

**Dott. Massimo Trossero, geologo**  
**Studio di geologia e geotecnica**

Studio: via Garibaldi, 15 - Laboratorio: XXV Aprile, 20 - 10042 Nichelino  
tel. 011 6065900 Cell. 0338 4878695 Fax 24/24h 02700432771  
e-mail [massimo.trossero@geologipiemonte.it](mailto:massimo.trossero@geologipiemonte.it)

Cod. Fisc. TRSM61C04L219R Partita IVA 06873380015

**COMUNE DI CASTAGNOLE PIEMONTE**  
**PROVINCIA DI TORINO**

---

**Microzonazione sismica di primo livello - MS1**  
**Relazione illustrativa**

*Redatta secondo quanto previsto nell'allegato A della D.G.R. n. 17 – 2172 della Regione Piemonte.*

geologo incaricato:  
Massimo Trossero

*Collaborazione e disegno:*  
*geol. Fabio Gianquinto*

Data: rev.1.2 Dicembre 2013

SPAZIO PER VISTI E TIMBRI



## Indice generale

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>4</b>
<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>AREA D'INDAGINE</b> .....	<b>8</b>
<b>PRODOTTI REALIZZATI</b> .....	<b>9</b>
<b>STORIA SISMICA LOCALE</b> .....	<b>10</b>
<b>ZONA SISMOGENETICA PERTINENTE</b> .....	<b>13</b>
Definizione della sorgente sismogenetica pertinente.....	14
<b>DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO</b> .	<b>19</b>
<b>DATI GEOTECNICI E GEOFISICI</b> .....	<b>22</b>
<b>MODELLO DEL SOTTOSUOLO</b> .....	<b>22</b>
<b>GEOFISICA, METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI</b> .....	<b>24</b>
Classificazione delle misure H/V (HVSr) .....	27
<b>ELABORATI CARTOGRAFICI</b> :.....	<b>28</b>
Carta delle indagini .....	28
Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica .....	30
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1).....	31
<b>COMMENTI FINALI E CRITICITÀ</b> .....	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>31</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>32</b>
Punto misura HVSr, sito 01, Località Airale.....	33
Punto misura HVSr, sito 02, Località Pascolo della Croce.....	36
Punto misura HVSr, sito 03, Località Strada vecchia per Scalenghe.....	39
Punto misura HVSr, sito 04, Strada Carignano 17, capoluogo.....	42
Punto misura HVSr, sito 05, via case sparse, capoluogo.....	45
Punto misura HVSr, sito 06, via Martiri, 24 - capoluogo.....	48
Punto misura HVSr, sito 07, via castello - capoluogo.....	51
Punto misura HVSr, sito 08, via Torino 25 - capoluogo.....	54
Punto misura HVSr, sito 09 – via Torino incrocio cascina dell'angelo.....	57
Punto misura HVSr, sito 10 – via torino sp141 regione Gariglietta.....	60
Punto misura HVSr, sito 11 cascine Motta e dell'angelo.....	63
Punto misura HVSr, sito 12 - Borgata Oitana.....	66
Punto misura HVSr, sito 13 - cascina Salvagno.....	69

<b>Punto misura HVSR, sito 14 – località: c.na Monastero.....</b>	<b>72</b>
<b>Punto misura HVSR, sito 100 - Pozzo acquedotto SMAT.....</b>	<b>75</b>
<b>Punto misura HVSR, sito 101 – Località: cascina Cavilia.....</b>	<b>79</b>
<b>Punto misura HVSR, sito 102 – Circonvallazione ang. v Pertini.....</b>	<b>82</b>
<b>Punto misura HVSR, sito 103 via Mazzini 16, capoluogo.....</b>	<b>85</b>

## Introduzione

La Microzonazione sismica (MS) <sup>1</sup> è la **valutazione della pericolosità sismica locale** attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo.

La MS individua e caratterizza:

- le **zone stabili**,
- le **zone stabili suscettibili di amplificazione locale** del moto sismico
- le **zone suscettibili di instabilità**.

La microzonazione sismica (MS ) ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o sub comunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Lo studio di MS fornisce una base conoscitiva della pericolosità sismica locale del territorio suddividendolo in diverse **zone** e consente di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico, a varie scale.

- **il livello 1 di MS** è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS , in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte;
- **il livello 2** introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la Carta di microzonazione sismica;
- **il livello 3** restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

---

<sup>1</sup> Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.

## Premessa

L'obiettivo del presente lavoro è stata la predisposizione di studi di microzonazione sismica sul territorio comunale, in attuazione dei disposti dell'art. 2, comma 1, lettera a) dell'O.P.C.M. n. 3907/2010, con approfondimenti equivalenti al livello 1 degli Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica, **secondo quanto previsto nell'allegato A della D.G.R. n. 17 – 2172 della Regione Piemonte.**

L'elaborato tecnico di riferimento per l'esecuzione degli studi è stato rappresentato dai già citati "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)".

Per la redazione degli elaborati cartografici e l'organizzazione delle informazioni, i documenti di riferimento sono stati gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica", elaborati dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica e rappresentati dai documenti di seguito elencati:

[http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Standard\\_MSv2\\_0\\_pdf3.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Standard_MSv2_0_pdf3.pdf)

...compatibilmente con quanto effettivamente richiesto dall'allegato A ,regionale, precedentemente citato che fa riferimento allo standard 1.5.

---

### **Modalità di utilizzo degli studi di microzonazione sismica per la pianificazione dell'emergenza e della protezione civile**, secondo gli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica)

In generale nella pianificazione per l'emergenza è possibile individuare due modalità di utilizzo delle informazioni che derivano dagli studi di MS : speditiva ed analitica.

La modalità speditiva fa uso delle informazioni qualitative derivanti dagli studi di MS di livello 1.

La modalità analitica fa uso delle informazioni quantitative derivanti dagli studi di MS di livello 2 e 3.

In generale le modalità descritte nel seguito valgono sia in sede di redazione di un piano di emergenza ex-novo, che di revisione di piano di emergenza esistente, per entrambi i livelli di pianificazione comunale e provinciale.

#### **Modalità speditiva (utilizzo del livello MS1 in protezione civile)**

La modalità speditiva si applica sovrapponendo, alla carta delle risorse strategiche di protezione civile (ubicazione degli edifici strategici e rilevanti e delle aree e strutture di emergenza) e alla cartografia della rete viaria, la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (perimetrazione delle zone suscettibili di instabilità, delle zone stabili suscettibili di amplificazione locali e delle zone stabili) in modo da individuare sia le situazioni idonee, che quelle critiche.

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1) si utilizza per:

- l'identificazione e la valutazione di conformità delle aree di emergenza;
- una prima verifica di eventuali tratti critici nel sistema di infrastrutture viarie a supporto della gestione dell'emergenza sismica ed in quello di servizio;
- l'individuazione delle strutture strategiche e di emergenza (edifici strategici per la protezione civile e strutture di accoglienza) sulle quali effettuare eventualmente approfondimenti specifici con la valutazione della sicurezza sismica.

**Aree di emergenza** In generale la loro identificazione e scelta avviene secondo criteri di sicurezza, accessibilità e disponibilità di servizi. Si noti che andranno escluse dal novero delle possibili aree di emergenza tutte quelle aree che ricadono, anche solo parzialmente, in zone definite suscettibili di instabilità dalla Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Si precisa che i risultati degli studi di MS rappresentano solo uno degli elementi per l'identificazione e la scelta delle aree, in quanto possono insistere sul territorio altri elementi di pericolosità (es. esondazioni, frane di natura idrogeologica, ecc.) e di criticità nelle infrastrutture di servizio delle aree (viabilità, reti idriche, reti elettriche, ecc.), che vanno considerati nella scelta finale.

**Infrastrutture viarie** La configurazione urbanistica di un centro abitato, così come la presenza di ponti o altri elementi infrastrutturali che potrebbero subire danni o interruzioni in caso di evento sismico, sono aspetti da tenere in considerazione nella pianificazione, al fine di individuare le potenziali fonti di pericolo e le possibili vie di fuga o di collegamento con edifici strategici.

In particolare le analisi del contesto urbano, della rete viaria e dei flussi di comunicazione costituiscono la base per la pianificazione e per la regolamentazione delle vie di fuga e di collegamento.

In conseguenza delle analisi descritte si redige una cartografia della rete viaria in cui vengono evidenziati:

- punti critici (ponti, strettoie, ecc.)
- vie di fuga
- percorsi per i soccorsi
- tratti in cui interdire il traffico

La sovrapposizione di tale cartografia con la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1) consente di individuare tutti i tratti di viabilità che ricadono in zone suscettibili di instabilità e zone stabili suscettibili di amplificazioni locali. Si procede alla valutazione della ridondanza della viabilità interessata da zone suscettibili di instabilità rispetto al sistema complessivo viario.

Se tale ridondanza è bassa, ovvero la viabilità rappresenta una delle poche direttrici di collegamento, essa è segnalata nel piano di emergenza come "critica" e se ne stima la vulnerabilità con metodi semplificati.

Analogamente si può operare per gli edifici prospicienti i tratti critici, dove si possono usare schede di valutazione della vulnerabilità disponibili in letteratura<sup>22</sup>.

Se tale ridondanza è alta, ovvero esiste un sistema viario alternativo ed affidabile, non sono necessari ulteriori studi specifici, ma è sufficiente riportare nel piano di emergenza le azioni da intraprendere per escludere al traffico la viabilità eventualmente interrotta ed individuare e segnalare sul posto la viabilità alternativa.

**Infrastrutture di servizio** Per una prima valutazione sulla conformità delle infrastrutture di servizio (acquedotti, gasdotti, reti elettriche, idriche, fognarie, ecc.), i tratti di tali infrastrutture che ricadono, anche solo parzialmente, nelle zone suscettibili di instabilità, sono segnalati nel piano di emergenza come "critici". Per essi si valuta la possibilità di approfondire la valutazione della sicurezza sismica, anche utilizzando i livelli 2 o 3 degli studi di MS, se disponibili.

**Edifici strategici e strutture di emergenza** Gli edifici strategici ai fini dei soccorsi della protezione civile e le strutture di emergenza (edifici per l'accoglienza della popolazione sfollata), sono esclusi dall'uso in emergenza qualora ricadano, anche solo parzialmente, nelle zone suscettibili di instabilità. Tale condizione viene comunicata ai soggetti proprietari, anche ai fini delle prescritte verifiche di sicurezza.

Tali verifiche possono utilizzare i risultati degli studi di MS, secondo quanto riportato nel paragrafo 1.9.3.4. degli ICMS

**Altre opere** Le altre opere e strutture, quali ad esempio gli edifici che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze in caso di eventuale collasso post-sisma (**scuole, uffici aperti al pubblico suscettibili di affollamento, chiese**, ecc.), le opere che possono comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali (industrie a rischio di incidente rilevante, ecc.), i beni culturali di particolare interesse, che ricadono, anche solo parzialmente, nelle zone suscettibili di instabilità, sono evidenziati nel piano di emergenza e se ne tiene conto nella definizione del modello di intervento. **Tale condizione viene comunicata ai soggetti proprietari**, anche ai fini delle prescritte verifiche di sicurezza. Tali verifiche possono utilizzare i risultati degli studi di MS, secondo quanto riportato nel paragrafo 1.9.3.4. degli ICMS.

## **Utilizzo della MS1 ai fini urbanistici ed edificatori**

I dati della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica costituiscono contenuto specifico della componente strutturale del piano ed elemento fondamentale per la valutazione e costruzione delle scelte. Se a seguito di prove ed analisi specifiche (studi di livello 2 o livello 3) si evidenziano variazioni sostanziali della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, queste variazioni saranno tenute in conto nella definizione delle trasformazioni urbanistiche e concorreranno ad aggiornare il quadro conoscitivo.

**La conoscenza delle informazioni riportate nel presente lavoro permette di confermare e controllare i risultati delle indagini prescritte ai fini edificatori in zona sismica 3**, mentre a livello urbanistico permette di impostare correttamente le aree di espansione e di evidenziare le aree esistenti con problematiche sismiche.

Gli studi di MS sono di fondamentale importanza nella pianificazione al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

In particolare come spiegato successivamente la tipologia di indagine svolta permette di evidenziare in modo speditivo quali saranno le strutture bersaglio di un sisma una volta che se ne conosca la frequenza fondamentale.

## Area d'indagine

Il precedentemente citato allegato A prescrive che in analogia con la DGR n. 17-2172 del 13 giugno 2011, **l'ambito di indagine di questo studio corrisponde alle aree per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o prevedono l'uso ai fini di protezione civile.** L'ambito di analisi deve quindi comprendere, in generale, le aree edificate o edificande, ed essere esteso ad un intorno significativo, mentre saranno escluse dagli studi le aree in cui le condizioni territoriali o normative non consentono o non prevedono trasformazioni insediative o infrastrutturali o di protezione civile (zone a classe di pericolosità geomorfologica IIIa di PRG n.d.r.).

Poichè il territorio comunale è: ridotto, omogeneo e pianeggiante, i risultati delle analisi sono state positivamente estesi al tutto il territorio comunale.

Le attività fondamentali del progetto sono consistite nella raccolta di tutti i dati geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, sondaggi, indagini geofisiche relativi ai territori oggetto d'indagine e nell'esecuzione di rilevamenti geologici di controllo sul terreno necessari alla ricostruzione dell'assetto geologico a scala locale, previa raccolta preliminare dei dati esistenti presso gli archivi comunali, tali dati si sono dimostrati molto localizzati, sull'abitato principale e adiacenze.

Quindi ad integrazione, per i nuclei abitati, sono state eseguite indagini con tecnica HVSR, finalizzate a verificare la frequenza naturale del sito.



## Prodotti realizzati

I prodotti sono consistiti in:

- ⌚ **Carta geologico-tecnica (scala 1:5000)** predisposta sulla base dei rilievi geologici e morfologici disponibili e dai dati derivanti dai rilievi di controllo effettuati, corredata da sezioni geologiche significative, orientate sia trasversalmente sia longitudinalmente ai principali elementi geologici. Nella carta sono riportati anche i valori delle frequenze fondamentali dei depositi (definiti sulla base dei risultati di indagini speditive, HVSR, basate su registrazioni di rumore).
- ⌚ **Carta delle Indagini (scala 1:5000)** dove sono state indicate le prove pregresse e quelle di nuova esecuzione; tutte le prove sono state classificate in base al tipo ed alla profondità raggiunta.
- ⌚ **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) (scala 1:5000)** dove sono indicate le diverse aree suscettibili di amplificazione sismica, dove si ritiene necessario effettuare ulteriori indagini ed analisi e i relativi livelli di approfondimento.
- ⌚ **Banche dati** contenenti i dati relativi alle carte prodotte.

Di seguito vengono illustrati alcuni dettagli relativi alla banca dati realizzata e alle rappresentazioni cartografiche:

- gli shape files sono proiettati secondo il sistema di riferimento UTM WGS 1984 Zona 32N;
- tali files sono stati salvati nella cartella "BasiDati";
- il file "relazione sismica MS1 Ceres.pdf" salvato nella cartella "Carta\_delle\_indagini\Documenti" contiene la digitalizzazione di tutte le fonti delle indagini reperite a cui si fa riferimento nella tabella delle indagini. Nei casi in cui l'informazione sia stata tratta da sito web dell'Arpa, già citato, nella tabella delle indagini è riportato il relativo link

- ⌚ **Relazione illustrativa (il presente studio)** dove sono descritte in dettaglio le metodologie di studio utilizzate, i risultati ottenuti, le cartografie e le banche dati prodotte.

La base topografica utilizzata è la Carta Tecnica Provinciale alla scala 1:5.000.

## Storia sismica locale

Le informazioni relative alla sismicità storica di Castagnole Piemonte sono scarse. Ciò potrebbe essere dovuto da un lato alle piccole dimensioni dell'abitato e quindi alla sua scarsa importanza politica ed economica, per cui le fonti bibliografiche storiche trascurano gli eventuali effetti dei terremoti, come spesso avviene per centri abitati minori; dall'altro lato potrebbe evidenziare la scarsa sismicità locale e l'assenza di terremoti che possano produrre danneggiamenti consistenti dell'abitato. Con ogni probabilità, queste due motivazioni coesistono.

La versione 2011 del Database delle Osservazioni Macrosismiche Italiane (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011. DBMI11, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>. Milano, Bologna) riporta la storia sismica di Castagnole Piemonte, dal momento che per questo centro abitato esistono almeno 3 segnalazioni di risentimenti nella documentazione storica disponibile illustrazione 1. Si tratta di fenomeni di bassa intensità e recenti.

Se invece si considerano None (comune confinante il cui capoluogo dista solo 4,5 km dal centro di Castagnole, in un contesto geologico identico) e Pinerolo (centro più importante della zona posto solo a circa 18km di distanza, ai piedi delle Alpi), la storia sismica di None illustrazione 2 si compone di 8 eventi sismici nell'intervallo temporale che va dal 1808 al 2011, 8 dei quali hanno prodotto intensità macrosismiche al sito superiori a I=4-5 MCS, con una intensità massima I<sub>max</sub>=6 MCS (terremoto del 1808); solo con il capoluogo del distretto, Pinerolo (illustrazioni 3 e 4), raccogliamo una storia sismica significativa, iniziante nel 1311 con 32 eventi di cui sei maggiori di I (MCS) 6 e due eventi maggiori di 7, da questi due eventi e dagli studi su questi, proviene l'attribuzione della pericolosità sismica di Castagnole Piemonte.

### Storia sismica di Castagnole Piemonte [44.898, 7.567]

Numero di eventi: 3

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
3	1968 06 18 05:27	BARD	60	6.5.08 ±0.17
5	1990 02 11 07:00	CANAVESE	201	6.4.71 ±0.09

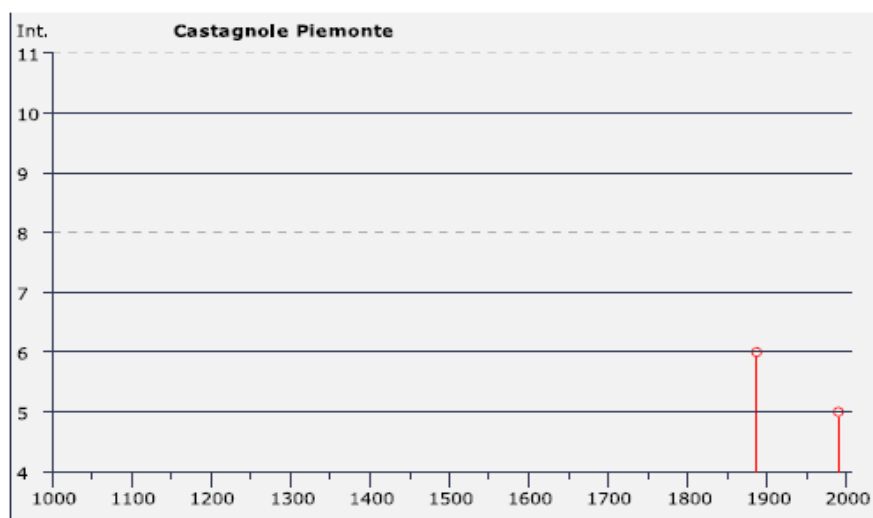


Illustrazione 1

**Storia sismica di None**  
**[44.933, 7.541]**

Numero di eventi: 8

Effetti

In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6	1808 04 16 01:15	Valle del Pellice	21	
5	1886 09 05	VAL DI SUSA	102	7 5.25 ±0.17
6	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
4	1905 04 29 01:46	Alta Savoia	267	7-8 5.63 ±0.09
6	1990 02 11 07:00	CANAVESE	201	6 4.71 ±0.09
4-5	1995 11 21 04:04	Torinese	64	5-6 4.46 ±0.15
3-4	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09
NF	2005 06 12 21:16	Val di Susa	103	5 4.09 ±0.14

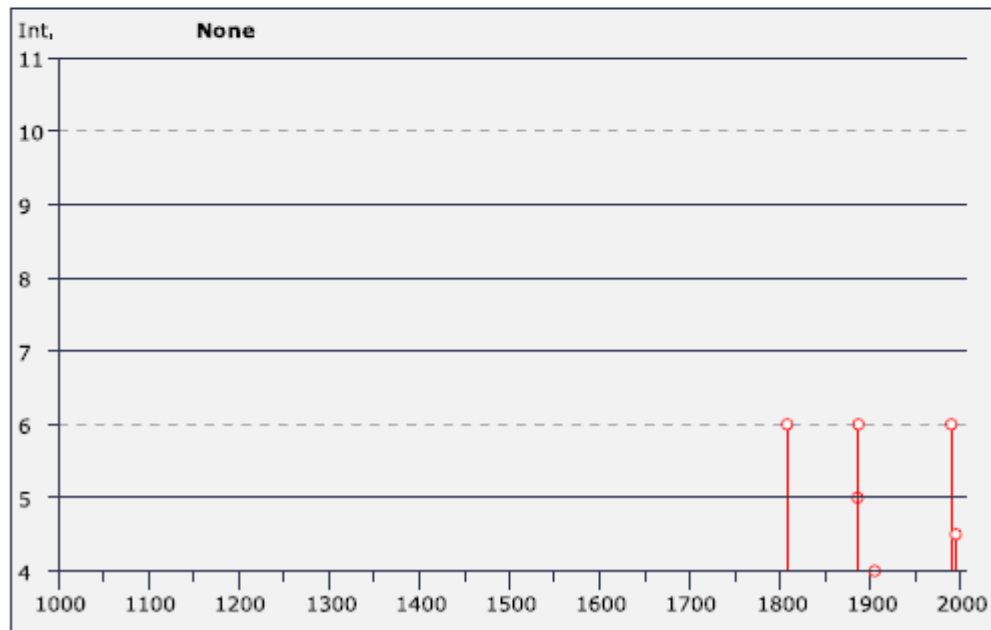


Illustrazione 2

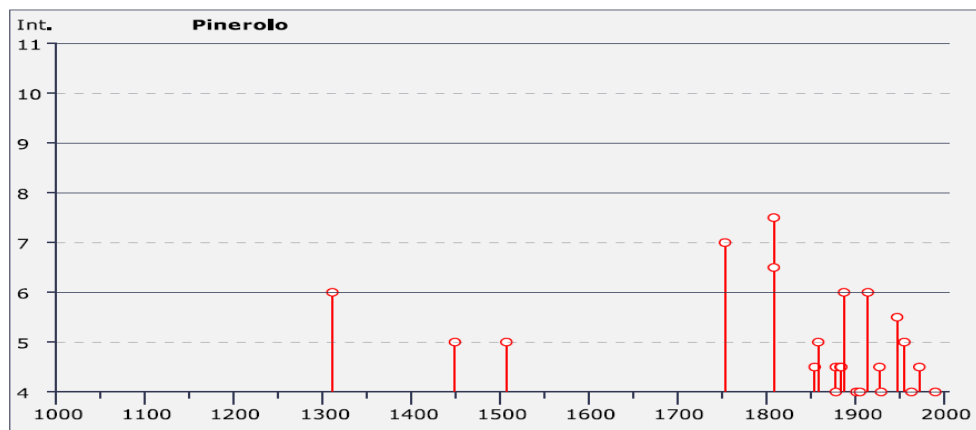


Illustrazione 3

**Storia sismica di Pinerolo  
[44.885, 7.327]**

Numero di eventi: 32

Effetti

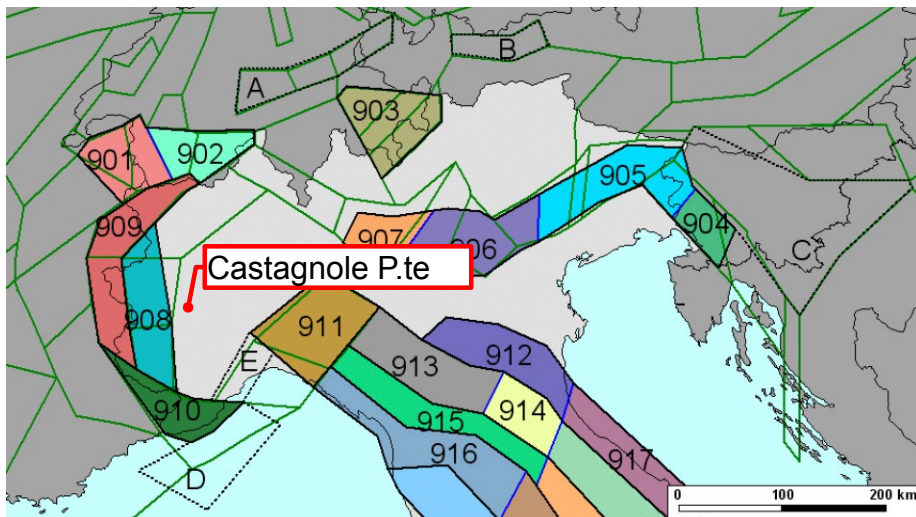
In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6	1311	PINEROLO	1	6 4.72 ±0.34
5	1449	Pinerolo	1	5 4.30 ±0.34
5	1507	Pinerolo	1	5 4.30 ±0.34
7	1753 03 09 13:15	Valle del Chisone	17	6-7 5.19 ±0.41
7-8	1808 04 02 16:43	Valle del Pellice	107	8 5.69 ±0.15
F	1808 04 02 20:15	Valle del Pellice	15	
6-7	1808 04 16 01:15	Valle del Pellice	21	
3	1818 02 23 18:10	Liguria occidentale-Francia	46	7 5.45 ±0.22
3-4	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	114	8 5.76 ±0.15
4-5	1854 12 29 01:45	Liguria occidentale-Francia	86	6.73 ±0.16
5	1858 10 25 01:42	Valle del Chisone	3	6 4.72 ±0.34
4-5	1878 01 22 07:44	Saluzzo	4	4-5 4.09 ±0.34
4	1878 06 07 22:25	Cuneese	34	6 4.89 ±0.22
4-5	1883 03 07 21:15	Pinerolo	21	4-5 4.37 ±0.33
4-5	1884 11 27 22:15	Alpi Cozie	63	6-7 5.33 ±0.20
F	1886 09 05	VAL DI SUSÀ	102	7 5.25 ±0.17
6	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
4	1901 05 25 03:59	Torinese	35	5-6 4.81 ±0.34
4	1905 04 29 01:46	Alta Savoia	267	7-8 5.63 ±0.09
6	1914 10 26 03:43	TAVERNETTE	67	7 5.41 ±0.16
F	1920 09 07 05:55	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
4-5	1927 12 11 15:49	VAL DI SUSÀ	13	5 4.97 ±0.31
4	1929 04 20 01:09	Bolognese	109	7 5.34 ±0.13
5-6	1947 02 17 00:12	Alpi occidentali	283	5.03 ±0.37
5	1955 05 12 14:16	Alpi Cozie	39	6-7 4.80 ±0.20
2	1960 03 23 23:08	Vallese	178	5.00 ±0.20
4	1963 07 19 05:45	Mar Ligure	463	6.02 ±0.14
NF	1966 04 07 19:38	CUNEESE	48	6 4.65 ±0.27
4-5	1972 01 18 23:26	RIVIERA DI PONENTE	41	6-7 4.78 ±0.24
NF	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
4	1990 02 11 07:00	CANAVESE	201	6 4.71 ±0.09
NF	2005 06 12 21:16	Val di Susa	103	5 4.09 ±0.14

**Illustrazione 4**

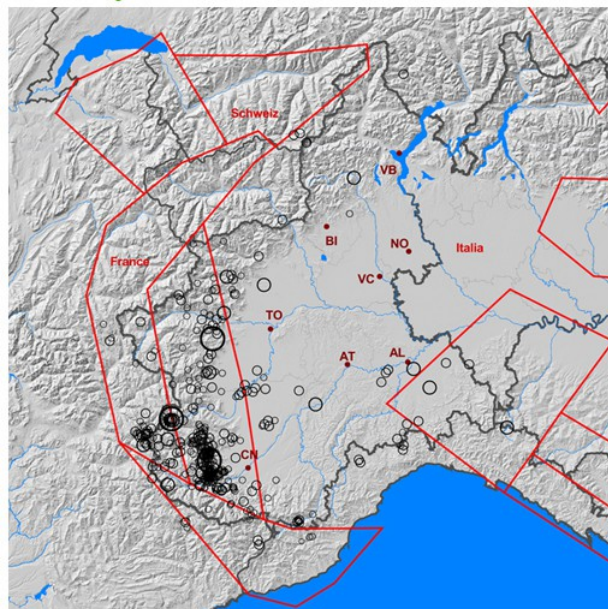
## Zona sismogenetica pertinente

Di seguito si illustrano le zone sismogenetiche come da classificazione nazionale adottata dalla vigente normativa, tali zone sono tuttavia soggette a periodica revisione in virtù dell'avanzamento degli studi in merito.



*Illustrazione 5: Particolare della rappresentazione delle Zone Sismiche Meletti C. e Valensise G. (a cura di), 2004. Zonazione sismo genetica ZS9 - App.2 al Rapporto Conclusivo, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/App2.pdf>.*

**Figura 17.12 - Localizzazione dei sismi in funzione della loro magnitudo e zone sismogenetiche - anno 2007**



Fonte: Arpa Piemonte

**Illustrazione 6:**

La zona sismica di pertinenza per il territorio di Castagnole P.te è la 908 corrispondente alle sorgenti sismogenetiche (le zone che scatenano i terremoti) della parte interna delle Alpi Occidentali. Per definire queste zone sono stati utilizzate molte fonti quali le informazioni sulle

Accanto alcune illustrazioni raffiguranti l'attuale delimitazione delle aree sismogenetiche delle Alpi Occidentali, il territorio di Castagnole P. ricade ad Ovest della zona sismica 908.



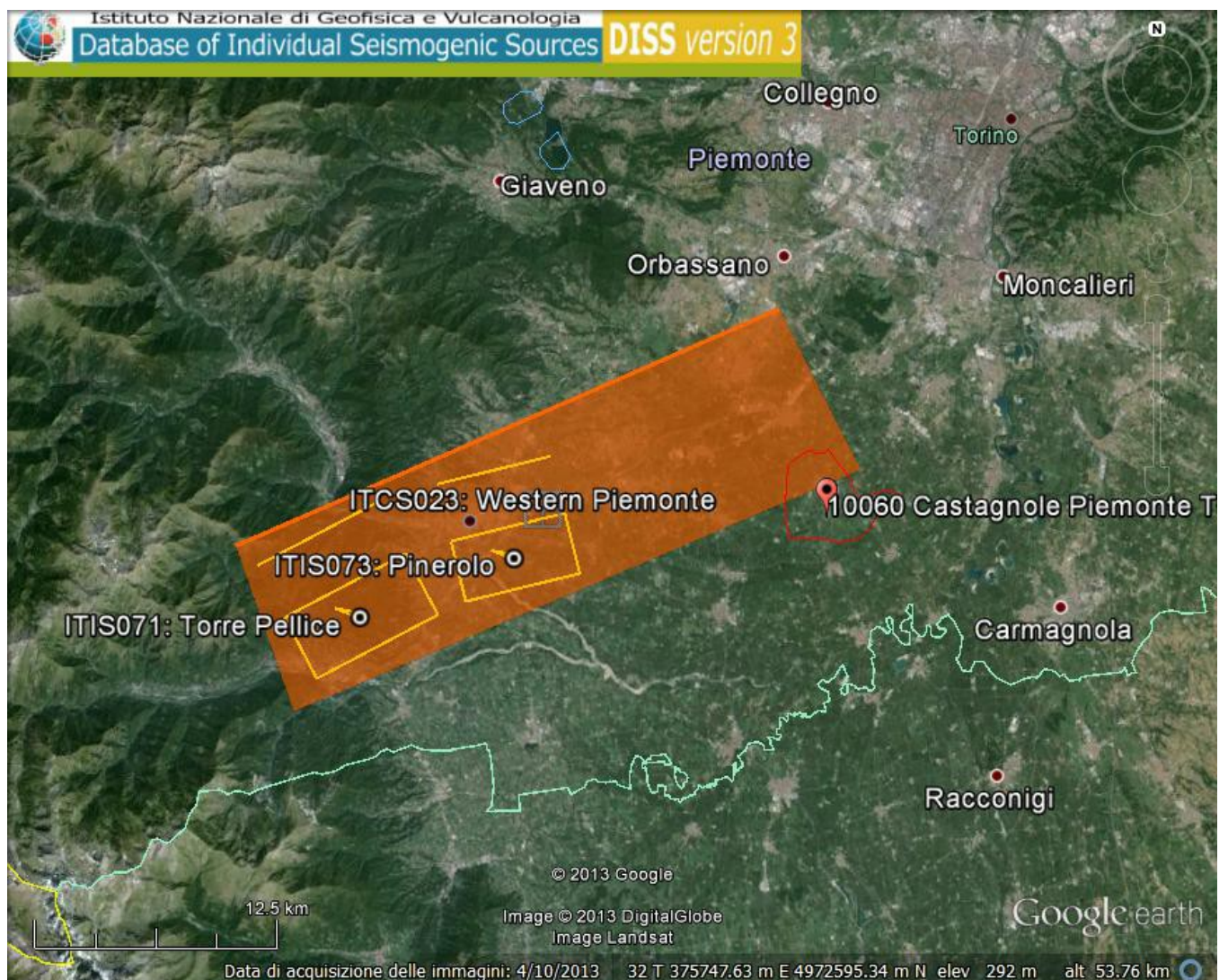
sorgenti sismogenetiche italiane del DISS (Database of the Individual Sismogenetic Sources)

Il confine comunale di Castagnole Piemonte dista circa 5,6 km dal limite della zona sismogenetica 908

### **Definizione della sorgente sismogenetica pertinente**

L'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia mette in rete, nell'ambito del Progetto DISS3, le informazioni (<http://diss.rm.ingv.it>) riguardanti la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico-tettoniche delle Sorgenti Sismogenetiche presenti sul territorio nazionale.

Il territorio di Castagnole piemonte risulta compreso nella sorgente sismogenetica composta classificata come ITCS023 *Western Piemonte*. Qui di seguito si espongono i dati li contenuti.



*Illustrazione 7 Localizzazione del territorio comunale rispetto alla sorgente sismogenetica locale.*

Questa sorgente composta appartiene, al contrario di cosa si potrebbe pensare, all'*Arco Monferrato*, il più esterno dei fronti di "thrust" (struttura originata dalla spinta tettonica) dell'Appennino settentrionale. Esso comprende i "blind thrust" che formano la parte occidentale

del Arco del Monferrato. Ovvero rotture di faglia, sepolte sotto la pianura, facenti parte di anticlinali di rocce terziarie.

I fronti di thrust appenninici che si affacciano sulla Pianura Padana sono tradizionalmente divisi in tre archi, che da ovest a est sono: il Monferrato, l'Emilia, e gli archi Ferrara - Romagna. Nei settori centrale e orientale (ossia gli archi di Emilia e Ferrara - Romagna) sono sepolti sotto i sedimenti Pianura Padana e sono stati mappati utilizzando i dati di esplorazione del sottosuolo geofisici.

**Queste strutture deformano la base della sequenza Plio- Quaternaria a Sud del fiume Po**, e sono formate da pieghe e thrust Nord vergenti al contrario, l'arco del Monferrato (Nord-vergente), che è il più occidentale dei tre archi dell'Appennino Settentrionale, è un'anticlinale affiorante (Elter e Pertusati, 1973).

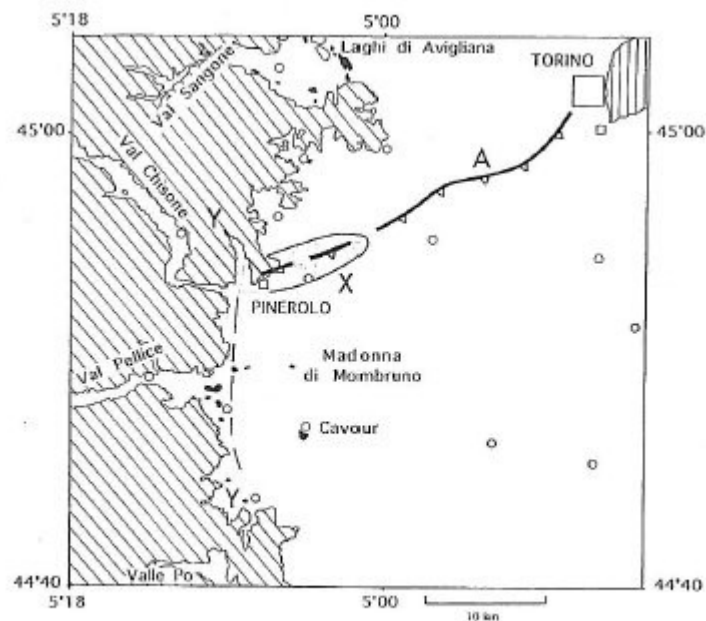


Fig. 3b - Strutture tettoniche desunte da dati geologici di superficie; A: *thrust* della Collina di Torino; X: «Rilievo di Riva»; Y: «Soglia delle valli Chisone e Pellice».

**Illustrazione 8** Schizzo tettonico illustrante la continuazione del Thrust della Collina di Torino, sepolto nella piana tra Torino e Pinerolo (Collo [1995]). Questa struttura lega il Monferrato con le colline pinerolesi, testimoniandone il sollevamento col "Rilievo di Riva" X in carta, depositi Medio Pleistocenici affioranti.

Lo "strike" o direzione di questa sorgente sismogenetica è stata presa dall'orientamento generale delle strutture tettoniche mappate ( $N60^{\circ} - 80^{\circ}$ ). L'immersione o "dip" è stata dedotta da considerazioni geologiche regionali riguardanti il piano di thrust ( $40^{\circ} - 50^{\circ}$ ). Il "rake" o "pitch" è stato assunto per rappresentare spinta cinematica con la componente di destra-laterale del movimento tettonico sulla base di considerazioni geodinamiche generali ( $130^{\circ} - 155^{\circ}$ ). Le profondità minima e massima sono state desunte da considerazioni geometriche riguardanti la profondità alla quale la spinta attiva è radicata (1.0 e 7.0 km, rispettivamente). La velocità di scorrimento è stata dedotta dai dati geodinamici regionali (0,1 - 1,0 millimetri / anno). L'ampiezza massima è stata presa da quello del più grande terremoto storico avvenuto nella regione (Mw 5.7). Terremoti i cui ipocentri siano localizzati a profondità così modeste possono essere ben risentiti in superficie.

**PARAMETRIC INFORMATION****Min depth [Km]**

1.0 OD Based on inference from intensity data of the 1808 earthquakes.

**Max depth [km]**

7.0 OD Based on the maximum depth of the individual seismogenic sources.

**Strike [deg] min...max**

60...80 OD Based on regional geological data.

**Dip [deg] min...max**

40...50 EJ Inferred from regional geological data.

**Rake [deg] min...max**

130...155 EJ Inferred from geological data, constrained by orientation of T axes.

**Slip Rate [mm/y] min...max**

0.1...1.0 EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.

