REGIONE PIEMONTE

Provincia di Torino

COMUNE DI PIOBESI TORINESE

art. 17 c. 4 L.R. 56/77 e s.m.i. - L.R. 1/07

VARIANTE STRUTTURALE DI P.R.G.C.

Progetto Preliminare approvato con D.C.C n.21 del 7/4/2014

OGGETTO :

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

D.G.R. nr. 4-3084 del 12/12/2011

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 1

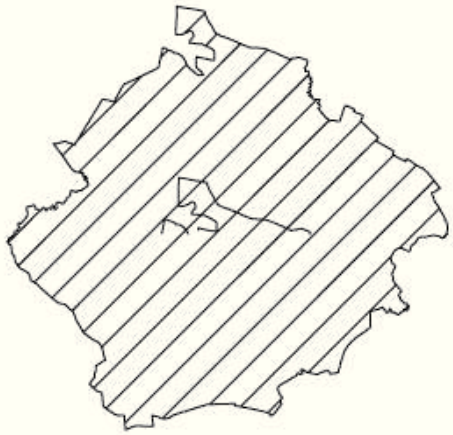
- Progetto DEFINITIVO approvato con D.C.C. nr.15 del 30/4/2015

DOCUMENTO REL - ILL/2

Il Sindaco: F. Bussano

Il Segretario Generale: Dott.G. Guglielmo

Il Responsabile del Procedimento: Geom. L. Cosso



PROGETTAZIONE URBANISTICA:

Dott. Arch. EZIO RUFFINO
Dott. Ing. DANIELA RUFFINO
Studio Associato IN.AR. di Ruffino e C.
Ingegneria ed Architettura
Via Moncenisio 11 - 10048 Vinovo (TO)
Tel. 011.965.25.07 - Fax: 011.993.06.79 - info@studioinar.eu

PROGETTAZIONE GEOLOGICA:

Dott. Geol. ALBERTO TISSONI
Dott. Geol. ALBERTO BENNA
Via Canova 36, 10126 Torino
Tel./Fax. 011.6966718 - www.geologiageotecnica.com

COLLABORAZIONE: Alasia Dott. Geol. Marcello
Via XXV Aprile 15, Sommariva Bosco (CN)
Tel./Fax. 0172.55017 - www.alasiageologi.it

Aggiornamento catastale: gennaio 2012

Data elaborazione cartografica: ottobre 2013

Data revisioni:

Marzo 2014		

TISSONI DR. ALBERTO
GEOLOGIA E GEOTECNICA

STUDIO E LABORATORIO:
VIA CANOVA, 36 - 10126 TORINO
TEL. FAX (011) 696.67.18

TORINO, Marzo 2014

C O M U N E D I

P I O B E S I T O R I N E S E

Regione Piemonte
BU17 26/4/2012-Codice DB1400-DD 9-3-2012 N.540

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA
LIVELLO 1

****

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

****

1. PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1, eseguito su incarico dell'Amministrazione Comunale sul territorio di PIOBESI TORINESE, in ottemperanza a quanto previsto dal DGR del Piemonte nr. 4-3084 del 12-12-2011.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E SPECIFICHE TECNICHE

Lo studio e le indagini geofisiche sono stati condotti secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

- OPCM n. 3907 del 13-11-2010 che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico previsti dall'Art. 11 della Legge n. 77 del 24-6-2009;
- Determinazione Dirigenziale n. 540- Codice DB1400 del 9-3-2012 della Regione Piemonte, in cui sono state definite le modalità attuative in riferimento alle procedure di gestione e controllo delle attività urbanistiche ai fini della prevenzione del rischio sismico.

Lo studio di MS di livello 1 è costituito in una raccolta dati di natura geologica, geofisica e geotecnica mirata a suddividere (**ove ciò sia possibile**) il territorio comunale in microzone qualitativamente omogenee sotto l'aspetto del comportamento sismico. Tale studio si compone delle seguenti carte:

1. Carta Geologico tecnica
2. Carta delle indagini
3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

Come fine ultimo ci si propone di fornire un'ulteriore guida alle scelte nella pianificazione attuativa, evidenziando le criticità e identificando le aree nelle quali sono richiesti eventuali studi di approfondimento.

3. METODOLOGIA DI LAVORO

Il Comune di Piobesi è classificato, ai sensi del DGR n. 11-13058 del 19/1/2010, in **Zona Sismica di livello 3**.

3.1. Individuazione delle aree di indagine

Il criterio di scelta delle aree da indagare nel territorio comunale si è basato principalmente sulle zone interessate da infrastrutture esistenti ove si concentra la totalità delle residenze e delle attività artigianali, industriali e commerciali.

In considerazione dell'omogeneità geologica e geomorfologica del territorio comunale interamente pianeggiante, si è ritenuto opportuno includere nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica anche quella parte del territorio non urbanizzato, perché a vocazione e destinazione agricola, che volutamente è stata oggetto di un'indagine geofisica meno approfondita.

3.2. Raccolta dei dati storici esistenti

Si è basata essenzialmente sulla raccolta di molti dati geotecnici e geofisici esistenti derivanti da indagini in sito allegate alle pratiche edilizie ed eseguite per privati da geologi professionisti e per conto dell'Amministrazione

Comunale (ad esempio: relazione geologico-tecnica del PRGC e relazione geologico-tecnica redatta per la costruzione di una scuola pubblica).

Dalle informazioni di cui si dispone risulta che, nell'arco degli ultimi 50 anni non ci sono state più di tre scosse sismiche di lieve intensità. Sebbene siano state sempre avvertite dalla popolazione, non hanno provocato danni e neppure causato il crollo di qualche camino o cornicione.

3.3. Dati geologici e geomorfologici

Derivano dagli elaborati cartografici redatti dagli scriventi per l'aggiornamento del PRGC esistente dopo gli ultimi eventi alluvionali e dopo i suggerimenti dati dalla Regione Piemonte in sede di Tavolo Tecnico.

3.4. Esecuzione delle indagini geofisiche

Le indagini sismiche, che hanno riguardato i luoghi urbanizzati maggiormente significativi, sono consistite nell'esecuzione di 10 MASW chiaramente illustrate nel paragrafo ad esse relativo.

I grafici dei risultati, redatti sulla base degli standard previsti, sono riportati in allegato alla presente relazione; i punti d'indagine sono riportati nella "Carta delle indagini" con le sigle ST01,ST02…ST10.

Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 comprende i certificati dell'indagine sismica e il commento tecnico dei risultati ottenuti.

La restituzione cartografica delle indagini svolte è stata effettuata adottando la scala 1:10000 e utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale nella scala medesima.

La campagna di indagini geofisiche, realizzata a supporto del **Piano di Zonazione Sismica del Comune di Piobesi Torinese**, è stata coordinata dallo Studio e Laboratorio dei geologi Marcello e Bernardino ALASIA.

4.INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Piobesi è costituito in prevalenza da depositi fluviali e fluvioglaciali rissiani ricoperti da uno strato di loess di potenza variabile da luogo a luogo.

Le alluvioni medio-recenti e attuali interessano solo ristrette fasce a cavallo degli alvei del T. Chisola, del T. Oitana e del torrente Essa. Il materasso fluvioglaciale giace sul substrato marino di età pliocenica con una potenza di circa 20 m ed è costituito da alternanze di depositi sabbiosi e limoso-argillosi, talvolta con intercalazioni di ghiaietto e ghiaia. Le alluvioni medio-recenti che giacciono sul fluvioglaciale Riss sono dei prodotti di sovralluvionamento a facies in prevalenza sabbiosa e sabbioso- argillosa.

I sedimenti loessici sopra menzionati costituiscono lo strato più superficiale ovvero quello il cui tetto rappresenta il piano campagna e sono argillificati e ferrettizzati a seguito di una prolungata alterazione chimico-fisica.

Nella **Carta Geologico tecnica** sono riportati e collocati cronologicamente nel periodo geologico di appartenenza i due litotipi che caratterizzano il territorio comunale.

5.CENNI DI GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA

Il territorio di Piobesi è interamente pianeggiante con presenza locale di alcune leggere ondulazioni, probabilmente di origine artificiale perché collegate all'urbanizzazione.

A nord del territorio scorre il torrente Chisola, principale corso d'acqua della zona. Il rio Essa attraversa il concentrico di Piobesi provenendo da ovest e il torrente Oitana segna per qualche chilometro il confine comunale meridionale.

Sulla base di alcuni dati storici reperiti nell'archivio comunale e risalenti al XIII° secolo, si può affermare che l'andamento dell'alveo e la conformazione dei meandri di parte del torrente Essa, non hanno subito apprezzabili modifiche nell'arco di 800 anni. Ciò è dovuto al fatto che la capacità erosiva dell'acqua sulle sponde era ed è insufficiente a mutare la morfologia dell'alveo.

6. ACQUE SOTTERRANEE

La potente sequenza di terreni alluvionali ospita una falda idrica superficiale sfruttata da numerosi pozzi a uso prevalentemente agricolo, ma anche industriale. Tale falda, alimentata dalle infiltrazioni dell'acqua piovana, è continua su tutto il territorio comunale e il suo livello statico varia da due a oltre dieci metri, a seconda della morfologia del paesaggio.

La direzione di deflusso è essenzialmente diretta da ovest a est, più o meno parallela al corso del T. Chisola.

I cinque pozzi nei quali è stato possibile effettuare le misure piezometriche sono profondi circa 50 m e sono attrezzati con tubi finestrati lungo quasi tutta la profondità. La portata di alcuni pozzi arriva anche a 30 l/sec e ciò dimostra quanto il sistema acquifero multifalde sfruttato sia potente e produttivo.

La presenza della falda freatica in prossimità del piano campagna va tenuta in considerazione ai fini urbanistici poiché può essere raggiunta dalle fondazioni degli edifici previsti con piano interrato. In questo caso gli edifici devono essere progettati con una fondazione a platea e i muri periferici contro terra rivestiti da una membrana impermeabile. In prossimità di Tetti Respetrino e Tetti Malaga, vengono segnalate possibili risorgive d'acqua dovute a fenomeni di risalita della falda durante eventi meteorici di natura eccezionale.

7. CARTA DELLE INDAGINI

Questa Carta riporta l'ubicazione e l'indicazione di molti dati geotecnici e geofisici, di cui si è a conoscenza, che riguardano il territorio comunale. Il numero assomma a 41 punti d'indagine così suddivisi:

- nr. 21 siti di esecuzione di gruppi di due o più prove penetrometriche dinamiche;
- nr. 10 prospezioni sismiche MASW;
- nr. 1 prospezione sismica Re.Mi.;
- nr. 2 stendimenti per tomografia sismica;
- nr. 6 pozzi per acqua;

- nr. 1 sondaggio con piezometro.

L'abbondanza dei dati storici (in prevalenza prove penetrometriche dinamiche) è stata di grande aiuto per una precisa taratura degli strumenti di indagine sismica. Le ultime 4 prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite nel mese di febbraio del corrente anno nell'area destinata all'ampliamento del lato sud del cimitero di Piobesi.

La Carta delle indagini riporta anche due aree tipo in cui, in base ai risultati di altre prove penetrometriche non ubicate puntualmente ma eseguite in passato, si è potuta definire la capacità portante del terreno entro i primi 3m di profondità dal piano campagna. Detta capacità portante ammissibile varia da 0,20-0,50kg/cm^2 in alcuni punti a 0,50-1,00kg/cm^2 in altri ed è indicativa di terreni coesivi di medio-bassa consistenza o terreni incoerenti fini poco o mediamente addensati.

8. INDAGINI GEOFISICHE A SUPPORTO DEL PIANO DI ZONAZIONE SISMICA

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame sono state effettuate dieci acquisizioni **MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva) utili a definire il profilo verticale della **VS** (velocità di propagazione delle onde di **taglio**). Le onde sismiche primarie P, immesse artificialmente nel terreno con una massa battente, si propagano con velocità che sono funzione delle caratteristiche elastiche dei materiali attraversati, delle caratteristiche litologiche e del loro stato di conservazione. Attraversando i diversi litotipi, le

onde sismiche vengono rifratte e/o riflesse dalle superfici di discontinuità che rappresentano il contatto tra due diversi tipi di materiale.

Nel loro insieme le procedure adottate sono in accordo con quanto prescritto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) relative al D.M. 14 gennaio 2008 che, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto in sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (VS).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della VS nei primi 30m di profondità) definita dalla equazione:

$$Vs30 = 30/\Sigma (h_i/Vs_{i)}$$

in cui Vs_i e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

La metodologia MASW permette, tramite l'acquisizione di registrazioni multicanale delle onde superficiali di Rayleigh, generate da masse battenti, di generare un profilo Vs in funzione della profondità.

Per ottenere un profilo Vs è necessario produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. L'inversione della curva di dispersione viene successivamente realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura dei minimi quadrati.

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo **Echo 24/2002 Ambrogeo a 24 canali**, collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4,5 Hz (spaziatura tra geofoni 2m, 1sec di acquisizione, offset 5m). Per le analisi dei dati si è adottato il software **WINMASW 4.1.1. Pro.**

I dati acquisiti sono stati elaborati per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS) nei primi 30m di profondità dal p.c. In allegato sono riportati i grafici di ouput del software WINMASW.

L'indagine geofisica ha evidenziato **profili sismici molto simili** tra loro, individuando negli stendimenti la presenza da un minimo di 5 a un massimo di 7 strati con relative variazioni di velocità delle Onde di Taglio (VS). Dall'osservazione dei grafici allegati si può notare come le velocità delle onde di taglio siano sempre minori di 300m/s tra 17.7 e 23.5m, per poi subire un incremento brusco fino a raggiungere un valore prossimo a 450m/s circa.

Applicando quanto prescritto dal paragrafo 3.2.2 delle NTC: "*ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vs30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità*" è possibile assegnare i terreni indagati alla **categoria di sottosuolo C**: "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fine)".*

8.1. Risultati della metodologia geofisica Re.Mi. (Refraction Microtremor)

Questa indagine venne eseguita a supporto del progetto di costruzione di un fabbricato a uso scolastico nella cittadina di Piobesi Torinese.

L'analisi dei microtremori è stata effettuata utilizzando la

strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo) disposta sul terreno con stendimento lineare da 16 geofoni (da 4-14 Hz) che permettono l'ottenimento di una buona risoluzione in termine di frequenza; il tempo di registrazione è stato di 22 sec per ogni acquisizione.

I terreni incoerenti (ghiaie, sabbie, limi, argille e detriti in genere) hanno velocità sismiche anche dieci volte inferiori alle velocità riscontrabili nei terreni rocciosi (sedimentari, cristallini o metamorfici che siano).

Misurando i tempi di arrivo delle onde sismiche (generate nel terreno con una massa battente) ai geofoni e le distanze tra gli stessi, viene costruito un diagramma (dromocrona) nel quale in ascisse sono rappresentate le distanze, in ordinata i tempi. Attraverso opportuni metodi di interpretazione vengono poi calcolate le diverse velocità dei singoli strati e il loro spessore.

Sono stati effettuati 2 stendimenti con relativa acquisizione dati per l'indagine Re.Mi. (RE01) e 2 stendimenti (S01-S02) per l'esecuzione di una tomografia sismica a rifrazione. La scelta di effettuare più acquisizioni per la scelta del parametro Vs30 è stata dettata dalla necessità di fornire un risultato che, interessando un esteso intorno significativo tramite un maggior volume di terreno sotteso agli stendimenti stessi, rappresentasse al meglio le caratteristiche sismiche della più ristretta area da edificare.

L'acquisizione Re.Mi. consiste nell'attivare la registrazione del segnale tramite il "trigger", con un'impostazione che permette la registrazione dei rumori di fondo per 22 sec; per ogni stendimento tale registrazione è stata ripetuta circa 50 volte, al fine di ottenere una quantità di informazioni tali da poter poi scegliere il risultato finale con il minor rischio di errore.

L'indagine Re.Mi. ha permesso l'ottenimento di una sezione di velocità delle onde S (spinta alla profondità di 50m dal piano campagna) schematizzata nella sottostante tabella.

Profondità (m)	**Vs_{30}** (m/sec)	**Categoria suolo di fondazione**
Da 0,00 a 19,00	circa 200	C
Da 19,00 a 33,00	circa 300	C
Da 33,00 a 50,00	circa 450	C

Per quanto riguarda i primi 3m di sottosuolo (quelli che in genere interessano la costruzione di edifici con un piano interrato), i valori di **Vs30** variano da:

- 220m/sec a 233m/sec (nel primo metro);
- 223m/sec a 225m/sec (nel secondo metro);
- 225m/sec a 228m/sec (nel terzo metro).

La **tomografia sismica a rifrazione** ha permesso la caratterizzazione sismica (P-wave) dei primi 10m circa dal piano campagna. I risultati ottenuti hanno evidenziato che la velocità delle onde (Vm) è compresa tra 361,5 e 309,7m/sec nei primi 6-7m circa di profondità e tra 1963 e 1854,5m/sec nella parte sottostante, ovvero in un range decisamente ridotto che conferma la sostanziale validità delle misure.

Le velocità dello strato superiore sono indicative di un deposito fine incoerente assimilabile a una coltre superficiale sufficientemente aerata; le velocità dello strato inferiore sono nettamente maggiori, verosimilmente

corrispondenti a depositi incoerenti più addensati con presenza di falda idrica.

8.2. Strumentazione usata per la Sismica e Specifiche Tecniche

Per il rilievo sismico è stata utilizzata la seguente strumentazione.

- Sismografo 16 canali della MAE s.r.l. con 2048 campioni per canale e risoluzione 16 bit.
- Campionamento 250, 1000, 2000, 5000 (su 8 canali 10000 camp./sec), guadagno 90 dB e sommatoria a software.
- 16 geofoni verticali (frequenza 4-14Hz), contenitore ermetico, puntale.
- Massa battente da 10kg per energizzazione.
- Piastra di energizzazione.
- Sistema di trigger.
- Batterie da 12V.
- Set di connessioni d'uso.

9. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

L'adempimento delle direttive regionali per le indagini geologiche in prospettiva sismica ha comportato la redazione della Carta delle Microzone Sismiche" che fornisce la stima degli effetti locali in funzione della riduzione del rischio sismico.

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh, a partire dai dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro **Vs30**.

In base a quanto riportato nelle norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008) tutti i siti d'indagine rientrano nella **Categoria C**. Tutti i risultati sono compatibili anche con quelli di un'indagine sismica pregressa e realizzata con metodologia Re.Mi. nei pressi del concentrico comunale (scuola pubblica).

Con riferimento a quanto riportato nell'**ALLEGATO A** della DD 9/3/2012, nr. 540 della Regione Piemonte "*Definizione delle modalità attuative in riferimento alle procedure di gestione e controllo delle attività urbanistiche ai fini della prevenzione del rischio sismico, approvate con DGR nr. 4-3084 del 12-12-2011*", visti i risultati della presente indagine e l'omogeneità dell'assetto geologico-geomorfologico del territorio comunale di Piobesi Torinese, si ritiene che l'intero territorio sia associabile indicativamente a un'unica **MICROZONA B** ossia una superficie in gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base e in cui il singolo evento sismico può dare origine a effetti locali dovuti ad amplificazione stratigrafica. Tuttavia, la differenza massima di profondità del substrato (da 17.7m a 23.5m), in cui si rileva un brusco e quasi identico aumento dei valori di VS, può indurre a una differenziazione in **due microzone**: una **Zona nord,** definita dalle MASW nr. 2-3-4-5-6 (con substrato profondo 23,5m circa) e una **Zona sud** definita dalle MASW nr. 1-7-8-9-10 (con substrato profondo 17,7m circa).

Seguendo questo criterio, sulla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica è stata tracciata una linea tratteggiata che, con andamento approssimato est-ovest, separa il territorio comunale nelle

suddette due grandi Zone (nord e sud). La Zona nord è quella più urbanizzata perché comprende il concentrico di Piobesi e l'area industriale. La Zona sud è da considerarsi come un territorio interamente a destinazione agricola. Poiché però i valori più elevati di VS che portano a questa differenziazione si riferiscono a terreni che rientrano comunque nella Categoria C e che giacciono a quote profonde, non si ritiene di grande utilità, ai fini edificatori e quindi del rischio sismico, aver suddiviso il territorio comunale nelle due suddette microzone.

Una più approfondita classificazione in ulteriori microzone potrà essere realizzata con maggiore precisione in fase di puntuali studi sul territorio ogniqualvolta le indagini geotecniche, commissionate per ogni opera edificatoria, avranno rivelato locali anomalie litostratigrafiche che potrebbero originare fenomeni particolari quali, ad esempio, la liquefazione di terreni sabbiosi o sabbioso-limosi con presenza di falda idrica soggiacente a una profondità inferiore a 15m.

Non si ritiene tuttavia esistano nell'intero territorio aree in cui permangono livelli d'incertezza sul comportamento del terreno, colpito da un evento sismico, legati alla carenza di ulteriori dati. Si può infatti affermare con ragionevole sicurezza che l'esecuzione di una più approfondita campagna di indagini sismiche non farebbe altro che confermare i risultati ottenuti. Questa asserzione non è teorica perché si basa sui risultati dei numerosi studi geologici e geotecnici condotti dagli scriventi sul territorio comunale nel corso di oltre 20 anni di collaborazione con l'Amministrazione di Piobesi e di attività professionale svolta per privati e Imprese edili.

10. CONCLUSIONI

Sulla base degli studi eseguiti e dei dati storici raccolti si ritiene che non esistano condizioni locali che possano modificare sensibilmente le caratteristiche di un eventuale moto sismico o produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e infrastrutture.

