

Sogliano Ambiente S.p.A

Piazza Garibaldi, 12
47030 Sogliano al Rubicone (FC)
Tel. 0541 948910
Fax 0541 948909
e-mail: info@soglianoambiente.it
sito web: www.soglianoambiente.it



DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATA "GINESTRETO 3"

Località Ginestreto - Comune di Sogliano al Rubicone (FC)

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale

L.R. 4/18 e D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

INDAGINE GEOFISICA 2021 (Geol. F. Stragapede)

Allegato:

E

Elaborato:

18

Progettazione:

ing. Maurizio Carbone - Sogliano Ambiente S.p.A.

Collaboratori alla progettazione:

dott. Nicholas Lazzarini - Sogliano Ambiente S.p.A.
ing. Maurizio Migliori - Sogliano Ambiente S.p.A.

Timbro e firma:

Consulenti per la progettazione:

ing. F. Forlani - Studio Sgai s.r.l., Morciano di R. (RN)
dott. geol. A. Ricci - S. Piero in Bagno (FC)
geom. R. Galeotti - Studio Geo-exe, Forlì (FC)
ing. D. Neri - Ingegneria ambientale, Forlì (FC)
dott. for. G. Grapeggia - Studio Verde, Forlì (FC)
ing. M. Orlati - Studio Tema, Forlì (FC)
ing. S. Bagli - Gecosistema, Rimini (RN)
ing. P. Bernabini - Cober S.r.l., S. Piero in Bagno (FC)

Codice documento: **Ara G3 SIA GE 05.18**

Rev.	Data	Redatto	Controllato	Approvato
0	set-22	AR	MC	MC

Geol.Francesco Stragapede

Via Vecchia Provinciale Montalbano 88 - Comune di Serravalle P.se (PT)

tel./fax 0573-929214 cell.335-1208356 email stragapede@soilpro.it

PEC stragapede.francesco@epap.sicurezzapostale.it



Comune di Sogliano al Rubicone
Provincia di Forlì-Cesena

relazione indagini geofisiche

campagna geognostica a rifrazione in P_{waves}
con acquisizione ed elaborazione
Multichannels Analysis Surface Waves
rilievo microtremori con analisi HVSR dei dati

loc.Ginestreto

Serravalle P.se 25.05.2021

(geol.Francesco Stragapede)



Geol.Francesco Stragapede

Via Vecchia Provinciale Montalbano 88/c - Comune di Serravalle P.se (PT)
tel./ fax 0573-929214 cell.335-1208356 email stragapede@soilpro.it
PEC stragapede.francesco@epap.sicurezzapostale.it

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

**campagna geognostica a rifrazione in Pwaves
con acquisizione ed elaborazione
Multichannels Analysis Surface Waves
rilievo microtremori con analisi HVSR dei dati**

**loc.Ginestreto
Comune di Sogliano al Rubicone (FC)**

PREMESSA

La presente relazione riferisce i risultati dell'indagine geognostica di tipo geofisico, condotta attraverso rilievi microsismici a rifrazione in onde longitudinali P_{waves} , a cui è stato associato rilievo ed elaborazione MASW (Multichannels Analysis Surface Waves) e ReMiTM (Refraction Microtremor analysis) dei dati, impiegando le medesime direttrici geofoniche.

L'indagine è stata sviluppata su n.5 direttrici, mediante n.9 stendimenti geofonici della lunghezza variabile tra m 52 e m 68 ciascuno, disposti trasversalmente al versante in sinistra orografica del Rio Morsano, lungo la vallecchia contraddistinta con la denominazione di G-3, in località Ginestreto del Comune di Sogliano al Rubicone (FC).

Il rilievo è stato sviluppato al fine di definire lo spessore dei suoli e delle coperture, ed individuare la generale quota di soggiacenza del substrato formazionale, e verificare il profilo di rigidità dei terreni nel sottosuolo, al fine di supportare la redazione di un modello sismostratigrafico di dettaglio per l'analisi di risposta locale.

Preso atto della agibilità ed operatività strumentale dei luoghi di interesse, della natura dei sedimenti nel sottosuolo e delle specifiche avanzate dalla Committenza, il rilievo in P_{waves} è stato sviluppato mediante n.9 stendimenti geofonici della lunghezza unitaria variabile tra m 52 e m 68, sviluppati trasversalmente al versante di indagine ed allineati su n.5 sezioni, per una lunghezza complessiva di ml 486

La prospezione, condotta nei limiti logistici di operatività strumentale, è stata impiegata per il rilevamento ed elaborazione MASW e ReMiTM dei dati, per la misura delle velocità delle onde di taglio dei terreni nel sottosuolo e per la definizione del modello sismo stratigrafico di riferimento locale.

INDAGINI ESEGUITE

L'indagine microsismica a rifrazione è stata eseguita impiegando un sismografo "DOREMI" della SARA electronic instruments s.r.l.; l'elettronica è distribuita lungo il cavo e la connessione al personal computer dedicato all'osservazione grafica e al management del sistema è svolta da una interfaccia "DoReMi master".

Il sismografo è pertanto distribuito con i suoi canali lungo la direttrice di rilevamento ed il software dedicato, che acquisisce il segnale analogico dai velocimetri al suolo impiegati per il rilievo, lo invia in forma digitale al sistema centrale in modo indipendente per ogni canale di registrazione, e dispone di una memoria di 30000 campioni a 24 bit. Il software di gestione del sistema consente di impostare lunghezza e frequenza del campionamento, numero dei canali in registrazione, guadagno del singolo canale ed impostazioni di registrazione dei dati; le opzioni avanzate consentono di impostare operazioni di somma, media, differenza di energizzazioni multiple, di impiegare filtri passabanda al dato registrato ed eseguire operazioni di interlacciamento, concatenamento o workaway di diversi set di dati.

Alla strumentazione sismografica sono stati connessi sensori geofonici verticali da 4.5 Hz in numero variabile tra 12 e 16 posti a distanza reciproca di m 4; le energizzazioni, prodotte con massa battente, sono state ripetute agli estremi delle stese geofoniche ed in posizioni intermedie, al fine di dettagliare la morfologia dei rifrattori successivamente interpretati; i dati acquisiti consistono nelle registrazioni dei treni d'onda a partire dall'istante di energizzazione (± 1 msec), per un intervallo di tempo di msec 2000, riprodotti da supporto magnetico sul quale è eseguita l'interpretazione.

L'interpretazione, condotta mediante tecnica di tipo tomografico, consente di verificare, lo spessore dei suoli e delle coperture e determinare la quota di soggiacenza del substrato formazionale.

I rilievi hanno inoltre consentito di acquisire dati necessari a guidare correttamente l'elaborazione dei dati mediante tecniche di analisi spettrale nel dominio delle frequenze MASW e ReMiTM, per la definizione del profilo sismo-stratigrafico caratteristico di sito.

Le sezioni geofisiche evidenziano la presenza di coperture e spessori di intensa alterazione del substrato per spessori mediamente compresi tra m 3 e m 6, con un incremento lungo il profilo sismico n.2 (basi sismiche n.4 e n.5), individuate nella zona medio bassa della vallecchia, dove si raggiungono i m 8 di spessore.

I minori spessori delle coperture si rilevano nella zona medio alta, in corrispondenza dei profili n.4 (base sismica n.8) e n.5 (base sismica n.9), dove si registrano sedimenti poco addensati per spessori medi di m 3.

I terreni di copertura presentano velocità delle onde longitudinali di 300-500 m/sec, spessori che sfumano tuttavia ai terreni di alterazione del substrato formazionale, immediatamente sottoposti.

Tali ultimi terreni, riferibili a sedimenti argilloso marnosi e sabbiosi, della porzione più alterata del substrato formazionale, presentano velocità delle onde longitudinali dell'ordine di 600-900 m/sec, evidenziando medio basse qualità elastiche.

Il substrato formazionale intensamente alterato presenta spessori medi di m 3-5 e sottende terreni caratterizzati da maggiore tenacia e più elevata velocità delle onde longitudinali di 1200-1800 m/sec da profondità di m 8-10 dal piano di prova.

Il substrato di maggiore tenacia si intercetta da profondità di m 15-20 dal piano di prova, quota dalla quale si registrano velocità delle onde longitudinali di 2200-2600 m/sec.

L'indagine microsismica Multichannels Analysis Surface Waves è stata eseguita impiegando il medesimo sismografo "DOREMI" multicanale, operando le acquisizioni sulla medesima direttrice geofonica impiegata per l'indagine a rifrazione, utilizzando una frequenza di campionamento di 5000 Hz e registrazione magnetica degli eventi per un intervallo di tempo di msec 2000.

Il rilievo MASW è stato condotto operando energizzazioni per l'acquisizione dei dati agli estremi delle stese geofoniche e in diverse postazioni intermedie, restituendo i risultati su verticali rappresentative del sito e riferite alle porzioni in s.l. indicate dal punto di energizzazione rispetto alla direttrice geofonica impiegata nell'analisi; alla strumentazione sismografica sono stati connessi sensori geofonici verticali da 4.5 Hz, posti a distanza reciproca di m 4, o ridotta mediante operazione di energizzazione multipla agli estremi di riferimento.

La tecnica di investigazione ed elaborazione MASW dei dati consente di rilevare la situazione sismo-stratigrafica del sottosuolo in riferimento alle velocità delle onde S di taglio basandosi sulla misura delle onde superficiali di Rayleigh.

Le onde di Rayleigh, onde di superficie prodotte da un movimento circolare retrogrado delle particelle del suolo si presta ad una agevole elaborazione in considerazione del contenuto energetico, che risulta nettamente superiore a quello che compete alle componenti delle onde di volume P ed S, il cui decadimento ed attenuazione risulta proporzionale al quadrato della distanza piuttosto che alla distanza dalla sorgente dell'impulso.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh subiscono il fenomeno della dispersione, nel quale le differenti lunghezze d'onda che descrivono il movimento delle particelle viaggiano a velocità differenti in relazione alla rigidità dei mezzi impegnati nel sottosuolo.

Lo studio della dispersione delle onde di Rayleigh consente di analizzare le variazioni di velocità delle onde S nel sottosuolo e di discriminare in profondità le principali variazioni di rigidità dei terreni, tenendo conto che le componenti d'onda ad alta frequenza impegnano e caratterizzano gli strati più superficiali dell'area di indagine, mentre le componenti d'onda a più bassa frequenza interessano spessori maggiori del sottosuolo e caratterizzano gli strati più profondi.

La determinazione della velocità delle onde S si determina considerando che la stessa risulta dell'ordine di 90-110% la velocità delle onde di Rayleigh.

L'interpretazione MASW è stata condotta con softwares votati (WinMASW, Geogiga, SeisImages e Masw-Vitantonio, WinMasw-Eliosoft) ed è intesa a determinare la sismostratigrafia in onde S del sito, accertando eventuali e locali inversioni di velocità e calcolando il valore equivalente, per la definizione della locale categoria di suolo e dello scenario di pericolosità sismica di riferimento per le verifiche strutturali delle opere di contenimento del ciglio di monte che margina la viabilità comunale di studio.

I profili di rigidità, relativi alle restituzioni lungo le direttrici geofoniche di rilevamento, evidenziano la presenza, nell'immediato sottosuolo, di terreni di copertura e porzione intensamente alterata del substrato formazionale, caratterizzati da velocità delle onde di taglio dell'ordine di 150-240 m/sec, dello spessore medio di m 5-9.

I terreni immediatamente sottoposti, riferibili alla porzione detensionata del substrato formazionale, qualificata da velocità delle onde longitudinali di 1200-1800 m/sec, sono caratterizzati da velocità delle onde di taglio di 280-350 m/sec, valore registrato sino a profondità media di m 12-18 dal piano di prova.

Oltre tale profondità i terreni del substrato formazionale sono caratterizzati da velocità medie delle onde di taglio di 400-500 m/sec, sino a profondità di m 25-35 dal piano di prova, dove si registrano incrementi di rigidità e valori di velocità delle onde di taglio di 650-750 m/sec, crescenti con un gradiente medio di 50 m/sec / m 10.

Il **rilievo Re.Mi.TM** (Refraction Microtremor analysis), sviluppato sui medesimi arrays geofonici già impiegati per il rilievo a rifrazione e MASW, è stato condotto adoperando il medesimo sismografo "DOREMI-SARA" multicanale con possibilità di incremento e sovrapposizione strumentale del segnale, con frequenza di campionamento di 400 Hz e registrazione magnetica di n.8 eventi della lunghezza di registrazione di sec 30.

L'interpretazione dei "microtremori" ed è stata condotta con softwares votati (SeisImages e WinMasw-Eliosoft, Geogiga e Geopsy): i profili di rigidità hanno determinato restituzioni di adeguata risoluzione, validando i risultati dell'analisi MASW e risolvendo a maggiore profondità le caratteristiche elastiche dei terreni, consentendo di verificare l'effettiva quota di soggiacenza del substrato rigido di riferimento, come definito ai sensi del § 3.2.2 del D.M. 17.01.2018.

Il **rilievo dei microtremori** per analisi dei rapporti spettrali delle componenti orizzontale e verticale del moto, è stato condotto su n.3 postazioni, impiegando velocimetri orientati con frequenza di 2.0 Hz e digitalizzatore a 24 bit prodotto dalla Sara Instrument - Perugia. Il rilievo è stato condotto operando una registrazione continua, dove la scelta della durata dell'acquisizione è stata definita in relazione a preliminari prospezioni di

taratura ed in relazione alle condizioni di rumore locale e caratteristiche ambientali dei luoghi, in modo da disporre di un'adeguata finestra temporale che consentisse una opportuna analisi dei dati alle frequenze di interesse.

I microtremori sono delle oscillazioni della superficie terrestre, determinate da sorgenti a varia frequenza, delle quali si effettua una registrazione per la selezione di treni d'onda a bassa ampiezza, sia di origine naturale che di origine antropica, al fine di determinare la frequenza fondamentale del sito di indagine (Otha et al., 1978; Lermo et al., 1988; Hough et al., 1991, 1992; ecc.), con al quale confrontare la risposta strutturale degli edifici di progetto, per escludere condizioni di potenziale risonanza.

Il metodo proposto da Nakamura si basa sul rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del noise, assumendo che la componente verticale (V) nel passare dal *bedrock* alla superficie non subisce amplificazione, e consente di determinare la “*frequenza di risonanza*” di uno strato caratteristico del sito, per il quale assume il valore massimo il rapporto $RHV = HS / VS$ (*Horizontal to Vertical Ratio*) tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo.

L'elaborazione dei dati è stata condotta impiegando programmi votati (Jsesame, Geopsy), attraverso la quale si è ricercato il valore di picco relativo del rapporto delle componenti spettrali vibrazionali orizzontali e verticale del rumore ambientale H / V sulla postazione di rilievo.

L'analisi accerta la presenza di un gradiente di rigidità, individuato da un picco del rapporto delle componenti vibrazionali del suolo tra 2.5-3.0 Hz e 5.0 Hz, valore che si riferisce al gradiente di rigidità tra coperture con substrato formazionale intensamente alterato e substrato detensionato più tenace, soluzione di continuità interposta tra terreni più superficiali con velocità delle onde di taglio di 400-500 m/sec e quelli sottoposti con velocità delle onde di taglio 650-700 m/sec.

Gli ulteriori gradienti a minore profondità non presentano sempre variazioni repentine i velocità e consistono spesso in passaggi relativamente sfrumati, dove non si riesce a rilevare alcuna chiara soluzione di continuità geofisica.

PROFILI DI RIGIDITA' E NOTE SULLA CATEGORIA DI SUOLO – D.M. 17.01.2018

In riferimento alle elaborazioni MASW e ReMiTM è verificata la “categoria di suolo” del sito in esame, determinando il valore della velocità delle onde S equivalente dei litotipi relativa alla profondità di m 30, assumendo quale quota di riferimento quella del p.d.p., ovvero la profondità di intercetta del bedrock geofisico, dove intercettato entro i m 30 di profondità e qualificato da velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/sec, in riferimento alle specifiche di cui al § 3.2.2 del D.M. 17.01.2018, secondo la relazione

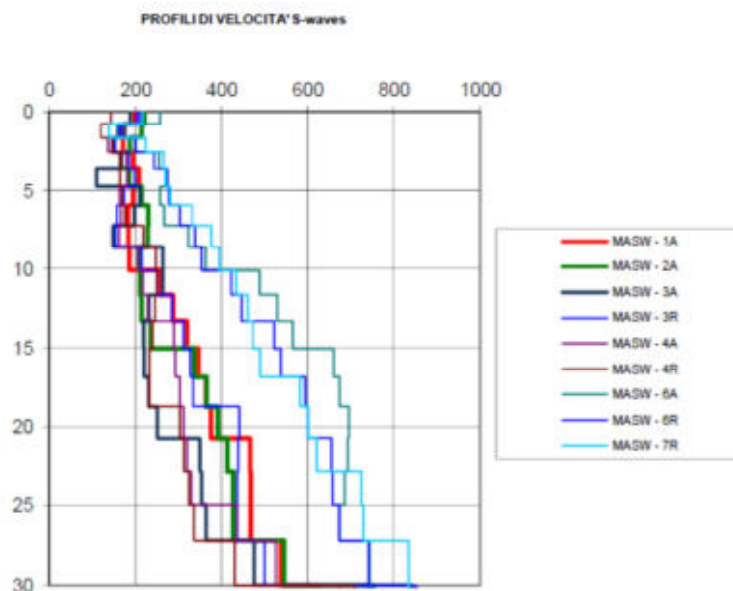
$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove **V_{S,H}** è la velocità sismica ponderata delle onde trasversali sulla profondità H
h_i è lo spessore dell'orizzonte iesimo sotteso al substrato di riferimento
V_i è la velocità delle onde S dell'orizzonte iesimo di spessore h
N è il numero degli strati
H è la profondità del substrato geofisico, qui posto pari a m 30, non avendo intercettato in detta profondità terreni costituiti da roccia o terreno molto rigido con Vs non inferiore a 800 m/sec

I profili di rigidità relativi alle restituzioni MASW e ReMiTM sulle direttrici di rilevamento, verificano la seguente situazione

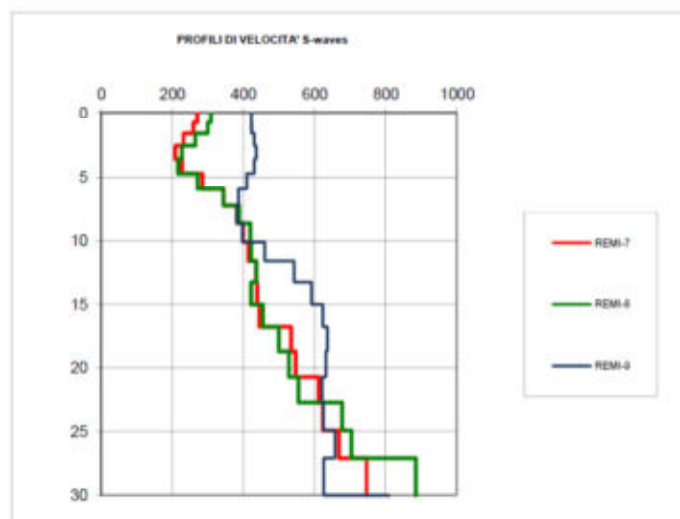
	MASW - 1A	MASW - 2A	MASW - 3A	MASW - 3R	MASW - 4A	MASW - 4R	MASW - 6A	MASW - 6R	MASW - 7R
Depth(m)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
0.00	200	221	189	203	211	143	258	212	217
0.78	174	214	174	159	165	120	157	167	138
1.64	172	188	147	153	136	146	201	199	224
2.59	195	167	166	185	180	166	255	243	266
3.62	209	185	110	199	182	165	273	274	270
4.75	194	215	211	174	164	170	258	277	281
5.96	183	230	198	158	166	176	267	304	332
7.25	184	229	148	154	162	219	323	338	377
8.63	186	208	264	215	207	249	364	354	395
10.10	258	211	264	250	217	250	488	422	435
11.65	288	215	231	285	230	246	530	447	462
13.29	320	236	219	312	289	240	567	522	473
15.02	347	337	221	329	293	233	660	538	490
16.83	364	365	232	335	303	231	675	594	582
18.73	376	393	251	441	311	303	695	600	602
20.71	466	414	350	439	321	314	693	656	621
22.78	468	427	354	436	329	325	686	658	725
24.94	468	428	364	435	437	337	675	673	730
27.19	537	546	476	500	526	431	744	742	834
30.00	624	752	843	852	677	708	744	742	834
Vs30	284	279	234	270	248	235	427	412	420

tabellazione dei valori di velocità dei profili di rigidità determinati attraverso l'analisi MASW dei dati



profili di rigidità determinati attraverso l'analisi MASW dei dati

Depth(m)	REMI-7 S-velocity(m/s)	REMI-8 S-velocity(m/s)	REMI-9 S-velocity(m/s)
0.00	270	309	422
0.78	260	300	423
1.64	231	265	430
2.59	209	228	436
3.62	228	217	430
4.75	286	271	410
5.96	346	344	386
7.25	382	388	382
8.63	400	419	397
10.10	415	422	460
11.65	436	436	542
13.29	439	422	592
15.02	445	455	624
16.83	534	500	637
18.73	547	528	632
20.71	612	556	621
22.78	623	678	625
24.94	670	704	658
27.19	746	885	626
30.00	746	885	808



Vs30

416

427

520

valori di velocità e profili di rigidità determinati attraverso l'analisi ReMiTM dei dati

Le situazioni registrate evidenziano che lungo il profilo n.3 ed i profili n.4 e n.5 gli spessori delle coperture al substrato formazionale alterato risultano più esigui e le caratteristiche elastiche del substrato evidenziano qualità più elevate.

I valori di velocità sulla profondità di m 30, lungo i profili n.1 e n.2 risultano variabili tra 234 m/sec e 284 m/sec, valori che definiscono uno scenario di risposta sismica locale interpretato secondo l'abaco di cui alla tab.3.2.II del D.M. 17.01.2018 riconducibile a quello della categoria di sottosuolo "C", rappresentata da *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

I valori di velocità sulla profondità di m 30, lungo i profili n.3, n.4 e n.5 risultano variabili tra 412 m/sec e 520 m/sec, valori che definiscono uno scenario di risposta sismica locale interpretato secondo l'abaco di cui alla tab.3.2.II del D.M. 17.01.2018 riconducibile a quello della categoria di sottosuolo "B", rappresentata da *rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

Serravalle P.se 25.05.2021

(Stragapede geol.Francesco)



localizzazione area in esame



foto aerea area in esame

Postazione rilievi geofisici



PostG3-A



postazione di rilevamento microtremori
terna geofonica per analisi HVSR

Andata

Base n.1

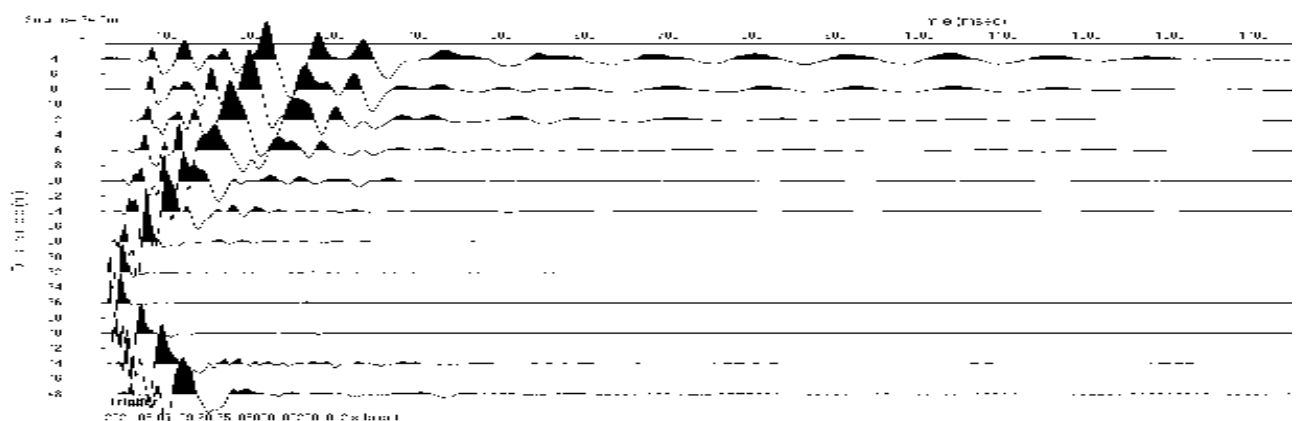
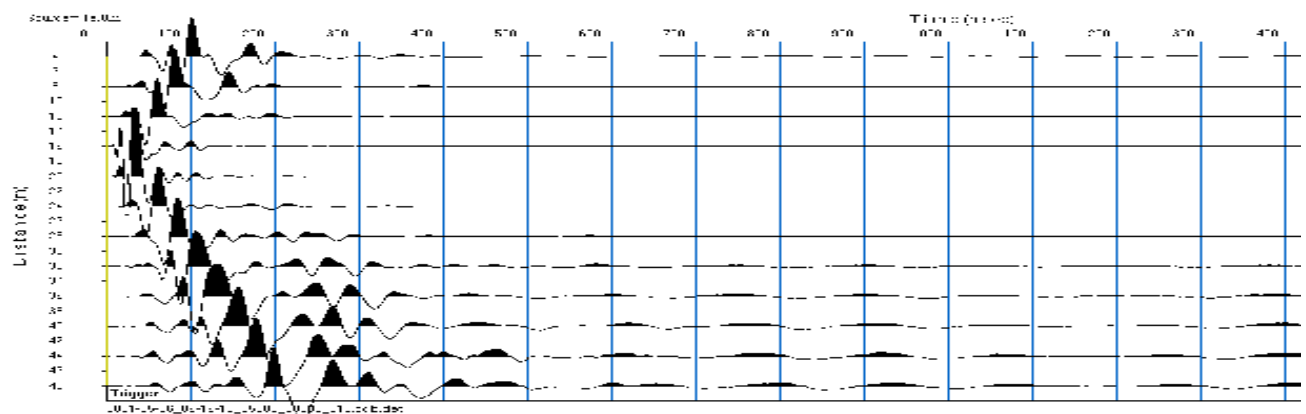
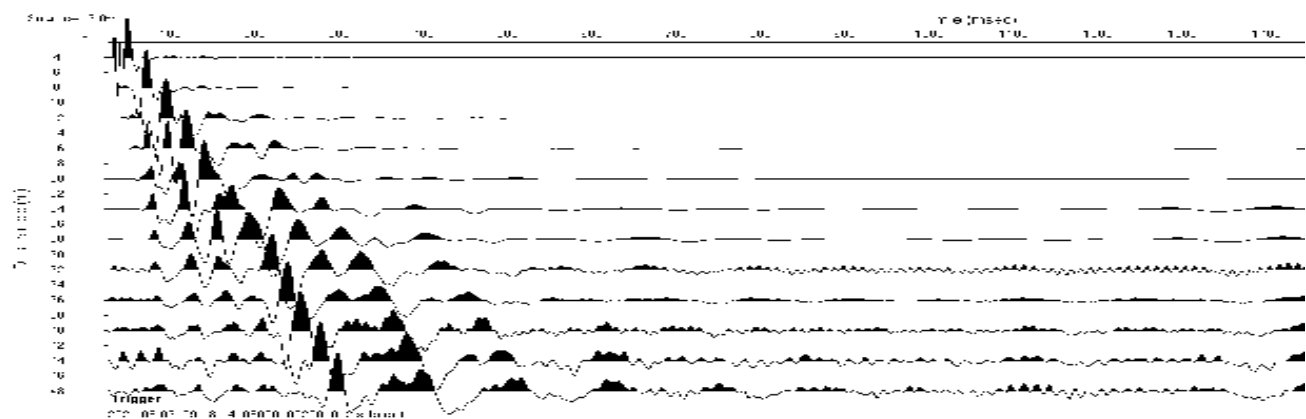
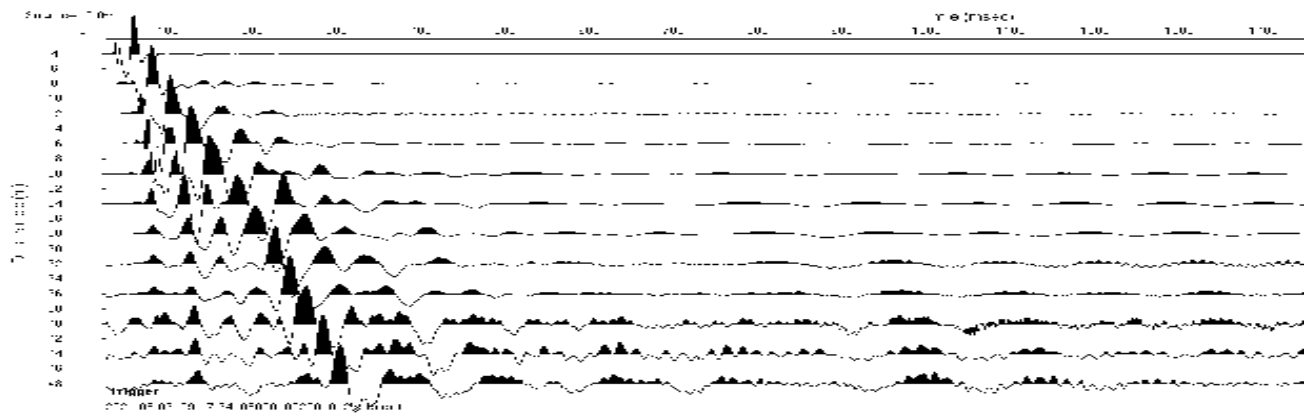
Ritorno

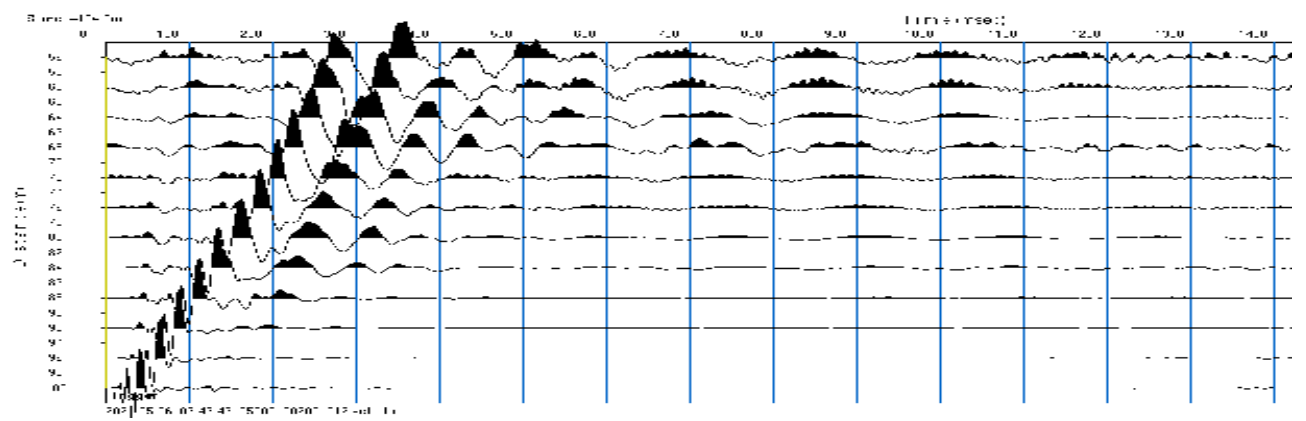
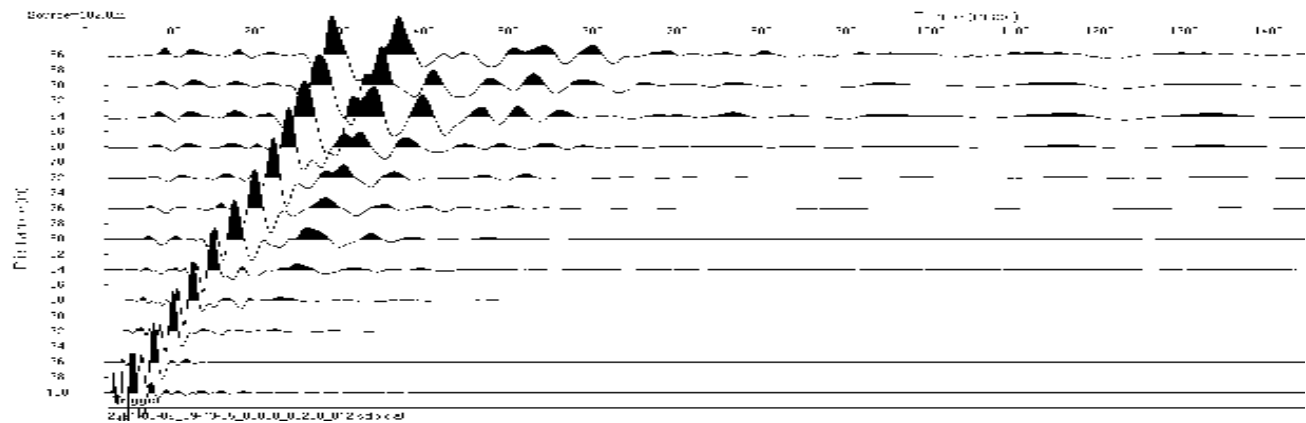
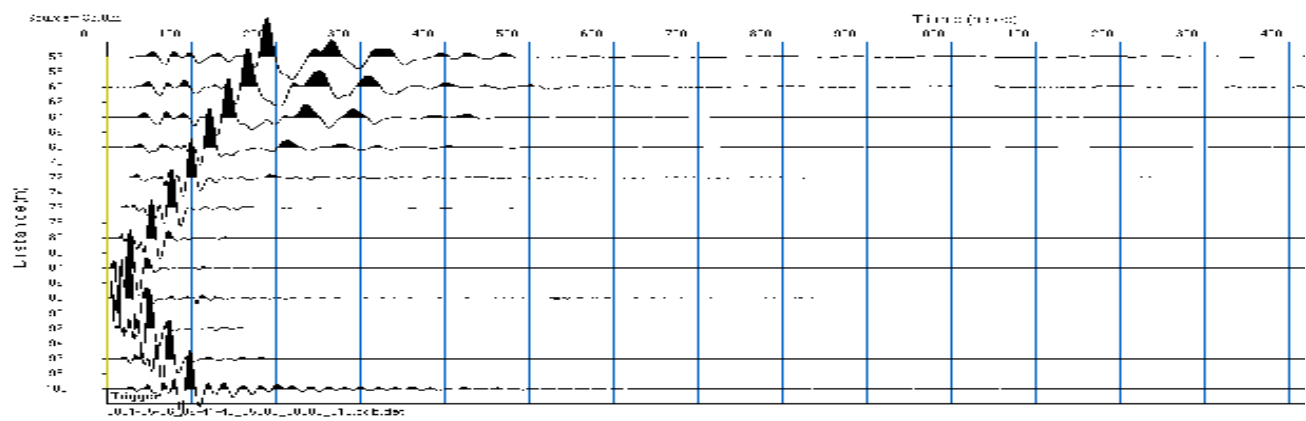
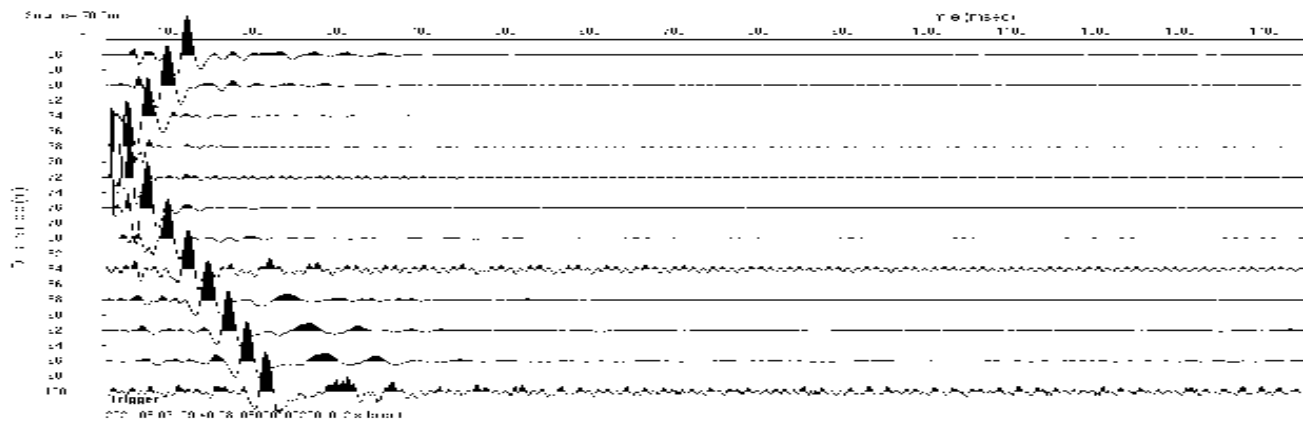
direttrice geofonica sismica a rifrazione
impiegata per rilievo MASW e ReMi

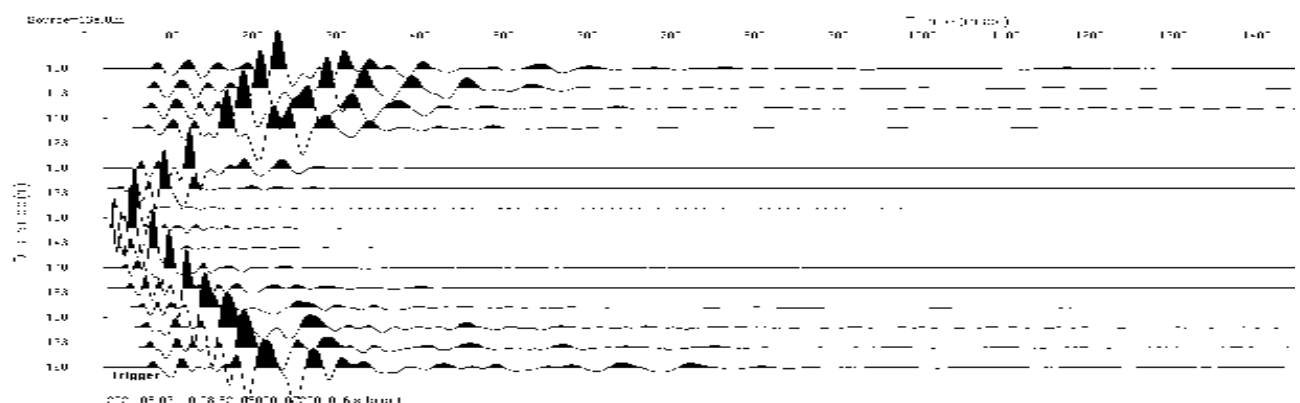
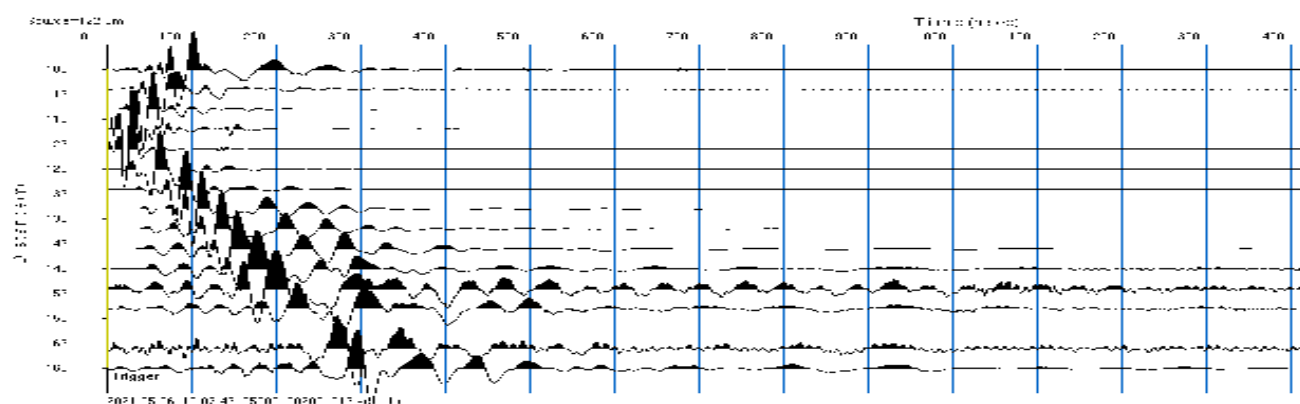
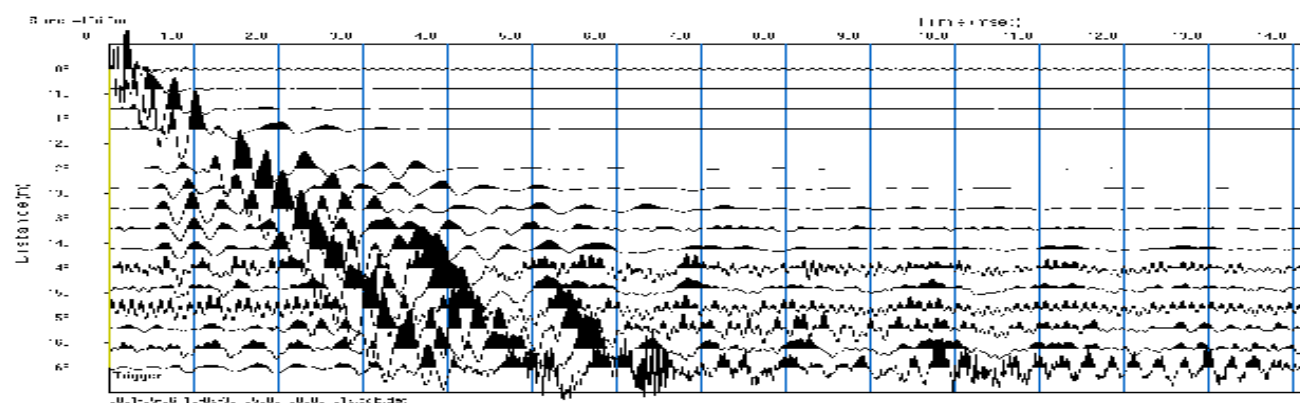
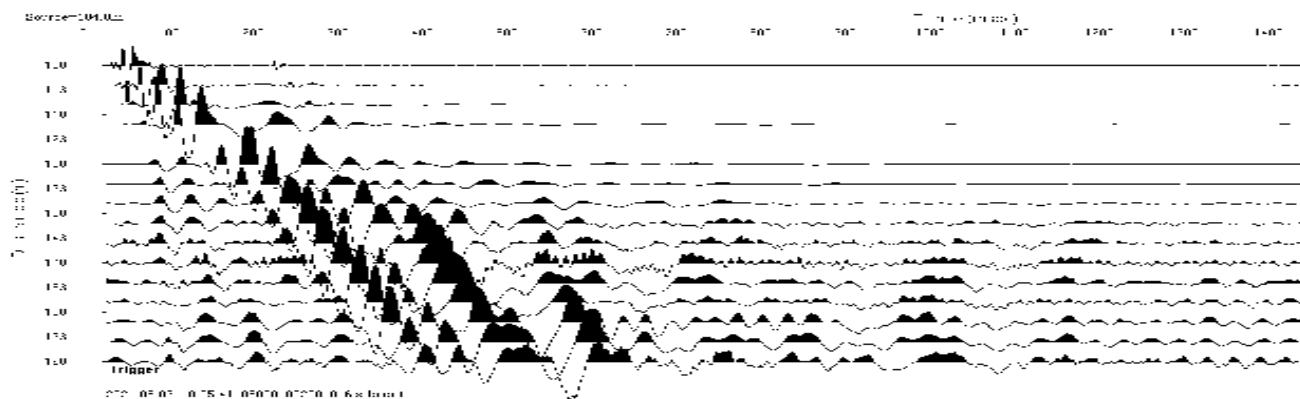
estratto rilievo piano altimetrico area in esame

