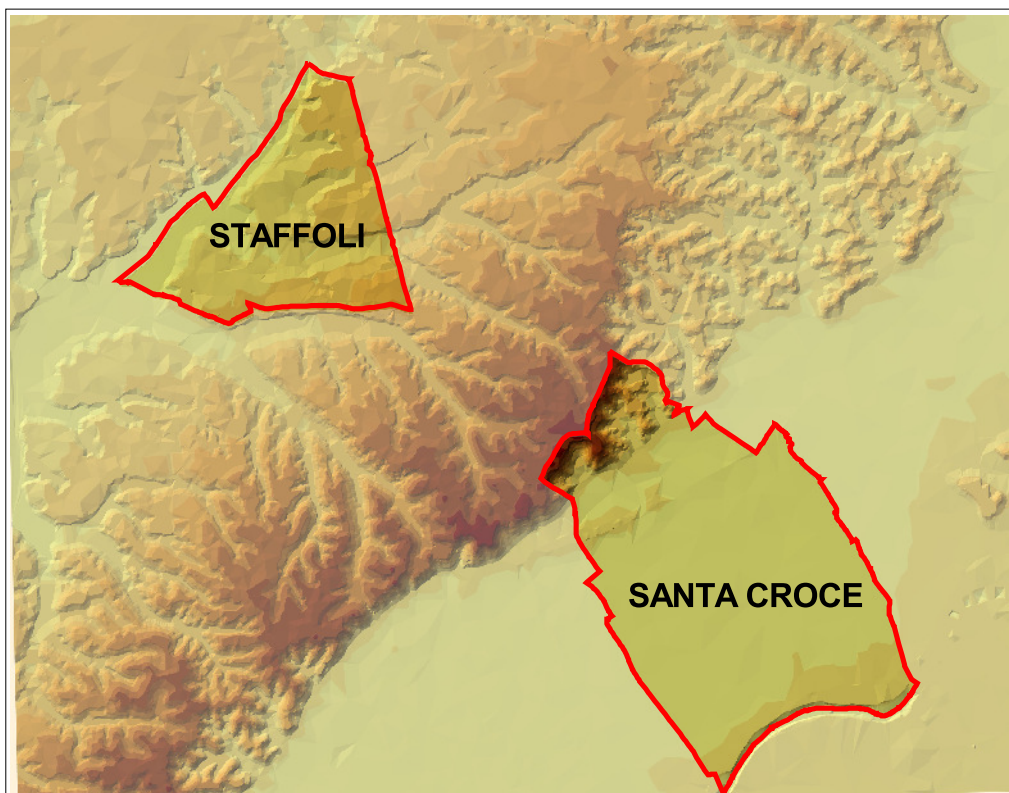




COMUNE DI SANTA CROCE S/A
PROVINCIA DI PISA

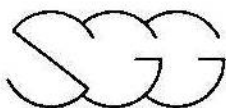


Variante al PIANO STRUTTURALE

GRUPPO DI LAVORO Geoprogetti <i>Studio Associato</i> Dr. Geol. Francesca Franchi Studio di Geologia Dr. Geol. Fabio Mezzetti	Q.C. 03 ALLEGATO 3	INDAGINE SISMICA
	DATA: <u>MARZO 2009</u>	
	COMMITTENTE: <u>AMM.NE COM.LE DI SANTA CROCE SULL'ARNO</u>	

Tutti i diritti sono riservati.
La riproduzione e la divulgazione a terzi e' vietata.

AGG.	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO	DATA	FIRMA
COMMITTENTE :		N. Arch. 3514/08	
Amm. Comunale di Santa Croce		N. Commessa P 238	
LOCALITA': Santa Croce (Pisa)			
INDAGINE: Indagini sismiche propedeutiche alla redazione dello Strumento Urbanistico Generale			
OGGETTO: INDAGINE GEOFISICA RAPPORTO TECNICO		N. Copie 8	N. Pagine 17
		FORMATO A4 ☒ A3 ☐	
Il Tecnico: Dr. Geol. Rossi Claudio			
 STUDIO DI GEOLOGIA E GEOFISICA S.r.l. STRADA MASSETANA ROMANA , 56 - SIENA - ITALY - Tel. 057749276 - Fax 0577287254 - e.mail: info@sgg.it		DATA 08.09.08	CONTROLLO 

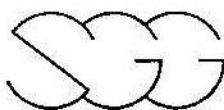


INDICE

1	- INTRODUZIONE	pag	2
2	- INDAGINI SVOLTE	pag	3
3	- STRUMENTAZIONE, PERSONALE IMPIEGATO E QUALITÀ	pag	5
4	- ESECUZIONE DEI RILIEVI	pag	7
5	- ANALISI DI VELOCITA' DELLE ONDE DI VOLUME "P"	pag	8
6	- ANALISI DI VELOCITA' DELLE ONDE SUPERFICIALI "S"	pag	10
7	- ANALISI DEI RISULTATI	pag	14

ALLEGATI:

3478SGG11A	Planimetria indagini sismiche e valori di V_{s30} (m/s) da prove Re.Mi.	scala	1:10.000
3478SGG12A	Profili sismici a rifrazione e prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) da n°1 a n°2	scala	1:250 1:500
3478SGG13A	Profili sismici a rifrazione e prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) da n°3 a n°4	scala	1:250 1:500
3478SGG14A	Profili sismici a rifrazione e prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) da n°5 a n°6	scala	1:250 1:500
3478SGG15A	Profili sismici a rifrazione e prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) da n°7 a n°8	scala	1:250 1:500
3478SGG16A	Profili sismici a rifrazione e prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) da n°9 a n°10	scala	1:250 1:500



1 - INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati dell'indagine sismica eseguita per conto dell'*AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SANTA CROCE*, consistente in n°10 indagini di tipo sismico dislocate sul territorio di Santa Croce. Le prove sono state coordinate dallo STUDIO GEOPROGETTI di Pontedera.

Lo scopo primo della prospezione è stato quello di fornire il valore V_{s30} utile per la classificazione del terreno nelle categorie di suolo come prescritto dalla normativa antisismica.

A tal scopo è stato realizzato, per ciascuno stendimento, un profilo sismico tomografico a rifrazione per determinare le variazioni della velocità delle onde di volume "P" nel sottosuolo. Inoltre, per permettere una più adeguata rappresentazione del terreno indagato e descrivere la propagazione delle onde superficiali è stato realizzato, in corrispondenza di ciascun stendimento sismico, una prova "Re.Mi." (Refraction Microtremor) in modo da ricostruire le variazioni della velocità delle onde S e definire il valore V_{s30} .

Nella presente relazione sono illustrate le metodologie esecutive ed interpretative delle misure geofisiche ed i risultati della prospezione secondo un criterio essenzialmente geofisico.

2 - INDAGINI SVOLTE

L'indagine geofisica si è svolta attraverso l'esecuzione di **n°10 profili sismici a rifrazione**, elaborati con metodo tomografico e di **n°10 prove Re.Mi.**

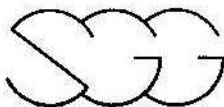
Le prove Re.Mi. sono state eseguite in corrispondenza del relativo stendimento geofonico utilizzato per l'acquisizione del profilo sismico a rifrazione. Ciascuno stendimento risultava costituito da 24 geofoni equispaziati di 5 metri, per una lunghezza totale di 115 metri lineari; sul profilo sismico è stata eseguita la copertura con 9 tiri (uno ogni 15 metri - ogni 3 geofoni).

La prospezione geofisica è stata eseguita nei giorni compresi tra il 20 ed il 25 giugno 2008. L'ubicazione delle indagini geofisiche, concordata con lo Studio Geoprogetti, è riportata in dettaglio nella tavola 3478SGG11A (*Planimetria indagini geofisiche e valori di V_{s30} (m/s) da prove Re.Mi.*), fornita in allegato.

Di seguito si riporta il dettaglio delle indagini eseguite:

stendimento n°	acquisizione	lunghezza, m	spaziatura geofoni m
1	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
2	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
3	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
4	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
5	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
6	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
7	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
8	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
9	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0
10	RIFRAZIONE + RE.MI.	115	5,0

Complessivamente sono stati eseguiti **n°10 profili** con spaziatura dei geofoni di 5 metri, pari a 1.150 metri lineari di indagine sismica a rifrazione, e **n°10 prove Re.Mi.** (Refraction Microtremor).



3 – STRUMENTAZIONI, PERSONALE IMPIEGATO, E QUALITA'

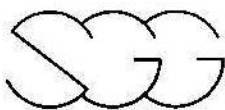
Per l'esecuzione della prospezione sono state utilizzate le seguenti strumentazioni ed attrezzature:

n°	Strumentazione PER INDAGINI SISMICHE	COD. IDENT.
1	Sismografo GEOMETRICS "GEODE" 24 ch- 24 bit	SGG-SI-53
1	Computer portatile Acer per registrazione dei dati di campagna;	
24	Geofoni verticali con frequenza pari a 4,5 Hz	SGG-SI-02
1	Cavi di collegamento per geofoni	SGG-SI-39h
1	Massa battente da 5 kg	

AUTOMEZZI

- ♦ n°1 Fiat Doblò Cargo Maxi.

Tutti gli strumenti di misura impiegati, in riferimento con il "calendario di taratura" afferente al "sistema di qualità" in uso presso questo studio, sono periodicamente tarati presso il LABORATORIO CETACE di Prato, della CESVIT S.p.A., ed accreditato SIT (Servizio di Taratura in Italia).



Risorse coinvolte

Per l'esecuzione della prospezione di campagna e della relativa interpretazione in ufficio, sono state coinvolte le seguenti risorse:

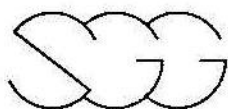
• Responsabile dell'incarico	C. ROSSI
• Responsabile della prospezione	J. DE LUCA
• Prospettore geofisico	J. DE LUCA
• Interpretazione	C. ROSSI - J. DE LUCA
• Editing	J. DE LUCA

Tutte le risorse umane coinvolte sono state utilizzate nel rispetto della certificazione SA8000 in materia di responsabilità sociale recentemente conseguita da questa società.

SISTEMA QUALITÀ

La prospezione geofisica è stata eseguita in riferimento alle specifiche SP0302 e SP0901; l'elaborazione dei dati è avvenuta in conformità all'istruzione IS0901.

Per la registrazione delle varie attività sono stati utilizzati i moduli del sistema qualità in uso presso questo studio.



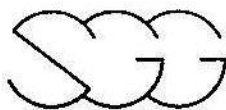
4 – ESECUZIONE DEI RILIEVI

In riferimento all'indagine geofisica di sismica a rifrazione sono state adottate, per ciascuno stendimento, le seguenti caratteristiche:

- *Numero geofoni: 24;*
- *Spaziatura dei geofoni: 5 metri;*
- *Spaziatura dei punti di scoppio: 15 metri;*
- *Numero punti di scoppio: 9;*
- *Sorgente: massa battente da 5 kg;*
- *Lunghezza registrazione del singolo evento (apertura memoria): 0,5 secondi;*
- *Campionamento: 0,125 millisecondi.*

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche adottate per ciascuna prova Re.Mi.:

- *Numero geofoni: 24;*
- *Spaziatura dei geofoni: 5 metri;*
- *Frequenza geofoni: 4,5 Hz;*
- *Lunghezza registrazione del singolo evento (apertura memoria): 30 secondi;*
- *Campionamento: 2 millisecondi;*
- *n°10 registrazioni.*



5 – ANALISI DI VELOCITA' DELLE ONDE DI VOLUME "P"

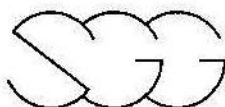
La fase d'interpretazione dei dati acquisiti in campagna è preceduta dalla lettura dei tempi sismici registrati.

I tempi d'arrivo delle onde "P" sono letti attraverso uno specifico programma di *picking* ed in seguito tabellati. Tale programma permette di apprezzare variazioni di tempo dell'ordine di 0,1 millisecondi. Quindi, per mezzo dello specifico programma SEISOPTPRO v4.0, è eseguita un'interpretazione con metodologia tomografica del profilo sismico.

La metodologia tomografica prevede la suddivisione dello spazio bidimensionale in celle quadrate secondo una maglia prefissata, con l'attribuzione ad ognuna di un determinato valore di velocità sismica. Il programma calcola quindi il tempo di transito dell'onda sismica attraverso le maglie del modello e confronta tale valore con quello sperimentale, impiegando iterativamente algoritmi di calcolo adeguati, previo controllo dei tragitti dei raggi sismici. Per successive iterazioni si perviene a dei valori di velocità sismica per le diverse celle che soddisfino contemporaneamente più raggi sismici.

L'elaborazione dei dati è sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropa, la quale fornisce, in seguito ad un'elaborazione con metodologie iterative R.T.C. e ad algoritmi di ricostruzione tomografica, il campo delle velocità sismiche del sottosuolo attraverso la suddivisione dello spazio in celle regolari. Nel caso specifico è stata utilizzata una maglia quadrata di dimensioni 1,8 x 0,9 metri; nella restituzione grafica i valori di velocità sismica attribuiti alla singola cella sono rappresentati attraverso una scala colorimetrica.

Per la determinazione del modello d'interpretazione, il software utilizza il metodo d'inversione controllato MONTE CARLO, basato su una modellizzazione avanzata, dove i modelli derivati dagli algoritmi propri del programma sono accettati o rifiutati basandosi su un criterio statistico.



I risultati, in termini di affidabilità statistica dell'interpretazione operata, risultano essere i seguenti:

profilo sismico	precisione (s ²)	iterazioni n°
1	2,55x10 ⁻⁶	91.978
2	3,77x10 ⁻⁶	33.018
3	1,32x10 ⁻⁶	119.693
4	2,71x10 ⁻⁶	151.064
5	6,56x10 ⁻⁷	53.128
6	2,41x10 ⁻⁵	36.544
7	5,29x10 ⁻⁶	47.336
8	1,06x10 ⁻⁵	41.095
9	5,97x10 ⁻⁶	93.558
10	6,03x10 ⁻⁶	82.145

dove per *precisione* si intende la sommatoria degli scarti al quadrato tra i valori sperimentali e quelli calcolati nelle dromocrone diviso per il numero dei punti; per *iterazioni* il numero di volte che il programma ha eseguito la verifica del modello totale.

