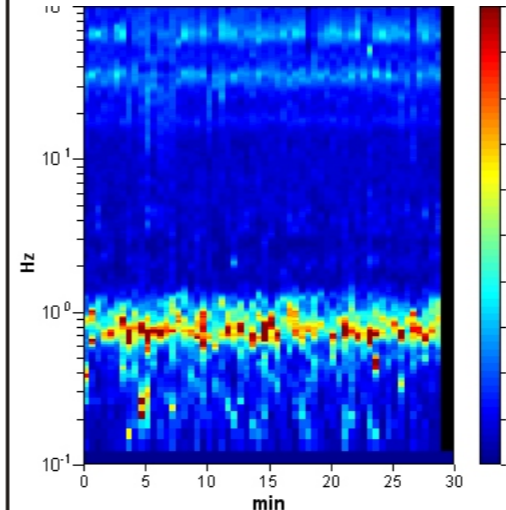


TABELLA RIASSUNTIVA

SPECIFICHE TECNICHE DI ELABORAZIONE	
Lunghezza finestra	30 s
Tipo di lisciamento	triangolare
Lisciamento	10%
Intervallo frequenze analizzate	0.0 - 35.0 Hz
Picco	0.71 +/- 0.05 Hz
Ampiezza	6.81

CRITERI SESAME

Picco H/V a 0.71 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.71 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	998.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 44	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz			
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	0.562 Hz	OK	
Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.05 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.81 > 2	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0648 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04588 < 0.1062	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.8032 < 2.0	OK	

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = 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 the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

Codice Certificato di prova: aeh_HV_04

Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 30/04/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Rieti

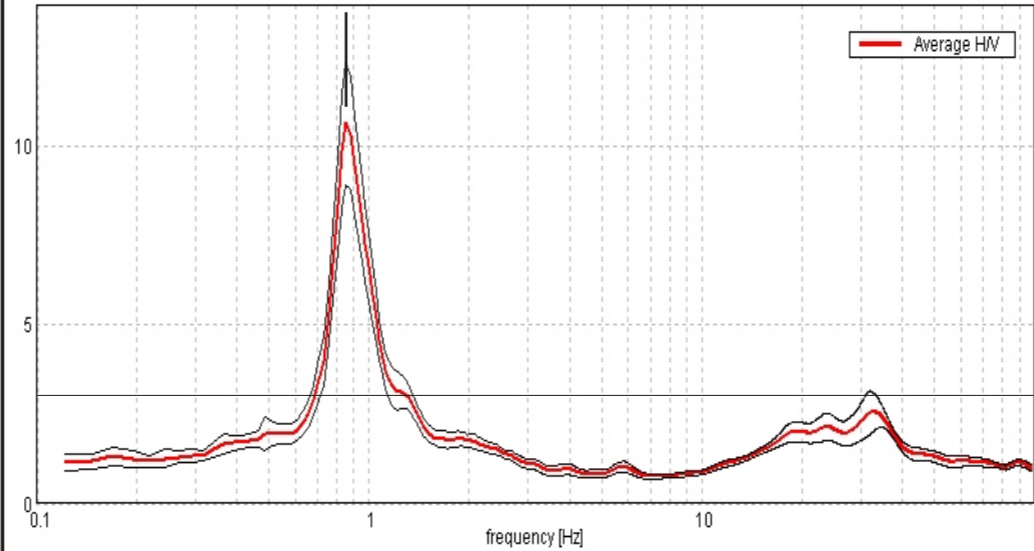
TABELLA CAMPAGNA

RIFERIMENTO ARCHIVIO: aeh	SITO: Valle del Velino - Greccio (RI)	ORA: 15:18:15 - 15:48:15
OPERATORE: Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi	GPS - Sistema di rif.: WGS84	
LATITUDINE: 42,4352188°	LONGITUDINE: 12,7993536°	ALTITUDINE: 379 m s.l.m.
TIPO DI STAZIONE Sismografo digitale triassiale SR04-GEOBOX 45 (SARA s.r.l.)	TIPO DI SENSORE Velocimetri Hs1 - Geospace Technology	NOTE VARIE:
STAZIONE n. 1	SENSORE n. 1	
NOME DEL FILE: aeh_Rieti_HV4	PUNTO: HV_04	
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 200	INTERVALLO DI CAMP. (ms): 5	DURATA ACQUISIZIONE (s): 1800
CONDIZIONI METEO	VENTO <input type="checkbox"/> assente <input checked="" type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	Temperatura (°C): 15	Note:
TIPO SUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> argilla <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba <input type="checkbox"/> (bassa) <input type="checkbox"/> (alta)	
	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro	
	<input type="checkbox"/> terreno asciutto <input checked="" type="checkbox"/> terreno umido	NOTE:
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO	<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
PRESENZA EDIFICI	<input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____	
TRANSIENTI	nessuno <input type="checkbox"/> pochi <input checked="" type="checkbox"/> medi <input type="checkbox"/> molti <input type="checkbox"/> moltissimi	direzione / distanza (mt.)
auto	<input checked="" type="checkbox"/>	340
camion	<input checked="" type="checkbox"/>	-
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>	-
altro	<input checked="" type="checkbox"/>	-
SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie, ecc.)		<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____
STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti, ecc.) Descrizione, altezza e distanza:		
OSSERVAZIONI:		CLASSE DI QUALITÀ: A1