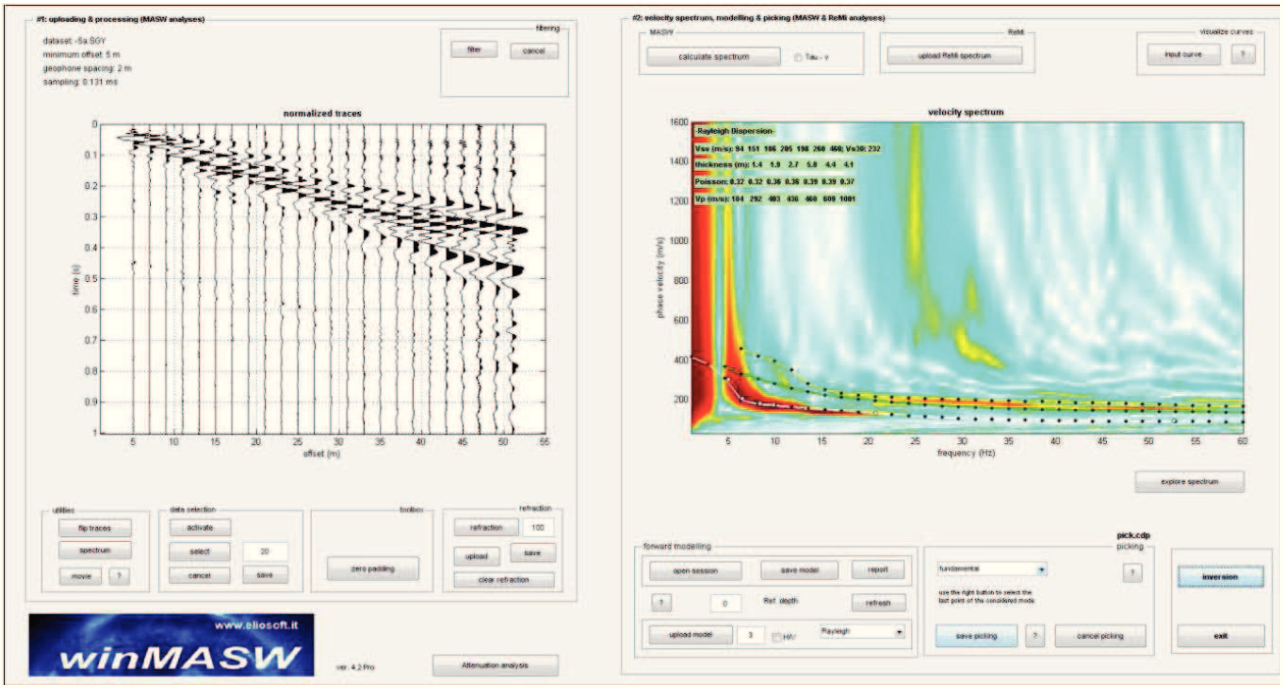
Ne consegue che i risultati ottenuti dall'indagine geofisica e riportati sulla "Carta delle Microzone in Prospettiva Sismica" non richiedono aggiornamenti correttivi della "Carta di Sintesi e della Pericolosità Geomorfologica" del P.R.G.C.

Le aree inserite nelle rispettive classi di edificabilità rimangono identiche come estensione e come propensione e vulnerabilità al dissesto poiché non sono penalizzate dal rischio sismico oltre il limite di pericolosità di base attribuito al Comune di Piobesi classificato, ai sensi del DGR n. 11-13058 del 19/1/2010, in **Zona Sismica di livello 3**.

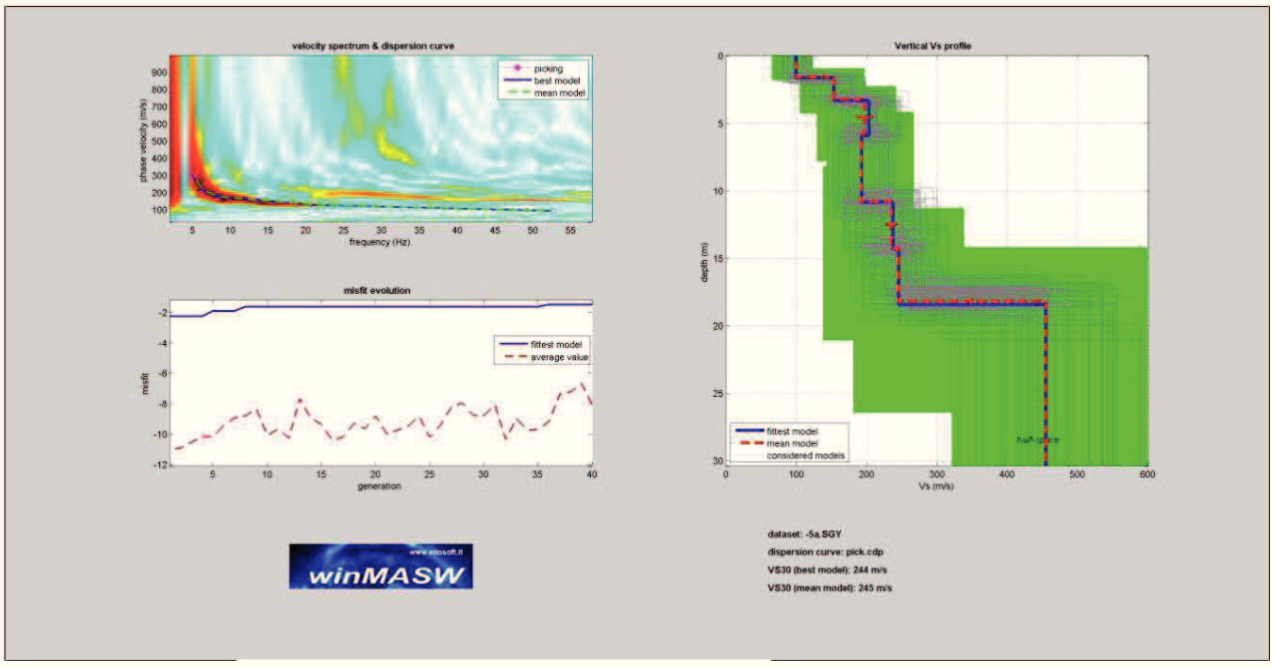
ALLEGATI

TECNICI

MASW Stendimento 01

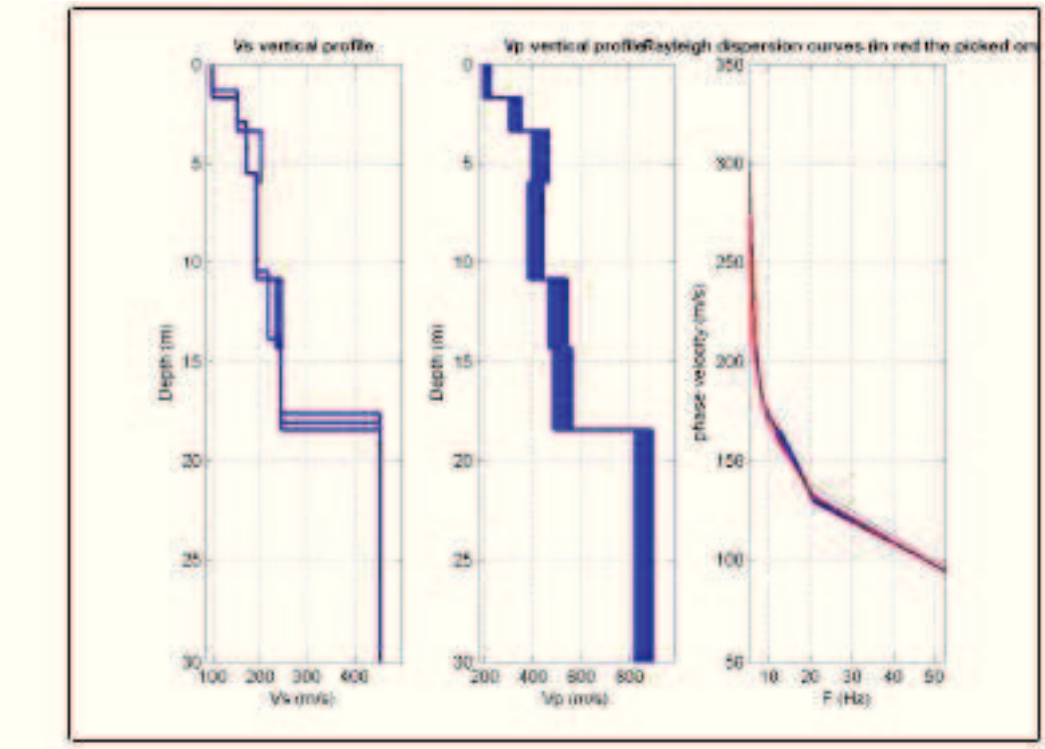


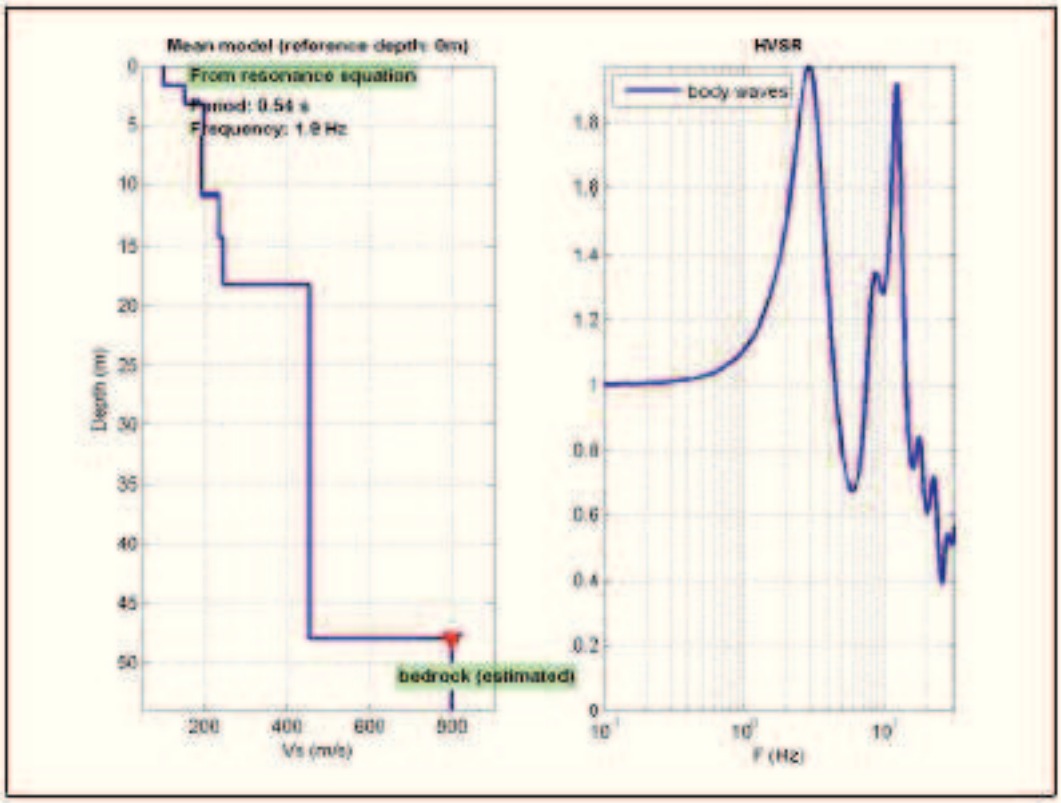
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)



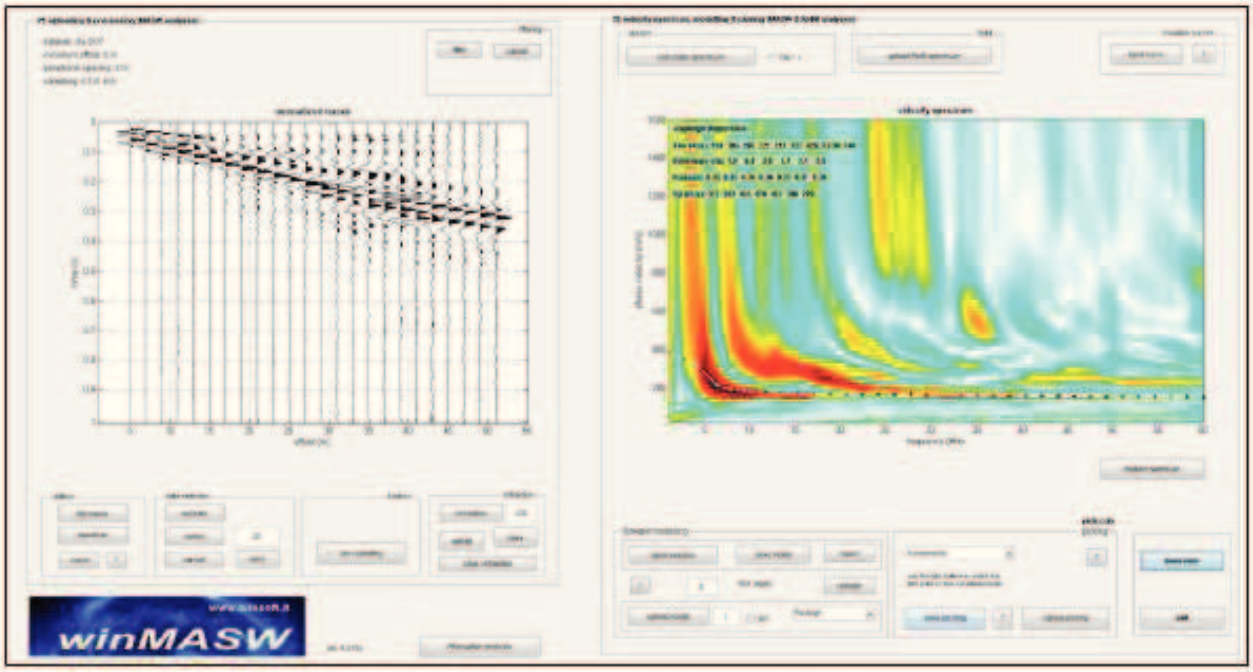
Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

Profilo verticale onde s

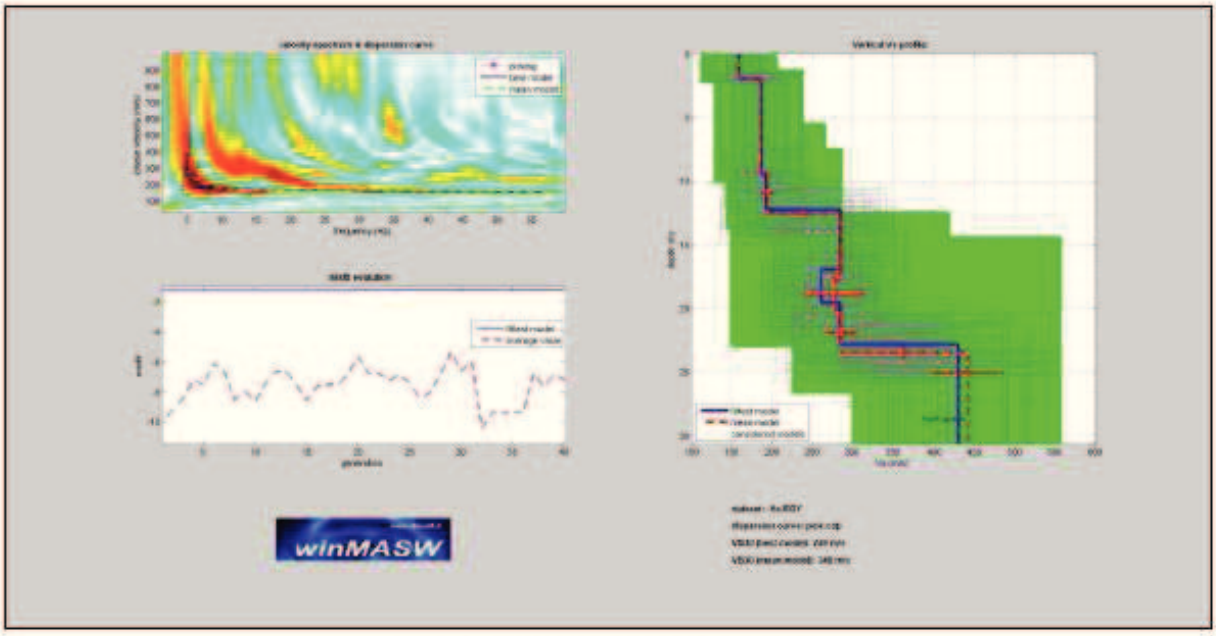



Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Tmod: 0.54 s
Frequency: 1.9 Hz
bedrock (estimated)
Depth (m)
Vs (m/s)
HVSR
body waves
F (Hz)

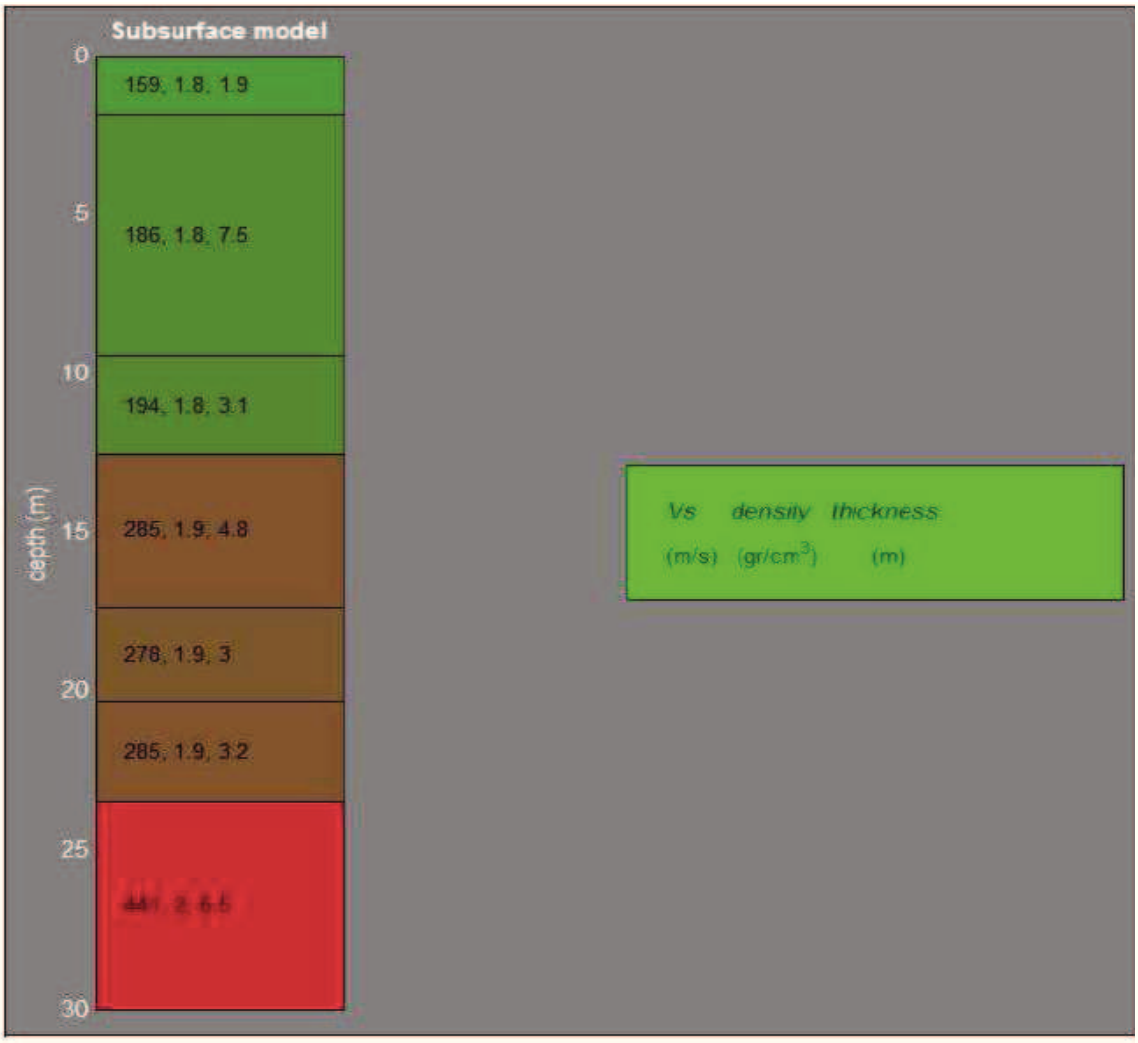
MASW Stendimento 02



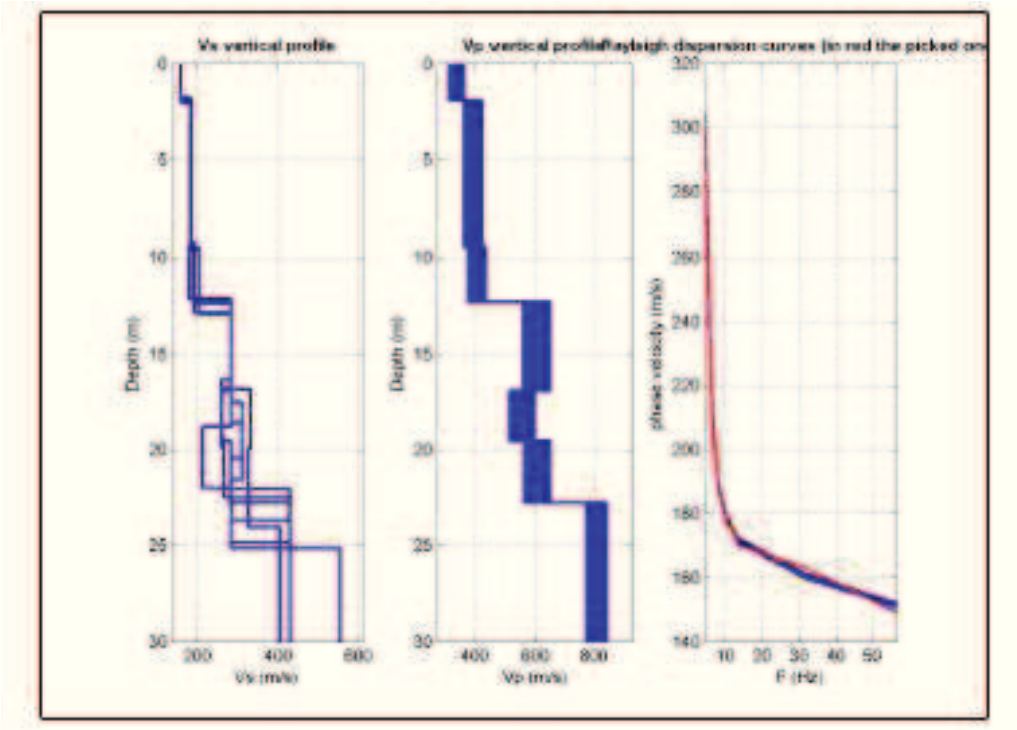
Dati di campagna (sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

