



COMUNE DI PISA

Direzione Ambiente  
U.O. Difesa del Suolo e Tutela delle Acque  
Palazzo Pretorio – Vicolo del Moro, 2

1

# Microzonazione Sismica



Dott. Geol. Marco Redini  
Direzione Ambiente  
Comune di Pisa  
[ambiente@comune.pisa.it](mailto:ambiente@comune.pisa.it)

Con la supervisione del  
Dott. geol. Carlo Meletti  
INGV (Istituto Nazionale Geofisica  
e Vulcanologia)

febbraio 2018

PREMESSA..... 3

1 Individuazione del territorio oggetto di studio e illustrazione di come lo stesso è stato  
riprodotto ..... 4

2 Quadro normativo sismico e sismicità storica del Comune di Pisa (elenco cataloghi  
terremoti)..... 4

    2.1 CPTI15 - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 ..... 6

    2.2 DOM 4.1 - Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di  
sopra della soglia del danno (GNDT 1997). ..... 8

        2.2.1 Storia della classificazione sismica del Comune di Pisa dal 1927 a oggi ..... 10

3 Ricostruzione del modello geologico-tecnico del sottosuolo di riferimento..... 12

4 Elaborati cartografici ..... 14

    4.1 Carta delle indagini, dei dati di base e indagini geofisiche ..... 14

    4.2 Carta geologico-tecnico..... 16

    4.3 Carta delle frequenze..... 17

    4.4 Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva Sismica (MOPS) ..... 19

5 Pericolosità sismica ..... 29

    5.1 Individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido con una stima  
approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna e una stima di massima  
del contrasto di impedenza sismica atteso. .... 29

    5.2 Individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado  
di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi e  
tri-dimensionali..... 29

    5.3 Presenza di faglie e/o strutture tettoniche. .... 29

    5.4 Terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali..... 30

    5.5 Terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento ..... 30

    5.6 Valutazione degli effetti locali..... 32

6 Stima della qualità della carta della pericolosità sismica ..... 34

7 Allegati..... 49

## PREMESSA

L'attuazione delle *direttive per le indagini geologiche del D.P.G.R. n.53/R/2011*, riguardante gli aspetti sismici ha comportato la redazione dei seguenti elaborati:

CARTA DEI DATI DI BASE;

CARTA DELLE FREQUENZE;

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (M.O.P.S.);

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA.

La definizione delle MOPS e delle classi di pericolosità è il risultato di uno Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, come indicato al §. B.7 e §. C.5 dell'Allegato A delle direttive suddette, a cui si rimanda per maggiore dettaglio.

Il **livello 1 di Microzonazione Sismica** costituisce un livello propedeutico caratterizzato essenzialmente da una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e di ulteriori informazioni, finalizzata alla suddivisione del territorio in *microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico*. Pertanto, le finalità degli studi di microzonazione attraverso la rappresentazione degli elementi e delle situazioni di rischio e criticità riscontrate dal quadro conoscitivo messo a punto e dagli approfondimenti condotti mediante apposita campagna geofisica, sono quelle di:

- ✦ Ricostruire il modello del sottosuolo in via preliminare;
- ✦ Definire le tipologie degli effetti attesi;
- ✦ Individuare aree che necessitano di approfondimenti.

Il documento tecnico di riferimento per la realizzazione degli studi di MS è rappresentato dagli *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (ICMS)*, 13/11/2008, approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, e opportunamente integrato dalle *Specifiche Tecniche Regionali per la Microzonazione Sismica Regionale*, Del. GR n. 261/2011.

Lo studio è stato realizzato in corrispondenza del centro abitato del territorio comunale di Pisa, in seguito ad accordi con gli uffici del Servizio sismico della Regione, secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni del Programma V.E.L. (Valutazione Effetti Locali) e secondo i criteri definiti al par.3.4.2 degli ICMS.

La presente relazione tecnica descrive pertanto nel dettaglio tutti gli elementi caratterizzanti gli elaborati che costituiscono lo *studio di microzonazione di primo livello*, indicandone le metodologie di indagine, i processi di elaborazione e di analisi ed infine i risultati prodotti e le eventuali problematiche ai fini del rischio sismico, in ottemperanza a quanto prescritto nella del. n. 741 del 6/08/2012.

La CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - scala 1:10.000, che rappresenta il principale elaborato del livello 1, individua le microzone ove, 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 (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Per la valutazione preliminare degli effetti locali o di sito, ai fini della riduzione del rischio sismico, è stata posta particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- ✦ Individuazione del territorio oggetto di studio e illustrazione di come lo stesso è stato riprodotto;
- ✦ Quadro normativo sismico e sismicità storica del Comune di Pisa (elenco cataloghi terremoti);
- ✦ Ricostruzione del modello geologico-tecnico del sottosuolo di riferimento;
- ✦ Individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido con una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna e una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso.
- ✦ Individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi e tri-dimensionali.
- ✦ Presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- ✦ Terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali;
- ✦ Terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento.

## 1 Individuazione del territorio oggetto di studio e illustrazione di come lo stesso è stato riprodotto

La carta MOPS è stata realizzata per buona parte del territorio comunale più o meno urbanizzato, con esclusione della sola porzione occupata dal Parco di Migliarino S. Rossore. Le zone circoscritte hanno avuto la finalità di differenziare quanto più possibile situazioni geologico-stratigrafiche del sottosuolo della pianura di Pisa, in relazione a comportamenti di risposta sismica non simili.

È evidente che l'attendibilità delle informazioni ricavabili dalla Carta sarà quanto più alta, quanto più il quadro conoscitivo utilizzato, sarà stato denso di informazioni geognostiche e geofisiche disponibili ed affidabili. È comunque attraverso la messa in atto della procedura per la *stima del livello di qualità* che potrà essere poi compresa la necessità di ricorrere o meno a successivi approfondimenti di indagine.

La carta è stata redatta sia in formato cartaceo che vettoriale (GIS), sulla base delle indicazioni fornite dagli ICMS, dalle *Specifiche Tecniche Regionali per la Microzonazione Sismica Regionale*, Del. GR n. 261/2011.

## 2 Quadro normativo sismico e sismicità storica del Comune di Pisa (elenco cataloghi terremoti)

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.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 confermava il comune di Pisa in Zona 2. Successivamente l'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido e pianeggiante atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni; il Comune di PISA risultava classificabile in **ZONA 3** - *Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra 0.05 e 0.15 g.*

La classificazione è stata aggiornata con la delibera di Giunta Regionale n. 431 del 19/06/2006 che recepiva le indicazioni dell'OPCM 3519/2006. Da quel momento il comune di Pisa è posto in zona 3. Con la nuova mappa di aggiornamento della classificazione sismica

regionale, Del. GRT n. 421 del 26/05/2014<sup>1</sup>, ai sensi del DPGR 22/10/2012, n. 58/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 117, comma 2, lettera g) della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio). Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica.", il territorio comunale è stato confermato in ZONA 3.

A partire dalle nuove Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008, attualmente aggiornate con il D.M 22 marzo 2018, non è più attribuibile a tutto il territorio comunale di PISA (definito di Zona 3 "a bassa sismicità") un unico valore dell'accelerazione di base, come precedentemente indicato per i territori ricadenti in Zona 3, ma è necessario valutare caso per caso i possibili effetti di amplificazioni dell'input sismico (locali condizioni stratigrafiche e topografiche). Infatti la stima della **pericolosità sismica**, intesa come *accelerazione massima orizzontale su suolo rigido* (ovvero caratterizzato da velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s > 800$  m/sec), viene ad essere definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più come "zona dipendente": ossia, una volta definite le coordinate del sito interessato dal progetto, attraverso la griglia di accelerazioni (calcolate per un tempo di ritorno di 475 anni) delle *Mappe di Pericolosità Sismica Nazionale*, di cui all'Allegato A del D.M. 14 Gennaio 2008, si perverrà, tramite media pesata, ad un *valore specifico di accelerazione*.

Come già detto l'accelerazione in superficie può tuttavia subire anche notevoli fenomeni di amplificazione dalle condizioni stratigrafiche e morfologiche di sito. È proprio attraverso le indagini di Livello 1, previste dagli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (ICMS) - Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile e Regioni – Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – sett. 2008, che si giunge, mediante un'analisi ed una valutazione integrata di tutti gli elementi geologico-stratigrafici e morfologici, supportate anche da indagini geofisiche e geotecniche disponibili o all'uopo eseguite, al riconoscimento qualitativo di aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito.

Mentre la quantificazione di tali effetti sarà compiuta nei successivi livelli di indagine previsti dagli ICMS, ovvero il Livello 2 ed il Livello 3.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito era già stata contemplata in ambito normativo regionale con l'emanazione del regolamento regionale 26/R del 2007 attraverso la realizzazione della carta ZMPSL (Carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale).

L'OPCM 3907/2010 e il nuovo regolamento regionale 53/R in sostituzione di quello suddetto, hanno reso necessario un approfondimento ed una metodologia degli studi e delle indagini per adeguare il *quadro conoscitivo* ai requisiti della Microzonazione Sismica di Livello 1.

Con lo scopo di comprendere la classe sismica assegnata al comune PISA, è stata eseguita una ricerca degli eventi storici registrati nel territorio comunale, all'interno dei cataloghi sismici pubblicati da vari enti di ricerca.

I Cataloghi consultati sono:

- ✦ **CPT115**- *Catalogo parametrico dei Terremoti Italiani*. Rappresenta ad oggi il catalogo di riferimento più completo e affidabile.

<sup>1</sup> In precedenza: allegato 1 (elenco dei comuni) e allegato 2 (mappa) della deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012, recante "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 DGRT 431/2006";

- ✦ **CFTI4 med** - *Catalogo dei forti terremoti in Italia tra il 461 a.C. ed il 1997 e nell'area Mediterranea tra il 760 a.C. ed il 1500*. Contiene tutti i terremoti italiani aventi intensità epicentrale di grado VIII o superiore e una selezione dei terremoti più piccoli (in totale 1257 terremoti).
- ✦ **DOM 4.1** - *Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno (GNDT 1997)*. Non si tratta di un vero e proprio catalogo ma di un data-base delle osservazioni macrosismiche contenente circa 37.000 osservazioni su circa 10.000 località per 904 terremoti; da tale elaborato deriva la *Carta delle Massime Intensità macrosismiche* (vedi Fig.1) per ogni comune italiano.

## 2.1 CPTI15 - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015

*Catalogo dei terremoti italiani di riferimento utilizzato per gli studi di pericolosità sismica in Italia. Data di rilascio 29 luglio 2016. Finestra temporale 1000 – 2014. N. di terremoti 4584, a cura di Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.*

Questo catalogo fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  o magnitudo  $\geq 4.0$  d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. Per la gran parte dei terremoti italiani, oltre all'indicazione dei parametri epicentrali, è riportata la distribuzione degli effetti macrosismici prodotti nelle località per le quali sono disponibili queste informazioni, classificate secondo la scala MCS. Considerando tutte le informazioni disponibili per una località, si ottiene la sua storia sismica.

Tab. 1 - Storia sismica di Pisa [43.716, 10.401] - Numero di effetti riportati in catalogo: 80

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
7-8	1117 01 03 15:15	Monti Pisani	5		
5-6	1168 01 10	Pisa	1	5-6	4.40
5-6	1322	Pisa	1	5-6	4.40
HF	1348 01 25	Alpi Giulie	89	9	6.63
NF	1349 09 09 08:15	Viterbese	9		
6	1414 08 07	Colline Metallifere	8	7-8	5.70
5-6	1481 02 06 21:15	Monti Pisani	4	5-6	4.40
6-7	1536 08 17 00:05	Appennino settentrionale	10	6-7	5.12
4-5	1542 06 13 02:15	Mugello	46	9	6.02
4	1730 03 29 00:05	Versilia	4	4	3.70
5	1740 03 06 05:40	Garfagnana	32	8	5.64
5	1742 01 27 11:20	Livornese	16	6	4.87
F	1746 07 23 18:15	Garfagnana	10	7	5.15
6-7	1767 01 21 07:45	Lunigiana	10	7	5.27
4	1767 01 21 09	Lunigiana	7	5-6	4.60
F	1771 01 08 03:30	Livorno	2	5-6	4.40
3	1775 01 04 18	Appennino emiliano	6	4	4.43
F	1775 01 05 22:45	Appennino emiliano	7	5	4.55
6-7	1814 04 03	Costa pisano-livornese	4	6-7	5.12
F	1843 10 25 03:30	Mugello	17	6-7	5.03
7	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6.04
3	1849 11 28 18	Val di Taro	7	6	4.63

3-4	1871 07 29 20:45	Val di Cecina	14	7-8	5.15
3-4	1873 03 12 20:04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
4-5	1873 09 17	Appennino tosco-ligure	64	6-7	5.26
4-5	1878 09 10 13:31	Lunigiana	12	6-7	4.98
3	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1511	9	6.27
NF	1887 11 14 05:48	Fiorentino	101	6	4.47
3	1891 06 07 01:06	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
4	1895 05 18 19:55	Fiorentino	401	8	5.50
3	1895 08 07 19:49	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
2	1897 07 27 09:02	Valdarno inferiore	33	5-6	4.27
4	1897 09 06 03:10	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
4	1898 03 04 21:05	Parmense	313	7-8	5.37
4	1899 06 26 23:17	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
3	1901 10 30 14:49	Garda occidentale	289	7-8	5.44
4	1902 03 05 07:06	Garfagnana	83	7	4.98
4	1902 08 04 22:36	Lunigiana	60	6	4.78
3	1903 07 27 03:46	Lunigiana	79	7-8	5.19
3	1904 02 25 18:47	Reggiano	62	6	4.81
4	1904 06 10 11:15	Frignano	101	6	4.82
4	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.10
4	1909 01 13 00:45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF	1909 08 25 00:22	Crete Senesi	259	7-8	5.34
2	1914 01 15 03:27	Livornese	25	5	4.33
6	1914 10 27 09:22	Lucchesia	660	7	5.63
2	1915 01 13 06:52	Marsica	1041	11	7.08
3	1916 05 17 12:50	Riminese	132	8	5.82
F	1916 08 16 07:06	Riminese	257	8	5.82
5	1919 06 29 15:06	Mugello	565	10	6.38
6-7	1920 09 07 05:55	Garfagnana	750	10	6.53
NF	1920 10 06 22:47	Mantovano	19	4-5	4.14
3-4	1924 06 12 21:03	Frignano	25	5-6	4.46
2	1925 03 15 17:15	Appennino tosco-emiliano	16	4	4.10
4	1930 05 24 22:02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91
3	1937 12 10 18:04	Frignano	28	6	5.30
4-5	1939 10 15 14:05	Garfagnana	62	6-7	4.96
4	1939 10 31 06:47	Lunigiana	19	5-6	4.85
2	1950 04 01	Livornese	15	6	4.99
4	1951 08 12 21 19	Garfagnana	21	5	4.59
2	1960 10 29 00:08	Mugello	69	7	4.91
F	1963 07 19 05:46	Mar Ligure	412		5.95
4	1969 01 06 22:03	Appennino pistoiese	74	6-7	4.67
2-3	1970 08 19 12:19	Colline Metallifere	26	6	4.68
5	1972 10 25 21:56	Appennino settentrionale	198	5	4.87
F	1976 09 15 09:21	Friuli	54	8-9	5.95
4	1980 06 07 18:35	Garfagnana	102	6-7	4.64
F	1980 12 23 12:01	Piacentino	69	6-7	4.57
3	1982 09 01 15:33	Valle del Serchio	47	5-6	4.21
4	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7	5.04
4	1984 04 22 17:39	Costa pisano-livornese	39	6	4.61
4	1984 05 01 22:14	Costa pisano-livornese	16	5	3.89
3	1985 01 23 10:10	Garfagnana	73	6	4.60

3-4	1987 01 22 05:10	Costa pisano-livornese	157	5-6	4.15
3-4	1988 02 08 13:36	Frignano	43	5	4.28
3-4	1995 10 10 06:54	Lunigiana	341	7	4.82
3	1996 10 15 09:55	Pianura emiliana	135	7	5.38
4	2003 09 14 21:42	Appennino bolognese	133	6	5.24
3-4	2004 11 24 22:59	Garda occidentale	176	7-8	4.99
4	2008 12 23 15:24	Parmense	291	6-7	5.36

Legenda [per l'area del catalogo]	
Data	Data del terremoto
Ax	Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto
Np	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto
Io	Intensità macrosismica epicentrale, da <u>CPTI15</u> , espressa in scala MCS, Mercalli – Cancani - Sieberg
Mw	Magnitudo momento, da <u>CPTI15</u>
I[MCS]	Intensità macrosismica espressa in scala MCS. Con le lettere si esprimono effetti generici non classificabili con i gradi della scala MCS. F=felt (avvertito); NF=not felt (non avvertito); HF=heavy felt (avvertito fortemente).

Dal catalogo si osserva che non sono stati rilevati forti terremoti (si intende con magnitudo superiore a 5) con epicentri localizzati nel territorio comunale di PISA e gli epicentri dei sismi catalogati si collocano essenzialmente in area appenninica. In particolare, il terremoto del 1920 in Garfagnana-Lunigiana (Mw 6,53, il più forte terremoto di tutto l'Appennino settentrionale), che peraltro rappresenta l'area sismogenetica più vicina, è stato tra quelli che hanno prodotto i massimi risentimenti di cui si abbia memoria storica nella città di PISA, con *Intensità, I*, espressa in scala MCS, di VI-VII. Altri eventi da ricordare sono quelli del 1846, con epicentro nella zona di Orciano Pisano e magnitudo stimata pari a 6,04, che nella città di Pisa ha prodotto effetti pari al VII grado della scala MCS (si ricorda il crollo della navata centrale della chiesa di San Michele in Borgo). Infine il terremoto del 1117 (magnitudo non definibile) avrebbe prodotto effetti fino all'VIII grado della scala MCS; in questo caso però le informazioni storiche sono molto scarse ed incerte e non si può escludere una qualche esagerazione (lo stesso giorno un evento sicuramente distruttivo colpì il Veneto e in particolare Verona). E' bene evidenziare che la scala macrosismica MCS è definita in modo che gli effetti che producono un danno lieve corrispondono al VI grado, valore raggiunto e superato 8 volte in 1000 anni nella città di Pisa.

## 2.2 DOM 4.1 - Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno (GNDT 1997).



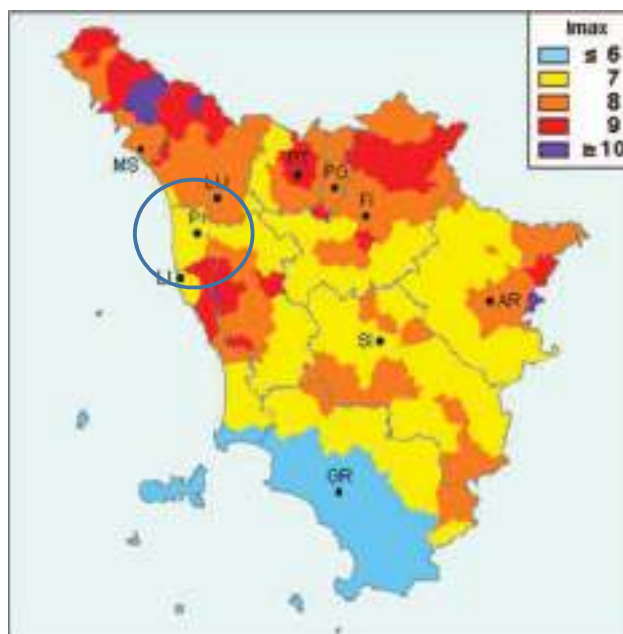


Fig.1 - Carta delle Massime Intensità macrosismiche

Sulla base del contenuto del Database delle osservazioni macrosismiche disponibili all'epoca, nel 1996 è stata prodotta la mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani. L'elaborazione è stata effettuata per il Dipartimento della Protezione Civile a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise con la collaborazione di C. Meletti, S. Mirena, G. Monachesi, G. Morelli, L. Peruzza, A. Zerga, nel marzo 1996. Il documento non è aggiornato con i dati attuali, ma in ogni caso non si hanno evidenze di effetti macrosismici superiori al VII grado MCS dall'anno 1000 in poi.

#### Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Pisa

Comune	Lat	Lon	Imax
BIENTINA	43.71013	10.62026	7
BUTI	43.72721	10.58782	7
CALCI	43.72654	10.51567	7
CALCINAIA	43.68312	10.61561	7
CAPANNOLI	43.58547	10.67577	8
CASALE MARITTIMO	43.29673	10.61672	8
CASCIANA TERME	43.52532	10.61782	9
CASCINA	43.67659	10.54906	8
CASTELFRANCO DI SOTTO	43.69888	10.74479	7
CASTELLINA MARITTIMA	43.41156	10.57544	8
CASTELNUOVO DI VAL DI CECINA	43.20779	10.90563	7
CHIANNI	43.48578	10.64279	8
CRESPINA	43.57035	10.56354	9
FAUGLIA	43.57000	10.51462	9
GUARDISTALLO	43.31214	10.63274	9
LAJATICO	43.47370	10.72844	8
LARI	43.56650	10.59258	8
LORENZANA	43.53625	10.53490	9
MONTECATINI VAL DI CECINA	43.39171	10.74990	8
MONTESCUDAIO	43.32542	10.62566	9
MONTEVERDI MARITTIMO	43.17613	10.71479	7

MONTOPOLI IN VAL D'ARNO	43.67041	10.76046	7
ORCIANO PISANO	43.49310	10.51052	> =10
PALAIA	43.60418	10.77044	7
PECCIOLI	43.54671	10.72054	9
PISA	43.71596	10.40082	7
POMARANCE	43.29897	10.87428	7
PONSACCO	43.61970	10.63306	8
PONTEDERA	43.66087	10.63460	8
RIPARBELLA	43.36396	10.59937	8
SAN GIULIANO TERME	43.76262	10.44145	7
SAN MINIATO	43.67938	10.84902	7
SANTA CROCE SULL'ARNO	43.71224	10.77983	7
SANTA LUCE	43.47193	10.56584	9
SANTA MARIA A MONTE	43.69796	10.69315	7
TERRICCIOLA	43.52363	10.67720	8
VECCHIANO	43.78131	10.38741	7
VICOPISSANO	43.69917	10.57698	7
VOLTERRA	43.40199	10.85906	7

### 2.2.1 Storia della classificazione sismica del Comune di Pisa dal 1927 a oggi

CLASSIFICAZIONE ATTUALE Del. G.R.T. n°421 del 26 maggio 2014 (attuazione Ord. P.C.M. n°3519 del 28 aprile 2006 e D.M. 14 gennaio 2008)

CLASSIFICAZIONI PRECEDENTI		
Regio Decreto 13 marzo 1927 n°431		n.c.
Regio Decreto 25 marzo 1935 n°640		n.c.
Regio Decreto 22 novembre 1937 n°2105		n.c.
Legge 25 novembre 1962 n°1684		n.c.
Decreto Ministeriale 19 marzo 1982		2
Ord. P.C.M. n°3274 20 marzo 2003 Del. G.R.T. n°604 16 giugno 2003		2
Ord. P.C.M. n°3519 28 aprile 2006 Del. G.R.T. n°431 19 giugno 2006		3S
Del. G.R.T. n°878 8 ottobre 2012		3
ATTUALE		
Del. G.R.T. n°421 26 maggio 2014		3

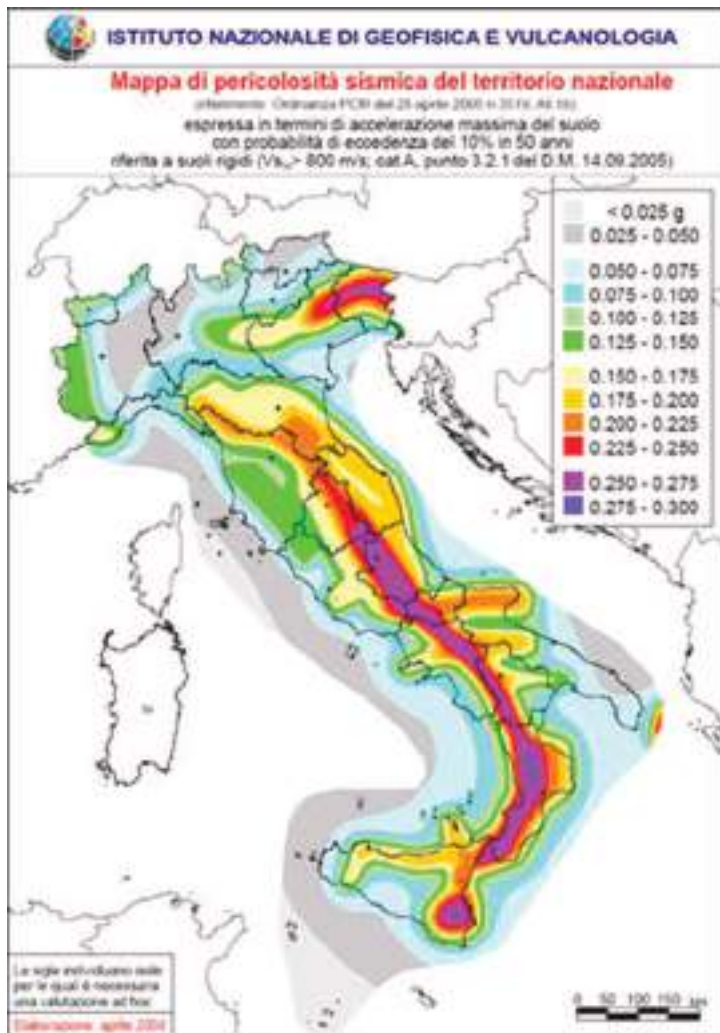
Nel 2003 con OPCM n° 3274, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (Supplemento Ordinario n. 72 della G.U. n. 105 del 8.05.2003), si è giunti finalmente all'entrata in vigore della nuova Classificazione Sismica del Territorio Italiano. La classificazione prevede che tutto il territorio nazionale sia classificato sismico, istituisce la zona 4 per le aree a minore pericolosità sismica.

La regione Toscana con D.G.R.T. n. 751 del 28 luglio 2003 recepisce la nuova classificazione, secondo la quale il territorio del Comune di PISA viene confermato in zona sismica 2.

Successivamente, la Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile approva, nella seduta del 6 aprile 2004, la nuova Mappa di Pericolosità sismica del Territorio Nazionale, che con l'OPCM n° 3519 del 28 aprile 2006 diventerà la mappa di riferimento nazionale per la classificazione sismica dei comuni italiani.

La Regione Toscana con la DGR n. 431 del 19/06/2006 recepisce le indicazioni dell'OPCM n° 3519 e pone il comune di Pisa in zona 3.

Successivamente la mappa di pericolosità verrà recepita nelle nuove *Norme tecniche per le costruzioni del 2008*, aggiornate attualmente con D.M. del 22 marzo 2018, quale riferimento per la definizione dell'azione sismica.



Infine, la Regione Toscana con del. della GRT n°421 del 2014, confermando la stessa Zona di riferimento per il comune di PISA, introduce una nuova mappatura con l'unico intento di disciplinare le modalità di controllo dei progetti.



### 3 Ricostruzione del modello geologico-tecnico del sottosuolo di riferimento

Il modello geologico di riferimento è quello che scaturisce dagli studi prodotti nell'ambito della convenzione Comune di Pisa - Dipartimento di Scienze della Terra di Pisa 2009-2010 "Aggiornamento della carta geologica, geomorfologica e del tetto delle argille compressibili contenute nel piano strutturale del Comune di Pisa e realizzazione di un archivio digitale 2D e 3D". È infatti ad esso che si rimanda per una sua comprensione di maggior dettaglio.



Fig. 1 Carta Geologica aggiornamento. 2011

L'evoluzione geologica della Pianura di Pisa inizia con la fase distensiva miocenica in cui si ha lo sblocchettamento attraverso faglie normali della catena Appenninica in precedenza formata. Molte sono le depressioni tettoniche che si configurano verso il Mar Tirreno, tra queste si delinea il graben della pianura di Pisa, delimitato a Nord dal Monte Pisano e a Sud dai Monti Livornesi e quelli di Casciana Terme.

Da qui in poi i fattori che influenzano l'evoluzione della Pianura di Pisa sono legati alle vicende deposizionali ed erosive dei due importanti fiumi che l'attraversano (Arno e Serchio) e alle variazioni glacio-eustatiche del livello del mare. L'esplicarsi dei suddetti processi determina di fatto una notevole eteropicità tra depositi marini, fluviali e fluvio-lacustri; questi ultimi dovuti a

fenomeni di impaludamento della piana alle spalle del sistema dei lidi costieri (MAZZANTI & RAU, 1994).

Questi sedimenti continentali e marini, il cui spessore arriva fino a 2000 metri ca. sono stati suddivisi da approfonditi studi di geomorfologia sulla Pianura di Pisa (DELLA ROCCA B., MAZZANTI R. & PRANZINI E., 1987) in “**substrato profondo**”, “**substrato intermedio**” e “**substrato superiore**”.

Nonostante le scarsissime informazioni dirette (pochi pozzi profondi e rilievi sismici) il *substrato profondo* è riferibile alle formazioni **pre-mioceniche** affioranti sulla catena appenninica; quello *intermedio* comprende invece i sedimenti del complesso neoautoctono, prevalentemente di facies marina, che dal **Miocene superiore** fino a tutto il **Pleistocene inferiore**, determinano progressivamente il colmamento del graben.

Il *livello di sedimenti superiore* comprende i sedimenti del **Pleistocene medio e sup.** fino a quelli **olocenici**. Alla sua formazione, riconducibile essenzialmente alle oscillazioni del livello del mare per eustatismo glaciale, concorrono, nel **Pleistocene superiore**, i *Conglomerati dell’Arno e del Serchio da Bientina*. Questi depositi, come conseguenza di un forte abbassamento del livello marino e di un forte trasporto fluviale, sono ben riconoscibili dalle stratigrafie di molti pozzi che lo sfruttano come acquifero e lo intercettano in quasi tutta la pianura tra i 15 e 150÷160 metri dal p.c...

I depositi più recenti, **tardo-Quaternari**, della pianura possono essere ricondotti ad una profonda incisione, con andamento circa coincidente con quello attuale dell’Arno che taglia i primi 40/60 metri dei depositi fini di origine estuarina. Questa fase fluviale culmina con un abbassamento del livello marino di circa 120m. *L’incisione valliva, larga circa 4 Km, è stata successivamente riempita, in regime trasgressivo relativo all’ultimo ciclo glaciale - interglaciale, da circa 35 m di depositi estuarini* (G. Sarti 2009-2010).

A riempimento completato, dopo la massima ingressione della linea di costa, intorno ai 7.000 anni B.P. che ha inondato anche tutte le aree di argine rimaste in emersione, è iniziata la fase di stazionamento alto del livello del mare con progressiva costruzione della pianura, ad opera dell’Arno e del Serchio, fino alla sua attuale conformazione (AMOROSI et al.,2008).

## 4 Elaborati cartografici

### 4.1 Carta delle indagini, dei dati di base e indagini geofisiche

Per predisporre della carta dei dati di base si è fatto riferimento ai dati presenti:

nella banca dati delle indagini geognostiche che il Comune negli anni ha costituito, all’interno di questo archivio sono presenti i dati del Servizio geologico d’Italia (ISPRA), “*indagini del sottosuolo*” i dati acquisiti negli anni dalla ex Provincia di Pisa settore Difesa del Suolo ed i dati presenti nella banca dati indagine geomatiche (BDIG) della regione Toscana,

La carta delle indagini è stata realizzata mediante tecnologia GIS, riportando su base topografica tutte le prove presenti nel database: Sono stati distinti graficamente gli elementi puntuali e lineari e ad ogni prova è stato assegnato un simbolismo funzione della tipologia di indagine.

Nell’analisi di qualità è stata verificata la distribuzione sul territorio delle varie indagini. Tutti i dati sono pubblicati sul sito del Comune di Pisa.

Il totale dei dati disponibili sul territorio comunale ammonta a 1775 comprensivi delle 100 indagini (HSRV) effettuate specificamente per la microzonazione sismica

Elementi Puntuali	
CPT - Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)	571
CPTe - Prova penetrometrica statica con punta elettrica	2

CPTU - Prova penetrometrica statica con piezocono	72
DH - Prova sismica in foro tipo Downhole	15
DL - Prova penetrometrica dinamica leggera (*)	92
DP - Prova penetrometrica dinamica pesante	7
DS - Prova penetrometrica dinamica super pesante	2
HVSR - Stazione microtremore a stazione singola	100
PA - Pozzo per acqua	477
S - Sondaggio a carotaggio continuo	248
SC - Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni	73
SCPT - Prova penetrometrica con cono sismico	2
SD - Sondaggio a distruzione di nucleo	1
SDMT - Dilatometro sismico	1
SP - Sondaggio con piezometro	19
T - Trincea o pozzetto esplorativo	10
Elementi lineari	
ERT - Tomografia elettrica	7
MW – MASW	58
PR - Profilo di resistività	6
REMI - Prova REfractionMicrotremors	2
SEV - Sondaggio elettrico verticale	2
SR - Profilo sismico a rifrazione	8



Fig. 2 Carta Dati di Base

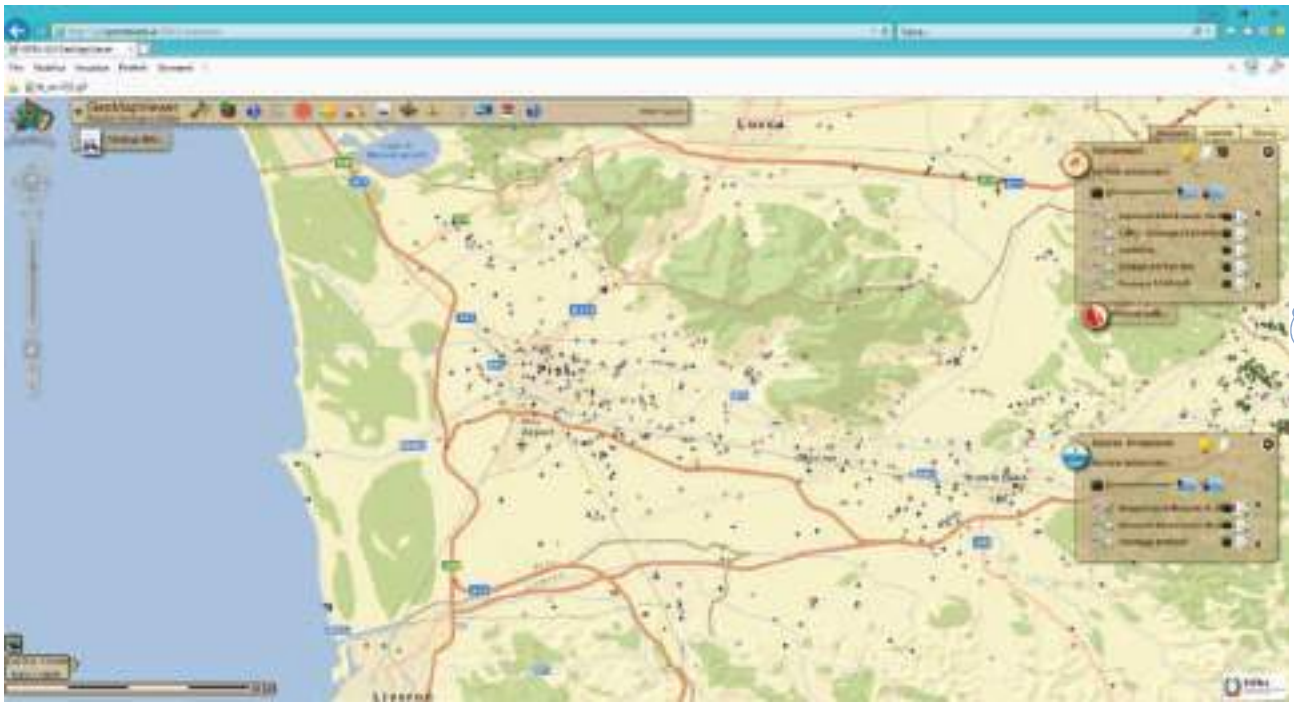


Fig. 3 Archivio Indagini del sottosuolo (ISPRA)

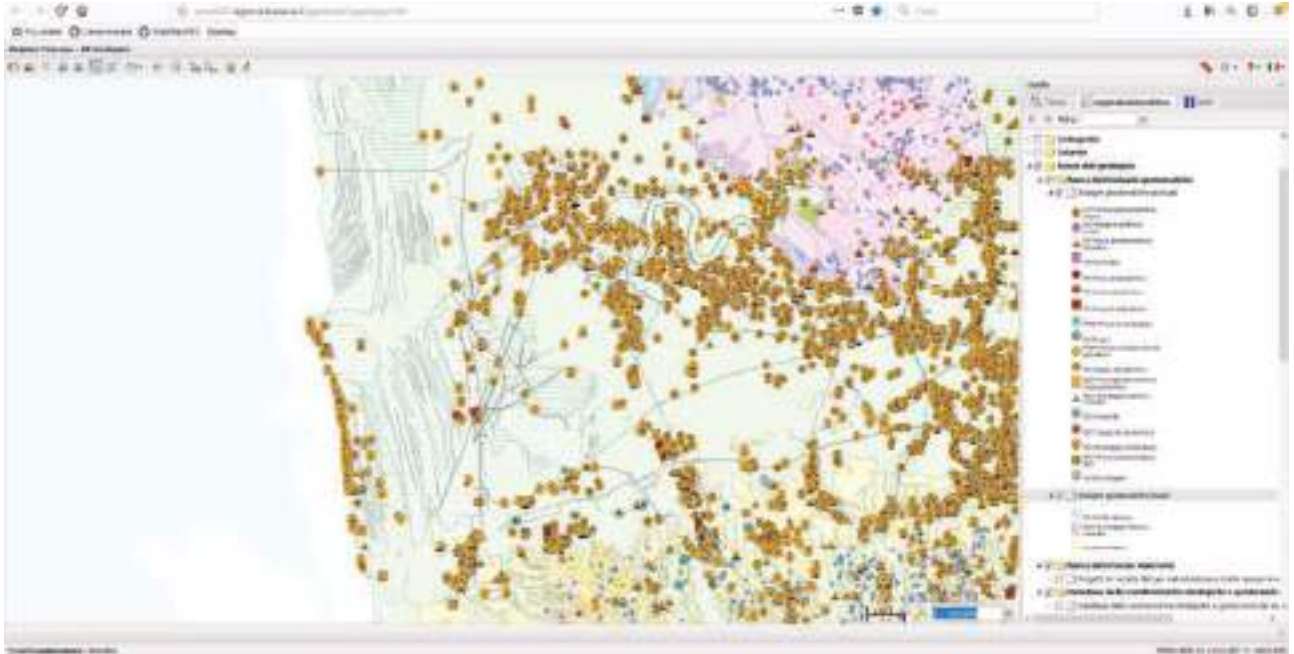


Fig. 4 Banca dati indagini geotematiche (BDIG) regione Toscana

4.2 Carta geologico-tecnico

Si basa sulla revisione dettagliata delle cartografie geologiche e geomorfologiche esistenti negli Strumenti Urbanistici Comunali, degli studi geologici regionali (programma VEL e progetto CARG), integrata da approfondimenti svolti a scala locale tramite rilievo di controllo e dell'analisi dei numerosi dati di base a disposizione.

La carta geologico-tecnica è stata realizzata sia in formato cartaceo che digitale (GIS) ed è stata pubblica via web-GIS sul sito del Comune di Pisa. La simbologia utilizzata è quella prevista dagli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" emanati dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica istituita con l'OPCM 3907/2010



Per una semplice lettura delle condizioni litostratigrafiche dei terreni analizzati, si riporta di seguito la descrizione delle principali tipologie di coperture presenti nell'area di studio:

- ❖ SM Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
- ❖ OL Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
- ❖ SW Sabbie pulite e ben assortite

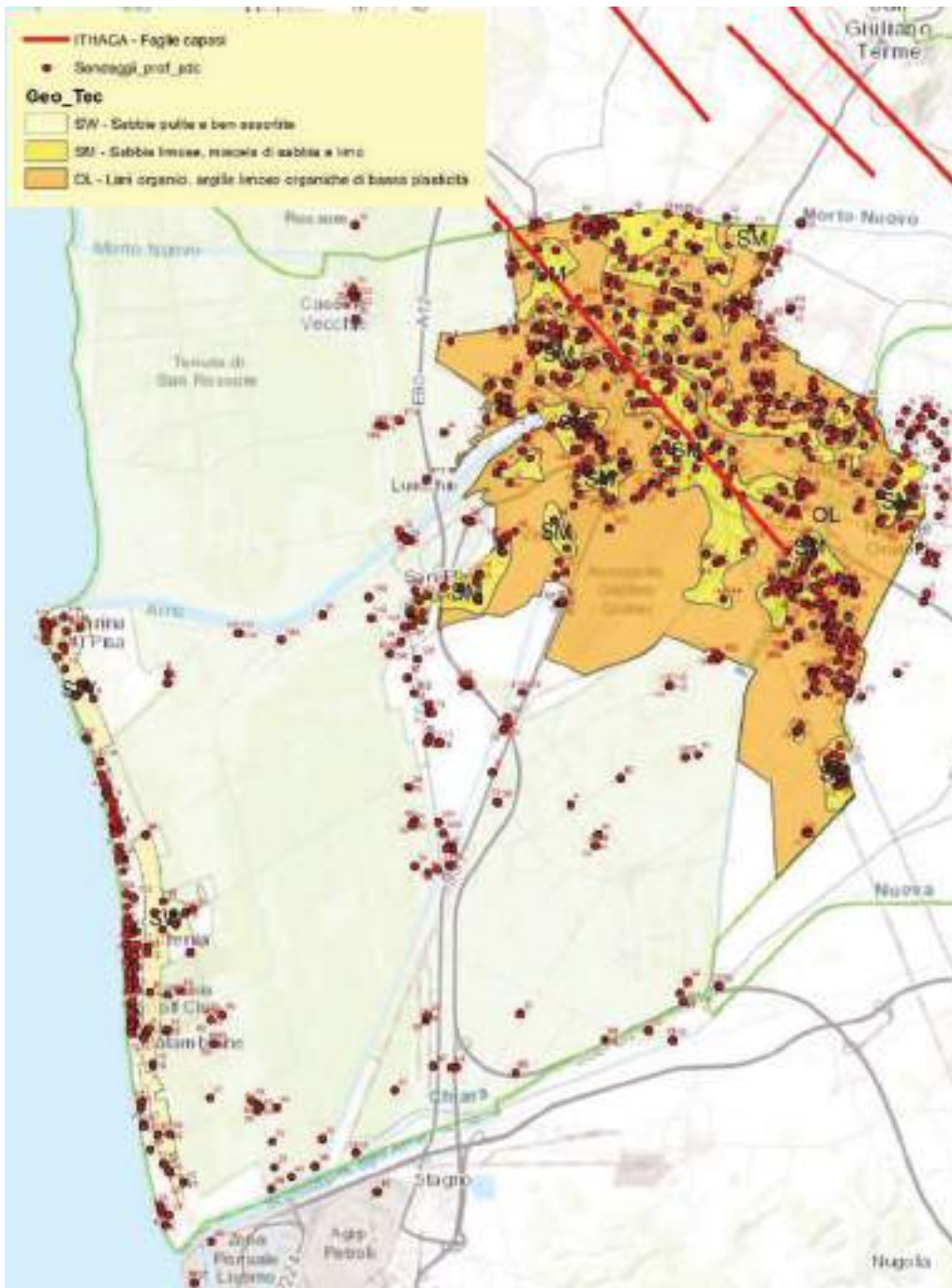


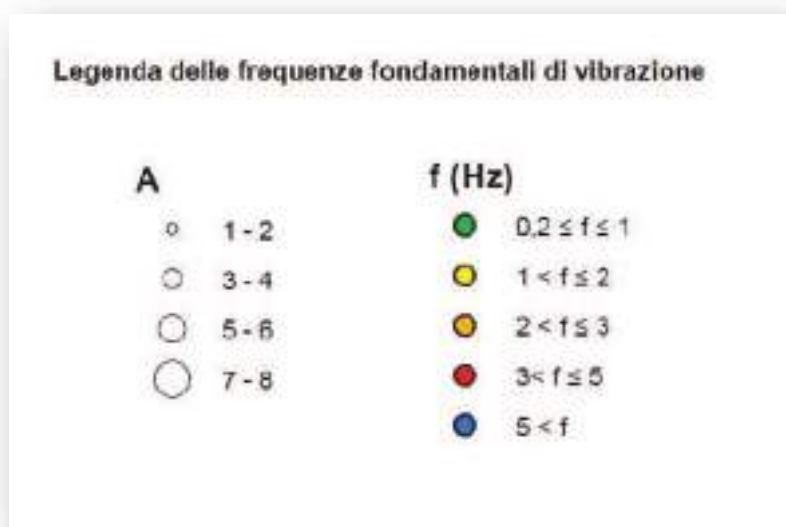
Fig. 5 Carta geologica-tecnica

#### 4.3 Carta delle frequenze

Nel contesto delle indagini di supporto alla MS di Livello 1 sono state eseguite misure di sismica passiva a stazione singola per l'applicazione del metodo HVSr, con i relativi valori delle frequenze fondamentali ( $f_0$ ) e dell'ampiezza dei picchi fondamentali ( $A_0$ ).

Lo scopo di tale indagine è stato quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza.

L'elaborato "Carta delle frequenze" è costituito da una base topografica, in scala 1:10.000, su cui sono state riportate le misure di rumore con cerchi di raggio funzione del massimo valore di H/V. I colori indicano i range di frequenza in cui ricadono. In particolare, sono stati scelti i seguenti intervalli:



Nella tabella che segue (tratta da Albarello D. & Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011) è riportata una correlazione fra il valore della frequenza di risonanza misurata e lo spessore delle coperture.

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

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

Sulla base di questa tabella è possibile ottenere una indicazione di larga massima sulla profondità dello strato risonante.

È inoltre possibile ottenere una stima più accurata utilizzando la formula sopra riportata ( $f_0 = V_s/(4H)$ ) che correla la frequenza di risonanza con la velocità  $V_s$  e lo spessore delle coperture.



Fig. 6 Tav. 11.C Carta delle frequenze

In tutto il territorio sono state eseguite 100 misure di rumore. I criteri per la localizzazione dei punti di misura sono stati:

- ✦ ottenere una distribuzione omogenea sul territorio
- ✦ correlazione con i principali litotipi presenti nell'area in esame, in modo da poter associare ad ogni orizzonte sismo-stratigrafico una specifica frequenza di risonanza
- ✦ associazione con indagini geofisiche e geognostiche esistenti, in modo da poter verificare la corrispondenza tra misure diverse

I risultati ottenuti in parte hanno confermato o integrato le conoscenze preesistenti. I risultati ottenuti sono riportati integralmente nell'allegato.

#### 4.4 Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva Sismica (MOPS)

Lo studio di MS di livello 1 è funzionale alla pianificazione urbanistica nella misura in cui consente scelte mirate e idonee ad assicurare la riduzione del rischio sismico.

Inoltre, permette di identificare le aree per le quali non sono richiesti studi di approfondimento.

In particolare, le analisi che si effettuano in aree alluvionali, operano con lo scopo di raggiungere i seguenti obiettivi:

- ✦ caratterizzazione dei terreni di copertura;
- ✦ caratterizzazione del substrato geologico, quando presente a profondità indagabili;
- ✦ definizione di eventuali forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.
- ✦ ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico (cedimenti differenziali e diffusi).

Questi obiettivi nel caso specifico sono stati perseguiti con la distinzione in cartografia di n. 6 tipologie di zone stratigrafiche distinte e di n. 1 zona riferibile a tratti di numerosi paleoalvei sia dell'Arno sia del Serchio, ottenuti sulla base di studi di fotointerpretazione e di immagini da satellite (forme sepolte).

La delimitazione convenuta è comunque da considerare un'indicazione preliminare fortemente limitata e condizionata dai dati disponibili e dal processo interpretativo degli stessi. Pertanto, è da ritenere che le stesse zone possano includere anche zone d'influenza dei possibili fenomeni geologici considerati.

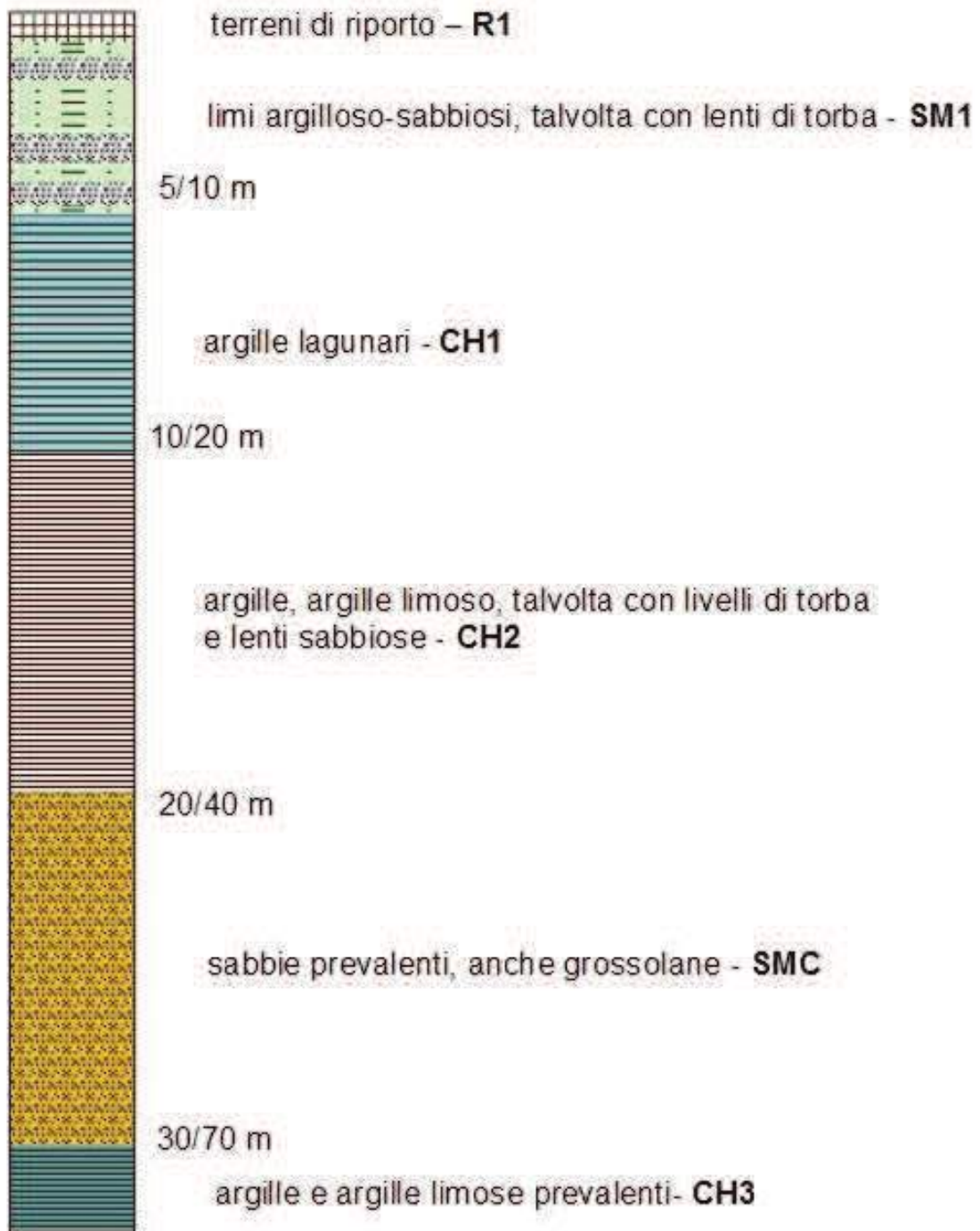
Nel dettaglio, le aree cartografate ai fini della microzonazione sismica, sono state individuate sulla base sia dei recenti studi di aggiornamento della carta geologica del comune di Pisa, sopra detti, sia in riferimento alla banca dati delle indagini geognostiche e geofisiche fruibile dal web <http://www.comune.pisa.it/it/ufficio-scheda/21001/Piano-Strategico-dell-Area-Pisana.html>. L'insieme di queste informazioni litostratigrafiche, strutturali e geotecniche hanno consentito l'individuazione di n. 6 Zone distinte., così descrivibili:

- ✦ Z1
- ✦ **SM1** Limi argilloso-sabbiosi da sciolti a mediamente addensati, con spessori da 0 a 10 m;
- ✦ **CH1** su argille prevalenti con livelli di torbe poco consistenti (argille lagunari), con spessori da 10 a 15 m,
- ✦ **CH2** argille, argille limoso-sabbiose consolidate (con base dello strato tra 20-40 metri),
- ✦ **SMC** sabbie, anche grossolane, addensate, con ghiaie e ciottoli, (con base dello strato tra 30-70 metri);
- ✦ **CH3** argille e argille limose
- ✦ Z2
- ✦ **SM1** limi argilloso-sabbiosi da sciolti a mediamente addensati, con spessori da 0 a 10 m,
- ✦ **CH1** argille prevalenti con livelli di torbe poco consistenti (argille lagunari), con spessori da 10 a 15 m,
- ✦ **SMC** ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (con base dello strato tra 30-40 metri);
- ✦ **CH3** argille e argille limose
- ✦ Z3
- ✦ **OL** limi ed argille prevalenti con livelli di torbe da molli a mediamente consistenti,
- ✦ **CH1** argille prevalenti poco consistenti (argille lagunari), con spessori complessivi da 0 a 25 m,
- ✦ **CH2** argille, argille limoso-sabbiose consolidate (con base dello strato tra 20-60 metri);
- ✦ **SMC** ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (con base dello strato tra 50-60 metri);
- ✦ **CH3** argille e argille limose
- ✦ Z4
- ✦ **OL** limi ed argille prevalenti con livelli di torbe da molli a mediamente consistenti,
- ✦ **CH1** argille prevalenti poco consistenti (argille lagunari), con spessori complessivi da 0 a 25 m,
- ✦ **SMC** ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (con base dello strato tra 50-60 metri);
- ✦ **CH3** argille e argille limose
- ✦ Z5
- ✦ **SM2** Limi sabbioso-argillosi e sabbie limoso-argillose da sciolte a mediamente addensate, con intercalazioni di sabbie, talvolta anche grossolane con ghiaie,

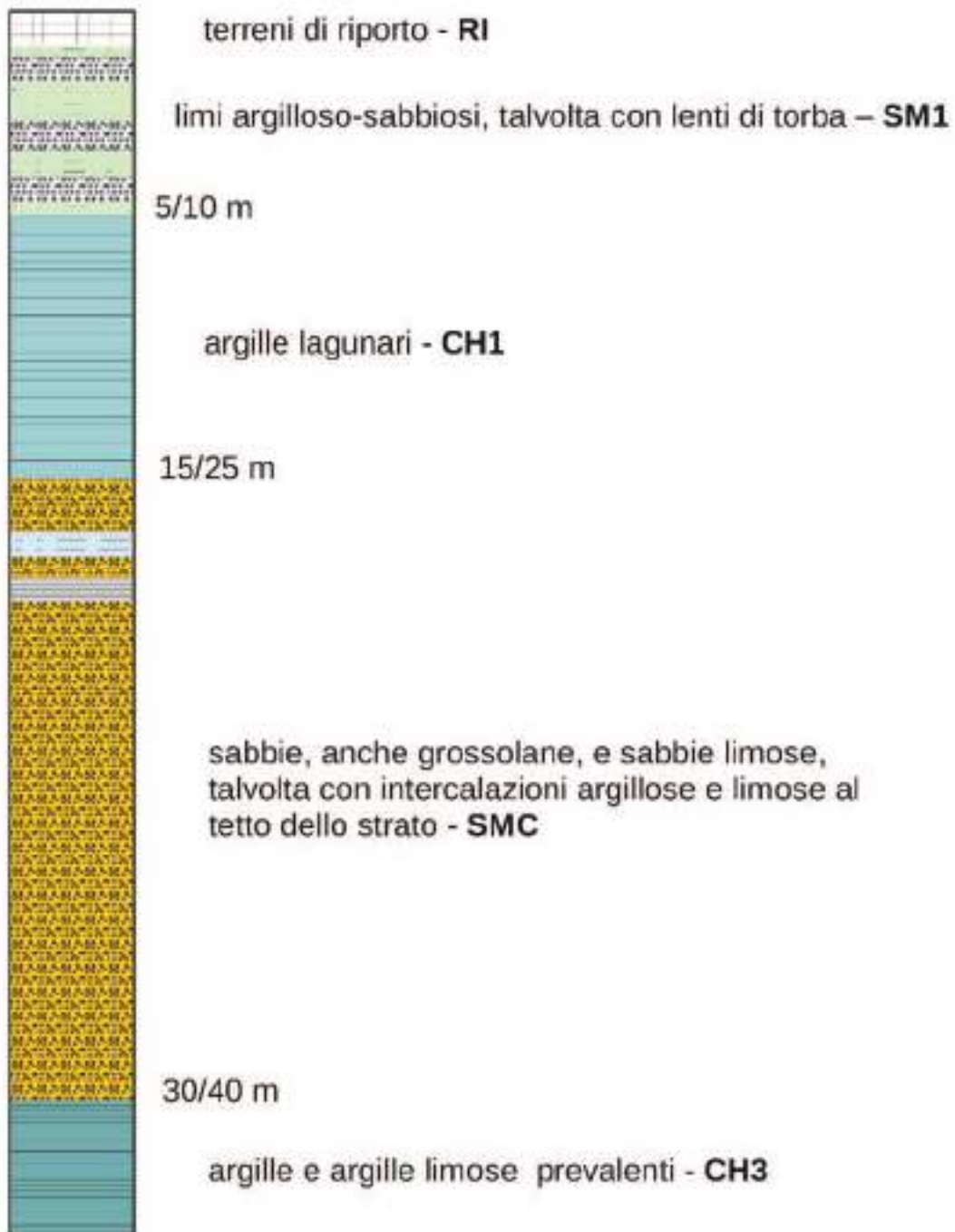
- ✦ **CH1** argille prevalenti con livelli di torbe poco consistenti (argille lagunari), con spessori da 10 a 15 m,
- ✦ **CH2** argille, argille limoso-sabbiose consolidate (con base dello strato tra 20-35 metri),
- ✦ **SMC** ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (con base dello strato tra 30-60 metri).
- ✦ **Z6:**
- ✦ **SW** Sabbie di ambiente costiero da sciolte a mediamente addensate, con spessori da 0 a 15-20 m,
- ✦ **SM3**, sabbie limose e limi sabbiosi da mediamente addensate ad addensate, con base dello strato tra i 45-50 m,
- ✦ **SM4**, sabbie prevalenti addensate alternate a livelli di argille molto consistenti

Con la sigla **R1** nelle stratigrafie di riferimento è stato indicato *riporto eterogeneo* con spessori variabili tra 0 e 5 m sulle successioni tipo Z1, Z2, Z3, Z4 e Z5.

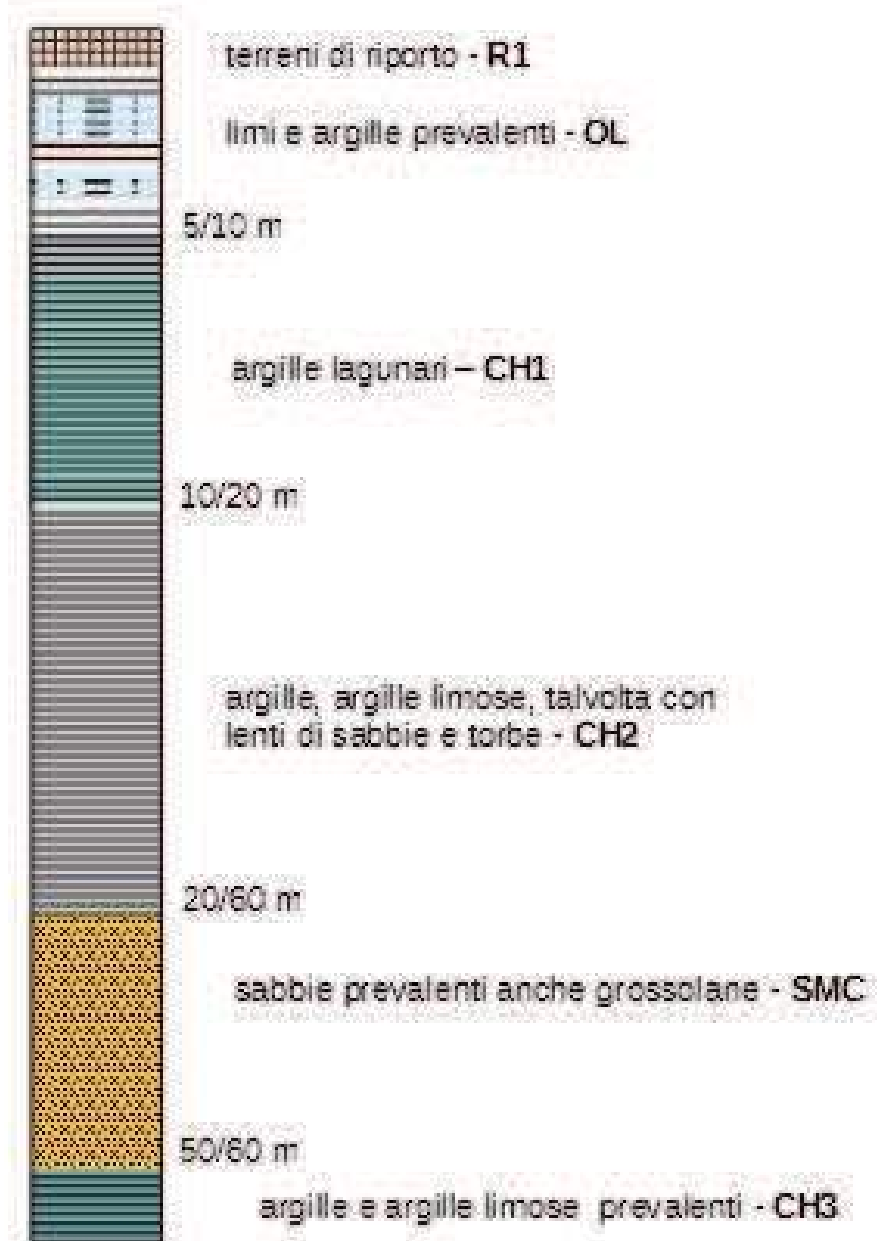
# Zona 1



## Zona 2

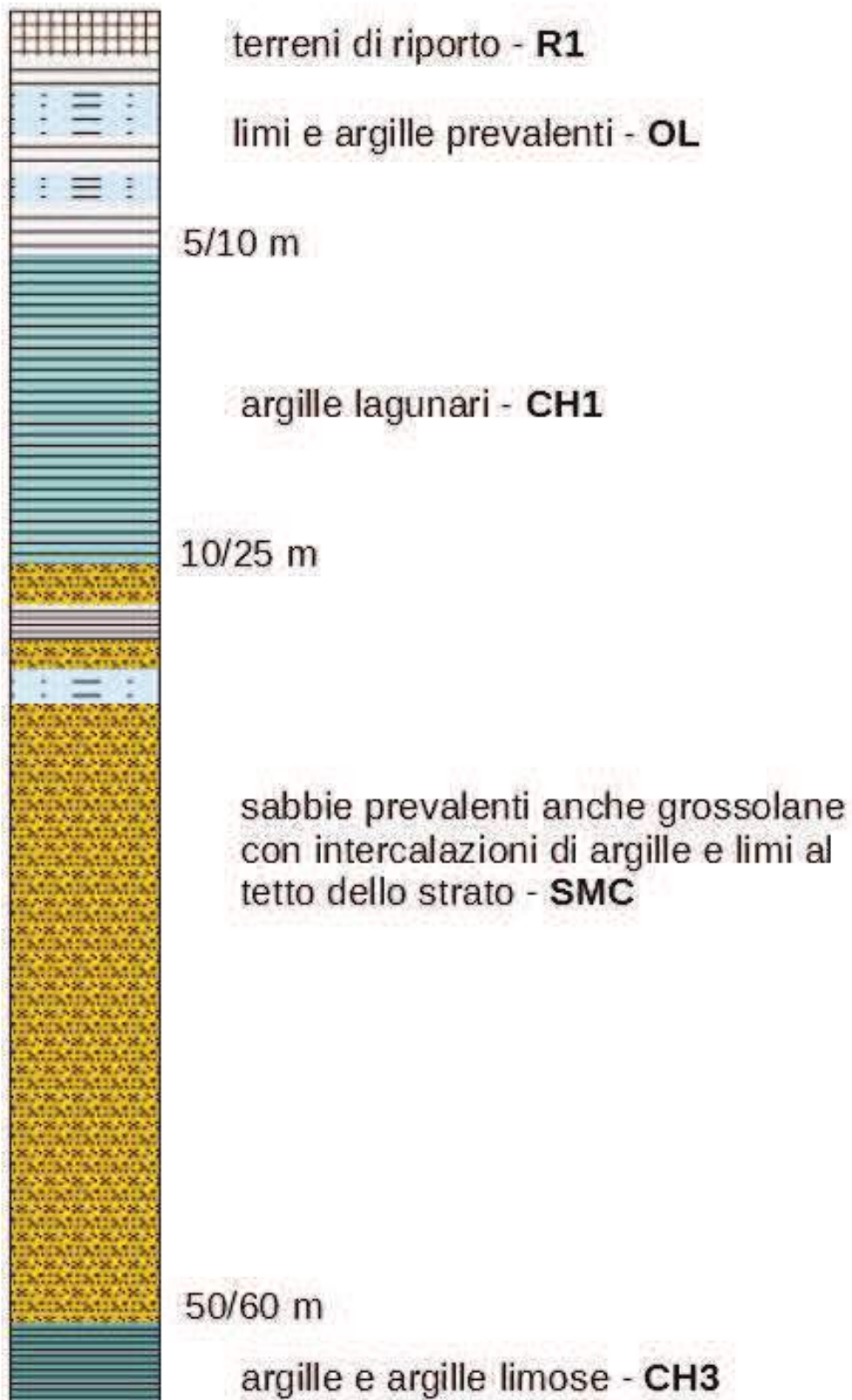


## Zona 3

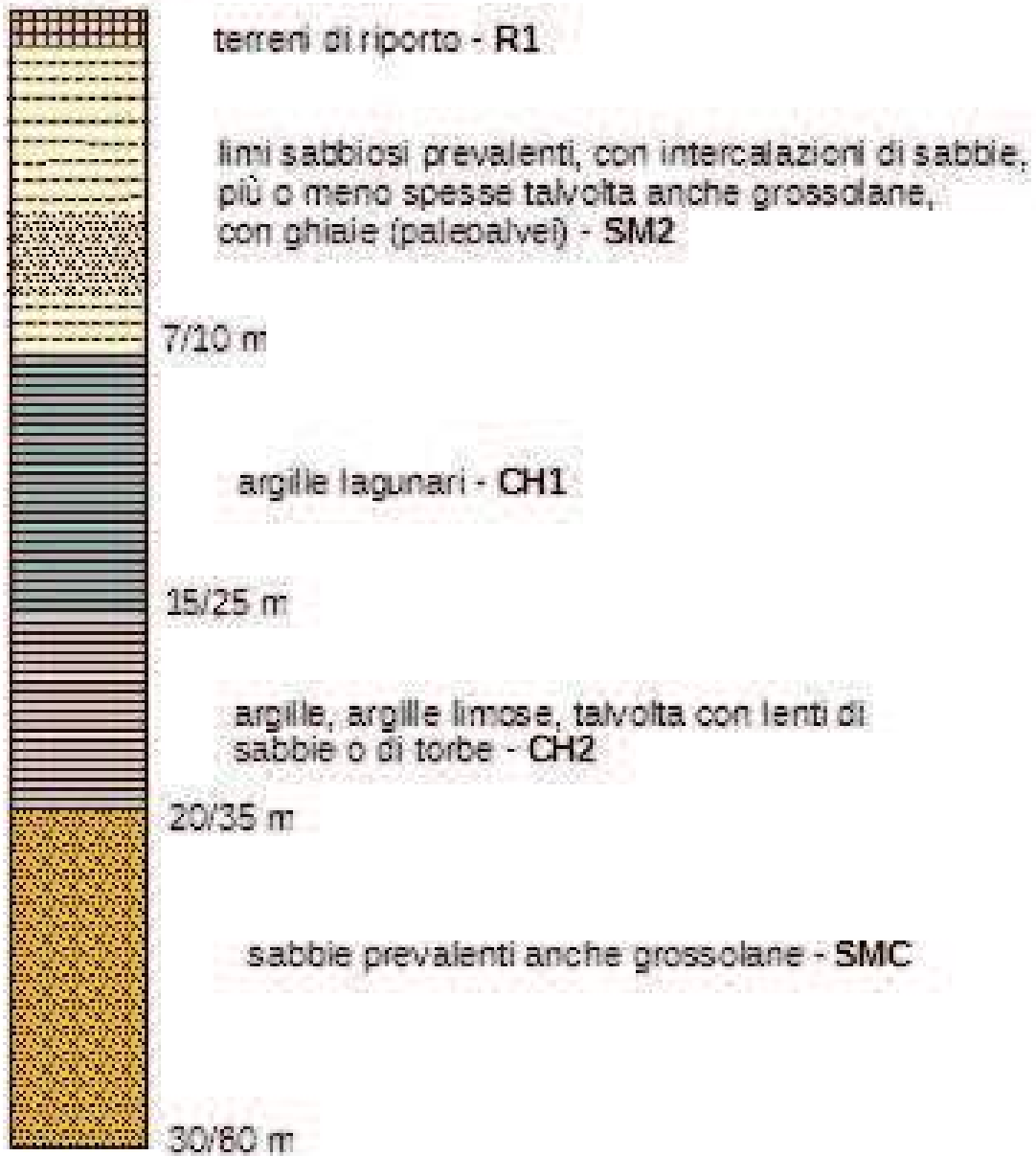




# Zona 4



## Zona 5



## Zona 6



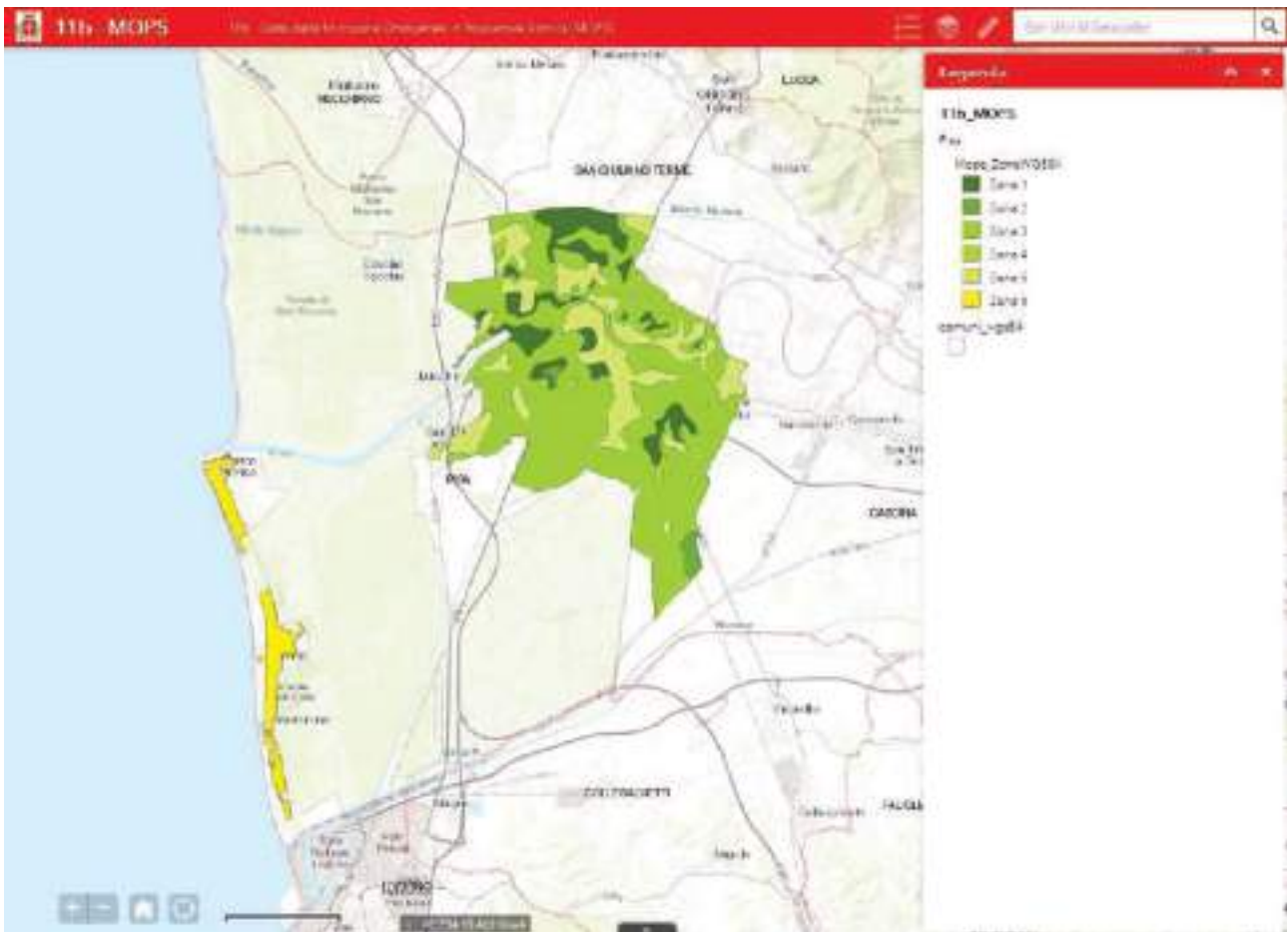


Fig. 7 Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.);



Fig. 8 La visualizzazione via WEBGIS, è stata strutturata per permettere all'utente di cliccare sulle varie zone ed evidenziare le rispettive colonne stratigrafiche

## 5 Pericolosità sismica

5.1 Individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido con una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna e una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso.

In via del tutto generale si può affermare che il substrato rigido di riferimento per il territorio comunale è rappresentato dalle litologie poste a profondità di alcune centinaia di metri. A tale proposito si può fare riferimento ad un sondaggio profondo posto poco a sud di Ospedaletto, che attesta la presenza di rocce calcaree intorno ai 700 m di profondità.

A questo substrato profondo possono essere ricondotte le evidenze di molte delle prove HVSR eseguite nel centro urbano di Pisa, a Ospedaletto e lungo la fascia costiera: in queste aree si riscontrano frequentemente misure che evidenziano frequenze di picco con valori dell'ordine di 0,2 - 0,3 Hz.

5.2 Individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi e tri-dimensionali.

Da questa analisi deriva l'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi e tri-dimensionali.

Volendo verificare la presenza di strati più superficiali in grado di causare fenomeni di amplificazione sismica locale, nell'area urbana e nel comprensorio di Ospedaletto si possono evidenziare numerose misure HVSR caratterizzate da valori di picco da poco inferiori a 1 Hz fino a circa 2 Hz e con ampiezze variabili fra 2 e 4. Questi valori sono probabilmente da riferire a strati di argille o sabbie posti entro i 100 m di profondità.

Diversa giustificazione trovano invece le misure HVSR eseguite nell'intorno di Coltano caratterizzate da frequenze di picco piuttosto alte con ampiezze anche superiori a 4. Questi valori sono da riferirsi al particolare assetto stratigrafico che caratterizza questa zona del territorio comunale. L'area di Coltano, debolmente rialzata rispetto alla pianura circostante, è costituita infatti dalle cosiddette "Sabbie di Coltano" che rappresentano lo strato risonante a cui riferire i picchi di frequenza sopra detti.

5.3 Presenza di faglie e/o strutture tettoniche.

Sulla base della stretta connessione tra tettonica e sismicità e di studi che hanno dimostrato che dislocazioni tardo pleistoceniche-oloceniche hanno interessato molte strutture prima considerate silenti, la valutazione della pericolosità sismica dipendente dalla fagliazione superficiale, ha un'indubbia importanza nella definizione della carta della Microzonazione sismica.

In tal senso, si è ricorsi a quanto messo a punto per questo scopo dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA che ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults). "ITHACA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie."

Il progetto iniziato nel 2000 ha continuato nel tempo con aggiornamenti ed implementazioni, anche attraverso lo studio di specifiche aree del territorio italiano. Da questa attività emerge in ogni caso che tale catalogazione viene a rappresentare un indubbio strumento di analisi del rischio sismico proprio per un'evidente distribuzione di queste dislocazioni tettoniche in aree intensamente urbanizzate e industrializzate.

In riferimento al territorio comunale, la consultazione effettuata ha infatti messo in evidenza la presenza di una faglia diretta con direzione NW-SE proprio in corrispondenza del centro urbano.



Fig. 9 - TIPO FAGLIA: Normal - NOME SISTEMA: Viareggio— Pisa S. - REGIONE TOSCANA - ATTIVITA' media

#### 5.4 Terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali

Queste zone si riferiscono a contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti e pertanto si riferiscono: alle aree di **paleoalveo (P)**, individuate da fotointerpretazione e da un loro congruo intorno (stimato di 20 metri) e riportate nella carta geomorfologica elaborata dalla Provincia di Pisa, alle aree cartografate riferibili alle zone **Z1, Z2, Z3, Z4**, ed ad una fascia di circa 20 m intorno alla **zona Z5** per il contatto con coperture di composizione prevalentemente limoso-argillosa.

#### 5.5 Terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento

La suscettibilità al fenomeno della liquefazione e/o addensamento è stata effettuata in riferimento alla colonna stratigrafica individuata dalla **zona Z5 - Limi sabbioso-argillosi e sabbie limoso-argillose** da poco a mediamente addensati e dalla **zona Z6 - Sabbie da sciolte a mediamente addensate di ambiente costiero**.

La sua valutazione è stata condotta in ottemperanza a quanto previsto nel § 7.11.3.4 delle NTC18 e sulla base di diversi punti indagini della banca dati del Comune di Pisa e riportate in allegato. In particolare, sono state considerate *n. 6 prove penetrometriche statiche, CPT*, per l'area del centro urbano e *n. 7 prove penetrometriche statiche, CPT* per la zona costiera. Le profondità di investigazione si attestano tra i 10 - 15 m dal pc e nessuna di queste ha intercettato un substrato resistente.

Ai fini della determinazione della sismicità del sito, si è tenuto conto degli studi prodotti dall'Università degli Studi di Pisa, eseguiti dall'ing. *Diego Lo Presti*, riguardanti l'" *Analisi del rischio di liquefazione dei depositi di terreni sottostanti la torre Guelfa in Pisa*", ed effettuati per conto della stessa Amministrazione comunale, in cui si è ricorsi alle **mappe interattive di pericolosità sismica** fornite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV 2006).

Supponendo quindi un'opera ordinaria con una *vita nominale*,  $V_n$ , di 50 anni ed una *classe d'uso*,  $C_u$ , II, con *periodo di riferimento per l'azione sismica*,  $V_r$ , di 50 anni, si è proceduto con la definizione dei seguenti parametri per ogni sito considerato:

- ✦  $a_g$  = [g] accelerazione orizzontale di picco su terreno tipo A
- ✦  $a_{max} = S \cdot a_g$  = [g] **accelerazione** orizzontale di picco sulla superficie del deposito. Lo scuotimento di base deve essere poi corretto, per tener conto delle effettive condizioni locali del sottosuolo in studio e dalla morfologia di superficie,  $S_t$  e del coefficiente di amplificazione stratigrafica,  $S_s$ , funzione della *categoria di sottosuolo* ( $V_{s30}$  - approccio semplificato per la definizione dell'azione sismica).
- ✦  $M; R$  [km] = valori medi **ottenuti** dalla disgregazione del valore di  $a(g)$  con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (periodo di ritorno di 975).

Il fenomeno di *liquefazione* si manifesta sotto l'azione di carichi ciclici come quelli indotti da un sisma, quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli *sforzi efficaci* da cui dipende la resistenza al taglio si riducono a zero. Pertanto, la *suscettibilità alla liquefazione* di un terreno deve essere verificata in presenza di strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto-falda, anche se contenenti una modesta frazione fine, limo argillosa (terreni sabbiosi monogranulari saturi, sotto falda, di bassa densità relativa). In particolare, l'entità è direttamente correlabile all'omogeneità granulometrica e decresce all'aumentare sia della frazione fine, argille fino ad annullarsi alla presenza di, sia di quella ghiaioso, ciottolosa.

[...] *L'occorrenza della liquefazione ha effetti in superficie solamente in particolari condizioni. Nel caso di terreno pianeggiante, gli effetti in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale non liquefacibile è maggiore dello spessore dello strato sottostante liquefacibile. Un aspetto rilevante del fenomeno della liquefazione è la modifica del moto sismico. In generale il verificarsi della liquefazione comporta un decremento delle ampiezze di vibrazioni ed un taglio delle frequenze più elevate. Registrazioni accelerometriche in siti liquefatti mostrano (a seguito del fenomeno) ampiezze ridotte e periodo predominante di alcuni secondi. I due aspetti associati (accelerazioni modeste e periodi lunghi) possono comportare spostamenti comunque rilevanti e quindi un potenziale di danno non necessariamente ridotto [...]* (da "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (parte I e II) gruppo di lavoro "Indirizzi e criteri generali per la micro-zonizzazione sismica").

Secondo le NTC 2018, § 7.11.3.4.2- la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- ✦ accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- ✦ profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- ✦ depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- ✦ distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Operativamente i *parametri sismici* ( $Tr, ag, Fo, Tc^*$ ) e i coefficienti sismici ( $Ss, Cc, St$ , ecc) di riferimento per i diversi *siti di riferimento*, in funzione della *categoria di suolo "C"* (assunta da indagini geofisiche nelle vicinanze disponibili dal database del Comune), della categoria topografica  $St = 1$  (superficie pianeggiante) e dello *stato limite salvaguardia della vita -SLV* ( $Tr = 475$  anni) - sono stati ottenuti con l'utilizzo di un opportuno software (GEOSTRU 2010) i "Parametri sismici" sito specifici.

Per la definizione della *Magnitudo, M*, di riferimento, si è ricorso alle *Mappe interattive di pericolosità sismica* dell'INGV e da queste sono stati ottenuti i valori medi delle coppie di *magnitudo-distanza M-R* dei terremoti che possono essere risentiti nelle aree in studio, tramite la disaggregazione del valore di  $a(g)$  con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, e l'intervallo delle *coppie magnitudo-distanza* che maggiormente influenzano la pericolosità sismica.

Il valore di *magnitudo* che maggiormente contribuisce alla pericolosità, per il periodo di ritorno considerato, risulta compreso tra i valori di 4.5/5.0, con quota compresa tra il 25-40%, a seconda dei siti considerati.

Il potenziale di liquefazione pertanto è stato valutato mediante uno tra i vari metodi semplificati basati sul rapporto che intercorre fra le *sollecitazioni di taglio* che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto.

Nel dettaglio tale valutazione è stata effettuata con l'applicazione del software della ditta GEOSTRU - Liqueiter-2011, utilizzando il metodo di *Robertson e Wride modificato* (1998), di cui in allegato riportiamo i relativi tabulati di calcolo.

Le verifiche effettuate hanno permesso di evidenziare come, applicando una magnitudo pari a  $M > 5$ . ed un'accelerazione massima al suolo compresa nell'intervallo di valori tra **0,159/0,168 ag/g**, per la zona della costa e tra **0,177/0,178 ag/g** per quella del centro urbano, supponendo una profondità della falda cautelativamente pari a - 0,50 m dal p.c., il rischio di liquefazione è risultato sempre MOLTO BASSO.

Tuttavia, considerando il carattere generale del presente studio e le peculiarità dei depositi alluvionali della pianura di Pisa (notevole eterogeneità di facies laterale), si ritiene che tale fenomeno, in sede di piani attuativi e interventi diretti, debba essere comunque oggetto di specifiche valutazioni, al fine di escludere con sufficiente margine di sicurezza la suscettibilità al fenomeno della liquefazione.

### 5.6 Valutazione degli effetti locali

In riferimento alla valutazione degli effetti locali che possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti significative le suddette zone sono state pertanto così raggruppate:

#### ✦ Zone stabili suscettibili di amplificazioni stratigrafiche

In queste zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione lito-stratigrafica e morfologica locale. Sono le zone dove sono presenti terreni di copertura o di alterazione con spessori superiori ai 3 m. Pertanto, le zone **Z1, Z2, Z3** e **Z4**, cartografate sul territorio comunale possono riferirsi a *zone stabili suscettibili di amplificazioni stratigrafiche*.

#### ✦ Zone suscettibili di instabilità

In queste zone gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio indotti o innescati dal sisma (liquefazione e/o addensamento, cedimenti diffusi, cedimenti differenziali). Le situazioni alle quali si assimilano quelle presenti sul territorio sono: le aree individuate dalle stratigrafie denominata **Z5** e **Z6**, per fenomeni di liquefazione e/o addensamento; le zone di **paleovalveo (P)**, con relativa zona di margine, mentre per cedimenti diffusi e differenziali si ritiene di inserire tra le zone suscettibili di



instabilità anche **Z1, Z2, Z3** e **Z4**, oltreché la zona di **faglia (F)**, per la sua probabilità di deformazione da input sismico.

In termini di **pericolosità sismica** si ha di conseguenza (53/R - Allegato A - Direttive per le indagini geologiche), che tutto il territorio comunale viene a ricadere nella classe di pericolosità sismica elevata – S3

#### PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ELEVATA (**S3**):

- ✦ zone suscettibili di instabilità con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili liquefazione dinamica; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci.

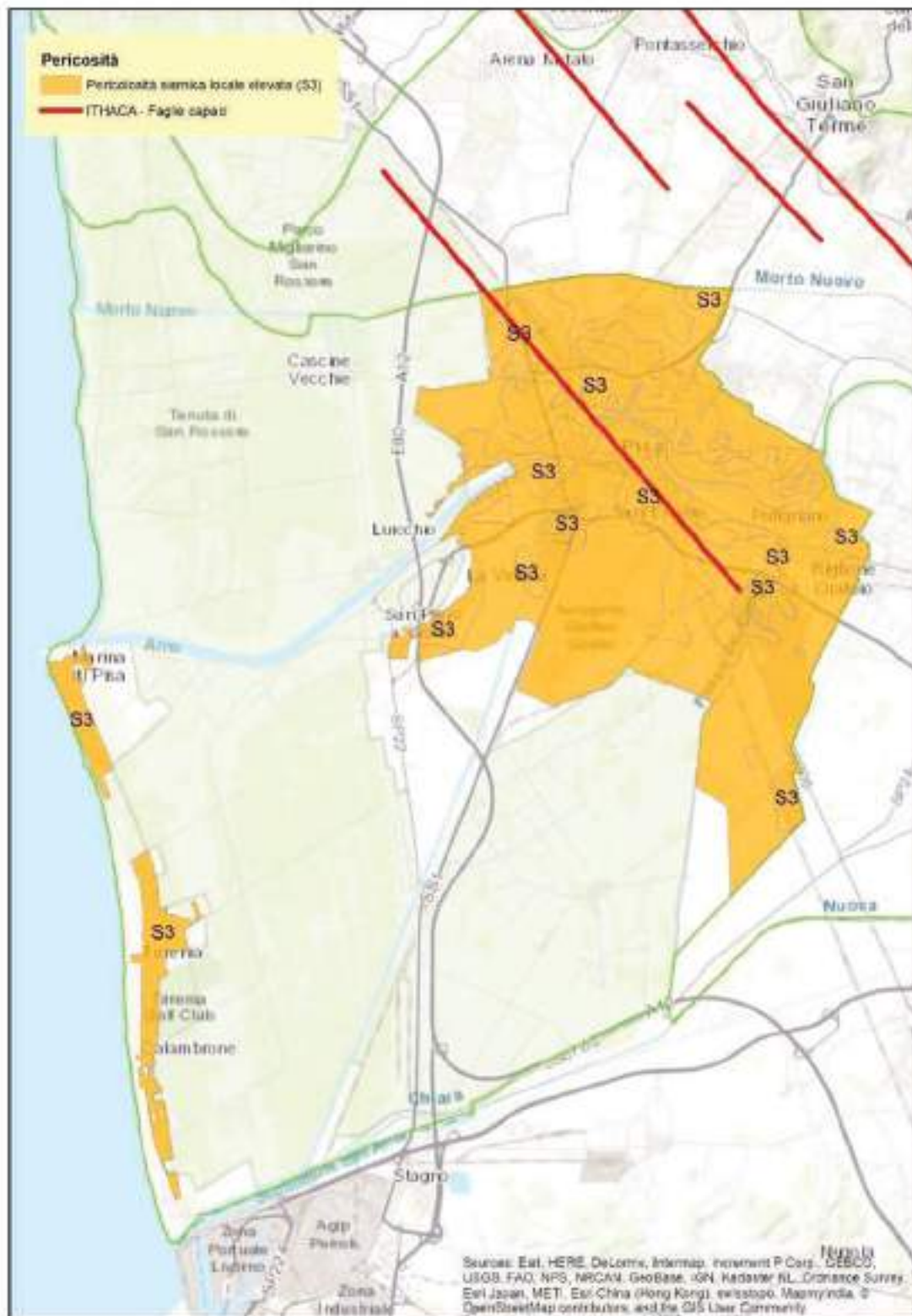


Fig. 10 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA.

## 6 Stima della qualità della carta della pericolosità sismica

Di seguito viene illustrata la metodologia adottata per stimare la qualità della carta della pericolosità sismica.

# Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità di una carta di MS di livello 1

Dario Albarello\*, Sergio Castenetto\*\*, Giuseppe Naso\*\*

\* Università di Siena

\*\* Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico - Dipartimento della Protezione Civile

## 1. Introduzione

Nell'ambito della sperimentazione degli ICMS (2008) durante la MS dei comuni dell'Aquilano colpiti dall'evento del 6 aprile 2009, ci si è posto il problema di definire la qualità delle carte di livello 1 che venivano redatte dai vari gruppi di lavoro.

Si è deciso allora di sviluppare una procedura molto semplice che potesse fornire alcune indicazioni semiquantitative sulla base del numero e della qualità dei dati raccolti per la redazione della carta.

## 2. Procedura

La procedura prevede 4 fasi:

- 1) Costruire sull'area da investigare un reticolo di celle quadrate, tutte uguali, orientate N-S e E-W, con il lato di 250 m.
- 2) Compilare la matrice della Tab. 1. La tabella prevede 6 **parametri** (carta geologico-tecnica, sondaggi a distruzione, sondaggi a carotaggio continuo, indagini geofisiche, prove geognostiche, misure delle frequenze di sito) ai quali viene assegnato un **peso**; ogni parametro prevede 3 **indicatori** (ognuno degli indicatori ha un peso di 0,33) ai quali verrà assegnato un **punteggio**.
- 3) Applicare la seguente sommatoria per definire il **fattore di qualità FQ**:

$$FQ = \left[ \frac{100}{\sum_{i=1}^6 P_i} \right] \sum_{i=1}^6 P_i \left( \sum_{j=1}^3 S_{ij} / J_i \right) - \left[ \frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^6 P_i \left( \sum_{j=1}^3 J_i \right)$$

$P_i$  = Numero di Parametri

$J_i$  = Numero di Indicatori relativi al parametro  $i$ -es

$P_i$  = peso del Parametro  $i$ -es

$S_{ij}$  = Punteggio relativo all'indicatore  $j$ -es del Parametro  $i$ -es

FQ = Fattore di Qualità (%)

- 4) Associare al risultato (FQ) una **classe di qualità**:

**Classe A**, valori superiori a 75%; indicazioni nessuna, carta di livello 1 di ottima qualità

**Classe B**, valori intervallo (50%-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 a 25%; indicazioni: la carta di livello 1 è di scarsa qualità e non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08.

## 3. Esempio applicativo

Si applica la procedura a una carta di MS di livello 1 virtuale:

- Carta geologico-tecnica (1), recente (1\*0,33) alla scala 1:2000 (1\*0,33) allegata al piano urbanistico (0,66\*0,33) - Tot = **0,87\*1**
- Sondaggi a distruzione (0,50), in numero di 7 (0,66\*0,33) concentrati in una sola cella (0\*0,33) con nessuno che arriva al substrato (0\*0,33) - Tot = **0,22\*0,50**
- Sondaggi a carotaggio continuo (1), in numero di uno (0,33\*0,33) in una cella (0,33\*0,33) che arriva al substrato (0,33\*0,33) - Tot = **0,33\*1**
- Indagini geofisiche (0,50), in numero di 6 (0,66\*0,25) su 5 celle (0,66\*0,25) con una che arriva al substrato rigido (0,33\*0,25) - Tot = **0,42\*0,50**

Tec. 1 – Parametri, indicatori e loro valutazione per la determinazione della qualità della carta di MS di livello 1.

Parametro	Pesi Parametro	Indicatori (peso=0,33)	Valutazione indicatori geologici			
			Nulla (0)	Bassa (0,33)	Alta (1)	
Carta geologico-temica	1	Auto rilevamento	Notata	< 2000	> 2000	
		Progetto	Notata	Alto	Allegato piano urbanistico	
		Scala rilevamento	Notata	50.000-25.000	25.000-10.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione	0,50	Numero di sondaggi a distruzione	Notata	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	Notata	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	Notata	1-5	6-10	>10
Sondaggi carotaggio continuo	1	Numero di sondaggi a carotaggio	Notata	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	Notata	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	Notata	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche	0,50	Numero di misure	Notata	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da indagini	Notata	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	Notata	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Powe, Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio	0,25	Numero di prove	Notata	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da prove	Notata	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	Notata	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito	0,75	Numero di misure	Notata	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da misure	Notata	1-33%	34-66%	>66%
		Classe di affidabilità misure (Alfredo) di*	Notata	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

– Prove geotecniche (0,25), non sono presenti prove - Tot=**0**\*0,25

– Misura delle frequenze di risonanza (0,75), in numero di 10 (0,66\*0,33) distribuiti sulla metà delle celle (0,66\*0,33) solo due di classe A (0,33\*0,33) – Tot=**0,54**\*0,75

$$\begin{aligned}
 \text{FQ} &= (100/4) * (1 * (1 * 0,33 + 1 * 0,33 + 0,66 * 0,33) \\
 &+ 0,50 * (0,66 * 0,33 + 0 * 0,33 + 0 * 0,33) + 1 * (0,33 \\
 &* 0,33 + 0,33 * 0,33 + 0,33 * 0,33) + 0,50 * (0,66 * 0, \\
 &25 + 0,66 * 0,25 + 0,33 * 0,25 + 0 * 0,25) + (0,25 * 0) \\
 &+ 0,75 * (0,66 * 0,33 + 0,66 * 0,33 + 0,33 * 0,33)) = \\
 &\mathbf{48\% (Classe C)}
 \end{aligned}$$

Commenti al risultato ottenuto:

– la cartografia geologica è buona: soddisfa le condizioni al 90%

– i sondaggi a distruzione sono scarsi: soddisfa le condizioni al 22%

– i sondaggi a carotaggio continuo sono buoni, ma pochi: soddisfa le condizioni al 33%

– le indagini geofisiche sono buone ma scarse: soddisfa le condizioni al 42%

– le prove geotecniche mancano: soddisfa le condizioni allo 0%

– le misure di rumore ambientale tante, ma mal distribuite e di bassa qualità: soddisfa le condizioni al 54%.

Suggerimento: potenziare i sondaggi a carotaggio continuo e fare prove geogostiche.

Al fine di determinare la qualità della carta di MS di livello 1, sono state costruite 3 aree da investigare, Pisa centro, Marina di Pisa, Tirrenia. Su queste aree sono stati costruiti dei reticoli di celle quadrate

orientate N-S e E-W, eccetto la griglia di Marina di Pisa che è stata orientata in direzione NW-SE e SW-NE.

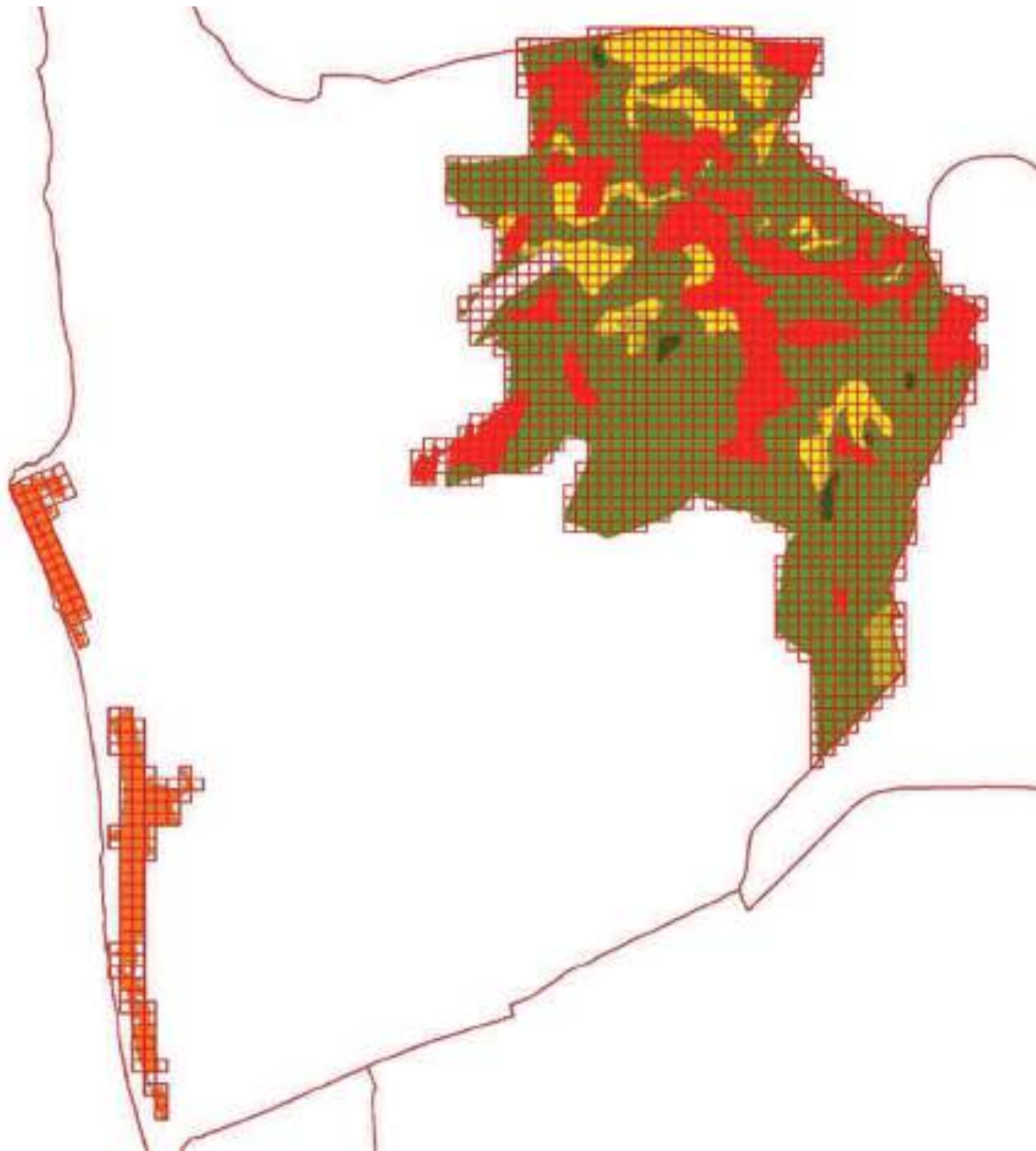


Fig. 3 – Aree indagate e relativa suddivisione in celle da 250X250 m

Al fine di compilare la matrice per determinare il fattore di qualità sono stati determinati i 6 parametri richiesti che sono risultati essere:

Carta Geologico Tecnica		Valutazione indicatore (punteggio)
Anno rilevamento:	2011	1
Progetto:	ad hoc	1
Scala rilevamento:	1:10000	1

Tutte le indagini geognostiche effettuate sul territorio sono state ricondotte alle cinque macro-categorie individuate come parametri da analizzare ed esattamente nei:

Sondaggi a Distruzione

- SD (Sondaggi a distruzione)

- PA (Pozzi per acqua)

#### Sondaggi a carotaggio continuo

- S - Sondaggio a carotaggio continuo
- SC - Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni
- SP - Sondaggio con piezometro
- DH - Prova sismica in foro tipo Downhole

#### Indagini geofisiche:

- DH - Prova sismica in foro tipo Downhole
- SCPT - Prova penetrometrica con cono sismico
- ERT - Tomografia elettrica
- MW - MASW
- PR - Profilo di resistività
- REMI - Prova REfractionMicrotremors
- SEV – Sondaggio Elettrico Verticale
- SR - Profilo sismico a rifrazione

#### Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio

- CPT - Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
- CPTe - Prova penetrometrica statica con punta elettrica
- CPTU - Prova penetrometrica statica con piezocono
- SCPT - Prova penetrometrica con cono sismico
- DS - Prova penetrometrica dinamica super pesante
- DP - Prova penetrometrica dinamica pesante
- DL - Prova penetrometrica dinamica leggera
- DM - Prova dilatometrica

#### Misure delle frequenze del sito:

- HSRV Stazione microtremore a stazione singola

Sondaggi a Distruzione		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero sondaggi:	283	1	
Percentuale di celle occupate: 222/1618*100	13,72%	0.33	
Numero sondaggi che arrivano al substrato:	0	0	

Sondaggi a carotaggio continuo		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero sondaggi:	323	1	
Percentuale di celle occupate: 196/1618 * 100	12,11%	0.33	
Numero sondaggi che arrivano al substrato:	1	0.33	

Indagini geofisiche		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di misure:	70	1	
Percentuale di celle occupate: 63/1618 * 100	3,89%	0.33	
Percentuale indagini che arrivano al substrato:	0	0	

Prove geotecniche in situ		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di prove:	628	1	
Percentuale di celle occupate: 294/1618 * 100	18,17%	0.33	
Percentuale prove che arrivano al substrato:	0	0	

Misure delle frequenze del sito HSRV		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di misure:	66	1	
Percentuale di celle occupate: 62/1618 * 100	3,83%	0.33	
Classe di affidabilità misure (albarello et alii): 14 A – 55 B	21.21%	0.33	

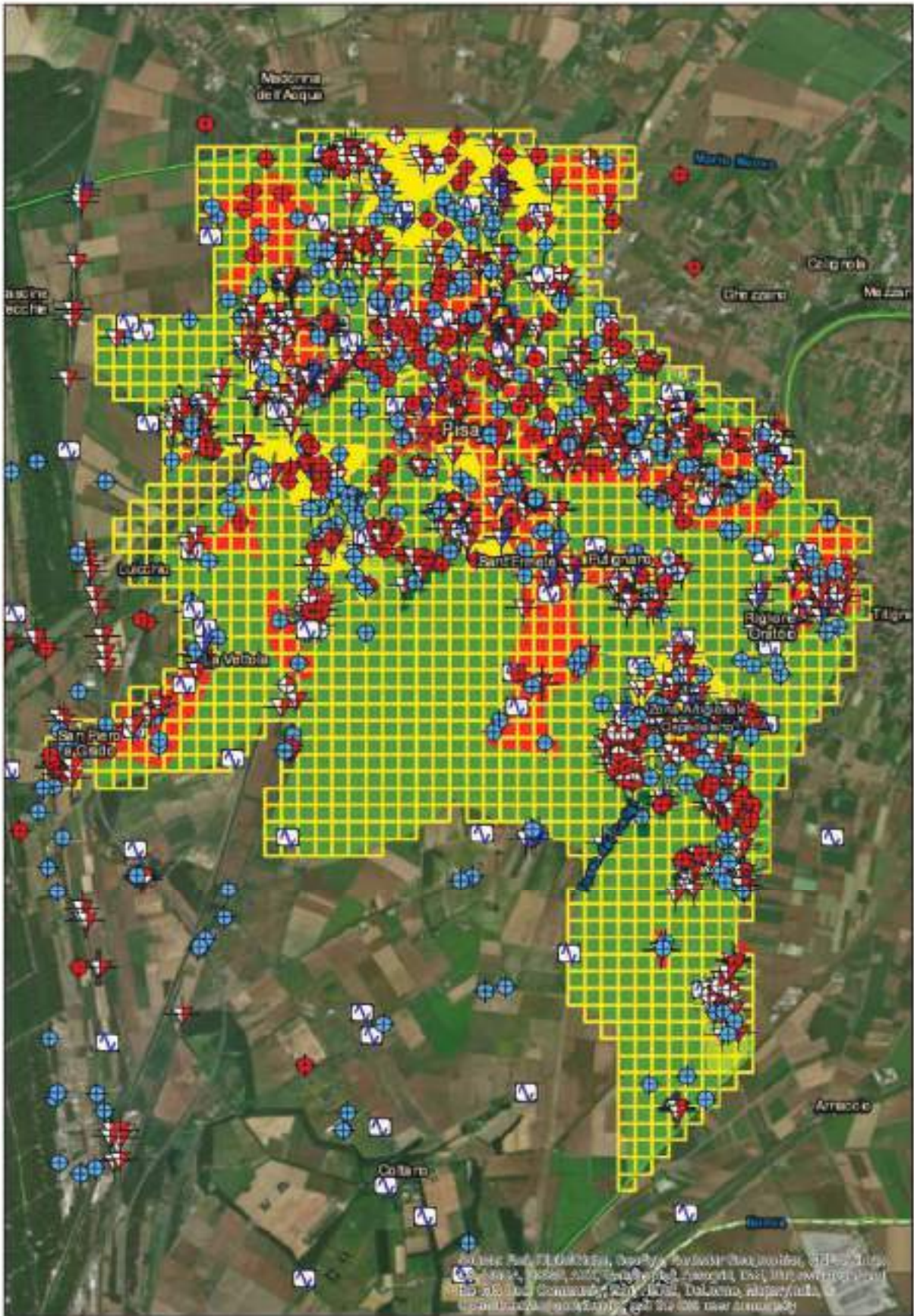
Applicando la sommatoria per definire il Fattore di qualità FQ

$$FQ = \left[ \frac{100}{\sum_{i=1}^j P_i} \right] \sum_{i=1}^j P_i \left( \sum_{j=1}^k \frac{S_{ij}}{J_i} \right) = \left[ \frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^j P_i \left( \sum_{j=1}^k \frac{S_{ij}}{J_i} \right)$$

j=Numero di Parametri  
 k=Numero di indicatori relativi al parametro i-ma  
 P<sub>i</sub> = peso del Parametro i-ma  
 S<sub>ij</sub> = Punteggio relativo all'indicatore j-ma del Parametro i-ma  
 FQ = Fattore di qualità (%)

si ottiene un FQ = 62.4, valore che fa rientrare l'area indagata nella **classe di qualità B: valori intervallo (50%-74%);**

Indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità





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

a Parametro 4 Area Pisa

Seleziona il valore più alto nelle celle colorate in viola

b	Carta Geologica tecnica	I	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	Punteggi indicatori		1,00	1,00	1,00
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33
c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		1	0,33	2
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33
d	Sondaggi a coretaggio continuo	I	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		1	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		1	0,33	0
	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
	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	0,33
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33

Tabella 2 - Valori minimi e massimi e pesi indicatori relativi alle indagini nei pesi e nei punteggi

Parametro (area parametrica)	Pesi indicatori	Indicatori	Valori nei indicatori (punteggi)			
			Min (0)	Max (100)	Media (50)	Max (100)
Carta geologica tecnica (I)	0,33	Progetto	10.000	10.000	10.000	10.000
		Scala	10.000	10.000	10.000	10.000
		Anno rilevamento	10.000	10.000	10.000	10.000
Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Numero sondaggi	10.000	10.000	10.000	10.000
		% celle occupate	10.000	10.000	10.000	10.000
		Numero sondaggi bedrock	10.000	10.000	10.000	10.000
Sondaggi a coretaggio continuo (I)	0,33	Numero sondaggi	10.000	10.000	10.000	10.000
		% celle occupate	10.000	10.000	10.000	10.000
		Numero sondaggi bedrock	10.000	10.000	10.000	10.000
Indagini geofisiche (0,5)	0,33	Numero misure	10.000	10.000	10.000	10.000
		% celle occupate	10.000	10.000	10.000	10.000
		% indagini al bedrock	10.000	10.000	10.000	10.000
Prove geotecniche (0,25)	0,33	Numero prove	10.000	10.000	10.000	10.000
		% celle occupate	10.000	10.000	10.000	10.000
		% prove al bedrock	10.000	10.000	10.000	10.000
Misure Frequenze (0,75)	0,33	Numero misure	10.000	10.000	10.000	10.000
		% celle occupate	10.000	10.000	10.000	10.000
		Classe di affidabilità	10.000	10.000	10.000	10.000

a	25	punteggi parziali
b	0,99	24,8
c	0,22	5,5
d	0,55	13,7
e	0,22	5,5
f	0,11	2,7
g	0,41	10,3
Tot	62,4	62,4 Classe B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONE
A	≥ 75%	Carta di livello I di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorazioni almeno una dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che portino a che non valutate di scarsa qualità
D	< 25%	Carta di livello I di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana



Sondaggi a Distruzione		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero sondaggi:	7	0.66	
Percentuale di celle occupate: 7/37 * 100	18,92%	0.33	
Numero sondaggi che arrivano al substrato	0	0	

Sondaggi a carotaggio continuo		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero sondaggi:	1	0.33	
Percentuale di celle occupate: 1/37 * 100	2,70%	0.33	
Numero sondaggi che arrivano al substrato	0	0	

Indagini geofisiche		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di misure	7	0.66	
Percentuale di celle occupate: 7/37 * 100	18,92%	0.33	
Percentuale indagini che arrivano al substrato	0	0	

Prove geotecniche in situ		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di prove	28	1	
Percentuale di celle occupate: 12/37 * 100	32,43%	0.33	
Percentuale prove che arrivano al substrato	0	0	

Misure delle frequenze del sito HSRV		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di misure	2	0.33	
Percentuale di celle occupate: 2/37 * 100	5,41%	0.33	
Classe di affidabilità misure (albarellò et alii) 2 A	100%	1	

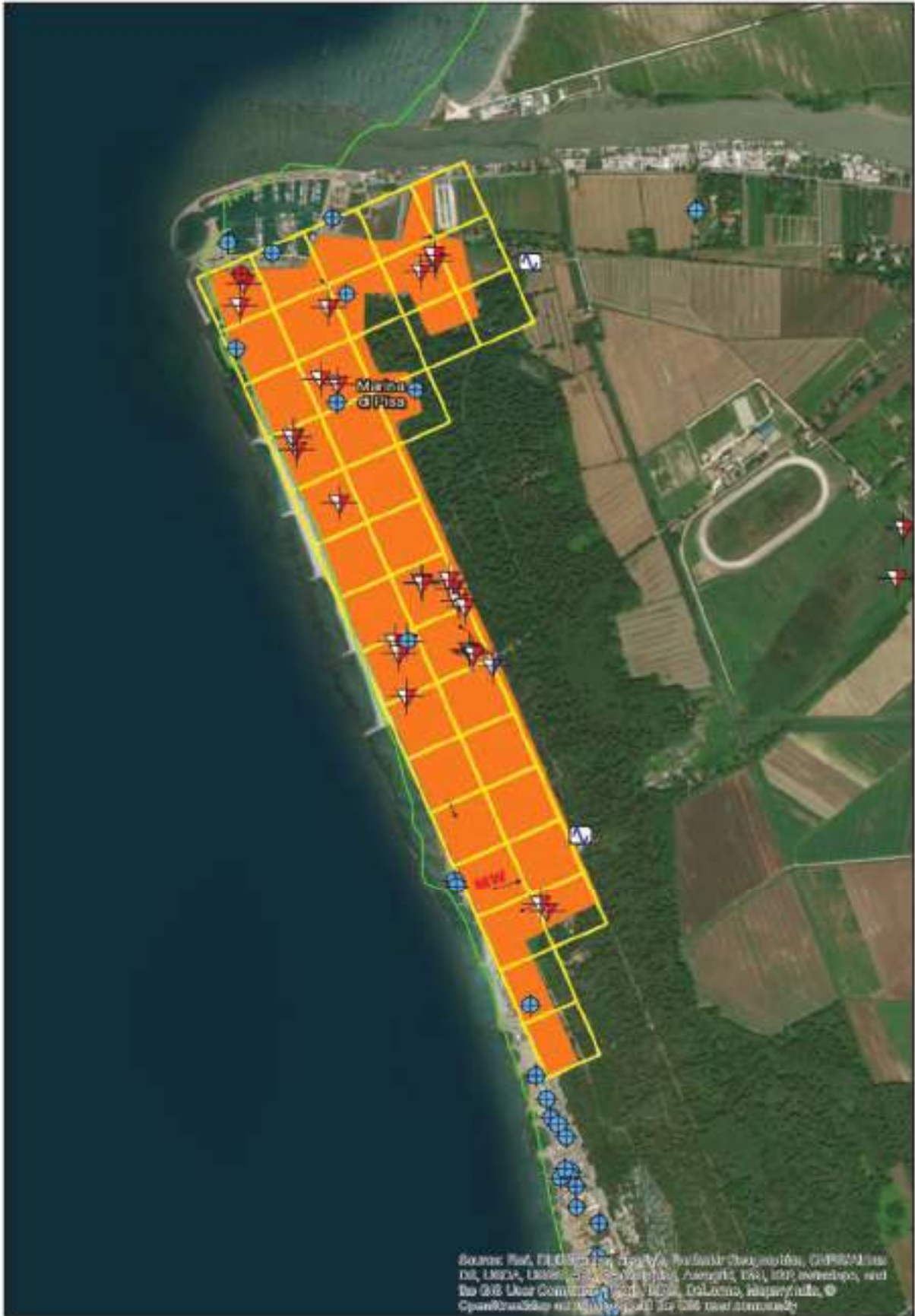
Applicando la sommatoria per definire il Fattore di qualità FQ

$$FQ = \left[ \frac{100}{\sum_{i=1}^I P_i} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^J \frac{S_{ij}}{J_j} \right) = \left[ \frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^J \frac{S_{ij}}{J_j} \right)$$

I = Numero di Parametri  
 J = Numero di Indicatori relativi al parametro i-ma  
 P<sub>i</sub> = peso del Parametro i-mo  
 S<sub>ij</sub> = Punteggio relativo all'Indicatore j-mo del Parametro i-mo  
 FQ = Fattore di qualità (%)

si ottiene un FQ = 51.4, valore che fa rientrare l'area indagata nella **classe di qualità B: valori intervallo (50%-74%);**

Indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità



Foglio di calcolo per la valutazione della qualità della carta del livello di microzonazione sismica sulla base delle indagini pregresse e/od nuove.

a	Parametro	-4	Area Marina di Pisa		
b	Carta geologico-technica	1	Area rilevamento	Progetta	Scola
	Punteggi indicatori		1,00	1,00	1,00
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33
c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		1,00	0,50	0
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	Punteggi indicatori		1,00	0,50	0
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33
e	Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	Punteggi indicatori		1,00	0,50	0
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33
f	Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	Punteggi indicatori		1	0,25	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	0,25	1
	Pesi indicatori		0,33	0,33	0,33

Esprimere il valore ggg nella carta  
colorata in scala

Tabella 1 - Utilizzo comune dei parametri di calcolo indicatori (0-1) di rilevamento pre e da progetto

Parametro (peso parametrico)	Peso indicatori	Indicatore	Rilevato (0-1)	Valutazione indicatori (punteggi)		
				Media (0-1)	Media (0-1)	Media (0-1)
Carta geologico-technica (1)	0,33	Area rilevamento	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	Progetta	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	Scola	100%	1,00	1,00	1,00
Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Numero sondaggi	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	% celle occupate	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	Num. Sondaggi bedrock	0	0,00	0,00	0,00
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero sondaggi	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	% celle occupate	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	Num. Sondaggi bedrock	0	0,00	0,00	0,00
Indagini geofisiche (0,5)	0,33	Numero misure	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	% celle occupate	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	% indagini al bedrock	0	0,00	0,00	0,00
Prove geotecniche (0,25)	0,33	Numero prove	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	% celle occupate	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	% prove al bedrock	0	0,00	0,00	0,00
Misure Frequenze (0,75)	0,33	Numero misure	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	% celle occupate	100%	1,00	1,00	1,00
	0,33	Classe di affidabilità	1	1,00	1,00	1,00

a	25	punteggi parziali
b	0,99	24,8
c	0,16	4,1
d	0,22	5,4
e	0,16	4,1
f	0,11	2,7
g	0,41	10,3
Tot	51,4	Classe B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorie 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 ICMG08 e Linee Guida Regione Toscana



Sondaggi a Distruzione		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero sondaggi:	17	1	
Percentuale di celle occupate: 9/95 * 100	9,47%	0.33	
Numero sondaggi che arrivano al substrato:	0	0	

Sondaggi a carotaggio continuo		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero sondaggi:	1	0.33	
Percentuale di celle occupate: 1/95 * 100	1,05%	0.33	
Numero sondaggi che arrivano al substrato:	0	0	

Indagini geofisiche		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di misure	19	1	
Percentuale di celle occupate: 15/95 * 100	15,79%	0.33	
Percentuale indagini che arrivano al substrato:	0	0	

Prove geotecniche in situ		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di prove:	45	1	
Percentuale di celle occupate: 25/95 * 100	26,32%	0.33	
Percentuale prove che arrivano al substrato:	0	0	

Misure delle frequenze del sito HSRV		Valutazione (punteggio)	indicatore
Numero di misure:	3	0.33	
Percentuale di celle occupate: 3/95 * 100	3,16%	0.33	
Classe di affidabilità misure (albarellò et alii): 1 A – 2 B	33,33%	0.66	

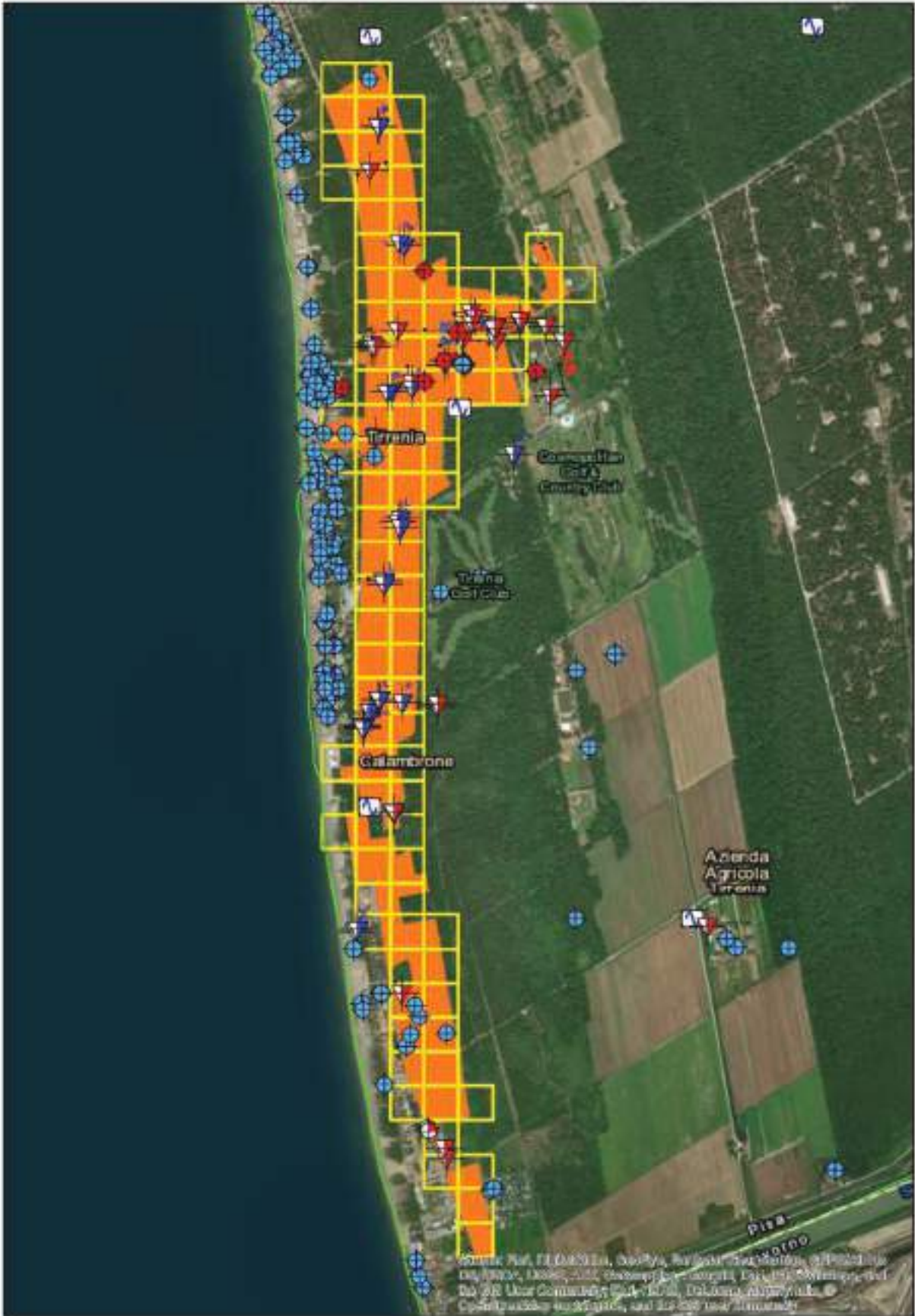
Applicando la sommatoria per definire il Fattore di qualità FQ

$$FQ = \left[ \frac{100}{\sum_{i=1}^I P_i} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^J \frac{S_{ij}}{J_j} \right) = \left[ \frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^J \frac{S_{ij}}{J_j} \right)$$

I = Numero di Parametri  
 J = Numero di Indicatori relativi al parametro i-ma  
 P<sub>i</sub> = peso del Parametro i-ma  
 S<sub>ij</sub> = Punteggio relativo all'Indicatore j-ma del Parametro i-ma  
 FQ = Fattore di qualità (%)

si ottiene un FQ = 52.1, valore che fa rientrare l'area indagata nella **classe di qualità B: valori intervallo (50%-74%);**

Indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità



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

a	Parametri	4	Area Terrena											
b	Carta Geologica Tecnica	1	<table border="1"> <tr> <td>Area rilevamento</td> <td>Progetto</td> <td>Scalo</td> </tr> <tr> <td>Punteggi indicatori</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Pesi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> </tr> </table>	Area rilevamento	Progetto	Scalo	Punteggi indicatori	1,00	1,00	1,00	Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33
Area rilevamento	Progetto	Scalo												
Punteggi indicatori	1,00	1,00	1,00											
Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33											
c	Sondaggi a distruzione	0,5	<table border="1"> <tr> <td>Numero sondaggi</td> <td>% celle scoperte</td> <td>Num. Sondaggi bedrock</td> </tr> <tr> <td>Punteggi indicatori</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pesi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> </tr> </table>	Numero sondaggi	% celle scoperte	Num. Sondaggi bedrock	Punteggi indicatori	1	0	Pesi indicatori	0,33	0,33		
Numero sondaggi	% celle scoperte	Num. Sondaggi bedrock												
Punteggi indicatori	1	0												
Pesi indicatori	0,33	0,33												
d	Sondaggi a coreaggio continuo	1	<table border="1"> <tr> <td>Numero sondaggi</td> <td>% celle scoperte</td> <td>Num. Sondaggi bedrock</td> </tr> <tr> <td>Punteggi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pesi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> </tr> </table>	Numero sondaggi	% celle scoperte	Num. Sondaggi bedrock	Punteggi indicatori	0,33	0	Pesi indicatori	0,33	0,33		
Numero sondaggi	% celle scoperte	Num. Sondaggi bedrock												
Punteggi indicatori	0,33	0												
Pesi indicatori	0,33	0,33												
e	Indagini geofisiche	0,5	<table border="1"> <tr> <td>Numero misure</td> <td>% celle scoperte</td> <td>% indagini al bedrock</td> </tr> <tr> <td>Punteggi indicatori</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pesi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> </tr> </table>	Numero misure	% celle scoperte	% indagini al bedrock	Punteggi indicatori	1	0	Pesi indicatori	0,33	0,33		
Numero misure	% celle scoperte	% indagini al bedrock												
Punteggi indicatori	1	0												
Pesi indicatori	0,33	0,33												
f	Prove geotecniche	0,25	<table border="1"> <tr> <td>Numero prove</td> <td>% celle scoperte</td> <td>% prove al bedrock</td> </tr> <tr> <td>Punteggi indicatori</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pesi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> </tr> </table>	Numero prove	% celle scoperte	% prove al bedrock	Punteggi indicatori	1	0	Pesi indicatori	0,33	0,33		
Numero prove	% celle scoperte	% prove al bedrock												
Punteggi indicatori	1	0												
Pesi indicatori	0,33	0,33												
g	Misure Frequenze	0,75	<table border="1"> <tr> <td>Numero misure</td> <td>% celle scoperte</td> <td>Classe di affidabilità</td> </tr> <tr> <td>Punteggi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Pesi indicatori</td> <td>0,33</td> <td>0,33</td> </tr> </table>	Numero misure	% celle scoperte	Classe di affidabilità	Punteggi indicatori	0,33	1,00	Pesi indicatori	0,33	0,33		
Numero misure	% celle scoperte	Classe di affidabilità												
Punteggi indicatori	0,33	1,00												
Pesi indicatori	0,33	0,33												

Inserire il valore **totale** nella cella colorata in viola

Tabella 1 - (Nelle caselle in verde possono essere inseriti i valori ottenuti con i coefficienti dei pesi e dei punteggi)

Parametro (area rilevata)	Pesi (ponderazione)	Indicatore	Totale Area rilevata (punteggi)			
			Valori da 0-100	Valori >100	Valori <100	Altri
Carta geologica tecnica (1)	0,33	Progetto	10.000	100	10.000	10.000
	0,33	Scalo (bedrock)	10.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000
	0,33	Area rilevamento (bedrock)	10.000	10	10	10
Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Percentuale di celle scoperte ad estrazione a distruzione	10.000	1,00%	34.000	100%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al bedrock (0)	10.000	1,0	0,00	1,0
Sondaggi a coreaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a coreaggio	10.000	1,0	0,00	1,0
	0,33	Percentuale di celle scoperte da sondaggi a coreaggio	10.000	1,00%	34.000	100%
Sondaggi geofisici (0,5)	0,33	Numero sondaggi che arrivano al bedrock (0)	10.000	1,0	0,00	1,0
	0,33	Numero di prove	10.000	1,0	0,00	1,0
Misure geotecniche (0,25)	0,33	Percentuale di celle scoperte da sondaggi a distruzione	10.000	1,00%	34.000	100%
	0,33	Percentuale di celle scoperte da sondaggi a distruzione	10.000	1,00%	34.000	100%
Misure frequenze (0,75)	0,33	Numero di prove	10.000	1,0	0,00	1,0
	0,33	Percentuale di celle scoperte da prove	10.000	0,00%	34.000	100%
Misure frequenze (0,75)	0,33	Percentuale di celle scoperte da prove	10.000	1,00%	34.000	100%
	0,33	Percentuale di celle scoperte da prove	10.000	1,00%	34.000	100%

a	25	punteggi parziali
b	0,99	24,8
c	0,22	5,5
d	0,22	5,4
e	0,22	5,5
f	0,11	2,7
g	0,33	8,2
Ta	52,1	52,1 Classe B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carta di livello I di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili miglioramenti almeno una dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono salutate di scarsa qualità
D	< 25%	Carta di livello I di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ECN508 e Linee Guida Regione Toscana







## 7 Allegati

## 7 Allegati

## ALLEGATO

### Relazione Indagini HVRS



<b>Rapporto n°01152015</b>			
Committente		Comune di Pisa	
			
Tipo di indagine		Misure di microtremore sismico ambientale	
Cantiere		Territorio Comunale	
Data esecuzione misure	varie		
Data emissione rapporto	15 gennaio 2015		
Redazione		Verifica	
Dott. Simone Sartini		Dott. Alessandro Bianchi	

## 1) Scopo dell'indagine

Dietro incarico della Committenza sono state eseguite misure di microtremori (rumore sismico ambientale) a stazione singola in corrispondenza di n°100 stazioni dislocate sul territorio del Comune di Pisa. Si vedano le tavole allegate per l'ubicazione dei punti di rilevamento.