6 – ANALISI DI VELOCITA' DELLE ONDE SUPERFICIALI "S"

In corrispondenza di ciascun stendimento sismico è stata eseguita una prova "Re.Mi.", al fine di caratterizzare il terreno anche attraverso la velocità delle onde "S". La metodologia Refraction Microtremor permette altresì di definire il parametro V_{s30} utile per la classificazione dei terreni nelle varie categorie di suolo, da utilizzare per la progettazione delle costruzioni secondo la normativa antisismica vigente.

Il parametro V_{s30} determinato attraverso questo particolare tipo d'indagine di risposta sismica locale, corrisponde alla velocità equivalente di propagazione entro i primi 30 metri di profondità delle onde di taglio ed è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità. Il valore del parametro V_{s30} di ciascuna prova Re.Mi. è riportato, per convenzione, al centro del relativo stendimento geofonico.

L'analisi dei microtremori è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo) disposta sul terreno con array lineare da 24 geofoni. Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4,5 Hz, è stato programmato un tempo di registrazione pari a 30 secondi con un passo di campionamento di 0,002 secondi. In totale sono state eseguite n°10 registrazioni per ciascuna prova Re.Mi.

Il metodo "Re.Mi." consente di eseguire un'analisi del sottosuolo mediante l'uso dei microtremori, naturali e/o artificiali, i quali si propagano all'interno dello stesso.

Per l'interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato uno specifico programma (SEISOPT "RE.MI. VERSION 4.0).

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p - f), che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni (orizzontale e verticale) della linea sismica, e nel rappresentarne poi lo spettro di potenza su un grafico p - f (fig. 7.1).

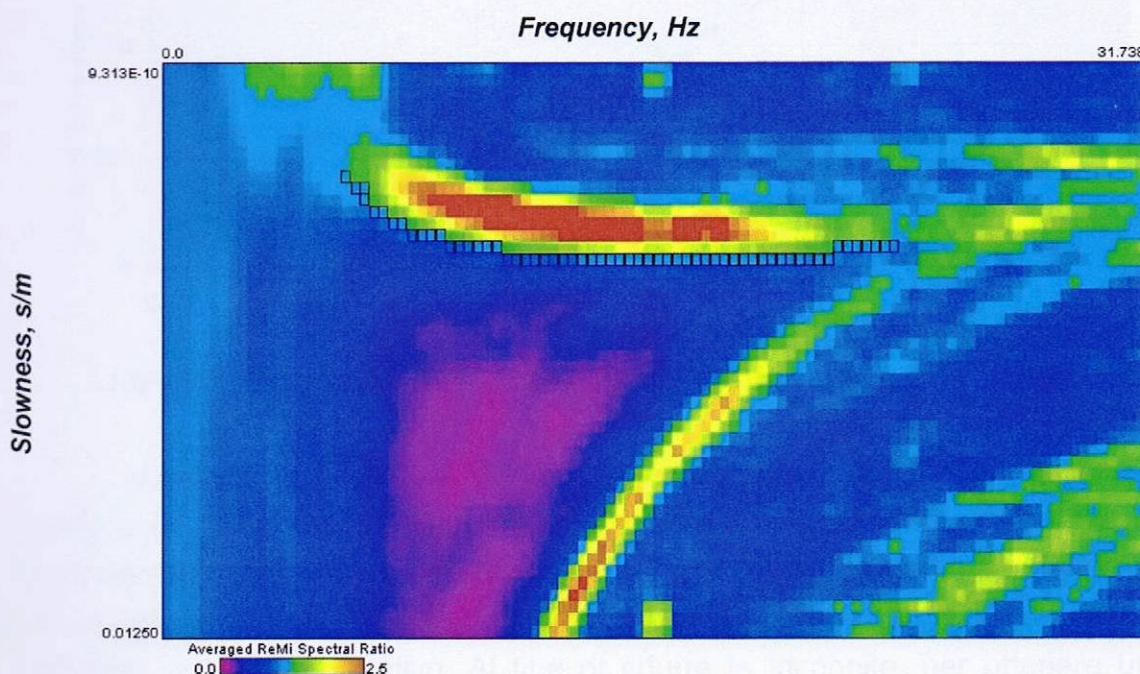


Figura 7.1: esempio di grafico p - f .

Nella immagine riportata sopra, sono evidenziati gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza rilevante, e ciò consente un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh in quanto queste presentano un carattere dispersivo rispetto a quelle riconducibili ad altre modalità e tipi d'onda.

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

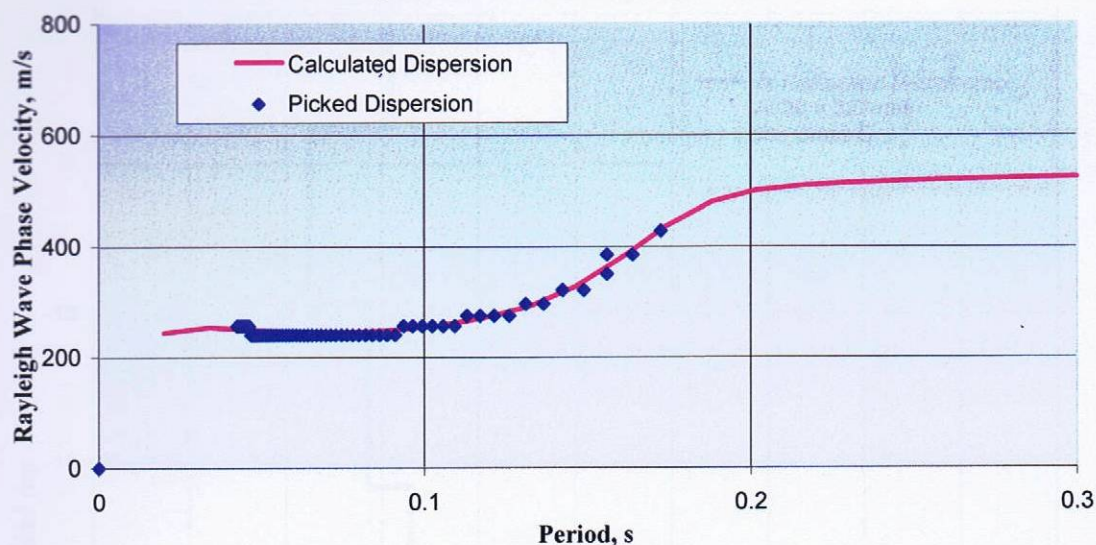


Figura 7.2: esempio di diagramma periodo – velocità di fase.

Variando la geometria del modello interpretativo ed i valori di velocità delle onde “S” si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione, rappresentata con il colore magenta in fig. 7.2. Al conseguimento del *best fit* tra il modello di dispersione calcolato ed i valori sperimentali, si assume tale modello come interpretativo. Al fine di ridurre le incognite, per ottenere una maggiore attendibilità del modello e ridurre i casi d’equivalenza, si opera introducendo nell’interpretazione, come inamovibili, i seguenti elementi:

- Per la densità si utilizzano valori di bibliografia associati ai litotipi presenti nel sottosuolo dell'area indagata;
- La velocità delle onde P viene ricavata dall'interpretazione tomografica del profilo sismico a rifrazione.

Lo studio dello spettro di potenza permette in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo (fig. 7.3), con le velocità delle onde di superficie "S" (esprese in m/s) e la profondità (espressa in metri).

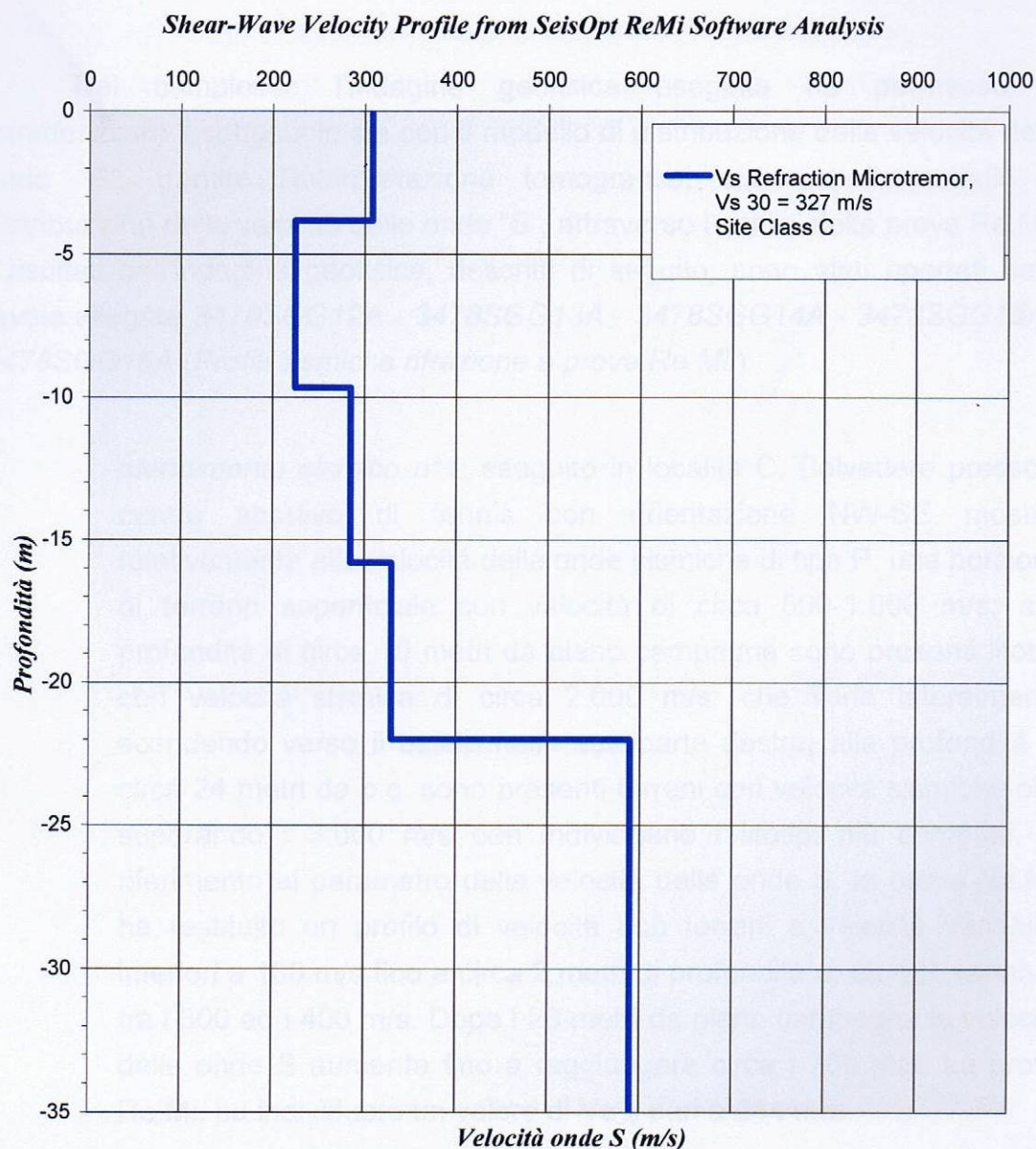


Figura 7.3: esempio di modello interpretativo per la velocità delle onde S

7 – ANALISI DEI RISULTATI

Nel complesso l'indagine geofisica eseguita ha permesso di caratterizzare il sottosuolo sia con il modello di distribuzione della velocità delle onde "P", tramite l'interpretazione tomografica, sia con il modello di distribuzione della velocità delle onde "S", attraverso l'analisi della prova Re.Mi.. I risultati dell'indagine geofisica, descritti di seguito, sono stati riportati nelle tavole allegate 3478SGG12A - 3478SGG13A - 3478SGG14A - 3478SGG15A - 3478SGG16A (*Profili sismici a rifrazione e prove Re.Mi.*).

- *stendimento sismico n°1*: eseguito in località C. Belvedere presso il centro sportivo di tennis con orientazione NW-SE mostra, relativamente alla velocità delle onde sismiche di tipo P, una porzione di terreno superficiale con velocità di circa 500-1.000 m/s; alla profondità di circa 10 metri da piano campagna sono presenti litotipi con velocità sismica di circa 2.000 m/s, che varia lateralmente scendendo verso il basso nella sua parte destra; alla profondità di circa 24 metri da p.c. sono presenti terreni con velocità sismiche che superando i 3.000 m/s ben individuano i litotipi più compatti. In riferimento al parametro della velocità delle onde S, la prova Re.Mi. ha restituito un profilo di velocità con terreni a velocità variabile: inferiori a 100 m/s fino a circa 2 metri di profondità e, da qui, variabile tra i 300 ed i 400 m/s. Dopo i 26 metri da piano campagna la velocità delle onde S aumenta fino a raggiungere circa i 700 m/s. La prova Re.Mi. ha individuato un valore di V_{s30} pari a **244 m/s**.
- *stendimento sismico n°2*: eseguito in località Marchetti, lungo la strada secondaria confinante con le abitazioni, secondo l'orientazione S-N, ha evidenziato per le onde P, come per il profilo precedente, una porzione superficiale di terreno con velocità sismica di circa

1.000 m/s e terreni con velocità di 1.500 alla profondità di 15 metri da piano campagna. Andando in profondità si osserva per i terreni aventi velocità sismiche superiori ai 2.000 m/s una accentuata variazione laterale che tende a risalire in superficie spostandosi verso Nord. La prova Re.Mi. ha offerto un profilo di velocità per le onde sismiche di taglio con valori di circa 200 m/s fino a circa 4 metri di profondità per poi passare a velocità di circa 350 m/s fino a 15 m di profondità. Dopo i 20 metri da p.c. i valori di velocità superano di poco i 500 m/s. In questo caso si è individuato un valore di V_{s30} pari a **358 m/s**.