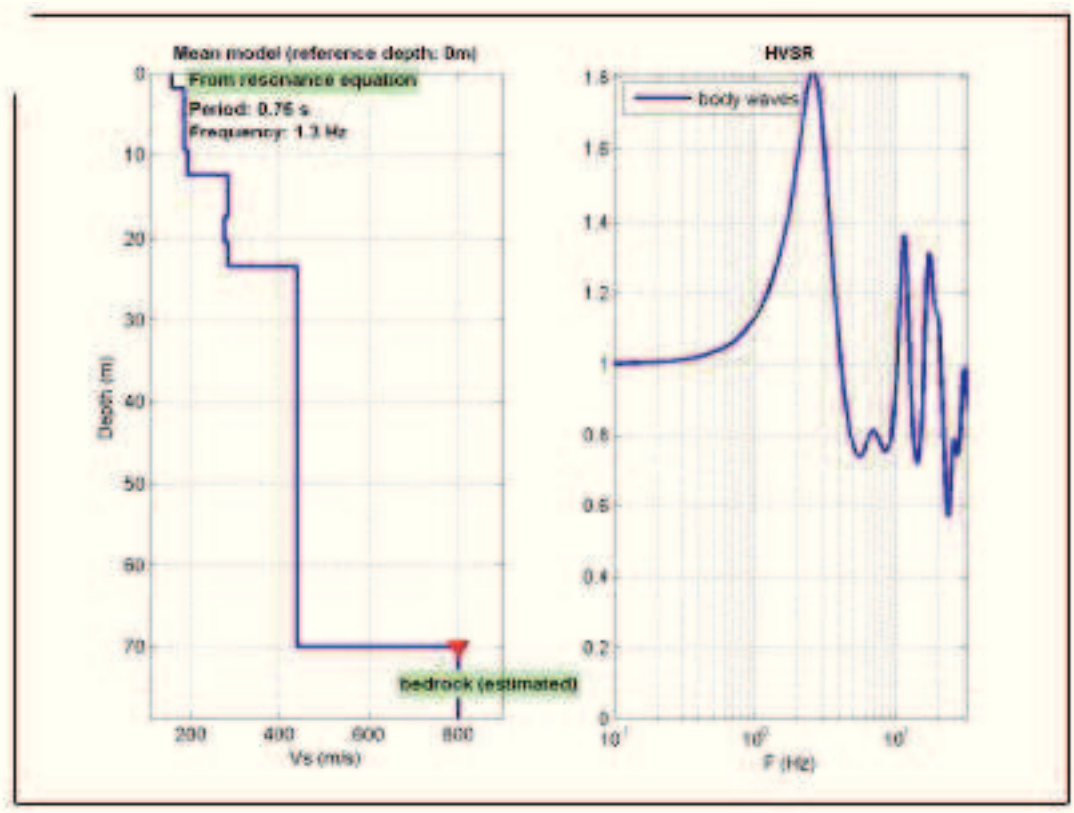


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

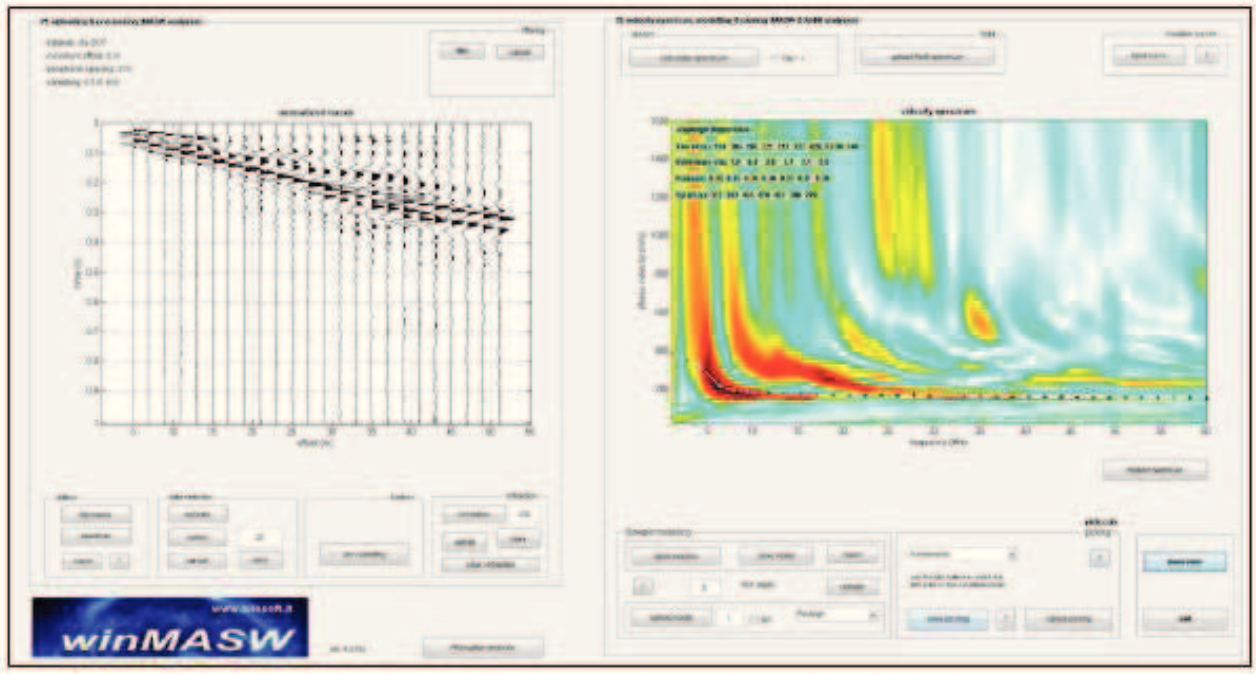


Profilo verticale onde s



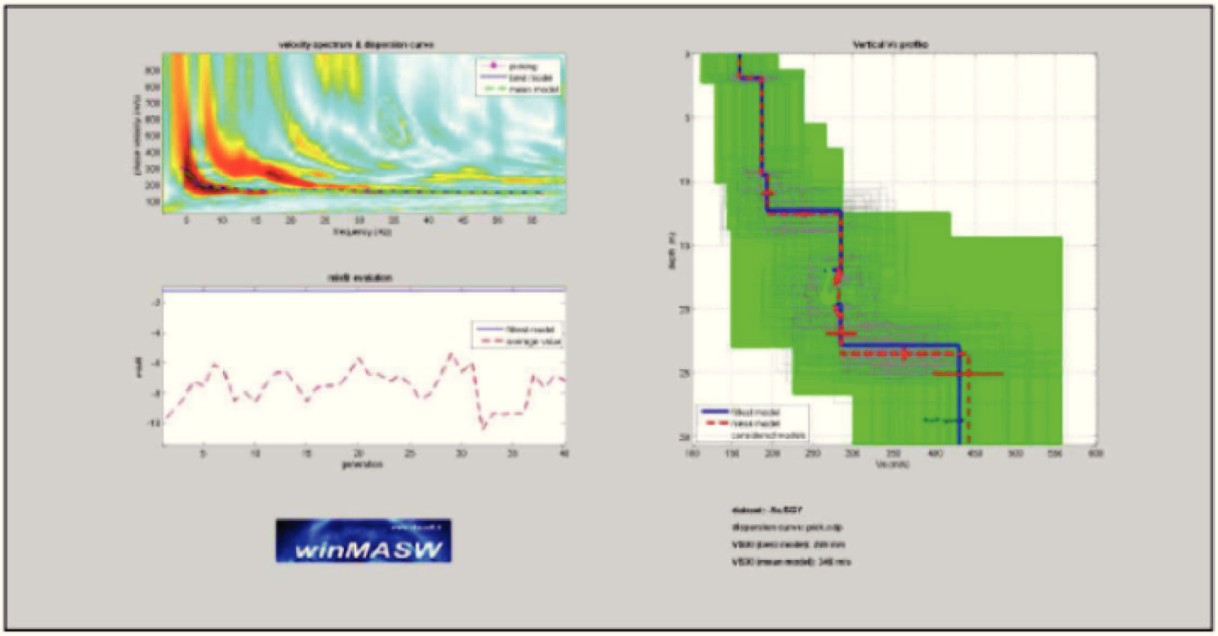

Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.76 s
Frequency: 1.3 Hz
Depth (m)
Vs (m/s)
bedrock (estimated)
HVSR
body waves
F (Hz)

MASW Stendimento 03

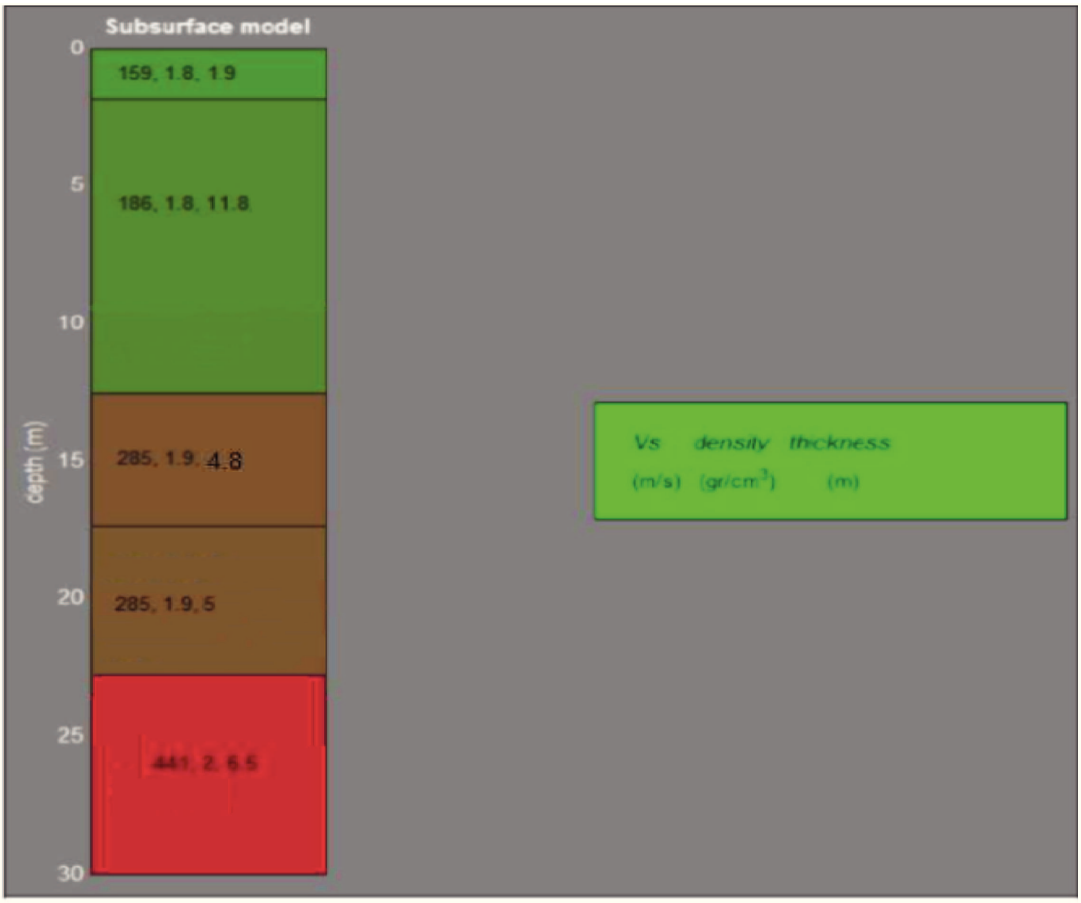


Dati di campagna (sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

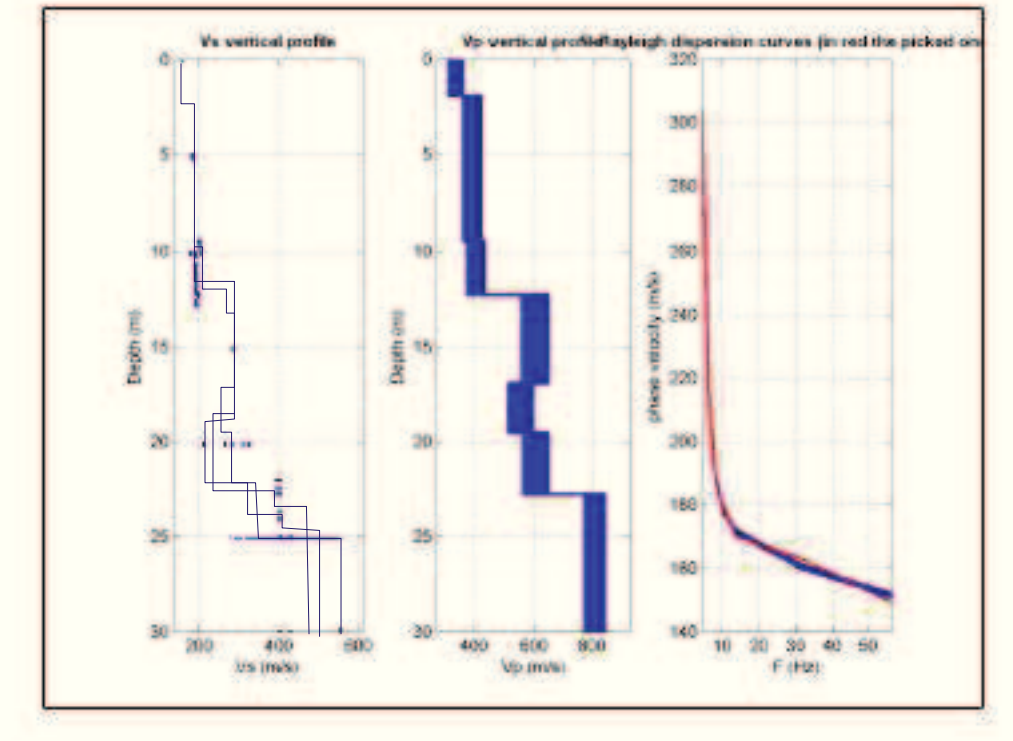
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

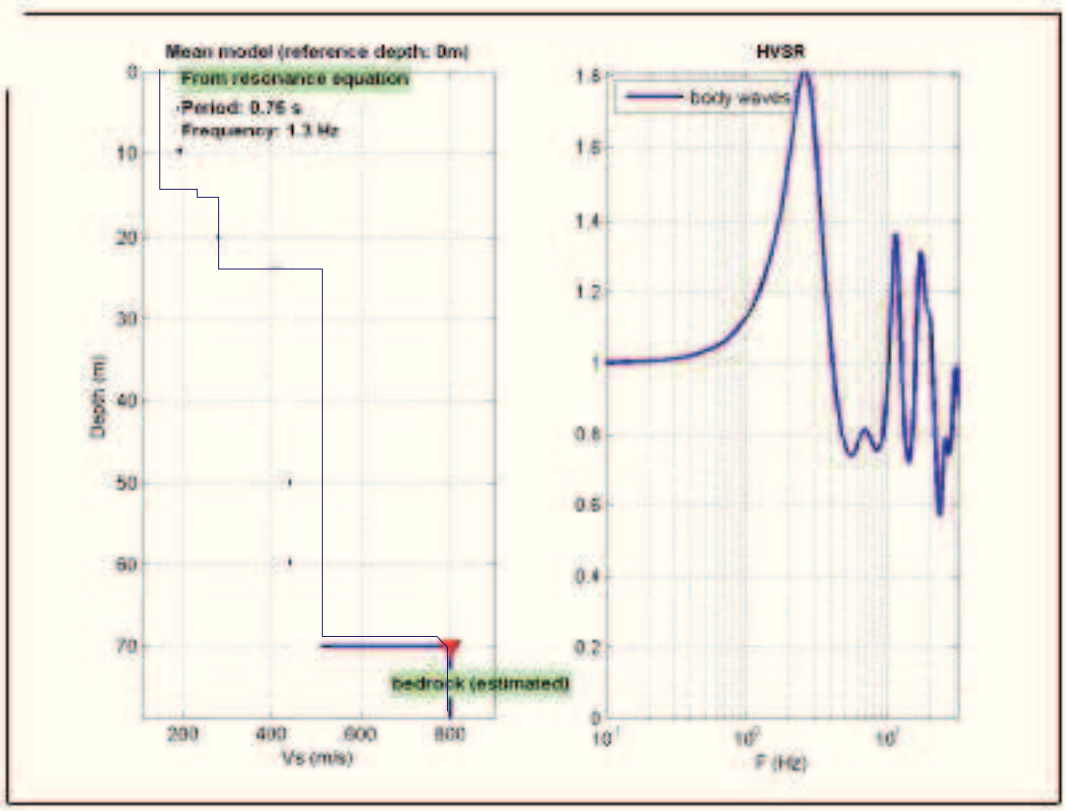


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

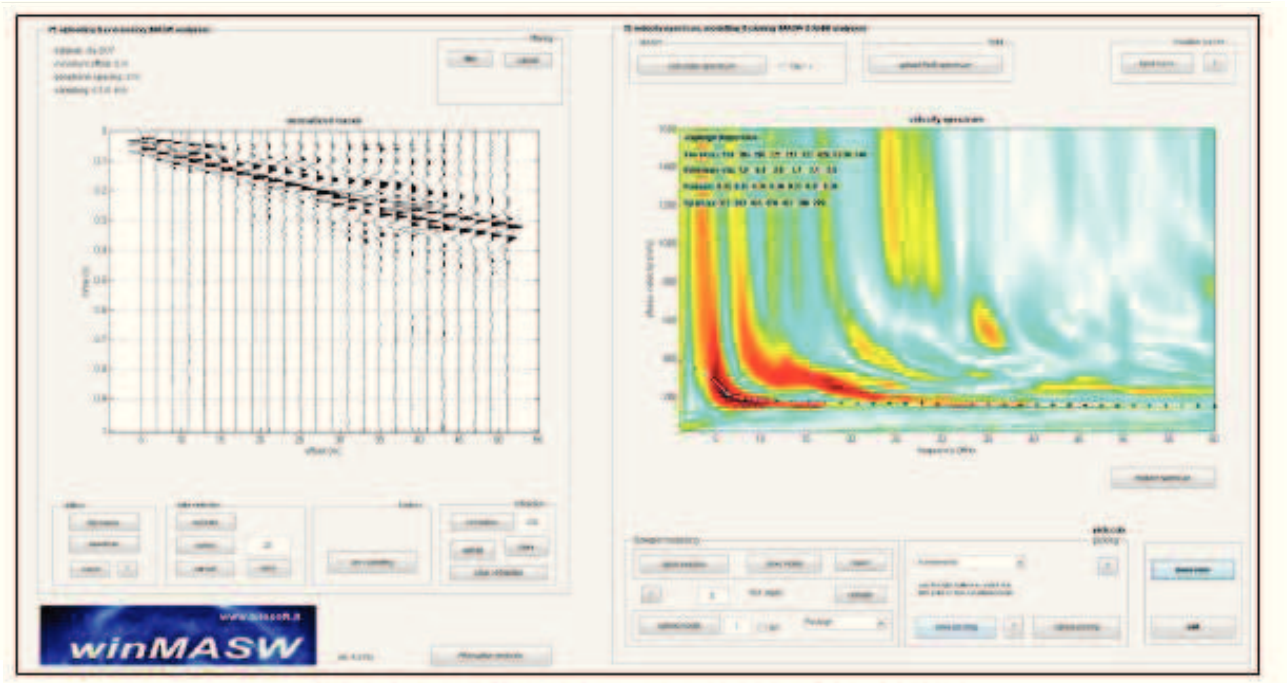


Profilo verticale onde S

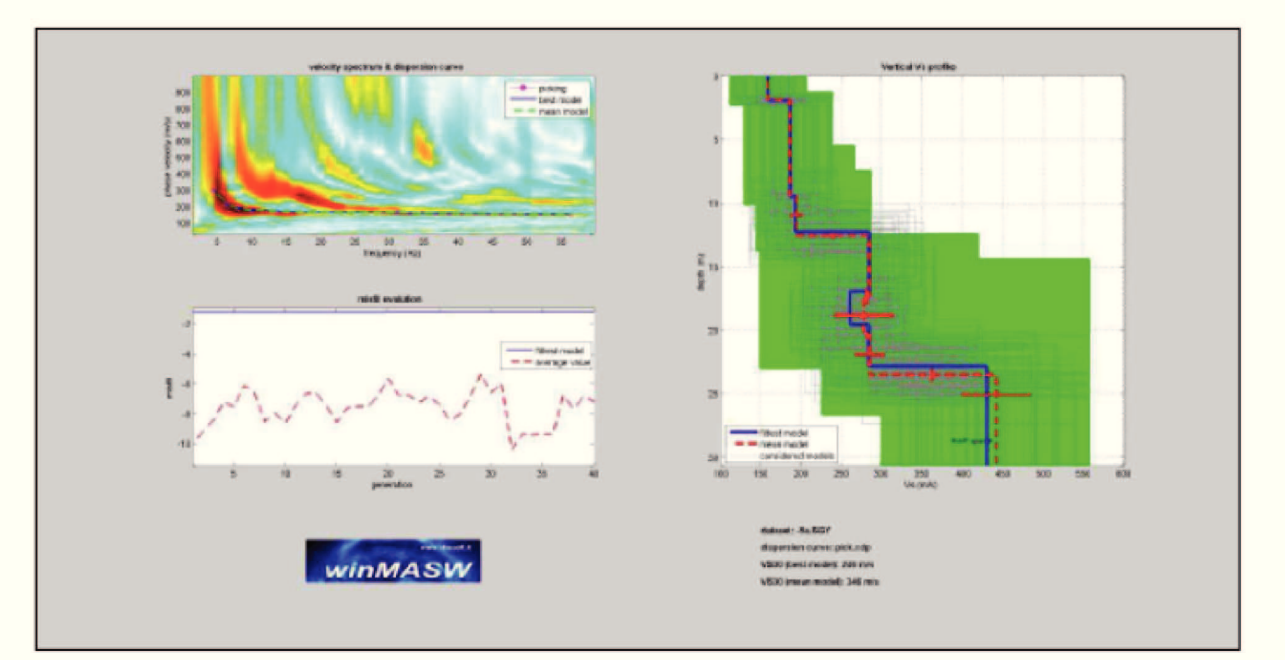



Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.76 s
Frequency: 1.3 Hz
Depth (m)
Vs (m/s)
bedrock (estimated)
HVSR
body waves
F (Hz)

