

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa della Carta di microzonazione sismica

Regione Umbria

Comune di Gubbio



Regione

Soggetto realizzatore

Data



Comune di Gubbio
Settore pianificazione
territoriale ed edilizia
Via XX Settembre

Luglio 2013



GEOLOGI ASSOCIATI
di Fausto Pellicci Gloria Ruspi & Giacomo Schirò
Via della Piaggiola N.152 06024 - Gubbio (PG)
Tel 075/9221055 Fax 075/9223750
P.I. 02963080540

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	3
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	14
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	16
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO	18
6. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	25
7. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE	44
8. ELABORATI CARTOGRAFICI.....	45
CARTA DELLE INDAGINI (PREGRESSE)	45
CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	45
RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	46
CARTA DELLE INDAGINI	47
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	47
RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	48
9. INDAGINI ESEGUITE.....	48
10. STANDARD E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	48

1. INTRODUZIONE

In riferimento all'OPCM n. 3907 del 13.11.2010 e dell'OPCM n. 4007 del 29 febbraio 2012, che disciplinano i contributi economici e del DGR n. 1112 del 18 settembre 2012 "Interventi di prevenzione del rischio sismico. Approvazione del programma per l'utilizzo delle risorse finanziarie di cui all'OPCM n. 4007 del 29 febbraio 2012 - Annualità 2011, il **Comune di Gubbio** è stato incluso nell'elenco di comuni umbri che possono eseguire indagini di Microzonazione Sismica di livello 2.

L'area studiata coincide con il centro storico, con l'area delimitata dalle mure urbane. All'interno della stessa la zona più a monte interessa le pendici del monte Ingino mentre quella a valle coinvolge un ambito già pianeggiante.

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 ha come scopo quello di compensare le incertezze del livello 1 con approfondimenti conoscitivi e fornire quantificazioni numeriche con metodi semplificati (abachi) della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità).

Tale studio ha implicato la realizzazione di indagini sismiche specifiche che hanno permesso di approfondire le informazioni ed i dati di natura geologica, stratigrafica geofisica che illustrati nella MOPS.

La presente relazione riporta i risultati dettagliati della campagna geofisica realizzata e descrive il processo di elaborazione dei dati che ha portato all'attribuzione di dei parametri di amplificazione sismica. Lo studio e l'indagine sono conformi alla normativa vigente.

Durante la realizzazione degli studi di microzonazione si è ritenuto necessario variare la tipologia e la quantità di indagini geofisiche progettate, al fine di ottenere dati più esaustivi e distribuiti su tutta l'area interessata dalla precedente MOPS.

Infatti durante l'acquisizione dei primi risultati dell'indagine geofisica si è deciso di privilegiare ed approfondire certi tipi di indagini per ottenere maggiori informazioni ai fini della caratterizzazione sismica dell'area. A seguito di tali studi ed indagini integrative sono stati modificati i limiti delle zone individuate precedentemente nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).



Estratto ortofoto con ubicazione limiti area indagata

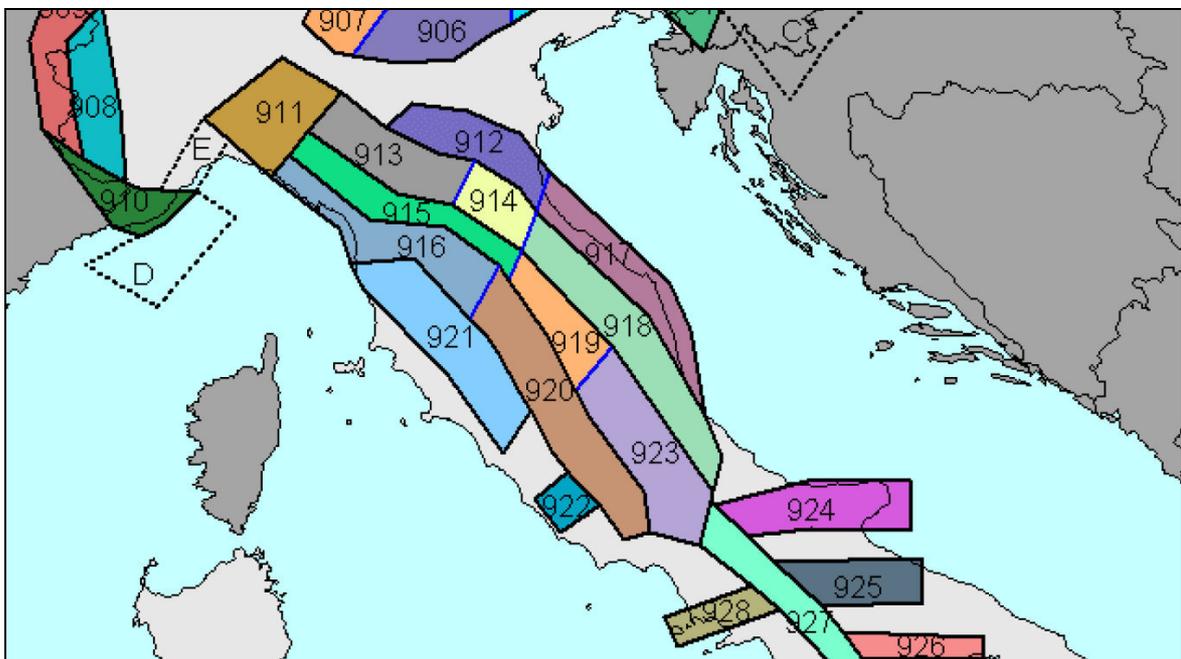
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

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

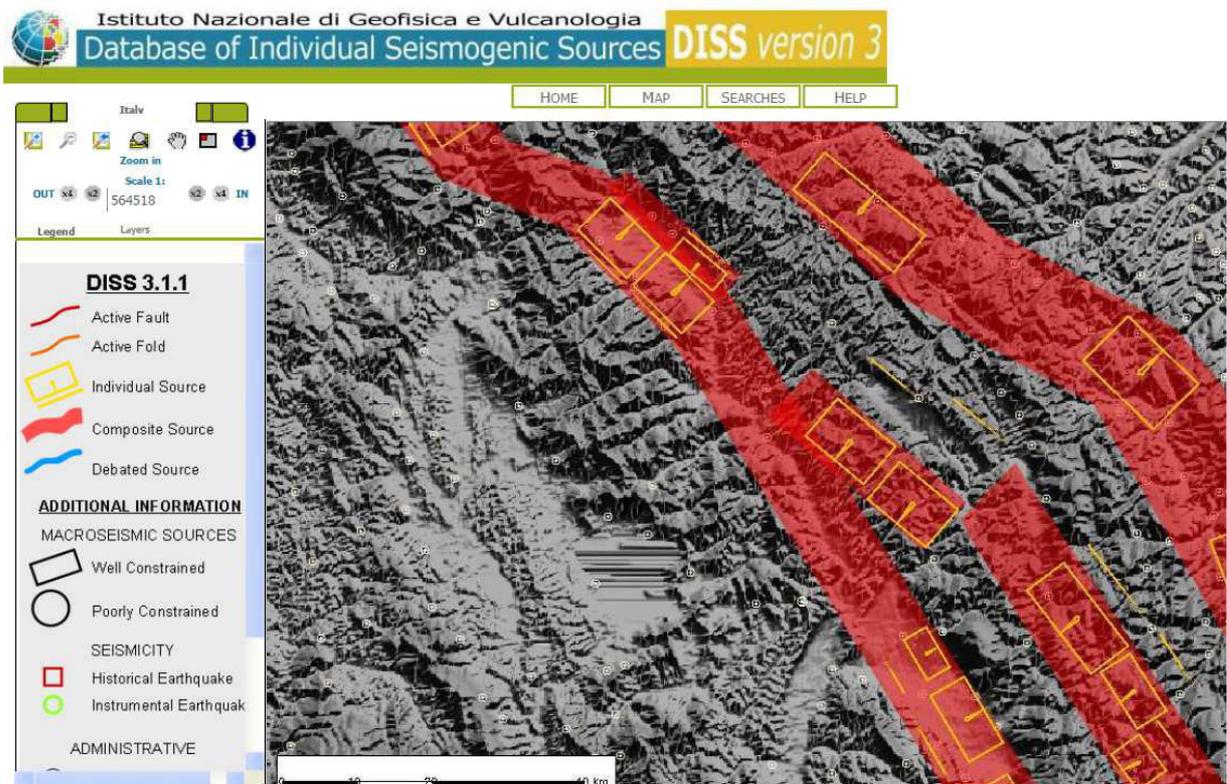
spettro di risposta elastico. Il Comune di Gubbio è stato dichiarato sismico in data 29 Agosto 1981 (D.M. 26/6/1981 pubblicato nella G.U. 29/8/1981) con sismicità S=9.

Ai sensi della DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE del 18 settembre 2012, n. 1111"Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria", il comune di Gubbio ricade in zona sismica 2.

Il valore di a_g , espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare nella zona sismica II è pari a $0.25g$.



Il valore di M_w massimo per la zona in esame, ricadente nella ZS "Appenino Umbro 919" è di 6.37 così come tratto dal rapporto redatto dal Gruppo di Lavoro MPS (Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici).



Nella sovrastante figura si evidenzia la presenza delle principali faglie sismogenetiche nell'area dell'Italia Centrale. Nella zona di Gubbio si segnala la seguente faglia:

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITIS038	Name	Gubbio North
Compiled By	Pucci, S.	Latest Update	21-Jul-2006

Il progetto ITHACA (consultabile sul sito ISPRA), che censisce le strutture tettoniche attive in Italia (in modo particolare le faglie capaci), evidenzia l'emergenza del lineamento tettonico che ha provocato il ribassamento del fianco orientale dell'anticlinale eugubina con la formazione della conca intramontana.

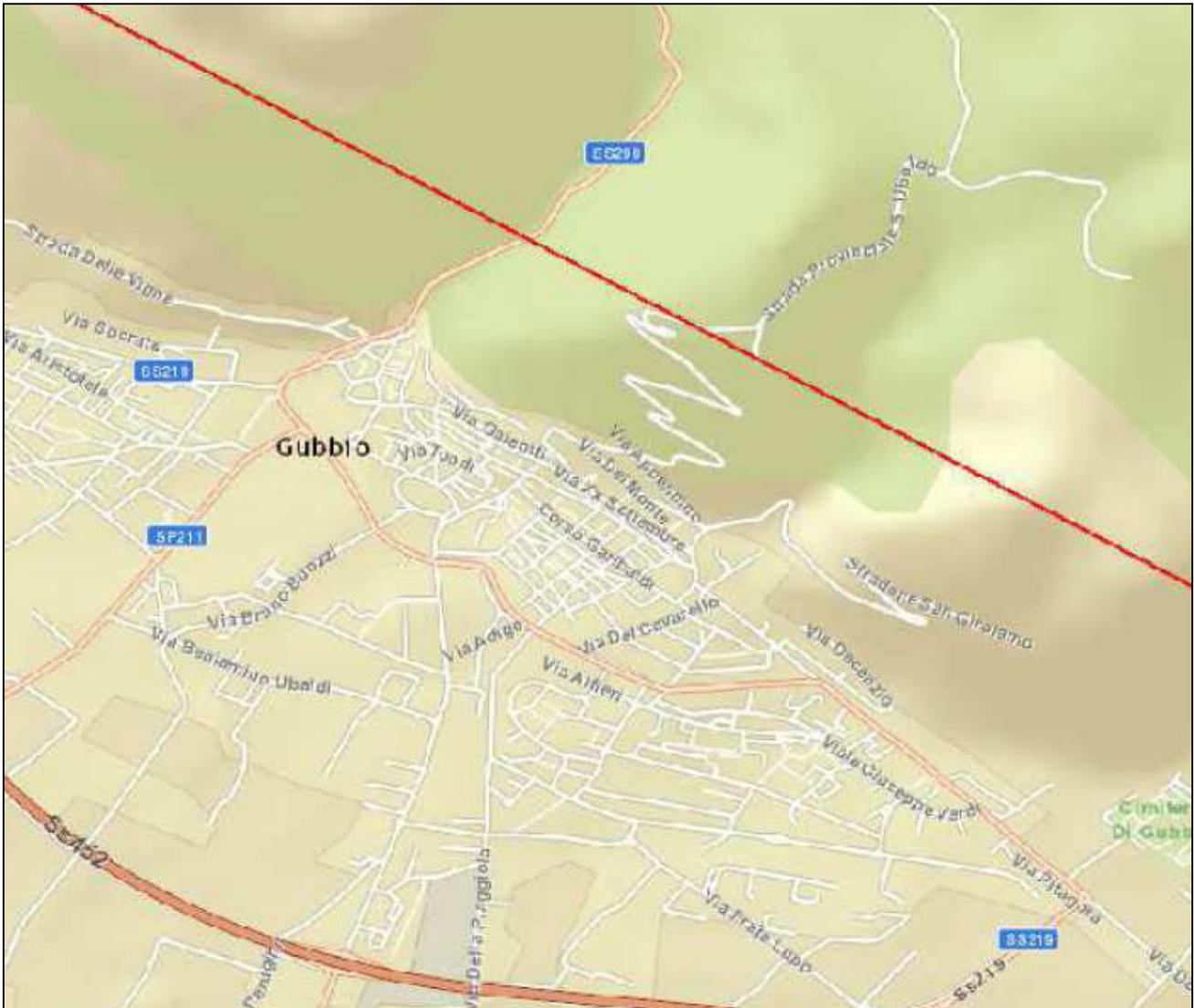
Di seguito riportiamo gli estremi identificativi e la bibliografia degli studi di riferimento:

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	Gubbio
FAULT CODE	39000
MACROZONE	4
REGION NAME	Umbria
SYSTEM NAME	Gubbio
RANK	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	130
DIP	50
LENGTH (Km)	22
GEOMETRY	
SEGMENTATION	
DEPTH (Km)	5
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:
LAST ACTIVITY	Holocene generic (<10,000)
ACTIVITY RELIABILITY	Medium reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0.8
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	1500
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0
KNOWN SEISMIC EVENTS	
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	FAIR
NOTES	

REFERENCES

FAULT CODE	AUTHORS	TITLE	REFERENCES	YEAR
39000	AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987)	Neotectonic Map of Italy, scale 1:500,000.	C.N.R.-P.F.G., Sottoprogetto Neotettonica, Fogli 1-6.	1987

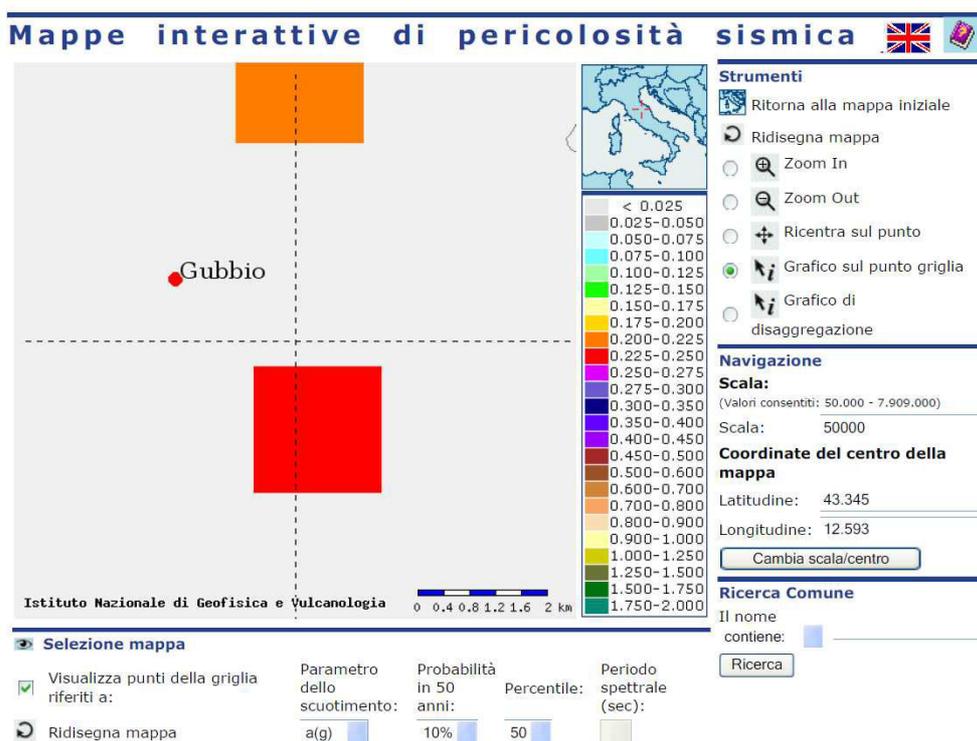
39000	DESCHAMPS A., SCARPA R. & SELVAGGI G. (1989)	Analisi sismologica del settore settentrionale dell'Appennino Umbro-Marchigiano.	Atti 8° Convegno Annuale G.N.G.T.S., Roma 7-9 novembre 1989.	1989
39000	HAESSLER H., GAULOU R., RIVERA L., CONSOLE R. (1988)	The Perugia (Italy) earthquake of 29/04/'84: a microearthquake survey.	Bull. Seism. Soc. Am., 78 (6).	1988
39000	SELVAGGI G., SYLOS LABINI S. (1989)	Analisi sismotettonica del bacino di Gubbio.	Atti 8° Convegno Annuale G.N.G.T.S., Roma 7-9 novembre 1989.	1989
39000	BONCIO P., BROZZETTI F., PONZIANI F., BARCHI M., LAVECCHIA G. & PIALLI G. (1998)	Seismicity and extensional tectonics in the northern Umbria-Marche Apennines.	Mem. Soc. Geol. It., 52, 539-555	1998
39000	MEGHRAOUI M., BOSI V., CAMELBEECK T. (1999)	Fault fragment control in 1997 Umbria-Marche, central Italy, earthquake sequence.	Geophys. Res. Letters, 26,1069-1072.	1999
39000	MENICHETTI M. & MINELLI G. (1991)	Extensional tectonics and seismogenesis in Umbria (Central Italy): the Gubbio area.	Boll. Soc. Geol. It., 857-880.	1991
39000	MENICHETTI M. (1992)	Evoluzione tettonico-sedimentaria della valle di Gubbio.	Studi Geol. Cam., Vol.Spec 1992/1, 155-163.	1992
39000	PAUSELLI C., BARCHI M.R., MARCHESI R.C. & PIALLI G. (1999)	Geometria profonda della faglia di Gubbio e suo inquadramento nell'evoluzione strutturale del pre-appennino umbro.	GEOITALIA 1999, 2° Forum FIST, Bellaria, 20-23 Settembre 1999, Riassunti, Volume 1, 328-329.	1999

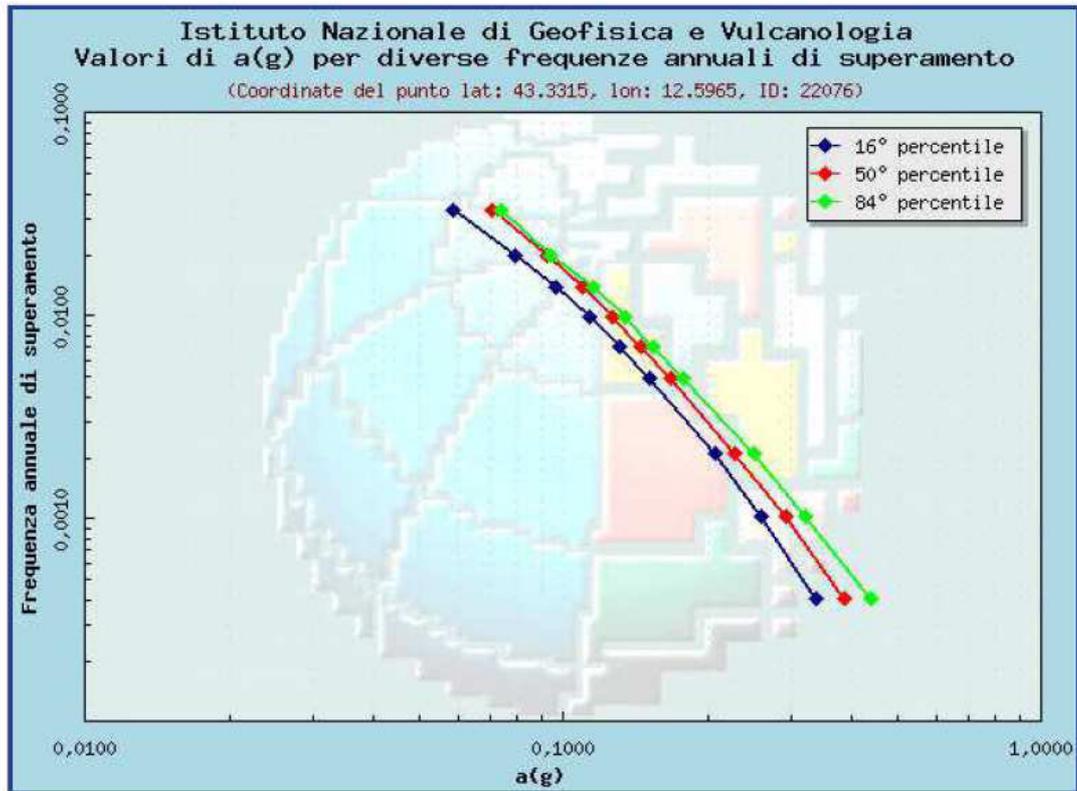


Tale elemento è censito come faglia capace ed è emergente a circa 200 mt di distanza dal limite di NE dell'area indagata, essendo stata cartografata al contatto tra depositi detritici e basamento litoide. Non sono presenti informazioni aggiuntive e studi che permettano di definire un'area interessata da deformazioni dovute a faglie attive e capaci, ne sono state rintracciate con le indagini condotte. Il lineamento tettonico la cui emergenza è esterna all'area di indagine non è censito nello studio in osservanza di quanto prescritto negli Indirizzi e Criteri di microzonazione sismica vol. I che a pag. 35 recita: *“Una nota particolare merita il tema delle faglie attive e capaci. La definizione dell'attività di una faglia attiva e*

capace deve scaturire da una serie di studi di dettaglio eseguiti da esperti del settore e, solo dopo una validazione tecnico-scientifica, questi studi possono essere messi a disposizione di coloro che si occupano della MS. Si raccomanda quindi che, per il livello 1, nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica si riportino solo le faglie identificate da studi validati da esperti del settore. La microzona omogenea riferita alla faglia attiva e capace sarà costruita in modo da comprendere la traccia superficiale della faglia e i fenomeni deformativi del terreno (rottture secondarie, rigonfiamenti, cedimenti, ecc.) correlati alla rottura principale (scheda tecnica 3.1.4).

Riguardo ai dati di Disaggregazione della pericolosità sismica per il sito, sono stati estratti dal portale internet dell'INGV i valori riportati nella Mappa interattiva di Pericolosità Sismica e che sono riportati nelle seguenti immagini e tabelle.





Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 43.3315, lon: 12.5965, ID: 22076)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.3366	0.3880	0.4390
0.0010	0.2589	0.2915	0.3214
0.0021	0.2072	0.2286	0.2496
0.0050	0.1512	0.1670	0.1782
0.0071	0.1303	0.1447	0.1536
0.0099	0.1127	0.1264	0.1339
0.0139	0.0958	0.1090	0.1155
0.0200	0.0792	0.0924	0.0940
0.0333	0.0587	0.0705	0.0740

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.3315, lon: 12.5965, ID: 22076)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	10.200	25.700	22.000	15.700	8.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.202	1.790	3.990	5.370	4.390	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.001	0.164	0.885	1.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.012	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.260	6.590	1.050

Di seguito viene riportato il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti che hanno interessato il comune di Gubbio utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04.

Seismic history of Gubbio		DBMI04: database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti che hanno interessato il comune di Gubbio, utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04				
[43.351, 12.577]		this file has been downloaded from INGV - DBMI04				
Total number of earthquakes: 38		Effects				
Effects		Earthquake occurred:				
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw
F	1389 10 18	BOCCA SERRIOLA	DOM	9	9	6.00
5	1458 04 26	CITTA' DI CASTELLO	DOM	5	9	5.87
6	1465 05 17	GUBBIO	DOM	1	6	4.83
6	1466 12 26	GUBBIO	DOM	1	6	4.83
7-8	1593 04 23	GUBBIO	DOM	4	7-8	5.50
5-6	1595 10 30	GUBBIO	DOM	1	5-6	4.63
4-5	1672 04 14 15 45	Riminese	CFTI	92	8	5.60
4-5	1730 05 12 04 45	NORCIA	DOM	47	8-9	5.85
7	1741 04 24 09 20	FABRIANESE	DOM	135	9	6.08
7	1751 07 27 03	GUALDO TADINO	DOM	61	10	6.30
6-7	1781 06 03	CAGLIESE	DOM	157	9-10	6.23
7	1832 01 13	FOLIGNO	DOM	27	8-9	5.80
4-5	1897 12 18 07 24 20	Appennino umbro-march.	CFTI	132	7	5.18
NF	1898 06 27 23 38	RIETI	DOM	186	7-8	5.48
NF	1902 10 23 08 51	REATINO	DOM	77	6	4.83
NF	1904 11 17 05 02	PISTOIESE	DOM	204	7	5.18
NF	1907 01 23 00 25	ADRIATICO CENTRALE	DOM	93	5-6	4.84
3	1909 01 13 00 45	BASSA PADANA	DOM	799	6-7	5.53
NF	1909 08 25 00 22	MURLO	DOM	283	7-8	5.40
NF	1911 09 13 22 29	CHIANTI	DOM	103	7	5.14
5	1915 01 13 06 52	AVEZZANO	DOM	1040	11	6.99
4-5	1916 05 17 12 50	Alto Adriatico	CFTI	130	8	5.85
4	1917 04 26 09 35	MONTERCHI-CITERNA	DOM	128	9	5.80
4-5	1919 06 29 15 06 13	Mugello	CFTI	267	9	6.18
3	1919 10 25 13 51	MONTERCHI	DOM	30	6	5.15
NF	1936 12 09 07 34	CALDAROLA	DOM	32	7	4.83
7	1961 03 23 01 01	GUBBIO	DOM	22	6-7	4.37
NF	1964 08 02 10 40	PRECI	DOM	25	6-7	5.44
2	1969 08 11 13 55	TRASIMENO	DOM	46	7	5.09
3	1972 02 04 02 42 53	Medio Adriatico	CFTI	75	7-8	5.18

4-5	1979 09 19 21 35 37	Valnerina	CFTI	691	8-9	5.90
3	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	CFTI	1317	10	6.89
6	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	DOM	709	7	5.68
3	1987 07 03 10 21 58	PORTO SAN GIORGIO	BMING	359	7	5.18
NF	1987 07 05 13 12 36	VALMARECCHIA	BMING	90	6	4.65
4-5	1993 06 05 19 16 17	GUALDO TADINO	BMING	326	6	4.92
6	1997 09 26 09 40 25	Appennino umbro-march.	CFTI	869	8-9	6.05
5	1998 03 26 16 26 17	APPENNINO UMBRO-MARCH.	BMING	408	6	5.33
Stucchi et alii. (2007). DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04. Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38.						

Ai sensi del DGR 18/6/2003 n.852 emanato a seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 il comune di Gubbio (periodo di vigore dal 30/6/2003 al 2/11/2012) è stato classificato come zona sismica 2 (media): $0,15 \leq PGA < 0,25g$ "Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti". Il range di valore di PGA per i terreni in esame, indicato dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'INGV, è $0,225 \leq PGA < 0,25g$. Gli studi di natura sismica realizzati nel bacino di Gubbio e nell'alta valle del Tevere evidenziano valori di PGA prossimi a $PGA \approx 0.25 g$.

Gli abachi di riferimento di cui al par. 3.2.4 degli indirizzi e criteri di microzonazione sismica (parte III) fanno riferimento a tre livelli energetici: 0.06 g, 0.18g e 0.26g. Per tali motivazioni si è ritenuto ragionevole assumere come livello energetico il valore 0.26g.

Con Delibera Giunta Regionale del 18 settembre 2012 n. 1111 (pubblicata nel SO n. 3 del BUR n. 47 del 3/10/2012) è stato riclassificato l'intero territorio della Regione Umbria e confermato Gubbio in zona sismica 2.

Nell'ambito dello studio sono state prese in esame ai sensi della DGR 377 del 08 marzo 2010. le Carte di pericolosità sismica redatte a cura della Regione Umbria. Il DGR 377/2010 al comma 1. recita "di ritenere le carte di pericolosità sismica locale in scala 1:10.000,

prodotte ed aggiornate dai competenti Servizi regionali (approvate con gli atti di cui all'allegato A), equivalenti al livello 1 di approfondimento (Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica) degli "Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica". Tali elaborati sono state la base per la redazione della MOPS (studi livello 1).

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La geologia dell'area di interesse è frutto di una serie di eventi tettonici che hanno interessato tutto l'Appennino Centrale.

Una prima fase definita "compressiva" ha prodotto un piegamento ed un raccorciamento della copertura della serie Umbro Marchigiana, con la genesi lungo i piani di frattura di sovrascorrimenti. Tale fase ha generato la struttura anticlinalica eugubina.

Successivamente una fase definita "distensiva" ha prodotto nella medesima successione uno stato tensivo e quindi una serie di fratture (faglie dirette), di cui la più importante nell'area eugubina è la faglia bordiera lungo la quale si è avuto il ribassamento del fianco Sud-occidentale dell'anticlinale eugubina, con la conseguente formazione della pianura di Gubbio. Il lineamento tettonico è celato da coni e falde di detrito prodotti dal disfacimento delle litologie calcaree dei rilievi dell'anticlinale mesozoica. Evidenze di tale lineamento tettonico sono osservabili proprio a tergo del cimitero monumentale in corrispondenza di affioramenti litoidi (parte più settentrionale del complesso cimiteriale).

Il graben che si è venuto a creare è stato poi colmato da depositi di tipo lacustre e poi alluvionale, che lungo i bordi settentrionali del bacino sono interdigitati con il detrito di falda dovuto al disfacimento dell'anticlinale.

Il Capoluogo del Comune di Gubbio sorge sulle pendici del Monte Ingino in corrispondenza di una falda detritica che raccorda il versante calcareo dotato di accentuata acclività con la sottostante pianura alluvionale.

La fascia morfologica interessata dallo studio copre un'area caratterizzata da un dislivello di circa 115 mt (da 595 mt a 480 mt). Nella carta MOPS l'area dotata di acclività maggiore di 15° è stata distinta dal resto del territorio, per permettere la comprensione anche dei caratteri morfologici prevalenti. Nell'ambito dell'approfondimento di indagini del livello 2 si è evidenziato che tale distinzione non era avvalorata da differenti valori di VSH.

Inoltre valori di VSH registrati nelle aree con acclività >15° non evidenziano la presenza di basamento sismico sub affiorante.

Al paragrafo 3.3 degli Indirizzi e Criteri di microzonazione sismica vol. I che a pag. 158 con riferimento agli abachi per gli effetti topografici recita: *“Questi abachi sono utilizzati per il calcolo di fattori di amplificazione (Fa) per le creste rocciose (bedrock sismico affiorante) ...e per scarpate rocciose.* Pertanto non essendo presente un bedrock sismico affiorante non è applicabile il contributo dell'amplificazione topografica.

Allo sbocco delle due valli che delimitano a NO e NE il monte Ingino sono presenti due conoidi alluvionali rispettivamente del torrente Camignano e Cavarello. Nell'area di interesse si estende soprattutto la conoide del Camignano. I due corsi d'acqua citati hanno un carattere torrentizio cioè legato al regime delle portate, che presentano un massimo nel periodo invernale e portate nulle nel periodo estivo.

Lo studio condotto ha recepito tre aree censite dall'inventario dei movimenti franosi italiani IFFI come aree interessate da franosità di cui si riportano le schede.

DATI ALFANUMERICI DEGLI ELEMENTI RELATIVI ALLE FRANE CENSITE NELLA CARTOGRAFIA IFFI

Frana censita a monte complesso S. Lucia

IDFrana	Regione	Provincia	Comune	Autorita' di Bacino	Tipo di movimento	Attività	Metodo usato per la valutazione del movimento e delle attività	Danno
0540162400	UMBRIA	PERUGIA	GUBBIO	Tevere	Scivolamento rotazionale/traslattivo	Attivo riattivato sospeso	Dato storico/archivio	n.d.

Frana censita a valle delle mura urbiche

IDFrana	Regione	Provincia	Comune	Autorita' di Bacino	Tipo di movimento	Attivita'	Metodo usato per la valutazione del movimento e delle attivita'	Danno
0540162200	UMBRIA	PERUGIA	GUBBIO	Tevere	Scivolamento rotazionale/traslativo	Quiescente	Dato storico/archivio	n.d.

Frana zona Vescovato

IDFrana	Regione	Provincia	Comune	Autorita' di Bacino	Tipo di movimento	Attivita'	Metodo usato per la valutazione del movimento e dell'attivita'	Danno
0540162300	UMBRIA	PERUGIA	GUBBIO	Tevere	Scivolamento rotazionale/traslativo	Attivo riattivato sospeso	Dato storico/archivio	n.d.

Tali aree non sono classificate ed il loro studio ai sensi della normativa vigente è rimandato al livello 3.

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Le diagrafie delle indagini geognostiche raccolte in totale sono rappresentate da n°19 sondaggi a carotaggio continuo di cui una parte con spt nei fori di sondaggio, da n° 20 prove penetrometriche dinamiche DPHS e da n°4 prove sismiche Refraction Microtremor.

Tali prove sono state utilizzate per ricostruire la stratigrafia dei terreni in esame e per attribuire agli stessi dei range di valori di densità relativa che sono stati evidenziati nelle MOPS.

Ad integrazione dei dati raccolti nella campagna geognostica e geofisica realizzata nelle zone suscettibili di amplificazione sismica sono state realizzate le seguenti quantità e tipologie di indagini:

- ✓ N°14 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), una metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle VS, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh.

- ✓ n°7 MAM (Microtremor Array Measurement) è sostanzialmente un'indagine tipo ReMi (Refraction Microtremor) eseguita su un array bidimensionale (2D) viene indicato come " antenna sismica" .
- ✓ n°9 HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura. La tecnica dei rapporti spettrali H/ V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V.
- ✓ N°1 Sondaggio a distruzione (con realizzazione di prove spt) per la realizzazione di una prova Down Hole (prova sismica con sollecitazione orizzontale mediante sorgente meccanica e studio del treno d'onde P e S che si propagano all'interno del terreno alle varie profondità in direzione verticale .

Le specifiche tecniche ed i risultati di ogni singola prova sono descritti nelle relazioni relative alle indagini condotte ed allegate al presente elaborato.

DATI GEOTECNICI

L'area si trova in un ambito pedemontano in cui affiorano depositi prevalentemente detritici prodotti dal disfacimento delle litologie calcaree affioranti lungo i rilievi calcarei posti a Nord Est. Il Litotipo prevalente è la ghiaia.

Da un punto di vista geotecnico l'area può essere scissa in un due zone.

- ✓ Quella a ridosso del monte Ingino caratterizzata dalla presenza di depositi detritici s.s. (detrito di falda) ben addensati con valori di densità relativa $Dr > 70\%$;
- ✓ Quella a valle caratterizzate dalla presenza di depositi detritici (drr) ben addensati celati da materiali di natura alluvionale (depositi conoidali) e con un grado di addensamento medio $40\% < Dr < 70\%$.

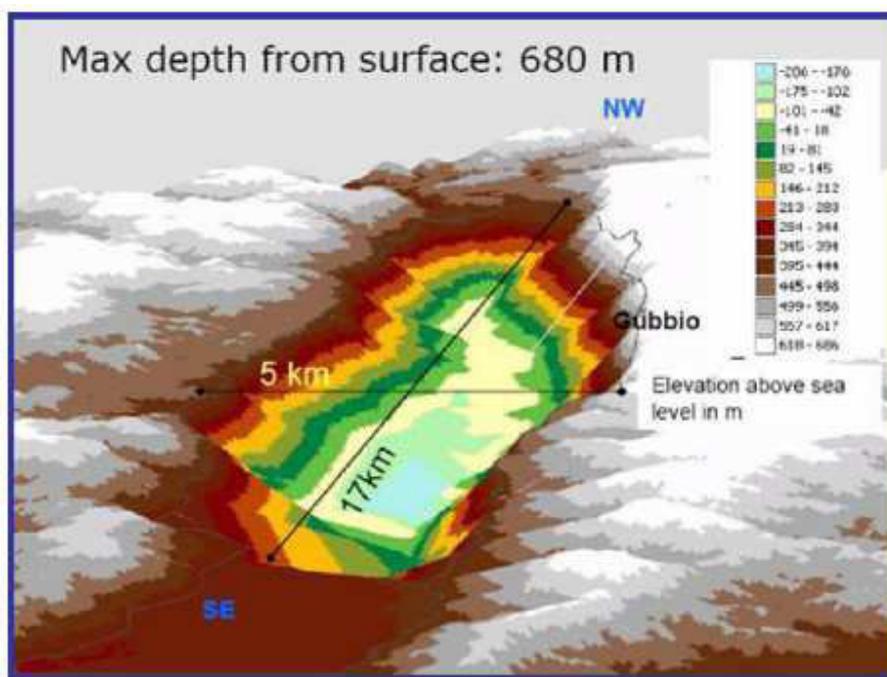
DATI GEOFISICI

Nelle zone suscettibili di amplificazione sismica la presenza di un basamento sismico ipotizzato dall'analisi delle indagini pregresse è stato confutato dalle indagini integrative. Infatti nell'area di indagine i valori di VSH ottenuti non hanno mai evidenziato la presenza nel sottosuolo di un basamento sismico ($V_s > 800$ m/s).

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

MODELLO GEOLOGICO

L'area di studio ricade ai margini del bacino di Gubbio, una conca intramontana di origine tettonica che è venuta via via colmandosi per effetto degli apporti sedimentari operati dai corsi d'acqua e dei depositi gravitativi provenienti dal disfacimento delle litologie calcaree affioranti lungo l'anticlinale mesozoica. Tali depositi sono risultano fortemente interdigitati lungo i margini del bacino poiché si sono alternanti nei processi deposizionali.



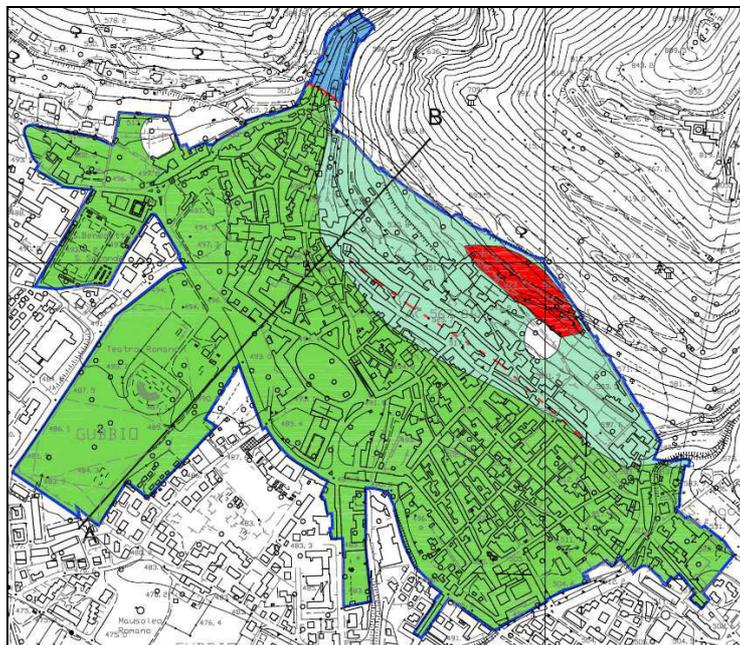
Rappresentazione schematica del bacino di Gubbio¹

Caratterizzazione sismica del bacino di Gubbio da dati geofisici, geologici e geotecnici

INGV (Milano-Pavia) – E. Fiorini, F. Paor, D. Bindi
INGV (Roma) – A. Rovelli, F. Cara, G. Di Giulio, G. Milana, G. Monachesi
OGS (Trieste) – D. Nieto, G. Böhm
Un. di Siena – D. Albarelli, V. D'Amico, M. Picozzi, F. Baliva
Un. della Basilicata – M. Mucciarelli
Un. di Roma I – G. Scarascia Mugnozza, S. Rivellino,
Un. di Urbino – M. Menichetti
GFZ (Potsdam) – S. Parolai, S. Richwalski, I. Orpsal

1

Dalle indagini pregresse e dalle conoscenze bibliografiche acquisite, nello studio di livello 1 è stato ricostruito un modello di sottosuolo geologico e stratigrafico che in cui i terreni affioranti sono stati distinti in due sottozone (zona 1 zona 2) in funzione della litologia prevalente, degli spessori e dell'ambiente deposizionale che li ha originati. Solo lungo il limite NE del sito di interesse, in un ambito ristretto coincidente con il fondo valle del T. Cavarello, affiora il bedrock litoide, rappresentato dalla formazione dei Calcari Diasprigni.



Estratto carta MOPS²

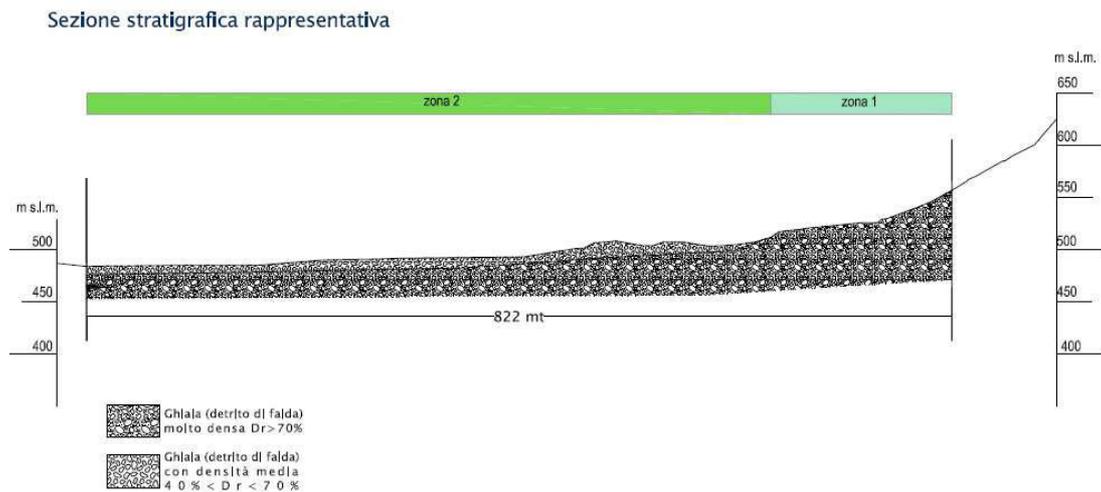
La zona 1 posta a ridosso delle pendici del monte Ingino è caratterizzata dalla presenza di depositi detritici s.s. (detrito di falda) ben addensati con valori di densità relativa $Dr > 70\%$. I dati ricavati dalle indagini pregresse ed integrative non hanno permesso di definire con certezza la profondità del basamento litoide, si presume che superi i 50 mt.

La zona 2 è caratterizzata dalla presenza di depositi detritici (drr) ben addensati celati da materiali di natura alluvionale (depositi conoidali) e con un grado di addensamento medio

² L'area in rosso e le due aree in bianco sono censite ai sensi dall'inventario dei movimenti franosi italiani IFFI come aree interessate da franosità

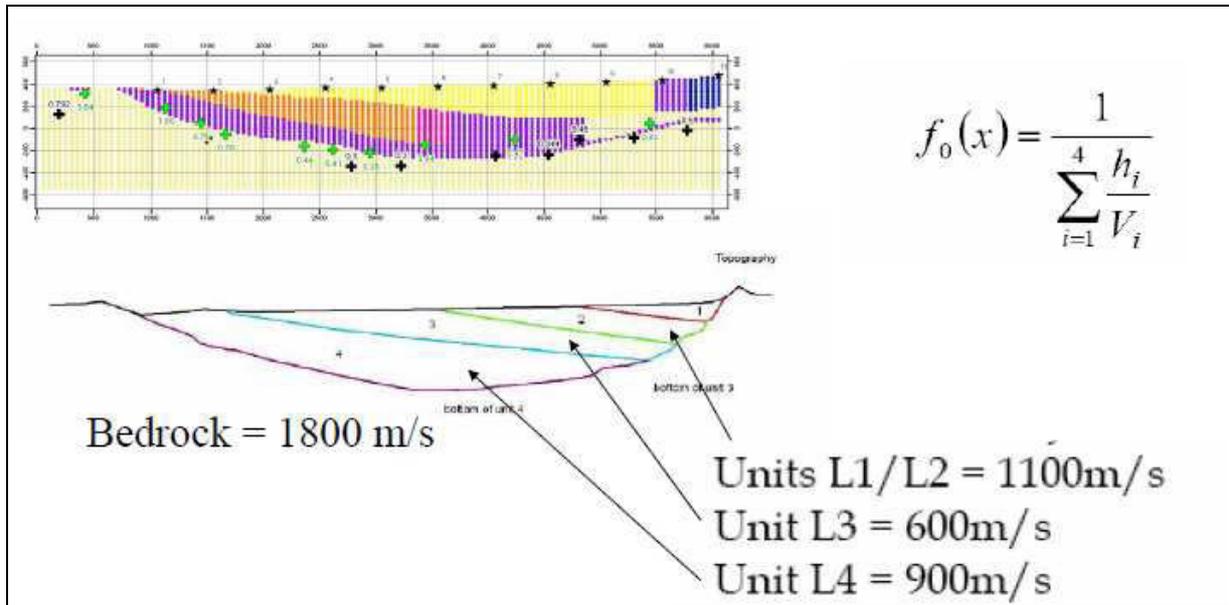
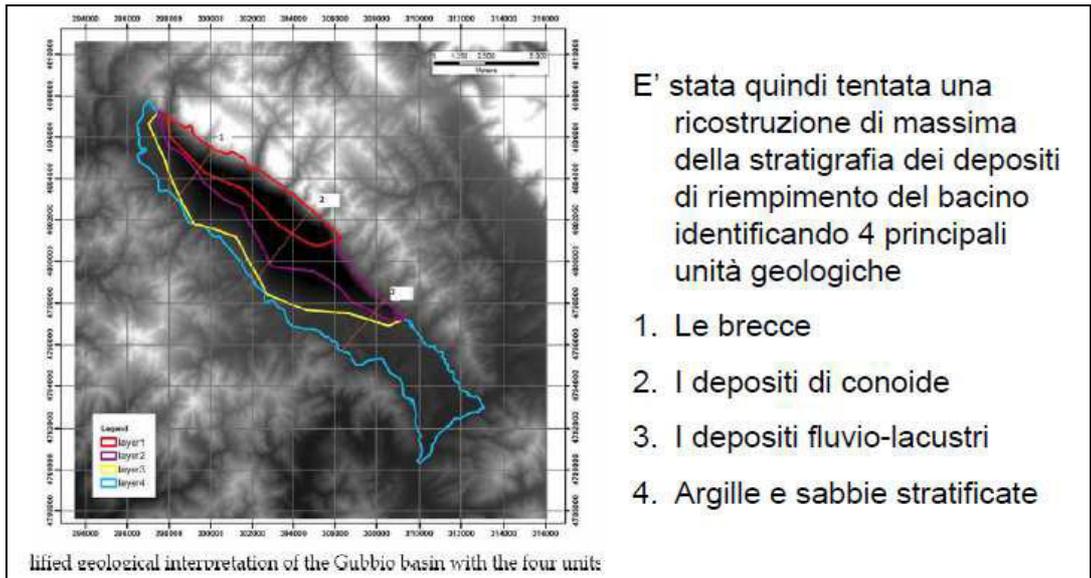
40% < Dr < 70%. I depositi sono attribuibili ad episodi di alluvionamento dei due torrenti Camignano a NO e Cavarello a SE.

I dati ricavati dalle indagini pregresse ed integrative non hanno permesso di definire con certezza la profondità del basamento litoide, che si presume che superi i 50 mt in entrambe le zone.

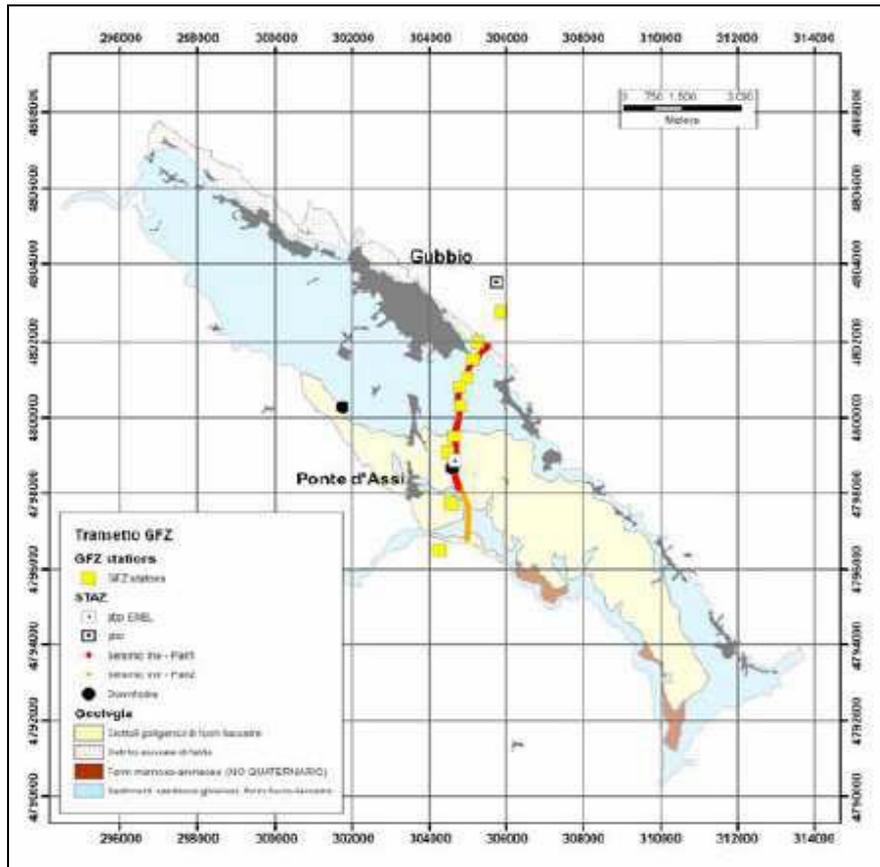


MODELLO GEOFISICO

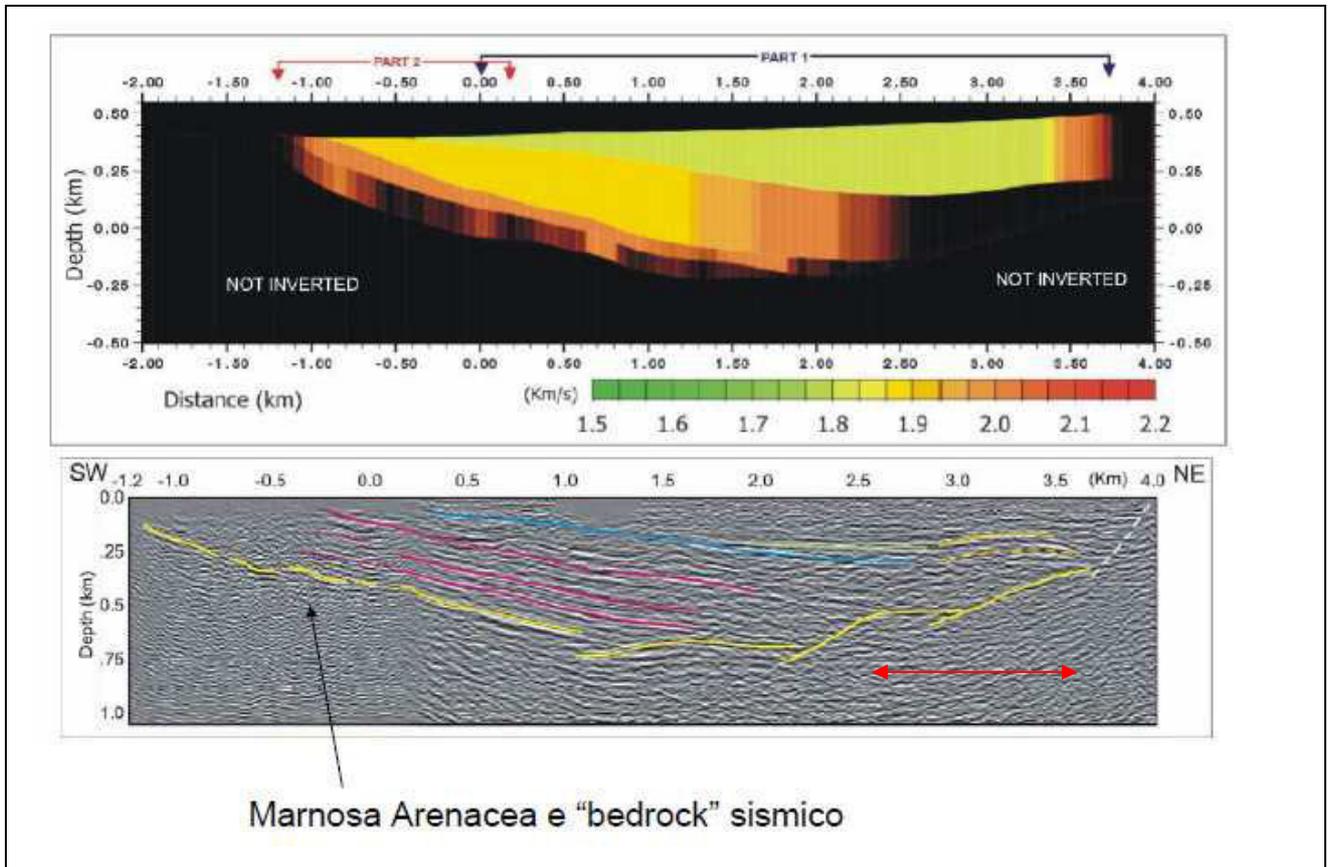
La conca di Gubbio è stata oggetto di numerosi studi geofisici e campagne di indagini a partire dalle indagini di microzonazione speditiva a seguito dell'evento sismico del 1997. Gli studi di natura geofisica più recenti che hanno interessato tutto il bacino di Gubbio suppongono che nel bacino il "bedrock sismico sia posto a considerevole profondità". Lo stesso studio ipotizza che il basamento è celato da 4 unità stratigrafiche con valori di Vs crescenti con la profondità.



Lo stralcio sotto riporta l'ubicazione del transetto di indagine GPZ



Gli stessi a seguito della realizzazione di un profilo sismico a riflessione (trasetto GPZ) hanno formulato l'ipotesi che il basamento litoide sia coincidente con il basamento sismico, arrivando ad ipotizzare per l'area di studio (←→ Ingombro area di studio) una profondità dello stesso di circa 50–60 mt dal p.c..



←→ Ingombro area di studio

Le indagini di riferimento e di nuova esecuzione non però hanno evidenziato significativi salti di velocità, attribuibili a tale bedrock.

Il modello geofisico di partenza è quindi caratterizzato dalla presenza di coperture detritiche con velocità V_s generalmente superiori di 300 m/s, poggianti su un bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s). posto a profondità superiore di 50 m. dal p.c., ma non possibile da definire.

Le indagini di microzonazione di livello 2 condotte su un'area più circoscritta hanno permesso di ricostruire in maniera dettagliata la stratigrafia geofisica del sito di interesse.

I dati delle indagini eseguite evidenziano l'influenza esercitata nei primi 10 metri dalla tipologia di piano campagna. In presenza di aree pavimentate e lastricate i valori di Vs sono evidentemente più alti (es.: Vs=406 m/s nel sito 7, Vs=380 m/s nel sito 8, e Vs=409 m/s nel sito 9). In aree in cui il piano di calpestio è rappresentato da terreno naturale o mal costipato i valori superficiali di Vs sono dimezzati (es.: Vs=191 m/s nel sito 2, Vs=190 m/s nel sito 11).

STAZIONI SISMICHE	NUMERAZIONE E TIPOLOGIA INDAGINI ESEGUITE	VALORE Vs a 10 mt dal p.c..	VALORE Vs alla massima profondità indagata in mt dal p.c.	<u>VALORE Vs30</u>
SITO DH	DOWN HOLE	340 m/s	417 m/s a 30 mt	354 m/s
SITO G01	MASW1 MAM1 HVSR1	423 m/s	675 m/s a 26.8 mt	423 m/s
SITO G02	MASW2 MAM2 HVSR2	374 m/s	445 m/s a 32 mt	374 m/s
SITO G03	MASW3 MAM3 HVSR3	498 m/s	672 m/s a 26.8 m	498 m/s
SITO G04	MASW4 MAM4	444 m/s	553 m/s a 24.3 mt	444 m/s
SITO G05	MASW5 MAM5	345 m/s	537 m/s a 28 mt	345 m/s
SITO G06	MASW6 MAM6	463 m/s	513 m/s a 18.1	463 m/s
SITO G07	MASW7 MAM7	597 m/s	645 m/s a 26.8	597 m/s
SITO G08	MASW8	578 m/s	696 m/s a 28 mt	578 m/s
SITO G09	MASW9	589 m/s	667 m/s a 26.8 mt	589 m/s
SITO G10	MASW10	517 m/s	623 m/s a 32 mt	517 m/s
SITO G11	MASW11 HVSR5	486 m/s	569 m/s a 20 mt	486 m/s
SITO G12	MASW12	486 m/s	535 m/s a 23.7 mt	486 m/s
SITO G13	MASW13 HVSR7	462 m/s	679 m/s a 28 mt	462 m/s
SITO G14	MASW14 HVSR8	374 m/s	476 m/s a 21 mt	374 m/s

Nei modelli sismostratigrafici elaborati per ogni sito si nota che i valori di Vs riescono ad essere elaborati per profondità massime di 32 mt dal p.c.. In alcuni siti i valori di Vs si riferiscono a profondità minori, 18–20 mt dal p.c..

Come si nota dai dati indicati in tabella l'indagine in nessun caso ha intercettato il basamento litoide, anche nei siti G15, G16 e G17, in cui sono state realizzate indagini solo HVSR, non si hanno informazioni sulla presenza e profondità del basamento sismico.

Tutti modelli sismo stratigrafici evidenziano (per profondità >10 mt dal p.c.) un aumento graduale del valore di Vs senza consistenti salti di velocità.

Il modello geofisico è compatibile con quello stratigrafico, al di sotto di un deposito superficiale che risente del diverso tipo di copertura si estende un deposito stratificato omogeneo. Solo in un sito si hanno valori di $V_{sh} < 450$ m/s (417 m/s e 445 mt m/s in corrispondenza del sito 2 -zona Piazza 40 Martiri). Nella restante area i valori di V_{sh} sono compresi tra 476-696 m/s.

6. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Quando lo spessore del suolo diventa considerevole (come nel contesto in esame) è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle (ABACHI) riferite al profilo di velocità variabile linearmente con la pendenza intermedia.

Pertanto come profilo di velocità dei depositi si è scelto il profilo di velocità crescente con la profondità con gradiente intermedio variabile linearmente con pendenza intermedia³

Per la ricostruzione di un modello del sottosuolo si è scelto di determinare il gradiente di velocità V_{sh} , privilegiando i dati forniti dalla prova Down Hole.

Tale gradiente è stato utilizzato per calcolare in via indiretta la profondità del bedrock sismico in tutti i siti investigati. Sono stati utilizzati i dati di tutte le indagini eseguite fino alle profondità indagate. Poi applicando il gradiente si è calcolato l'incremento delle velocità con la profondità fino a raggiungere gli 800 m/s.

Con questo procedimento è stata determinata la profondità del bedrock sismico per ogni sito investigato.

³ (Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica parte I-II paragrafo 3.2 pag. 37)

Per la determinazione dei fattori di amplificazione Fa da attribuire alle zone studiate si fatto riferimento agli abachi di cui alle Linee guida della protezione civile (Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica parte III).

La scelta di adottare tali abachi è legittimata da quanto espresso nelle linee guida stesse:

⁴“In appendice sono riportati alcuni abachi di riferimento che potranno essere utilizzati da parte delle regioni:

- come termine di confronto con abachi preparati dalle stesse regioni;
- in via temporanea, fino a quando non ne avranno predisposti di specifici per il proprio contesto territoriale;
- in via definitiva, avendo valutato l'applicabilità al proprio contesto territoriale.

Per l'individuazione dei fattori Fa facendo riferimento a tutti i dati raccolti con lo studio, l'indagine di livello 1 condotta (MOPS) e la campagna di indagine geofisica realizzata sono state optate in sintesi le seguenti scelte:

✓ **Zone stabili**

In tali zone non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (area di affioramento dei calcari mesozoici: calcari diasprigni).

✓ **Zone suscettibili di amplificazione sismica locale**

Per tali aree sono stati determinati i parametri che hanno permesso di scegliere l'abaco di riferimento e di conseguenza di attribuire il valore di Fa.

Le caratteristiche delle zone suscettibili di amplificazione sismica locale sono:

Litotipo prevalente: ghiaia

L'area si trova in un ambito pedemontano in cui affiorano depositi prevalentemente detritici prodotti dal disfacimento delle litologie calcaree affioranti lungo i rilievi calcarei posti a Nord Est.

⁴ (Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica parte I-II paragrafo 3.2.1 pag. 123)

Profilo di velocità: variabile linearmente con pendenza intermedia

Si è notato che i profili di velocità delle indagini eseguite evidenziano un aumento della velocità con la profondità. Quando lo spessore del suolo diventa considerevole (come nel contesto in esame) è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle (ABACHI) riferite al profilo di velocità variabile linearmente con la pendenza intermedia.

Livello energetico: 0.26g

Gubbio è un comune classificato come zona 2 (media): $0,15 \leq \text{PGA} < 0,25\text{g}$ “Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti”. Il range di valore di PGA per i terreni in esame, indicato dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell’INGV, è $0,225 \leq \text{PGA} < 0,25\text{g}$. Gli studi di natura sismica realizzati nel bacino di Gubbio e nell’alta valle del Tevere evidenziano valori di PGA prossimi a $\text{PGA} \approx 0.25 \text{ g}$. Per tali motivazioni si è ritenuto ragionevole assumere come livello energetico il valore 0.26g.

Spessore: range 55–130 m

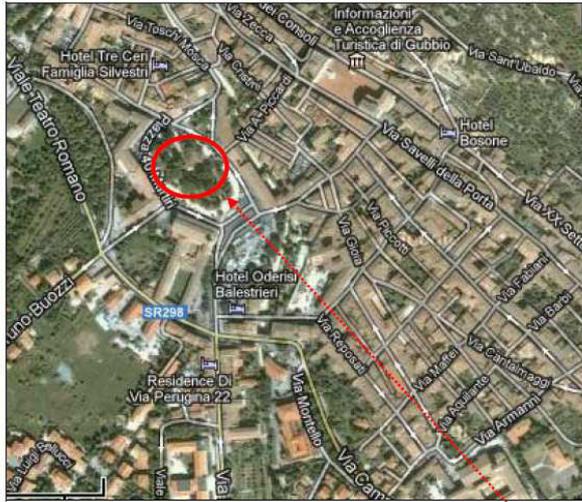
La profondità del basamento sismico calcolata mediante l’applicazione del gradiente (da Down Hole) su ogni sito investigato, ha fornito dati di profondità del bedrock sismico che vanno da un minimo di 55 mt ad un massimo di 130 mt.

VSH: range 517–668 m/s

I valori calcolati di VSH risentono dei dati valori forniti da ogni singola indagine (per la profondità massima indagata) integrata dai dati calcolati con il gradiente fino a raggiungere il bedrock sismico.

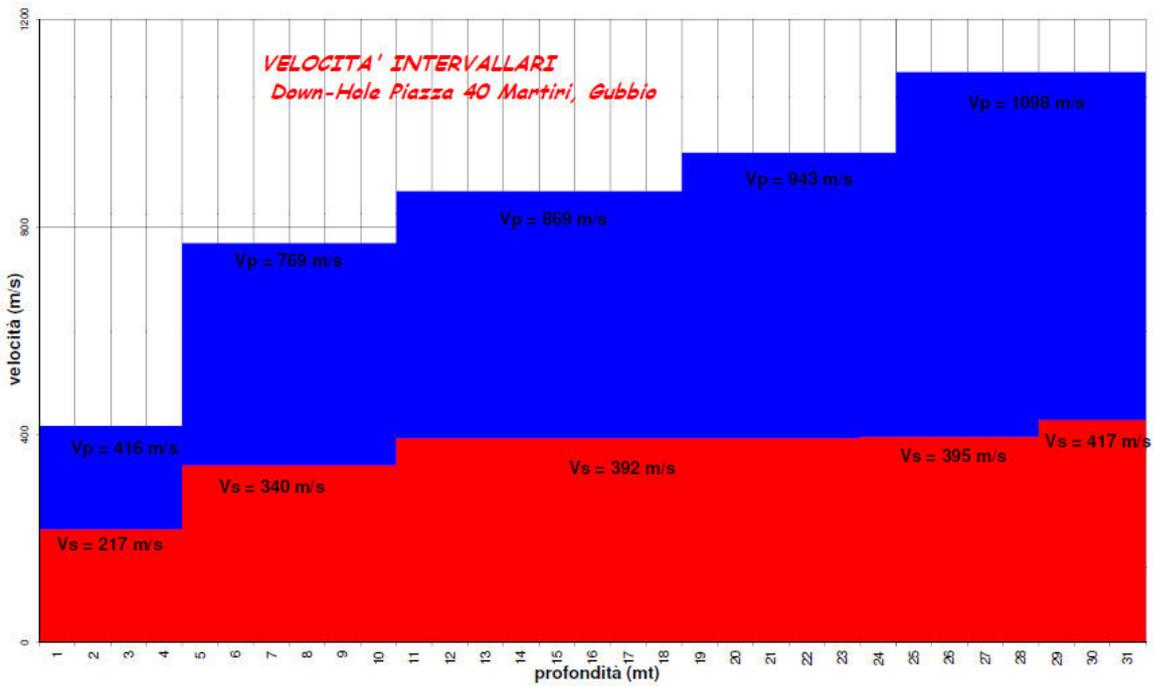
Di seguito si riportano i dati relativi ai siti investigati:

Sito Down Hole (Piazza 40 Martiri)



UBICAZIONE INDAGINE
 N 43° 21' 10.8"
 E 12° 34' 36.1"

Nel sito DH affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). L'indagine realizzata è una prova DH realizzata in un foro di sondaggio profondo 30 mt dal p.c..