- *stendimento sismico n°3*: eseguito a Nord del cimitero di Staffoli con orientazione N-S, ha fornito in merito alla velocità dei terreni (onde P) valori prossimi al piano campagna di poco inferiori ai 1.000 m/s; alla profondità media di circa 16 metri sono stati individuati terreni con velocità sismica superiore a 3.000 m/s. La prova Re.Mi. ha individuato terreni con velocità (onde S) di circa 200 m/s fino a circa 5 metri di profondità; inferiormente si evidenziano velocità crescenti tra i 300 m/s e circa 420 m/s (25 metri di profondità). La prova Re.Mi. ha restituito un valore di V_{s30} pari a **345 m/s**.
- *stendimento sismico n°4*: eseguito in via Liana, con orientazione S-N, ha offerto relativamente al profilo sismico a rifrazione velocità superficiali di circa 1.000, fino a superare di poco i 1.500 m/s alla profondità da piano campagna di 23 metri. Solo nella parte destra del profilo si osserva la presenza di litotipi con valori di velocità che superano i 3.000 m/s. Relativamente al profilo di velocità delle onde S, si individuano terreni con velocità sismica di poco superiore a 300 m/s fino alla profondità di 22 metri, per poi passare a velocità superiori a 400 m/s. La prova Re.Mi. ha restituito un valore di V_{s30} pari a **339 m/s**.
- *stendimento sismico n°5*: eseguito in località zona industriale presso il Variani, con orientazione SW-NE, mostra, relativamente alle onde P una situazione del tutto simile a quella descritta per il profilo sismico n°4. Relativamente al profilo di velocità delle onde S, si individuano

terreni con velocità sismica di poco superiore a 300 m/s fino alla profondità di 35 metri. La prova Re.Mi. ha restituito un valore di V_{s30} pari a 192 m/s.

- *stendimento sismico n°6*: eseguito lungo via P. Dogaia con orientazione NE-SW, ha offerto un modello tomografico per la velocità dei terreni (onde P) con valori di 400-500 m/s in superficie e terreni con velocità 2.000 m/s alla profondità di circa 23 metri da piano campagna. La prova Re.Mi. ha individuato terreni con valori di velocità sismica (onde S) prossimi a 200 m/s fino alla profondità di 15 metri, dove si passa a terreni con velocità poco inferiore a 400 m/s. La prova Re.Mi. ha restituito un valore di V_{s30} pari a **217 m/s**.
- *stendimento sismico n°7*: eseguito con orientazione SW-NE, a Sud dell'area mensa, ha evidenziato, relativamente alle onde compressionali di tipo P velocità di poco superiori ai 1.000 m/s per circa 12 metri di spessore, fino a velocità dell'ordine di 1.500 m/s alla profondità di circa 13 metri da piano campagna. E' da notare che tale profilo è l'unico che non ha messo in evidenza la presenza di terreni con velocità maggiore di 2.000 m/s. L'interpretazione della prova Re.Mi. ha indicato terreni con velocità prossime a 200 m/s fino alla profondità di circa 13 metri, per poi passare a velocità di circa 260 m/s. Riguardo al parametro riguardante la normativa antisismica, si ha un valore di V_{s30} pari a **216 m/s**.
- *stendimento sismico n°8*: eseguito parallelamente a via Morante con orientazione SW-NE, ha evidenziato terreni di superficie con velocità (onde P) di circa 500 m/s per poi raggiungere i 2.500-3.000 m/s a partire da profondità di 14-18 metri da piano campagna. La prova Re.Mi. ha offerto un profilo di velocità onde S con velocità di circa 200 m/s fino a 20 metri di profondità; circa 320 m/s oltre tale profondità. Da tale profilo di velocità delle onde S, risulta un valore di V_{s30} pari a **208 m/s**.
- *stendimento sismico n°9*: eseguito parallelamente a via di Pascoli di fronte al cimitero con orientazione NW-SE, ha individuato velocità dei

terreni di superficie (onde P) di circa 400-500 m/s fino a velocità di 3.000 m/s alla profondità di circa 15-20 metri, mostrando una lieve immersione verso NE del substrato a velocità di 3.000 m/s (onde P). Per quanto riguarda il modello derivato dalla prova Re.Mi. si hanno terreni con valori di velocità (onde S) di circa 200 m/s fino alla profondità di circa 20 metri da piano campagna, per poi passare a terreni con velocità di circa 290 m/s. La prova Re.Mi. ha restituito un valore di V_{s30} pari a **192 m/s**.

- *stendimento sismico n°10*: eseguito con orientazione SW-NE vicino zona Ghimenti, ha offerto, per il modello relativo alla tomografia onde P, una zona superficiale con terreni a velocità di circa 500 – 1.000 m/s, per poi procedere, con graduale aumento di velocità, fino a valori di 3.500 m/s nella parte centro destra del profilo. Per il profilo di velocità onde S, l'interpretazione della prova Re.Mi. ha evidenziato terreni con velocità di circa 200 m/s a partire da piano campagna fino a 33-34 metri di profondità, per poi passare a terreni con velocità sismica onde S superiore a 350 m/s. La prova Re.Mi. ha restituito un valore di V_{s30} pari a **181 m/s**.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sulla base del parametro di velocità equivalente delle onde sismiche di taglio, V_{s30} , è stato possibile effettuare la classificazione dell'area indagata secondo la normativa italiana vigente. L'analisi Re.Mi. ha evidenziato che i terreni del territorio del Comune di Santa Croce, interessati dalla prospezione sismica in oggetto, possono essere collocati tutti in **classe C**.

