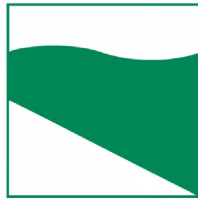




PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Prove sismiche

### Regione Emilia – Romagna Comune di Tornolo

Elaborato 8



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia Romagna	Dott. Geol. Domenico Bianco  Collaboratori Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi Dott. Geol. Gabriele Oppò	Settembre 2018

## Indagine HVSR3

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Via Nocivelli, Tornolo

COMUNE: Tornolo (PR)

DATA ACQUISIZIONE: 16 08 2018

ORA: 10.09



#### Subsurface model

Vsh (m/s): 360 260 380 420 500 650 710 800

Thickness (m): 0.4 1.6 1.0 4.0 6.0 10.0 16.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 2.02 1.91 2.00 2.02 2.06 2.13 2.12 2.12

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 262 129 288 357 516 899 1070 1356

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

**Vs30 (m/s): 529**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 8-10 Hz**

Microzonazione Sismica di Livello III - Comune di Tornolo (PR)  
Indagine HVSR3

ACQUISIZIONE HVSR



Figura A. 2 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.

**Indagine HVSR3**  
**ACQUISIZIONE HVSR3**

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

<b>SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET</b>			
<b>Comune:</b> Tornolo (PR)		<b>Indirizzo:</b> Via Nocivelli	
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR		<b>Data:</b> 16/08/2018	<b>Ora:</b> 10.09
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo		<b>Prova n°</b> HVSR3	<b>Codice file</b> /
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>		<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min

**CONDIZIONI ATMOSFERICHE**

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

**TERRENO DI PROVA**

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

**STRUTTURE CIRCOSTANTI**

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

**SORGENTI DI RUMORE**

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSR3 ACQUISIZIONE HVSR3

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20180816\_1009HVSR1\_TORNOLO\_ViaNocivelli.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 15.0

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 5

=====

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 8.5 ( $\pm 3.3$ )

Peak HVSR value: 1.4 ( $\pm 0.2$ )

=== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $8.5 > 0.5$  (OK)

#2. [ $nc > 200$ ]:  $15193 > 200$  (OK)

#3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 2.7Hz (OK)

#2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: (NO)

#3. [ $A_0 > 2$ ]:  $1.4 < 2$  (NO)

#4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (OK)

#5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $3.299 > 0.427$  (NO)

#6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $0.165 < 1.58$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR3

## ACQUISIZIONE HVSR3

show data    reset    show results

step1 (optional) - decimate  
 128 Hz    new frequency    resample

step2 - HV computation  
 remove events    clean axes  
 20    window length (s)  
 10    tapering (%)  
 5%    spectral smoothing (triangular window)  
 show particle motion (raw data)  
 full output    compute

step3a (optional) - directivity analysis  
 compute    max freq: 32 Hz

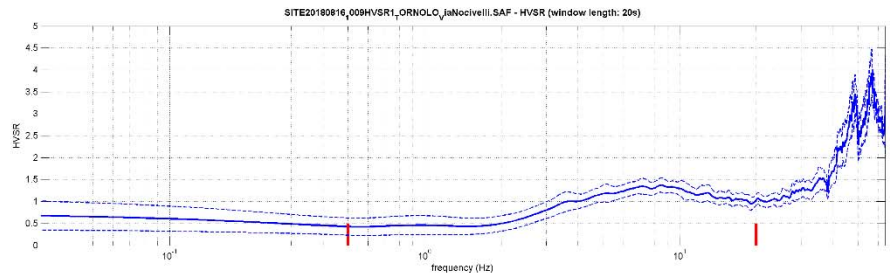
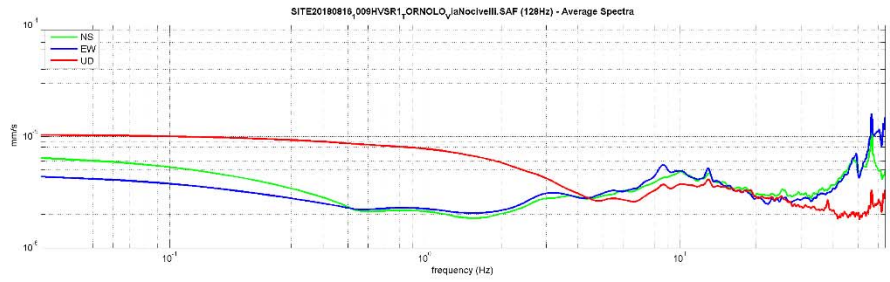
step3b (optional) - directivity over time  
 directivity as time    time stop: 60 s

save - optional: save HVSR as it is  
 Save HV curve: 0.45 10 64 -2  
 save HV curve (as it is)

save - optional: picking HV curve  
 pick HV curve    save picked HV  
 compute SESAME for picked curve

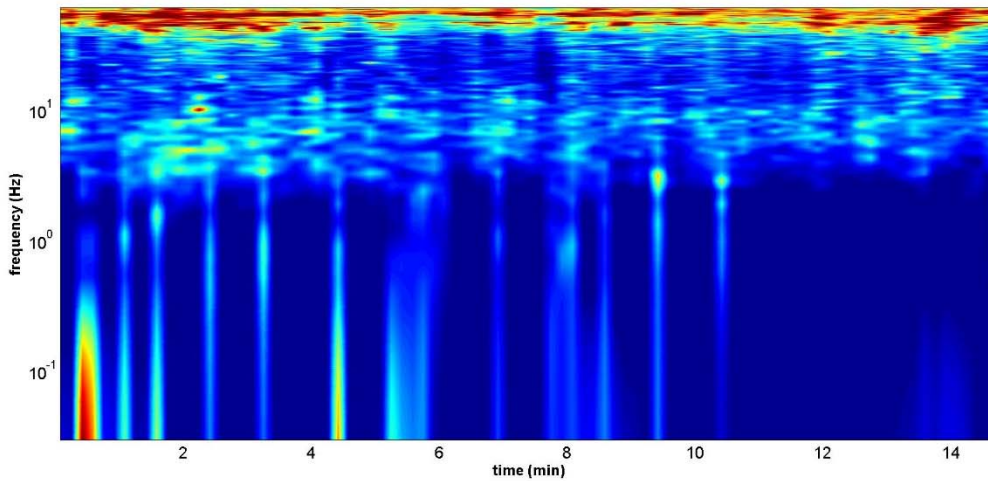
quick analysis of V<sub>si</sub>(f)  
 average V<sub>si</sub> (m/s)  
 180    (from surface to bedrock)  
 20    depth of the bed rock (m)  
 100%    V<sub>si</sub> of the bedrock  
 clean    compute

www.inmasw.com

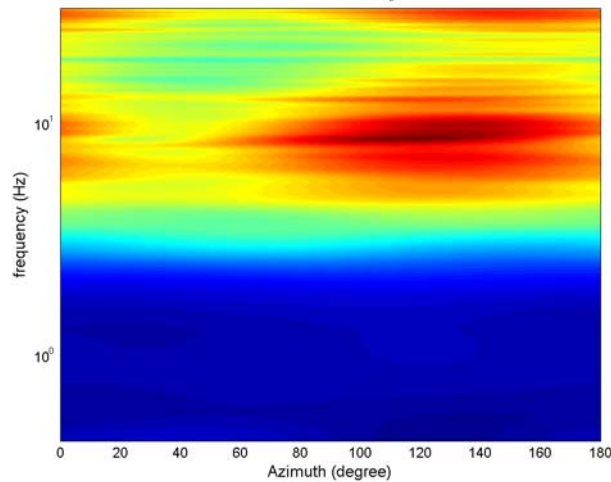


To model the HVSR (also jointly with MASV or RoMESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrogram, Modeling & Fitting" pane and upload the saved HV curve

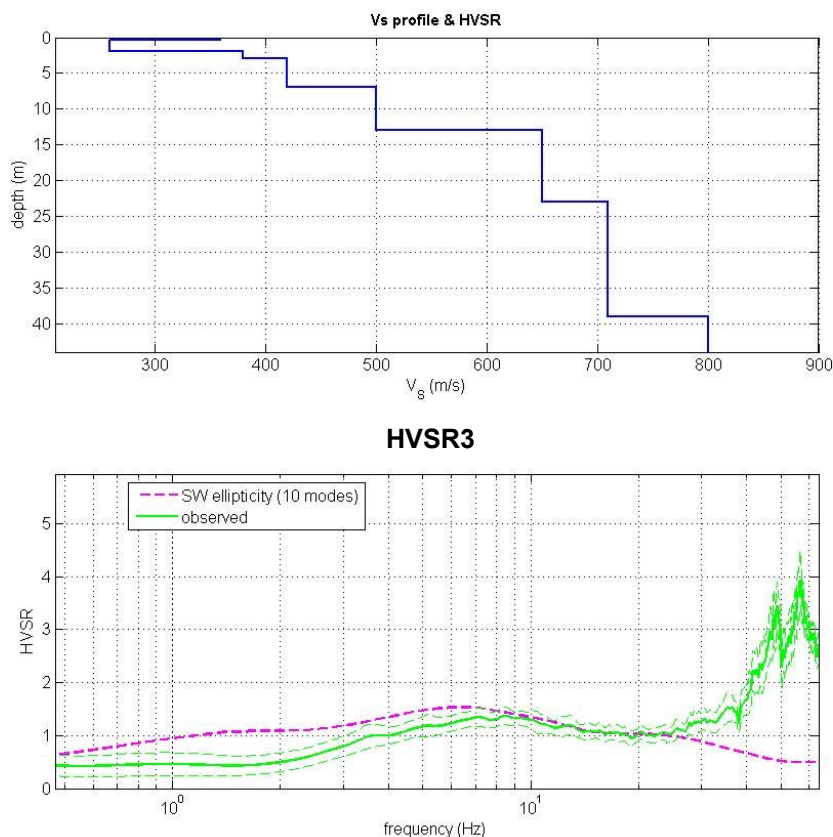
HVSR vs Time



HVSR: directivity



## Indagine HVSR3



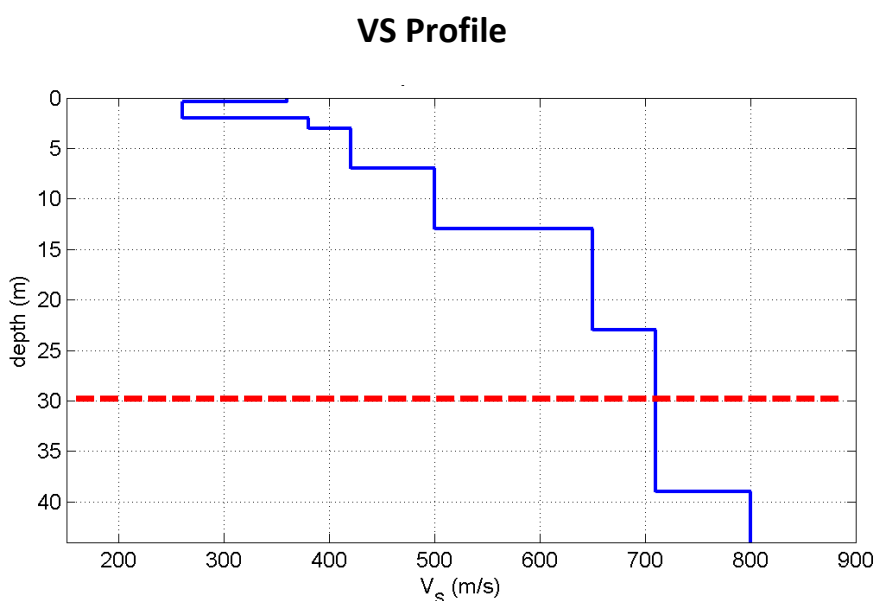
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 HZ) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
HVSR3	3 su 3	3 su 6	F0 F1	8,5 +/- 3,3 ~	1,4 +/- 0,2 ~	B2

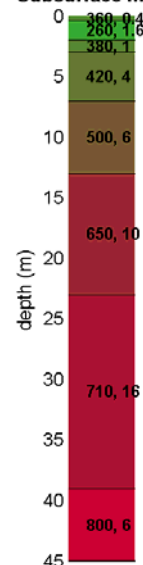
## Indagine HVSR3

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,4	360	0,40
2	0,4	1,6	260	0,35
3	2,0	1,0	380	0,35
4	3,0	4,0	420	0,35
5	7,0	6,0	500	0,35
6	13,0	10,0	650	0,35
7	23,0	16,0	710	0,30
8	39,0	Inf.	800	0,20



Subsurface model



**CATEGORIA B**

**Vs30 (m/s): 529**

**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	529	B
-1m	549	B
-2m	575	B
-3m	588	B
-4m	600	B
-5m	612	B



## Indagine HVSr1

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Municipio - S.P. 24  
COMUNE: Tornolo (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 06 07 2018  
ORA: 12.08



#### Subsurface model

Vs (m/s): 345 225 460 620 800 940 1180

Thickness (m): 0.3 3.5 4.2 3.5 13.5 16.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.96 1.80 2.02 2.09 2.14 2.15 2.20

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 233 91 428 805 1372 1898 3067

Poisson: 0.33 0.16 0.31 0.31 0.28 0.16 0.15

**Vs30 (m/s): 562**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 9-10 Hz**

**Indagine HVSR1**  
**ACQUISIZIONE HVSR**



**Figura A. 2 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.**

**Indagine HVSR1**  
**ACQUISIZIONE HVSR1**

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

<b>SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET</b>			
<b>Comune:</b> Tornolo (PR)		<b>Indirizzo:</b> Municipio, S.P. 24	
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR		<b>Data:</b> 06/07/2018	<b>Ora:</b> 12.08
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo		<b>Prova n°</b> HVSR1	<b>Codice file</b> /
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>		<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min

**CONDIZIONI ATMOSFERICHE**

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

**TERRENO DI PROVA**

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input checked="" type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input checked="" type="checkbox"/> piedini da pavimento			

**STRUTTURE CIRCOSTANTI**

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

**SORGENTI DI RUMORE**

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSr1 ACQUISIZIONE HVSr1

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20180706\_1208HVSr\_Tornolo\_Municipio.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 15.1

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 5

=====

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 9.3 ( $\pm 3.3$ )

Peak HVSr value: 2.4 ( $\pm 0.4$ )

=== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $9.3 > 0.5$  (OK)

#2. [ $n_c > 200$ ]:  $16640 > 200$  (OK)

#3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)

#2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 12.4Hz (OK)

#3. [ $A_0 > 2$ ]:  $2.4 > 2$  (OK)

#4. [ $f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (OK)

#5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $3.313 > 0.467$  (NO)

#6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $0.384 < 1.58$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR1

## ACQUISIZIONE HVSR1

show data    reset    show results

step1 (optional) - decimate  
 128Hz    new frequency    resample

step2 - HV computation  
 remove events    (on: Flat, & T)    clean axes

20    window length (s)  
 10    tapering (%)  
 5%    spectral smoothing (triangular window)

show particle motion (raw data)  
 full output    **compute**

step3a (optional) - directivity analysis  
 compute    max freq: 32 Hz

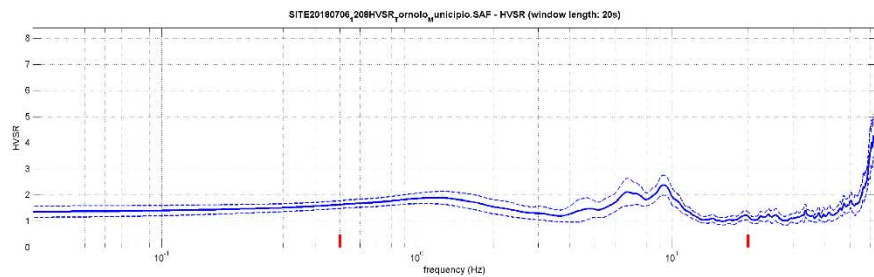
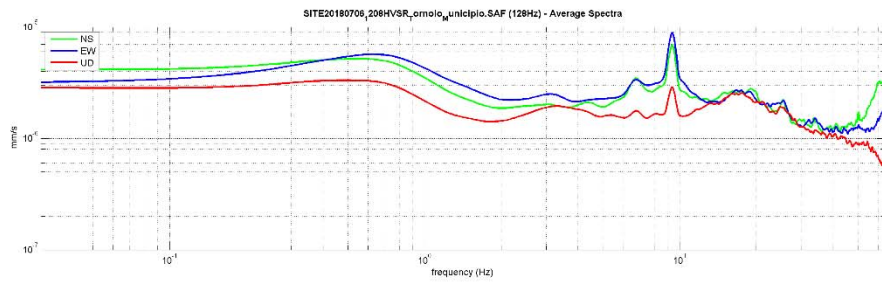
step3b (optional) - directivity over time  
 directivity as time    time stop: 60 s

save - optional: save HVSR as it is  
 Save HV: 4 min    0.45    10    64    -2  
 save HV curve (as it is)

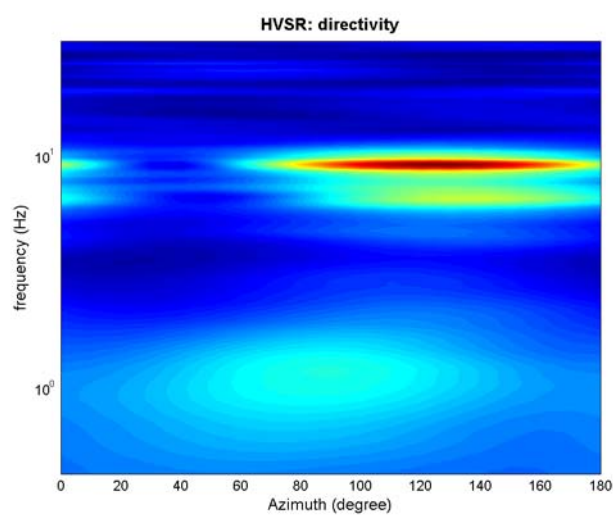
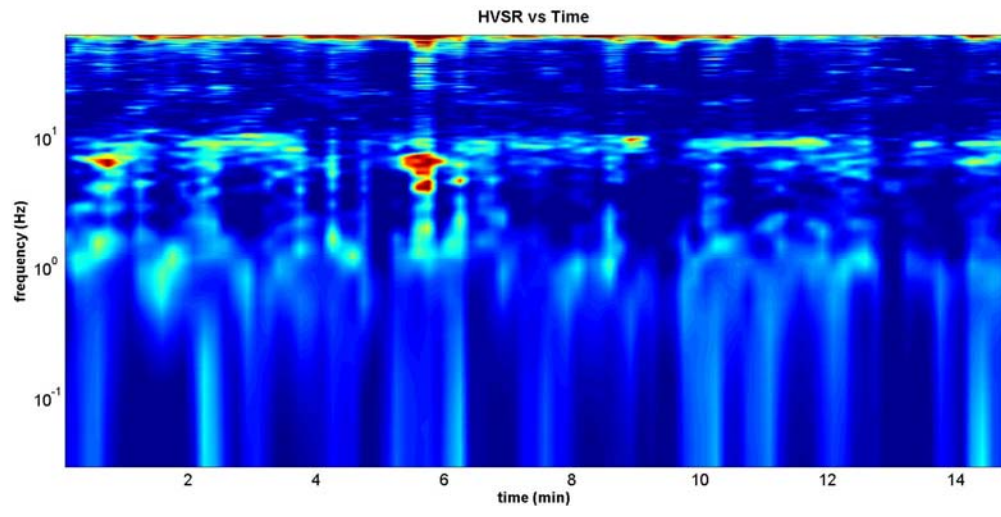
save - optional: picking HV curve  
 pick HV curve    save picked HV  
 compute SESAME for picked curve

quick analysis (V<sub>s</sub>-M)  
 average V<sub>s</sub> (m/s)    180  
 (from surface to bedrock)  
 depth of the bed rock (m)    20  
 V<sub>s</sub> of the bedrock    1000  
 clean    **compute**

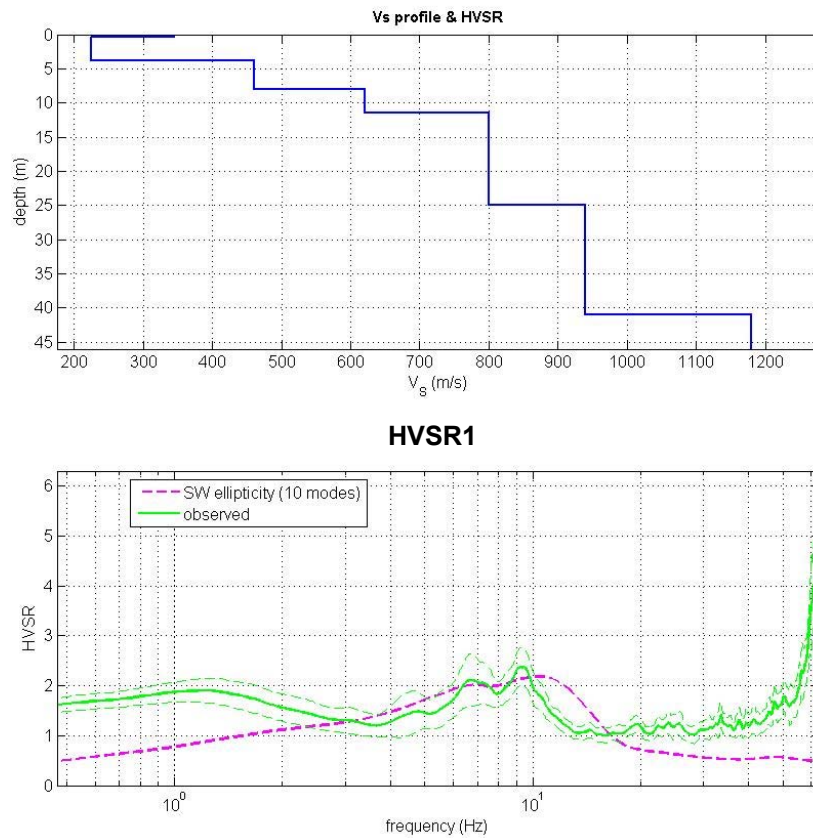
www.inmasw.com



To model the HVSR (also jointly with MASV or RoMESAC data), save the HV curve: go to the "Velocity Soccrumio, Modeling & Fitting" pane and upload the saved HV curve



## Indagine HVSR1



**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 HZ) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
HVSR1	3 su 3	4 su 6	F0 F1	9,3 +/- 3,3 ~	2,4 +/- 0,4 ~	B1

## Indagine HVSR1

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,3	345	0,33
2	0,3	3,5	225	0,16
3	3,8	4,2	460	0,31
4	8,0	3,5	620	0,31
5	11,5	13,5	800	0,28
6	25,0	16,0	940	0,16
7	41,0	Inf.	1080	0,15



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	562	B
-1m	594	B
-2m	637	B
-3m	686	B
-4m	735	B
-5m	756	B

## Indagine HVSR2

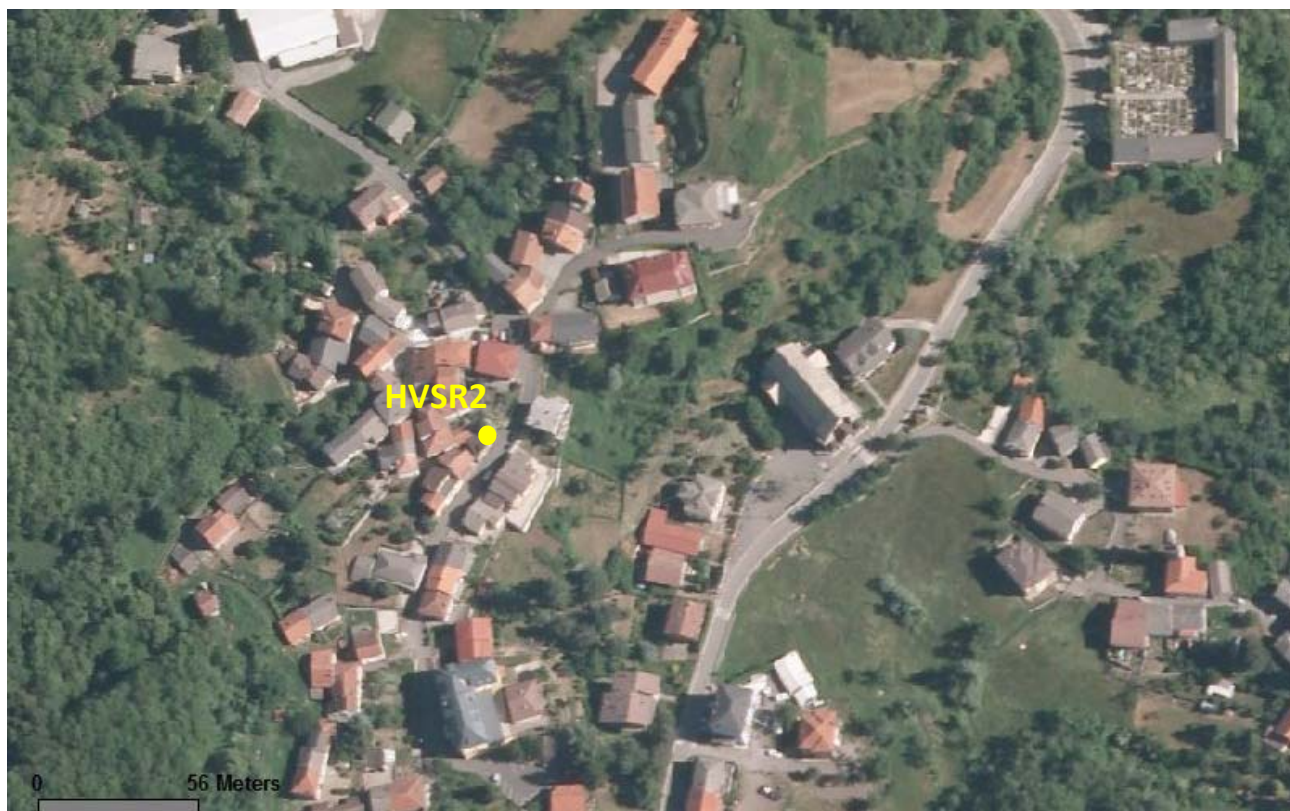
### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Via Senato, Tarsogno

COMUNE: Tornolo (PR)

DATA ACQUISIZIONE: 06 07 2018

ORA: 10.15



#### Subsurface model

Vs (m/s): 360 260 290 360 500 700 800 1000

Thickness (m): 0.3 2.7 7.0 5.0 12.0 22.0 30.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 2.02 1.91 1.93 1.98 2.06 2.15 2.15 2.17

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 262 129 162 257 516 1051 1377  
2173

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

**Vs30 (m/s): 387**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**



## Indagine HVSR2

### ACQUISIZIONE HVSR



Figura A. 2 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.

**Indagine HVSR2**  
**ACQUISIZIONE HVSR2**

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

<b>SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET</b>			
<b>Comune: Tornolo (PR)</b>		<b>Indirizzo: Via Senato</b>	
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR		<b>Data: 06/07/2018</b>	<b>Ora: 10.15</b>
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo		<b>Prova n°</b> HVSR2	<b>Codice file</b> /
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>		<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min

**CONDIZIONI ATMOSFERICHE**

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

**TERRENO DI PROVA**

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

**STRUTTURE CIRCOSTANTI**

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

**SORGENTI DI RUMORE**

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSUR2 ACQUISIZIONE HVSUR2

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20180706\_1015HVSUR\_Tarsogno\_ViaSenato.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 12.4

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 5

=====

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.7 ( $\pm 5.5$ )

Peak HVSUR value: 3.1 ( $\pm 0.4$ )

**=== Criteria for a reliable H/V curve =====**

#1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.7 > 0.5$  (OK)

#2. [ $n_c > 200$ ]:  $1004 > 200$  (OK)

#3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

**=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====**

#1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)

#2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: (NO)

#3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.1 > 2$  (OK)

#4. [ $f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (OK)

#5. [ $\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$ ]:  $5.544 > 0.103$  (NO)

#6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $0.391 < 2$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR2

## ACQUISIZIONE HVSR2

show data    reset    show results

step1 (optional) - decimate  
 128 Hz    new frequency    resample

step2 - HV computation  
 remove events    clean axes  
 window length (s): 20  
 tapering (%): 10  
 5%    spectral smoothing (triangular window)  
 show particle motion (raw data)  
 full output    compute

step3a (optional) - directivity analysis  
 compute    max freq: 32 Hz

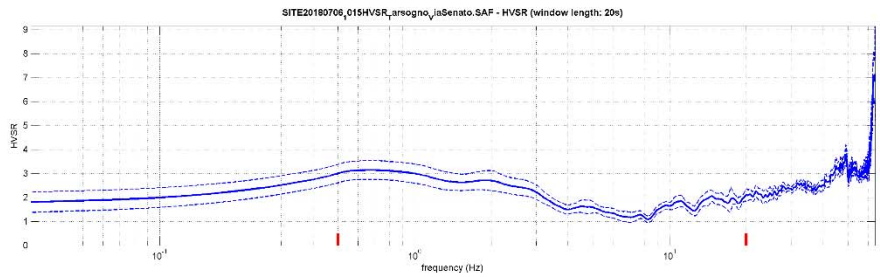
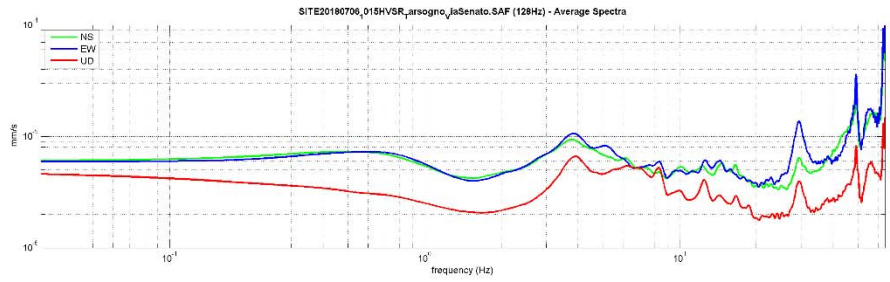
step3b (optional) - directivity over time  
 directivity as time    time stop: 60 s

save - optional: save HVSR as it is  
 Save HV: 4 min    0.45    10    64    -2  
 save HV curve (as it is)

save - optional: picking HV curve  
 pick HV curve    save picked HV  
 compute SESAME for picked curve

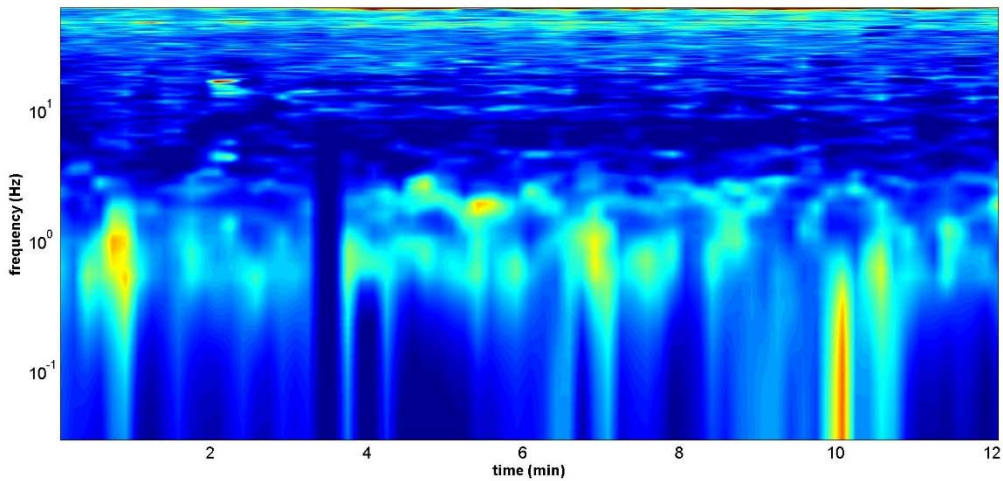
quick analysis (V<sub>s</sub>-M)  
 average V<sub>s</sub> (m/s)    180  
 depth of the bed rock (m)    20  
 V<sub>s</sub> of the borehole    1000  
 clean    compute

www.inmasw.com

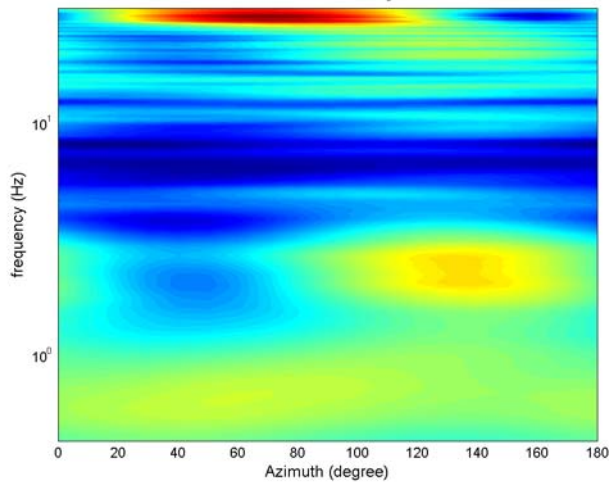


To model the HVSR (also jointly with MASV or RoMESAC data), save the HV curve: go to the "Velocity Spectrum, Modeling & Fitting" pane and upload the saved HV curve

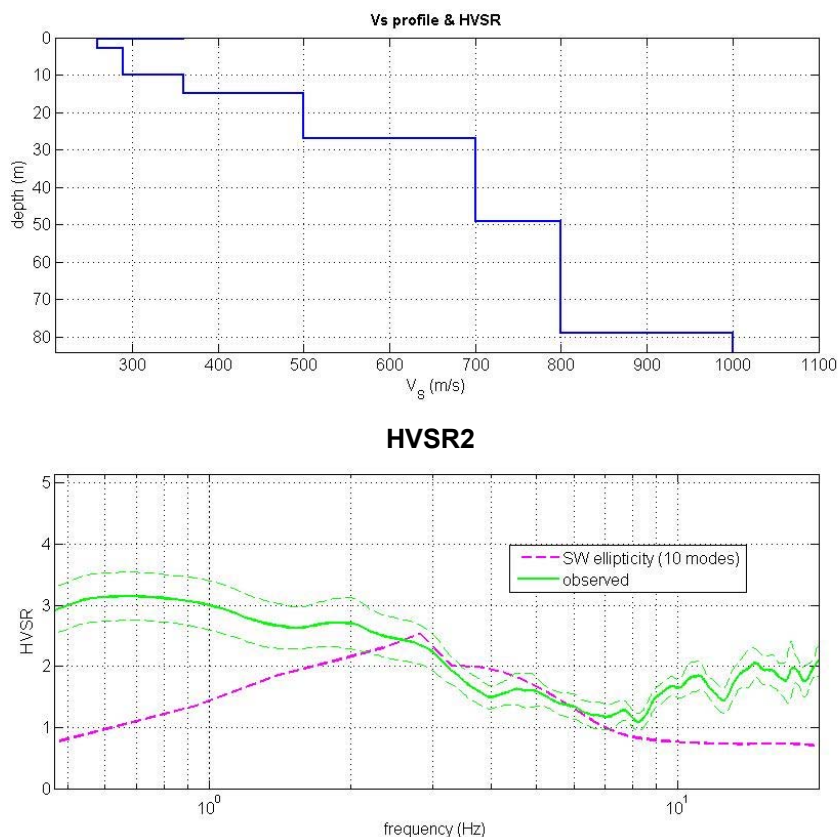
HVSR vs Time



HVSR: directivity



## Indagine HVSR2



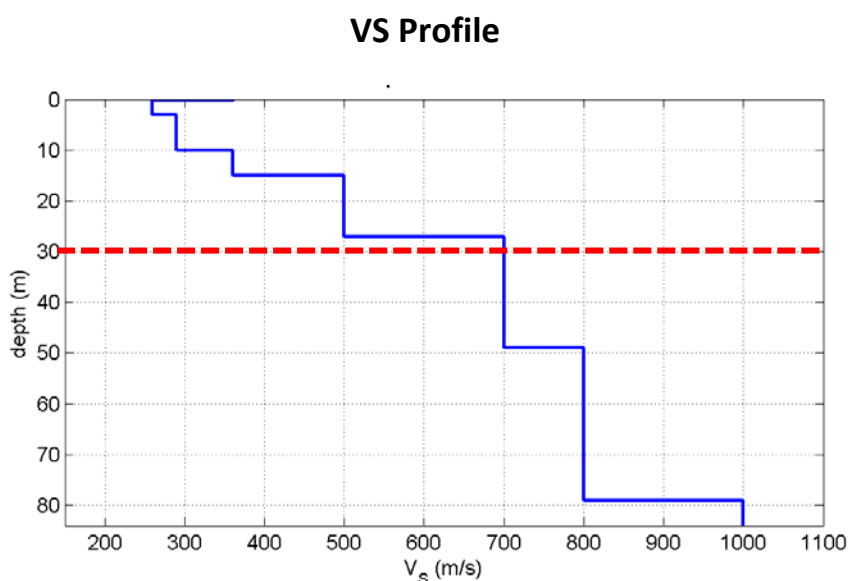
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
HVSR2	3 su 3	3 su 6	F0 F1	0,7 +/- 5,5 ~	3,1 +/- 0,4 ~	B1

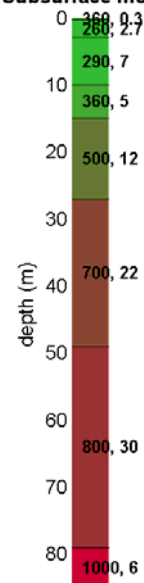
## Indagine HVSR2

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,3	360	0,40
2	0,3	2,7	260	0,35
3	3,0	7,0	290	0,35
4	10,0	5,0	360	0,35
5	15,0	12,0	500	0,35
6	27,0	22,0	700	0,35
7	49,0	30,0	800	0,30
8	79,0	Inf.	1000	0,20