Sito Down Hole, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	$a_g (g)$ 0.26g										Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia
		$v_{rt} (m/s)$										
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01	
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	
	120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92		
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91		
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89		

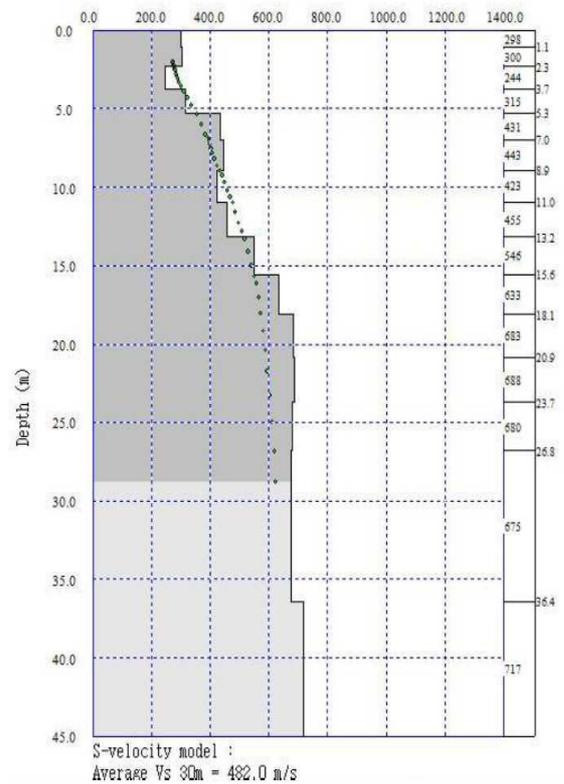
SITO G01 Indagini MASW 1 - MAM 1 - HVSR 1

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Parcheeggio - zona Borgo Santa Lucia
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35474- Long 12.57347



Andamento Vs-z analisi congiunta MASW - MAM



Nel sito G01 (zona Borgo Santa Lucia) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagini realizzate sono MASW1 MAM 1 HVSR 1. Le diagrafie delle singole indagini sono riportate nella relazione allegata.

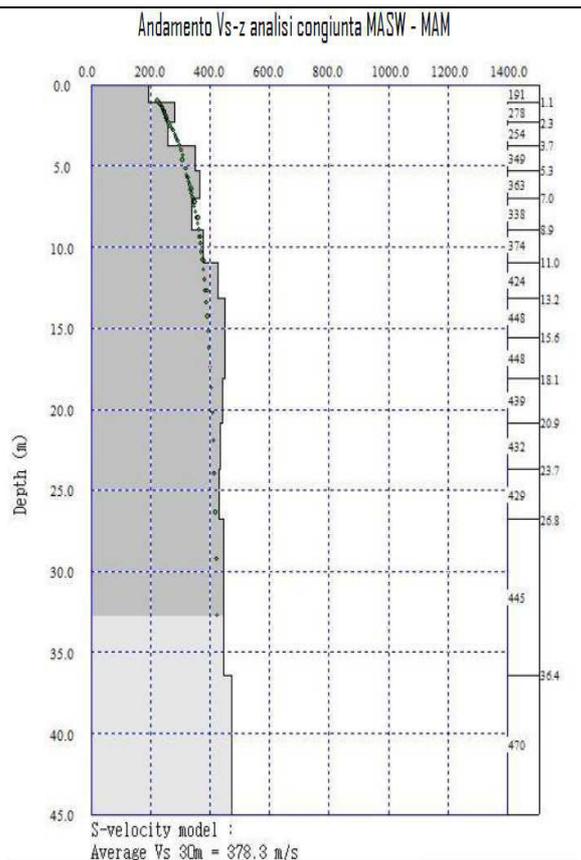
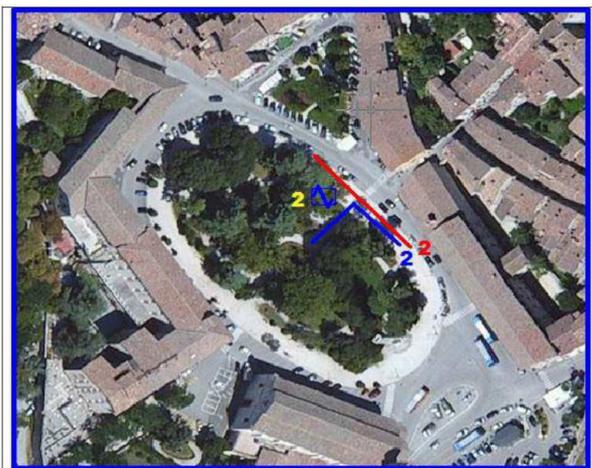
Sito G01, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			v_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5		-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01
	10		-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02
	15		-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04
	20		-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.36	1.18	1.06
	25		-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08
	30		-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09
	35		-	-	-	1.69	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09
	40		-	-	-	1.60	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09
	50		-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07
	60		-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04
	70		-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.16	1.06	1.00
	80		-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98
	90		-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
	100		-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
	110		-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.06	1.01	0.95
120		-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	
130		-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	
140		-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	
150		-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	

SITO G02 Indagini MASW 2 - MAM 2 - HVSr 2

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Piazza 40 Martiri
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35231- Long 12.57672



Nel sito G02 (zona Piazza 40 Martiri) affiora un deposito detritico mediamente addensato costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW2 MAM2 HVSr2. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

Sito G02, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_z (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	-	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01	1.01
10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.17	1.06	1.02	1.02
15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.25	1.12	1.04	1.04
20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.36	1.36	1.18	1.06	1.06
25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.39	1.21	1.08	1.08
30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.40	1.22	1.09	1.09
35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.39	1.22	1.09	1.09
40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.36	1.21	1.09	1.09
50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.27	1.17	1.07	1.07
60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.18	1.12	1.04	1.04
70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.15	1.06	1.00	1.00
80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.15	1.04	0.98	0.98
90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.12	1.04	0.96	0.96
100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.09	1.03	0.95	0.95
110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.06	1.06	1.01	0.95	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	1.03	0.99	0.93	0.93
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.99	0.97	0.92	0.92
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.96	0.96	0.94	0.91	0.91
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.89	0.89

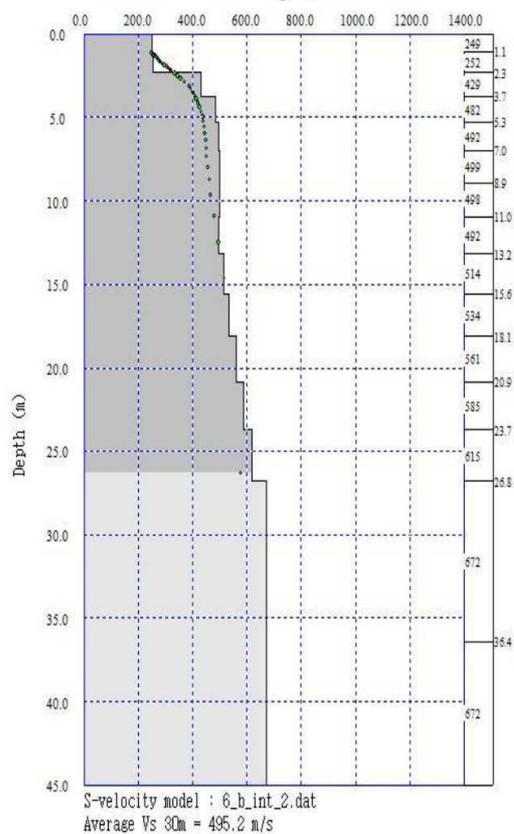
SITO G03 Indagini MASW 3 - MAM 3 - HVSr 3

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Armanni
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.34914- Long 12.58049



Andamento Vs-z analisi congiunta MASW 3 - MAM 3



Nel sito G03 (Via Armanni) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda).

Le indagine realizzate sono MASW3 MAM3 HVSr3. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

Sito G03, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione FA	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	1.07
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	0.96
	100	-	-	-	-	1.06	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.95	0.97	0.94	0.91	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	0.89	

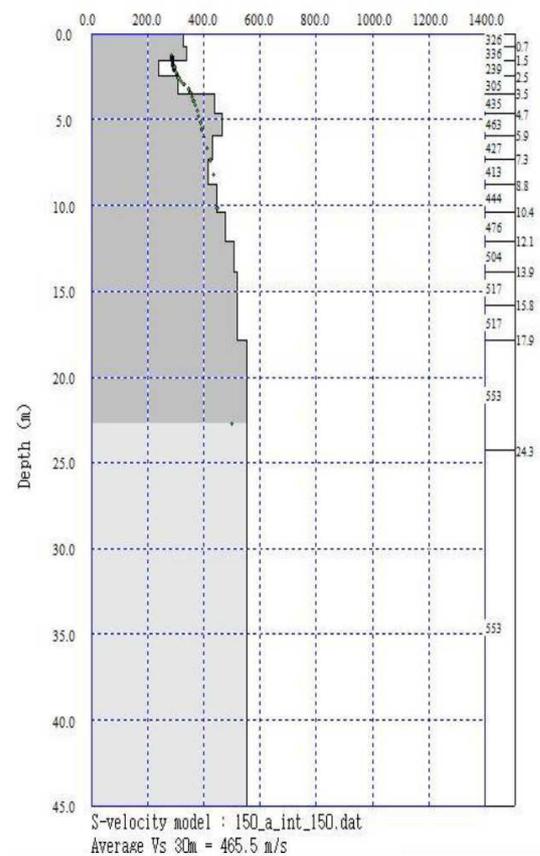
SITO G04 Indagini MASW 4 - MAM 4

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Piazza Bosone
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35368- Long 12.57467



Andamento Vs-z analisi congiunta MASW 4 - MAM 4



Nel sito G04 (piazza Bosone) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda).

Le indagini realizzate sono MASW4 MAM4. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

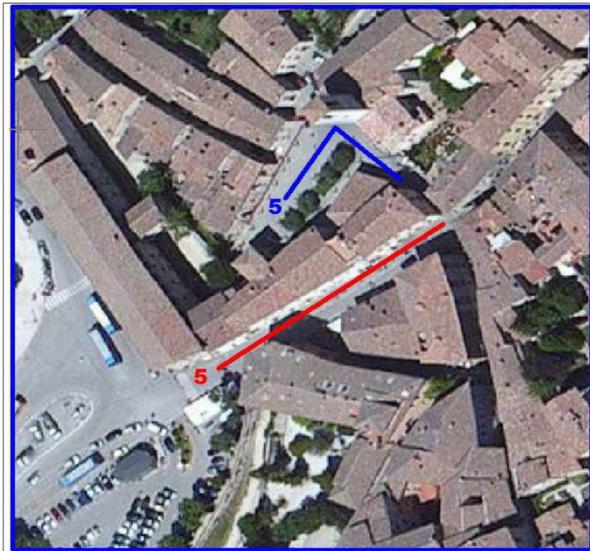
Sito G04, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01	
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.26	1.17	1.06	1.02	
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.06	0.98	
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93		
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92		
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91		
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89		

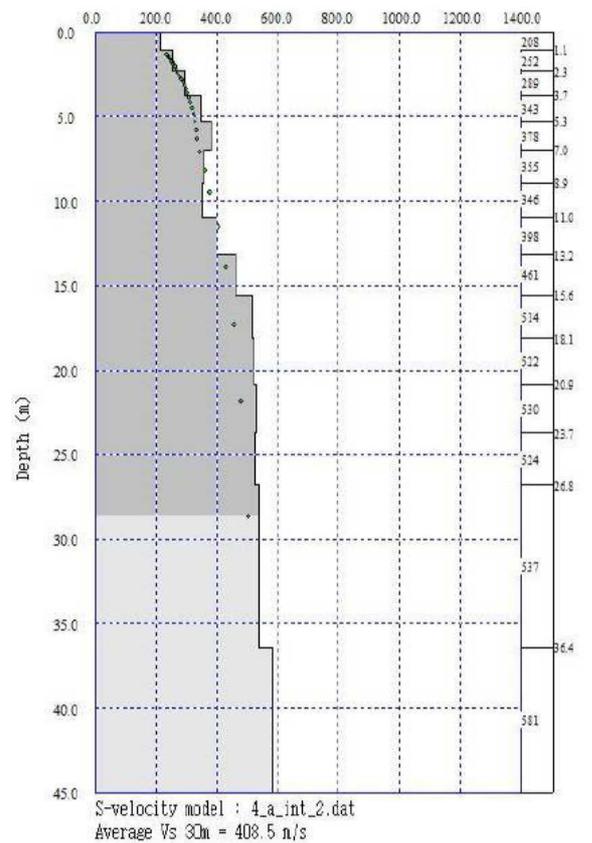
SITO G05
Indagini MASW 5 – MAM 5

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via della Repubblica - P.zza San Giovanni
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35199 - Long 12.57847 (MASW) Lat 43.35212 - Long 12.57861 (MAM)



Andamento Vs-z analisi congiunta MASW 5



Nel sito G05 (Via della Repubblica) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagini realizzate sono MASW5 MAM5. Le diagrafie delle singole indagini sono riportate nella relazione allegata.

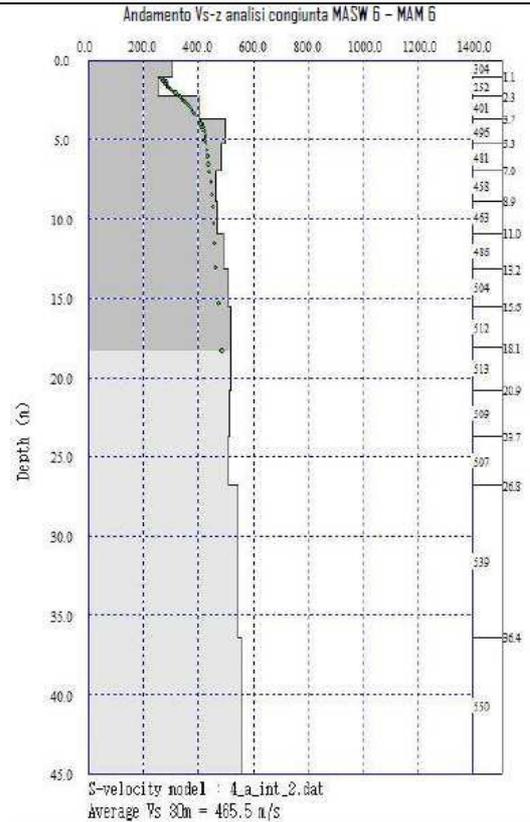
Sito 5, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_v (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			v_r (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.06	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	1.07
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	0.96
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	0.89	

SITO G06
Indagini MASW 6 - MAM 6

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Piazza Oderisi - Corso Garibaldi
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35162 - Long 12.57992



Nel sito G06 (Corso Garibaldi) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW6 MAM6. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

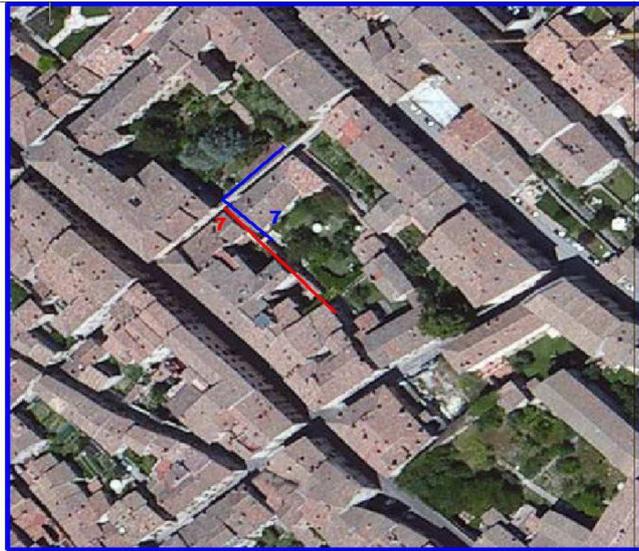
Sito 6, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g [g] 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5		-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01
	10		-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02
	15		-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04
	20		-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06
	25		-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08
	30		-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09
	35		-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09
	40		-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.35	1.21	1.09
	50		-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07
	60		-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04
	70		-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00
	80		-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.05	0.98
	90		-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
	100		-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
	110		-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95
120		-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	
130		-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	
140		-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	
150		-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	

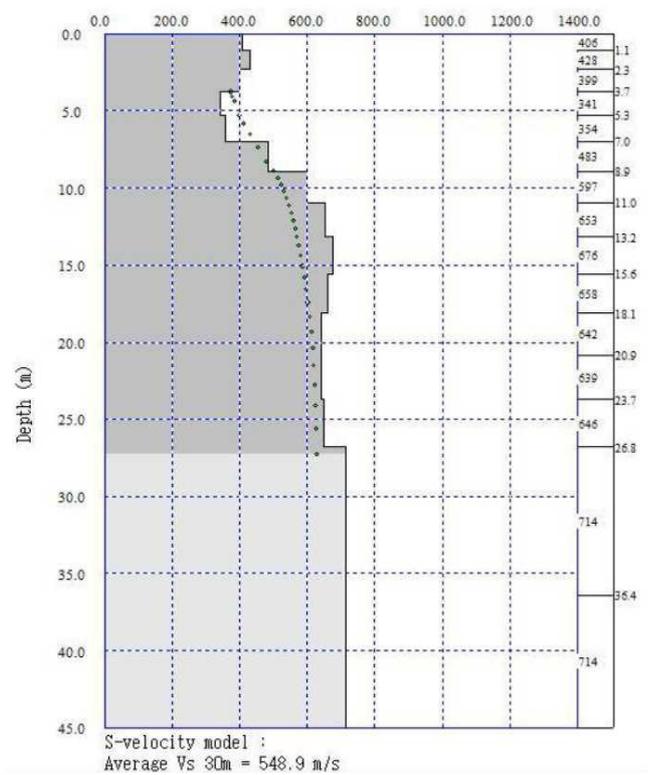
SITO G07
Indagini MASW 7 - MAM 7

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Franciarini
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35039 - Long 12.58241



Andamento Vs-z analisi congiunta MASW 7 - MAM 7



Nel sito G07 (Via Franciarini) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW7 MAM7. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

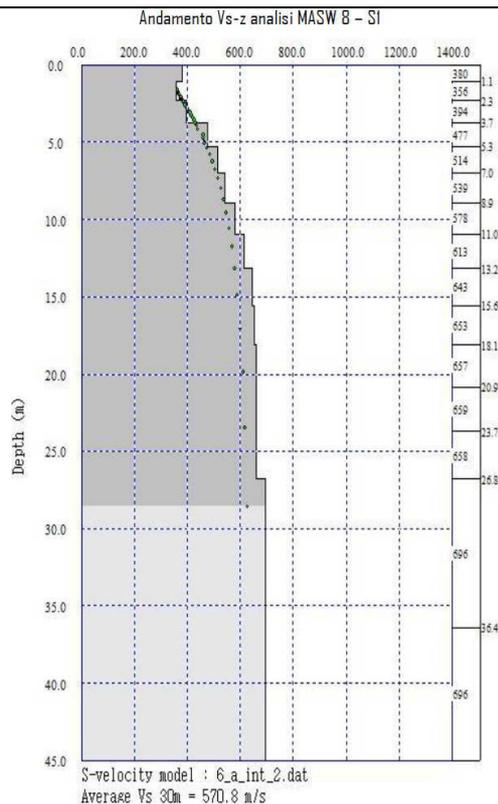
Sito 7, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01
	10	-	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02
	15	-	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04
	20	-	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.36	1.18	1.06
	25	-	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08
	30	-	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09
	35	-	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09
	40	-	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09
	50	-	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07
	60	-	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04
	70	-	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00
	80	-	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98
	90	-	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
	100	-	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
	110	-	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.06	1.01	0.95
120	-	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	
130	-	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	
140	-	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	
150	-	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	

SITO G08 Indagini MASW 8

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Capitano del Popolo
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35527 - Long 12.57526



Nel sito G08 (Via Capitan del Popolo) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW8. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

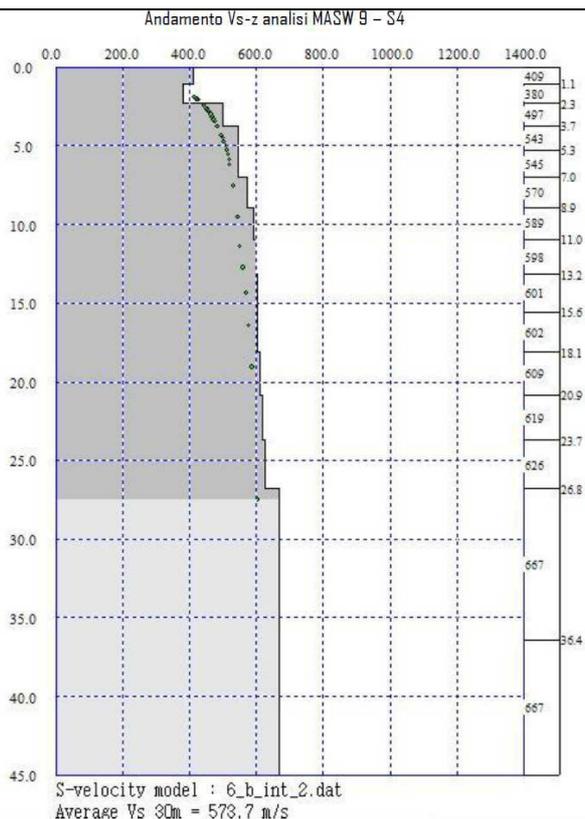
Sito 8, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione FA	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5		-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01
	10		-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02
	15		-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04
	20		-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.36	1.18	1.06
	25		-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08
	30		-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09
	35		-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09
	40		-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.38	1.21	1.09
	50		-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07
	60		-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04
	70		-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00
	80		-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98
	90		-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
	100		-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
	110		-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.06	1.01	0.95
120		-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	
130		-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	
140		-	-	-	-	0.91	0.94	0.95	0.97	0.94	0.91	
150		-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	

SITO G09
Indagini MASW 9

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Odendei
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35579- Long 12.575254



Nel sito G09 (Via Odendei) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW9. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

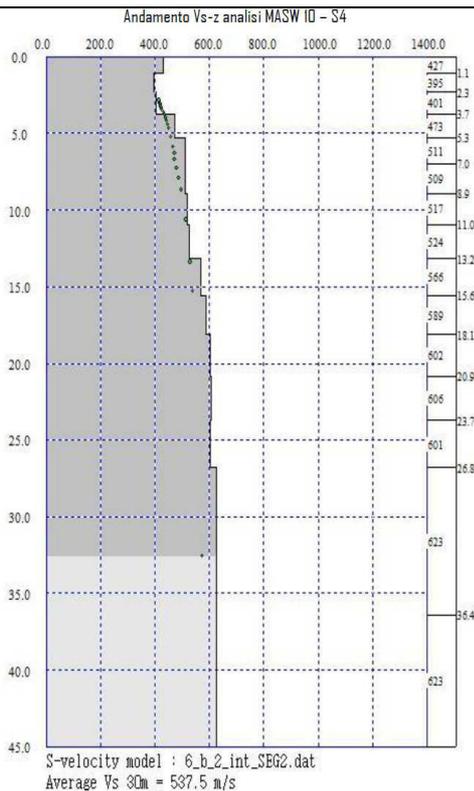
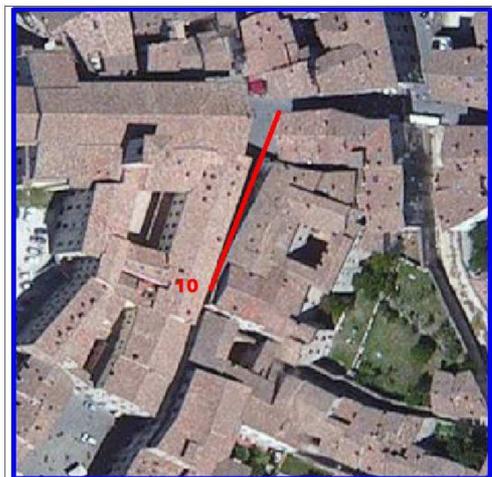
Sito 9, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			v_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01	
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.18	1.12	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.15	1.06	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.15	1.04	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.12	1.04	0.96
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.09	1.03	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.05	1.01	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	1.03	0.99	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.99	0.97	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.96	0.96	0.94	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.94	0.93	0.89	

SITO G10
Indagini MASW ID

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Cavour
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35442 - Long 12.57526



Nel sito G10 (Via Cavour) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW6 MAM6. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

Sito 10, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	-	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01	1.01
10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.06	1.02	1.02
15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.12	1.04	1.04
20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.36	1.18	1.18	1.06	1.06
25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.21	1.08	1.08
30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.22	1.09	1.09
35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.22	1.09	1.09
40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.21	1.09	1.09
50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.17	1.07	1.07
60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.12	1.04	1.04
70	-	-	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00
80	-	-	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98
90	-	-	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
100	-	-	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
110	-	-	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.06	1.01	0.95
120	-	-	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93
130	-	-	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92
140	-	-	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91
150	-	-	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89

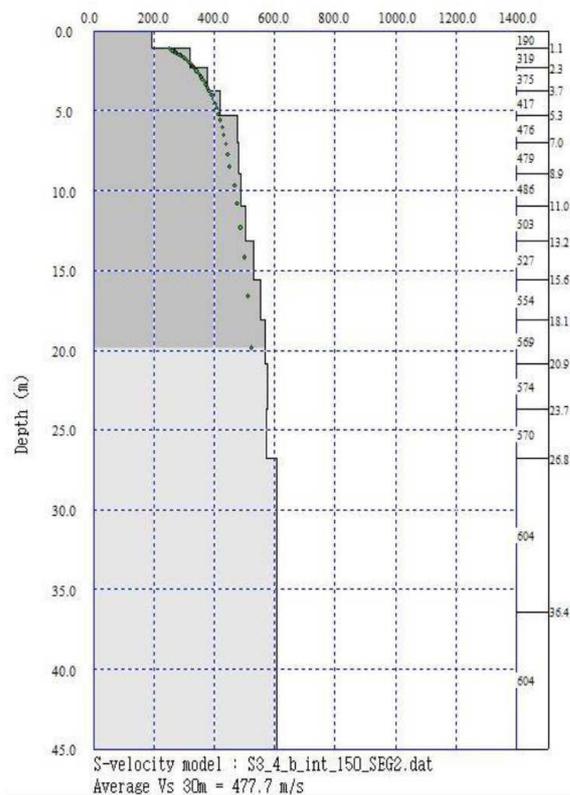
SITO G11 Indagini MASW II - HVSR 5

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via del Camignano
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35503 - Long 12.57592



Analisi MASW II - S3



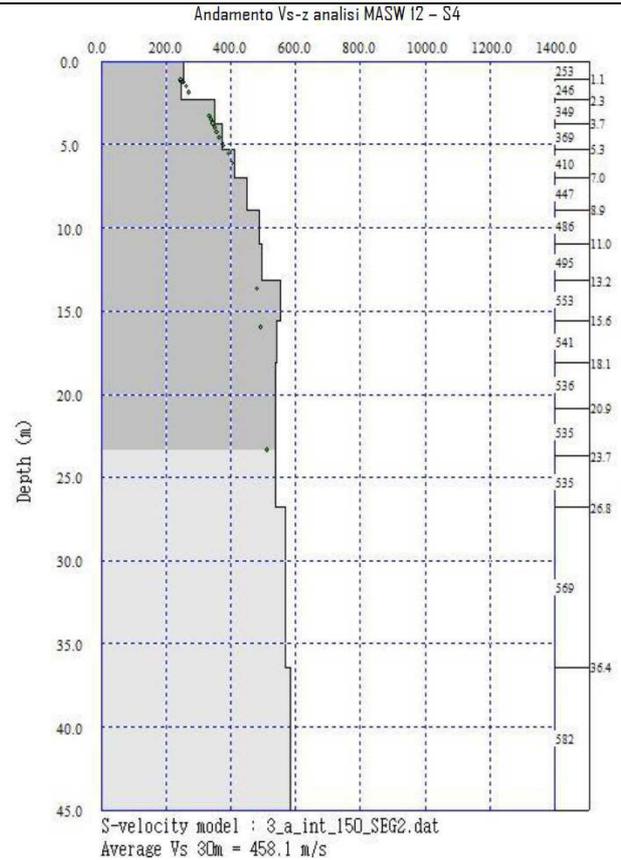
Nel sito G11 (Via del Camignano) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagini realizzate sono MASW11 HVSR5. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

Sito 11, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5		-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.06	1.01	1.01
	10		-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02
	15		-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04
	20		-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06
	25		-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08
	30		-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09
	35		-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09
	40		-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09
	50		-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07
	60		-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04
	70		-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00
	80		-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.06	0.98
	90		-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96
	100		-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95
	110		-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.06	1.01	0.95
120		-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	
130		-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	
140		-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	
150		-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	

SITO G12
Indagini MASW I2
UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via della Zecca
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35360- Long 12.57785



Nel sito G12 (Via della Zecca) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW12. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

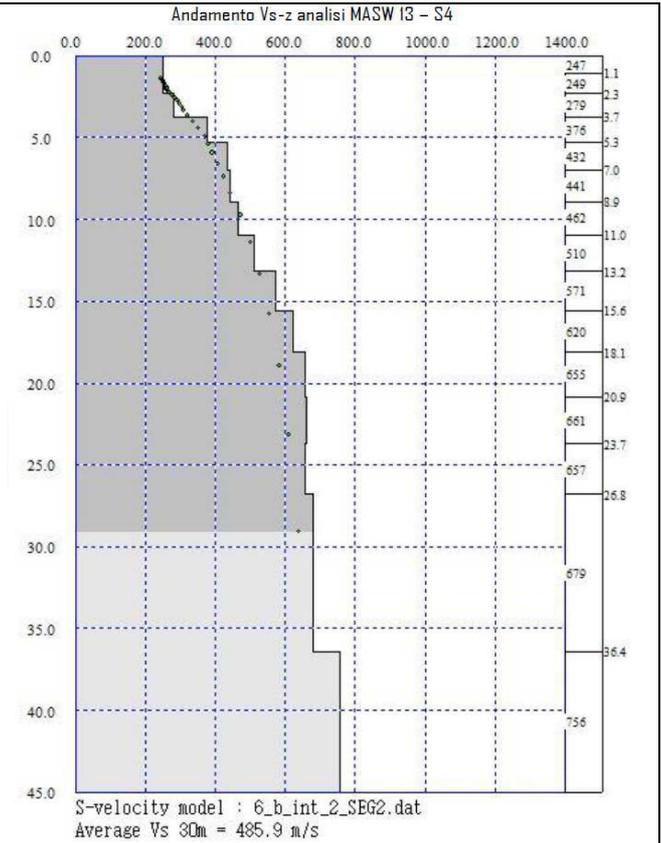
Sito 12, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			V_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.35	1.21	1.09	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	1.07
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	0.96
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	0.89	

SITO G13 Indagini MASW 13 - HVSR 7

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Parco Ranghiasi
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35460 - Long 12.57802



Nel sito G13 (Parco Ranghiasi) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagini realizzate sono MASW13 HVSR7. Le diagrafie delle singole indagini sono riportate nella relazione allegata.

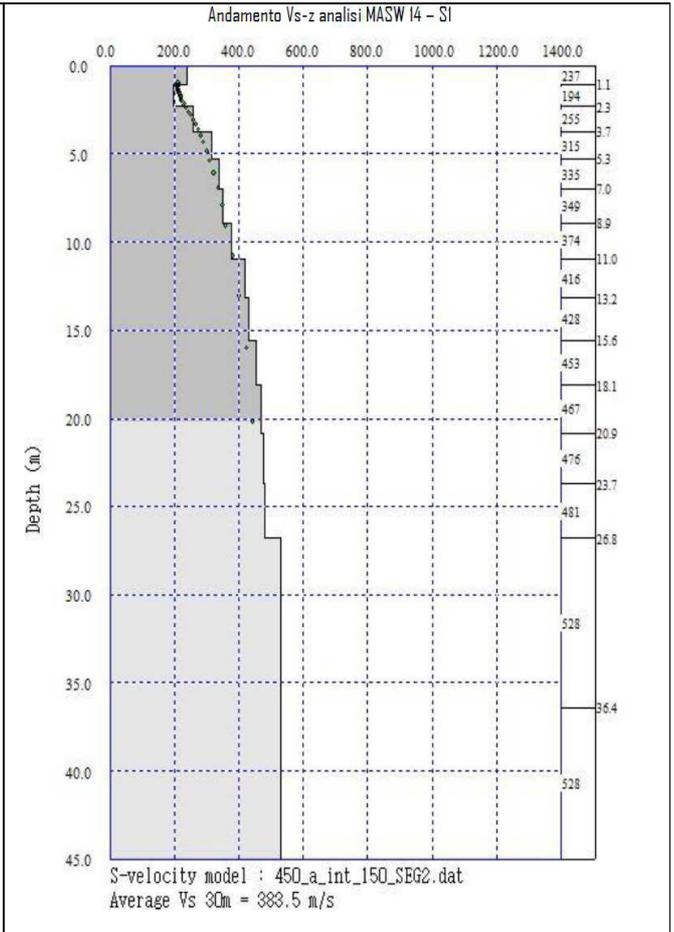
Sito 13, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			v_{st} (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	1.07
	60	-	-	-	1.53	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	0.96
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	0.89	

SITO G14
Indagini MASW 14 - HVSR 8

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Bubbio
Toponimo di riferimento	Duomo
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43.35327- Long 12.58068



Nel sito G08 (zona Duomo) affiora un deposito detritico costituito da clasti calcarei immersi in matrice limo argillosa (detrito di falda). Le indagine realizzate sono MASW14 HVSR8. Le diagrafie delle singole indagine sono riportate nella relazione allegata.

Sito 14, valore Fa evidenziato sull'abaco di riferimento:

Fattore di amplificazione FA	Tipo di terreno Ghiaia	a_g (g) 0.26g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			v_s (m/s)									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01	1.01
	10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	1.02
	15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	1.04
	20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	1.06
	25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	1.08
	30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	1.09
	35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	1.09
	40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	1.09
	50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	1.07
	60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	1.04
	70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	1.00
	80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	0.98
	90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	0.96
	100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	0.95
	110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.94	0.89	0.89	

7. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

Nella Carta di Microzonazione Sismica le aree indagate sono classificate e distinte in funzione del fattore di amplificazione sismica F_a calcolato, facendo riferimento a quanto prescritto a dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0 beta -II, Giugno 2012)⁵.

Zone stabili

L'area in cui affiora il basamento litoide è una zona stabile in cui il fattore di amplificazione sismica è unitario $F_a=1.0$ (in cui ricadono i siti con amplificazione fino a 1.04).

Zone suscettibili di amplificazione sismica locale

Il mancato rinvenimento del basamento sismico (profondità superiori a quelle indagabili con l'indagine sismica realizzata) e la necessità di dover classificare i siti in esame ricorrendo agli abachi nazionali dettati dagli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica, si è cercato di ricostruire la profondità del bedrock sismico con metodi indiretti (vedi par. 5.0). Il metodo del gradiente utilizzato per supporre la profondità del bedrock sismico in alcuni siti ha evidenziato valori di F_a prossimi in difetto a 1.4, ma non trattandosi di dati contigui non ha permesso di circoscrivere delle aree. Per omogeneità e a favore della sicurezza è stata attribuita all'area nella sua globalità la stessa classe di amplificazione $1.12 < F_a < 1.2$ (in cui ricadono i siti con amplificazione da 1.05 a 1.24).

Zone suscettibili di instabilità

Sono state riportate tre aree censite dall'inventario dei movimenti franosi italiani IFFI come aree interessate da franosità. Tali aree non sono classificate ed il loro studio ai sensi della normativa vigente è rimandato al livello 3.

⁵ vedi pagg. 20 e 21

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Nell'ambito degli studi di Microzonazione sismica di livelli 1 e 2 per Gubbio capoluogo sono stati redatti i seguenti elaborati:

LIVELLO 1:

CARTA DELLE INDAGINI (PREGRESSE)

Le ubicazioni delle indagini pregresse raccolte sono state riportate nella Carta delle indagini, realizzata in formato cartaceo in scala 1:5.000. I dati sono stati rappresentati in forma simbolica e per tipologia, utilizzando la legenda e le simbologie previste dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0 beta -II, Giugno 2012). I dati sono identificati univocamente con un numero o una sigla progressivi cui corrisponde il documento disponibile nei tomi 'Dati di Base'.

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

In particolare nella valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico è stata posta particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- alla ricostruzione del Modello geologico-tecnico dell'area;
- all'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido, accompagnata da una stima dove possibile della profondità del bedrock sismico ($V_{sH} > 800$ m/s);
- all'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte;
- alla verifica della presenza di faglie e/o strutture tettoniche attive e capaci;
- all'individuazione di contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- alla verifica della presenza di instabilità dei pendii, di terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento, di terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

L'elaborazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) è stata realizzata per un'area che racchiude il centro storico di Gubbio (Gubbio capoluogo). La carta è stata redatta in formato cartaceo, tenendo conto delle indicazioni fornite negli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, nelle Specifiche Tecniche Regionali e nel rispetto degli

'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0 beta -II, Giugno 2012).

Nello specifico la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) redatta per Gubbio capoluogo individua e caratterizza:

- Zone stabili (aree di affioramento del basamento litoide).
- Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.
- Zone suscettibili di instabilità (aree in cui sono censite le frane IFFI).

Inoltre individua alcune forme di superficie e forme ed elementi sepolti:

- Conoidi alluvionali
- Pendio con acclività > 15°
- Cavità sotterranee.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

La accompagna ed illustra gli studi del livello 1 di Microzonazione Sismica che costituisce un livello propedeutico. Tale livello si basa su una raccolta di dati di natura geologica, stratigrafica geofisica e geotecnica, finalizzata alla suddivisione del territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Vengono descritti nel dettaglio tutti gli elementi caratterizzanti gli elaborati che costituiscono lo studio di microzonazione, indicandone le problematiche, le metodologie di indagine, le procedure di analisi ed elaborazione utilizzate ed infine i risultati prodotti, attenendosi a quanto prescritto nella normativa vigente

LIVELLO 2

CARTA DELLE INDAGINI

Tale cartografia riporta sia le ubicazioni delle indagini pregresse sia quelle delle nuove indagini, realizzata in formato cartaceo in scala 1:5.000. I dati sono stati rappresentati in forma simbolica e per tipologia, utilizzando la legenda e le simbologie previste dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0 beta -II, Giugno 2012). I dati sono identificati univocamente con un numero o una sigla progressivi cui corrisponde il documento disponibile nei tomi 'Dati di Base'.

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Nella carta di microzonazione sismica le aree indagate sono classificate e distinte in funzione del fattore di amplificazione sismica F_a calcolato, facendo riferimento a quanto prescritto a dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0 beta -II, Giugno 2012)⁶.

Nella carta di microzonazione sismica sono censite come:

zone stabili: le aree in cui affiora il basamento litoide ed in cui il fattore di amplificazione sismica è unitario $F_a=1.0$.

zone suscettibili di amplificazione sismica locale: le aree in cui le amplificazioni sono quantificate per mezzo degli abachi⁷ che stabiliscono i fattori di amplificazione associati alle singole situazioni litostratigrafiche a cui compete in base alle assunzioni fatte la classe $1.12 < F_a < 1.2$.

Zone suscettibili di instabilità: tre aree censite dall'inventario dei movimenti franosi italiani IFFI come aree interessate da franosità. Tali superfici non sono classificate ed il loro studio ai sensi della normativa vigente è rimandato al livello 3.

⁶ vedi pagg. 20 e 21

⁷ (Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica parte II

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA

Il presente elaborato riassume i dati dello studio di micro zonazione nella sua globalità, soffermandosi sugli studi ed indagini di approfondimento realizzati nel livello 2.

9. INDAGINI ESEGUITE

Al presente elaborato si allegano le seguenti relazioni sulle indagini eseguite:

- relazione finale sulle indagini svolte Perigeo Sondaggi Srl;
- relazione finale su indagini geofisiche in foro (Down Hole) Galileo Geotecnica;
- relazione finale su indagini sismiche (MASW MAM HVSR) Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

10. STANDARD E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Come base per lo stato condotto secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo.

- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 8 marzo 2010, n. 377 “Criteri per l’esecuzione degli studi di microzonazione sismica.
- Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS), approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;
- OPCM n. 3907 del 13.11.2010 e OPCM n. 4007 del 29 febbraio 2012, che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico.
- DGR n. 1111 del 18 settembre 2012 “Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell’Umbria.
- DGR n. 1112 del 18 settembre 2012 “Interventi di prevenzione del rischio sismico. Approvazione del programma per l’utilizzo delle risorse finanziarie di cui all’OPCM n. 4007 del 29 febbraio 2012 – Annualità 2011.
- Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica – Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 OPCM 3907/2010) – Versione 2.0beta-II.

COMMESSA N° 041-080/13	CONTRATTO N.:	DEL : maggio 2013
Progetto: MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 2 - GUBBIO CAPOLUOGO		
Oggetto: <u>RELAZIONE FINALE SULLE INDAGINI SVOLTE</u>		
Località: Gubbio Capoluogo		
Committente: Geologi Associati		

DESCRIZIONE /MODIFICA	NUMERO	DATA	REDATTO	AUTORIZZATO
Emissione	0	Maggio 2013	A. Radicchi	A. Radicchi

Rev. 0/Mod. 062

INDICE

1.0 SCOPO DELLE INDAGINI.....	3
2.0 - DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3.0 - DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE	4
3.1 - <i>SONDAGGI MECCANICI</i>	4
3.1.1 - <i>CUTTING DI PERFORAZIONE</i>	5
3.1.2 - <i>ALLESTIMENTO FORO PER PROVA DOWN HOLE</i>	5
BIBLIOGRAFIA	5

1.0 SCOPO DELLE INDAGINI

Al fine di redigere gli studi di micro zonazione sismica di livello 2 del capoluogo del Comune di Gubbio, è stato realizzato un sondaggio a distruzione di nucleo con allestimento per prova Down Hole.

A tale scopo, lo studio professionale Geologi Associati ha conferito all'Impresa PERIGEO SONDAGGI S.r.l. di Gubbio l'incarico di eseguire i lavori di perforazione.

L'indagine è stata eseguita in ottemperanza alla normativa vigente e a quanto indicato dal programma di indagine fornito dalla committenza.

Sono stati eseguiti:

- ✓ n. sondaggi meccanici a rotazione a distruzione di nucleo.
- ✓ n. 3 prove SPT nel foro di sondaggio

I tipi di indagine e le tecniche seguite, sono illustrate nella relazione che segue.

2.0 - DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

L'indagine è stata eseguita nel rispetto della normativa vigente ed in particolare:

- D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle terre e delle opere di fondazione".
- Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione". Circ. Ministero LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988.
- Norme sulla sicurezza quali D.L. 528/99 D.L. 494/96, D.L. 626/94

La Perigeo Sondaggi ha operato in conformità con quanto richiesto dal Sistema Qualità interno, applicando le proprie Procedure Operative per quanto attiene alle modalità di esecuzione dei sondaggi e per la stesura delle stratigrafie.

3.0 - DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

3.1 - SONDAGGI MECCANICI

Il sondaggio meccanico a distruzione di nucleo è stato eseguito con l'ausilio di Sonda idraulica cingolata IPC Drill 830L. Il sondaggio è stato realizzato all'interno dei giardini minori di Piazza 40 Martiri ed ha raggiunto la profondità di 30 mt circa dal p.c.. Come fluido di circolazione è stata utilizzata l'acqua prelevata da una presa messa a disposizione dal Comune di Gubbio. Data la natura dei terreni attraversati, è stato necessario rivestire fino fondo foro, mediante tubatura provvisoria del diametro di 127 mm.

3.1.1 – CUTTING DI PERFORAZIONE

Durante la perforazione è stato esaminato il cutting di perforazione ed è stata ricostruita una stratigrafia di riferimento riportata in calce alla relazione

3.1.2 – ALLESTIMENTO FORO PER PROVA DOWN HOLE

Il foro è stato allestito con una batteria costituita da tubi in PVC di diametro esterno di 63 mm giuntati. È stato calato un tubo in polietilene da mezzo pollice fino fondo foro ed è stata iniettata all'interno dello stesso boiaccia cementizia dal fondo fino a boccaforo.

Infine è stato predisposto un pozzetto provvisto di coperchio e di chiusura con lucchetto per evitare possibili manomissioni.

BIBLIOGRAFIA

- **ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA** (1977): *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"*;
- **CESTARI FERRUCCIO** (1990) *"Prove geotecniche in sito"*. GEO-GRAPH SNC SEGRATE;
- **SOCIETA' GEOLOGICA ITALIANA** (1994) **GUIDE GEOLOGICHE REGIONALI: "APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO"** BEMA EDITRICE.



***PROVINCIA DI PERUGIA
COMUNE DI GUBBIO***

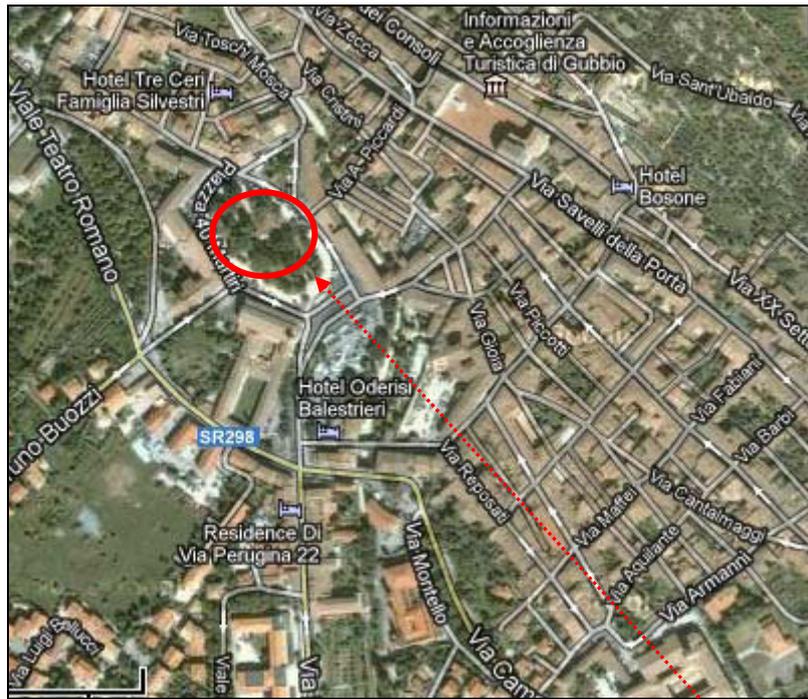
**INDAGINI GEOFISICHE IN FORO (DOWN-HOLE)
CON ONDE P ED Sh**



PREMESSA

Si è effettuata un'indagine tipo Down-Hole, con onde P ed Sh.

L'indagine è stata eseguita per commissione e sotto la direzione tecnica della Studio "Geologi Associati" di Gubbio, in un cantiere in Piazza 40 Martiri, Gubbio (PG).



UBICAZIONE INDAGINE
N 43°21'10.8"
E 12°34'36.1"

GENERALITA'

La prova Down-Hole consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione orizzontale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde, P e S , che si propagano all'interno del terreno alle varie profondità in direzione verticale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano orizzontale (onde Sh). Mediante due ricevitori (*geofoni*) disposti nel terreno, a profondità note, viene valutato l'istante di arrivo del treno di onde P e Sh , rispetto all'istante in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente; dividendo quindi per tali valori la distanza (nota) tra sorgente e ricevitori, si può ricavare la velocità delle onde P e Sh .

SORGENTI E STRUMENTAZIONE

Come **sorgenti** energizzanti sono stati utilizzati: per le onde P una mazza da 10 kg con piattello di battuta; per le onde Sh un parallelepipedo (traversina) di legno percosso sulle estremità opposte da una mazza da 10 kg, in grado di generare onde SH di notevole contenuto energetico, uniformi sia nella direzione di propagazione sia nella polarizzazione (+ e -) e, di contro, con una generazione di onde P trascurabile.

È stato curato in modo particolare l'accoppiamento della traversina con il terreno, in accordo con le disposizioni del Prof. P. Signanini e delle Istruzioni Tecniche aggiornate: in particolare è stato riportato sopra la massicciata costituita da ghiaietto uno strato di terreno limoso-sabbioso di circa 20 cm, dove è stata posta la trave.

Le sorgenti (onde P ed onde Sh) sono state disposte perpendicolarmente ad un raggio uscente dai fori di sondaggio, ad una distanza di circa 2 m (per la misura precisa veder lo schema di acquisizione di ciascun sondaggio).

Il **sistema di ricezione** è costituito da una coppia di geofoni tridimensionali rigidamente collegati tra loro da una barra in p.v.c. (distanza intergeofonica = 1.00 m) dotata di uno smorzatore intermedio in gomma in modo da evitare qualsiasi interazione sismica tra i due sensori. L'accoppiamento del sistema con le pareti del foro è garantito da 4 stantuffi pneumatici comandati dall'esterno, con pressione regolabile fino a 10 atm..

Il **sistema di acquisizione** è costituito da un sismografo digitale a 24 canali mod. Ambrogeo Seismic Unit 2002/24, acquisizione dati a 16 bit, cumulabilità degli impulsi a 32 bit, filtri in acquisizione ed in uscita, filtri per eliminare linee di tensione, intervallo di campionamento selezionabile 0,13 ms, durata di registrazione selezionabile da 50 a 1000 ms, funzione inversione di polarità. Il sismografo è collegato ad un computer modello Compaq Presario R3000 con HD da 40 Giga.

Tutte le registrazioni (vedi allegati) sono state effettuate con metodo cross-over, ovvero facendo la differenza tra un ugual numero di battute a destra ed a sinistra (bilanciamento energetico): in tal modo viene esaltato l'istante di primo arrivo delle onde SH , mentre vengono abbattute le eventuali onde P spurie.

In particolare le tracce di ciascuna registrazione si riferiscono (dall'alto verso il basso):

canale n° 1: primo geofono - trasduttore verticale (z)

canale n° 2: primo geofono - trasduttore orizzontale (x)

canale n° 3: primo geofono-trasduttore orizzontale (y)

canale n° 4: secondo geofono -trasduttore verticale (z)

canale n° 5: secondo geofono trasduttore orizzontale (x)

canale n° 6: secondo geofono trasduttore orizzontale (y)

canale n°7: nullo

canale n°8: geofono spia

canale n° 9-10-11-12: nullo

dove per primo si intende quello più vicino alla superficie del terreno e per secondo quello posto 1.00 m più in basso.

INTERPRETAZIONE SISMOGRAMMI ED ESTRAPOLAZIONE DELLA DROMOCRONA

I sismogrammi di campagna sono stati visualizzati direttamente in campagna tramite software Ambrogeo 6.2 della Ambrogeo. I files così ottenuti sono stati trattati tramite Winsism 10.1 e Windowhole della Wgeosoft, dove direttamente si è svolta la sommatoria delle tracce per avere un miglior controllo energetico

Le tracce sono state riallineate metro per metro, così, per ogni profondità si è potuto visualizzare direttamente le 4 tracce registrate (Sh) in due battute o le due tracce in p.

Quindi, tramite un'analisi visuale delle tracce si è proceduto a scegliere quella con le migliori doti di leggibilità e le altre sono state eliminate.

Si è ricavato quindi un sismogramma con una traccia per metro, e partendo da questo si è effettuato il picking scegliendo la finestra temporale più adeguata per ciascuna registrazione (100ms per le p, 400 ms per le S).

ORIENTAZIONE DEI GEOFONI

Per orientare i geofoni si è cercato, tramite una battuta di prova, di orientare le terne (tramite una serie di aste calate in foro e solidali con il geofono) in modo tale che una coppia di geofoni Sh si presentasse il più possibile perpendicolare al fronte d'onda. L'orientazione delle terne non rimaneva costante ma variava da battuta a battuta.

Le registrazioni con orientazione del geofono perpendicolare al fronte d'onda sono poi quelle che si sono scelte per la ricostruzione della dromocrona.

CORREZIONE

Mediante un'applicazione su foglio elettronico Excel (vedi tabulati allegati), i tempi letti sono stati quindi corretti in funzione dello scarto di trigger (in più o in meno rispetto al tempo di trigger medio) ed infine corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) attraverso la formula:

dove z è la profondità del ricevitore, d è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore, R la distanza superficiale tra sorgente e dentro del foro, t il tempo determinato dalle tracce di registrazione e t^* il tempo corretto.

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

RISULTATI OTTENUTI

DETERMINAZIONE DELLE VELOCITA'

Le velocità dei vari strati sono state quindi determinate con la funzione di regressione lineare relativa a ciascuno degli intervalli rettilinei del diagramma tempi di arrivo-profondità.

In particolare per ogni tratto individuato è stata tracciata una retta di correlazione tramite foglio di lavoro open office.

Le profondità dei punti interpolati (compresi gli estremi) sono indicati nella sottostante tabella.

<i>Sh</i>	<i>P</i>
0-4	0-4
5-10	5-10
11-23	11-18
24-28	19-24
29-31	25-31

Il sondaggio ha avuto una lunghezza di 31 metri, la distanza del foro dalla sorgente di energizzazione è stata di 2 metri.

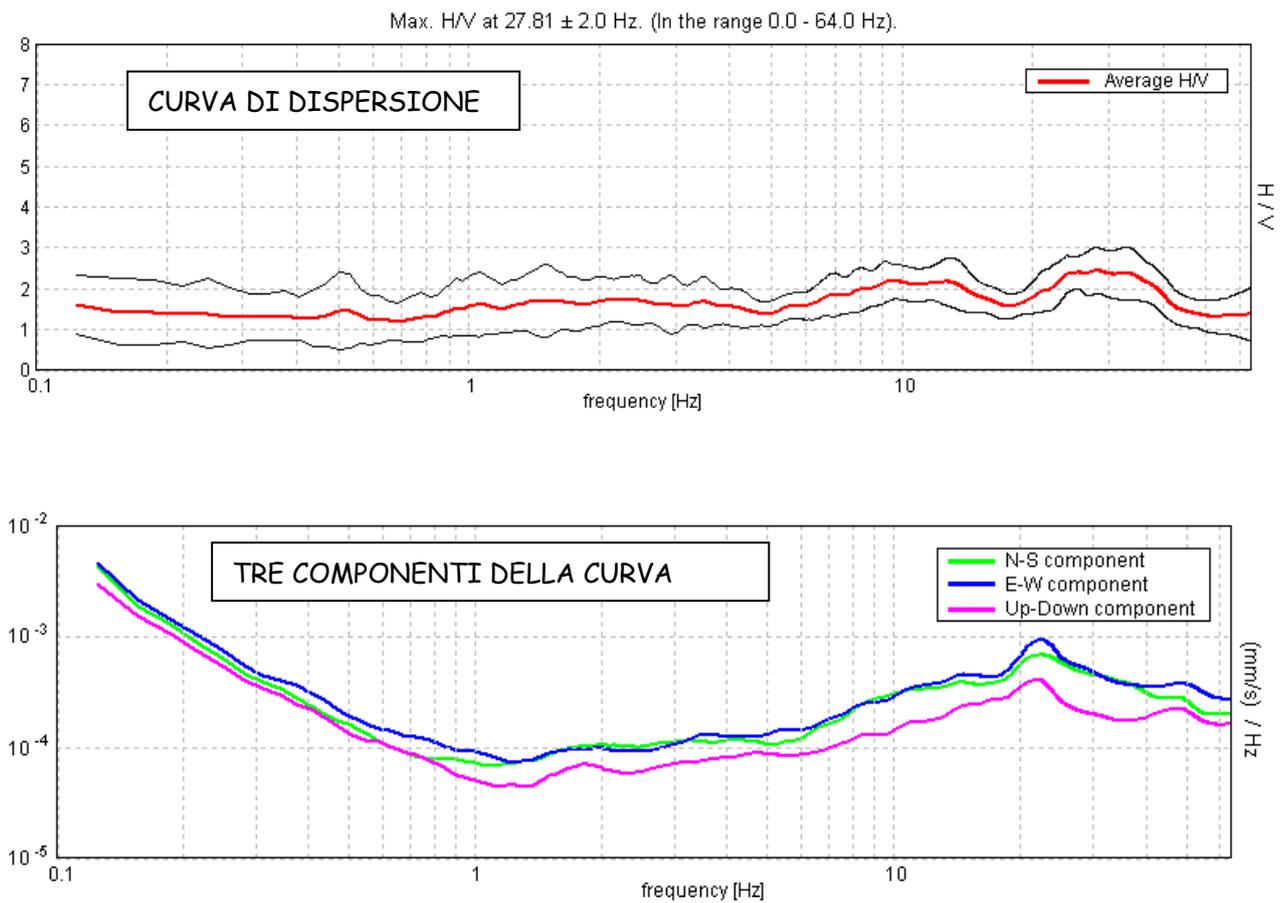
Le dromocrone hanno mostrato una suddivisione in livelli molto netta, il terreno indagato può essere distinto nei seguenti livelli:

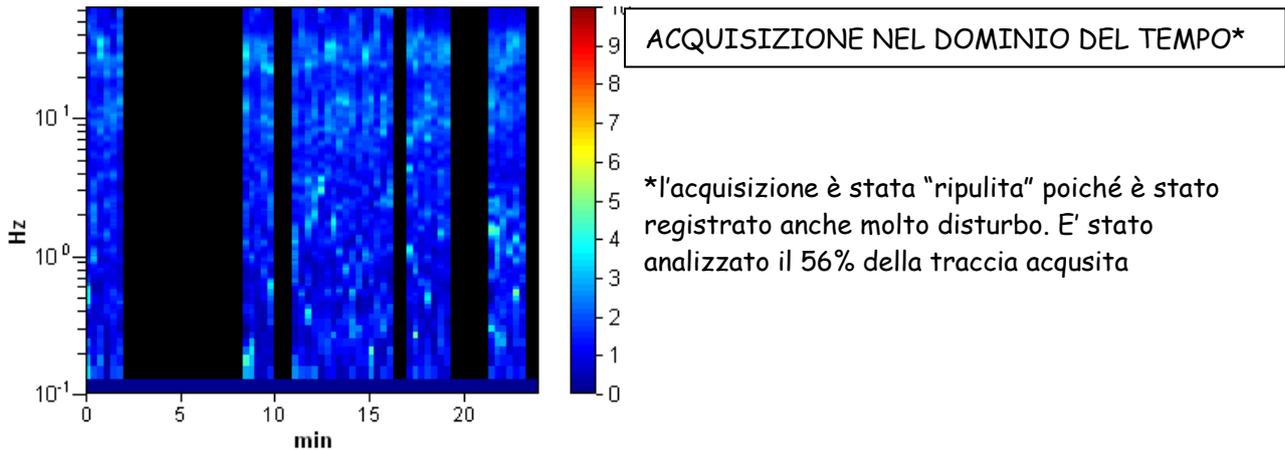
<i>Profondità (m)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Vp (m/s)</i>
0-4	217	0-4	416
5-10	340	5-10	769
11-23	392	11-18	869
24-28	395	19-24	943
28-31	417	25-31	1098

RILIEVO TROMOMETRICO

Nelle vicinanze del foro del D.H. è stata eseguita una prova tromometrica tramite TROMINO Micromed (UBICAZIONE RILIEVO N 43°21'10.8" - E 12°34'36.1"). E' stato misurato il rumore di fondo per una durata di 24'.

I risultati mostrano una frequenza di sito poco rilevante, ad alte frequenze, generata da un'assenza di contatto con il bedrock sismico a profondità entro 30 m dal piano campagna.





VALUTAZIONE DEL VALORE Vs30

Il valore di Vs30 calcolato dall'attuale piano campagna, risulta di 354 m/s.
Nei 30 metri indagati non è presente bedrock sismico con Vs > 800 m/s.

Il sito in esame potrà quindi essere classificato come di tipo C.

Il periodo di sito T° è prossimo a 28 Hz, irrilevante ai fini ingegneristici.

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media cu > 250 kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < cu < 250 kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (NSPT < 15, cu < 70 kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS > 800 m/s.

S1 - Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua, con 10 < cu < 20 kPa e caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s.

