

***Interconnessione a 150kV "Sorrento – Vico Equense – Agerola – Lettere" ed opere  
connesse"***

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA**

**ALLEGATO 2  
INDAGINI SISMICHE**



<i>Storia delle revisioni</i>		
Rev.00	Del 15/04/2013	Prima emissione

Elaborato	Verificato	Approvato
Dott. Geol. P. LORENZO Arch. F. Zaccara	V. Pedacchioni ING/CRE-ASA	N. Rivabene ING/CRE-ASA

m010CI-LG001-r02

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. SISMICA.....</b>	<b>3</b>
A. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	3
B. SISMICA A RIFRAZIONE.....	4
Limiti del metodo sismico a rifrazione .....	4
Indagine sismica a rifrazione .....	5
C. ANALISI ONDE SUPERFICIALI (MASW).....	6
D. UNITÀ SISMO-STRATIGRAFICHE E PARAMETRI ELASTO MECCANICI .....	7
<b>3. BASE 1.....</b>	<b>8</b>
A. RISULTATI DELLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE.....	8
B. RISULTATI DELL'INDAGINE MASW .....	10
C. UNITÀ SISMO-STRATIGRAFICHE E PARAMETRI ELASTO MECCANICI .....	13
D. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	14
<b>4. BASE 2.....</b>	<b>15</b>
A. RISULTATI DELLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE.....	15
B. RISULTATI DELL'INDAGINE MASW .....	17
C. UNITÀ SISMO-STRATIGRAFICHE E PARAMETRI ELASTO MECCANICI .....	19
D. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	20
<b>5. BASE 3.....</b>	<b>22</b>
A. RISULTATI DELLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE.....	22
B. RISULTATI DELL'INDAGINE MASW .....	24
C. UNITÀ SISMO-STRATIGRAFICHE E PARAMETRI ELASTO MECCANICI .....	26
D. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	27
<b>6. BASE 4.....</b>	<b>29</b>
A. RISULTATI DELLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE.....	29
B. RISULTATI DELL'INDAGINE MASW .....	31
C. UNITÀ SISMO-STRATIGRAFICHE E PARAMETRI ELASTO MECCANICI .....	34
D. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	34
<b>7. BASE 5.....</b>	<b>36</b>
A. RISULTATI DELLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE.....	36
B. RISULTATI DELL'INDAGINE MASW .....	38
C. UNITÀ SISMO-STRATIGRAFICHE E PARAMETRI ELASTO MECCANICI .....	40
D. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	41
<b>8. BASE 6.....</b>	<b>43</b>
A. RISULTATI DELLA PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE.....	43
B. RISULTATI DELL'INDAGINE MASW .....	45
C. UNITÀ SISMO-STRATIGRAFICHE E PARAMETRI ELASTO MECCANICI .....	47
D. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	48

 TERNA GROUP	<b>Studio di Compatibilità Idrogeologica</b>	Codifica <b>REFR11001BASA00207</b>	
		Rev. N° 00	Pag. 2 di 49

## **1. Premessa**

Queste indagini sono finalizzate alla caratterizzazione sismica delle aree interessate dal tracciato del nuovo elettrodo Interconnessione a 150kV “Sorrento – Vico Equense – Agerola – Lettere” ed opere connesse” e ricadente in aree delle Autorità di Bacino del Sarno e destra Sele.

La campagna di indagini è consistita in 46 stendimenti sismici a rifrazione in onde P e 6 in Masw.

I seguenti allegati ed elaborati sono riportati in calce alla presente relazione:

ALLEGATO 1: Relazione elaborazione dati indagine di superficie

ELABORATI CARTOGRAFICI

TAV. A – Ubicazione profilo sismico

TAV. B - sezione sismostratigrafica

TAV. c - Documentazione Fotografica

## 2. SISMICA

La finalità delle indagini sismiche è in primo luogo di rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica - rifrattori ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattezza. Dalla sismostratigrafia ottenuta, e con l'ausilio dei rapporti fra le velocità delle onde P ed S, è possibile ricavare lo spessore e le caratteristiche geomeccaniche (velocità delle onde elastiche, coefficiente di Poisson e moduli elastici dinamici) degli strati così riconosciuti, calcolare i valori di Rigidità Sismica dei singoli orizzonti al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale o la suscettibilità alla liquefazione di terreni saturi non coesivi e classificare i terreni alla luce della recente normativa sismica (Vs30).

L'ubicazione delle indagini e lo schema di acquisizione adottato sono riportati in tav. A

### a. Strumentazione utilizzata

L'acquisizione dei dati è stata eseguita utilizzando un sistema costituito dalle seguenti parti

- *Sismografo multicanale DoReMi a 12 canali*
- *Sorgente energizzante*
- *Trigger*
- *Strumentazione ricevente*
- *Software di analisi e elaborazione*

Il sistema DoReMi incorpora e distribuisce lungo il cavo sismico un sismografo modulare, canale per canale, riducendo notevolmente i rumori indesiderati che sono acquisiti quando la digitalizzazione avviene nell'unità centrale e il segnale viene trasferito su canali analogici per decine di metri. Ogni elemento possiede 64Kb di memoria ed è indipendente, pertanto può essere aggiunto o tolto poiché dispone di connettori maschio-femmina prima e dopo il digitalizzatore, configurando una installazione "a catena". Le principali caratteristiche dello strumento sono le seguenti:

- *cavo sismico 60m*
- *Impedenza d'ingresso: >100kΩ*
- *Convertitore A/D, Tipologia: SAR Risoluzione: 16 bit Dinamica: 96 dB*
- *Dinamica totale senza postprocessing: > 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)*
- *Memoria: 64 kByte (>30000 campioni)*
- *Frequenze di registrazione selezionabili variabili tra 200 e 20000 Hz*
- *Durata di campionamento variabile da 0.1s a 150s in funzione della frequenza di campionamento selezionata.*
- *Filtri programmabili passa basso e passa alto sia digitali che a fase zero*

- *Gain variabile da 27dB a 80dB*
- *Possibilità di registrazione in autostack, inversione della polarità, workaway concatenata e d interlaccia; start da pc*
- *Conversione dei file di acquisizione da formato proprietario a SEG -2, SEG – Y e CSV.*

Il sistema energizzante adottato per generare onde di compressione (P) è costituito da una mazza di ferro dal peso di 8 Kg battente verticalmente su una piastra in duralluminio del diametro di 18 cm, spessore 4 cm e peso di 2 Kg, posta a diretto contatto con il terreno e dotata di cordicella di ancoraggio.

Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante cella piezoelettrica solidale alla mazza di battuta consentendo al sistema di individuare l'esatto istante di attivazione della sorgente e quindi di fissare l'inizio della registrazione.

Per quanto riguarda la strumentazione ricevente, sono stati utilizzati dodici geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 Hz.

### b. **Sismica a rifrazione**

Il metodo si basa sulla misura indiretta della velocità di propagazione di onde elastiche nel sottosuolo, generate da un qualsiasi sistema energizzante sito in superficie .

A seguito di una perturbazione energetica le onde sismiche si propagano nel sottosuolo e all'interfaccia tra due mezzi a diverso comportamento elastico e per angoli critici di incidenza (Legge di Snell), si propagano onde coniche (head wave) lungo la superficie di discontinuità, che rifrangono continuamente energia elastica verso l'alto. L'analisi delle registrazione di tali onde e di quelle dirette, che viaggiano immediatamente al di sotto della superficie del terreno, costituiscono il fondamento del metodo descritto.

La strumentazione necessaria per l'acquisizione del segnale sismico è costituita da una serie di ricevitori (geofoni), disposti a intervallo costante lungo un certo allineamento e da un geofono starter che comunica al sismografo l'inizio dell'osservazione sperimentale.

La ricostruzione di un modello del sottosuolo e la stima del profilo di velocità delle onde elastiche longitudinali ( $V_p$ ) è ottenuto con il picking delle prime fasi sismiche. Il riconoscimento del tempo di arrivo di onde dirette o head wave, registrate dai geofoni posti a distanza crescente dalla sorgente di energia permette di costruire una curva tempo/distanza (dromocrona) per ogni punto energizzato. Attraverso metodi analitici (delay-time) si ricavano le velocità delle onde longitudinali ( $V_p$ ) dei mezzi attraversati ed il loro spessore. La valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 15 -25 %.

#### *Limiti del metodo sismico a rifrazione*

La sismica a rifrazione è una metodologia molto utilizzata nella caratterizzazione delle proprietà elastiche e quindi fisico-meccaniche degli strati sepolti e per la ricostruzione geometrica degli

spessori dei sismostrati. Tuttavia è opportuno definire le condizioni al contorno entro le quali il metodo può essere utilizzato e risultare affidabile.

Le velocità di propagazione delle onde elastiche, nello stesso tipo di roccia, possono variare notevolmente in funzione del grado di alterazione e/o di fratturazione. Inoltre in rocce stratificate differenze di velocità possono essere apprezzabili tra profili eseguiti in modo trasversale o parallelo alla direzione degli strati. Infine la presenza di falde acquifere, così come il grado di saturazione dei terreni, influenzano notevolmente le velocità delle onde compressionali.

Rocce molto fratturate e sedimenti saturi ( $S_r = 1$ ) possono avere valori delle velocità delle onde di compressione tra loro paragonabili circa 1500 m/s.

In base a questi elementi la sismica a rifrazione generalmente fornisce una interpretazione sismostratigrafica dei profili investigati; tali modelli, senza la presenza di un sondaggio geognostico di taratura, possono corrispondere a differenti e realistici modelli geologico-stratigrafici.

Altri limiti della metodologia sono inoltre costituiti dalla lunghezza dello stendimento e dalla distanza intergeofonica. Il primo determina la massima profondità di investigazione mentre il secondo fissa il minimo spessore individuabile di uno strato.

Si ricorda infine che un sismostrato può essere evidenziato solamente se la sua velocità di trasmissione delle onde di compressione è maggiore rispetto a quella dei livelli sovrastanti (inversione della velocità) e se il suo spessore è congruente con la configurazione dell'array sismico. Infatti per essere evidenziato deve essere campionato da almeno due geofoni. Se ciò non avviene non si può valutare spessore e velocità (strato nascosto) e di conseguenza viene sottostimata la profondità del sismostrato sottostante.

### *Indagine sismica a rifrazione*

Per la determinazione dei tempi di primo arrivo delle fasi sismiche (picking) è stato utilizzato il software di acquisizione della DoReMi, mentre l'elaborazione dei dati sismici di rifrazione per la ricostruzione e interpretazione della sezione sismica è stato eseguito con il software SIP della Rimrock Geophysics Inc, programma shell DOS costituito da più moduli, SIPIN, SIPEDT, SiPT2.

Prima di effettuare l'operazione di picking, per ciascun punto di battuta sono state sommate più registrazioni (stacking), allo scopo di aumentare il rapporto segnale/rumore; l'operazione ha richiesto pertanto la ripetizione dell'energizzazione sullo stesso punto e con lo stesso schema di disposizione dei geofoni. Con il modulo SIPIN sono stati creati i file di dati di ingresso, costituiti dalla configurazione geometrica degli shot, dei geofoni oltre ai tempi di arrivo riconosciuti. La qualità dei sismogrammi è discreta ed è stato possibile riconoscere (vedi allegati), i primi tempi di arrivo delle fasi sismiche. I tempi di arrivo sono stati poi diagrammati su un grafico tempo-distanza su cui sono stati individuati i tipi di percorsi (ray tracing) fatti dalle fasi sismiche riconosciute, assegnando i relativi rifrattori. L'interpretazione dei dati è stata fatta con il modulo SIPT2; il codice utilizza un algoritmo di inversione non lineare basato sul metodo del delay-time (Pakiser and Black

1957) per ottenere in prima approssimazione il modello velocità-profondità comparando i dati sperimentali con quelli calcolati con il modello ipotizzato (ray tracing). Successivamente il codice modifica in modo iterativo il modello al fine di ridurre le differenze tra i tempi di arrivo individuati e quelli calcolati.

Per quanto riguarda la velocità di propagazione delle onde P, relativamente al primo strato, il calcolo è fatto sulla base dei tempi di arrivo delle onde dirette, operando poi la media pesata delle velocità per ciascuna coppia di sorgente/geofono. Negli strati sottostanti sono utilizzati due metodi: il primo ricorre alle rette di regressione ai minimi quadrati; la velocità è calcolata con la media dell'inverso delle pendenze delle linee di regressione. Il secondo è il metodo Hobson - Overton, una versione ai minimi quadrati del metodo delle differenze dei tempi reciproci, utilizzabile quando i tempi reciproci siano presenti in numero sufficiente.

Le velocità finali sono calcolate sulla media dei valori ricavati dai due metodi descritti.

### c. **Analisi onde superficiali (MASW)**

Per valutare l'andamento verticale delle velocità delle onde di taglio (S), sono state analizzate le onde di superficie (Rayleigh) tramite metodo attivo (MASW).

Nella metodologia "attiva" le onde di superficie sono generate dall'interferenza costruttiva delle onde di volume (P ed Sv), ottenute da energizzazioni artificiali, incidenti sulla superficie libera del terreno.

Utilizzando una stesa di geofoni verticali a bassa frequenza (4.5 Hz) si registrano le onde di Rayleigh, onde che si propagano lungo la superficie, interessando strati di spessore pari a circa la lunghezza d'onda; in mezzi stratificati verticalmente, le diverse lunghezze d'onda, di armoniche a diversa frequenza, si propagano con velocità di fase che dipende dalle proprietà dei materiali interessati. Ciò fa sì che la velocità di fase sia funzione della frequenza dell'onda stessa.

Tale relazione viene rappresentata tramite la curva di dispersione. Ricorrendo a tecniche di analisi spettrale (analisi F/K) si individua la curva di dispersione sperimentale ricercando i punti di massima potenza spettrale. Sfruttando la relazione,  $V_S \approx 1.1V_R$ , si può risalire al profilo verticale della velocità delle onde di taglio. La massima profondità alla quale può essere ragionevolmente calcolata la  $V_S$  è circa metà della massima lunghezza d'onda misurata (Rix and Leipski, 1991).

Successivamente si esegue il processo d'inversione; si costruisce un modello del sottosuolo a n strati con date proprietà fisiche ( $V_S$ ,  $V_P$ ,  $\rho$  e  $\nu$ ) con il quale si generano un gran numero di modelli sismostratigrafici del sottosuolo. A ciascuno dei modelli è associata una curva di dispersione teorica e lo scopo è quello di approssimare al meglio la curva di dispersione sperimentale.

Il modello con migliore misfit definisce il profilo verticale della velocità delle onde di taglio del sito ed è utilizzato per la stima del parametro  $V_{S30}$  (categoria di sottosuolo NTC 2008). I software usati (GNU Public License) per questo tipo di analisi sono il GEOPSY per l'analisi ed il processamento

dei segnali ed il Dinver per l'inversione dei dati. Quest'ultimo impiega come metodo di ricerca della curva di dispersione teorica, il Neighborhood Algorithm, appartenente alla famiglia degli algoritmi genetici che permette di gestire i parametri fisici del terreno.

#### d. Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto meccanici

I valori delle velocità delle onde sismiche stimate attraverso le sismiche in onde P e le Masw consentono di determinare i seguenti parametri che descrivono il comportamento dei terreni sotto condizioni dinamiche:

- Il coefficiente di Poisson ( $\nu$ ) misura le variazioni volumetriche di un solido sotto sforzo ed è determinato con la seguente formula:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)}$$

- Il modulo di taglio mette in relazione la deformazione allo sforzo tangenziale applicato; in condizioni dinamiche (basse deformazioni) assume un valore costante,  $G_0$  e si ricava con la seguente espressione :

$$G_0 = \rho V_s^2$$

- Il modulo elastico  $E_0$  (Young) esprime la resistenza alla deformazione di un corpo soggetto a sforzi di trazione o di compressione e si ricava con la seguente espressione:

$$E_0 = 2G_0 (1 + \mu)$$

- Il modulo elastico statico è stato stimato a partire da quello dinamico utilizzando la seguente espressione (Heerden, 1987) con  $E_0$  espresso in  $G_{pae}$  e  $E_s$  in MPa:

$$E_s = 0.075 E_0^{1.56}$$

- La densità geofisica è stata stimata con la seguente relazione, valida per mezzi saturi (Burns e Mayne, 1996):

$$\rho \approx 1 + \frac{1}{0.614 + \frac{58.7 (\log z + 1.095)}{V_s}}$$

I valori dei parametri elastici dinamici, calcolati da misure sismiche forniscono un limite superiore della rigidità dei terreni e sono da considerare adeguati a descrivere il comportamento del terreno per livelli deformativi modesti, inferiori ad una soglia di linearità  $\gamma_l$  che assume valori compresi tra 10-2 % e 10 -4 % in funzione delle caratteristiche granulometriche e microstrutturali del terreno..



### 3. BASE 1

#### a. Risultati della prospezione sismica a rifrazione

La geometria dello stendimento è caratterizzata da distanza intergeofonica pari a 2.00 m, per una lunghezza complessiva di 33.00 m; le energizzazioni sono state eseguite in 5 distinte posizioni:

- esterna al canale 1 ( $x = -1,50$  m)
- intermedia tra i canali 3 e 4 ( $x = 7,50$ )
- centrale rispetto alla stesa geofonica ( $x = 16,50$  m)
- intermedia tra i canali 9 e 10 ( $x = 25,50$ )
- esterna al canale 12 ( $x = 34,50$  m)

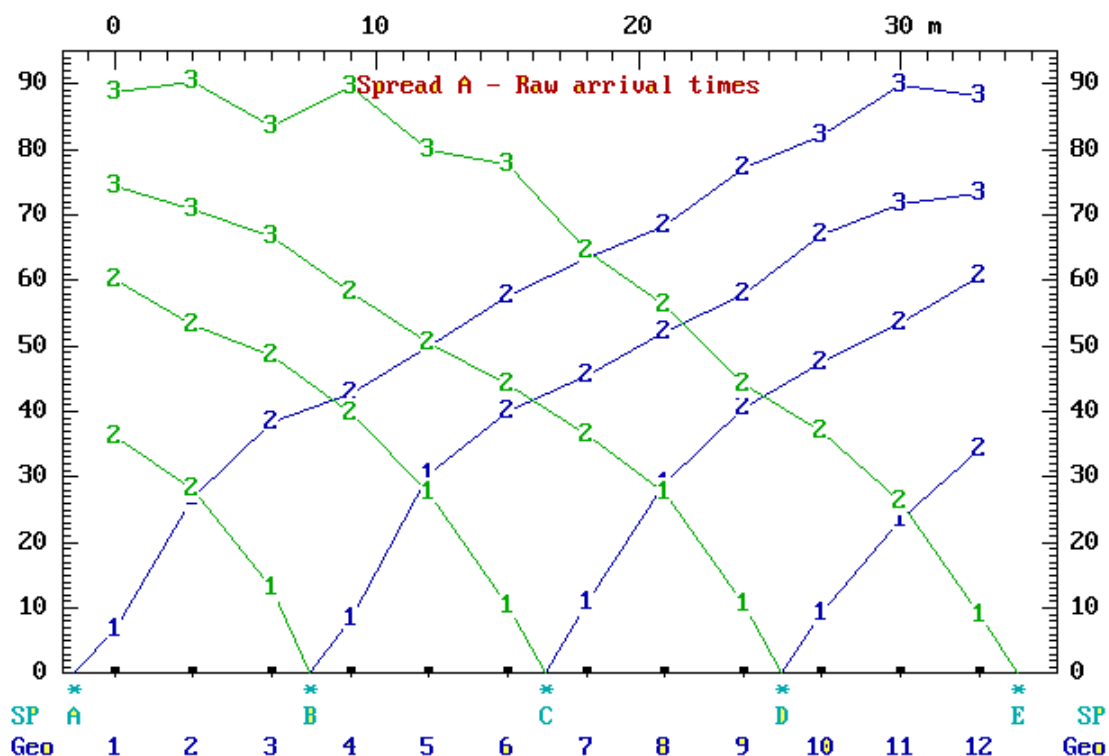
In base alla configurazione geometrica adottata il potere risolutivo dell'indagine è compreso tra circa 0,60 m dal p.c. fino ad una profondità stimabile compresa tra 6 m e 12 m in funzione delle velocità e dell'andamento dei rifrattori.

Data la morfologia subpianeggiante dell'area, per l'elaborazione dei dati non sono state apportate ai geofoni correzioni topografiche.

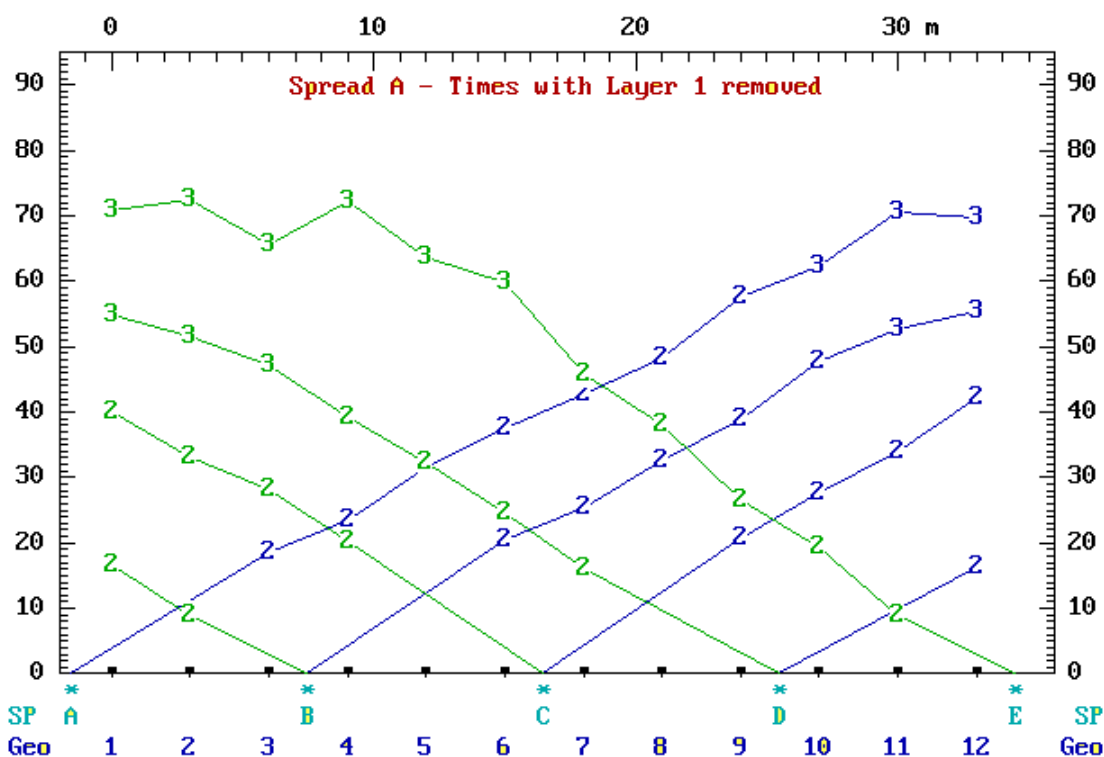
I tempi di primo arrivo registrati da ciascun geofono e la configurazione dello stendimento sono riportati nella tabella seguente:

Geo	Elev.	X-Loc	Y-Loc	Tempi primi arrivi (ms)				
				Shot A	Shot B	Shot C	Shot D	Shot E
1	0,00	0,00	0,00	6,60	36,10	60,20	74,30	88,70
2	0,00	3,00	0,00	26,90	28,30	53,20	70,80	90,20
3	0,00	6,00	0,00	38,30	13,00	48,40	66,60	83,50
4	0,00	9,00	0,00	42,80	8,40	39,70	58,10	89,60
5	0,00	12,00	0,00	49,80	30,40	27,50	50,40	80,00
6	0,00	15,00	0,00	57,50	40,00	10,20	44,10	77,70
7	0,00	18,00	0,00	63,30	45,60	10,90	36,30	64,60
8	0,00	21,00	0,00	68,20	52,10	29,00	27,70	56,10
9	0,00	24,00	0,00	77,20	58,00	40,50	10,50	44,20
10	0,00	27,00	0,00	82,10	67,00	47,50	9,30	37,10
11	0,00	30,00	0,00	89,80	71,50	53,40	23,60	26,20
12	0,00	33,00	0,00	88,00	73,30	60,60	34,30	8,90

Nel grafico seguente, tempo\distanza, si opera una preliminare valutazione dei sismostrati presenti e della loro velocità assegnando ad ogni tempo di arrivo il corrispondente sismostrato.