Subsurface model



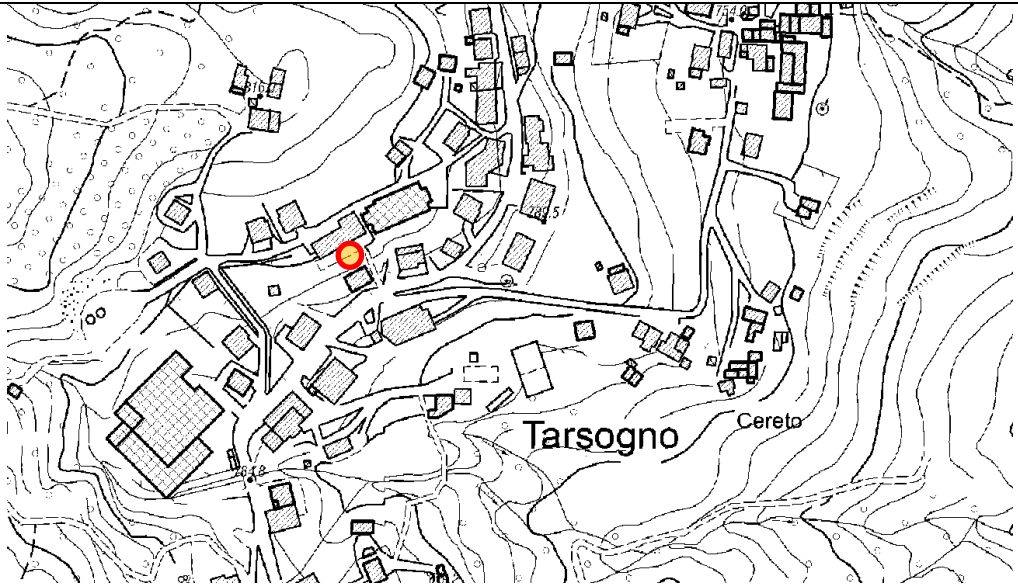

**CATEGORIA B**

**Vs30 (m/s): 387**

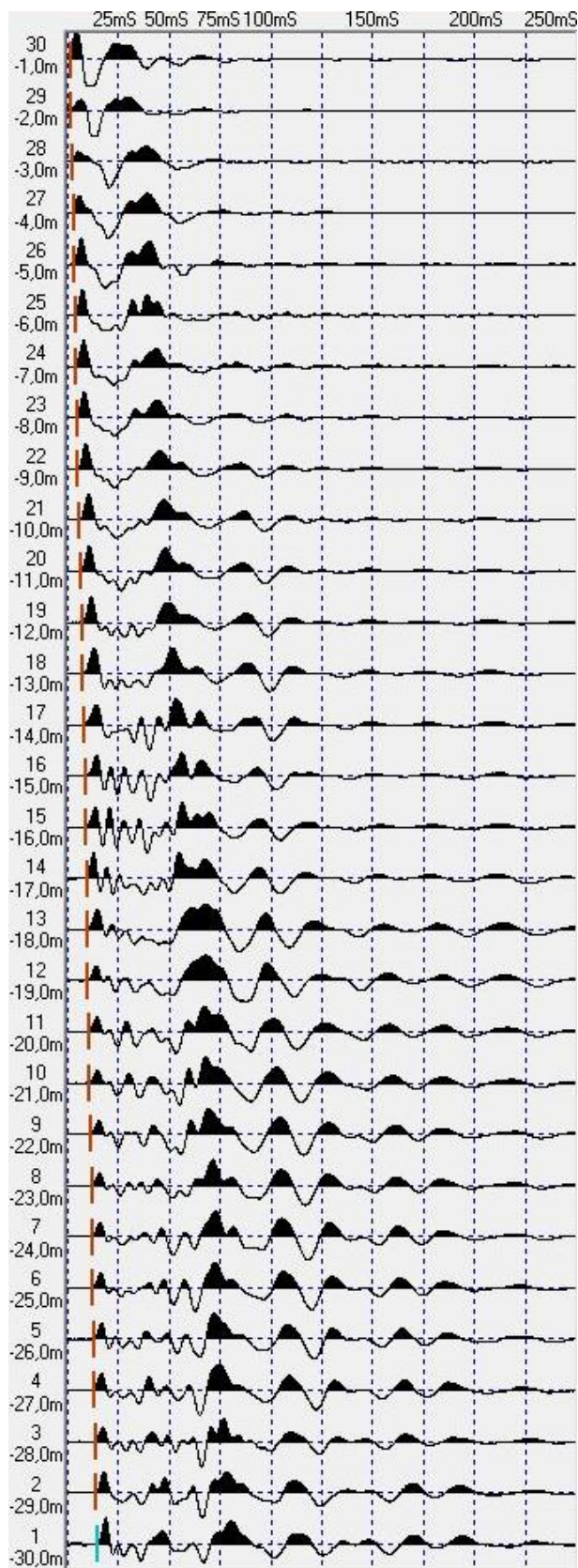
**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

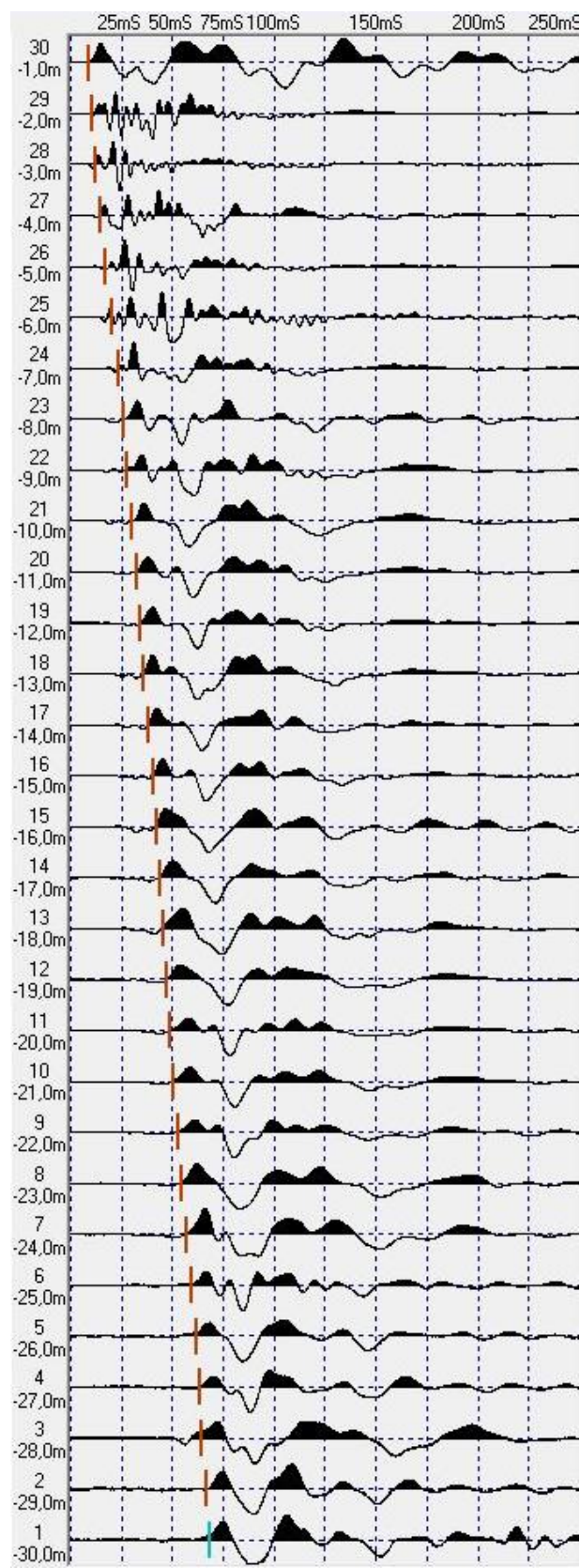
DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	387	B
-1m	398	B
-2m	411	B
-3m	425	B
-4m	437	B
-5m	451	B

<b>Comune:</b> Tornolo (PR)		<b>Località:</b> Tarsogno - Scuola	
<b>Codice lavoro:</b> 18_011_TRBI	<b>Cantiere:</b>	<b>Committente:</b> Dott. Geol. Domenico Bianco	
<b>Codice Prova:</b> DH1	<b>File:</b> 2018-07-10_14-50-17.cdh	<b>Data:</b> 10/07/2018	<b>Ora inizio prova:</b> 14.50
<b>Operatore:</b> Dott. Geol. Alessandro Ferrari			
<b>Ubicazione:</b>			
<b>STRUMENTAZIONE</b>			
<b>Marca:</b> Sara Electronic Instruments		<b>Modello:</b> Sismografo digitale DoReMi	
<b>Geofono:</b> Sara SS-BH a 5 canali (1 verticale + 4 orizzontali)			<b>Frequenza (Hz):</b> 10
<b>SPECIFICHE INDAGINE</b>			
<b>Tipo:</b> Down-Hole	<b>Onde:</b> <input checked="" type="checkbox"/> P <input checked="" type="checkbox"/> SH	<b>N°canali:</b> 5	
<b>Profondità indagine (m):</b> 30	<b>Spaziatura (m):</b> 1	<b>Offset foro-sorgente (m):</b> 2	
<b>Durata registrazioni (sec):</b> 0.25		<b>Frequenza di campionamento (Hz):</b> 5000	
<b>Tipologia energizzazione:</b> mazza su trave (SH) e su piattello (P)			<b>Peso (Kg):</b> 15
			
<b>OSSERVAZIONI:</b>			

**Sismogramma onde P**



**Sismogramma onde SH**



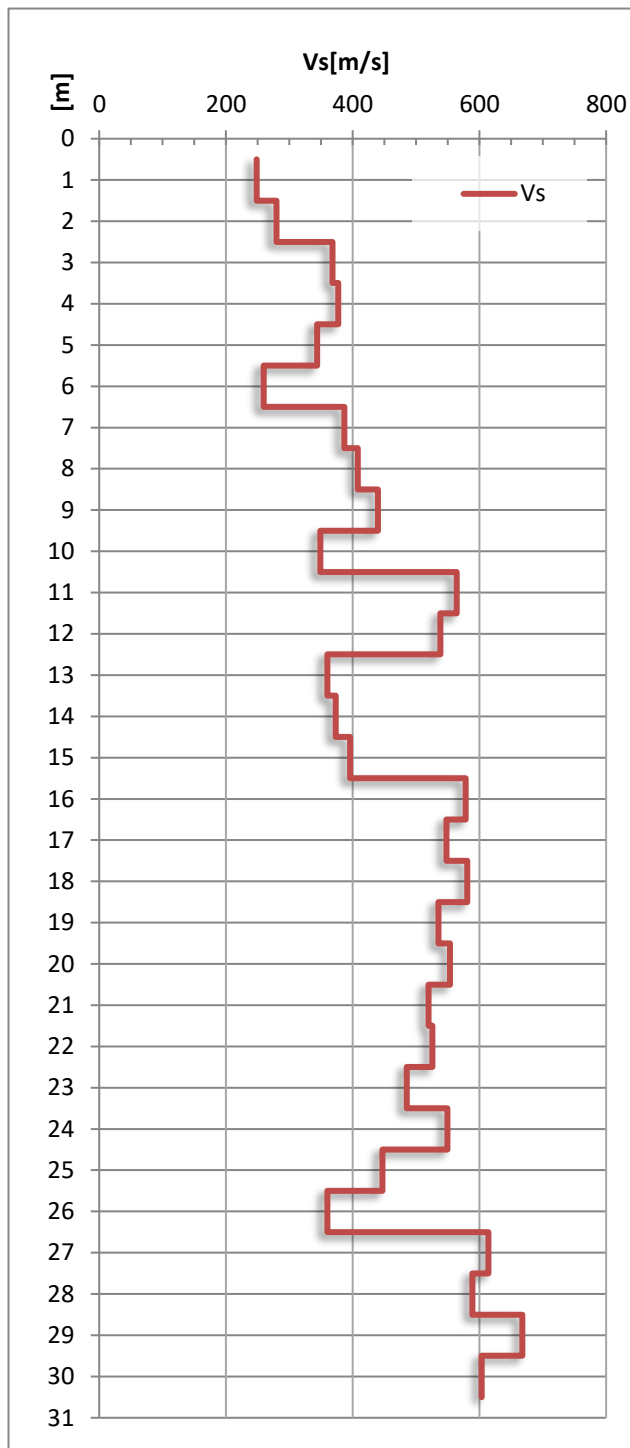
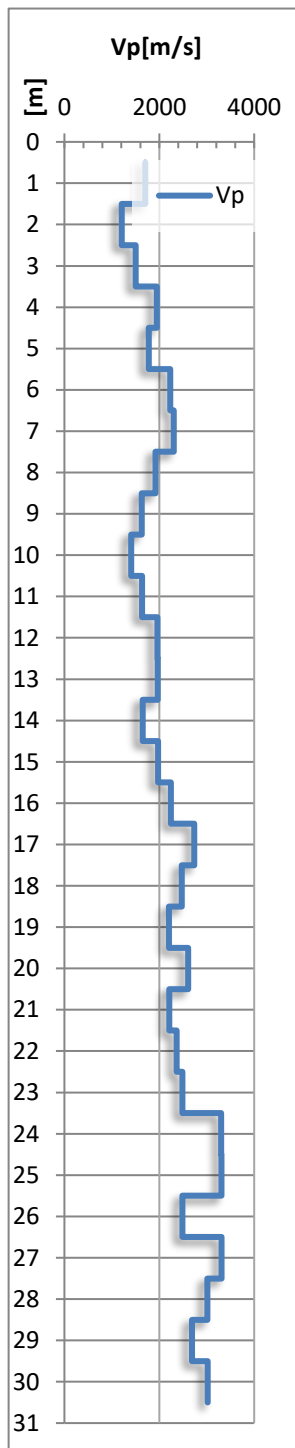
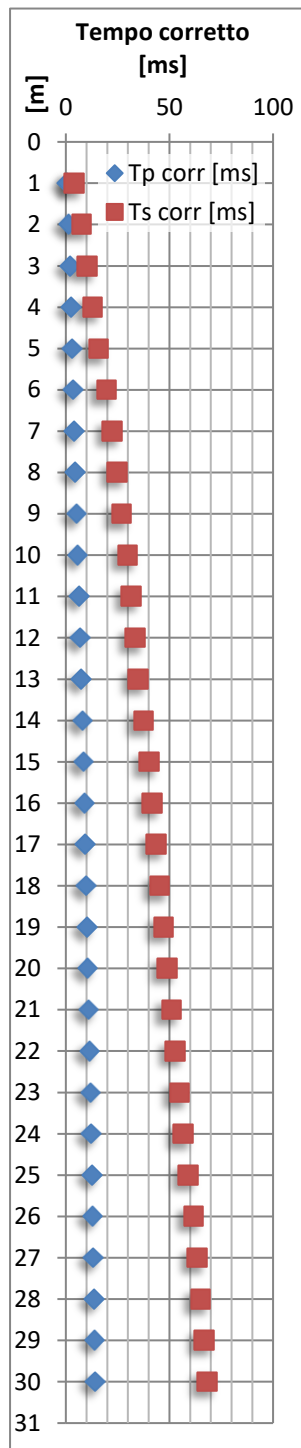


<b>Shot n</b>	<b>Profondità [m]</b>	<b>T<sub>p</sub> [ms]</b>	<b>T<sub>s</sub> [ms]</b>	<b>T<sub>p</sub><sub>corr.</sub> [ms]</b>	<b>T<sub>s</sub><sub>corr.</sub> [ms]</b>	<b>V<sub>p</sub> [m/s]</b>	<b>V<sub>s</sub> [m/s]</b>
<b>30</b>	1	1,3	9,0	0,59	4,02	1706,9	248,5
<b>29</b>	2	2,0	10,8	1,41	7,60	1208,2	279,6
<b>28</b>	3	2,5	12,4	2,08	10,32	1500,1	368,2
<b>27</b>	4	2,9	14,5	2,59	12,97	1946,6	377,1
<b>26</b>	5	3,4	17,1	3,16	15,88	1776,3	343,9
<b>25</b>	6	3,8	20,8	3,60	19,73	2231,3	259,4
<b>24</b>	7	4,2	23,2	4,04	22,32	2307,3	386,9
<b>23</b>	8	4,7	25,5	4,56	24,77	1918,4	408,0
<b>22</b>	9	5,3	27,7	5,17	27,04	1628,3	440,0
<b>21</b>	10	6,0	30,5	5,88	29,91	1409,1	348,8
<b>20</b>	11	6,6	32,2	6,49	31,68	1639,2	564,0
<b>19</b>	12	7,1	34,0	7,00	33,54	1961,3	538,6
<b>18</b>	13	7,6	35,4	7,51	34,94	1967,6	360,0
<b>17</b>	14	8,2	38,0	8,12	37,62	1650,3	373,3
<b>16</b>	15	8,7	40,5	8,62	40,14	1975,9	395,8
<b>15</b>	16	9,1	42,2	9,07	41,87	2243,5	578,2
<b>14</b>	17	9,5	44,0	9,43	43,70	2735,9	548,1
<b>13</b>	18	9,9	45,7	9,84	45,42	2472,1	580,8
<b>12</b>	19	10,4	47,6	10,29	47,29	2204,2	535,3
<b>11</b>	20	10,7	49,3	10,68	49,10	2606,8	553,6
<b>10</b>	21	11,2	51,3	11,13	51,02	2208,0	519,7
<b>9</b>	22	11,6	53,1	11,55	52,92	2365,6	525,6
<b>8</b>	23	12,0	55,2	11,95	54,98	2484,3	485,3
<b>7</b>	24	12,3	57,0	12,26	56,80	3304,4	549,3
<b>6</b>	25	12,6	59,2	12,56	59,04	3307,3	446,8
<b>5</b>	26	13,0	62,0	12,96	61,82	2488,6	360,2
<b>4</b>	27	13,3	63,6	13,26	63,45	3311,8	614,0
<b>3</b>	28	13,6	65,3	13,60	65,14	3014,8	589,0
<b>2</b>	29	14,0	66,8	13,97	66,64	2692,1	667,7
<b>1</b>	30	14,3	68,5	14,30	68,30	3017,2	603,6

**Tempi - profondità**

**Profilo onde P**

**Profilo onde SH**



**Valore Vs30: 430.6 m/s**

## Indagine MASW1

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Municipio - S.P. 24  
COMUNE: Tornolo (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 06 07 2018  
ORA: 11.20



#### Subsurface model

Vs (m/s): 345 225 460 620 800 940 1180

Thickness (m): 0.3 3.5 4.2 3.5 13.5 16.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.96 1.80 2.02 2.09 2.14 2.15 2.20

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 233 91 428 805 1372 1898 3067

Poisson: 0.33 0.16 0.31 0.31 0.28 0.16 0.15

**Vs30 (m/s): 562**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 9-10 Hz**

**Indagine MASW1**  
**ACQUISIZIONE MASW**



**Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine MASW1 ACQUISIZIONE MASW

**Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	80 metri
<b>Offset Minimo</b>	8 metri
<b>Incremento</b>	8 metri
<b>N° tracce</b>	10
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	6 battute per punto sorgente: 4 Orizzontali + 2 Verticali

## ACQUISIZIONE HS

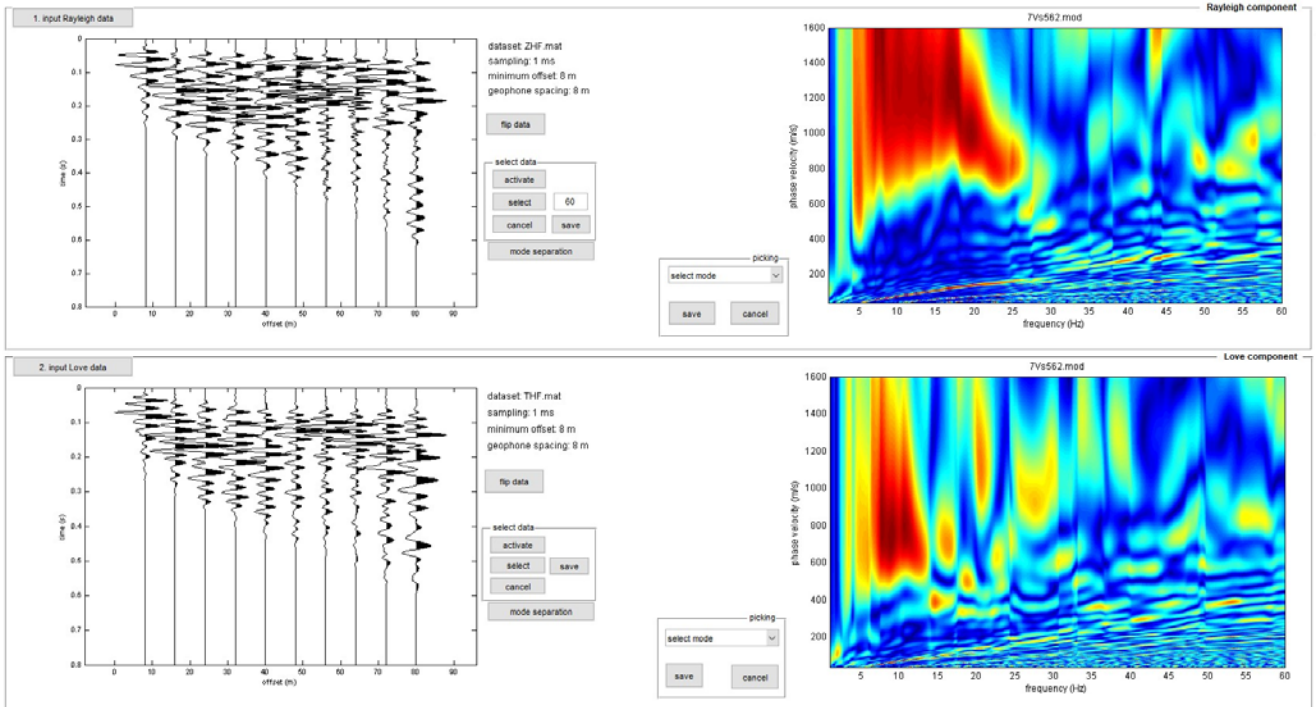
**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	48 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.2 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.4 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	6 battute per punto sorgente: 2 Verticali + 4 Orizzontali

# Indagine MASW1

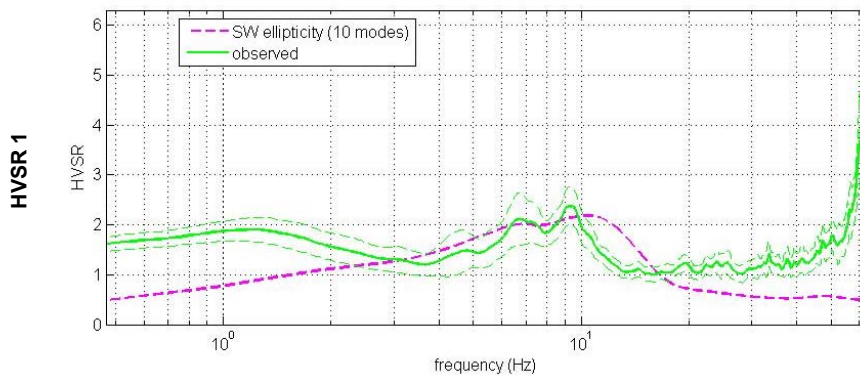
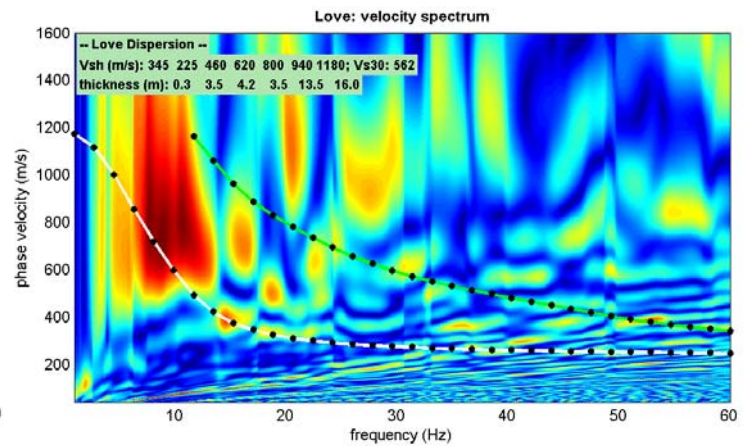
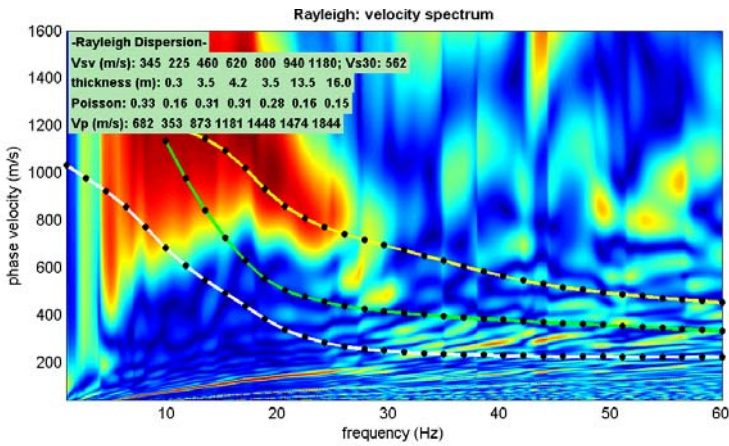
## Joint Analysis of Rayleigh Wave Dispersion in ZHF - THF & HVSr

### ACQUISIZIONE MASW



ZHF

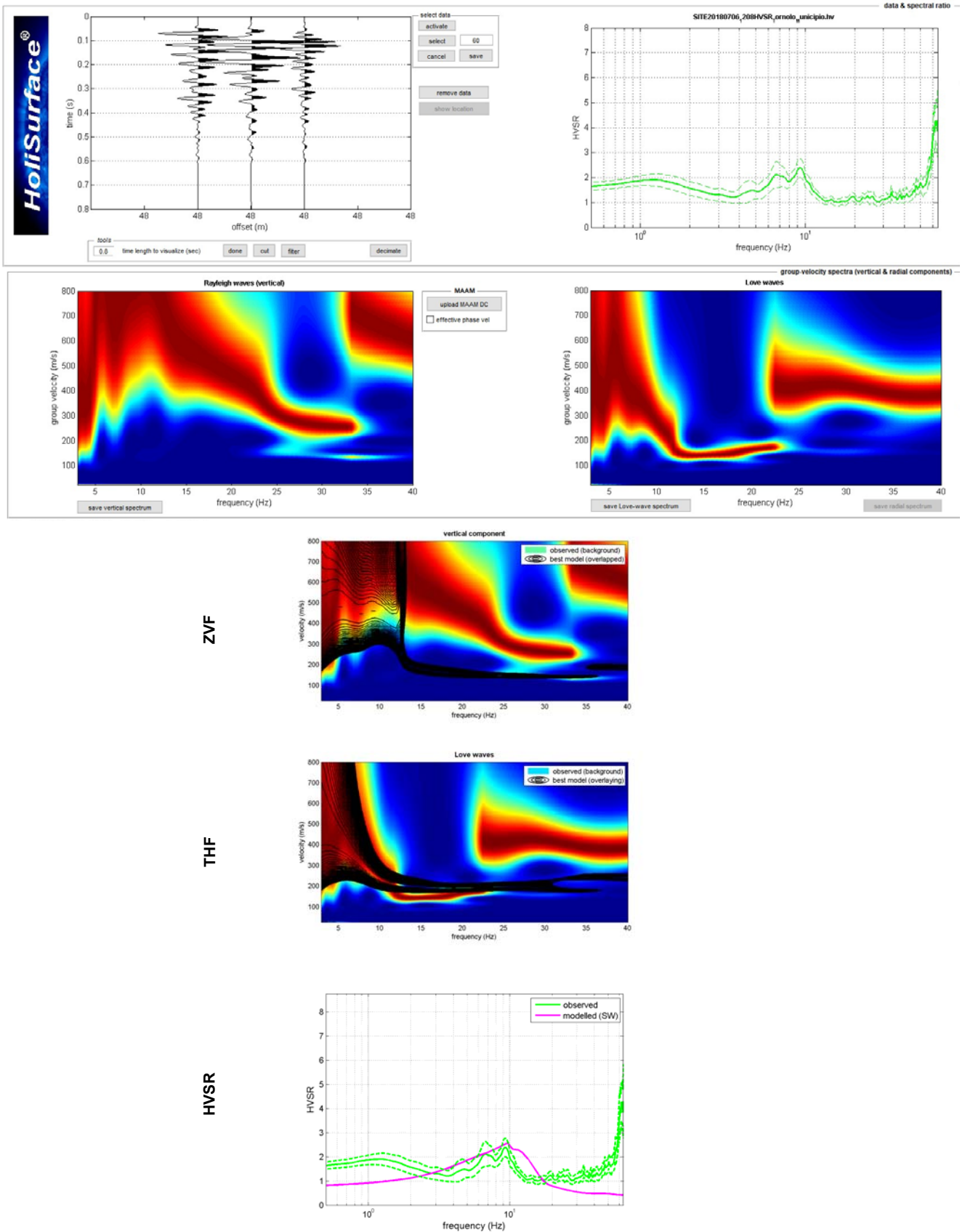
THF



# Indagine MASW1

## Joint Analysis of Rayleigh Wave Dispersion in ZVF - THF & HVSr

### ACQUISIZIONE HS



**Il modello elaborato risulta compatibile col dato MASW, col dato HS e con l'HVSr, a conferma di una sua attendibilità.**

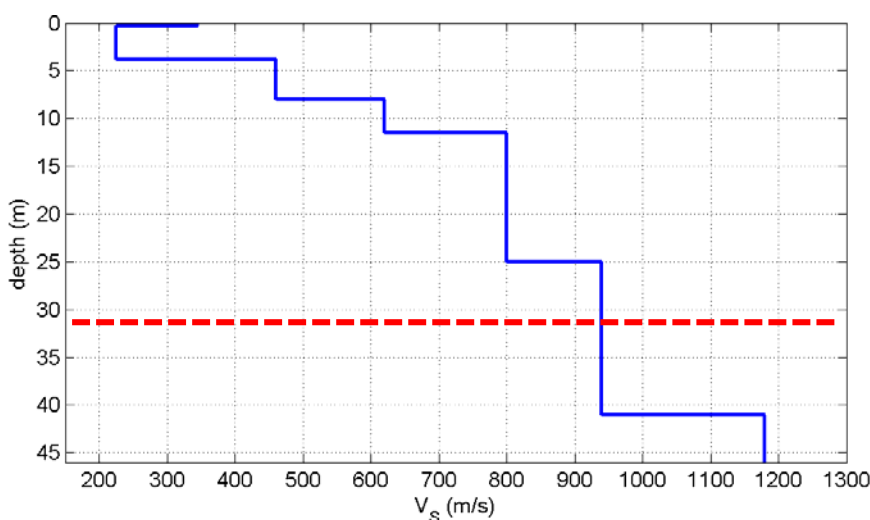
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine MASW1

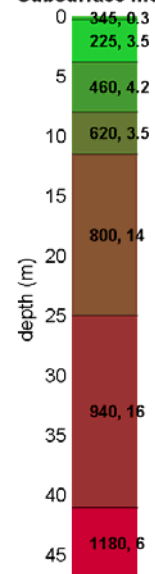
Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,3	345	0,33
2	0,3	3,5	225	0,16
3	3,8	4,2	460	0,31
4	8,0	3,5	620	0,31
5	11,5	13,5	800	0,28
6	25,0	16,0	940	0,16
7	41,0	Inf.	1080	0,15

VS Profile



Subsurface model



**CATEGORIA B**

**Vs30 (m/s): 562**

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	562	B
-1m	594	B
-2m	637	B
-3m	686	B
-4m	735	B
-5m	756	B



## Indagine MASW2

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Via Senato, Tarsogno

COMUNE: Tornolo (PR)

DATA ACQUISIZIONE: 06 07 2018

ORA: 09.40



#### Subsurface model

Vs (m/s): 360 260 290 360 500 700 800 1000

Thickness (m): 0.3 2.7 7.0 5.0 12.0 22.0 30.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 2.02 1.91 1.93 1.98 2.06 2.15 2.15 2.17

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 262 129 162 257 516 1051 1377  
2173

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

**Vs30 (m/s): 387**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**

**Indagine MASW2**  
**ACQUISIZIONE MASW**



**Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine MASW2 ACQUISIZIONE MASW

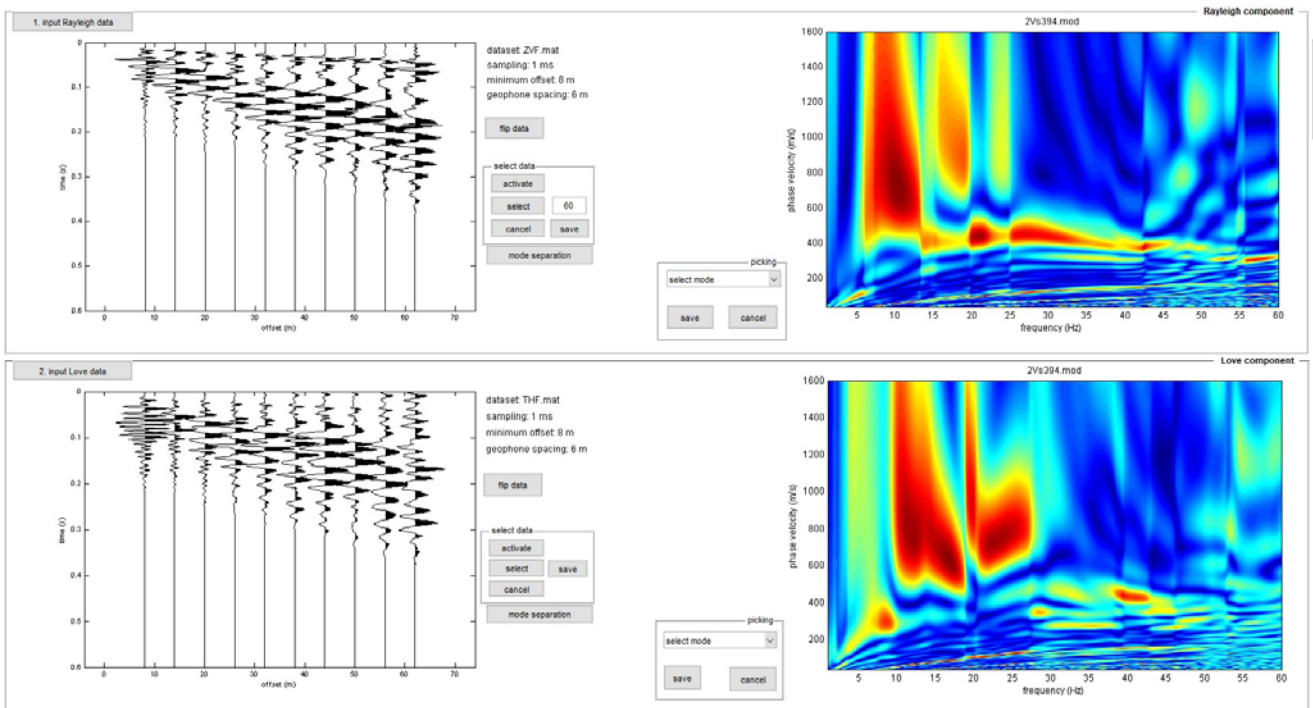
**Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.</b>	
<b><i>Operatore in campagna</i></b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b><i>Lunghezza Stendimento</i></b>	62 metri
<b><i>Offset Minimo</i></b>	8 metri
<b><i>Incremento</i></b>	6 metri
<b><i>N° tracce</i></b>	10
<b><i>Tipo di Onda</i></b>	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b><i>Lunghezza dell'acquisizione</i></b>	2 secondi
<b><i>Intervallo di Campionamento</i></b>	0.001 secondi
<b><i>Stacking</i></b>	6 battute per punto sorgente: 4 Orizzontali + 2 Verticali

## Indagine MASW2

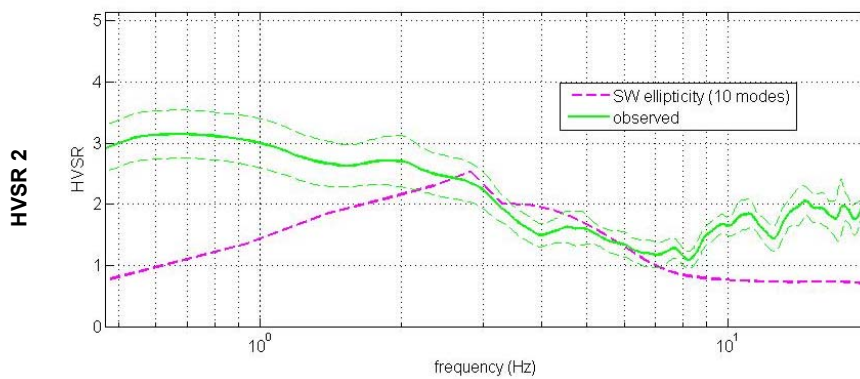
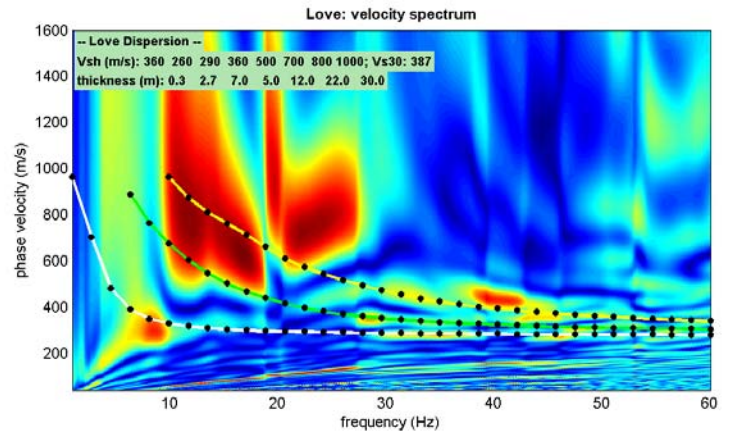
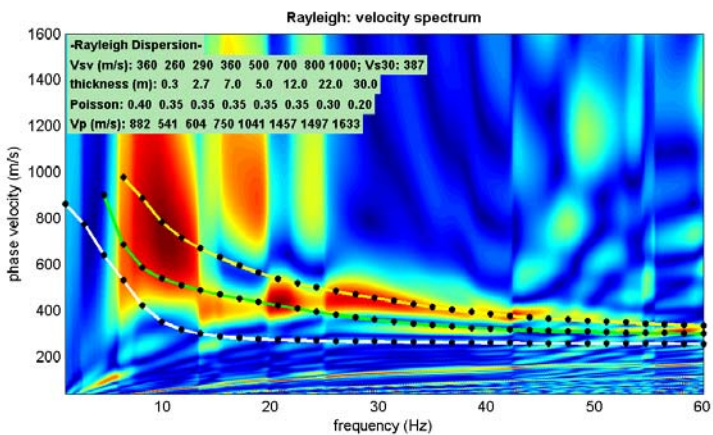
### Joint Analysis of Rayleigh Wave Dispersion in ZHF - THF & HVSR