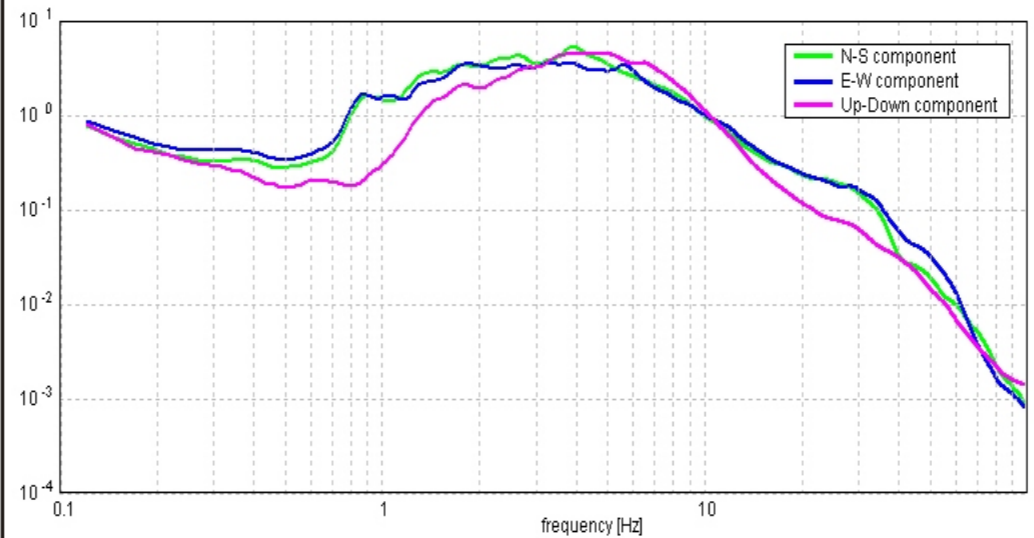


CURVA H/V SPERIMENTALE

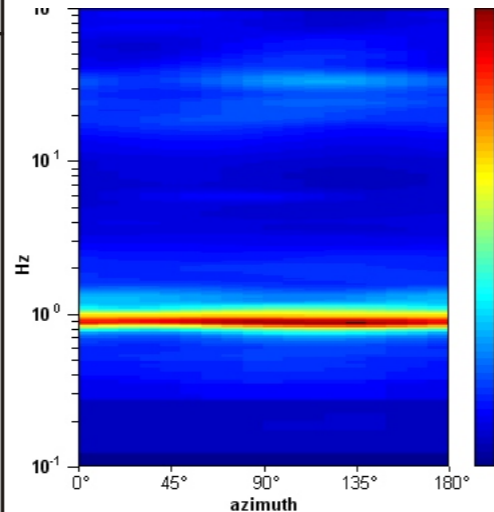
Max. H/V at 0.85 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 35.0 Hz).
F₀ = 0.85 Hz



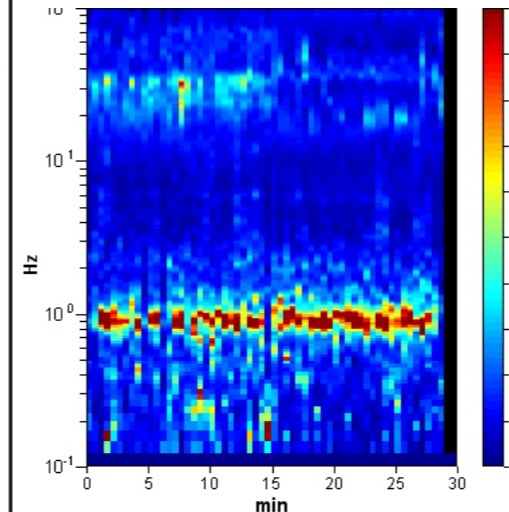
COMPONENTI



DIREZIONALITÀ



STAZIONARIETÀ



SISMOGRAMMI

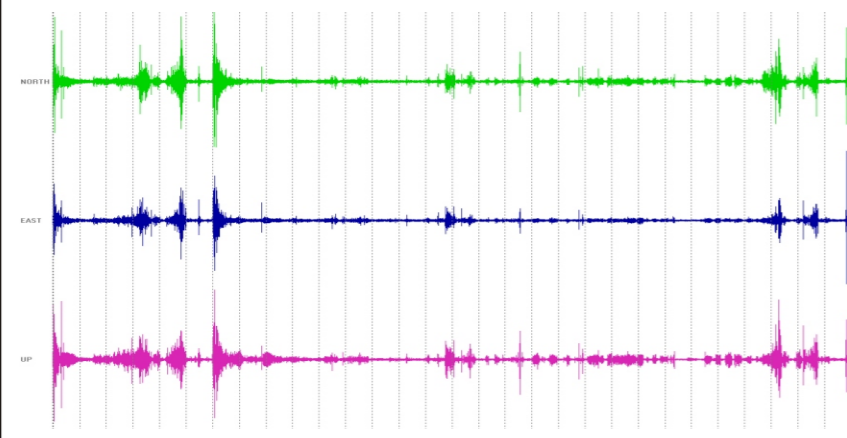


TABELLA RIASSUNTIVA

SPECIFICHE TECNICHE DI ELABORAZIONE	
Lunghezza finestra	30 s
Tipo di lisciamento	triangolare
Lisciamento	10%
Intervallo frequenze analizzate	0.0 - 35.0 Hz
Picco	0.85 +/- 0.01 Hz
Ampiezza	10.66

CRITERI SESAME

Picco H/V a 0.85 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.85 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	922.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 54	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz			
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	0.732 Hz	OK	
Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.05 Hz	OK	
$A_0 > 2$	10.66 > 2	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01506 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01287 < 0.12817$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.7012 < 2.0$	OK	

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w$. f_0 = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = 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
- $\sigma_{logH/V}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{logH/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

Codice Certificato di prova: aeh_HV_05

Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 30/04/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Greccio (RI)