Le indagini sono di supporto agli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 del territorio comunale ai sensi del DPGR 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 geologico.

Per l'esecuzione delle indagini si è tenuto conto dei seguenti documenti tecnici:

- Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome;
- Istruzioni Tecniche del Programma Regionale VEL;
- Specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica (aggiornamento 01/04/2011) redatte dal Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica;
- Volume di Ingegneria Sismica Anno XXVIII – n.2 – 2011.

Oggetto della presente relazione sono i risultati a cui si è pervenuti.

## 2) Cenni teorici del metodo HVSR

Le misure in oggetto mirano alla registrazione del cosiddetto "rumore sismico" (o "microtremore"). Il rumore sismico è presente ovunque sulla superficie della terra ed è generato dai fenomeni ambientali naturali (moti ondosi oceanici, vento) e dall'attività antropica.

Negli anni sono state sviluppate diverse metodologie per lo studio dei microtremori ma fra tutte quella che ha avuto il maggior riconoscimento dalla comunità scientifica ed è pertanto la più usata ed affidabile è quella che impiega i rapporti spettrali H/V e che consiste nella misura dei rapporti degli spettri nel piano orizzontale e della componente verticale. Il metodo è stato introdotto nei primi anni '70 da scienziati giapponesi tra cui Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979) e poi ripreso e pubblicato nel 1989 da Nakamura.

Il metodo H/V o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) mira all'individuazione di possibili fenomeni di risonanza sismica e delle relative frequenze e si basa sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e della componente verticale del rumore sismico ambientale. In presenza di forti contrasti di impedenza sismica nel sottosuolo (ad esempio in corrispondenze del passaggio fra litologie caratterizzate da velocità delle onde sismiche molto differenti) la funzione H/V, che rappresenta i rapporti spettrali medi in funzione della frequenza, presenta dei massimi che corrispondono con le frequenze di risonanza. Esiste poi una proporzionalità (non lineare) fra l'ampiezza dei massimi della funzione H/V e l'entità del contrasto di impedenza sismica.

La frequenza di risonanza fornisce indicazioni sul rapporto fra la velocità delle onde S dello strato al tetto del bedrock sismico e la profondità di quest'ultimo:

$$f_0 = V_s/(4H)$$

dove:

$f_0$  = frequenza di risonanza

$V_s$  = velocità delle onde S della copertura

H = spessore della copertura/profondità bedrock

Per l'esecuzione di misure quanto più significative possibili e di buona qualità è necessario curare in campagna due aspetti fondamentali: il posizionamento e l'accoppiamento dello strumento di acquisizione sul terreno e la scelta dei parametri di acquisizione.

Per quanto riguarda il primo aspetto in tutti i casi il tomografo è stato posizionato su terreno naturale, lontano da strutture e da fonti di rumore elettromagnetico ed è stato particolarmente curato l'accoppiamento dei puntali con il terreno scorticando la prima parte molle e vegetale evitando il contatto con parti mobili.

Per quanto riguarda la scelta dei parametri di acquisizione le misure sono state eseguite con una frequenza di campionamento di 128 HZ e su finestre temporali di 40 m (2400 sec). La scelta della durata della registrazione si basa sulla seguente considerazione.

Supponendo di voler osservare la risonanza di una coltre sedimentaria su un bedrock piuttosto profondo e che la frequenza di risonanza sia dell'ordine di 0,5 Hz il segnale si ripeterà con un periodo di 2 sec che rappresenta il tempo minimo di ascolto utile per l'osservazione della frequenza attesa. A questo punto però è necessario (per garantire una adeguata risoluzione spettrale) che il segnale venga analizzato su finestre temporali almeno 10 volte maggiori del periodo di ripetizione del segnale. In questo caso 40 sec. Infine, il segnale deve essere mediato a livello statistico campionando almeno 30-40 finestre da 40 secondi (1600 sec). In questo caso il segnale è stato campionato su 2400 sec.

La qualità delle misurazioni è stata valutata sulla base della direzionalità e della stazionarietà della funzione H/V e verificando che i picchi H/V ritenuti significati coincidano con minimi locali della componente spettrale verticale. Questa è la circostanza caratteristica di discontinuità stratigrafiche. Molte volte si osservano dei picchi alti, stretti e ben definiti sulle tre componenti attribuibili a vibrazioni concentrate attorno ad una specifica frequenza dovuta rumore incoerente dovuto a transienti.

La strumentazione impiegata è un tomografo TROMINO prodotto dalla Micromed (serial no. TRZ-0195/01-12) ed i dati sono stati analizzati con il software dedicato GRILLA.

L'analisi dei dati è stata eseguita su finestre temporali di 40 sec e con uno smoothing triangolare al 10%.

Per ogni misura singola, nelle tavole allegate viene riportato:

- grafico del RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE
- SERIE TEMPORALE H/V
- DIREZIONALITA' H/V
- grafico degli SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

Infine, viene valutata la qualità della misura secondo le linee guida SESAME, 2005 riportando i **Criteri per una curva H/V affidabile** ed i **Criteri per un picco H/V chiaro**.

Inoltre, nella tabella che segue viene riportata la Classificazione della Curva H/V (Albarello D. & Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011).

La Classificazione della Curva H/V avviene prendendo in considerazione tre classi di qualità:

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

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

Eccezione: misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico molto profondo (tipicamente > 1Km) 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, in cui la curva H/V apparirà piatta a con ampiezza circa pari a 1, il criterio 5 risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile. In questo solo caso la misura può ricadere nella classe A ma si consiglia di ripetere la misura per confermare l'effettiva assenza di massimi significativi.

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

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

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

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

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

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

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



Denominazione	Coordinate Wgs84		Picco H/V (Hz)	A0	Classificazione della curva H/V	
	Latitudine	Longitudine			Classe	Tipo
HVSR_1	43°41'15.29"N	10°24'32.10"E	0.27 ± 0.05	6.30	B	1
HVSR_2	43°42'4.51"N	10°24'7.41"E	0.28 ± 0.05	6.00	B	1
HVSR_3	43°40'36.34"N	10°16'56.42"E	0.20 ± 0.04	3.50	A	1
HVSR_4	43°39'38.79"N	10°17'3.40"E	0.20 ± 0.04	3.20	A	1
HVSR_5	43°38'48.61"N	10°17'31.13"E	0.20 ± 0.03	3.50	A	1
HVSR_6	43°37'45.10"N	10°17'51.94"E	0.20 ± 0.03	3.10	B	1
HVSR_7	43°43'7.34"N	10°22'33.68"E	0.28 ± 0.05	6.10	A	1
HVSR_8	43°44'15.00"N	10°23'1.08"E	0.34 ± 0.07	5.90	B	1
HVSR_9	43°36'36.82"N	10°17'30.82"E	0.23 ± 0.01	3.10	B	1
HVSR_10	43°35'6.03"N	10°18'9.32"E	1.48 ± 0.06	4.00	A	1
HVSR_11	43°38'16.62"N	10°23'30.65"E	0.22 ± 0.01	4.50	A	1
HVSR_12	43°39'15.94"N	10°23'19.65"E	4.63 ± 0.22	3.27	A	1
HVSR_13	43°41'29.66"N	10°22'53.17"E	0.22 ± 0.03	3.50	B	1
HVSR_14	43°39'5.61"N	10°21'17.16"E	0.22 ± 0.01	2.20	A	1
HVSR_15	43°36'24.41"N	10°21'22.76"E	0.47 ± 0.51	2.45	A	2
HVSR_16	43°39'23.95"N	10°26'3.37"E	0.27 ± 0.01	5.20	A	1
HVSR_17	43°42'45.44"N	10°25'52.43"E	0.38 ± 0.01	3.20	B	1
HVSR_18	43°40'59.49"N	10°25'25.91"E	0.27 ± 0.01	8.00	B	1
HVSR_19	43°40'57.33"N	10°26'33.57"E	0.28 ± 0.01	6.90	B	1
HVSR_20	43°42'30.36"N	10°26'40.06"E	0.38 ± 0.01	3.80	B	1
HVSR_21	43°40'17.73"N	10°22'45.70"E	2.63 ± 0.01	4.80	A	1
HVSR_22	43°41'56.79"N	10°26'32.28"E	0.38 ± 0.06	2.60	B	1
HVSR_23	43°36'17.37"N	10°18'47.09"E	1.05 ± 0.1	2.80	A	1
HVSR_24	43°43'54.18"N	10°24'45.03"E	1.06 ± 0.05	2.80	A	1
HVSR_25	43°44'10.94"N	10°23'53.95"E	1.17 ± 0.01	2.70	B	1
HVSR_26	43°43'55.16"N	10°23'38.63"E	1.17 ± 0.11	2.80	B	1
HVSR_27	43°43'28.88"N	10°24'05.76"E	0.98 ± 0.06	2.90	B	1
HVSR_28	43°41'33.75"N	10°26'28.20"E	1.17 ± 0.33	2.70	A	1
HVSR_29	43°40'19.72"N	10°24'16.43"E	1.33 ± 0.10	3.20	A	1
HVSR_30	43°41'56.56"N	10°26'52.47"E	1.30 ± 0.03	2.20	B	1
HVSR_31	43°41'40.19"N	10°27'05.16"E	1.16 ± 0.02	2.20	B	1
HVSR_32	43°42'47.73"N	10°23'35.67"E	0.78 ± 0.06	2.20	B	1
HVSR_33	43°42'38.59"N	10°24'25.60"E	0.55 ± 0.02	2.20	A	1
HVSR_34	43°42'26.26"N	10°23'49.83"E	0.61 ± 0.03	2.30	B	1
HVSR_35	43°41'58.81"N	10°25'11.17"E	0.61 ± 0.19	2.05	B	1



HVSR_36	43°43'16.35"N	10°21'26.19"E	1.34 ± 0.33	2.30	B	1
HVSR_37	43°43'25.04"N	10°20'09.33"E	0.23 ± 42.38	1.9	A	2
HVSR_38	43°40'41.43"N	10°20'29.64"E	0.61 ± 0.15	1.90	B	1
HVSR_39	43°41'35.44"N	10°20'32.27"E	0.30 ± 0.08	1.90	A	1
HVSR_40	43°43'18.05"N	10°23'58.09"E	0.52 ± 0.12	2.00	B	1
HVSR_41	43°43'20.23"N	10°16'52.53"E	0.28 ± 0.07	1.60	B	1
HVSR_42	43°41'10.44"N	10°17'18.89"E	0.31 ± 0.79	1.80	A	1
HVSR_43	43°42'03.62"N	10°18'19.89"E	0.30 ± 0.28	1.80	A	1
HVSR_44	43°40'11.03"N	10°19'11.62"E	0.22 ± 0.08	3.0	A	1
HVSR_45	43°38'50.20"N	10°19'16.45"E	0.33 ± 0.04	2.05	A	1
HVSR_46	43°38'06.23"N	10°25'55.77"E	0.81 ± 0.05	3.5	B	1
HVSR_48	43°35'50.51"N	10°20'15.62"E	1.08 ± 0.08	4.0	A	1
HVSR_49	43°36'50.81"N	10°25'19.22"E	0.44 ± 0.40	2.3	A	1
HVSR_50	43°43'15.54"N	10°25'18.05"E	0.31 ± 0.06	7.2	B	1
HVSR_51	43°43'16.34"N	10°25'16.38"E	0.31 ± 0.06	6.8	B	1
HVSR_52	43°42'29.99"N	10°25'33.33"E	0.31 ± 0.06	6.1	B	1
HVSR_53	43°39'08.72"N	10°23'23.21"E	5.38 ± 0.47	4.1	A	1
HVSR_54	43°38'35.30"N	10°23'29.64"E	1.48 ± 0.34	1.8	A	2
HVSR_55	43°38'44.27"N	10°22'51.86"E	2.11 ± 9.52	2.0	B	1
HVSR_56	43°37'05.75"N	10°24'07.38"E	1.56 ± 0.22	2.2	B	1
HVSR_57	43°23'50.21"N	10°23'50.21"E	3.28 ± 0.81	2.5	A	1
HVSR_58	43°39'36.48"N	10°24'59.04"E	7.64 ± 0.35	3.3	A	1
HVSR_59	43°40'05.66"N	10°27'05.94"E	1.41 ± 0.30	3.1	A	1
HVSR_60	43°42'41.73"N	10°21'36.49"E	0.28 ± 0.05	3.1	B	1
HVSR_61	43°38'48.81"N	10°24'38.33"E	10.63 ± 0.23	4.0	A	1
HVSR_62	43°40'44.77"N	10°22'16.96"E	2.39 ± 0.05	3.8	A	1
HVSR_63	43°43'45.98"N	10°22'06.82"E	0.31 ± 0.06	8.0	A	1
HVSR_64	43°42'30.97"N	10°20'58.40"E	0.31 ± 0.06	2.0	B	1
HVSR_65	43°40'13.34"N	10°21'30.84"E	0.31 ± 0.06	2.2	B	1
HVSR_66	43°40'11.24"N	10°26'00.87"E	0.45 ± 0.12	2.2	B	1
HVSR_67	43°41'02.43"N	10°24'33.71"E	1.64 ± 0.14	2.4	A	1
HVSR_68	43°41'46.77"N	10°25'24.43"E	0.30 ± 0.01	5.7	B	1
HVSR_69	43°41'41.97"N	10°24'49.30"E	0.28 ± 0.02	7.0	B	1
HVSR_70	43°42'52.52"N	10°25'48.10"E	0.45 ± 0.17	3.4	B	1
HVSR_71	43°42'21.67"N	10°22'30.30"E	1.36 ± 0.48	3.00	B	1
HVSR_72	43°43'11.32"N	10°24'30.26"E	0.67 ± 0.08	2.1	B	1
HVSR_73	43°41'57.47"N	10°21'57.70"E	1.41 ± 0.04	4.0	B	1
HVSR_74	43°41'30.03"N	10°22'03.60"E	1.70 ± 0.03	2.8	A	1

HVSR_75	43°41'10.40"N	10°21'53.71"E	0.53 ± 0.17	1.9	B	1
HVSR_76	43°40'54.87"N	10°21'29.91"E	0.45 ± 0.06	2.2	A	1
HVSR_77	43°41'23.77"N	10°26'35.36"E	1.27 ± 0.09	2.1	B	1
HVSR_78	43°42'45.95"N	10°22'36.16"E	1.20 ± 0.11	2.0	B	1
HVSR_79	43°43'01.62"N	10°22'30.76"E	0.50 ± 0.22	1.9	B	1
HVSR_80	43°43'13.03"N	10°21'34.19"E	1.41± 0.67	1.8	B	1
HVSR_81	43°43'14.70"N	10°23'05.65"E	0.42 ± 0.06	3.1	A	1
HVSR_82	43°43'21.96"N	10°23'26.06"E	0.41 ± 0.14	2.3	B	1
HVSR_83	43°43'11.33"N	10°23'34.01"E	0.22 ± 0.10	2.6	B	1
HVSR_84	43°43'04.09"N	10°24'43.43"E	1.03 ± 0.03	3.2	B	1
HVSR_85	43°43'06.93"N	10°24'27.77"E	1.00 ± 0.20	2.0	B	1
HVSR_86	43°43'56.88"N	10°24'11.34"E	1.03 ± 0.05	3.0	B	1
HVSR_87	43°43'51.42"N	10°22'58.29"E	0.39 ± 0.09	3.0	B	1
HVSR_88	43°42'52.95"N	10°25'12.28"E	0.42 ± 0.07	2.8	B	1
HVSR_89	43°42'40.47"N	10°24'47.46"E	0.41 ± 0.08	3.0	B	1
HVSR_90	43°42'16.30"N	10°26'06.21"E	1.09 ± 0.08	3.4	B	1
HVSR_91	43°41'27.03"N	10°25'53.37"E	0.53 ± 0.10	2.2	B	1
HVSR_92	43°41'17.37"N	10°25'32.28"E	0.47 ± 0.08	2.6	B	1
HVSR_93	43°42'02.19"N	10°23'20.33"E	1.17 ± 0.04	3.0	B	1
HVSR_94	43°42'37.29"N	10°24'19.63"E	0.41 ± 0.03	2.5	B	1
HVSR_95	43°43'10.29"N	10°23'13.82"E	0.38 ± 0.15	3.1	B	1
HVSR_96	43°43'43.96"N	10°23'10.57"E	1.06 ± 13.94	2.9	B	1
HVSR_97	43°43'04.94"N	10°23'15.00"E	0.58± 0.25	2.0	B	1
HVSR_98	43°43'16.22"N	10°23'07.54"E	1.25 ± 0.08	2.2	B	1
HVSR_99	43°43'21.35"N	10°23'36.90"E	1.34 ± 0.33	1.80	B	1
HVSR_100	43°43'09.20"N	10°23'34.12"E	0.63 ± 0.04	2.0	B	1

Nella tabella soprastante sono riportati i valori di frequenza in corrispondenza dei quali, per ciascuna misura, si ha il picco in termini di ampiezza (A0) del rapporto H/V.

Al fine di una valutazione più accurata delle misure è stato messo in evidenza, nelle schede allegate, anche il secondo picco in quanto osservabile su quasi tutte gli spettri misurati.

### 3) Interpretazione dei risultati

In Tab.1 (tratta da Albarello D. & Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011) è riportata una correlazione fra il valore della frequenza di risonanza misurata e lo spessore delle coperture.

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

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

Sulla base di questa tabella è possibile ottenere una indicazione di larga massima sulla profondità dello strato risonante.

È inoltre possibile ottenere una stima più accurata utilizzando la formula sopra riportata ( $f_0 = V_s/(4H)$ ) che correla la frequenza di risonanza con la velocità  $V_s$  e lo spessore delle coperture.

## ALLEGATO

### Misure di Microtremore sismico ambientale



## HVSR 1

### Ubicazione:

43°41'15.29"N

10°24'32.10"E

Via Cariola

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 04/05/00 00:06:26 Fine registrazione: 04/05/00 00:46:26

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

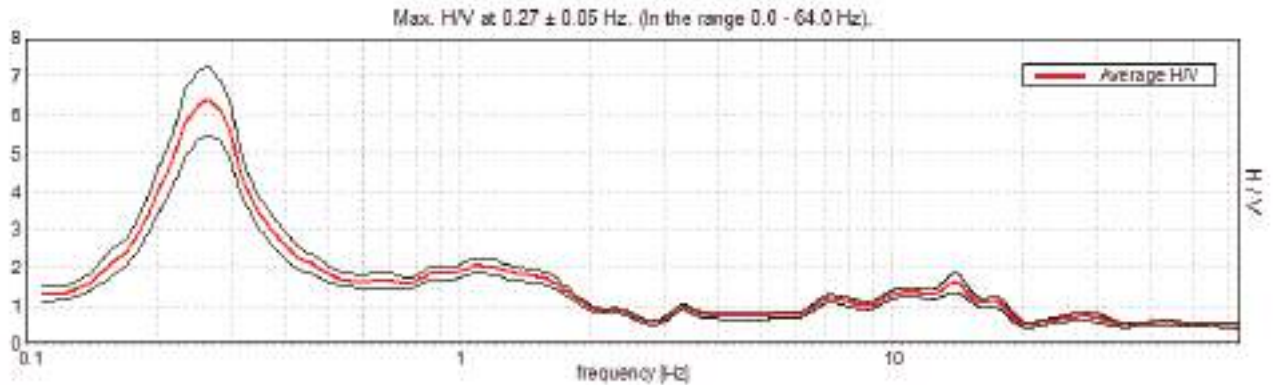
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

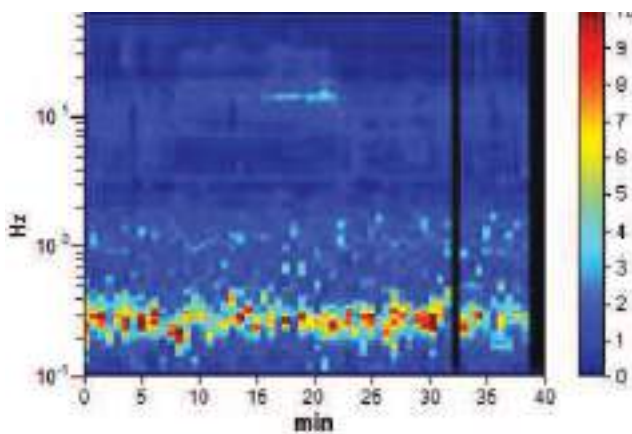
Lisciamento: 10%



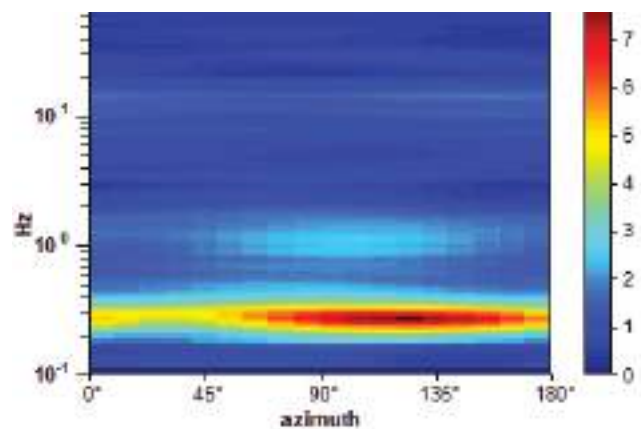
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



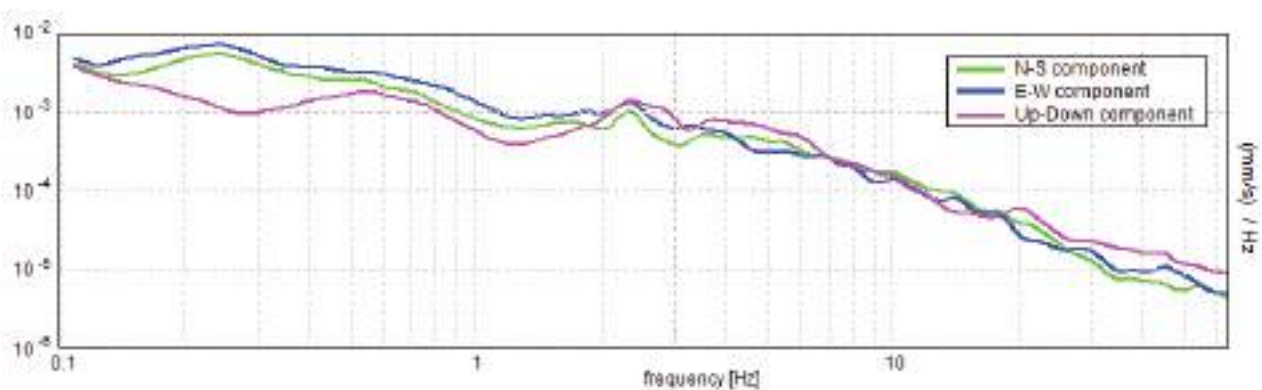
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.27 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) – Ampiezza prossima a 6.3**  
**Secondo picco H/V a 1.11Hz con Ampiezza prossima a 2**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.27 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$605.6 > 200$	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 26	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.188 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.359 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$6.37 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.18957  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.05036 < 0.05313$	OK	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.9109 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 2

### Ubicazione:

43°42'4.51"N

10°24'7.41"E

Via Fratelli Antoni

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 04/05/00 01:21:30 Fine registrazione: 04/05/00 02:01:29

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 97% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

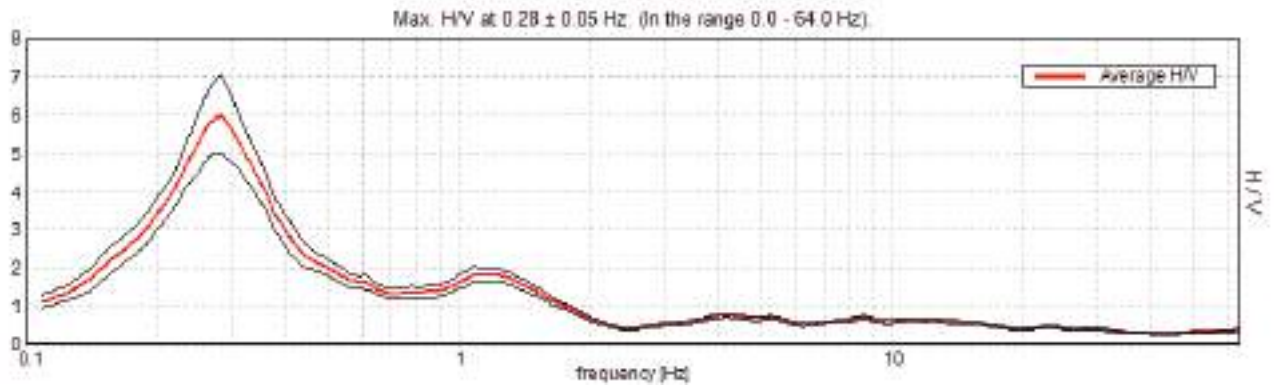
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

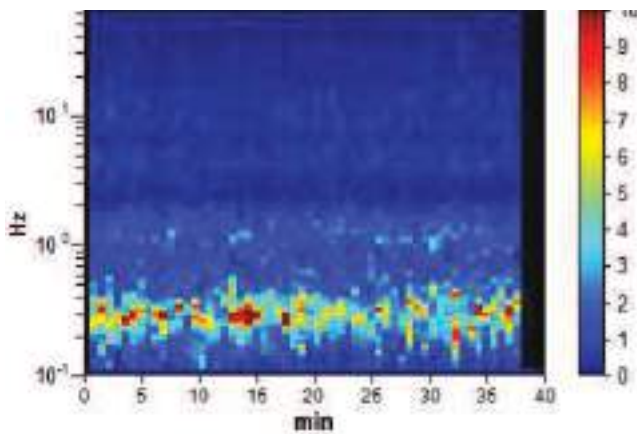
Lisciamento: 10%



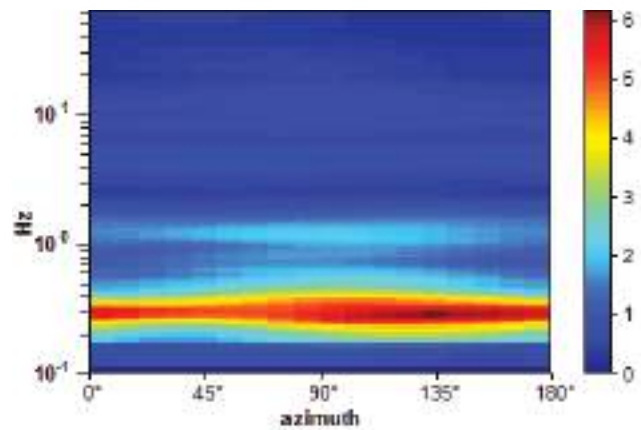
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



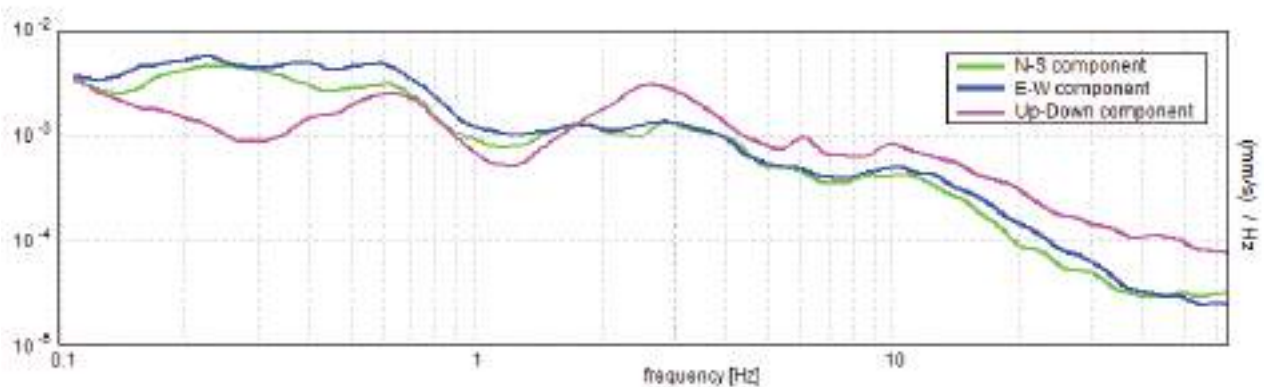
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.28 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 6**  
**Secondo picco H/V a 1.09Hz con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.28 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$630.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 28	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.188 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.406 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$6.01 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.19231  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.05409 < 0.05625$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$1.0362 < 2.5$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

### HVSR 3

**Ubicazione:**

43°40'36.34"N

10°16'56.42"E

Via della Foce

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/00 01:08:29 Fine registrazione: 08/05/00 01:48:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 96% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

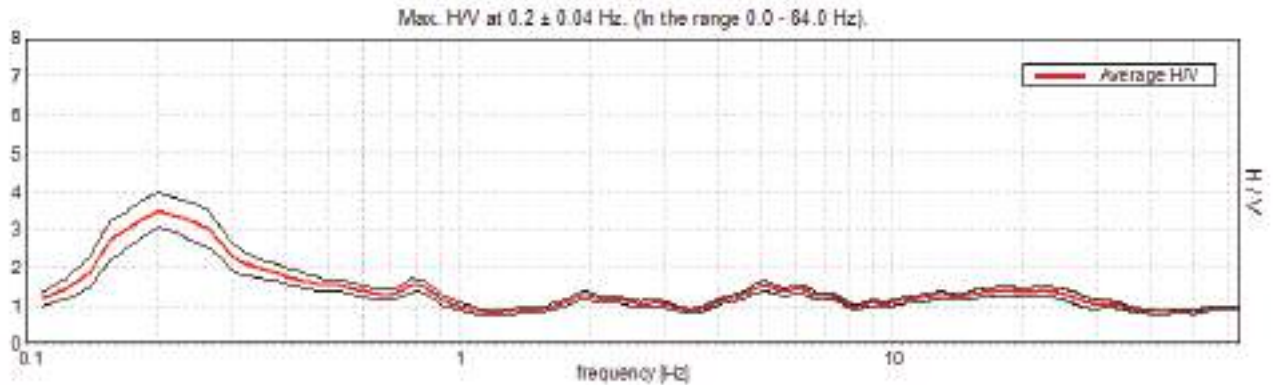
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

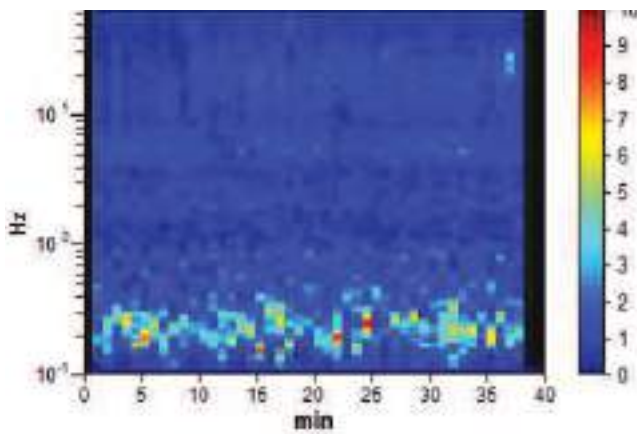
Lisciamento: 10%



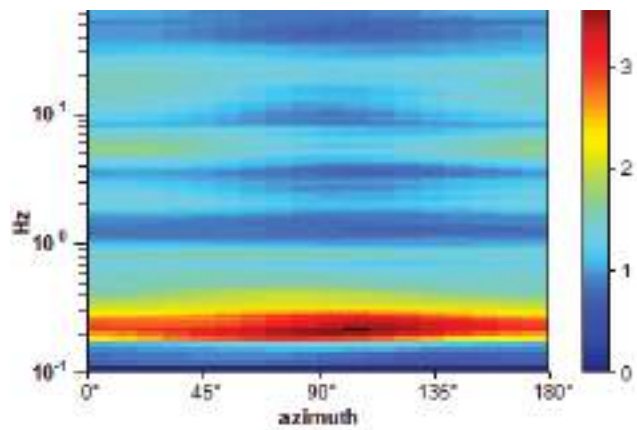
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



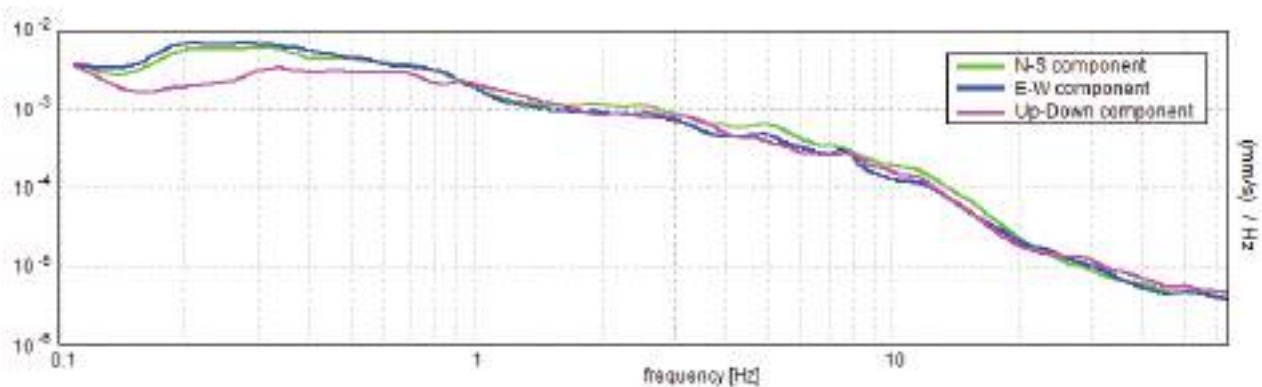
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.2 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza pari a 3.5**  
**Secondo picco H/V a 5.09Hz con ampiezza pari a 1.4**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.20 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$457.0 > 200$	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 20	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.125 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.406 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.48 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.19494  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.0396 < 0.04063$	OK	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.4463 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 4

**Ubicazione:**

43°39'38.79"N

10°17'3.40"E

Via Arnino

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/00 02:04:09 Fine registrazione: 08/05/00 02:44:09

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

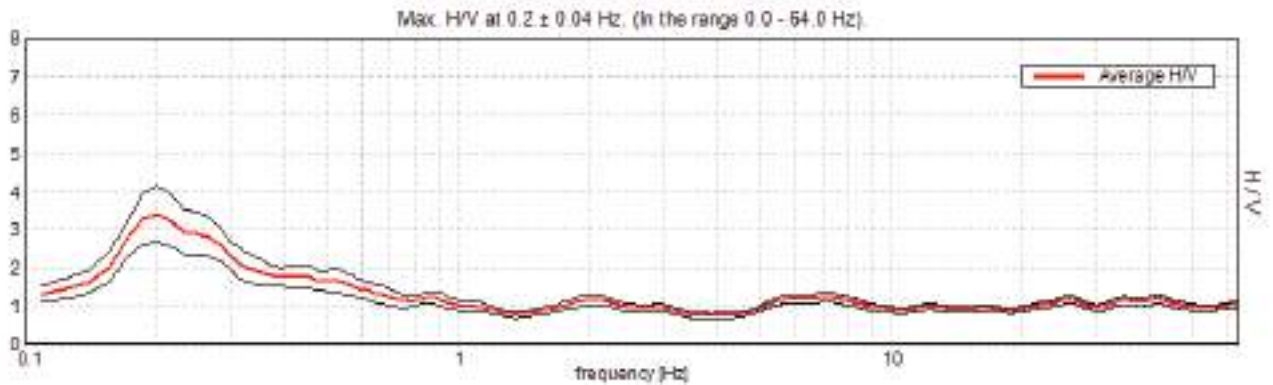
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

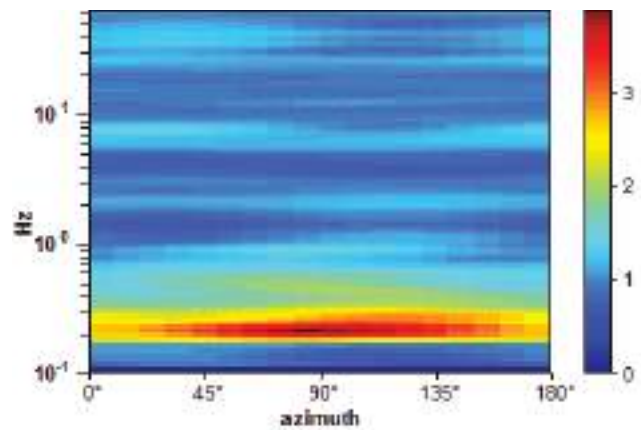
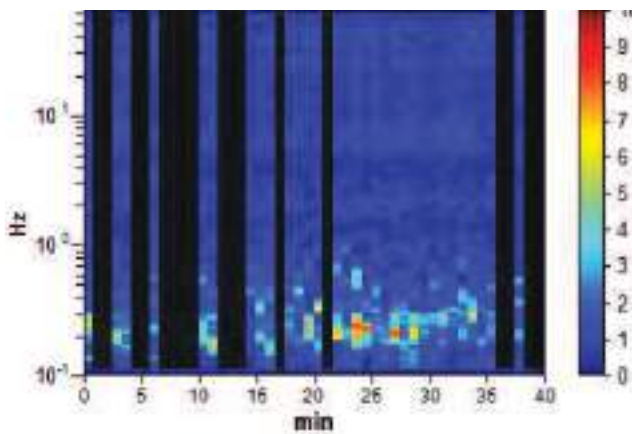


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

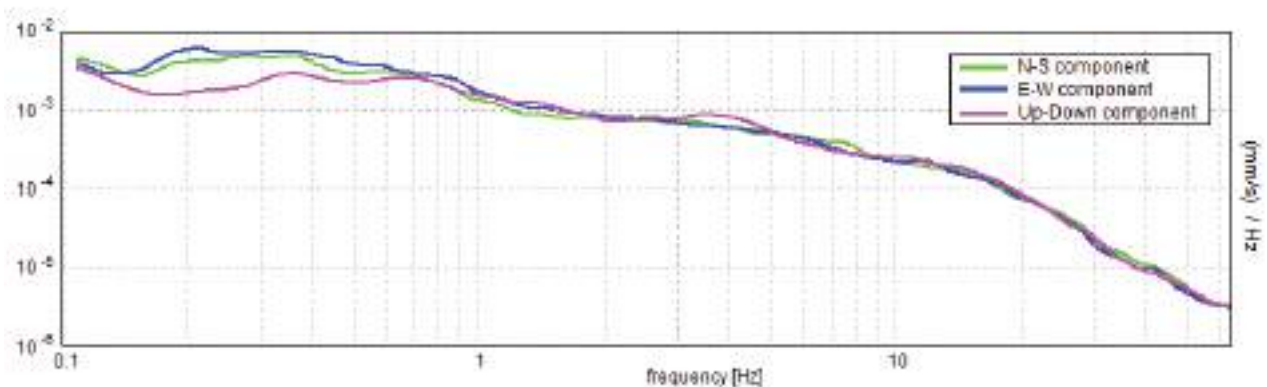


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.2 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza pari a 3.2**  
**Secondo picco H/V a 0.86Hz con ampiezza prossima a 1.3**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.20 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$314.8 > 200$	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 20	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.141 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.40 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19243  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03909 < 0.04063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7286 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 5

### Ubicazione:

43°38'48.61"N

10°17'31.13"E

Via Bigattiera lato  
mare

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/00 03:25:35 Fine registrazione: 08/05/00 04:05:35

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

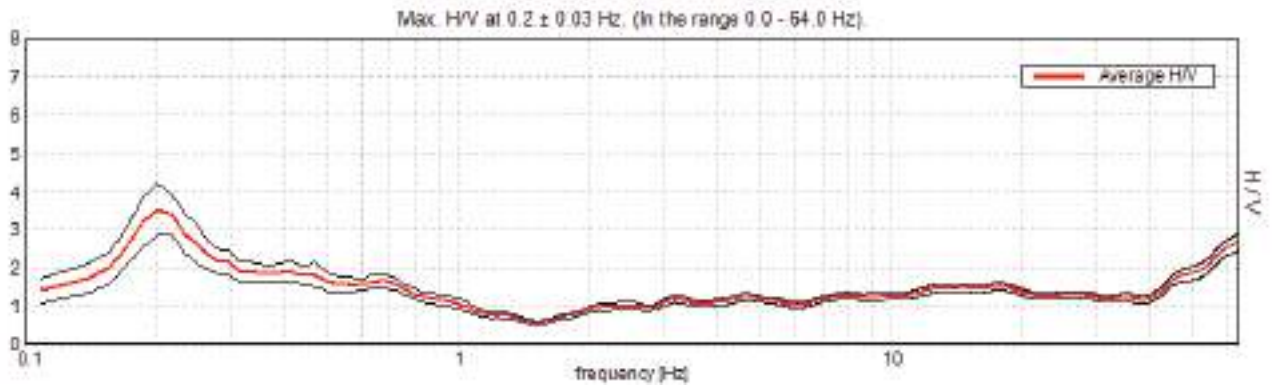
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

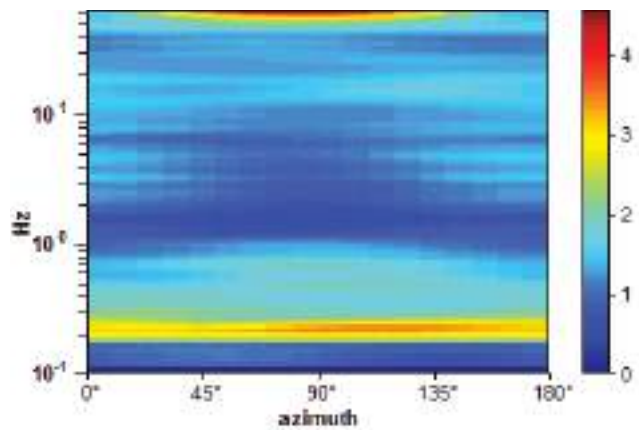
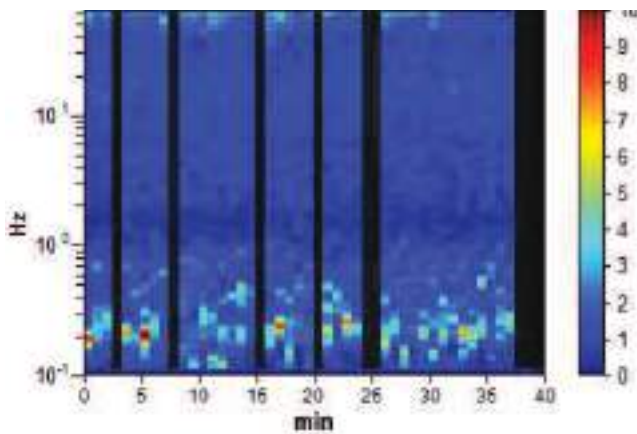


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

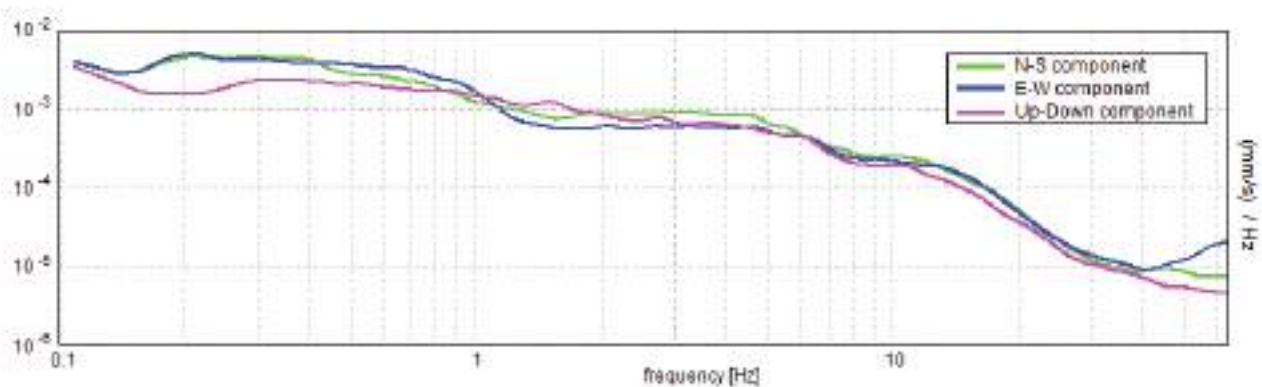


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.2 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.5**  
**Secondo picco H/V a 0.31Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.20 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$396.1 > 200$	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 20	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.141 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.484 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.52 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.16754  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.03403 < 0.04063$	OK	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.6765 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/00 02:04:09 Fine registrazione: 08/05/00 02:44:09

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

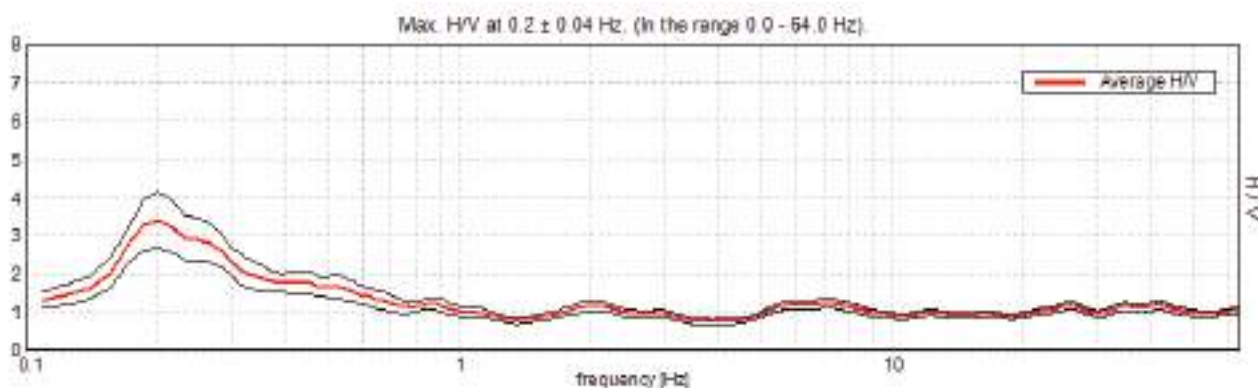
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

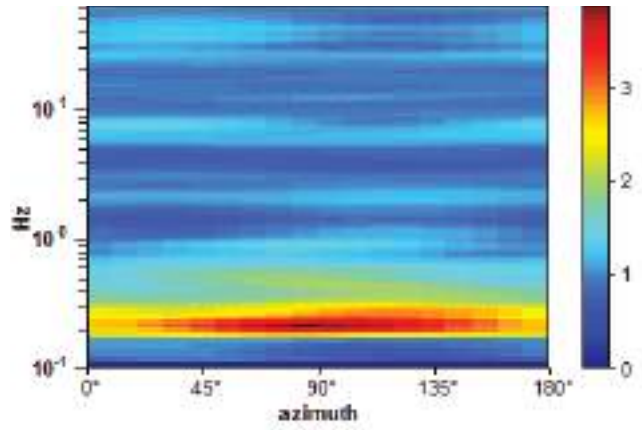
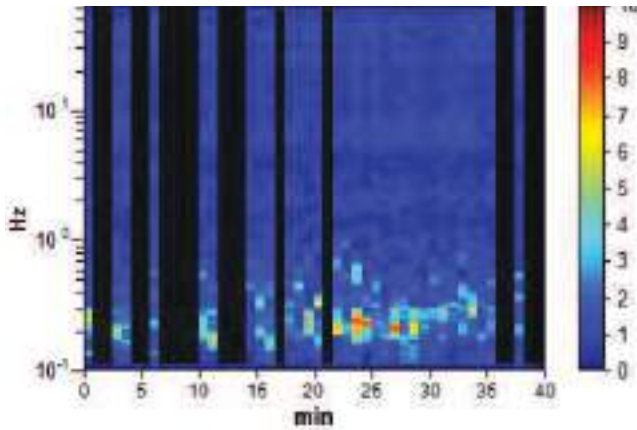


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

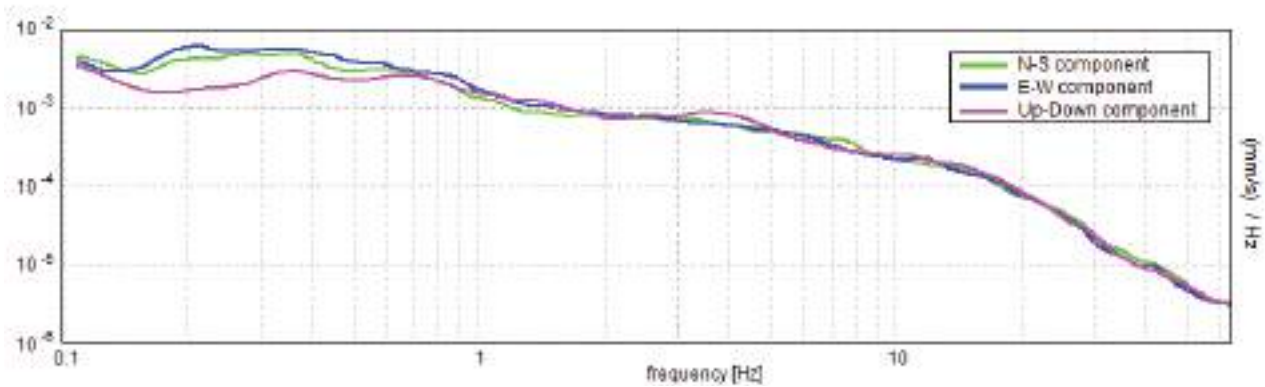


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.2 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza pari a 3.2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.20 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$314.8 > 200$	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 20	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.141 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.40 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19243  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03909 < 0.04063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7286 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 6

### **Ubicazione:**

43°37'45.10"N

10°17'51.94"E

Via Bossolo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/00 04:29:12 Fine registrazione: 08/05/00 05:09:12

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 94% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

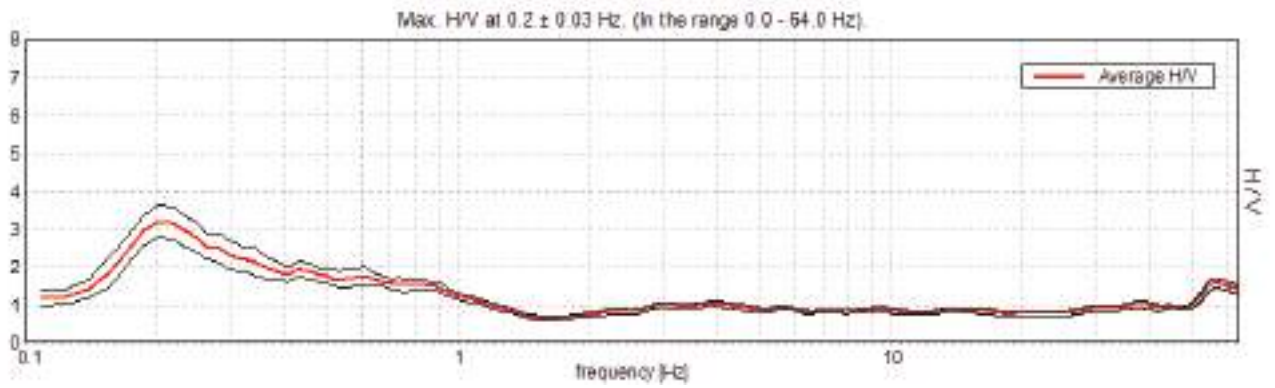
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

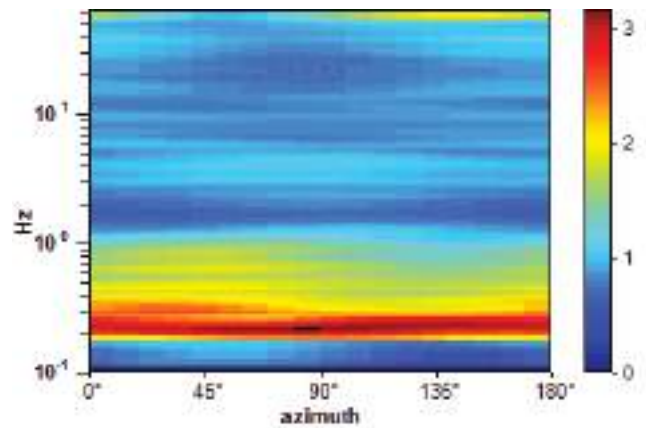
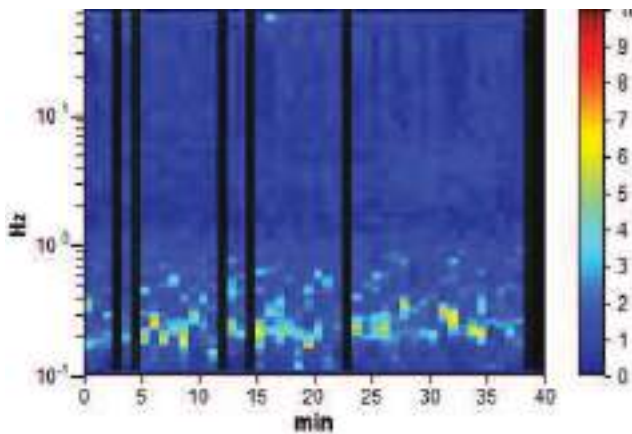


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

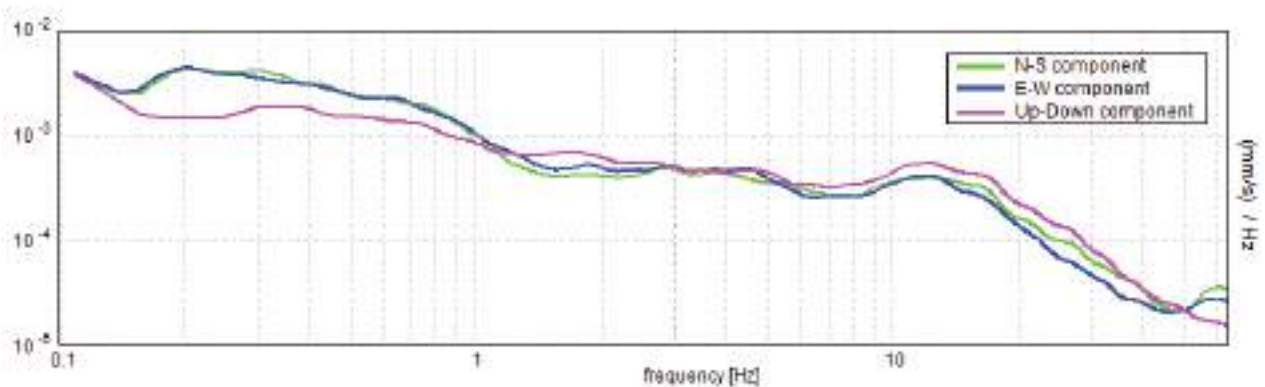


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.2 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.1**  
**Secondo picco H/V a 0.41Hz con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.20 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$416.4 > 200$	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 20	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.141 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.688 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.19 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.16733  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.03399 < 0.04063$	OK	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.4206 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 7

### Ubicazione:

43°43'7.34"N

10°22'33.68"E

Via Marco Biagi

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/00 05:37:09 Fine registrazione: 08/05/00 06:17:09

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 97% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

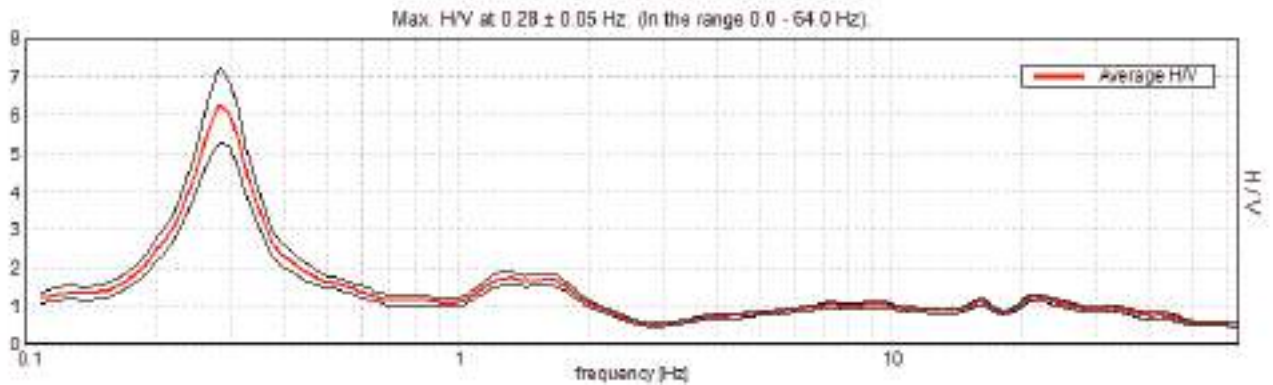
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

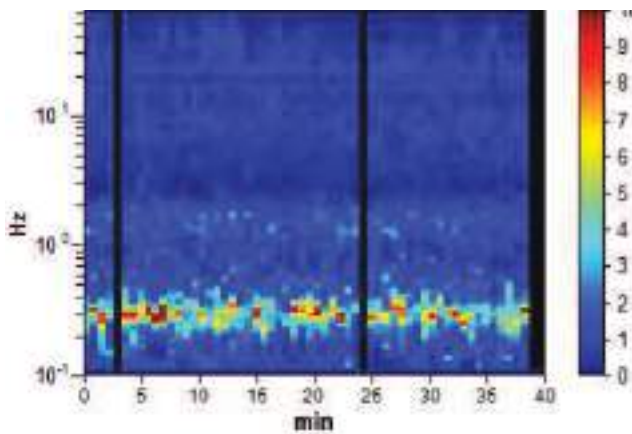
Lisciamento: 10%



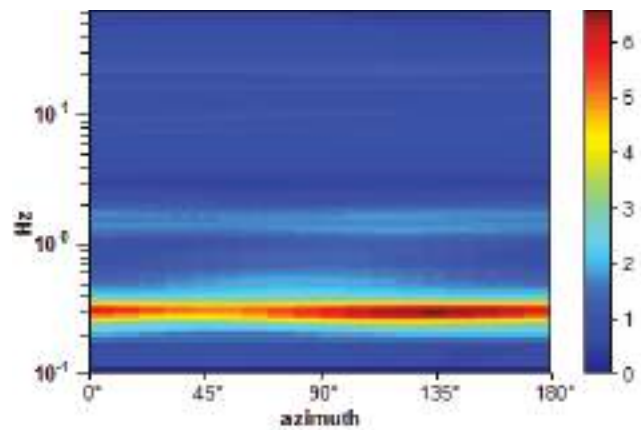
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



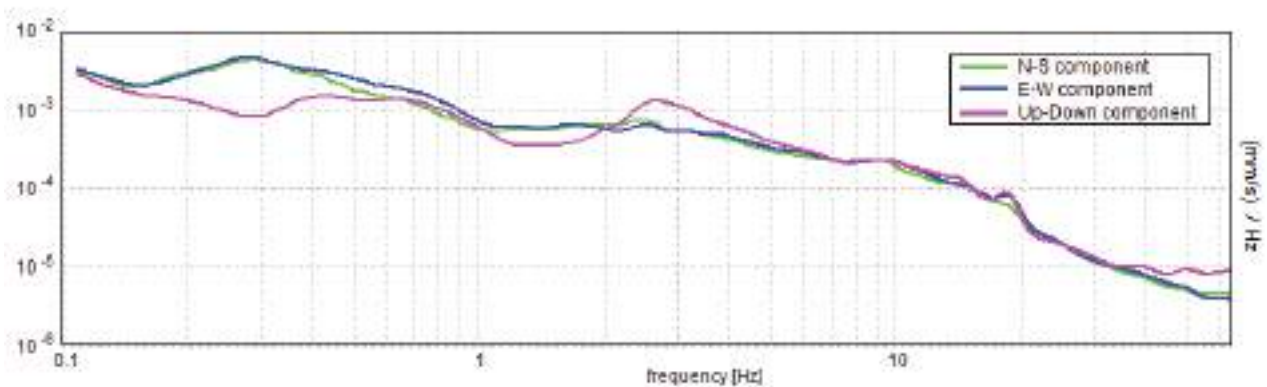
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.28 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 6.1**  
**Secondo picco H/V a 1.47Hz con ampiezza prossima a 1.9**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.28 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$630.0 > 200$	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 28	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.359 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.26 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19043  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05356 < 0.05625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.9852 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 8****Ubicazione:**

43°44'15.00"N

10°23'1.08"E

Via Pietrasantina

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/00 06:36:23 Fine registrazione: 08/05/00 07:16:23

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 93% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

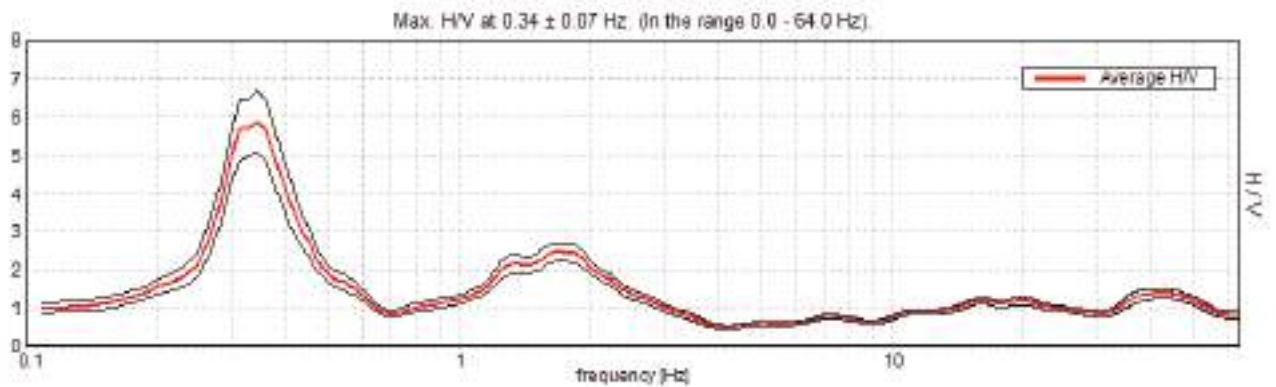
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

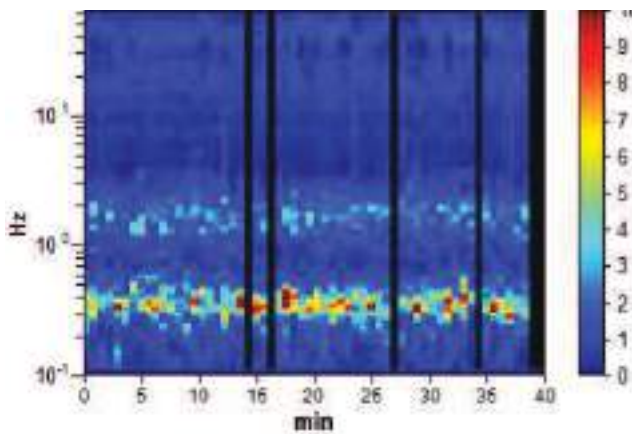
Lisciamento: 10%



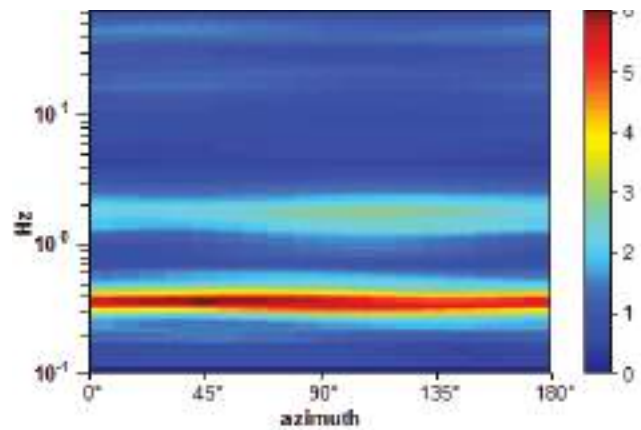
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



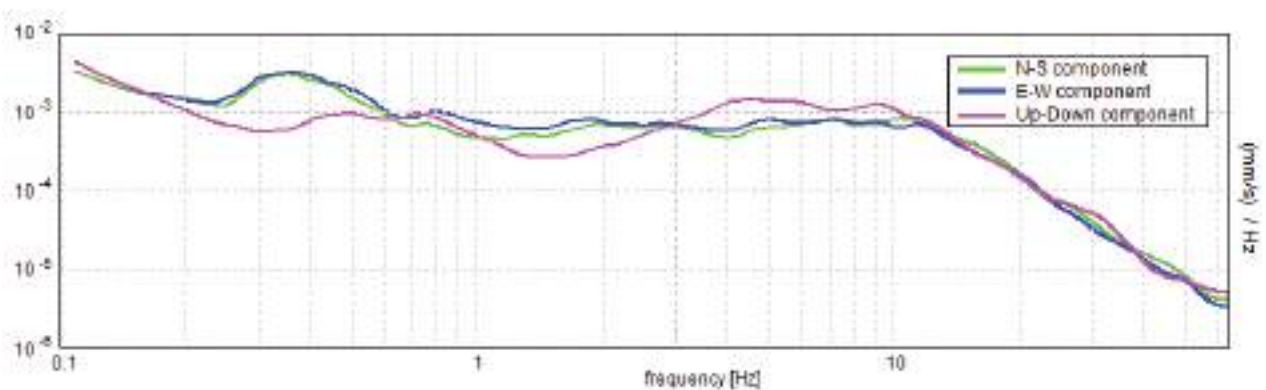
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.34 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 5.9**  
**Secondo picco H/V a 1.72Hz con ampiezza prossima a 2.4**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.34 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$742.5 > 200$	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 34	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.266 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.453 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.88 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19443  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06683 < 0.06875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7989 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 9

**Ubicazione:**

43°36'36.82"N

10°17'30.82"E

Viale del Tirreno

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 01:24:43 Fine registrazione: 12/05/00 02:04:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

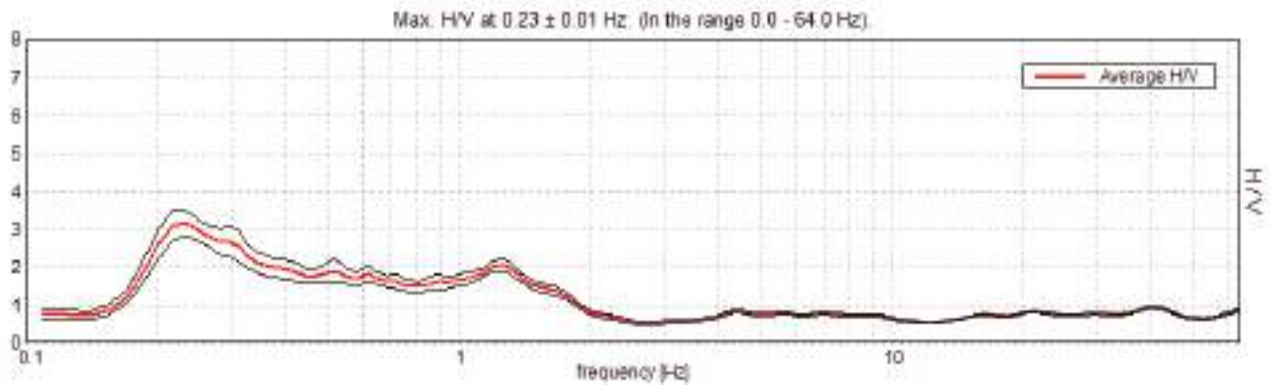
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

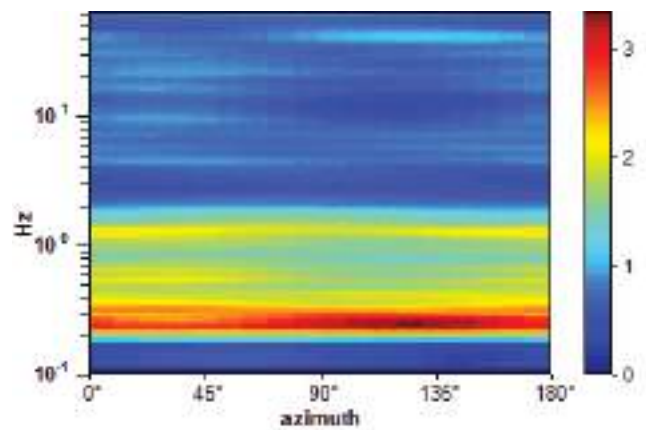
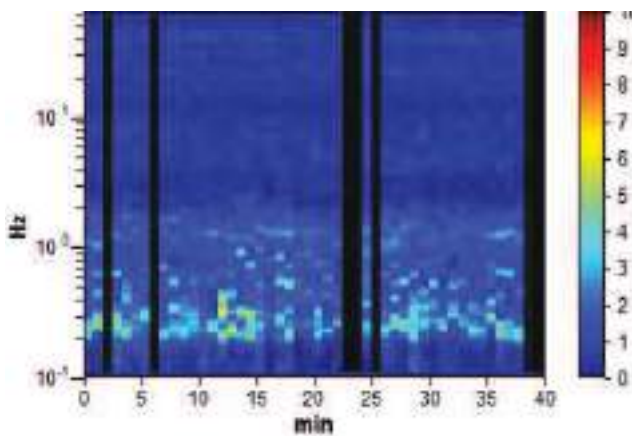


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

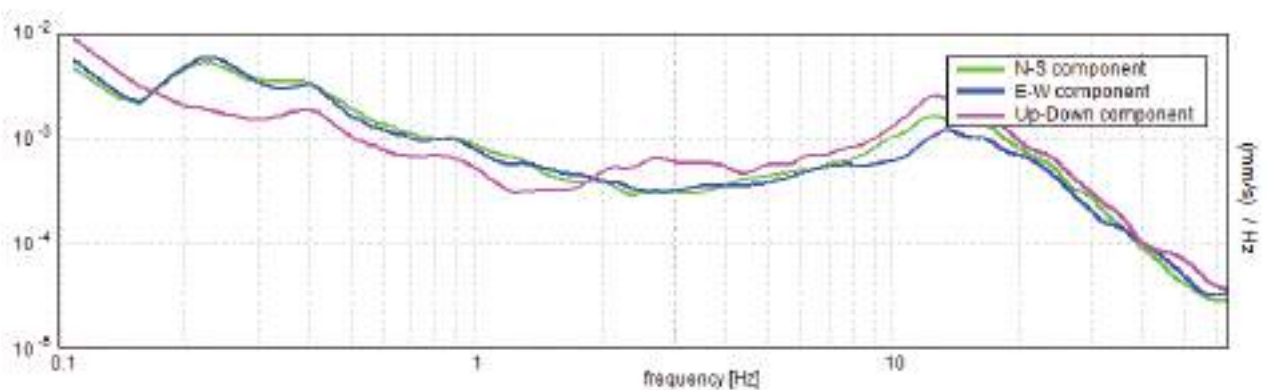


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.23 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza pari a 3.1**  
**Secondo picco H/V a 1.25Hz con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.23 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$480.5 > 200$	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 24	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.172 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.75 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.16 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.03123  < 0.05$	OK	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.00732 < 0.04688$	OK	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.3509 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 10****Ubicazione:**

43°35'6.03"N

10°18'9.32"E

Viale del Tirreno

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 02:16:43 Fine registrazione: 12/05/00 02:56:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

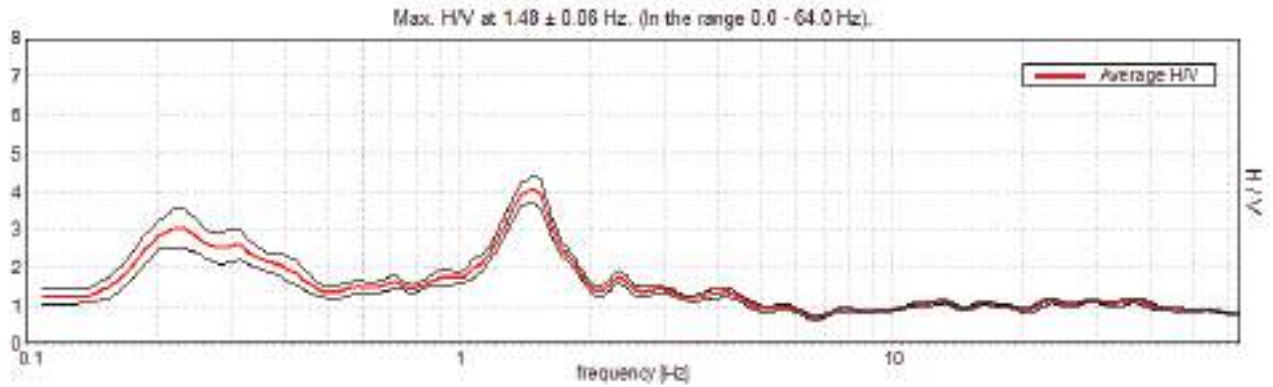
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

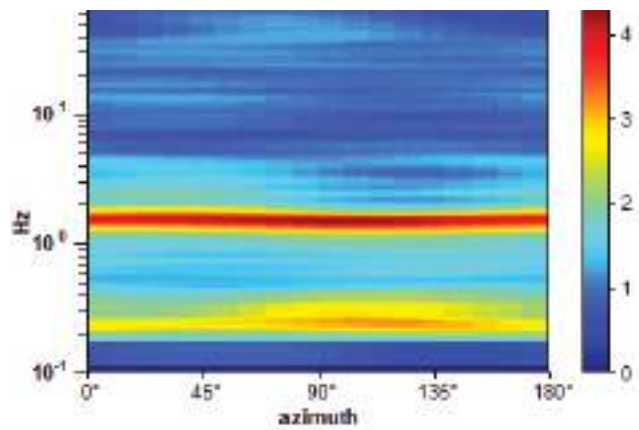
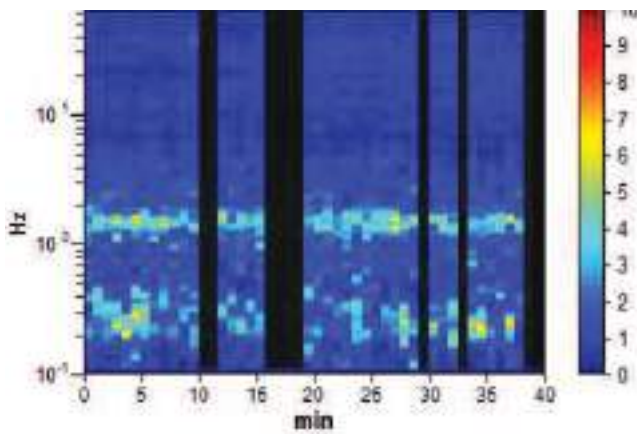


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

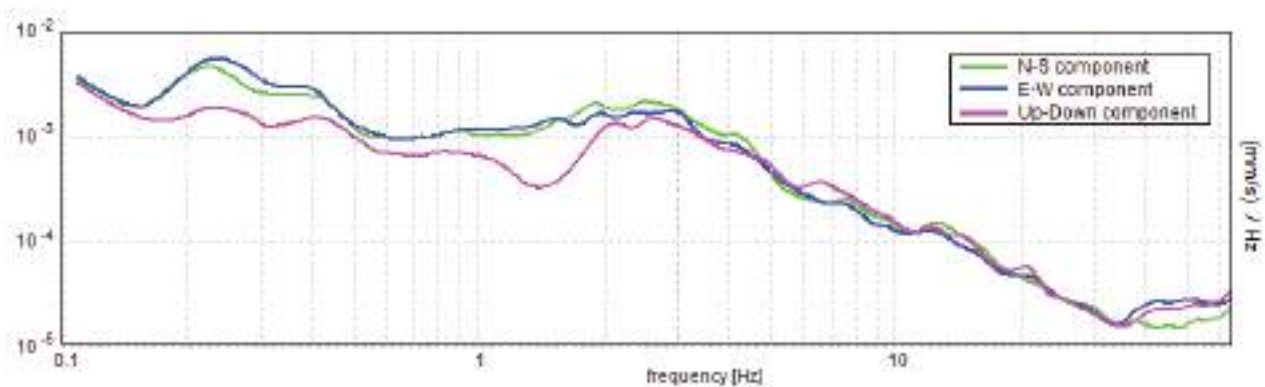


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $1.48 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 4**  
**Secondo picco H/V a 0.22Hz con ampiezza prossima a 3.6**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.48 > 0.20$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2820.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 144	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.094 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.891 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.05 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03853  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05719 < 0.14844$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3575 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 11****Ubicazione:**

43°38'16.62"N

10°23'30.65"E

Via Palazzi

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 06:04:28 Fine registrazione: 12/05/00 06:44:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

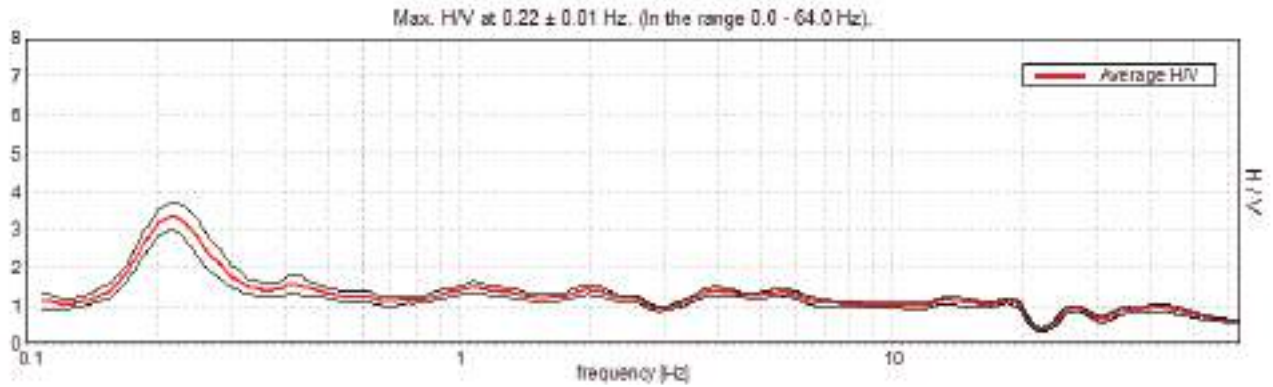
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

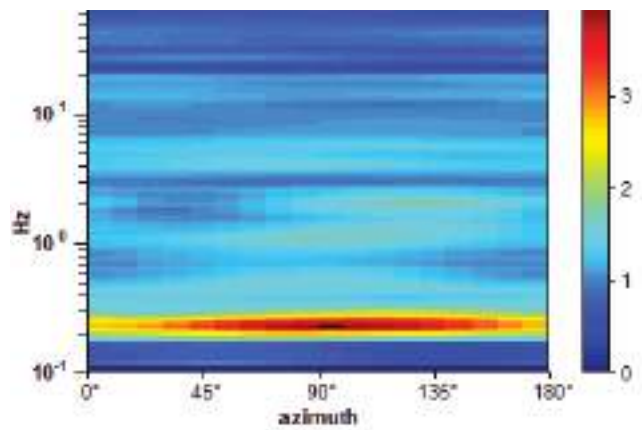
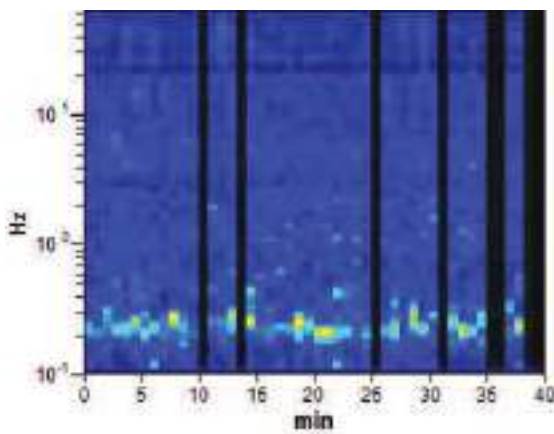


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

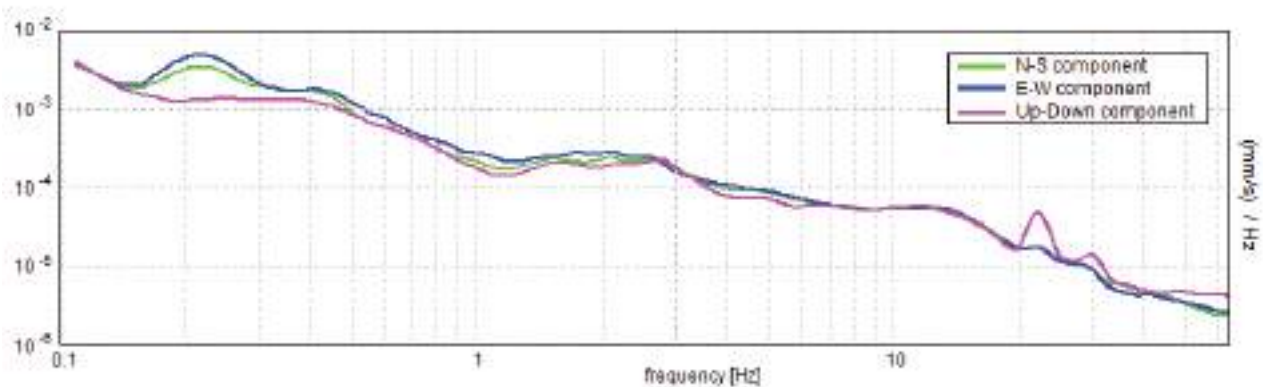


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.22 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.3.**  
**Secondo picco H/V a 0.44Hz con ampiezza prossima a 1.7**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$437.5 > 200$	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 22	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.156 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.313 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.35 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.05297  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.01159 < 0.04375$	OK	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.3587 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 12

**Ubicazione:**

43°39'15.94"N

10°23'19.65"E

Via Idrovora

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 05:05:18 Fine registrazione: 12/05/00 05:45:18

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

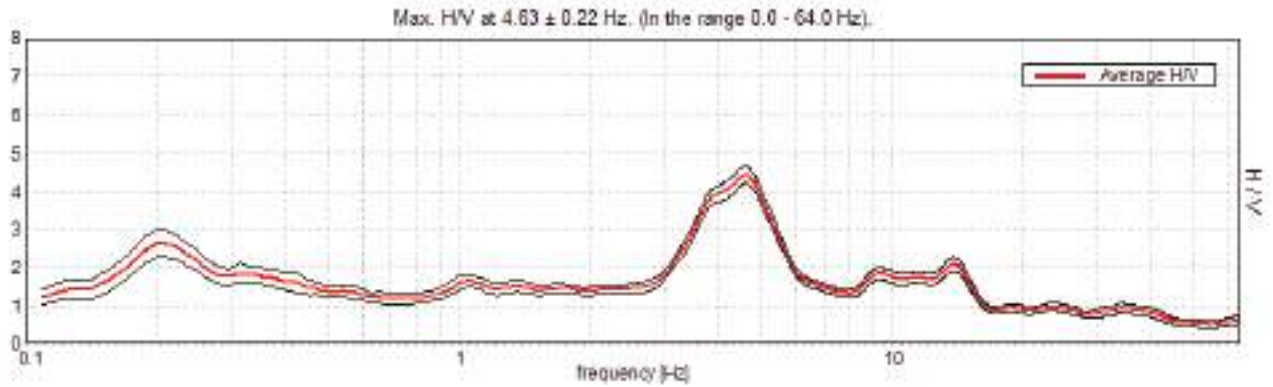
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

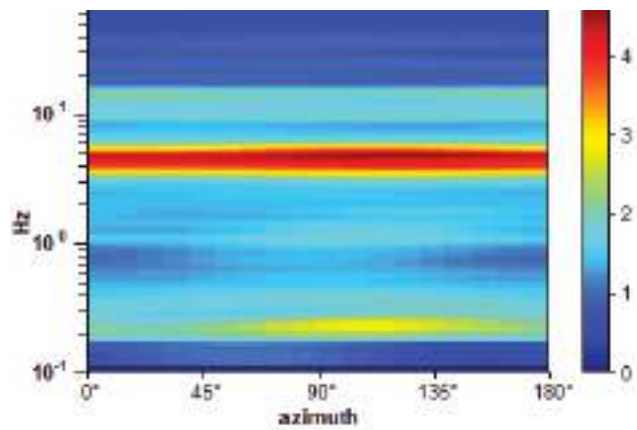
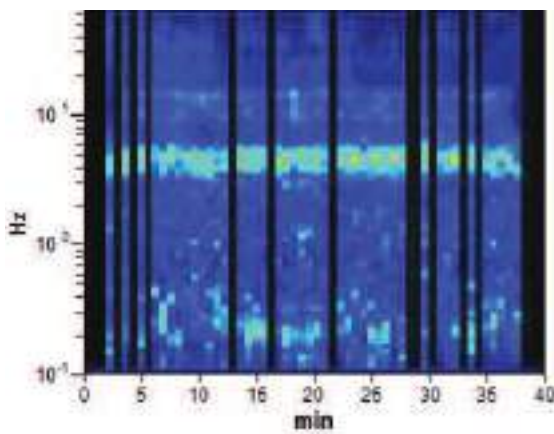


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

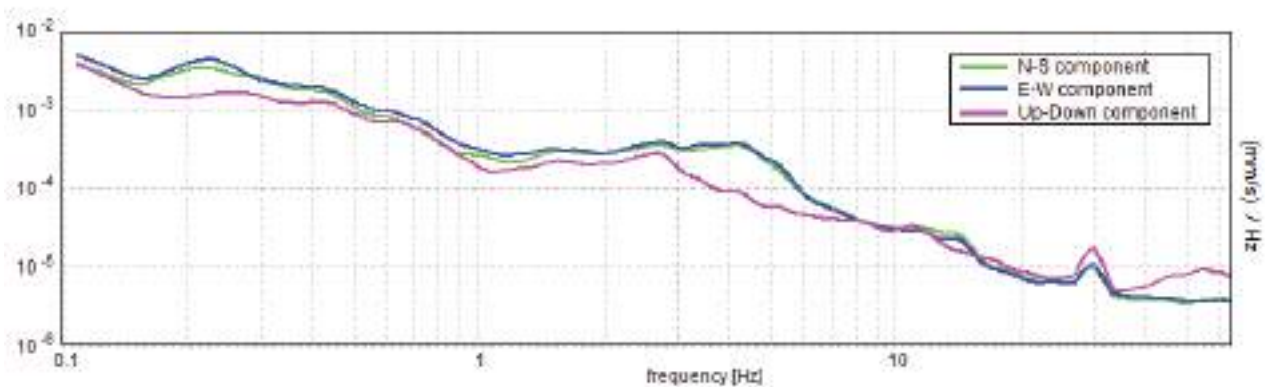


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $4.63 \pm 0.22$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 4.5**  
**Secondo picco H/V a 0.2Hz con ampiezza prossima a 3.1**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.63 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$7955.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 445	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.172 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.42 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04752  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.2198 < 0.23125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2178 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 13****Ubicazione:**

43°41'29.66"N

10°22'53.17"E

Via di Viaccia

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 07:08:20 Fine registrazione: 12/05/00 07:48:20

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 96% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

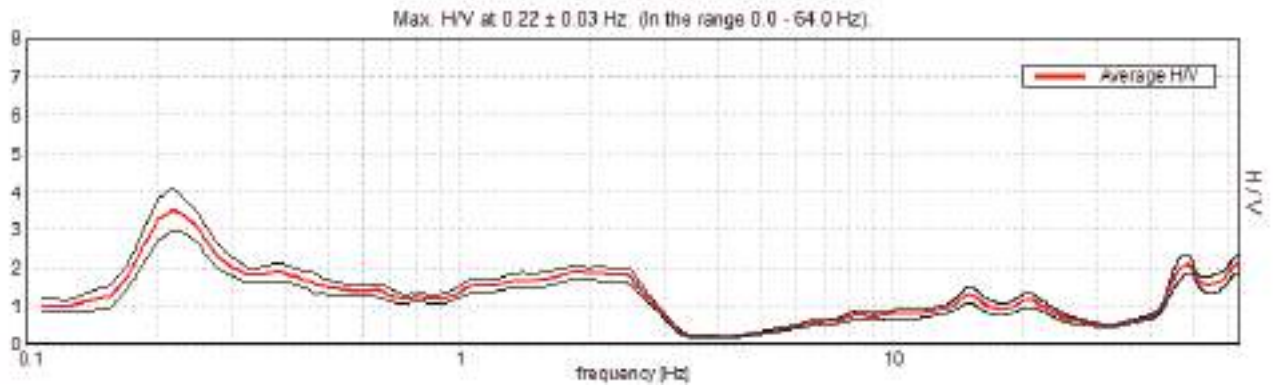
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

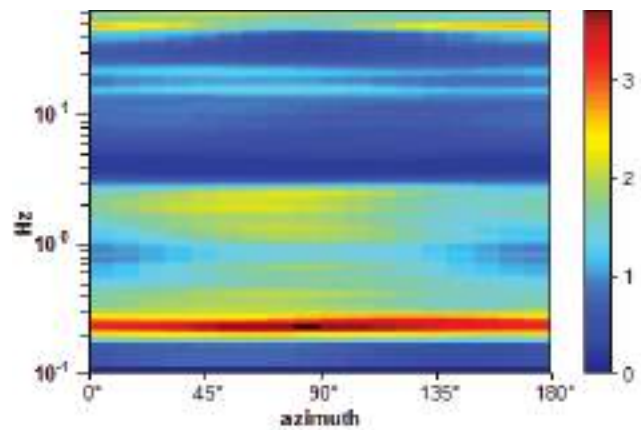
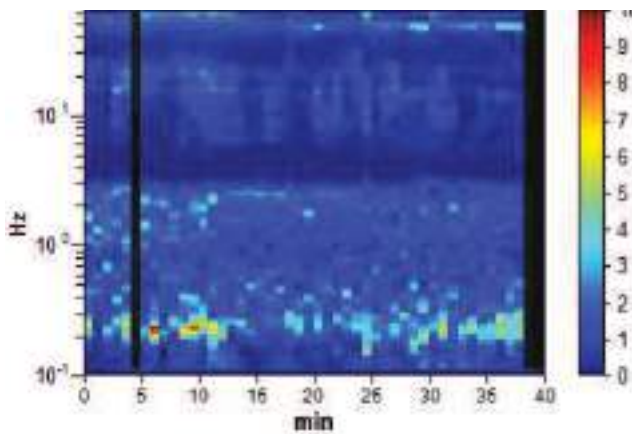


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

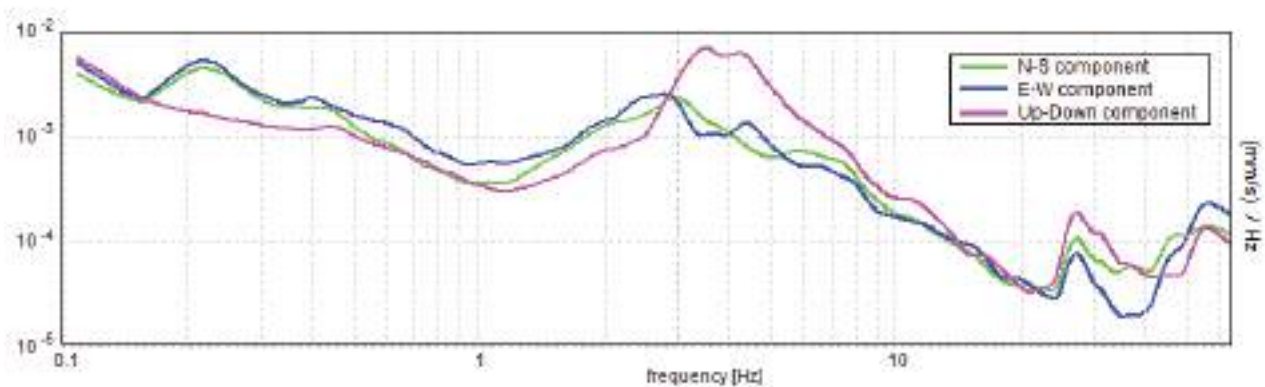


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTE



**Picco H/V a  $0.22 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.5**  
**Secondo picco H/V a 1.95Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$492.2 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 22	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.172 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.422 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.52 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.15208  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03327 < 0.04375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5683 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 14****Ubicazione:**

43°39'5.61"N

10°21'17.16"E

SP22

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 21/11/13 10:33:58 Fine registrazione: 21/11/13 11:13:58

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

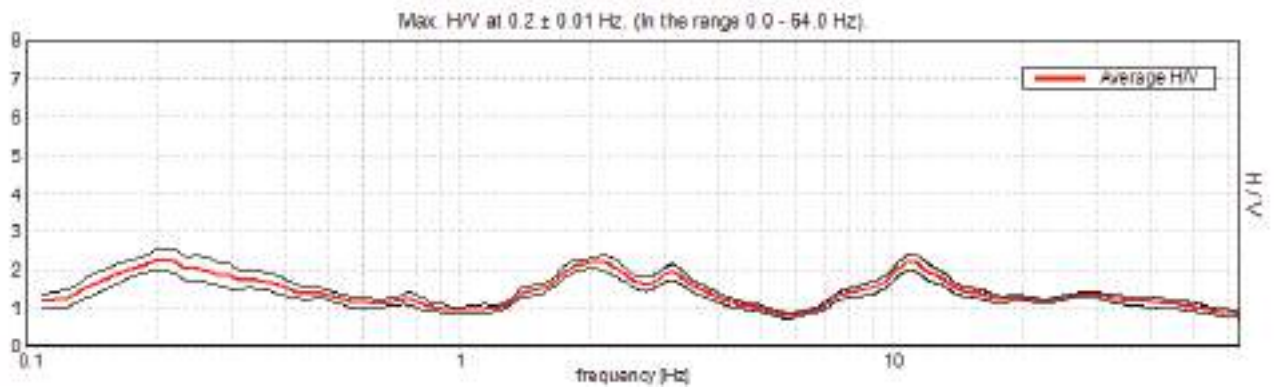
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

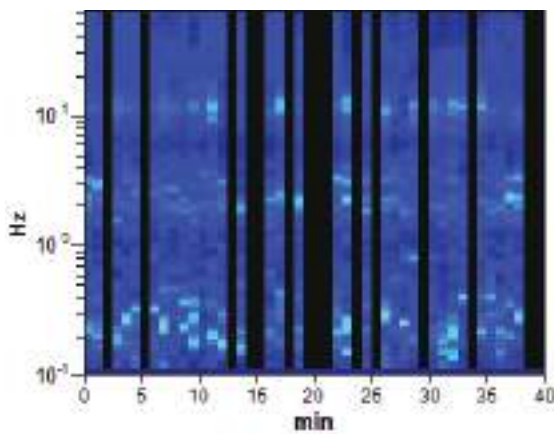
Lisciamento: 10%



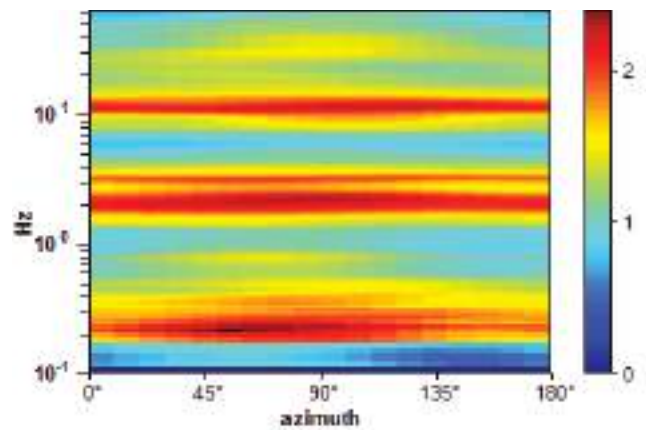
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



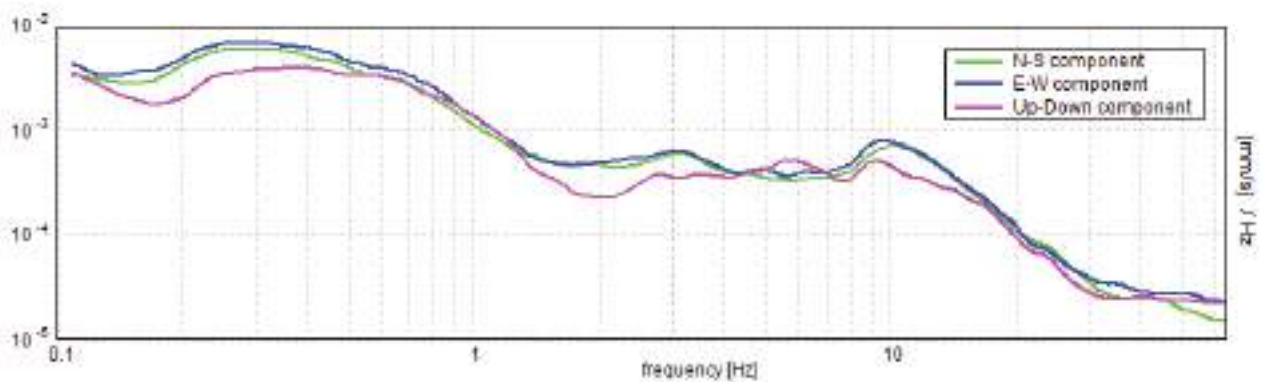
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.2 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2**  
**Secondo picco H/V a 11.09Hz con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.20 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$335.2 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 20	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.27 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0656  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01333 < 0.04063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2791 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 15****Ubicazione:**

43°36'24.41"N

10°21'22.76"E

Variante Aurelia

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 17:06:58 Fine registrazione: 08/05/14 17:46:58

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

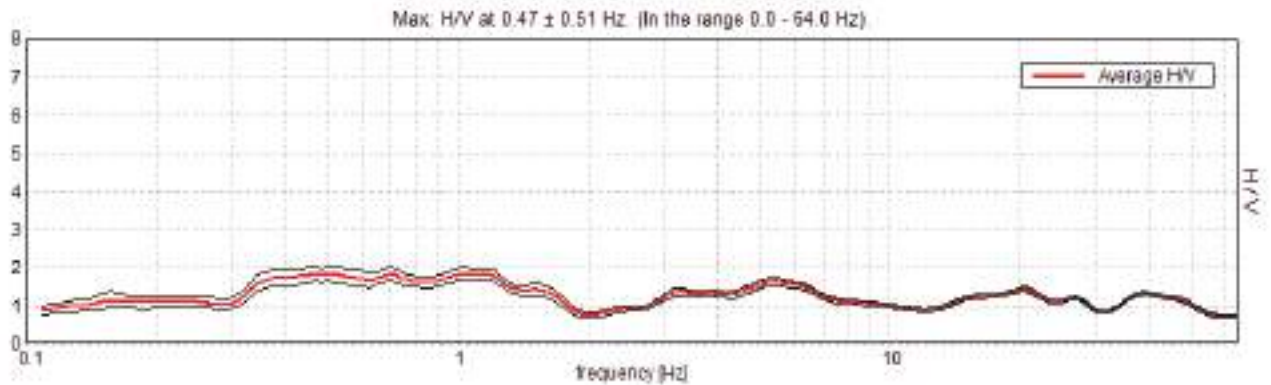
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

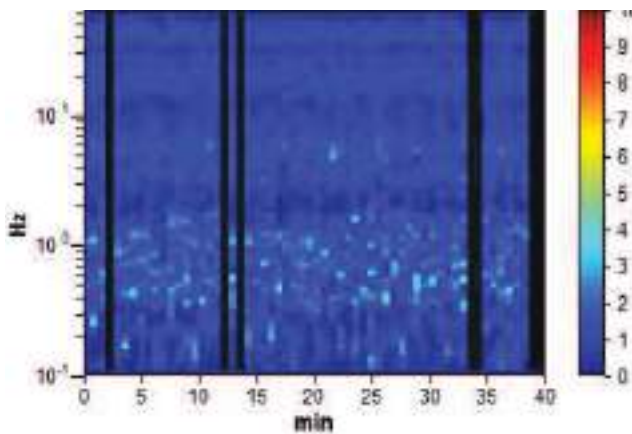
Lisciamento: 10%



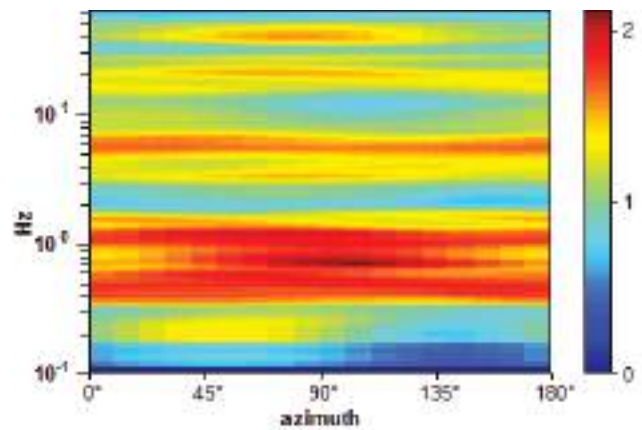
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



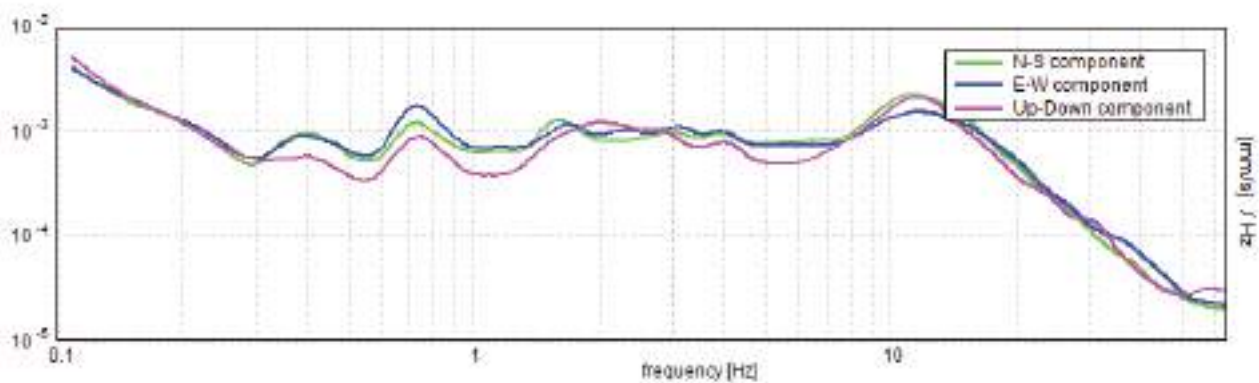
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.47 \pm 0.51$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.47 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$993.8 > 200$	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 46	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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.85 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.096  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.51375 < 0.09375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 16****Ubicazione:**

43°39'23.95"N

10°26'3.37"E

Via del Fagiano

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 21/11/13 12:48:24 Fine registrazione: 21/11/13 13:28:23

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

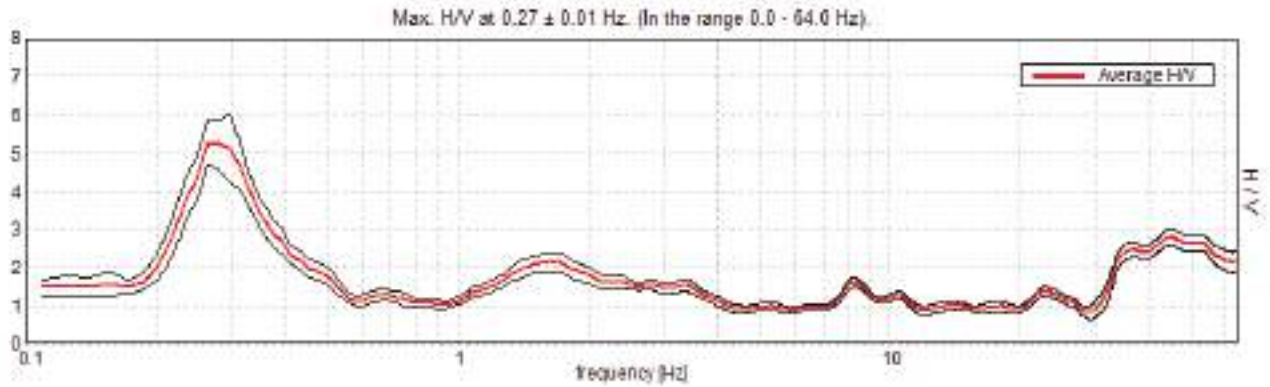
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

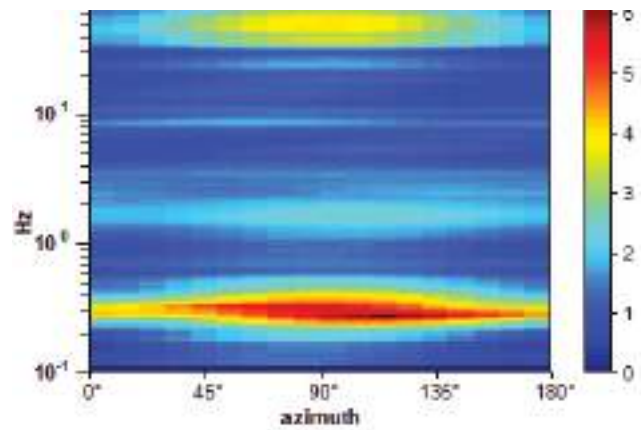
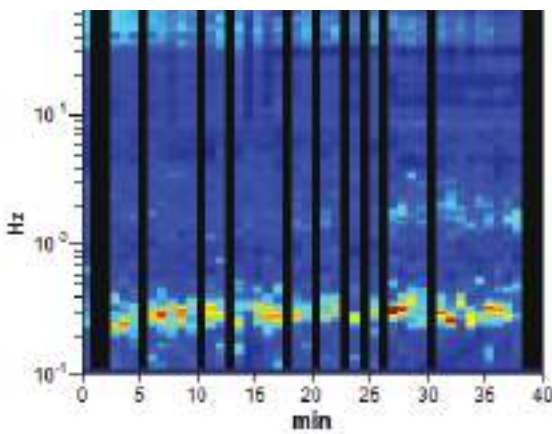


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

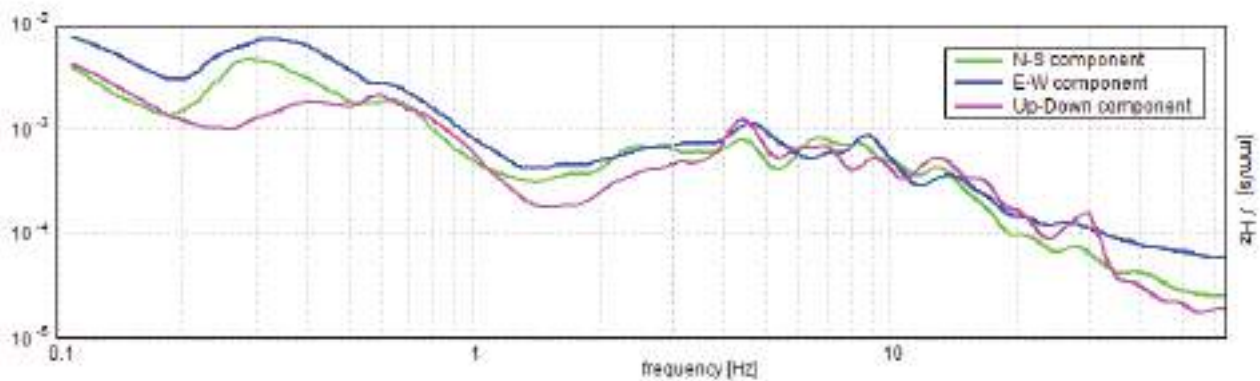


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.27 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 5.2**  
**Secondo picco H/V a 1.72Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.27 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$464.8 > 200$	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 26	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.203 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.27 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04871  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01294 < 0.05313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5711 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 17

**Ubicazione:**

43°42'45.44"N

10°25'52.43"E

Via Umberto

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/12/13 10:39:04 Fine registrazione: 07/12/13 11:19:03

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

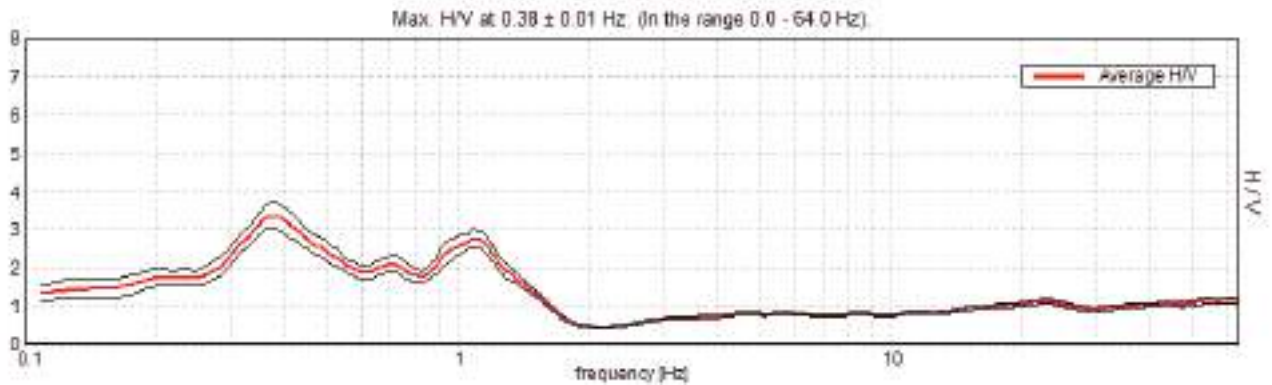
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

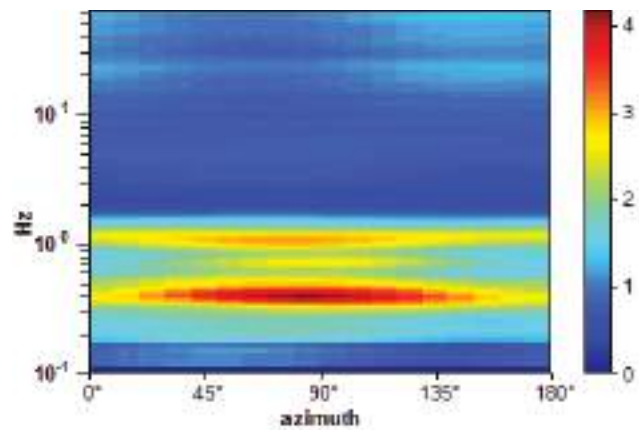
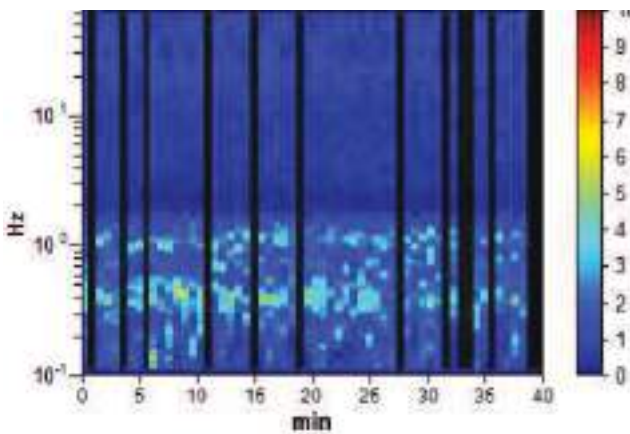


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

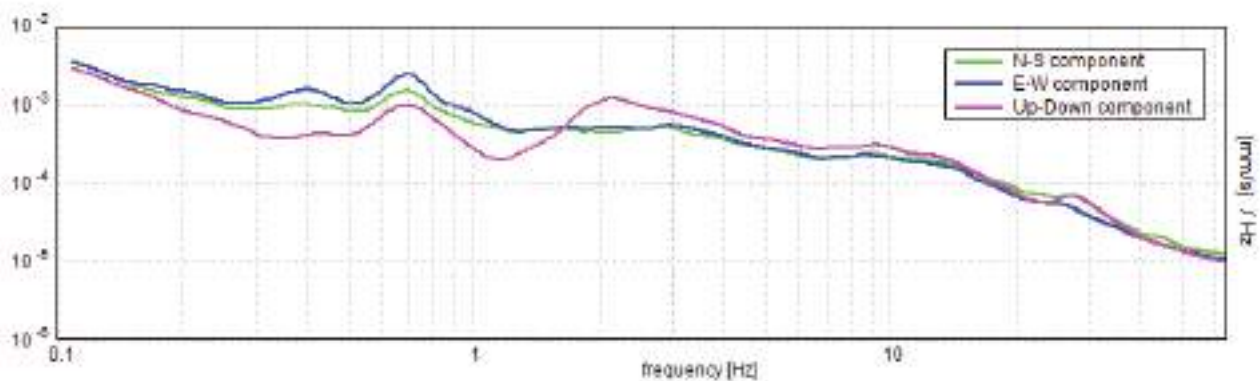


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.38 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.2**

**Secondo picco H/V a 1.13Hz con ampiezza prossima a 2.8**

**Criteria per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.38 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$705.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 37	<b>OK</b>	

**Criteria per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.188 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.391 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.38 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.02649  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.00993 < 0.075$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.3545 < 2.5$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 18****Ubicazione:**

43°40'59.49"N

10°25'25.91"E

Via Le Rene

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 21/11/13 15:04:29 Fine registrazione: 21/11/13 15:44:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

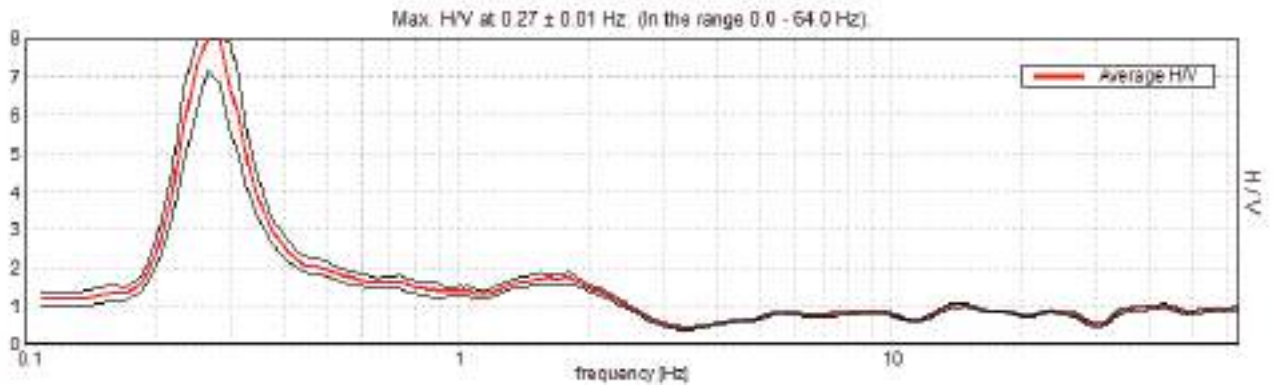
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