### ACQUISIZIONE MASW



ZHF

THF

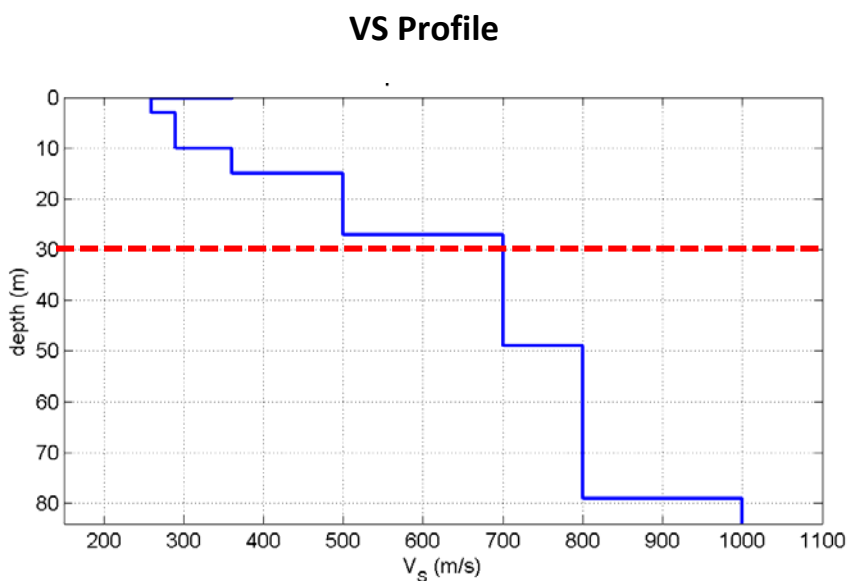


**Il modello elaborato risulta compatibile col dato MASW e con l'HVSR, a conferma di una sua attendibilità.**

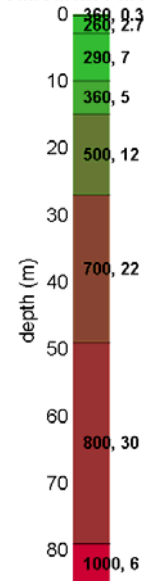
## Indagine MASW2

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,3	360	0,40
2	0,3	2,7	260	0,35
3	3,0	7,0	290	0,35
4	10,0	5,0	360	0,35
5	15,0	12,0	500	0,35
6	27,0	22,0	700	0,35
7	49,0	30,0	800	0,30
8	79,0	Inf.	1000	0,20



Subsurface model



**CATEGORIA B**

**Vs30 (m/s): 387**

**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	387	B
-1m	398	B
-2m	411	B
-3m	425	B
-4m	437	B
-5m	451	B

## Indagine MASW3

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Tarsogno  
COMUNE: Tornolo (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 23 07 2018  
ORA: 17.20



#### Subsurface model

Vsh (m/s): 90 230 310 340 360 550 610 700

Thickness (m): 0.5 2.5 4.0 5.0 6.0 4.0 10.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.69 1.88 1.95 1.97 1.98 2.09 2.09 2.09

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 14 99 187 228 257 631 776 1022

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

**Vs30 (m/s): 370**

#### CATEGORIA B

**B - 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.**

**Indagine MASW3**  
**ACQUISIZIONE MASW**



**Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine MASW3 ACQUISIZIONE MASW

**Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

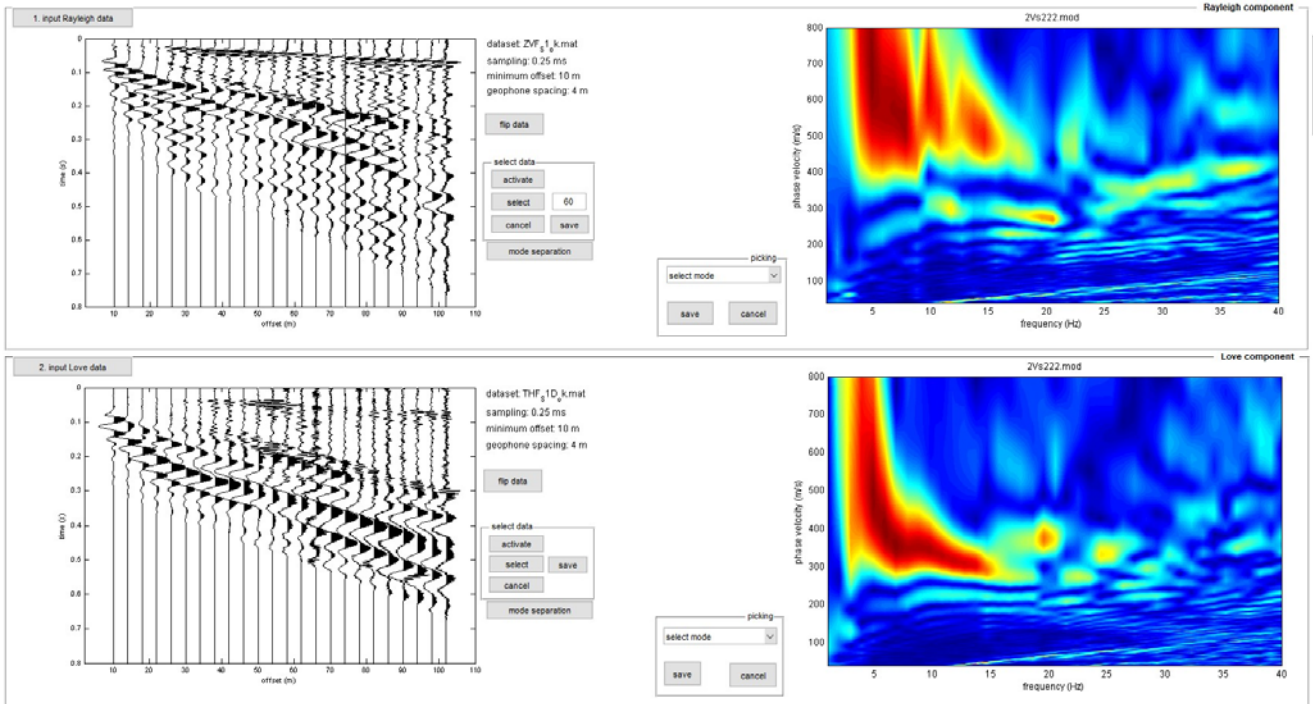
<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.</b>	
<b><i>Operatore in campagna</i></b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b><i>Lunghezza Stendimento</i></b>	112 metri
<b><i>Offset Minimo</i></b>	10 metri
<b><i>Incremento</i></b>	4 metri
<b><i>N° tracce</i></b>	24
<b><i>Tipo di Onda</i></b>	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b><i>Lunghezza dell'acquisizione</i></b>	2 secondi
<b><i>Intervallo di Campionamento</i></b>	0.001 secondi
<b><i>Stacking</i></b>	6 battute per punto sorgente:  3 Orizzontali + 3 Verticali



# Indagine MASW3

## Joint Analysis of Rayleigh Wave Dispersion in ZVF - THF

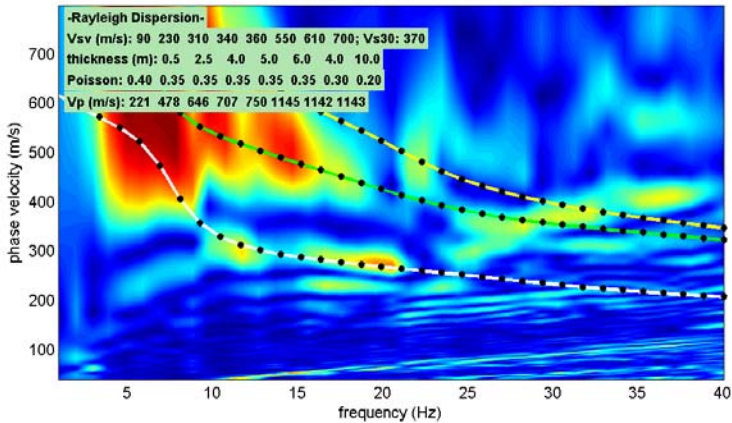
### ACQUISIZIONE MASW



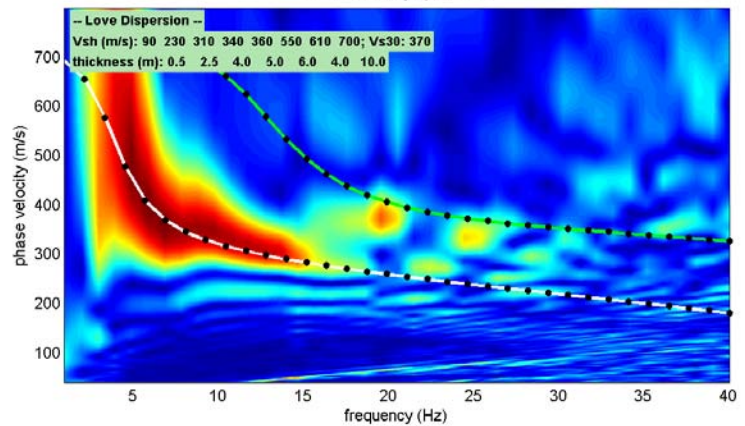
ZVF

THF

Rayleigh: velocity spectrum



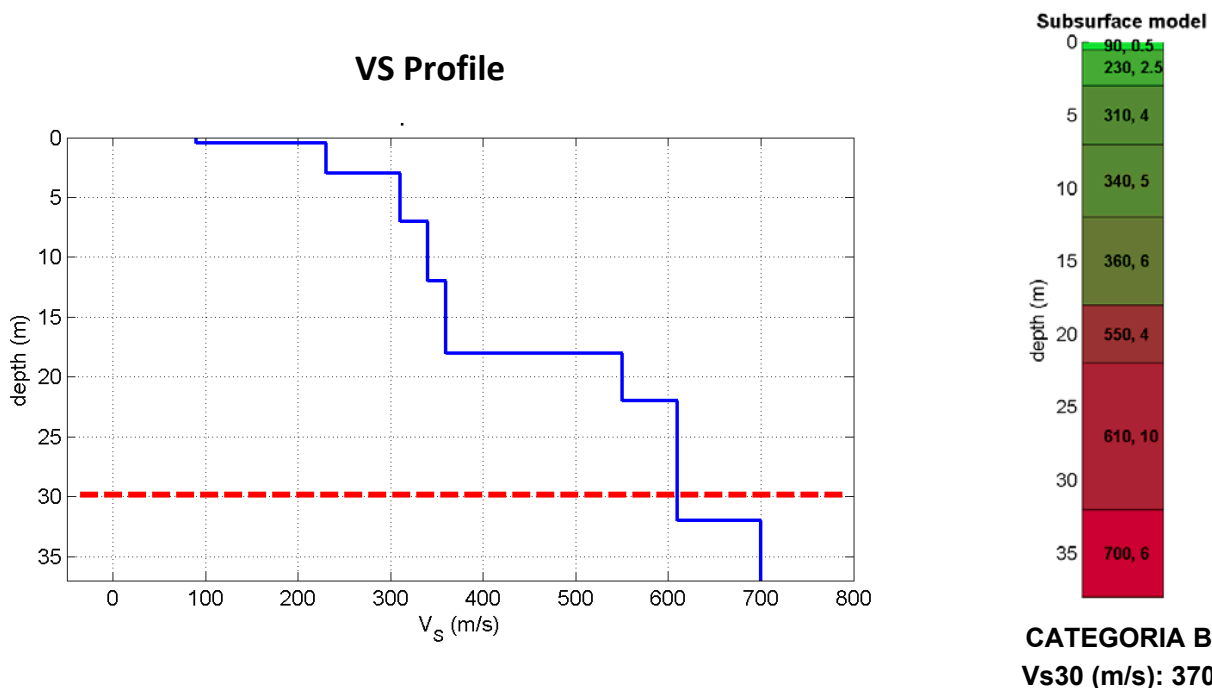
Love: velocity spectrum



## Indagine MASW3

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,5	90	0,40
2	0,5	2,5	230	0,35
3	3,0	4,0	310	0,35
4	7,0	5,0	340	0,35
5	12,0	6,0	360	0,35
6	18,0	4,0	550	0,35
7	22,0	10,0	610	0,30
8	32,0	Inf.	700	0,20



**B** - 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.

Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	370	B
-1m	400	B
-2m	415	B
-3m	432	B
-4m	444	B
-5m	456	B

## Indagine SR1

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Tarsogno  
COMUNE: Tornolo (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 23 07 2018  
ORA: 17.20



Microzonazione Sismica di Livello III - Comune di Tornolo (PR)  
Indagine SR1

**PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE**



**Figura A. 1 - Stendimento sismico a rifrazione realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine SR1

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE

Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva a rifrazione in onde P

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA A RIFRAZIONE - ONDE P	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	112 metri
<b>Distanza intergeofonica</b>	4 metri
<b>N° tracce</b>	24
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	3 battute per punto sorgente: 3 Verticali
<b>Punti di Shot</b>	in metri rispetto al geofono n°1 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Shot1: -10m</li> <li>➤ Shot2: -2m</li> <li>➤ Shot3: +22m</li> <li>➤ Shot4: +46m</li> <li>➤ Shot5: +70m</li> <li>➤ Shot6: +94m</li> <li>➤ Shot8: +102m</li> </ul>

## Indagine SR1

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE

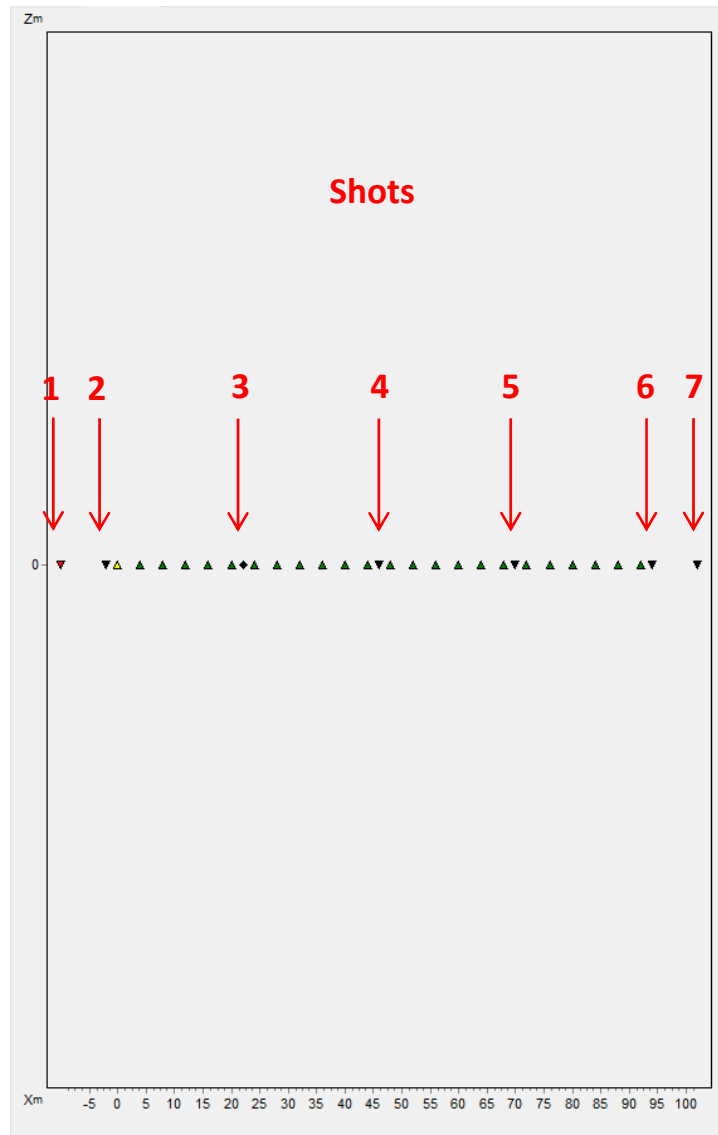
Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva a rifrazione in onde S

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA A RIFRAZIONE - ONDE P	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	112 metri
<b>Distanza intergeofonica</b>	4 metri
<b>N° tracce</b>	24
<b>Tipo di Onda</b>	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	6 battute per punto sorgente: 3 Orizzontali Sx + 3 Orizzontali Dx
<b>Punti di Shot</b>	in metri rispetto al geofono n°1 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Shot1: -10m</li> <li>➤ Shot2: -2m</li> <li>➤ Shot4: +46m</li> <li>➤ Shot6: +94m</li> <li>➤ Shot7: +102m</li> </ul>

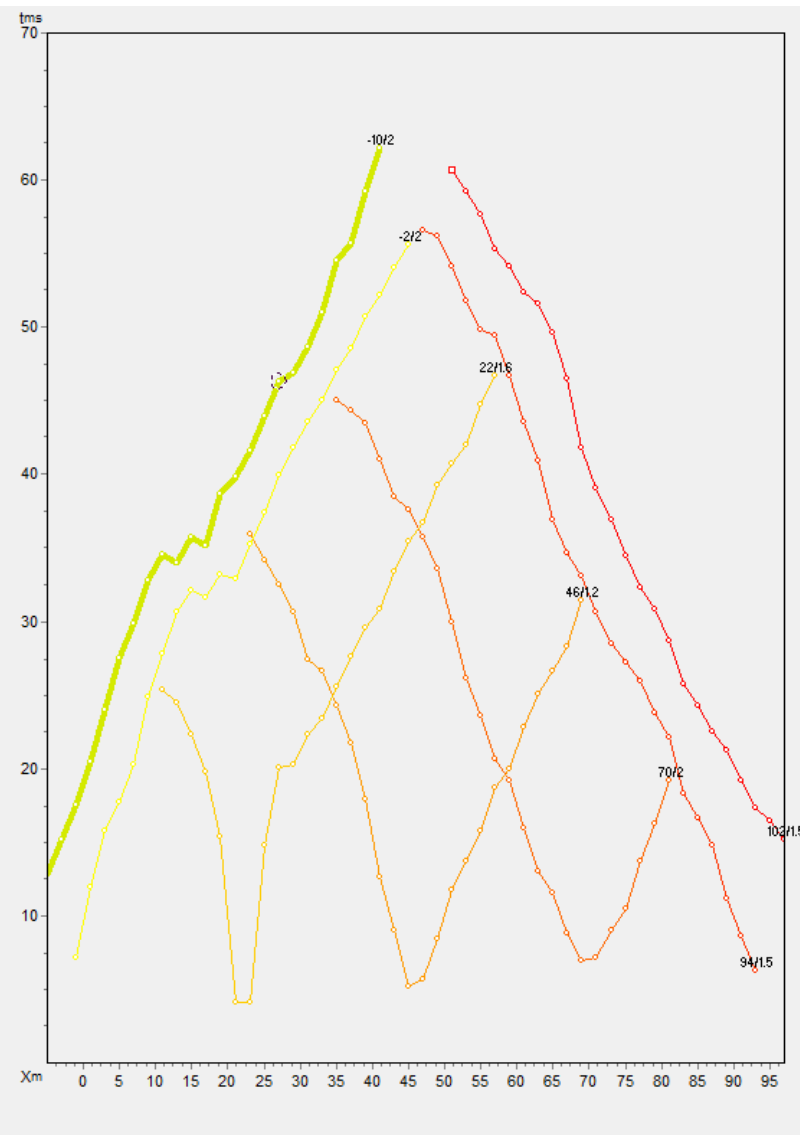
## Indagine SR1

### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P

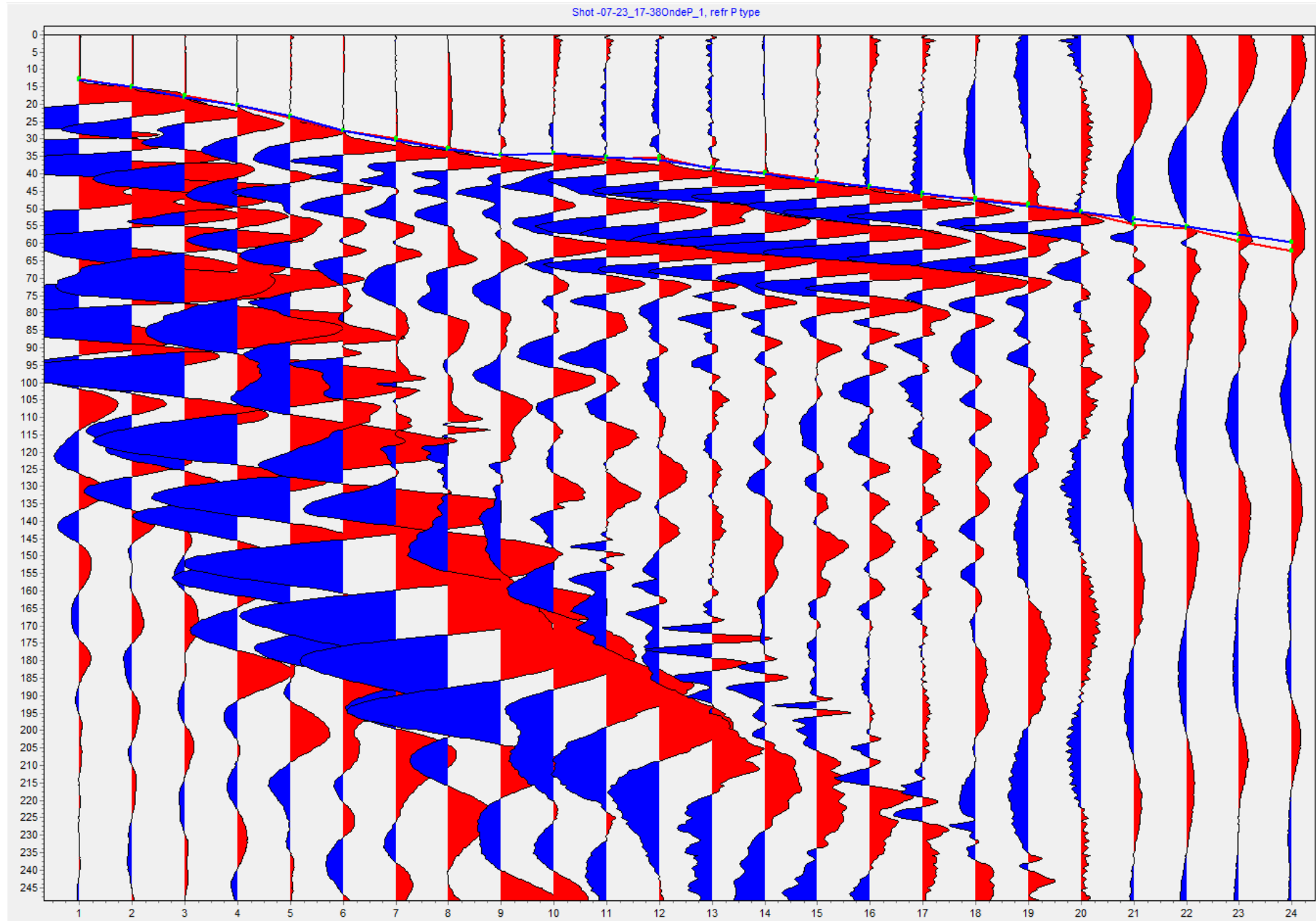
Array



Hodographs



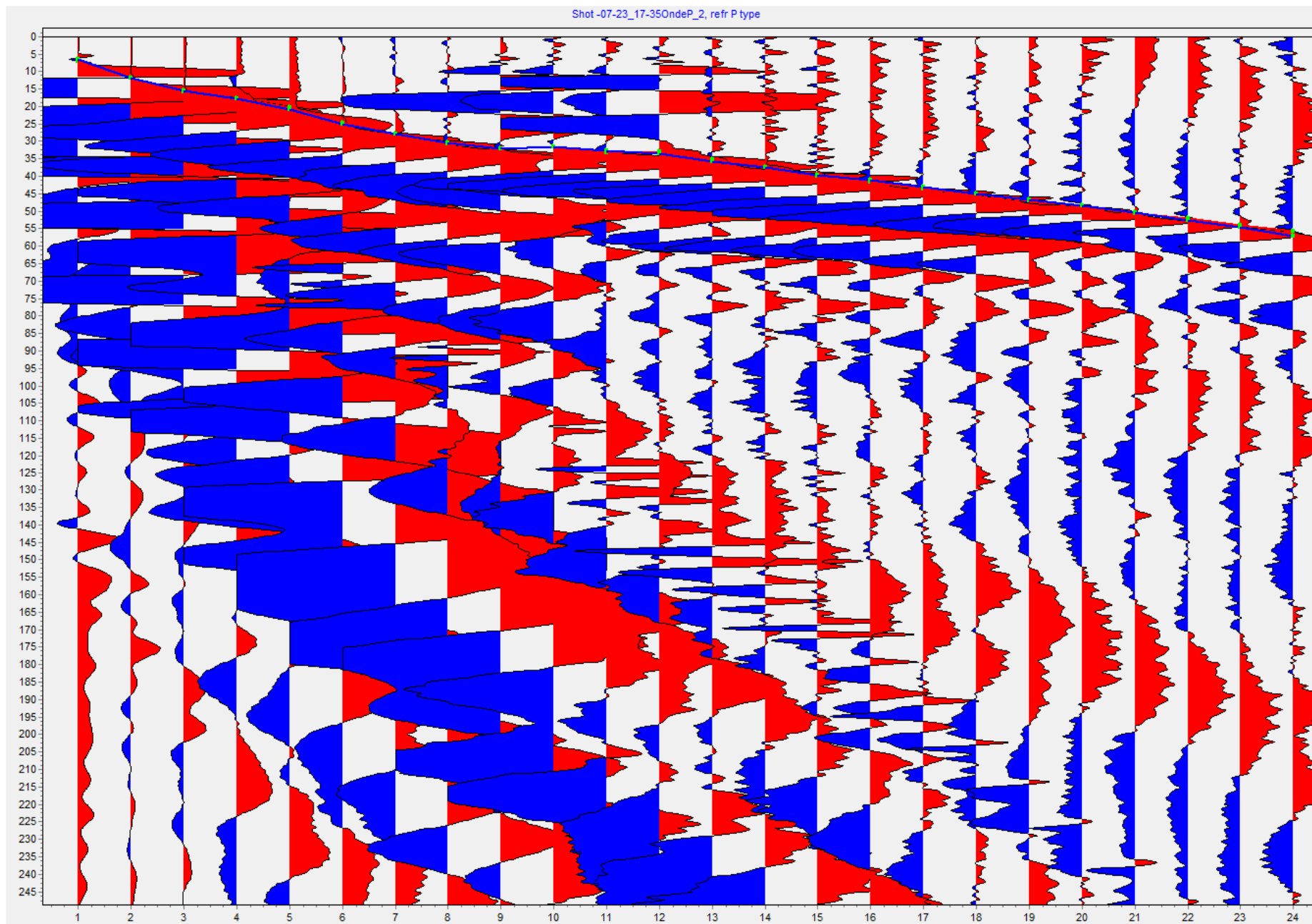
Indagine SR1



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

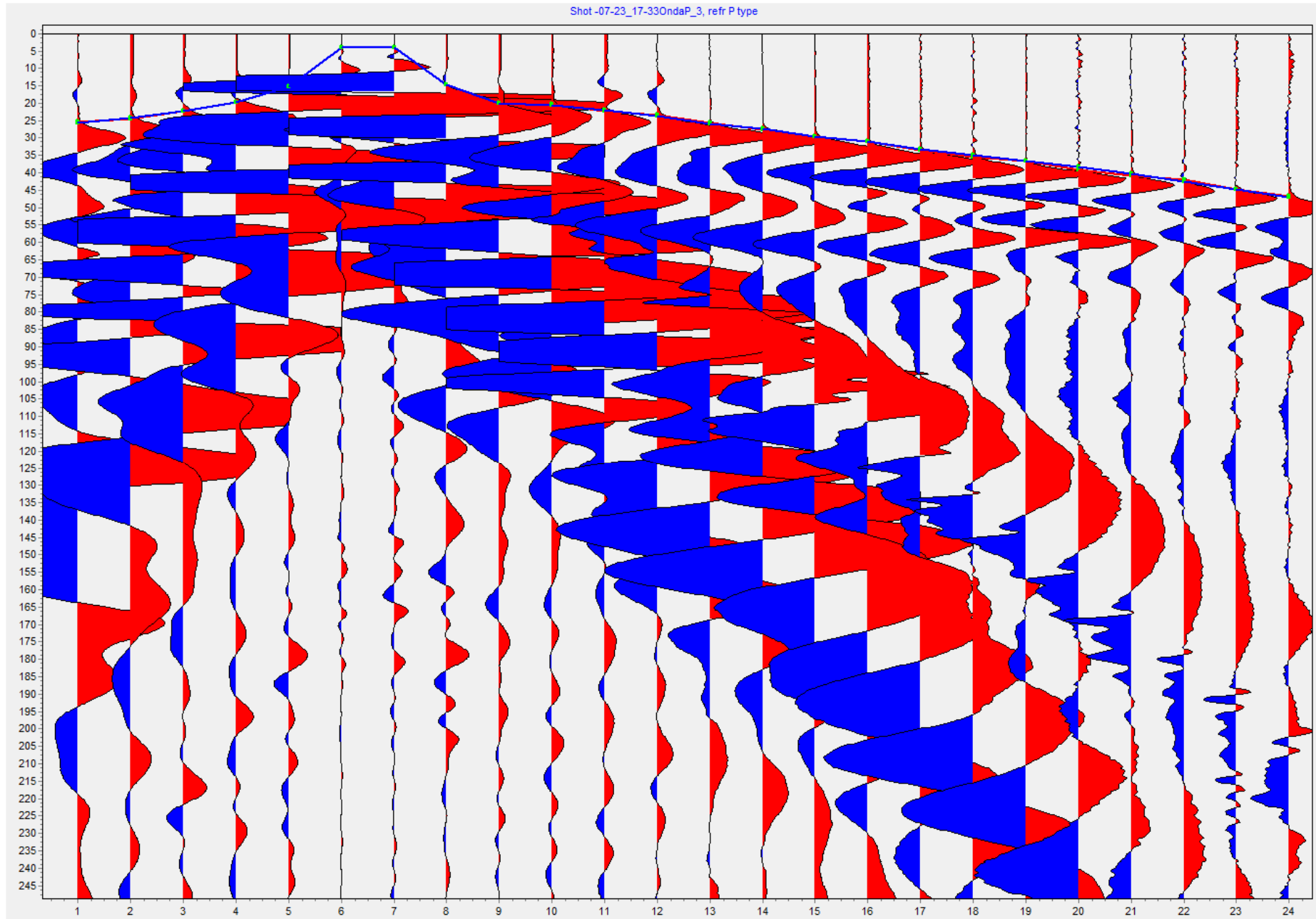


Indagine SR1



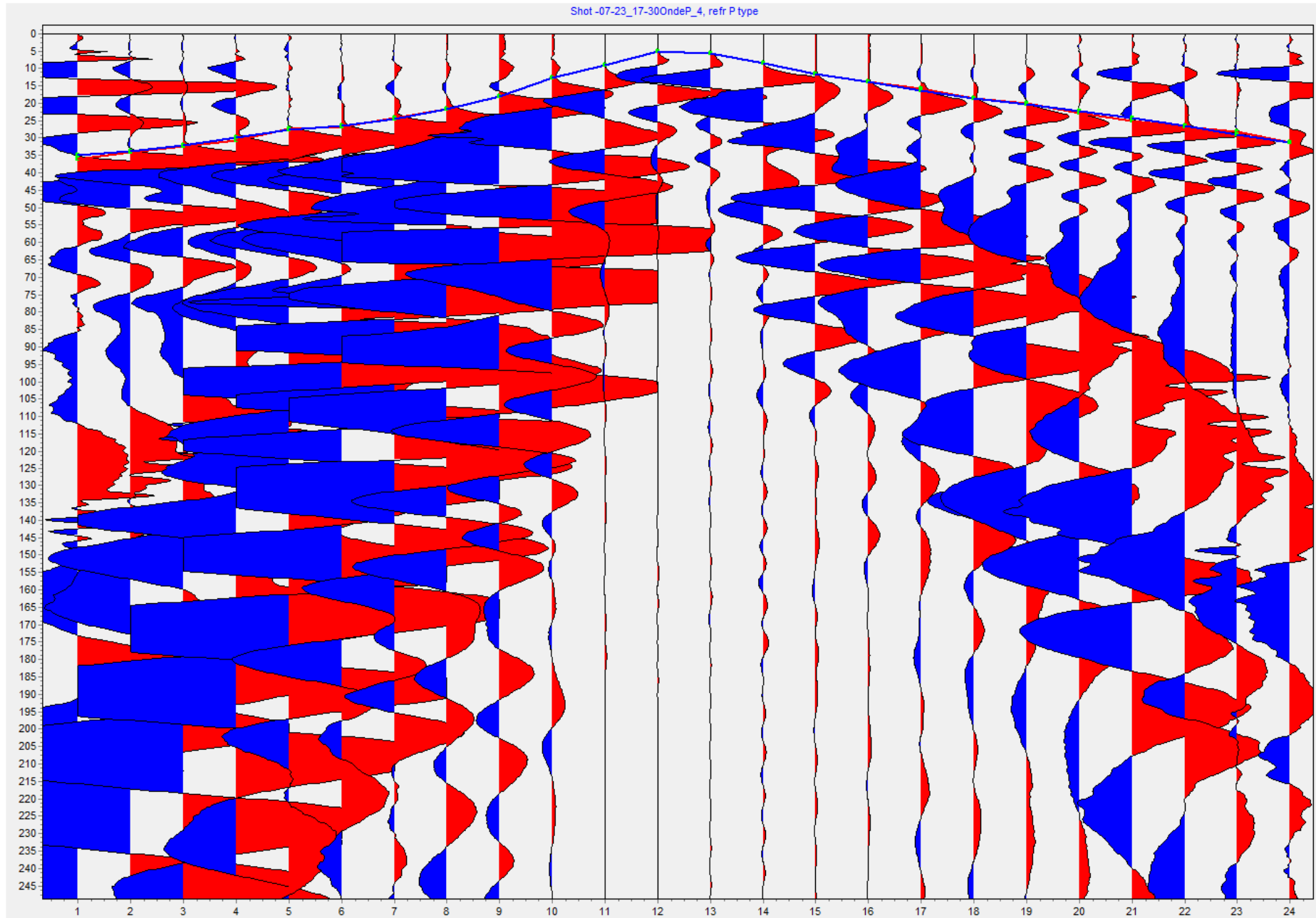
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



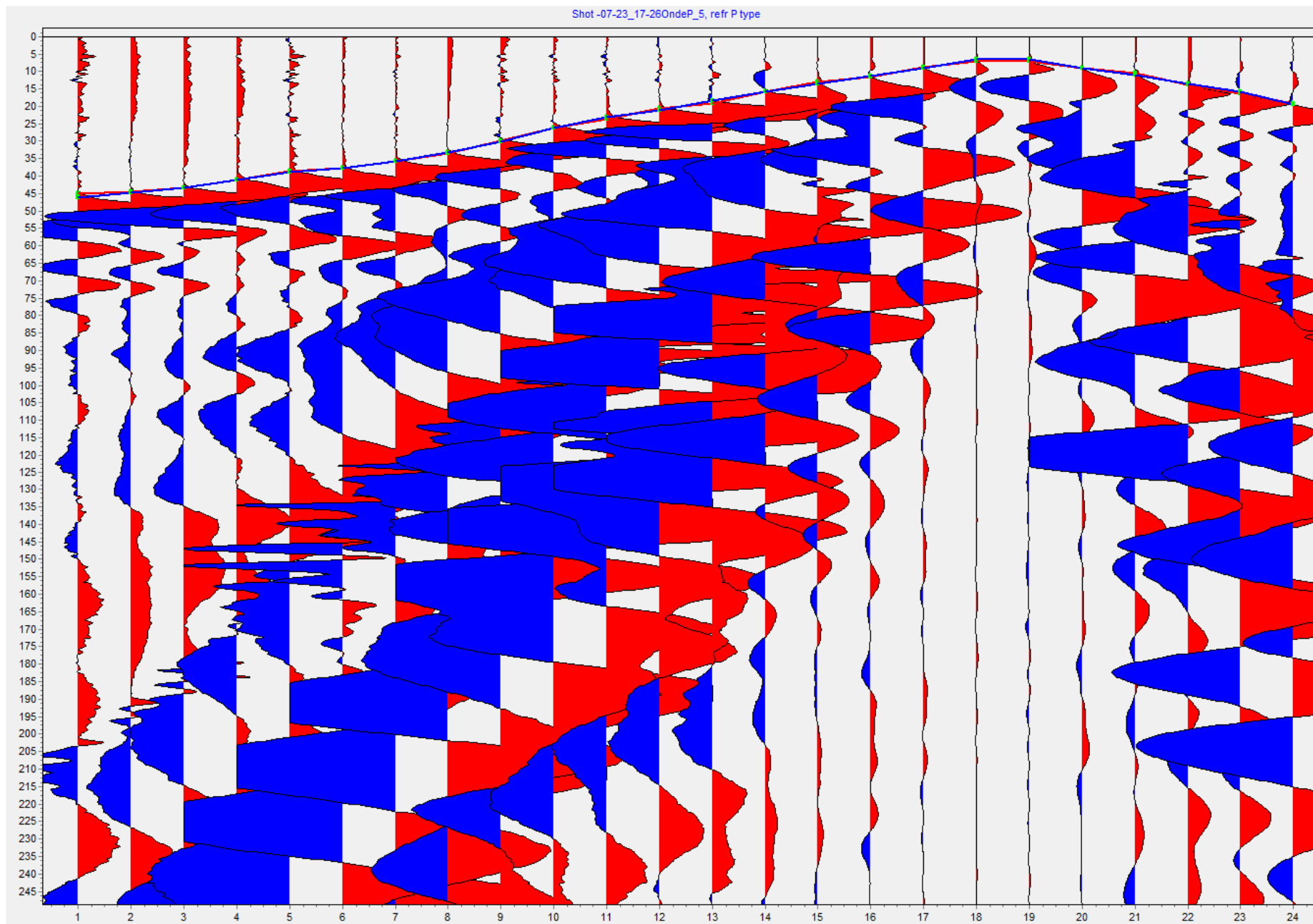
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



