PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

REGIONE TOSCANA

CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione tecnica illustrativa

Regione Toscana

Comune della Città di Chiusi



Regione	Soggetto realizzatore	Data
	Dott. Geol. Stefania Mencacci Dott. Geol. Andrea Massi Dott. Geol. Elisa Giommarelli	Marzo 2015

INDICE

1 INTRODUZIONE 2

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E SPECIFICHE TECNICHE 4

3 SELEZIONE E DELIMITAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE 6

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO 7

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 10

5.1 Inquadramento geologico regionale e locale 10

5.2 Inquadramento geomorfologico 14

6 INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE REALIZZATE E/O PREGRESSE 15

6.1 Indagini geologiche e geotecniche pregresse 15

6.2 Misure passive del rumore sismico ambientale con tecnica HVSR 26

7 MODELLO DI SOTTOSUOLO 33

7.1 Definizione delle caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo 33

7.2 Chiusi Stazione e Le Biffe 34

7.3 Chiusi Città e Giovancorso 36

7.4 Dolcianello 37

7.5 Querce al Pino 38

7.6 Macciano 39

7.7 Montallese 40

7.8 Interpretazioni ed incertezze nella definizione del modello 41

7.9 Indicazione della classe di qualità 42

8 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI FINALI 47

9 ELABORATI CARTOGRAFICI 48

9.1 Carta delle indagini 48

9.2 Carta geologica-tecnica per la microzonazione sismica 48

9.3 Carta delle frequenze fondamentali 49

9.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) 49

10 ILLUSTRAZIONE DELLA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) 51

11 BIBLIOGRAFIA 55

ALLEGATO 1 - SCHEDE DI ACQUISIZIONE INDAGINI HVSR

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono descritti e commentati i risultati dello studio di microzonazione sismica di livello 1 (MS1) redatto a supporto del procedimento per l'adeguamento del Piano Strutturale del Comune di Chiusi al D.P.G.R. n. 53/R/2011 (*Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n. 1/2005 in materia di indagini geologiche*) e per la formazione del nuovo Piano Operativo, ai sensi dell'art. 95 della L.R. n. 65/2014.

Lo studio di microzonazione sismica ha l'obiettivo di individuare ad una scala comunale le zone in cui le condizioni geologiche, litologiche, stratigrafiche, strutturali e morfologiche possono intervenire sugli effetti di un terremoto e causare danni differenziati alle costruzioni, alle infrastrutture ed all'ambiente.

Il livello 1 di approfondimento costituisce il passo propedeutico ai veri e propri studi di microzonazione sismica, poiché si sviluppa nella raccolta di dati preesistenti o di facile reperimento, seppure criticamente scelti ed elaborati, per addivenire alla suddivisione del territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie condizionate dal comportamento sismico.

Pur se il livello 1 assume una valenza puramente qualitativa, ovvero senza fornire alcuna indicazione in merito alla quantificazione degli effetti amplificativi attesi, è anche vero che una corretta impostazione delle modalità operative, definita sin dalle prime fasi dello studio, riveste un ruolo determinate e cruciale per la buona riuscita del lavoro, ma anche e soprattutto per indirizzare correttamente i livelli di approfondimento successivi.

Lo studio di microzonazione di livello 1 deve essere quindi inteso come una vera e propria ricostruzione tridimensionale del contesto geologico di un'area, definendo non solo le geometrie e gli spessori dei corpi sedimentari e la profondità del substrato geologico, ma anche altri aspetti, come la granulometria e l'addensamento dei depositi, la superficie della falda, la morfologia, i dissesti gravitativi dei versanti ed altri ancora, che possono a vario titolo condizionare la risposta sismica locale di una determinata area.

Il presente studio tiene pertanto conto dei dati relativi alle numerose indagini geognostiche e geofisiche già prese a riferimento per l'implementazione del quadro conoscitivo del Piano Strutturale del Comune di Chiusi (*Allegato "1"*), integrate con le indagini più significative per le finalità preposte, eseguite nel periodo successivo alla sua adozione (ovvero, dopo dicembre 2011) e con venti misure passive del rumore sismico ambientale distribuite nelle varie zone di interesse (*Allegato "1A"*).

La sintesi dei dati e delle cartografie disponibili ha consentito di realizzare i seguenti prodotti di supporto allo studio di microzonazione sismica di livello 1:

- *Carta delle indagini*, nella quale sono ubicate e distinte per tipologia tutte le indagini puntuali e lineari prese a riferimento per lo studio (scala 1:10.000).
- *Carta geologico-tecnica*, nella quale sono descritte le diverse unità litologiche riconosciute (scala 1:10.000).
- *Carta delle sezioni geologiche*, nella quale sono descritti i rapporti stratigrafici più significativi tra le diverse unità litologiche presenti (scala orizzontale 1:10.000, scala verticale 1:5.000).
- *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* per ciascuna zona analizzata (scala 1:10.000).
- *Carta delle frequenze fondamentali dei depositi* (scala 1:10.000).

Le carte MOPS relative alle aree prese a riferimento, prodotte con il presente studio, sostituiscono integralmente le Carte delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL) allegate al Piano Strutturale comunale approvato con Deliberazione del C.C. n. 80 del 20.10.2012, costituendo infatti un nuovo elemento di quadro conoscitivo per l'adeguamento del suddetto strumento di pianificazione al più recente D.P.G.R. n. 53/R/2011.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E SPECIFICHE TECNICHE

La Regione Toscana, sulla base delle indicazioni di cui agli artt. 5 e 6 dell'O.C.D.P.C. n. 171 del 19 giugno 2014 (*Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2013*), ha predisposto nuove specifiche tecniche per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica, mantenendo come riferimento gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome.

Tale documento, elaborato dalla Commissione tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica in data 5 febbraio 2015 ed approvato con D.G.R.T. n. 144 del 23 febbraio 2015, sostituisce integralmente ed amplia le specifiche tecniche regionali di cui alla precedente D.G.R.T. n. 971/2013.

Il presente studio di microzonazione sismica di livello 1 è stato quindi condotto secondo le più recenti specifiche indicate dalla struttura regionale del Servizio Sismico, e conformemente ai seguenti testi di riferimento tecnico e normativo nazionali e regionali:

Testi di riferimento tecnico

Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per la microzonazione sismica - Commissione Tecnica per la microzonazione sismica - Ver. 3.0 (ottobre 2013).

Supplemento alla rivista *Ingegneria Sismica n. 2/2011*.

Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, approvati dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome nella seduta del 13 novembre 2008;

Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana - Programma VEL Toscana - Settembre 2007.

Normative di riferimento nazionali

Ordinanza del Capo Dipartimento di Protezione Civile n. 171 del 19 giugno 2014 - Attuazione dell'articolo 11 del Decreto Legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito con modificazioni, dalla Legge 24 giugno 2009 n. 77.

Ordinanza del Capo Dipartimento di Protezione Civile n. 52 del 20 febbraio 2013 - Attuazione dell'articolo 11 del Decreto Legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito con modificazioni, dalla Legge 24 giugno 2009 n. 77.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 4007 del 29 febbraio 2012 - Attuazione dell'articolo 11 del Decreto Legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito con modificazioni, dalla Legge 24 giugno 2009 n. 77.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3907 del 13 novembre 2010 - Attuazione dell'articolo 11 del Decreto Legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito con modificazioni, dalla Legge 24 giugno 2009 n. 77.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 2 febbraio 2009 sulle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Decreto Ministeriale Infrastrutture e Trasporti del 14 gennaio 2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Normative di riferimento regionali

L.R. n. 65 del 10 novembre 2014 - Norme per il governo del territorio.

L.R. n. 58 del 16 ottobre 2009 e s.m.i. - Norme in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico.

L.R. n. 56 del 30 luglio 1997 - Interventi sperimentali di prevenzione per la riduzione del rischio sismico.

D.G.R.T. n. 144 del 23 febbraio 2015 - Redazione delle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica (*annualità 2013*).

D.G.R.T. n. 1040 del 25 novembre 2014 - Approvazione del Piano Operativo Regionale di Protezione Civile.

D.G.R.T. n. 421 del 26 maggio 2014 - Aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della D.G.R.T. n. 878 dell'8 ottobre 2012 - Revoca della D.G.R.T. n. 431/2006 e cessazione di efficacia della D.G.R.T. n. 841/2007.

D.G.R.T. n. 878 dell'8 ottobre 2012 - Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. n. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 - Revoca della D.G.R.T. n. 431/2006.

D.P.G.R. n. 53/R del 25 ottobre 2011 - Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (*Norme per il governo del territorio*) in materia di indagini geologiche.

3 SELEZIONE E DELIMITAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE

Gli studi di microzonazione sismica vengono realizzati in corrispondenza delle aree significative che il Comune individua secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B.1.2 delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL.

In pratica, vengono selezionati dapprima gli elementi più significativi, quali ad esempio i principali centri abitati, gli edifici strategici e le aree di espansione, con una copertura del territorio da definire in funzione delle peculiarità di ciascun territorio, delle problematiche sismiche, della sensibilità politica e, non ultimo, delle risorse economiche.

Una volta individuate le aree, la delimitazione delle stesse viene effettuata secondo i criteri definiti al paragrafo 3.4.2 degli ICMS, estendendone il perimetro ad un congruo intorno, scelto in considerazione non solo degli aspetti urbanistici, ma anche sulla base degli aspetti geomorfologici, geologici e geometrico-strutturali che possono produrre fenomeni di amplificazione sismica locale; se ad esempio, l'area di interesse è ubicata su un fondovalle piuttosto stretto, è buona norma estendere la stessa considerando tutti gli elementi geomorfologici presenti, inserendo quindi anche i versanti prospicienti alla valle stessa.

Nello stesso modo, verranno evidenziati anche gli aspetti geologici e geomorfologici delle aree poste su versante, dove in caso di rilievi di modesta entità è consigliabile estendere l'area dalla base alla sommità del versante, mentre per versanti con elevato sviluppo planoaltimetrico, si ritiene sufficiente estendere l'area sino a comprendere i corpi di frana o le placche di detrito/colluvio che possono interessare il centro abitato oggetto di studio.

Per il territorio comunale di Chiusi, le aree significative in cui concentrare gli studi di microzonazione sismica sono state individuate a partire dalle perimetrazioni effettuate con le indagini del Programma DOCUP, situate in corrispondenza del Capoluogo e dei principali nuclei abitati, estendendole però ad areali sensibilmente più estesi, sulla base dei criteri geomorfologici, geologici e geometrico-strutturali sopra descritti e, non ultimo, dell'ubicazione degli edifici e delle opere infrastrutturali di interesse strategico e/o rilevanti.

In tal modo, sono state delimitate quattro principali aree:

1) **Chiusi Città e Chiusi Stazione, la Zona Industriale de "Le Biffe", il nucleo abitato di Giovancorso e Dolcianello.**
2) **Querce al Pino e Poggio Olivo.**
3) **Macciano.**
4) **Montallese**.

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Gli effetti locali prodotti da eventi sismici assumono una diversa rilevanza in funzione della sismicità di base del territorio comunale e della relativa accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.

Dalla Mappa di Pericolosità Sismica (MPS) realizzata nell'anno 2004 dall'INGV (Allegato 1.B della O.P.C.M. n. 3519/2006), espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g riferiti ad un tempo di ritorno pari a 475 anni, si rileva che il territorio comunale di Chiusi ricade tra quelli con valori attesi tra 0,125 g e 0,150 g; conseguentemente, la Giunta Regionale della Toscana approvava la classificazione sismica del proprio territorio con D.G.R.T. n. 431/2006, attribuendo detto comune alla zona sismica 3S.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 (NTC 2008), la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite criterio "zona-dipendente", rendendo di fatto la suddetta classificazione regionale scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto.

Con la successiva D.G.R.T. n. 878/2012 (*Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della D.G.R.T. n. 431/2006*), la Giunta Regionale provvedeva ad approvare la riclassificazione dell'intero territorio, revocando la sussistenza della zona sismica 3S, **ed attribuendo definitivamente il Comune di Chiusi alla zona sismica 3** (rimasta invariata anche con il più recente aggiornamento approvato con D.G.R.T. n. 421/2014).

Una prima valutazione della pericolosità sismica del territorio è l'acquisizione dei dati pubblicati dall'INGV nel Database Macrosismico Italiano DBMI11 (*M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11. DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11*), relativi agli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato una data località.

Come si evince dalla tabella alla pagina seguente, estratta dal citato Database, il territorio comunale di Chiusi è stato storicamente interessato da 24 principali eventi sismici (nel periodo compreso tra il 1861 ed il 2005), che sono però tutti derivanti da fenomeni con zone sorgenti situate in aree geografiche contermini, ovvero con epicentri collocati in altri comuni, e quasi sempre situati a notevole distanza.

Storia sismica di Chiusi (43.015, 11.947)					
Effetti	**In occasione del terremoto di**				
I [MCS]	**Data**	**Ax**	**Np**	**Io**	**Mw**
6-7	1861 05 09 01:53	Città della Pieve	28	6-7	4.92 ± 0.40
3	1895 05 18 19:55:12	Fiorentino	401	8	5.43 ± 0.08
NF	1905 02 12 08:28	Santa Fiora	61	6	4.66 ± 0.29
5	1909 08 25 00:22	Murlo	283	7-8	5.37 ± 0.10
5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ± 0.09
4	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	134	9-10	5.89 ± 0.11
4	1919 02 13 02:20	Lago Trasimeno	20	6	4.70 ± 0.39
5	1919 06 29 15:06:12	Mugello	566	10	6.29 ± 0.09
5	1919 09 10 16:57:20	Piancastagnaio	67	7-8	5.32 ± 0.18
4	1926 01 08 09:14	Abbadia S. Salvatore	24	7	4.90 ± 0.27
3	1930 10 30 07:13:13	Senigallia	263	8	5.81 ± 0.09
4	1940 06 19 14:10:09	Radicofani	28	6	4.77 ± 0.28
6-7	1940 10 16 13:17:35	Radicofani	106	7-8	5.26 ± 0.14
NF	1947 12 24	San Giovanni d'Asso	26	6	4.77 ± 0.30
2-3	1950 09 05 04:08	Gran Sasso	386	8	5.68 ± 0.07
NF	1959 03 24 10:24	Fiorentino	28	7	4.84 ± 0.40
4	1979 09 19 21:35:37	Valnerina	694	8-9	5.86 ± 0.09
4-5	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-march.	760	-	5.70 ± 0.09
4-5	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-march.	869	8-9	6.01 ± 0.09
3-4	1997 10 03 08:55:22	Appennino umbro-march.	490	-	5.25 ± 0.09
2-3	1997 10 06 23:24:53	Appennino umbro-march.	437	-	5.46 ± 0.09
4	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-march.	395	6	4.81 ± 0.09
4	2000 04 01 18:08:04	Monte Amiata	66	5-6	4.57 ± 0.09
NF	2005 12 15 13:28:39	Valle del Topino	361	5-6	4.66 ± 0.09

Per analisi di dettaglio nelle zone suscettibili di instabilità (per liquefazione o per instabilità dei versanti) si deve tenere conto della magnitudo attesa.

La ragione per la quale la magnitudo entra in gioco è che, tanto più è elevata, tanto maggiore è l'energia rilasciata e, quindi, la capacità di generare cicli di deformazione del terreno di numero ed ampiezza tali da produrre sovrapressioni neutre e fenomeni di liquefazione, ovvero impulsi in grado di conferire elevate energie cinetiche a parti di terreno o di rocce, e quindi fenomeni di instabilità a carico dei versanti.

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 effettuata dall'INGV, conformemente alle direttive emanate con O.P.C.M. n. 3247/2003, la sismicità può essere distribuita sul territorio nazionale in 36 principali zone, a ciascuna delle quali sono attribuiti, con differenti criteri, i valori di magnitudo massima attesi (cfr. tabella seguente, estratta dal Rapporto Conclusivo dell'INGV - aprile 2004).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06

Tabella 6. Valori di Mwmax da DISS2 e CPTI2 (col.3, 4, 5); valori di Mwmax dopo l'applicazione degli intervalli di completezza CO-04.2 (col.6); azioni e valore finale di Mwmax1 (col.7, 8); azioni e valori finali di Mwmax2 (col.9, 10). Le azioni indicano l'aumento (in numero di classi) rispetto ai valori della colonna 6 determinato da:

a = aumento di 1 classe per convenzione (i) (arrotondamento alla classe superiore);
b = aumento per convenzione (ii) (adozione dell'evento massimo osservato anche se al di fuori del periodo di completezza);
c = aumento per motivazioni particolari descritte nel testo;
d = aumento fino alla classe 6.14 per ragioni di maggiore cautela (vedi testo);
G = aumento per adeguamento al dato geologico di DISS2.

Dal momento che, in base alla zonazione ZS9, il territorio comunale di Chiusi è stato attribuito alla zona sismica 920 (Val di Chiana - Ciociaria), il valore di Mwmax calcolato con criterio statistico maggiormente cautelativo (Mwmax1) risulta **pari a 6,14**, mentre il valore calcolato su dati sismologici e geologici (meno cautelativo), attribuisce alla suddetta zona una magnitudo massima Mwmax2 **pari a 5,68**.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

5.1 Inquadramento geologico regionale e locale

Il territorio comunale di Chiusi è compreso in un'ampia fascia territoriale corrispondente al margine sud-orientale del bacino della Val di Chiana, che si estende a sua volta in direzione NNO-SSE tra le dorsali Rapolano-Monte Cetona ad Ovest ed Arezzo-Cortona al Est, e che si prolunga ancora verso Sud fino alla Val di Paglia ed alla media valle del Tevere.

La genesi di questo bacino, almeno per quanto concerne la zona prospiciente alla dorsale del Monte Cetona, deriva dalla fase tettonica a carattere distensivo instauratasi a partire dal Miocene superiore, caratterizzata da dislocazioni per lo più verticali secondo il modello ad *horst* e *graben*, con lo sviluppo di sistemi di faglie dirette a direzione appenninica ed antiappenninica ad alto angolo, e la conseguente formazione di bacini intermontani, sede di sedimentazione prevalentemente fluvio-lacustre.

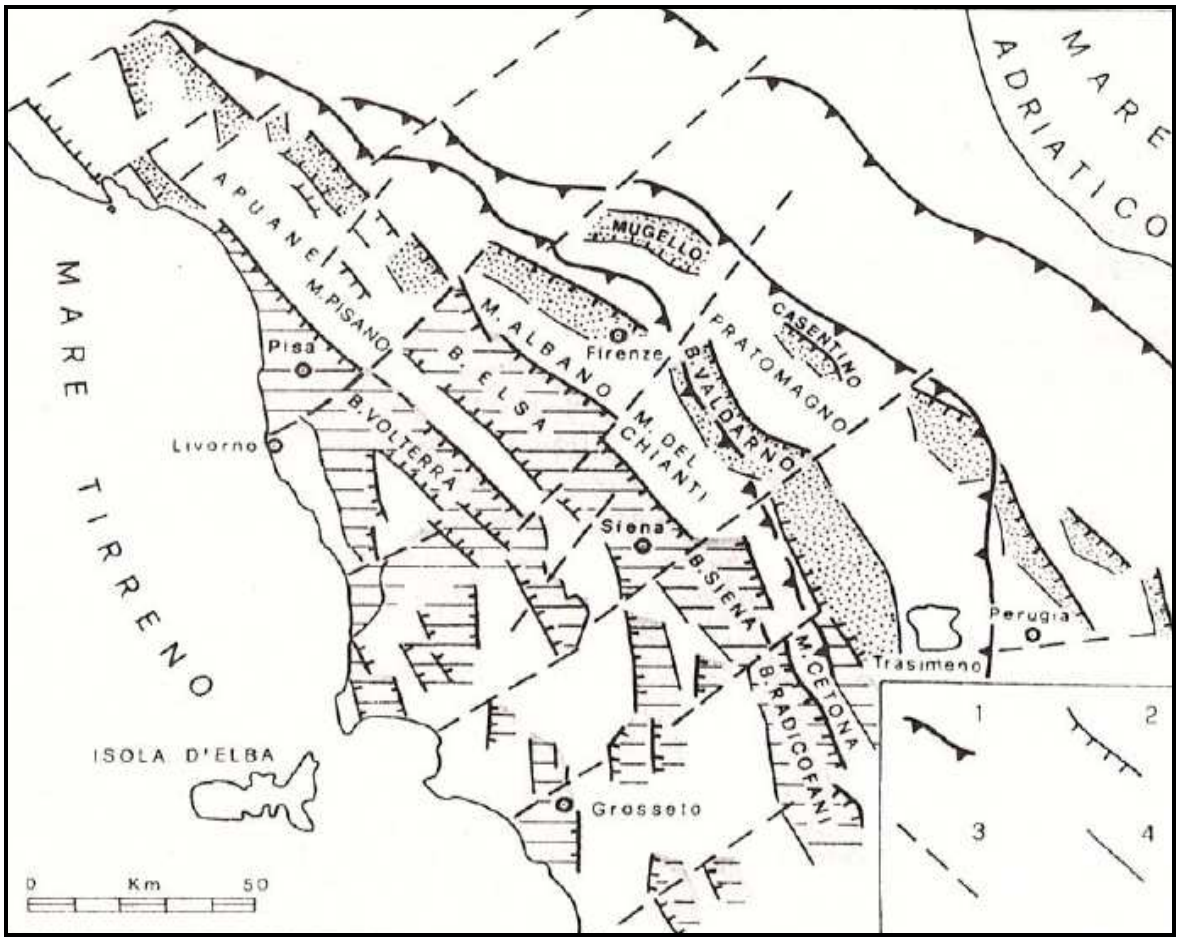


Figura 1. Distribuzione dei principali Bacini Neogenici e quaternari dell'Appennino Settentrionale (da Società Geologica d'Italia, L'Appennino Settentrionale, 1992).

All'inizio del Pliocene, in concomitanza con l'attività tettonica descritta, la Toscana meridionale subiva importanti cambiamenti paleogeografici per effetto di un innalzamento del livello del mare a scala globale, determinando un ciclo di trasgressione e regressione marina tale da interessare ambienti fino a quel momento a prevalente sedimentazione continentale e lacustre; la trasgressione pliocenica interessò, tra gli altri, anche il bacino della Val di Chiana, instaurando un ambiente marino distale di media profondità.

L'ingressione marina si è conclusa quindi nel Pliocene medio-superiore, quando in tutta la Toscana si è innescato un fenomeno generalizzato di sollevamento tettonico; il livello del mare subì quindi un nuovo trend regressivo, modificando ancora l'ambiente deposizionale dapprima in una facies poco profonda prossima alla linea costiera, ed quindi fino ai suoi attuali confini.

Il bacino della Val di Chiana è stato successivamente caratterizzato da una serie di ampi laghi e paludi, che sono state bonificate solo in tempi più recenti ed a più riprese con la costruzione di imponenti opere idrauliche (canali di drenaggio e colmate) e con la definitiva delimitazione dello spartiacque idrografico tra i bacini del Fiume Arno a Nord e quello del Fiume Tevere a Sud, proprio in corrispondenza dell'abitato di Chiusi Stazione.

E' evidente, quindi, che l'assetto litostratigrafico e litotecnico del territorio comunale è legato alle alterne vicissitudini tettoniche che hanno condizionato dapprima le modalità deposizionali dei litotipi, e successivamente la loro disposizione ed i rapporti reciproci.

In dettaglio, la porzione collinare del territorio comunale di Chiusi è caratterizzata da affioramenti di terreni in facies marina ascrivibili al Pliocene medio-inferiore; a partire dai termini più antichi, si rinvengono in successione formazioni conglomeratiche, passanti verso l'alto a sabbie e limi argillosi, quindi nuovamente a sabbie e conglomerati, in rappresentanza dell'intero ciclo di ingressione e regressione marina sopra descritto.

Nel margine occidentale del territorio comunale, in corrispondenza cioè degli affioramenti più antichi, le litologie limose ed argillose sembrano prevalere su quelle prettamente sabbiose e conglomeratiche, che invece caratterizzano la porzione centrale ed il margine orientale della struttura collinare; all'interno delle formazioni sabbiose, comunque, sono quasi sempre presenti delle lenti e dei livelli limoso-argillosi di spessore relativamente ridotto, alcuni dei quali caratterizzati da una evidente continuità laterale, riconducibile presumibilmente a veri e propri cicli deposizionali.

I livelli argillosi, soprattutto in presenza di circolazione idrica sotterranea, costituiscono i punti di debolezza sui quali si instaurano assai spesso fenomeni di dissesto gravitativo.

La parte sommitale della successione stratigrafica, corrispondente alla sommità delle colline di Chiusi e del toponimo "Montevenere", vede invece la presenza, seppure non sempre continua, di conglomerati in matrice sabbiosa variabilmente cementati, rappresentanti la chiusura del ciclo deposizionale Pliocenico.

I sedimenti prettamente continentali caratterizzano infine il margine orientale del territorio comunale, ed in maniera meno significativa la vallata alluvionale del Torrente Astrone, in corrispondenza del limite amministrativo occidentale del Comune di Chiusi; in tale ambito, la porzione basale è rappresentata da potenti livelli di sabbie grossolane e sabbie limose di origine fluvio-lacustre, alle quali sono sovrapposti in continuità deposizionale spessori anche significativi di limi sabbiosi e limi argillosi di ambiente palustre, mentre nella parte più superficiale sembrano prevalere sedimenti fini di colmata.

Per quanto riguarda l'assetto strutturale delle formazioni plioceniche, infine, si può osservare una generale vergenza in direzione Nord-Est, con angoli di immersione piuttosto blandi, di norma compresi tra 6 ed 8 gradi.

Rimandando alla Relazione Geologica a supporto del Piano Strutturale per una descrizione più dettagliata, si riassumono di seguito le formazioni identificate nel territorio comunale, a partire dalle più recenti:

Depositi antropici: sono costituiti da materiali prevalentemente argillosi, limosi e sabbiosi, eterogenei per dimensioni e natura, contenenti sovente frammenti di laterizi, vetro e metallo; nella cartografia geologica, tali depositi sono differenziati in "*Terreni di riporto*" (*hn*, *hr*) "*Discariche di inerti*" (*h2*) e "*Sbarramenti di ritenuta*" (*h*); in alcune zone del territorio (margini dell'abitato di Chiusi Città, Fornace di Montorio), i depositi antropici occupano aree anche molto estese e con spessori localmente anche superiori ai 10 metri.

Depositi continentali del Quaternario: sono rappresentati da litotipi ghiaiosi, sabbiosi e limoso-argillosi disposti in modo eteropico, con giustapposizione sotto forma di lenti o livelli e con prevalenza dell'una o dell'altra granulometria costituente in funzione dell'ambiente deposizionale di origine e dei processi erosivi subiti, che ne rende impossibile una loro dettagliata suddivisione litologica su carta; essi sono stati quindi differenziati in "*Depositi alluvionali attuali*" (*bG*, *bS*), "*Depositi alluvionali recenti*" (*bn1G*, *bn1S*, *bn1L*), "*Depositi alluvionali antichi terrazzati*" (*bn2G*) "*Depositi fluvio-lacustri*" (*eb1*), "*Depositi lacustri*" (*e2*), "*Depositi eluvio-colluviali*" (*b2a*).