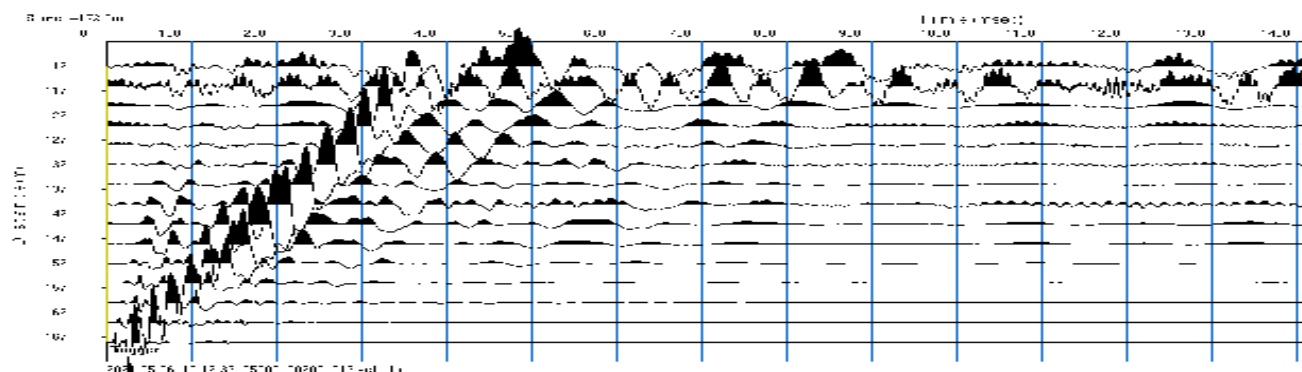
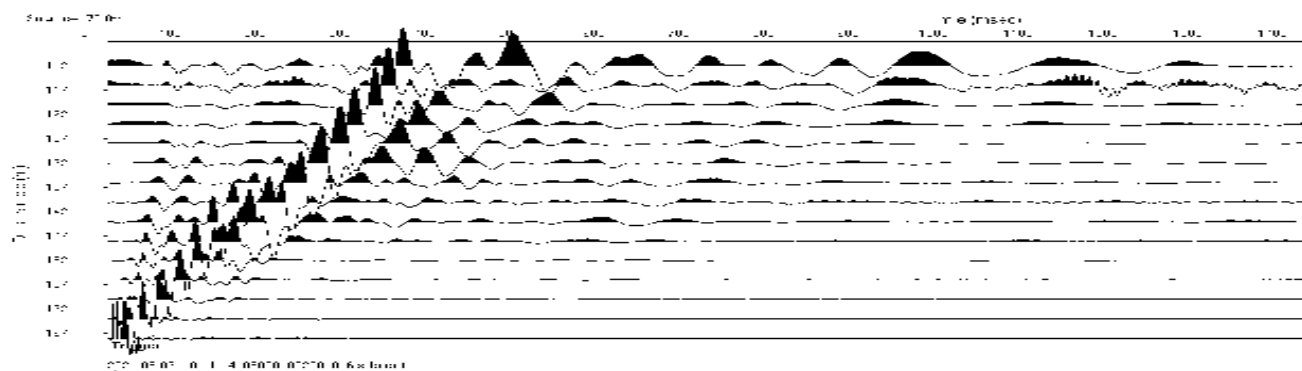
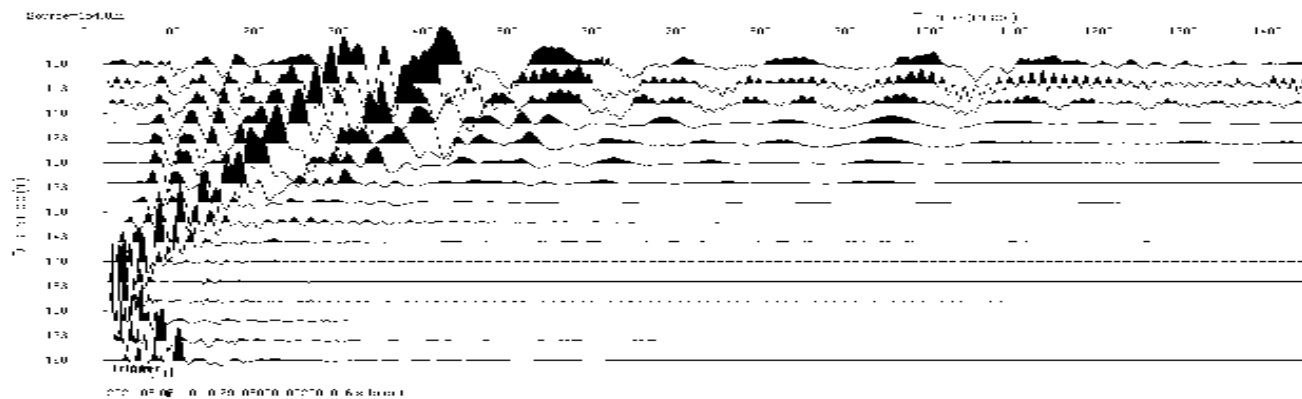
prospezione sismica

rilievi microsismici a rifrazione P_{waves}









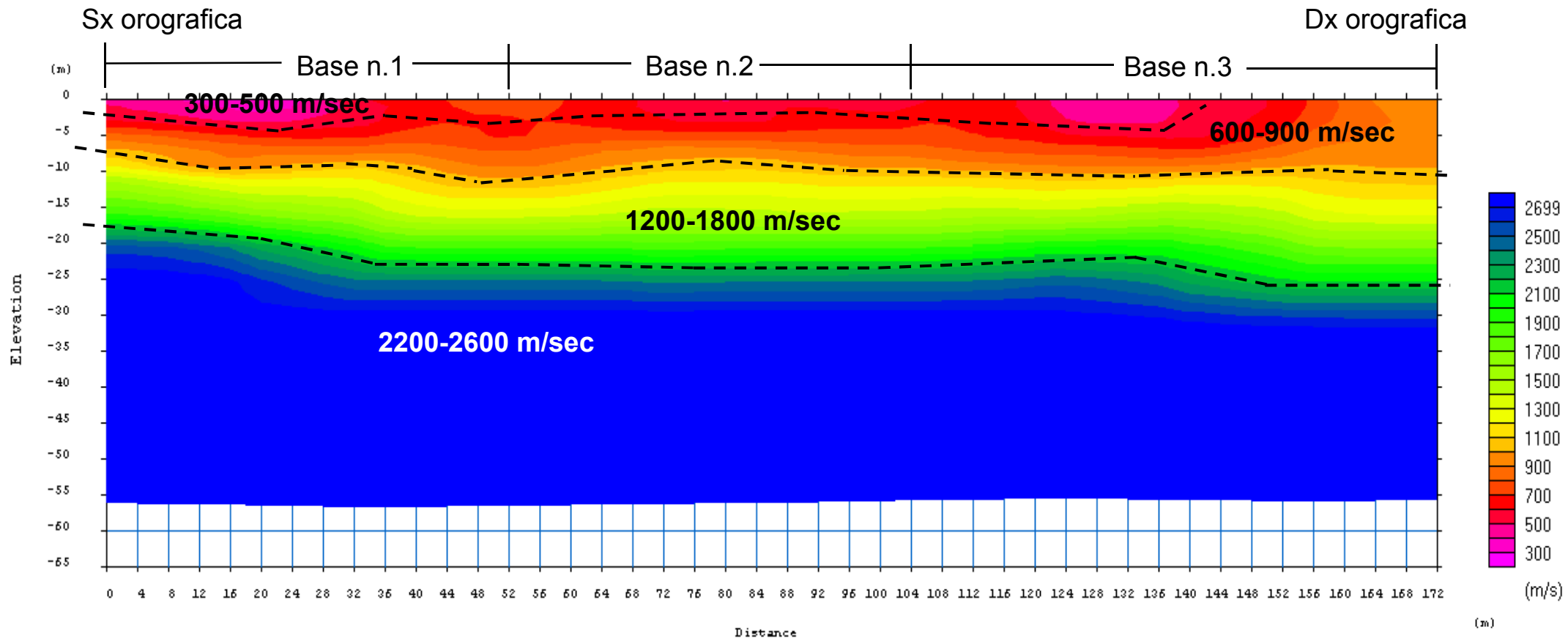
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 06.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.971840°N 12.333261°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.971289°N 12.331323°E

Sezione n.1
basi sismiche n.1, n.2 e n.3

SEZIONE GEOFISICA

elaborazione tomografica



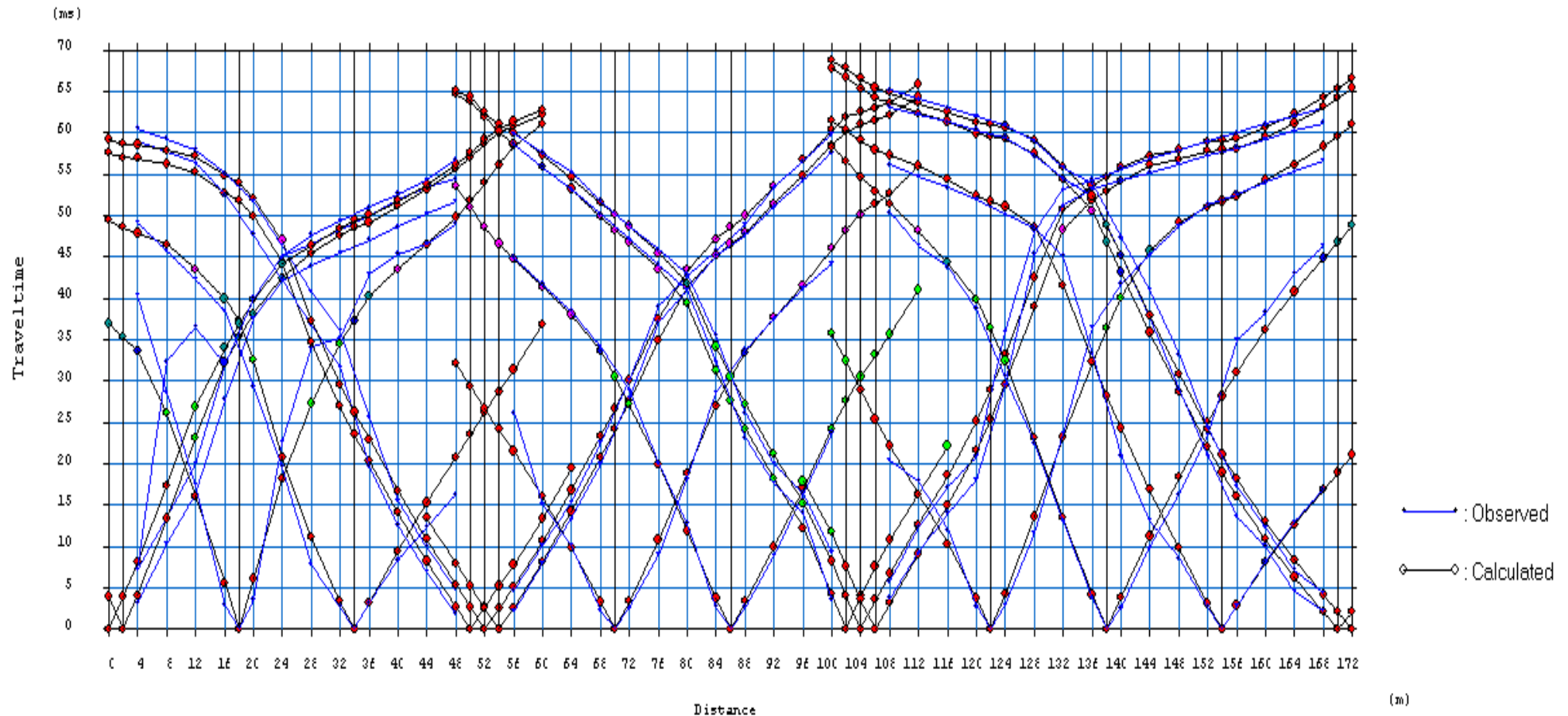
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

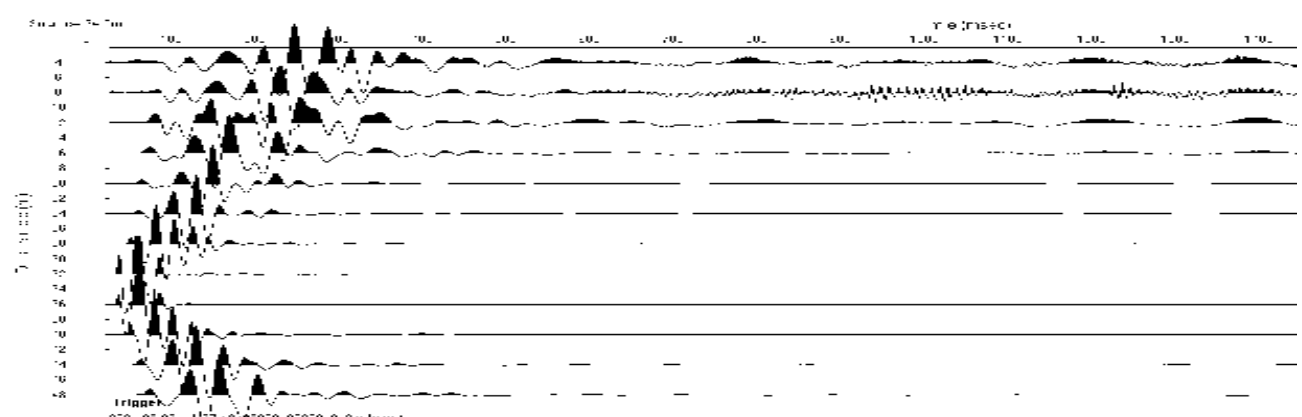
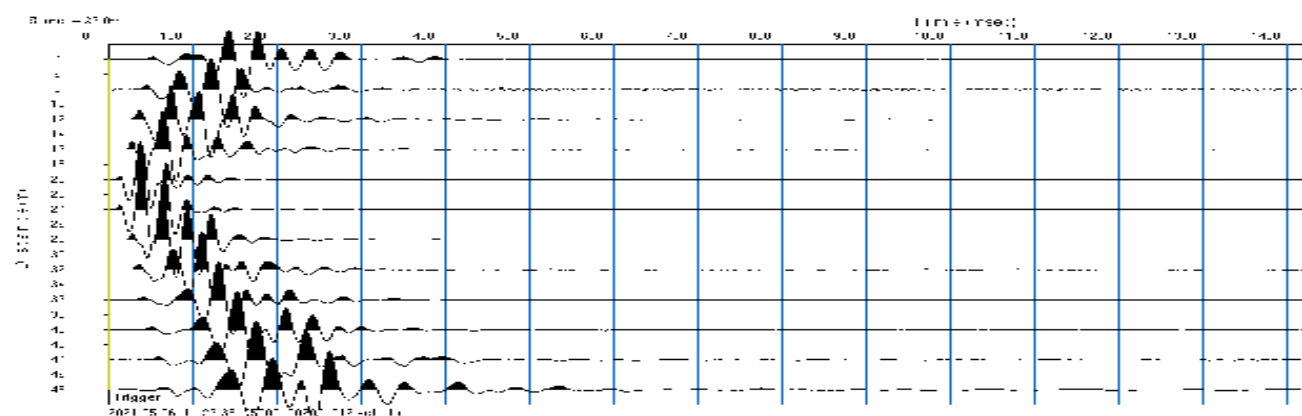
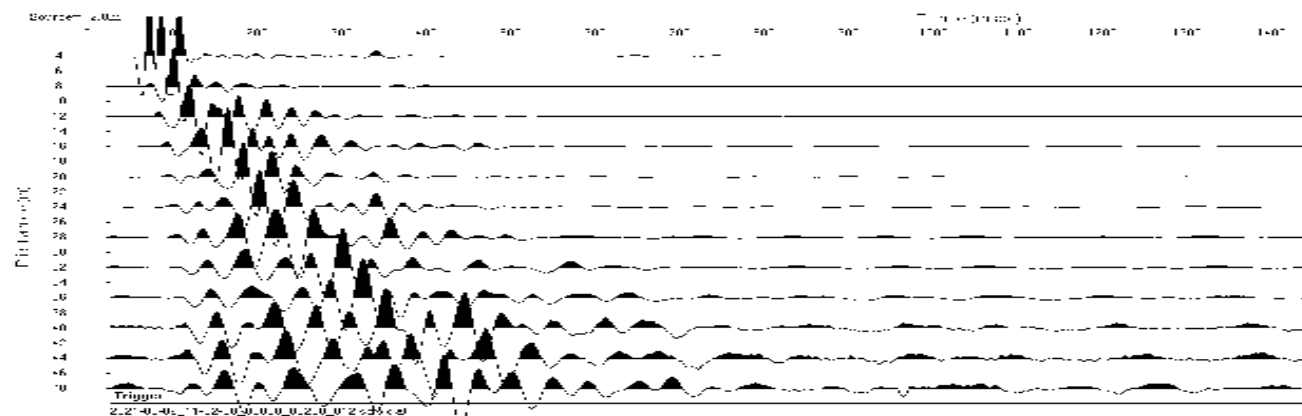
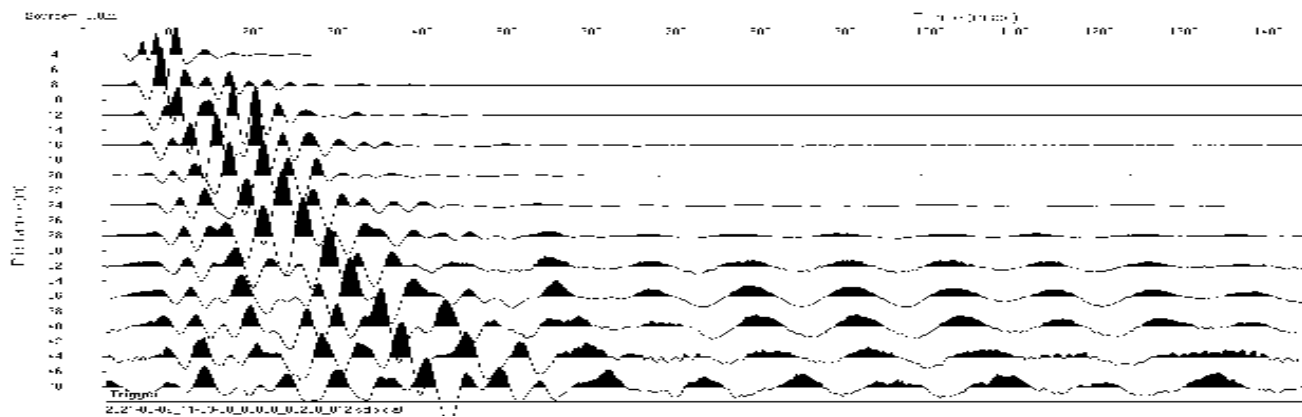
ubicazione: loc. Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 06.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.971840°N 12.333261°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.971289°N 12.331323°E

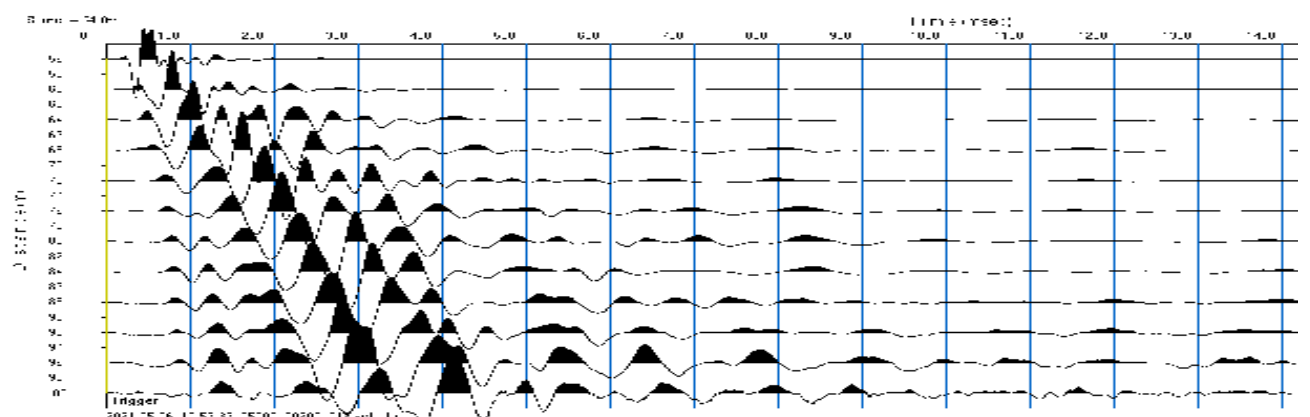
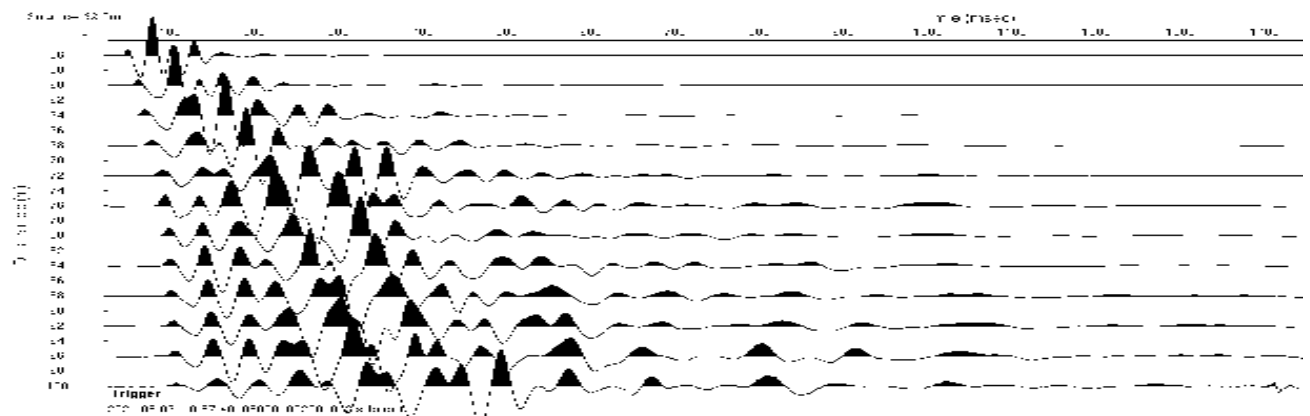
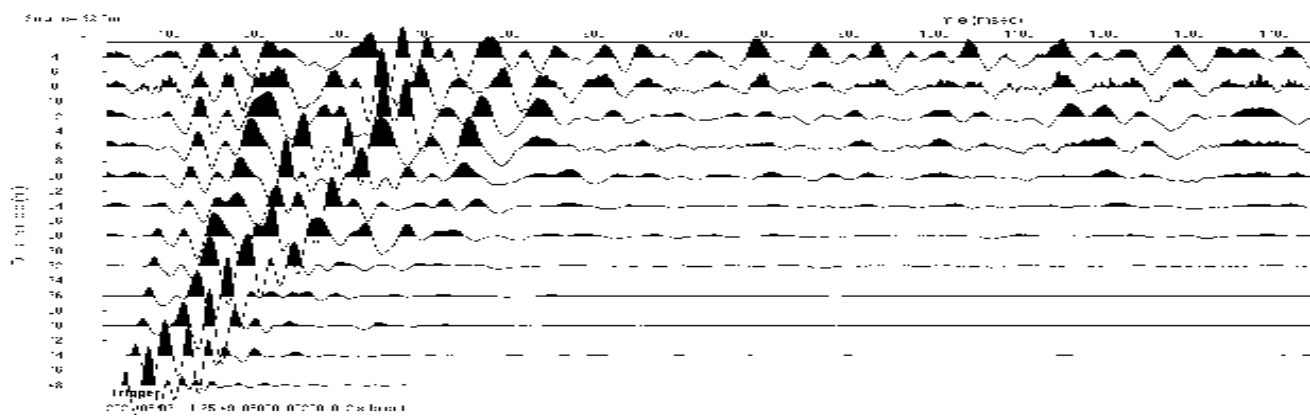
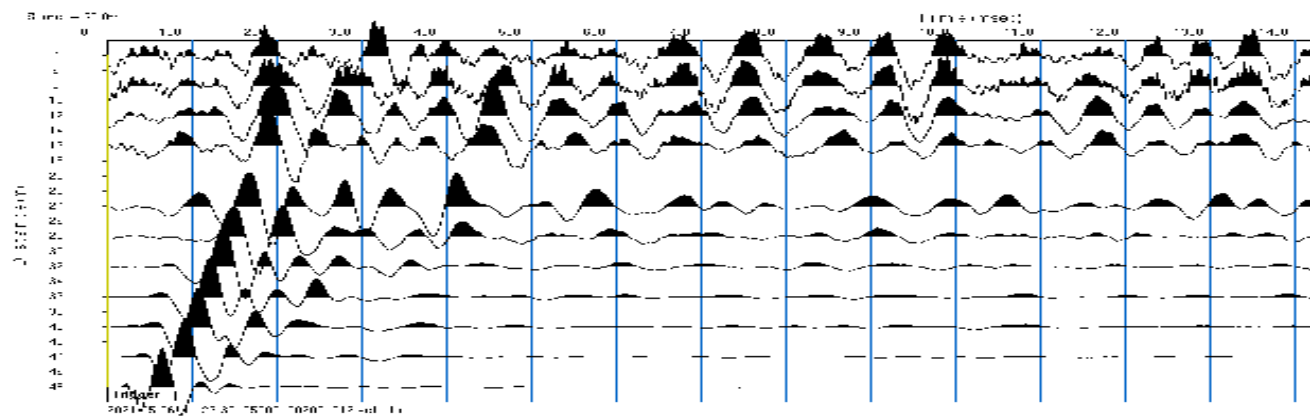
Sezione n.1
basi sismiche n.1, n.2 e n.3

DROMOCRONE

elaborazione tomografica







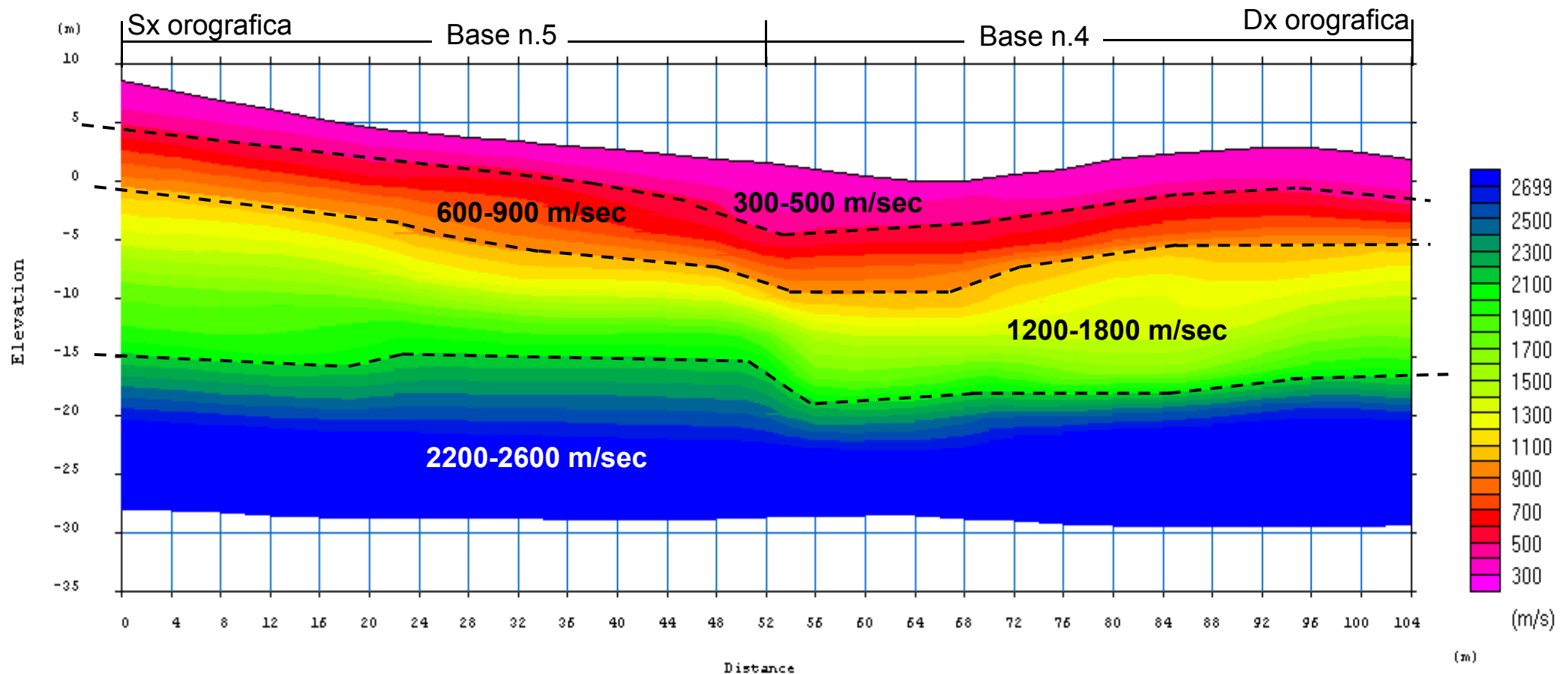
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 06.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.970786°N 12.333463°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.970098°N 12.332785°E

Sezione n.2
basi sismiche n.4 e n.5

SEZIONE GEOFISICA

elaborazione tomografica



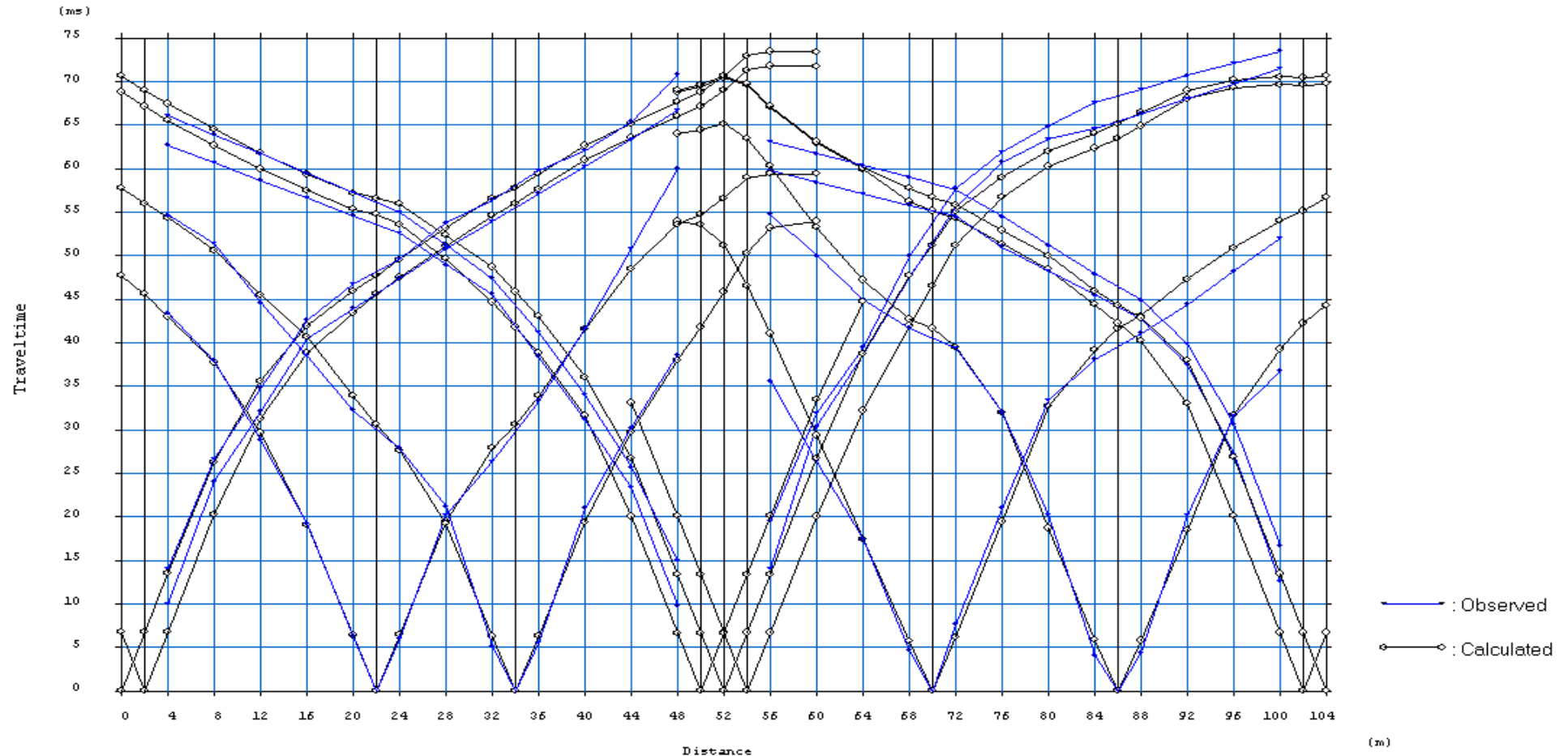
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

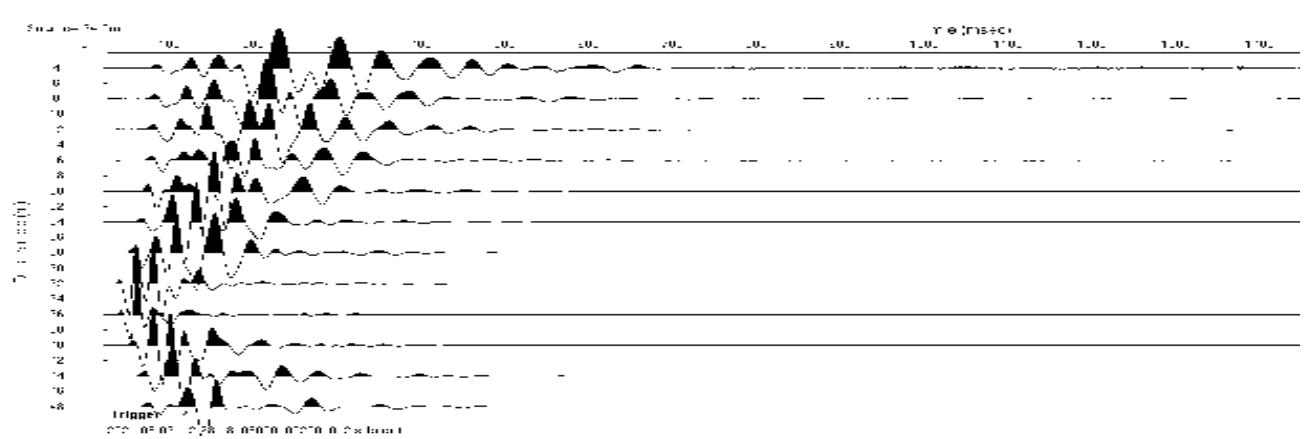
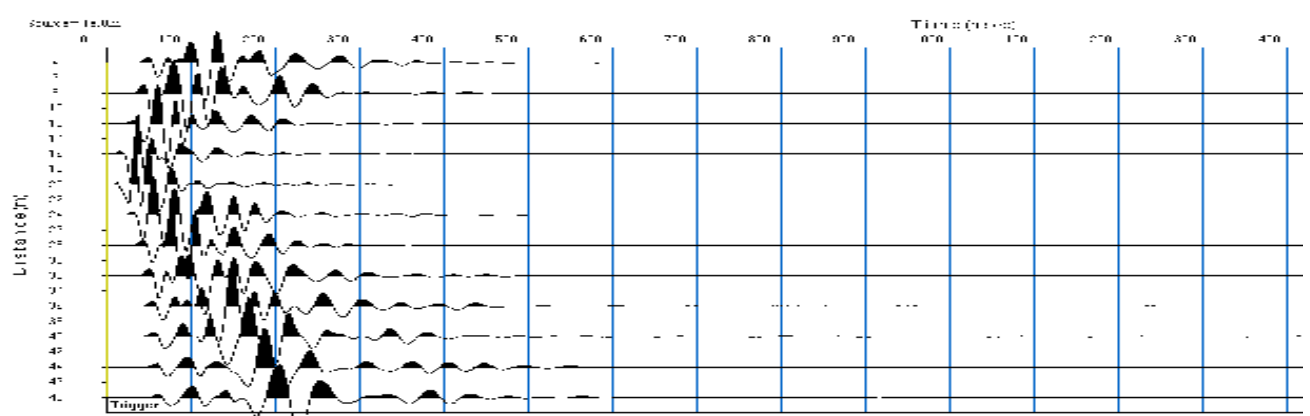
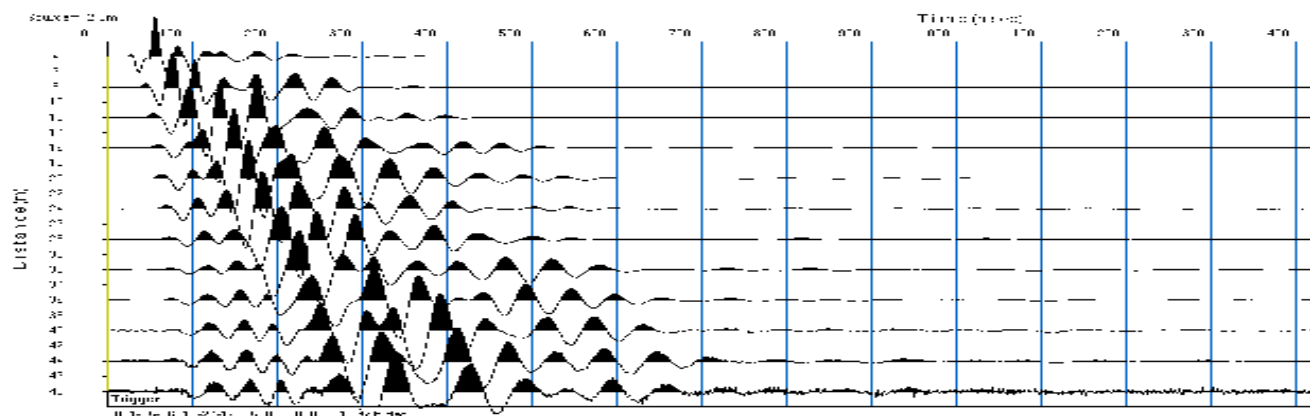
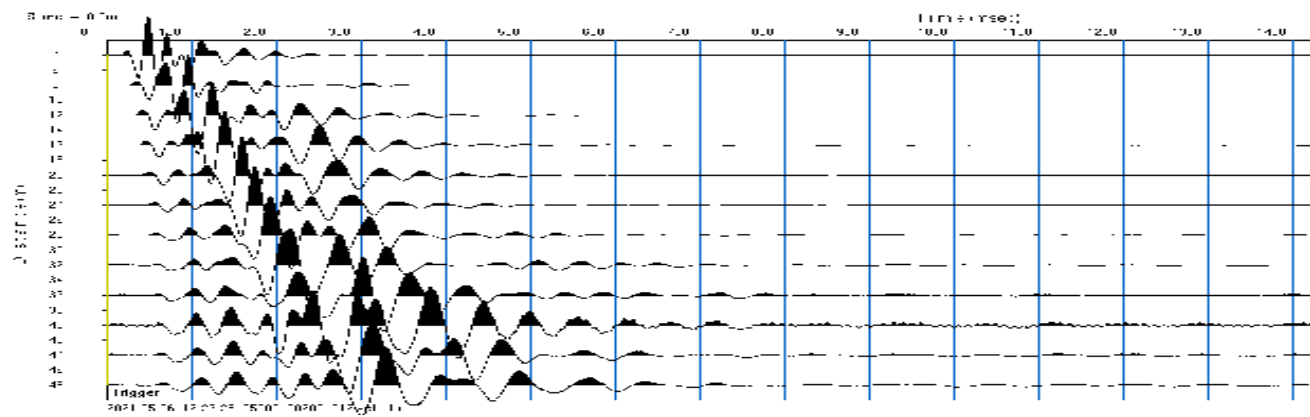
ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 06.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.970786°N 12.333463°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.970098°N 12.332785°E

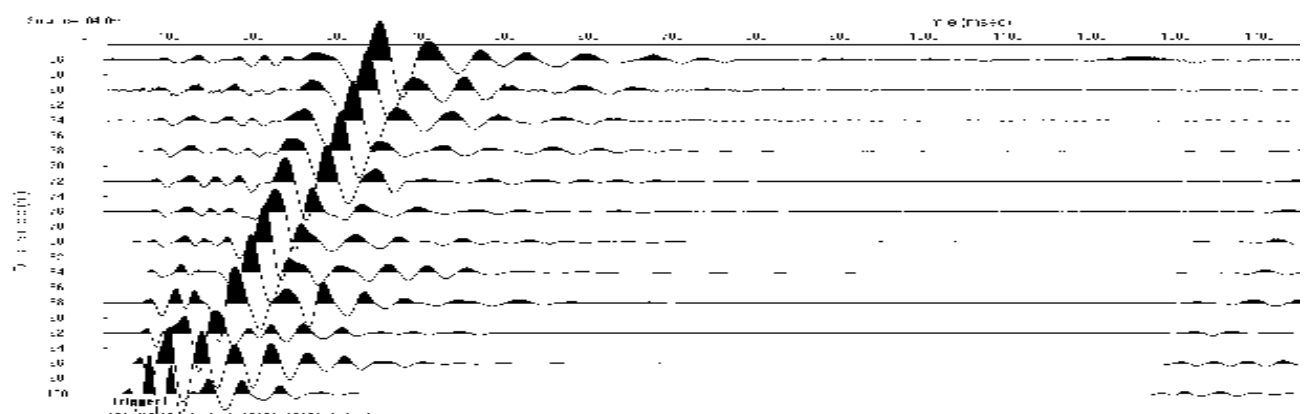
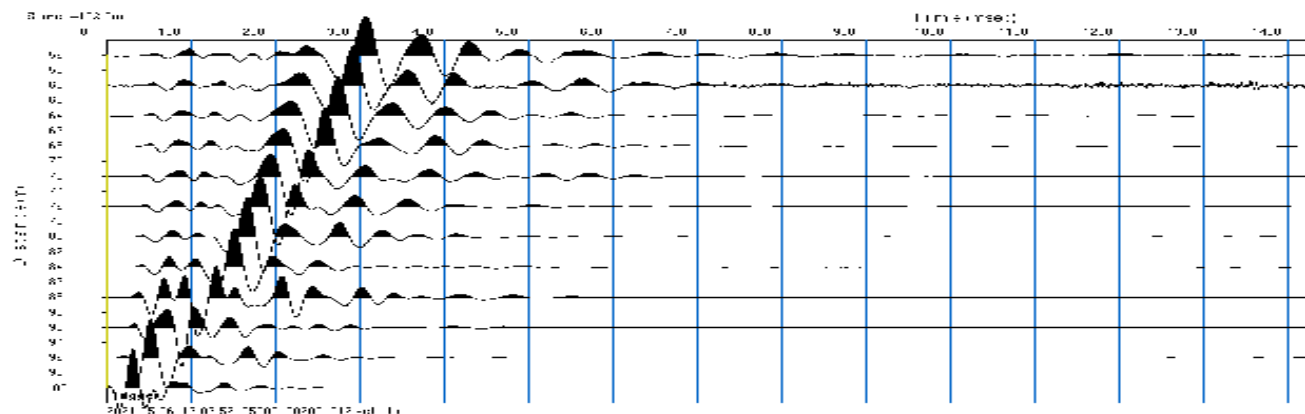
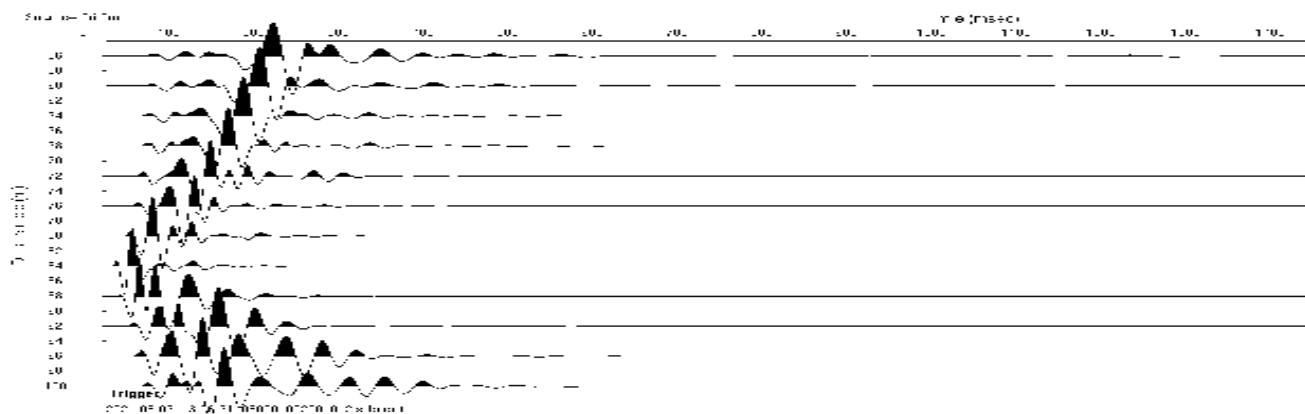
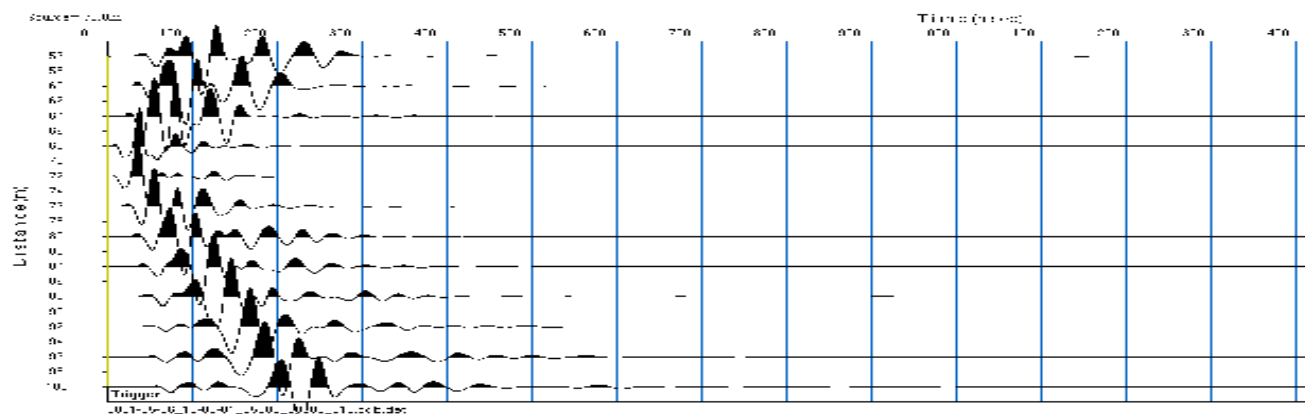
Sezione n.2
basi sismiche n.4 e n.5

