

PROVINCIA DI SIENA COMUNE DI CHIANCIANO TERME

“Indagini geofisiche di tipo sismico, misure di rumore ambientale a stazione singola e Masw a supporto agli studi di microzonazione sismica di primo livello dei centri urbani del Comune di Chianciano Terme (SI)”



CONTIENE :

- ❑ **RELAZIONE GEOFISICA**
- ❑ **INDAGINI MASW**
- ❑ **MISURE TROMINO**
- ❑ **INDAGINI IN FORO (DOWN-HOLE)**

AREZZO 14-01-2013

Galileo Geofisica

Dott.Geol.Secci Simone
Dott.Geol.Batti Lorenzo



PREMESSA

In ottemperanza alla ORD P.C.M. 3907 del 03-12 -2010 e seguendo le raccomandazioni contenute nelle **“linee guida per la microzonazione sismica”** della protezione civile ed in accordo alle raccomandazioni dell'ufficio sismico del genio civile si è effettuata nel comune di CHIANCIANO TERME una campagna di indagine a supporto di uno studio di microzonazione sismica di primo livello.

Si sono svolte quindi 24 tromometrie, 12 rilievi MASW.

I rilievi si sono effettuati per commissione e sotto la direzione tecnica della “Geotecnica Palazzi” di Chianciano.

Si ricorda che una microzonazione sismica si divide in 3 livelli ed il livello 1, quello che è stato eseguito, da un punto di vista QUALITATIVO riesce a definire dove ci aspettiamo amplificazioni maggiori.

Seguono quindi i secondi (uso di abachi) ed i terzi livelli (modellazione 1d e 2d).

SCOPO DI UNO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

Per studio di microzonazione sismica a livello comunale si intende la caratterizzazione, su un'area normalmente vasta, di come il moto sismico possa essere modificato dalla stratigrafia del terreno attraversato sia nella forza che nelle caratteristiche del moto.

Così, ad esempio un sisma che si genera su una faglia attiva produrrà un treno di onde che si propagherà ed espanderà sulla roccia su cui era impostata la faglia.

Dato che molto spesso la roccia risulta sepolta da dei depositi di sedimenti, il moto sismico, prima di emergere e generare il terremoto come noi lo conosciamo, attraverserà questi sedimenti sciolti.

Questa fase del terremoto però non è senza conseguenze, infatti, come una corda pizzicata su una chitarra produce un suono che dipende dalla cassa di amplificazione, così il terreno agirà sul terremoto, ora ampliandone gli effetti (amplificazioni stratigrafiche o topografiche), ora attenuandonei medesimi, ora cambiando la forma del moto sismico.

Questi effetti sono così importanti che si può arrivare addirittura a raddoppiare la forza del moto sismico.

Si capisce quindi la necessità da parte di chi governa il territorio (in questo caso il comune) di avere delle conoscenze su come il territorio risponderà ad una sollecitazione sismica e quale parte del medesimo risulterà più vulnerabile, per tutelare ciò che è già stato costruito e per progettare la futura espansione urbanistica.

Normalmente il rischio sismico è un rischio latente, sempre presente ma sovente rimosso dalla memoria collettiva.

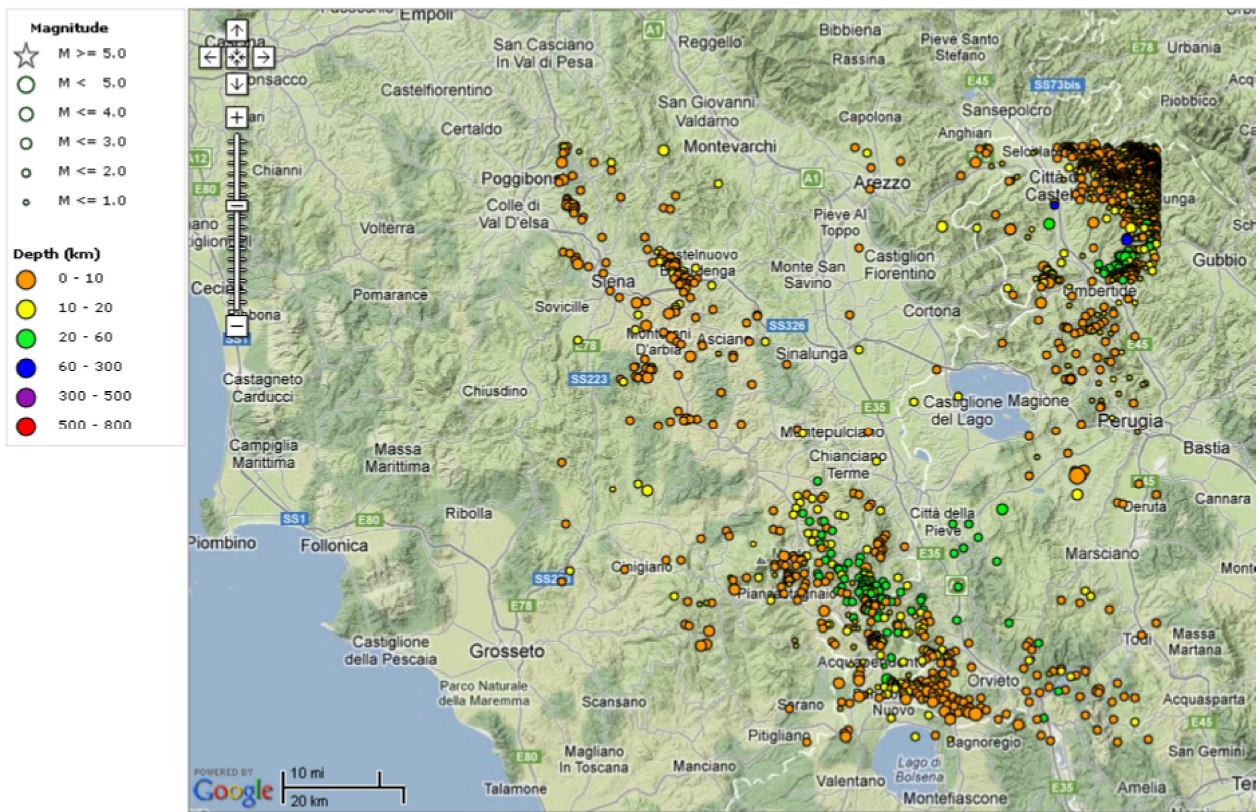
Segue un breve excursus sugli eventi sismici che maggiormente hanno interessato il territorio di Chianciano Terme.

STORIA SISMICA DI CHIANCIANO TERME

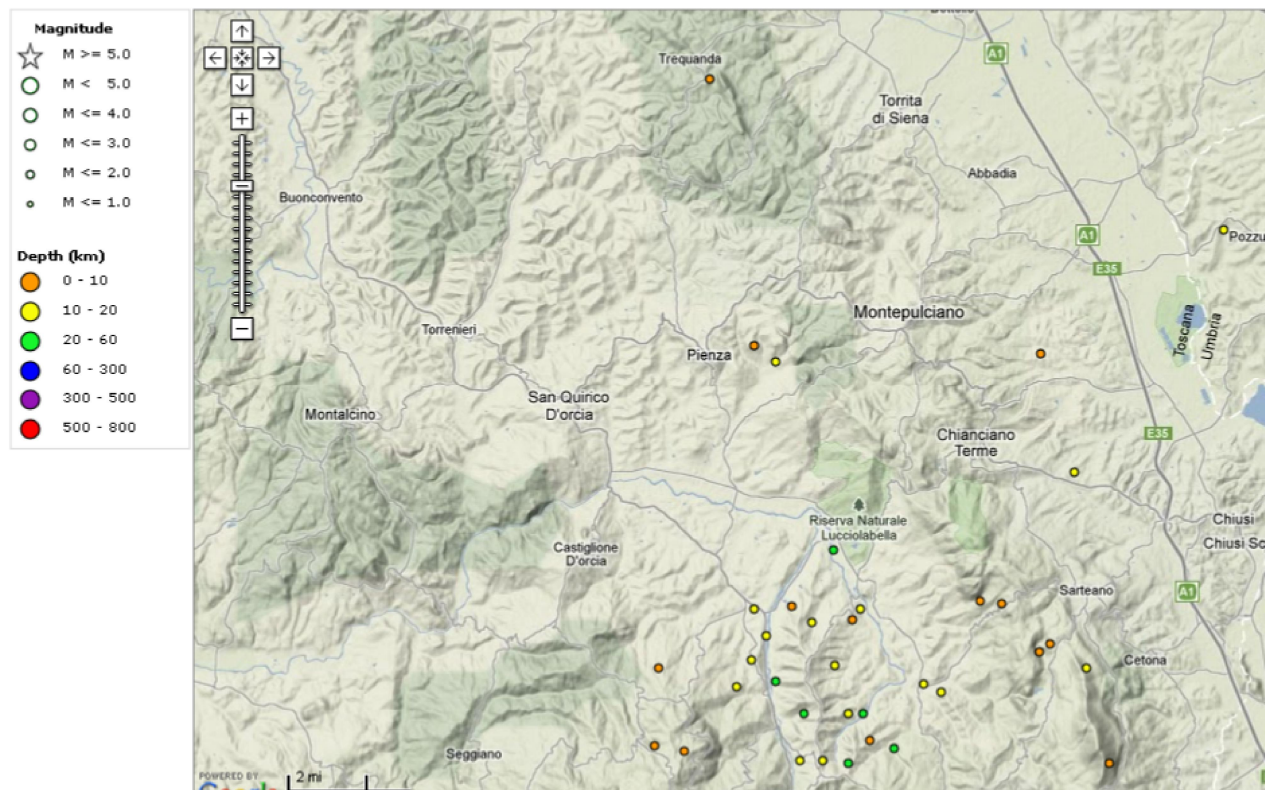
Nell'area soggetta di studio non sembra esserci stato alcun epicentro di terremoto in epoche storiche.

L'attività sismica della zona (microsismi) risulta tra l'altro individuata dalle registrazioni della rete di sismografi gestiti dal laboratorio O.S.C.A.R dell' I.N.G.V. con sede distaccata di Arezzo.

Anche in questo caso L'attività sismica registrata dagli strumenti risulta minima in un arco di circa 20 Km dal centro abitato



ATTIVITA' SISMICA REGISTRATA ENTRO 50KM E 15 KM



I dati sull'attività sismica strumentale sono convalidati dai dati della sismicità storica della Toscana che mostrano come la zona in oggetto di studio non abbia risentito di notevoli sismi

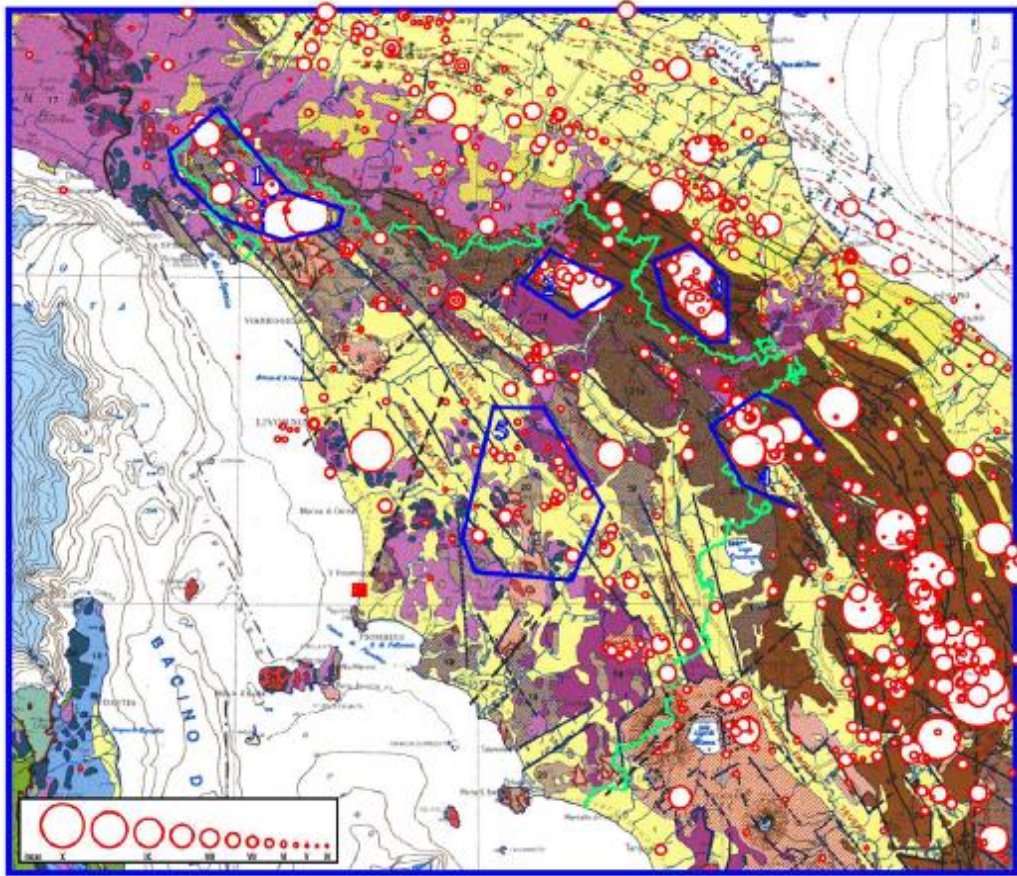
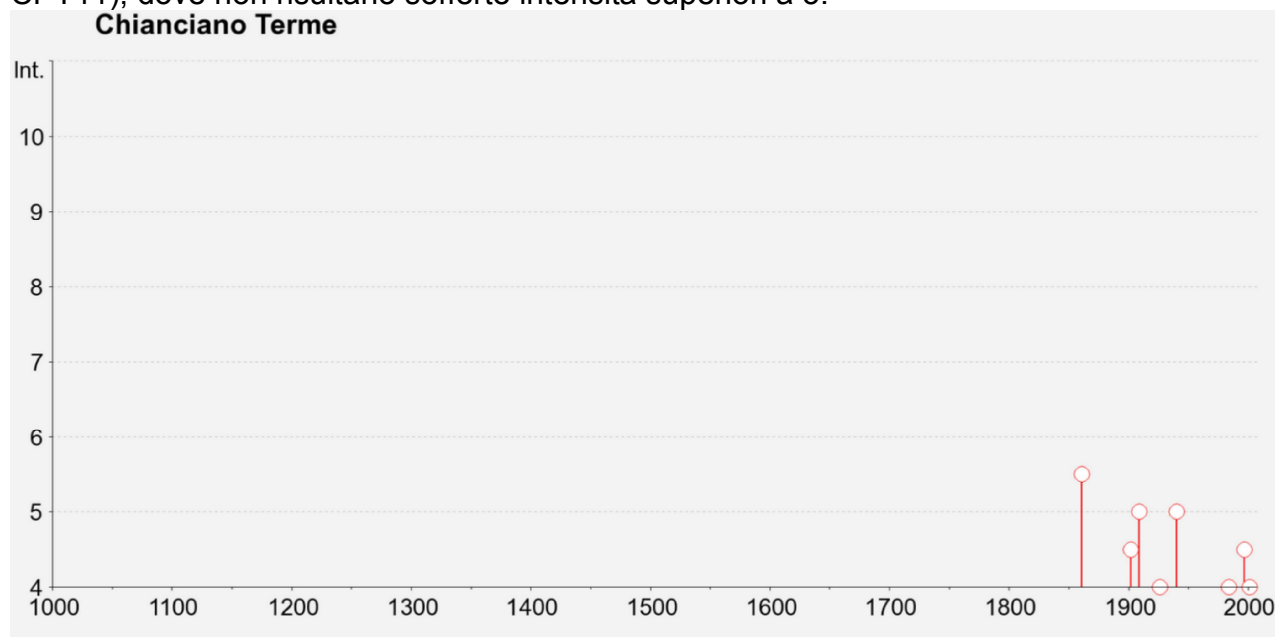


Fig.1.1.4 Geometria delle zone sismiche considerate in questo studio (contorni in blu) e sismicità storica dall'anno 1000 in Toscana e dintorni (Guidoboni e Comastri 2005; Mariotti e Guidoboni 2006; Rovida et alii, 2011). 1) Lunigiana-Garfagnana 2) Mugello 3) Appennino forlivese 4) Alta Valtiberina 5) Chianti-Montagnola senese. I criteri adottati per la scelta dei contorni delle zone sono descritti nel testo. In verde il confine amministrativo della Toscana. Lo sfondo è rappresentato dalla Carta Tettonica d'Italia (Fuciniello et alii, 1981).

Questo risulta confermato anche dalla storia sismica del comune (INGV-DBM11,INGV-CPT11), dove non risultano sofferte intensità superiori a 5.