Successivamente si valuta la correttezza dei sismostrati assegnati rimuovendo lo strato 1 e quindi eliminando i suoi effetti sul grafico tempo distanza e eventualmente si riassegnano i rifrattori per la definizione finale del modello sismostratigrafico



Date le precedenti premesse, utilizzando il codice di calcolo SIPT2, viene fornito il seguente schema interpretativo

### PROFILO base 1

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 1,30 - 1,70 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 162 m/s.
- segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P (metodo Hobson-Overton), pari a 399 m/s con base posta a profondità variabile compresa tra 9,20 m e 11,60 m.
- segue un terzo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 1116 m/s.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono indicate graficamente nella sezione riportata nella Tavola B. I valori delle velocità  $V_p$  e le profondità dei rifrattori  $h$  calcolati lungo la sezione sono riportate nella tabella seguente:

Base 1	$V_p$ (m/sec)	$h$ (m)
sismostrato 1	162	1.30 – 1.70
sismostrato 2	399	9.20 – 11.60
sismostrato 3	1116	

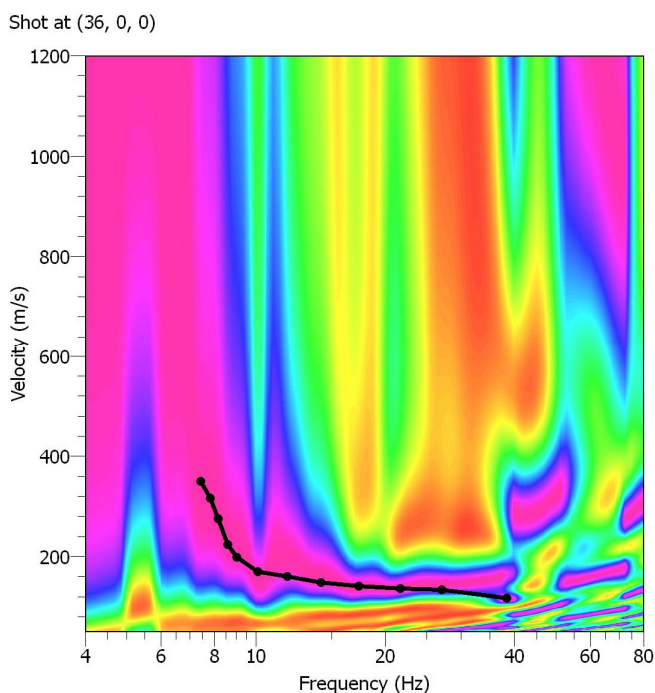
Nella Tavola B è riportata la sezione sismo-stratigrafica con la definizione dei volumi di terreno nel sottosuolo con omogenee caratteristiche elastiche. L'interpretazione litostratigrafica è stata fatta sulla base della cartografia geologica della zona con controllo diretto in campagna e sulla scorta dei sondaggi meccanici.

E' utile precisare di non leggere lo schema come una sezione geolitologica ma unicamente come un modello geofisico del terreno, in particolare della variazione con la profondità dei parametri elastici. In allegato si riportano i listati dell'elaborazione eseguita al calcolatore con il codice SIP, il diagramma dei tempi di arrivo – distanze e le acquisizioni analizzate.

### b. Risultati dell'indagine MASW

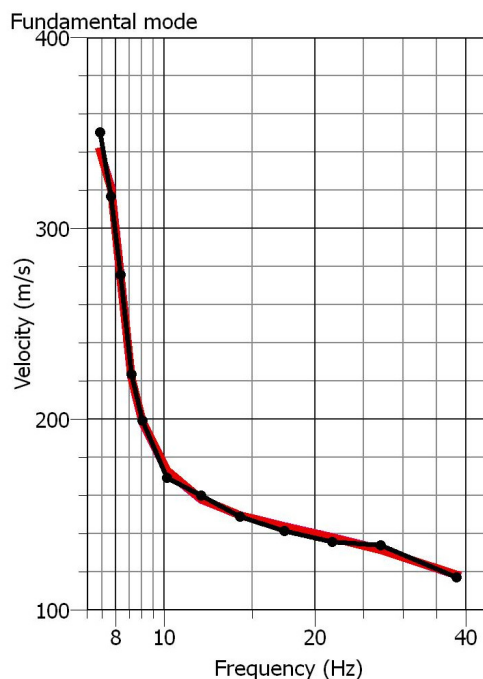
I dati di campagna sono stati raccolti utilizzando lo stendimento impiegato nella sismica a rifrazione, quindi con geofoni a distanza intergeofonica pari a 3,00 m. Sono stati eseguiti due shot esterni al canale 12 con offset rispettivamente di 3,00 m, e 9,00 m.

Per ogni shot sono state eseguite almeno tre energizzazioni al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore. La lunghezza delle registrazioni è stata fissata in 2,00 sec con frequenza di campionamento pari a 3000 Hz. Con tale configurazione si ottiene una frequenza di Nyquist pari a circa 1500 Hz e una risoluzione in frequenza di 0,50 Hz. Dall'elaborazione dei dati sono state ricavate per ogni shot le densità spettrali nel piano frequenza-velocità di fase delle onde superficiali. Per il picking della curva di dispersione è stato utilizzato lo shot posto a 3 m dal geofono 12 che meglio ne permetteva la definizione.



Nella figura accanto si riporta la densità spettrale delle onde superficiali, relativa allo shot suddetto con picking (massimi dello spettro) della curva di dispersione relativa al modo fondamentale.

Per determinare la frequenza minima affidabile è stata verificata la coerenza di fase del segnale. Escludendo nell'elaborazione dei dati i canali da 1 a 7, la frequenza è risultata di circa 7,50 Hz, pari ad una lunghezza d'onda di circa 46 m pertanto l'indagine geofisica ha permesso di investigare il sottosuolo fino ad una profondità stimabile in circa 23 m dal p.c

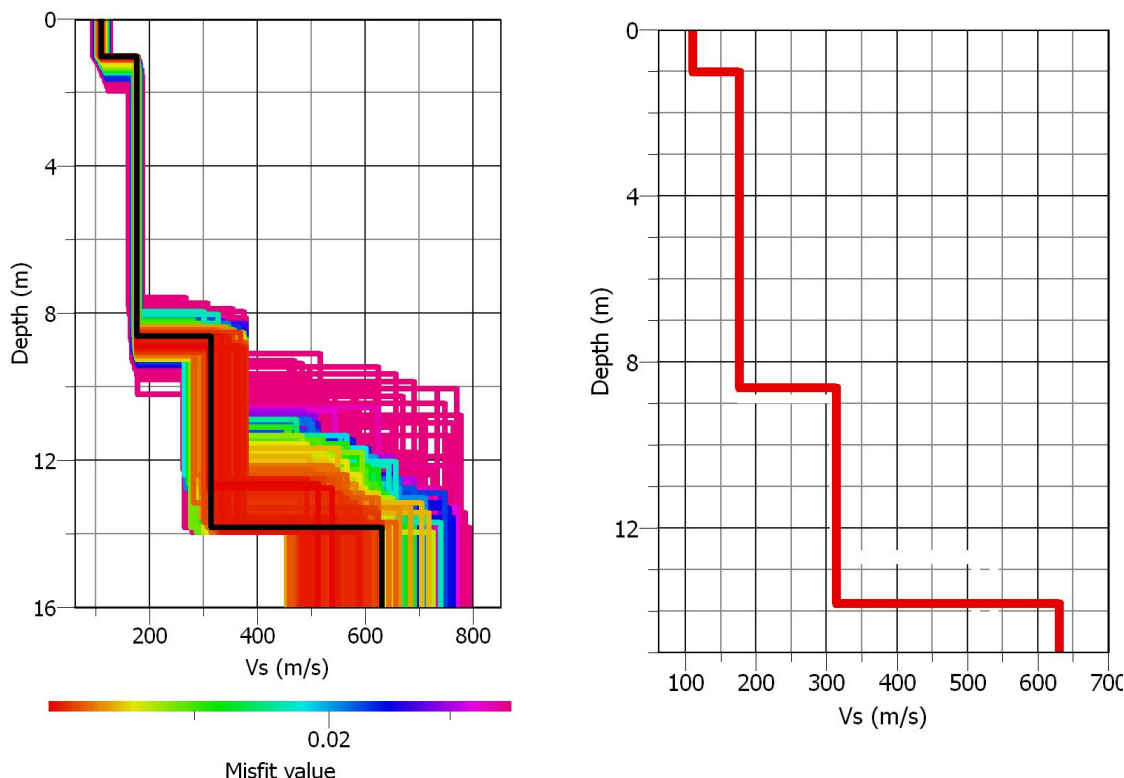


Il processo d'inversione con il quale sono ricercati i modelli di sottosuolo che meglio approssimano il dato sperimentale è iniziato ipotizzando due strati con variazioni molto ampie dei parametri di rigidezza.

Nella figura accanto si riporta il grafico con il confronto tra la curva di dispersione sperimentale (linea nera) e quella teorica relativa al modello con miglior misfit (linea rossa).

Il profilo verticale del parametro velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) relativo a tale modello sismostratigrafico è graficato nella figura sottostante a sinistra (linea nera) mentre le linee variamente colorate rappresentano modelli con scarti maggiori rispetto al modello sperimentale.

Il profilo con valore minimo di misfit,  $\approx 1,60\%$ , è riportato per maggiore chiarezza nel grafico a destra.



Il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio ubicato indicativamente tra i geofoni 10 e 11 dello stendimento è così riassumibile :

- un primo sismostrato caratterizzato da modeste oscillazione della velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 110 m/s e 1,00 m.
- un secondo sismostrato caratterizzato da modeste oscillazione della velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 175 m/s e 8,60 m.
- un terzo sismostrato caratterizzato da oscillazione della velocità delle onde S e della profondità della base comprese rispettivamente tra 300 m/s e 380 m/s e 12,30 m e 14,00 m rispetto ai valori di riferimento del modello a miglior misfit pari a 313 m/s e 13,80 m.
- un quarto sismostrato identificabile, dati i limiti e le risultanze della presente indagine, come semispazio omogeneo con ampie oscillazioni del valore della velocità di onde di taglio rispetto al modello con miglior misfit pari a circa 630 m/s

Per quanto riguarda il grado d'incertezza del risultato osserviamo che in un ampio intervallo di profondità la variabilità del dato sperimentale si mantiene entro limiti più che accettabili, con buona convergenza verso il modello migliore. Le maggiori incertezze riguardano la base del terzo sismostrato e la velocità del semispazio; quest'ultimo valore non è stimato dalla curva di dispersione ma ipotizzato nel processo d'inversione sulla base dei dati delle altre indagini. Dai risultati della sismica a rifrazione risultano soddisfatte le condizioni di planarità dei sismostrati, vincolo necessario per la validità dell'elaborazione MASW.

### c. Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto meccanici

Le indagini sismiche hanno permesso di definire tre unità sismo-stratigrafiche con differenti caratteristiche elastiche. L'attribuzione litologica ai vari sismostrati è stata fatta sulla base delle informazioni ricavate dal rilevamento geolitologico eseguito nell'area di studio.

Le profondità dei sismostrati sono fornite, quando possibile, sulla base dei dati dell'indagine sismica a rifrazione la quale fornisce un profilo bidimensionale dell'andamento delle velocità delle onde di compressione. Il quarto sismostrato è stato messo in evidenza solamente dall'indagine MASW. Di seguito si riporta lo schema del modello sismostratigrafico individuato:

- *Unità A: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici e detritici. La base del sismostrato è stimata a profondità compresa tra 1,30 m e 1,70 m dal p.c.*
- *Unità B: volumi di terreno di bassa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici, con base stimata a profondità compresa tra 9,20 m e 11,60 m*
- *Unità C: volumi di terreno di discreta rigidità sismica riferibili alla facies alterata della formazione calcarea. con base stimata alla profondità di 13,80 m dal p.c..*
- *Unità D: volumi di terreno di elevata rigidità sismica riferibili alla formazione calcarea.*

I valori delle velocità delle onde sismiche, stimate nei paragrafi precedenti, consentono di determinare una serie di parametri che descrivono il comportamento dei terreni sotto condizioni dinamiche.

Per quanto riguarda la velocità delle onde di compressione ( $V_p$ ), del sismostrato C, l'elaborazione dei dati (vedi allegato) fornisce solo la velocità apparente e non quella reale pertanto i relativi parametri sono solo indicativi. I parametri forniti per il quarto sismostrato sono basati esclusivamente sulla velocità delle onde di taglio. Nella Tabella I sono riassunti i parametri calcolati:

Sismo-strato	VP (m/s)	Vs (m/s)	$\nu$	Go (MPa)	Eo ( MPa)	Es ( MPa)	$\rho$ (gr/cm3)
A	162	110	-	22	47	0,6	≈ 1,83
B	399	175	0,38	57	158	4,2	≈ 1,88
C	1116	313	0,46	195	569	,31,1	≈ 1,99
D	-	630	-	877	-	-	≈ 2,21

Vp = Velocità delle onde di compressione, Vs = Velocità delle onde di taglio,  $\nu$  = Coefficiente di Poisson, Go = modulo di deformazione di taglio, Eo= modulo elastico dinamico, Es= modulo elastico statico,  $\rho$  = densità geofisica;

#### d. **Categoria di suolo di fondazione**

Ai fini della definizione per via semplificata dell'azione sismica di progetto (D.M. 14 gennaio 2008, cap. 3.2.2.), è stata stimata la categoria di sottosuolo di fondazione utilizzando i dati delle onde superficiali elaborati con tecnica MASW.

L'indagine ha consentito di esplorare il terreno fino ad una profondità massima di circa 23 m dal p.c., profondità entro la quale non è stato individuato il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s). Dalle indagini eseguite in aree limitrofe si ritiene di poter utilizzare la velocità Vs del quarto sismostrato fino a profondità di almeno 35 m dal p.c. pertanto il calcolo della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m è stato ottenuto estrapolando i valori ricavati dall'indagine MASW.

Facendo riferimento al profilo verticale delle onde S precedentemente descritto e assumendo cautelativamente costante la velocità del semispazio i terreni presentano rispetto al p.c. una velocità equivalente,  $V_{s30} = 316$  m/s, calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}} \text{ (m/s)}$$

In riferimento alla tabella 3.2.II del DM 14/01/2008 il sito in esame è attribuibile alla categoria di sottosuolo C

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## 4. BASE 2

### a. Risultati della prospezione sismica a rifrazione

La geometria dello stendimento è caratterizzata da distanza intergeofonica pari a 2.00 m, per una lunghezza complessiva di 22.00 m; le energizzazioni sono state eseguite in 5 distinte posizioni:

- esterna al canale 1 ( $x = -1,00$  m)
- intermedia tra i canali 3 e 4 ( $x = 5,00$ )
- centrale rispetto alla stesa geofonica ( $x = 11,00$  m)
- intermedia tra i canali 9 e 10 ( $x = 17,00$ )
- esterna al canale 12 ( $x = 23,0$  m)

In base alla configurazione geometrica adottata il potere risolutivo dell'indagine è compreso tra circa 0,40 m dal p.c. fino ad una profondità stimabile compresa tra 4 m e 7 m in funzione delle velocità e dell'andamento dei rifrattori.

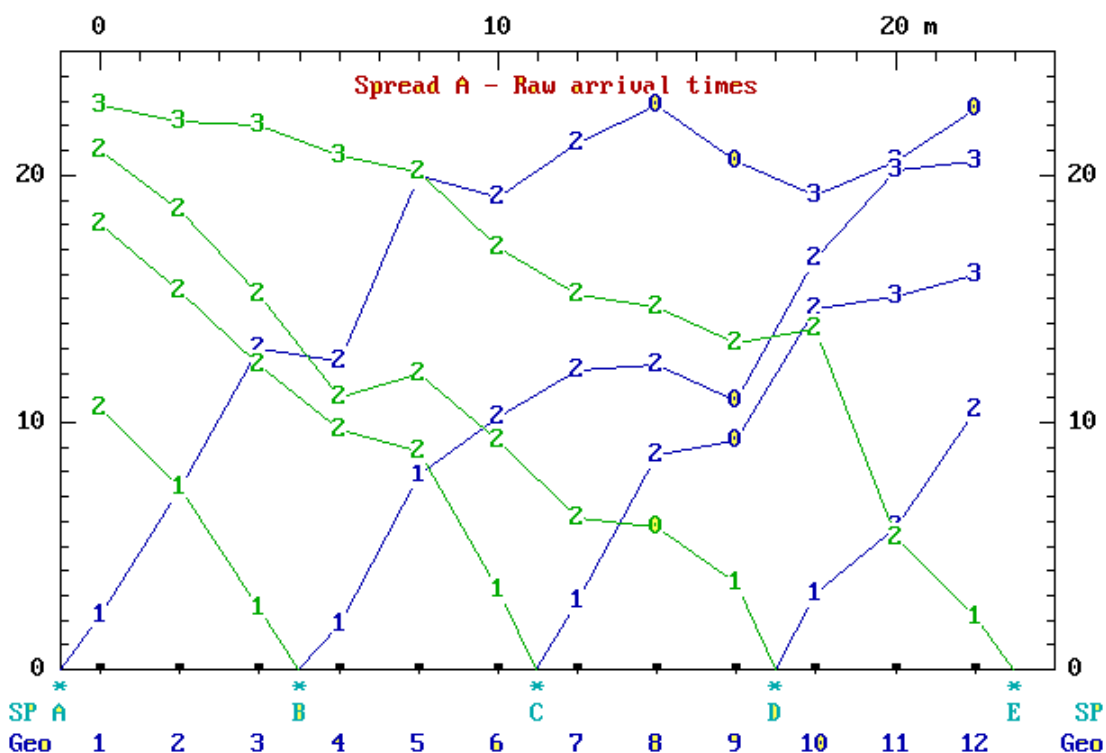
Data la morfologia subpianeggiante dell'area, per l'elaborazione dei dati sono state apportate modeste correzioni topografiche ai geofoni.

I tempi di primo arrivo registrati da ciascun geofono e la configurazione dello stendimento sono riportati nella tabella seguente:

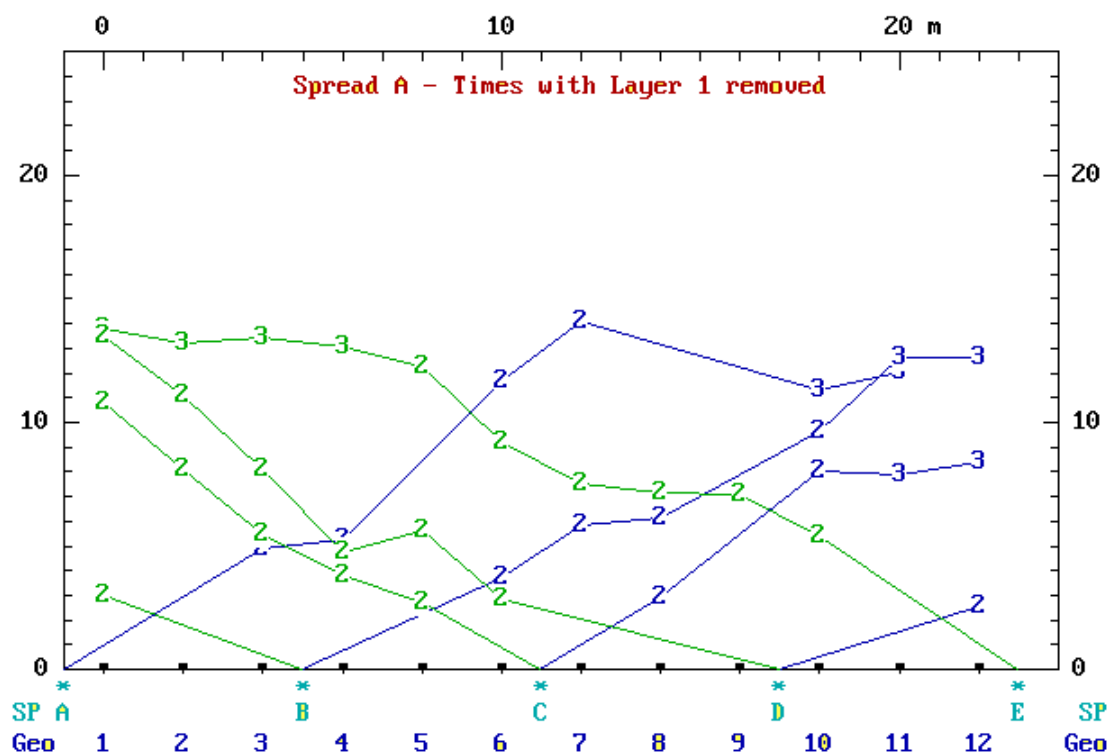
Geo	Elev.	X-Loc	Y-Loc	Tempi primi arrivi (ms)				
				Shot A	Shot B	Shot C	Shot D	Shot E
1	0,00	0,00	0,00	2,20	10,60	18,00	21,00	22,80
2	0,00	2,00	0,00	7,30	7,40	15,30	18,60	22,30
3	0,00	4,00	0,00	13,00	2,50	12,30	15,20	22,00
4	0,00	6,00	0,00	12,50	1,80	9,70	11,00	20,80
5	0,00	8,00	0,00	20,00	7,90	8,80	12,00	20,10
6	0,00	10,00	0,00	19,10	10,20	3,20	9,30	17,10
7	0,00	12,00	0,00	21,30	12,10	2,80	6,10	15,20
8	0,00	14,00	0,00	22,80	12,30	8,70	5,80	14,70
9	-0,70	16,00	0,00	20,60	10,90	9,30	3,50	13,20
10	0,00	18,00	0,00	19,20	16,60	14,60	3,10	13,80
11	0,00	20,00	0,00	20,60	20,20	15,10	5,80	5,30
12	0,00	22,00	0,00	22,70	20,60	16,00	10,50	2,10

Nel grafico seguente, tempo\distanza, si opera una preliminare valutazione dei sismostrati presenti e della loro velocità assegnando ad ogni tempo di arrivo il corrispondente sismostrato.





Successivamente si valuta la correttezza dei sismostrati assegnati rimuovendo lo strato 1 e quindi eliminando i suoi effetti sul grafico tempo distanza e eventualmente si riassegnano i rifrattori per la definizione finale del modello sismostratigrafico



Date le precedenti premesse, utilizzando il codice di calcolo SIPT2, viene fornito il seguente schema interpretativo

**PROFILO base2**

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 1,10 - 1,90 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 402 m/s.
- segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P (metodo Hobson-Overton), pari a 1272 m/s con base posta a profondità variabile compresa tra 3,10 m e 5,90 m.
- segue un terzo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 2558 m/s.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono indicate graficamente nella sezione riportata nella Tavola B. I valori delle velocità  $V_p$  e le profondità dei rifrattori  $h$  calcolati lungo la sezione sono riportate nella tabella seguente:

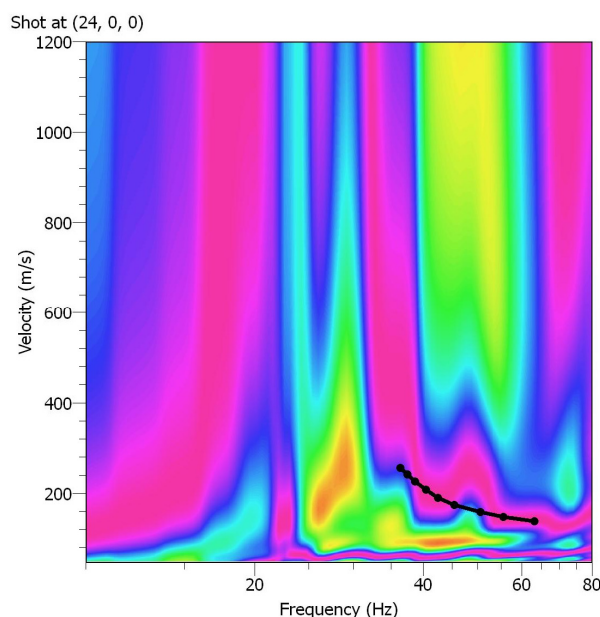
PROFILO base 2	$V_p$ (m/sec)	$h$ (m)
sismostrato 1	402	1.10 – 1.90
sismostrato 2	1272	3.10 – 5.90
sismostrato 2	2558	

**b. Risultati dell'indagine MASW**

I dati di campagna sono stati raccolti utilizzando lo stendimento impiegato nella sismica a rifrazione, quindi con geofoni a distanza intergeofonica pari a 2,00 m. Sono stati eseguiti due shot esterni al canale 12 con offset rispettivamente di 2,00 m, e 6,00 m.

Per ogni shot sono state eseguite almeno tre energizzazioni al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore. La lunghezza delle registrazioni è stata fissata in 2,00 sec con frequenza di campionamento pari a 3000 Hz. Con tale configurazione si ottiene una frequenza di Nyquist pari a circa 1500 Hz e una risoluzione in frequenza di 0,50 Hz. Dall'elaborazione dei dati sono state ricavate per ogni shot le densità spettrali nel piano frequenza-velocità di fase delle onde superficiali. Per il picking della curva di dispersione è stato utilizzato lo shot posto a 2 m dal geofono 12 che meglio ne permetteva la definizione.