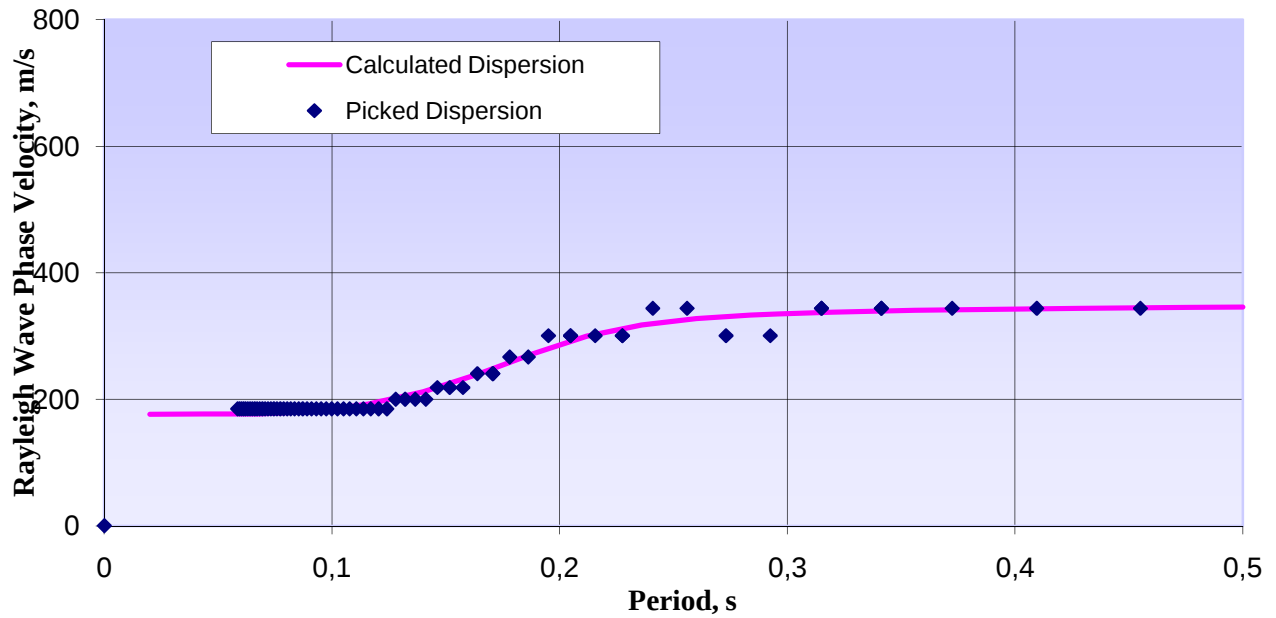
Siena, luglio 2008



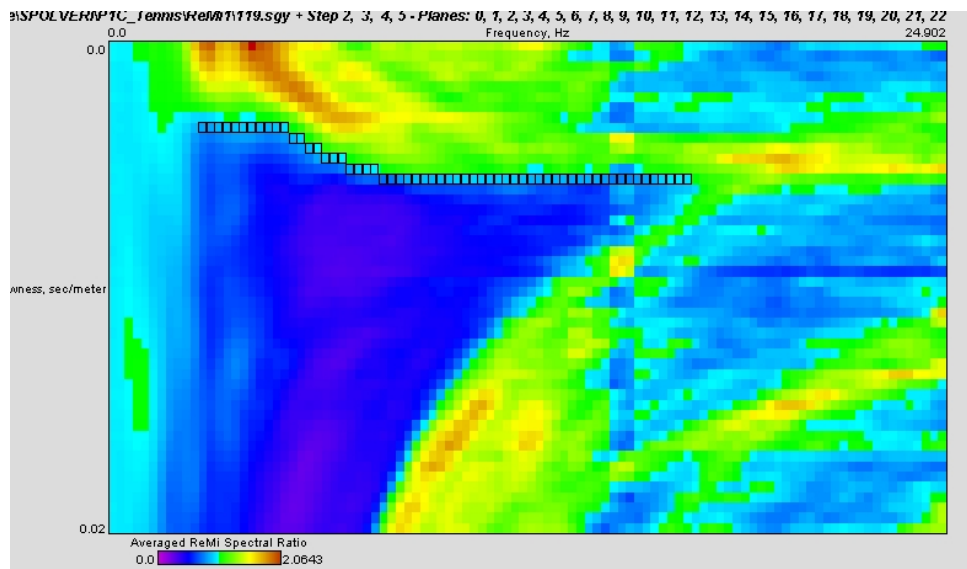
Dr. Geol. Claudio Rossi

Re.Mi. 1

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

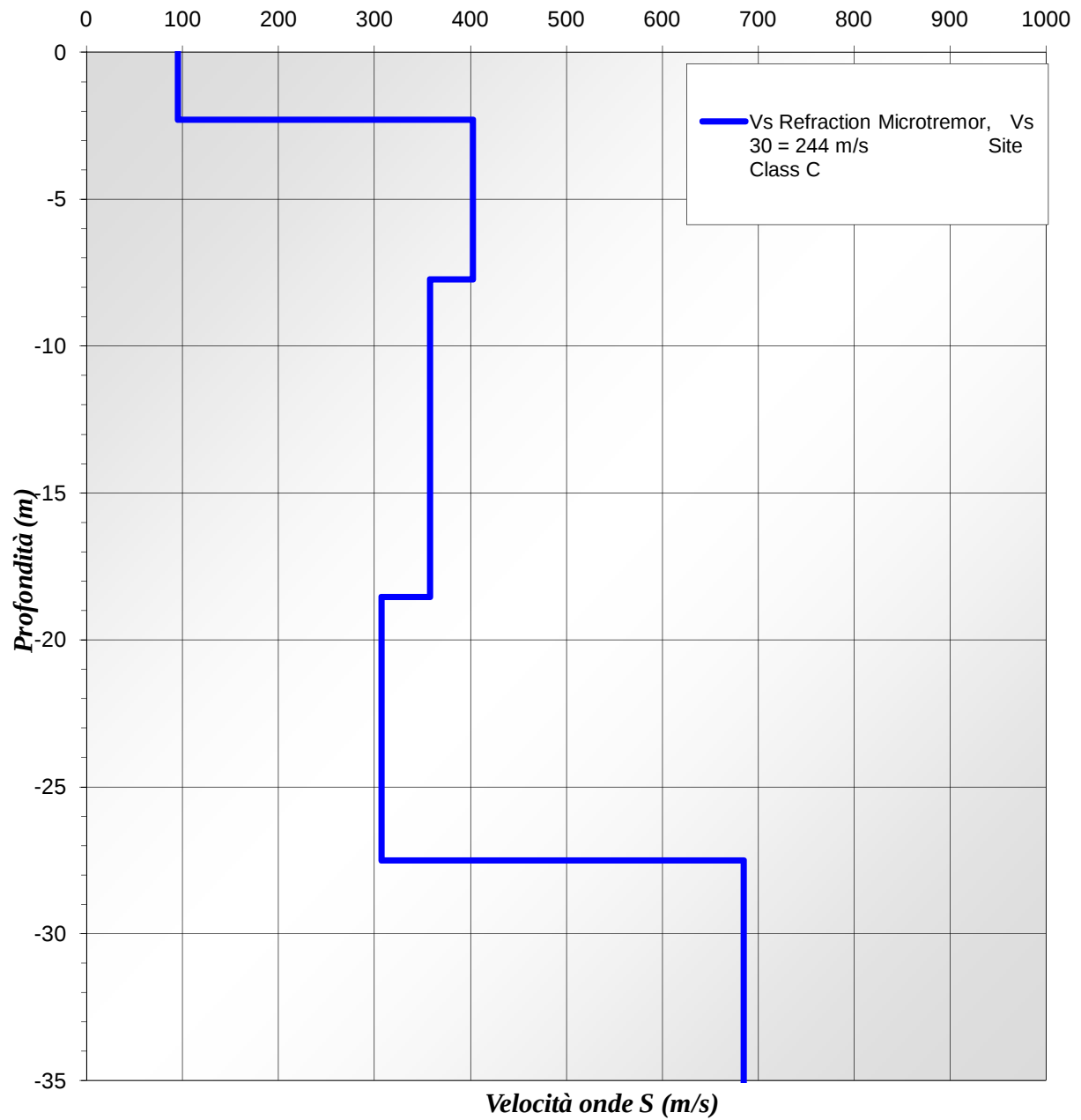


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



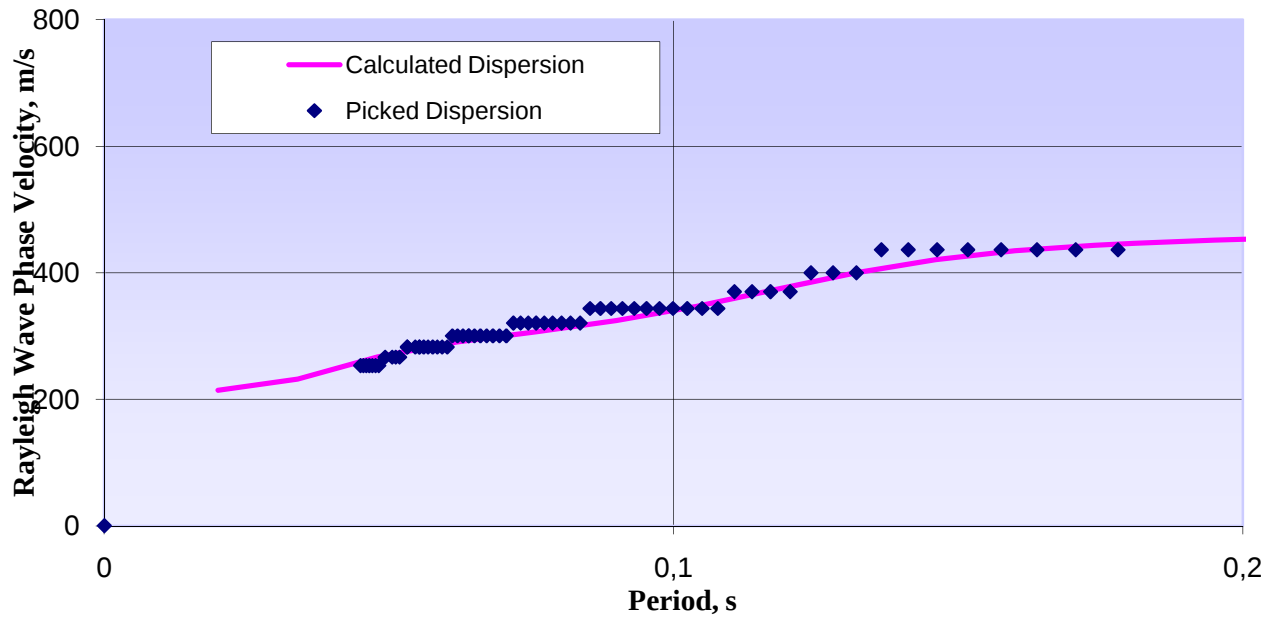
Re.Mi. 1

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

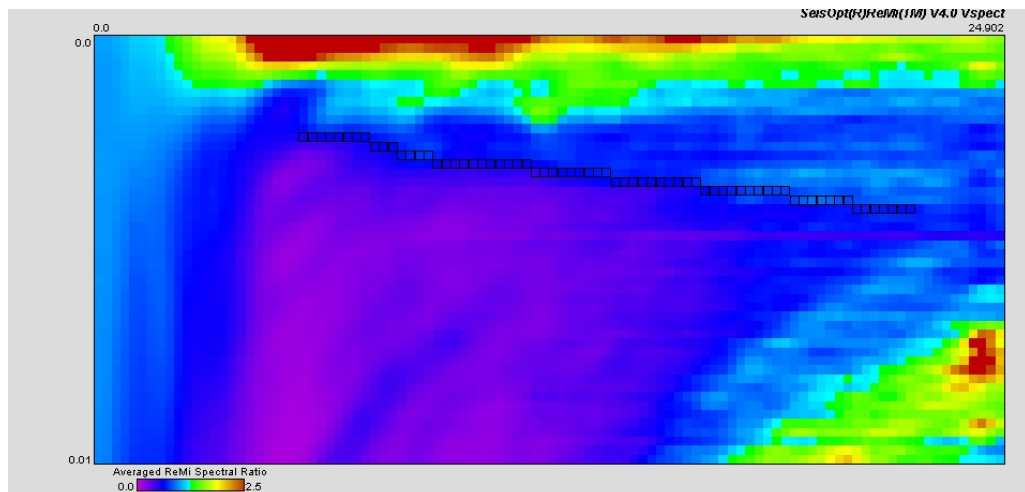


Re.Mi. 2

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

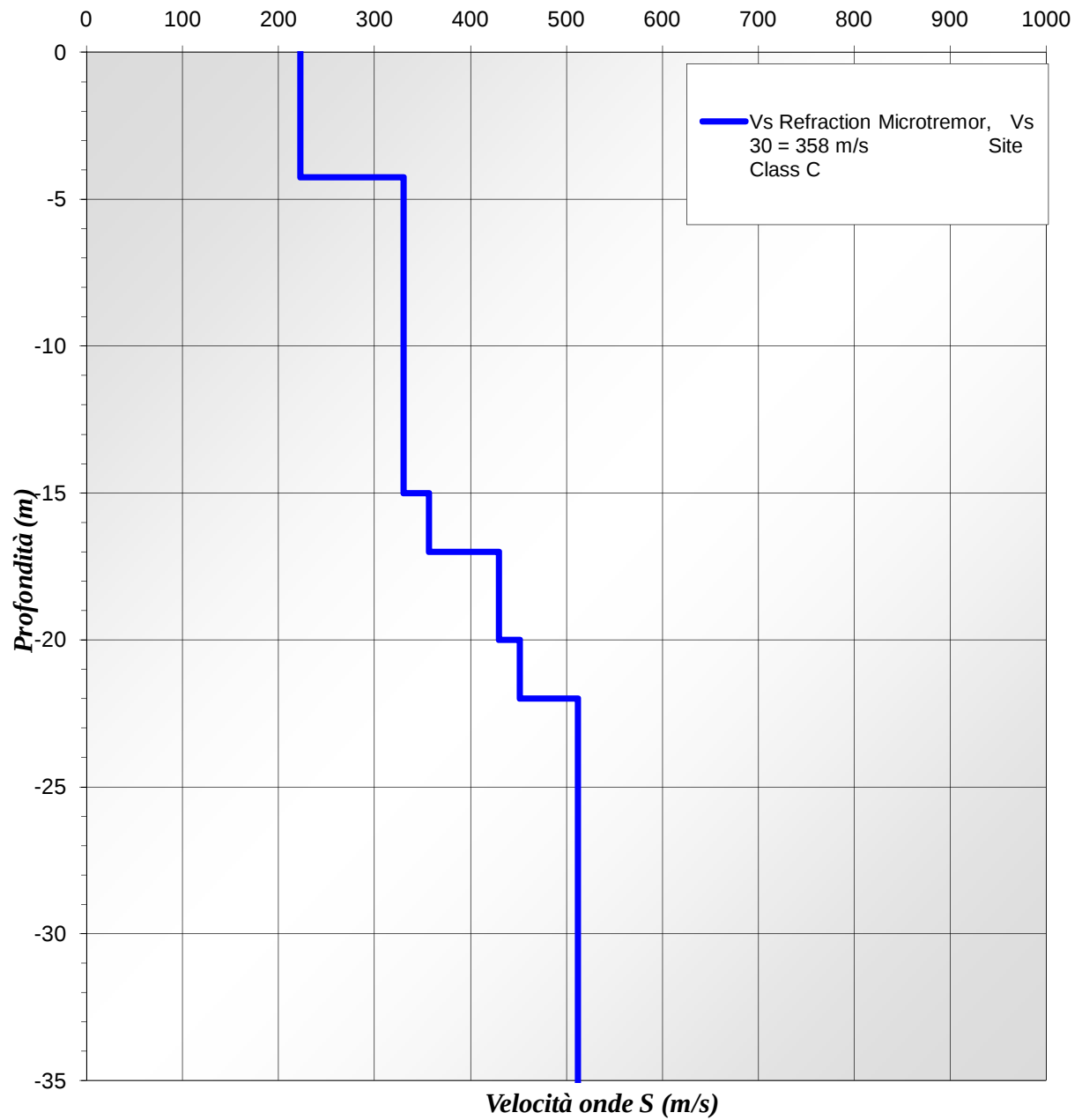


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