Storia sismica di Chianciano Terme
[43.058, 11.832]



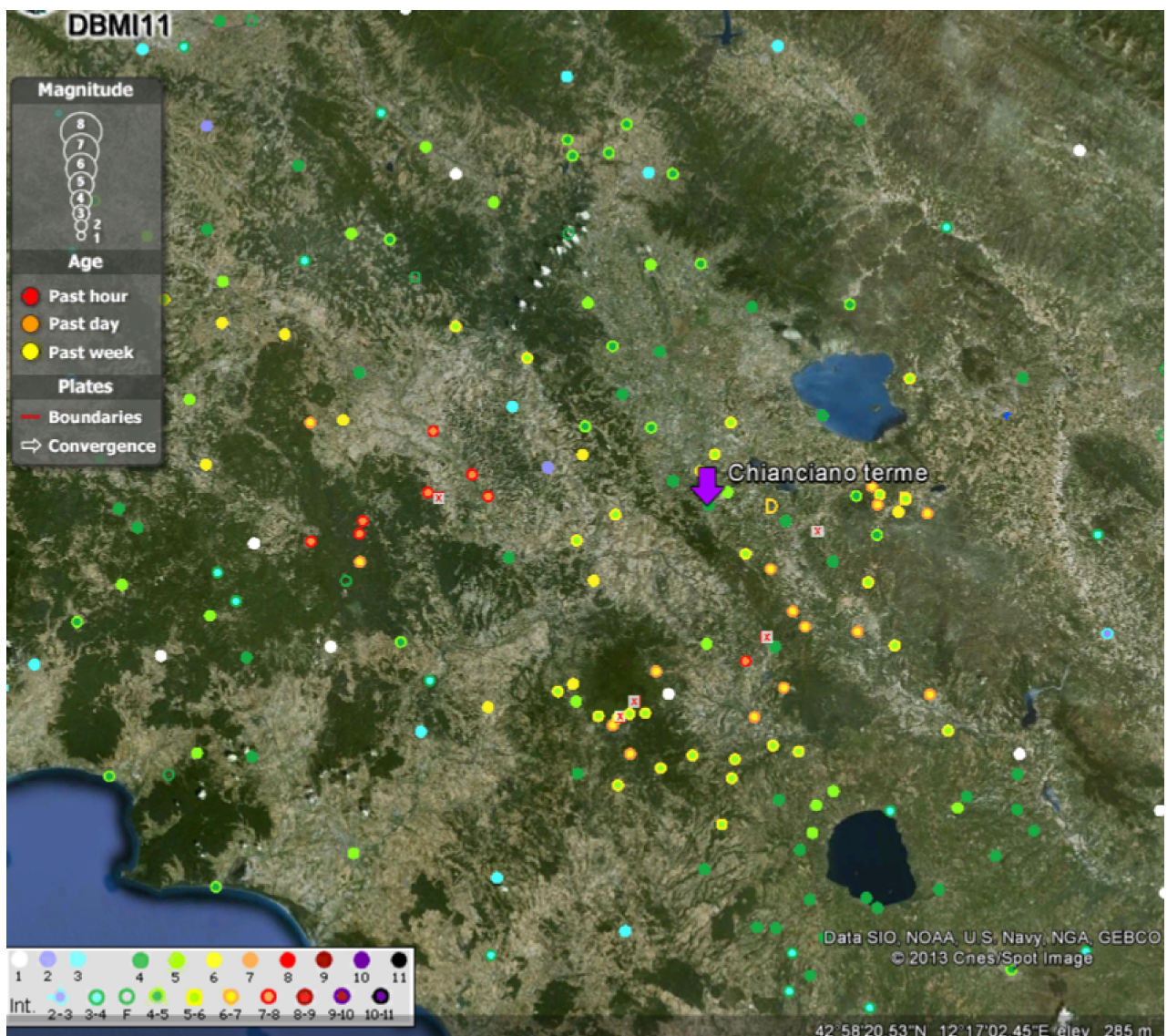
Numero di eventi: 20

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Rx	Np	Io Mw	
5-6	1861 05 09 01:53	CITTA' DELLA PIEVE	28	6-7	4.92 ±0.40
4-5	1902 12 17 05:21	SANTA FIORA	30	6-7	4.86 ±0.33
5	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8	5.37 ±0.10
4	1926 01 08 09:14	ABBADIA S. SALVATORE	24	7	4.90 ±0.27
3	1930 10 30 07:1	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
5	1940 10 16 13:1	RADICOFANI	106	7-8	5.26 ±0.14
NF	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07
NF	1958 05 30 06:26	RADICOFANI	18	5	4.28 ±0.41
NF	1959 03 24 10:24	FIorentINO	28	7	4.84 ±0.40
4	1984 04 29 05:0	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
NF	1993 06 05 19:1	GUALDO TADINO	326	6	4.74 ±0.09
4-5	1997 09 26 00:3	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
4-5	1997 09 26 09:4	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
3	1997 10 03 08:5	Appennino umbro-marchigiano	490		5.25 ±0.09
3-4	1997 10 06 23:2	Appennino umbro-marchigiano	437		5.46 ±0.09
3-4	1997 10 14 15:2	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
3-4	1998 04 05 15:5	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
2-3	2000 04 01 18:0	MONTE AMIATA	66	5-6	4.57 ±0.09
4	2001 11 26 00:5	Casentino	213	5-6	4.72 ±0.09
NF	2005 12 15 13:2	Valle del Topino	361	5-6	4.66 ±0.09

GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

Tuttavia, anche se non direttamente interessata da forti fenomeni sismici, risultano prossimi, con distanze comprese fra 15 e 30 km, gli epicentri di alcuni terremoti con magnitudo compresa fra 4.8 e 5.4

anno	località	magnitudo	distanza
1940	Radicofani	5.26	20
1929	Murlo	5.37	36
1902	S.Fiora	4.86	28
1926	Abbadia	4.9	30
1861	C.Della Pieve	4.92	15

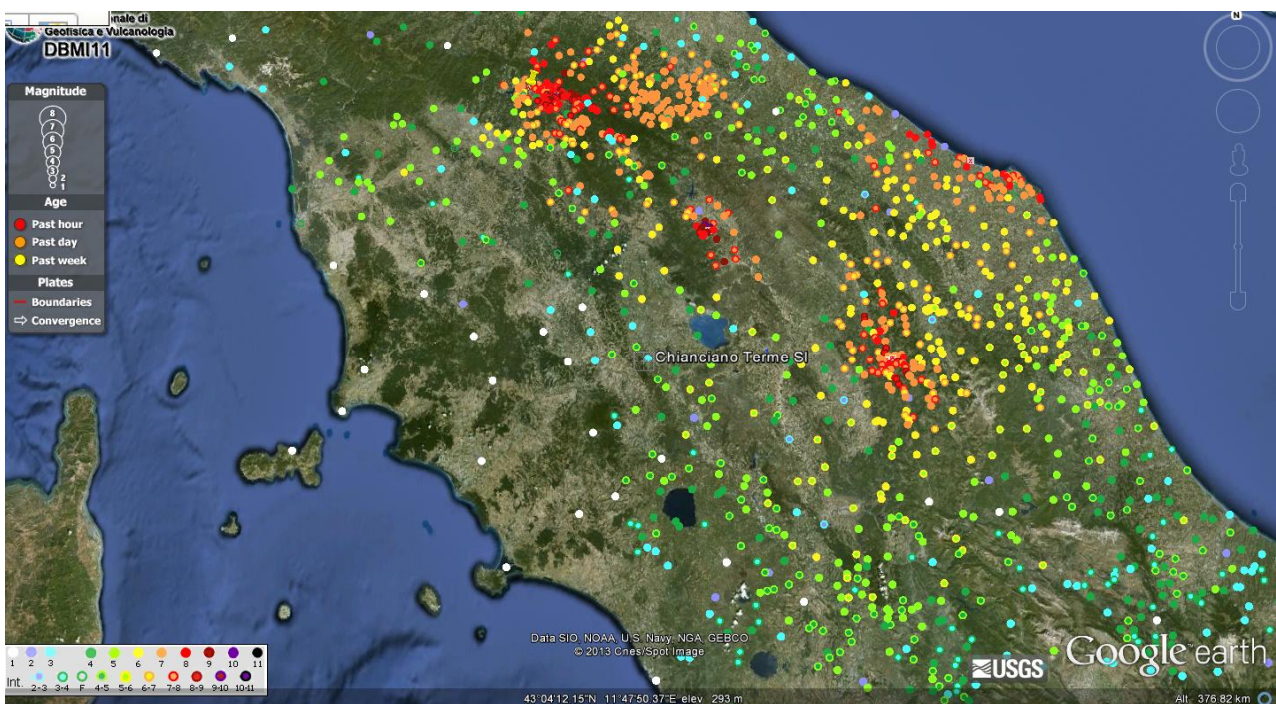


Zone con sismicità di maggior rilievo (cioè capaci di produrre sismi di magnitudo pari o superiori a 6) risultano distanti oltre 50 km (Monterchi).

Anche in questo caso sia per il sisma di Monterchi del 1917 (5.89-Km 53) che durante la crisi sismica umbra del 1997 (6.01-Km 86) che per il terremoto di Senigallia (5.81-Km140), che per quello del Mugello del 1919 (6.29-Km113) non si sono registrate a Chianciano intensità sismiche eccedenti 5.

In realtà i cataloghi sismici risultano ricchi e dettagliati di informazioni solo nell'ultimo secolo, quindi c'è da aspettarsi che in realtà si siano sofferte intensità sismiche anche maggiori.

Basta ricordare che la magnitudo stimata per il terremoto di Monterchi del 1352 era di 6.44 mentre nella Valle del Topino (Umbria 63 km) si è registrato un sisma con intensità stimata 6.33



Mapa con le intensità fatte registrare nelle varie località dai 4 maggiori terremoti registrati nell'ultimo secolo entro 150 km da Chianciano Terme)

GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

SCALA MERCALLI (MCS):

- **I grado** - scossa strumentale: **impercettibile agli esseri umani**, è rilevabile soltanto dagli strumenti (sismografi).
- **II grado** - scossa leggerissima: avvertita soltanto da persone particolarmente sensibili o nervose, in perfetta quiete, cioè ferme o a riposo in ambiente tranquillo. Solitamente è **percepibile solo nei piani superiori delle case** ove possono oscillare lievemente gli oggetti appesi (lampadari).
- **III grado** - scossa leggera: viene avvertita all'interno delle abitazioni con un effetto simile al passaggio di un autocarro: **poche persone ci fanno caso** ed altre la riconoscono come terremoto soltanto dopo averne parlato con altri. Oggetti appesi possono oscillare.
- **IV grado** - scossa moderata: all'aperto la scossa è percepita fisicamente da poche persone anche se le automobili ferme oscillano vistosamente. All'interno delle abitazioni **numerose persone, ma non tutti, avvertono un effetto simile al passaggio di un autocarro pesante** su una strada dissestata: tremolio o leggere oscillazioni dei mobili, urti di cristalleria e vasellame posti a breve distanza; tremano i vetri o tintinnano le finestre; scricchiolano porte, travi e assi in legno. Nei recipienti aperti, i liquidi vengono leggermente mossi. Si può avere la sensazione che in casa sia caduta una serie di oggetti pesanti. Si oscilla con tutta la sedia o il letto come su una barca. Generalmente questi fenomeni non provocano paura a meno che le persone non siano state già spaventate da terremoti precedenti. Raramente la scossa può svegliare chi dorme.
- **V grado** - scossa forte: all'interno delle case la scossa viene avvertita da tutti. Nelle strade e durante le attività lavorative il sisma viene percepito da numerose persone e persone sensibili lo avvertono anche in aperta campagna. Nelle case si avverte lo scuotimento dell'intero edificio. Oggetti appesi ma anche tendaggi non troppo pesanti oscillano; nel caso di campane, suonano. Gli orologi a pendolo possono fermarsi od oscillare con maggior periodo a seconda se la scossa si esplica in direzione normale o perpendicolare al piano su cui oscillava il pendolo. Talvolta orologi a pendolo fermi possono riprendere temporaneamente il movimento. I mobili vibrano e piccoli oggetti possono cadere. Recipienti colmi ed aperti versano piccole quantità dei liquidi contenuti. I quadri si spostano, urtano tra loro o battono contro le pareti. Porte ed imposte sbattono e i vetri possono infrangersi. Talvolta l'illuminazione elettrica guizza o viene a mancare. **Chi dorme viene svegliato bruscamente** e sporadici gruppi di persone fuggono all'aperto. Chi si trova già all'aperto nota piante o rami che si muovono con evidenza come sotto l'effetto di un vento moderato e calcinacci che cadono dai cornicioni delle case.
- **VI grado** - scossa molto forte: **tutti si rendono conto che c'è un terremoto provandone paura**, anche a causa dei forti rumori e boati che produce. Molti fuggono all'aperto ma spesso si ha una sensazione d'instabilità che può arrivare al punto da far barcollare. La superficie dei liquidi si agita vistosamente. Quadri, libri ed oggetti possono cadere a terra; le porcellane si frantumano anche senza cadere; suppellettili assai stabili e perfino pezzi d'arredo vengono spostati o rovesciati. Nelle chiese piccole campane suonano da sole e battono gli orologi dei campanili. Le abitazioni di solida costruzione subiscono strutturalmente danni lievi: spaccatura dell'intonaco e caduta del rinzafo di soffitti e pareti. Danni più gravi, ma non pericolosi, si hanno negli edifici mal costruiti. All'esterno può cadere qualche tegola o pietra di camino con qualche pericolo per chi fugge in strada.
- **VII grado** - scossa fortissima: la scossa **provoca panico nella popolazione**. I mobili si scostano dai muri e notevoli danni vengono provocati ad oggetti di arredamento anche pesanti. Numerosi edifici costruiti solidamente subiscono danni moderati: piccole spaccature nei muri, caduta di toppe piuttosto grandi dell'incalcinatura e dello stucco; caduta a volte anche di mattoni. Negli edifici a pareti intelaiate i danni all'incalcinatura e all'intelaiatura sono più gravi. In casi isolati può avvenire la distruzione di case mal costruite oppure riattate. All'esterno cadono molte tegole e vetri di finestre. Molti fumaioi vengono lesi da incrinature. Camini già danneggiati possono rovesciarsi sopra il tetto danneggiandolo. Da torri e costruzioni alte cadono decorazioni mal fissate. Grandi campane rintoccano. Le chiome degli alberi oscillano. Si producono onde sugli specchi d'acqua e le acque si intorbidiscono a causa della melma mossa. Varia la portata delle sorgenti.
- **VIII grado**: - scossa rovinosa: la scossa **viene avvertita distintamente anche da chi è alla guida di un'auto**, che può perderne temporaneamente il controllo. Cadono rami, alberi, palizzate, torri e si aprono crepe nel terreno. Statue e monumenti in chiese, cimiteri e parchi pubblici ruotano sul proprio piedistallo o si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra si rompono e crollano. All'interno delle case anche i mobili più pesanti vengono spostati lontano o rovesciati. Gli edifici non costruiti in cemento armato subiscono gravi danni strutturali: circa un quarto delle case è gravemente lesa, alcune crollano, molte diventano inabitabili; gran parte di queste cadono. Negli edifici intelaiati cade gran parte della tamponatura. Case in legno vengono schiacciate o rovesciate. Spesso campanili di chiese e di fabbriche con la loro caduta causano danni agli edifici vicini più di quanto non avrebbe fatto da solo il terremoto. In pendii e terreni acquitrinosi si formano crepe. In terreni bagnati si ha l'espulsione di sabbia e di melma.
- **IX grado** - scossa distruttiva: **distrugge gli edifici poco resistenti o vetusti**: circa la metà delle case in pietra vengono distrutte; molte crollano; la maggior parte diviene inabitabile. Le case ad intelaiature sono divelte dalle proprie fondamenta e crollano; travi strappate a seconda delle circostanze contribuiscono alla rovina. All'esterno si aprono numerose crepe nel terreno provocando la fuoriuscita di fango e la rottura di condutture e cavi sotterranei. Acqua e "vulcanetti" di sabbia traboccano dai terreni alluvionali.
- **X grado** - scossa fortemente distruttiva: **distruzione di circa 3/4 degli edifici**, la maggior parte di essi crolla. Subiscono gravi lesioni, e a volte vengono distrutti, anche ponti e solide costruzioni di legno. Argini e dighe vengono notevolmente danneggiati. I Binari vengono leggermente piegati mentre le tubature (gas, acqua e scarichi) vengono troncate, rotte e

GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

schiacciate anche a causa delle profonde fratture che si formano nel terreno. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e per pressione sporgono larghe pieghe ondose. In terreni meno densi e più umidi si creano spaccature fino alla larghezza di alcuni decimetri; si notano parallelamente ai corsi d'acqua spaccature che raggiungono larghezze fino a un metro. Si producono frane e smottamenti; interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e da coste scoscese; riviere basse subiscono spostamenti di masse sabbiose e fangose, per cui il livello del terreno viene notevolmente variato. Le sorgenti subiscono frequenti cambiamenti di livello dell'acqua. Da fiumi, canali e laghi ecc. le acque vengono gettate contro le sponde o subiscono locali straripamenti a causa delle frane.

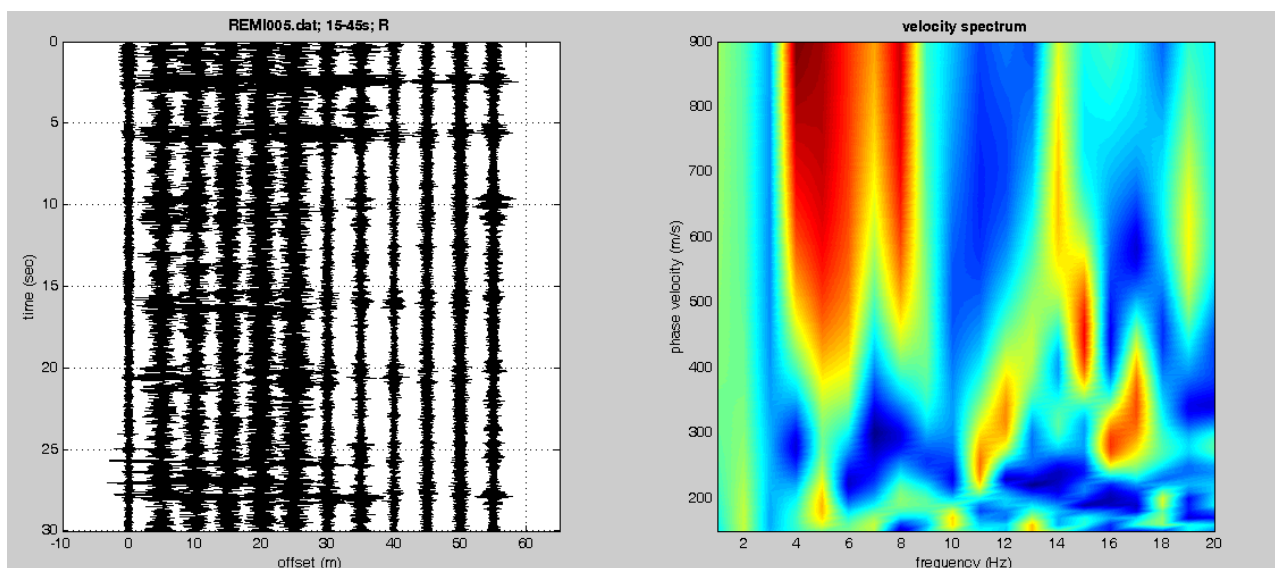
- **XI grado** - scossa catastrofica: muoiono molte persone. **Crollano tutti gli edifici in muratura**, resistono soltanto le capanne di legno e le costruzioni ad incastro di grande elasticità. Crollano anche i ponti più sicuri a causa della caduta dei pilastri in pietra o del cedimento di quelli in ferro. I binari si piegano fortemente e si spezzano. Le tubature interrate vengono spaccate e rese irreparabili (vengono a mancare tutti i servizi di pubblica erogazione). Nel terreno si manifestano vari mutamenti di notevole estensione, a seconda della natura del suolo, si aprono grandi crepe e spaccature. Soprattutto in terreni morbidi e acquitrinosi il dissesto è considerevole sia orizzontalmente che verticalmente. Ne segue il trabocco di sabbia e melma con diverse manifestazioni. Sono frequenti lo sfaldamento di terreni e la caduta di massi.
- **XII grado** - scossa gravemente catastrofica: provoca migliaia di vittime. **Ogni opera umana viene rasa al suolo**. Vengono scagliati in aria oggetti di ogni dimensione. Grandi masse di terreno vengono spostate con sollevamenti e abbassamenti del suolo (si creano onde sulla superficie del suolo). Lo sconvolgimento del paesaggio assume aspetti grandiosi. Corsi d'acqua sia superficiali che sotterranei subiscono mutamenti vari, si formano cascate, scompaiono laghi, deviano fiumi.

CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEI DATI

Per determinare le caratteristiche sismiche dei terreni indagati si sono effettuate 24 misure tromometriche.