La variabilità granulometrica riscontrata sui diversi siti presi in esame, ricadenti entro le aree studiate, dipende dalle caratteristiche degli originari bacini deposizionali.

Le successioni più grossolane, ad esempio, sono state rinvenute alla confluenza del Torrente Montelungo e del Torrente Tedesca con l'area della piana lacustre (zona della Fornace di Montorio, del centro abitato di Chiusi Stazione e della Zona Industriale de "Le Biffe"), ovvero in corrispondenza dei depositi delle antiche conoidi detritico-torrentizie, che si sviluppavano nelle zone di raccordo tra il tratto collinare dei corsi d'acqua e la pianura.

Le successioni riscontrate entro i restanti contesti denotano invece una prevalenza di sedimenti coesivi su quelli granulari (limi ed argille, sia organiche che inorganiche).

Neoautoctono: è rappresentato da formazioni costituite da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa e limosa di ambiente marino, sabbie sottili e sabbie argillose, con cementazione variabile in base alla percentuale di cemento carbonatico, argille e limi, e costituisce il substrato geologico su cui sono sovrimposti i depositi continentali ed antropici; le formazioni sono quelle dei "*Conglomerati marini poligenici*" (*PLIb*), delle "*Sabbie e sabbie argillose*" (*PLIs*) e delle "*Argille sabbiose e limi*" (*FAAb*).

L'unità dei conglomerati (*PLIb*) è composta da elementi poligenici, con clasti arrotondati, eterometrici e con dimensioni da centimetriche a decimetriche, di natura arenacea, calcarea e silicea, disposti in banchi o lenti di spessore generalmente superiore al metro.

La matrice si presenta a luoghi cementata ed a luoghi terrigena, a componente sia coesiva che granulare, predominante nella parte inferiore del banco; dalla visione degli affioramenti presenti si nota che sussistono più banchi di conglomerato nel contesto di una stessa verticale, posti a quote diverse ed interposti a strati di sabbie e sabbie argillose variamente addensate.

L'unità delle sabbie (*PLIs*) è composta da sedimenti in cui sovente può prevalere o divenire significativa la componente limosa; presentano una colorazione rossastra ed ocra, e la componente sabbiosa una granulometria da medio-grossolana a fine.

Sono disposte in strati o banchi variamente addensate ed intervallate da livelli o lenti di argille limose o sabbiose, conglomerati, ciottoli centimetrici, noduli e patine di $CaCo_3$.

L'unità delle argille sabbiose e dei limi (*FAAb*), infine, è composta da sedimenti coesivi in posto, riconducibili principalmente ad argille limose e sabbiose, di colore marrone rossastro o grigio, con screziature policrome, nere, grigie, rosse ed ocra; sono spesso presenti anche patine e noduli di Fe-Mn e di $CaCo_3$, oltre a tracce di probabile torba.

Si tratta generalmente di litotipi da consistenti a molto consistenti, fatta eccezione per locali situazioni in cui si associa un discreto contenuto idrico (zona di Montallese).

5.2 Inquadramento geomorfologico

Il territorio comunale presenta, sotto l'aspetto morfologico, una varietà di paesaggio conseguente alle azioni dinamiche esogene ed endogene che hanno caratterizzato l'area fin dal periodo tardo miocenico.

In generale, si individua un'area a morfologia tipicamente collinare, compresa tra le quote altimetriche di 250 e 410 metri s.l.m., che si estende su di un'ampia porzione centrale del territorio comunale, caratterizzata da estesi affioramenti di terreni argilloso-sabbiosi e conglomeratici cronologicamente ascrivibili al Pleistocene ed al Pliocene.

Si tratta di rilievi collinari caratterizzati da declivi dolci, laddove affiorano litotipi più facilmente erodibili, e da pendii accentuati, con pareti anche sub-verticali, dove invece prevalgono i litotipi sabbiosi e conglomeratici.

Lateralmente alle aree a morfologia collinare si contrappongono quelle a morfologia pianeggiante delle estese pianure alluvionali, rappresentate da quella del Torrente Astrone a Sud e della Valdichiana a Nord, nel cui contesto si imposta il Lago di Chiusi.

Dallo studio geomorfologico condotto in fase di redazione del Piano Strutturale, è emerso che il territorio comunale risulta interessato, nella fascia collinare, da frequenti fenomeni di dissesto gravitativo, riconducibili in prevalenza a frane di diversa tipologia e cinematica ed a deformazioni superficiali lente, da correlare principalmente all'acclività locale, ai fenomeni di scalzamento al piede dei versanti (generati dall'erosione da parte delle acque incanalate) ed all'abbandono del territorio.

Nella cartografia geologico-tecnica relativa allo studio di microzonazione sismica, i fenomeni franosi censiti nel territorio comunale sono stati distinti per tipologia (frane di colamento, di scorrimento, di crollo o ribaltamento e complesse) ed in base allo stato di attività (attivi, quiescenti ed inattivi).

Infine, sempre per la loro influenza sul comportamento sismico locale, sono stati evidenziati i seguenti principali elementi: orli di scarpate morfologiche di altezza compresa tra 10 e 20 metri e superiori a 20 metri, creste, strutture sotterrane complesse di origine antropica (cunicoli, catacombe e necropoli etrusche, aree archeologiche in genere, gallerie autostradali e ferroviarie) e cavità isolate (tombe isolate, cantine sotterranee).

6 INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE REALIZZATE E/O PREGRESSE

6.1 Indagini geologiche e geotecniche pregresse

Le informazioni riportate nelle cartografie geologiche prodotte a supporto del Piano Strutturale comunale sono state analizzate criticamente con particolare riferimento alla individuazione di problematiche riguardanti la microzonazione delle aree individuate.

Particolare attenzione è stata posta nella individuazione dell'estensione e dello spessore delle coperture che caratterizzano le aree antropizzate, dal momento che, ai fini della microzonazione sismica, tali aspetti divengono spesso determinanti per definire il passaggio tra zone stabili e zone stabili suscettibili di amplificazione locale.

Sono state inoltre censiti ed analizzati i dati relativi alle indagini del sottosuolo effettuate nelle aree di interesse, buona parte dei quali già presi a riferimento per la redazione della carta litotecnica di supporto al Piano Strutturale, implementati con i dati relativi ad ulteriori studi e ricerche di carattere geologico, geognostico e sismico eseguite nel periodo compreso tra l'adozione del suddetto strumento urbanistico (dicembre 2011) ad oggi, messi a disposizione degli scriventi dall'Amministrazione Comunale di Chiusi.

Nel complesso, sono stati analizzati i dati relativi a 309 indagini geognostiche tra sondaggi, prove penetrometriche statiche e dinamiche, saggi esplorativi e prove di laboratorio.

In particolare, i dati di laboratorio hanno consentito di fare una prima differenzazione dei litotipi sulla base del grado di addensamento e di consistenza ricavabile dai valori dei parametri di resistenza al taglio nel breve e lungo termine, della plasticità e della uniformità del materiale (attraverso l'analisi dei fusi granulometrici).

Analogamente, le risultanze delle prove penetrometriche hanno consentito di addivenire ad una preliminare suddivisione dei litotipi in funzione del valore della coesione (minore o maggiore di 250 kPa) e dell'angolo di attrito (minore o maggiore di 30°), e quindi del grado di consistenza o di addensamento relativo.

Il dettaglio dei dati di base presi a riferimento é consultabile negli Allegati "1" e "1A" relativi allo studio geologico del Piano Strutturale, mentre l'elenco è riportato nelle tabelle delle pagine seguenti; in detto elenco, nella colonna "profondità substrato" è indicata la quota alla quale è stato intercettato il substrato geologico, ovvero, nel caso in cui è indicato "> di", la profondità della prova geognostica nel cui contesto non è stato intercettato.

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
1	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo				si	9.0		
2	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					> 12.2	si	0.2
3	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					> 12.4		
4	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					> 14.8	si	4.0
5	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					> 13.8		
6	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					> 14.0		
7	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo				si	12.4	si	1.5
8	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					11.0		
9	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo				si	11.2	si	2.0
10	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo				si	10.2		
11	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					10.0	si	2.0
12	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					> 11.3		
13	Prova penetrometrica statica	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo					> 11.2		
14	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo	si		si	si	8.0		
15	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano Particolareggiato Scalo Merci Chiusi Scalo	si		si		8.7		
16	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante di collegamento tra la S.S. 321 e la Provinciale	si				> 10.0	si	2.0
17	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante di collegamento tra la S.S. 321 e la Provinciale	si			si	6.5	si	2.3
18	Prova penetrometrica statica	Variante di collegamento tra la S.S. 321 e la Provinciale				si	5.0		
19	Prova penetrometrica statica	Variante di collegamento tra la S.S. 321 e la Provinciale					> 21.0		
20	Prova penetrometrica statica	Variante di collegamento tra la S.S. 321 e la Provinciale					> 16.2		
21	Prova penetrometrica statica	Variante di collegamento tra la S.S. 321 e la Provinciale					> 19.0		
22	Prova penetrometrica statica	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"					> 8.4		
23	Prova penetrometrica statica	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"					> 9.8		
24	Sondaggio e prove di laboratorio	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"	si			si	8.0		
25	Prova penetrometrica dinamica	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"					> 6.2		
26	Sondaggio e prove di laboratorio	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"	si					si	10.0
27	Sondaggio	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"					> 25.0	si	0.6
28	Prova penetrometrica statica	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"					> 13.0		
29	Sondaggio e prove di laboratorio	Dati di base della "Variante di assestamento e salvaguardia"	si			si	2.0		

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
30	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	9.8	si	1.5
31	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	13.8	si	1.8
32	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	10.0	si	2.0
33	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	10.6	si	1.9
34	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	14.0	si	1.9
35	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	14.0	si	1.7
36	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	16.0	si	1.6
37	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	11.4	si	1.8
38	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	11.8	si	1.8
39	Prova penetrometrica statica	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi				si	> 12.6	si	2.1
40	Sondaggio e prove di laboratorio	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi	si				> 15.0		
41	Sondaggio e prove di laboratorio	Studio sulla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi	si				> 15.0		
42	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo				si	1.5		
43	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo				si	3.0		
44	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 3.2		
45	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 1.6		
46	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 2.7		
47	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 6.2		
48	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 6.0		
49	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 7.1		
50	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 8.0		
51	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo				si	> 6.3		
52	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo				si	> 0.8		
53	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo				si	> 4.0		
54	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo				si	> 6.1		
55	Prova penetrometrica dinamica	Studio di fattibilità ed indagine geotecnica nella lottizzaz. Poggio Olivo					> 7.0		
56	Sondaggio	Dati di base della "Variante urbanistica-zona delimitata dalla S.S. 146"							
57	Prova penetrometrica dinamica	Dati di base della "Variante urbanistica-zona delimitata dalla S.S. 146"					> 6.9		
58	Prova penetrometrica dinamica	Dati di base della "Variante urbanistica-zona delimitata dalla S.S. 146"					> 5.5		

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
59	Prova penetrometrica statica	Dati di base della "Variante urbanistica-zona delimitata dalla S.S. 146"					> 7.5		
60	Prova penetrometrica dinamica	Dati di base della "Variante urbanistica-zona delimitata dalla S.S. 146"							
61	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	7.0	si	13.0
62	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	7.0	si	13.0
63	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	8.5	si	8.5
64	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	2.2		
65	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	3.0		
66	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	7.0		
67	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	7.0	si	13.0
68	Sondaggio e prove di laboratorio	Completamento del polo scolastico di via S. Stefano	si		si	si	7.0	si	8.4
69	Prova penetrometrica dinamica	Ampliamento fabbricato artigianale					> 10.8		
70	Prova penetrometrica dinamica	Demolizione e ricostruzione di un immobile					> 12.6	si	4.0
71	Prova penetrometrica dinamica	Demolizione e ricostruzione di un immobile					> 10.5		
72	Prova penetrometrica dinamica	Demolizione e ricostruzione di un immobile					> 7.6		
73	Prova penetrometrica dinamica	Demolizione e ricostruzione di un immobile					> 5.6		
74	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione podere Ficomontano					> 3.5		
75	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione podere Ficomontano				si	2.2		
76	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale	si		si	si	0.4		
77	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale	si		si	si	0.5		
78	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale	si		si	si	0.5		
79	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale	si		si	si	0.5		
80	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale	si		si	si	4.0		
81	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale	si		si	si	5.9		
82	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale	si		si	si	4.5		
83	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale					> 10.4		
84	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale				si	9.4		
85	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale				si	10.0		
86	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale				si	7.8		
87	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale				si	4.8		

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
88	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale				si	4.6		
89	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale				si	5.0		
90	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale					> 5.0		
91	Prova penetrometrica dinamica	Piano attuativo per la Realizzazione di un complesso multifunzionale					3.8		
92	Prova penetrometrica dinamica	Piano di recupero di un'area edificabile				si	3.1		
93	Prova penetrometrica dinamica	Piano di recupero di un'area edificabile				si	2.6		
94	Sondaggio e prove di laboratorio	Realizzazione di un edificio bifamiliare (Lottizzazione Poggio Gallina)	si		si	si	12.5		
95	Prova penetrometrica statica	Realizzazione di un edificio bifamiliare (Lottizzazione Poggio Gallina)							
96	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un edificio abitativo					> 10.0		
97	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un edificio abitativo					> 10.0		
98	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un edificio abitativo					> 8.0		
99	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un edificio abitativo					> 7.5		
100	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un edificio abitativo					> 7.9		
101	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un edificio abitativo					> 8.0		
102	Prova penetrometrica statica	Realizzazione di un edificio abitativo				si	8.0	si	3.0
103	Prova penetrometrica statica	Realizzazione di un edificio abitativo				si	10.8	si	2.5
104	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un capannone per uso industriale e/o commerciale					> 7.8		
105	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un capannone per uso industriale e/o commerciale					> 7.8		
106	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un capannone per uso industriale e/o commerciale					> 7.8		
107	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un capannone per uso industriale e/o commerciale					> 7.8		
108	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di un capannone per uso industriale e/o commerciale					> 7.8		
109	Prova penetrometrica dinamica	Piano di recupero dell'area situata in Loc. Pod. Pilella				si	4.8		
110	Prova penetrometrica dinamica	Piano di recupero dell'area situata in Loc. Pod. Pilella				si	4.6		
111	Saggio esplorativo	Piano attuativo in zona industriale - Montallese						si	2.0
112	Saggio esplorativo	Piano attuativo in zona industriale - Montallese						si	2.0
113	Saggio esplorativo	Piano attuativo in zona industriale - Montallese						si	3.5
114	Saggio esplorativo	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	1.8		
115	Saggio esplorativo	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa							
116	Saggio esplorativo	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa							

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
117	Saggio esplorativio	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	0.8		
118	Saggio esplorativio	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	2.4		
119	Prova penetrometrica statica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	6.0	si	1.5
120	Prova penetrometrica statica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	4.6	si	1.8
121	Prova penetrometrica statica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	4.2	si	2.0
122	Prova penetrometrica statica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	2.8	si	2.0
123	Prova penetrometrica statica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	8.4	si	1.4
124	Prova penetrometrica statica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	9.0	si	1.8
125	Prova penetrometrica statica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa				si	8.8	si	1.5
126	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa					> 6.0	si	2.0
127	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa					> 7.0	si	1.5
128	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa					> 7.4	si	1.2
129	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazioni di capannoni industriali in Loc. Boncia Bassa					> 7.6	si	1.2
131	Sondaggio e prove di laboratorio	Lottizzazione "Il Porto"	si				2.0	si	4.5
132	Prova penetrometrica dinamica	Costruzione di una legnaia					> 7.4	si	12.0
133	Prova penetrometrica dinamica	Costruzione di una legnaia					> 8.6	si	12.0
134	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione ed ampliamento di civile abitazione				si	4.7		
135	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione ed ampliamento di civile abitazione					> 4.6		
136	Prova penetrometrica dinamica	Costruzione stalla					> 6.6		
137	Prova penetrometrica dinamica	Costruzione stalla					> 6.6		
138	Prova penetrometrica dinamica	Costruzione stalla					> 5.9		
139	Sondaggio e prove di laboratorio	Realizzazione campo di inumazione	si			si	9.8	si	8.3
140	Sondaggio e prove di laboratorio	Realizzazione campo di inumazione	si			si	0.5	si	5.0
141	Sondaggio e prove di laboratorio	Realizzazione campo di inumazione	si			si	0.8	si	8.9
142	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione campo di inumazione				si	0.8		
143	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione campo di inumazione				si	0.8		
144	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione campo di inumazione				si	6.3		
145	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione campo di inumazione				si	9.1		
146	Sondaggio e prove di laboratorio	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi	si				> 25.0	si	1.6

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
147	Sondaggio e prove di laboratorio	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi	si			si	23.7	si	1.4
148	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi						si	3.7
149	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi					> 10.4	si	3.7
150	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi					> 10.4	si	2.2
151	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi					> 10.4	si	1.6
152	Prova penetrometrica statica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi					> 15.0		
153	Prova penetrometrica statica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi					> 15.4		
154	Prova penetrometrica statica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi					> 23.4		
155	Prova penetrometrica statica	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi				si	23.6		
156	Saggio esplor. e prove di laboratorio	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi						si	2.1
157	Saggio esplor. e prove di laboratorio	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi						si	1.7
158	Saggio esplor. e prove di laboratorio	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi						si	1.9
159	Saggio esplor. e prove di laboratorio	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi						si	1.8
160	Saggio esplor. e prove di laboratorio	Realizzazione sentieristica e rinaturalizzazione del lago di Chiusi						si	1.9
161	Sondaggio	Lottizzazione "Vigna Grande"				si	20.0		
162	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione edificio civile abitazione					> 5.8		
163	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione edificio civile abitazione					> 5.8		
164	Sondaggio e prove di laboratorio	Piano di recupero	si			si	1.0		
165	Prova penetrometrica dinamica	Piano di recupero				si	1.5		
166	Prova penetrometrica dinamica	Piano di recupero				si	4.7		
167	Prova penetrometrica dinamica	Piano di recupero				si	0.7		
168	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di una R.S.A all'interno dell'ex P.O					> 4.0	si	2.0
169	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione di una R.S.A all'interno dell'ex P.O				si	5.1	si	2.5
170	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato civile abitazione				si	6.0	si	2.3
171	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato civile abitazione					> 6.9	si	2.3
172	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato civile abitazione				si	7.7	si	2.3
173	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricato civile abitazione					> 7.5	si	2.3
174	Prova penetrometrica statica	Variante al P.R.G.					> 9.8		
175	Prova penetrometrica dinamica	Variante al P.R.G.						si	3.0

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
176	Prova penetrometrica dinamica	Variante al P.R.G.							
177	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si			si	3.5		
178	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si			si	3.7		
179	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si	si			> 10.0		
180	Prova penetrometrica statica	Variante al P.R.G.				si	23.4	si	2.8
181	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 27.0		
182	Prova penetrometrica dinamica	Variante al P.R.G.				si	4.5	si	1.5
183	Prova penetrometrica dinamica	Variante al P.R.G.				si	8.4	si	0.0
184	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 13.0	si	6.3
185	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 11.0	si	6.5
186	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 15.0	si	7.5
187	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 13.0	si	5.1
188	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 15.0	si	9.1
189	Sondaggio	Variante al P.R.G.				si	23.0	si	8.5
190	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 9.5		
191	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 9.5	si	5.4
192	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si			si	10.0	si	5.0
193	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si			si	12.0		
194	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 15.0	si	0.5
195	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si			si	> 14.0	si	0.5
196	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si				> 7.0	si	0.5
197	Sondaggio e prove di laboratorio	Variante al P.R.G.	si			si	12.0	si	5.0
198	Sondaggio	Variante al P.R.G.						si	6.0
199	Prova penetrometrica dinamica	Garage seminterrato				si	2.7		
200	Prova penetrometrica statica	PAIP "Le Biffe"				si	29.0		
201	Prova penetrometrica statica	PAIP "Le Biffe"					> 30.8		
202	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione Podere Ficomontano				si	2.1		
203	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione rimessa attrezzi					> 4.8		
204	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione rimessa attrezzi					> 4.8		

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
205	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione rimessa attrezzi					> 4.8		
206	Prova penetrometrica dinamica	Variante di salvaguardia					> 7.8		
207	Prova penetrometrica dinamica	Variante di salvaguardia					> 7.5		
208	Sondaggio	Variante di salvaguardia					> 7.8	si	7.5
209	Sondaggio	Variante di salvaguardia					> 7.8		
210	Prova penetrometrica statica	Realizzazione impianti sportivi - Macciano				si	1.4		
211	Prova penetrometrica statica	Realizzazione impianti sportivi - Macciano				si	1.4		
212	Prova penetrometrica statica	Realizzazione impianti sportivi - Macciano				si	2.0		
213	Prova penetrometrica statica	Realizzazione impianti sportivi - Macciano				si	1.6		
214	Prova penetrometrica dinamica	Distributore - Querce al Pino				si	5.1		
215	Prova penetrometrica dinamica	Distributore - Querce al Pino					> 4.8		
216	Prova penetrometrica dinamica	Distributore - Querce al Pino					> 4.5		
217	Sondaggio e prove di laboratorio	Consolidamento muro via Marconi	si			si	15.0	si	11.0
218	Sondaggio e prove di laboratorio	Consolidamento muro via Marconi	si			si	8.0		
219	Sondaggio e prove di laboratorio	Consolidamento muro via Marconi	si			si	5.0	si	0.0
220	Sondaggio e prove di laboratorio	Consolidamento muro via Marconi	si			si	8.2	si	15.0
221	Sondaggio	Consolidamento muro via Marconi				si	10.0	si	0.0
222	Sondaggio e prove di laboratorio	Consolidamento muro via Marconi	si			si	11.0	si	0.0
223	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato plurifamiliare					> 9.9		
224	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato plurifamiliare					> 9.9		
226	Prova penetrometrica statica	Ampliamento capannone					> 8.0	si	2.5
227	Prova penetrometrica statica	Ampliamento capannone					> 8.0	si	2.0
228	Prova penetrometrica statica	Ampliamento capannone					> 10.0	si	2.4
229	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricati plurifamiliari "Poggio Gallina"				si	3.0		
230	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricati plurifamiliari "Poggio Gallina"				si	3.0		
231	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricati plurifamiliari "Poggio Gallina"				si	4.6		
232	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricati plurifamiliari "Poggio Gallina"				si	3.2		
233	Sondaggio	Realizzazione fabbricati plurifamiliari "Poggio Gallina"			si	si	6.8		
234	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato Via dei Tulipani - Querce al Pino					> 5.2		

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
235	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato Via dei Tulipani - Querce al Pino					> 5.2		
236	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato Via dei Tulipani - Querce al Pino					> 4.2		
237	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricato Loc. La Collina				si	1.8		
238	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricato Loc. La Collina				si	1.8		
239	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricato Loc. La Collina				si	2.8		
240	Prova penetrometrica statica	Realizzazione fabbricato Loc. La Collina				si	3.0		
241	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione fabbricato Loc. La Collina				si	3.4		
242	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione capannone agricolo Loc. Paccianese				si	1.6		
243	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione capannone agricolo Loc. Paccianese					> 5.4		
244	Prova penetrometrica statica	sopraelevazione fabbricato Loc. Il Peraio				si	4.4		
245	Prova penetrometrica statica	sopraelevazione fabbricato Loc. Il Peraio					> 7.0		
246	Prova penetrometrica statica	PMAA - Macciano				si	7.0		
247	Prova penetrometrica statica	PMAA - Macciano				si	7.4		
248	Prova penetrometrica statica	PMAA - Macciano				si	6.6		
248	Prova penetrometrica statica	Progettazione edificio rurale - Pod. Baccano				si	1.6		
249	Prova penetrometrica statica	Progettazione edificio rurale - Pod. Baccano				si	2.6		
250	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione annessi e Ampliamento fabbricato rurale					> 7.2		
251	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione annessi e Ampliamento fabbricato rurale					> 4.8		
252	Prova penetrometrica dinamica	Ristrutturazione annessi e Ampliamento fabbricato rurale					> 3.8		
253	Prova penetrometrica statica	Realizzazione capannone industriale					1.0		
254	Prova penetrometrica statica	Realizzazione capannone industriale					21.0		
255	Prova penetrometrica statica	Realizzazione capannone artigianale				si	13.2	si	3.0
256	Prova penetrometrica statica	Realizzazione capannone artigianale				si	17.4	si	3.0
257	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione invaso ad uso irriguo					> 6.8		
258	Prova penetrometrica dinamica	Realizzazione invaso ad uso irriguo					> 5.8		
259	Prova penetrometrica statica	Lottizzazione "Porto di Mezzo"				si	10.2		
260	Prova penetrometrica statica	Lottizzazione "Porto di Mezzo"				si	1.0		
261	Prova penetrometrica statica	Lottizzazione "Porto di Mezzo"				si	0.4		
262	Prova penetrometrica statica	Lottizzazione "Porto di Mezzo"				si	10.8		

ID	Tipo	Progetto	Camp.	Piezom.	SPT	Substr.	Prof. substr.	Falda	Prof. falda
263	Prova penetrometrica statica	Lottizzazione "Porto di Mezzo"				si	1.0		
264	Prova penetrometrica statica	Lottizzazione "Porto di Mezzo"				si	7.2		
265	Prova penetrometrica statica	Lottizzazione "Porto di Mezzo"				si	4.4		
267	Prova penetrometrica dinamica	P.U.A. per la Realizzazione di edifici abitativi					> 10.2		
268	Prova penetrometrica dinamica	P.U.A. per la Realizzazione di edifici abitativi					> 10.2		
269	Prova penetrometrica dinamica	P.U.A. per la Realizzazione di edifici abitativi					> 10.2		
270	Prova penetrometrica statica	Depuratore Nuove Acque				si	1.8	si	2.8
271	Prova penetrometrica statica	Depuratore Nuove Acque				si	9.4	si	2.8
272	Prova penetrometrica statica	Depuratore Nuove Acque				si	8.2	si	2.6
273	Prova penetrometrica statica	Depuratore Nuove Acque				si	1.0		
274	Prova penetrometrica statica	Depuratore Nuove Acque				si	4.8	si	0.8
275	Prova penetrometrica statica	Depuratore Nuove Acque				si	6.0	si	0.8
276	Prova penetrometrica dinamica	Opere di contenimento per realizzazione marciapiedi					> 10.0		
279	Sondaggio e prove di laboratorio	Nuova viabilitàSanta Caterina	si			si	13.0		
280	Sondaggio e prove di laboratorio	Nuova viabilitàSanta Caterina	si			si	4.0		
283	Prova penetrometrica statica	Pozzetto interrato per impianto di sollevamento					> 10.0		2.2
284	Sondaggio e prove di laboratorio	Pozzetto interrato per impianto di sollevamento	si						2.1
286	Prova penetrometrica dinamica	Sopraelevazione loculi cimitero Chiusi Città				si	1.4		0.6
287	Prova penetrometrica dinamica	Sopraelevazione loculi cimitero Chiusi Città				si	1.6		
289	Prova penetrometrica dinamica	Pozzetto interrato per impianto di sollevamento Chiusi Stazione					> 11.2		1.9
290	Sondaggio e prove di laboratorio	Pozzetto interrato per impianto di sollevamento Chiusi Stazione	si						2.0
292	Sondaggio e prove di laboratorio	Progetto DOCUP	si		si	no	> 30.0		
293	Sondaggio e prove di laboratorio	Progetto DOCUP	si		si	si	27.5		
294	Sondaggio e prove di laboratorio	Progetto DOCUP	si		si	no	> 30.0		
303	Sondaggio e prove di laboratorio	Progetto DOCUP	si		si	no	> 30.0		
304	Sondaggio e prove di laboratorio	Progetto DOCUP	si		si	no	> 30.0		
308	Sondaggio e prove di laboratorio	Progetto DOCUP	si		si	no	> 30.0		
309	Sondaggio e prove di laboratorio	Progetto DOCUP	si		si	no	> 30.0		

Con le informazioni disponibili è stata redatta la cartografia geologico-tecnica di sintesi, quindi sono state realizzate alcune sezioni geologiche preliminari, allo scopo di definire un primo modello delle aree di studio, e focalizzare da subito eventuali zone che, per complessità stratigrafiche o scarsità di dati, potevano necessitare di ulteriori approfondimenti.