**Max Magnitude**

5.7 OD Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Da: **“Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie Risultati del progetto 5.1.2 “Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili” F. Galadini, C. Meletti, E. Vittori, (2000)**

*“Il progetto 5.1.2 GNDT “Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili” è legato alle ricerche in campo sismotettonico condotte dal gruppo nell’arco temporale di più di un decennio.” “...Per le aree italiane analizzate dal progetto, l’intervallo cronologico scelto affinché si possa ritenere un elemento strutturale di sicuro interesse in ambito sismotettonico è il Pleistocene superiore-Olocene (a partire dall’ultimo massimo glaciale, ca. 18.000-23.000 anni BP). La scelta di questo intervallo cronologico “stretto” rende pressoché sicura la pertinenza dell’elemento strutturale rappresentato con il regime deformativo in atto. Inoltre essa è direttamente legata alle caratteristiche geologico-geomorfologiche dei settori interessati dalle faglie rappresentate.”*

E’ prassi (Aki<sup>2</sup>, 2002) ritenere attiva una faglia che si sia mossa in periodo storico o geologico recente (eg 500.000 anni); tenendo conto che esistono pure faglie attive che non generano terremoti, le cosiddette faglie asismiche.

Sempre in Galadini et al. (2000) si presentano **“Considerazioni sullo stato delle conoscenze relativo alle faglie attive dell’Italia settentrionale”**

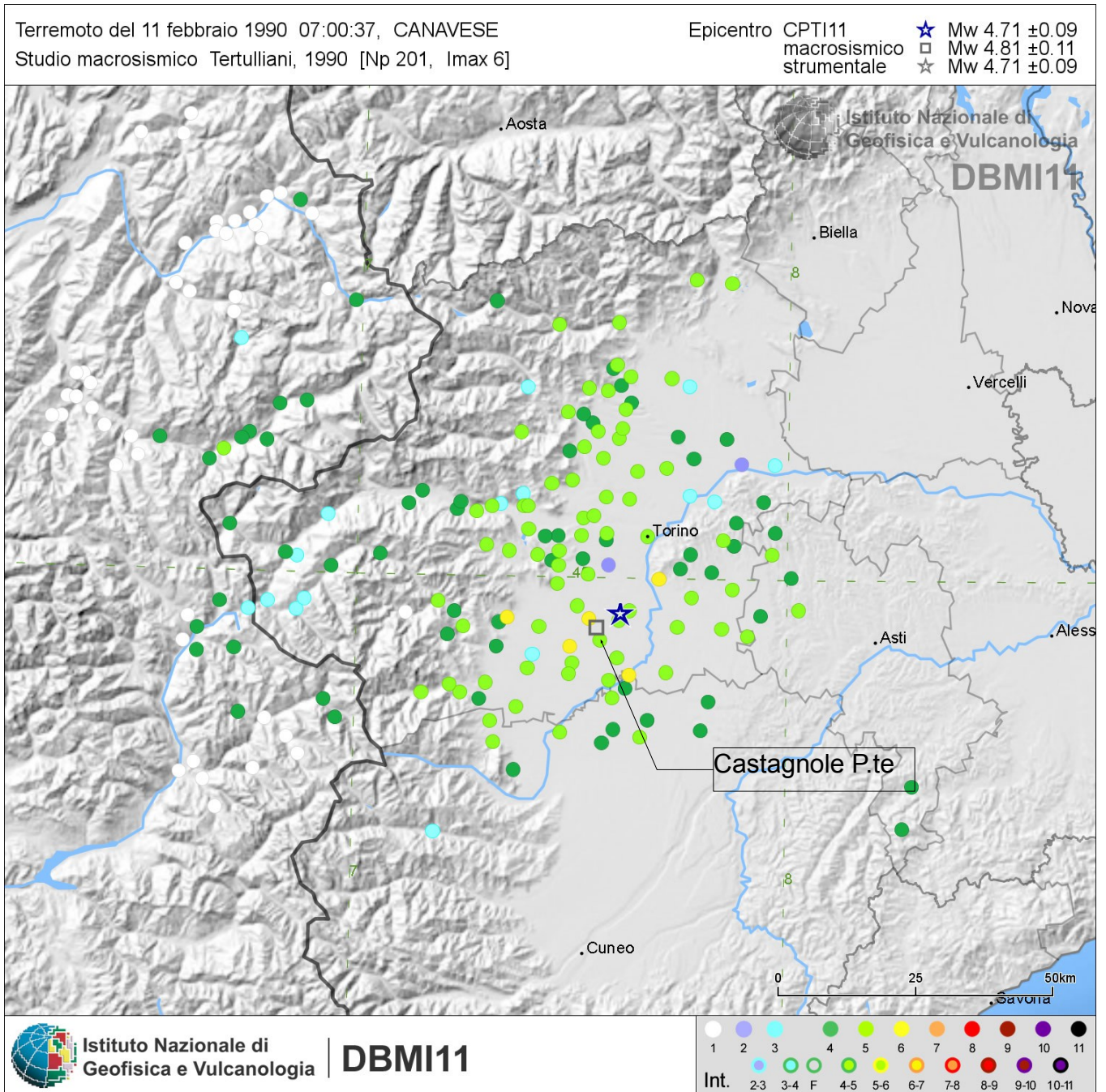
*Le lacune conoscitive sono per l’Italia settentrionale decisamente maggiori che per il resto del territorio nazionale. Ciò è dovuto principalmente alla storia della ricerca sulla tettonica attiva dei settori padano e alpino e in secondo luogo a difficoltà oggettive (legate alle caratteristiche geologiche) di identificazione delle strutture potenzialmente responsabili di forti terremoti. Per quanto riguarda il primo punto, occorre sottolineare che un notevole sforzo di approfondimento degli aspetti inerenti la tettonica recente e attiva va riferito alla lunga fase di acquisizione ed elaborazione dei dati innescata dal Progetto Finalizzato Geodinamica. I risultati di questa fase sono rintracciabili nella Carta Neotettonica d’Italia (CNR-PFG, 1983), in sintesi a scala regionale (Zanferrari et al., 1982; Slejko et al., 1989; Castaldini e Panizza, 1991) e in lavori assai innovativi su settori di estensione più limitata o singole faglie (ad esempio Forcella e Sauro, 1988; Cavallin et al., 1988; Carton e Castaldini, 1987).*

*Tuttavia, a seguito di questa fase della ricerca (che avrebbe potuto costituire la base per successive analisi quantitative), negli ultimi venti anni gli studi sulle faglie attive sono stati praticamente abbandonati (a parte alcuni lavori sulle Alpi occidentali, es. Collo, 1994) e solo recentemente si è assistito ad una blanda ripresa delle ricerche sull’arco alpino con lavori puntuali (ad esempio, Ferrarese et al., 1998; Malaroda, 1998; Galadini e Galli, 1999b; Sauro e Zampieri, 1999; Gian Luigi Perrone, 2006) .*

---

2 Keiiti Aki ed. (2002) *Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Appendix 1,*





*Illustrazione Intensità risentite a seguito del sisma 1990 con epicentri molto vicini al territorio comunale (vedi carte di MS allegate) e profondità focale di 24km. In zona troviamo anche l'epicentro del sisma del 25 maggio 1901*

L'attività sismica recente quindi ha avvalorato le scelte dovute alla nuova zonazione sismica, provvisoria, che accompagna la Ordinanza PCM 3274 anno 2003 e s.m.i.

Nel corso dell'Aprile 2004 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha pubblicato la nuova mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione sismica A Max, per suoli di categoria A ,ovvero rocce sane. L'uso della accelerazione sismica per la progettazione sismica è particolarmente utilizzato nella pratica sismica di edifici antisismici in quanto permette di valutare quali saranno gli incrementi delle

forze durante un sisma di riferimento (pur nulla dicendo sulla sua durata).

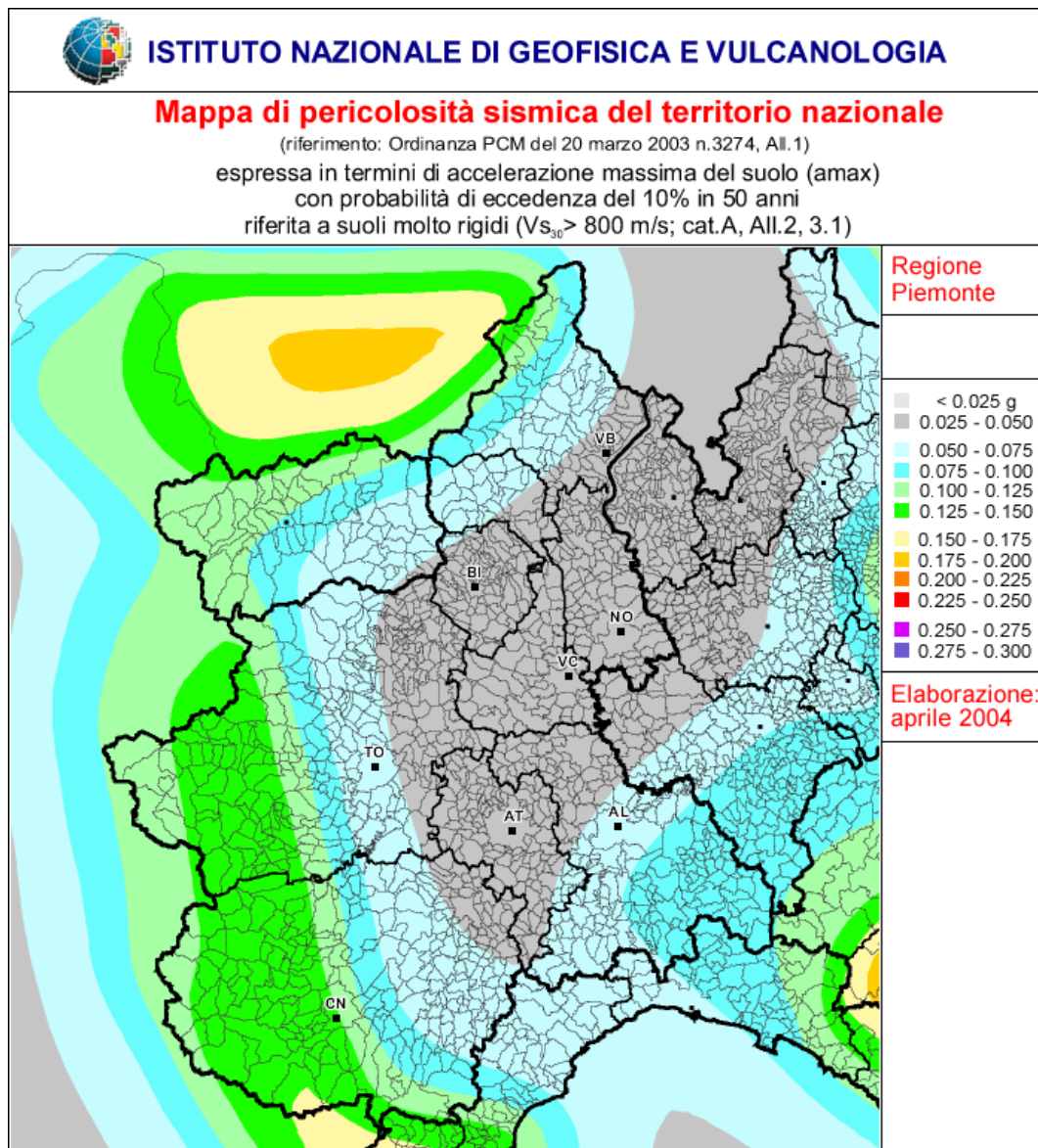


Illustrazione 9

La mappa qui sopra riprodotta, mostra i valori del picco di accelerazione atteso al suolo su sito rigido di riferimento (per definizione  $V_s > 800\text{ m/sec}$ ); gli intervalli (di  $0.025\text{ g}$ , pari a circa  $24.5\text{ cm/s}^2$ ) sono quelli previsti dall'ordinanza 3274 della P.C.M. ai fini della classificazione sismica del territorio Italiano.

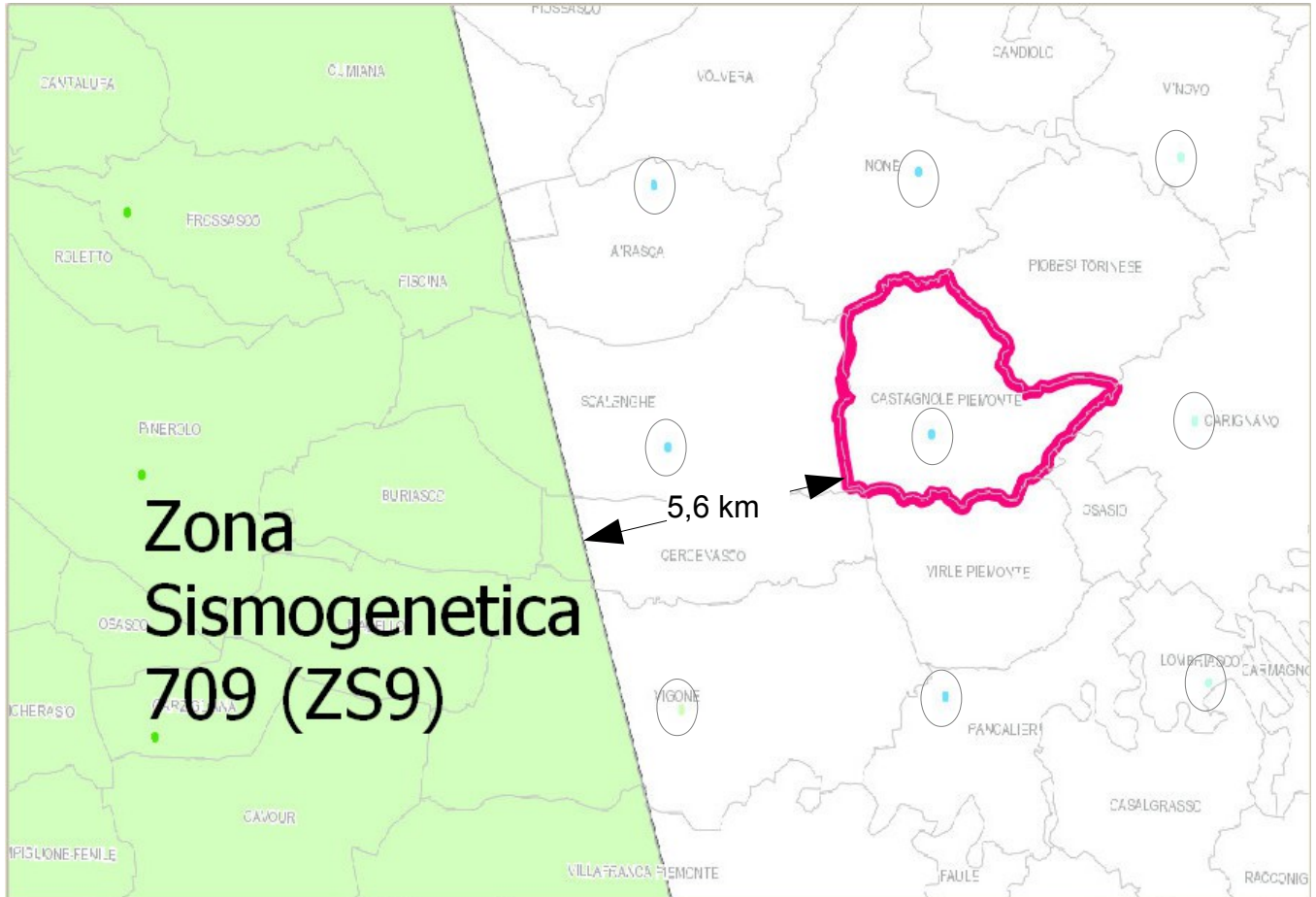
**Pertanto il territorio del comune di Castagnole Piemonte è stato assegnato<sup>3</sup> (2010) alla Zona Sismica 3,**

<sup>3</sup> D.G.R. 19 Gennaio 2010, n. 11-13058 - Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)



## Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in un certo sito su base probabilistica. La valutazione della pericolosità è propedeutica a qualsiasi azione di valutazione e mitigazione del rischio sismico.



*Illustrazione 10: Inquadramento territoriale rispetto ad alcuni elementi di natura sismica esistenti, quali le zone sismogenetiche e la maglia dei punti della griglia con passo  $0,05^\circ$  di cui sono noti i valori (tabella allegato B alle NTC 2008) di accelerazione su suolo rigido; quelli pertinenti il territorio comunale sono contornati da un'ellisse.*

La conoscenza della pericolosità sismica di base<sup>4</sup> è propedeutica secondo la legge dello stato, Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008) <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>, alla determinazione della pericolosità sismica locale.

- 4 Pericolosità sismica di base – Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento) di norma lo scuotimento non avviene né su suolo rigido né in condizioni morfologiche regolari, quindi occorre trasformare tali parametri adattandoli al sito. La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

Per il territorio di Castagnole Piemonte si è fatto ricorso alla disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999); essa è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La scelta di questa modalità è suggerita in: *Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.*

La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M.

Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Analogamente alla disaggregazione in M-R è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in M-R- $\epsilon$  dove  $\epsilon$  rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R.

La magnitudo massima attesa sul sito è legata alla presenza vicina **zona sismica ZS908**, .

La disaggregazione viene eseguita tramite l'interfaccia webgis <http://essel-gis.mi.ingv.it/>.

I risultati per il capoluogo sono i seguenti **Valori medi**.

Magnitudo MI	Distanza (km)	$\epsilon$
4,8	22,6	1,28

Da cui parrebbe che per il territorio di Castagnole Piemonte non sia necessaria ai sensi del punto 7.11.3.4.2 (del DM 14 gennaio 2008) la verifica a liquefazione, **tuttavia i recenti sismi dell'Emilia Lombardia e Veneto 2012 hanno messo in evidenza che l'adozione dei valori medi, in questo caso, non appare cautelativo, anzi sottostima l'evento atteso.** Per cui pare opportuno utilizzare il 95° percentile con cui si ottiene di conseguenza una magnitudo di riferimento più grande.

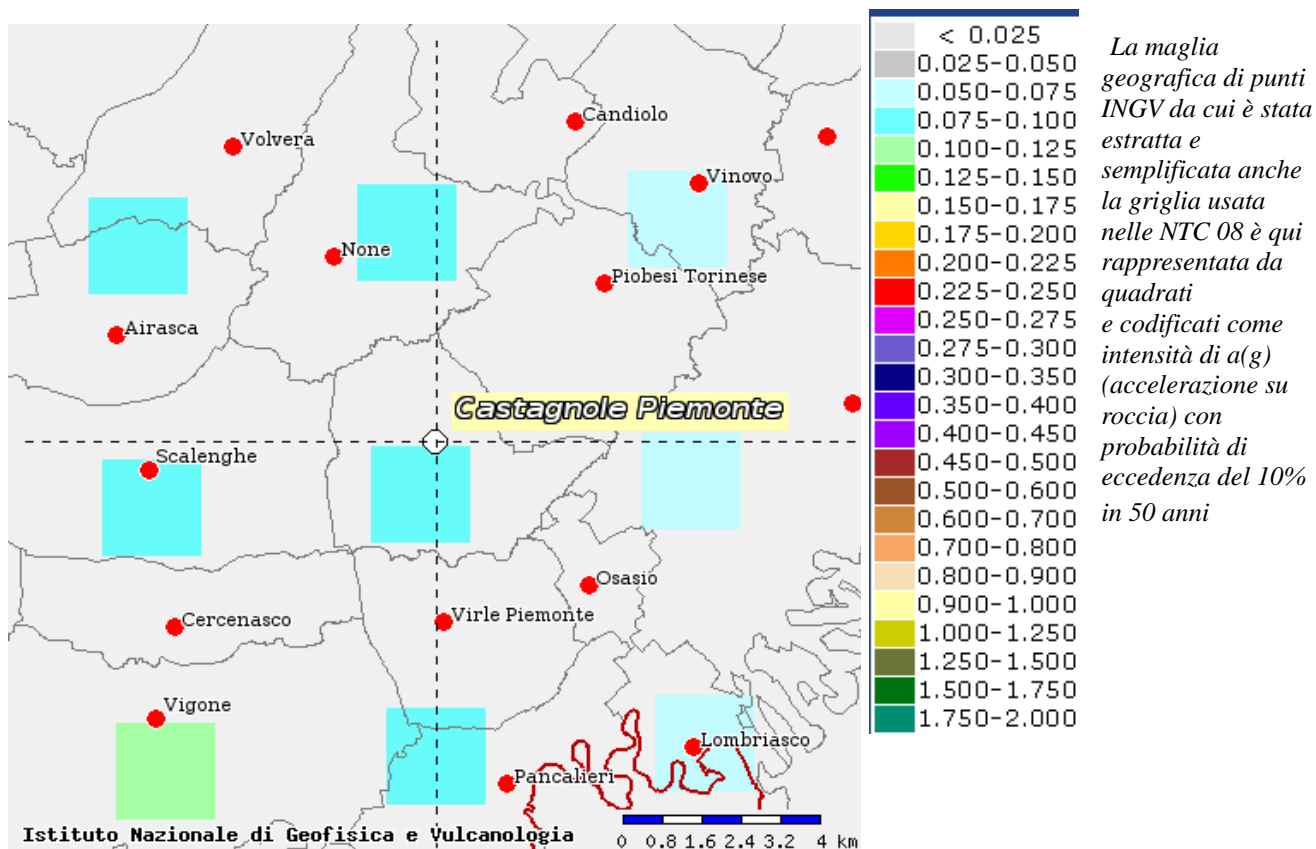
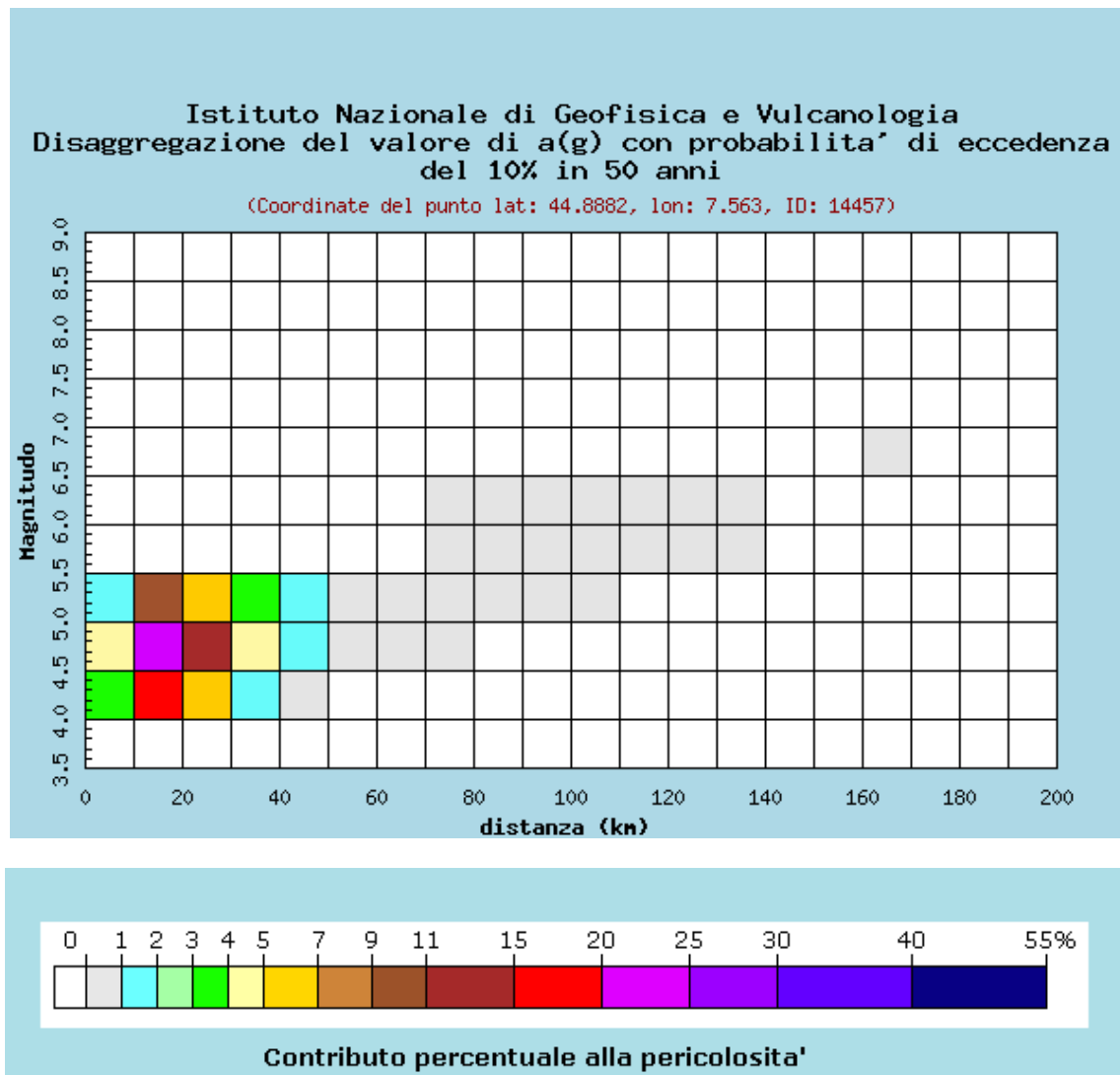


Illustrazione 11



**Utilizzando il criterio del 95°** percentile e non il valore medio, ad esempio per probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni, corrispondenti a costruzioni ordinarie di classe d'uso 2, la **magnitudo** attesa supera il valore M5 raggiungendo il valore  **$M_l$  5,4**

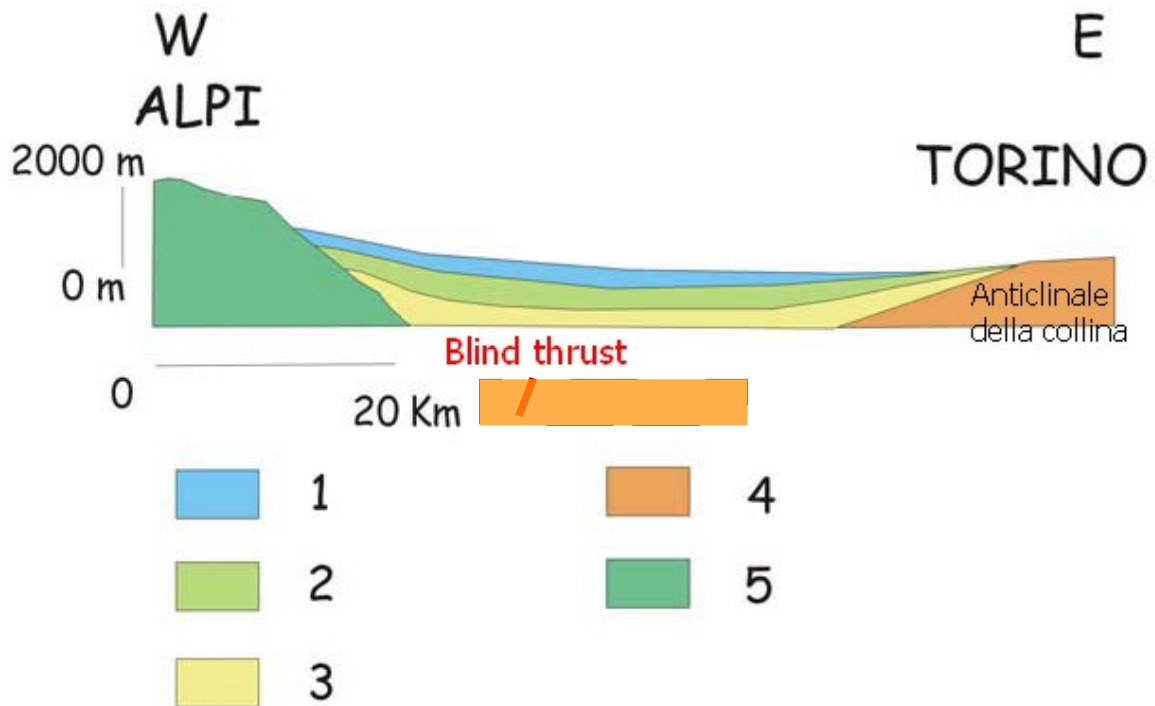
Per questa ragione è raccomandabile e obbligatorio valutare in modo analitico la liquefacibilità dei terreni al fine di escluderla per il progetto pertinente, dando per assunto che la falda è presente, i terreni sono nel loro complesso rientranti nei liquefacibili, e la magnitudo attesa anche.

Con prove in sito ed eventualmente di laboratorio è possibile escludere tale possibilità locale

## Dati geotecnici e geofisici

### Modello del sottosuolo

In base alle conoscenze stratigrafiche generali, poiché dati diretti sui depositi profondi sono del tutto assenti, debbono essere ricavati da studi generali, da studi geofisici da modelli tettonici. Le conoscenze locali dirette possono essere riassunte nello schema sottostante.



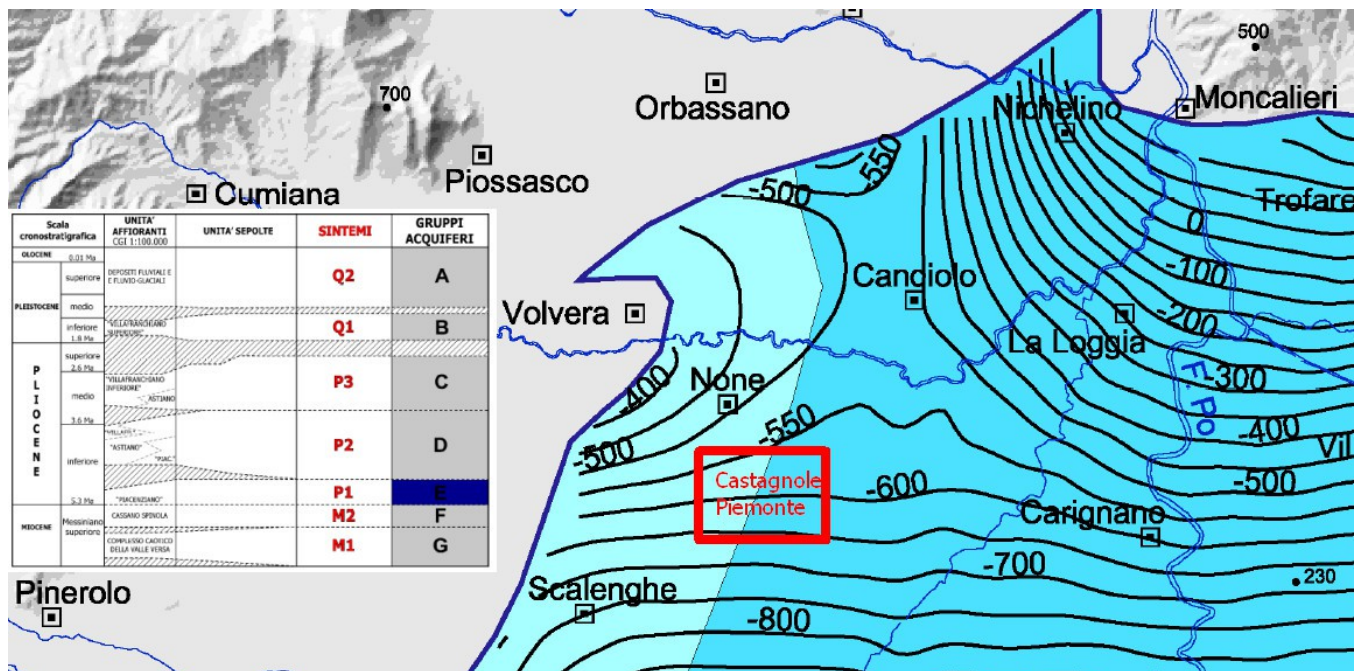
*Illustrazione 12 Schema geologico del tratto di pianura compresa tra la collina di Torino in cui emergono in forza della anticlinale presente terreni terziari (4) mentre nella pianura abbiamo terreni quaternari olocenici (1) pleistocenici (2) pliocenici (3). Tuttavia le informazioni dei capitoli precedenti ci dicono che al di sotto troviamo terreni terziari su cui si intestano le superfici di thrust.*

Dato che queste strutture di rottura deformano la base della sequenza plio-quaternaria, è di interesse conoscere a quale profondità si trovano. Il pozzo più profondo sul territorio di Castagnole, è il pozzo dell'acquedotto, esso raggiunge gli 88m di profondità terminando in "argille bluastre" che si può supporre rappresentino il pliocene. A ovest a circa 10 km presso la pianura di Pinerolo il pozzo con codice 108467 della Banca dati geotecnica Arpa, termina a 154m di profondità in sabbie e ghiaie; è evidente che in base alla conoscenza delle formazioni terziarie piemontesi, questi depositi non possono rappresentare i terreni terziari.

Il recente studio "geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana occidentale" a cura di A.Irace ed altri, 2009 Università di Torino, CNR e Regione Piemonte, illustra nella tavola 29 la base dei depositi pliocenici (ovvero **il tetto dei depositi messiniani terziari**) che si **suppone nel territorio di Castagnole Piemonte, si trovino a profondità tra i 500 ed i 600m**



dal piano campagna.




"GEOLOGIA E IDROSTRATIGRAFIA PROFONDA DELLA PIANURA PADANA OCCIDENTALE (REGIONE PIEMONTE)"

## GRUPPO ACQUIFERO "E"

(Bacini di Savigliano e Alessandria)

- **Carta della profondità della superficie basale**
  - **Carta della distribuzione delle Unità Idrogeologiche della parte superiore del Gruppo Acquifero "E"**

### LEGENDA:

 Isolinee della base del Gruppo Acquifero "E" (m s.l.m., equidistanza 50 m)

## Geofisica, metodologie di elaborazione e risultati

Poichè del tutto assenti misure geofisiche di alcun genere, nell'ambito del presente lavoro sono state effettuate misure di microtremori secondo la tecnica di Nakamura (1989, o tecnica HVSR) volte alla:

- **valutazione preliminare della presenza di amplificazioni** elastico-lineari del moto del suolo atteso in occasione di eventi sismici (soprattutto provenienti dal cosiddetto "far field");
- **identificazione di materiali sciolti, riporti, sedimenti e stima dei loro spessori** (Ibs-von-Seht e Wollenberg, 1999; Bodin e Horton, 1999).

Questa tecnica o misura è stata scelta perché poco invasiva, e applicabile quasi ovunque rispetto alle indagini geofisiche che prevedono allineamenti di geofoni. Infatti non necessita di lunghi stendimenti, di perforazioni o di sorgenti esterne in quanto fa uso dei rumori ambientali presenti quasi ovunque. Inoltre è particolarmente raccomandata nei Contributi per l'aggiornamento degli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" Supplemento a Ingegneria Sismica n.2 2011, ICMS che costituiscono la base raccomandata su cui impostare lavori di MS.

Si tratta di una valutazione "sperimentale" (perchè effettuata sul campo con esperimento) dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) dei rumori o vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno, misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti. Per questo motivo la prova assume anche la denominazione di prova HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o prova HVNSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio) o prova "di Nakamura"(1989).

Attraverso il rapporto spettrale  $HVRS = \sqrt{H1^2 + H2^2} / Z$ , in cui H1, H2 e Z sono le tre componenti degli spettri di Fourier in funzione della frequenza di vibrazione, è possibile valutare la frequenza fondamentale del sito investigato che sarà tanto più precisa quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica fra gli strati.

L'esito di questa prova è una "curva sperimentale" che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione

Nell'ipotesi di investigare coperture "soffici" al di sopra di un basamento sismico rigido è possibile stabilire una relazione tra lo spessore dello strato "soffice" h, la velocità media delle Vs e la frequenza f di risonanza fondamentale del sito attraverso la formula:

$$f = V_s / 4h$$

Ottenuto il valore di f dalle misure effettuate, avendo a disposizione dati provenienti da indagini pregresse, ad esempio la Vs, è possibile stimare lo spessore dello strato soffice h e viceversa conoscendo lo spessore si può ricavare la velocità media.

Da notare che quando la misura è effettuata su un basamento sismico affiorante (e quindi dove non sono attesi fenomeni di risonanza sismica) la curva non mostra massimi significativi e si assesta intorno ad ampiezza 1.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato il Tromino® della Micromed





La frequenza di campionamento del segnale è stata impostata a 125 Hz.

Una volta identificato il punto di misura se ne è definita la posizione mediante l'utilizzo di un dispositivo GPS.

Per garantire un'attendibilità statistica dei dati per ogni punto l'intervallo di tempo per ogni acquisizione è stato di 16 minuti ripetendo le misure dubbie o eccessivamente sporche.

Per l'elaborazione dei dati e la definizione della frequenza fondamentale del sito è stato utilizzato il software Grilla<sup>®</sup> Micromed. Il rapporto H/V è stato calcolato analizzando il segnale definendo i seguenti parametri:

- ⌚ finestre temporali di 20 secondi su cui mediare il segnale ;
- ⌚ lisciamento degli spettri operatore triangolare.

I risultati delle misurazioni, riportati in Allegato 1, per ogni stazione di misura comprendono:

- ⌚ scheda di campo che riporta le condizioni in cui sono state effettuate le misure;
- ⌚ immagini e cartografie relative all'ubicazione dei punti di misura,;
- ⌚ grafico del rapporto H/V e relativa  $F_0$  calcolata;
- ⌚ grafico andamento del rapporto H/V in funzione della direzione;
- ⌚ grafico della SERIE TEMPORALE H/V
- ⌚ grafico componenti spettrali filtrate e lisceate tramite operatore triangolare;
- ⌚ parametri di qualità SESAME per la curva H/V ottenuta.

Da queste operazioni, si ottiene, **se presente**, la frequenza fondamentale del sito, corrispondente al massimo picco osservabile. Più il picco è alto ("ampio" nel linguaggio sismologico) maggiore sarà l'amplificazione di quella frequenza e di quelle immediatamente superiori.

**ATTENZIONE: Un picco netto sul grafico HVSR<sup>5</sup>, segnala inequivocabilmente la presenza di un contrasto di impedenza sismica  $>4-5^6$ . Il picco ottenuto rappresenta il lower bound (il limite**

5  $>2$  salvo inversioni di velocità sovrastanti

6 Sesame 2004

minore) della **amplificazione sismica IN CAMPO LIBERO, attesa al sito<sup>7</sup>** rispetto ad un sisma originatosi lontano, almeno a 20km di distanza (far field<sup>8</sup>), **ovvero, la tecnica HVSR e in grado di riconoscere la presenza di frequenze fondamentali di vibrazione nei terreni**, sia di origine lito-stratigrafica che morfologica, ma i valori di amplificazione corrispondenti a tali frequenze sottostimano quelli che si verificano in presenza di forti scosse, quindi non ha senso considerare valori assoluti ma è più opportuno esprimere giudizi relativi.

I Parametri di qualità SESAME riportati in ogni scheda di acquisizione interpretazione hanno la seguente legenda unica esplicativa.