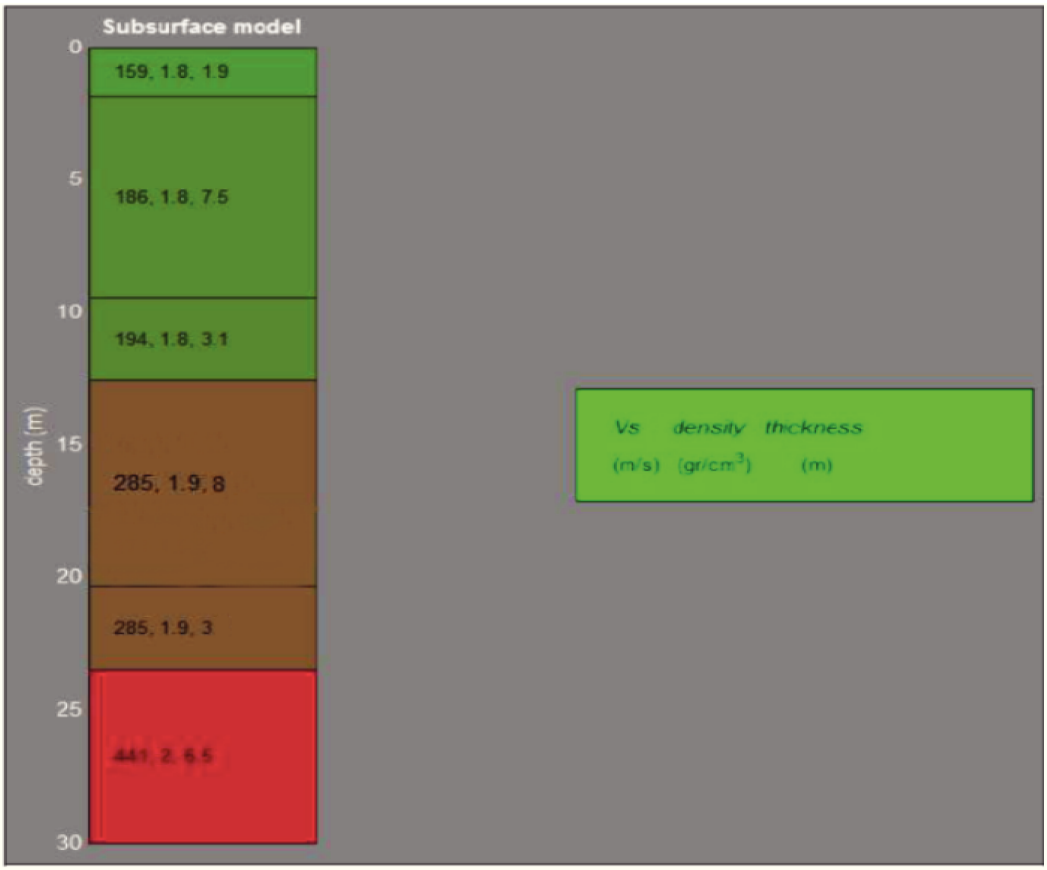
MASW Stendimento 04



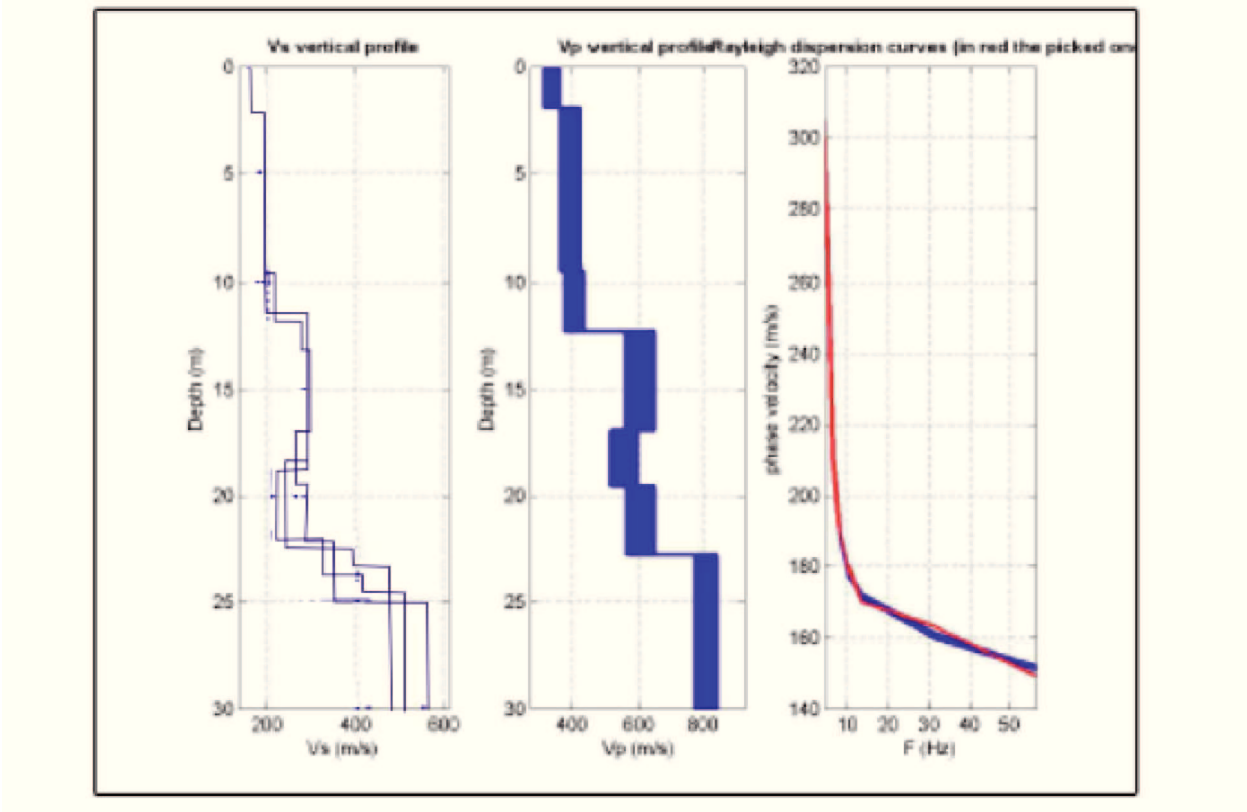
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

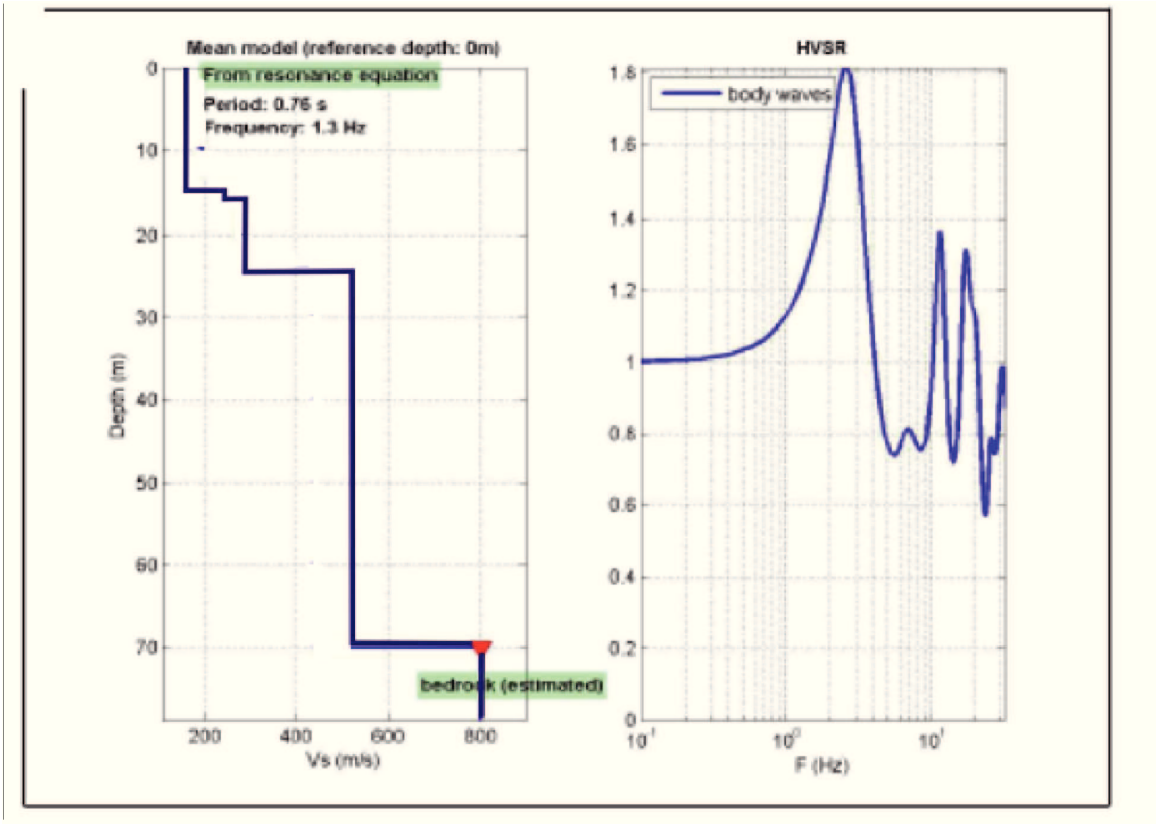


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

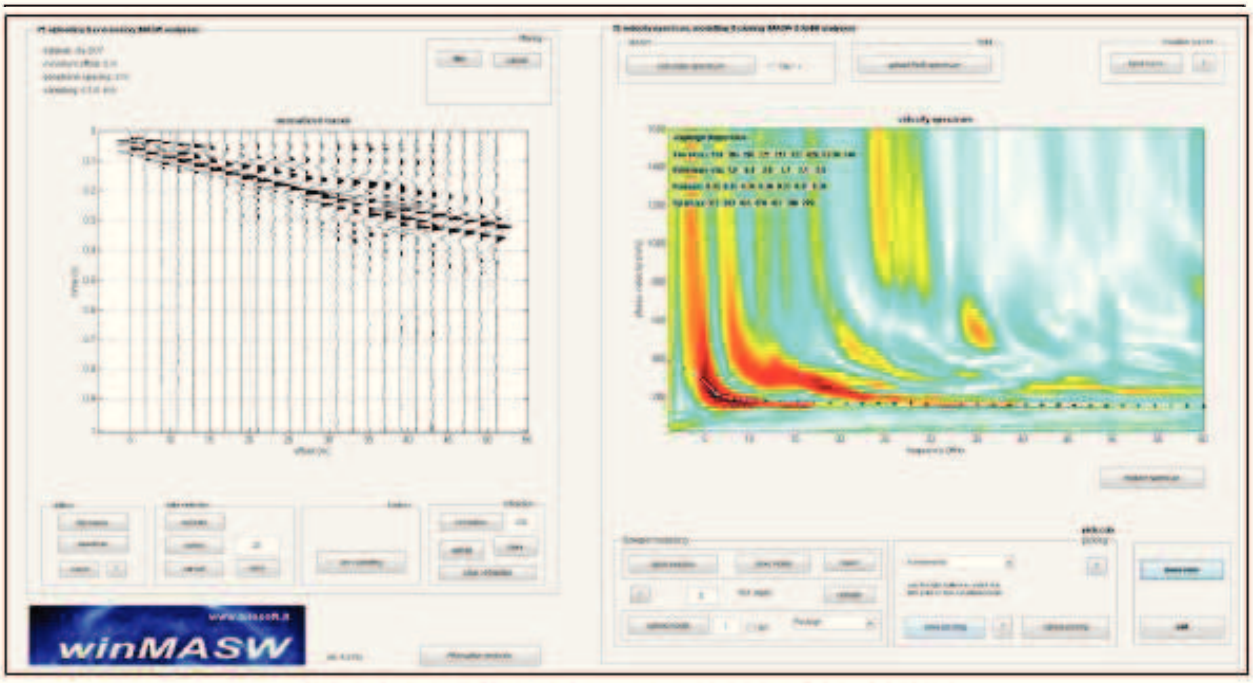


Profilo verticale onde S

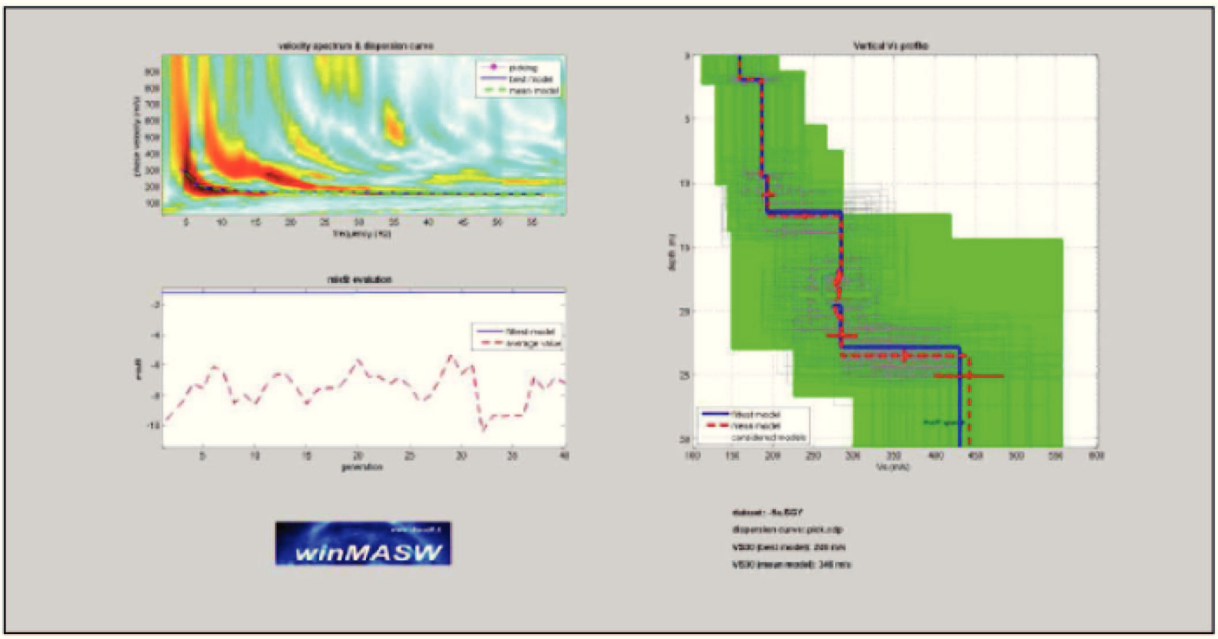



Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.76 s
Frequency: 1.3 Hz
bedrock (estimated)
Depth (m)
Vs (m/s)
HVSR
body waves
F (Hz)

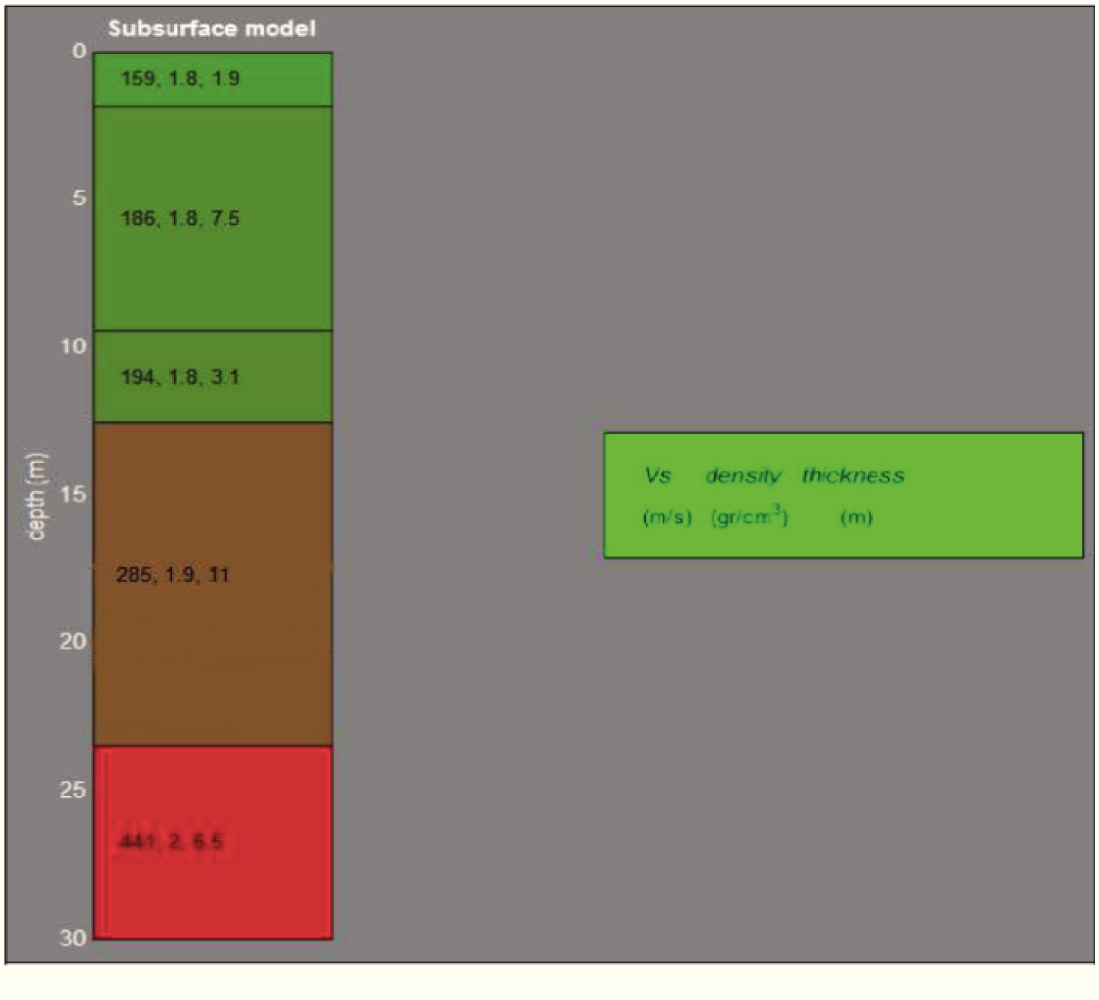
MASW Stendimento 05



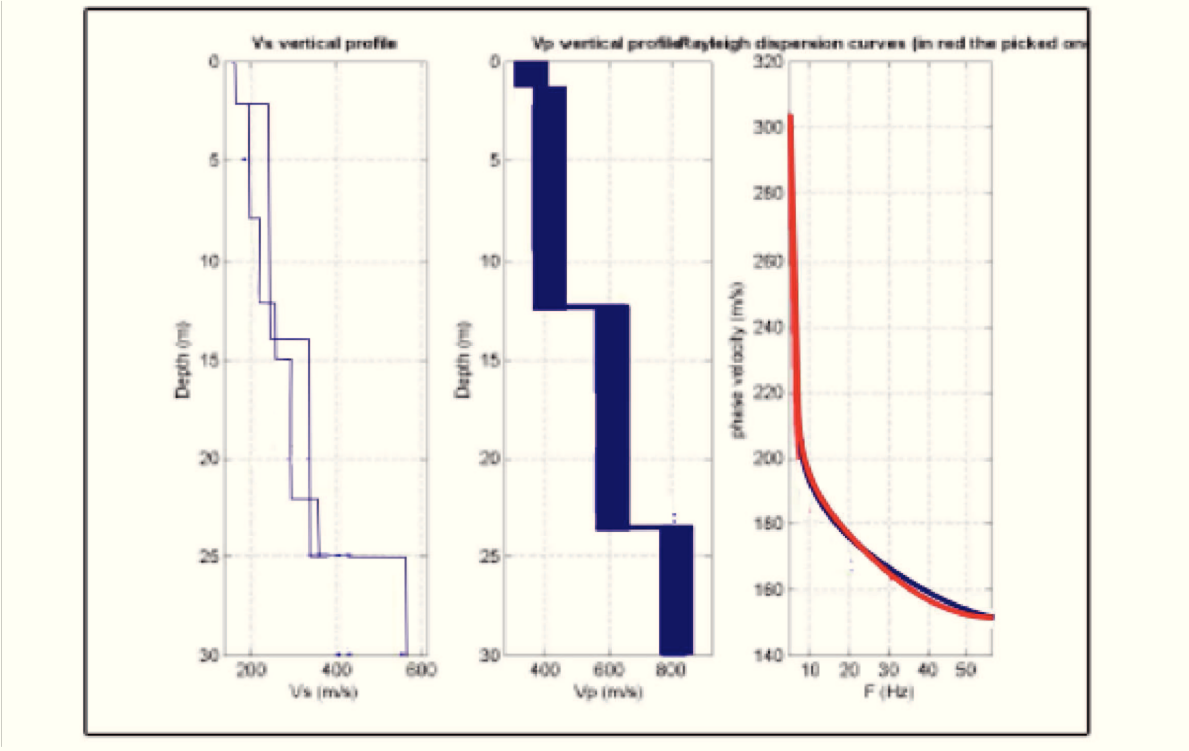
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