S2 - Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

AREZZO, 14-05-13

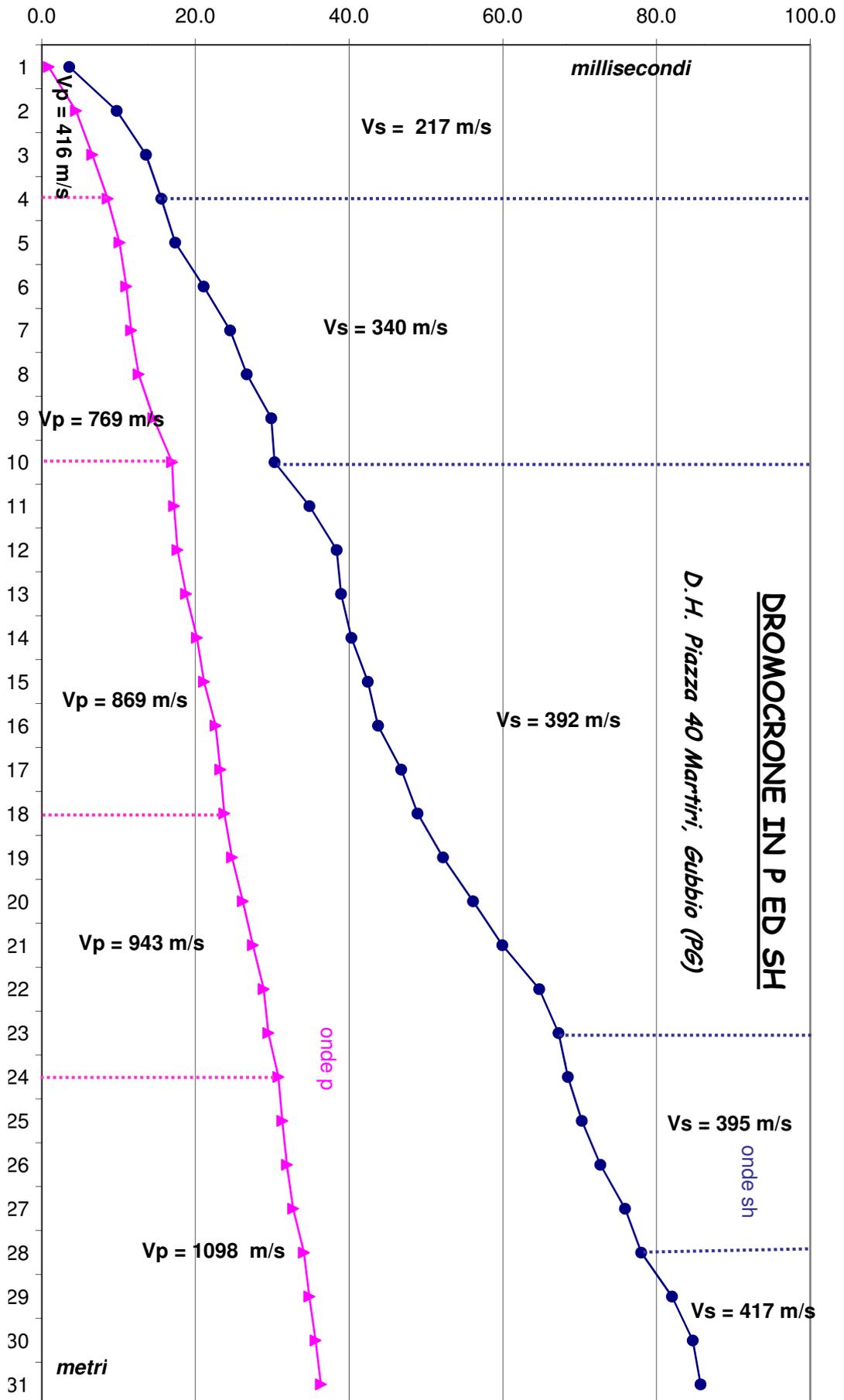
GALILEO GEOFISICA

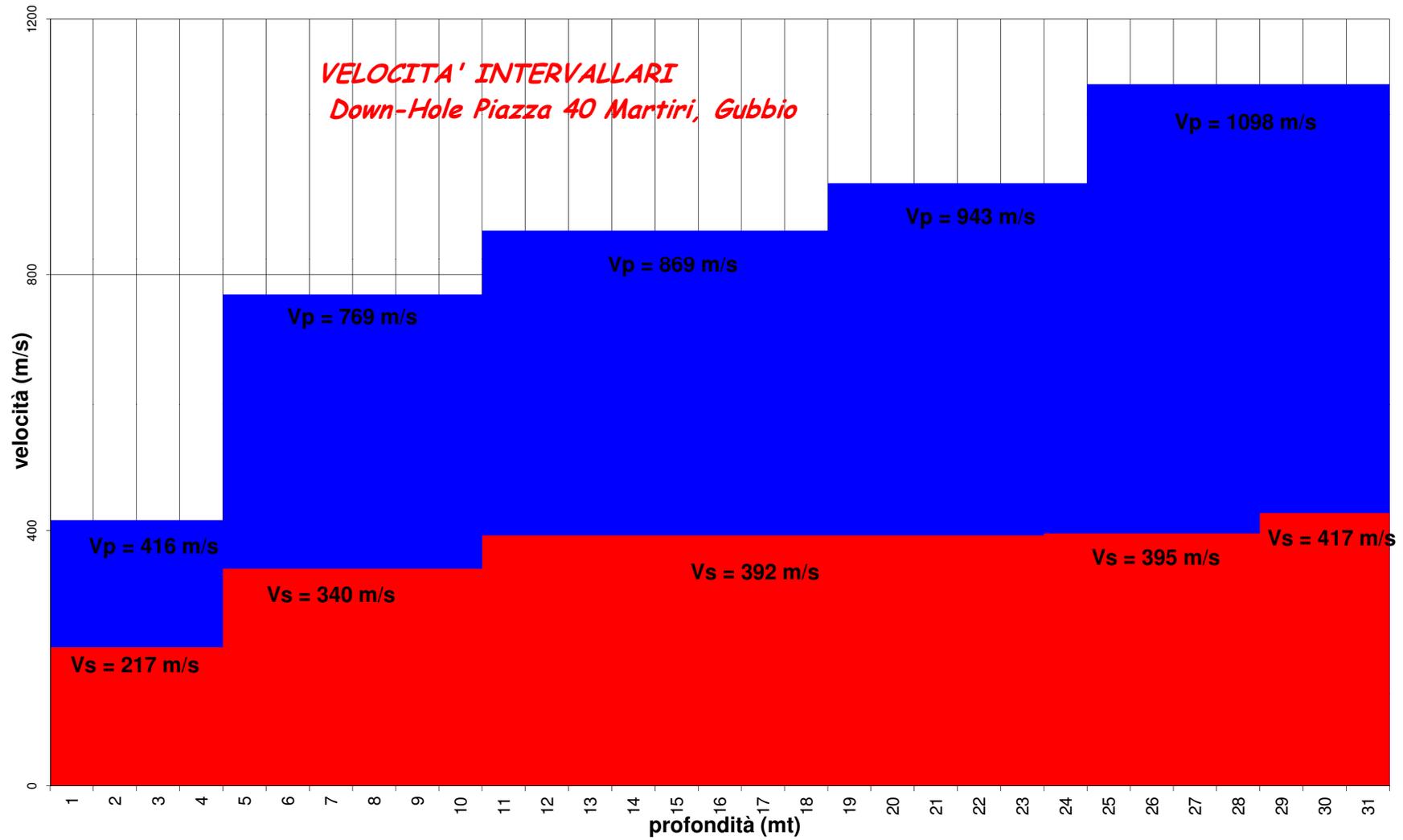
Dott. Secci Simone - Dott. Batti Lorenzo



D.H. Piazza 40 Martiri, Gubbio (PG)

profondità	tempo orizzontale s	tempo orizzontale p	tempo verticale s	tempo verticale p
-1	8	2	3.6	0.9
-2	13.8	6.3	9.8	4.5
-3	16.3	7.9	13.6	6.6
-4	17.4	9.6	15.6	8.6
-5	18.7	10.9	17.4	10.1
-6	22.2	11.6	21.1	11.0
-7	25.5	12.1	24.5	11.6
-8	27.5	13	26.7	12.6
-9	30.6	14.9	29.9	14.5
-10	30.9	17.3	30.3	17.0
-11	35.4	17.5	34.8	17.2
-12	38.9	17.9	38.4	17.7
-13	39.4	19	38.9	18.8
-14	40.7	20.4	40.3	20.2
-15	42.8	21.3	42.4	21.1
-16	44.1	22.8	43.8	22.6
-17	47.1	23.4	46.8	23.2
-18	49.2	23.9	48.9	23.8
-19	52.5	24.9	52.2	24.8
-20	56.4	26.3	56.1	26.2
-21	60.2	27.6	59.9	27.5
-22	65	29	64.7	28.9
-23	67.5	29.6	67.2	29.5
-24	68.7	30.9	68.5	30.8
-25	70.5	31.4	70.3	31.3
-26	72.9	32	72.7	31.9
-27	76.1	32.8	75.9	32.7
-28	78.2	34.2	78.0	34.1
-29	82.2	34.9	82.0	34.8
-30	84.9	35.7	84.7	35.6
-31	85.9	36.4	85.7	36.3



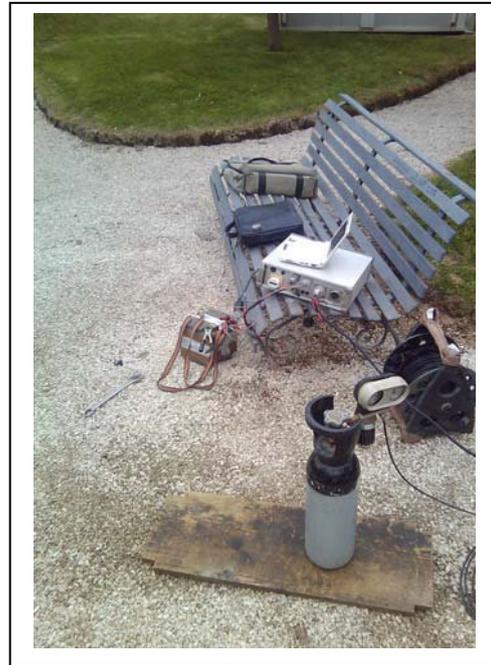


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Down-Hole Piazza 40 Martiri, Gubbio (PG)



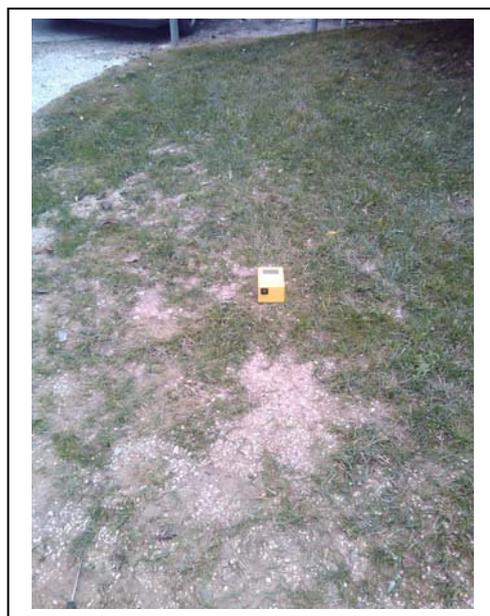
GEOFONO DA FORO



STRUMENTAZIONE



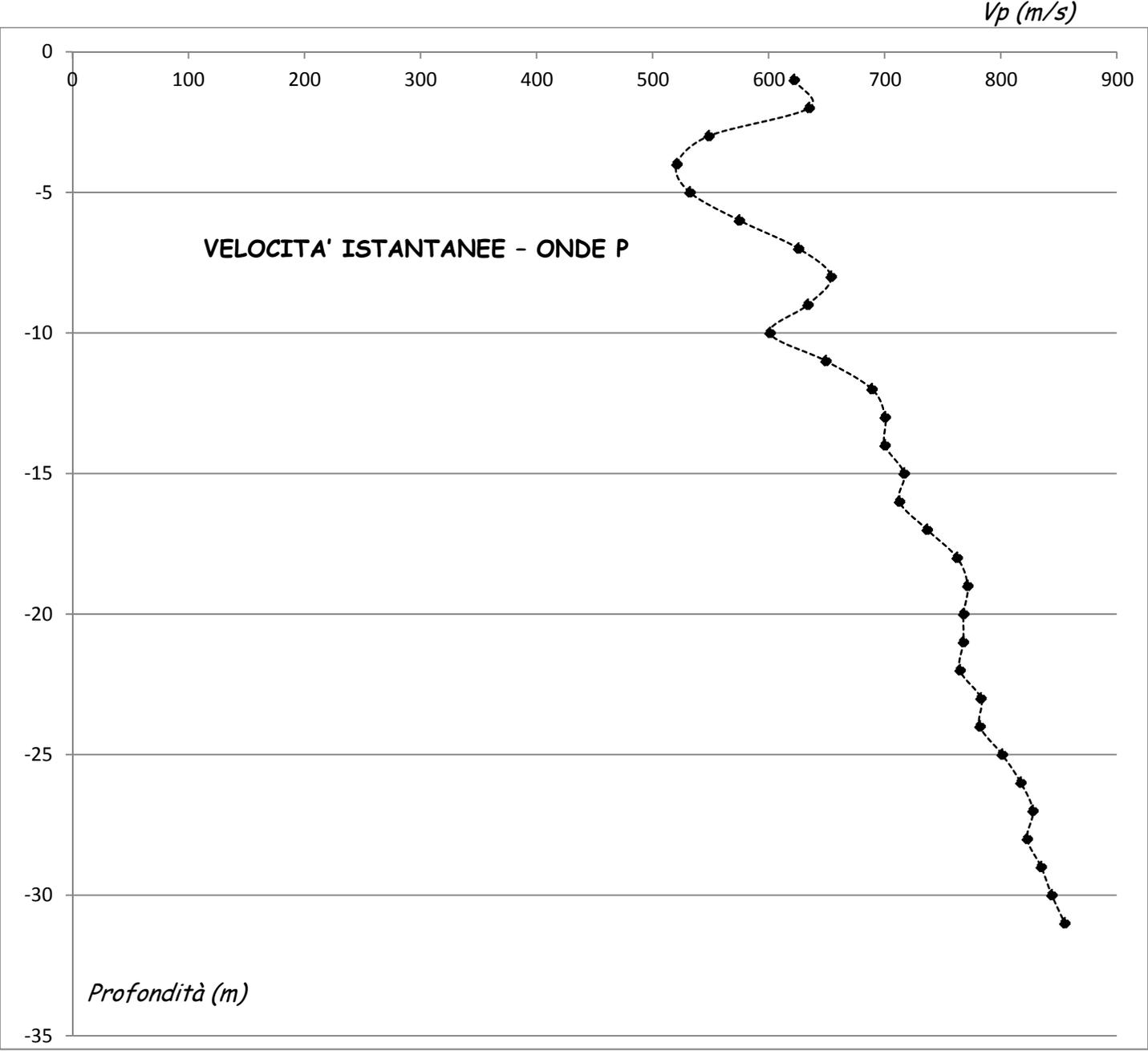
REGISTRAZIONE VALORI



RILIEVO H/V

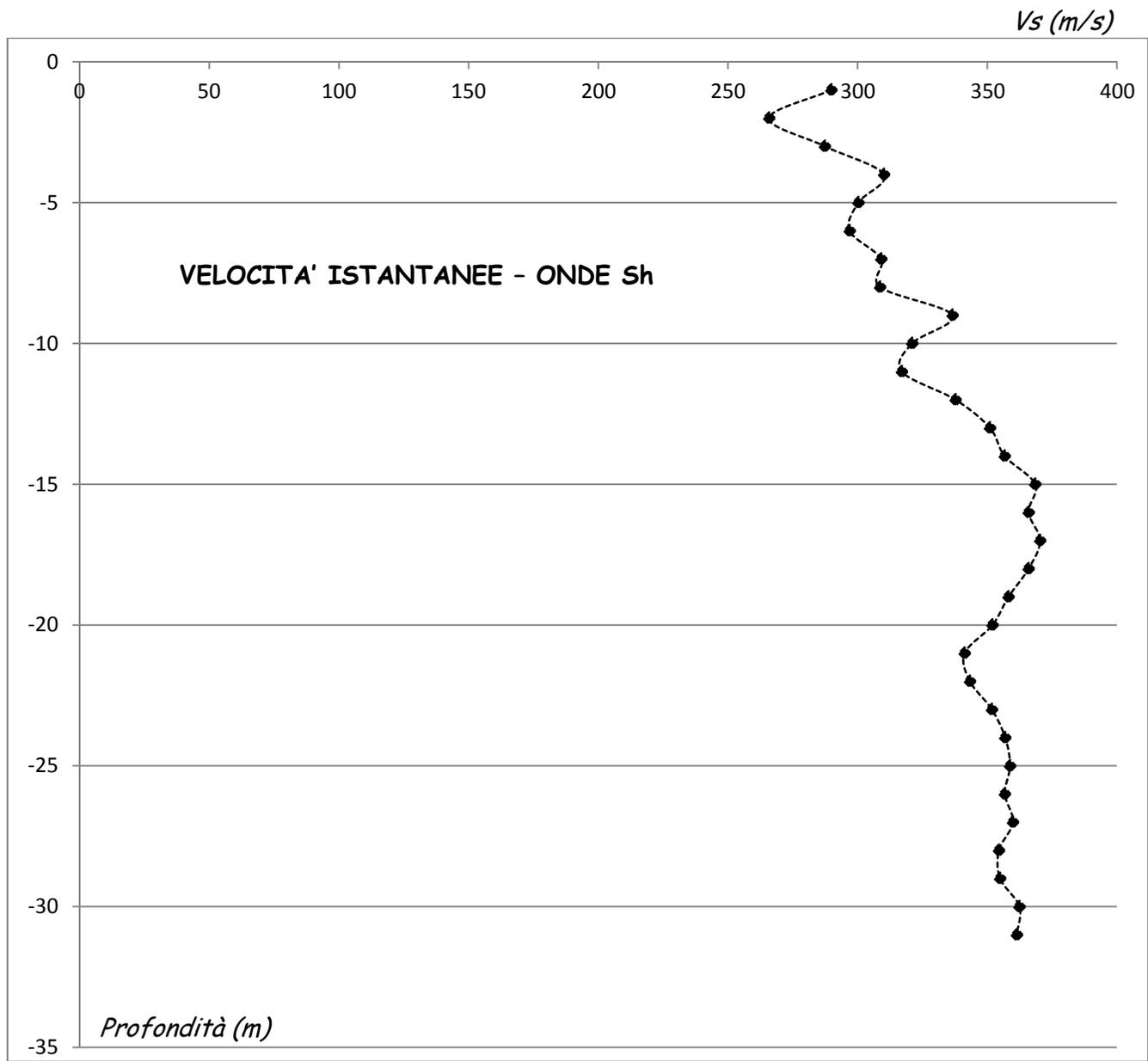
VELOCITA' ISTANTANEE ONDE P

Vp (m/s)	profondità (m)
622	-1
634.9206349	-2
548.5232068	-3
520.8333333	-4
532.1100917	-5
574.7126437	-6
625.7378985	-7
653.8461538	-8
633.8553318	-9
601.1560694	-10
649.3506494	-11
689.0130354	-12
700.4048583	-13
700.280112	-14
716.7449139	-15
712.7192982	-16
736.5510307	-17
762.4360762	-18
771.507081	-19
768.0608365	-20
767.7708765	-21
764.8902821	-22
782.9024677	-23
782.0927724	-24
801.2738854	-25
817.3076923	-26
827.6874435	-27
822.8905597	-28
834.8977374	-29
844.0709617	-30
855.1931939	-31



VELOCITA' ISTANTANEE ONDE Sh

Vs (m/s)	profondità (m)
289.8550725	-1
265.8486708	-2
287.3563218	-3
310.1604278	-4
300.3003003	-5
296.9187675	-6
309.0909091	-7
308.6419753	-8
336.5695793	-9
321.0066769	-10
317.0522708	-11
337.758688	-12
351.000351	-13
356.6978193	-14
368.4807256	-15
365.9298114	-16
370.3703704	-17
365.914787	-18
358.1560284	-19
352.0012656	-20
341.2587413	-21
343.3172303	-22
351.770985	-23
356.8794326	-24
358.7633217	-25
356.7430768	-26
359.8830837	-27
354.4760466	-28
354.9273655	-29
362.3868715	-30
361.3868715	-31



INDAGINI SISMICHE

MASW – MAM - HVSR

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA – GUBBIO CAPOLUOGO



COMMITTENTE: STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI di Geol. Pelicci Fausto, Geol. Ruspi Gloria, Geol. Schirò Giacomo

SPERIMENTATORE: Geol Alessandro Ricciardi

Città di Castello, Luglio 2013

PREMESSA Di seguito vengono riportate in maniera quanto più sintetica alcune considerazioni in merito le indagini svolte a corredo del presente studio. In particolare oltre a delle generalità in merito alle tipologie di indagini utilizzate sono riportate le considerazioni che hanno condizionato la scelta e l'ubicazione delle indagini stesse. Di seguito viene riportata per ciascun sito di studio l'elaborato delle indagini comprendente il modello sismostratigrafico di riferimento per il sito stesso.

CONSIDERAZIONI IN MERITO LA SCELTA E L'UBICAZIONI DELLE INDAGINI

L'abitato di Gubbio si colloca lungo la fascia posta alle pendici dei rilievi montuosi nord-orientali. Il centro storico, entro cui sono state imposte le indagini, risulta caratterizzato dalla diffusa presenza di pavimentazioni costituite principalmente da lastre in pietra serena e "sanpietrini" e secondariamente da asfalto. Rari e di limitata estensione areale risultano pur troppo le aree verdi di pubblico accesso. Le pendenze a tratti elevate caratterizzano gran parte dell'abitato il cui sviluppo segue per l'appunto l'inclinazione del versante.

In considerazione di quanto sopra esposto ed in ragione delle finalità dello studio è stato ritenuto opportuno eseguire, di concerto con la committenza, delle indagini di tipo MASW – MAM e HVSR.

La tecnica MASW è stata preferita alla rifrazione in onde SH in quanto oltre ad non essere influenzata in maniera rilevante dalla presenza di pavimentazione (probabile inversione di velocità già partire da piano stradale) richiede delle lunghezze dello stendimento minori e risulta nel complesso di più rapida e semplice esecuzione. La tecnica MAM è stata utilizzata a supporto dell'analisi MASW laddove lo stendimento non risultasse d'intralcio per la circolazione di veicoli. Il tromografo per le analisi HVSR è stato posizionato in aree prive, per quanto limitate, di pavimentazione. Il tessuto urbano non ha pur troppo consentito di posizionare la stazione di registrazione lontano da edifici o strutture in generale.

Nel complesso, ad esclusione di alcuni siti, la fase di acquisizione sismica dei segnali è risultata estremamente difficoltosa. In particolare l'ubicazione e la geometria degli stendimenti è stata fortemente condizionata dalla geometria de sistema viario e dalle pendenze. I rumori vibrazionali indotti dal traffico veicolare e dal continuo transito di turisti ha richiesto la realizzazione di numerose battute (MASW) e una durata delle registrazioni lunga (5 tracce da 30 sec tecnica MAM e 40 min di registrazione per HVSR)

QUALITA' DEI SEGNALI ACQUISITI

Gli evidenti problemi logistici legati alla struttura del sito e il perdurare di disturbi di natura vibrazionale legati principalmente al transito di veicoli hanno permesso di acquisire, seppur a seguito di ripetute/ prolungate registrazioni, dei segnali di sufficiente/ discreta qualità. Contrariamente in siti contraddistinti da ridotte problematiche di cui sopra è stato possibile acquisire segnali nel complesso di buona qualità.

GENERALITÀ IN MERITO LE INDAGINI UTILIZZATE

INDAGINI CON ONDE SUPERFICIALI (MASW – MAM)

L'utilizzo dei metodi di prospezione sismica che sfruttano le onde superficiali è cresciuto notevolmente negli ultimi anni, data la necessità di identificare le caratteristiche dei terreni in condizioni dinamiche insieme al profilo verticale della velocità delle onde di taglio VS facendo ricorso a tecniche poco costose e non invasive.

Anche le recenti NTC, riprendendo l'Eurocodice 8, prescrivono la classificazione sismica del sottosuolo in base al parametro VS30 per la progettazione in zona sismica.

Nel presente lavoro sono stati eseguiti i metodi di prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e MAM (Microtremor Array Measurement) con Array 2D nota anche come indagine ESAC, due metodologie che consentono di ottenere un modello verticale delle VS, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh.

Per quanto riguarda la tecnica MAM, nel nostro paese ancora poco utilizzata, si ricorda che è sostanzialmente un'indagine tipo ReMi (Refraction Microtremor) eseguita su un array bidimensionale (2D) il quale, in alcuni casi, viene indicato come "antenna sismica".

Tale metodologia consente di ridurre al minimo gli effetti negativi dovuti ai segnali unidirezionali ai quali è soggetta l'indagine ReMi, eseguita, come noto con unico array lineare.

I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie sono distinti fra loro in base al tipo di sorgente con la quale viene prodotta la perturbazione sismica da osservare.

A tale proposito si parla di:

- metodi attivi (MASW), nei quali il terreno è energizzato con una sorgente artificiale appositamente creata per registrarne la perturbazione
- metodi passivi (MAM o ESAC e ReMi) i quali, al contrario, non usano alcuna sorgente di energizzazione ma registrano un segnale di maggiore durata, in sostanza i microtremori generati dall'ambiente e in superficie.

L'indagine MASW viene presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), il ReMi e conseguentemente anche il MAM è un metodo di prospezione sismica sviluppato presso l'Università di Reno in Nevada (Louie, 2001), ed è classificato come metodo passivo in quanto utilizza il rumore ambientale.

La fase di acquisizione deve essere effettuata con una serie di accorgimenti e precauzioni tali da consentire una registrazione di dati contenenti la miglior informazione possibile riguardo alla propagazione delle onde di Rayleigh con buon rapporto segnale rumore.

Per quanto riguarda la scelta dei parametri di acquisizione è importante ricordare che gli stessi andranno ad influenzare in modo significativo il risultato finale.

Al riguardo si può assumere, a grandi linee, che la massima profondità di indagine MASW per la quale calcolare il valore VS può essere paragonata alla metà della lunghezza d'onda L_{max} misurata dai ricevitori (Park et al., 1999), la quale è generalmente considerata circa pari alla lunghezza L dello stendimento.

Nel caso delle MAM e ReMi, fermo restando la necessità di rilevare un numero di microtremori elevato, sono da considerare la lunghezza dello stendimento L e la distanza intergeofonica D che agisce sul segnale come una specie di filtro in frequenza.

Quindi maggiore è la spaziatura minore sarà la frequenza del segnale utile campionabile e viceversa, di conseguenza più la frequenza è bassa più aumenta la profondità di indagine.

È noto, infatti, che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda.

Queste interessano il terreno a diverse profondità e sono influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità.

Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari.

In definitiva, a partire le proprietà dispersive delle onde di Rayleigh e quindi dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici.

La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi:

- **Acquisizione:** registrazione e osservazione dei dati sismici "grezzi" contenenti le onde di Rayleigh per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze;
- **Processing:** trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza;
- **Inversione:** uso di un modello del terreno che permette di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed altri parametri in funzione della profondità.

Tutto ciò è quindi possibile sfruttando le relazioni che legano le proprietà meccaniche alla dispersione frequenziale.

In conclusione le tecniche di processing utilizzate in questo studio prevedono il calcolo dello spettro e la successiva fase di selezione dei punti sullo spettro stesso (picking) che vanno a formare la curva di dispersione sperimentale.

Nella successiva fase di inversione si passa alla ricerca, tramite utilizzo di algoritmi genetici, del modello sismostratigrafico che meglio approssima la curva calcolata alla curva di dispersione sperimentale (ricerca del minor misfit).

ANALISI DEI MICROTREMORI CON LA TECNICA HVSR

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Nakamura, 1989) è completamente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimento di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale.

Tale tecnica costituisce una parte importante nella valutazione del rischio sismico di un determinato sito perché permette di calcolarne la frequenza fondamentale o frequenza di risonanza.

La frequenza caratteristica di risonanza di un sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento delle strutture in termini di risposta sismica locale.

Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (Okada, 2003).

In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte

frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze.

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremiti sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh.

Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916).

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- Spettri di Fourier
- Rapporti spettrali
- Rapporti spettrali H/ V

Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/ V noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura .

La tecnica dei rapporti spettrali H/ V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V.

Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti.

Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/ V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh.

Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni.

Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/ V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito.

Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremiti siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio.

Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico / ingegneristico per derivare i seguenti parametri :

- la frequenza fondamentale di risonanza f_0 dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità V_s e V_p e della densità e quindi delle velocità V_s attraverso opportuni metodi di inversione;
- la frequenza fondamentale di risonanza di una struttura ed i relativi modi di vibrare;

La scelta del punto di misurazione è in genere condizionata sulla base delle caratteristiche geologiche dell'area da indagare. La registrazione ha avuto una durata maggiore di 20 minuti, con lo strumento posizionato, per quanto possibile, lontano da strutture e sorgenti di rumore antropico.

ANALISI CONGIUNTE

Tutte e tre le tecniche sopra elencate possono essere analizzate in maniera congiunta. Tale sistema permette di ottenere, in genere, un modello sismostratigrafico più affidabile (ridondanza dei dati) o come nel caso dell'analisi

congiunta MASW/ MAM – HVSr un sostanziale aumento della profondità d'indagine. Il modello sismostratigrafico ottenibile da tale procedura matematica diviene come logico meno attendibile all'aumentare della profondità e risente in maniera sostanziale della qualità dei dati in ingresso.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per le indagini Geofisiche eseguite a corredo dello studio (MASW – MAM e HVSr) è stato utilizzato un sismografo a 24 canali (Do.Re.Mi) ed un tomografo (SR04 – GeoBox Digital sensor) entrambi prodotti dalla Sara Elettronica Instruments s.r.l. (vedasi caratteristiche tecnico-costruttive riportate in calce all'allegato). Per altre valutazioni in merito le metodologie di indagine adottate vedasi l'elaborato geologico di riferimento

Sismografo Multicanale - Do.Re.Mi.

Caratteristiche generali

Topologia	rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Numero massimo di canali per tratta	255
Cavo	4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni, flesso-torsioni, abrasioni ed agenti chimici

Campionamento

Memoria	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz / pari ad intervalli in ms di	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000, 10000, 20000 / 5, 3.33, 2.5, 2, 1.25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05

Dinamica del sistema

Risoluzione con guadagno	10x: 7.600 μ V
Risoluzione con guadagno	1000x: 0.076 μ V
Dinamica di base	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz	>90dB
Full range a 10x	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS	0.000002V p-p
Dinamica totale teorica	155dB
Dinamica totale senza postprocessing	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing	>140dB

Convertitore A/D

Risoluzione	16 bit
Dinamica	96 dB

Preamplificatore

Tipologia	ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri	3Hz passa alto 1polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni	da 10x a 8000x
Rilezione di modo comune	>80dB
Impedenza d'ingresso	>100k Ω
Diafonia (crosstalk)	non applicabile (elementi singoli a trasmissione digitale)

Geofoni, Software, Sperimentatore

Geofoni Verticali da 4.5 Hz Software Acquisizione:Do.Re.Mi. della SARA srl, Software d'elaborazione: Modulo SeisImager, Geopsy, Dinver, Sperimentatore Geol. Alessandro Ricciardi

Stazione di registrazione SR04 – GeoBox Digital sensor

Caratteristiche generali

Alimentazione	10- 16 Vdc o batteria interna <1W
Numero canali	3 a 24 bit
Range dinamico	124db (144db, 24bit effettivi [enob] , fra 0.1e 10 Hz)
Campionamento	Simultaneo sui tre canali
Sampling rates	Da 10-600 Hz
Real Time Clock	+/- 10ppm (-20°C/ +50°C)
Sincronizzazione	GPS via PPS modulato
Precisione richiesta a UTC	<50 µs
Interfaccia dati sismici	RS232, cavo USB
Formato dati	Protocollo binario SADC20HS
Velocità	115200 baud
Contenitore	Monoblocco in alluminio IP66
Temperatura operativa	-30/ +60°C
Dimensioni	15 X 140 X 110 mm
Peso	3.1kg con sensori da 4.5 Hz
Conformità	CE (EN55022, EN55011)

Software, Sperimentatore

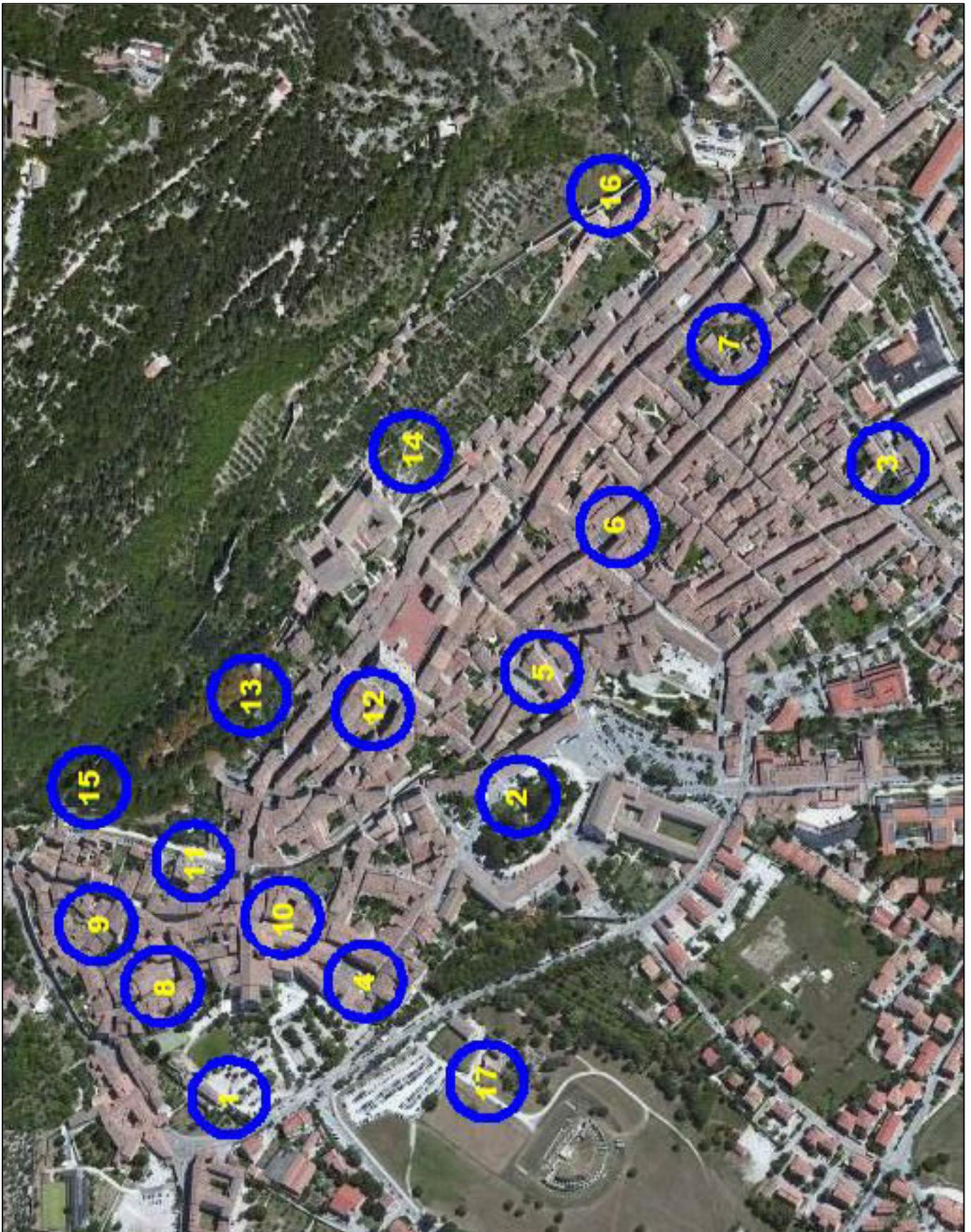
Software Acquisizione: Seismolog-MT della SARA srl, Software d'elaborazione: GeoExplorer HVSR della SARA s.r.l., Geopsy, Sperimentatore Geol. Alessandro Ricciardi

DIGITALIZZATORE SR04 - Digitizer 3 canali 24 bit

Caratteristiche generali

Alimentazione	10- 16 Vdc
Consumo	< 1W
Numero di canali	3
Convertitore A/D	24 bit
Range dinamico	124bit @ 100 SPS
Campionamento	Simultaneo sui tre canali
Sampling Rates	10, 20, 25, 50, 100, 200 standard
Impedenza d'ingresso	300 kOhm
Sensibilità	2 Vp.p (10 nV/ count)
Compatibilità ingressi	Sensori elettrodinamici e sensori attivi
Real Time Clock	+/- 10ppm (-20°C/ +50°C)
Sincronizzazione	GPS via PPS modulato
Precisione richiesta a UTC	<50 µs
Antenna GPS	Amplificata con 10 m di cavo e connettore BNC
CPU	AVR RISC processor @ 11592 MHz
Interfaccia dati sismici	RS232, cavo USB
Formato dati	Protocollo binario SADC20HS
Velocità	Programmabile da 9600 a 115200 baud
Interfaccia dati GPS	RS232
Formato dati	NMEA; 4800 baud, n, 8, 1
Contenitore	Monoblocco in alluminio IP66
Temperatura funzionale	-20/ +50°C
Temperatura di stoccaggio	-40/ +10°C
Dimensioni	140 X 155 X 85 mm
Peso	1800 kg
Conformità	CE (EN55022, EN55011)

UBICAZIONI INDAGINI – SCHEMA DI RIFERIMENTO



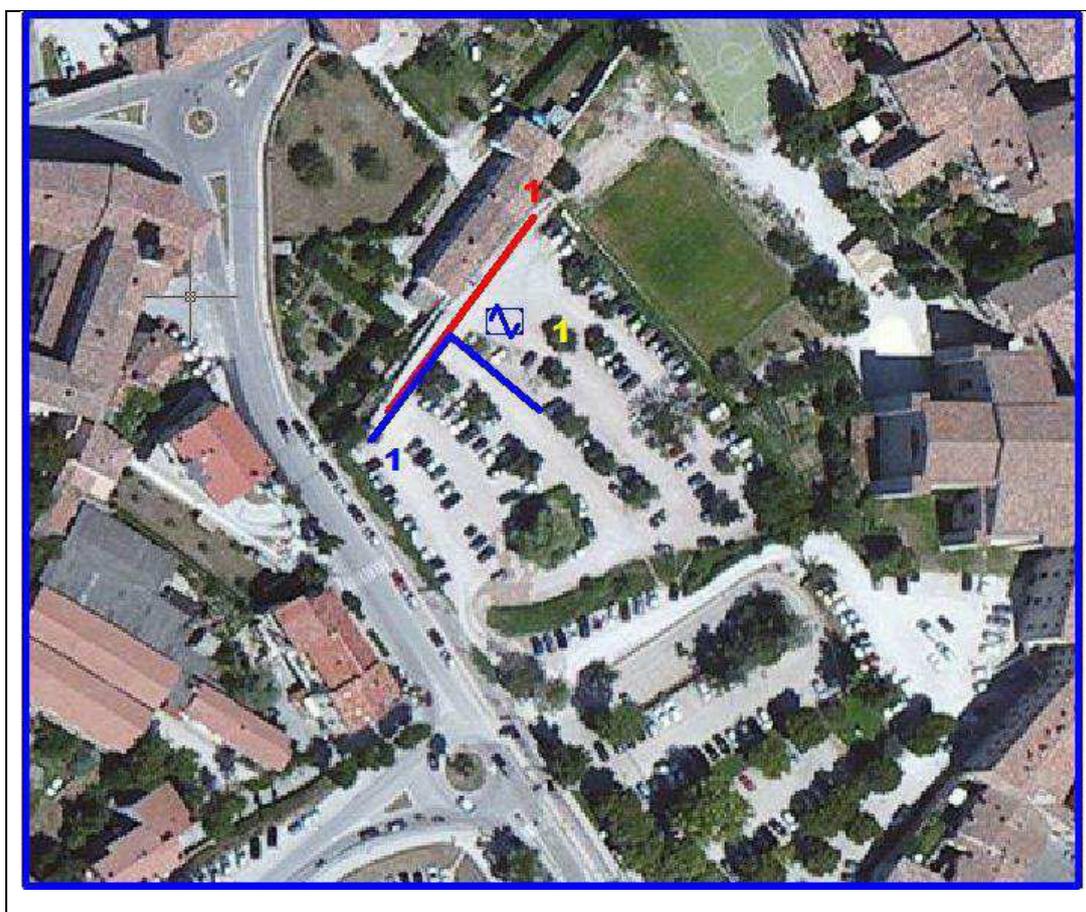
STAZIONI SISMICHE	NUMERAZIONE E TIPOLOGIA INDAGINI ESEGUITE
SITO G01	MASW1 MAM1 HVSR1
SITO G02	MASW2 MAM2 HVSR2
SITO G03	MASW3 MAM3 HVSR3
SITO G04	MASW4 MAM4
SITO G05	MASW5 MAM5
SITO G06	MASW6 MAM6
SITO G07	MASW7 MAM7
SITO G08	MASW8
SITO G09	MASW9
SITO G10	MASW10
SITO G11	MASW11 HVSR5
SITO G12	MASW12
SITO G13	MASW13 HVSR7
SITO G14	MASW14 HVSR8
SITO G15	HVSR6
SITO G16	HVSR9
SITO G17	HVSR4

SITO G01

Indagini MASW 1 - MAM 1 - HVSr 1

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Parcheggio - zona Borgo Santa Lucia
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35474- Long 12,57347



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



MASW 1

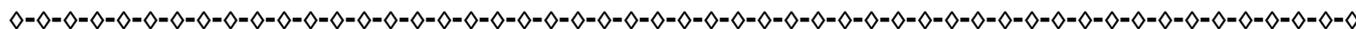


MAM 1

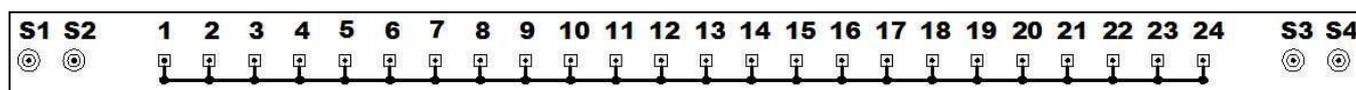


HVSR 1

MASW 1 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	NNE (G1) – SSO (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	4.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	6.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	15 aprile 2013
Ora	13:00 – 13:30
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Elevati

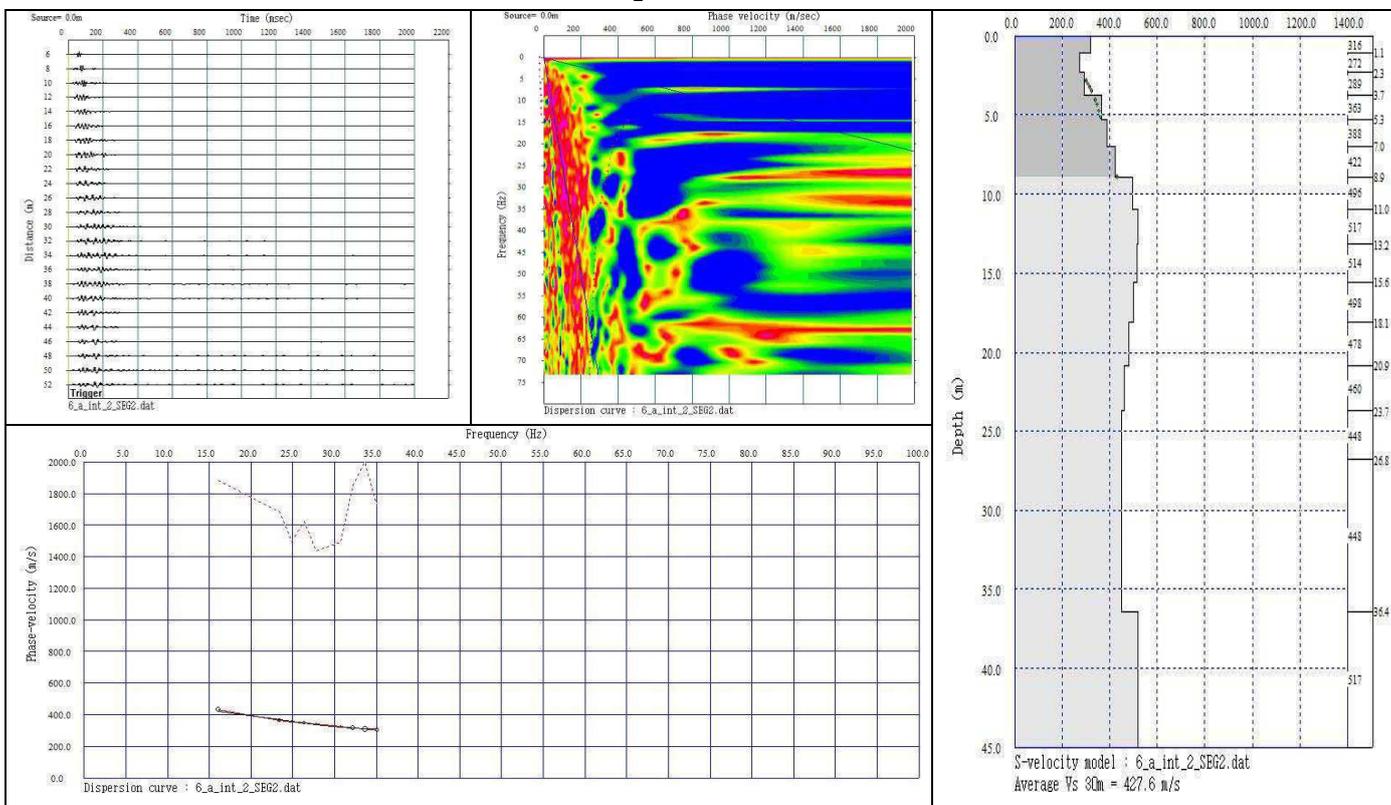
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreto	Tracce S2	Discreto	Tracce S3	Discreto	Tracce S4	Discreto
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

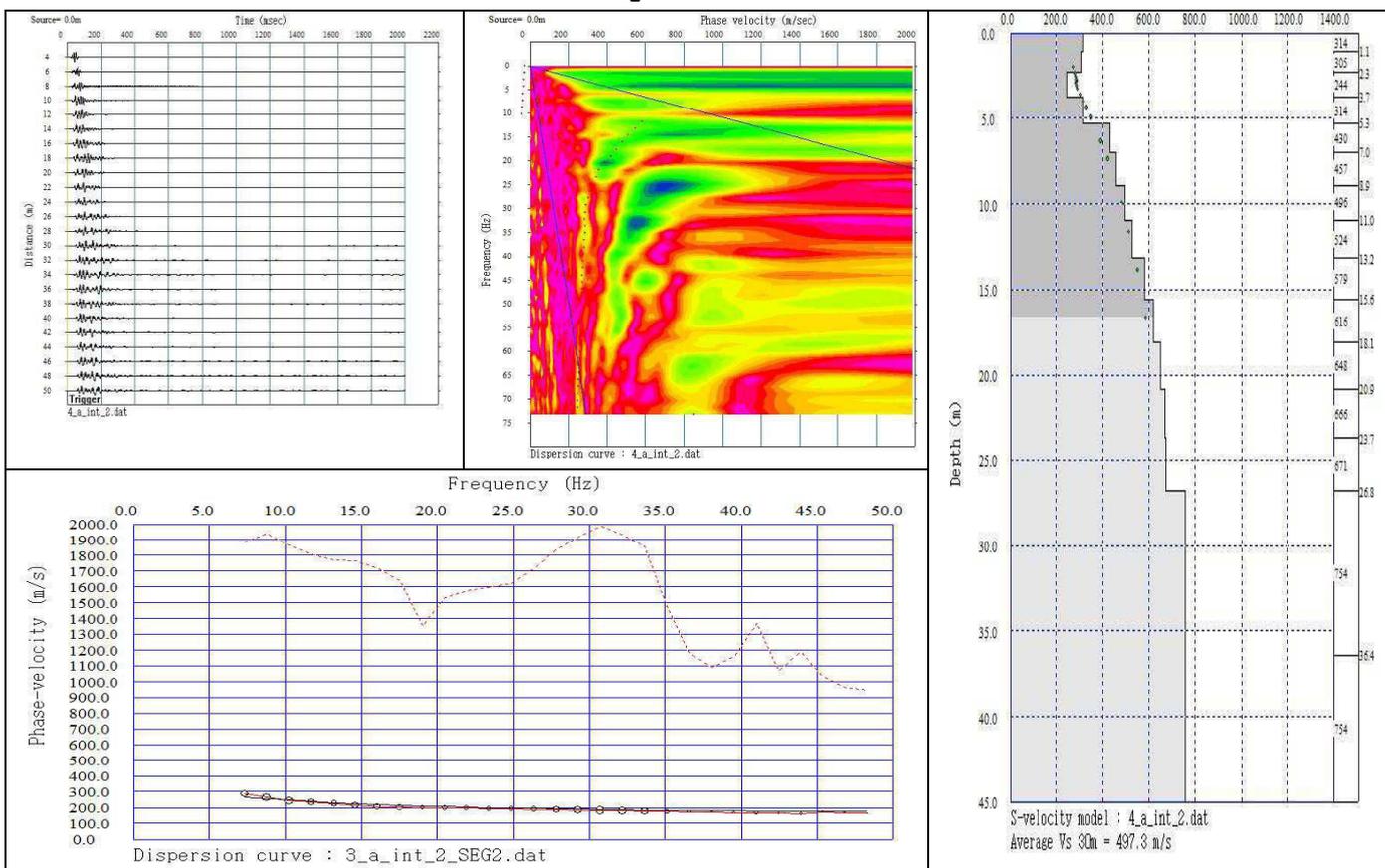
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione (analisi della migliore traccia).

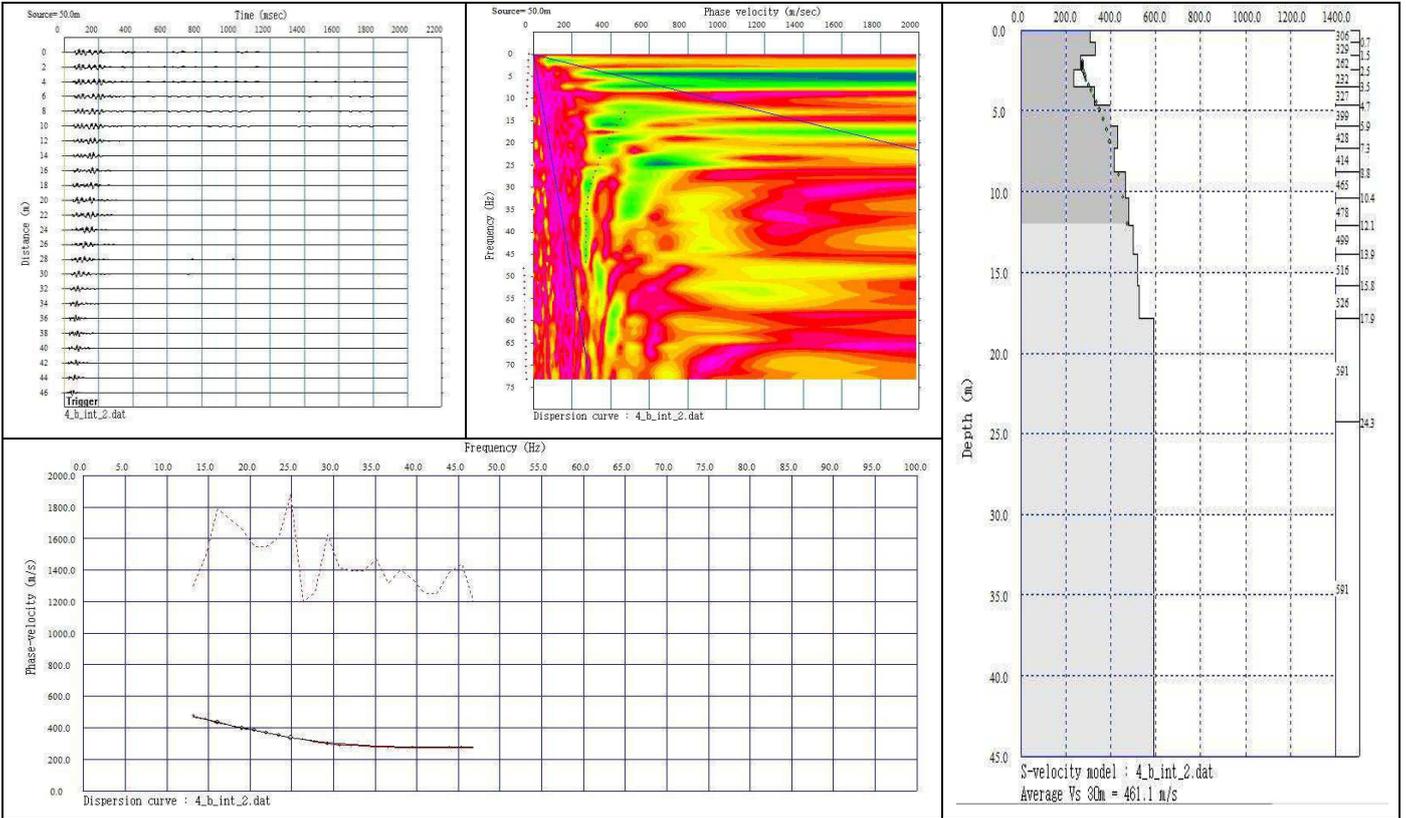
Energizzazione da S1



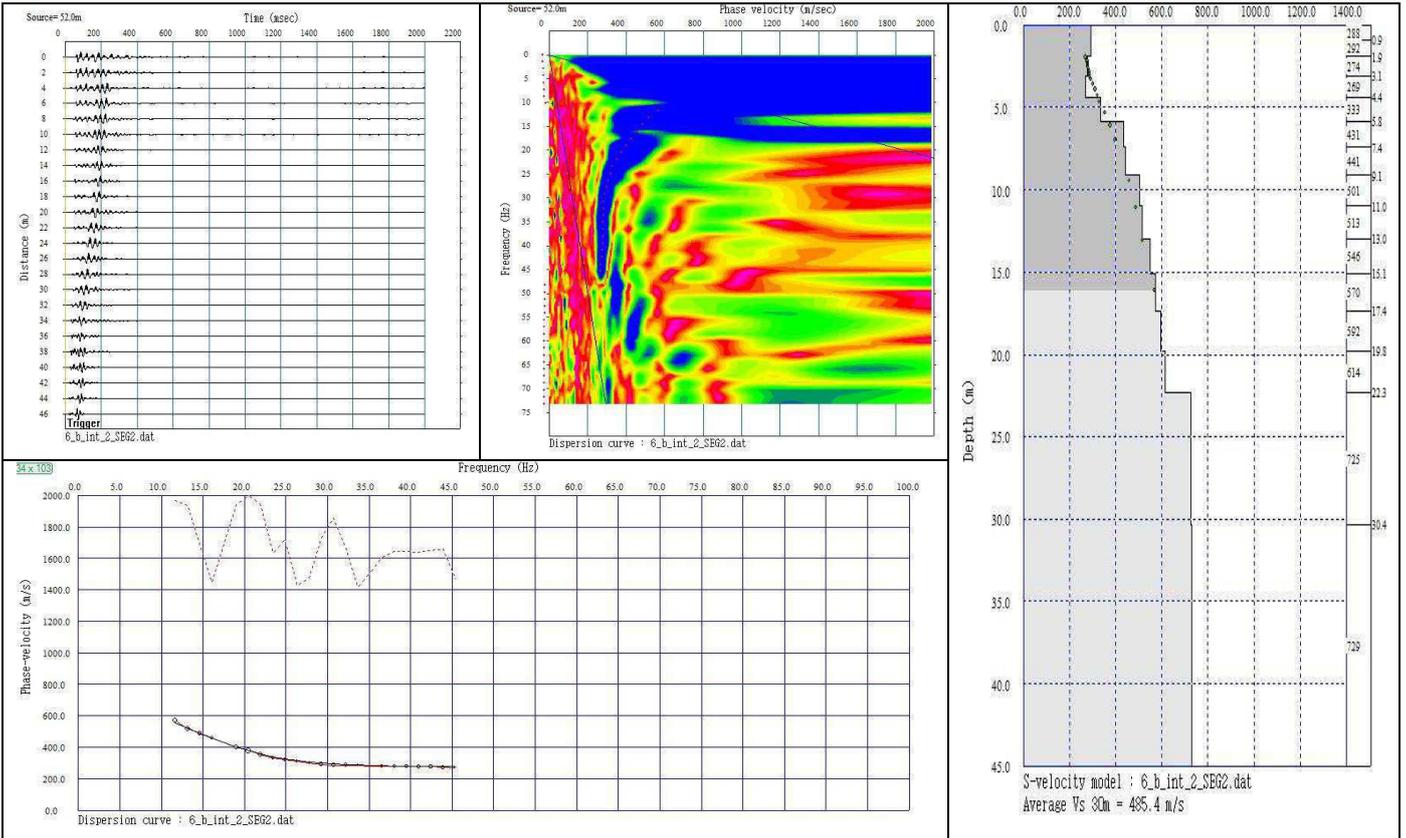
Energizzazione da S2



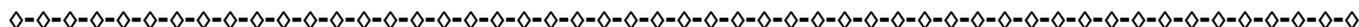
Energizzazione da S3



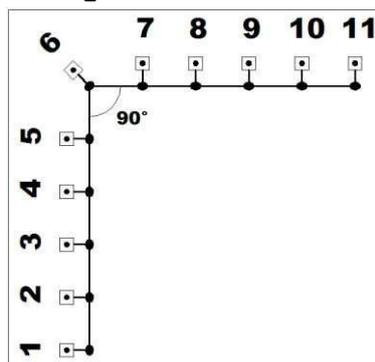
Energizzazione da S4



MAM 1 (Microtremor Array Measurement)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array):

Lunghezza dell'array sismico (da geof. 1 a geof. 11)	50.00 m
Lunghezza singolo braccio	25.00 m
Numero di canali /geofoni	11
Distanza intergeofonica	5.00 m
Pendenza terreno	<<15°, uniforme

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	16 aprile 2013
Ora	15:00 - 15:40
Numero totale di registrazioni	15
Durata registrazione	30 s
Frequenza di campionamento	500 Hz
Periodo di campionamento	2 ms
Geofoni	4.5 hz
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

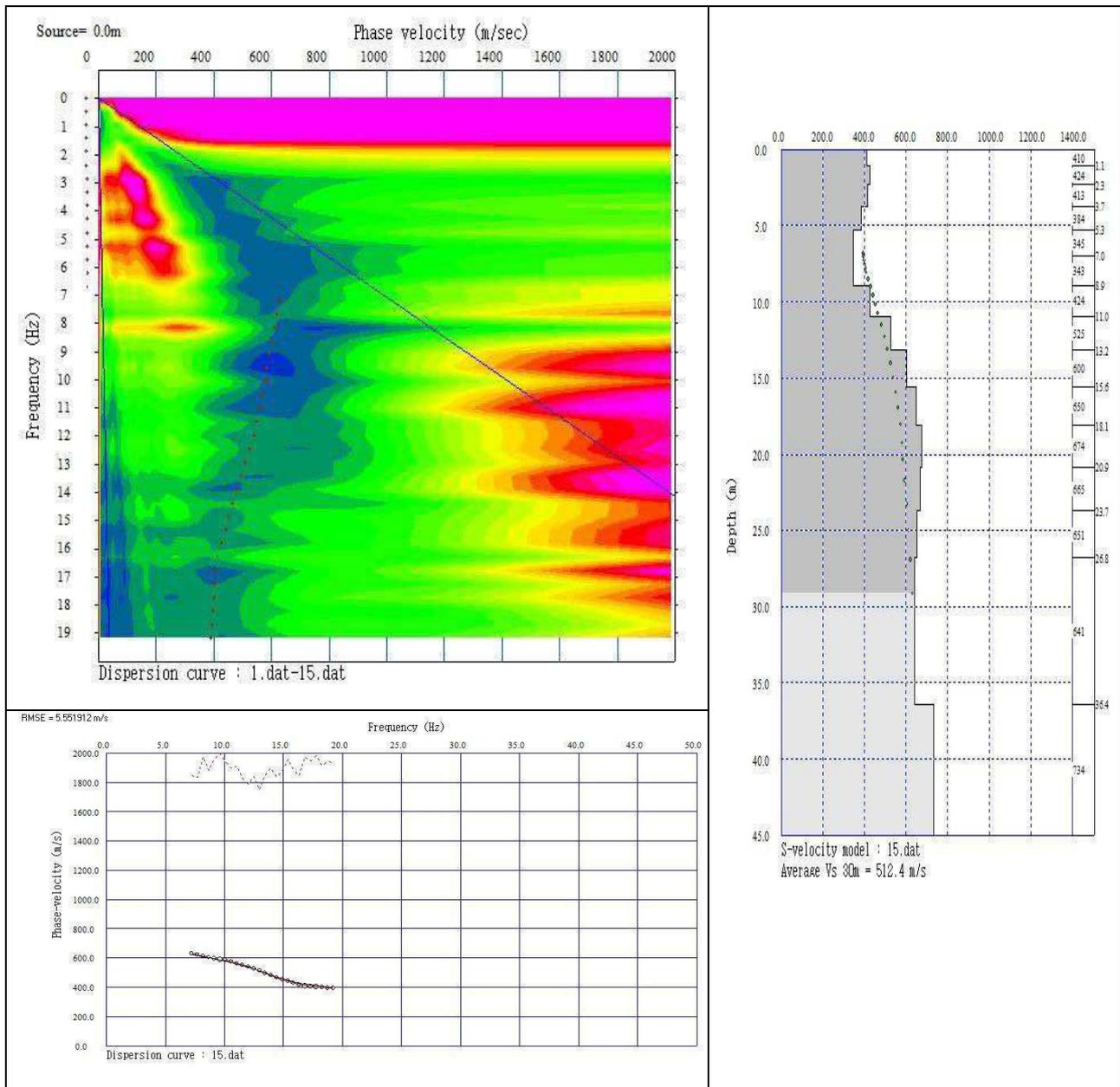
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Grado saturazione coltre superficiale	Assente

Qualità delle registrazioni:

Traccia 1	Buona	Traccia 2	Buona	Traccia 3	Buona	Traccia 4	Buona	Traccia 5	Buona
Traccia 6	Buona	Traccia 7	Buona	Traccia 8	Buona	Traccia 9	Buona	Traccia 10	Buona
Traccia 11	Buona	Traccia 12	Buona	Traccia 13	Buona	Traccia 14	Buona	Traccia 15	Buona

Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti per ciascun canale, allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità).



HVSR 1 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)



Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	9 maggio 2013
Ora	13:20 - 14:00
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso NE

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

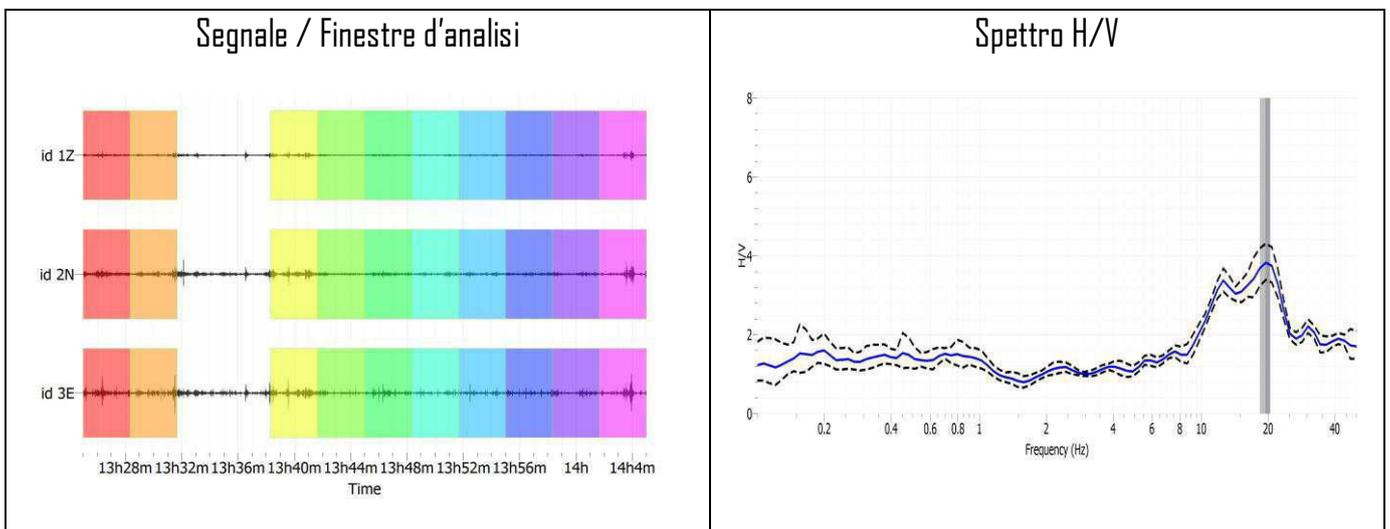
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciato
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

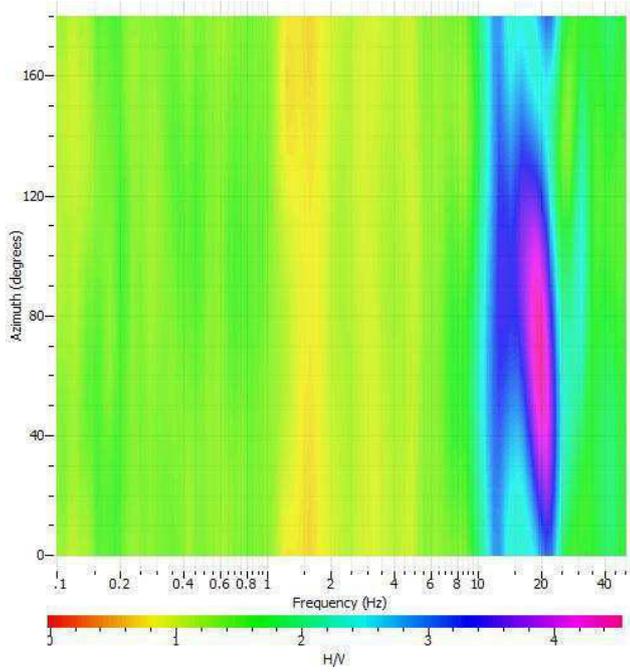
CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	19404	>	0,050009252	SI
$nc(F_0) > 200$	34926482,05	>	200	SI
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma A(f)$	<	2	SI
$\sigma A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			

CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f^-) < A_0/2$	verificato alla $f=$	0,000		NO
Esiste f^+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{HV}(f^+) < A_0/2$	verificato alla $f=$	0,000		NO
$A_0 > 2$	$A_0=$	3,81378		SI
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$				NO
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	1,04354	<	970,2	SI
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	0,4613	<	1,58	SI

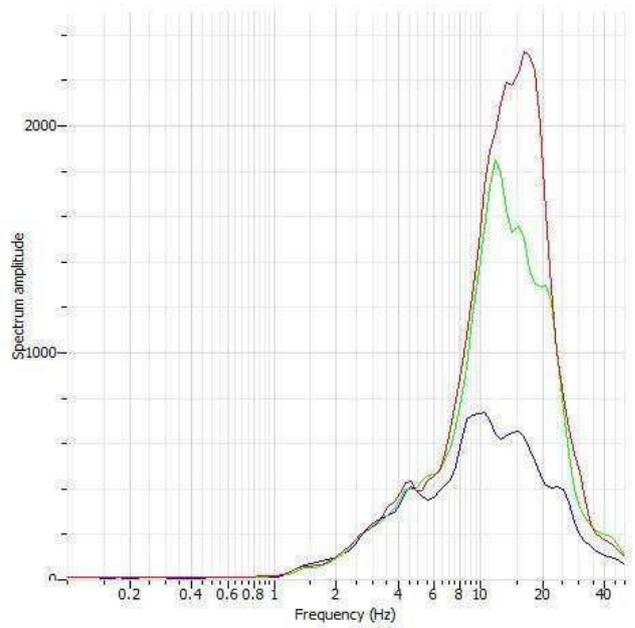
Elaborati grafici:



Direzionalità



Spettro ampiezze delle 3 componenti



Sintesi dei parametri:

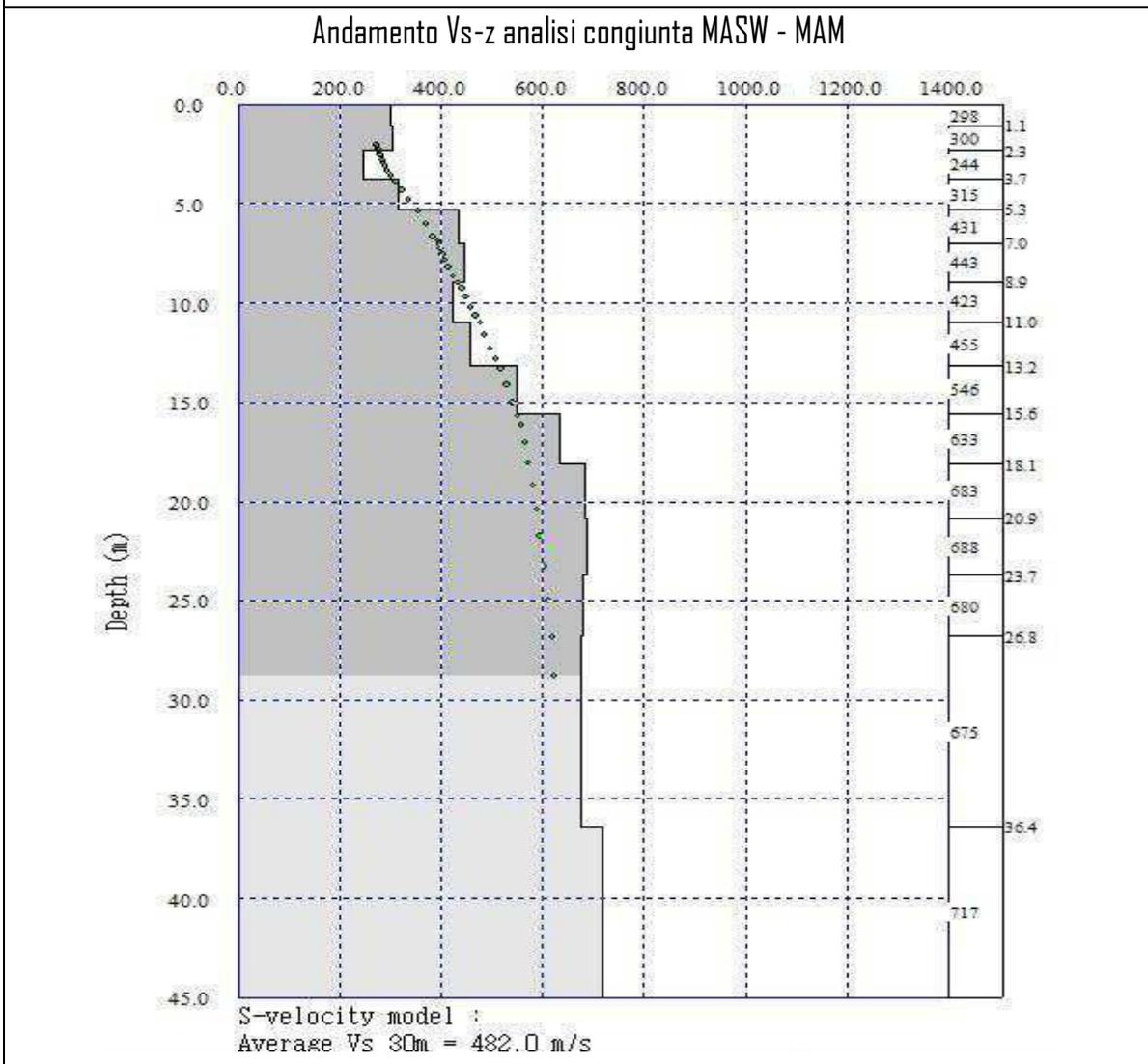
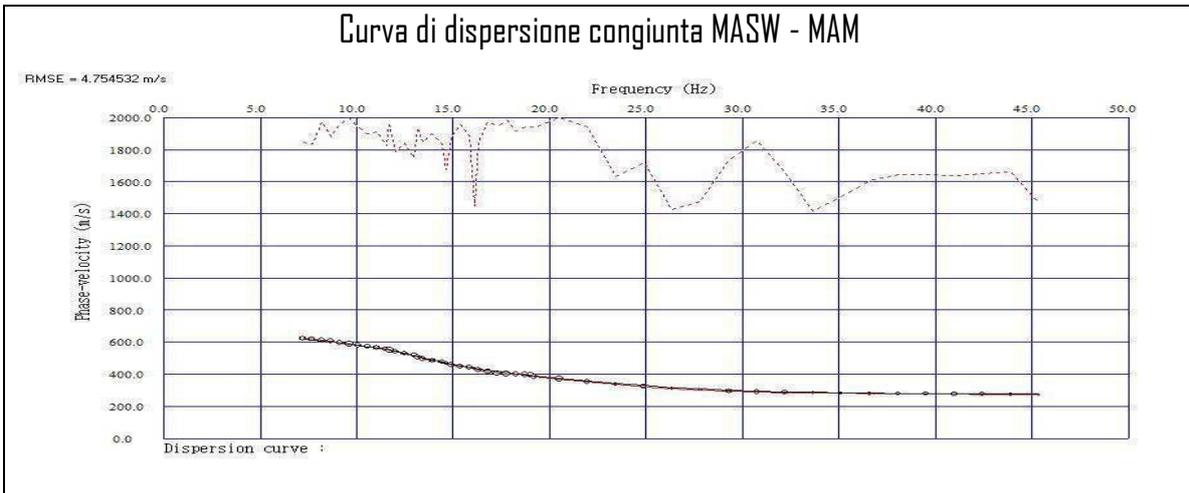
Frequenza fondamentale di sito	$f_0=19.404$ Hz	Deviazione standard	$\sigma_{f_0}=\pm 1.04354$
Ampiezza	$A_0=3.8137$	$A_0 \text{ MAX} = 3.381$	$A_0 \text{ MIN} = 4.3018$

ANALISI CONGIUNTA MASW 1 - MAM 1

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Curva di dispersione congiunta (unione e smooting) MASW- MAM e relativo modello sismostratigrafico Vs-z:
 Si fa presente che per la l'analisi congiunta lo scrivente ha ritenuto opportuno prendere a riferimento la curva di dispersione dell'analisi MASW relativa al punto di energizzazione **S4** (vedi elaborato MASW).