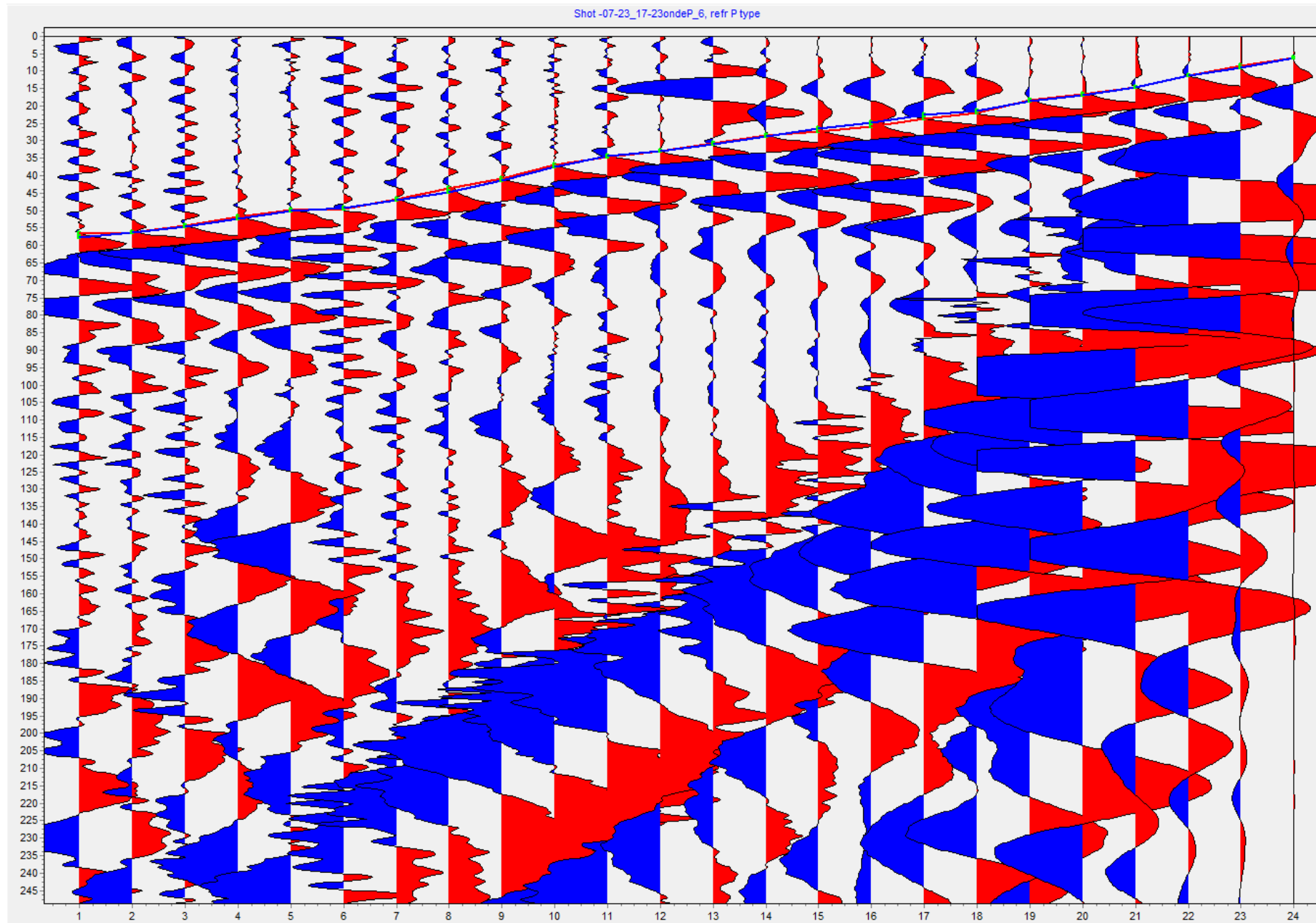
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



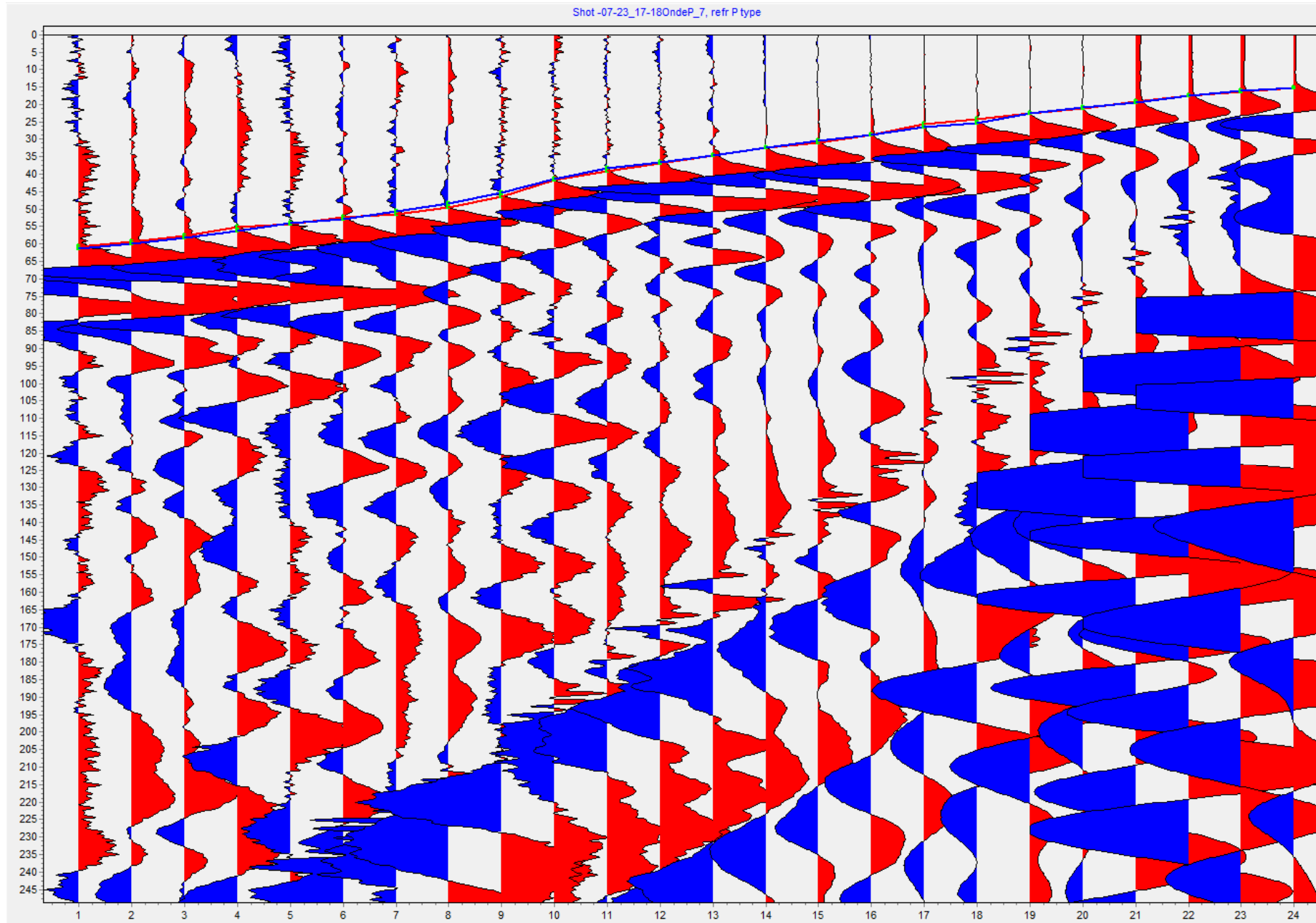
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



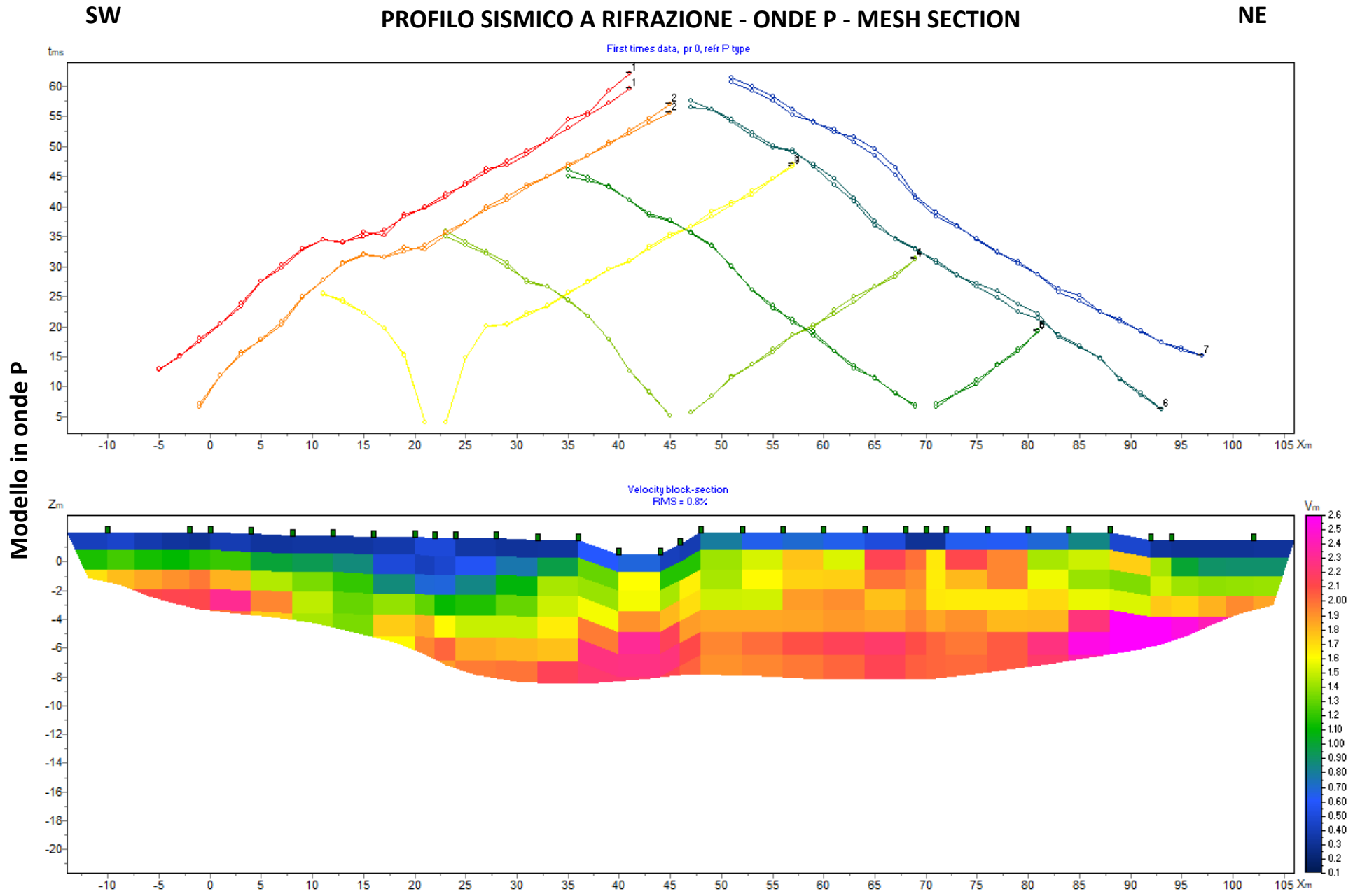
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

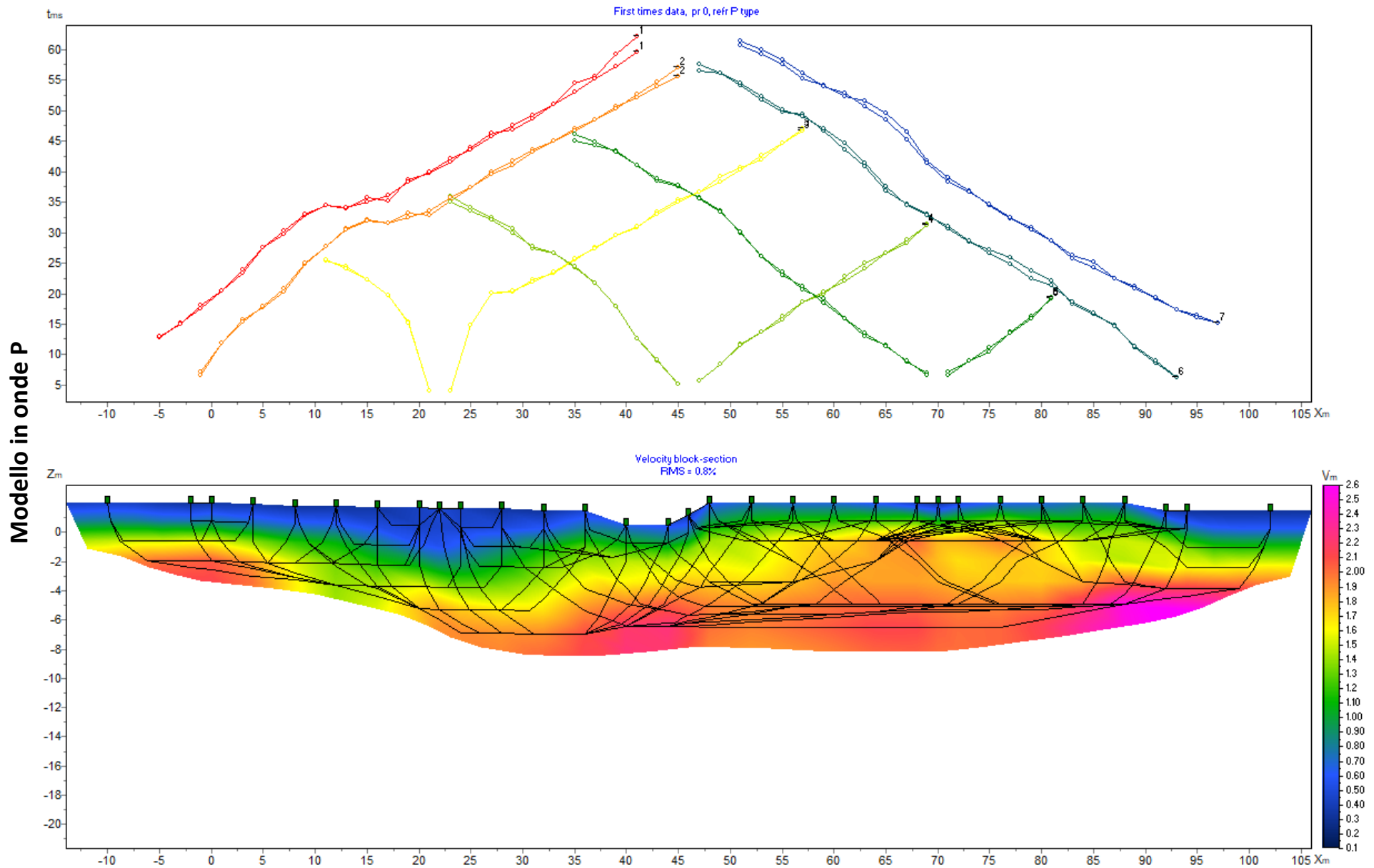
### Indagine SR1



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine SR1

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P - SMOOTH SECTION

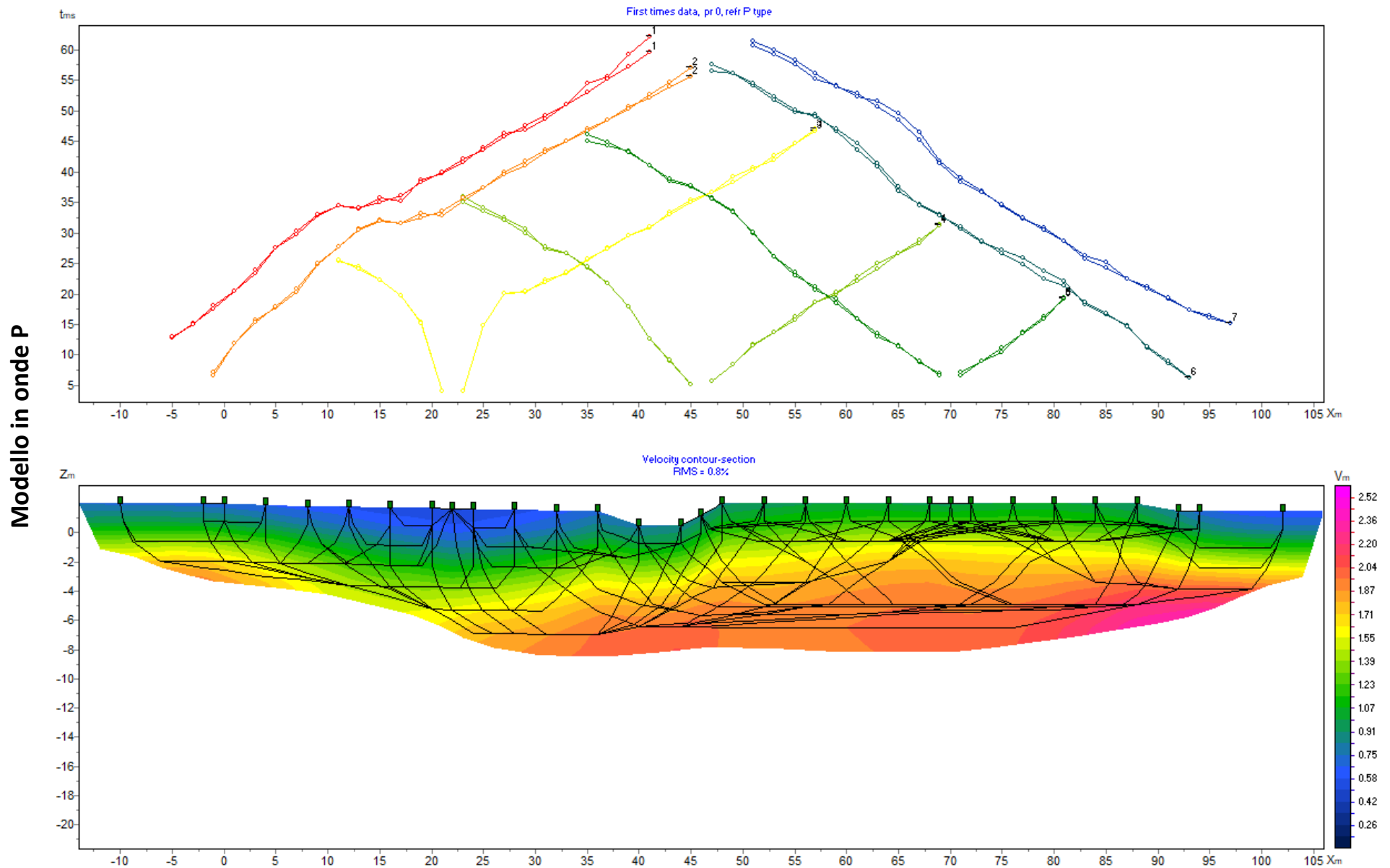


Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it



# Indagine SR1

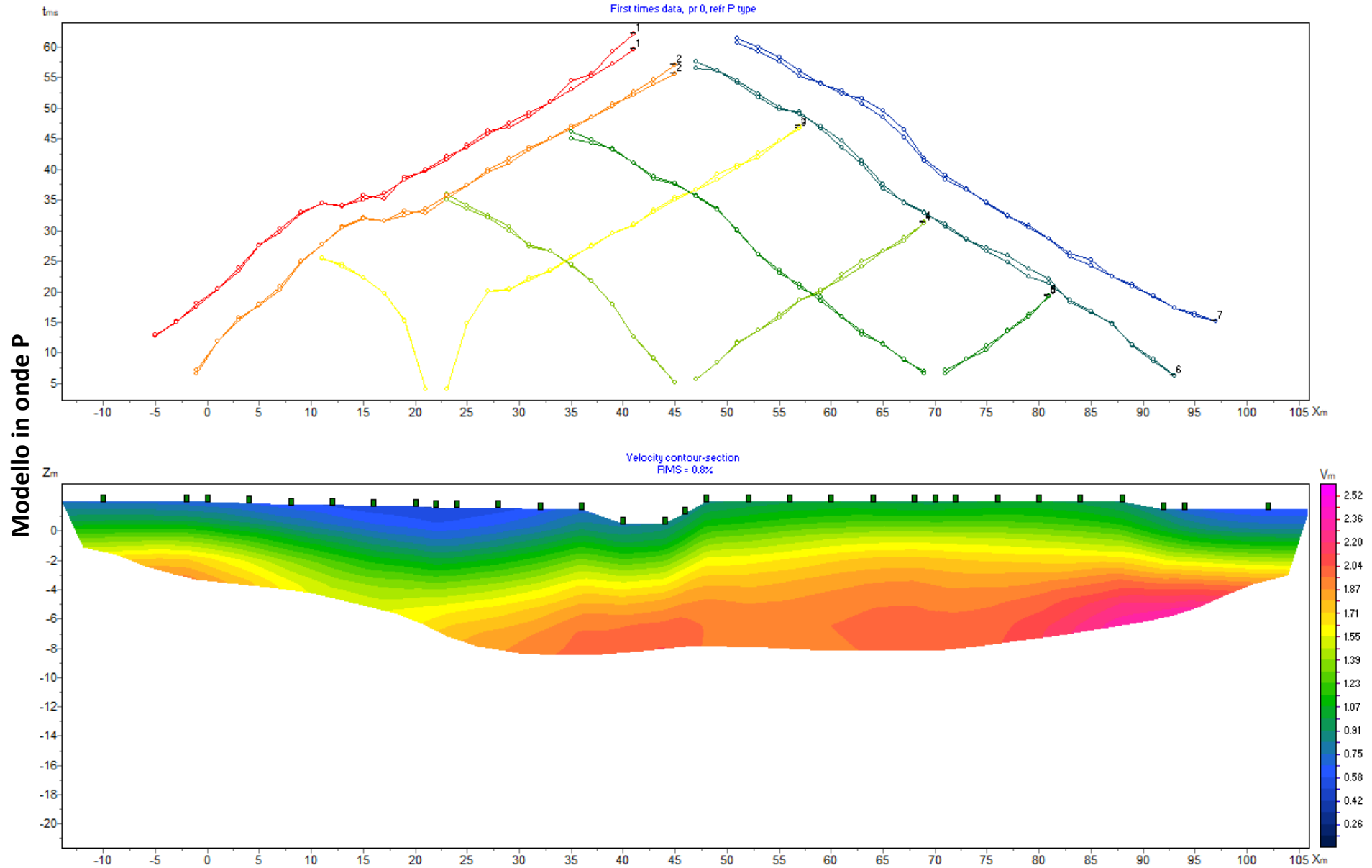
## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P - CONTOUR SECTION WITH RAY PATHS



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1

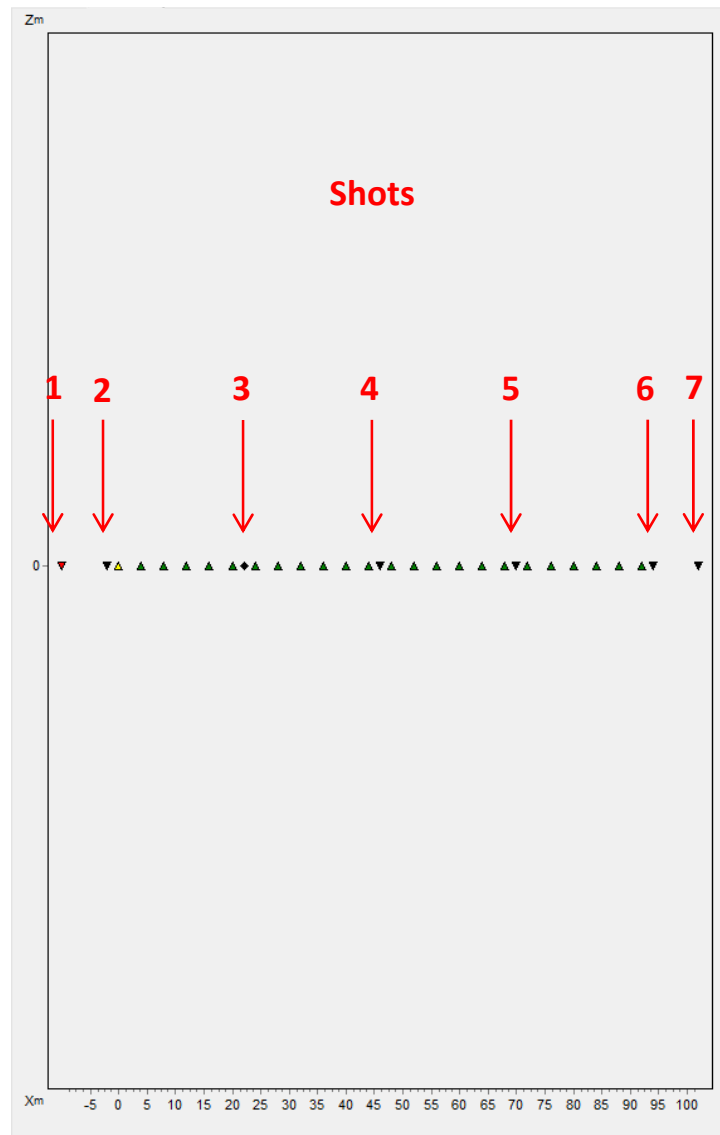
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P - CONTOUR SECTION WITHOUT RAY PATHS



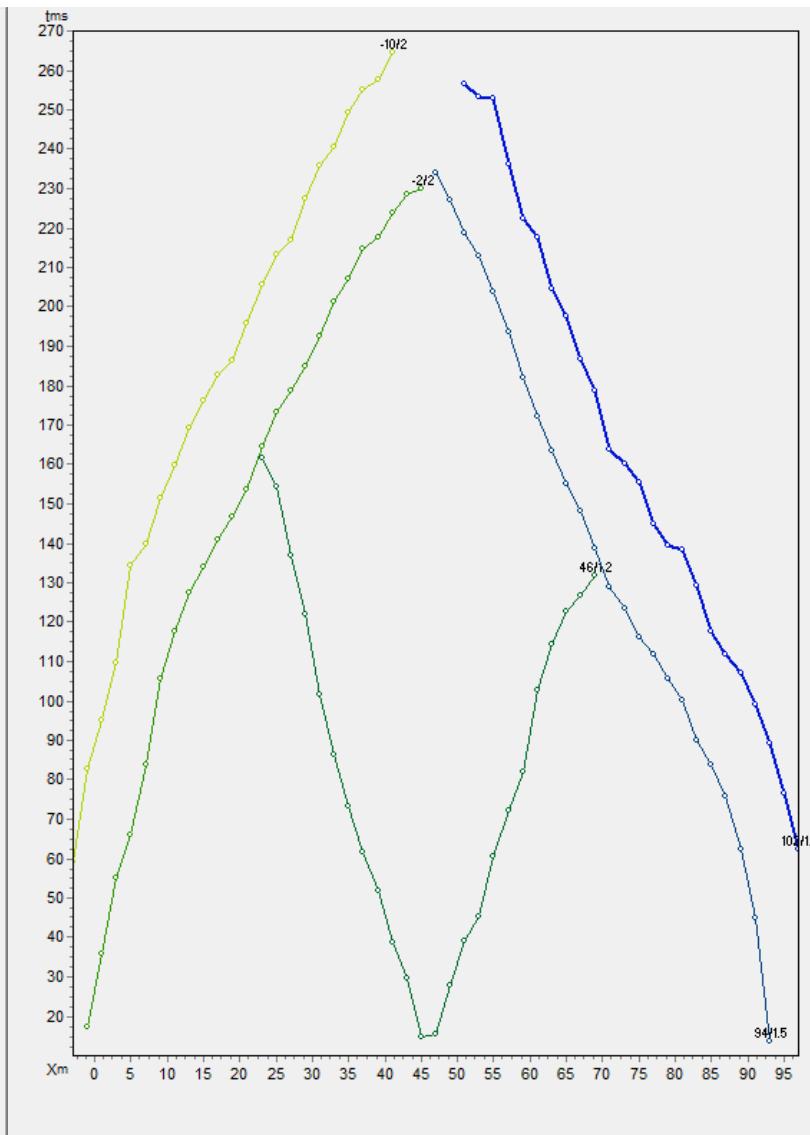
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine SR1

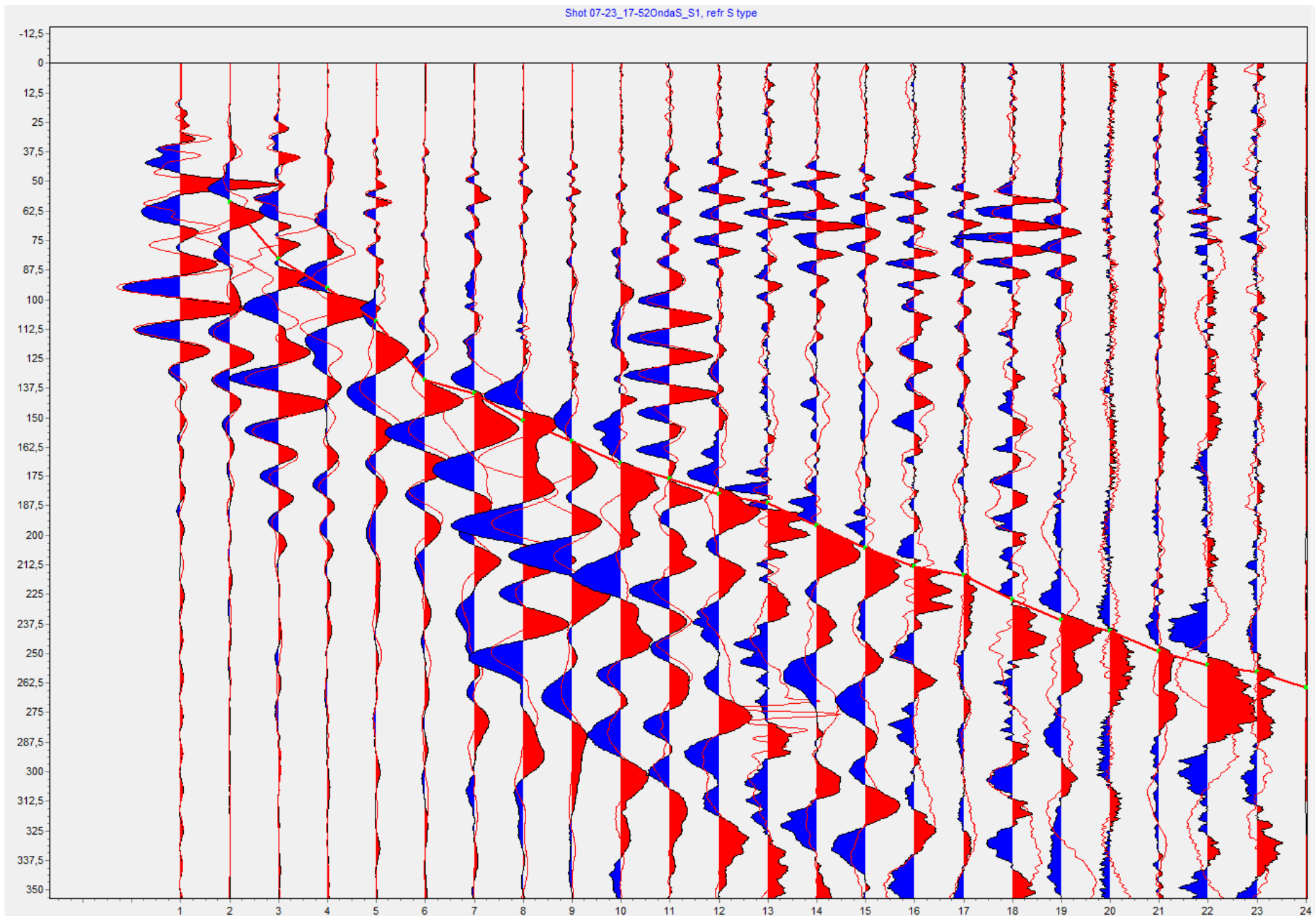
## Array



## Hodographs

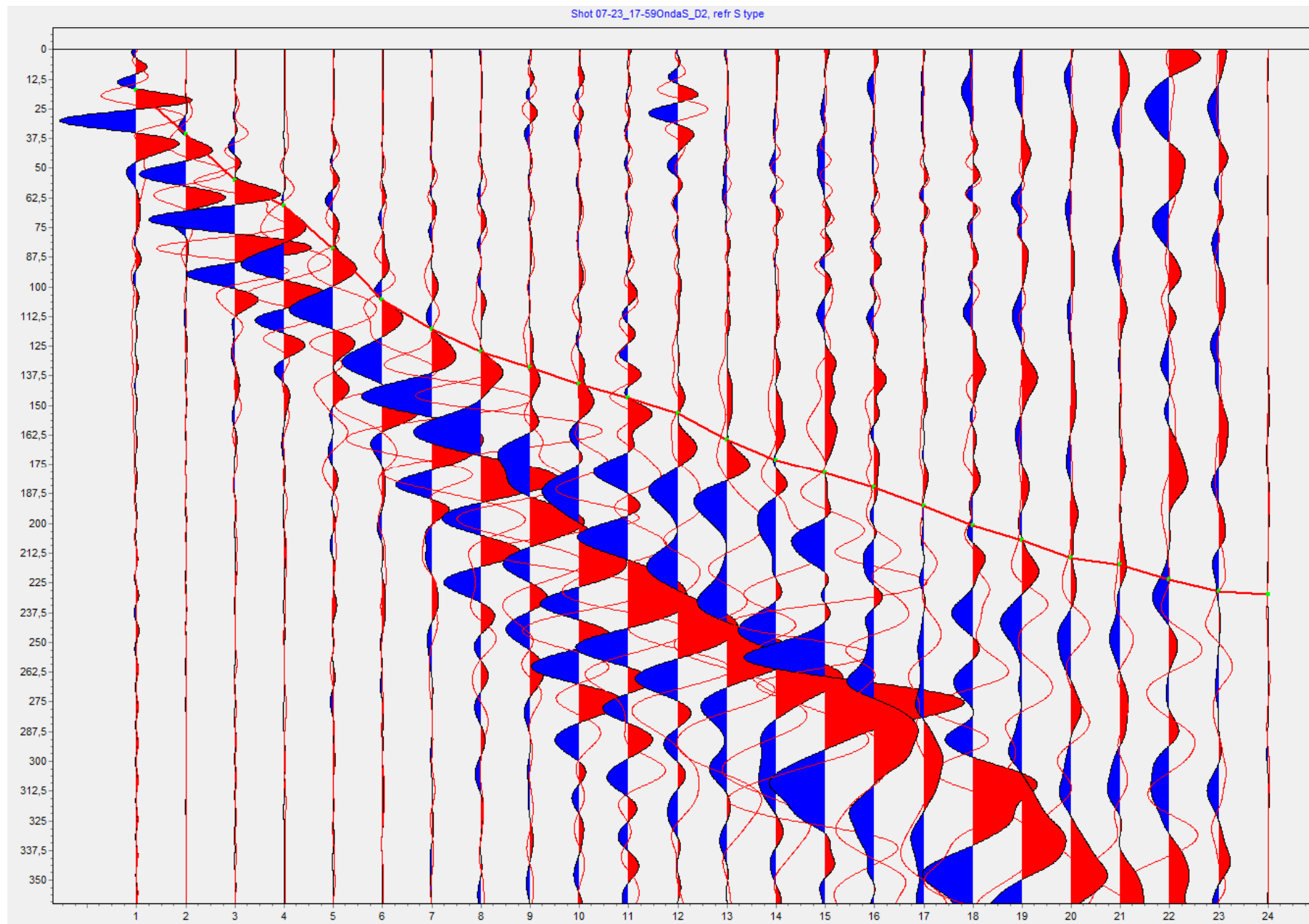


Indagine SR1



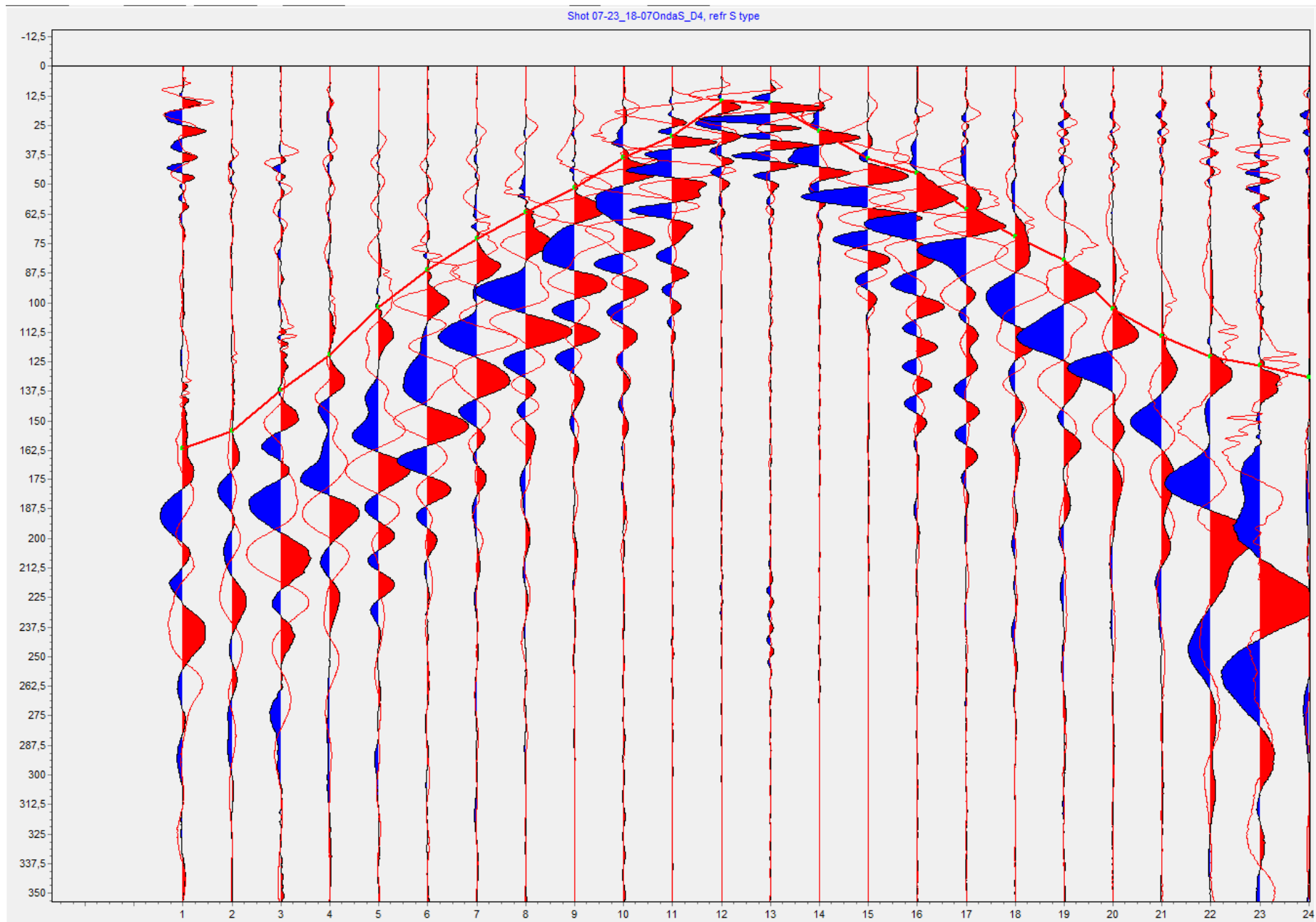
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