DROMOCRONE

elaborazione tomografica







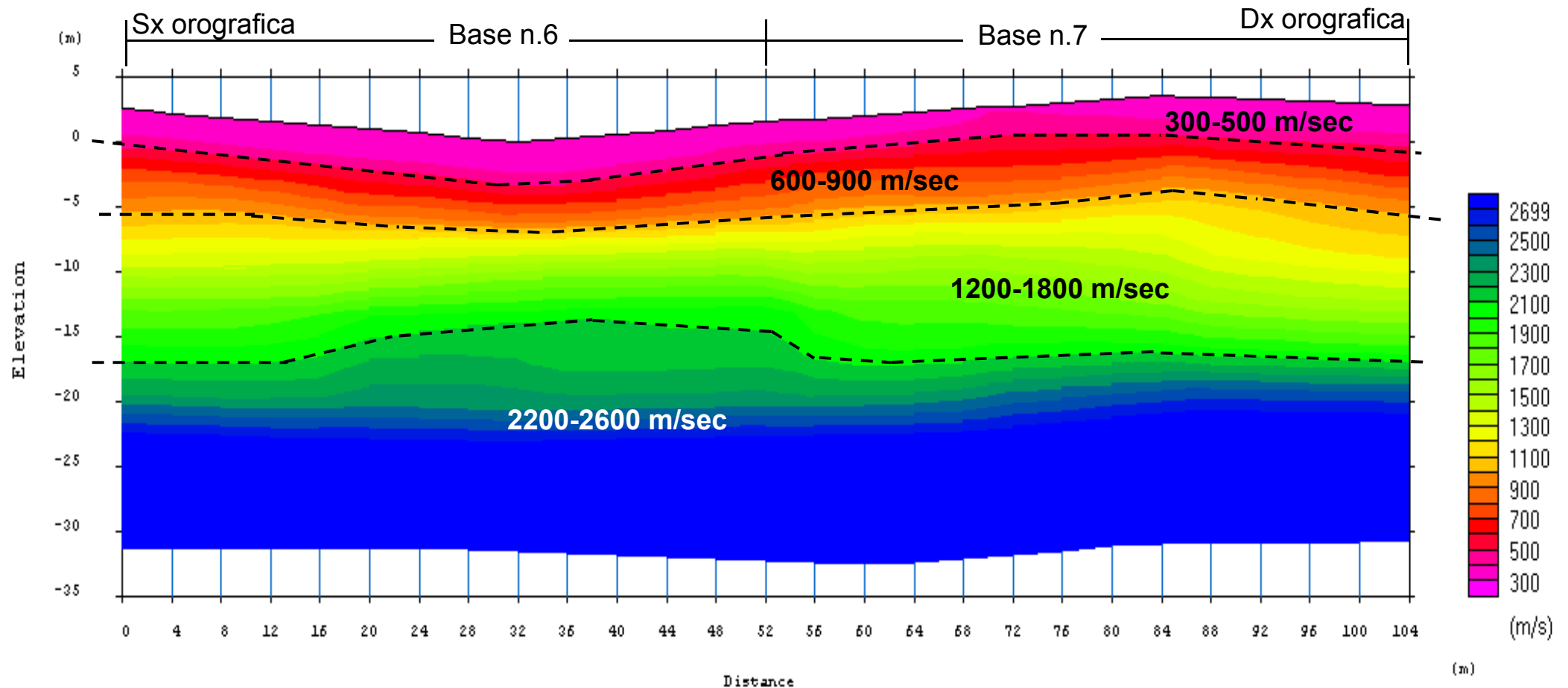
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 06.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.973400°N 12.329471°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.972755°N 12.328514°E

Sezione n.3
basi sismiche n.6 e n.7

SEZIONE GEOFISICA

elaborazione tomografica



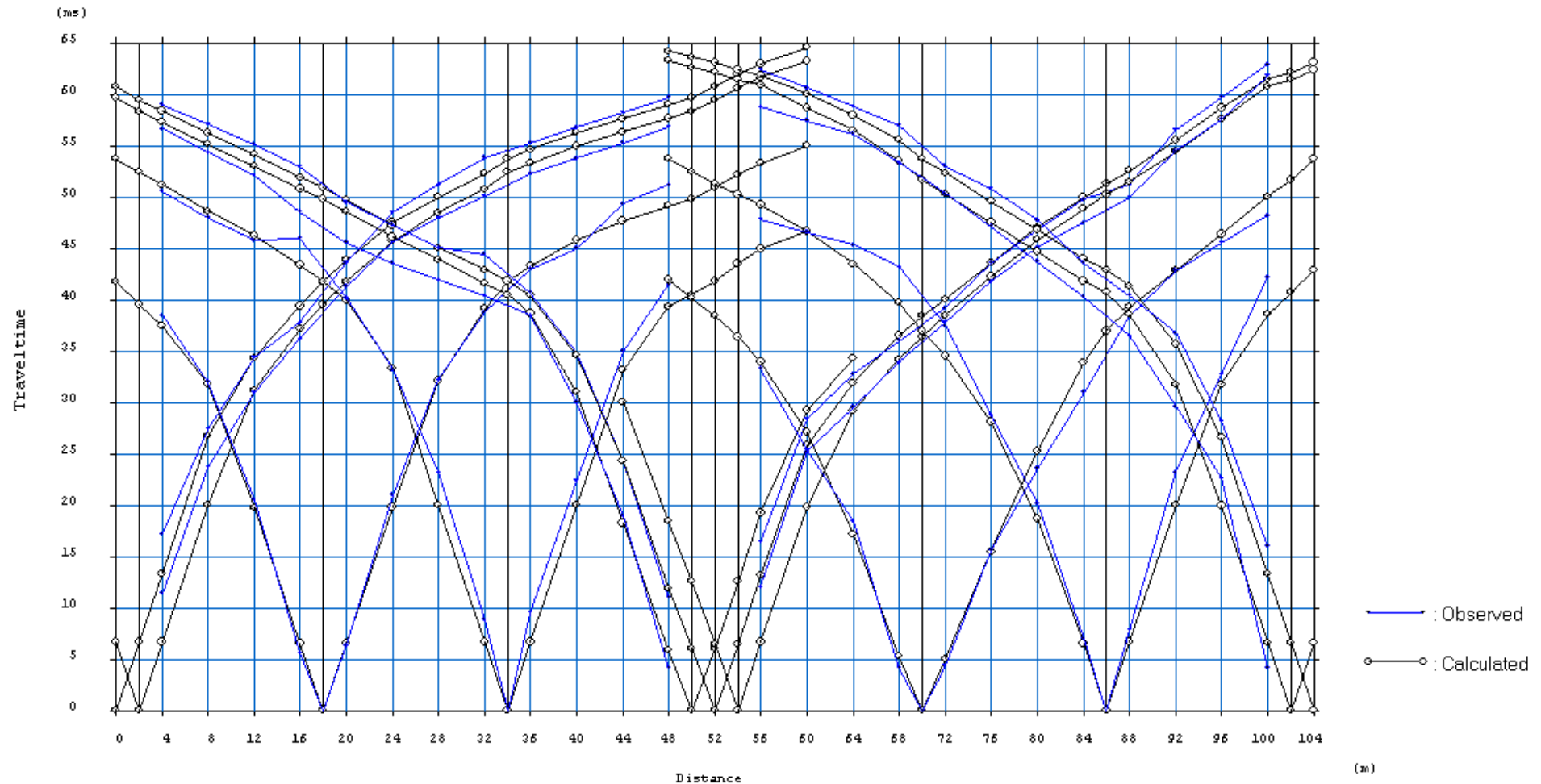
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

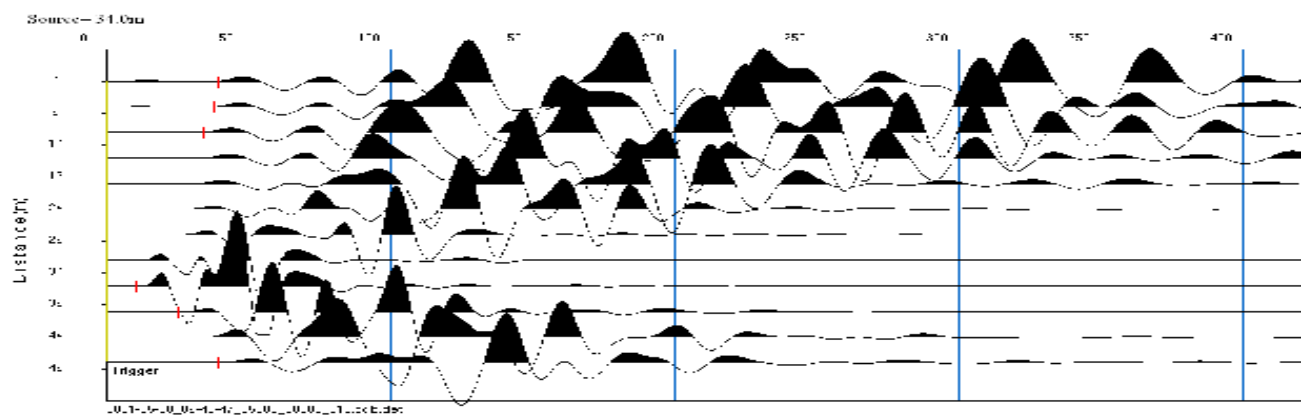
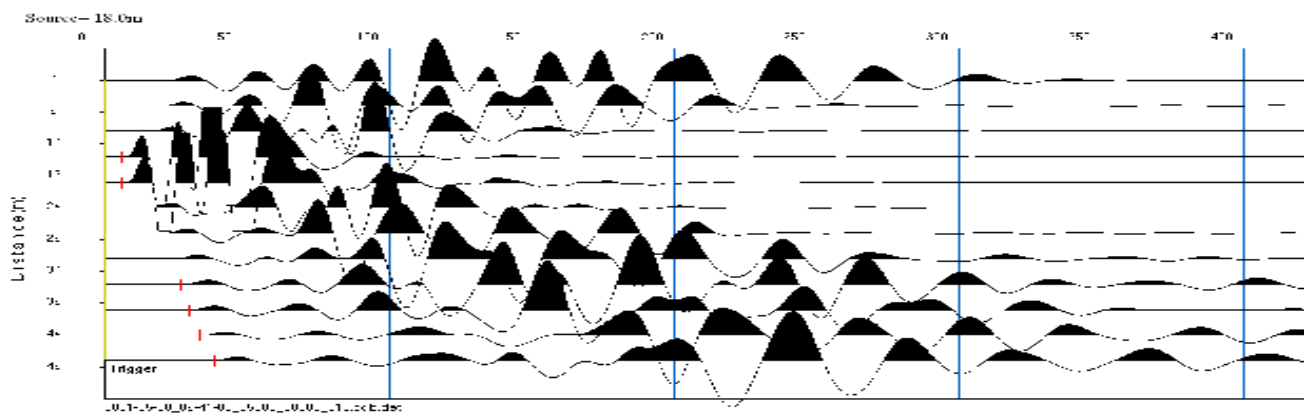
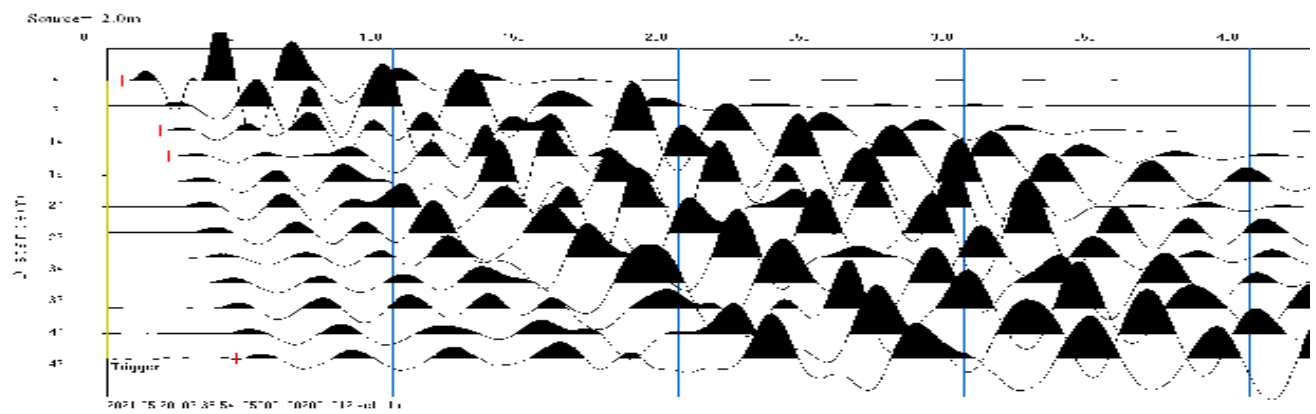
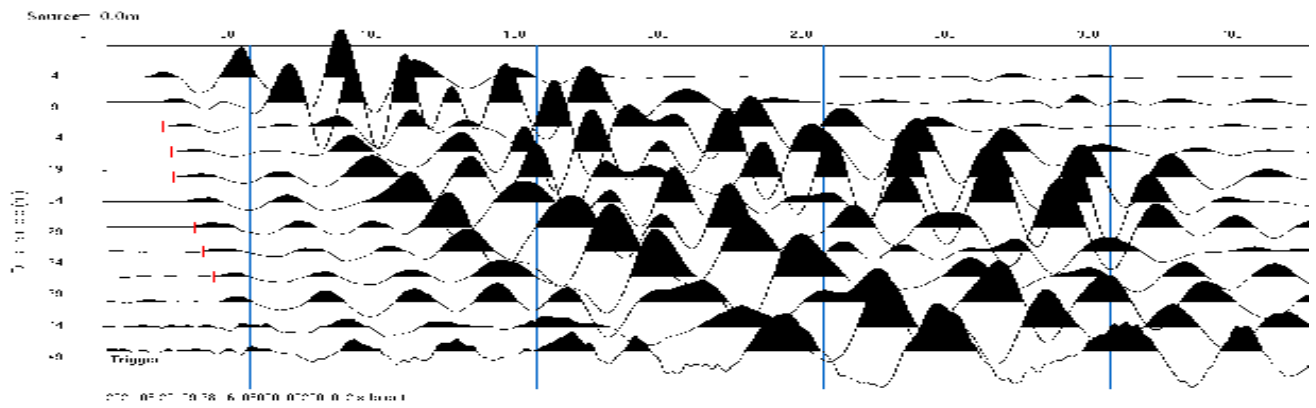
ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 06.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.973400°N 12.329471°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.972755°N 12.328514°E

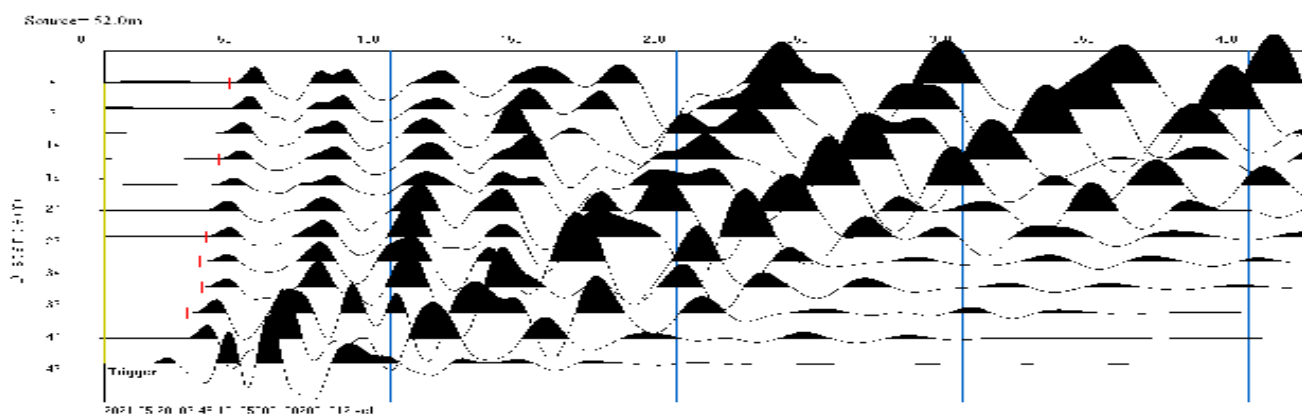
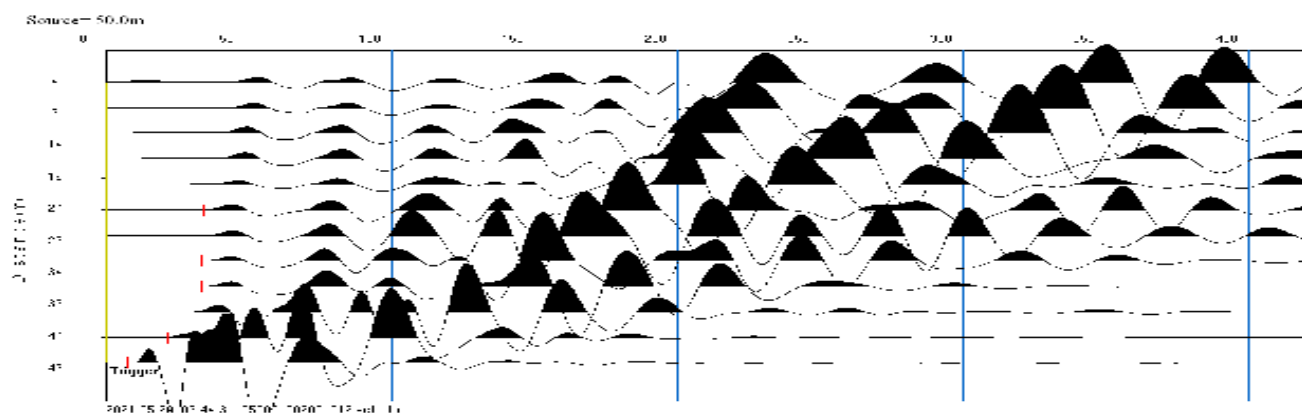
Sezione n.3
basi sismiche n.6 e n.7

DROMOCRONE

elaborazione tomografica







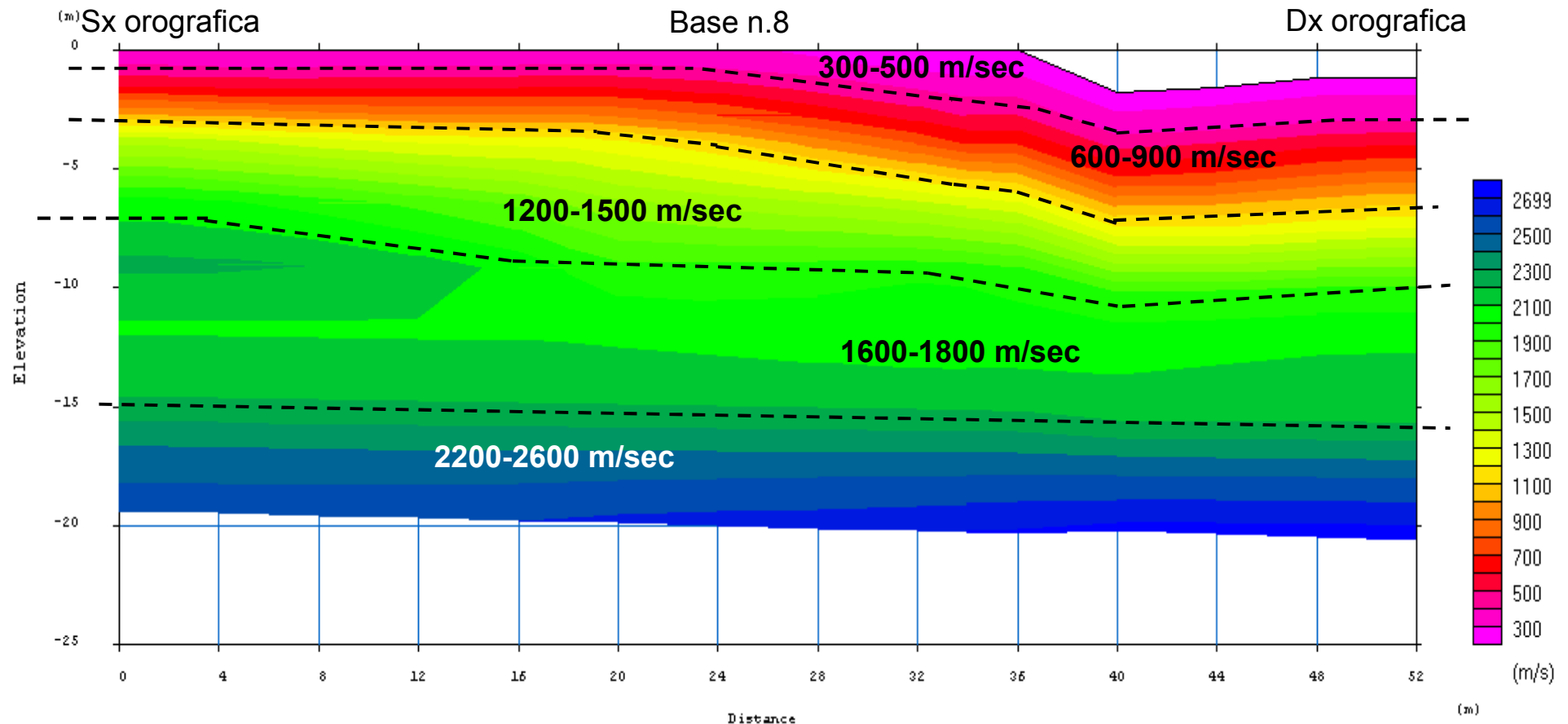
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 20.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.971826°N 12.330071°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.971441°N 12.329697°E

Sezione n.4
base sismica n.8

SEZIONE GEOFISICA

elaborazione tomografica



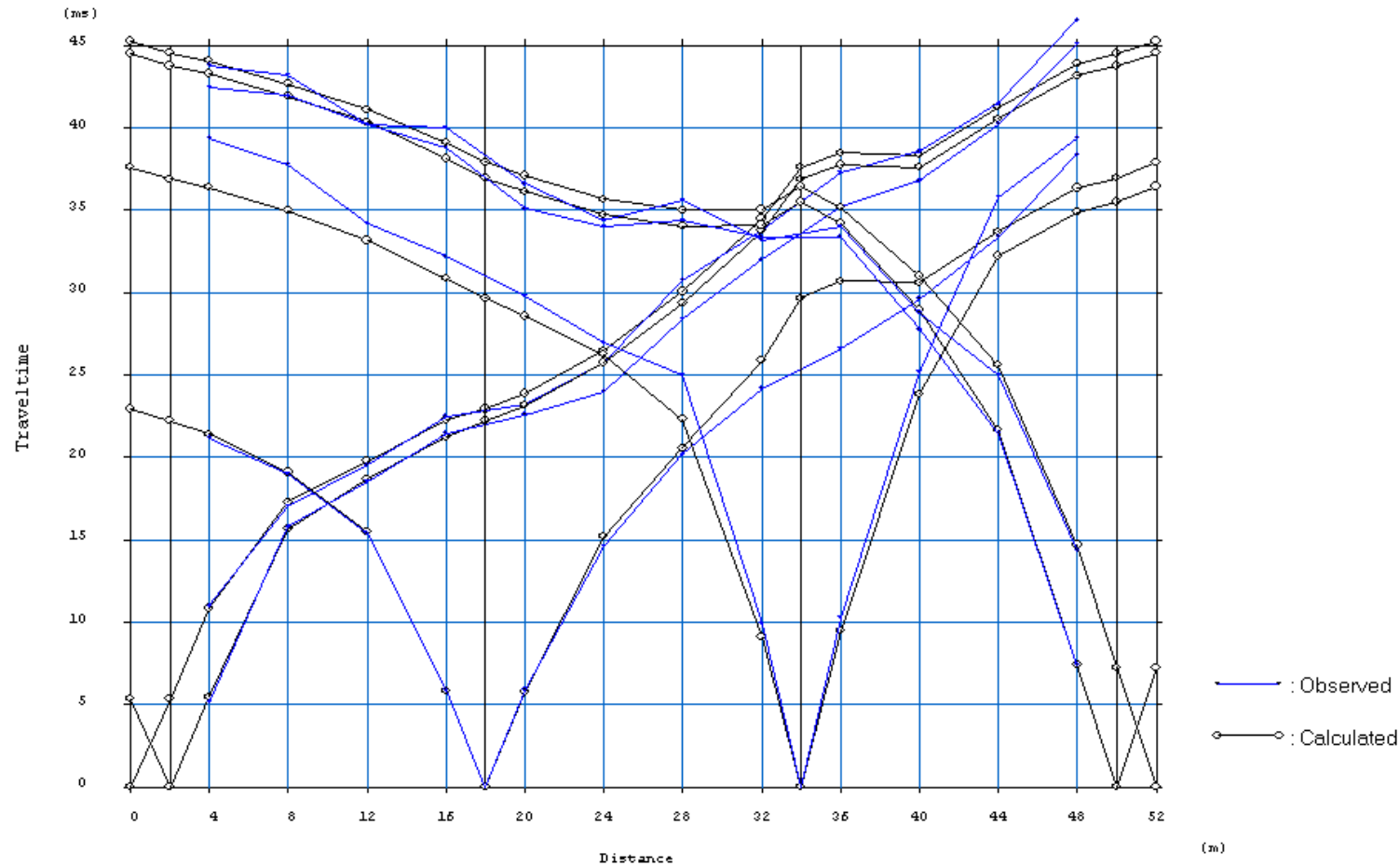
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

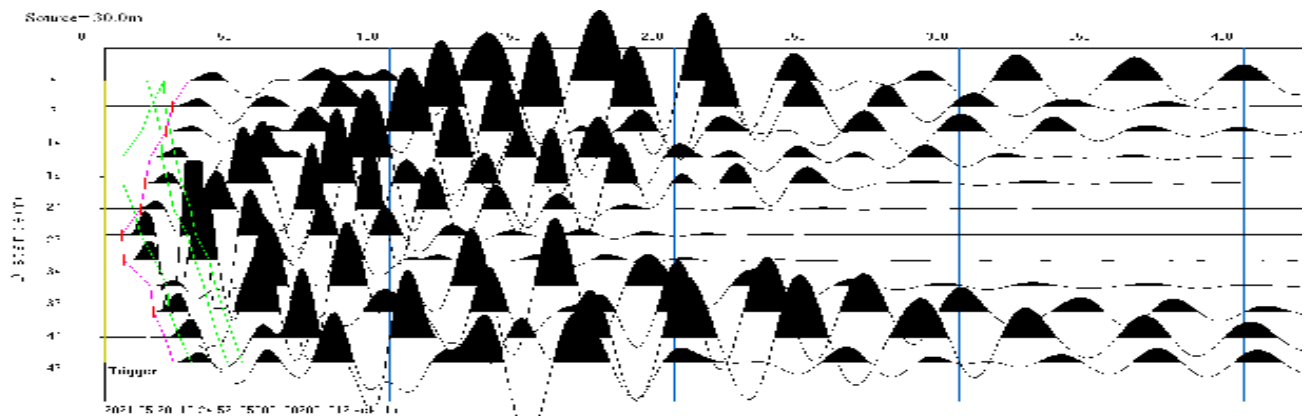
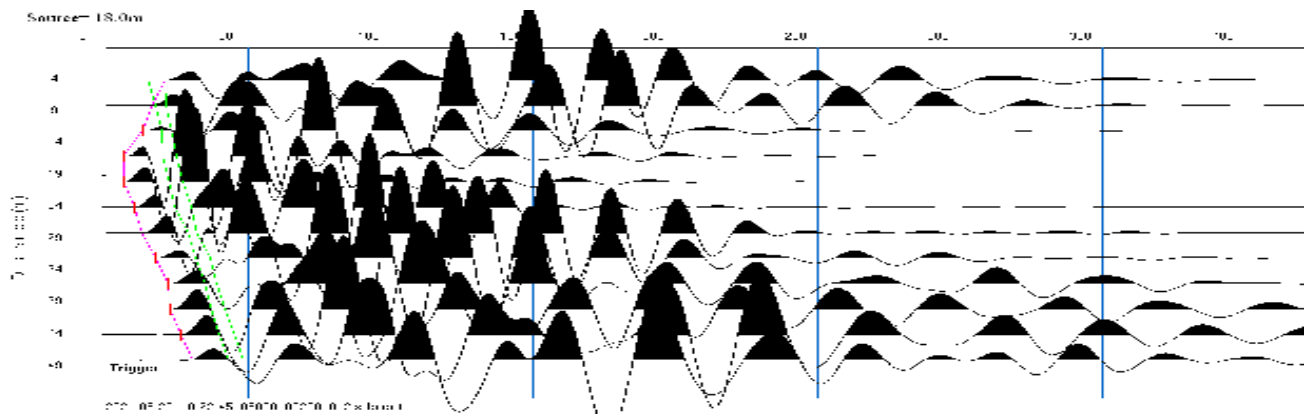
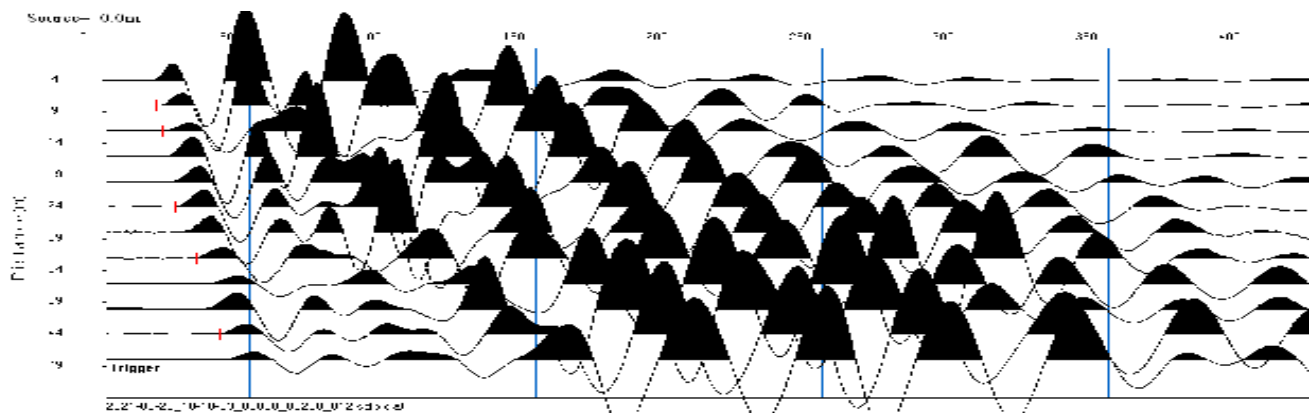
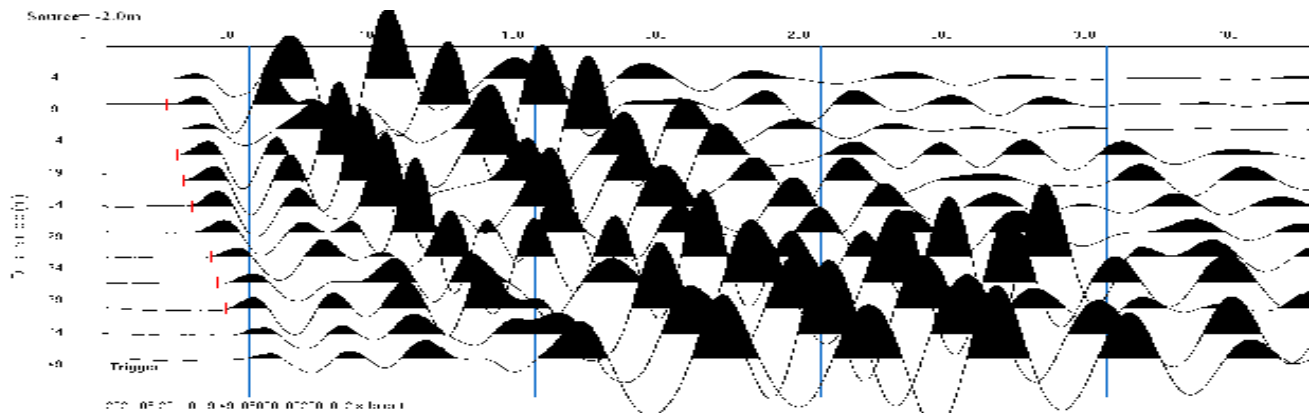
ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 20.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.971826°N 12.330071°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.971441°N 12.329697°E

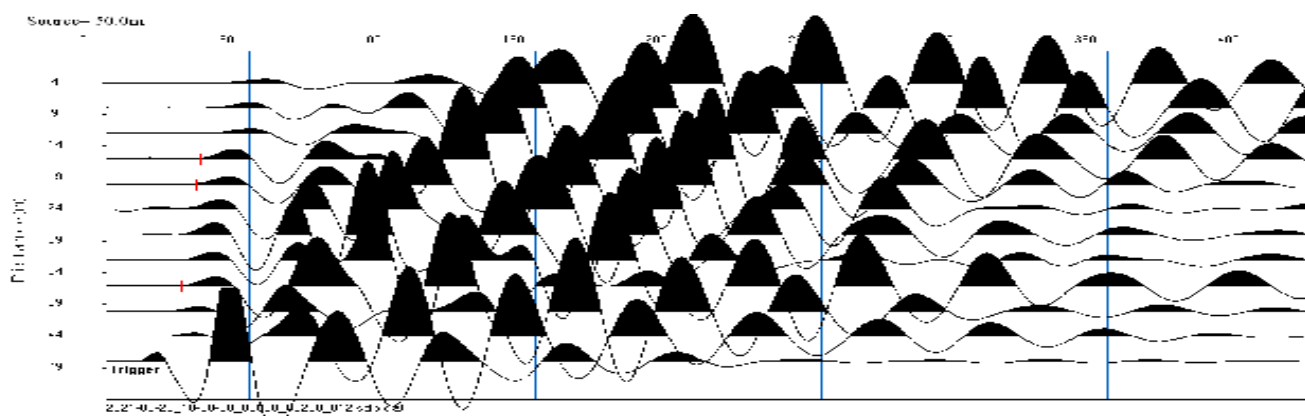
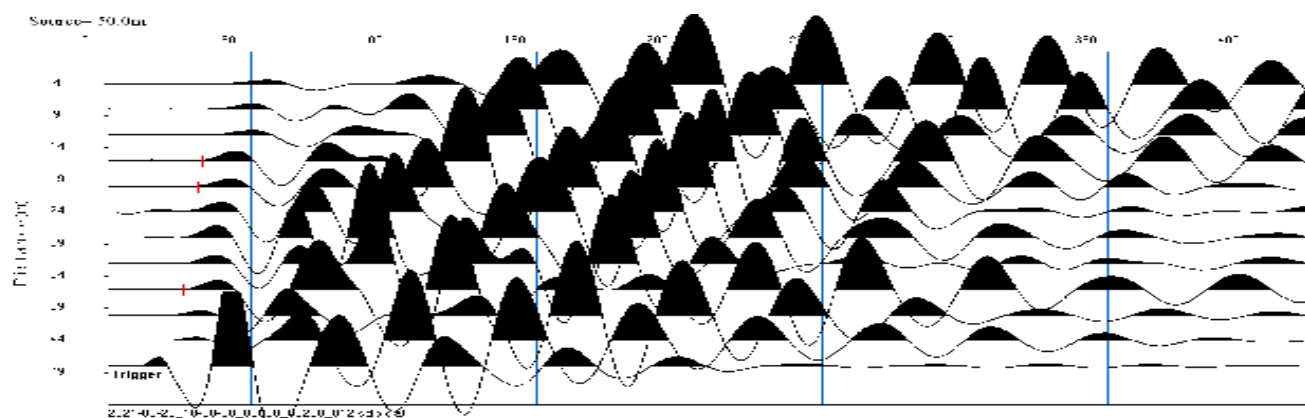
Sezione n.4
base sismica n.8

DROMOCRONE

elaborazione tomografica







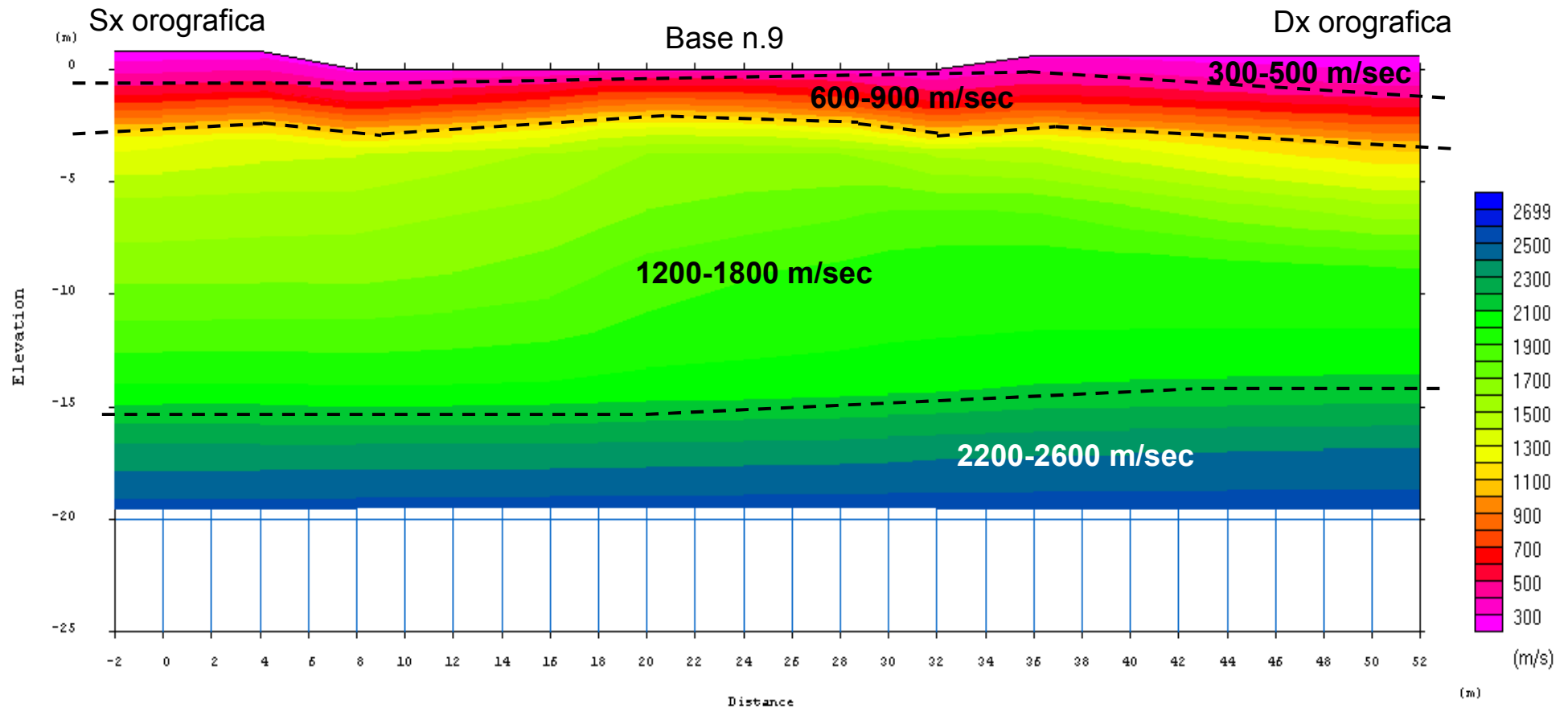
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

ubicazione: loc. Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 20.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.972442°N 12.329646°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.972068°N 12.329251°E