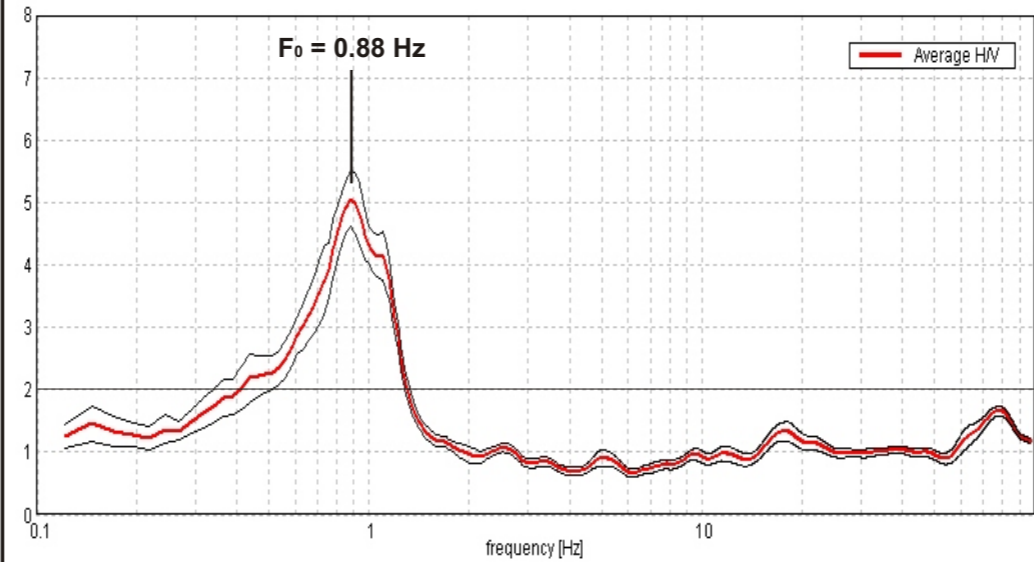
TABELLA CAMPAGNA

RIFERIMENTO ARCHIVIO: aeh	SITO: Valle del Velino - Rieti	ORA: 10:40:09 - 11:10:09
OPERATORE: Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi	GPS - Sistema di rif.: WGS84	
LATITUDINE: 42,4437332°	LONGITUDINE: 12,7838402°	ALTITUDINE: 377 m s.l.m.
TIPO DI STAZIONE Sismografo digitale triassiale SR04-GEOBOX 45 (SARA s.r.l.)	TIPO DI SENSORE Velocimetri Hs1 - Geospace Technology	NOTE VARIE:
STAZIONE n. 1	SENSORE n. 1	
NOME DEL FILE: aeh_Rieti_HV5	PUNTO: HV_05	
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 200	INTERVALLO DI CAMP. (ms): 5	DURATA ACQUISIZIONE (s): 1800
CONDIZIONI METEO	VENTO <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <5 m/s <input checked="" type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	Temperatura (°C): 15	Note:
TIPO SUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> argilla <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba <input type="checkbox"/> (bassa / alta)	
	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro	
	<input type="checkbox"/> terreno asciutto <input checked="" type="checkbox"/> terreno umido	NOTE:
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO	<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
PRESENZA EDIFICI	<input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____	
TRANSIENTI	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie, ecc.) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
	STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti, ecc.) Descrizione, altezza e distanza:	
auto	<input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> pochi <input type="checkbox"/> medi <input type="checkbox"/> molti	200
camion	<input checked="" type="checkbox"/>	200
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>	-
altro (treno)	<input checked="" type="checkbox"/>	200
OSSERVAZIONI:	CLASSE DI QUALITÀ: A1	

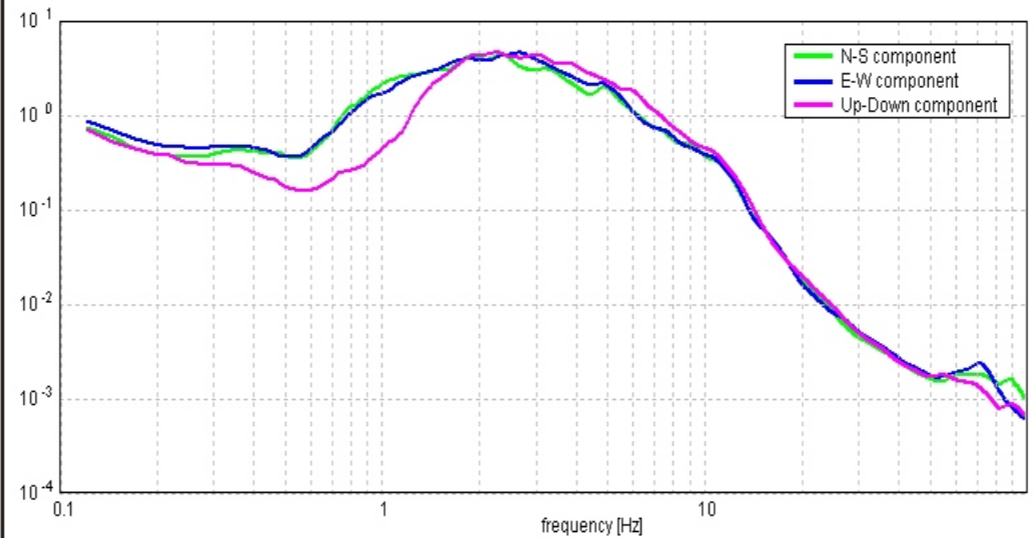


CURVA H/V SPERIMENTALE

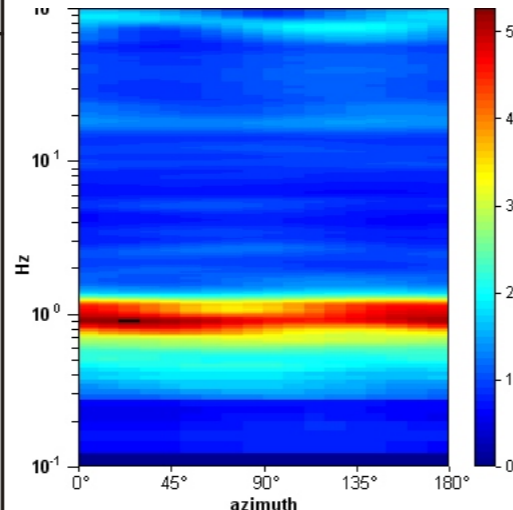
Max. H/V at 0.88 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 35.0 Hz).