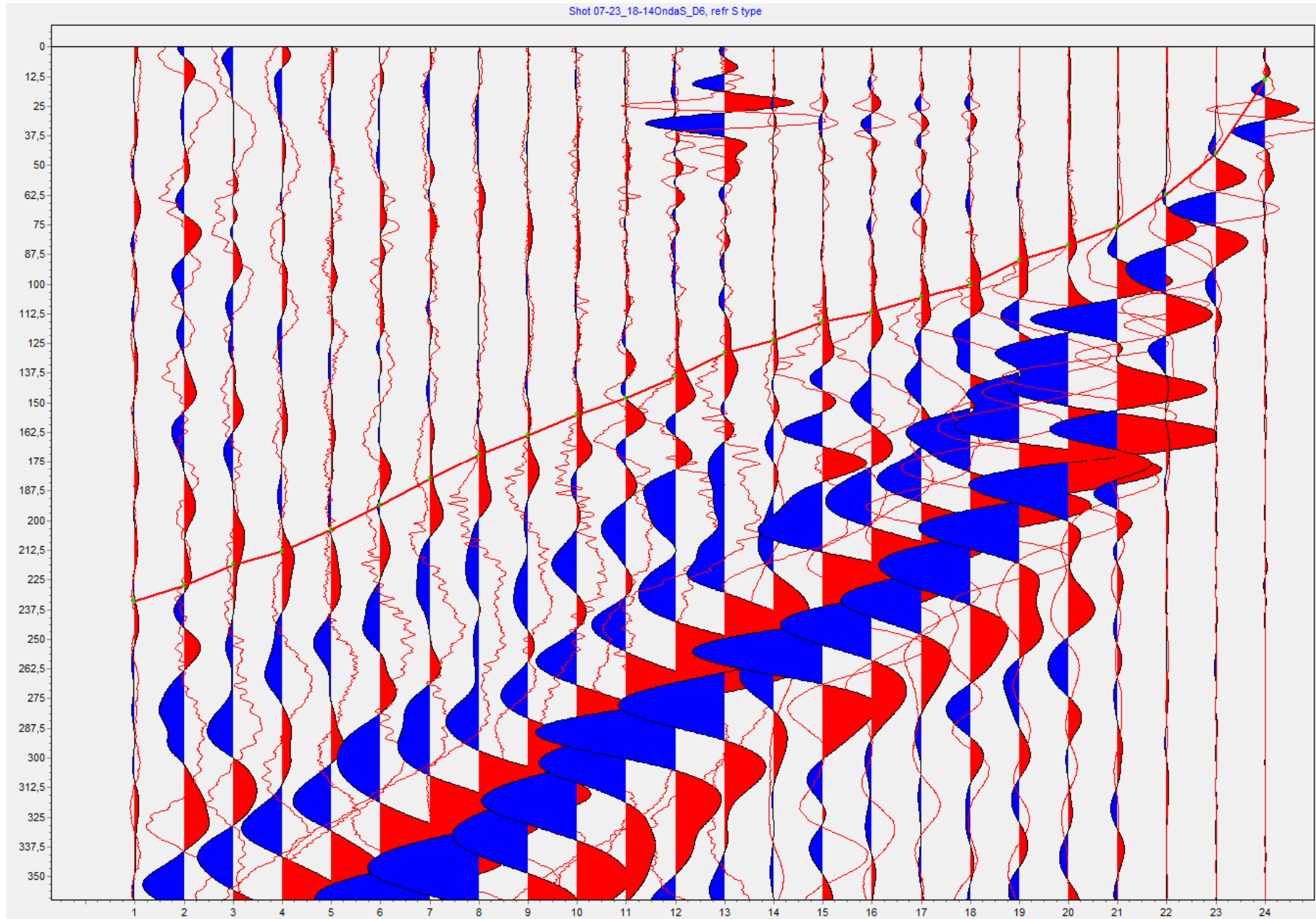
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



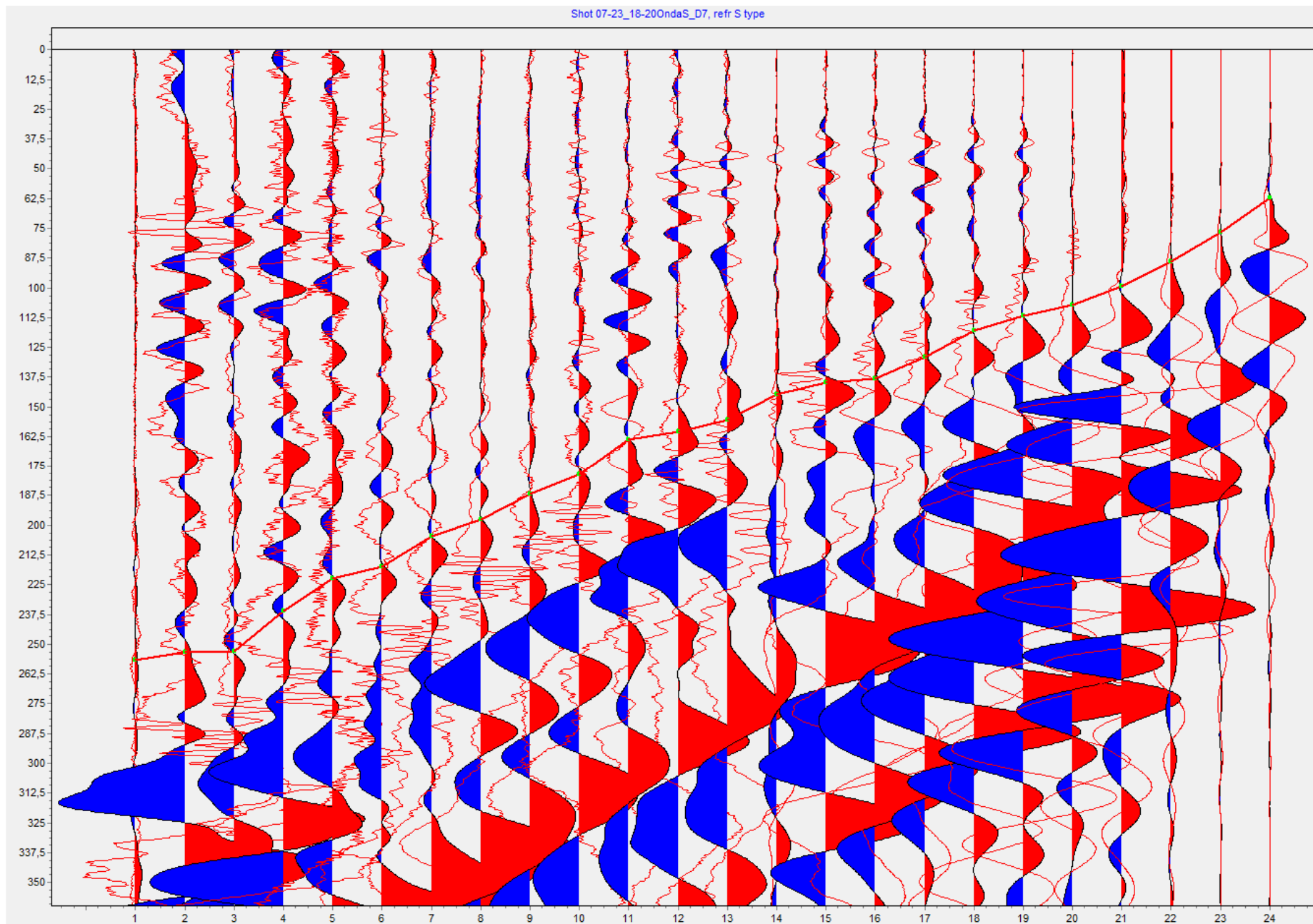
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

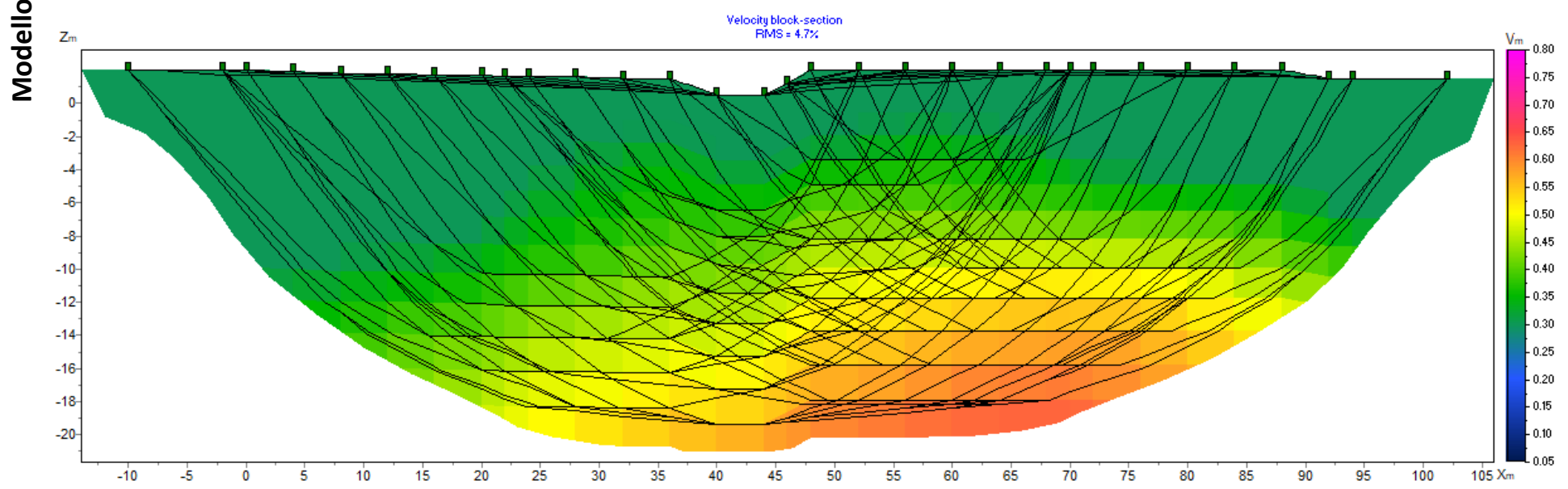
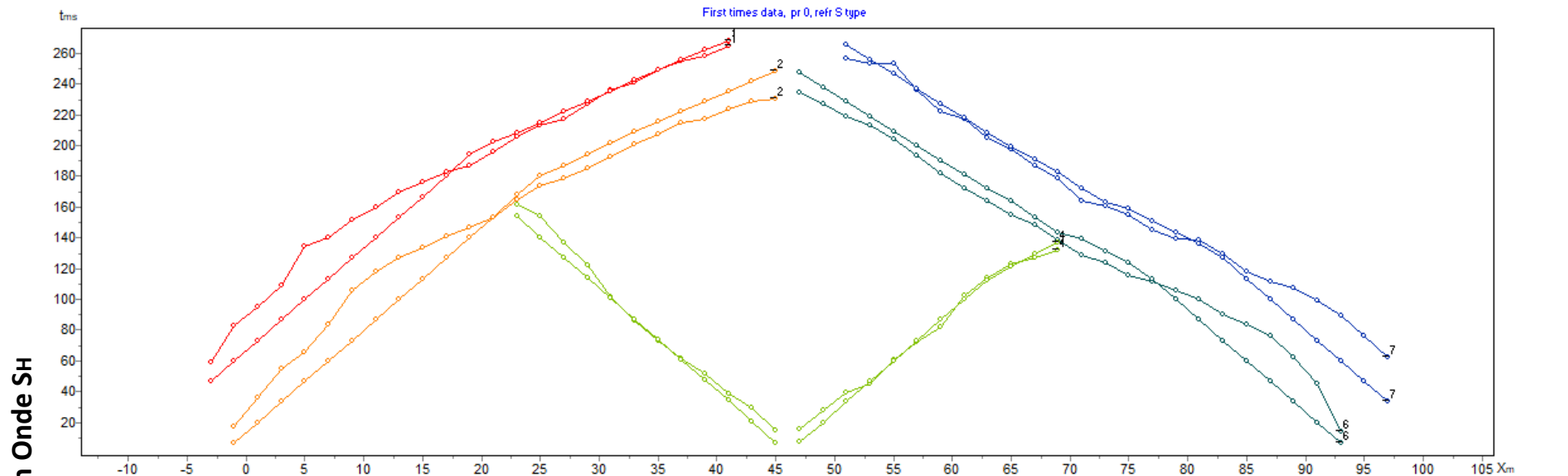


# Indagine SR1

SW

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - MESH SECTION

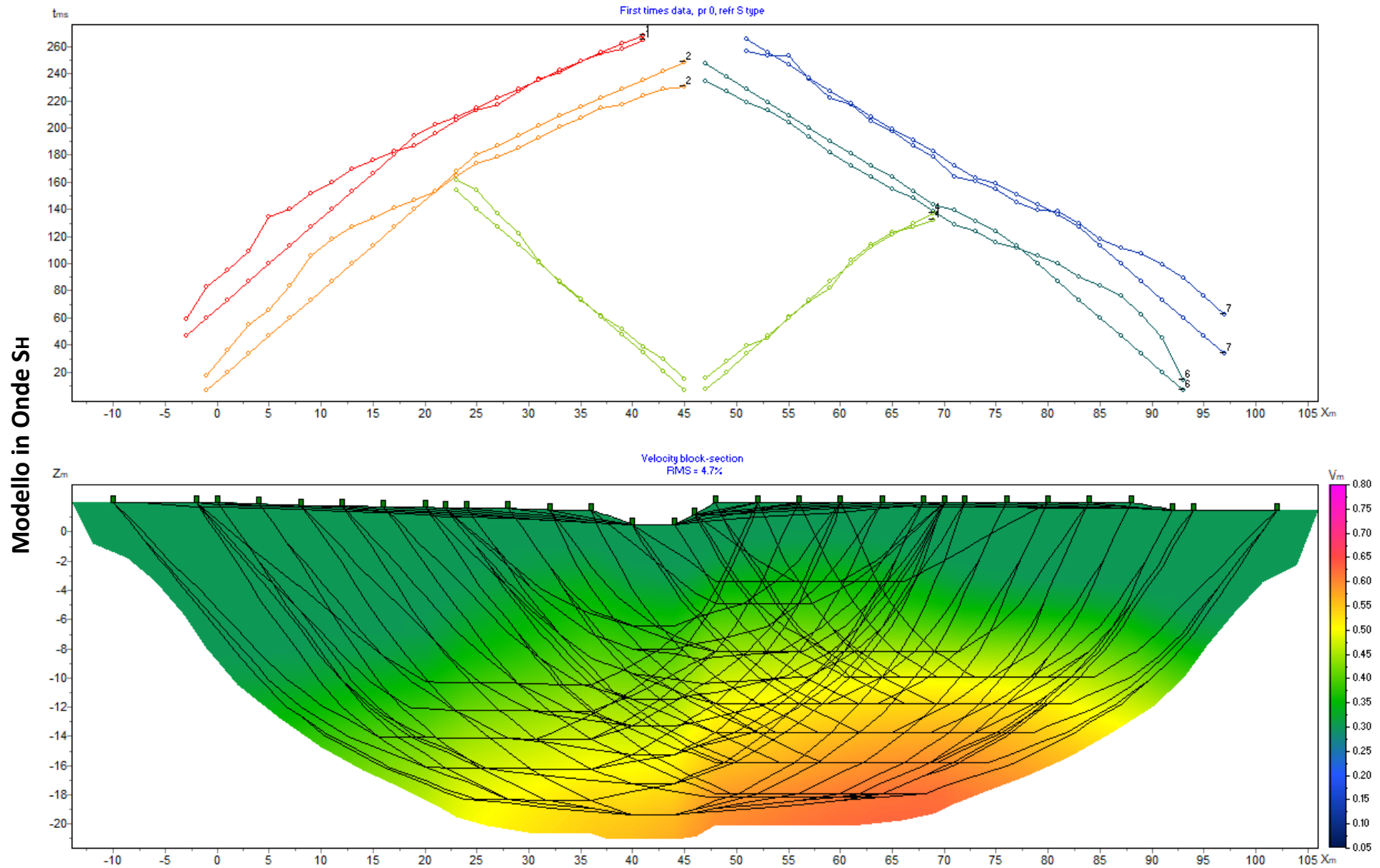
NE



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1

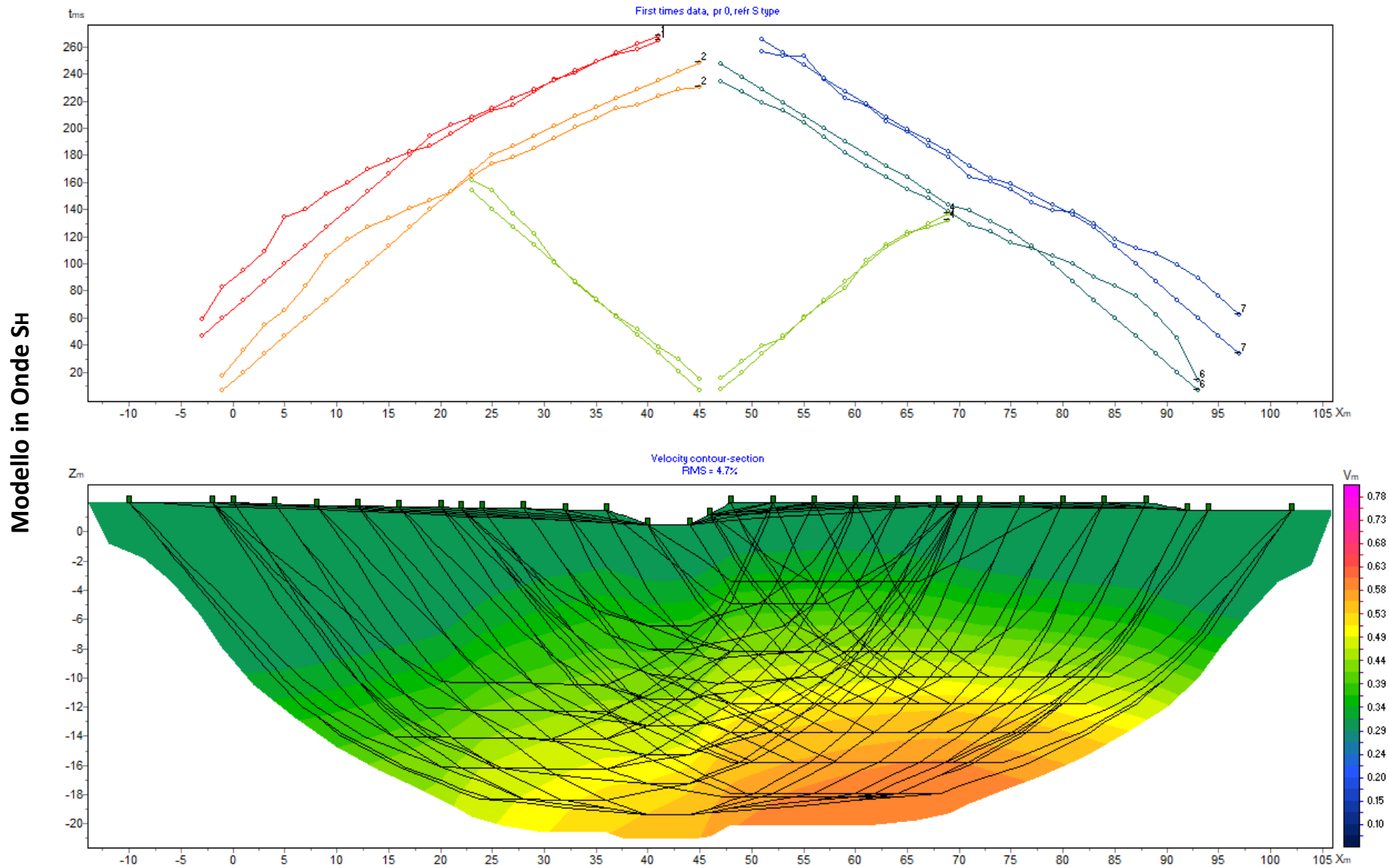
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - SMOOTH SECTION



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR1

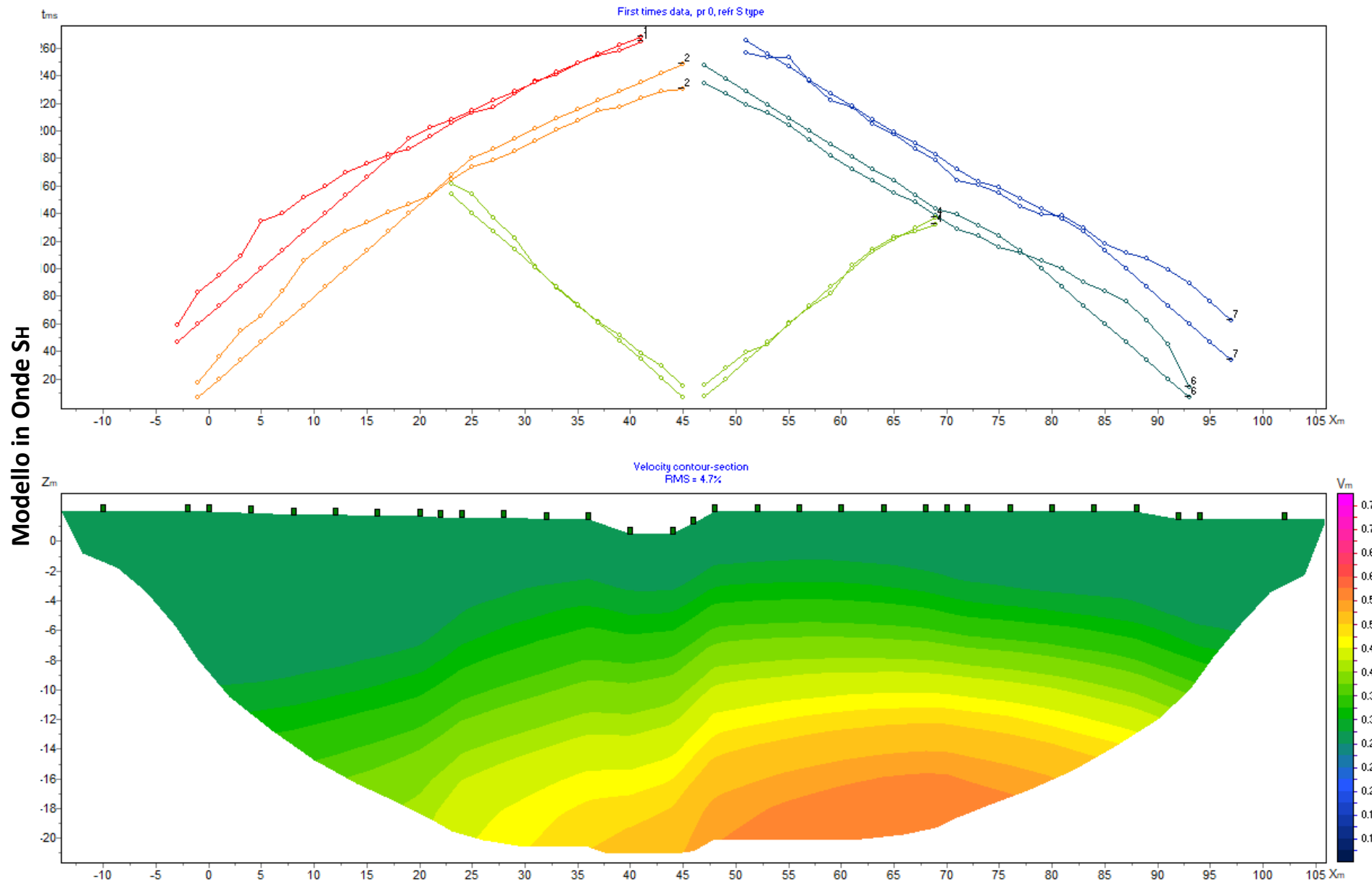
### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - CONTOUR SECTION WITH RAY PATHS



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR1

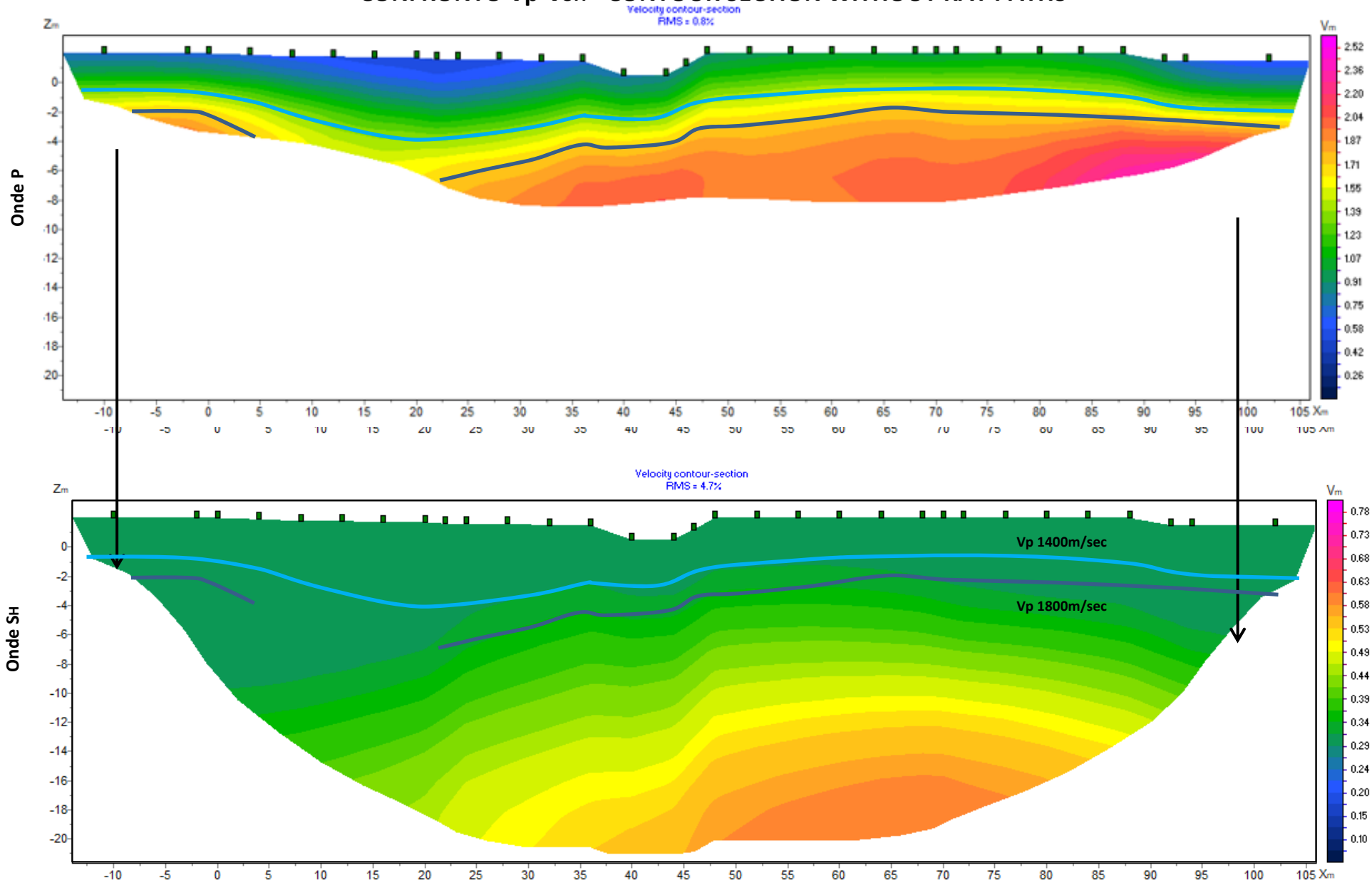
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - CONTOUR SECTION WITHOUT RAY PATHS



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

### Indagine SR1

### CONFRONTO Vp-VsH - CONTOUR SECTION WITHOUT RAY PATHS



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine MASW4

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Tornolo, S.P. 24  
COMUNE: Tornolo (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 31 07 2018  
ORA: 17.10



#### Subsurface model

Vsh (m/s): 160 230 400 480 680 900 1100 1400

Thickness (m): 0.4 1.6 3.0 2.0 7.0 10.0 20.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.83 1.88 2.01 2.05 2.14 2.21 2.23 2.26

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 47 99 321 473 989 1787 2698 4420

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

**Vs30 (m/s): 625**

#### CATEGORIA B

**B - 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.**

## Indagine MASW4 ACQUISIZIONE MASW

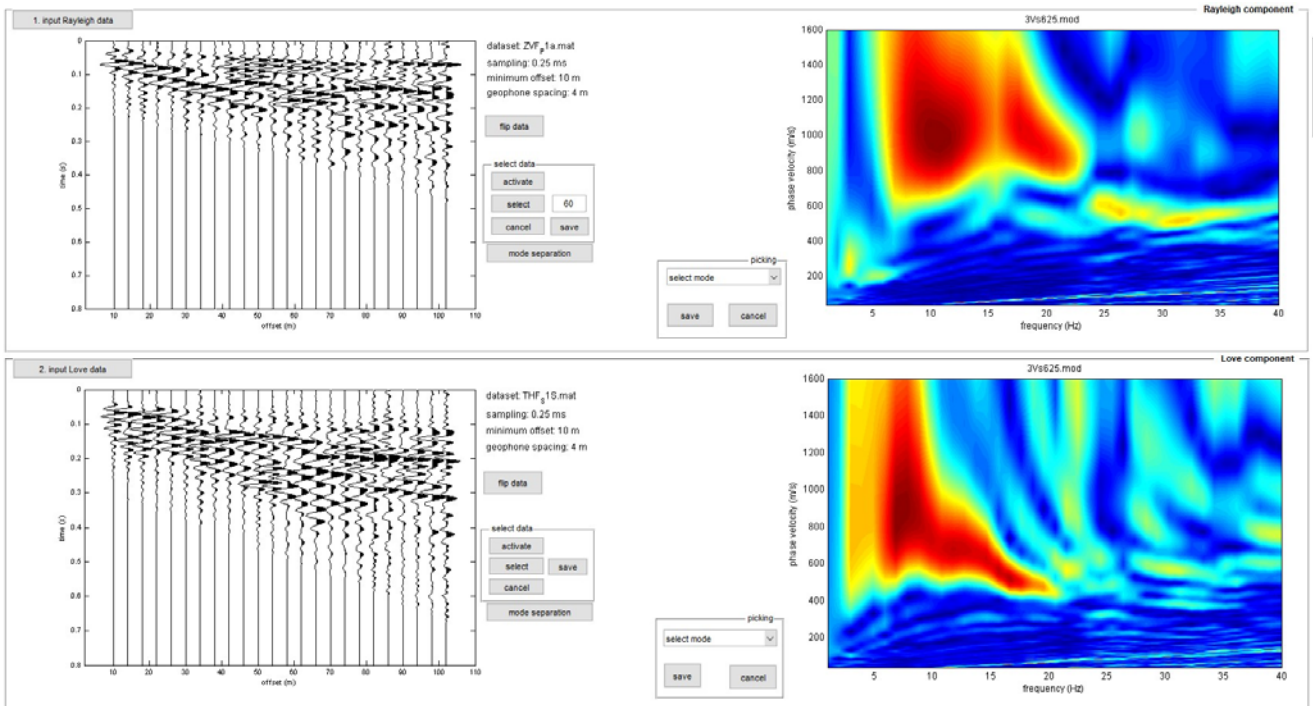
**Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.</b>	
<b><i>Operatore in campagna</i></b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b><i>Lunghezza Stendimento</i></b>	112 metri
<b><i>Offset Minimo</i></b>	10 metri
<b><i>Incremento</i></b>	4 metri
<b><i>N° tracce</i></b>	24
<b><i>Tipo di Onda</i></b>	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b><i>Lunghezza dell'acquisizione</i></b>	2 secondi
<b><i>Intervallo di Campionamento</i></b>	0.001 secondi
<b><i>Stacking</i></b>	6 battute per punto sorgente:  3 Orizzontali + 3 Verticali

# Indagine MASW4

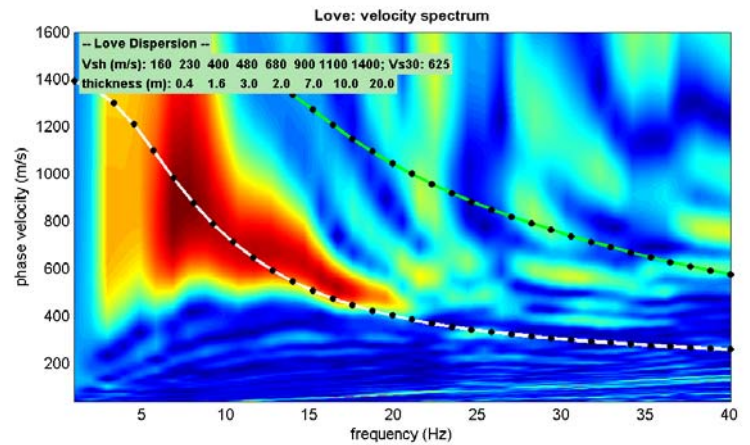
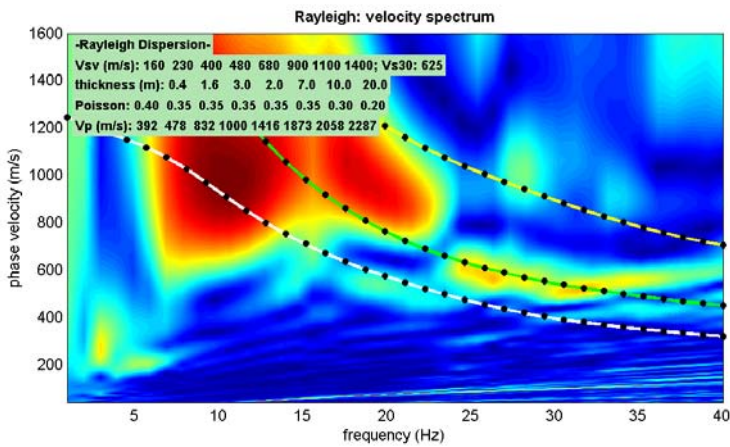
## Joint Analysis of Rayleigh Wave Dispersion in ZVF - THF