Sezione n.5
base sismica n.9

SEZIONE GEOFISICA

elaborazione tomografica



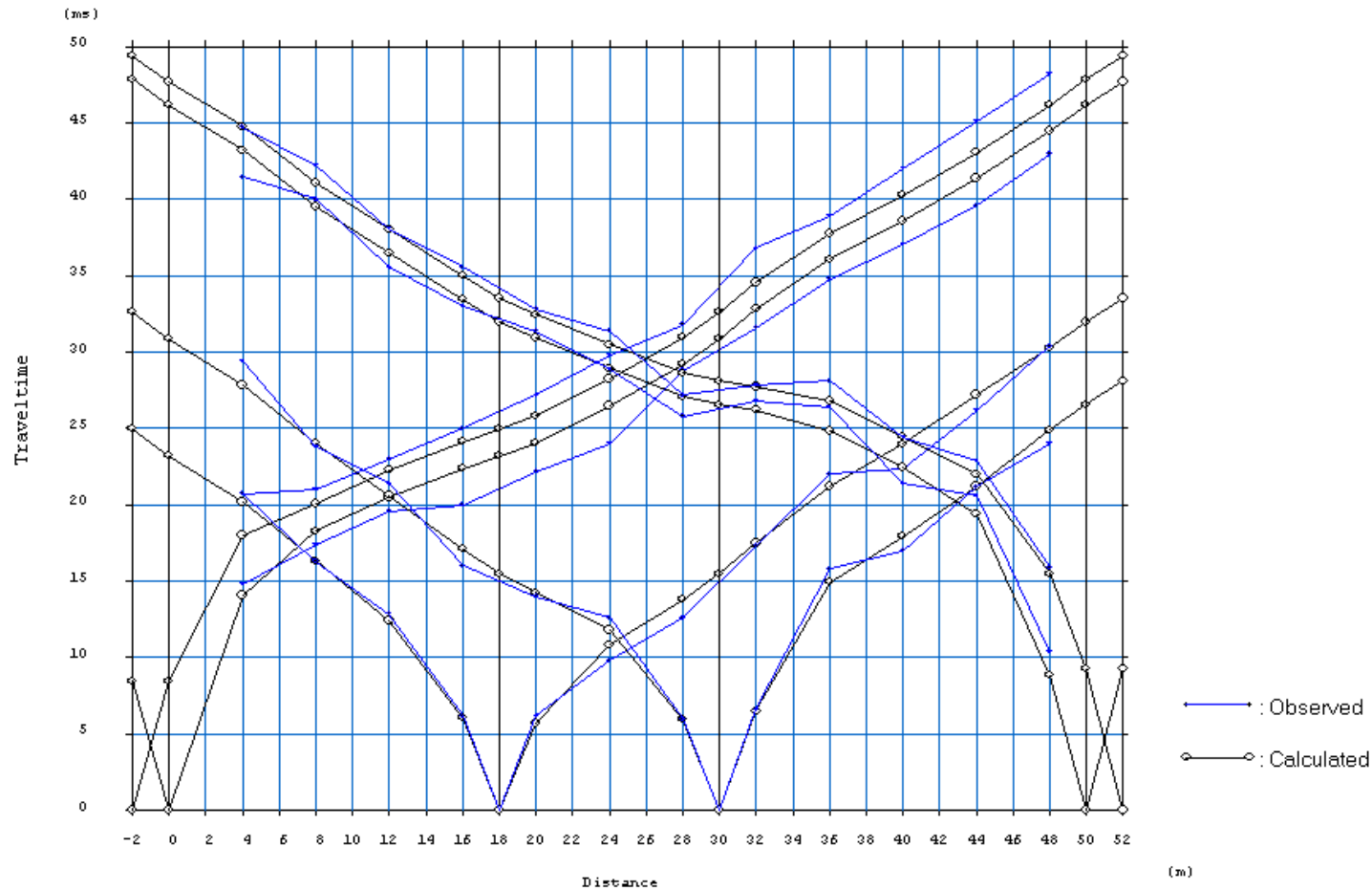
rilievo microsismico a rifrazione in P_{waves}

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC) data: 20.05.2021
rilievo: a rifrazione in Pwaves coordinate WGS84 Estremo A 43.972442°N 12.329646°E
coordinate WGS84 Estremo R 43.972068°N 12.329251°E

Sezione n.5
base sismica n.9

DROMOCRONE

elaborazione tomografica



prospezione sismica

Multichannels Analysis Surface Waves

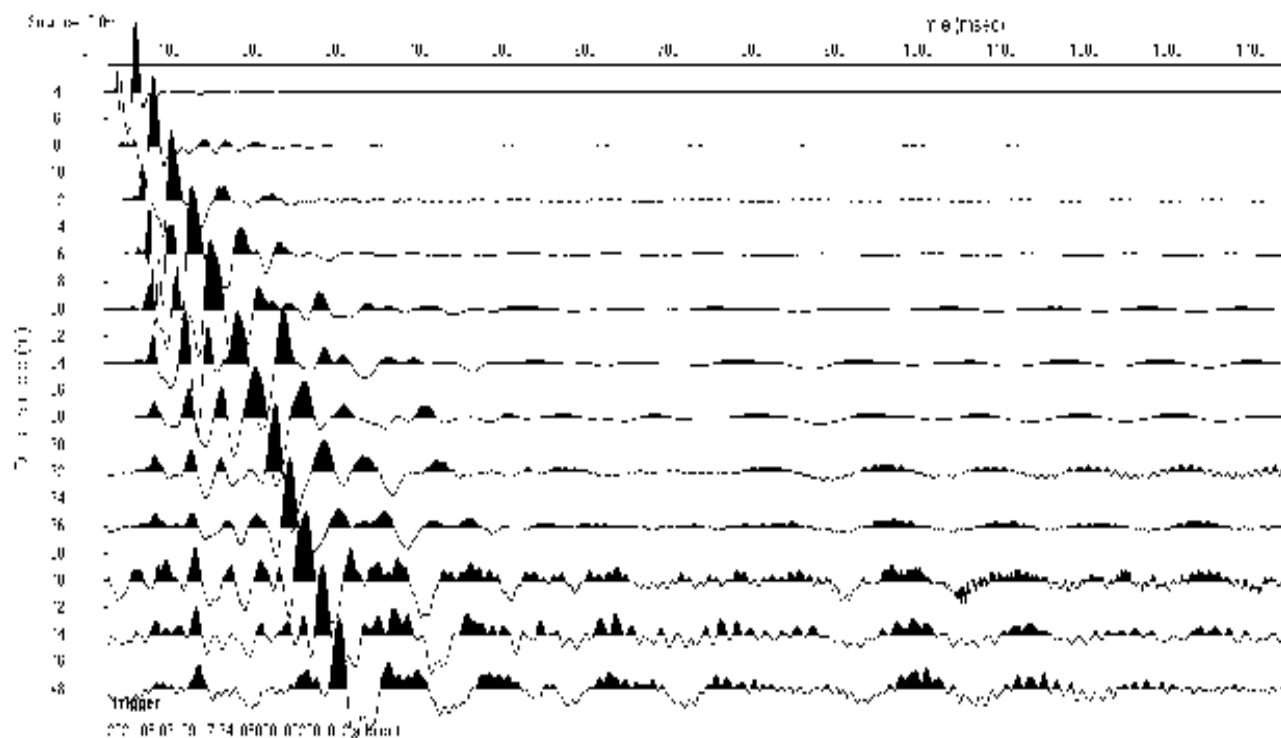
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_1A

coordinate WGS84 43.971840°N 12.333261°E



time history

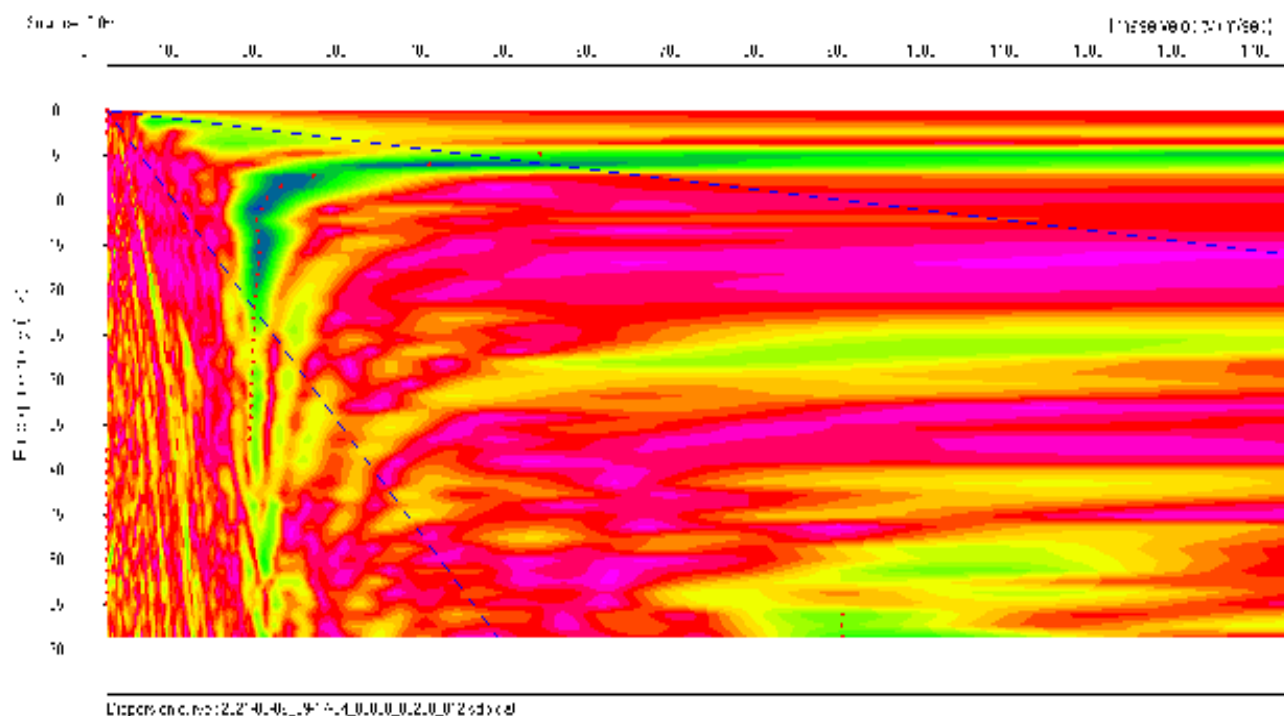


diagramma potenza di spettro

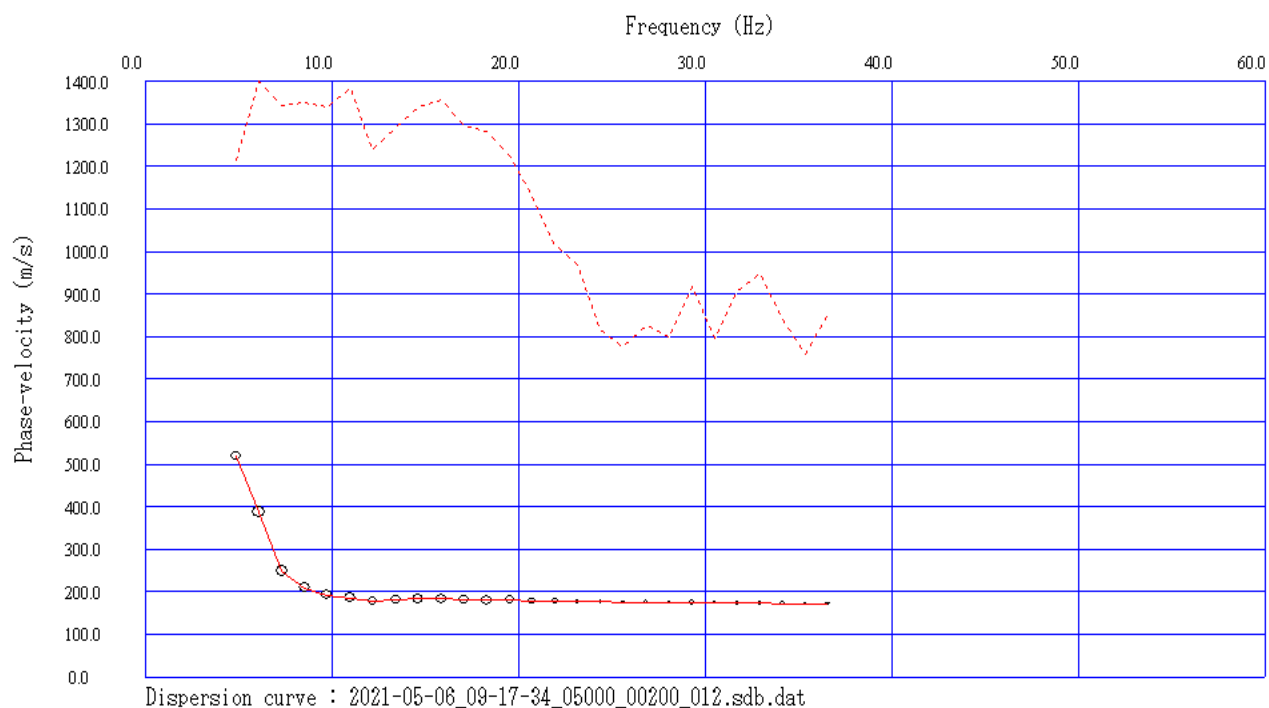
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

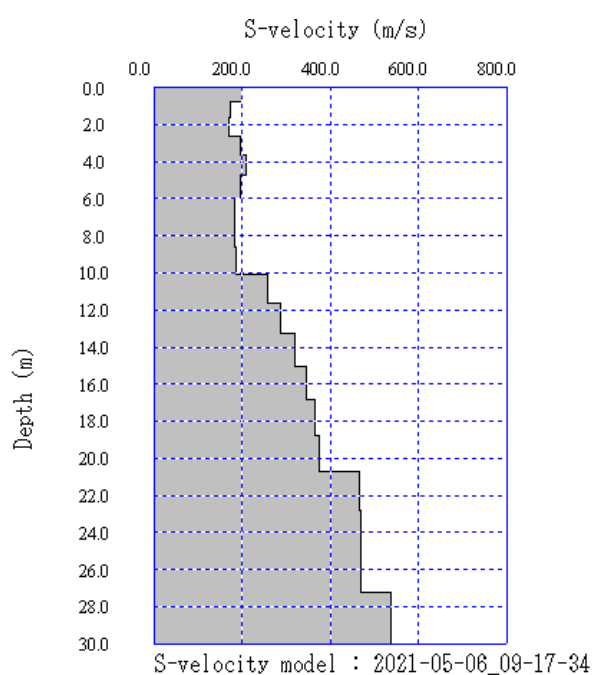
data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_1A

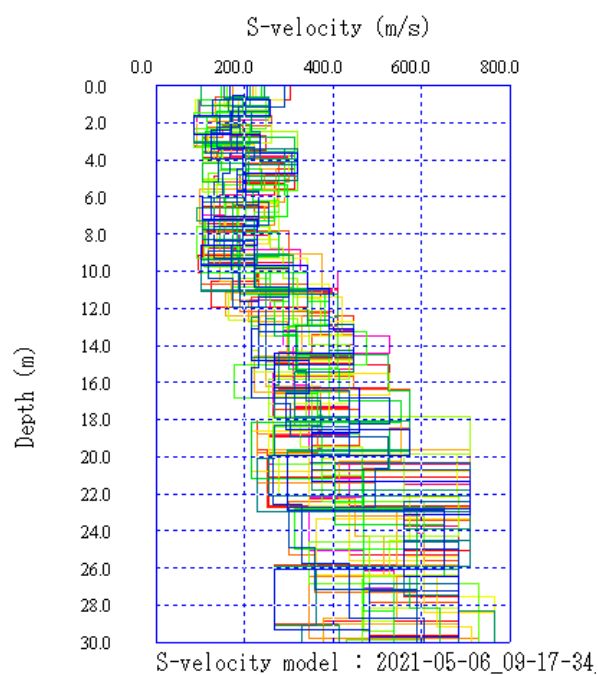
coordinate WGS84 43.971840°N 12.333261°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

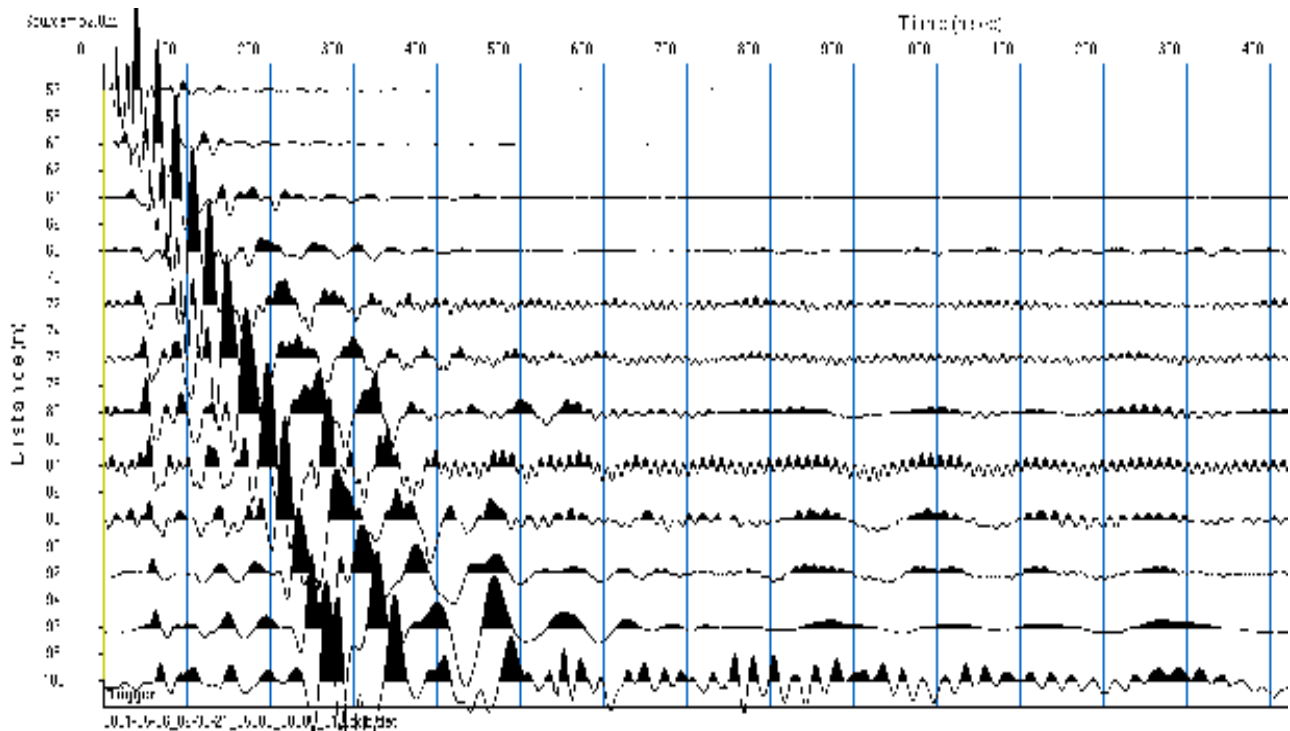
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_2A

coordinate WGS84 43.971825°N 12.332624°E



time history

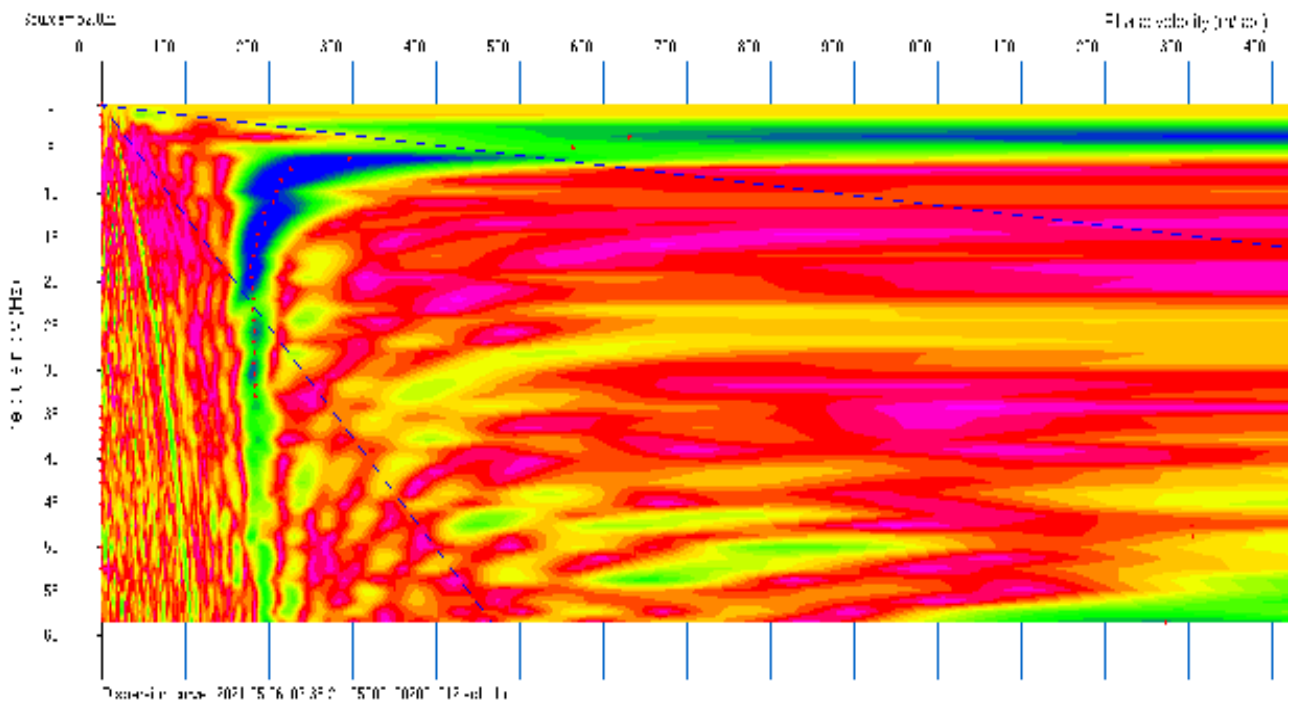


diagramma potenza di spettro

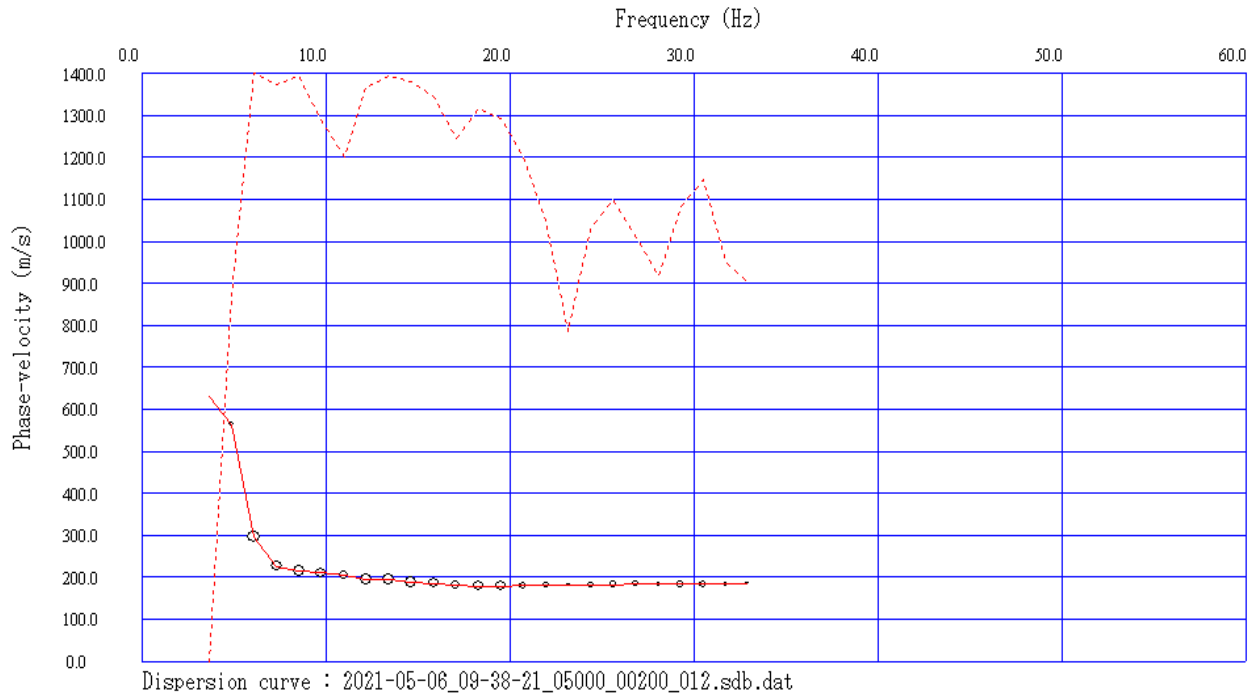
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

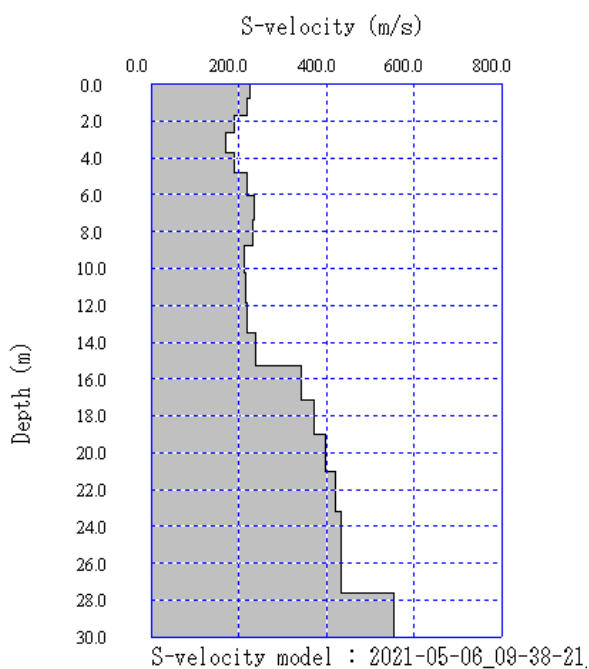
data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_2A

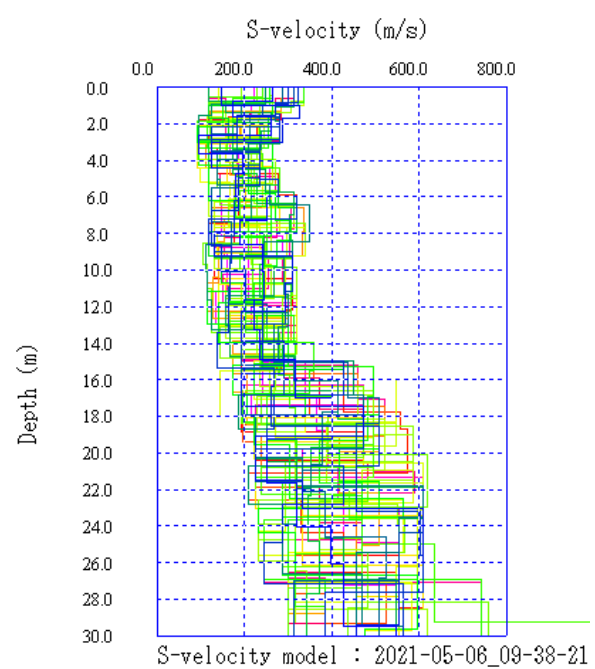
coordinate WGS84 43.971825°N 12.332624°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

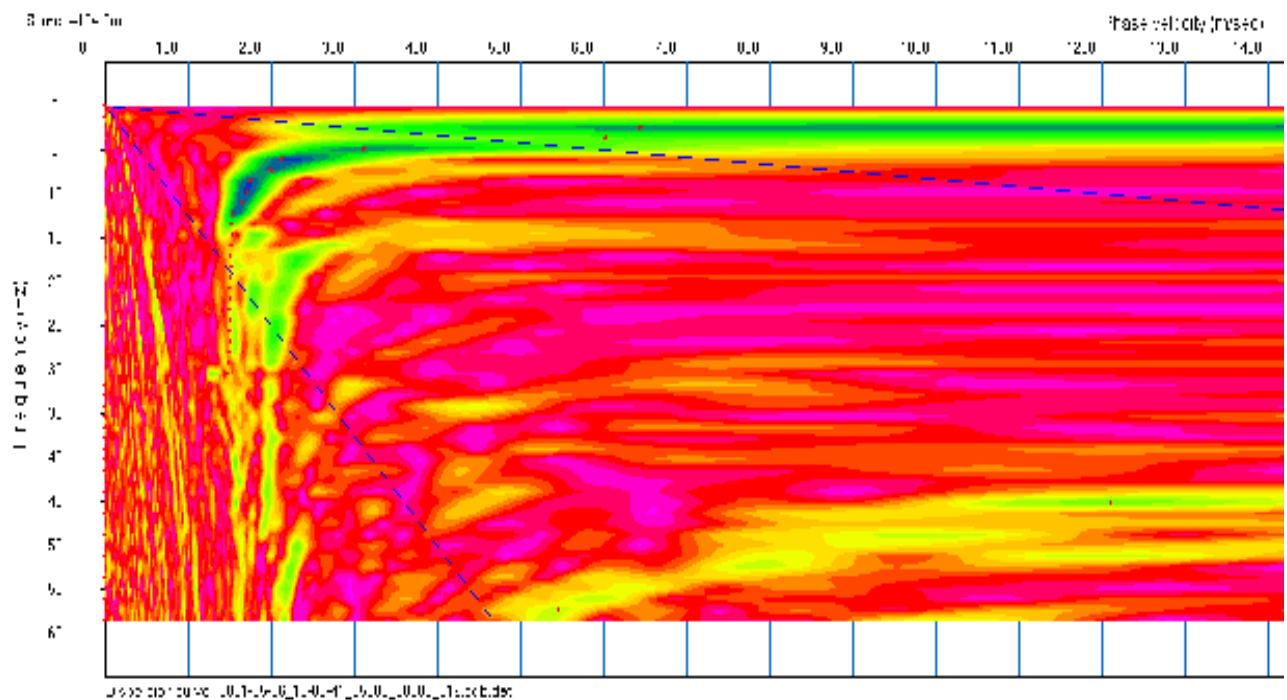
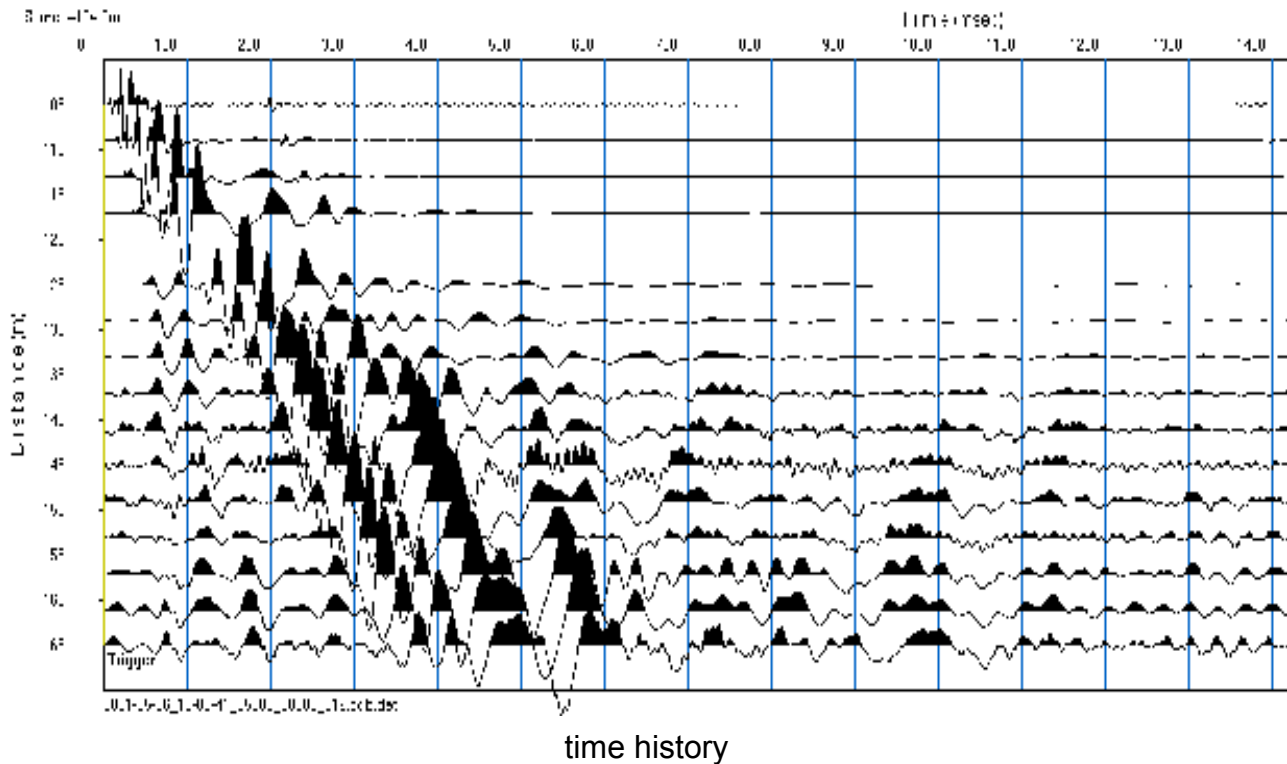
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_3A

coordinate WGS84 43.971663°N 12.332012°E



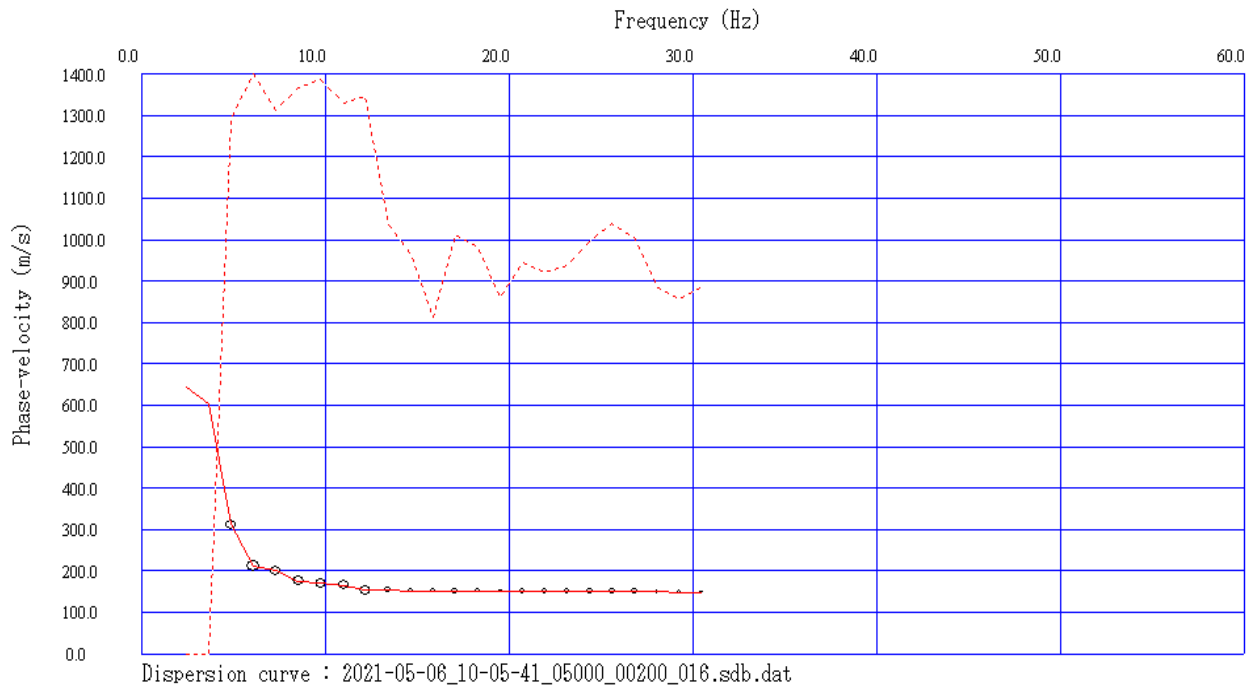
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc. Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

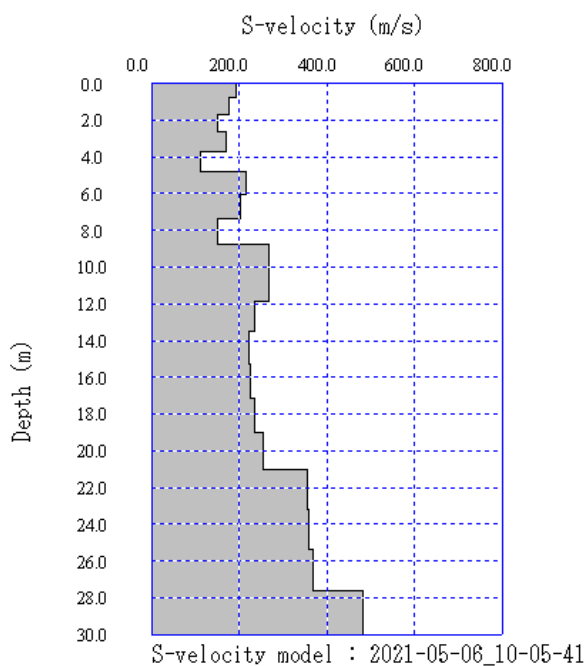
data: 06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_3A

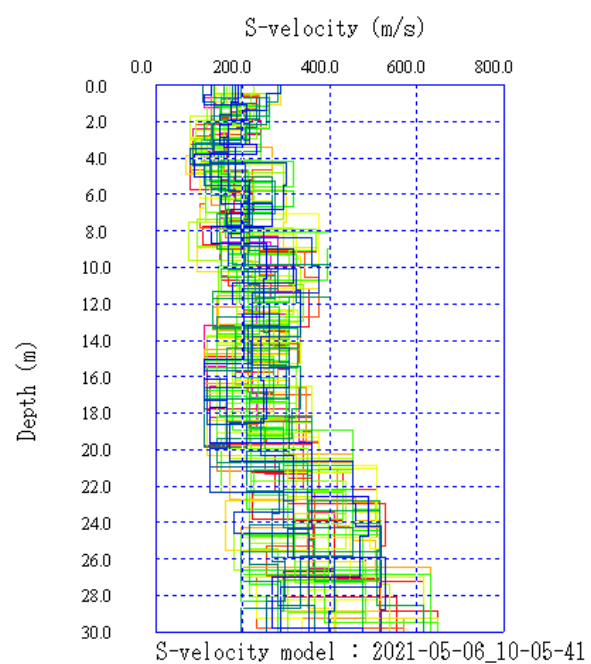
coordinate WGS84 43.971663°N 12.332012°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

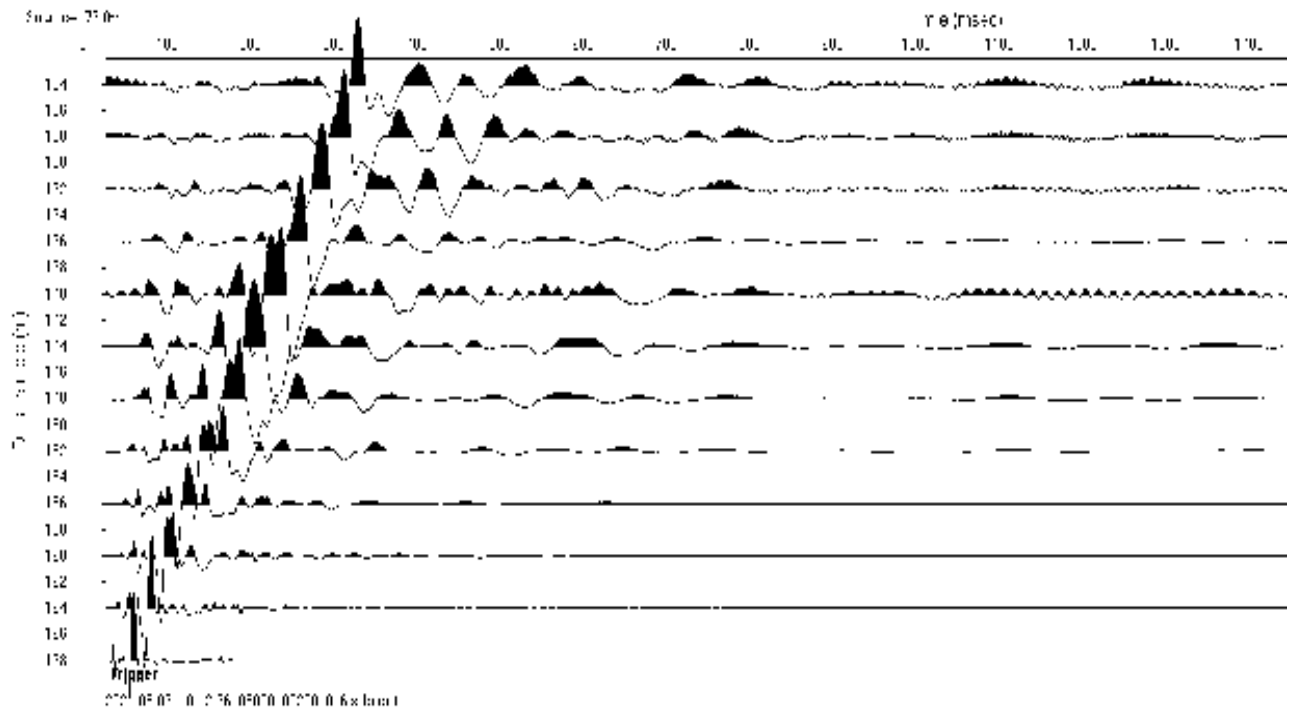
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_3R

coordinate WGS84 43.971289°N 12.331323°E



time history

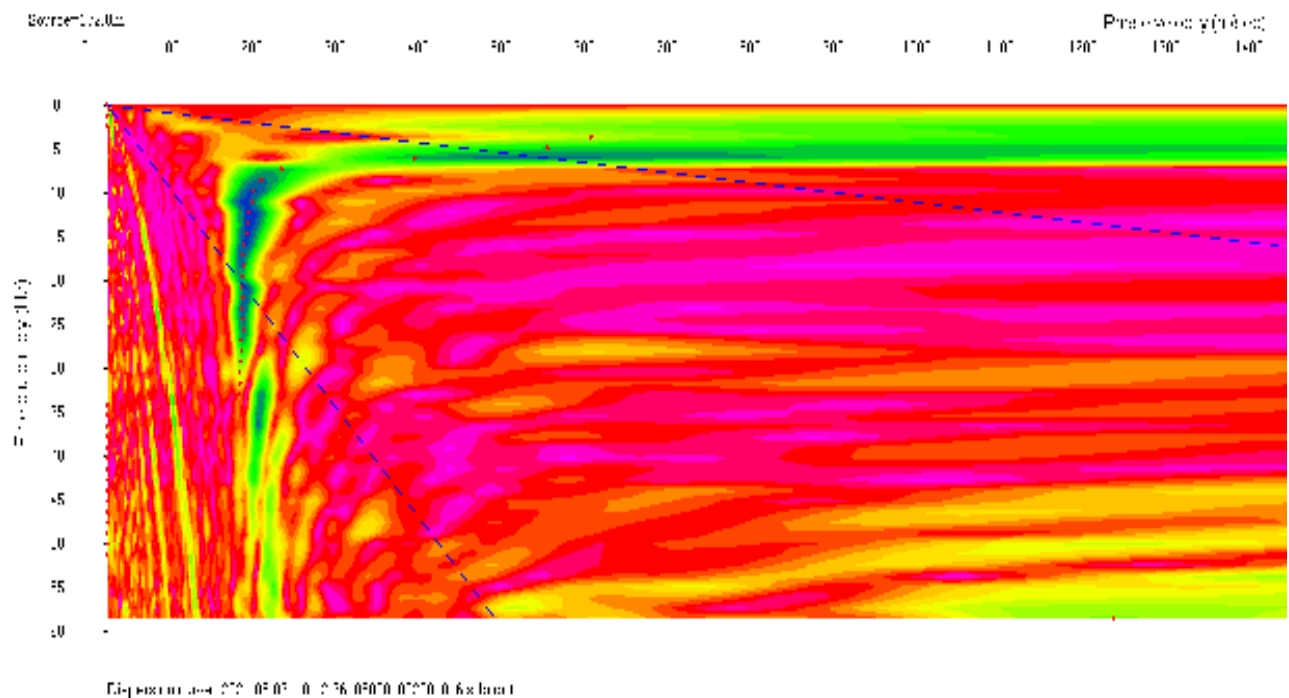


diagramma potenza di spettro

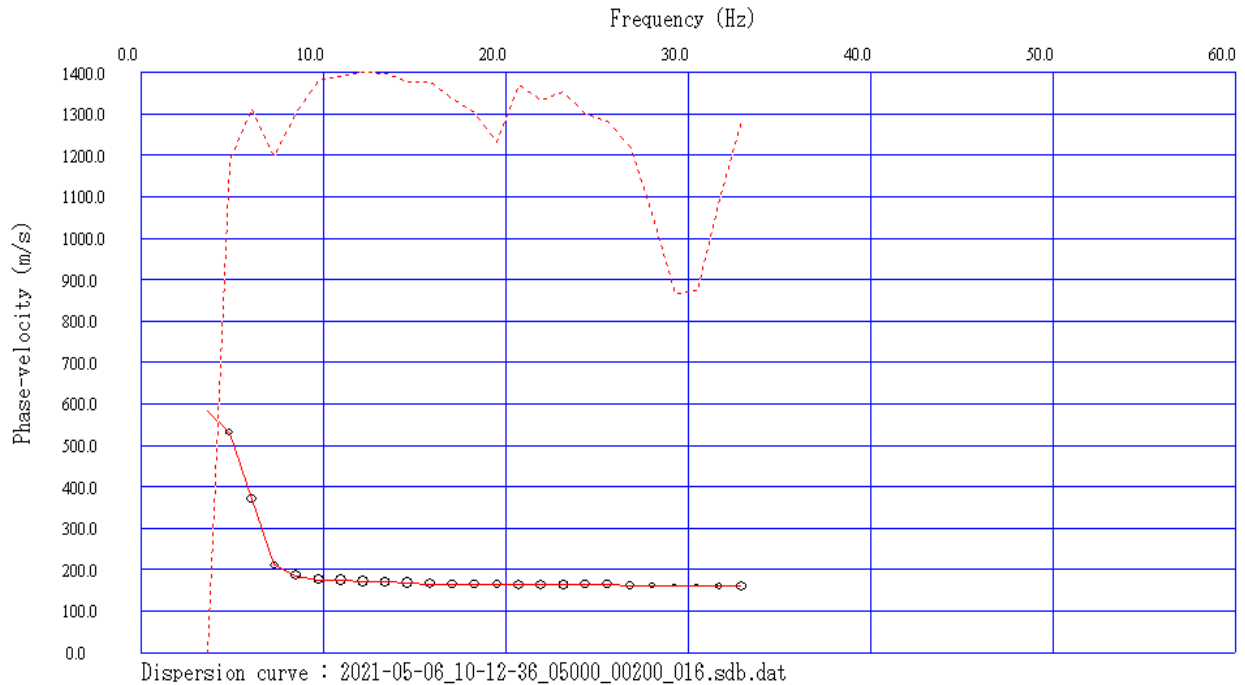
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