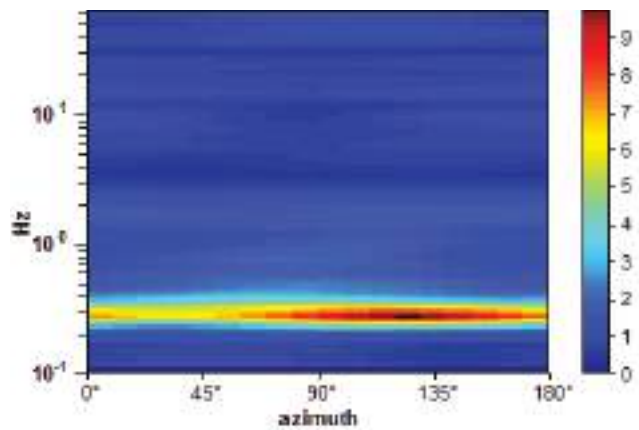
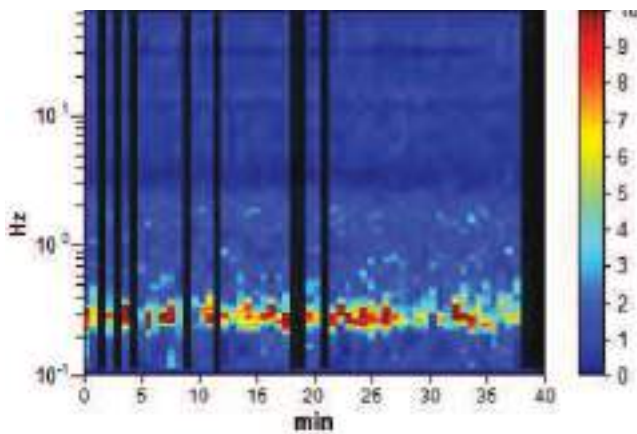


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

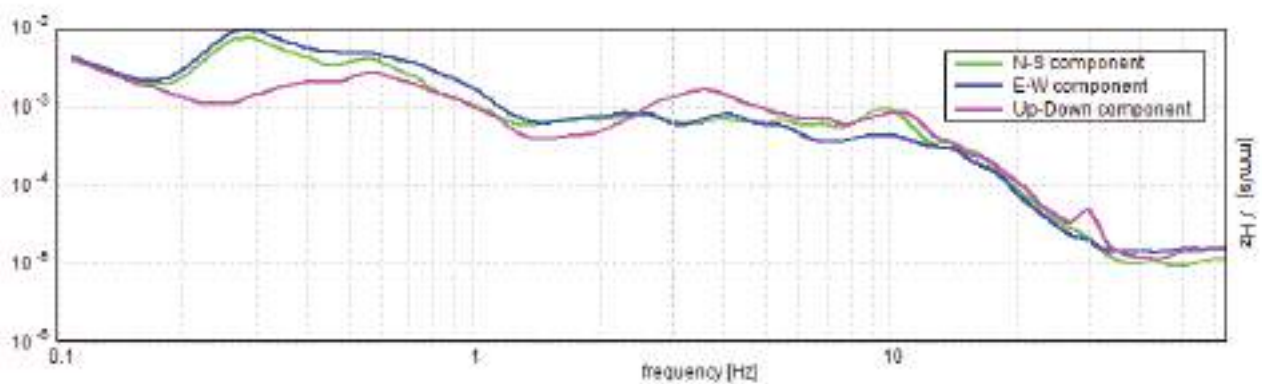


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.27 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 8**  
**Secondo picco H/V a 1.59Hz con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.27 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$520.6 > 200$	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 26	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.219 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.344 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$8.61 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.03758  < 0.05$	OK	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.00998 < 0.05313$	OK	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$1.45 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 19****Ubicazione:**

43°40'57.33"N

10°26'33.57"E

Via Maggiore di  
Oratoio

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 21/11/13 13:38:18 Fine registrazione: 21/11/13 14:18:18

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

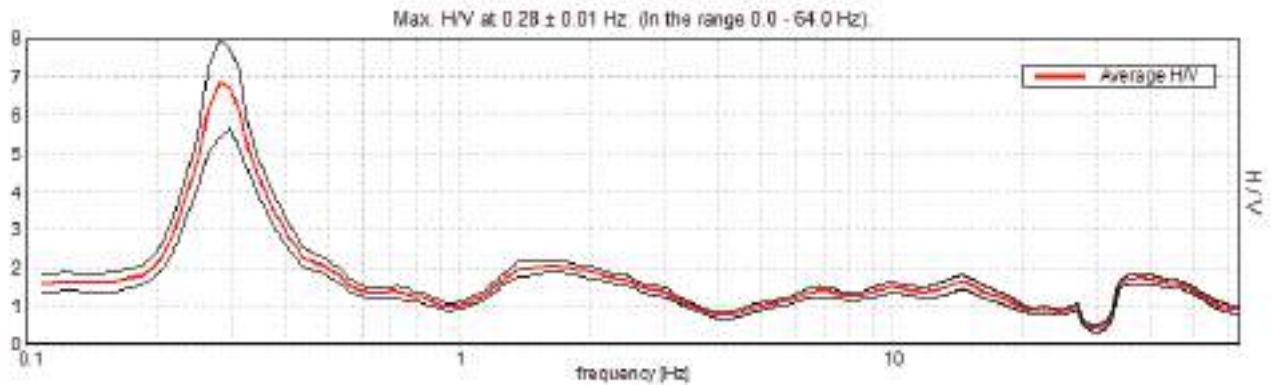
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

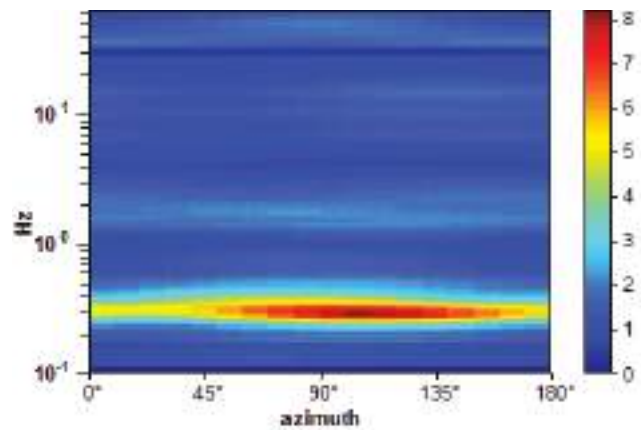
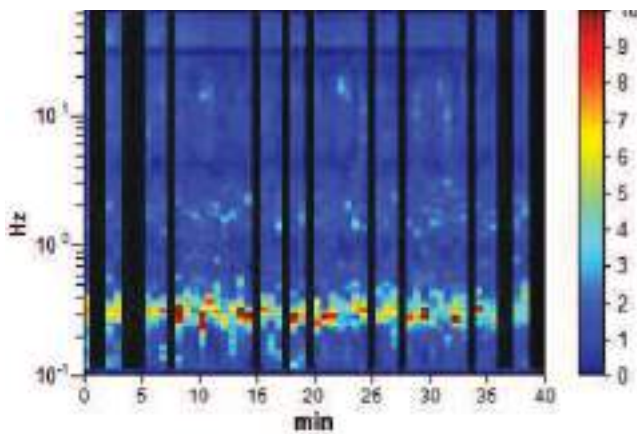


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

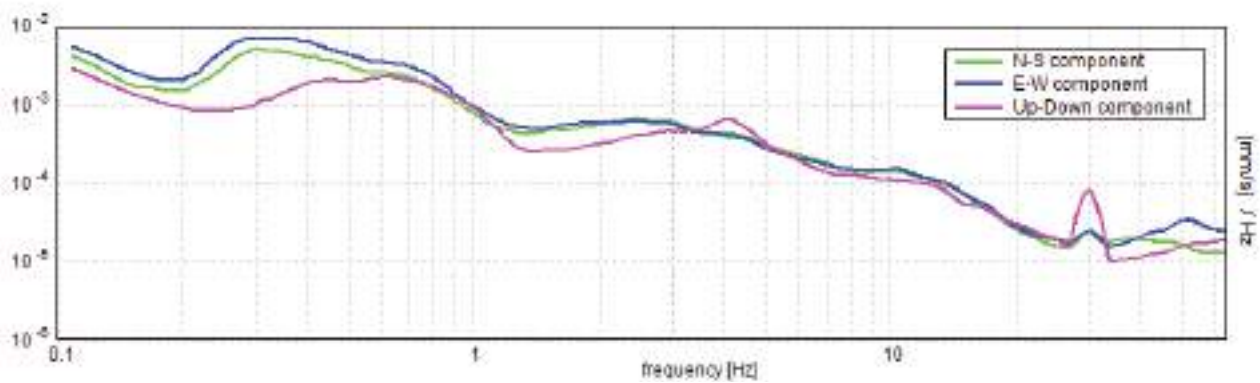


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.28 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza 6.9**  
**Secondo picco H/V a 1.7Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.28 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$495.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 28	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.391 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.85 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03453  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00971 < 0.05625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.4163 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 20

### Ubicazione:

43°42'30.36"N

10°26'40.06"E

Loc. Cisanello

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/12/13 11:35:08 Fine registrazione: 07/12/13 12:15:08

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

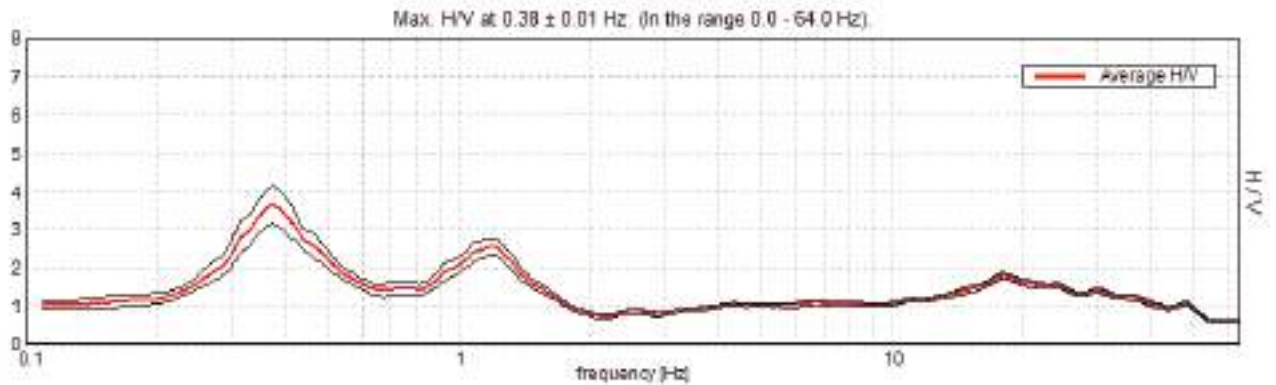
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

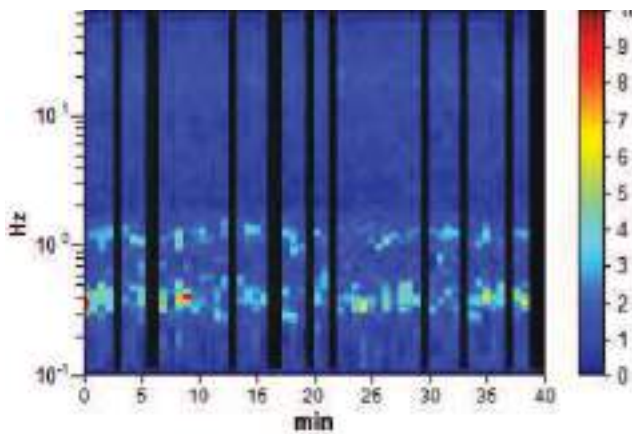
Lisciamento: 10%



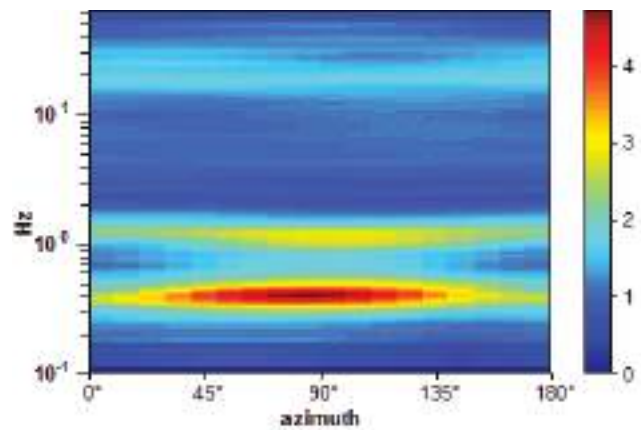
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



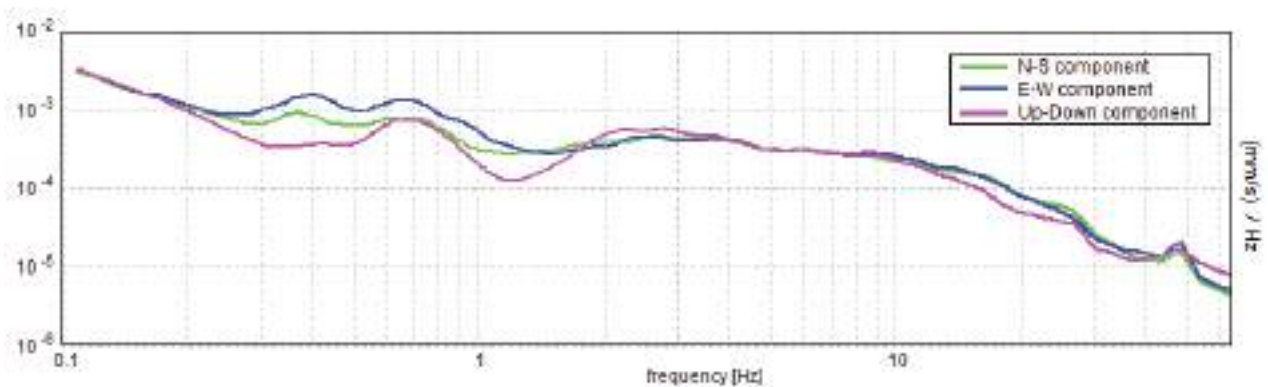
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.38 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.8**  
**Secondo picco H/V a 1.17Hz con ampiezza prossima a 2.3**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.38 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$705.0 > 200$	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 37	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.266 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.547 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.66 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02977  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01117 < 0.075$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5157 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 21

**Ubicazione:**

43°40'17.73"N

10°22'45.70"E

Via Enrico Pezzi

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 21/11/13 16:18:49 Fine registrazione: 21/11/13 16:58:49

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 63% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

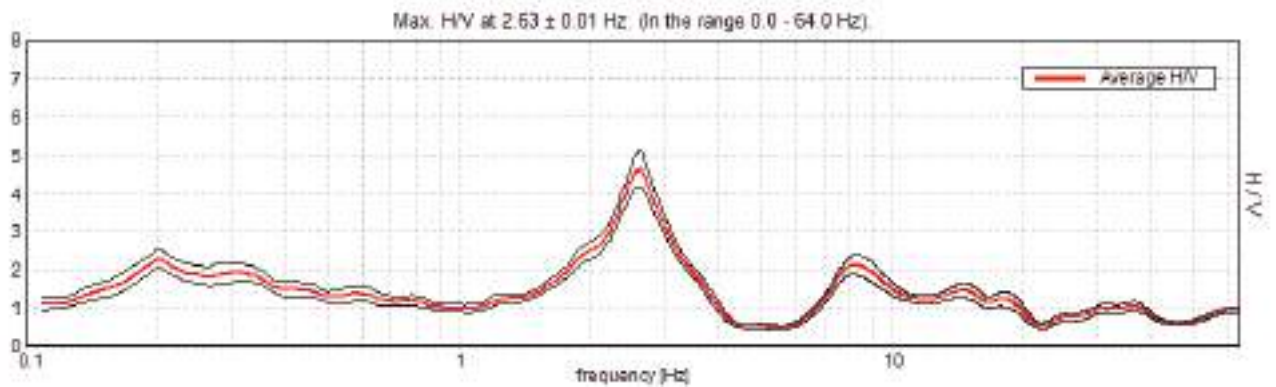
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

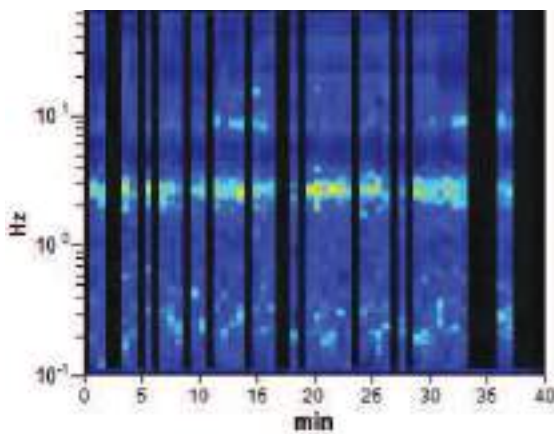
Lisciamento: 10%



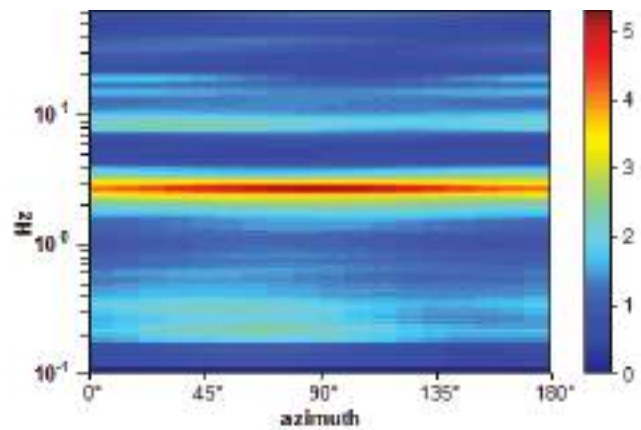
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



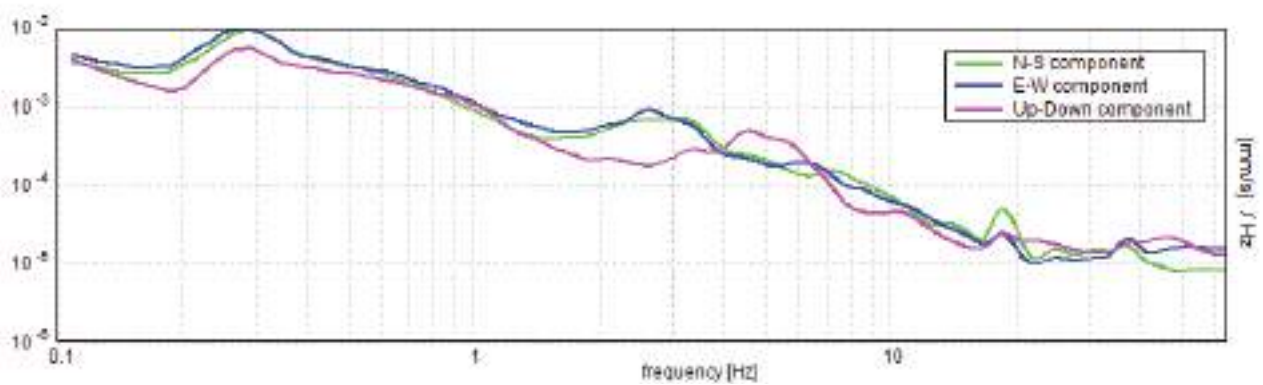
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $2.63 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 4.8**  
**Secondo picco H/V a 0.20Hz con ampiezza prossima a 2.2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.63 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3990.0 > 200$	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 253	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.906 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	3.266 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.64 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00273  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00717 < 0.13125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4598 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 22****Ubicazione:**

43°41'56.79"N

10°26'32.28"E

Via di Piaggia

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/12/13 18:09:42 Fine registrazione: 07/12/13 18:49:42

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

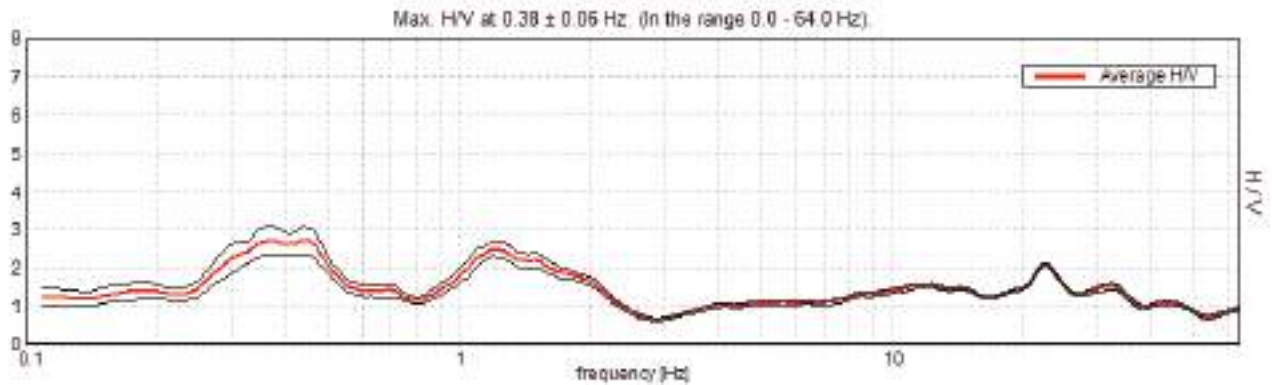
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

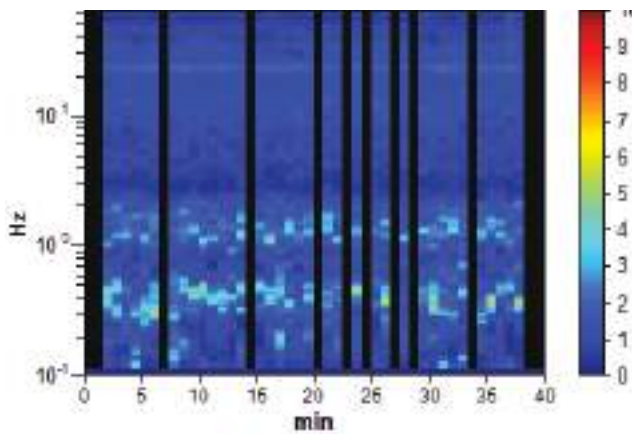
Lisciamento: 10%



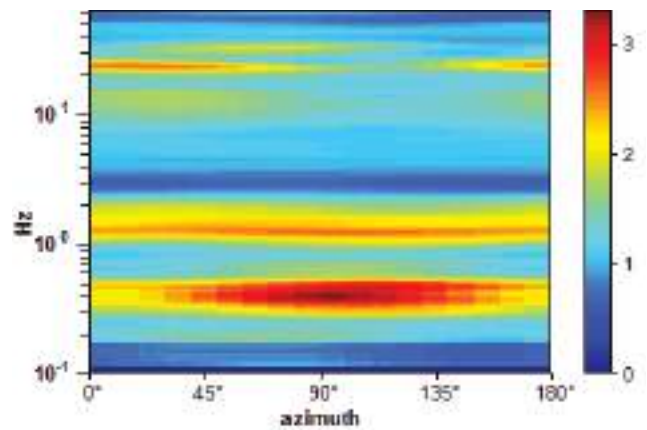
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



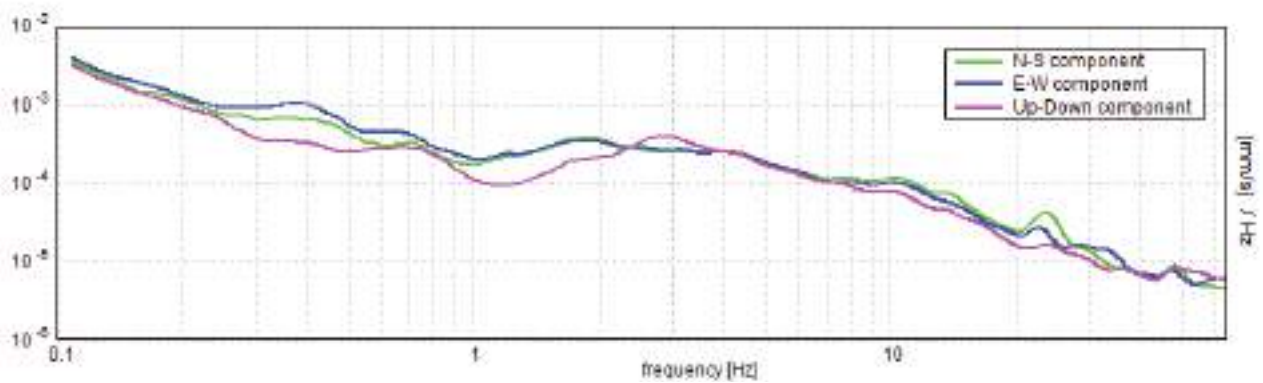
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.38 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.6**  
**Secondo picco H/V a 1.20Hz con ampiezza prossima a 2.4**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.38 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$675.0 > 200$	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 37	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.234 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.73 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16825  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06309 < 0.075$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3765 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 23****Ubicazione:**

43°36'17.37"N

10°18'47.09"E

Via dei Porcari

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/12/13 11:47:34 Fine registrazione: 10/12/13 12:27:34

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 70% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

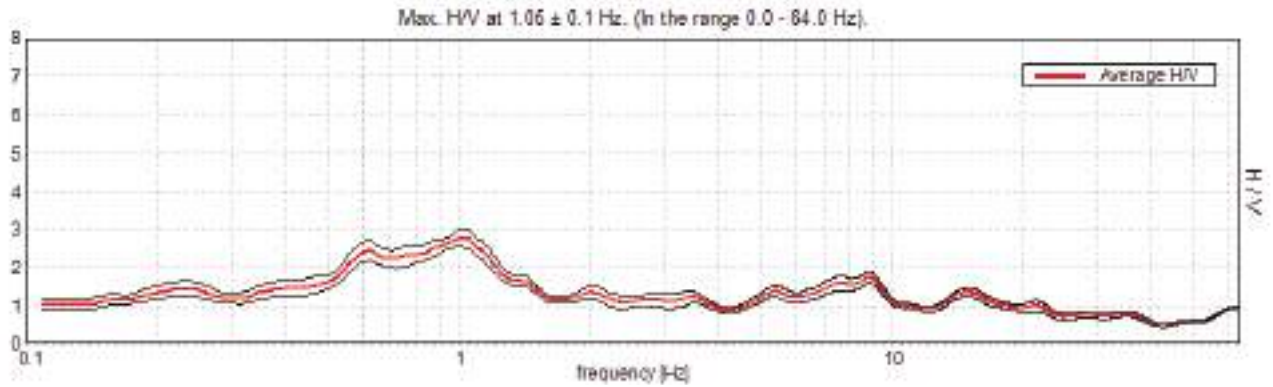
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

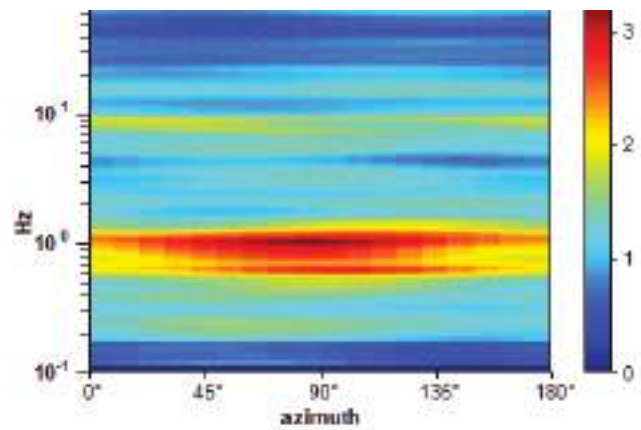
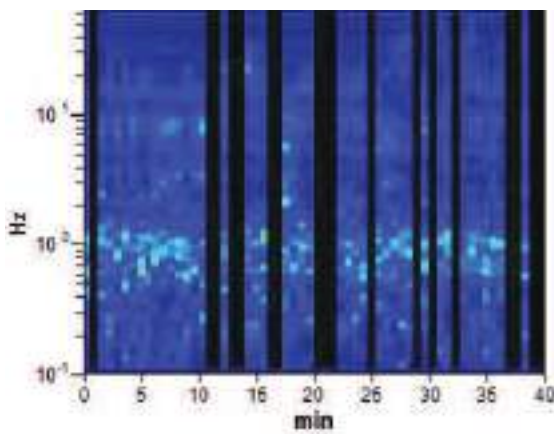


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

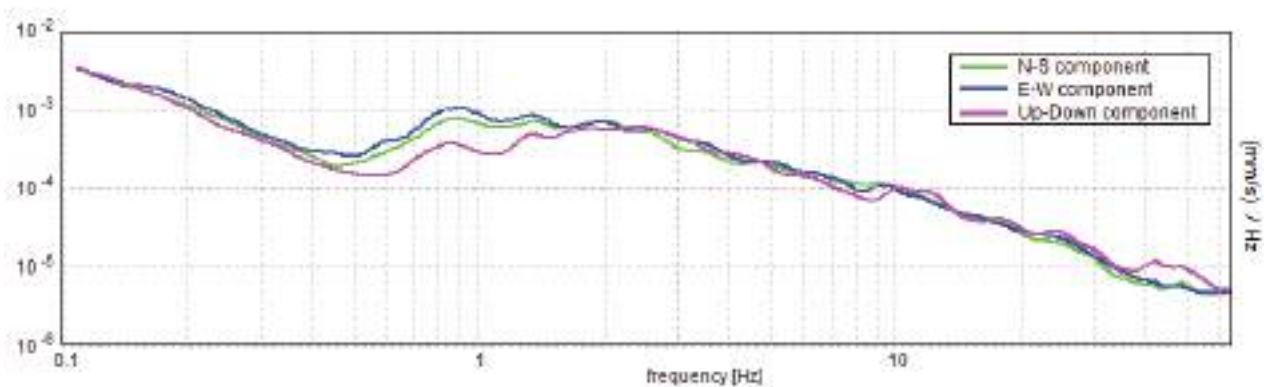


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.05 \pm 0.1$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.8**  
**Secondo picco H/V a 0.63Hz con ampiezza prossima a 2.3**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.05 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1758.8 > 200$	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 102	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.359 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.76 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.09532  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09979 < 0.10469$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2397 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 24****Ubicazione:**

43°43'54.18"N

10°24'45.03"E

Via Bari

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/12/13 14:57:55 Fine registrazione: 09/12/13 15:37:55

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

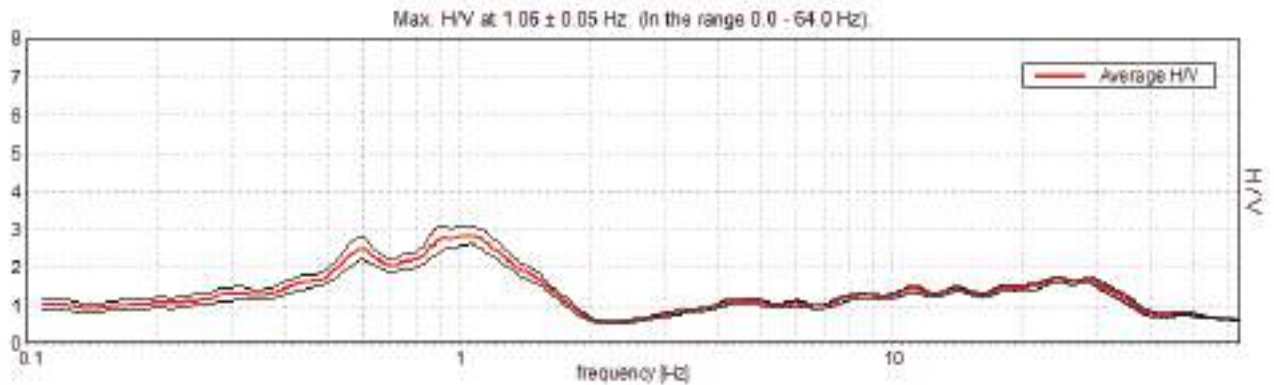
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

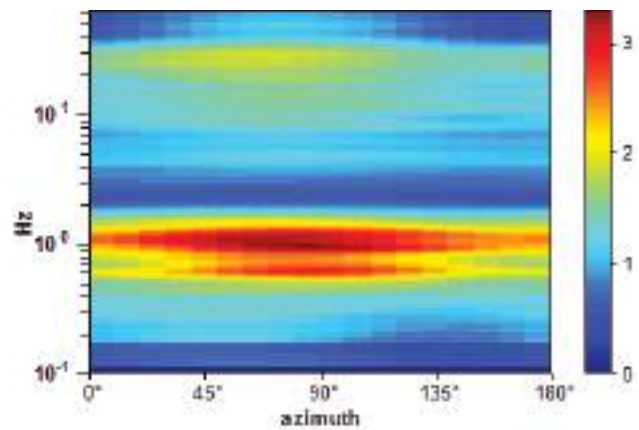
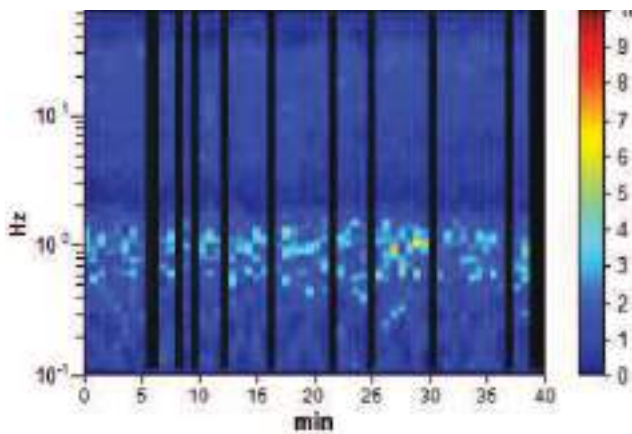


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

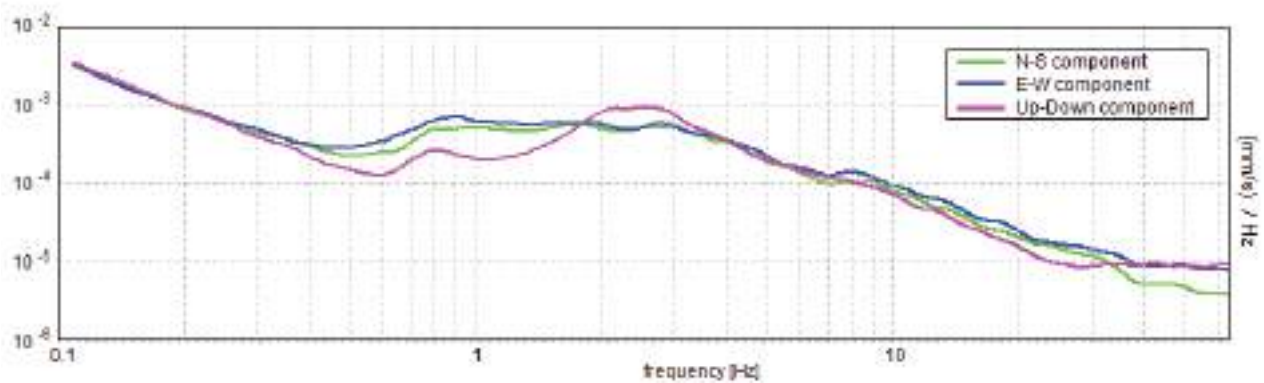


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $1.06 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.8**  
**Secondo picco H/V a 0.63Hz con ampiezza prossima a 2.5**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.06 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2040.0 > 200$	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 103	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.375 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.641 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.84 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05147  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05469 < 0.10625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2172 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 25****Ubicazione:**

43°44'10.94"N

10°23'53.95"E

Via Francesco  
Galiani

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/12/13 16:48:51 Fine registrazione: 09/12/13 17:28:51

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

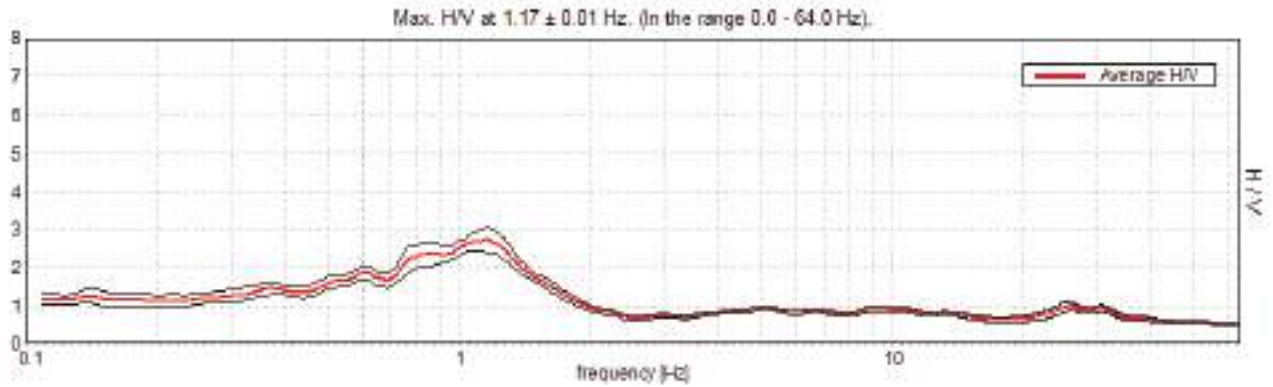
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

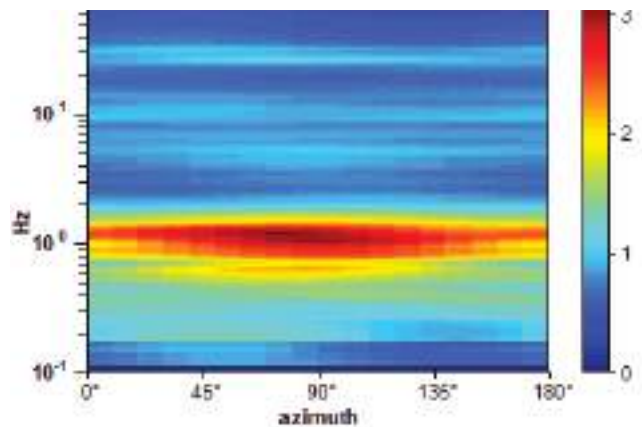
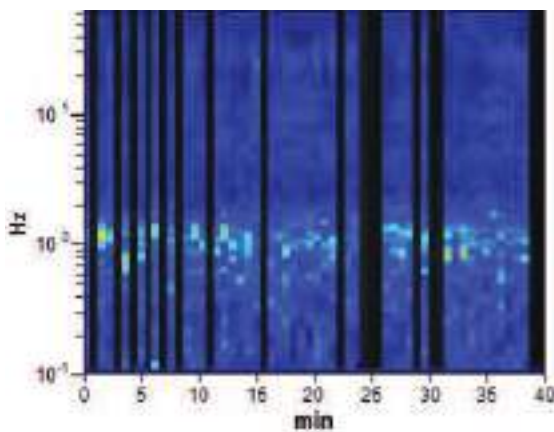


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

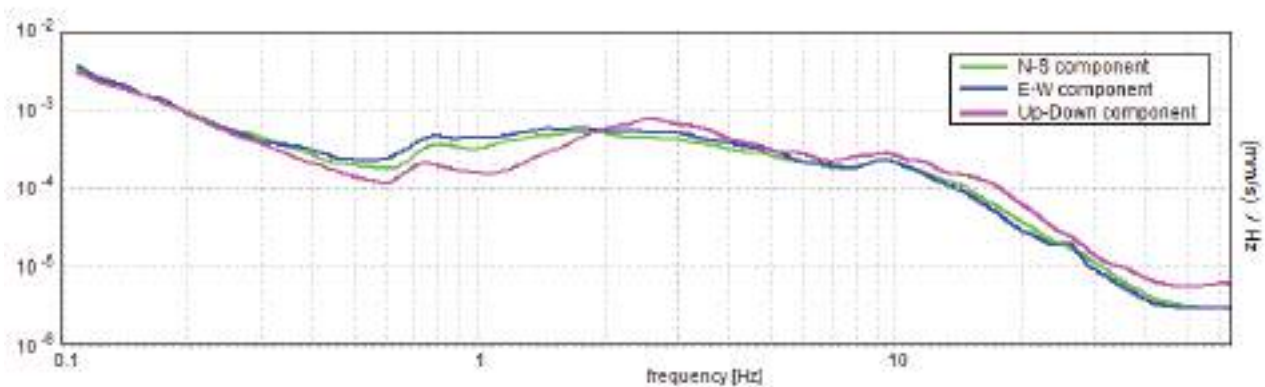


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.17 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.7**  
**Secondo picco H/V a 0.89Hz con ampiezza prossima a 2.4**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.17 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2015.6 > 200$	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 114	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.73 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00813  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00953 < 0.11719$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3305 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 26****Ubicazione:**

43°43'55.16"N

10°23'38.63"E

Via Gagno

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/12/13 15:58:18 Fine registrazione: 09/12/13 16:38:18

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

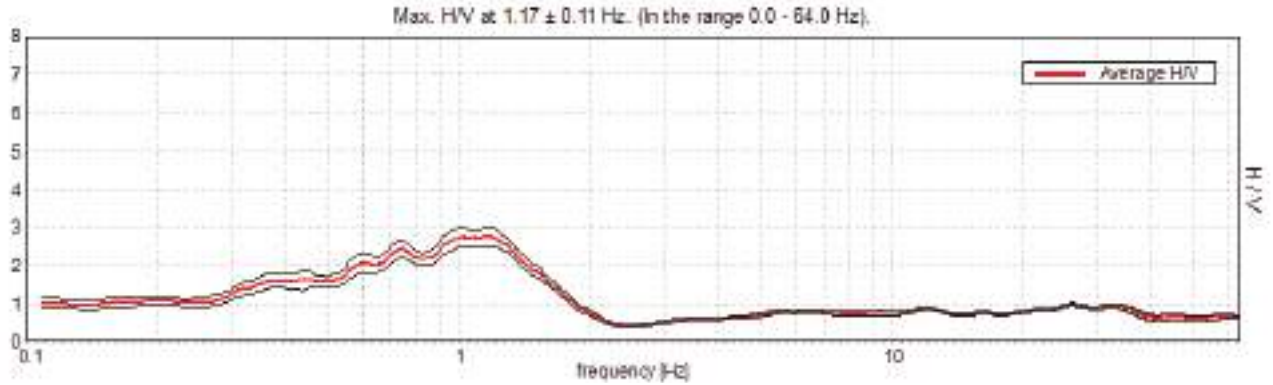
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

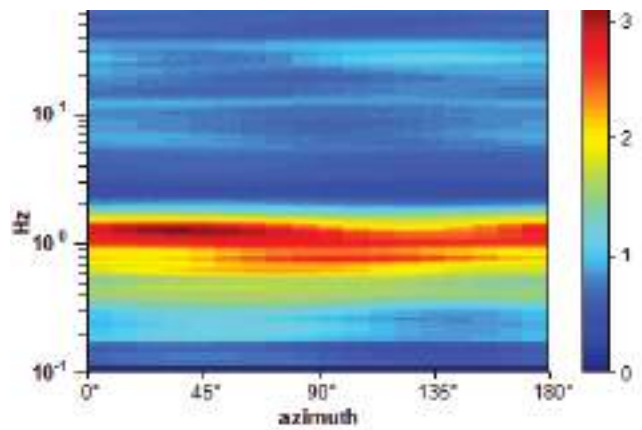
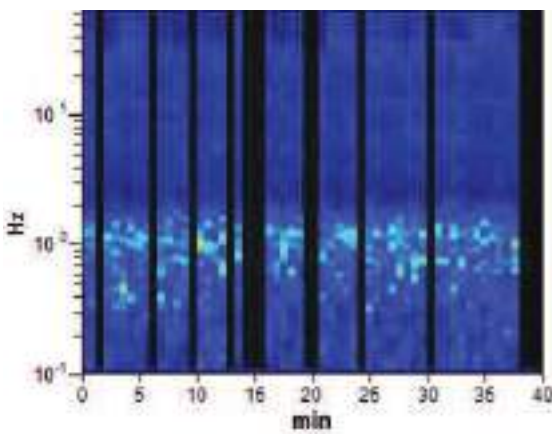


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

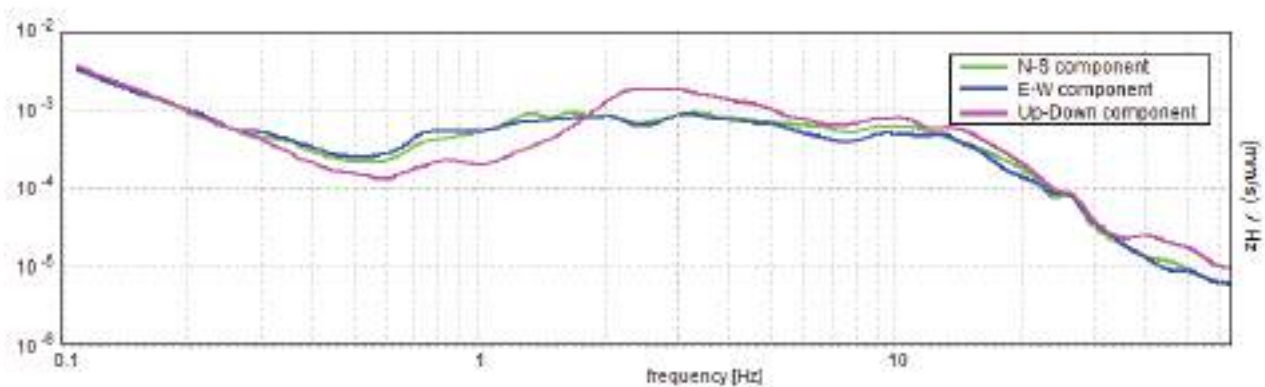


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $1.17 \pm 0.11$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.8.**  
**Secondo picco H/V a 0.73Hz con ampiezza prossima a 2.5**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.17 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2156.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 114	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.313 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.703 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.75 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.09657  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.11317 < 0.11719$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.2309 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 27****Ubicazione:**

43°43'28.88"N

10°24'05.76"E

Via Bianchi

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/12/13 19:02:54 Fine registrazione: 09/12/13 19:42:54

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 65% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

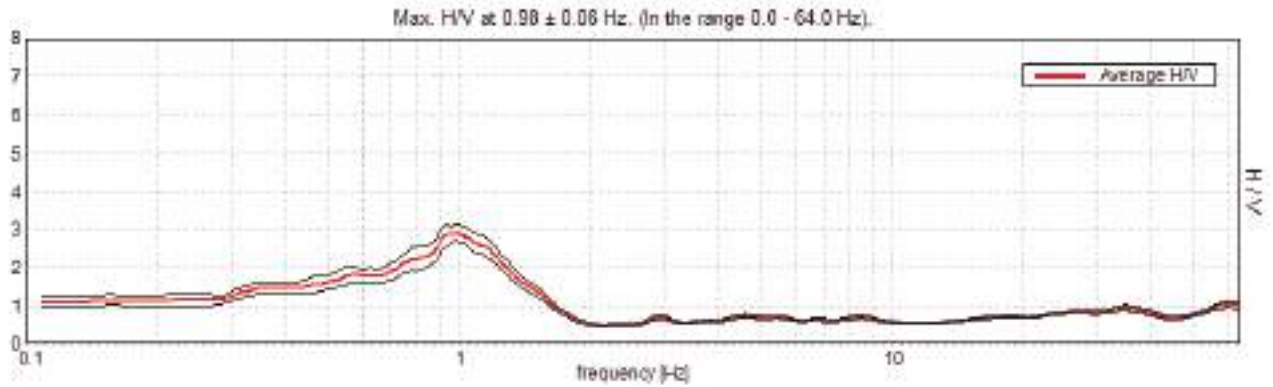
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

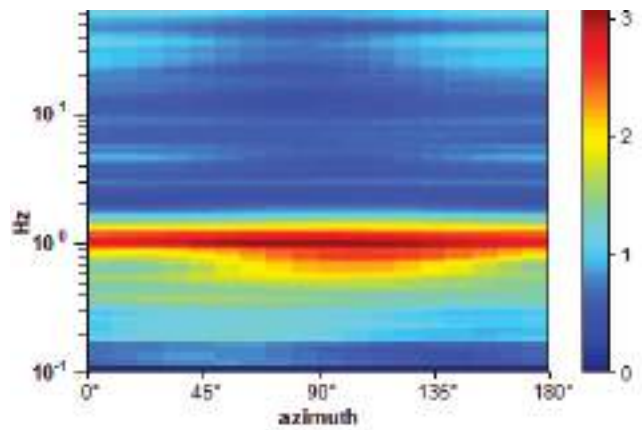
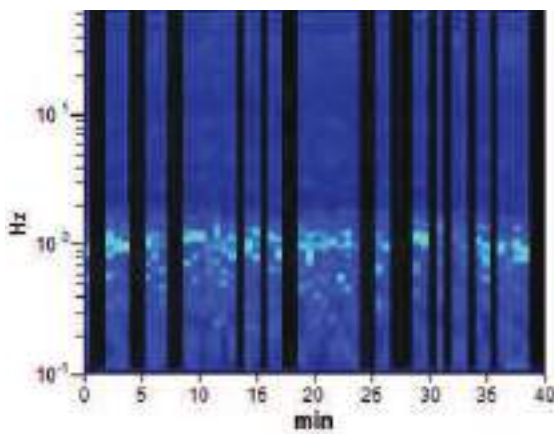


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

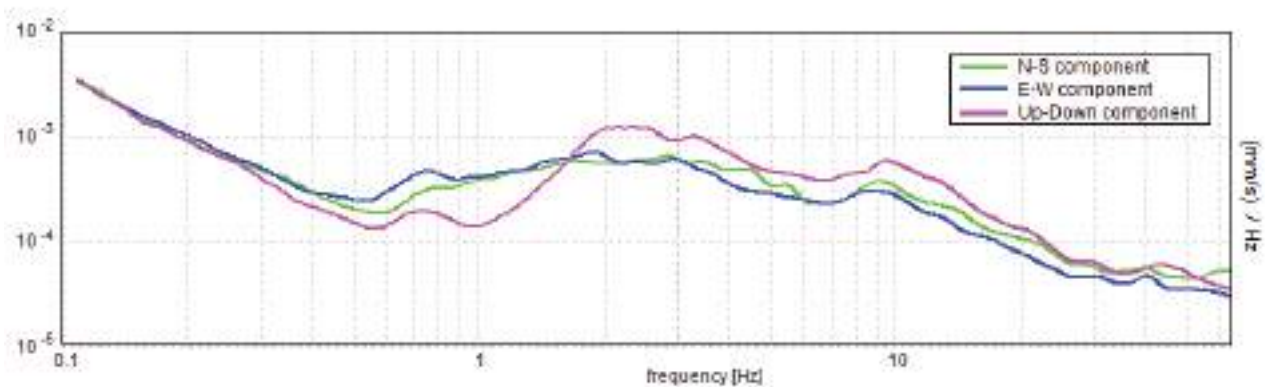


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.98 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.9.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.98 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1535.6 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 96	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.422 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.484 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.90 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.06445  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.06344 < 0.14766$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.224 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 28****Ubicazione:**

43°41'33.75"N

10°26'28.20"E

Via Quarto

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/12/13 09:48:37 Fine registrazione: 10/12/13 10:28:37

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

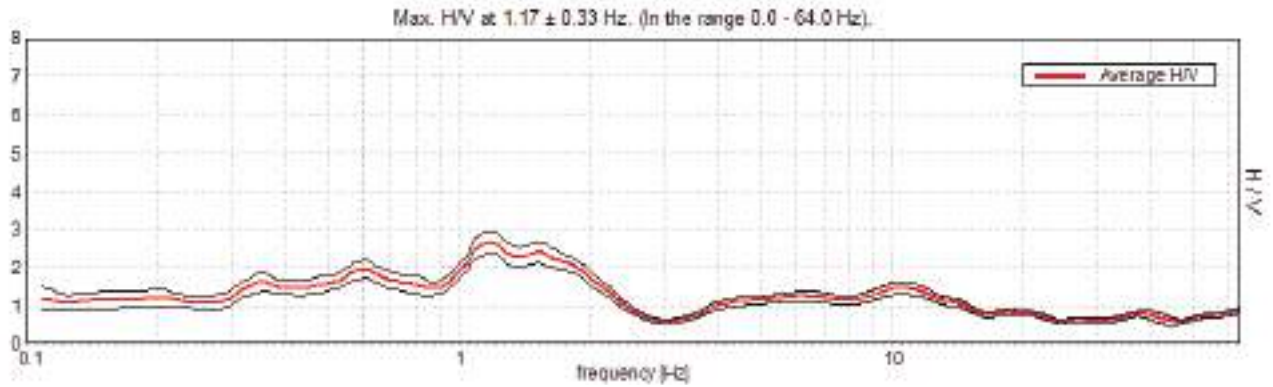
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

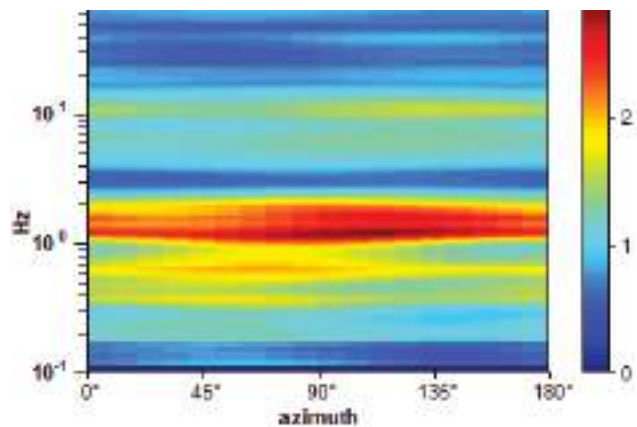
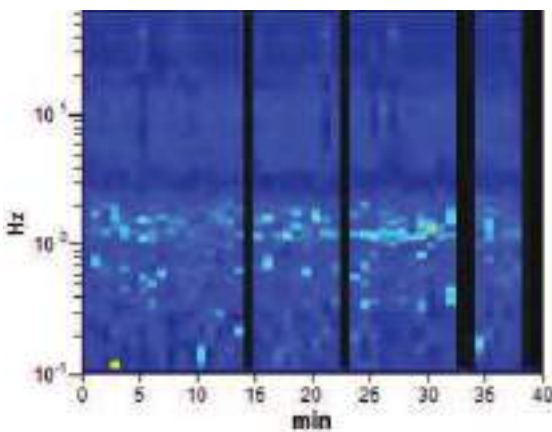


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

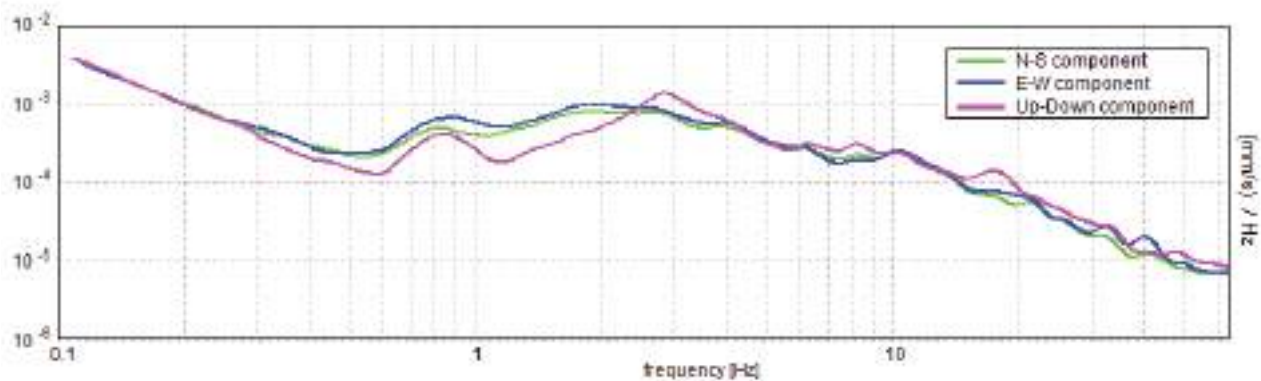


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $1.17 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.7**  
**Secondo picco H/V a 0.59Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.17 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2460.9 > 200$	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 114	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.297 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.65 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.28167  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.33008 < 0.11719$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2909 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 29****Ubicazione:**

43°40'19.72"N

10°24'16.43"E

Via di Scepre

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/12/13 10:42:38 Fine registrazione: 10/12/13 11:22:38

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

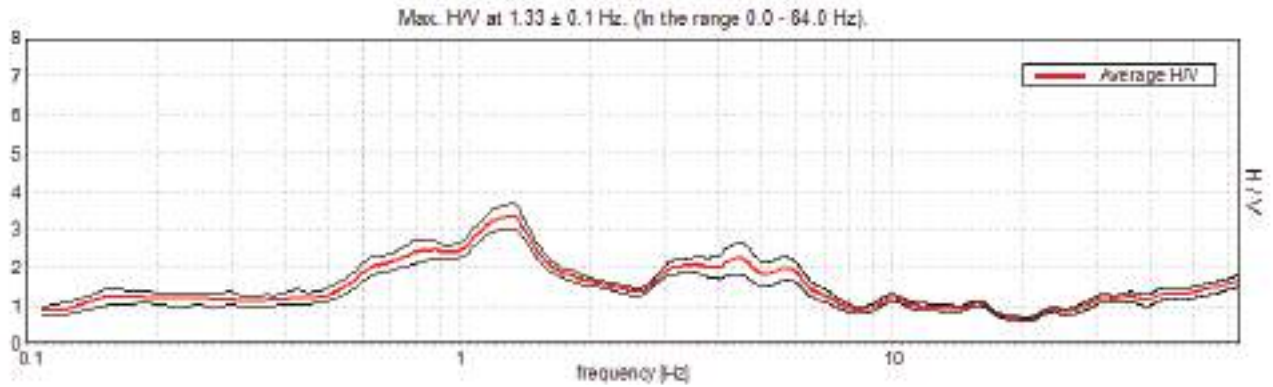
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

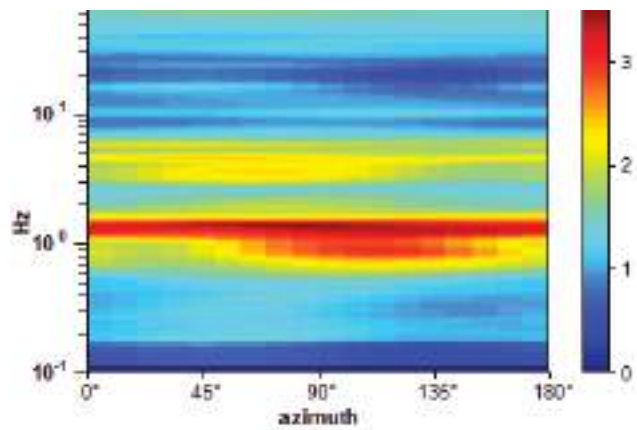
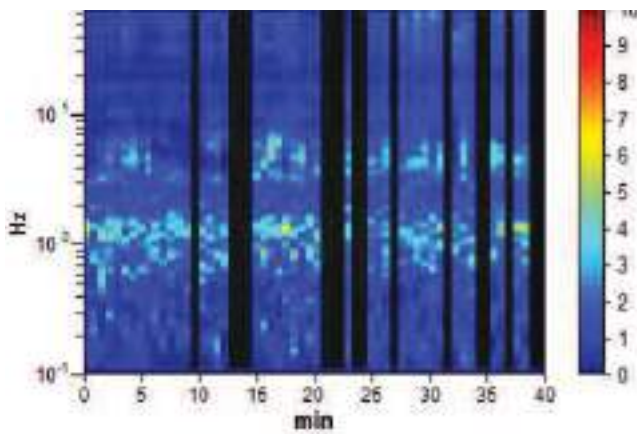


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

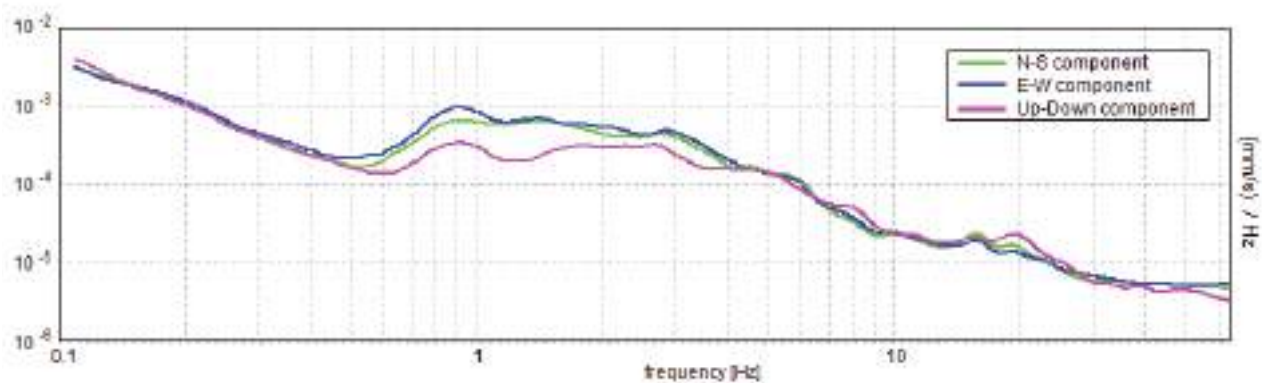


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTE



**Picco H/V a  $1.33 \pm 0.1$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.2**  
**Secondo picco H/V a 4.52Hz con ampiezza prossima a 2.2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.33 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2337.5 > 200$	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 128	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.563 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.953 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.34 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07649  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.10159 < 0.13281$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3459 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 30****Ubicazione:**

43°41'56.56"N

10°26'52.47"E

Via Renello  
Gemignani

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 27/02/00 23:35:10 Fine registrazione: 28/02/00 00:15:10

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

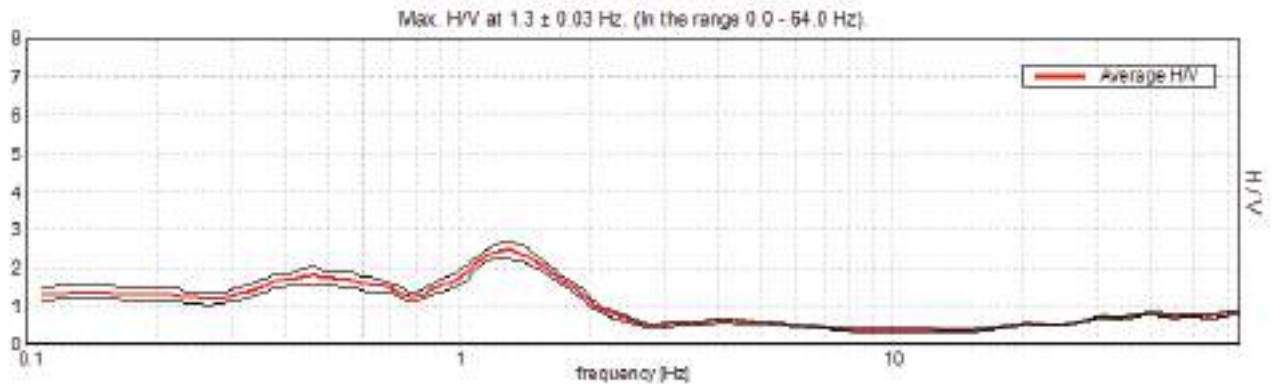
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

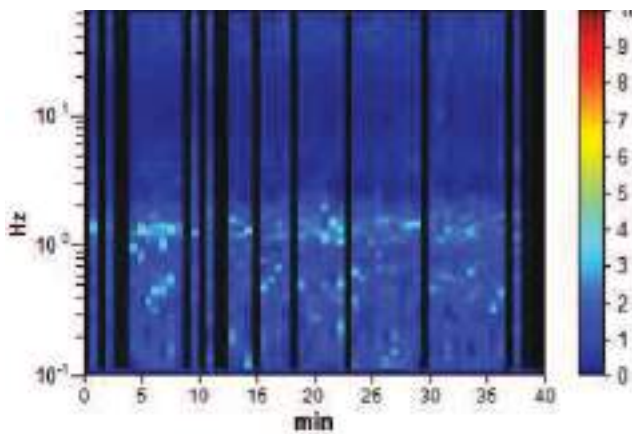
Lisciamento: 10%



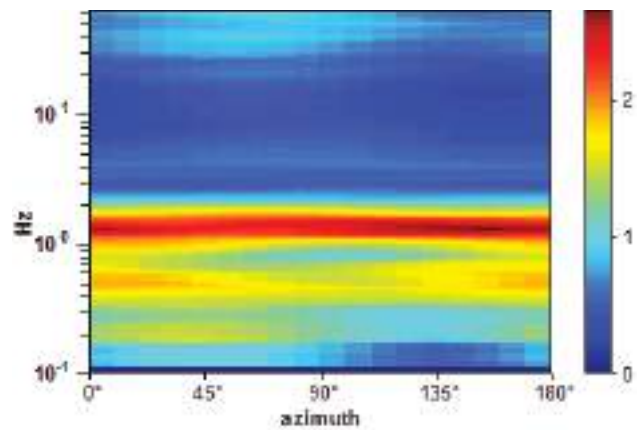
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



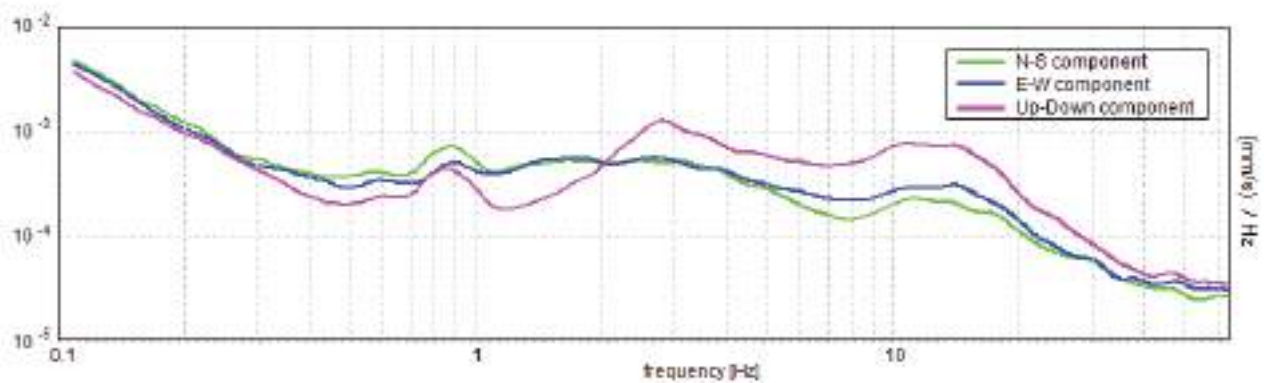
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $1.3 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2**  
**Secondo picco H/V a 0.44Hz con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.30 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2282.5 > 200$	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 126	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.984 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.47 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0262  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03397 < 0.12969$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2332 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 31****Ubicazione:**

43°41'40.19"N

10°27'05.16"E

Via Fiorentina

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 28/02/00 00:28:48 Fine registrazione: 28/02/00 01:08:48

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 56% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

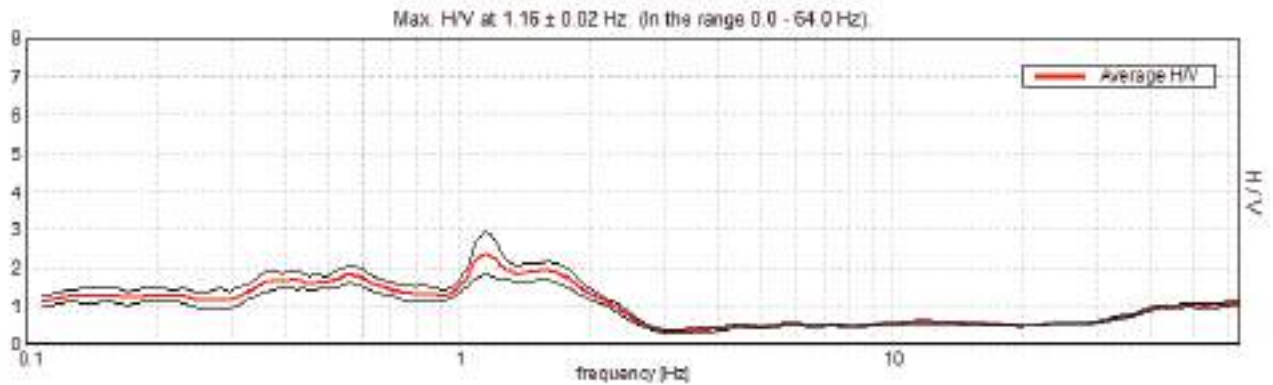
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

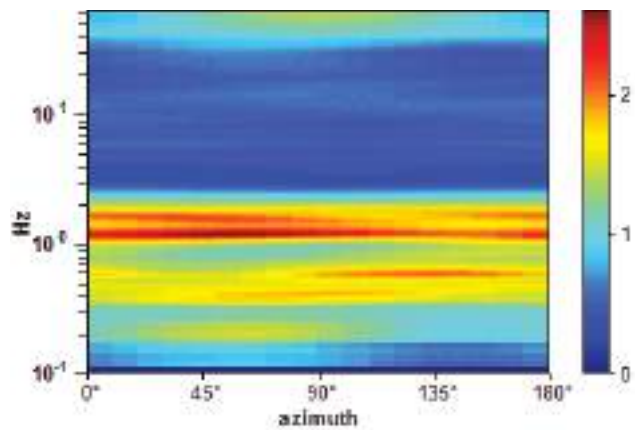
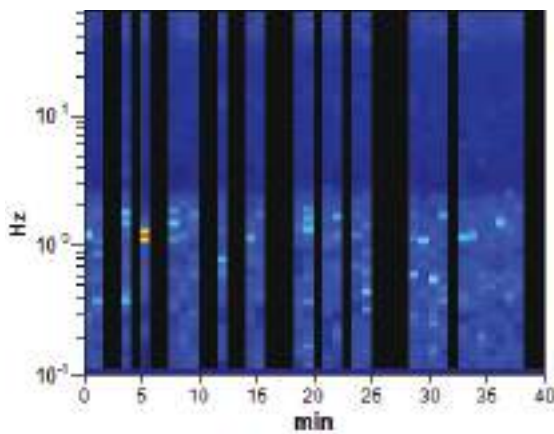


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

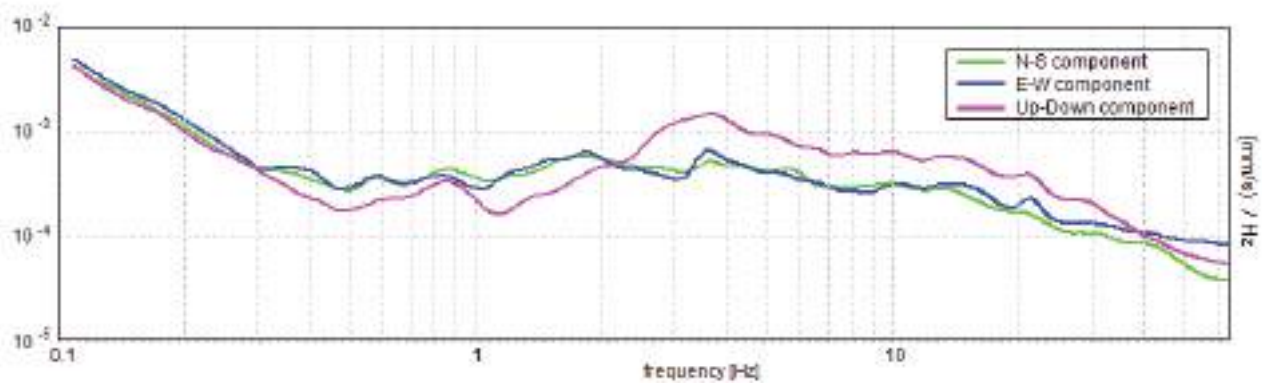


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.16 \pm 0.02$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2**  
**Secondo picco H/V a 1.52Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.16 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1560.9 > 200$	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 112	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.297 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.141 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.37 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01911  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0221 < 0.11563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5681 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 32****Ubicazione:**

43°42'47.73"N

10°23'35.67"E

Via San Paolo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 13/03/14 15:05:54 Fine registrazione: 13/03/14 15:45:54

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

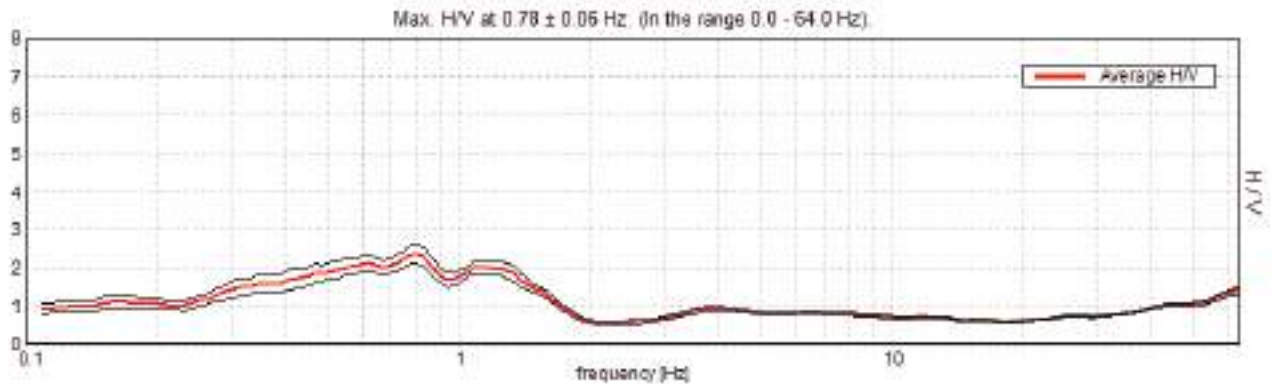
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

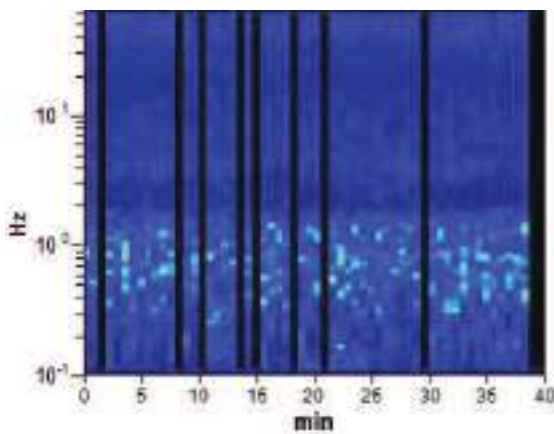
Lisciamento: 10%



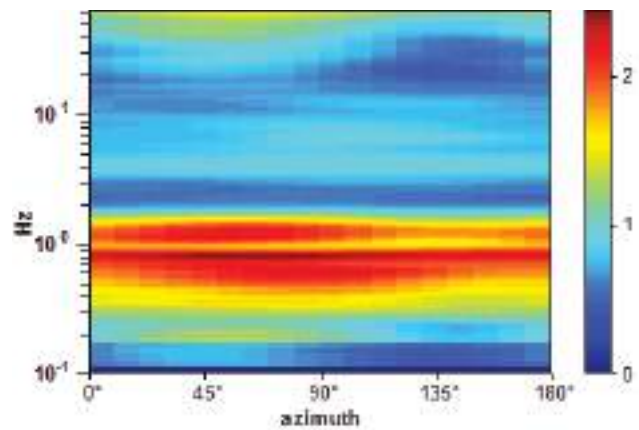
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



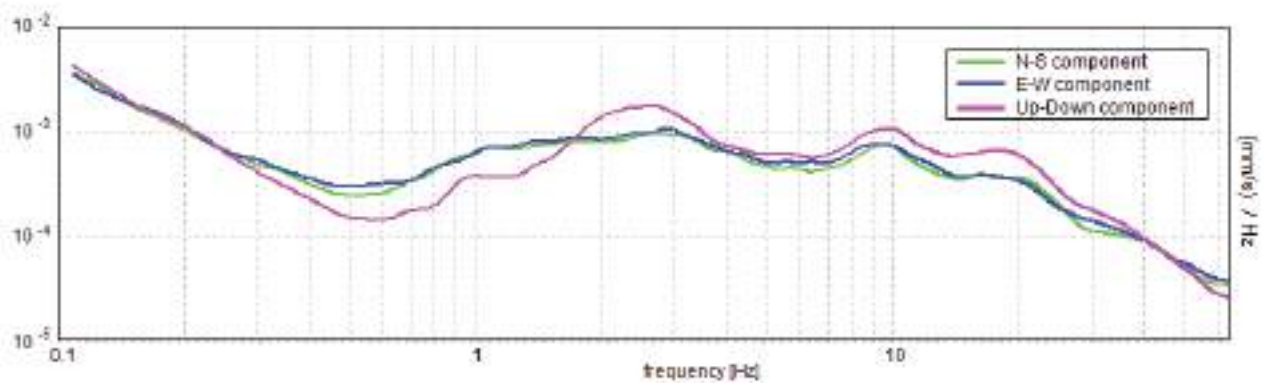
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.78 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2**  
**Secondo picco H/V a 1.09Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.78 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1562.5 > 200$	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 76	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.36 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07679  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05999 < 0.11719$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2356 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 33****Ubicazione:**

43°42'38.59"N

10°24'25.60"E

Piazza Don Minzoni

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 13/03/14 16:03:19 Fine registrazione: 13/03/14 16:43:19

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

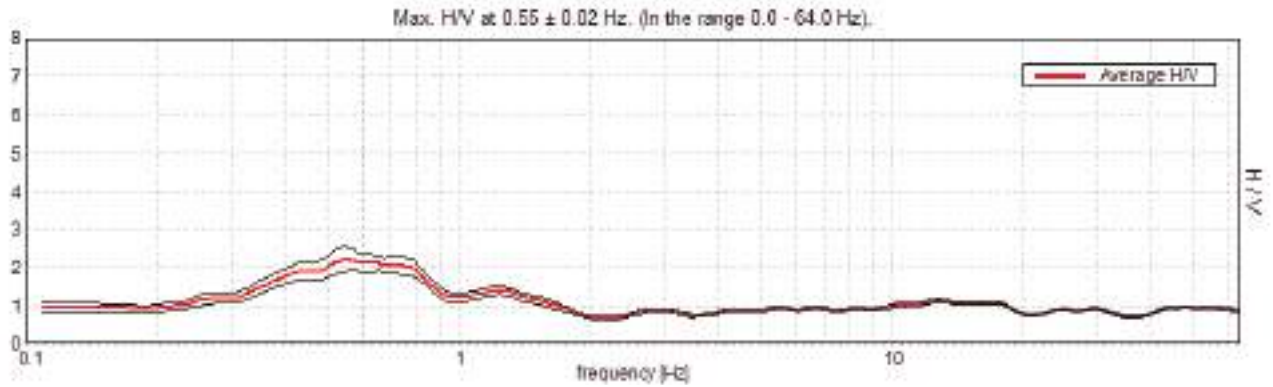
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

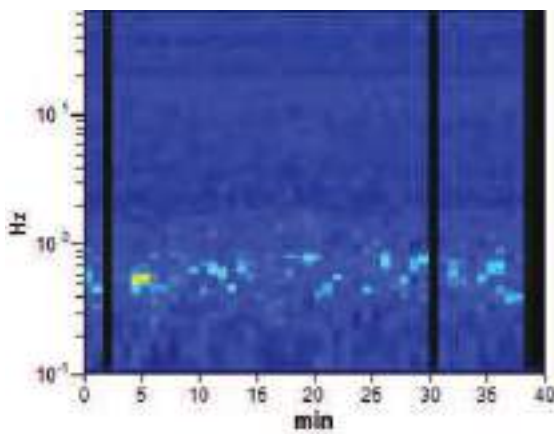
Lisciamento: 10%



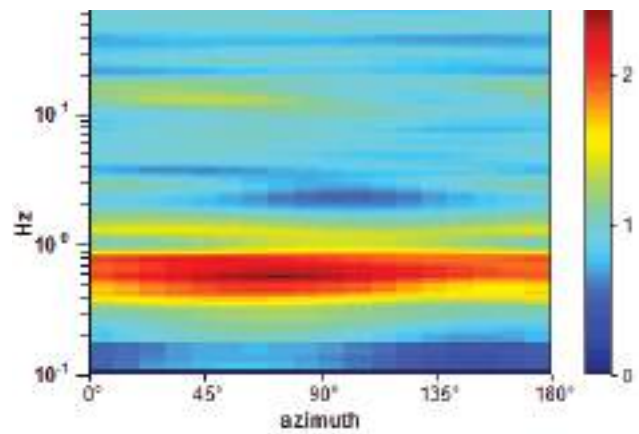
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



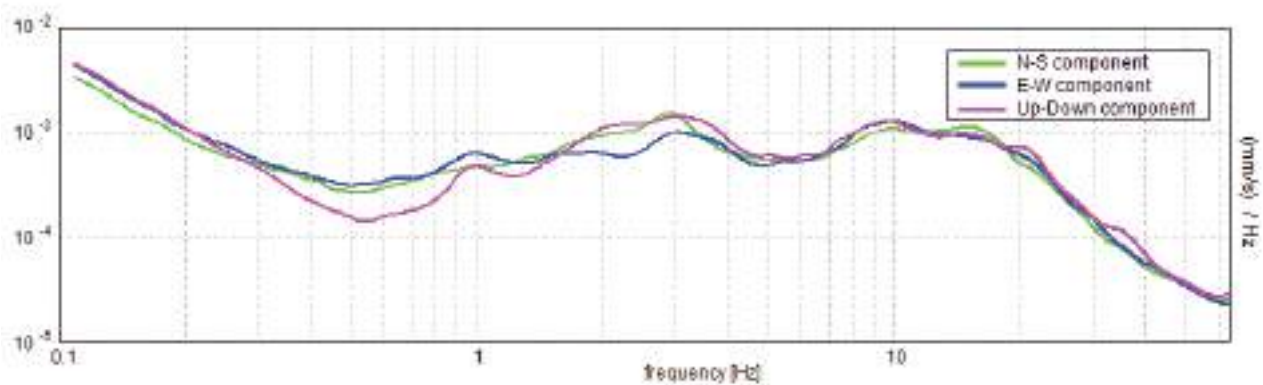
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.55 \pm 0.02$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2**  
**Secondo picco H/V a 0.70Hz con ampiezza prossimi a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.55 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1203.1 > 200$	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 54	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.234 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.22 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03604  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01971 < 0.08203$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3243 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 34

### Ubicazione:

43°42'26.26"N

10°23'49.83"E

Via di Goletta

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/03/14 10:42:24 Fine registrazione: 14/03/14 11:22:24

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

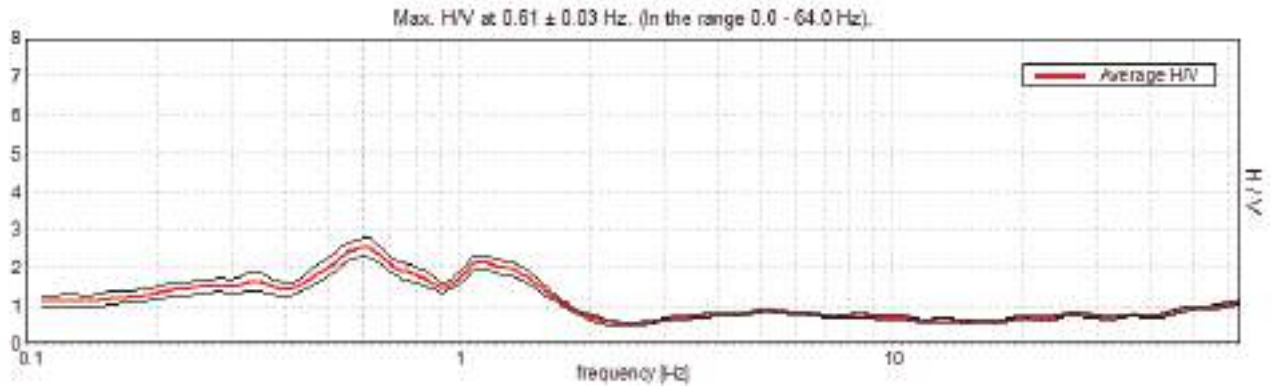
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

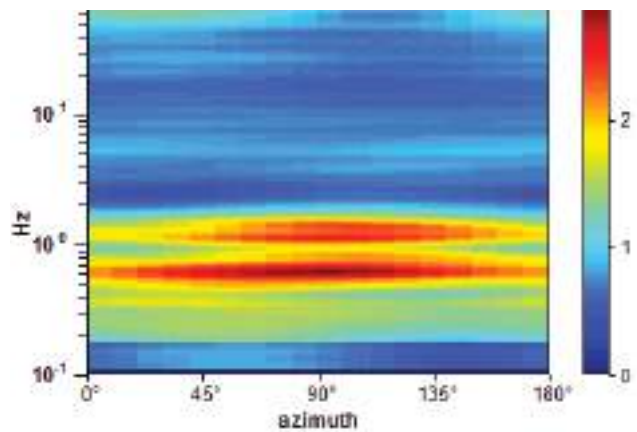
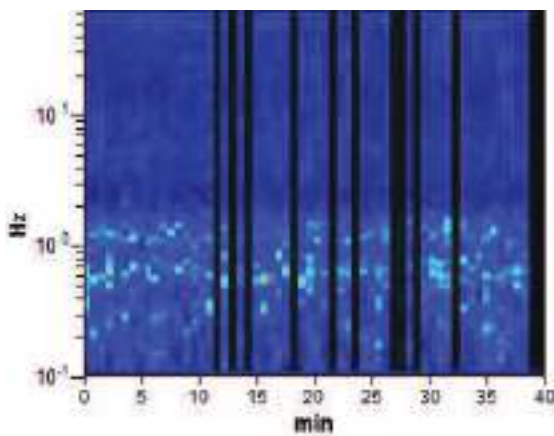


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

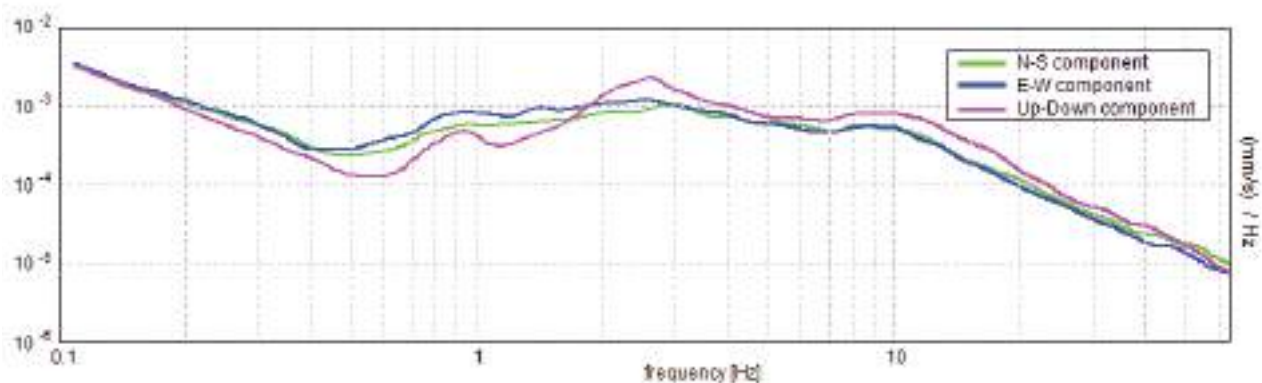


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.61 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza 2.3**  
**Secondo picco H/V a 1.14Hz con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.61 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1170.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 60	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.172 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.656 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.52 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.05007  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.03051 < 0.09141$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.2353 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 35****Ubicazione:**

43°41'58.81"N

10°25'11.17"E

Via Monte Rosa

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/03/14 11:42:27 Fine registrazione: 14/03/14 12:22:27

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

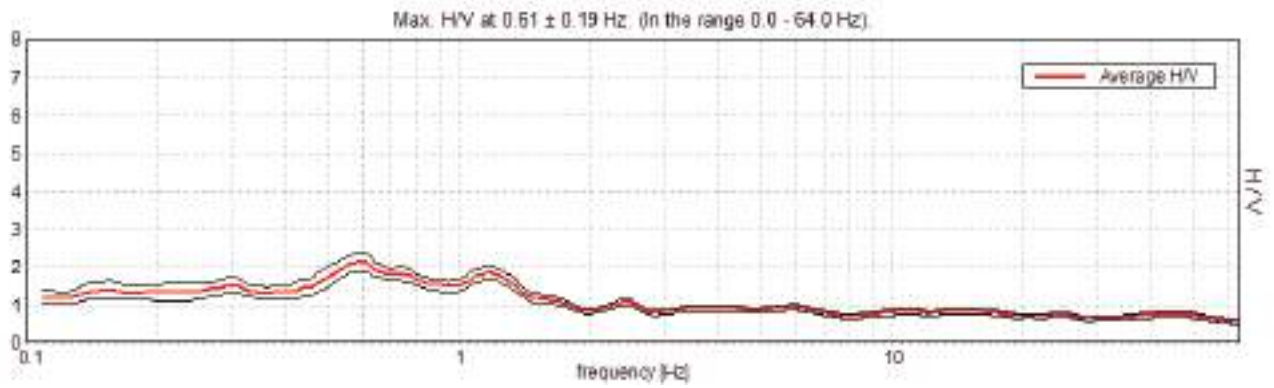
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

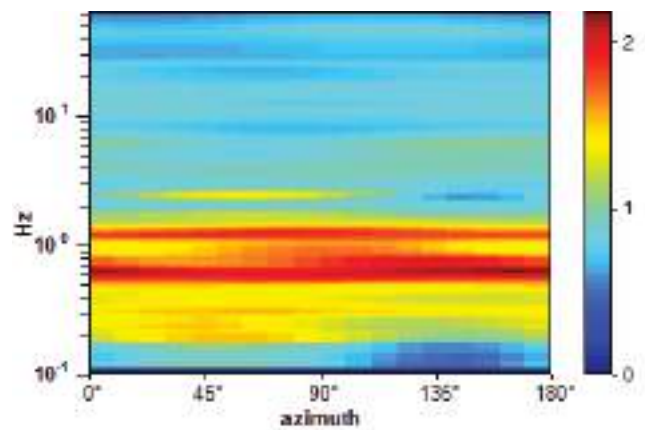
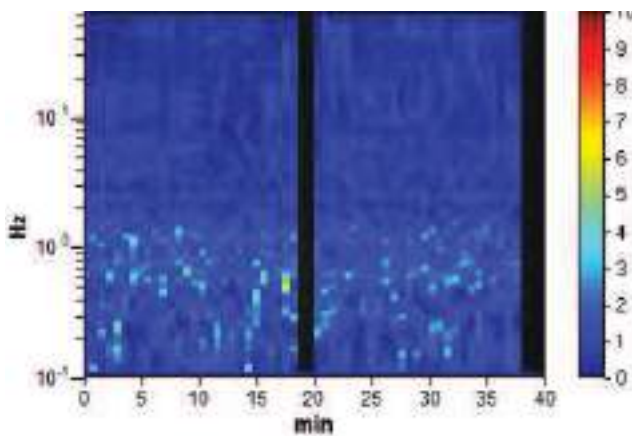


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

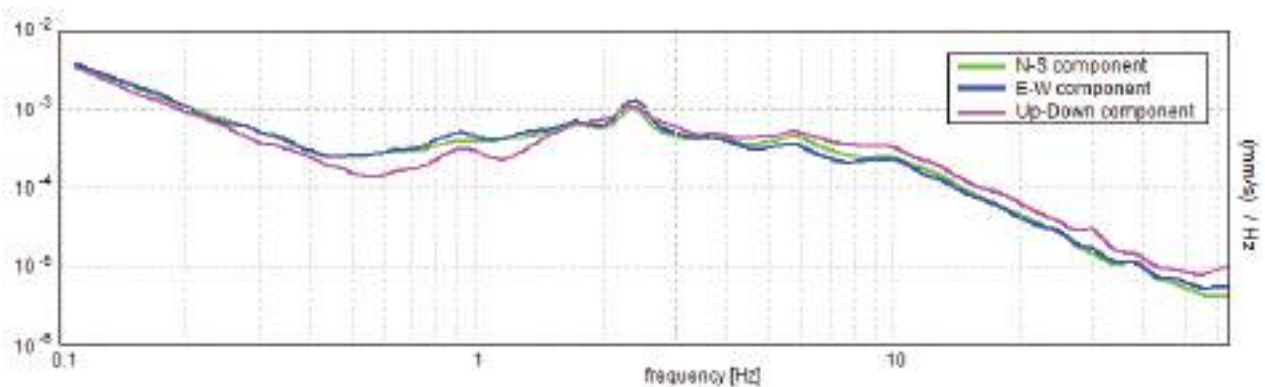


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.61 \pm 0.19$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima 2.05**  
**Secondo picco H/V a 1.17Hz con ampiezza prossima a 1.9**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.61 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1340.6 > 200$	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 60	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.12 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.3074  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.18732 < 0.09141$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.237 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 36****Ubicazione:**

43°43'16.35"N

10°21'26.19"E

Viale delle Cascine

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 13/03/14 17:57:00 Fine registrazione: 13/03/14 18:37:00

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 100% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

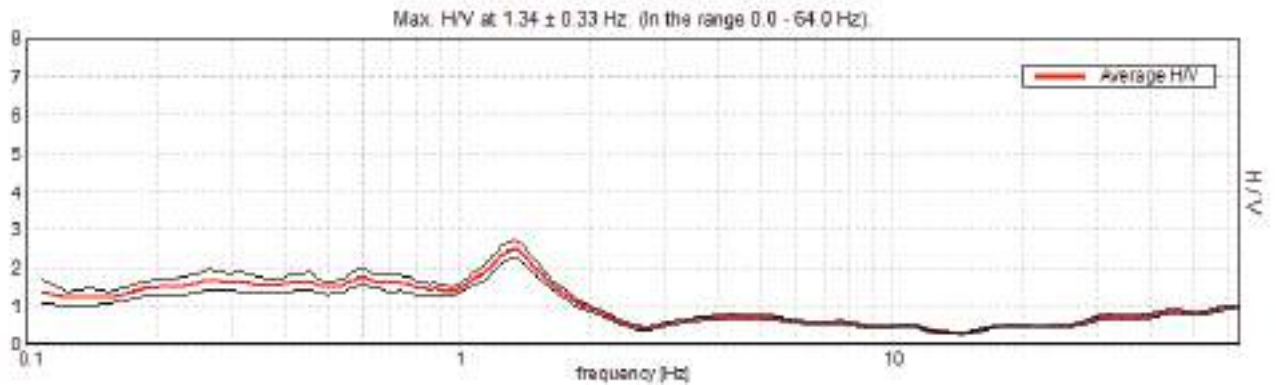
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

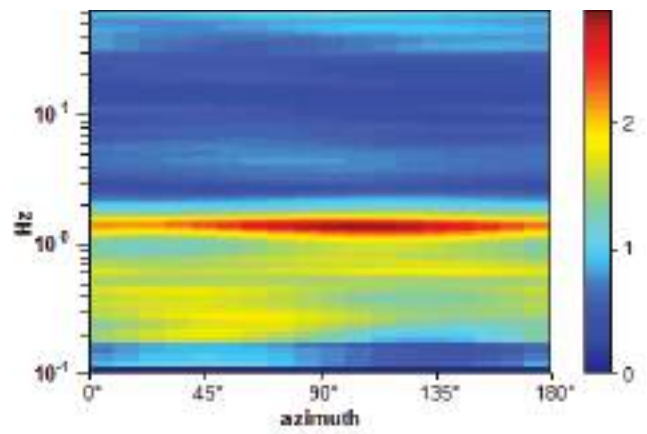
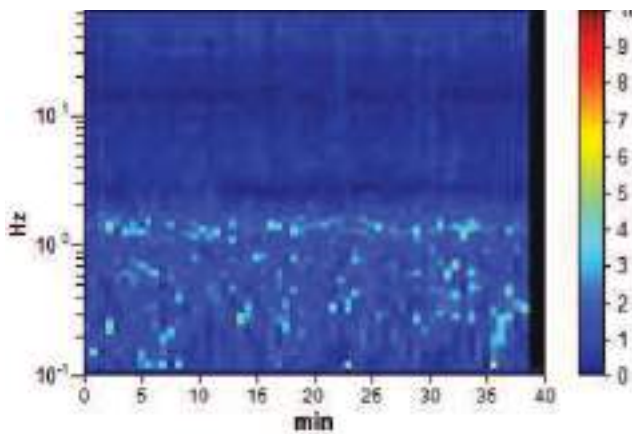


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

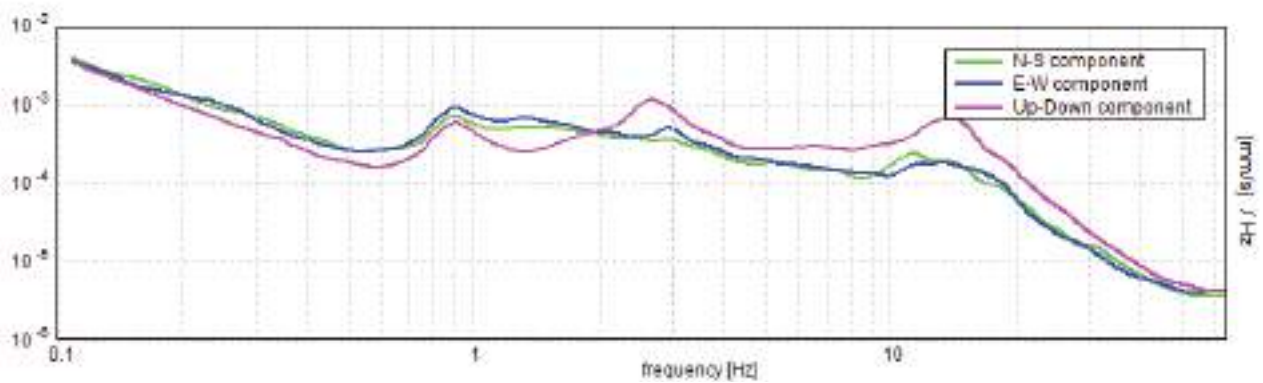


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $1.34 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.3.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.34 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3117.5 > 200$	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 130	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.797 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.49 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.24635  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.33104 < 0.13438$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2285 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 37****Ubicazione:**

43°43'25.04"N

10°20'09.33"E

Via del Gombo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/03/14 14:10:16 Fine registrazione: 14/03/14 14:50:16

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 96% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

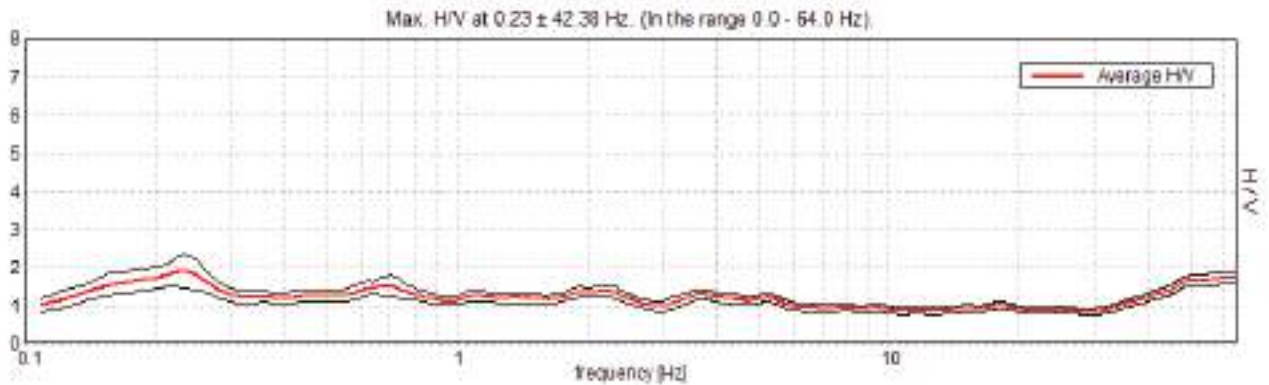
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

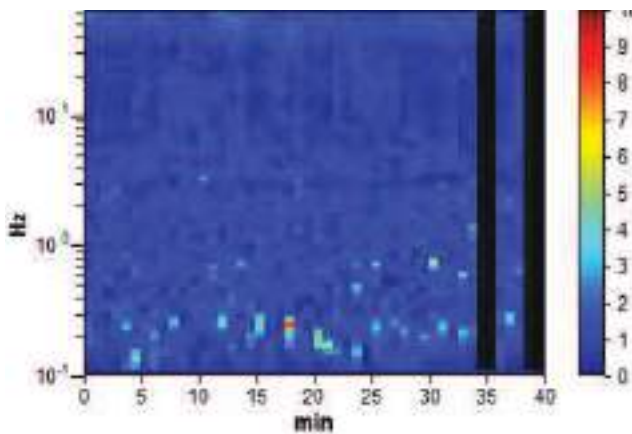
Lisciamento: 10%



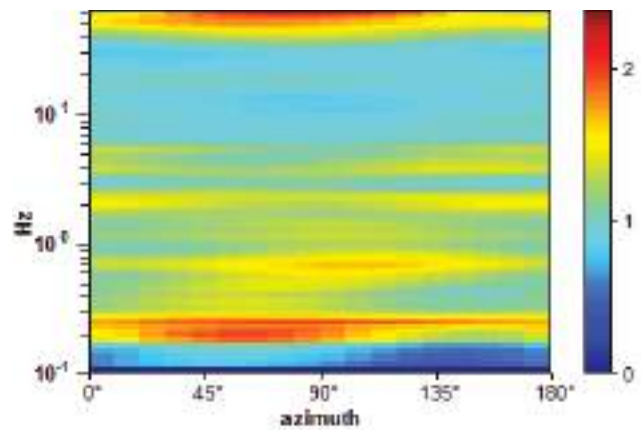
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



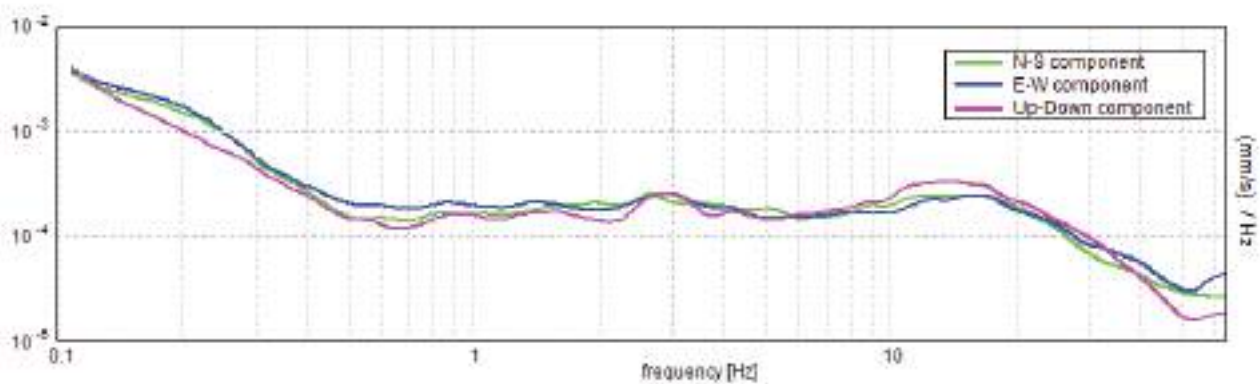
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.23 \pm 42.38$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.9.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.23 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$515.6 > 200$	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 24	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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.91 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 180.8273  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$42.3814 < 0.04688$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4482 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 38****Ubicazione:**

43°40'41.43"N

10°20'29.64"E

Via Vecchia di  
Marina

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 15/03/14 10:55:48 Fine registrazione: 15/03/14 11:35:48

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 94% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

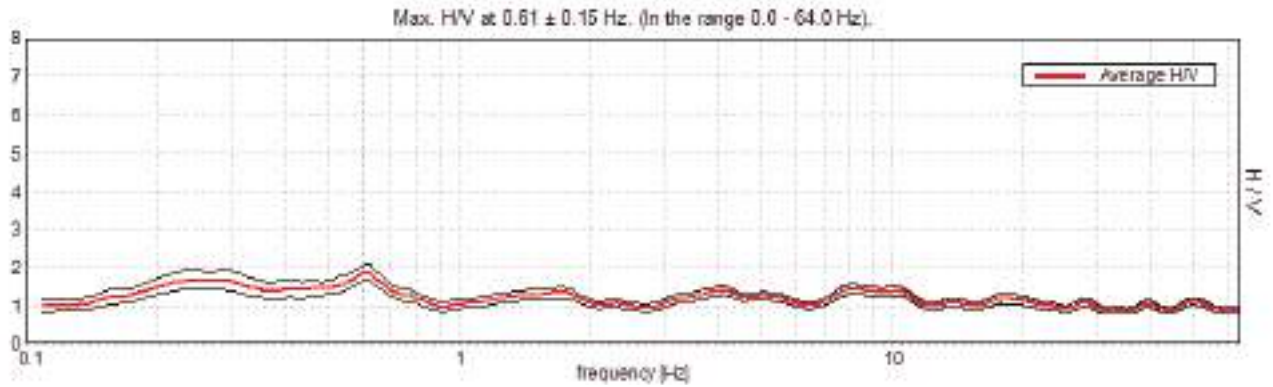
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

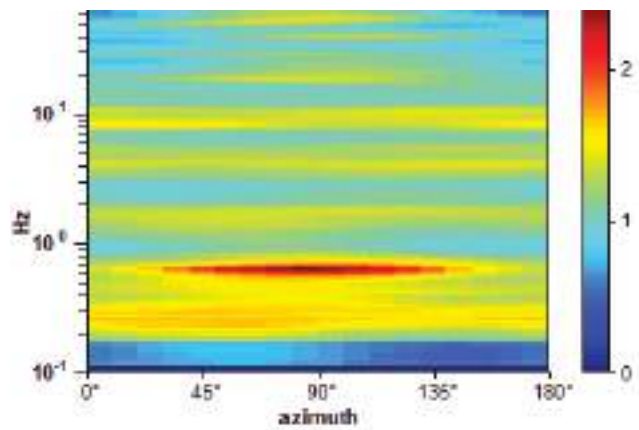
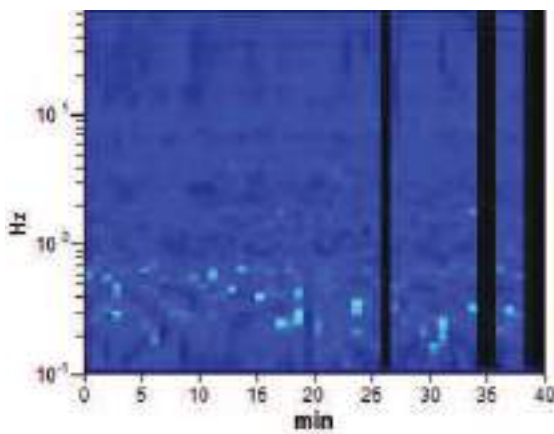


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

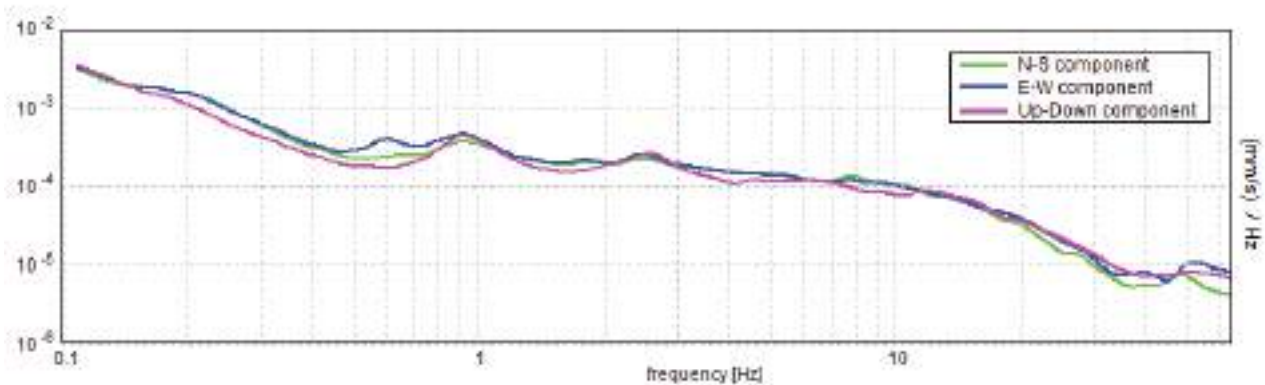


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.61 \pm 0.15$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.90.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.61 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1310.2 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 60	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.87 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.24447  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14898 < 0.09141$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2029 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 39****Ubicazione:**

43°41'35.44"N

10°20'32.27"E

Via delle Lenze

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 15/03/14 12:30:46 Fine registrazione: 15/03/14 13:10:46

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

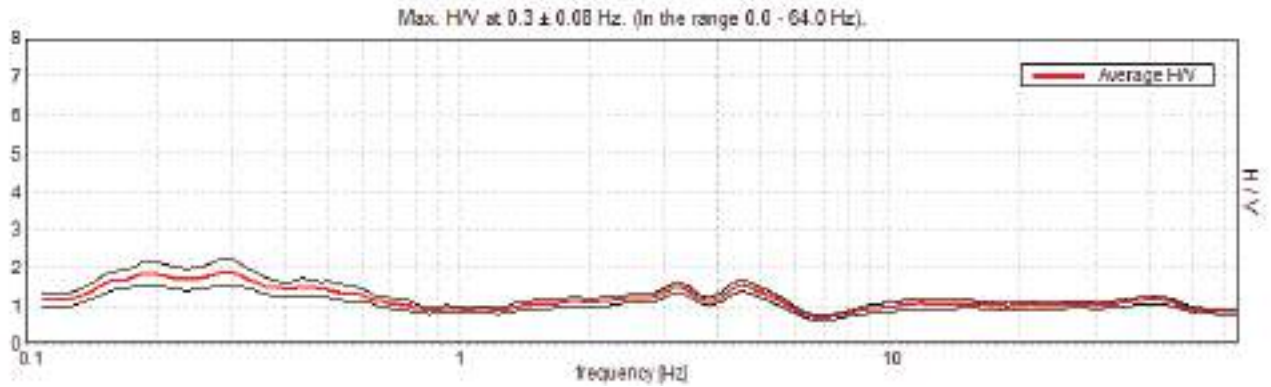
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

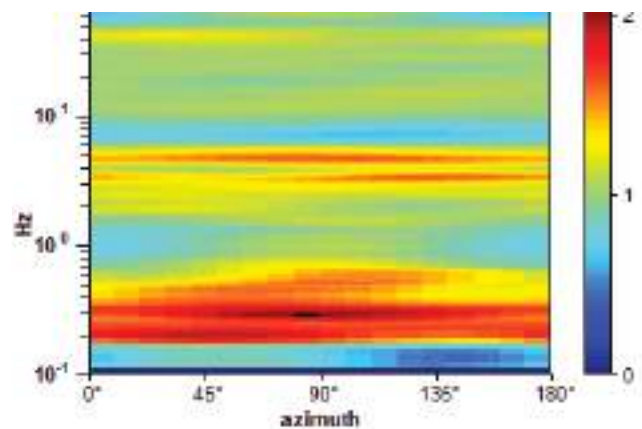
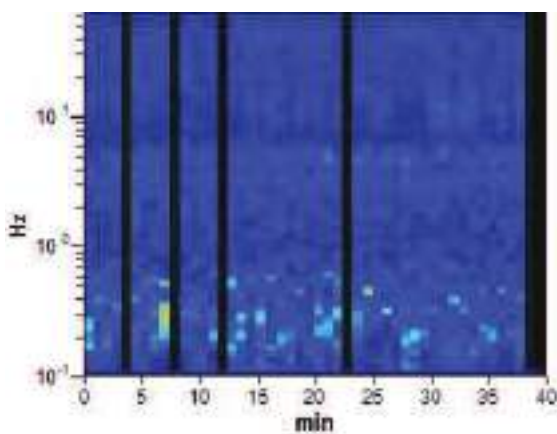


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

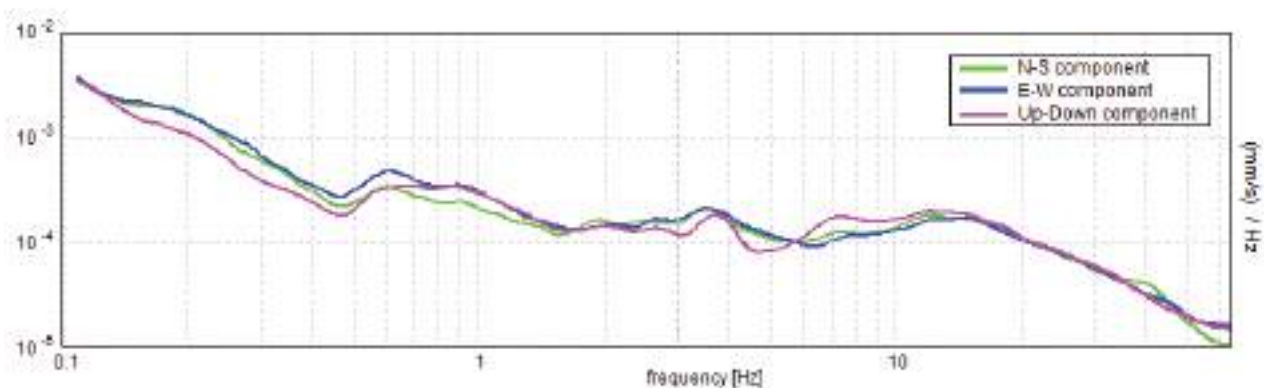


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.3 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.90**  
**Secondo picco H/V a 4.53Hz con ampiezza prossima a 1.5**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.30 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$623.4 > 200$	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 30	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.797 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.88 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.28004  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08314 < 0.05938$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3616 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 40****Ubicazione:**

43°43'18.05"N

10°23'58.09"E

Via San Giuseppe

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 15/03/14 15:28:44 Fine registrazione: 15/03/14 16:08:44

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

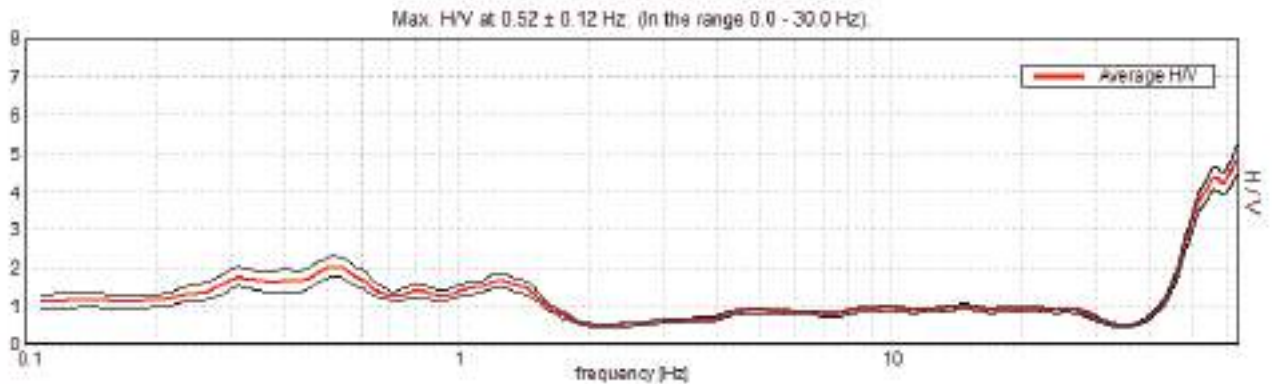
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

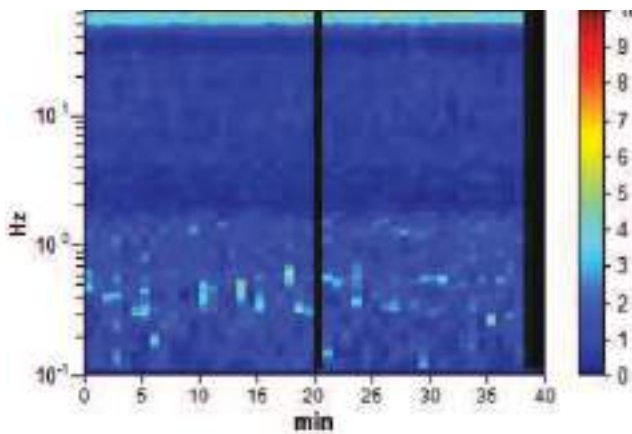
Lisciamento: 10%



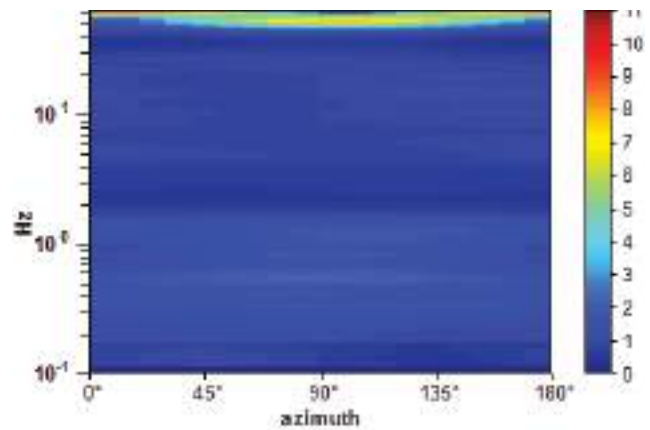
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



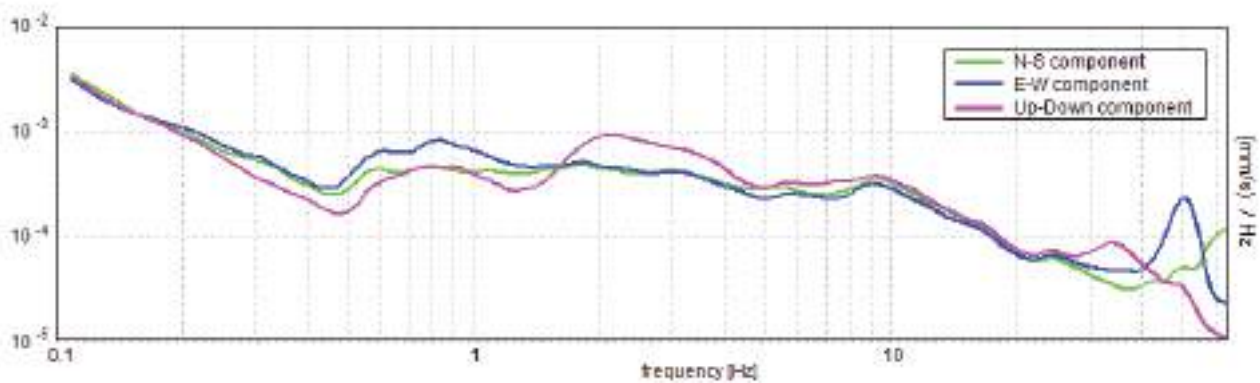
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.52 \pm 0.12$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.0**  
**Secondo picco H/V a 1.25Hz con ampiezza prossima a 1.7**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.52 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1160.2 > 200$	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 50	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.609 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.04 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.22918  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11817 < 0.07734$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2566 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 41****Ubicazione:**

43°43'20.23"N

10°16'52.35"E

Via del Gombo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 08:41:17 Fine registrazione: 08/05/14 09:21:17

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

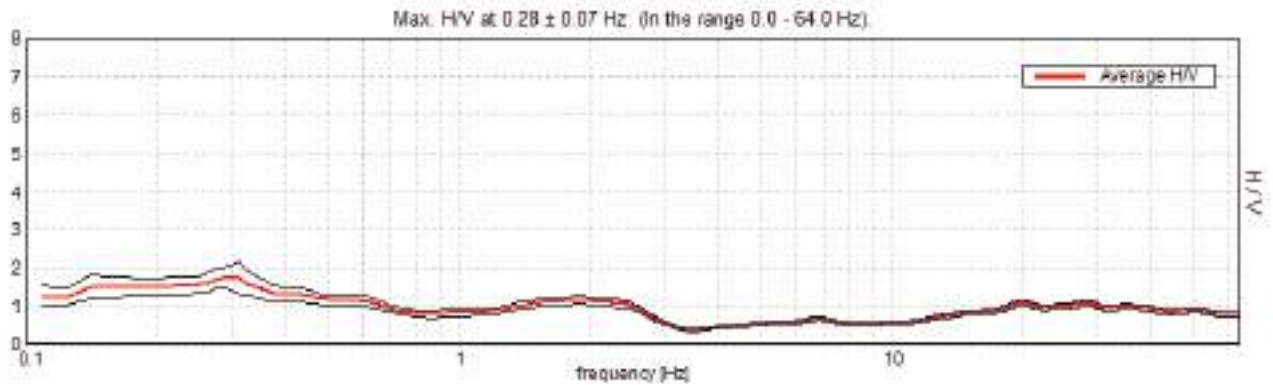
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

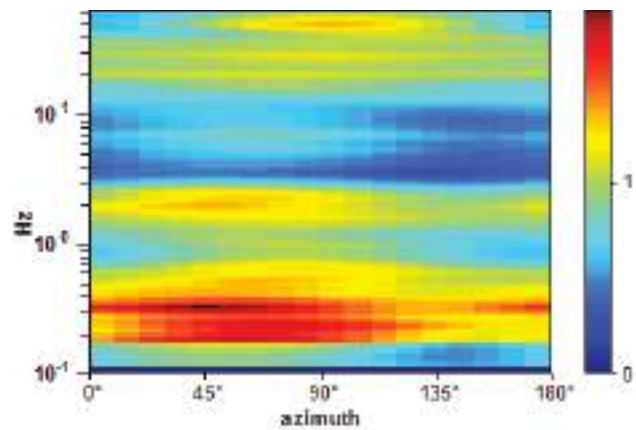
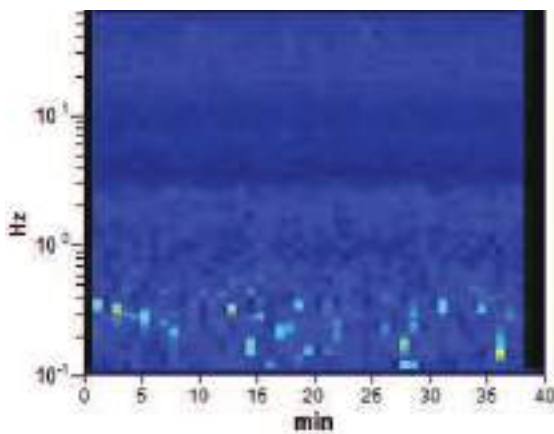