Per poter determinare la velocità delle coperture si sono eseguiti 12 rilievi masw ,fra questi 4 di 60 metri,2 di 48 metri e 6(laddove la logistica non permetteva stese lunghe) di 12 metri.Tramite i MASW siamo riusciti ad avere un quadro abbastanza esaustivo delle velocità delle varie unità sismo stratigrafiche e si sono poste le basi per vincolare gli H/V e quindi determinare la profondità del bedrock.

Si è consultato inoltre un DH dall'archivio della ditta e si è eseguita una registrazione del rumore di fondo (REMI) lungo l'allineamento del MASW 1.



STRUMENTAZIONE USATA PERI I RILIEVI

MASW

Sismografo PASi 16SGN-24

12 Geofoni orizzontali da 4,5 hz posti alla distanza di 5 metri

Massa battente (mazza)



CARATTERISTICHE TECNICHE SERIE 16S-N

Processore	Intel Celeron M o superiore
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows XP
Interfaccia multilingue	Italiano, Inglese, Francese, Spagnolo, etc.
Numero canali	12 / 24
Display	VGA a colori in LCD-TFT 10.4", touch screen
Supporto di memorizzazione	Hard-Disk 80 Gb (o superiore)
Risoluzione di acquisizione	24bit con sovracampionamento e post-processing
Stampante (opzionale)	Windows standard (solo su richiesta)
Porte dati esterne	LPT, 2xUSB2, LAN
Sensore ambiente interno	temperatura
Protezioni termiche	prevenzione e controllo surriscaldamenti interni (warning sul display e blocco)
Compatibilità dati acquisiti	SEG-2 e PASi standard
Connettori cavo geofoni	standard NK-27-21C
Alimentazione	batteria esterna 12VDC
Temperatura di funzionamento	da 0°C a +55°C
Temperatura di immagazz.	da -55°C a +150°C
Umidità	da 5% a 90%, non condensante
Dimensioni fisiche	486x392x192 mm
Peso	10 kg (12 canali), 11 kg (24 canali)

SOFTWARE USATO PER LA VISUALIZZIONE, L'ACQUISIZIONE, IL FILTRAGGIO E L'ELABORAZIONE DEI DATI

Acquisizione dei dati

SISMOPC 1.0-PASI
AMROGEO

Elaborazione e filtraggio

<i>Visual Sunt 20</i>	<i>Wgeosoft -filtraggio dati (sismica a riflessione)</i>
<i>Seismic Unix</i>	<i>Software libero-filtraggio dati (sismica a riflessione)</i>
<i>WinMasw Pro</i>	<i>Eliosoft-elaborazione Masw-Remi-H/V-Attenuazione</i>
<i>Grilla</i>	<i>Tromino-H/V</i>
<i>Geopsy</i>	<i>Software Libero-H/V</i>

Modelli 1 D e rischio sismimico

<i>Deep Soil</i>	<i>software libero-Risposta di sito modellazione 1D</i>
<i>Strata</i>	<i>software libero-Risposta di sito modellazione 1D</i>
<i>Roxel</i>	<i>software libero-risposta di sito-terremoto di progetto</i>
<i>Shake 2000</i>	<i>Geo Motions-risposta di sito -modellazione 1D -liquefazione ecc.</i>
<i>Ciclic 1D</i>	<i>software libero-liquefazione</i>

MISURAZIONI TROMETRICHE

Per eseguire uno studio di microzonazione sismica di primo livello si necessita di avere conoscenze su porzioni di territorio molto estese , di una metodologia che permetta di raggiungere profondità ragguardevoli e , infine che sia di facile esecuzione ed economicamente non impegnativa.

Si ricorda inoltre che il target degli studi di primo livello risulta essenzialmente nel definire la profondità della roccia sotto la copertura sedimentaria.

La tecnica da noi utilizzata per l'acquisizione delle misure, peraltro fortemente raccomandata dalle ***linee guida per la micro zonazione sismica*** è quella tromometrica.

BASI TEORICHE

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica. La prova, comunemente nota con il termine H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali, H, e verticale, V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989). In un sistema costituito da uno strato tenero (es. coperture) ed un semispazio rigido (es. bedrock), un'onda tendera' a rimanere intrappolata nello strato tenero per riflessioni multiple (alla superficie libera, nuovamente al bedrock e così via) e darà luogo a fenomeni di risonanza per lunghezze d'onda incidenti]. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge:

$$1) T^{\circ} = 4h/V_s$$

dove T° indica il periodo, V_s e la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e H e lo spessore di detto strato.

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

L'Equazione 1 permette di comprendere come la tecnica H/V possa fornire anche indicazioni di carattere stratigrafico: a partire da una misura di microtremore che fornisce f , nota la V_s delle coperture, si può infatti stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa.

Misure H/V effettuate su roccia sana che non amplifica daranno invece curve piatte .

ACQUISIZIONE IN CAMPAGNA

La misura di microtremore a stazione singola deve avere una durata commisurata alla frequenza di indagine di interesse. Nella già citata ipotesi che una misura di interesse ingegneristico ricada nell'intervallo 0.1-20Hz, segue che un campionamento adeguato deve durare 12-15 min, in modo da poter analizzare il segnale su finestre di almeno 30 s di lunghezza e da avere almeno 20-30 finestre su cui effettuare una media, considerando anche che qualcuna potrà dover essere rimossa per la presenza di disturbi che alterano lo spettro medio.

La frequenza di campionamento adeguata per questo tipo di prove non deve essere inferiore a 50 Hz, in modo da permettere una ricostruzione spettrale sino ad almeno 20 Hz.

Lo strumento di misura va posto a diretto contatto col terreno e reso solidale con questo senza interfacce intermedie.

La misura sismica passiva va effettuata direttamente su terreno naturale e quando questo non fosse possibile è necessario tener conto degli effetti indotti dai terreni artificiali rigidi in questo tipo di misure.

L'orientamento strumentale secondo il Nord geografico e solamente una convenzione.

In presenza di elementi topografici o morfologici, lo strumento andrebbe allineato secondo gli assi di questi, in modo da cogliere più efficacemente eventuali direzionalità.

ANALISI DEI DATI

Le serie temporali registrate nelle tre componenti del moto vengono analizzate secondo procedurespettrali di vario tipo (FFT, wavelet, ecc.) fino alla produzione delle curve H/V, dove H è la media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali.

Si rimanda a SESAME (Site EffectS Assessment using AMbient Excitations, 2005) per uno dei possibili esempi di protocollo di analisi.

Prima di qualsiasi interpretazione delle curve H/V sono indispensabili due accorgimenti:

1) la curva H/V deve essere statisticamente significativa, ossia essere caratterizzata da una deviazione in ampiezza e in frequenza ridotta. Quando questa caratteristica non sia presente sin dall'inizio, essa va ricercata tramite una pulizia del tracciato. Esistono diversi metodi per "pulire" una curva:

H/V SESAME (2005) propone la rimozione nella serie temporale di quelle finestre caratterizzate da una deviazione del segnale (STA, media a breve termine) maggiore della media a lungo termine(LTA).

Tuttavia le procedure che propongono la rimozione dei disturbi sulla base della serie temporale non appaiono le più indicate quando l'obiettivo è pulire una curva che è funzione della frequenza.

La pulizia deve infatti essere rivolta alla ricerca di un rapporto H/V stabile e quindi alla rimozione delle sole finestre in cui questo rapporto risulti alterato, a parità di frequenza, tra i canali H e i canali V. Questo tipicamente avviene in presenza di segnali di natura impulsiva, che presentano cioè spettri bianchi.

Le curve H/V non vanno mai osservate da sole ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui derivano. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli di natura antropica. In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili.

Alla frequenza di risonanza si genera un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma "a occhio" o "a ogiva".

Questa forma è indicativa di risonanze stratigrafiche.

È evidente però che in una misura di tremore entrano anche vibrazioni monofrequenziali (artefatti) indotte da macchinari o simili. Queste si traducono in picchi stretti (delta) ben definiti su tutte e tre le componenti spettrali e quando l'ampiezza sulle tre componenti non è simile, danno luogo a picchi o gole artefattuali nelle curve H/V.

STRUMENTAZIONE USATA E SOFTWARE D'INTEPRETAZIONE

Tromino Micromed



Number of channels	3+1 analog
Amplifiers	all channels with differential inputs
Noise	< 0.5 μ V r.m.s. @128 Hz sampling
Input impedance	10^6 Ohm
Frequency range	DC - 360 Hz
Sampling frequency	16384 Hz per channel
Oversampling frequency	32x, 64x, 128x
A/D conversion	≥ 24 bit equivalent
Max analog input	51.2 mV (781 nV/digit)

SOFTWARE D'INTEPRETAZIONE DEI DATI

Grilla-Micromed
WinMasw professional-Eliosoft
Geopsy

RILIEVI EFFETTUATI

Si sono effettuati 58 rilievi, dove è stato possibile si è impostato il tromino su terreno naturale.

I rilievi hanno avuto le seguenti caratteristiche:

Durata registrazione: 0h20'00".

Freq. campionamento: 128 Hz

Per l'analisi sono stati scelti i seguenti parametri

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

Rimozione di rumore tramite selezione manuale sulla traccia

RISULTATI OTTENUTI

Il dato principale rilevabile tramite misure di rumore di fondo è la frequenza di sito, da cui si estrapola la presunta profondità del bedrock,

Dall'ampiezza della curva potremo inoltre avere informazioni qualitative sull'intensità della risposta sismica (per norma, si ha amplificazioni stratigrafica per valori di H/V maggiori di 2).

L'insieme delle informazioni frequenza intensità ci permetterà di capire su quali frequenze si concentrerà la risposta del terreno e quanto sarà forte la medesima.

Segue una tabella riassuntiva con i dati delle misure effettuate.

GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

MISURA N°	X	Y	CLASSE	PICCO H/V Frequenza	Ampiezza
1	1730600.8	4768792.5	B1	2.69	2
2	1730184.2	4768663.2	B1	2.09	7--8
3	1730043.2	4768942.4	B1	2.25	3
4	1729852.3	4770402.3	A1	2.22	2
5	1729621.9	4769966	B2	2.34	2
6	1729592	4769166.8	B2	1.5	2--3
7	1730612.5	4771819.7	B2	1.13	2
8	1730432.3	4771296.3	B1	1.41	2
9	1730652.4	4771285.4	B2	1.47	2
10	1730090.8	4771097.6	A1	1.56	2
11	1729529.2	4770647.6	B1	12.25	3
12	1729252.4	4770418.9	B1	2.47	3
13	1729129.4	4770260.6	A2	6.16	1--2
14	1728993.1	4768963.7	A1	3.34	4
15	1729604.1	4768891.1	B2	5	3--4
16	1730817.9	4768138.2	B1	2.09	2
17	1730572.5	4767832.5	B2	2.63	2
18	1730878.8	4767778.7	B2	3.13	3
19	1729606.1	4770259	B1	4.28	2--3
20	1729255.5	4769876.9	A2	1.66	1--2
21	1729274.3	4769601.7	A1	1.41	3
22	1729109.2	4769148.1	A1	2.38	4
23	1729343.1	4769475.4	B2	1.8	2
24	1728918.8	4769495.5	B2	3.59	3

RISULTATI OTTENUTI

La qualità delle misure risulta nel complesso accettabile, con picchi abbastanza ben definiti però spesso caratterizzati da una forte direzionalità del segnale, e, a volte da disturbi elettromagnetici.

Si notano generalmente amplificazione da deboli a medie, con l'eccezione della zona est dove alcuni rilievi hanno mostrato amplificazioni anche forti.

Spesso risulta presente anche un picco sopra i 10 hz legato alla presenza di coltri metriche di copertura

INDIVIDUAZIONE DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI

Le frequenze di risonanza fondamentali dei depositi sono state studiate attraverso l'interpretazione dei rilievi del rumore ambientale, per rilevare, nell'intervallo delle frequenze registrate di interesse ingegneristico, la presenza di eventuali picchi di risonanza (comunemente noti come f_0) corrispondenti ad orizzonti di forte contrasto di impedenza sismica in grado di generare effetti di sito. I risultati della campagna, in termini di frequenze di picco, ampiezze dei picco e profondità stimata dell'orizzonte di risonanza, sono riportate in tabella 3.

Nome	PICCO	Frequenza di picco	Ampiezza	Profondità stimata ⁽¹⁾	Spessore stimato Copertura ⁽¹⁾
T1	f_0	2.69	2	-	> 50 mt
	f_1	35	2	-	
T2	f_0	2.09	8	60	> 50 mt
T3	f_0	2.25	3	33	
T4	f_0	2.22	2.4	33	> 50 mt
T5	f_0	2.34	1.9	-	> 50 mt
T6	f_0	1.5	2.5	50	> 50 mt
T7	f_0	1.13	2.4	50	> 50 mt
T8	f_0	1.41	2.1	-	> 50 mt
	f_0	35	2.8	2	> 50 mt
T9	f_0	1.47	2.4	-	> 50 mt
T10	f_0	1.56	2.4	47	> 50 mt
T11	f_0	12.25	2.3	6	> 50 mt
	f_1	28	2.2	3	
T12	f_0	2.47	2.9	32	32 mt
T13	f_0	6.16	1.8	-	> 50 mt
T14	f_0	3.34	4	30	30 mt
T15	f_0	5	3.6	15	15 mt
T16	f_0	2.09	2	-	> 50 mt
T17	f_0	2.63	2.1	-	> 50 mt
T18	f_0	3.13	3.2	28	> 50 mt
T19	f_0	4.31	2.5	17	> 50 mt
T20	f_0	1.66	1.5	-	> 50 mt
T21	f_0	1.41	3.3	52	> 50 mt
	f_1	12	3.8	6	
T22	f_0	2.38	4.2	31	31 mt
T23	f_0	1.8	2.2	41	> 50 mt

GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

T24	f0	3.59	2.8	20	> 50 mt
-----	----	------	-----	----	---------

⁽¹⁾ Lo spessore della copertura è stato stimato con la formula $f = V_s / 4h$ e ricavando le velocità V_s dai profili MASW appositamente realizzati.

I rilievi T1, T5, T13, T16, T17 e T20 presentano grafici HV sostanzialmente piatti, con picchi inferiori o uguali a 2, che indicano una sostanziale omogeneità delle successioni sedimentarie senza particolari contrasti di impedenza sismica; la maggior parte dei restanti rilievi presenta picchi di ampiezza contenuta che indicano quindi bassi contrasti di impedenza (ampiezza <3.0 H/V). Questi spettri sono compatibili con substrato costituito da successioni sedimentarie sabbioso – argilloso conglomeratiche con spessori di alcune centinaia di metri e comportamento meccanico sostanzialmente omogeneo.

Il rilievo T18 evidenzia un picco di ampiezza 3 a 3.16 Hz, probabilmente imputabile ad alternanze litologiche nei depositi pliocenici, dato che i sondaggi geotecnici reperibili nella zona non hanno incontrato substrato sismico entro i primi 20 mt e compatibilmente con le interpretazioni del MASW MW3 che indica un progressivo aumento delle velocità V_s con la profondità (da 220 a 350 m/s).

I rilievi T2, T3, T14, T15, T21 e T22 hanno invece rilevato picchi di ampiezza importante ($H/V > 3$) a frequenza comprese nell'intervallo 1.4 – 5 Hz.

Considerando la relazione che lega la frequenza di risonanza misurata v alla profondità H in funzione della velocità di propagazione "media" delle onde S del sedimento V_s :

$$H = V_s / 4 * v$$

Possiamo stimare lo spessore della copertura sedimentaria in corrispondenza della stazione di misura; la correlazione ci consente, tramite l'utilizzo delle V_s ricavate dalle indagini MASW e dai dati di archivio, di individuare un'area, in corrispondenza dei rilievi T14, T15, T21 e T22, in cui la coltre sedimentaria ha uno spessore atteso inferiore a 30 mt e poggia su substrato con forte contrasto di impedenza sismica rispetto alla copertura; queste condizioni possono, in caso di sisma, generare importanti effetti di sito che vanno ad aumentare localmente gli effetti del sisma stesso e che dovranno essere attentamente valutati nella progettazione di trasformazioni dell'area in questione

GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

QUALITA' DELLA MISURARA

Si suddividono le misure nelle seguenti classi

- classe A: curva H/V affidabile ed interpretabile, che può essere usata anche da sola;
- classe B: curva H/V sospetta (da interpretare), va usata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze;
- classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione, che non può essere usata.

I criteri per essere inclusa nella classe A sono:

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

La misura è di classe B se almeno una delle precedenti condizioni non è soddisfatta, mentre è di classe C se è una misura di classe B nelle quale:

- 7 *la curva H/V mostra una deriva decrescente dalle basse alle alte frequenze, indice d'un movimento dello strumento durante la misura,*
- 8 *si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico in corrispondenza di diverse frequenze nell'intervallo d'interesse.*

Tali criteri non riguardano l'interpretazione in chiave geologico-stratigrafica della curva, per la quale sono richiesti ulteriori criteri (per esempio i criteri SESAME per la chiarezza del picco), sicché ognuna di tali classi è ulteriormente ripartita in misure di:

tipo 1: *curva H/V che presenta almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME (possibile risonanza),*

tipo 2: *curva H/V che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse (assenza di risonanza).*

CLASSE A-primi 6 punti si-7 e 8 no

CLASSE B-5 punti su 6 dei primi 6-7 e 8 no

CLASSE C-almeno 2 punti non soddisfatti dei primi 6, o si ai punti 7 e 8

Tipo 1=punto 7 si

Tipo 2=punto 7 no

DA: IL CONTRIBUTO DELLA SISMICA PASSIVA NELLA MICROZONAZIONE

DI DUE MACROAREE ABRUZZESI-CGNTS 2009-sessione 2.1

D. Albarello 1, C. Cesi 2, V. Eulilli 2, F. Guerrini 1, E. Lunedei 1, E. Paolucci 1, D. Pileggi 1,

L.M. Puzilli 2

1 Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Siena

2 ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geofisica

CENNI TEORICI

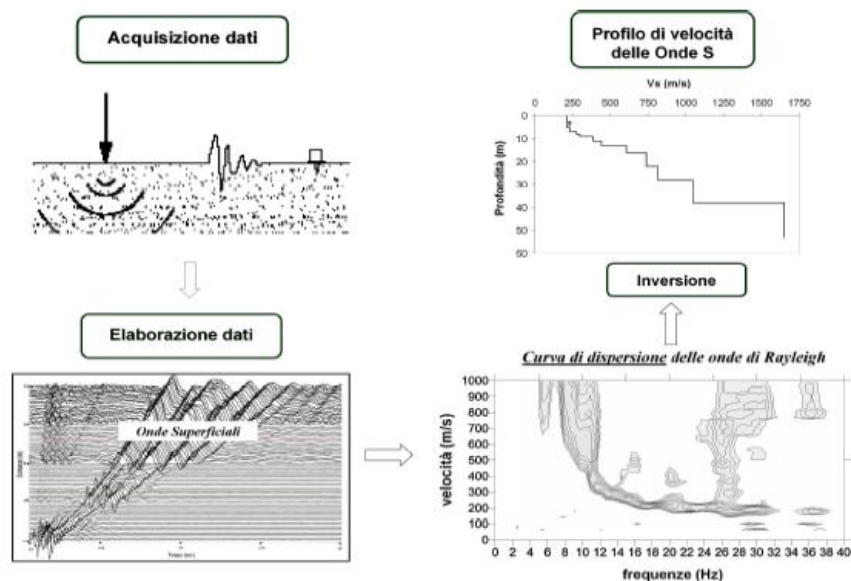
MASW

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un'artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).