Sulla base di tali indicazioni, infine, è stata pianificata una campagna di misure di rumore sismico ambientale con metodologia a stazione sismica HVSR, con la quale è stato possibile validare o eventualmente correggere il modello geologico preliminare.

6.2 Misure passive del rumore sismico ambientale con tecnica HVSR

Il metodo HVSR con singola stazione consiste nel calcolo del rapporto della media delle componenti orizzontali H rispetto alla componente verticale V dello spettro di Fourier del rumore ambientale, registrato in un unico sito da appositi sensori tridimensionali.

L'esperienza indica che il valore massimo del rapporto spettrale H/V si verifica, generalmente, a livello o vicino alla frequenza di risonanza fondamentale del sito, a condizione che vi sia un forte contrasto d'impedenza in profondità.

Il ricorso a campagne di misure HVSR fornisce pertanto un utile strumento per la comprensione del modello geologico, dal momento che, in contesti semplici e contraddistinti da omogeneità dei terreni di copertura, la migrazione delle frequenze fondamentali dei depositi è correlabile con l'approfondimento del substrato geologico, mentre l'entità del picco H/V fornisce indicazioni in merito al contrasto di velocità tra i vari corpi sismostratigrafici, con particolare riferimento al passaggio tra il substrato sismico e le coperture.

Per le misure passive del rumore sismico ambientale è necessario utilizzare un sensore a tre componenti e un digitalizzatore di segnale con dinamica ad almeno 16 bit; come regola generale è raccomandato l'uso di sismometri (velocimetri) che hanno la loro frequenza naturale sensibilmente più bassa della frequenza fondamentale del sito; nel caso in esame, per le misure HVSR è stato impiegato un tromografo digitale modello ENGY prodotto da Micromed S.p.A. di Mogliano Veneto (n. di matricola TEP-0041/01-09).

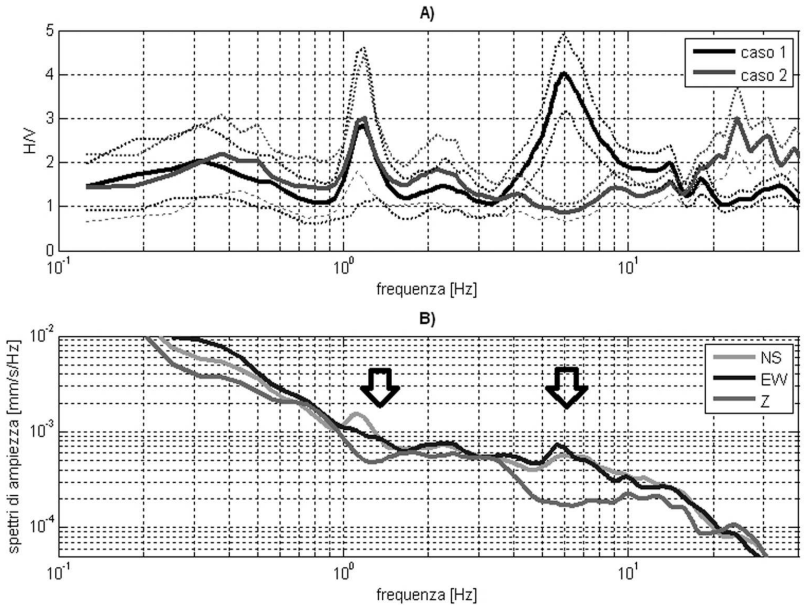
Complessivamente, sono state effettuate 20 misure di rumore in altrettanti siti di interesse stratigrafico, scegliendo le aree dove posizionare lo strumento, possibilmente a distanza da edifici ed alberature ad alto fusto, nonché da altre fonti di rumore come il traffico veicolare, per evitare i forti transienti; anche l'accoppiamento tra il terreno ed il sensore è stato curato, provvedendo sempre ad asportare la copertura vegetazionale.

In base alle linee guida SESAME, la durata di registrazione del rumore sismico è stata scelta pari a 40 minuti con una frequenza di campionamento di 128 Hz, in modo a garantire la presenza di un elevato numero di cicli di frequenze utili all'elaborazione.

I dati vibrazionali ambientali sono stati successivamente elaborati con il software "Grilla", scegliendo finestre temporali di 20 secondi prive il più possibile di disturbi dovuti a sorgenti locali; dopo avere effettuato l'analisi spettrale delle finestre di interesse, per ogni componente sono stati calcolati i rapporti spettrali tra il moto delle componenti orizzontali e la componente verticale, fino alla produzione delle curve H/V.

Per l'interpretazione delle suddette curve, sono stati osservati i seguenti accorgimenti:

- La curva H/V deve essere statisticamente significativa, ossia caratterizzata da una deviazione in ampiezza e in frequenza ridotta. Ove necessario, tale caratteristica è stata ottenute tramite pulizia del tracciato per la ricerca di un rapporto H/V stabile, rimuovendo le sole finestre in cui questo rapporto risultava alterato, a parità di frequenza, tra i canali H e V per segnali di natura impulsiva (con spettri "bianchi").
- La curva H/V non è stata mai osservata da sola, ma congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui deriva; ciò ha permesso di discernere i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica. In condizioni normali, infati, le componenti spettrali Nord-Sud, Est-Ovest e Verticale hanno ampiezze simili; alla frequenza di risonanza, invece, si genera spesso un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma "a occhio" o "a ogiva" (cfr. figura seguente), indicativa di risonanze stratigrafiche.



Nelle linee guida SESAME ci sono due serie di criteri per stimare se la frequenza del picco principale di una curva H/V può essere considerato attendibile come frequenza fondamentale del sito (o la frequenza relativa al primo forte contrasto di impedenza in profondità); il primo set è finalizzato a valutare l'affidabilità della curva H/V e la qualità della registrazione, mentre il secondo gruppo è utilizzato per valutare la chiarezza del picco.

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]	$f_0 > 10 / L_w$ $n_c(f_0) > 200$ $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ $A_0 > 2$ $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza media della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza media della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0 /2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0 /2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Per la valutazione della qualità delle misure HVSR acquisite è stata utilizzata la divisione in classi proposta da Albarello et alii (2010) ed Albarello e Castellaro (2011):

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 azimuthali di ampiezza non superano il 30% del massimo (isotropia).
3. Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse.
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 per la classe A: 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, a causa dell'assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, la curva H/V apparirà piatta e con ampiezza circa pari a 1, ed il criterio 5 risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile.

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 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 evidenza la presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di potenziale interesse.

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

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

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

Occorre infine tenere presente che, in presenza di gradienti di velocità regolari senza significativi contrasti di impedenza, la metodologia HVSR, generalmente, non riesce ad evidenziare alcun picco di amplificazione; inoltre, nelle condizioni in cui il *bedrock*, ovvero il contrasto di impedenza più significativo, è molto profondo (picchi di risonanza inferiori a 1 Hz) è possibile non riuscire ad estrapolare, dai rapporti H/V, alcun picco significativo.

In questi casi, la curva H/V apparirà piatta, con ampiezza circa pari a 1, ed il criterio 5 risulterà non verificato, anche se la misura è di fatto attendibile; in questa circostanza la misura può ricadere nella classe A, ma è opportuno comunque ripetere l'acquisizione.

In situazioni stratigrafiche (coperture soffici al di sopra di un basamento sismico rigido), è possibile stabilire una relazione fra lo spessore h dello strato soffice, la velocità media delle onde S all'interno di quest'ultimo (V_S) e la frequenza di risonanza fondamentale f dello strato, utilizzando la relazione:

$$f = \frac{V_S}{4h} \qquad [1]$$

Dall'equazione emerge come la tecnica H/V possa fornire anche indicazioni di carattere stratigrafico, dal momento che a partire da una misura di vibrazioni ambientali che vincola il valore di f, nota la V_S delle coperture, si può stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa.

Elementi chiave di questo genere di applicazione delle misure H/V sono un buon controllo geologico dell'area di interesse e la disponibilità di un campione significativo di siti di misura (almeno 2 o 3) per ciascuna delle diverse unità litologiche o formazioni affioranti nella zona esplorata e potenzialmente interessanti ai fini della caratterizzazione sismica; per tale valutazione, infatti, vengono prese in considerazione solo misure di classe A o B secondo la classificazione riportata alla pagina precedente.

Se tutte le stime H/V dell'area sono state ottenute utilizzando le stesse procedure numeriche per l'analisi del dato (durata delle misure, ampiezza e caratteristiche delle finestre di lisciamento, ecc.), sarà possibile distinguere in prima approssimazione le aree dove ci si aspetta la presenza nel sottosuolo di variazioni significative del contrasto di impedenza sismica alla base delle coperture (ampiezza H/V > 3) da zone dove questi contrasti hanno ampiezze ridotte (H/V < 3).

Sulla base delle frequenze di risonanza determinate sperimentalmente, unitamente ai valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio V_S all'interno dei terreni di copertura soffici (queste ultime estrapolate dalle indagini sismiche in onde SH effettuate nell'ambito del progetto DOCUP), è stato infine possibile fornire, applicando la relazione [1], una stima di massima della profondità dei contrasti di impedenza rispetto al piano campagna.

I risultati delle procedure di analisi sulle misure passive del rumore sismico ambientale condotte in vari contesti stratigrafici del territorio comunale di Chiusi sono riportati nella tabella alle pagine seguenti, mentre le schede relative alle singole elaborazioni sono riportate in allegato al presente lavoro.

Sito	*Descrizione*	*Frequenza di risonanza fondament. f_0 (Hz)*	*Ampiezza della curva H/V alla f_0 A_0*	*Stima di V_S dello strato superficiale (m/s)*	*Indagine di riferimento per la stima di V_S*	*Stima della profondità del contr. di imp. (m)*	*Classificaz. della qualità della curva H/V*
HV01	Chiusi Stazione - Zona PAIP Le Biffe (Sud)	2,50 ± 0,10	4,98	185	MW 278	18,5	A1
HV02	Chiusi Stazione - Zona PAIP Le Biffe (Centro)	1,41 ± 0,03	6,54	180	MW 278	32,0	A1
HV03	Chiusi Stazione - Zona PAIP Le Biffe (Nord-Est)	2,31 ± 0,09	5,74	180	MW 278	19,5	A1
HV04	Chiusi Stazione - Scuola Elementare Via Oslavia	1,25 ± 0,01	3,43	165	SR296	34,0	B1
HV05	Chiusi Stazione - Parco Piazza XXVI Giugno	2,38 ± 0,11	3,61	190	SR296	20,0	B1
HV06	Chiusi Stazione - Via dei Mille (Fontina)	5,31 ± 0,59	3,25	190	SR296	9,0	B2
HV07	Chiusi Stazione - Via Fucini (Cavalcavia)	1,25 ± 0,03	6,71	290	MW291	58,0	A1
HV08	Chiusi Stazione - Area sportiva Via Talamone	5,31 ± 0,16	3,26	450	MW281	21,0	B1
HV09	Chiusi Città - Scuola per l'infanzia	7,78 ± 1,64	2,04	325	SR302	10,0	B2
HV10	Chiusi Città - Parcheggio Porta Lavinia	14,34 ± 0,24	2,71	350	SR301	6,0	B1
HV11	Giovancorso - Strada Vicinale	29,97 ± 6,36	1,72	300	MW277	2,5	B2
HV12	Querce al Pino - Via delle Rose	29,94 ± 0,41	2,17	250	SR305	2,0	B2
HV13	Querce al Pino - Parcheggio Clev Village	13,44 ± 2,19	2,50	300	SR306	6,0	B2
HV14	Poggio Olivo - Via Casa Olivo	25,63 ± 2,50	2,03	300	SR306	3,0	B2
HV15	Macciano - Via Pignattaia Bassa	18,34 ± 0,42	2,74	250	SR305	3,0	B1

Sito	*Descrizione*	*Frequenza di risonanza fondament. f_0 (Hz)*	*Ampiezza della curva H/V alla f_0 A_0*	*Stima di V_S dello strato superficiale (m/s)*	*Indagine di riferimento per la stima di V_S*	*Stima della profondità del contr. di imp. (m)*	*Classificaz. della qualità della curva H/V*
HV16	Macciano - Bussola Inn	15,63 ± 5,21	1,78	250	SR305	4,0	B2
HV17	Macciano - Chiesa di Macciano	20,94 ± 5,82	2,27	250	SR305	3,0	B2
HV18	Montallese - Via delle Caselle	2,28 ± 0,49	2,63	205	SR310	22,5	B1
HV19	Montallese - Via Pietro Aretino	0,31 ± 0,01	2,19	225	SR311	181,0	B1
HV20	Montallese - Stadio	0,38 ± 0,06	2,42	285	DH308	187,0	B1

7 MODELLO DI SOTTOSUOLO

7.1 Definizione delle caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo

Ai fini della realizzazione dello studio di microzonazione sismica, è necessario creare un modello geologico-tecnico di sintesi nel quale, oltre alle caratteristiche litostratigrafiche, sono evidenziati tutti gli altri elementi in grado di interagire con lo scuotimento sismico, come ad esempio la morfologia, l'assetto strutturale, i caratteri geotecnici e geofisici e le caratteristiche idrogeologiche.

Nella carta geologico-tecnica viene richiesta una semplificazione del modello geologico, accorpando quei terreni e quei substrati geologici che presentano caratteristiche tra loro similari, con particolare attenzione alla ricostruzione dei rapporti geometrici tra le varie unità; tale fase di accorpamento si rende necessaria per poter passare dalla cartografia geologica all'elaborato finale degli studi di microzonazione sismica di livello 1, ovvero alla cartografia delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Per tale operazione sono risultati fondamentali i dati relativi a sondaggi stratigrafici e, in misura minore, a prove penetrometriche, dal momento che, in molti casi, queste ultime non hanno consentito di raggiungere il substrato geologico, principalmente per l'elevata profondità rispetto al piano campagna.

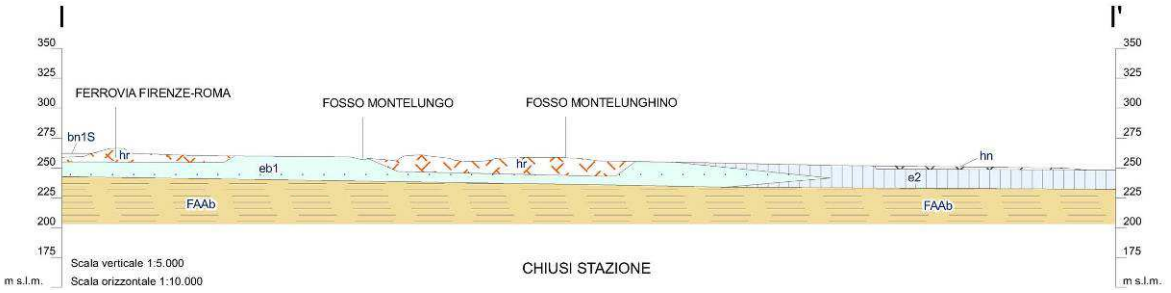
Le indagini geofisiche con tecnica della sismica attiva sono risultate utili nella determinazione degli spessori delle coperture, in particolare nelle zone di fondovalle, oltreché per determinare le velocità di propagazione delle onde sismsiche V_P e V_S negli strati superficiali e profondi, mentre le indagini di sismica passiva a stazione singola HVSR sono risultate utili ad individuare il substrato rigido su buona parte delle aree di fondovalle.

Pur con le inevitabili incertezze legate alla notevole eterogeneità laterale e formazionale dei materiali che contraddistinguono i depositi fluvio-lacustri dei fondovalle, si riportano di seguito le descrizioni dei modelli di sottosuolo ricostruiti per le singole aree analizzate; si precisa, a tal fine, che i modelli di seguito indicati sono da intendersi rappresentativi unicamente alla scala dello studio effettuato, e non possono pertanto essere utilizzati per interventi di progettazione esecutiva.

7.2 Chiusi Stazione e Le Biffe

L'area pertinente al centro abitato di Chiusi Stazione è caratterizzata da estesi affioramenti di terreni riconducibili principalmente a depositi di facies fluvio-lacustre (*eb1*) e lacustre (*e2*) ascrivibili cronologicamente all'Olocene; nella parte più superficiale, il corpo sedimentario è rappresentato di norma da limi argillosi con frequenti litosomi sabbiosi e livelli di ghiaia di spessore e frequenza molto variabile, mentre in profondità e verso il centro della prospiciente vallata sembrano prevalere le frazioni più marcatamente argilloso-limose, riconducibili a fenomeni deposizionali avvenuti in ambienti lacustri a bassa energia.

Il substrato è costituito dalla potente formazione delle argille sabbiose e limose in facies marina del Pliocene (*FAAb*), delle quali è localmente possibile osservare affioramenti solo nelle porzioni medio-inferiori dei versanti orientali dei rilievi di Montorio e di Porto di Mezzo; l'assetto giaciturale delle formazioni plioceniche, disposte con debole inclinazione verso Nord-Est, è causa del progressivo abbassamento del substrato geologico procedendo dall'abitato verso il centro della valle e verso i settori di Nord-Est, originando come effetto l'incremento dello spessore dei litotipi fluvio-lacustri.



Tale aspetto è stato verificato attraverso l'analisi delle indagini prese a riferimento; in particolare, con le indagini sismiche eseguite a supporto del Progetto DOCUP [stese sismiche ST1 (*codice 295 nell'allegata Carta delle indagini*), ST2 (*296*) e ST3 (*297*)], eseguite rispettivamente all'altezza della linea ferroviaria Alta Velocità, in Via Enrico Toti ed in Via Piave, sono stati messi in evidenza tre principali sismostrati:

- il primo, caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio SH che variano da 155 a 240 m/s, attribuibile a depositi antropici, presenta uno spessore compreso tra un minimo di 1,50 metri (nel settore più ad Ovest, dove le formazioni plioceniche sono praticamente affioranti) ad un massimo inferiore ai 20 metri nel contesto del centro abitato di Chiusi Scalo (zona Fornace Montorio);

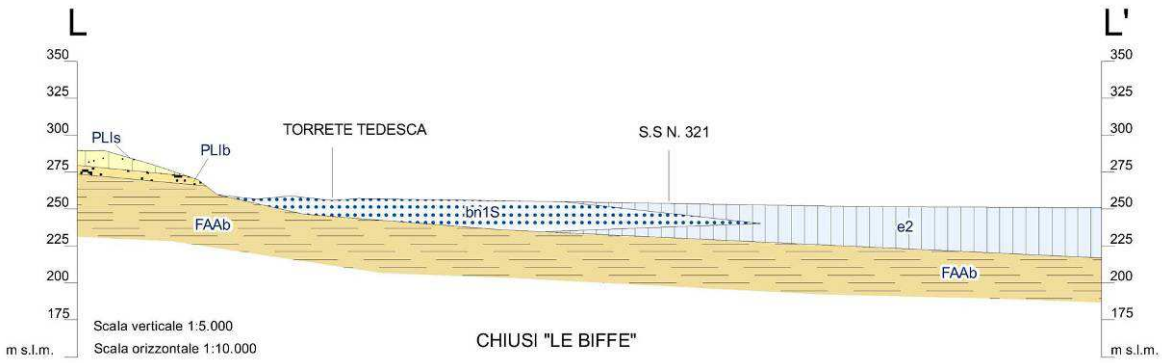
- il secondo sismostrato, attribuibile ai depositi lacustri e/o alluvionali, presenta velocità delle onde di taglio SH di 285-360 m/s nelle stese centro-occidentali e leggermente inferiori in quella situata nel centro abitato, e spessori variabili da 0,5 a 20 metri. In tale contesto sono possibili inversioni di velocità correlate alla presenza di banchi di ghiaia compatta che, per grado di addensamento, sono analoghi a quelli del substrato geologico pliocenico, ma che rispetto a questi ultimi, non presentano una continuità del grado di compattezza con la profondità, in quanto immersi nel contesto di materiali normalconsolidati (si veda, ad esempio, il sondaggio individuato al n. 14 e le prove penetrometriche nn. 3-13 nell'allegata *Carta delle indagini*);
- il terzo sismostrato, ovvero il più profondo, rilevato mediamente a quote variabili dai 10 ai 15 metri dal p.c. e caratterizzato da velocità di propagazione delle onde SH comprese tra 450 e 515 m/s, riconducibile al substrato geologico argilloso-sabbioso pliocenico; esso tende ad approfondirsi progressivamente verso Est.

Tale situazione, seppure con le inevitabili differenze dovute alle diverse metodiche di indagine, è stata confermata con le misure passive di rumore sismico HV05 (*317*) e HV06 (*318*), mediante le quali è stato possibile evidenziare un riflettore sismico che si approfondisce progressivamente procedendo lungo la valle del Torrente Montelungo da Ovest verso Est, e che costituisce causa di evidenti contrasti di impedenza ($3,25 \leq A_0 \leq 3,61$).

L'indagine HV07 (*319*), eseguita oltre il limite Nord-orientale del centro abitato di Chiusi Scalo, circa all'altezza del cavalcavia su Via Fucini, ha confermato la presenza di un elevato contrasto di impedenza sismica a profondità prossime ai 60 metri dal p.c., con valore massimo del rapporto H/V pari a 6,71, riconducibile molto probabilmente al substrato argilloso-sabbioso pliocenico (*FAAb*).

L'elevata profondità del riflettore sismico, nonostante il punto di indagine si trovi a meno di 300 metri dalla base del rilievo collinare che sovrasta ad Ovest la pianura alluvionale, costituita da termini litologici riconducibili alle formazioni neoautoctone, dimostra la probabile presenza di dislocazioni tettoniche associate alla fase distensiva pliocenica.

All'estremità opposta del centro abitato di Chiusi Scalo, ovvero in direzione della Zona Industriale de "Le Biffe", le indagini geognostiche prese a riferimento e le misure HVSR hanno evidenziato ancora una volta, al disotto dei terreni di copertura fluvio-lacustre, la presenza di un substrato geologico rappresentato sempre dai termini limoso-sabbiosi e argillosi in facies marina del Pliocene.



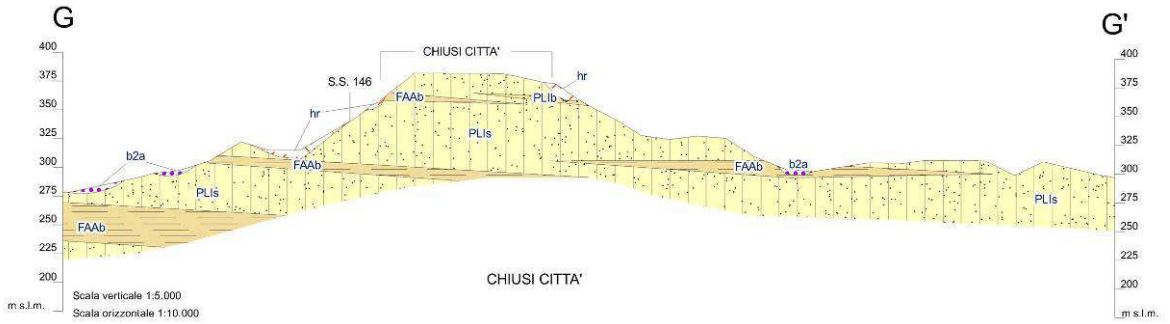
Anche in questo caso, i dati a disposizione evidenziano un rapido approfondimento del substrato geologico procedendo dal bordo occidentale della valle in direzione Est; in tale contesto, le misure passive di rumore HV01 (*313*), HV02 (*314*) e HV03 (*315*) hanno confermato la presenza di un importante contrasto di impedenza alla base dei sedimenti fluvio-lacustri ($4{,}98 \leq A_0 \leq 6{,}54$), a profondità crescenti, procedendo da SSO a NNE, da poco meno di 20 metri dal p.c. fino anche ad oltre 30-35 metri.

7.3 Chiusi Città e Giovancorso

L'assetto geologico di Chiusi Città è caratterizzato dalla presenza di terreni riconducibili alla chiusura del ciclo deposizionale pliocenico, ovvero rappresentati da alternanze di sabbie, arenarie e livelli conglomeratici composti da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa, anche tenacemente cementati.

Gli antichi abitanti di Chiusi, a partire dall'epoca etrusca, hanno sfruttato tale conformazione litostratigrafica realizzando una complessa rete di cunicoli che si diramano su più livelli, sia come sistema di approvvigionamento idrico (Labirinto di Porsenna), sia come catacombe e necropoli, attualmente solo in parte accessibili a seguito di crolli o tombamenti ed in parte ancora inesplorate, e che rivestono interesse nel presente studio di microzonazione sismica per il grado di pericolosità che comportano nei confronti delle condizioni di stabilità dell'edificato soprastante.

Le indagini sismiche effettuate nell'ambito del programma DOCUP in varie zone del centro abitato di Chiusi Città [stese sismiche ST4 (*298*), ST5 (*299*), ST6 (*300*), ST13 (*301*) e ST14 (*302*)] hanno confermato, come peraltro ottimamente esposto sulle sezioni visibili all'interno dei cunicoli e sui versanti che delimitano l'edificato, la presenza di continue alternanze tra litotipi sabbiosi, arenacei e conglomeratici, che si ripetono su più cicli deposizionali ed anche per ripetute eteropie di facies.



Per tale motivo, i risultati ottenuti con dette indagini, in termini di identificazione e di caratterizzazione dei sismostrati omogenei costituenti il sottosuolo locale, non sono confrontabili, dal momento che, dove affiorano le litologie a consistenza lapidea o pseudolapidea (*PLIb*, *PLIs*), i parametri elastico-meccanici sono da subito soddisfacenti (V_S > 400 m/s), ed aumentano ulteriormente in profondità fino anche a superare valori di 800-1.200 m/s (cfr. stese sismiche ST4, nella zona dell'ex ospedale e ST6, presso il Cimitero comunale).

Dove invece gli affioramenti sono rappresentati dalle facies sabbiose, le velocità delle onde di taglio sono comprese superficialmente, e per spessori variabili tra 1 e circa 6 metri, tra i 225 ed i 295 m/s, per poi raggiungere progressivamente valori nell'ordine di 300-400 m/s a profondità comprese tra i 10 ed i 20 metri dal p.c., in corrispondenza delle quali si rinviene il substrato geologico costituito da argille sabbiose o limi (*FAAb*), con valori di V_S compresi tra 500 e 700 m/s (stese sismiche ST5 presso il Rione Carducci e ST14 presso il complesso scolastico di Chiusi Città).