Nella figura accanto si riporta la densità spettrale delle onde superficiali, relativa allo shot suddetto con picking (massimi dello spettro) della curva di

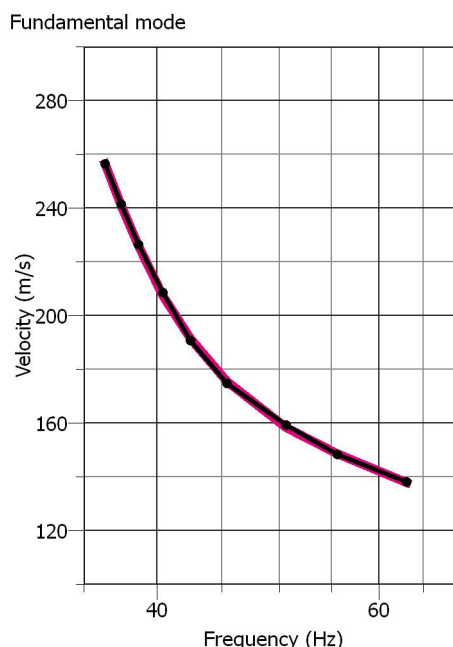


dispersione relativa al modo fondamentale.

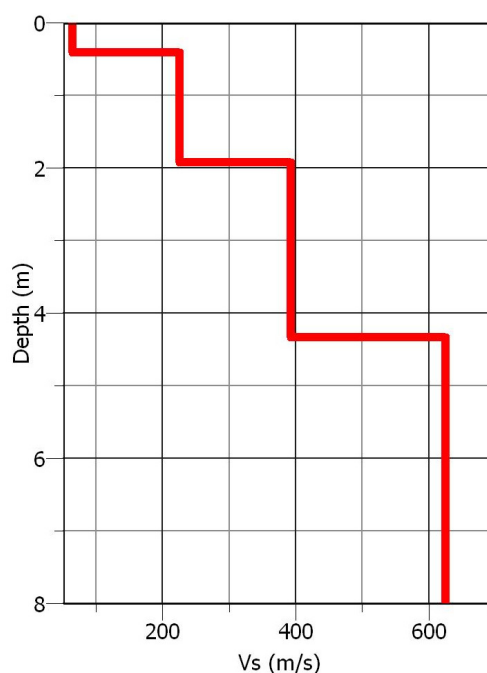
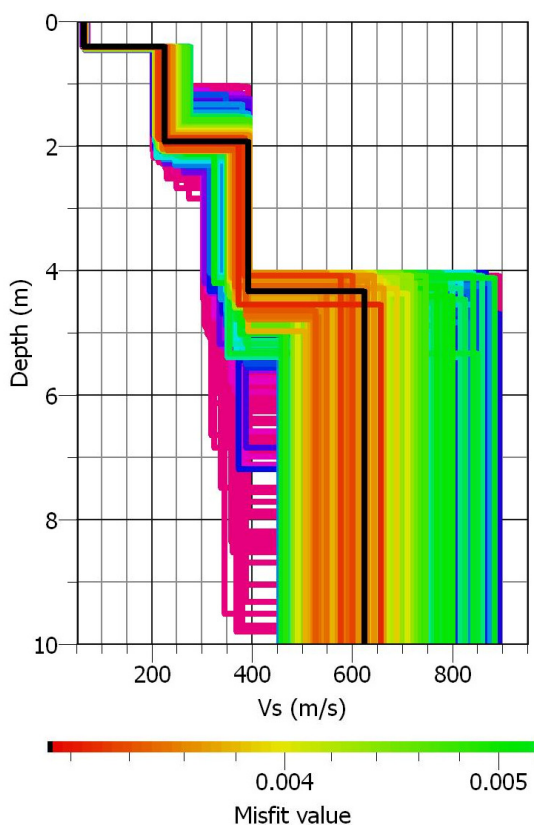
Per determinare la frequenza minima affidabile è stata verificata la coerenza di fase del segnale.

Escludendo nell'elaborazione dei dati i canali da 1 a 9, la frequenza è risultata di circa 35,00 Hz, pari ad una lunghezza d'onda di circa 10 m pertanto l'indagine geofisica ha permesso di investigare il sottosuolo fino ad una profondità stimabile in circa 5 m dal p.c

Il processo d'inversione con il quale sono ricercati i modelli di sottosuolo che meglio approssimano il dato sperimentale è iniziato ipotizzando due strati con variazioni molto ampie dei parametri di rigidità. Nella figura accanto si riporta il grafico con il confronto tra la curva di dispersione sperimentale (linea nera) e quella teorica relativa al modello con miglior misfit (linea rossa).



Il profilo verticale del parametro velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) relativo a tale modello sismostratigrafico è graficato nella figura sottostante a sinistra (linea nera) mentre le linee variamente colorate rappresentano modelli con scarti maggiori rispetto al modello sperimentale. Il profilo con valore minimo di misfit,  $\approx 0,31\%$ , è riportato per maggiore chiarezza nel grafico a destra.



Il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio ubicato indicativamente tra i geofoni 10 e 11 dello stendimento è così riassumibile :

- *un primo sismostrato caratterizzato da modeste oscillazione della velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 64 m/s e 0,40 m.*
- *un secondo sismostrato caratterizzato da modeste oscillazione della velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 226 m/s e 1,90 m.*
- *un terzo sismostrato caratterizzato da modeste oscillazione della velocità delle onde S rispetto al valore di riferimento del modello a migliore misfit pari a 392 m/s base posta a profondità comprese tra 4,10 m e 4,80 (Valore di rif. 4,30 m).*
- *un quarto sismostrato identificabile, dati i limiti e le risultanze della presente indagine, come semispazio omogeneo con oscillazioni del valore della velocità di onde di taglio rispetto al modello con miglior misfit pari a circa 624 m/s*

Per quanto riguarda il grado d'incertezza del risultato osserviamo che in un ampio intervallo di profondità la variabilità del dato sperimentale si mantiene entro limiti più che accettabili, con buona convergenza verso il modello migliore. Le maggiori incertezze riguardano la velocità del semispazio, in quanto siamo al limite di affidabilità dell'indagine come già scritto in precedenza e la velocità del primo sismostrato per l'assenza di segnale utile alle frequenze (lunghezze d'onda) relative al primo metro di terreno

Dai risultati della sismica a rifrazione risultano soddisfatte le condizioni di planarità dei sismostrati, vincolo necessario per la validità dell'elaborazione MASW.

### c. **Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto meccanici**

Le indagini sismiche hanno permesso di definire tre unità sismo-stratigrafiche con differenti caratteristiche elastiche. L'attribuzione litologica ai vari sismostrati è stata fatta sulla base delle informazioni ricavate dai sondaggi eseguiti e dal rilevamento geolitologico eseguito nell'area di studio.

Le profondità dei sismostrati sono fornite, quando possibile, sulla base dei dati dell'indagine sismica a rifrazione la quale fornisce un profilo bidimensionale dell'andamento delle velocità delle onde di compressione.. Il primo sismostrato è stato messo in evidenza solamente dall'indagine MASW. Di seguito si riporta lo schema del modello sismostratigrafico individuato:

- *Unità A: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici. La base del sismostrato è stimata a profondità di 0,40 m dal p.c.*

- *Unità B: volumi di terreno di bassa rigidità sismica riferibili a sedimenti detritici, con base stimata a profondità compresa tra 1,10 m e 1,90 m*
- *Unità C: volumi di terreno di discreta rigidità sismica riferibili alla facies alterata della formazione calcarea.. con base stimata a profondità compresa tra 3,10 m e 5,90 m*
- *Unità D: volumi di terreno di elevata rigidità sismica riferibili alla formazione calcarea..*

I valori delle velocità delle onde sismiche, stimate nei paragrafi precedenti, consentono di determinare una serie di parametri che descrivono il comportamento dei terreni sotto condizioni dinamiche.

Per quanto riguarda la velocità delle onde di compressione ( $V_p$ ), del sismostrato D, l'elaborazione dei dati (vedi allegato) fornisce solo la velocità apparente e non quella reale pertanto i relativi parametri sono solo indicativi. I parametri forniti per il primo sismostrato sono basati esclusivamente sulla velocità delle onde di taglio. Nella Tabella I sono riassunti i parametri calcolati:

Sismostrato	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	$\nu$	$G_0$ (MPa)	$E_0$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )
A	-	64	-	7	-	-	≈ 1,80
B	402	226	0,27	193	262	9,3	≈ 2,02
C	1272	392	0,45	330	957	70,1	≈ 2,15
D	2558	624	0,47	874	2569	326,8	≈ 2,25

$V_p$  = Velocità delle onde di compressione,  $V_s$  = Velocità delle onde di taglio,  $\nu$  = Coefficiente di Poisson,  $G_0$  = modulo di deformazione di taglio,  $E_0$  = modulo elastico dinamico,  $E_s$  = modulo elastico statico,  $\rho$  = densità geofisica;

#### d. Categoria di suolo di fondazione

Ai fini della definizione per via semplificata dell'azione sismica di progetto (D.M. 14 gennaio 2008, cap. 3.2.2.), è stata stimata la categoria di sottosuolo di fondazione utilizzando i dati delle onde superficiali elaborati con tecnica MASW.

L'indagine ha consentito di esplorare il terreno fino ad una profondità massima di circa 5m dal p.c., profondità entro la quale non è stato individuato il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s). Dalle indagini eseguite in aree limitrofe si ritiene di poter utilizzare la velocità  $V_s$  del quarto sismostrato fino a profondità di almeno 35 m dal p.c., pertanto il calcolo della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m è stato ottenuto estrapolando i valori ricavati dall'indagine MASW..

Facendo riferimento al profilo verticale delle onde S elaborato nel capitolo precedente, e assumendo cautelativamente costante la velocità del semispazio i terreni presentano rispetto al p.c. una velocità equivalente,  **$V_{s30} = 498$  m/s**, calcolata con la seguente espressione:

	<b>Studio di Compatibilità Idrogeologica</b>	Codifica <b>REFR11001BASA00207</b>	
		Rev. N° 00	Pag. 21 di 49

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}} \text{ (m/s)} = 498 \text{ m/s}$$

In riferimento alla tabella 3.2.II del DM 14/01/2008 il sito in esame è attribuibile alla categoria di sottosuolo **B**:

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

## 5. BASE 3

### a. Risultati della prospezione sismica a rifrazione

La geometria dello stendimento è caratterizzata da distanza intergeofonica pari a 3.00 m, per una lunghezza complessiva di 33.00 m; le energizzazioni sono state eseguite in 5 distinte posizioni:

- esterna al canale 1 ( $x = -1,50$  m)
- intermedia tra i canali 3 e 4 ( $x = 7,50$ )
- centrale rispetto alla stesa geofonica ( $x = 16,50$  m)
- intermedia tra i canali 9 e 10 ( $x = 25,50$ )
- esterna al canale 12 ( $x = 34,50$  m)

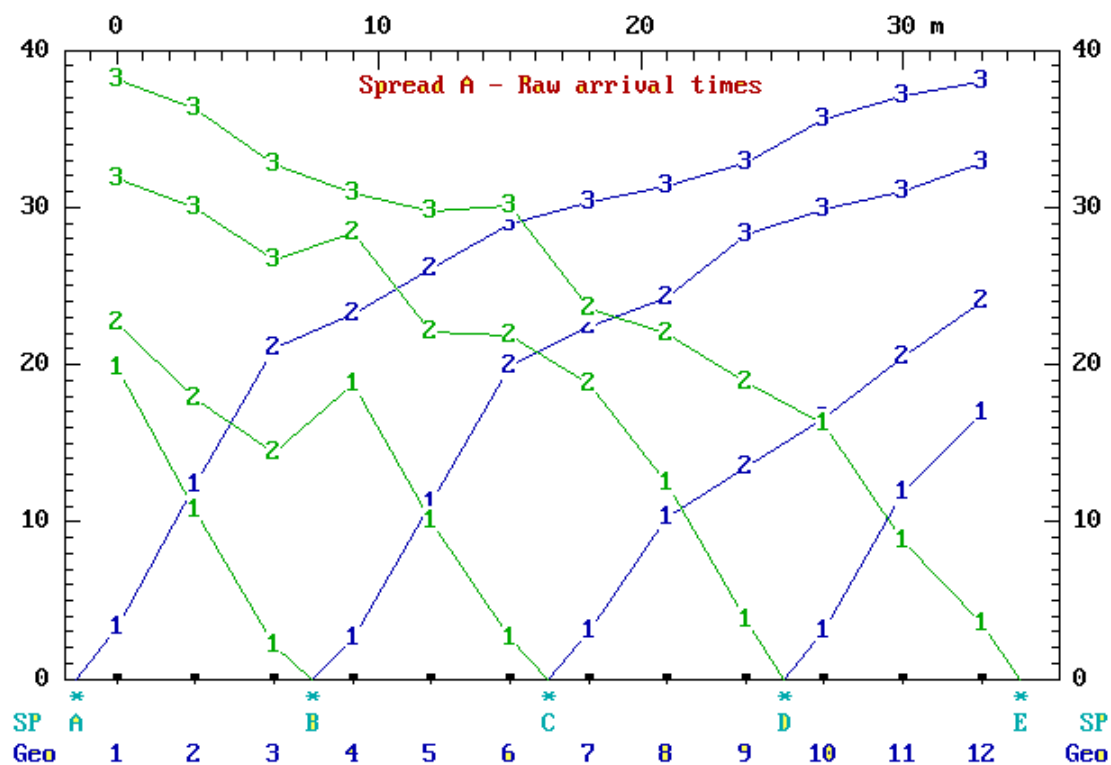
In base alla configurazione geometrica adottata il potere risolutivo dell'indagine è compreso tra circa 0,60 m dal p.c. fino ad una profondità stimabile compresa tra 6 m e 12 m in funzione delle velocità e dell'andamento dei rifrattori.

Data la morfologia subpianeggiante dell'area, per l'elaborazione dei dati non sono state apportate ai geofoni correzioni topografiche.

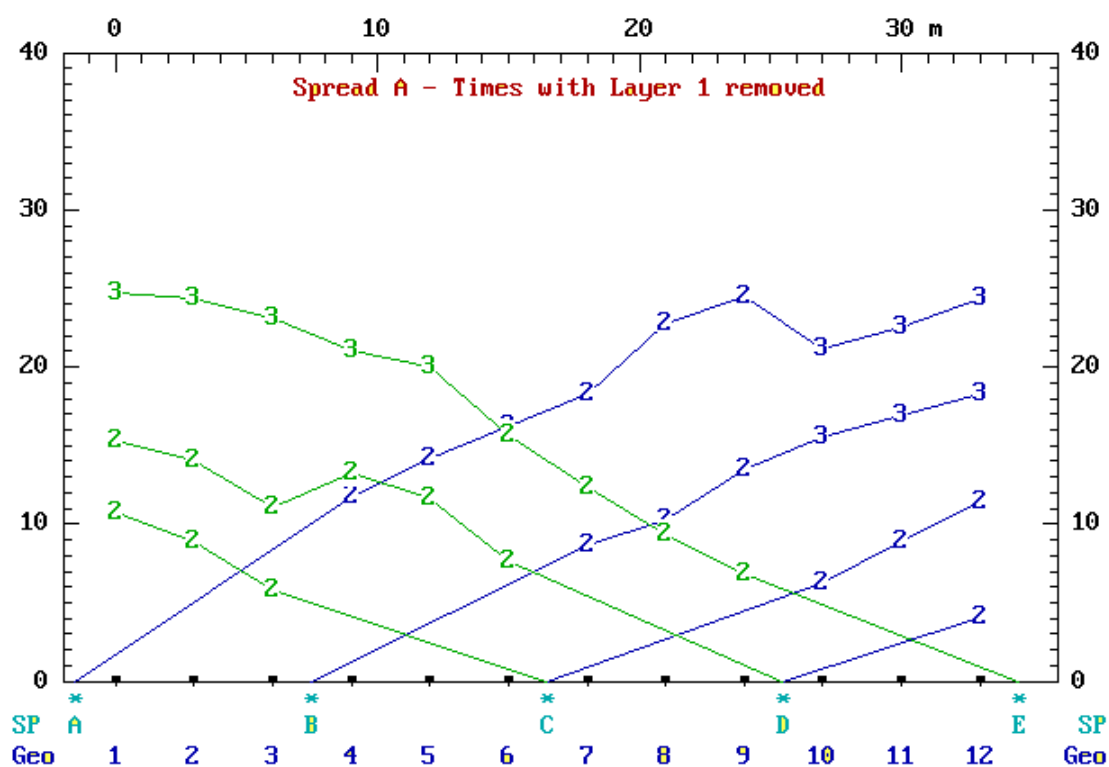
I tempi di primo arrivo registrati da ciascun geofono e la configurazione dello stendimento sono riportati nella tabella seguente:

Geo	Elev.	X-Loc	Y-Loc	Tempi primi arrivi (ms)				
				Shot A	Shot B	Shot C	Shot D	Shot E
1	0,00	0,00	0,00	3,30	19,80	22,60	31,80	38,10
2	0,10	3,00	0,00	12,30	10,70	17,80	30,00	36,30
3	0,20	6,00	0,00	21,00	2,10	14,40	26,70	32,70
4	0,40	9,00	0,00	23,20	2,60	18,70	28,90	30,90
5	0,60	12,00	0,00	26,10	11,20	10,00	22,10	29,70
6	0,80	15,00	0,00	28,90	19,90	2,60	21,80	30,10
7	1,00	18,00	0,00	30,30	22,40	3,10	18,70	23,60
8	1,20	21,00	0,00	31,40	24,30	10,30	12,40	22,00
9	1,40	24,00	0,00	32,80	28,30	13,50	3,70	18,90
10	1,60	27,00	0,00	35,60	29,90	16,60	3,10	16,20
11	1,80	30,00	0,00	37,10	31,00	20,50	11,90	8,80
12	2,00	33,00	0,00	38,00	32,80	24,00	16,90	3,50

Nel grafico seguente, tempo\distanza, si opera una preliminare valutazione dei sismostrati presenti e della loro velocità assegnando ad ogni tempo di arrivo il corrispondente sismostrato.



Successivamente si valuta la correttezza dei sismostrati assegnati rimuovendo lo strato 1 e quindi eliminando i suoi effetti sul grafico tempo distanza e eventualmente si riassegnano i rifrattori per la definizione finale del modello sismostratigrafico





Date le precedenti premesse, utilizzando il codice di calcolo SIPT2, viene fornito il seguente schema interpretativo

### PROFILO base3

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 2,00 - 3,60 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 458 m/s.
- segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P (metodo Hobson-Overton), pari a 1148 m/s con base posta a profondità variabile compresa tra 3,90 m e 7,70 m.
- segue un terzo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 1760 m/s.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono indicate graficamente nella sezione riportata nella Tavola B. I valori delle velocità  $V_p$  e le profondità dei rifrattori  $h$  calcolati lungo la sezione sono riportate nella tabella seguente:

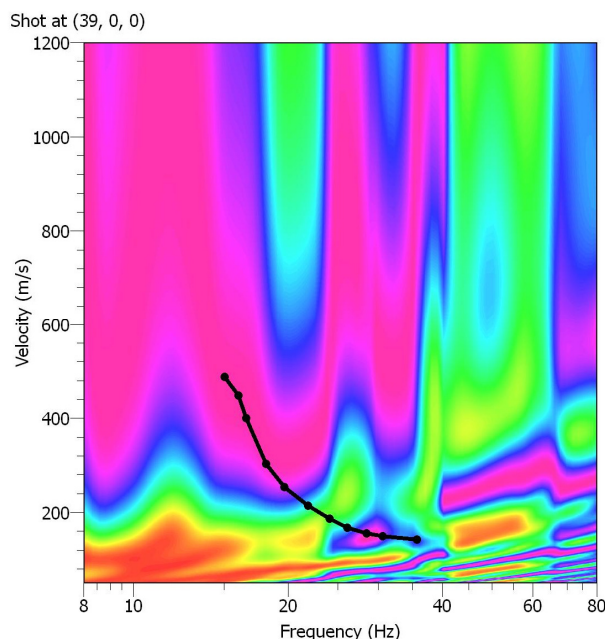
PROFILO base 3	$V_p$ (m/sec)	$h$ (m)
sismostrato 1	458	2.00 – 3.60
sismostrato 2	1148	3.90 – 7.70
sismostrato 3	1760	

### b. Risultati dell'indagine MASW

I dati di campagna sono stati raccolti utilizzando lo stendimento impiegato nella sismica a rifrazione, quindi con geofoni a distanza intergeofonica pari a 3,00 m. Sono stati eseguiti due shot esterni al canale 12 con offset rispettivamente di 3,00 m, e 6,00 m.

Per ogni shot sono state eseguite almeno tre energizzazioni al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore. La lunghezza delle registrazioni è stata fissata in 2,00 sec con frequenza di campionamento pari a 3000 Hz. Con tale configurazione si ottiene una frequenza di Nyquist pari a circa 1500 Hz e una risoluzione in frequenza di 0,50 Hz. Dall'elaborazione dei dati sono state ricavate per ogni shot le densità spettrali nel piano frequenza-velocità di fase delle onde superficiali. Per il picking della curva di dispersione è stato utilizzato lo shot posto a 6 m dal geofono 1 che meglio ne permetteva la definizione.

Nella figura accanto si riporta la densità spettrale delle onde superficiali, relativa allo shot suddetto con picking (massimi dello spettro) della curva di dispersione relativa al modo fondamentale.



Per determinare la frequenza minima affidabile è stata verificata la coerenza di fase del segnale. Escludendo nell'elaborazione dei dati i canali da 1 a 7, la frequenza è risultata di circa 1500 Hz, pari ad una lunghezza d'onda di circa 32 m pertanto l'indagine geofisica ha permesso di investigare il sottosuolo fino ad una profondità stimabile in circa 16 m dal p.c.

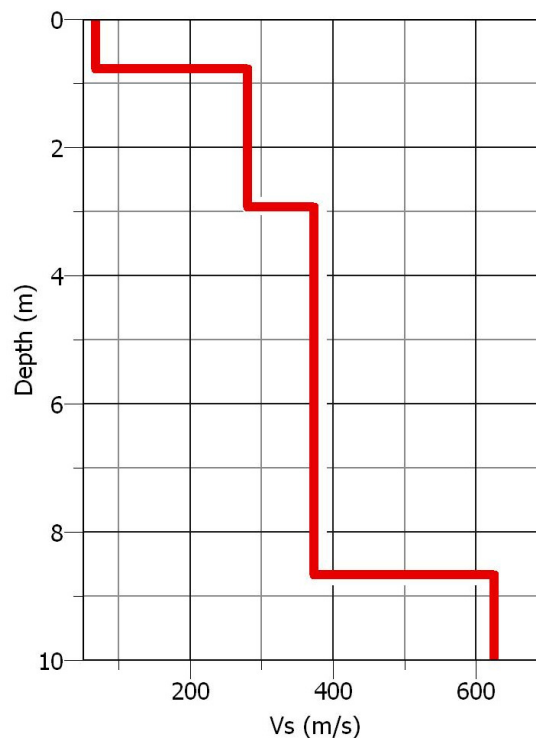
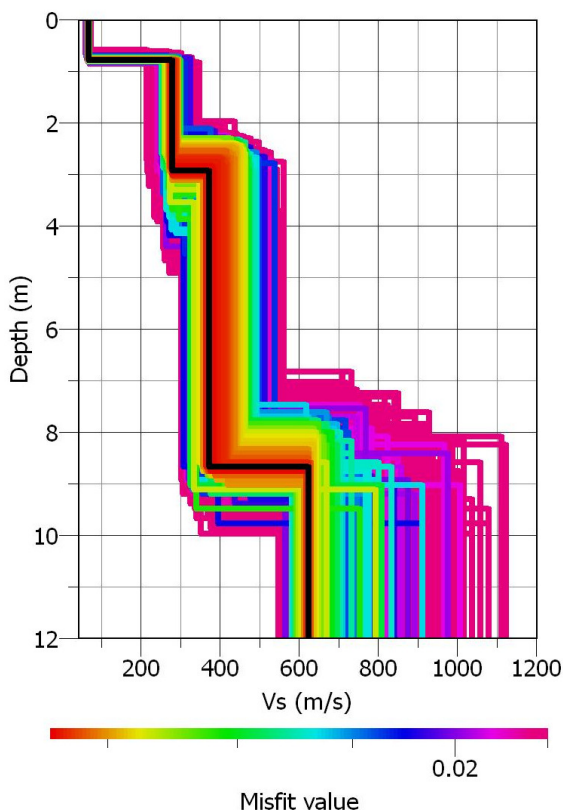
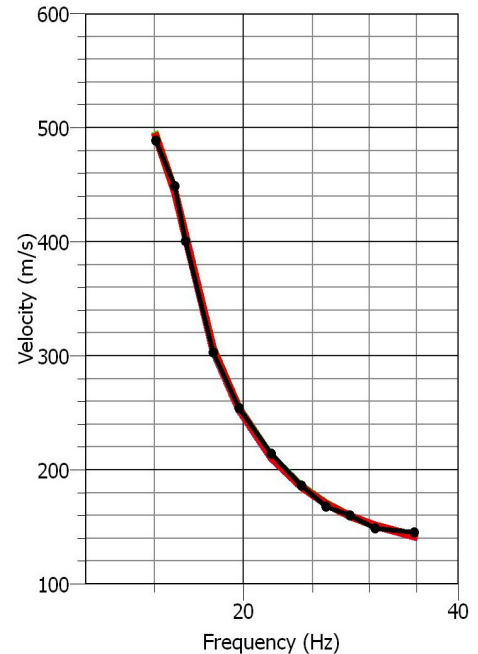
Il processo d'inversione con il quale sono ricercati i modelli di sottosuolo che meglio approssimano il dato sperimentale è iniziato ipotizzando due strati con variazioni molto ampie dei parametri di rigidità.