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

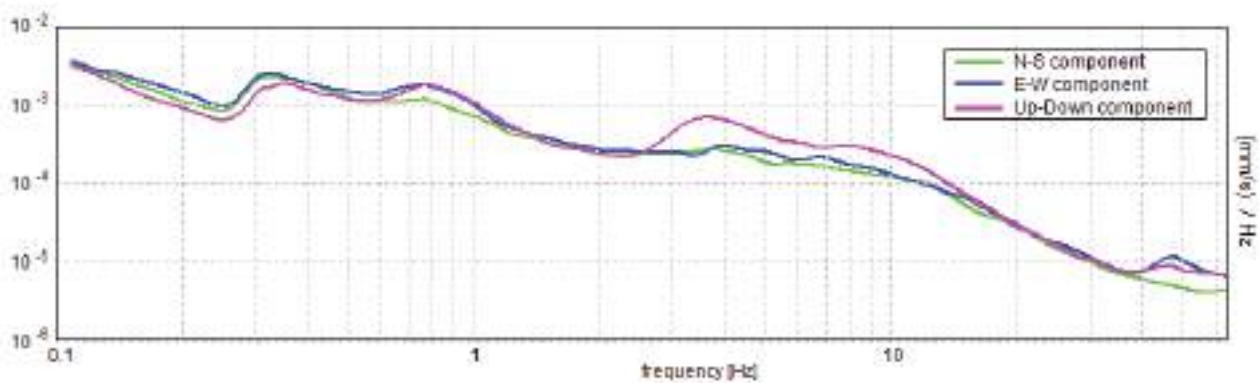


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.28 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.6.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.28 > 0.20$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$632.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 28	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.094 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.734 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$1.74 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.23424  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06588 < 0.05625$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.256 < 2.5$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 42****Ubicazione:**

43°41'10.44"N

10°17'18.89"E

Via Regina Elena

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 11:05:08 Fine registrazione: 08/05/14 11:45:08

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

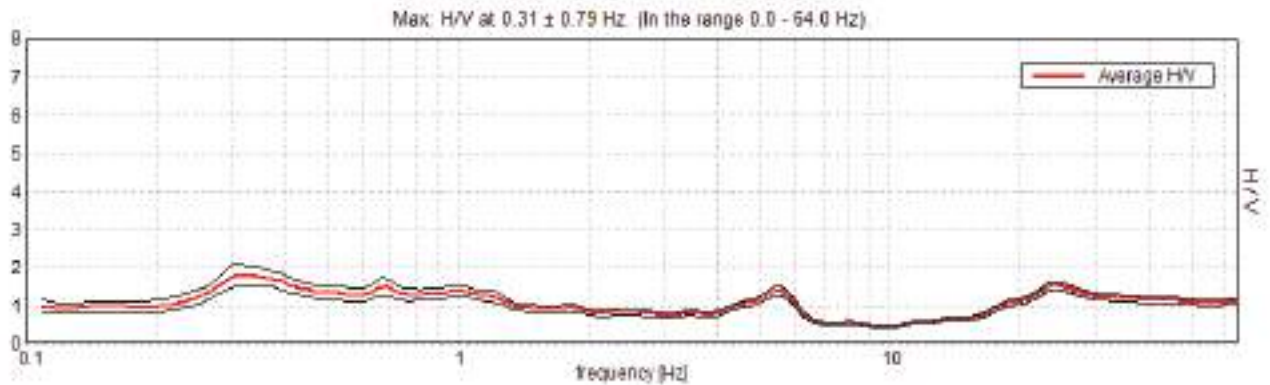
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

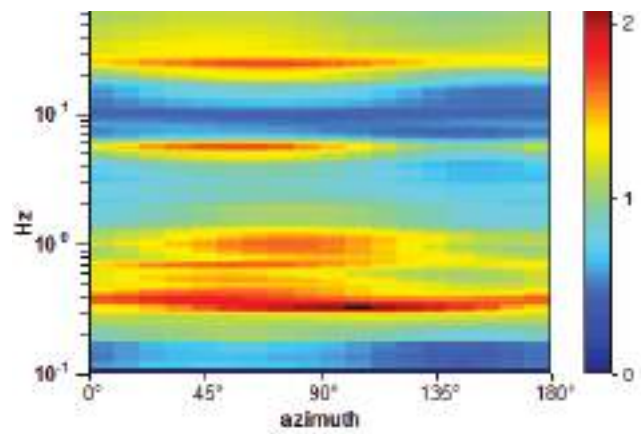
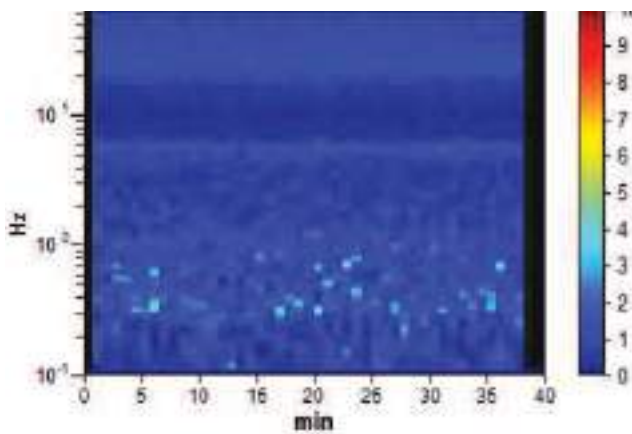


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

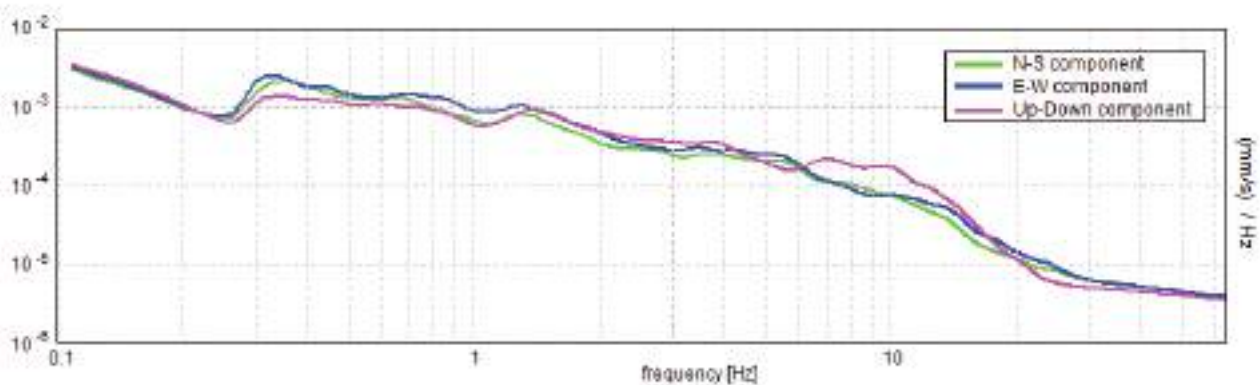


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.79$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$703.1 > 200$	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 31	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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.81 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 2.52641  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.7895 < 0.0625$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3024 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 43****Ubicazione:**

43°42'03.62"N

10°18'19.89"E

Via della Scaletta

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 09:58:52 Fine registrazione: 08/05/14 10:38:52

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

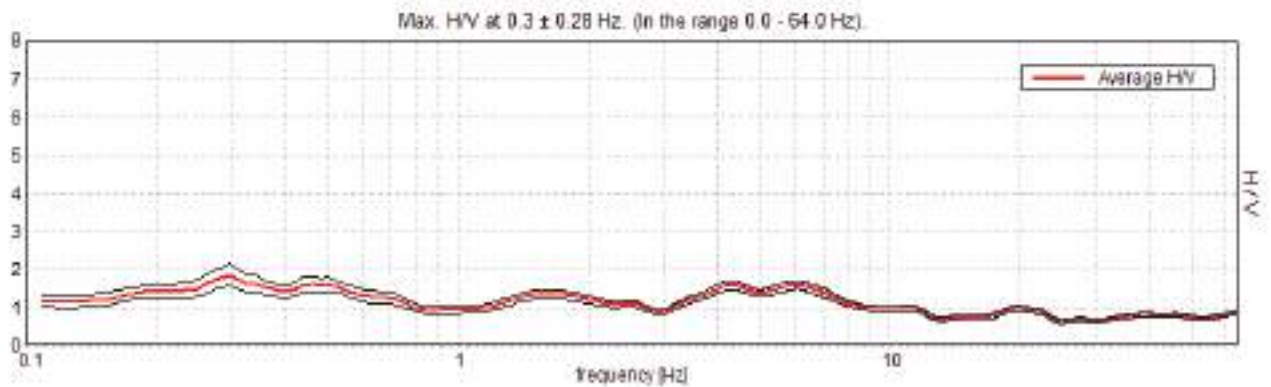
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

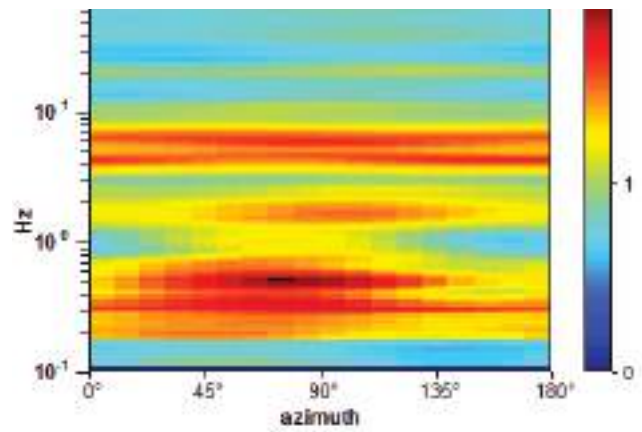
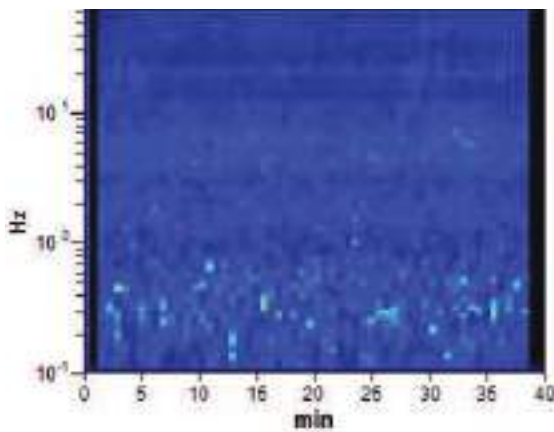


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

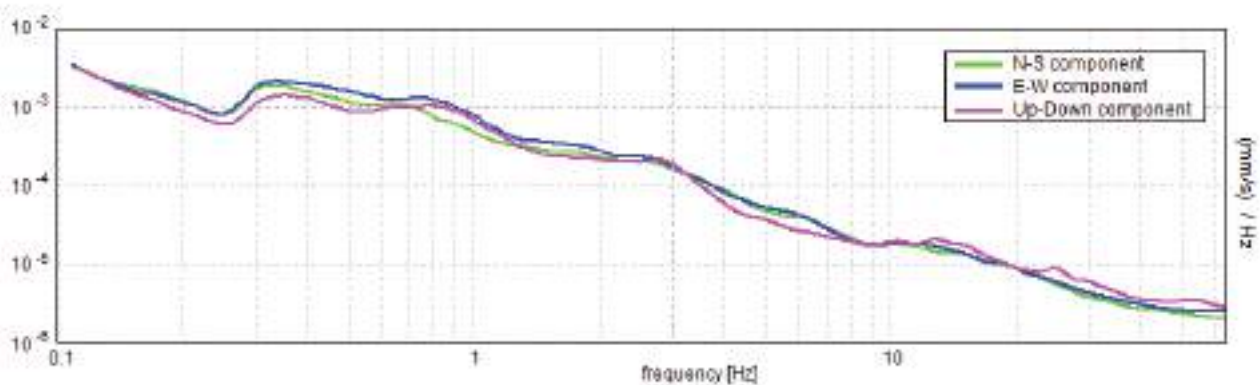


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.3 \pm 0.28$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.8.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.30 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$676.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 30	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.859 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.86 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.93661  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.27806 < 0.05938$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2872 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 44****Ubicazione:**

43°40'11.03"N

10°19'11.62"E

Via di Torretta

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 03/05/14 11:18:43 Fine registrazione: 03/05/14 11:58:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

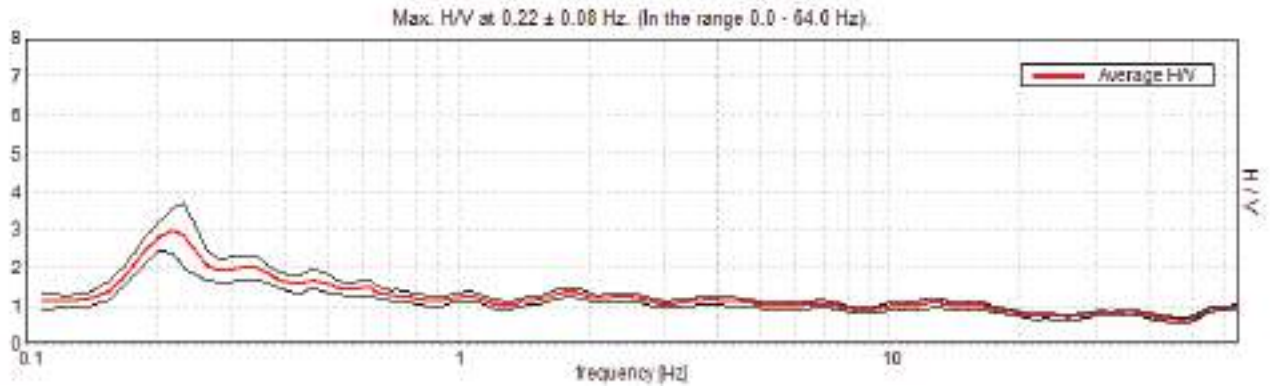
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

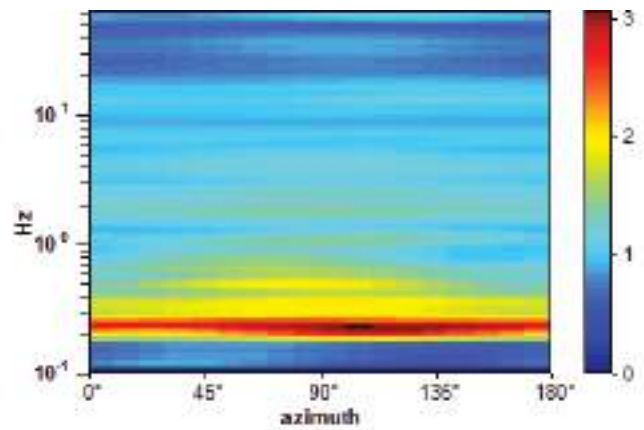
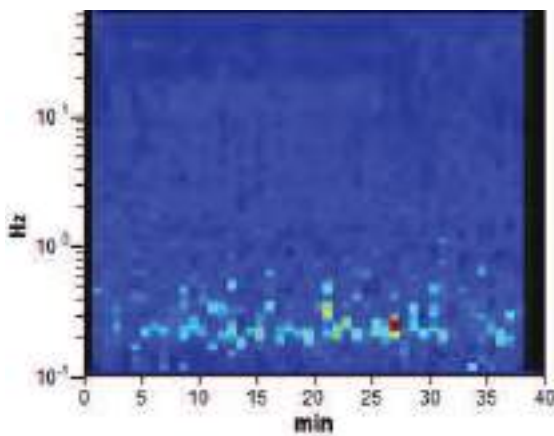


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

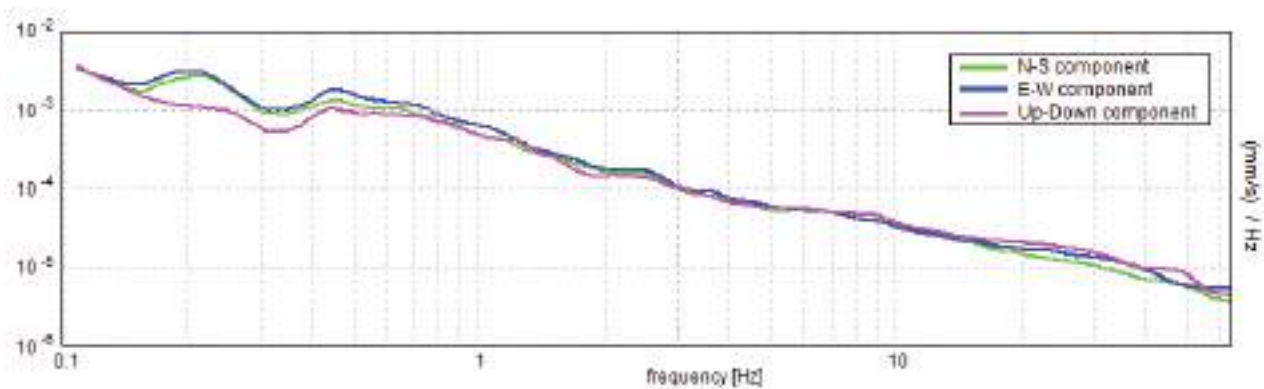


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.22 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.0.**  
**Secondo picco H/V a 0.33Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$492.2 > 200$	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 22	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.156 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.97 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.36886  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08069 < 0.04375$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5924 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 45****Ubicazione:**

43°38'50.20"N

10°19'16.45"E

Via del Mancino

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 15:18:59 Fine registrazione: 08/05/14 15:58:59

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

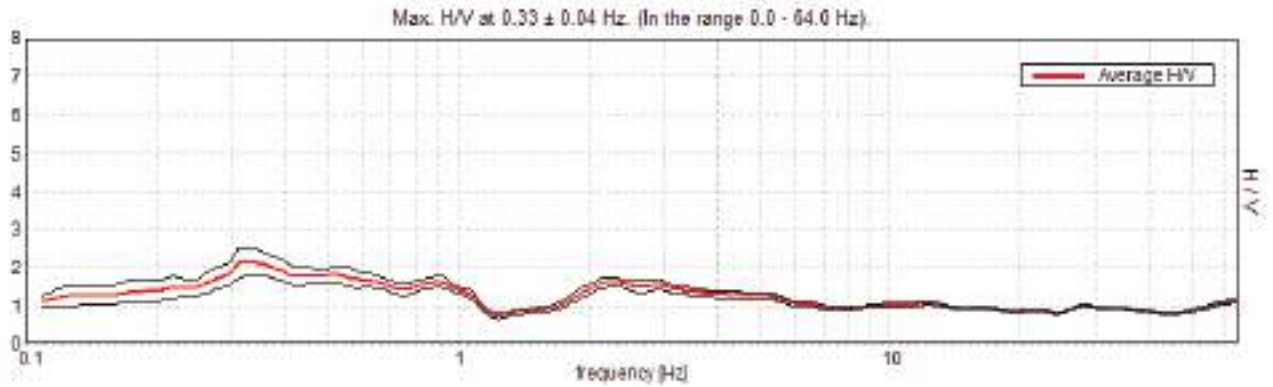
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

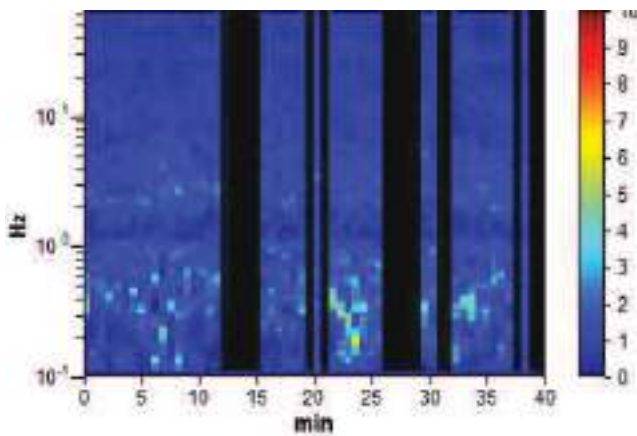
Lisciamento: 10%



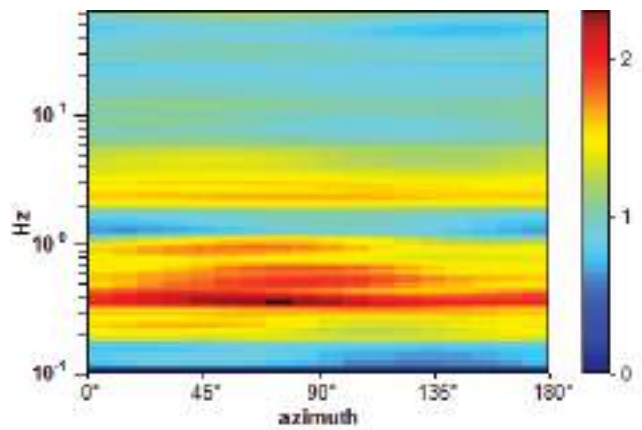
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



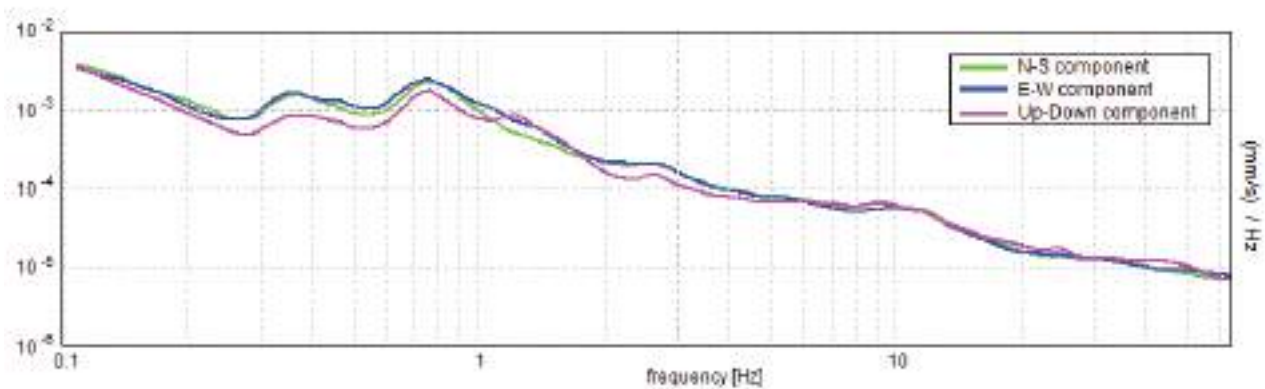
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.33 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.05.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.33 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$564.4 > 200$	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 32	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.14 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11061  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03629 < 0.06563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3653 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 46****Ubicazione:**

43°38'06.23"N

10°25'55.77"E

Via Arnaccio

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/05/14 16:13:44 Fine registrazione: 09/05/14 16:53:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 63% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

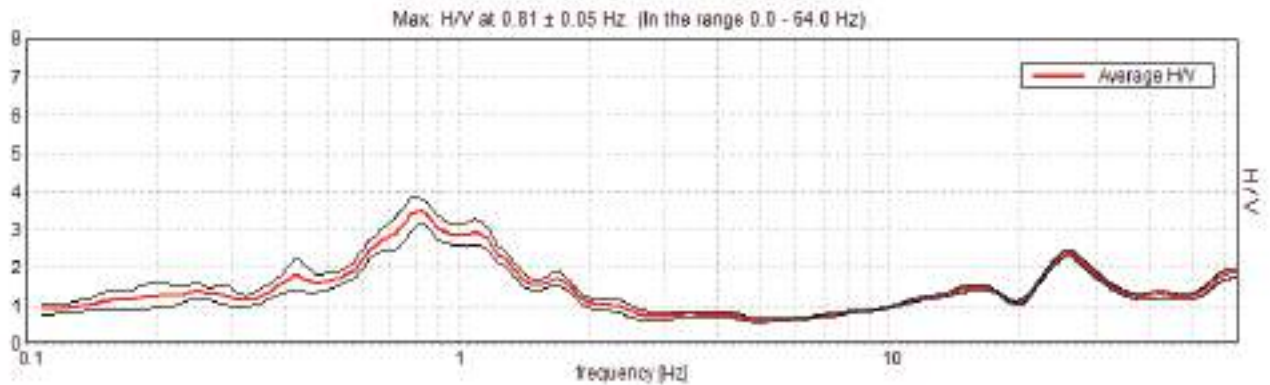
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

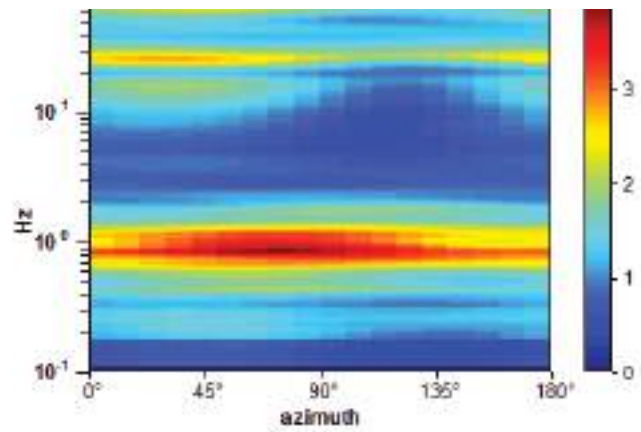
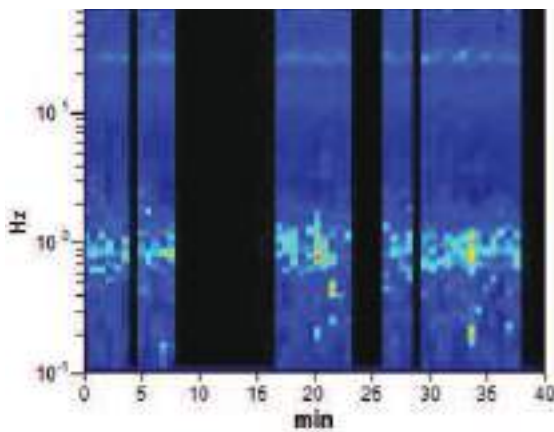


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

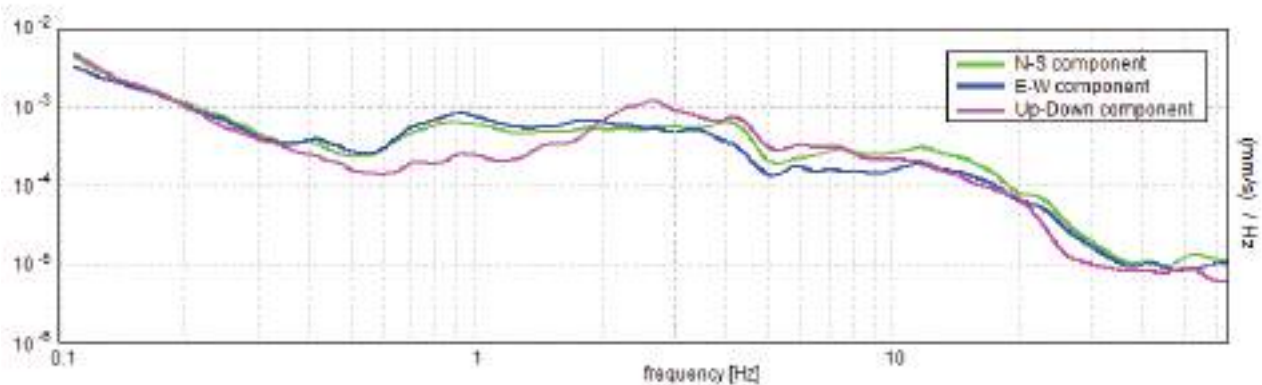


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





**Picco H/V a  $0.81 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.5**  
**Secondo picco H/V a 1.22 con ampiezza prossima a 2.9**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.81 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1235.0 > 200$	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 79	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.531 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.47 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05659  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04598 < 0.12188$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3477 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**Picco H/V a  $0.61 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza 2.3**  
**Secondo picco H/V a 1.14Hz con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.61 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1170.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 60	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.172 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.656 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.52 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.05007  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.03051 < 0.09141$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.2353 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 35****Ubicazione:**

43°41'58.81"N

10°25'11.17"E

Via Monte Rosa

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/03/14 11:42:27 Fine registrazione: 14/03/14 12:22:27

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

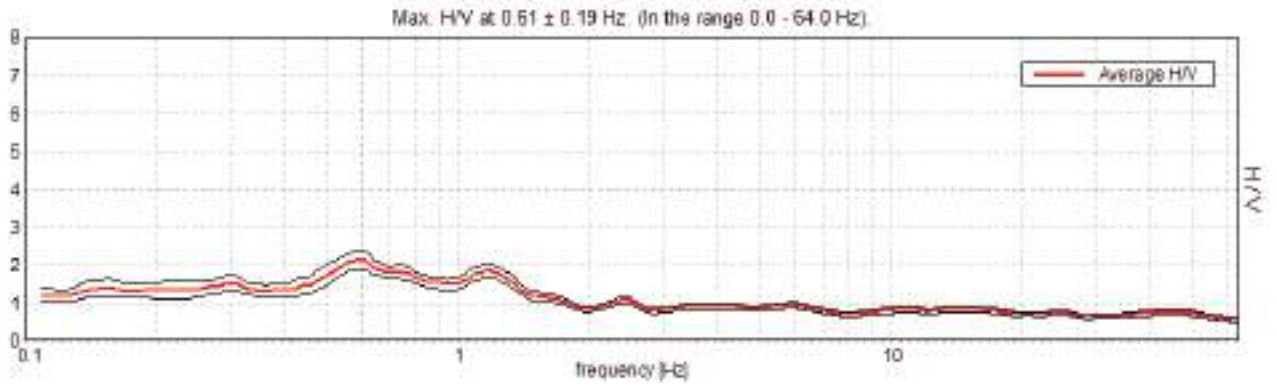
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

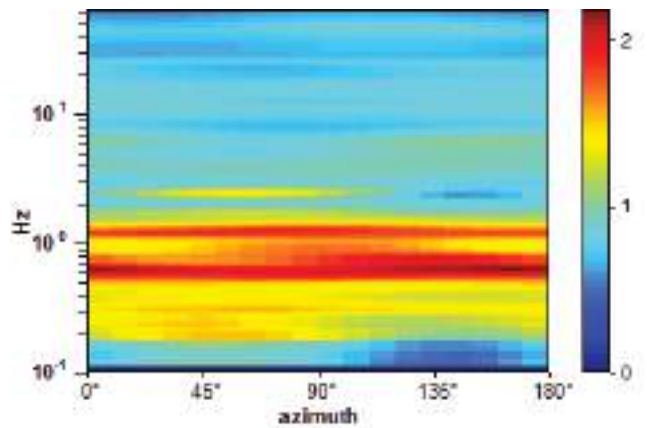
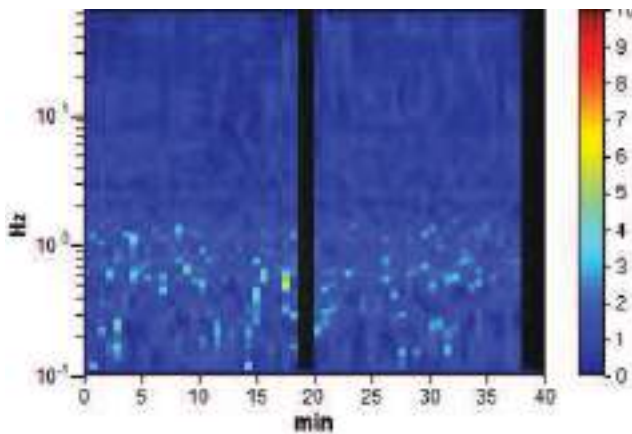


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

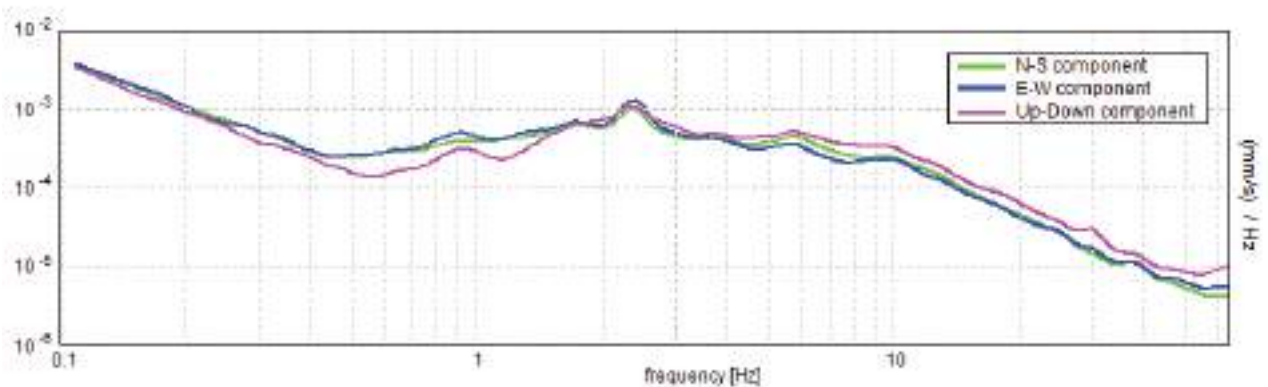


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.61 \pm 0.19$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima 2.05**  
**Secondo picco H/V a 1.17Hz con ampiezza prossima a 1.9**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.61 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1340.6 > 200$	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 60	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.75 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.12 > 2$	OK	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.3074  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.18732 < 0.09141$		
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.237 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 36****Ubicazione:**

43°43'16.35"N

10°21'26.19"E

Viale delle Cascine

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 13/03/14 17:57:00 Fine registrazione: 13/03/14 18:37:00

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 100% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

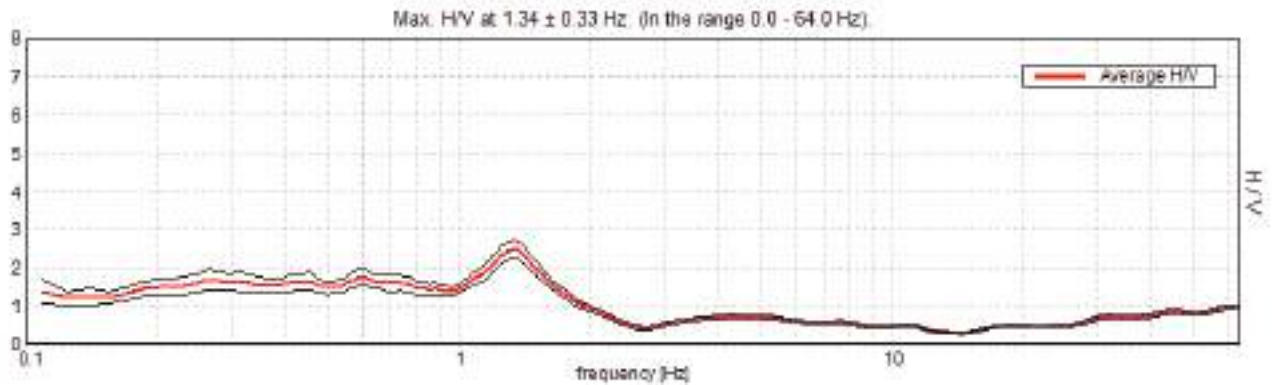
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

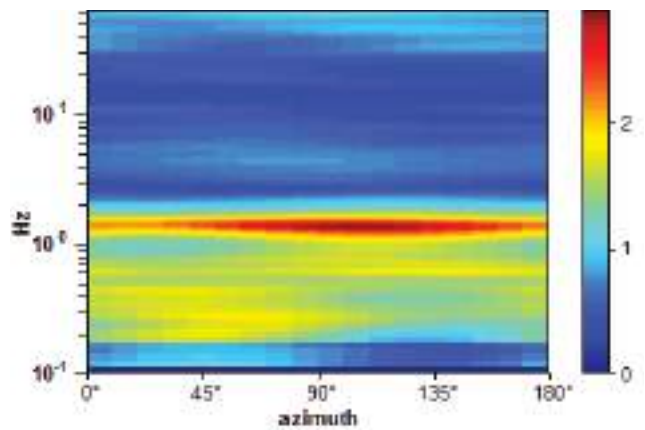
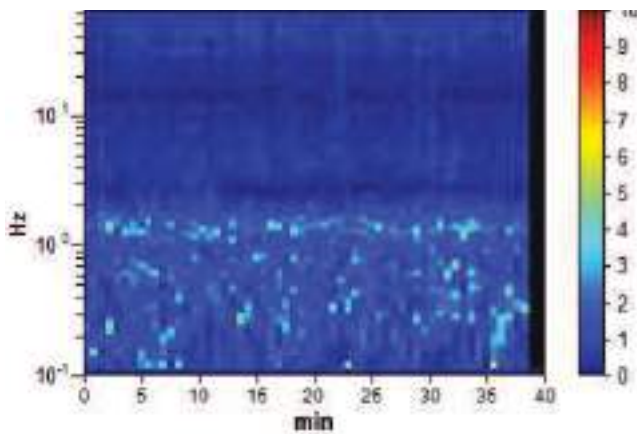


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

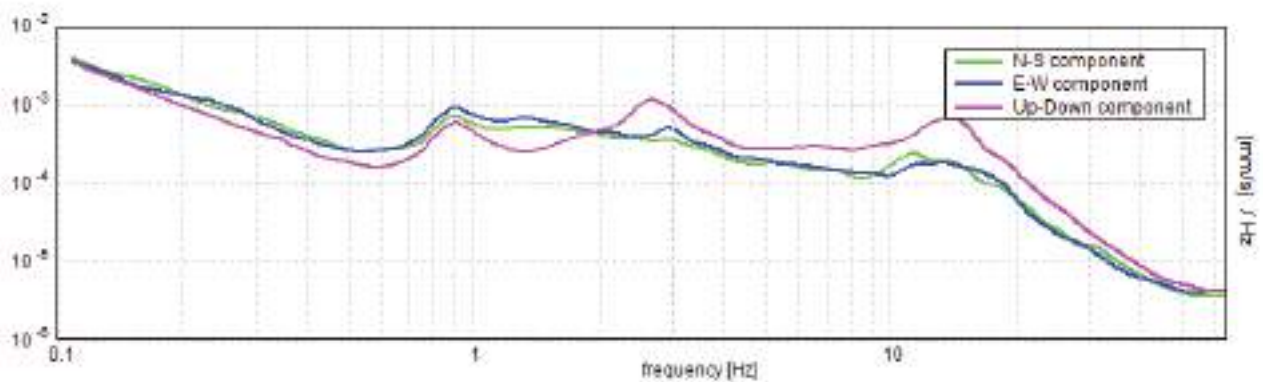


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.34 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.3.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.34 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3117.5 > 200$	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 130	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.797 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.49 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.24635  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.33104 < 0.13438$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2285 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 37****Ubicazione:**

43°43'25.04"N

10°20'09.33"E

Via del Gombo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 14/03/14 14:10:16 Fine registrazione: 14/03/14 14:50:16

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 96% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

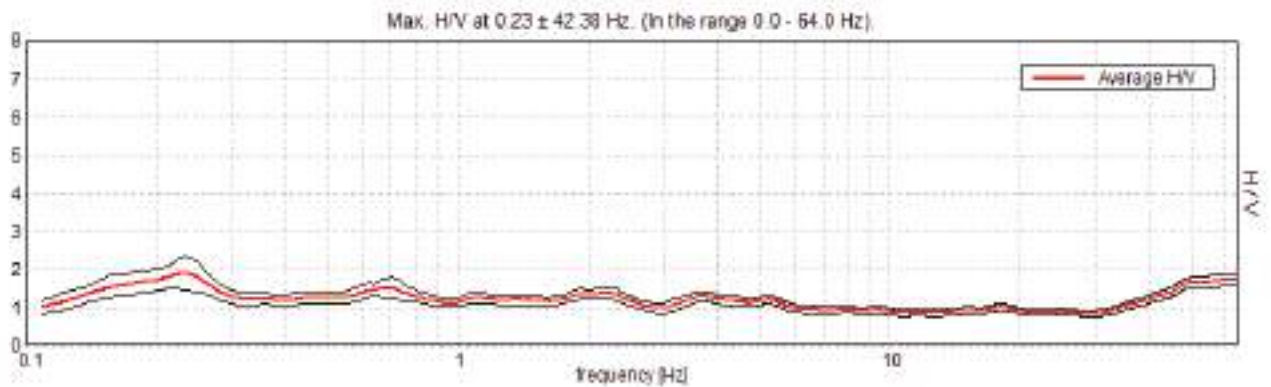
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

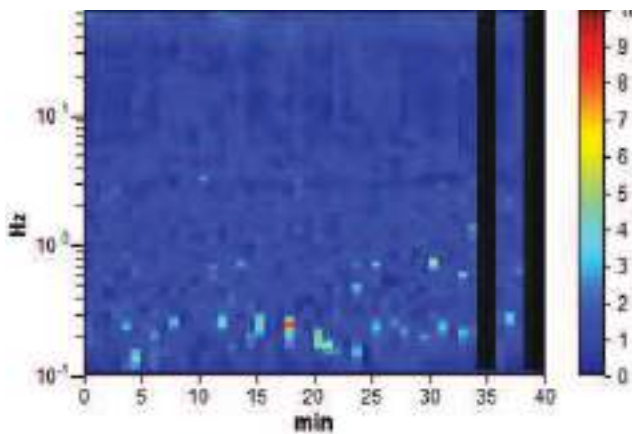
Lisciamento: 10%



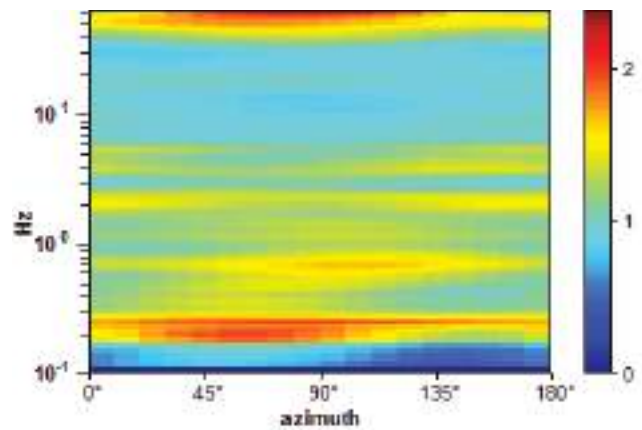
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



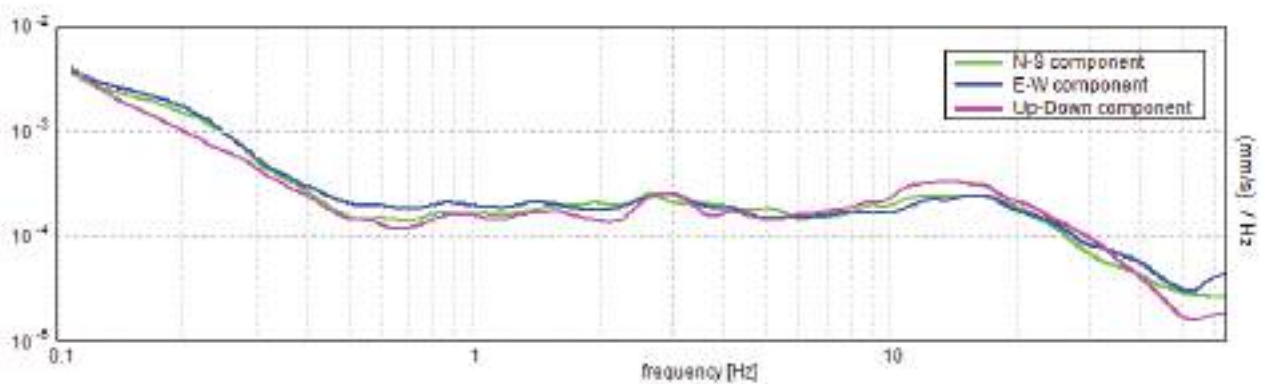
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.23 \pm 42.38$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.9.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.23 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$515.6 > 200$	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 24	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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.91 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 180.8273  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$42.3814 < 0.04688$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4482 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 38****Ubicazione:**

43°40'41.43"N

10°20'29.64"E

Via Vecchia di  
Marina

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 15/03/14 10:55:48 Fine registrazione: 15/03/14 11:35:48

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 94% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

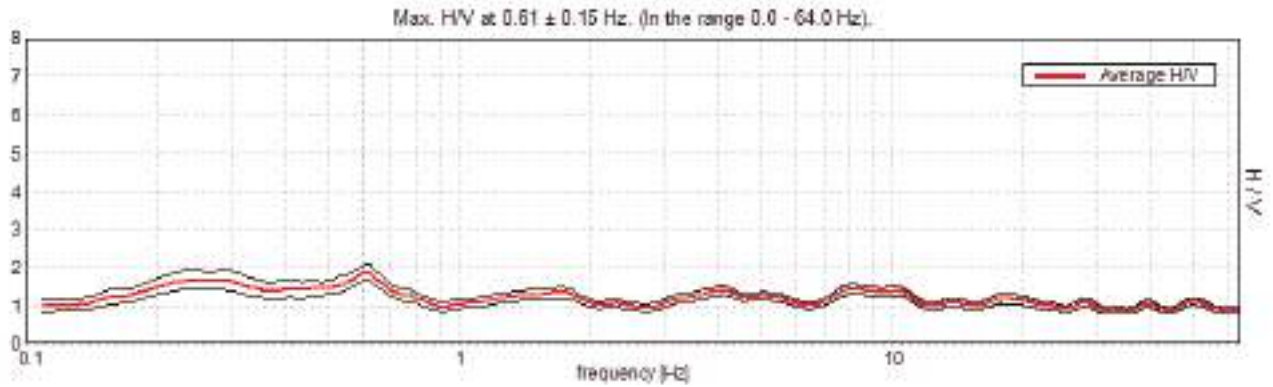
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

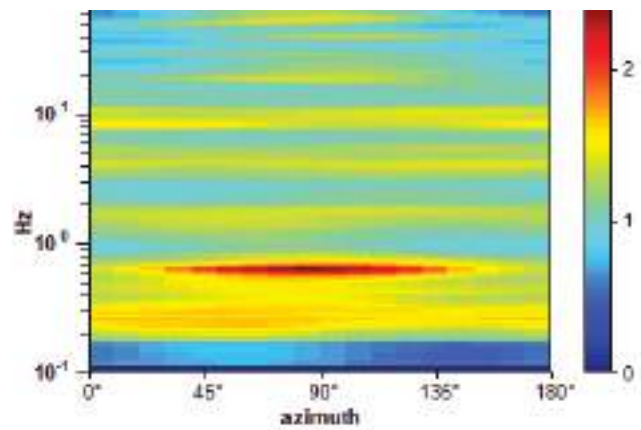
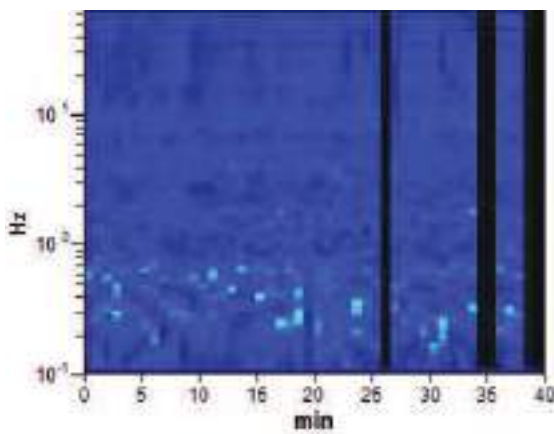


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

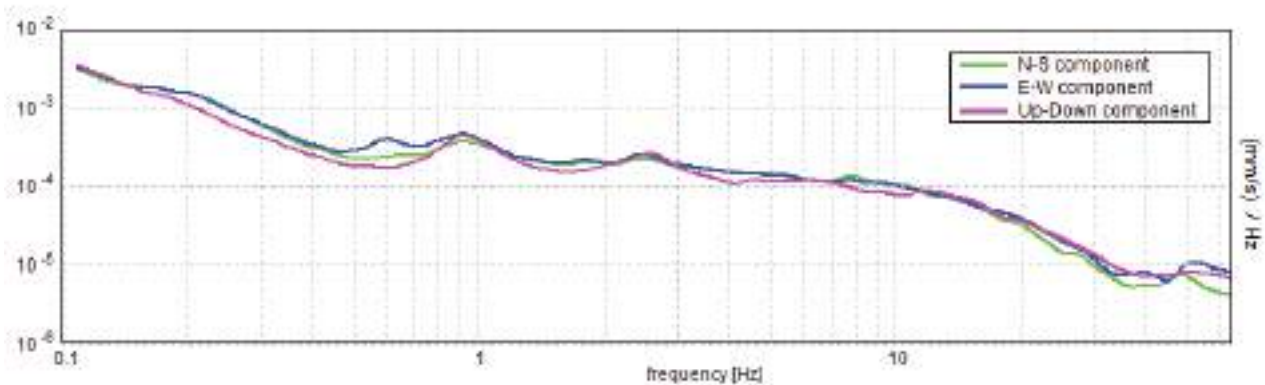


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.61 \pm 0.15$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.90.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.61 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1310.2 > 200$	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 60	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.87 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.24447  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14898 < 0.09141$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2029 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 39****Ubicazione:**

43°41'35.44"N

10°20'32.27"E

Via delle Lenze

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 15/03/14 12:30:46 Fine registrazione: 15/03/14 13:10:46

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

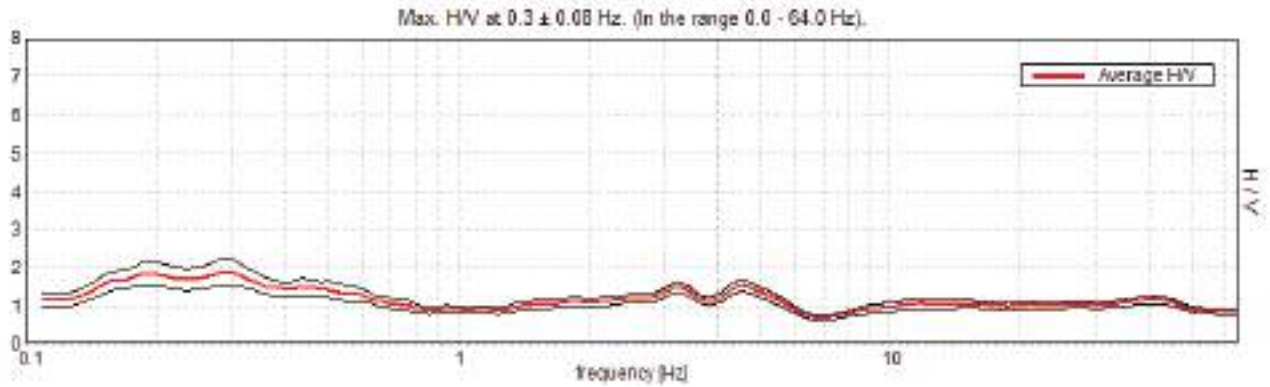
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

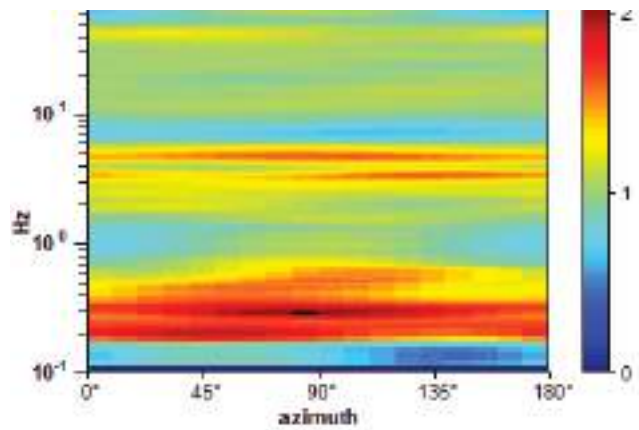
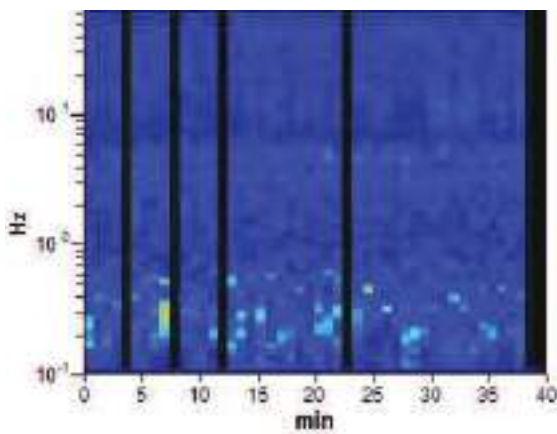


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

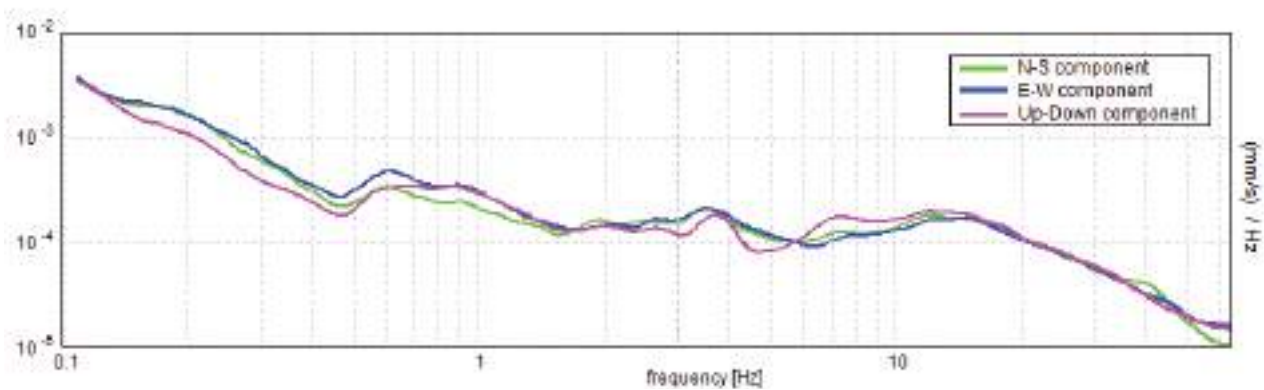


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.3 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.90**  
**Secondo picco H/V a 4.53Hz con ampiezza prossima a 1.5**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.30 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$623.4 > 200$	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 30	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.797 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.88 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.28004  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08314 < 0.05938$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3616 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 40****Ubicazione:**

43°43'18.05"N

10°23'58.09"E

Via San Giuseppe

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 15/03/14 15:28:44 Fine registrazione: 15/03/14 16:08:44

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

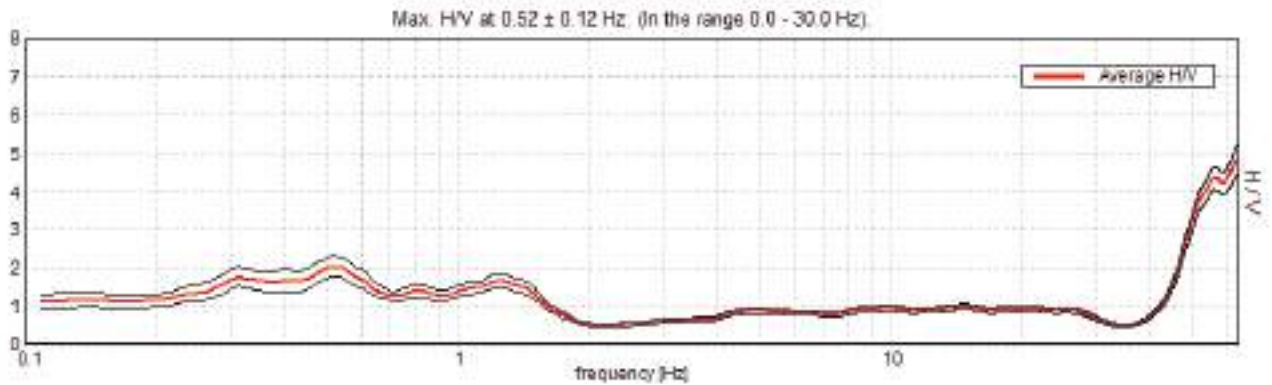
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

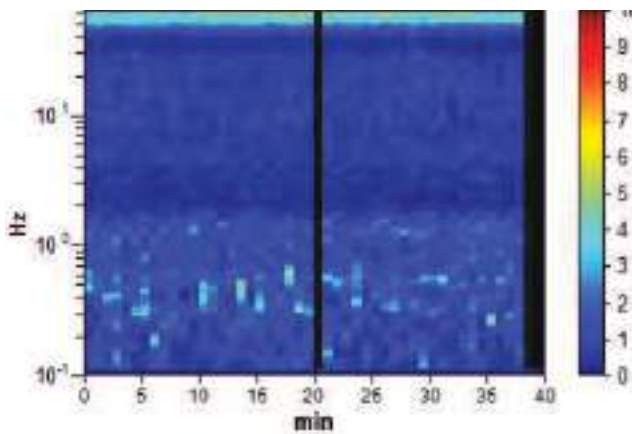
Lisciamento: 10%



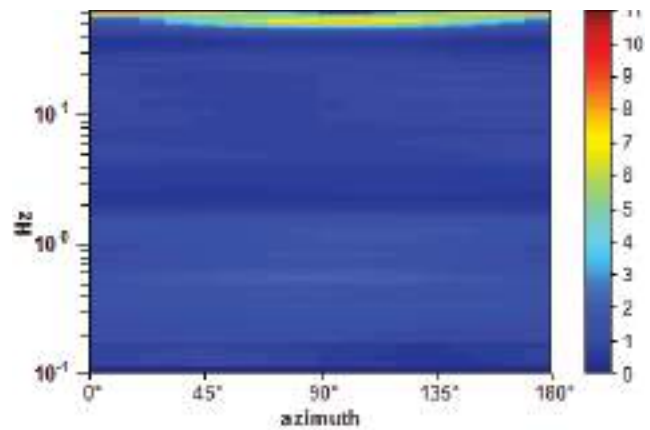
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



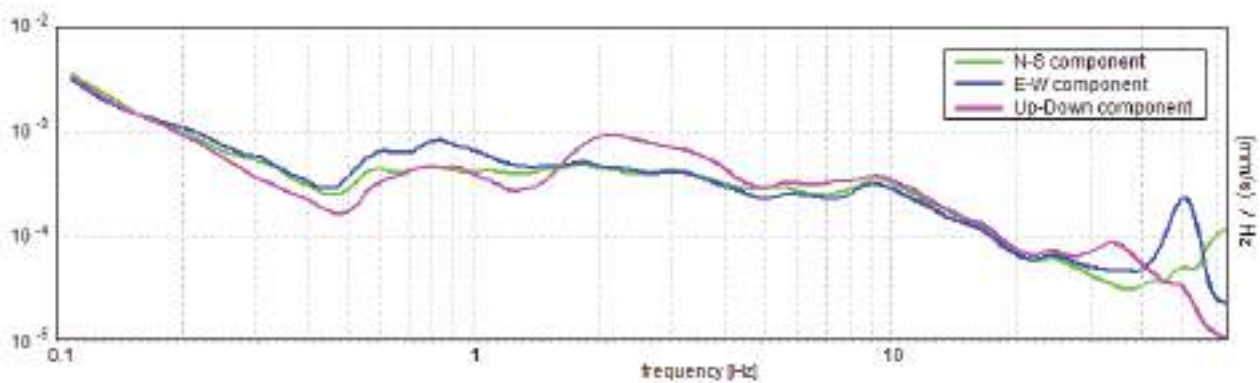
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.52 \pm 0.12$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.0**  
**Secondo picco H/V a 1.25Hz con ampiezza prossima a 1.7**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.52 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1160.2 > 200$	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 50	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.609 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.04 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.22918  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11817 < 0.07734$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2566 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 41****Ubicazione:**

43°43'20.23"N

10°16'52.35"E

Via del Gombo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 08:41:17 Fine registrazione: 08/05/14 09:21:17

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

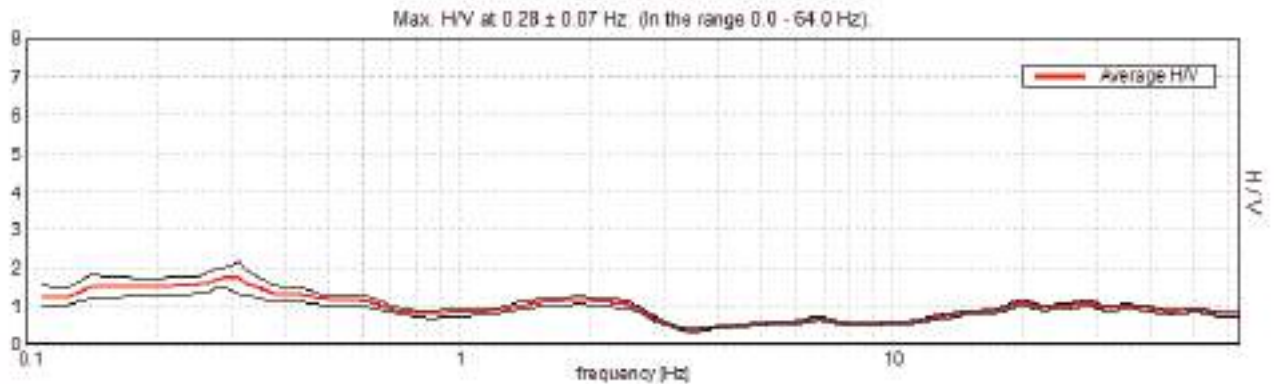
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

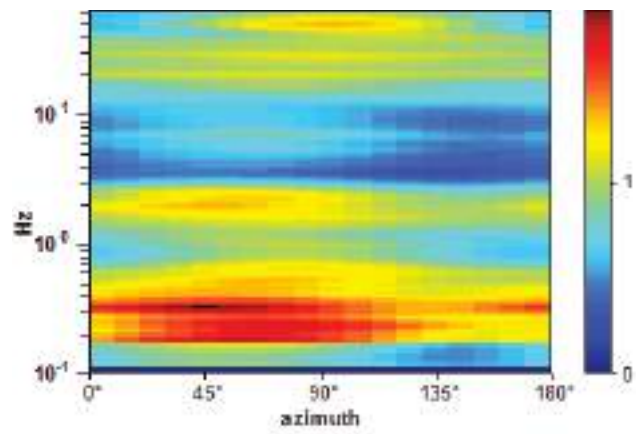
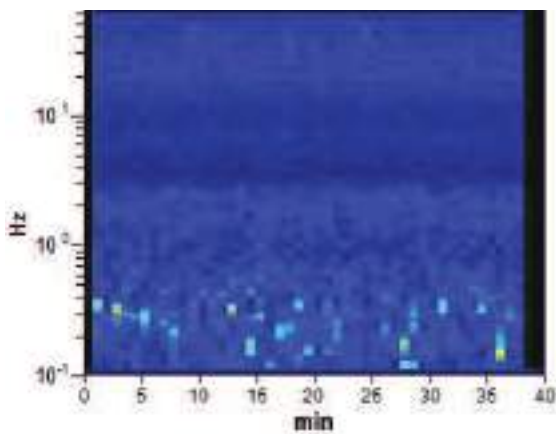


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

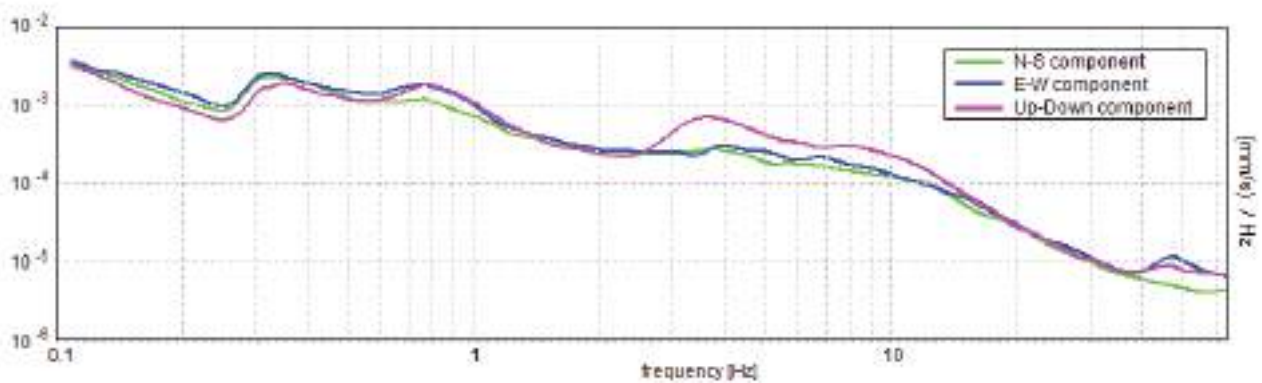


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.28 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.6.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.28 > 0.20$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$632.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 28	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.094 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.734 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$1.74 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.23424  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06588 < 0.05625$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.256 < 2.5$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 42****Ubicazione:**

43°41'10.44"N

10°17'18.89"E

Via Regina Elena

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 11:05:08 Fine registrazione: 08/05/14 11:45:08

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

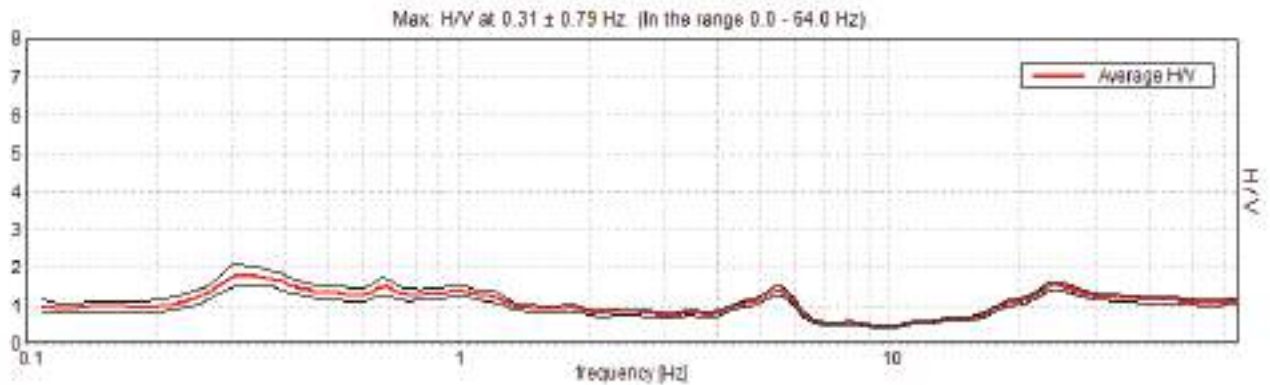
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

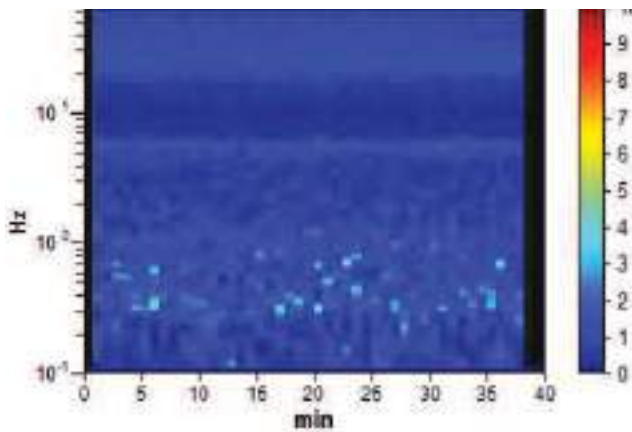
Lisciamento: 10%



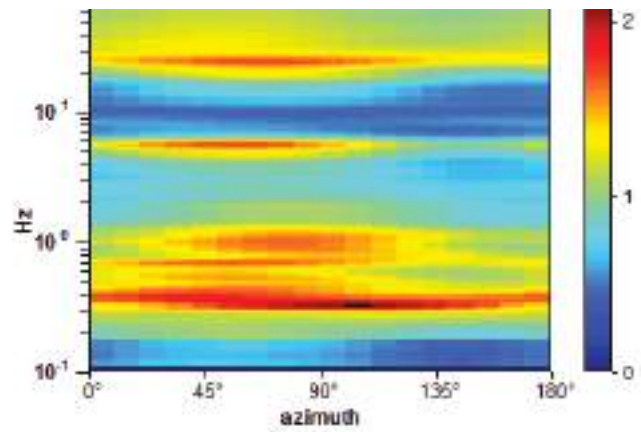
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



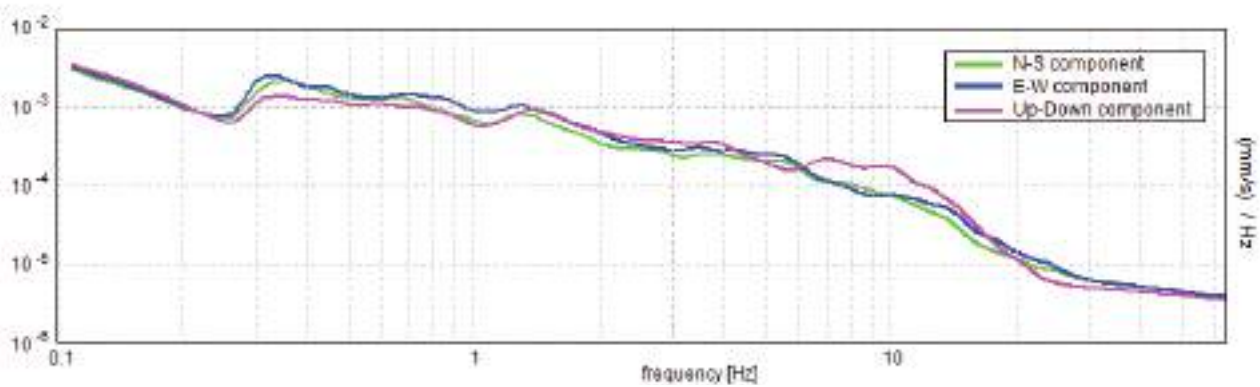
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.79$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$703.1 > 200$	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 31	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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.81 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 2.52641  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.7895 < 0.0625$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3024 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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  $\sigma_f$  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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 43****Ubicazione:**

43°42'03.62"N

10°18'19.89"E

Via della Scaletta

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 09:58:52 Fine registrazione: 08/05/14 10:38:52

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

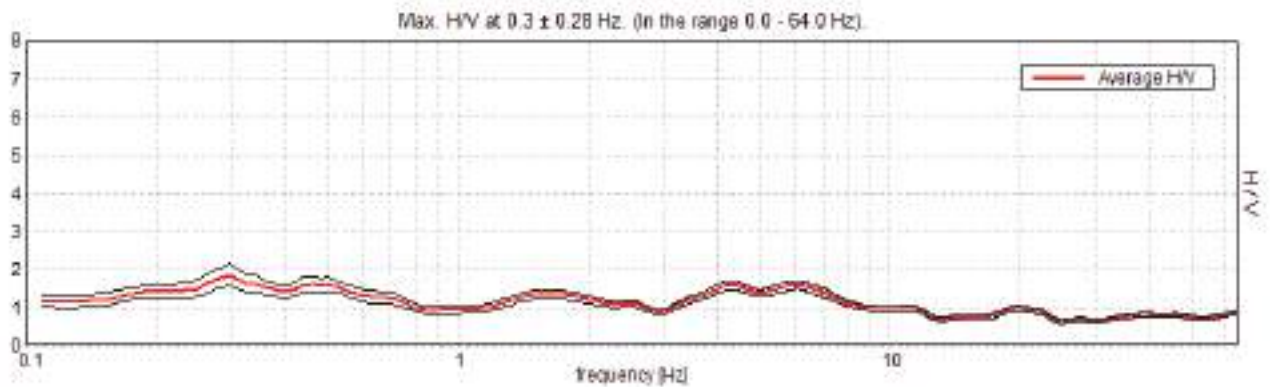
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

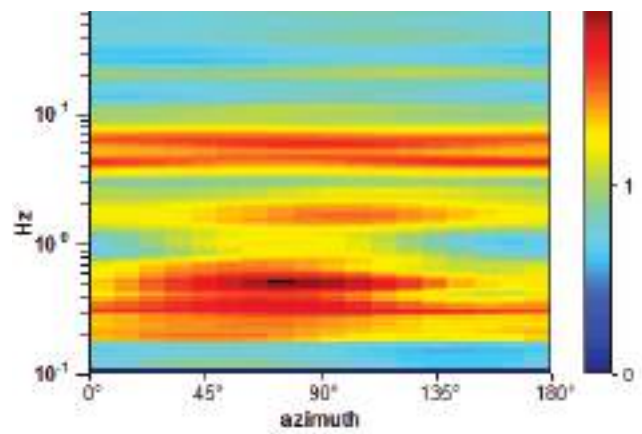
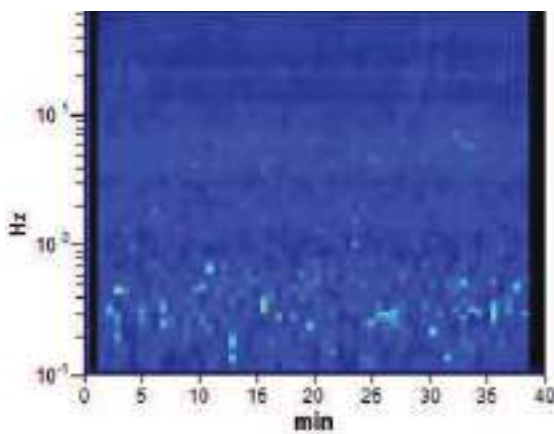


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

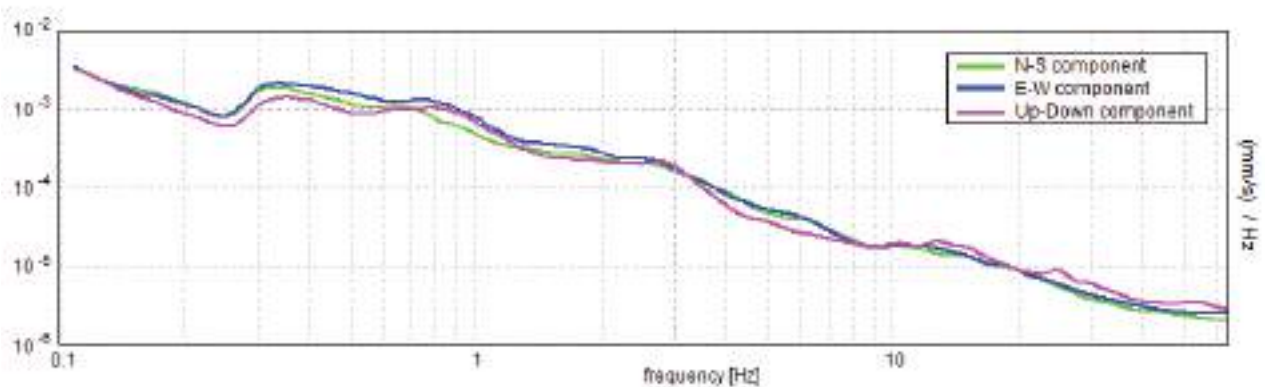


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.3 \pm 0.28$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.8.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.30 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$676.9 > 200$	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 30	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.859 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.86 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.93661  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.27806 < 0.05938$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2872 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 44****Ubicazione:**

43°40'11.03"N

10°19'11.62"E

Via di Torretta

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 03/05/14 11:18:43 Fine registrazione: 03/05/14 11:58:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

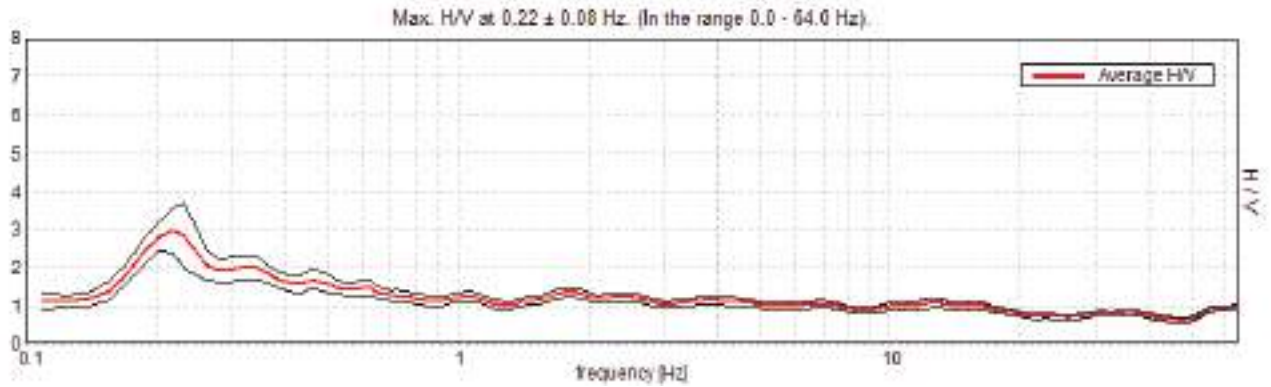
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

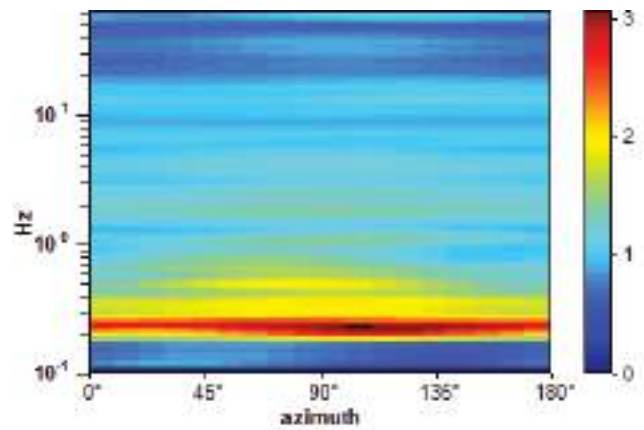
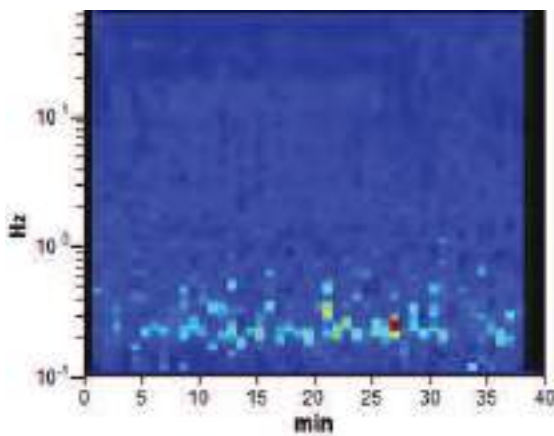


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

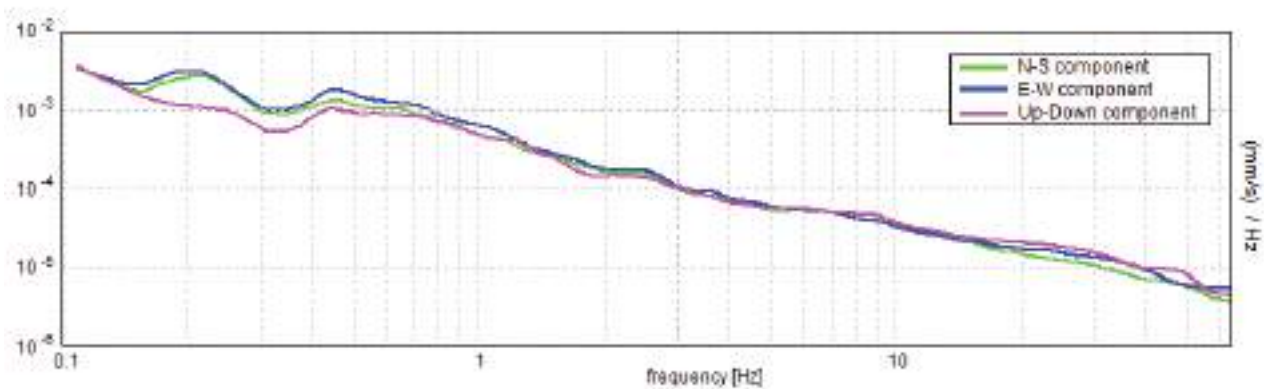


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.22 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.0.**  
**Secondo picco H/V a 0.33Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.20$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$492.2 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 22	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.156 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.531 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.97 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.36886  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.08069 < 0.04375$		
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.5924 < 2.5$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 45****Ubicazione:**

43°38'50.20"N

10°19'16.45"E

Via del Mancino

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/05/14 15:18:59 Fine registrazione: 08/05/14 15:58:59

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

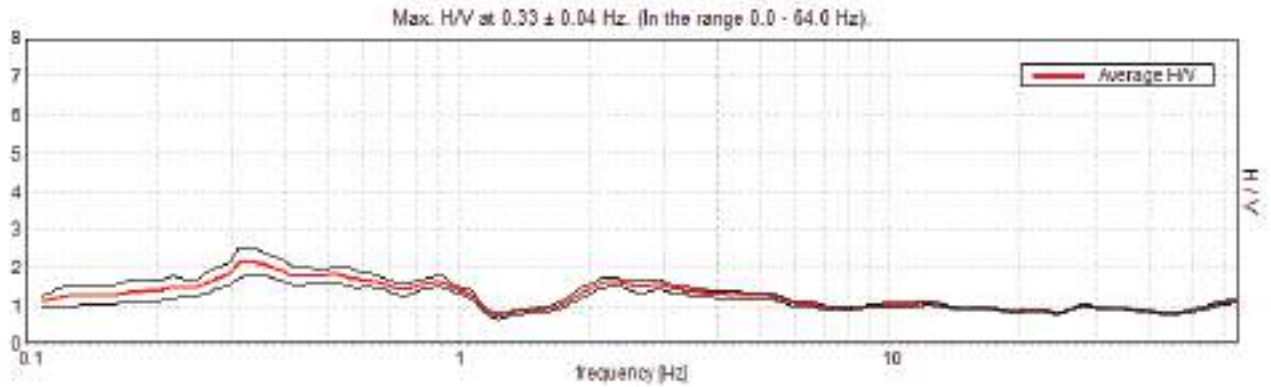
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

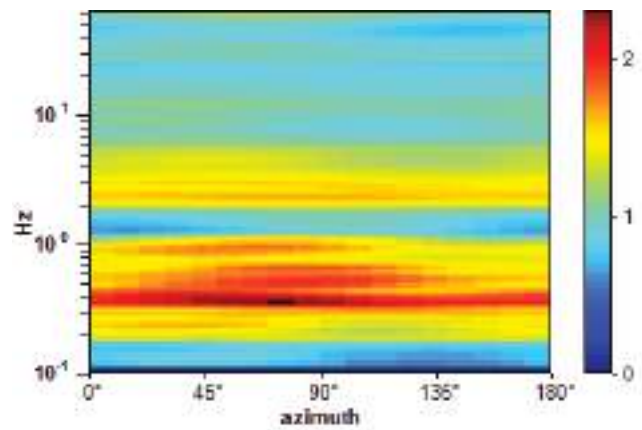
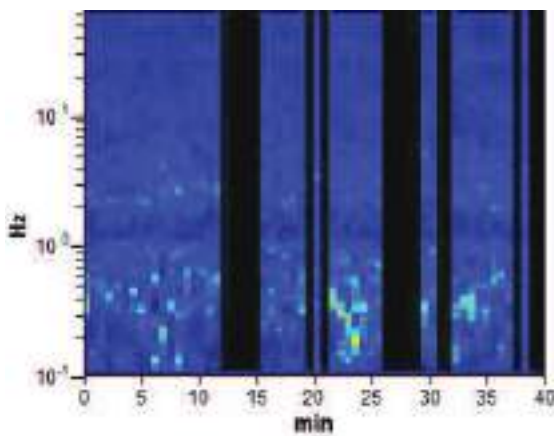


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

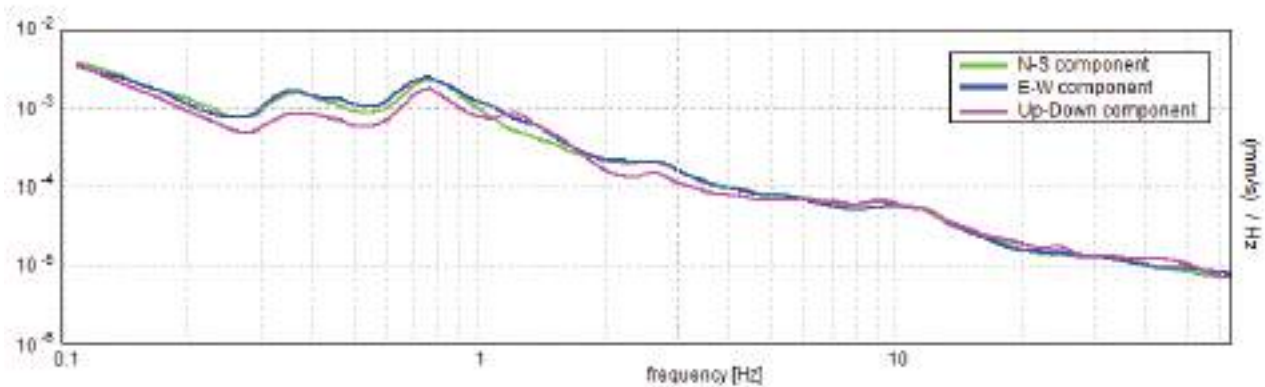


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.33 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.05.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.33 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$564.4 > 200$	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 32	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.14 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11061  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03629 < 0.06563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3653 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 46****Ubicazione:**

43°38'06.23"N

10°25'55.77"E

Via Arnaccio

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/05/14 16:13:44 Fine registrazione: 09/05/14 16:53:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 63% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

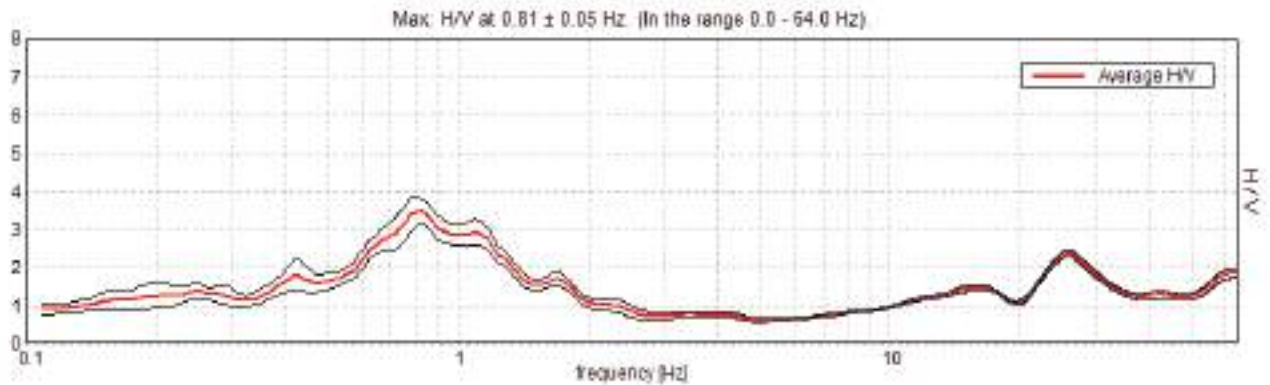
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

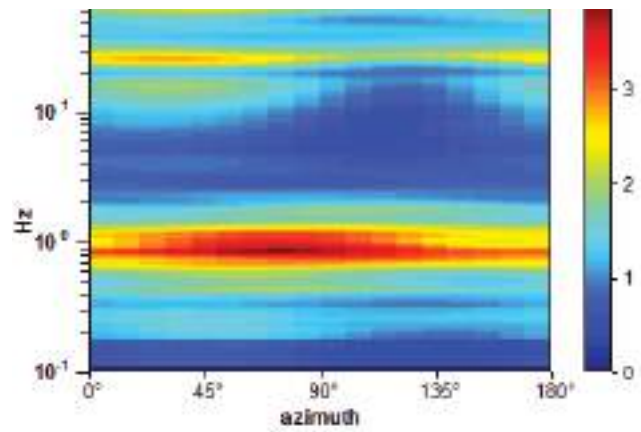
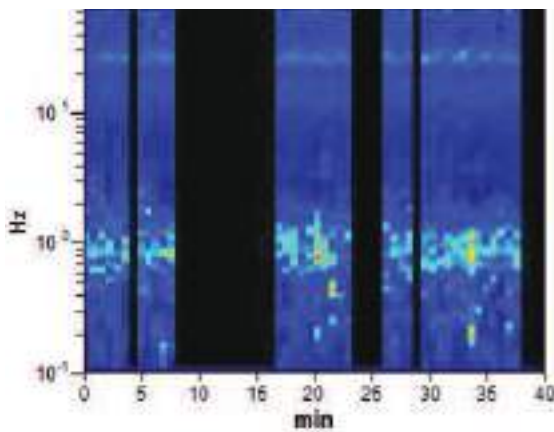


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

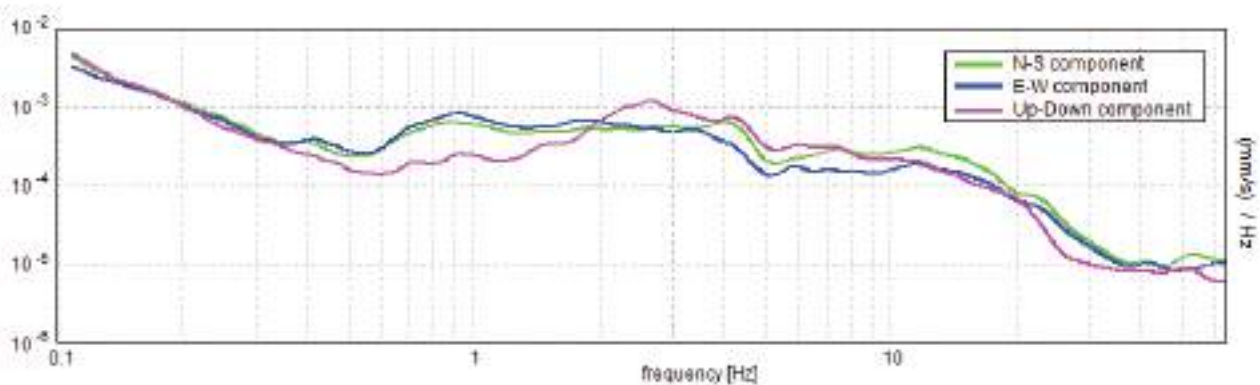


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.81 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.5**  
**Secondo picco H/V a 1.22 con ampiezza prossima a 2.9**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.81 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1235.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 79	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.531 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.47 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05659  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04598 < 0.12188$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3477 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 48****Ubicazione:**

43°35'50.51"N

10°20'15.62"E

Fossa Chiara

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 01/01/00 04:58:18 Fine registrazione: 01/01/00 05:38:18

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 58% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

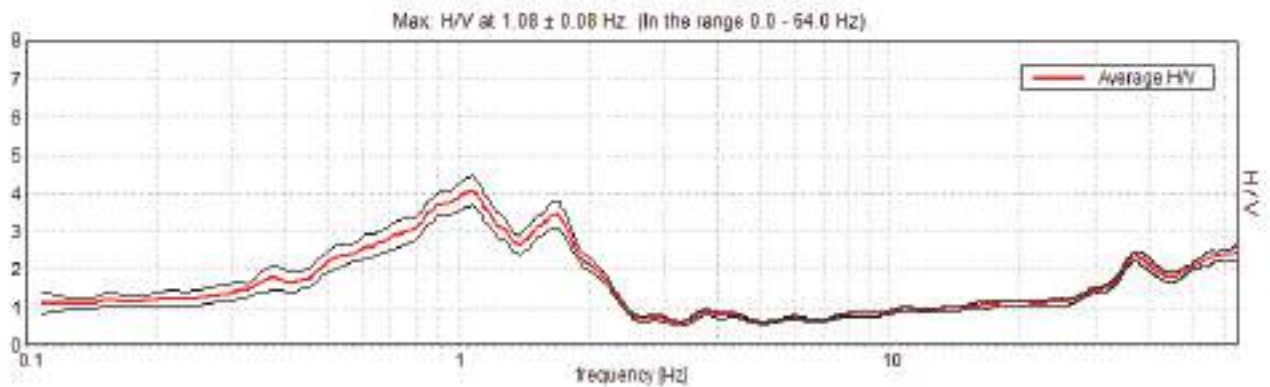
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

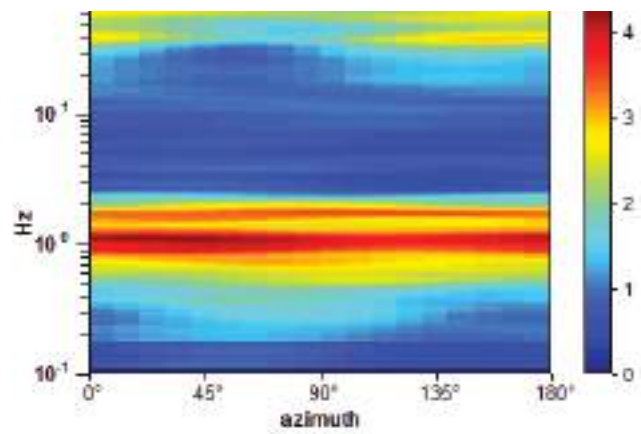
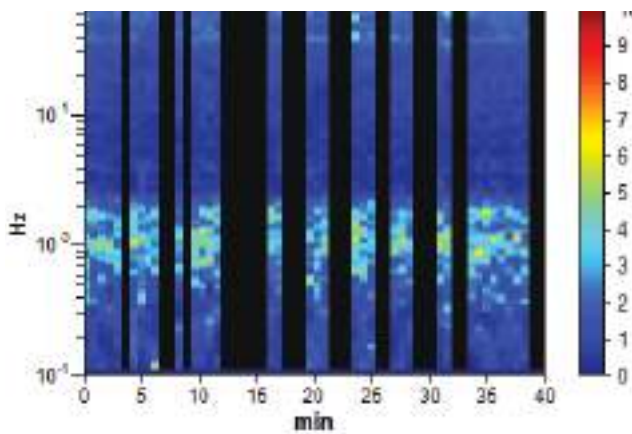


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

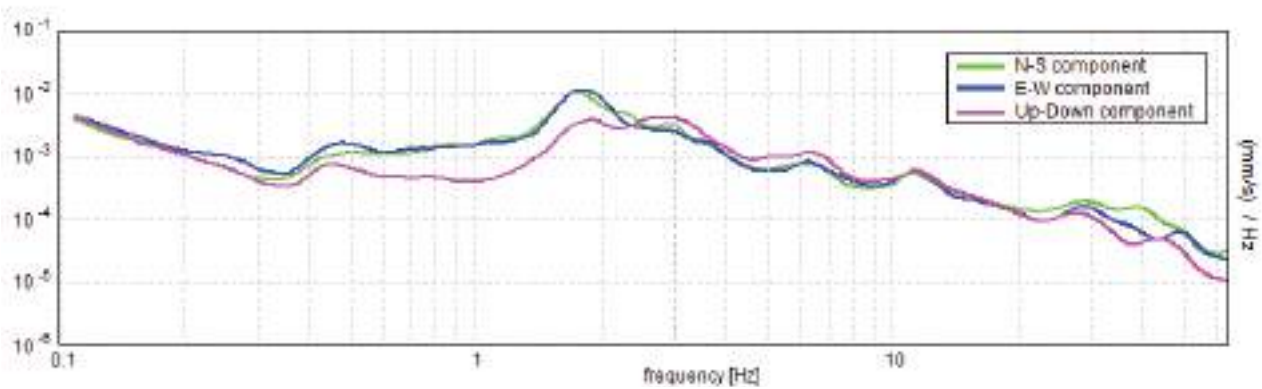


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.08 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 4.0.**  
**Secondo picco H/V a 1.64 con ampiezza prossima a 3.4Hz**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.08 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1509.4 > 200$	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 104	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.469 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.05 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07797  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08406 < 0.10781$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3879 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 49****Ubicazione:**

43°36'50.81"N

10°25'19.22"E

Scolmatore Arno

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 01/01/00 03:49:37 Fine registrazione: 01/01/00 04:29:37

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

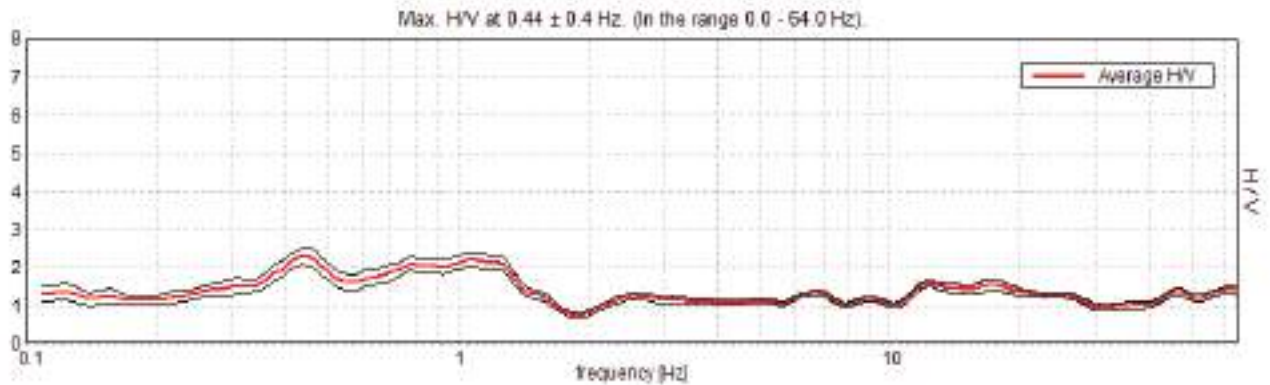
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

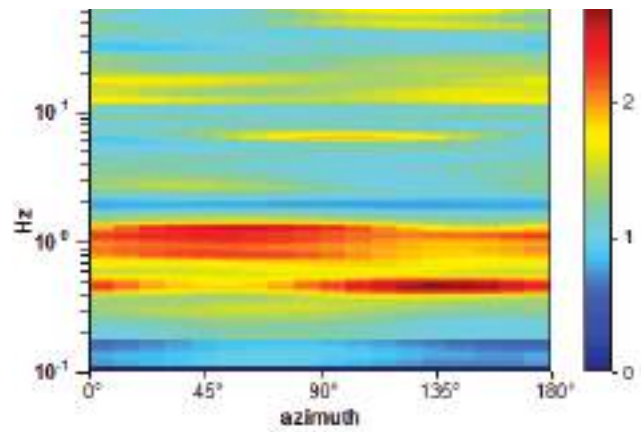
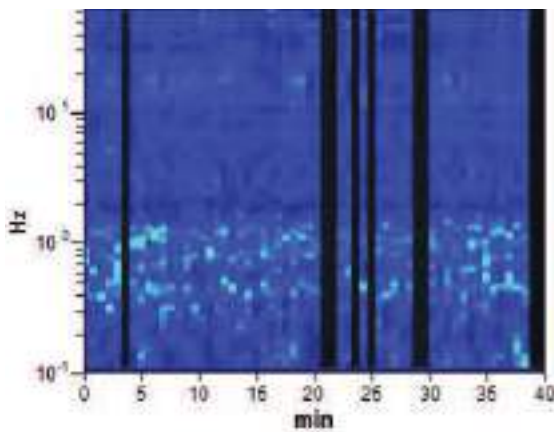


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

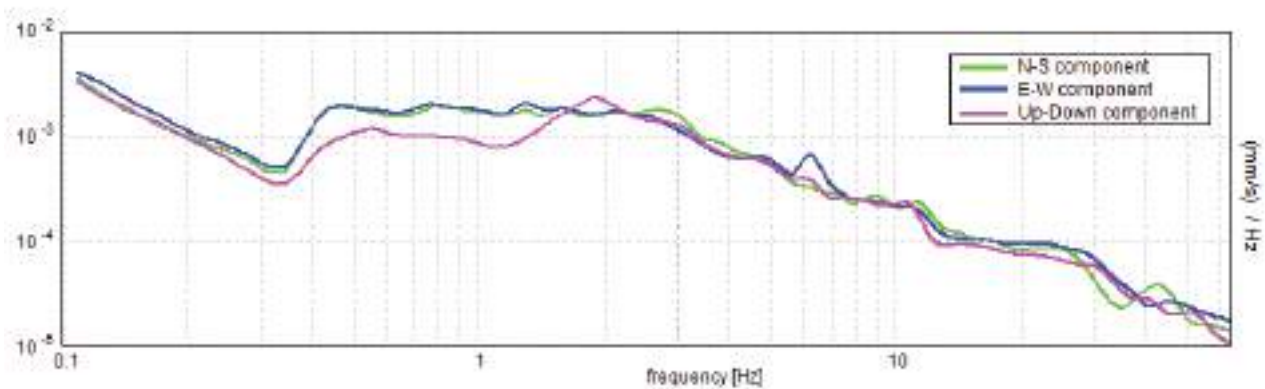


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.44 \pm 0.4$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.3**  
**Secondo picco H/V a 1.25Hz con ampiezza prossima a 2.2**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.44 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$892.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 43	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.203 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.29 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.91731  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.40132 < 0.0875$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2215 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 50****Ubicazione:**

43°43'15.54"N

10°25'18.05"E

Via Pratale

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/01/00 23:06:15 Fine registrazione: 11/01/00 23:46:15

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 97% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

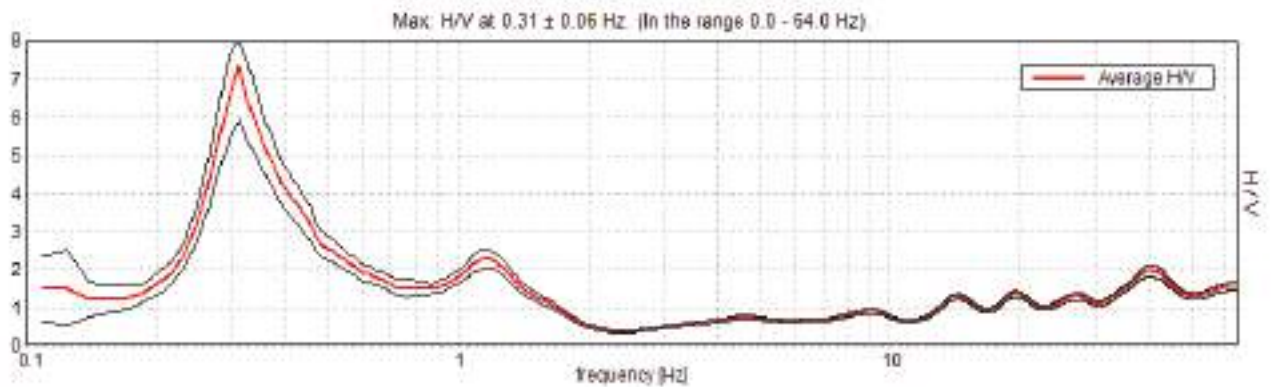
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

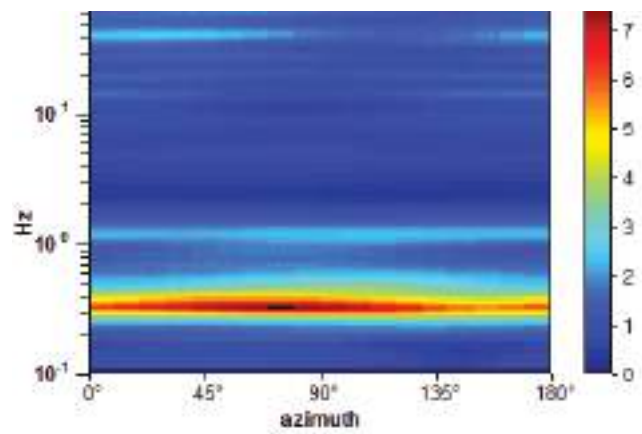
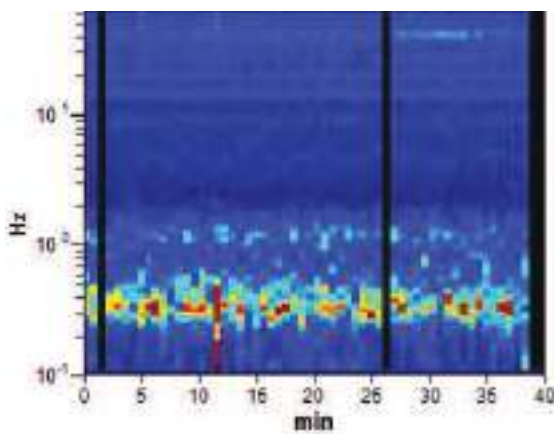


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

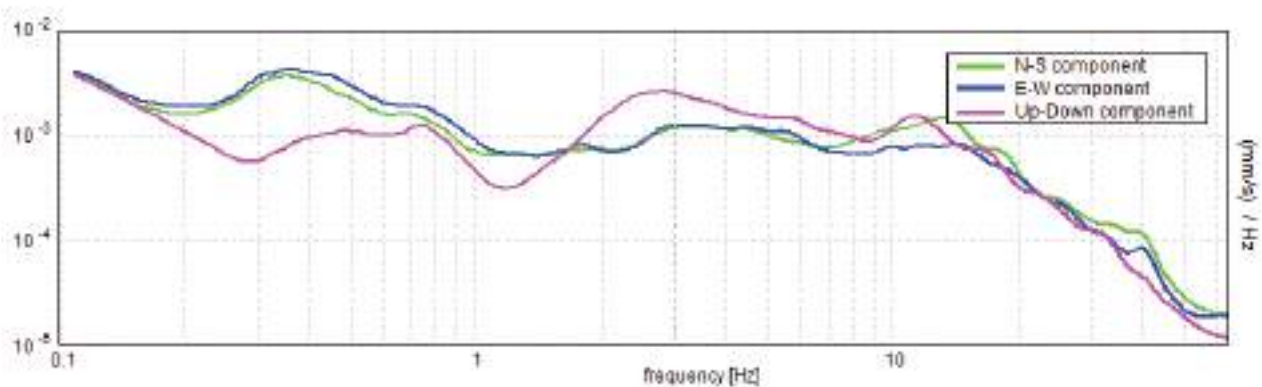


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 7.2.**

**Secondo picco H/V a 1.16Hz con ampiezza prossima a 2.3**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$700.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 31	<b>OK</b>	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.25 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.438 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$7.32 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.18981  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.05931 < 0.0625$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$1.3795 < 2.5$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 51****Ubicazione:**

43°43'16.34"N

10°25'16.38"E

Via Pratale

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/01/00 01:46:53 Fine registrazione: 12/01/00 02:26:53

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

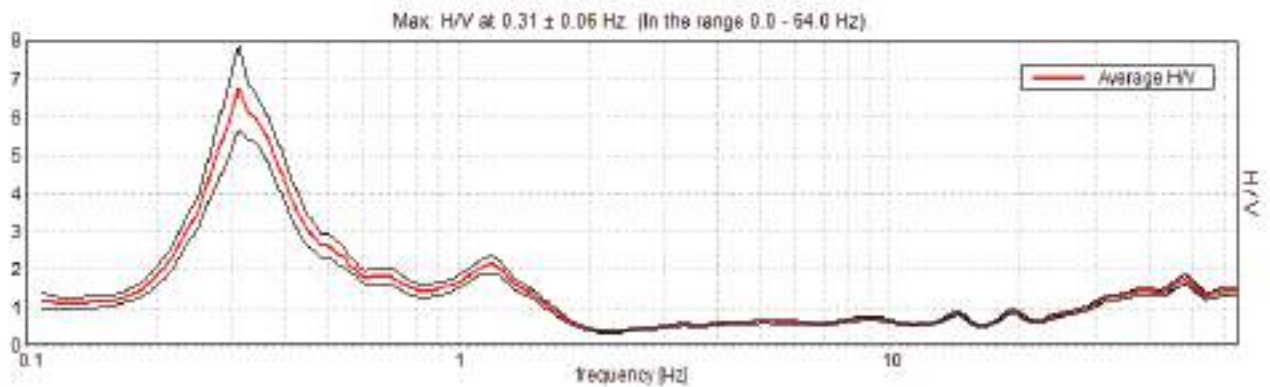
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

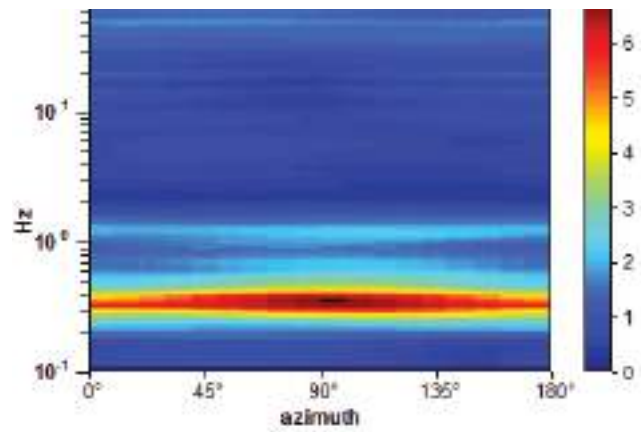
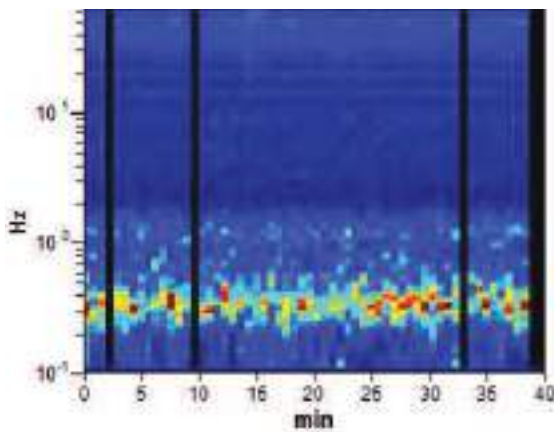


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

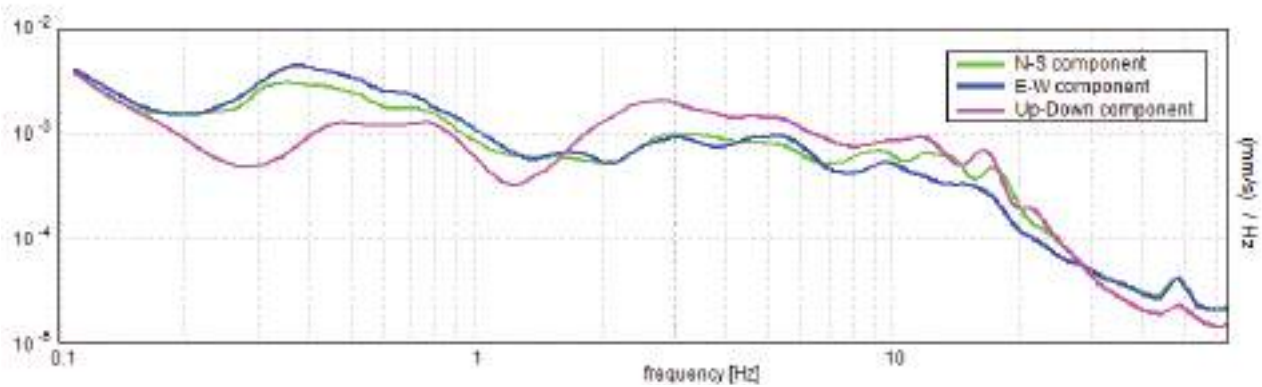


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 6.8.**  
**Secondo picco H/V a 1.16Hz con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$687.5 > 200$	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 31	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.234 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.76 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19176  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05993 < 0.0625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.1023 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 52****Ubicazione:**

43°42'29.99"N

10°25'33.33"E

Via Maccatella

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/01/00 04:04:58 Fine registrazione: 12/01/00 04:44:58

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 90% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

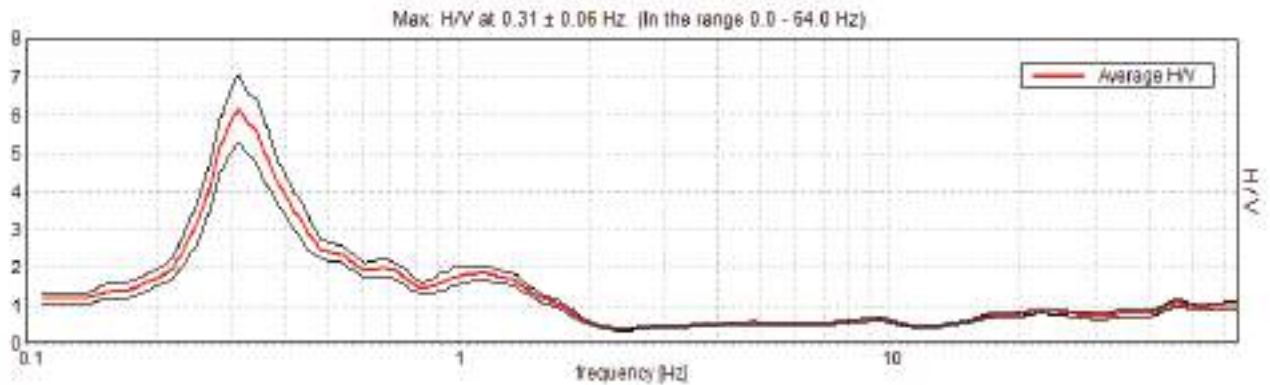
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

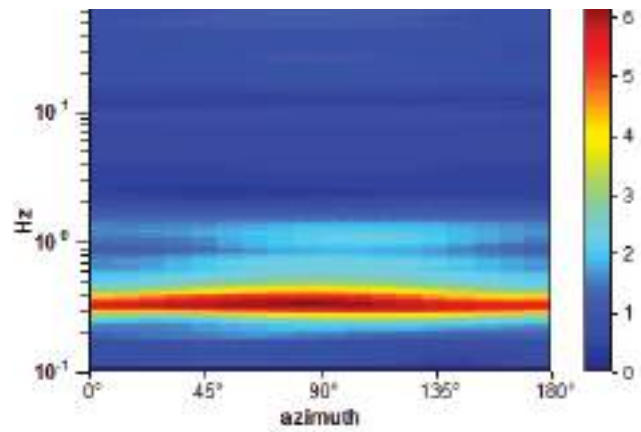
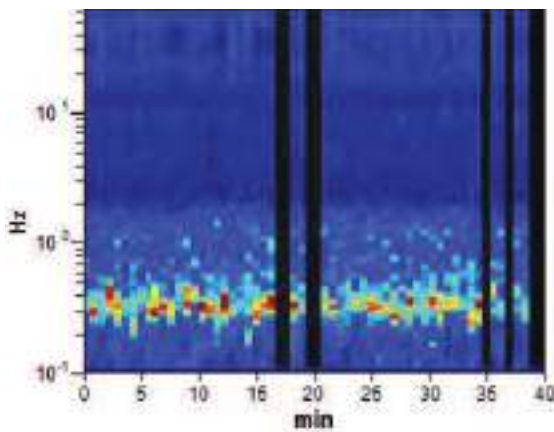


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

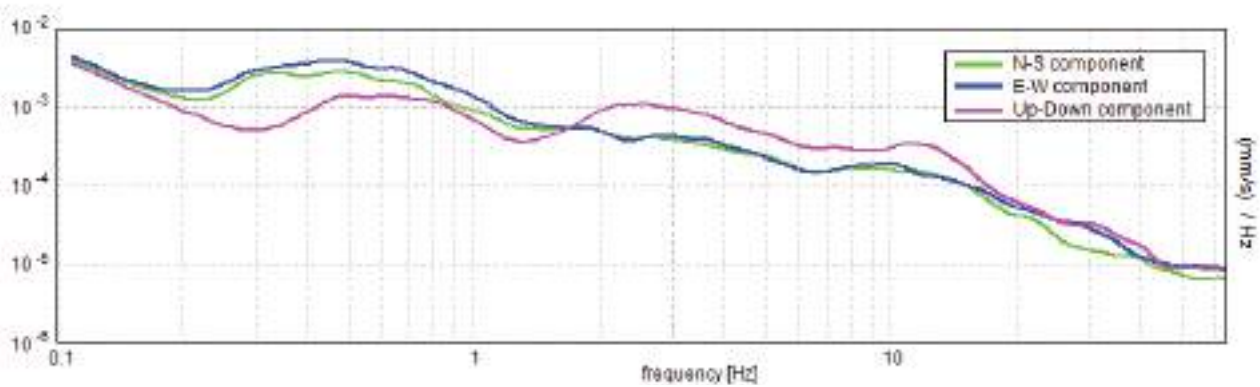


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 6.1.  
Secondo picco H/V a 1.16Hz con ampiezza prossima a 1.9**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$650.0 > 200$	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 31	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.234 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.453 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.16 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19782  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06182 < 0.0625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8886 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 53****Ubicazione:**

43°39'08.72"N

10°23'23.21"E

Via Idrovora

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/03/00 23:26:05 Fine registrazione: 08/03/00 00:06:05

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

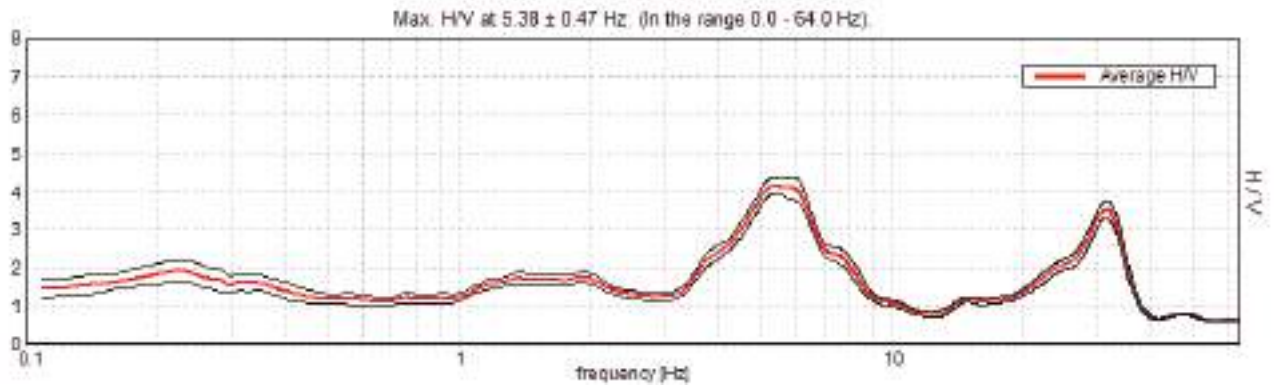
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

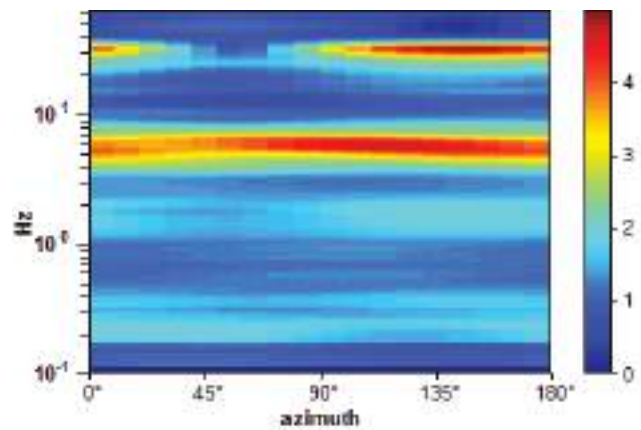
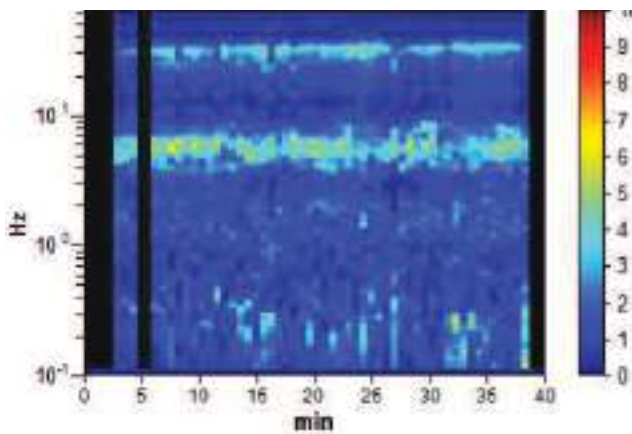


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

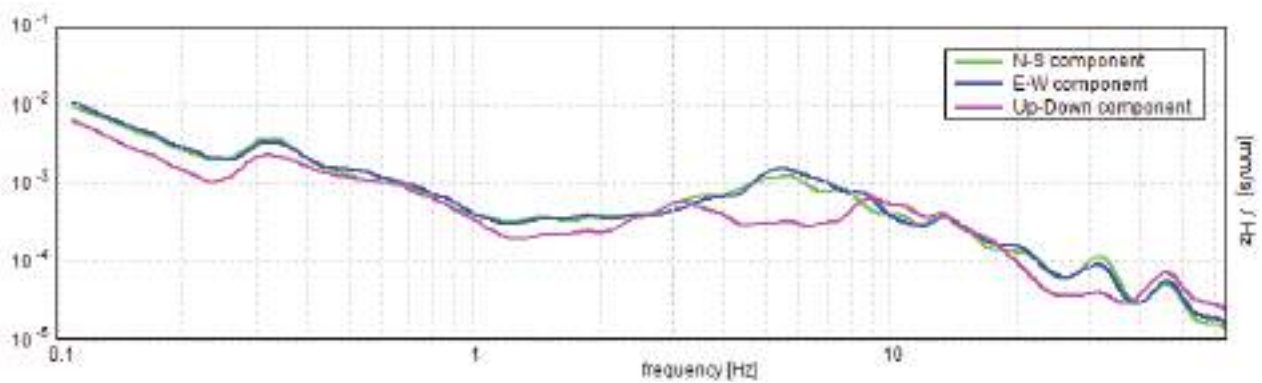


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $5.38 \pm 0.47$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 4.1.**  
**Secondo picco H/V a 0.23Hz con ampiezza prossima a 2**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.38 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$11180.0 > 200$	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 517	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.656 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.16 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08778  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.4718 < 0.26875$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2072 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 54****Ubicazione:**