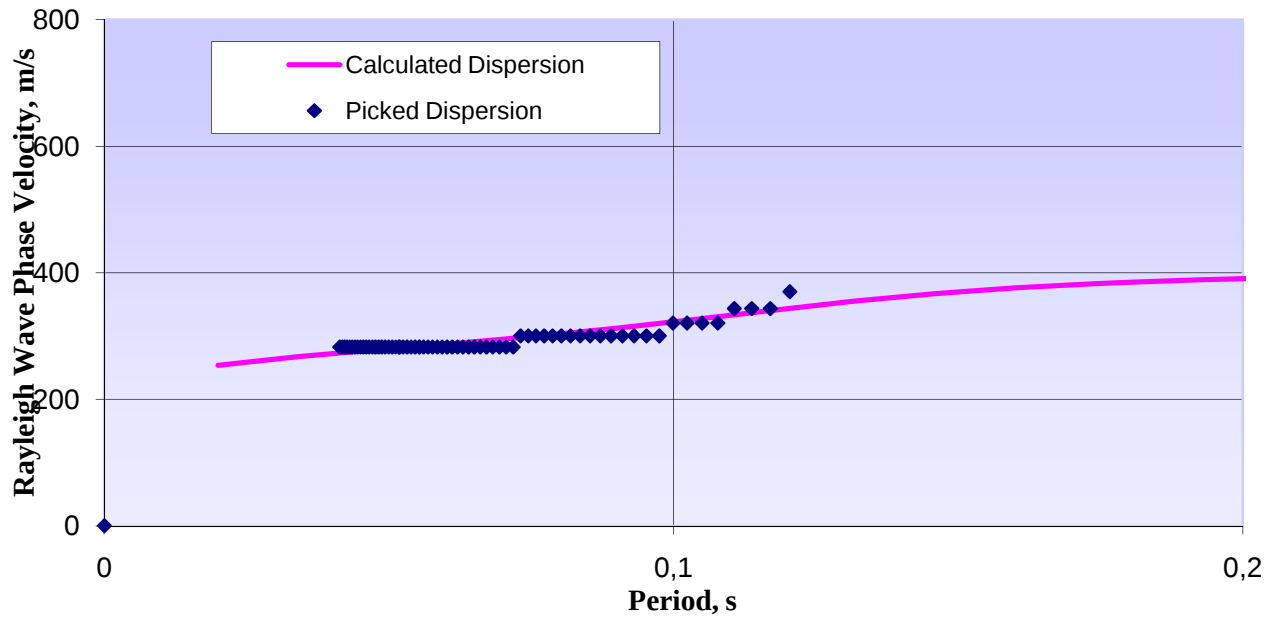
Re.Mi. 2

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

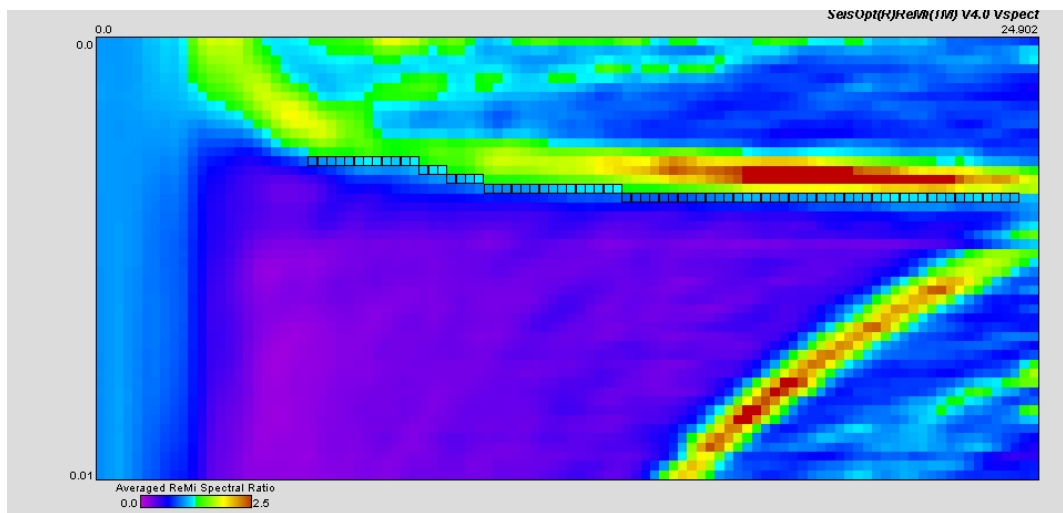


Re.Mi. 3

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

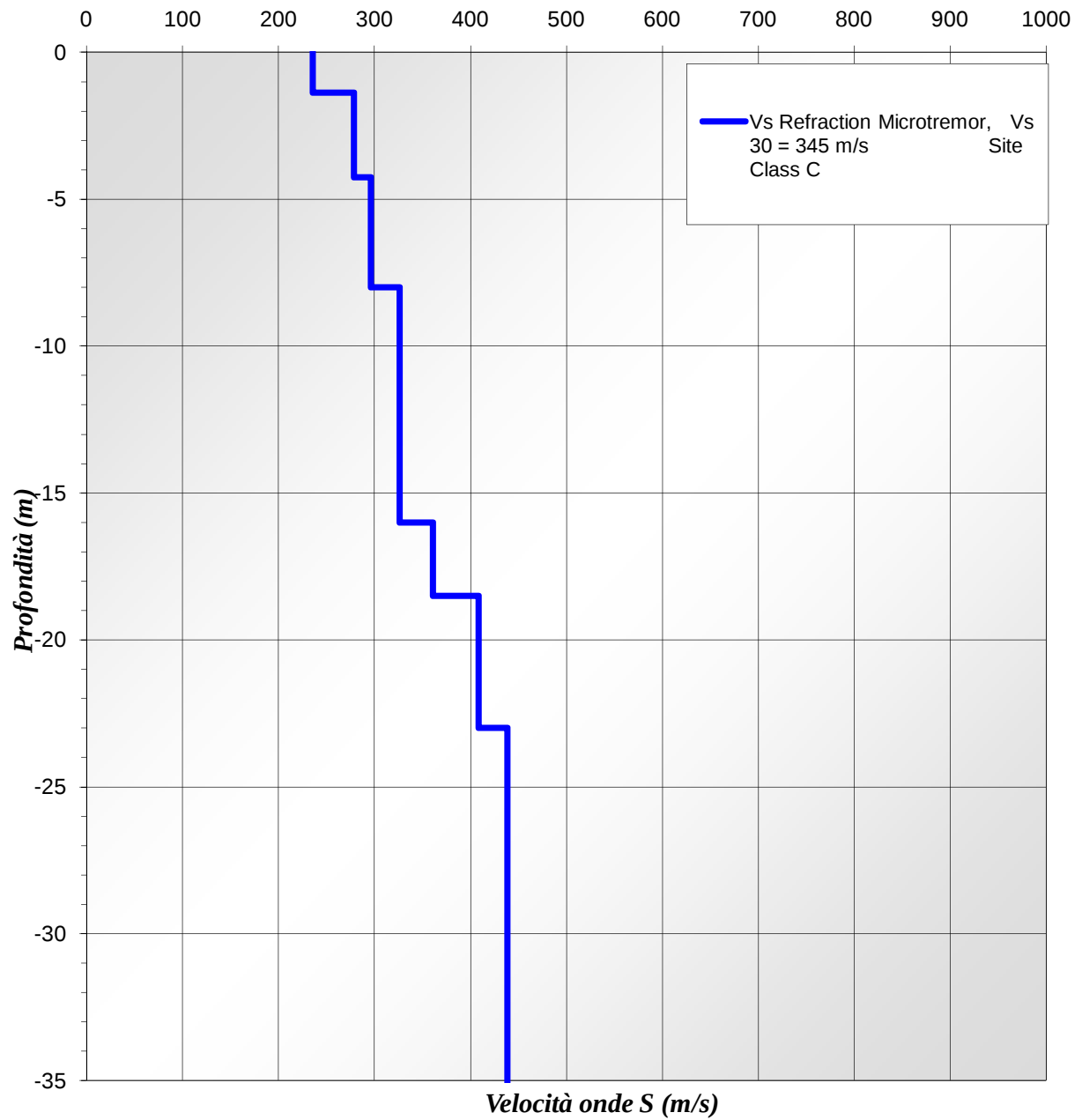


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



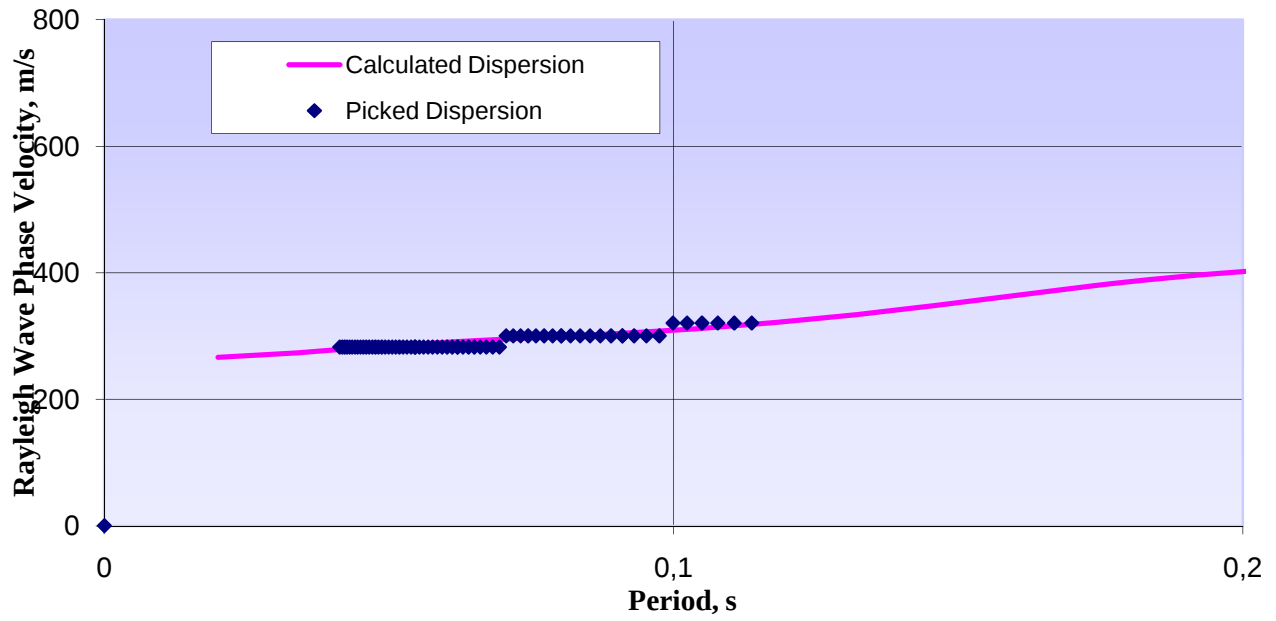
Re.Mi. 3

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

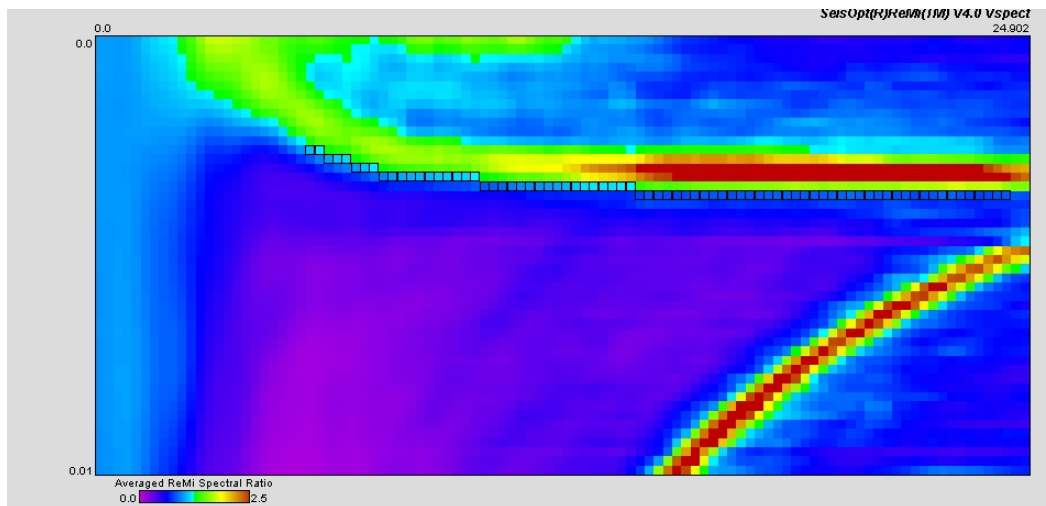


Re.Mi. 4

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

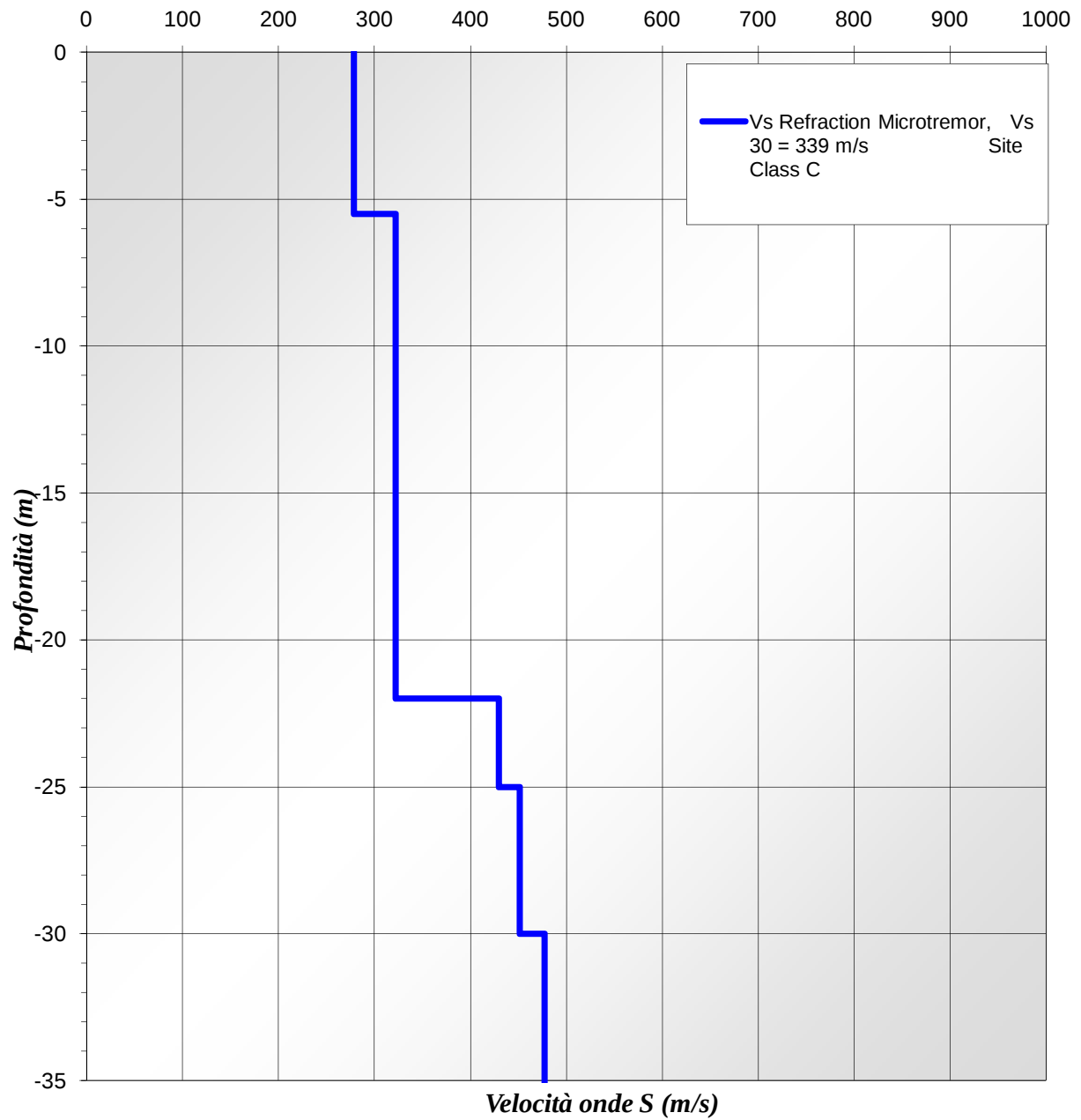


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