Nella figura accanto si riporta il grafico con il confronto tra la curva di dispersione sperimentale (linea nera) e quella teorica relativa al modello con miglior misfit (linea rossa).

Il profilo verticale del parametro velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) relativo a tale modello sismostratigrafico è graficato nella figura sottostante a sinistra (linea nera) mentre le linee variamente colorate rappresentano modelli con scarti maggiori rispetto al modello sperimentale.

Il profilo con valore minimo di misfit,  $\approx 1,32\%$ , è riportato per maggiore chiarezza nel grafico a destra.

Fundamental mode



Il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio ubicato indicativamente tra i geofoni 9 e 10 dello stendimento è così riassumibile :

- *un primo sismostrato caratterizzato da modeste oscillazione della velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 69 m/s e 0,76 m.*
- *un secondo sismostrato caratterizzato da modeste oscillazione della velocità delle onde S rispetto al valore di riferimento del modello a migliore misfit pari a 278 m/s base posta a profondità comprese tra 2,60 m e 3,10 (Valore di rif. 2,90 m).*
- *un terzo sismostrato caratterizzato da oscillazione della velocità delle onde S comprese tra 356 m/s e 442m/s (val. di rif. 373 m/s) e base posta a profondità comprese tra 8,30 m e 8,80 (Valore di rif. 8,65 m).*
- *un quarto sismostrato identificabile, dati i limiti e le risultanze della presente indagine, come semispazio omogeneo con modeste oscillazioni del valore della velocità di onde di taglio rispetto al modello con miglior misfit pari a circa 625 m/s*

Per quanto riguarda il grado d'incertezza del risultato osserviamo che in un ampio intervallo di profondità la variabilità del dato sperimentale si mantiene entro limiti più che accettabili, con buona convergenza verso il modello migliore.

Dai risultati della sismica a rifrazione risultano soddisfatte le condizioni di planarità dei sismostrati nel tratto di sezione sottostante ai geofoni utilizzati per l'elaborazione MASW.

### **c. Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto meccanici**

Le indagini sismiche hanno permesso di definire tre unità sismo-stratigrafiche con differenti caratteristiche elastiche. L'attribuzione litologica ai vari sismostrati è stata fatta sulla base delle informazioni ricavate dai sondaggi eseguiti e dal rilevamento geolitologico eseguito nell'area di studio.

Le profondità dei sismostrati sono fornite, quando possibile, sulla base dei dati dell'indagine sismica a rifrazione la quale fornisce un profilo bidimensionale dell'andamento delle velocità delle onde di compressione.. Il primo sismostrato è stato messo in evidenza solamente dall'indagine MASW. Di seguito si riporta lo schema del modello sismostratigrafico individuato:

- *Unità A: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici. La base del sismostrato è stimata a profondità di 0,76 m dal p.c.*
- *Unità B: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti detritici, con base stimata a profondità compresa tra 2,00 m e 3,60 m*
- *Unità C: volumi di terreno di discreta rigidità sismica riferibili alla facies alterata della formazione calcarea.....con base stimata a profondità compresa tra 3,90 m e 7,70 m*
- *Unità D: volumi di terreno di elevata rigidità sismica riferibili alla formazione calcarea....*

I valori delle velocità delle onde sismiche, stimate nei paragrafi precedenti, consentono di determinare una serie di parametri che descrivono il comportamento dei terreni sotto condizioni dinamiche.

Per quanto riguarda la velocità delle onde di compressione ( $V_p$ ), del sismostrato C, l'elaborazione dei dati (vedi allegato) fornisce solo la velocità apparente e non quella reale pertanto i relativi parametri sono solo indicativi. I parametri forniti per il primo sismostrato sono basati esclusivamente sulla velocità delle onde di taglio. Nella Tabella I sono riassunti i parametri calcolati:

Sismostrato	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	$\nu$	$G_0$ (MPa)	$E_0$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )
A	-	69	-	8	-	-	≈ 1,74
B	458	278	0,21	162	392	17,4	≈ 2,10
C	1148	373	0,44	294	848	58,0	≈ 2,12
D	1760	625	0,43	874	2498	312,9	≈ 2,24

$V_p$  = Velocità delle onde di compressione,  $V_s$  = Velocità delle onde di taglio,  $\nu$  = Coefficiente di Poisson,  $G_0$  = modulo di deformazione di taglio,  $E_0$  = modulo elastico dinamico,  $E_s$  = modulo elastico statico,  $\rho$  = densità geofisica;

#### d. Categoria di suolo di fondazione

Ai fini della definizione per via semplificata dell'azione sismica di progetto (D.M. 14 gennaio 2008, cap. 3.2.2.), è stata stimata la categoria di sottosuolo di fondazione utilizzando i dati delle onde superficiali elaborati con tecnica MASW.

L'indagine ha consentito di esplorare il terreno fino ad una profondità massima di circa 16 m dal p.c., profondità entro la quale non è stato individuato il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s). Dalle indagini eseguite in aree limitrofe si ritiene di poter utilizzare la velocità  $V_s$  del quarto sismostrato fino a profondità di almeno 35 m dal p.c. pertanto il calcolo della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m è stato ottenuto estrapolando i valori ricavati dall'indagine MASW.

Facendo riferimento al profilo verticale delle onde S elaborato precedentemente, e assumendo cautelativamente costante la velocità del semispazio i terreni presentano rispetto al p.c. una velocità equivalente,  **$V_{s30} = 439$  m/s**, calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}} \text{ (m/s) } = 439 \text{ m/s}$$

In considerazione dei margini di incertezza e a favore di sicurezza, in riferimento alla tabella 3.2.II del DM 14/01/2008, il sito in esame è attribuibile alla categoria di sottosuolo **B**:

*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle*

 TERNA GROUP	<b>Studio di Compatibilità Idrogeologica</b>	Codifica <b>REFR11001BASA00207</b>	
		Rev. N° 00	Pag. 28 di 49

*proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## 6. BASE 4

### a. Risultati della prospezione sismica a rifrazione

La geometria dello stendimento è caratterizzata da distanza intergeofonica pari a 3.00 m, per una lunghezza complessiva di 33.00 m; le energizzazioni sono state eseguite in 5 distinte posizioni:

- esterna al canale 1 ( $x = -1,50$  m)
- intermedia tra i canali 3 e 4 ( $x = 7,50$ )
- centrale rispetto alla stesa geofonica ( $x = 16,50$  m)
- intermedia tra i canali 9 e 10 ( $x = 25,50$ )
- esterna al canale 12 ( $x = 34,50$  m)

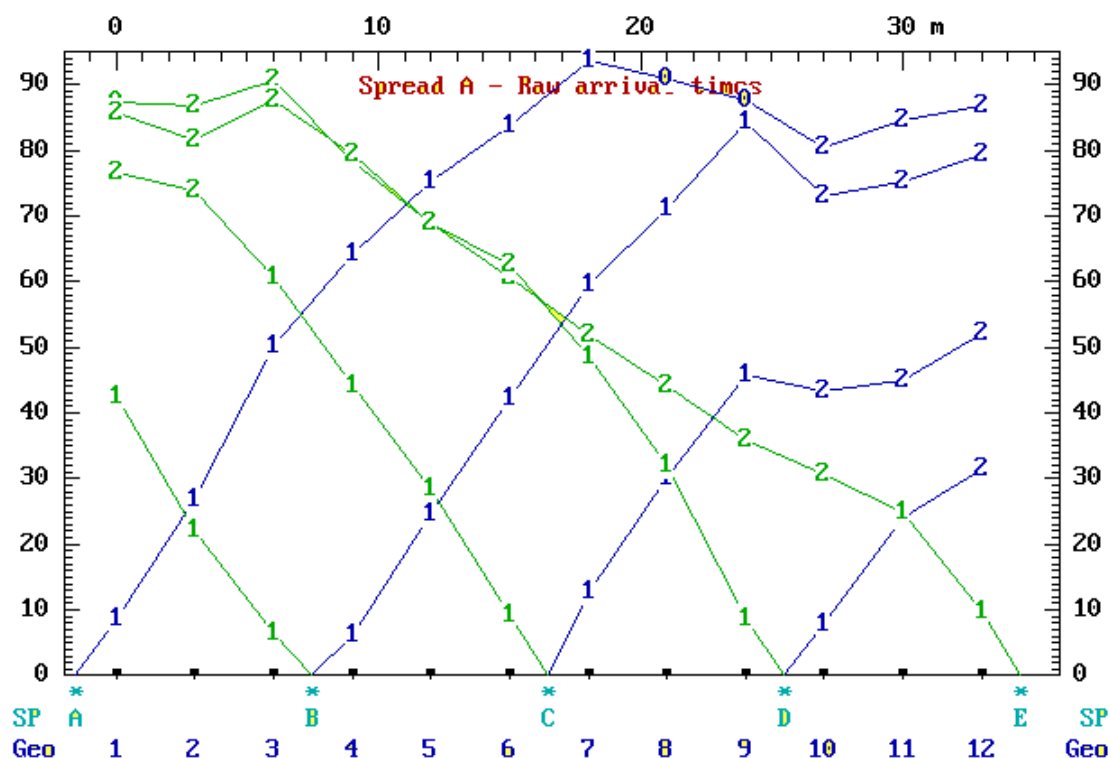
In base alla configurazione geometrica adottata il potere risolutivo dell'indagine è compreso tra circa 0,60 m dal p.c. fino ad una profondità stimabile compresa tra 6 m e 10 m in funzione delle velocità e dell'andamento dei rifrattori

Data la morfologia subpianeggiante dell'area, per l'elaborazione dei dati non sono state apportate ai geofoni correzioni topografiche.

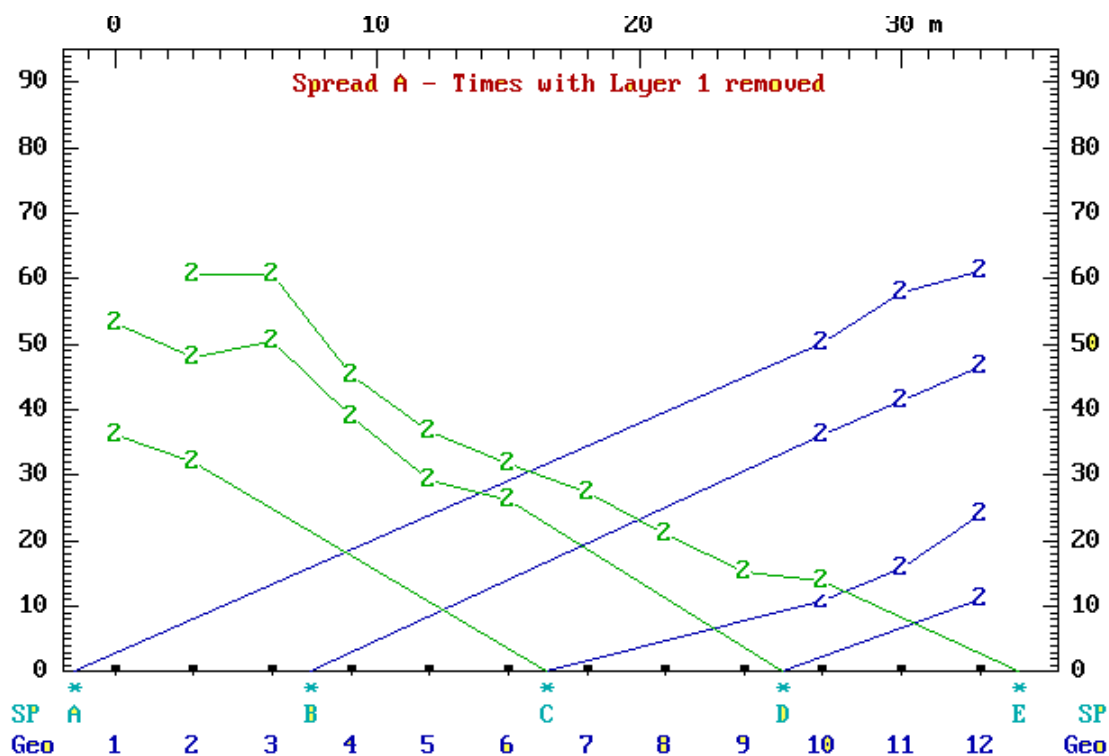
I tempi di primo arrivo registrati da ciascun geofono e la configurazione dello stendimento sono riportati nella tabella seguente:

Geo	Elev.	X-Loc	Y-Loc	Tempi primi arrivi (ms)				
				Shot A	Shot B	Shot C	Shot D	Shot E
1	0,00	0,00	0,00	8,60	42,40	76,70	85,70	87,20
2	0,00	3,00	0,00	26,90	22,10	73,70	81,60	86,80
3	0,00	6,00	0,00	50,20	6,40	60,70	87,70	90,50
4	0,00	9,00	0,00	64,10	6,30	44,10	79,40	78,30
5	0,00	12,00	0,00	75,10	24,60	28,40	69,00	68,80
6	0,00	15,00	0,00	83,70	42,30	9,10	62,60	60,60
7	0,00	18,00	0,00	93,50	59,40	12,80	48,60	51,90
8	0,00	21,00	0,00	91,00	71,20	30,20	32,00	44,10
9	0,00	24,00	0,00	87,50	84,30	45,70	8,70	35,90
10	0,00	27,00	0,00	80,40	73,10	43,30	7,70	30,70
11	0,00	30,00	0,00	84,60	75,20	44,90	24,10	24,80
12	0,00	33,00	0,00	86,80	79,30	52,20	31,40	9,80

Nel grafico seguente, tempo \ distanza, si opera una preliminare valutazione dei sismostrati presenti e della loro velocità assegnando ad ogni tempo di arrivo il corrispondente sismostrato.



Successivamente si valuta la correttezza dei sismostrati assegnati rimuovendo lo strato 1 e quindi eliminando i suoi effetti sul grafico tempo distanza e eventualmente si riassegnano i rifrattori per la definizione finale del modello sismostratigrafico



Date le precedenti premesse, utilizzando il codice di calcolo SIPT2, viene fornito il seguente schema interpretativo

**PROFILO base 4**

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 1,00 - 4,80 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 177 m/s.
- segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 570 m/s.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono indicate graficamente nella sezione riportata nella Tavola B. I valori delle velocità Vp e le profondità dei rifrattori h calcolati lungo la sezione sono riportate nella tabella seguente:

Base 4	Vp (m/sec)	h (m)
sismostrato 1	177	1.00 – 4.80
sismostrato 2	570	

Nella Tavola B è riportata la sezione sismo-stratigrafica con la definizione dei volumi di terreno nel sottosuolo con omogenee caratteristiche elastiche. L'interpretazione litostratigrafica è stata fatta sulla base della cartografia geologica della zona con controllo diretto in campagna e sulla scorta dei sondaggi meccanici.

E' utile precisare di non leggere lo schema come una sezione geolitologica ma unicamente come un modello geofisico del terreno, in particolare della variazione con la profondità dei parametri elastici. In allegato si riportano i listati dell'elaborazione eseguita al calcolatore con il codice SIP, il diagramma dei tempi di arrivo – distanze e le acquisizioni analizzate.

**b. Risultati dell'indagine MASW**

I dati di campagna sono stati raccolti utilizzando lo stendimento impiegato nella sismica a rifrazione, quindi con geofoni a distanza intergeofonica pari a 3,00 m. Sono stati eseguiti due shot esterni al canale 12 con offset rispettivamente di 3,00 m, e 9,00 m ed uno shot esterno al canale 1 con offset di 3,00 m,. Per ogni shot sono state eseguite almeno tre energizzazioni al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore. La lunghezza delle registrazioni è stata fissata in 2,00 sec con frequenza di campionamento pari a 3000 Hz. Con tale configurazione si ottiene una frequenza di Nyquist pari a circa 1500 Hz e una risoluzione in frequenza di 0,50 Hz. Dall'elaborazione dei dati sono state ricavate per ogni shot le densità spettrali nel piano frequen-



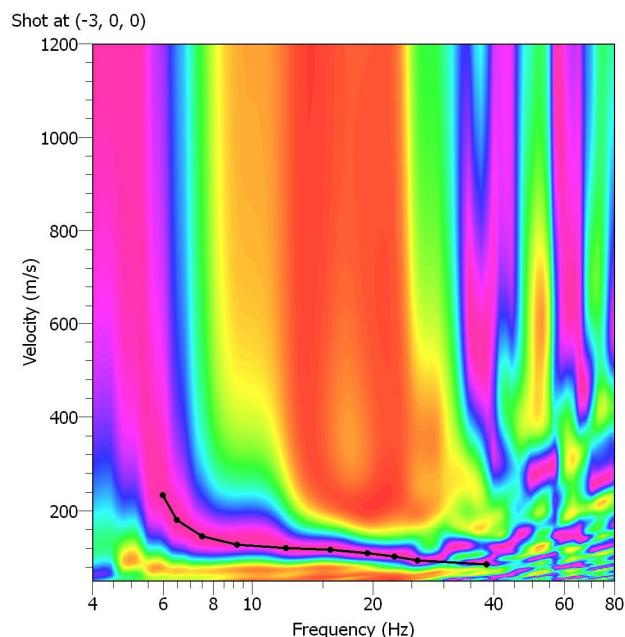
velocità di fase delle onde superficiali. Per il picking della curva di dispersione è stato utilizzato lo shot posto a 3 m dal geofono 1 che meglio ne permetteva la definizione.

Nella figura accanto si riporta la densità spettrale delle onde superficiali, relativa allo shot suddetto con picking (massimi dello spettro) della curva di dispersione relativa al modo fondamentale.

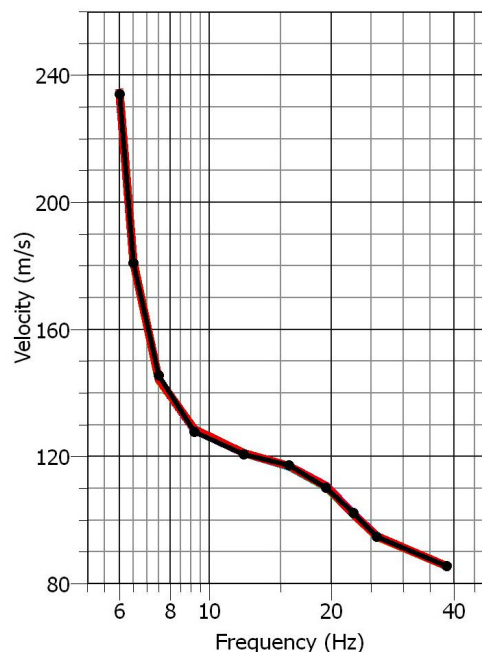
Per determinare la frequenza minima affidabile è stata verificata la coerenza di fase del segnale. Escludendo nell'elaborazione dei dati i canali da 7 a 12, la frequenza è risultata di circa 6,00 Hz, pari ad una lunghezza d'onda di circa 40 m pertanto l'indagine geofisica ha permesso di investigare il sottosuolo fino ad una profondità stimabile in circa 20 m dal p.c

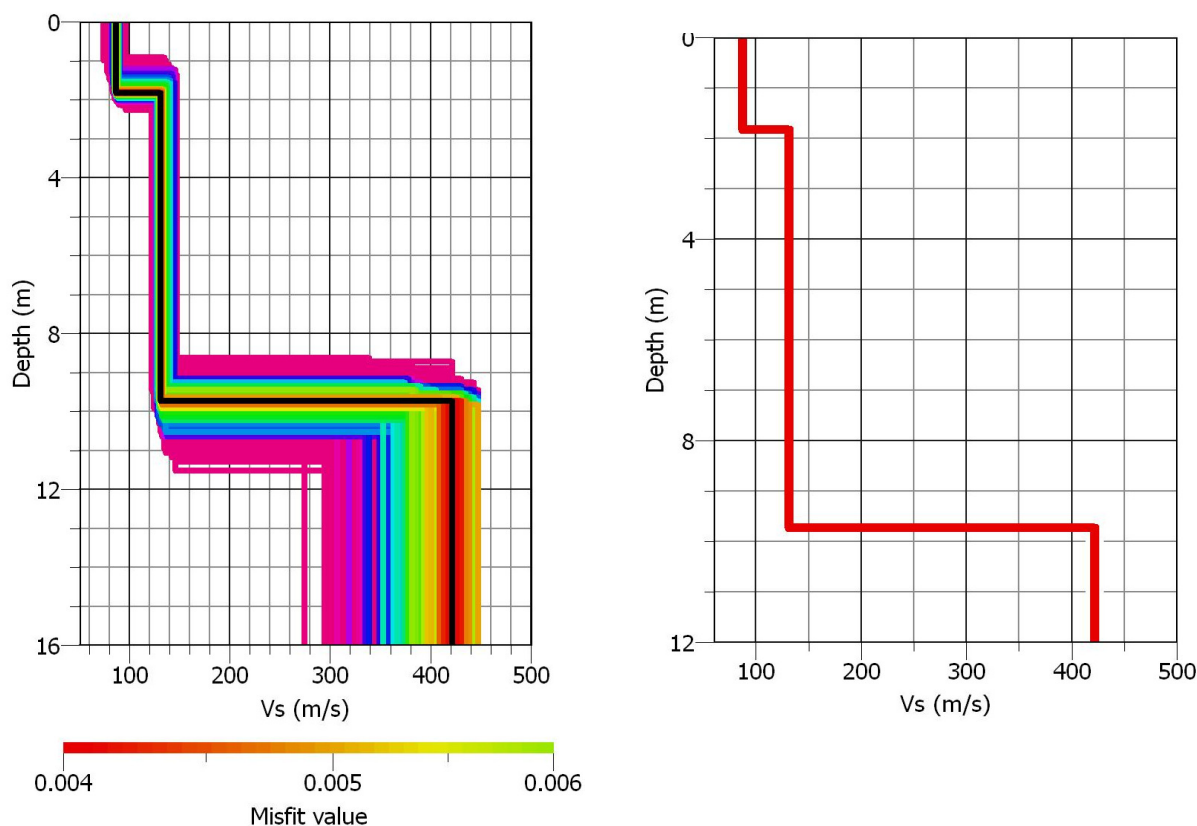
Il processo d'inversione con il quale sono ricercati i modelli di sottosuolo che meglio approssimano il dato sperimentale è iniziato ipotizzando due strati con variazioni molto ampie dei parametri di rigidezza.

Nella figura accanto si riporta il grafico con il confronto tra la curva di dispersione sperimentale (linea nera) e quella teorica relativa al modello con miglior misfit (linea rossa). Il profilo verticale del parametro velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) relativo a tale modello sismostratigrafico è graficato nella figura sottostante a sinistra (linea nera) mentre le linee variamente colorate rappresentano modelli con scarti maggiori rispetto al modello sperimentale. Il profilo con valore minimo di misfit,  $\approx 0,41\%$ , è riportato per maggiore chiarezza nel grafico a destra.



Fundamental mode





Il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio ubicato indicativamente tra i geofoni 9 e 10 dello stendimento è così riassumibile :

- *un primo sismostrato, caratterizzato da modeste oscillazione delle velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 87 m/s e 1,80 m.*
- *un secondo sismostrato, caratterizzato da modeste oscillazione delle velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 131 m/s e 9,70.*
- *un terzo sismostrato identificabile, dati i limiti e le risultanze della presente indagine, come semispazio omogeneo con modeste oscillazioni del valore della velocità di onde di taglio rispetto al modello con miglior misfit pari a circa 421 m/s*

Per quanto riguarda il grado d'incertezza del risultato osserviamo che in un ampio intervallo di profondità la variabilità del dato sperimentale si mantiene entro limiti più che accettabili, con buona convergenza verso il modello migliore.

Dai risultati della sismica a rifrazione risultano soddisfatte le condizioni di planarità dei sismostrati nel tratto di sezione sottostante ai geofoni utilizzati per l'elaborazione MASW.

### c. Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto meccanici

Le indagini sismiche hanno permesso di definire tre unità sismo-stratigrafiche con differenti caratteristiche elastiche. L'attribuzione litologica ai vari sismostrati è stata fatta sulla base delle informazioni ricavate dal rilevamento geolitologico eseguito nell'are di studio.

Le profondità dei sismostrati sono fornite, quando possibile, sulla base dei dati dell'indagine sismica a rifrazione la quale fornisce un profilo bidimensionale dell'andamento delle velocità delle onde di compressione.. Il secondo rifratore è posto alla profondità di circa 10 m dal p.c., profondità non risolvibile dall'indagine a rifrazione in rapporto alla lunghezza dello stendimento. Tale sismostrato è stato messo in evidenza solamente dall'indagine MASW. Di seguito si riporta lo schema del modello sismostratigrafico individuato:

- *Unità A: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici. La base del sismostrato è stimata a profondità compresa tra 1,80 m e 2,30 m dal p.c.*
- *Unità B: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili al substrato calcareo fratturato, con base stimata a profondità di 9,70 m*
- *Unità C: volumi di terreno di discreta rigidità sismica riferibili al substrato calcaeo..*

I valori delle velocità delle onde sismiche, stimate nei paragrafi precedenti, consentono di determinare una serie di parametri che descrivono il comportamento dei terreni sotto condizioni dinamiche.