$L_w$	Lunghezza della finestra continua di tempo analizzata
$n_w$	numero di finestre nella analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza
$f_0$	H/V picco
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\Gamma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \Gamma(f_0)$
$A_0$	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
$\tau(f_0)$	soglia for the stability condition $\sigma_A(f) < \tau(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\Gamma(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\tau(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\tau(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

7 Sesame 2004

8 Castellaro comunicazione personale

Inoltre si è ritenuto utile proporre in ogni scheda anche la:

## **Classificazione delle misure H/V (HVSR)<sup>9</sup>**

Vengono proposte tre classi di qualità:

**Classe A:** H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola .

1. la forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (stazionarietà).
2. le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo (isotropia)
3. non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse (assenza di disturbi)
4. i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (plausibilità fisica)
5. i criteri di SESAME per una curva H/V attendibile (primi 3 criteri) sono verificati (robustezza statistica)
6. la misura è durata almeno 15/20 minuti (durata)

**ECCEZIONE:** misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico molto profondo (tipicamente > 1 km) possono non mostrare alcun picco statisticamente significativo della curva H/V nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, causa dell'assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, in cui la curva H/V apparirà piatta e con ampiezza circa pari a 1, il criterio 5 risulterà non verificato anche e la misura è di fatto attendibile. In questo solo caso la misura può ricadere nella classe A ma si consiglia di ripetere la misura per confermare l'effettiva assenza di massimi significativi.

**Classe B:** curva H/V sospetta (da "interpretare"): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze

1. almeno una delle condizioni della classe A non è soddisfatta, a condizione che non si rientri nell'ECCEZIONE citata per la Classe A

**Classe C:** curva H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata

1. misura di tipo B nella quale la curva H/V mostra una ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura
2. misura di tipo B nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di potenziale interesse.

I criteri delineati sopra non riguardano l'interpretazione in chiave geologico-stratigrafica della curva, per la quale sono richiesti ulteriori criteri (per esempio i criteri SESAME per la "chiarezza" del picco).

Per le sole Classi A e B si possono pertanto definire due sottoclassi delle classi precedenti, ossia:

**Tipo 1.** Presenta almeno un picco "chiaro" secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza

**Tipo 2.** Non presenta picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse: assenza di risonanza

---

<sup>9</sup> Secondo Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola D. Albarello, S. Castellaro, in Contributi per l'aggiornamento degli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" Supplemento a Ingegneria Sismica n.2 2011

## Elaborati cartografici :

### *Carta delle indagini*

Le indagini reperite consistono in indagini geognostiche (sondaggi) classificate in base alla profondità dal piano campagna raggiunta; sono contraddistinte anche le indagini che raggiungono il substrato rigido.

Nell'area di studio sono state effettuate, nell'ambito di questo progetto, indagini HVSR da rumore a stazione singola. Le indagini HVSR, finalizzate alla determinazione della frequenza di risonanza del sito, sono state eseguite in **16+2** siti caratteristici, in alcuni siti sono state eseguite più misure per ottenere una registrazione pulita e verosimile.

I risultati finali in termini di  $F_0$  sono riportati nella seguente tabella e sono stati cartografati nella carta Geologico Tecnica, non è stata effettuata una carta degli  $F_0$ , dato il non elevato numero di indagini effettuate su zone omogenee e la conseguente mancanza di una maglia di misure.

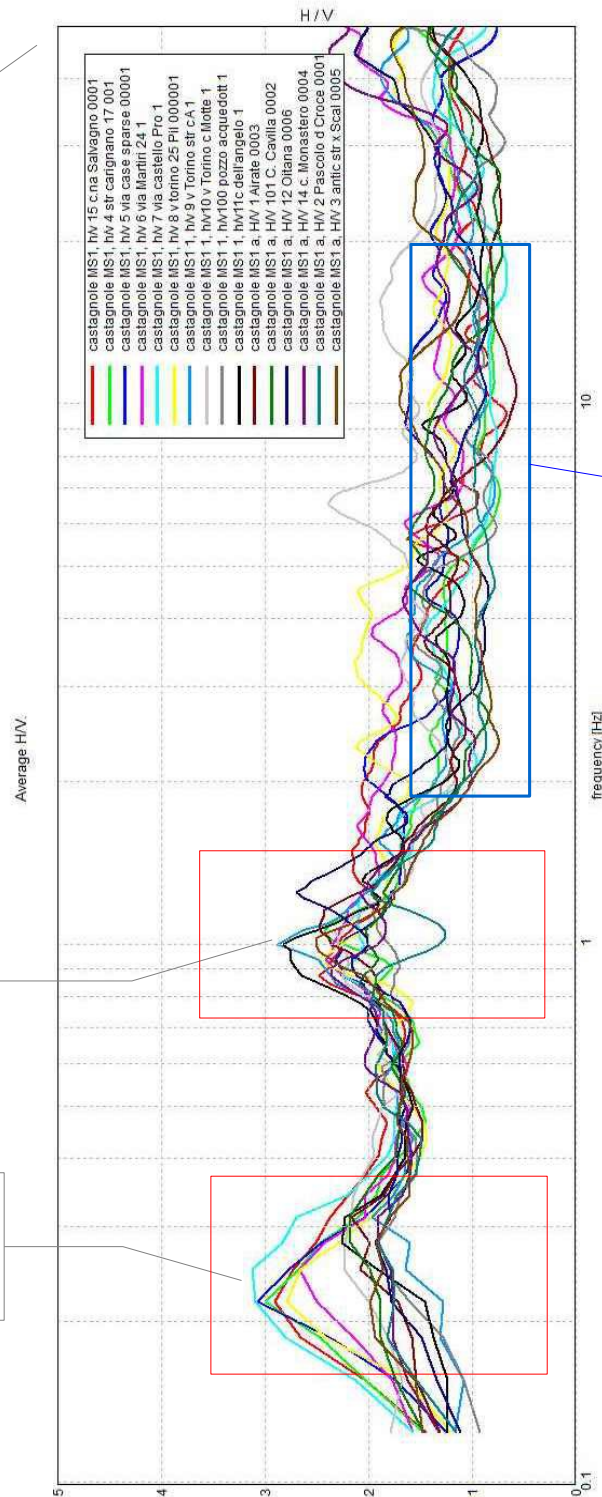
H/V	F0 (Frequenza fondamentale)		F1 (Frequenza secondaria)		F2 (Frequenza secondaria)	
	Suo rapporto H/V	Suo rapporto H/V	Suo rapporto H/V	Suo rapporto H/V	Suo rapporto H/V	Suo rapporto H/V
1	0,3	2	1	>2	-	
2	0,29	<2	1,25	<2	-	
3	0,2	2	1	>2	-	
4	0,22	>2	1,1	>2	-	
5	0,22	>2	0,9	2	2,2	2
6	0,25	>2	0,9	2	3,7	2
7	0,25	>2	1,2	2	-	
8	0,22	>2	1	2	4,5	2
9	0,3	2	1	>2	-	
10	0,25	2	1	2	-	
11	0,3	2	1	>2	-	
12	0,28	2	1,25	>2	-	
13	0,22	>2	0,9	>2	2,3	2
14	0,3	-	0,9	>2	-	
100	0,28	2	1,18	2	-	
101	0,3	2	1	2	-	
102	0,94	>3	0,94	2	-	
103	0,19	<2	1	2	-	

Come riportato nelle schede in alcuni casi non si è rilevata la presenza di un picco ben definito (nd) che può essere interpretato come un'assenza di livelli caratterizzati da forte contrasto di impedenza sismica, in altri casi alcuni picchi non sono stati utilizzati in quanto dovuti a disturbi di origine antropica ed è raccomandabile ripetere nel tempo le misure.

Superficie

Contrasto sismico  
posto  
probabilmente a  
profondità  
maggiori dei 30m,  
cfr HV100 negli  
allegati.

Substrato sismico  
molto profondo,  
probabilmente  
messiniano.



Assenza di  
terreni che  
amplificano  
il sisma

*Illustrazione 13: La sovrapposizione di tutte le indagini HVSR svolte evidenzia la sostanziale uniformità del sottosuolo profondo del territorio comunale.*

## ***Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica***

Nella Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica sono riportate tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) derivate da carte ed elaborati esistenti delle quali non è richiesta l'archiviazione. Questi dati sono necessari alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1). La carta riporta tutte le informazioni a disposizione, riferibili a rilievi di campagna, indagini pregresse e indagini di nuova esecuzione.

Le unità litologiche presenti nel territorio in esame sono per quanto riguarda i terreni di copertura sono omogenee, il Deposito alluvionale sabbioso, sabbioso ghiaioso ma ha la prevalenza il sabbioso limoso stratigraficamente almeno nei primi 15 m dalla superficie, perciò **è stato assegnata a tutto il territorio la classe 5) sabbia/limosa-limo/sabbioso** come da allegato A della D.G.R. n. 17 – 2172 della Regione Piemonte

**La carta riporta anche l'area caratterizzata dalla falda freatica con una profondità minore di 15m che è in diretto contatto i corsi d'acqua.**

Gli elementi geomorfologici quali gli orli di terrazzo di altezza superiore ai 10m, di interesse per la MS sono del tutto assenti.

Sono state individuate due sezioni rappresentative, finalizzate alla costruzione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), sulla base dei dati presenti nell'area, dati provenienti dalle carte tecniche di PRG.



## ***Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)***

Sulla base delle informazioni e delle carte precedentemente descritte è stata redatta la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Nella carta, conseguentemente all'allegato A della D.G.R. n. 17 – 2172 della Regione Piemonte sono riportate le zone definite come suscettibili di instabilità in questo caso per potenziale liquefazione (Microzona territoriale C). La scelta, a parere dello scrivente, in questa prima fase di studio, è obbligata, in quanto dalla sovrapposizione della presenza di una falda acquifera entro i primi 15m dalla superficie e dalla concomitante presenza di terreni sabbioso limosi, non si può escludere a priori la liquefacibilità dei terreni, ciò non vuol dire che per eventi sismici attesi i terreni di Castagnole Piemonte saranno soggetti a liquefazione, ma semplicemente che si deve studiare la possibilità che tale liquefazione avvenga e la si deve escludere con i metodi indicati dalla normativa NTC o ICMS, I criteri delle NTC sono utili per i progetti esecutivi ed i SUE, mentre i criteri ICMS saranno utili per la Microzonazione di Secondo livello a venire.

La potenziale liquefacibilità dei terreni di Castagnole Piemonte quindi dovrà essere studiato nell'ambito degli studi di MS2, ponendo nel frattempo la giusta attenzione sui risultati di indagini a corredo dei progetti pubblici e privati che saranno presentati sottolineando che la classe d'uso che sceglierà il progettista influenzerà la magnitudo attesa sul suolo libero.

## **Commenti finali e criticità**

Tenendo conto della assenza di indagini geofisiche precedenti e di tipologie differenti rispetto a quanto qui proposto preliminarmente, il quadro esposto appare cautelativo le nuove misure geofisiche effettuate per questo studio debbono essere valorizzate nei progetti privati e pubblici che saranno presentati. Sebbene non si abbiano dati storici su danni a fabbricati a seguito dei sismi storici, specie quello Pinerolese del 1808, la radicale variazione urbanistica intervenuta nel frattempo suggerisce di portare avanti studi che definiscano la reale pericolosità sul territorio castagnolese dei sismi attesi, ora che si è definito lo scenario di base.

## **Bibliografia**

Database Macrosismico Italiano; versione DBMI11; a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi. (2011) DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11; <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) (Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica)

[http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Standard\\_MSv2\\_0\\_pdf3.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Standard_MSv2_0_pdf3.pdf)

Oltre a quanto citato nelle varie pagine del testo.

## **Allegati**



### Punto misura HVSR, sito 01, Località Airale

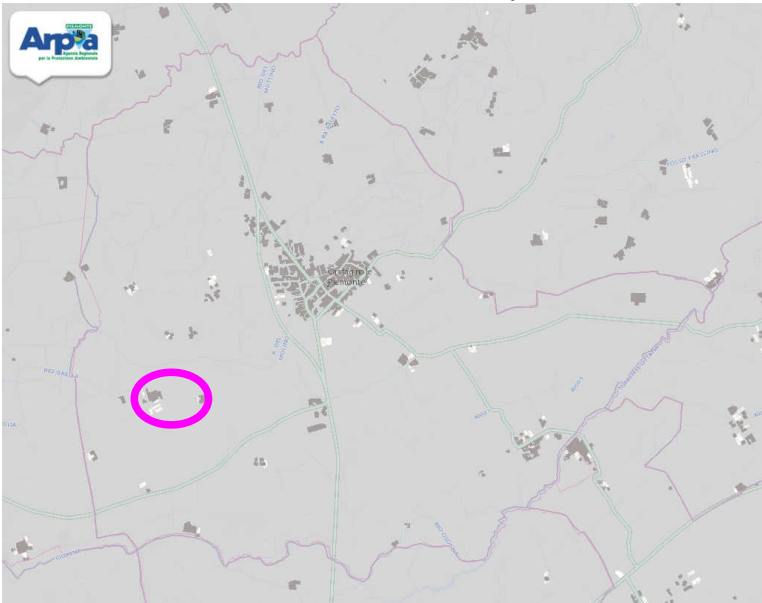


Illustrazione 14: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

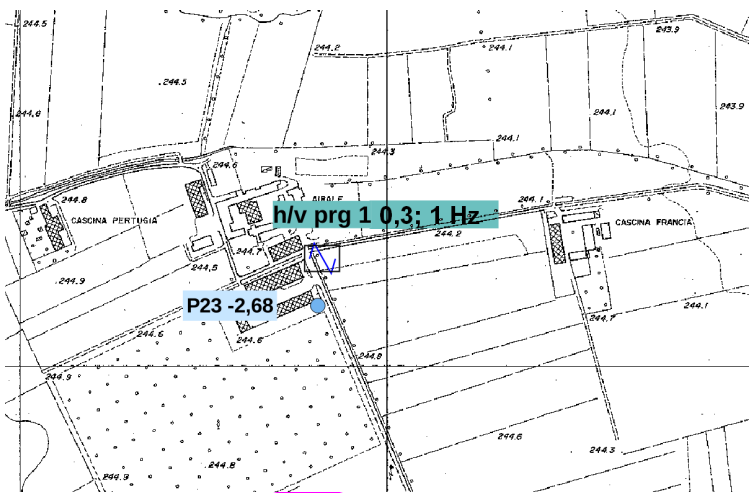


Illustrazione 16: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 15: posizione H/V

Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3

**Hv 01 c.na Airate CASTAGNOLE HV\_GG30\_10, VARI 0003**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 30/10/13 13:24:03

Fine registrazione: 30/10/13 13:40:04

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

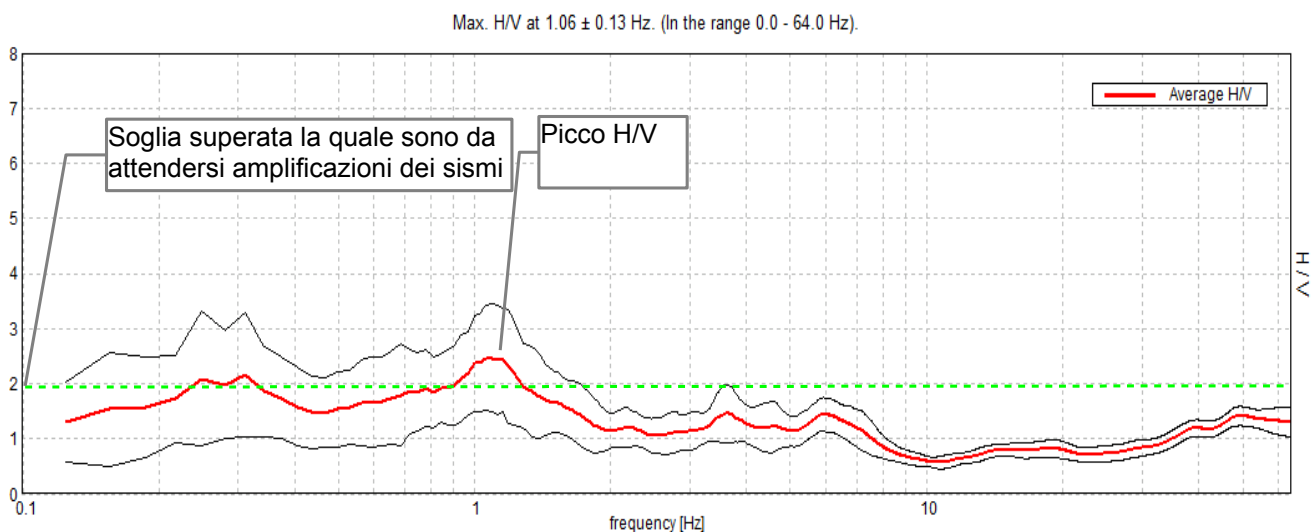
Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

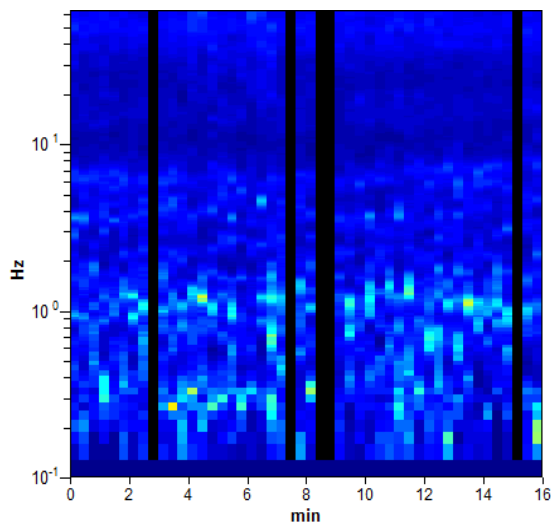
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

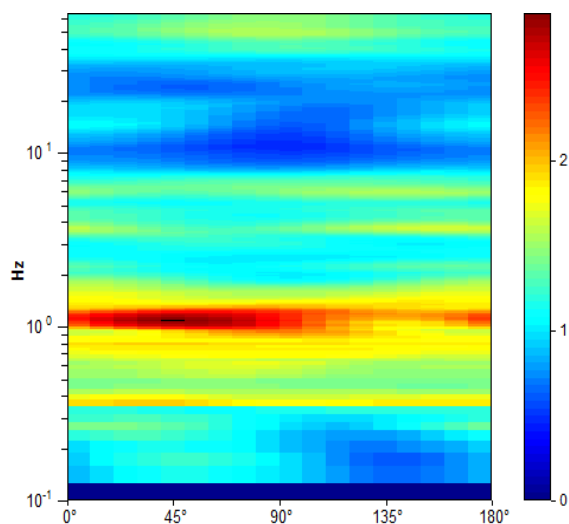
Lisciamento: 10%



**Illustrazione 17: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



**Illustrazione 19: SERIE TEMPORALE H/V**



**Illustrazione 18: DIREZIONALITA' H/V**

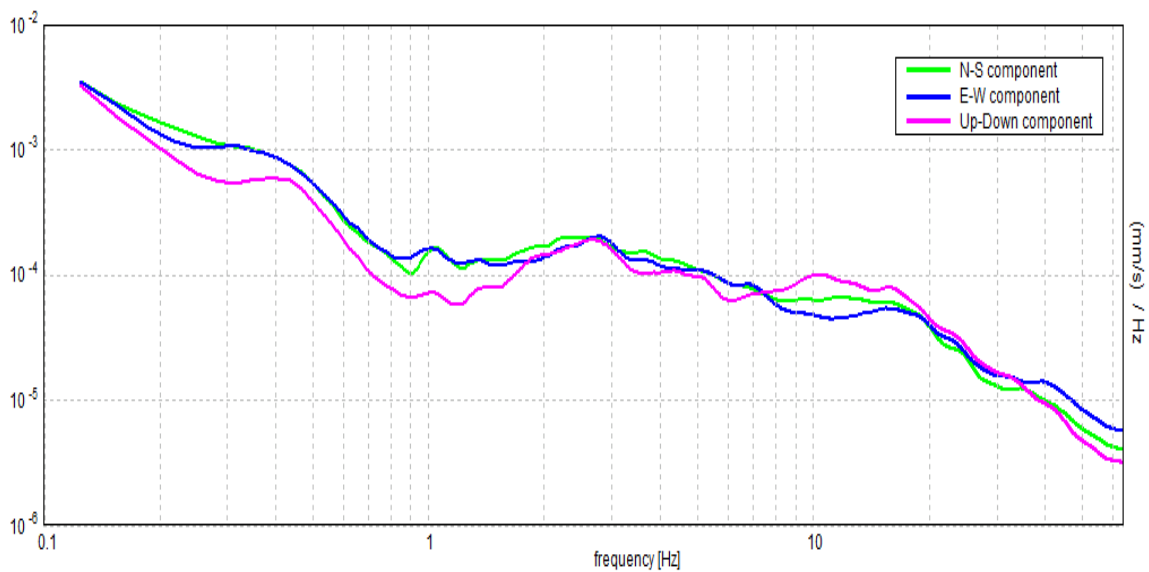


Illustrazione 20: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $1.06 \pm 0.13$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

**f0 > 10 / Lw:**  $1.06 > 0.50$  [ OK ]

**nc(f0) > 200:**  $913.8 > 200$  [ OK ]

**sA(f) < 2 for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz**

**sA(f) < 3 for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz** Superato 0 volte su 52 [ OK ]

.....  
-1.0 Hz [ NO ]

**Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ :**  $1.844$  Hz [ OK ]

**A0 > 2:**  $2.47 > 2$  [ OK ]

**f\_picco $[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :**  $|0.06027| < 0.05$  [ NO ]

**sf < e(f0):**  $0.06404 < 0.10625$  [ OK ]

**sA(f0) < q(f0):**  $0.4709 < 1.78$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f0) determinate dalle misure H/V.

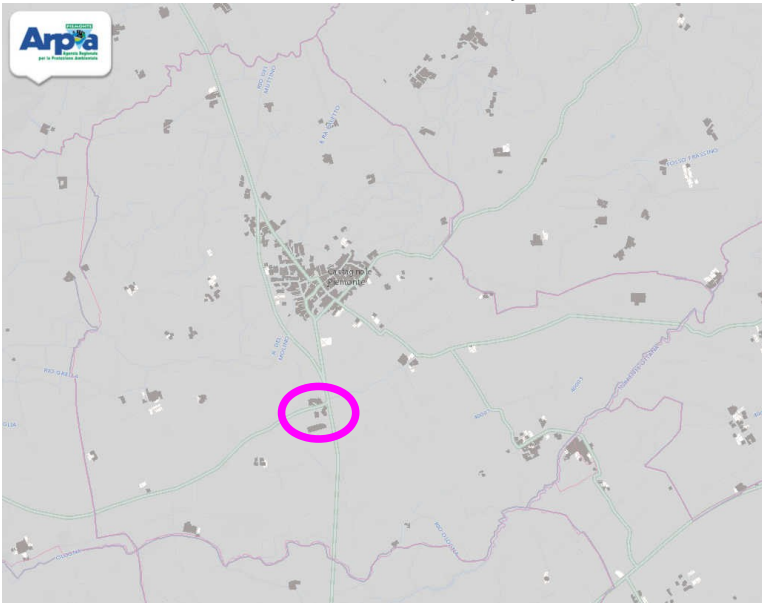
F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

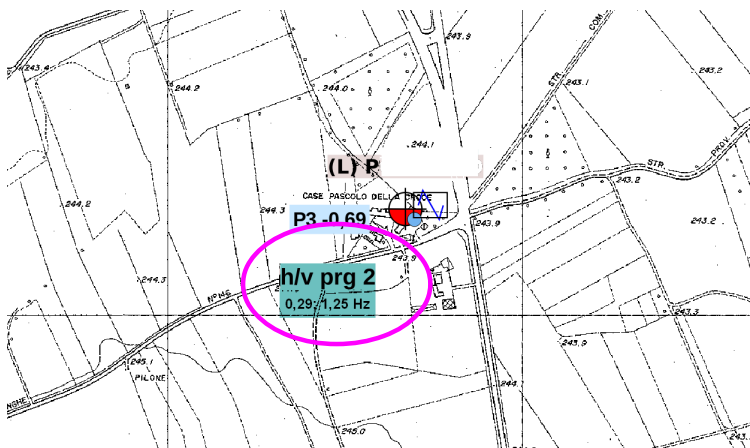
la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

In questa acquisizione si osserva una direzionalità sufficientemente ampia. Il picco osservabile a 1 Hz è stretto sinonimo di netto passaggio a velocità sismiche maggiori. Si osserva anche un picco a frequenza ancora minore (0,3Hz), picco che si ritrova su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

### **Punto misura HVSR, sito 02, Località Pascolo della Croce**



*Illustrazione 21: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte*



*Illustrazione 22: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera*



*Illustrazione 23: posizione H/V*

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**

**HV2 Pascolo della Croce CASTAGNOLE HV\_GG30\_10, VARI 0001**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 30/10/13 12:38:31

Fine registrazione: 30/10/13 12:54:32

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

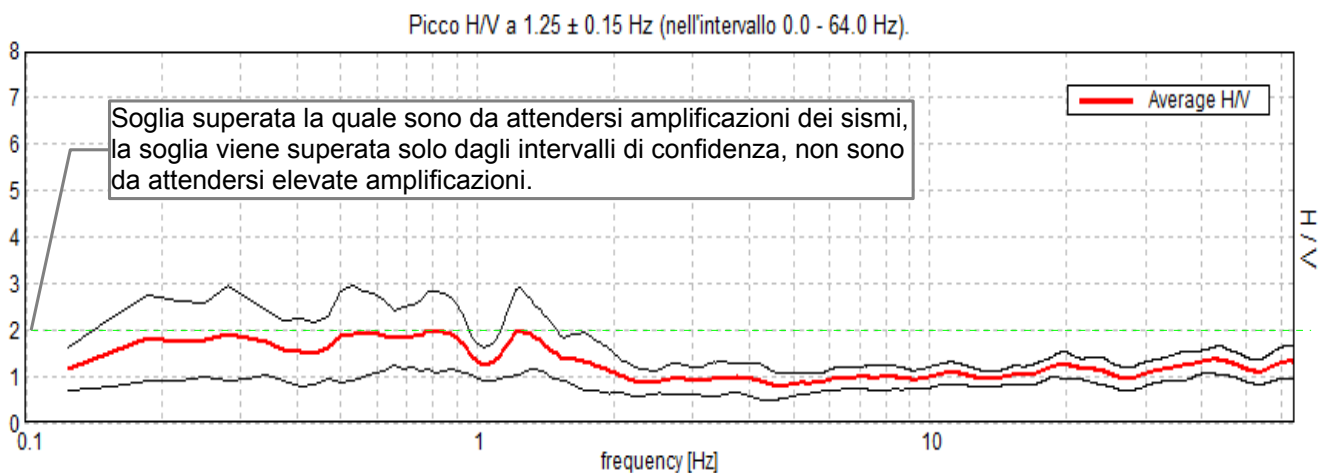
Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

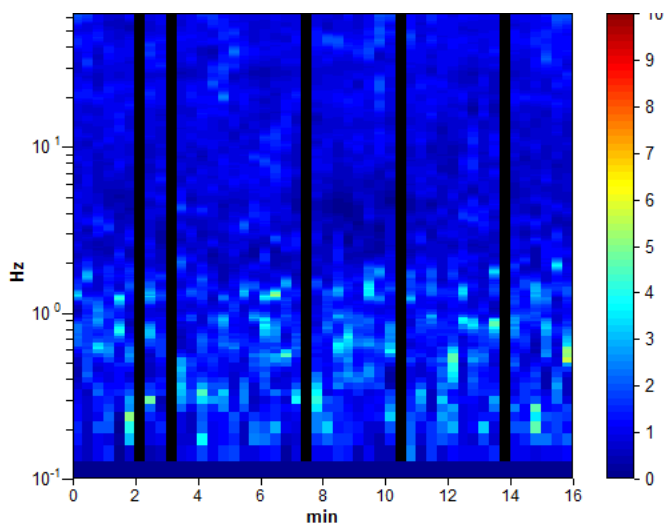
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%



*Illustrazione 24: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 25: SERIE TEMPORALE H/V*



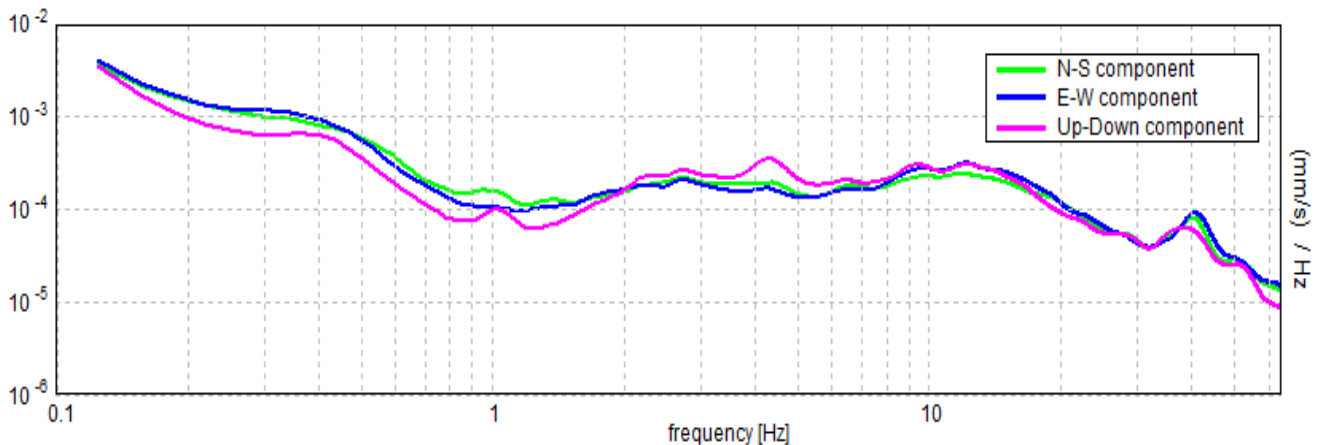


Illustrazione 26: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $1.25 \pm 0.15$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- $f_0 > 10 / Lw$ :  $1.25 > 0.50$  [ OK ]
- $nc(f_0) > 200$ :  $1075.0 > 200$  [ OK ]
- $sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5\text{Hz}$
- $sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5\text{Hz}$  Superato 0 volte su 61 [ OK ]
- .....
- 1.0 Hz [ NO ]
- Esiste  $f^+$  in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ : 2.094 Hz [ OK ]
- $A_0 > 2$ :  $1.98 > 2$  [ NO ]
- $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.05965| < 0.05$  [ NO ]
- $sf < e(f_0)$ :  $0.07457 < 0.125$  [ OK ]
- $sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.4662 < 1.78$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

In questa acquisizione non si osservano picchi H/V netti, ma piuttosto il formarsi di un “plateau” inferiore a partire dalle frequenze inferiori a 1,25 Hz in accordo con le stazioni adiacenti.

Non pare si debbano attendere forti amplificazioni locali dei sismi, il bedrock sismico è posizionato a profondità assai elevata.

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

### Punto misura HVSR, sito 03, Località Strada vecchia per Scalenghe

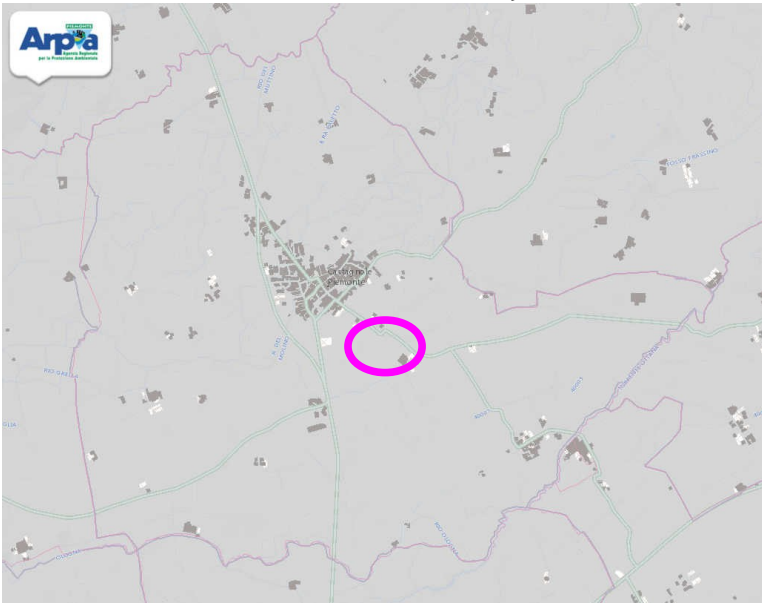


Illustrazione 27: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

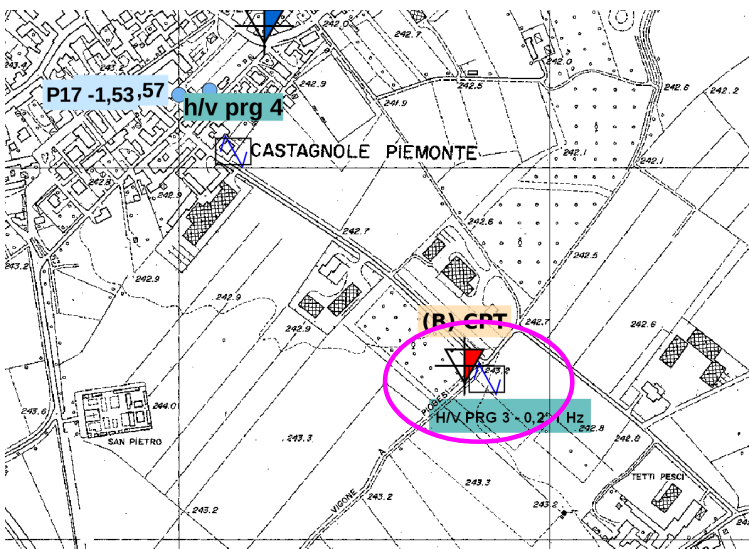


Illustrazione 29: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



H/illustrazione 28: posizione H/V

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**  
**HV 3 str. Antica per Scalenghe**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 30/10/13 14:16:16

Fine registrazione: 30/10/13 14:32:17

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

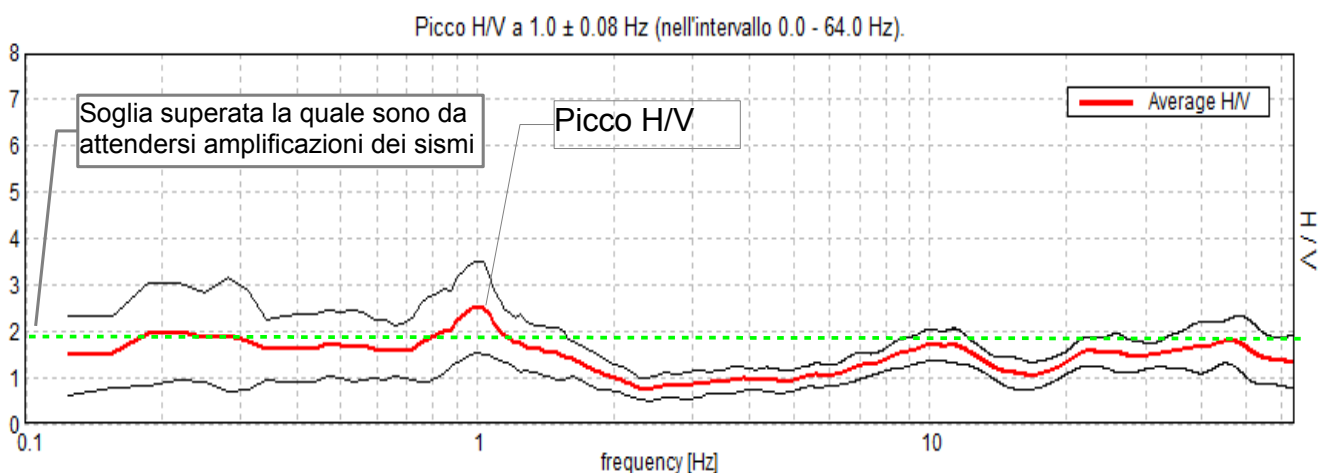
Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

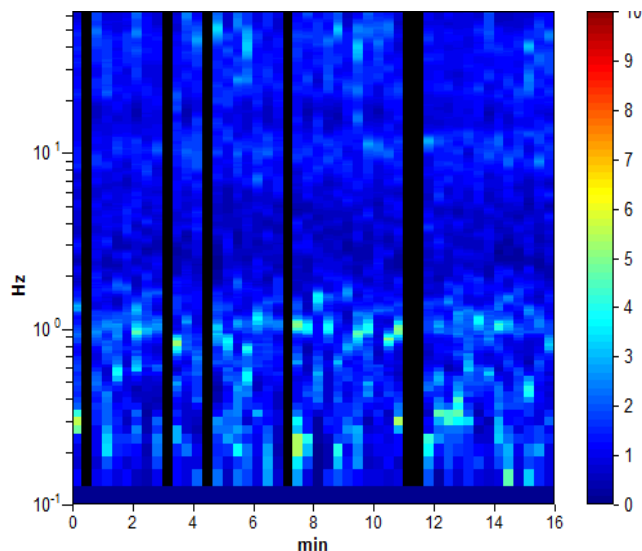
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

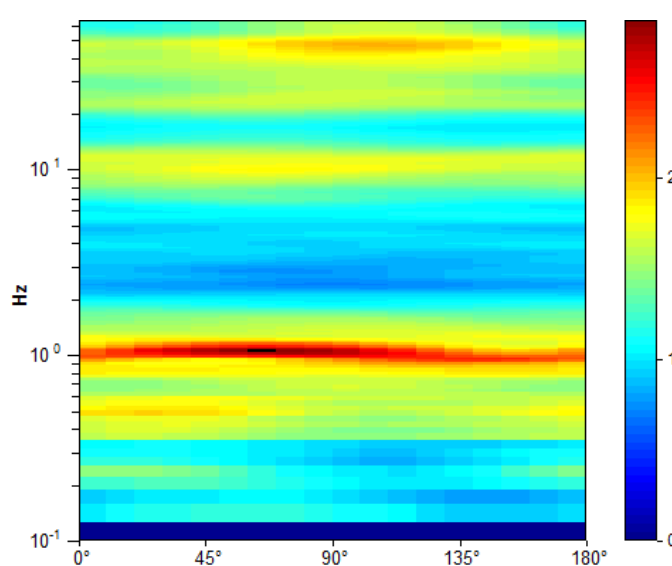
Lisciamento: 10%



**Illustrazione 30 RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



**Illustrazione 31: SERIE TEMPORALE H/V**



**Illustrazione 32: DIREZIONALITA' H/V**



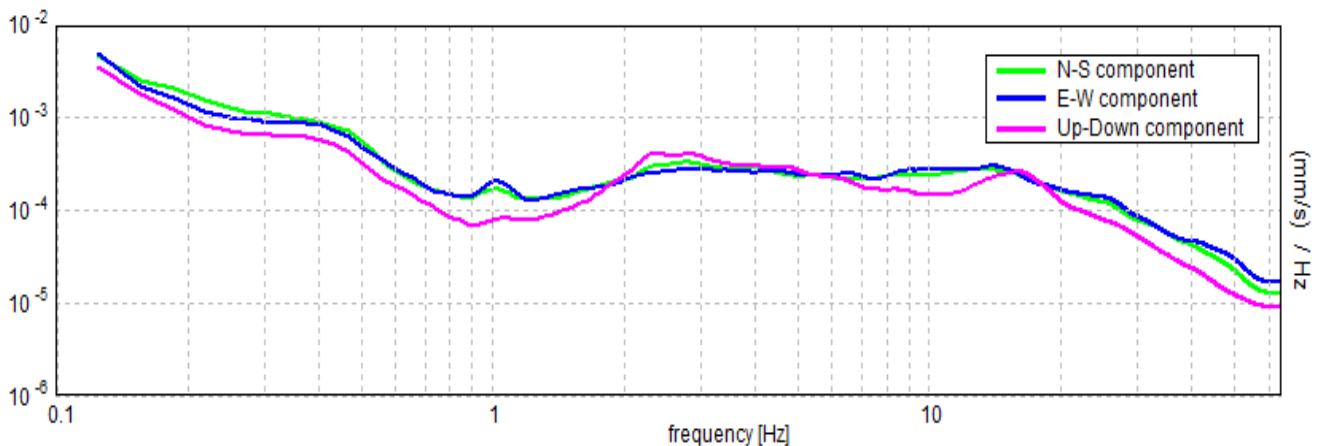


Illustrazione 33: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $1.0 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

$f_0 > 10 / Lw$ :  $1.00 > 0.50$  [ OK ]

$nc(f_0) > 200$ :  $840.0 > 200$  [ OK ]

$sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz

$sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 49 [ OK ]

.....  
-1.0 Hz [ NO ]

Esiste  $f_+$  in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$ : 1.75 Hz [ OK ]

$A_0 > 2$ :  $2.50 > 2$  [ OK ]

$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.03871| < 0.05$  [ OK ]

$sf < e(f_0)$ :  $0.03871 < 0.1$  [ OK ]

$sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.4836 < 1.78$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza ( $f_0$ ) determinate dalle misure H/V.