Le indagini HV09 (*321*) e HV10 (*322*) eseguite nelle zone urbanizzate con il minore rumore antropico sono coerenti con l'esito delle stese sismiche di superficie; i valori dei rapporti H/V, inoltre, mostrano contrasti di impedenza medio-bassi, essendo il parametro A_0 compreso tra 2,04 e 2,71.

Nella zona di Giovancorso, infine, il rilievo HV11 (*323*) e l'indagine sismica MASW n. 277 non hanno evidenziato contrasti di impedenza significativi, denotando un incremento progressivo dei valori delle velocità V_S entro la formazione pliocenica di base.

7.4 Dolcianello

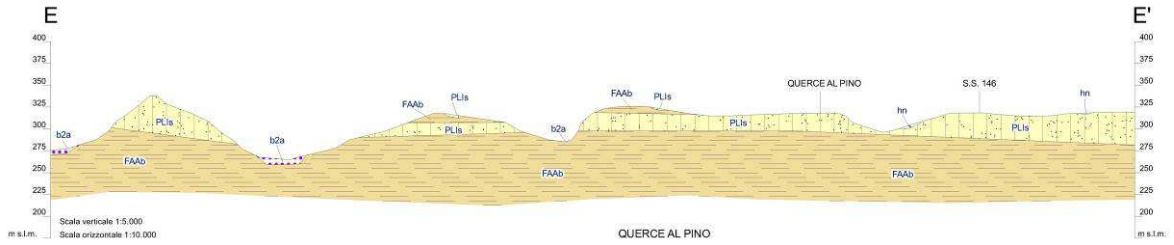
L'area si colloca al di fuori del margine Nord-occidentale dell'ambito urbano di Chiusi Città, compresa tra quest'ultima e la Frazione di Montallese, nella fascia di raccordo tra il contesto collinare e quello dell'antistante pianura alluvionale della Valdichiana.

Da un punto di vista geologico, l'area è caratterizzata da successioni eluvio-colluviali (*b2a*) ed alluvionali recenti (*bn1S*), che si sovrappongono a loro volta al substrato geologico pliocenico, analogamente a quanto si rileva in quasi tutti gli altri contesti pedecollinari del territorio comunale.

7.5 Querce al Pino

Il territorio, nella zona di Querce al Pino ed in quelle limitrofe, presenta una morfologia tipicamente collinare, con alternanze di rilievi e depressioni vallive, queste ultime quasi sempre incise dall'idrografia superficiale.

La parte sommitale dei rilievi collinari è generalmente caratterizzata in affioramento dai tipi litologici sabbioso-limosi e sabbioso argillosi del Pliocene (*PLIs*), entro i quali si rilevano spesso intercalazioni più marcatamente argillose, in corrispondenza delle quali, soprattutto nei pendii più acclivi ed in presenza di acqua sotterranea, si instaurano dissesti gravitativi anche di notevole estensione; più in profondità, si assiste invece al passaggio alla potente formazione delle argille in facies marina del Pliocene (*FAAb*).



Le indagini geognostiche effettuate a supporto di recenti interventi edilizi, unitamente all'esito delle indagini eseguite nell'ambito del programma DOCUP [stesa sismica ST10 (*305*), nel margine Sud-orientale del nucleo abitato di Querce al Pino, sondaggio S5 (*304*) e stesa sismica ST11 (*306*), nella zona delle Fornaci Barbetti, hanno confermato rispettivamente la presenza in superficie di materiali sabbioso-limosi (*PLIs*) e argilloso-limosi (*FAAb*) alterati, con parametri elastico-meccanici solo mediamente soddisfacenti (V_S = 250 - 295 m/s), per una profondità mediamente compresa tra 5 e 10 metri dal p.c.

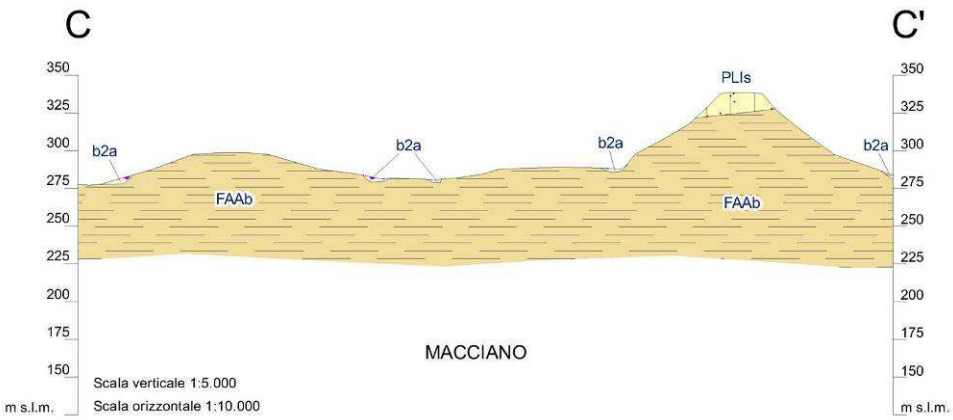
I sismostrati intermedi, costituiti in entrambi i siti da sabbie ed arenarie (*PLIs*), ma sensibilmente più consistenti, vedono aumentare la velocità delle onde di taglio SH al loro interno a valori compresi tra 410 e 590 m/s, mentre il substrato, rappresentato dalla potente formazione delle argille in facies marina del Pliocene (*FAAb*), e caratterizzato da valori

di V_S solo leggermente superiori a quello intermedio (V_S = 540-600) è stato rinvenuto a circa 20-25 metri di profondità dal p.c. in entrambi i settori indagati.

Le indagini di sismica passiva HV12 (*324*) e HV13 (*325*) hanno evidenziato picchi massimi del rapporto H/V rispettivamente a frequenze di 30 e 13,5 Hz circa, con valori di ampiezza medio-bassi ($2{,}17 \leq A_0 \leq 2{,}50$), e quindi non particolarmente significativi.

7.6 Macciano

Il nucleo abitato storico di Macciano si colloca sulla sommità di una cresta molto stretta, disposta con asse in direzione Nord-Sud e con versanti piuttosto acclivi, dei quali quello occidentale interessato da estesi dissesti gravitativi, che si concentrano soprattutto nella parte medio-inferiore del pendio, in corrispondenza degli affioramenti argillosi.



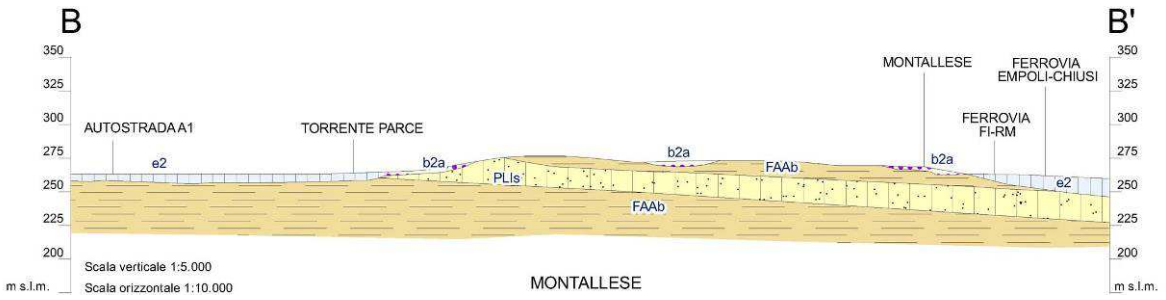
La parte più recente del nucleo abitato si colloca invece sulla sommità della dorsale collinare disposta ortogonalmente alla precedente, e che funge da spartiacque tra bacino idrografico del Fiume Tevere a Sud e quello dell'Arno a Nord.

Il nucleo della dorsale è costituito unicamente da materiali riconducibili alla formazione delle argille sabbiose del Pliocene (*FAAb*), particolarmente soggette a dissesti di tipo gravitativo soprattutto lungo il versante settentrionale, favoriti evidentemente dalla giacitura a franapoggio della formazione.

Le indagini di sismica passiva HV15 (*327*), HV16 (*328*) e HV17 (*329*) hanno permesso di verificare la presenza di terreni con caratteristiche elastico-meccaniche che tendono a migliorare progressivamente all'aumentare della profondità, e per questo privi di contrasti di impedenza alle normali frequenze di interesse geotecnico ($15{,}63 \leq f_0 \leq 20{,}94$).

7.7 Montallese

La frazione di Montallese si colloca nel margine settentrionale del territorio comunale di Chiusi, sempre in zona di fondovalle, dalla quale però si ergono blandi ed estesi rilievi collinari, sui quali si colloca la parte più antica dell'edificato.



Le aree morfologicamente più elevate sono costituite da terreni argilloso-limosi (*FAAb*) e sabbioso-limosi (*PLIs*); le zone di raccordo tra detti rilievi e la circostante pianura alluvionale sono invece caratterizzate da sottili coltri costituite da terreni eluvio-colluviali olocenici (*b2a*), che traggono origine dall'alterazione in posto o dalla successiva rideposizione con limitato trasporto degli stessi materiali su cui sono impostati.

I depositi di fondovalle, infine, sono costituiti da litotipi di recente deposizione legata all'ambiente di sedimentazione instauratosi nella depressione tettonica della Val di Chiana (*e2*); si tratta di limi argillosi e limi sabbiosi, con intercalati banchi di ghiaia legati probabilmente alle fasi di trasgressione ed alla maggiore capacità di trasporto dei corsi d'acqua che si immettevano nella pianura lacustre.

Anche la frazione di Montallese è stata oggetto di numerose indagini geognostiche, soprattutto nelle zone di più recente espansione, con le quali è stato possibile interpretare il modello geologico locale; si citano inoltre le indagini geofisiche di superficie con tecnica della sismica a rifrazione con onde P ed SH, sempre eseguite nell'ambito del progetto DOCUP, con le quali è stato invece ricostruito il modello sismico del sottosuolo.

Relativamente a quest'ultimo, nelle zone di fondovalle pertinenti al nucleo abitato di Montallese [stese sismiche ST7 (*310*) e ST8 (*311*)], il sismostrato più superficiale, riconducibile a materiali di riporto ed ai depositi palustri o lacustri, di spessore compreso tra 6 e 8 metri, presenta velocità delle onde di taglio tra 155 e 180 m/s; il sismostrato intermedio mostra invece valori di V_S solo leggermente superiori (V_S = 240-290 m/s), e per questo è stato attribuito ancora ai depositi palustri o lacustri, seppure maggiormente consolidati.

Procedendo dal limite meridionale della frazione in direzione NNO, il substrato geologico costituito dalla formazione argilloso-limosa di base (*FAAb*) è stato rilevato a profondità progressivamente maggiori, ovvero tra 10 e 20 metri circa dal p.c.

Nella zona di Montallese, comunque, almeno entro i primi 30 metri di profondità, il substrato geologico non raggiunge valori di V_S compatibili con quelli rinvenuti negli altri contesti di alto morfologico presenti nel territorio comunale, a dimostrazione che la formazione si presenta in probabile stato di alterazione (si veda, ad esempio, l'esito delle prove Down-Hole relative al Progetto DOCUP contraddistinte con i codici *308* e *309* nell'allegata *Carta delle indagini*); per tale motivo, le indagini di simica passiva effettuate nella zona di Montallese non hanno evidenziato picchi significativi nei rapporti H/V [cfr. indagini HV18 (*330*), HV19 (*331*) e HV20 (*332*)].

7.8 Interpretazioni ed incertezze nella definizione del modello

Nell'ambito degli studi di microzonazione sismica, particolare attenzione deve essere posta alla numerosità e qualità dei dati geognostici che si hanno a disposizione, dal momento che tale aspetto influisce sia sulle interpretazioni geologiche effettuate nelle fasi di analisi e di sintesi dei dati, sia nella gestione delle eventuali incertezze.

Come già evidenziato nel precedente paragrafo 6.1, per la ricostruzione dei modelli geologici, geotecnici e sismici delle aree sottoposte a microzonazione sismica sono stati presi a riferimento i dati relativi a 309 indagini di tipo geognostico, consistenti in prove penetrometriche statiche e dinamiche, sondaggi stratigrafici, scavi di prospezione e prove di laboratorio, alle quali si sono aggiunte le stratigrafie dei pozzi riportate negli Allegati "2" e "2A" al PS, le 14 indagini geofisiche di tipo sismico a rifrazione eseguite nell'ambito del programma DOCUP e le 20 misure passive del rumore sismico ambientale HVSR.

Sulla base dei molteplici dati a disposizione, ed in relazione alla buona qualità di molte indagini (in particolare le indagini sismiche di superficie condotte nell'ambito del progetto DOCUP), si ritiene che il grado di dettaglio dello studio sia sufficientemente affidabile e che le interpretazioni e le incertezze siano comunque contenute in funzione al grado di approfondimento che lo stesso intende perseguire.

Tutto ciò premesso, e considerato anche l'esito delle indagini prese a riferimento, vi sono comunque alcuni aspetti che potrebbero essere ulteriormente approfonditi in fasi successive, e che di seguito brevemente si riepilogano:

- La qualità del modello è migliore nelle aree di nuova e recente urbanizzazione, ovvero a Chiusi Stazione e nella Zona Industriale de "Le Biffe", dove la densità dei dati geognostici e sismici è più elevata in virtù degli standard imposti dalla recente normativa (D.M. 14.01.2008, D.P.G.R. n. 36/R/2009); nelle altre zone, invece, il modello può presentare alcune incertezze, proprio per la minore numerosità e qualità delle indagini a disposizione. Per tale motivo, sarebbe auspicabile implementare, nei successivi livelli di microzonazione sismica, il quadro conoscitivo delle aree meno note, per ottenere informazioni utili a validare i modelli adottati o per adeguarne i contenuti.
- Nelle aree di fondovalle (Chiusi Scalo, Zona Industriale "Le Biffe" e Montallese) potrebbe essere incrementata la densità delle misure di microtremore a stazione singola, da realizzare secondo una maglia regolare di opportuna dimensione, in modo da ricostruire carte con curve di isolivello che possano agevolare una più facile percezione dell'andamento dei riflettori sismici sottostanti ai termini alluvionali.

7.9 Indicazione della classe di qualità

Nelle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica è stata inserita una procedura semiquantitativa per la stima del livello di qualità delle cartografie MOPS.

Tale procedura, definita a livello nazionale dal Gruppo di Lavoro MS (rapporto interno del DPC - 2011), deve essere utilizzata in fase di predisposizione dello studio di microzonazione sismica, al fine di poter valutare se il quadro conoscitivo desunto sia sufficiente per la redazione dello studio di livello 1 o se, al contrario, debbano essere effettuati approfondimenti di indagine, anche in relazione alla complessità geologico-tecnica dell'area.

A tal fine, è stato realizzato un foglio di calcolo per l'applicazione della procedura di stima di qualità in modo semplice ed automatizzato.

La procedura consiste nella realizzazione di un reticolato a maglia quadrata di lato pari a 250 metri, con lati orientati in direzione NS ed EO, che viene applicato sopra la carta delle indagini; per ogni cella della maglia devono essere computati il numero dei sondaggi a distruzione, dei sondaggi a carotaggio continuo, delle prove geotecniche in situ e delle misure di frequenza presenti.

In funzione del numero delle prove, della percentuale di celle occupate, del numero di indagini che hanno raggiunto il substrato geologico e della classe di affidabilità delle misure di frequenza, viene affidato un punteggio, determinato in base al seguente schema:

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	*Ad hoc*
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarello *et alii*)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

Utilizzando il foglio di calcolo in formato XLS per l'applicazione della procedura automatizzata di stima della qualità, disponibile sul sito istituzionale della Regione Toscana - Settore Sismica, ed inserendo i punteggi relativi ai parametri considerati, si ottiene un risultato numerico che consente di associare la classe di qualità, in base al seguente criterio:

- *Classe A*, valori superiori al 75%; indicazioni nessuna, carta di livello 1 di ottima qualità;
- *Classe B*, valori nell'intervallo tra 50% e 74%; indicazioni: migliorare almeno uno dei parametri;
- *Classe C*, valori intervallo 25% - 49%, indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità;
- *Classe D*, valori inferiori al 25%; indicazioni: la carta di livello 1 è di scarsa qualità a non risponde ai requisiti minimi richiesti dagli ICMS e dalle suddette specifiche.

Di seguito sono riportati i risultati di classe di affidabilità singolarmente ottenuti per le varie zone di indagine, insieme ai relativi fogli di calcolo.

- CHIUSI: percentuale ottenuta pari al 67,2% - Classe di qualità B.
- QUERCE AL PINO: percentuale ottenuta pari al 50,6% - Classe di qualità B.
- MACCIANO: percentuale ottenuta pari al 34,2% - Classe di qualità C.
- MONTALLESE: percentuale ottenuta pari al 42,4% - Classe di qualità C.

CHIUSI

FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE

a	Parametro	4			
b	Carta Geologico tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	Punteggi indicatori		1	0.66	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
c	Sondaggi a distruzione	0.5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		0	0	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		1	0.33	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
e	Indagini geofisiche	0.5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	Punteggi indicatori		1	0.33	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
f	Prove geotecniche	0.25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	Punteggi indicatori		1	0.33	0.66
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
g	Misure Frequenze	0.75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	Punteggi indicatori		1	0.33	0.66
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33

Inserire il valore *solo* nelle celle colorate in viola

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio) Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-25.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarello et ali)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

* D. Albarello, C. Cesi, V. Eulilli, F. Guerrini, E. Lunedei, E. Paolucci, D.Pileggi, L.M. Puzzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll.Geofis.Teor.Appl.

a	25	punteggi parziali
b	0.88	21.9
c	0.00	0.0
d	0.77	19.2
e	0.38	9.6
f	0.16	4.1
g	0.49	12.3
Tot	67.2	67.2 CLASSE B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	³ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana

REGIONE TOSCANA

QUERCE AL PINO

FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE

a	Parametro	4			
b	Carta Geologico tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	Punteggi indicatori		1	0.66	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
c	Sondaggi a distruzione	0.5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		0	0	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		0.66	0.33	0.66
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
e	Indagini geofisiche	0.5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
f	Prove geotecniche	0.25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	Punteggi indicatori		1	0.33	0.66
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
g	Misure Frequenze	0.75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33

Inserire il valore *solo* nelle celle colorate in viola

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio) Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-25.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarello et ali)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

* D. Albarello, C. Cesi, V. Eulilli, F. Guerrini, E. Lunedei, E. Paolucci, D.Pileggi, L.M. Puzzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll.Geofis.Teor.Appl.

a	25	punteggi parziali
b	0.88	21.9
c	0.00	0.0
d	0.54	13.6
e	0.27	6.8
f	0.16	4.1
g	0.16	4.1
Tot	50.6	50.6 CLASSE B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	³ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana

REGIONE TOSCANA

MACCIANO

FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE

a	Parametro	4

Inserire il valore *solo* nelle celle colorate in viola

b	Carta Geologico tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	Punteggi indicatori		1	0.66	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
c	Sondaggi a distruzione	0.5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		0	0	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	0.33
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
e	Indagini geofisiche	0.5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	Punteggi indicatori		0	0	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
f	Prove geotecniche	0.25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	Punteggi indicatori		0	0	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
g	Misure Frequenze	0.75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio) Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-25.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarello et all)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

* D. Albarello, C. Cesi, V. Eulilli, F. Guerrini, E. Lunedei, F. Paolucci, D.Pileggi, L.M. Puzzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll.Geofis.Teor.Appl.

a	25	punteggi parziali
b	0.88	21.9
c	0.00	0.0
d	0.33	8.2
e	0.00	0.0
f	0.00	0.0
g	0.16	4.1
Tot	34.2	34.2 CLASSE C

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	³ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana

REGIONE TOSCANA



MONTALLESE

FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE

a	Parametro	4

Inserire il valore *solo* nelle celle colorate in viola

b	Carta Geologico tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	Punteggi indicatori		1	0.66	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
c	Sondaggi a distruzione	0.5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		0	0	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	0.33
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
e	Indagini geofisiche	0.5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	1
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
f	Prove geotecniche	0.25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33
g	Misure Frequenze	0.75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	Punteggi indicatori		0.33	0.33	0
	Pesi indicatori		0.33	0.33	0.33

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio) Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-25.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarello et all)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

* D. Albarello, C. Cesi, V. Eulilli, F. Guerrini, E. Lunedei, F. Paolucci, D.Pileggi, L.M. Puzzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll.Geofis.Teor.Appl.

a	25	punteggi parziali
b	0.88	21.9
c	0.00	0.0
d	0.33	8.2
e	0.27	6.8
f	0.05	1.4
g	0.16	4.1
Tot	42.4	42.4 CLASSE C

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	³ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana

REGIONE TOSCANA



Per le zone di Chiusi e Querce al Pino, ovvero per quelle soggette a maggiore e più recente sviluppo edificatorio (e dove sono quindi disponibili indagini geognostiche e geofisiche in elevato numero e qualità), le percentuali ottenuta consentono l'attribuzione alla classe di qualità B, per la quale sarebbe auspicabile migliorare almeno uno dei parametri di valutazione.

Per quanto riguarda le zone di Macciano e Montallese, invece, la scarsità delle indagini attualmente disponibili in relazione alle dimensioni degli areali selezionati e delimitati, non ha consentito il raggiungimento di elevate percentuali di affidabilità, comportando quindi l'attribuzione alla classe di qualità C; in tali zone, pertanto, in occasione dei successivi studi di approfondimento di microzonazione sismica, dovrà essere implementato il quadro conoscitivo mediante esecuzione di indagini geognostiche e/o sismiche finalizzate alla sicura individuazione del substrato geologico.

8 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI FINALI

Il progetto di microzonazione sismica di livello 1 del Comune di Chiusi è stato svolto in ottemperanza alle normative ed alle direttive tecniche nazionali e regionali vigenti.

Il progetto è stato basato sulla raccolta dati esistenti relativi ad indagini geognostiche e sismiche, implementate con misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR), tutte riportate nella specifica "*Carta delle indagini*" in scala 1:10.000; le singole prove HVSR sono state invece ubicate nella "*Carta delle frequenze fondamentali*" classificandole singolarmente con apposito simbolismo grafico in base alla frequenza fondamentale f_0 e al massimo valore dei rapporti H/V determinati.

Sulla base di una accurata revisione a scala di dettaglio delle cartografie tematiche di supporto al Piano Strutturale comunale approvato (Carta geologica, Carta geomorfoloca, Carta litologico-tecnica e Carta idrogeologica), unitamente all'elaborazione dei dati litologici, stratigrafici, litotecnici e sismici acquisiti ed analizzati nel presente studio, è stata inoltre elaborata e redatta la "*Carta geologico-tecnica*" per la microzonazione sismica.

A partire da tutte le informazioni disponibili, unitamente alle conoscenze personali del territorio indagato, è stata quindi prodotta la "*Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)*", che costituisce l'elaborato tecnico finale e fondamentale per il livello 1 di approfondimento degli studi di microzonazione.

I dati e le informazioni acquisiti sono stati raccolti, organizzati e riprodotti mediante banca dati geografica (GIS), prendendo come riferimento lo "*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*" (versione 3.0 - Ottobre 2013), pubblicata dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale; si rimanda pertanto a tale documento per gli approfondimenti relativi alle modalità seguite per lo sviluppo esecutivo del progetto.

Sono stati inoltre raccolti e pubblicati tutti i certificati relativi alle indagini geognostiche e geofisiche in sito prese a riferimento per la redazione dello studio di microzonazione sismica, a ciascuna delle quali è stato attribuita una numerazione progressiva per una rapida ed univoca individuazione nella relativa "*Carta delle indagini*"; tale elaborato costituisce pertanto parte integrante e sostanziale del presente studio (*Allegato "1A"* al Piano Strutturale comunale).

9 ELABORATI CARTOGRAFICI

9.1 Carta delle indagini

La cartografia delle indagini costituisce il primo passo per la definizione del quadro conoscitivo del sottosuolo; su di essa sono indicate le localizzazioni delle indagini pregresse e di nuova realizzazione, suddivise per tipologie e per codice di riferimento.

La raccolta delle indagini disponibili è stata effettuata su zone più estese di quelle selezionate e formalmente perimetrate, allo scopo di comprendere e documentare nella loro completezza il modello geologico preliminare ed i fenomeni naturali che possono interessare le stesse aree, con conseguenti implicazioni nella microzonazione sismica.

La carta delle indagini è stata quindi realizzata, per ciascuna area di interesse, alla scala 1:10.000, sia in forma cartacea che vettoriale (tramite tecnologia GIS), utilizzando, come già detto, la simbologia e le specifiche tecniche per l'informatizzazione previste dalla "Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica" del DPC; considerata l'importanza dello spessore delle coperture, delle coltri di alterazione e della profondità del bedrock per la valutazione della risposta sismica locale, nella carta delle indagini sono state chiaramente evidenziate le prove che hanno raggiunto il substrato (inteso come substrato geologico e non sismico, in quanto sempre caratterizzato da valori di V_S < 800 m/s).

9.2 Carta geologica-tecnica per la microzonazione sismica

Tale cartografia, anch'essa redatta in scala 1:10.000, deriva essenzialmente da una revisione a scala di dettaglio delle cartografie geologiche e geomorfologiche di supporto al Piano Strutturale comunale, unitamente a tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici acquisiti in occasione del presente studio.

Nell'ambito di tale revisione, che ha comportato anche rilevamenti di controllo in campagna, particolare attenzione è stata posta alla individuazione ed alla mappatura dei depositi di copertura, con particolare riferimento a quelli con spessore maggiore di 3 metri, nella ricostruzione dettagliata di tutte le forme geomorfologiche, dei fenomeni gravitativi di versante in stato di attività, quiescenti o stabilizzati e delle aree potenzialmente instabili, nonché nell'individuazione del substrato geologico e nella caratterizzazione litostratigrafica e nella ricostruzione dell'assetto giaciturale, mediante approfondimento degli elementi visibili sugli affioramenti significativi.

9.3 Carta delle frequenze fondamentali

Tale elaborato, redatto in scala 1:10.000, è stato realizzato a partire dalle misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola effettuata nelle aree ritenute di maggiore interesse al fine della individuazione dei possibili fenomeni di risonanza sismica e della corrispondente frequenza di vibrazione.

Per le modalità di realizzazione delle prove e la definizione delle classi di affidabilità dello studio per il controllo sulla qualità dei dati acquisiti è stato fatto riferimento allo studio redatto da "*Albarello et alii - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*", al quale si rimanda integralmente per eventuali approfondimenti.

La campagna di misure strumentali è stata realizzata nell'ambito delle aree di specifico interesse e distribuita in maniera quanto più uniforme possibile, compatibilmente con la conformazione del territorio, con la presenza di elementi strutturali e di possibili sorgenti di rumore monocromatico che possono inficiare i risultati, nonché tenendo conto della distribuzione delle altre indagini pregresse disponibili e delle condizioni di pericolosità geologica dei siti.

Nella cartografia prodotta è stata quindi riportata l'ubicazione di tutti i punti di indagine (identificati con il codice alfanumerico da HV01 a HV20), con associati i valori della frequenza fondamentale (f_0) e della massima ampiezza del picco fondamentale (A_0).