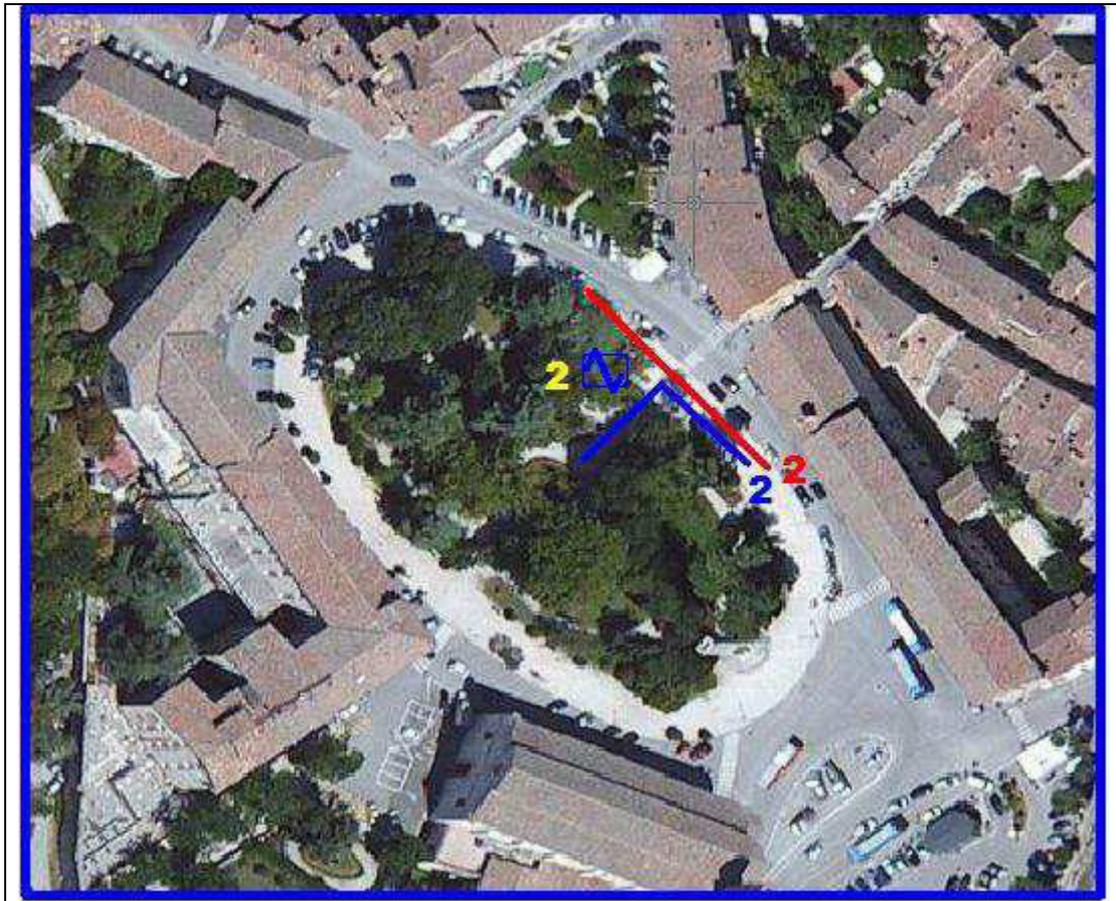


SITO G02

Indagini MASW 2 - MAM 2 - HVSr 2

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Piazza 40 Martiri
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35231- Long 12,57672



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



MASW 2

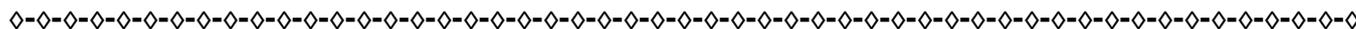


MAM 2

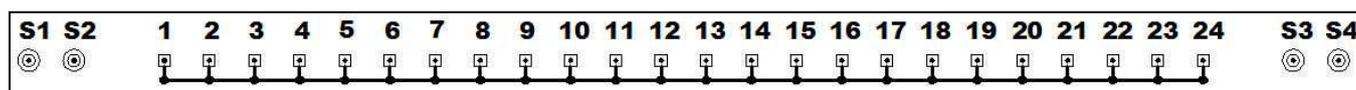


HVSr 2

MASW 2 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SE (G1) - NO (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	3.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	3.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	6.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	07:30 - 08:00
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

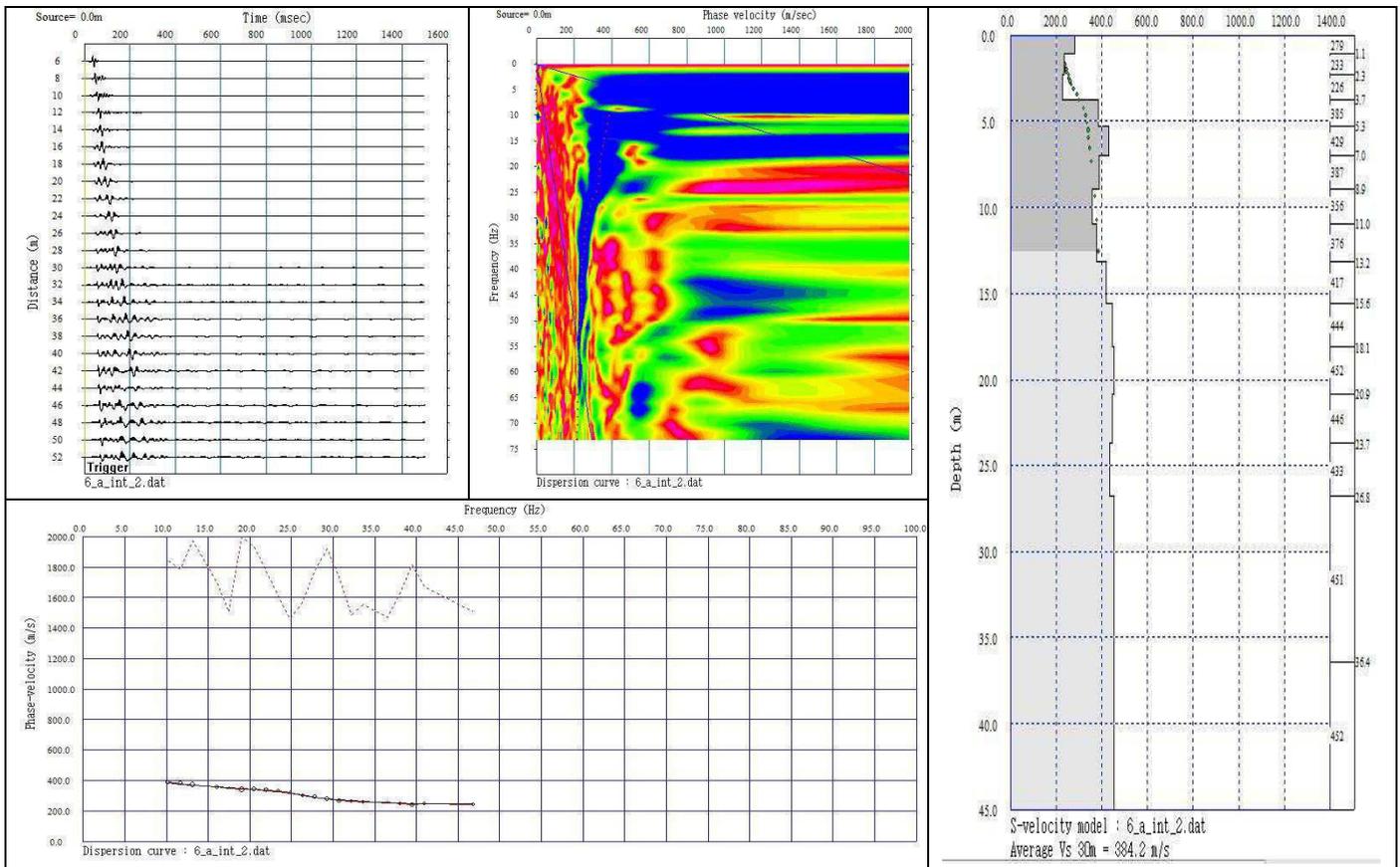
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreto	Tracce S2	Discreto	Tracce S3	Discreto	Tracce S4	Discreto
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

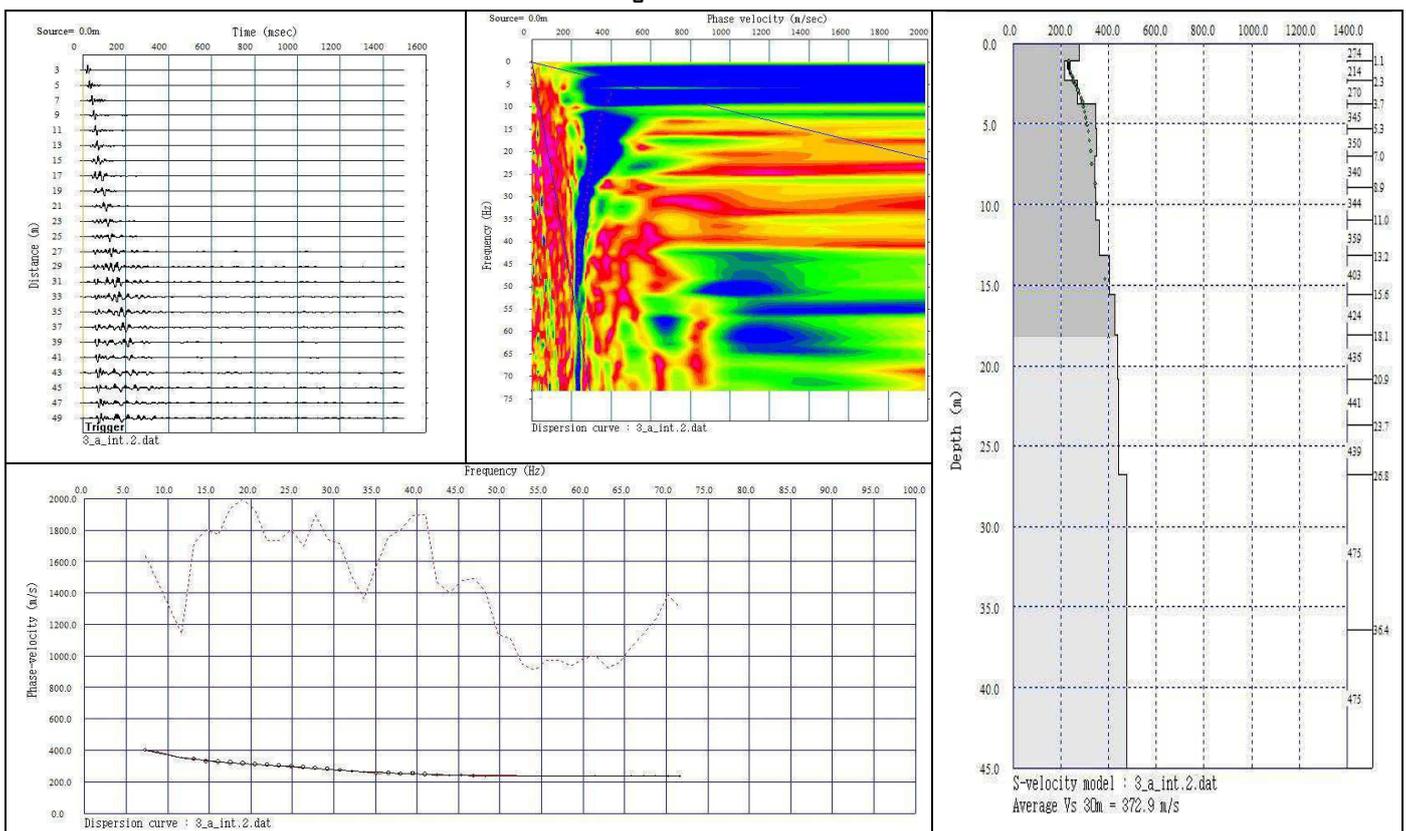
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione (analisi del miglior segnale).

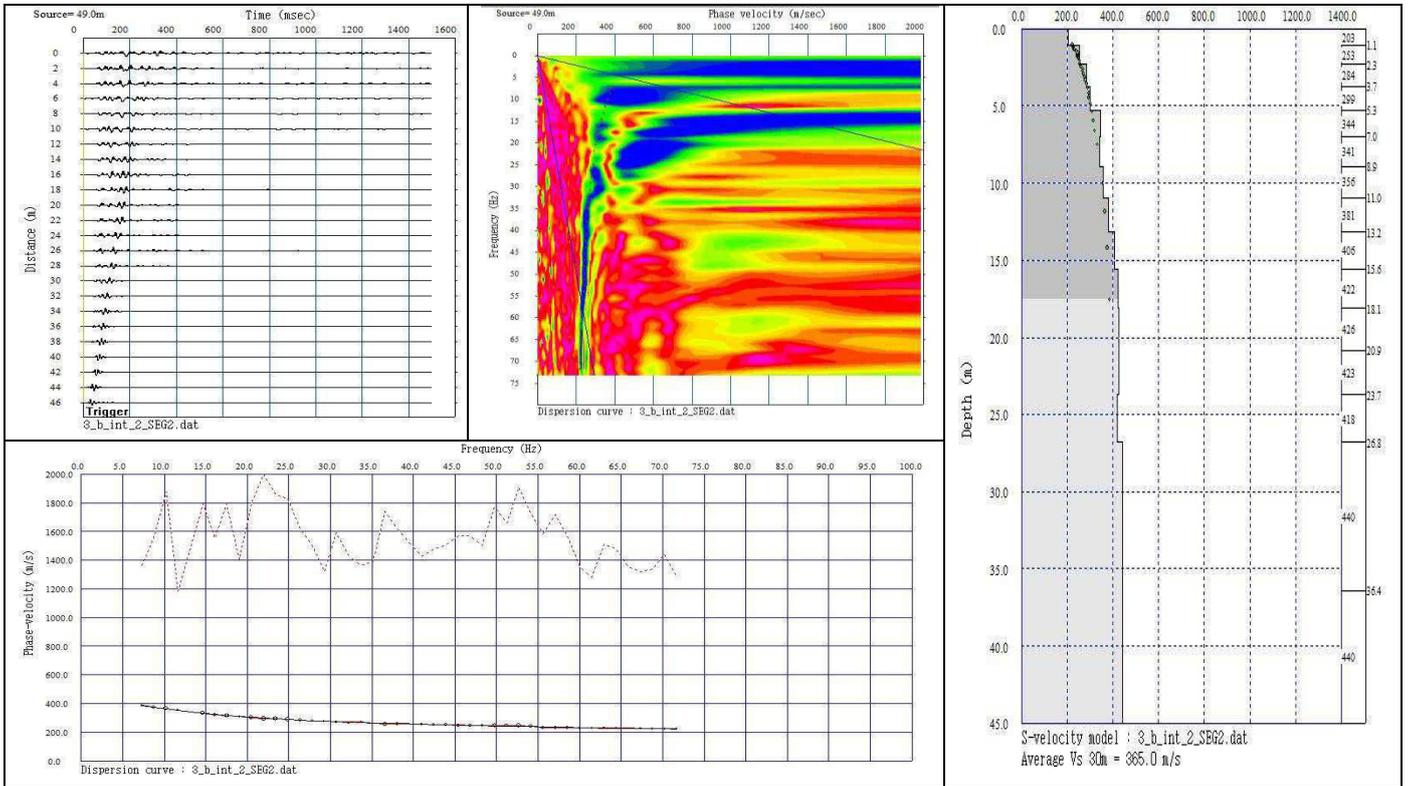
Energizzazione da S1



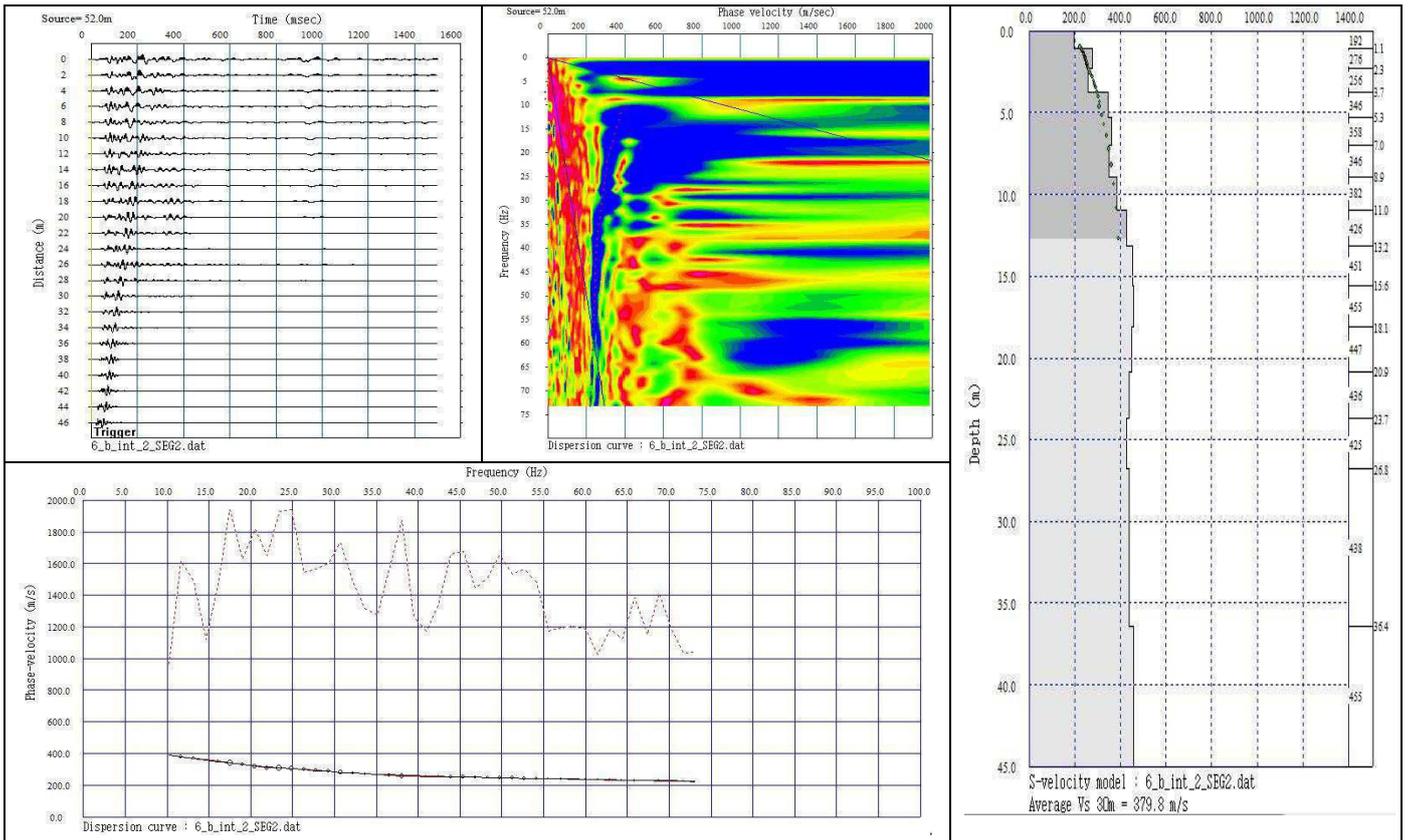
Energizzazione da S2



Energizzazione da S3



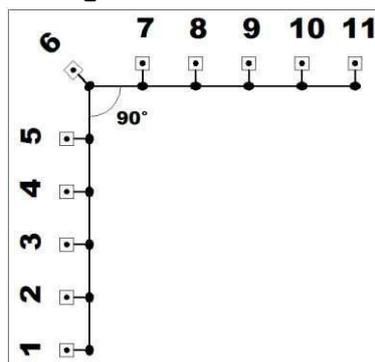
Energizzazione da S4



MAM 2 (Microtremor Array Measurement)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array):

Lunghezza dell'array sismico (da geof. 1 a geof. 11)	50.00 m
Lunghezza singolo braccio	25.00 m
Numero di canali /geofoni	11
Distanza intergeofonica	5.00 m
Pendenza terreno	<<15°, uniforme

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	16 aprile 2013
Ora	06:30 - 07:20
Numero totale di registrazioni	15
Durata registrazione	30 s
Frequenza di campionamento	500 Hz
Periodo di campionamento	2 ms
Geofoni	4.5 hz
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

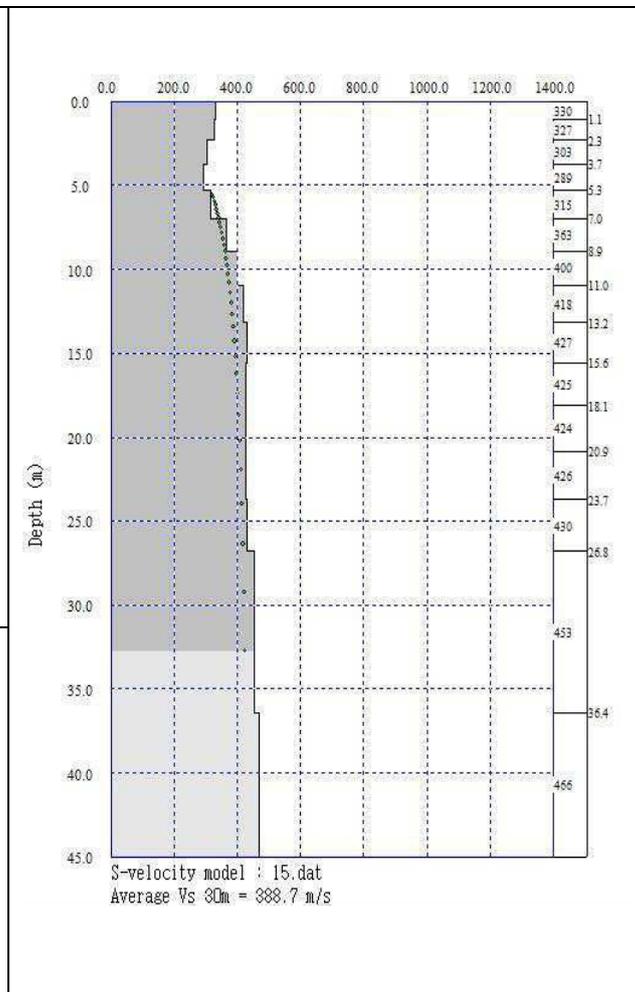
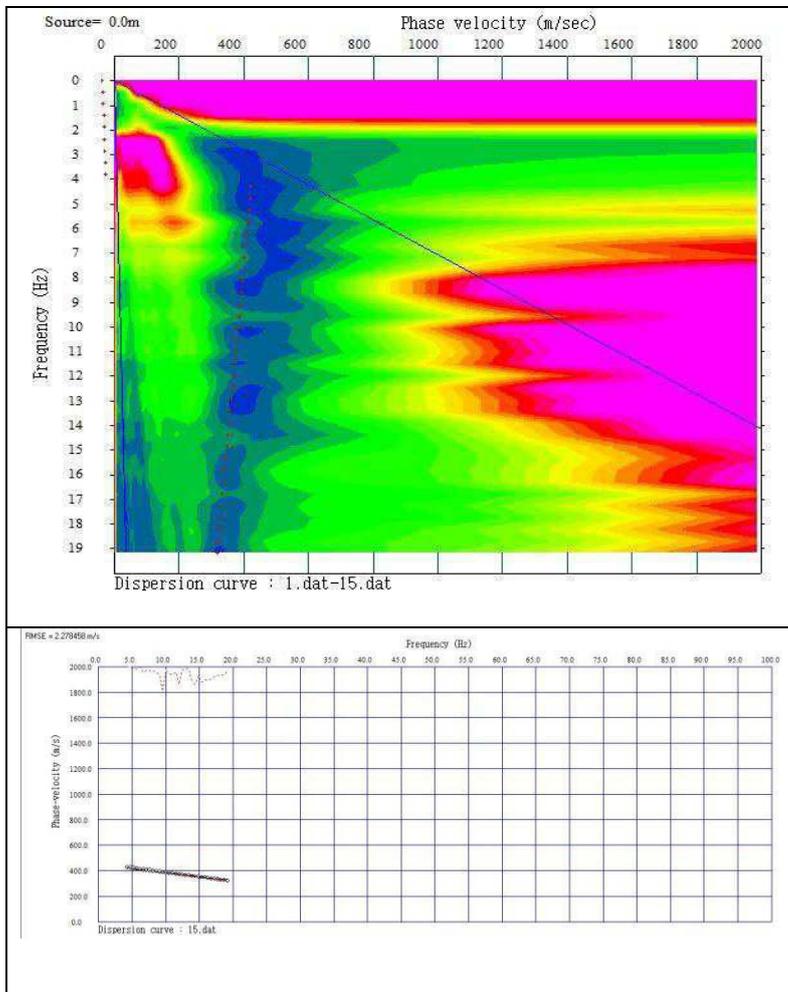
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare moderato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Grado saturazione coltre superficiale	Assente

Qualità delle registrazioni:

Traccia 1	Buona	Traccia 2	Buona	Traccia 3	Buona	Traccia 4	Buona	Traccia 5	Buona
Traccia 6	Buona	Traccia 7	Buona	Traccia 8	Buona	Traccia 9	Buona	Traccia 10	Buona
Traccia 11	Buona	Traccia 12	Buona	Traccia 13	Buona	Traccia 14	Buona	Traccia 15	Buona

Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti per ciascun canale, allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità).



HVSR 2 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

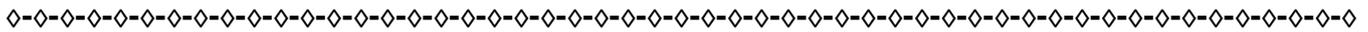


Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	8 maggio 2013
Ora	16:00 - 16:40
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso N

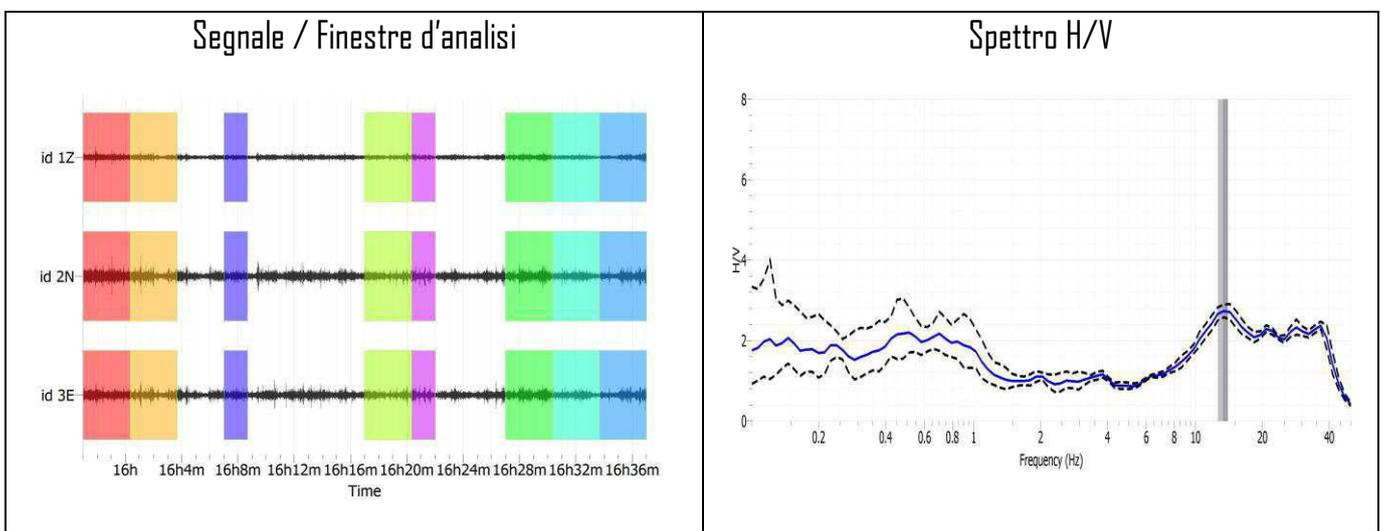
Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciato
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

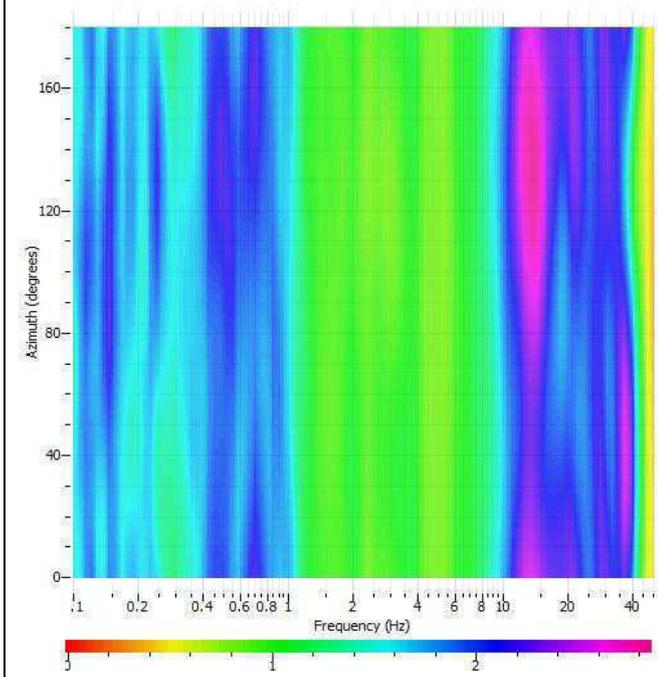
Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	13,2916	>	0,1	SI
$nc(F_0) > 200$	15949,42821	>	200	SI
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma A(f)$	<	2	SI
$\sigma A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			
CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f^-) < A_0/2$	verificato alla $f=$	8,098		SI
Esiste f^+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{HV}(f^+) < A_0/2$	verificato alla $f=$	44,101		SI
$A_0 > 2$	$A_0=$	2,72756		SI
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$				NO
$\sigma f < \varepsilon(f_0)$	0,699834	>	0,66458	NO
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	0,1594	<	1,58	SI

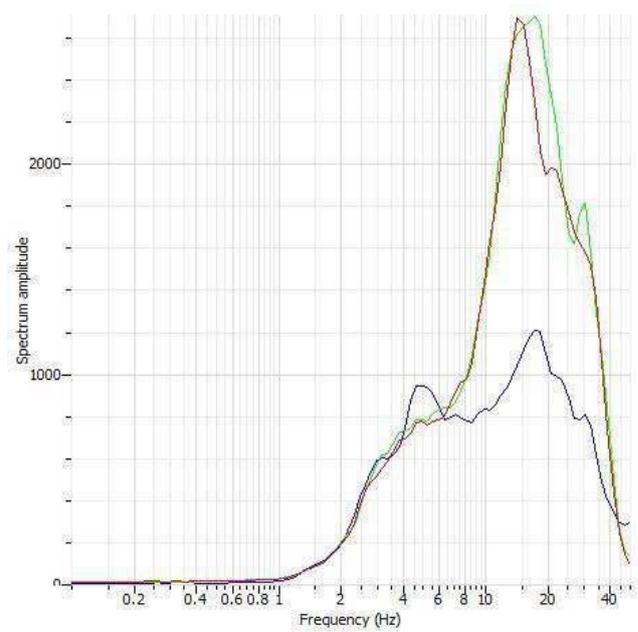
Elaborati grafici:



Direzionalità



Spettro ampiezze delle 3 componenti



Sintesi dei parametri:

Frequenza fondamentale di sito	$f_0=13.2916$ Hz	Deviazione standard	$\sigma f_0=\pm 0.6998$
Ampiezza	$A_0=2.7275$	$A_0 \text{ MAX} = 2.5728$	$A_0 \text{ MIN} = 2.89155$

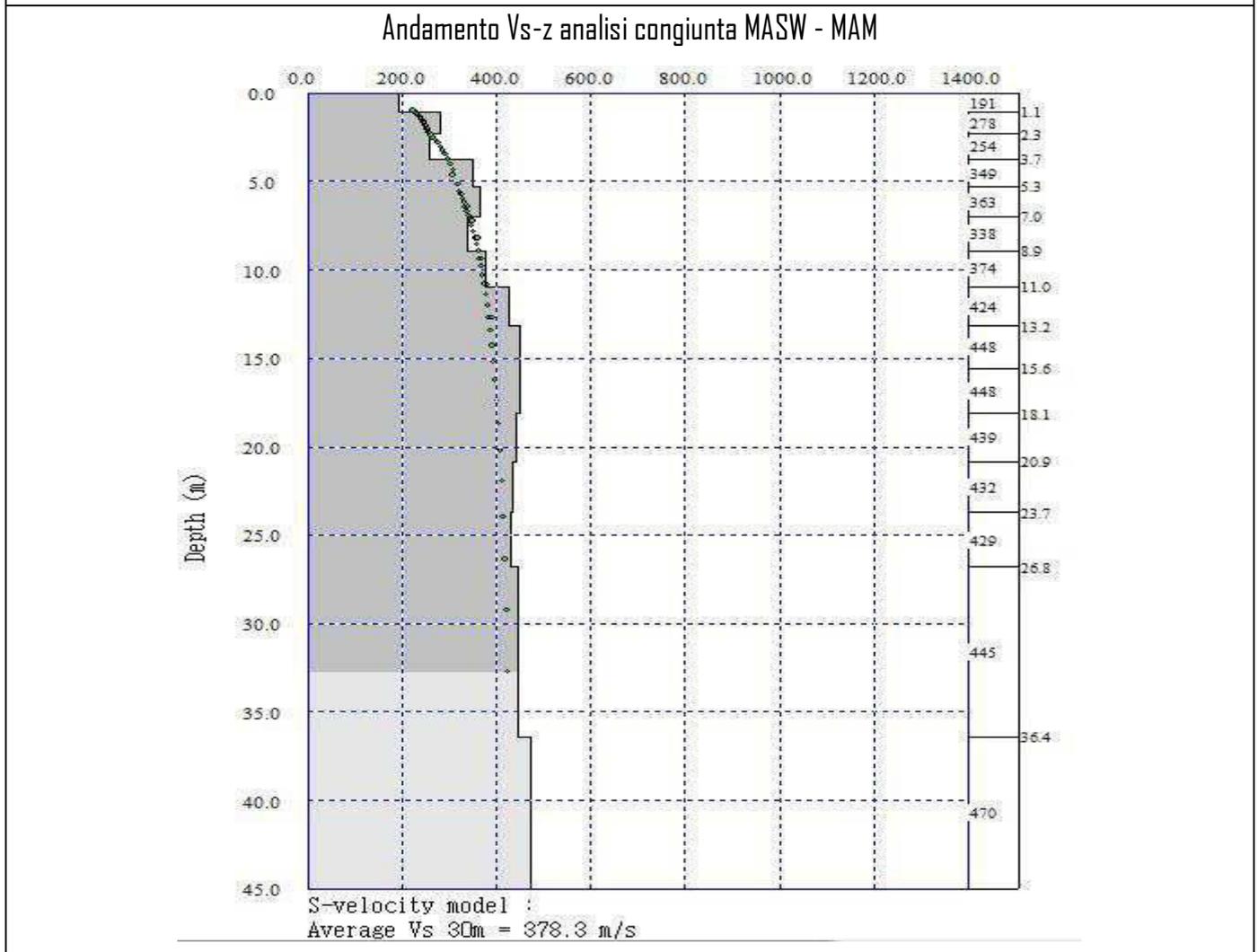
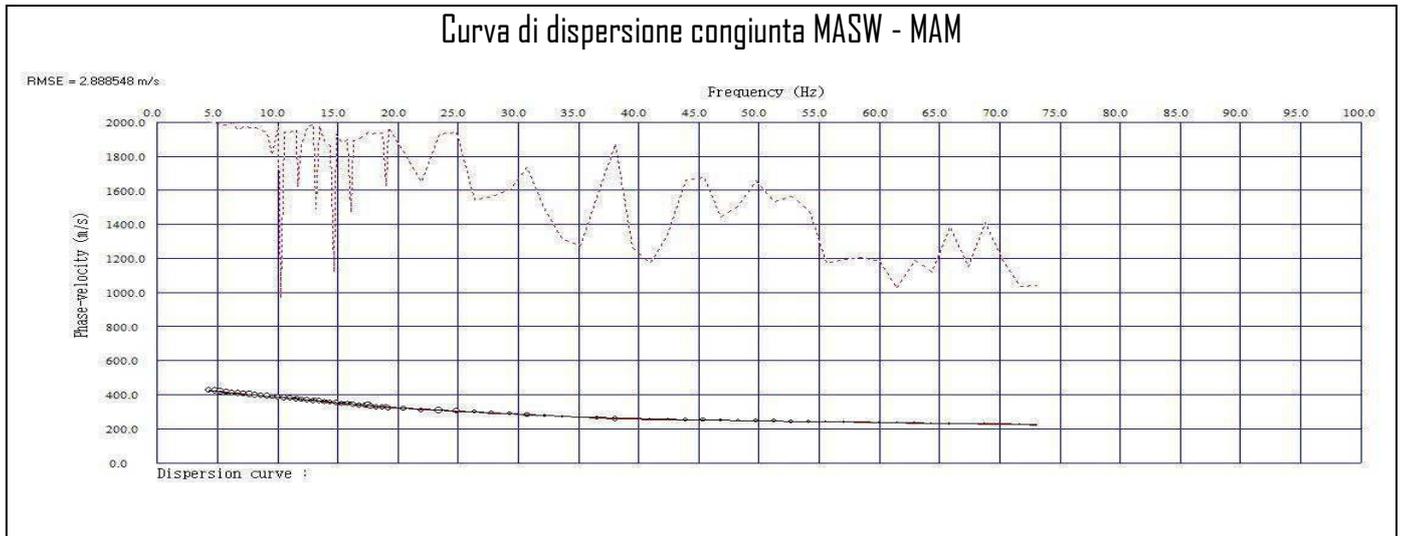
ANALISI CONGIUNTA MASW 2 – MAM 2

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Curva di dispersione congiunta (*unione e smooting*) MASW- MAM e relativo modello sismostratigrafico Vs-z:

Si fa presente che per la l'analisi congiunta lo scrivente ha ritenuto opportuno prendere a riferimento la curva di dispersione dell'analisi MASW relativa al punto di energizzazione **s1** (*vedi elaborato MASW*).



SITO G03

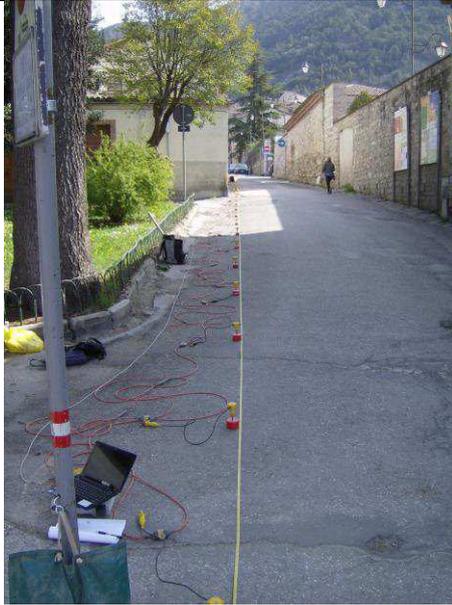
Indagini MASW 3 - MAM 3 - HVSr 3

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Armani
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,34914- Long 12,58049



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



MASW 3



MAM 3

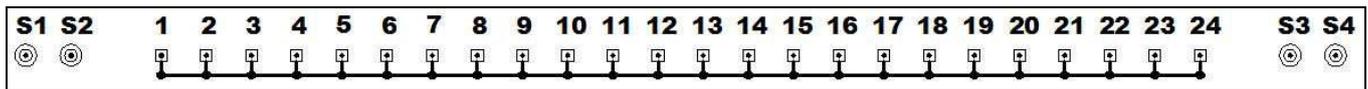


HVSR 3

MASW 3 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SD (G1) - NE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	3.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	3.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	6.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	10:00 - 10:30
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 μs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio (Φ=200 mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Asfaltata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

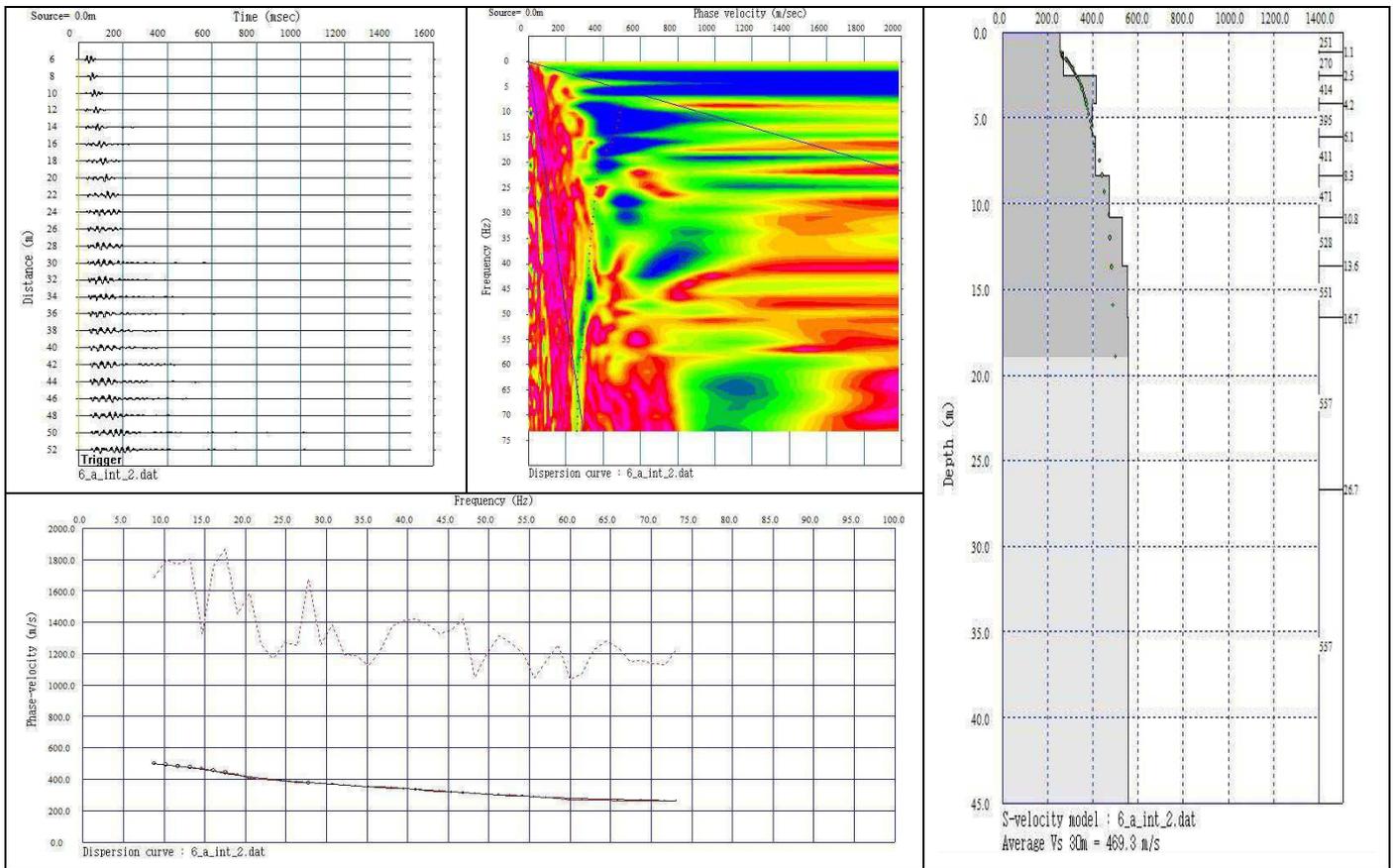
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	Discreta
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

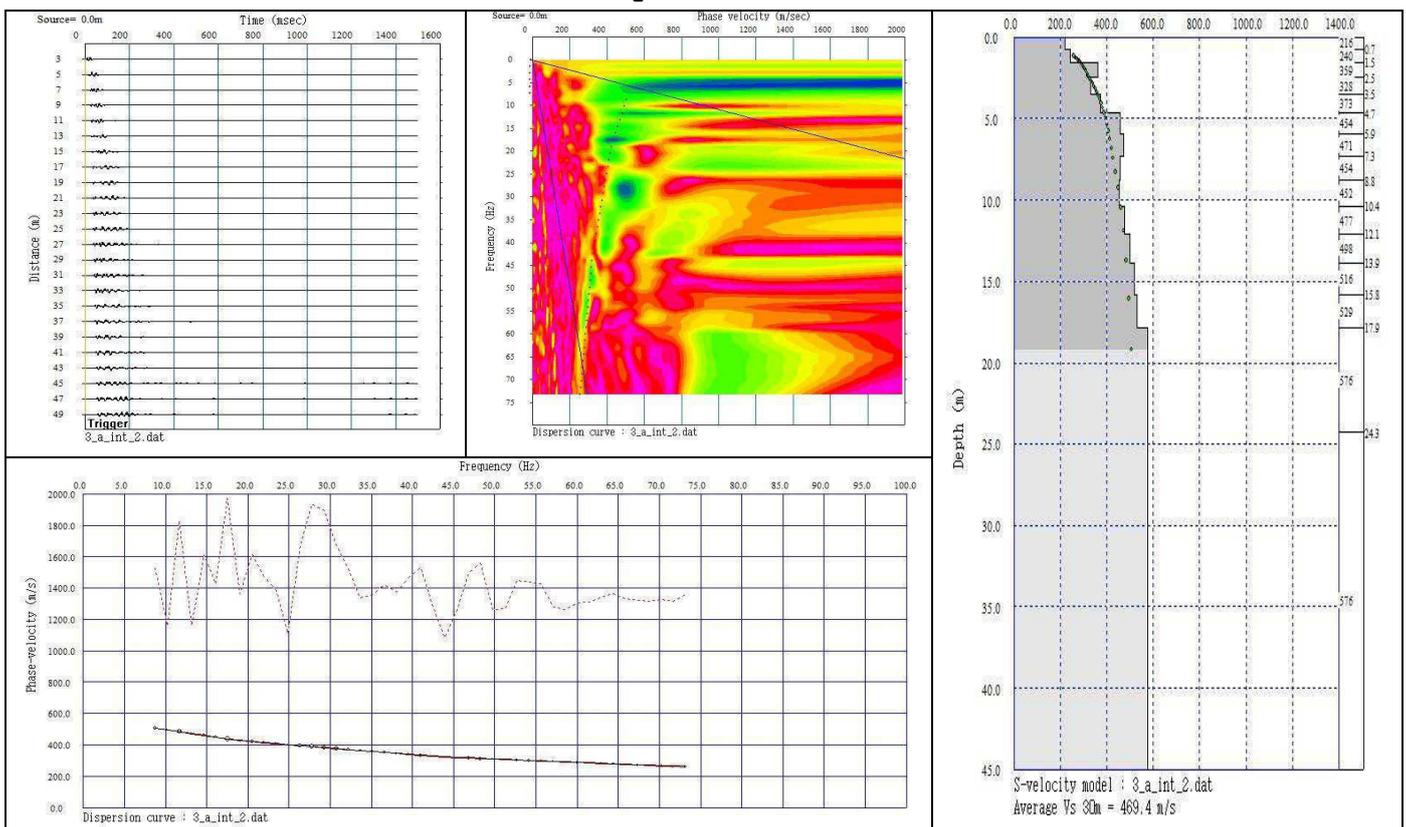
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione (analisi del miglior segnale).

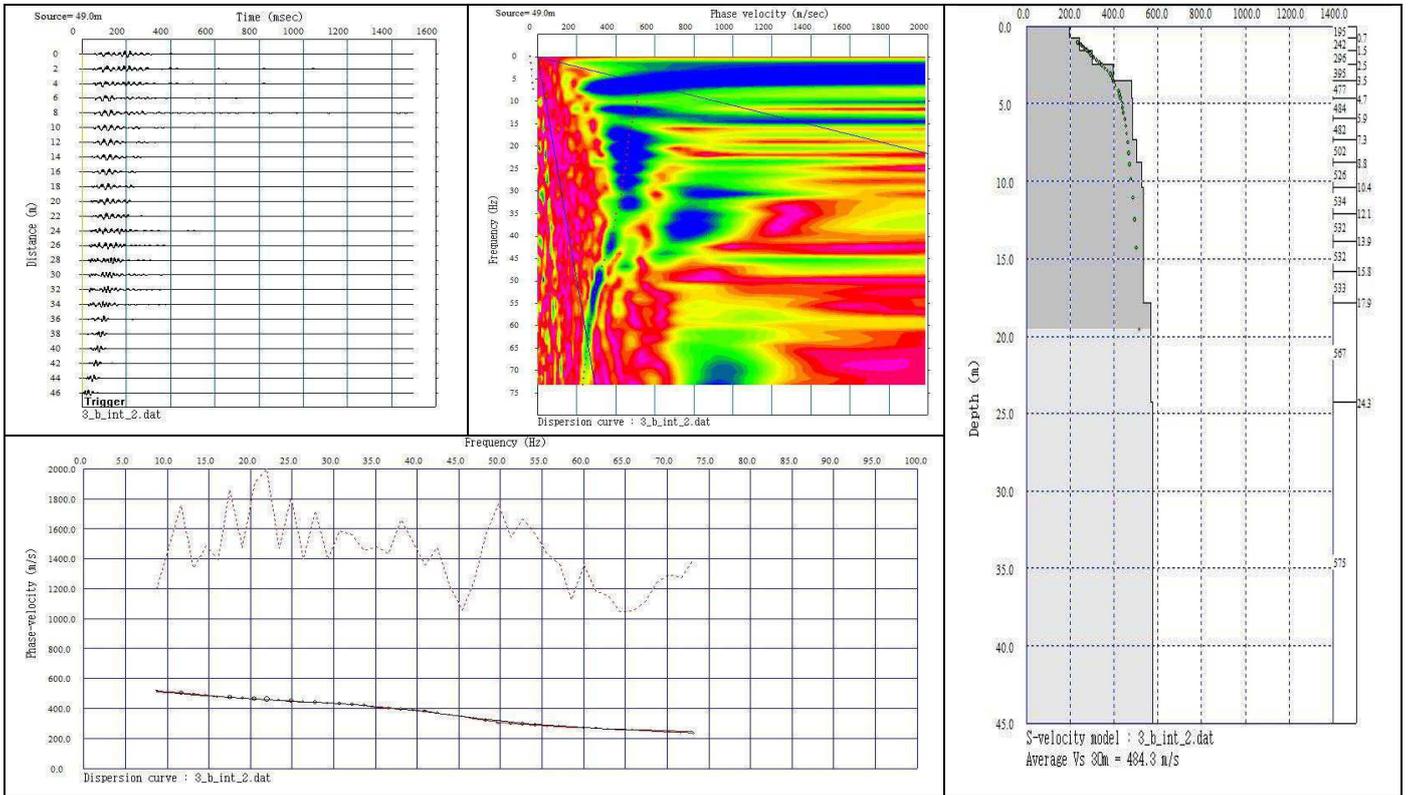
Energizzazione da S1



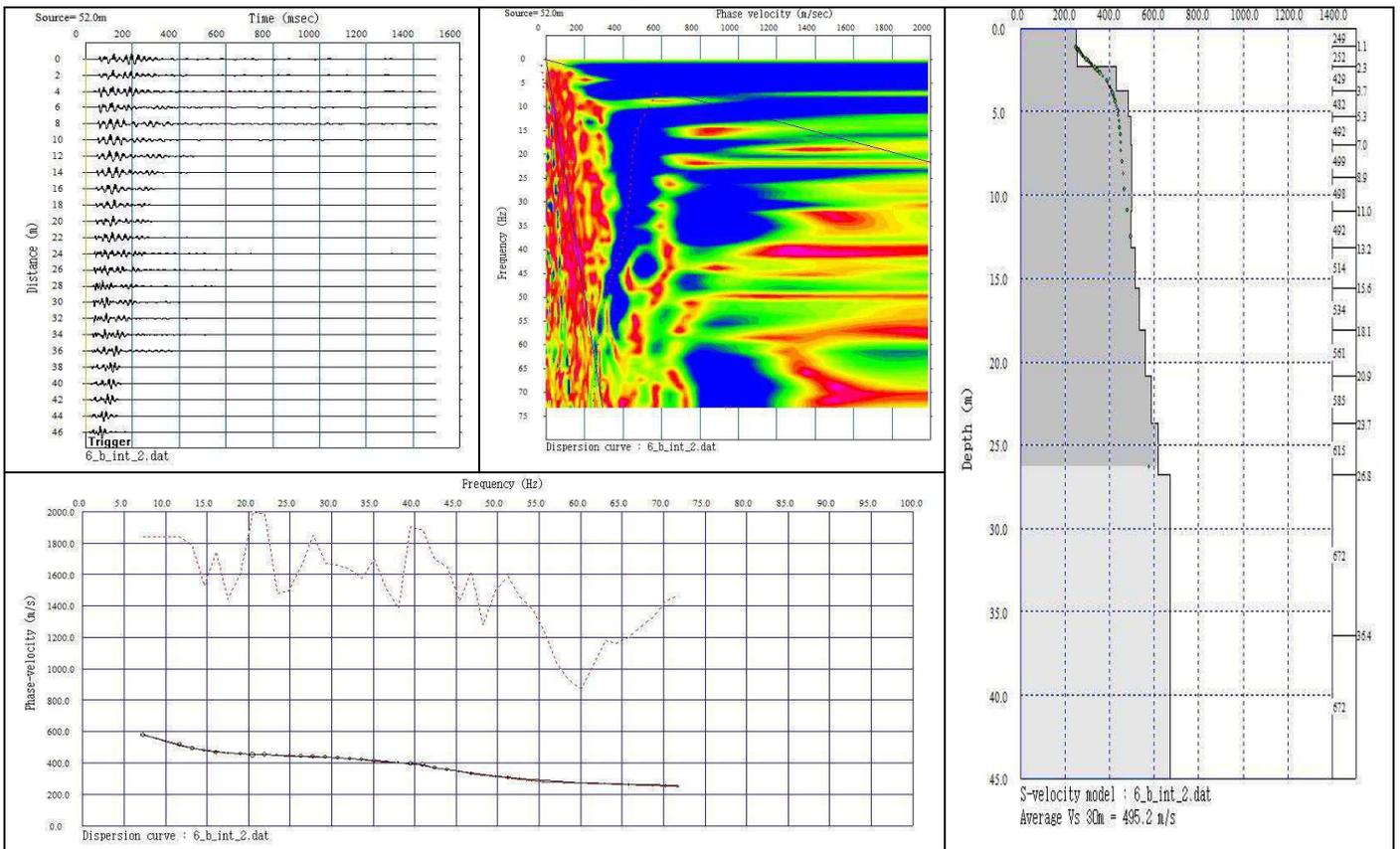
Energizzazione da S2



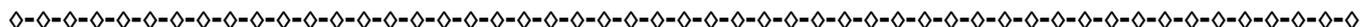
Energizzazione da S3



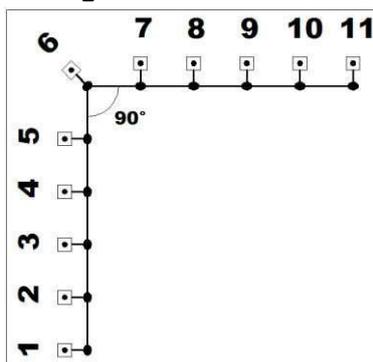
Energizzazione da S4



MAM 3 (Microtremor Array Measurement)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array):

Lunghezza dell'array sismico (da geof. 1 a geof. 11)	40.00 m
Lunghezza singolo braccio	20.00 m, angolo 73°
Numero di canali /geofoni	11
Distanza intergeofonica	4.00 m
Pendenza terreno	<<15°, uniforme

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	10:30 - 11:00
Numero totale di registrazioni	15
Durata registrazione	30 s
Frequenza di campionamento	500 Hz
Periodo di campionamento	2 ms
Geofoni	4.5 hz
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

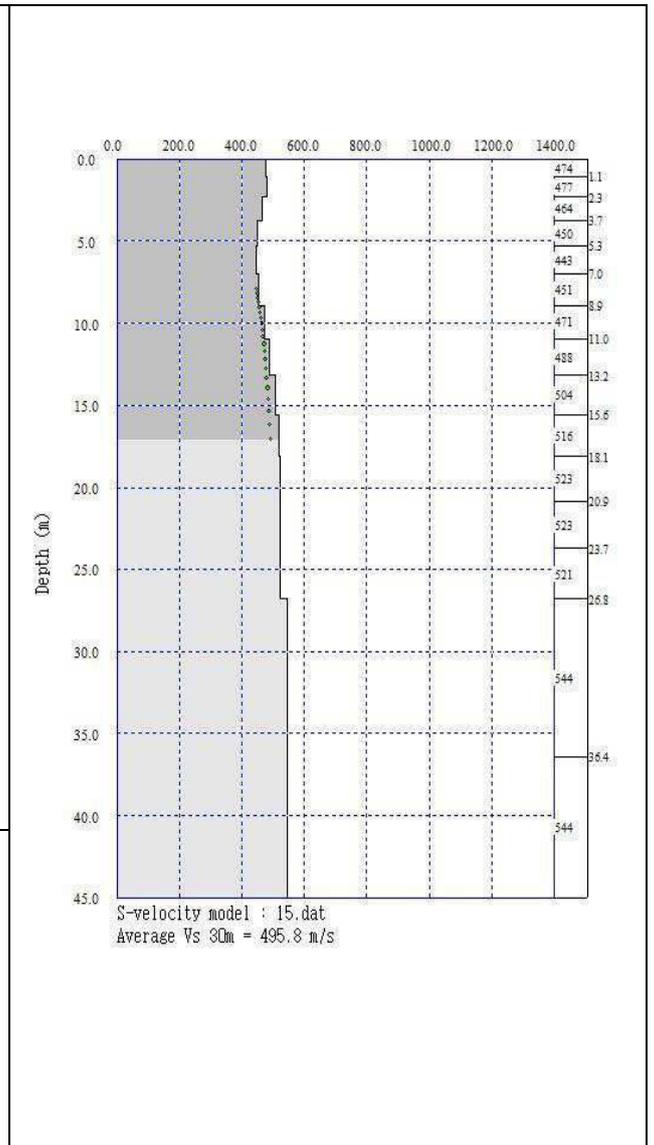
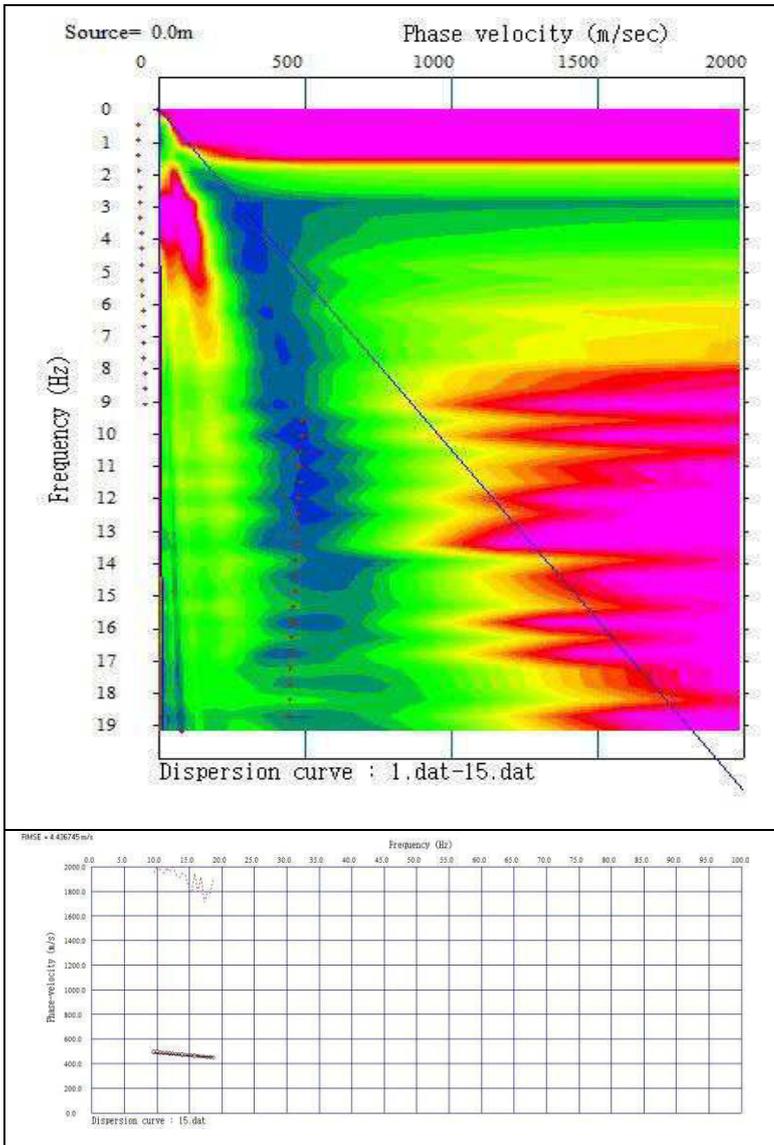
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare moderato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Asfalto
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Grado saturazione coltre superficiale	Assente

Qualità delle registrazioni:

Traccia 1	Buona	Traccia 2	Buona	Traccia 3	Buona	Traccia 4	Buona	Traccia 5	Buona
Traccia 6	Buona	Traccia 7	Buona	Traccia 8	Buona	Traccia 9	Buona	Traccia 10	Buona
Traccia 11	Buona	Traccia 12	Buona	Traccia 13	Buona	Traccia 14	Buona	Traccia 15	Buona

Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti per ciascun canale, allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità).