$F_0$ (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

In questa acquisizione si osserva una direzionalità ampia. Il picco osservabile a 1 Hz è stretto sinonimo di netto passaggio a velocità sismiche maggiori. Si osserva anche un "plateau" a frequenza ancora minore (0,2-0,3Hz), che si ritrova su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi.

In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità.

Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

### Punto misura HVSR, sito 04, Strada Carignano 17, capoluogo

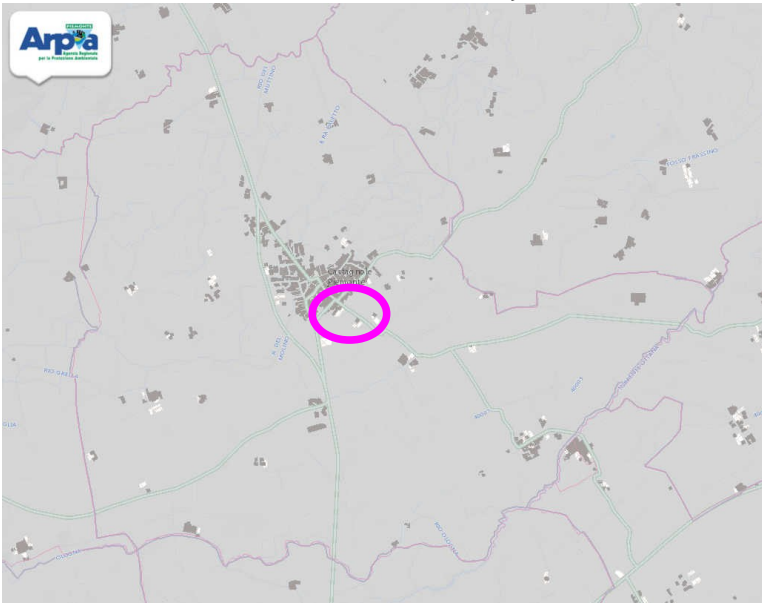


Illustrazione 34: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

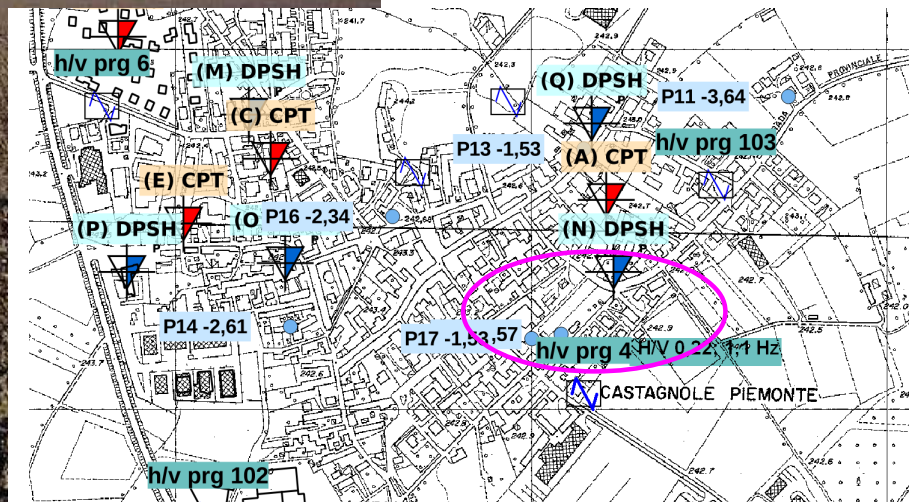
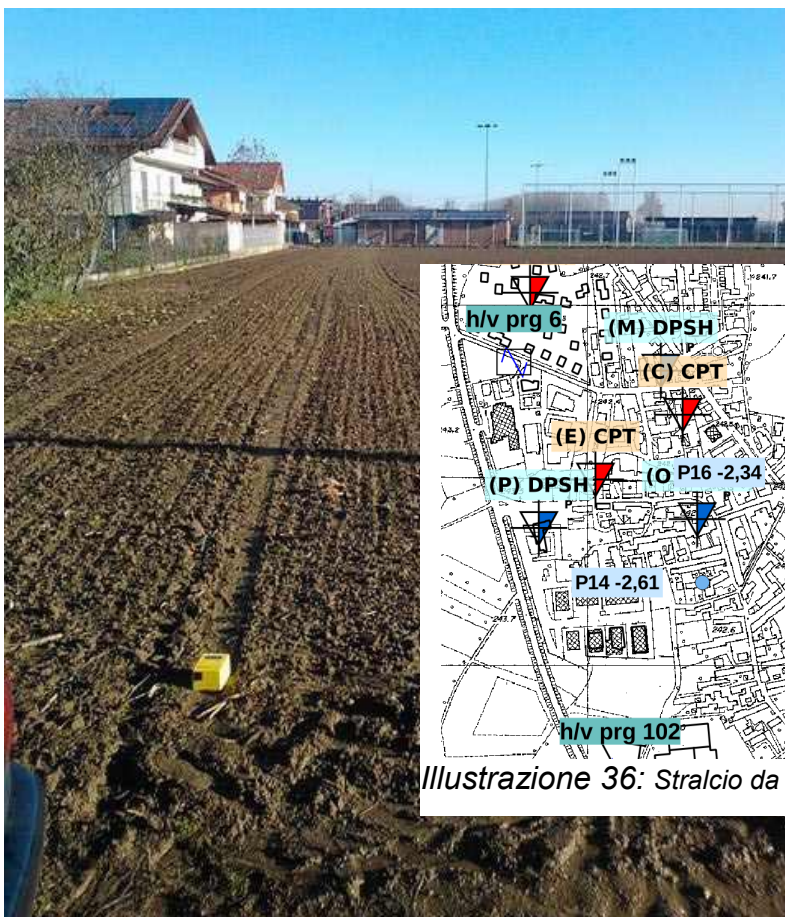


Illustrazione 36: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera

Illustrazione 35: posizione H/V

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**  
**Hv 04 CASTAGNOLE MS1, STR CARIGNANO 17 001**

Strumento: TRZ-0087/01-10  
 Inizio registrazione: 26/11/13 09:40:31      Fine registrazione: 26/11/13 09:56:32  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".      Analizzato 71% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

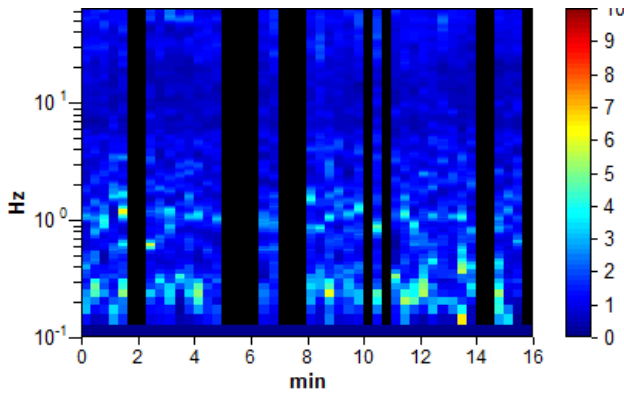


Illustrazione 37: SERIE TEMPORALE H/V

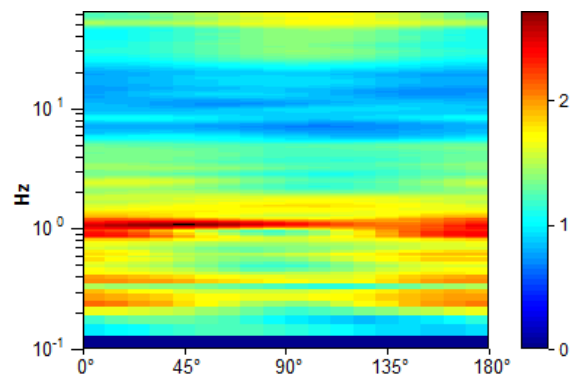


Illustrazione 38: DIREZIONALITA' H/V

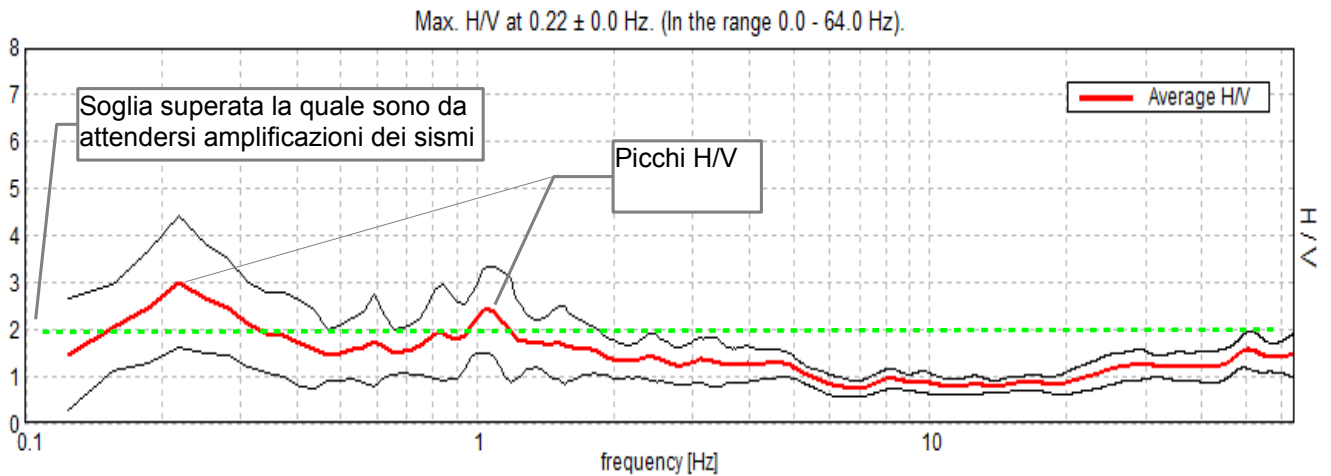


Illustrazione 39: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

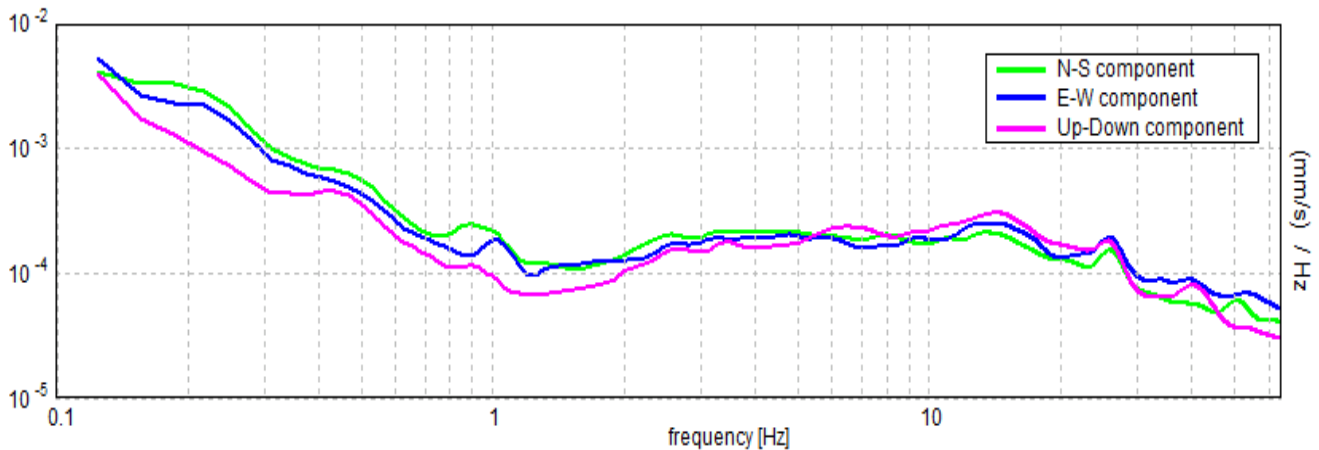


Illustrazione 40: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $0.22 \pm 0.0$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- f0 > 10 / Lw: **0.22 > 0.50 [ NO ]**
- nc(f0) > 200: **148.8 > 200 [ NO ]**
- sA(f) < 2 for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz
- sA(f) < 3 for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz **Superato 0 volte su 12 [ OK ]**
- .....
- Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f-) < A_0 / 2$ : **0.125 Hz [ OK ]**
- Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ : **0.469 Hz [ OK ]**
- A0 > 2: **3.00 > 2 [ OK ]**
- f\_picco $[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ : **|0.0084| < 0.05 [ OK ]**
- sf < e(f0): **0.00184 < 0.04375 [ OK ]**
- sA(f0) < q(f0): **0.6791 < 2.5 [ OK ]**

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f0) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

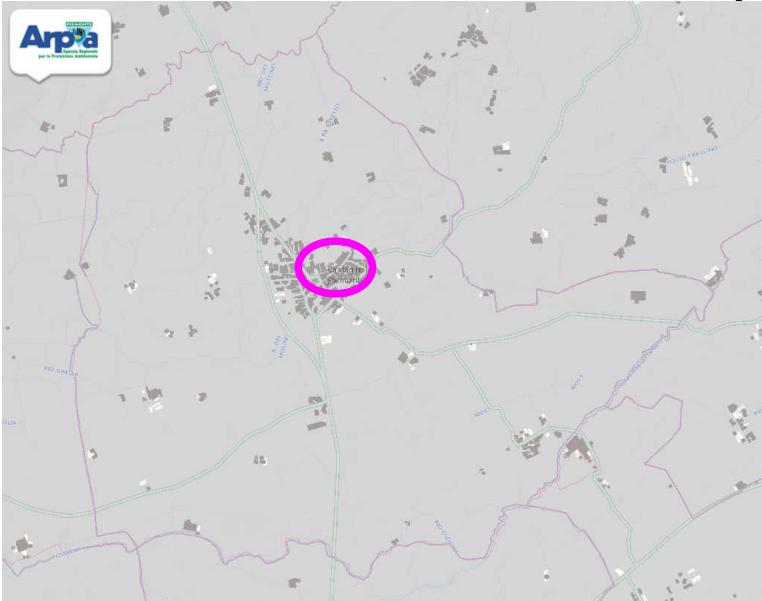
D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

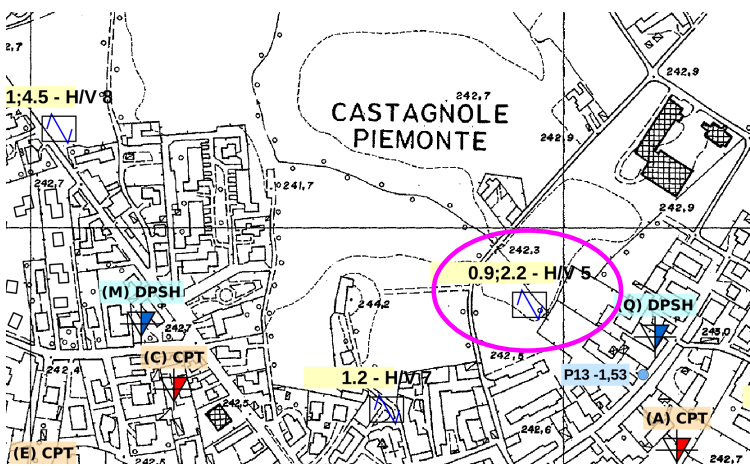
In questa acquisizione si osserva una direzionalità sufficientemente ampia. Il picco osservabile a 1 Hz è stretto sinonimo di netto passaggio a velocità sismiche maggiori. Si osserva anche un picco a frequenza ancora minore (0,22Hz), picco che si ritrova su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.



### **Punto misura HVSR, sito 05, via case sparse, capoluogo**



*Illustrazione 41: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte*



*Illustrazione 42: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera*



*Illustrazione 43: posizione HV*



**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**  
**H/V 05 CASTAGNOLE MS1, VIA CASE SPARSE 00001**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 26/11/13 10:39:51

Fine registrazione: 26/11/13 10:55:52

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

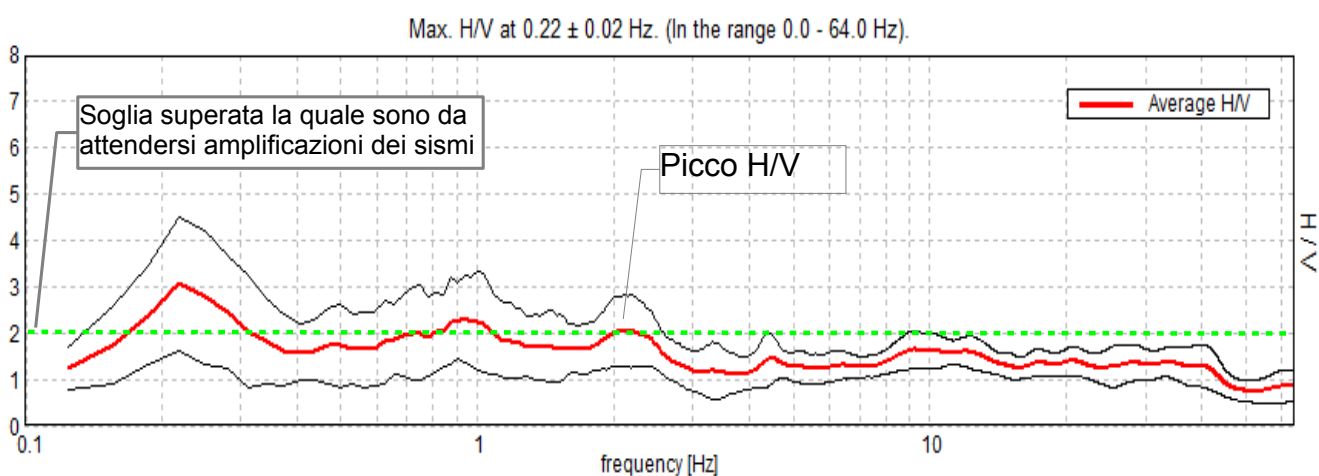
Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

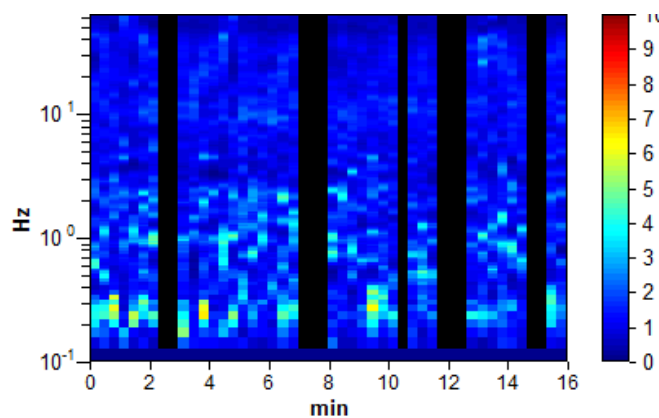
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

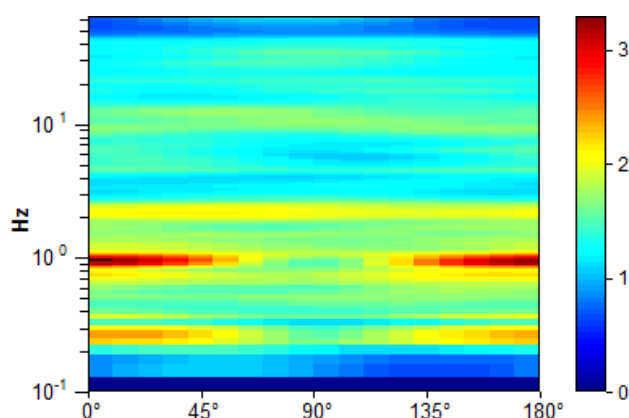
Lisciamento: 10%



*Illustrazione 44: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 45: SERIE TEMPORALE H/V*



*Illustrazione 46: DIREZIONALITA' H/V*

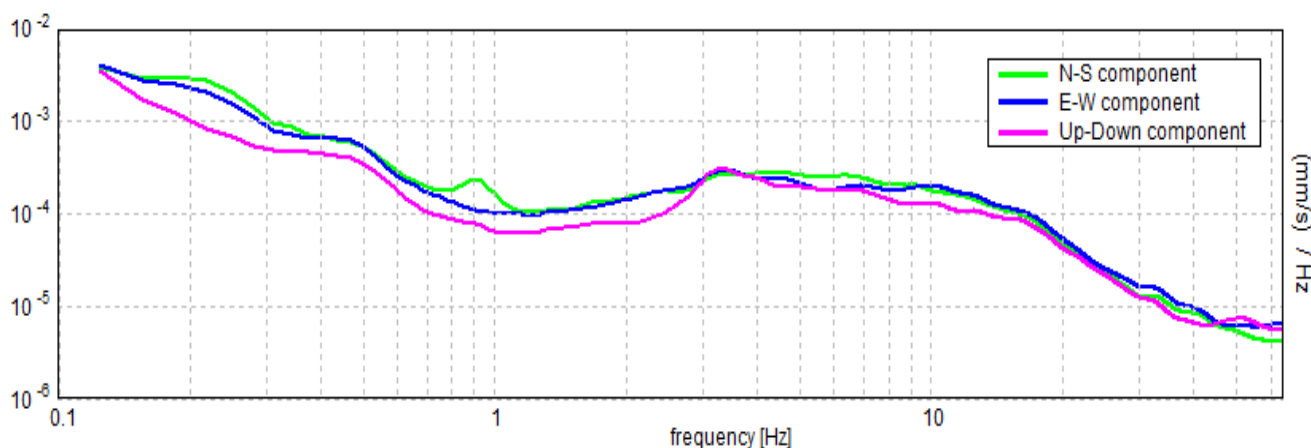


Illustrazione 47: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

### LINEE GUIDA SESAME (2005)

Picco H/V a  $0.22 \pm 0.02$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

$f_0 > 10 / Lw$ :  $0.22 > 0.50$  [ NO ]

$nc(f_0) > 200$ :  $161.9 > 200$  [ NO ]

$sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz

$sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 12 [ OK ]

Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f-) < A_0 / 2$ :  $0.125$  Hz [ OK ]

Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_H/V(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]

$A_0 > 2$ :  $3.06 > 2$  [ OK ]

$f_{picco}[A_H/V(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.04649| < 0.05$  [ OK ]

$sf < e(f_0)$ :  $0.01017 < 0.04375$  [ OK ]

$sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.703 < 2.5$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza ( $f_0$ ) determinate dalle misure H/V.

$F_0$ (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

In questa acquisizione si osserva una direzionalità sufficientemente ampia. Si osserva un picco a frequenza molto bassa (0,22Hz), picco che si ritrova su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco a 0,9 Hz può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

### Punto misura HVSR, sito 06, via Martiri, 24 - capoluogo

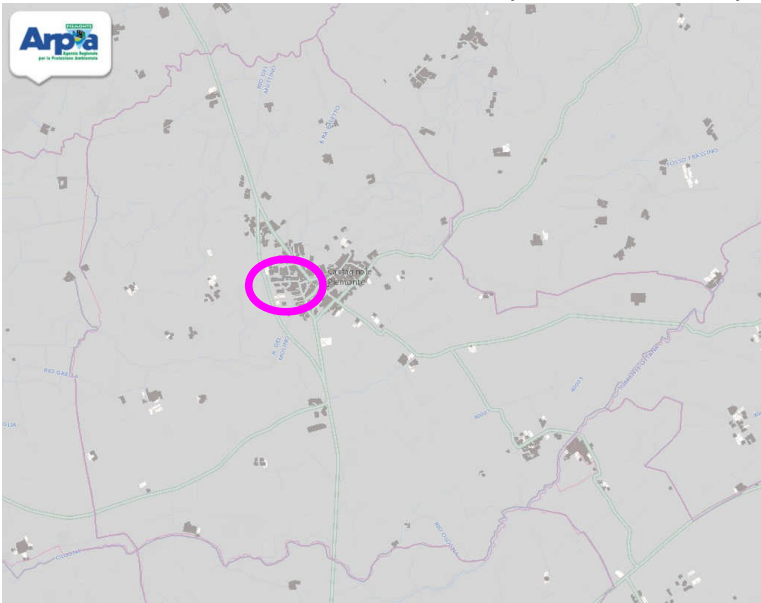


Illustrazione 48: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

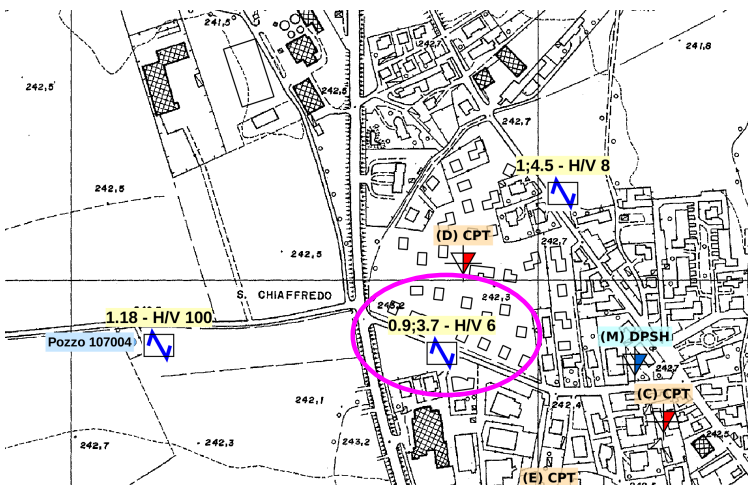


Illustrazione 49: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 50: posizione H/V

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**  
**HV 06 CASTAGNOLE MS1, VIA MARTIRI 24 1**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 26/11/13 11:27:19

Fine registrazione: 26/11/13 11:43:20

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

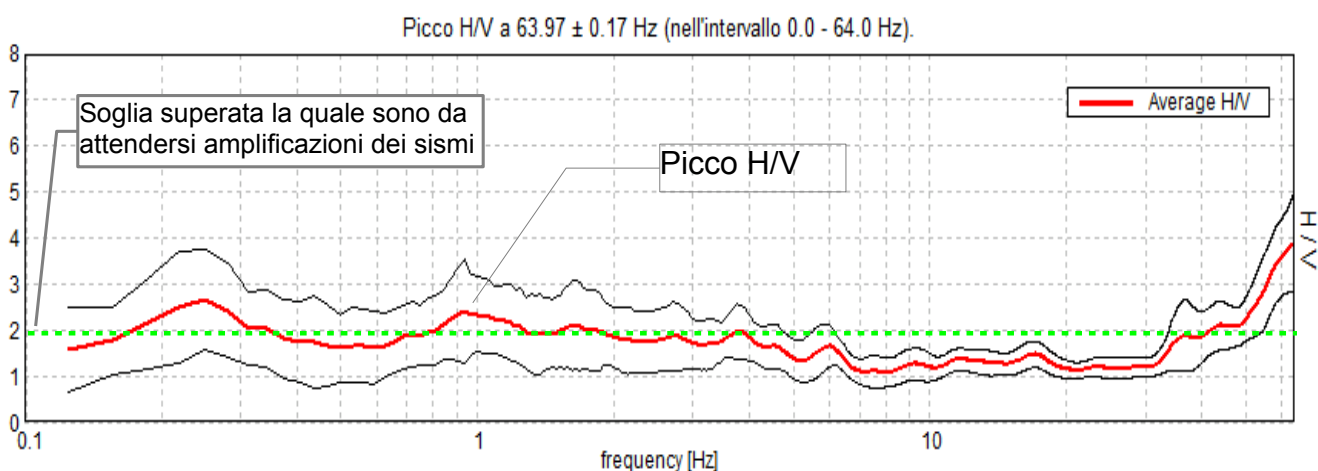


Illustrazione 51: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

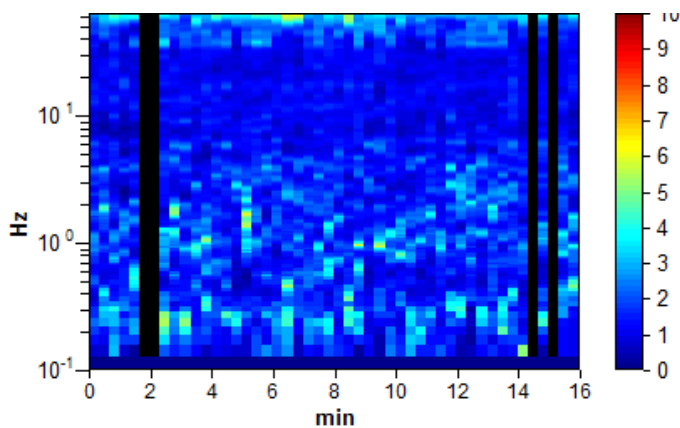


Illustrazione 53: SERIE TEMPORALE H/V

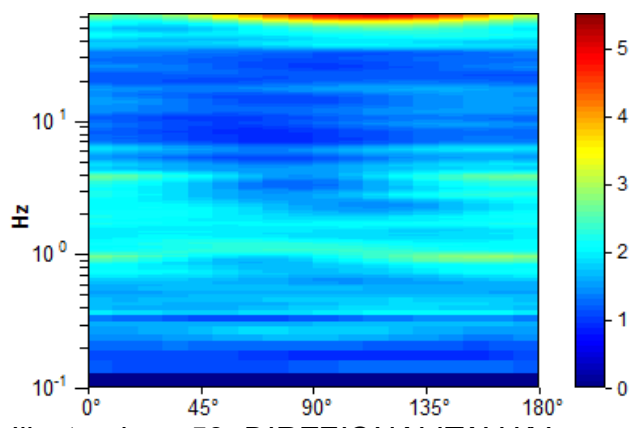


Illustrazione 52: DIREZIONALITA' H/V

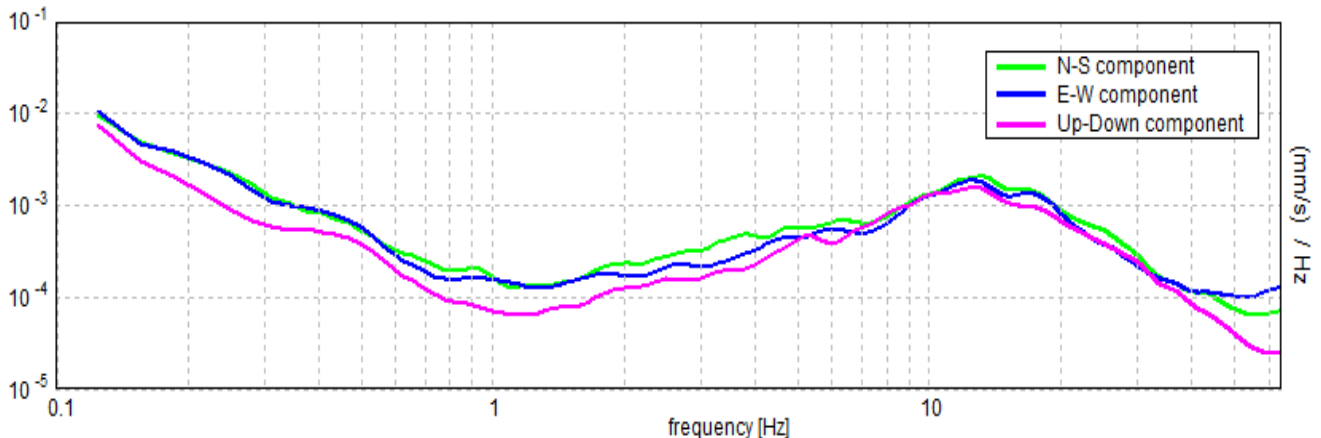


Illustrazione 54: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $63.97 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- f<sub>0</sub> > 10 / Lw: 63.97 > 0.50 [ OK ]
- nc(f<sub>0</sub>) > 200: 56292.5 > 200 [ OK ]
- sA(f) < 2 for 0.5f<sub>0</sub> < f < 2f<sub>0</sub> if f<sub>0</sub> > 0.5Hz
- sA(f) < 3 for 0.5f<sub>0</sub> < f < 2f<sub>0</sub> if f<sub>0</sub> < 0.5Hz Superato 0 volte su 1026 [ OK ]
- .....
- Esiste f- in [f<sub>0</sub>/4, f<sub>0</sub>] | AH/V(f-) < A<sub>0</sub> / 2: 41.188 Hz [ OK ]
- Esiste f+ in [f<sub>0</sub>, 4f<sub>0</sub>] | A\_H/V(f+) < A<sub>0</sub> / 2: -1.0 Hz [ NO ]
- A<sub>0</sub> > 2: 3.88 > 2 [ OK ]
- f\_picco[A\_H/V(f) ± sA(f)] = f<sub>0</sub> ± 5%: |0.00129| < 0.05 [ OK ]
- sf < e(f<sub>0</sub>): 0.08232 < 3.19844 [ OK ]
- sA(f<sub>0</sub>) < q(f<sub>0</sub>): 0.5255 < 1.58 [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

In questa acquisizione si osserva una direzionalità sufficientemente ampia. Si osserva un picco a frequenza molto bassa (0,22Hz), picco che si ritrova su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco a 0,9 Hz può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011



### Punto misura HVSR, sito 07, via castello - capoluogo

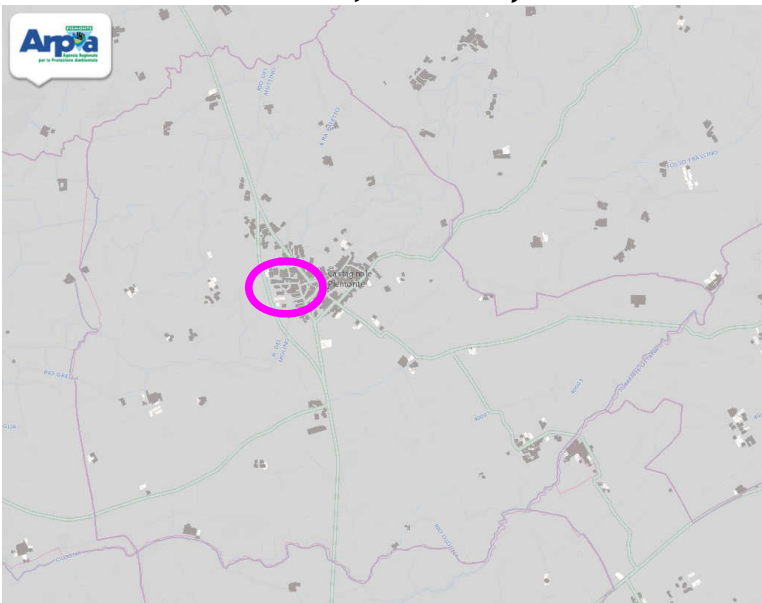


Illustrazione 55: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

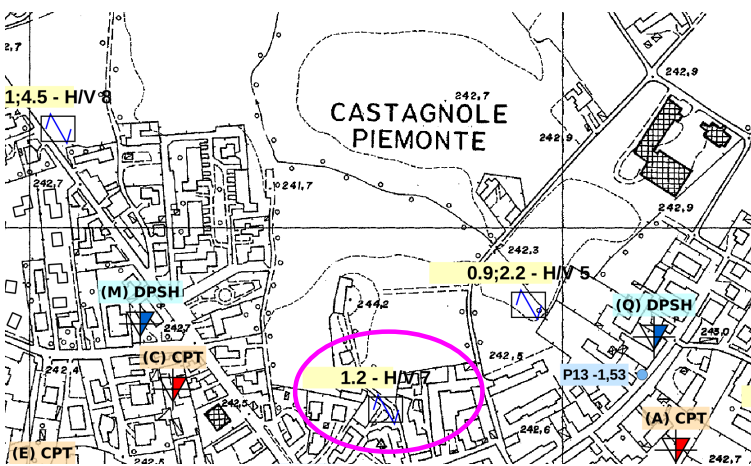


Illustrazione 56: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera

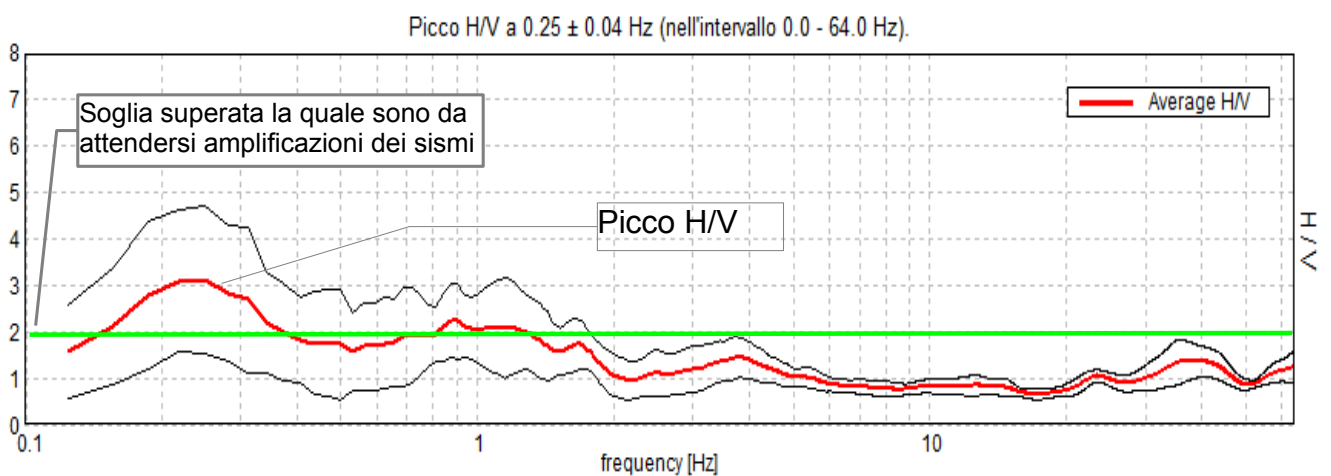


Illustrazione 57: posizione HV

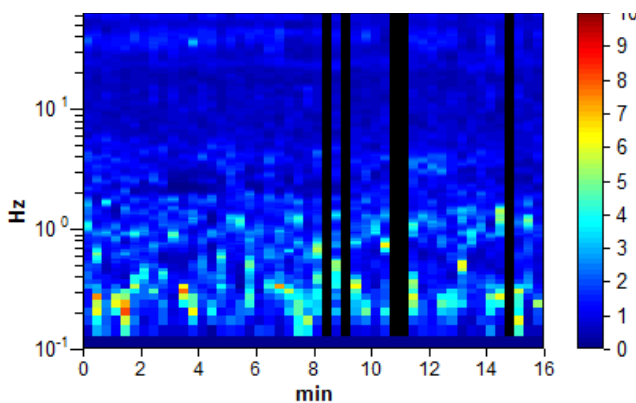
**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**  
**Hv 07 CASTAGNOLE MS1, VIA CASTELLO PROLOCO 01**