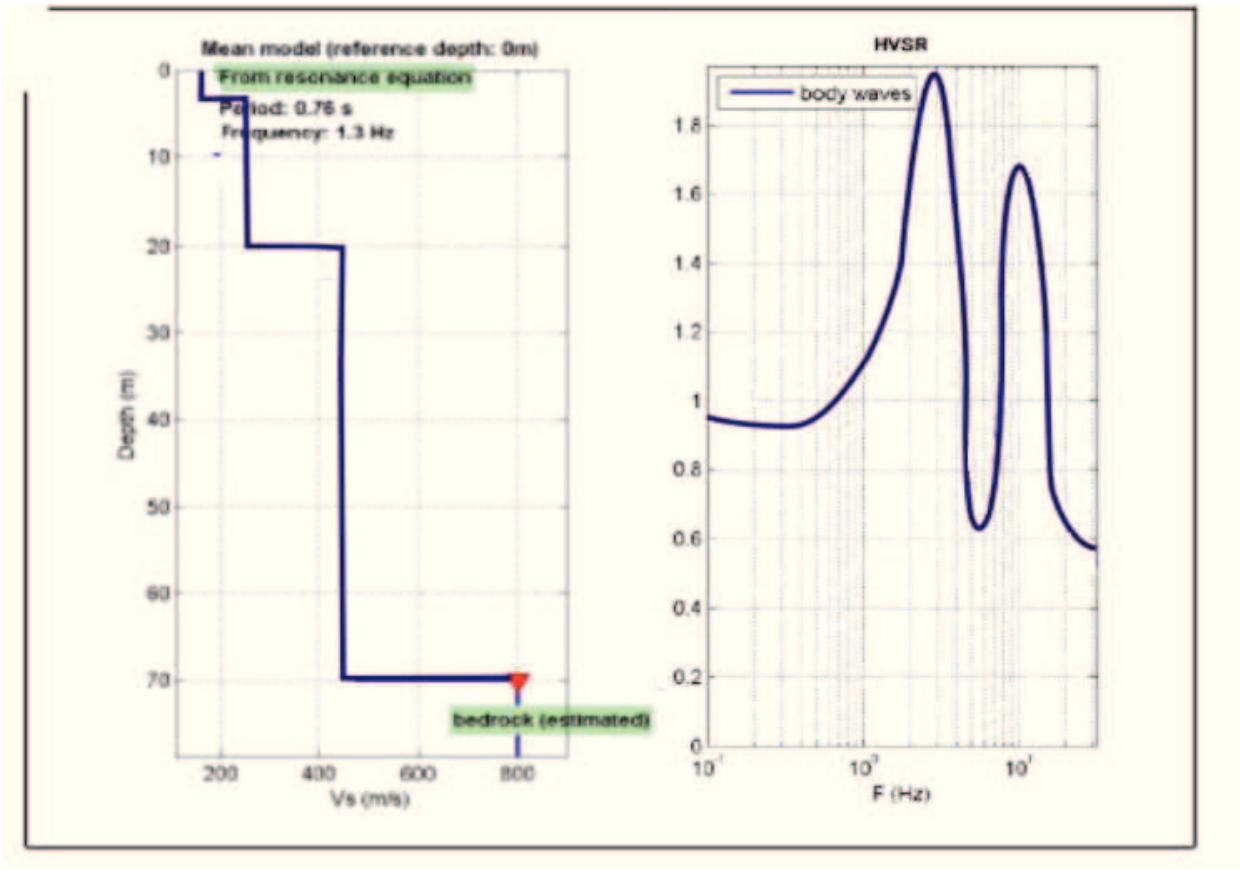


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

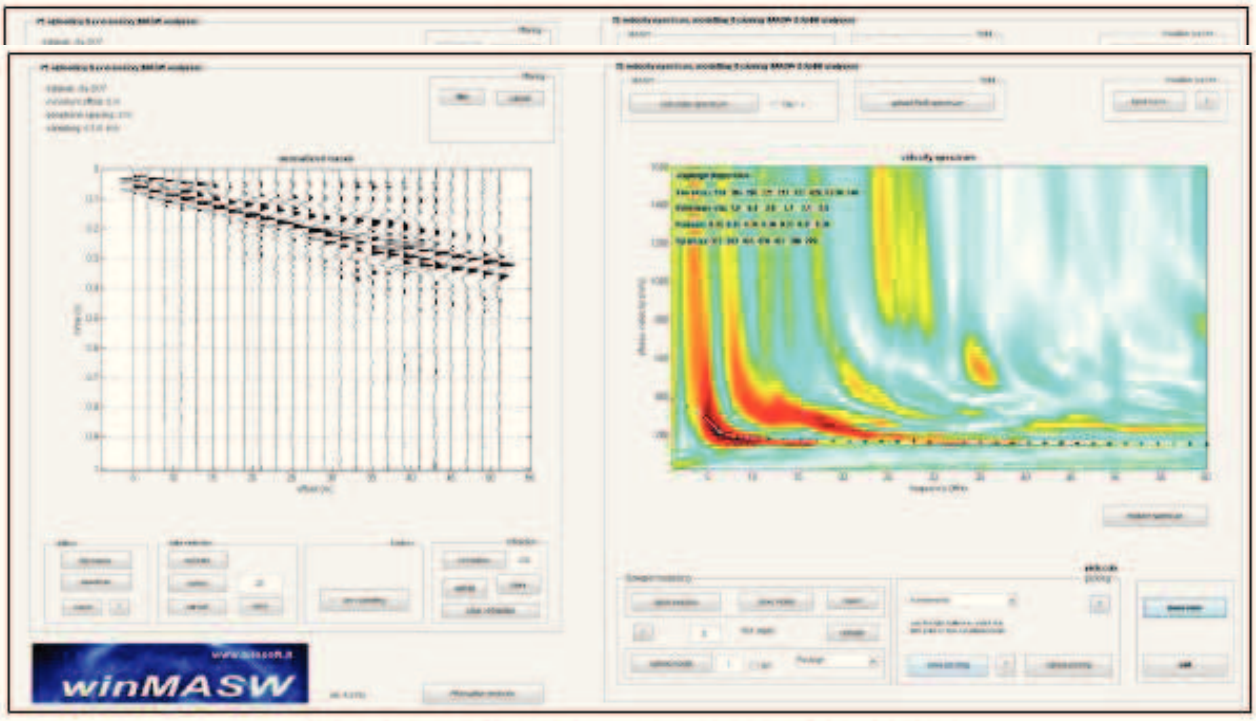


Profilo verticale onde S



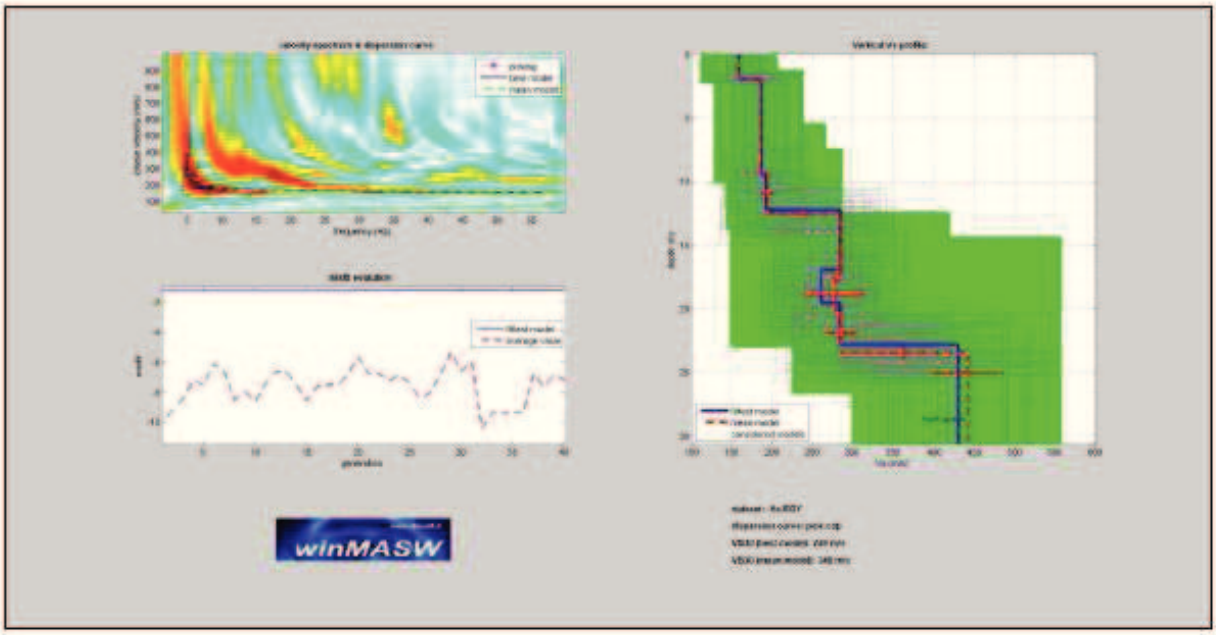

Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.76 s
Frequency: 1.3 Hz
Depth (m)
Vs (m/s)
bedrock (estimated)
HVSR
body waves
F (Hz)

MASW Stendimento 06



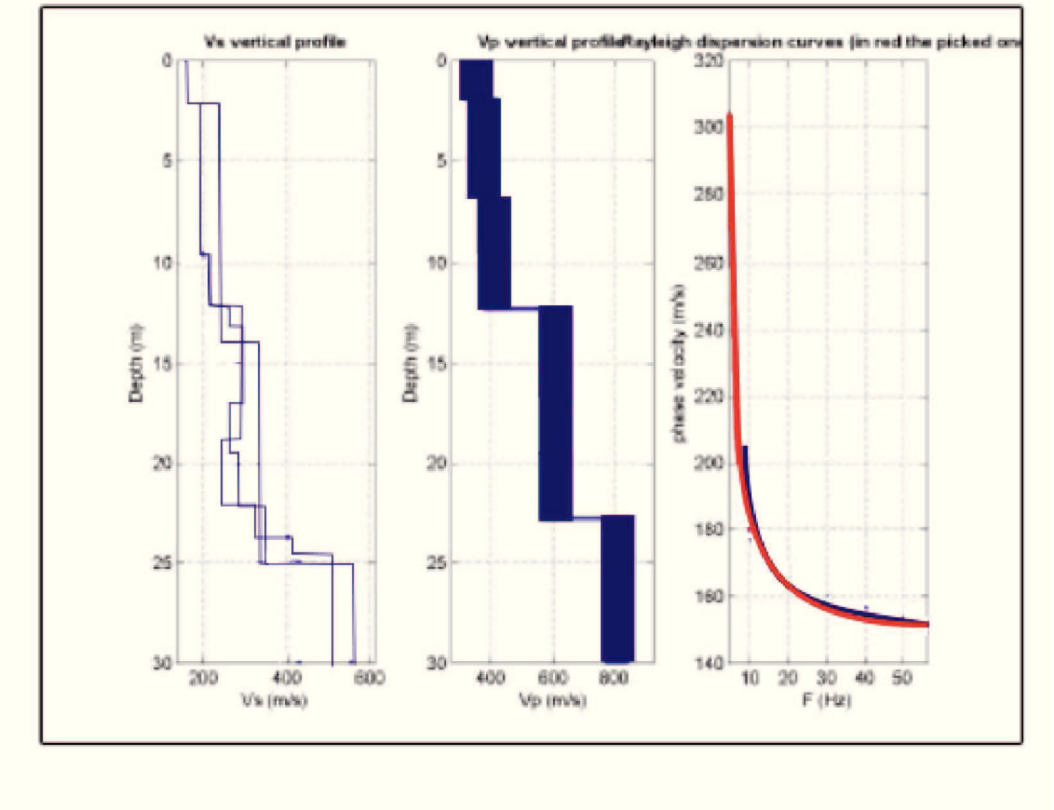
Dati di campagna (sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

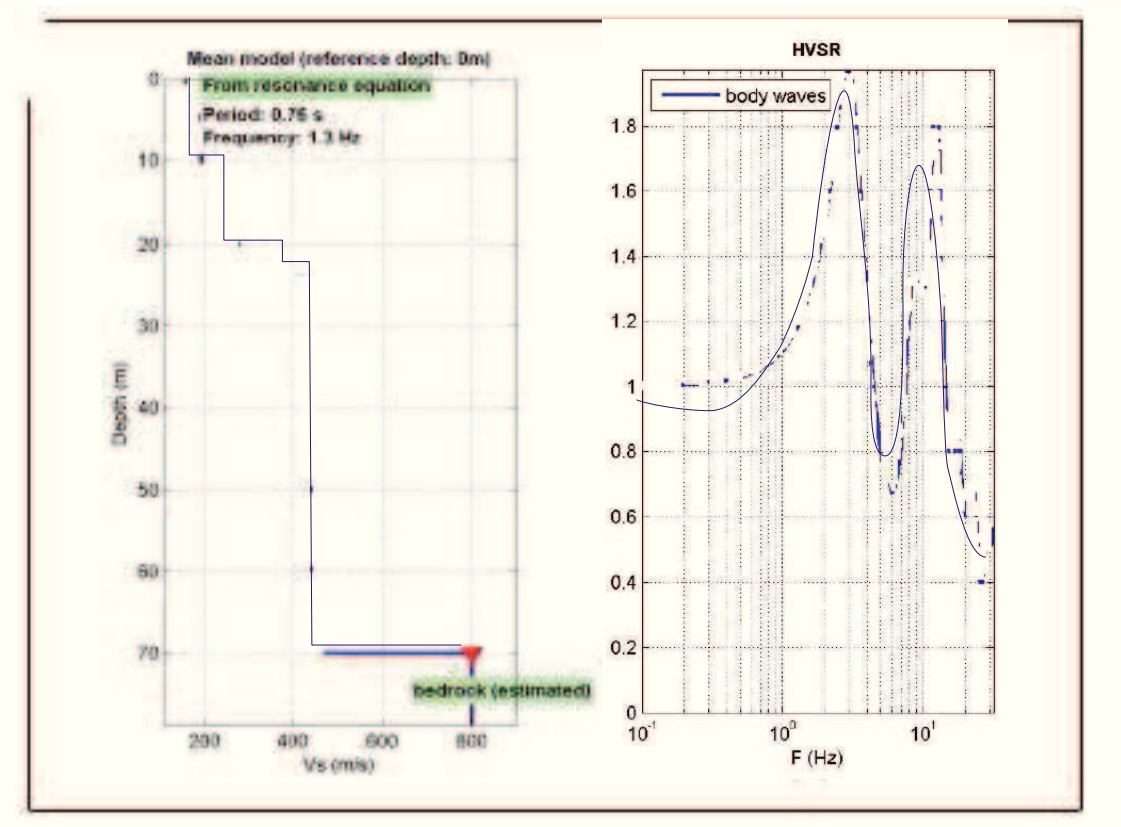
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)



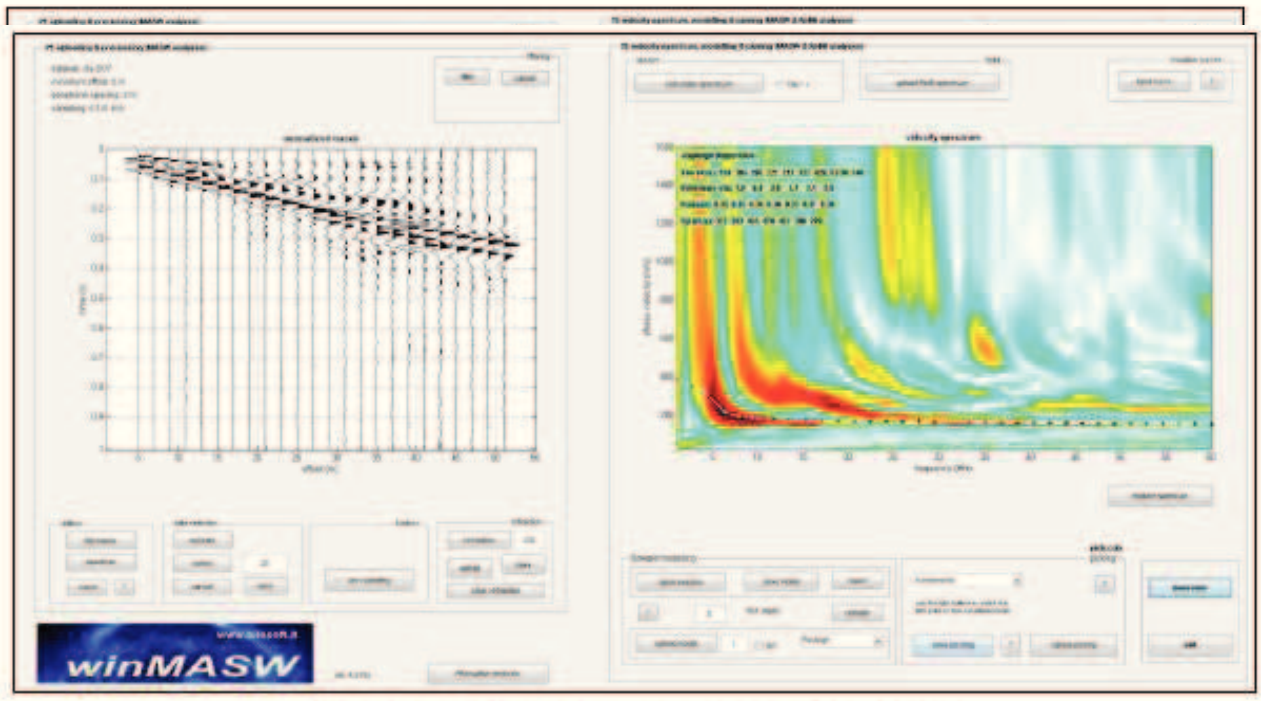
Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

Profilo verticale onde S



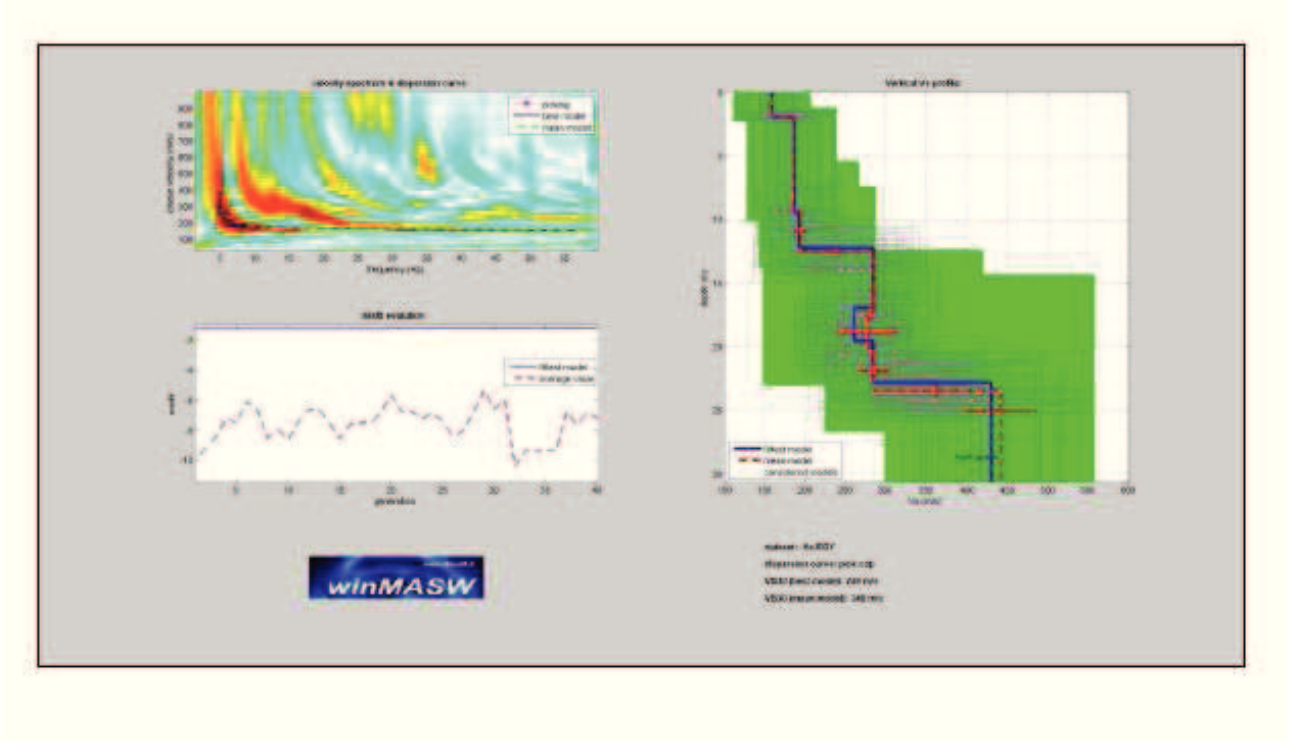

Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.76 s
Frequency: 1.3 Hz
Depth (m)
Vs (m/s)
bedrock (estimated)
HVSR
body waves
F (Hz)