### ACQUISIZIONE MASW



ZVF

THF

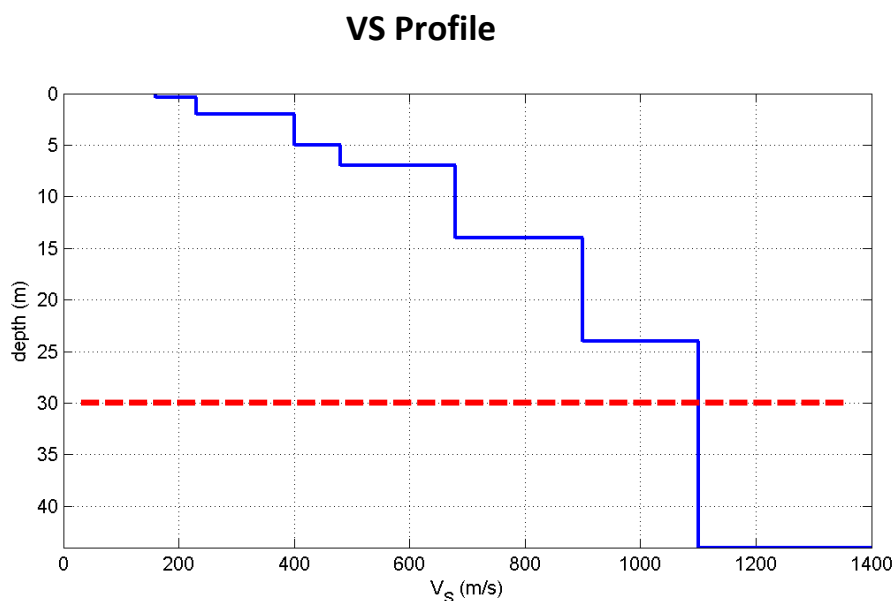




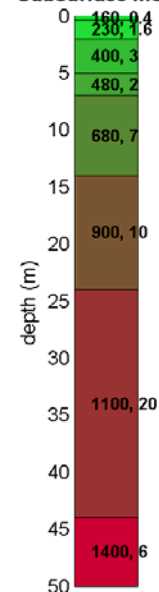
## Indagine MASW4

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,4	160	0,40
2	0,4	1,6	230	0,35
3	2,0	3,0	400	0,35
4	5,0	2,0	480	0,35
5	7,0	7,0	680	0,35
6	14,0	10,0	900	0,35
7	24,0	20,0	1100	0,30
8	44,0	Inf.	1400	0,20



Subsurface model



**CATEGORIA B**

**Vs30 (m/s): 625**

**B - 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.**

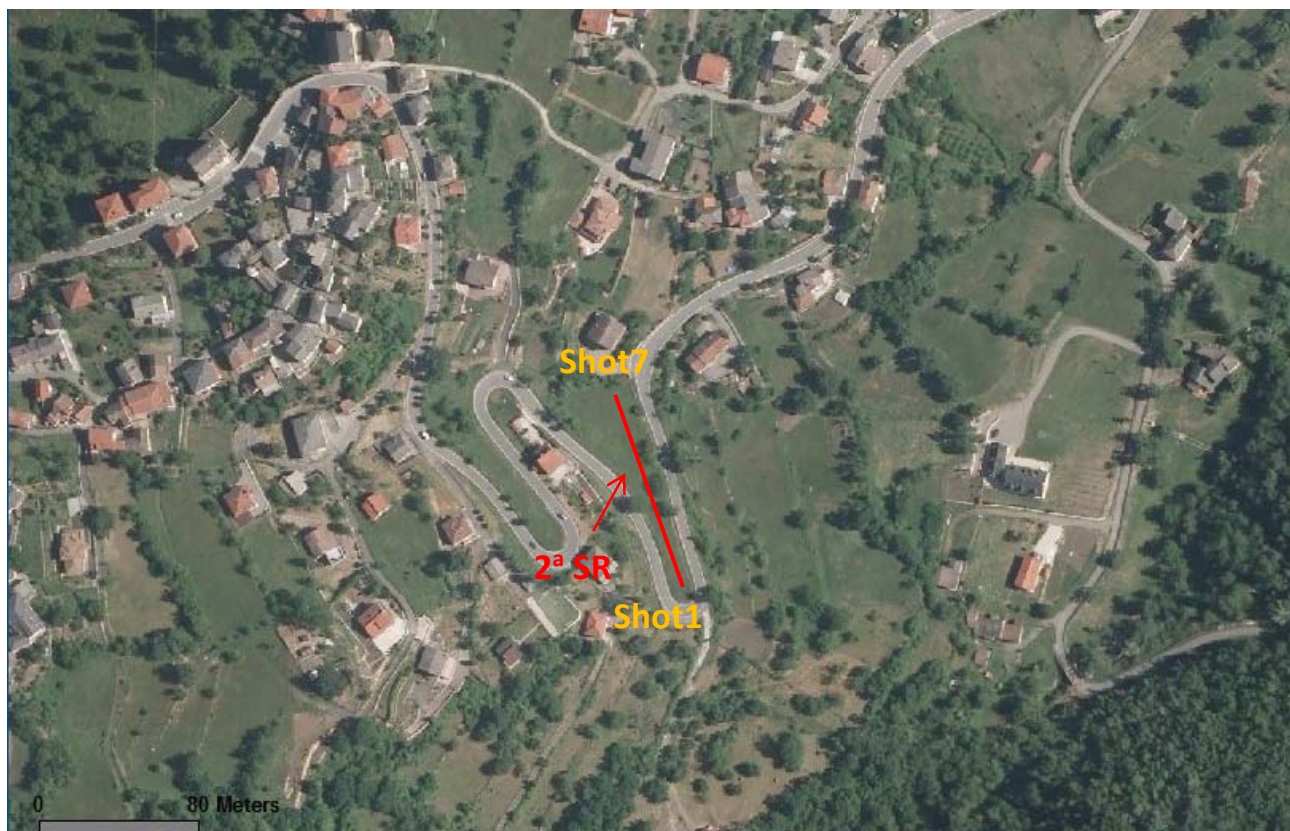
Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	625	B
-1m	685	B
-2m	744	B
-3m	774	B
-4m	807	A
-5m	843	A

## Indagine SR2

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Tornolo, S.P. 24  
COMUNE: Tornolo (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 31 07 2018  
ORA: 17.10



## Indagine SR2

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE

Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva a rifrazione in onde P

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA A RIFRAZIONE - ONDE P	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	112 metri
<b>Distanza intergeofonica</b>	4 metri
<b>N° tracce</b>	24
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	3 battute per punto sorgente: 3 Verticali
<b>Punti di Shot</b>	in metri rispetto al geofono n°1 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Shot1: -10m</li> <li>➤ Shot2: -2m</li> <li>➤ Shot3: +22m</li> <li>➤ Shot4: +46m</li> <li>➤ Shot5: +70m</li> <li>➤ Shot6: +94m</li> <li>➤ Shot7: +102m</li> </ul>

## Indagine SR2

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE

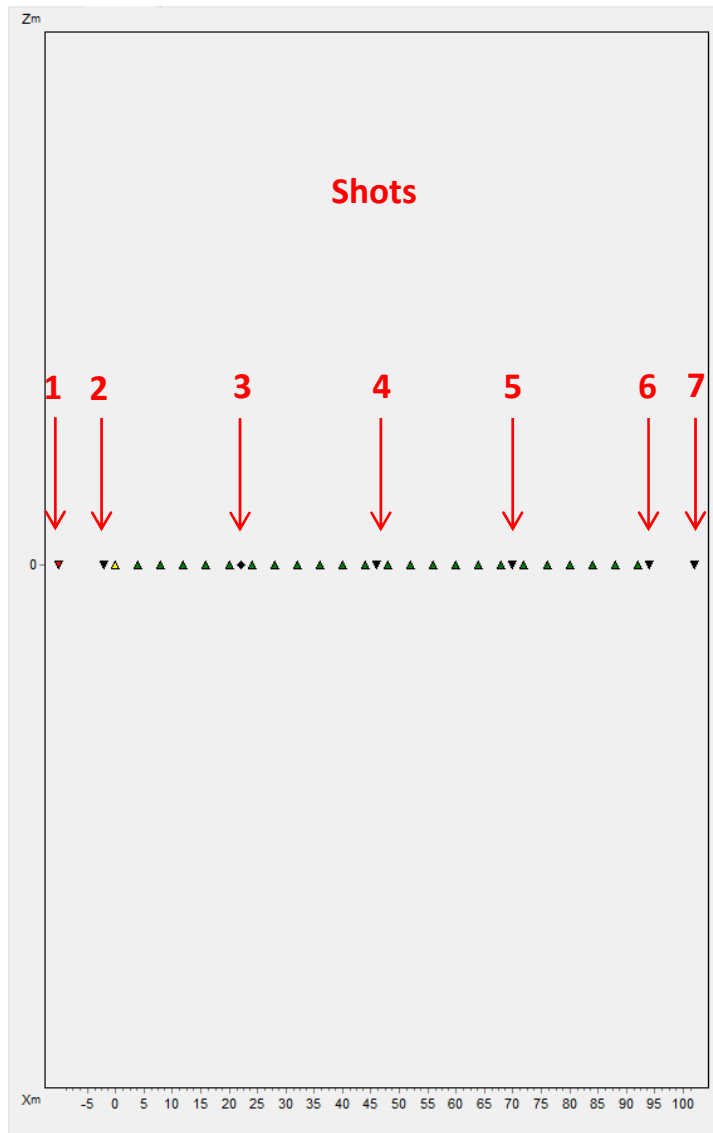
Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva a rifrazione in onde S

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA A RIFRAZIONE - ONDE P	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	112 metri
<b>Distanza intergeofonica</b>	4 metri
<b>N° tracce</b>	24
<b>Tipo di Onda</b>	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	6 battute per punto sorgente: 3 Orizzontali Sx + 3 Orizzontali Dx
<b>Punti di Shot</b>	in metri rispetto al geofono n°1 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Shot1: -10m</li> <li>➤ Shot2: -2m</li> <li>➤ Shot3: +22m</li> <li>➤ Shot4: +46m</li> <li>➤ Shot5: +70m</li> <li>➤ Shot6: +94m</li> <li>➤ Shot7: +102m</li> </ul>

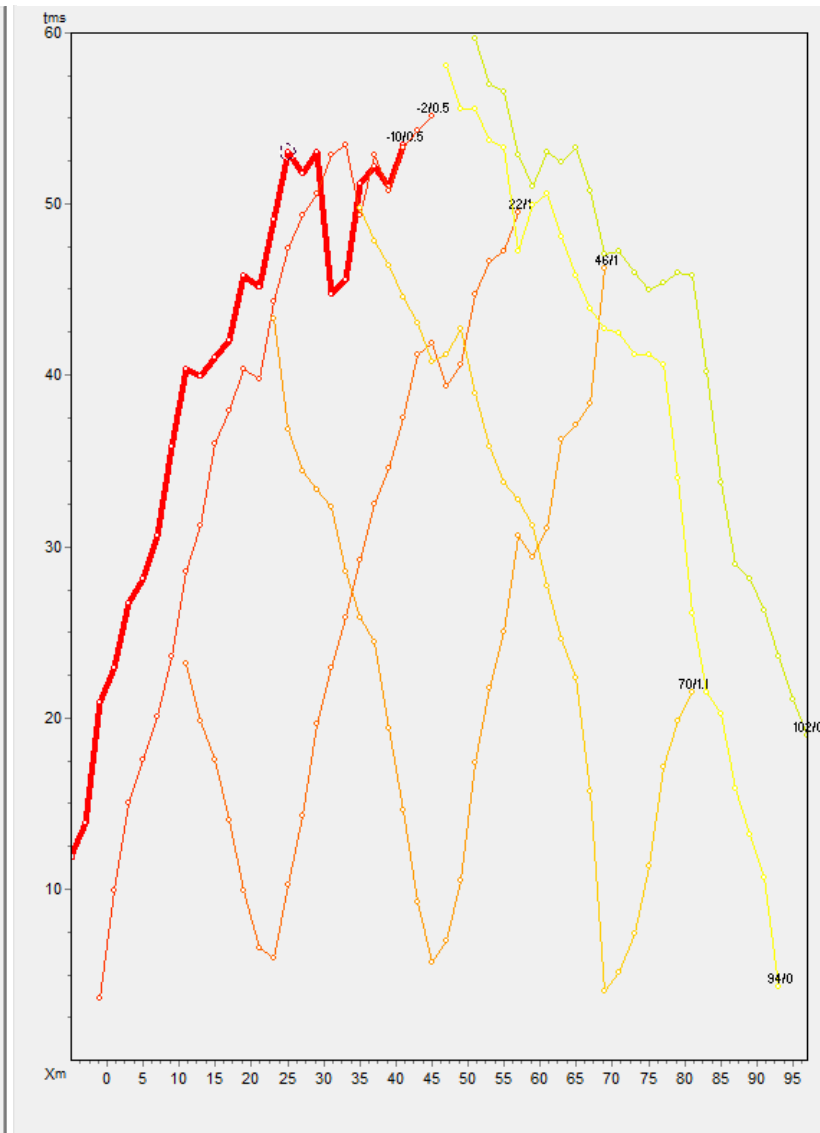
## Indagine SR2

### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P

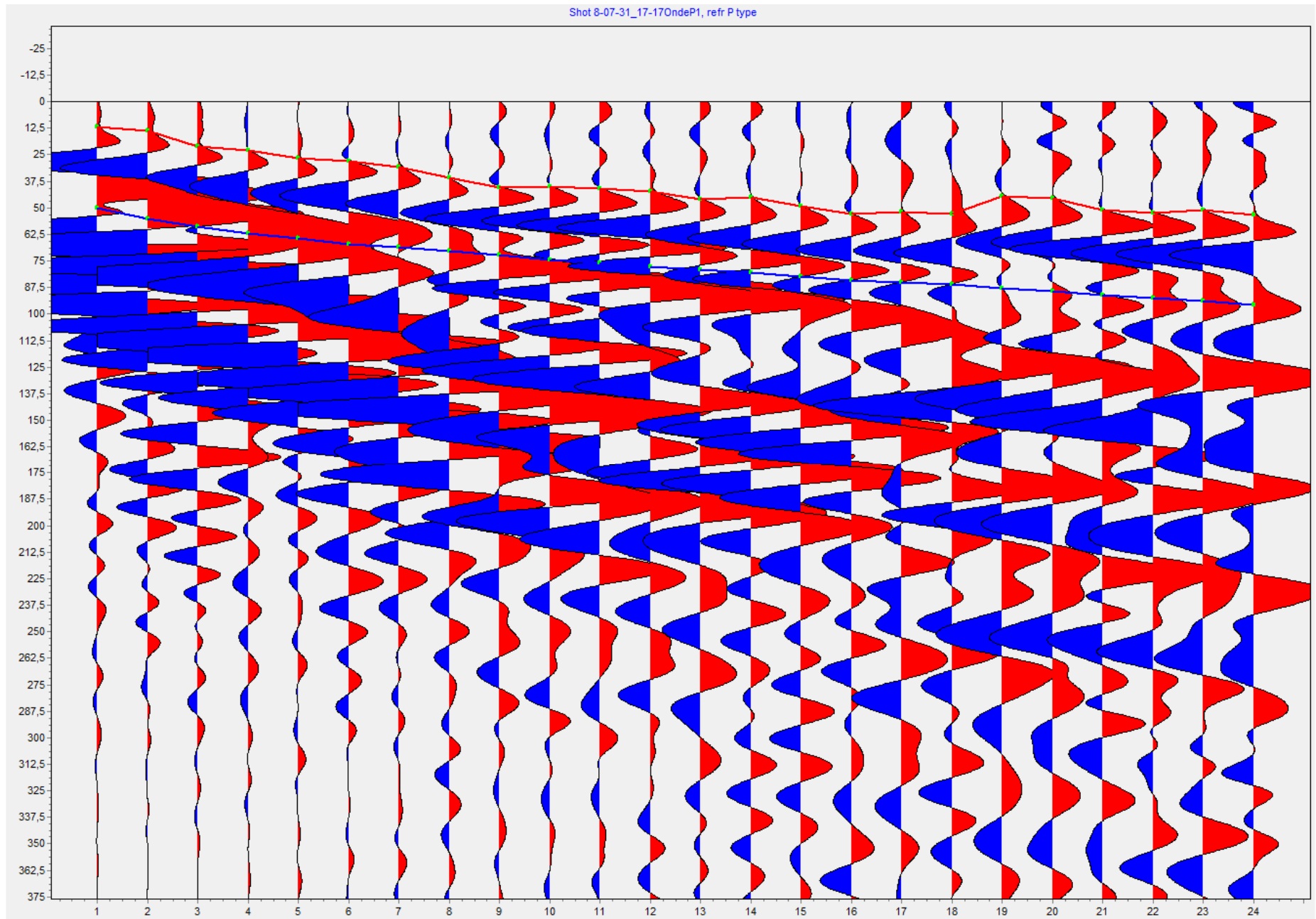
Array



Hodographs



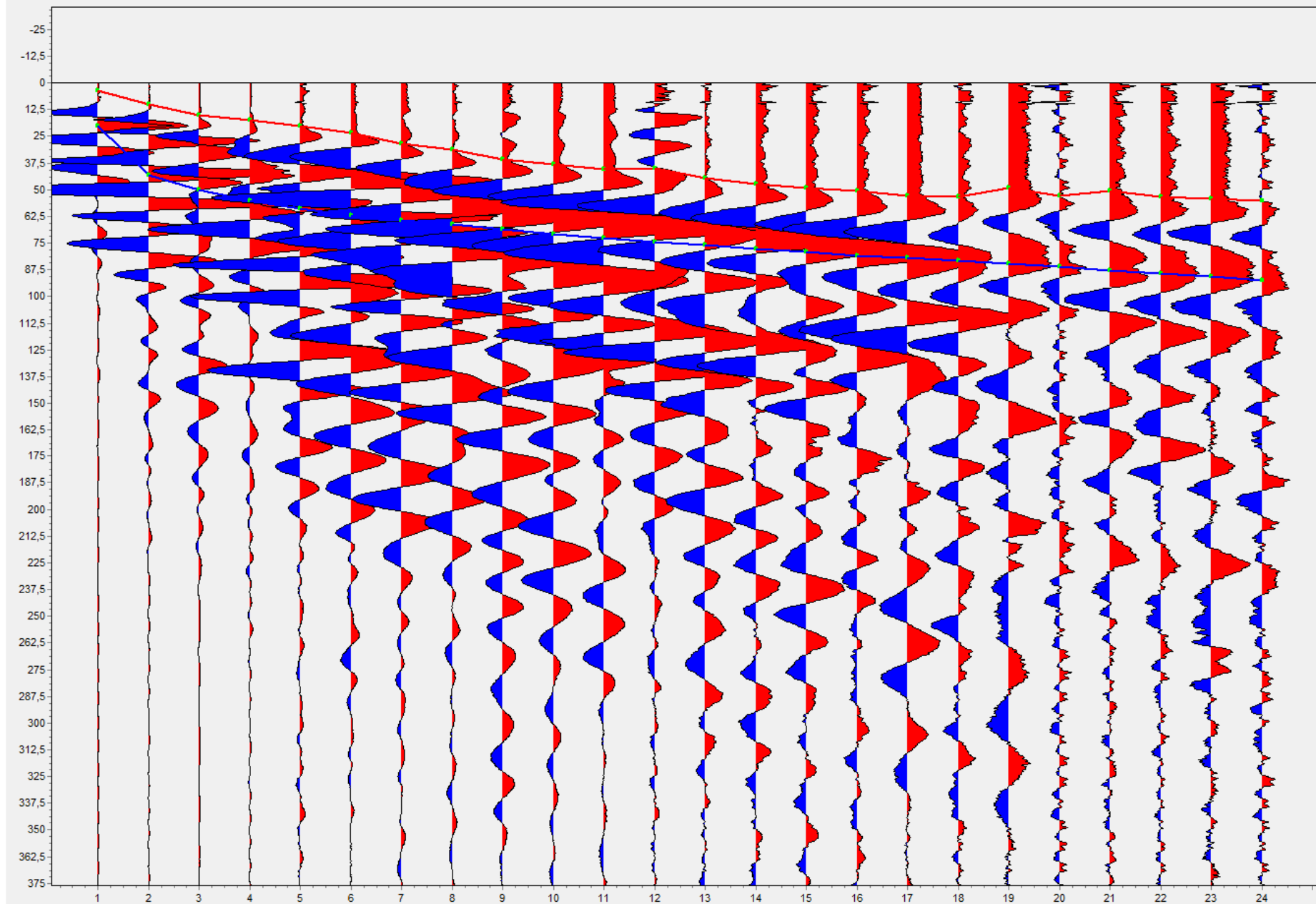
Indagine SR2



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR2

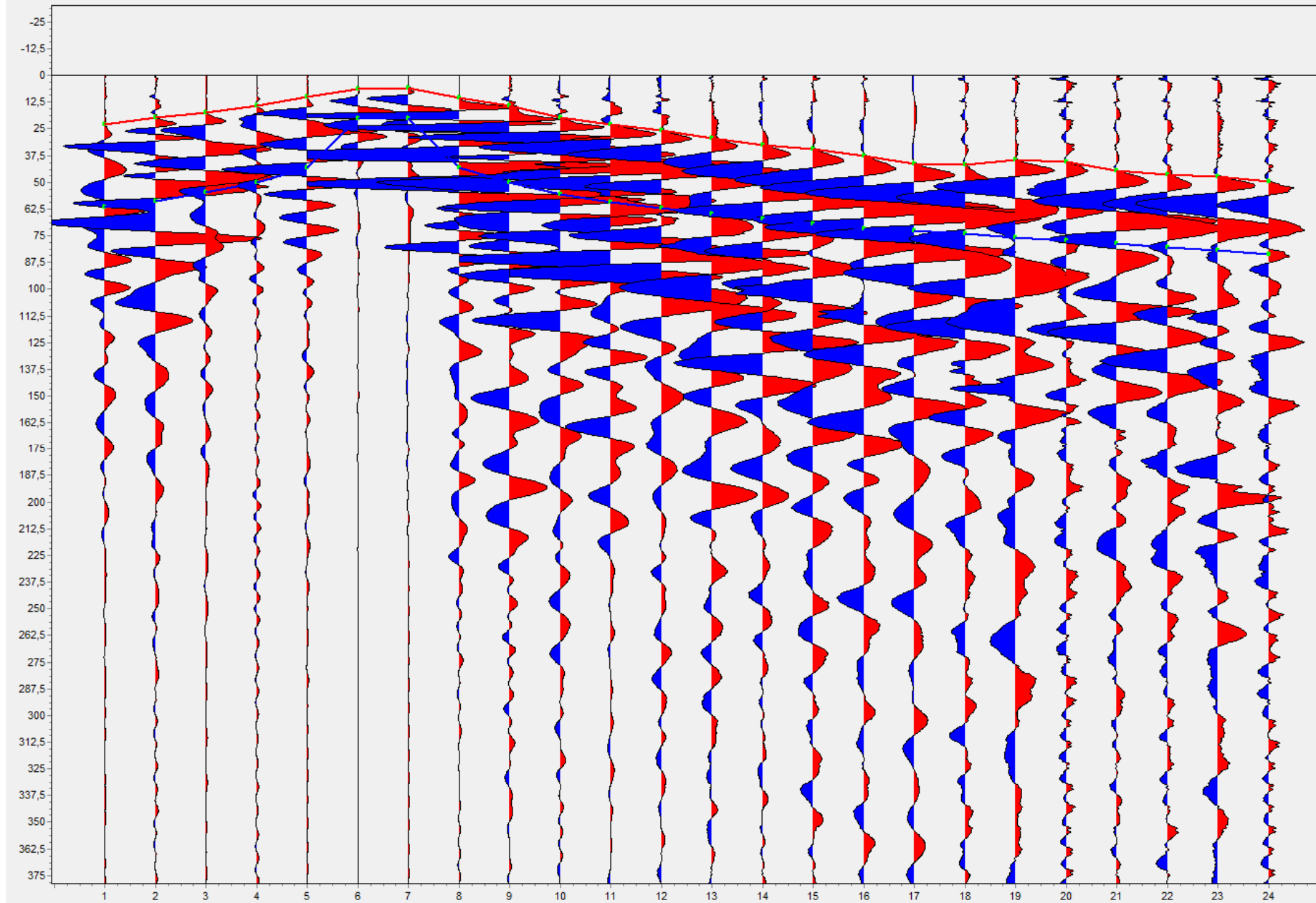
Shot 8-07-31\_17-22OndaP2, refr P type



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR2

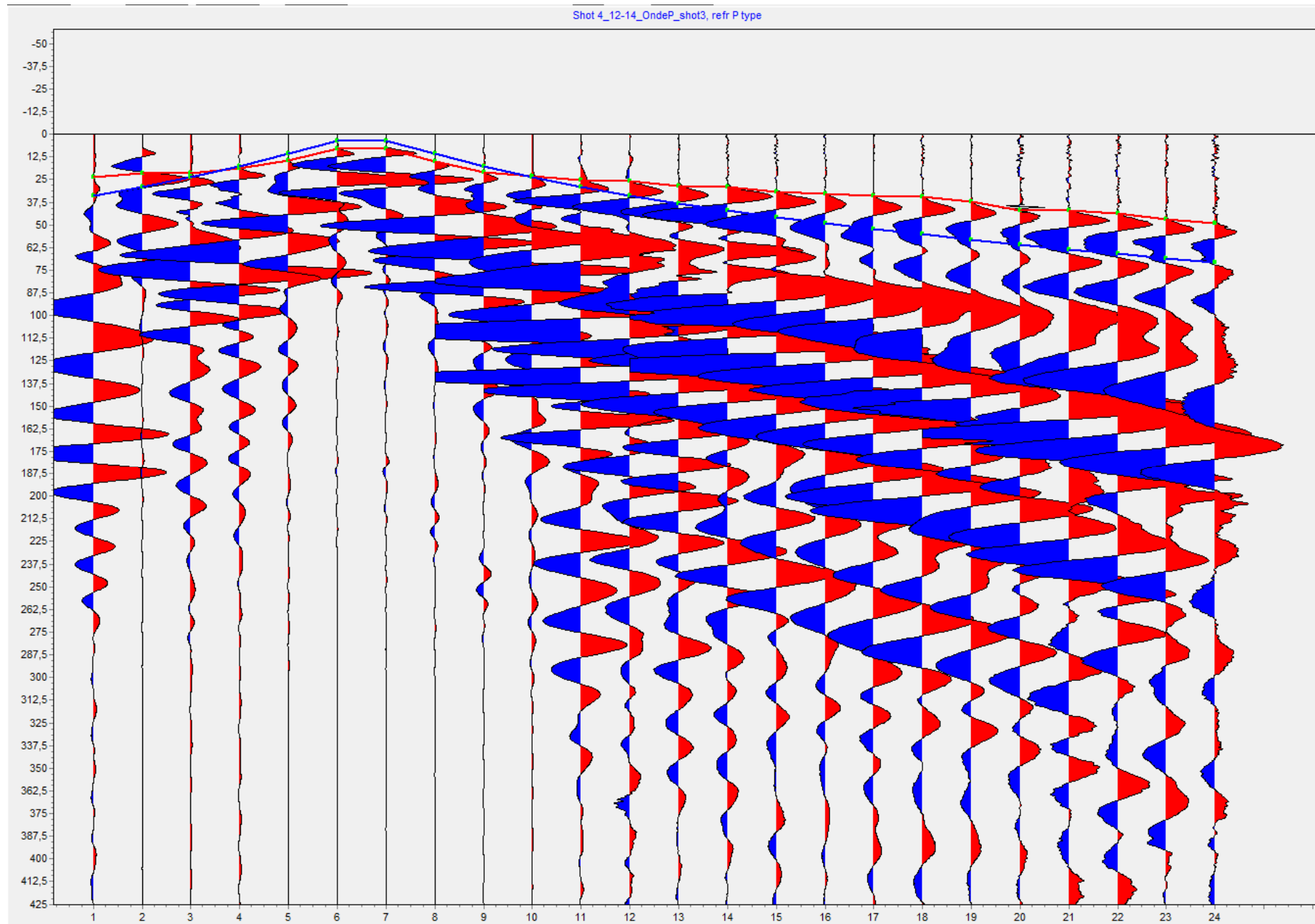
Shot 8-07-31\_17-26OndaP3, refr P type



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

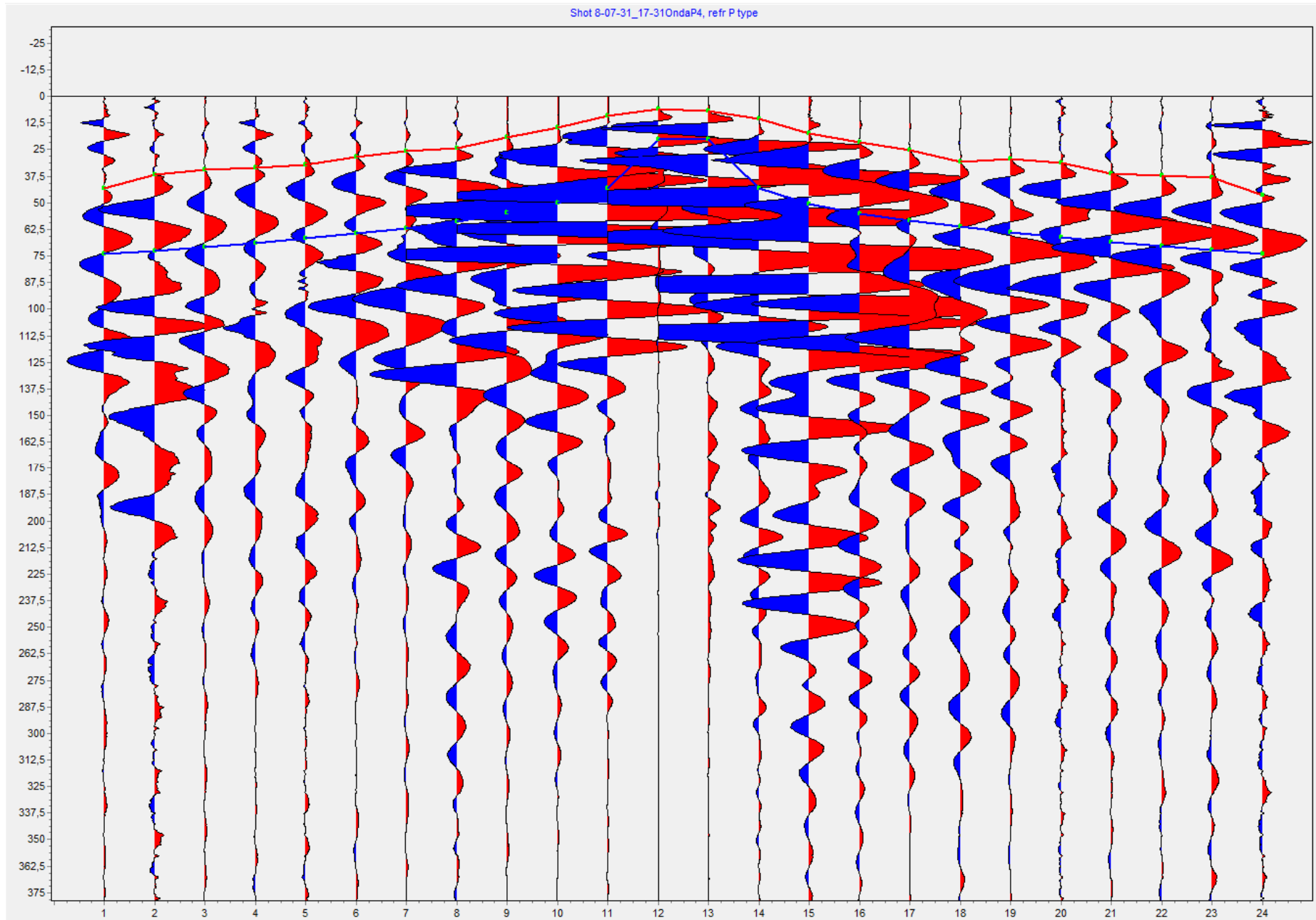


## Indagine SR2



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

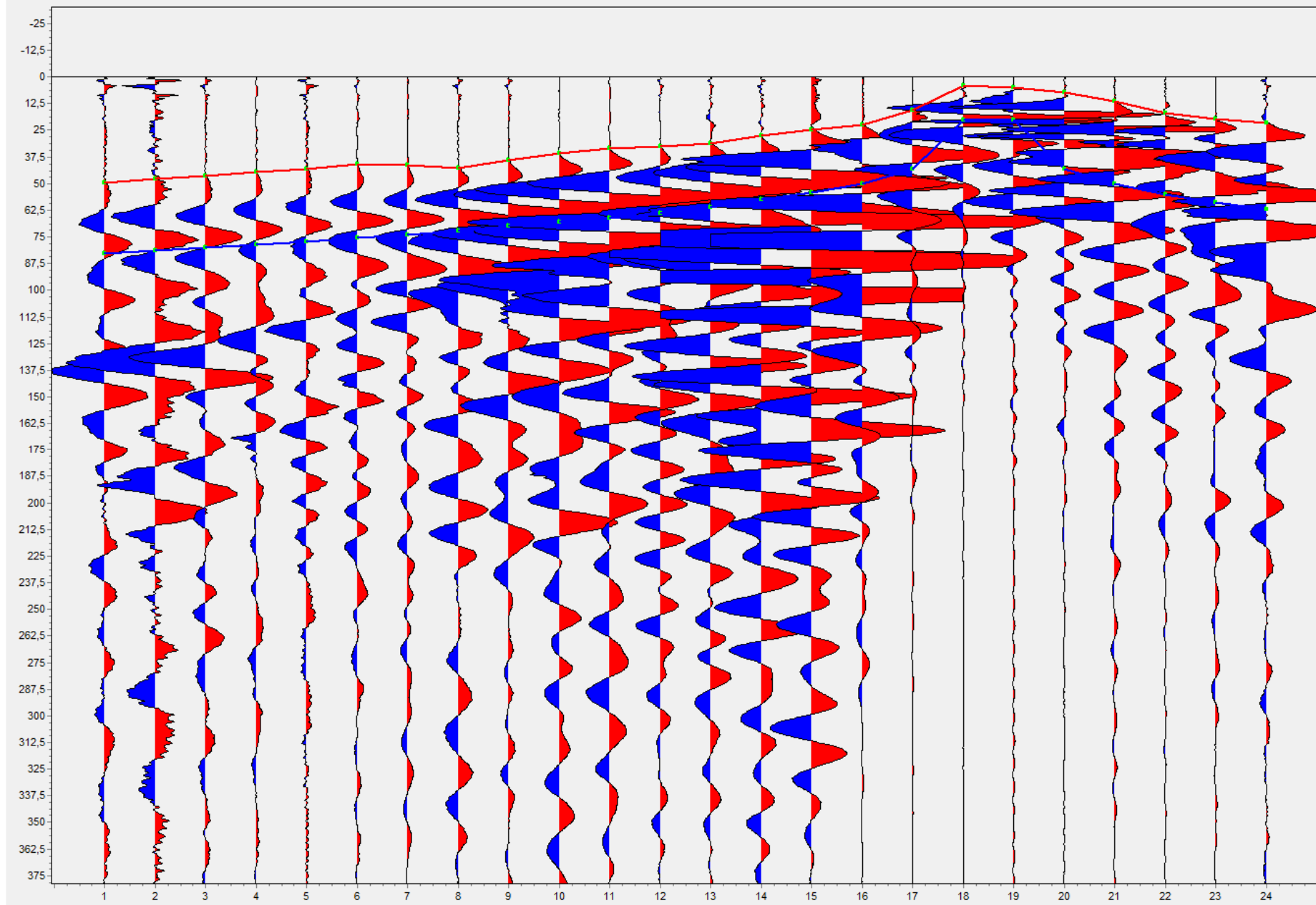
Indagine SR2



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

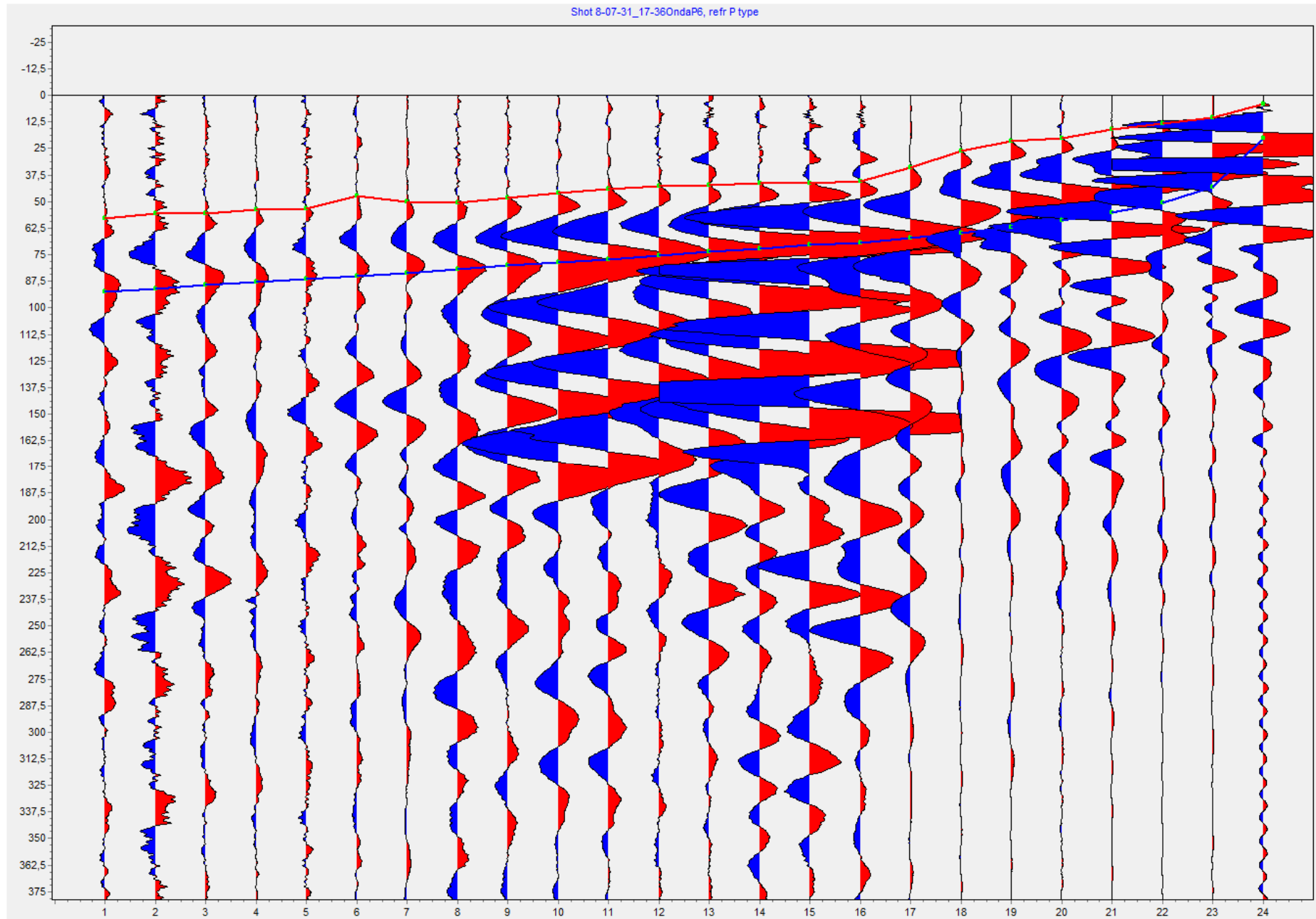
Indagine SR2

Shot 8-07-31\_17-33OndaP5, refr P type



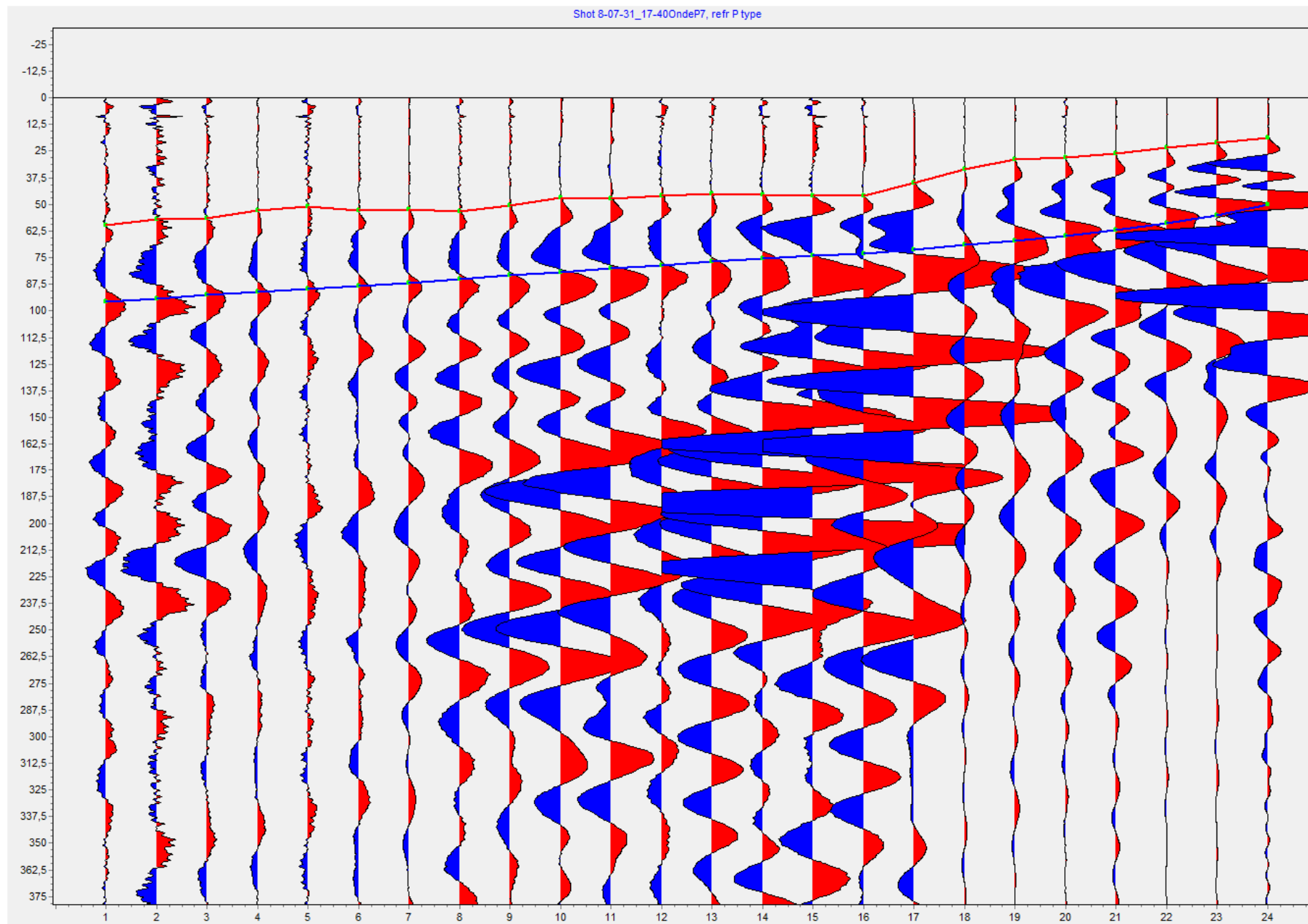
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR2