L'elaborato ha il duplice scopo di fornire un adeguato strumento per la predisposizione della *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* di livello 1, ma anche offrire una indicazione delle profondità di investigazione per i successivi livelli superiori di microzonazione sismica.

9.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Questa carta, che rappresenta il principale elaborato del livello 1, individua le microzone dove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica, quali amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.

La cartografia MOPS costituisce pertanto un elemento di sintesi delle conoscenze, nel quale viene rappresentato il modello geologico-tecnico tridimensionale delle singole aree in-

dagate, e permettendo quindi, seguendo le direttive riportate ai paragrafi 1.6.3.1.2 e 2.3 degli ICMS, la perimetrazione delle microzone omogenee nei seguenti principali gruppi:

- ***Zone stabili***: sono le zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o con inclinazione inferiore a 15°); gli scuotimenti attesi sono pertanto equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base.
- ***Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica***: sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.
- ***Zone suscettibili di instabilità***: sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali).

La cartografia MOPS, quindi, individua solo qualitativamente e grossolanamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali, costituendo comunque una guida per i successivi approfondimenti di indagine di livello 2 e 3, ma anche la base conoscitiva, da utilizzare in fase di pianificazione urbanistica, per la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica del territorio sulla base dei criteri stabiliti al punto C.5 del D.P.G.R. n. 53/R/2011.

Anche questa carta è stata prodotta in scala 1:10.000 in formato cartaceo e vettoriale, nel rispetto dei citati standard per l'informatizzazione degli studi di microzonazione sismica.

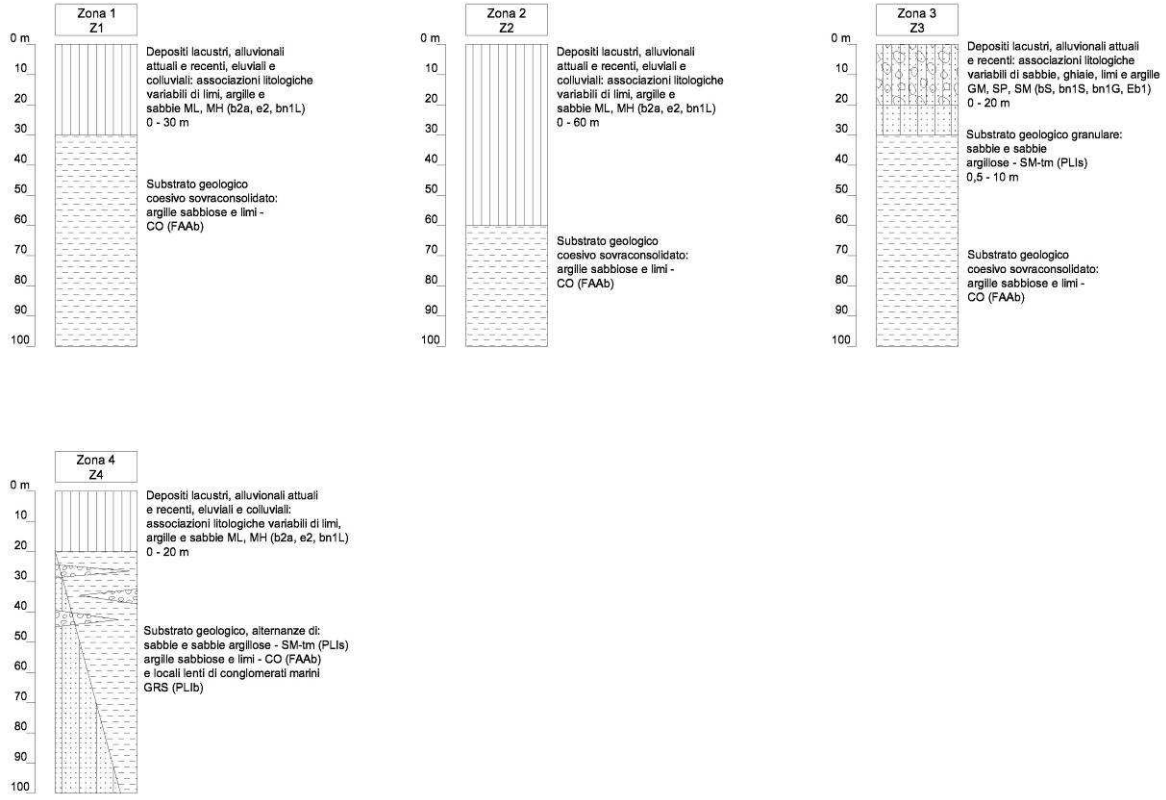
10 ILLUSTRAZIONE DELLA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Sulla base dei criteri precedentemente indicati, è stata redatta la *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*, che costituisce l'elaborato di sintesi del presente lavoro, della quale si riporta una breve descrizione.

Zone stabili suscettibili di amplificazione locali

Con i codici da Z1 a Z4 sono state definite le microzone omogenee in cui è presente una copertura alluvionale, colluviale e lacustre allentata ed areata, sovente satura sin da profondità prossime al piano di campagna e sovrimposta ad un substrato geologico dapprima alterato, quindi compatto.

In tali contesti sono presenti sia successioni sismostratigrafiche che manifestano un lento incremento di V_S con la profondità, riconducibili a categorie di suolo di fondazione di tipo C o D di cui al punto 3.2.2 del D.M. 14.01.2008, sia successioni che manifestano repentini incrementi delle caratteristiche geotecniche e delle velocità sismiche o successive inversioni, tali da essere attribuiti alla categoria S2 (si veda, ad esempio, l'area di fondovalle compresa tra la Stazione Ferroviaria ed il confine comunale).



Con i codici da Z5 a Z7 sono state identificate le microzone omogenee in cui affiora il substrato geologico, dapprima alterato e quindi compatto, spesso disposto secondo alternanze di argille, sabbie e conglomerati.

Laddove i banchi di conglomerati risultano compatti ed interposti ai restanti substrati sabbiosi e/o argillosi, si possono manifestare velocità delle onde sismiche V_S anche maggiori di 800 m/s, e dare luogo a successioni riconducibili a categorie di sottosuolo S2 o E (ad esempio, si veda la zona del cimitero di Chiusi Città); per tale problematica, alla zona Z7, che caratterizza una simile successione sismostratigrafica, nella carta della pericolosità sismica allegata al Piano Strutturale verrà assegnata la classe S.3 (pericolosità elevata).



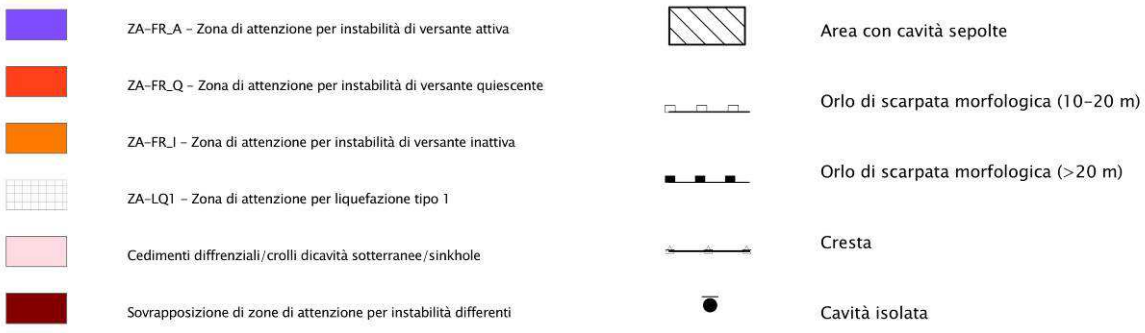
Con i codici da Z8 a Z13 sono state infine definite le microzone omogenee in cui è presente una copertura antropica al di sopra delle situazioni stratigrafiche sopra descritte; tali zone si riscontrano in prevalenza nelle aree urbanizzate, come ad esempio all'interno dei centri abitati di Chiusi Città e Chiusi Stazione.

Zone di attenzione per instabilità

Nel territorio comunale sono state individuate diverse zone di attenzione per instabilità, in quanto sede di fenomeni gravitativi di vario genere e stato di attività (zone ZA-FR_A, ZA-FR_Q e ZA-FR_I), suscettibili ad una accentuazione dei dissesti a causa degli effetti dinamici che si possono verificare in occasione di eventi sismici.

Nella piana fluvio-lacustre e lacustre è stata invece riconosciuta una zona di attenzione per possibili fenomeni di liquefazione di tipo 1 (zona ZA-LQ1), in quanto caratterizzate da terreni normalconsolidati o addirittura sottoconsolidati, saturi d'acqua fin da profondità prossime al piano di campagna; in base ai requisiti per l'attribuzione della suscettibilità al fenomeno della liquefazione, si tratta di zone nelle quali lo studio di livello 1 ha verificato che esistono le seguenti condizioni predisponenti:

- presenza di terreni sabbiosi;
- falda idrica a profondità inferiore a 15 metri dal p.c.;
- magnitudo massima attesa al sito Mw > 5;
- accelerazioni massime in superficie PGA > 0,1 g.



Nelle zone di attenzione per instabilità sono state altresì ricomprese le aree interessate da strutture antropiche sotterranee (cunicoli, catacombe, antichi sistemi acquedottistici), che rendono estese porzioni di territorio anche densamente urbanizzate suscettibili di crolli e

cedimenti differenziali in seguito ad un evento sismico (si veda, per questo, il centro storico di Chiusi Città); allo stesso modo, sono altresì indivisuate zone ove possono generarsi cedimenti differenziali significativi a seguito di un evento sismico, come quelle poste al contatto tra formazioni con caratteristiche geotecniche significativamente diverse, ed in particolar modo nelle aree pedecollinari, al contatto tra i terreni in facies marina del Pliocene e quelli olocenici di copertura.

La *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* è stata infine completata riportando i simbolismi relativi alle più significative forme di superficie e sepolte (orli di scarpate morfologiche di varia altezza, creste, cavità isolate).

11 BIBLIOGRAFIA

A. ROVIDA, R. CAMASSI, P. GASPERINI E M. STUCCHI (2011) - CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna - *http://emidius.mi.ingv.it/CPTI, DOI:10.6092/INGV.IT-CPTI11*.

AA.VV. (2007) - Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana. VOLUME 1B - Criteri, metodologie, modalità di presentazione delle indagini e degli elaborati. "Programma VEL" e "Programma di valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici pubblici e/o strategici in muratura o in cemento armato (VSM e VSCA)" in Garfagnana, Lunigiana, Valtiberina, Casentino, Mugello ed Amiata. Regione Toscana - Direzione Generale Politiche Territoriali ed Ambientali - Servizio Sismico Regionale.

AA.VV. (2007) - Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana. VOLUME 6 - Legende per la realizzazione della cartografia geologica, geomorfologia e litologico-tecnica per le aree della Provincia di Siena e del Monte Amiata. "Programma VEL" Provincia di Siena e Monte Amiata. Regione Toscana - Direzione Generale Politiche Territoriali ed Ambientali - Servizio Sismico Regionale.

AA.VV. (2015) - Microzonazione sismica regionale. Redazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica e prescrizioni per le analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (aggiornamento 05.02.2015). Regione Toscana - Direzione Generale delle Politiche Ambientali, Energia e Cambiamenti climatici - Servizio Sismica Regionale (approvato con D.G.R. n. 144/2015).

COMMISSIONE TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (2013) - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica - Microzonazione sismica, ver. 3.0.

GRUPPO DI LAVORO "INDIRIZZI E CRITERI GENERALI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (2008) - Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica, Parti I, II e III. Conferenza delle Regioni e della Province Autonome e Dipartimento della Protezione Civile, Roma.

GRUPPO DI LAVORO MPS (2004) - Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004.

M. LOCATI, R. CAMASSI e M. STUCCHI (2011) - DBMI11, la versione 2011 del Database

Macrosismico Italiano. Milano, Bologna - *http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11. DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11*.

MINISTERO DELLA INFRASTRUTTURE (2008) - Norme Tecniche per le Costruzioni, Roma. Approvate con D.M. 14.01.2008 (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008).

S. MENCACCI, A. MASSI, E. GIOMMARELLI (2012). Indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Chiusi. *http://www.comune.chiusi.si.it/home-comune/servizi/urbanistica/pianificazione-urbanistica/piano-strutturale.html*.

ALLEGATO 1

SCHEDE DI ACQUISIZIONE

INDAGINI HVSR

SITO: *HV01*	**DATA:** *18.02.2015*	**ORA:** *11:19:09*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - ZONA PAIP LE BIFFE (SUD)*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *42°58,7931 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°57,0559 Est*	**ALTITUDINE:** *252,20 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla01.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[ ] debole**	**[X] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***6,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto			***X***			***60 m***
Camion		***X***				***60 m***
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO

[ ] no **[X] sì, tipo:** ***Edificio industriale: 80 m***

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 60 m

Edificio industriale (Metalzinco): 80 m

OSSERVAZIONI

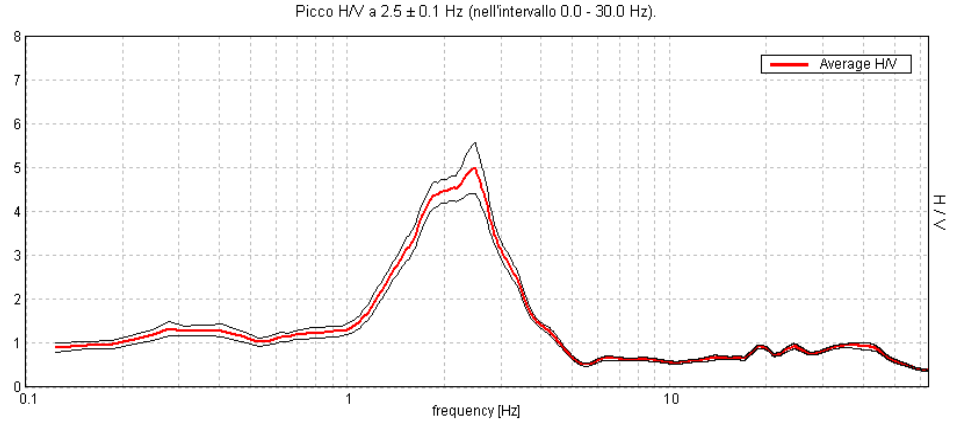
FOTO STAZIONE DI MISURA



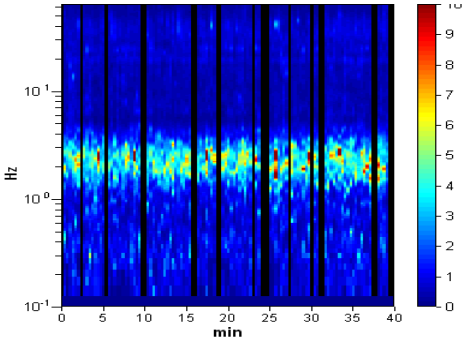
HV01 - CHIUSI STAZIONE - ZONA PAIP LE BIFFE (SUD)

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 18/02/15 11:19:09 Fine registrazione: 18/02/15 12:00:45
Posizione GPS: 011°57.0559 E, 42°58.7931 N (252.2 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

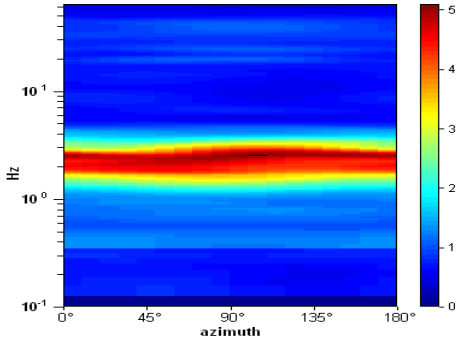
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



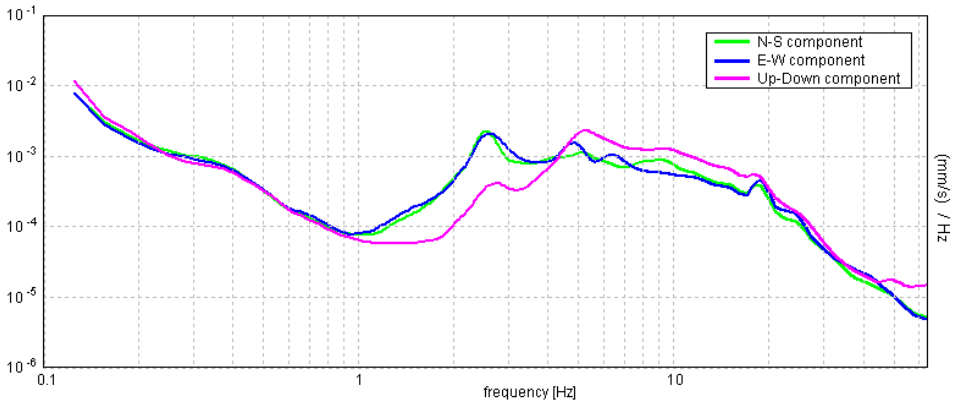
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 2.5 ± 0.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.50 > 0.50	**OK**	
$n_c(f_0) > 200$	4950.0 > 200	**OK**	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 121	**OK**	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.344 Hz	**OK**	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.375 Hz	**OK**	
$A_0 > 2$	4.98 > 2	**OK**	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.03945| < 0.05	**OK**	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09862 < 0.125	**OK**	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5716 < 1.58	**OK**	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV02*	**DATA:** *18.02.2015*	**ORA:** *15:13:40*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - ZONA PAIP LE BIFFE (CENTRO)*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *42°59,2553 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°57,2844 Est*	**ALTITUDINE:** *248,30 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla04.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[ ] debole**	**[X] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***11 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[X] altro:** ***riporto antropico***	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***40 m***
Camion			***X***			***40 m***
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)
Strada comunale: 40 m
Linea ferroviaria alta velocità: 60 m

OSSERVAZIONI

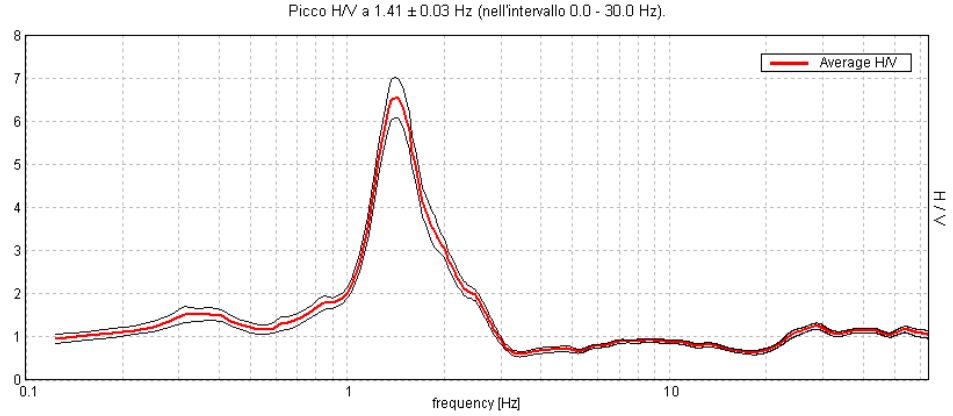
FOTO STAZIONE DI MISURA



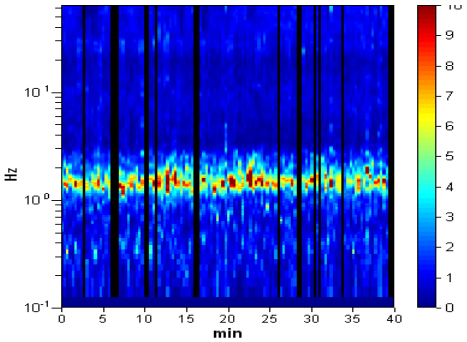
HV02 - CHIUSI STAZIONE - ZONA PAIP LE BIFFE (CENTRO)

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 18/02/15 15:13:40 Fine registrazione: 18/02/15 15:54:04
Posizione GPS: 011°57.2844 E, 42°59.2553 N (248.3 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 86% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

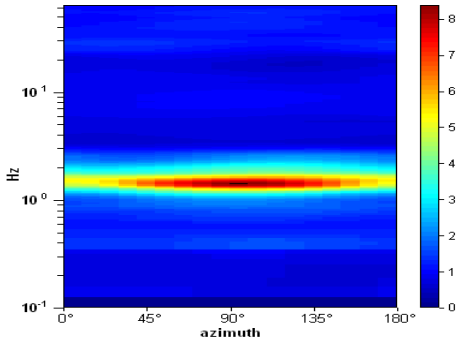
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



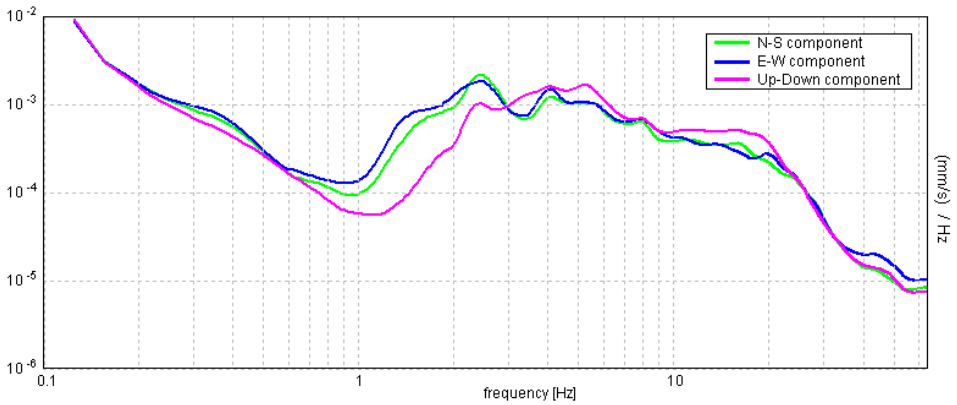
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 1.41 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.41 > 0.50	**OK**	
$n_c(f_0) > 200$	2896.9 > 200	**OK**	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 68	**OK**	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.125 Hz	**OK**	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.938 Hz	**OK**	
$A_0 > 2$	6.54 > 2	**OK**	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.02123| < 0.05	**OK**	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02985 < 0.14063	**OK**	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4672 < 1.78	**OK**	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV03*	**DATA:** *18.02.2015*	**ORA:** *10:04:44*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - ZONA PAIP LE BIFFE (NORD-EST)*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *42°59,6027 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°57,5021 Est*	**ALTITUDINE:** *262,00 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla50.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***4,5 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[X] nessuno** **[ ] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto	***X***					**-**
Camion	***X***					**-**
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)
Linea ferroviaria Chiusi-Roma: 100 m
Tralicci metallici elettrodotto MT: 40 m

OSSERVAZIONI

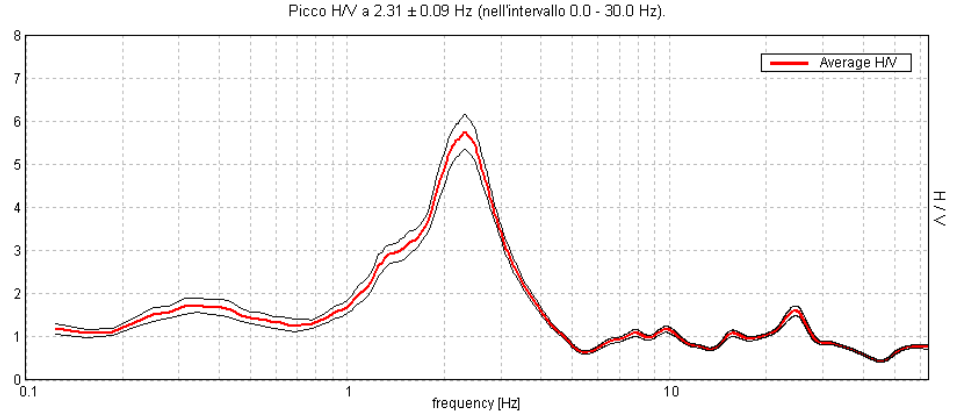
FOTO STAZIONE DI MISURA



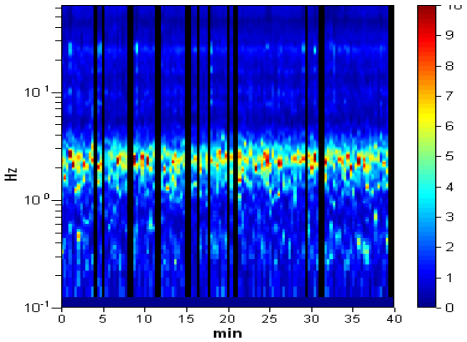
HV03 - CHIUSI STAZIONE - ZONA PAIP LE BIFFE (NORD-EST)

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 18/02/15 10:04:44 Fine registrazione: 18/02/15 10:46:09
Posizione GPS: 011°57.5021 E, 42°59.6027 N (262.0 m)
Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

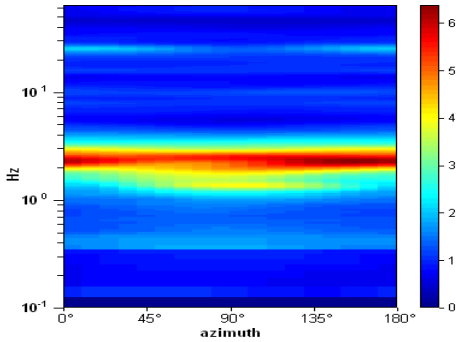
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



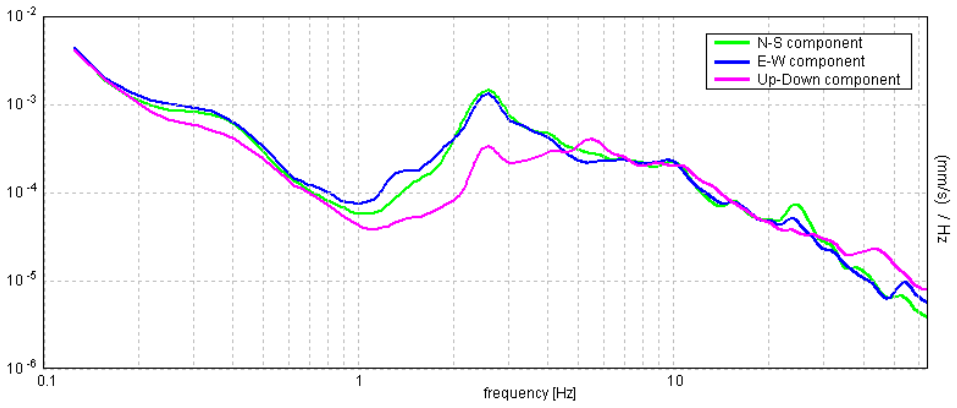
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 2.31 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.31 > 0.50	**OK**	
$n_c(f_0) > 200$	4717.5 > 200	**OK**	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 112	**OK**	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.313 Hz	**OK**	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.219 Hz	**OK**	
$A_0 > 2$	5.74 > 2	**OK**	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.03981| < 0.05	**OK**	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09205 < 0.11563	**OK**	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4039 < 1.58	**OK**	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV04*	**DATA:** *19.02.2015*	**ORA:** *10:06:50*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - SCUOLA ELEMENTARE VIA OSLAVIA*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°00,0263 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°57,2913 Est*	**ALTITUDINE:** *273,00 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla05.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***4 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[X] altro:** ***Riporto antropico***	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[ ] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[ ] rari** **[X] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***20 m***
Camion		***X***				***20 m***
Pedoni			***X***			***20 m***
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 20 m