MASW Stendimento 07

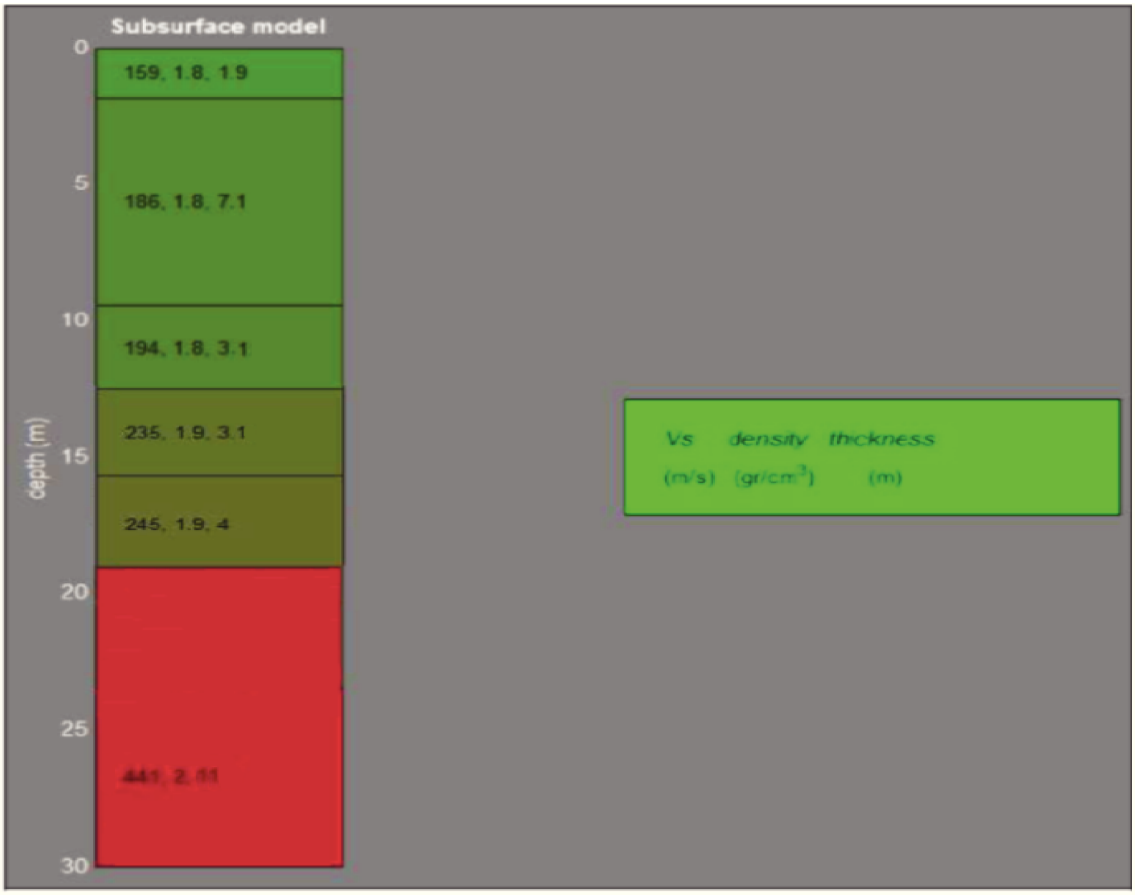


Dati di campagna (sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

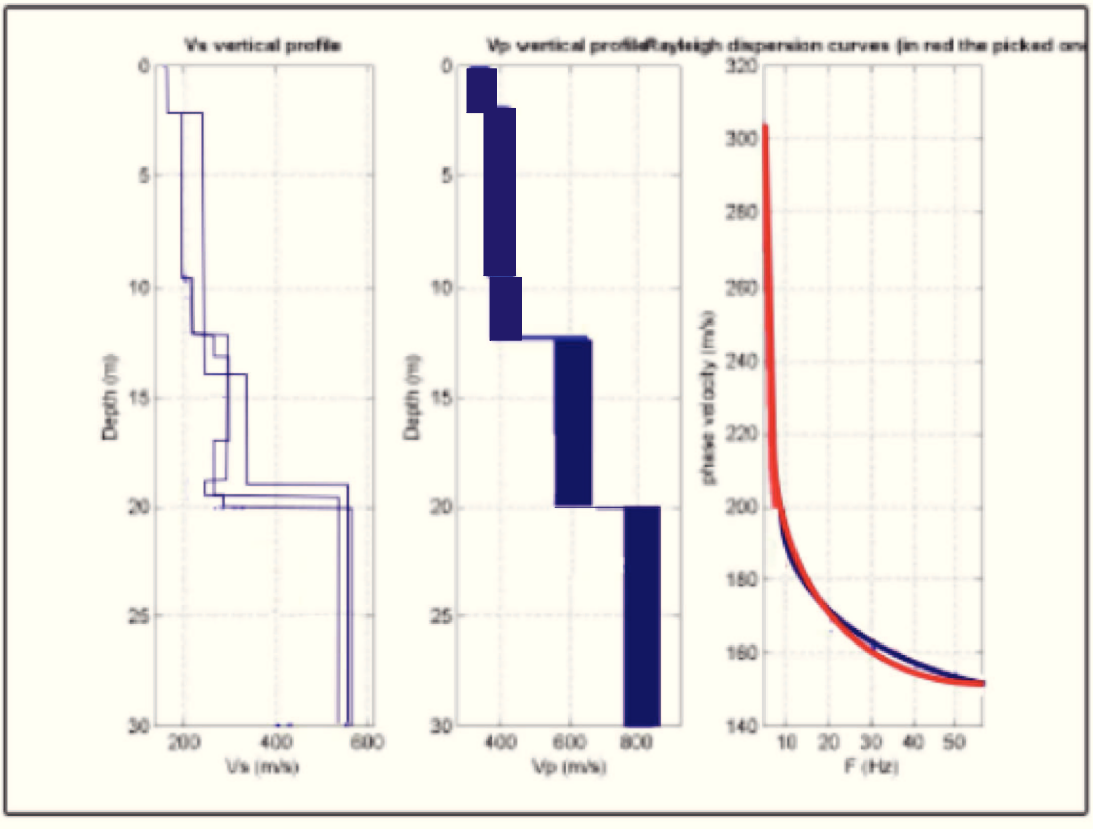
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

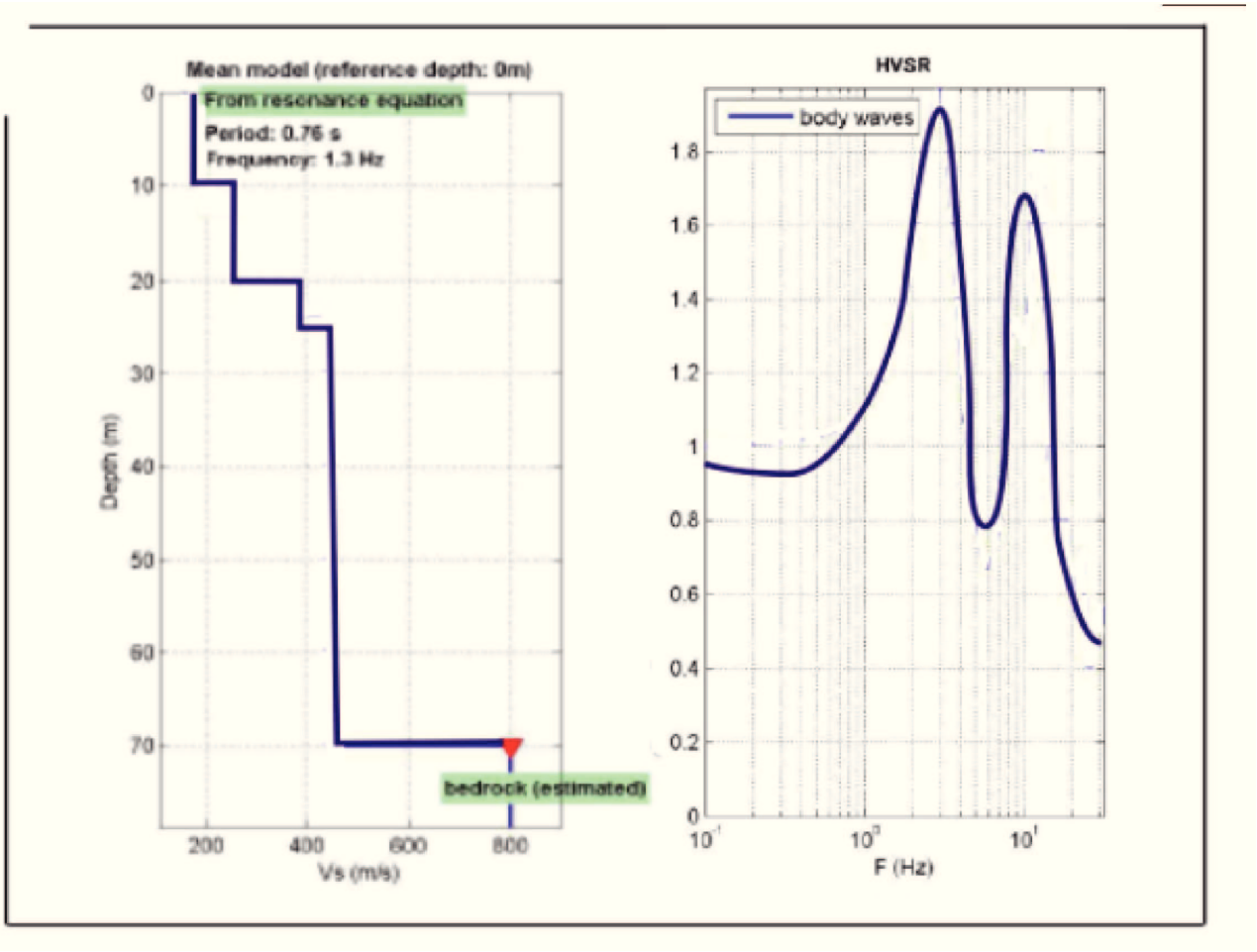


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

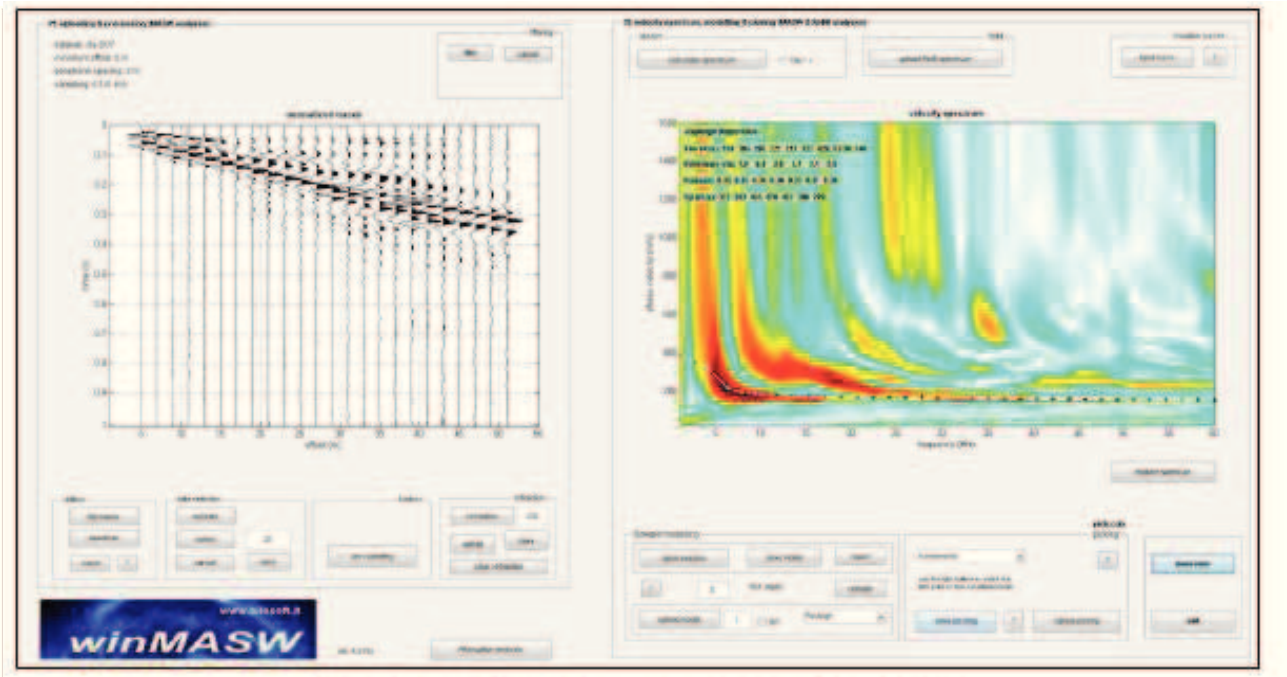


Profilo verticale onde S

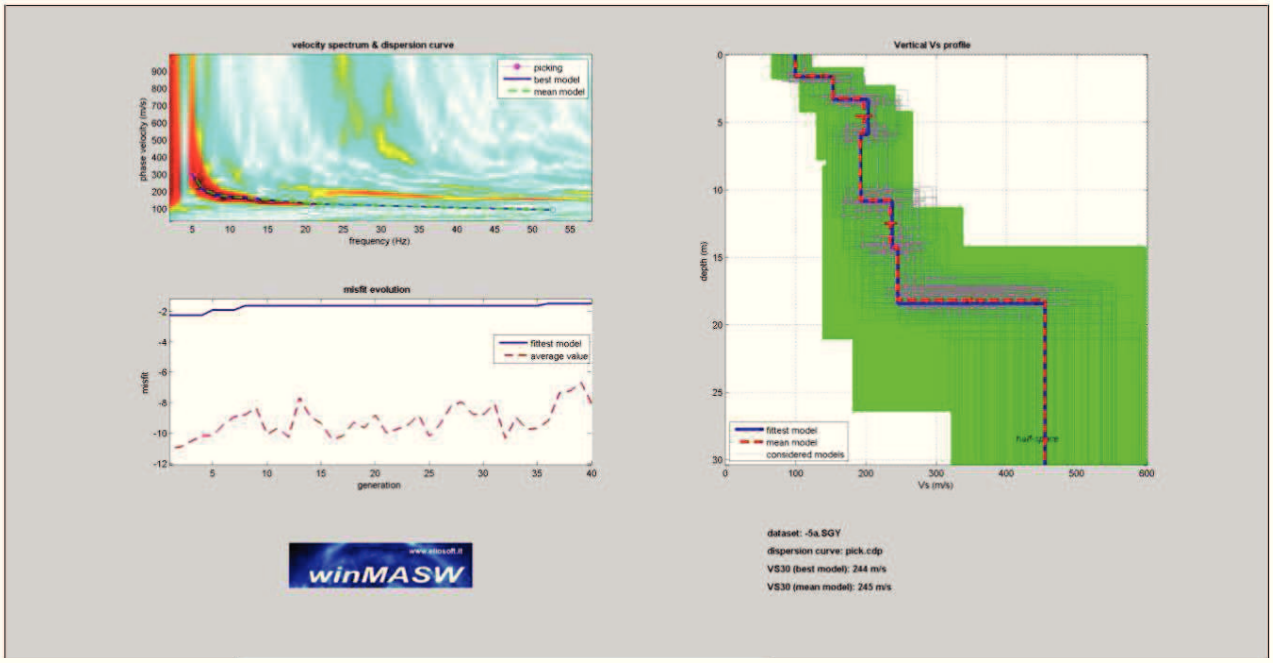



Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.76 s
Frequency: 1.3 Hz
Depth (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
bedrock (estimated)
200
400
600
800
Vs (m/s)
HVSR
body waves
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
F (Hz)

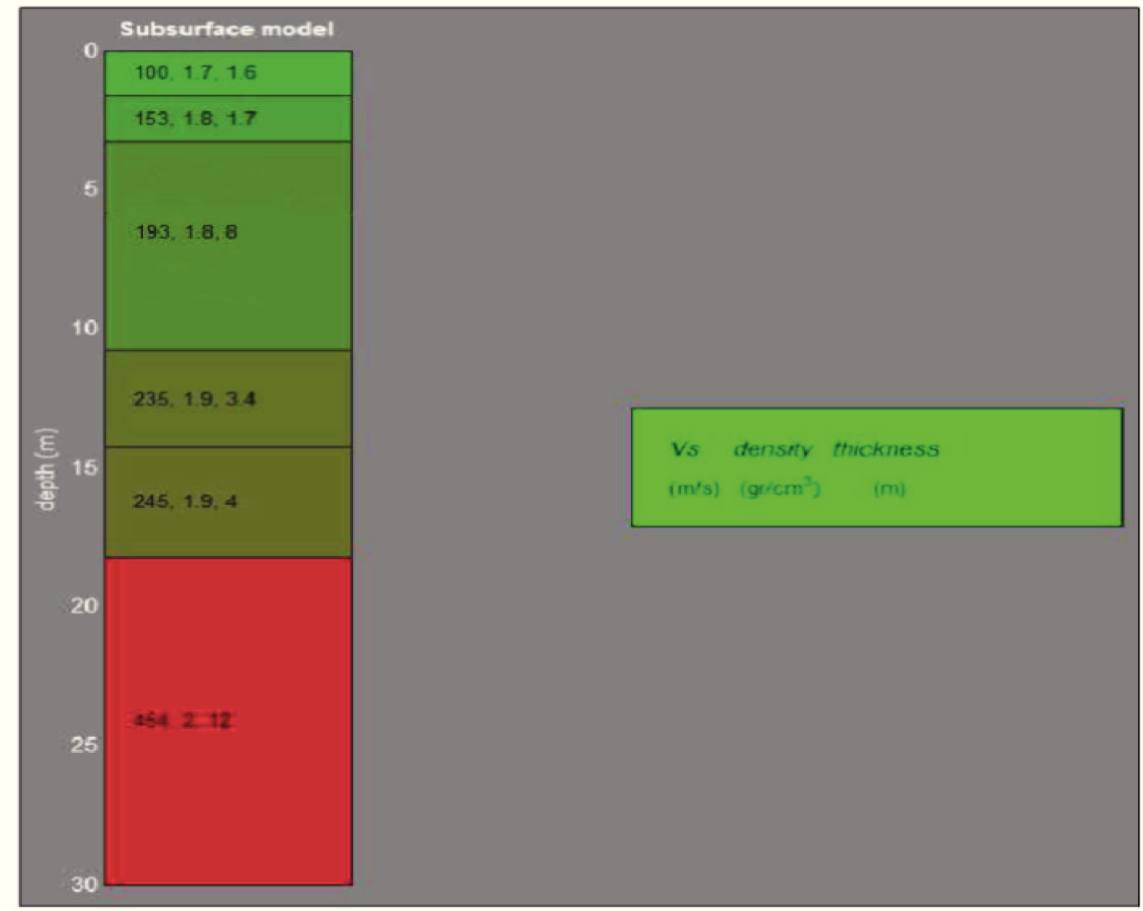
MASW Stendimento 08



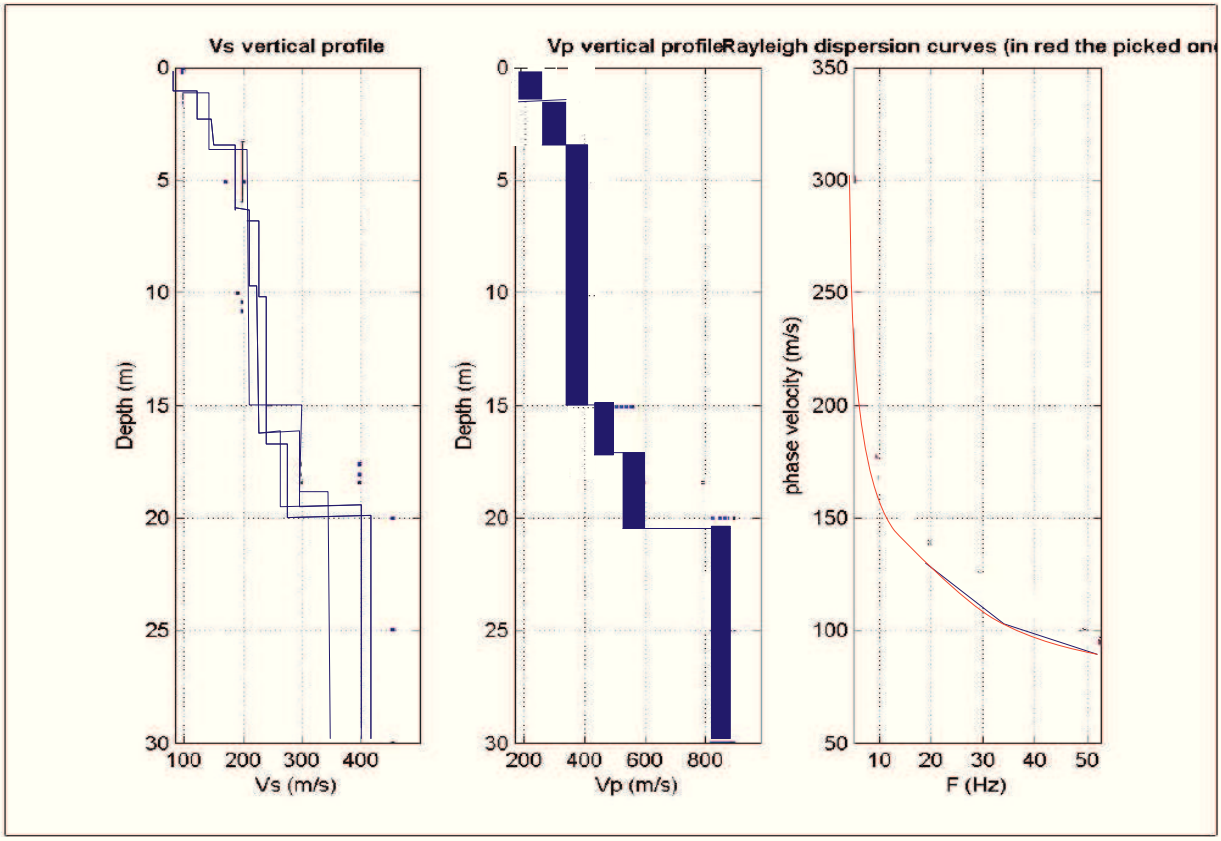
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