Strumento: TRZ-0087/01-10  
 Inizio registrazione: 26/11/13 10:04:03      Fine registrazione: 26/11/13 10:20:04  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

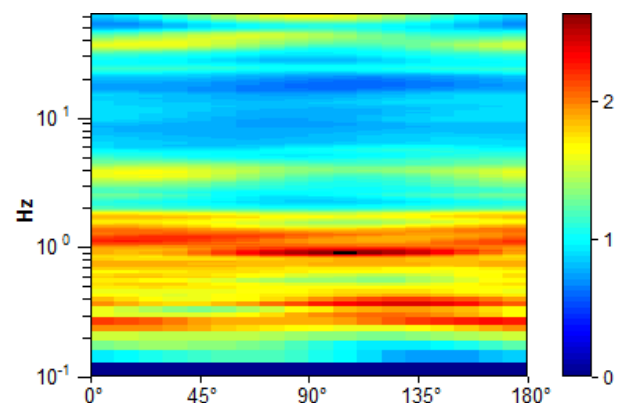
Durata registrazione: 0h16'00".      Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%



**Illustrazione 58: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



**Illustrazione 59: SERIE TEMPORALE H/V**



**Illustrazione 60: DIREZIONALITA' H/V**

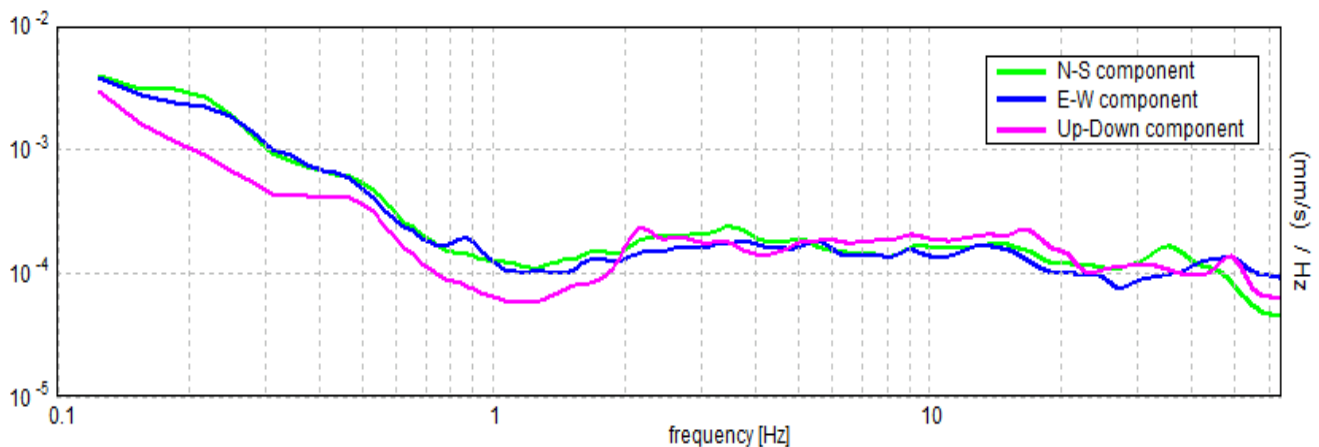


Illustrazione 61: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $0.25 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- $f_0 > 10 / Lw$ :  $0.25 > 0.50$  [ NO ]
- $nc(f_0) > 200$ :  $215.0 > 200$  [ OK ]
- $sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5\text{Hz}$
- $sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5\text{Hz}$  Superato 0 volte su 13 [ OK ]
- .....
- Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f-) < A_0 / 2$ :  $0.094$  Hz [ OK ]
- Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_H/V(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]
- $A_0 > 2$ :  $3.12 > 2$  [ OK ]
- $f_{\text{picco}}[A_H/V(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.07331| < 0.05$  [ NO ]
- $sf < e(f_0)$ :  $0.01833 < 0.05$  [ OK ]
- $sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.7767 < 2.5$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

In questa acquisizione si osserva una direzionalità ampia. Il picco osservabile a 1 Hz è modesto pur superando un rapporto  $H/v > 2$ . Si osserva anche a frequenza ancora minore (0,2-0,3Hz), un netto picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

### Punto misura HVSR, sito 08, via Torino 25 - capoluogo

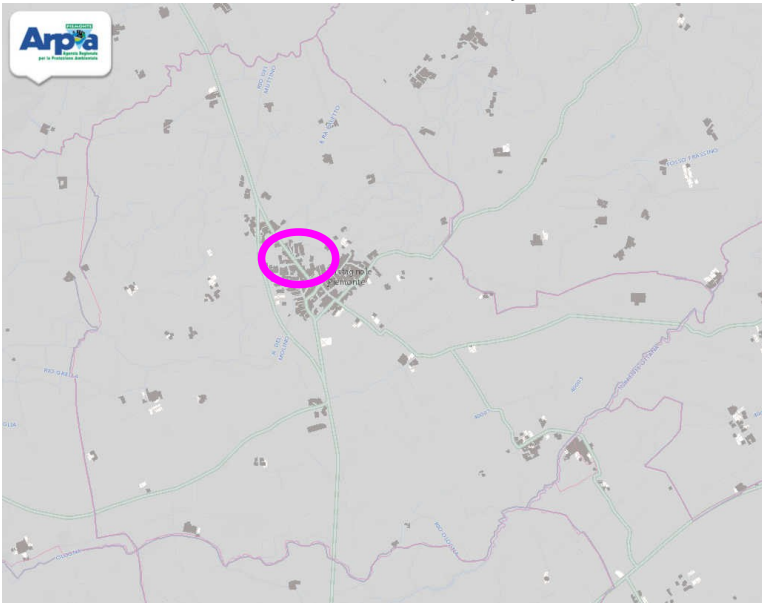


Illustrazione 62: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

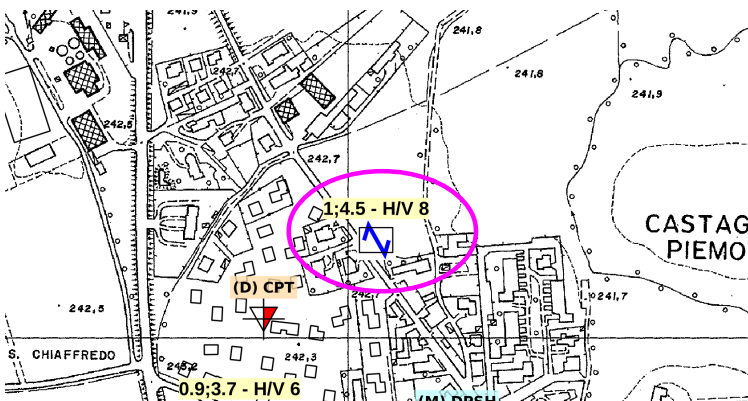


Illustrazione 63: Straiscio da Tavola 2 MS1, scala libera



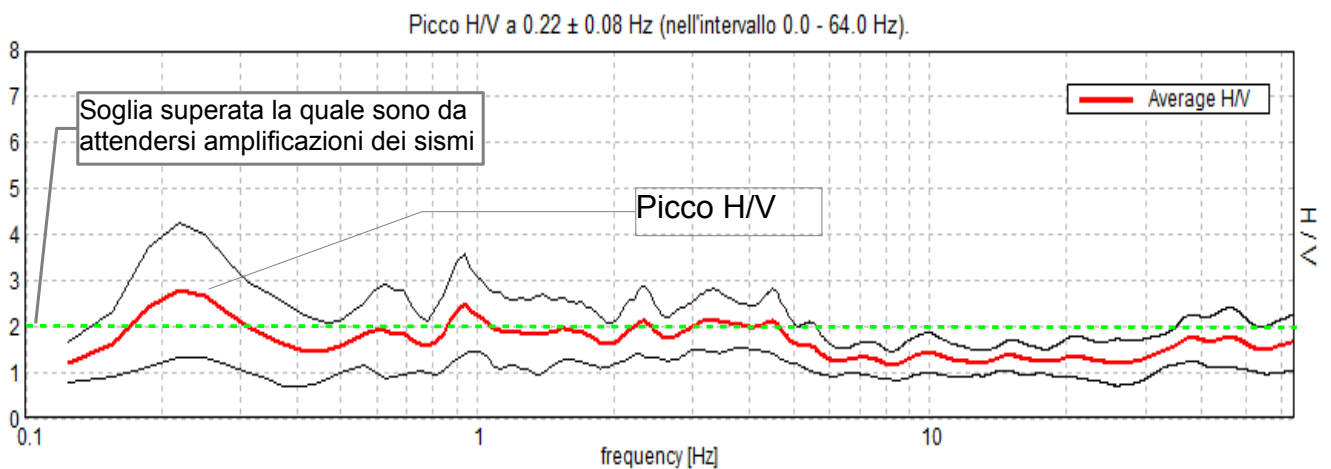
Illustrazione 64: posizione H/V



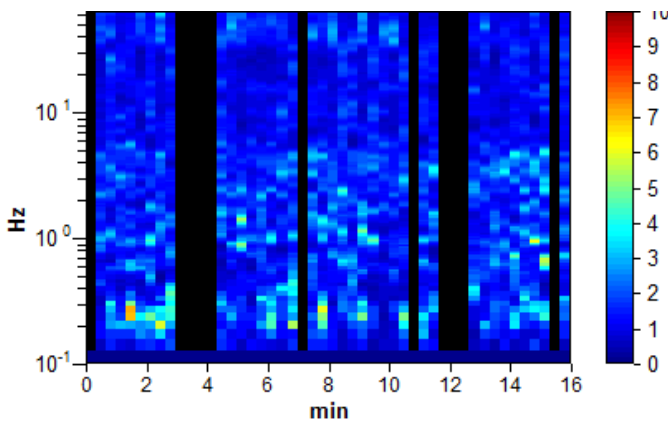
**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**  
**CASTAGNOLE MS1, V TORINO 25 PIL MADONN 000001**

Strumento: TRZ-0087/01-10  
 Inizio registrazione: 26/11/13 11:05:43      Fine registrazione: 26/11/13 11:21:44  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

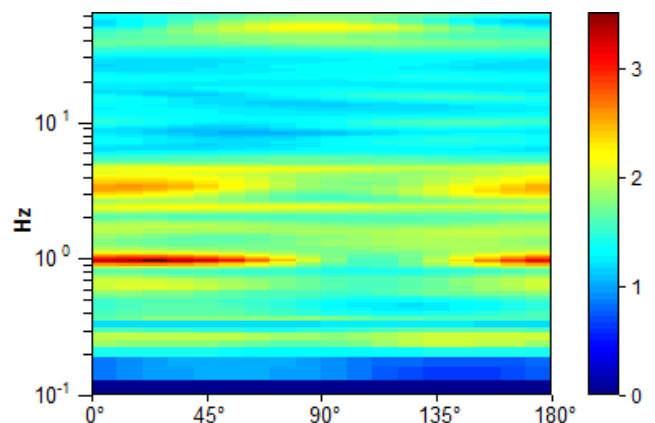
Durata registrazione: 0h16'00".      Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%



**Illustrazione 65: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



**Illustrazione 66: SERIE TEMPORALE H/V**



**Illustrazione 67: DIREZIONALITA' H/V**



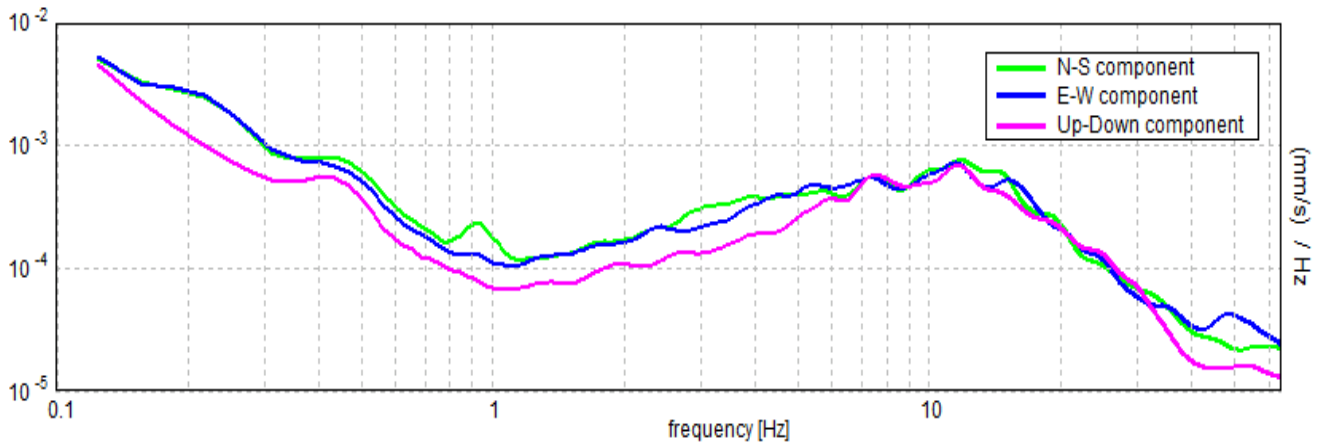


Illustrazione 68: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $0.22 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

$f_0 > 10 / Lw$ :  $0.22 > 0.50$  [ NO ]

$nc(f_0) > 200$ :  $161.9 > 200$  [ NO ]

$sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz

$sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 12 [ OK ]

Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f-) < A_0 / 2$ :  $0.125$  Hz [ OK ]

Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]

$A_0 > 2$ :  $2.78 > 2$  [ OK ]

$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.16732| < 0.05$  [ NO ]

$sf < e(f_0)$ :  $0.0366 < 0.04375$  [ OK ]

$sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.7056 < 2.5$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

In questa acquisizione si osserva una direzionalità bassa forse a causa della vicina via Torino. Il picco osservabile a 1 Hz è netto seppur generato in maniera poco ortodossa. Si osserva anche a frequenza ancora minore (0,2-0,3Hz), un netto picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

A frequenze superiori, fino a 4,5 Hz trova testimonianza di sensibili amplificazioni locali generate da un plateau presente fino a quelle frequenze e raccordantesi con i picchi generati da contrasti di velocità più profondi.

### Punto misura HVSR, sito 09 – via Torino incrocio cascina dell'angelo

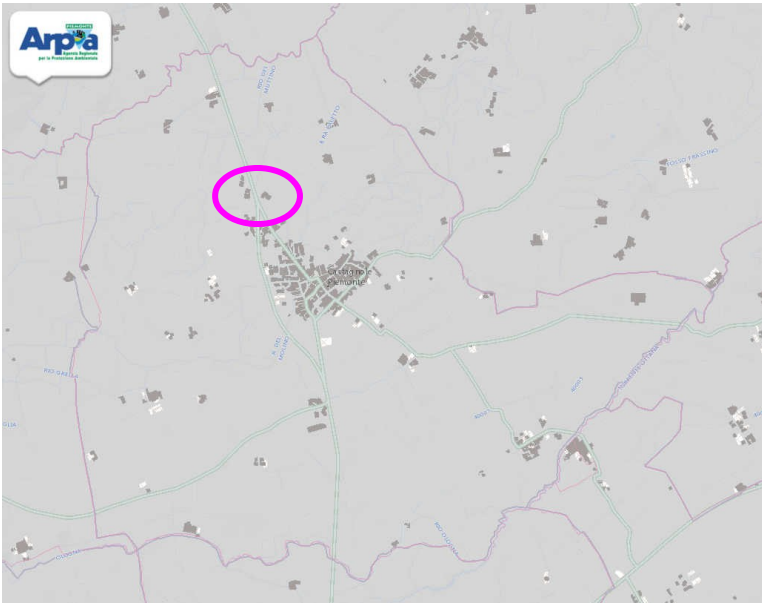


Illustrazione 69: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

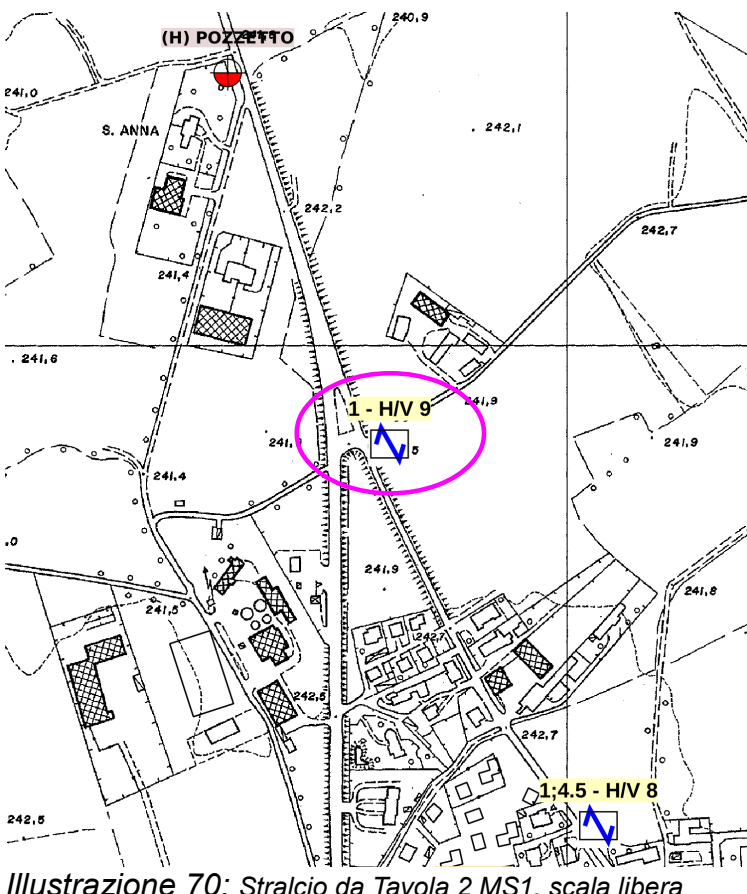


Illustrazione 70: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 71: posizione H/V

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla® 5.3**

**Hv 09 v Torino angolo str per c dell'angelo CASTAGNOLE, MS1 HV9**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 02/10/13 11:19:21

Fine registrazione: 02/10/13 11:29:22

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h10'00".

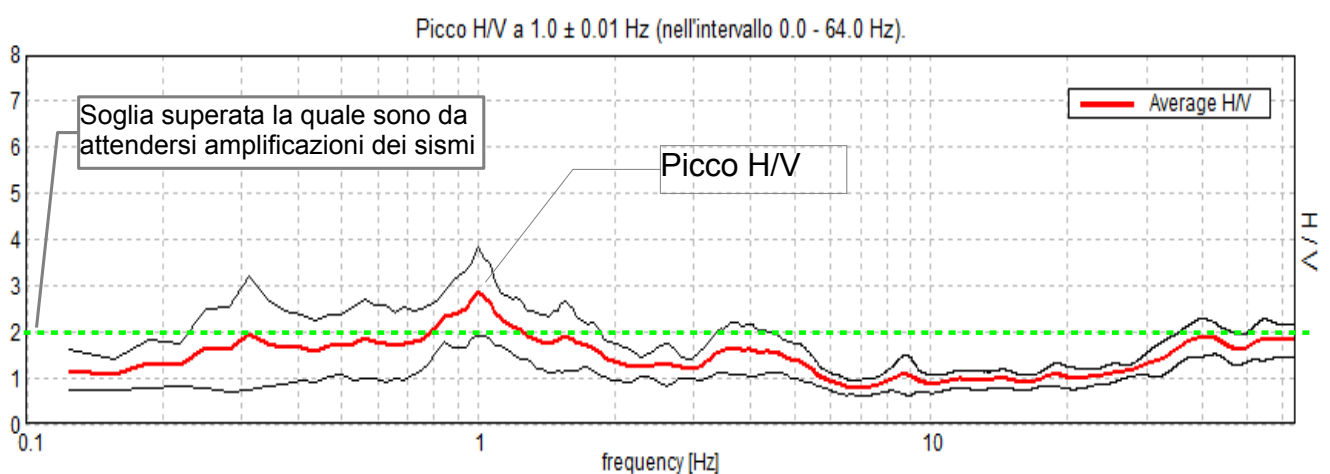
Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

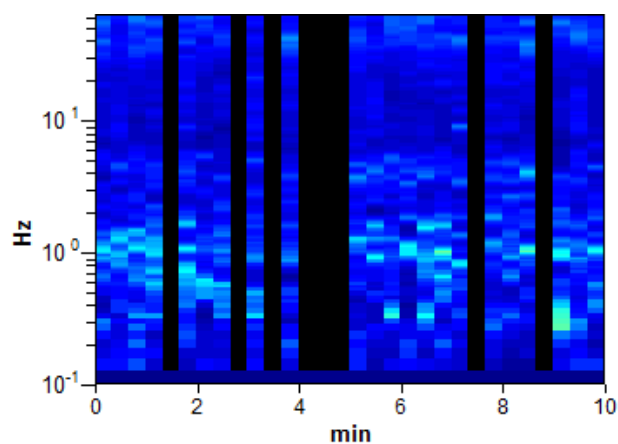
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

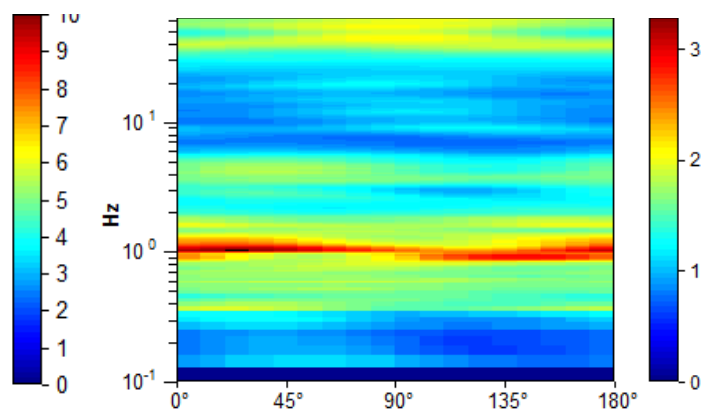
Lisciamento: 10%



**Illustrazione 72: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



**Illustrazione 73: SERIE TEMPORALE H/V**



**Illustrazione 74: DIREZIONALITA' H/V**

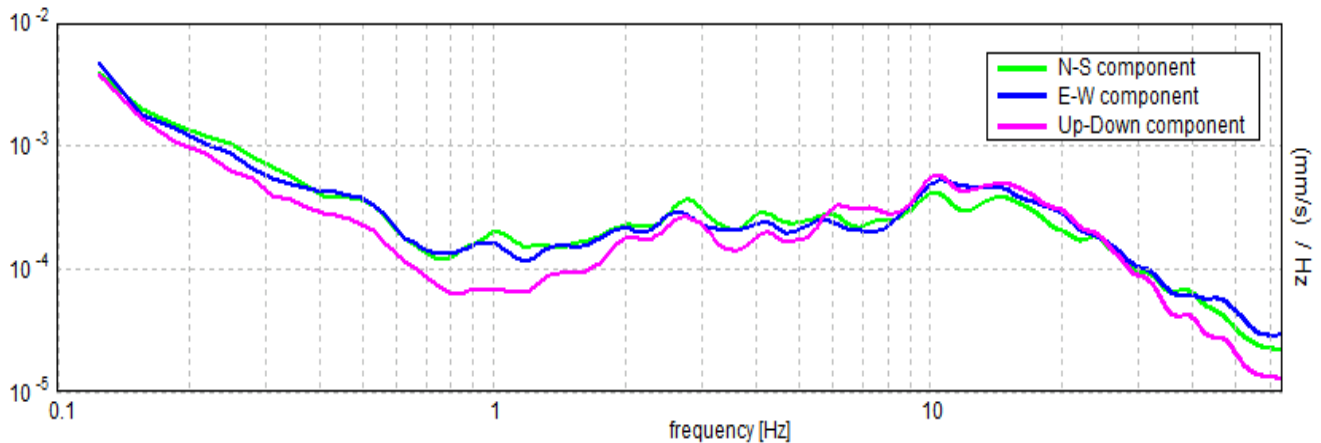


Illustrazione 75: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $1.0 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- $f_0 > 10 / L_w$ : 1.00 > 0.50 [ OK ]
- $nc(f_0) > 200$ : 440.0 > 200 [ OK ]
- $sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz
- $sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 49 [ OK ]
- .....
- 1.0 Hz [ NO ]
- Esiste  $f_+$  in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$ : 1.906 Hz [ OK ]
- $A_0 > 2$ : 2.88 > 2 [ OK ]
- $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ : |0.00426| < 0.05 [ OK ]
- $sf < e(f_0)$ : 0.00426 < 0.1 [ OK ]
- $sA(f_0) < q(f_0)$ : 0.4456 < 1.78 [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

In questa acquisizione si osserva una buona direzionalità . Il picco osservabile a 1 Hz è netto. Si osserva anche a frequenza ancora minore (-0,3Hz), un debole picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.



### Punto misura HVSR, sito 10 – via torino sp141 regione Gariglietta

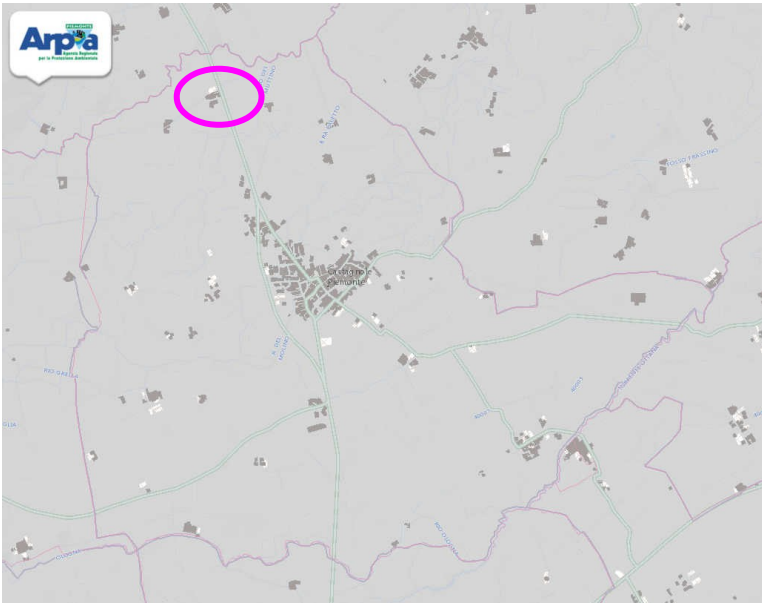


Illustrazione 76: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

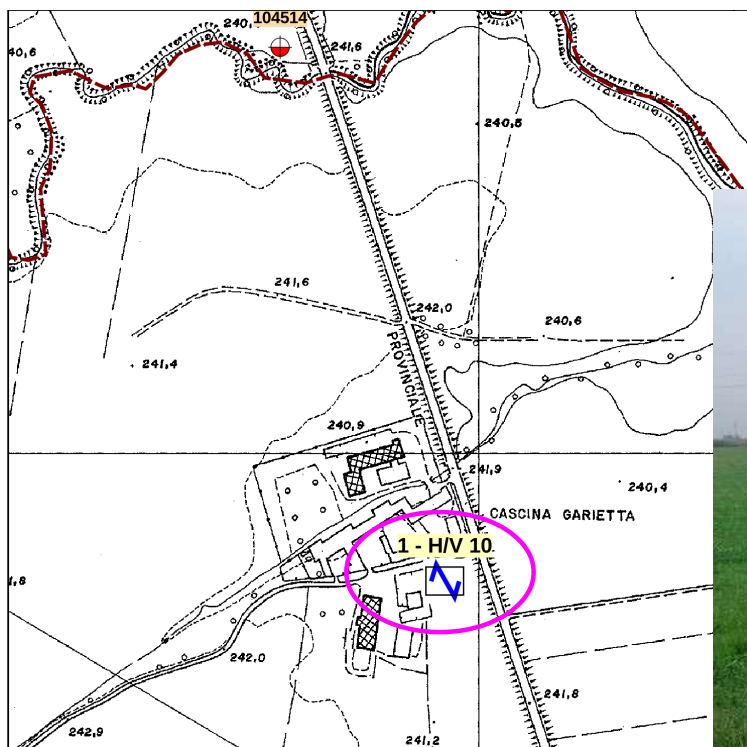


Illustrazione 77: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 78: posizione H/V



**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla®**  
**HV 10 v Torino C.na Gariglietta CASTAGNOLE, MS1 HV10**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 02/10/13 10:59:32

Fine registrazione: 02/10/13 11:09:33

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

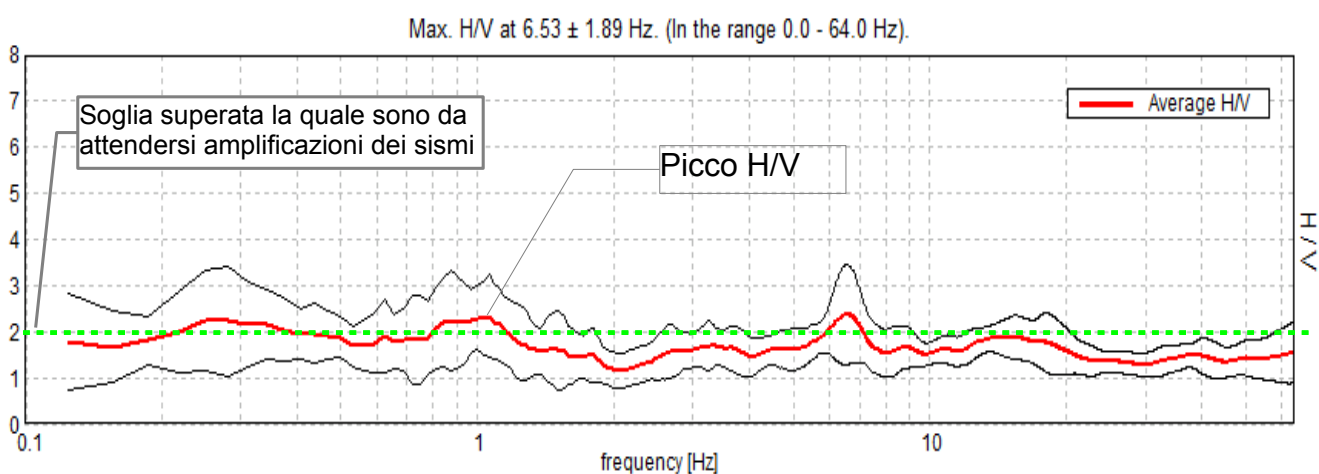
Durata registrazione: 0h10'00". Analizzato 70% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

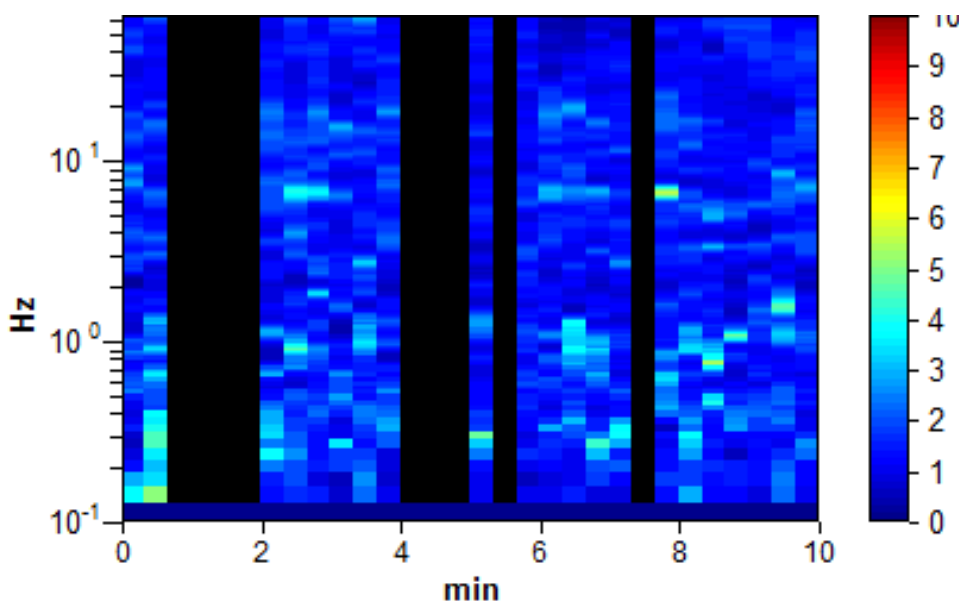
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%



*Illustrazione 79: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 80: SERIE TEMPORALE H/V*

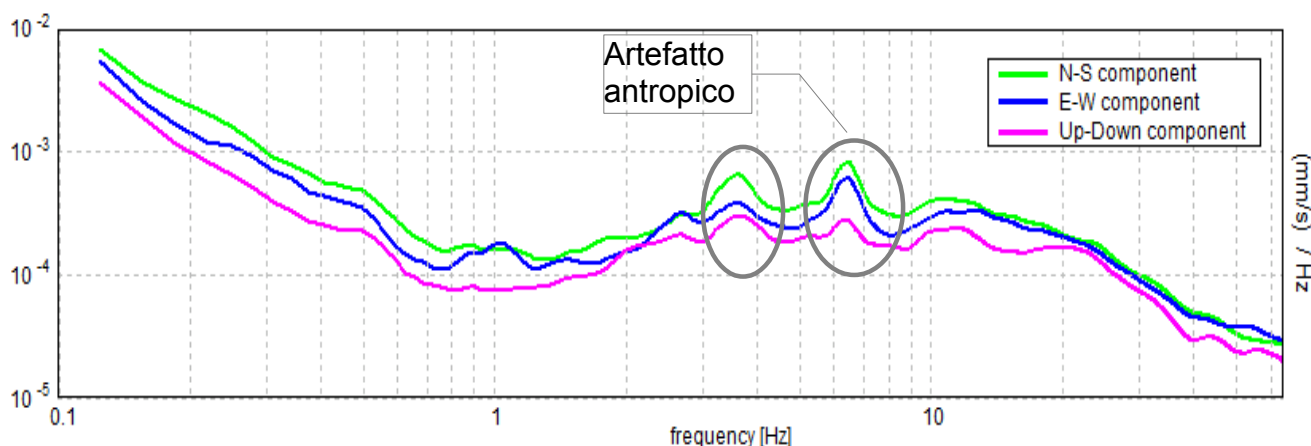
**DIREZIONALITA' H/V**

Illustrazione 81: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $6.53 \pm 1.89$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

$f_0 > 10 / L_w$ :  $6.53 > 0.50$  [ OK ]

$nc(f_0) > 200$ :  $2743.1 > 200$  [ OK ]

$sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz

$sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 314 [ OK ]

Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f-) < A_0 / 2$ :  $2.156$  Hz [ OK ]

Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]

$A_0 > 2$ :  $2.38 > 2$  [ OK ]

$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.13543| < 0.05$  [ NO ]

$sf < e(f_0)$ :  $0.88451 < 0.32656$  [ NO ]

$sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.51 < 1.58$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza ( $f_0$ ) determinate dalle misure H/V.

$F_0$ (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

resta interpretabile, con assenza di picchi pericolosi.

Il picco osservabile a 1 Hz è netto seppur generato in maniera poco ortodossa. Si osserva anche a frequenza ancora minore (0,2-0,3Hz), un ampio picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

A frequenze superiori, fino a 7 Hz trovano artefatti che disturbano la lettura del grafico, che tuttavia

### Punto misura HVSR, sito 11 cascine Motta e dell'angelo

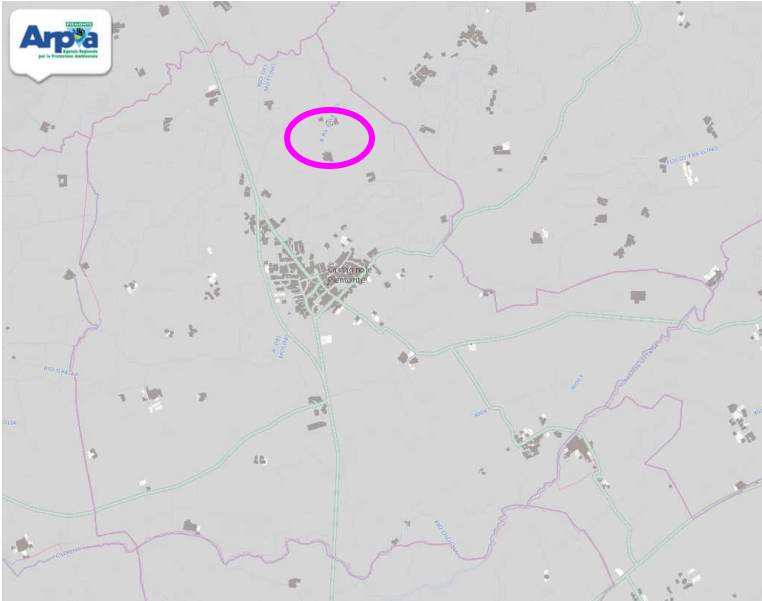


Illustrazione 82: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

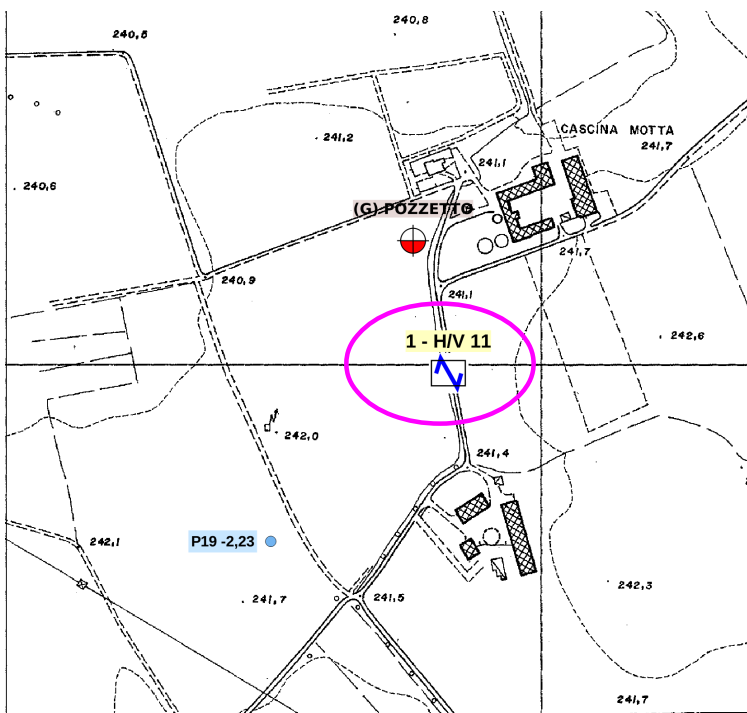


Illustrazione 83: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 84: posizione H/V

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla  
HV 11 c.na Motta e dell'Angelo CASTAGNOLE, MS1 HV11**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 02/10/13 11:36:38

Fine registrazione: 02/10/13 11:46:38

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h10'00".