Complesso scolastico: 15 m

Attrezzature edili (martello demolitore): 60 m

OSSERVAZIONI

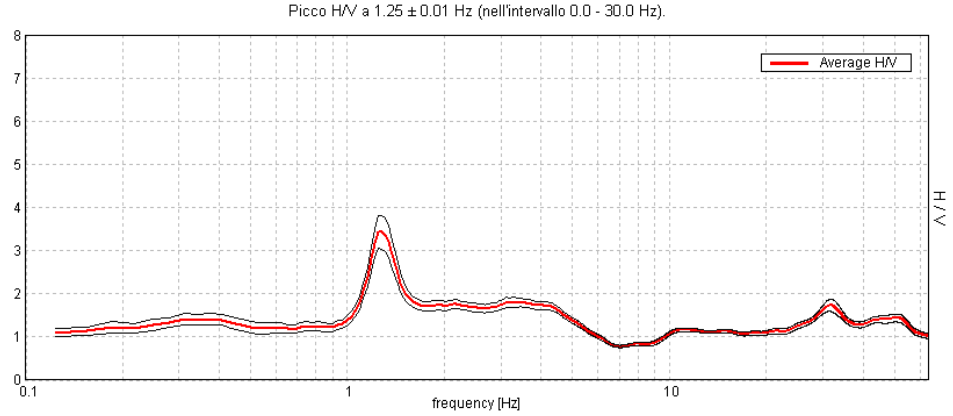
FOTO STAZIONE DI MISURA



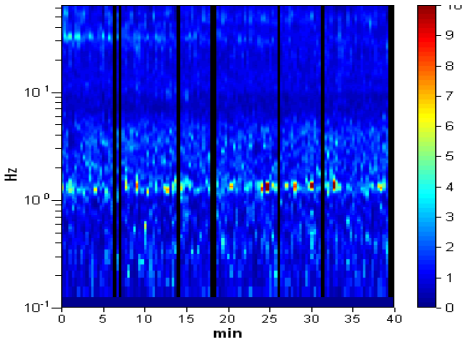
HV04 - CHIUSI STAZIONE - SCUOLA ELEMENTARE VIA OSLAVIA

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 19/02/15 10:06:50 Fine registrazione: 19/02/15 10:47:39
Posizione GPS: 011°57.2913 E, 43°00.0263 N (273.0 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

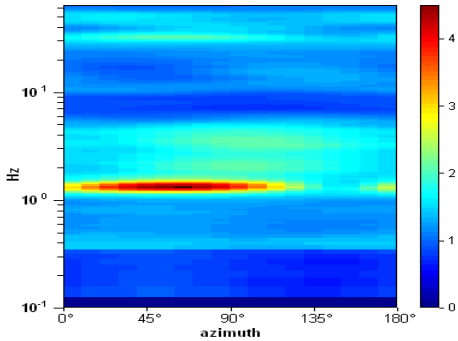
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



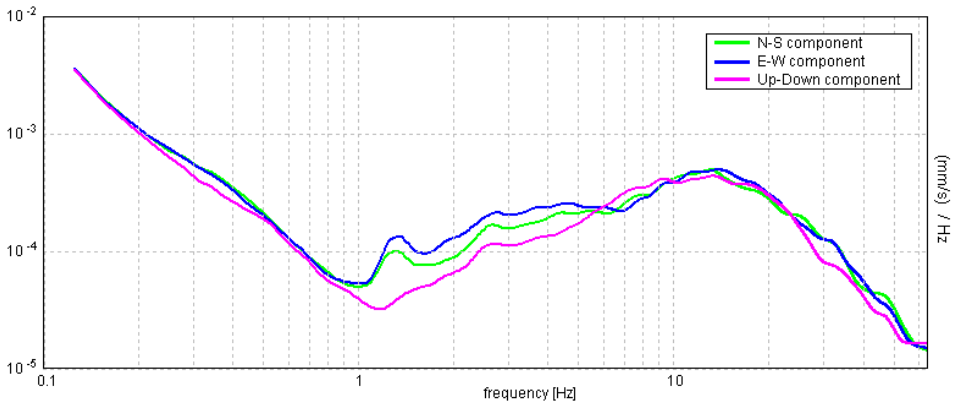
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 1.25 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2775.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 61	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.063 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.43 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.01162| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01453 < 0.125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.386 < 1.78	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV05*	**DATA:** *23.02.2015*	**ORA:** *14:02:16*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - PARCO PIAZZA XXVI GIUGNO*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°00,2399 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°57,0999 Est*	**ALTITUDINE:** *273,90 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla21.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***12 °C***	**NOTE:** ***Cielo coperto***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***30 m***
Camion		***X***				***30 m***
Pedoni				***X***		***10 m***
Altro			***X***			***25 m***

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale con traffico elevato: 30 m

Parcheggio con traffico medio: 25 m

Piante ad alto fusto: 10 m

OSSERVAZIONI

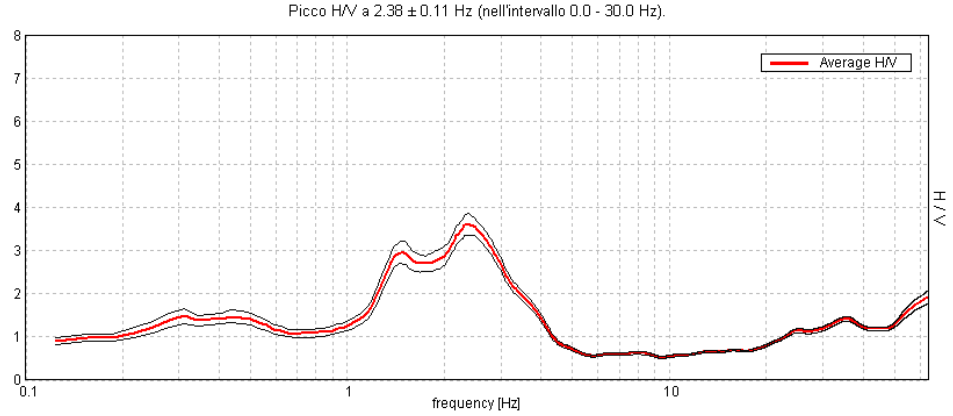
FOTO STAZIONE DI MISURA



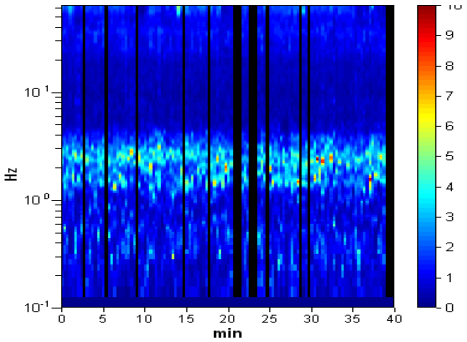
HV05 - CHIUSI STAZIONE - PARCO XXVI GIUGNO

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 23/02/15 14:02:16 Fine registrazione: 23/02/15 14:42:41
Posizione GPS: 011°57.0999 E, 43°00.2399 N (273.9 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 86% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

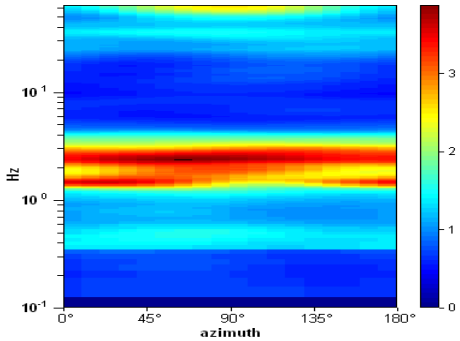
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



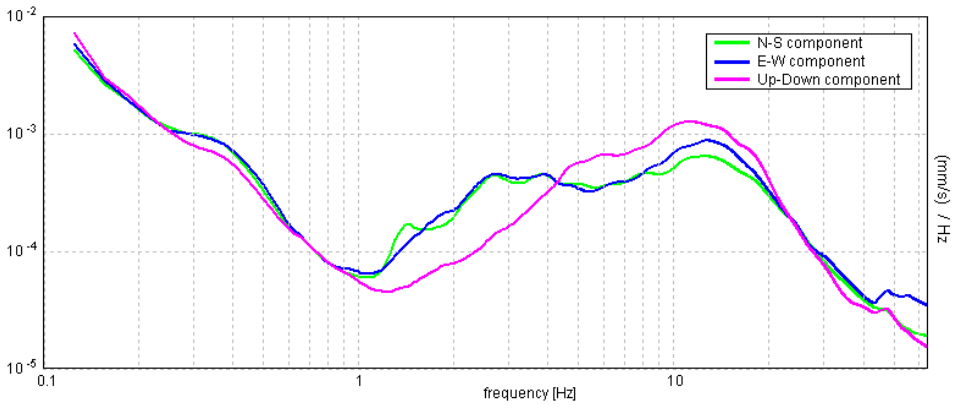
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 2.38 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.38 > 0.50	**OK**	
$n_c(f_0) > 200$	4892.5 > 200	**OK**	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 115	**OK**	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.188 Hz	**OK**	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.688 Hz	**OK**	
$A_0 > 2$	3.61 > 2	**OK**	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.04764| < 0.05	**OK**	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11314 < 0.11875	**OK**	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2478 < 1.58	**OK**	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV06*	**DATA:** *23.02.2015*	**ORA:** *13:10:16*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - VIA DEI MILLE (FONTINA)*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°00,2759 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°56,8427 Est*	**ALTITUDINE:** *279,50 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla20.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***11,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo coperto***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto			***X***			***25 m***
Camion	***X***					***25 m***
Pedoni		***X***				***25 m***
Altro		***X***				***150 m***

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 25 m

Linea ferroviaria alta velocità: 150 m

Edifici artigianali: 30 m

OSSERVAZIONI

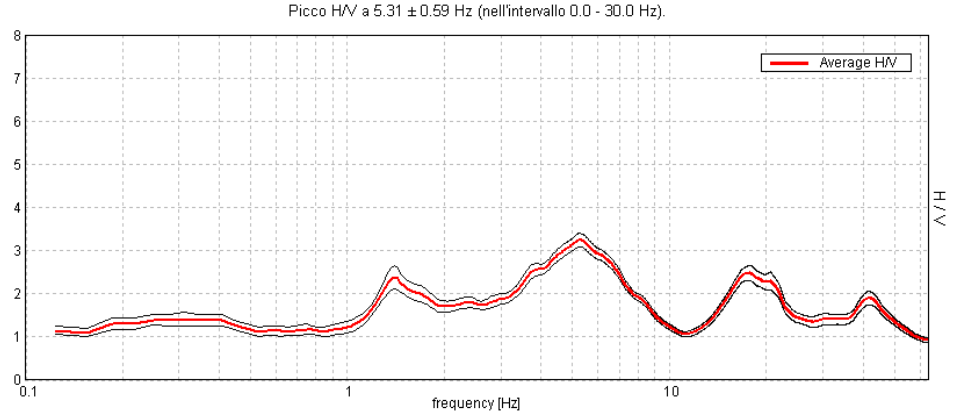
FOTO STAZIONE DI MISURA



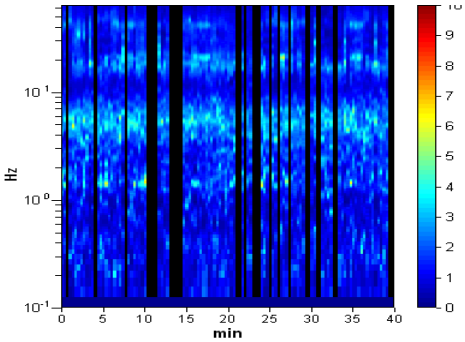
HV06 - CHIUSI STAZIONE - VIA DEI MILLE (FONTINA)

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 23/02/15 13:10:16 Fine registrazione: 23/02/15 13:50:41
Posizione GPS: 011°56.8427 E, 43°00.2759 N (279.5 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 76% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

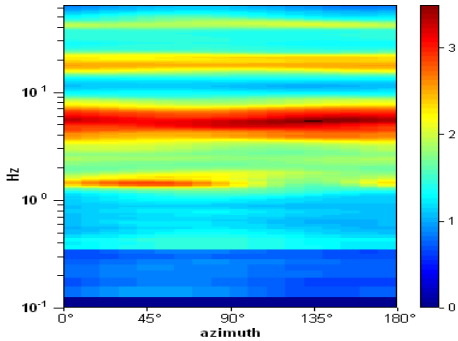
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



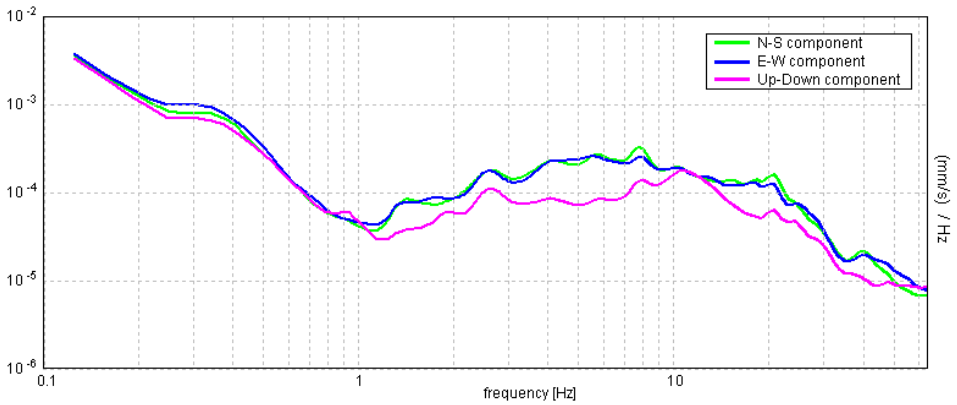
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 5.31 ± 0.59 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	5.31 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9668.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 256	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.25 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.11026| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.58576 < 0.26563		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1568 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV07*	**DATA:** *19.02.2015*	**ORA:** *11:33:51*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - VIA FUCINI (CAVALCAVIA)*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°00,3331 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°57,5968 Est*	**ALTITUDINE:** *261,30 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla06.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***8,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[ ] rari** **[X] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto					***X***	***50 m***
Camion			***X***			***50 m***
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada provinciale su viadotto: 50 m

Linea ferroviaria Chiusi-Firenze: 50 m

Tralicci metallici elettrodotto MT: 60 m

OSSERVAZIONI

Sono percepibili le vibrazioni indotte dal traffico veicolare sul viadotto

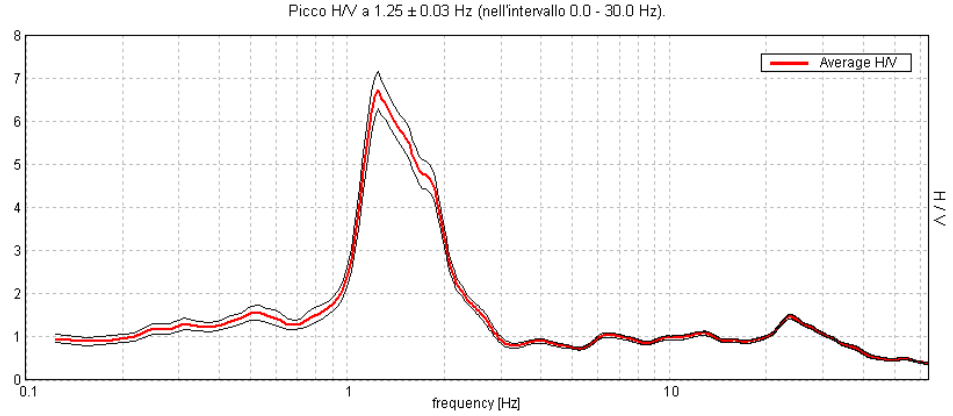
FOTO STAZIONE DI MISURA



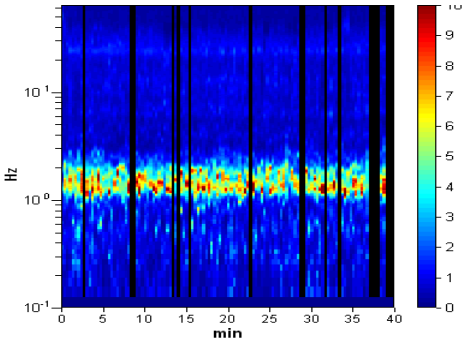
HV07 - CHIUSI STAZIONE - VIA FUCINI (CAVALCAVIA)

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 19/02/15 11:33:51 Fine registrazione: 19/02/15 12:14:39
Posizione GPS: 011°57.5968 E, 43°00.3331 N (261.3 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

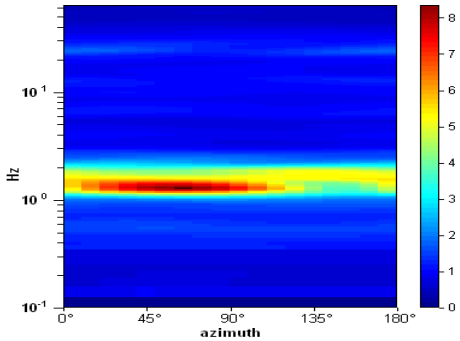
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



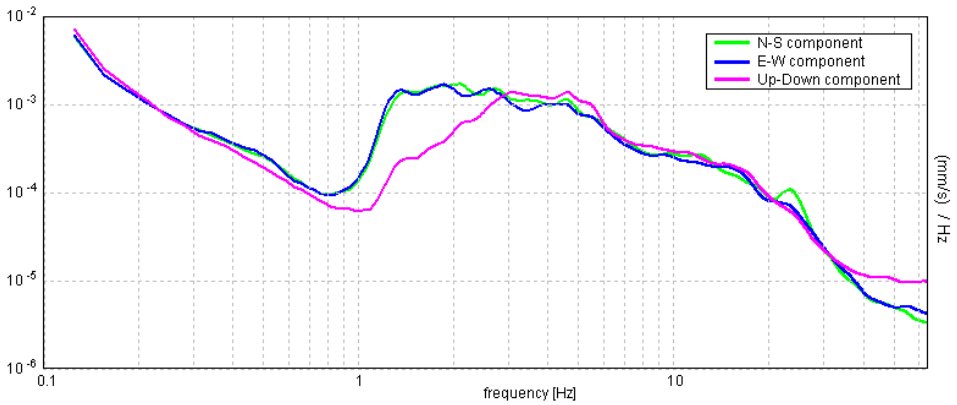
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 1.25 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.25 > 0.50	**OK**	
$n_c(f_0) > 200$	2550.0 > 200	**OK**	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 61	**OK**	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.063 Hz	**OK**	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.0 Hz	**OK**	
$A_0 > 2$	6.71 > 2	**OK**	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.02413| < 0.05	**OK**	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03016 < 0.125	**OK**	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4328 < 1.78	**OK**	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV08*	**DATA:** *19.02.2015*	**ORA:** *12:43:21*
DESCRIZIONE: *CHIUSI STAZIONE - AREA SPORTIVA VIA TALAMONE*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°00,5715 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°57,2334 Est*	**ALTITUDINE:** *273,50 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla07.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***9,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[ ] rari** **[X] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto		***X***				***10 m***
Camion	***X***					***10 m***
Pedoni		***X***				***10 m***
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 10 m

Piante ad alto fusto: 10 m

OSSERVAZIONI

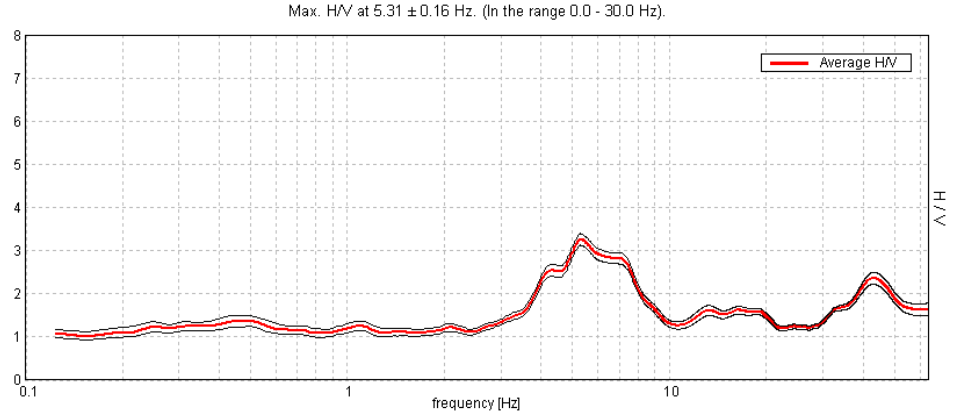
FOTO STAZIONE DI MISURA



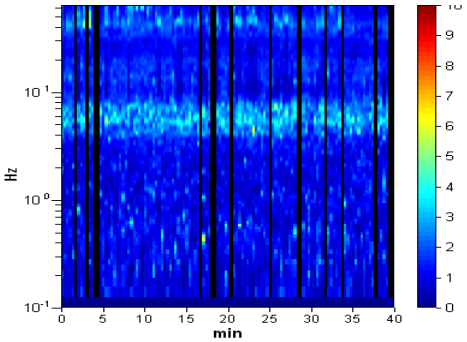
HV08 - CHIUSI STAZIONE AREA SPORTIVA VIA TALAMONE

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 19/02/15 12:43:21 Fine registrazione: 19/02/15 13:23:58
Posizione GPS: 011°57.2334 E, 43°00.5715 N (273.5 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

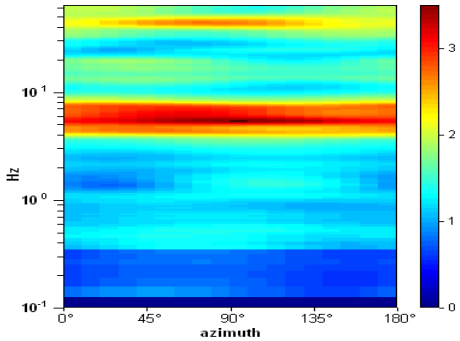
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



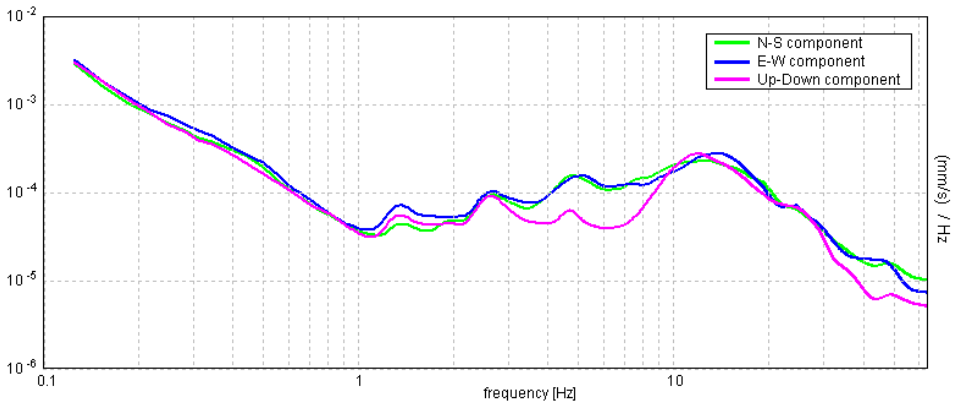
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 5.31 ± 0.16 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	5.31 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11050.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 256	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.594 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.26 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.03001| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.15943 < 0.26563	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1336 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV09*	**DATA:** *20.02.2015*	**ORA:** *10:01:27*
DESCRIZIONE: *CHIUSI CITTA' - SCUOLA PER L'INFANZIA*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°00,8696 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°56,9674 Est*	**ALTITUDINE:** *354,60 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla11.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***4,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[ ] rari** **[X] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto			***X***			***20 m***
Camion	***X***					**-**
Pedoni		***X***				***15 m***
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale con traffico medio-basso: 20 m

Parcheggio: 15 m

Piante ad alto fusto: 10 m

OSSERVAZIONI

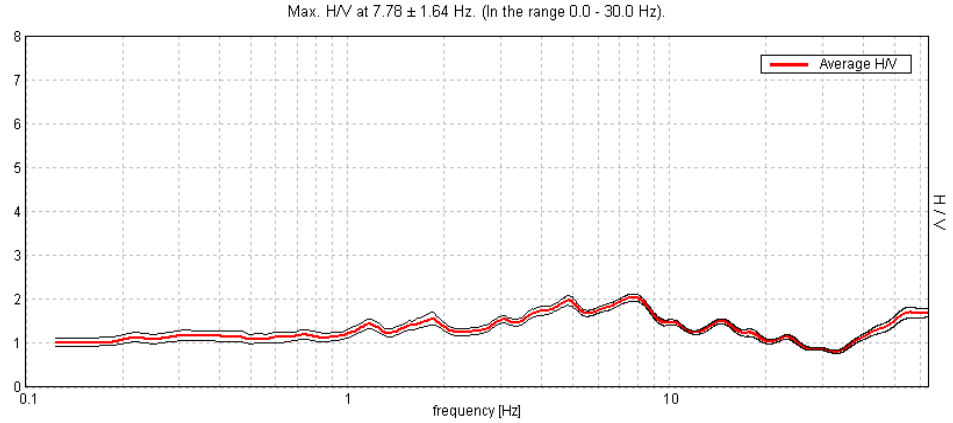
FOTO STAZIONE DI MISURA



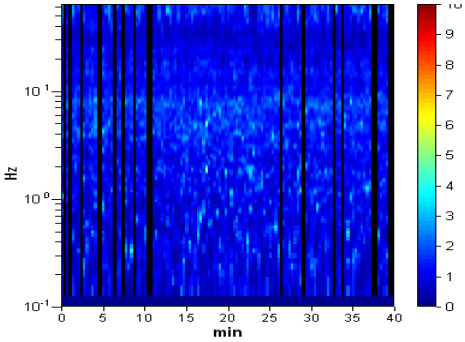
HV09 - CHIUSI CITTA' - SCUOLA PER L'INFANZIA

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 20/02/15 10:01:27 Fine registrazione: 20/02/15 10:41:52
Posizione GPS: 011°56.9674 E, 43°00.8696 N (354.6 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

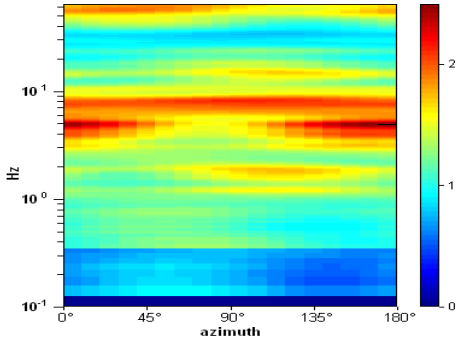
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