Per quanto riguarda la velocità delle onde di compressione ( $V_p$ ), del sismostrato C, l'elaborazione dei dati (vedi allegato) fornisce solo la velocità apparente e non quella reale pertanto i relativi parametri sono solo indicativi. I parametri forniti per il quarto sismostrato possono essere quelli basati sulla velocità delle onde di taglio. Nella Tabella I sono riassunti i parametri calcolati:

Sismostrato	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	$\nu$	$G_0$ (MPa)	$E_0$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )
A	177	87	0,34	13	35	0,4	≈ 1,74
B	570	131	0,47	30	88	1,7	≈ 1,76
C	-	421	-	369	-	-	≈ 2,10

$V_p$  = Velocità delle onde di compressione,  $V_s$  = Velocità delle onde di taglio,  $\nu$  = Coefficiente di Poisson,  $G_0$  = modulo di deformazione di taglio,  $E_0$  = modulo elastico dinamico,  $E_s$  = modulo elastico statico,  $\rho$  = densità geofisica;

### d. Categoria di suolo di fondazione

Ai fini della definizione per via semplificata dell'azione sismica di progetto (D.M. 14 gennaio 2008, cap. 3.2.2.), è stata stimata la categoria di sottosuolo di fondazione utilizzando i dati delle onde superficiali elaborati con tecnica MASW.

	<b>Studio di Compatibilità Idrogeologica</b>	Codifica <b>REFR11001BASA00207</b>	
		Rev. N° 00	Pag. 35 di 49

L'indagine ha consentito di esplorare il terreno fino ad una profondità massima di circa 20 m dal p.c., profondità entro la quale non è stato individuato il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s). Dalle indagini eseguite in aree limitrofe si ritiene di poter utilizzare la velocità  $V_s$  del terzo sismostrato fino a profondità di almeno 35 m dal p.c., pertanto il calcolo della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m è stato ottenuto estrapolando i valori ricavati dall'indagine MASW.

In riferimento al profilo verticale delle onde S precedentemente descritto i terreni di copertura presentano a partire dal p.c., una velocità equivalente,  **$V_{s30} = 232$  m/s**, calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}} \quad (\text{m/s})$$

In riferimento alla tabella 3.2.II del DM 14/01/2008 il sito in esame è attribuibile alla categoria di sottosuolo **C**

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## 7. BASE 5

### a. Risultati della prospezione sismica a rifrazione

La geometria dello stendimento è caratterizzata da distanza intergeofonica pari a 3.00 m, per una lunghezza complessiva di 33.00 m; le energizzazioni sono state eseguite in 5 distinte posizioni:

- esterna al canale 1 ( $x = -1,50$  m)
- intermedia tra i canali 3 e 4 ( $x = 7,50$ )
- centrale rispetto alla stesa geofonica ( $x = 16,50$  m)
- intermedia tra i canali 9 e 10 ( $x = 25,50$ )
- esterna al canale 12 ( $x = 34,50$  m)

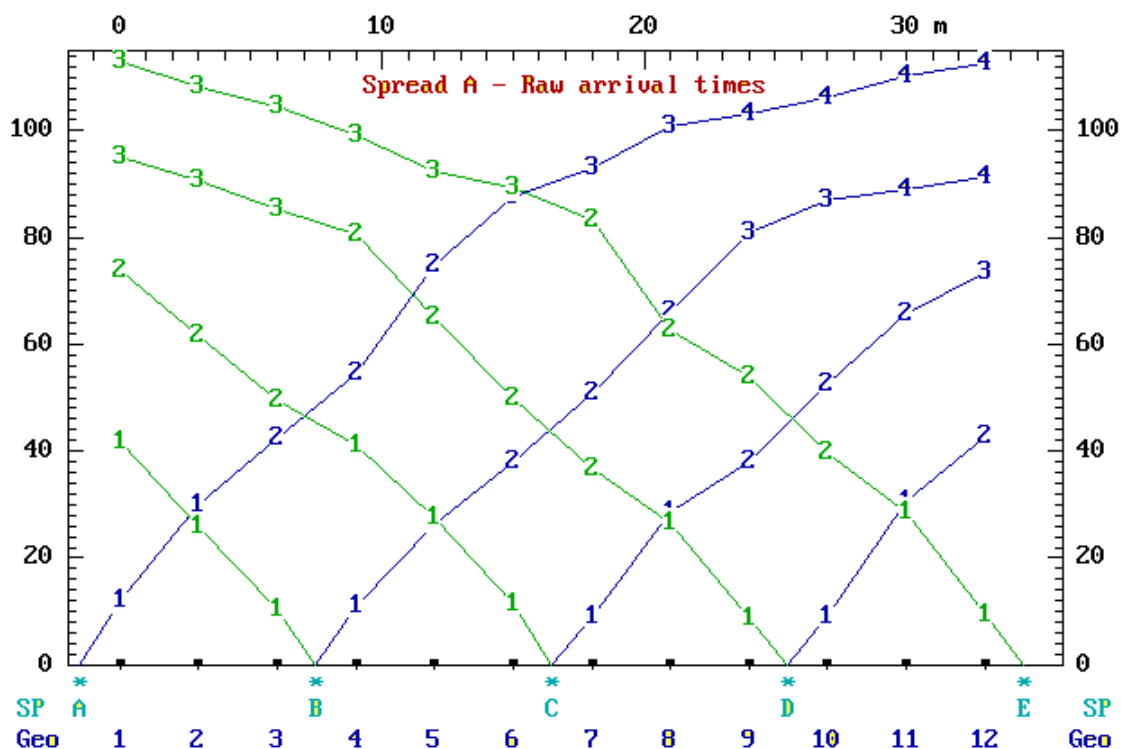
In base alla configurazione geometrica adottata il potere risolutivo dell'indagine è compreso tra circa 0,60 m dal p.c. fino ad una profondità stimabile compresa tra 6 m e 10 m in funzione delle velocità e dell'andamento dei rifrattori.

Data la morfologia subpianeggiante dell'area, per l'elaborazione dei dati non sono state apportate ai geofoni correzioni topografiche.

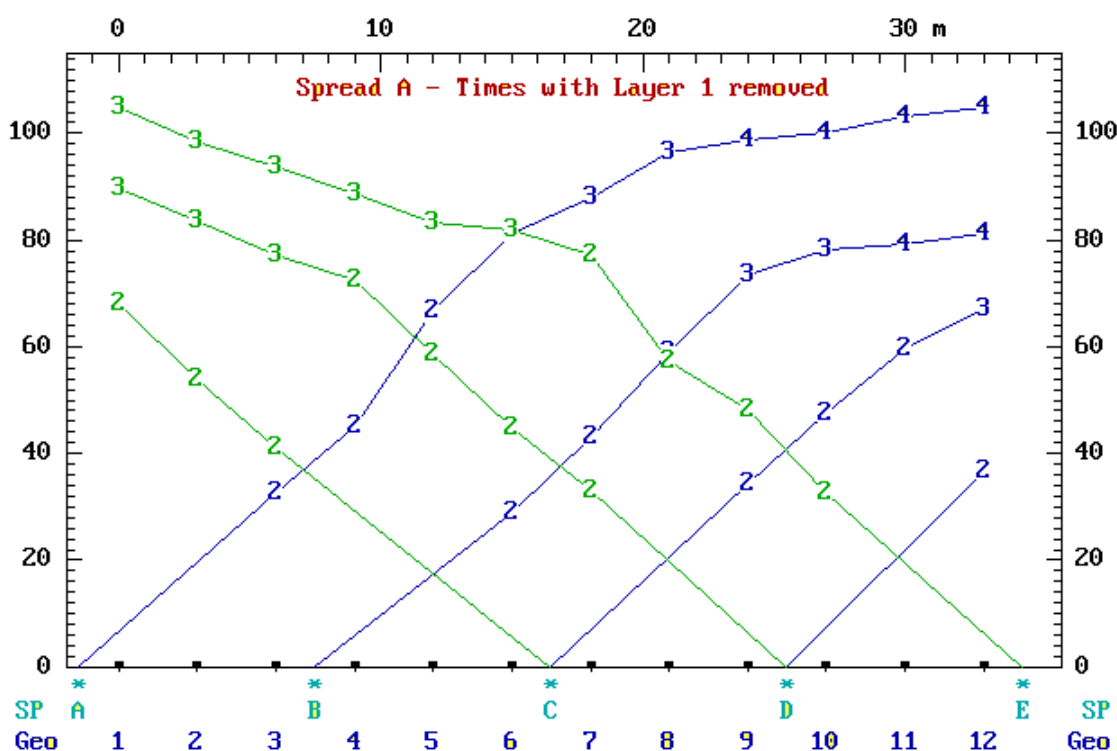
I tempi di primo arrivo registrati da ciascun geofono e la configurazione dello stendimento sono riportati nella tabella seguente:

Geo	Elev.	X-Loc	Y-Loc	Tempi primi arrivi (ms)				
				Shot A	Shot B	Shot C	Shot D	Shot E
1	0,00	0,00	0,00	11,90	41,80	73,90	95,00	112,80
2	0,00	3,00	0,00	30,10	25,80	61,50	90,70	108,20
3	0,00	6,00	0,00	42,30	10,20	49,60	85,30	104,50
4	0,00	9,00	0,00	54,70	10,90	41,10	80,40	99,20
5	0,00	12,00	0,00	74,70	26,10	27,70	65,10	92,50
6	0,00	15,00	0,00	87,80	38,00	11,40	49,90	89,40
7	0,00	18,00	0,00	93,10	50,80	8,90	36,70	83,20
8	0,00	21,00	0,00	100,80	66,10	28,60	26,40	62,80
9	0,00	24,00	0,00	103,30	80,90	37,90	8,60	54,00
10	0,00	27,00	0,00	106,20	86,90	52,60	8,90	39,80
11	0,00	30,00	0,00	110,20	89,10	65,70	30,50	28,50
12	0,00	33,00	0,00	112,50	91,40	73,50	42,90	9,40

Nel grafico seguente, tempo\distanza, si opera una preliminare valutazione dei sismostrati presenti e della loro velocità assegnando ad ogni tempo di arrivo il corrispondente sismostrato.



Successivamente si valuta la correttezza dei sismostrati assegnati rimuovendo lo strato 1 e quindi eliminando i suoi effetti sul grafico tempo distanza e eventualmente si riassegnano i rifrattori per la definizione finale del modello sismostratigrafico



Date le precedenti premesse, utilizzando il codice di calcolo SIPT2, viene fornito il seguente schema interpretativo

### PROFILO base 5

- Dal piano campagna fino a profondità compresa tra 0,20 - 1,00 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 159 m/s.
- Segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P (metodo Hobson-Overton), pari a 194 m/s e base posta a profondità variabile tra 4,80 m e 6,40 m.
- Segue un terzo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 559 m/s e base posta a profondità variabile tra 11,40 m e 13,50 m .
- Segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 1044 m/s

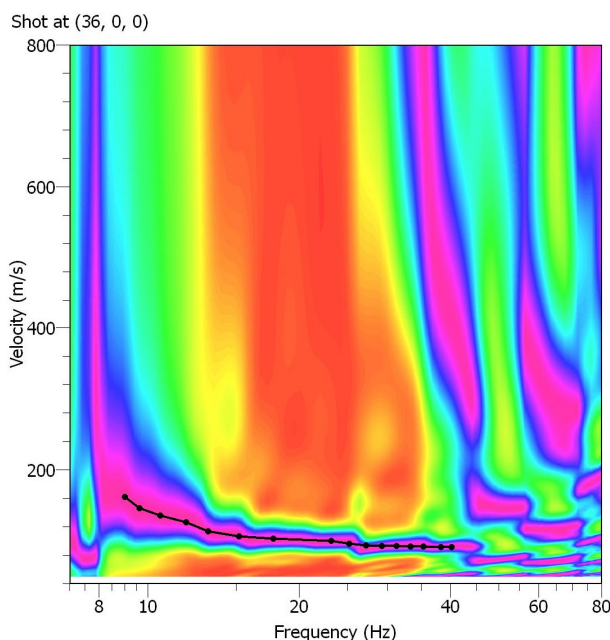
Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono indicate graficamente nella sezione riportata nella Tavola B. I valori delle velocità  $V_p$  e le profondità dei rifrattori  $h$  calcolati lungo la sezione sono riportate nella tabella seguente:

PROFILO base 5	$V_p$ (m/sec)	$h$ (m)
sismostrato 1	159	0.20 – 1.00
sismostrato 2	194	4.80 – 6.40
sismostrato 3	559	11.40 – 13.50
sismostrato 4	1044	

### b. Risultati dell'indagine MASW

I dati di campagna sono stati raccolti utilizzando lo stendimento impiegato nella sismica a rifrazione, quindi con geofoni a distanza intergeofonica pari a 3,00 m. Sono stati eseguiti due shot esterni al canale 12 con offset rispettivamente di 3,00 m, e 9,00 m.

Per ogni shot sono state eseguite almeno tre energizzazioni al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore. La lunghezza delle registrazioni è stata fissata in 2,00 sec con frequenza di campionamento pari a 3000 Hz. Con tale configurazione si ottiene una frequenza di Nyquist pari a circa 1500 Hz e una risoluzione in frequenza di 0,50 Hz. Dall'elaborazione dei dati sono state ricavate per ogni shot le densità spettrali nel piano frequenza-velocità di fase delle onde superficiali. Per il picking della curva di dispersione è stato utilizzato lo shot posto a 3 m dal geofono 12 che meglio ne permetteva la definizione.

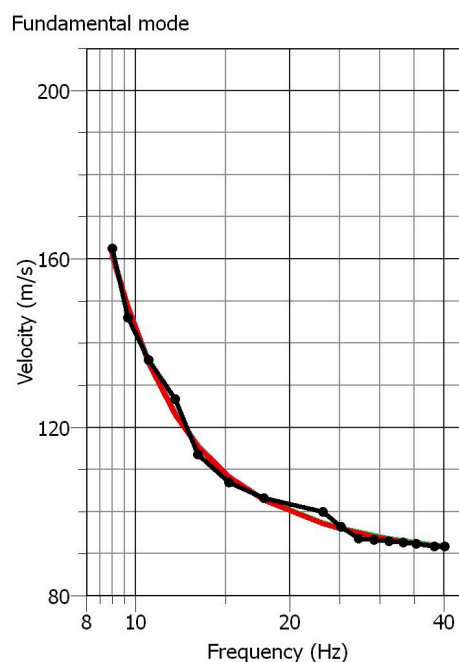


Nella figura precedente si riporta la densità spettrale delle onde superficiali, relativa allo shot suddetto con picking (massimi dello spettro) della curva di dispersione relativa al modo fondamentale.

Per determinare la frequenza minima affidabile è stata verificata la coerenza di fase del segnale. Escludendo nell'elaborazione dei dati i canali da 1 a 6, la frequenza è risultata di circa 9,00 Hz, pari ad una lunghezza d'onda di circa 20 m pertanto l'indagine geofisica ha permesso di investigare il sottosuolo fino ad una profondità stimabile in circa 10 m dal p.c

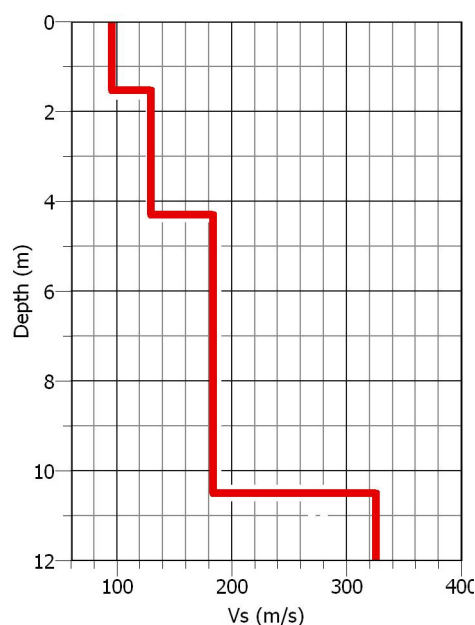
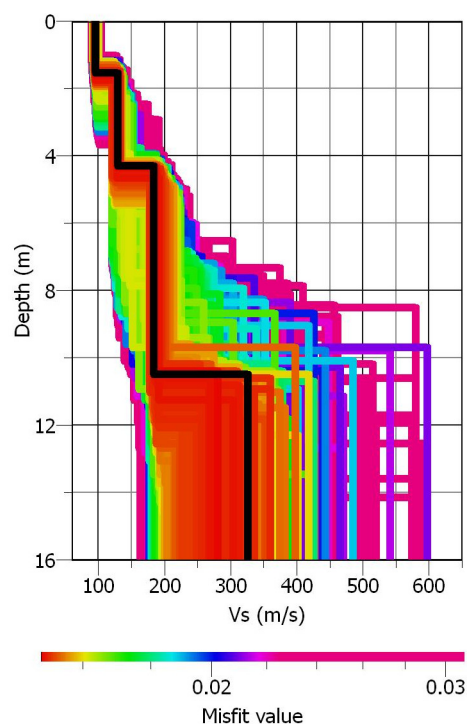
Il processo d'inversione con il quale sono ricercati i modelli di sottosuolo che meglio approssimano il dato sperimentale è iniziato ipotizzando due strati con variazioni molto ampie dei parametri di rigidezza.

Nella figura accanto si riporta il grafico con il confronto tra la curva di dispersione sperimentale (linea nera) e quella teorica relativa al modello con miglior misfit (linea rossa).



Il profilo verticale del parametro velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) relativo a tale modello sismostratigrafico è graficato nella figura sottostante a sinistra (linea nera) mentre le linee variamente colorate rappresentano modelli con scarti maggiori rispetto al modello sperimentale.

Il profilo con valore minimo di misfit,  $\approx 1,49\%$  è riportato per maggiore chiarezza nel grafico a destra.





Il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio ubicato indicativamente tra i geofoni 9 e 10 dello stendimento è così riassumibile :

- *un primo sismostrato, caratterizzato da modeste oscillazione delle velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 95 m/s e 1,50 m.*
- *un secondo sismostrato, caratterizzato da modeste oscillazione delle velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 130 m/s e 4,30.*
- *terzo sismostrato, caratterizzato da velocità compresa tra 176 e 276 m/s (val. rif. 184 m/s) e base posta ad una profondità variabile tra 9,79 e 12,70 m dal p.c. (val. rif. 10,50 m).*
- *un quarto sismostrato identificabile, dati i limiti e le risultanze della presente indagine, come semispazio omogeneo con importanti oscillazioni del valore della velocità di onde di taglio rispetto al modello con miglior misfit pari a circa 326 m/s*

Per quanto riguarda il grado d'incertezza del risultato osserviamo che per la definizione dei primi due sismostrati la variabilità del dato sperimentale si mantiene entro limiti più che accettabili, con buona convergenza verso il modello migliore.

Le maggiori incertezze riguardano la profondità della base del terzo sismostrato e la velocità del semispazio, in quanto siamo al limite di affidabilità dell'indagine come già scritto in precedenza.

Dai risultati della sismica a rifrazione risultano soddisfatte le condizioni di planarità dei sismostrati nel tratto di sezione sottostante ai geofoni utilizzati per l'elaborazione MASW.

### **c. Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto meccanici**

Le indagini sismiche hanno permesso di definire tre unità sismo-stratigrafiche con differenti caratteristiche elastiche. L'attribuzione litologica ai vari sismostrati è stata fatta sulla base delle informazioni ricavate dal rilevamento geolitologico eseguito nell'area di studio.

Le profondità dei sismostrati sono fornite, quando possibile, sulla base dei dati dell'indagine sismica a rifrazione la quale fornisce un profilo bidimensionale dell'andamento delle velocità delle onde di compressione. Il secondo rifratore è posto alla profondità di circa 10 m dal p.c., profondità non risolvibile dall'indagine a rifrazione in rapporto alla lunghezza dello stendimento. Tale sismostrato è stato messo in evidenza solamente dall'indagine MASW. Di seguito si riporta lo schema del modello sismostratigrafico individuato:

- *Unità A: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a suolo. La base del sismostrato è stimata a profondità compresa tra 0,20 m e 1,00 m dal p.c.*
- *Unità B: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici, con base stimata a profondità compresa tra 4,80 m e 6,40 m*

- *Unità C: volumi di terreno di bassa rigidità sismica riferibile al substrato calcareo fratturato con base posta a profondità compresa tra 11,40 m e 13,50 m.*
- *Unità D: volumi di terreno di discreta rigidità sismica riferibili al substrato calcareo*

I valori delle velocità delle onde sismiche, stimate nei paragrafi precedenti, consentono di determinare una serie di parametri che descrivono il comportamento dei terreni sotto condizioni dinamiche.

Per quanto riguarda la velocità delle onde di compressione ( $V_p$ ), del sismostrato C e D l'elaborazione dei dati (vedi allegato) fornisce solo la velocità apparente e non quella reale pertanto i relativi parametri sono solo indicativi. Nella Tabella I sono riassunti i parametri calcolati:

Sismostrato	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	$\nu$	$G_0$ (MPa)	$E_0$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )
A	159	95	0,22	16	40	0,4	≈ 1,81
B	194	130	0,10	29	64	1,1	≈ 1,76
C	559	184	0,43	61	176	5,00	≈ 1,81
D	1044	326	0,44	211	611	34,7	≈ 1,99

$V_p$  = Velocità delle onde di compressione,  $V_s$  = Velocità delle onde di taglio,  $\nu$  = Coefficiente di Poisson,  $G_0$  = modulo di deformazione di taglio,  $E_0$  = modulo elastico dinamico,  $E_s$  = modulo elastico statico,  $\rho$  = densità geofisica;

#### d. **Categoria di suolo di fondazione**

Ai fini della definizione per via semplificata dell'azione sismica di progetto (D.M. 14 gennaio 2008, cap. 3.2.2.), è stata stimata la categoria di sottosuolo di fondazione utilizzando i dati delle onde superficiali elaborati con tecnica MASW.

L'indagine ha consentito di esplorare il terreno fino ad una profondità massima di circa 20 m dal p.c., profondità entro la quale non è stato individuato il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s). Dalle indagini eseguite in aree limitrofe si ritiene di poter utilizzare la velocità  $V_s$  del terzo sismostrato fino a profondità di almeno 35 m dal p.c., pertanto il calcolo della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m è stato ottenuto estrapolando i valori ricavati dall'indagine MASW..

In riferimento al profilo verticale delle onde S precedentemente descritto i terreni di copertura presentano a partire dal p.c., una velocità equivalente,  $V_{s30} = 229$  m/s, calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}} \text{ (m/s)} = 229 \text{ m/s}$$

	<b>Studio di Compatibilità Idrogeologica</b>	Codifica <b>REFR11001BASA00207</b>	
		Rev. N° 00	Pag. 42 di 49

In riferimento alla tabella 3.2.II del DM 14/01/2008 il sito in esame è attribuibile alla categoria di sottosuolo **C**:

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## 8. BASE 6

### a. Risultati della prospezione sismica a rifrazione

La geometria dello stendimento è caratterizzata da distanza intergeofonica pari a 3.00 m, per una lunghezza complessiva di 33.00 m; le energizzazioni sono state eseguite in 5 distinte posizioni:

- esterna al canale 1 ( $x = -1,50$  m)
- intermedia tra i canali 3 e 4 ( $x = 7,50$ )
- centrale rispetto alla stesa geofonica ( $x = 16,50$  m)
- intermedia tra i canali 9 e 10 ( $x = 25,50$ )
- esterna al canale 12 ( $x = 34,50$  m)

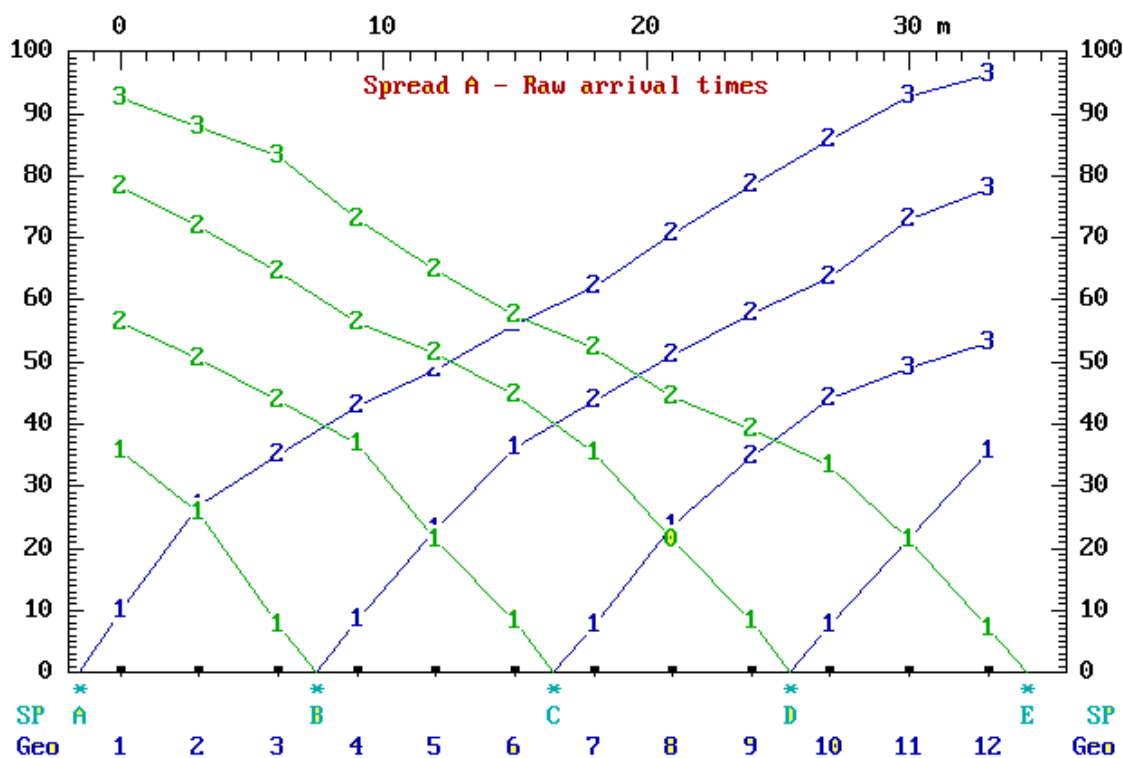
In base alla configurazione geometrica adottata il potere risolutivo dell'indagine è compreso tra circa 0,60 m dal p.c. fino ad una profondità stimabile compresa tra 6 m e 11 m in funzione delle velocità e dell'andamento dei rifrattori.