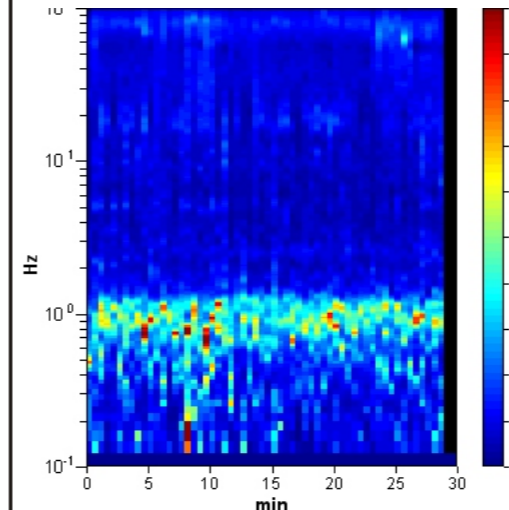
COMPONENTI



DIREZIONALITÀ



STAZIONARIETÀ



SISMOGRAMMI

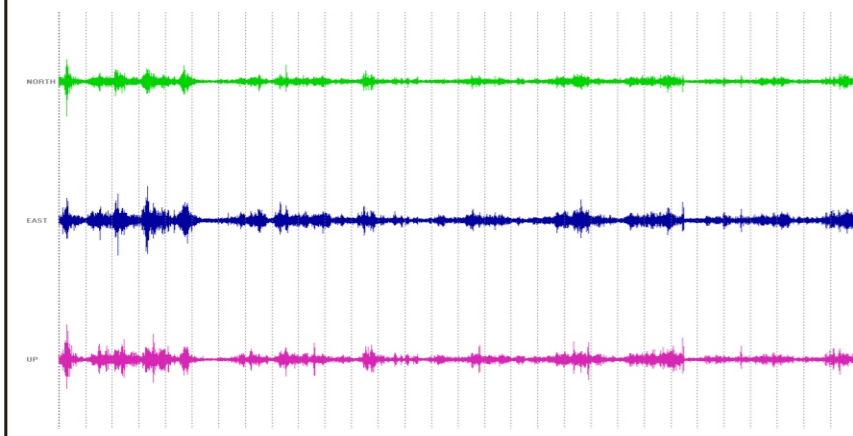


TABELLA RIASSUNTIVA

SPECIFICHE TECNICHE DI ELABORAZIONE

Lunghezza finestra	30 s
Tipo di lisciamento	triangolare
Lisciamento	10%
Intervallo frequenze analizzate	0.0 - 35.0 Hz
Picco	0.88 +/- 0.03 Hz
Ampiezza	5.06

CRITERI SESAME

Picco H/V a 0.88 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.88 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	1212.9 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 55	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz		

Criteri per un picco H/V chiaro
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	0.562 Hz	OK
Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.245 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.06 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$10.02867 < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0252 < 0.13184$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4399 < 2.0$	OK

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = 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 the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

Codice Certificato di prova: aeh_HV_06

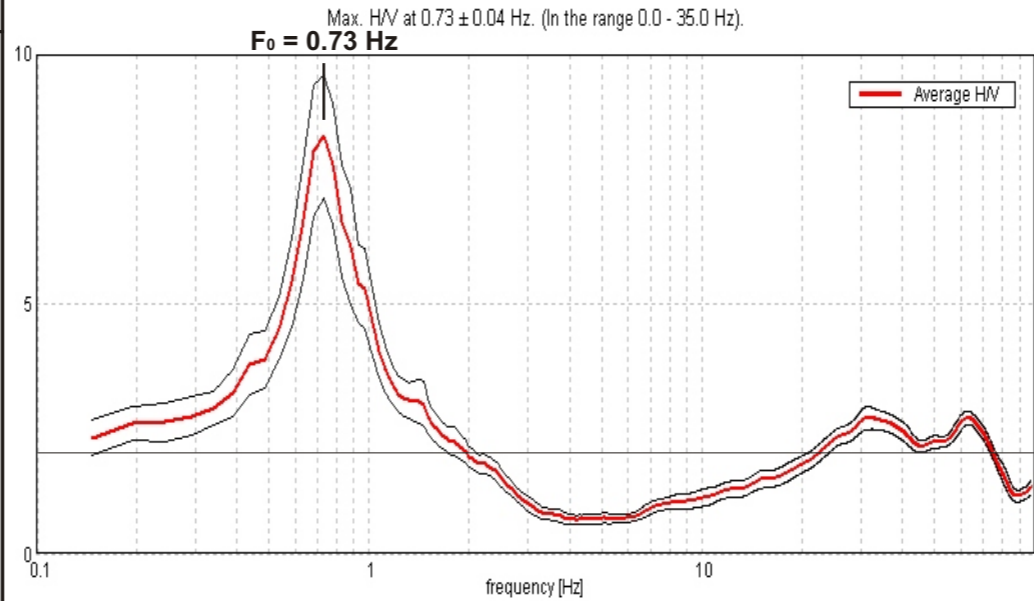
Committente: Lusios S.r.l. - Data Esecuzione: 30/04/2015 - Località: Valle del Velino - Comune: Rieti