HVSR 3 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

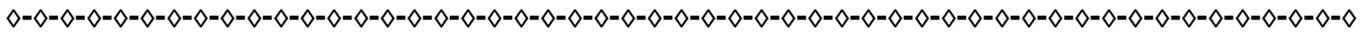


Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	8 maggio 2013
Ora	15:40 - 16:30
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso NO

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

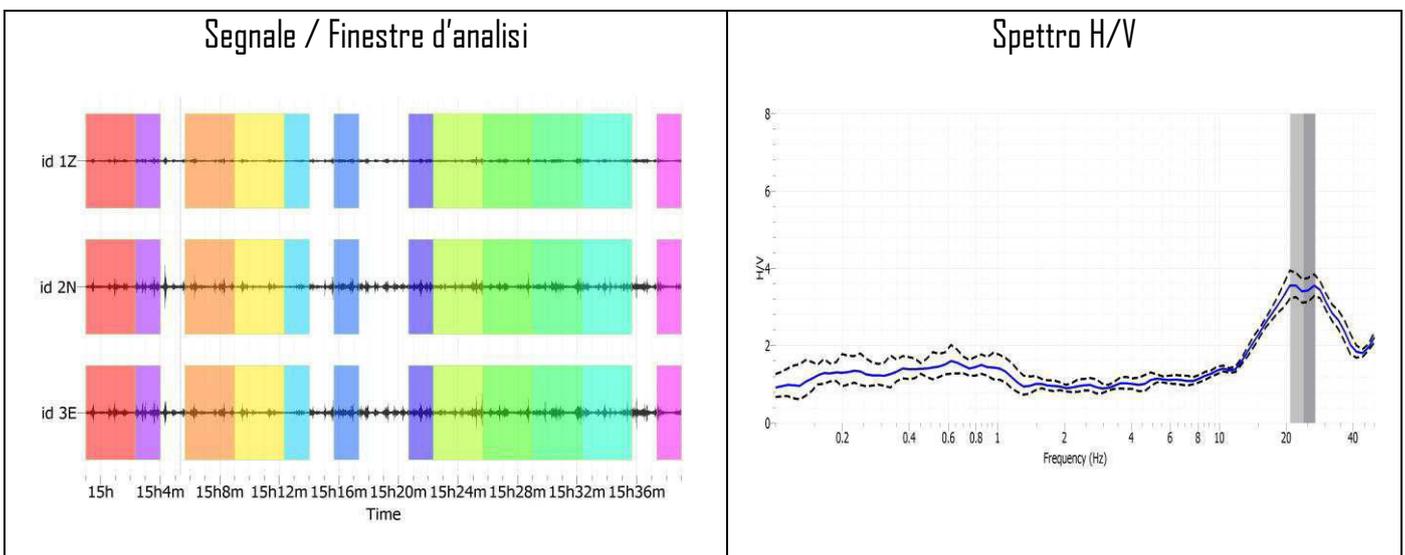
Condizioni meteo	Variabile
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Manto erboso
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

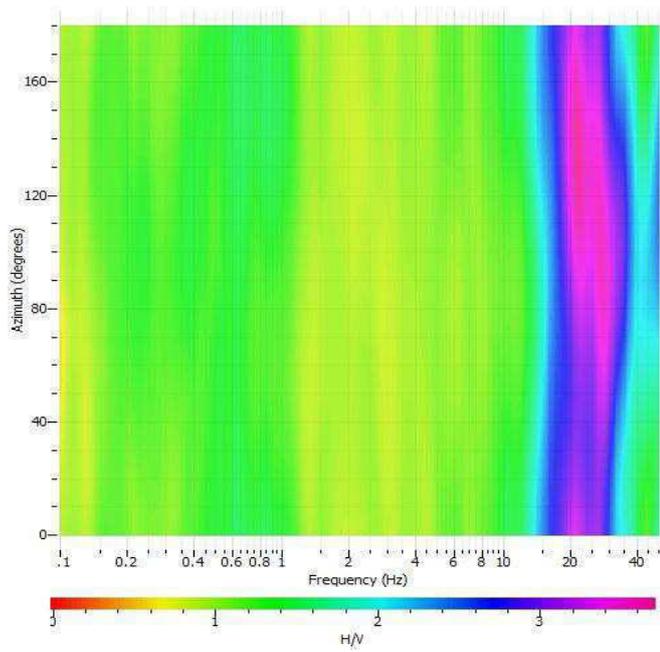
CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	23,9693	>	0,100036713	SI
$nc(F_0) > 200$	40746,85123	>	200	SI
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma A(f)$	<	2	SI
$\sigma A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			SI

CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f^-) < A_0/2$	verificato alla $f =$	12,566		SI
Esiste f^+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{HV}(f^+) < A_0/2$	verificato alla $f =$	0,000		NO
$A_0 > 2$	$A_0 =$	3,41033		SI
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$				NO
$\sigma f < \varepsilon(f_0)$	3,1114	>	1,198465	NO
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	0,3100	<	1,58	SI

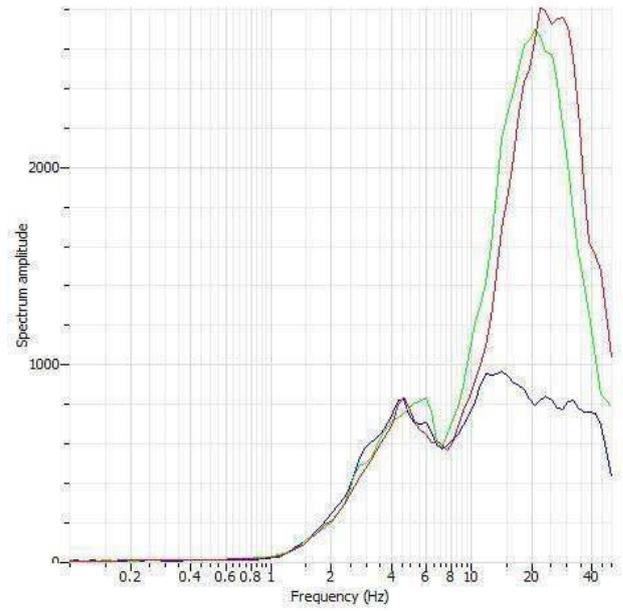
Elaborati grafici:



Direzionalità



Spettro ampiezze delle 3 componenti



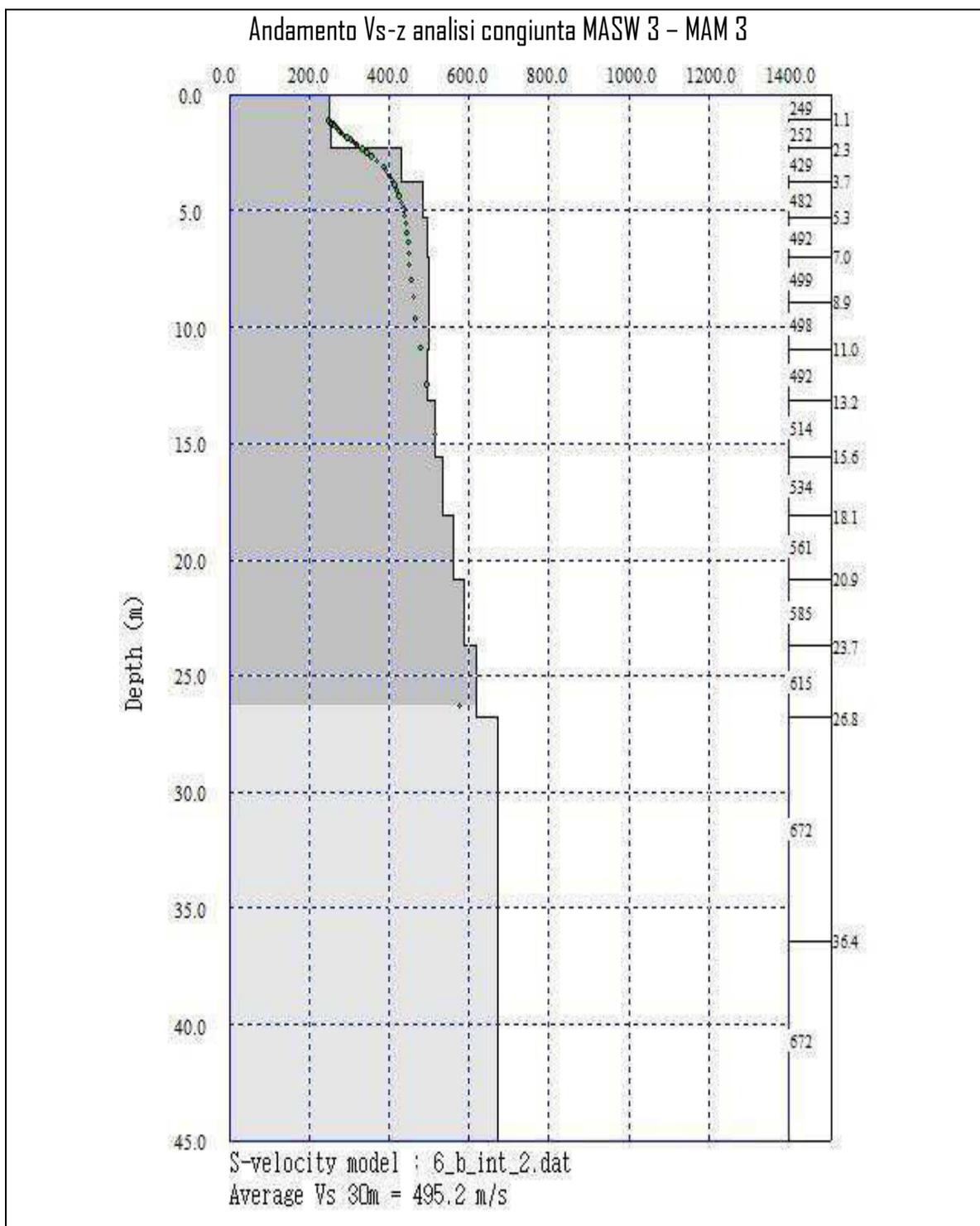
Sintesi dei parametri:

Frequenza fondamentale di sito	$f_0=23.9693$ Hz	Deviazione standard	$\sigma_{f_0}=\pm 3.1114$
Ampiezza	$A_0=3.41033$	$A_{0\text{ MAX}} = 3.11468$	$A_{0\text{ MIN}} = 3.73405$

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Per questo sito non viene prodotta l'analisi congiunta MASW - MAM in quanto quest'ultima ha permesso di investigare, visto la limitata lunghezza dei bracci, una limitata profondità. Pertanto viene proposto il modello sismostratigrafico di riferimento riferito alla battuta S4 della tecnica MASW in ogni modo parzialmente confermato dall'interpretazione del dato MAM:



SITO G04

Indagini MASW 4 - MAM 4

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Piazza Bosone
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35368- Long 12,57467



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



MASW 4

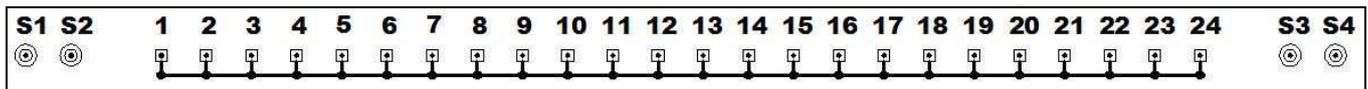


MAM 4

MASW 4 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	1.50 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SD (G1) – NE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	3.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	1.50 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	Non effettuata (mancanza di spazio)
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	Non effettuata (mancanza di spazio)

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	16 aprile 2013
Ora	08:00 – 08:30
Numero totale di registrazioni	6
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	3
Numero di energizzazioni su S2	3
Numero di energizzazioni su S3	---
Numero di energizzazioni su S4	---
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare moderato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

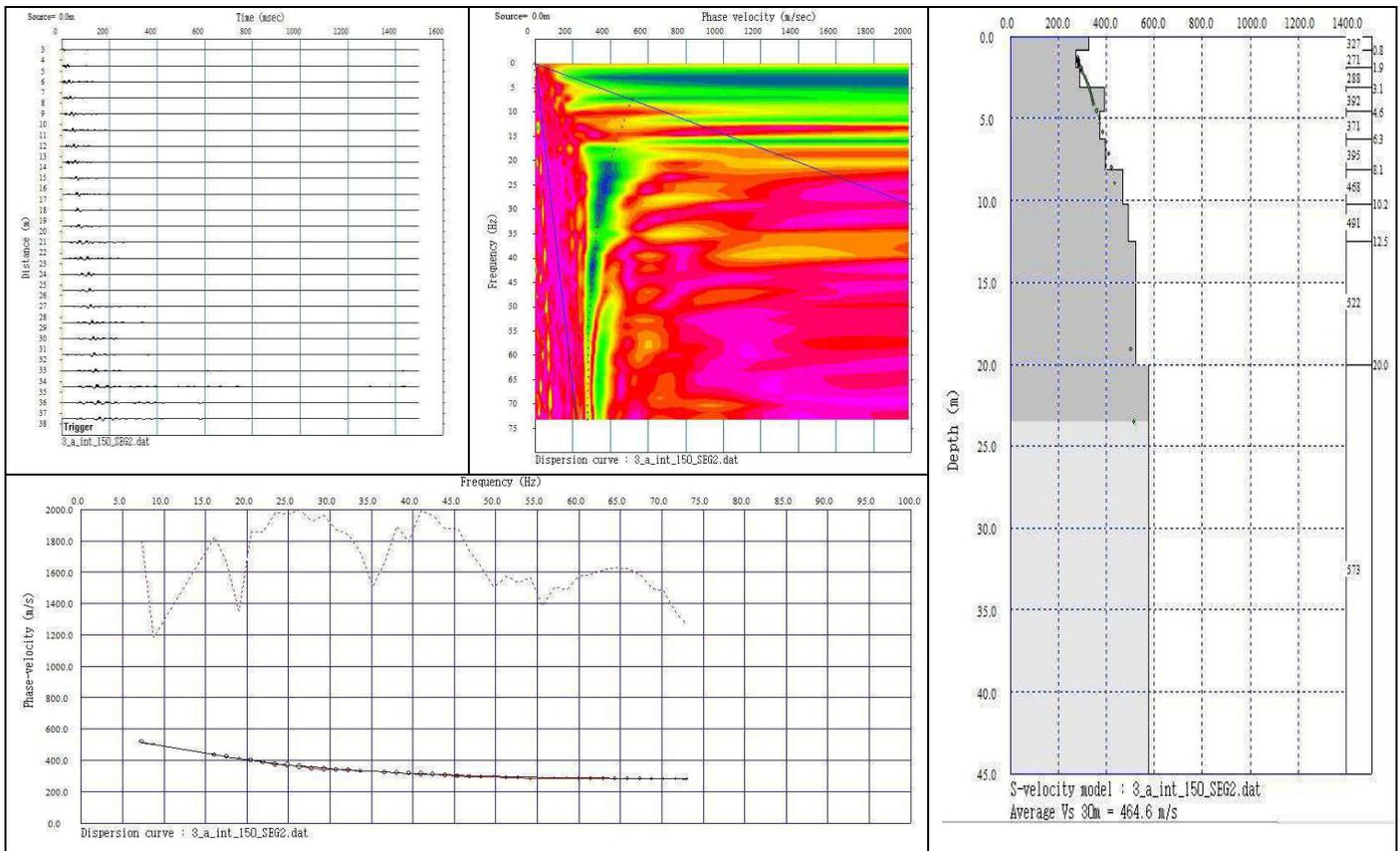
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	-----	Tracce S4	-----
------------------	----------	------------------	----------	------------------	-------	------------------	-------

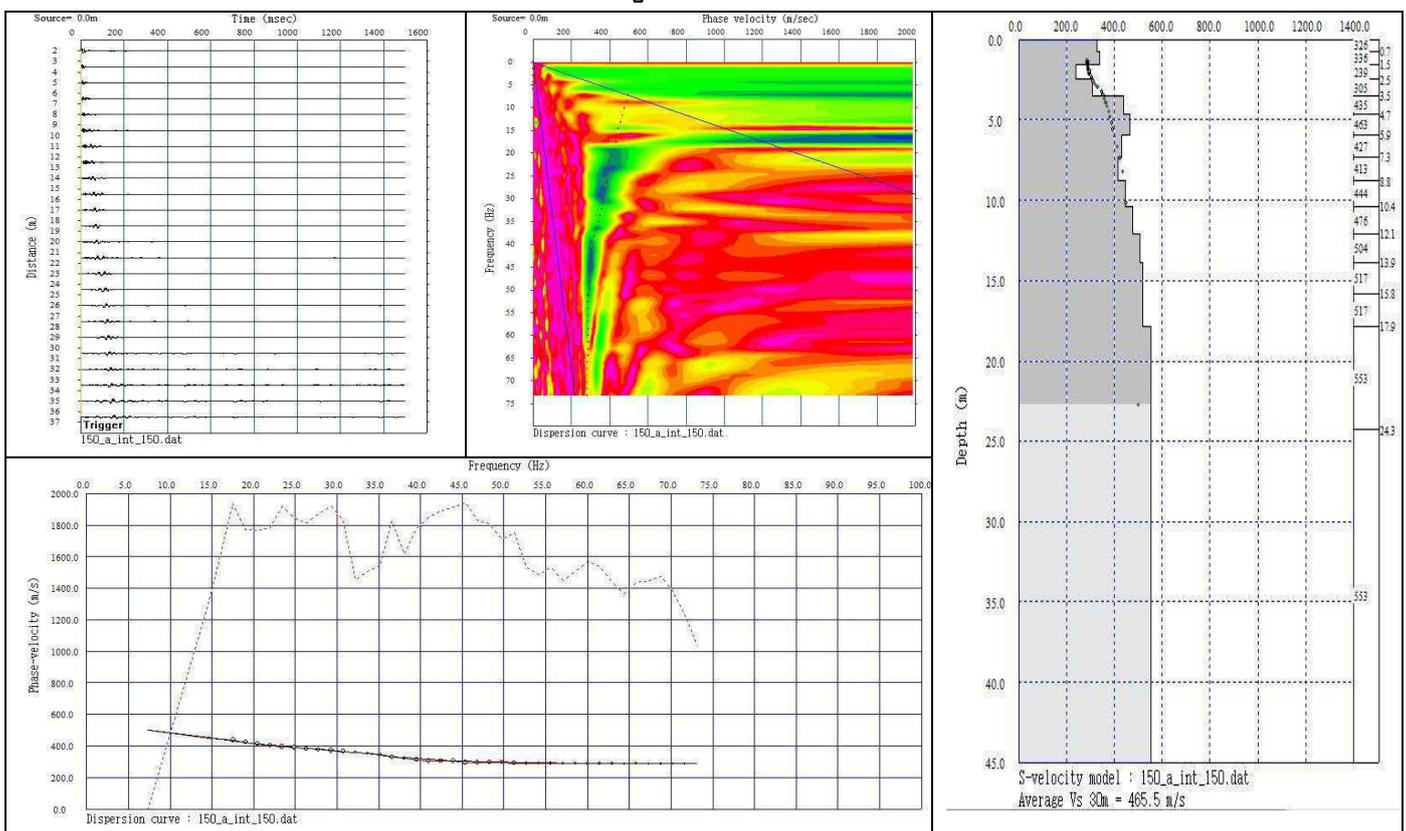
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

Energizzazione da S1



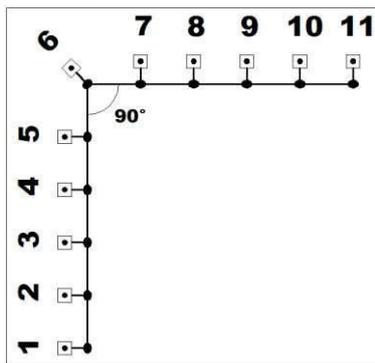
Energizzazione da S2



MAM 4 (Microtremor Array Measurement)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array):

Lunghezza dell'array sismico (da geof. 1 a geof. 11)	32.00 m
Lunghezza singolo braccio	16.00 m, angolo 90°
Numero di canali /geofoni	9
Distanza intergeofonica	4.00 m
Pendenza terreno	<<15°, uniforme

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	16 aprile 2013
Ora	08:45 - 09:15
Numero totale di registrazioni	15
Durata registrazione	30 s
Frequenza di campionamento	500 Hz
Periodo di campionamento	2 ms
Geofoni	4.5 hz
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

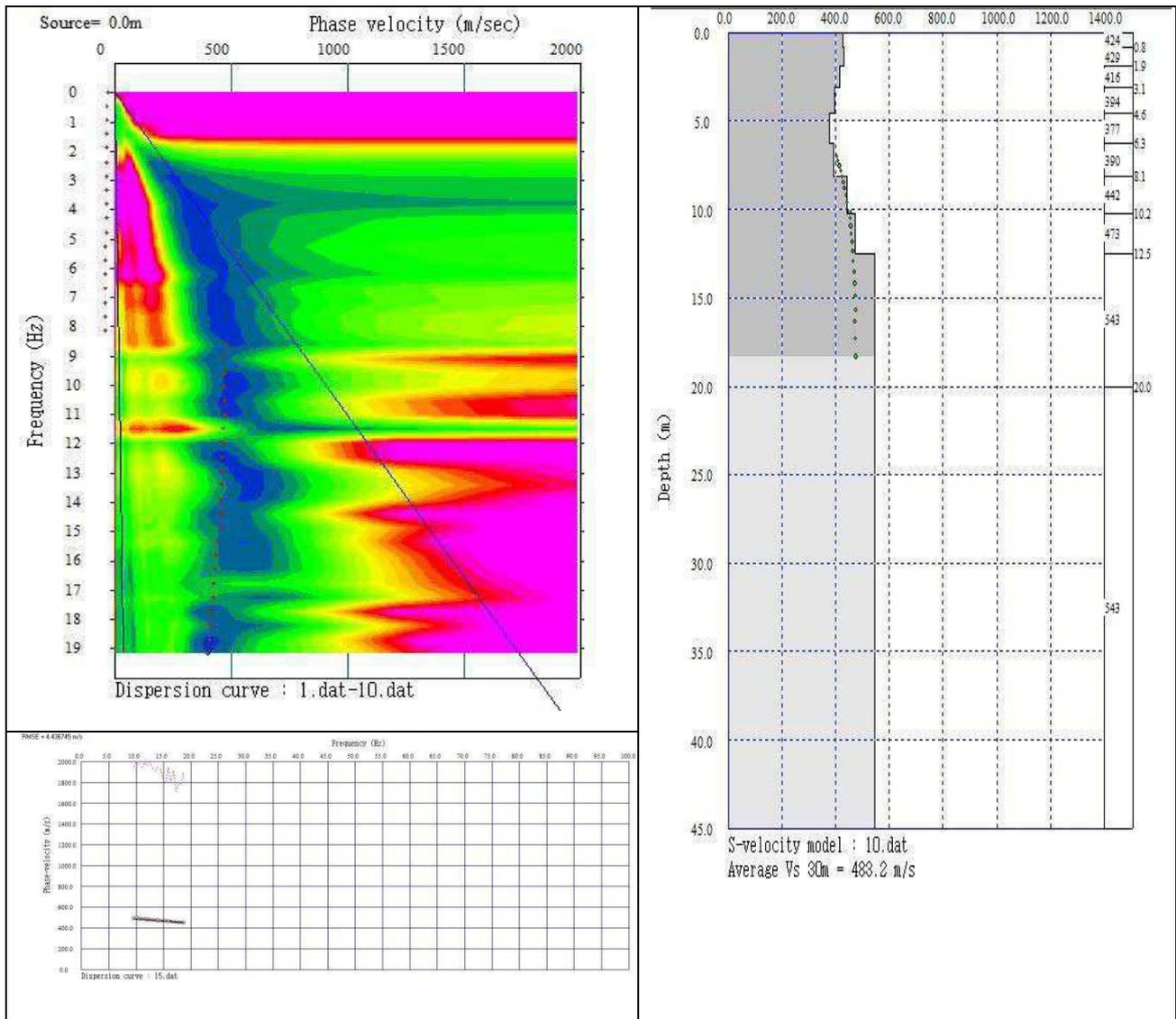
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare moderato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricata
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Grado saturazione coltre superficiale	Assente

Qualità delle registrazioni:

Traccia 1	Buona	Traccia 2	Buona	Traccia 3	Buona	Traccia 4	Buona	Traccia 5	Buona
Traccia 6	Buona	Traccia 7	Buona	Traccia 8	Buona	Traccia 9	Buona	Traccia 10	Buona
Traccia 11	Buona	Traccia 12	Buona	Traccia 13	Buona	Traccia 14	Buona	Traccia 15	Buona

Elaborati grafici e modelli interpretativi

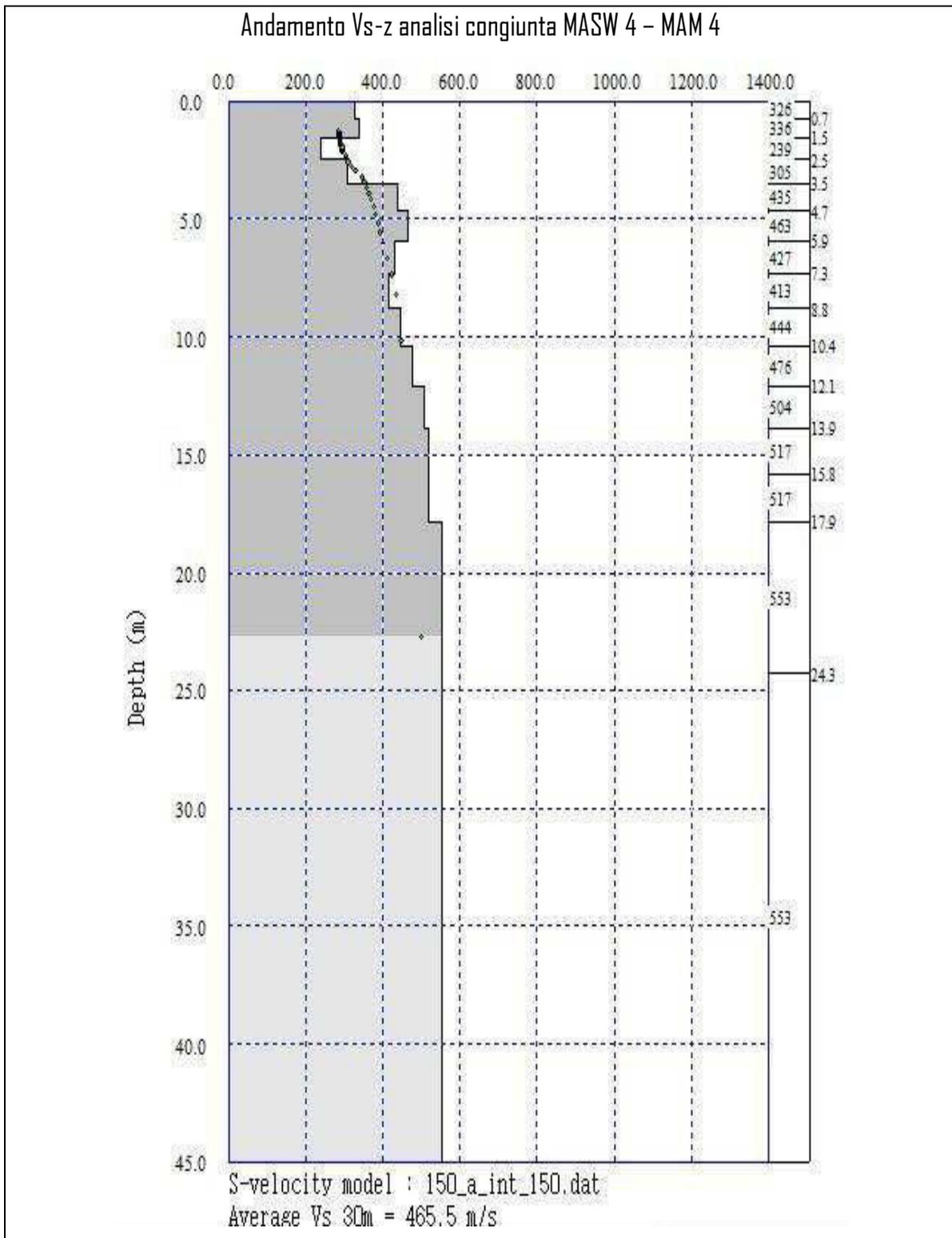
Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti per ciascun canale, allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità).



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Per questo sito non viene prodotta l'analisi congiunta MASW - MAM in quanto quest'ultima ha permesso di investigare, visto la limitata lunghezza dei bracci, una limitata profondità. Pertanto viene proposto il modello sismostratigrafico di riferimento riferito alla battuta S2 della tecnica MASW in ogni modo parzialmente confermato dall'interpretazione del dato MAM:

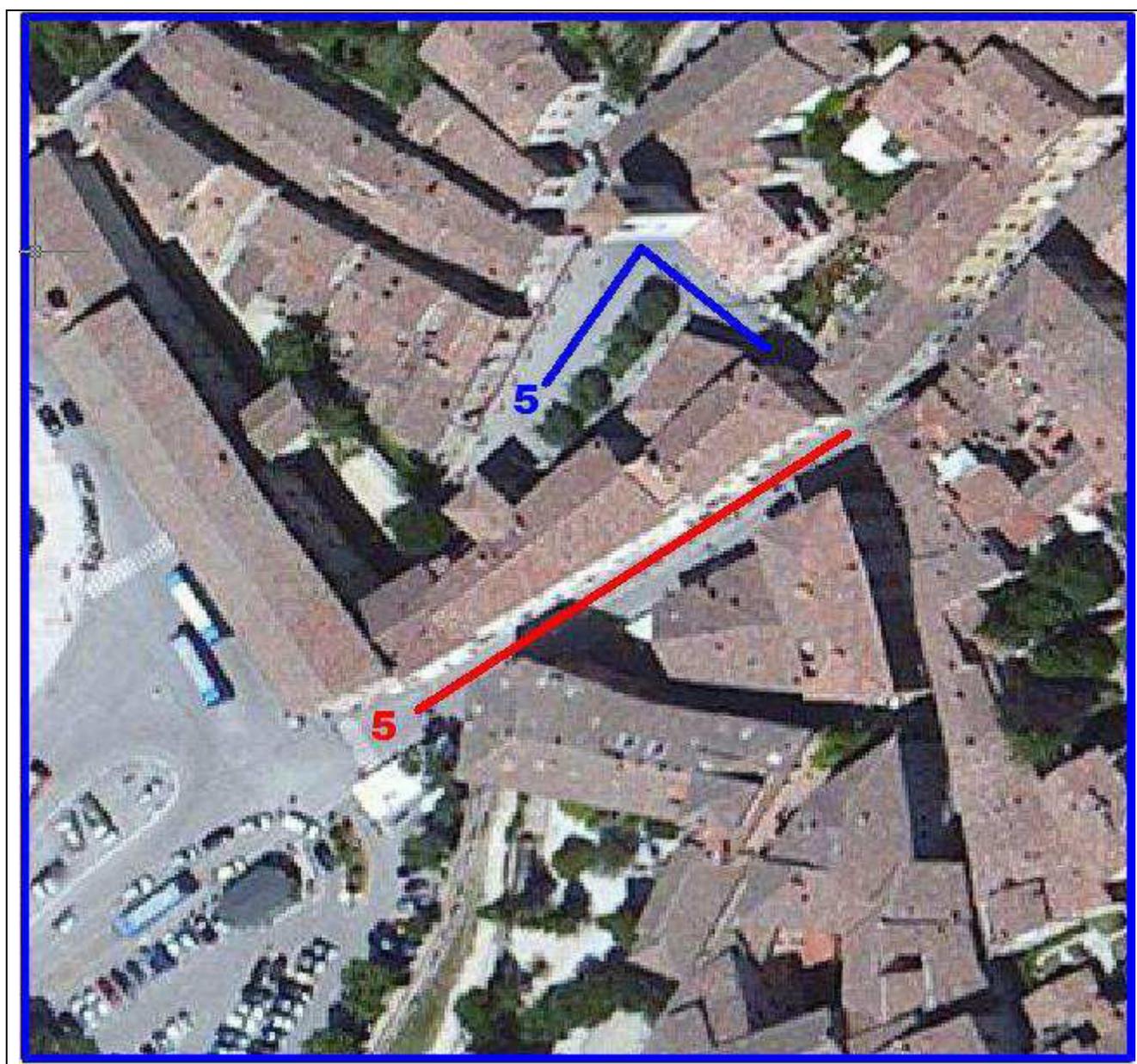


SITO G05

Indagini MASW 5 - MAM 5

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via della Repubblica - P.zza San Giovanni
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35199 - Long 12,57847 (MASW) Lat 43,35212 - Long 12,57861 (MAM)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

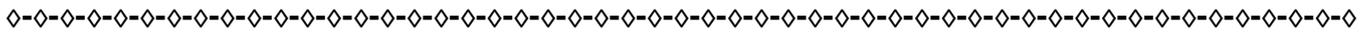


MASW 5

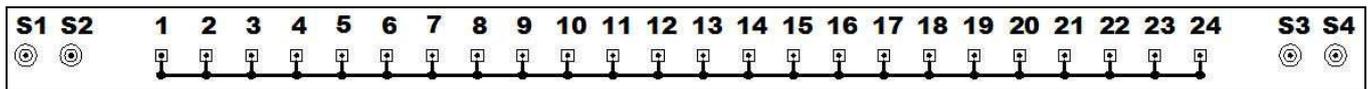


MAM 5

MASW 5 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SD (G1) – NE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	4.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	6.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	16 aprile 2013
Ora	09:00 – 09:30
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio (Φ=200 mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Asfaltata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

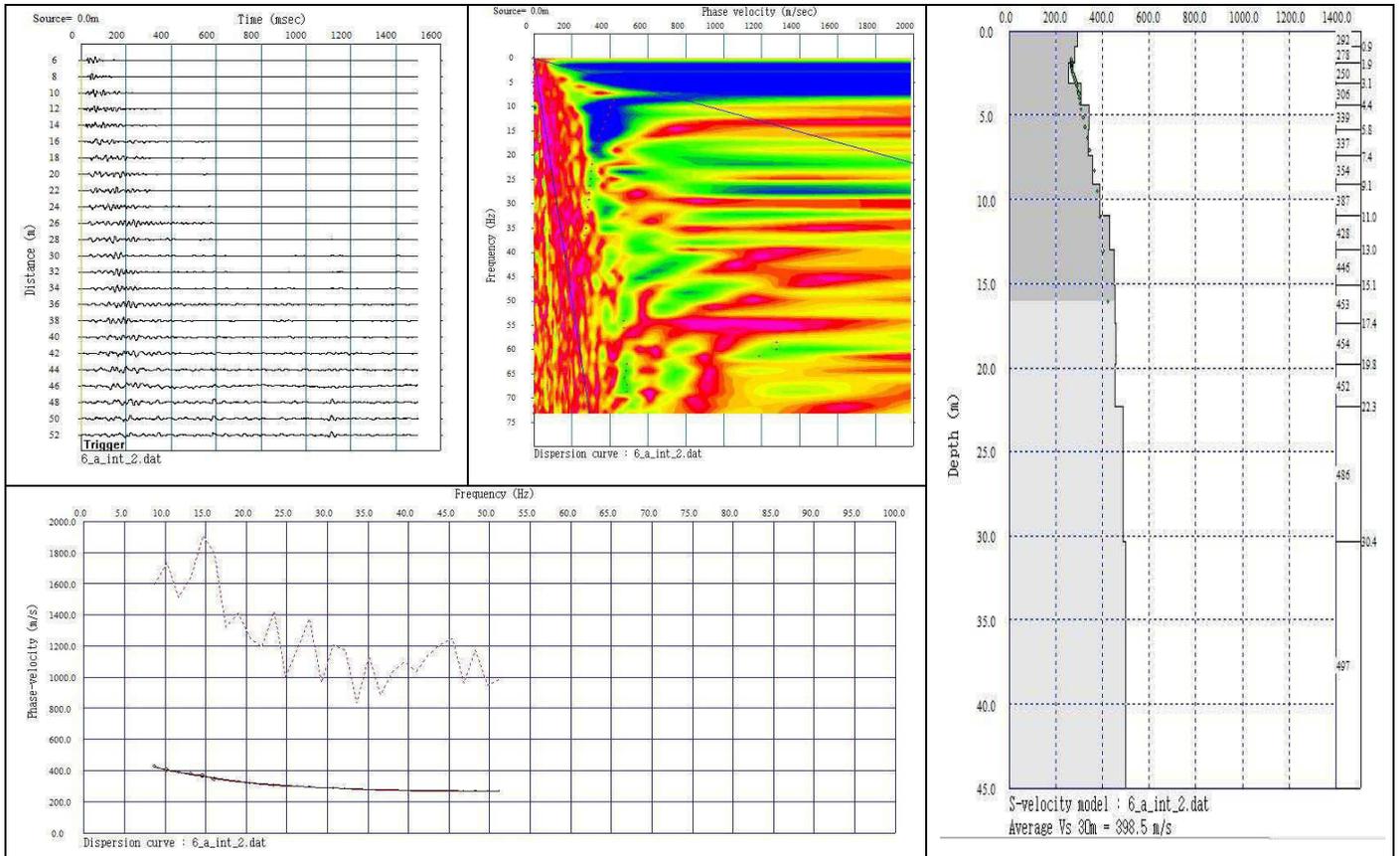
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	Discreta
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

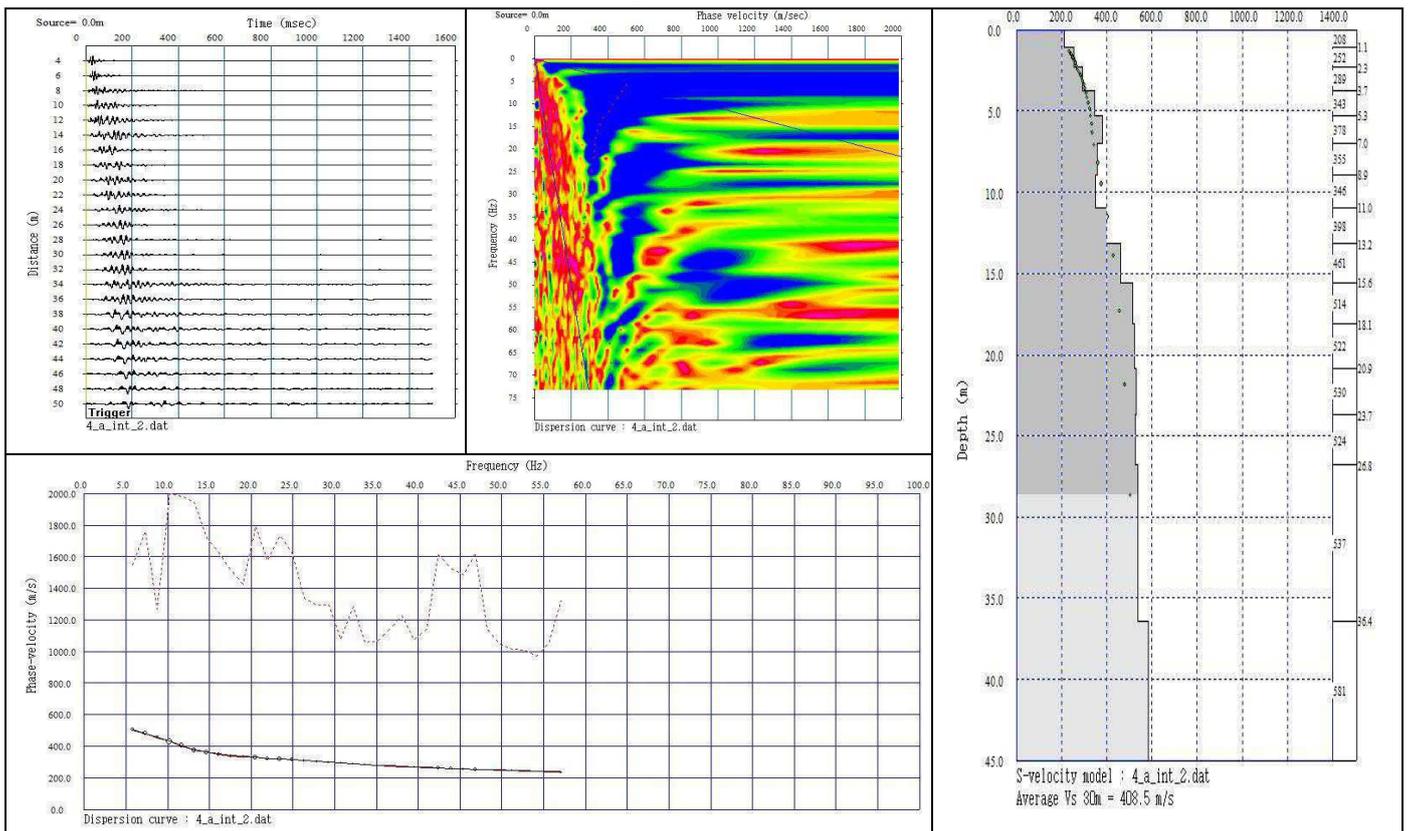
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

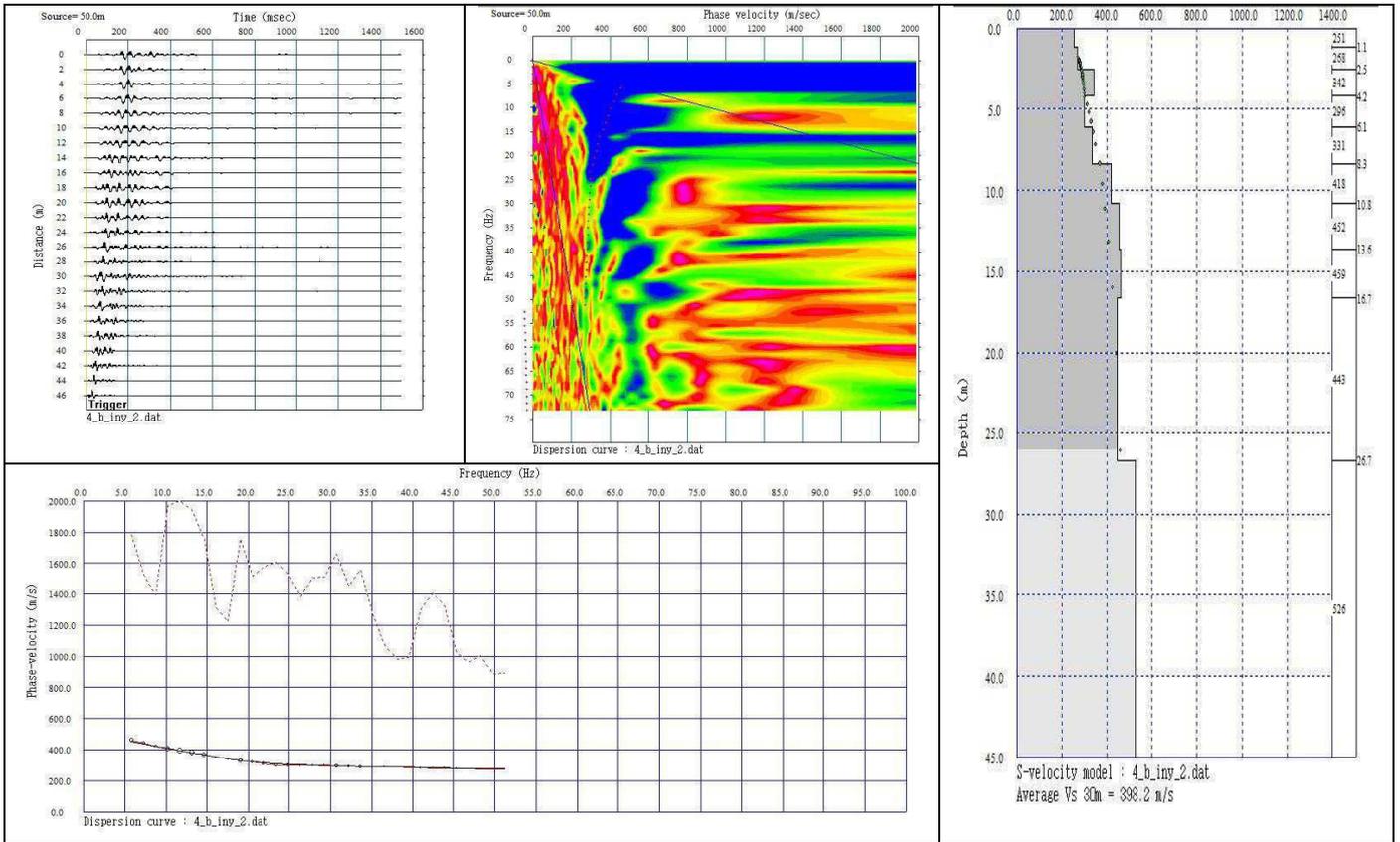
Energizzazione da S1



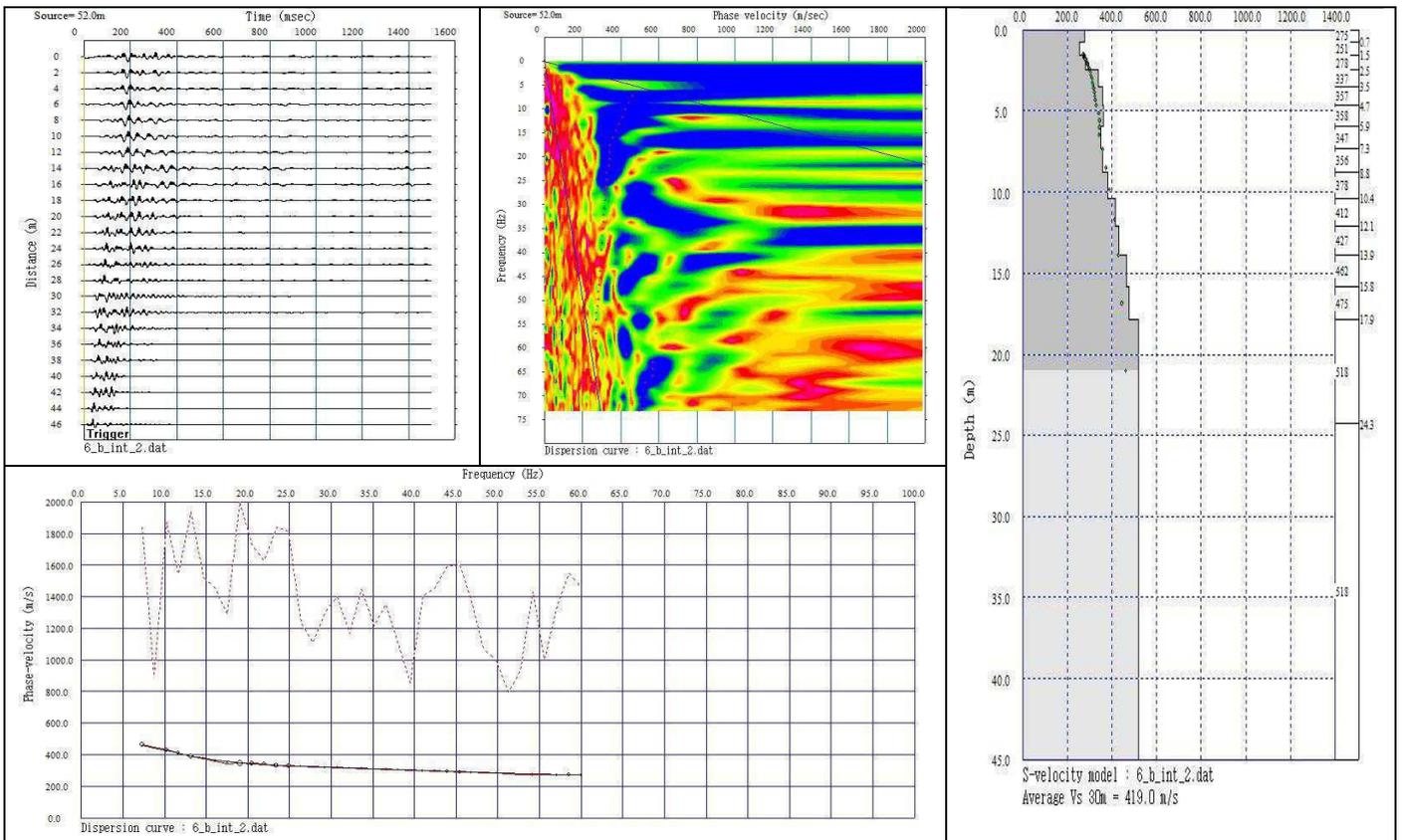
Energizzazione da S2



Energizzazione da S3



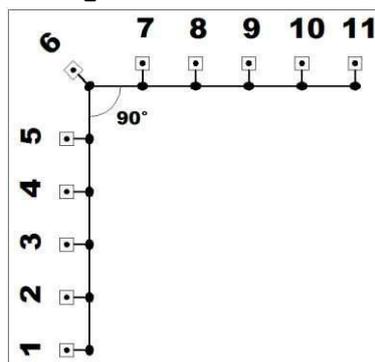
Energizzazione da S4



MAM 5 (Microtremor Array Measurement)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array):

Lunghezza dell'array sismico (da geof. 1 a geof. 11)	50.00 m
Lunghezza singolo braccio	25.00 m, angolo 90°
Numero di canali /geofoni	11
Distanza intergeofonica	5.00 m
Pendenza terreno	<<15°, uniforme

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	09:40 - 10:20
Numero totale di registrazioni	15
Durata registrazione	30 s
Frequenza di campionamento	500 Hz
Periodo di campionamento	2 ms
Geofoni	4.5 hz
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

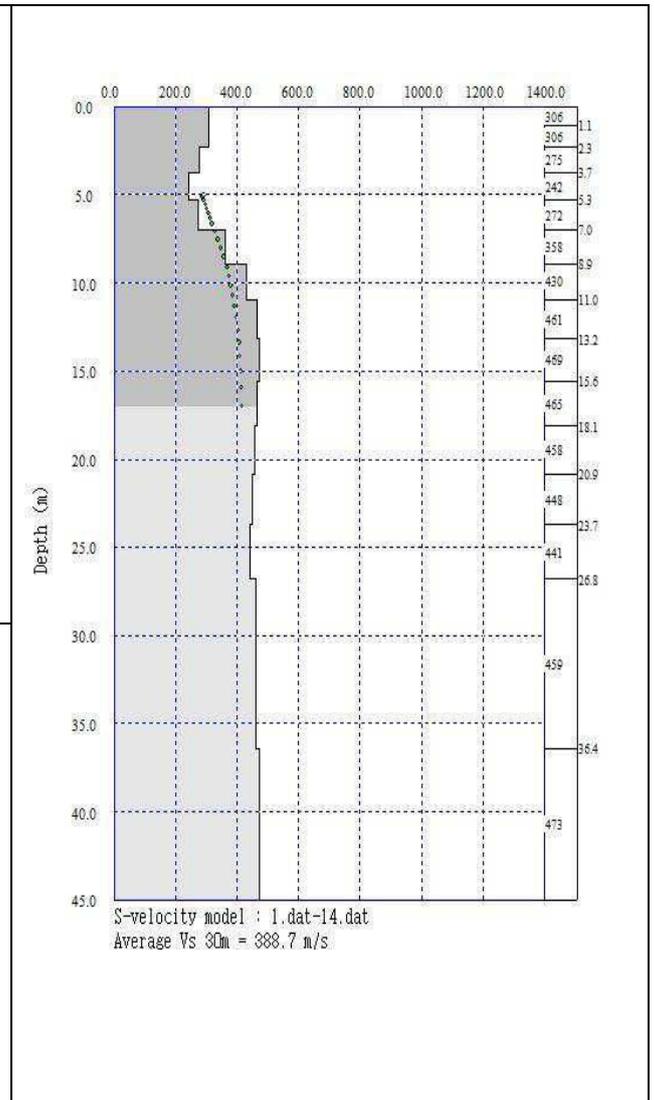
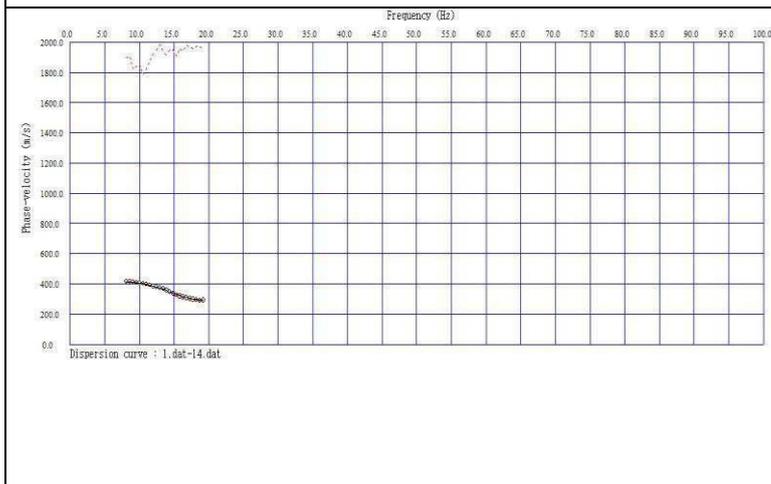
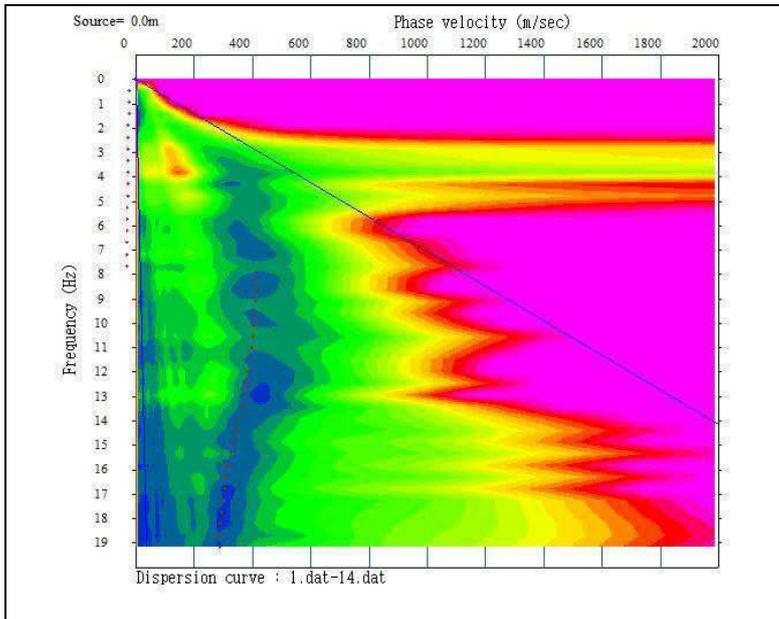
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare moderato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricata
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Grado saturazione coltre superficiale	Assente

Qualità delle registrazioni:

Traccia 1	Scarsa	Traccia 2	Scarsa	Traccia 3	Buona	Traccia 4	Buona	Traccia 5	Buona
Traccia 6	Buona	Traccia 7	Scarsa	Traccia 8	Scarsa	Traccia 9	Scarsa	Traccia 10	Buona
Traccia 11	Buona	Traccia 12	Scarsa	Traccia 13	Buona	Traccia 14	Buona	Traccia 15	Scarsa

Elaborati grafici e modelli interpretativi

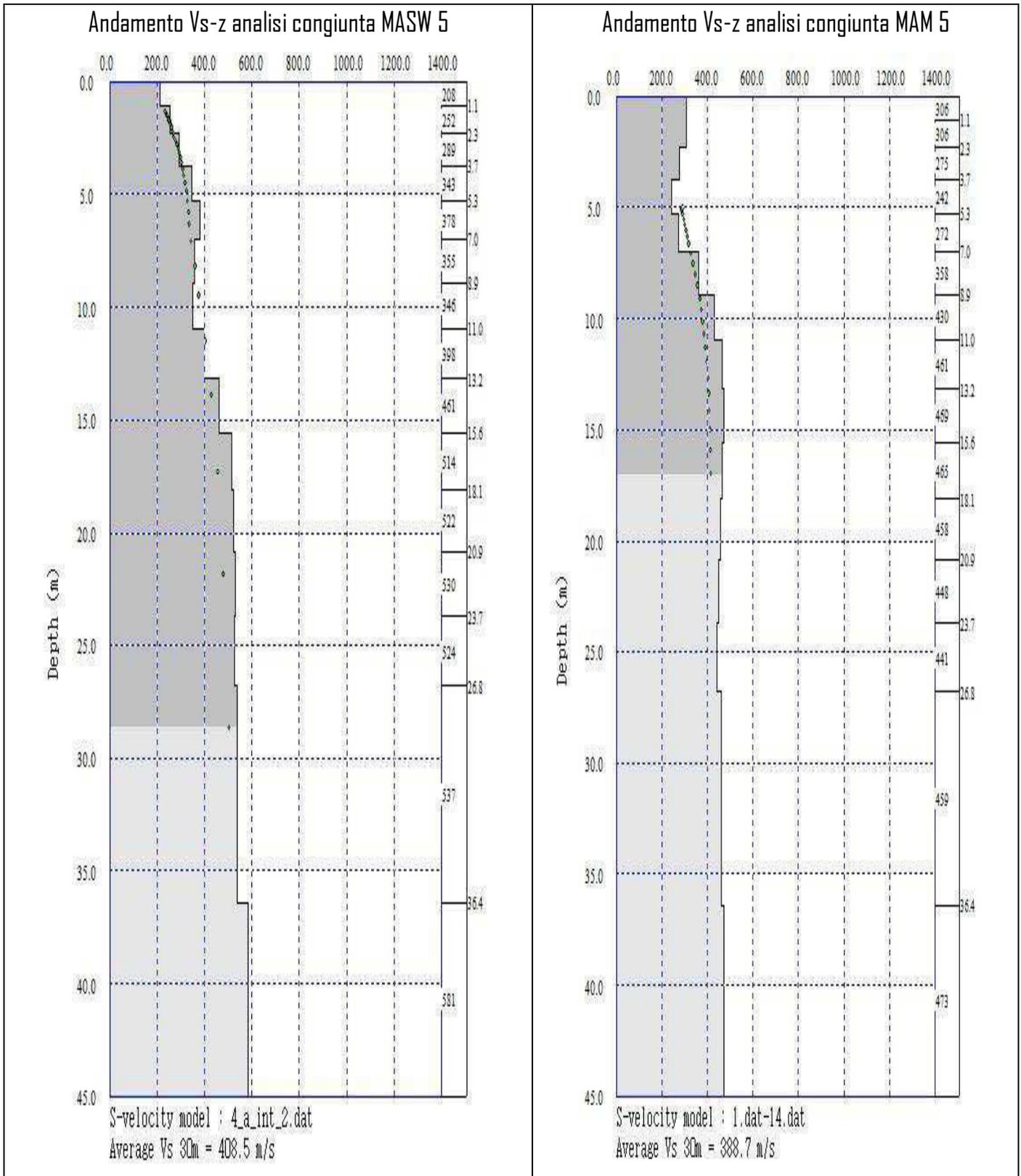
Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti per ciascun canale, allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità).



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Per questo sito non viene prodotta l'analisi congiunta MASW - MAM in quanto seppur vicine le due indagini non risultano almeno parzialmente sovrapposte. Pertanto viene proposto il modello sismostratigrafico di riferimento riferito alla battuta S2 della tecnica MASW in ogni modo parzialmente confermato dall'interpretazione del dato MAM:



SITO G06

Indagini MASW 6 - MAM 6

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Piazza Oderisi - Corso Garibaldi
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35162 - Long 12,57992



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

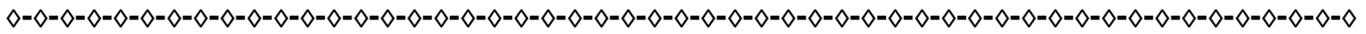


MASW 6

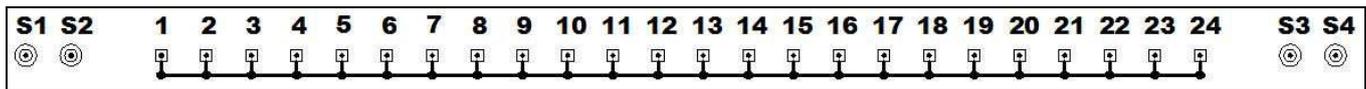


MAM 6

MASW 6 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	NO (G1) - SE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	Non effettuata
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	Non effettuata
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	4.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	13:00 - 13:30
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	----
Numero di energizzazioni su S3	----
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

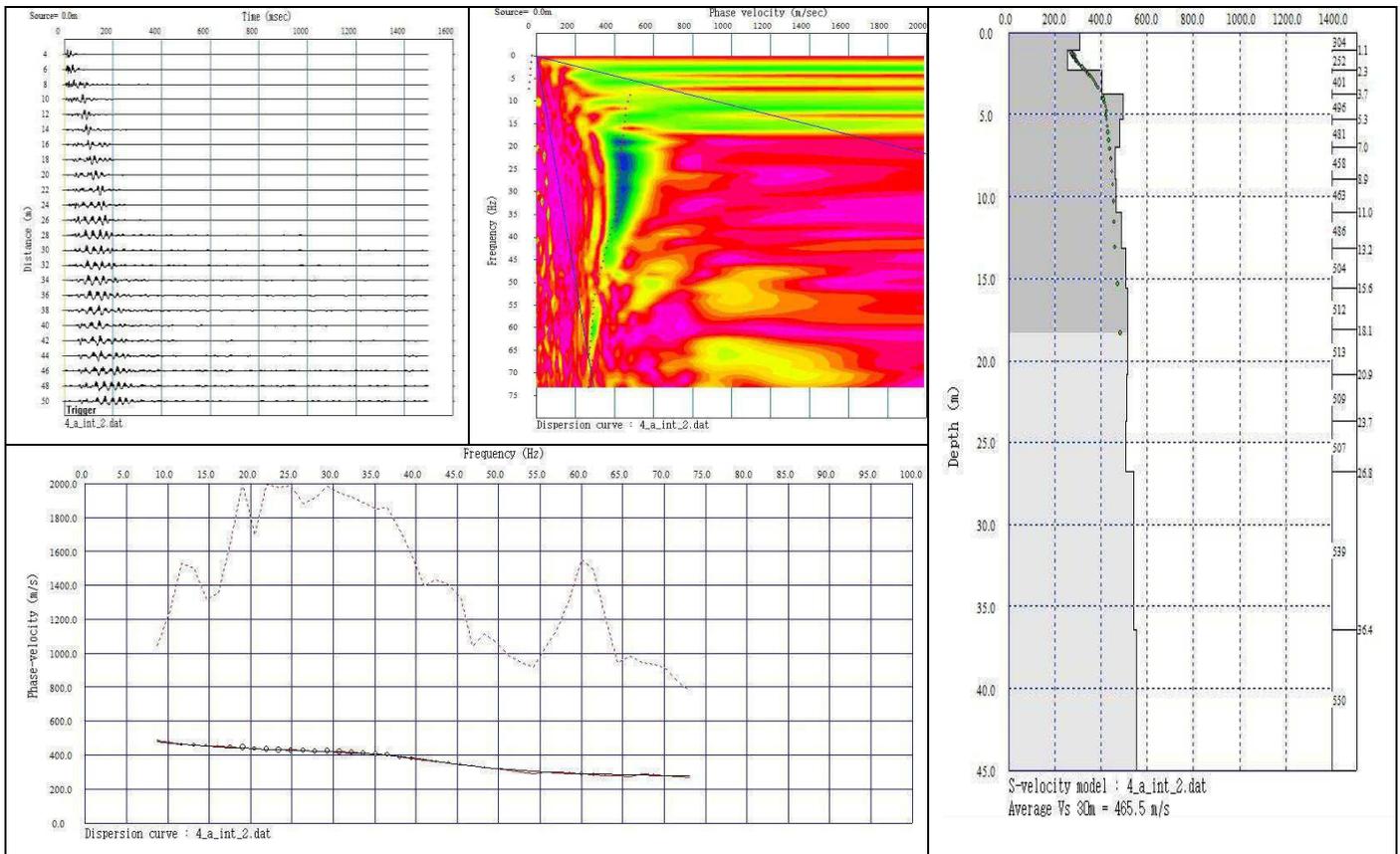
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	----	Tracce S3	----	Tracce S4	Discreta
------------------	----------	------------------	------	------------------	------	------------------	----------

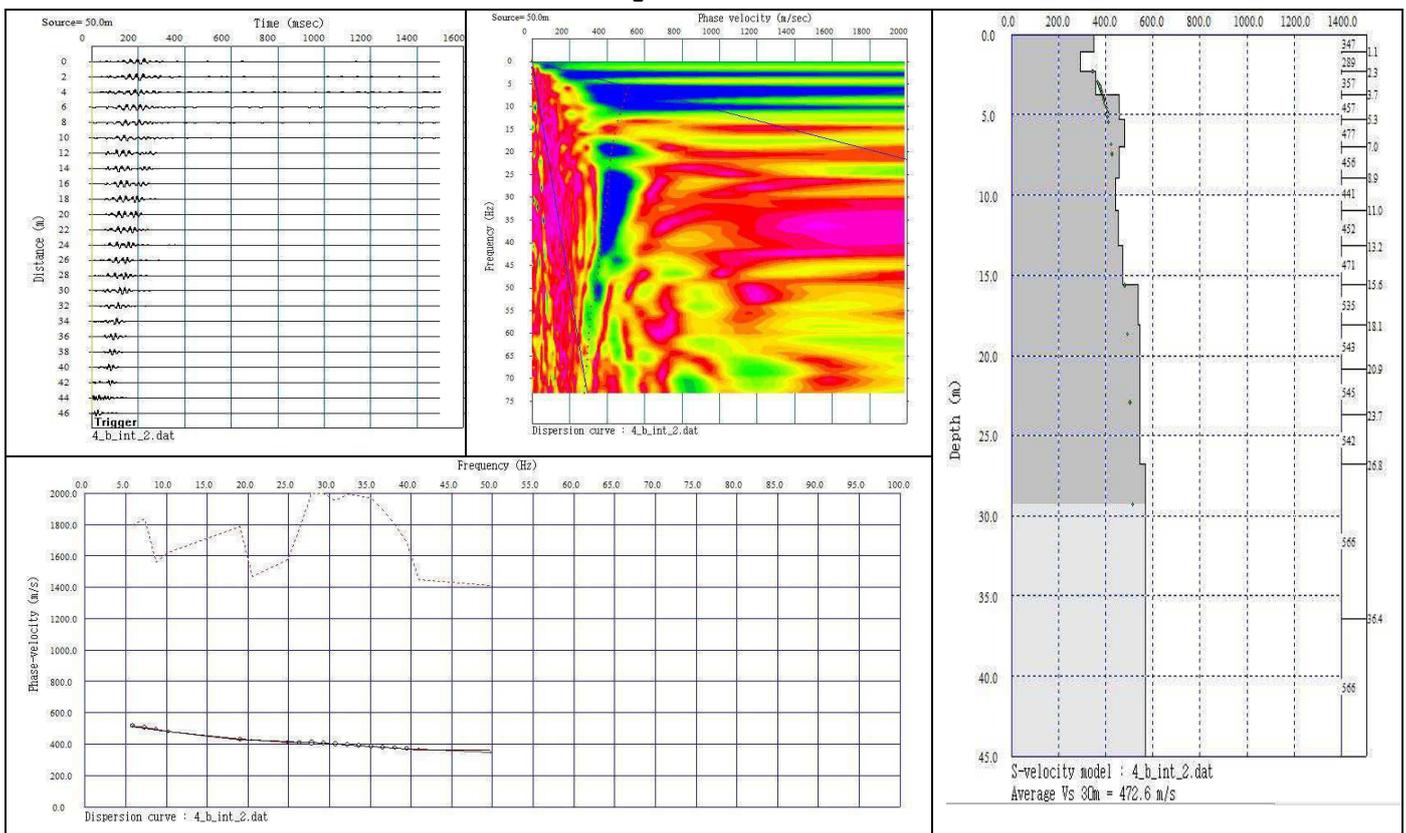
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

Energizzazione da S1



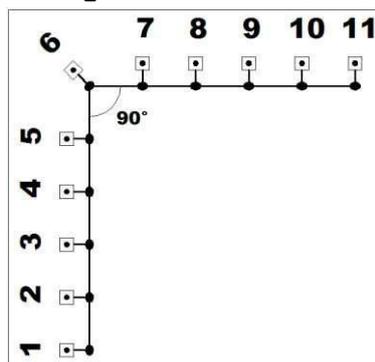
Energizzazione da S4



MAM 6 (Microtremor Array Measurement)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array):

Lunghezza dell'array sismico (da geof. 1 a geof. 11)	32.00 m
Lunghezza singolo braccio	16.00 m, angolo 90°
Numero di canali /geofoni	9
Distanza intergeofonica	4.00 m
Pendenza terreno	<<15°, uniforme

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	13:40 - 14:00
Numero totale di registrazioni	15
Durata registrazione	30 s
Frequenza di campionamento	500 Hz
Periodo di campionamento	2 ms
Geofoni	4.5 hz
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

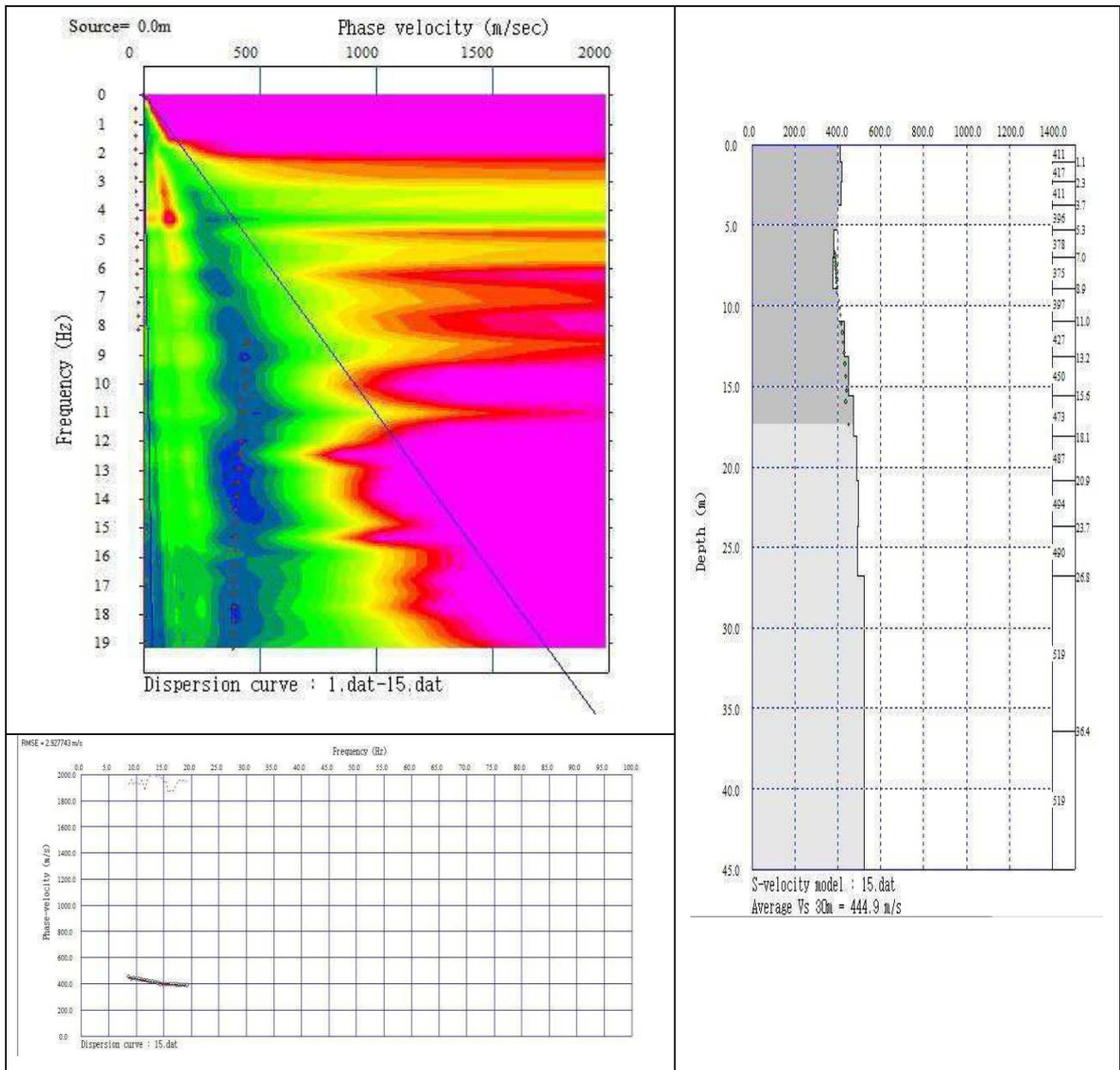
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricato
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Grado saturazione coltre superficiale	Assente

Qualità delle registrazioni:

Traccia 1	Scarsa	Traccia 2	Buona	Traccia 3	Buona	Traccia 4	Buona	Traccia 5	Buona
Traccia 6	Buona	Traccia 7	Scarsa	Traccia 8	Buona	Traccia 9	Buona	Traccia 10	Buona
Traccia 11	Buona	Traccia 12	Scarsa	Traccia 13	Buona	Traccia 14	Scarsa	Traccia 15	Buona

Elaborati grafici e modelli interpretativi

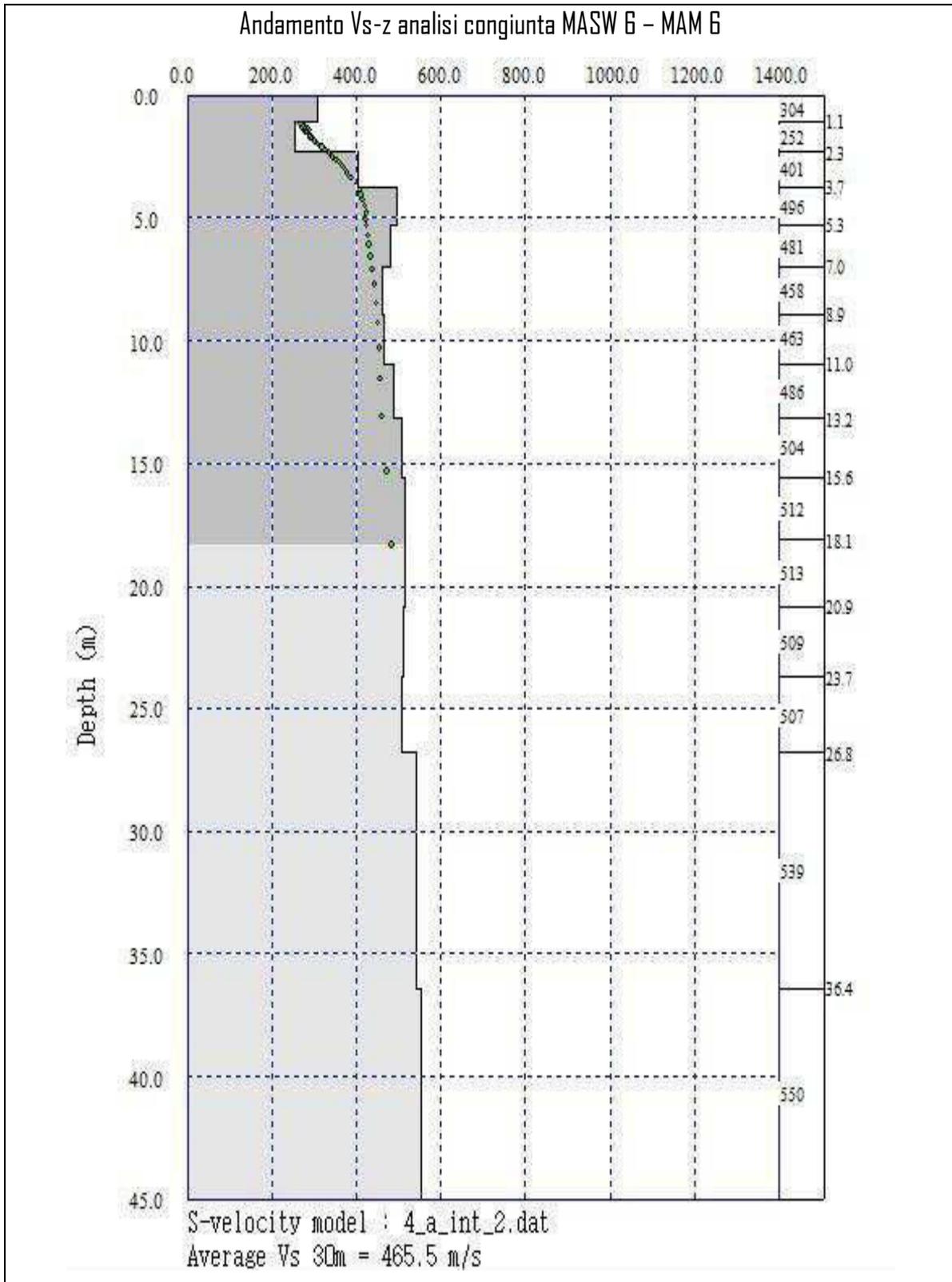
Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti per ciascun canale, allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità).