Nel metodo di indagine passivo si registra il rumore di fondo.



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta)

fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità.

DESCRIZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE TRAMITE MASW

Si sono eseguiti 12 rilievi Masw, di cui 6 di 12 metri, 4 di 60 metri e 2 di 48 metri.

I masw di 12 metri si sono eseguiti dove la logistica era molto sfavorevole.

A questi rilievi si devono aggiungere i dati provenienti da un D.H. di 30 metri eseguito nel 2010 e da una Remi effettuata in corrispondenza del MASW 1.

Fra i masw solo il numero 1 sembra intercettare un substrato assimilabile ad un bedrock sismico (seppur la velocità del medesimo non è definita in maniera netta).

Altrimenti, in linea generale, si nota una di materiali di superficie allentata e a velocità minore poggiante su livelli con velocità variabili fra i 300 ed i 450 metri al secondo.

In genere i masw sono riusciti a definire lo stacco fra materiali inalterati ed i primi livelli a velocità minore.

La velocità basale, ben definita nei masw lunghi, risulta definita in maniera meno netta per i rilievi di 12 metri.

Il primo stacco risulta comunque importante per definire le profondità del bedrock intercettato dai rilievi tromometrici.

MASW

L'analisi degli spettri di velocità/frequenza restituisce un quadro sostanzialmente omogeneo e confrontabile con quanto emerso dall'indagine Down Hole di archivio, con velocità di propagazione delle onde Sh in aumento con la profondità in conseguenza della compattazione dei sedimenti e Vs30 = 280 - 360 m/s per i depositi sabbiosi e Vs30 ~ 290 m/s per i depositi di argille e sabbie; fa eccezione lo stendimento MW1, che individua un brusco aumento delle Vs a circa 20 mt, in corrispondenza del probabile contatto fra i sedimenti sabbiosi pliocenici e il sottostante substrato lapideo.

MISURA	Successione sedimentaria	Lunghezza stendimento	Risultati			
			Prof (m.)	Spessore (m.)	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)
MW1	Sabbie	60	10	10	200	368
			12	2	400	
			15	3	600	
			19	4	700	
MW2	Sabbie	60	3	3	180	385
			13	10	330	
			30	17	550	
MW3	Argille e sabbie	60	9	9	220	282
			11	2	250	
			14	3	300	
			18	4	300	
MW4	Argille e sabbie	48	30	12	350	295
			7	7	230	
			9	2	250	
			12	3	300	
			16	4	300	

GALILEO GEOFISICA-PIAZZA GIOTTO 8-52100-Arezzo
www.Galileogeofisica.it

MISURA	Successione sedimentaria	Lunghezza stendimento	Risultati			
			Prof (m.)	Spessore (m.)	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)
			30	14	350	
MW5	Sabbie	60	8	8	220	308
			10	2	330	
			12	2	340	
			14	2	350	
			30	16	370	
MW6	Sabbie	60	12	2	350	
			14	2	400	
			30	16	450	
						2.6
MW7	Sabbie	12	8.6	6	294	
			-	-	540	
						7
MW8	Sabbie	12	9	2	200	
			-	-	270	
						1.5
MW9	Sabbie	12	3.5	2	250	
			-	-	380	
						4
MW10	Sabbie	12	5	1	250	
			-	-	340	
						3
MW11	Sabbie	12	9	6	230	
			-	-	380	
						5
MW12	Sabbie	12	6	1	250	
			-	-	340	

CONCLUSIONI

La zona risulta nel complesso non affetta da forti fenomeni di amplificazione sismostragfica, ad eccezion fatta per la fascia comprendente le misure 14-15-22-3-2, dove si registrano amplificazioni anche alte.

Altrimenti si nota in linea generale amplificazioni basse su frequenze di 1-2 hz.

AREZZO 14-01-2013

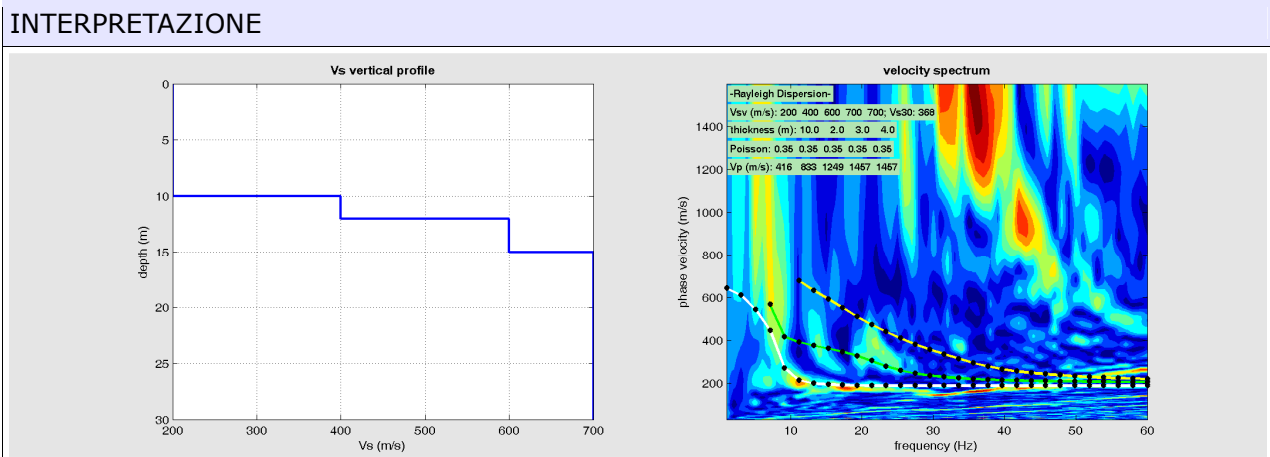
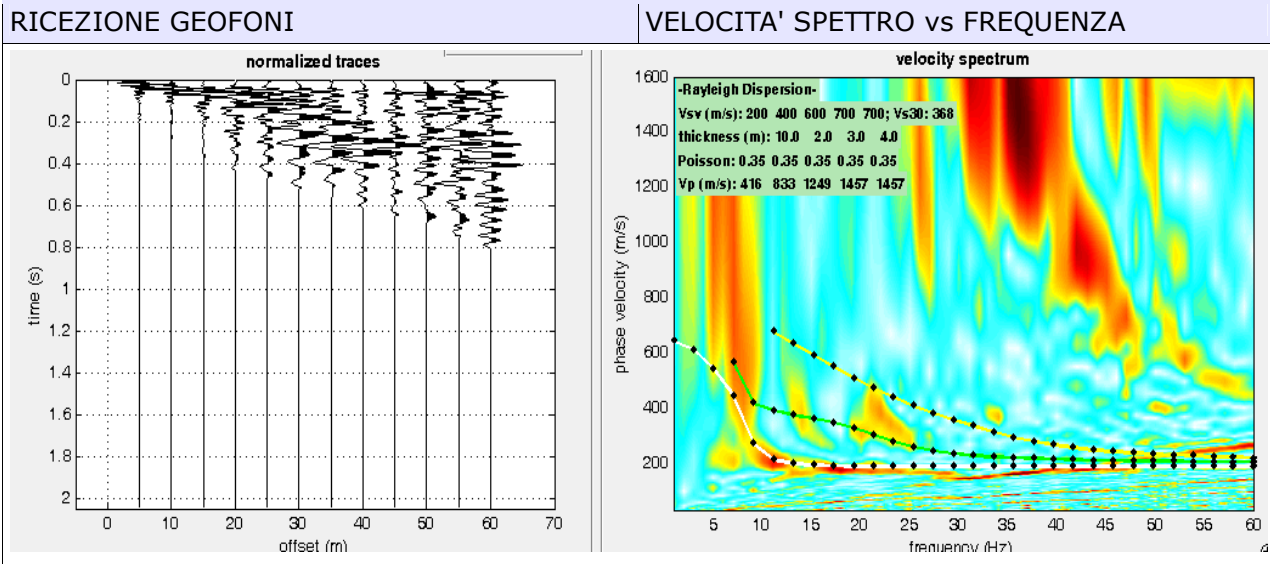
Galileo Geofisica

Dott.Geol.Secci Simone
Dott.Geol.Batti Lorenzo



RILIEVO: **MW1 (MASW A)** LOCALITÀ: Chianciano
 CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: PASI 16SGN-24
 Data: 31/10/2012 11:20
 Lunghezza stendimento: 60mt-prof.penetrazione 20-30 metri
 schema geofoni: 12 geofoni, interdistanza 5 m

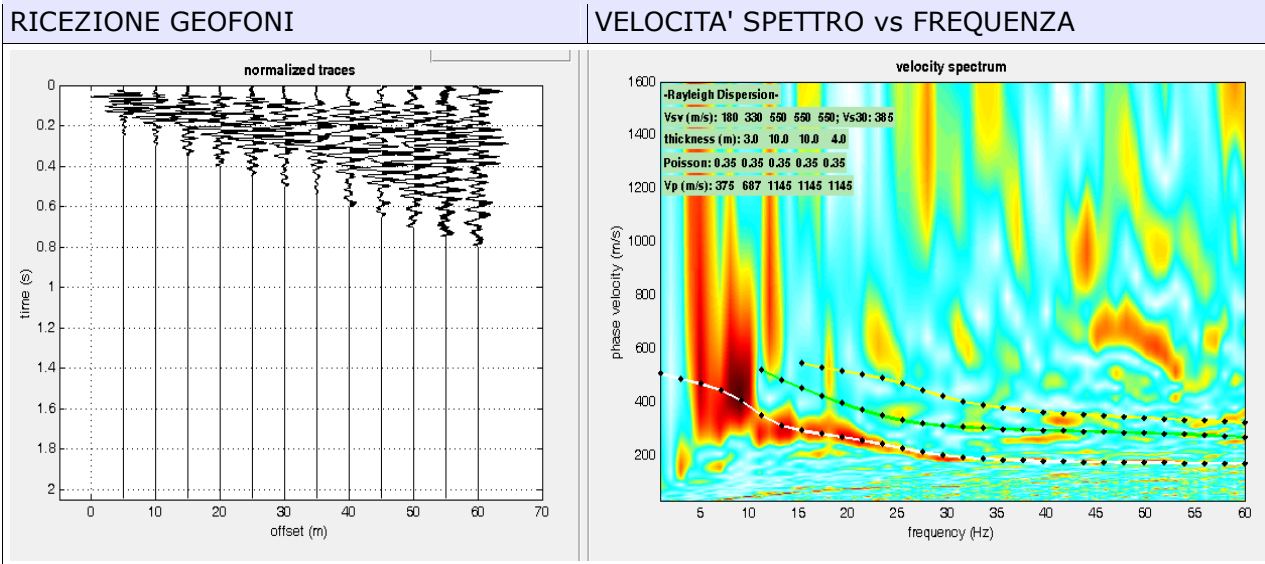


Prof.	Spessore	Vs [m/s]	
10	10	200	
12	2	400	
15	3	600	
19	4	700	

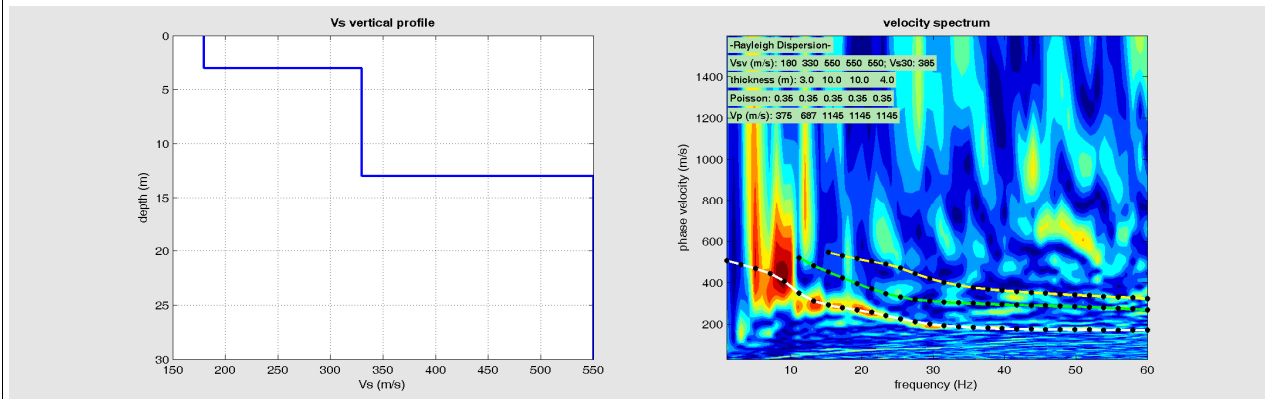
Vs(0.0-30.0) = 368 m/s

RILIEVO: **MW2 (MASW B)** LOCALITÀ: Chianciano
 CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: PASI 16SGN-24
 Data: 31/10/2012 12:23
 Lunghezza stendimento: 60mt-profondità penetrazione 20-30 metri
 schema geofoni: 12 geofoni, interdistanza 5 m



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
3	3	180
13	10	330
23	10	550
27	4	550
30	3	550

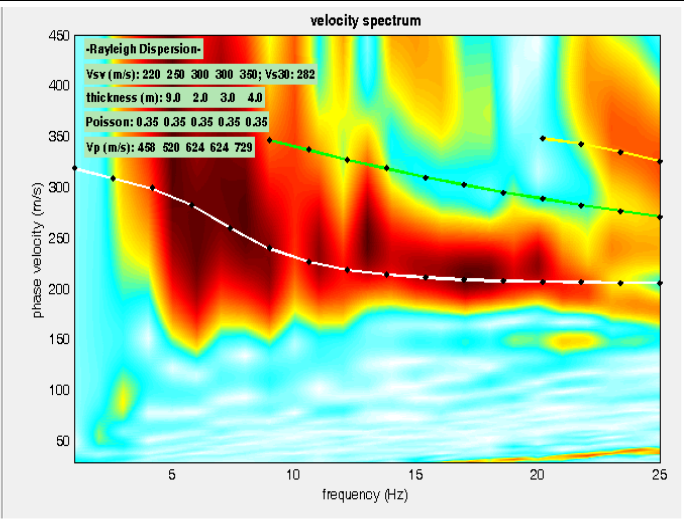
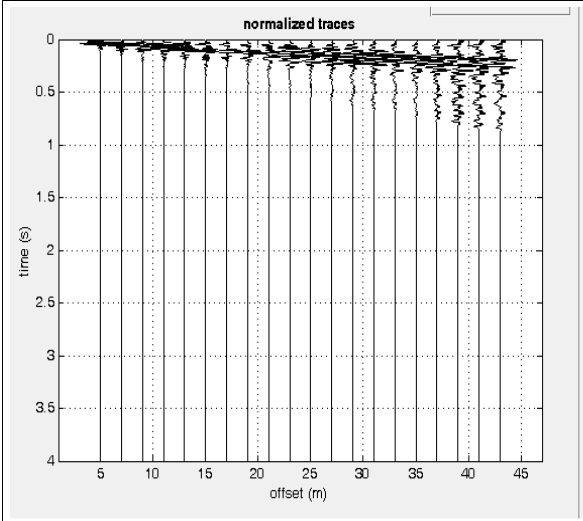
Vs(0.0-30.0) = 385 m/s

RILIEVO: **MW3** LOCALITÀ: Chianciano
 CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

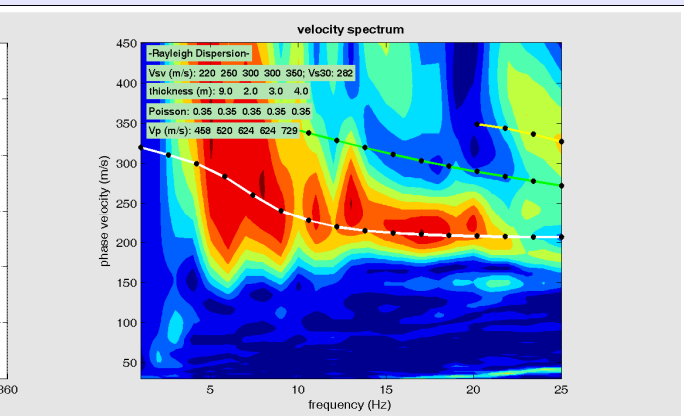
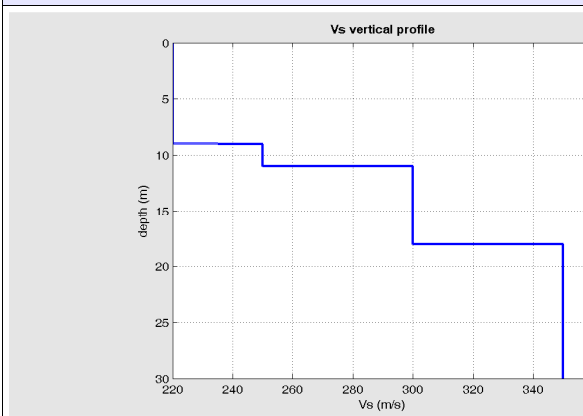
Strumento: PASI 16SGN-24
 Data: 02/11/2012 12:41
 Lunghezza stendimento: 48mt-profondità penetrazione 20 metri
 schema geofoni:24 geofoni, interdistanza 2 m

RICEZIONE GEOFONI

VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
9.0	9.0	220
11.0	2.0	250
14.0	3.0	300
18.0	4.0	300
30.0	12.0	350

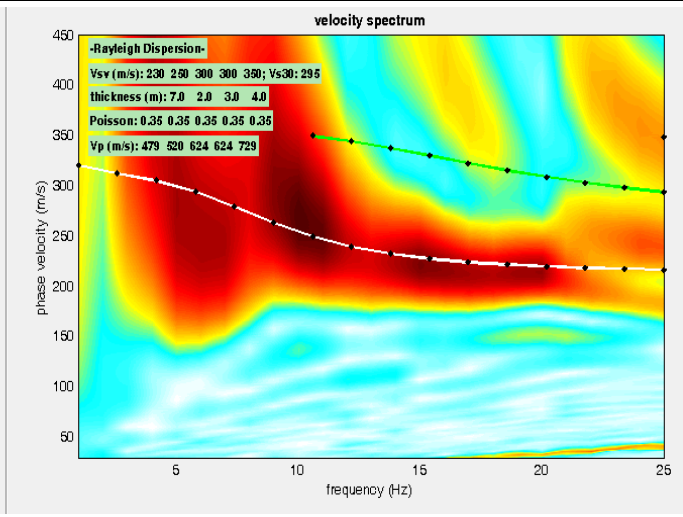
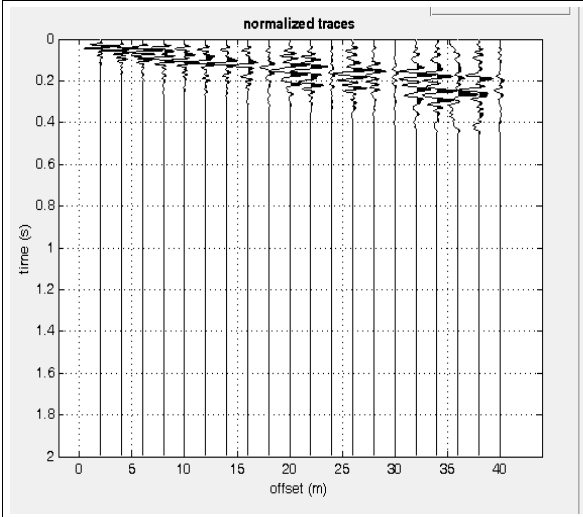
Vs(0.0-30.0) = 282 m/s