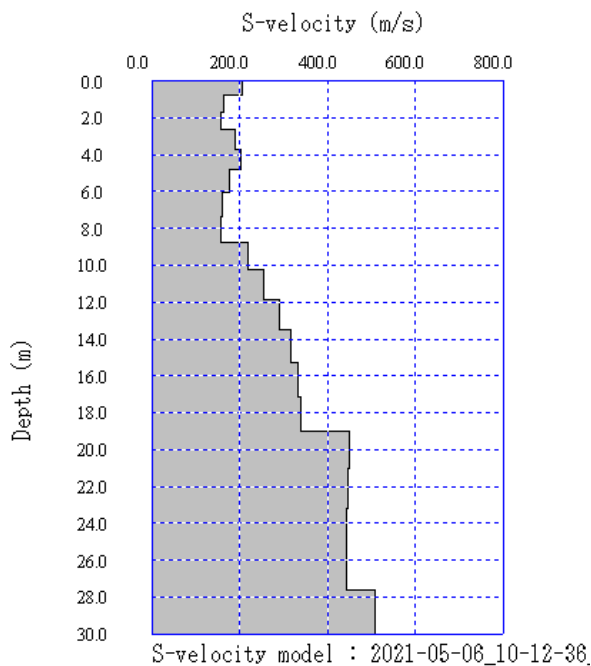
data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_3R

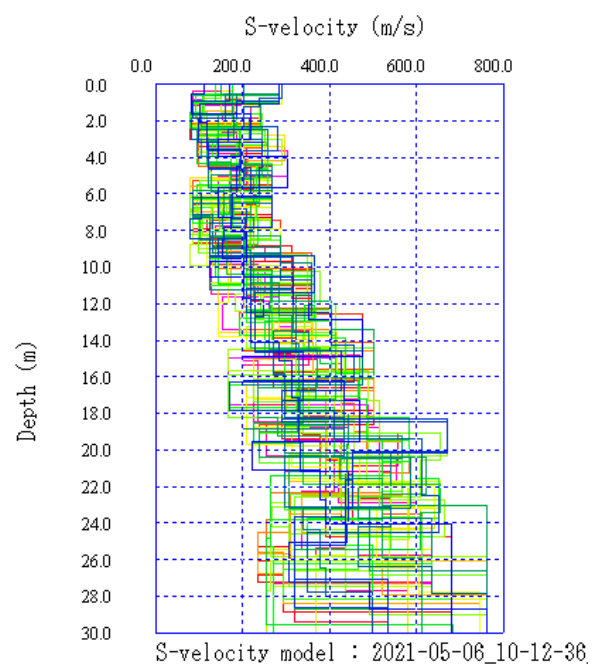
coordinate WGS84 43.971289°N 12.331323°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

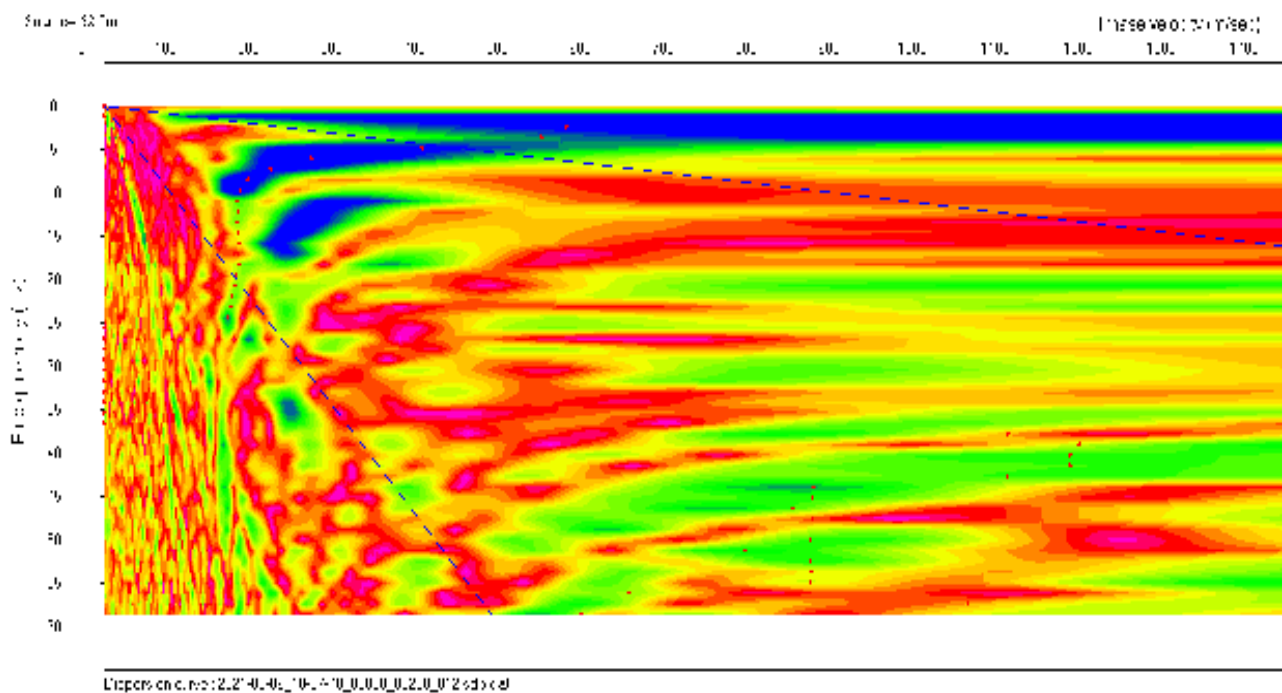
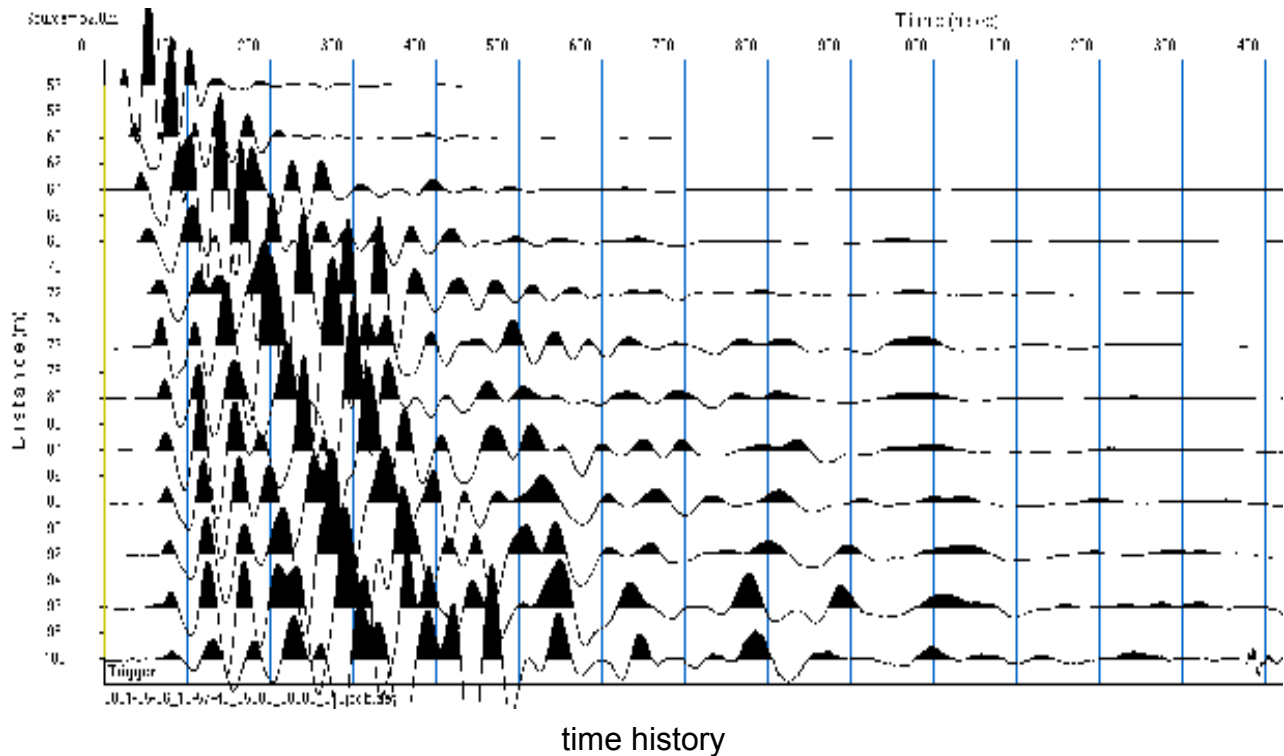
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_4A

coordinate WGS84 43.970533°N 12.333004°E



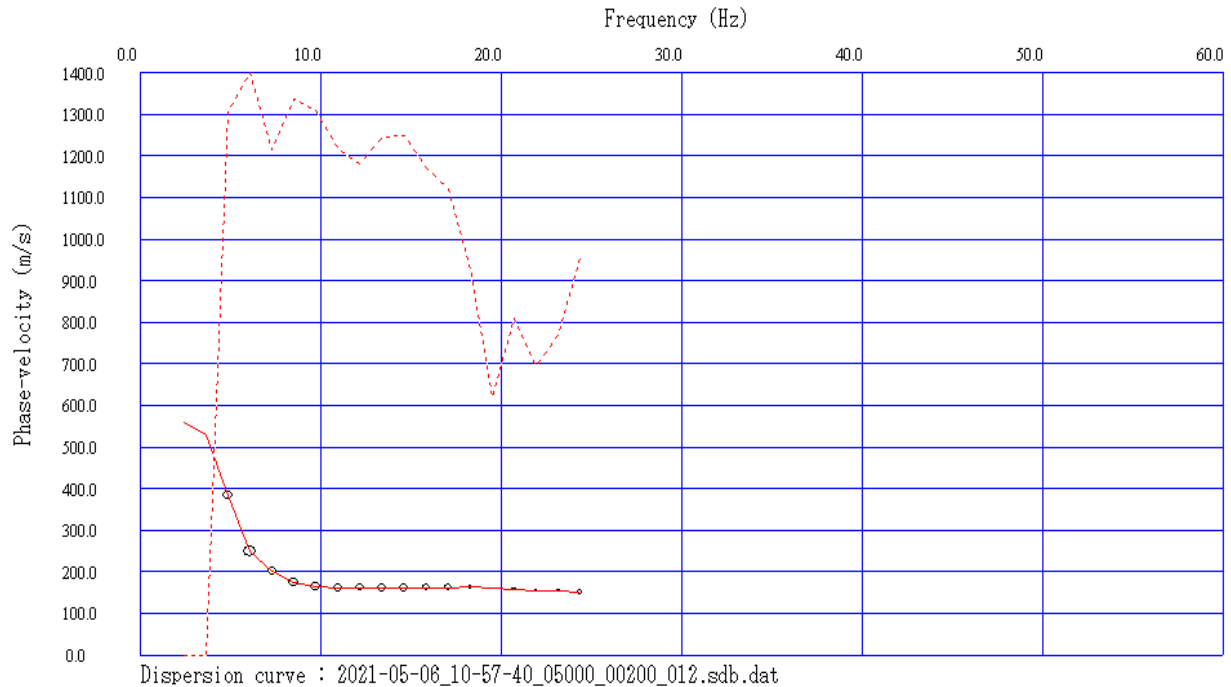
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

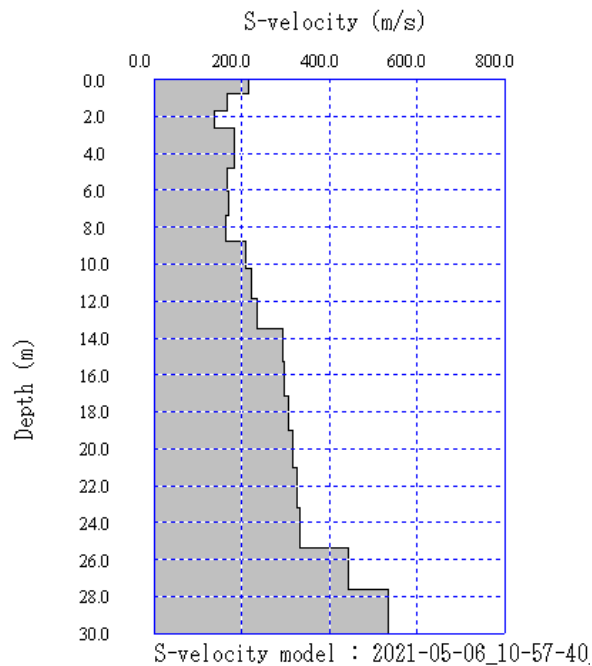
data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_4A

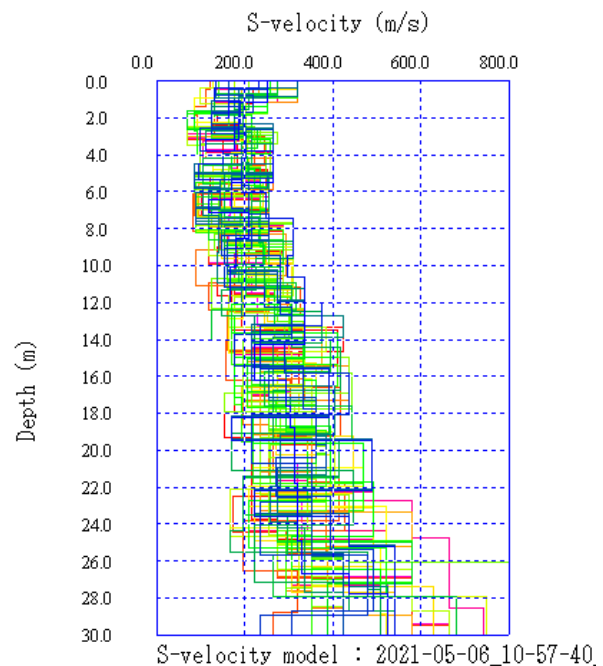
coordinate WGS84 43.970533°N 12.333004°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

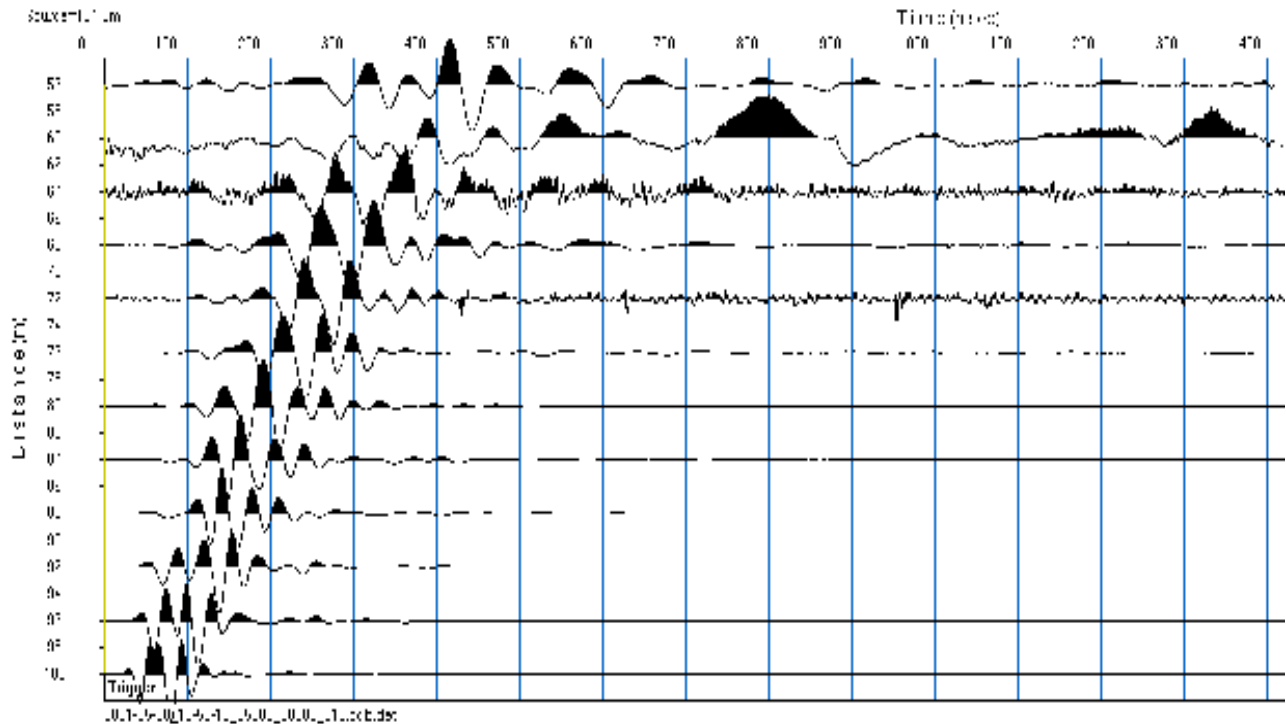
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_4R

coordinate WGS84 43.970098°N 12.332785°E



time history

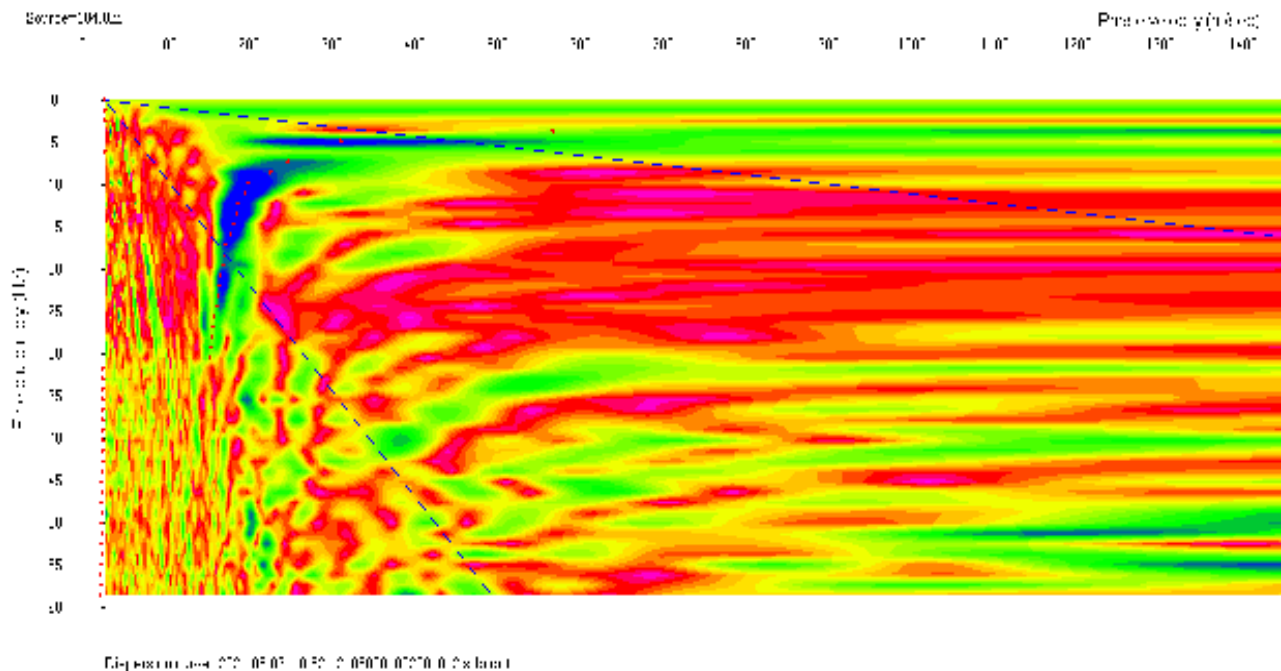


diagramma potenza di spettro

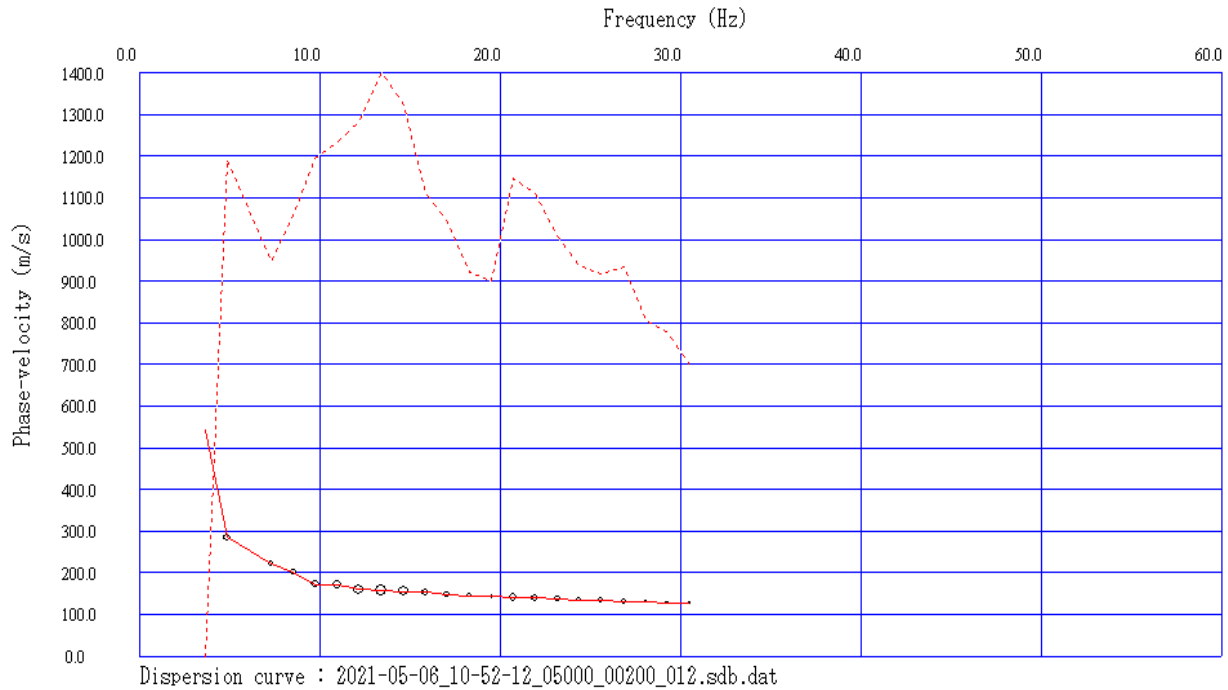
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

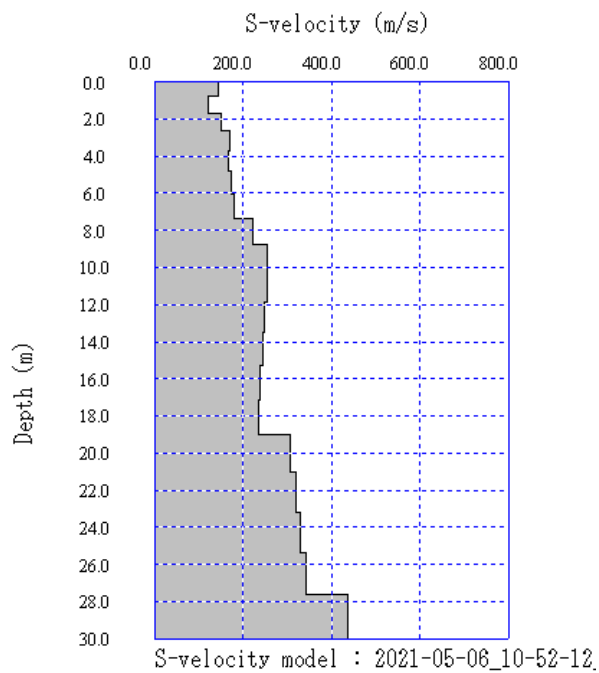
data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_4R

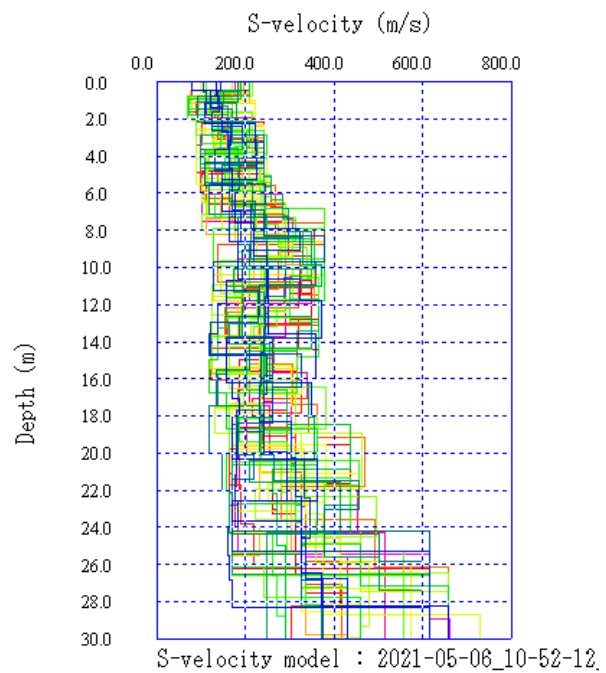
coordinate WGS84 43.970098°N 12.332785°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

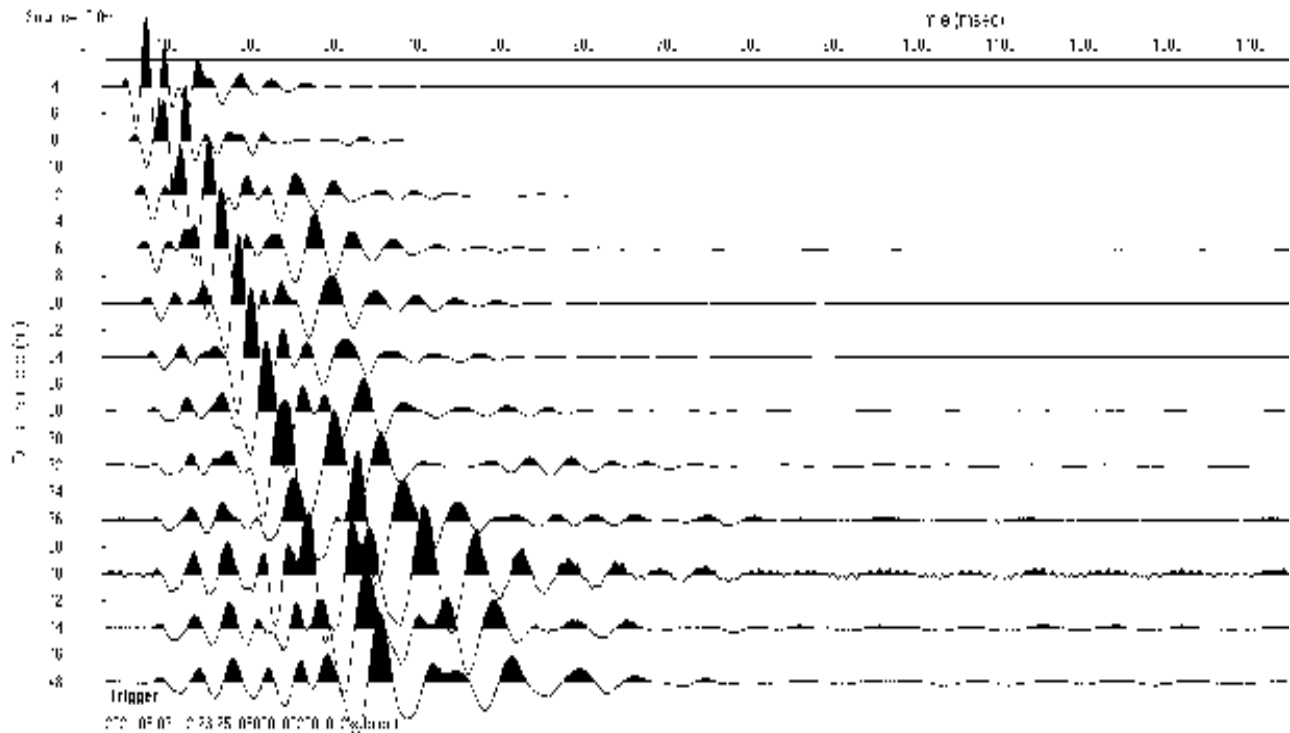
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_6A

coordinate WGS84 43.973400°N 12.329471°E



time history

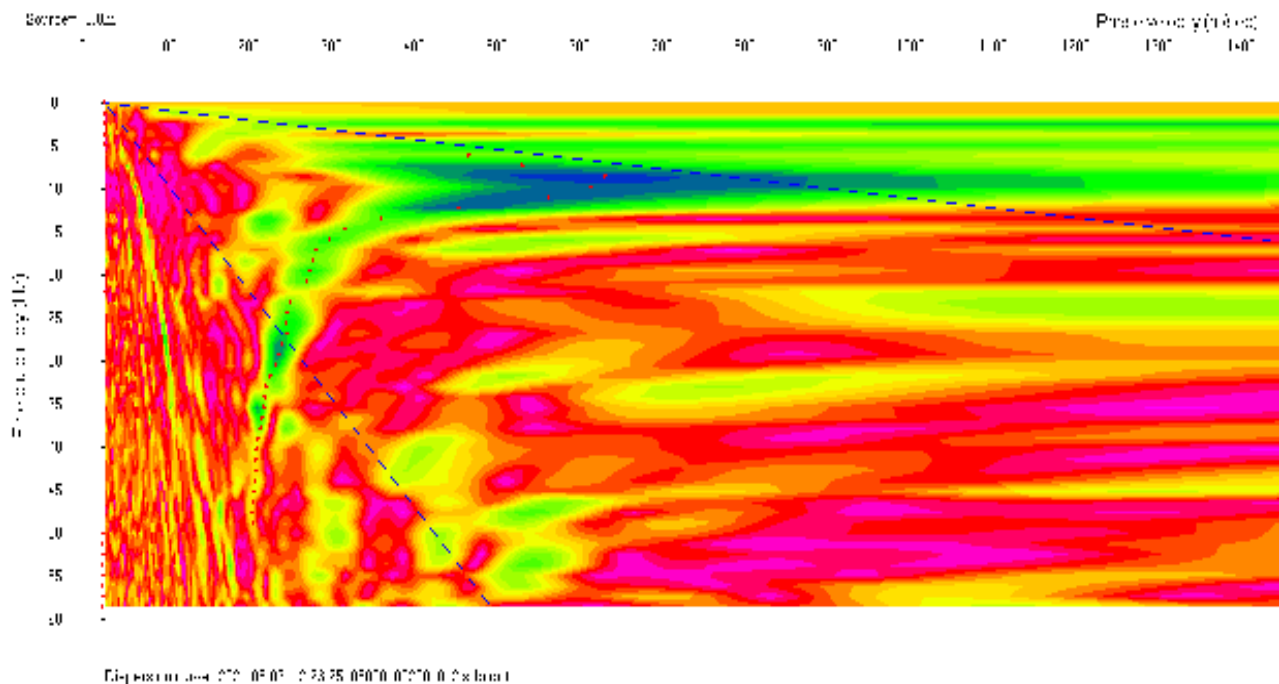


diagramma potenza di spettro

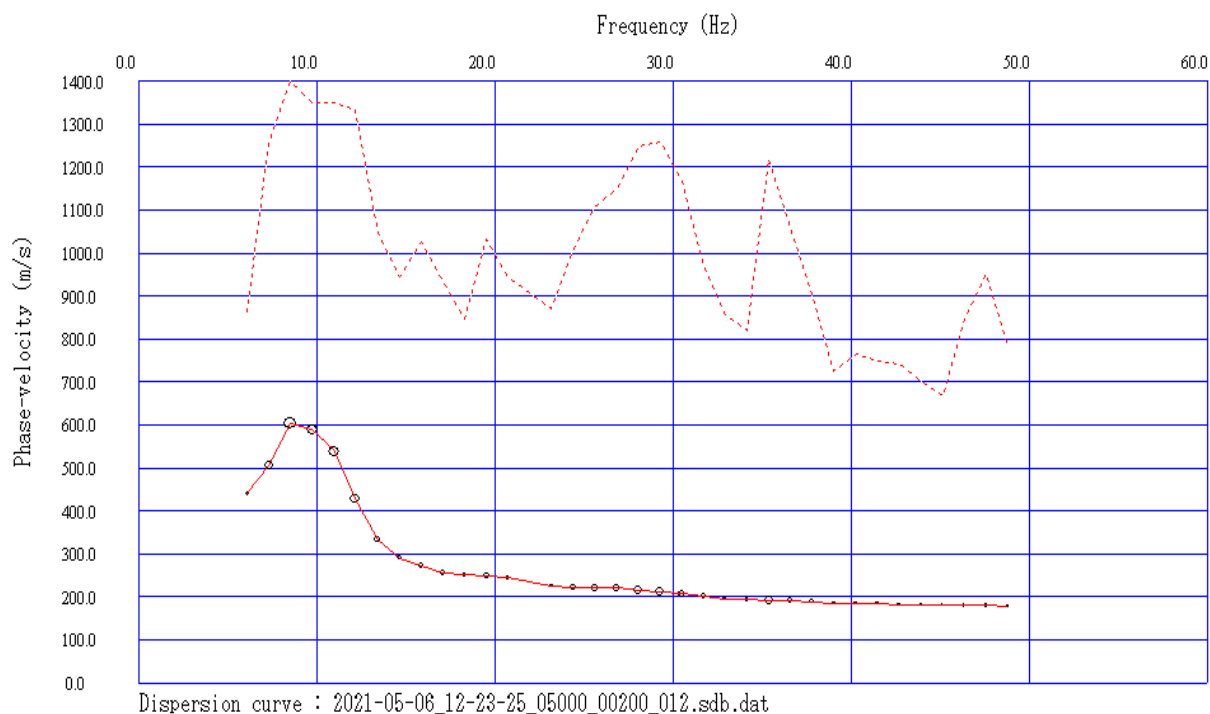
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

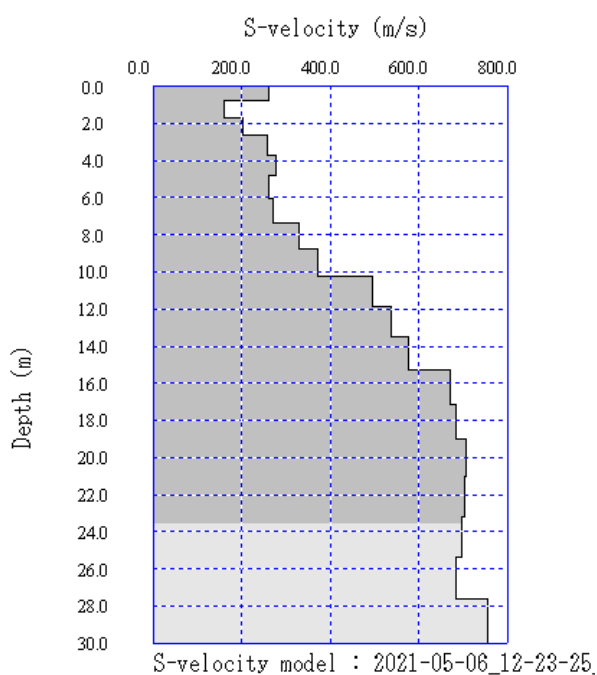
data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_6A

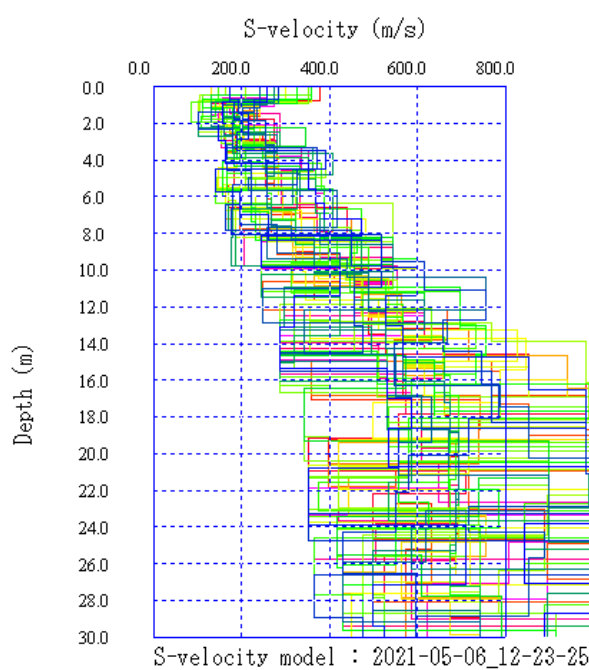
coordinate WGS84 43.973400°N 12.329471°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

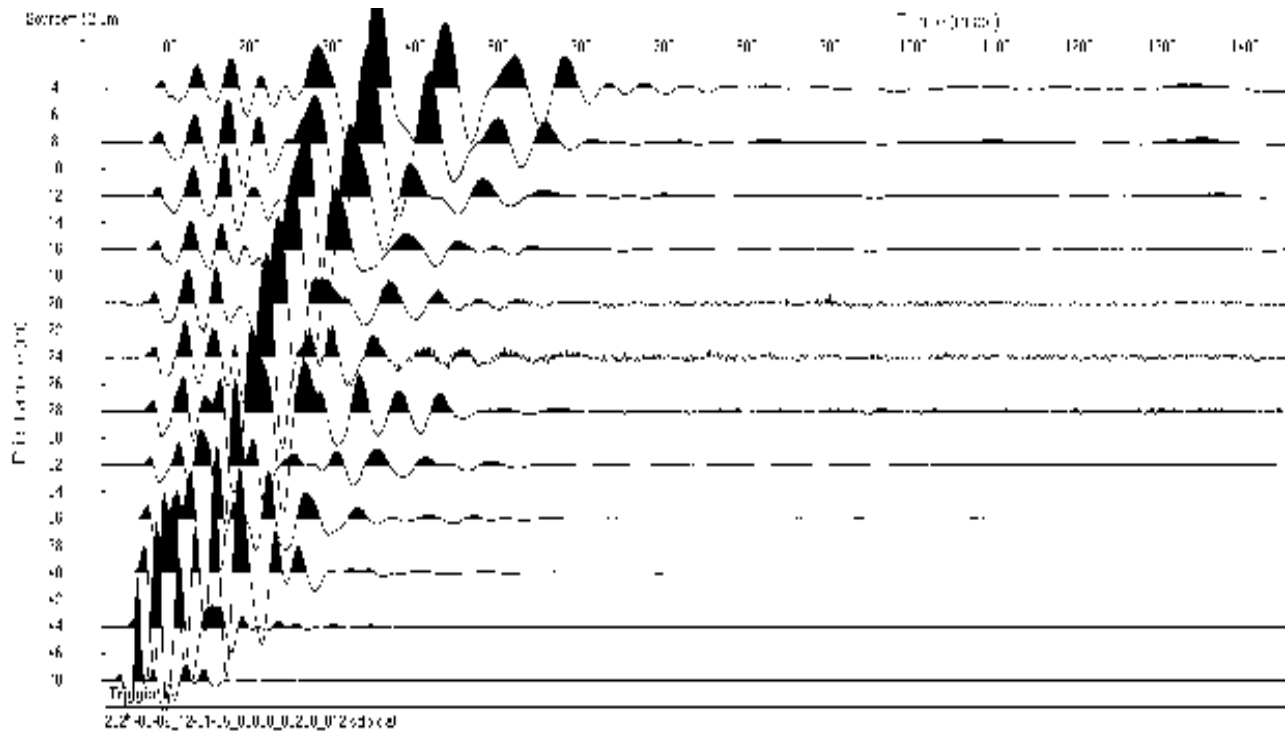
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_6R

coordinate WGS84 43.973076°N 12.328990°E



time history

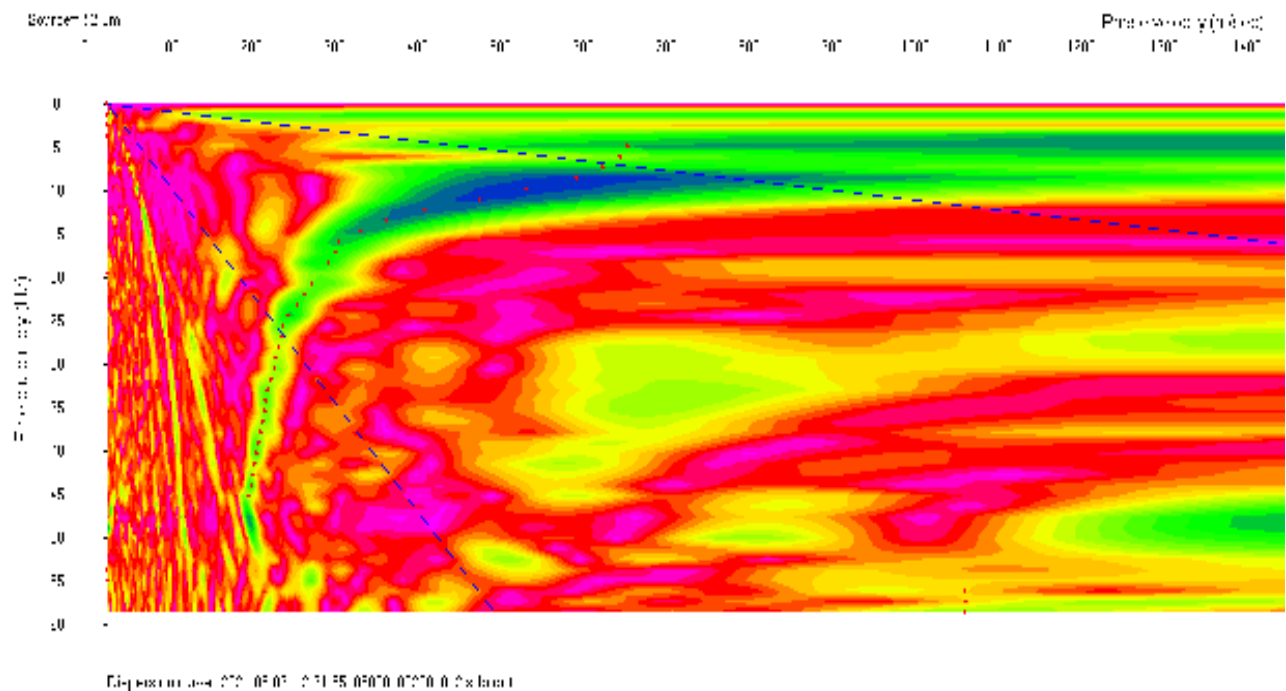


diagramma potenza di spettro

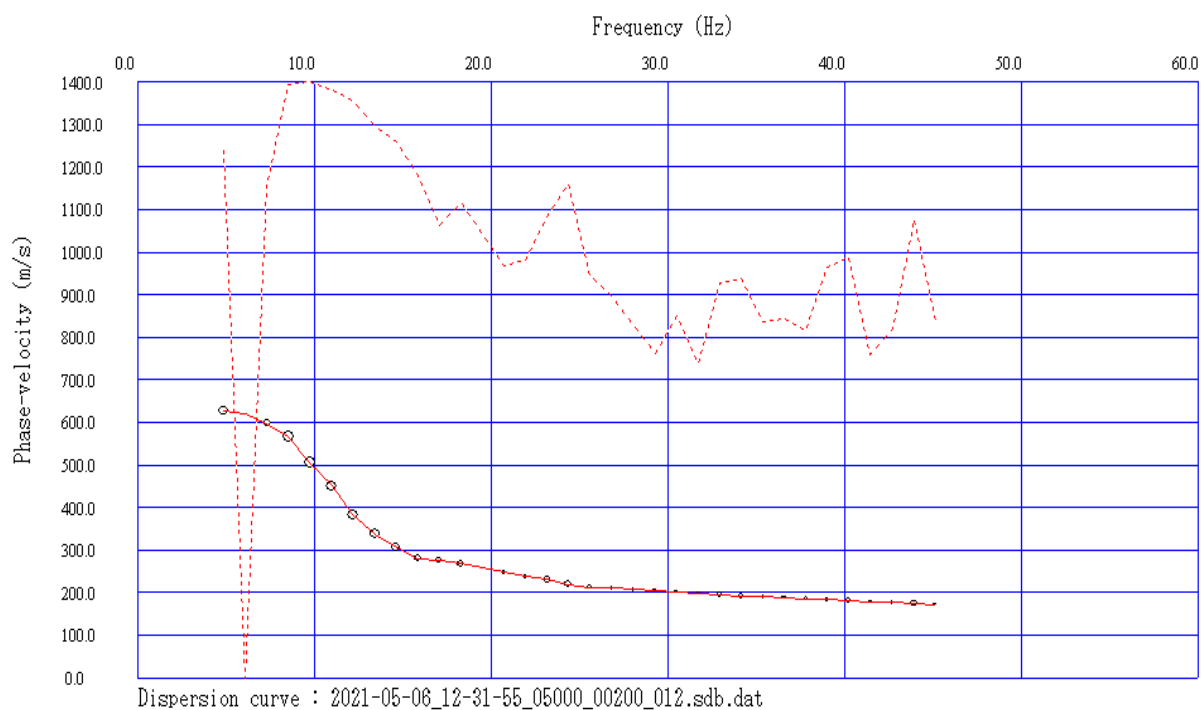
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc. Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