Data la morfologia subpianeggiante dell'area, per l'elaborazione dei dati non sono state apportate ai geofoni correzioni topografiche.

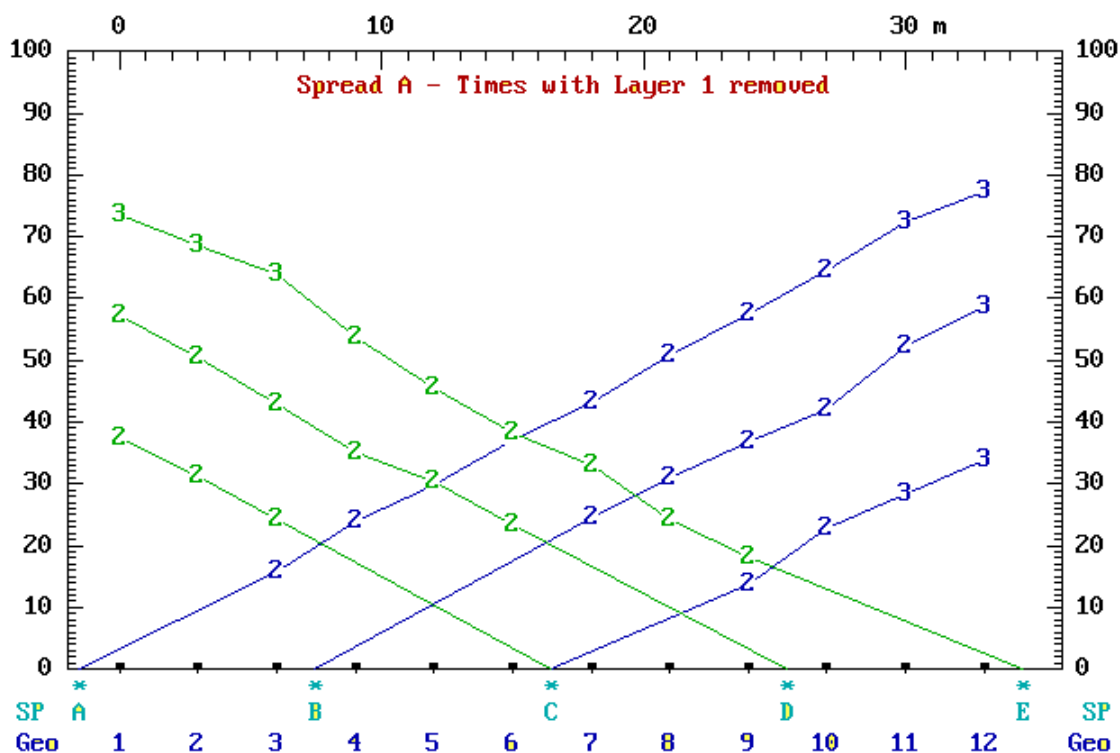
I tempi di primo arrivo registrati da ciascun geofono e la configurazione dello stendimento sono riportati nella tabella seguente:

Geo	Elev.	X-Loc	Y-Loc	Tempi primi arrivi (ms)				
				Shot A	Shot B	Shot C	Shot D	Shot E
1	0,00	0,00	0,00	10,00	35,70	56,30	78,20	92,60
2	0,00	3,00	0,00	27,00	25,60	50,60	71,80	87,80
3	0,00	6,00	0,00	35,00	7,70	43,70	64,40	83,30
4	0,00	9,00	0,00	42,80	8,50	36,70	56,30	73,00
5	0,00	12,00	0,00	48,70	23,00	21,30	51,40	64,80
6	0,00	15,00	0,00	56,10	36,10	8,10	44,60	57,50
7	0,00	18,00	0,00	62,30	43,80	7,70	35,20	52,20
8	0,00	21,00	0,00	70,70	51,10	23,80	21,30	44,50
9	0,00	24,00	0,00	78,40	57,90	34,80	8,20	39,20
10	0,00	27,00	0,00	85,70	63,60	44,10	7,60	33,40
11	0,00	30,00	0,00	92,70	73,00	48,90	21,60	21,20
12	0,00	33,00	0,00	96,30	77,90	53,10	35,50	6,90

Nel grafico seguente, tempo\distanza, si opera una preliminare valutazione dei sismostrati presenti e della loro velocità assegnando ad ogni tempo di arrivo il corrispondente sismostrato.



Successivamente si valuta la correttezza dei sismostrati assegnati rimuovendo lo strato 1 e quindi eliminando i suoi effetti sul grafico tempo distanza e eventualmente si riassegnano i rifrattori per la definizione finale del modello sismostratigrafico



Date le precedenti premesse, utilizzando il codice di calcolo SIPT2, viene fornito il seguente schema interpretativo

### PROFILO BASE 6

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 1,80 - 2,30 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 197 m/s.
- segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P (metodo Hobson-Overton), pari a 440 m/s e base posta a profondità variabile tra 5,70 m e 9,40 m.
- segue un terzo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 711 m/s.

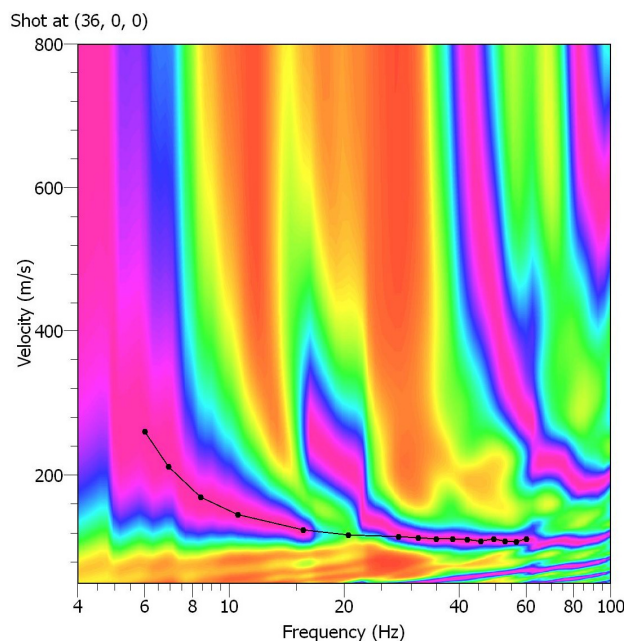
Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono indicate graficamente nella sezione riportata nella Tavola B. I valori delle velocità  $V_p$  e le profondità dei rifrattori  $h$  calcolati lungo la sezione sono riportate nella tabella seguente:

PROFILO Base 6	$V_p$ (m/sec)	$h$ (m)
sismostrato 1	197	1.80 – 2.30
sismostrato 2	440	5.70 – 9.40
sismostrato 3	711	

#### b. Risultati dell'indagine MASW

I dati di campagna sono stati raccolti utilizzando lo stendimento impiegato nella sismica a rifrazione, quindi con geofoni a distanza intergeofonica pari a 3,00 m. Sono stati eseguiti due shot esterni al canale 12 con offset rispettivamente di 3,00 m, e 6,00 m.

Per ogni shot sono state eseguite almeno tre energizzazioni al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore. La lunghezza delle registrazioni è stata fissata in 2,00 sec con frequenza di campionamento pari a 3000 Hz. Con tale configurazione si ottiene una frequenza di Nyquist pari a circa 1500 Hz e una risoluzione in frequenza di 0,50 Hz. Dall'elaborazione dei dati sono state ricavate per ogni shot le densità spettrali nel piano frequenza-velocità di fase delle onde superficiali. Per il picking della curva di dispersione è stato utilizzato lo shot posto a 3 m dal geofono 12 che meglio ne permetteva la definizione.



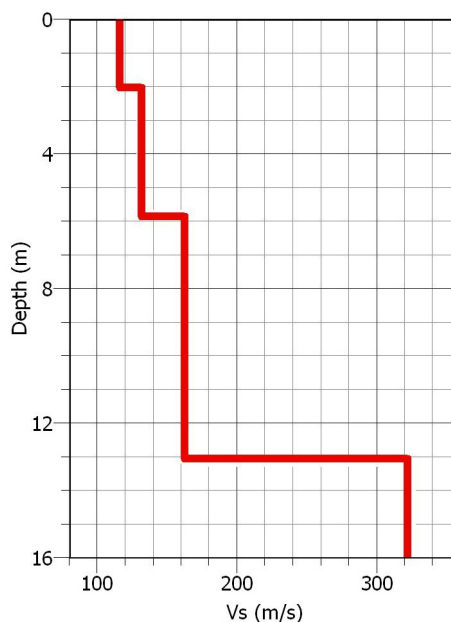
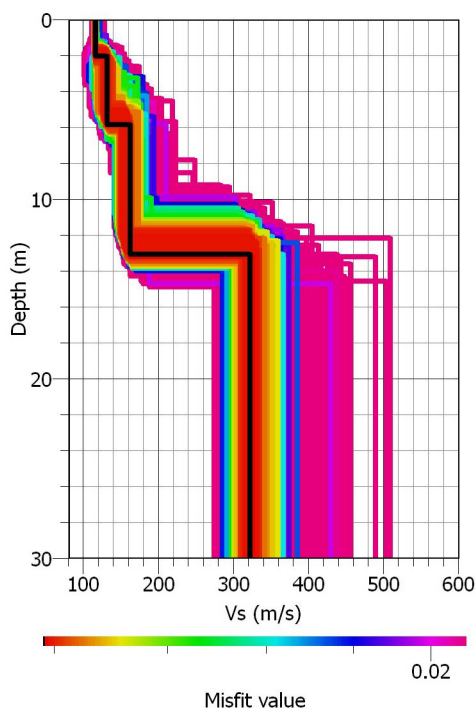
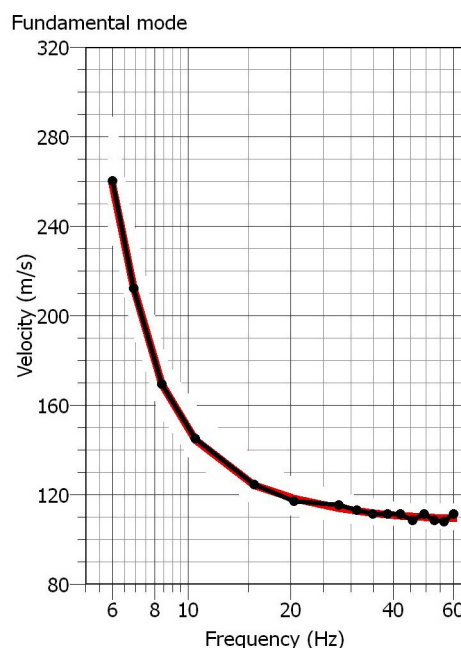
Nella figura precedente si riporta la densità spettrale delle onde superficiali, relativa allo shot suddetto con picking (massimi dello spettro) della curva di dispersione relativa al modo fondamentale.

Per determinare la frequenza minima affidabile è stata verificata la coerenza di fase del segnale. Escludendo nell'elaborazione dei dati i canali da 1 a 5, la frequenza è risultata di circa 6,00 Hz, pari ad una lunghezza d'onda di circa 43 m pertanto l'indagine geofisica ha permesso di investigare il sottosuolo fino ad una profondità stimabile in circa 21 m dal p.c.

Il processo d'inversione con il quale sono ricercati i modelli di sottosuolo che meglio approssimano il dato sperimentale è iniziato ipotizzando due strati con variazioni molto ampie dei parametri di rigidezza. Successivamente il modello è stato affinato facendo riferimento anche ai dati della sismica a rifrazione per ridurre al minimo possibile lo scarto con il dato sperimentale.

Nella figura accanto si riporta il grafico con il confronto tra la curva di dispersione sperimentale (linea nera) e quella teorica relativa al modello con miglior misfit (linea rossa).

Il profilo verticale del parametro velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) relativo a tale modello sismostratigrafico è graficato nella figura sottostante a sinistra (linea nera) mentre le linee variamente colorate rappresentano modelli con scarti maggiori rispetto al modello sperimentale. Il profilo con valore minimo di misfit,  $\approx 1,18\%$ , è riportato per maggiore chiarezza nel grafico a destra.



 <b>Terna Rete Italia</b> <small>TERNA GROUP</small>	<b>Studio di Compatibilità Idrogeologica</b>	Codifica <b>REFR11001BASA00207</b>	
		Rev. N° 00	Pag. 47 di 49

Il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio ubicato indicativamente tra i geofoni 9 e 10 dello stendimento è così riassumibile :

- *un primo sismostrato, caratterizzato da modeste oscillazione delle velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 115 m/s e 2,00 m.*
- *un secondo sismostrato, caratterizzato da modeste oscillazione delle velocità delle onde S e della profondità della base rispetto ai rispettivi valori di riferimento del modello a migliore misfit, pari rispettivamente a 132 m/s e 5,80.*
- *un terzo sismostrato, caratterizzato da modeste oscillazione delle velocità delle onde S rispetto al valore di riferimento del modello a migliore misfit, pari a 162 m/s e base posta a profondità compresa tra 11,50 m.e 13,40 m (V. riferimento pari a 13,00 m.*
- *un quarto sismostrato identificabile, dati i limiti e le risultanze della presente indagine, come semispazio omogeneo con modeste oscillazioni del valore della velocità di onde di taglio rispetto al modello con miglior misfit pari a circa 323 m/s*

Per quanto riguarda il grado d'incertezza del risultato osserviamo che in un ampio intervallo di profondità la variabilità del dato sperimentale si mantiene entro limiti più che accettabili, con buona convergenza verso il modello migliore. Il maggior limite dell'indagine riguarda la profondità dal p.c., della base del terzo sismostrato.

Dai risultati della sismica a rifrazione risultano abbastanza soddisfatte le condizioni di planarità dei sismostrati.nel tratto di sezione sottostante ai geofoni utilizzati per l'elaborazione MASW.

### **c. Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto meccanici**

Le indagini sismiche hanno permesso di definire tre unità sismo-stratigrafiche con differenti caratteristiche elastiche. L'attribuzione litologica ai vari sismostrati è stata fatta sulla base delle informazioni ricavate dal rilevamento geolitologico eseguito nell'are di studio.

Le profondità dei sismostrati sono fornite, quando possibile, sulla base dei dati dell'indagine sismica a rifrazione la quale fornisce un profilo bidimensionale dell'andamento delle velocità delle onde di compressione.. Il terzo rifratore è posto alla profondità di circa 13 m dal p.c., profondità non risolvibile dall'indagine a rifrazione in rapporto alla lunghezza dello stendimento. Tale sismostrato è stato messo in evidenza solamente dall'indagine MASW. Di seguito si riporta lo schema del modello sismostratigrafico individuato:

- *Unità A: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici. La base del sismostrato è stimata a profondità compresa tra 1,80 m e 2,30 m dal p.c.*
- *Unità B: volumi di terreno di scarsa rigidità sismica riferibili a sedimenti piroclastici-detritici, con base stimata a profondità compresa tra 5,70 m e 9,40 m*



- *Unità C: volumi di terreno di bassa rigidità sismica riferibile a sedimenti detritici con base posta a profondità stimabile di circa 13,00 m.*
- *.Unità D: volumi di terreno di discreta rigidità sismica riferibili alla facies alterata della formazione calcarea.*

I valori delle velocità delle onde sismiche, stimate nei paragrafi precedenti, consentono di determinare una serie di parametri che descrivono il comportamento dei terreni sotto condizioni dinamiche.

Per quanto riguarda la velocità delle onde di compressione (Vp), del sismostrato C, l'elaborazione dei dati (vedi allegato) fornisce solo la velocità apparente e non quella reale pertanto i relativi parametri sono solo indicativi. I parametri forniti per il quarto sismostrato possono essere basati sulla velocità delle onde di taglio. Nella Tabella I sono riassunti i parametri calcolati:

Sismostrato	VP (m/s)	Vs (m/s)	$\nu$	Go (MPa)	Eo (MPa)	Es (MPa)	$\rho$ (gr/cm <sup>3</sup> )
A	197	115	0,24	24	60	0,9	≈ 1,85
B	440	132	0,45	30	87	1,7	≈ 1,73
C	711	162	0,47	45	135	3,3	≈ 1,75
D	-	323	-	205	-	-	≈ 1,97

Vp = Velocità delle onde di compressione, Vs = Velocità delle onde di taglio,  $\nu$  = Coefficiente di Poisson, Go = modulo di deformazione di taglio, Eo = modulo elastico dinamico, Es = modulo elastico statico,  $\rho$  = densità geofisica;

#### d. **Categoria di suolo di fondazione**

Ai fini della definizione per via semplificata dell'azione sismica di progetto (D.M. 14 gennaio 2008, cap. 3.2.2.), è stata stimata la categoria di sottosuolo di fondazione utilizzando i dati delle onde superficiali elaborati con tecnica MASW.

L'indagine ha consentito di esplorare il terreno fino ad una profondità massima di circa 22 m dal p.c., profondità entro la quale non è stato individuato il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s). Dalle indagini eseguite in aree limitrofe si ritiene di poter utilizzare la velocità Vs del quarto sismostrato fino a profondità di almeno 35 m dal p.c. pertanto il calcolo della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m è stato ottenuto estrapolando i valori ricavati dall'indagine MASW..

In riferimento al profilo verticale delle onde S descritto nel precedente paragrafo i terreni di copertura presentano a partire dal p.c., una velocità equivalente,  $V_{s30} = 209$  m/s, calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}} \text{ (m/s)} = 209 \text{ m/s}$$

 <small>TERNA GROUP</small>	<b>Studio di Compatibilità Idrogeologica</b>	Codifica <b>REFR11001BASA00207</b>	
		Rev. N° 00	Pag. 49 di 49

In riferimento alla tabella 3.2.II del DM 14/01/2008 il sito in esame è attribuibile alla categoria di sottosuolo **D**:

*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina*

Potenza 15/04/2013

dott. geol. Pietro LORENZO

INDAGINE GEOFISICA  
**ALLEGATO 1**

Relazione elaborazione dati indagine di superficie

**Base sismica n. 1**

Località: Piano di Sorrento(NA)

SIPT2 V-4.1 - SEISMIC REFRACTION INTERPRETATION PROGRAM --- RIMROCK GEOPHYSICS, INC.  
 C:\SIPM\2013\BASE1\BASE1.OUT RUN DATE AND TIME: 03-02-2013 at 10:52.

SHOTPOINT AND GEOPHONE INPUT DATA for BASE1.SIP

Spread A, 5 Shotpoints, 12 Geophones, X-Shift = 0.0, X-True = 1, Units: Meters.

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth	UpHole T	Fudge T	End SP
A	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1
B	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
C	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
D	0.0	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
E	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2

Arrival Times + Fudge T and Layers represented

Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP A		SP B		SP C		SP D		SP E	
				T	L	T	L	T	L	T	L	T	L
1	0.0	0.0	0.0	6.60	1	36.10	2	60.20	2	74.30	3	88.70	3
2	0.0	3.0	0.0	26.90	1	28.30	2	53.20	2	70.80	3	90.20	3
3	0.0	6.0	0.0	38.30	2	13.00	1	48.40	2	66.60	3	83.50	3
4	0.0	9.0	0.0	42.80	2	8.40	1	39.70	2	58.10	2	89.60	3
5	0.0	12.0	0.0	49.80	2	30.40	1	27.50	1	50.40	2	80.00	3
6	0.0	15.0	0.0	57.50	2	40.00	2	10.20	1	44.10	2	77.70	3
7	0.0	18.0	0.0	63.30	2	45.60	2	10.90	1	36.30	2	64.60	2
8	0.0	21.0	0.0	68.20	2	52.10	2	29.00	1	27.70	1	56.10	2
9	0.0	24.0	0.0	77.20	2	58.00	2	40.50	2	10.50	1	44.20	2
10	0.0	27.0	0.0	82.10	3	67.00	2	47.50	2	9.30	1	37.10	2
11	0.0	30.0	0.0	89.80	3	71.50	3	53.40	2	23.60	1	26.20	2
12	0.0	33.0	0.0	88.00	3	73.30	3	60.60	2	34.30	2	8.90	1

Layer 1 Velocity from direct arrivals

Spread A	SP	Geo	DD	V	Avg V
	A	1	1.5	227	
	A	2	4.5	167	
					197
	B	3	1.5	115	
	B	4	1.5	179	
	B	5	4.5	148	
					147
	C	5	4.5	164	
	C	6	1.5	147	
	C	7	1.5	138	
	C	8	4.5	155	
					151
	D	8	4.5	162	
	D	9	1.5	143	
	D	10	1.5	161	
	D	11	4.5	191	
					164
	E	12	1.5	169	
					169

Wtd Avg Velocity computed for Layer 1 = 162

Layer 2 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A	V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts
----------	---	----	------	--------	------	----	---	-------	--------	-----

385	16.6	1	2	A	3	9	21.2	464	464	21.2	7	
452	23.9	1	4	B	6	10	22.7	452	430	19.6	7	
418	18.5	4	7	C	9	12	24.0	453	453	23.9	8	
313	12.1	7	11	D					418	18.5	4	
				E					313	12.1	5	
-----												
Avg =										416	for	31 Pts

Layer 2 Velocity computed by Hobson-Overton method

Spread A		V		Avg	Std Err	4 Highest		Std Err at geophones		Err Geo	
SPs	Geos			TdSP	Overall	Err	Geo	Err	Geo	Err	Geo
A C	3 4	455	-3.5	0.000	-0.000	3	0.000	4			
A D	4 7	426	-0.9	0.277	0.320	5	-0.290	4	-0.260	7	0.230 6
A E	7 9	350	-11.1	1.768	-2.500	8	1.250	7	1.250	9	
B D	6 7	448	2.6	0.000	0.000	6	-0.000	7			
B E	7 10	365	-3.0	0.573	-0.950	8	0.500	7	0.400	9	0.050 10
C E	9 11	388	3.6	0.636	-0.900	10	0.450	11	0.450	9	
-----											
Avg = 399 for 18 Pts											

Wtd Avg Velocity computed for Layer 2 = 407

Layer 3 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A		V		Ti		Avg V		Avg Ti		Pts
SPs	Geos			<-SP->	Geos	Ti				
				A	10 12	55.7	1017	1017	55.7	3
				B	11 12	58.0	1667	1667	58.0	2
		779	41.7	D			779	779	41.7	3
		1321	64.5	E			1321	1321	64.5	6
-----										
Avg = 1116 for 14 Pts										

Layer 3 Velocity computed by Hobson-Overton method

Not enough points.