RILIEVO: **MW4** LOCALITÀ: Chianciano

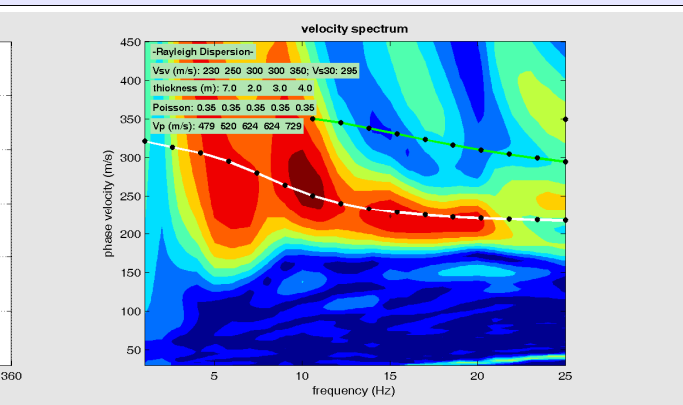
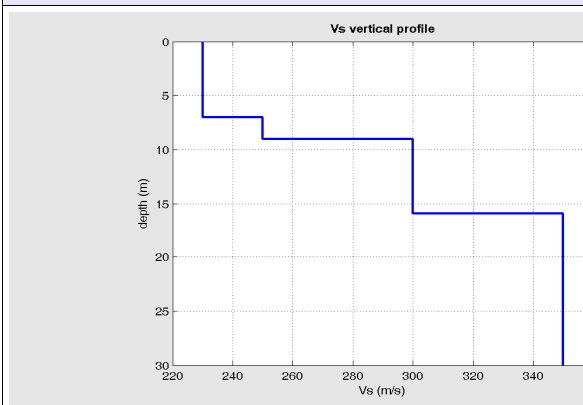
CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: PASI 16SGN-24
 Data: 01/11/12 ore 13.27
 Lunghezza stendimento: 48 mt-profondità penetrazione 20 metri
 schema geofoni: 24 geofoni, interdistanza 2 m

RICEZIONE GEOFONI VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
7.0	7.0	230
9.0	2.0	250
12.0	3.0	300
16.0	4.0	300
30.0	14.0	350

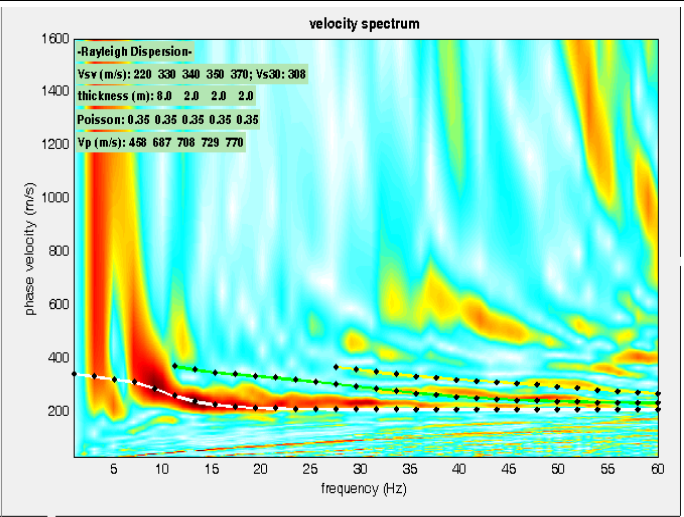
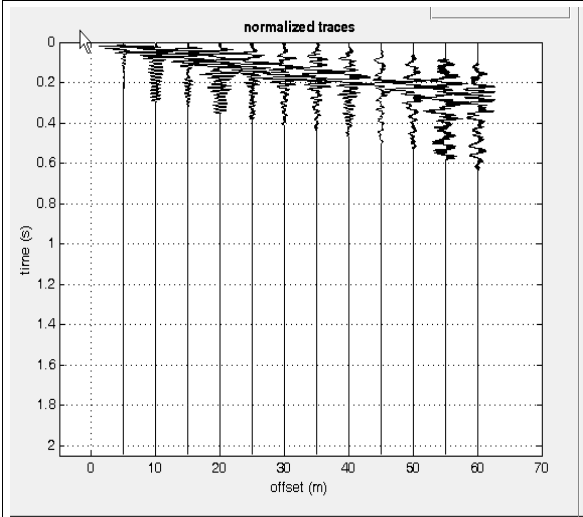
Vs(0.0-30.0) = 295 m/s

RILIEVO: **MW5 (MASW C)** LOCALITÀ: Chianciano
 CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

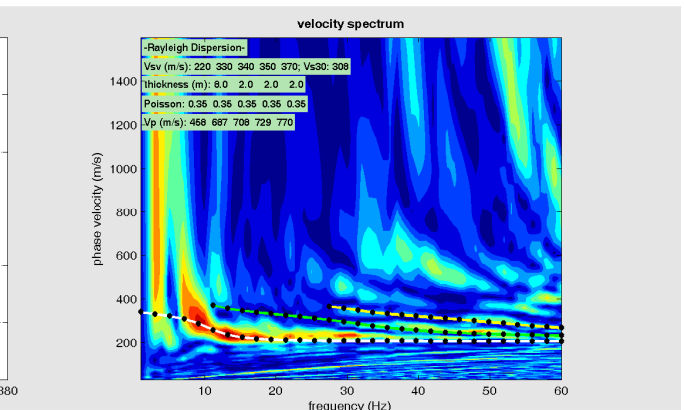
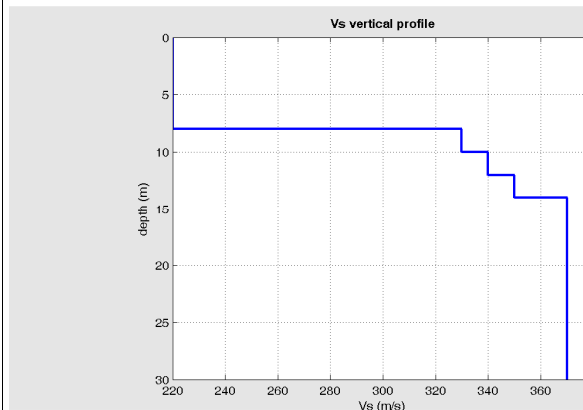
Strumento: PASI 16SGN-24
 Data: 1/11/12 ore 9.31
 Lunghezza stendimento: 60mt-profondità penetrazione 20-30 metri
 schema geofoni:12 geofoni, interdistanza 5 m

RICEZIONE GEOFONI

VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE

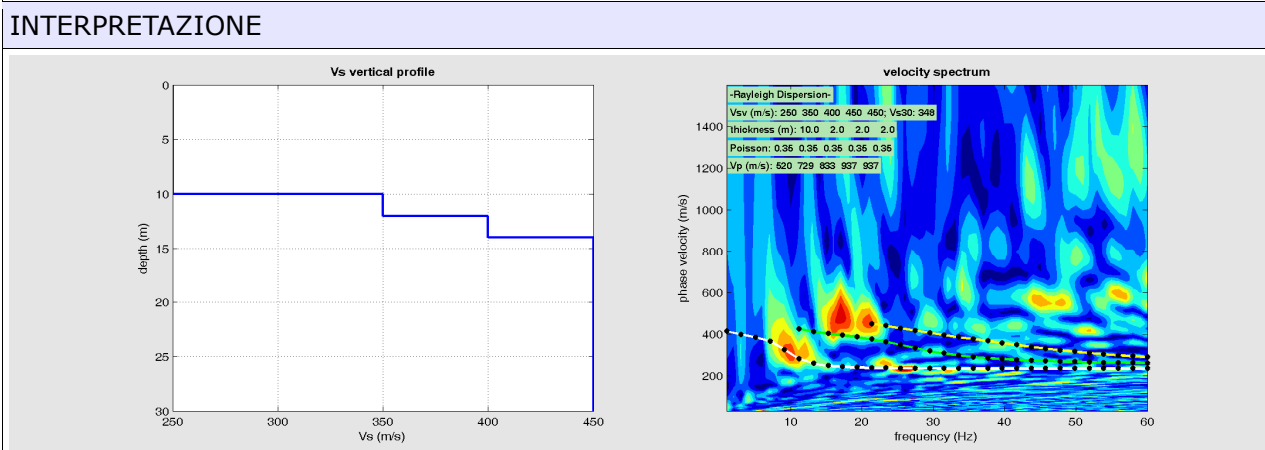
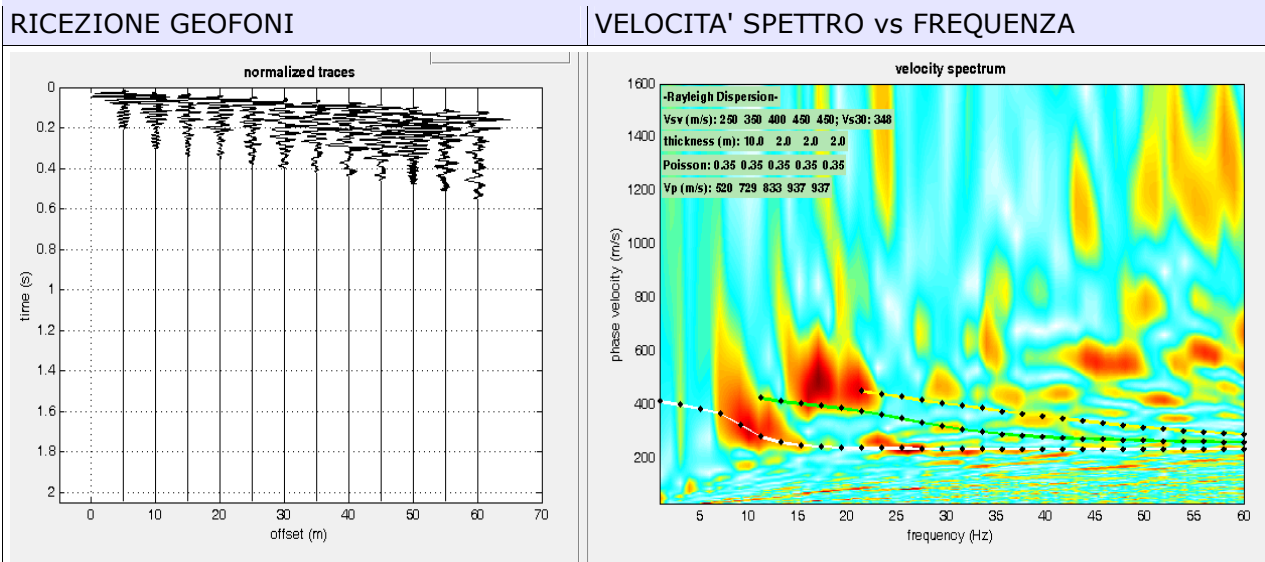


Prof.	Spessore	Vs [m/s]
8	8	220
10	2	330
12	2	340
14	2	350
30	16	370

Vs(0.0-30.0) = 308 m/s

RILIEVO: **MW6(MASW D)** LOCALITÀ: Chianciano
 CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: PASI 16SGN-24
 Data: 1/11/12 ore 14.11
 Lunghezza stendimento: 60mt-profondità penetrazione 20-30 metri
 schema geofoni: 12 geofoni, interdistanza 5 m



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
10	10	250
12	2	350
14	2	400
16	2	450
30	14	450

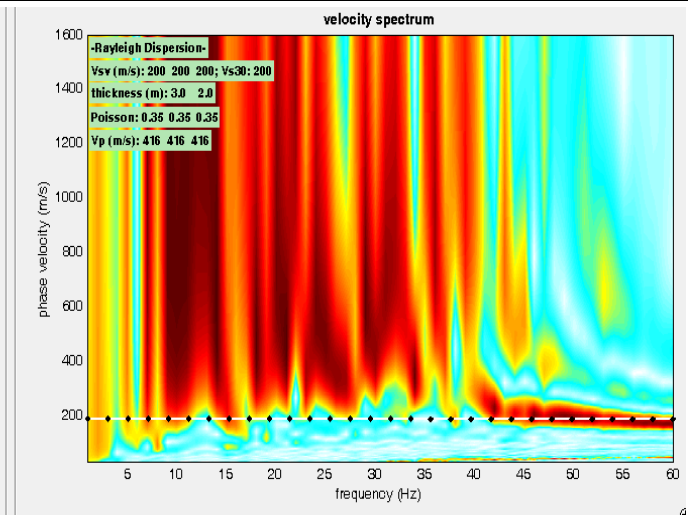
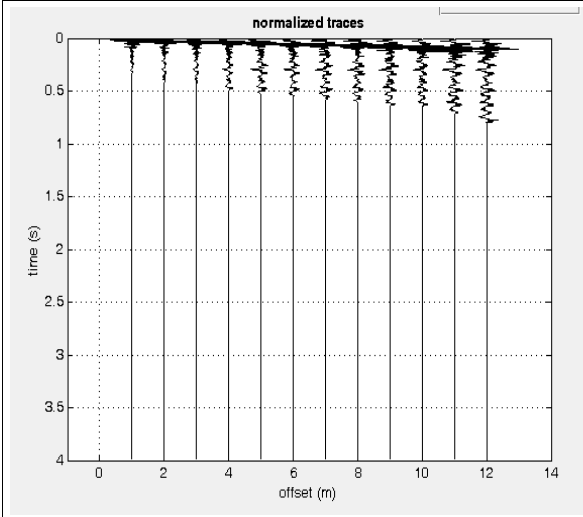
Vs(0.0-30.0) = 348 m/s

RILIEVO: **MW7** LOCALITÀ: Chianciano

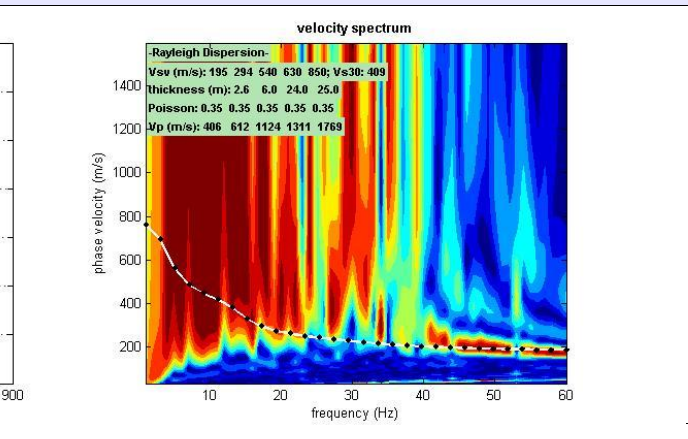
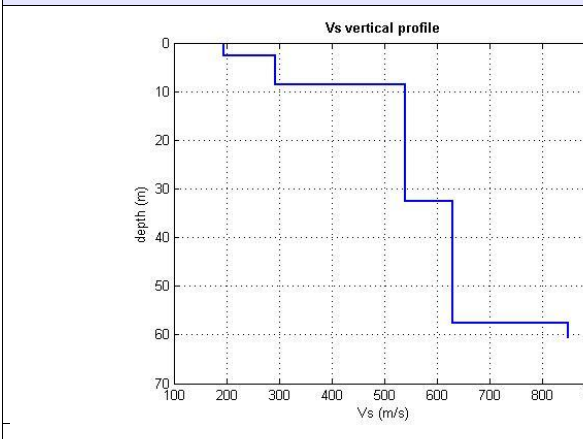
CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: Ambrogeo Seismic Unit
 Data: 20/6/12 ore 8.59
 Lunghezza stendimento: 12mt-profondità penetrazione <5 metri
 schema geofoni:12 geofoni, interdistanza 1 m

RICEZIONE GEOFONI VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
2.6	2.6	195
8.6	6	294
32.6	24	540
27.6	25	630
		850

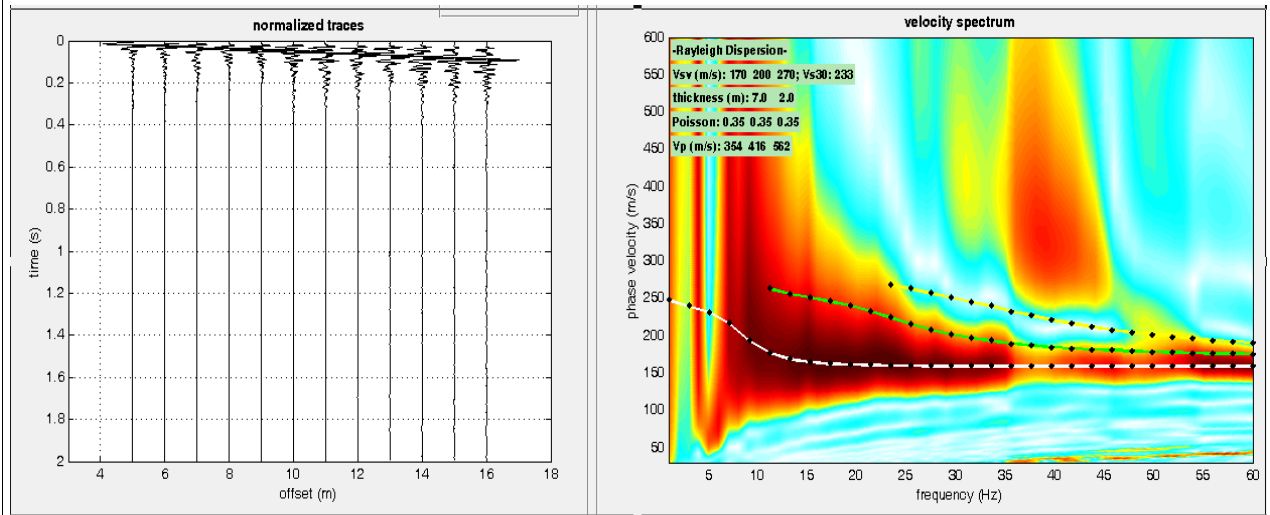
Vs(0.0-30.0) = 382 m/s

RILIEVO: **MWS** LOCALITÀ: Chianciano

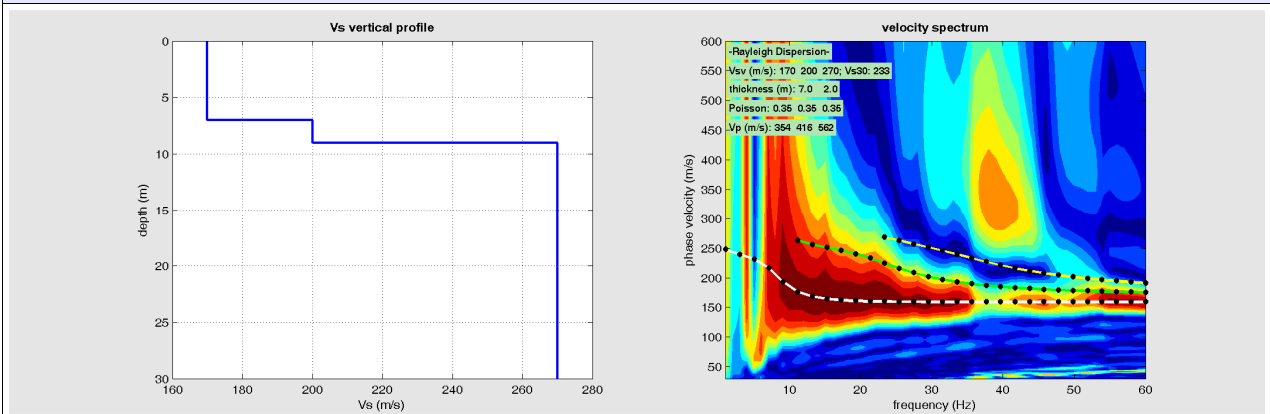
CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: Ambrogeo Seismic Unit
 Data: 20/6/12 ore 9.44
 Lunghezza stendimento: 12mt-profondità penetrazione 5-10 metri
 schema geofoni: 12 geofoni, interdistanza 1 m