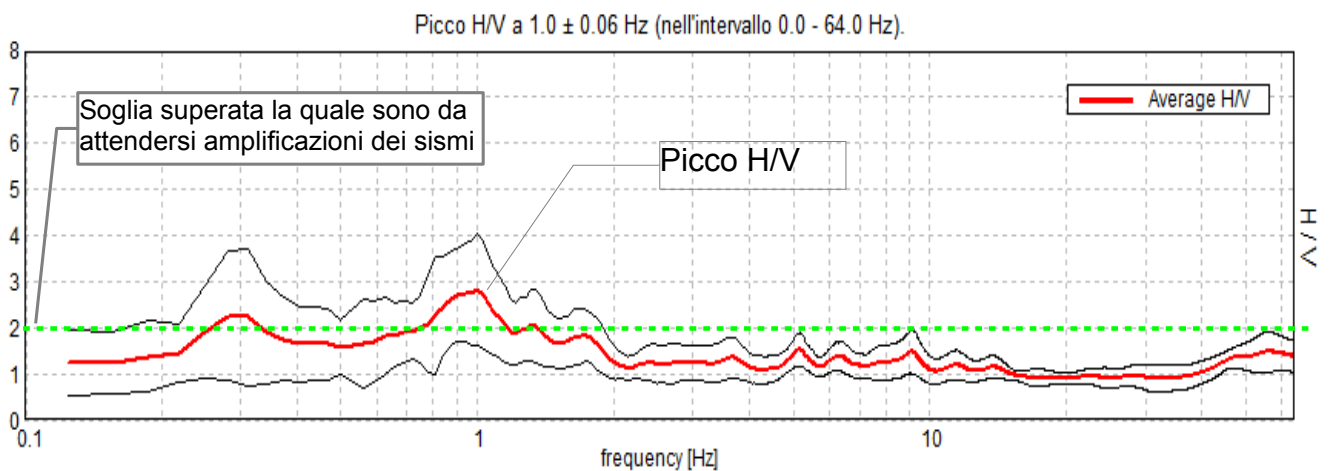
Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

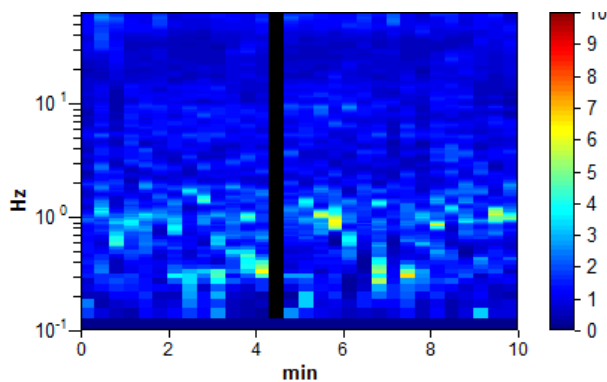
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

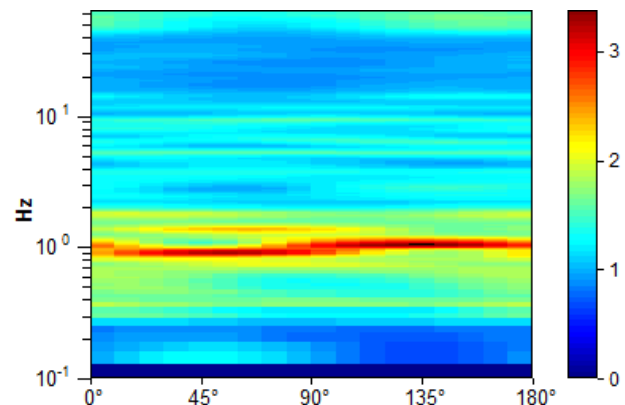
Lisciamento: 10%



*Illustrazione 85: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 87: SERIE TEMPORALE H/V*



*Illustrazione 86: DIREZIONALITA' H/V*

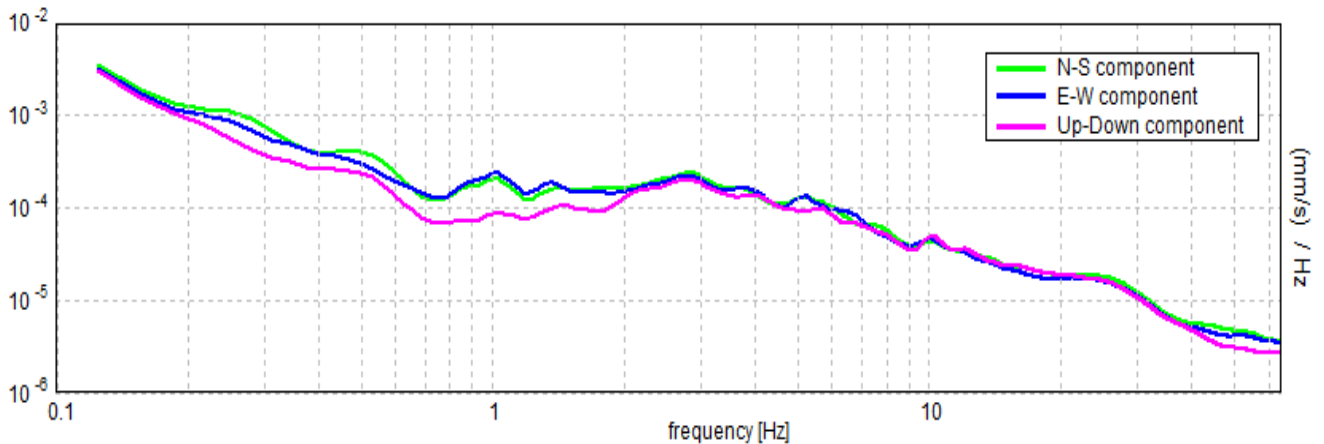


Illustrazione 88: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $1.0 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- f0 > 10 / Lw: 1.00 > 0.50 [ OK ]
- nc(f0) > 200: 580.0 > 200 [ OK ]
- sA(f) < 2 for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz
- sA(f) < 3 for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 49 [ OK ]
- .....
- 1.0 Hz [ NO ]
- Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$ : 1.969 Hz [ OK ]
- A0 > 2: 2.81 > 2 [ OK ]
- f\_picco $[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ : |0.03046| < 0.05 [ OK ]
- sf < e(f0): 0.03046 < 0.1 [ OK ]
- sA(f0) < q(f0): 0.5839 < 1.78 [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f0) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Il picco osservabile a 1 Hz è netto . Si osserva anche a frequenza ancora minore (0,3Hz), un picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011



### Punto misura HVSR, sito 12 - Borgata Oitana

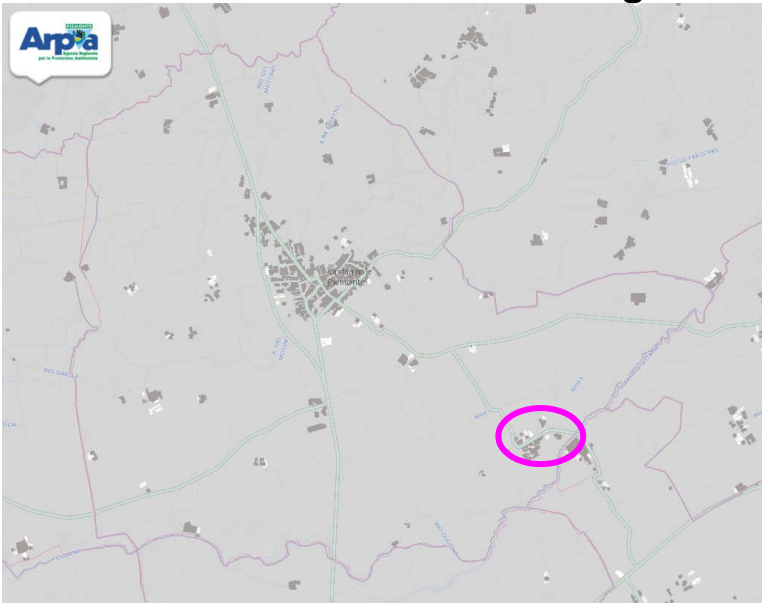


Illustrazione 89: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

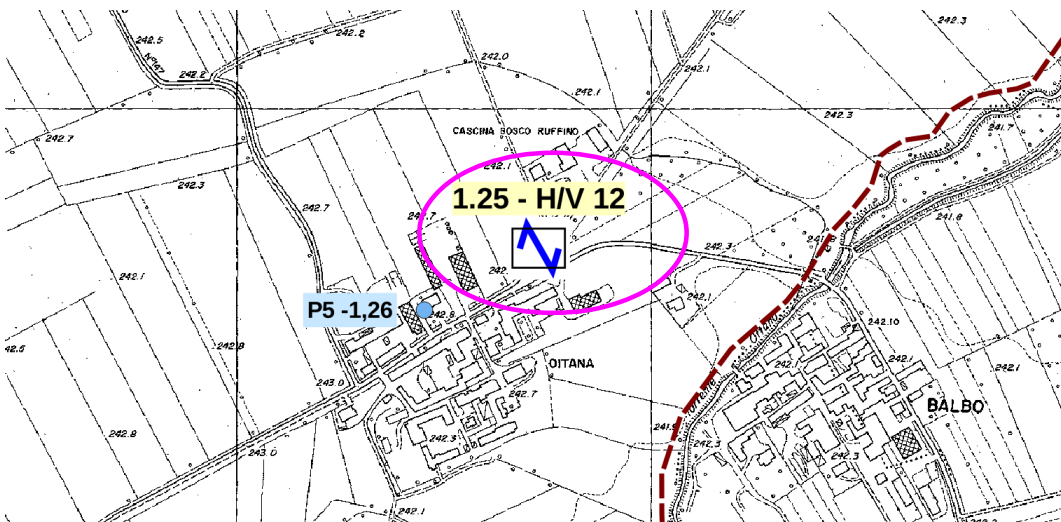


Illustrazione 90: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 91: posizione H/V

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla  
HV 12 Oitana 0006**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 30/10/13 14:40:39

Fine registrazione: 30/10/13 14:56:40

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

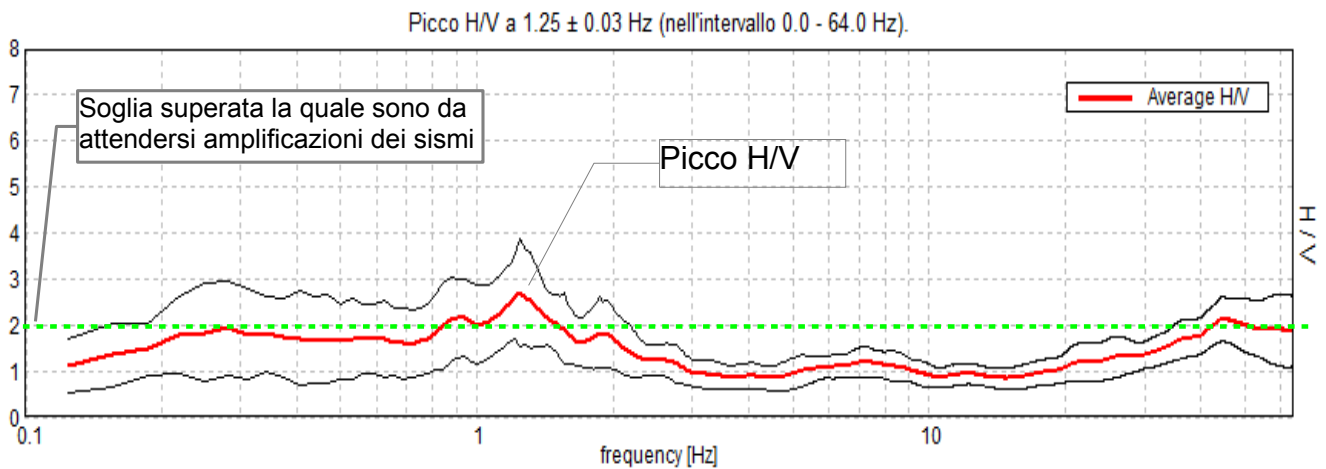
Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

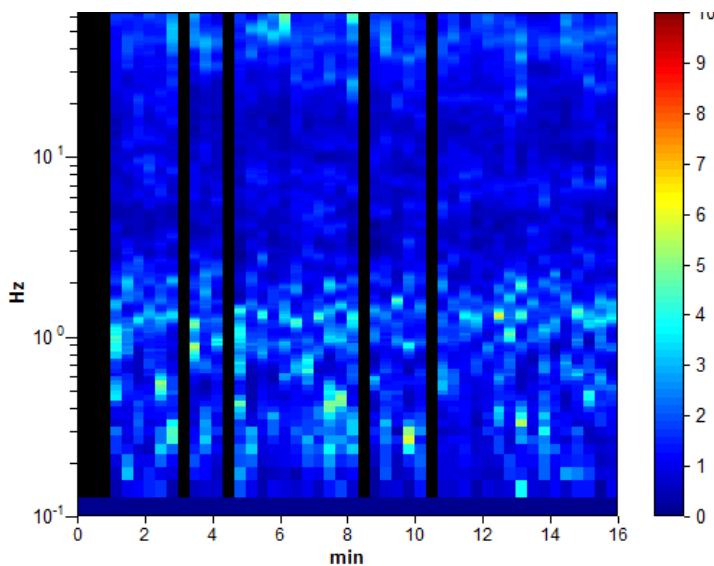
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%



*Illustrazione 92: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 93: SERIE TEMPORALE H/V*

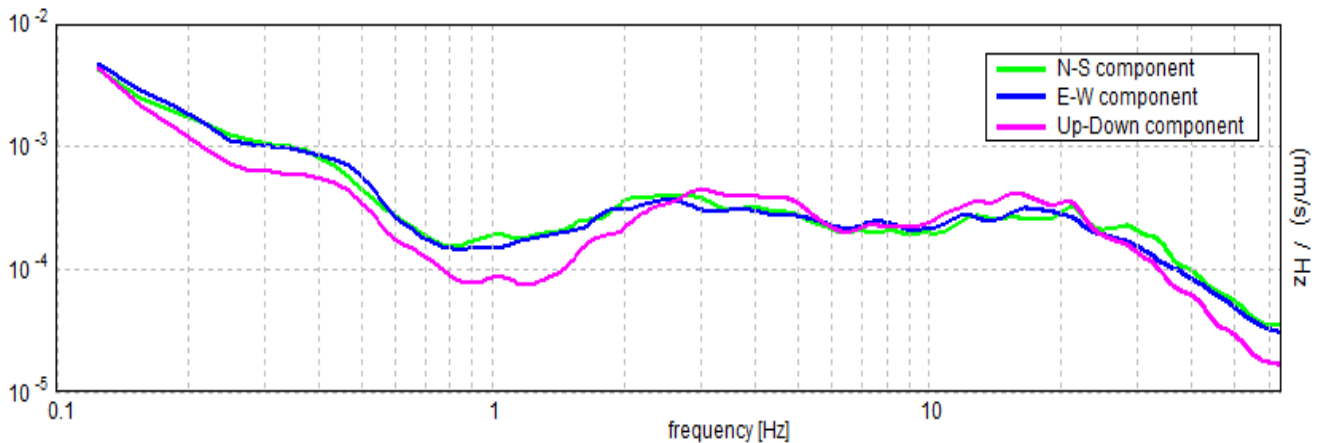


Illustrazione 94: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $1.25 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- $f_0 > 10 / L_w$ :  $1.25 > 0.50$  [ OK ]
- $nc(f_0) > 200$ :  $1025.0 > 200$  [ OK ]
- $sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5\text{Hz}$
- $sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5\text{Hz}$  Superato 0 volte su 61 [ OK ]
- .....
- 1.0 Hz [ NO ]
- Esiste  $f^+$  in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ : 2.25 Hz [ OK ]
- $A_0 > 2$ :  $2.70 > 2$  [ OK ]
- $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.01302| < 0.05$  [ OK ]
- $sf < e(f_0)$ :  $0.01628 < 0.125$  [ OK ]
- $sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.5762 < 1.78$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

Il picco osservabile a 1 Hz è netto . Si osserva anche a frequenza ancora minore (0,2-0,3Hz), un largo picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

A frequenze superiori, si trova a differenza di altre zone indagate un vasto campo di terreni che paiono denotare velocità sismiche lente, prossime alla inversione di velocità rispetto ai terreni di superficie.

### Punto misura HVSR, sito 13 - cascina Salvagno

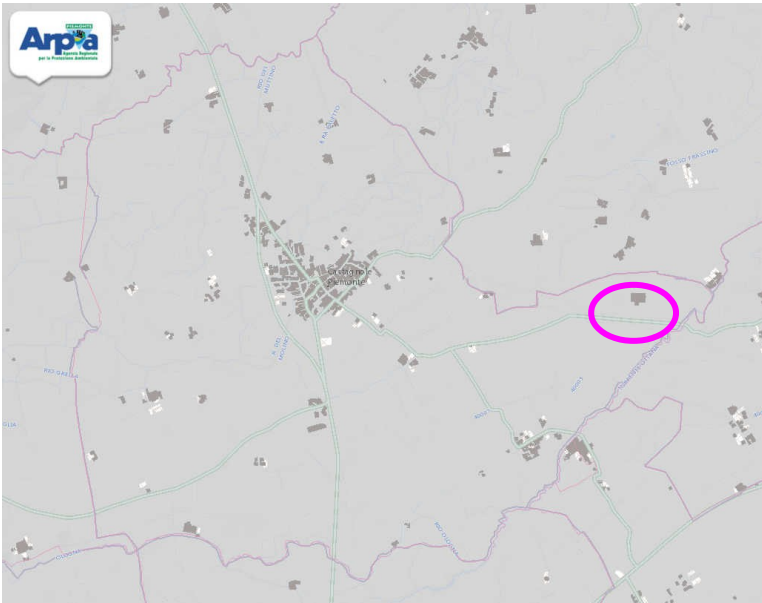


Illustrazione 95: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

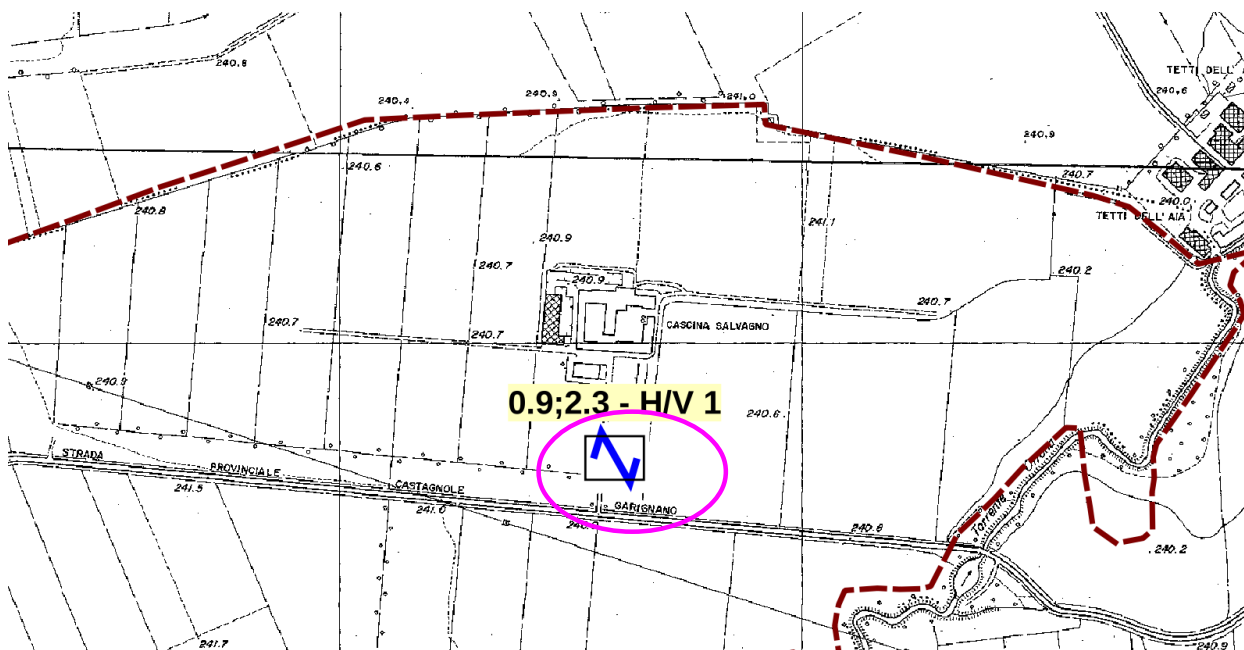


Illustrazione 96: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 97: posizione H/V

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla  
HV13 CASTAGNOLE MS1, C.NA SALVAGNO 0001**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 26/11/13 09:16:04

Fine registrazione: 26/11/13 09:32:05

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

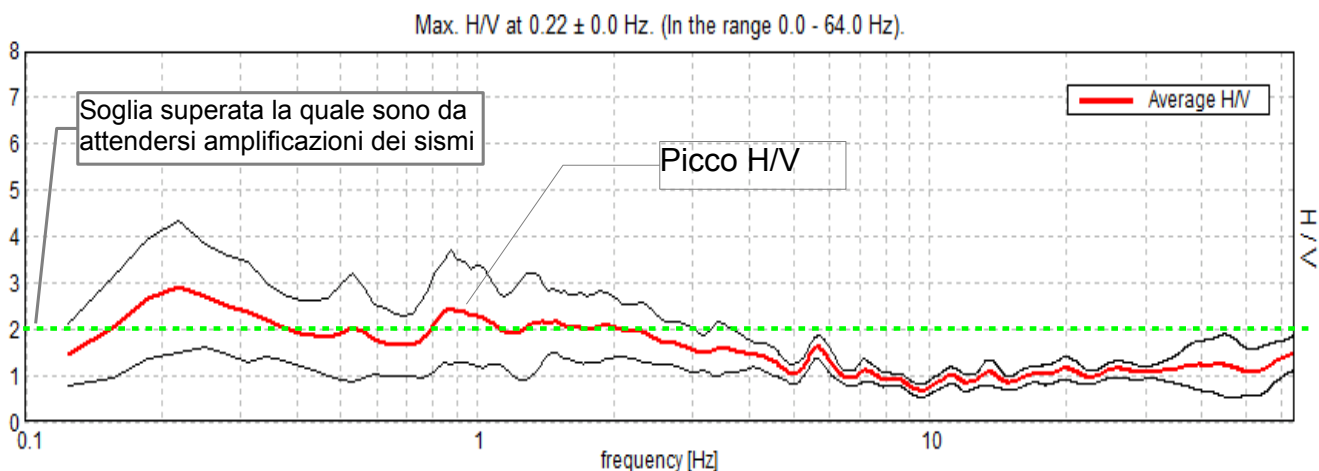
Analizzato 79% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

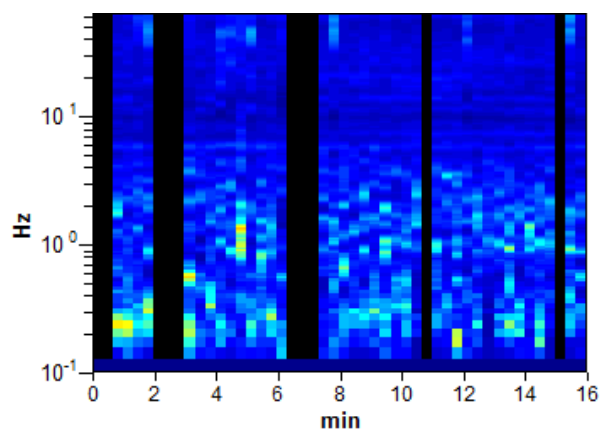
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

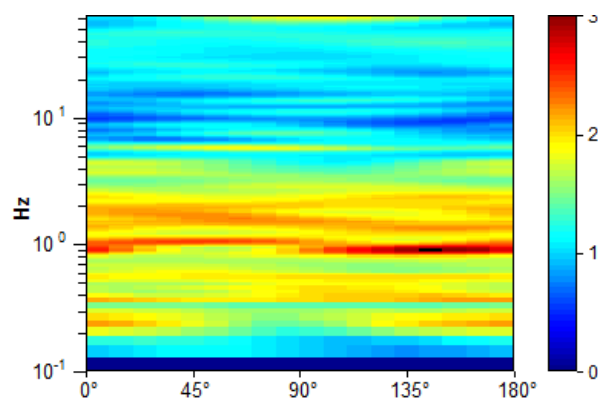
Lisciamento: 10%



*Illustrazione 98: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 99: SERIE TEMPORALE H/V*



*Illustrazione 100: DIREZIONALITA' H/V*



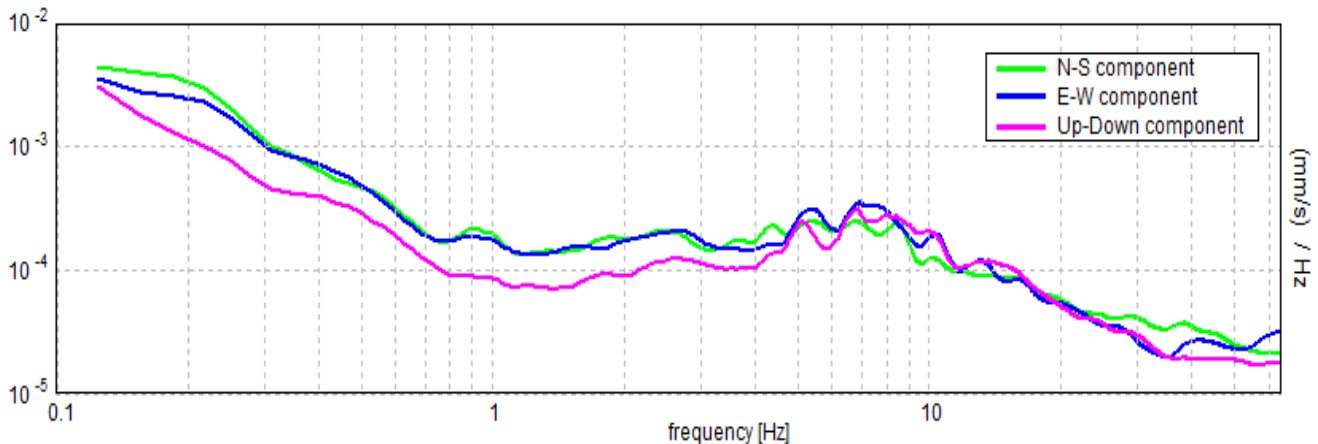


Illustrazione 101: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $0.22 \pm 0.0$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- $f_0 > 10 / Lw$ :  $0.22 > 0.50$  [ NO ]
- $nc(f_0) > 200$ :  $166.3 > 200$  [ NO ]
- $sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz
- $sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 12 [ OK ]

- Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f-) < A_0 / 2$ :  $0.125$  Hz [ OK ]
- Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_H/V(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]
- $A_0 > 2$ :  $2.90 > 2$  [ OK ]
- $f_{picco}[A_H/V(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.0| < 0.05$  [ OK ]
- $sf < e(f_0)$ :  $0.0 < 0.04375$  [ OK ]
- $sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.697 < 2.5$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

Il picco osservabile a 1 Hz è netto . Si osserva anche a frequenza ancora minore (0,2Hz), un ampio picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

A frequenze superiori esistono disturbi del segnale che tuttavia non inficiano la interpretabilità della misura.

### Punto misura HVSR, sito 14 – località: c.na Monastero

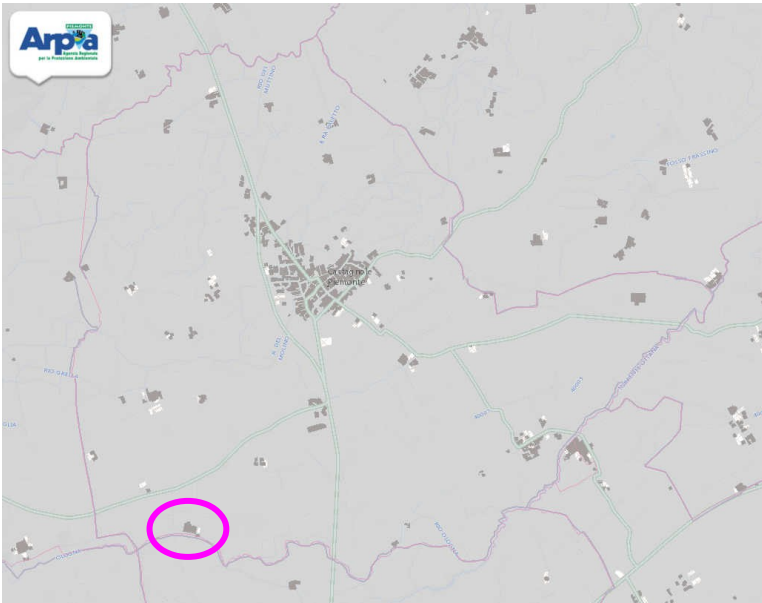


Illustrazione 102: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

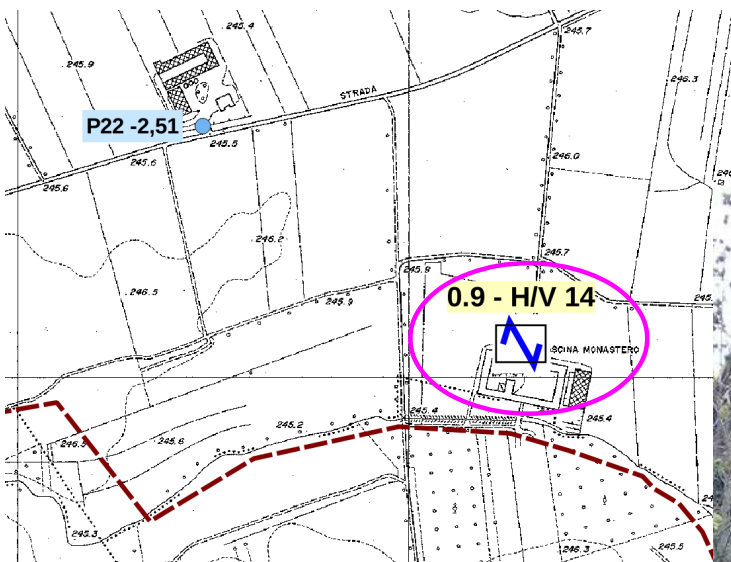


Illustrazione 103: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera

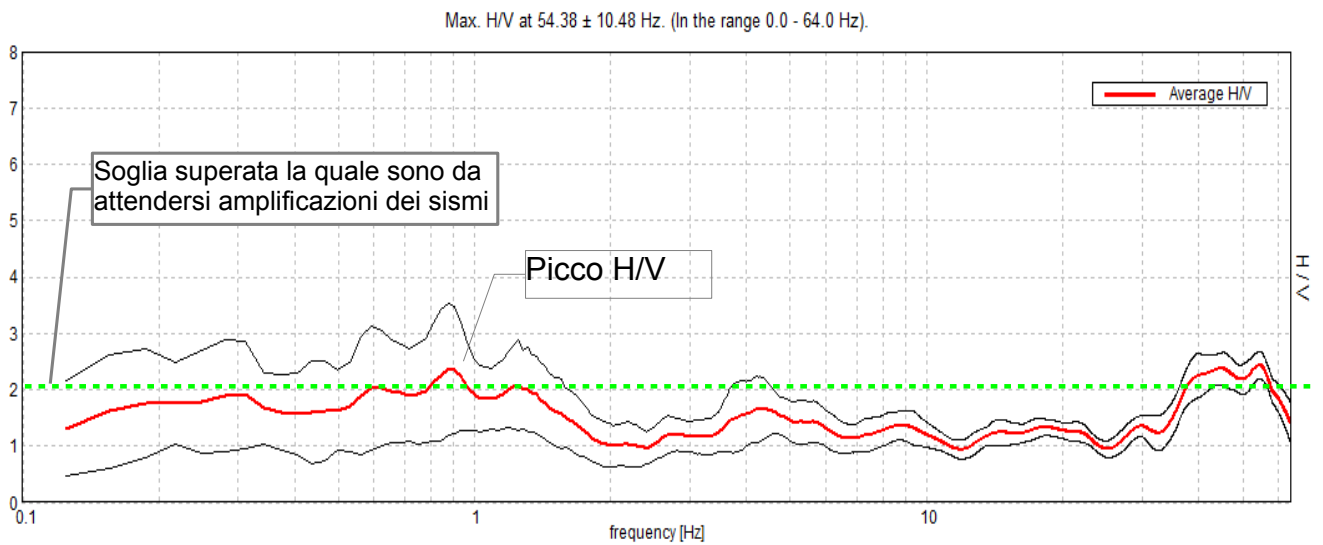


Illustrazione 104: posizione H/V

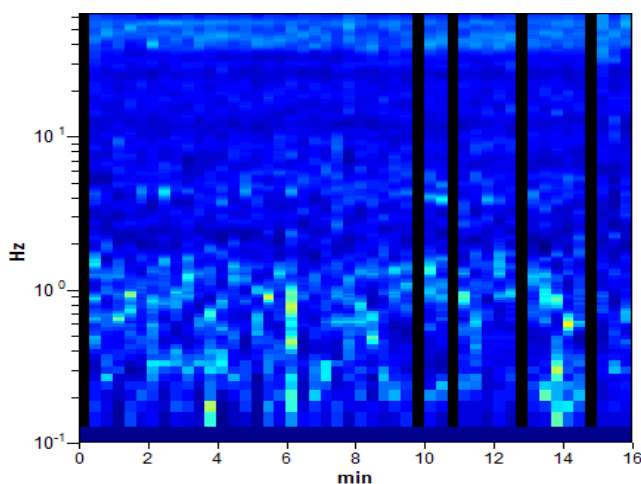
**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla**  
**Hv 14 C.na Monastero CASTAGNOLE HV\_GG30\_10, VARI 0004**

Strumento: TRZ-0087/01-10  
 Inizio registrazione: 30/10/13 13:47:15      Fine registrazione: 30/10/13 14:03:16  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

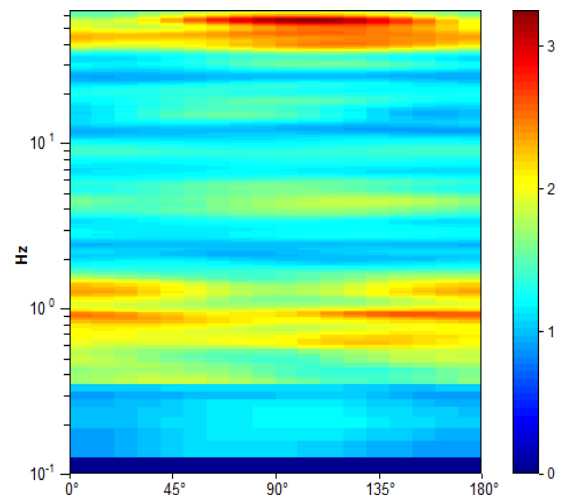
Durata registrazione: 0h16'00".      Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%



*Illustrazione 105: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 107: SERIE TEMPORALE H/V*



*Illustrazione 106: DIREZIONALITA' H/V*

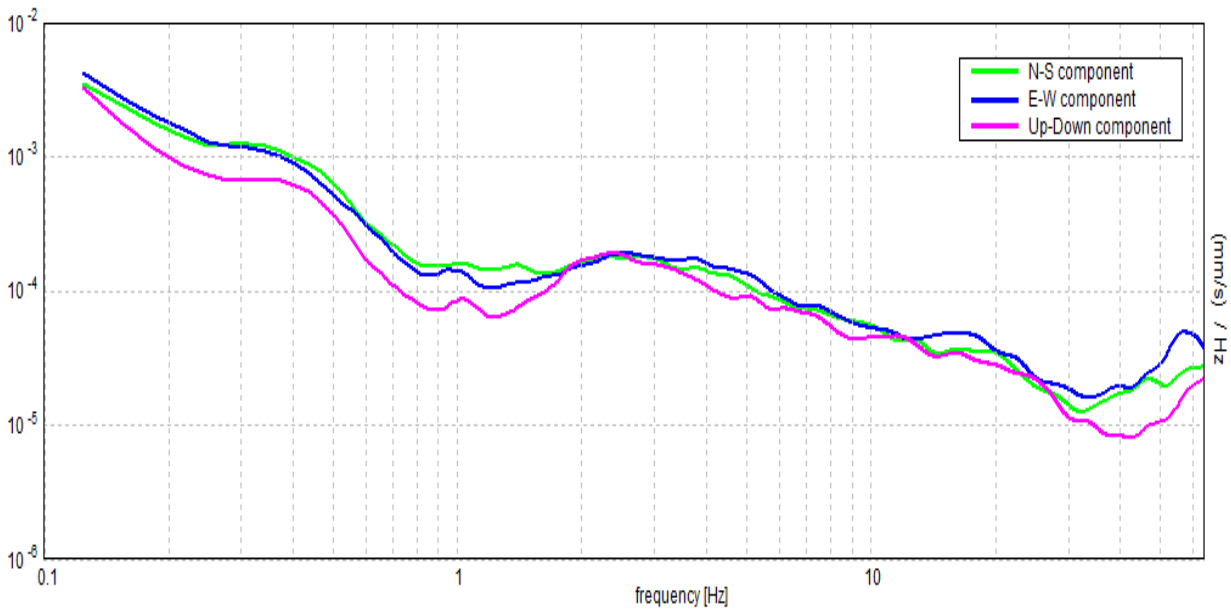


Illustrazione 108: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $54.38 \pm 10.48$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- $f_0 > 10 / Lw$ :  $54.38 > 0.50$  [ OK ]
- $nc(f_0) > 200$ :  $46762.5 > 200$  [ OK ]
- $sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5\text{Hz}$
- $sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5\text{Hz}$  Superato 0 volte su 1179 [ OK ]
- .....
- Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f-) < A_0 / 2$ :  $28.0$  Hz [ OK ]
- Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]
- $A_0 > 2$ :  $2.43 > 2$  [ OK ]
- $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.09431| < 0.05$  [ NO ]
- $sf < e(f_0)$ :  $5.12803 < 2.71875$  [ NO ]
- $sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.1195 < 1.58$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

Il picco osservabile a 0,9 Hz è netto seppur generato in maniera poco ortodossa. Si accenna anche a frequenza ancora minore (0,2-Hz), ad un picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

A frequenze superiori non si osservano picchi significativi.