43°38'35.30"N

10°23'29.64"E

Via del Biscottino

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 00:20:41 Fine registrazione: 08/03/00 01:00:41

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 96% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

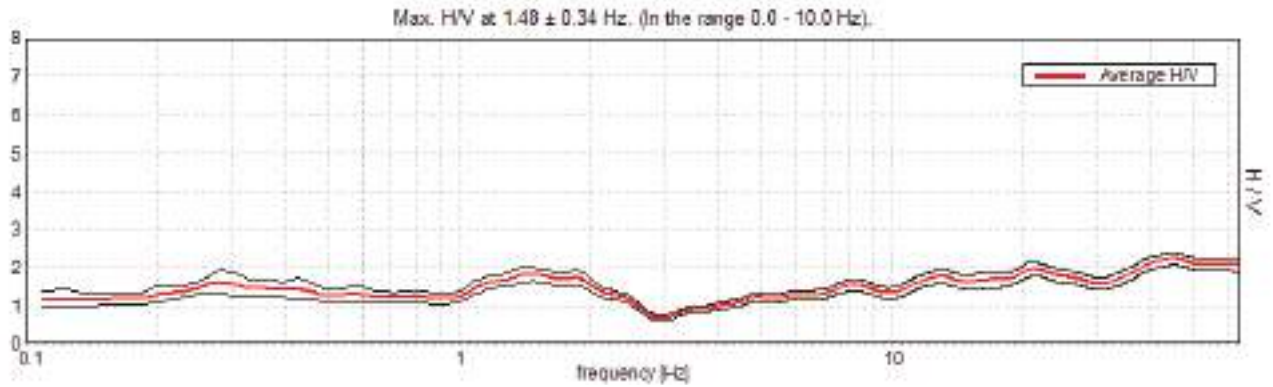
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

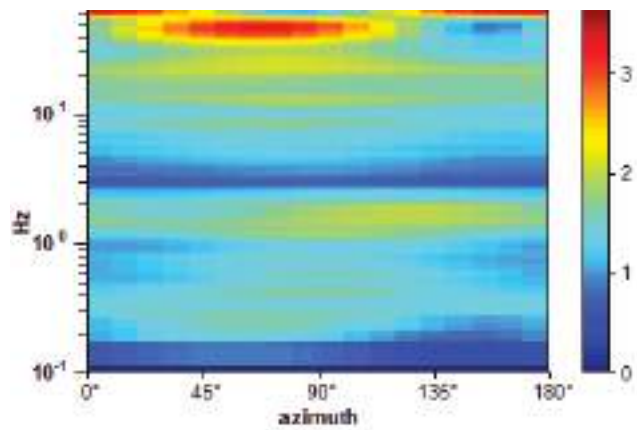
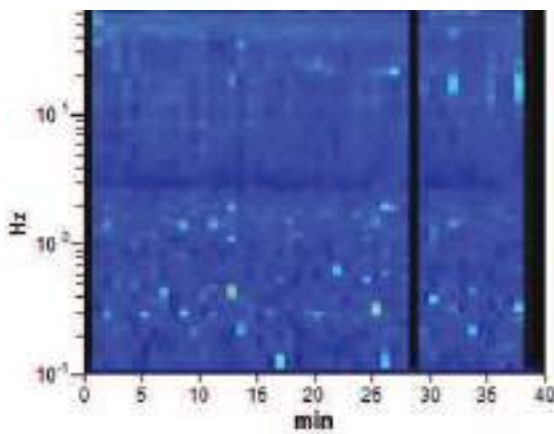


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

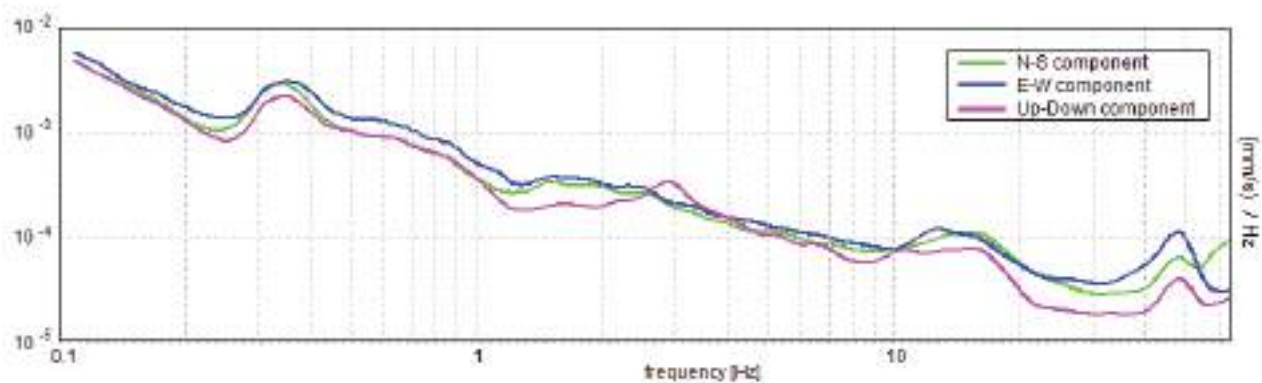


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.48 \pm 0.34$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 10.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.8.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.48 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3265.6 > 200$	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 144	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.82 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.22902  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.33995 < 0.14844$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1857 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 55****Ubicazione:**

43°38'05.75"N

10°23'50.21"E

Via del Biscottino

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 02:01:07 Fine registrazione: 08/03/00 02:41:07

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

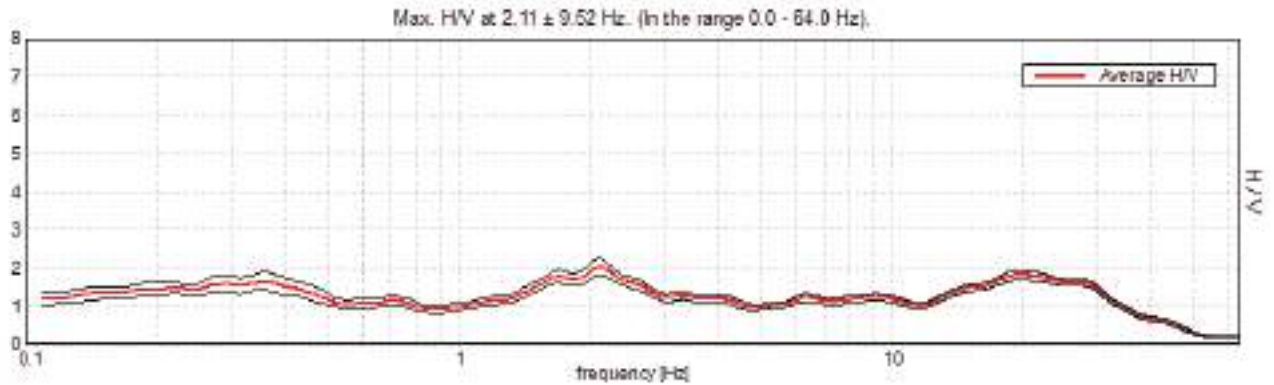
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

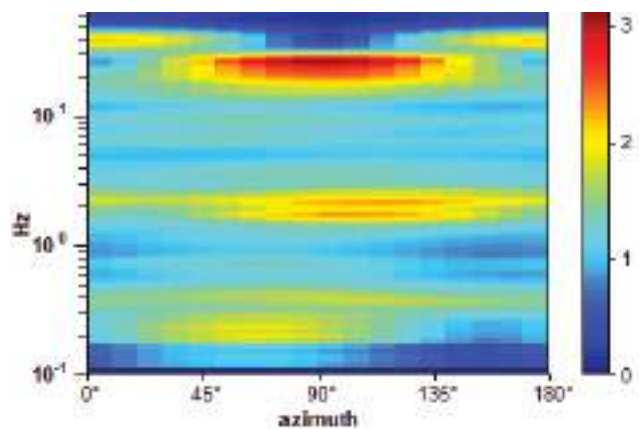
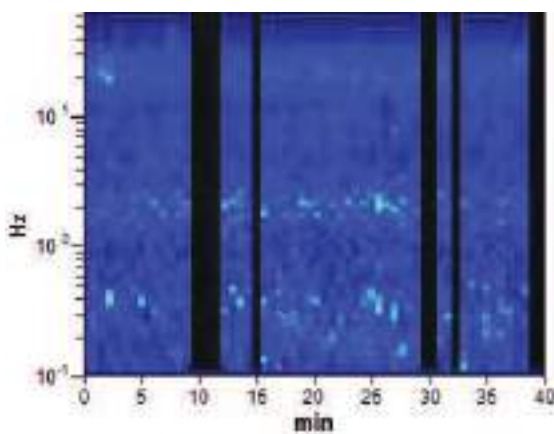


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

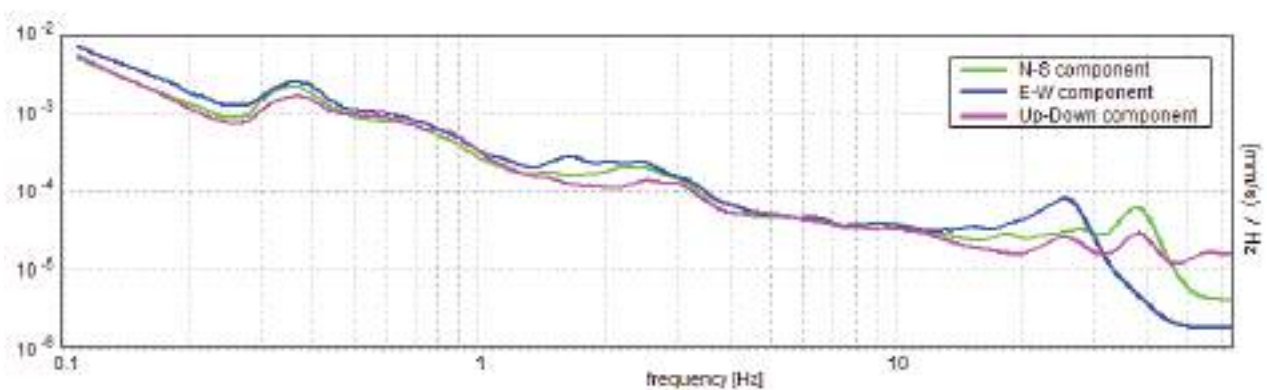


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $2.11 \pm 9.52$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.0.**  
**Secondo picco H/V a 1.72Hz con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.11 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4218.8 > 200$	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 204	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.047 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.02 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 4.51539  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$9.52465 < 0.10547$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2187 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 56****Ubicazione:**

43°37'45.29"N

10°24'07.38"E

Via del Biscottino

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 03:10:47 Fine registrazione: 08/03/00 03:50:47

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

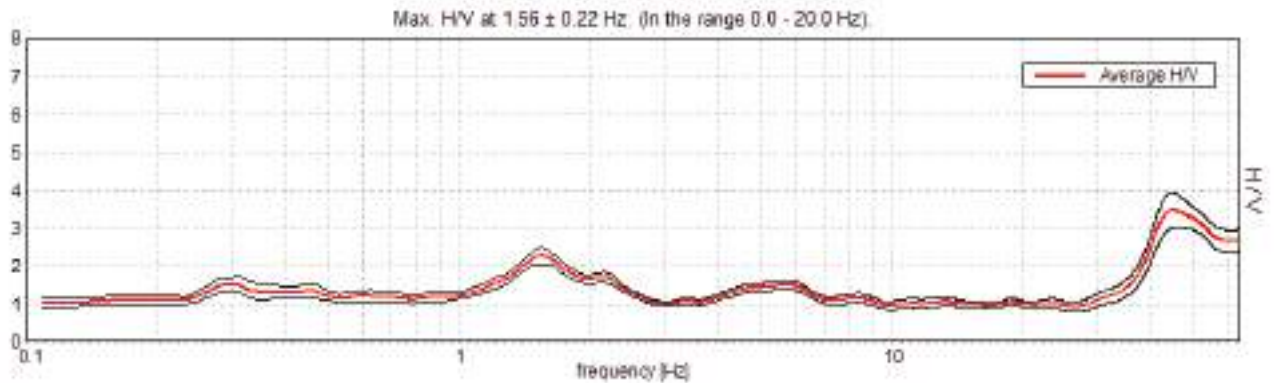
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

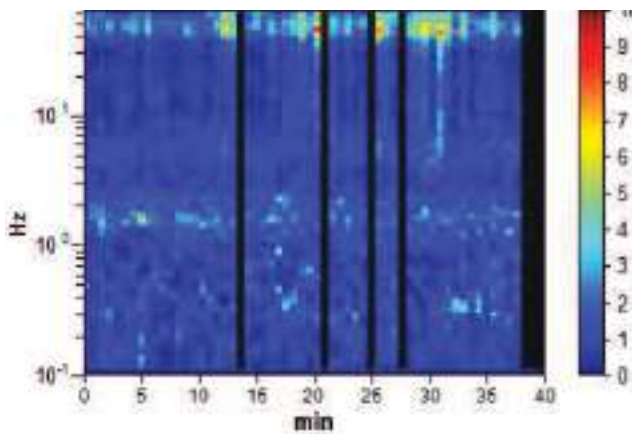
Lisciamento: 10%



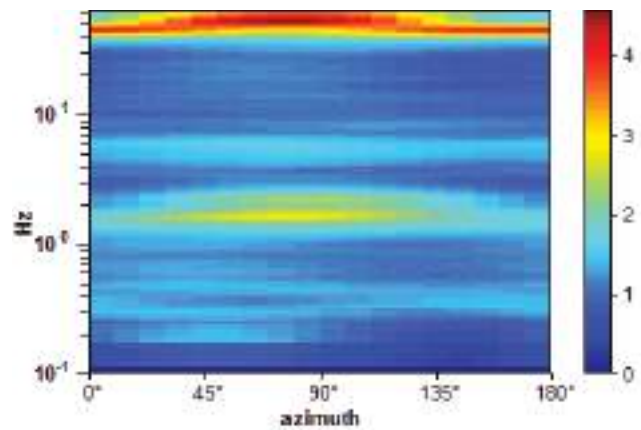
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



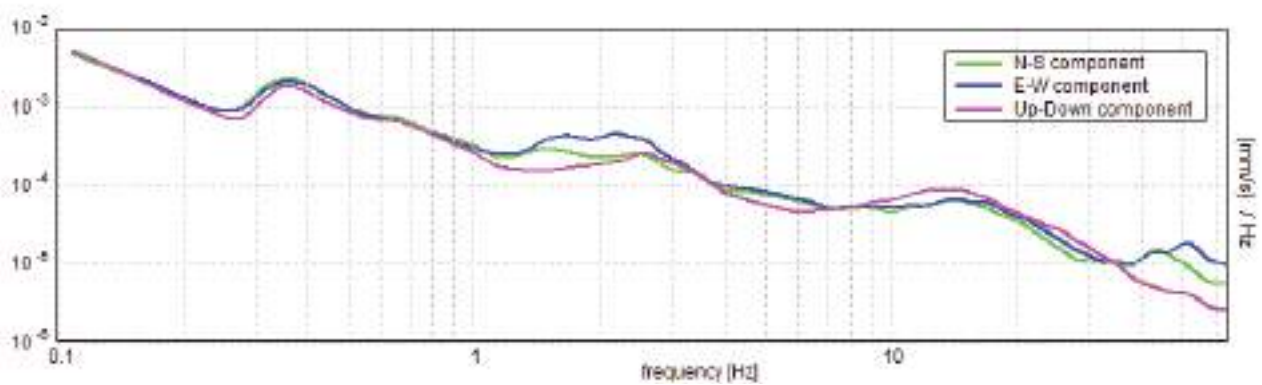
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.56 \pm 0.22$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2.**  
**Secondo picco H/V a 2.16Hz con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.56 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3312.5 > 200$	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 151	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.797 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.26 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13841  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.21627 < 0.15625$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.228 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 57****Ubicazione:**

43°37'44.27"N

10°22'51.86"E

Via delle Tamerici

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 04:24:56 Fine registrazione: 08/03/00 05:04:56

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

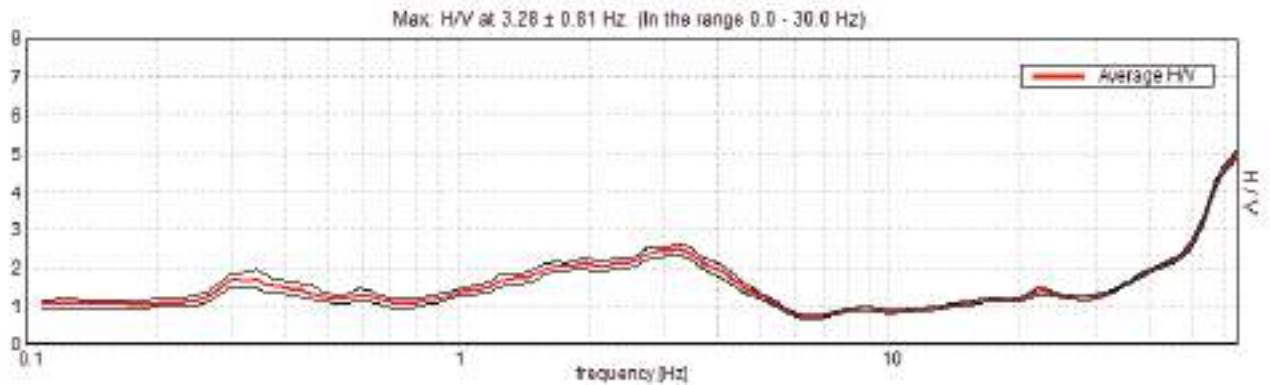
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

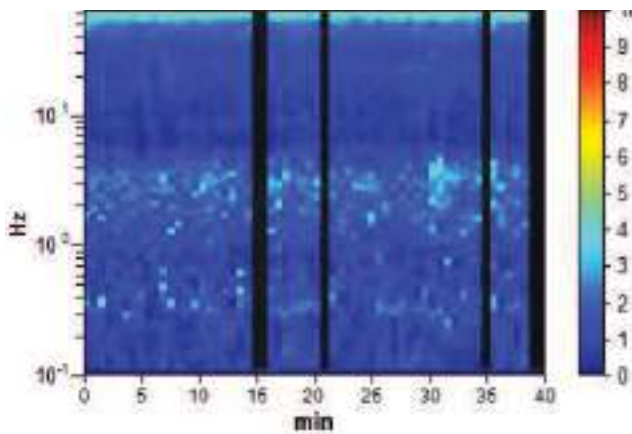
Lisciamento: 10%



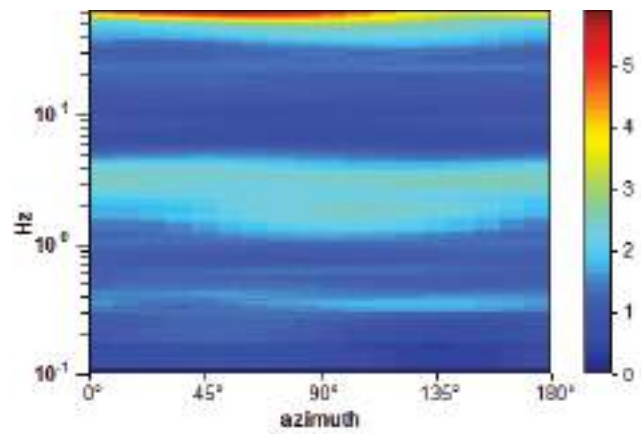
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



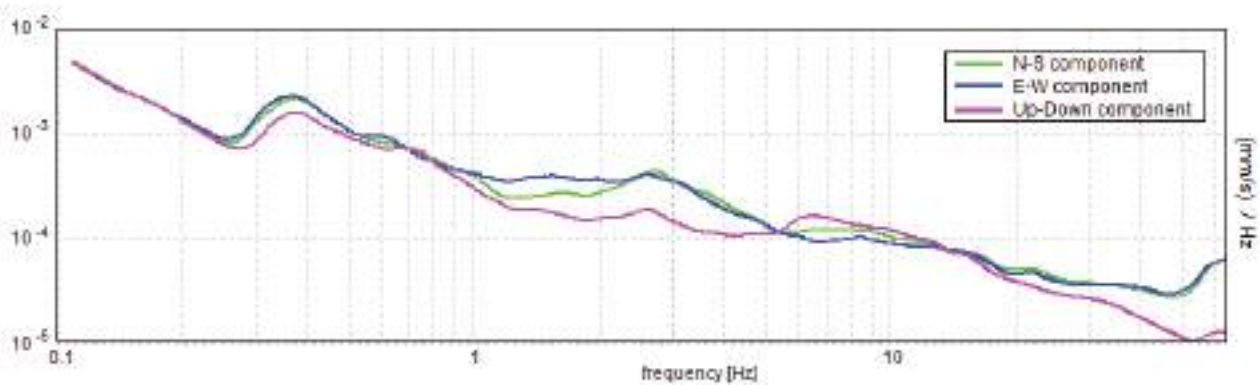
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $3.28 \pm 0.81$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.5.**  
**Secondo picco H/V a 0.34Hz con ampiezza prossima a 1.7**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.28 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$7087.5 > 200$	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 316	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.922 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.109 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.46 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.2471  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.8108 < 0.16406$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.147 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 58****Ubicazione:**

43°39'36.48"N

10°24'59.04"E

Via Callestro

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 06:46:58 Fine registrazione: 08/03/00 07:26:58

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 68% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

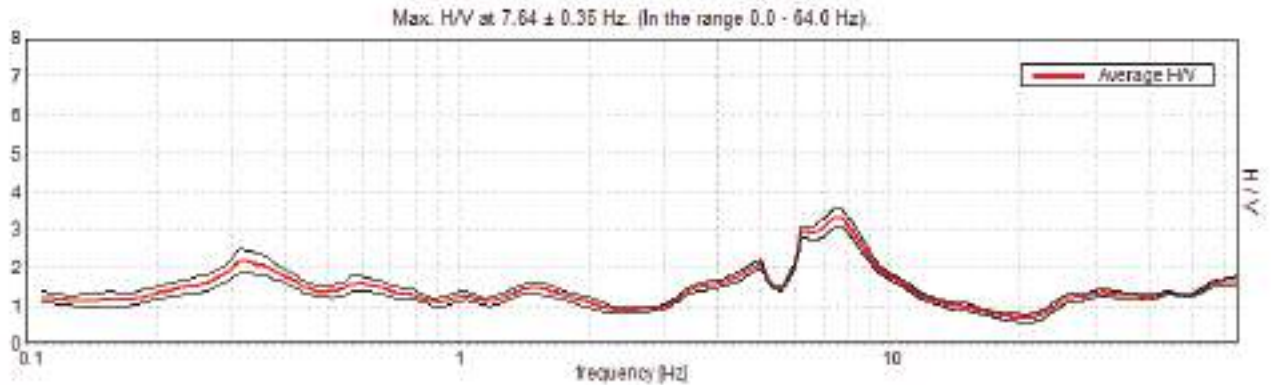
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

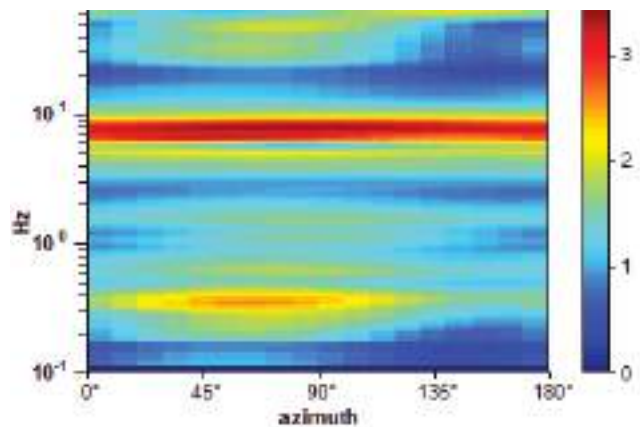
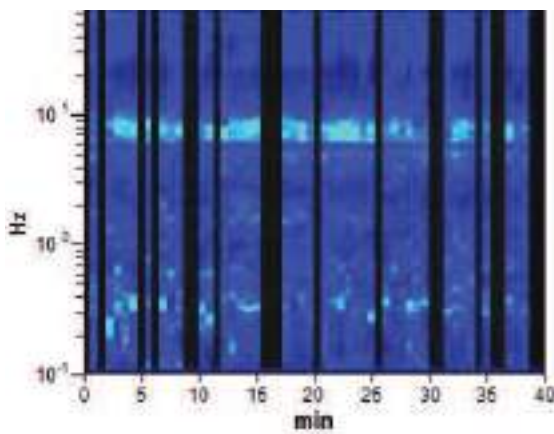


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

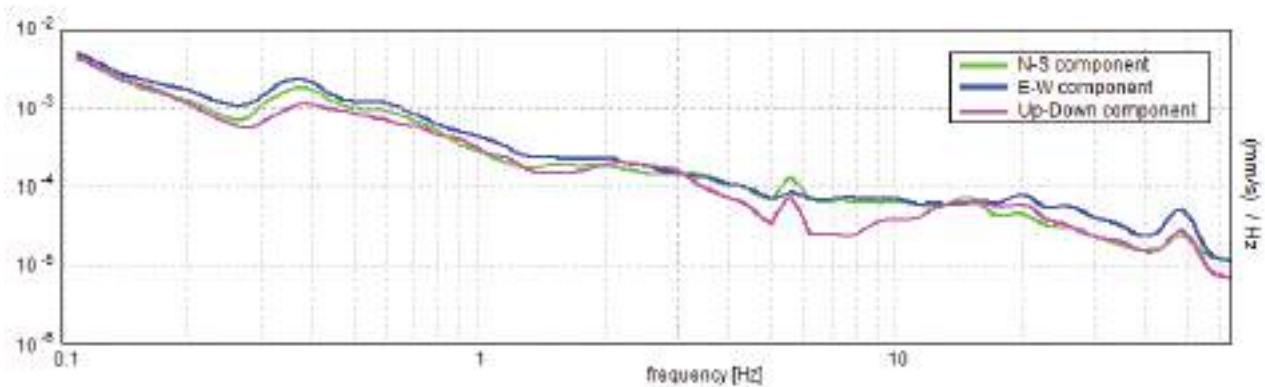


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $7.64 \pm 0.35$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.3.  
Secondo picco H/V a 0.31Hz con ampiezza prossima a 2.2**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.64 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$12530.6 > 200$	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 734	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.781 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.30 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04554  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.34798 < 0.38203$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2316 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 59****Ubicazione:**

43°40'05.66"N

10°27'05.94"E

Via Titignano

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 23:15:57 Fine registrazione: 08/03/00 23:55:57

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 97% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

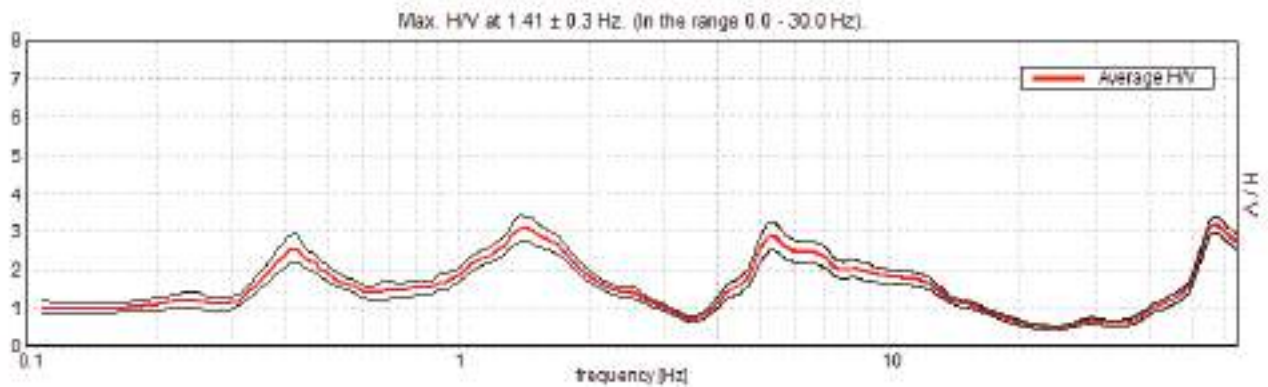
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

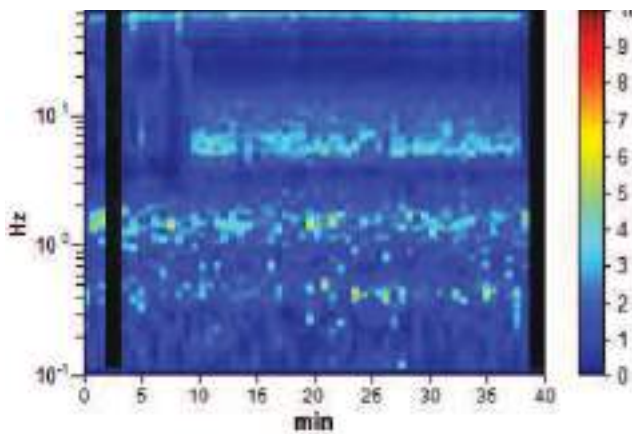
Lisciamento: 10%



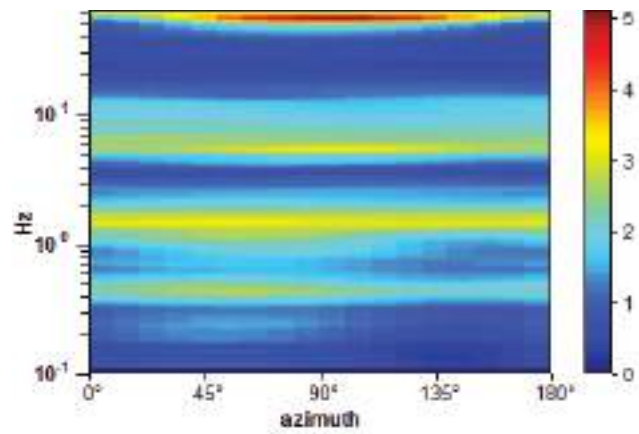
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



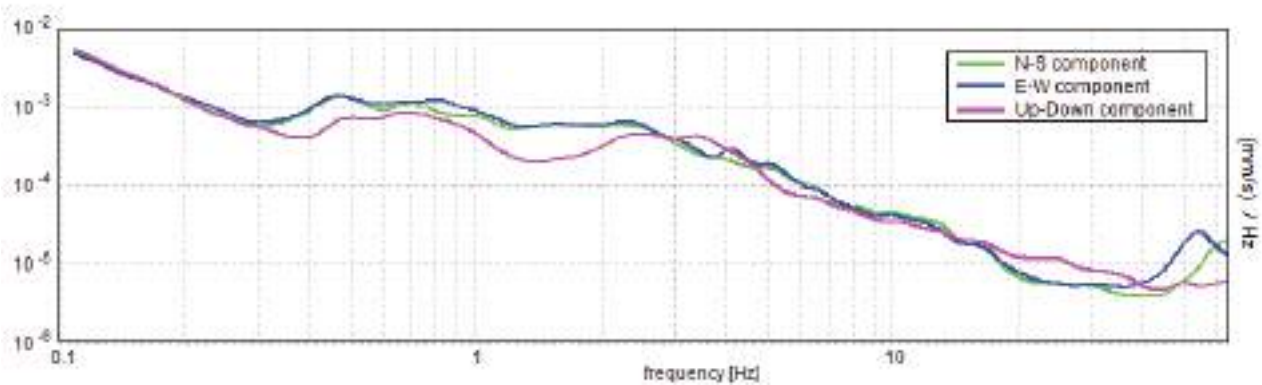
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.41 \pm 0.3$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.1**  
**Secondo picco H/V a 5.31Hz con ampiezza prossima a 2.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.41 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3150.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 136	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.859 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.10 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.21178  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.29781 < 0.14063$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3456 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 60****Ubicazione:**

43°42'41.73"N

10°21'36.49"E

Via delle Lenze

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 05:35:16 Fine registrazione: 09/03/00 06:15:16

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

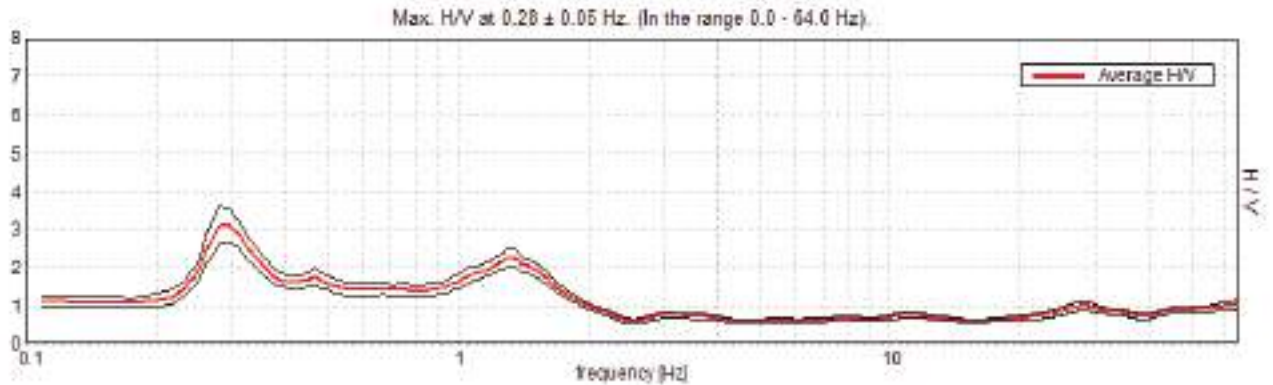
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

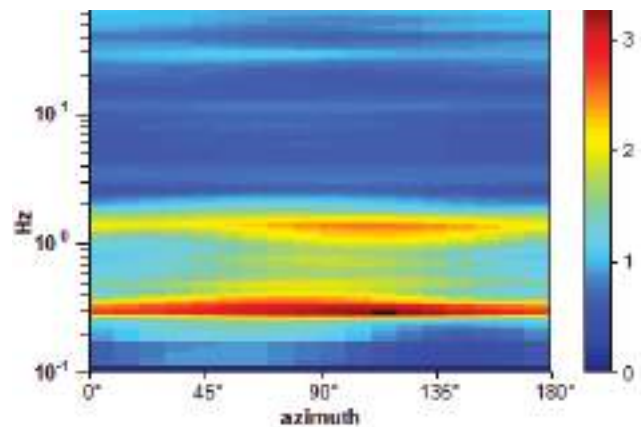
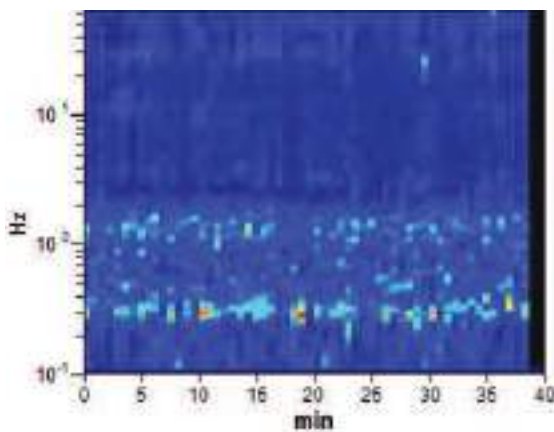


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

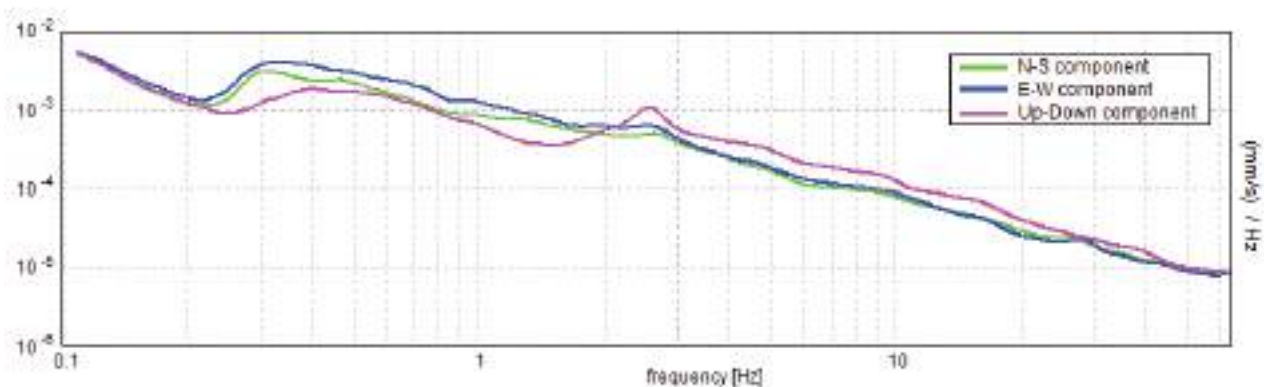


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.28 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.1.  
Secondo picco H/V a 1.330Hz con ampiezza prossima a 2.2**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.28 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$675.0 > 200$	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 28	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.234 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.516 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.11 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.18606  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05233 < 0.05625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4863 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 61****Ubicazione:**

43°38'48.81"N

10°24'38.33"E

Via Palazzi

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 05:49:30 Fine registrazione: 08/03/00 06:29:30

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

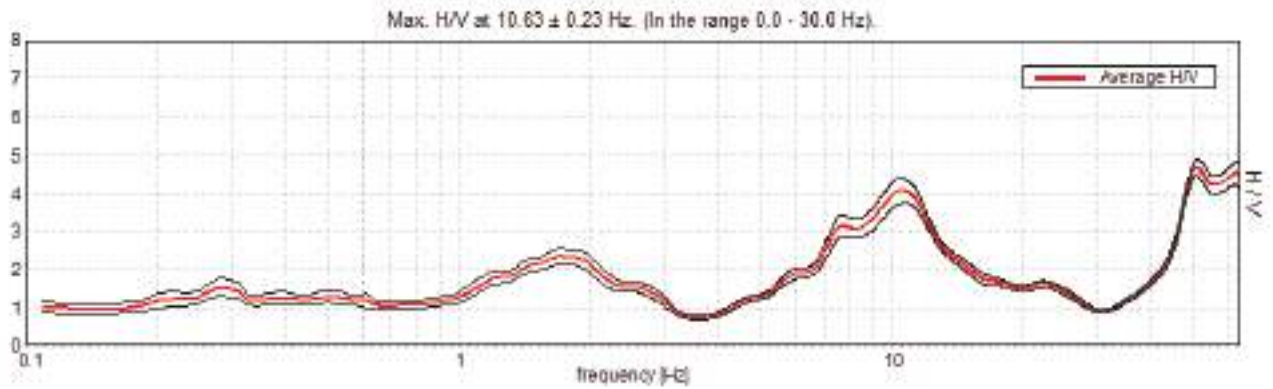
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

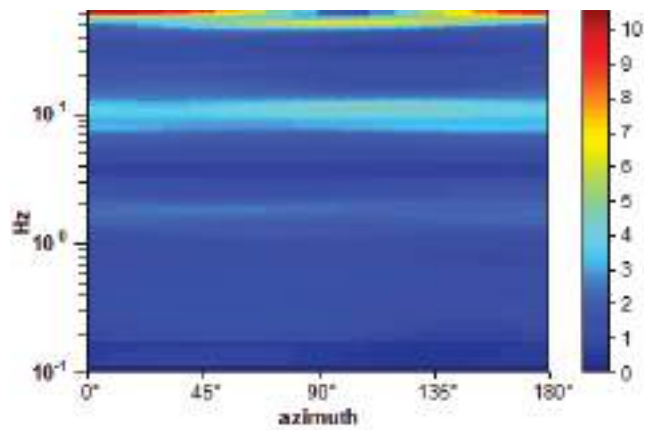
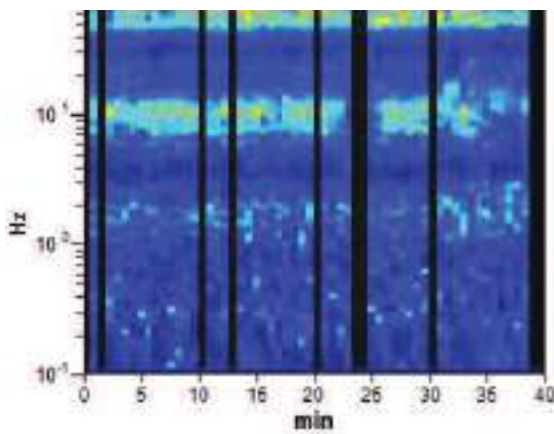


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

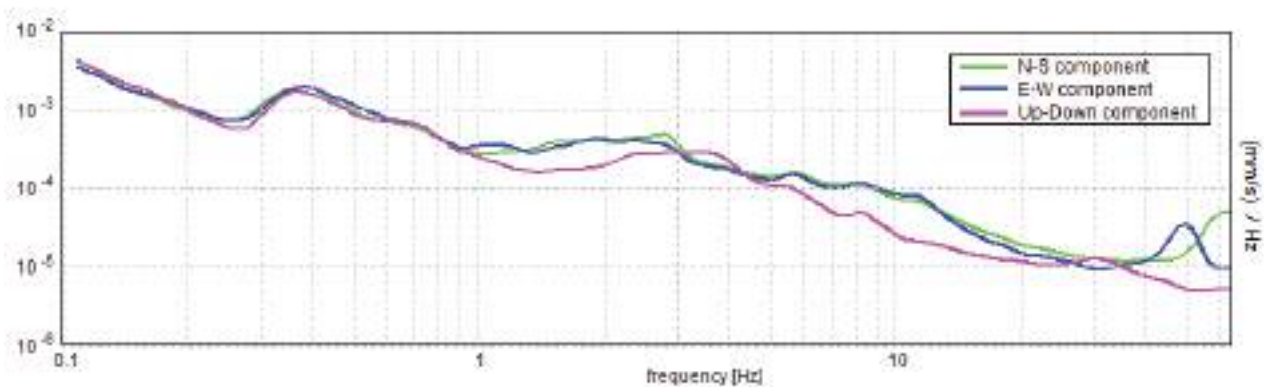


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $10.63 \pm 0.23$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 4.0.  
Secondo picco H/V a 1.72 con ampiezza prossima a 2.3**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.63 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$21250.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1021	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.641 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	15.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.06 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02198  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.23351 < 0.53125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3186 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 62****Ubicazione:**

43°40'44.77"N

10°22'16.96"E

Tenuta Castagnolo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 03:34:35 Fine registrazione: 09/03/00 04:14:35

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

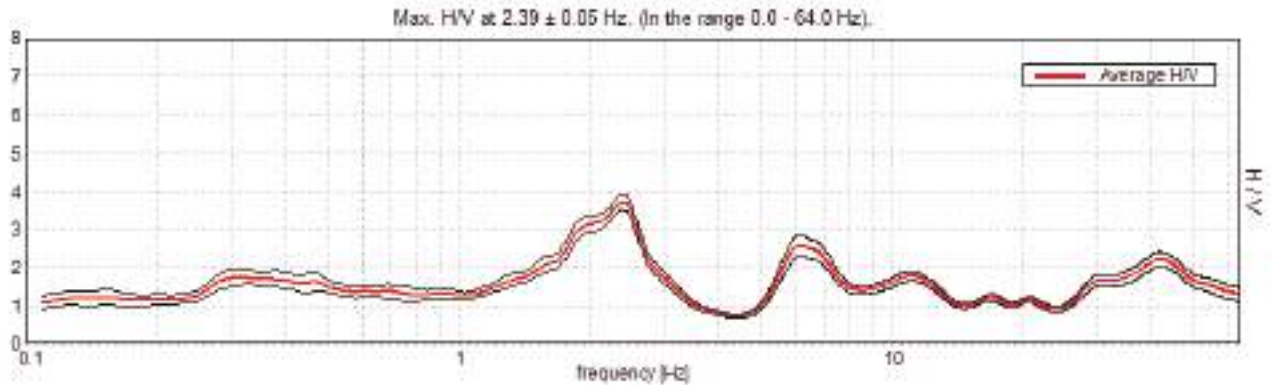
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

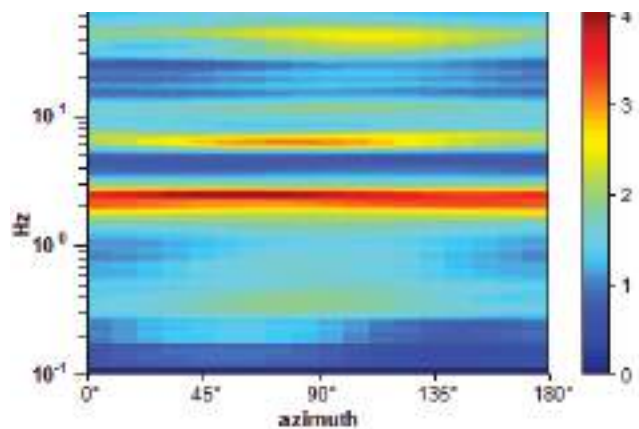
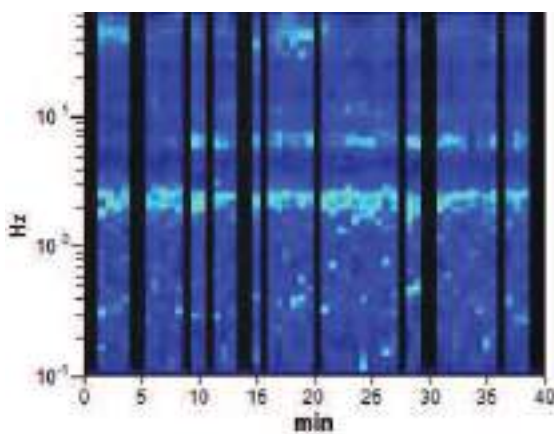


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

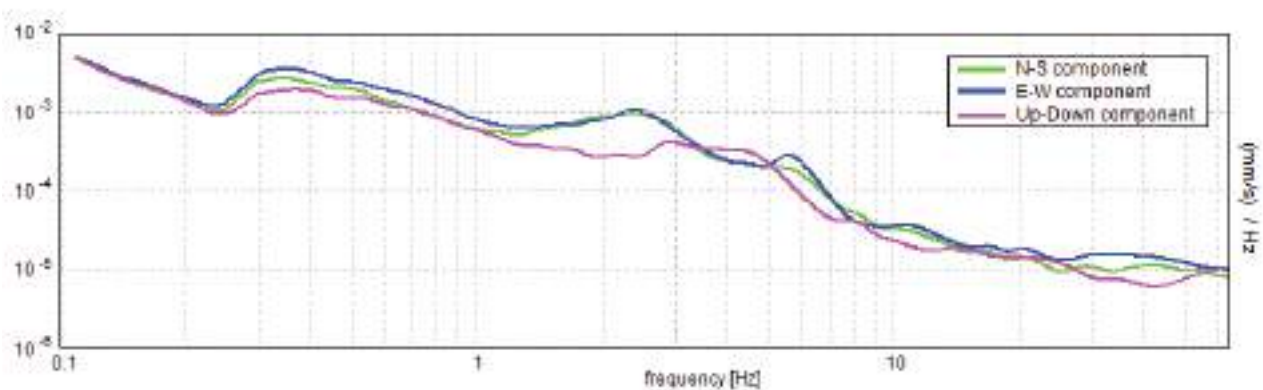


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $2.39 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.8.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.39 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$4207.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 230	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.469 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.922 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.69 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.02041  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.04879 < 0.11953$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.1894 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 63****Ubicazione:**

43°43'45.98"N

10°22'06.82"E

Via del Tiro a Segno

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 23:55:53 Fine registrazione: 10/03/00 00:35:53

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 100% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

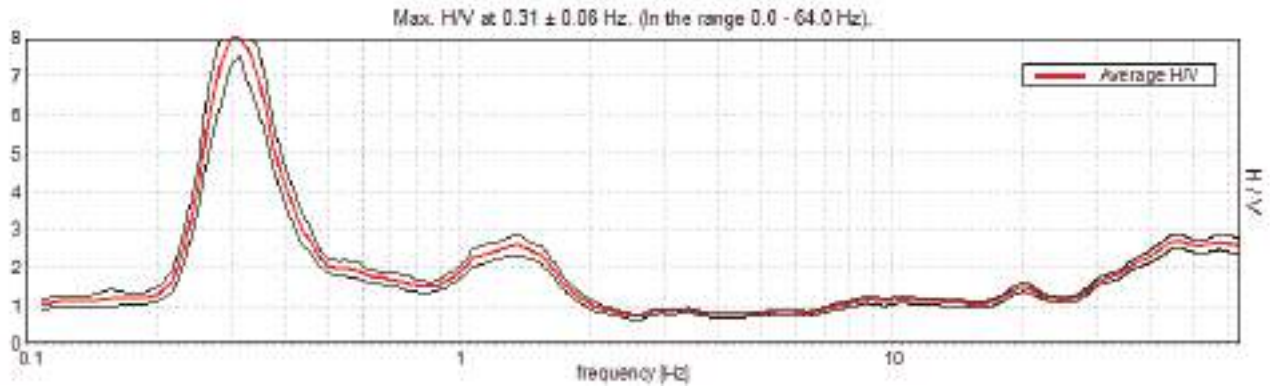
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

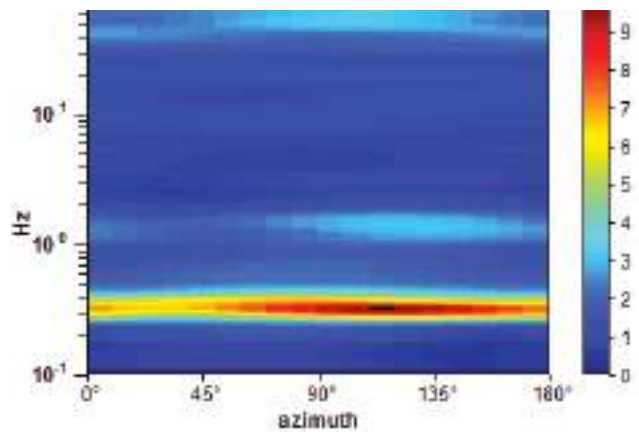
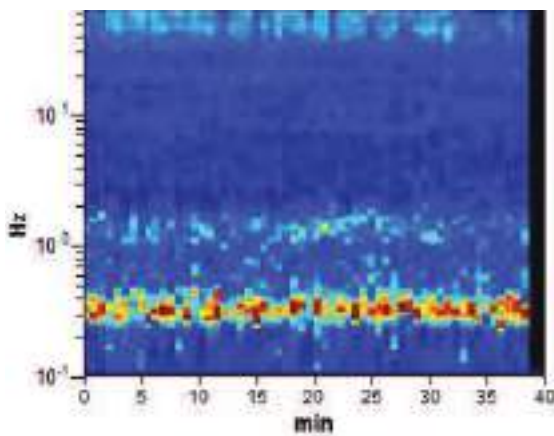


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

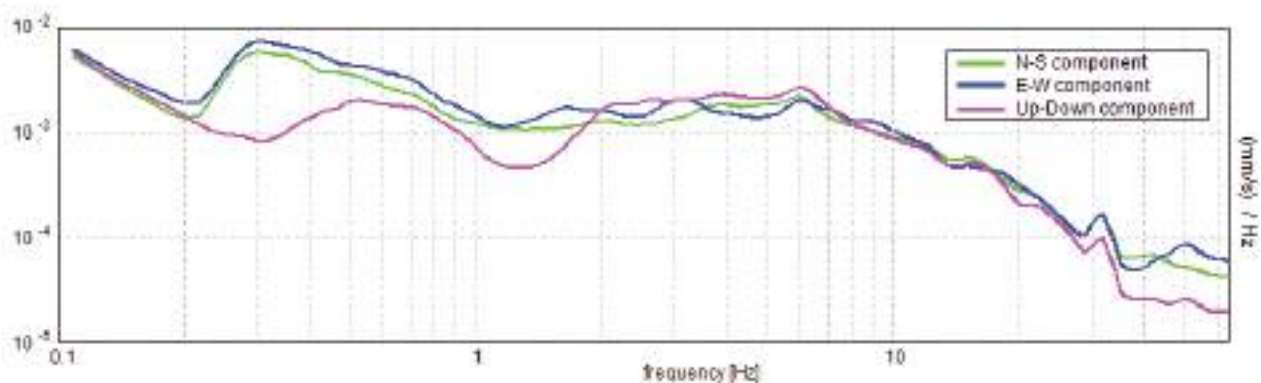


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 8.0.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$725.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 31	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.25 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.406 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$8.50 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.19096  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.05967 < 0.0625$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.9457 < 2.5$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 64****Ubicazione:**

43°42'30.97"N

10°20'58.40"E

A12 Genova Roma

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 04:28:47 Fine registrazione: 09/03/00 05:08:47

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 100% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

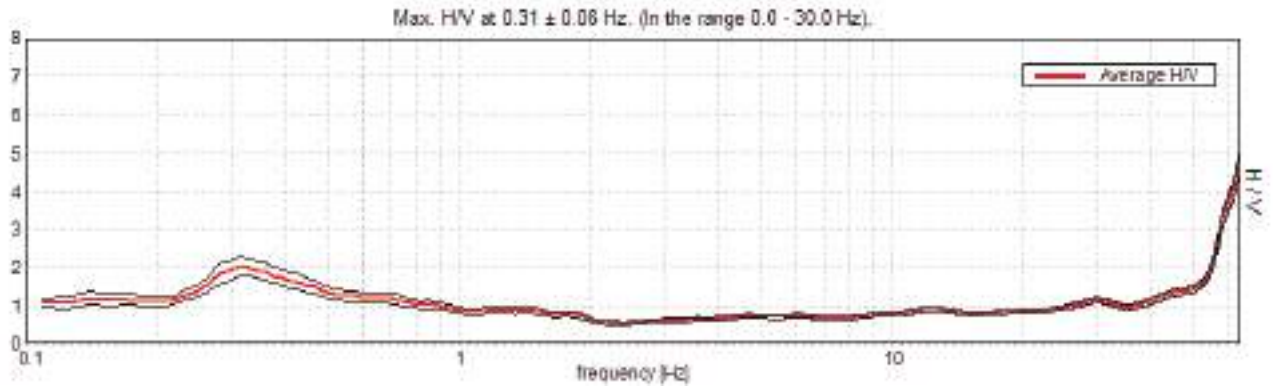
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

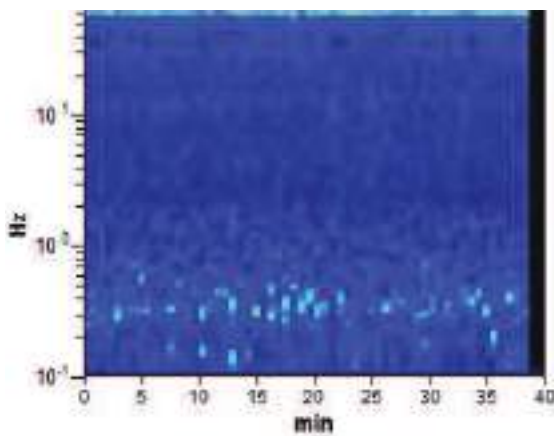
Lisciamento: 10%



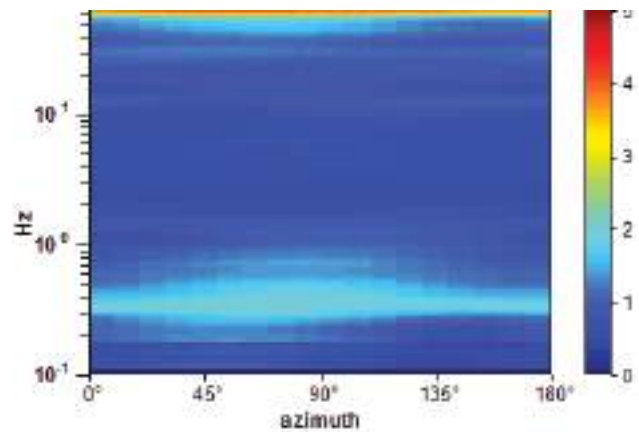
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



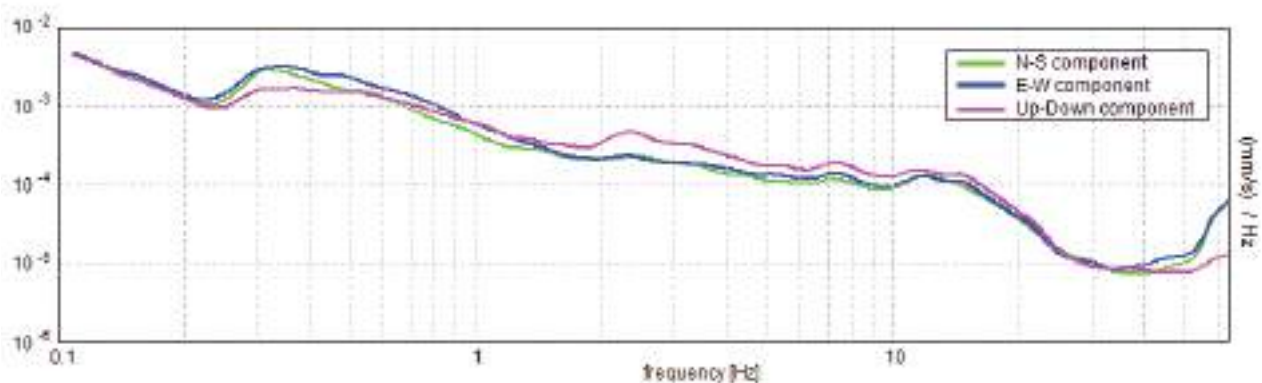
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) co ampiezza prossima a 2.0.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$725.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 31	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.891 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.03 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19674  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06148 < 0.0625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2642 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 65****Ubicazione:**

43°40'13.34"N

10°21'30.84"E

Tenuta Castagnolo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 02:37:36 Fine registrazione: 09/03/00 03:17:36

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 97% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

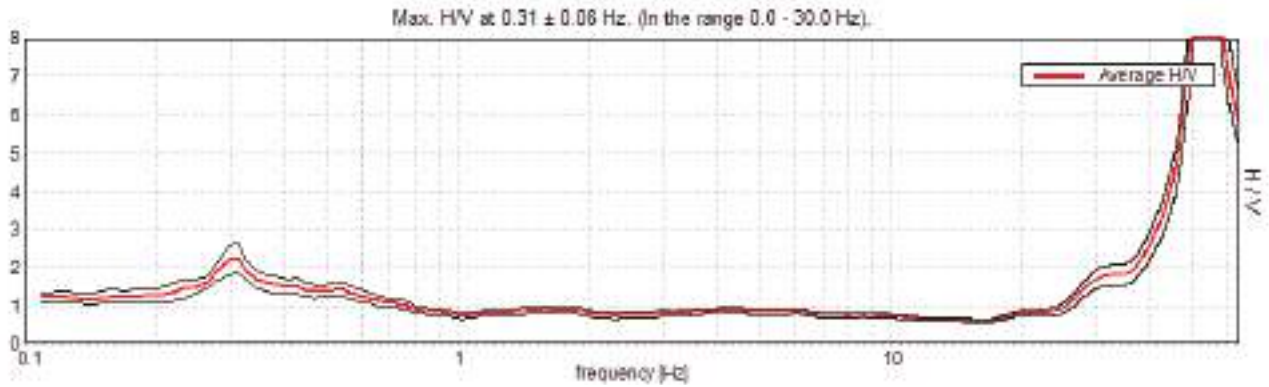
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

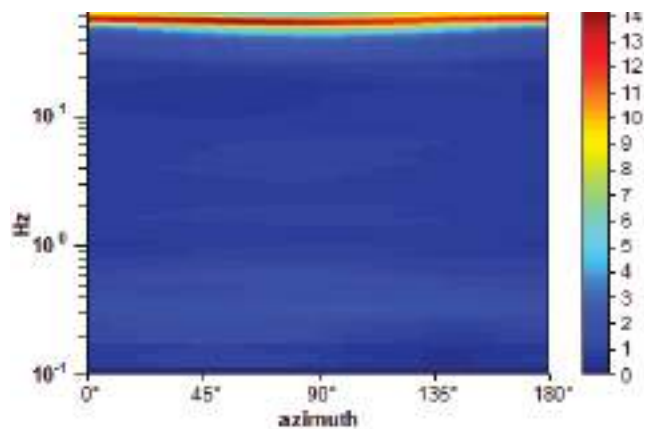
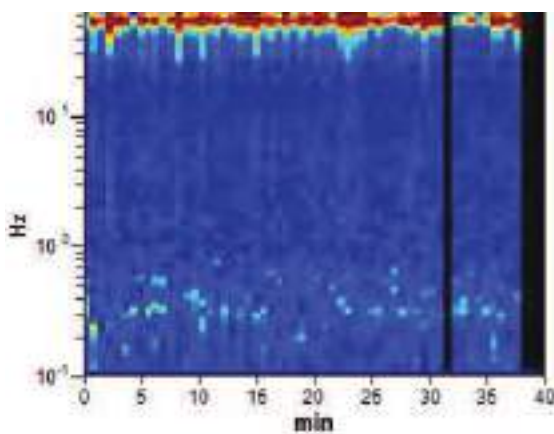


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

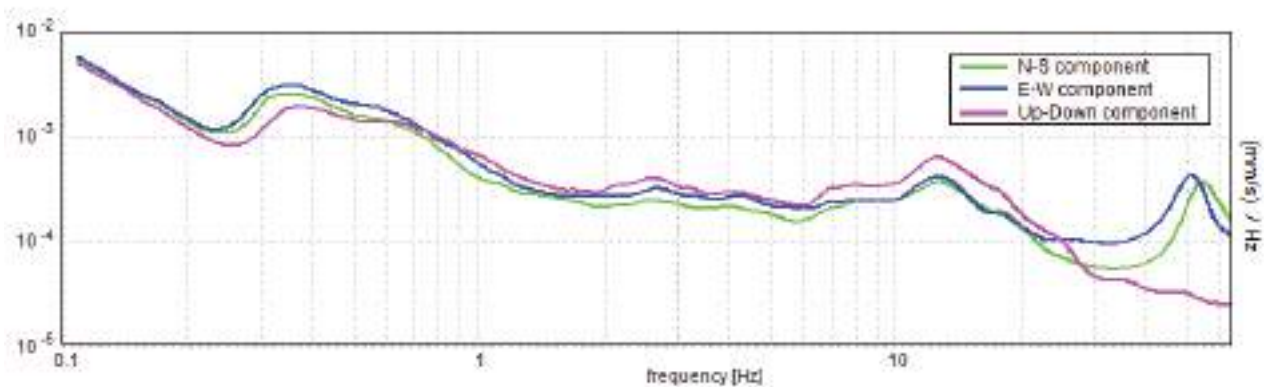


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.31 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$700.0 > 200$	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 31	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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.672 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.23 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.18981  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05931 < 0.0625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3832 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 66****Ubicazione:**

43°40'11.24"N

10°26'00.87"E

Via di Granuccio

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/03/00 22:14:05 Fine registrazione: 08/03/00 22:54:05

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 93% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

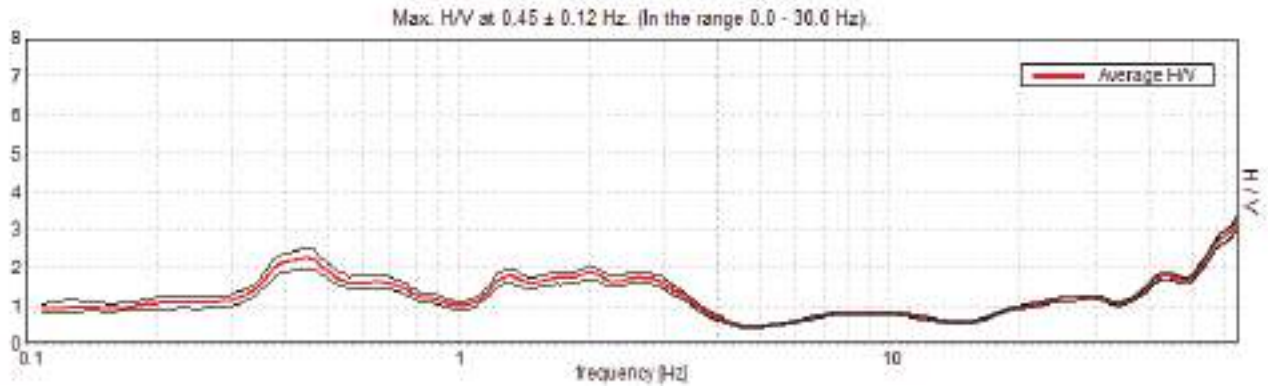
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

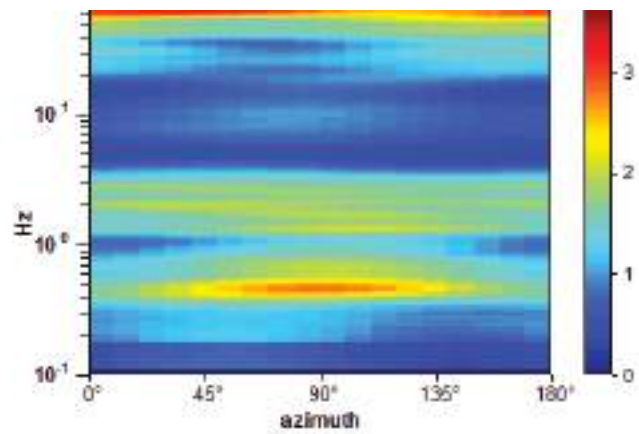
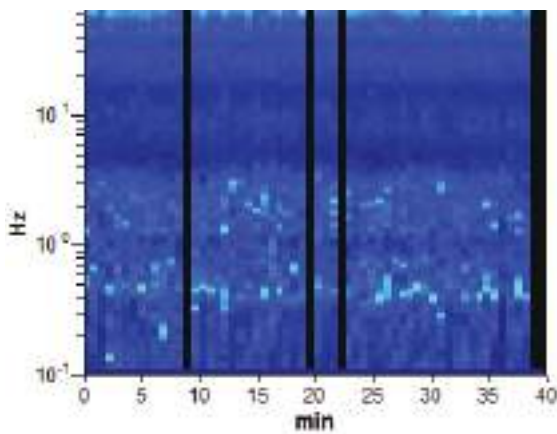


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

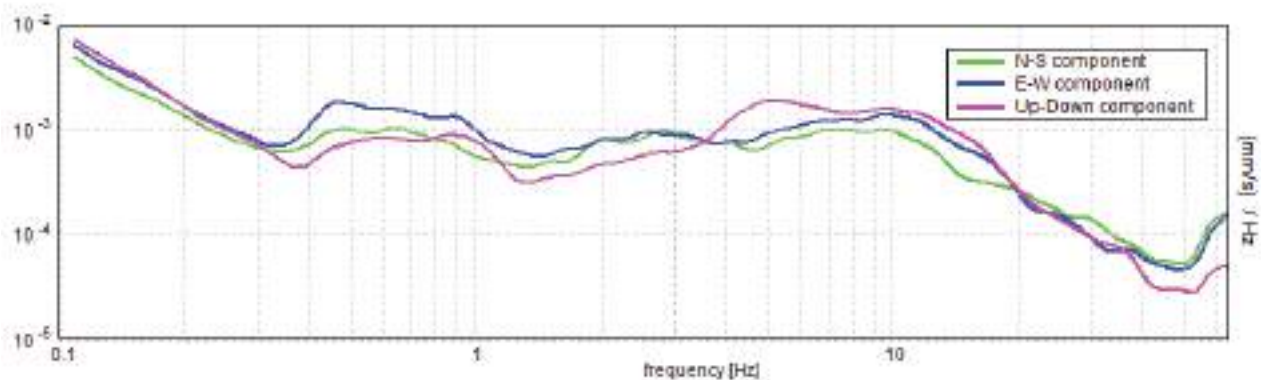


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.45 \pm 0.12$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2.**  
**Secondo picco H/V a 2.09 con ampiezza prossima a 1.9**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.45 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$996.9 > 200$	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 44	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.297 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.922 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.24 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.27358  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.12397 < 0.09063$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2659 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 67****Ubicazione:**

43°41'02.43"N

10°24'33.71"E

Via Dogali

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 00:26:02 Fine registrazione: 09/03/00 01:06:02

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

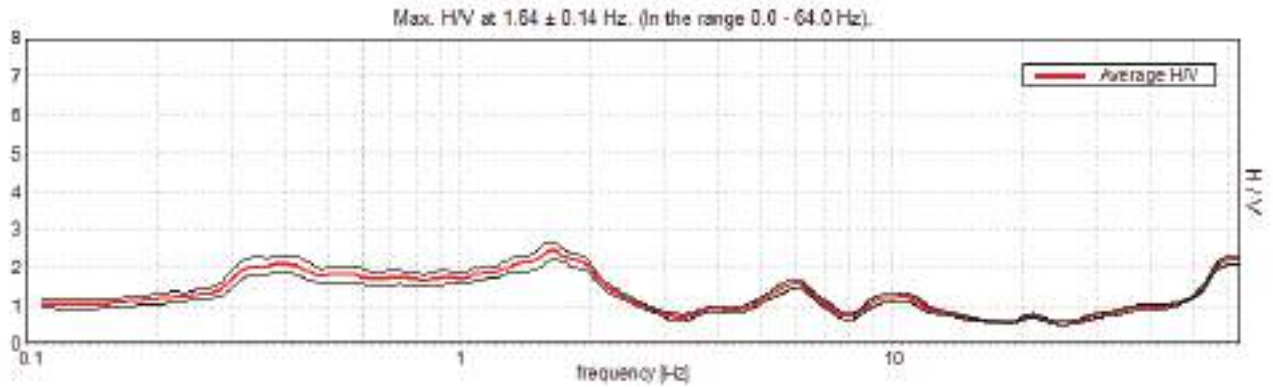
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

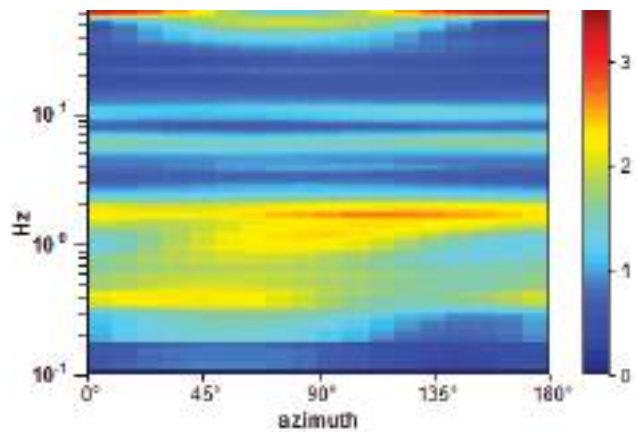
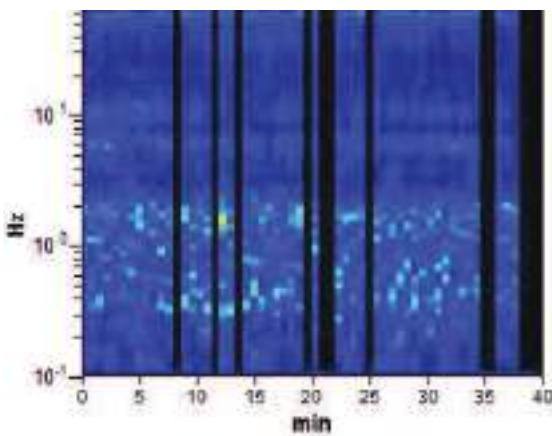


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

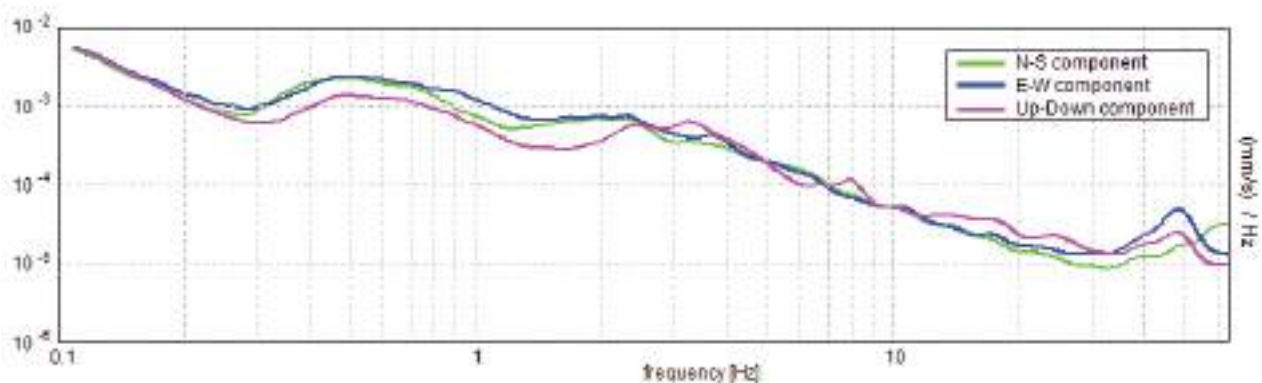


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.64 \pm 0.14$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.4.**  
**Secondo picco H/V a 0.34 con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.64 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3150.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 158	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.42 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08438  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.13844 < 0.16406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2358 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 68****Ubicazione:**

43°41'46.77"N

10°25'24.43"E

Via Immaginetta

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 22:05:14 Fine registrazione: 09/03/00 22:45:14

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

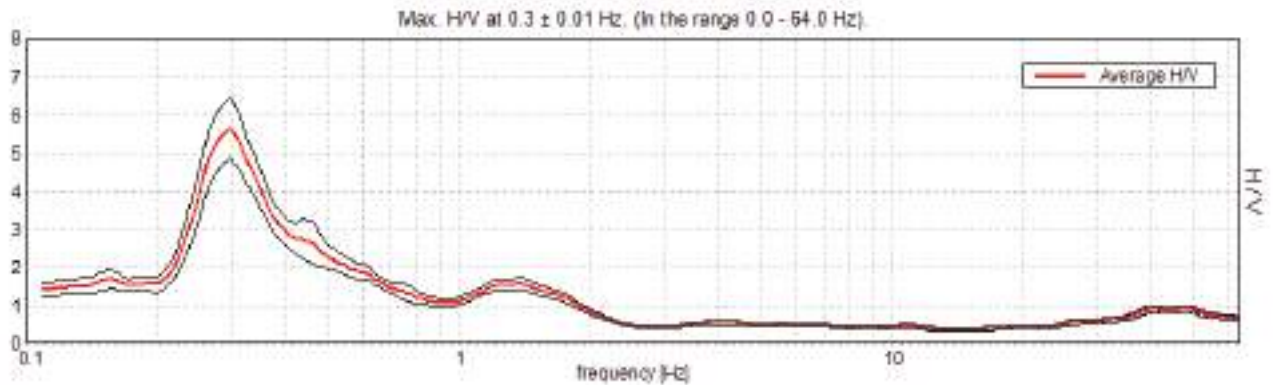
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

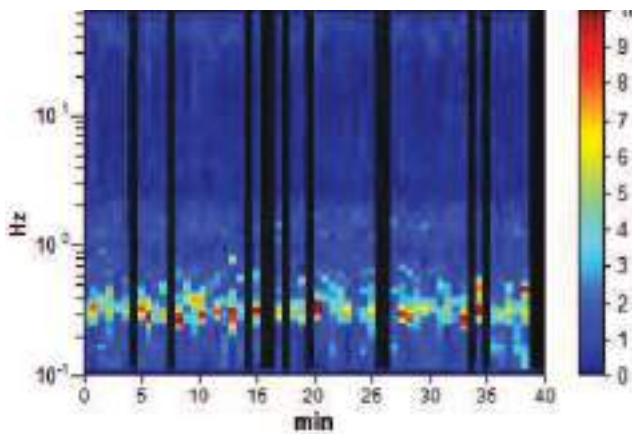
Lisciamento: 10%



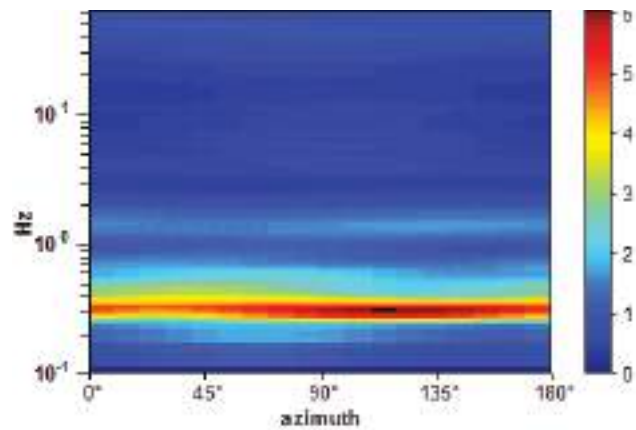
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



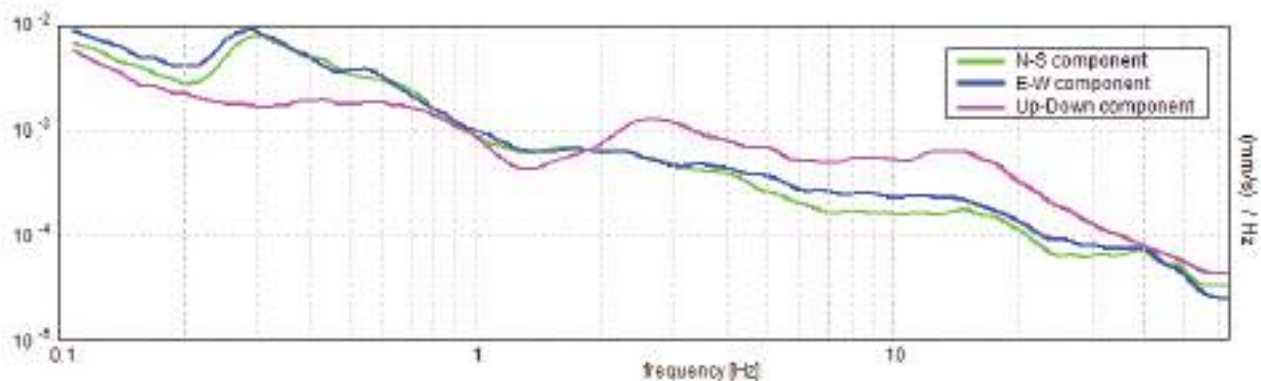
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.3 \pm 0.01$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 5.7.  
Secondo picco H/V a 1.39 con ampiezza prossima a 1.6**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.30 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$558.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 30	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.234 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.422 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.66 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02171  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00645 < 0.05938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7932 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 69****Ubicazione:**

43°41'41.97"N

10°24'49.30"E

Strada Statale 206

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/03/00 22:55:49 Fine registrazione: 09/03/00 23:35:49

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

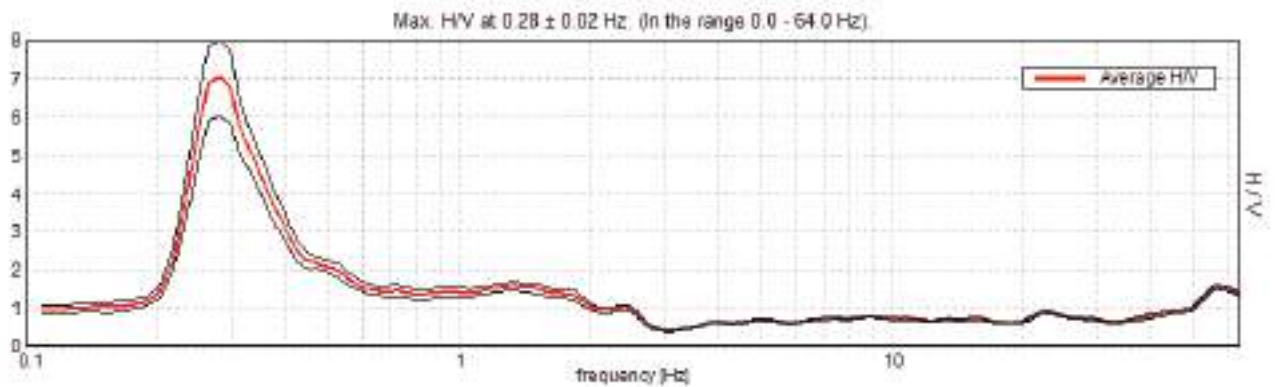
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

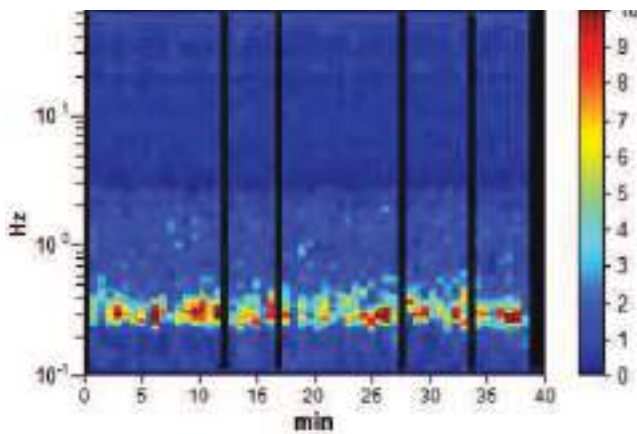
Lisciamento: 10%



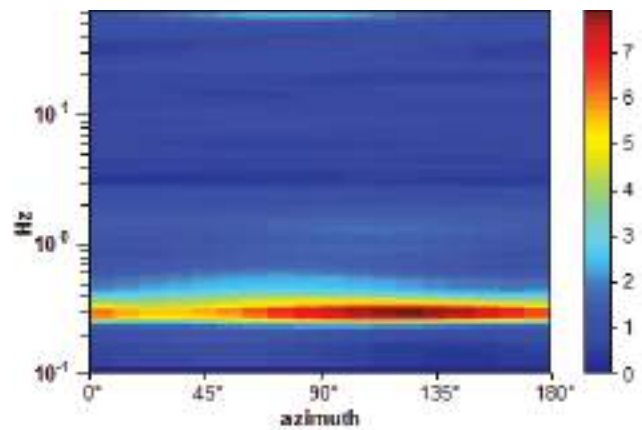
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



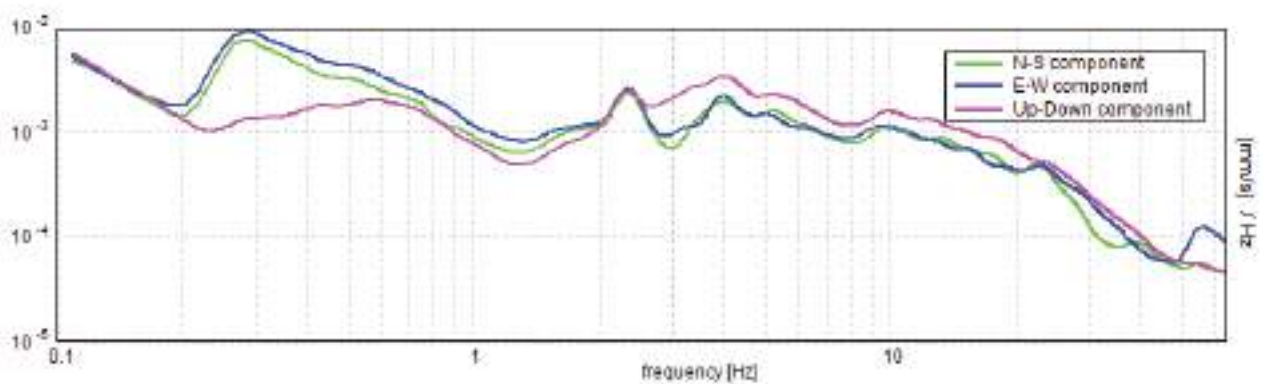
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.28 \pm 0.02$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 7.0.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.28 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$596.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 28	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.391 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$7.06 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06994  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01967 < 0.05625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.0477 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 70****Ubicazione:**

43°42'52.52"N

10°25'48.10"E

Via Pungilupo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 06/05/00 21:52:28 Fine registrazione: 06/05/00 22:32:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

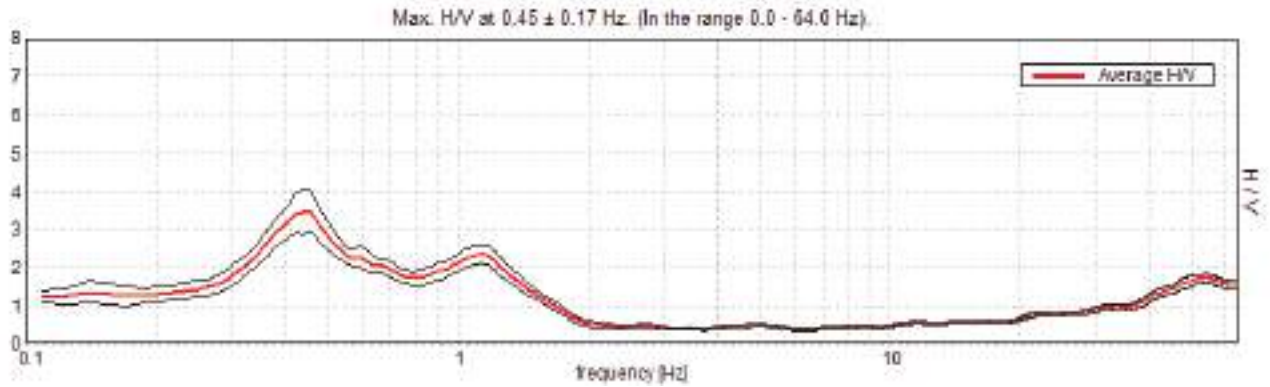
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

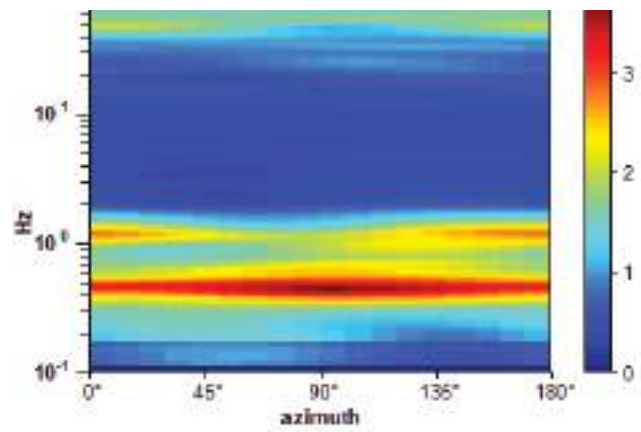
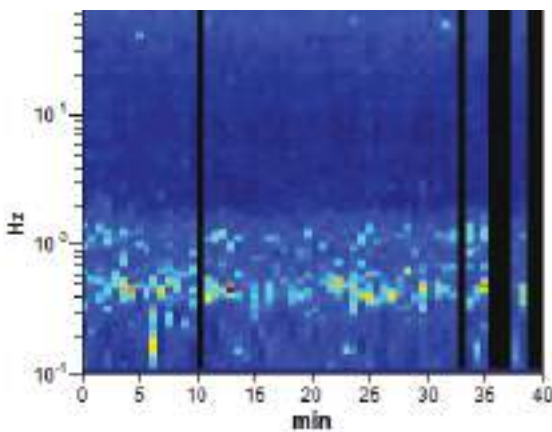


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

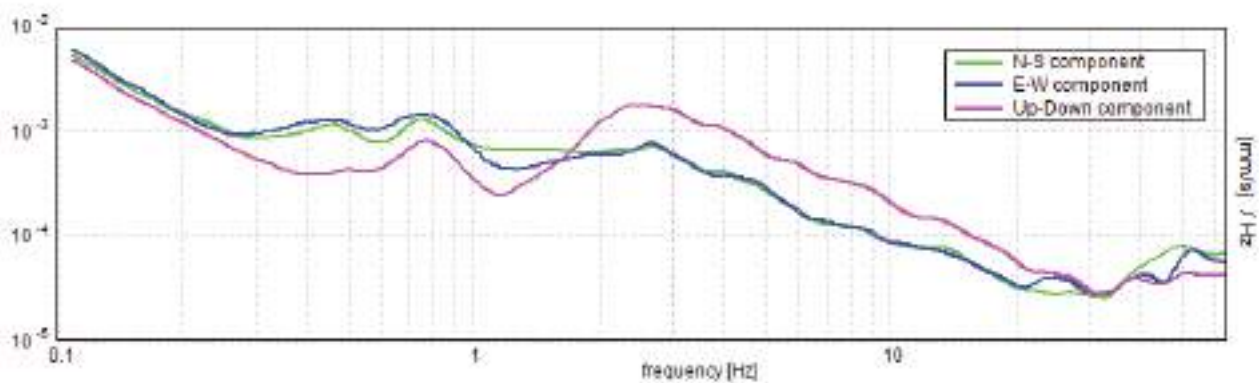


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.45 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.4.**  
**Secondo picco H/V a 1.14 con ampiezza prossima a 2.3**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.45 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$960.6 > 200$	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 44	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.281 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.766 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.47 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.36839  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.16693 < 0.09063$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5455 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 71****Ubicazione:**

43°42'21.67"N

10°22'30.30"E

Via Livornese

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/05/00 04:45:14 Fine registrazione: 10/05/00 05:25:14

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

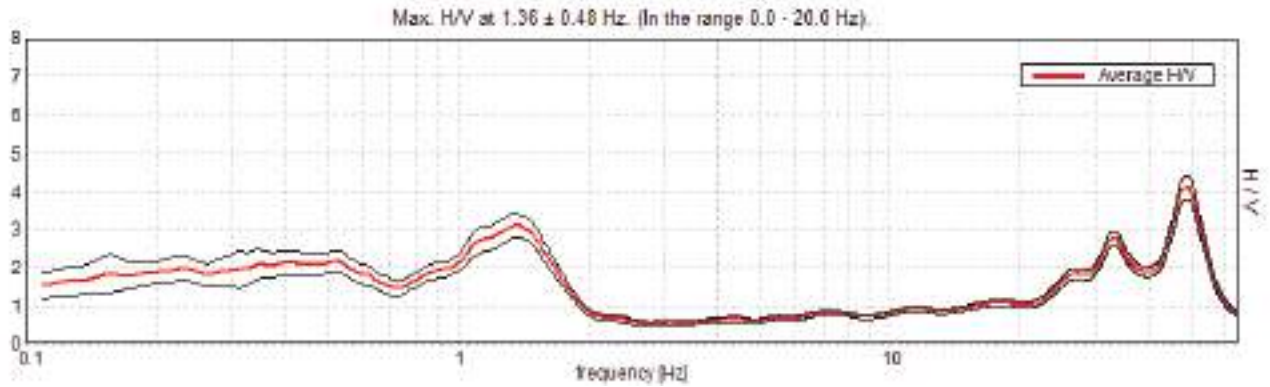
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

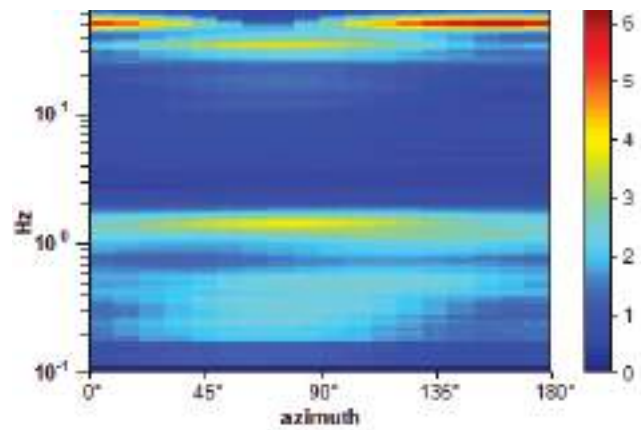
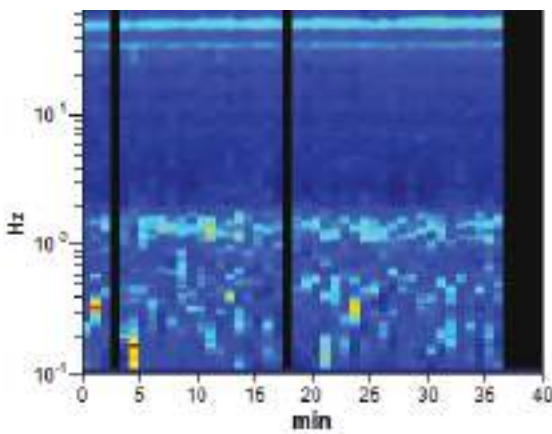


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

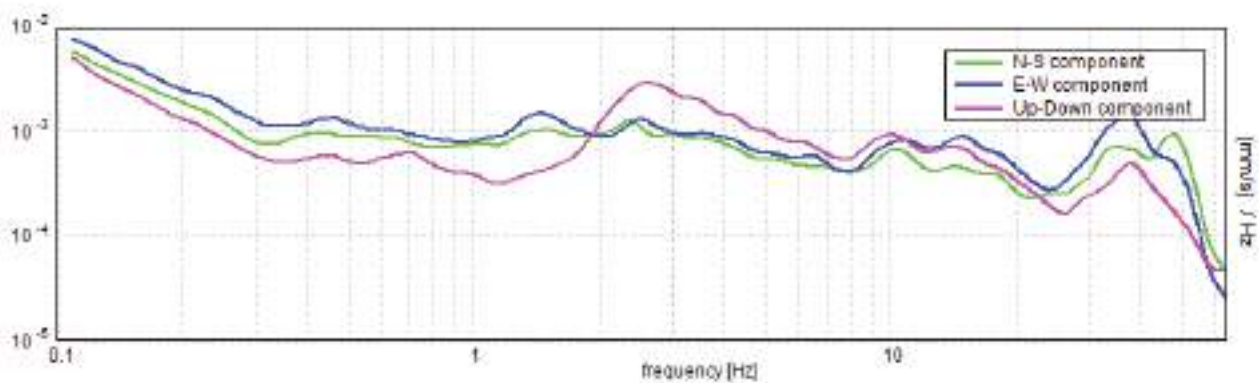


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.36 \pm 0.48$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.0.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.36 > 0.20$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2854.7 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 132	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.75 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.781 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.10 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.35473  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.48222 < 0.13594$		
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.3099 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## HVSR 72

### Ubicazione:

43°43'11.32"N

10°24'30.26"E

Via Filippo  
Buonarroti

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 30/03/00 00:40:02 Fine registrazione: 30/03/00 01:20:02

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

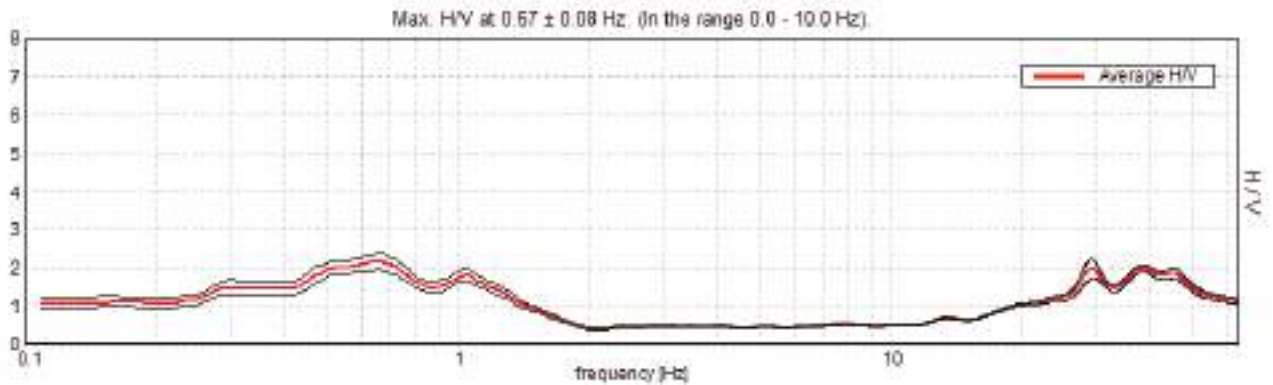
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

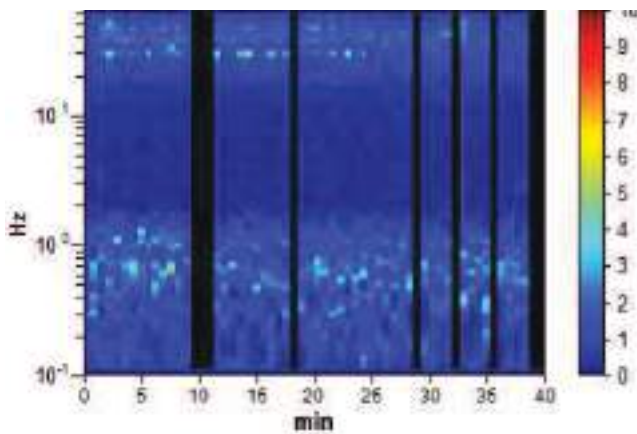
Lisciamento: 10%



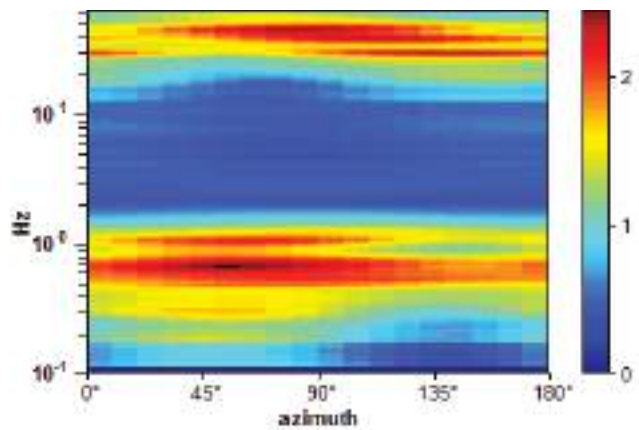
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



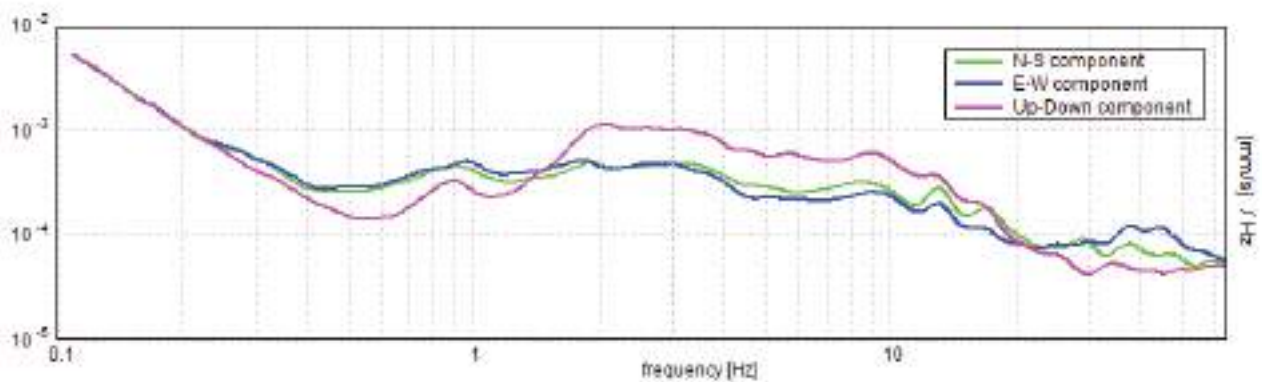
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.67 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 10.0 Hz) con ampiezza di circa 2.1**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.67 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1370.6 > 200$	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 66	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.391 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.17 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11925  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08012 < 0.10078$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2364 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 73****Ubicazione:**

43°41'57.47"N

10°21'57.70"E

Via Livornese

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/05/00 23:34:42 Fine registrazione: 11/05/00 00:14:42

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

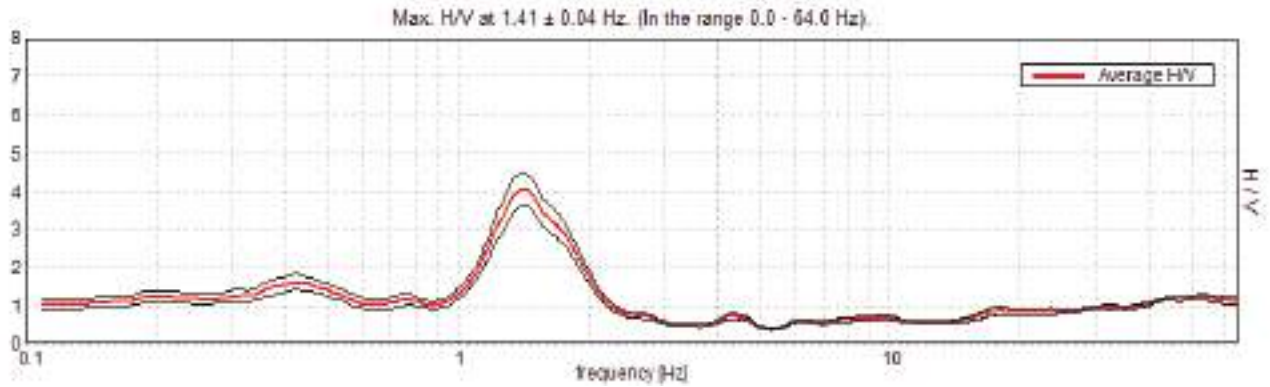
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

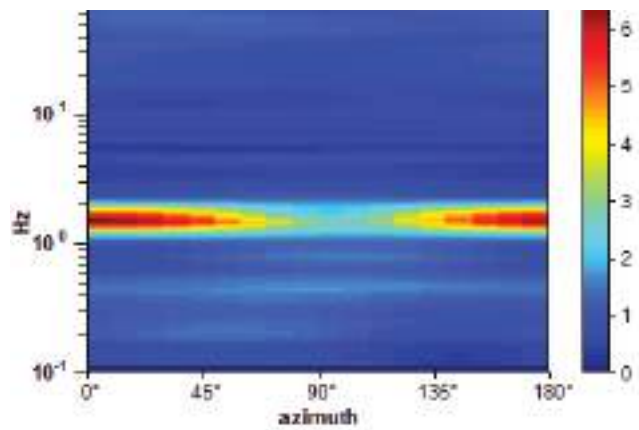
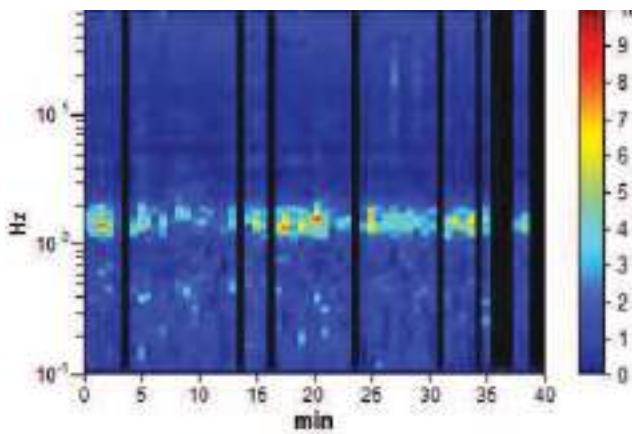


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

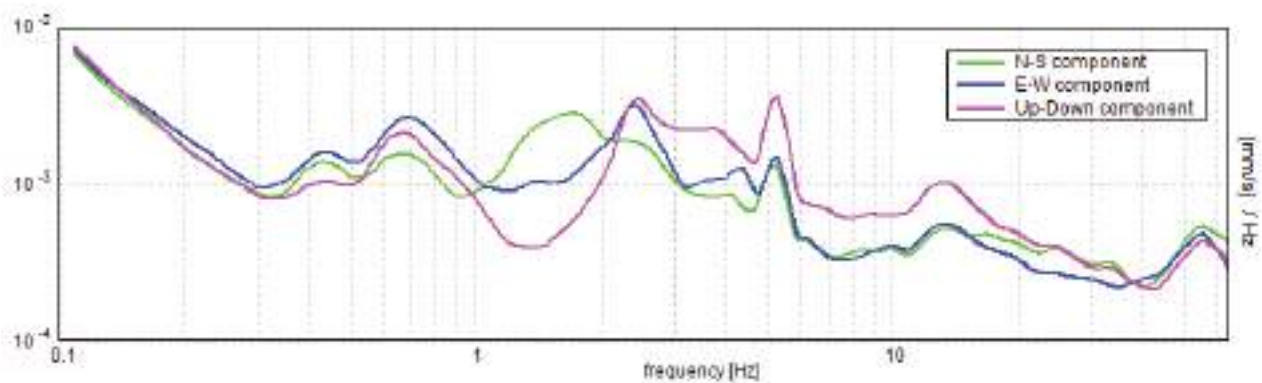


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.41 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 4.0.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.41 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2756.3 > 200$	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 136	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.125 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.06 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02866  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0403 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4337 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 74****Ubicazione:**

43°41'30.03"N

10°22'03.60"E

Via Livornese

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/05/00 00:23:54 Fine registrazione: 11/05/00 01:03:54

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

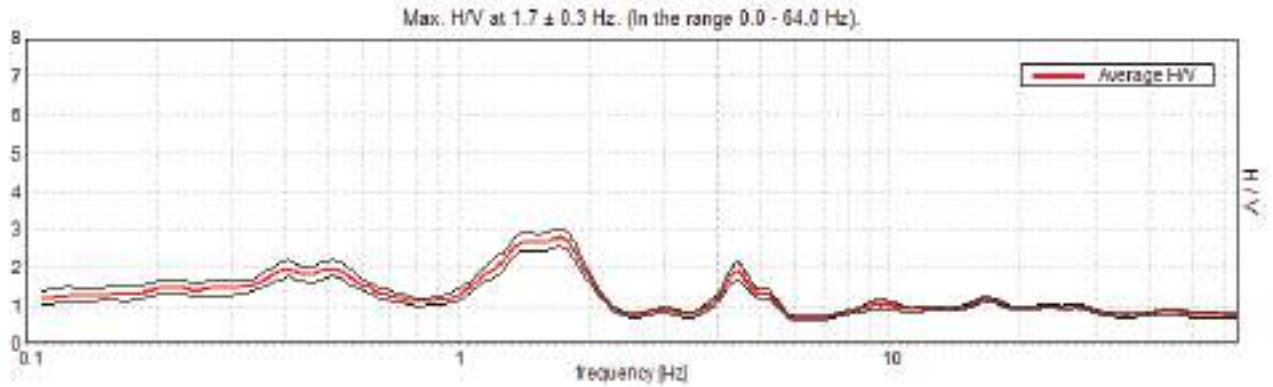
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

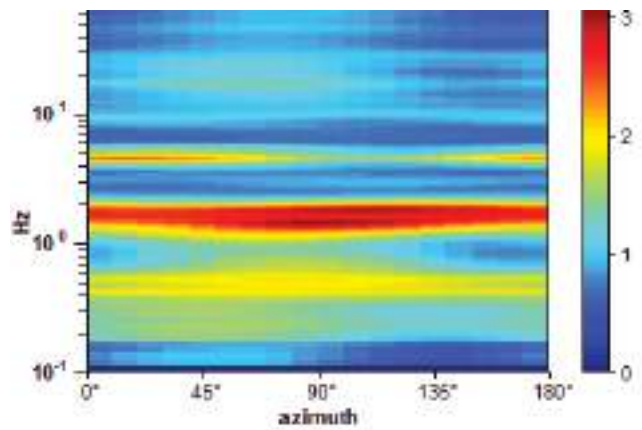
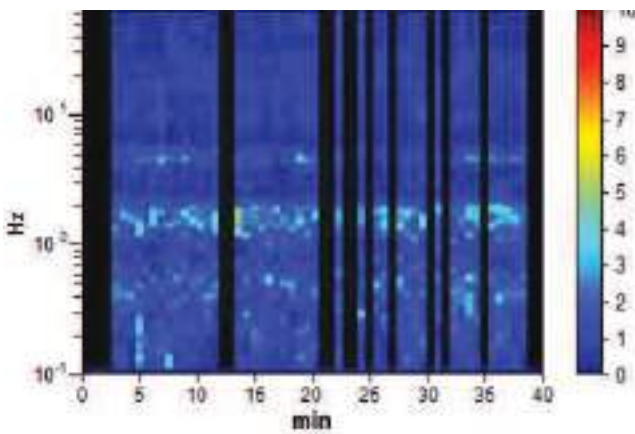


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

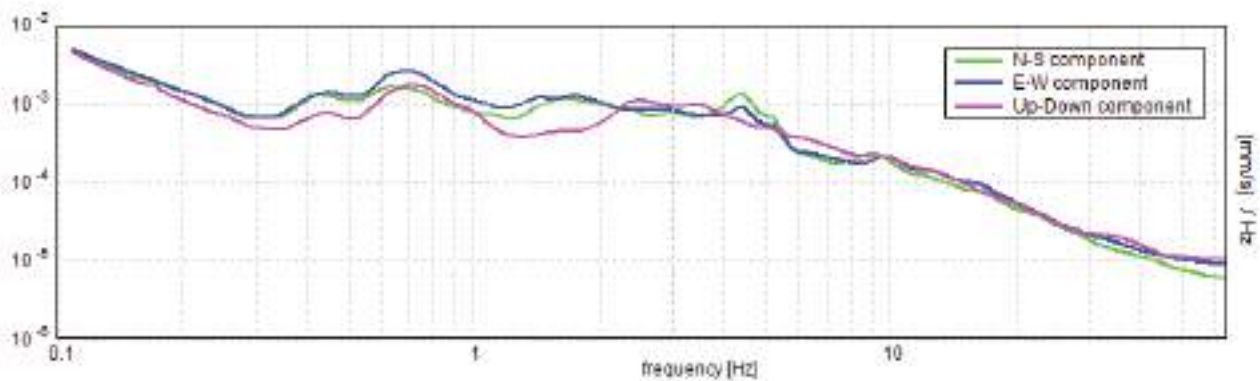


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.7 \pm 0.3$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.8.**  
**Secondo picco H/V a 0.41 con ampiezza prossima a 2.0**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.70 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2929.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 164	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.78 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.17452  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.29723 < 0.17031$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2386 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 75****Ubicazione:**

43°41'10.40"N

10°21'53.71"E

Via Livornese

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/05/00 01:12:08 Fine registrazione: 11/05/00 01:52:08

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 96% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

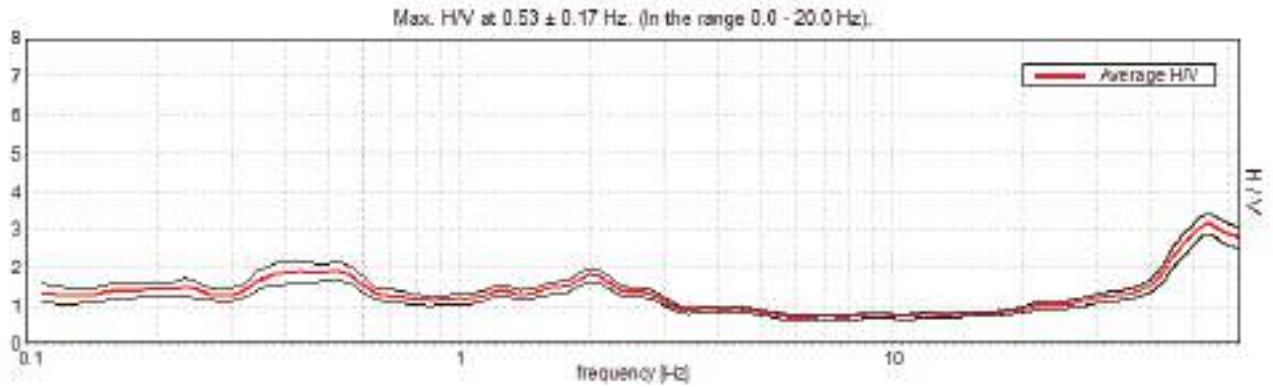
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

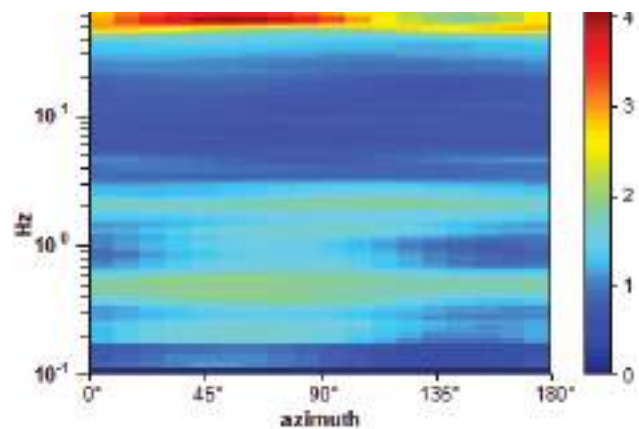
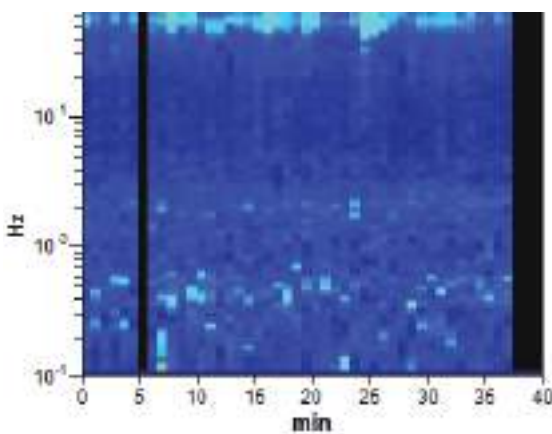


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

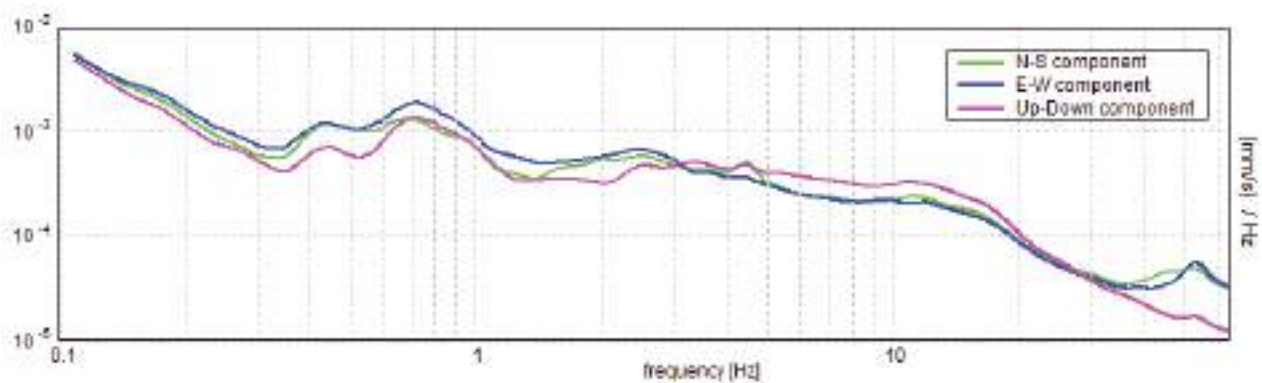


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.53 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.9.  
Secondo picco H/V a 2.02 con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.53 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1168.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 52	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$1.90 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.3221  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.17111 < 0.07969$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2295 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 76****Ubicazione:**

43°40'54.87"N

10°21'29.91"E

Via Livornese

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/05/00 02:03:28 Fine registrazione: 11/05/00 02:43:27

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

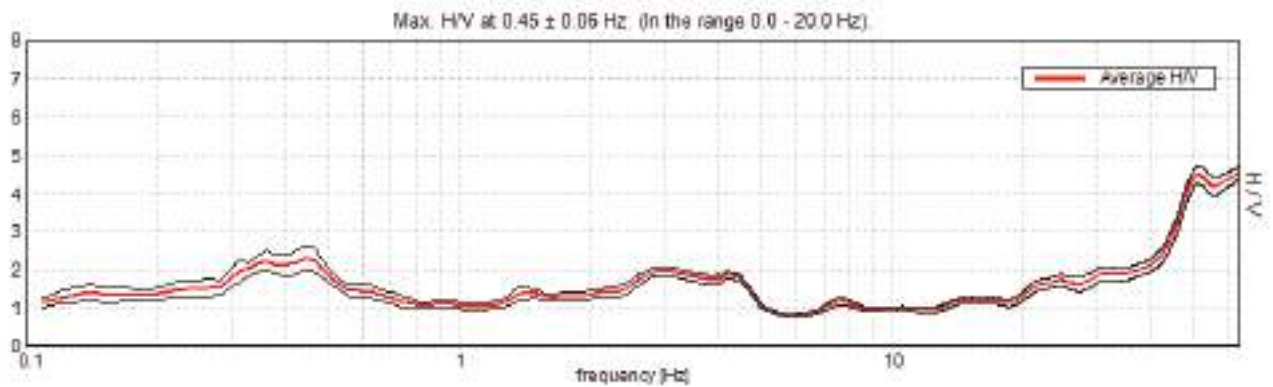
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

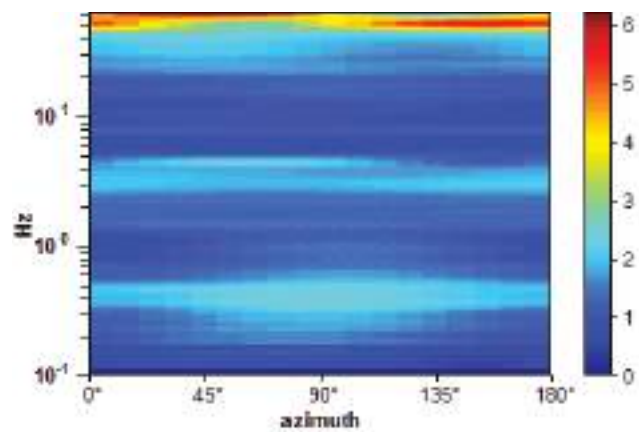
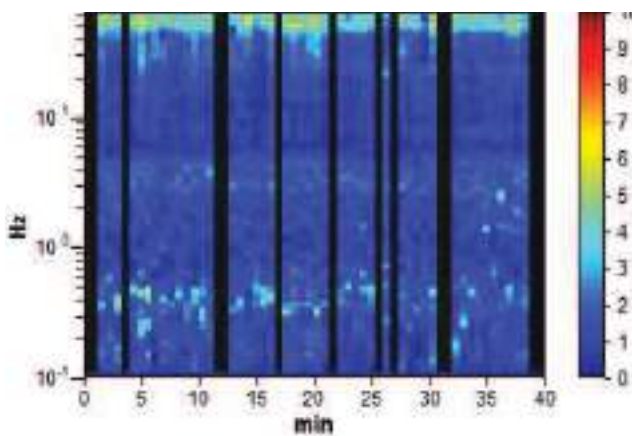


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

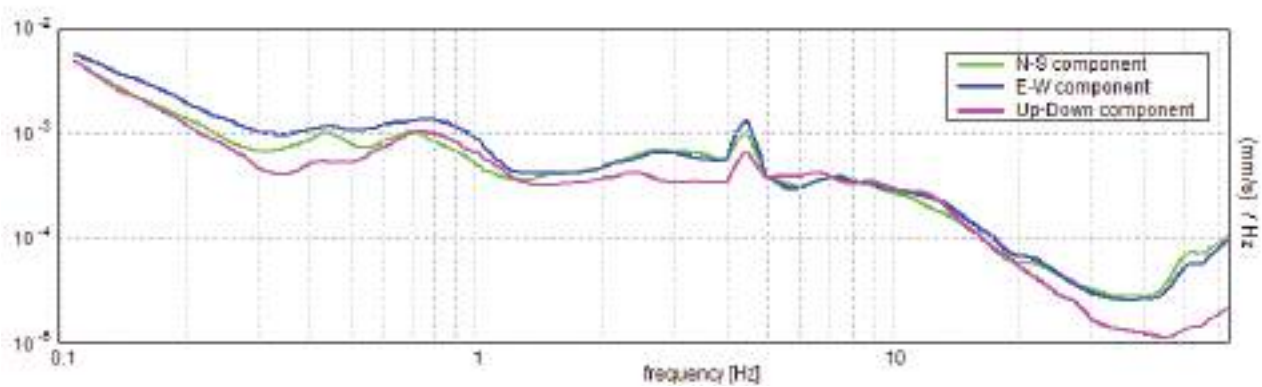


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.45 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2.**  
**Secondo picco H/V a 4.22 con ampiezza prossima a 2.0**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.45 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$851.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 44	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.766 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.29 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.12248  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0555 < 0.09063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3354 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



## HVSR 77

### Ubicazione:

43°41'23.77"N

10°26'35.36"E

Via delle Capannelle

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/05/00 23:20:05 Fine registrazione: 12/05/00 00:00:05

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

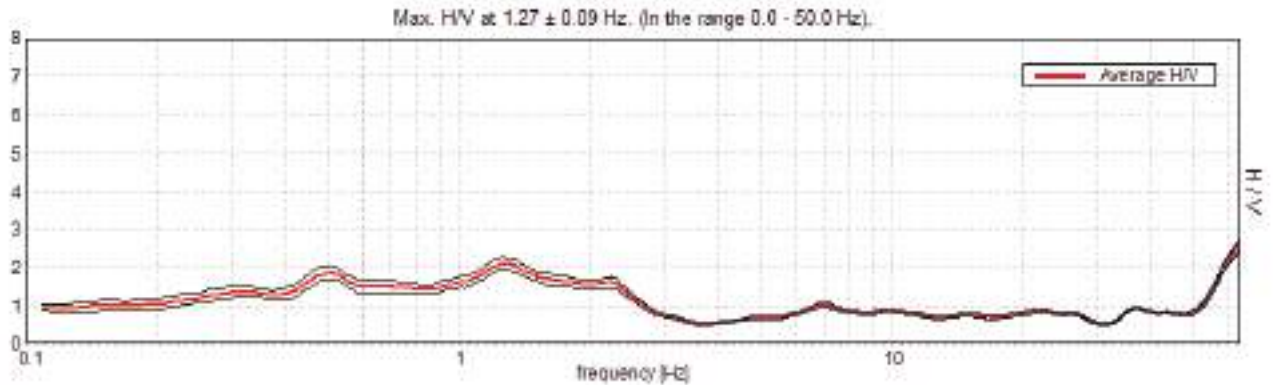
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