Wtd Avg Velocity computed for Layer 3 = 1116

Arrival times Td corrected to datum. (Datum Elev = 0.000 + 0.000x) for BASE1.SIP

Spread A	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Datum Elev . . . . .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geo . . . . .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	X-Loc	Cor T			
			--Td--	--Td--	--Td--
1	0.0	0.0	6.6	36.1	60.2
2	0.0	3.0	26.9	28.3	53.2
3	0.0	6.0	38.3	13.0	48.4
4	0.0	9.0	42.8	8.4	39.7
5	0.0	12.0	49.8	30.4	27.5
6	0.0	15.0	57.5	40.0	10.2
7	0.0	18.0	63.3	45.6	10.9
8	0.0	21.0	68.2	52.1	29.0
9	0.0	24.0	77.2	58.0	40.5
10	0.0	27.0	82.1	67.0	47.5
11	0.0	30.0	89.8	71.5	53.4
12	0.0	33.0	88.0	73.3	60.6

Arrival times Tc corrected to top of Layer 2 and Elev of top of Layer 2 for BASE1.SIP

Spread A	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Elev . . . . .	-1.6	-1.6	-1.7	-1.6	-1.3

Geo	.	X-Loc	Cor T	10.0	9.6	10.3	9.6	8.1
---	.	----	----	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--
1	-1.6	0.0	9.9	0.0	16.6	40.0	54.8	70.7
2	-1.6	3.0	9.8	0.0	8.9	33.2	51.4	72.3
3	-1.6	6.0	9.8	18.4	0.0	28.3	47.2	65.6
4	-1.5	9.0	9.4	23.4	0.0	20.1	39.2	72.2
5	-1.4	12.0	8.4	31.4	0.0	0.0	32.4	63.5
6	-1.6	15.0	9.9	37.6	20.5	0.0	24.6	59.7
7	-1.7	18.0	10.6	42.7	25.4	0.0	16.1	45.9
8	-1.6	21.0	10.0	48.2	32.5	0.0	0.0	38.0
9	-1.5	24.0	9.5	57.7	38.9	20.8	0.0	26.7
10	-1.6	27.0	9.7	62.4	47.7	27.5	0.0	19.3
11	-1.5	30.0	9.3	70.5	52.6	33.9	0.0	8.8
12	-1.3	33.0	8.3	69.7	55.4	42.1	16.4	0.0

Spread A Points of emergence of refracted rays below target geophones for BASE1.SIP

Geo		SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
---		-----L	-----L	-----L	-----L	-----L
1	X-Loc	--- 1	0.7 2	0.7 2	4.7 3	5.9 3
	Elev	---	-1.6	-1.6	-8.1	-9.9
2	X-Loc	--- 1	3.7 2	3.7 2	6.1 3	7.5 3
	Elev	---	-1.6	-1.6	-8.0	-11.0
3	X-Loc	5.3 2	--- 1	6.7 2	7.0 3	7.4 3
	Elev	-1.6	---	-1.6	-7.7	-10.0
4	X-Loc	8.3 2	--- 1	9.8 2	9.8 2	9.7 3
	Elev	-1.6	---	-1.5	-1.5	-12.1
5	X-Loc	11.5 2	--- 1	--- 1	12.4 2	17.6 3
	Elev	-1.3	---	---	-1.4	-11.3
6	X-Loc	14.1 2	14.1 2	--- 1	15.7 2	20.5 3
	Elev	-1.5	-1.5	---	-1.7	-11.0
7	X-Loc	17.2 2	17.2 2	--- 1	18.9 2	18.9 2
	Elev	-1.7	-1.7	---	-1.7	-1.7
8	X-Loc	20.4 2	20.4 2	--- 1	--- 1	21.7 2
	Elev	-1.6	-1.6	---	---	-1.6
9	X-Loc	23.3 2	23.3 2	23.3 2	--- 1	24.6 2
	Elev	-1.5	-1.5	-1.5	---	-1.5
10	X-Loc	23.3 3	26.3 2	26.3 2	--- 1	27.7 2
	Elev	-9.9	-1.6	-1.6	---	-1.6
11	X-Loc	27.1 3	27.8 3	29.4 2	--- 1	30.7 2
	Elev	-10.6	-8.2	-1.5	---	-1.5
12	X-Loc	30.2 3	30.7 3	32.5 2	32.5 2	--- 1
	Elev	-9.8	-8.2	-1.4	-1.4	---

Spread A Points of entry of refracted rays below source shotpoints:

L=2	Right	X-Loc	-0.8	8.2	17.2	26.1	---
		Elev	-1.6	-1.6	-1.7	-1.6	---
L=2	Left	X-Loc	---	6.8	15.7	24.8	33.9
		Elev	---	-1.6	-1.7	-1.5	-1.3
L=3	Right	X-Loc	1.1	8.7	---	---	---
		Elev	-10.1	-8.7	---	---	---
L=3	Left	X-Loc	---	---	---	22.3	31.9
		Elev	---	---	---	-8.6	-10.5

Spread A Depth and Elev of layers directly beneath SPs and Geos for BASE1.SIP

SP	Surface		Layer 2		Layer 3	
	X-Loc	Elev	Depth	Elev	Depth	Elev
---	----	----	----	----	----	----
A	-1.5	0.0	1.6	-1.6	10.1	-10.1
B	7.5	0.0	1.6	-1.6	9.6	-9.6
C	16.5	0.0	1.7	-1.7	11.4	-11.4
D	25.5	0.0	1.6	-1.6	9.4	-9.4
E	34.5	0.0	1.3	-1.3	10.5	-10.5
Geo						
---						
1	0.0	0.0	1.6	-1.6	10.1	-10.1
2	3.0	0.0	1.6	-1.6	9.8	-9.8
3	6.0	0.0	1.6	-1.6	9.2	-9.2
4	9.0	0.0	1.5	-1.5	10.0	-10.0
5	12.0	0.0	1.4	-1.4	11.1	-11.1

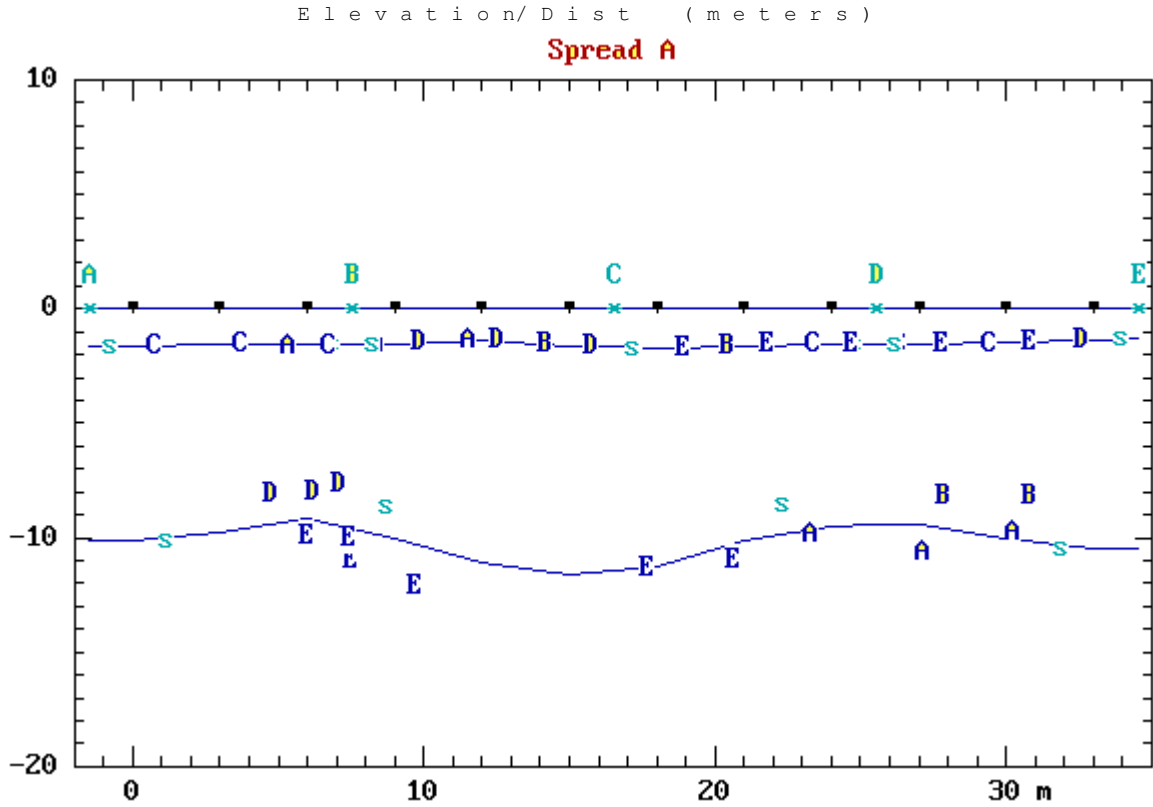
6	15.0	0.0	1.6	-1.6	11.6	-11.6
7	18.0	0.0	1.7	-1.7	11.3	-11.3
8	21.0	0.0	1.6	-1.6	10.2	-10.2
9	24.0	0.0	1.5	-1.5	9.5	-9.5
10	27.0	0.0	1.6	-1.6	9.4	-9.4
11	30.0	0.0	1.5	-1.5	10.1	-10.1
12	33.0	0.0	1.3	-1.3	10.5	-10.5

BASE1.SIP

Velocities used, Spread A

	Layer 1	Layer 2	Layer 3
Vertical	162	407	
Horizontal		407	1116

BASE1.SIP



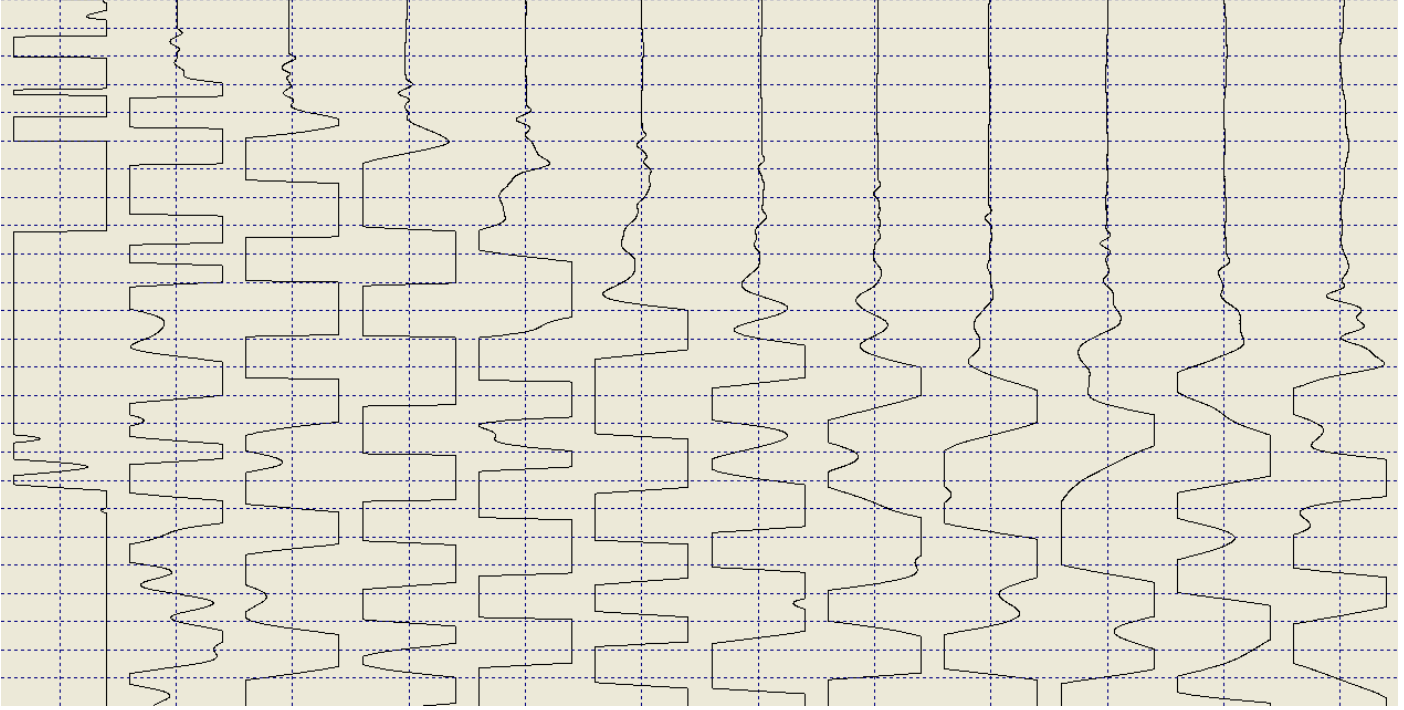
PRINTER PLOT SCALES

Elev: 0.30 m/col  
Dist: 0.75 m/row

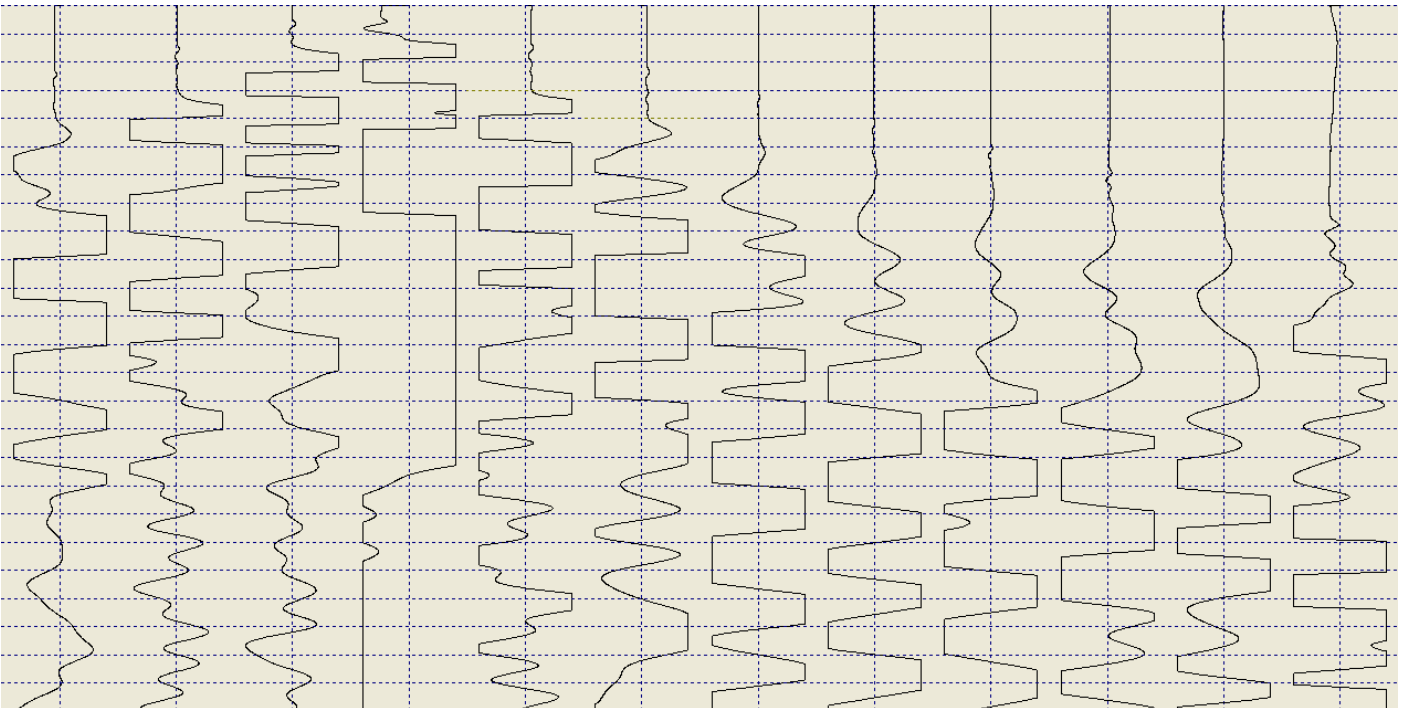
L E G E N D

- > Geophone Location
- \* Shotpoint Location
- A,B,C Emergent Ray; Source SP A,B,C,...
- ? Questionable Emergent Ray
- s Ray Entrypoint Beneath SP
- # More Than One Symbol to Plot Here
- + Grid Mark

Shot A (2013-01-29\_10-55-54\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)

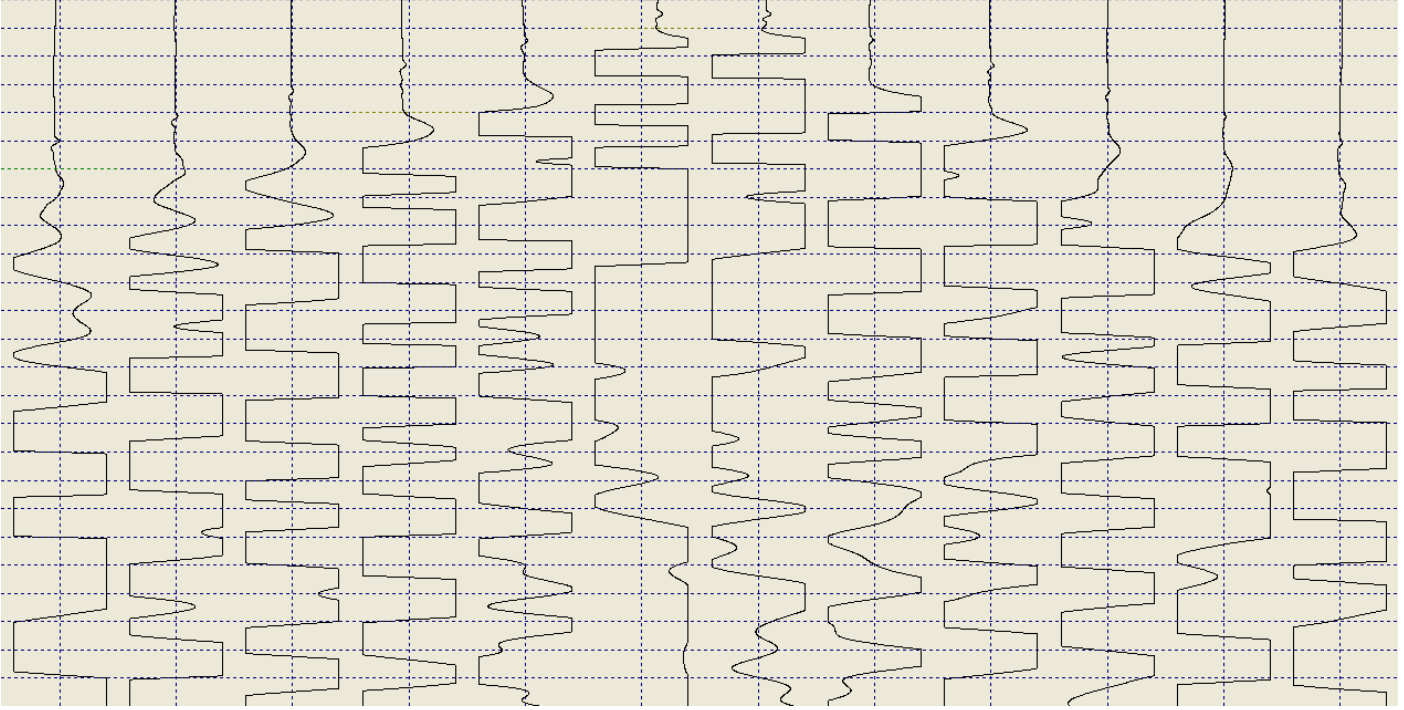


Shot B (2013-01-29\_11-03-01\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)

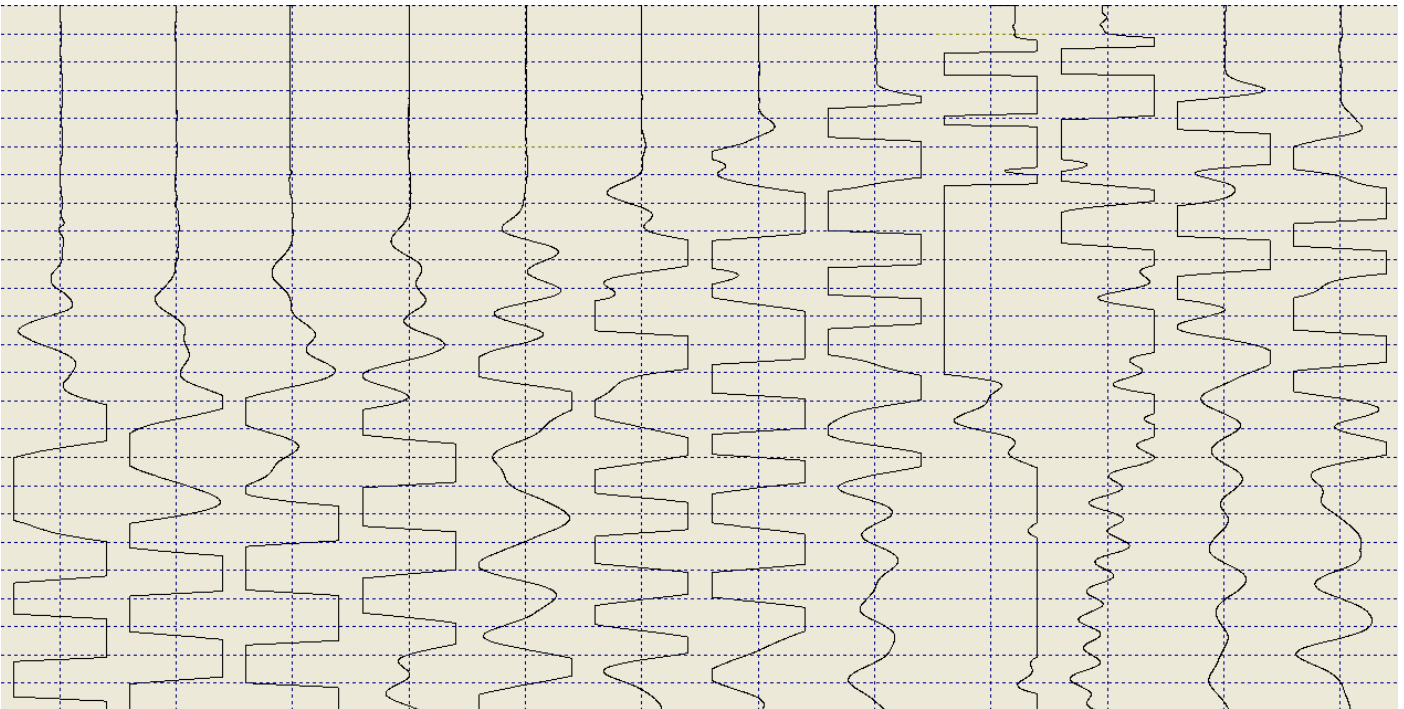




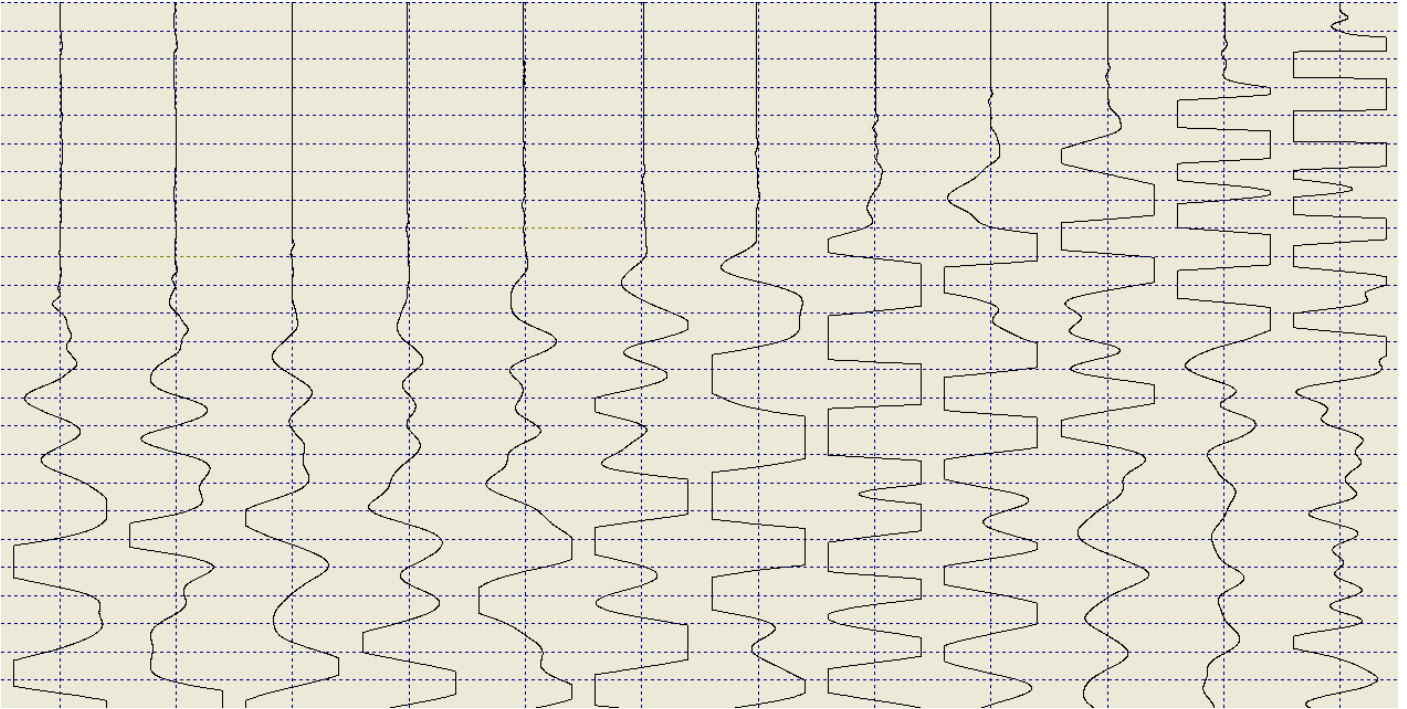
Shot C (2013-01-29\_11-07-52\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