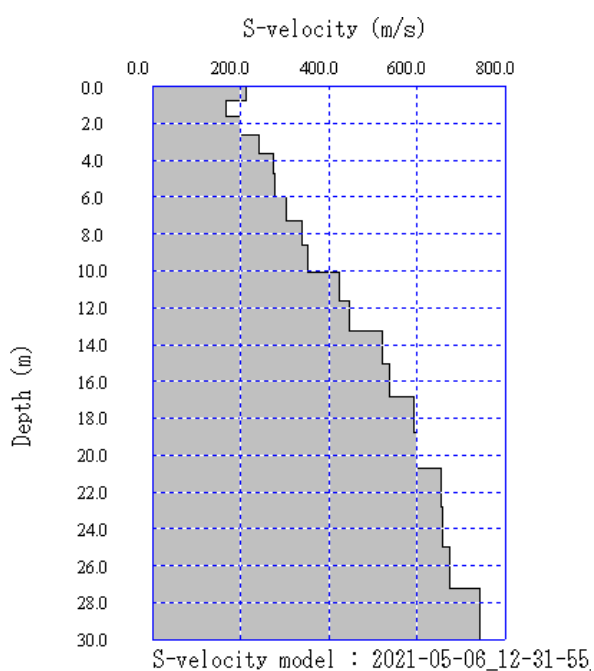
data: 06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_6R

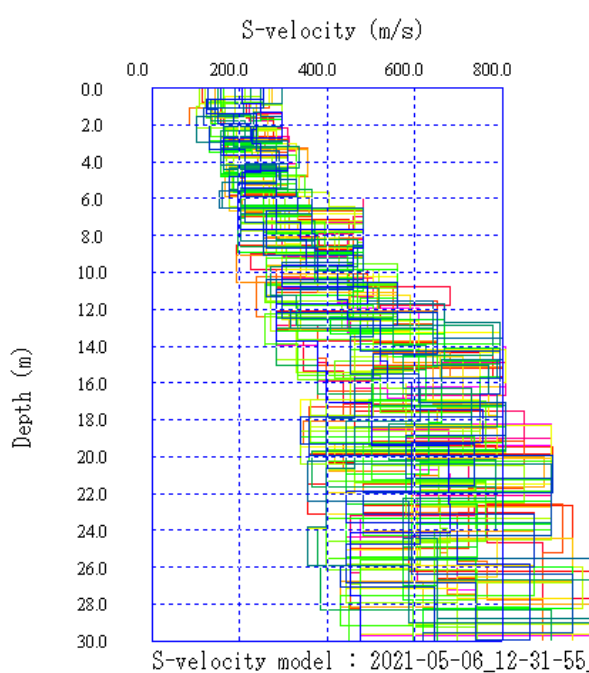
coordinate WGS84 43.973076°N 12.328990°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

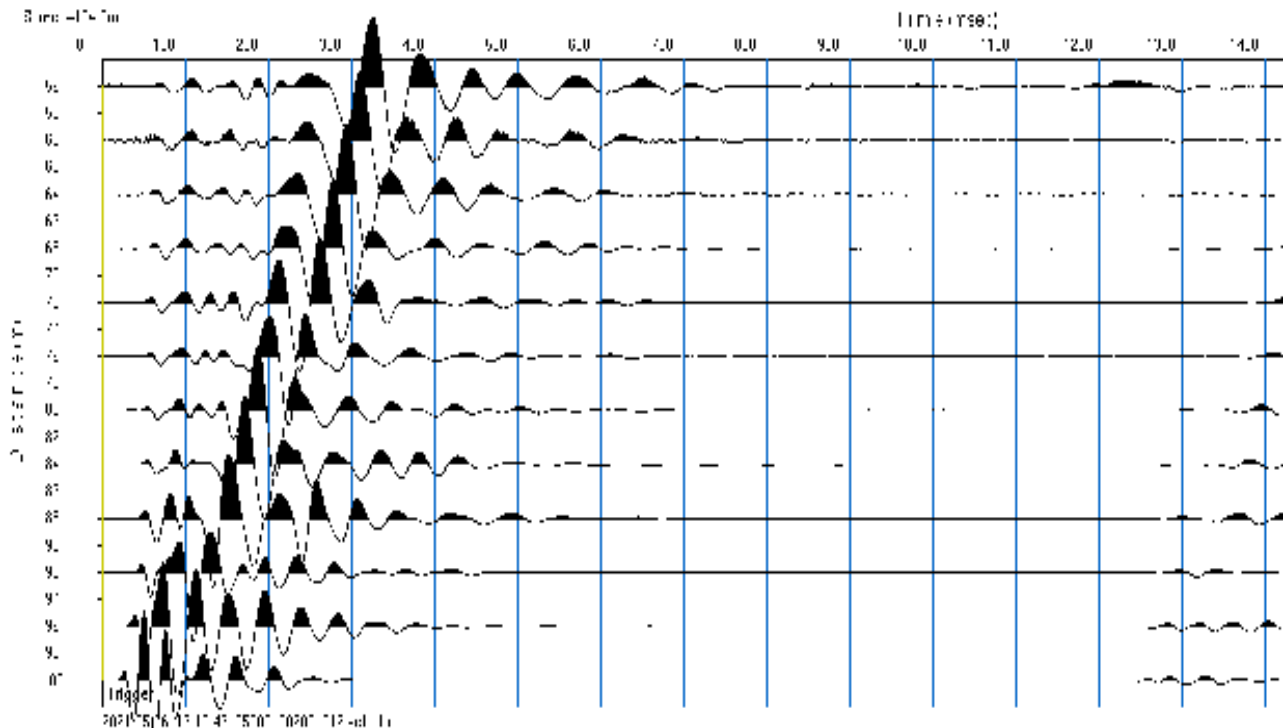
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_7R

coordinate WGS84 43.972755°N 12.328514°E



time history

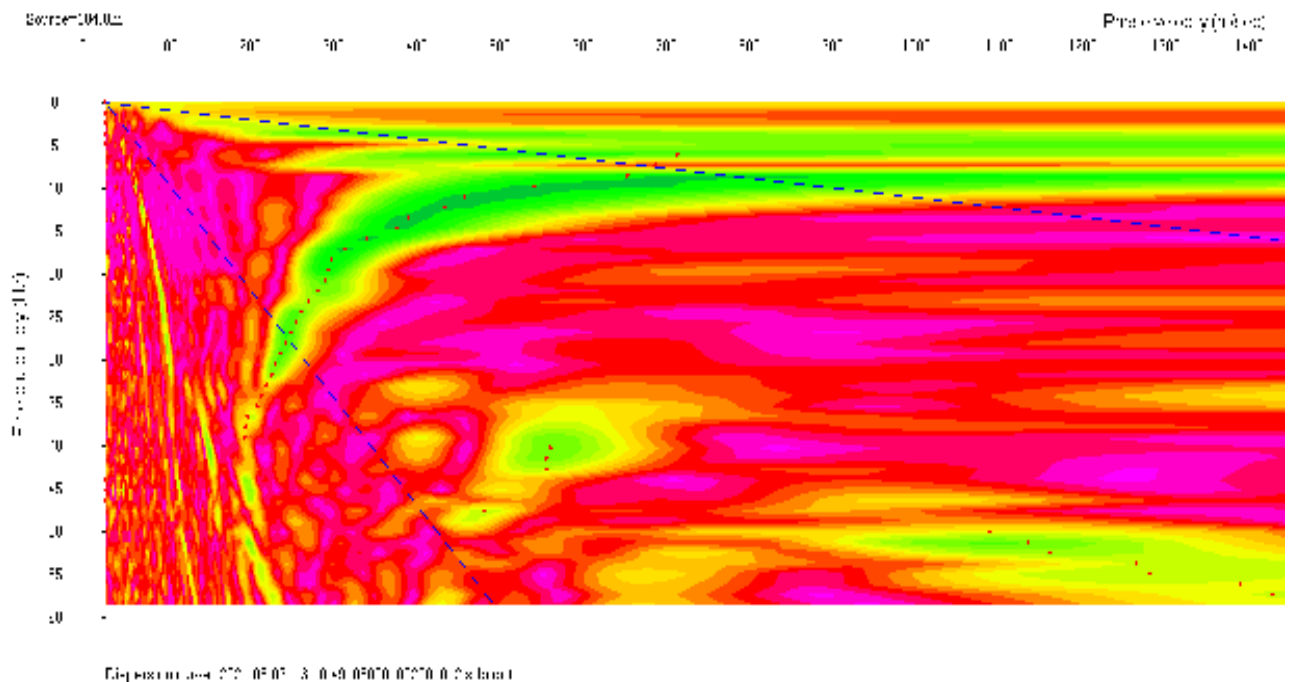


diagramma potenza di spettro

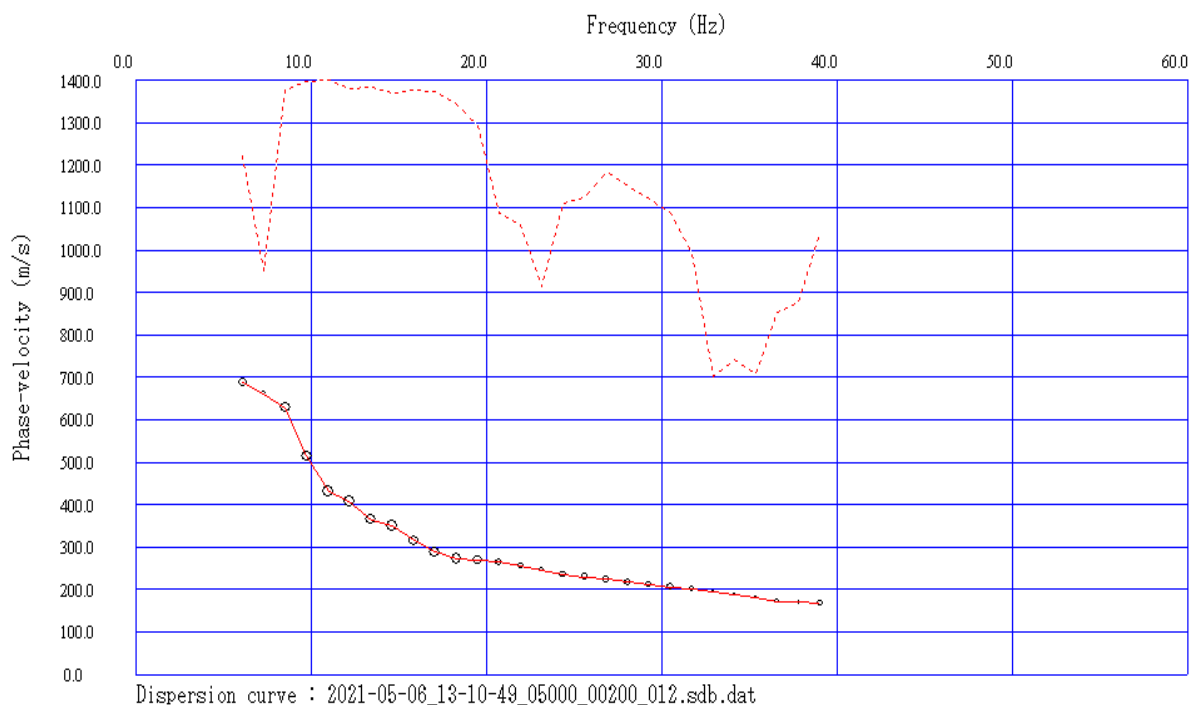
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

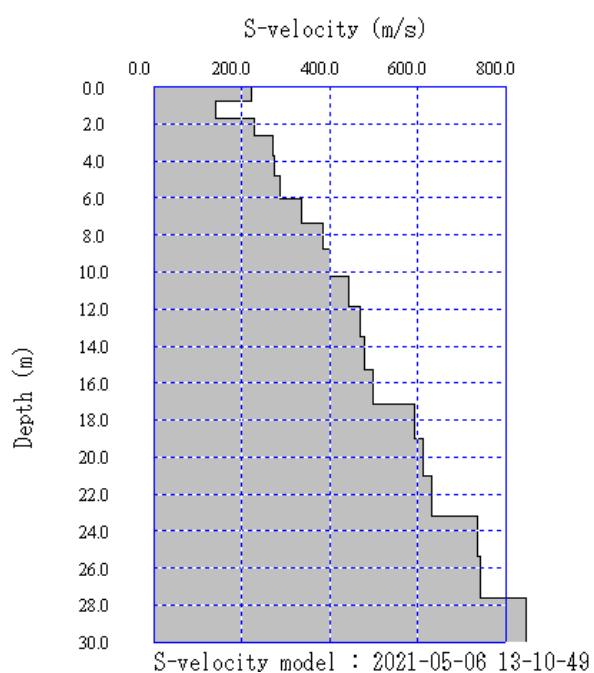
data:06.05.2021

riferimento rilievo: MASW_7R

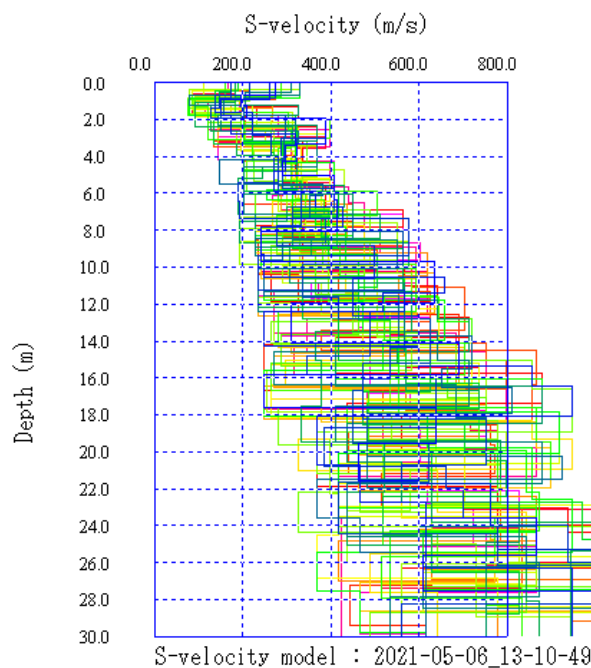
coordinate WGS84 43.972755°N 12.328514°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

prospezione sismica

Refraction Microtremor Analysis

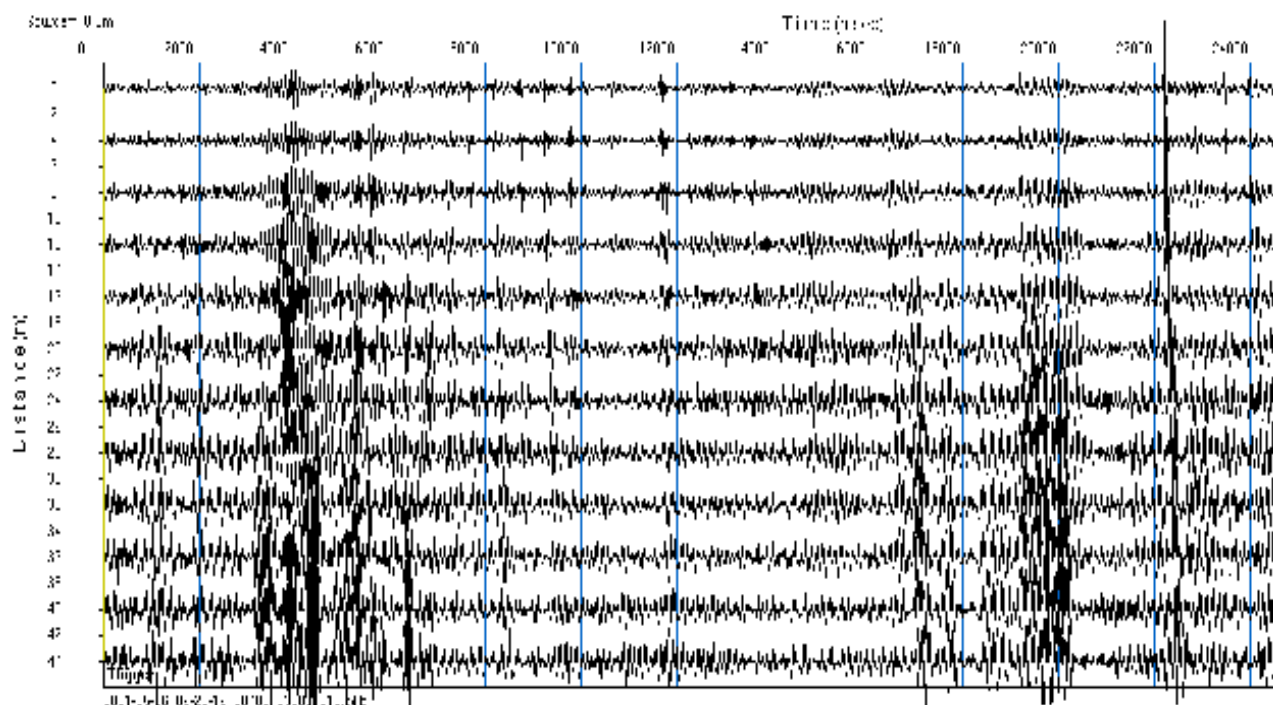
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_1

coordinate WGS84 43.971856°N 12.332941°E



time history

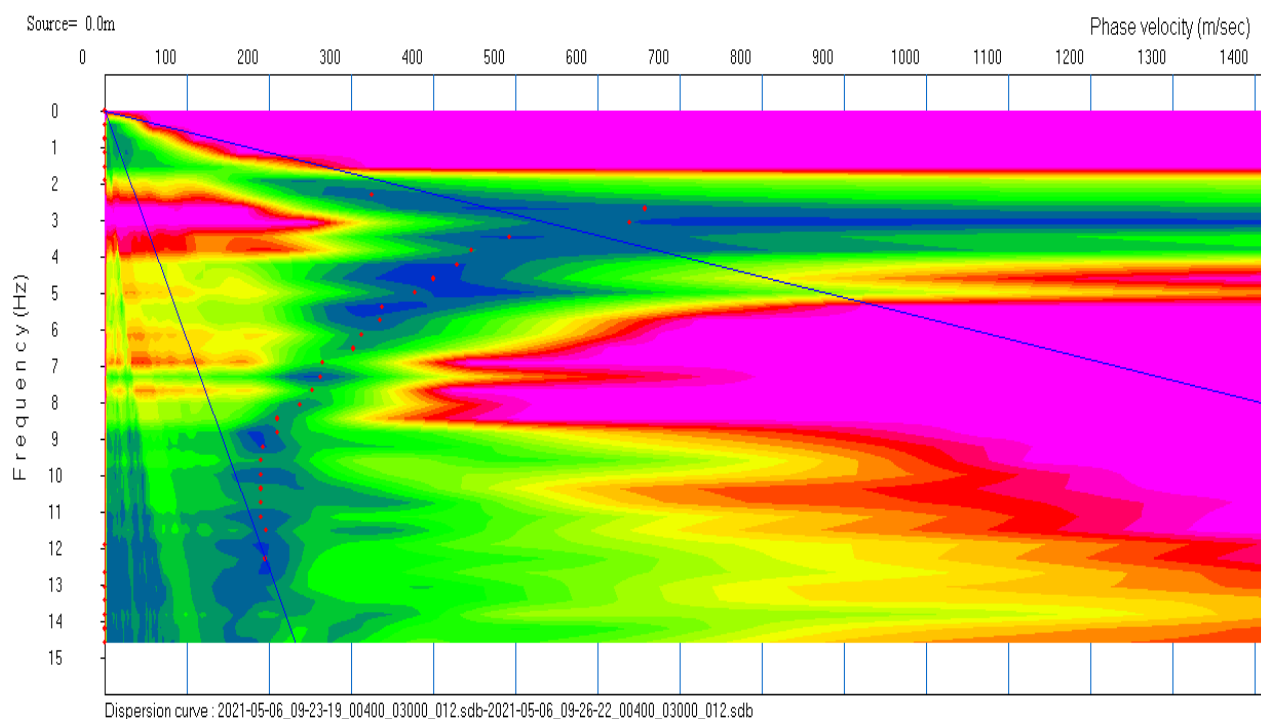


diagramma potenza di spettro

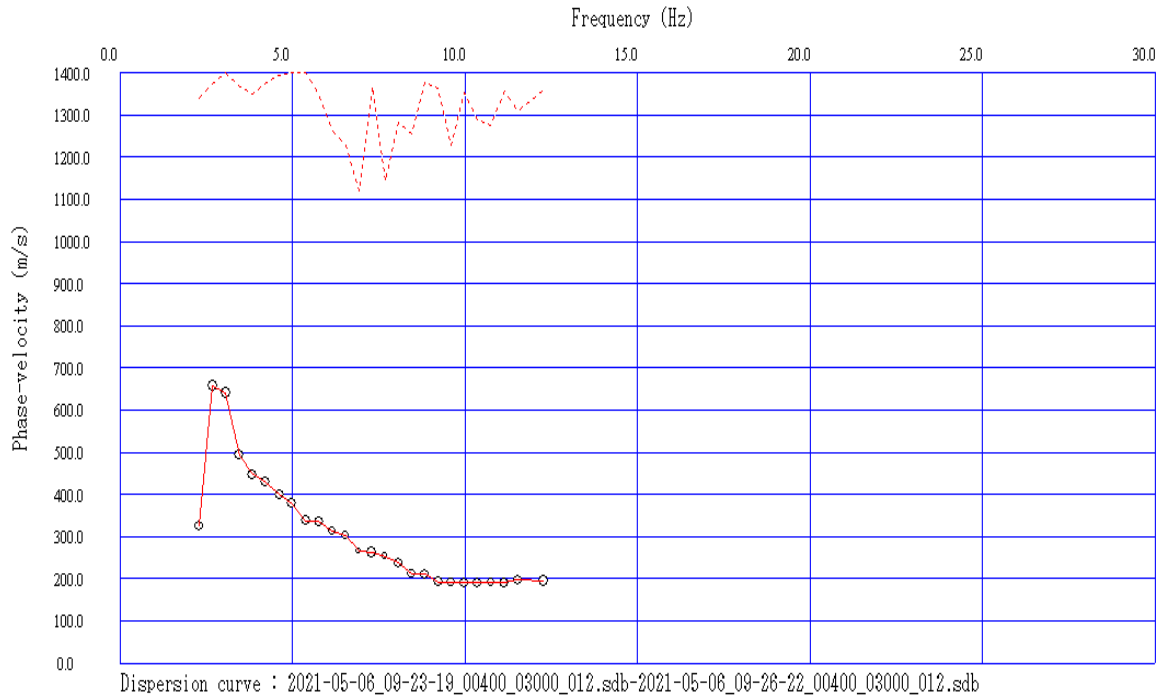
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

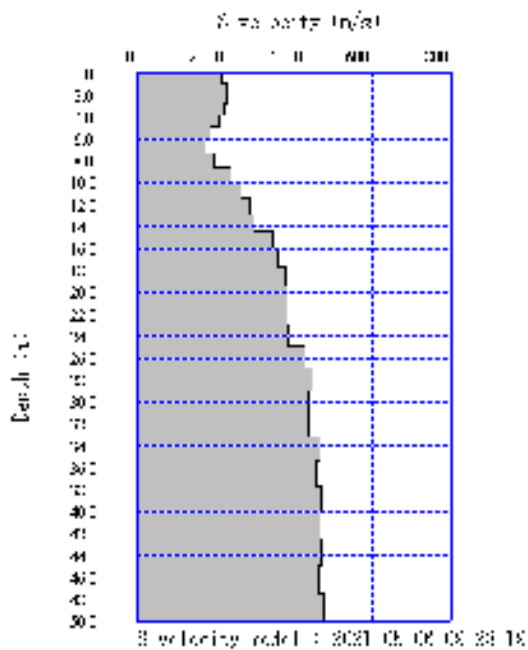
data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_1

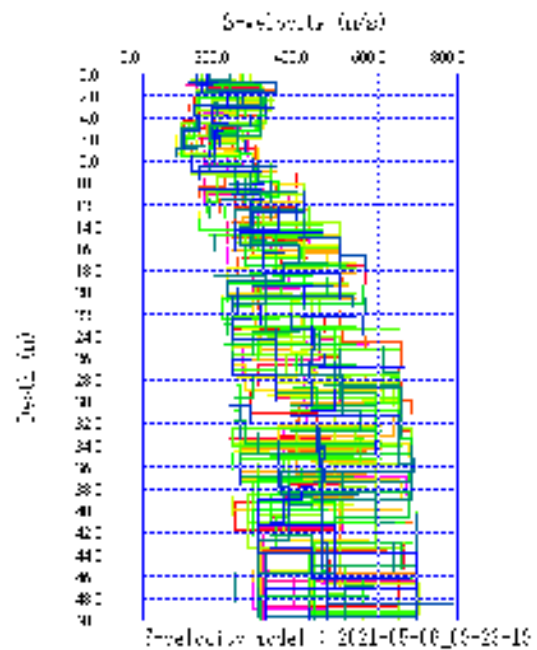
coordinate WGS84 43.971856°N 12.332941°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

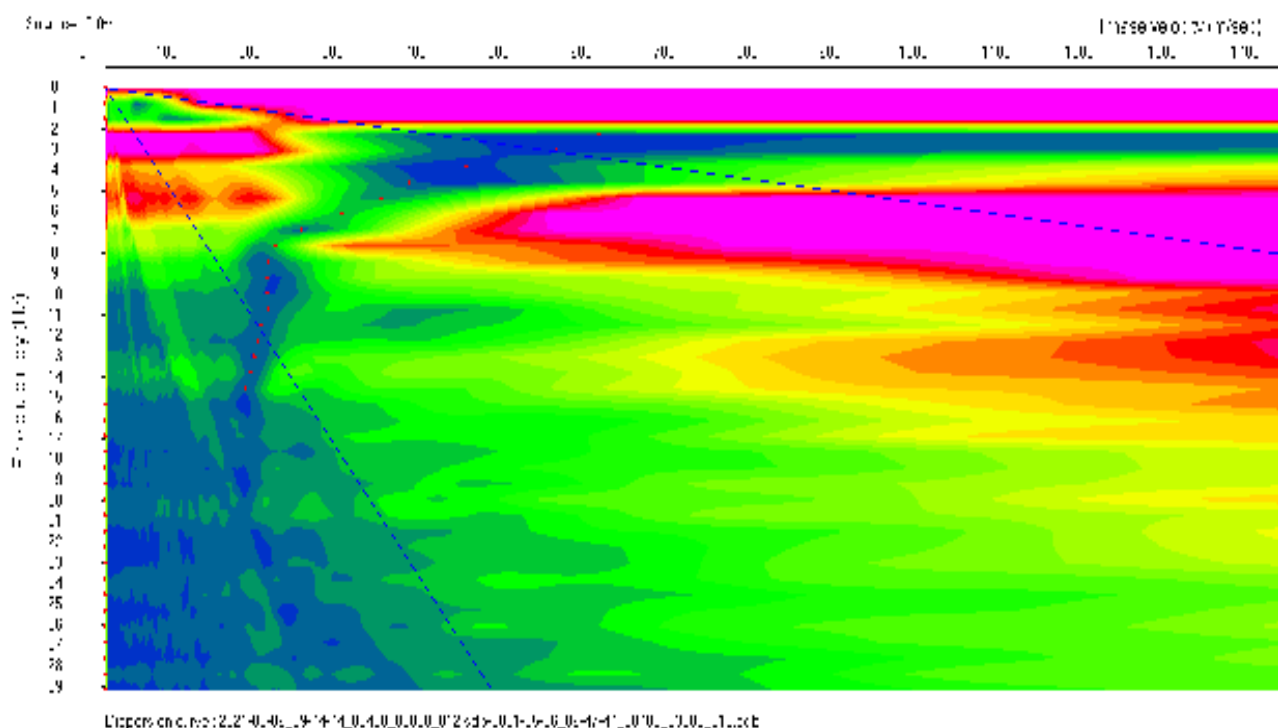
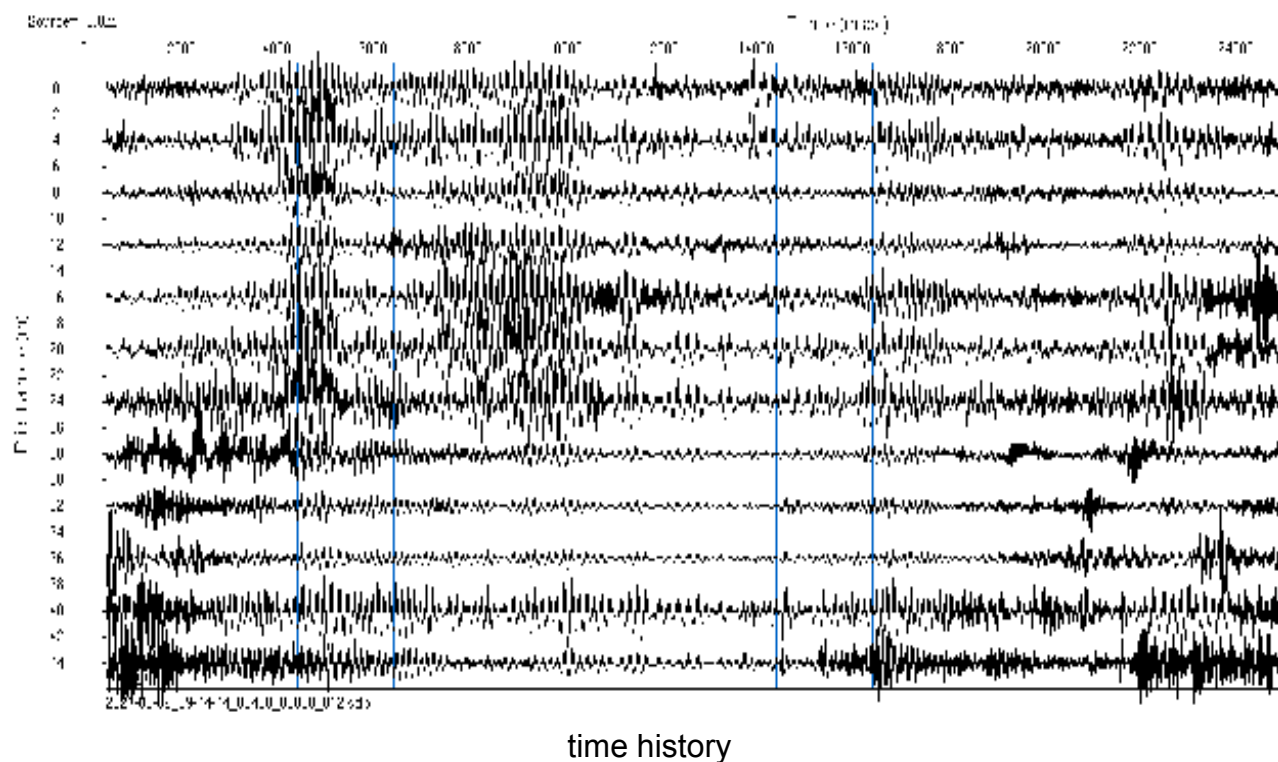
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_2

coordinate WGS84 43.971738°N 12.332329°E



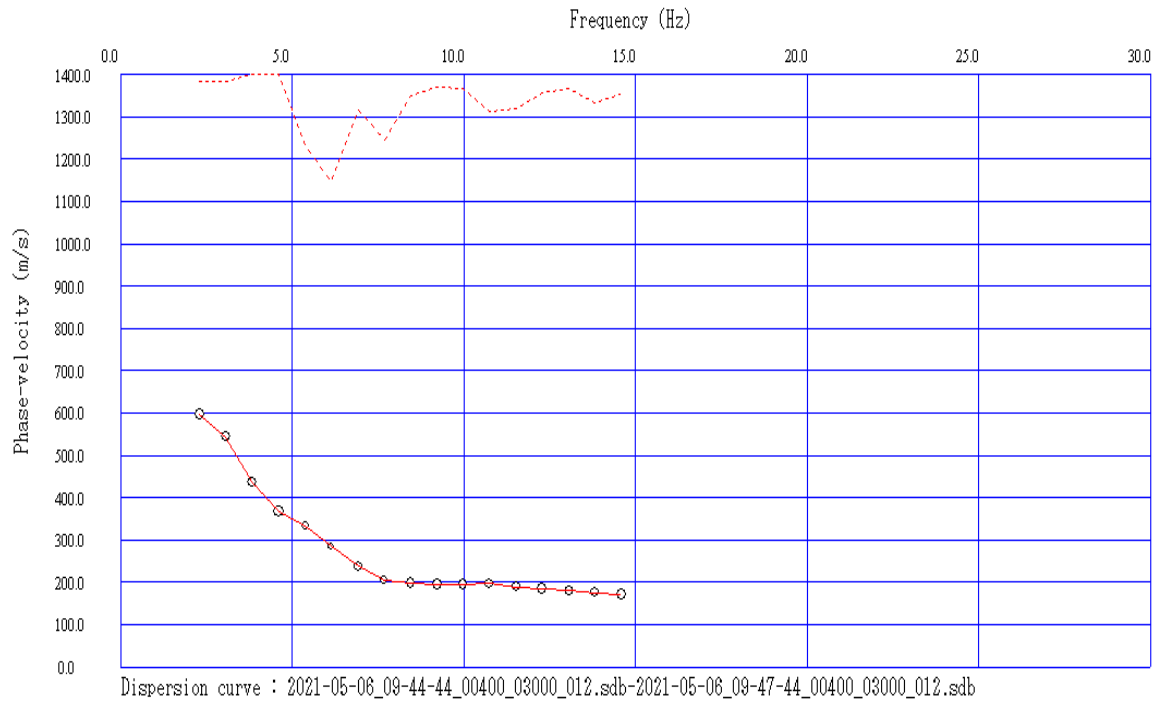
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

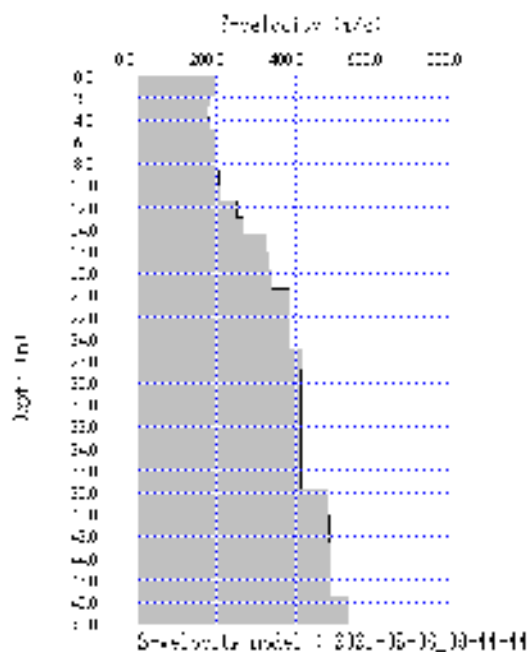
data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_2

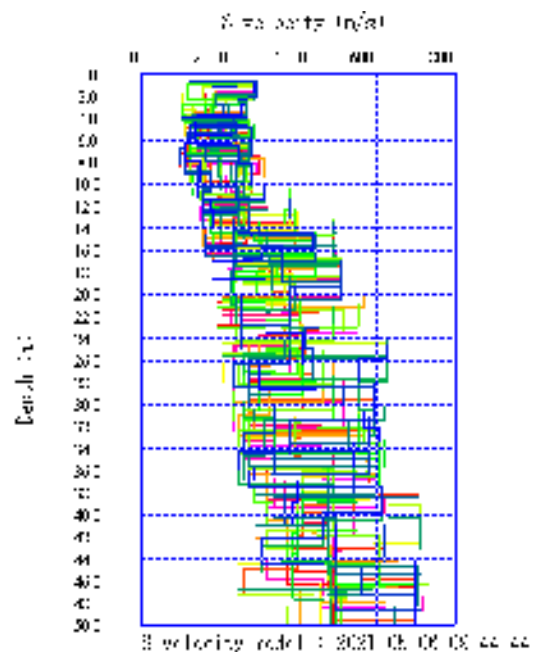
coordinate WGS84 43.971738°N 12.332329°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