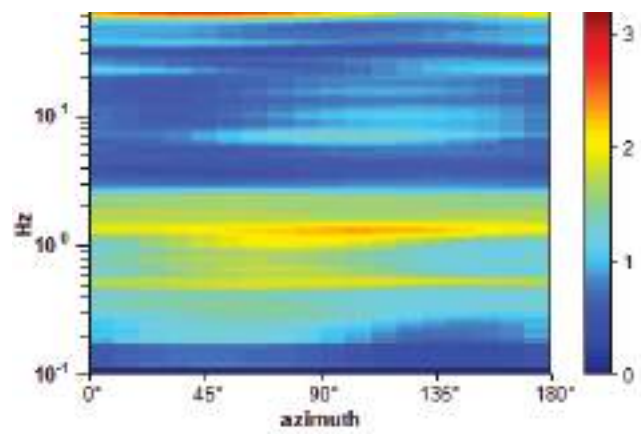
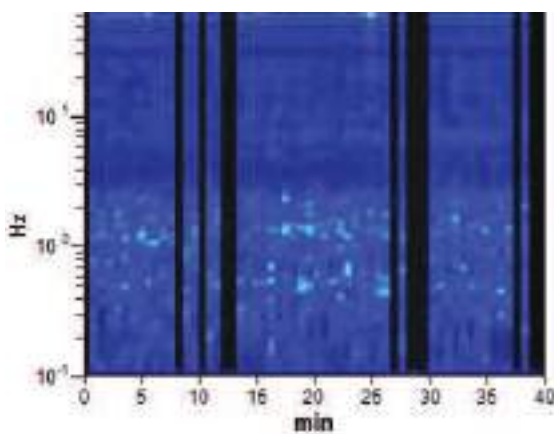


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

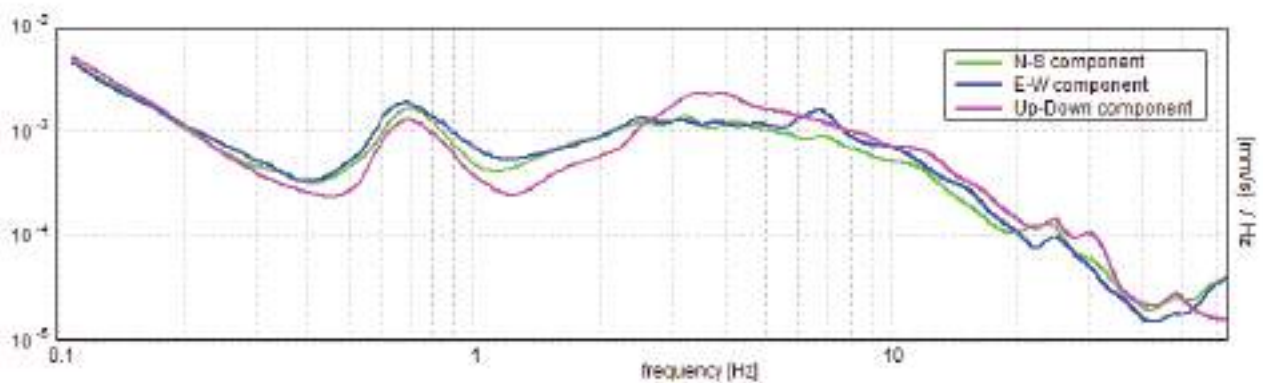


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.27 \pm 0.09$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.1.**  
**Secondo picco H/V a 0.52 con ampiezza prossima a 1.9**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.27 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2430.0 > 200$	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 122	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.641 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.10 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07058  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08933 < 0.12656$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1527 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 78****Ubicazione:**

43°42'45.95"N

10°22'38.16"E

Via Federico Tesio

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/05/00 03:41:41 Fine registrazione: 11/05/00 04:21:41

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 52% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

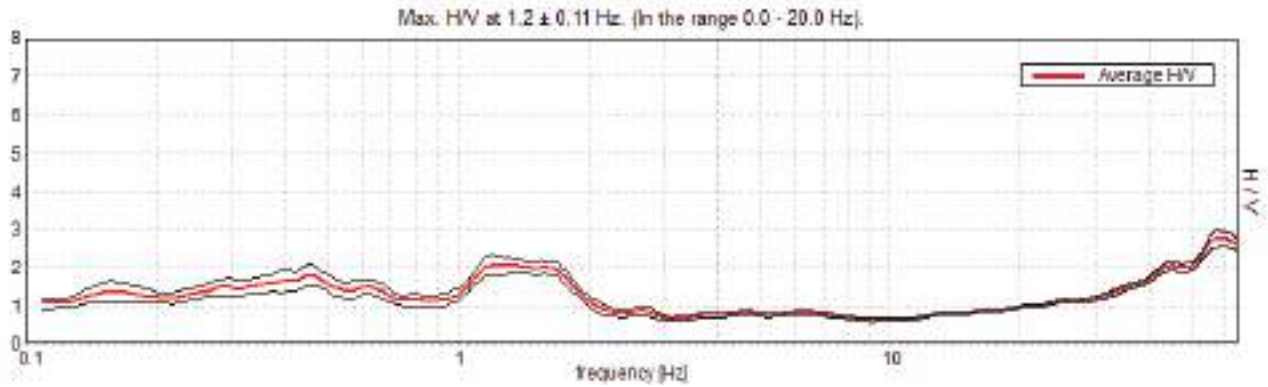
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

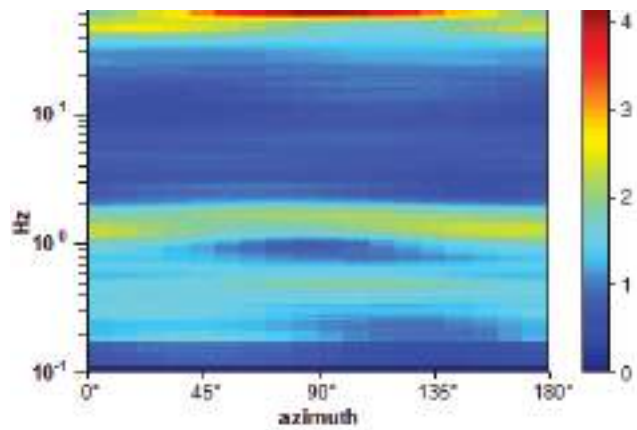
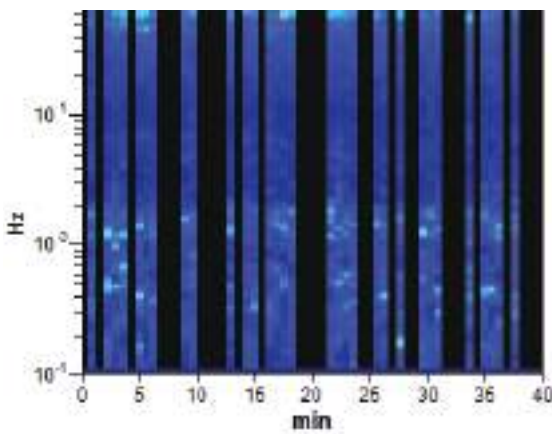


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

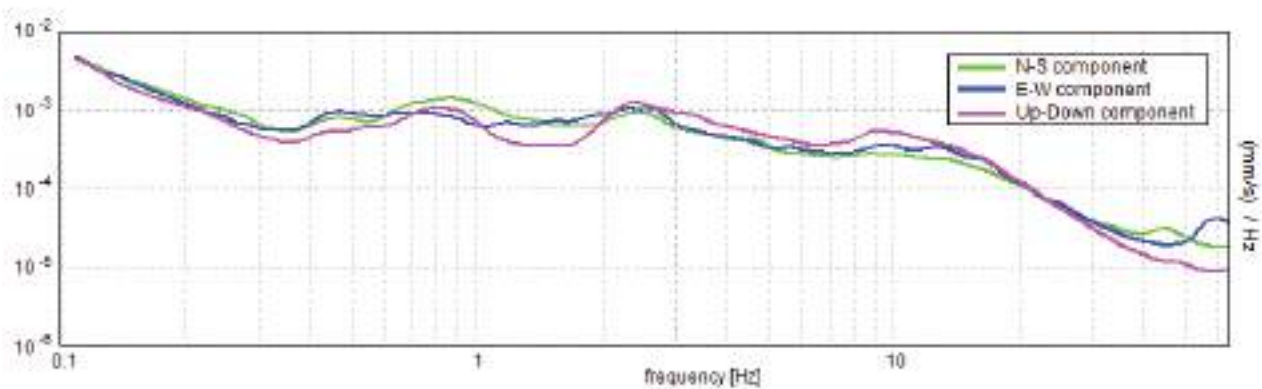


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.2 \pm 0.11$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.0.  
Secondo picco H/V a 0.41 con ampiezza prossima a 1.7**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.20 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1491.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 116	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.078 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.06 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.09411  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11323 < 0.12031$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2804 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 79****Ubicazione:**

43°43'01.62"N

10°22'30.76"E

Via Tommaso Rook

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/05/00 04:37:40 Fine registrazione: 11/05/00 05:17:39

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 90% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

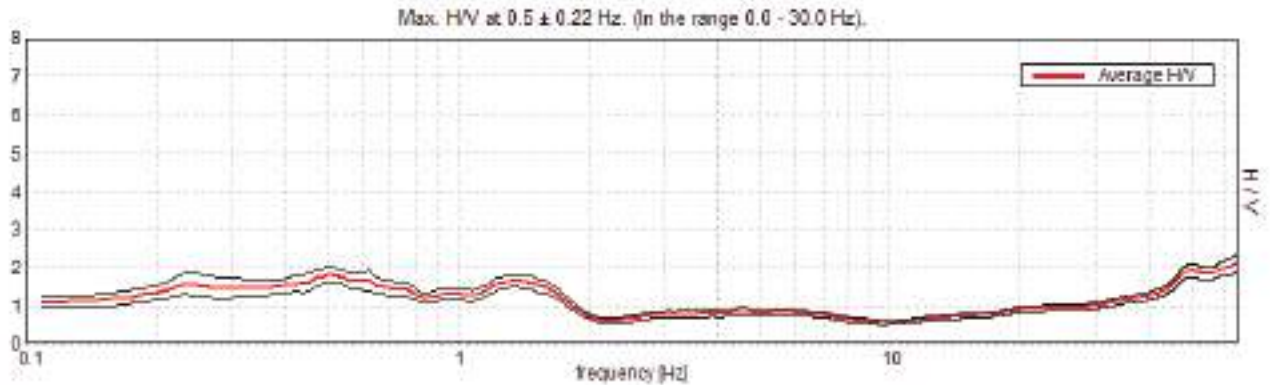
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

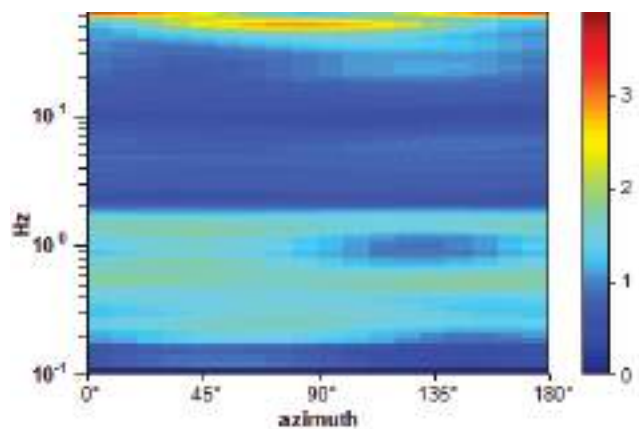
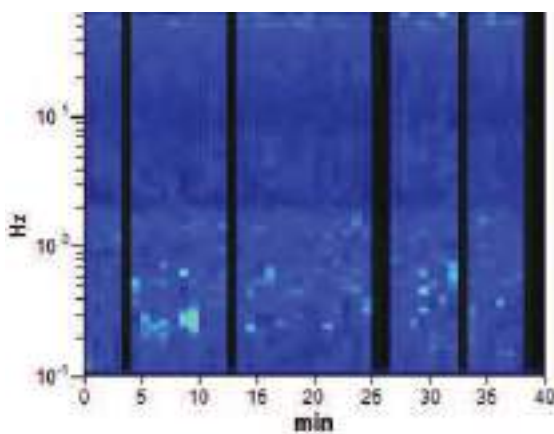


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

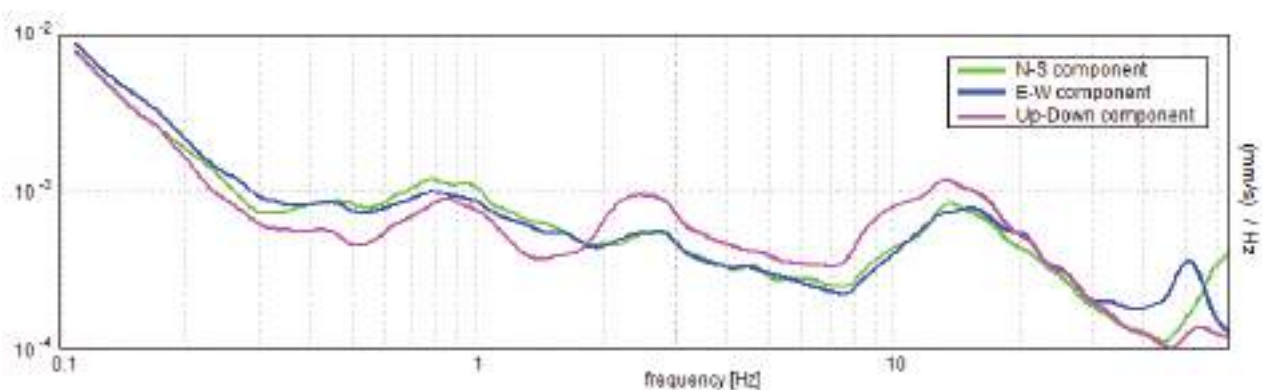


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.5 \pm 0.22$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.9.  
Secondo picco H/V a 1.50 con ampiezza prossima a 1.7**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.50 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1025.0 > 200$	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 49	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.80 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.44794  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.22397 < 0.075$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2068 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 80****Ubicazione:**

43°43'13.03"N

10°21'34.19"E

Via delle Cascine

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/05/00 05:50:21 Fine registrazione: 11/05/00 06:30:21

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

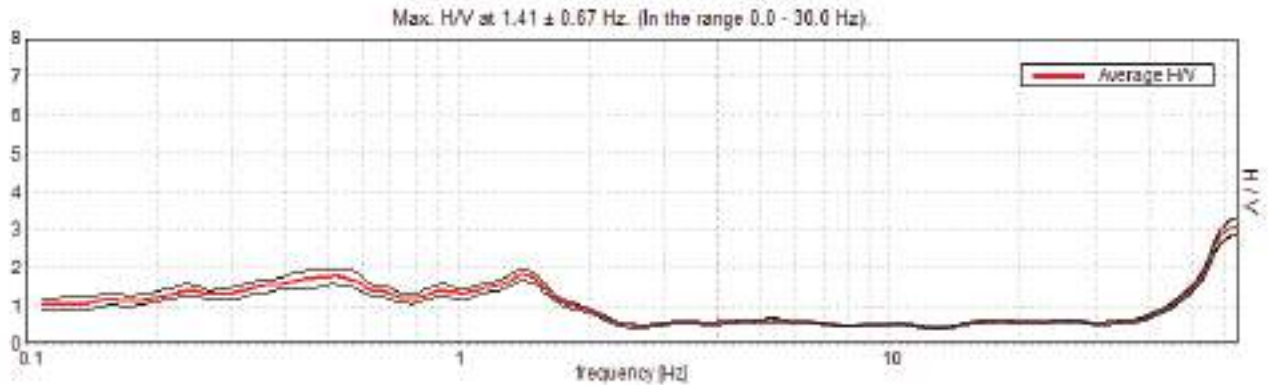
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

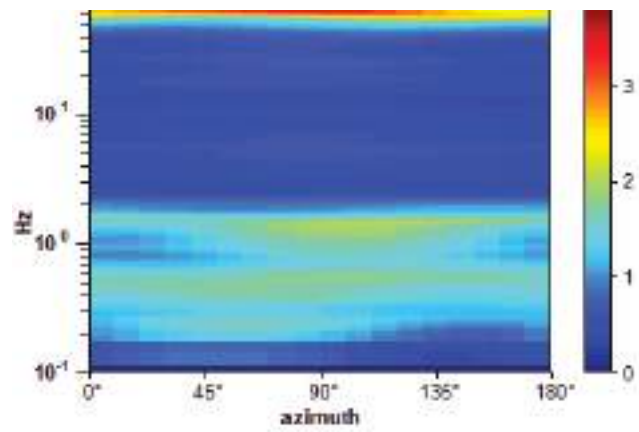
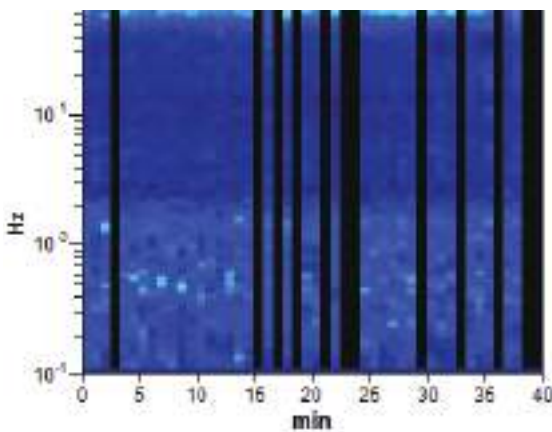


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

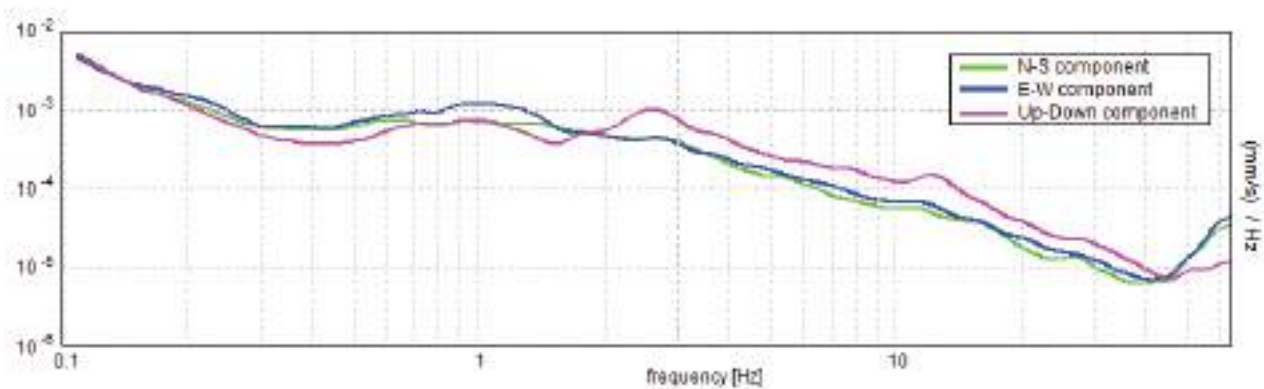


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.41 \pm 0.67$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.8.**  
**Secondo picco H/V a 0.47 con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.41 > 0.20$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2531.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 136	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.984 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$1.81 > 2$		
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.47841  < 0.05$		
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.67276 < 0.14063$		
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.1514 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 81****Ubicazione:**

43°43'14.70"N

10°23'05.65"E

Via Giglioli

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/05/00 01:09:19 Fine registrazione: 10/05/00 01:49:19

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

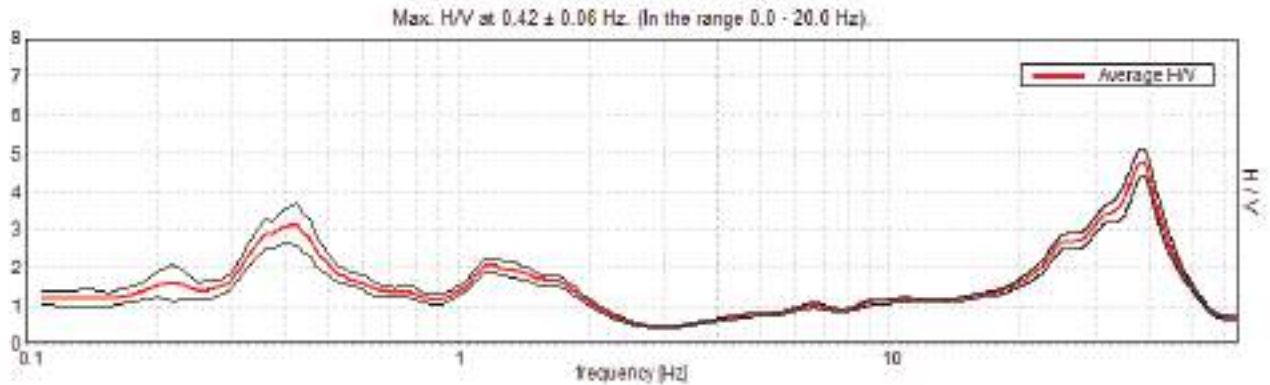
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

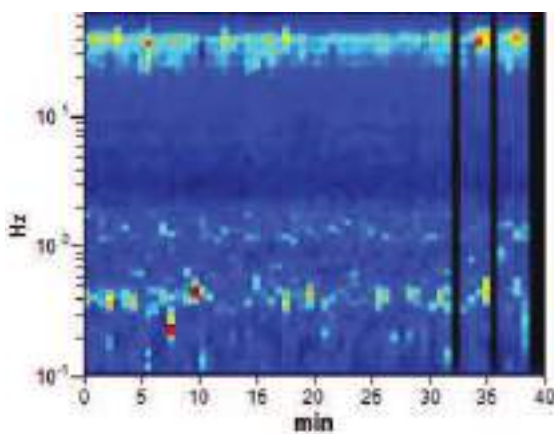
Lisciamento: 10%



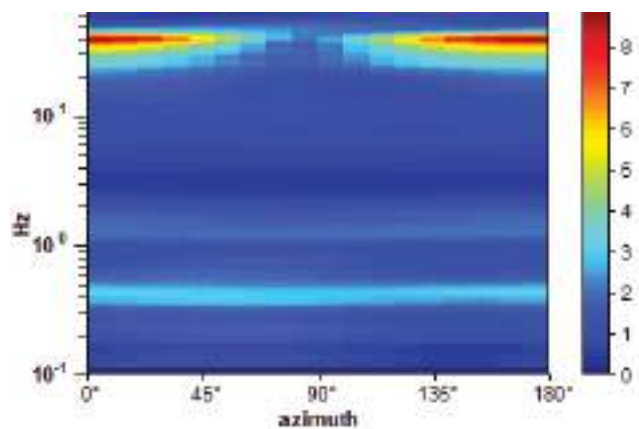
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



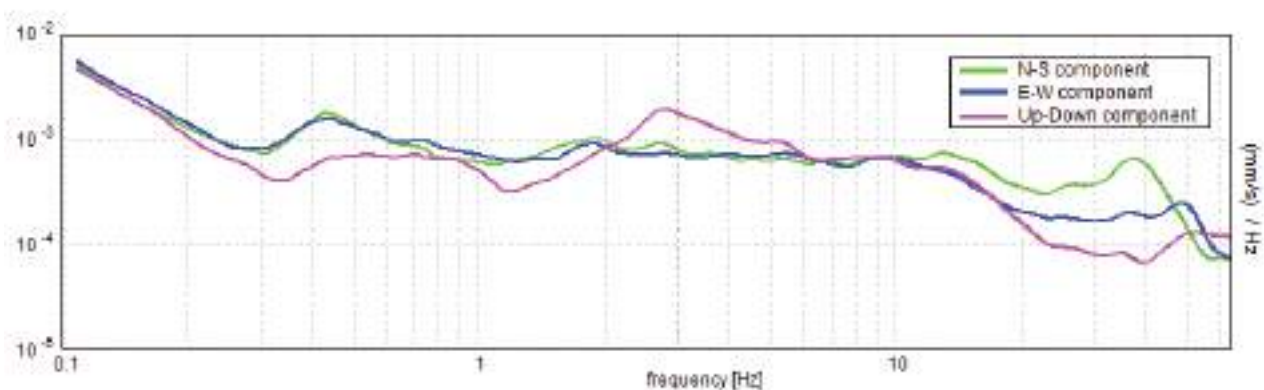
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.42 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima 3.1.**  
**Secondo picco H/V a 1.19 con ampiezza prossima a 2.0**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.42 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$945.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 42	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.281 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.13 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14216  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05997 < 0.08438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5584 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 82****Ubicazione:**

43°43'21.96"N

10°23'26.06"E

Via Andrea Pisano

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/05/00 06:12:46 Fine registrazione: 07/05/00 06:52:46

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 69% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

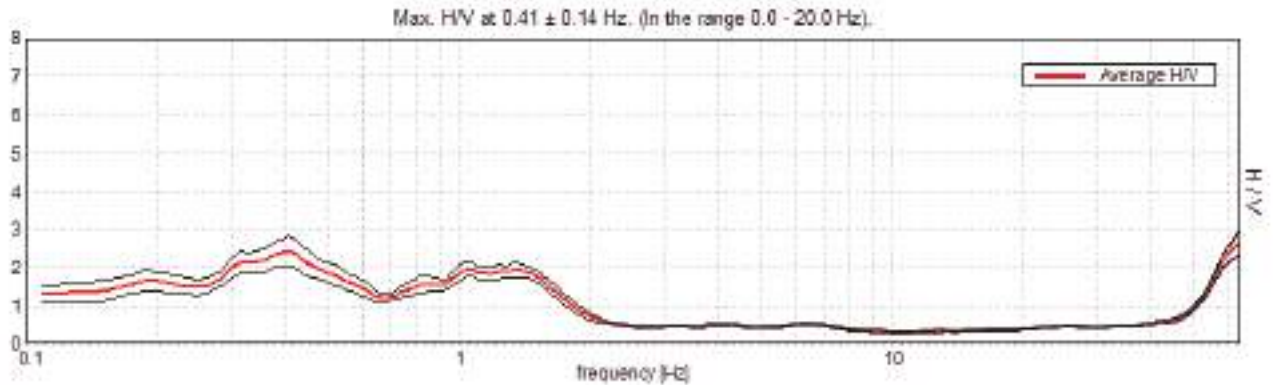
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

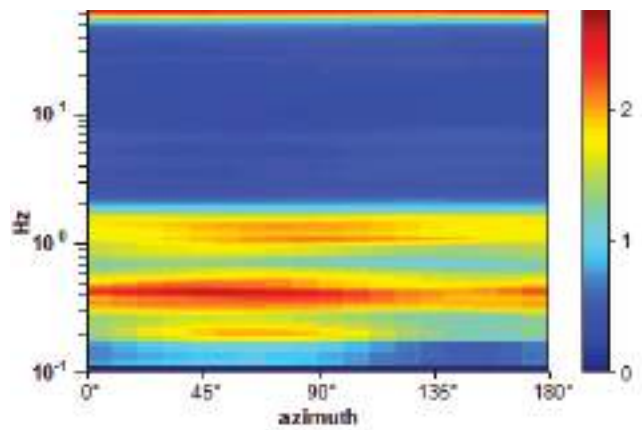
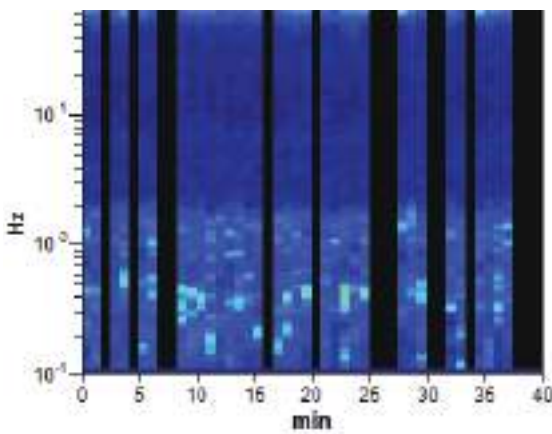


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

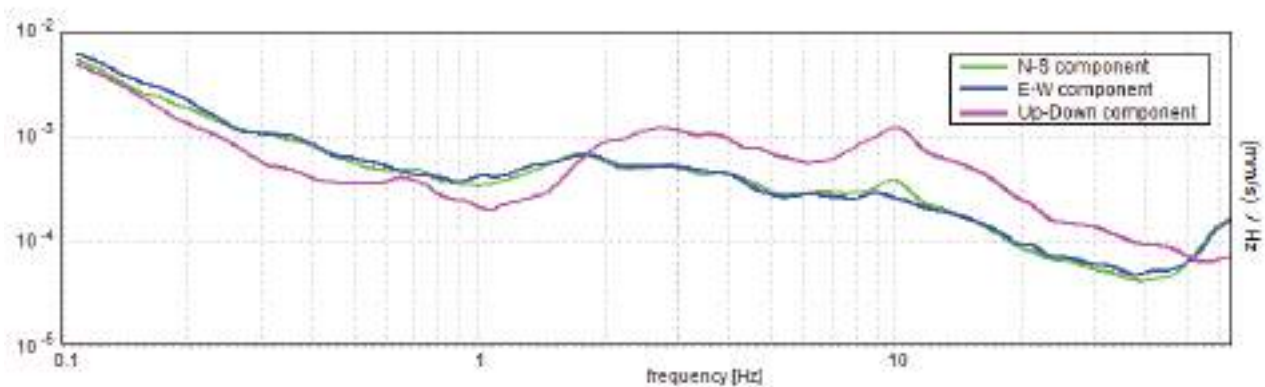


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.41 \pm 0.14$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.3.**  
**Secondo picco H/V a 1.12 con ampiezza prossima a 2.0**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.41 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$670.3 > 200$	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 40	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.672 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.42 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.34912  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14183 < 0.08125$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.385 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 83****Ubicazione:**

43°43'11.33"N

10°23'34.01"E

Via Nicola Pisano

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/05/00 00:18:44 Fine registrazione: 10/05/00 00:58:44

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 69% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

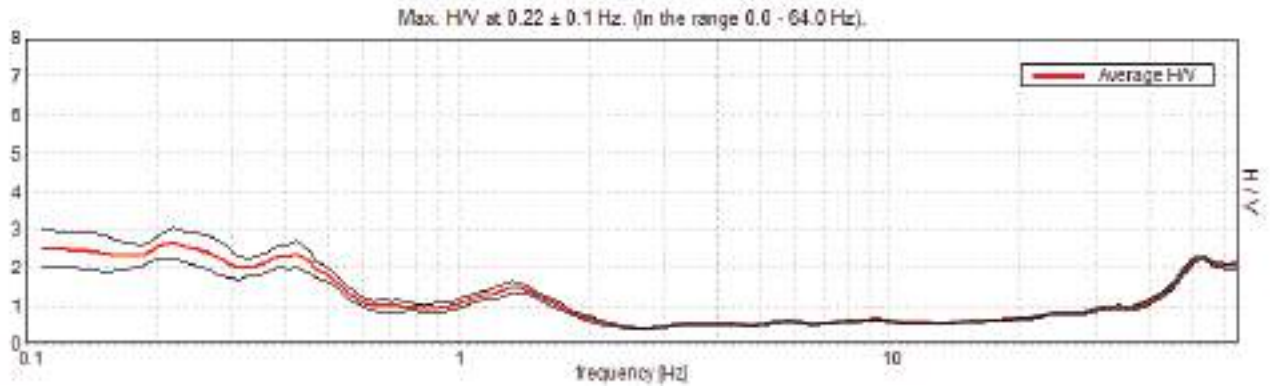
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

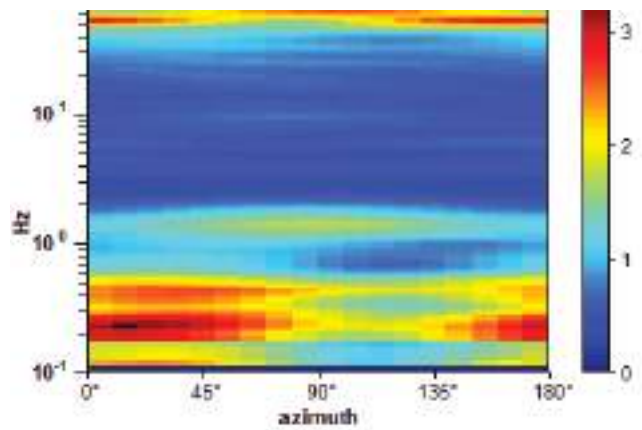
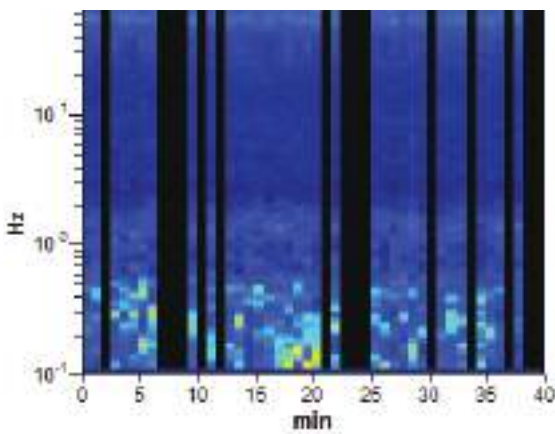


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

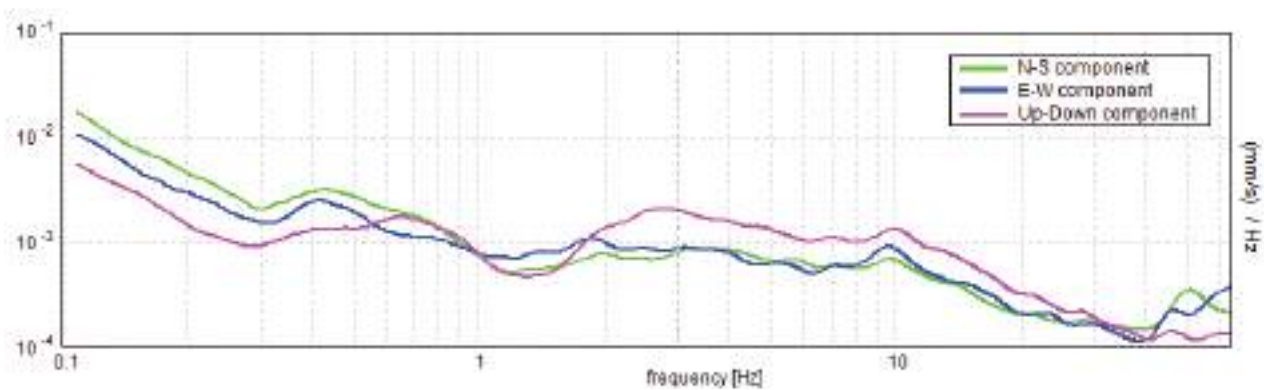


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.22 \pm 0.1$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.6.**  
**Secondo picco H/V a 1.33 con ampiezza prossima a 1.4**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.22 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$360.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 22	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.64 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.45175  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09882 < 0.04375$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4138 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 84****Ubicazione:**

43°43'04.09"N

10°24'43.43"E

Via Mario Canavari

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/05/00 04:21:47 Fine registrazione: 07/05/00 05:01:47

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 71% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

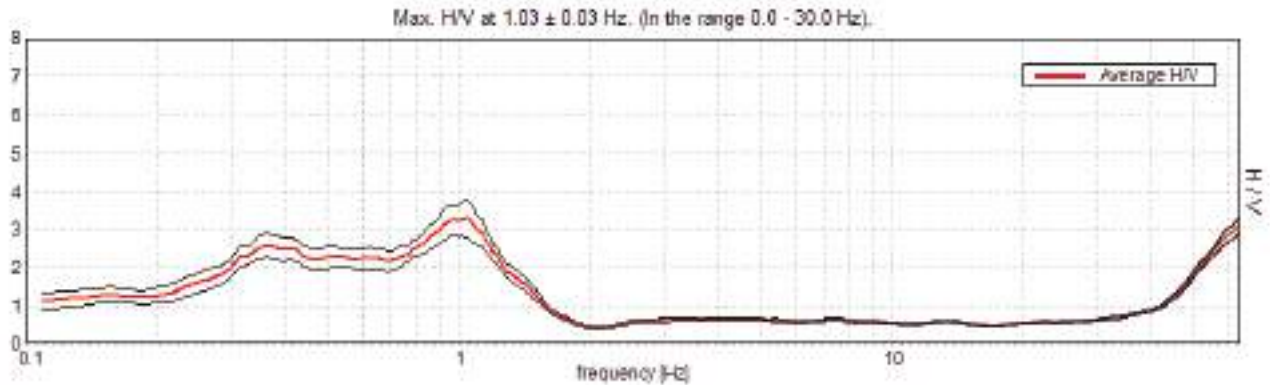
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

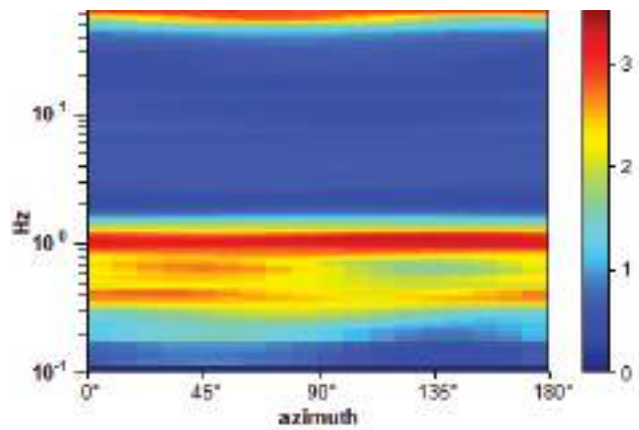
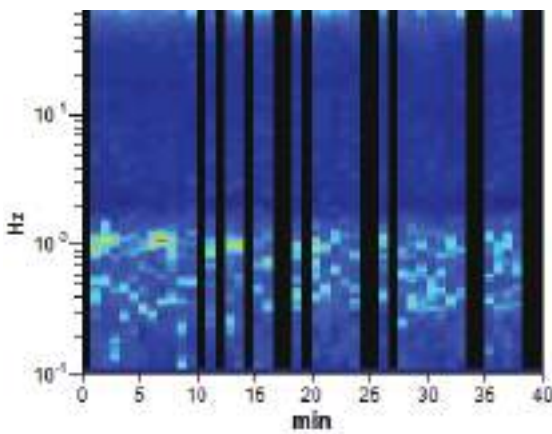


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

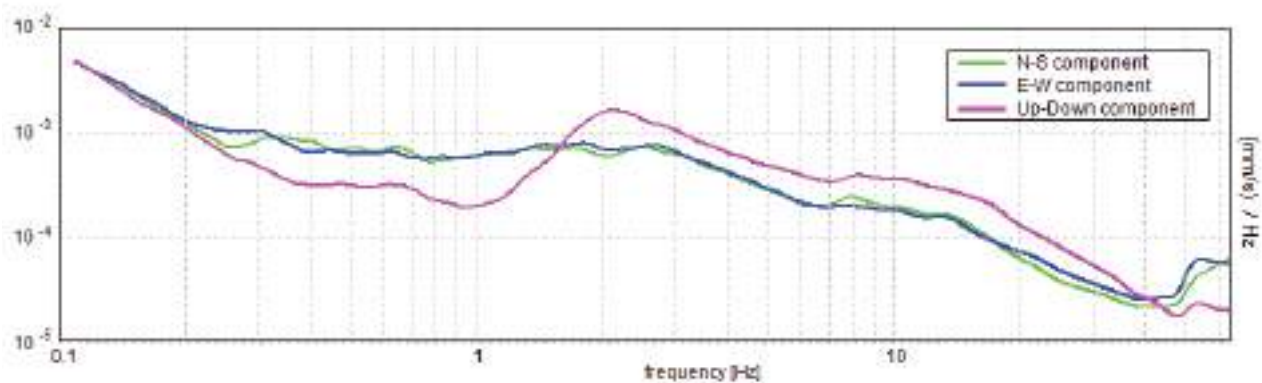


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.03 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.2.**  
**Secondo picco H/V a 0.38 con ampiezza prossima a 2.5**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.03 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1753.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 100	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.27 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02663  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02746 < 0.10313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4753 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 85****Ubicazione:**

43°43'06.93"N

10°24'27.77"E

Via San Francesco

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/05/00 03:25:32 Fine registrazione: 07/05/00 04:05:32

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 70% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

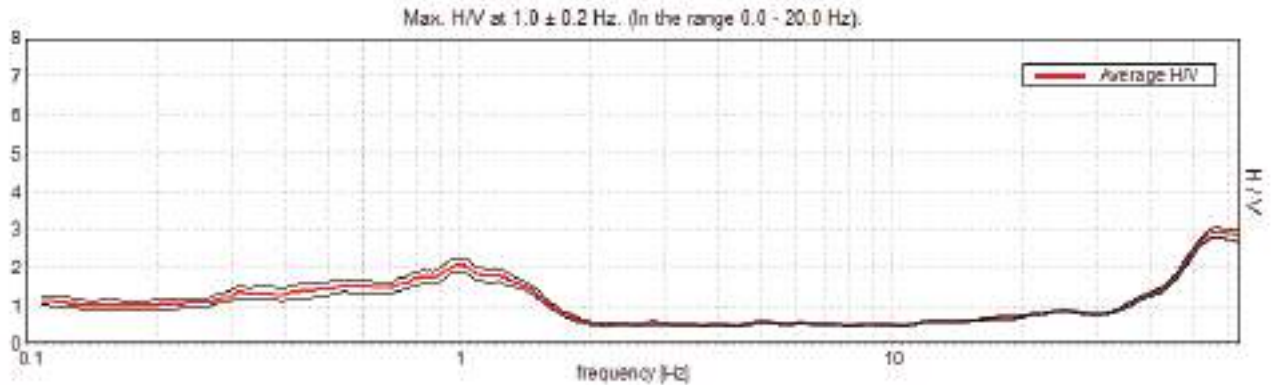
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

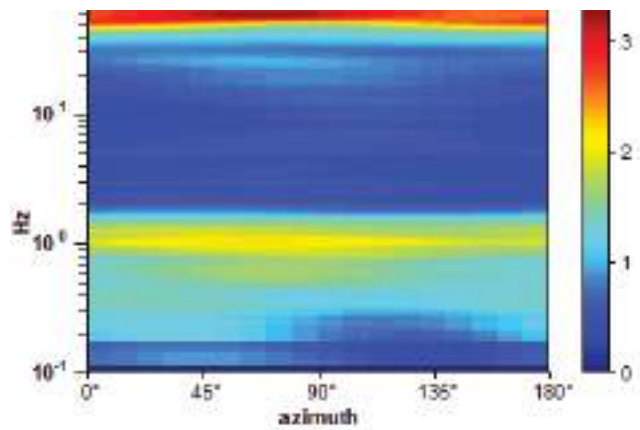
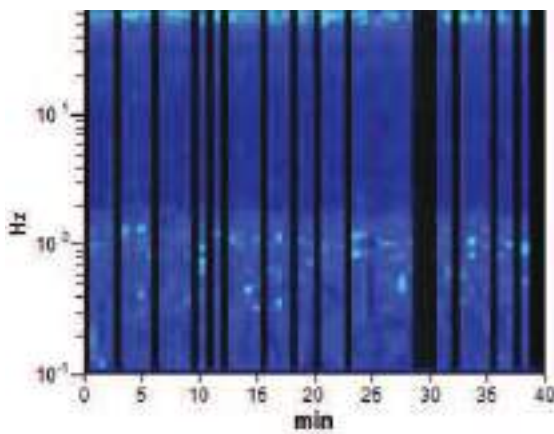


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

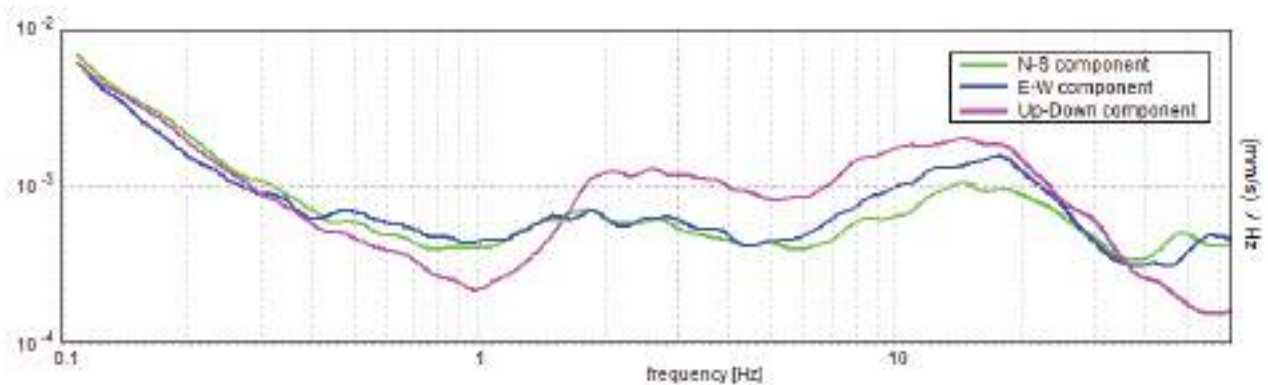


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.0 \pm 0.2$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.0.**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.00 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1680.0 > 200$	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 97	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.06 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19596  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.19596 < 0.1$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1717 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 86****Ubicazione:**

43°43'56.88"N

10°24'11.34"E

Via Largo Duca  
D'aosta

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 19/04/00 07:15:29 Fine registrazione: 19/04/00 07:55:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 96% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

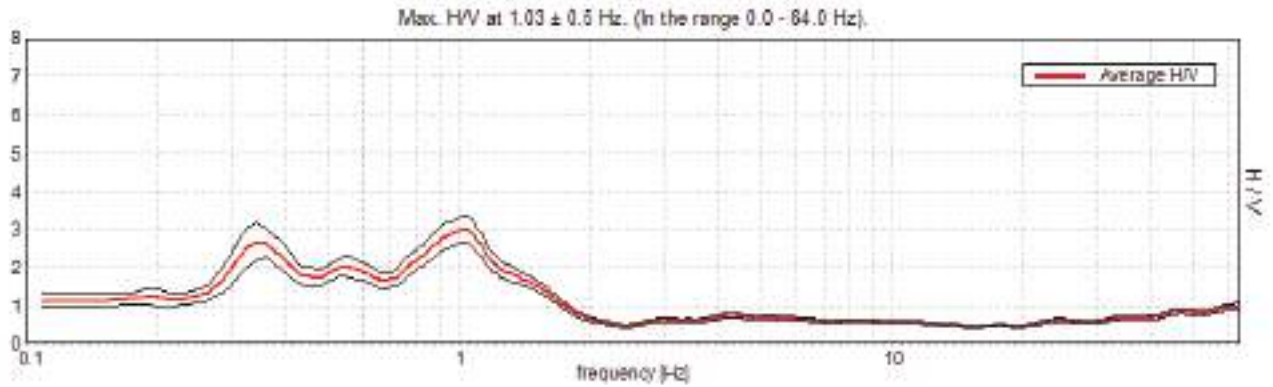
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

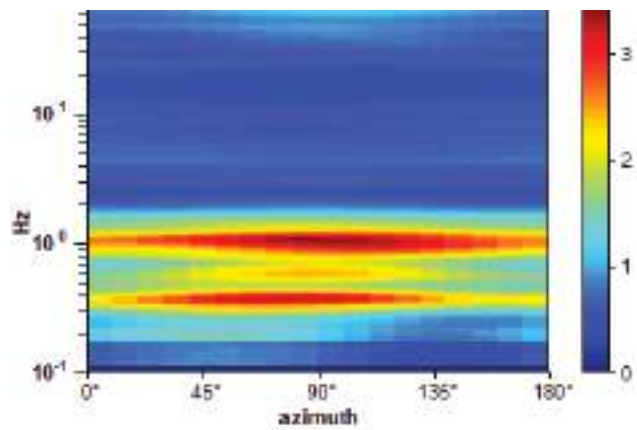
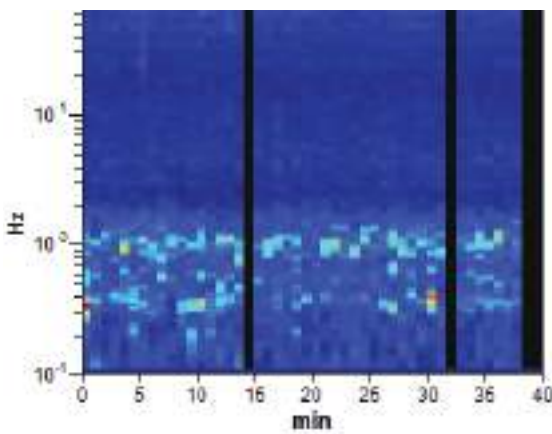


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

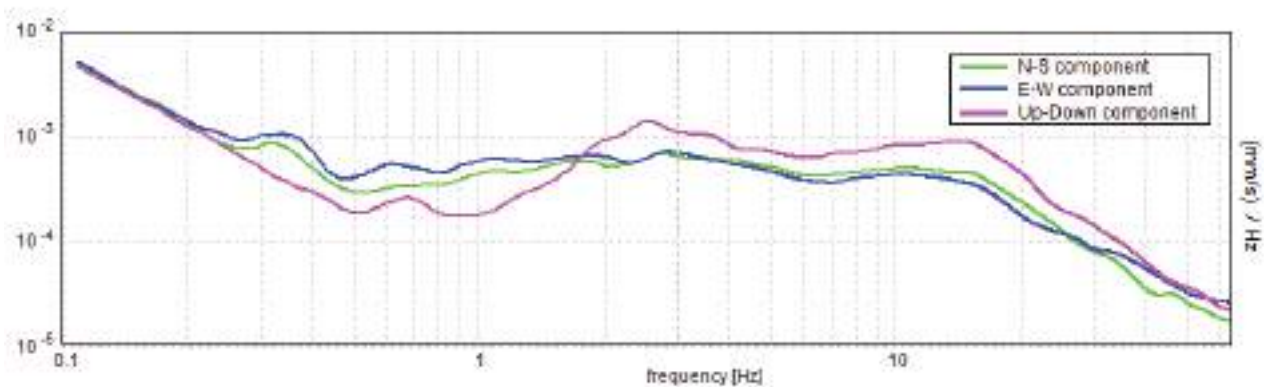


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.03 \pm 0.5$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza di circa 3.0**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.03 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2268.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 100	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.266 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.00 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.48911  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.5044 < 0.10313$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3539 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 87****Ubicazione:**

43°43'51.42"N

10°22'58.29"E

Via di Campaldo

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/05/00 02:11:25 Fine registrazione: 10/05/00 02:51:25

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

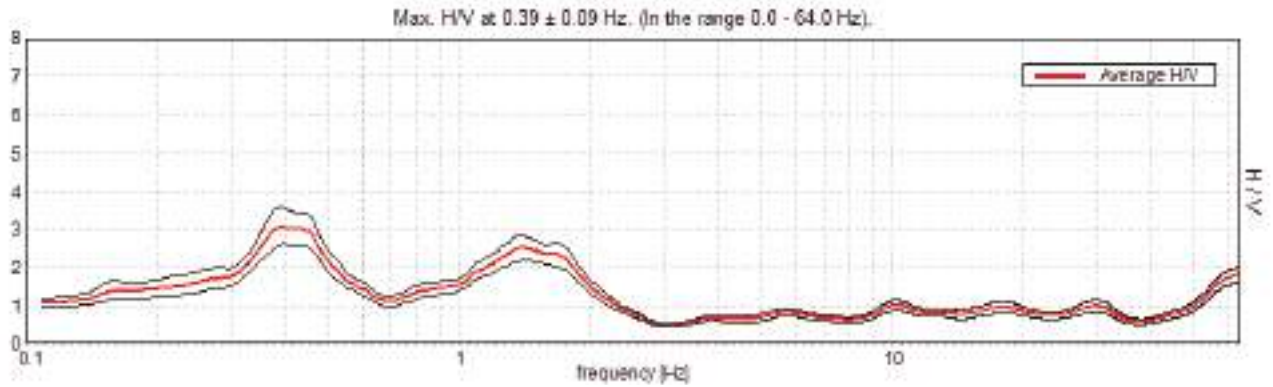
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

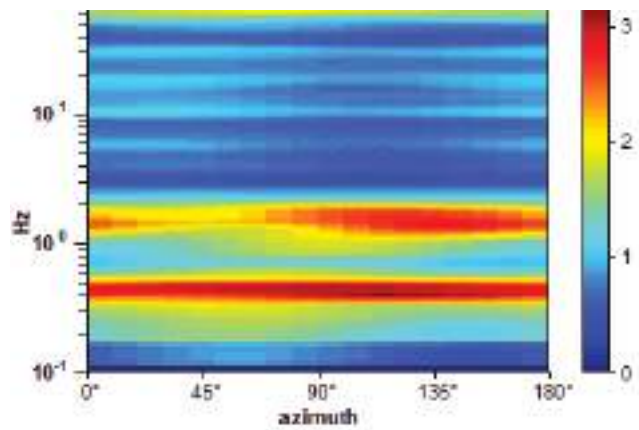
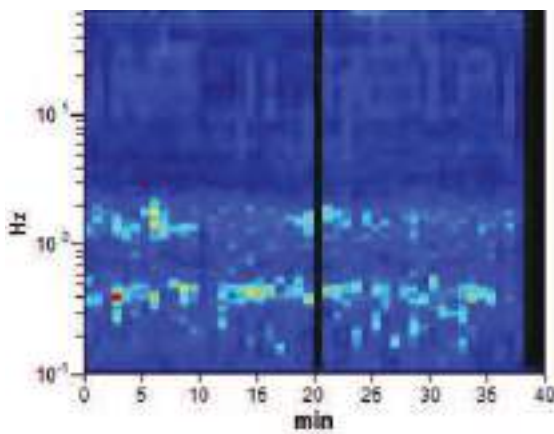


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

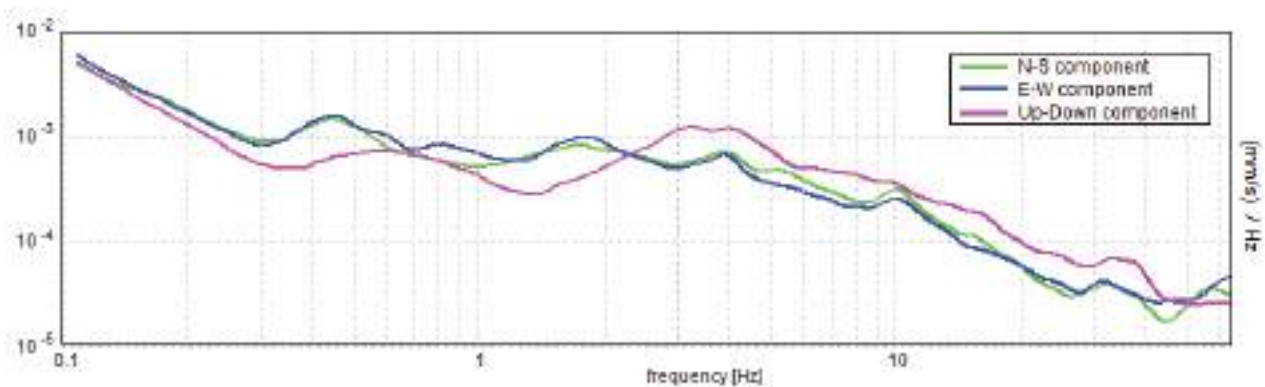


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.39 \pm 0.09$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.0.**  
**Secondo picco H/V a 1.42 con ampiezza prossima a 2.5**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.39 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$878.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 38	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.578 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.09 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.21974  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08583 < 0.07813$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4887 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 88****Ubicazione:**

43°42'52.95"N

10°25'12.28"E

Via Enrico Betti

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 06/05/00 22:46:10 Fine registrazione: 06/05/00 23:26:10

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

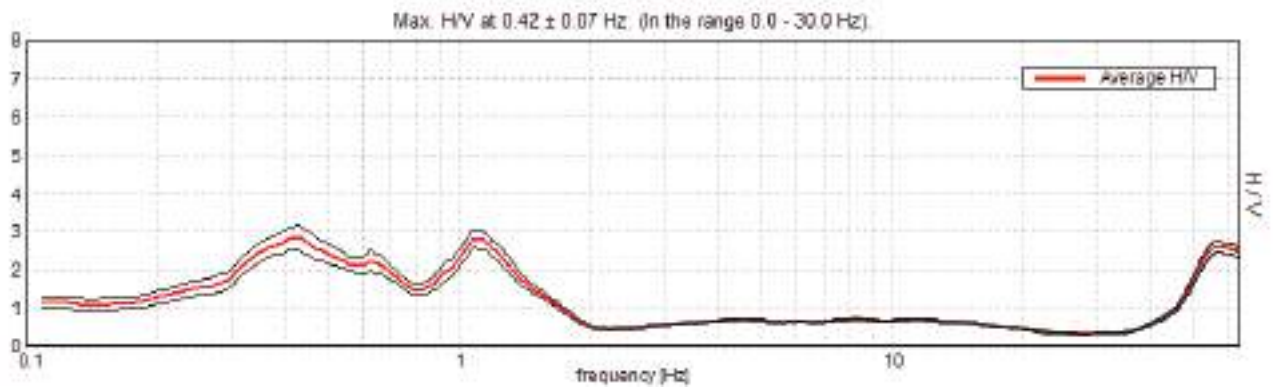
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

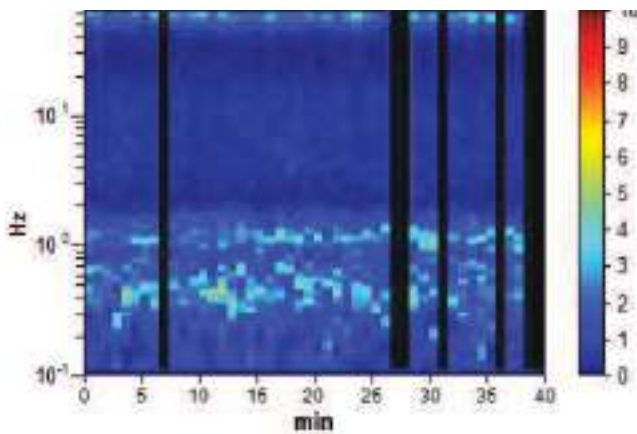
Lisciamento: 10%



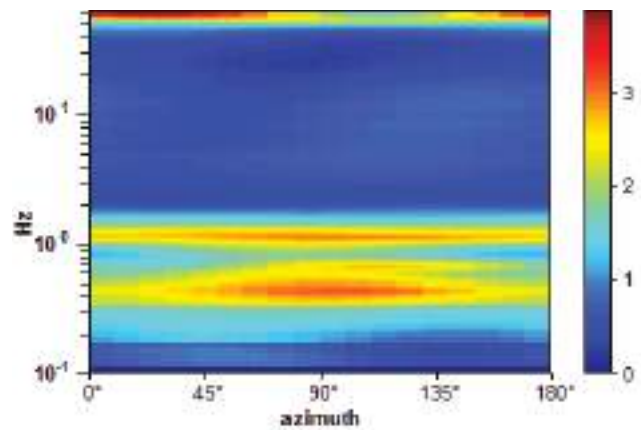
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



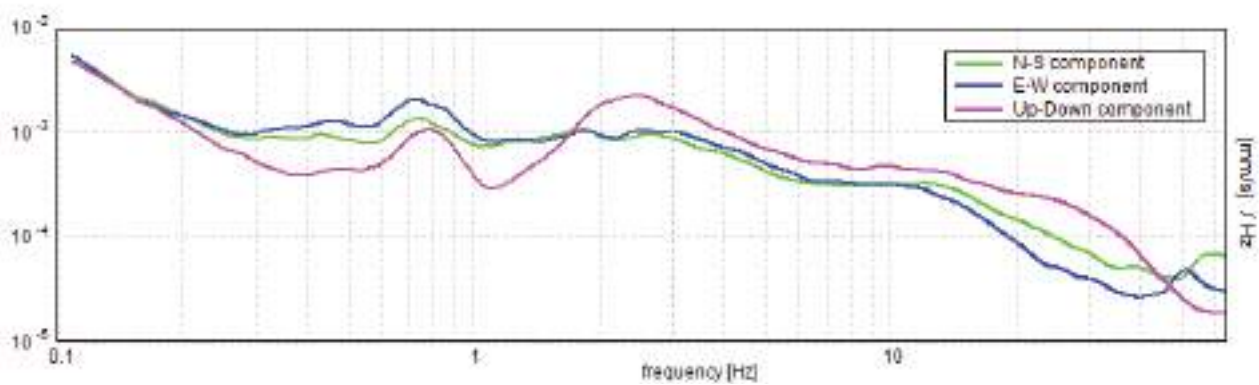
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.42 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.8.**  
**Secondo picco H/V a 1.16 con ampiezza prossima a 2.7**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.42 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$864.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 42	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.82 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.17041  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07189 < 0.08438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3278 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 89****Ubicazione:**

43°42'40.47"N

10°24'47.46"E

Piazza Santa Croce  
in Fossabanda

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 06/05/00 23:38:35 Fine registrazione: 07/05/00 00:18:35

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

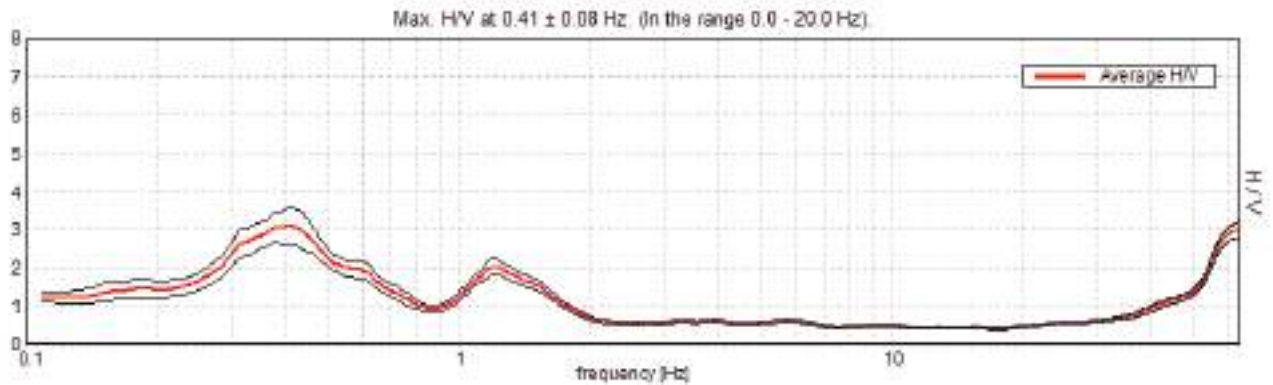
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

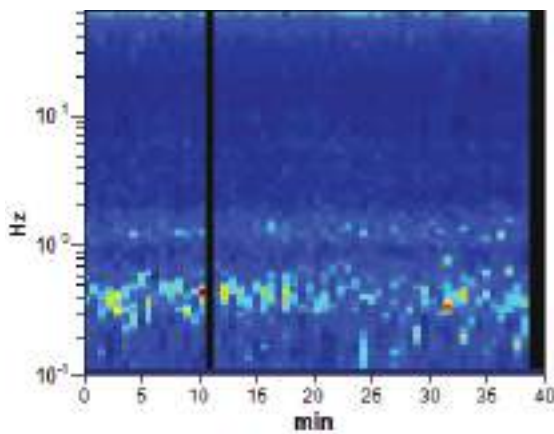
Lisciamento: 10%



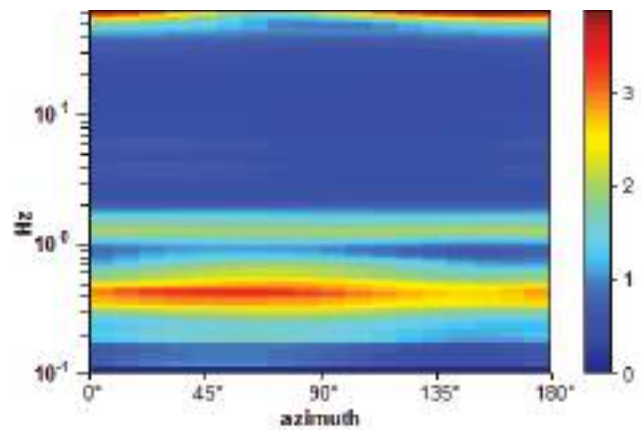
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



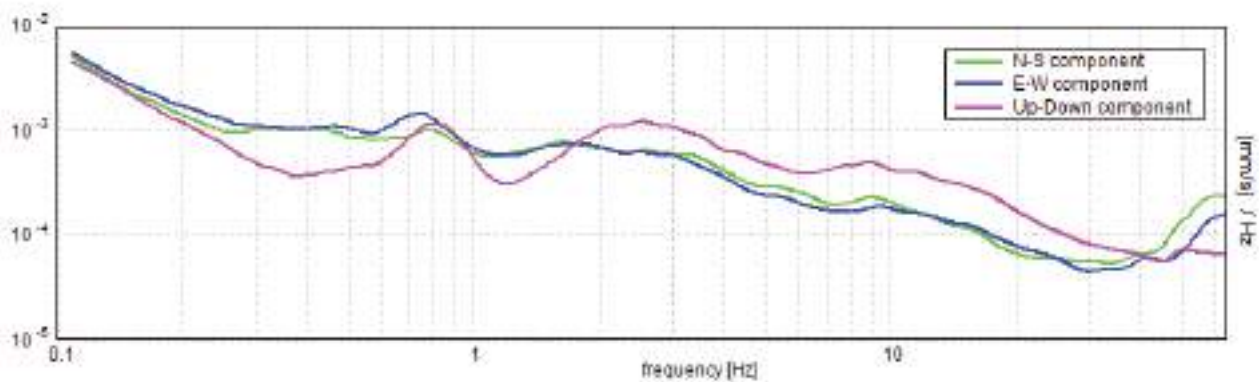
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.41 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) picco prossimo a 3.0.**  
**Secondo picco H/V a 1.22 con ampiezza prossima a 2.0**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.41 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$926.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 40	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.234 Hz	OK	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.672 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.12 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19345  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07859 < 0.08125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4777 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 90****Ubicazione:**

43°42'16.30"N

10°26'06.21"E

Via delle Torri

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 03:40:25 Fine registrazione: 12/05/00 04:20:24

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

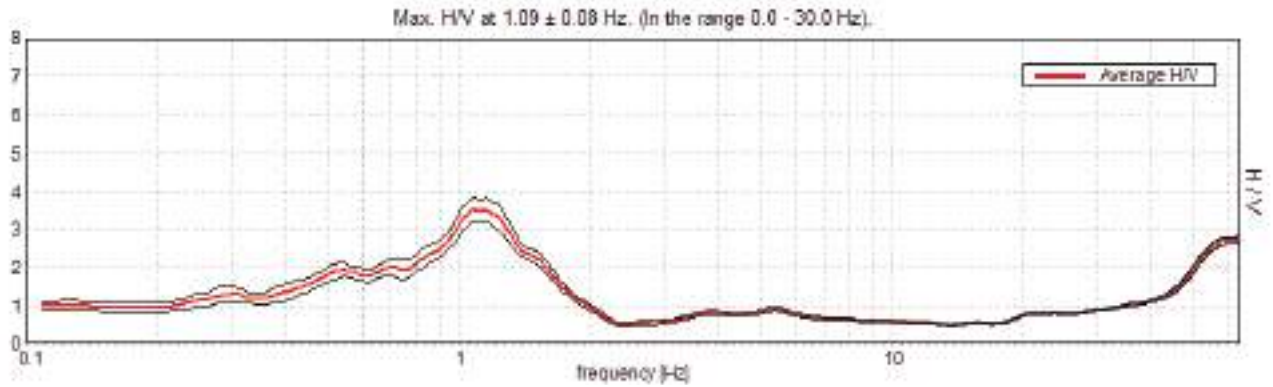
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

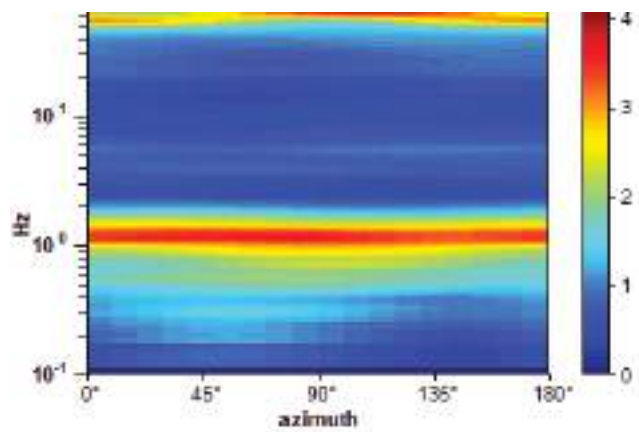
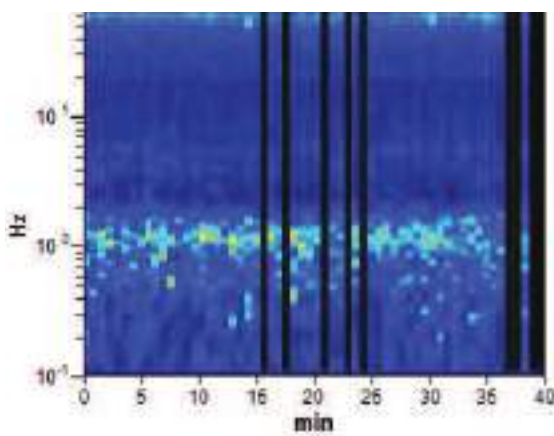


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

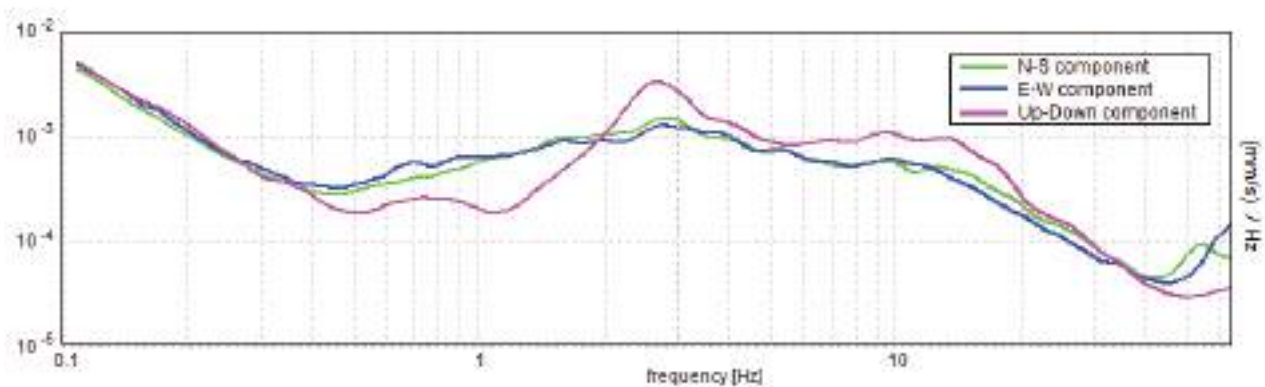


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.09 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.4.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.09 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2231.3 > 200$	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 106	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.625 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.672 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.53 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07265  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07946 < 0.10938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3123 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 91****Ubicazione:**

43°41'27.03"N

10°25'53.37"E

Superstrada Firenze  
Pisa Livorno

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 01:05:54 Fine registrazione: 12/05/00 01:45:54

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

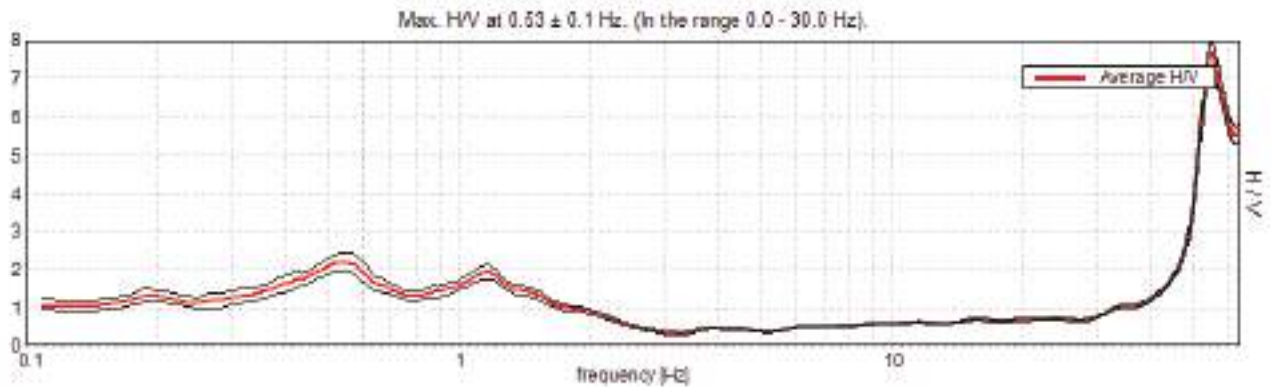
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

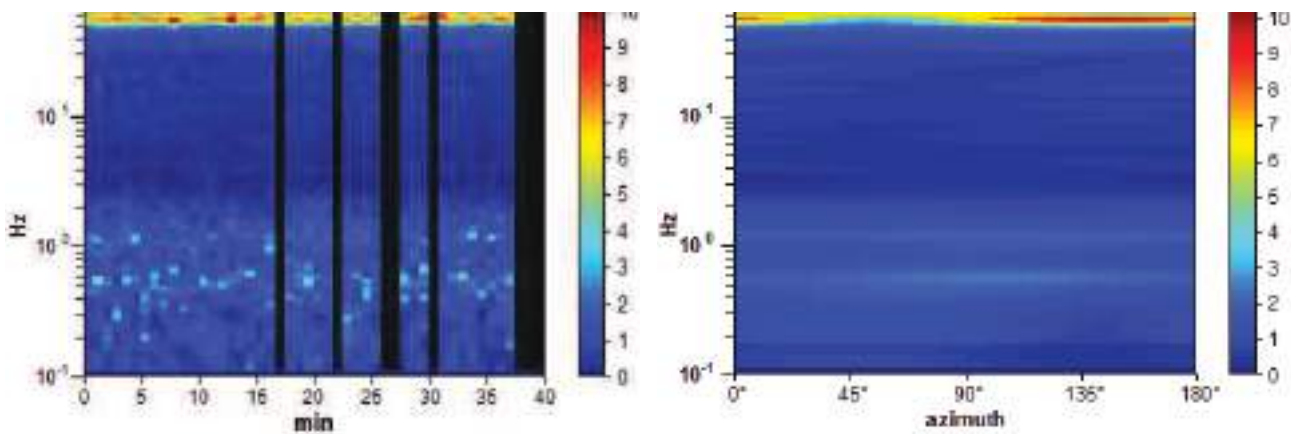


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

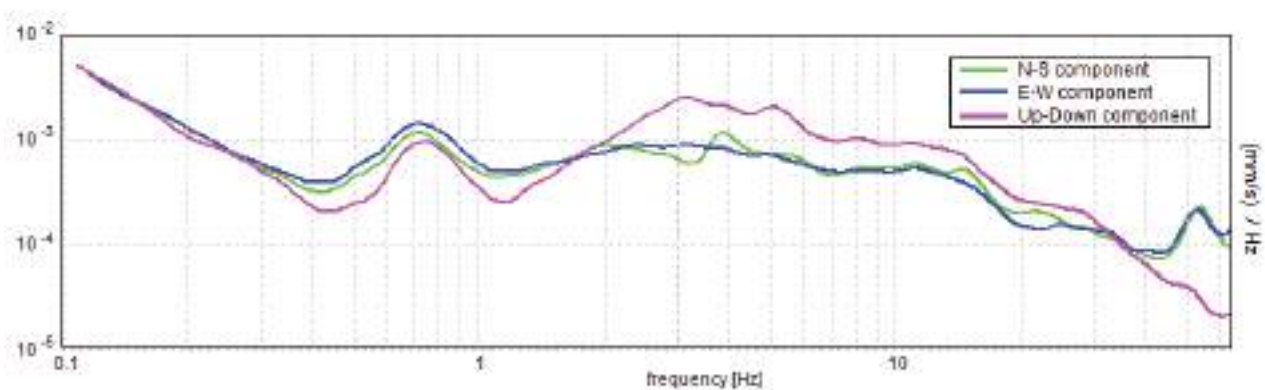


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.53 \pm 0.1$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2.**  
**Secondo picco H/V a 1.16 con ampiezza prossima a 2.0**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.53 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1062.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 52	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.141 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.672 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.19 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.18261  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09701 < 0.07969$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2546 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 92****Ubicazione:**

43°41'17.37"N

10°25'32.28"E

Via della Gosciella

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 12/05/00 00:11:35 Fine registrazione: 12/05/00 00:51:35

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

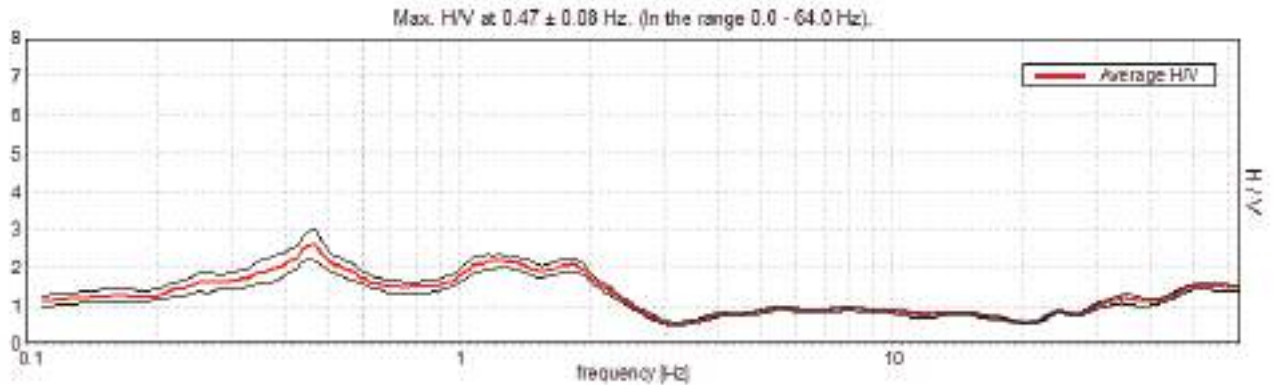
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

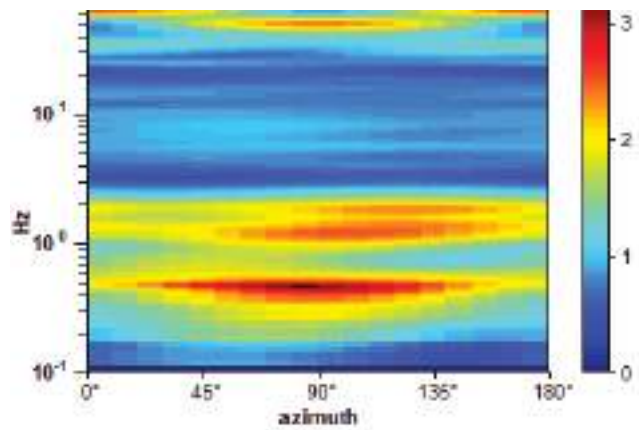
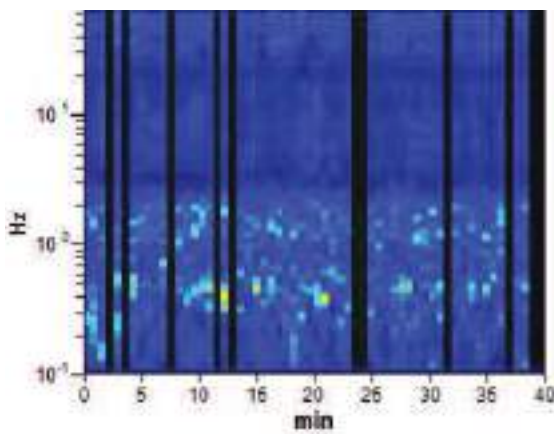


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

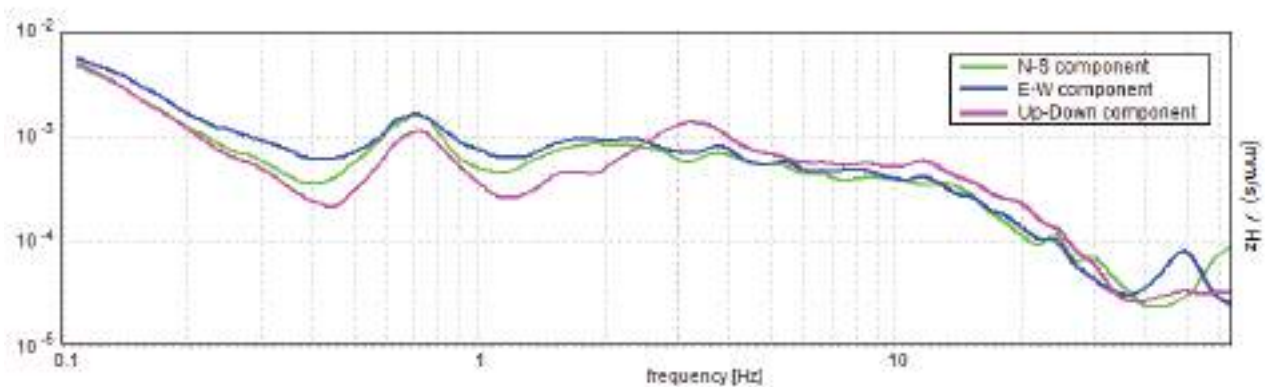


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.47 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima 2.6.**  
**Secondo picco H/V a 1.33 con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.47 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$918.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 46	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.203 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$2.57 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.1653  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07748 < 0.09375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4232 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 93****Ubicazione:**

43°42'02.19"N

10°23'20.33"E

Via Ponte a Piglieri

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/05/00 03:51:41 Fine registrazione: 10/05/00 04:31:41

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

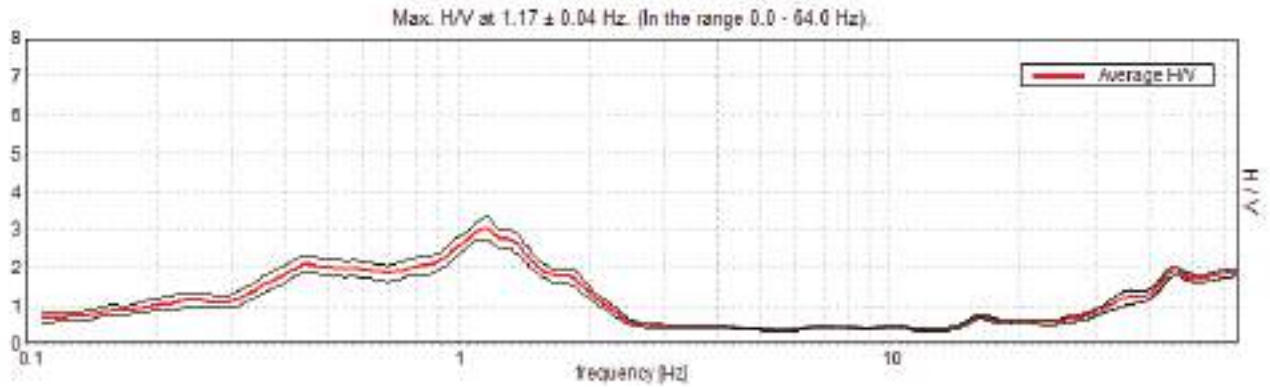
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

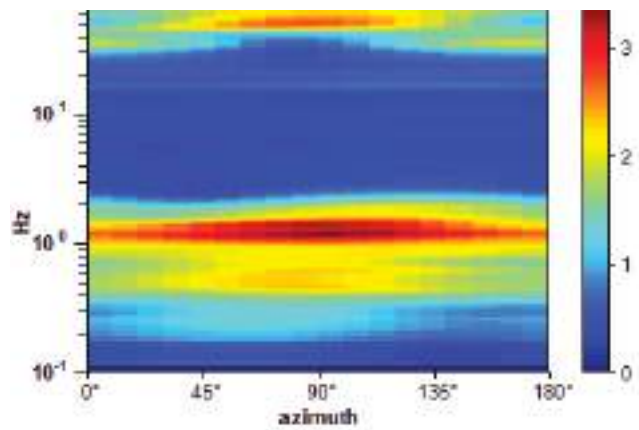
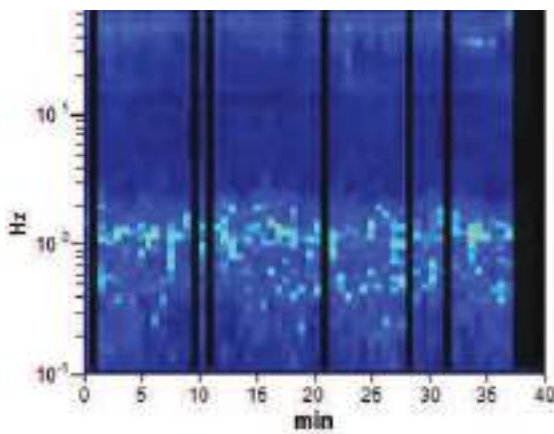


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

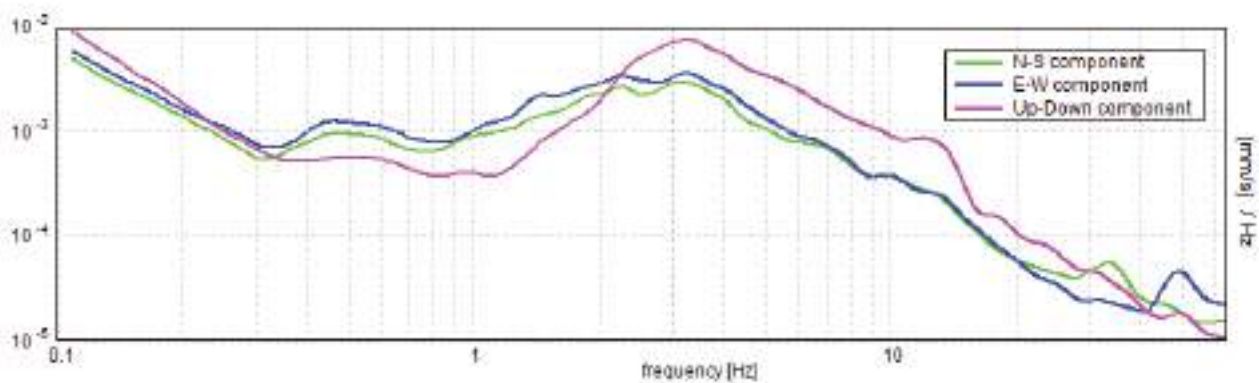


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.17 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.0.**  
**Secondo picco H/V a 0.47 con ampiezza prossima a 2.1**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.17 > 0.25$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2343.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 114	<b>OK</b>	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.344 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.969 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$3.01 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.03776  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.04425 < 0.11719$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.2897 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 94****Ubicazione:**

43°42'37.29"N

10°24'19.63"E

Via Croce

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 07/05/00 00:30:49 Fine registrazione: 07/05/00 01:10:49

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

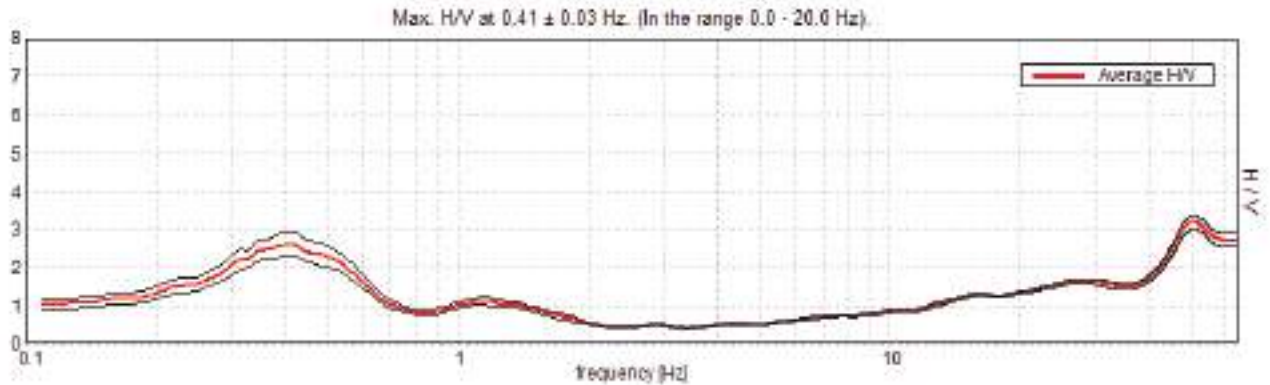
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

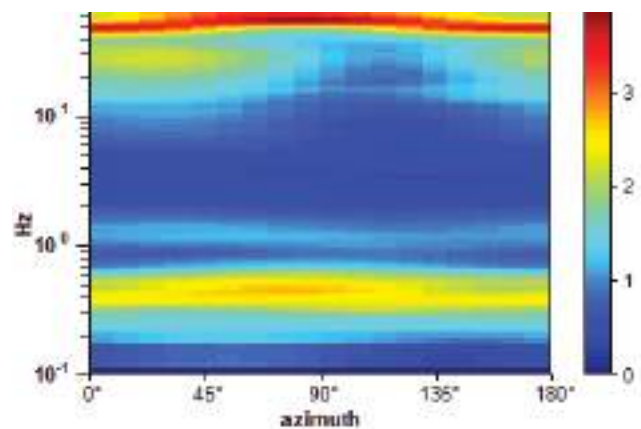
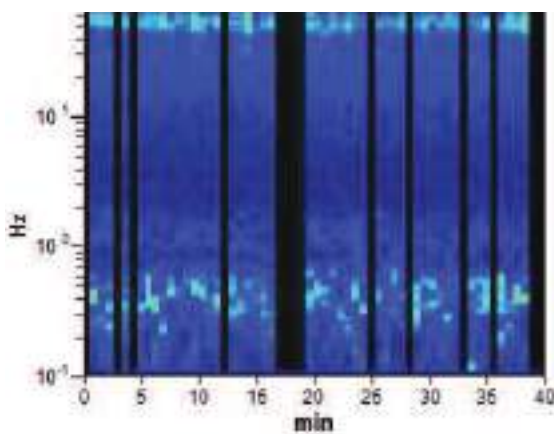


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

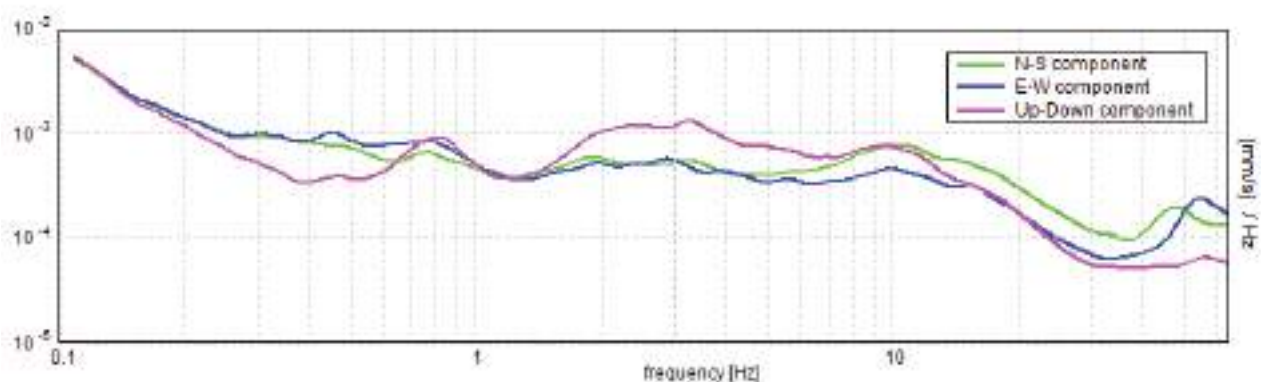


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.41 \pm 0.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.5.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.41 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$747.5 > 200$	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 40	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.188 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.59 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06758  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02745 < 0.08125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.308 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 95****Ubicazione:**

43°43'10.29"N

10°23'13.82"E

Via Gabba

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/05/00 23:17:46 Fine registrazione: 09/05/00 23:57:46

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

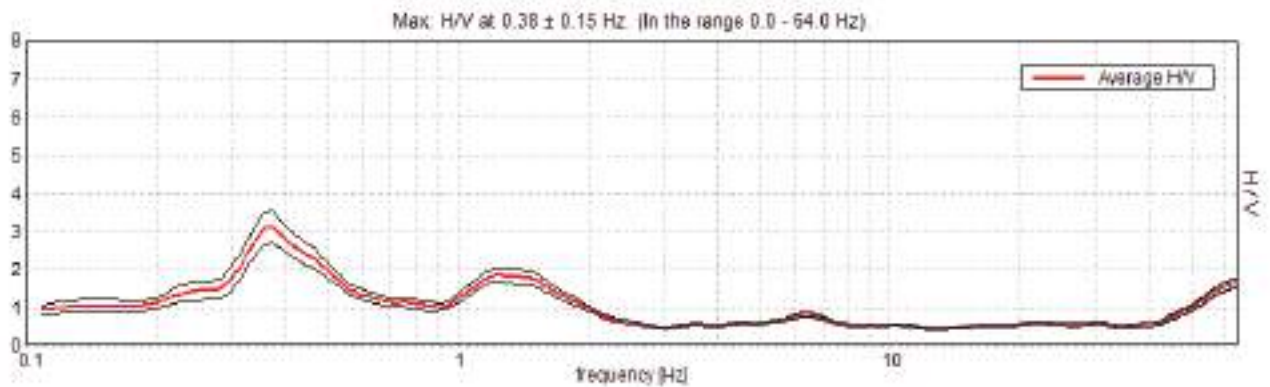
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

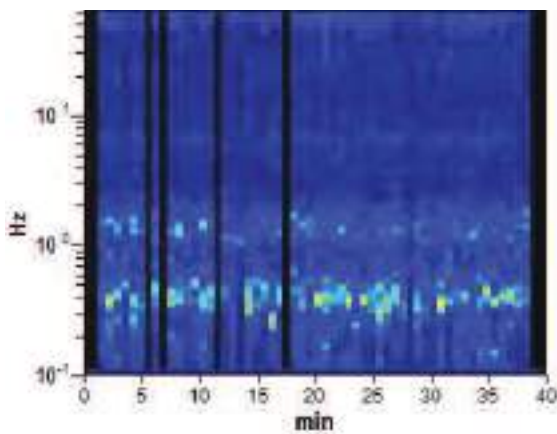
Lisciamento: 10%



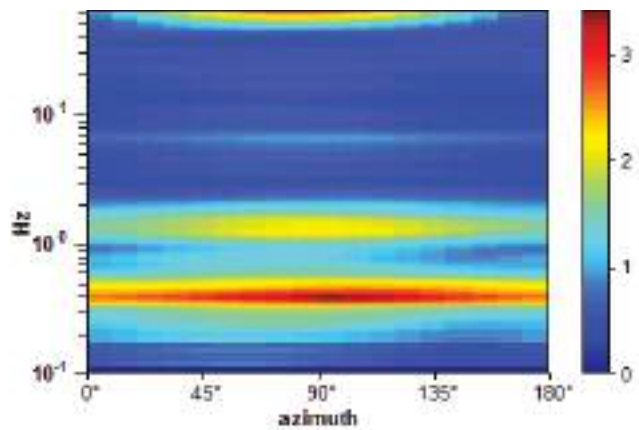
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



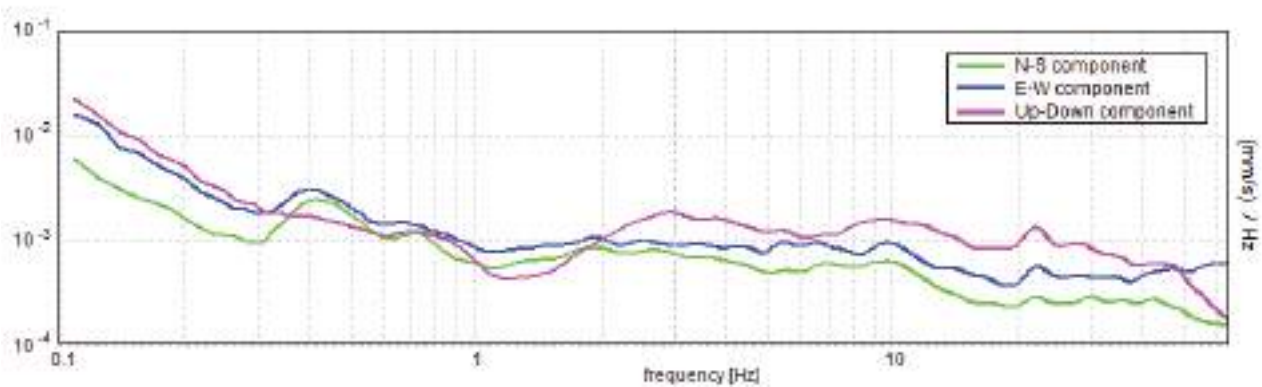
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.38 \pm 0.15$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 3.1.**  
**Secondo picco H/V a 1.23 con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.38 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$780.0 > 200$	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 37	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.281 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.13 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.40447  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15168 < 0.075$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4287 < 2.5$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 96****Ubicazione:**

43°43'43.96"N

10°23'10.57"E

Via Livenza

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 19/04/00 05:06:30 Fine registrazione: 19/04/00 05:46:30

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

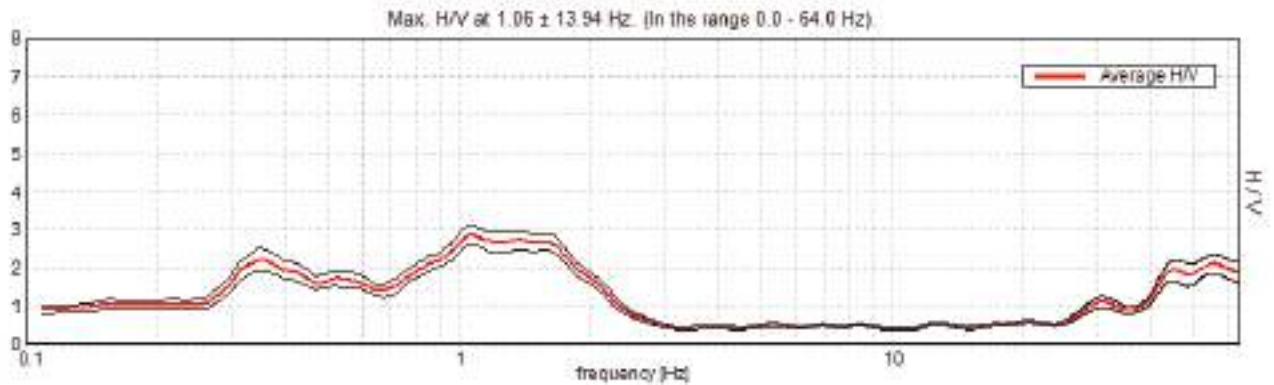
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

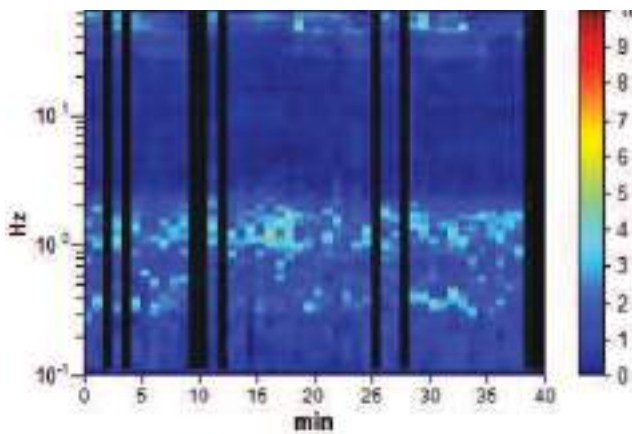
Lisciamento: 10%



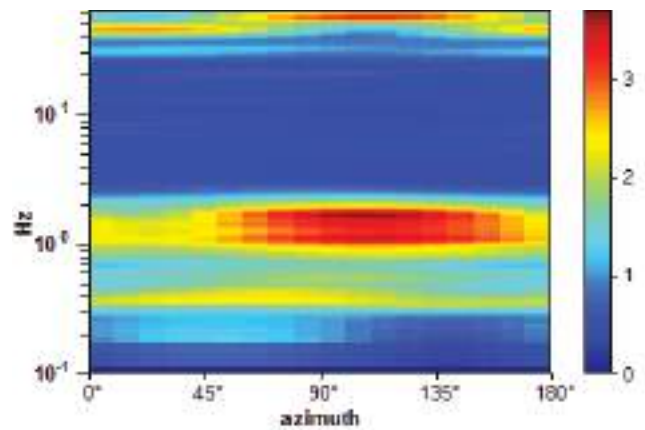
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



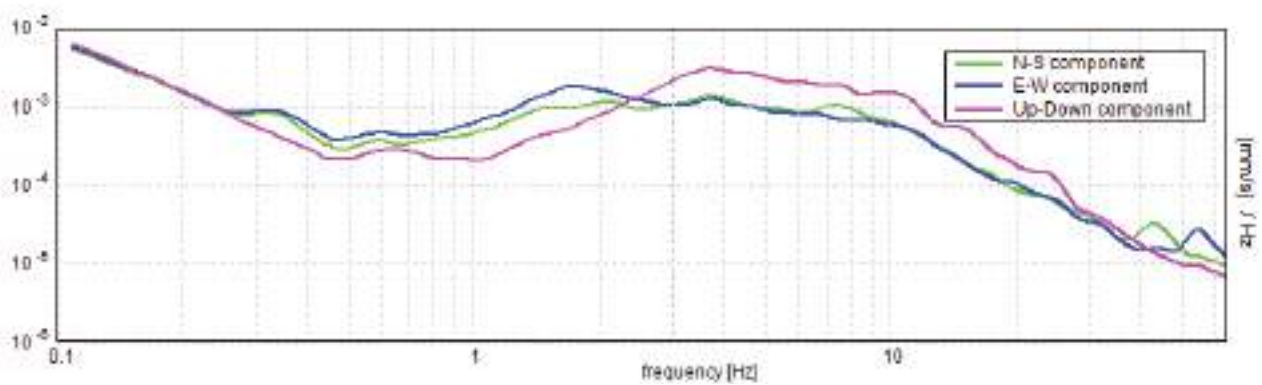
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.06 \pm 13.94$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.9.  
Secondo picco H/V a 0.36 con ampiezza prossima a 2.2**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.06 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2071.9 > 200$	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 103	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.672 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.86 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 13.11942  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$13.93938 < 0.10625$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2444 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 97****Ubicazione:**

43°43'4.94"N

10°23'15.00"E

Via Aretino Spinello

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 30/03/00 03:36:29 Fine registrazione: 30/03/00 04:16:29

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

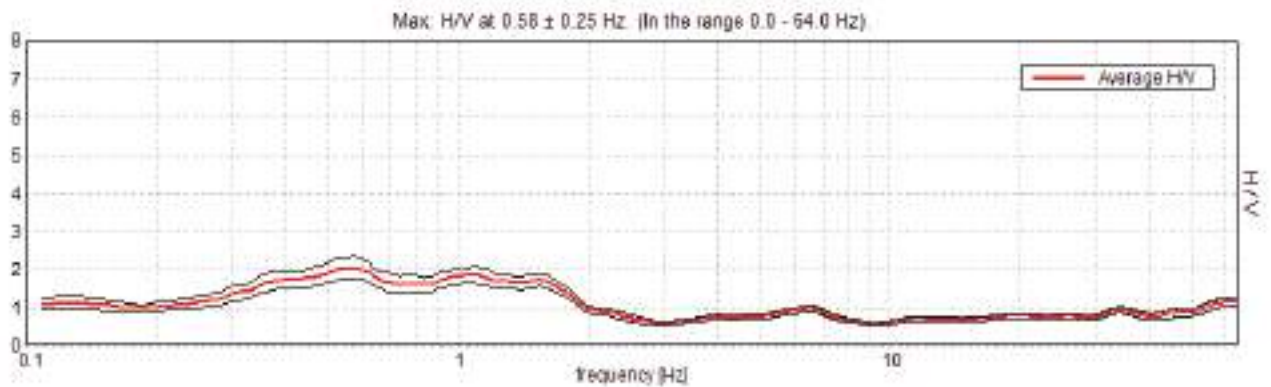
Lunghezza finestre: 50 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

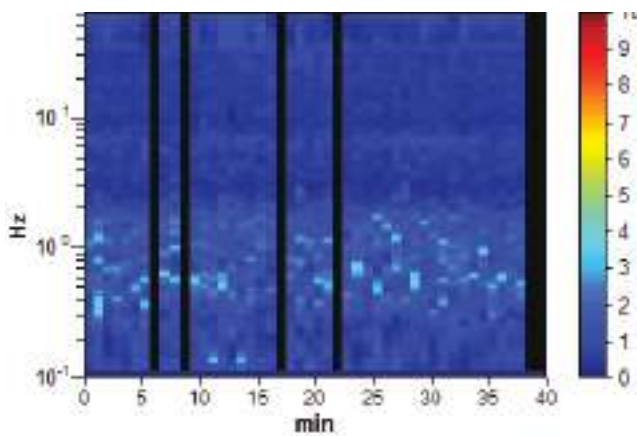
Lisciamento: 10%



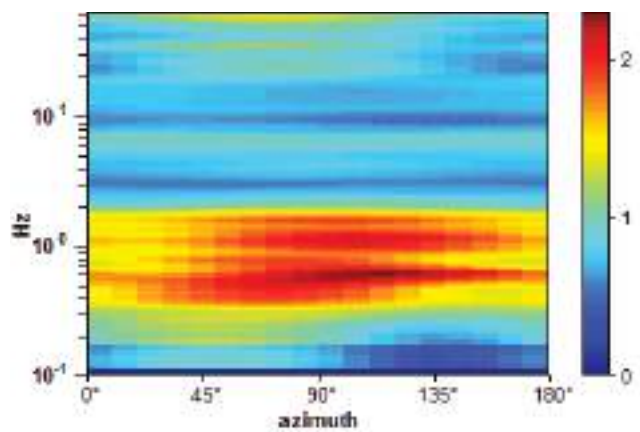
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



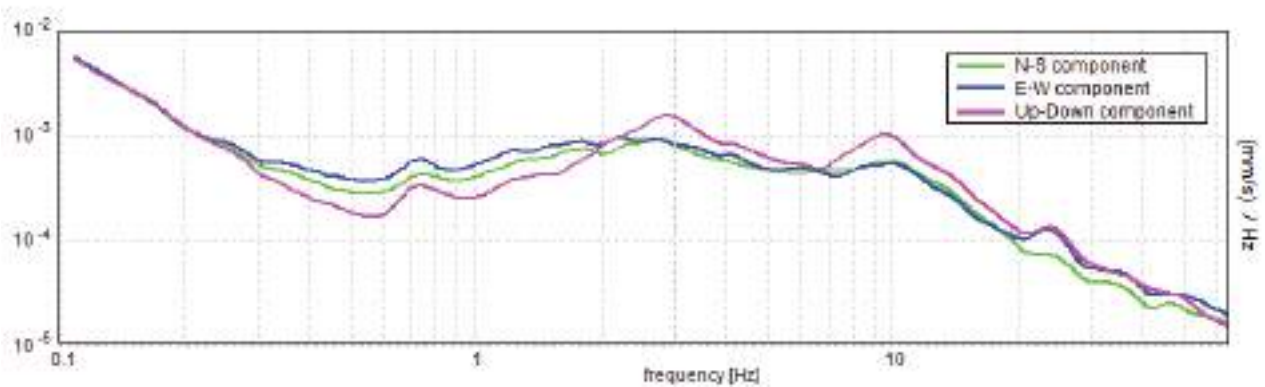
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.58 \pm 0.25$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.0.**  
**Secondo picco H/V a 1.11 con ampiezza prossima a 1.8**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.58 > 0.20$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1214.1 > 200$	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 56	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.203 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.06 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.42898  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.248 < 0.08672$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2836 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 98****Ubicazione:**

43°43'16.22"N

10°23'07.54"E

Via Giglioli

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 11/04/00 23:08:41 Fine registrazione: 11/04/00 23:48:41

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

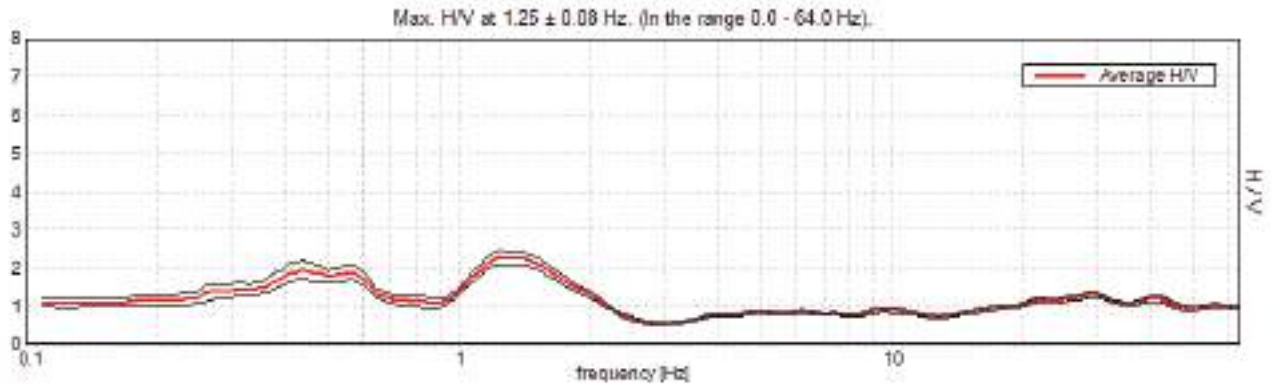
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

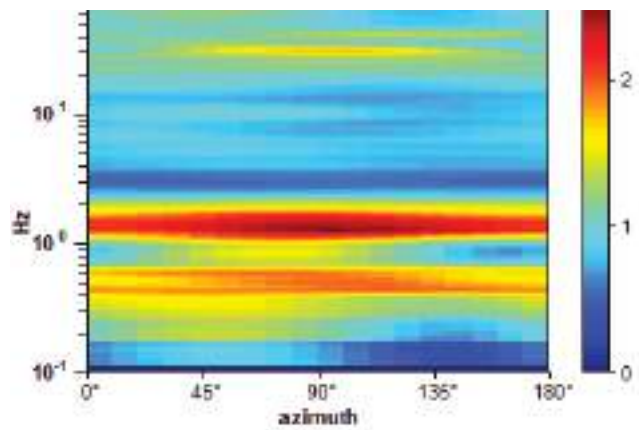
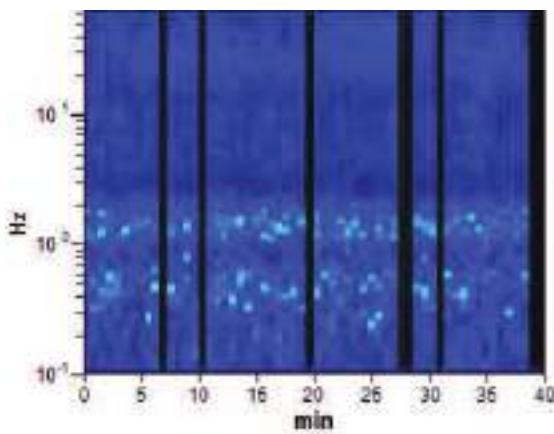


### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

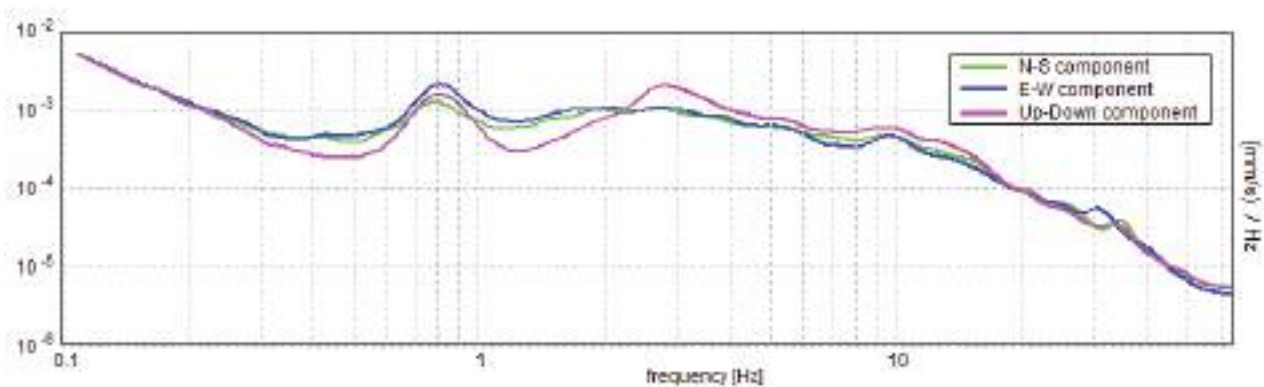


### SERIE TEMPORALE H/V

### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 2.2.**  
**Secondo picco H/V a 0.44 con ampiezza prossima a 1.9**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2600.0 > 200$	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 $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.938 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.27 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06495  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08119 < 0.125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1873 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**HVSR 99****Ubicazione:**

43°43'21.35"N

10°23'36.90"E

Piazza dei Miracoli

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 30/03/00 06:26:35 Fine registrazione: 30/03/00 07:06:35

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00".

Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

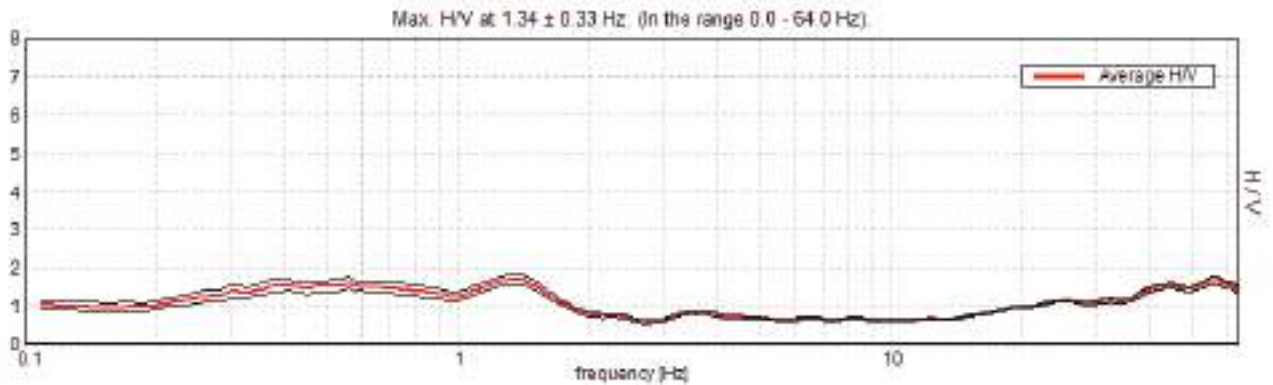
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

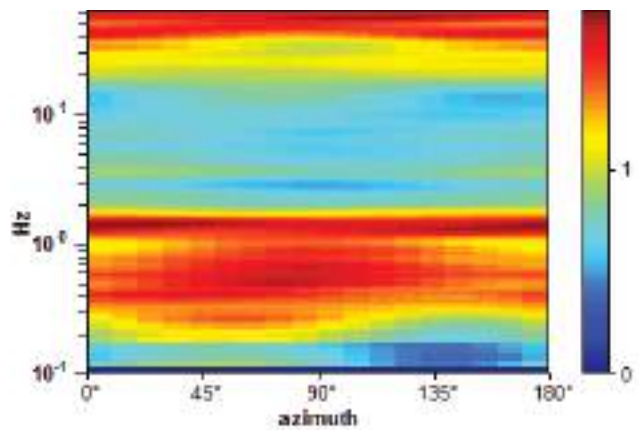
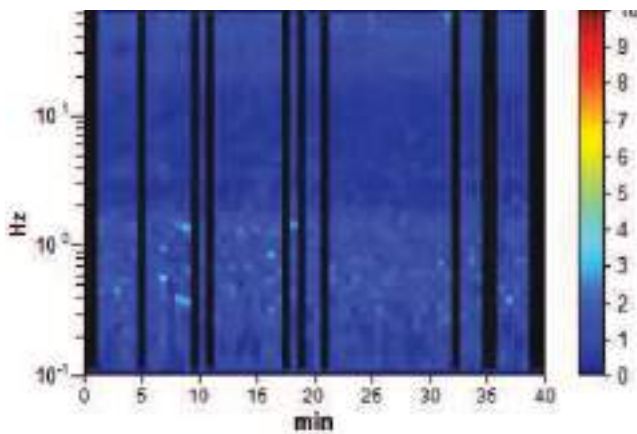


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

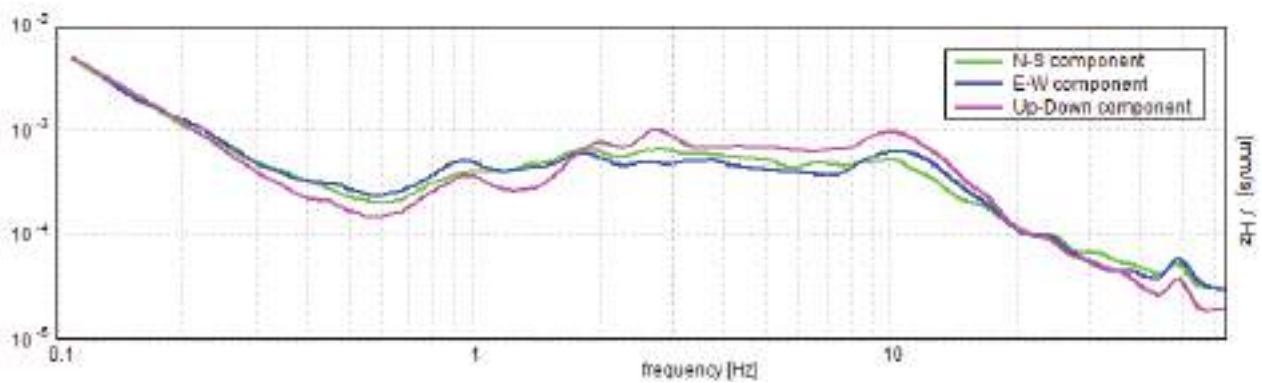


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.34 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima a 1.80.**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.34 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2526.3 > 200$	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 130	OK	

### Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.71 > 2$		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.24532  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.32965 < 0.13438$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1425 < 1.78$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**HVSR 100****Ubicazione:**

43°43'09.20"N

10°23'34.12"E

Via Nicola Pisano

Comune di Pisa (PI)

Strumento: TRZ-0195/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 30/03/00 04:58:30 Fine registrazione: 30/03/00 05:38:30

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h40'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

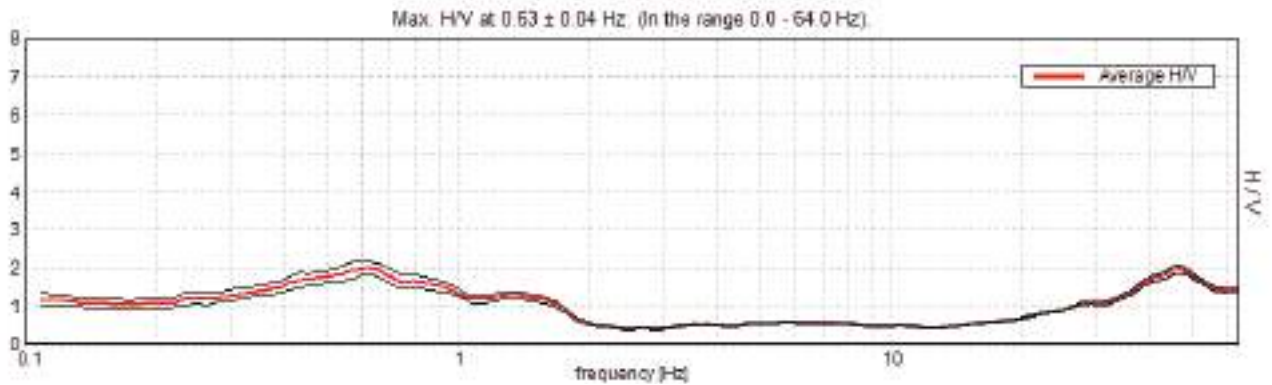
Lunghezza finestre: 40 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

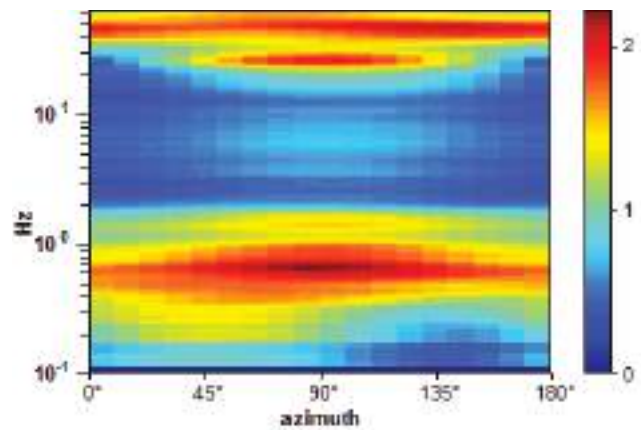
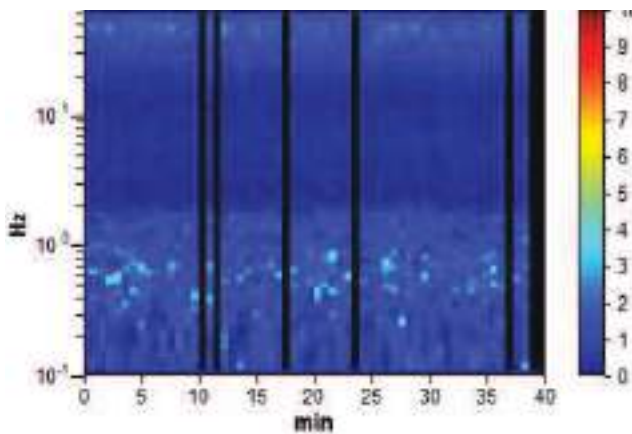


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

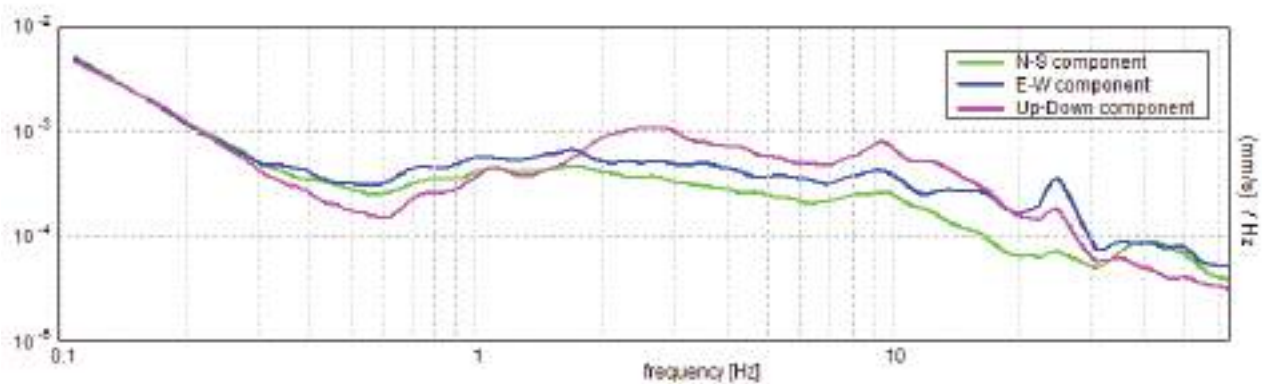


SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $0.63 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz) con ampiezza prossima 2.0.**  
**Secondo picco H/V a 1.33 con ampiezza prossima a 1.2**

### Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.63 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1325.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

### Criteria 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 $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.01 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06066  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03791 < 0.09375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1788 < 2.0$	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
$\sigma_f$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_f$ 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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



## ALLEGATO

### Verifiche a liquefazione

## METODI SEMPLIFICATI

### 1 - INTRODUZIONE

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0) F_8 = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire della conoscenza, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione della onde di taglio  $V_s$ . Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dai programmi sono:

- 1) Metodo di Seed e Idriss (1982);
- 2) Metodo di Iwasaki et al. (1978, 1984);
- 3) Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);
- 4) Metodo di Finn (1985);
- 5) Metodo di Corti (1985);
- 6) Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);
- 7) Metodo di Andrus e Stoikoe (1998);
- 8) Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);
- 9) Metodo basato sull'NTC 2008.