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Per questo sito non viene prodotta l'analisi congiunta MASW - MAM in quanto quest'ultima ha permesso di investigare, visto la limitata lunghezza dei bracci, una limitata profondità. Pertanto viene proposto il modello sismostratigrafico di riferimento riferito alla battuta S4 della tecnica MASW in ogni modo parzialmente confermato dall'interpretazione del dato MAM:

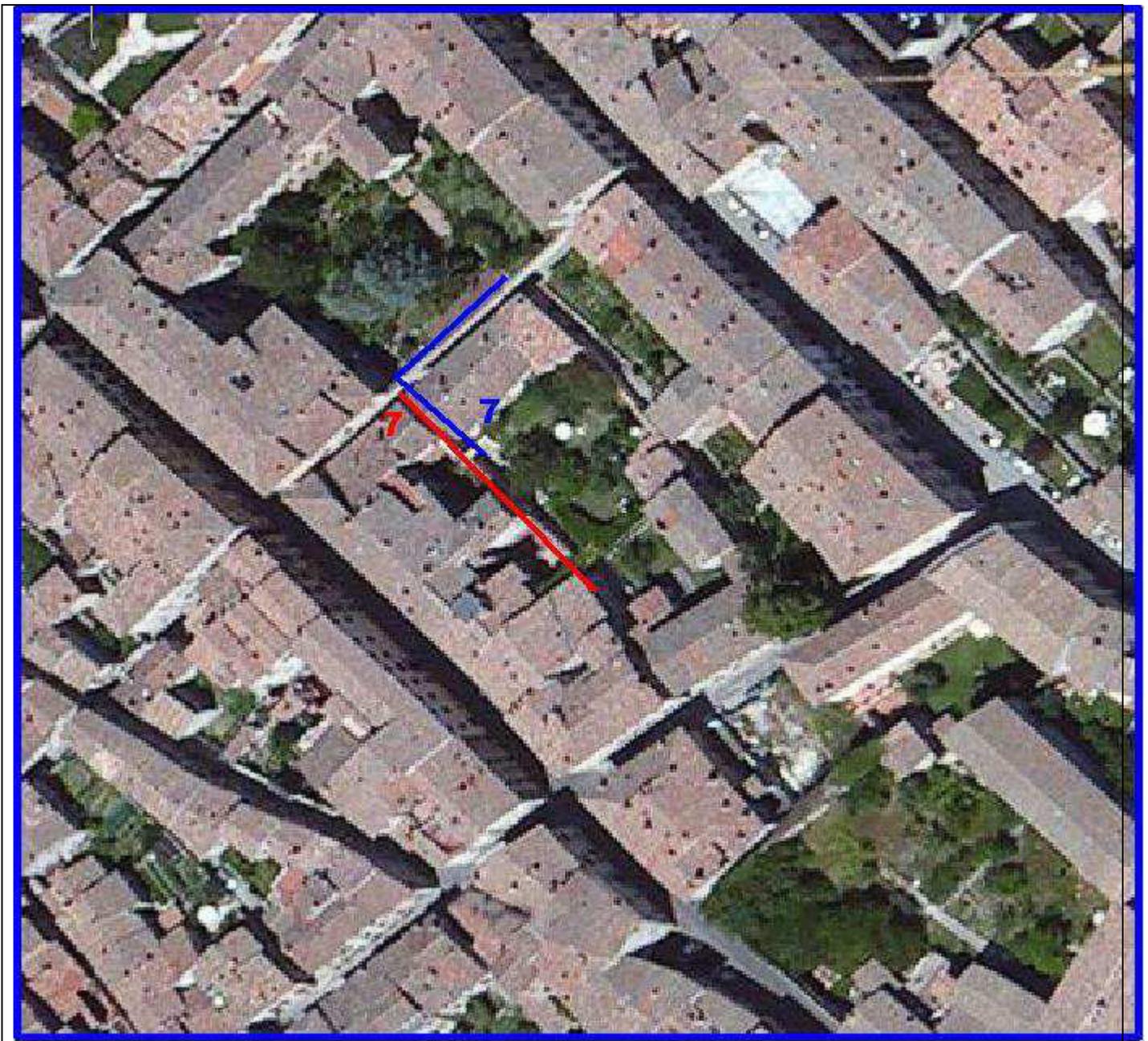


SITO G07

Indagini MASW 7 - MAM 7

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Franciarini
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35039 - Long 12,58241

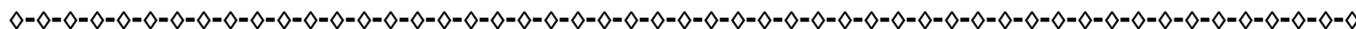


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

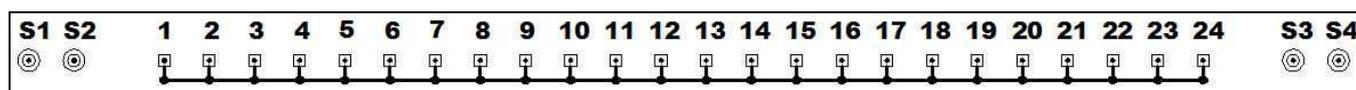


MASW 7 - MAM 7

MASW 7 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	NO (G1) - SE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	4.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	Non effettuata (mancanza di spazio)

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	11:20 - 11:40
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	----
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricato
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

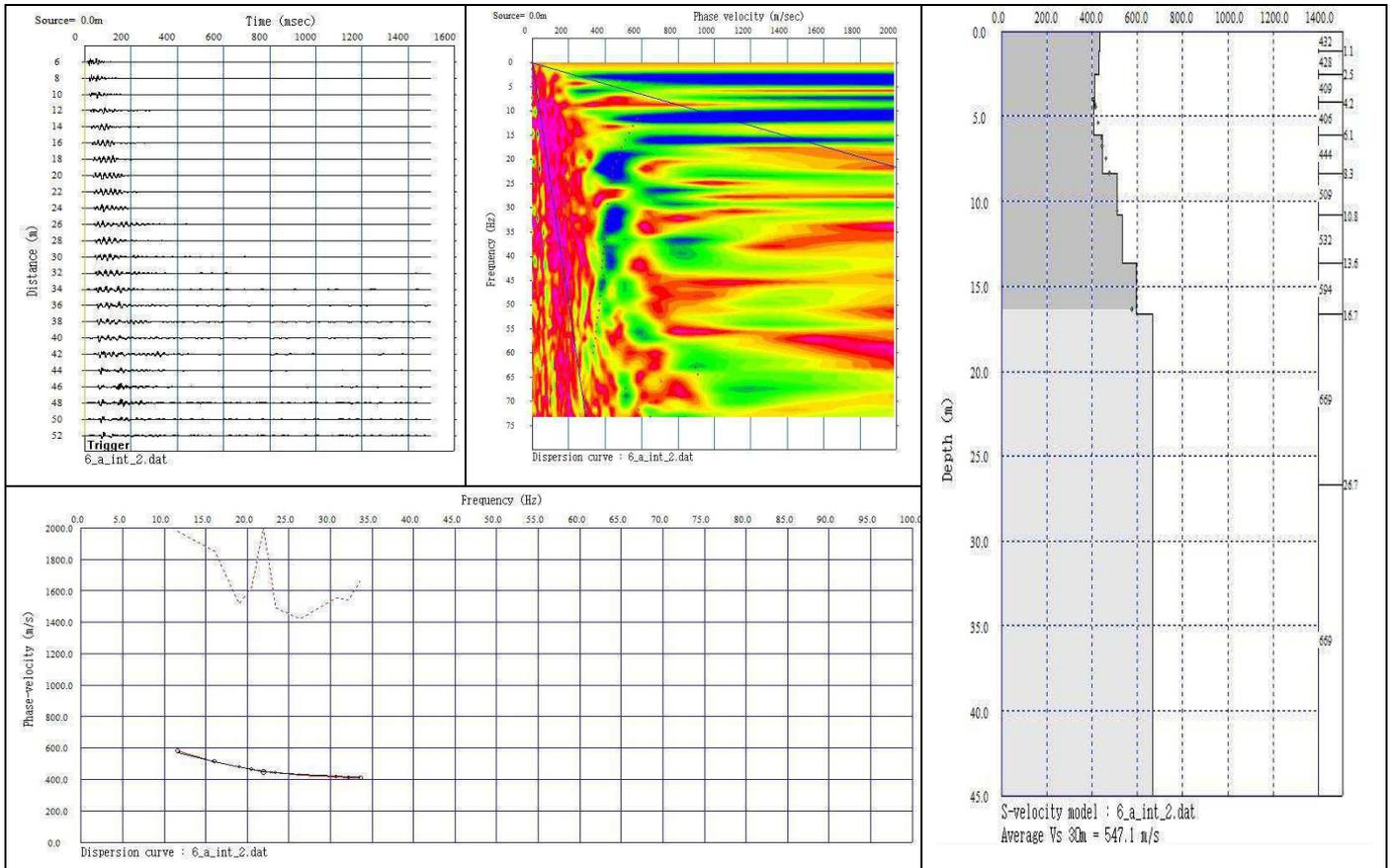
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	-----
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	-------

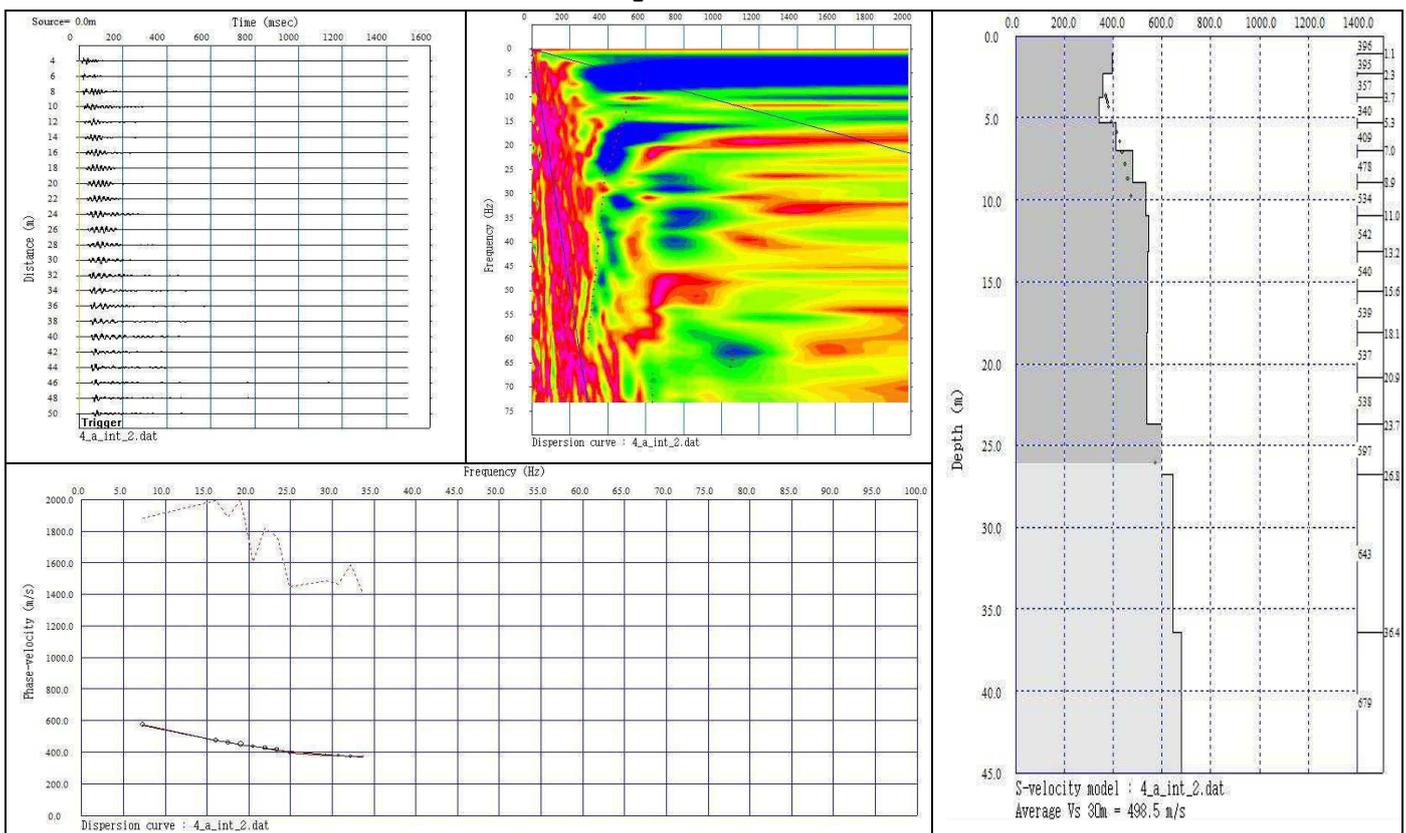
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

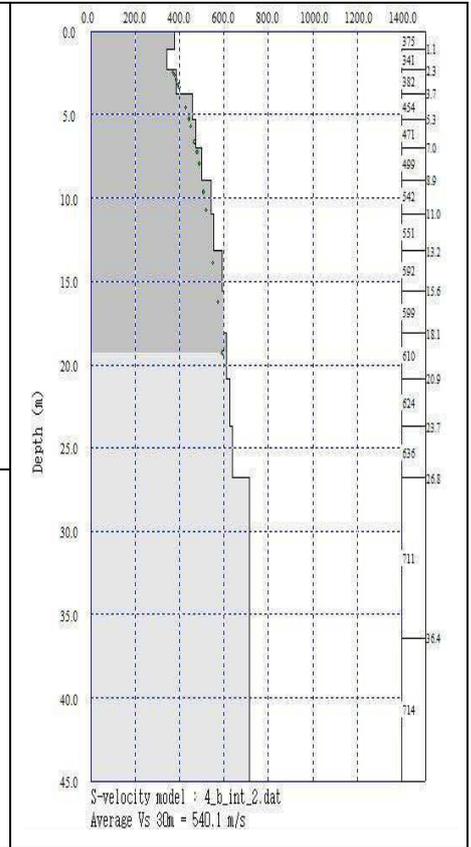
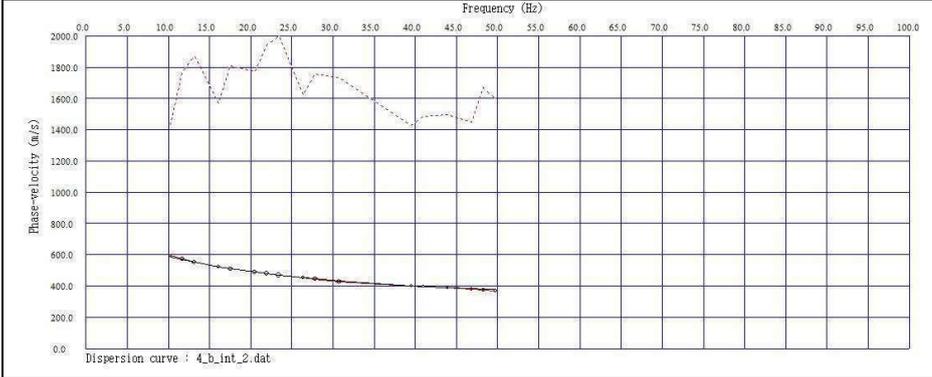
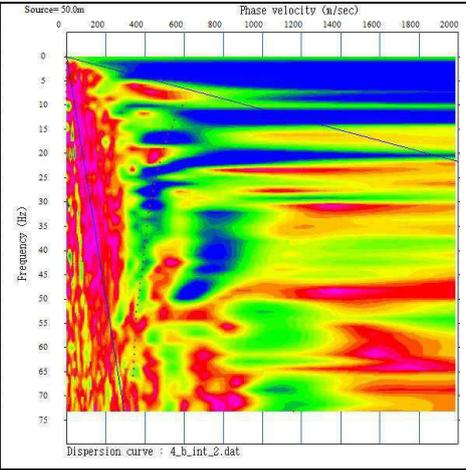
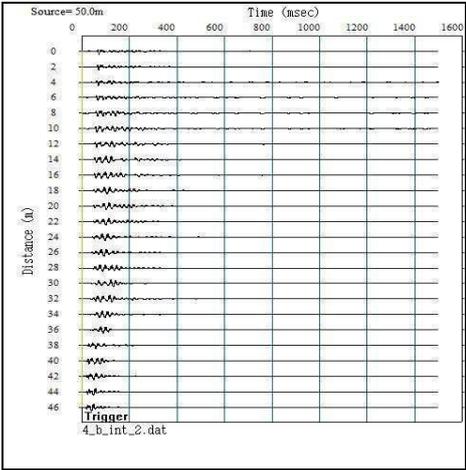
Energizzazione da S1



Energizzazione da S2



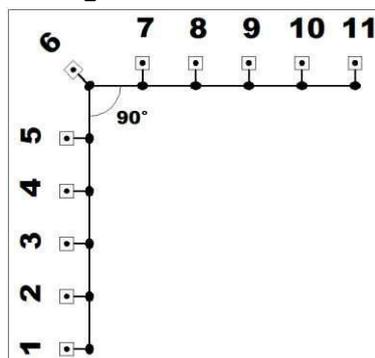
Energizzazione da S3



MAM 7 (Microtremor Array Measurement)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array):

Lunghezza dell'array sismico (da geof. 1 a geof. 11)	50.00 m
Lunghezza singolo braccio	25.00 m, angolo 90°
Numero di canali /geofoni	11
Distanza intergeofonica	5.00 m
Pendenza terreno	<<15°, uniforme

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	12:00 - 12:30
Numero totale di registrazioni	15
Durata registrazione	30 s
Frequenza di campionamento	500 Hz
Periodo di campionamento	2 ms
Geofoni	4.5 hz
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

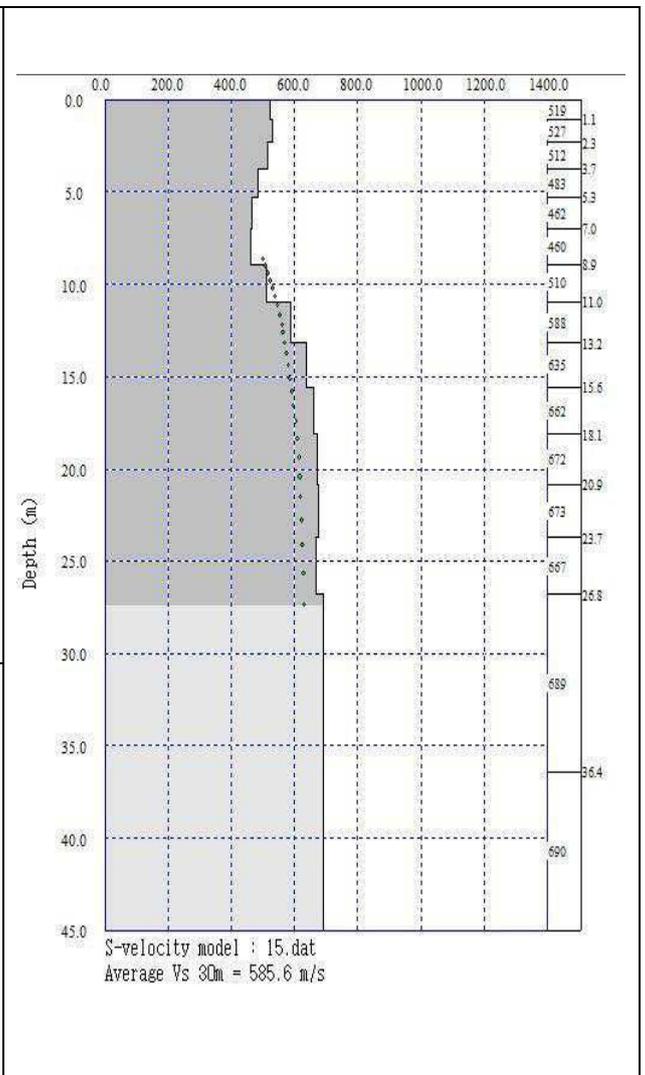
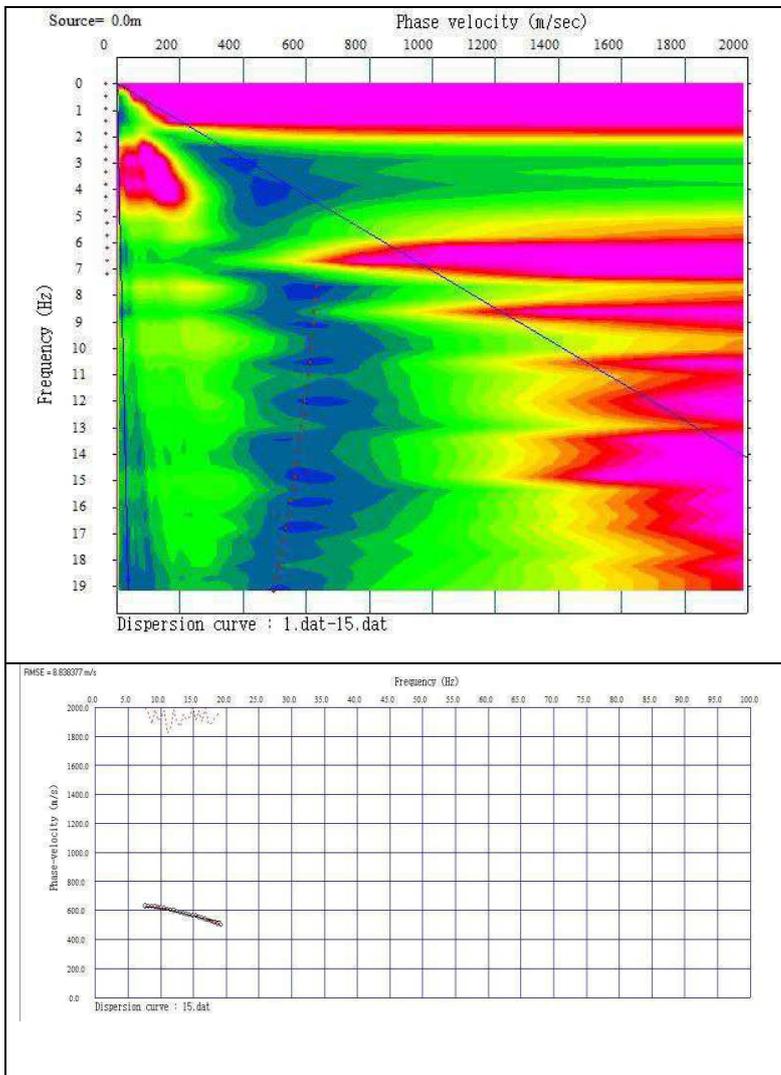
Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare moderato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricato
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Grado saturazione coltre superficiale	Assente

Qualità delle registrazioni:

Traccia 1	Buona	Traccia 2	Buona	Traccia 3	Buona	Traccia 4	Buona	Traccia 5	Scarsa
Traccia 6	Buona	Traccia 7	Scarsa	Traccia 8	Buona	Traccia 9	Buona	Traccia 10	Buona
Traccia 11	Buona	Traccia 12	Scarsa	Traccia 13	Buona	Traccia 14	Scarsa	Traccia 15	Buona

Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti per ciascun canale, allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità).



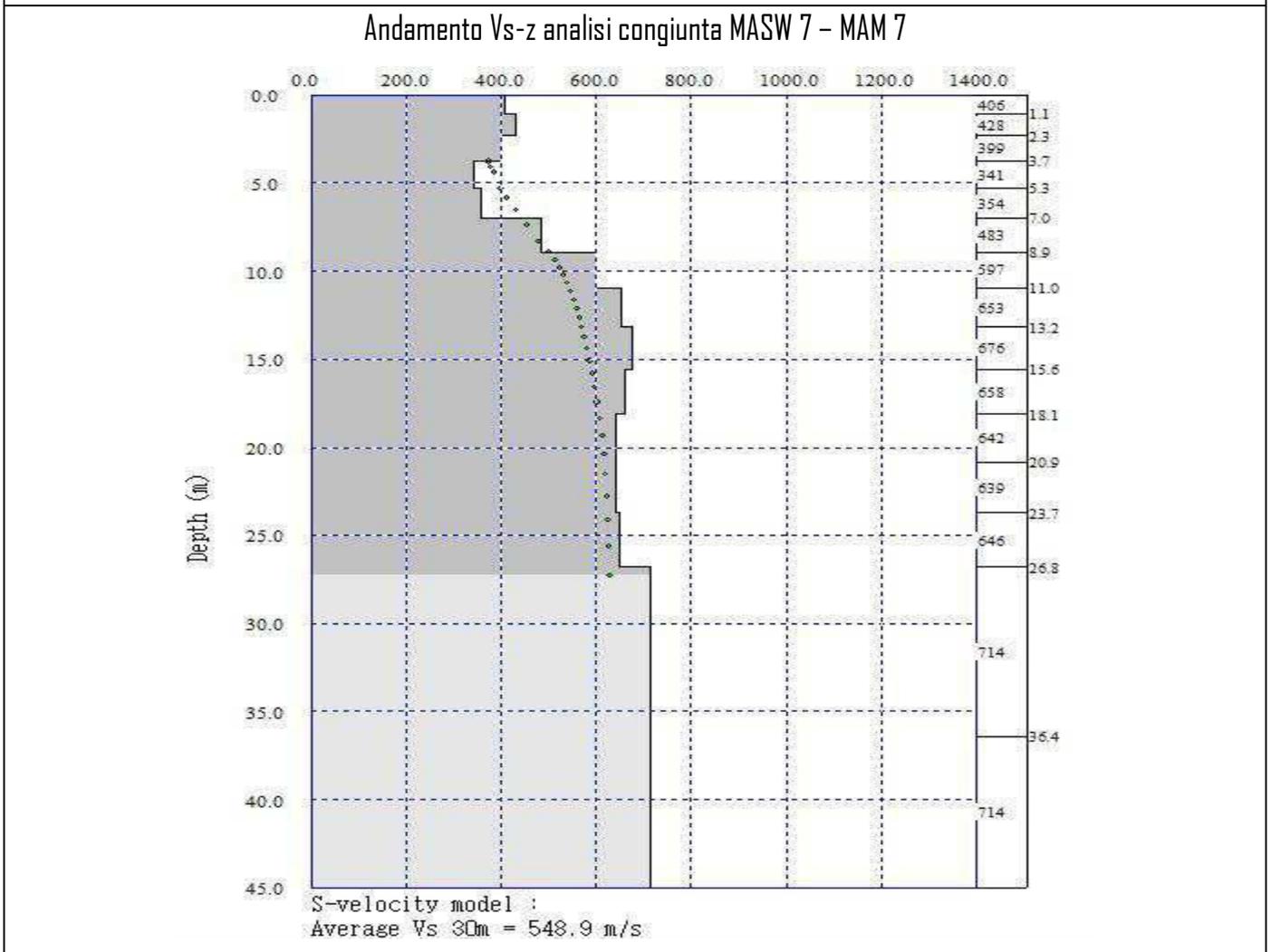
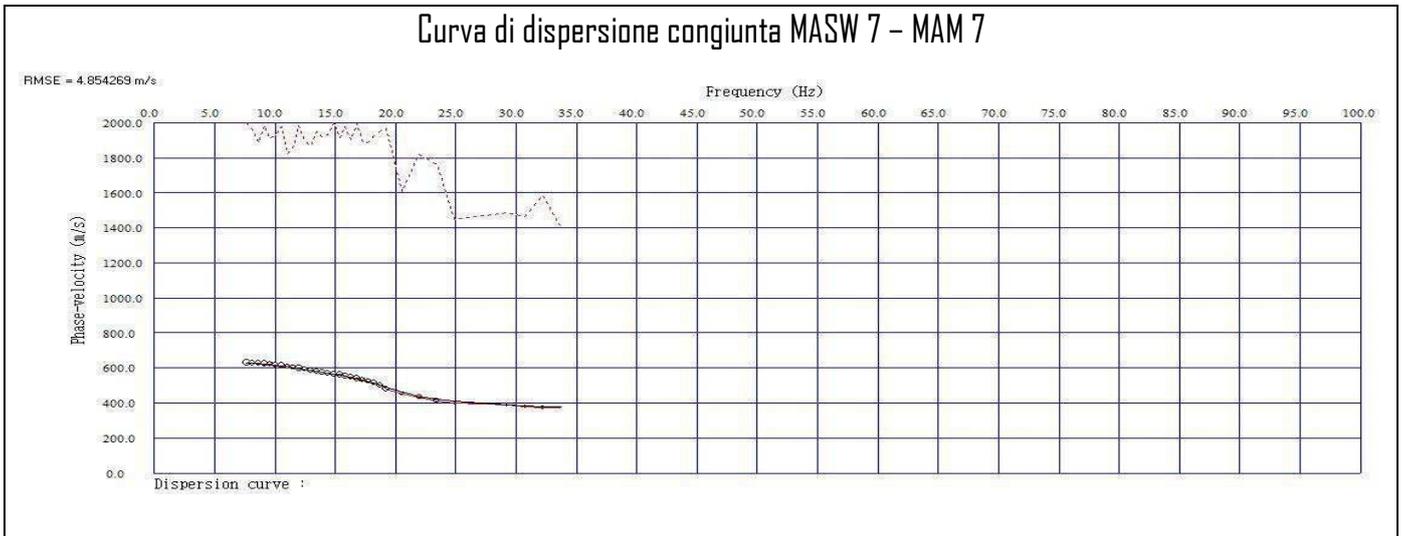
ANALISI CONGIUNTA MASW 7 - MAM 7

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Curva di dispersione congiunta (unione e smooting) MASW- MAM e relativo modello sismostratigrafico Vs-z:

Si fa presente che per la l'analisi congiunta lo scrivente ha ritenuto opportuno prendere a riferimento la curva di dispersione dell'analisi MASW relativa al punto di energizzazione **s3** (vedi elaborato MASW).

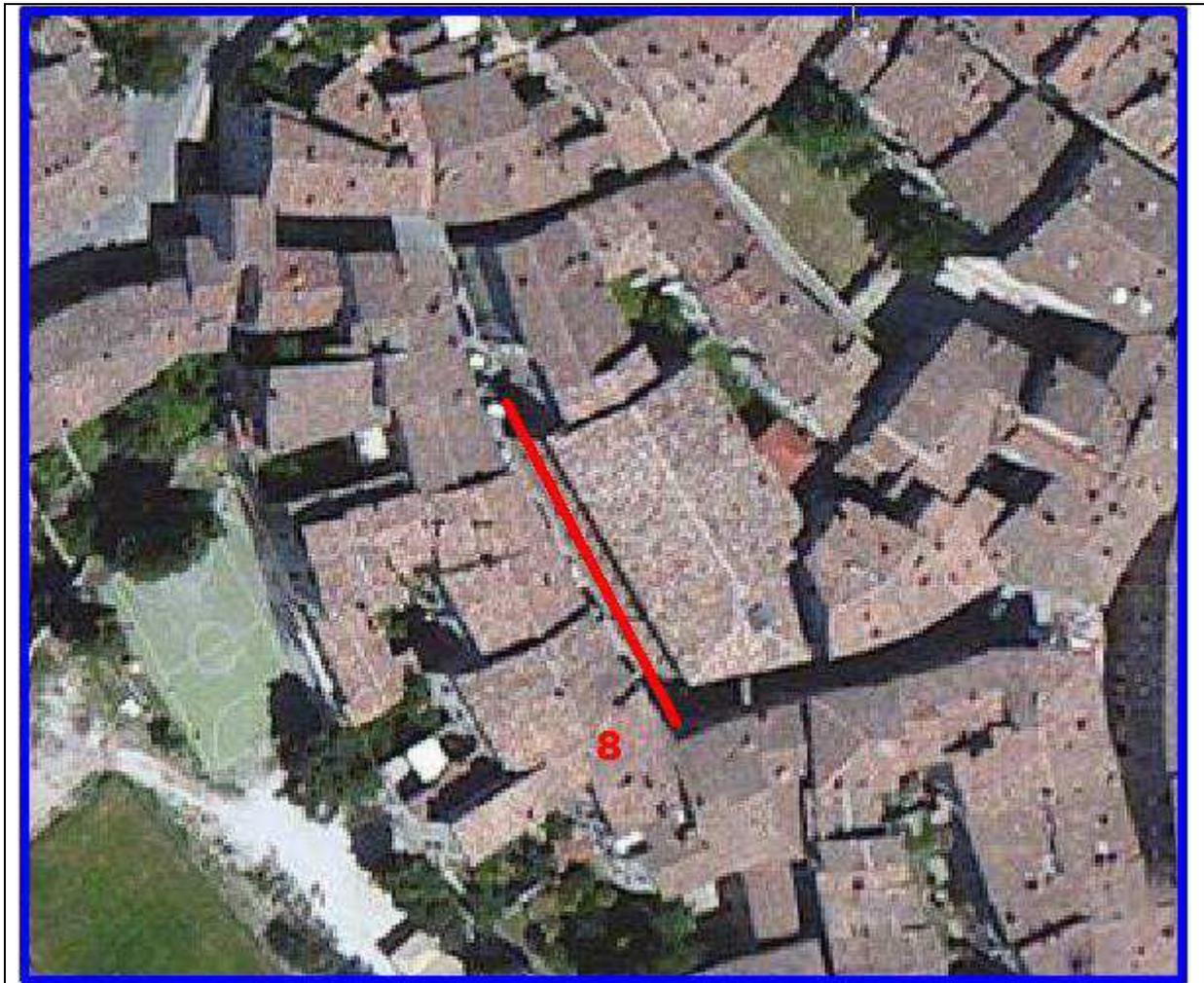


SITO G08

Indagini MASW 8

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Capitano del Popolo
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35527 - Long 12,57526



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

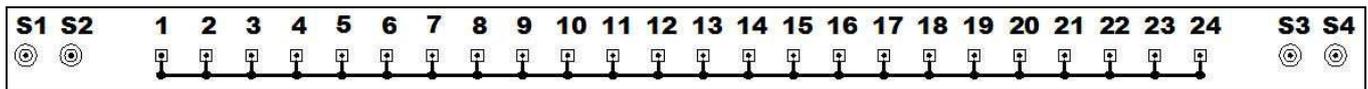


MASW 8

MASW 8 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SSE (G1) - NNO (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	Non effettuati
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	Non effettuati

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	15 aprile 2013
Ora	11:30 - 12:00
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	----
Numero di energizzazioni su S4	----
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricato
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

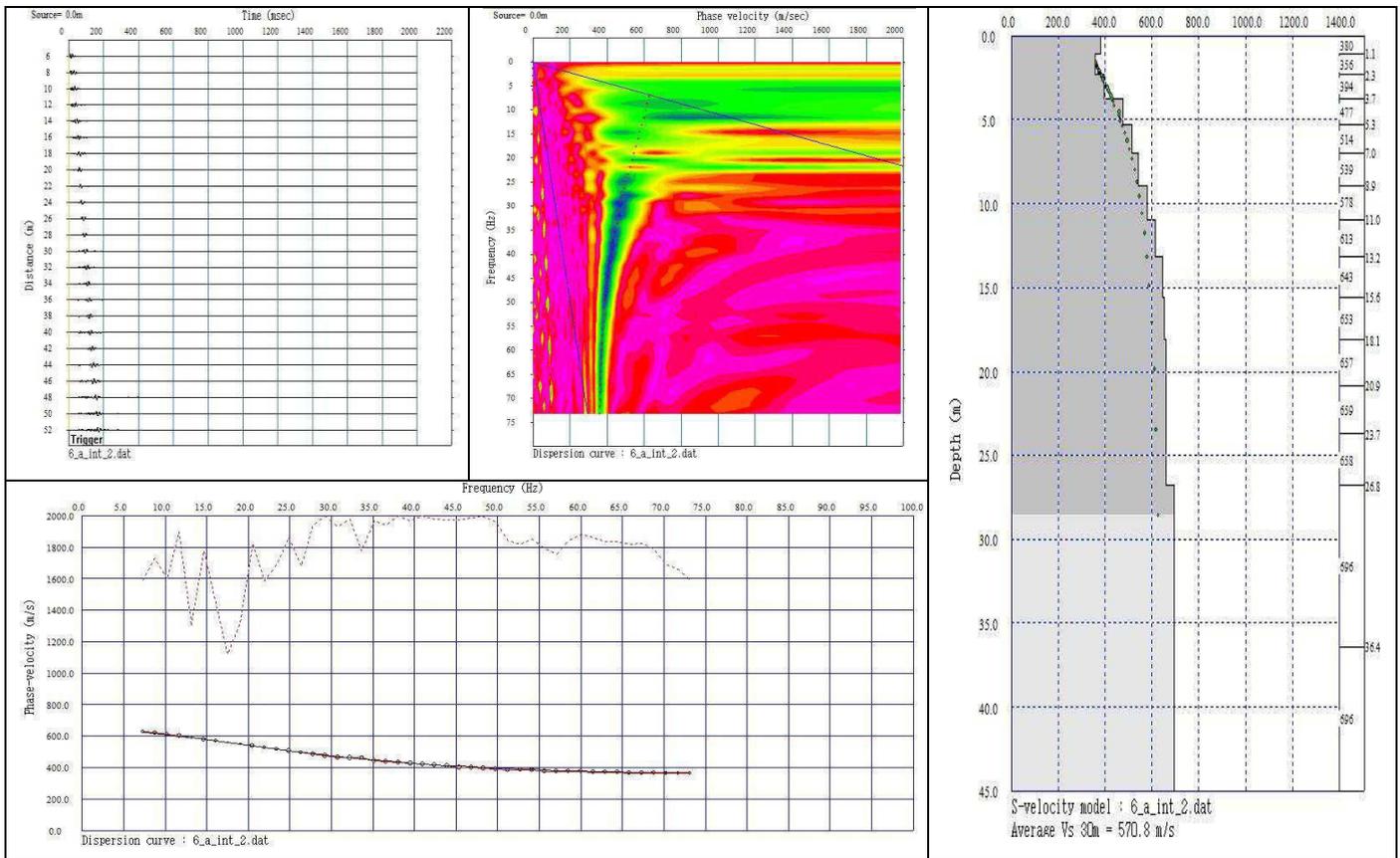
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	Discreta
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

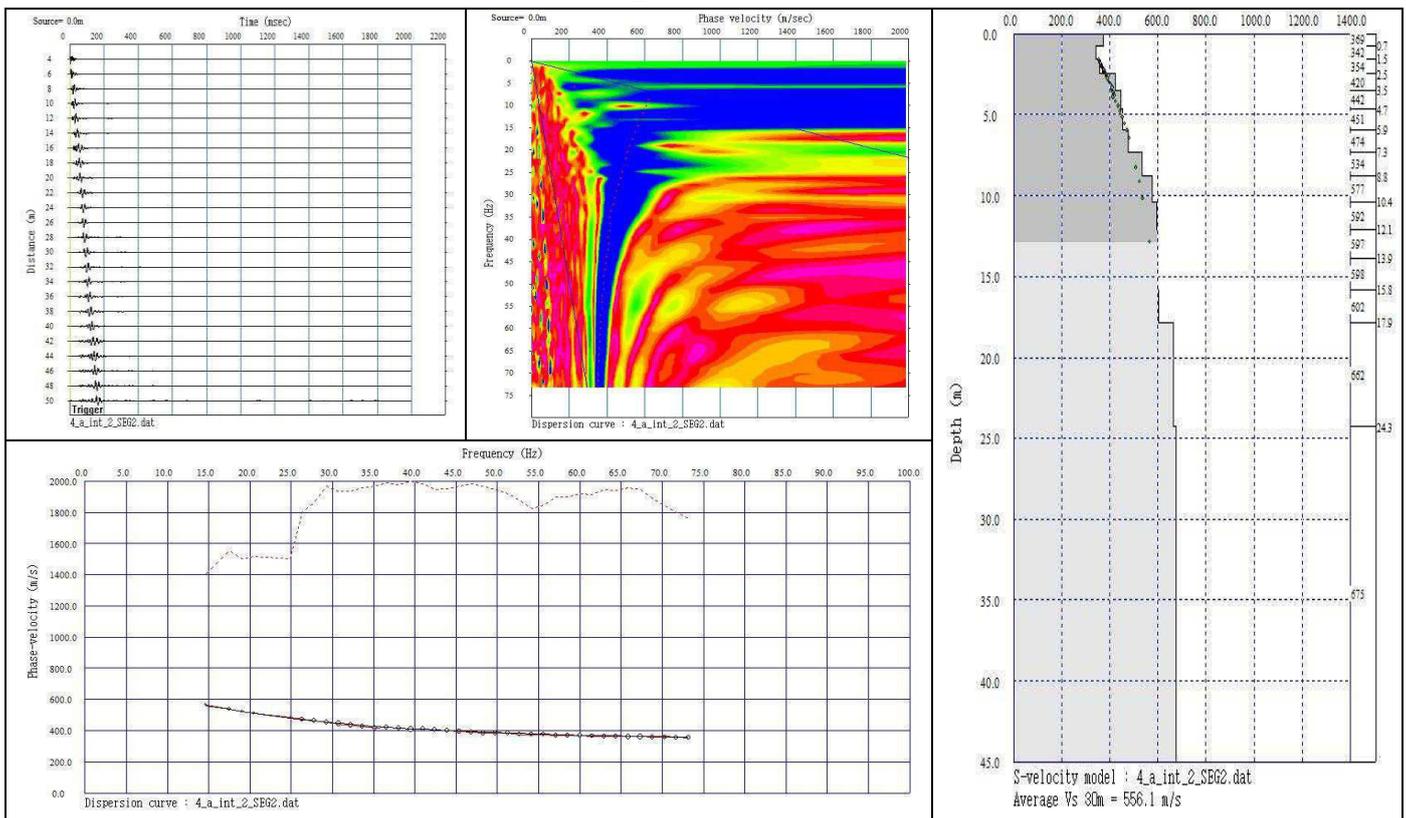
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

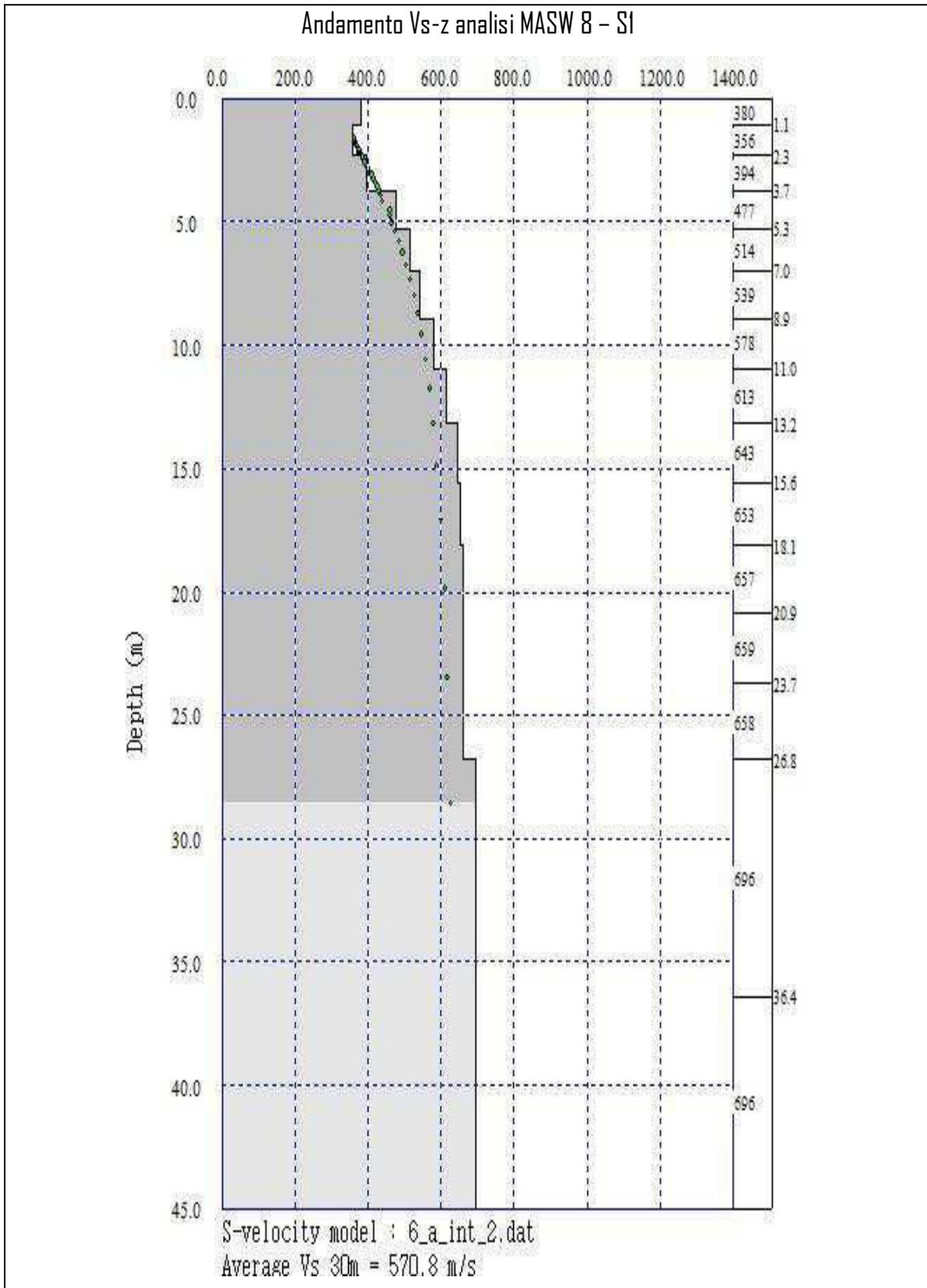
Energizzazione da **s1**



Energizzazione da **s2**



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO

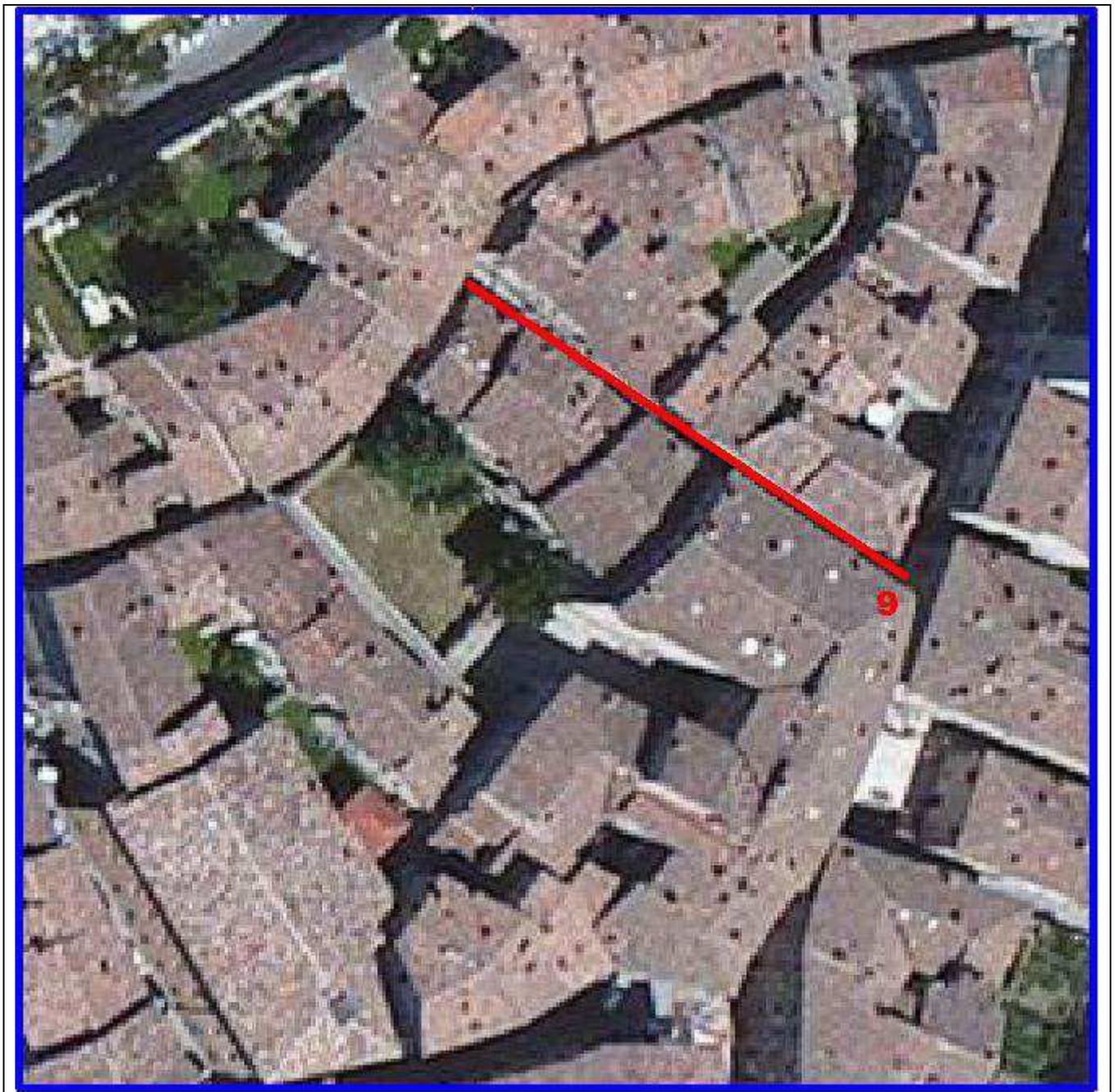


SITO G09

Indagini MASW 9

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Odendei
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35579- Long 12,575254



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

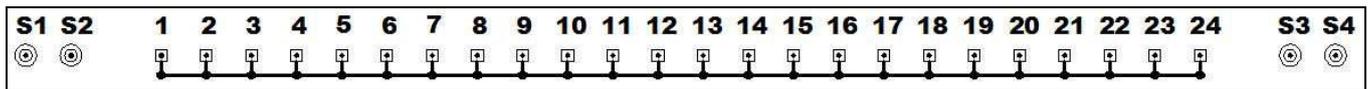


MASW 9

MASW 9 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SD (G1) - NE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	4.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	6.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	15 aprile 2013
Ora	10:30 - 11:00
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricato
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

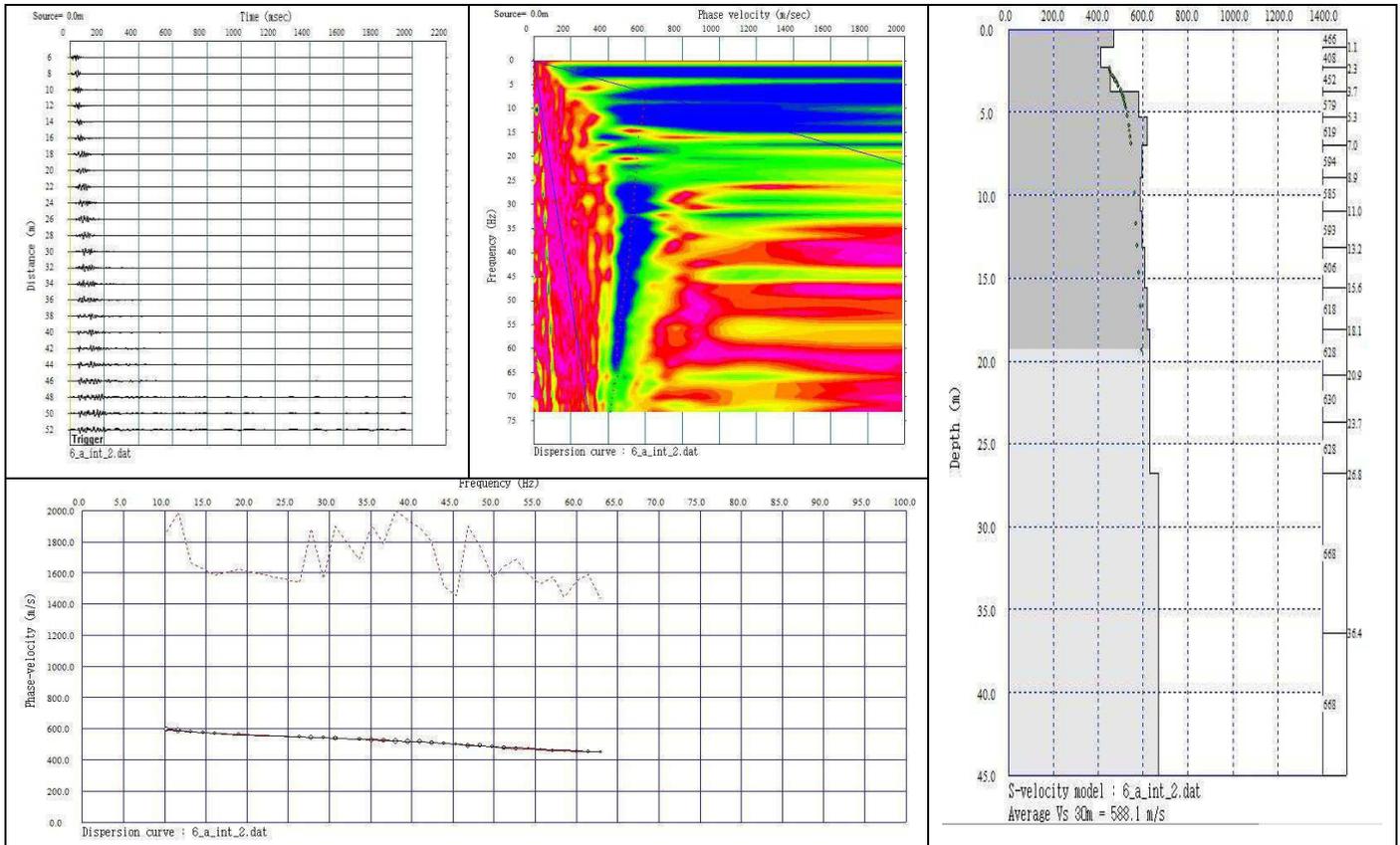
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	Discreta
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

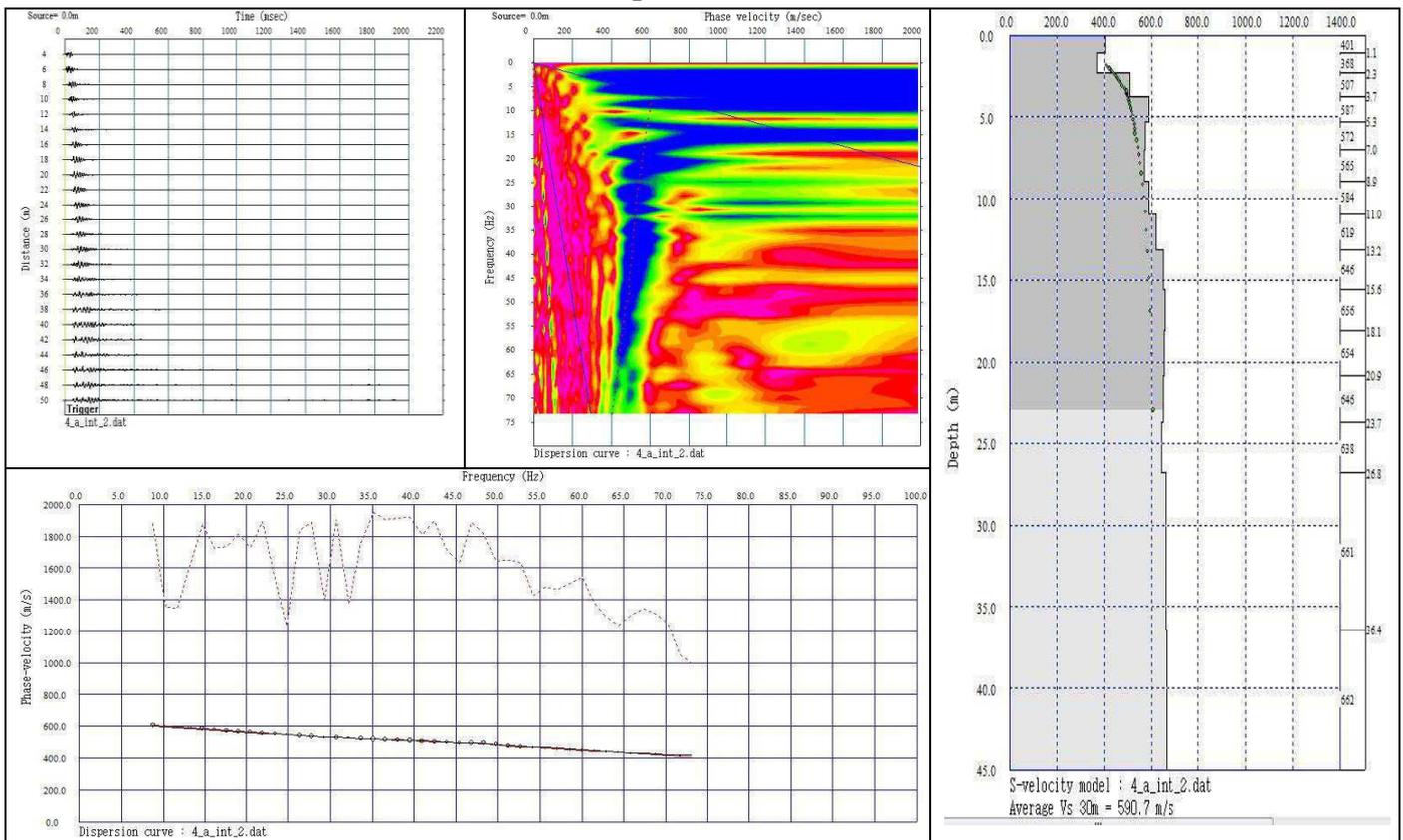
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