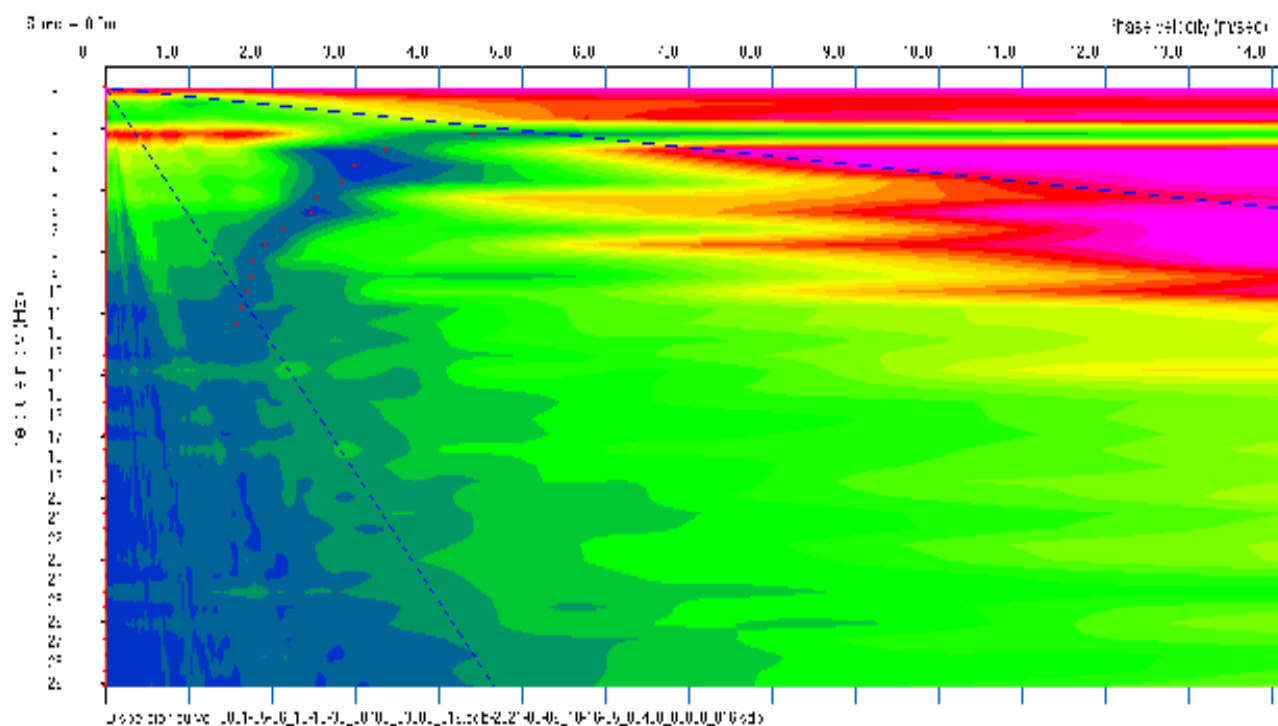
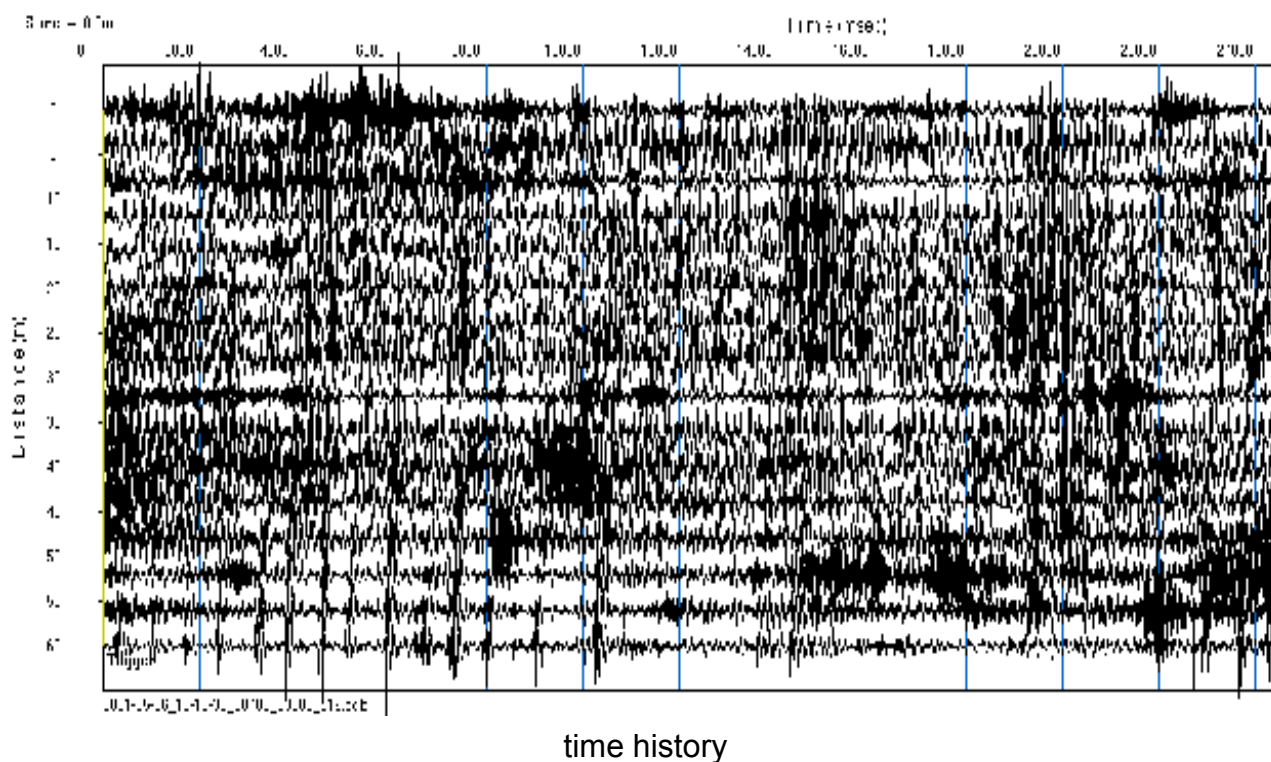
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_3

coordinate WGS84 43.971476°N 12.331668°E



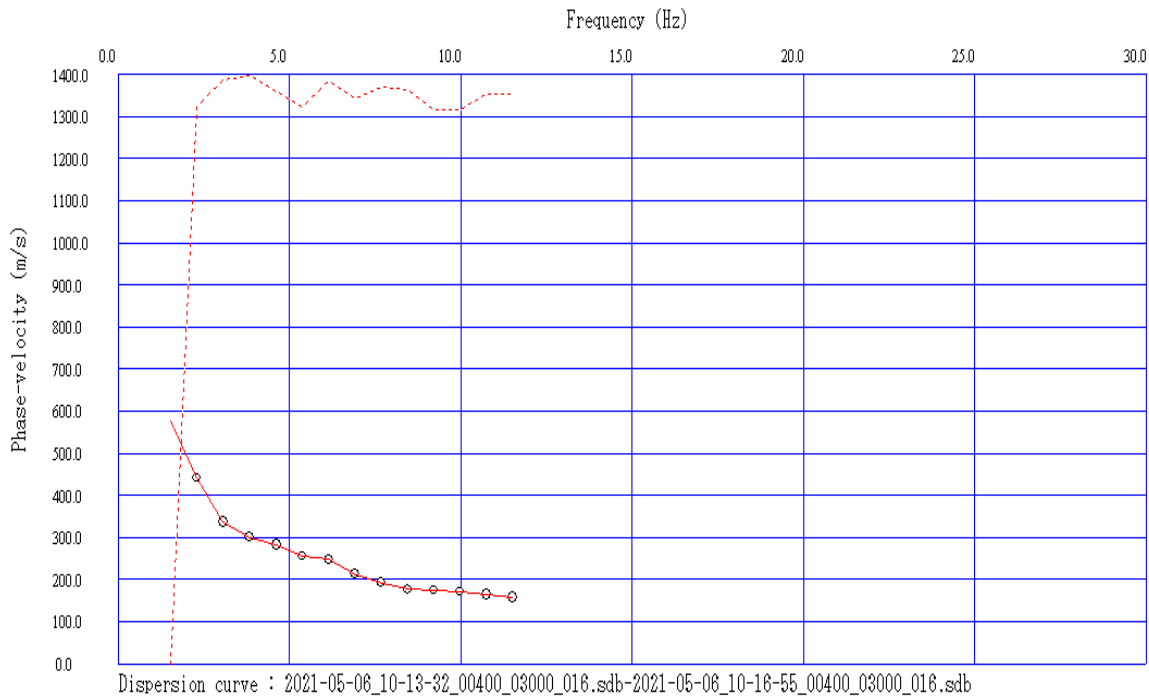
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

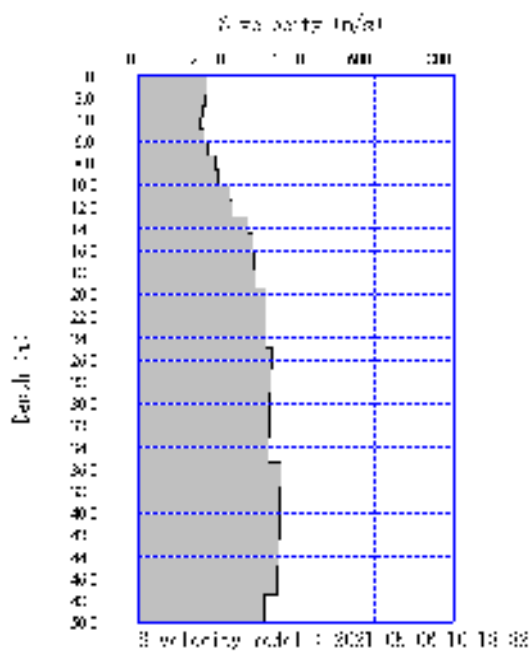
data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_3

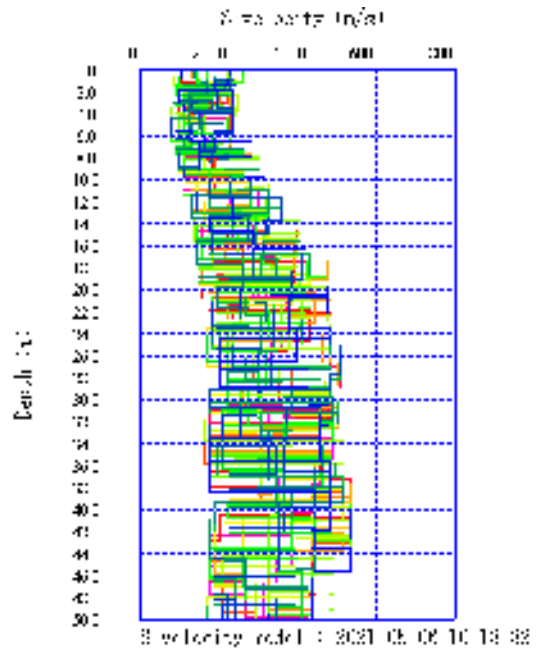
coordinate WGS84 43.971476°N 12.331668°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

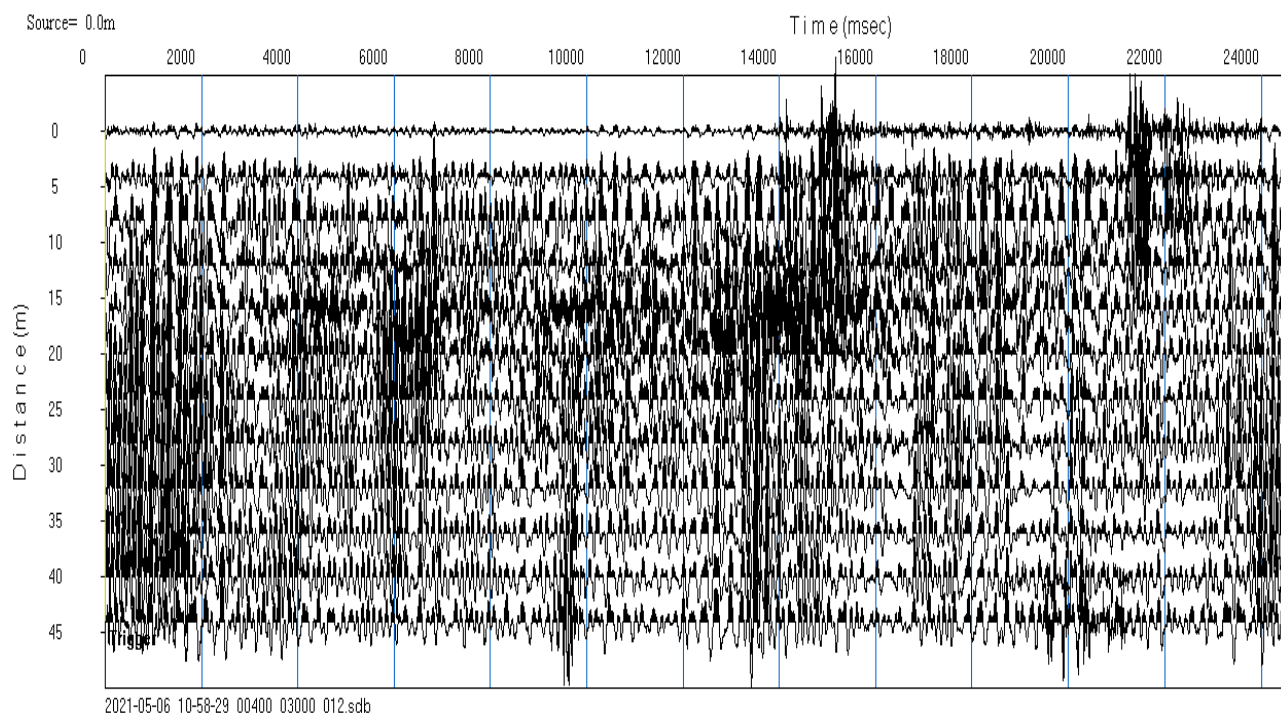
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_4

coordinate WGS84 43.970316°N 12.332895°E



time history

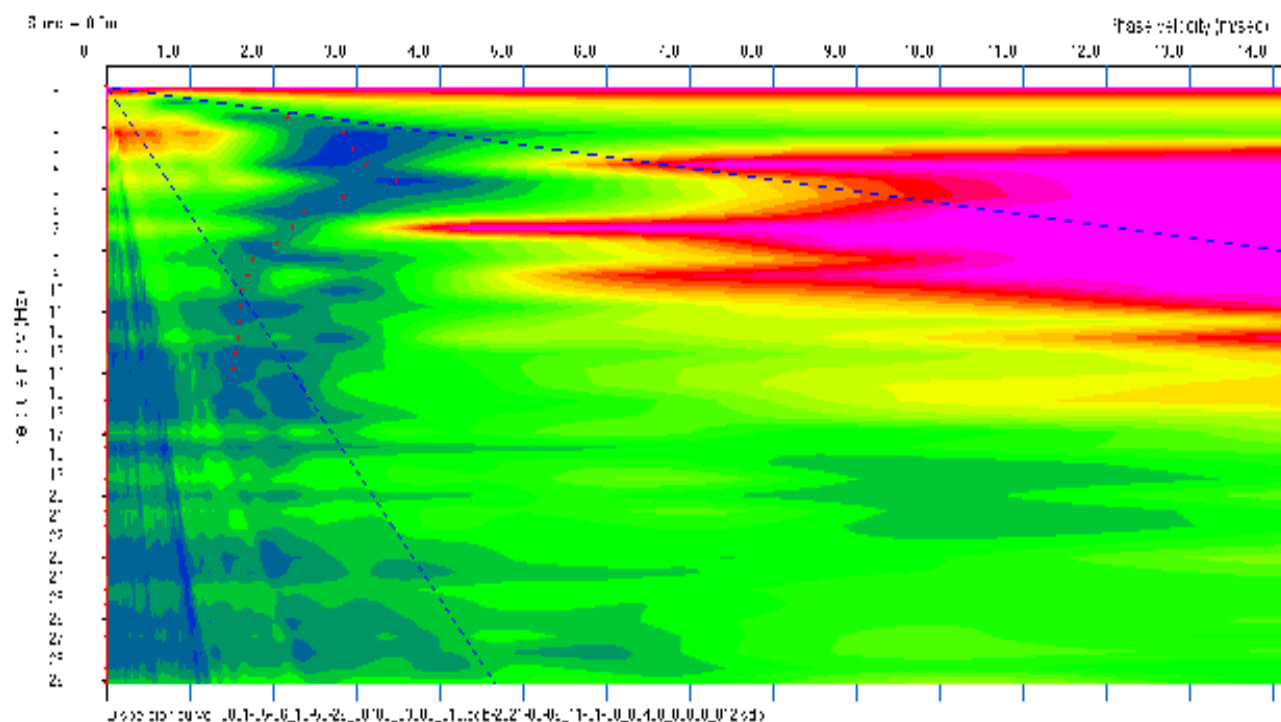


diagramma potenza di spettro

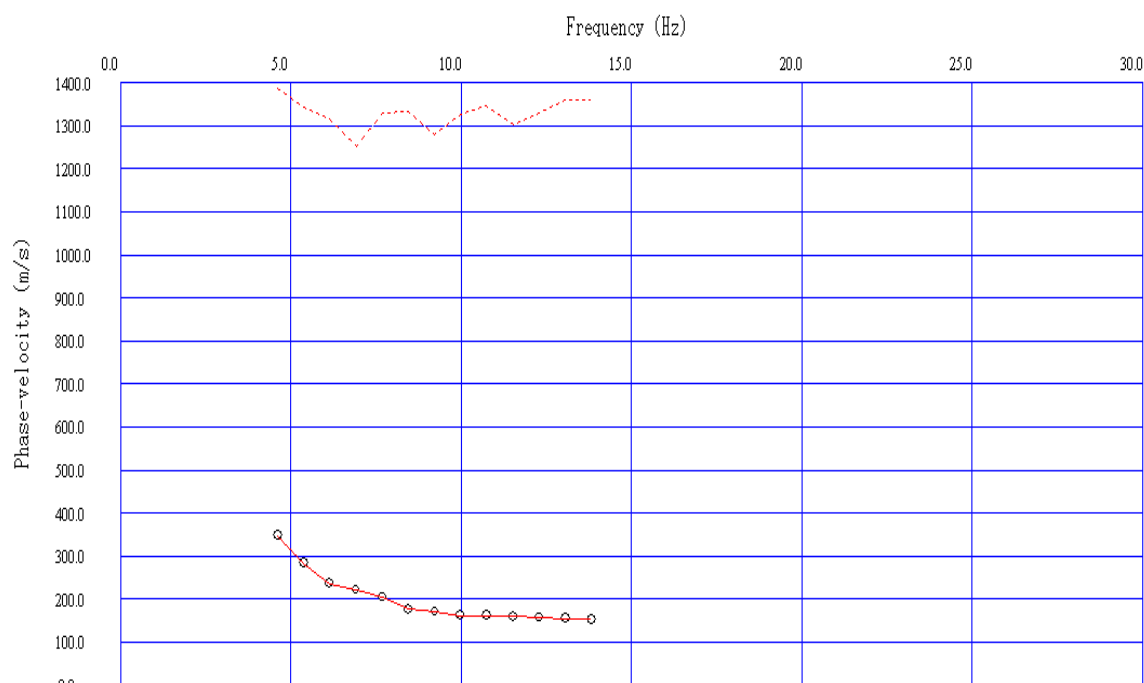
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 06.05.2021

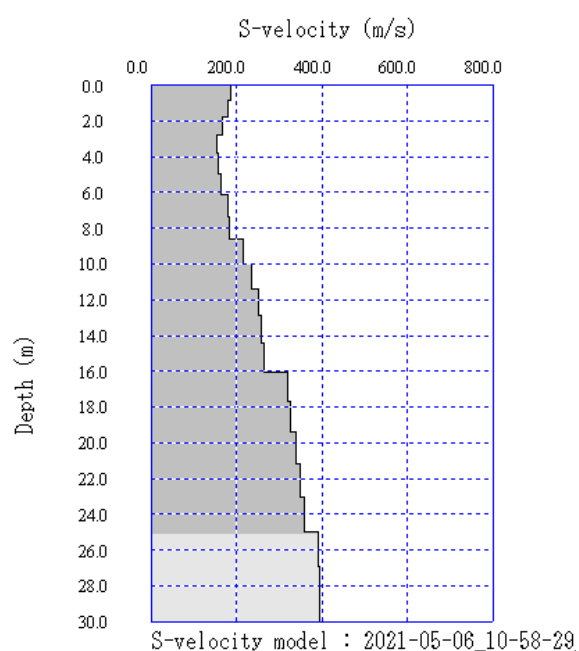
riferimento rilievo: ReMi_4

coordinate WGS84 43.970316°N 12.332895°E



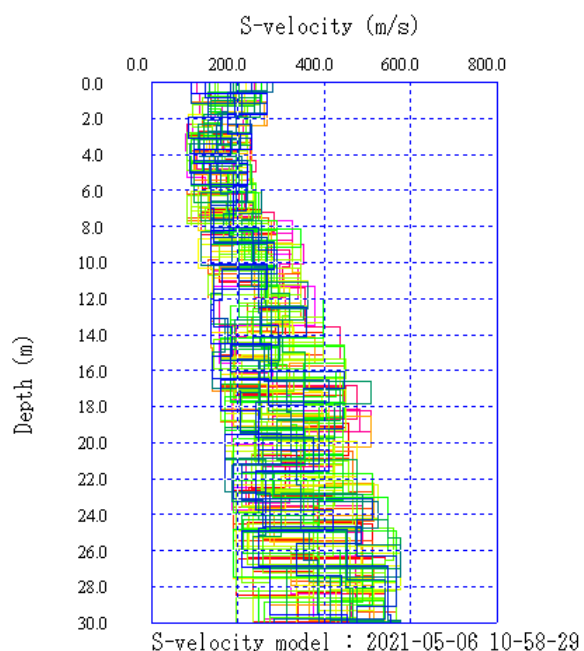
Dispersion curve : 2021-05-06_10-58-29_00400_03000_012.sdb-2021-05-06_11-01-30_00400_03000_012.sdb

curva di dispersione



S-velocity model : 2021-05-06_10-58-29

profilo di velocità



S-velocity model : 2021-05-06_10-58-29

elaborazione modelli equivalenti

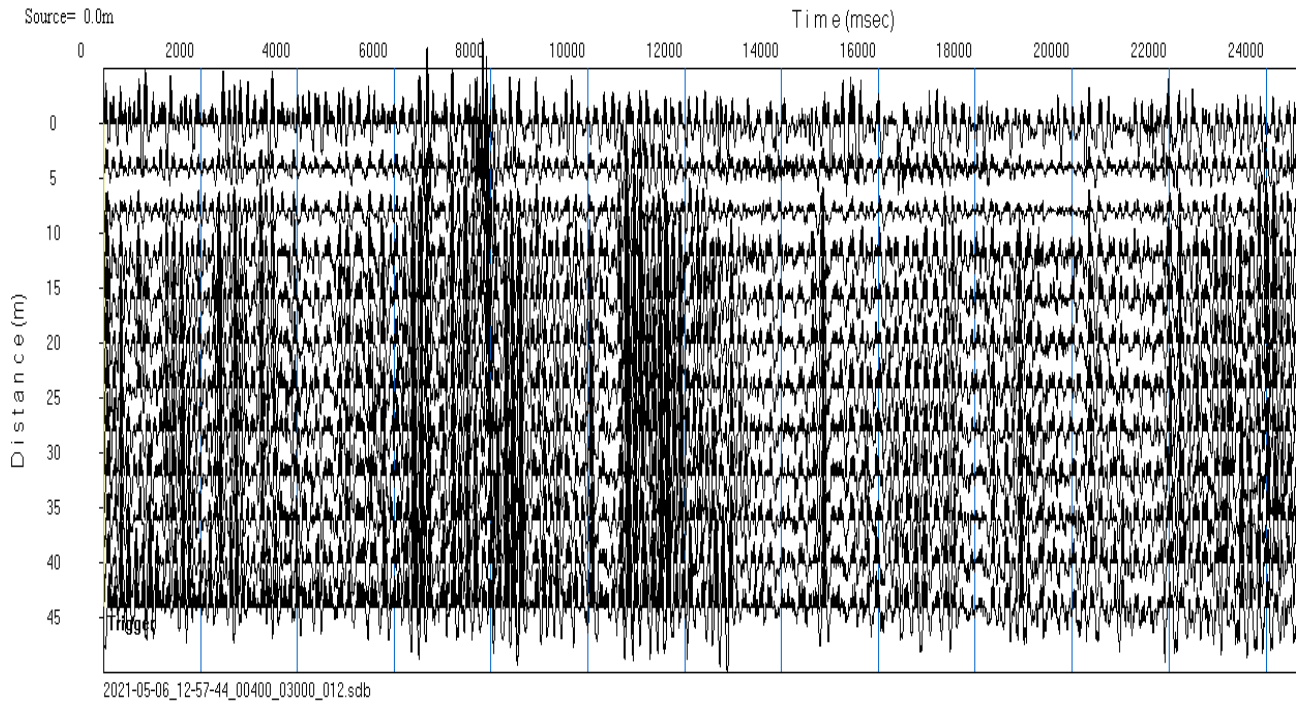
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_7

coordinate WGS84 43.972916°N 12.328752°E



time history

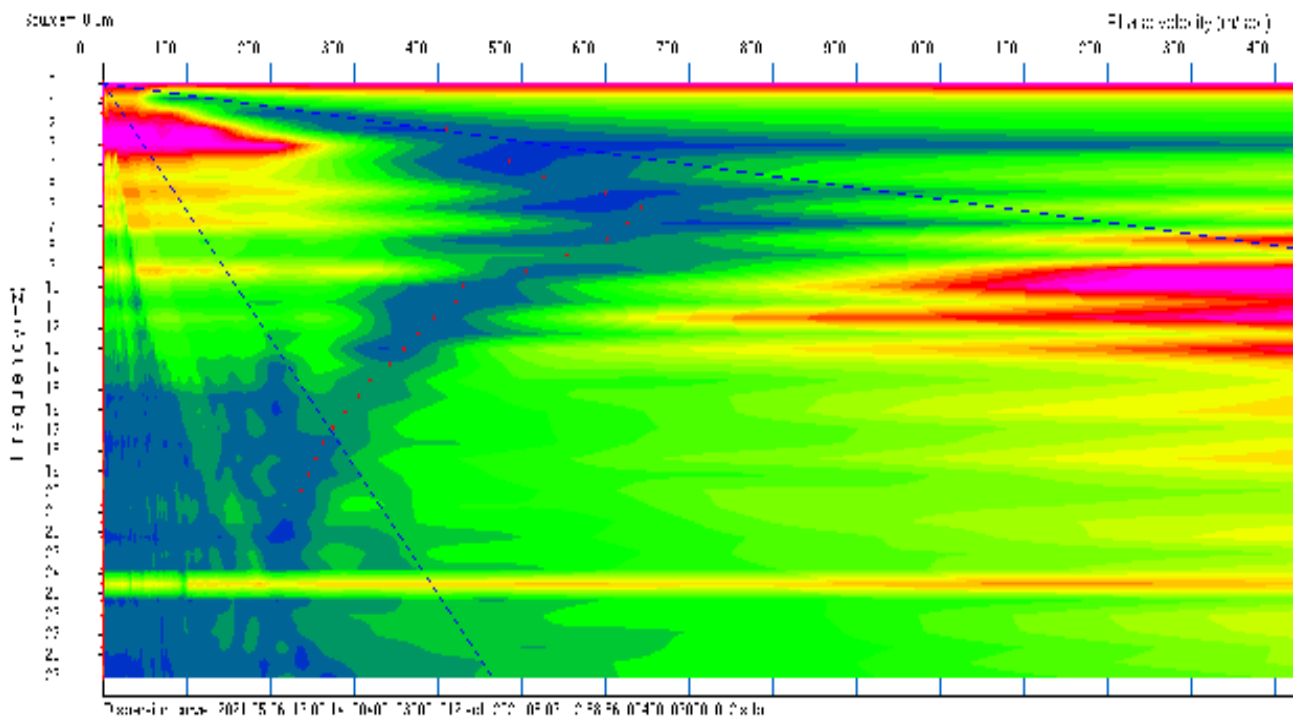


diagramma potenza di spettro

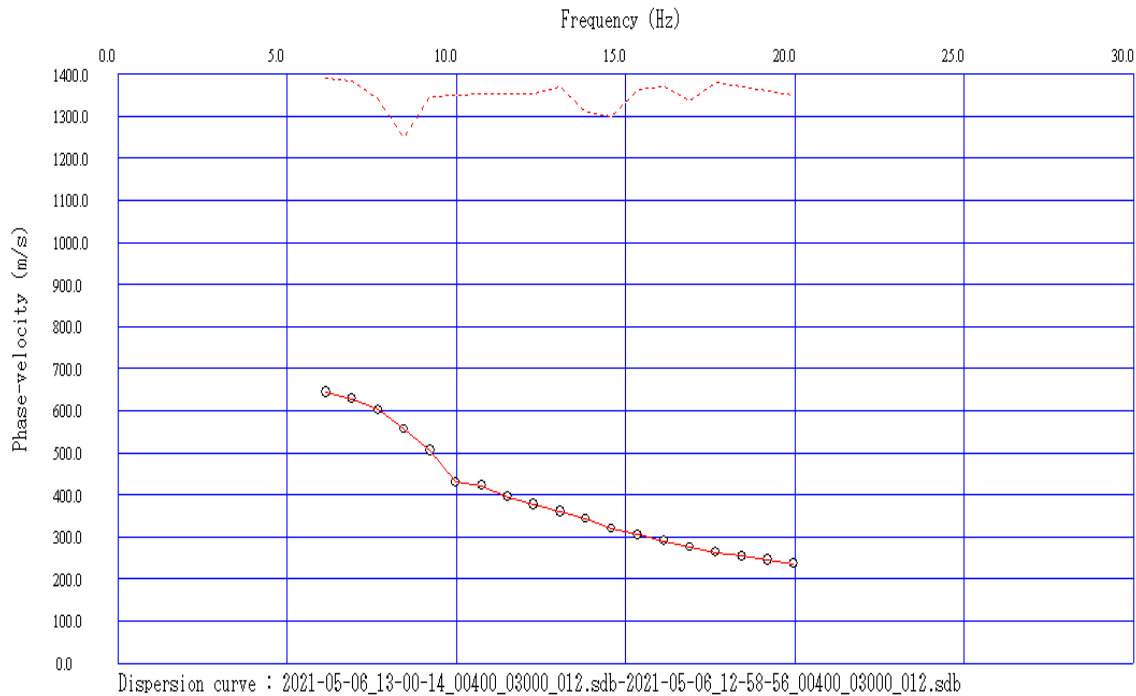
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

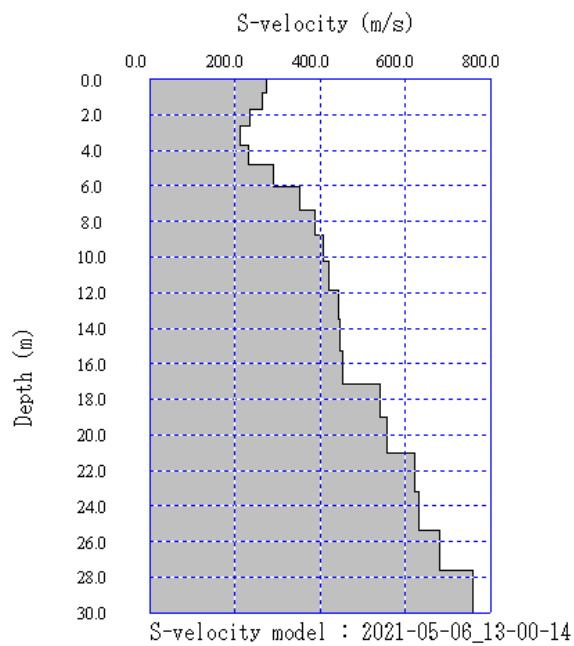
data: 06.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_7

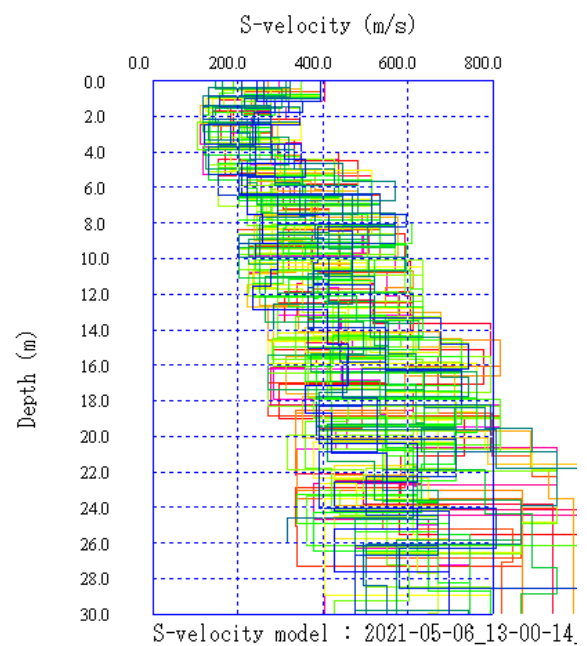
coordinate WGS84 43.972916°N 12.328752°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

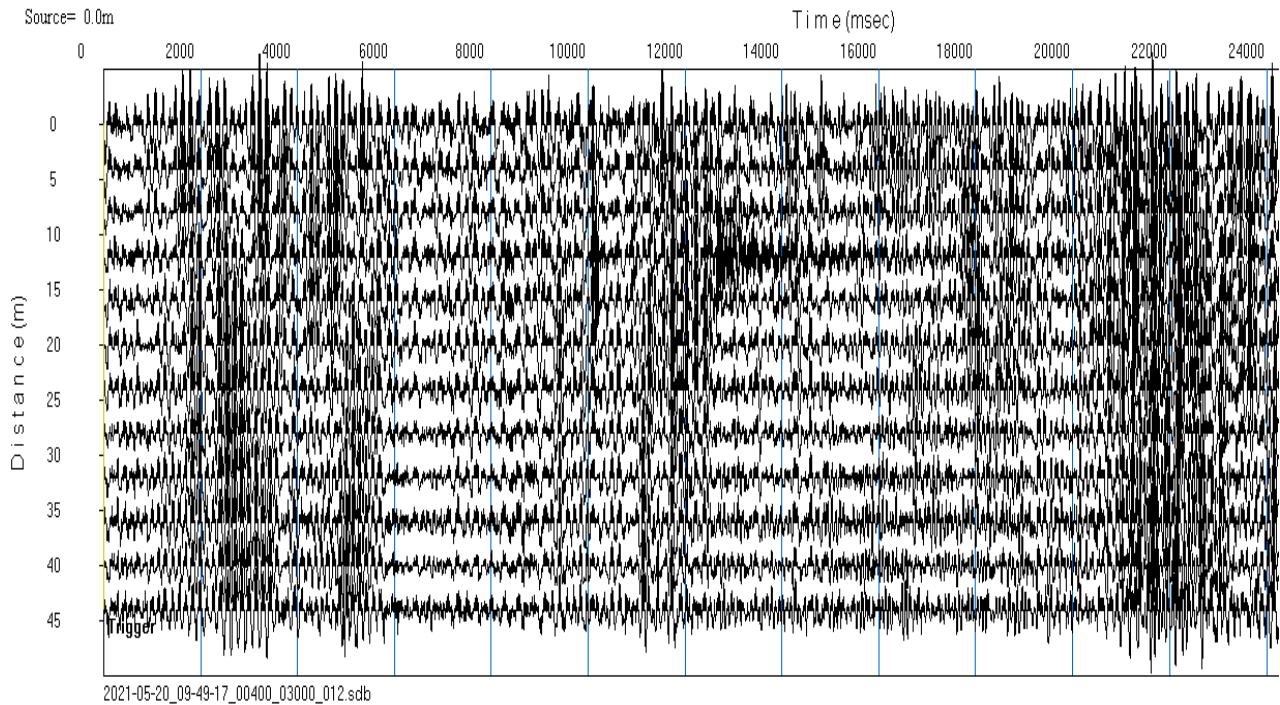
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 20.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_8

coordinate WGS84 43.971634°N 12.329884°E



time history

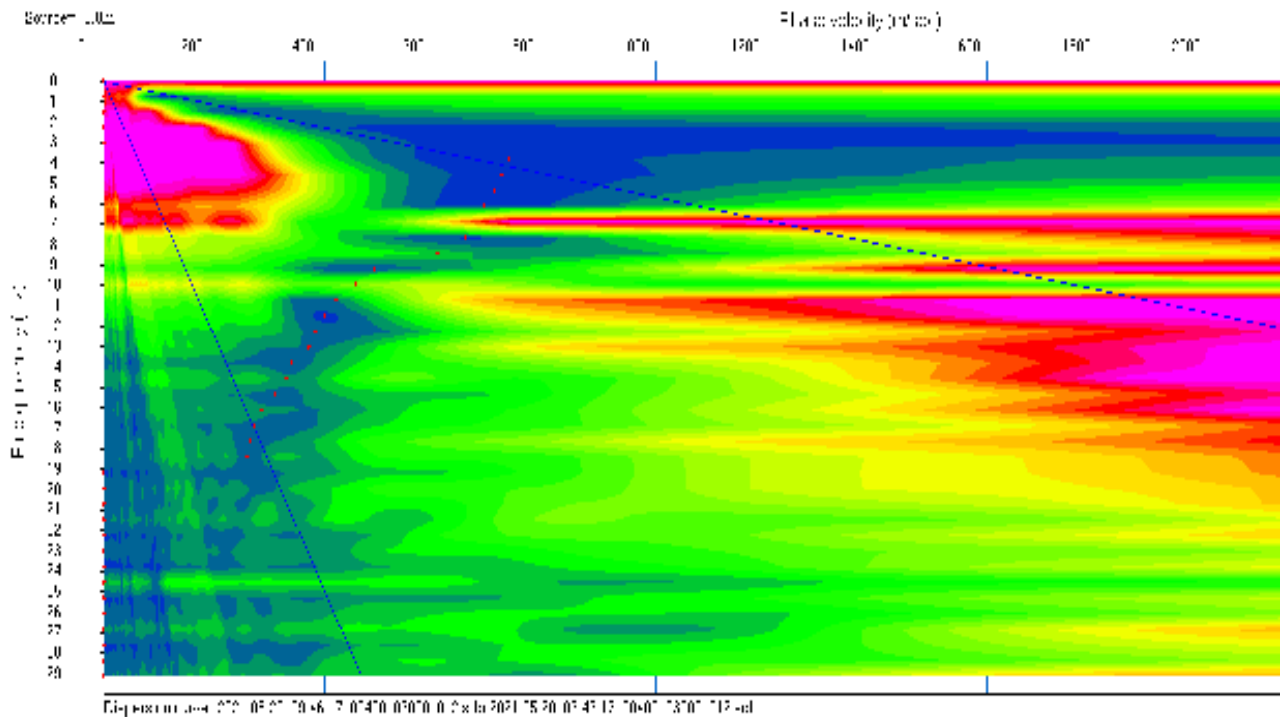


diagramma potenza di spettro

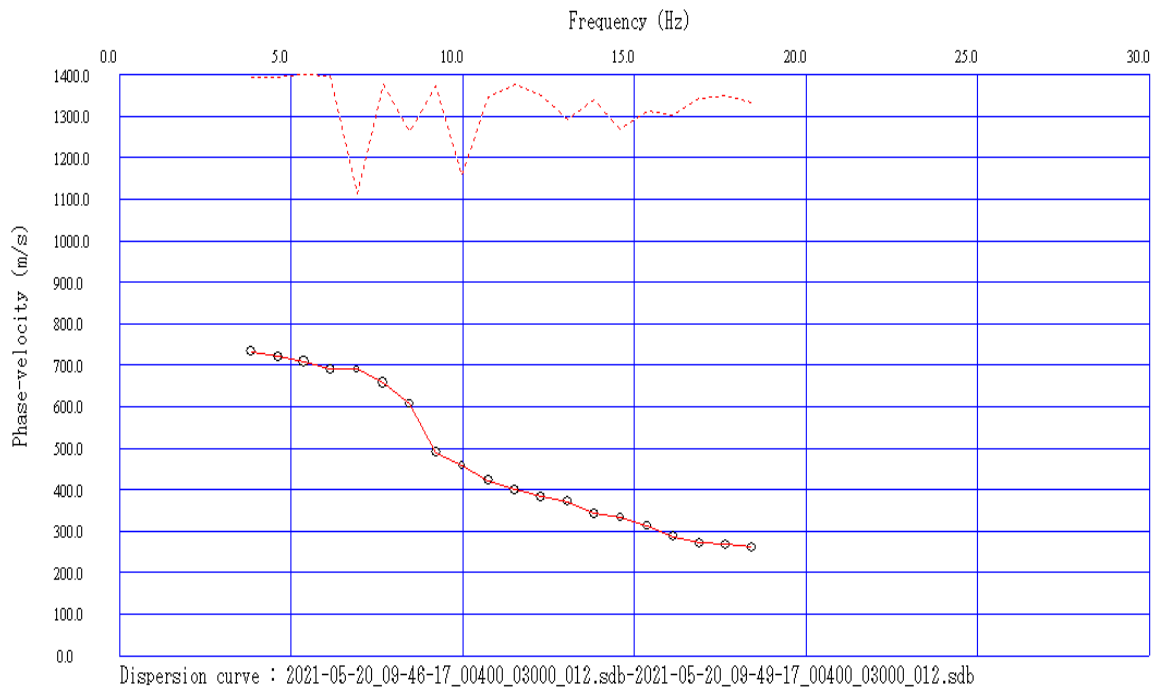
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

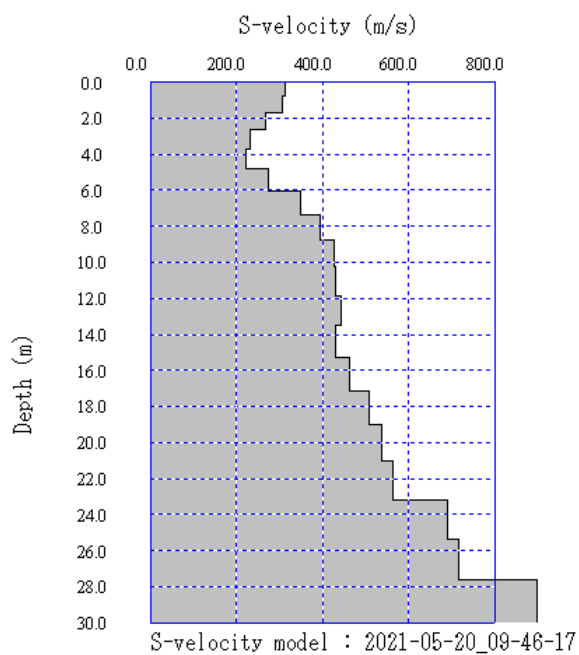
data: 20.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_8

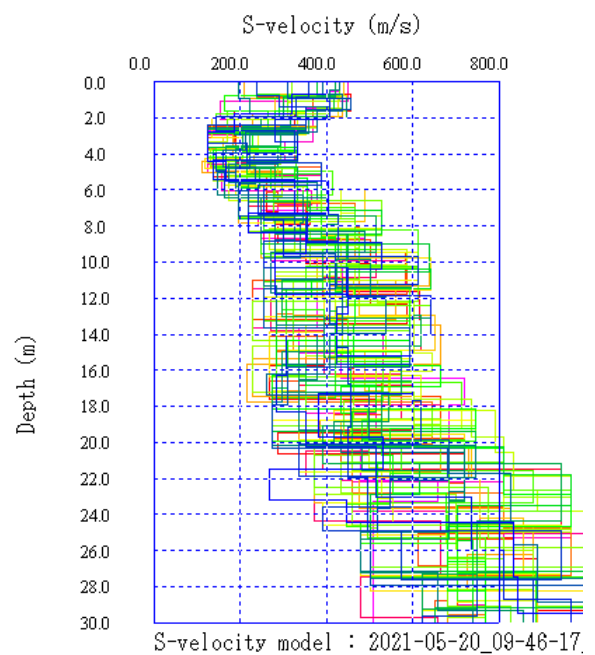
coordinate WGS84 43.971634°N 12.329884°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