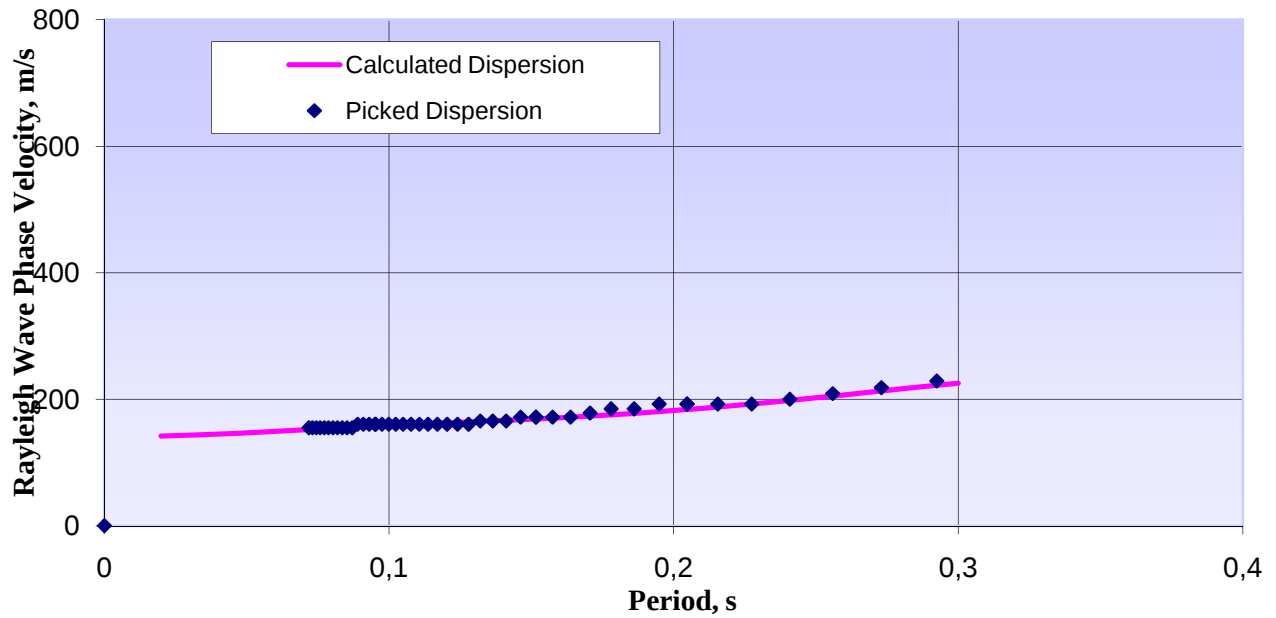
Re.Mi. 4

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

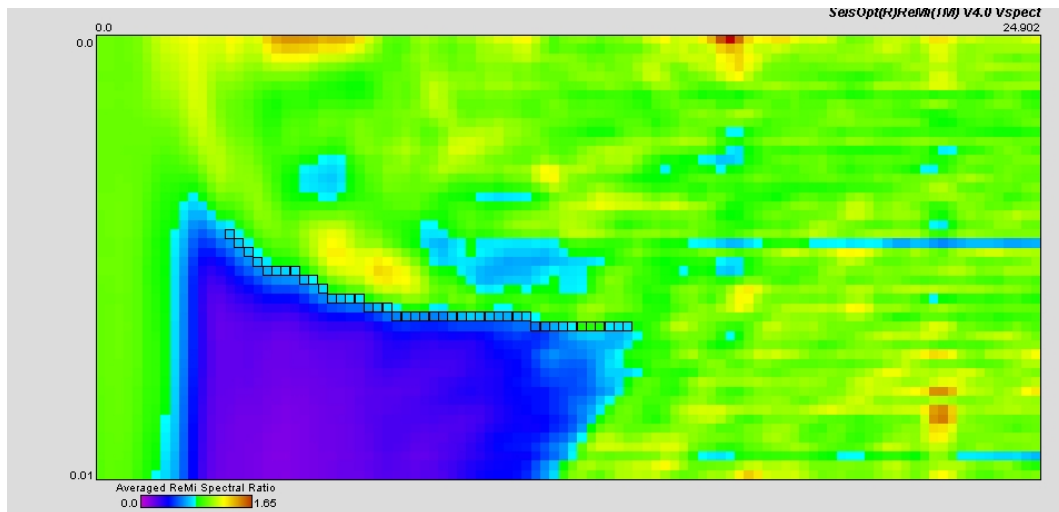


Re.Mi. 5

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

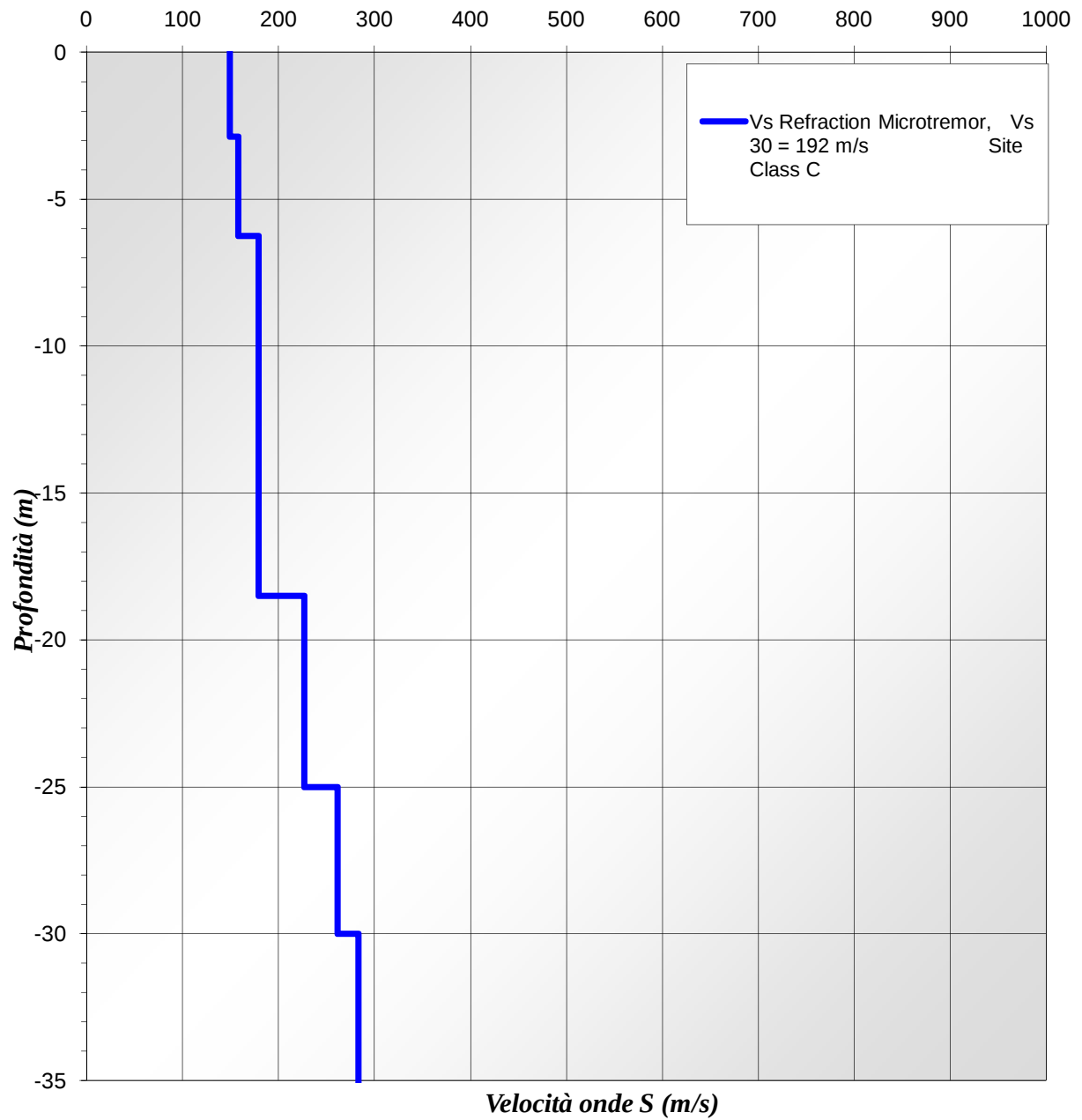


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



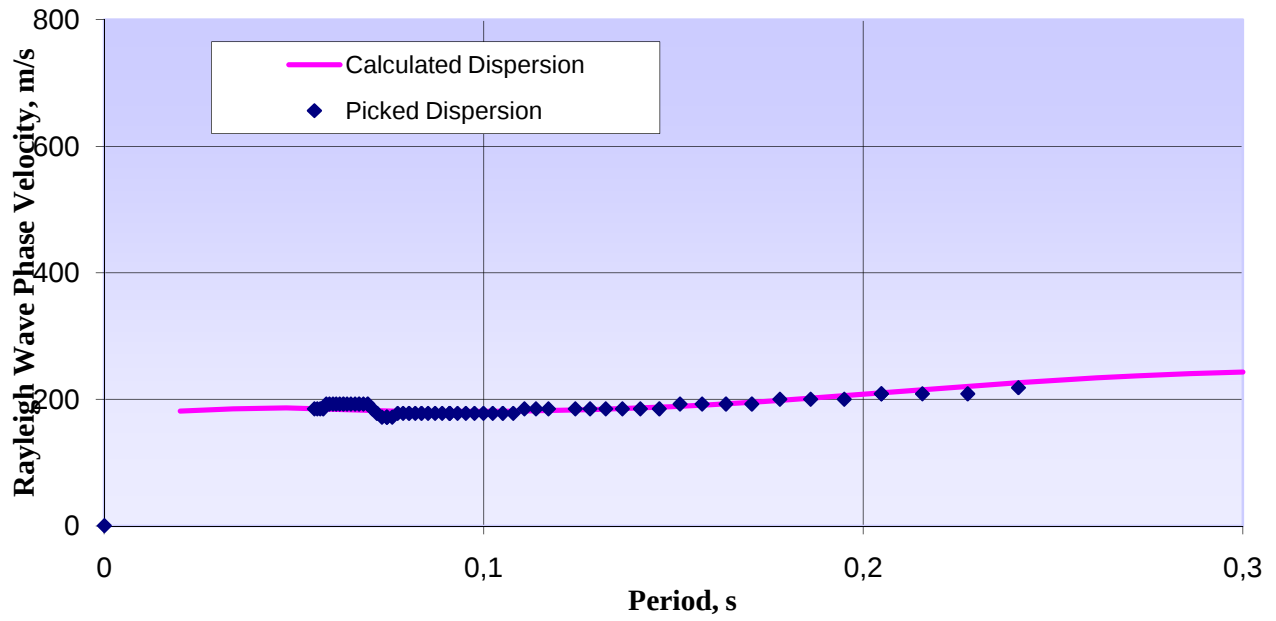
Re.Mi. 5

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

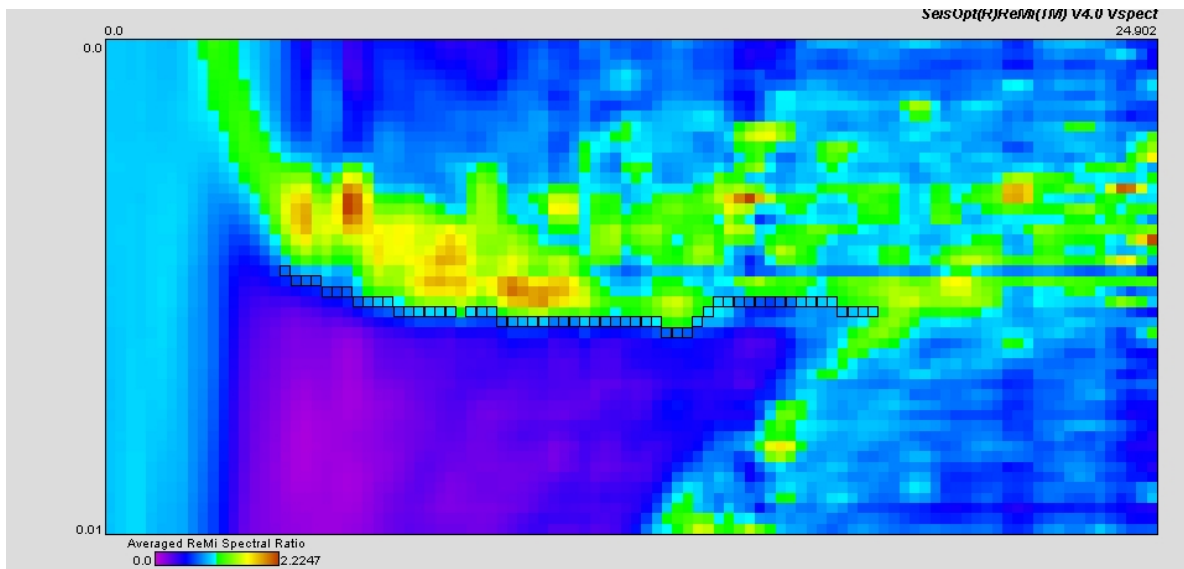


Re.Mi. 6

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

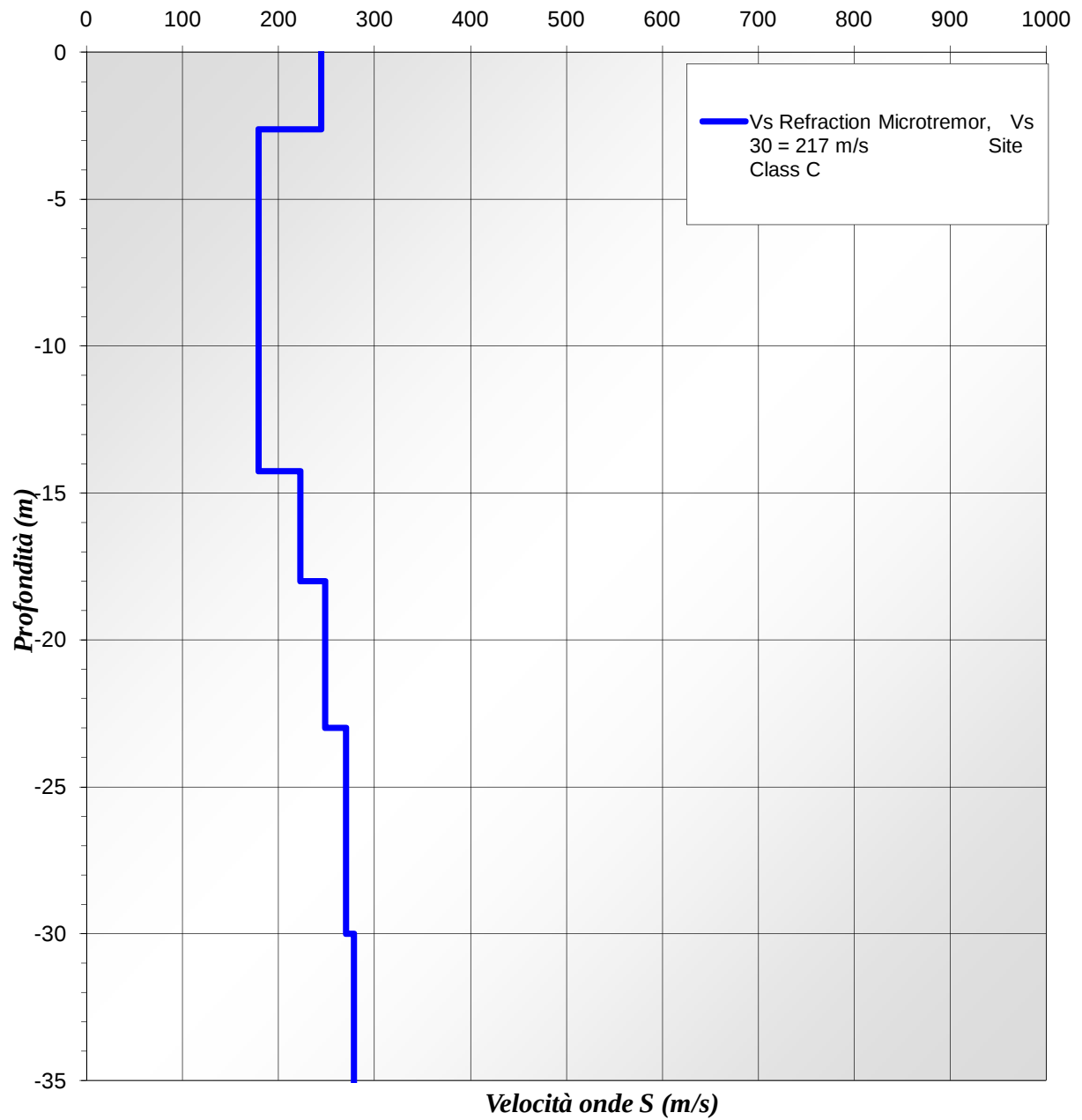


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