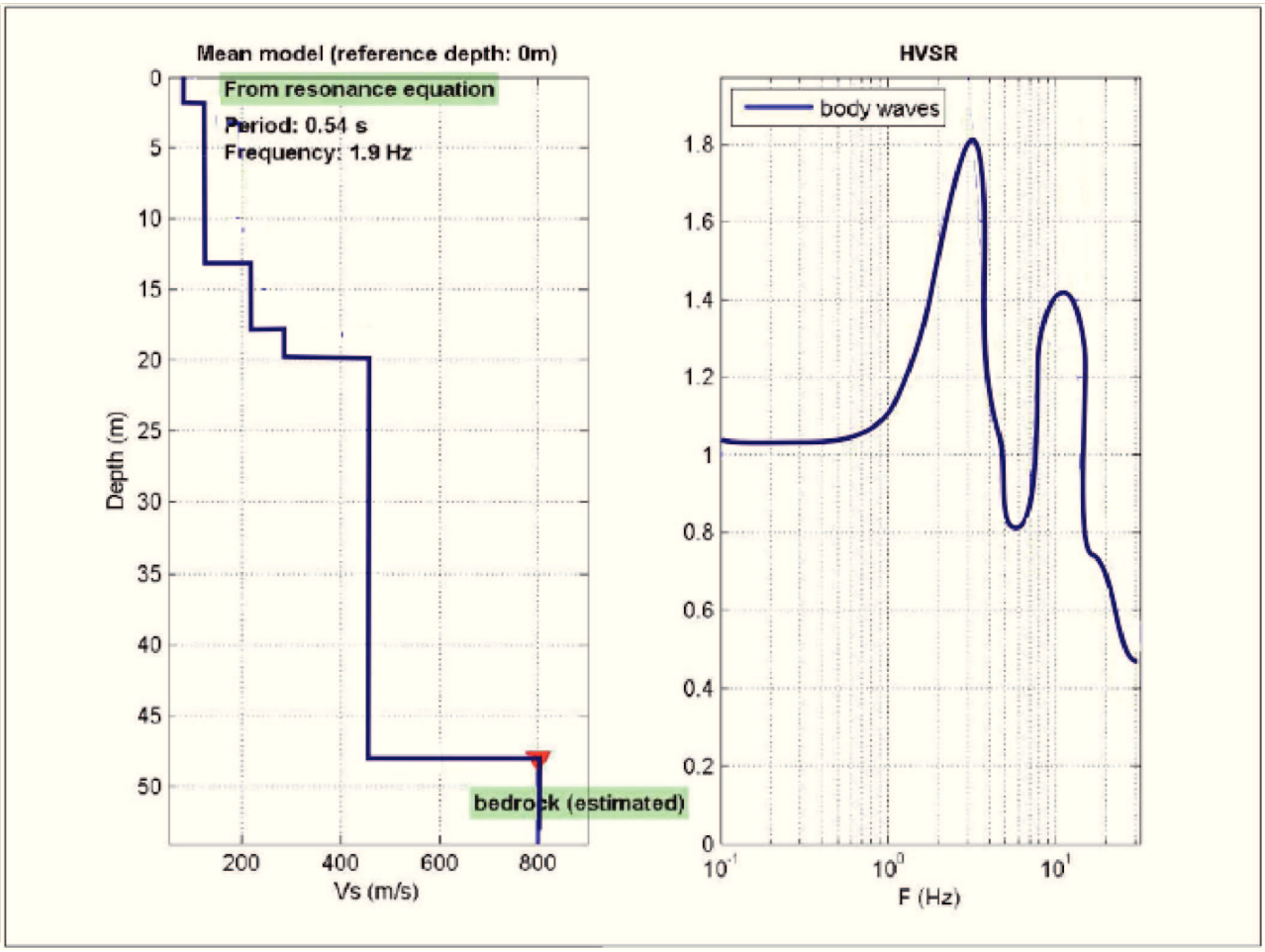


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

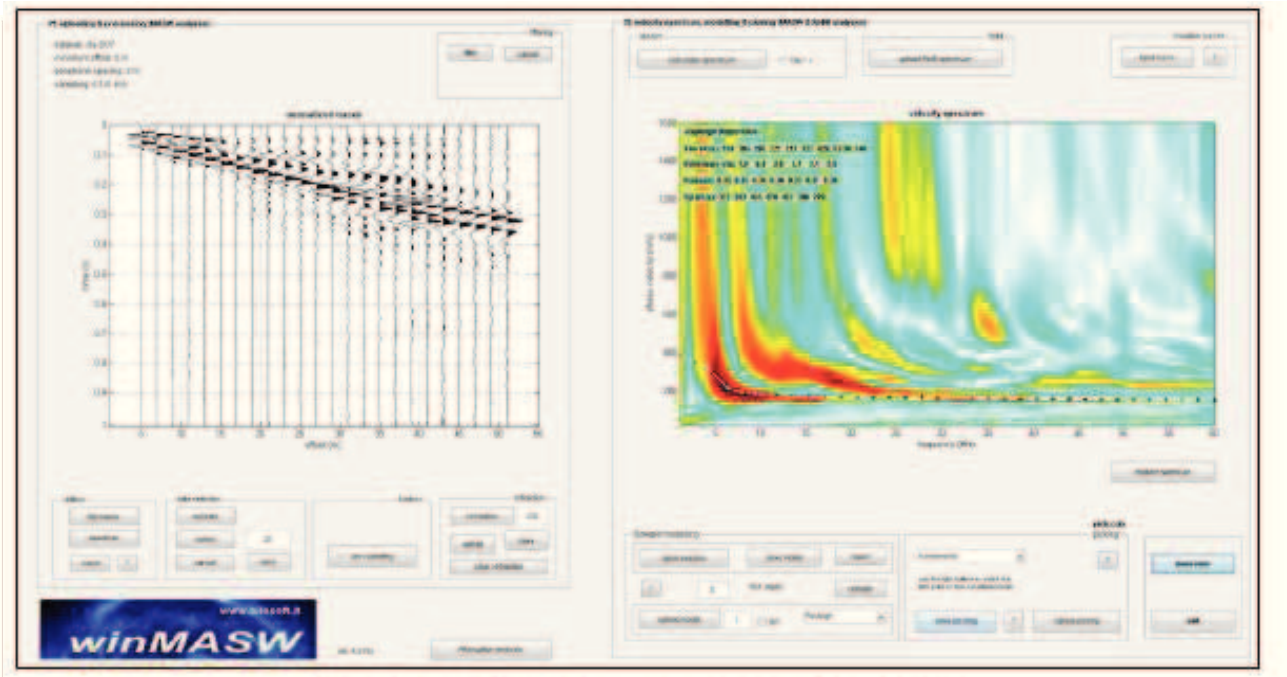


Profilo verticale onde S

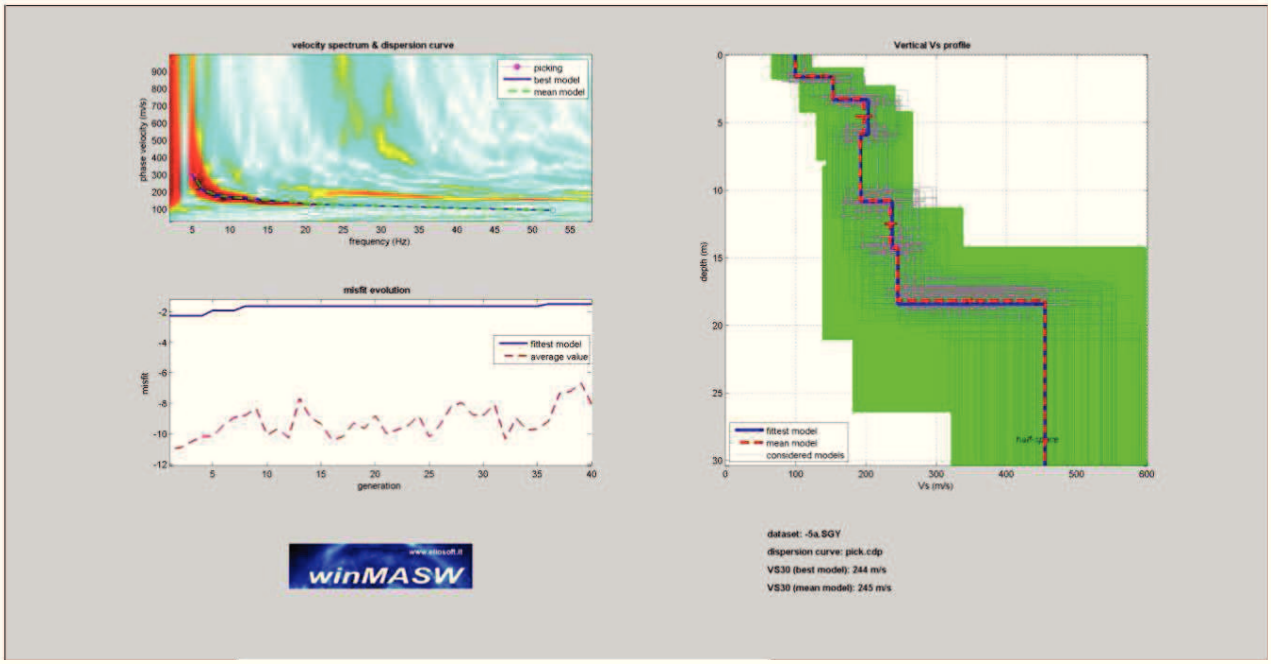



Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.54 s
Frequency: 1.9 Hz
bedrock (estimated)
Depth (m)
Vs (m/s)
HVSR
body waves
F (Hz)

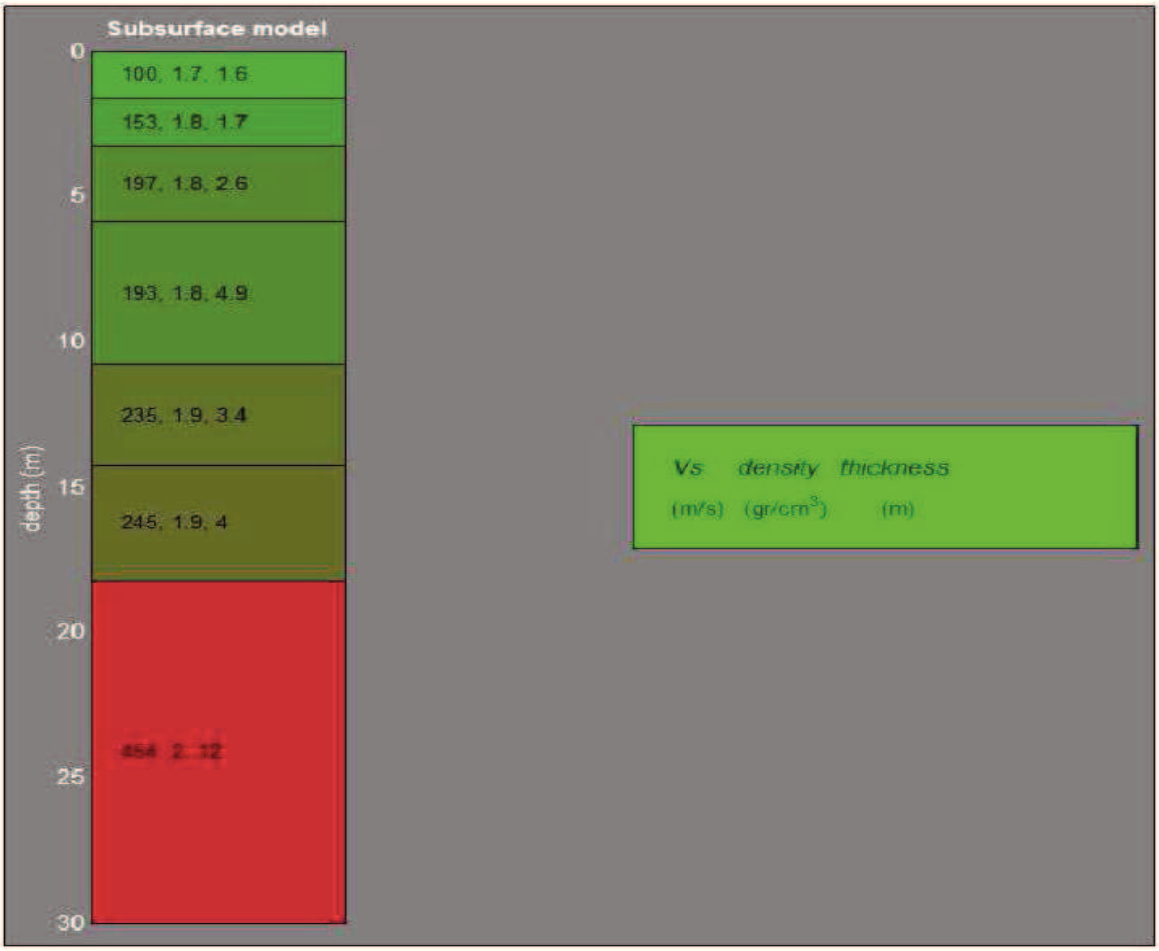
MASW Stendimento 09



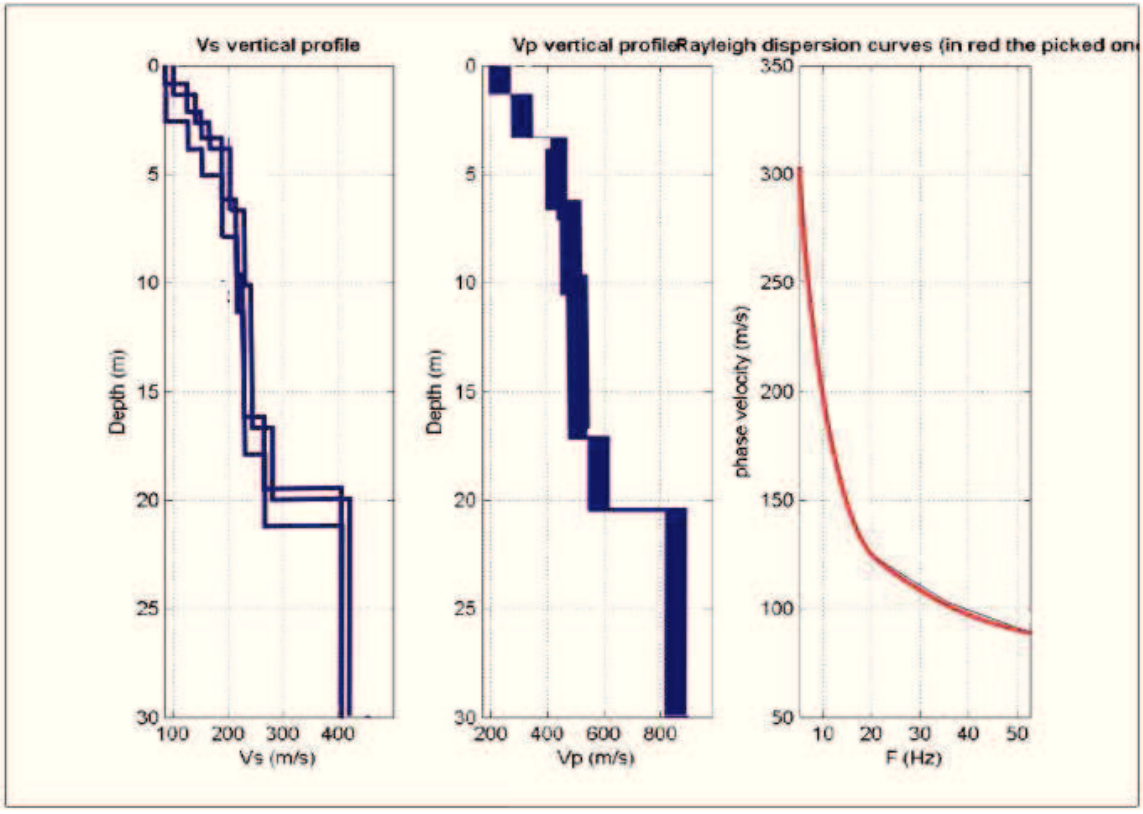
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