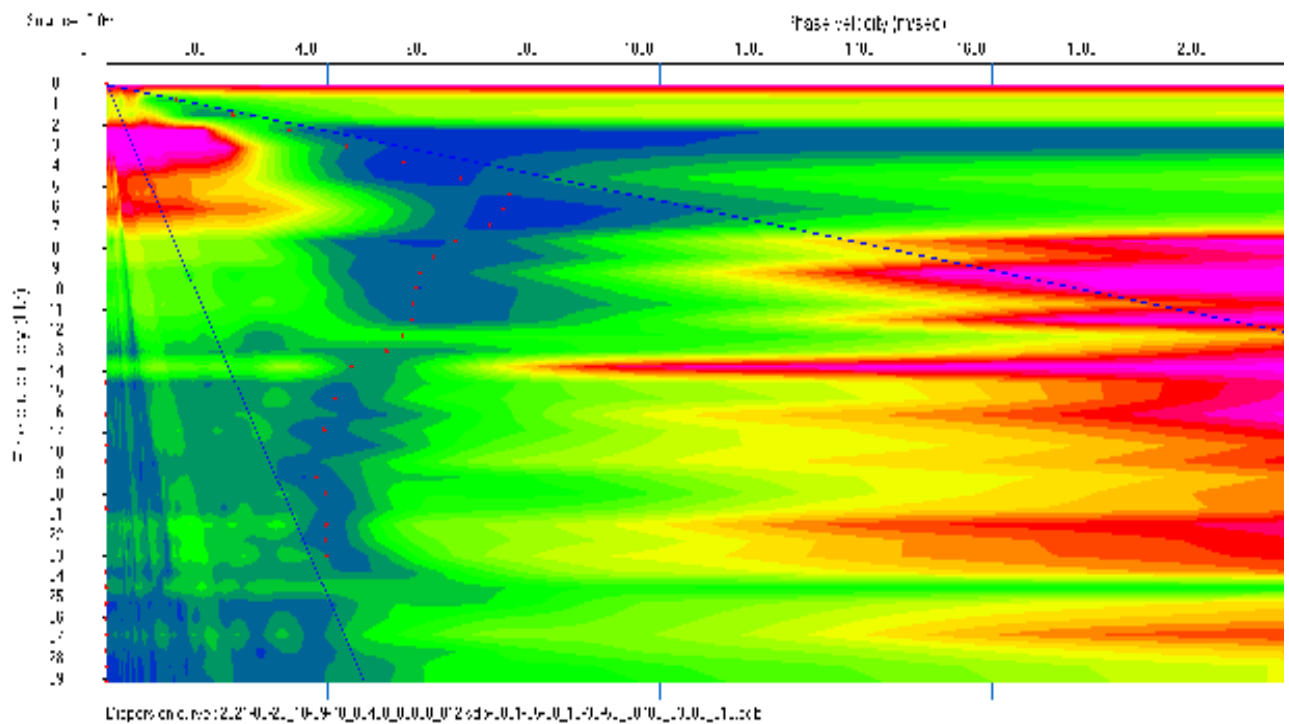
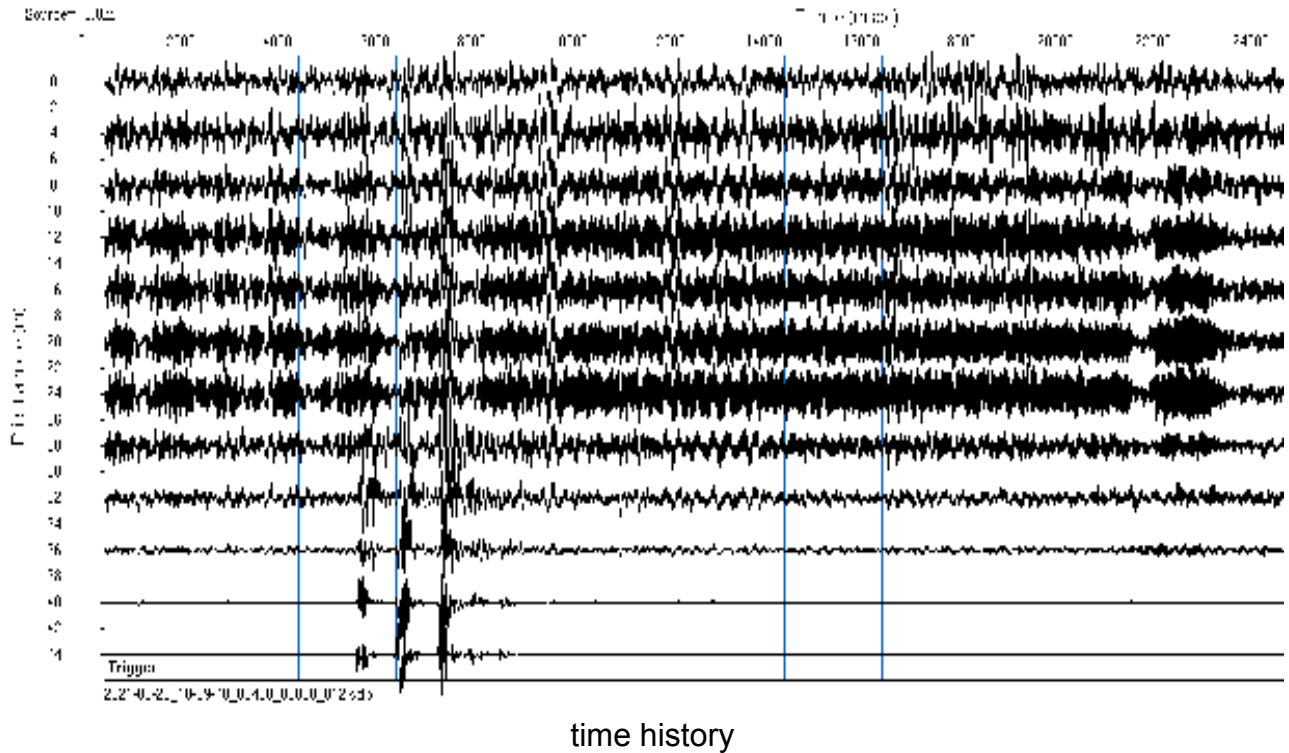
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

data: 20.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_9

coordinate WGS84 43.972255°N 12.329449°E



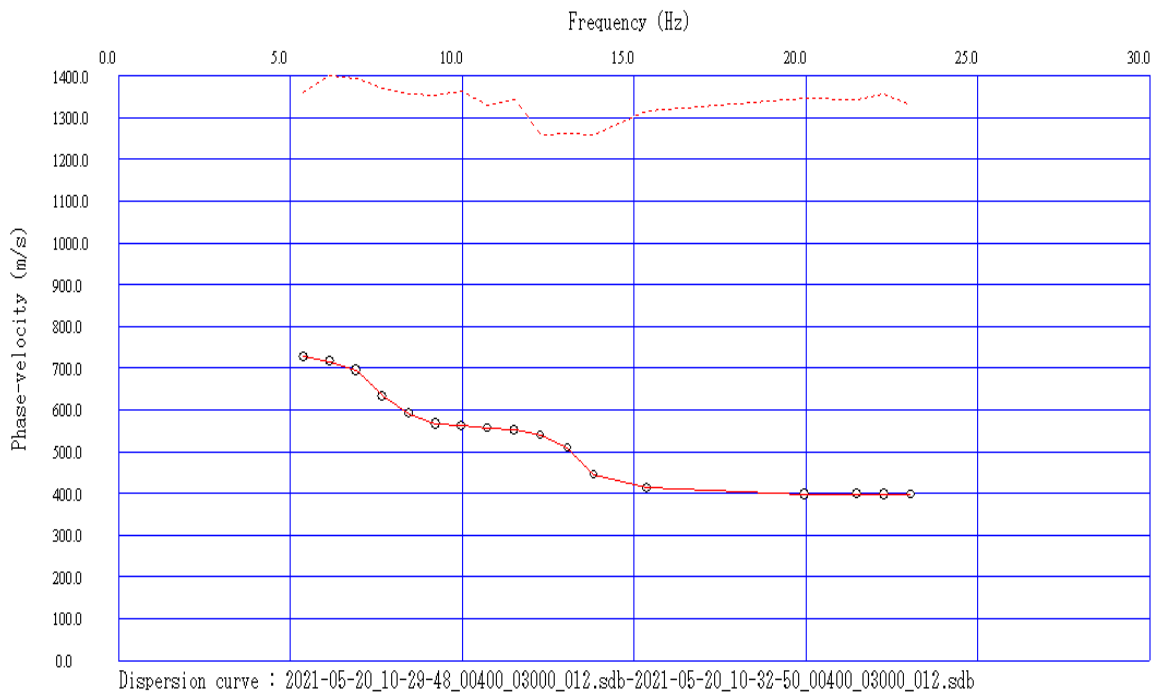
Multichannels Refraction Microtremor

ubicazione: loc.Ginestreto - G3 - Sogliano al Rubicone (FC)

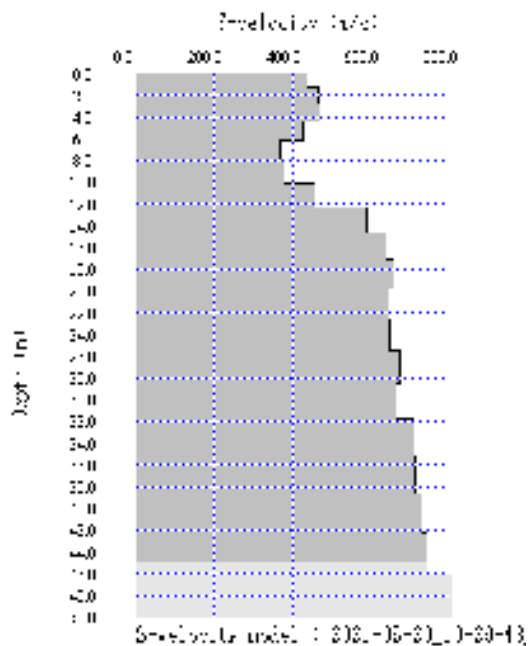
data: 20.05.2021

riferimento rilievo: ReMi_9

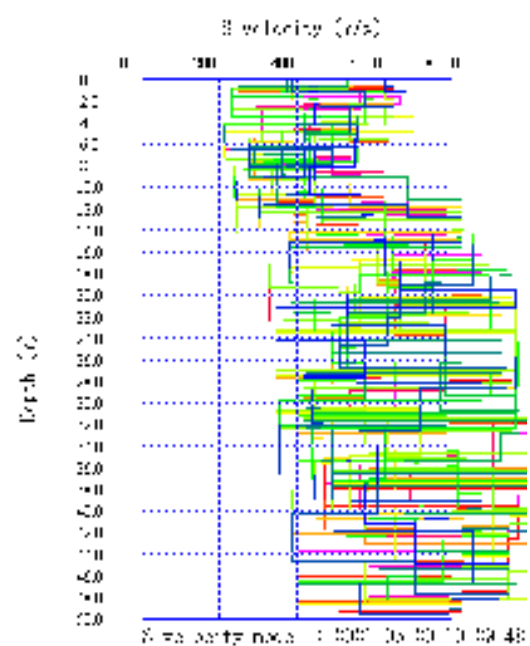
coordinate WGS84 43.972255°N 12.329449°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

prospezione sismica

elaborazione HVSR rilievo microtremori

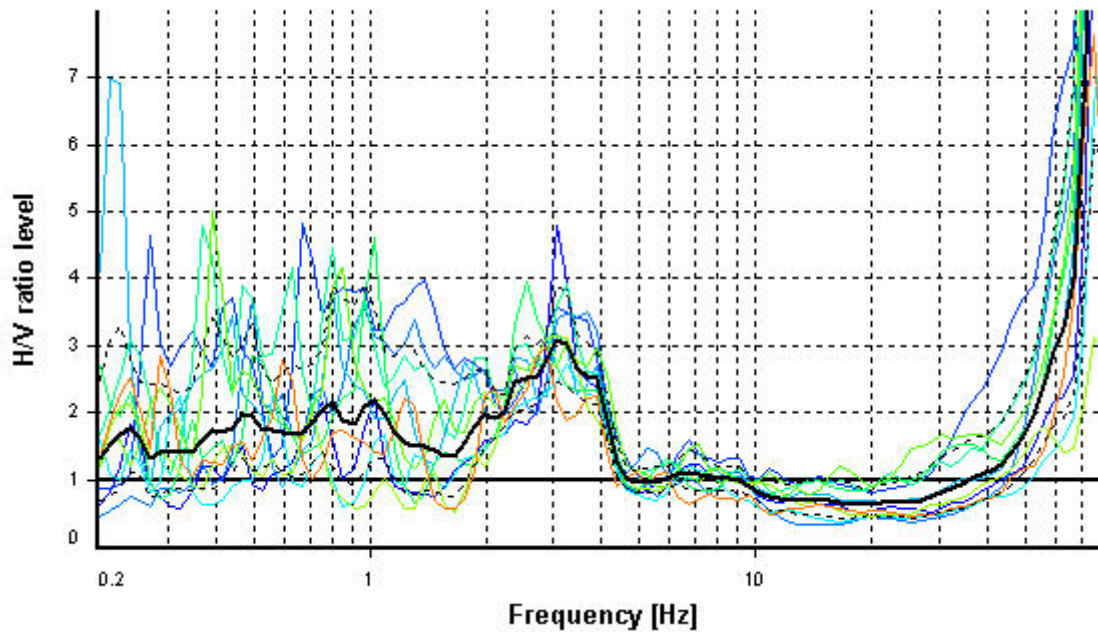
HVSR ANALYSIS - POSTAZIONE A

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

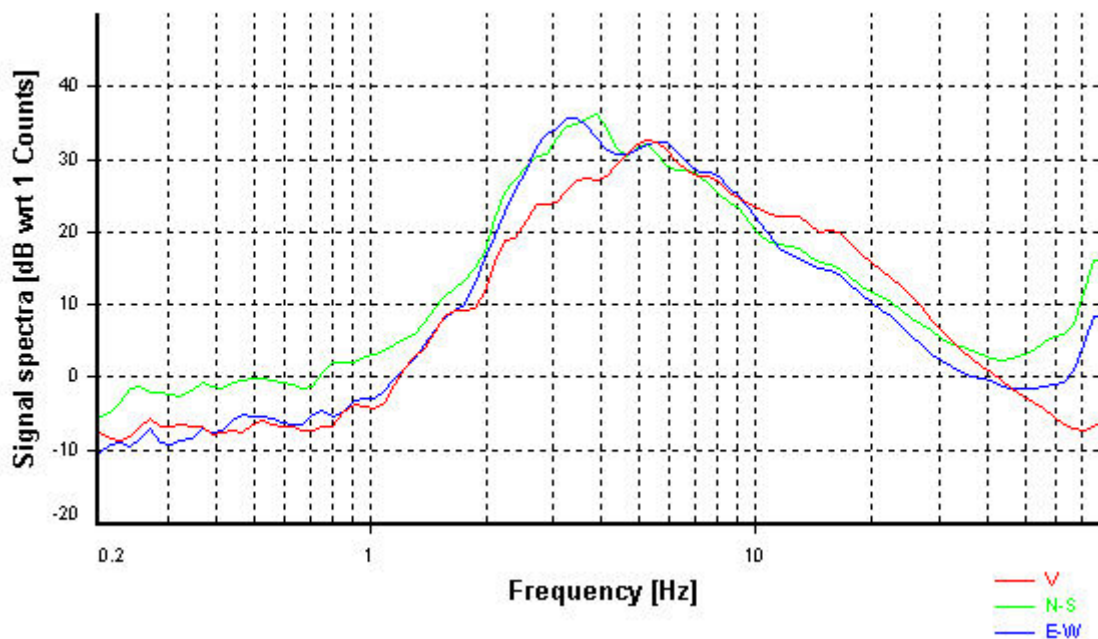
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

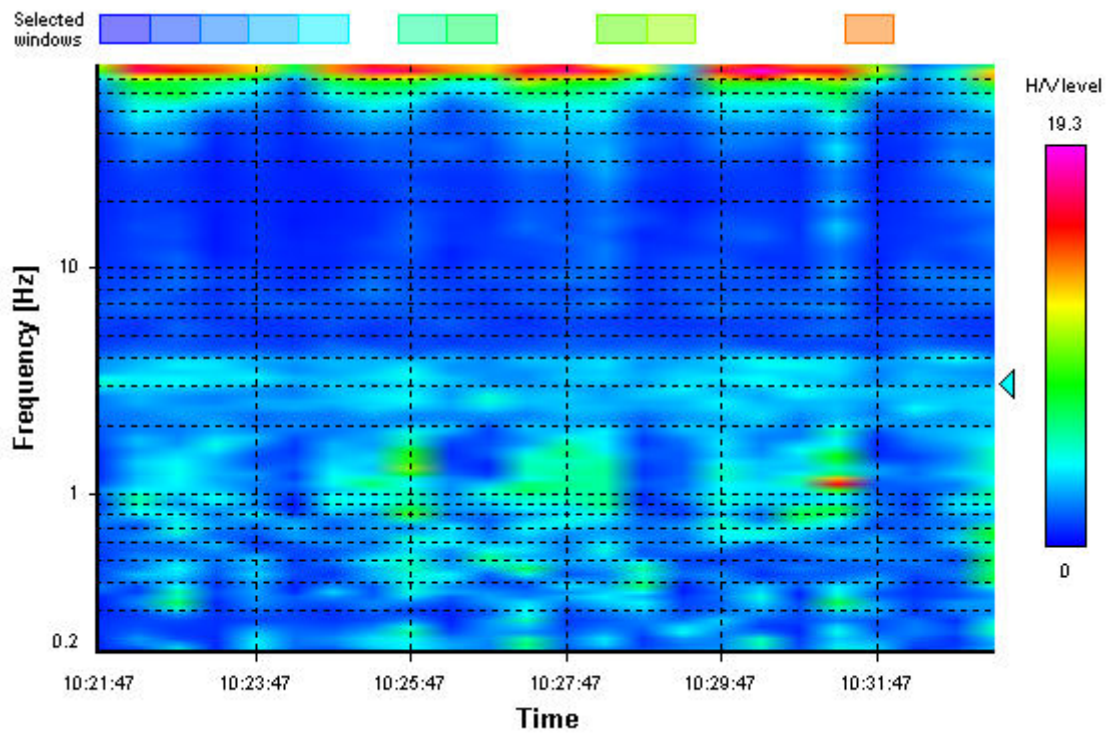
HVSR average



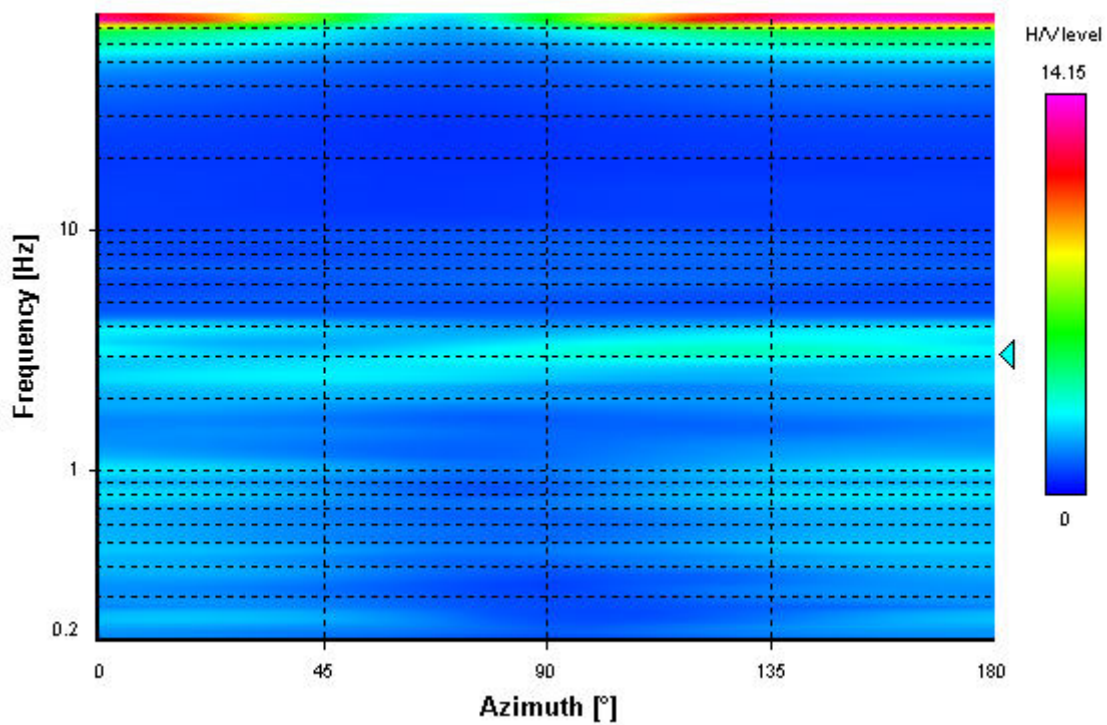
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



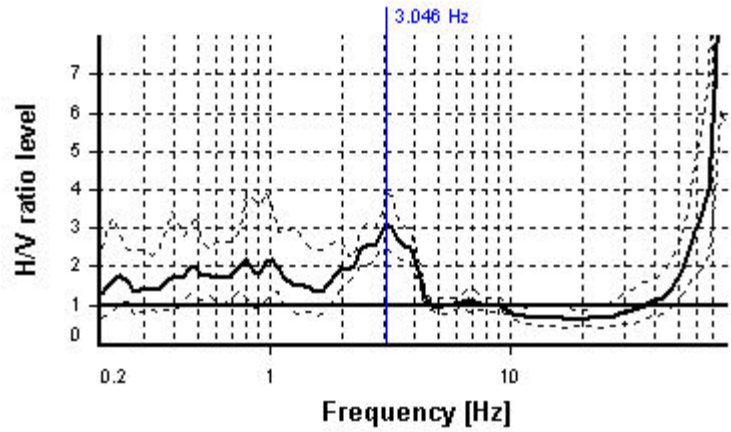
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

3.046 Hz

A_0 amplitude = 3.097

Average $f_0 = 3.096 \pm 0.287$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	10 valid windows (length > 3.28 s) out of 10	OK
$n_c(f_0) > 200$	1218.55 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	1.66322 Hz	OK
$\exists f^* \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	4.38011 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.1 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.28671 >= 0.15232	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.25739 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

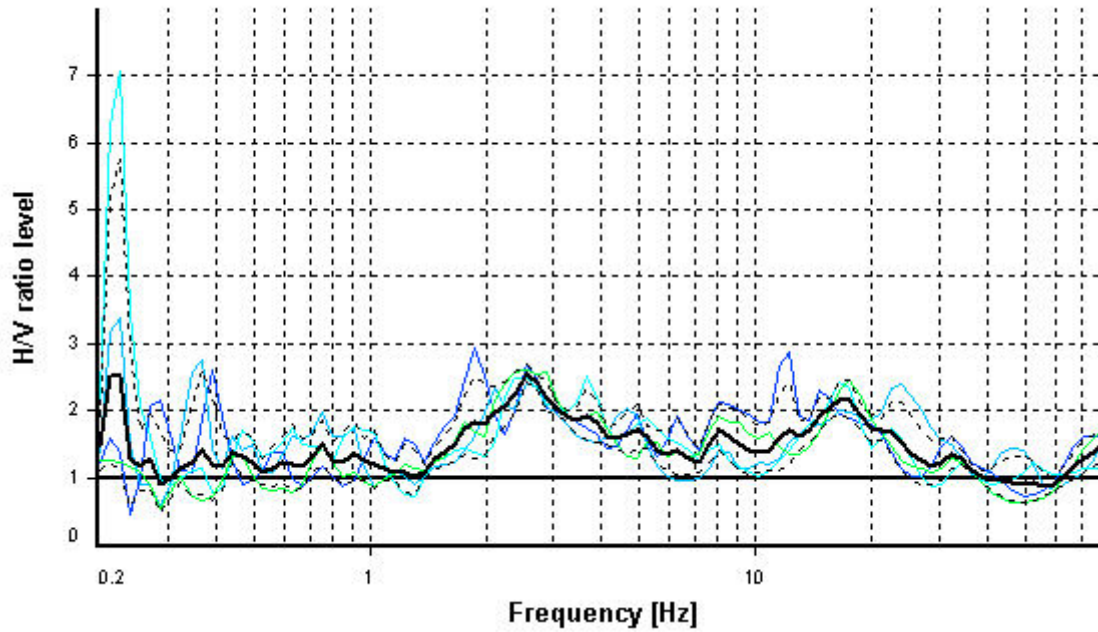
HVSR ANALYSIS - POSTAZIONE B

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

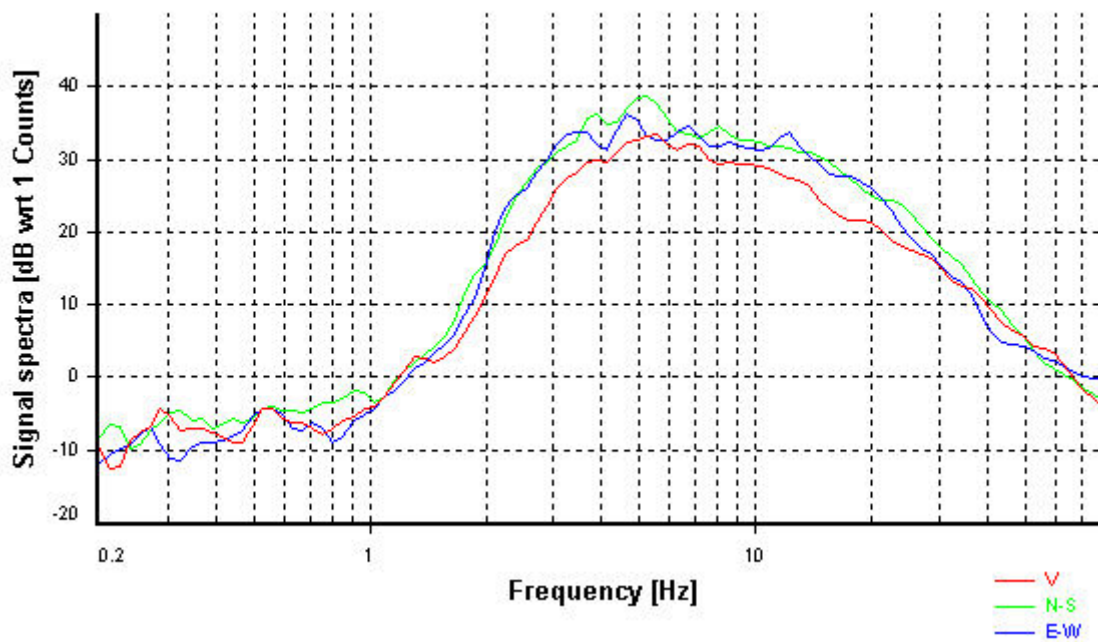
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

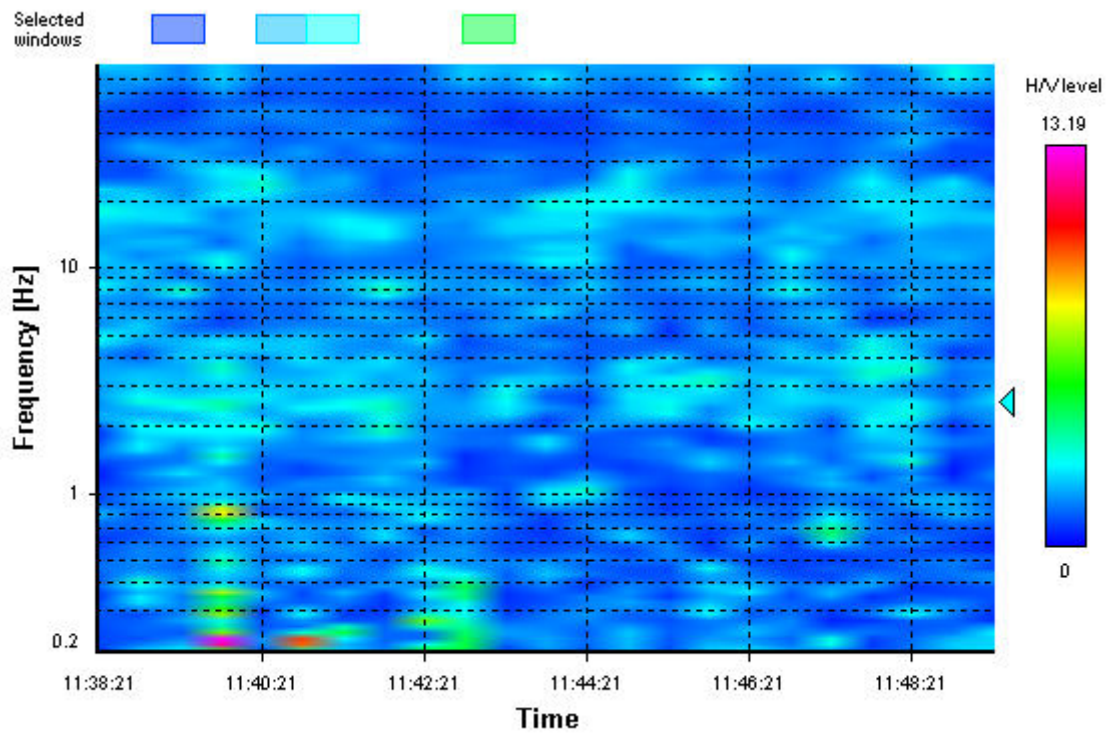
HVSR average



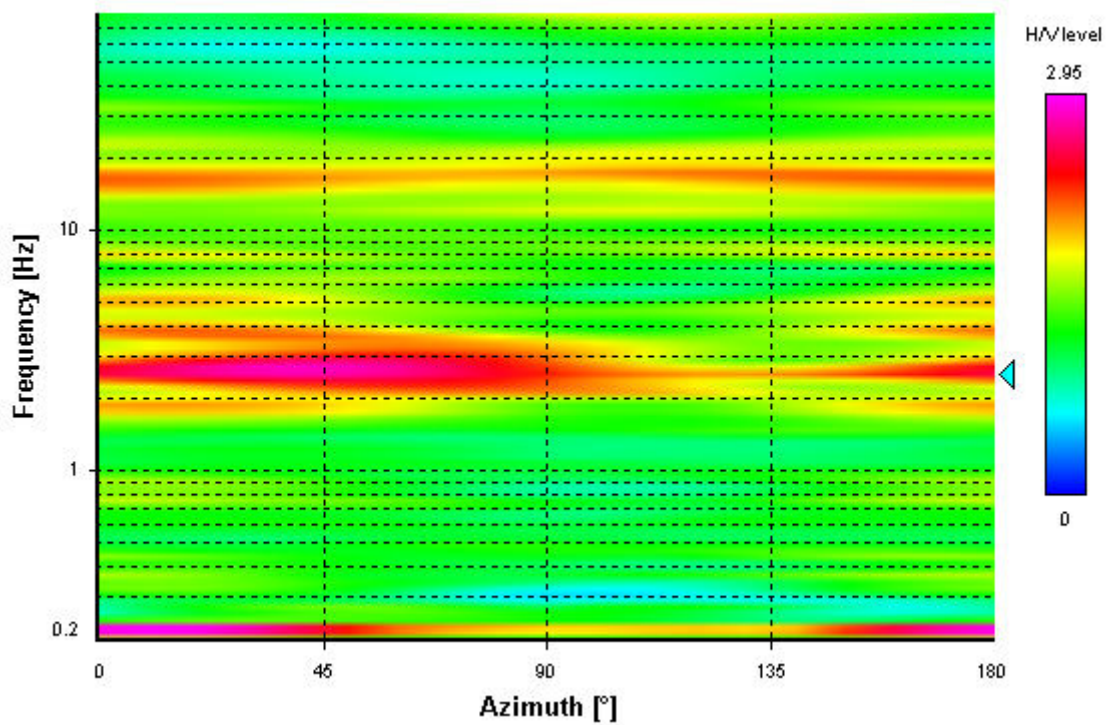
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



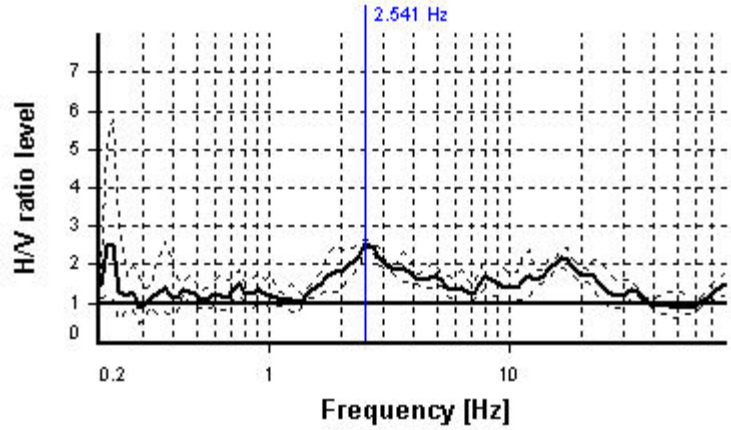
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

2.541 Hz

A_0 amplitude = 2.548

Average $f_0 = 2.653 \pm 0.736$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	4 valid windows (length > 3.94 s) out of 4	OK
$n_c(f_0) > 200$	406.49 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	1.38707 Hz	OK
$\exists f^* \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	7.10809 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.55 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.7364 >= 0.12703	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.05367 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

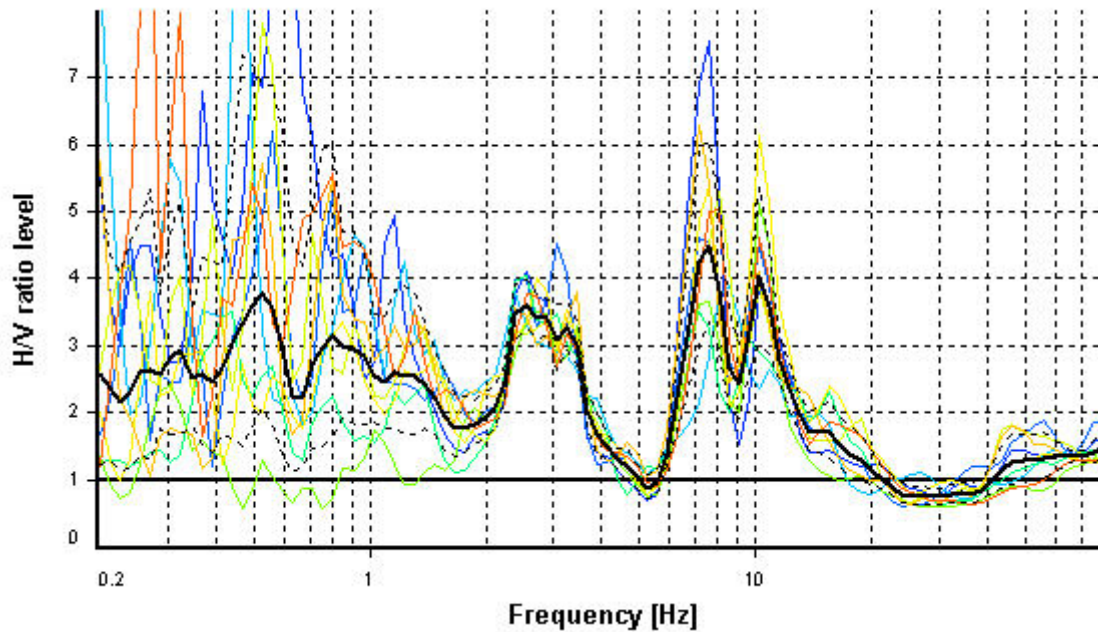
HVSR ANALYSIS - POSTAZIONE C

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

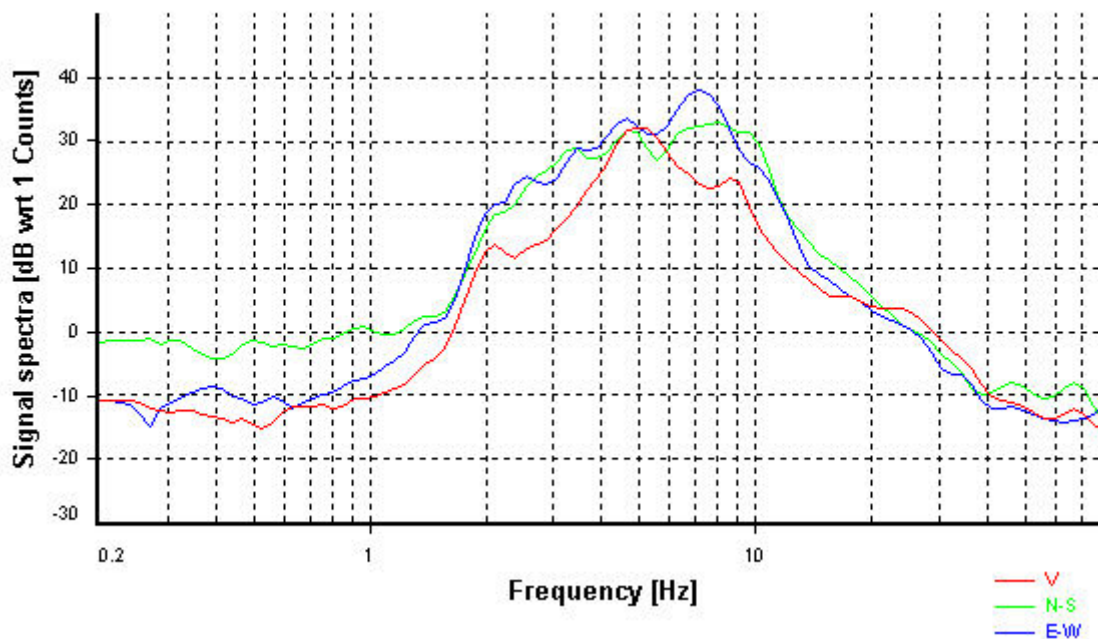
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

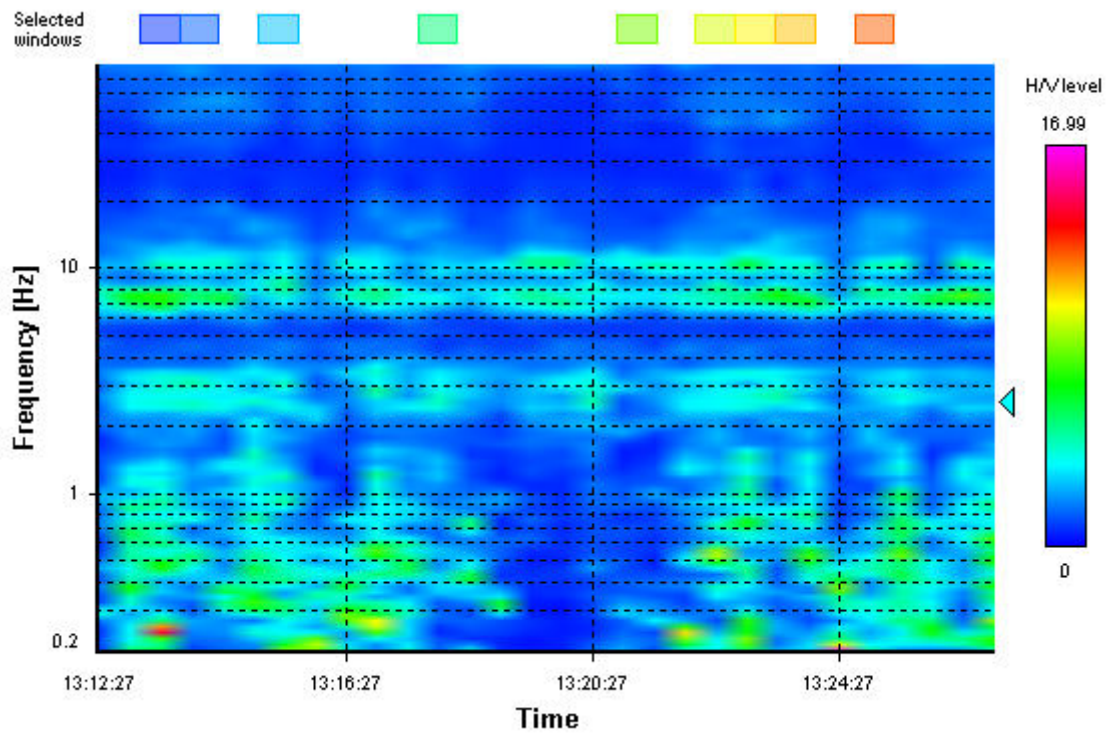
HVSR average



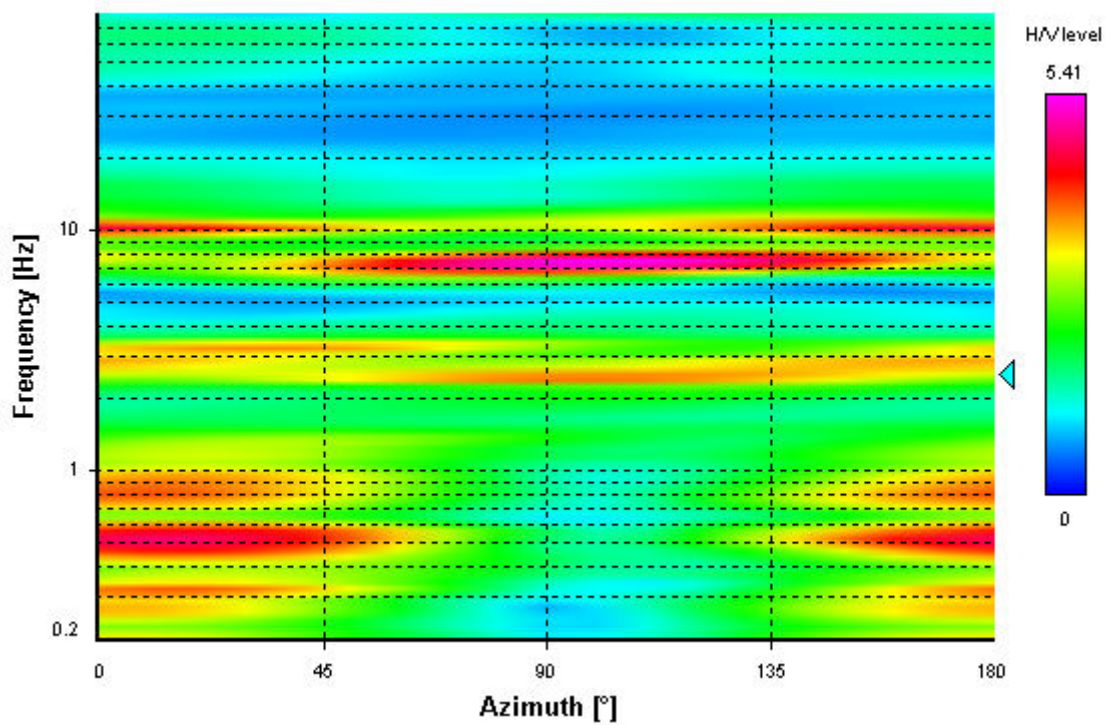
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



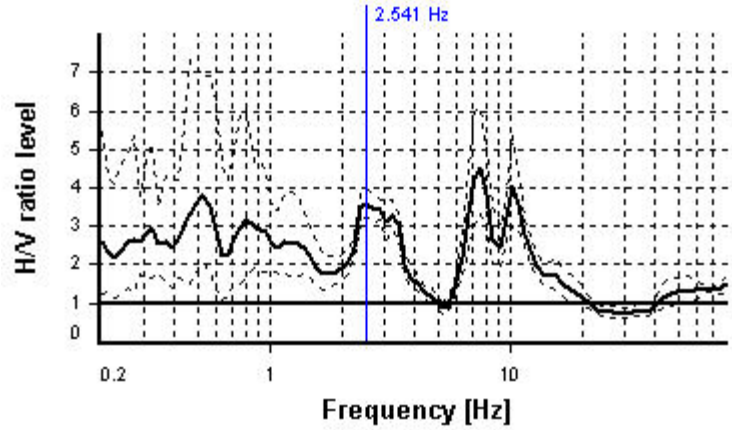
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

2.541 Hz

A_0 amplitude = 3.606

Average $f_0 = 2.793 \pm 0.362$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	9 valid windows (length > 3.94 s) out of 9	OK
$n_c(f_0) > 200$	914.61 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	1.76699 Hz	OK
$\exists f^* \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	3.88077 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.61 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.36183 >= 0.12703	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.10244 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

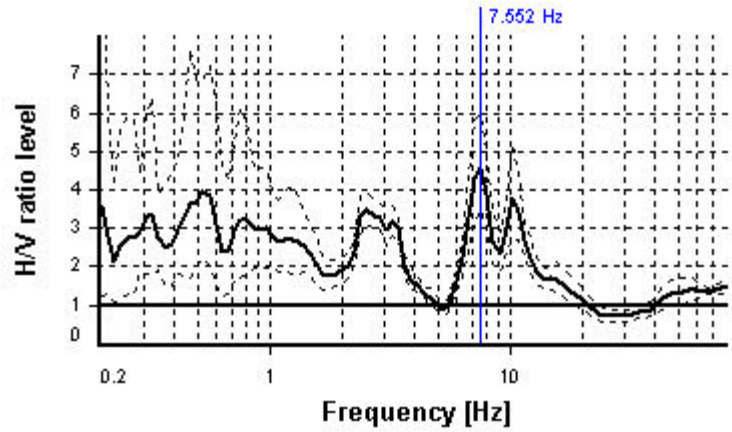
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

7.552 Hz

A_0 amplitude = 4.567

Average $f_0 = 8.090 \pm 1.142$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	11 valid windows (length > 1.32 s) out of 11	OK
$n_c(f_0) > 200$	3322.68 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	6.29775 Hz	OK
$\exists f^* \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	12.25472 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.57 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.14163 >= 0.37758	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30762 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

prospezione sismica

allegato fotografico



direttrice geofonica base n.1 – veduta dall'estremo "Andata"



direttrice geofonica base n.2 – veduta dall'estremo "Andata"



direttrice geofonica base n.3 – veduta dall'estremo "Ritorno"



direttrice geofonica base n.4 – veduta dall'estremo "Andata"



direttrice geofonica base n.5 – veduta dall'estremo "Andata"



direttrice geofonica base n.6 – veduta dall'estremo "Andata"



direttrice geofonica base n.7 – veduta dall'estremo "Ritorno"



direttrice geofonica base n.8– veduta dall'estremo "Ritorno"



direttrice geofonica base n.9 – veduta dall'estremo "Andata"



postazione rilievo microtremori – punto di misura HVSR_B