### Punto misura HVSR, sito 100 - Pozzo acquedotto SMAT

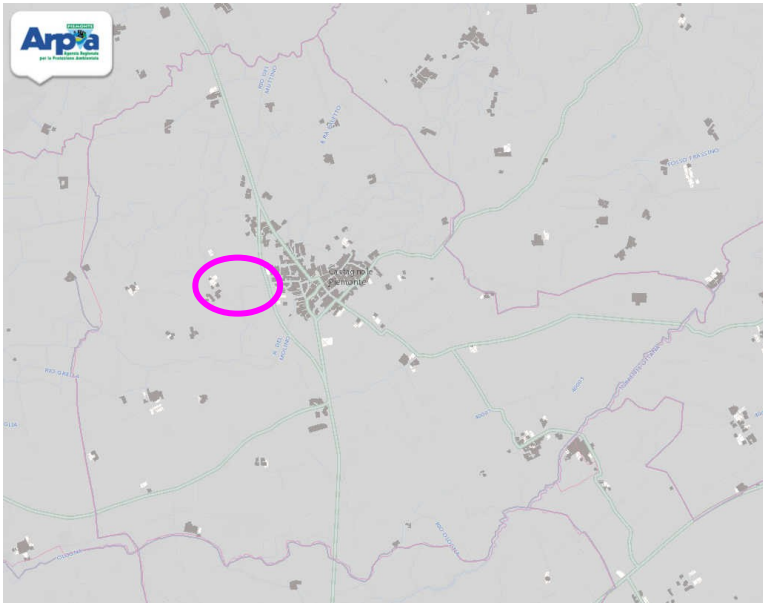


Illustrazione 109: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

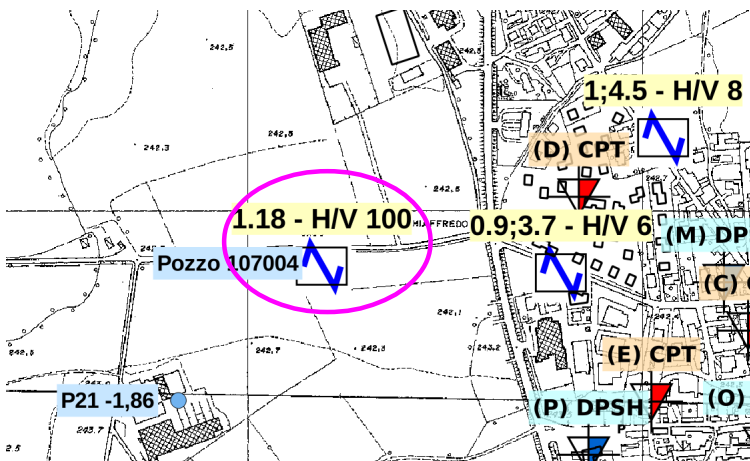


Illustrazione 110: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



Illustrazione 111: posizione H/V



**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla  
HV 100 pozzo acquedotto CASTAGNOLE, MS1 HV100**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 02/10/13 11:53:50

Fine registrazione: 02/10/13 12:03:51

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h10'00".

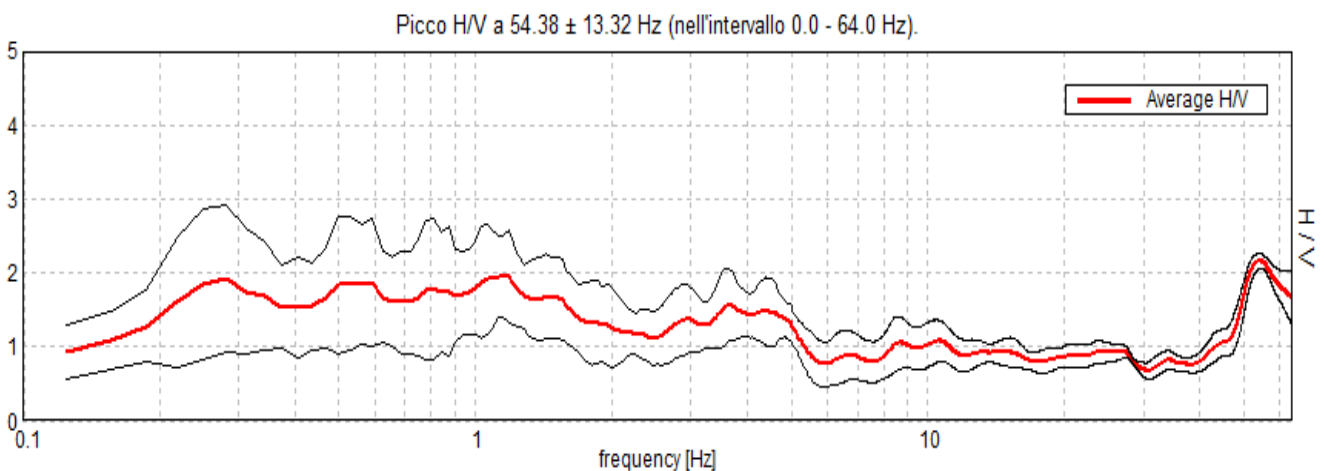
Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

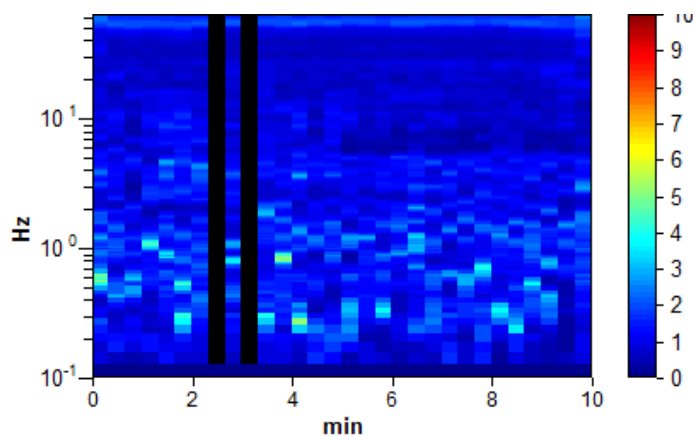
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

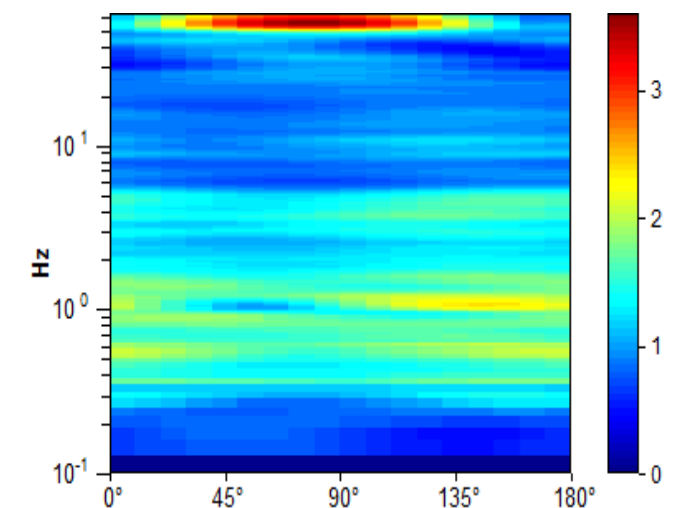
Lisciamento: 10%



*Illustrazione 112: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 114: SERIE TEMPORALE H/V*



*Illustrazione 113: DIREZIONALITA' H/V*

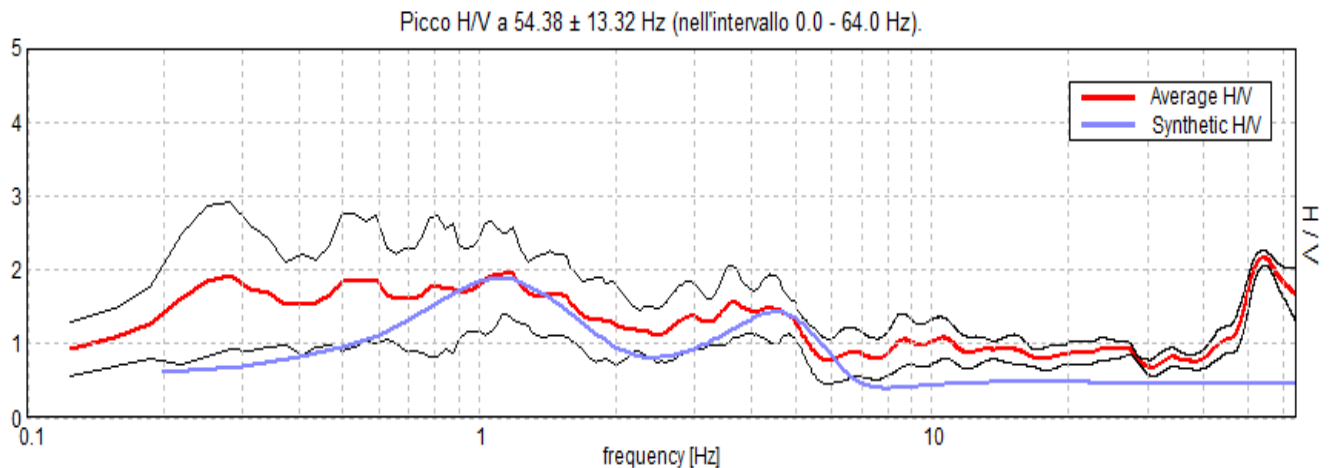


Illustrazione 115: H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Disponendo di una stratigrafia si è tentata con essa la costruzione di un profilo di velocità delle onde sismiche, tuttavia il grafico non mostra picchi netti sebbene i soliti picchi a 0,2 e 1Hz siano ben visibili.

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson ipotizzato
12	12	220	0,35
72	60	420	0,35
182	110	700	0,35
inf,	0	900	0,35

$V_s(0.0-30.0)=308\text{m/s}$

Codice perforazione 107004

Profondita` (m)	Descrizione	potenza
0.20	terreno vegetale	0,2
2.00	sabbia	1,8
12.00	Limo ( <i>bluastro</i> )	8
17.00	limo e sabbia con tracce di terra	5
24.00	Limo ( <i>giallastro</i> )	7
28.00	ghiaia e sabbia	4

33.00	Argilla ( <i>gialla</i> )	5
37.00	ghiaia e sabbia	4
39.00	sabbia e terra	2
46.00	Argilla ( <i>bluastra</i> )	7
50.00	ghiaia e sabbia	4
67.00	Argilla ( <i>bluastra</i> )	17
69.00	sabbia	2
78.00	Argilla ( <i>gialla</i> )	9
81.00	sabbia e ghiaia	3
88.00	Argilla ( <i>blu</i> )	7

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $54.38 \pm 13.32$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

$f_0 > 10 / Lw$ :  $54.38 > 0.50$  [ OK ]

$nc(f_0) > 200$ :  $30450.0 > 200$  [ OK ]

$sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5\text{Hz}$

$sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5\text{Hz}$  Superato 0 volte su 1179 [ OK ]

.....  
Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f-) < A_0 / 2$ :  $46.219$  Hz [ OK ]

Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]

$A_0 > 2$ :  $2.16 > 2$  [ OK ]

$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.11719| < 0.05$  [ NO ]

$sf < e(f_0)$ :  $6.37229 < 2.71875$  [ NO ]

$sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.0477 < 1.58$  [ OK ]

### Punto misura HVSR, sito 101 – Località: cascina Cavilia

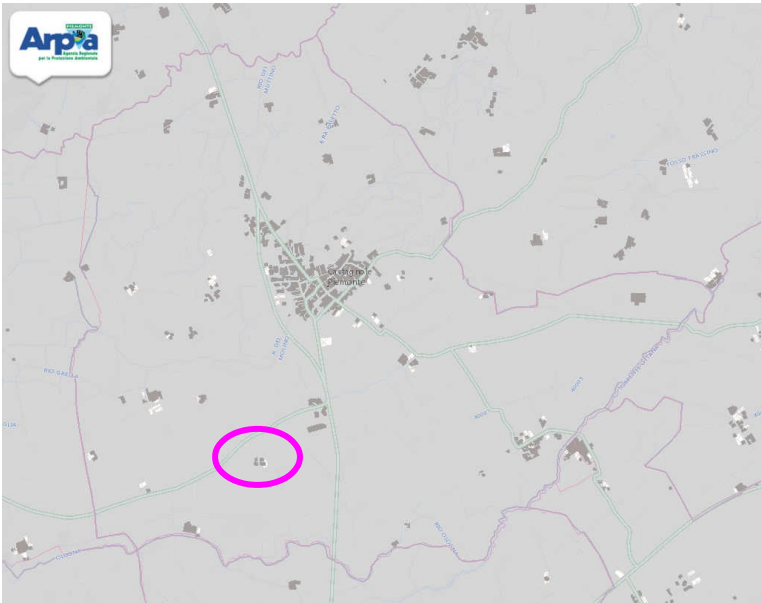


Illustrazione 116: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

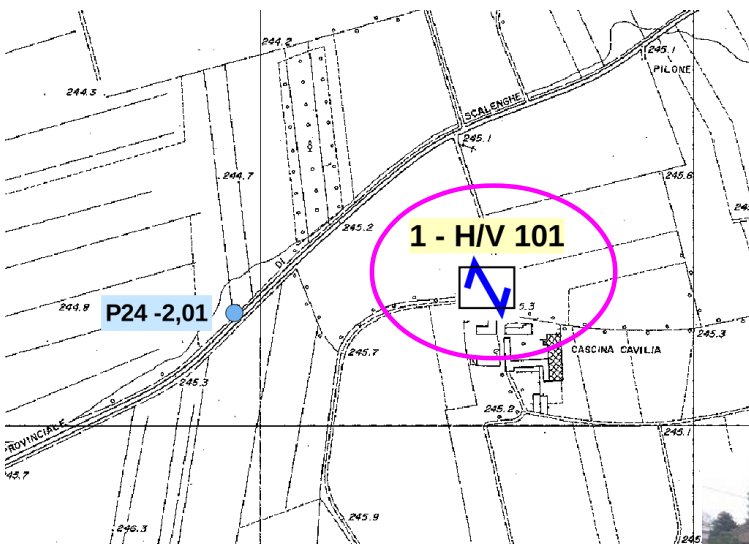


Illustrazione 117: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera

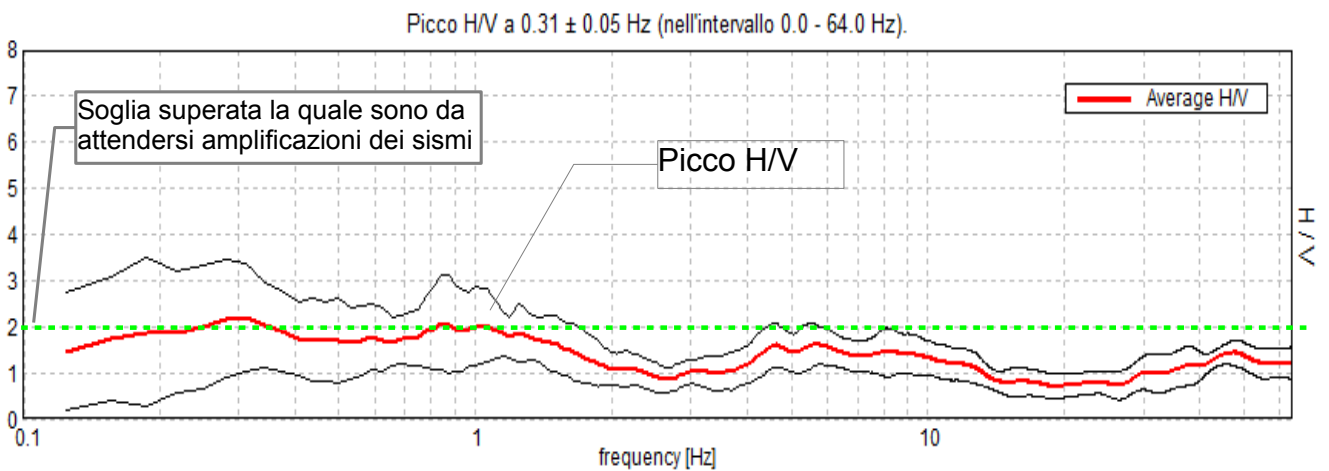


Illustrazione 118: posizione H/V

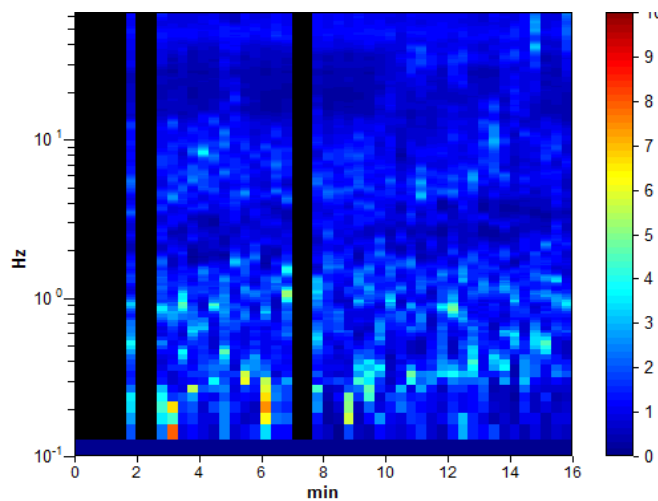
**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla**  
**HV 101 C.na Cavilia CASTAGNOLE HV\_GG30\_10, VARI 0002**

Strumento: TRZ-0087/01-10  
 Inizio registrazione: 30/10/13 13:00:20      Fine registrazione: 30/10/13 13:16:21  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".      Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%



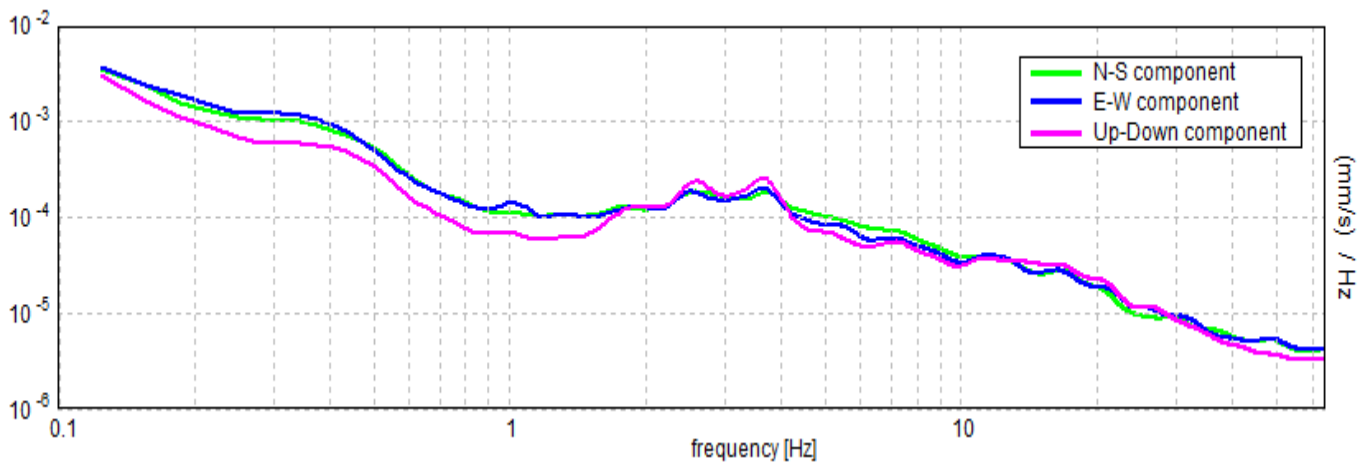
*Illustrazione 119: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 120: SERIE TEMPORALE H/V*



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $0.31 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- $f_0 > 10 / Lw$ :  $0.31 > 0.50$  [ NO ]
- $nc(f_0) > 200$ :  $243.8 > 200$  [ OK ]
- $sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz
- $sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 16 [ OK ]

- Esiste  $f$ - in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$ :  $0.094$  Hz [ OK ]
- Esiste  $f+$  in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]
- $A_0 > 2$ :  $2.18 > 2$  [ OK ]
- $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.07748| < 0.05$  [ NO ]
- $sf < e(f_0)$ :  $0.02421 < 0.0625$  [ OK ]
- $sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.5723 < 2.5$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f<sub>0</sub>) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellarò - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

Il picco osservabile a 0,9 1 Hz è largo e appiattito ma netto. Ben visibile a frequenza ancora minore (0,3Hz) un picco che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

A frequenze superiori non si osservano picchi significativi.

### Punto misura HVSR, sito 102 – Circonvallazione ang. v Pertini

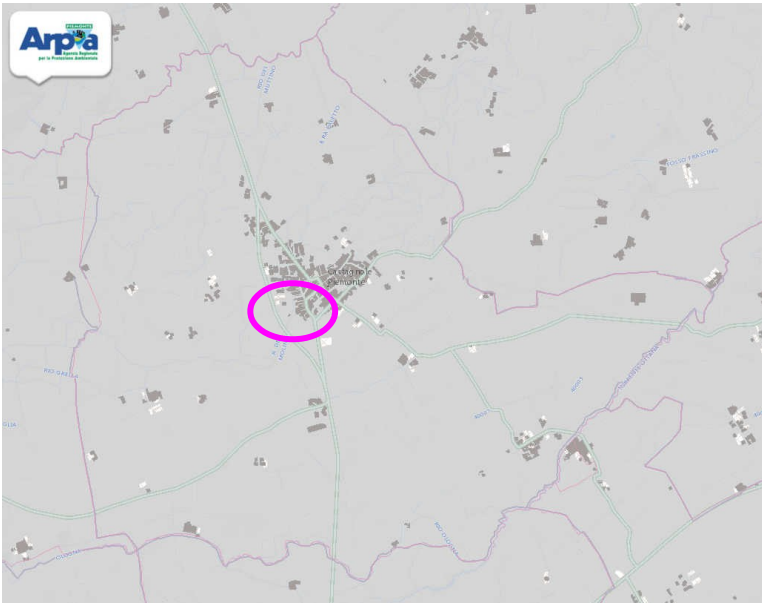


Illustrazione 121: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

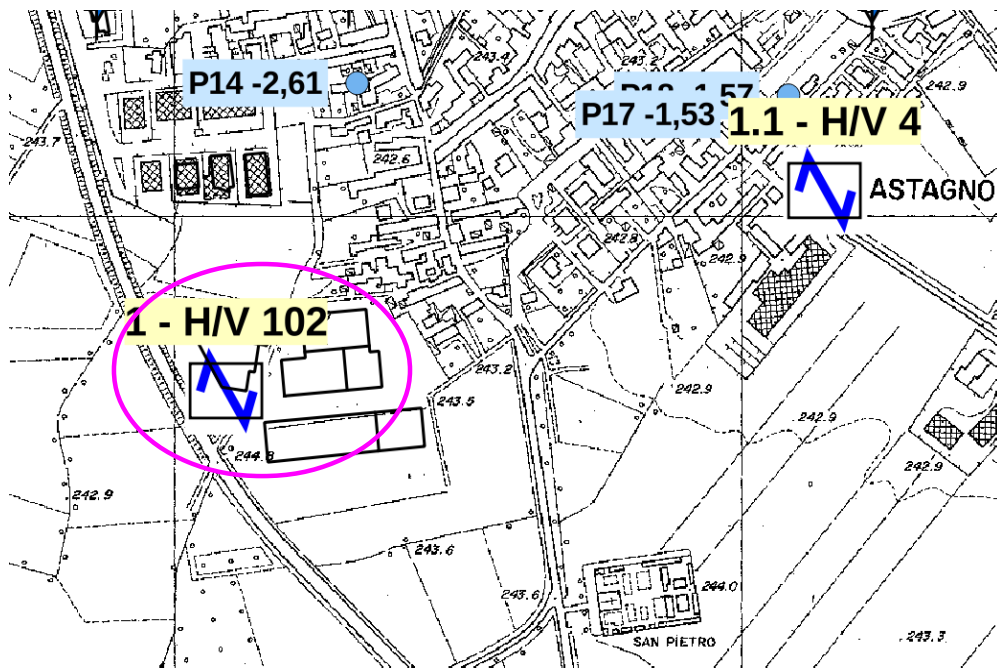


Illustrazione 122: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera

**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla  
HV 102 Circonvallazione v Pertini CASTAGNOLE, PEC V PERTINI 0003**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 16/01/13 11:51:18

Fine registrazione: 16/01/13 12:07:19

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

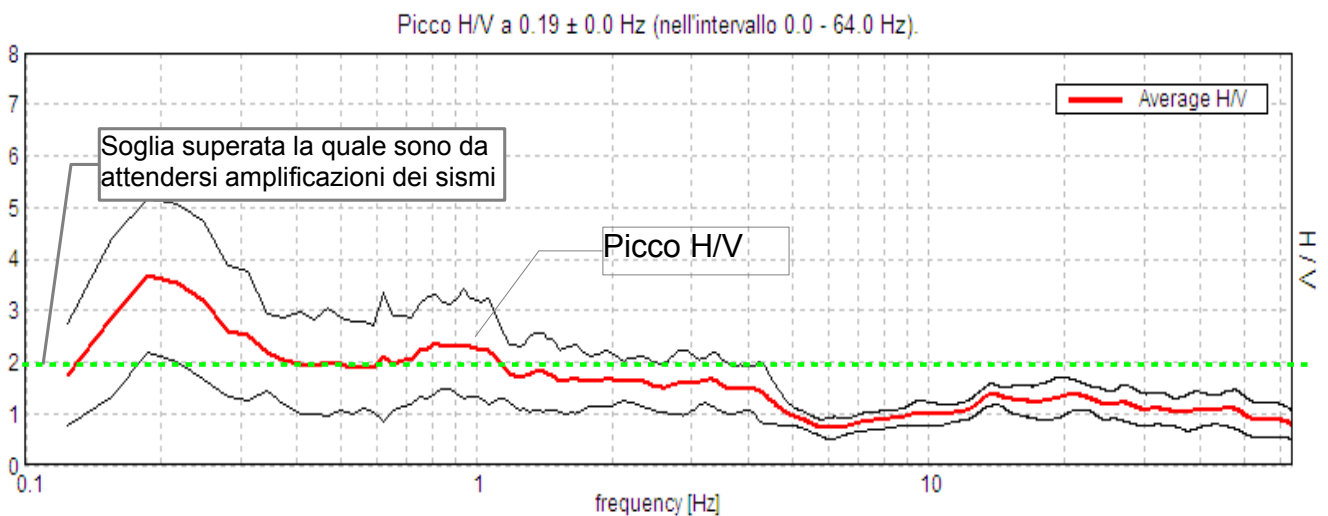
Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

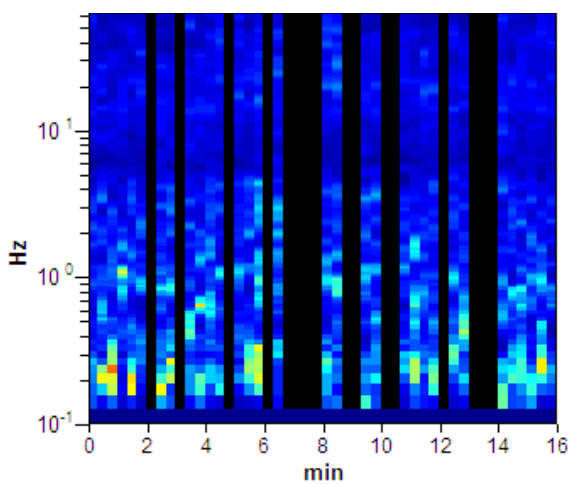
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

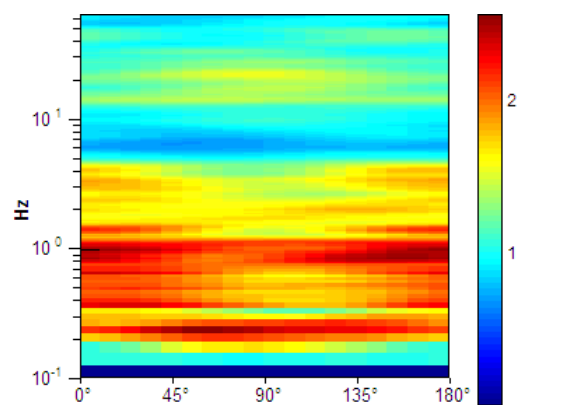
Lisciamento: 10%



*Illustrazione 123: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 124: SERIE TEMPORALE H/V*



*Illustrazione 125: DIREZIONALITA' H/V*

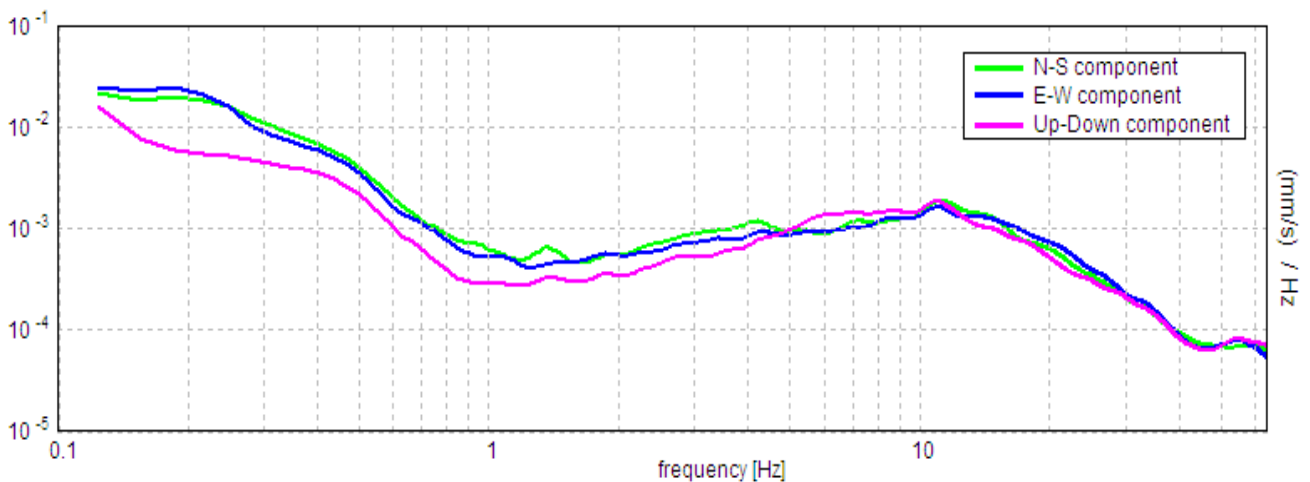


Illustrazione 126: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $0.19 \pm 0.0$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

$f_0 > 10 / Lw$ :  $0.19 > 0.50$  [ NO ]

$nc(f_0) > 200$ :  $120.0 > 200$  [ NO ]

$sA(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 > 0.5$ Hz

$sA(f) < 3$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$  if  $f_0 < 0.5$ Hz Superato 0 volte su 10 [ OK ]

Esiste f- in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f-) < A_0 / 2$ :  $0.125$  Hz [ OK ]

Esiste f+ in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$ :  $-1.0$  Hz [ NO ]

$A_0 > 2$ :  $3.68 > 2$  [ OK ]

$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$ :  $|0.01276| < 0.05$  [ OK ]

$sf < e(f_0)$ :  $0.00239 < 0.04688$  [ OK ]

$sA(f_0) < q(f_0)$ :  $0.726 < 3.0$  [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f0) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

Il picco osservabile a 1 Hz è netto . Si osserva anche a frequenza ancora minore (0,2Hz), un picco molto alto che si ritrova variamente evidenziato su tutto il territorio e ne marca la risposta sismica complessiva, prolungando la durata dei sismi. In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità. Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.

A frequenze superiori non si osservano picchi significativi.

### Punto misura HVSR, sito 103 via Mazzini 16, capoluogo

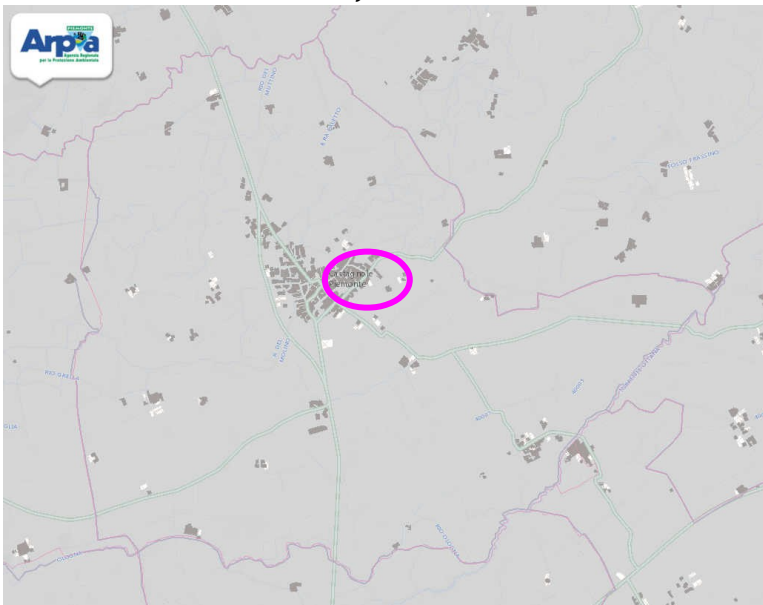


Illustrazione 127: Inquadramento da cartografia ARPA Piemonte

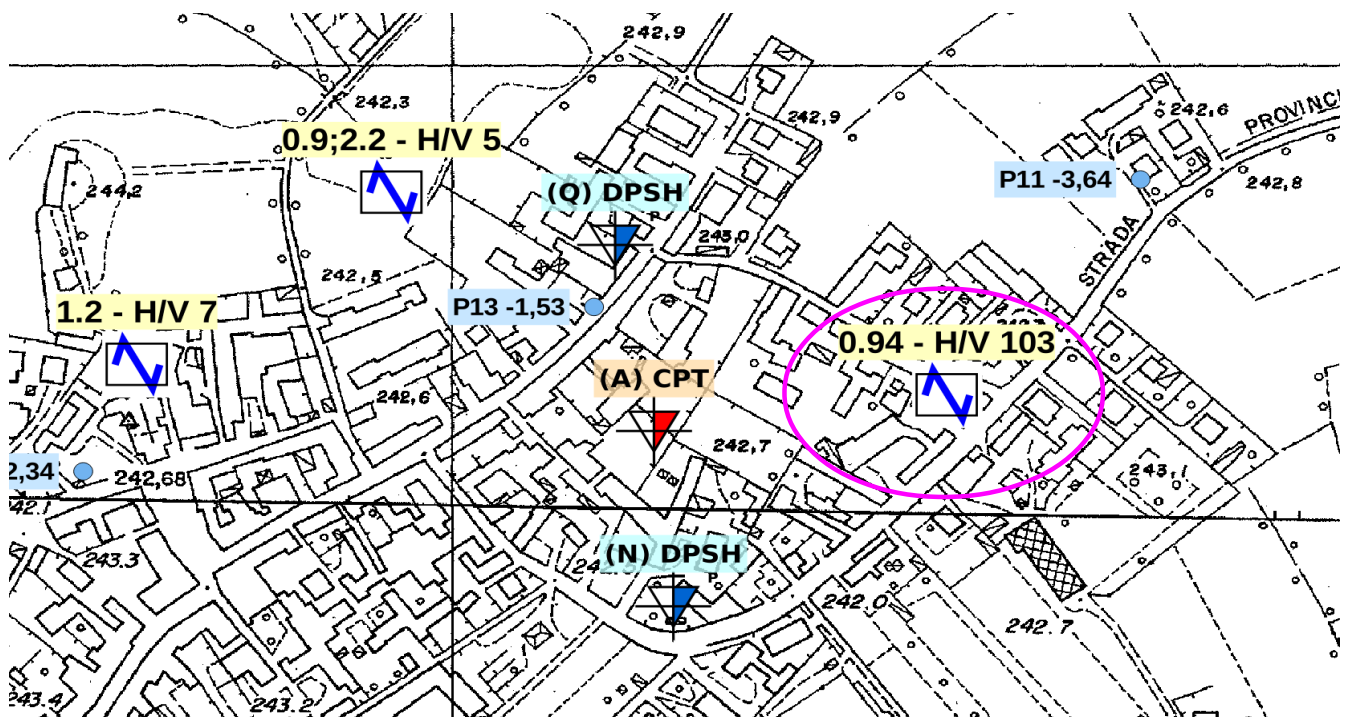


Illustrazione 128: Stralcio da Tavola 2 MS1, scala libera



**Tabulato di analisi in uscita dal software Grilla  
CASTAGNOLE1, VIA MAZZINI 16 CASTAGN 0002**

Strumento: TRZ-0087/01-10

Inizio registrazione: 07/07/12 12:57:34

Fine registrazione: 07/07/12 13:13:35

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

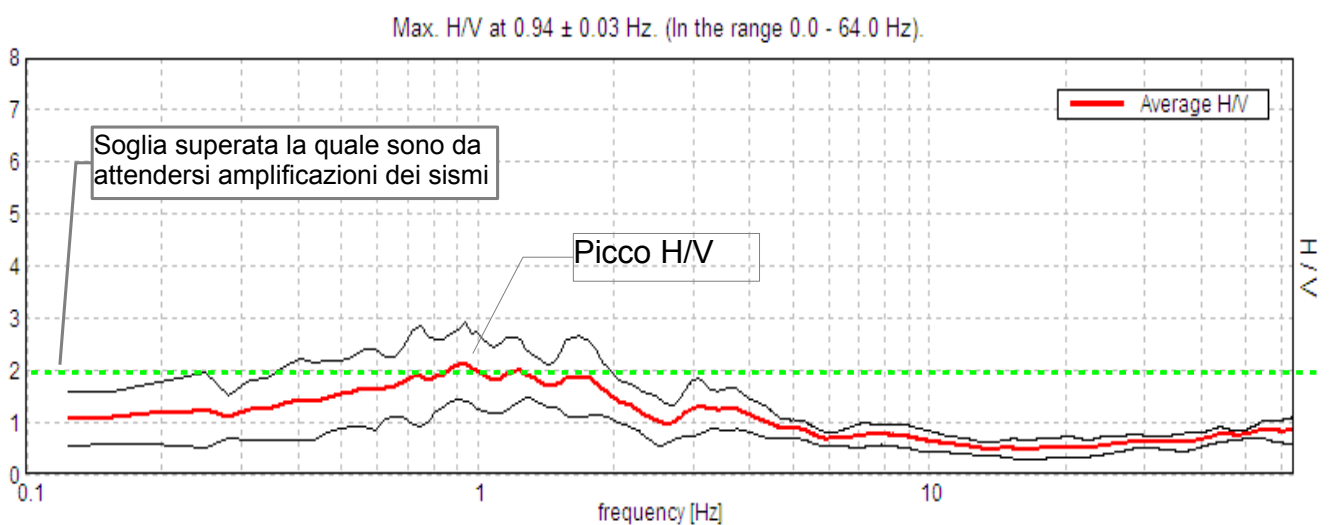
Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

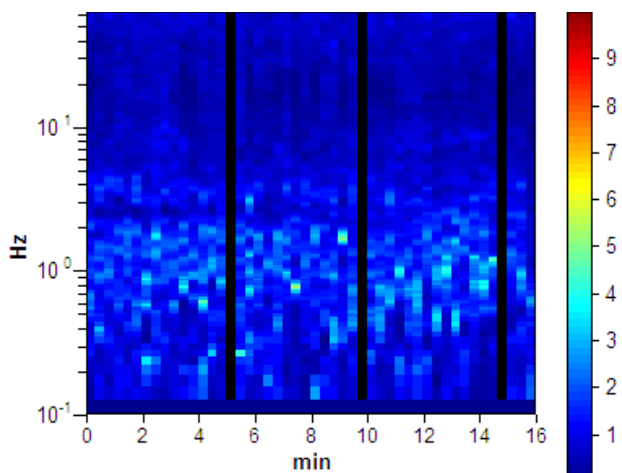
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

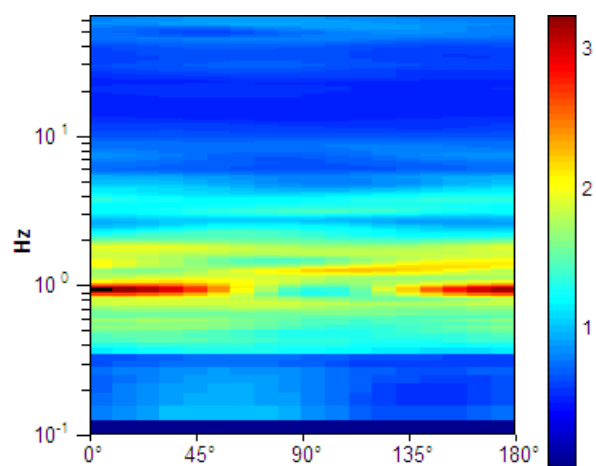
Lisciamento: 10%



*Illustrazione 129: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE*



*Illustrazione 130: SERIE TEMPORALE H/V*



*Illustrazione 131: DIREZIONALITA' H/V*

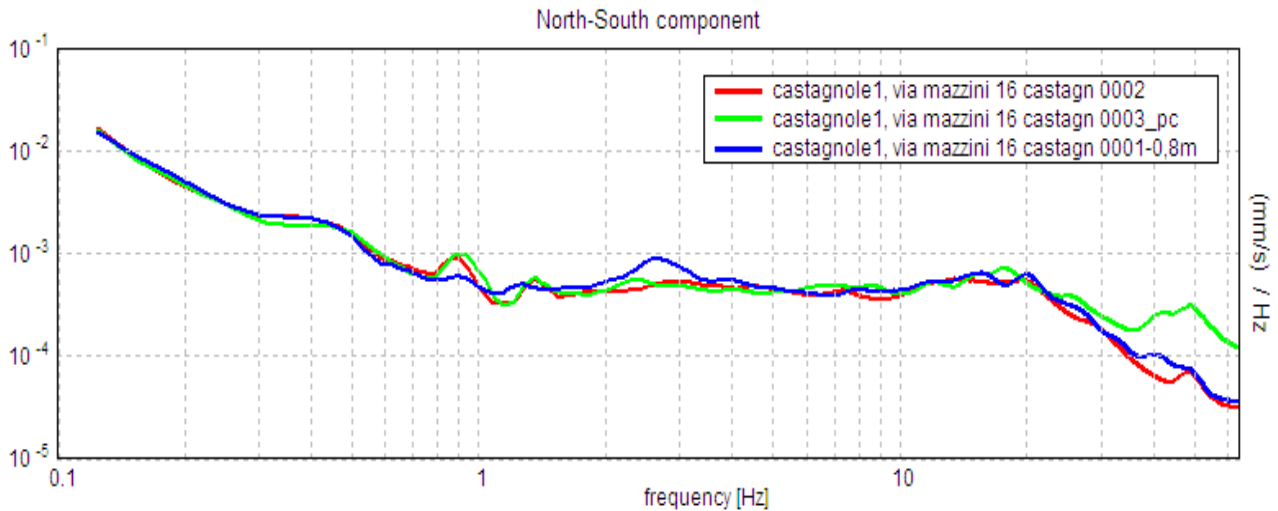


Illustrazione 132: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**LINEE GUIDA SESAME (2005)**

Picco H/V a  $0.94 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

- f0 > 10 / Lw: 0.94 > 0.50 [ OK ]
- nc(f0) > 200: 843.8 > 200 [ OK ]
- sA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0 if f0 > 0.5Hz
- sA(f) < 3 for 0.5f0 < f < 2f0 if f0 < 0.5Hz Superato 0 volte su 46 [ OK ]
- .....
- 1.0 Hz [ NO ]
- Esiste f+ in [f0, 4f0] | A\_H/V(f+) < A0 / 2: 2.438 Hz [ OK ]
- A0 > 2: 2.14 > 2 [ OK ]
- f\_picco[A\_H/V(f) ± sA(f)] = f0 ± 5%: |0.0155| < 0.05 [ OK ]
- sf < e(f0): 0.01453 < 0.14063 [ OK ]
- sA(f0) < q(f0): 0.3741 < 2.0 [ OK ]

Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f0) determinate dalle misure H/V.