TABELLA CAMPAGNA

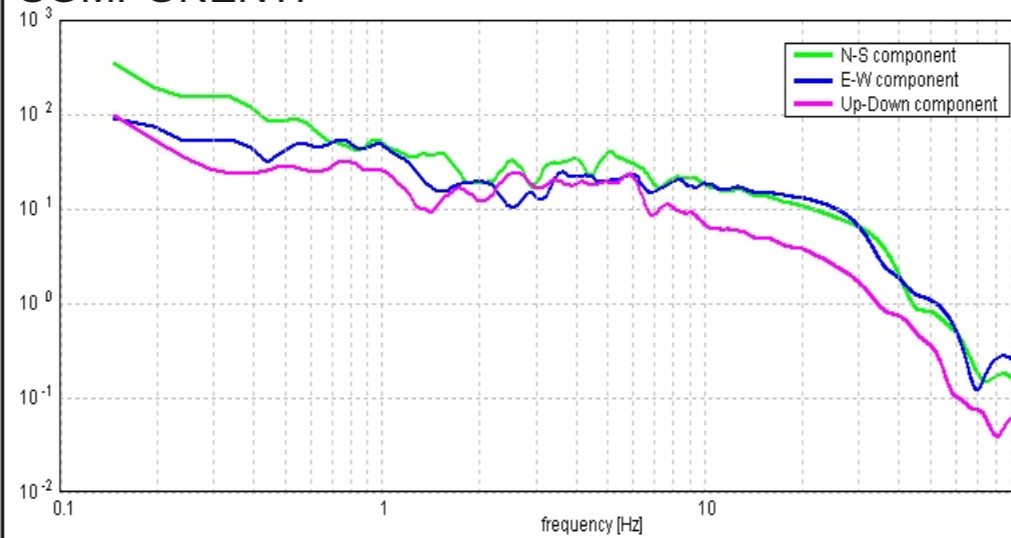
RIFERIMENTO ARCHIVIO: aeh	SITO: Valle del Velino - Rieti	ORA: 17:53:49 - 18:23:48
OPERATORE: Dott. Geol. Riccardo M. Bistocchi	GPS - Sistema di rif.: WGS84	
LATITUDINE: 42,4484253°	LONGITUDINE: 12,8090200°	ALTITUDINE: 376 m s.l.m.
TIPO DI STAZIONE Sismografo digitale triassiale SR04-GEOBOX 45 (SARA s.r.l.)	TIPO DI SENSORE Velocimetri Hs1 - Geospace Technology	NOTE VARIE:
STAZIONE n. 1	SENSORE n. 1	
NOME DEL FILE: aeh_Rieti_HV6	PUNTO: HV_06	
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 200	INTERVALLO DI CAMP. (ms): 5	DURATA ACQUISIZIONE (s): 1800
CONDIZIONI METEO	VENTO <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <5 m/s <input checked="" type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	
	Temperatura (°C): 15	Note:
TIPO SUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> argilla <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba <input type="checkbox"/> (cassa / sta)	
	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> pavimentazione altro	
	<input type="checkbox"/> terreno asciutto <input checked="" type="checkbox"/> terreno umido	NOTE:
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO	<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____	
PRESENZA EDIFICI	<input type="checkbox"/> nessuno <input checked="" type="checkbox"/> rari <input type="checkbox"/> molti altro, tipo _____	
TRANSIENTI	nessuno <input type="checkbox"/> pochi <input checked="" type="checkbox"/> medi <input type="checkbox"/> molti <input type="checkbox"/> moltissimi	direzione / distanza (mt.)
auto	<input checked="" type="checkbox"/>	15
camion	<input checked="" type="checkbox"/>	-
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>	-
altro	<input checked="" type="checkbox"/>	-
SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie, ecc.)		<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____
STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti, ecc.) Descrizione, altezza e distanza:		
OSSERVAZIONI:		CLASSE DI QUALITÀ: A1



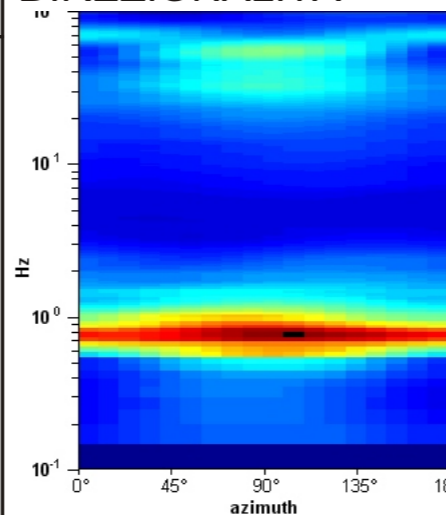
CURVA H/V SPERIMENTALE



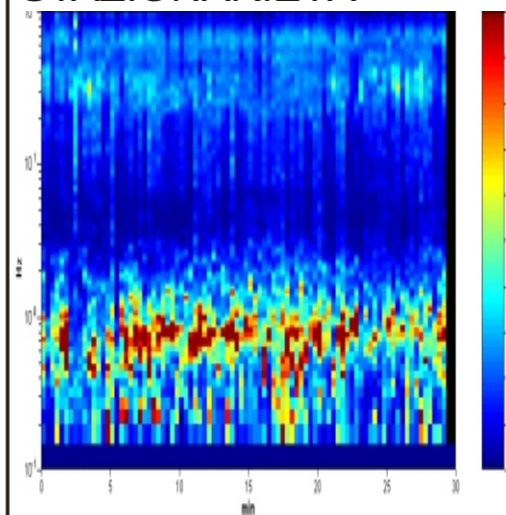
COMPONENTI



DIREZIONALITÀ



STAZIONARIETÀ



SISMOGRAMMI

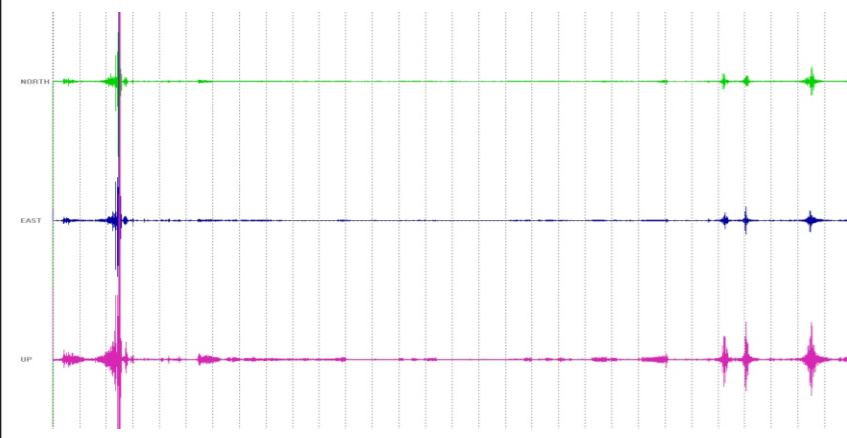


TABELLA RIASSUNTIVA

SPECIFICHE TECNICHE DI ELABORAZIONE	
Lunghezza finestra	20 s
Tipo di lisciamento	triangolare
Lisciamento	10%
Intervallo frequenze analizzate	0.0 - 35.0 Hz
Picco	0.73 +/- 0.04 Hz
Ampiezza	8.35