RICEZIONE GEOFONI VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
7.0	7.0	170
9.0	2.0	200
30.0	21.0	270

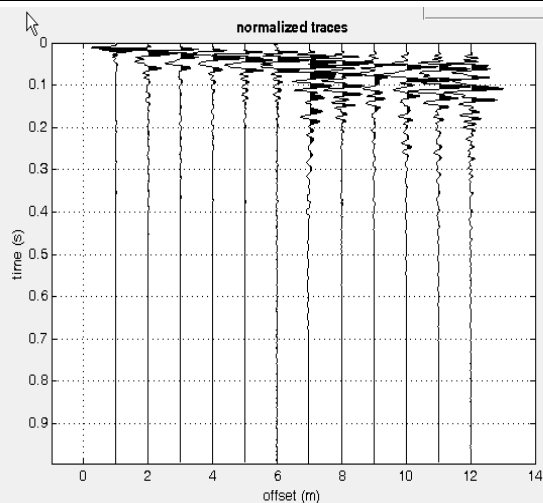
Vs(0.0-30.0) = 233 m/s

RILIEVO: **MW9** LOCALITÀ: Chianciano

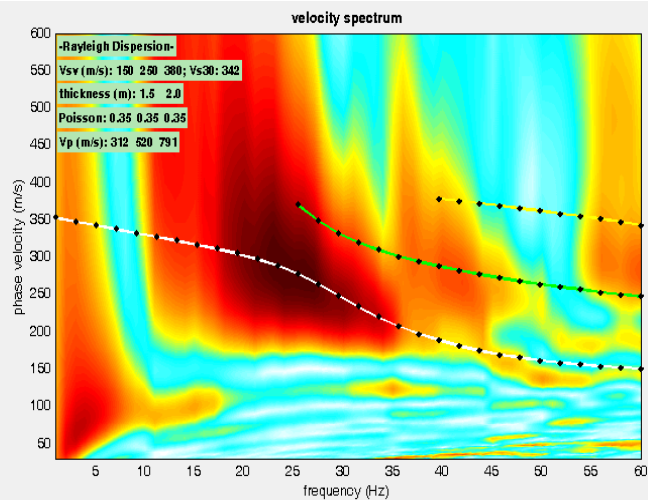
CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: Ambrogeo Seismic Unit
 Data: 20/6/12 ore 11.04
 Lunghezza stendimento: 12mt profondità penetrazione 5-10 metri
 schema geofoni: 12 geofoni, interdistanza 1 m

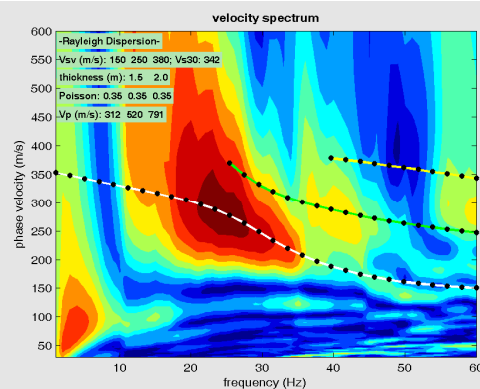
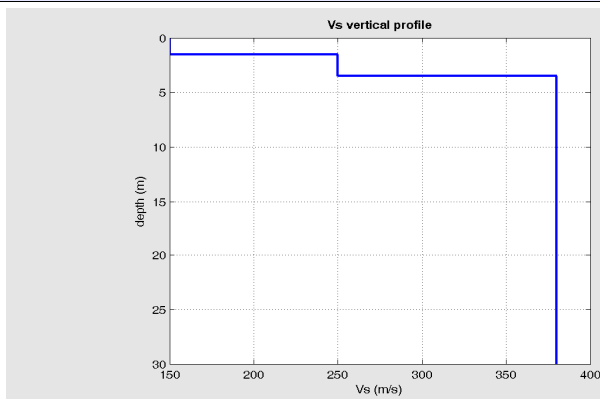
RICEZIONE GEOFONI



VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
1.5	1.5	150
3.5	2.0	250
30.0	26.5	380

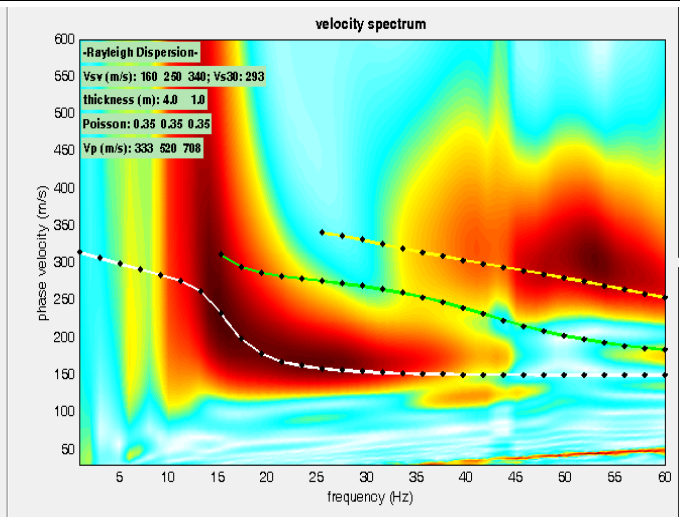
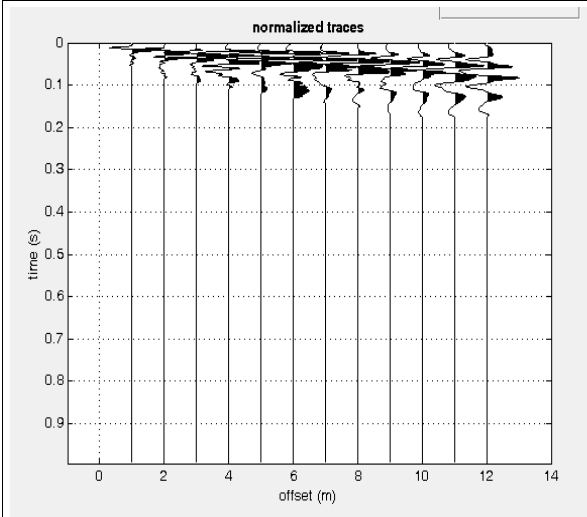
Vs(0.0-30.0) = 342 m/s

RILIEVO: **MW10** LOCALITÀ: Chianciano

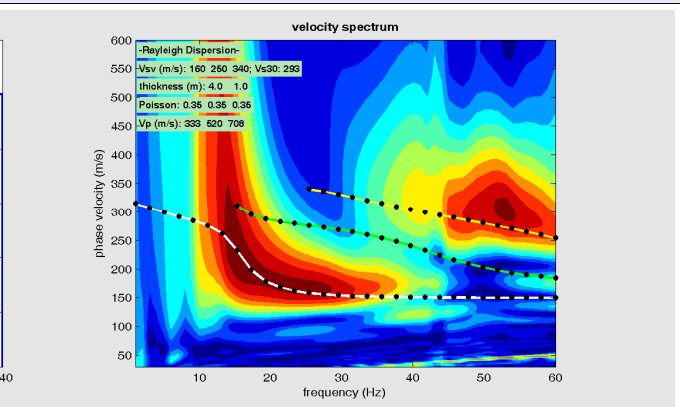
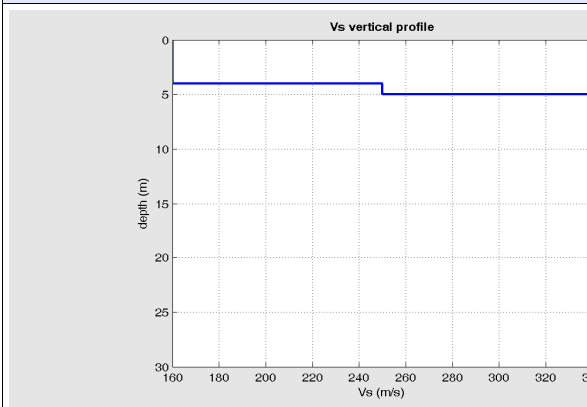
CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: Ambrogeo Seismic Unit
 Data: 20/6/12 ore 11.52
 Lunghezza stendimento: 12mt – profondità penetrazione 5-10 metri
 schema geofoni: 12 geofoni, interdistanza 1 m

RICEZIONE GEOFONI VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
4.0	4.0	160
5.0	1.0	250
30.0	25.0	340

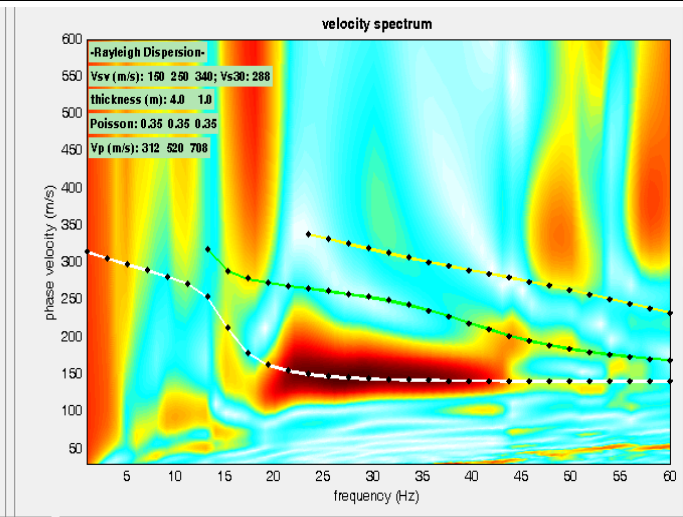
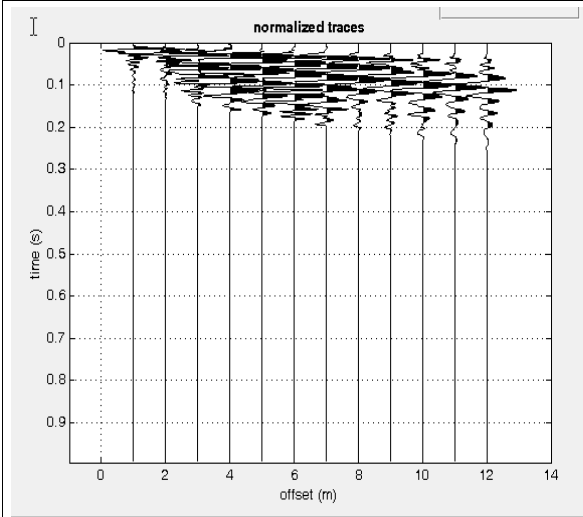
Vs(0.0-30.0) = 342 m/s

RILIEVO: **MW11** LOCALITÀ: Chianciano

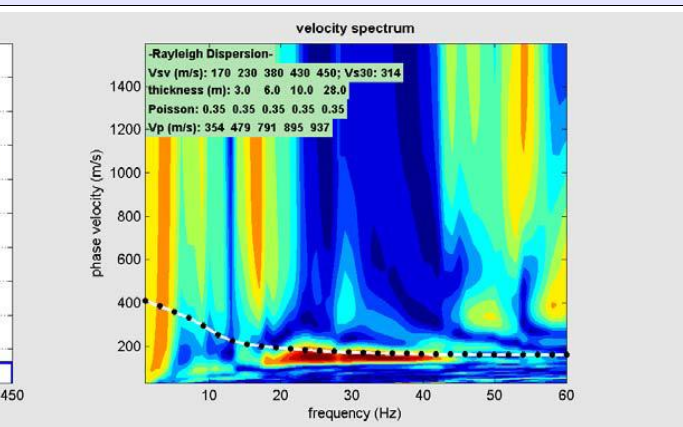
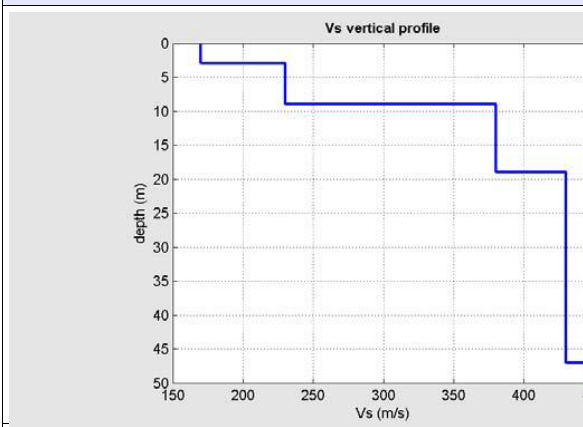
CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: Ambrogeo Seismic Unit
 Data: 21/06/2012 9.18
 Lunghezza stendimento: 12 mt- profondità penetrazione 5-10 metri
 schema geofoni: 12 geofoni, interdistanza 1 m

RICEZIONE GEOFONI VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
3.0	3.0	170
9.0	6.0	230
19.0	10.0	380
47.0	28.0	430
50.0	2.0	450

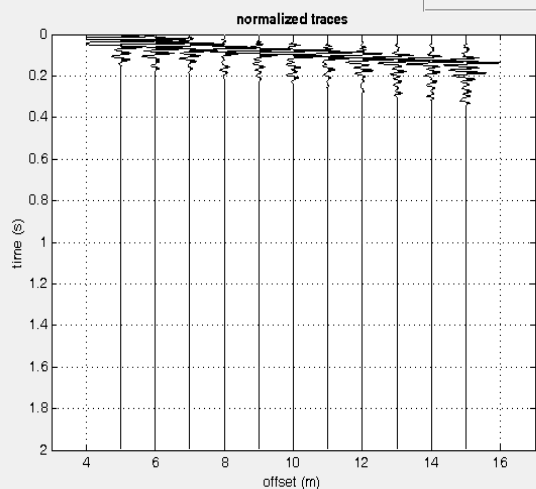
Vs(0.0-30.0) = 314 m/s

RILIEVO: **MW12** LOCALITÀ: Chianciano

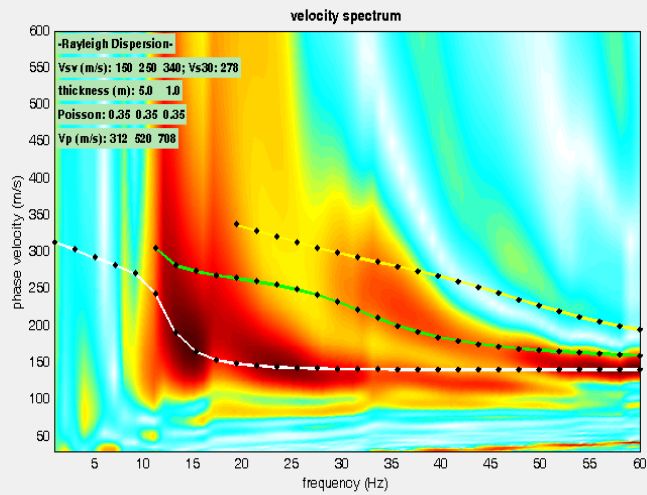
CARATTERISTICHE STRUMENTALI E DELLA REGISTRAZIONE

Strumento: Ambrogeo Seismic Unit
 Data: 21/06/12 ore 10.32
 Lunghezza stendimento: 12mt-profondità penetrazione 5-10 metri
 schema geofoni:12 interdistanza 1 m

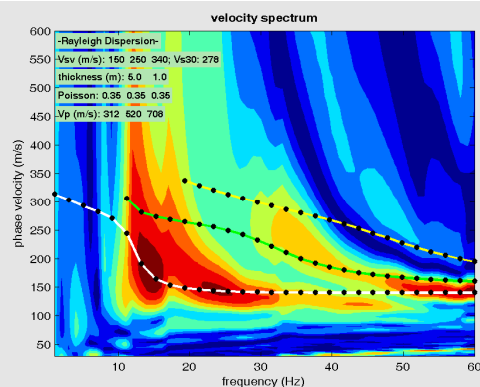
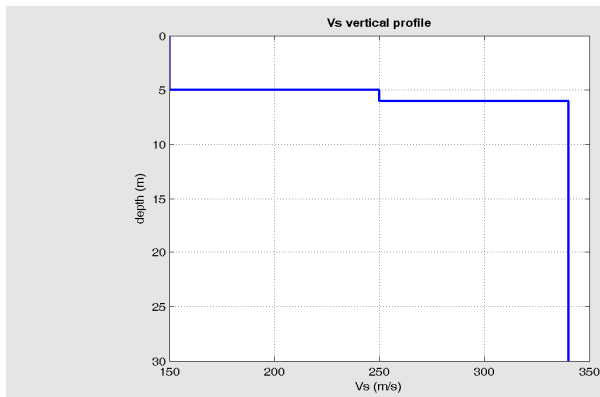
RICEZIONE GEOFONI



VELOCITA' SPETTRO vs FREQUENZA



INTERPRETAZIONE



Prof.	Spessore	Vs [m/s]
5.0	5.0	150
6.0	1.0	250
10.0	24.0	340

Vs(0.0-30.0) = 278 m/s

MISURA 1-CLASSE B1

Strumento: TRZ-0135/01-11

Inizio registrazione: 22/10/12 09:53:16 Fine registrazione: 22/10/12 10:15:16

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00".

Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

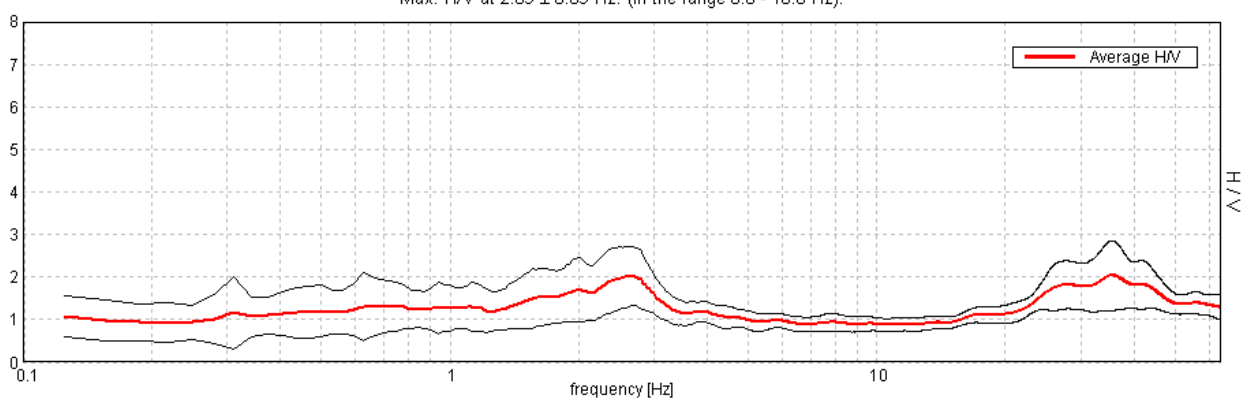
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

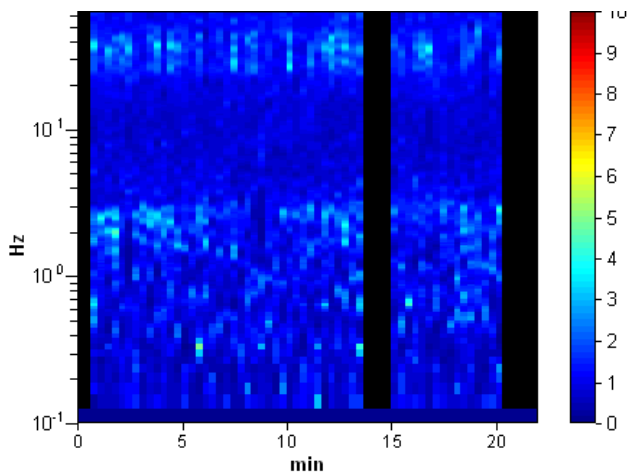
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

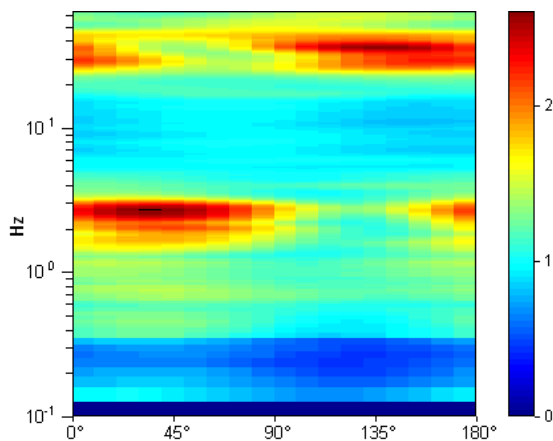
Max. H/V at 2.69 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 10.0 Hz).



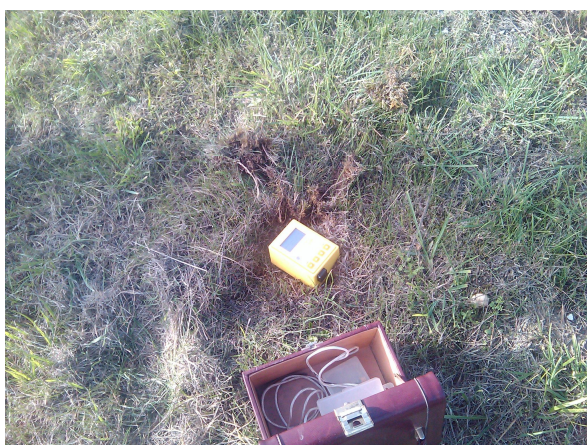
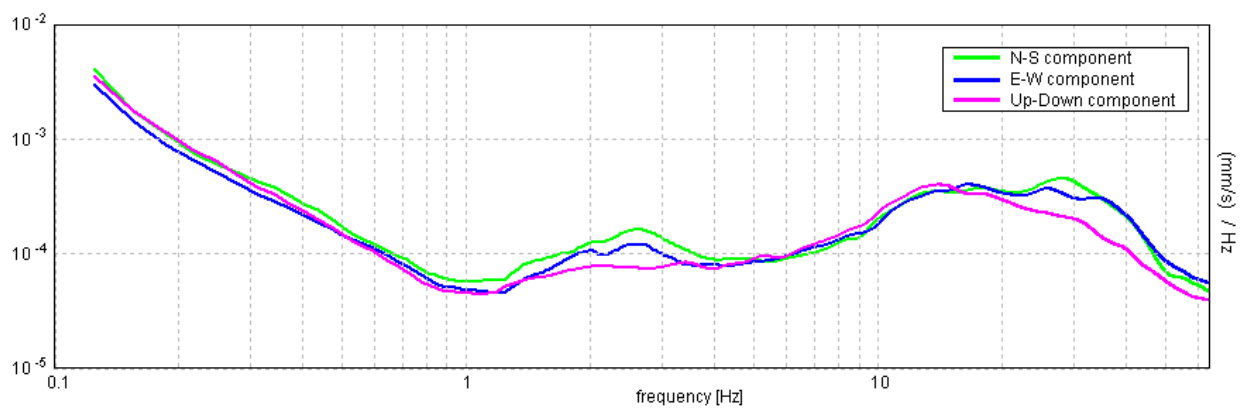
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 2.69 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 10.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.69 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2956.3 > 200$	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 130	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.02 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01647 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04426 < 0.13438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3373 < 1.58$	OK	

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

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

MISURA 24-B1

Strumento: TRZ-0135/01-11

Inizio registrazione: 22/10/12 15:02:30 Fine registrazione: 22/10/12 15:24:30

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00".

Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

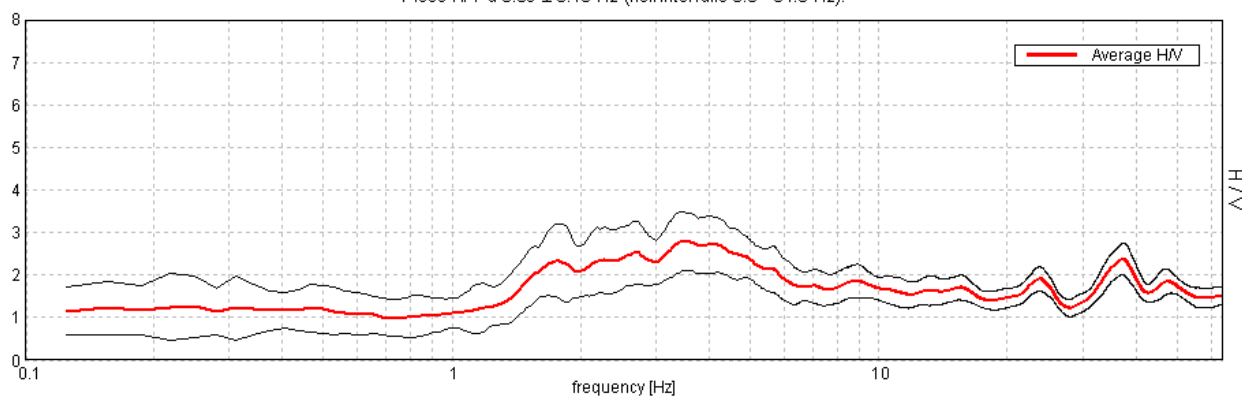
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

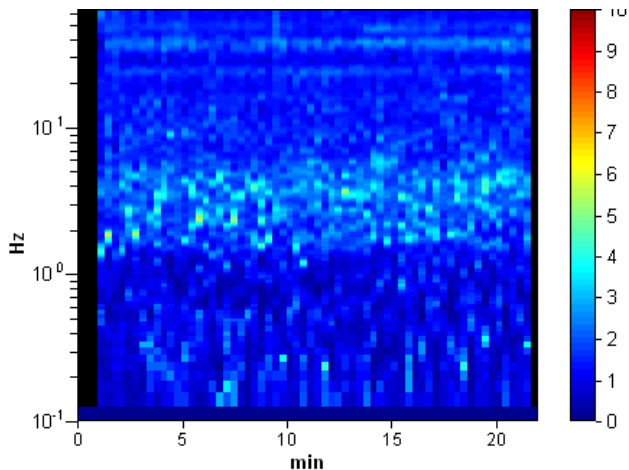
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

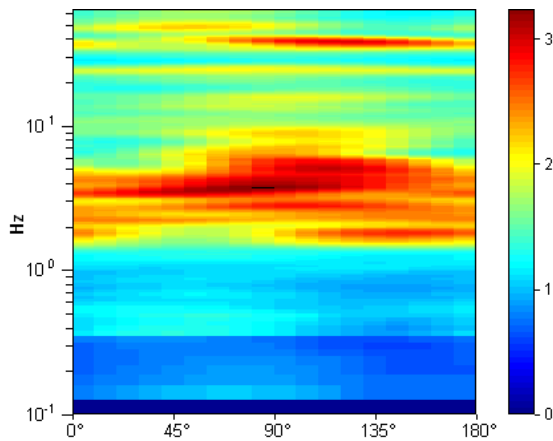
Picco H/V a 3.59 ± 0.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



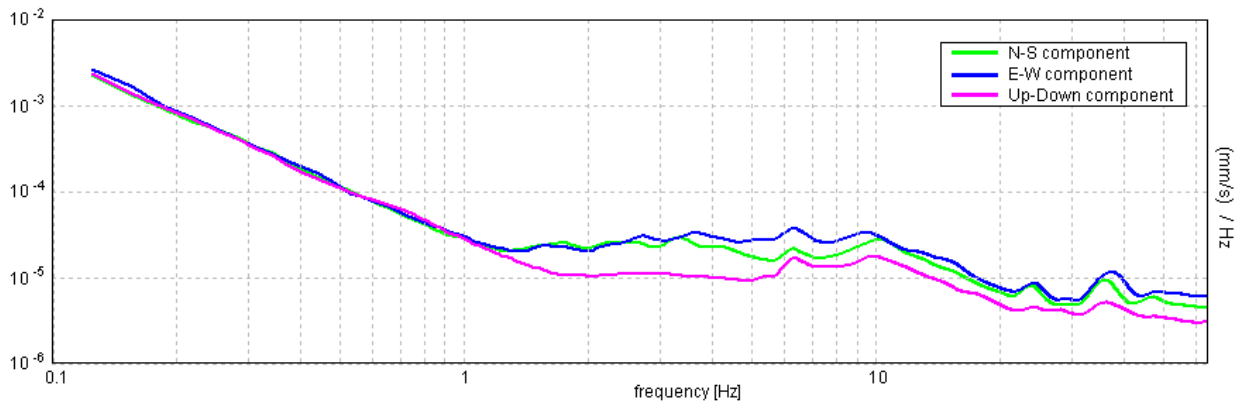
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 3.59 ± 0.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4456.3 > 200$	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 174	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.79 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02543 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0914 < 0.17969$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3365 < 1.58$	OK	

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

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

MISURA 23-B2

Strumento: TRZ-0135/01-11

Inizio registrazione: 23/10/12 11:03:16 Fine registrazione: 23/10/12 11:25:16

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00".

Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

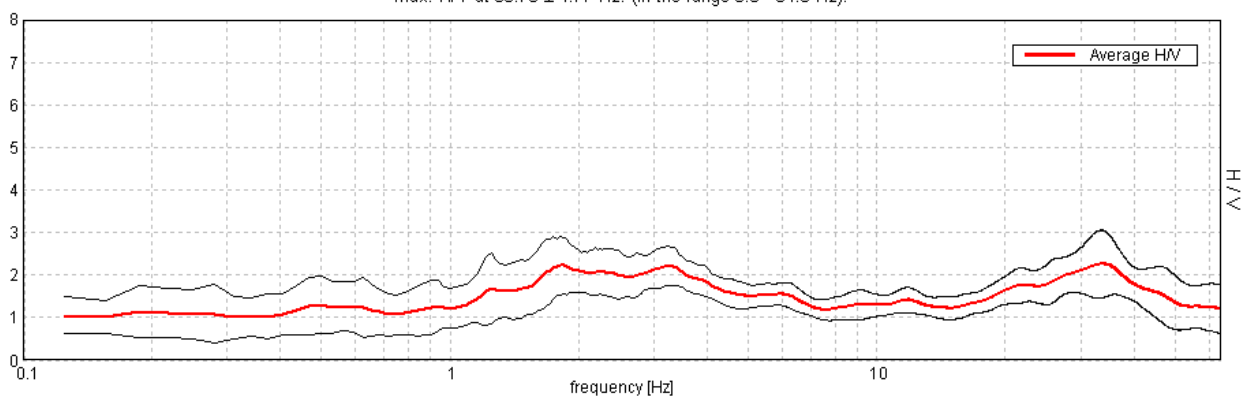
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

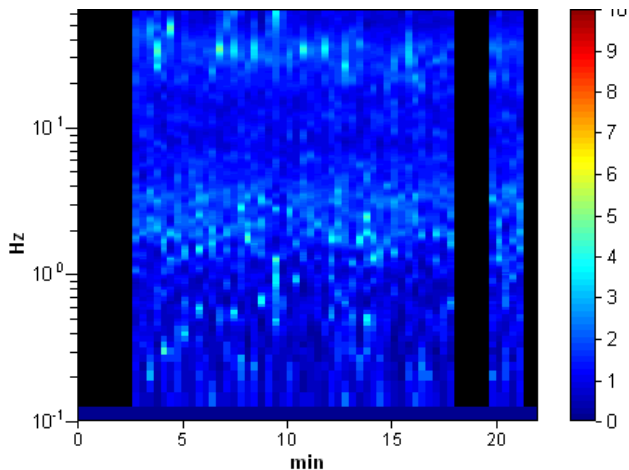
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

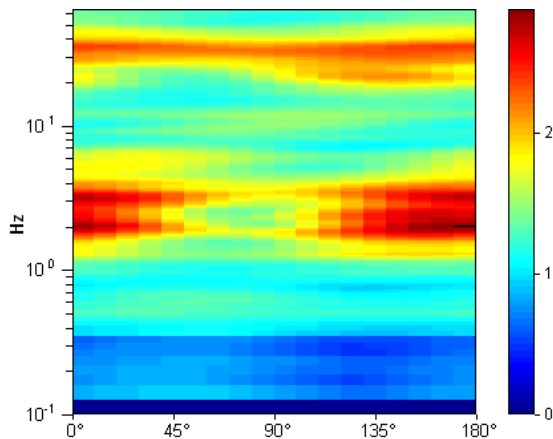
Max. H/V at 33.75 ± 4.77 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



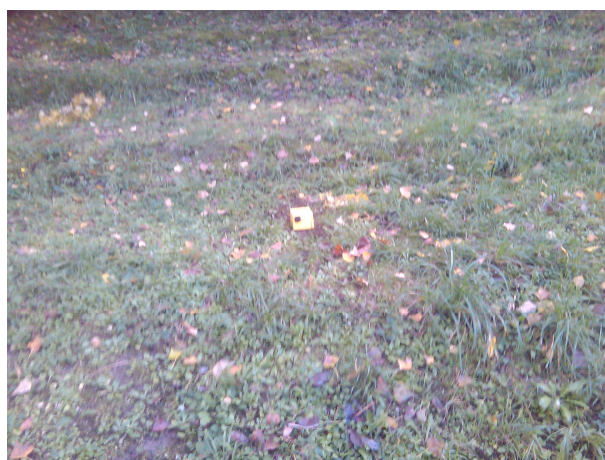
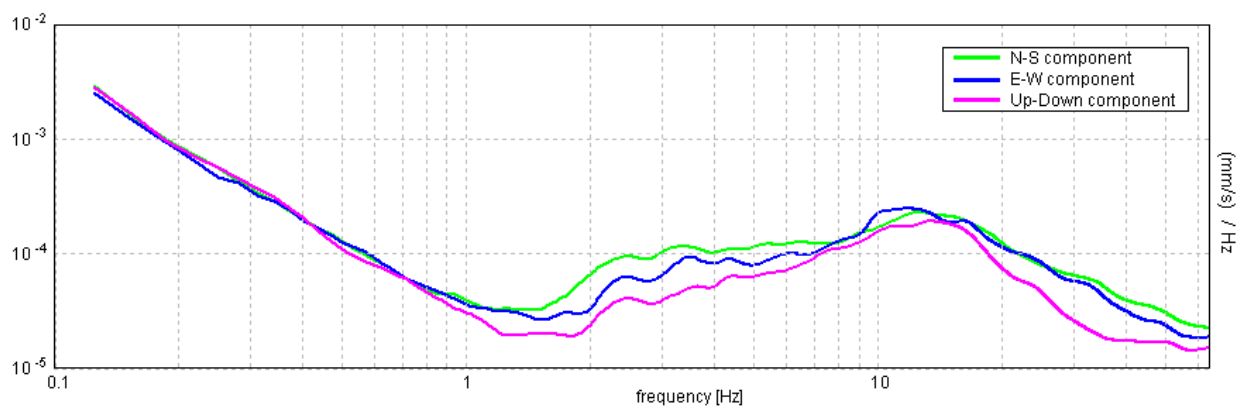
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 33.75 ± 4.77 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$33.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$34425.0 > 200$	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 1509	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.26 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06966 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.35091 < 1.6875$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3926 < 1.58$	OK	

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

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

MISURA 22-A1

Strumento: TRZ-0135/01-11

Inizio registrazione: 23/10/12 10:17:39 Fine registrazione: 23/10/12 10:39:39

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00".