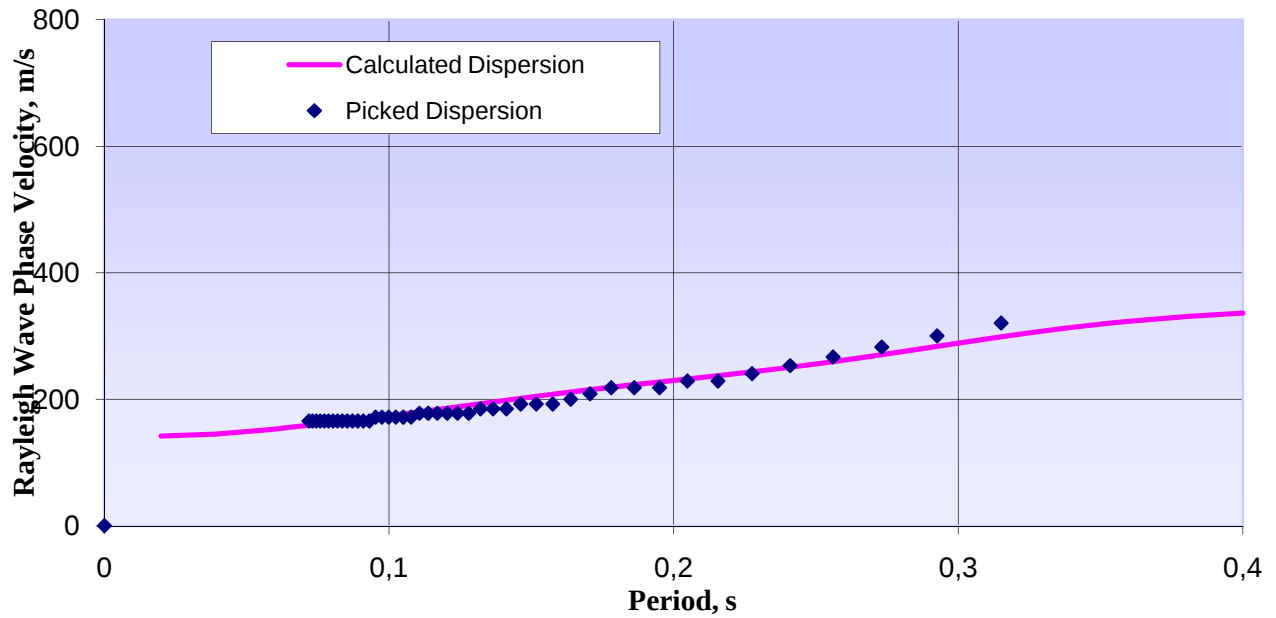
Re.Mi. 6

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

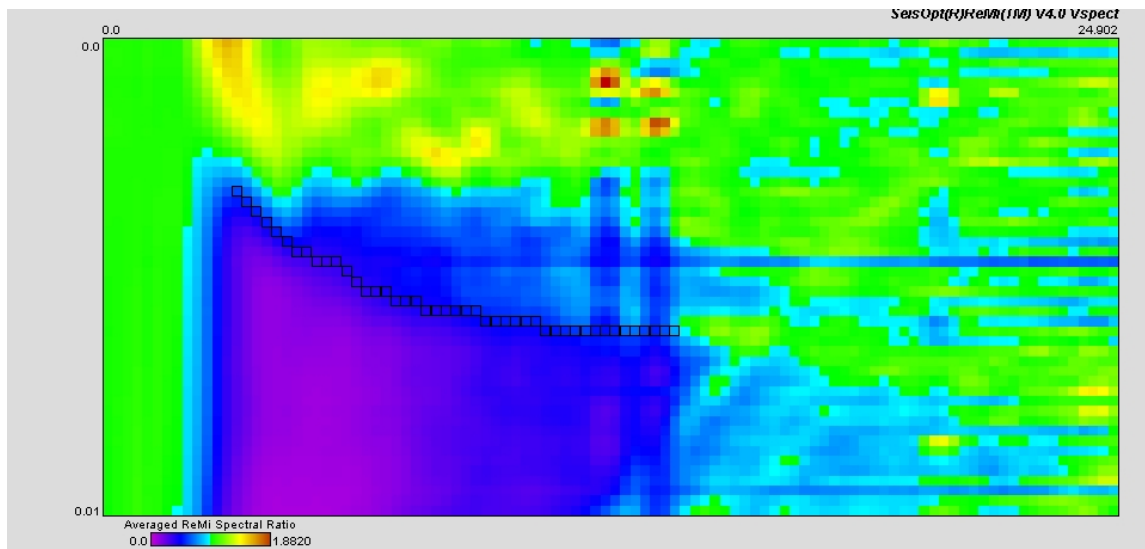


Re.Mi. 7

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

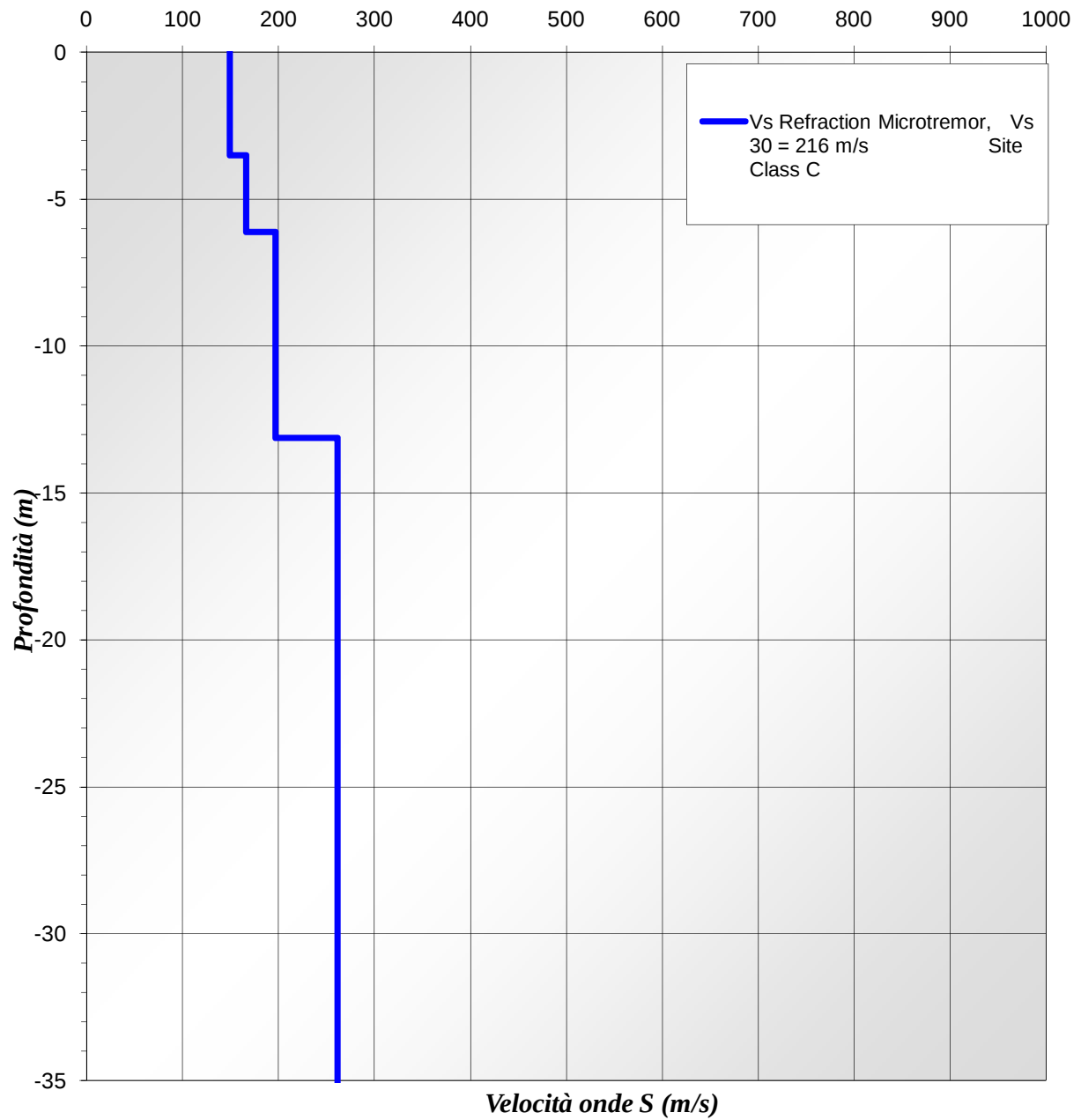


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



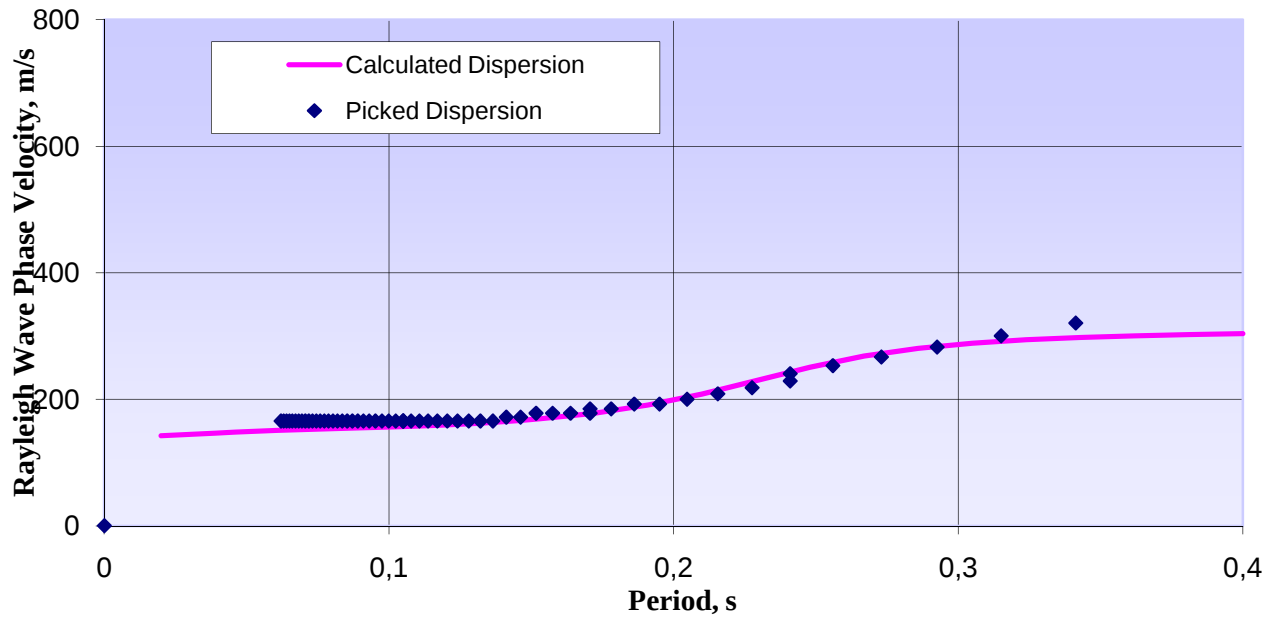
Re.Mi. 7

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

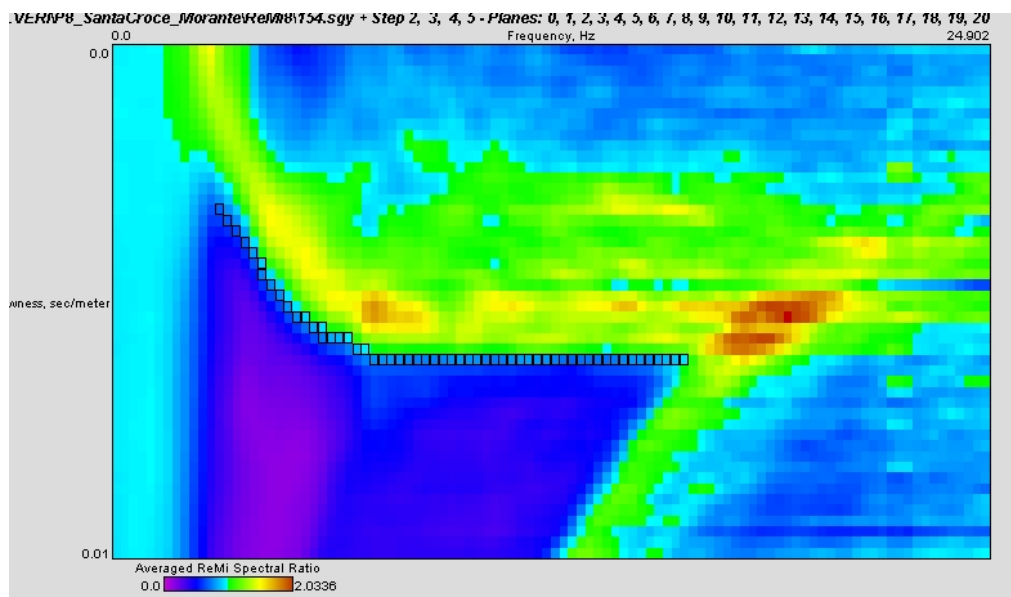


Re.Mi. 8

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

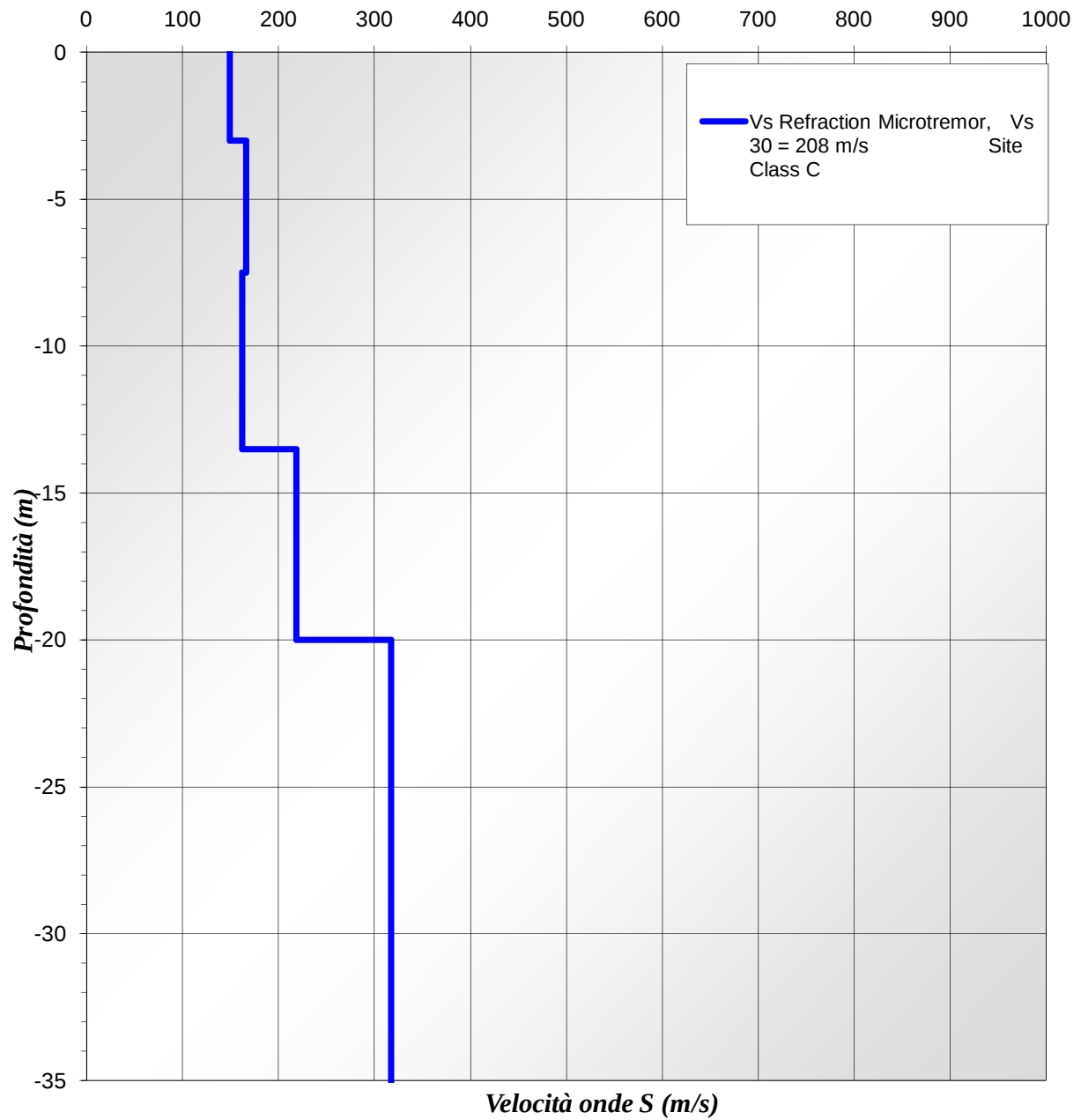


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