F <sub>0</sub> (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

D. Albarello e S. Castellaro - Contributi per agg. ICMS

la rivista *ingegneria sismica* Anno XXVIII - n. 2 - 2011

**Il picco osservabile a 1 Hz è netto seppur generato in maniera poco ortodossa.**

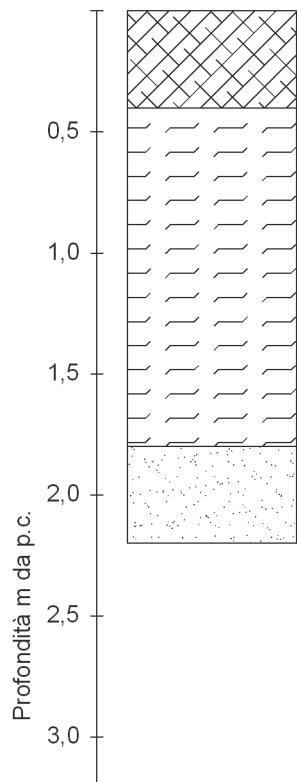
**In prima approssimazione, si può stimare, in base alla sopra riprodotta tabella 1, che il substrato sismico si trovi a grande profondità.**

**Il picco può determinare amplificazione e risonanza in edifici di elevata altezza o strutture snelle quali pali e torri.**

**A frequenze superiori non si osservano picchi significativi.**

(G) Cascina  
MOTTA

Pozzetto esplorativo  
N° 001  
STRATIGRAFIA



Unità 1 - Terreno agrario  
limoso-argilloso. Colore bruno

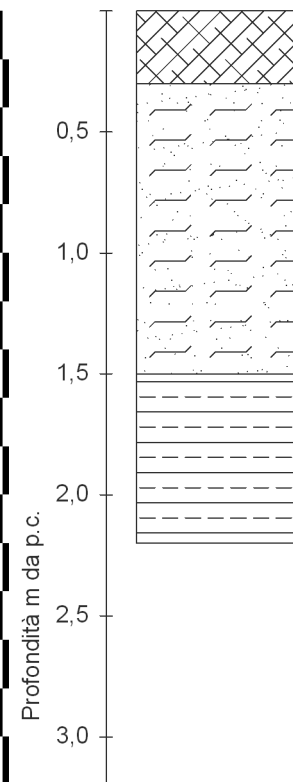
Unità 2 - Argilla limosa debolmente  
ghiaiosa.  
Grado di alterazione medio-basso.  
Colore bruno grigiastro.

Unità 3 - Sabbia debolmente limosa  
con ghiaia, di colore grigio bruno.  
Grado di alterazione basso.

Committente	Studi di PRG, Castagnole Piemonte	Quota inizio	PC
Cantiere	Cascina Motta Fg. 5 pp 5	Falda	- 2,1 m apr. 2006

(H) Cascina  
PRIMAVERA

Pozzetto esplorativo  
N° 002  
STRATIGRAFIA



Unità 1 - Terreno agrario  
limoso-argilloso. Colore bruno

Unità 2 - Terreno argilloso-sabbioso  
colore bruno

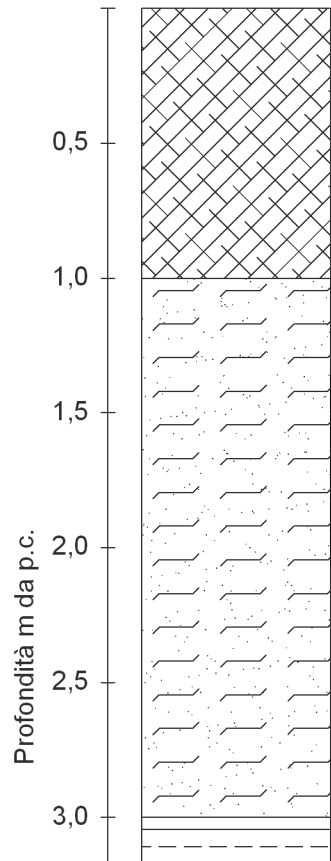
Unità 3 - Limo coesivo poco  
permeabile.  
Grado di alterazione basso.  
Colore grigio bruno.

Committente	Studi di PRG, Castagnole Piemonte	Quota inizio	PC
Cantiere	Cascina Primavera	Falda	- 1,5 m apr. 2006

(I) Cascina  
PRIMAVERA

Pozzetto esplorativo  
N° 003

STRATIGRAFIA



Unità 1 - Terreno agrario  
limoso-argilloso. Colore bruno

Unità 2 - Limo torboso  
sabbioso, poco permeabile  
6/1 greenish gray

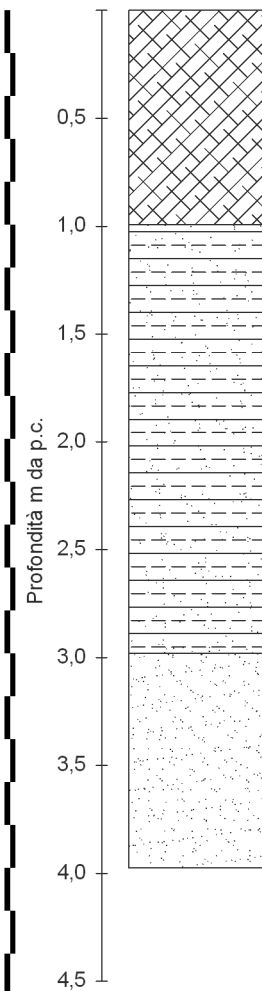
Unità 3 - deposito alluvionale di  
materiali medio fini eterogenei, sabbie  
limose con rari livelli ghiaiosi

Committente	Studi di PRG, Castagnole Piemonte	Quota inizio Falda	PC - 1,5 m apr. 2006
Cantiere	Cascina Primavera		

(L) Pascolo della  
Croce

Pozzetto esplorativo  
N° 004

STRATIGRAFIA



Unità 1 - Suolo attuale  
argilloso-sabbioso HUE 2.5Y  
6/6 olive yellow

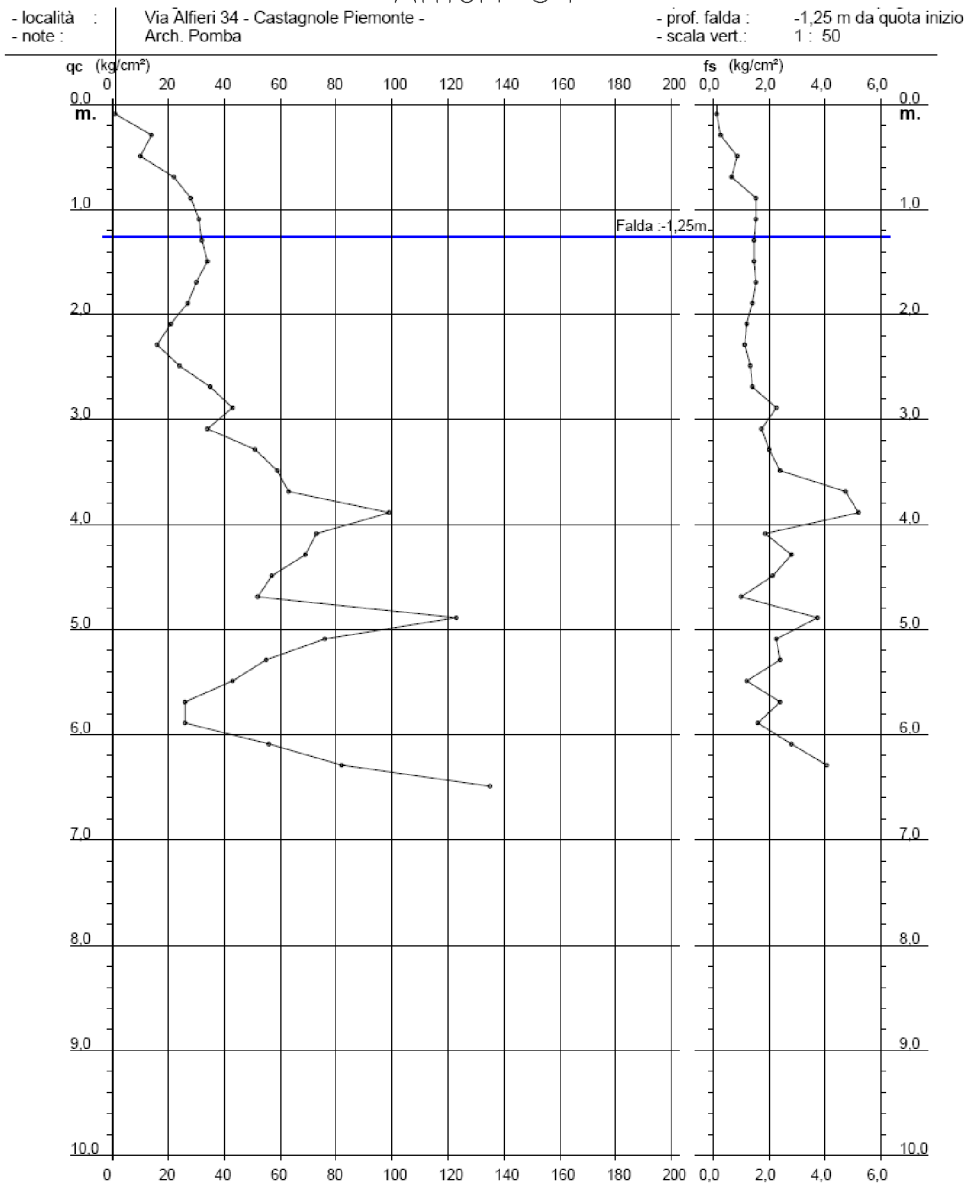
Unità 2 - Limo  
torboso-sabbioso, poco  
permeabile 6/1 greenish-gray

Unità 3 - Deposito alluvionale  
di materiali medio-fini  
eterogenei, sabbie limose con  
rari livelli ghiaiosi

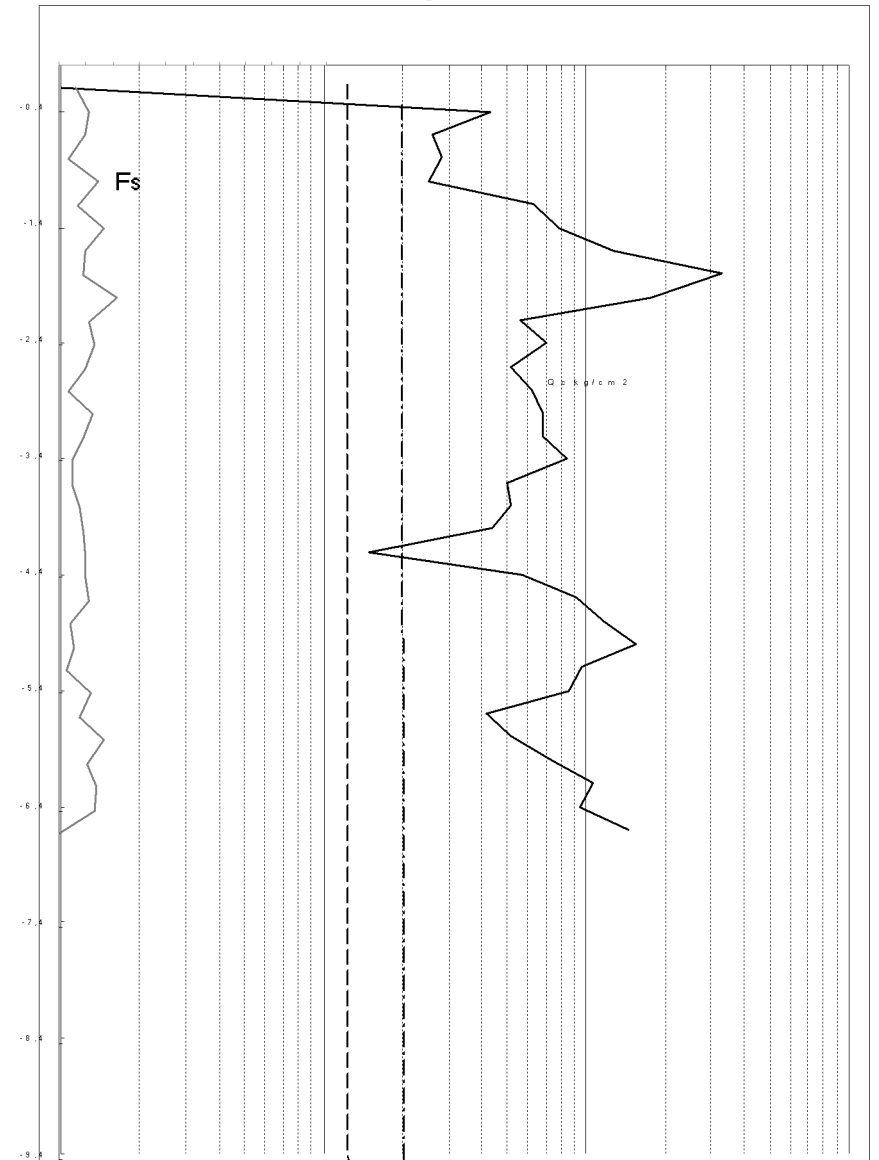
Committente	Studi di PRG, Castagnole Piemonte	Quota inizio Falda	PC - 3,1 m apr. 2006
Cantiere	Basilica		

# Diagrammi riferiti in carta

(A) CPT2 Via Alfieri 34

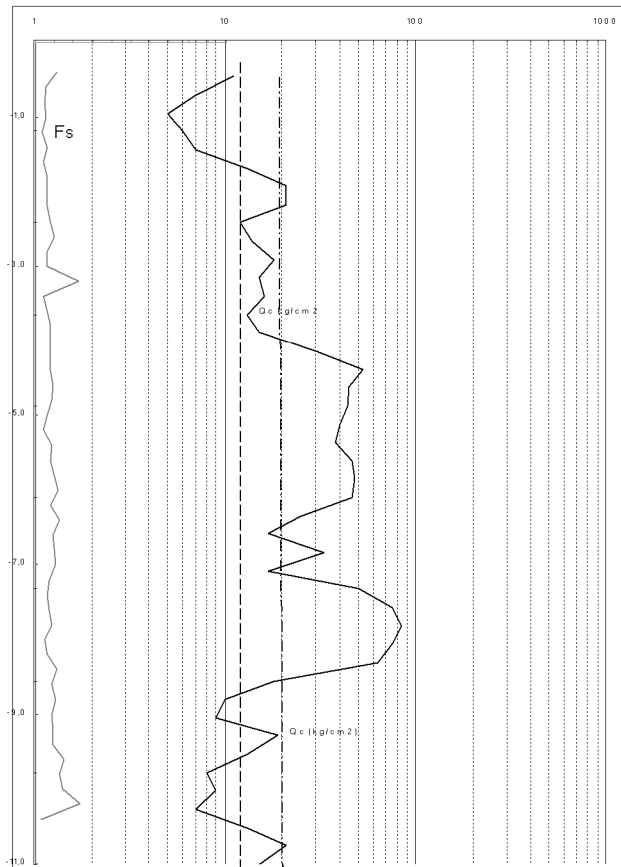


(B) CPT1 strada carignano

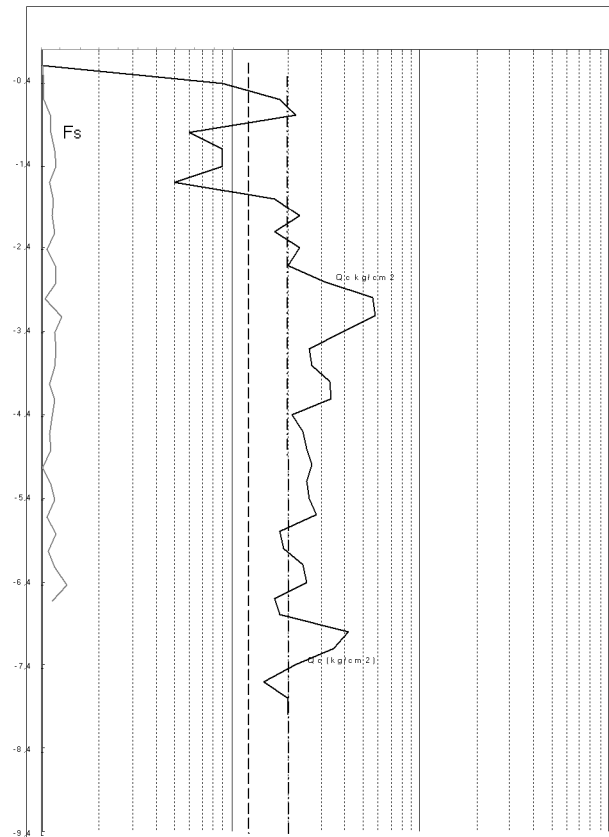




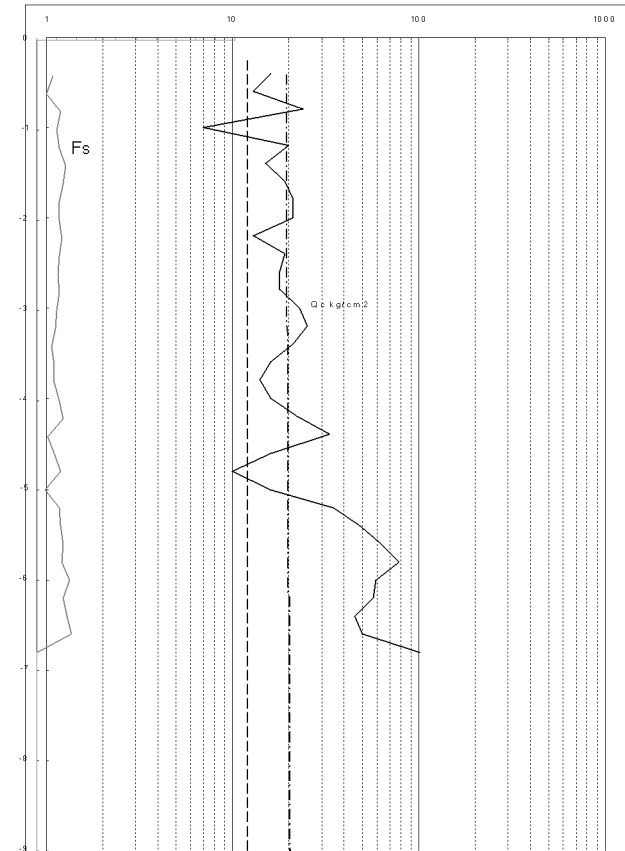
(C) CPT Via don Gariglio



(D) CPT 5 PEC

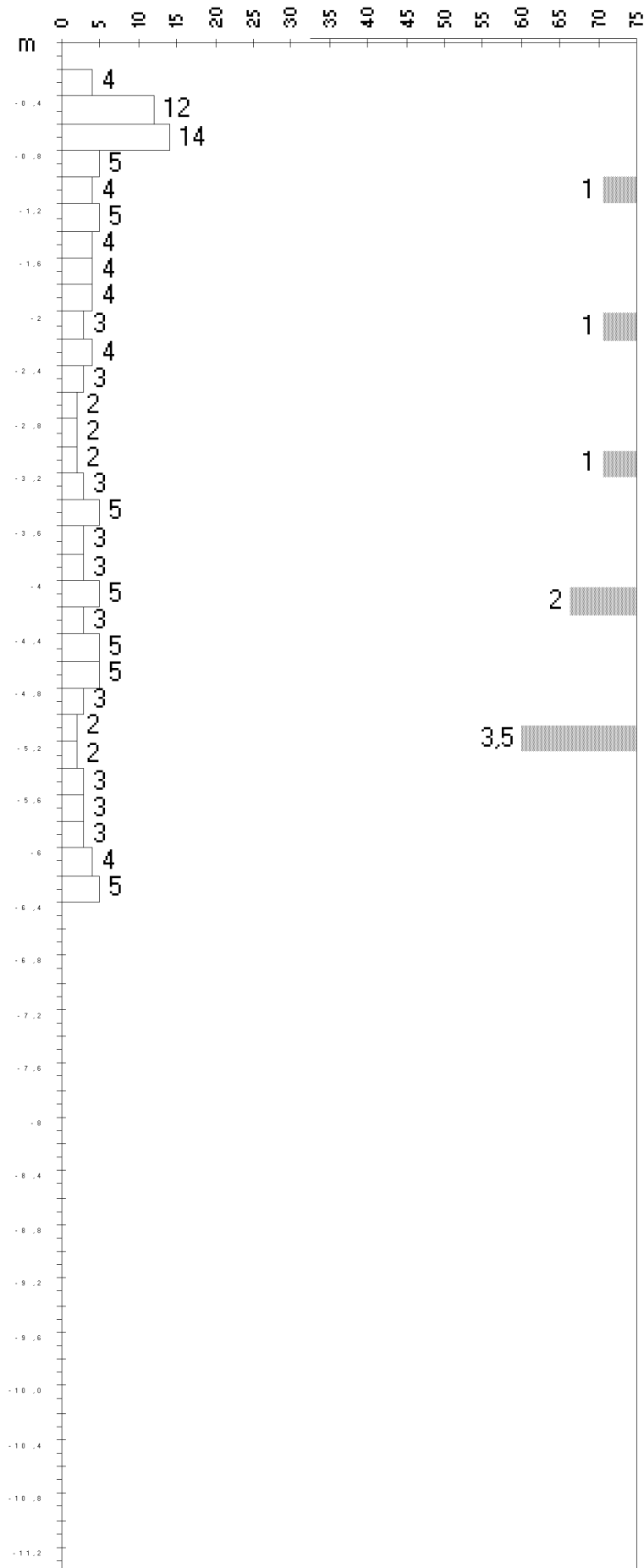


(E) CPT 2 Via Trento, 30



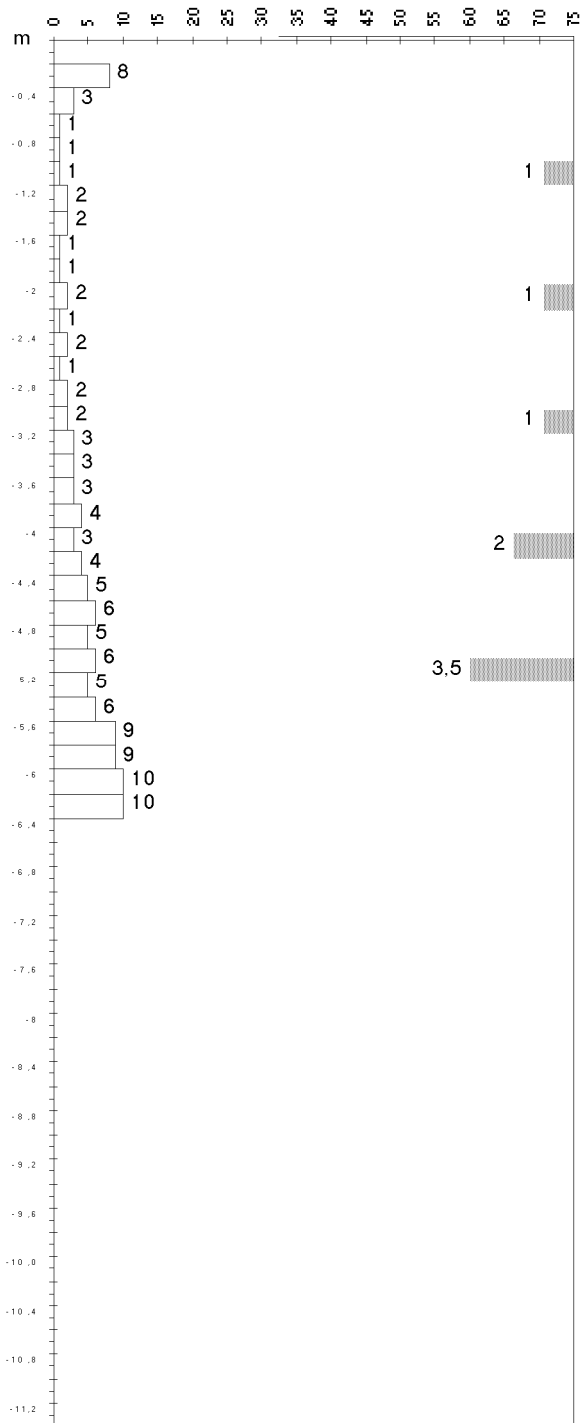
# (M) DPSH 2 SCUOLE

## N 20



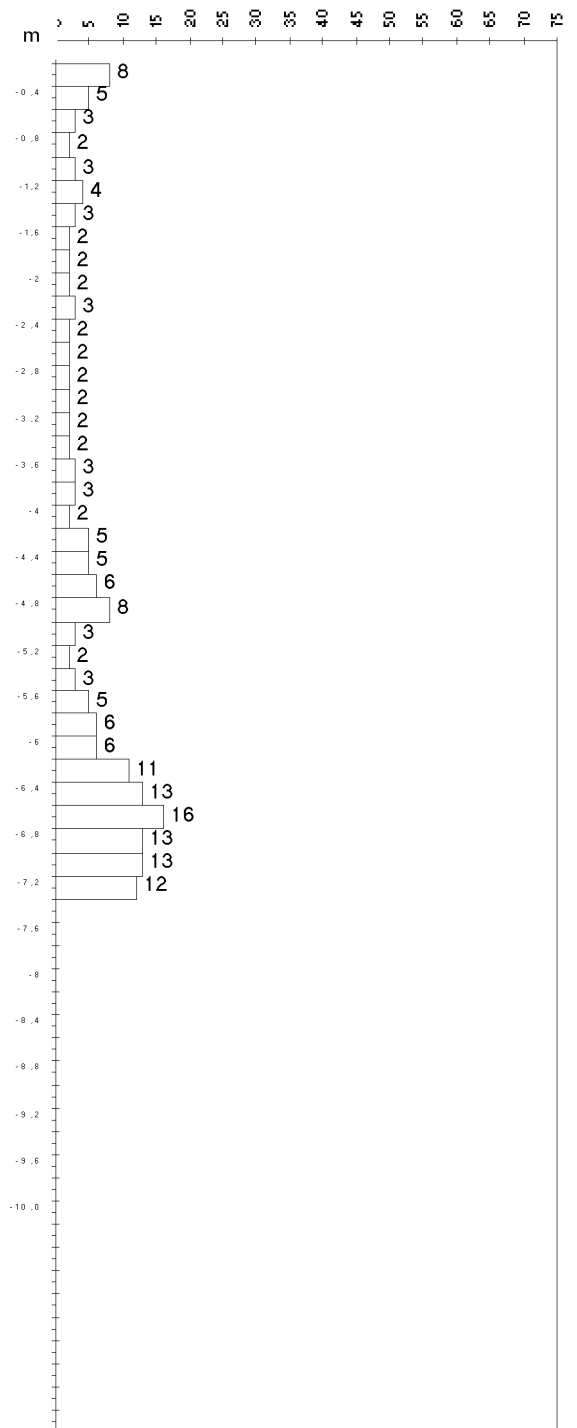
(N) DPSH 2 via  
Garibaldi, 21

N 20



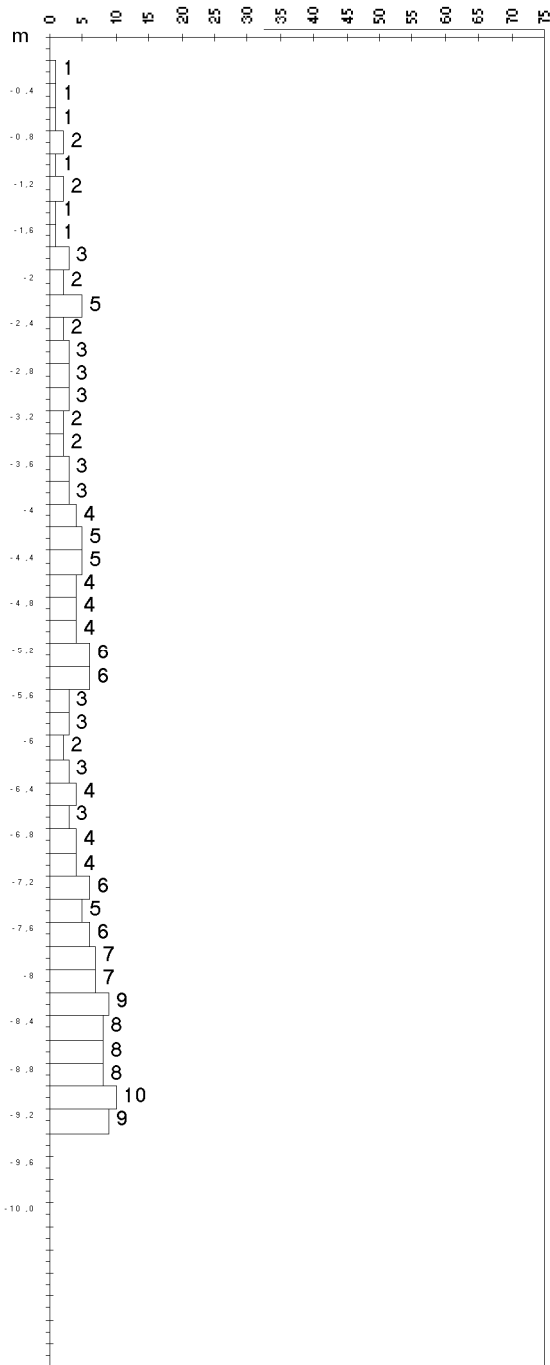
(O) DPSH via  
Trento, 5

N 20



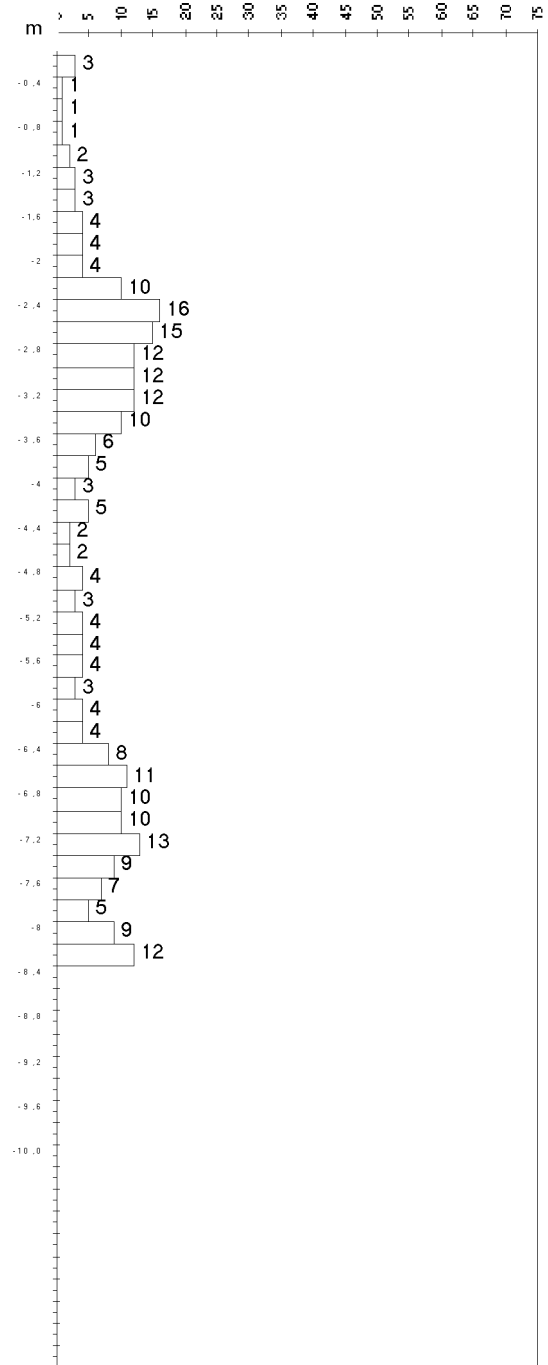
(P) DPSH 3 "La Pesa"

N 20



(Q) DPSH 2 via Alfieri, 27

N 20



EST

SEZIONE 1

OVEST

CTG G  
(CTG 5)

CTG F  
(CTG 7)

CTG E  
(CTG 17)

CTG D  
(CTG 34)

CTG C  
(CTG 22)

CTG B  
(CTG 30)

CTG A  
(CTG 35)

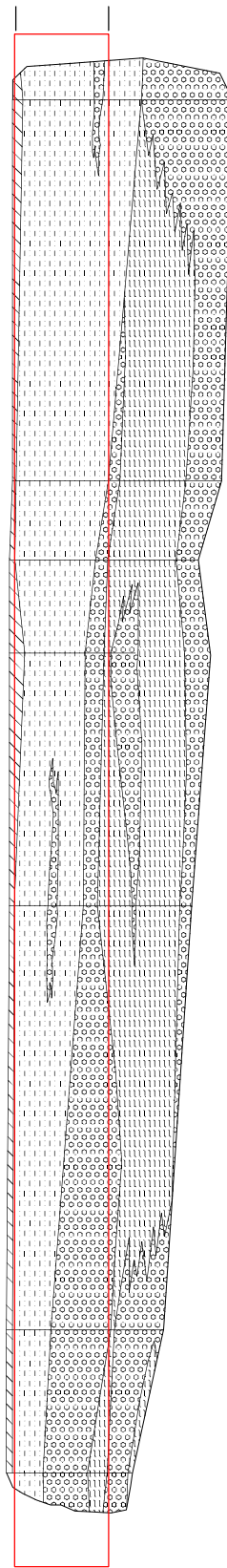
Scala 1:2500

30 metri

10 metri

100 metri

Scala 1:25000





NORD **SEZIONE 2** SUD

CTG N  
(CTG 12)

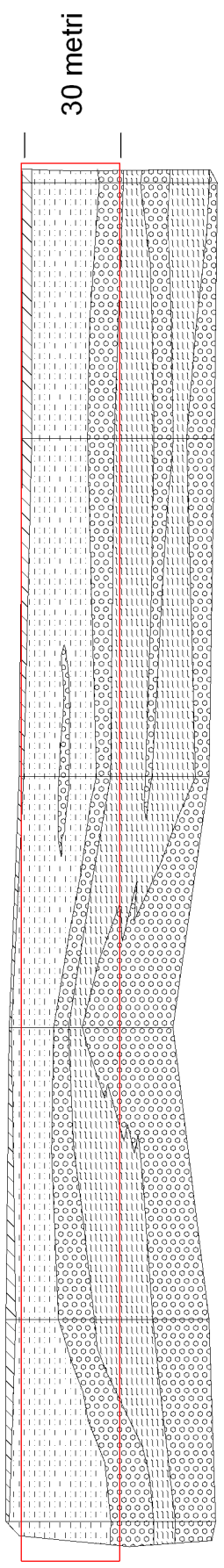
CTG M  
(CTG 14)

CTG C  
(CTG 27)

CTG L  
(CTG 22)

CTG I  
(CTG 21)

CTG H  
(CTG 20)

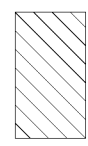


Scala 1:2500

10 metri

100 metri

Scala 1:25000



SUOLO



SABBIE E LIMI



GHIAIA



ARGILLE