CRITERI SESAME

Picco H/V a 0.73 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 35.0 Hz).		
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$	0.73 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	776.4 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 24	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz		
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	0.488 Hz	OK
Esiste f^* in $[4f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.074 Hz	OK
$A_0 > 2$	8.35 > 2	OK
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04931 < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03612 < 0.10986$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.2228 < 2.0$	OK

- l_w = window length
- n_w = number of windows selected for the average H/V curve
- $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles
- f = current frequency
- f_{sensor} = sensor cut-off frequency
- f_0 = H/V peak frequency
- σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$)
- $\varepsilon(f_0)$ = 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 the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve
- $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
- $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits
- $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer
- h = depth to bedrock
- h_{min} = lower-bound estimate of h

COMUNI DI RIETI E GRECCIO

PROVINCIA DI RIETI

**APPROFONDIMENTO TECNICO PER ELABORAZIONE
DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA RELATIVA ALLE ISTRUTTORIE DI
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE STATALE ID VIP 2630 E ID VIP 2631 PER
I PROGETTI DI REALIZZAZIONE DI CENTRALI IDROELETTRICHE AD ACQUA FLUENTE
SUL FIUME VELINO IN LOCALITÀ PONTE CARPEGNA E CASA BIANCA**

OGGETTO: SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

TAVOLA N°

4

TECNOGEO s.n.c. - Str. S.Vetturino,1 - Perugia
C.F.-P.I.: 02863830549 - n° REA PG 246597

RESPONSABILE TECNICO:

Dott. Geol. Bistocchi Riccardo Maria

SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

Mod. **LGM** 4-Punkt light hp

SENDER

- Output frequency: 1.04-2.18-4.16-8.33 Hz, 1.15-2.5-5-10Hz
- Output voltage: max. appr. 380V p-p
- Output current: selectable 1 μ A -10 μ A 0.1 mA -1mA 5 mA 15mA
50mA 100mA
- Stability: better 0.5%
- Short circuit proof

Max. output voltage for current setting 50 and 100mA depends on battery voltage and will be less than 380V using the internal batteries. For high currents and high contact resistances at A and B connect an external 12V source to the meter to achieve maximum output power.

RECEIVER

- Input impedance: 20 MOhm
- Maximum input voltage: app. +200mV / -10mV
- Max. noise voltage +DC: appr. + - 0.6V
- Resolution/accuracy: appr.. 50nV / better than 0.5%
- Max. overvoltage: 200V

POWER SUPPLY

Internal NiMh-batteries 4x 2.5Ah/ 1.2 V, exchangeable with alkaline AA-cells or supply via external supply input, 10 15 V, appr. 1.2A

- Charging: via ext. voltage input 10 15 V / max. 1.5 A, reverse polarity proof
- Charging time: appr. 4 h
- Operating time: min. 1.5h at maximum output power, at normal usage about 20 30 h, standby appr. 50h
- Terminals: 2x4 mm. The external voltage input is also used as trigger input in mapping mode

CALIBRATION CERTIFICATE

Environmental seismic noise during test



SARA electronic instruments s.r.l.
Via Mercuri 4, 06129 - PERUGIA - Italy
www.sara.pg.it - info@sara.pg.it

Date of Calibration:	02/08/2010
Instrument type:	Velocimeter
Instrument model:	GEOBOX 4.5
Serial Number:	0577
Manufacturing Date:	JUL 2010

Temperature °C:

Relative humidity %:

X div:
Y div:

Channel 1 - Z

EigenFrequency:	4.33 Hz
Damping O.C.:	0.2
Generator Constant:	85 V/m/s
Calibration Frequency:	10 Hz
Calibration Displacement:	m
Damping:	0.45
Output Impedance:	4000 ohm
Applied Shunt:	20000 ohm

Channel 2 - NS

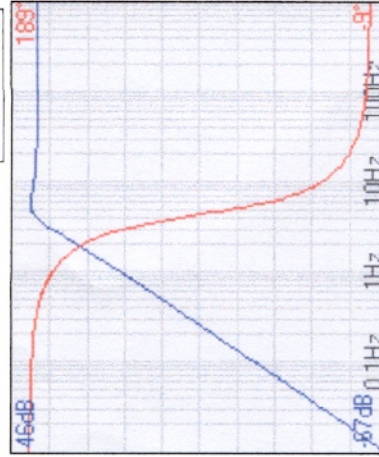
EigenFrequency:	4.52 Hz
Damping O.C.:	0.2
Generator Constant:	85.3 V/m/s
Calibration Frequency:	10 Hz
Calibration Displacement:	m
Damping:	0.47
Output Impedance:	4000 ohm
Applied Shunt:	20000 ohm

Channel 3 - EW

EigenFrequency:	4.41 Hz
Damping O.C.:	0.2
Generator Constant:	85.1 V/m/s
Calibration Frequency:	10 Hz
Calibration Displacement:	m
Damping:	0.5
Output Impedance:	4000 ohm
Applied Shunt:	20000 ohm