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR2



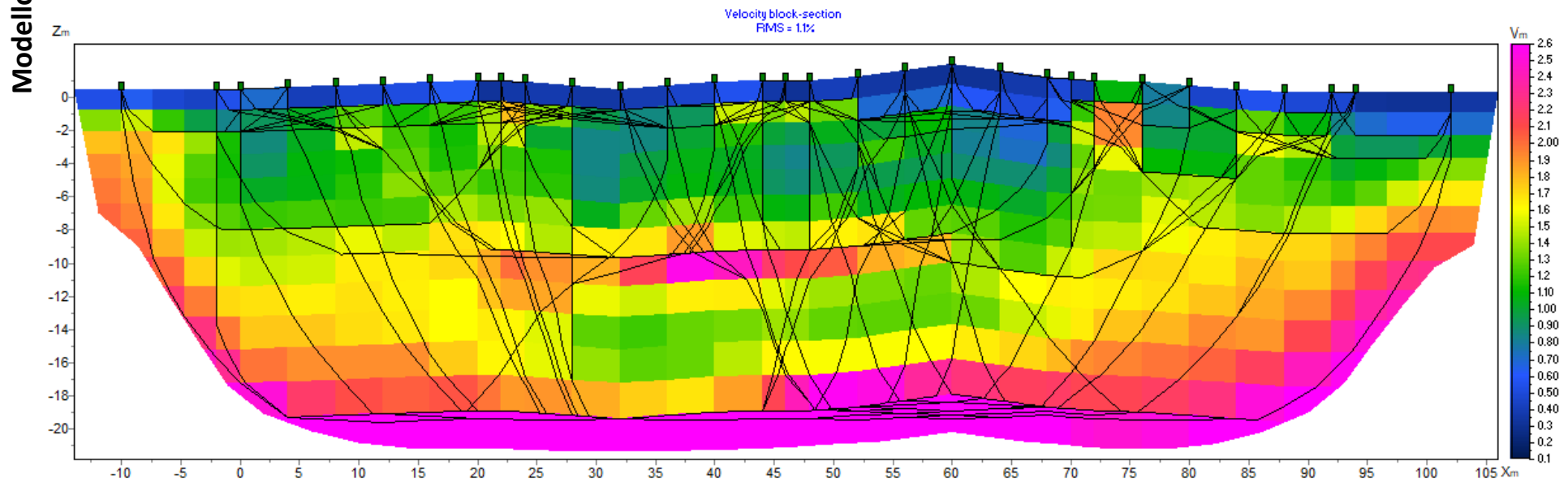
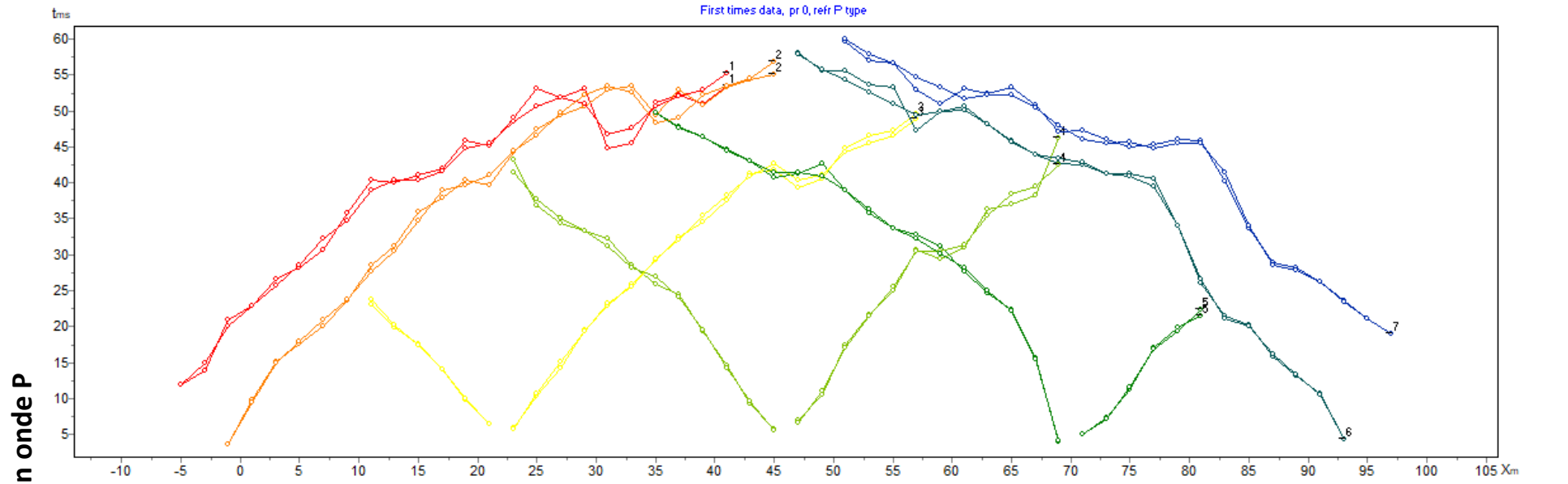
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine SR2

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P - MESH SECTION

SSE

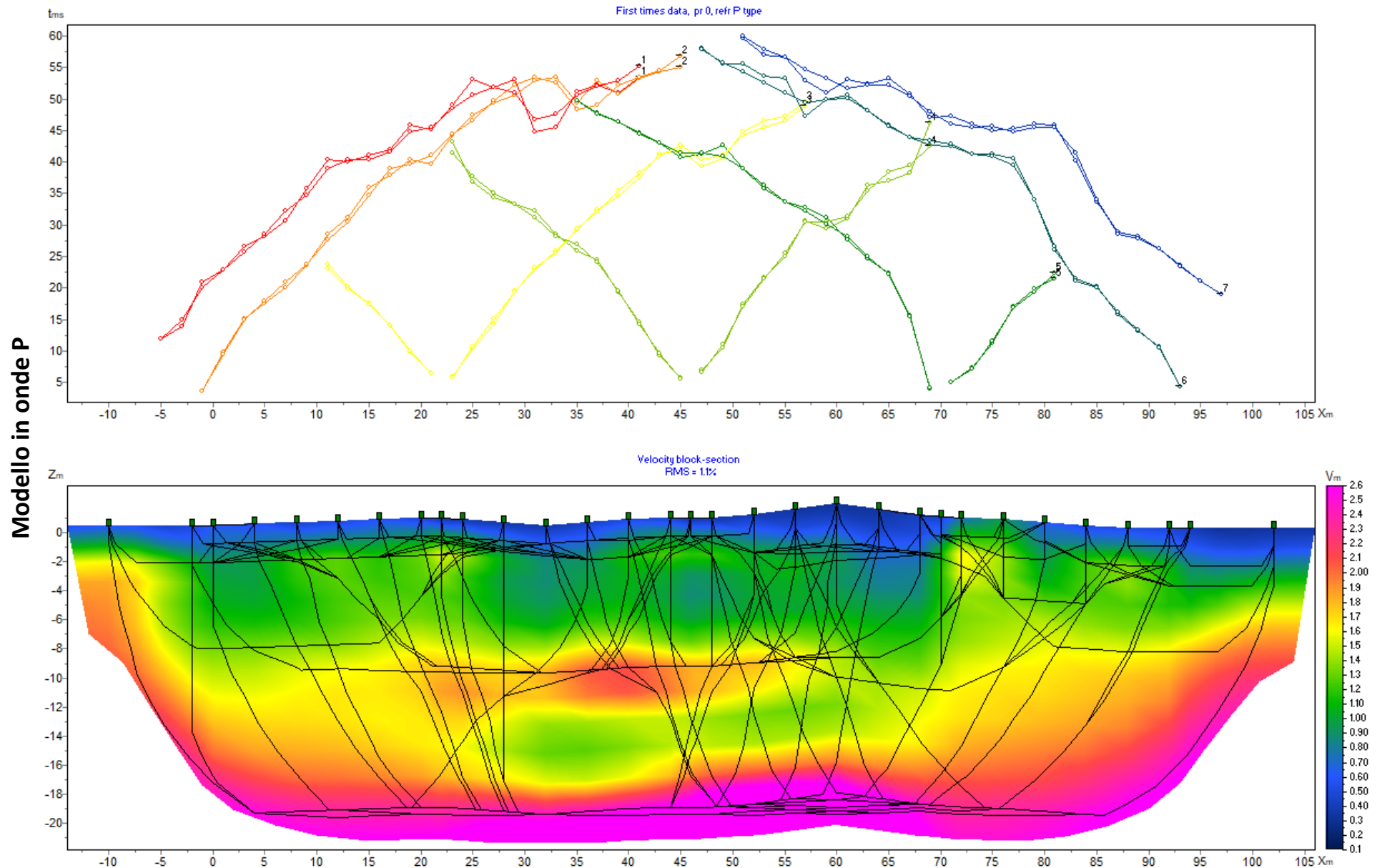
NNW



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR2

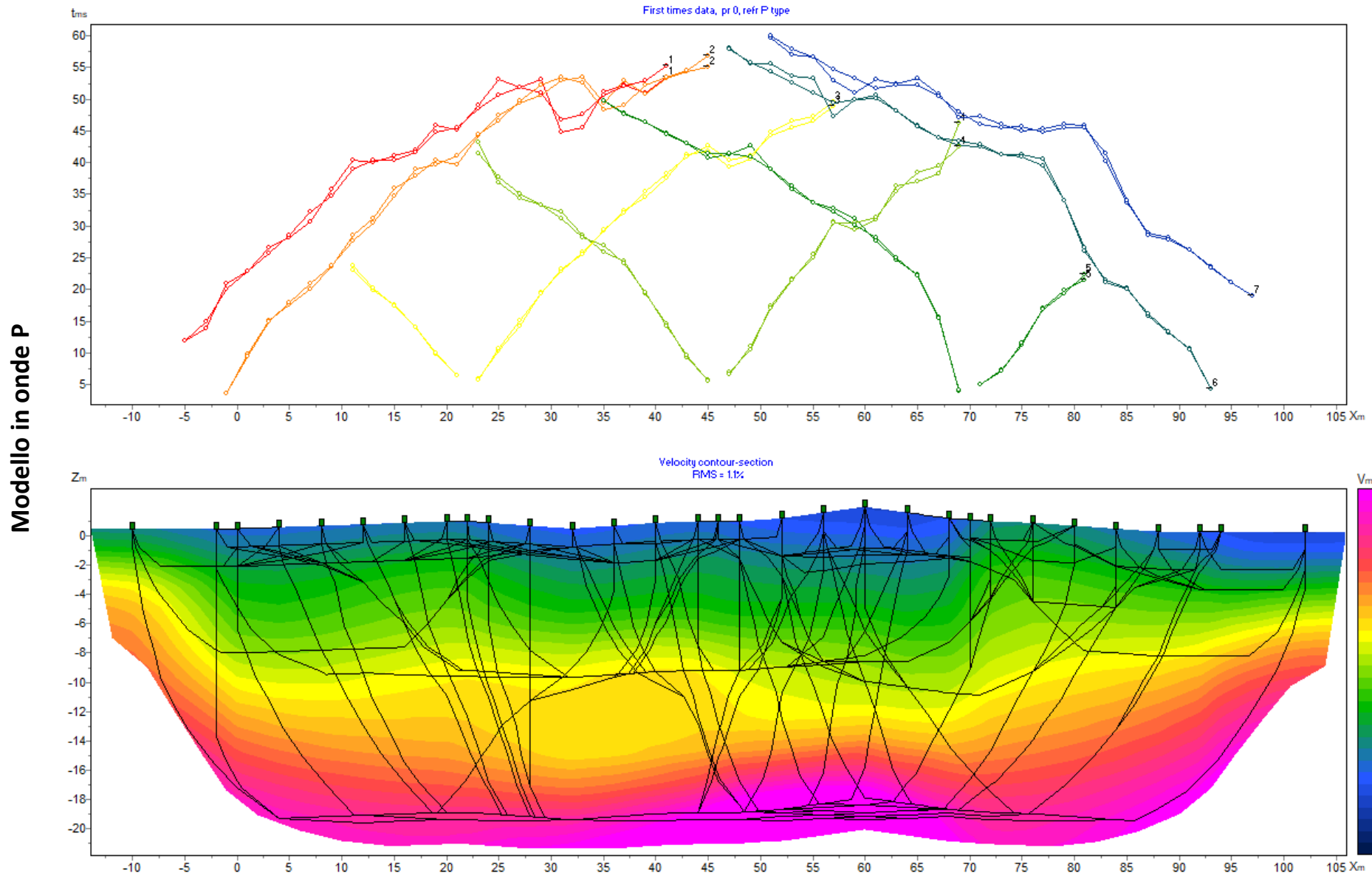
### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P - SMOOTH SECTION



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR2

### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P - CONTOUR SECTION WITH RAY PATHS

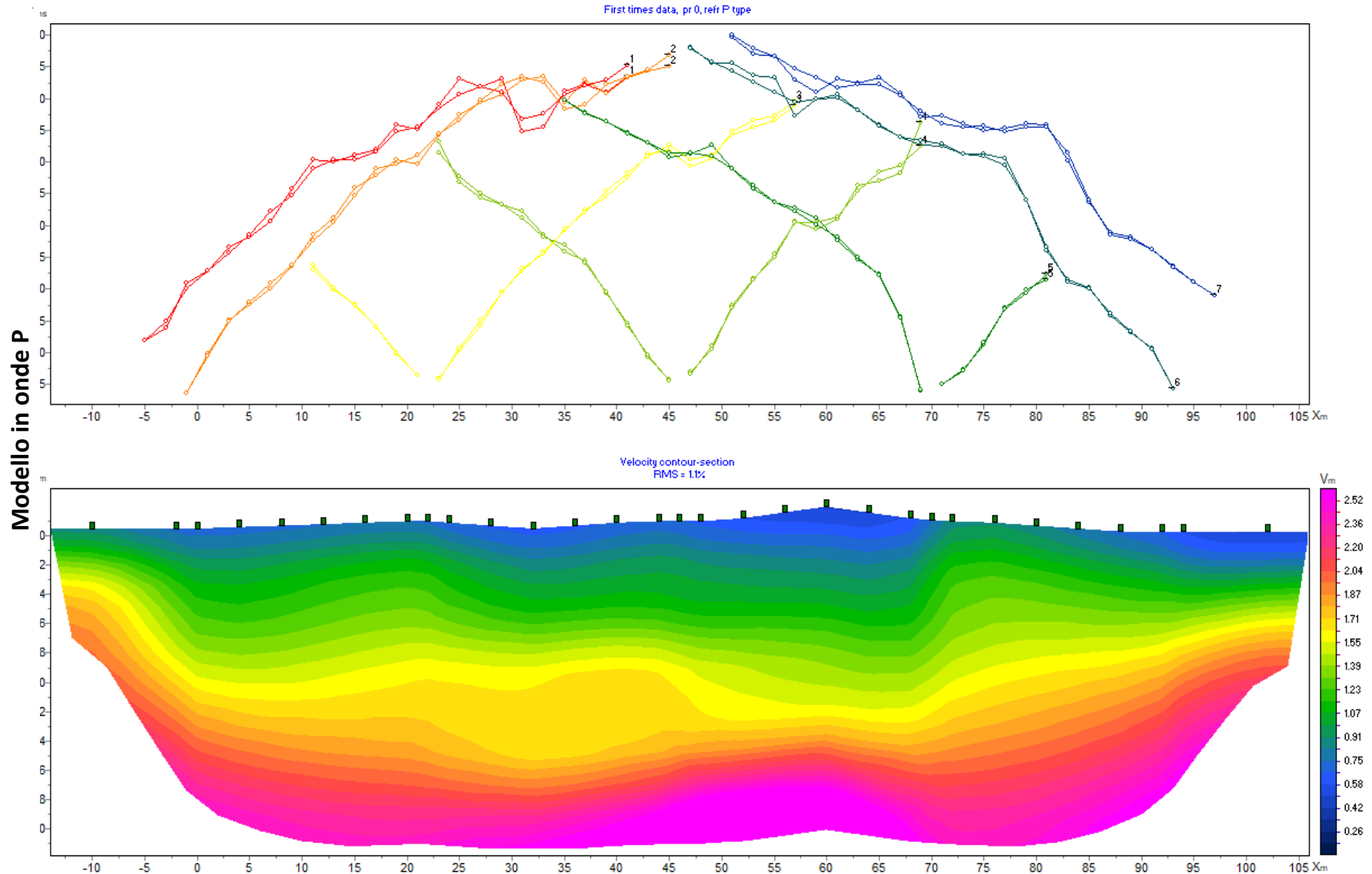


Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it



## Indagine SR2

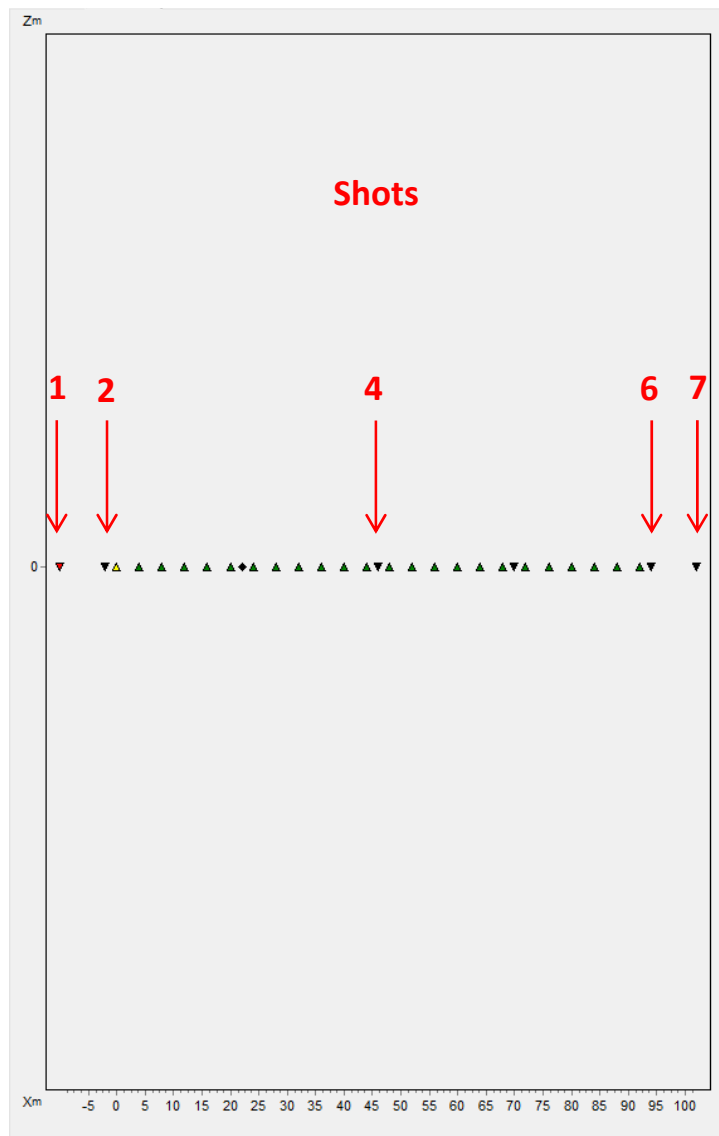
### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE P - CONTOUR SECTION WITHOUT RAY PATHS



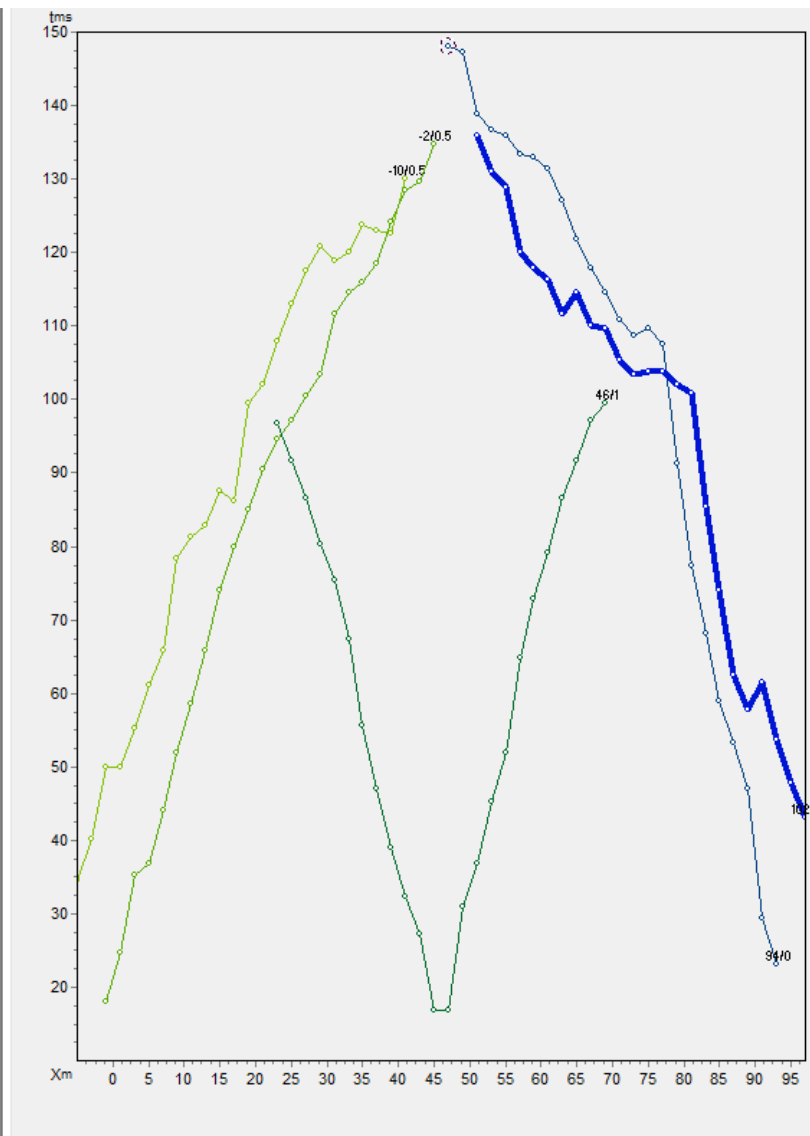
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR2

Array

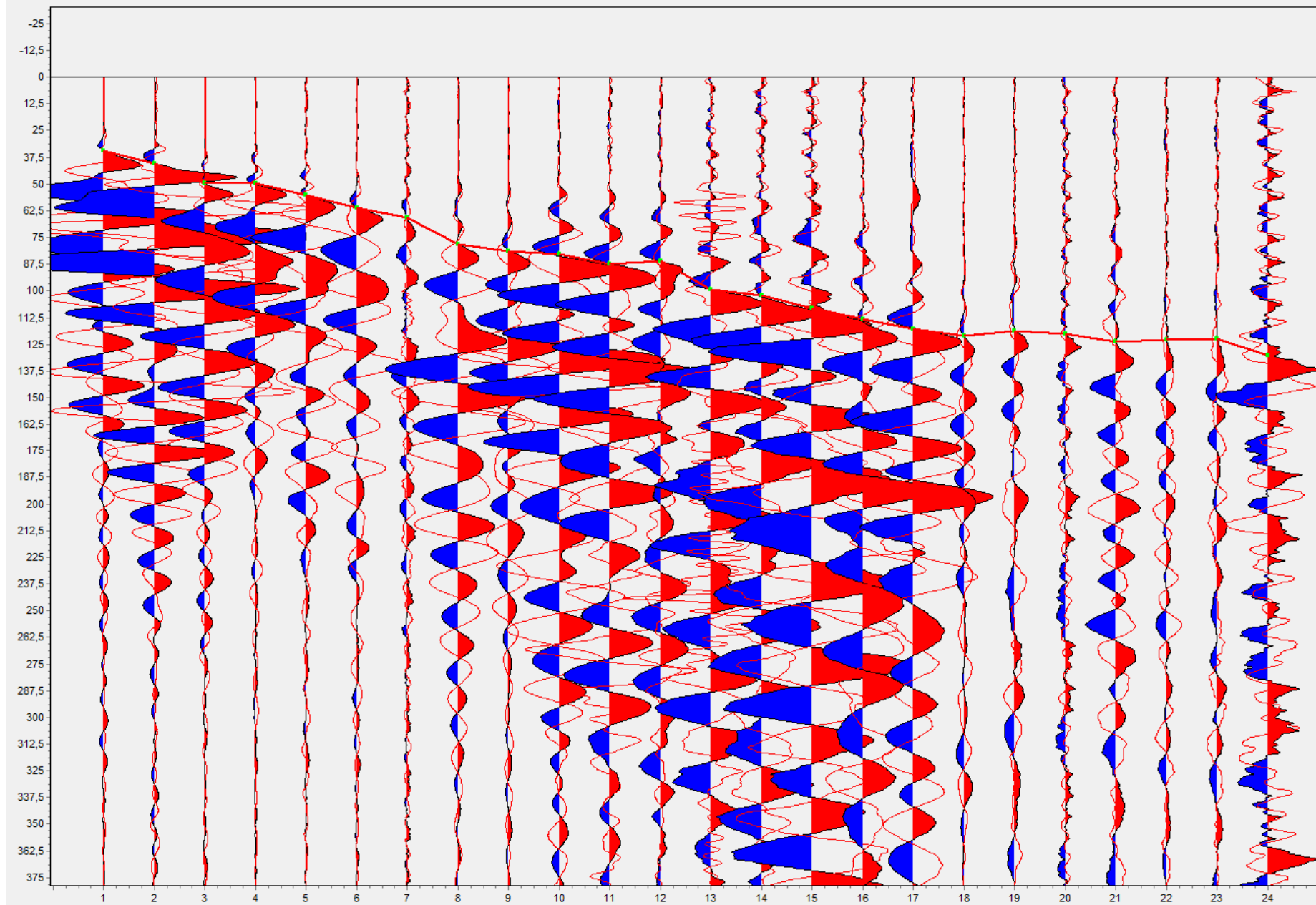


Hodographs



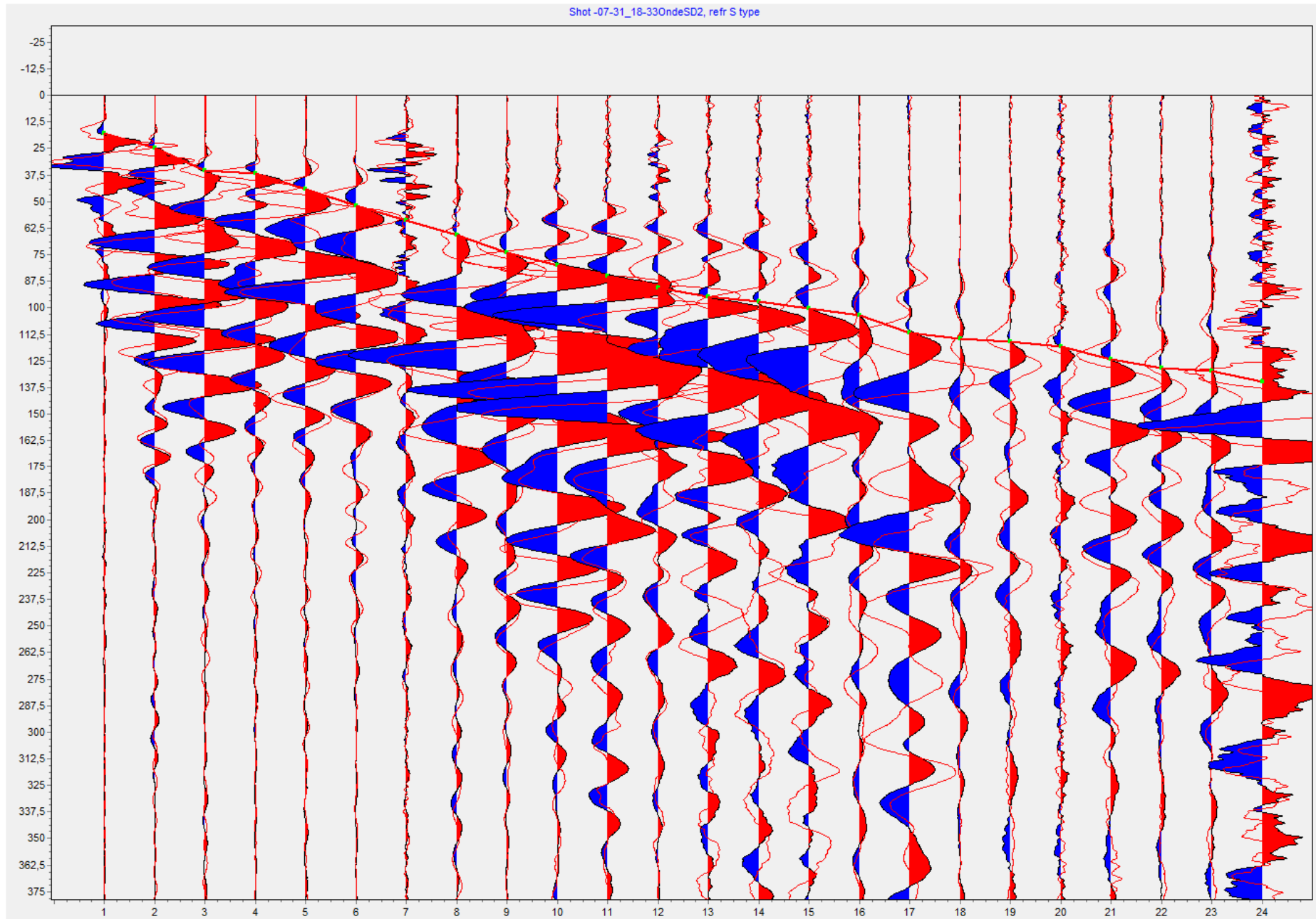
Indagine SR2

Shot -07-31\_18-41OndaSD1, refr S type



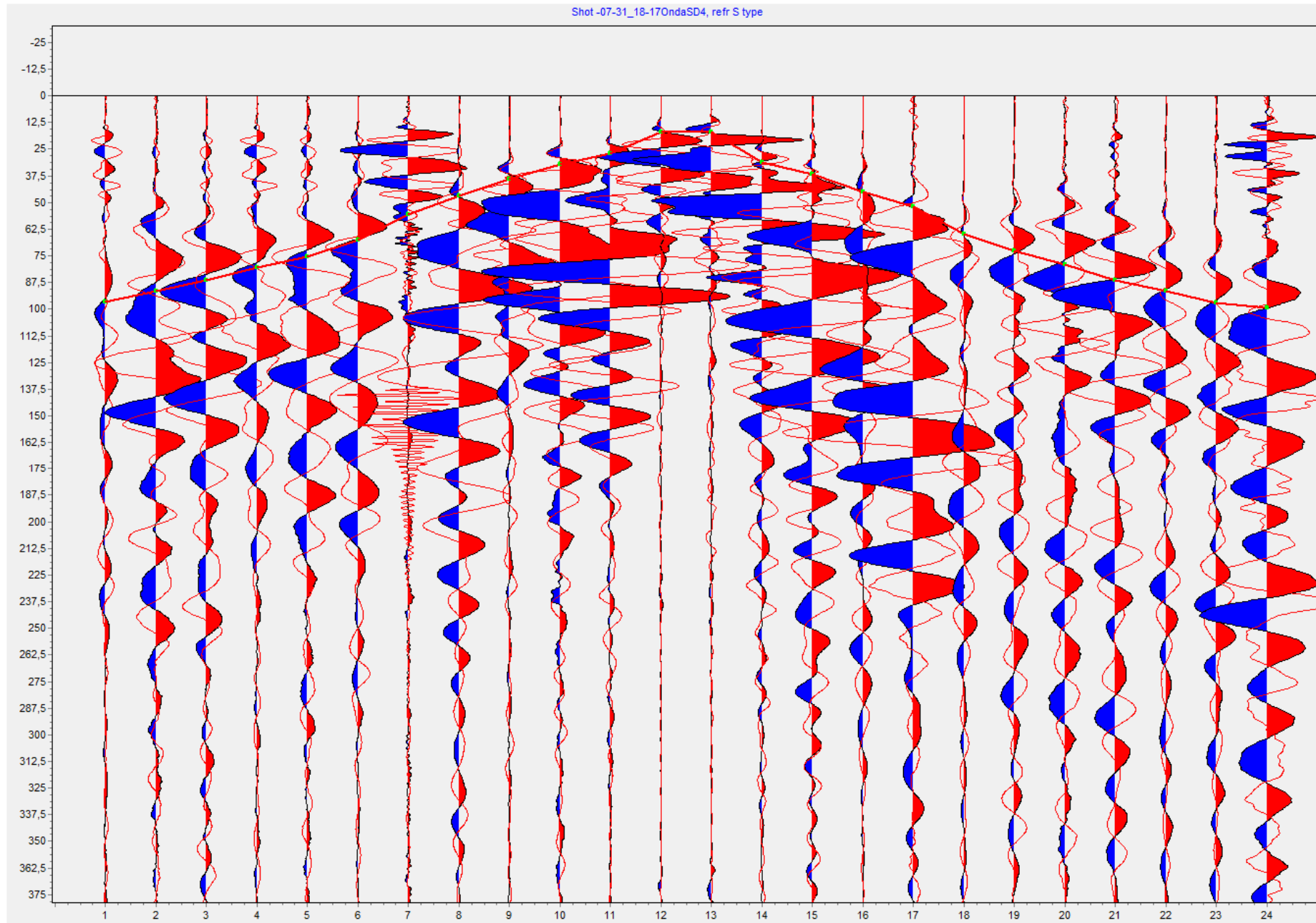
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR2