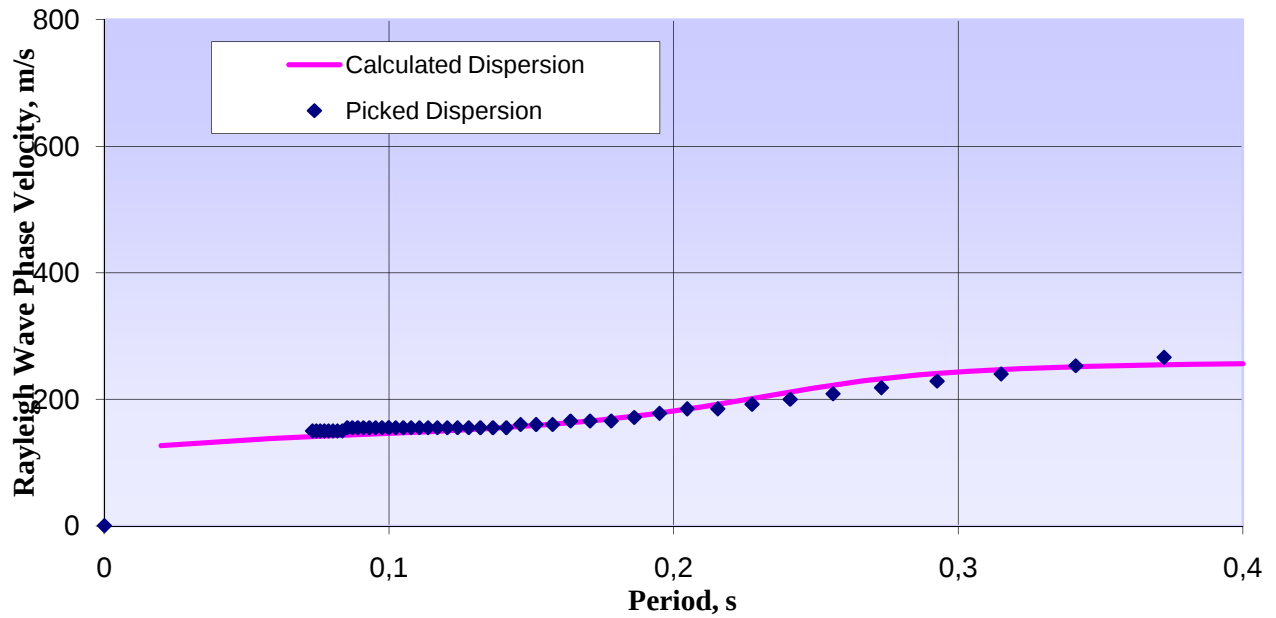
Re.Mi. 8

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

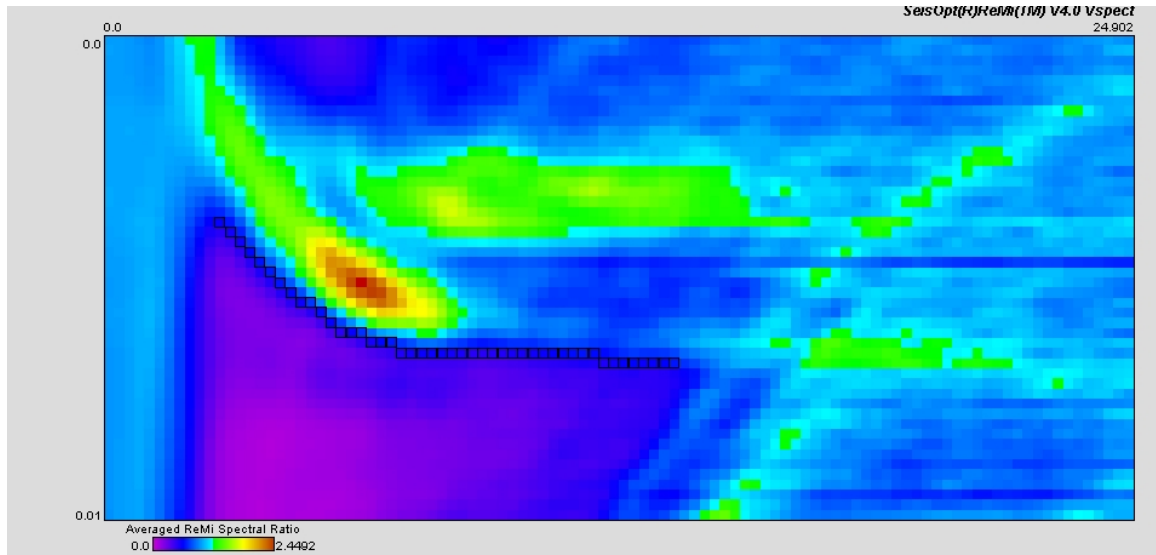


Re.Mi. 9

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

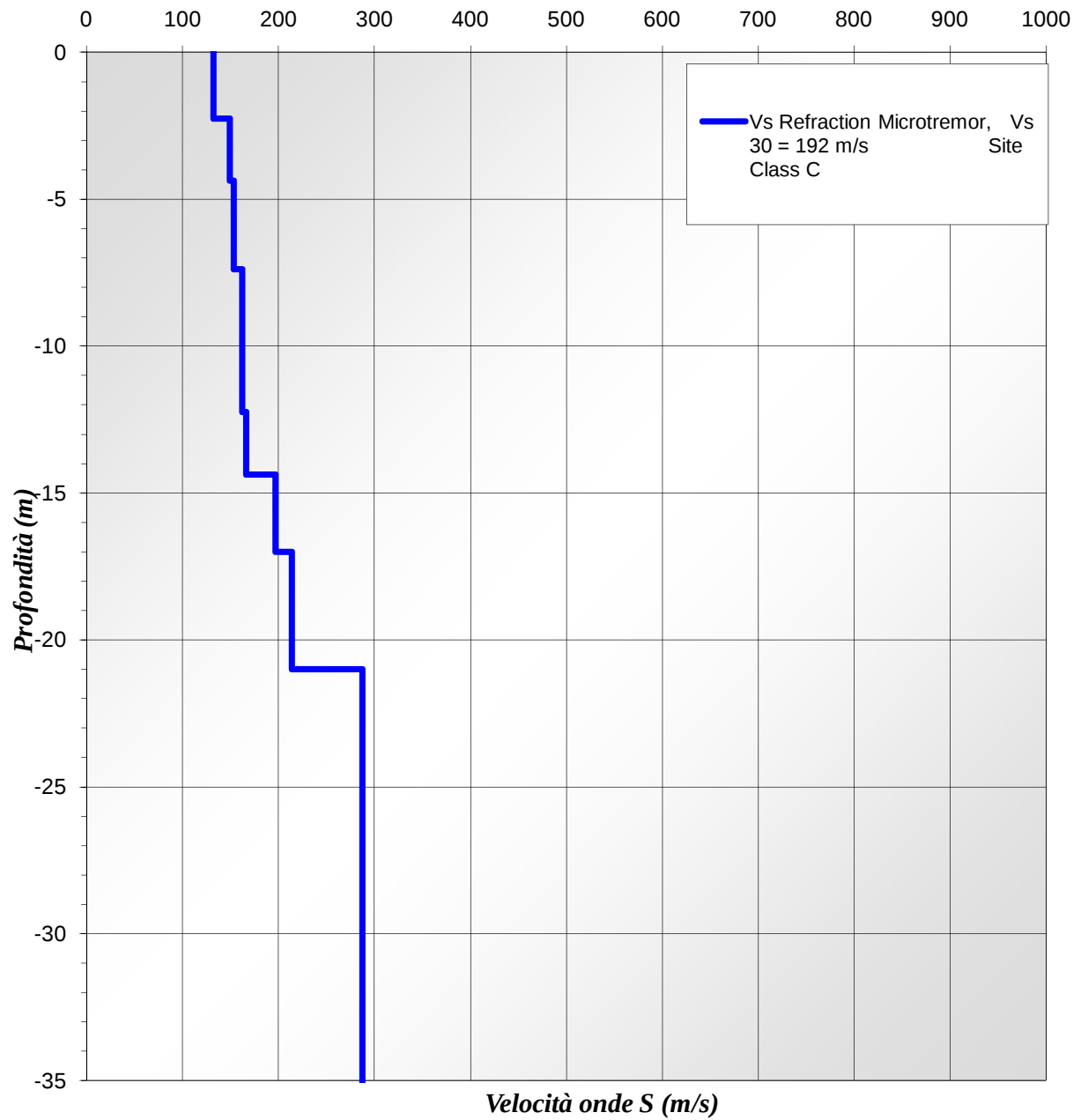


p-f Image with Dispersion Modeling Picks



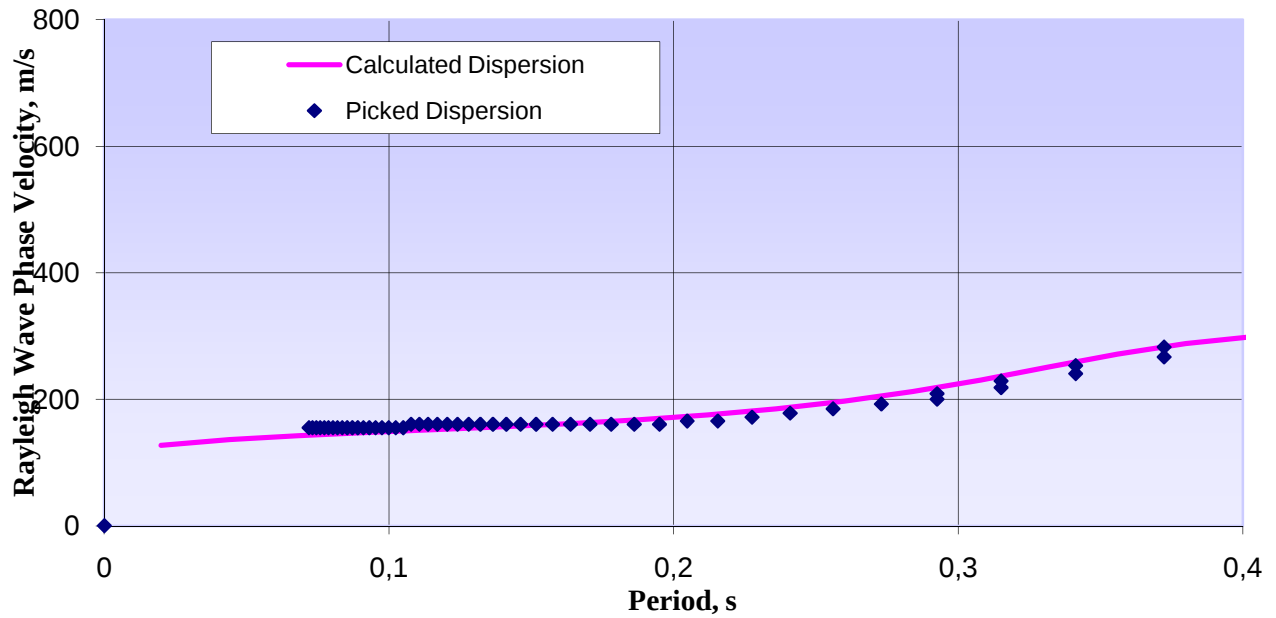
Re.Mi. 9

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

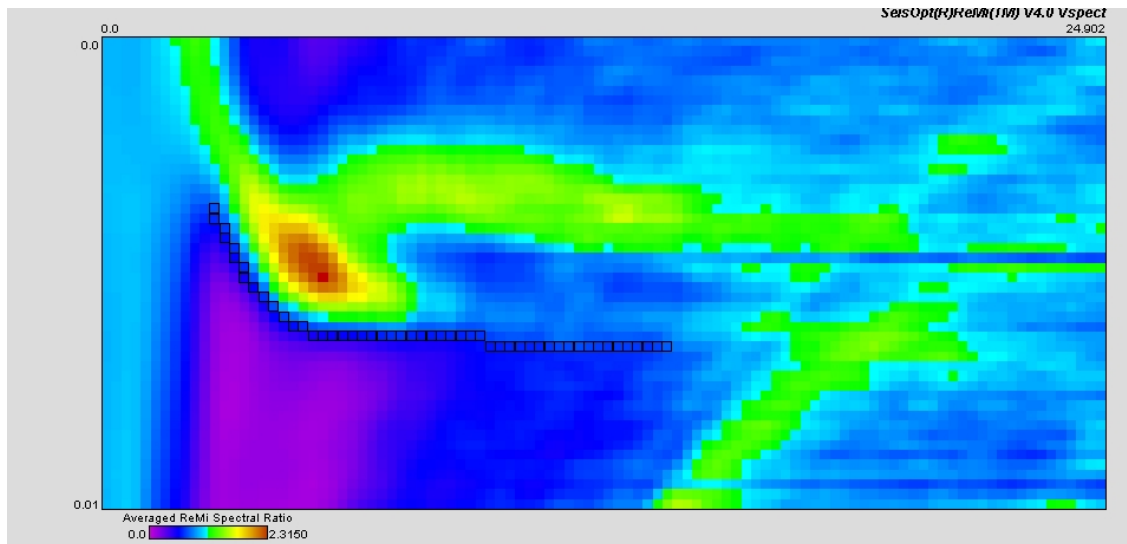


Re.Mi. 10

Dispersion Curve Showing Picks and Fit



p-f Image with Dispersion Modeling Picks



Re.Mi. 10

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis