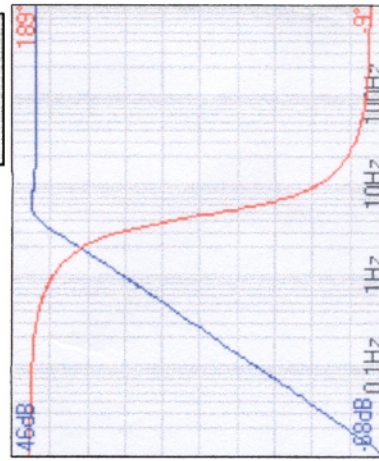
Measurement uncertainties

EigenFrequency:	+/-	0.1 Hz
Damping O.C.:	+/-	5 %
Generator Constant:	+/-	1 %
Calibration Frequency:	+/-	0.1 Hz
Calibration Displacement:	+/-	0.000002 m
Damping:	+/-	5 %
Output Impedance:	+/-	5 %
Applied Shunt:	+/-	1 %



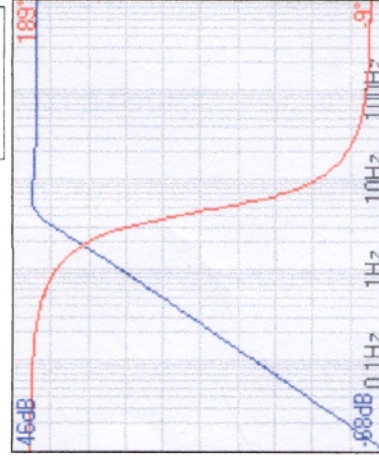
Poles and Zeros

Unit:	Rad/s
Poles	1) Re: -12.243; Im: 24.296 2) Re: -12.243; Im: -24.296
Zeros	1) Re: 0.000; Im: 0.000 2) Re: 0.000; Im: 0.000
Gain:	85.000



Poles and Zeros

Unit:	Rad/s
Poles	1) Re: -13.348; Im: 25.068 2) Re: -13.348; Im: -25.068
Zeros	1) Re: 0.000; Im: 0.000 2) Re: 0.000; Im: 0.000
Gain:	85.300



Poles and Zeros

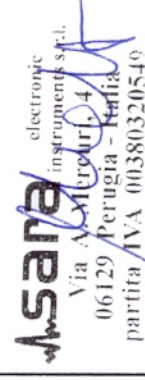
Unit:	Rad/s
Poles	1) Re: -13.854; Im: 23.997 2) Re: -13.854; Im: -23.997
Zeros	1) Re: 0.000; Im: 0.000 2) Re: 0.000; Im: 0.000
Gain:	85.100

Test Equipment

Shaking Table: SARA V.1
Voltmeter: Agilent U1252A
Signal digitizer: SADC20
Scope meter: SEISMOCAL V.1.0
Last equipment test:

Technician: *FERU*

Approved by:



COMUNI DI RIETI E GRACCIO

PROVINCIA DI RIETI

APPROFONDIMENTO TECNICO PER ELABORAZIONE
DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA RELATIVA ALLE ISTRUTTORIE DI
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE STATALE ID VIP 2630 E ID VIP 2631 PER
I PROGETTI DI REALIZZAZIONE DI CENTRALI IDROELETTRICHE AD ACQUA FLUENTE
SUL FIUME VELINO IN LOCALITÀ PONTE CARPEGNA E CASA BIANCA

OGGETTO: UBICAZIONE, ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE
INDAGINI GEOFISICHE

ALLEGATO

1






SCALA

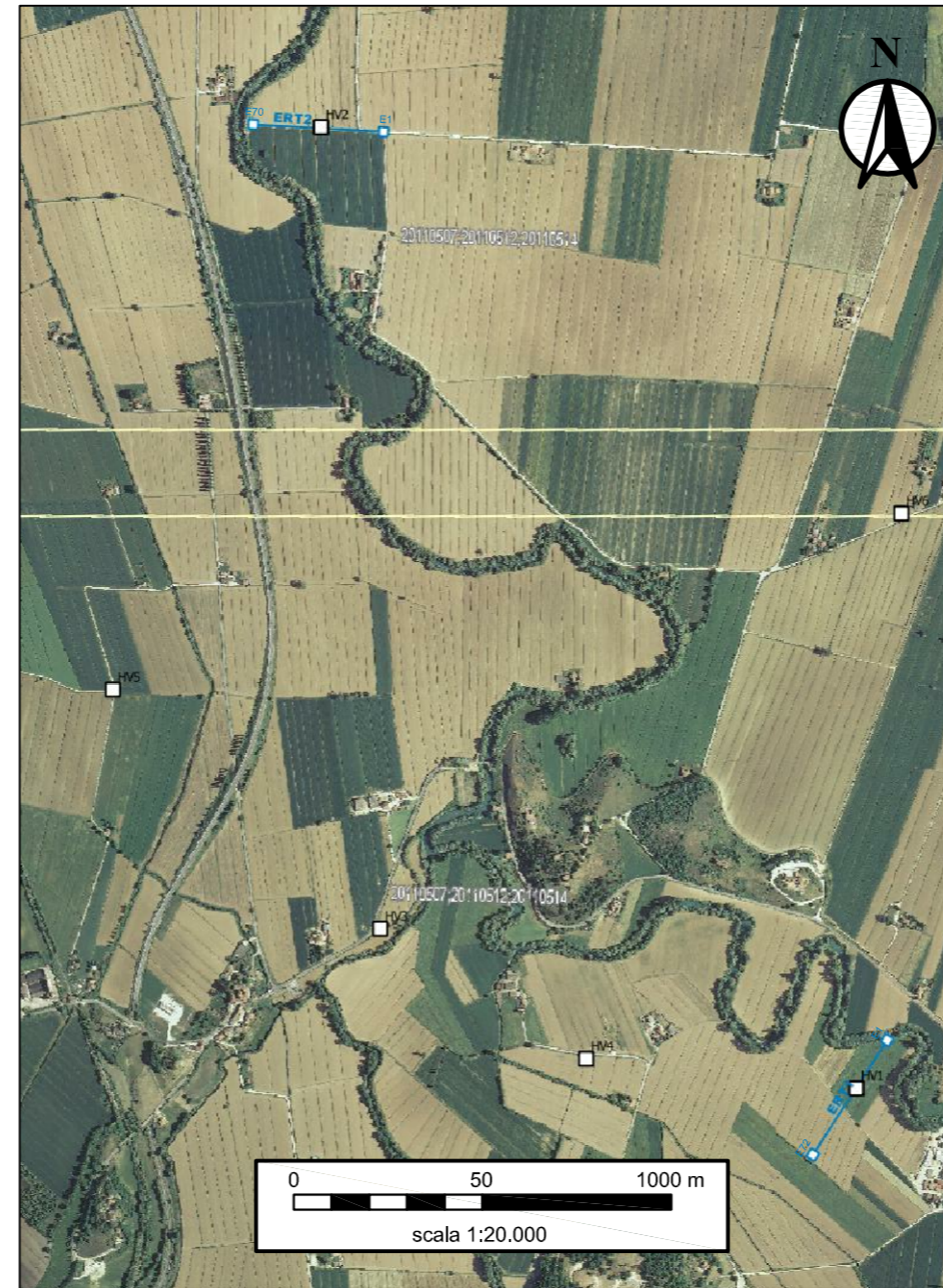
grafica

TECNOGEO s.n.c. - Str. S.Vetturino, 1 - Perugia
C.F.-P.I.: 02863830549

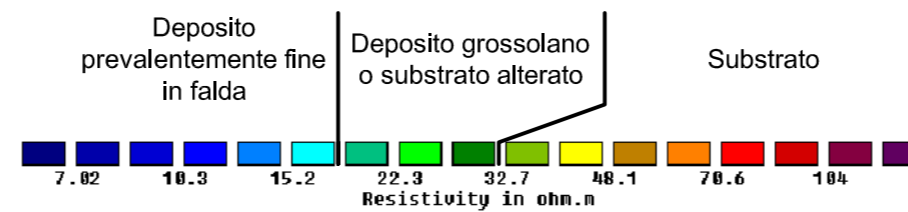
RESPONSABILE TECNICO
Dott. Geol. Bistocchi Riccardo Maria

LEGENDA

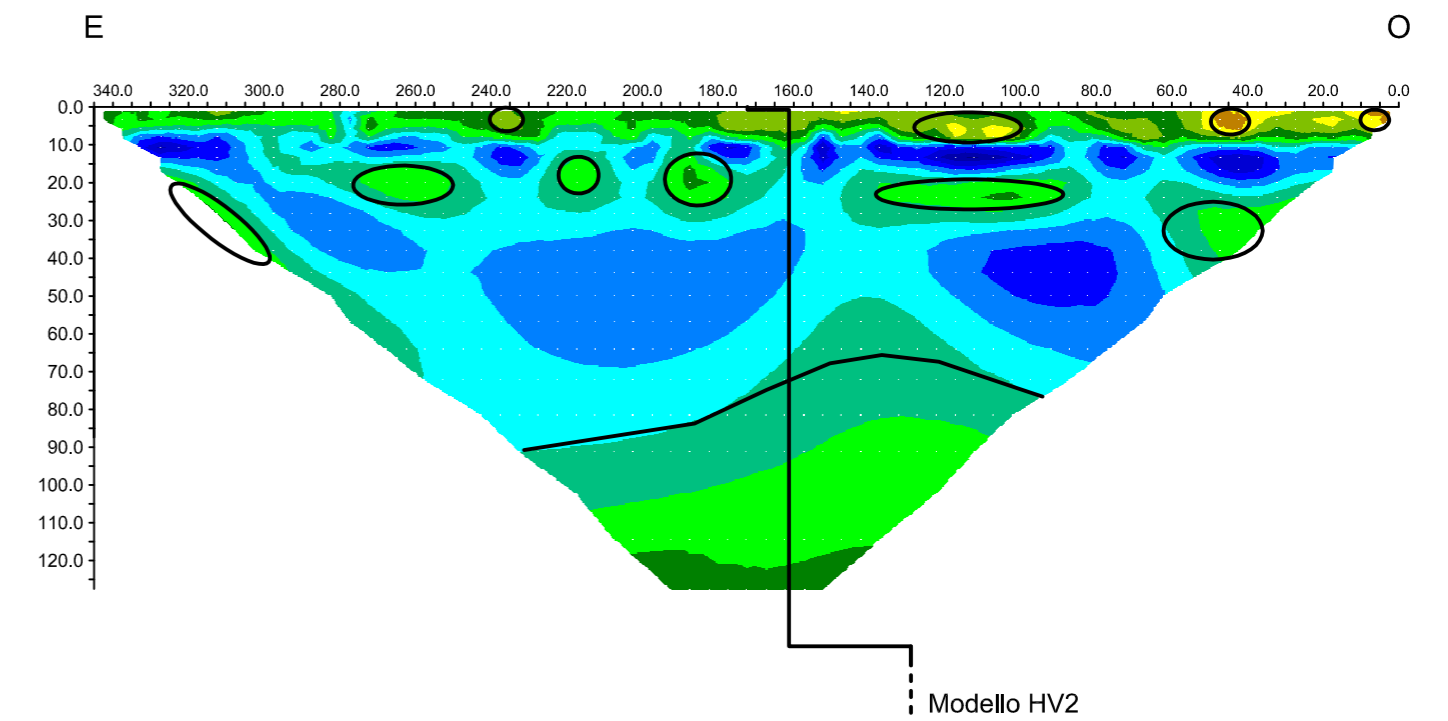
-  Traccia dei profili elettrici (ERTn)
-  Elettrodi estremi (En)
-  Stazione di misura HVSr (HVn)
-  Limite orizzonte elettro-stratigrafico
-  Anomalia di resistività riconducibile a probabili lenti sabbioso ghiaiose



SCALA RESISTIVITÀ



PROFILO ELETTRICO ERT_02 - CONFIGURAZIONE POLO-DIPOLO



PROFILO ELETTRICO ERT_01 - CONFIGURAZIONE POLO-DIPOLO