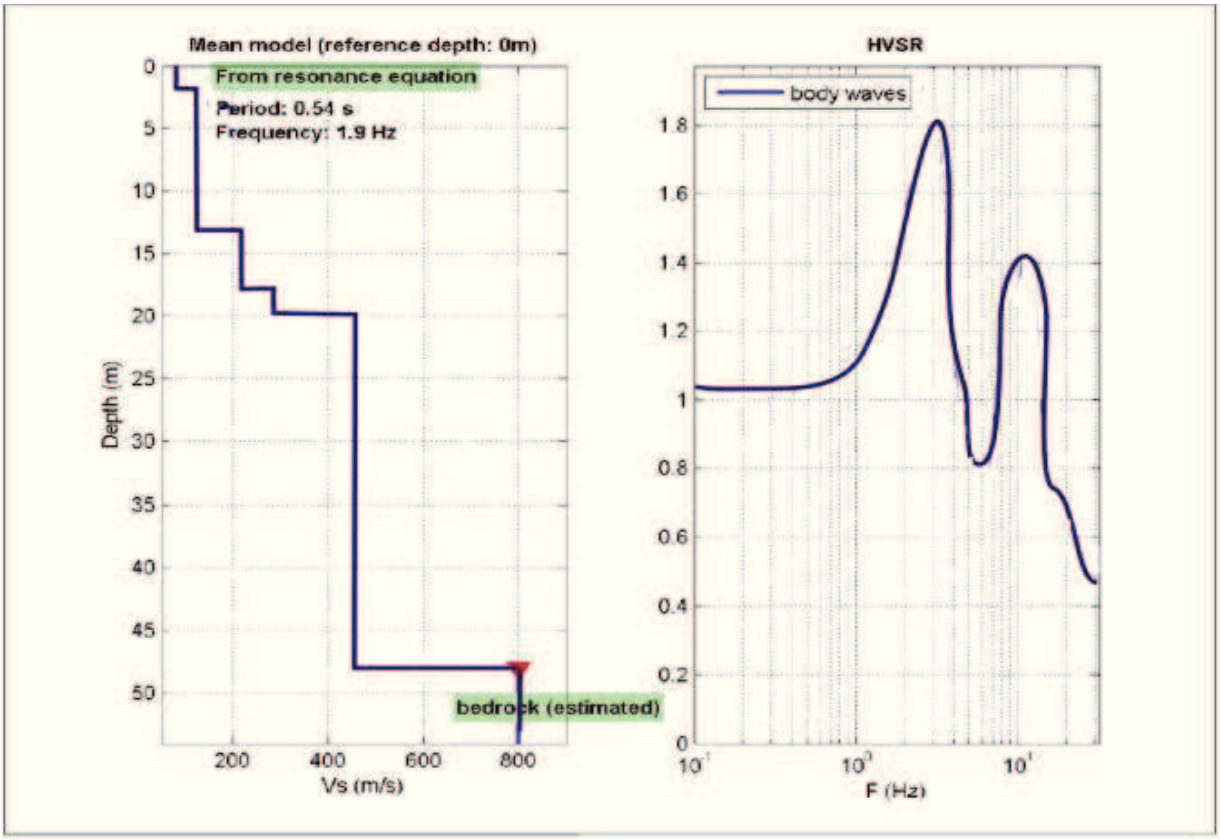


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

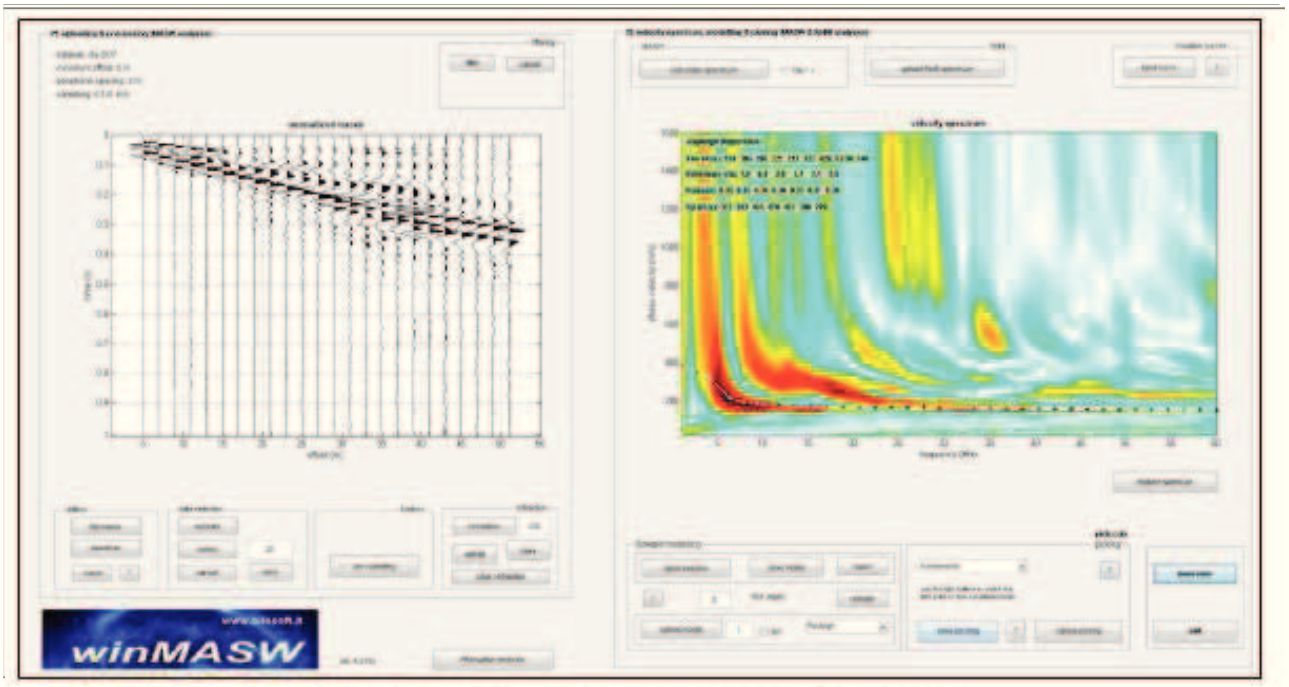


Profilo verticale onde S



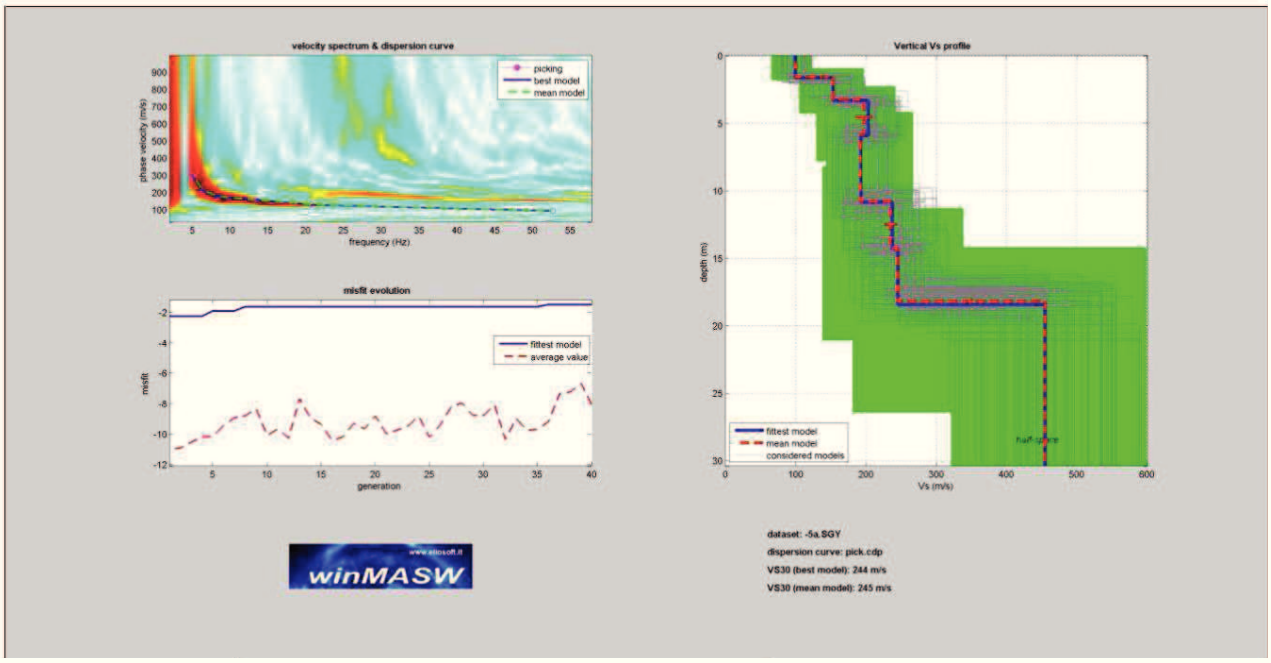

Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.54 s
Frequency: 1.9 Hz
bedrock (estimated)
Depth (m)
Vs (m/s)
HVSR
body waves
F (Hz)

MASW Stendimento 10

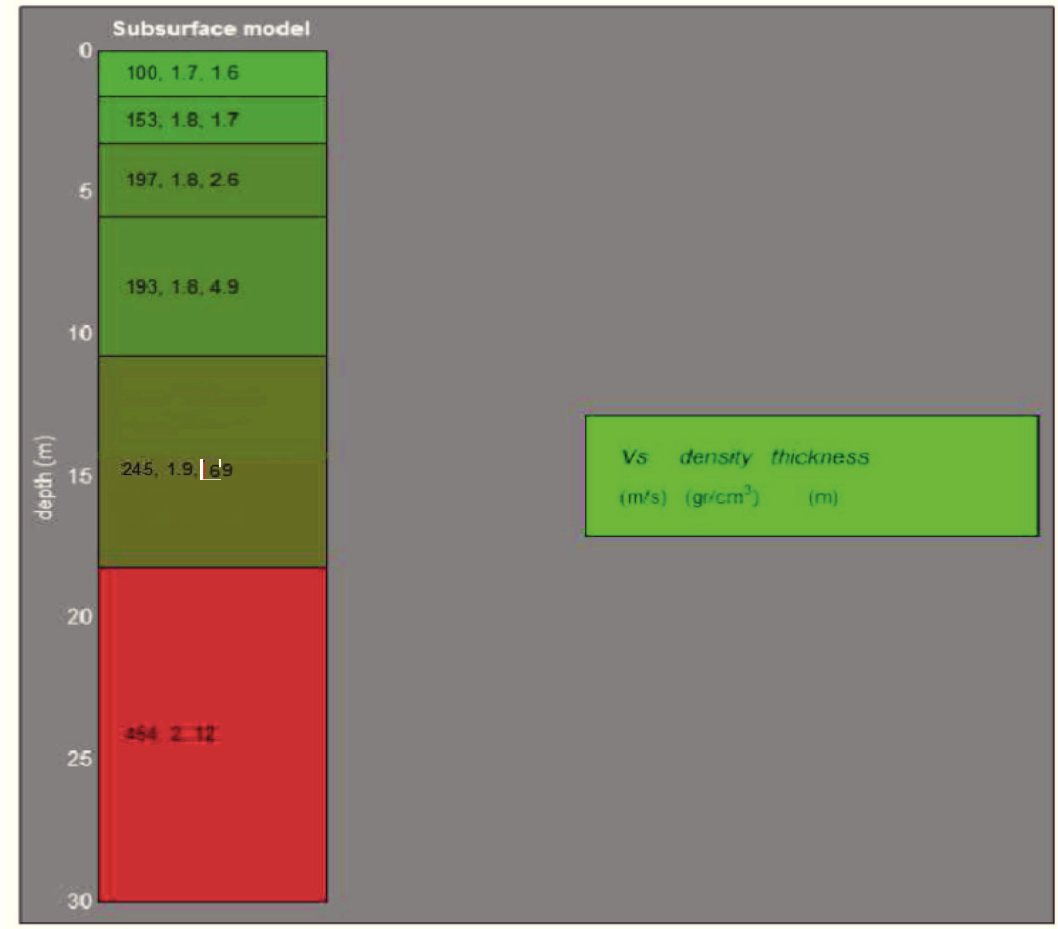


Dati di campagna (sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

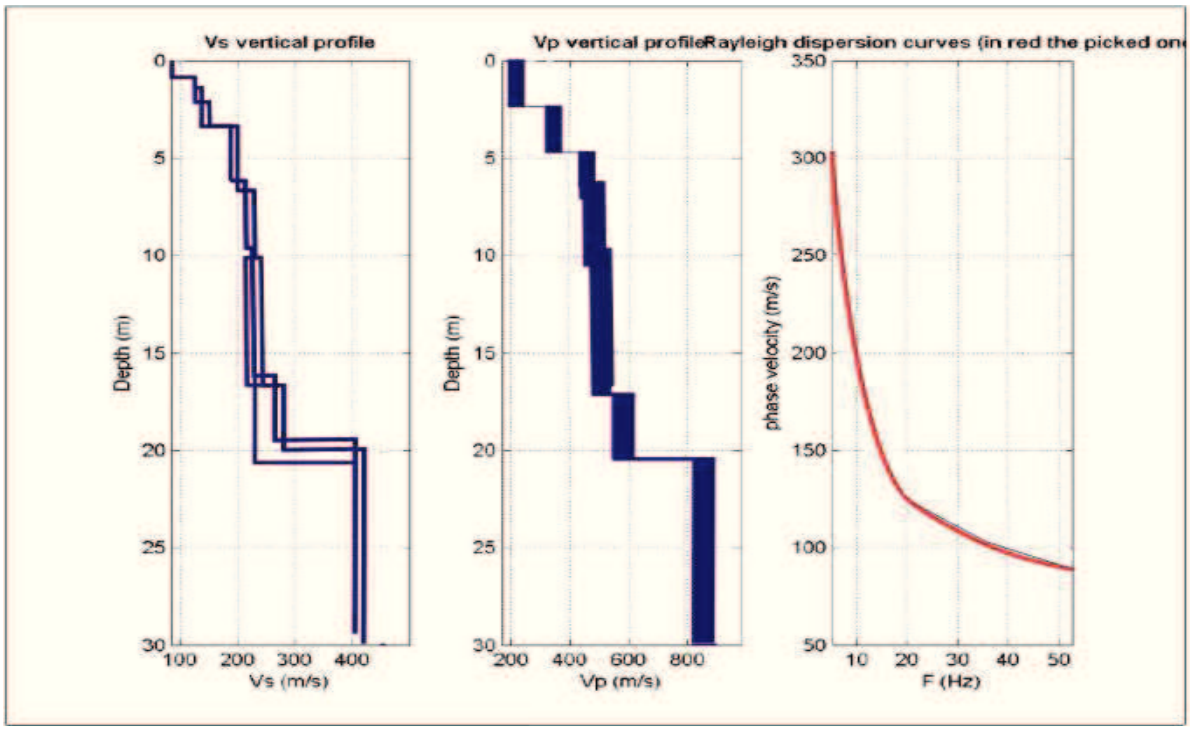
Dati di campagna (a sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

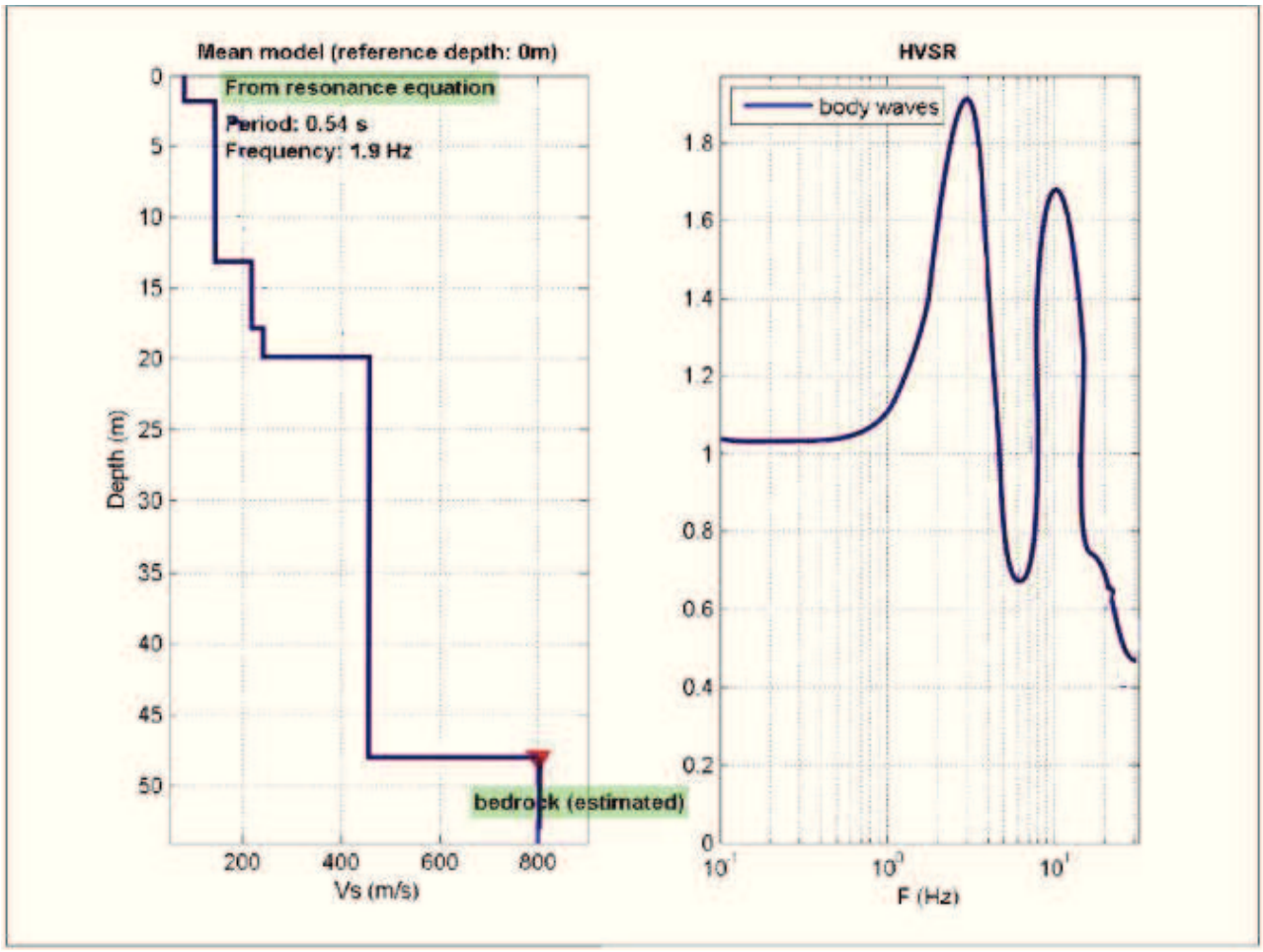


Profilo verticale Vs e spettro delle velocità

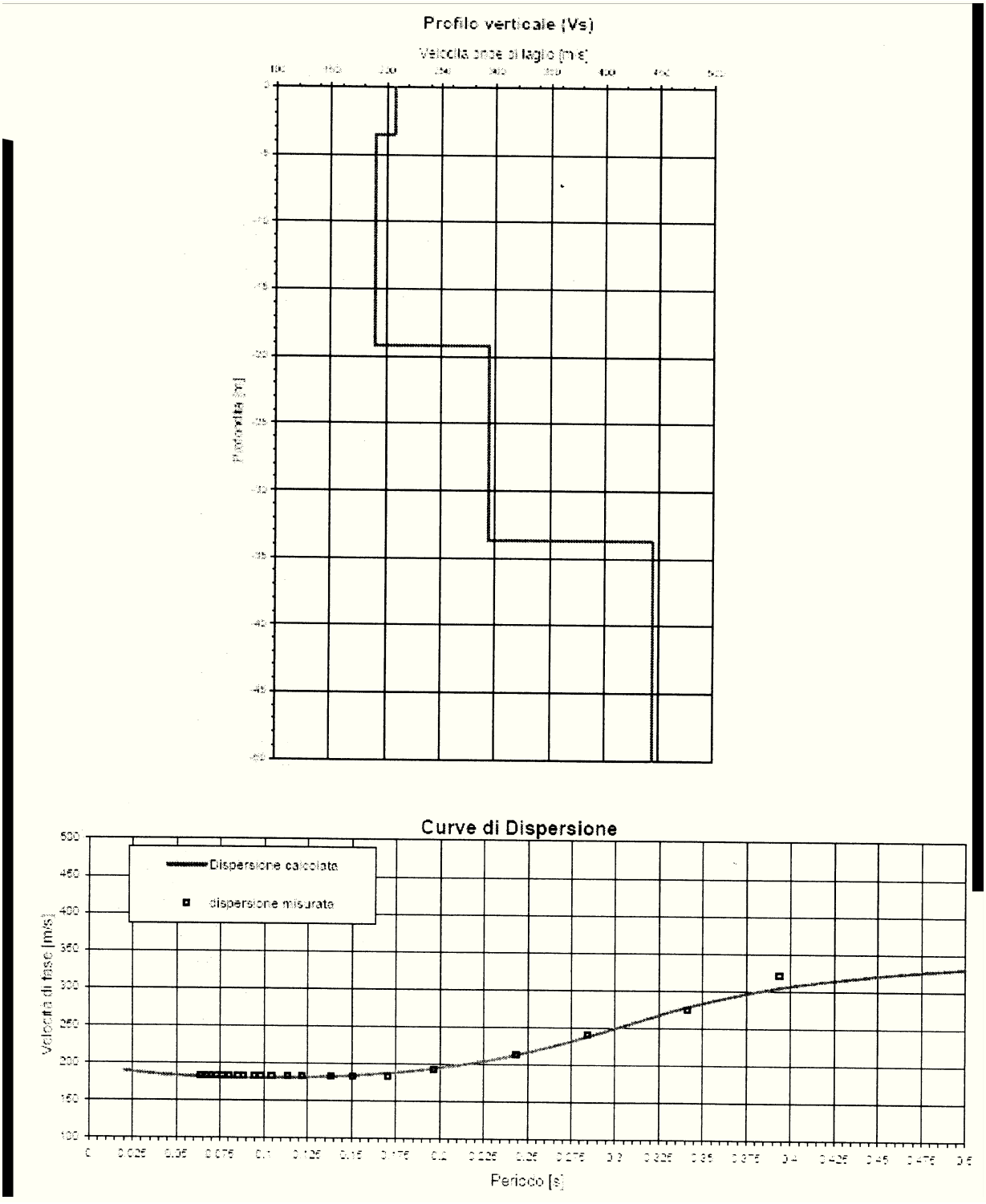


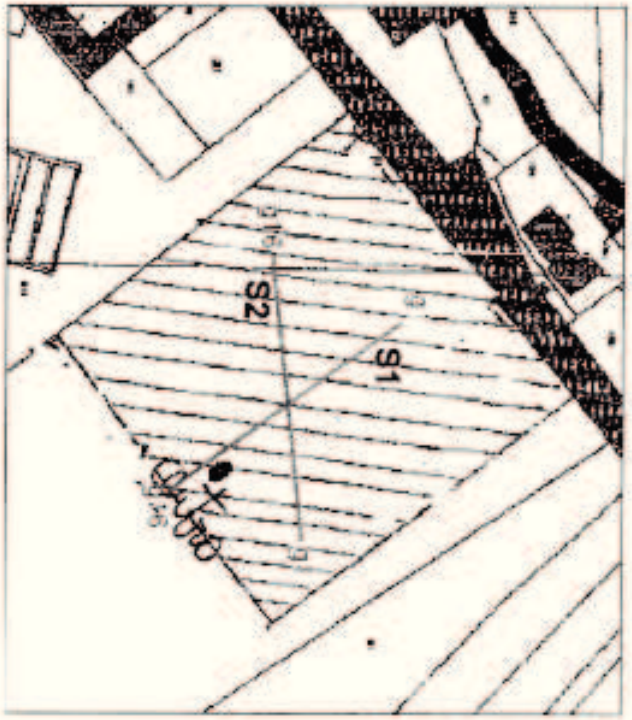
Profilo verticale onde S

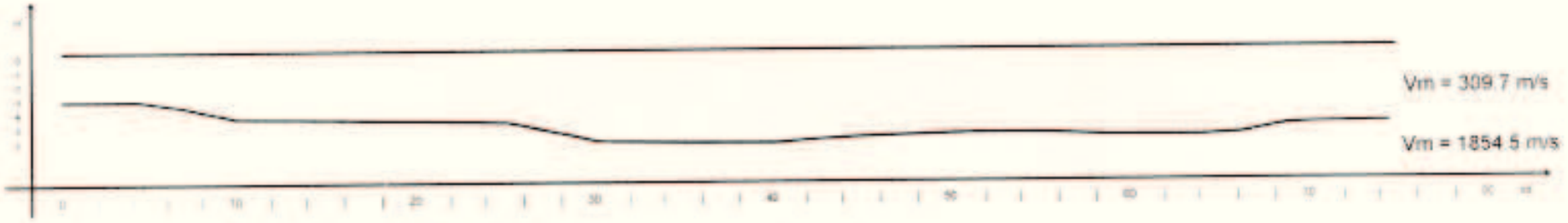



Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.54 s
Frequency: 1.9 Hz
bedrock (estimated)
Depth (m)
Vs (m/s)
HVSR
body waves
F (Hz)

Indagine ReMi





Stendimento Sismica a Rifrazione S1 - eq 5 mt

Stendimento Sismica a Rifrazione S2 - eq 5 mt