Seed e Idriss (1971b) per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma propongono una semplice procedura basata sull'ipotesi di terreno omogeneo. ipotizzando la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza  $z$  (Fig. 1) si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo alla profondità  $z$  è dato da:

$$(1.1) \tau_{max} = \frac{a_g}{g} \times \gamma \times z$$

dove  $a_g$  è l'accelerazione massima in superficie,  $g$  l'accelerazione di gravità e  $\gamma$  il peso di volume secco del terreno.

Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo  $r_d$ . Normalizzando con la pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio  $\sigma_{v0}$  anziché ad un valore massimo  $\tau_{max}$  si ottiene:

$$(1.2) \frac{\tau_{av}}{\sigma_{v0}} = CSR_{7.5} = 0,85 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0}} r_d$$

espressione valida per aiuti di magnitudo 7.5. Per magnitudo diverse bisogna dividere per il fattore correttivo MSF (Magnitudo Scaling Factor)

$$(1.3) CSR = \frac{CSR_{7.5}}{MSF}$$

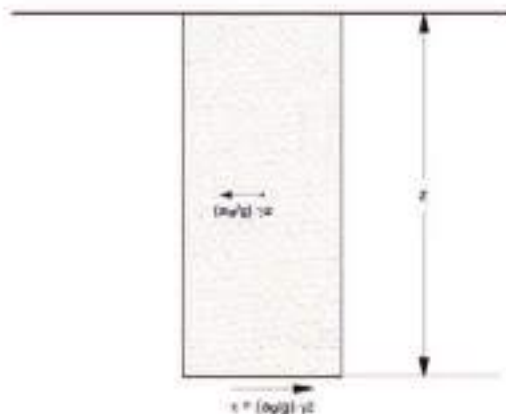


Figura 1 – Sforzo di taglio indotto dal terremoto ad una determinata quota

Il 'metodo di Seed e Idriss' (1982) è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume. Per determinare il valore del coefficiente riduttivo  $r_d$  viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$(1.4) \quad r_d = 1 - 0,015z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si veda la Tabella 1 dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui Seed H. B. e Idriss I. M (1982).

Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)	Ambraseys N. H. (1988)	NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)
5.5	1.43	2.88	2.21
6.0	1.32	2.20	1.77
6.5	1.19	1.69	1.44
7.0	1.08	1.30	1.19
7.5	1.00	1.00	1.00
8.0	0.94	0.67	0.84
8.5	0.89	0.44	0.73

Il termine a numeratore della [1.0], cioè la resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico (Fig. 2) ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(1.5) \quad (N_{1,60}) = C_N N_m$$

dove  $N_m$  è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e  $C_N$  un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$(1.6) \quad C_N = \left( \frac{P_{at}}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5}$$

dove  $\sigma'_{v0}$  è la pressione verticale effettiva,  $P_{at}$  la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di  $\sigma'_{v0}$  ed in un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 3).

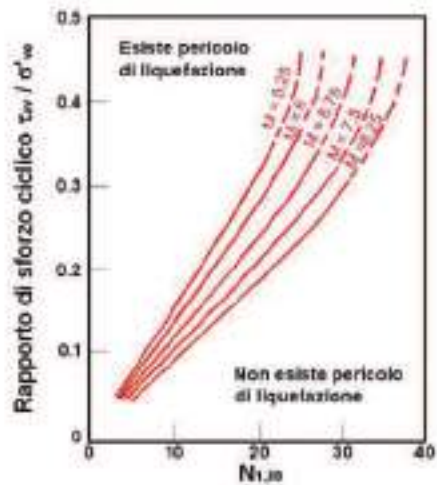


Figura 2 – Correlazione fra CSR e  $N_{L,60}$

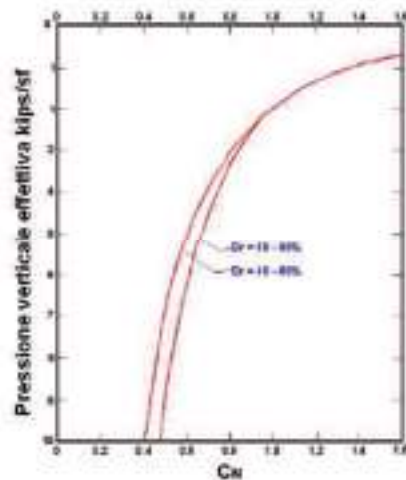


Figura 3 – Coefficiente correttivo  $C_N$

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$(1.7) CRR = \frac{N_{L,60}}{90}$$

Si applica quindi la (1.0); se  $F_5 > 1,3$  il deposito non è liquefacibile.

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con  $D_{50} > 0,25$  mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di  $N_{L,60}$ :

$$(1.8) (N_{L,60})_{CS} = N_{L,60} + 7,5$$

Il metodo di Iwasaki et al' (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione di manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito.

Il metodo si basa su due quantità: il fattore di resistenza ( $F_5$ ) e l'indice di liquefazione ( $I_L$ ).  $F_5$  si ottiene mediante la (1.0) e quando  $F_5 \leq 1$  lo strato di terreno è liquefacibile; mentre  $I_L$ , indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dalla espressione

$$(1.9) i_L = \int_0^{20} F W(z) dz$$

dove

$$F = 1 - F_S \quad \text{per } F_S \leq 1$$

$$F = 0 \quad \text{per } F_S > 1$$

$$W(z) = 10 - 0.5z$$

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella 2.  
Il fattore correttivo  $r_d$  viene calcolato mediante la (1.4) e MSF come nel caso precedente.

Inoltre per la valutazione di CRR vengono proposte le seguenti espressioni ricavate da numerose prove di resistenza ciclica non drenate:

10) per terreni con  $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.0) \text{CRR} = 0,0882 \sqrt{\frac{N_{160}}{\sigma'_{v0} + 0,7}} + 0,225 \log_{10} \left( \frac{0,35}{D_{50}} \right)$$

11) per terreni con  $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.1) \text{CRR} = 0,0882 \sqrt{\frac{N_{160}}{\sigma'_{v0} + 0,7}} - 0,05$$

dove  $D_{50}$  è il diametro dei granuli al 50% (in mm).

Tabella 2

Valori di $i_L$	Rischio di liquefazione
$i_L = 0$	Molto basso
$0 < i_L \leq 5$	Basso
$5 < i_L \leq 15$	Alto
$15 < i_L$	Molto alto

Il metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983) per poter tener conto della magnitudine del terremoto, a differenza dei metodi precedenti, calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente espressione:

$$(2.2) \text{CSR} = 0,65 \frac{B_g}{g} \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d r_n$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo  $r_n$  funzione della magnitudine  $M$ .

$$(2.3) r_d = 0,1(M - 1)$$

Invece la resistenza alla liquefazione viene calcolata, confrontando risultati di prove triassiali cicliche con dati di prove SPT, con la seguente espressione:

$$(2.4) \text{CRR} = a C_c \left[ \frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_c}}{100} + \left( \frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_c}}{C_c} \right)^n \right]$$

dove

$$a = 0,45$$

$$C_c = 0,57$$

$$n = 14$$

$$\Delta N_c = 0 \text{ per sabbie pulite e } \Delta N_c = 5 \text{ per sabbie limose}$$

$$N_{1,60} = [1,7 / (\sigma'_{v0} + 0,7)] N_{60}$$

$C_c$  è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazione di taglio.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di  $F_5 > 1.5$  per le sabbie medio-sciolte e  $F_5 > 1.3$  per le sabbie medio-dense. Questo metodo è raccomandato nella proposta di Norme Sismiche Italiane avanzata dal CNR nel 1984.

Correlazioni della resistenza alla liquefazione con la magnitudo vengono proposte da Finn (1985) e Corté (1985). Il primo propone un'espressione di CRR in funzione della magnitudo  $M$  e del numero dei colpi corretto  $N_{1,60}$ :

$$(2.5) \text{CRR} = \frac{N_{1,60}}{12,9 M - 15,7}$$

Corté invece propone di valutare CRR mediante le seguenti espressioni:

12) per terreni con  $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.6) \text{CRR} = A \left[ \left( \frac{N_{60}}{\sigma_{vc} + 70} \right)^{-0,5} - 0,256 \log_{10} \left( \frac{\sigma_{50}}{0,35} \right) \right]$$

13) per terreni con  $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.7) \text{CRR} = A \left[ \left( \frac{N_{60}}{\sigma_{vc} + 70} \right)^{-0,5} - 0,0567 \right]$$

Il coefficiente  $A$  assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e quindi del numero di cicli equivalenti che variano a loro volta fra 5 e 20.

In questi due ultimi metodi ovviamente il rapporto di sforzo ciclico è dato dalla (1.2).

Il 'metodo di Robertson e White' utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo  $I_c$  che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$(2.8a) I_c = \left[ (3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$

$$(2.8b) Q = \frac{q_c - \sigma_{vc}}{P_a} \left( \frac{P_a}{\sigma_{vc}} \right)^n$$

$$(2.8c) R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vc}} - 100$$

dove:

$q_c$  è la resistenza alla punta misurata

$P_a$  è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di  $q_c$

$f_s$  è l'attrito del manicotto

$n$  è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume  $n = 1$ , come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di  $I_c$  con la (2.8a).

Se  $I_c > 2,6$  il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile.

Se  $I_c \leq 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi assunta è errata e  $I_c$  deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

$$(2.9) Q = \frac{q_p}{P_a} \left( \frac{P_a}{\sigma_{vc}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume  $n = 0,5$ .

Se è ancora  $I_c \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece  $I_c > 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso.  $I_c$  deve essere nuovamente ricalcolato con la (2.8a) ponendo  $n = 0,75$ .

Calcolato  $I_c$  si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata  $q_c$  mediante la seguente espressione:

$$(3.0) q_{c1N} = \frac{q_b}{P_a} \left( \frac{P_a}{\sigma_{vd}} \right)^n$$

dove  $n$  è lo stesso del calcolo di  $I_c$ .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene valutata mediante la seguente procedura:

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride classico:

$$(3.1a) (q_{c1N})_{CS} = K_c \cdot q_{c1N}$$

$$(3.1b) K_c = -0,403I_c^2 + 5,581I_c - 21,83I_c^2 = 33,75I_c - 17,88$$

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride modificato:

$$(3.2a) (q_{c1N})_{CS} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

$$(3.2b) \Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N}$$

dove  $K_c$  dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$K_c = 0$	per $FC \leq 5$
$K_c = 0,0257(FC - 5)$	per $5 < FC \leq 35$
$K_c = 0,8$	per $FC > 35$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$(3.3) FC(\%) = 1,75 (I_c)^{1,25} - 3,7$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 [CRR<sub>7,5</sub>] si calcola con le espressioni seguenti:

se  $(q_{c1N})_{CS} < 50$

$$(3.4) CRR = 0,833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right] + 0,05$$

se  $50 \leq (q_{c1N})_{CS} < 100$

$$(3.5) CRR = 93 \left[ \frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

Il rapporto di sforzo ciclico CSR si calcola con la (3.3) e MSF come raccomandato dal NCEER (vedi Tabella 1), mentre il coefficiente  $r_d$  è calcolato mediante la seguente procedura:

se  $z < 9,15$  m

$$(3.6a) r_d = 1,0 - 0,00765 \cdot z$$

se  $9,15 \leq z < 23$  m

$$(3.6b) r_d = 1,174 - 0,00267 \cdot z$$

dove  $z$  è la profondità in metri

Si calcola il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.6), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di Iwasaki et al.

Il metodo di Andrus e Stokoe è basato su dati provenienti da prove sismiche a rifrazione [V<sub>s</sub>].

La velocità delle onde di taglio viene corretta con la formula (Robertson et al., 1992):

$$(3.7) V_{S1} = V_S \left( \frac{100}{\sigma_{v0}} \right)^{0.25}$$

La resistenza alla liquefazione è valutata mediante la formula di Andrus e Stokoe (1998):

$$(3.8) CRR = 0,03 \left( \frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[ \frac{1}{(V_{S1})_{cs} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{cs}} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) è tenuta in conto mediante la seguente procedura:

$(V_{S1})_{CS} = 220$	per FC ≤ 5%
$220 < (V_{S1})_{CS} \leq 200$	per 5% < FC ≤ 35%
$(V_{S1})_{CS} = 200$	per FC > 35%

Il fattore di correzione della magnitudo MSF viene valutato come raccomandato dal NCEER (Tabella 1), il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono valutati con il metodo di Iwasaki et alii.

Le indicazioni della normativa europea sono contenute al punto 4.1.3 e cui si aggiungono ulteriori indicazioni che si possono trovare nell'appendice B della parte 5 dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5).

Secondo tale normativa si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando  $e_p < 0,15$  e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- 14) contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10;
- 15) contenuto di limo superiore al 10% e resistenza  $N_{1,60} > 20$
- 16) frazione fine trascurabile e resistenza  $N_{1,60} > 25$

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$(3.9) CSR = 0,06 \frac{a}{g} S \frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{vs}} \frac{I_d}{MSF}$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabella 3

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1 S (M > 5,5)	Spettri di Tipo 2 S (M ≤ 5,5)
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,35	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo MSF consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys (Tabella 1).

nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

$$(4.0) CRR = \frac{0,04844 - 0,00472 \ln(N_{1,60})_{cs} + 0,0006130 \ln(N_{1,60})_{cs}^2 - 0,00001073 \ln(N_{1,60})_{cs}^3}{1 - 0,1248 \ln(N_{1,60})_{cs} + 0,008578 \ln(N_{1,60})_{cs}^2 - 0,0003285 \ln(N_{1,60})_{cs}^3 + 0,0000037 \ln(N_{1,60})_{cs}^4}$$

dove  $(N_{1,60})_{cs}$  viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(4.1) (N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove  $N_{1,60}$  è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice  $N_m$  (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 kPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:



$$(4.2a) N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$(4.2b) C_N = \left( \frac{100}{\sigma_{vm}} \right)^{0.5}$$

$$(4.2c) C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al (rapporto dell'energia misurata rispetto al valore teorico) x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato (Tabella 4).

Tabella 4

Attrezzatura	$C_E$
Safety Hammer	0,7 - 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 - 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 - 1,4
Automatic-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 - 1,4

I parametri a e b, invece, dipendono dalla frazione fine FC:

a = 0	per FC ≤ 5%
a = exp[1,76 · (-190 / FC <sup>2</sup> )]	per 5% < FC ≤ 35%
a = 5	per FC > 35%
b = 1,0	per FC ≤ 5%
b = [0,99 + (FC <sup>1,5</sup> / 1000)]	per 5% < FC ≤ 35%
b = 1,2	per FC > 35%

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati  $q_c$  devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 kPa e vanno calcolati mediante la (3.0). Per poter tenere conto della eventuale presenza di fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$(4.3) \frac{(q_{c,the})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

come proposto dall'EC8, derivato  $(N_{1,60})_{cs}$  dalla (4.2a), si utilizza la (4.0) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche di rifrazione, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la (3.7) e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe (3.8).

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTE 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillose.

La normativa esclude il pericolo di liquefazione se il terreno saturo si trova ad una profondità superiore a 15 m o se  $w_L < 0,35g$  e, contemporaneamente, si verifica una delle seguenti condizioni:

- 17) contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10;
- 18) contenuto di limo superiore al 35% e resistenza  $N_{1,60} > 20$ ;
- 19) frazione fine trascurabile e resistenza  $N_{1,60} > 25$ .

Come la normativa europea, quella italiana ritiene che la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$(4.4) CSR = 0,65 \cdot S \cdot \frac{\sigma_{vm}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vm}}{\sigma_{vm}} \cdot \frac{r_d}{MSF} \cdot \frac{1}{K_{\sigma}}$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabella 5

Categoria suolo	S
A	1,00
B, C, E	1,25
D	1,35

Il coefficiente riduttivo  $r_d$  viene valutato secondo quanto proposto da Idriss (1999):

$$(4.5a) r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z)M]$$

$$\alpha(z) = 0,012 - 0,006 \exp\left[\left(\frac{z}{11,73}\right) - 0,433\right]$$

$$(4.5c) \beta(z) = 0,106 + 0,118 \exp\left[\left(\frac{z}{11,20}\right) + 0,142\right]$$

Il fattore di correzione della magnitudo MSF utilizzato dal programma è quello raccomandato dal NCEER (Tabella 1).  $K_0$  è un fattore di correzione della tensione litostatica compreso fra 1 e 1,5 (Olves, 1984):

$$K_0 = 1 \quad \text{per } s'_{vd} < 100$$

$$K_0 = (s'_{vd}/100)^f - 1 \quad \text{per } s'_{vd} \geq 100$$

dove f è un parametro funzione di  $(N_{1,60})$  e  $s'_{vd}$ .

La resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$(4.6) CRFR = \frac{1}{[2d - (N_{1,60})_{cs}]^{1,25}} + \frac{50}{[10 (N_{1,60})_{cs} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

dove  $(N_{1,60})_{cs}$  viene calcolato mediante la (4.1), nella quale però  $N_{1,60}$  è valutato nel seguente modo:

$$(4.7) N_{1,60} = C_{M1} C_L C_N C_D C_B N_m$$

dove  $C_M$  e  $C_L$  sono calcolati mediante la (4.2b) e la (4.2c).

$C_R$  è un fattore di correzione per la lunghezza L delle aste della prova pari a:

Tabella 6

L	$C_R$
$\leq 3$	0,75
$3 < L \leq 4$	0,80
$4 < L \leq 6$	0,85
$6 < L \leq 10$	0,95
$> 10$	1,00

$C_S$  è un fattore di correzione per il tipo di campionario:

per campionatori di tipo standard  $C_S$  è sempre uguale a 1,0  
per campionatori di tipo non-standard  $C_S$  è compreso fra 1,1 e 1,3

$C_D$  è un fattore di correzione per il diametro del foro di sondaggio ed è pari a:

Tabella 7

Diametro foro	$C_D$
65 - 115 mm	1,00
115 - 150 mm	1,05
150 - 200 mm	1,15

Secondo le normative europea e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati e quindi deve essere  $F_L \leq 1,25$ .

La probabilità di liquefazione  $F_L$ , invece, è data dall'espressione di Jeung et al. (2001):

$$(4.8) F_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_{80}}{0,72}\right)^{3,1}}$$

## CPT 7365

### 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

#### Dati generali

Numero di strati = 7

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,377

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nipt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0,2	0,8	16,2	18,1			705,6	29,4	
2		0,8	2,2	15,7	17,6			1489,7	107,8	
3		2,2	3,2	15,7	17,6			872,3	431,2	
4		3,2	5,8	14,7	15,7			456,8	19,6	
5		5,8	8,0	15,7	17,6			1479,9	39,2	
6		8,0	9,2	17,6	19,6			5272,7	107,8	
7		9,2	12,0	15,7	17,6			19,6	29,4	

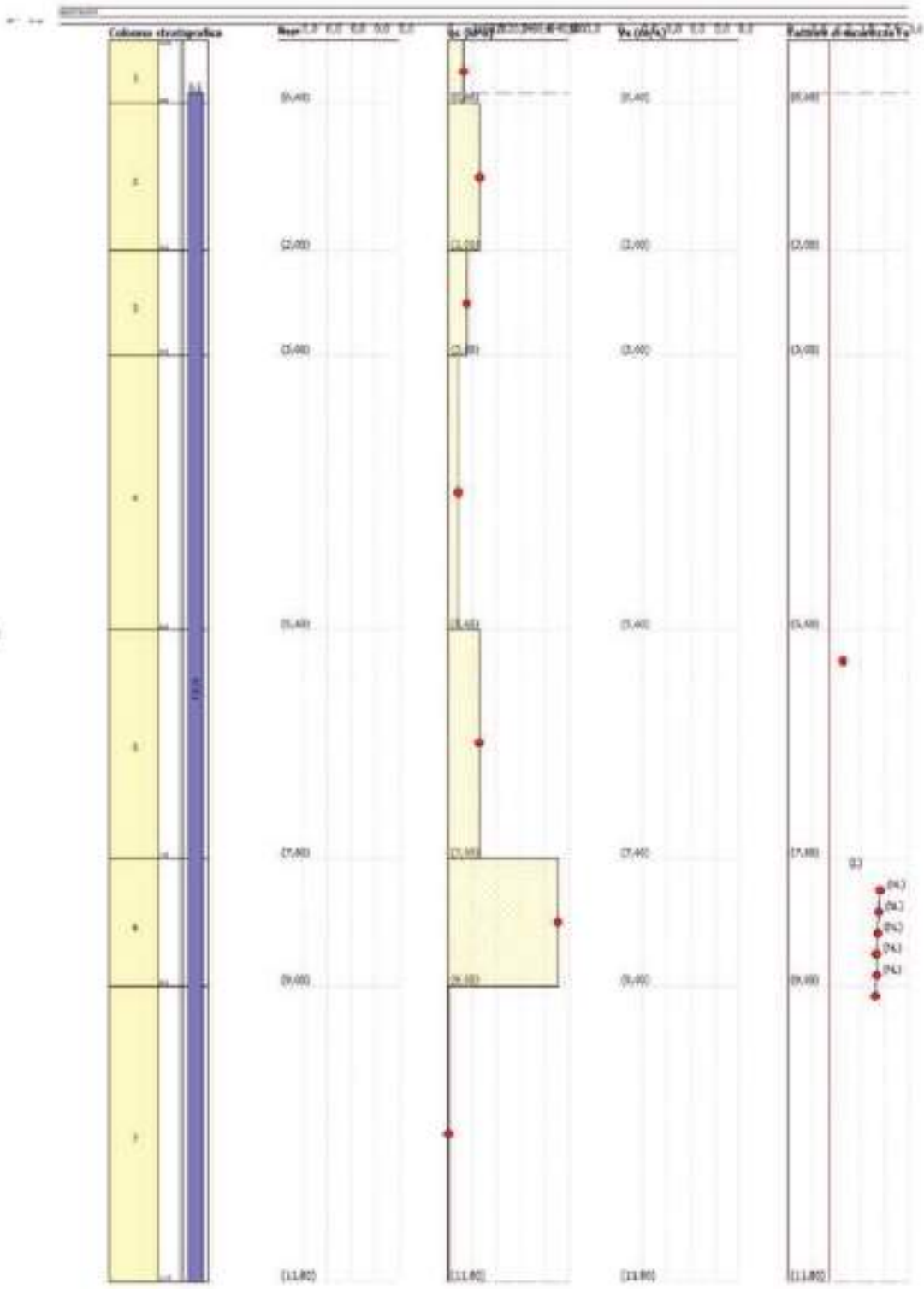
Metodo di Robertson e Wride (1997)

#### Risultati

Correzione per la magnitudo [MSF] = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. (testat. totale) (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (%)	Indice di comport. Ic	Corr. press. loessat. efficace Cq	Resist. al a punta corretta qc1N (KPa)	Coef. ridattivo (rd)	Resist. alla liquef. (CRR)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquef.	Indice di liquef.	Rischio di liquef.
1	0,70	11,67	9,71										NL	0	Molto basso
2	0,90	15,19	11,27										NL	0	Molto basso
3	1,10	18,71	12,83										NL	0	Molto basso
4	1,30	22,23	14,38										NL	0	Molto basso
5	1,50	25,75	15,94										NL	0	Molto basso
6	1,70	29,27	17,50										NL	0	Molto basso
7	1,90	32,79	19,06										NL	0	Molto basso
8	2,10	36,31	20,62										NL	0	Molto basso
9	2,30	39,83	22,18										NL	0	Molto basso
10	2,50	43,35	23,74										NL	0	Molto basso
11	2,70	46,87	25,30										NL	0	Molto basso
12	2,90	50,39	26,86										NL	0	Molto basso
13	3,10	53,91	28,42										NL	0	Molto basso
14	3,30	57,43	29,98										NL	0	Molto basso
15	3,50	60,95	31,54										NL	0	Molto basso
16	3,70	64,47	33,10										NL	0	Molto basso





11

## parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [kg/cmq]	Ps [kg/cmq]	Qc/Ps	Qc [kgf]	Gamma [kg/dmc]	Sigma 170 [kg/cmq]	Pl [gradi]	Dg [%]	c <sub>v</sub> [kg/cmq]	n <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna Stratig.
0.2					1,80	,94	-	-	-	-	
0.4					1,80	,97	-	-	-	-	
0.6	5,1	,2	26	110	1,66	,11	-	-	,20	38,1	A
0.8	9,3	,4	23	240	1,87	,14	-	-	,37	24,4	A
1.0	17,1	,5	32	460	1,69	,18	-	-	,68	17,0	L
1.2	15,3	1,2	13	620	1,58	,21	-	-	,40	24,2	T
1.4	16,3	1,3	12	760	1,59	,24	-	-	,64	22,7	T
1.6	15,3	1,3	12	780	1,58	,25	-	-	,60	24,2	T
1.8	14,4	1,1	13	980	1,57	,26	-	-	,57	25,7	T
2.0	15,4	1,1	14	1130	1,58	,27	-	-	,61	24,1	T
2.2	12,4	1,1	12	1220	1,55	,29	-	-	,48	29,9	T
2.4	10,4	,7	14	1270	1,53	,30	-	-	,40	35,6	T
2.6	7,4	,5	14	1400	1,50	,31	-	-	,28	44,5	T
2.8	11,5	,3	35	1510	1,66	,32	-	-	,45	20,3	L
3.0	8,5	,4	21	1520	1,83	,34	-	-	,33	25,9	A
3.2	6,5	,3	20	1580	1,73	,35	-	-	,25	31,4	A
3.4	5,5	,3	17	1610	1,49	,36	-	-	,21	55,3	T
3.6	5,5	,3	17	1600	1,49	,37	-	-	,21	55,3	T
3.8	4,6	,3	17	1610	1,48	,38	-	-	,17	63,9	T
4.0	3,6	,2	18	1590	1,47	,39	-	-	,13	78,6	T
4.2	3,6	,2	18	1500	1,47	,40	-	-	,13	78,6	T
4.4	3,6	,2	18	1500	1,47	,41	-	-	,13	78,6	T
4.6	3,6	,3	14	1470	1,47	,42	-	-	,13	78,6	T
4.8	4,7	,1	35	1460	1,64	,43	-	-	,17	40,8	AL
5.0	4,7	,1	35	1460	1,64	,44	-	-	,17	40,8	AL
5.2	4,7	,2	24	1480	1,64	,45	-	-	,17	40,8	A
5.4	5,7	,1	43	1440	1,63	,47	-	-	,21	34,1	L
5.6	3,7	,2	19	1490	1,47	,48	-	-	,13	76,8	T
5.8	5,9	,5	13	1550	1,49	,49	-	-	,22	52,4	T
6.0	9,9	,2	50	1500	1,65	,50	28	4	-	16,7	SS
6.2	4,9	,5	11	1640	1,48	,51	-	-	,18	60,7	T
6.4	15,9	,4	40	1560	1,68	,52	-	-	,62	17,4	L
6.6	4,9	,5	11	1800	1,48	,53	-	-	,17	60,7	T
6.8	28	,1	210	1800	1,94	,55	33	38	-	11,9	SMA
7.0	15	,5	28	1790	1,91	,57	-	-	,58	19,7	AL
7.2	10	,4	25	1670	1,90	,59	-	-	,38	23,4	A
7.4	16	,7	24	1750	1,91	,61	-	-	,62	19,5	A
7.6	11	,2	55	1870	1,66	,62	28	3	-	16,7	SS
7.8	22,2	,7	31	1810	1,71	,63	-	-	,86	15,0	L
8.0	21,2	,2	106	1970	1,71	,65	11	25	-	15,7	SS
8.2	48,2	,3	145	2180	2,04	,67	35	53	-	6,9	SMA
8.4	44,2	1,1	39	2640	1,82	,68	30	-	-	7,5	SL
8.6	52,2	1,3	39	2760	1,86	,70	31	-	-	6,4	SL
8.8	67,1	1,7	40	2770	1,94	,72	32	-	-	5,8	SL
9.0	42,1	1,4	30	2810	1,81	,74	30	-	-	7,9	SL
9.2	68,3	1	68	2460	1,94	,76	37	62	-	4,9	SMA
9.4	8,3	,5	16	2080	1,51	,77	-	-	,30	41,2	T
9.6	5,3	,5	11	1950	1,48	,78	-	-	,18	57,0	T
9.8	6,4	,2	32	1950	1,72	,79	-	-	,22	31,8	AL
10.0	6,4	,2	32	1940	1,72	,80	-	-	,22	31,8	AL

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Ps [Kg/cmq]	Qc/Ps	Qt [Kgf]	Gamma [Kg/dmc]	Sigma <sub>1yo</sub> [Kg/cmq]	Pi [gradi]	Dp [%]	c <sub>u</sub> [Kg/cmq]	w <sub>v</sub> [cmq/c]	Colonna Stratig.
10.2	5,4	,2	32	1920	1,72	,81	-	-	,22	31,8	M
10.4	5,4	,3	20	1950	1,67	,81	-	-	,18	36,3	A
10.6	5,4	,3	20	2060	1,67	,84	-	-	,18	36,3	A
10.8	5,6	,3	21	2070	1,68	,85	-	-	,19	35,3	A
11.0	6,6	,3	25	2100	1,73	,87	-	-	,23	31,0	A
11.2	6,6	,3	25	2110	1,73	,88	-	-	,23	31,0	A
11.4	6,6	,3	25	2090	1,73	,90	-	-	,23	31,0	A
11.6	6,6	,3	20	2100	1,73	,91	-	-	,23	31,0	A
11.8	6,7	,3	25	2110	1,74	,93	-	-	,23	30,7	A
12.0	6,7	,3	25	2120	1,74	,94	-	-	,23	30,7	A

# CPT 7630

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 7

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,178

Strato Nc.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nc colpi medio (Nspl)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vv (m/s)
1		0,4	1,8	16,7	18,6			1254,5	58,8	
2		1,8	3,4	15,7	17,6			1687,7	29,40	
3		3,4	3,8	13,7	15,7			450,8	29,4	
4		3,8	4,6	15,7	17,6			3136,2	39,2	
5		4,6	5,8	16,7	18,6			3430,2	107,8	
6		5,8	7,6	16,7	18,6			2665,8	49	
7		7,6	9,6	14,7	16,7			441,0	19,6	

### Metodo di Robertson e Wride (1997)

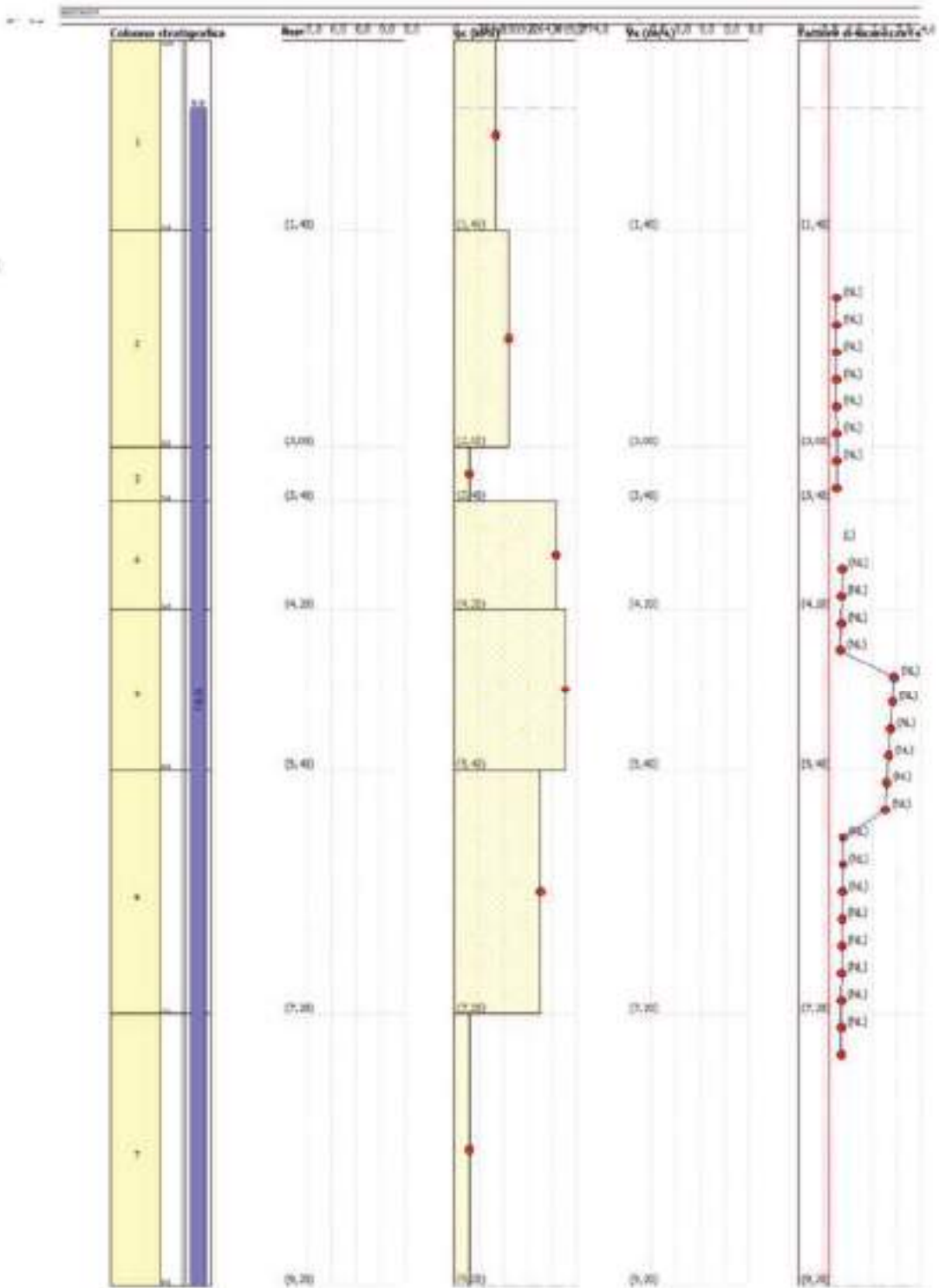
#### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof dal p.c. (m)	Press. litost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. q	Attrito laterale normal. F (kN)	Indice di compatt. Ic	Corret. press. litost. efficace Cc	Resist. alla punta corr. qc1N (KPa)	Coeff. riduttivo (rd)	Resist. alla Squel (CRS)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coeff. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquef. d	Indice di liquef. il	Rischio di liquef.
1	0,70	12,07	10,11										NL	0	Molto basso
2	0,80	15,79	11,87										NL	0	Molto basso
3	1,30	19,51	13,63										NL	0	Molto basso
4	1,30	23,23	15,38										NL	0	Molto basso
5	1,50	26,85	17,04										NL	0	Molto basso
6	1,70	30,37	18,60										NL	0	Molto basso
7	1,90	33,89	20,16	31,59	1,78	2,40	1,70	66,13	0,99	0,11	0,09	1,23	NL	0	Molto basso
8	2,30	37,41	21,72	36,21	1,78	2,41	1,70	67,72	0,98	0,11	0,09	1,23	NL	0	Molto basso
9	2,30	40,93	23,28	34,58	1,79	2,42	1,70	69,26	0,98	0,11	0,09	1,23	NL	0	Molto basso
10	2,50	44,45	24,84	31,86	1,79	2,44	1,70	70,71	0,98	0,11	0,09	1,23	NL	0	Molto basso
11	2,70	47,97	26,40	31,85	1,79	2,45	1,70	72,16	0,98	0,11	0,09	1,23	NL	0	Molto basso
12	2,80	51,49	27,95	31,92	1,80	2,46	1,70	73,61	0,98	0,12	0,09	1,24	NL	0	Molto basso
13	3,10	54,82	29,52	31,17	1,80	2,47	1,70	74,70	0,98	0,12	0,10	1,24	NL	0	Molto basso
14	3,30	57,96	30,50	30,56	1,80	2,47	1,70	75,71	0,97	0,12	0,10	1,24	NL	0	Molto basso
15	3,50	61,29	31,87	31,22	1,55	3,17							NL		
16	3,70	64,61	33,43	31,55	1,62	3,20							NL		



17	3,90	68,53	54,99	51,02	1,28	1,19	1,69	87,56	0,97	0,14	0,10	1,43	NL	0	Molto basso
18	4,30	71,85	56,55	51,88	1,28	1,20	1,65	86,28	0,97	0,14	0,10	1,40	NL	0	Molto basso
19	4,30	75,47	58,20	50,76	1,28	1,21	1,62	85,71	0,97	0,14	0,10	1,38	NL	0	Molto basso
20	4,50	79,19	59,96	49,61	1,28	1,22	1,58	84,62	0,97	0,14	0,10	1,36	NL	0	Molto basso
21	4,70	82,91	41,72	51,11	1,22	1,46	1,55	135,80	0,96	0,31	0,10	1,32	NL	0	Molto basso
22	4,80	86,63	43,48	52,02	1,22	1,46	1,52	134,80	0,96	0,31	0,10	1,31	NL	0	Molto basso
23	5,10	90,35	45,24	52,00	1,23	1,47	1,49	133,70	0,96	0,30	0,10	1,31	NL	0	Molto basso
24	5,30	94,07	47,00	50,03	1,23	1,48	1,46	132,50	0,96	0,30	0,10	1,30	NL	0	Molto basso
25	5,50	97,79	48,76	48,32	1,23	1,48	1,43	131,32	0,96	0,29	0,10	1,29	NL	0	Molto basso
26	5,70	101,51	50,52	46,26	1,24	1,49	1,41	130,77	0,96	0,29	0,10	1,28	NL	0	Molto basso
27	5,90	105,23	52,27	46,87	1,01	1,42	1,38	88,85	0,95	0,15	0,10	1,44	NL	0	Molto basso
28	6,30	108,95	54,03	46,27	1,92	1,43	1,36	88,51	0,95	0,14	0,10	1,44	NL	0	Molto basso
29	6,30	112,67	55,79	45,69	1,92	1,44	1,34	88,15	0,95	0,14	0,10	1,43	NL	0	Molto basso
30	6,50	116,39	57,55	45,14	1,92	1,44	1,32	87,71	0,95	0,14	0,10	1,42	NL	0	Molto basso
31	6,70	120,11	59,31	44,61	1,92	1,45	1,30	87,26	0,95	0,14	0,10	1,41	NL	0	Molto basso
32	6,90	123,83	61,07	44,11	1,93	1,45	1,28	86,78	0,95	0,14	0,10	1,40	NL	0	Molto basso
33	7,10	127,55	62,83	43,63	1,93	1,46	1,26	86,20	0,95	0,14	0,10	1,39	NL	0	Molto basso
34	7,30	131,08	64,39	43,22	1,93	1,46	1,25	86,23	0,94	0,14	0,10	1,39	NL	0	Molto basso
35	7,50	134,42	65,77	42,87	1,94	1,47	1,23	85,47	0,94	0,14	0,10	1,37	NL	0	Molto basso
36	7,70	137,76	67,15										NL	0	Molto basso
37	7,90	141,10	68,53										NL	0	Molto basso
38	8,10	144,44	69,91										NL	0	Molto basso
39	8,30	147,78	71,29										NL	0	Molto basso
40	8,50	151,12	72,67										NL	0	Molto basso
41	8,70	154,46	74,05										NL	0	Molto basso
42	8,90	157,80	75,42										NL	0	Molto basso
43	9,10	161,14	76,80										NL	0	Molto basso
44	9,30	0,00	0,00										NL	0	Molto basso
45	9,50	0,00	0,00										NL	0	Molto basso



Prof. (metr)	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vm}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [grad]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq%			
0.2					1.60	0.04	-	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.60	0.07	-	-	-	-	-	non ril.	
0.6	12.1	0.6	20		1.60	0.11	-	-	0.48	21.1	#####	s	
0.8	12.3	1.3	10		1.55	0.14	-	-	0.48	30.2	#####	act	
1	15.3	0.7	23		1.91	0.18	-	-	0.60	19.6	#####	s	
1.2	11.3	0.6	19		1.90	0.22	-	-	0.44	21.9	#####	s	
1.4	12.3	0.3	37		1.86	0.25	-	-	0.48	19.6	#####	l	
1.6	12.3	0.5	23		1.91	0.27	-	-	0.48	21.0	#####	s	
1.8	13.4	0.3	40		1.67	0.28	-	-	0.52	18.7	#####	l	
2	22.4	0.5	48		1.71	0.30	27	-	-	14.9	#####	al	
2.2	14.4	0.4	36		1.67	0.31	-	-	0.56	18.1	#####	l	
2.4	13.4	0.2	67		1.67	0.32	32	25	-	1.2	#####	as	
2.6	21.4	0.4	53		1.71	0.34	36	40	-	16.6	#####	as	
2.8	13.5	0.3	61		1.67	0.35	32	23	-	1.2	#####	as	
3	9.5	0.2	48		1.65	0.36	-	-	0.37	23.0	#####	l	
3.2	27.5	0.1	206		1.74	0.38	35	46	-	12.1	#####	as	
3.4	14.5	0.5	31		1.91	0.40	-	-	0.56	19.8	#####	al	
3.6	5.5	0.3	17		1.49	0.41	-	-	0.20	55.2	#####	act	
3.8	3.7	0.3	11		1.47	0.42	-	-	0.13	77.7	#####	act	
4	27.7	0.1	415		1.74	0.43	35	43	-	12.1	#####	as	
4.2	18.7	0.5	40		1.69	0.44	-	-	0.73	16.7	#####	l	
4.4	36.7	0.5	69		1.78	0.46	36	51	-	9.1	#####	as	
4.6	44.7	0.7	61		1.82	0.48	37	57	-	7.5	#####	as	
4.8	42.8	1.9	23		1.87	0.50	-	-	1.69	9.4	#####	al	
5	51.8	1.1	46		1.86	0.51	31	-	-	6.4	#####	al	
5.2	36.8	1.2	31		1.78	0.53	30	-	-	9.1	#####	al	
5.4	34.8	0.9	37		1.77	0.54	29	-	-	9.6	#####	al	
5.6	33.8	0.8	42		1.77	0.56	29	-	-	9.9	#####	al	
5.8	9.9	0.8	12		1.53	0.57	-	-	0.37	37.2	#####	act	
6	36.9	0.7	55		1.78	0.59	35	46	-	9.0	#####	as	
6.2	25.9	0.3	97		1.73	0.60	32	34	-	12.9	#####	as	
6.4	7.0	0.7	12		1.61	0.61	-	-	0.29	42.5	#####	act	
6.6	24.9	0.3	93		1.72	0.63	32	31	-	13.4	#####	as	
6.8	13.0	0.2	65		1.67	0.64	28	8	-	1.3	#####	as	
7	30.0	0.3	113		1.75	0.65	33	37	-	11.1	#####	as	
7.2	35.0	0.5	68		1.78	0.67	33	41	-	9.5	#####	as	
7.4	30.0	0.3	113		1.75	0.68	32	36	-	11.1	#####	as	
7.6	41.0	1.1	36		1.81	0.70	30	-	-	8.1	#####	al	
7.8	13.2	0.3	40		1.67	0.71	-	-	0.50	18.9	#####	l	
8	5.2	0.7	7		1.46	0.72	-	-	0.18	58.1	#####	act	
8.2	5.2	0.1	39		1.63	0.74	-	-	0.18	37.0	#####	l	
8.4	4.2	0.1	31		1.61	0.75	-	-	0.14	45.1	#####	al	
8.6	4.2	0.1	31		1.61	0.76	-	-	0.14	45.1	#####	al	
8.8	4.3	0.1	32		1.62	0.77	-	-	0.14	44.0	#####	al	
9	4.3	0.1	32		1.62	0.78	-	-	0.14	44.0	#####	al	
9.2	4.3	0.2	22		1.62	0.80	-	-	0.14	44.0	#####	s	
9.4	4.3	0.2	22		1.62	0.81	-	-	0.14	44.0	#####	s	
9.6	5.3	0.2	27		1.67	0.82	-	-	0.18	36.9	#####	s	
9.8													
10													

# CPT 1637

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 5

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5.5

Accelerazione massima al suolo = 0,178

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	DSO dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0.0	1.6	16.6	17.6			196	12.7	
2		1.6	4.4	17.1	18.1			648.8	17.6	
3		4.4	7.0	17.1	18.1			803.6	22.5	
4		7.0	7.6	17.5	18.4			2420.8	23.5	
5		7.6	10.4	17.6	18.6			764.4	34.3	

### Metodo di Robertson e Wride (1997)

#### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. del p. c. (m)	Press. litost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. Q (N)	Attrito laterale normal. F (N)	Indice di compot. Ic	Corr. Press. Litostat. efficace Cq	Resist. alla punta coerent. qc1H (KPa)	Coeff. riduttivo (rd)	Resist. alla Squel. (CRR)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coeff. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquef.	Indice di liquef.	Rischio di liquef.
1	0,70	11,82	9,88	18,68	6,90	1,01							NL		
2	0,90	15,34	11,42	15,82	7,04	1,07							NL		
3	1,70	18,86	12,98	11,65	7,17	1,12							NL		
4	1,30	22,38	14,53	11,95	7,31	1,17							NL		
5	1,50	25,90	16,09	10,57	7,47	1,22							NL		
6	1,70	29,47	17,70	11,78	7,64	1,28	1,70	42,54	0,99	0,09	0,09	0,99	I	0,16	Basso
7	1,70	33,09	19,34	12,23	7,86	1,70	1,70	46,49	0,99	0,09	0,09	0,99	I	0,16	Basso
8	2,30	36,71	21,02	15,12	7,88	1,62							NL		
9	2,30	40,33	22,68	16,83	7,89	1,64							NL		
10	2,50	43,95	24,34	17,85	7,91	1,67							NL		
11	2,70	47,57	26,00	19,12	7,93	1,70							NL		
12	2,90	51,19	27,65	21,61	7,95	1,72							NL		
13	3,30	54,81	29,31	23,27	7,96	1,75							NL		
14	3,30	58,43	30,97	25,06	7,98	1,77							NL		
15	3,50	62,05	32,63	27,98	7,99	1,79							NL		
16	3,70	65,67	34,29	31,01	7,99	1,81							NL		
17	3,80	69,29	35,95	34,32	7,99	1,83							NL		
18	4,30	72,91	37,61	38,31	7,99	1,85							NL		
19	4,30	76,53	39,26	42,58	7,99	1,87							NL		
20	4,50	80,15	40,92	47,68	7,99	1,88							NL		



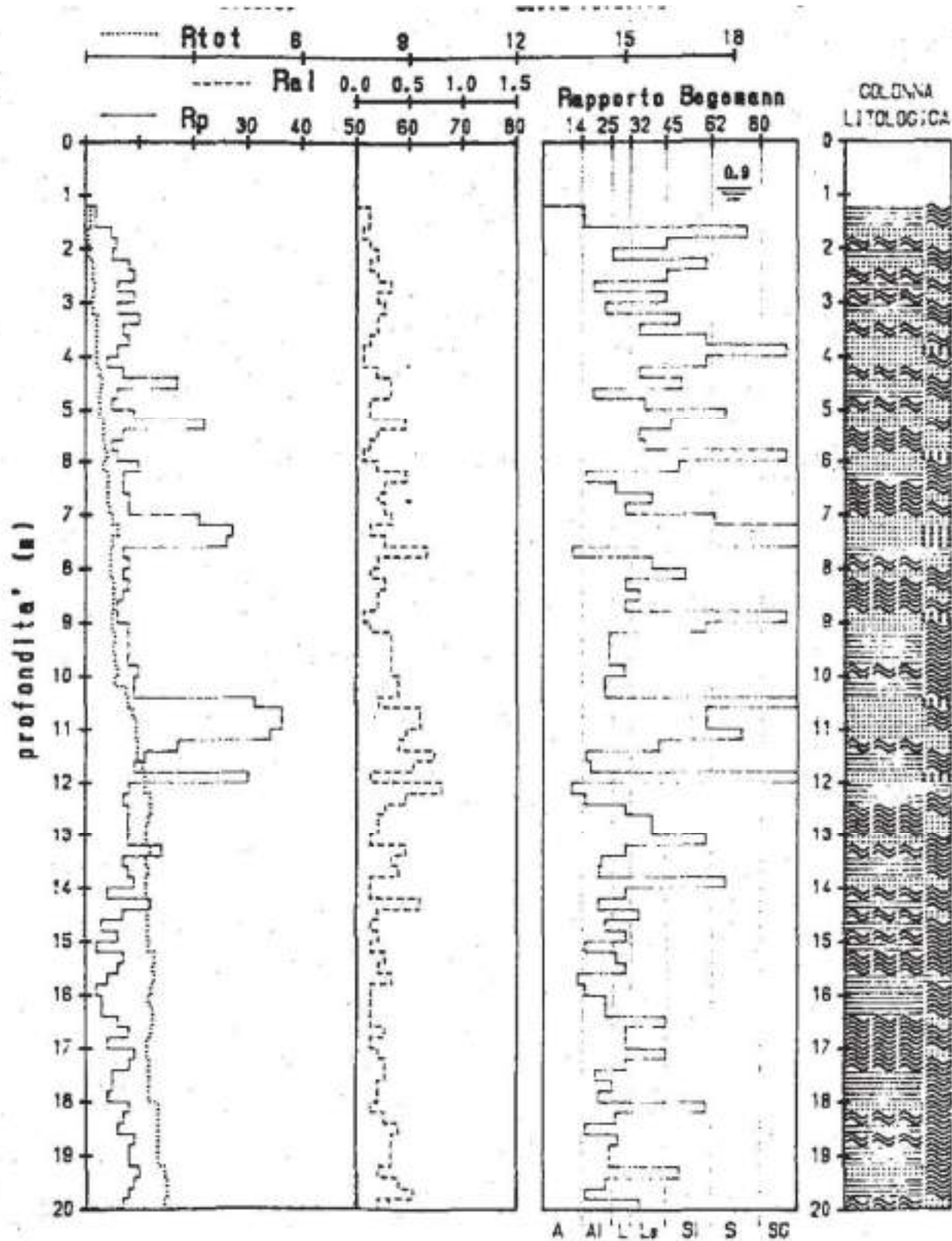


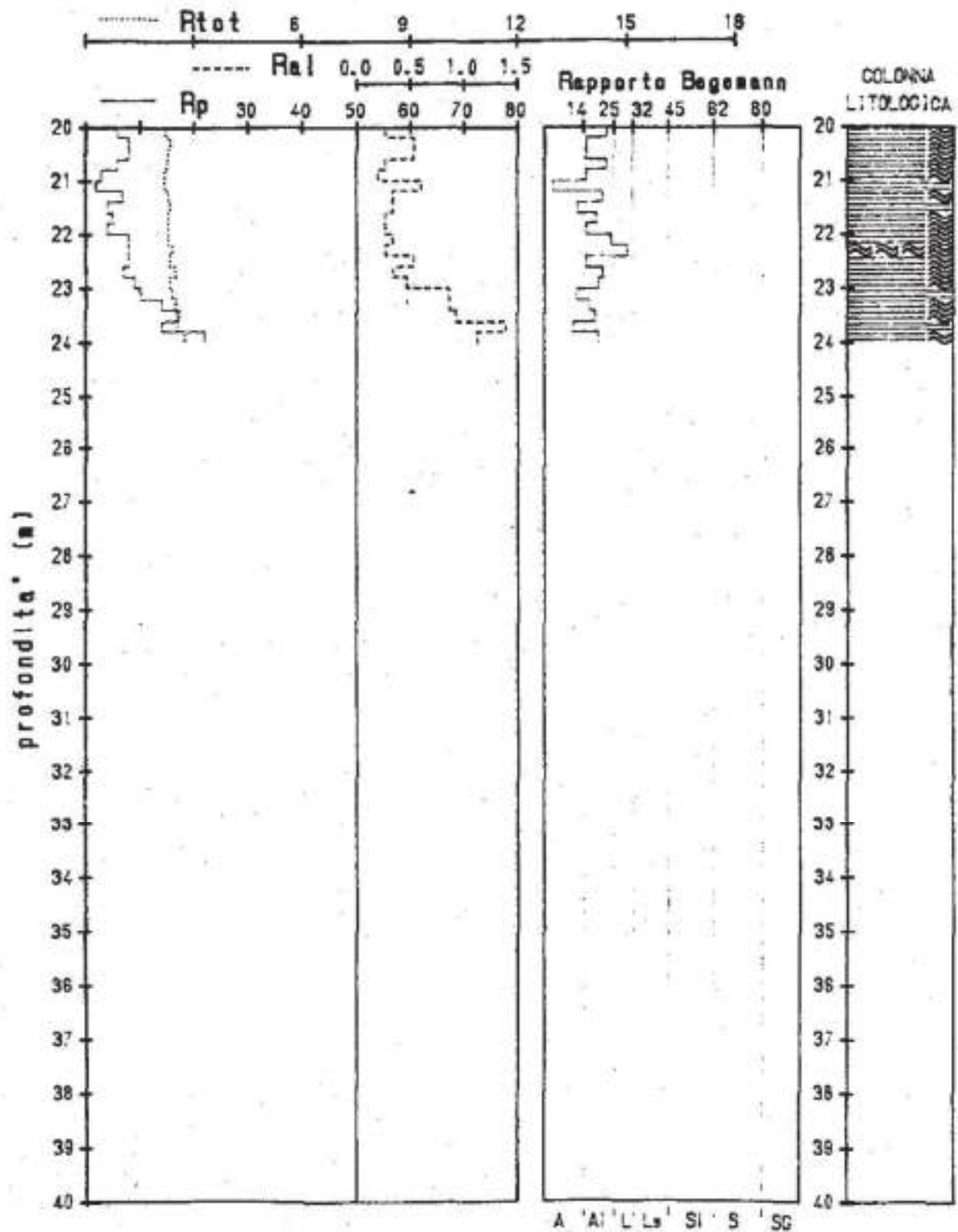
Prof.	Rpt	Rat	Rtot	Rp	Ral	Rp/Ral	Fr	Ø	Dr	Cu	mv
0.2											
0.4											
0.6											
0.8											
1.0											
1.2											
1.4	20	40	150	2	0.13	15	6.67	.	.	0.10	100.0
1.6	20	40	150	2	0.13	15	6.67	.	.	0.10	100.0
1.8	50	60	100	3	0.07	75	1.33	22	10	.	100.0
2.0	60	60	100	6	0.13	45	2.22	20	10	.	83.3
2.2	50	60	100	3	0.20	25	4.00	.	.	0.25	50.0
2.4	80	100	200	8	0.13	60	1.67	22	10	.	62.5
2.6	90	120	200	9	0.20	45	2.22	20	10	.	55.6
2.8	60	110	250	6	0.33	10	5.56	.	.	0.30	33.3
3.0	90	120	200	9	0.20	45	2.22	20	10	.	55.6
3.2	60	100	200	6	0.27	22	4.44	.	.	0.30	33.3
3.4	100	130	300	10	0.20	50	2.00	22	10	.	50.0
3.6	70	100	300	7	0.20	35	2.86	20	10	.	47.6
3.8	80	100	300	8	0.13	60	1.67	22	10	.	62.5
4.0	60	70	300	6	0.07	90	1.11	22	10	.	111.1
4.2	40	50	300	4	0.07	60	1.67	19	10	.	125.0
4.4	70	100	400	7	0.20	35	2.86	20	10	.	47.6
4.6	170	220	450	17	0.33	31	1.96	24	19	.	29.4
4.8	60	110	400	6	0.33	10	5.56	.	.	0.30	33.3
5.0	50	70	400	5	0.13	37	2.67	19	10	.	66.7
5.2	90	110	400	9	0.13	60	1.40	24	10	.	55.6
5.4	220	290	500	22	0.47	47	2.12	25	24	.	22.7
5.6	70	100	500	7	0.20	35	2.86	20	10	.	47.6
5.8	50	70	550	5	0.13	37	2.67	19	10	.	66.7
6.0	60	70	600	6	0.07	90	1.11	22	10	.	111.1
6.2	100	130	500	10	0.20	50	2.00	22	10	.	50.0
6.4	70	140	600	7	0.47	15	6.67	.	.	0.35	28.6
6.6	70	110	600	7	0.27	26	3.01	.	.	0.35	35.7
6.8	80	110	600	8	0.20	40	2.50	20	10	.	41.7
7.0	80	120	650	8	0.27	30	3.33	.	.	0.40	31.3
7.2	210	260	750	21	0.33	63	1.59	20	17	.	23.0
7.4	270	290	900	27	0.13	202	0.49	29	25	.	24.7
7.6	260	300	750	26	0.27	97	1.03	29	23	.	25.6
7.8	70	170	700	7	0.67	11	9.52	.	.	0.35	35.7
8.0	80	110	700	8	0.20	40	2.50	20	10	.	41.7
8.2	70	90	700	7	0.13	52	1.90	20	10	.	71.4
8.4	80	120	800	8	0.27	30	3.33	.	.	0.40	31.3
8.6	70	100	800	7	0.20	35	2.86	20	10	.	47.6
8.8	60	90	800	6	0.20	30	3.33	.	.	0.30	41.7
9.0	60	70	750	6	0.07	90	1.11	22	10	.	111.1
9.2	80	100	750	8	0.13	60	1.67	22	10	.	62.5
9.4	80	130	850	8	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
9.6	80	130	800	8	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
9.8	80	130	850	8	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
10.0	100	150	900	10	0.33	30	3.33	.	.	0.50	25.0

Prof	Rpt	Rat	Rtot	Rp	Ral	Rp/Ral	Fr	Ø	Dr	Cu	mv
10.2	90	150	850	9	0.40	23	4.44	.	.	0.45	22.2
10.4	90	150	1150	9	0.40	23	4.44	.	.	0.45	22.2
10.6	310	340	1200	31	0.20	155	0.65	30	22	.	21.5
10.8	360	450	1300	36	0.60	60	1.67	20	27	.	13.9
11.0	360	450	1400	36	0.60	60	1.67	20	26	.	13.9
11.2	340	410	1400	34	0.47	73	1.37	31	24	.	14.7
11.4	170	230	1450	17	0.40	43	2.35	23	18	.	19.6
11.6	110	220	1450	11	0.75	15	6.67	.	.	0.55	18.2
11.8	90	170	1600	9	0.53	17	5.93	.	.	0.45	22.2
12.0	300	320	1650	30	0.13	225	0.44	30	18	.	22.2
12.2	80	200	1650	8	0.08	10	10.00	.	.	0.40	31.3
12.4	70	140	1800	7	0.47	15	6.67	.	.	0.35	20.6
12.6	80	120	1800	8	0.27	30	3.33	.	.	0.40	31.3
12.8	80	110	1750	8	0.20	40	2.50	20	18	.	41.7
13.0	80	110	1700	8	0.20	40	2.50	20	18	.	41.7
13.2	80	100	1700	8	0.13	60	1.67	22	18	.	62.5
13.4	140	210	1800	14	0.47	30	3.33	.	.	0.70	17.9
13.6	70	120	1700	7	0.33	21	4.76	.	.	0.35	20.6
13.8	80	140	1750	8	0.40	20	5.00	.	.	0.40	25.0
14.0	90	110	1700	9	0.13	60	1.40	24	18	.	35.6
14.2	40	60	1700	4	0.13	30	3.33	.	.	0.20	62.5
14.4	120	210	1800	12	0.60	20	5.00	.	.	0.60	16.7
14.6	70	100	1750	7	0.20	35	2.06	20	10	.	47.6
14.8	30	50	1750	3	0.13	22	4.44	.	.	0.15	66.7
15.0	60	90	1750	6	0.20	30	3.33	.	.	0.30	41.7
15.2	20	40	1750	2	0.13	15	6.67	.	.	0.10	100.0
15.4	70	110	1900	7	0.27	26	3.01	.	.	0.35	35.7
15.6	60	90	1850	6	0.20	30	3.33	.	.	0.30	41.7
15.8	40	90	1900	4	0.33	12	8.33	.	.	0.20	62.5
16.0	20	40	1800	2	0.13	15	6.67	.	.	0.10	100.0
16.2	30	50	1750	3	0.13	22	4.44	.	.	0.15	66.7
16.4	30	50	1850	3	0.13	22	4.44	.	.	0.15	66.7
16.6	60	80	1850	6	0.13	45	2.22	20	10	.	93.3
16.8	80	120	1800	8	0.27	30	3.33	.	.	0.40	31.3
17.0	40	60	1700	4	0.13	30	3.33	.	.	0.20	62.5
17.2	90	120	1700	9	0.20	45	2.22	20	10	.	55.6
17.4	80	120	1750	8	0.27	30	3.33	.	.	0.40	31.3
17.6	50	90	1750	5	0.27	19	5.53	.	.	0.25	40.0
17.8	50	80	1750	5	0.20	25	4.00	.	.	0.25	50.0
18.0	40	70	1750	4	0.20	20	5.00	.	.	0.20	50.0
18.2	80	100	2000	8	0.13	60	1.67	22	10	.	62.5
18.4	70	110	2000	7	0.27	26	3.01	.	.	0.35	35.7
18.6	60	120	2000	6	0.40	15	6.67	.	.	0.30	33.3
18.8	90	140	2000	9	0.33	27	3.70	.	.	0.45	27.0
19.0	80	130	2000	8	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
19.2	80	130	2000	8	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
19.4	100	130	2200	10	0.20	50	2.00	22	10	.	50.0
19.6	90	150	2250	9	0.40	23	4.44	.	.	0.45	22.2
19.8	80	160	2250	8	0.53	15	6.67	.	.	0.40	25.0
20.0	70	100	2200	7	0.20	35	2.06	20	10	.	47.6



Prof	Rpt	Rat	Rtot	Rp	Ral	Rp/Ral	Fr	Ø	Dr	Cu	mv
20.2	60	100	2200	6	0.27	22	4.44	.	.	0.30	33.3
20.4	80	160	2350	8	0.53	15	6.67	.	.	0.40	25.0
20.6	80	160	2300	8	0.53	15	6.67	.	.	0.40	25.0
20.8	60	100	2250	6	0.27	22	4.44	.	.	0.30	33.3
21.0	30	60	2200	3	0.20	15	6.67	.	.	0.15	66.7
21.2	20	110	2200	2	0.60	3	30.00	.	.	0.10	125.0
21.4	70	120	2300	7	0.33	21	4.76	.	.	0.35	28.6
21.6	40	90	2350	4	0.33	12	8.33	.	.	0.20	62.5
21.8	50	90	2300	5	0.27	19	5.33	.	.	0.25	40.0
22.0	40	80	2300	4	0.27	15	6.67	.	.	0.20	50.0
22.2	80	130	2300	8	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
22.4	80	120	2400	8	0.27	30	3.33	.	.	0.40	31.3
22.6	80	160	2350	8	0.53	15	6.67	.	.	0.40	25.0
22.8	70	120	2500	7	0.33	21	4.76	.	.	0.35	28.6
23.0	90	160	2350	9	0.47	19	5.19	.	.	0.45	22.2
23.2	100	230	2400	10	0.87	12	8.67	.	.	0.50	25.0
23.4	140	270	2500	14	0.87	16	6.19	.	.	0.70	14.3
23.6	170	310	2600	17	0.93	18	5.49	.	.	0.65	11.8
23.8	140	350	2550	14	1.40	10	10.00	.	.	0.70	17.9
24.0	220	390	2750	22	1.13	19	5.15	.	.	1.10	9.1





# CPT 7618

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 6

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,178

Strato Nc.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nc. colpi medio (Nspt)	DSO dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0,4	1,8	15,8	18,6			1862,1	117,6	
2		1,8	3,6	16,7	19,6			980,1	49,0	
3		3,6	7,6	16,7	19,6			3038,2	68,6	
4		7,6	8,6	15,8	18,6			784,0	49,0	
5		8,6	9,2	16,7	19,6			4802,3	49,0	
6		9,2	10,0	15,8	18,6			686,04	49,0	

Metodo di Robertson e Wride (1997)

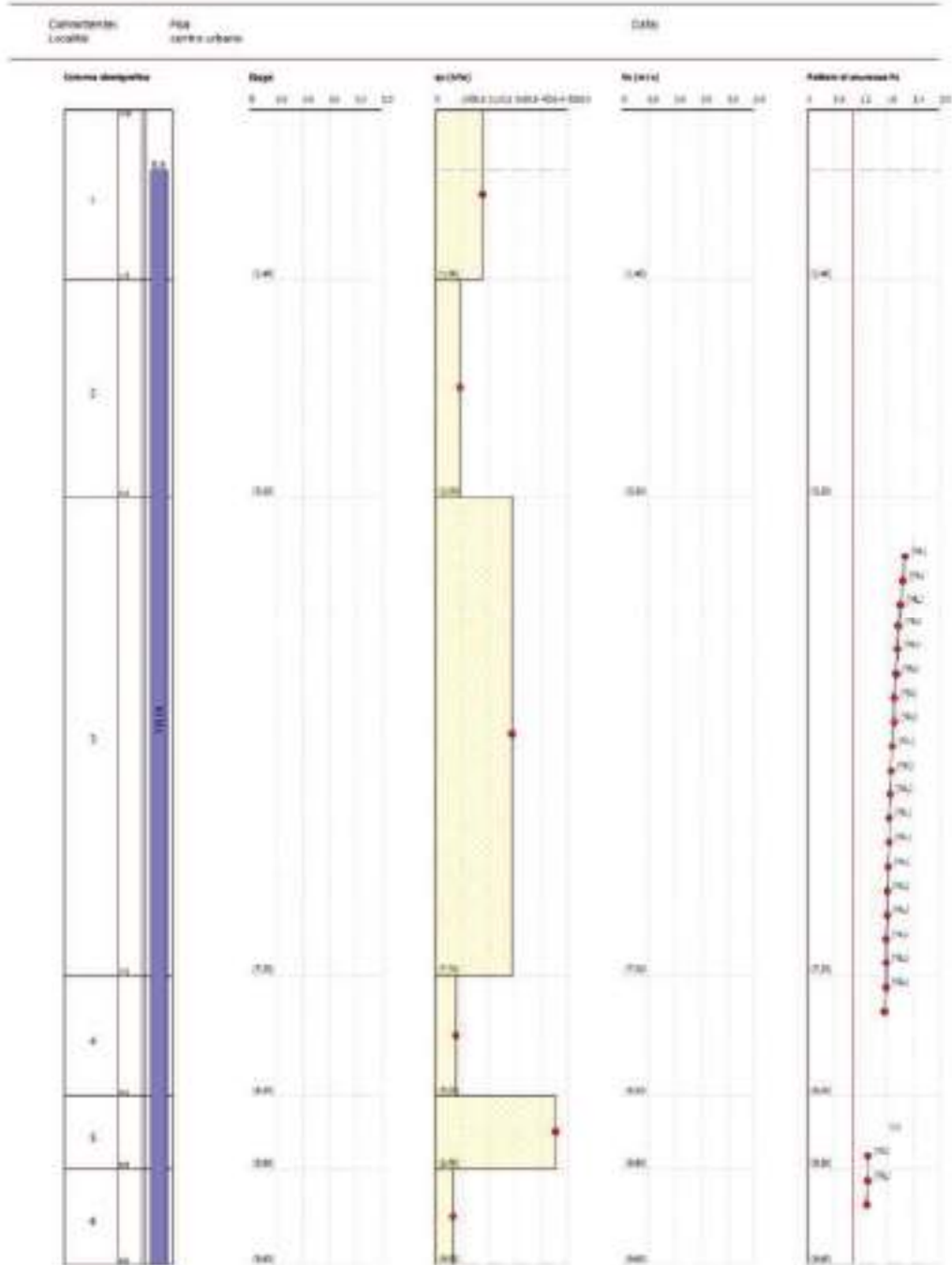
### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. del p.c. (m)	Press. litost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (K)	Indice di comport. Ic	Corr. press. litost. efficace Cq	Resist. alla punta riduttiva (KPa)	Coef. di riduttiva (rd)	Resist. all'azione a liquif. (CRF)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza (Fs)	Soccor. di liquif. d	Indice di liquif. di liquif.	Rischio di liquif.
1	0,70	11,62	9,66										NL	0	Molto basso
2	0,90	15,34	11,42										NL	0	Molto basso
3	1,10	19,06	13,18										NL	0	Molto basso
4	1,30	22,78	14,93										NL	0	Molto basso
5	1,50	26,60	16,79										NL	0	Molto basso
6	1,70	30,52	18,75										NL	0	Molto basso
7	1,90	34,44	20,71										NL	0	Molto basso
8	2,10	38,36	22,67										NL	0	Molto basso
9	2,30	42,28	24,63										NL	0	Molto basso
10	2,50	46,20	26,59										NL	0	Molto basso
11	2,70	50,12	28,55										NL	0	Molto basso
12	2,90	54,04	30,50										NL	0	Molto basso
13	3,10	57,96	32,46										NL	0	Molto basso
14	3,30	61,88	34,42										NL	0	Molto basso
15	3,50	65,80	36,38										NL	0	Molto basso

16	3,70	69,72	38,34	45,07	2,31	1,38	1,63	110,27	0,97	0,20	0,09	2,21	NL	0	Molto Basso
17	3,80	73,64	40,50	47,86	2,31	1,39	1,58	109,56	0,97	0,20	0,09	2,17	NL	0	Molto Basso
18	4,10	77,56	42,26	46,76	2,32	1,40	1,54	107,93	0,97	0,20	0,09	2,12	NL	0	Molto Basso
19	4,30	81,48	44,21	45,69	2,32	1,41	1,50	106,57	0,97	0,19	0,09	2,07	NL	0	Molto Basso
20	4,50	85,40	46,17	44,71	2,32	1,41	1,47	105,83	0,97	0,19	0,09	2,04	NL	0	Molto Basso
21	4,70	89,32	48,13	43,79	2,33	1,42	1,44	105,01	0,96	0,19	0,09	2,01	NL	0	Molto Basso
22	4,90	93,24	50,09	42,95	2,33	1,43	1,41	104,30	0,96	0,18	0,09	1,97	NL	0	Molto Basso
23	5,10	97,16	52,05	42,11	2,33	1,43	1,39	103,66	0,96	0,18	0,09	1,96	NL	0	Molto Basso
24	5,30	101,08	54,01	41,34	2,34	1,44	1,36	102,80	0,96	0,18	0,09	1,93	NL	0	Molto Basso
25	5,50	105,00	55,97	40,61	2,34	1,45	1,34	102,44	0,96	0,18	0,09	1,91	NL	0	Molto Basso
26	5,70	108,92	57,93	39,92	2,34	1,45	1,31	101,26	0,96	0,18	0,09	1,88	NL	0	Molto Basso
27	5,90	112,84	59,88	39,26	2,35	1,46	1,29	100,76	0,95	0,18	0,09	1,88	NL	0	Molto Basso
28	6,20	116,76	61,84	38,64	2,35	1,46	1,27	100,23	0,95	0,17	0,09	1,84	NL	0	Molto Basso
29	6,30	120,68	63,80	38,04	2,35	1,47	1,25	99,65	0,95	0,17	0,09	1,83	NL	0	Molto Basso
30	6,50	124,60	65,76	37,47	2,35	1,48	1,23	99,02	0,95	0,17	0,09	1,81	NL	0	Molto Basso
31	6,70	128,52	67,72	36,92	2,36	1,48	1,22	98,16	0,95	0,17	0,09	1,81	NL	0	Molto Basso
32	6,90	132,44	69,68	36,40	2,36	1,49	1,20	98,45	0,95	0,17	0,09	1,79	NL	0	Molto Basso
33	7,10	136,36	71,64	35,90	2,36	1,49	1,18	97,70	0,95	0,17	0,09	1,77	NL	0	Molto Basso
34	7,30	140,18	73,69	35,44	2,37	1,50	1,17	97,69	0,94	0,17	0,09	1,77	NL	0	Molto Basso
35	7,60	144,00	75,74	34,99	2,37	1,50	1,15	96,78	0,94	0,16	0,09	1,74	NL	0	Molto Basso
36	7,70	147,62	77,01	34,56	2,37	1,51							NL		
37	7,90	151,34	78,77	34,13	2,37	1,51							NL		
38	8,10	155,06	80,53	33,71	2,37	1,51							NL		
39	8,30	158,88	82,39	33,29	2,37	1,51							NL		
40	8,50	162,80	84,35	32,86	2,37	1,51							NL		
41	8,70	166,72	86,31	32,49	2,37	1,51	1,08	80,81	0,93	0,13	0,09	1,77	NL	0	Molto Basso
42	8,90	170,54	88,16	32,15	2,37	1,51	1,07	80,50	0,93	0,13	0,09	1,76	NL	0	Molto Basso
43	9,10	174,26	89,92	31,84	2,37	1,51	1,06	79,40	0,93	0,13	0,09	1,74	NL	0	Molto Basso
44	9,30	177,98	91,68	31,54	2,37	1,51							NL		
45	9,50	181,70	93,44	31,24	2,37	1,51							NL		
46	9,70	0,00	0,00	3,40	7,14	3,43							NL		
47	9,90	0,00	0,00	3,40	7,14	3,43							NL		

**Valutazione del rischio di inquinazione**  
Metodo di verifica: Robertson e Wilde  
Diagrammi: Dept - qc - Vs - Es



parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fa [Kg/cmq]	c/Fa	Qt [Kgf]	Gamma [Kg/dmc]	sigma IVO [Kg/cmq]	fi (gradi)	Dp [%]	Cu [Kg/cmq]	mu (cmq/t)	Colonna stratig.
0.2					1,80	,04	-	-	-	-	
0.4					1,80	,07	-	-	-	-	
0.6	36,1	1	36	1090	1,78	,11	29	-	-	9,2	SL
0.8	18,3	1,3	9	660	1,61	,14	-	-	,73	20,2	T
1.0	17,3	1,3	14	410	1,92	,18	-	-	,68	19,4	A
1.2	14,3	1,1	13	350	1,57	,21	-	-	,56	25,9	T
1.4	17,3	,6	29	400	1,92	,25	-	-	,68	19,4	AL
1.6	17,3	1,1	15	430	1,92	,25	-	-	,68	19,4	A
1.8	16,4	1,1	14	420	1,91	,32	-	-	,64	19,4	A
2.0	12,4	,6	21	440	1,91	,36	-	-	,48	20,9	A
2.2	11,4	,6	19	420	1,90	,40	-	-	,44	21,8	A
2.4	9,4	,4	24	400	1,87	,42	-	-	,36	24,1	A
2.6	9,4	,4	24	390	1,87	,44	-	-	,36	24,1	A
2.8	9,5	,5	20	410	1,88	,45	-	-	,36	24,1	A
3.0	9,5	,4	24	440	1,88	,47	-	-	,36	24,1	A
3.2	9,5	,5	18	500	1,88	,49	-	-	,36	24,1	A
3.4	10,5	,3	32	510	1,90	,51	-	-	,40	22,7	AL
3.6	8,5	,5	18	630	1,83	,52	-	-	,32	25,9	A
3.8	24,6	,5	53	800	1,72	,54	33	34	-	13,6	SS
4.0	40,6	,5	87	990	1,80	,55	36	51	-	8,2	SMA
4.2	51,6	,7	77	1010	1,86	,57	37	58	-	6,5	SMA
4.4	47,6	,4	119	1000	1,84	,59	36	55	-	7,0	SMA
4.6	32,6	,3	122	980	1,76	,60	34	41	-	10,2	SMA
4.8	27,7	,8	35	900	1,74	,62	28	-	-	12,0	SL
5.0	30,7	,3	115	850	1,75	,63	33	38	-	10,9	SMA
5.2	29,7	,5	64	990	1,75	,65	33	37	-	11,2	SMA
5.4	24,7	,5	46	1680	1,72	,66	-	-	,96	13,5	L
5.6	88,7	,9	102	1160	2,04	,68	38	73	-	3,8	SG
5.8	39,9	,8	50	1400	1,80	,70	34	45	-	8,4	SMA
6.0	37,9	,7	57	1610	1,79	,71	33	43	-	8,8	SMA
6.2	18,3	,4	47	1510	1,59	,73	-	-	,73	16,7	L
6.4	51,9	,9	68	1110	1,86	,75	35	53	-	6,4	SMA
6.6	22,9	1,3	17	1150	1,93	,76	-	-	,89	17,5	A
6.8	39	,7	53	1160	1,80	,78	33	42	-	8,5	SMA
7.0	36	,7	54	1310	1,78	,80	33	39	-	9,1	SMA
7.2	40	,7	55	1080	1,80	,81	33	42	-	8,3	SMA
7.4	15	1,2	13	1580	1,58	,82	-	-	,57	24,7	T
7.6	67	,7	91	1120	1,94	,84	36	59	-	5,0	SMA
7.8	12,2	1,4	9	1010	1,55	,85	-	-	,45	30,4	T
8.0	6,2	,6	10	720	1,49	,86	-	-	,21	50,5	T
8.2	5,2	,3	20	710	1,66	,88	-	-	,17	37,5	A
8.4	53,2	,1	399	760	1,87	,90	34	49	-	6,3	SMA
8.6	9,2	1	9	1210	1,52	,91	-	-	,33	38,8	T
8.8	47,3	,5	89	1160	1,84	,92	33	45	-	7,8	SMA
9.0	53,3	,7	80	1120	1,87	,94	34	48	-	6,3	SMA
9.2	48,3	,5	91	1180	1,84	,96	33	45	-	6,9	SMA
9.4	10,3	,9	11	990	1,53	,97	-	-	,37	36,8	T
9.6	6,3	,5	14	750	1,49	,98	-	-	,21	49,9	T
9.8	6,4	,3	24	770	1,72	,99	-	-	,22	11,8	A
10.0	6,4	,4	16	770	1,49	1,00	-	-	,22	49,3	T

# CPT 1847

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

Dati generali

Numero di strati = 8

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,1775

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nipt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0,4	1,0	15,7	17,6			450,8	12,7	
2		1,0	3,8	16,2	18,3			2044,3	58,8	
3		3,8	4,6	17,6	19,6			1519,1	78,4	
4		4,6	6,8	16,2	18,3			2881,4	68,6	
5		6,8	8,4	17,2	19,1			4596,5	78,4	
6		8,4	10,0	16,2	18,3			744,8	39,2	
7		10,0	11,2	17,2	19,1			1274,1	78,4	
8		11,2	15,0	17,2	19,1			803,7	39,2	



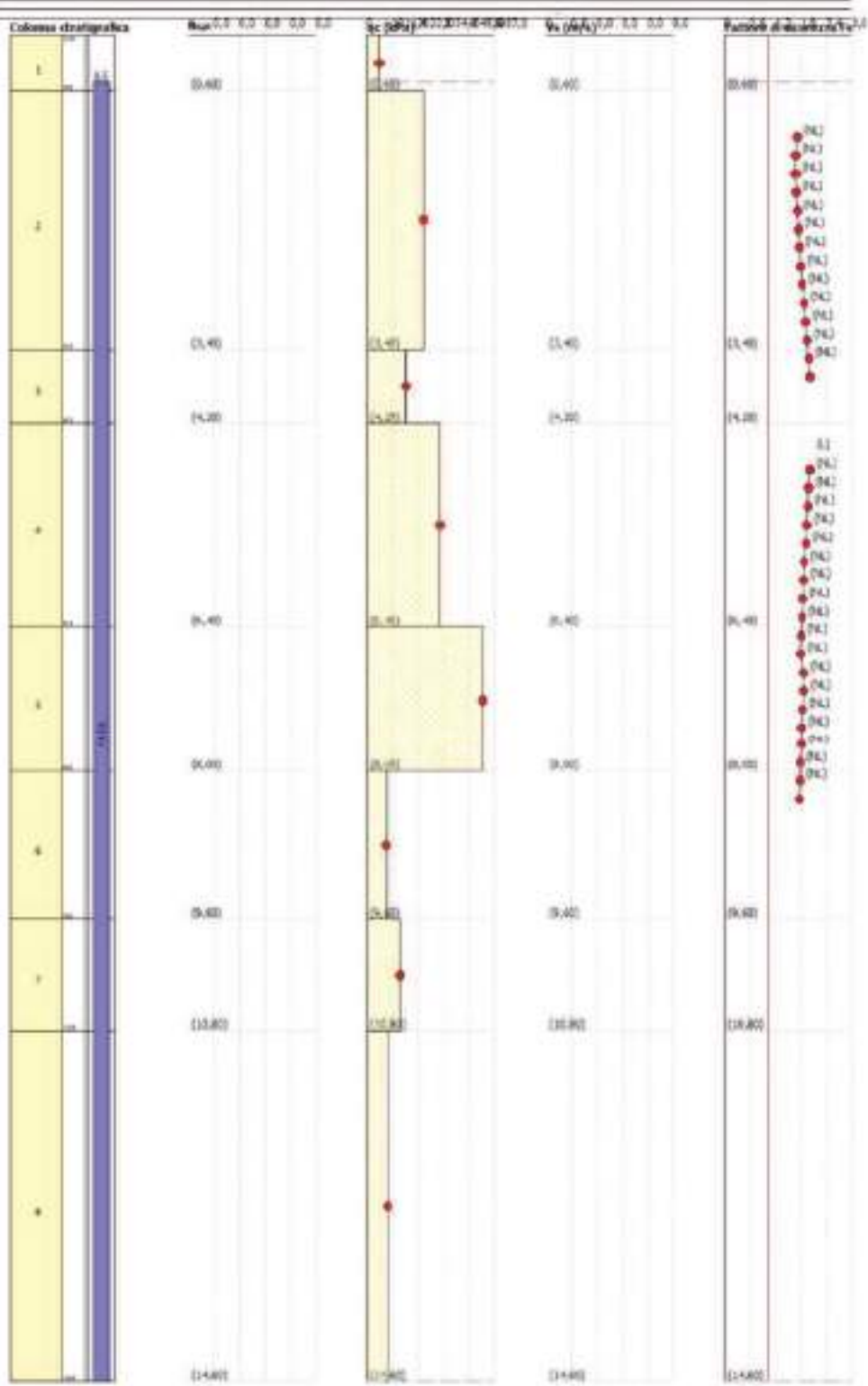
Metodo di Robertson e Wide (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,23

Verifica N.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (EPa)	Press. verticale efficace (EPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (Pa)	Indice di comporta- mento Ic	Coef. Fresta litost. efficace CO	Resist. alla punta con. q.c.1M (KPa)	Coef. riduttivo (rd)	Resist. alla liquef. (CRK)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquef.	Indice di liquef.	Rischio di liquef.
1	0,70	11,44	9,48										NL	0	Molto basso
2	0,90	15,10	11,18										NL	0	Molto basso
3	1,30	18,76	12,88	82,53	2,64	2,34	1,70	80,15	0,99	0,13	0,08	1,30	NL	0	Molto basso
4	1,30	22,42	14,57	58,80	2,65	2,36	1,70	82,91	0,99	0,13	0,08	1,47	NL	0	Molto basso
5	1,50	26,08	16,27	44,44	2,65	2,38	1,30	85,51	0,98	0,14	0,08	1,47	NL	0	Molto basso
6	1,70	29,74	17,97	52,94	2,66	2,40	1,70	87,97	0,99	0,14	0,09	1,48	NL	0	Molto basso
7	1,90	33,40	19,67	50,60	2,66	2,41	1,70	90,31	0,99	0,15	0,09	1,30	NL	0	Molto basso
8	2,30	37,06	21,37	48,55	2,66	2,43	1,70	92,54	0,98	0,15	0,09	1,33	NL	0	Molto basso
9	2,30	40,72	23,07	46,73	2,67	2,44	1,70	94,67	0,98	0,15	0,09	1,36	NL	0	Molto basso
10	2,50	44,38	24,77	45,09	2,67	2,45	1,70	96,72	0,98	0,16	0,09	1,39	NL	0	Molto basso
11	2,70	48,04	26,47	43,62	2,68	2,46	1,70	98,70	0,98	0,17	0,09	1,43	NL	0	Molto basso
12	2,90	51,70	28,16	42,29	2,68	2,47	1,70	100,59	0,98	0,17	0,09	1,47	NL	0	Molto basso
13	3,10	55,36	29,86	41,07	2,69	2,48	1,70	102,43	0,98	0,18	0,09	1,51	NL	0	Molto basso
14	3,30	59,02	31,56	39,95	2,69	2,49	1,70	104,22	0,97	0,19	0,10	1,55	NL	0	Molto basso
15	3,30	62,68	33,26	38,84	2,70	2,50	1,70	106,06	0,97	0,19	0,10	1,60	NL	0	Molto basso
16	3,70	66,34	34,96	37,72	2,70	2,51	1,40	107,73	0,97	0,19	0,10	1,64	NL	0	Molto basso
17	3,90	70,00	36,66										NL	0	Molto basso
18	4,30	73,66	38,36										NL	0	Molto basso
19	4,30	77,32	40,06										NL	0	Molto basso
20	4,50	81,00	41,76										NL	0	Molto basso
21	4,70	84,66	43,46	41,20	2,45	2,44	1,50	107,46	0,96	0,20	0,10	1,68	NL	0	Molto basso
22	4,90	88,32	45,16	41,40	2,46	2,45	1,47	108,55	0,96	0,19	0,10	1,58	NL	0	Molto basso
23	5,10	92,00	46,86	41,64	2,46	2,45	1,45	109,30	0,96	0,19	0,10	1,57	NL	0	Molto basso
24	5,30	95,66	48,56	40,92	2,46	2,46	1,42	109,75	0,96	0,19	0,10	1,53	NL	0	Molto basso
25	5,50	99,32	50,26	40,23	2,47	2,47	1,40	109,88	0,96	0,19	0,10	1,53	NL	0	Molto basso
26	5,70	102,98	51,96	39,58	2,47	2,47	1,37	109,71	0,96	0,18	0,10	1,48	NL	0	Molto basso
27	5,90	106,64	53,66	38,97	2,47	2,48	1,35	109,23	0,95	0,18	0,10	1,46	NL	0	Molto basso
28	6,30	111,30	56,38	38,37	2,48	2,48	1,33	107,71	0,95	0,18	0,10	1,44	NL	0	Molto basso
29	6,30	114,96	58,08	37,81	2,48	2,49	1,31	107,24	0,95	0,18	0,10	1,42	NL	0	Molto basso
30	6,50	118,70	59,86	37,24	2,48	2,49	1,29	105,57	0,95	0,18	0,10	1,40	NL	0	Molto basso
31	6,70	122,52	61,72	36,68	2,49	2,50	1,27	103,99	0,95	0,18	0,10	1,39	NL	0	Molto basso
32	6,90	126,34	63,58	36,15	2,50	2,50	1,25	103,40	0,95	0,18	0,10	1,46	NL	0	Molto basso
33	7,30	130,16	65,44	35,62	2,50	2,50	1,24	103,38	0,95	0,18	0,10	1,46	NL	0	Molto basso
34	7,30	133,98	67,29	35,05	2,50	2,50	1,22	102,90	0,94	0,18	0,10	1,44	NL	0	Molto basso
35	7,50	137,80	69,15	34,58	2,50	2,50	1,20	101,58	0,94	0,18	0,10	1,41	NL	0	Molto basso

36	7,70	141,62	71,01	54,55	1,76	2,27	1,19	101,48	0,94	0,18	0,10	1,81	NL	0	Basso
37	7,90	145,44	72,87	51,85	1,76	2,27	1,17	100,50	0,94	0,17	0,10	1,78	NL	0	Molto basso
38	8,30	149,18	74,65	51,20	1,76	2,28	1,16	100,33	0,94	0,17	0,10	1,78	NL	0	Basso
39	8,30	152,84	76,35	51,60	1,76	2,28	1,14	99,23	0,94	0,17	0,10	1,75	NL	0	Molto basso
40	8,50	156,50	78,05										NL	0	Molto basso
41	8,70	160,18	79,75										NL	0	Basso
42	8,90	163,82	81,44										NL	0	Molto basso
43	9,30	167,48	83,14										NL	0	Basso
44	9,30	171,14	84,84										NL	0	Molto basso
45	9,50	174,80	86,54										NL	0	Basso
46	9,70	178,54	88,22										NL	0	Molto basso
47	9,90	182,36	90,18										NL	0	Basso
48	10,10	186,18	92,04										NL	0	Molto basso
49	10,30	190,00	93,89										NL	0	Basso
50	10,50	193,82	95,75										NL	0	Molto basso
51	10,70	197,64	97,61										NL	0	Basso
52	10,90	201,46	99,47										NL	0	Molto basso
53	11,10	205,28	101,33										NL	0	Basso
54	11,30	209,10	103,19										NL	0	Molto basso
55	11,50	212,92	105,05										NL	0	Basso
56	11,70	216,74	106,91										NL	0	Molto basso
57	11,90	220,56	108,76										NL	0	Basso
58	12,10	224,38	110,62										NL	0	Molto basso
59	12,30	228,20	112,48										NL	0	Basso
60	12,50	232,02	114,34										NL	0	Molto basso
61	12,70	235,84	116,20										NL	0	Basso
62	12,90	239,66	118,06										NL	0	Molto basso
63	13,10	243,48	119,92										NL	0	Basso
64	13,30	247,30	121,77										NL	0	Molto basso
65	13,50	251,12	123,63										NL	0	Basso
66	13,70	254,94	125,48										NL	0	Molto basso
67	13,90	258,76	127,35										NL	0	Basso
68	14,10	262,58	129,21										NL	0	Molto basso
69	14,30	266,40	131,07										NL	0	Basso
70	14,50	270,22	132,93										NL	0	Molto basso
71	14,70	0,00	0,00										NL	0	Basso
72	14,90	0,00	0,00										NL	0	Molto basso

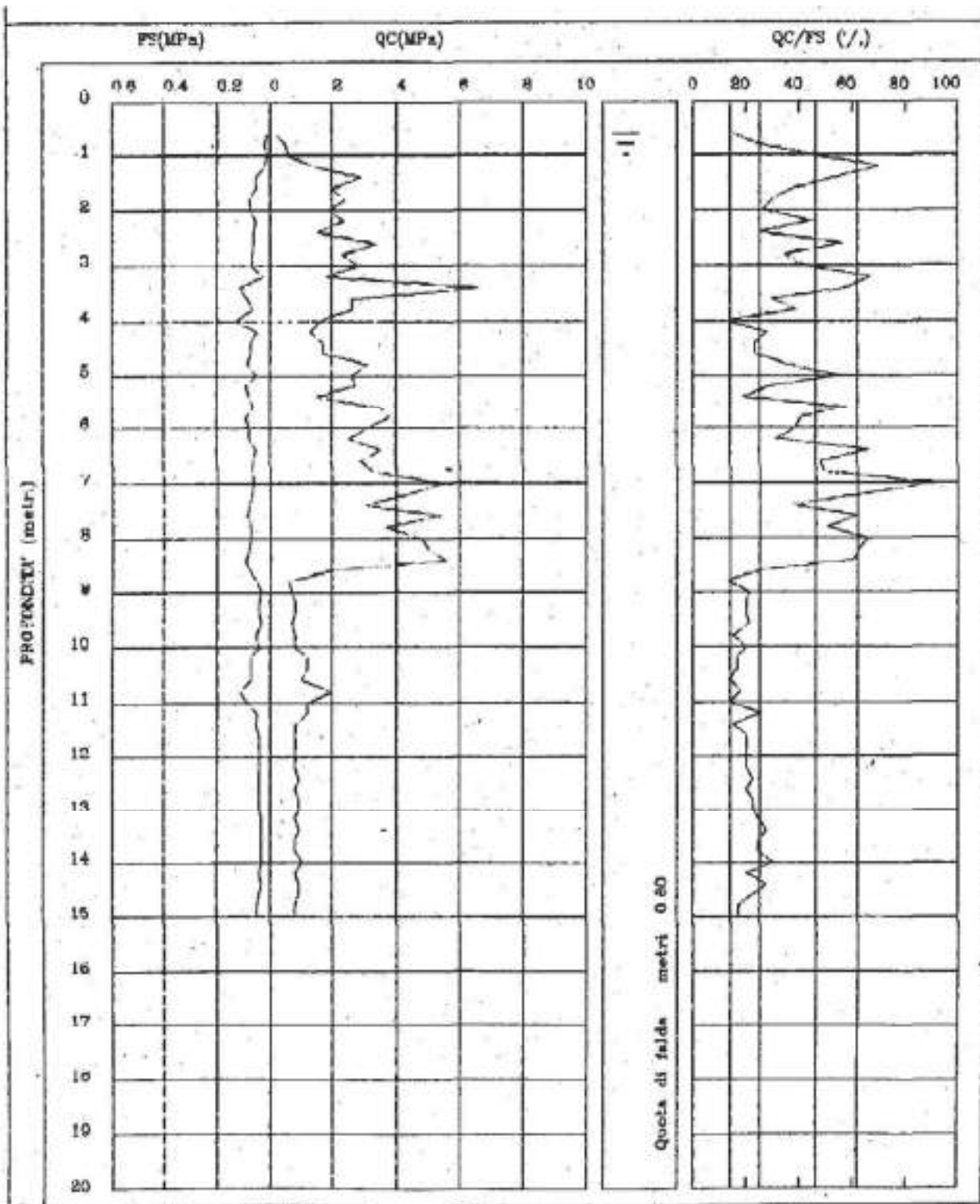


parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Ps [Kg/cmq]	Qc/Ps	Qt [Kgf]	δ [Kg/dmc]	δ <sub>90°</sub> [Kg/cmq]	θ [gradi]	δ <sub>v</sub> [%]	c <sub>u</sub> [Kg/cmq]	W <sub>p</sub> [cmq/l]	Colonna Stratig.
0.2					1,80	,84	-	-	-	-	
0.4					1,80	,07	-	-	-	-	
0.6	2,1	,1	16	11	1,45	,10	-	-	,08	127,8	"s"s"s"
0.8	5,3	,2	27	93	1,67	,11	-	-	,21	76,9	#####
1.0	6,3	,1	47	193	1,63	,15	-	-	,23	31,4	#####
1.2	14,3	,2	72	365	1,67	,14	17	46	-	16,7	#####
1.4	19,3	,5	55	393	1,75	,16	40	58	-	11,4	#####
1.6	20,3	,5	38	313	1,70	,17	-	-	,81	16,4	#####
1.8	24,4	,8	31	424	1,72	,18	-	-	,97	13,7	#####
2.0	19,4	,7	26	574	1,92	,20	-	-	,77	19,8	#####
2.2	24,4	,5	46	594	1,72	,21	-	-	,97	13,7	#####
2.4	15,4	,6	26	784	1,91	,23	-	-	,61	19,6	#####
2.6	24,4	,6	57	734	1,77	,25	19	63	-	9,7	#####
2.8	23,3	,7	35	875	1,72	,26	-	-	,93	14,2	#####
3.0	18,3	,7	43	935	1,74	,28	16	-	-	11,7	#####
3.2	18,3	,3	69	1245	1,69	,29	15	36	-	16,7	#####
3.4	66,3	1,1	59	1235	1,93	,31	41	81	-	5,0	#####
3.6	26,3	,9	31	1325	1,73	,33	16	-	-	12,6	#####
3.8	25,4	,7	38	996	1,73	,34	18	-	-	13,0	#####
4.0	15,4	1,3	12	1096	1,59	,35	-	-	,61	23,7	"s"s"s"
4.2	12,6	,5	27	1386	1,91	,37	-	-	,49	20,0	#####
4.4	16,6	,7	23	1236	1,91	,39	-	-	,65	19,4	#####
4.6	16,8	,7	23	1406	1,91	,41	-	-	,65	19,4	#####
4.8	30,7	,9	35	1617	1,73	,42	19	-	-	10,9	#####
5.0	25,7	,5	55	1717	1,73	,44	14	46	-	13,0	#####
5.2	26,7	,9	29	1717	1,94	,46	-	-	1,05	15,8	#####
5.4	14,7	,8	18	1537	1,91	,47	-	-	,37	19,8	#####
5.6	34,7	,6	58	1897	1,77	,49	15	46	-	9,6	#####
5.8	37,9	,9	41	1899	1,79	,51	10	-	-	8,8	#####
6.0	30,9	,8	39	1939	1,75	,52	19	-	-	10,8	#####
6.2	24,9	,8	31	2069	1,72	,54	-	-	,97	13,4	#####
6.4	34,9	,3	83	2075	1,77	,55	15	46	-	9,6	#####
6.6	28,9	,6	48	2129	1,74	,57	13	39	-	11,5	#####
6.8	33	,7	50	2170	1,77	,58	14	43	-	10,1	#####
7.0	55	,6	92	2380	1,88	,60	17	60	-	6,1	#####
7.2	45	,7	68	2340	1,82	,61	15	52	-	7,4	#####
7.4	30	,8	38	2560	1,73	,63	19	-	-	11,1	#####
7.6	54	,9	62	2510	1,87	,65	16	57	-	6,2	#####
7.8	37,2	,7	51	2622	1,79	,66	14	44	-	9,6	#####
8.0	48,2	,7	66	2192	1,84	,68	15	53	-	6,5	#####
8.2	50,2	,8	63	2712	1,85	,70	15	53	-	6,6	#####
8.4	36,2	,9	60	2642	1,88	,71	16	51	-	5,9	#####
8.6	21,2	,8	27	2372	1,92	,73	-	-	,82	18,9	#####
8.8	6,2	,5	13	2132	1,49	,74	-	-	,22	50,5	"s"s"s"
9.0	7,2	,3	22	2232	1,74	,76	-	-	,26	29,1	#####
9.2	8,2	,4	21	2152	1,81	,77	-	-	,30	26,5	#####
9.4	8,2	,4	21	2272	1,81	,79	-	-	,30	26,5	#####
9.6	7,2	,3	22	2382	1,74	,81	-	-	,26	29,1	#####
9.8	8,2	,5	15	2302	1,51	,82	-	-	,30	41,6	"s"s"s"
10.0	8,2	,4	21	2372	1,81	,83	-	-	,29	26,5	#####

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Qt [Kgf]	$\delta$ [Kg/dmc]	$\sigma_{av}$ [Kg/cmq]	$\beta$ [gradi]	D <sub>g</sub> [%]	C <sub>u</sub> [Kg/cmq]	w <sub>p</sub> [cmq/t]	Colore Stratig.
10.2	12,4	,7	17	2384	1,91	,85	-	-	,46	20,9	#####
10.4	12,4	,7	17	2404	1,91	,87	-	-	,46	20,9	#####
10.6	10,4	,7	14	2554	1,53	,88	-	-	,38	35,6	"x"x"x"
10.8	19,4	1,1	17	2520	1,92	,90	-	-	,75	19,8	#####
11.0	11,4	,9	13	2476	1,55	,91	-	-	,43	31,4	"x"x"x"
11.2	11,4	,5	23	2496	1,90	,92	-	-	,43	21,6	#####
11.4	7,4	,5	14	2520	1,51	,93	-	-	,27	43,7	"x"x"x"
11.6	7,4	,4	19	2596	1,70	,95	-	-	,27	28,8	#####
11.8	7,7	,4	19	2617	1,79	,97	-	-	,27	27,7	#####
12.0	7,7	,4	19	2589	1,79	,98	-	-	,27	27,7	#####
12.2	7,7	,4	19	2567	1,79	1,00	-	-	,27	27,7	#####
12.4	8,7	,4	22	2557	1,84	1,01	-	-	,31	25,5	#####
12.6	7,7	,4	19	2587	1,79	1,03	-	-	,27	27,7	#####
12.8	8,8	,4	22	2648	1,84	1,05	-	-	,31	25,3	#####
13.0	8,8	,4	22	2628	1,84	1,06	-	-	,31	25,3	#####
13.2	7,8	,3	23	2648	1,79	1,08	-	-	,27	27,5	#####
13.4	8,8	,3	26	2658	1,84	1,10	-	-	,31	25,3	#####
13.6	7,8	,3	23	2690	1,79	1,11	-	-	,27	27,5	#####
13.8	7,9	,3	24	2707	1,80	1,13	-	-	,27	27,1	#####
14.0	9,9	,3	30	2699	1,90	1,15	-	-	,35	23,9	#####
14.2	7,9	,4	20	2709	1,80	1,16	-	-	,27	27,2	#####
14.4	8,9	,3	27	2729	1,85	1,18	-	-	,31	25,1	#####
14.6	8,9	,4	23	2739	1,85	1,20	-	-	,31	25,1	#####
14.8	8,1	,5	17	2801	1,81	1,21	-	-	,28	26,7	#####
15.0	8,1	,5	17	2741	1,81	1,23	-	-	,27	26,7	#####



# CPT 6928

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

Dati generali

Numero di strati = 10

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,177

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0,4	0,8	15,2	17,1			607,6	39,2	
2		0,8	2,4	17,1	19,1			1195,7	49,0	
3		2,4	3,6	16,2	18,1			705,6	29,4	
4		3,6	4,6	16,7	18,6			1881,7	58,8	
5		4,6	5,8	17,1	19,1			1185,9	39,2	
6		5,8	6,6	16,7	18,6			842,9	29,4	
7		6,6	7,6	17,1	19,1			1881,7	39,2	
8		7,6	9,4	17,1	19,1			3734,0	58,8	
9		9,4	11,0	18,4	24,5			8320,8	215,6	
10		11,0	12,0	14,5	16,5			548,8	29,4	

Metodo di Robertson e Wide (1997)

Risultati:

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (kPa)	Press. verticale efficace (kPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (k)	Indice di comport. Ic	Corr. Press. litost. efficace CQ	Resist. alla punta corr. q <sub>clm</sub> (kPa)	Coef. riduttivo (rd)	Resist. alla liquef. (CR)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza (Fs)	Succett. di liquef.	Indice di liquef.	Rischio di litost.
1	0,70	11,61	9,65									NL	0	Molto basso	
2	0,90	15,43	11,51	40,51	4,15	2,50	1,70	55,84	0,99	0,10	0,07	1,39	NL	0	Molto basso
3	1,20	19,25	13,37	54,08	4,17	2,53	1,70	59,46	0,99	0,10	0,07	1,34	NL	0	Molto basso
4	1,30	21,07	15,22	49,07	4,18	2,56	1,70	62,85	0,99	0,10	0,08	1,32	NL	0	Molto basso
5	1,50	26,89	17,08	45,00	4,19	2,59	1,70	66,09	0,99	0,11	0,08	1,32	NL	0	Molto basso
6	1,70	30,71	18,94	41,66	4,21	2,61	1,70	69,17	0,99	0,11	0,08	1,33	NL	0	Molto basso
7	1,90	34,53	20,80	38,82	4,22	2,63	1,70	72,11	0,99	0,11	0,09	1,35	NL	0	Molto basso
8	2,10	38,25	22,56	36,53	4,23	2,65	1,70	74,80	0,98	0,12	0,09	1,37	NL	0	Molto basso
9	2,30	41,87	24,22	34,63	4,25	2,67	1,70	77,25	0,98	0,12	0,09	1,39	NL	0	Molto basso
10	2,50	45,49	25,88										NL	0	Molto basso
11	2,70	49,11	27,54										NL	0	Molto basso
12	2,90	52,73	29,19										NL	0	Molto basso
13	3,10	56,35	30,85										NL	0	Molto basso
14	3,30	60,02	32,56										NL	0	Molto basso
15	3,50	63,74	34,32										NL	0	Molto basso
16	3,70	67,46	36,08										NL	0	Molto basso
17	3,90	71,18	37,84										NL	0	Molto basso
18	4,10	74,90	39,60										NL	0	Molto basso
19	4,30	78,67	41,40										NL	0	Molto basso
20	4,50	82,49	43,26										NL	0	Molto basso
21	4,70	86,31	45,12										NL	0	Molto basso
21	4,90	90,13	46,98										NL	0	Molto basso
21	5,10	93,96	48,84										NL	0	Molto basso
24	5,30	97,77	50,70										NL	0	Molto basso
25	5,50	101,54	52,51										NL	0	Molto basso
26	5,70	105,26	54,27										NL	0	Molto basso
27	5,90	108,98	56,02	31,10	4,01	2,98							NL		
28	6,10	112,70	57,78	32,64	4,03	3,09							NL		
28	6,30	116,47	59,59	32,39	4,05	3,00							NL		
29	6,50	120,22	61,42	31,79	4,07	3,02							NL		
31	6,70	124,11	63,31	26,51	2,23	2,58	1,41	84,82	0,95	0,14	0,10	1,41	NL	0	Molto basso
31	6,80	127,93	65,17	25,94	2,24	2,59	1,38	84,26	0,95	0,14	0,10	1,40	NL	0	Molto basso
31	7,10	131,75	67,03	25,40	2,24	2,59	1,35	83,63	0,95	0,13	0,10	1,39	NL	0	Molto basso
34	7,30	135,57	68,89	24,89	2,24	2,60	1,32	82,93	0,94	0,13	0,10	1,38	NL	0	Molto basso
35	7,50	139,39	70,74	24,63	2,25	2,61							NL		
36	7,70	143,21	72,60	41,82	1,69	2,32	1,37	88,55	0,99	0,14	0,10	1,50	NL	0	Molto basso
37	7,90	147,03	74,46	43,27	1,69	2,33	1,36	88,49	0,99	0,14	0,10	1,50	NL	0	Molto basso
38	8,10	150,85	76,32	41,76	1,69	2,33	1,34	87,63	0,99	0,14	0,10	1,48	NL	0	Molto basso
39	8,30	154,67	78,18	41,23	1,69	2,34	1,33	87,51	0,99	0,14	0,10	1,48	NL	0	Molto basso



40	8,50	158,49	80,04	41,74	1,64	2,34	1,12	87,37	0,93	0,14	0,10	1,47	NL	0	Basso Molto
41	8,70	162,31	81,90	41,26	1,65	2,35	1,10	86,43	0,93	0,14	0,10	1,46	NL	0	Basso Molto
42	8,90	166,13	83,75	40,80	1,65	2,35	1,09	86,25	0,93	0,14	0,10	1,45	NL	0	Basso Molto
43	9,10	170,49	86,15	40,23	1,65	2,36	1,08	86,23	0,93	0,14	0,10	1,46	NL	0	Basso Molto
44	9,30	175,39	89,09	39,56	1,65	2,36	1,06	85,53	0,93	0,14	0,09	1,46	NL	0	Basso Molto
45	9,50	180,29	92,03	38,74	2,65	2,25	1,04	154,72	0,92	0,42	0,09	4,52	NL	0	Basso Molto
46	9,70	185,19	94,97	38,30	2,65	2,25	1,03	154,40	0,92	0,42	0,09	4,51	NL	0	Basso Molto
47	9,90	190,09	97,91	37,69	2,65	2,26	1,01	152,55	0,91	0,41	0,09	4,48	NL	0	Basso Molto
48	10,10	194,99	100,85	37,00	2,65	2,26	1,00	152,12	0,90	0,41	0,09	4,48	NL	0	Basso Molto
49	10,30	199,89	103,78	36,40	2,65	2,26	0,98	150,18	0,90	0,39	0,09	4,38	NL	0	Basso Molto
50	10,50	204,79	106,72	35,55	2,66	2,27	0,97	149,58	0,89	0,39	0,09	4,39	NL	0	Basso Molto
51	10,70	208,89	108,86	35,75	2,66	2,27	0,96	148,84	0,89	0,39	0,09	4,36	NL	0	Basso Molto
52	10,90	212,19	110,20	35,26	2,66	2,27	0,95	147,75	0,88	0,38	0,09	4,30	NL	0	Basso Molto
53	11,10	215,49	111,54										NL	0	Basso Molto
54	11,30	218,79	112,88										NL	0	Basso Molto
55	11,50	222,09	114,22										NL	0	Basso Molto
56	11,70	0,00	0,00										NL	0	Basso Molto
57	11,90	0,00	0,00										NL	0	Basso Molto

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' (astri)	$\gamma_c$ [Kg/cmq]	$P_s$ [Kg/cmq]	$Q_c/F_s$	$Q_c$ [Kgf]	gamma [Kg/dmc]	Sigma 15% [Kg/cmq]	$\beta_i$ (gradi)	$D_p$ [%]	$C_u$ [Kg/cmq]	$w_p$ [cmq/t]	Colonna Stratig.
0.2					1,88	,04	-	-	-	-	
0.4					1,88	,07	-	-	-	-	
0.6	6,1	,4	15	249	1,49	,10	-	-	,24	31,1	T
0.8	6,3	,4	16	290	1,49	,13	-	-	,25	49,9	T
1.0	9,3	,6	16	360	1,87	,17	-	-	,37	24,4	A
1.2	11,3	,8	14	430	1,54	,20	-	-	,44	32,8	T
1.4	15,3	,4	48	420	1,74	,23	36	44	-	16,7	SMA
1.6	17,3	,6	21	450	1,91	,27	-	-	,48	21,4	A
1.8	9,4	,5	20	470	1,87	,31	-	-	,36	24,3	A
2.0	12,4	,4	31	560	1,91	,35	-	-	,48	20,9	AL
2.2	14,4	,5	31	580	1,91	,39	-	-	,56	19,9	AL
2.4	9,4	,5	18	580	1,87	,40	-	-	,36	24,3	A
2.6	6,4	,3	24	630	1,71	,42	-	-	,24	31,8	A
2.8	6,5	,3	24	669	1,71	,43	-	-	,24	32,4	A
3.0	7,5	,3	23	700	1,78	,45	-	-	,28	28,2	A
3.2	7,5	,4	19	720	1,78	,46	-	-	,28	28,2	A
3.4	6,5	,3	20	760	1,71	,48	-	-	,24	31,4	A
3.6	8,5	,3	26	830	1,81	,49	-	-	,32	25,9	A
3.8	15,6	,4	19	960	1,68	,51	-	-	,60	17,5	L
4.0	22,6	,6	18	1060	1,71	,52	-	-	,88	14,7	L
4.2	22,6	,7	31	1160	1,71	,54	-	-	,88	14,7	L
4.4	20,6	,7	28	1240	1,91	,55	-	-	,80	19,4	AL
4.6	14,6	,8	18	1340	1,91	,57	-	-	,56	19,8	A
4.8	18,7	,6	18	1400	1,91	,59	-	-	,40	22,5	A
5.0	9,7	,5	21	1510	1,89	,61	-	-	,36	23,8	A
5.2	11,7	,3	38	1570	1,66	,62	-	-	,48	19,2	L
5.4	11,7	,4	32	1570	1,91	,64	-	-	,48	20,7	AL
5.6	12,7	,4	32	1660	1,91	,66	-	-	,48	20,7	AL
5.8	13,9	,3	52	1590	1,67	,67	28	10	-	16,7	SS
6.0	5,9	,3	18	1590	1,70	,69	-	-	,21	33,9	A
6.2	7,9	,3	24	1640	1,89	,70	-	-	,29	27,2	A
6.4	9,9	,3	17	1610	1,65	,71	-	-	,37	22,4	L
6.6	18,9	,3	33	1820	1,90	,73	-	-	,41	22,3	AL
6.8	14	,1	105	1900	1,67	,75	28	7	-	16,7	SS
7.0	16	,6	27	1950	1,91	,76	-	-	,61	19,5	AL
7.2	21	,5	19	1980	1,71	,78	-	-	,81	15,9	L
7.4	16	,1	16	2120	1,91	,80	-	-	,61	19,5	A
7.6	29	,6	48	2170	1,75	,81	31	31	-	12,5	SS
7.8	42,2	,9	49	2440	1,81	,83	33	43	-	7,9	SMA
8.0	32,2	,1	32	2440	1,76	,84	29	-	-	10,4	SL
8.2	42,2	,7	63	2480	1,81	,86	33	42	-	7,9	SMA
8.4	67,2	,6	112	2770	1,94	,88	36	58	-	5,8	SMA
8.6	47,2	,1	47	2890	1,84	,89	30	-	-	7,1	SL
8.8	25,3	,9	34	2680	1,75	,91	28	-	-	11,4	SL
9.0	13,3	,9	15	2550	1,91	,93	-	-	,49	20,4	A
9.2	17,3	,5	29	2880	1,92	,95	-	-	,65	19,4	AL
9.4	52,1	,7	78	3230	1,86	,96	34	47	-	6,4	SMA
9.6	43,3	,2	35	3600	1,95	,98	32	-	-	4,8	SL
9.8	91,4	,2,1	44	3870	1,86	1,00	33	-	-	3,6	SL
10.0	87,4	2,5	35	4040	1,84	1,02	33	-	-	3,8	SL

## parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Ps [Kg/cmq]	Qc/Ps	Qt [Kgf]	Gamma [Kg/dmc]	Sigma Ivo [Kg/cmq]	Pi [gradi]	D <sub>v</sub> [f]	c <sub>u</sub> [Kg/cmq]	w <sub>v</sub> (cmq/t)	Colonna Stratig.
10.2	90,4	2,3	39	4200	2,05	1,04	33	-	-	3,7	SL
10.4	90,4	2,4	38	4400	2,05	1,06	33	-	-	3,7	SL
10.6	112,4	1,5	77	4230	2,10	1,08	37	71	-	3,0	SG
10.8	72,6	2,6	28	4030	1,96	1,10	32	-	-	4,6	SL
11.0	65,6	2,2	30	3560	1,93	1,12	31	-	-	5,1	SL
11.2	14,6	1,2	12	1190	1,58	1,13	-	-	,54	25,4	T
11.4	7,6	1	8	1910	1,51	1,14	-	-	,26	43,7	T
11.6	5,6	,1	21	1000	1,68	1,16	-	-	,18	35,3	A
11.8	5,7	,5	12	1050	1,49	1,17	-	-	,18	51,8	T
12.0	3,7	,3	14	1000	1,47	1,18	-	-	,12	76,8	T

# CPT 7809

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

Dati generali

Numero di strati = 7

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,178

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	ESD dei granuli (mm)	Resistenza qc (kPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (kPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0.4	1.2	17.1	19.1			1911.1	78.2	
2		1.2	4.4	17.1	19.1			4763.1	107.8	
3		4.4	5.2	17.1	19.1			1813.1	68.6	
4		5.2	6.4	16.2	17.6			2763.8	68.6	
5		6.4	7.4	17.1	19.1			4704.3	78.4	
6		7.0	8.0	16.2	17.6			2940.2	68.6	
7		8.0	10.0	17.6	20.6			5419.8	78.4	

Metodo di Robertson e White (1997)

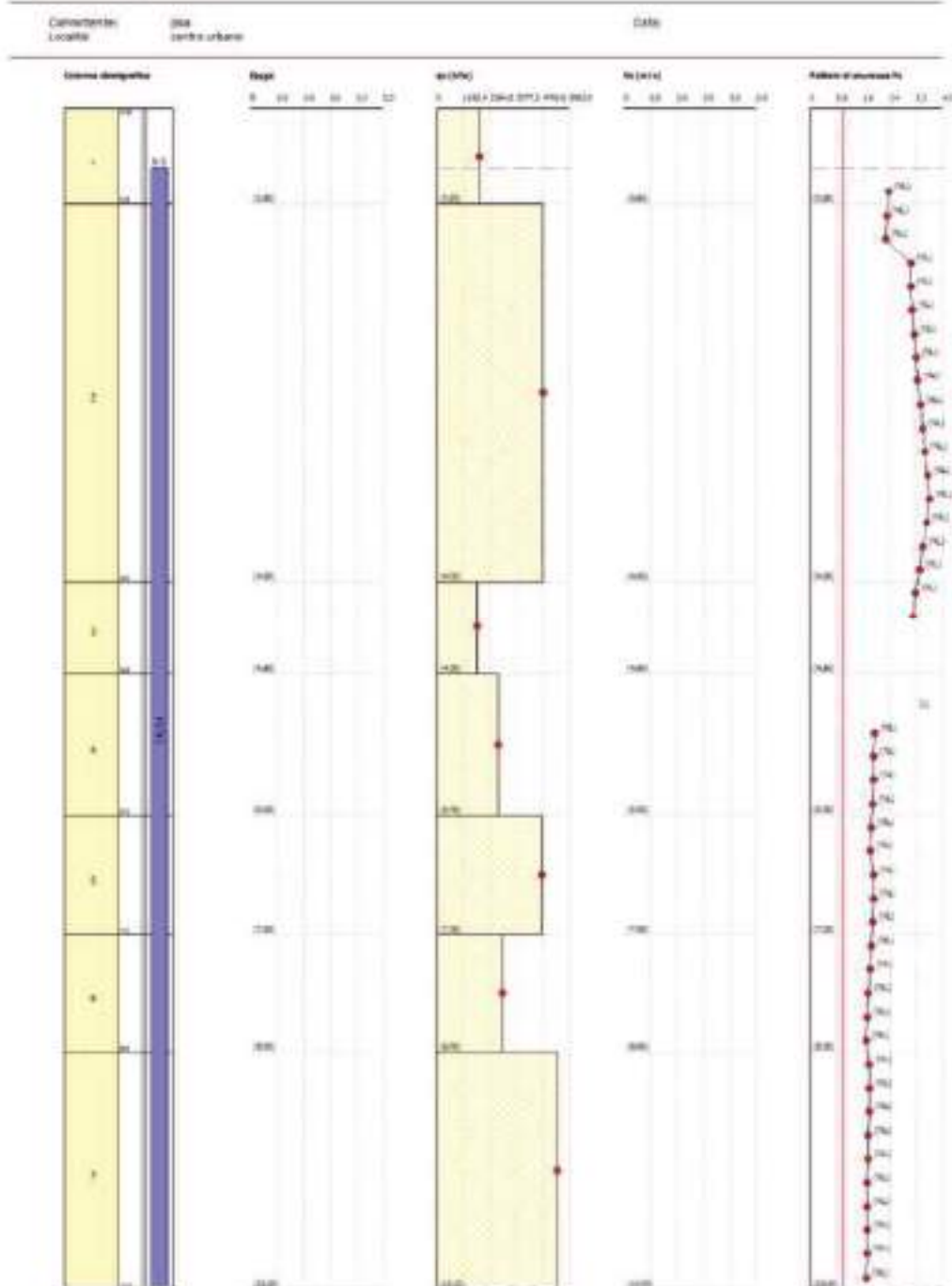
Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2.21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (kPa)	Press. verticale efficace (kPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (kN)	Indice di comport. Ic	Corr. litost. efficace Cc	Resist. alla punta corretta qc1N (kPa)	Coef. riduttivo (ni)	Resist. alla liquef. (CSR)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza (F)	Suscett. di liquef.	Indice di Rischio di liquef.	Rischio di liquef.
1	0,70	12,87	10,41	58,23	8,12	2,50	1,70	88,86	0,99	0,15	0,06	2,38	NL	0	Molto basso
2	0,90	16,19	12,27	54,56	8,13	2,52	1,70	94,07	0,99	0,16	0,07	2,30	NL	0	Molto basso
3	1,30	20,01	14,13	50,86	8,14	2,55	1,70	97,91	0,99	0,17	0,07	2,28	NL	0	Molto basso
4	1,30	23,83	15,98	119,15	2,27	3,10	1,70	118,48	0,99	0,23	0,08	3,04	NL	0	Molto basso
5	1,50	27,65	17,84	112,77	2,28	3,12	1,70	120,95	0,99	0,24	0,08	3,05	NL	0	Molto basso
6	1,70	31,47	19,70	107,31	2,28	3,14	1,70	123,31	0,99	0,25	0,08	3,08	NL	0	Molto basso
7	1,90	35,29	21,56	102,38	2,28	3,15	1,70	125,57	0,99	0,26	0,08	3,13	NL	0	Molto basso

8	2,30	39,11	25,42	96,42	2,28	1,16	1,70	127,75	0,98	0,27	0,09	3,19	NL	0	Molto basso
9	2,30	42,93	25,28	94,79	2,28	1,17	1,70	129,84	0,98	0,28	0,09	3,25	NL	0	Molto basso
10	2,50	46,75	27,14	91,43	2,29	1,18	1,70	131,67	0,98	0,29	0,09	3,31	NL	0	Molto basso
11	2,70	50,57	29,00	88,45	2,29	1,19	1,70	133,84	0,98	0,30	0,09	3,39	NL	0	Molto basso
12	2,90	54,39	30,85	85,76	2,29	1,20	1,70	135,74	0,98	0,31	0,09	3,47	NL	0	Molto basso
13	3,20	58,21	32,71	83,28	2,29	1,21	1,70	137,59	0,98	0,32	0,09	3,55	NL	0	Molto basso
14	3,30	62,03	34,57	81,01	2,29	1,22	1,70	139,40	0,97	0,33	0,09	3,63	NL	0	Molto basso
15	3,50	65,85	36,43	78,92	2,29	1,23	1,66	137,84	0,97	0,32	0,09	3,52	NL	0	Molto basso
16	3,70	69,67	38,29	76,97	2,30	1,24	1,62	136,15	0,97	0,31	0,09	3,40	NL	0	Molto basso
17	3,90	73,49	40,15	75,17	2,30	1,25	1,58	134,10	0,97	0,31	0,09	3,29	NL	0	Molto basso
18	4,20	77,31	42,01	73,49	2,30	1,25	1,54	132,45	0,97	0,30	0,09	3,17	NL	0	Molto basso
19	4,30	81,13	43,86	71,92	2,30	1,26	1,51	131,29	0,97	0,29	0,09	3,10	NL	0	Molto basso
20	4,50	84,95	45,72	70,20	2,29	1,26							NL		
21	4,70	88,77	47,58	68,24	2,29	1,26							NL		
22	4,90	92,44	49,29	66,91	2,29	1,26							NL		
23	5,20	95,96	50,85	65,77	2,29	1,26							NL		
24	5,30	99,48	52,41	64,18	2,57	1,49	1,38	104,61	0,96	0,19	0,10	1,60	NL	0	Molto basso
25	5,50	103,00	53,97	62,62	2,58	1,50	1,36	104,08	0,96	0,18	0,10	1,53	NL	0	Molto basso
26	5,70	106,52	55,53	61,09	2,58	1,51	1,34	103,50	0,96	0,18	0,10	1,51	NL	0	Molto basso
27	5,90	110,04	57,08	59,58	2,59	1,51	1,32	102,88	0,95	0,18	0,10	1,48	NL	0	Molto basso
28	6,20	113,71	58,79	58,05	2,59	1,52	1,30	102,30	0,95	0,18	0,10	1,46	NL	0	Molto basso
29	6,30	117,33	60,45	56,46	2,59	1,52	1,28	101,76	0,95	0,18	0,10	1,44	NL	0	Molto basso
30	6,50	121,25	62,51	54,90	1,71	1,33	1,26	102,62	0,95	0,18	0,10	1,41	NL	0	Molto basso
31	6,70	125,17	64,37	53,63	1,71	1,34	1,25	102,40	0,95	0,18	0,10	1,39	NL	0	Molto basso
32	6,90	128,99	66,23	52,61	1,71	1,34	1,25	102,28	0,95	0,18	0,10	1,38	NL	0	Molto basso
33	7,20	132,66	67,94	51,07	1,71	1,35	1,21	101,56	0,95	0,18	0,10	1,45	NL	0	Molto basso
34	7,30	136,18	69,49	50,43	1,72	1,35	1,20	101,74	0,94	0,18	0,10	1,44	NL	0	Molto basso
35	7,50	139,70	71,05	49,88	2,45	1,51	1,19	98,79	0,94	0,17	0,10	1,35	NL	0	Molto basso
36	7,70	143,22	72,61	49,50	2,45	1,51	1,17	97,84	0,94	0,17	0,10	1,32	NL	0	Molto basso
37	7,90	146,74	74,17	48,14	2,46	1,52	1,16	97,70	0,94	0,17	0,10	1,31	NL	0	Molto basso
38	8,20	150,56	76,03	47,16	1,49	1,18	1,15	100,84	0,94	0,18	0,10	1,40	NL	0	Molto basso
39	8,30	154,48	78,10	46,29	1,49	1,18	1,13	99,76	0,94	0,17	0,10	1,38	NL	0	Molto basso
40	8,50	158,00	80,22	45,49	1,49	1,19	1,12	99,29	0,93	0,17	0,10	1,36	NL	0	Molto basso
41	8,70	161,92	82,51	44,67	1,49	1,19	1,10	98,47	0,93	0,17	0,10	1,35	NL	0	Molto basso
42	8,90	167,04	84,86	43,90	1,49	1,20	1,09	98,22	0,93	0,17	0,10	1,35	NL	0	Molto basso
43	9,20	171,16	86,82	43,17	1,49	1,20	1,07	97,05	0,93	0,17	0,10	1,33	NL	0	Molto basso
44	9,30	175,28	88,98	42,46	1,49	1,21	1,06	96,77	0,93	0,16	0,10	1,32	NL	0	Molto basso
45	9,50	179,40	91,14	41,77	1,50	1,21	1,05	96,49	0,93	0,16	0,09	1,32	NL	0	Molto basso
46	9,70	183,52	93,30	41,11	1,50	1,22	1,04	96,14	0,92	0,16	0,09	1,31	NL	0	Molto basso
47	9,9	187,64	95,46	40,47	1,50	1,22	1,03	94,87	0,91	0,16	0,09	1,30	NL	0	Molto basso

**Valutazione del rischio di liquefazione**  
Metodo di verifica: Robertson e Wilde  
Diagrammi: Rupt - qc - Vs - Es



parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' (metri)	Qc (kg/cmq)	Ps (kg/cmq)	Qc/Ps	Qt (kgf)	δ (kg/dm <sup>3</sup> )	σ <sub>av</sub> (kg/cmq)	θ (gradi)	β <sub>1</sub> (%)	σ <sub>2</sub> (kg/cmq)	W <sub>1</sub> (cmq/t)	Colonna stratig.
0.2					1,88	,84	-	-	-	-	
0.4					1,88	,87	-	-	-	-	
0.6	18,1	,6	30	298	1,92	,11	-	-	,72	19,5	#####
0.8	18,5	,8	23	618	1,92	,15	-	-	,73	19,5	#####
1.0	19,5	1,3	15	648	1,92	,19	-	-	,76	19,7	#####
1.2	22,5	,6	37	948	1,71	,22	-	-	,88	14,9	#####
1.4	41,3	,9	44	1088	1,81	,26	30	-	-	8,1	#####
1.6	45,3	,9	49	1150	1,83	,29	39	69	-	7,4	#####
1.8	33,4	1,3	26	1028	1,85	,33	-	-	1,32	12,0	#####
2.0	32,4	1	32	1090	1,76	,37	29	-	-	10,3	#####
2.2	52,4	,8	66	1060	1,86	,41	38	67	-	6,4	#####
2.4	35,4	1	35	1060	1,78	,44	29	-	-	9,4	#####
2.6	40,4	1,5	26	950	1,74	,48	-	-	1,04	13,2	#####
2.8	41,5	,6	69	1210	1,81	,52	36	53	-	8,6	#####
3.0	38,5	,9	84	1578	1,49	,56	39	73	-	4,2	#####
3.2	73,5	1,5	49	1588	1,46	,59	38	69	-	4,7	#####
3.4	24,5	1,5	20	1398	1,44	,63	-	-	1,15	13,6	#####
3.6	31,5	1,1	54	988	1,41	,67	37	61	-	5,4	#####
3.8	35,6	1,6	22	1288	1,46	,71	-	-	1,40	11,2	#####
4.0	88,6	1	61	1428	1,40	,75	36	58	-	5,5	#####
4.2	88,6	,5	129	1458	1,44	,79	36	61	-	4,9	#####
4.4	53,6	1,5	37	1298	1,87	,83	31	-	-	6,2	#####
4.6	23,6	1,4	17	988	1,43	,86	-	-	,91	16,9	#####
4.8	20,7	,7	28	788	1,42	,90	-	-	,79	19,3	#####
5.0	18,7	,6	23	568	1,42	,94	-	-	,71	19,6	#####
5.2	9,7	,4	24	530	1,89	,96	-	-	,35	23,8	#####
5.4	40,7	,4	102	348	1,80	,97	32	38	-	8,2	#####
5.6	31,7	1,3	25	598	1,45	,99	-	-	1,23	12,6	#####
5.8	7,9	,3	12	778	1,51	1,00	-	-	,28	42,6	#####
6.0	29,9	,5	56	648	1,75	1,02	39	27	-	11,1	#####
6.2	26,9	,8	34	818	1,73	1,03	28	-	-	12,4	#####
6.4	30,9	,7	42	948	1,75	1,05	29	-	-	10,8	#####
6.6	41,9	,8	52	1108	1,81	1,06	32	37	-	8,6	#####
6.8	52	,9	58	988	1,86	1,08	33	44	-	6,4	#####
7.0	31	,7	42	1168	1,76	1,10	29	-	-	10,8	#####
7.2	61	,7	83	1128	1,91	1,12	34	49	-	5,5	#####
7.4	54	1,1	48	1068	1,87	1,13	31	-	-	6,2	#####
7.6	20	,6	33	1198	1,70	1,15	-	-	,75	16,7	#####
7.8	36,1	,9	39	978	1,78	1,16	29	-	-	9,2	#####
8.0	34,1	,7	51	1288	1,77	1,18	30	28	-	9,7	#####
8.2	42,1	1	62	1188	1,91	1,20	33	46	-	5,4	#####
8.4	47,1	,5	142	1008	2,04	1,22	32	38	-	7,1	#####
8.6	17,1	1	17	1288	1,92	1,23	-	-	,64	19,4	#####
8.8	53,1	,9	59	1018	1,86	1,25	32	41	-	6,5	#####
9.0	41,1	1,3	34	1188	1,82	1,27	38	-	-	7,7	#####
9.2	52,1	,8	65	1578	1,86	1,29	32	42	-	6,4	#####
9.4	103,1	1,1	91	1878	2,10	1,31	36	64	-	3,2	#####
9.6	83,1	,9	89	1748	2,02	1,33	35	56	-	4,6	#####
9.8	40,1	,8	50	1698	1,80	1,34	38	31	-	8,3	#####
10.0	55,1	1,3	41	1708	1,88	1,36	32	-	-	6,8	#####

# CPT C8879

## 1 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 6

Profondità della lida = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,1775

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0,8	1,4	16,7	18,1			2773,5	53,9	
2		1,4	6,0	17,2	18,6			793,9	38,2	
3		6,0	11,8	16,5	17,8			754,7	30,4	
4		11,8	13,4	17,4	18,8			4263,3	65,7	
5		13,4	22,0	13,5	14,7			588,0	33,3	
6		22,0	25,0	17,1	19,1			3214,6	151,9	

### Metodo di Robertson e Wride (1997)

#### Risultati

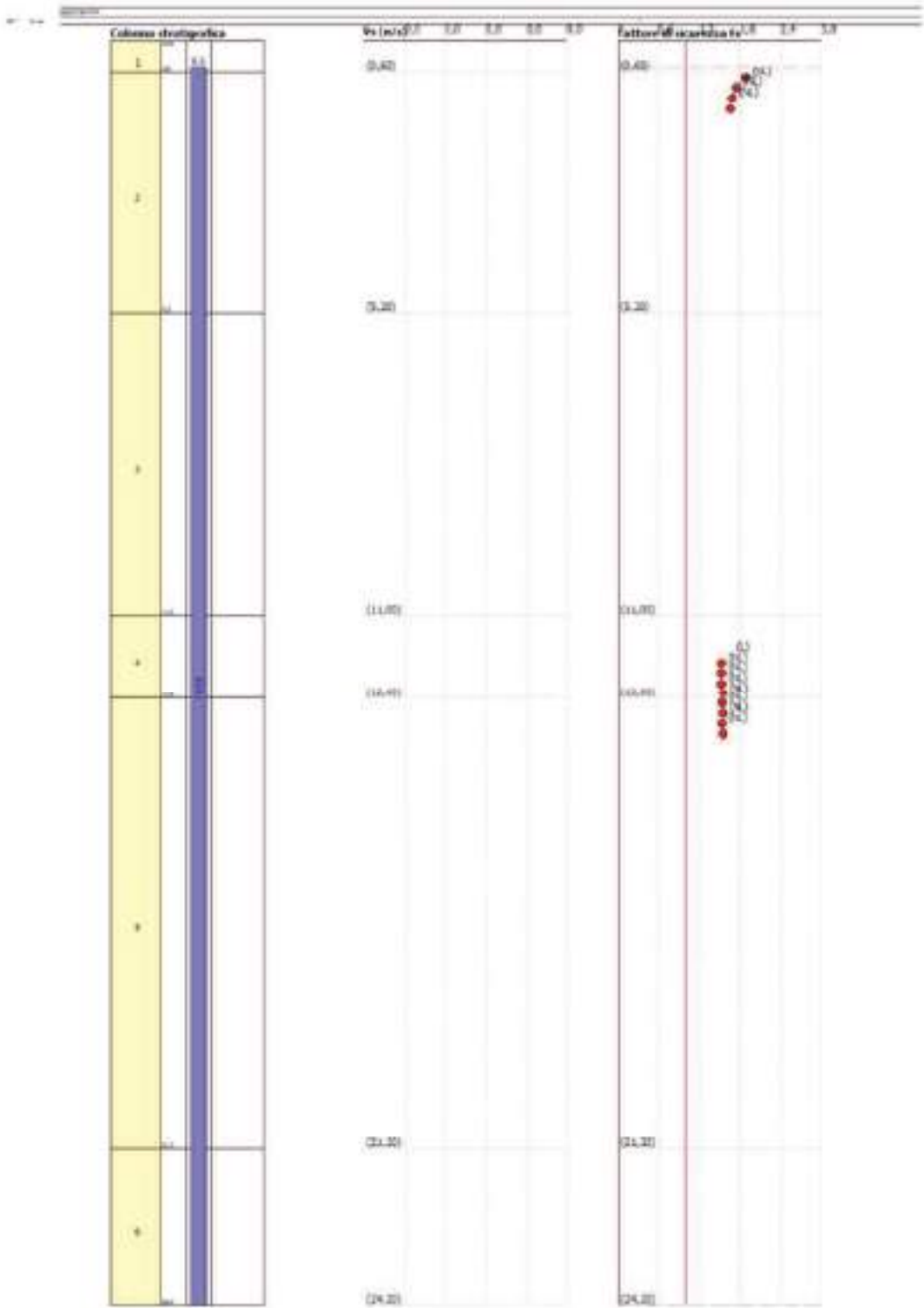
Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. q <sub>c</sub> (KPa)	Attrito laterale normal. F (%)	Indice di comport. Ic	Corr. press. litost. efficace q <sub>c1M</sub> (KPa)	Resist. alla punta corret. q <sub>c1M</sub> (KPa)	Coeff. riduttivo (rd)	Resist. alla liq. (CSR)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coeff. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liq.	Indice di liq.	Rischio di liq.
1	0,70	12,02	10,08	87,41	1,95	2,15	1,70	71,09	0,99	0,12	0,06	1,88	NL	0	Molto Basso
2	0,90	15,74	11,82	86,67	1,89	2,17	1,70	78,71	0,99	0,12	0,07	1,71	NL	0	Molto Basso
3	1,10	19,46	13,58	75,27	1,96	2,20	1,70	78,17	0,99	0,12	0,07	1,68	NL	0	Molto Basso
4	1,30	23,18	15,33	70,84	1,96	2,22	1,70	80,47	0,99	0,13	0,08	1,65	NL	0	Molto Basso
5	1,50	26,90	17,09	44,88	4,58	2,64							NL		
6	1,70	30,62	18,85	40,48	5,00	2,67							NL		
7	1,90	34,34	20,61	36,85	5,03	2,70							NL		
8	2,10	38,06	22,37	33,79	5,05	2,73							NL		
9	2,30	41,78	24,13	31,37	5,08	2,76							NL		
10	2,50	45,50	25,89	28,91	5,10	2,78							NL		
11	2,70	49,22	27,65	26,91	5,13	2,81							NL		





73	15,10	265,79	122,60	NL	0	Molto basso
74	15,30	268,73	123,58	NL	0	Molto basso
75	15,50	271,67	124,57	NL	0	Molto basso
76	15,70	274,61	125,55	NL	0	Molto basso
77	15,90	277,55	126,53	NL	0	Molto basso
78	16,10	280,49	127,51	NL	0	Molto basso
79	16,30	283,43	128,48	NL	0	Molto basso
80	16,50	286,37	129,46	NL	0	Molto basso
81	16,70	289,31	130,44	NL	0	Molto basso
82	16,90	292,25	131,42	NL	0	Molto basso
83	17,10	295,19	132,40	NL	0	Molto basso
84	17,30	298,13	133,38	NL	0	Molto basso
85	17,50	301,07	134,36	NL	0	Molto basso
86	17,70	304,01	135,34	NL	0	Molto basso
87	17,90	306,95	136,31	NL	0	Molto basso
88	18,10	309,89	137,29	NL	0	Molto basso
89	18,30	312,83	138,27	NL	0	Molto basso
90	18,50	315,77	139,25	NL	0	Molto basso
91	18,70	318,71	140,23	NL	0	Molto basso
92	18,90	321,65	141,21	NL	0	Molto basso
93	19,10	324,59	142,19	NL	0	Molto basso
94	19,30	327,53	143,17	NL	0	Molto basso
95	19,50	330,47	144,14	NL	0	Molto basso
96	19,70	333,41	145,12	NL	0	Molto basso
97	19,90	336,35	146,10	NL	0	Molto basso







## METODI SEMPLIFICATI

### 1 - INTRODUZIONE

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0) F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio VS. Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) Metodo di Seed e Idriss (1982);
- 2) Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);
- 3) Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);
- 4) Metodo di Finn (1985);
- 5) Metodo di Corté (1985);
- 6) Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);
- 7) Metodo di Andrus e Stokey (1998);
- 8) Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);
- 9) Metodo basato sull'NTC 2008.