Analizzato 74% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

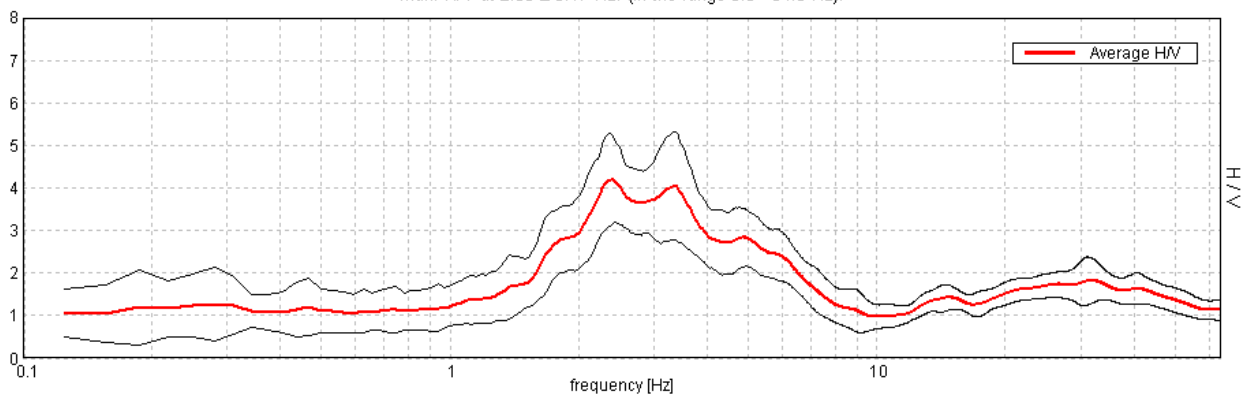
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

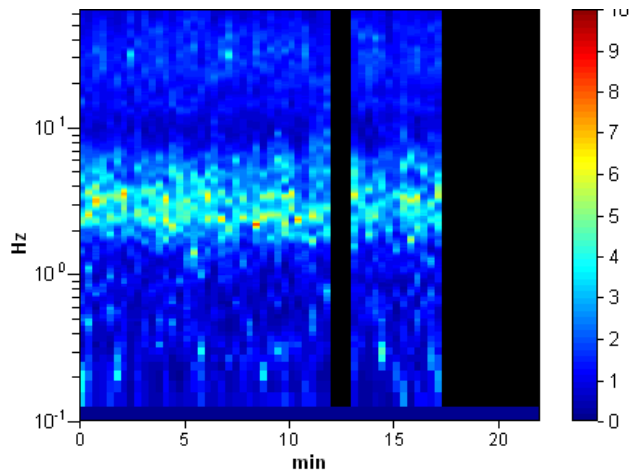
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

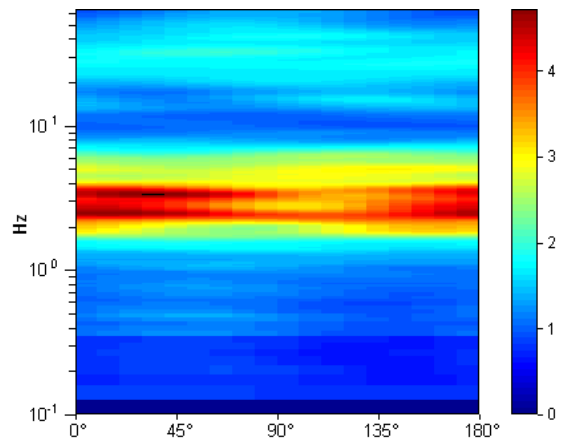
Max. H/V at 2.38 ± 0.17 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



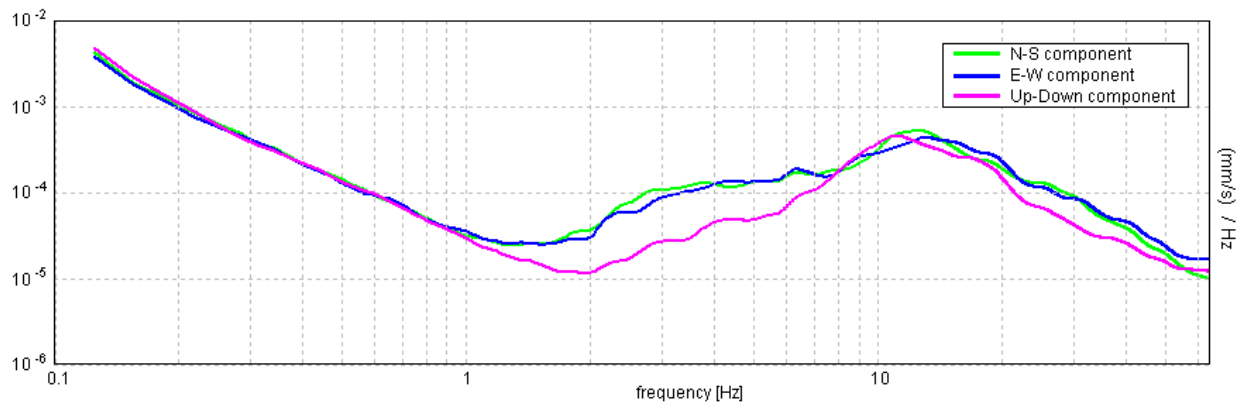
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 2.38 ± 0.17 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.38 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2327.5 > 200$	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 115	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.594 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.20 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03469 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0824 < 0.11875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5335 < 1.58$	OK	

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

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

MISURA 21-A1

Strumento: TRZ-0135/01-11

Inizio registrazione: 22/10/12 14:26:07 Fine registrazione: 22/10/12 14:48:07

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00".

Analizzato 47% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

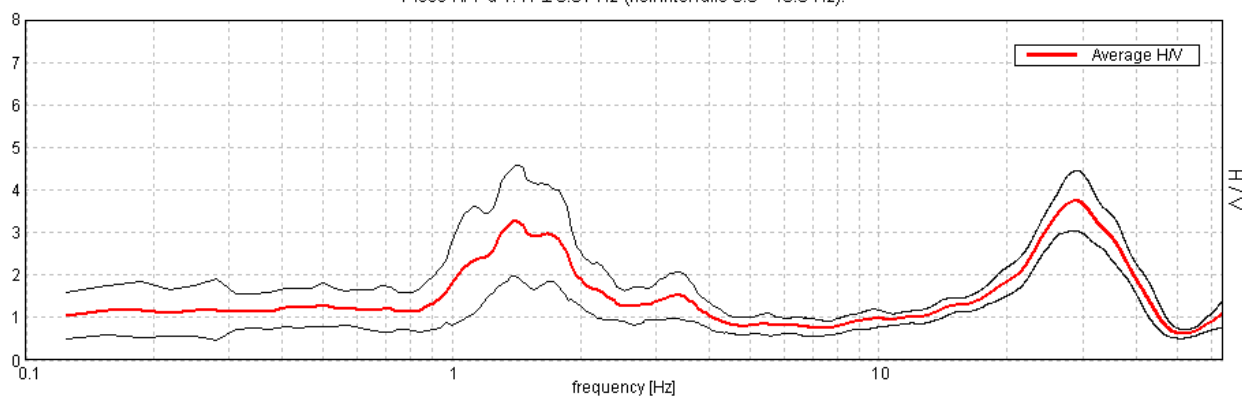
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

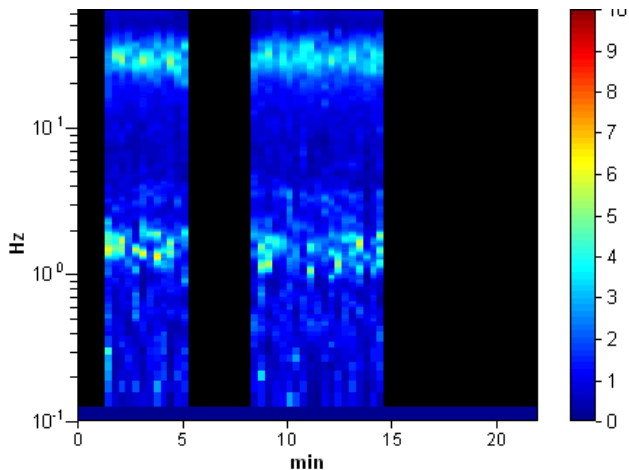
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

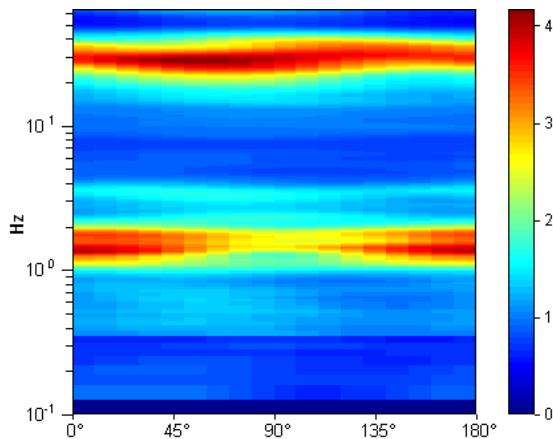
Picco H/V a 1.41 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 15.0 Hz).



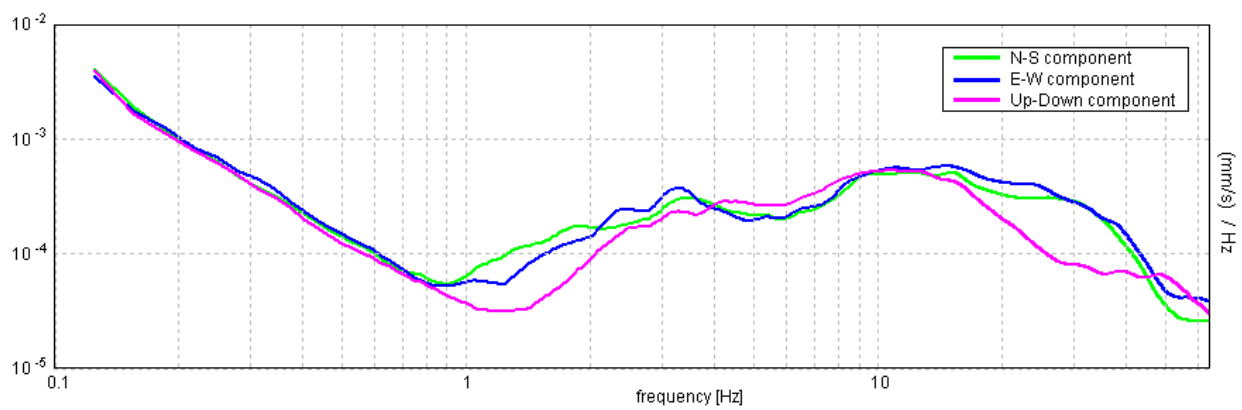
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.41 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 15.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.41 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$871.9 > 200$	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 68	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.969 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.28 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0019 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00267 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6291 < 1.78$	OK	

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

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

MISURA 20-A2

Instrument: TRZ-0135/01-11

Start recording: 01/06/12 11:05:30 End recording: 01/06/12 11:25:30

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 43% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

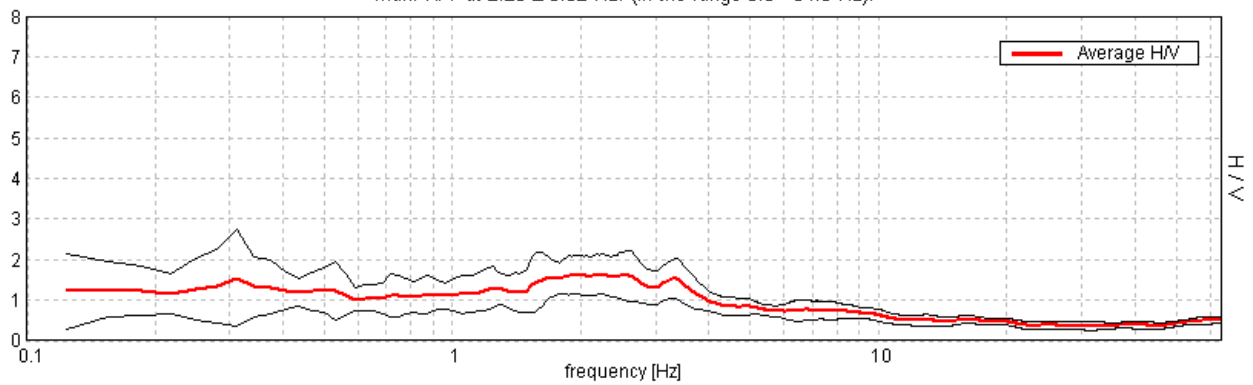
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

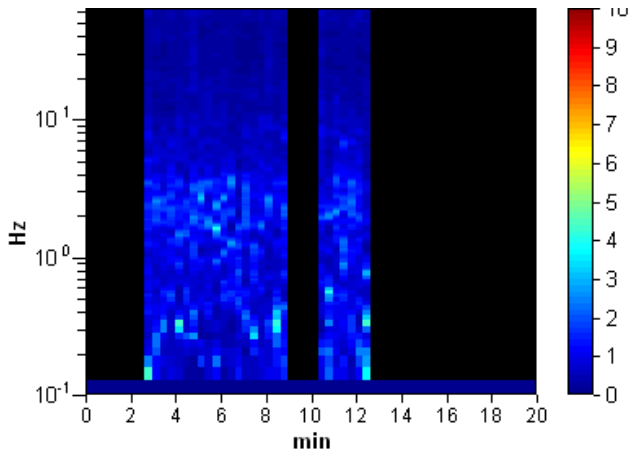
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

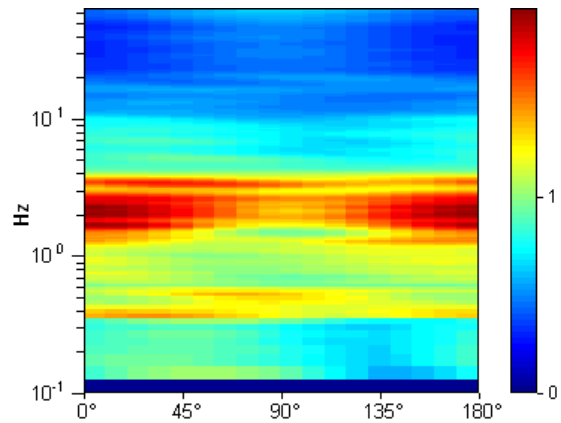
Max. H/V at 2.25 ± 0.32 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



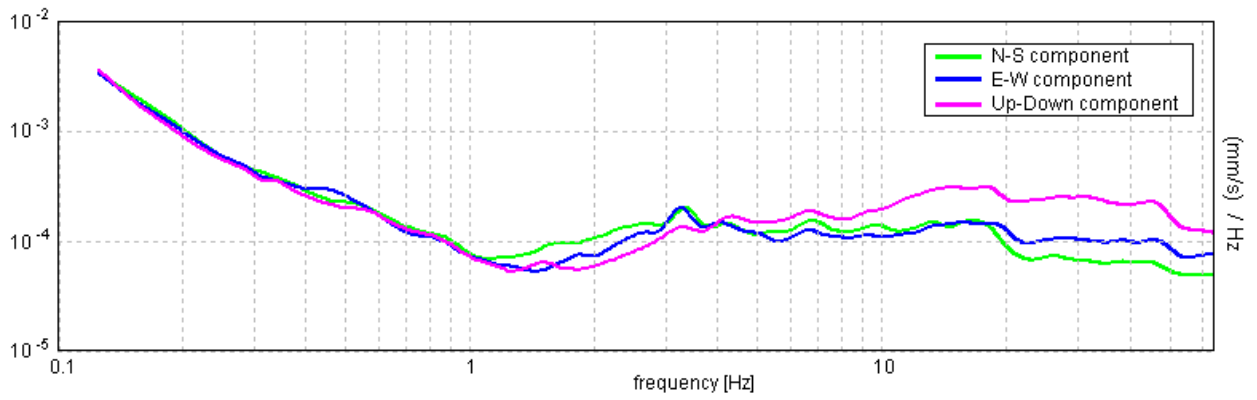
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 2.25 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1170.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 109 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.64 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06716 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15112 < 0.1125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2371 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

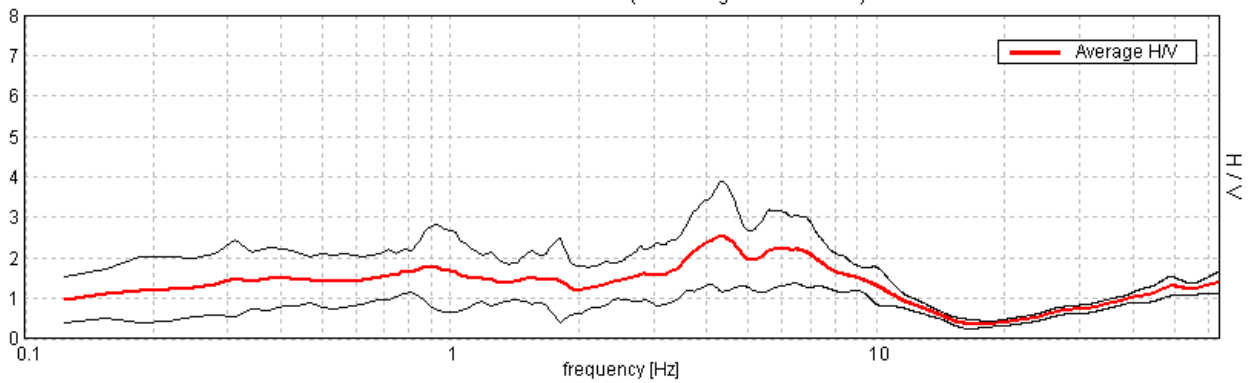
MISURA 19-B1

Instrument: TRZ-0135/01-11
Start recording: 01/06/12 10:40:28 End recording: 01/06/12 11:00:28
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

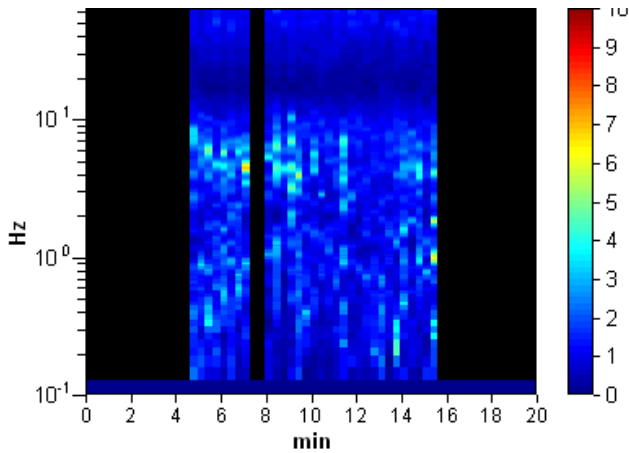
Trace length: 0h20'00". Analyzed 52% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

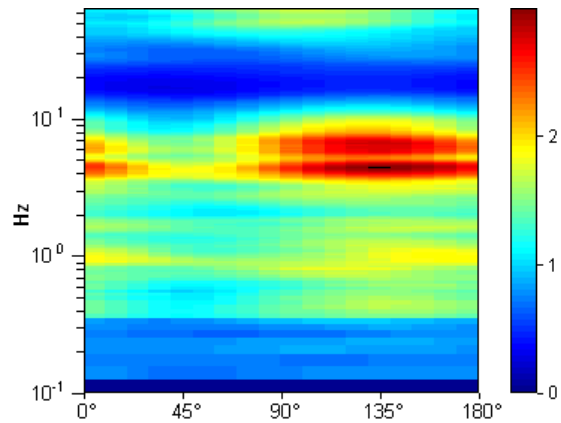
Max. H/V at 4.31 ± 0.37 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