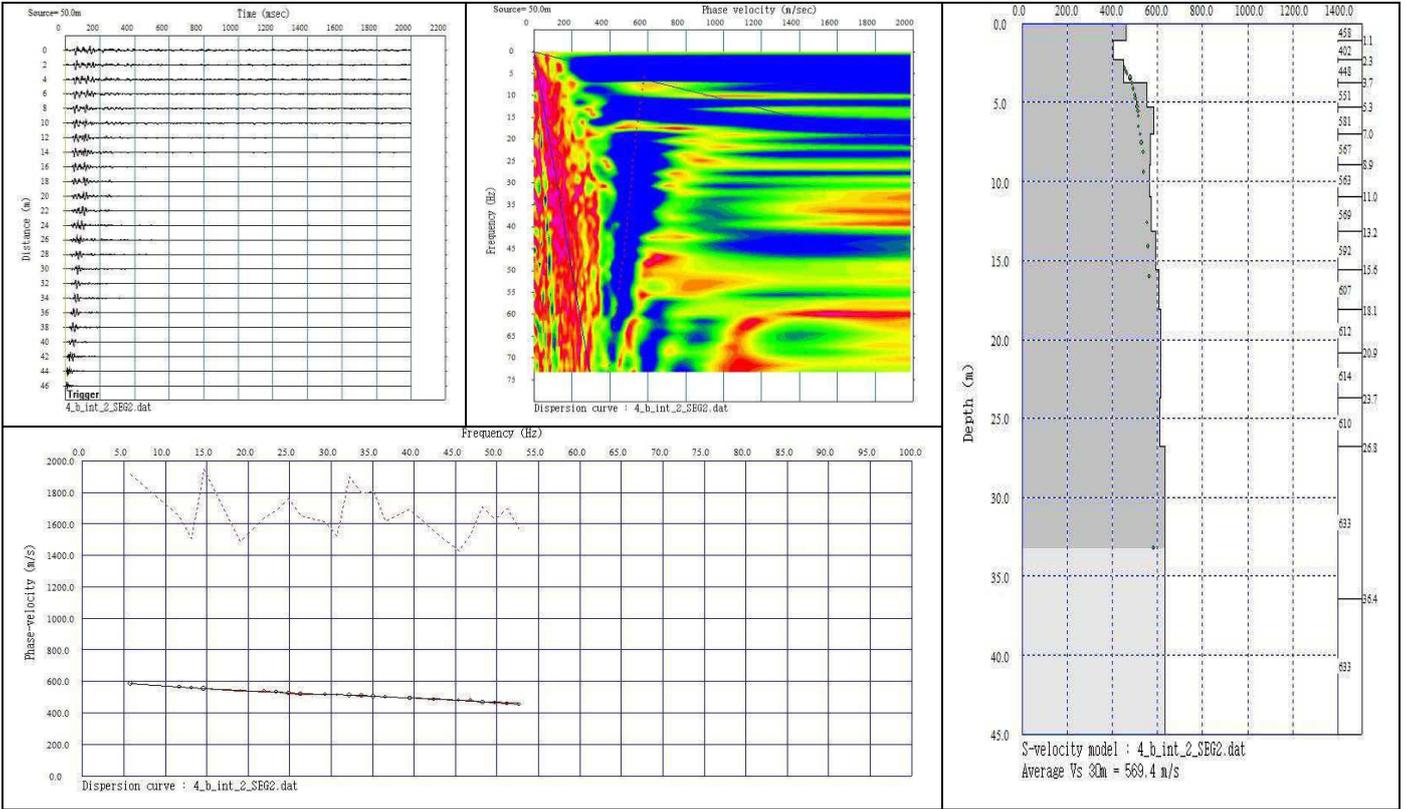
Energizzazione da S1



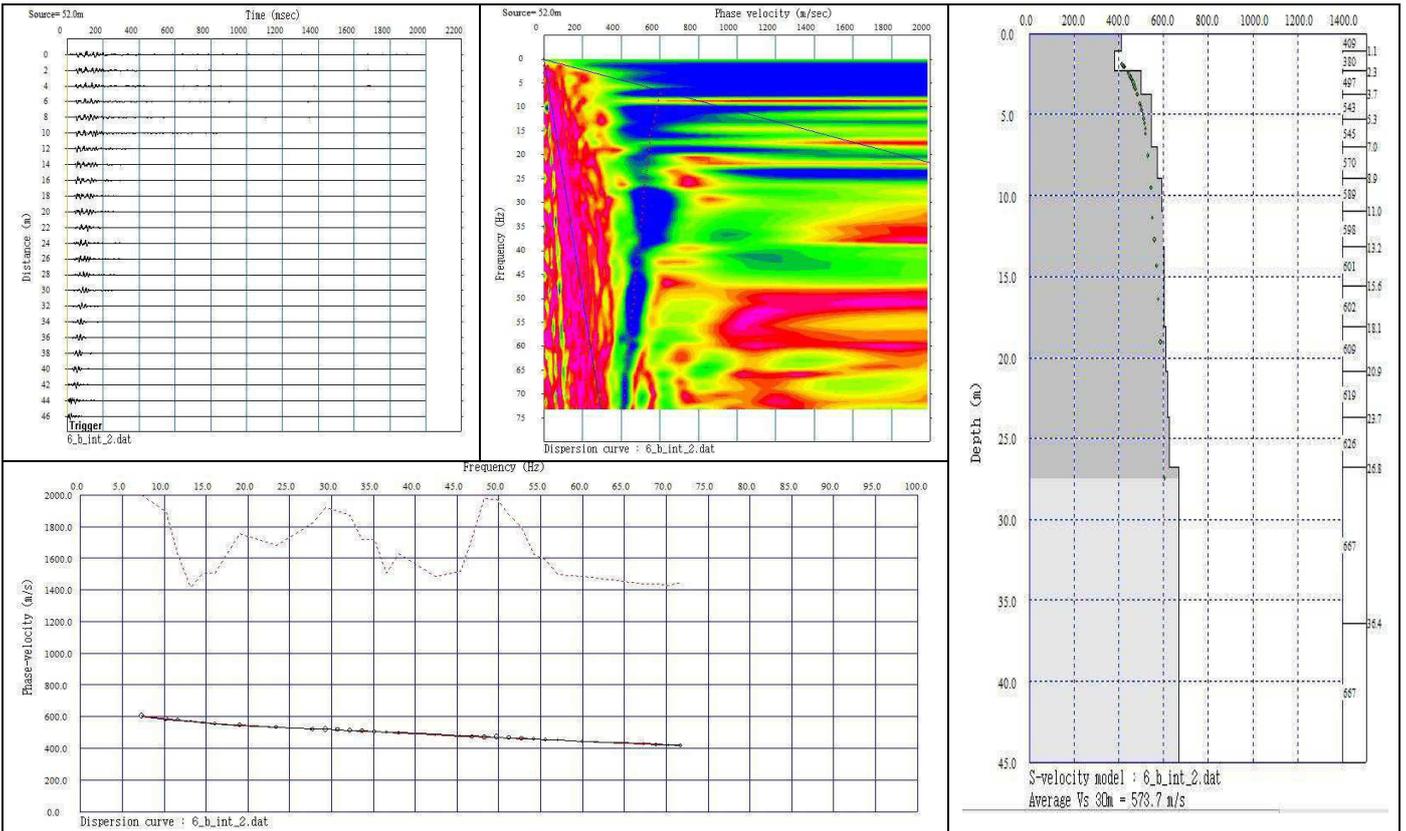
Energizzazione da S2



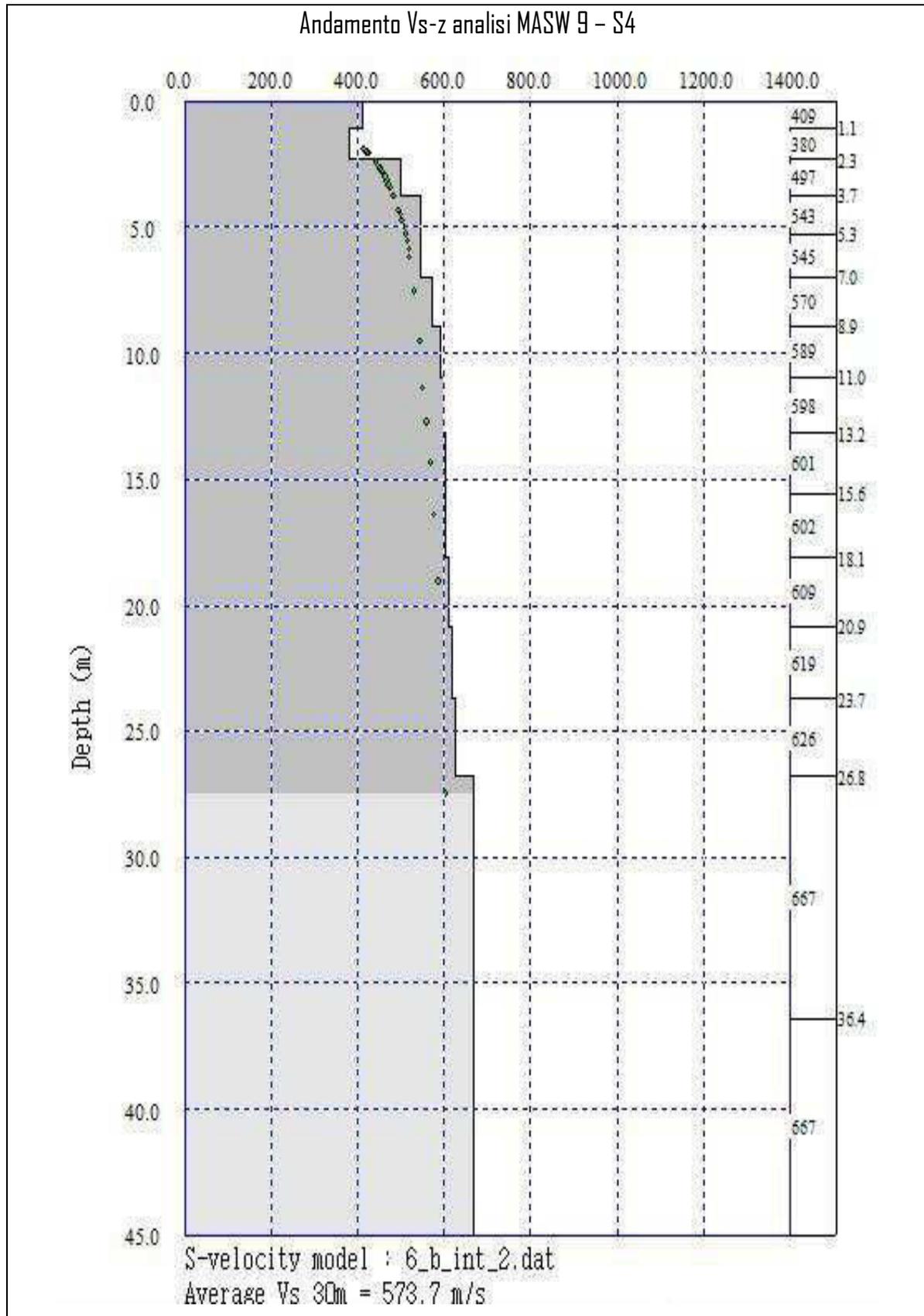
Energizzazione da S3



Energizzazione da S4



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO

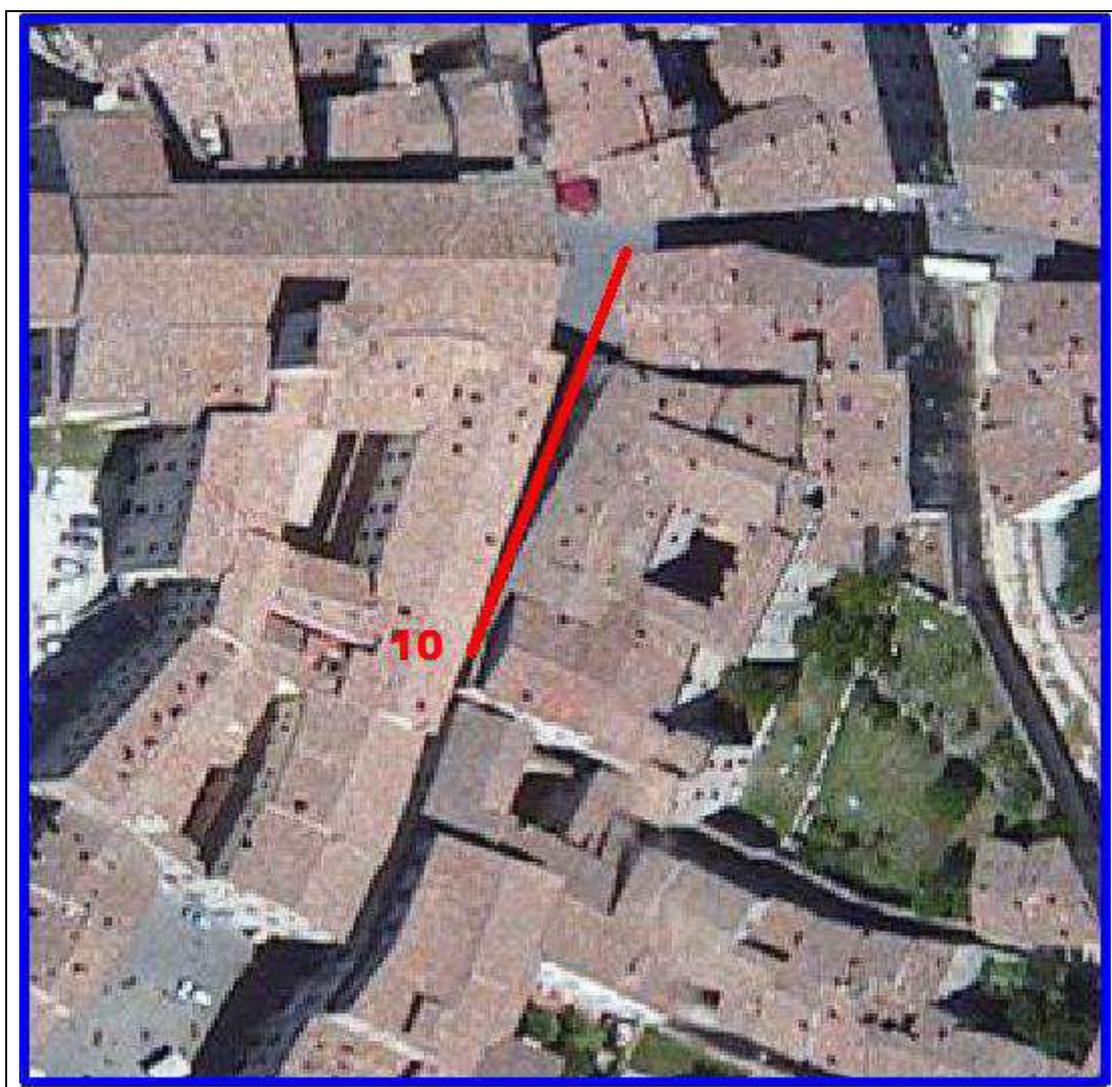


SITO G10

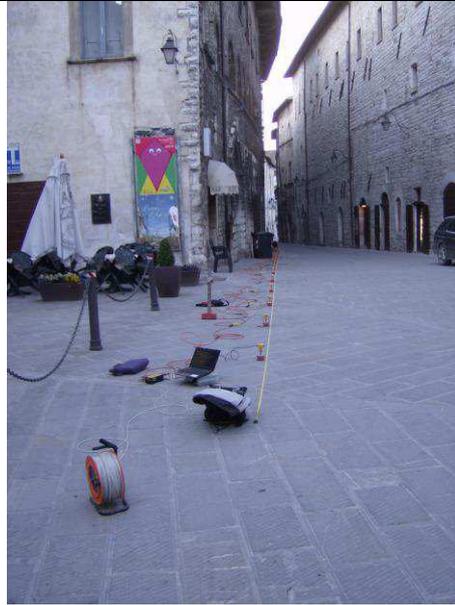
Indagini MASW 10

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via Cavour
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35442 - Long 12,57526



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

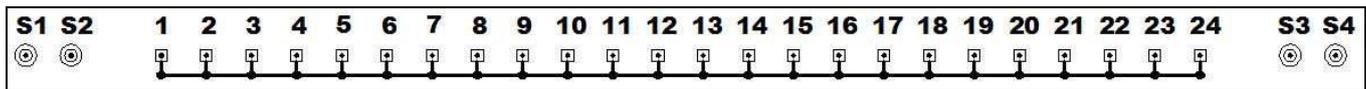


MASW 10

MASW 10 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SD (G1) – NE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	4.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	6.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	15 aprile 2013
Ora	07:50 – 07:30
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricato
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

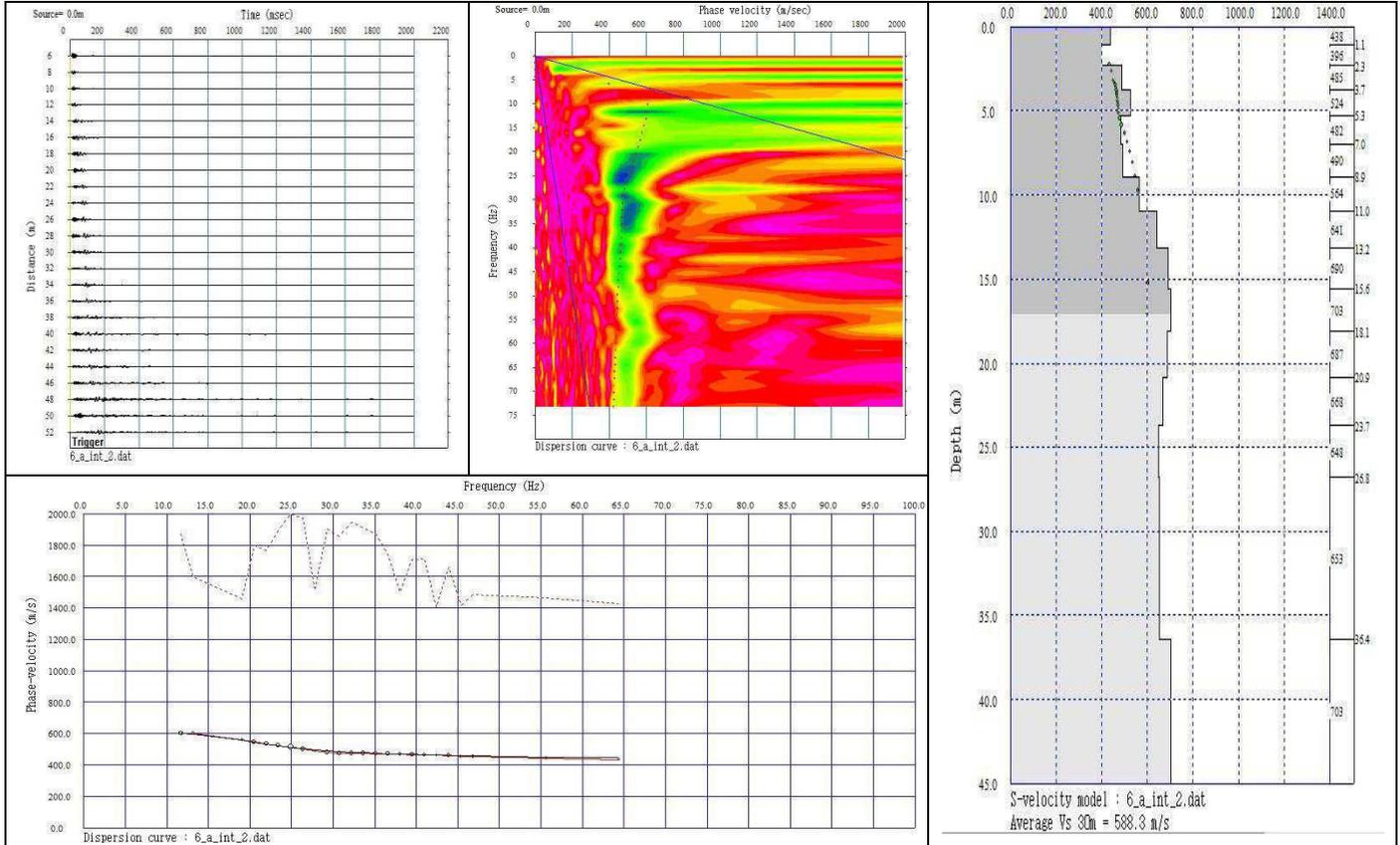
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	Discreta
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

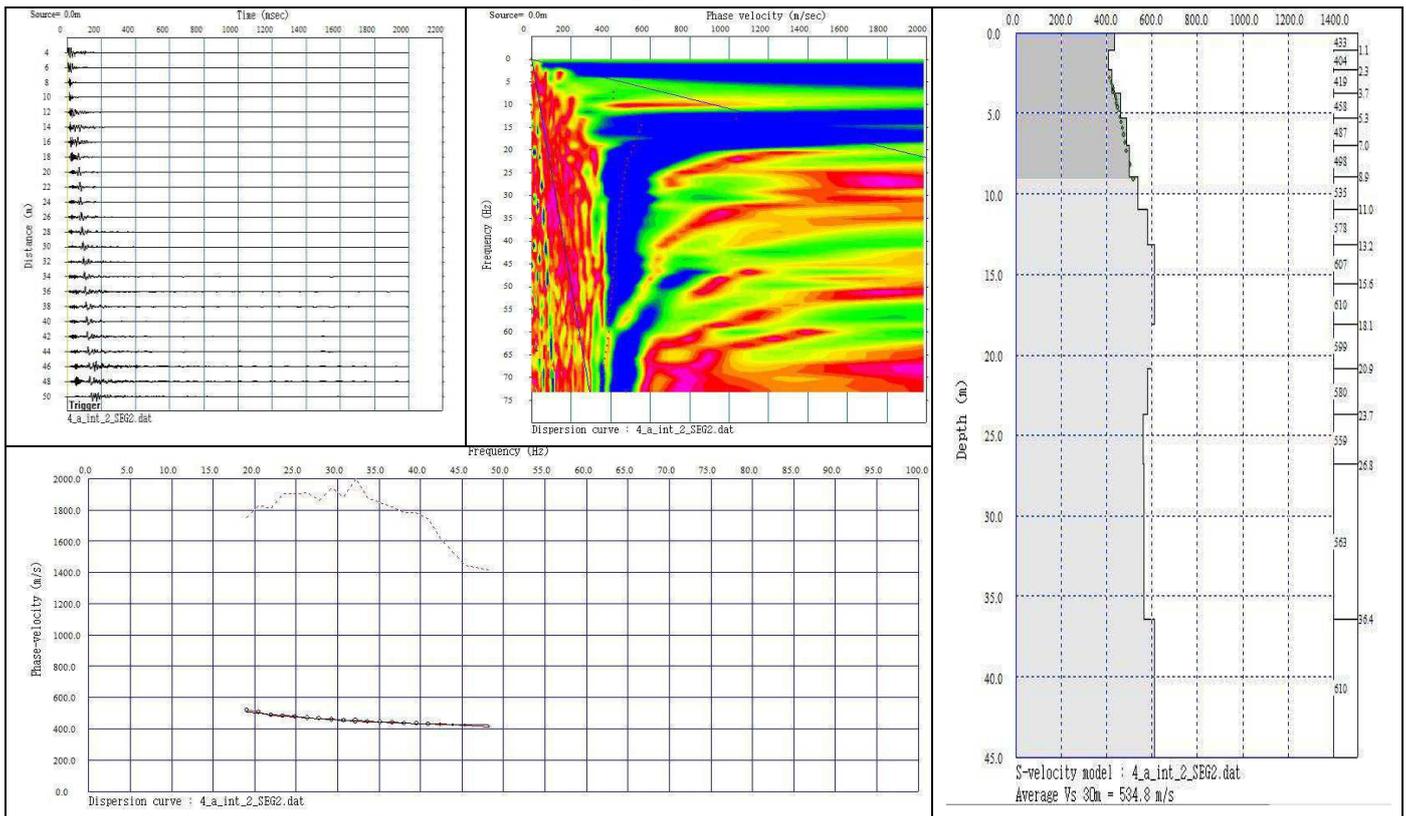
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

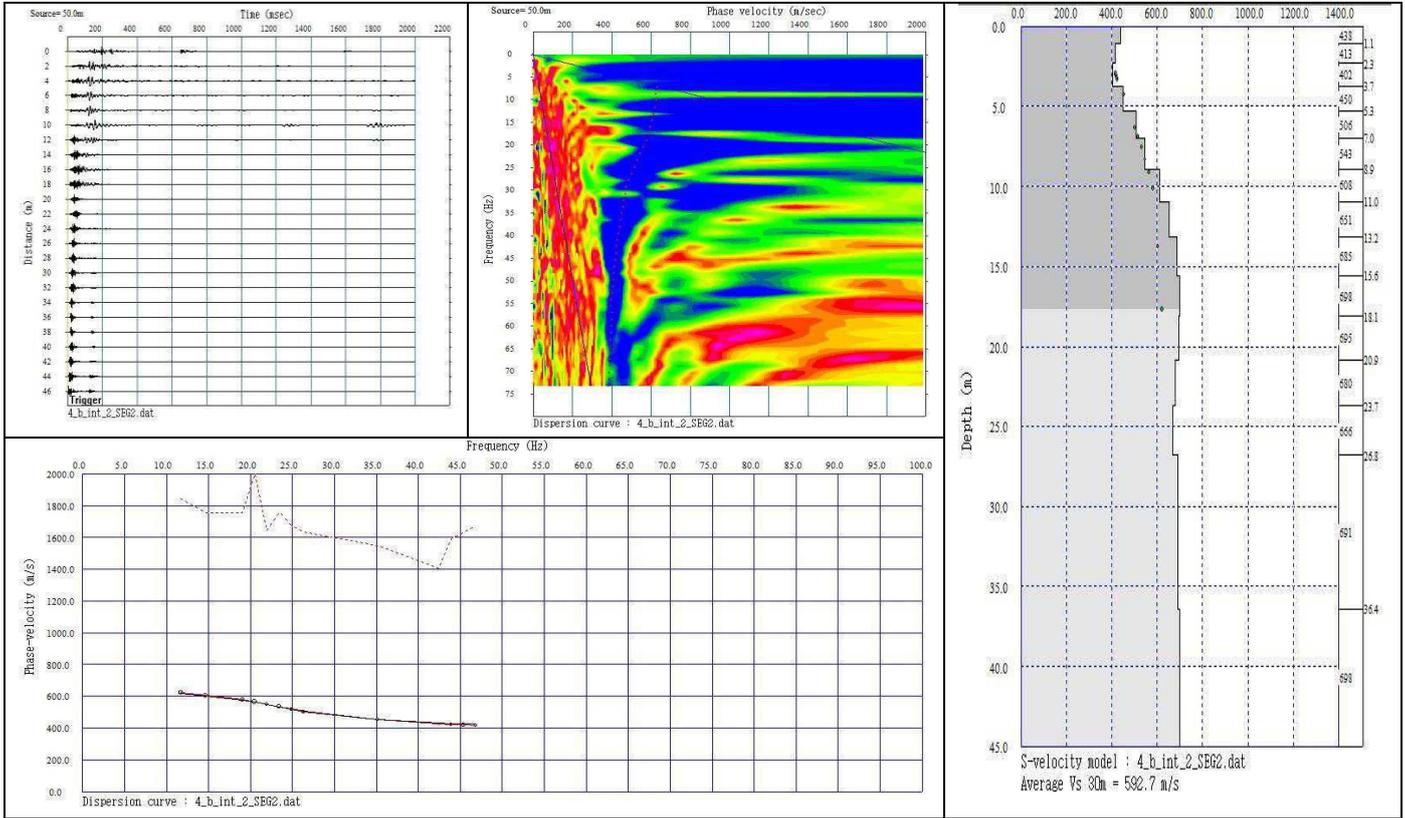
Energizzazione da S1



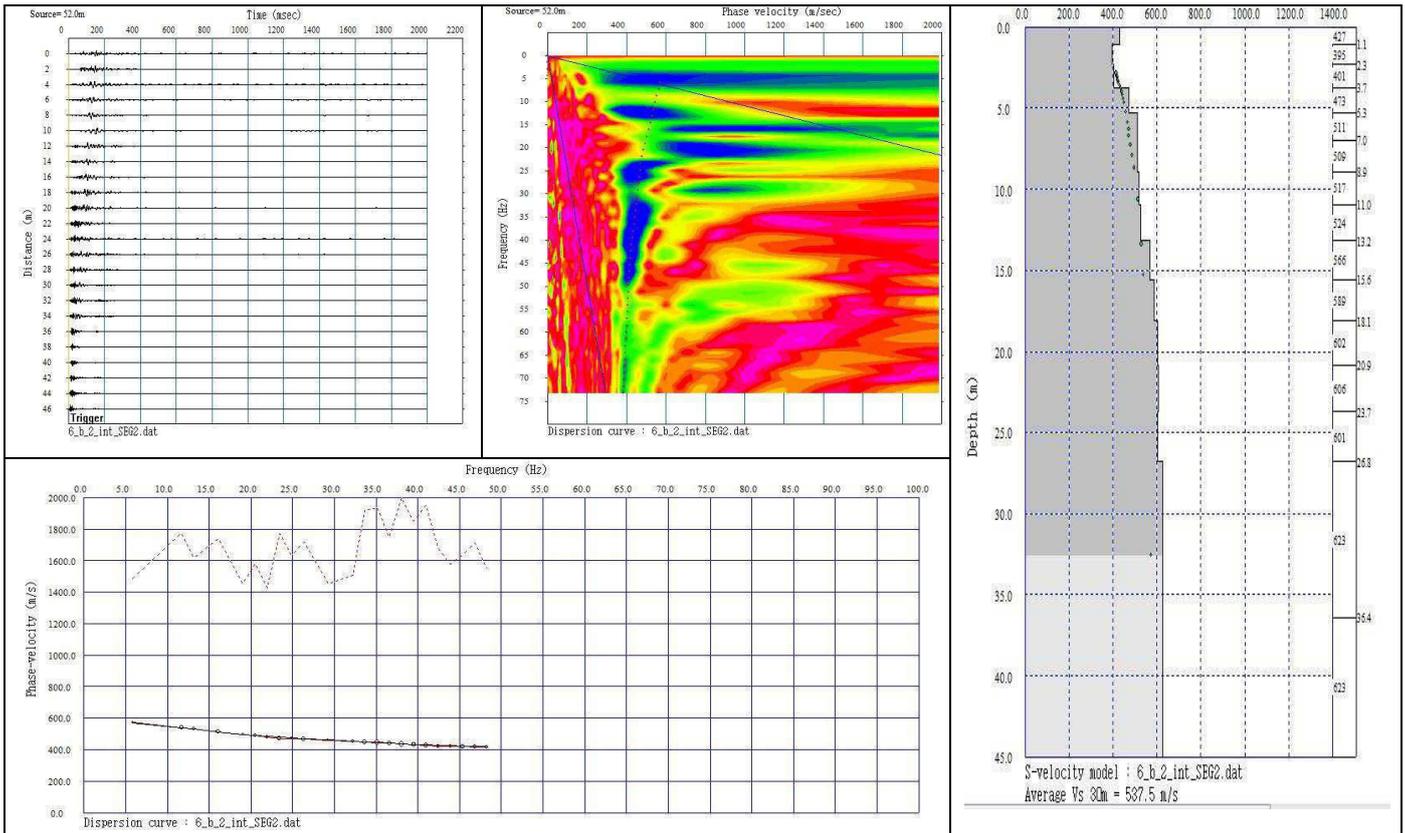
Energizzazione da S2



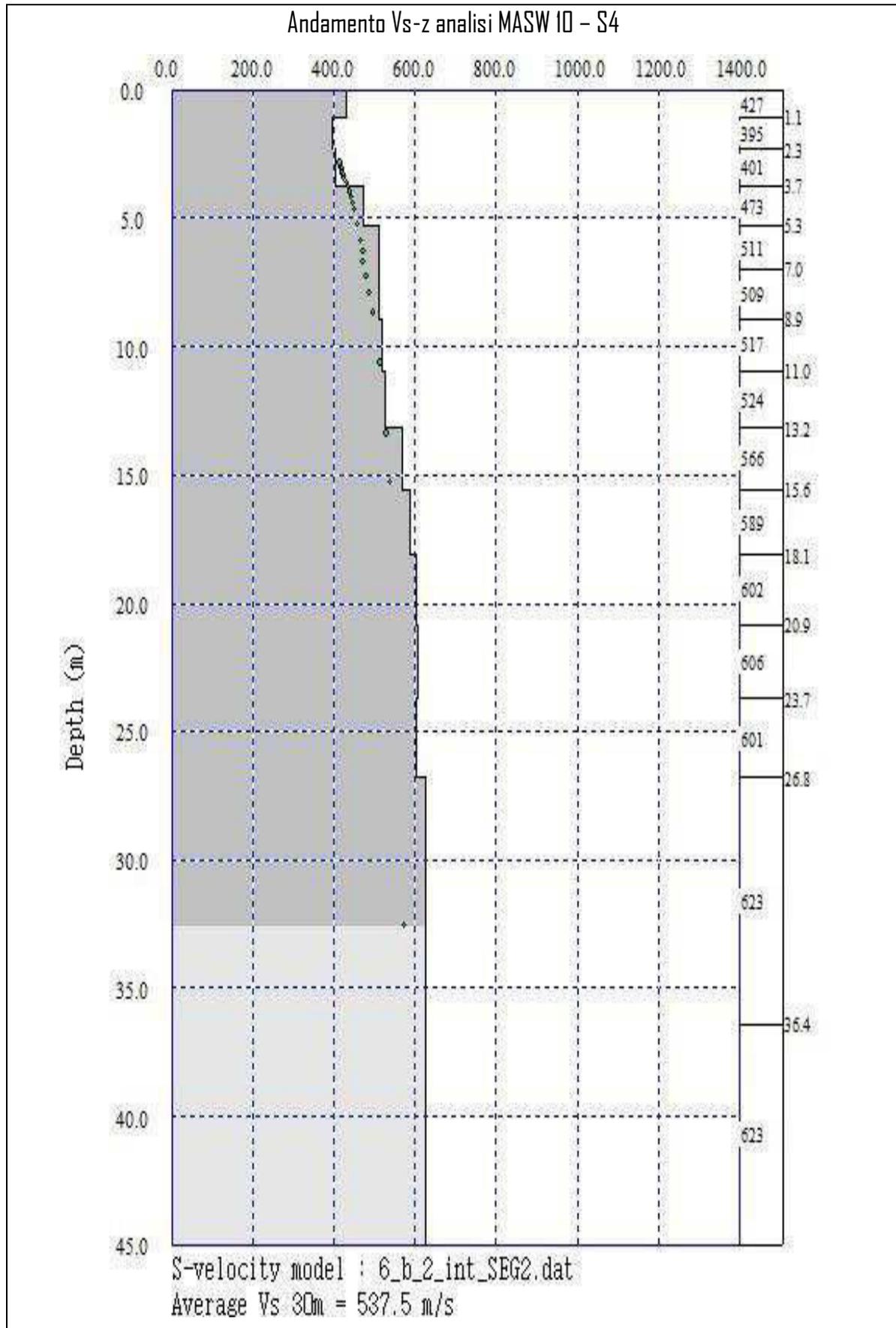
Energizzazione da S3



Energizzazione da S4



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



SITO G11

Indagini MASW 11 - HVSR 5

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via del Camignano
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35503 - Long 12,57592



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



MASW 11

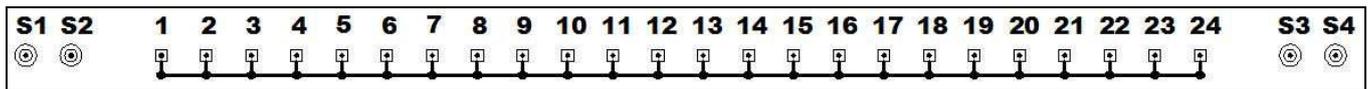


HVSR 5

MASW 11 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	34.50 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	1.50 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	N (G1) – S (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	4.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	Non effettuata

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	15 aprile 2013
Ora	09:10 – 09:40
Numero totale di registrazioni	12
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	----
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Asfaltata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

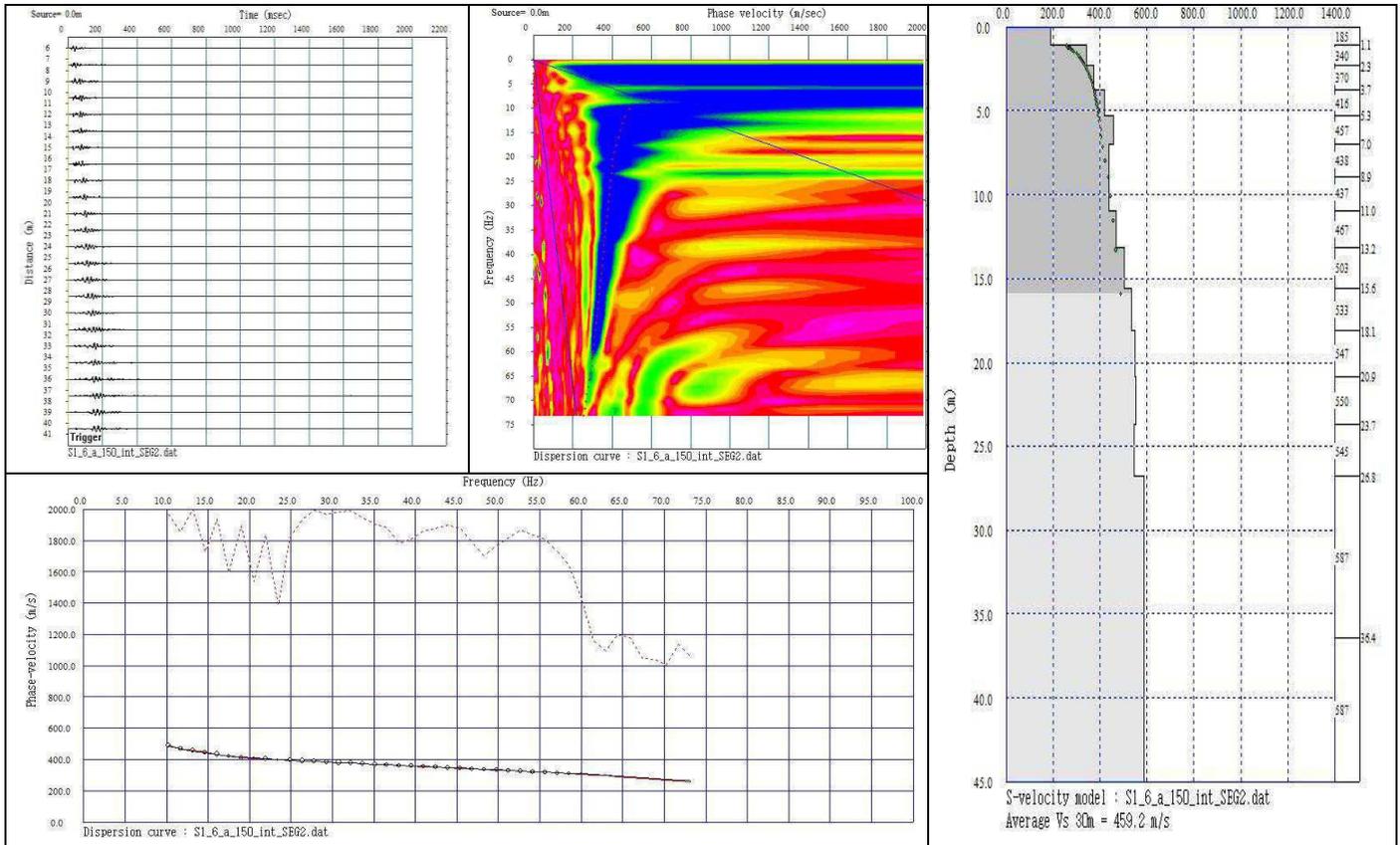
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	----
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	------

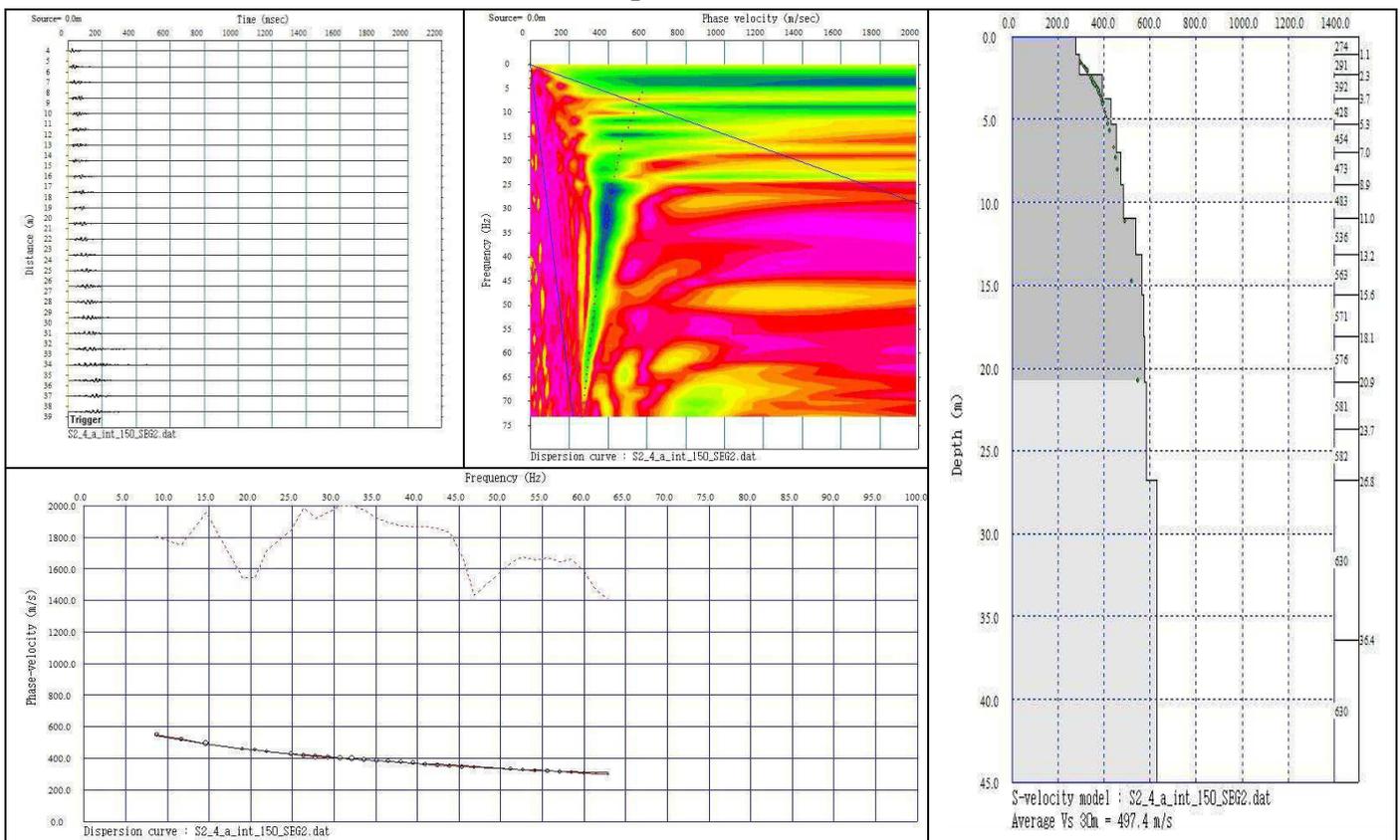
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

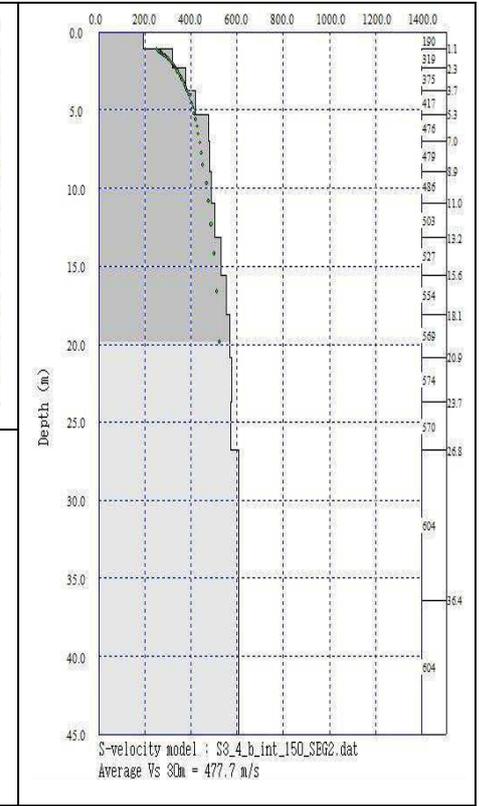
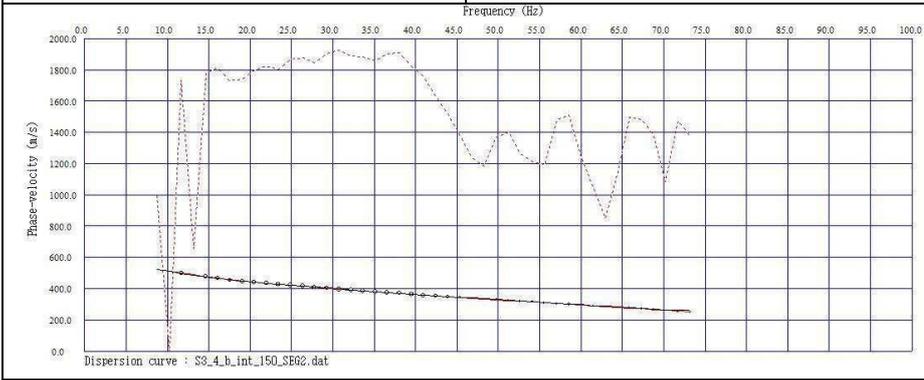
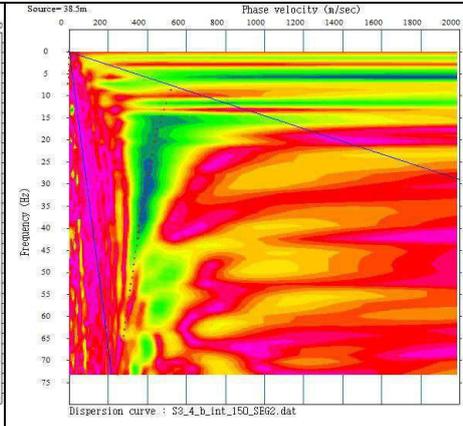
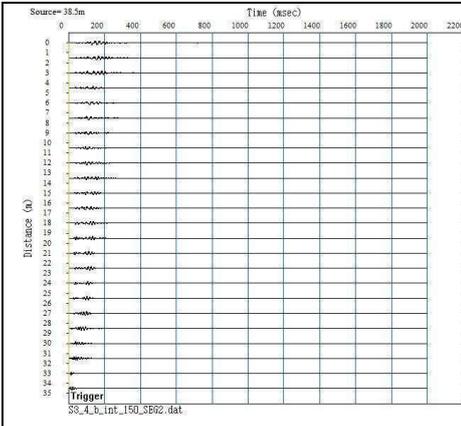
Energizzazione da S1



Energizzazione da S2



Energizzazione da S3



HVSR 5 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

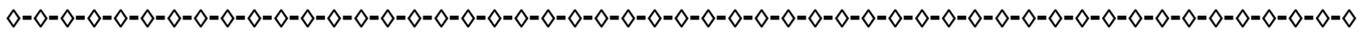


Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	8 maggio 2013
Ora	10:00 - 10:50
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso NO

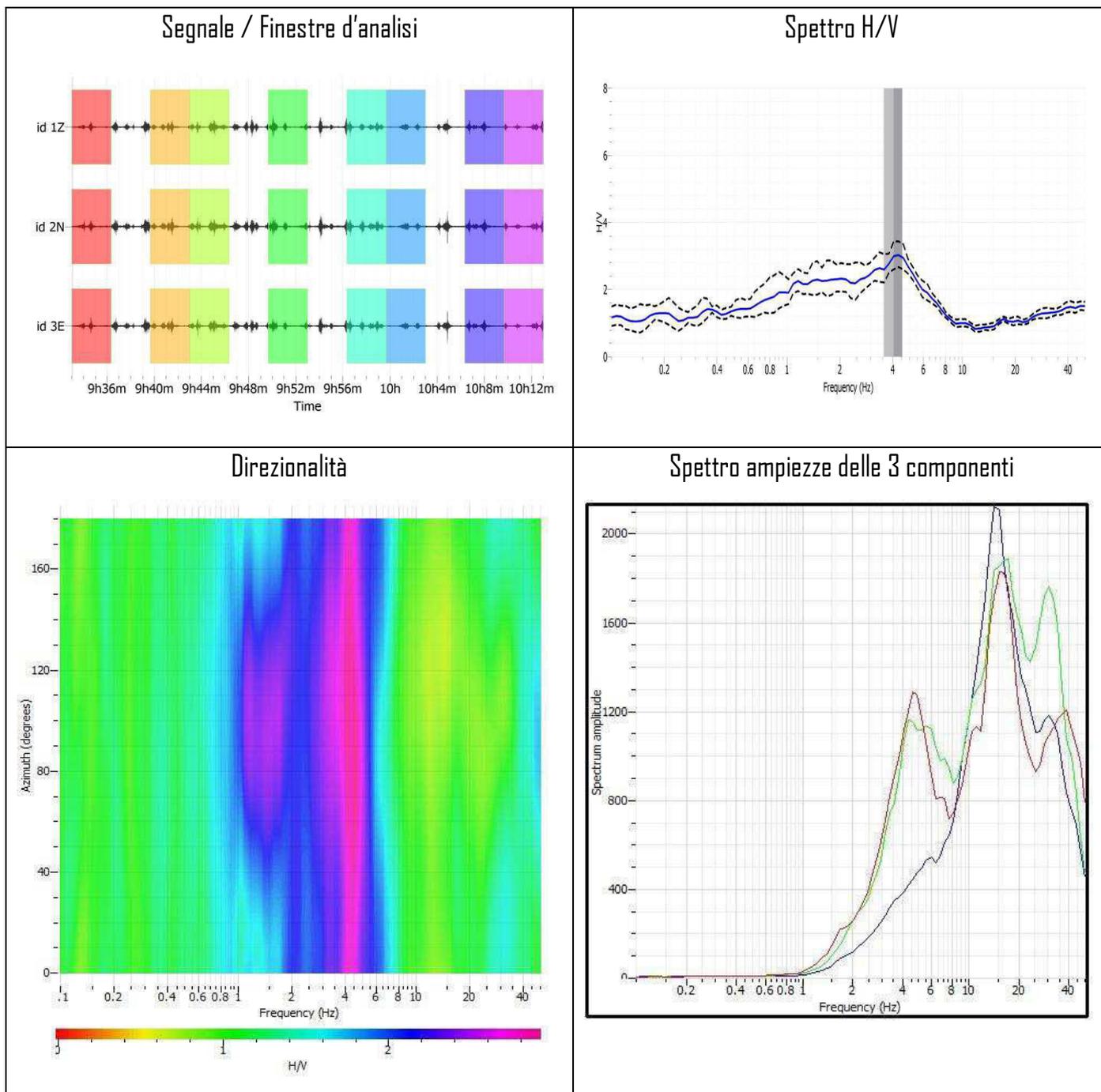
Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Variabile
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	4,05421	>	0,050009252	SI
$nc(F_0) > 200$	5675,743994	>	200	SI
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma A(f)$	<	2	SI
$\sigma A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			
CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f-) < A_0/2$	verificato alla f=	0,000		NO
Esiste f+ in $[4*f_0, f_0]$ $A_{HV}(f+) < A_0/2$	verificato alla f=	7,605		SI
$A_0 > 2$	$A_0 =$	2,98608		SI
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$				NO
$\sigma f < \varepsilon(f_0)$	0,488773	>	0,2027105	NO
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	0,4114	<	1,58	SI

Elaborati grafici:



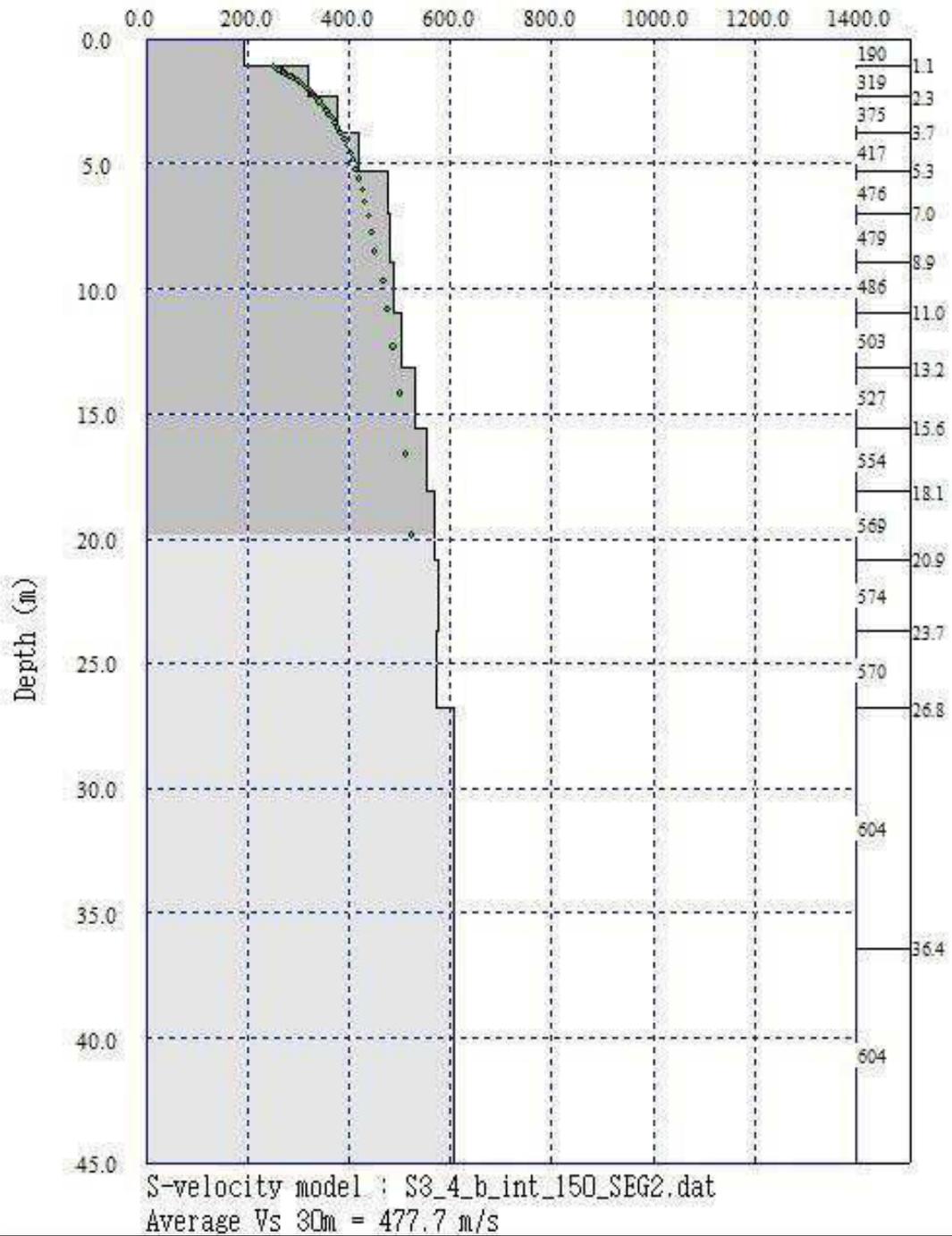
Sintesi dei parametri:

Frequenza fondamentale di sito	$f_0=4.0542$ Hz	Deviazione standard	$\sigma_{f_0}=\pm 0.488773$
Ampiezza	$A_0=2.98608$	$A_{0\text{ MAX}} = 2.60378$	$A_{0\text{ MIN}} = 3.42459$

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



Analisi MASW II - S3



SITO G12

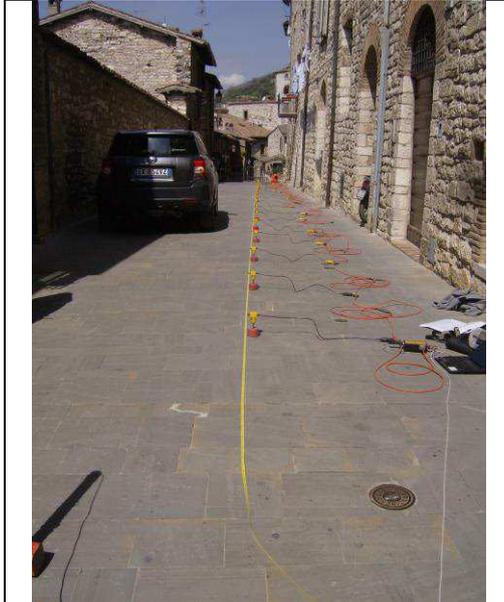
Indagini MASW 12

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Via della Zecca
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35360- Long 12,57785

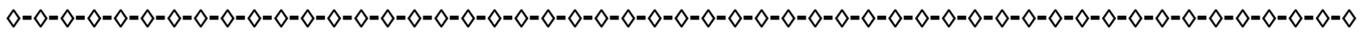


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

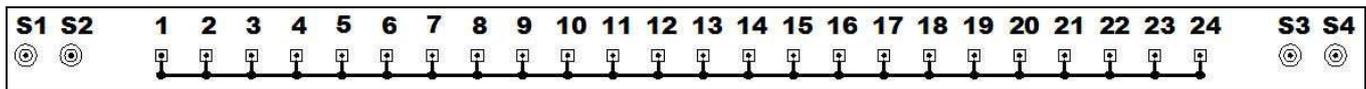


MASW 12

MASW 12 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	34.50 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	1.50 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	DSO (G1) – ENE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	4.50 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	3.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	Non effettuata
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	Non effettuata

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	16 aprile 2013
Ora	11:30 – 12:00
Numero totale di registrazioni	8
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	----
Numero di energizzazioni su S4	----
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare moderato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Lastricata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Su supporto in PVC
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

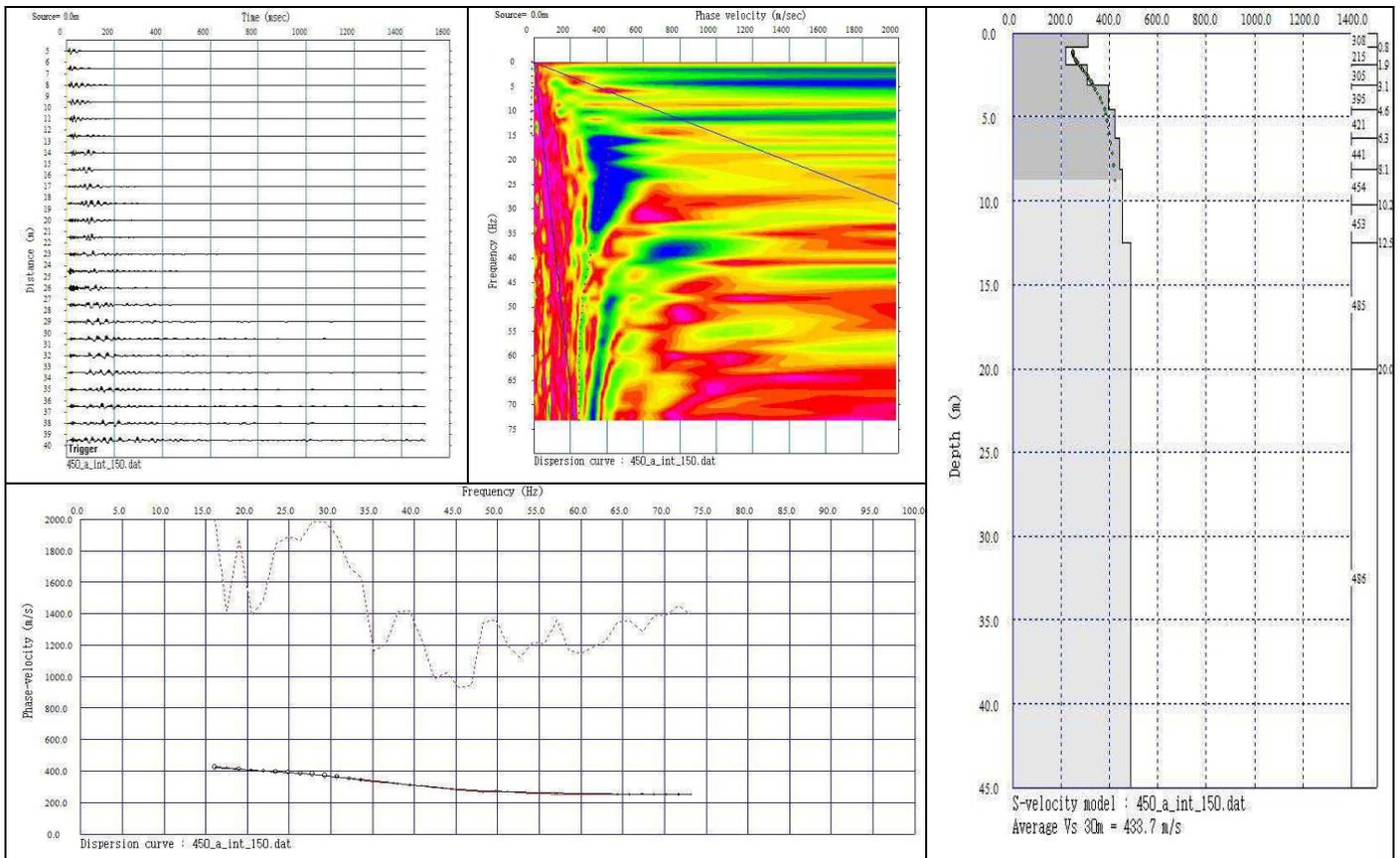
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	-----	Tracce S4	-----
------------------	----------	------------------	----------	------------------	-------	------------------	-------

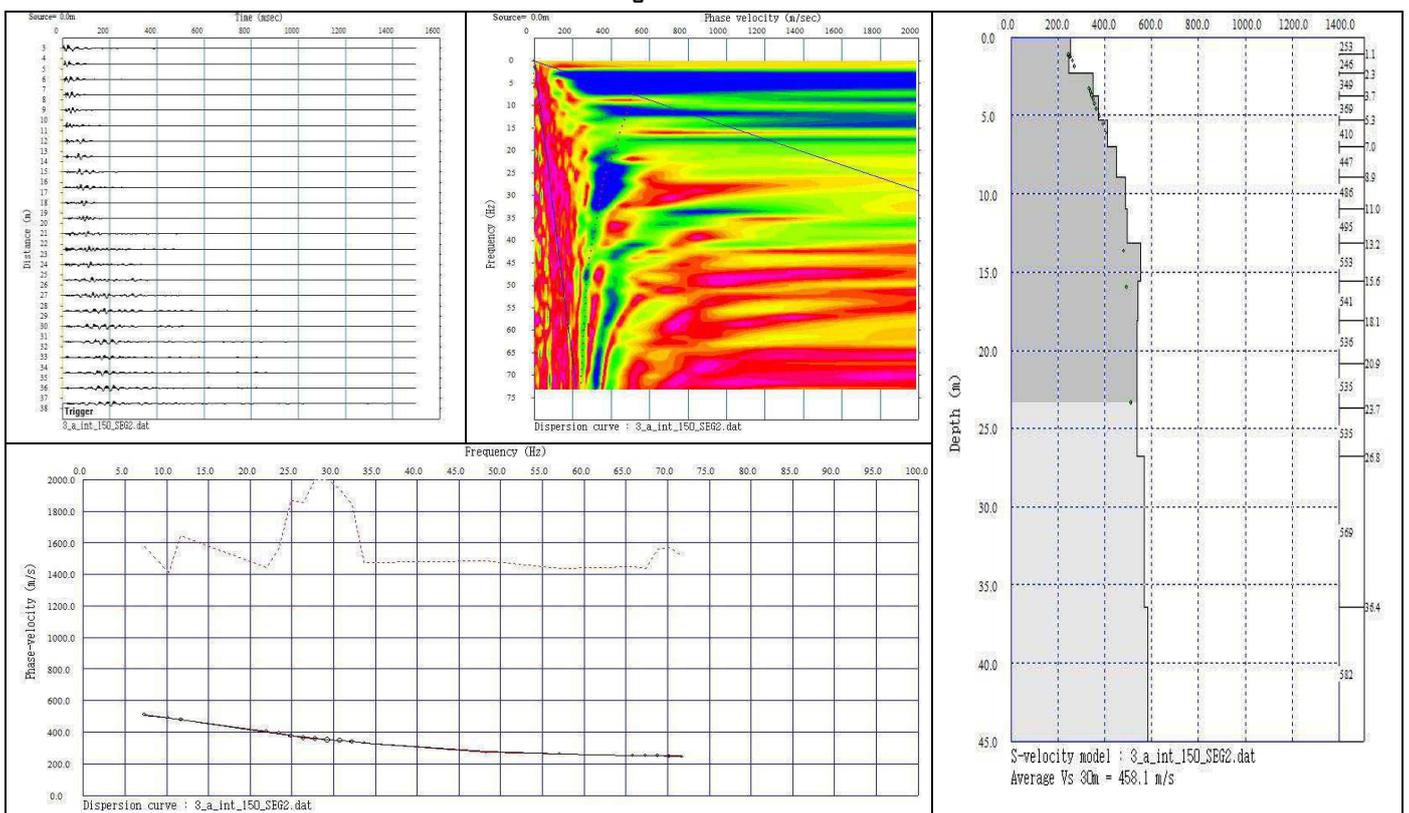
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

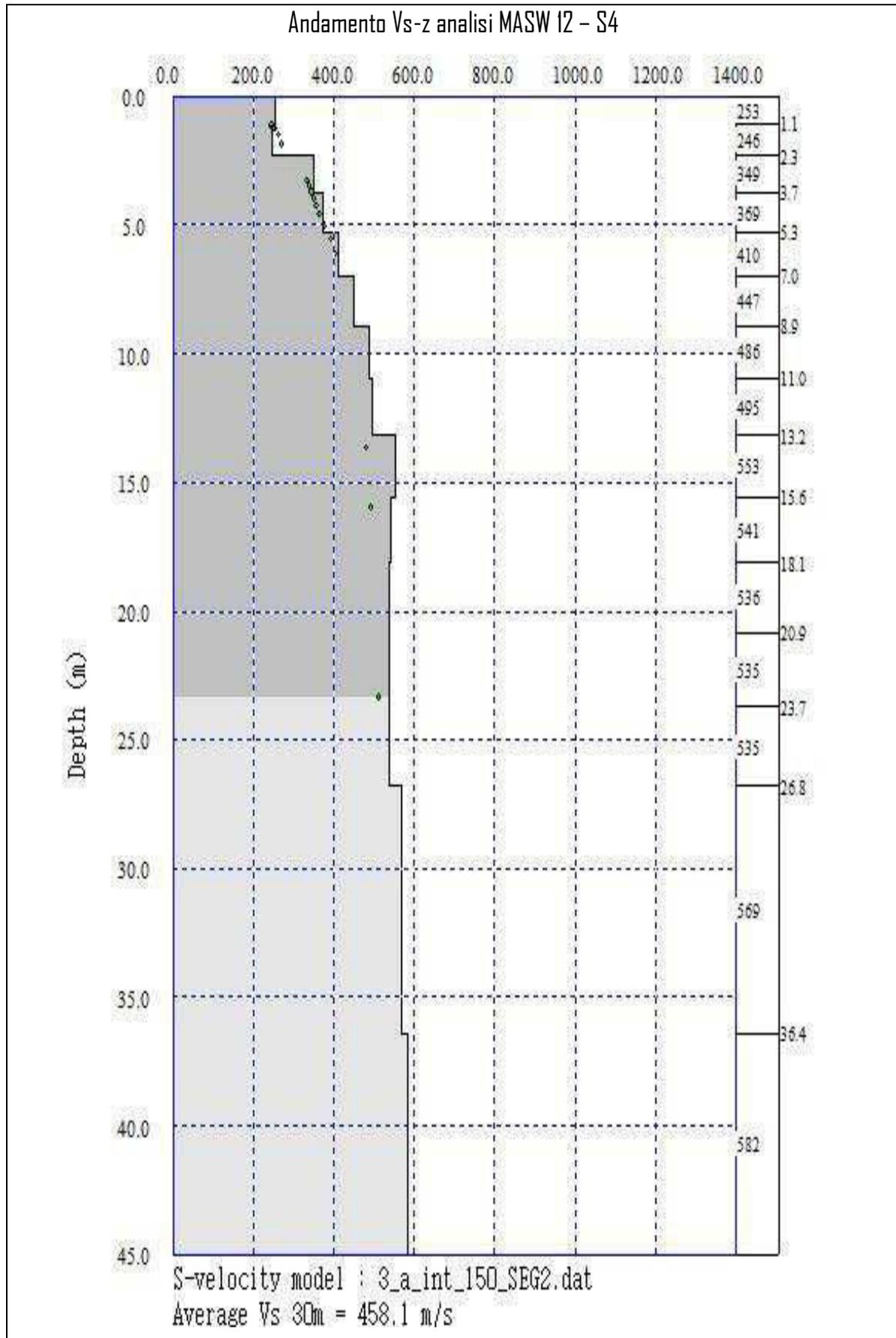
Energizzazione da S1



Energizzazione da S2



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



SITO G13

Indagini MASW 13 - HVSr 7

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Parco Ranghiasci
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35460 - Long 12,57802



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

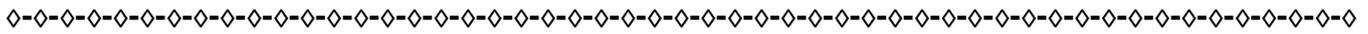


MASW 13

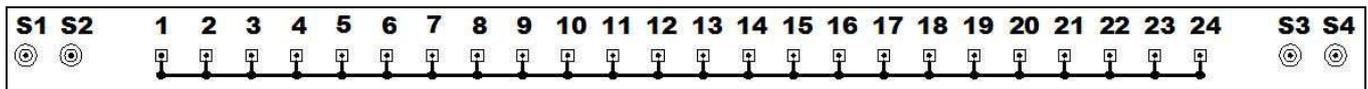


HVSR 7

MASW 13 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	46.00 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	2.00 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SD (G1) - NE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	6.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	3.00 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	3.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	6.00 m

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	16 aprile 2013
Ora	13:00 - 13:30
Numero totale di registrazioni	16
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	4
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare limitato
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Infissione su terreno previo perforo
Rumori di fondo del sito	Limitati

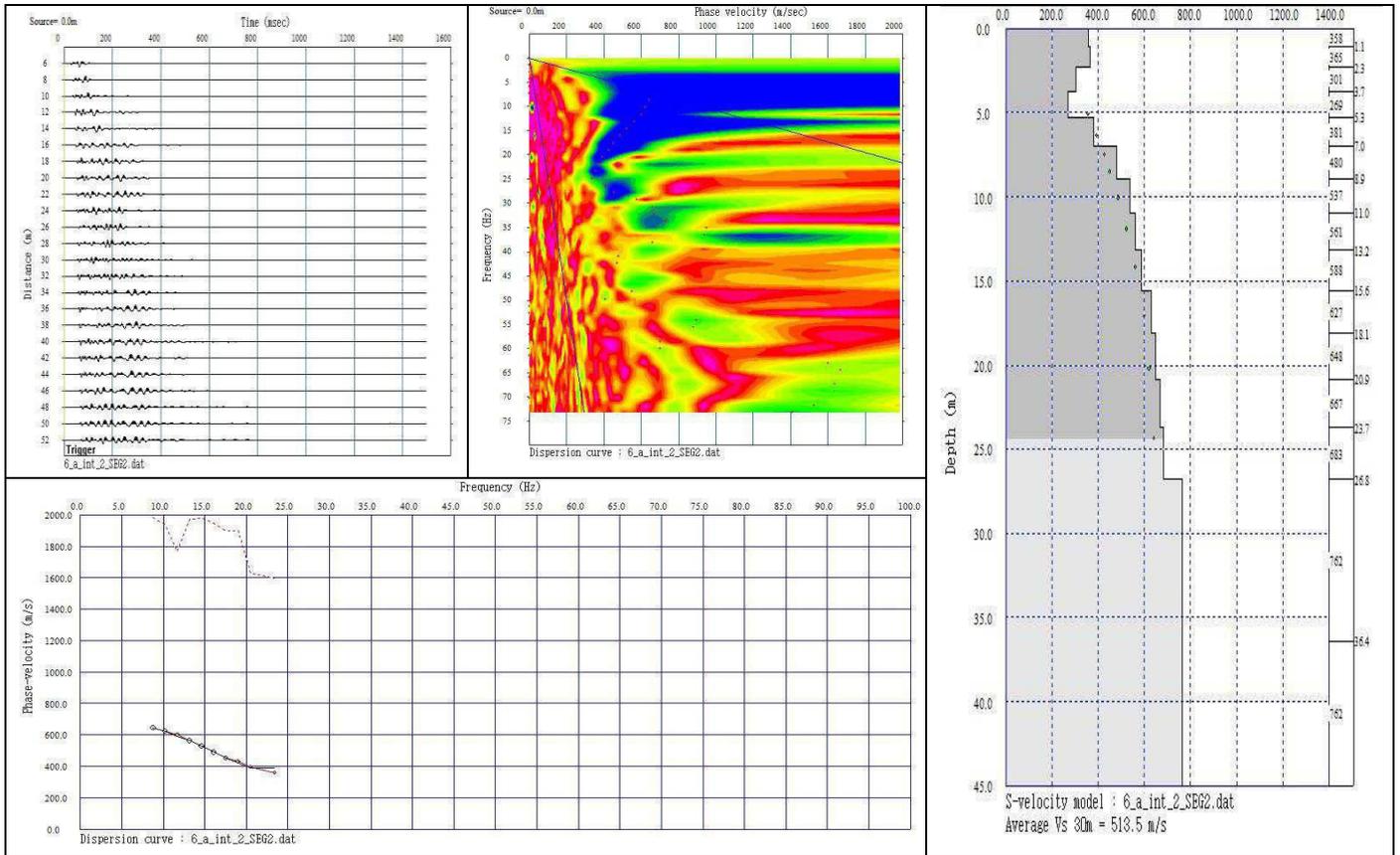
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	Discreta
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------