Seed e Idriss (1971b) per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma propongono una semplice procedura basata sull'ipotesi di terreno omogeneo. ipotizzando la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza  $z$  (Fig. 1) si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo a la profondità  $z$  è dato da:

$$(1.1) \tau_{max} = \frac{a_g}{g} \times \gamma \times z$$

dove  $a_g$  è l'accelerazione massima in superficie,  $g$  l'accelerazione di gravità e  $\gamma$  il peso di volume secco del terreno.

Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo  $r_d$ . Normalizzando con la pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio  $\tau_{av}$  anziché ad un valore massimo  $\tau_{max}$  si ottiene:

$$(1.2) \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7.5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vd}} r_d$$

espressione valida per sismi di magnitudo 7.5. Per magnitudo diverse bisogna dividere per il fattore correttivo MSF (Magnitudo Scaling Factor):

$$(1.3) CSR = \frac{CSR_{7.5}}{MSF}$$

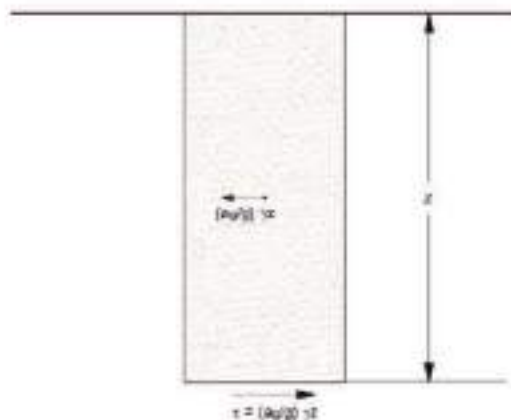


Figura 1 – Sforzo di taglio indotto dal terremoto ad una determinata quota

Il 'metodo di Seed e Idriss' (1982) è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume. Per determinare il valore del coefficiente riduttivo  $r_d$  viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$(1.4) \quad r_d = 1 - 0,015z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si veda la Tabella 1 dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui Seed H. B. e Idriss I. M (1982).

Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)	Ambroseys N. N. (1988)	NCEER (Seed R. B. et al.) (1997, 2003)
5.5	1.43	2.86	2.21
6.0	1.32	2.20	1.77
6.5	1.19	1.66	1.44
7.0	1.08	1.30	1.19
7.5	1.00	1.00	1.00
8.0	0.94	0.67	0.84
8.5	0.89	0.44	0.73

Il termine a numeratore della (1.0), cioè la resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico (Fig. 1) ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(1.5) \quad (N_{1,60}) = C_N N_m$$

dove  $N_m$  è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e  $C_N$  un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$(1.6) \quad C_N = \left( \frac{P_{at}}{\sigma'_{vd}} \right)^{0.5}$$

dove  $\sigma'_{vd}$  è la pressione verticale effettiva,  $P_{at}$  la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di  $\sigma'_{vd}$  ed in un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 3).

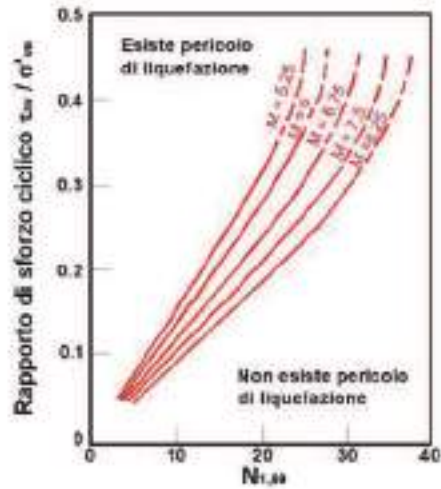


Figura 2 – Correlazione fra CSR e  $N_{1,60}$

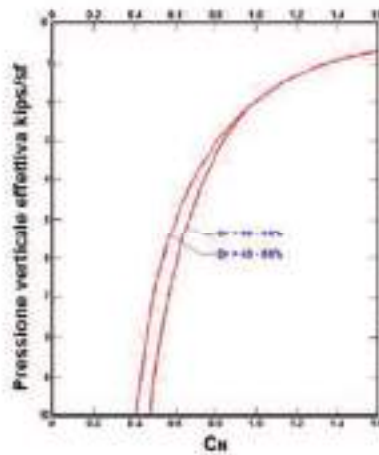


Figura 3 – Coefficiente correttivo  $C_R$

È stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$(1.7) CRR = \frac{N_{1,60}}{50}$$

Si applica quindi la (1.0); se  $F_5 > 1,3$  il deposito non è liquefacibile.

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con  $D_{50} > 0,25$  mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di  $N_{1,60}$ :

$$(1.8) (N_{1,60})_{CS} = N_{1,60} + 7,5$$

Il metodo di Iwasaki et al. (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito.

Il metodo si basa su due quantità: il fattore di resistenza ( $F_5$ ) e l'indice di liquefazione ( $I_L$ ).  $F_5$  si ottiene mediante la (1.0) e quando  $F_5 \leq 1$  lo strato di terreno è liquefacibile; mentre  $I_L$ , indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dalle espressioni:



$$(1.3) \lambda_L = \int_0^{\infty} F W(x) dx$$

dove

$$F = 1 - F_5 \quad \text{per } F_5 \leq 1$$

$$F = 0 \quad \text{per } F_5 > 1$$

$$W(x) = 10 - 0.5x$$

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella 2.

Il fattore correttivo  $r_d$  viene calcolato mediante la (L.4) e MSF come nel caso precedente.

Invece per la valutazione di CRR vengono proposte le seguenti espressioni ricavate da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

10) per terreni con  $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.0) \text{CRR} = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{v0} + 0,7}} + 0,225 \log_{10} \left( \frac{0,35}{D_{50}} \right)$$

11) per terreni con  $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.1) \text{CRR} = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{v0} + 0,7}} - 0,09$$

dove  $D_{50}$  è il diametro dei granuli al 50% (in mm).

Tabella 2

Valori di $I_L$	Rischio di liquefazione
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

Il metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983) per poter tener conto della magnitudo del terremoto, a differenza dei metodi precedenti, calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente espressione:

$$(2.2) \text{CSR} = 0,65 \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d r_n$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo  $r_n$  funzione della magnitudo  $M$ .

$$(2.3) r_n = 0,1(M - 1)$$

Invece la resistenza alla liquefazione viene calcolata, confrontando risultati di prove triassiali cicliche con dati di prove SPT, con la seguente espressione:

$$(2.4) \text{CRR} = s C_c \left[ \frac{10 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{100} + \left( \frac{10 \sqrt{N_{2,60} + \Delta N_f}}{C_c} \right)^n \right]$$

dove

$$s = 0,45$$

$$C_c = 0,57$$

$$n = 14$$

$\Delta N_f = 0$  per sabbie pulite e  $\Delta N_f = 5$  per sabbie limose

$$N_{1,60} = [1,7 / (\sigma'_{v0} + 0,7)] N_m$$

$C_c$  è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazioni di taglio.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di  $F_5 > 1,5$  per le sabbie medio-sciolte e  $F_5 > 1,3$  per le sabbie medio-dense.

Questo metodo è raccomandato nella proposta di Norme Sismiche Italiane avanzata dal CNR nel 1984.

Correlazioni della resistenza alla liquefazione con la magnitudo vengono proposte da Finn [1985] e Corté [1985]. Il primo propone un'espressione di CRR in funzione della magnitudo  $M$  e del numero dei colpi corretto  $N_{1,60}$ :

$$(2.5) \text{CRR} = \frac{N_{1,60}}{12,9 M - 15,7}$$

Corté invece propone di valutare CRR mediante le seguenti espressioni:

12) per terreni con  $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.6) \text{CRR} = A \cdot \left[ \frac{N_m}{\sigma_{vs} + 70} \right]^{0,5} \cdot 0,258 \log_{10} \left( \frac{D_{(q)}}{0,35} \right)$$

13) per terreni con  $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.7) \text{CRR} = A \cdot \left[ \frac{N_m}{\sigma_{vs} + 70} \right]^{0,5} \cdot 0,0567$$

Il coefficiente  $A$  assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e quindi del numero di cicli equivalenti che variano a loro volta fra 5 e 20.

In questi due ultimi metodi ovviamente il rapporto di sforzo ciclico è dato dalla (1.2).

Il 'metodo di Robertson e Wide' utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo  $I_C$  che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$(2.8a) I_C = \left[ 3,47 - \log_{10} Q \right]^2 - \left[ \log_{10} R_f + 1,22 \right]^2$$

$$(2.8b) Q = \frac{q_c - \sigma_{vs}}{P_a} \left( \frac{P_a}{\sigma_{vs}} \right)^n$$

$$(2.8c) R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vs}} \cdot 100$$

dove

$q_c$  è la resistenza alla punta misurata

$P_a$  è la tensione di riferimento [1 atmosfera] nelle stesse unità di  $q_c$

$f_s$  è l'attrito del manicotto

$n$  è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume  $n = 1$ , come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di  $I_C$  con la (2.8a).

Se  $I_C > 2,6$  il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile.

Se  $I_C \leq 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi assunta è errata e  $I_C$  deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

$$(2.9) Q = \frac{q_c}{P_a} \left( \frac{P_a}{\sigma_{vs}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume  $n = 0,5$ .

Se è ancora  $I_C \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece  $I_C > 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso.  $I_C$  deve essere nuovamente ricalcolato con la (2.8a) ponendo  $n = 0,75$ .

Calcolato  $I_C$ , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata  $q_c$  mediante la seguente espressione:

$$(3.0) q_{c1N} = \frac{q_c}{P_0} \left( \frac{P_0}{\sigma'_{v0}} \right)^n$$

dove n è lo stesso del calcolo di  $I_c$ .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene valutata mediante la seguente procedura:

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride classico:

$$(3.1a) (q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$$

$$(3.1b) K_c = -0,403I_c^4 + 5,581I_c^3 - 21,83I_c^2 + 33,76I_c - 17,88$$

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride modificato:

$$(3.2a) (q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

$$(3.2b) \Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N}$$

dove  $K_c$  dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$K_c = 0$	per $FC \leq 5$
$K_c = 0,0257(FC - 5)$	per $5 < FC \leq 35$
$K_c = 0,8$	per $FC > 35$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$(3.3) FC(\%) = 1,75(I_c)^{3,28} - 3,7$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (CR17,5) si calcola con le espressioni seguenti:

se  $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$(3.4) CRR = 0,833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05$$

se  $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 100$

$$(3.5) CRR = 90 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

Il rapporto di sforzo ciclico CSR si calcola con la (1.3) e MSF come raccomandato dal NCEER (vedi Tabella 1), mentre il coefficiente  $r_d$  è calcolato mediante la seguente procedura:

se  $z < 9,15$  m

$$(3.6a) r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

se  $9,15 \leq z < 23$  m

$$(3.6b) r_d = 1,174 - 0,00287 z$$

dove z è la profondità in metri

Si calcola il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di Iwasaki et al.

Il metodo di Andrus e Stokoe<sup>4</sup> è basato su dati provenienti da prove sismiche a rifrazione ( $V_p$ ).

La velocità delle onde di taglio viene corretta con la formula (Robertson et al., 1992):

$$(3.7) V_{B1} = V_B \left( \frac{100}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.25}$$

La resistenza alla liquefazione è valutata mediante la formula di Andrus e Stoicoe (1998):

$$(3.8) CRR = 0,03 \left( \frac{V_{B1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[ \frac{1}{(V_{B1,cs} - V_{B1})} - \frac{1}{(V_{B1,cs})} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) è tenuta in conto mediante la seguente procedura:

$(V_{S1})_{CS} = 220$	per FC ≤ 5%
$220 < (V_{S1})_{CS} ≤ 200$	per 5% < FC ≤ 35%
$(V_{S1})_{CS} = 200$	per FC > 35%

Il fattore di correzione della magnitudo MSF viene valutato come raccomandato dal NCEER (Tabella 1), il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (3.8), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono valutati con il metodo di Iwasaki et alii.

Le indicazioni della normativa europea sono contenute al punto 4.1.3 a cui si aggiungono ulteriori indicazioni che si possono trovare nell'appendice B della parte 5 dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5).

Secondo tale normativa si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando  $a_p < 0,15$  e, contemporaneamente, il terreno soddisfa almeno una delle seguenti condizioni:

- 14) contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10;
- 15) contenuto di limo superiore al 10% e resistenza  $N_{1,60} > 20$
- 16) frazione fine trascurabile e resistenza  $N_{1,60} > 25$

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'aggiunzione semplificata:

$$(3.9) CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0}} \frac{1}{MSF}$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabella 3

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1 S (M ≥ 5,5)	Spettri di Tipo 2 S (M ≤ 5,5)
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo MSF consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys (Tabella 1).

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

$$(4.0) CRR = \frac{0,04844 - 0,00472 \ln(N_{1,60})_{cs} + 0,0008138 \ln(N_{1,60})_{cs}^2 - 0,0001673 \ln(N_{1,60})_{cs}^3}{1 - 0,1248 \ln(N_{1,60})_{cs} + 0,008576 \ln(N_{1,60})_{cs}^2 - 0,0003280 \ln(N_{1,60})_{cs}^3 + 0,0000037 \ln(N_{1,60})_{cs}^4}$$

dove  $(N_{1,60})_{cs}$  viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(4.1) (N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove  $N_{1,60}$  è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice  $N_m$  (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 kPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$(4.2a) N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$(4.2b) C_N = \left( \frac{100}{\sigma_{vo}} \right)^{0,8}$$

$$(4.2c) C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al rapporto dell'energia misurata rispetto al valore teorico) x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato (Tabella 4).

Tabella 4

Attrezzatura	C <sub>E</sub>
Safety Hammer	0,7 - 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 - 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 - 1,4
Automatic-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 - 1,4

I parametri a e b, invece, dipendono dalla frazione fine FC:

a = 0	per FC ≤ 5%
a = exp[1,76 · (-190 / FC <sup>2</sup> )]	per 5% < FC ≤ 35%
a = 5	per FC > 35%
b = 1,0	per FC ≤ 5%
b = [0,99 + (FC <sup>1,5</sup> / 1000)]	per 5% < FC ≤ 35%
b = 1,2	per FC > 35%

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati q<sub>c</sub> devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati mediante la (3.0). Per poter tenere conto della eventuale presenza di fini, il software utilizza il metodo di Robertson e White. Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$(4.3) \frac{(q_{c1h})_{95}}{(N_{1,60})_{25}} = 5$$

come proposto dall'ECS, derivato (N<sub>1,60</sub>)<sub>CS</sub> dalla (4.2a), si utilizza la (4.0) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche di rifrazione, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la (3.7) e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe (3.8):

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTC 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

La normativa esclude il pericolo di liquefazione se il terreno saturo si trova ad una profondità superiore a 15 m o se a<sub>v</sub>S < 0,15g e, contemporaneamente, si verifica una delle seguenti condizioni:

- 17) contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10;
- 18) contenuto di limo superiore al 35% e resistenza N<sub>1,60</sub> > 20;
- 19) frazione fine trascurabile e resistenza N<sub>1,60</sub> > 25.

Come la normativa europea, quella italiana ritiene che la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$(4.4) CSR = 0,65 S \frac{R_u}{g} \frac{\sigma_{vm}}{\sigma_{vm}} \frac{r_d}{MSF} \frac{1}{K_r}$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabela 5

Categoria suolo	S
A	1,00
B, C, E	1,25
D	1,35

Il coefficiente riduttivo  $r_d$  viene valutato secondo quanto proposto da Idriss (1999):

$$(4.5a) r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z)M]$$

$$(4.5b) \alpha(z) = -1,012 - 1,126 \operatorname{sen}\left[\left(\frac{z}{11,73}\right) + 5,133\right]$$

$$(4.5c) \beta(z) = 0,106 + 0,118 \operatorname{sen}\left[\left(\frac{z}{11,28}\right) + 5,142\right]$$

Il fattore di correzione della magnitudo MSF utilizzato dal programma è quello raccomandato dal NCEER (Tabella 1).  $K_s$  è un fattore di correzione della tensione litostatica compreso fra 1 e 1,5 (Olson, 1984):

$$K_s = 1 \quad \text{per } s'_{vd} < 100$$

$$K_s = (s'_{vd}/100)^f - 1 \quad \text{per } s'_{vd} \geq 100$$

dove  $f$  è un parametro funzione di  $(N_{1,60}) = s'_{vd}$ .

La resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$(4.6) CRR = \frac{1}{[34 - (N_{1,60})_{cs}]^{1,25}} \cdot \frac{(N_{1,60})_{cs}}{135} \cdot \frac{50}{[10 (N_{1,60})_{cs} + 45]^2} \cdot \frac{1}{200}$$

dove  $(N_{1,60})_{cs}$  viene calcolata mediante la (4.1), nella quale però  $N_{1,60}$  è valutato nel seguente modo:

$$(4.7) N_{1,60} = C_M \cdot C_L \cdot C_D \cdot C_B \cdot C_P \cdot N_w$$

dove  $C_M$  e  $C_L$  sono calcolati mediante la (4.2b) e la (4.2c).

$C_B$  è un fattore di correzione per la lunghezza  $L$  delle aste della prova pari a:

Tabela 6

L	$C_B$
$\leq 3$	0,75
$3 < L \leq 4$	0,80
$4 < L \leq 6$	0,85
$6 < L \leq 10$	0,95
$> 10$	1,00

$C_S$  è un fattore di correzione per il tipo di campionario:

per campionatori di tipo standard  $C_S$  è sempre uguale a 1,0

per campionatori di tipo non-standard  $C_S$  è compreso fra 1,1 e 1,3.

$C_D$  è un fattore di correzione per il diametro del foro di sondaggio ed è pari a:

Tabela 7

Diametro foro	$C_D$
65 - 115 mm	1,00
115 - 150 mm	1,05
150 - 200 mm	1,15

Secondo le normative europee e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati e quindi deve essere  $F_5 \leq 1,25$ .

La probabilità di liquefazione  $F_{L_v}$ , invece, è data dall'espressione di Juang et al. (2001):

$$(4.8) F_{L_v} = \frac{1}{1 + \left(\frac{r_u}{0.72}\right)^{3.7}}$$

# CPT 1

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 8

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,159

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nc colpi medio (Napt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vv (m/s)
1	Sabbia pulita	0	2	16,8	18	0	0	2410,96	60,76	0
2		2	3,2	16,8	18	0	0	13279,89	236,2	0
3		3,2	4,4	17	18,5	0	0	5703,98	137,21	0
4		4,4	5,8	17	18,5	0	0	6511,62	176,41	0
5		5,8	6,8	17	18,5	0	0	6311,62	137,21	0
6		6,8	7,8	17	18,5	0	0	8565,77	196,01	0
7		7,8	9,2	17	18,5	0	0	4224,08	98,01	0
8		9,2	10	17	18,5	0	0	9359,63	215,61	0

### Metodo di Robertson e Wide (1997)

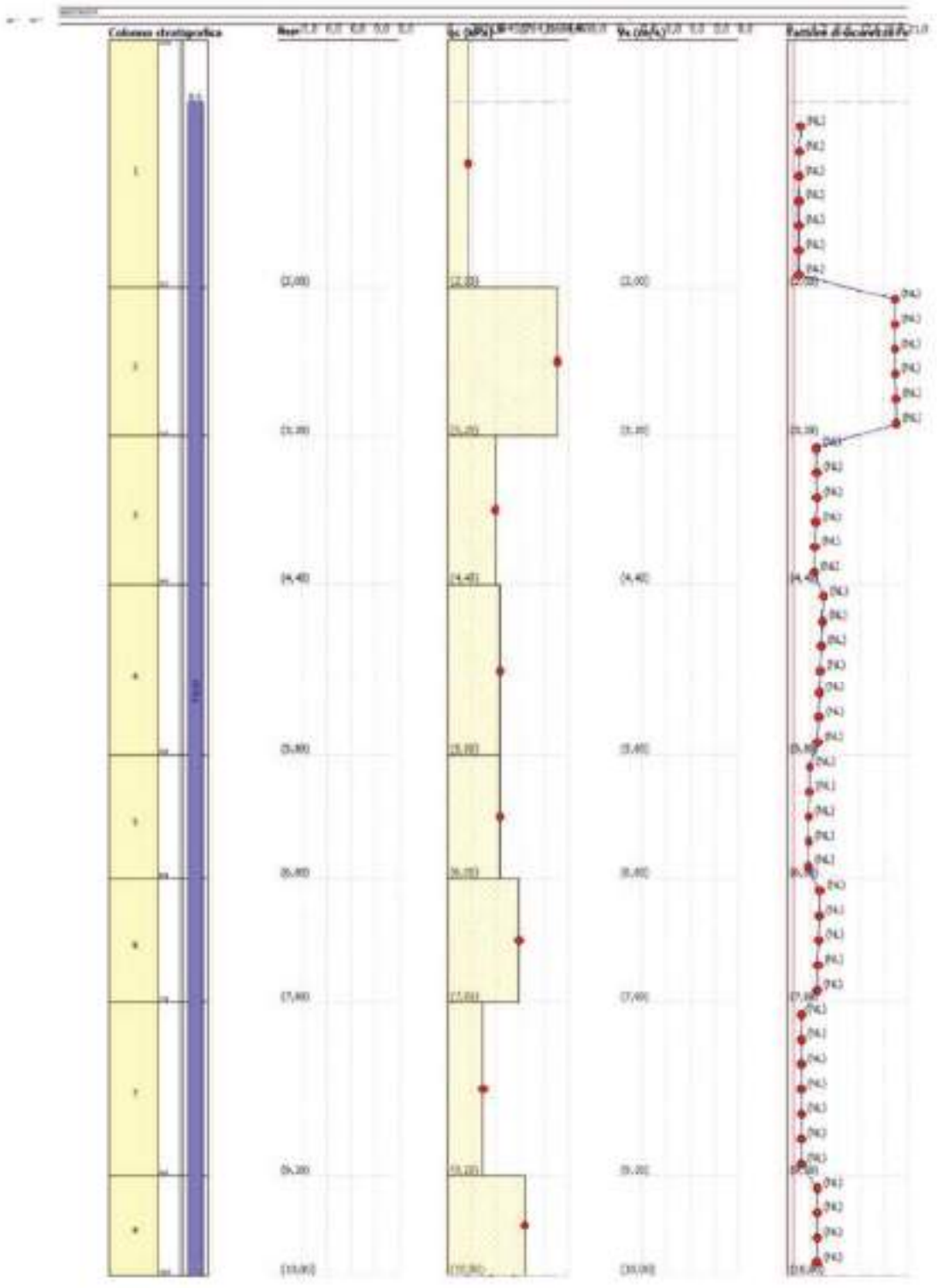
#### Risultati

Correzione per la magnitudo [MSF] = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. f (KPa)	Indice di compatt. Ic	Correz. la press. litost. efficace Cq	Resist. alla punta corrett. qc3R (KPa)	Coef. induttivo (rd)	Resist. alla liquef. (CRF)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coef. di normalizzazione di liq. (F1)	Suscett. di liq. (F2)	Indice di liq. (F3)	Rischio di liq. (F4)
1	0,30	12,00	10,04	76,09	2,53	2,27	1,70	76,25	0,99	0,12	0,06	2,18	NL	0	Molto basso
2	0,50	13,60	11,68	76,55	2,54	2,30	1,70	77,25	0,99	0,13	0,06	2,64	NL	0	Molto basso
3	1,30	19,20	13,32	66,06	2,54	2,32	1,70	81,99	0,99	0,13	0,07	1,56	NL	0	Molto basso
4	1,30	22,80	16,96	42,15	2,54	2,33	1,70	84,57	0,99	0,14	0,07	1,62	NL	0	Molto basso
5	1,50	26,40	18,59	55,10	2,55	2,35	1,70	87,01	0,99	0,14	0,07	1,52	NL	0	Molto basso
6	1,70	30,00	18,23	56,47	2,55	2,37	1,70	89,54	0,99	0,15	0,08	1,53	NL	0	Molto basso
7	1,90	33,60	19,87	54,09	2,56	2,38	1,70	91,55	0,99	0,15	0,08	1,54	NL	0	Molto basso
8	2,10	37,20	21,51	285,33	1,78	1,79	1,70	247,63	0,98	1,40	0,08	18,76	NL	0	Molto basso
9	2,30	40,80	23,15	776,01	1,78	1,80	1,70	249,11	0,98	1,52	0,08	18,75	NL	0	Molto basso
10	2,50	44,40	24,79	266,72	1,78	1,80	1,70	250,54	0,98	1,54	0,08	18,78	NL	0	Molto basso
11	2,70	48,00	26,43	238,11	1,79	1,81	1,70	251,50	0,98	1,57	0,08	18,84	NL	0	Molto basso
12	2,90	51,60	28,06	292,70	1,79	1,82	1,70	253,21	0,98	1,59	0,08	18,87	NL	0	Molto basso
13	3,10	55,20	29,70	243,08	1,79	1,83	1,70	254,49	0,98	1,61	0,08	19,07	NL	0	Molto basso
14	3,30	58,80	31,34	101,81	2,43	2,17	1,70	355,17	0,97	0,43	0,09	5,61	NL	0	Molto basso
15	3,50	62,55	33,13	99,10	2,43	2,18	1,70	358,07	0,97	0,44	0,09	5,12	NL	0	Molto basso
16	3,70	66,25	34,87	98,50	2,43	2,19	1,69	357,70	0,97	0,45	0,09	5,16	NL	0	Molto basso
17	3,90	69,95	36,61	94,27	2,44	2,19	1,69	355,72	0,97	0,43	0,09	4,58	NL	0	Molto basso

18	4,30	73,65	38,35	57,11	2,44	2,20	1,61	153,53	0,97	0,42	0,09	4,75	NL	0	basso
19	4,30	77,35	40,08	58,10	2,44	2,21	1,58	152,19	0,97	0,41	0,09	4,68	NL	0	Molto basso
20	4,50	81,05	41,82	57,60	2,83	2,23	1,55	171,43	0,97	0,55	0,09	6,27	NL	0	basso
21	4,70	84,75	43,56	59,63	2,83	2,24	1,52	189,69	0,98	0,53	0,09	6,10	NL	0	Molto basso
22	4,90	88,45	45,30	51,78	2,83	2,25	1,49	167,86	0,98	0,52	0,09	5,92	NL	0	basso
23	5,10	92,15	47,04	52,05	2,84	2,25	1,46	163,94	0,98	0,50	0,09	5,74	NL	0	Molto basso
24	5,30	95,85	48,78	50,17	2,84	2,26	1,42	163,13	0,98	0,49	0,09	5,58	NL	0	basso
25	5,50	99,55	50,52	48,80	2,84	2,26	1,41	163,00	0,98	0,48	0,09	5,47	NL	0	Molto basso
26	5,70	103,25	52,26	47,31	2,84	2,27	1,38	160,84	0,98	0,47	0,09	5,29	NL	0	basso
27	5,90	106,95	53,99	45,90	2,21	2,19	1,36	141,53	0,95	0,34	0,09	3,89	NL	0	Molto basso
28	6,10	110,65	55,73	44,55	2,21	2,20	1,34	140,48	0,95	0,34	0,09	3,82	NL	0	basso
29	6,30	114,35	57,47	43,26	2,21	2,20	1,32	139,38	0,95	0,33	0,09	3,75	NL	0	Molto basso
30	6,50	118,05	59,21	42,02	2,22	2,21	1,30	138,23	0,95	0,33	0,09	3,68	NL	0	basso
31	6,70	121,75	60,95	40,85	2,22	2,21	1,28	137,04	0,95	0,32	0,09	3,61	NL	0	Molto basso
32	6,90	125,45	62,69	39,69	2,32	2,14	1,26	165,10	0,95	0,50	0,09	5,64	NL	0	basso
33	7,10	129,15	64,43	38,51	2,32	2,14	1,25	164,80	0,95	0,50	0,09	5,60	NL	0	Molto basso
34	7,30	132,85	66,18	37,31	2,32	2,15	1,23	163,04	0,94	0,48	0,09	5,45	NL	0	basso
35	7,50	136,55	67,90	36,15	2,33	2,15	1,21	161,25	0,94	0,47	0,09	5,30	NL	0	Molto basso
36	7,70	140,25	69,64	35,04	2,33	2,16	1,20	160,77	0,94	0,47	0,09	5,27	NL	0	basso
37	7,90	143,95	71,38	33,90	2,40	2,39	1,18	112,68	0,94	0,21	0,09	2,41	NL	0	Molto basso
38	8,10	147,65	73,12	32,80	2,40	2,39	1,17	112,35	0,94	0,21	0,09	2,40	NL	0	basso
39	8,30	151,35	74,86	31,72	2,41	2,40	1,16	112,38	0,94	0,21	0,09	2,40	NL	0	Molto basso
40	8,50	155,05	76,60	30,66	2,41	2,40	1,14	111,22	0,93	0,21	0,09	2,35	NL	0	basso
41	8,70	158,75	78,34	29,62	2,41	2,40	1,13	111,01	0,93	0,21	0,09	2,34	NL	0	Molto basso
42	8,90	162,45	80,07	28,61	2,41	2,41	1,12	110,77	0,93	0,21	0,09	2,34	NL	0	basso
43	9,10	166,15	81,81	27,60	2,42	2,41	1,11	110,51	0,93	0,21	0,09	2,33	NL	0	Molto basso
44	9,30	169,85	83,55	26,60	2,35	2,16	1,09	160,32	0,93	0,46	0,09	5,27	NL	0	basso
45	9,50	173,55	85,29	25,61	2,35	2,16	1,08	159,54	0,92	0,46	0,09	5,23	NL	0	Molto basso
46	9,70	177,25	87,03	24,63	2,35	2,16	1,07	158,75	0,92	0,45	0,09	5,19	NL	0	basso
47	9,90	180,95	88,77	23,66	2,35	2,17	1,06	157,94	0,91	0,45	0,09	5,15	NL	0	Molto basso





# CPT 2

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 4

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,1595

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale Fc (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0	4	17,2	18,8	0	0	5684,83	147,01	0
2		4	7,6	17,2	18,8	0	0	4410,29	98,01	0
3		7,6	8,6	17,7	18,8	0	0	6370,43	166,61	0
4		8,6	10	17,7	18,8	0	0	4606,31	88,21	0

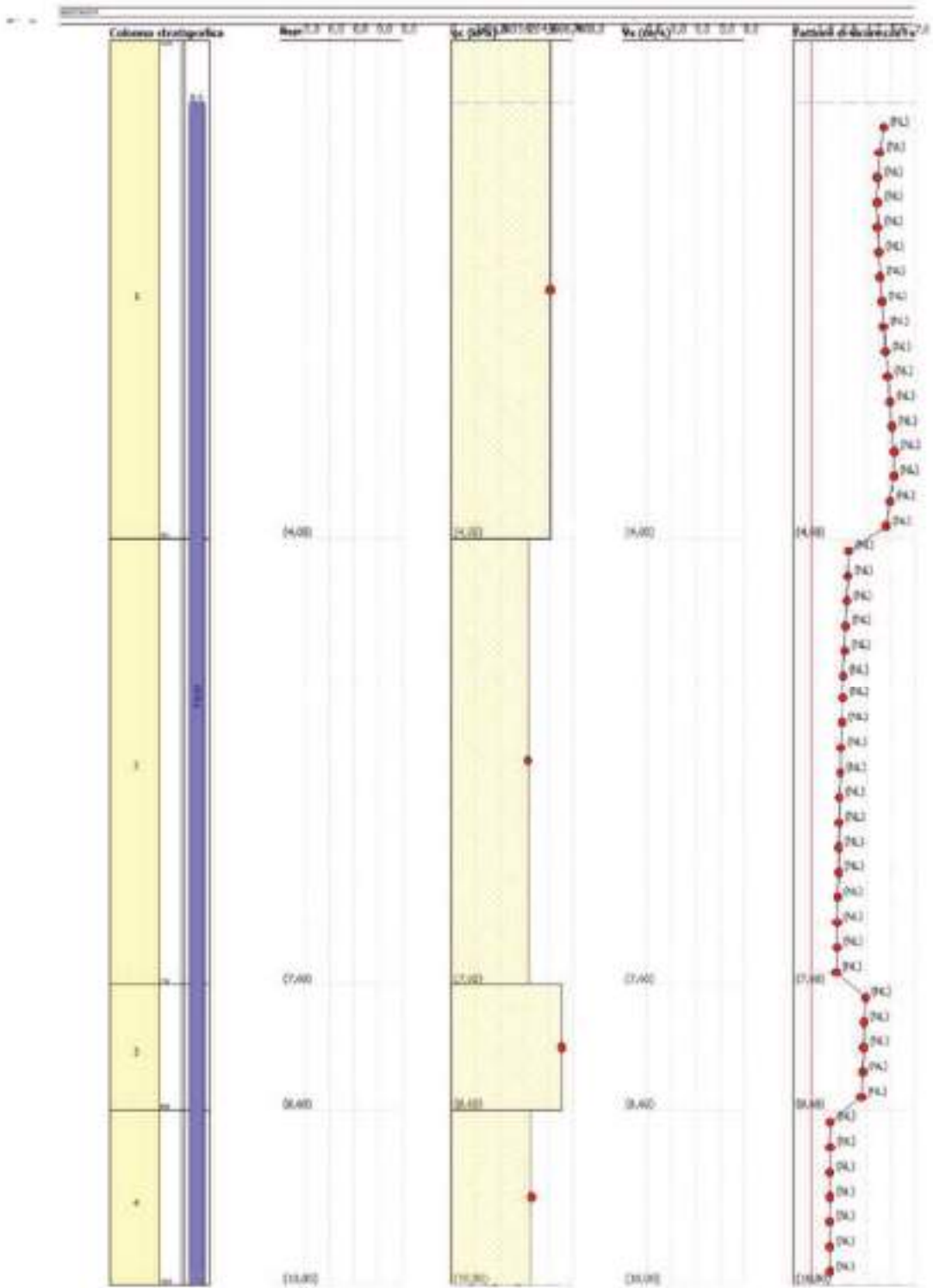
Metodo di Robertson e Wide (1997)

### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. del p.c. (m)	Press. litost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (N)	Indice di compatt. Ic	Correz. per la press. litost. efficace Cq (KPa)	Resist. alla punta corretta qc1N (KPa)	Coef. riduttivo (n)	Resist. alla liquef. (CRRL)	Stato di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liqef.	Indice di liqef.	Rischio di liqef.
1	0,30	12,36	10,40	176,28	2,59	2,04	1,70	131,20	0,99	0,29	0,06	5,13	NL	0	Molto basso
2	0,90	16,12	12,20	162,76	2,59	2,06	1,70	134,38	0,99	0,31	0,06	4,57	NL	0	Molto basso
3	1,30	19,88	14,00	151,93	2,60	2,08	1,70	137,35	0,99	0,32	0,07	4,86	NL	0	Molto basso
4	1,30	23,64	15,79	148,06	2,60	2,10	1,70	140,14	0,99	0,34	0,07	4,34	NL	0	Molto basso
5	1,50	27,40	17,59	135,55	2,60	2,11	1,70	142,81	0,99	0,36	0,07	4,86	NL	0	Molto basso
6	1,70	31,16	19,39	129,00	2,60	2,13	1,70	145,36	0,99	0,37	0,07	4,92	NL	0	Molto basso
7	1,80	34,92	21,19	123,50	2,60	2,14	1,70	147,80	0,99	0,38	0,08	4,59	NL	0	Molto basso
8	2,30	38,68	22,99	138,56	2,60	2,15	1,70	150,14	0,99	0,39	0,08	5,09	NL	0	Molto basso
9	2,30	42,44	24,79	134,18	2,61	2,16	1,70	152,41	0,99	0,41	0,08	5,10	NL	0	Molto basso
10	2,50	46,20	26,59	130,24	2,61	2,17	1,70	154,59	0,99	0,42	0,08	5,30	NL	0	Molto basso
11	2,70	49,96	28,39	106,69	2,61	2,18	1,70	156,71	0,99	0,44	0,08	5,42	NL	0	Molto basso
12	2,90	53,72	30,18	103,48	2,61	2,19	1,70	158,76	0,99	0,45	0,08	5,54	NL	0	Molto basso
13	3,10	57,48	31,98	100,53	2,61	2,20	1,70	160,76	0,99	0,47	0,08	5,67	NL	0	Molto basso
14	3,30	61,24	33,78	97,81	2,61	2,21	1,70	162,71	0,97	0,48	0,08	5,80	NL	0	Molto basso
15	3,50	65,00	35,58	95,30	2,62	2,21	1,68	162,68	0,97	0,48	0,08	5,76	NL	0	Molto basso
16	3,70	68,76	37,38	91,98	2,62	2,22	1,64	160,60	0,97	0,47	0,08	5,55	NL	0	Molto basso
17	3,90	72,52	39,18	96,82	2,62	2,23	1,60	158,39	0,97	0,46	0,08	5,14	NL	0	Molto basso
18	4,20	76,28	40,98	66,89	2,26	2,27	1,56	127,19	0,97	0,27	0,08	3,21	NL	0	Molto basso
19	4,30	80,04	42,77	67,44	2,26	2,27	1,53	126,14	0,97	0,27	0,08	3,14	NL	0	Molto basso
20	4,50	83,80	44,57	64,06	2,27	2,28	1,50	125,01	0,97	0,26	0,09	3,68	NL	0	Molto basso

21	4,70	87,56	46,57	64,77	2,27	1,29	1,47	123,81	0,96	0,26	0,09	3,61	NL	0	Molto basso
22	4,80	91,32	48,17	61,54	2,27	1,29	1,44	122,53	0,96	0,25	0,09	3,64	NL	0	Molto basso
23	5,10	95,08	49,97	61,39	2,27	1,30	1,41	121,18	0,94	0,25	0,09	3,66	NL	0	Molto basso
24	5,30	98,84	51,77	61,30	2,27	1,31	1,39	120,62	0,94	0,24	0,09	3,63	NL	0	Molto basso
25	5,50	102,60	53,57	60,26	2,28	1,31	1,37	120,01	0,94	0,24	0,09	3,60	NL	0	Molto basso
26	5,70	106,36	55,37	59,27	2,28	1,32	1,34	118,47	0,94	0,23	0,09	3,72	NL	0	Molto basso
27	5,90	110,12	57,16	58,35	2,28	1,32	1,32	117,74	0,95	0,23	0,09	3,69	NL	0	Molto basso
28	6,10	113,88	58,96	57,44	2,28	1,33	1,30	116,98	0,95	0,23	0,09	3,65	NL	0	Molto basso
29	6,30	117,64	60,76	56,58	2,28	1,33	1,28	116,17	0,95	0,23	0,09	3,61	NL	0	Molto basso
30	6,50	121,40	62,56	55,76	2,29	1,34	1,26	115,31	0,95	0,22	0,09	3,57	NL	0	Molto basso
31	6,70	125,16	64,36	54,97	2,29	1,34	1,25	114,38	0,95	0,22	0,09	3,57	NL	0	Molto basso
32	6,90	128,92	66,16	54,22	2,29	1,35	1,23	114,40	0,95	0,22	0,09	3,53	NL	0	Molto basso
33	7,20	132,68	67,96	53,50	2,29	1,35	1,21	113,52	0,95	0,22	0,09	3,49	NL	0	Molto basso
34	7,30	136,44	69,75	52,81	2,29	1,36	1,20	113,35	0,94	0,22	0,09	3,49	NL	0	Molto basso
35	7,50	140,20	71,55	52,14	2,30	1,36	1,18	112,30	0,94	0,21	0,09	3,45	NL	0	Molto basso
36	7,70	143,96	73,35	74,38	2,68	1,30	1,17	144,18	0,94	0,36	0,09	4,14	NL	0	Molto basso
37	7,80	147,72	75,15	71,49	2,68	1,30	1,15	142,62	0,94	0,36	0,09	4,04	NL	0	Molto basso
38	8,10	151,48	76,95	72,62	2,68	1,30	1,14	142,26	0,94	0,36	0,09	4,07	NL	0	Molto basso
39	8,30	155,24	78,75	71,79	2,68	1,31	1,13	141,88	0,94	0,36	0,09	3,99	NL	0	Molto basso
40	8,60	159,00	80,55	70,98	2,68	1,31	1,11	140,21	0,93	0,34	0,09	3,86	NL	0	Molto basso
41	8,70	162,76	82,35	70,76	1,99	1,33	1,10	140,36	0,92	0,18	0,09	3,11	NL	0	Molto basso
42	8,90	166,52	84,14	70,22	1,99	1,33	1,09	140,08	0,92	0,18	0,09	3,10	NL	0	Molto basso
43	9,10	170,28	85,94	69,69	1,99	1,33	1,08	140,38	0,92	0,18	0,09	2,99	NL	0	Molto basso
44	9,30	174,04	87,74	69,18	1,99	1,34	1,07	140,46	0,92	0,18	0,09	2,98	NL	0	Molto basso
45	9,50	177,80	89,54	68,68	1,99	1,34	1,06	140,13	0,92	0,18	0,09	2,95	NL	0	Molto basso
46	9,70	181,56	91,34	68,20	1,99	1,35	1,05	140,78	0,92	0,18	0,09	2,89	NL	0	Molto basso
47	9,90	185,32	93,14	67,75	2,00	1,35	1,04	140,41	0,92	0,18	0,08	2,89	NL	0	Molto basso



# CPT 3

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 6

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,1594

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Napt)	DSO dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0.0	1.4	17.6	18.8			7448.50	186.21	
2		1.4	5.6	17.6	18.8			4998.33	156.81	
3		5.6	7.8	17.9	19.1			6076.41	176.41	
4		7.8	12.8	17.9	19.1			4312.29	91.15	
5		12.8	14.2	17.9	19.1			7448.50	166.60	
6		14.20	15.0	17.9	19.1			980.07	76.21	

Metodo di Robertson e White (1997)

### Risultati

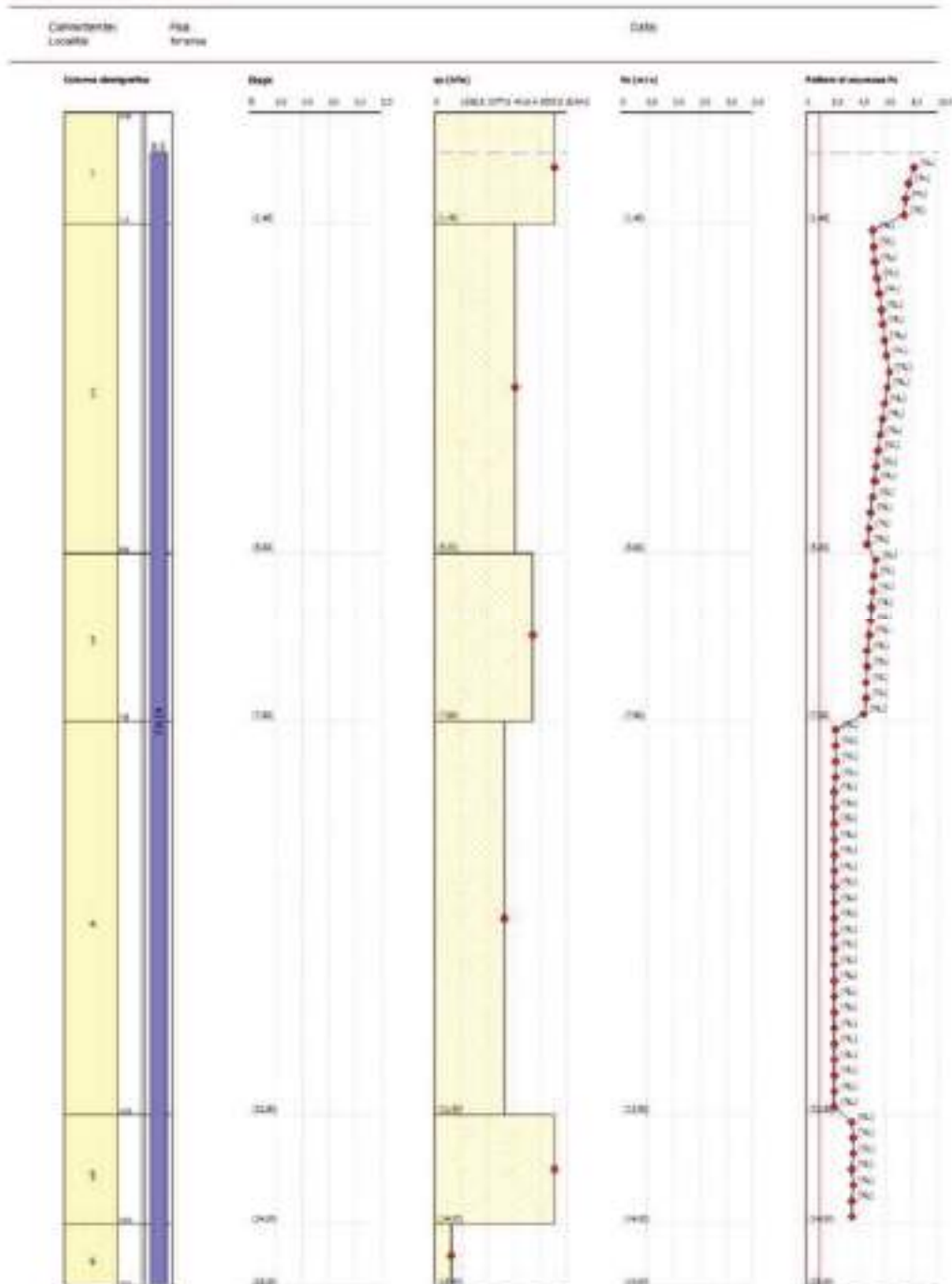
Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (kPa)	Press. verticale efficace (kPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (kN)	Indice di comport. Ic	Correz. per la pres. litost. efficace CC	Resist. alla punta corretta qc3N (KPa)	Coeff. riduttivo (rd)	Resist. alla Squer. (CNR)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coeff. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquef.	Indice di liquef.	Rischio di liquef.
1	0,70	12,56	10,60	228,78	2,50	1,96	1,70	158,86	0,99	0,43	0,06	8,20	NL	0	Molto basso
2	0,90	16,32	12,40	211,52	2,51	1,98	1,70	161,83	0,99	0,47	0,06	7,34	NL	0	Molto basso
3	1,30	20,08	14,20	197,66	2,51	2,00	1,70	164,61	0,99	0,49	0,07	7,53	NL	0	Molto basso
4	1,30	21,84	15,99	181,27	2,51	2,02	1,70	167,33	0,99	0,51	0,07	7,45	NL	0	Molto basso
5	1,50	27,60	17,79	118,51	3,15	2,21	1,70	144,73	0,99	0,36	0,07	5,64	NL	0	Molto basso
6	1,70	31,36	19,59	112,93	3,16	2,23	1,70	147,71	0,99	0,38	0,07	5,13	NL	0	Molto basso
7	1,90	35,12	21,39	108,07	3,16	2,24	1,70	150,56	0,99	0,40	0,08	5,24	NL	0	Molto basso
8	2,30	38,88	23,19	103,79	3,16	2,25	1,70	153,30	0,98	0,42	0,08	5,17	NL	0	Molto basso
9	2,30	42,64	24,99	99,99	3,16	2,26	1,70	155,92	0,98	0,43	0,08	5,51	NL	0	Molto basso
10	2,50	46,40	26,79	96,17	3,17	2,27	1,70	158,45	0,98	0,45	0,08	5,65	NL	0	Molto basso
11	2,70	50,16	28,59	91,48	3,17	2,28	1,70	160,90	0,98	0,47	0,08	5,80	NL	0	Molto basso
12	2,80	53,92	30,38	86,68	3,17	2,29	1,70	163,35	0,98	0,48	0,08	5,66	NL	0	Molto basso
13	3,20	57,68	32,18	82,11	3,17	2,30	1,70	165,55	0,98	0,50	0,08	5,12	NL	0	Molto basso
14	3,30	61,44	33,98	85,75	3,18	2,31	1,70	167,78	0,97	0,52	0,08	6,29	NL	0	Molto basso
15	3,50	65,20	35,78	81,56	3,18	2,32	1,67	169,95	0,97	0,51	0,08	6,17	NL	0	Molto basso
16	3,70	68,96	37,58	81,54	3,18	2,32	1,65	164,98	0,97	0,50	0,08	5,46	NL	0	Molto basso
17	3,90	72,72	39,38	79,65	3,18	2,33	1,59	162,86	0,97	0,48	0,08	5,14	NL	0	Molto basso

18	4,30	76,48	41,18	77,89	3,19	1,34	1,56	161,64	0,97	0,47	0,08	5,61	NL	0	Molto basso
19	4,30	80,34	42,97	76,25	3,18	1,34	1,53	160,39	0,97	0,46	0,08	5,47	NL	0	Molto basso
20	4,50	84,00	44,77	74,70	3,18	1,35	1,48	157,70	0,97	0,45	0,08	5,25	NL	0	Molto basso
21	4,70	87,76	46,57	73,24	3,19	1,36	1,47	157,30	0,94	0,44	0,09	5,19	NL	0	Molto basso
22	4,90	91,52	48,37	71,87	3,20	1,36	1,44	155,65	0,94	0,43	0,09	5,05	NL	0	Molto basso
23	5,20	95,28	50,17	70,57	3,20	1,37	1,41	153,61	0,94	0,42	0,09	4,90	NL	0	Molto basso
24	5,30	99,04	51,97	69,33	3,20	1,37	1,39	153,16	0,94	0,41	0,09	4,84	NL	0	Molto basso
25	5,50	102,80	53,77	68,16	3,20	1,38	1,36	151,37	0,94	0,40	0,09	4,68	NL	0	Molto basso
26	5,70	106,59	55,60	67,09	2,96	1,30	1,34	158,57	0,94	0,45	0,09	5,25	NL	0	Molto basso
27	5,90	110,41	57,45	66,17	2,96	1,30	1,32	157,50	0,95	0,44	0,09	5,10	NL	0	Molto basso
28	6,20	114,28	59,31	65,30	2,96	1,31	1,30	156,38	0,95	0,44	0,09	5,06	NL	0	Molto basso
29	6,30	118,05	61,17	64,69	2,98	1,31	1,28	155,21	0,95	0,43	0,09	4,97	NL	0	Molto basso
30	6,50	121,87	63,03	64,04	2,98	1,32	1,26	153,97	0,95	0,42	0,09	4,87	NL	0	Molto basso
31	6,70	125,69	64,89	63,43	2,96	1,32	1,24	152,68	0,95	0,41	0,09	4,77	NL	0	Molto basso
32	6,90	129,51	66,75	62,87	2,97	1,33	1,22	151,34	0,95	0,40	0,09	4,67	NL	0	Molto basso
33	7,20	133,38	68,61	62,36	2,97	1,33	1,21	151,19	0,95	0,40	0,09	4,66	NL	0	Molto basso
34	7,30	137,15	70,46	61,89	2,97	1,34	1,19	149,75	0,94	0,39	0,09	4,56	NL	0	Molto basso
35	7,50	140,97	72,32	61,45	2,97	1,34	1,18	149,55	0,94	0,39	0,09	4,54	NL	0	Molto basso
36	7,70	144,79	74,18	61,05	2,97	1,34	1,16	148,01	0,94	0,38	0,09	4,43	NL	0	Molto basso
37	7,80	148,61	76,04	60,66	2,99	1,34	1,14	147,66	0,94	0,38	0,09	4,38	NL	0	Molto basso
38	8,20	152,43	77,90	60,26	2,99	1,37	1,13	146,56	0,94	0,38	0,09	4,34	NL	0	Molto basso
39	8,30	156,25	79,76	59,89	2,99	1,37	1,12	146,36	0,94	0,38	0,09	4,33	NL	0	Molto basso
40	8,50	160,07	81,62	59,55	2,20	1,38	1,11	146,17	0,93	0,38	0,09	4,33	NL	0	Molto basso
41	8,70	163,89	83,48	59,20	2,20	1,38	1,09	144,98	0,93	0,38	0,09	4,28	NL	0	Molto basso
42	8,90	167,71	85,33	58,88	2,20	1,38	1,08	144,72	0,93	0,38	0,09	4,28	NL	0	Molto basso
43	9,20	171,53	87,19	58,58	2,20	1,39	1,07	144,44	0,93	0,38	0,09	4,27	NL	0	Molto basso
44	9,30	175,35	89,05	58,29	2,20	1,39	1,06	144,15	0,93	0,38	0,09	4,27	NL	0	Molto basso
45	9,50	179,17	90,91	58,00	2,21	1,40	1,05	143,83	0,92	0,38	0,08	4,27	NL	0	Molto basso
46	9,70	182,99	92,77	57,72	2,21	1,40	1,04	143,49	0,92	0,38	0,08	4,27	NL	0	Molto basso
47	9,90	186,81	94,63	57,45	2,21	1,40	1,02	143,14	0,91	0,38	0,08	4,26	NL	0	Molto basso
48	10,10	190,63	96,49	57,19	2,21	1,41	1,02	142,77	0,91	0,38	0,08	4,26	NL	0	Molto basso
49	10,30	194,45	98,34	56,94	2,21	1,41	1,01	142,37	0,90	0,38	0,08	4,26	NL	0	Molto basso
50	10,50	198,27	100,20	56,69	2,22	1,41	1,00	141,97	0,89	0,38	0,08	4,26	NL	0	Molto basso
51	10,70	202,09	102,06	56,45	2,22	1,42	0,99	141,54	0,89	0,38	0,08	4,25	NL	0	Molto basso
52	10,90	205,91	103,92	56,21	2,22	1,42	0,98	141,10	0,88	0,38	0,08	4,25	NL	0	Molto basso
53	11,10	209,73	105,78	55,98	2,22	1,42	0,97	140,64	0,88	0,37	0,08	4,24	NL	0	Molto basso
54	11,30	213,55	107,64	55,75	2,22	1,43	0,96	140,18	0,87	0,37	0,08	4,24	NL	0	Molto basso
55	11,50	217,37	109,50	55,52	2,23	1,43	0,96	139,72	0,87	0,38	0,08	4,23	NL	0	Molto basso
56	11,70	221,19	111,36	55,29	2,23	1,43	0,95	139,22	0,86	0,37	0,08	4,23	NL	0	Molto basso

57	11,90	225,01	113,21	46,53	2,23	2,43	0,94	99,69	0,84	0,17	0,08	2,16	NL	0	basso
58	12,10	228,83	115,07	46,20	2,23	2,44	0,93	99,15	0,85	0,17	0,08	2,15	NL	0	Molto basso
59	12,30	231,65	116,93	39,68	2,23	2,44	0,92	98,61	0,85	0,17	0,08	2,15	NL	0	Molto basso
60	12,50	236,47	118,79	39,57	2,24	2,44	0,92	99,12	0,84	0,17	0,08	2,18	NL	0	Molto basso
61	12,70	240,29	120,65	39,26	2,24	2,45	0,91	98,53	0,83	0,17	0,08	2,17	NL	0	Molto basso
62	12,90	244,11	122,51	41,30	2,31	2,28	0,90	126,76	0,83	0,27	0,08	3,48	NL	0	Molto basso
63	13,10	247,93	124,37	46,79	2,31	2,28	0,90	127,28	0,81	0,27	0,08	3,53	NL	0	Molto basso
64	13,30	251,75	126,22	46,30	2,31	2,29	0,89	126,37	0,82	0,27	0,08	3,50	NL	0	Molto basso
65	13,50	255,57	128,08	45,82	2,32	2,29	0,88	125,45	0,81	0,26	0,08	3,47	NL	0	Molto basso
66	13,70	259,39	129,94	45,34	2,32	2,29	0,88	125,95	0,81	0,27	0,08	3,52	NL	0	Molto basso
67	13,90	263,21	131,80	44,86	2,32	2,29	0,87	125,00	0,80	0,26	0,08	3,48	NL	0	Molto basso
68	14,10	267,03	133,66	44,43	2,32	2,30	0,86	124,05	0,80	0,26	0,07	3,45	NL	0	Molto basso
69	14,30	270,85	135,52	5,23	10,75	3,55							NL		
70	14,50	274,67	137,38	5,13	10,80	3,56							NL		
71	14,70	278,49	139,24	5,04	10,86	3,57							NL		
72	14,90	282,31	141,09	4,95	10,92	3,58							NL		

**Valutazione del rischio di inquinazione**  
Metodo di verifica: Robertson e Wilde  
Diagrammi: Regt - qc - Vs - Es





# CPT 4

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

Dati generali

Numero di strati = 6

Profondità della falda = 0,3 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,1665

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	CSO dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0.0	2.0	17.5	19.6			5488.97	147	
2		2.0	4.2	17.0	19.0			2940.20	59	
3		4.2	5.0	16.8	18.8			1665.11	49	
4		5.0	6.6	16.8	18.8			2940.20	49	
5		6.6	10.6	17.1	19.5			3920.26	78	
6		10.6	12.6	14.7	16.7			705.65	29	

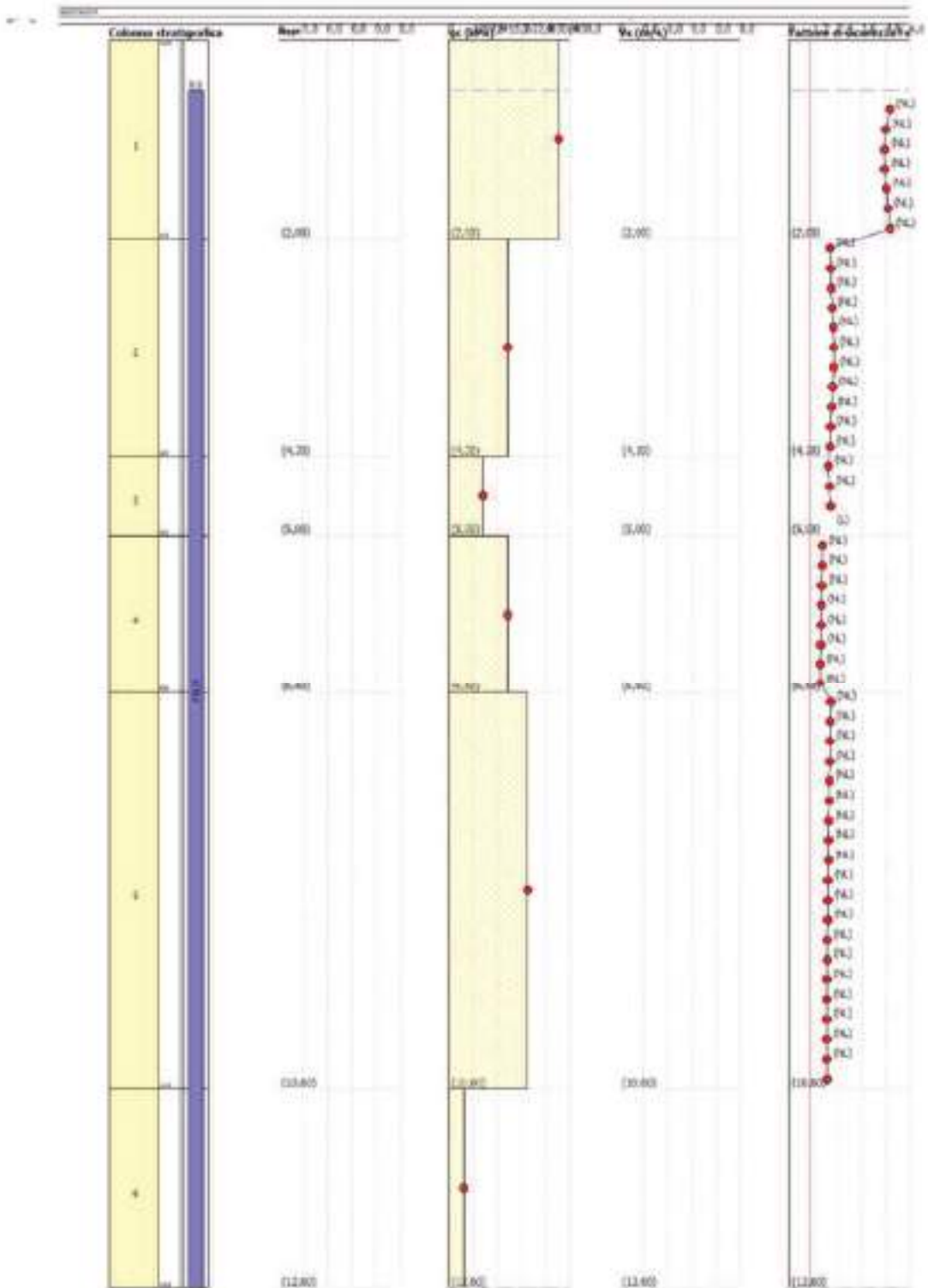
Metodo di Robertson e Wide (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (EPa)	Press. verticale efficace (EPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (N)	Indice di comport. Ic	Correz. press. litost. efficace Cc	Resist. alla punta corretta qc1N (KPa)	Coeff. riduttivo (rd)	Resist. alla liquef. (CRR)	Stato di taglio normal. (OCR)	Coeff. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquer.	Indice di liquer. liquer.	Stato di liquer.
1	0,70	12,67	10,71	167,71	2,68	2,07	1,70	130,34	0,95	0,29	0,06	4,59	NL	0	Molto basso
2	0,90	16,59	12,67	134,19	2,69	2,09	1,70	133,88	0,95	0,30	0,06	4,79	NL	0	Molto basso
3	1,30	20,51	14,63	143,49	2,69	2,11	1,70	137,17	0,95	0,32	0,07	4,73	NL	0	Molto basso
4	1,30	24,43	16,58	134,79	2,69	2,13	1,70	140,25	0,95	0,34	0,07	4,74	NL	0	Molto basso
5	1,50	28,35	18,54	127,46	2,68	2,14	1,70	143,18	0,95	0,35	0,07	4,80	NL	0	Molto basso
6	1,70	32,27	20,50	121,22	2,69	2,16	1,70	145,67	0,95	0,37	0,08	4,89	NL	0	Molto basso
7	1,90	36,19	22,46	115,81	2,70	2,17	1,70	148,64	0,95	0,39	0,08	4,95	NL	0	Molto basso
8	2,30	40,06	24,36	55,57	2,03	2,28	1,70	94,84	0,98	0,16	0,08	2,62	NL	0	Molto basso
9	2,30	43,85	26,20	51,44	2,04	2,29	1,70	95,52	0,98	0,16	0,08	2,65	NL	0	Molto basso
10	2,50	47,65	28,04	55,52	2,04	2,31	1,70	98,35	0,98	0,17	0,08	2,68	NL	0	Molto basso
11	2,70	51,45	29,88	51,79	2,04	2,32	1,70	100,12	0,98	0,17	0,08	2,71	NL	0	Molto basso
12	2,90	55,25	31,71	51,21	2,05	2,33	1,70	101,89	0,98	0,18	0,08	2,75	NL	0	Molto basso
13	3,30	59,05	33,55	50,76	2,05	2,34	1,70	103,10	0,98	0,18	0,08	2,79	NL	0	Molto basso
14	3,30	62,85	35,39	45,42	2,05	2,35	1,60	103,98	0,97	0,18	0,08	2,79	NL	0	Molto basso
15	3,50	66,65	37,23	48,19	2,05	2,35	1,64	102,94	0,97	0,18	0,08	2,74	NL	0	Molto basso
16	3,70	70,45	39,07	47,04	2,06	2,36	1,60	101,88	0,97	0,18	0,09	2,68	NL	0	Molto basso
17	3,90	74,25	40,91	45,97	2,06	2,37	1,56	100,71	0,97	0,18	0,09	2,64	NL	0	Molto basso

18	4,30	78,05	42,75	44,57	2,06	1,38	1,53	100,10	0,97	0,17	0,09	2,61	NL	0	Molto basso
19	4,30	81,83	44,56	30,55	3,09	1,62	1,70	97,83	0,97	0,17	0,09	1,53	NL	0	Molto basso
20	4,50	85,59	46,36	26,65	3,10	1,63	1,70	99,70	0,97	0,17	0,09	1,59	NL	0	Molto basso
21	4,70	89,35	48,16	22,82	3,11	1,64	1,70	101,57	0,94	0,18	0,09	2,04	NL	0	Molto basso
22	4,90	93,11	49,96	31,49	3,12	1,61							NL		
23	5,20	96,87	51,76	40,87	1,72	1,36	1,35	88,32	0,91	0,14	0,09	1,45	NL	0	Molto basso
24	5,30	100,63	53,56	40,18	1,73	1,37	1,37	87,94	0,98	0,14	0,09	1,43	NL	0	Molto basso
25	5,50	104,39	55,36	38,52	1,73	1,37	1,34	86,96	0,91	0,14	0,09	1,61	NL	0	Molto basso
26	5,70	108,15	57,16	38,89	1,73	1,38	1,32	86,34	0,94	0,14	0,09	1,55	NL	0	Molto basso
27	5,90	111,91	58,96	38,29	1,73	1,38	1,30	85,08	0,93	0,14	0,09	1,58	NL	0	Molto basso
28	6,30	115,67	60,75	37,72	1,73	1,39	1,28	85,38	0,93	0,14	0,09	1,57	NL	0	Molto basso
29	6,30	119,43	62,55	37,18	1,74	1,40	1,26	85,04	0,93	0,14	0,09	1,55	NL	0	Molto basso
30	6,50	123,19	64,35	36,65	1,74	1,40	1,25	85,25	0,93	0,14	0,09	1,55	NL	0	Molto basso
31	6,70	127,02	66,22	46,17	2,06	1,35	1,23	103,03	0,95	0,18	0,09	2,05	NL	0	Molto basso
32	6,90	130,92	68,16	47,48	2,06	1,36	1,21	102,14	0,95	0,18	0,09	2,03	NL	0	Molto basso
33	7,20	134,82	70,10	46,82	2,06	1,36	1,19	101,41	0,91	0,18	0,09	2,60	NL	0	Molto basso
34	7,20	138,72	72,03	46,19	2,06	1,37	1,18	101,19	0,91	0,18	0,09	2,60	NL	0	Molto basso
35	7,50	142,62	73,97	45,58	2,06	1,37	1,16	100,49	0,94	0,17	0,09	1,57	NL	0	Molto basso
36	7,70	146,52	75,91	45,00	2,07	1,38	1,15	100,42	0,94	0,17	0,09	1,57	NL	0	Molto basso
37	7,90	150,42	77,85	44,43	2,07	1,38	1,13	99,45	0,94	0,17	0,09	1,54	NL	0	Molto basso
38	8,30	154,32	79,79	43,89	2,07	1,39	1,12	99,33	0,91	0,17	0,09	1,54	NL	0	Molto basso
39	8,30	158,22	81,73	43,36	2,07	1,39	1,11	99,18	0,91	0,17	0,09	1,54	NL	0	Molto basso
40	8,50	162,12	83,67	42,86	2,08	1,40	1,09	98,12	0,93	0,17	0,09	1,50	NL	0	Molto basso
41	8,70	166,02	85,61	42,37	2,08	1,40	1,08	97,82	0,93	0,17	0,09	1,50	NL	0	Molto basso
42	8,90	169,92	87,54	41,90	2,08	1,40	1,07	97,71	0,93	0,17	0,09	1,50	NL	0	Molto basso
43	9,20	173,82	89,48	41,44	2,08	1,41	1,06	97,47	0,93	0,17	0,09	1,49	NL	0	Molto basso
44	9,30	177,72	91,42	41,00	2,09	1,41	1,05	97,22	0,93	0,17	0,09	1,49	NL	0	Molto basso
45	9,50	181,62	93,36	40,57	2,09	1,42	1,03	96,01	0,92	0,16	0,09	1,46	NL	0	Molto basso
46	9,70	185,52	95,30	40,16	2,09	1,42	1,02	95,71	0,92	0,16	0,09	1,46	NL	0	Molto basso
47	9,90	189,42	97,24	39,76	2,09	1,42	1,01	95,40	0,91	0,16	0,09	1,46	NL	0	Molto basso
48	10,10	193,32	99,18	39,36	2,09	1,43	1,00	95,06	0,90	0,16	0,09	1,46	NL	0	Molto basso
49	10,30	197,22	101,11	38,99	2,10	1,43	0,99	94,71	0,90	0,16	0,09	1,46	NL	0	Molto basso
50	10,50	201,12	103,05	38,62	2,10	1,43	0,99	95,30	0,85	0,16	0,08	1,45	NL	0	Molto basso
51	10,70	204,74	104,71	4,78	5,79	3,42							NL		
52	10,90	208,08	106,09	4,69	5,83	3,43							NL		
53	11,10	211,42	107,47	4,60	5,87	3,44							NL		
54	11,30	214,76	108,85	4,51	5,91	3,45							NL		
55	11,50	218,10	110,23	4,42	5,95	3,46							NL		
56	11,70	221,44	111,61	4,34	5,99	3,47							NL		
57	11,90	224,78	112,98	4,25	6,03	3,47							NL		
58	12,10	228,12	114,36	4,18	6,07	3,48							NL		
59	12,30	231,46	115,74	4,10	6,12	3,49							NL		
60	12,50	234,80	117,12	4,02	6,16	3,50							NL		



# CPT 5

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 4

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,164

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0	3	17	19	0	0	3822	98	0
2		3	6,8	17	19	0	0	5096	127	0
3		6,8	9,2	17,6	19,5	0	0	2744	88	0
4		9,2	12,2	17,6	19,5	0	0	5096	108	0

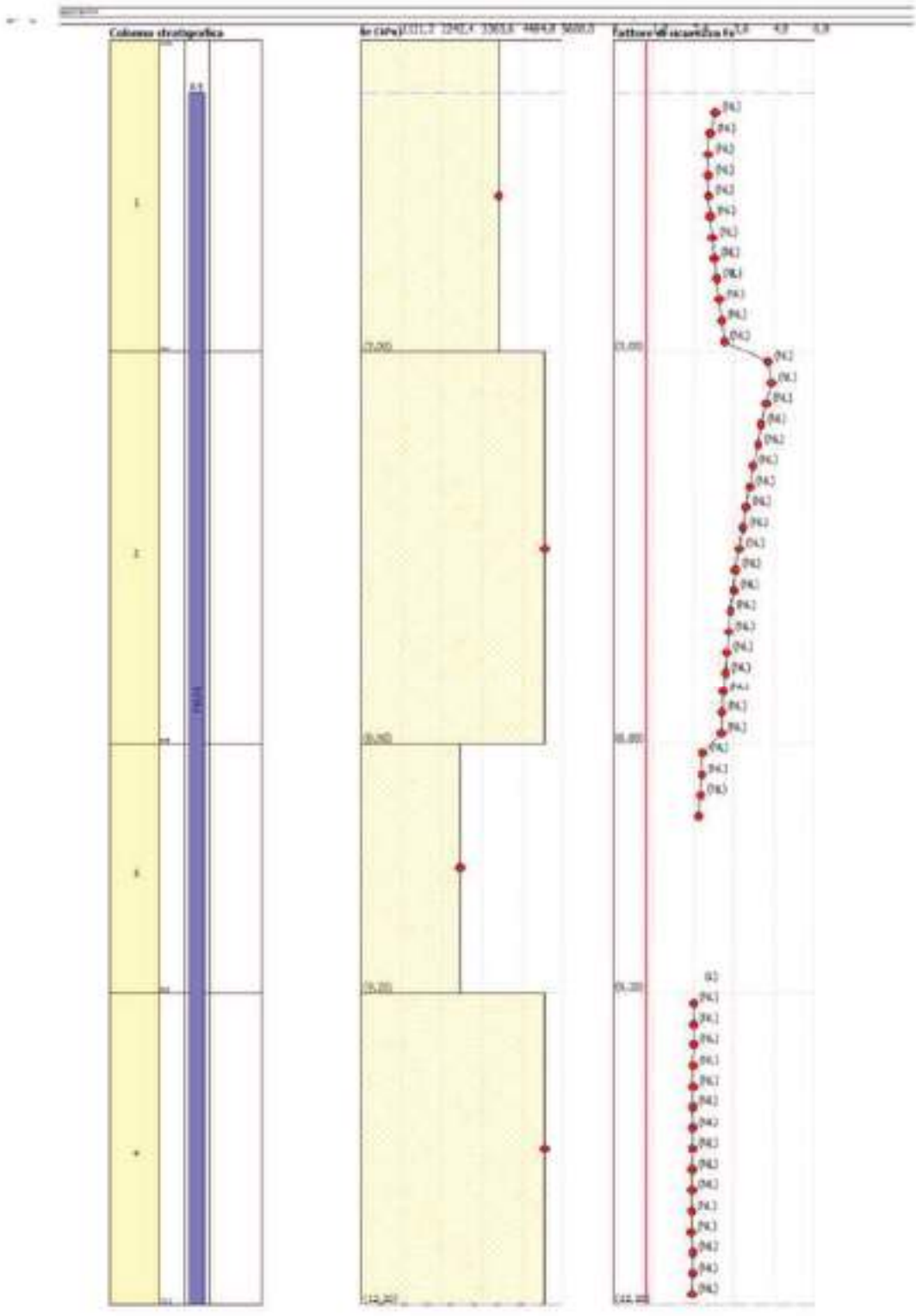
### Metodo di Robertson e White (1997)

#### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p. c. (m)	Press. liost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normal. Q	Attrito laterale normal. F (kN)	Indice di comport. Ic	Correz. per la press. litost. efficace Cq	Resist. alla punta corretta qcCR (KPa)	Coef. riduttivo (rd)	Resist. alla Squel. (CR)	Sforzi di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquef.	Indice di liquéf.	Rischio di liquéf.
1	0,70	12,30	10,94	188,86	2,57	1,15	1,70	100,30	0,99	0,17	0,06	3,65	NL	0	Molto basso
2	0,90	16,10	12,18	109,51	2,57	1,17	1,70	103,62	0,99	0,18	0,06	2,90	NL	0	Molto basso
3	1,10	19,90	14,02	102,07	2,58	1,19	1,70	106,71	0,99	0,19	0,07	2,84	NL	0	Molto basso
4	1,30	23,70	15,85	96,00	2,58	1,21	1,70	109,60	0,99	0,20	0,07	2,84	NL	0	Molto basso
5	1,50	27,50	17,69	90,07	2,59	1,22	1,70	112,34	0,99	0,21	0,07	2,80	NL	0	Molto basso
6	1,70	31,30	19,53	86,48	2,59	1,24	1,70	114,95	0,99	0,22	0,08	2,50	NL	0	Molto basso
7	1,90	35,10	21,37	83,68	2,59	1,25	1,70	117,44	0,99	0,23	0,08	2,55	NL	0	Molto basso
8	2,10	38,90	23,21	79,33	2,59	1,27	1,70	119,82	0,98	0,24	0,08	2,62	NL	0	Molto basso
9	2,30	42,70	25,05	76,36	2,59	1,28	1,70	122,11	0,98	0,25	0,08	2,69	NL	0	Molto basso
10	2,50	46,50	26,89	71,70	2,60	1,29	1,70	124,32	0,98	0,25	0,08	2,18	NL	0	Molto basso
11	2,70	50,30	28,73	71,31	2,60	1,30	1,70	126,46	0,98	0,27	0,08	2,24	NL	0	Molto basso
12	2,90	54,10	30,56	65,14	2,60	1,31	1,70	128,51	0,98	0,28	0,08	2,17	NL	0	Molto basso
13	3,10	57,90	32,40	68,53	2,52	1,22	1,70	130,04	0,98	0,33	0,08	4,61	NL	0	Molto basso
14	3,30	61,70	34,24	67,09	2,52	1,23	1,70	130,97	0,97	0,40	0,08	4,72	NL	0	Molto basso
15	3,50	65,50	36,08	64,84	2,52	1,24	1,66	139,25	0,97	0,39	0,09	4,57	NL	0	Molto basso
16	3,70	69,30	37,92	62,76	2,53	1,25	1,62	147,40	0,97	0,38	0,09	4,41	NL	0	Molto basso
17	3,90	73,10	39,76	60,82	2,53	1,25	1,59	146,34	0,97	0,37	0,09	4,12	NL	0	Molto basso
18	4,10	76,90	41,60	59,01	2,53	1,26	1,55	144,36	0,97	0,36	0,09	4,16	NL	0	Molto basso
19	4,30	80,70	43,43	57,33	2,53	1,27	1,52	142,00	0,97	0,35	0,09	4,66	NL	0	Molto basso
20	4,50	84,50	45,27	55,74	2,53	1,27	1,49	141,64	0,97	0,34	0,09	3,96	NL	0	Molto basso
21	4,70	88,30	47,11	54,25	2,54	1,28	1,46	140,20	0,96	0,34	0,09	3,86	NL	0	Molto basso

21	4,80	92,10	48,95	71,84	2,54	1,29	1,45	138,68	0,96	0,33	0,09	3,76	NL	0	Molto basso
23	5,30	95,90	50,79	71,51	2,54	1,29	1,40	137,08	0,96	0,32	0,09	3,65	NL	0	Molto basso
24	5,30	99,70	52,63	70,24	2,54	1,30	1,38	136,38	0,96	0,32	0,09	3,61	NL	0	Molto basso
25	5,50	101,50	54,47	69,05	2,54	1,30	1,35	134,64	0,96	0,31	0,09	3,50	NL	0	Molto basso
26	5,70	107,30	56,31	67,91	2,55	1,31	1,33	133,82	0,96	0,30	0,09	3,45	NL	0	Molto basso
27	5,80	111,20	58,14	66,83	2,55	1,31	1,31	132,95	0,95	0,30	0,09	3,40	NL	0	Molto basso
28	6,30	114,90	59,98	65,80	2,55	1,32	1,29	132,02	0,95	0,29	0,09	3,34	NL	0	Molto basso
29	6,30	118,70	61,82	64,81	2,55	1,32	1,27	131,05	0,95	0,29	0,09	3,28	NL	0	Molto basso
30	6,50	122,50	63,66	63,87	2,55	1,33	1,25	130,05	0,95	0,28	0,09	3,23	NL	0	Molto basso
31	6,70	126,30	65,50	62,97	2,56	1,33	1,24	130,01	0,95	0,28	0,09	3,22	NL	0	Molto basso
32	6,90	130,15	67,39	61,89	2,57	1,34	1,24	128,88	0,95	0,28	0,09	3,17	NL	0	Molto basso
33	7,30	134,05	69,33	60,12	2,57	1,35	1,22	128,46	0,95	0,28	0,09	3,11	NL	0	Molto basso
34	7,30	137,95	71,28	59,38	2,58	1,35	1,22	127,28	0,94	0,28	0,09	3,01	NL	0	Molto basso
35	7,50	141,85	73,20	58,67	2,58	1,36	1,20	126,02	0,94	0,28	0,09	2,95	NL	0	Molto basso
36	7,70	145,75	75,14	57,98	2,59	1,37							NL		
37	7,90	149,65	77,08	57,31	2,59	1,37							NL		
38	8,30	153,55	79,02	56,78	2,60	1,38							NL		
39	8,30	157,45	80,96	56,30	2,60	1,38							NL		
40	8,50	161,35	82,90	55,85	2,61	1,39							NL		
41	8,70	165,25	84,84	55,40	2,61	1,39							NL		
42	8,90	169,15	86,77	55,07	2,62	1,40							NL		
43	9,30	173,05	88,71	54,88	2,62	1,40							NL		
44	9,30	176,95	90,65	54,72	2,63	1,41	1,09	111,32	0,93	0,21	0,09	2,79	NL	0	Molto basso
45	9,80	180,85	92,60	54,56	2,63	1,41	1,04	110,04	0,93	0,21	0,09	2,70	NL	0	Molto basso
46	9,70	184,75	94,53	54,41	2,63	1,41	1,03	110,55	0,92	0,21	0,09	2,70	NL	0	Molto basso
47	9,90	188,65	96,47	54,28	2,63	1,41	1,02	110,14	0,91	0,20	0,09	2,70	NL	0	Molto basso
48	10,10	192,55	98,41	54,17	2,63	1,41	1,01	109,71	0,90	0,20	0,09	2,70	NL	0	Molto basso
49	10,30	196,45	100,34	54,07	2,63	1,41	1,00	109,25	0,90	0,20	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
50	10,50	200,35	102,28	54,09	2,63	1,41	0,99	108,79	0,89	0,20	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
51	10,70	204,25	104,22	54,02	2,63	1,41	0,98	108,30	0,89	0,20	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
52	10,90	208,15	106,16	54,06	2,63	1,41	0,97	107,80	0,88	0,20	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
53	11,10	212,05	108,10	54,01	2,63	1,41	0,96	107,28	0,88	0,19	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
54	11,30	215,95	110,04	54,08	2,63	1,41	0,95	106,74	0,87	0,19	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
55	11,50	219,85	111,98	54,16	2,63	1,41	0,94	106,18	0,87	0,19	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
56	11,70	223,75	113,92	54,25	2,63	1,41	0,94	105,72	0,86	0,19	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
57	11,90	227,65	115,85	54,35	2,62	1,40	0,93	105,16	0,86	0,19	0,08	2,70	NL	0	Molto basso
58	12,10	231,55	117,79	54,55	2,62	1,40	0,92	105,55	0,85	0,19	0,08	2,70	NL	0	Molto basso



# CPT 6

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 10  
 Profondità della falda = 0,5 m  
 Magnitudo del sisma = 5,5  
 Accelerazione massima al suolo = 0,1667

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	DSO dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0.0	0.8	16.5	18.5			3038	64	
2		0.8	3.0	17.1	19.5			4548	127	
3		3.0	6.6	17.4	19.8			6782	137	
4		6.6	7.8	17.1	19.5			4851	118	
5		7.8	8.6	17.5	20.0			6439	127	
6		8.6	10.0	17.2	19.6			4998	127	
7		10.0	10.6	15.7	17.6			3822	98	
8		10.6	12.2	17.5	20			5929	118	
9		12.2	13.0	17.5	20			4802	196	
10		13.0	14.6	17.2	19.6			4018	118	

### Metodo di Robertson e Wride (1997)

#### Risultati

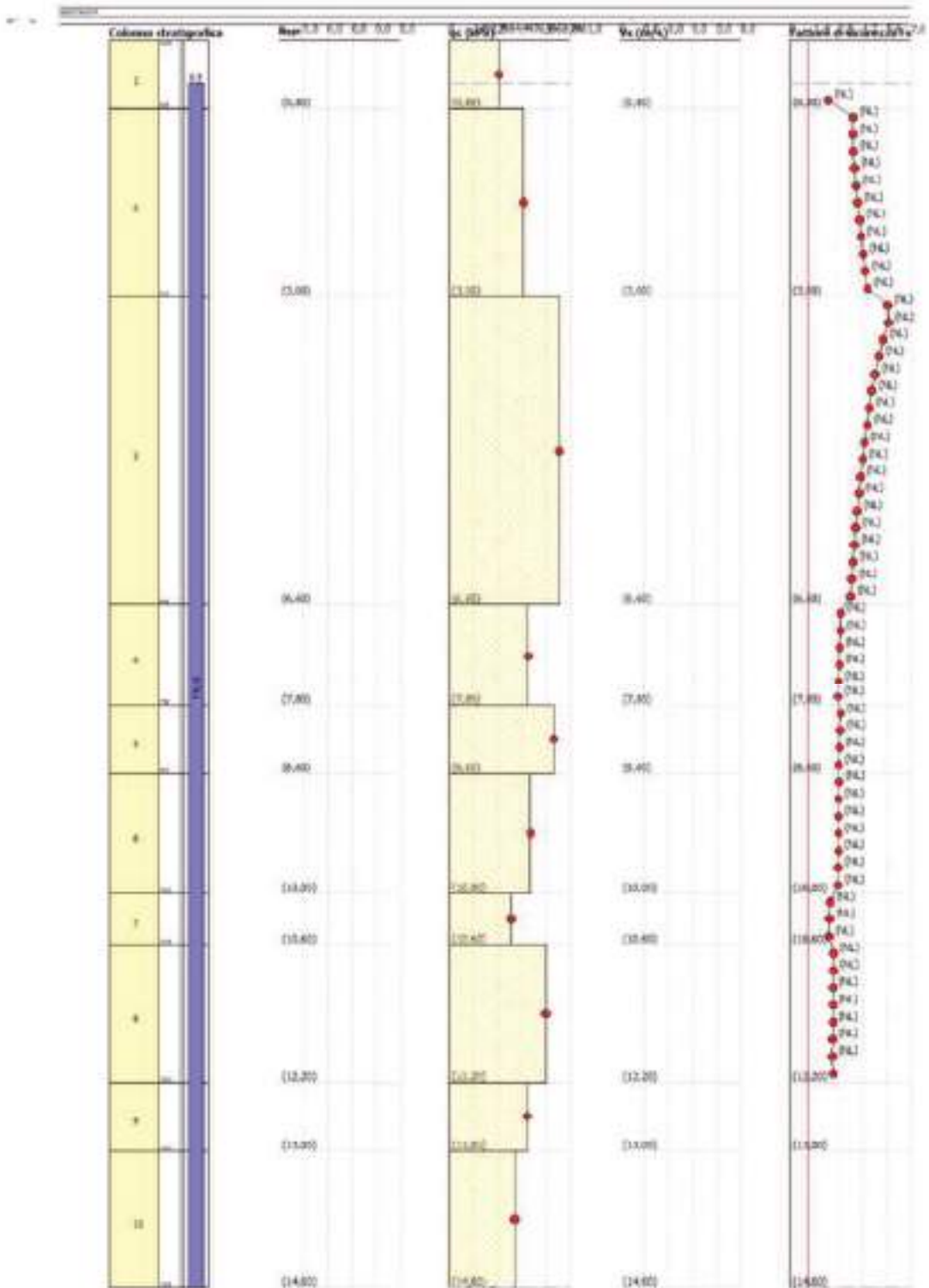
Correzione per la magnitudo [MSF] = 2,21

Vertica Nr.	Profondità p.c. (m)	Press. litost. totale (KPa)	Press. verticale efficace (KPa)	Resist. alla punta normalizzata (KPa)	Attrito laterale normalizzato (KPa)	Indice di comport. Ic	Corret. Press. litost. efficace Cq	Resist. alla punta corretta qc1N (KPa)	Coef. riduttivo (rc)	Resist. alla liquef. (CSR)	Forma di taglio normal. (CSR)	Coef. di sicurezza di liquif. (FI)	Suscett. di liquif.	Indice di Rischio di liquif.	Stato
1	0,70	11,95	9,99	96,12	2,11	1,14	1,70	79,61	0,91	0,13	0,06	2,18	NL	0	Molto basso
2	0,90	15,75	11,85	132,23	2,80	1,14	1,70	119,18	0,91	0,24	0,06	3,48	NL	0	Molto basso
3	1,10	19,65	15,77	122,50	2,80	1,17	1,70	122,70	0,91	0,25	0,07	3,43	NL	0	Molto basso
4	1,30	23,55	15,70	134,78	2,81	1,18	1,70	125,07	0,91	0,27	0,07	3,48	NL	0	Molto basso
5	1,50	27,45	12,64	108,29	2,81	1,20	1,70	129,07	0,91	0,28	0,08	3,73	NL	0	Molto basso
6	1,70	31,35	18,58	102,78	2,81	1,22	1,70	133,01	0,91	0,29	0,08	3,80	NL	0	Molto basso
7	1,90	35,25	21,52	96,04	2,81	1,23	1,70	134,60	0,91	0,31	0,08	3,85	NL	0	Molto basso
8	2,10	39,15	23,46	91,90	2,82	1,24	1,70	137,48	0,91	0,32	0,08	4,00	NL	0	Molto basso
9	2,30	43,05	25,40	98,24	2,82	1,25	1,70	140,04	0,91	0,34	0,08	4,11	NL	0	Molto basso
10	2,50	46,95	27,34	86,98	2,82	1,27	1,70	142,51	0,91	0,35	0,08	4,23	NL	0	Molto basso
11	2,70	50,85	29,28	84,05	2,82	1,28	1,70	144,50	0,91	0,36	0,08	4,35	NL	0	Molto basso
12	2,90	54,75	31,21	81,41	2,83	1,29	1,70	147,19	0,91	0,38	0,08	4,48	NL	0	Molto basso
13	3,10	58,65	33,18	117,74	2,04	1,07	1,70	162,14	0,91	0,48	0,08	5,64	NL	0	Molto basso
14	3,30	62,55	35,18	134,34	2,04	1,08	1,60	162,00	0,97	0,48	0,09	5,48	NL	0	Molto basso
15	3,50	66,45	37,18	131,23	2,04	1,09	1,64	159,77	0,97	0,46	0,09	5,38	NL	0	Molto basso
16	3,70	70,35	39,18	108,35	2,04	1,10	1,60	157,41	0,97	0,44	0,09	5,16	NL	0	Molto basso

17	3,90	74,52	41,18	105,69	2,04	1,11	1,56	154,94	0,97	0,43	0,09	4,55	NL	0	Molto basso
18	4,30	78,48	43,18	103,21	2,04	1,11	1,53	152,36	0,97	0,41	0,09	4,34	NL	0	Molto basso
19	4,30	82,44	45,17	101,91	2,04	1,12	1,48	150,69	0,97	0,40	0,09	4,41	NL	0	Molto basso
20	4,50	86,40	47,17	98,75	2,05	1,13	1,46	148,95	0,97	0,39	0,09	4,47	NL	0	Molto basso
21	4,70	90,36	49,17	96,72	2,05	1,13	1,43	147,13	0,96	0,38	0,09	4,33	NL	0	Molto basso
22	4,80	94,32	51,17	94,81	2,05	1,14	1,40	145,24	0,96	0,36	0,09	4,20	NL	0	Molto basso
23	5,30	98,28	53,17	91,01	2,05	1,14	1,37	143,38	0,96	0,35	0,09	4,08	NL	0	Molto basso
24	5,30	102,24	55,17	91,31	2,05	1,15	1,35	142,30	0,96	0,35	0,09	3,99	NL	0	Molto basso
25	5,50	106,20	57,17	88,70	2,05	1,16	1,32	140,22	0,96	0,34	0,09	3,86	NL	0	Molto basso
26	5,70	110,16	59,17	86,17	2,05	1,16	1,30	139,13	0,96	0,33	0,09	3,79	NL	0	Molto basso
27	5,90	114,12	61,16	84,77	2,06	1,17	1,28	138,03	0,95	0,32	0,09	3,72	NL	0	Molto basso
28	6,30	118,08	63,16	81,34	2,06	1,17	1,26	136,83	0,95	0,32	0,09	3,64	NL	0	Molto basso
29	6,30	122,04	65,16	84,02	2,06	1,18	1,24	135,61	0,95	0,31	0,09	3,57	NL	0	Molto basso
30	6,50	126,00	67,16	81,75	2,06	1,18	1,22	134,35	0,95	0,31	0,09	3,50	NL	0	Molto basso
31	6,70	129,96	69,13	78,34	2,50	1,35	1,20	123,32	0,95	0,25	0,09	2,91	NL	0	Molto basso
32	6,90	133,83	71,07	77,54	2,50	1,35	1,19	123,27	0,95	0,25	0,09	2,91	NL	0	Molto basso
33	7,30	137,79	73,01	76,77	2,50	1,36	1,17	122,14	0,95	0,25	0,09	2,85	NL	0	Molto basso
34	7,30	141,66	74,94	76,04	2,51	1,36	1,16	122,01	0,94	0,25	0,09	2,85	NL	0	Molto basso
35	7,50	145,53	76,88	75,33	2,51	1,37	1,14	120,80	0,94	0,24	0,09	2,79	NL	0	Molto basso
36	7,30	149,43	78,82	74,64	2,51	1,37	1,13	120,63	0,94	0,24	0,09	2,78	NL	0	Molto basso
37	7,80	153,38	80,81	71,63	2,02	1,22	1,11	123,01	0,94	0,25	0,09	2,90	NL	0	Molto basso
38	8,30	157,30	82,85	70,74	2,02	1,23	1,10	122,86	0,94	0,25	0,09	2,88	NL	0	Molto basso
39	8,30	162,18	84,89	68,89	2,02	1,23	1,09	122,50	0,94	0,25	0,09	2,87	NL	0	Molto basso
40	8,50	166,38	86,93	68,06	2,02	1,23	1,07	120,78	0,93	0,24	0,09	2,80	NL	0	Molto basso
41	8,70	169,34	88,93	61,00	2,63	1,40	1,06	121,48	0,93	0,25	0,09	2,83	NL	0	Molto basso
42	8,90	173,26	90,88	61,43	2,63	1,40	1,05	121,12	0,93	0,25	0,09	2,82	NL	0	Molto basso
43	9,30	177,18	92,84	61,87	2,63	1,40	1,04	120,73	0,93	0,24	0,09	2,80	NL	0	Molto basso
44	9,30	181,10	94,80	61,33	2,64	1,41	1,03	120,33	0,93	0,24	0,09	2,79	NL	0	Molto basso
45	9,50	185,02	96,76	60,81	2,64	1,41	1,02	119,90	0,92	0,24	0,09	2,79	NL	0	Molto basso
46	9,70	188,94	98,72	60,30	2,64	1,41	1,01	119,40	0,92	0,24	0,09	2,78	NL	0	Molto basso
47	9,90	192,86	100,68	59,81	2,64	1,42	1,00	118,97	0,92	0,24	0,09	2,77	NL	0	Molto basso
48	10,10	196,58	102,44	61,76	2,70	1,51	0,99	107,14	0,90	0,19	0,09	2,29	NL	0	Molto basso
49	10,30	200,10	103,99	61,48	2,71	1,52	0,98	106,99	0,90	0,19	0,08	2,27	NL	0	Molto basso
50	10,50	203,62	105,55	61,20	2,71	1,52	0,97	106,03	0,89	0,19	0,08	2,26	NL	0	Molto basso
51	10,70	207,38	107,35	61,22	2,06	1,30	0,97	111,94	0,89	0,21	0,08	2,50	NL	0	Molto basso
52	10,90	211,38	109,39	60,69	2,06	1,30	0,96	111,38	0,88	0,21	0,08	2,49	NL	0	Molto basso
53	11,10	215,38	111,43	60,17	2,07	1,31	0,95	110,80	0,88	0,21	0,08	2,48	NL	0	Molto basso
54	11,30	219,38	113,47	59,66	2,07	1,31	0,94	110,21	0,87	0,20	0,08	2,47	NL	0	Molto basso
55	11,50	223,38	115,51	59,17	2,07	1,31	0,93	109,60	0,87	0,20	0,08	2,46	NL	0	Molto basso



56	11,70	227,38	117,55	54,69	2,07	1,31	0,92	108,57	0,84	0,20	0,08	2,45	NL	0	basso
57	11,90	231,38	119,58	54,22	2,07	1,32	0,91	108,33	0,86	0,20	0,08	2,44	NL	0	Molto basso
58	12,10	235,38	121,62	53,76	2,07	1,32	0,91	108,66	0,85	0,20	0,08	2,46	NL	0	Molto basso
59	12,30	239,38	123,66	53,50	4,30	2,46							NL		
60	12,50	243,38	125,70	53,27	4,30	2,46							NL		
61	12,70	247,38	127,74	53,06	4,30	2,67							NL		
62	12,90	251,38	129,78	52,86	4,31	2,67							NL		
63	13,10	255,38	131,78	52,55	3,14	2,65							NL		
64	13,30	259,38	133,73	52,11	3,14	2,65							NL		
65	13,50	263,38	135,60	51,67	3,14	2,66							NL		
66	13,70	267,10	137,65	51,25	3,15	2,66							NL		
67	13,90	271,02	139,91	50,84	3,15	2,67							NL		
68	14,10	274,94	141,57	50,44	3,15	2,67							NL		
69	14,30	278,86	143,33	50,05	3,16	2,68							NL		
70	14,50	282,78	145,49	50,67	3,16	2,68							NL		



# CPT 7

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 6

Profondità della falda = 0,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,168

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nc colpi medio (Nipt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0,0	1,0	16,7	18,6			3724	137	
2		1,0	1,6	17,6	19,6			3470	98	
3		1,6	7,2	17,6	19,6			4312	137	
4		7,2	9,8	17,6	19,6			3234	108	
5		9,8	11,4	16,7	18,6			3274	49	
6		11,4	13,00	16,7	18,6			882	39	

### Metodo di Robertson e Wride (1997)

#### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Prof. dal p.c. (m)	Press. litost. totale (kPa)	Press. verticale efficace (kPa)	Resist. alla punta normalizzata Q (kPa)	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comport. Ic	Correz. press. litost. efficace Cq	Resist. alla punta corretta qc14 (kPa)	Coeff. riduttivo (rd)	Resist. alla liquef. (CQR)	Sforzo di taglio normal. (CSR)	Coeff. di sicurezza (Fs)	Suscett. di liquef.	Indice di Rischio di liquef.	Rischio di liquef.
1	0,70	12,07	10,11	117,12	3,69	2,27	1,70	117,70	0,99	0,23	0,06	3,93	NL	0	Molto basso
2	0,90	15,79	11,87	109,09	3,69	2,29	1,70	121,97	0,99	0,25	0,07	3,81	NL	0	Molto basso
3	1,10	19,61	13,73	65,17	6,76	2,64	1,70	86,67	0,99	0,14	0,07	2,07	NL	0	Molto basso
4	1,30	23,54	15,68	58,99	6,76	2,66	1,70	93,40	0,99	0,16	0,07	2,17	NL	0	Molto basso
5	1,50	27,45	17,64	54,01	6,79	2,69	1,70	97,86	0,99	0,17	0,08	2,21	NL	0	Molto basso
6	1,70	31,37	19,60	97,40	3,20	2,27	1,70	136,55	0,99	0,32	0,08	4,01	NL	0	Molto basso
7	1,90	35,29	21,56	92,87	3,20	2,29	1,70	140,03	0,99	0,34	0,08	4,21	NL	0	Molto basso
8	2,10	39,21	23,52	88,91	3,21	2,30	1,70	142,99	0,98	0,35	0,08	4,34	NL	0	Molto basso
9	2,30	43,13	25,48	85,41	3,21	2,31	1,70	145,82	0,98	0,37	0,08	4,48	NL	0	Molto basso
10	2,50	47,05	27,44	82,31	3,21	2,32	1,70	149,53	0,98	0,38	0,08	4,61	NL	0	Molto basso
11	2,70	50,97	29,40	79,31	3,21	2,33	1,70	151,15	0,98	0,40	0,08	4,74	NL	0	Molto basso
12	2,90	54,89	31,35	77,01	3,22	2,34	1,70	153,66	0,98	0,42	0,08	4,94	NL	0	Molto basso
13	3,10	58,81	33,31	74,71	3,22	2,35	1,70	156,10	0,98	0,43	0,09	5,13	NL	0	Molto basso
14	3,30	62,73	35,27	72,61	3,22	2,36	1,68	156,60	0,97	0,44	0,09	5,11	NL	0	Molto basso
15	3,50	66,65	37,23	70,67	3,23	2,37	1,64	155,09	0,97	0,43	0,09	4,98	NL	0	Molto basso
16	3,70	70,57	39,19	68,88	3,23	2,38	1,60	153,40	0,97	0,42	0,09	4,81	NL	0	Molto basso
17	3,90	74,49	41,15	67,22	3,23	2,39	1,56	151,56	0,97	0,40	0,09	4,64	NL	0	Molto basso

18	4,30	78,41	43,11	65,67	3,24	3,39	3,53	149,57	0,97	0,39	0,09	4,50	NL	0	Molto basso
19	4,30	82,33	45,06	64,24	3,24	1,40	1,49	148,42	0,97	0,38	0,09	4,40	NL	0	Molto basso
20	4,50	86,25	47,02	62,88	3,24	1,41	1,46	147,16	0,97	0,38	0,09	4,30	NL	0	Molto basso
21	4,30	90,17	48,98	61,61	3,25	1,41	1,43	145,80	0,96	0,37	0,09	4,20	NL	0	Molto basso
22	4,80	94,09	50,94	60,42	3,25	1,42	1,40	144,33	0,96	0,36	0,09	4,20	NL	0	Molto basso
23	5,20	98,01	52,90	59,29	3,25	1,42	1,37	142,76	0,96	0,35	0,09	3,90	NL	0	Molto basso
24	5,30	101,93	54,86	58,22	3,25	1,43	1,35	142,15	0,96	0,35	0,09	3,84	NL	0	Molto basso
25	5,50	105,85	56,82	57,20	3,26	1,44	1,33	141,47	0,96	0,34	0,09	3,50	NL	0	Molto basso
26	5,70	109,77	58,78	56,24	3,26	1,44	1,30	139,64	0,96	0,33	0,09	3,28	NL	0	Molto basso
27	5,90	113,69	60,73	55,33	3,26	1,45	1,28	138,81	0,95	0,33	0,09	3,22	NL	0	Molto basso
28	6,30	117,61	62,69	54,46	3,27	1,45	1,26	137,91	0,95	0,32	0,09	3,17	NL	0	Molto basso
29	6,30	121,53	64,65	53,63	3,27	1,46	1,24	136,96	0,95	0,32	0,09	3,11	NL	0	Molto basso
30	6,50	125,45	66,61	52,85	3,27	1,46	1,23	135,96	0,95	0,32	0,09	3,11	NL	0	Molto basso
31	6,70	129,37	68,57	52,07	3,28	1,47	1,21	135,00	0,95	0,31	0,09	3,55	NL	0	Molto basso
32	6,90	133,29	70,53	51,34	3,28	1,47	1,19	134,88	0,95	0,31	0,09	3,49	NL	0	Molto basso
33	7,30	137,21	72,49	50,65	3,28	1,48	1,17	133,71	0,95	0,30	0,09	3,42	NL	0	Molto basso
34	7,30	141,13	74,44	49,98	3,49	1,59	1,16	122,34	0,94	0,25	0,09	2,83	NL	0	Molto basso
35	7,50	145,05	76,40	49,00	3,50	1,59	1,14	121,28	0,94	0,25	0,09	2,78	NL	0	Molto basso
36	7,70	148,97	78,36	48,53	3,50	1,60	1,13	121,15	0,94	0,25	0,09	2,78	NL	0	Molto basso
37	7,80	152,89	80,32	48,12	3,51	1,61	1,11	120,40	0,94	0,24	0,09	2,80	NL	0	Molto basso
38	8,30	156,81	82,28	47,43	3,51	1,59	1,06	123,77	0,94	0,25	0,09	2,86	NL	0	Molto basso
39	8,30	160,73	84,24	46,76	3,51	1,60	1,04	121,90	0,94	0,25	0,09	2,82	NL	0	Molto basso
40	8,50	164,65	86,20	46,61	3,52	1,61							NL		
41	8,70	168,57	88,16	46,77	3,52	1,62							NL		
42	8,80	172,49	90,11	47,06	3,53	1,62							NL		
43	9,30	176,41	92,07	47,21	3,53	1,63							NL		
44	9,30	180,33	94,03	47,48	3,54	1,64							NL		
45	9,50	184,25	95,99	47,77	3,54	1,65							NL		
46	9,70	188,17	97,95	48,10	3,55	1,65							NL		
47	9,90	192,09	99,81	48,44	3,55	1,67							NL		
48	10,10	196,01	101,67	48,82	3,54	1,68							NL		
49	10,30	199,93	103,52	49,40	3,56	1,69							NL		
50	10,50	203,85	105,38	49,99	3,58	1,70							NL		
51	10,70	207,77	107,24	50,59	3,59	1,71							NL		
52	10,90	211,69	109,10	51,19	3,61	1,72							NL		
53	11,10	215,61	110,96	51,80	3,62	1,73							NL		
54	11,30	219,53	112,82	52,43	3,64	1,74							NL		
55	11,50	223,45	114,68	53,08	3,66	1,75							NL		
56	11,70	227,37	116,54	53,75	3,67	1,76							NL		
57	11,90	231,29	118,39	54,45	3,69	1,77							NL		
58	12,10	235,21	120,25	55,17	3,71	1,78							NL		
59	12,30	239,13	122,11	55,92	3,73	1,79							NL		
60	12,50	243,05	123,97	56,69	3,75	1,80							NL		
61	12,70	246,97	125,83	57,49	3,77	1,81							NL		
62	12,90	250,89	127,69	58,31	3,79	1,82							NL		