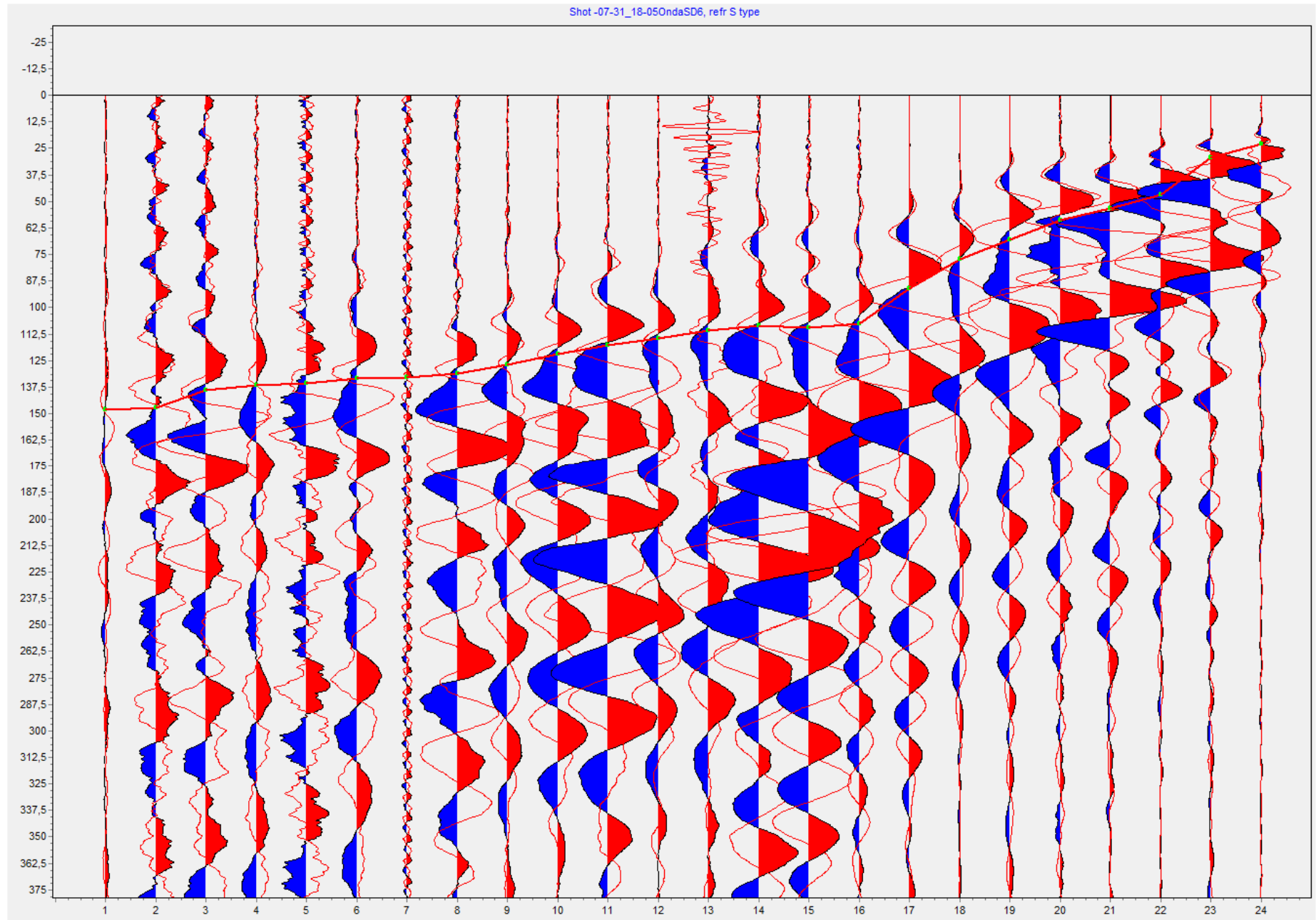
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR2



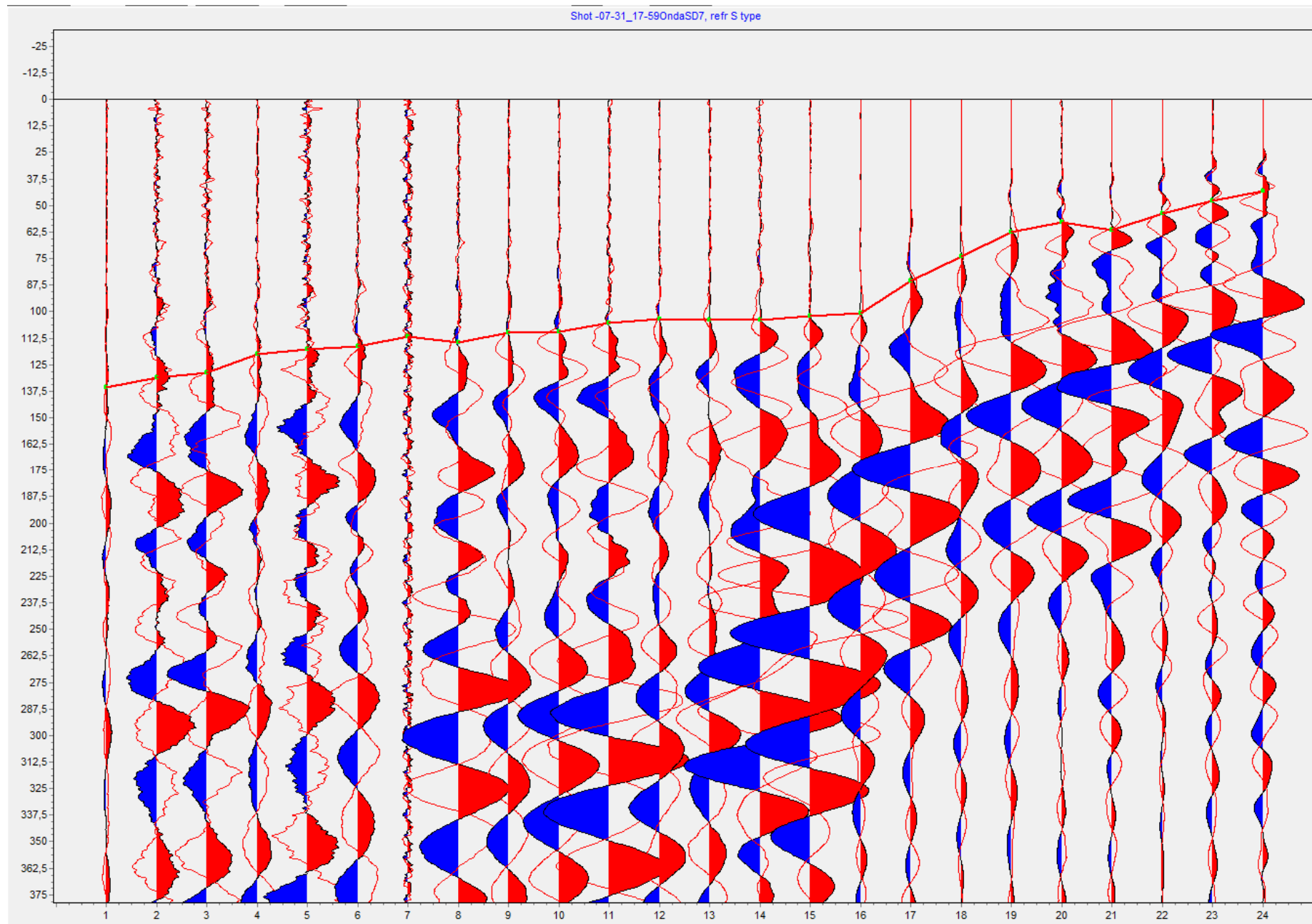
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR2



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

Indagine SR2



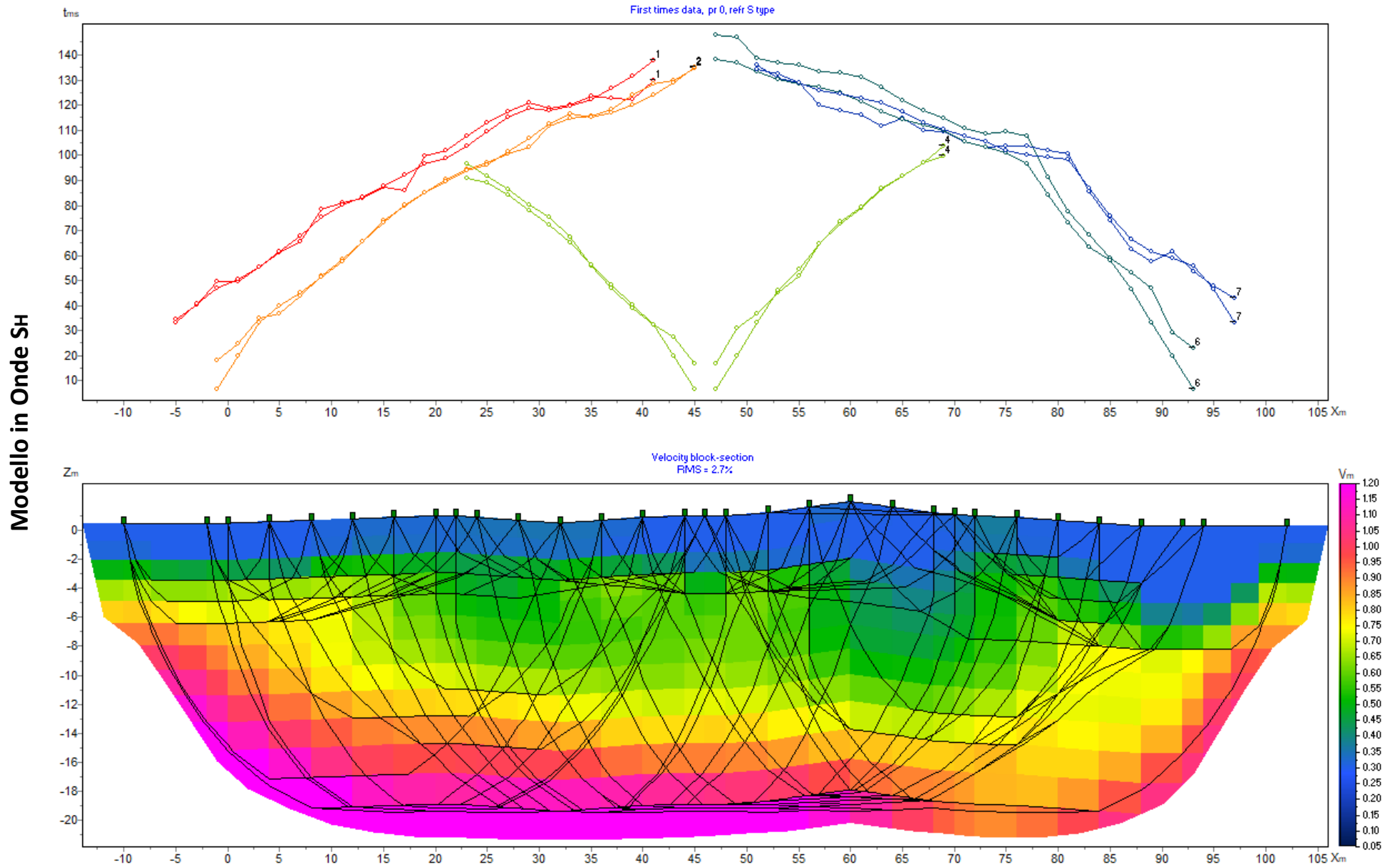
Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine SR2

SSE

## PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - MESH SECTION

NNW

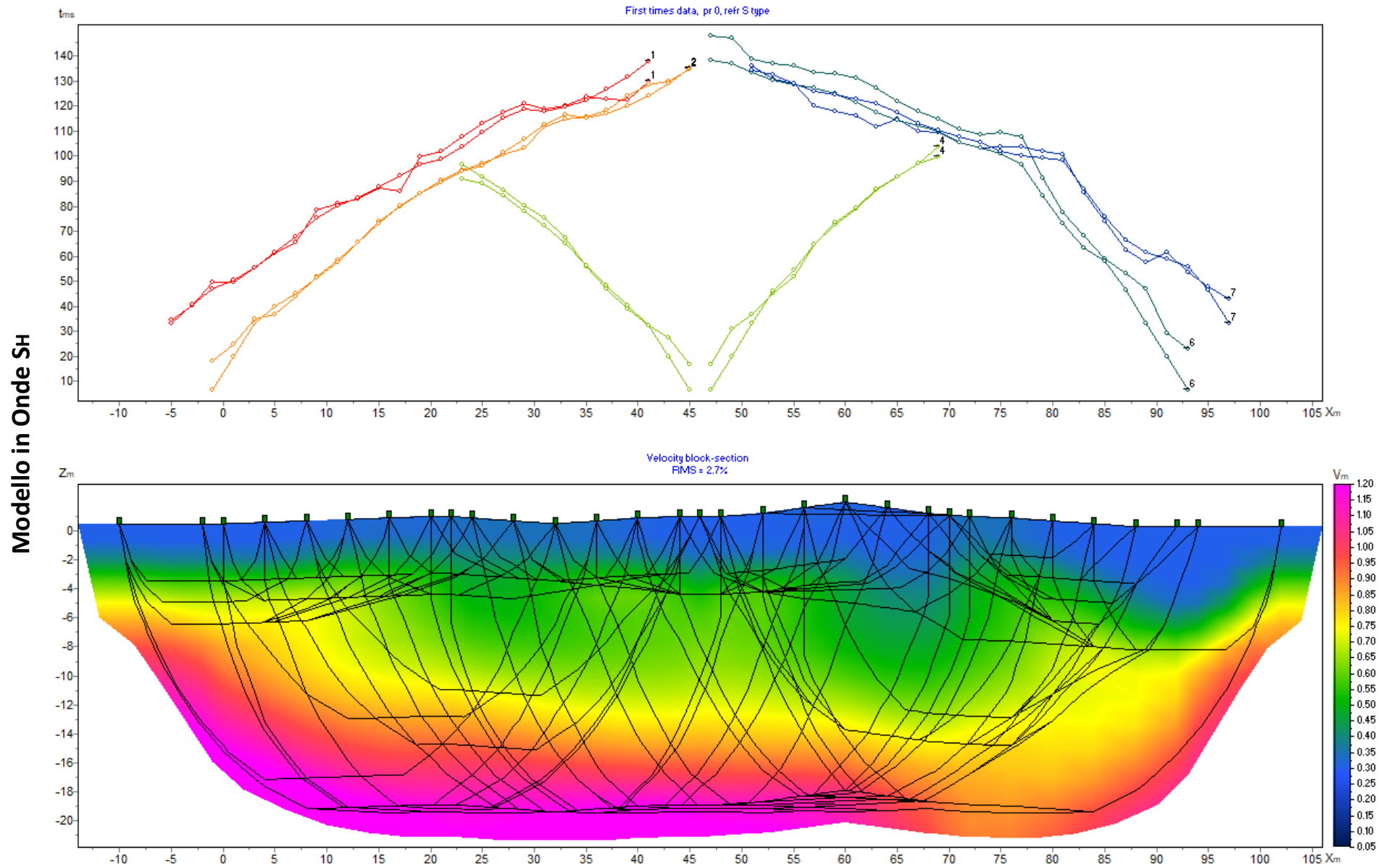


Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it



## Indagine SR2

### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - SMOOTH SECTION

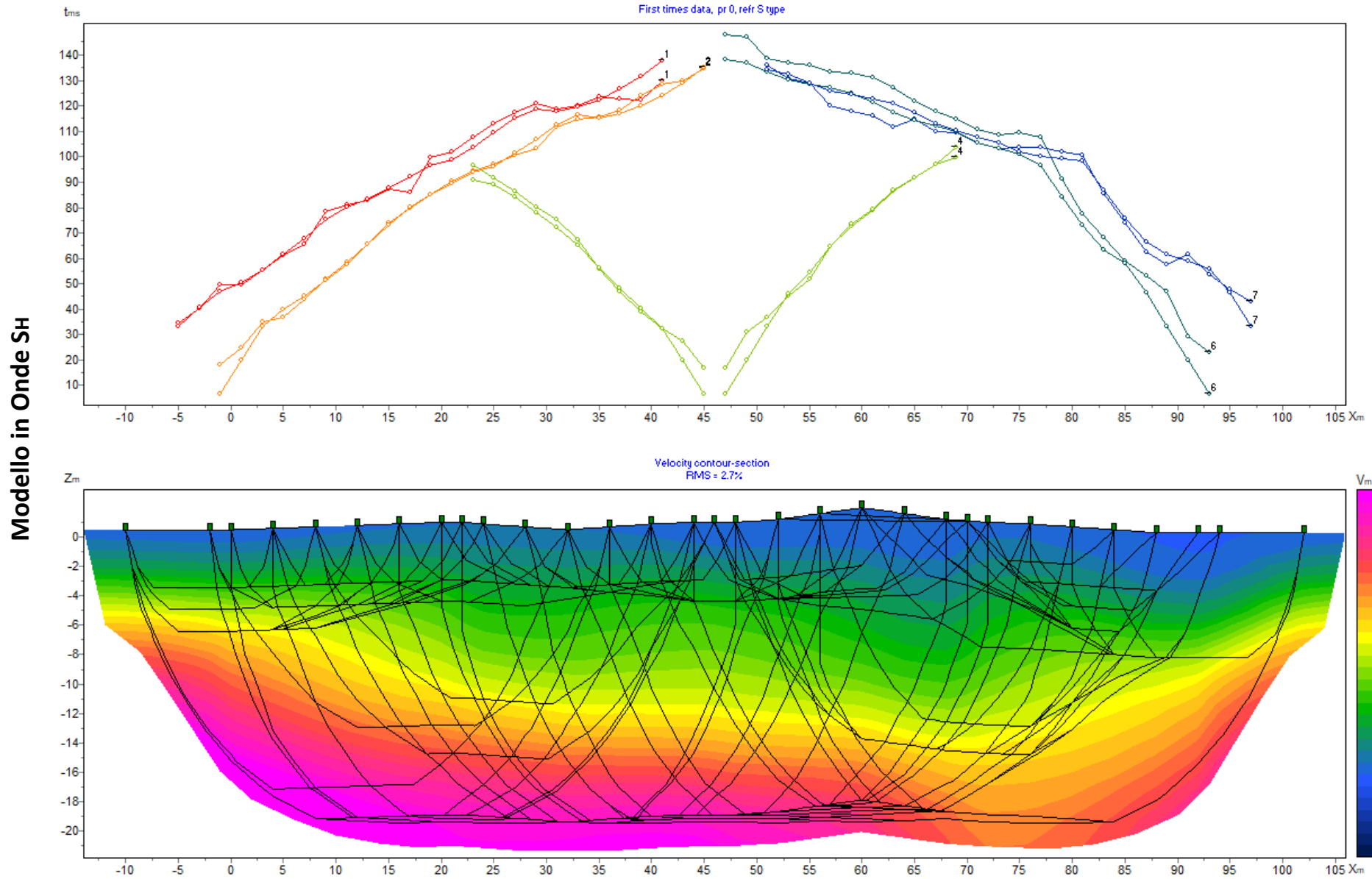


Modello in Onde SH

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR2

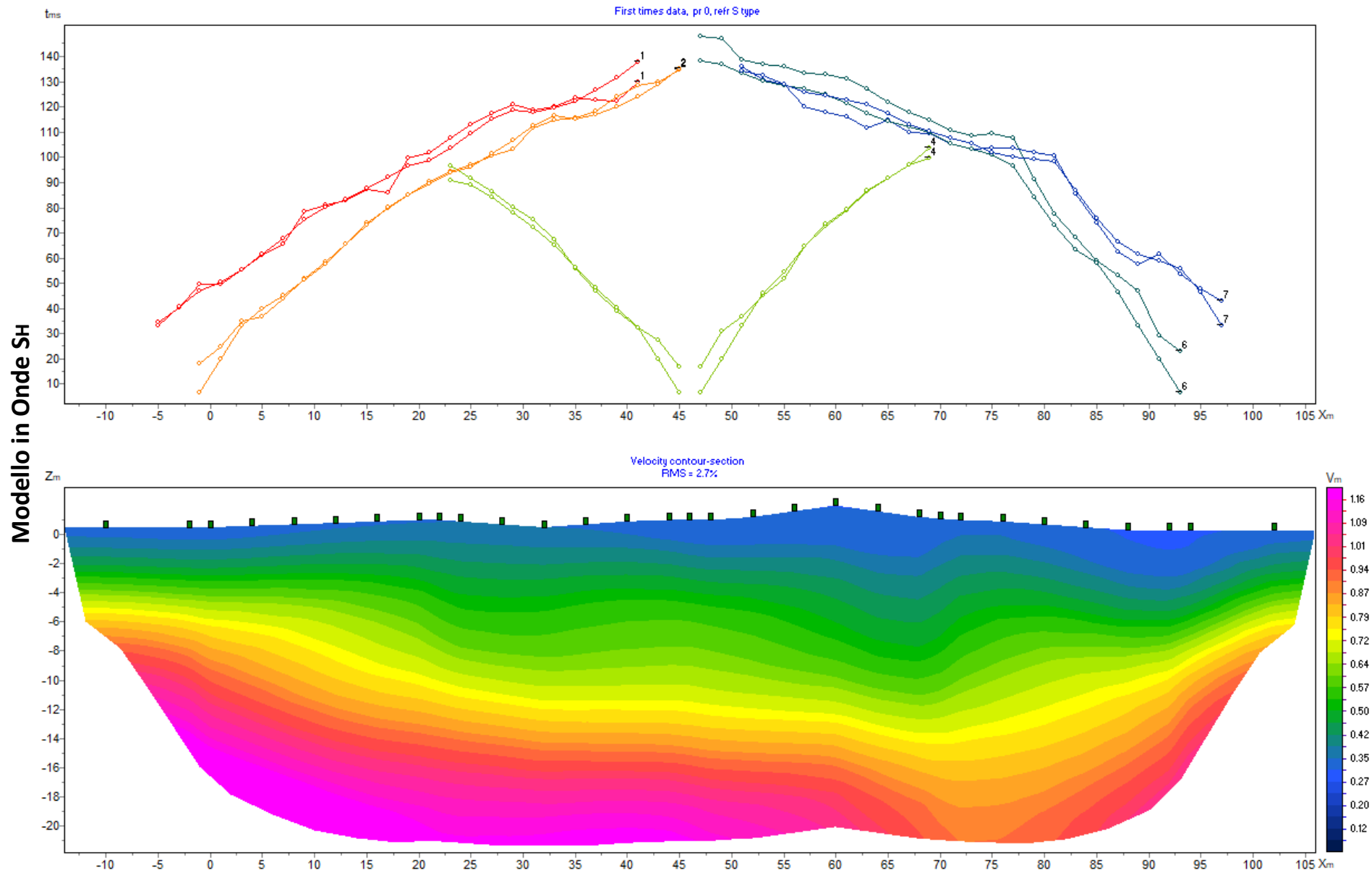
### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - CONTOUR SECTION WITH RAY PATHS



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine SR2

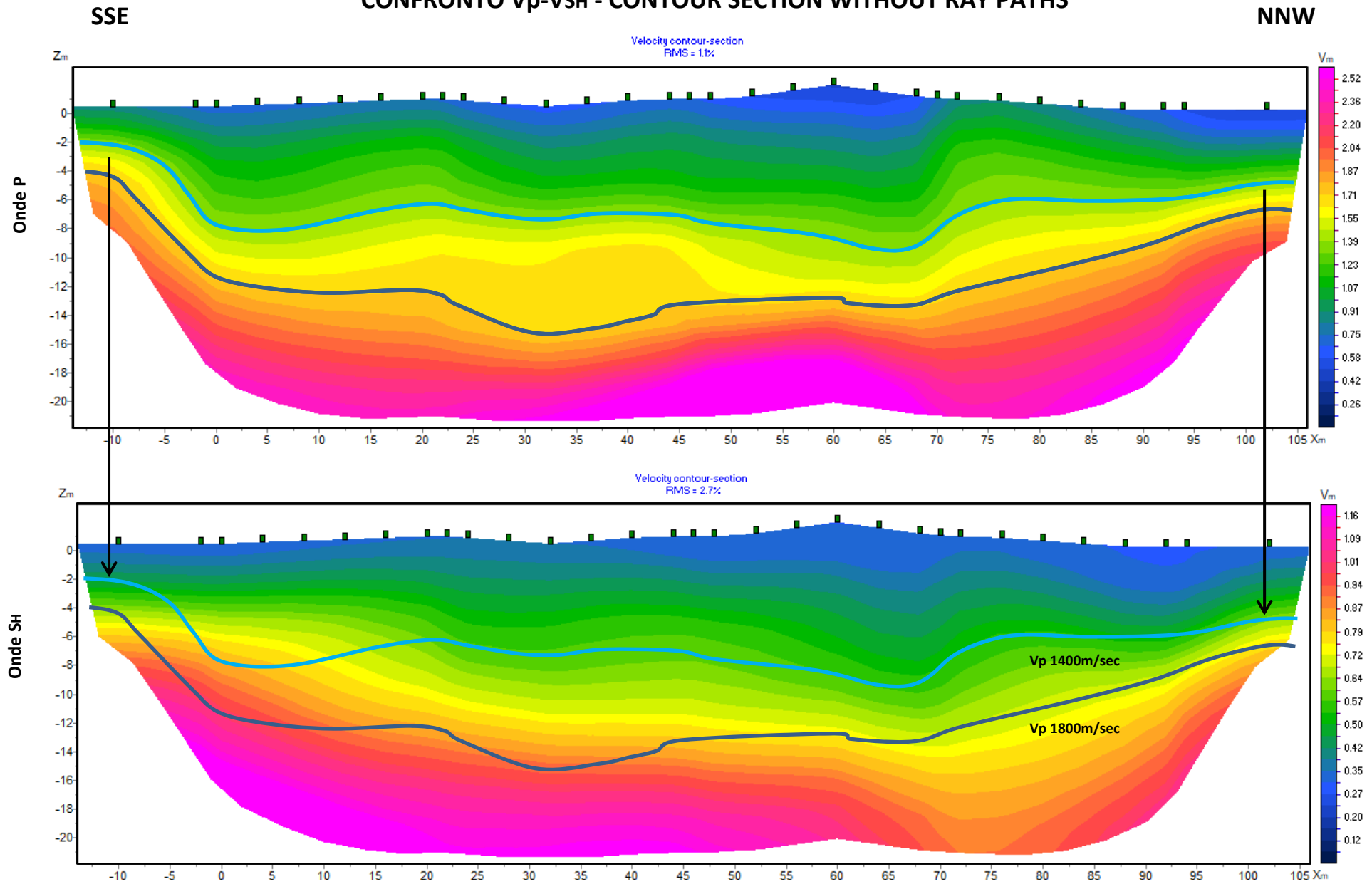
### PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE - ONDE SH - CONTOUR SECTION WITHOUT RAY PATHS



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine SR2

## CONFRONTO Vp-VsH - CONTOUR SECTION WITHOUT RAY PATHS



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320-2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine MASW5

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Via Nocivelli, Tornolo

COMUNE: Tornolo (PR)

DATA ACQUISIZIONE: 16 08 2018

ORA: 09.45



### Subsurface model

Vsh (m/s): 360 260 380 420 500 650 710 800

Thickness (m): 0.4 1.6 1.0 4.0 6.0 10.0 16.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 2.02 1.91 2.00 2.02 2.06 2.13 2.12 2.12

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 262 129 288 357 516 899 1070 1356

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

**Vs30 (m/s): 529**

### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 8-10 Hz**

Microzonazione Sismica di Livello III - Comune di Tornolo (PR)  
Indagine MASW5

ACQUISIZIONE MASW



Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine MASW5

## ACQUISIZIONE MASW

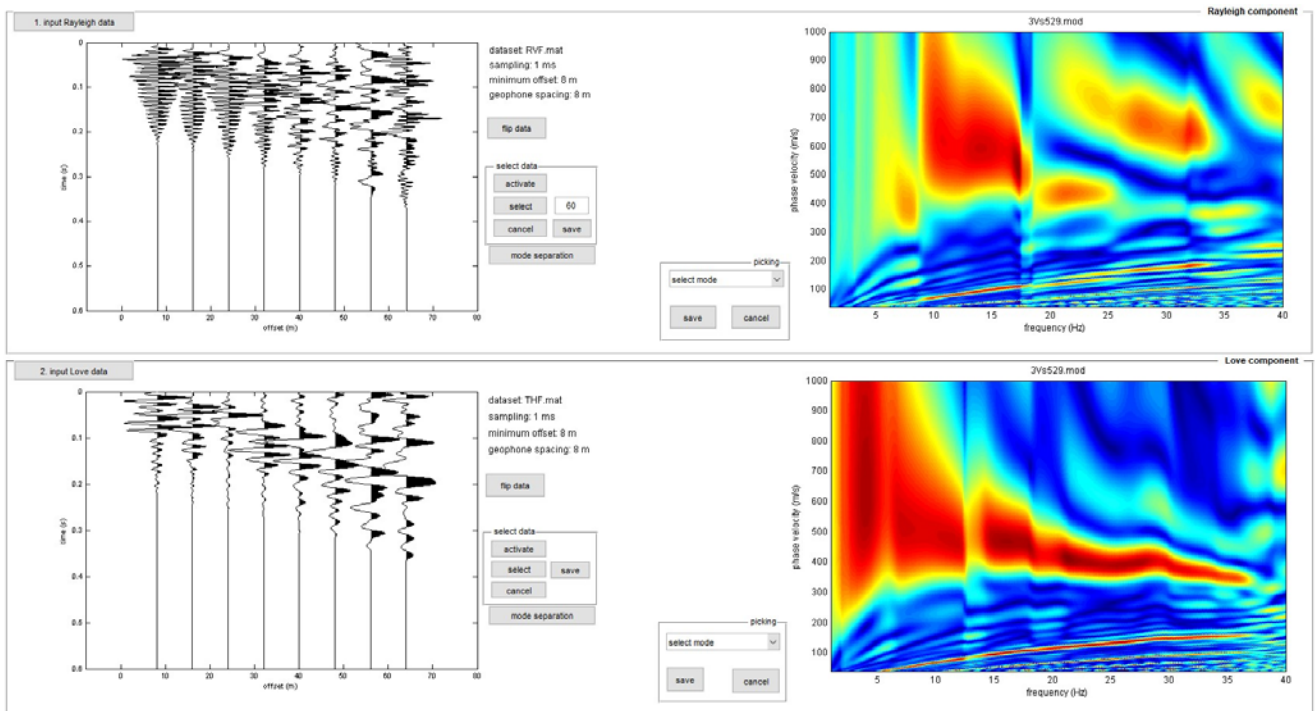
Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	64 metri
<b>Offset Minimo</b>	8 metri
<b>Incremento</b>	8 metri
<b>N° tracce</b>	8
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	4 battute per punto sorgente: 3 Orizzontali + 1 Verticali

## Indagine MASW5

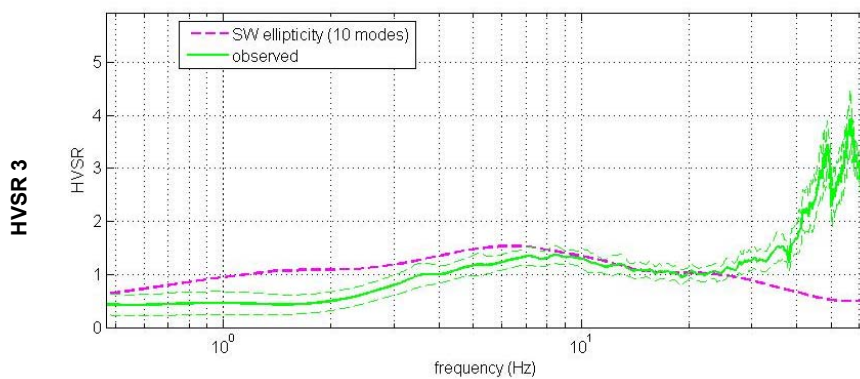
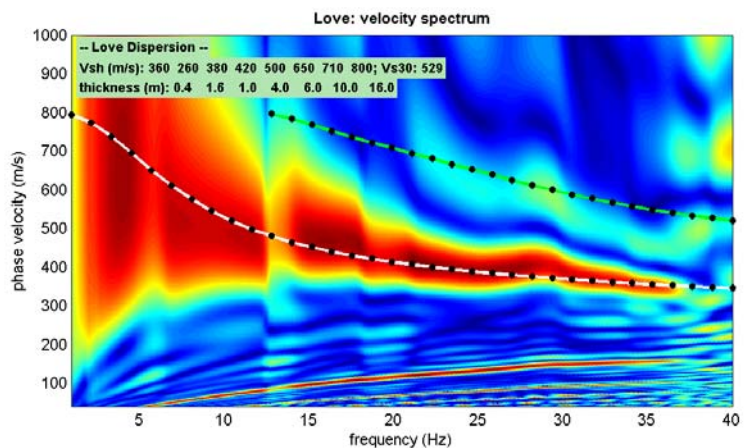
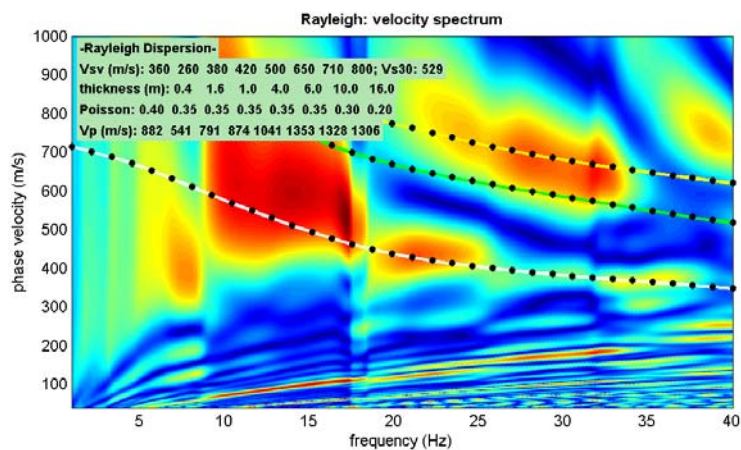
### Joint Analysis of Rayleigh Wave Dispersion in RVF - THF & HVSr

### ACQUISIZIONE MASW



RVF

THF



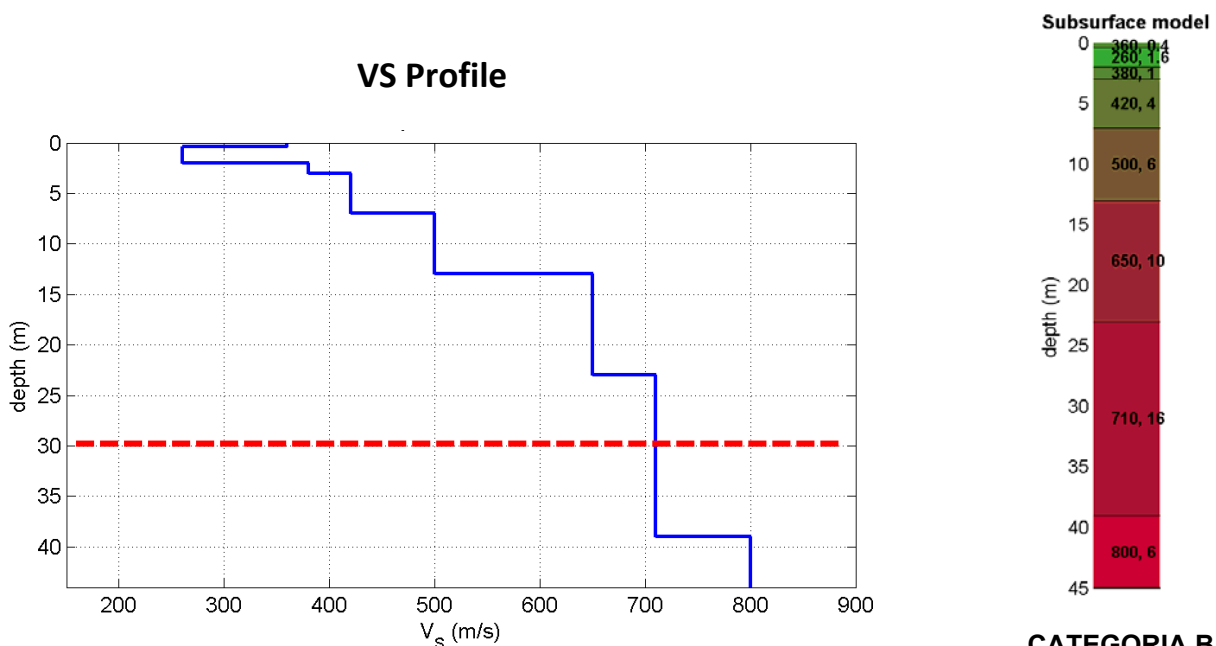
Il modello elaborato risulta compatibile col dato MASW e con l'HVSr, a conferma di una sua attendibilità.



## Indagine MASW5

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,4	360	0,40
2	0,4	1,6	260	0,35
3	2,0	1,0	380	0,35
4	3,0	4,0	420	0,35
5	7,0	6,0	500	0,35
6	13,0	10,0	650	0,35
7	23,0	16,0	710	0,30
8	39,0	Inf.	800	0,20



**CATEGORIA B**

**Vs30 (m/s): 529**

**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Tabella E - Calcolo Vs30 per i primi 5 metri dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs30		
Profondità appoggio	Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	529	B
-1m	549	B
-2m	575	B
-3m	588	B
-4m	600	B
-5m	612	B