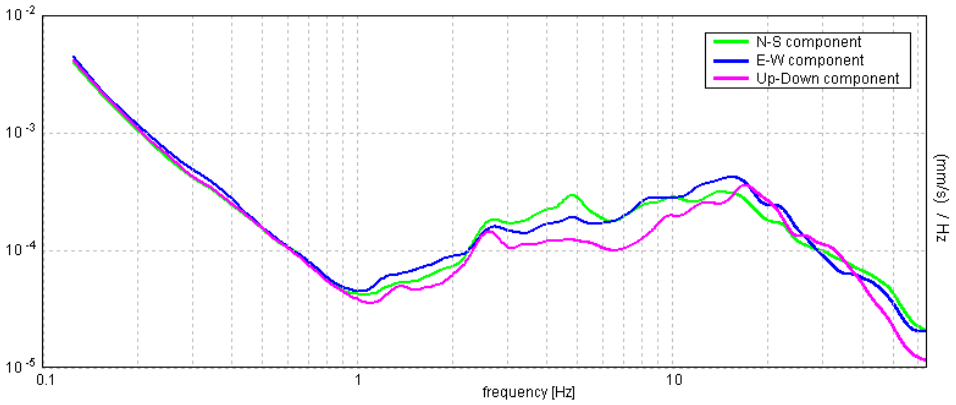
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 7.78 ± 1.64 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	7.78 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	15873.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 374	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.04 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.21122| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.64357 < 0.38906		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0893 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV10*	**DATA:** *19.02.2015*	**ORA:** *14:33:22*
DESCRIZIONE: *CHIUSI CITTA' - PARCHEGGIO PORTA LAVINIA*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: 43°01,1295 *Nord*	**LONGITUDINE:** *11°56,9075 Est*	**ALTITUDINE:** *376,70 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla08.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	*12,0 °C*	**NOTE:** *Cielo sereno*		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** *Riporto antropico*	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** *Terreno umido*		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[ ] rari** **[X] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto		*X*				*20 m*
Camion	*X*					-
Pedoni	*X*					-
Altro	*X*					-

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Parcheggio: 5 m

Strada comunale: 20 m

Piante ad alto fusto: 3 m

OSSERVAZIONI

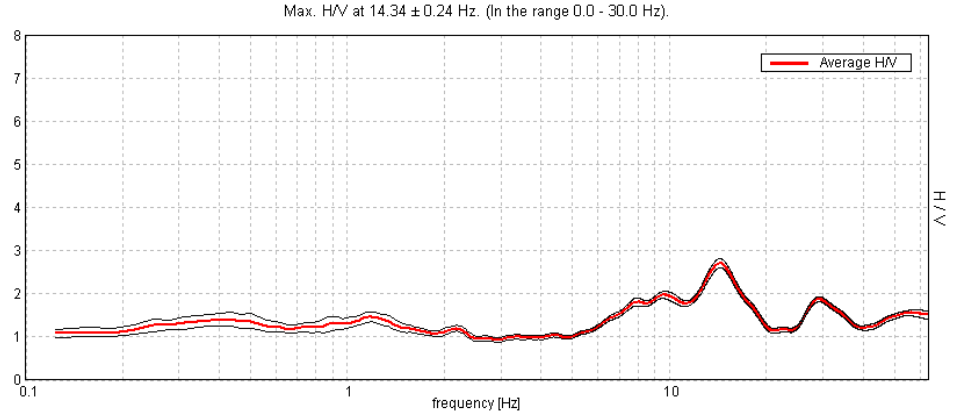
FOTO STAZIONE DI MISURA



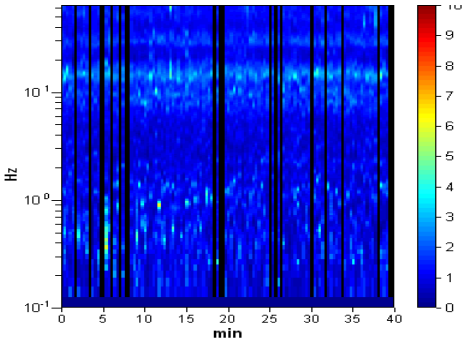
HV10 - CHIUSI CITTA' - PARCHEGGIO PORTA LAVINIA

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 19/02/15 14:33:22 Fine registrazione: 19/02/15 15:14:59
Posizione GPS: 011°56.9075 E, 43°01.1295 N (376.7 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

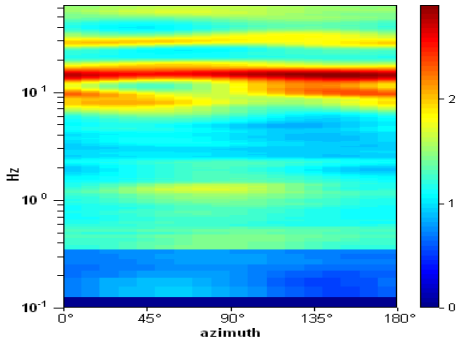
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



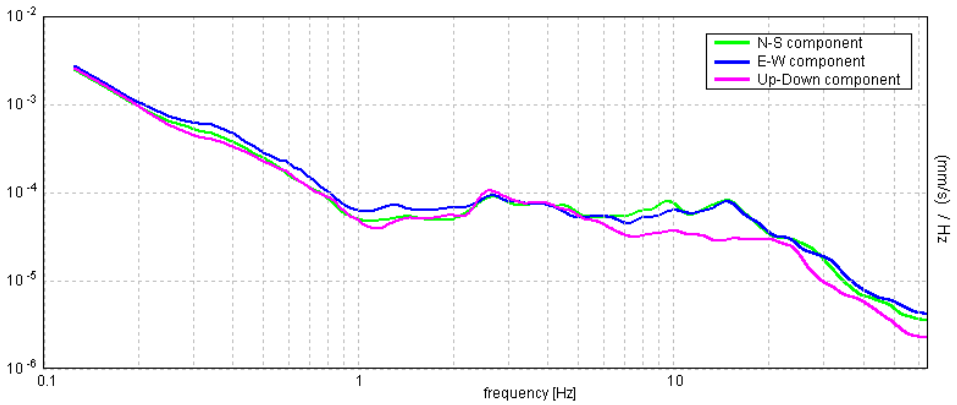
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 14.34 ± 0.24 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	14.34 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	28687.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 690	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	19.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.71 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.0168| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.24095 < 0.71719	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1059 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV11*	**DATA:** *19.02.2015*	**ORA:** *15:58:22*
DESCRIZIONE: *GIOVANCORSO - STRADA VICINALE*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°01,2303 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°56,2151 Est*	**ALTITUDINE:** *344,90 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla09.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	*11,0 °C*	**NOTE:** *Cielo sereno*		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** *Terreno umido*		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto		*X*				*5 m*
Camion	*X*					-
Pedoni	*X*					-
Altro	*X*					-

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 5 m

Piante da frutto: 3 m

OSSERVAZIONI

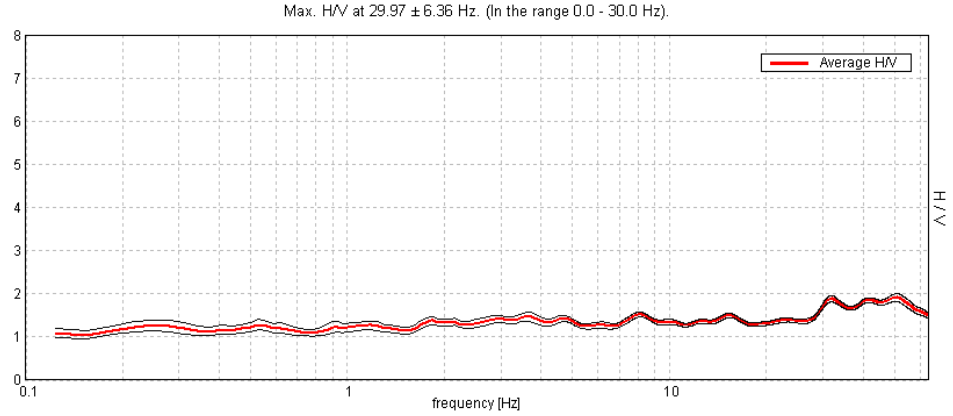
FOTO STAZIONE DI MISURA



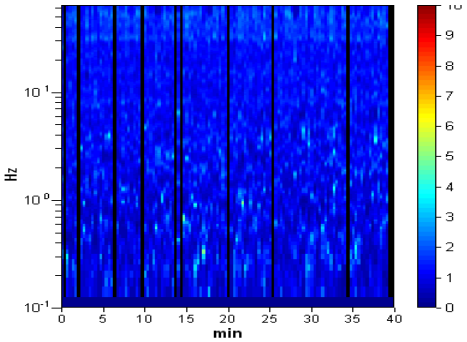
HV11 - GIOVANCORSO - STRADA VICINALE

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 19/02/15 15:58:22 Fine registrazione: 19/02/15 16:38:59
Posizione GPS: 011°56.2151 E, 43°01.2303 N (344.9 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 91% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

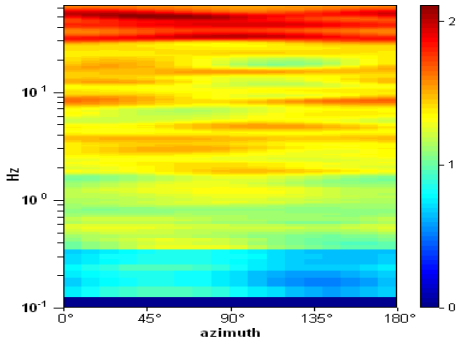
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



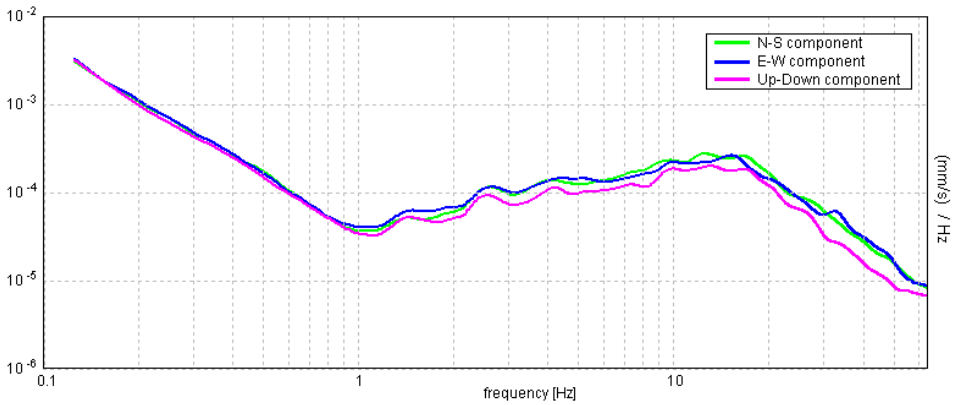
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 29.97 ± 6.36 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	29.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	65331.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 1440	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.72 > 2		NO
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.21212| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	6.3571 < 1.49844		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0613 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV12*	**DATA:** *19.02.2015*	**ORA:** *17:08:53*
DESCRIZIONE: *QUERCE AL PINO - VIA DELLE ROSE*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°01,0951 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°54,4452 Est*	**ALTITUDINE:** *325,80 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla10.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***11,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***RIPORTO***	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***60 m***
Camion			***X***			***60 m***
Pedoni		***X***				***20 m***
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 20 m

Strada provinciale: 60 m

Piante ad alto fusto: 20 m

OSSERVAZIONI

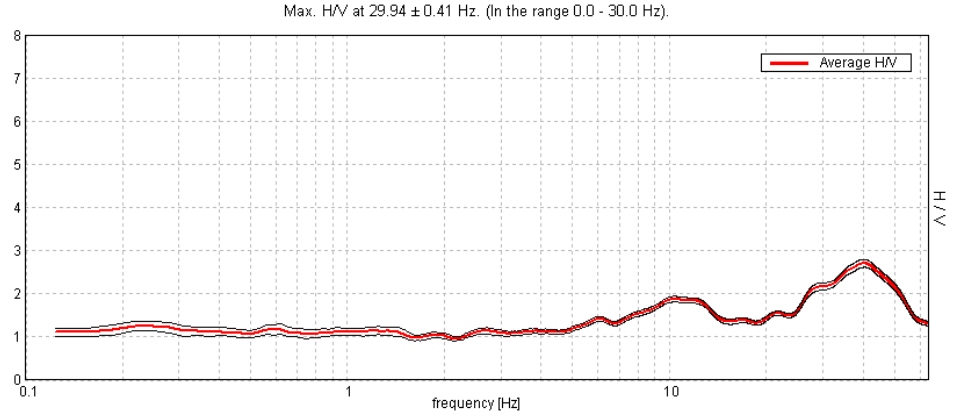
FOTO STAZIONE DI MISURA



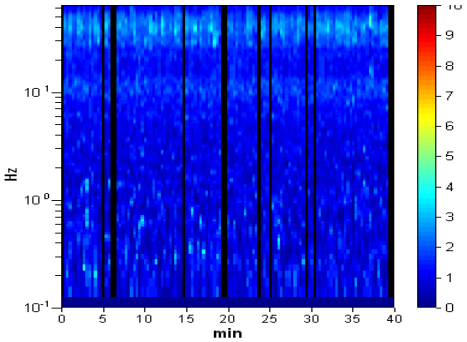
HV12 - QUERCE AL PINO - VIA DELLE ROSE

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 19/02/15 17:08:53 Fine registrazione: 19/02/15 17:50:17
Posizione GPS: 011°54.4452 E, 43°01.0951 N (325.8 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

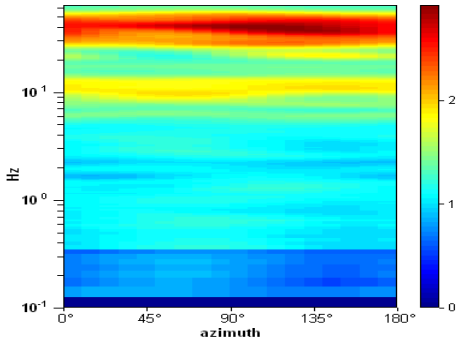
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



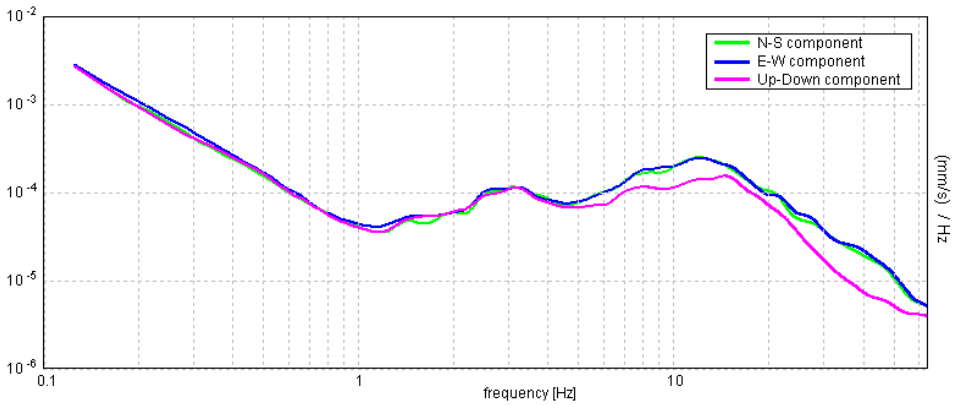
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 29.94 ± 0.41 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	29.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	64066.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 1438	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.17 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.01362| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.40775 < 1.49688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0877 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV13*	**DATA:** *20.02.2015*	**ORA:** *11:06:44*
DESCRIZIONE: *QUERCE AL PINO - PARCHEGGIO CLEV VILLAGE*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°01,2350 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°54,2136 Est*	**ALTITUDINE:** *341,20 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla12.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***7,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***60 m***
Camion			***X***			***60 m***
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada provinciale con traffico molto elevato: 60 m

Parcheggio: 15 m

Piante ad alto fusto: 15 m

OSSERVAZIONI

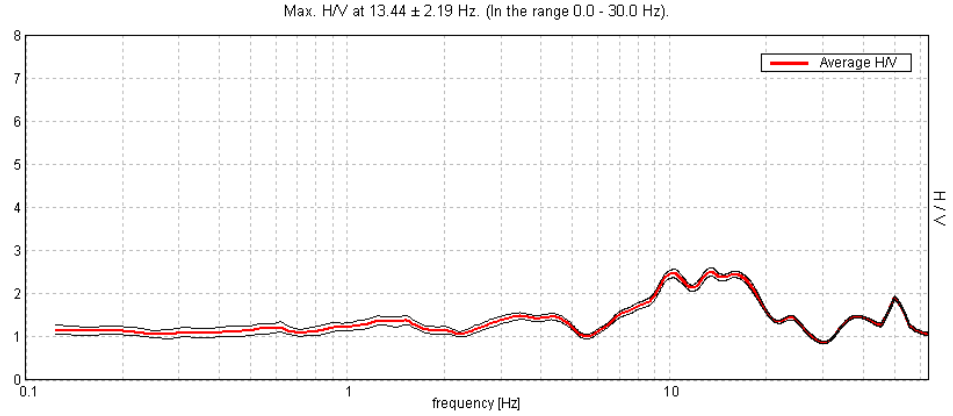
FOTO STAZIONE DI MISURA



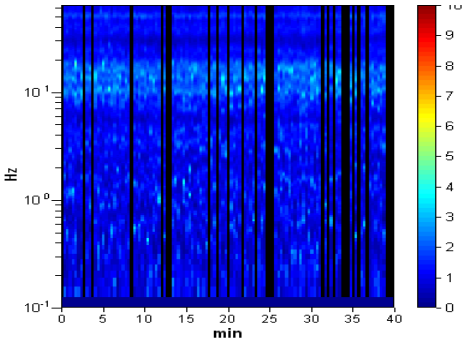
HV13 - QUERCE AL PINO - PARCHEGGIO CLEV VILLAGE

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 20/02/15 11:06:44 Fine registrazione: 20/02/15 11:47:44
Posizione GPS: 011°54.2136 E, 43°01.2350 N (341.2 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

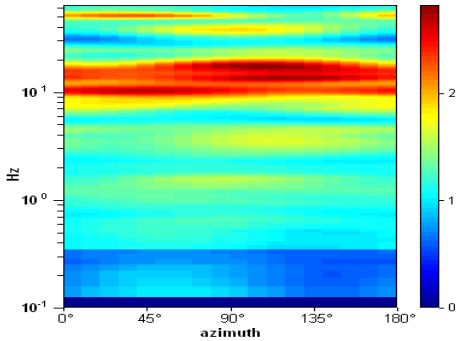
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



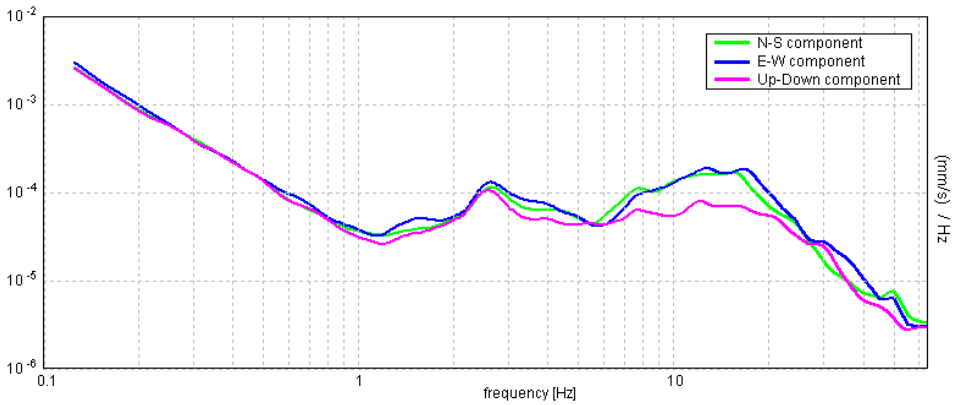
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 13.44 ± 2.19 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	13.44 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	24993.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 646	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.375 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.50 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.16264| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.18542 < 0.67188		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0998 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV14*	**DATA:** *20.02.2015*	**ORA:** *12:04:27*
DESCRIZIONE: *POGGIO OLIVO - VIA CASA OLIVO*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°01,2191 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°53.5249 Est*	**ALTITUDINE:** *366,40 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla13.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***9,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo sereno***		

TIPO SUOLO	**[ ] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto		***X***				***30 m***
Camion	***X***					**-**
Pedoni		***X***				***30 m***
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada vicinale: 30 m

Strada provinciale: 200 m

Piante ad alto fusto: 5 m

OSSERVAZIONI

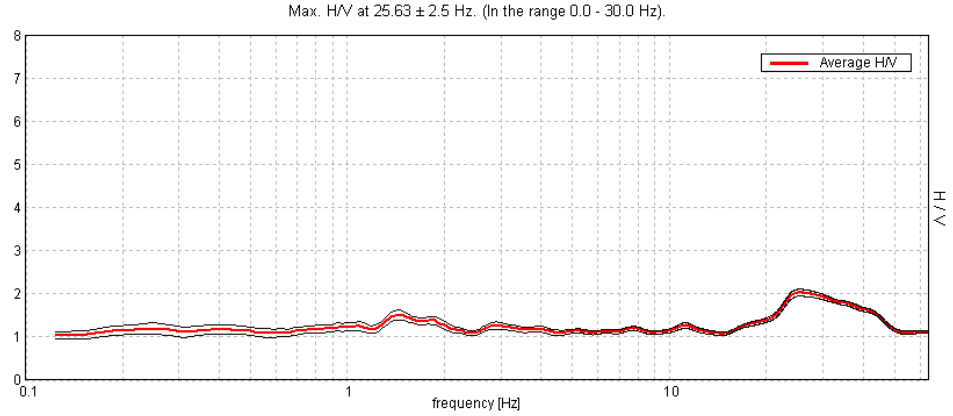
FOTO STAZIONE DI MISURA



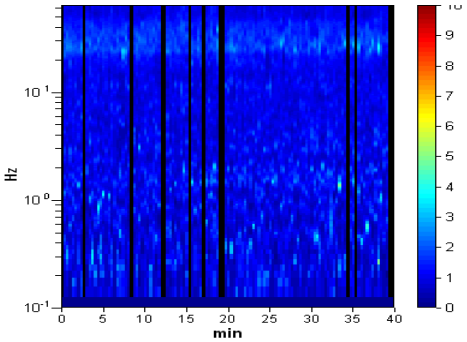
HV14 - POGGIO OLIVO - VIA CASA OLIVO

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 20/02/15 12:04:27 Fine registrazione: 20/02/15 12:44:51
Posizione GPS: 011°53.5249 E, 43°01.2191 N (366.4 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

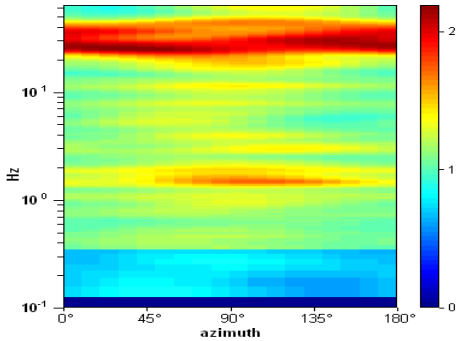
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



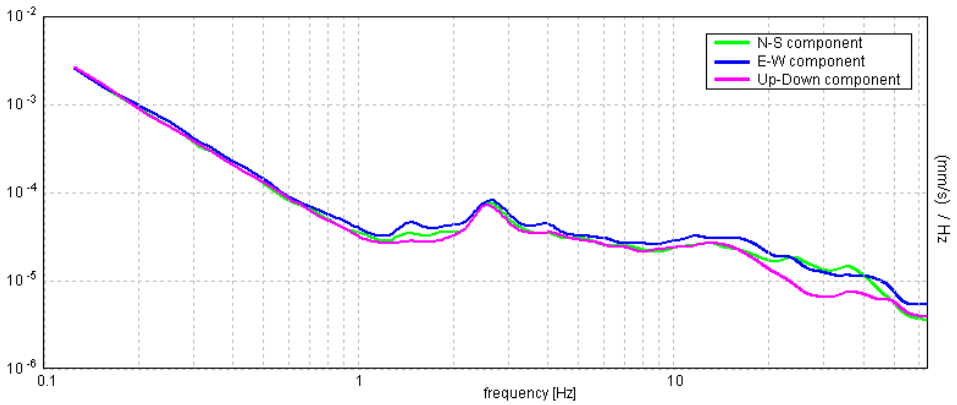
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 25.63 ± 2.5 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	25.63 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	54837.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 1231	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.03 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.09763| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.50179 < 1.28125		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0779 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV15*	**DATA:** *20.02.2015*	**ORA:** *13:06:52*
DESCRIZIONE: *MACCIANO - VIA PIGNATTAIA BASSA*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°01,6984 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°52,9625 Est*	**ALTITUDINE:** *390,40 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla14.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***8,5 °C***	**NOTE:** ***Cielo parzialmente nuvoloso***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***35 m***
Camion			***X***			***35 m***
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 35 m

Strada provinciale: 45 m

Pali in c.a. elettrodotto MT: 35 m

OSSERVAZIONI

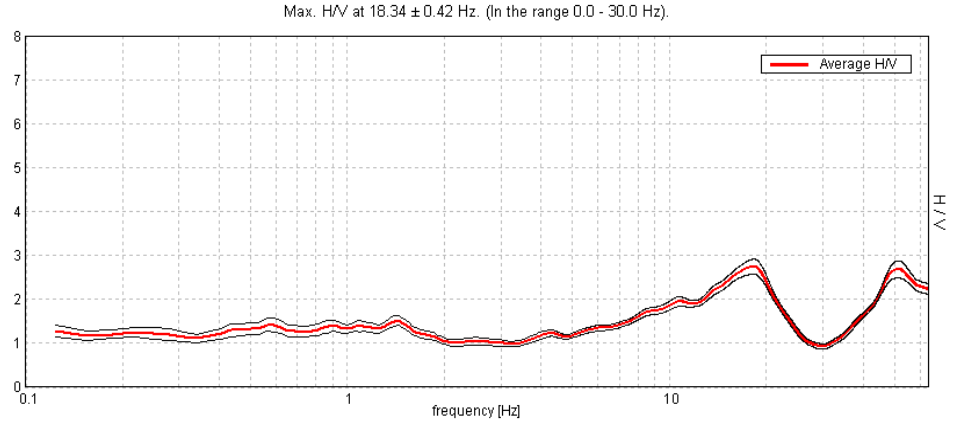
FOTO STAZIONE DI MISURA



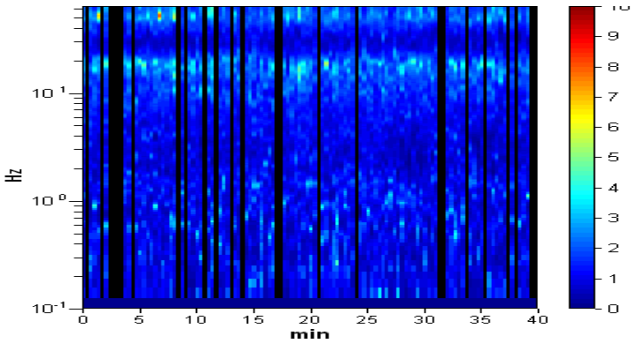
HV15 - MACCIANO - VIA PIGNATTAIA BASSA

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 20/02/15 13:06:52 Fine registrazione: 20/02/15 13:48:41
Posizione GPS: 011°52.9625 E, 43°01.6984 N (390.4 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 79% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

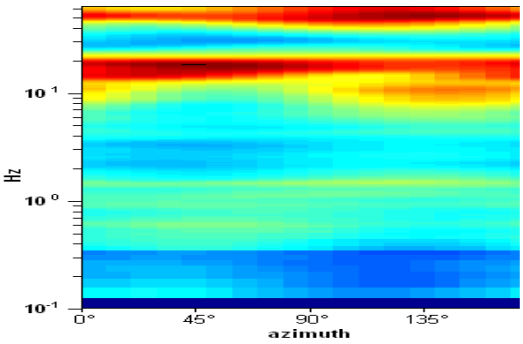
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