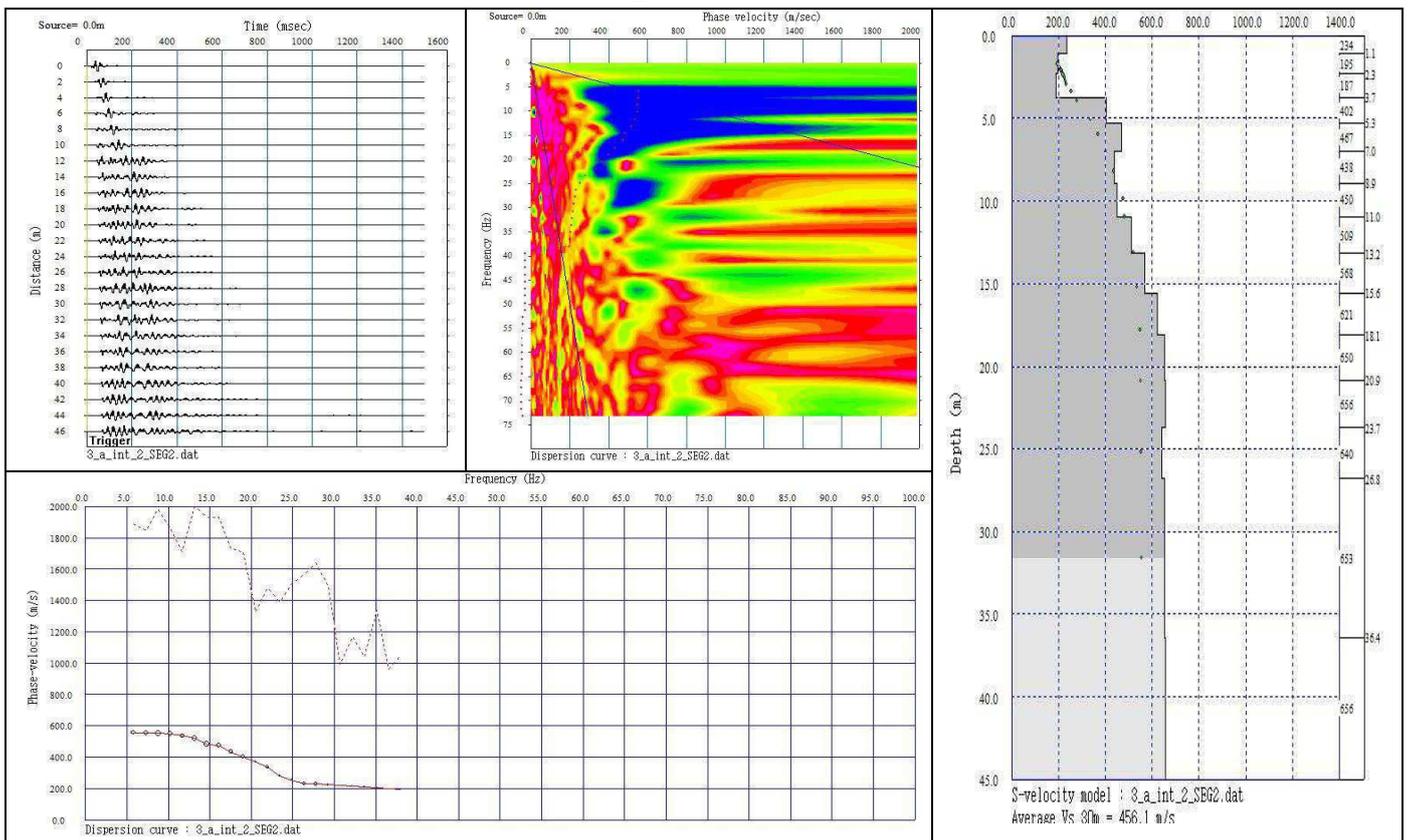
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

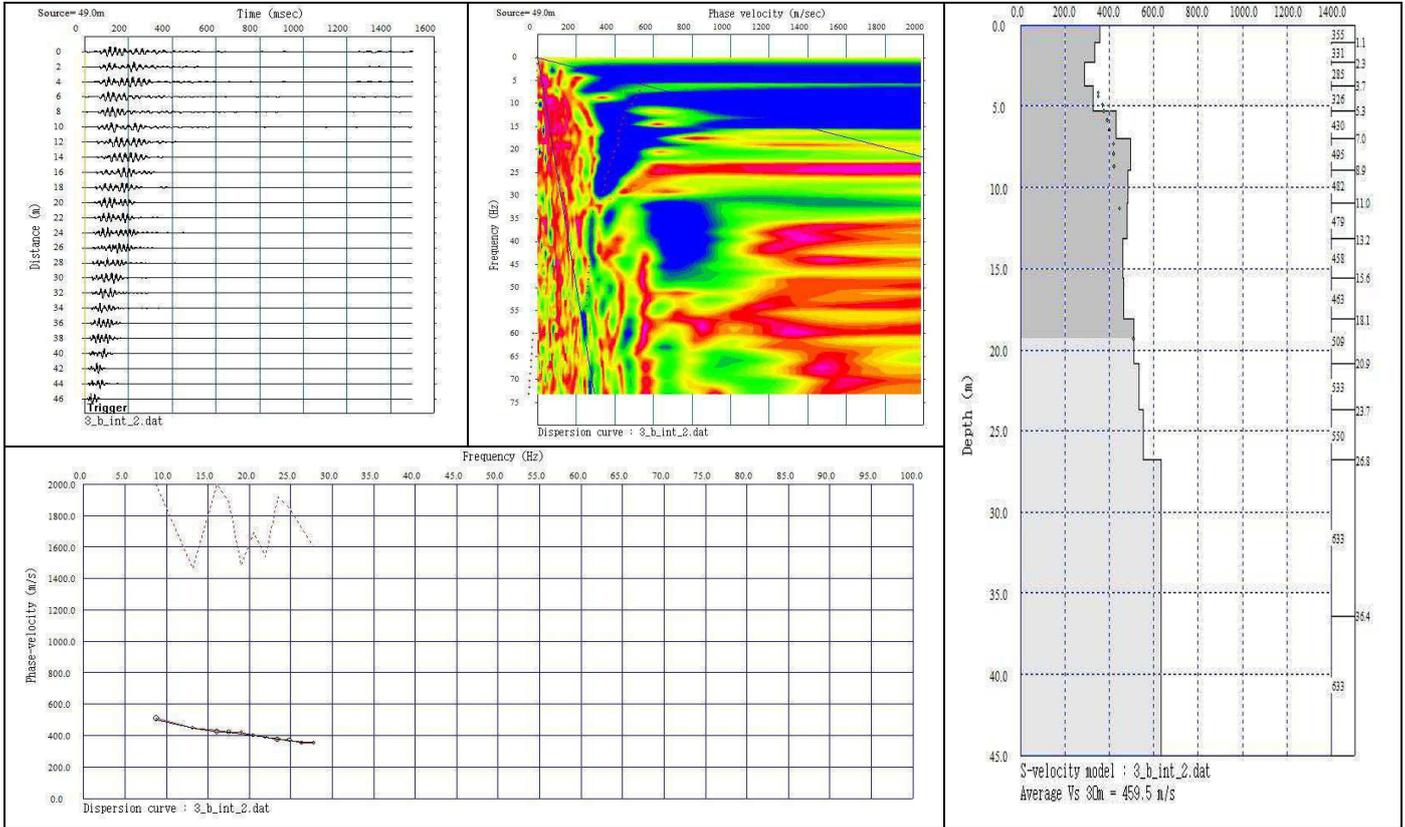
Energizzazione da S1



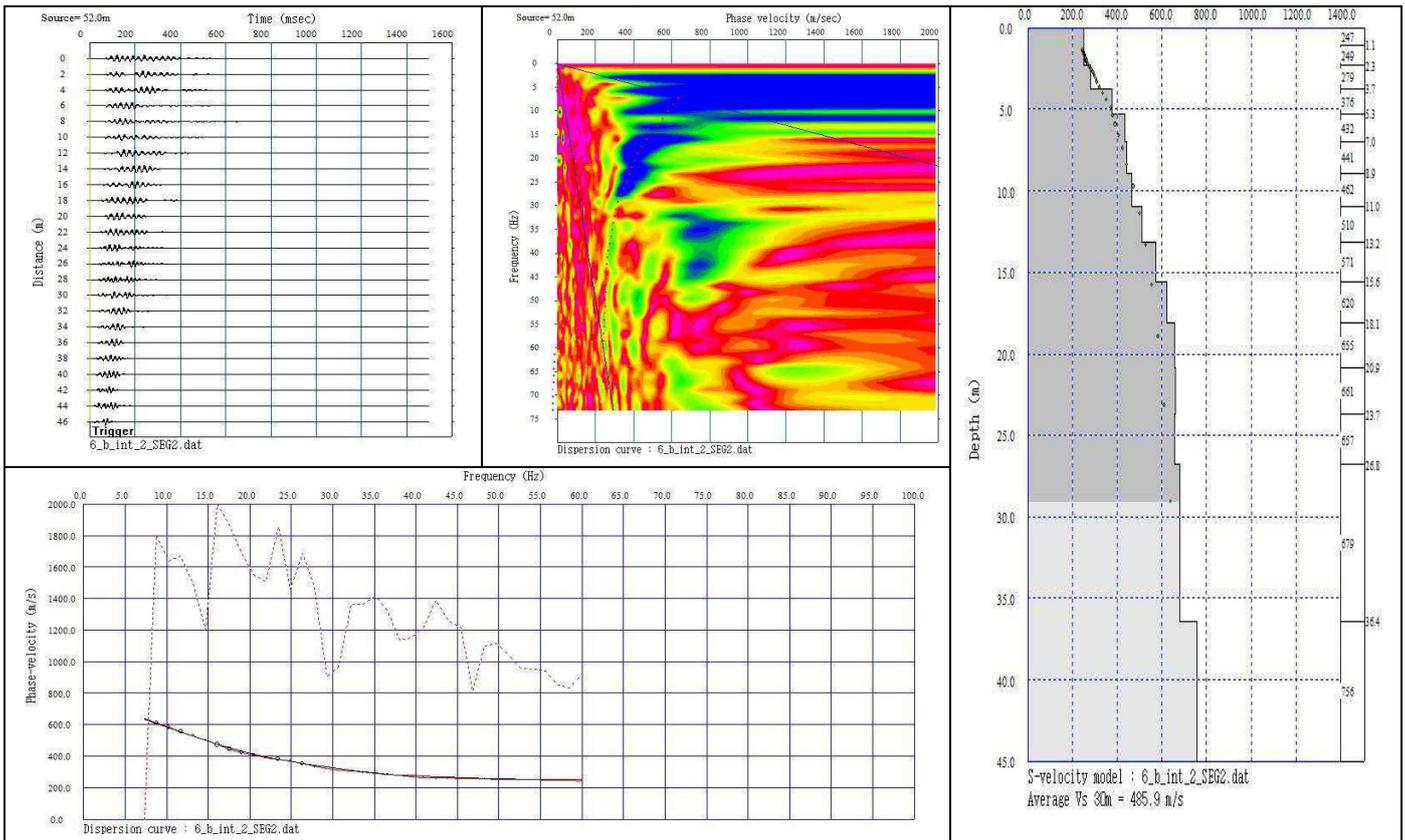
Energizzazione da S2



Energizzazione da S3



Energizzazione da S4



HVSR 7 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

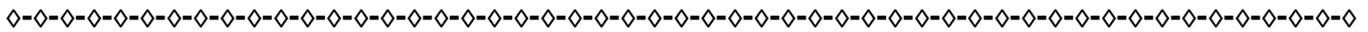


Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	8 maggio 2013
Ora	12:50 - 13:30
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso NO

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

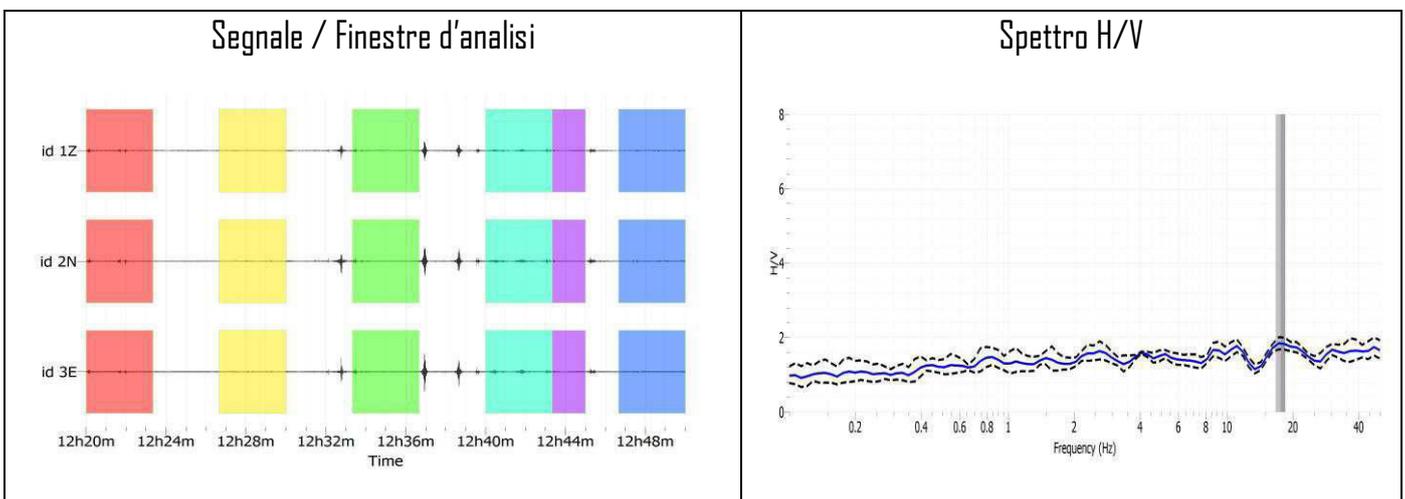
Condizioni meteo	Variabile
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare modesto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

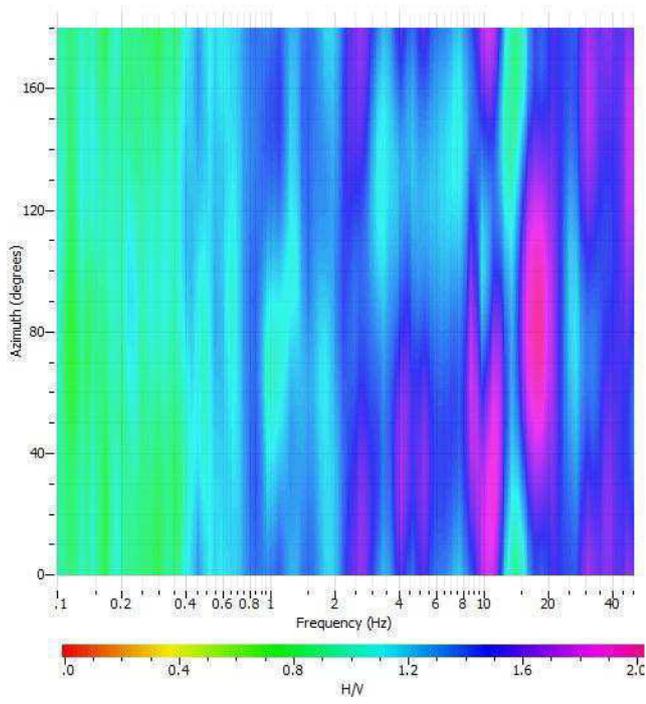
CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	17,582	>	0,1	SI
$nc(F_0) > 200$	15823,32529	>	200	SI
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma A(f)$	<	2	SI
$\sigma A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			

CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	verificato alla $f=$	0,000		NO
Esiste f^+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	verificato alla $f=$	0,000		NO
$A_0 > 2$	$A_0=$	1,83705		NO
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$				SI
$\sigma f < \varepsilon(f_0)$	0,8878	>	0,8791	NO
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	0,1632	<	1,58	SI

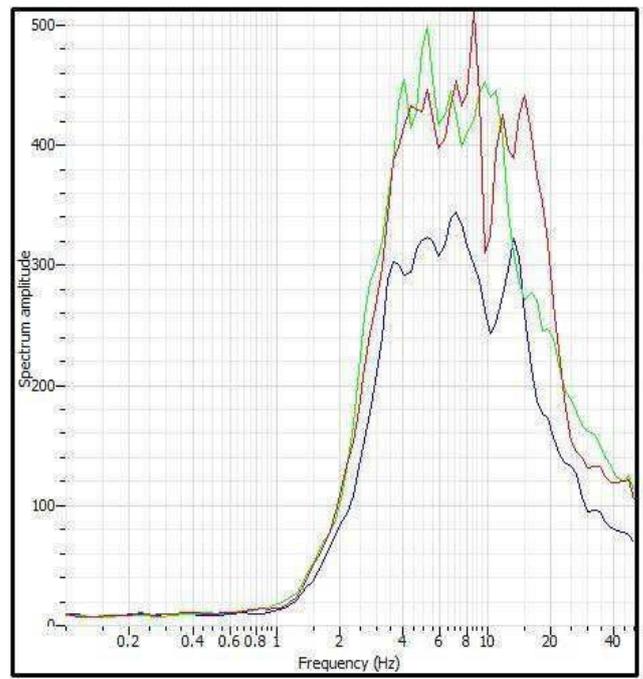
Elaborati grafici:



Direzionalità



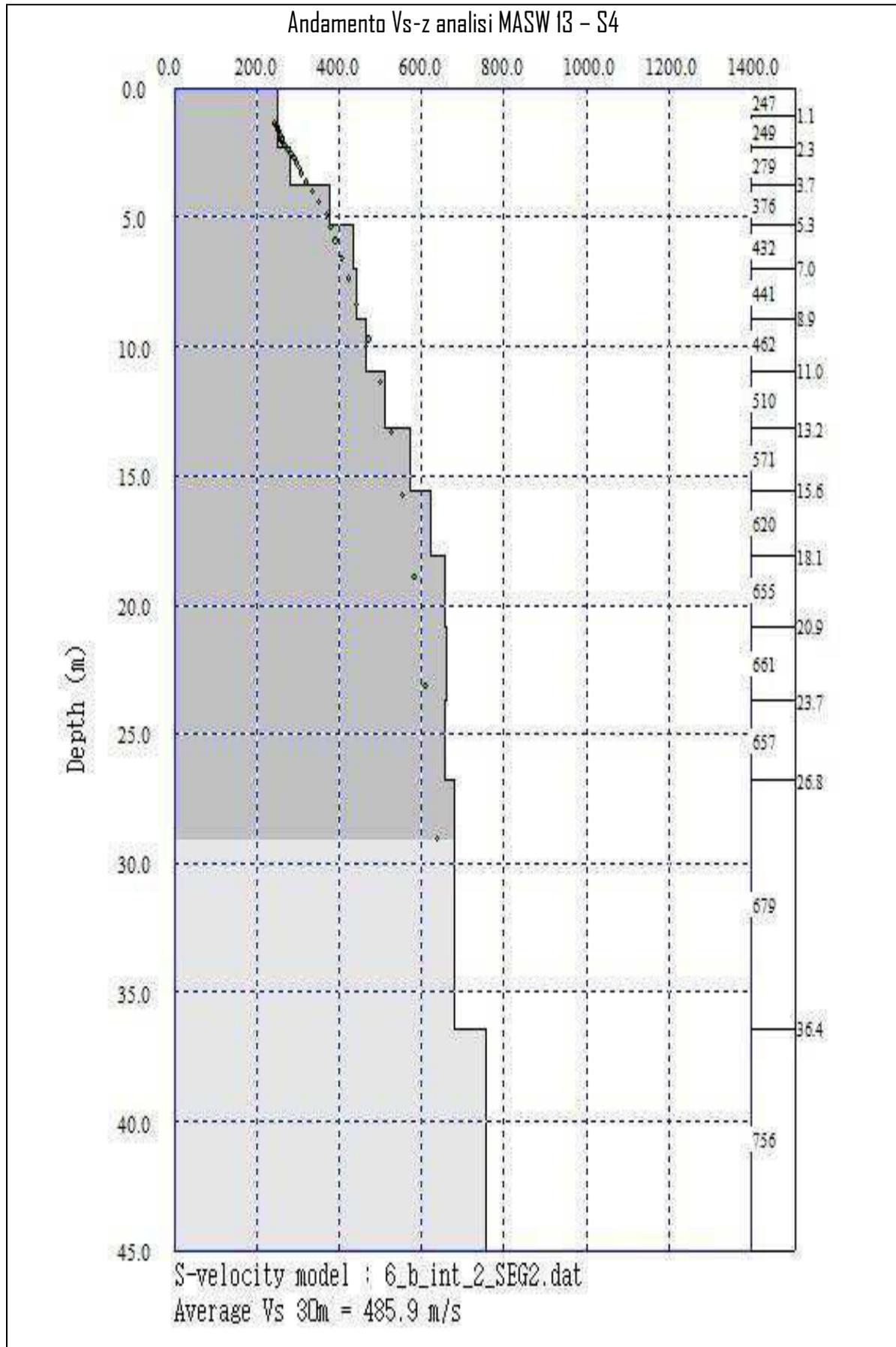
Spettro ampiezze delle 3 componenti



Sintesi dei parametri:

Frequenza fondamentale di sito	$f_0=17.582$ Hz	Deviazione standard	$\sigma f_0=\pm 0.8878$
Ampiezza	$A_0=1.83705$	$A_{0\text{ MAX}} = 1.68119$	$A_{0\text{ MIN}} = 2.00736$

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



SITO G14

Indagini MASW 14 - HVSr 8

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Duomo
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35327- Long 12,58068



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



MASW 14

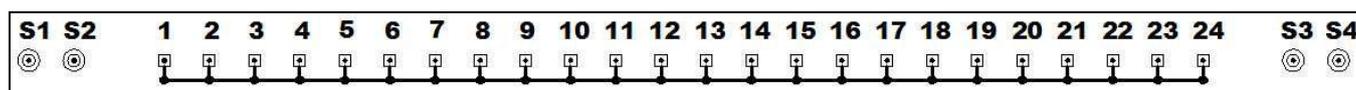


HVSR 8

MASW 14 (Multichannel Analysis Surface Waves)



Schema geometrico di riferimento:



Geometria dello stendimento (array) e relativa ubicazione dei punti di energizzazione (shots):

Lunghezza dell'array sismico (da geofono 1 a geofono 24)	34.50 m
Numero di canali /geofoni	24
Distanza intergeofonica	1.50 m
Pendenza	<<15°, uniforme
Direzione	SO (G1) – NE (G24)
Punto di battuta S1 (da geofono 1)	4.00 m
Punto di battuta S2 (da geofono 1)	2.50 m
Punto di battuta S3 (da geofono 24)	1.00 m
Punto di battuta S4 (da geofono 24)	Non effettuata

Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	17 aprile 2013
Ora	15:30 – 16:00
Numero totale di registrazioni	12
Durata registrazione	2 s
Frequenza di campionamento	3000 Hz
Periodo di campionamento	333 µs
Geofoni	4.5 hz
Dispositivo di energizzazione	Mazza da 10 kg
Dispositivo di battuta	Piastra in Duralluminio ($\Phi=200$ mm)
Trigger	Interruttore piezoelettrico su mazza
Numero di energizzazioni su S1	4
Numero di energizzazioni su S2	4
Numero di energizzazioni su S3	4
Numero di energizzazioni su S4	----
Sperimentatore	Geol. Alessandro Ricciardi

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Soleggiato
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Ascensore
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Grado saturazione coltre superficiale	Assente
Accoppiamento geofoni/terreno	Infissione su terreno previo perforo
Rumori di fondo del sito	Sostenuti

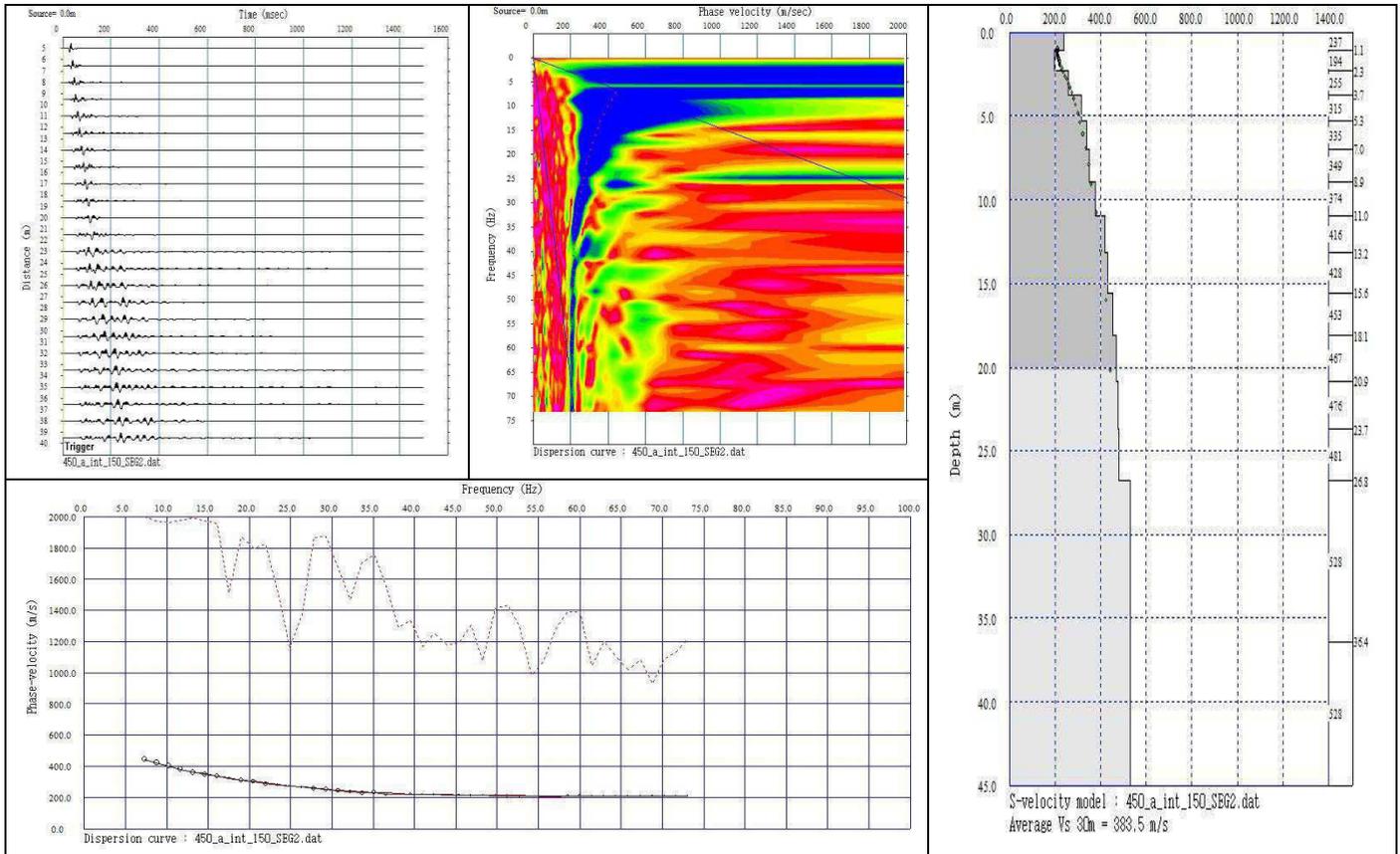
Qualità delle registrazioni:

Tracce S1	Discreta	Tracce S2	Discreta	Tracce S3	Discreta	Tracce S4	---
------------------	----------	------------------	----------	------------------	----------	------------------	-----

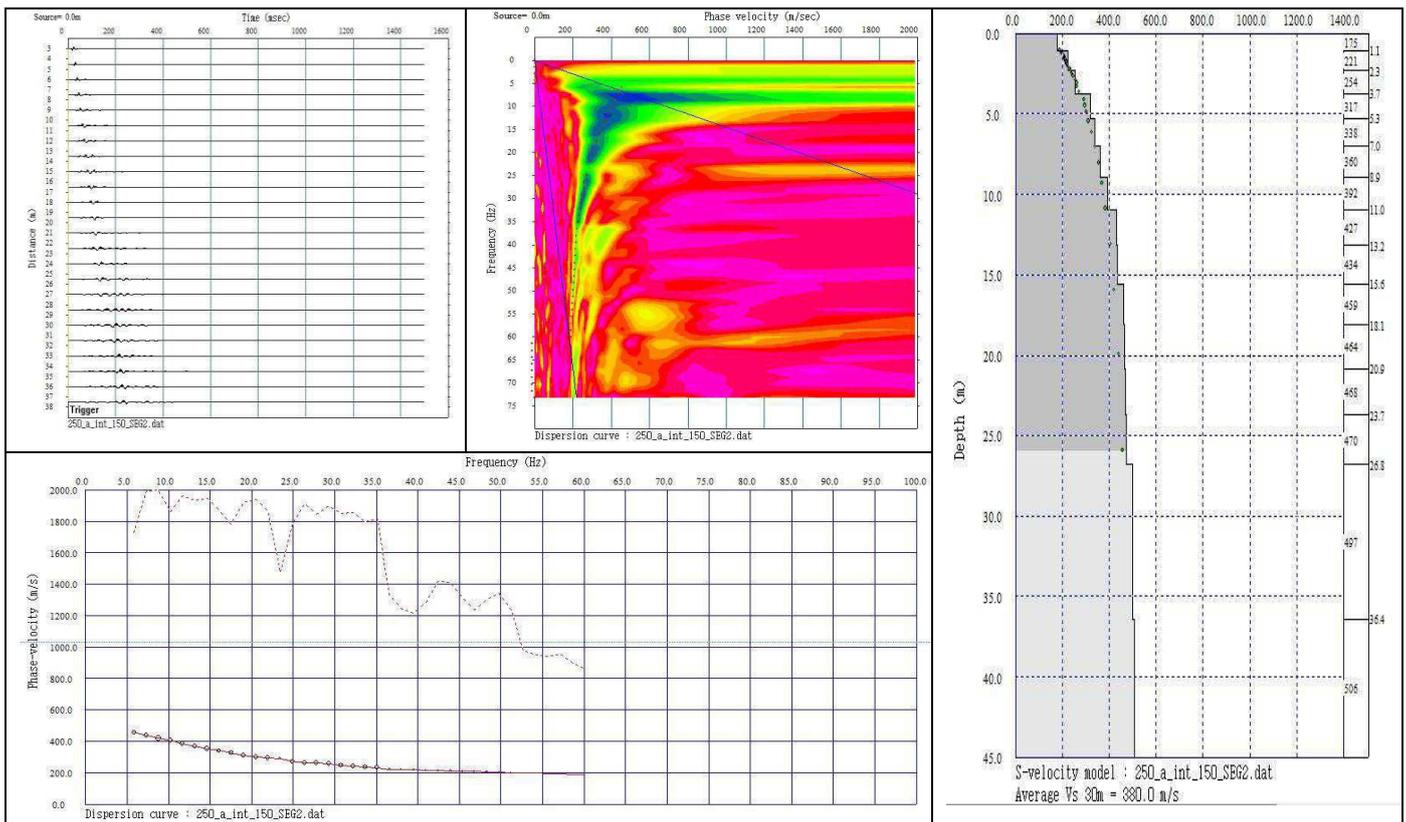
Elaborati grafici e modelli interpretativi

Di seguito vengono riportati gli elaborati grafici relativi ai segnali acquisiti (stacking), allo spettro di potenza, alla curva di dispersione (sperimentale e calcolata) ed al Modello interpretativo Vs-z (variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità) relativi a ciascun punto di energizzazione.

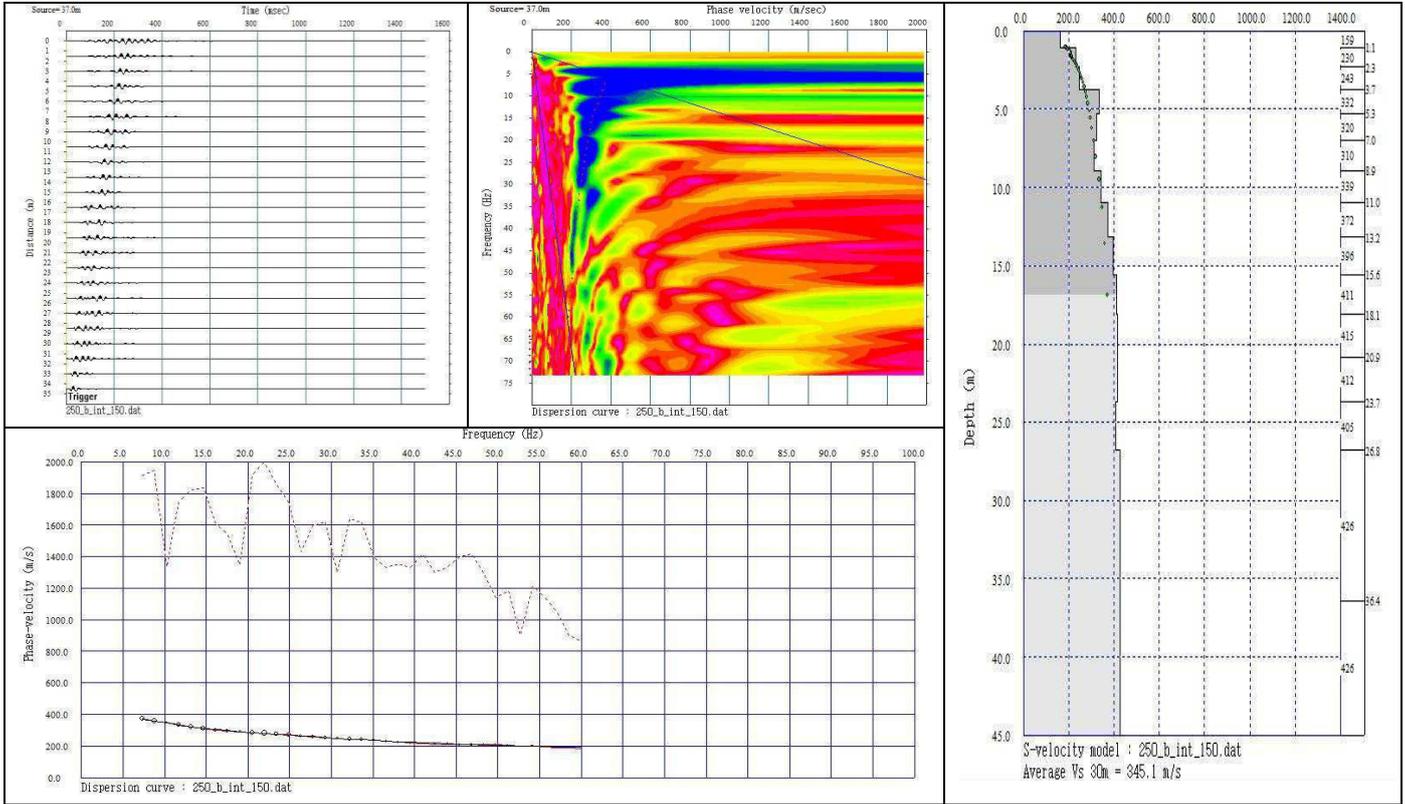
Energizzazione da S1



Energizzazione da S2



Energizzazione da S3



HVSR 8 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

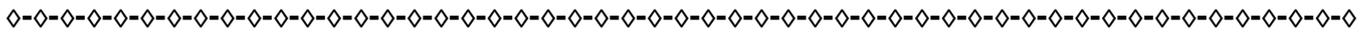


Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	8 maggio 2013
Ora	14:30 - 15:10
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso NO

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

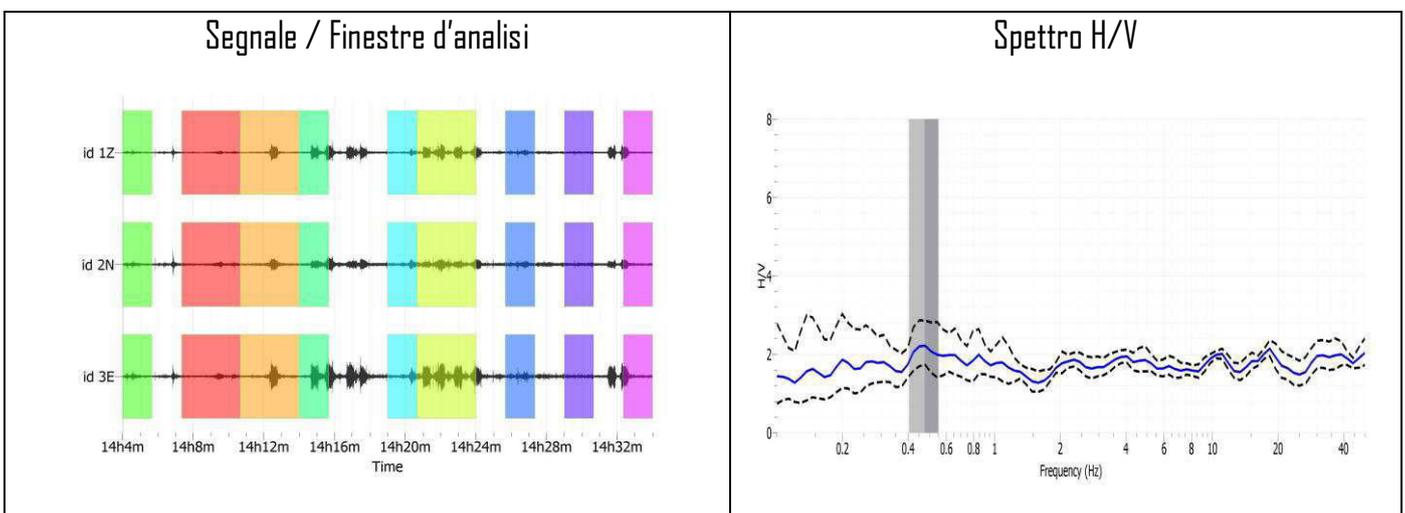
Condizioni meteo	Variabile
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Ascensore
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Manto erboso
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

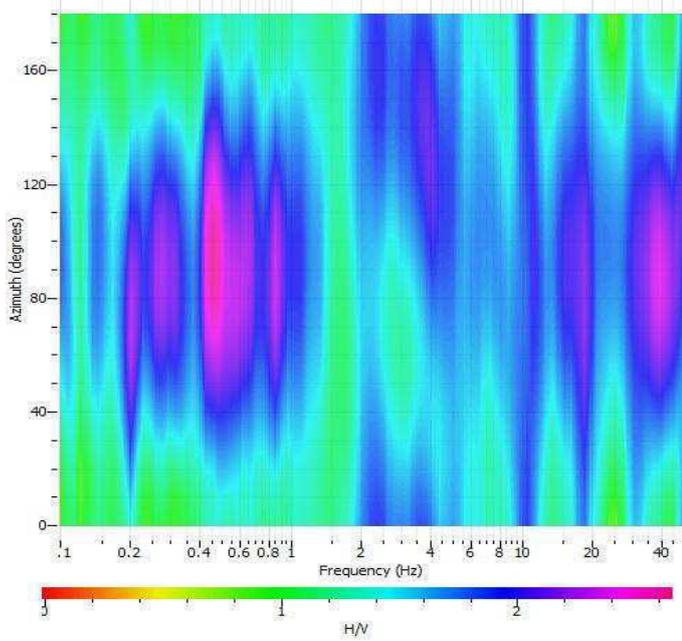
CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	0,478101	>	0,100033311	SI
$nc(F_0) > 200$	478,0850792	>	200	SI
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma A(f)$	<	3	SI
$\sigma A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			SI

CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f^-) < A_0/2$	verificato alla $f=$	0,000		NO
Esiste f^+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{HV}(f^+) < A_0/2$	verificato alla $f=$	0,000		NO
$A_0 > 2$	$A_0=$	2,2202		SI
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$				NO
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	0,0738541	<	0,0956202	SI
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	0,5740	<	2,5	SI

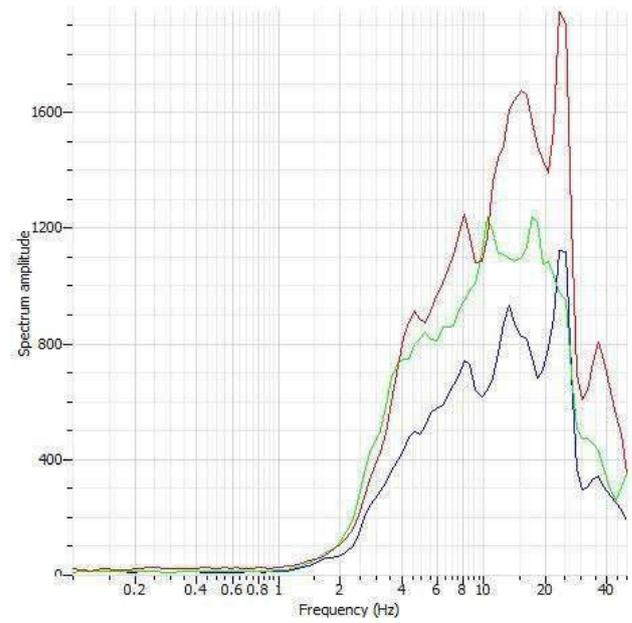
Elaborati grafici:



Direzionalità



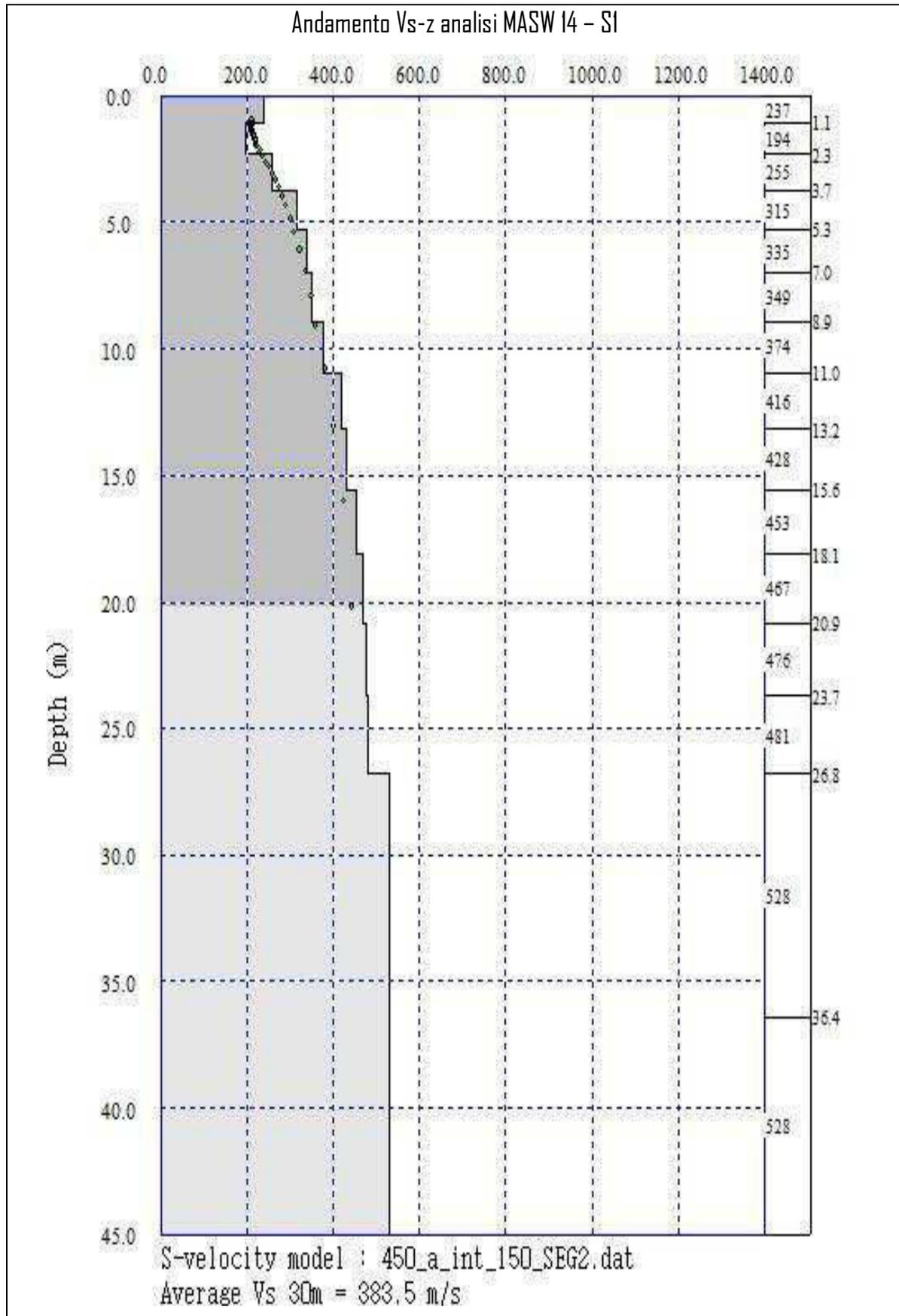
Spettro ampiezze delle 3 componenti



Sintesi dei parametri:

Frequenza fondamentale di sito	$f_0=0.4781$ Hz	Deviazione standard	$\sigma f_0=\pm 0.0738$
Ampiezza	$A_0=2.2202$	$A_{0\text{ MAX}} = 1.7226$	$A_{0\text{ MIN}} = 2.8615$

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO



SITO G15

Indagini HVSR 6

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Parco Ranghiasi
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35600 - Long 12,57689



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



HVSR 6

HVSR 6 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

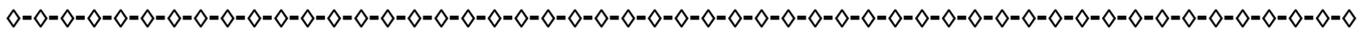


Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	8 maggio 2013
Ora	15:40 - 16:30
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso NO

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

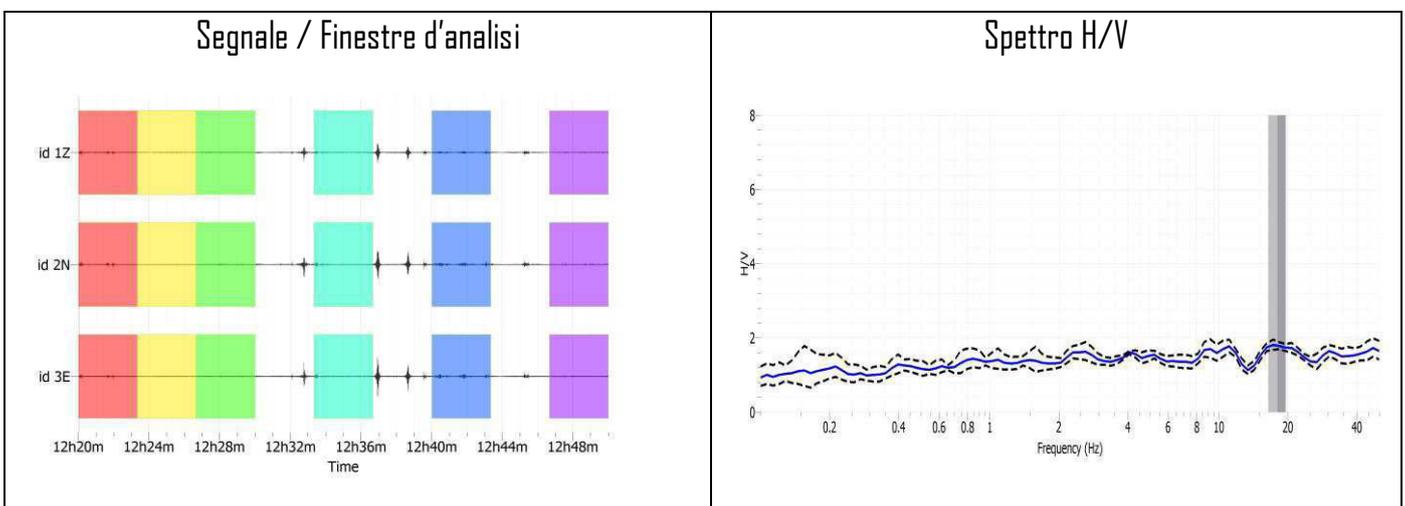
Condizioni meteo	Variabile
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare sostenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

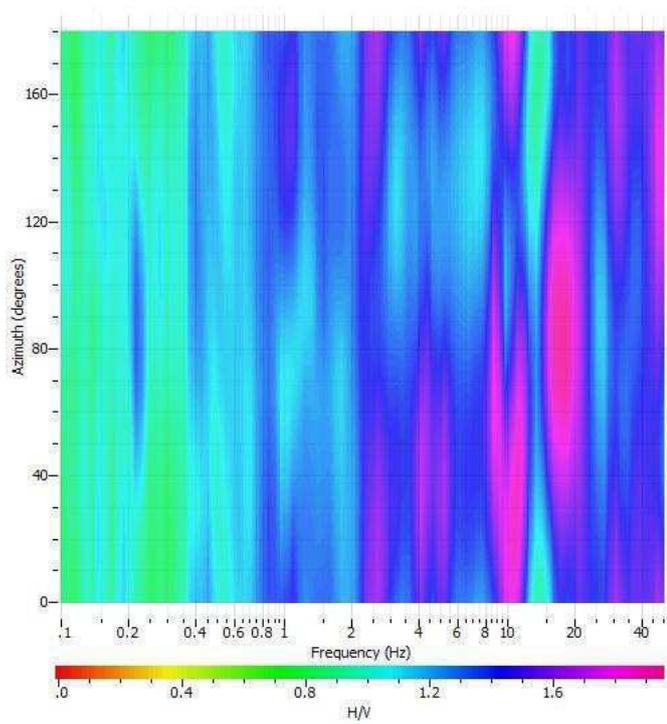
CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	17,9903	>	0,050006751	SI
$n_c(f_0) > 200$	17989,81426	>	200	SI
$\sigma_A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma_A(f)$	<	2	SI
$\sigma_A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			SI

CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f_- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f_-) < A_0/2$	verificato alla $f =$	0,000		NO
Esiste f_+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{HV}(f_+) < A_0/2$	verificato alla $f =$	0,000		NO
$A_0 > 2$	$A_0 =$	1,79352		NO
$f_{\text{picco}} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$				SI
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	1,58282	>	0,899515	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0,1067	<	1,58	SI

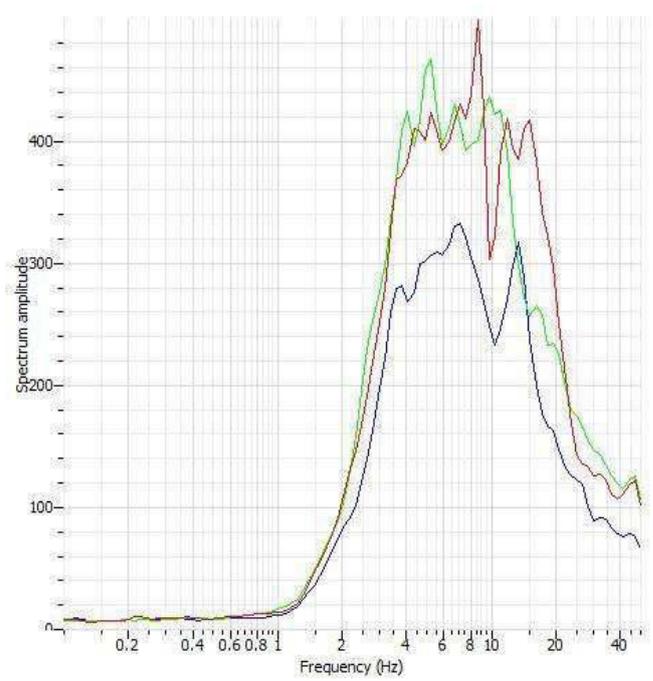
Elaborati grafici:



Direzionalità



Spettro ampiezze delle 3 componenti



Sintesi dei parametri:

Frequenza fondamentale di sito	$f_0=17.9903$ Hz	Deviazione standard	$\sigma f_0=\pm 1.5828$
Ampiezza	$A_0=1.79352$	$A_{0\text{ MAX}} = 1.690$	$A_{0\text{ MIN}} = 1.9034$

SITO G16

Indagini HVSR 9

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Incroccio Via Monte - Via Appennino
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35153 - Long 12,58363



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



HVSR 9

HVSR 9 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

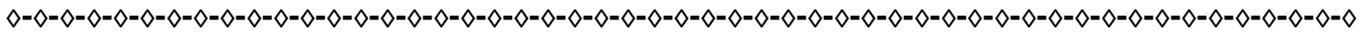


Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	8 maggio 2013
Ora	13:20 - 14:00
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso NNE

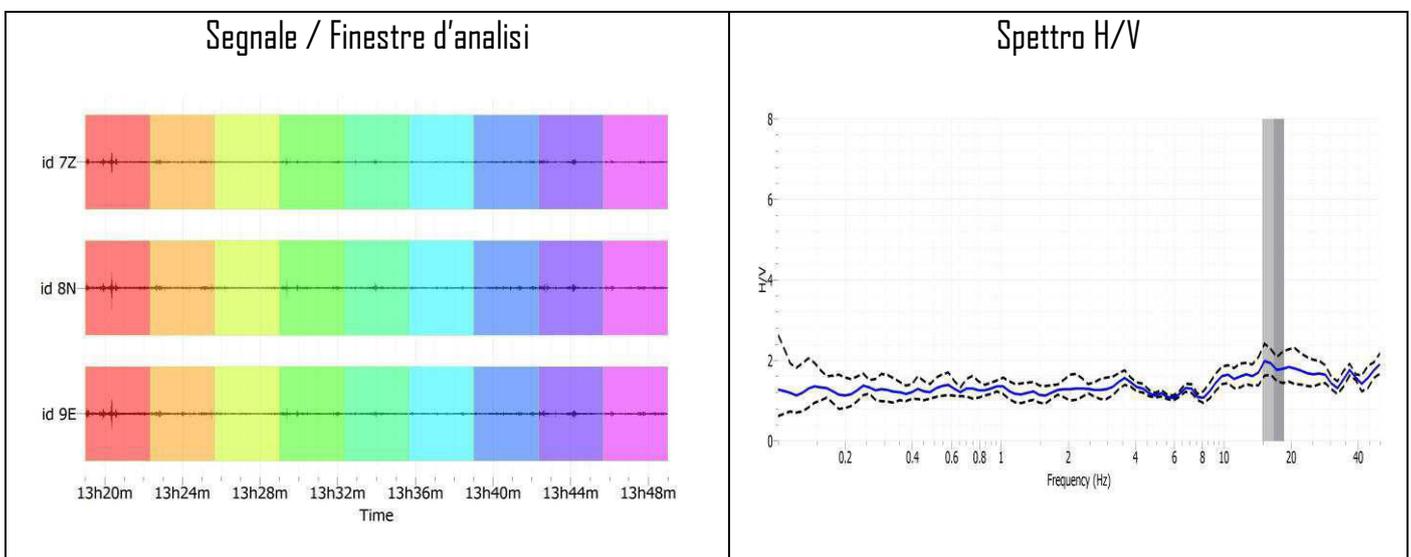
Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

Condizioni meteo	Variabile
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare contenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Imbrecciata
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

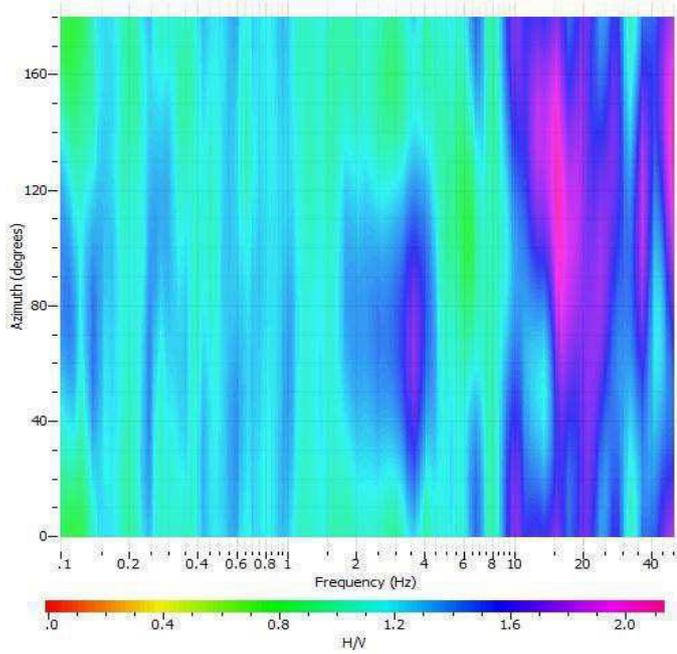
Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	17,582	>	0,05	SI
$nc(F_0) > 200$	17582	>	200	SI
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma A(f)$	<	2	SI
$\sigma A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			
CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f^-) < A_0/2$	verificato alla $f =$	0,000		NO
Esiste f^+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{HV}(f^+) < A_0/2$	verificato alla $f =$	0,000		NO
$A_0 > 2$	$A_0 =$	1,83705		NO
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$				NO
$\sigma f < \epsilon(f_0)$	0,8878	>	0,8791	NO
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	0,1632	<	1,58	SI

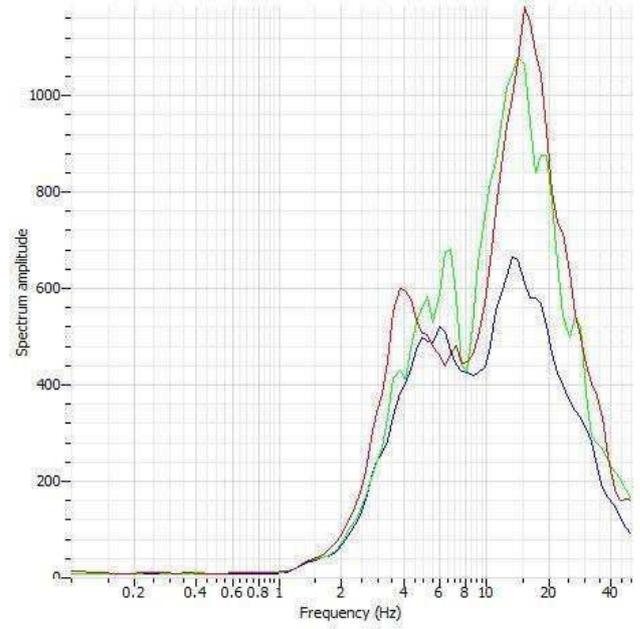
Elaborati grafici:



Direzionalità



Spettro ampiezze delle 3 componenti



Sintesi dei parametri:

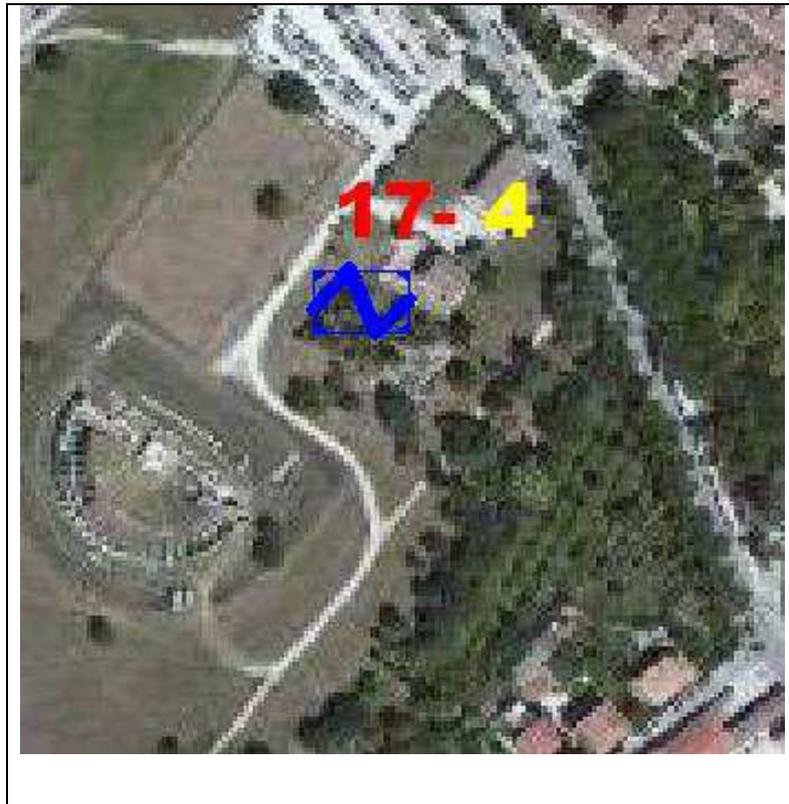
Frequenza fondamentale di sito	$f_0=16.699$ Hz	Deviazione standard	$\sigma_{f_0}=\pm 1.87903$
Ampiezza	$A_0=1.8469$	$A_{0\text{ MAX}} = 1.5446$	$A_{0\text{ MIN}} = 2.1802$

SITO G17

Indagine HVSR 4

UBICAZIONE DEL SITO

Regione	Umbria
Provincia	Perugia
Comune	Gubbio
Toponimo di riferimento	Teatro Romano
Coordinate Geografiche (WGS84)	Lat 43,35229 - Long 12,57370



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



HVSR 4

HVSR 4 (Horizontal Vertical Spectral Ratio)



Tabella di sintesi dei parametri di registrazione segnale:

Data	9 maggio 2013
Ora	12:30 - 13:10
Durata registrazione	40 min
Orientamento stazione di registrazione	Asse y rivolto verso N

Condizioni a contorno caratterizzanti il sito durante la fase di registrazione:

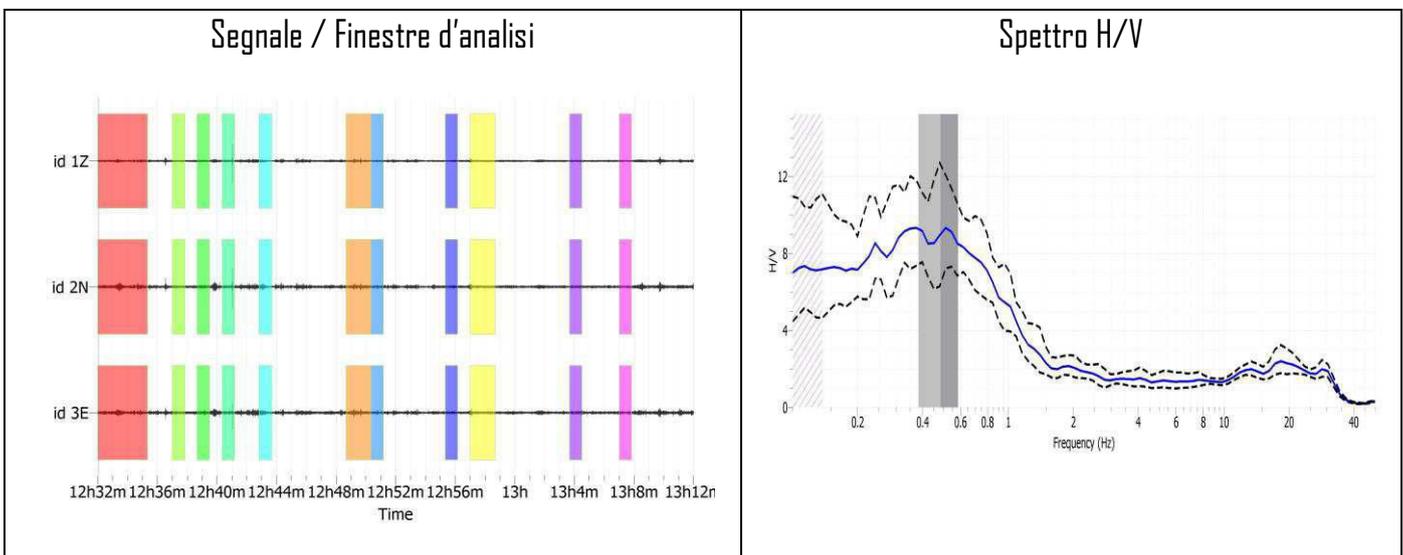
Condizioni meteo	Variabile
Contesto morfologico	Fascia di raccordo piana alluv. - versante
Rumori antropici	Traffico veicolare contenuto
Disturbi elettromagnetici	Assenti
Superficie	Manto erboso
Sperimentatore	Dott. Geol. Alessandro Ricciardi

Qualità del segnale (rispondenza ai Criteri SESAME)

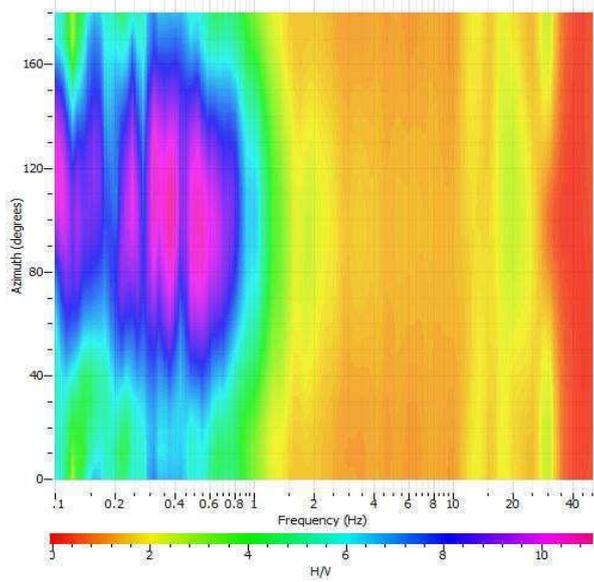
CRITERI SESAME PER UNA CURVA H/V AFFIDABILE				
$f_0 > 10/L_w$	0,483748	>	0,2	SI
$n_0(F_0) > 200$	290,2407214	>	200	SI
$\sigma_A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$	$\sigma_A(f)$	<	3	SI
$\sigma_A(f) < 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	per tutto l'intervallo di frequenze			

CRITERI SESAME PER UN PICCO H/V CHIARO				
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f^-) < A_0/2$	verificato alla $f =$	0,000		NO
Esiste f^+ in $[4 \cdot f_0, f_0]$ $A_{HV}(f^+) < A_0/2$	verificato alla $f =$	1,086		SI
$A_0 > 2$	$A_0 =$	8,9917		SI
$f_{picco} [A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$				NO
$\sigma_f < 8(f_0)$	0,101241	>	0,0967496	NO
$\sigma_A(f_0) < 6(f_0)$	3,1609	>	2,5	NO

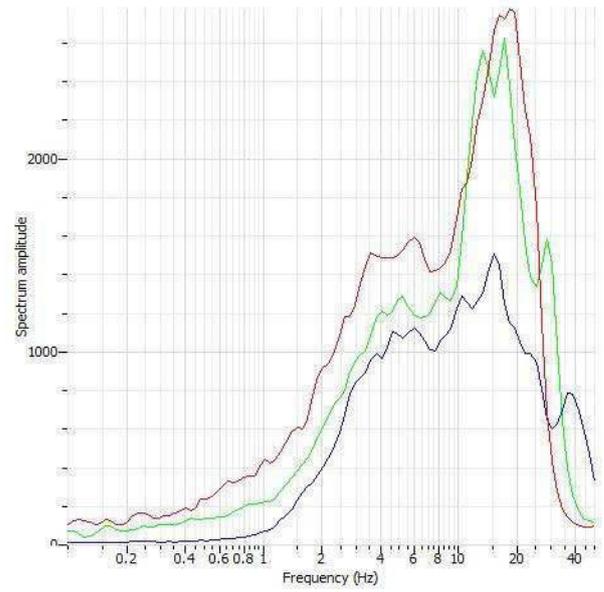
Elaborati grafici:



Direzionalità



Spettro ampiezze delle 3 componenti



Sintesi dei parametri:

Frequenza fondamentale di sito	$f_0=0.4837$ Hz	Deviazione standard	$\sigma_{f_0}=\pm 0.1012$
Ampiezza	$A_0=8.9917$	$A_{0\text{ MAX}}= 6.4037$	$A_{0\text{ MIN}}= 12.6366$