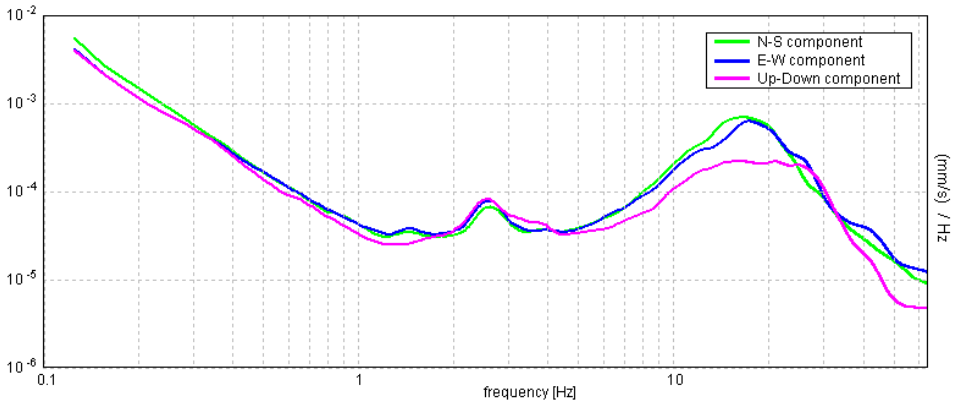
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 18.34 ± 0.42 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	18.34 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	34853.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 882	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.625 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	24.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.74 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.02284| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.41903 < 0.91719	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1728 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV16*	**DATA:** *20.02.2015*	**ORA:** *15:15:58*
DESCRIZIONE: *MACCIANO - BUSSOLA INN*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°01,6845 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°52,2675 Est*	**ALTITUDINE:** *340,60 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla16.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***10,5 °C***	**NOTE:** ***Cielo parzialmente nuvoloso***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***50 m***
Camion			***X***			***50 m***
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada provinciale con traffico elevato: 50 m

Parcheggio: 30 m

OSSERVAZIONI

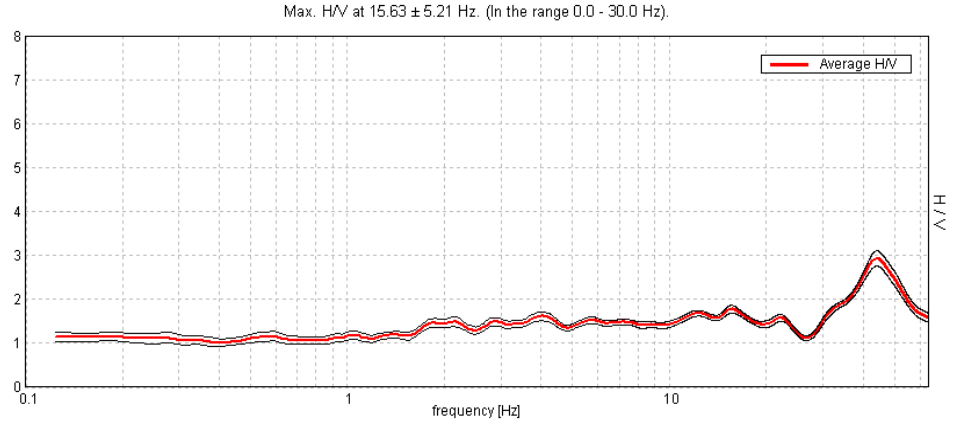
FOTO STAZIONE DI MISURA



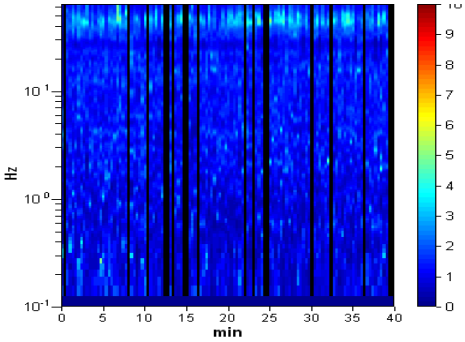
HV16 - MACCIANO - BUSSOLA INN

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 20/02/15 15:15:58 Fine registrazione: 20/02/15 15:56:34
Posizione GPS: 011°52.2675 E, 43°01.6845 N (340.6 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

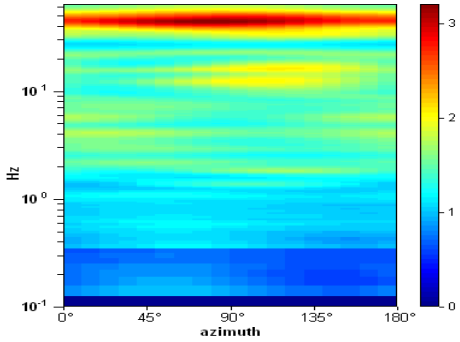
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



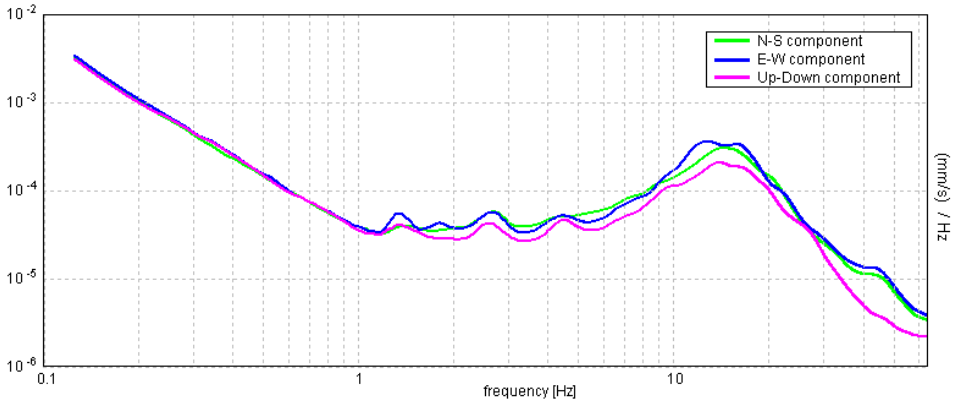
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 15.63 ± 5.21 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	15.63 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	31875.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 751	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.78 > 2		NO
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.33314| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	5.20526 < 0.78125		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0882 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV17*	**DATA:** *20.02.2015*	**ORA:** *14:10:58*
DESCRIZIONE: *MACCIANO - CHIESA DI MACCIANO*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°02,0497 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°53,1723 Est*	**ALTITUDINE:** *343,70 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla15.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***10,5 °C***	**NOTE:** ***Cielo parzialmente nuvoloso***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[X] asciutto	**[ ] bagnato**	**NOTE:**		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto		***X***				***10 m***
Camion	***X***					**-**
Pedoni	***X***					**-**
Altro	***X***					**-**

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 10 m

Piante ad alto fusto: 10 m

OSSERVAZIONI

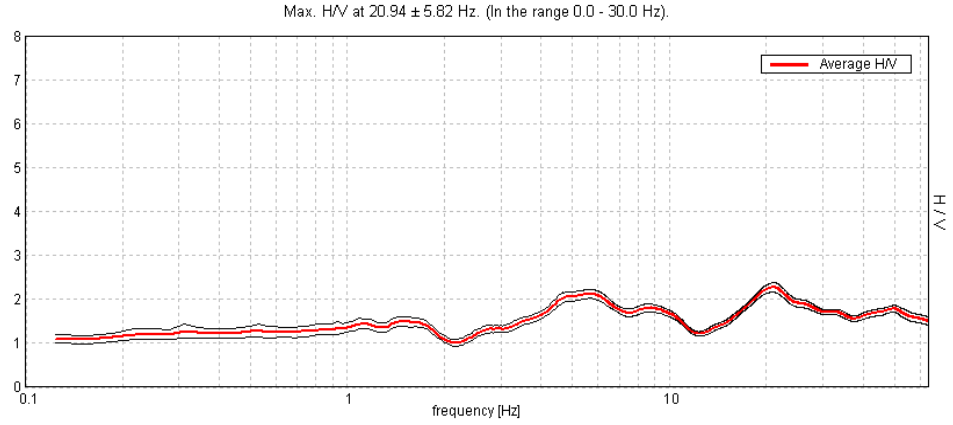
FOTO STAZIONE DI MISURA



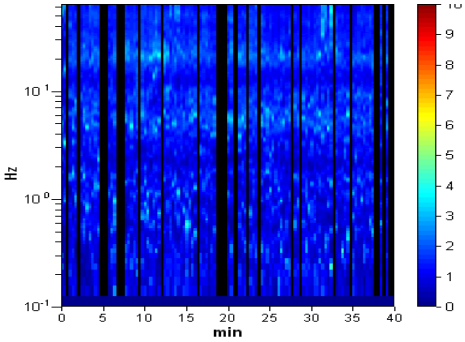
HV17 - MACCIANO - CHIESA DI MACCIANO

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 20/02/15 14:10:58 Fine registrazione: 20/02/15 14:52:11
Posizione GPS: 011°53.1723 E, 43°02.0497 N (343.7 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

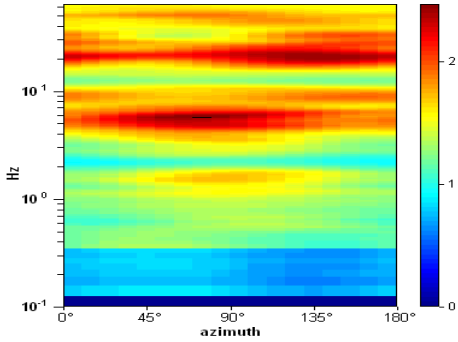
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



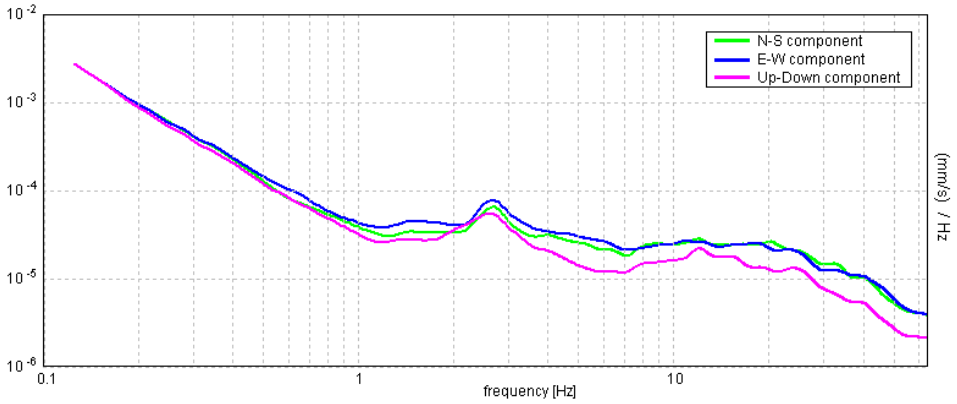
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 20.94 ± 5.82 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	20.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	38525.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 1006	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.27 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.27786| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	5.81761 < 1.04688		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1078 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV18*	**DATA:** *23.02.2015*	**ORA:** *09:58:33*
DESCRIZIONE: *MONTALLESE - VIA DELLE CASELLE*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°03,3515 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°54,9571 Est*	**ALTITUDINE:** *265,10 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla17.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***8,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo parzialmente nuvoloso***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[X] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				***X***		***80 m***
Camion	***X***					**-**
Pedoni	***X***					**-**
Altro		***X***				***250 m***

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada vicinale: 5 m

Strada statale: 80 m

Linea ferroviaria alta velocità: 250 m

OSSERVAZIONI

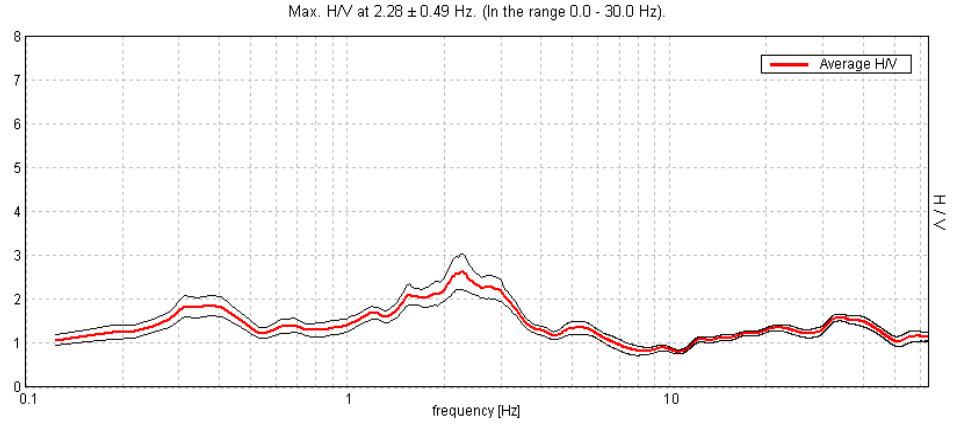
FOTO STAZIONE DI MISURA



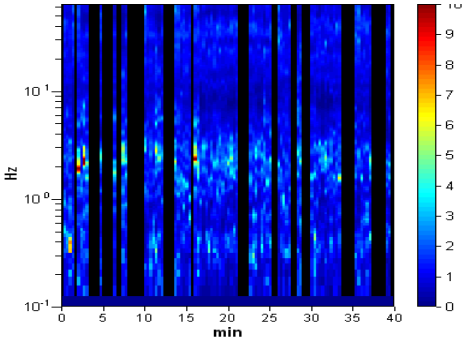
HV18 - MONTALLESE - VIA DELLE CASELLE

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 23/02/15 09:58:33 Fine registrazione: 23/02/15 10:39:21
Posizione GPS: 011°54.9571 E, 43°03.3515 N (265.1 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 62% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

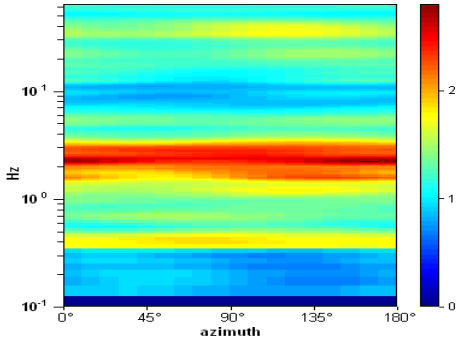
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



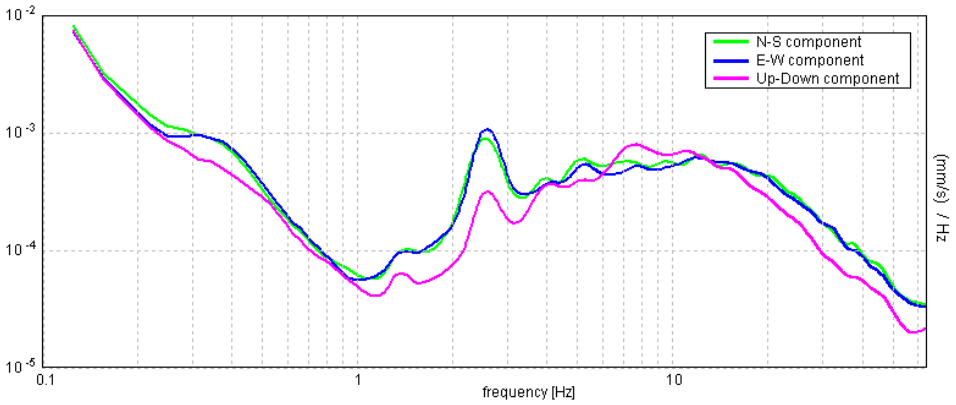
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 2.28 ± 0.49 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.28 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3421.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 110	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.844 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.63 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.21386| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.48787 < 0.11406		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4124 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV19*	**DATA:** *23.02.2015*	**ORA:** *11:03:45*
DESCRIZIONE: *MONTALLESE - VIA BERNI*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°03,5797 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°54,8774 Est*	**ALTITUDINE:** *257,20 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla18.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	***9,0 °C***	**NOTE:** ***Cielo parzialmente nuvoloso***		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:** ***Riporto antropico***	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** ***Terreno umido***		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto		***X***				***10 m***
Camion	***X***					***10 m***
Pedoni		***X***				***10 m***
Altro		***X***				***170 m***

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada comunale: 10 m

Strada statale: 80 m

Linea ferroviaria alta velocità: 170 m

OSSERVAZIONI

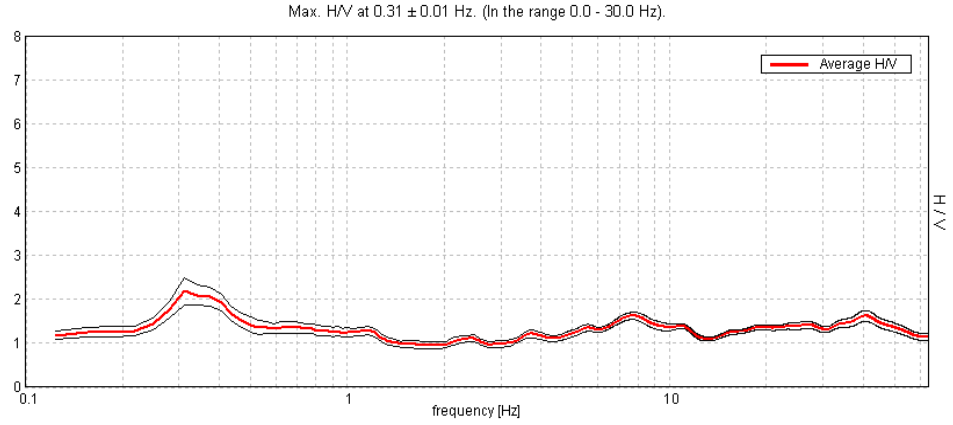
FOTO STAZIONE DI MISURA



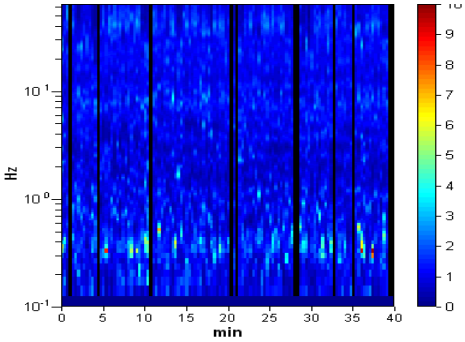
HV19 - MONTALLESE - VIA BERNI

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 23/02/15 11:03:45 Fine registrazione: 23/02/15 11:44:57
Posizione GPS: 011°54.8774 E, 43°03.5797 N (257.2 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 91% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

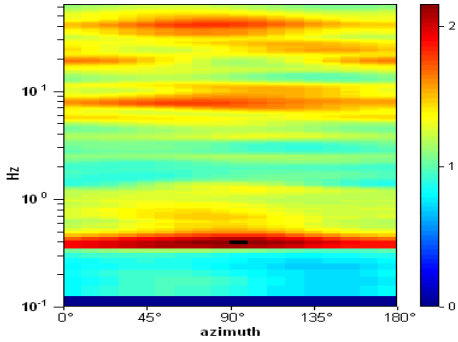
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



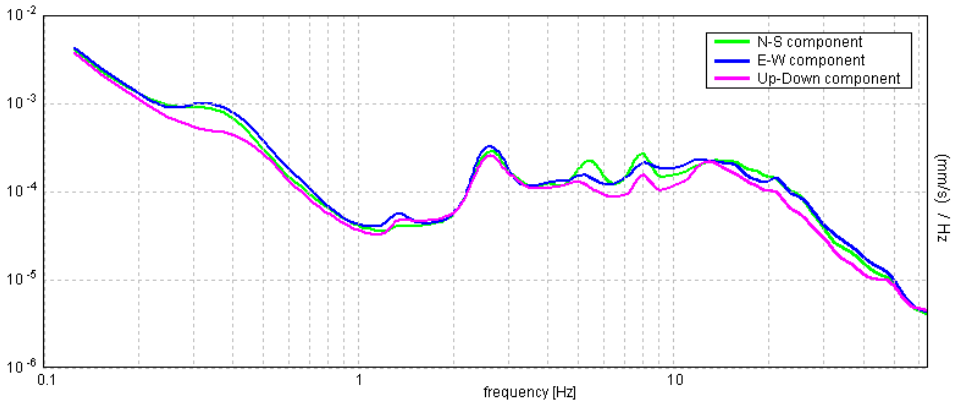
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 0.31 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.31 > 0.50		NO
$n_c(f_0) > 200$	681.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 16	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.19 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.03453| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01079 < 0.0625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3036 < 2.5	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SITO: *HV20*	**DATA:** *23.02.2015*	**ORA:** *12:04:20*
DESCRIZIONE: *MONTALLESE - STADIO*		**SISTEMA DI RIFERIM.:** *WGS84*
LATITUDINE: *43°03,7736 Nord*	**LONGITUDINE:** *11°54,6791 Est*	**ALTITUDINE:** *252,00 m s.l.m.*

TIPO DI STAZIONE: *SINGOLA*	**MARCA:** *MICROMED ENGY*	**MATRICOLA:** *TEP-0041/01-09*
SENSORI: *VELOCIMETRICI*	**SOFTWARE:** *MICROMED GRILLA*	**NOTE:**

NOME DEL FILE: *Grilla19.trc*		**PUNTO:**
FREQUENZA DI CAMP.: *128 Hz*	**INTERVALLO DI CAMP.:**	**DURATA DI ACQUISIZ.:** *2.400 s*

CONDIZIONI METEO	**VENTO**	**[ ] assente**	**[X] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	PIOGGIA	**[X] assente**	**[ ] debole**	**[ ] medio**	**[ ] forte**
	TEMPERATURA	*9,5 °C*	**NOTE:** *Cielo parzialmente nuvoloso*		

TIPO SUOLO	**[X] argilla**	**[ ] sabbia**	**[ ] ghiaia**	**[ ] roccia**	**[ ] erba**
	[ ] asfalto	**[ ] cemento**	**[ ] pavimentaz.**	**[ ] altro:**	
	[ ] asciutto	**[X] bagnato**	**NOTE:** *Terreno umido*		

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO **[X] no** **[ ] sì, tipo:**

PRESENZA DI EDIFICI **[ ] nessuno** **[X] rari** **[ ] molti** **[ ] altro, tipo:**

TRANSIENTI	**Nessuno**	**Pochi**	**Moderati**	**Molti**	**Moltissimi**	**Direzione e distanza (m)**
Auto				*X*		*25 m*
Camion			*X*			*25 m*
Pedoni		*X*				*5 m*
Altro		*X*				*50 m*

SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO
[X] no **[ ] sì, tipo:**

STRUTTURE NELLE VICINANZE (tralicci, ecc.)

Strada vicinale: 5 m

Strada statale: 25 m

Linea ferroviaria Chiusi-Siena: 50 m

OSSERVAZIONI

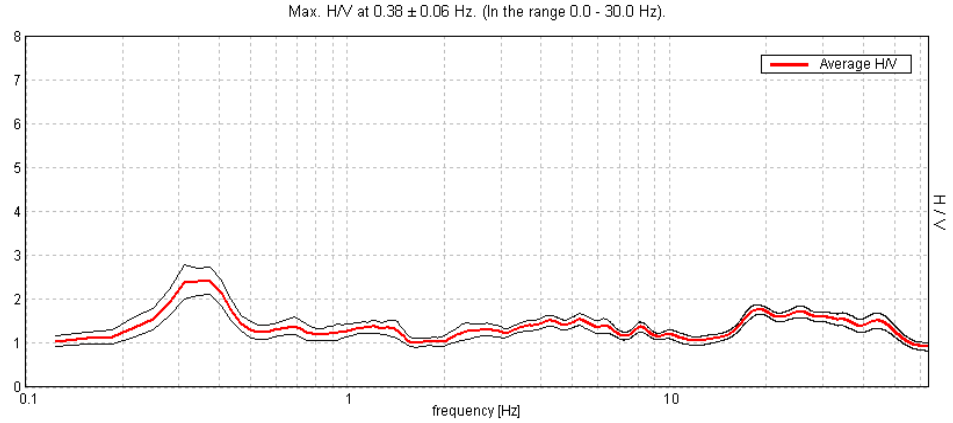
FOTO STAZIONE DI MISURA



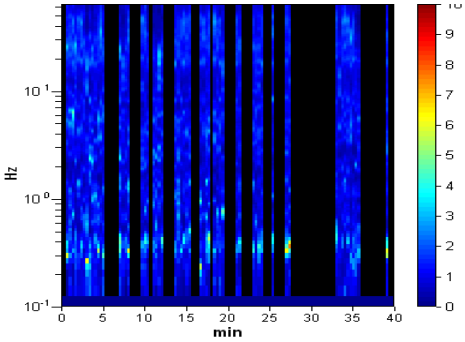
HV20 - MONTALLESE - STADIO

Strumento: TEP-0041/01-09
Inizio registrazione: 23/02/15 12:04:02 Fine registrazione: 23/02/15 12:46:03
Posizione GPS: 011°54.6791 E, 43°03.7736 N (252.0 m)
Durata registrazione: 0h40'00''. Analizzato 48% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

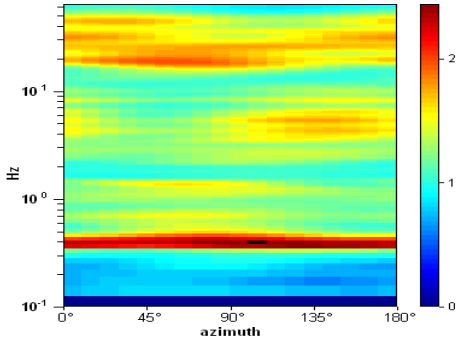
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



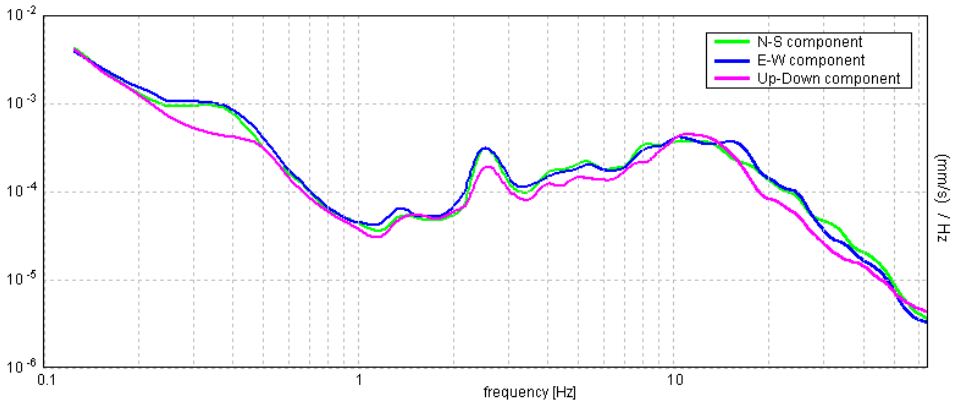
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 0.38 ± 0.06 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.38 > 0.50		NO
$n_c(f_0) > 200$	435.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 19	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.188 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.42 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.15083| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05656 < 0.075	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3034 < 2.5	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20