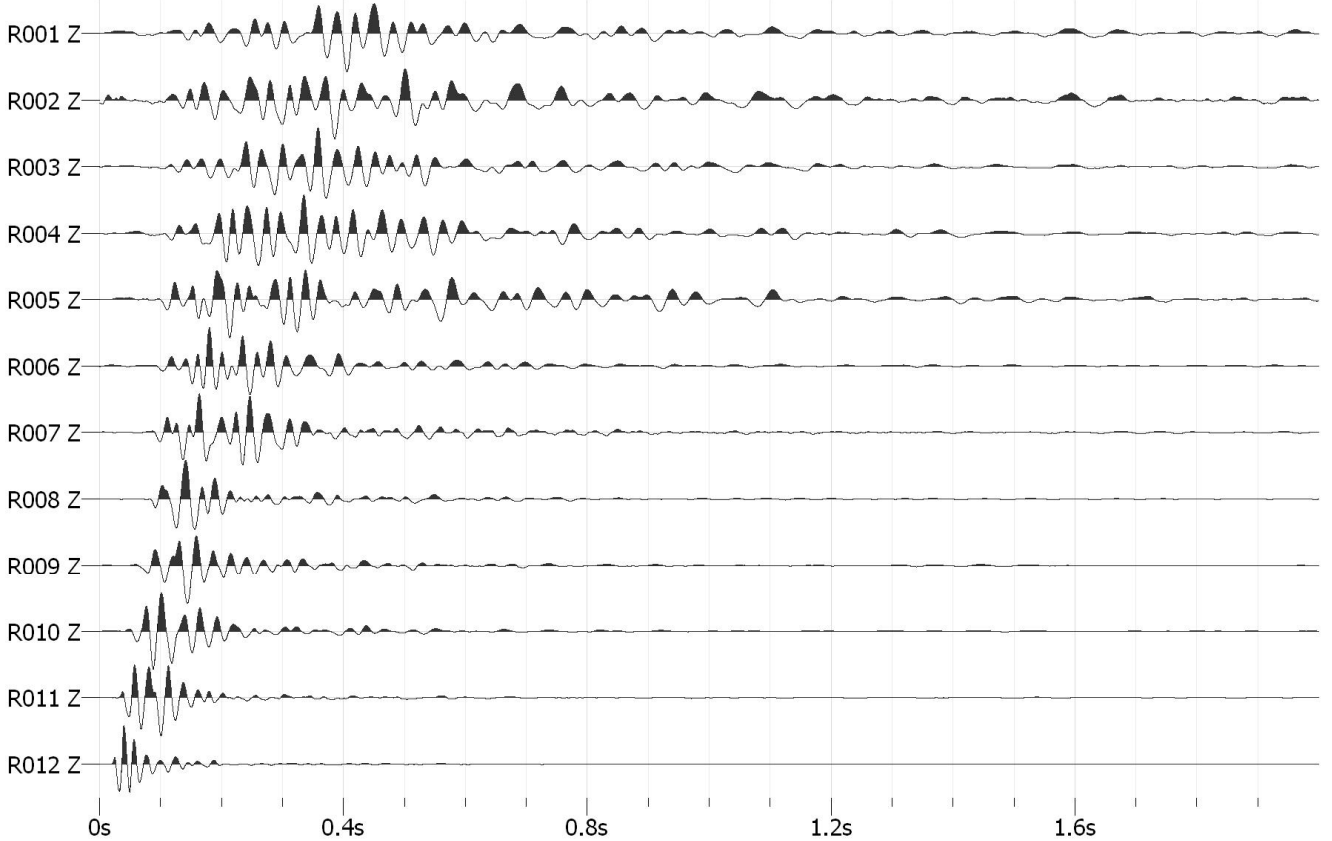
Shot D (2013-01-29\_11-10-20\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



Shot E (2013-01-29\_11-18-34\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



MASW 3.00 m dal geofono 12 (2013-02-15\_21-45-49\_03000\_00200\_012\_StckSm.drm)



## Base sismica n. 2

Località: Vico Equense (NA)

SIPT2 V-4.1 - SEISMIC REFRACTION INTERPRETATION PROGRAM --- RIMROCK GEOPHYSICS, INC.  
 C:\SIPM\2013\BASE2\BASE2.OUT RUN DATE AND TIME: 03-01-2013 at 11:07

SHOTPOINT AND GEOPHONE INPUT DATA for BASE2.SIP

Spread A, 5 Shotpoints, 12 Geophones, X-Shift = 0.0, X-True = 1, Units: Meters.

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth	UpHole T	Fudge T	End SP
A	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
B	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
C	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
D	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
E	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2

Arrival Times + Fudge T and Layers represented

Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
1	0.0	0.0	0.0	2.20 1	10.60 2	18.00 2	21.00 2	22.80 3
2	0.0	2.0	0.0	7.30 1	7.40 1	15.30 2	18.60 2	22.20 3
3	0.0	4.0	0.0	13.00 2	2.50 1	12.30 2	15.20 2	22.00 3
4	0.0	6.0	0.0	12.50 2	1.80 1	9.70 2	11.00 2	20.80 3
5	0.0	8.0	0.0	20.00 0	7.90 1	8.80 2	12.00 2	20.10 2
6	0.0	10.0	0.0	19.10 2	10.20 2	3.20 1	9.30 2	17.10 2
7	0.0	12.0	0.0	21.30 2	12.10 2	2.80 1	6.10 2	15.20 2
8	0.0	14.0	0.0	22.80 0	12.30 2	8.70 2	5.80 0	14.70 2
9	-0.7	16.0	0.0	20.60 0	10.90 0	9.30 0	3.50 1	13.20 2
10	0.0	18.0	0.0	19.20 3	16.60 2	14.60 2	3.10 1	13.80 2
11	0.0	20.0	0.0	20.60 3	20.20 3	15.10 3	5.80 2	5.30 2
12	0.0	22.0	0.0	22.70 0	20.60 3	16.00 3	10.50 2	2.10 1

Layer 1 Velocity from direct arrivals

Spread A	SP	Geo	DD	V	Avg V
A	1	1	1.0	455	
A	2	2	3.0	411	
					433
B	2	3	3.0	405	
B	3	1	1.0	400	
B	4	1	1.0	556	
B	5	3	3.0	380	
					435
C	6	1	1.0	313	
C	7	1	1.0	357	
					335
D	9	1	1.2	349	
D	10	1	1.0	323	
					336
E	12	1	1.0	476	
					476

Wtd Avg Velocity computed for Layer 1 = 402

Layer 2 Velocity computed by regression of datum-corrected arrivals

Spread A	V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts
				A	3 7	6.1	874	874	6.1	4
				B	6 10	6.1	1322	1322	6.1	4
823	4.1	1 5	C	8 10	4.0	685	685	778	4.1	7
831	-0.2	1 7	D	11 12	-1.7	428	428	688	-1.0	9
1073	5.5	5 11	E					1073	5.5	7
										---
								Avg =	856	for 31 Pts

Layer 2 Velocity computed by Hobson-Overton method

Spread A		V	Avg	Std Err	4 Highest		Std Err at		geophones			
SPs	Geos		TdSP	Overall	Err	Geo	Err	Geo	Err	Geo	Err	Geo
A C	3 5	1905	1.8	0.000	0.000	3	-0.000	4				
A D	3 7	928	6.1	0.443	-0.585	6	0.505	7	0.345	3	-0.265	4
A E	5 7	976	4.1	0.000	-0.000	6	0.000	7				
B D	6 7	784	3.5	0.000	-0.000	6	0.000	7				
B E	6 10	1741	-1.8	0.634	1.023	7	-0.574	8	-0.480	6	0.031	10
C E	8 10	1176	-0.9	0.000	0.000	10	-0.000	8				

Avg = 1272 for 16 Pts

Wtd Avg Velocity computed for Layer 2 = 1068

Layer 3 Velocity computed by regression of datum-corrected arrivals

Spread A		V	Ti	Geos	<-SP->		V	Avg V	Avg Ti	Pts
					Geos	Ti				
				A	10 11	6.0	1460	1460	6.0	2
				B	11 12	17.1	5412	5412	17.1	2
				C	11 12	10.8	2300	2300	10.8	2
3075	15.1	1	4	E			3075	3075	15.1	4

Avg = 2558 for 10 Pts

Layer 3 Velocity computed by Hobson-Overton method

Not enough points.

Wtd Avg Velocity computed for Layer 3 = 2558

Arrival times Td corrected to datum. (Datum Elev = 0.009 - 0.006x) for BASE2.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Datum Elev . . . . .				0.0	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1
Geo	.	X-Loc	Cor T	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3
---	.	----	----	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--
1	0.0	0.0	0.0	2.3	10.6	17.9	20.8	22.5
2	-0.0	2.0	-0.0	7.3	7.3	15.1	18.4	21.9
3	-0.0	4.0	-0.0	13.0	2.4	12.1	14.9	21.6
4	-0.0	6.0	-0.1	12.5	1.7	9.5	10.7	20.4
5	-0.0	8.0	-0.1	19.9	7.7	8.6	11.7	19.7
6	-0.1	10.0	-0.1	19.0	10.0	2.9	8.9	16.6
7	-0.1	12.0	-0.2	21.2	11.9	2.5	5.7	14.7
8	-0.1	14.0	-0.2	22.6	12.1	8.4	5.4	14.2
9	-0.1	16.0	1.5	22.2	12.4	10.7	4.8	14.4
10	-0.1	18.0	-0.3	19.0	16.3	14.2	2.6	13.2
11	-0.1	20.0	-0.3	20.4	19.9	14.7	5.3	4.7
12	-0.1	22.0	-0.3	22.4	20.2	15.5	10.0	1.5

Arrival times Tc corrected to top of Layer 2 and Elev of top of Layer 2 for BASE2.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Elev . . . . .				-1.7	-1.4	-1.2	-1.3	-1.9
Geo	.	X-Loc	Cor T	4.3	3.4	3.0	3.3	4.8
---	.	----	----	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--
1	-1.7	0.0	4.2	0.0	3.0	10.8	13.5	13.8
2	-1.7	2.0	4.2	0.0	0.0	8.1	11.1	13.2
3	-1.5	4.0	3.8	4.9	0.0	5.5	8.1	13.4
4	-1.2	6.0	2.9	5.2	0.0	3.8	4.8	13.1
5	-1.2	8.0	3.1	0.0	0.0	2.7	5.6	12.2
6	-1.2	10.0	3.1	11.7	3.7	0.0	2.9	9.2

7	-1.2	12.0	2.9	14.1	5.8	0.0	-0.1	7.5
8	-1.1	14.0	2.8	0.0	6.1	2.9	0.0	7.1
9	-1.2	16.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
10	-1.4	18.0	3.6	11.3	9.7	8.0	0.0	5.4
11	-1.7	20.0	4.2	12.0	12.6	7.9	-1.8	-3.7
12	-1.8	22.0	4.6	0.0	12.6	8.4	2.6	0.0

Spread A Points of emergence of refracted rays below target geophones for BASE2.SIP

Geo		SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
---		-----L	-----L	-----L	-----L	-----L
1	X-Loc	--- 1	0.6 2	0.6 2	0.6 2	1.1 3
	Elev	---	-1.7	-1.7	-1.7	-3.5
2	X-Loc	--- 1	--- 1	2.9 2	2.9 2	2.5 3
	Elev	---	---	-1.7	-1.7	-3.7
3	X-Loc	3.5 2	--- 1	5.0 2	5.0 2	4.9 3
	Elev	-1.6	---	-1.4	-1.4	-4.5
4	X-Loc	5.8 2	--- 1	6.4 2	6.4 2	8.5 3
	Elev	-1.2	---	-1.2	-1.2	-4.5
5	X-Loc	--- 0	--- 1	8.5 2	8.5 2	8.5 2
	Elev	---	---	-1.3	-1.3	-1.3
6	X-Loc	9.5 2	9.5 2	--- 1	10.5 2	10.5 2
	Elev	-1.3	-1.3	---	-1.2	-1.2
7	X-Loc	11.6 2	11.6 2	--- 1	12.5 2	12.5 2
	Elev	-1.2	-1.2	---	-1.1	-1.1
8	X-Loc	--- 0	13.6 2	13.6 2	--- 0	14.4 2
	Elev	---	-1.1	-1.1	---	-1.1
9	X-Loc	--- 0	--- 0	--- 0	--- 1	16.2 2
	Elev	---	---	---	---	-1.2
10	X-Loc	15.0 3	17.3 2	17.3 2	--- 1	18.3 2
	Elev	-4.6	-1.3	-1.3	---	-1.5
11	X-Loc	17.7 3	17.1 3	17.8 3	19.0 2	20.6 2
	Elev	-5.0	-6.0	-4.9	-1.6	-1.8
12	X-Loc	--- 0	19.0 3	19.5 3	21.1 2	--- 1
	Elev	---	-5.8	-4.9	-1.8	---

Spread A Points of entry of refracted rays below source shotpoints:

L=2	Right	X-Loc	-0.2	5.8	11.5	17.4	---
		Elev	-1.7	-1.2	-1.2	-1.4	---
L=2	Left	X-Loc	---	4.8	10.5	16.3	22.1
		Elev	---	-1.4	-1.2	-1.3	-1.9
L=3	Right	X-Loc	-0.2	6.0	11.9	---	---
		Elev	-3.1	-4.8	-3.0	---	---
L=3	Left	X-Loc	---	---	---	---	19.6
		Elev	---	---	---	---	-5.9

Spread A Depth and Elev of layers directly beneath SPs and Geos for BASE2.SIP

SP	Surface		Layer 2		Layer 3	
	X-Loc	Elev	Depth	Elev	Depth	Elev
---	---	---	---	---	---	---
A	-1.0	0.0	1.7	-1.7	3.1	-3.1
B	5.0	0.0	1.4	-1.4	4.4	-4.4
C	11.0	0.0	1.2	-1.2	3.8	-3.8
D	17.0	0.0	1.3	-1.3	5.1	-5.1
E	23.0	0.0	1.9	-1.9	5.9	-5.9
Geo						
---						
1	0.0	0.0	1.7	-1.7	3.1	-3.1
2	2.0	0.0	1.7	-1.7	3.7	-3.7
3	4.0	0.0	1.5	-1.5	4.2	-4.2
4	6.0	0.0	1.2	-1.2	4.5	-4.5
5	8.0	0.0	1.2	-1.2	4.3	-4.3
6	10.0	0.0	1.2	-1.2	3.8	-3.8
7	12.0	0.0	1.2	-1.2	3.8	-3.8
8	14.0	0.0	1.1	-1.1	4.0	-4.0
9	16.0	-0.7	0.5	-1.2	4.1	-4.8
10	18.0	0.0	1.4	-1.4	5.3	-5.3
11	20.0	0.0	1.7	-1.7	5.9	-5.9
12	22.0	0.0	1.8	-1.8	5.9	-5.9

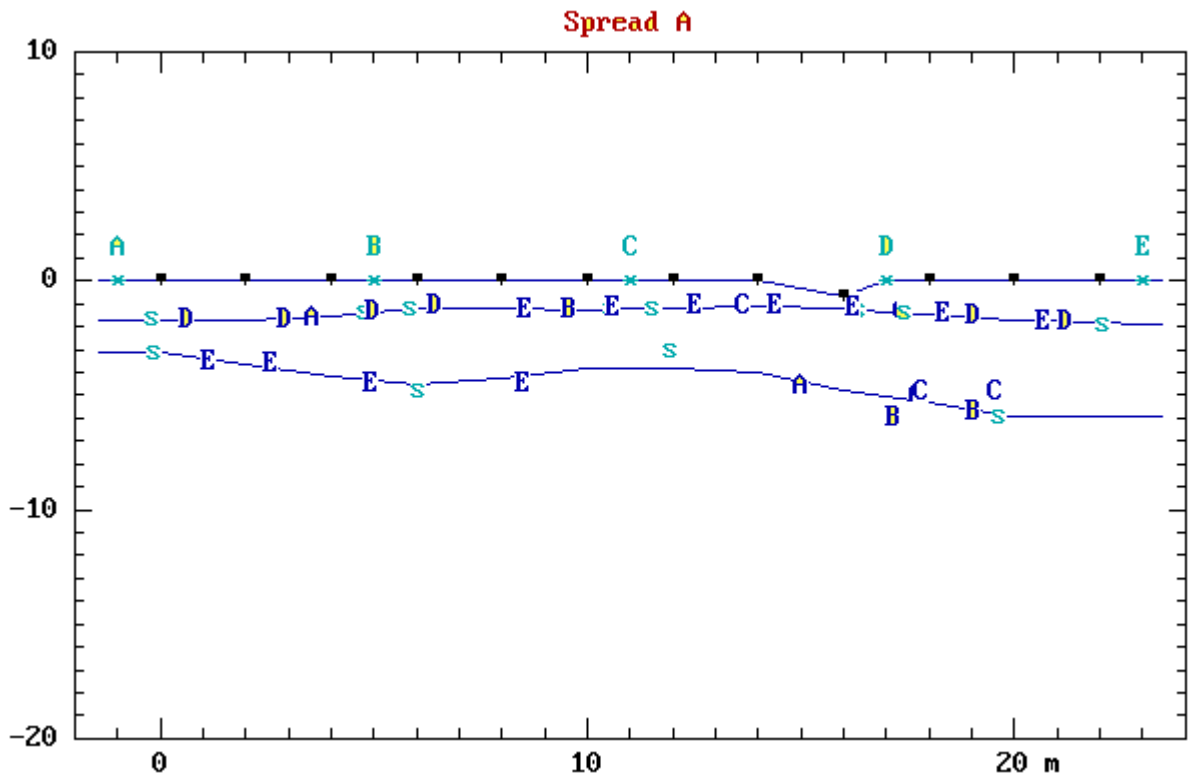
BASE2.SIP

Velocities used, Spread A

	Layer 1	Layer 2	Layer 3
Vertical	402	1068	
Horizontal		1068	2558

BASE2.SIP

Elevation/ Dist ( meters )



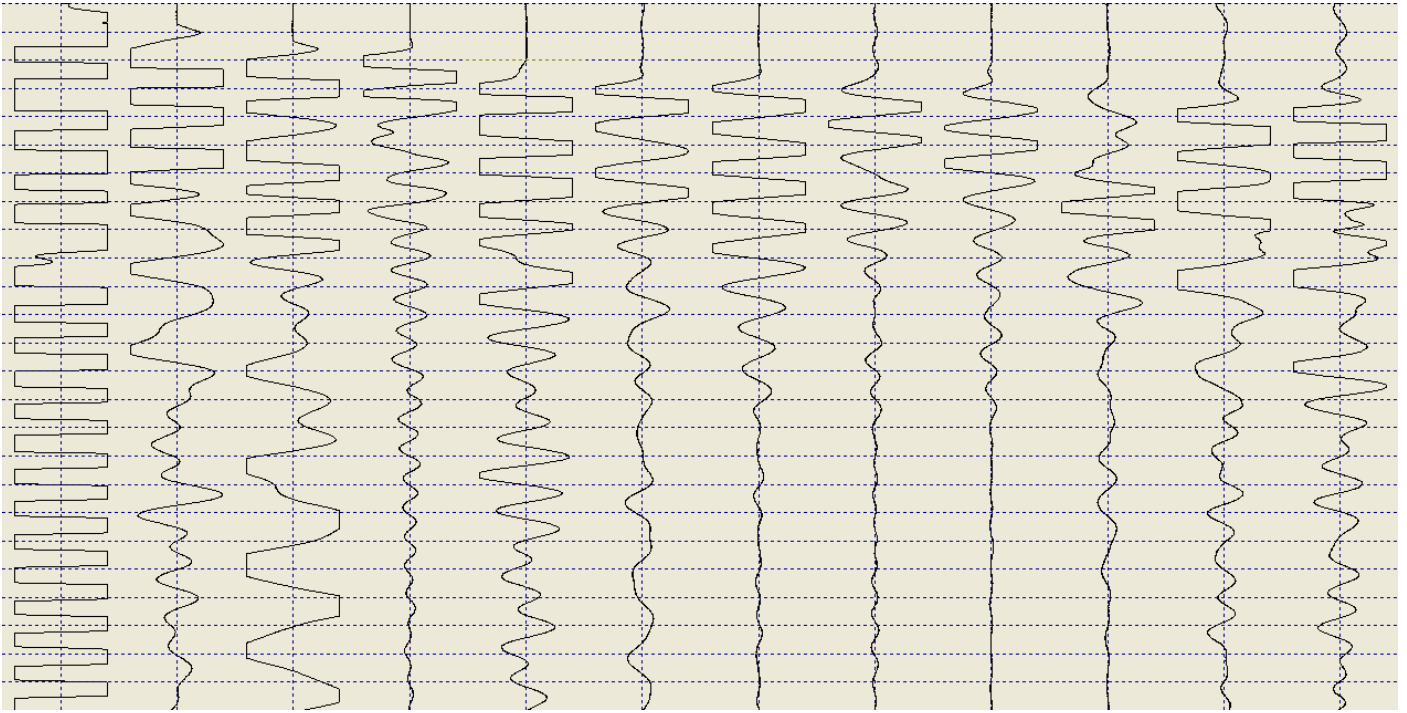
PRINTER PLOT SCALES

Elev: 0.30 m/col  
Dist: 0.50 m/row

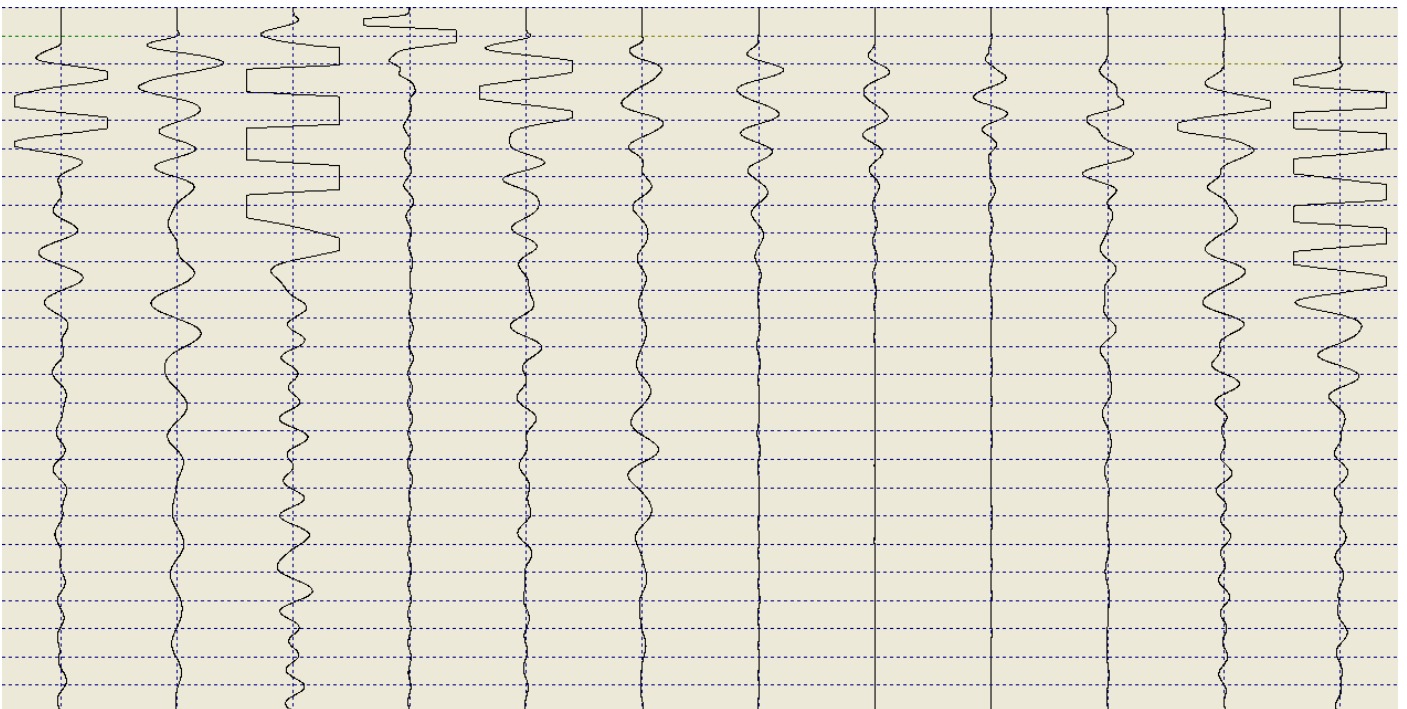
L E G E N D

- > Geophone Location
- \* Shotpoint Location
- A,B,C Emergent Ray; Source SP A,B,C,...
- ? Questionable Emergent Ray
- s Ray Entrypoint Beneath SP
- # More Than One Symbol to Plot Here
- + Grid Mark

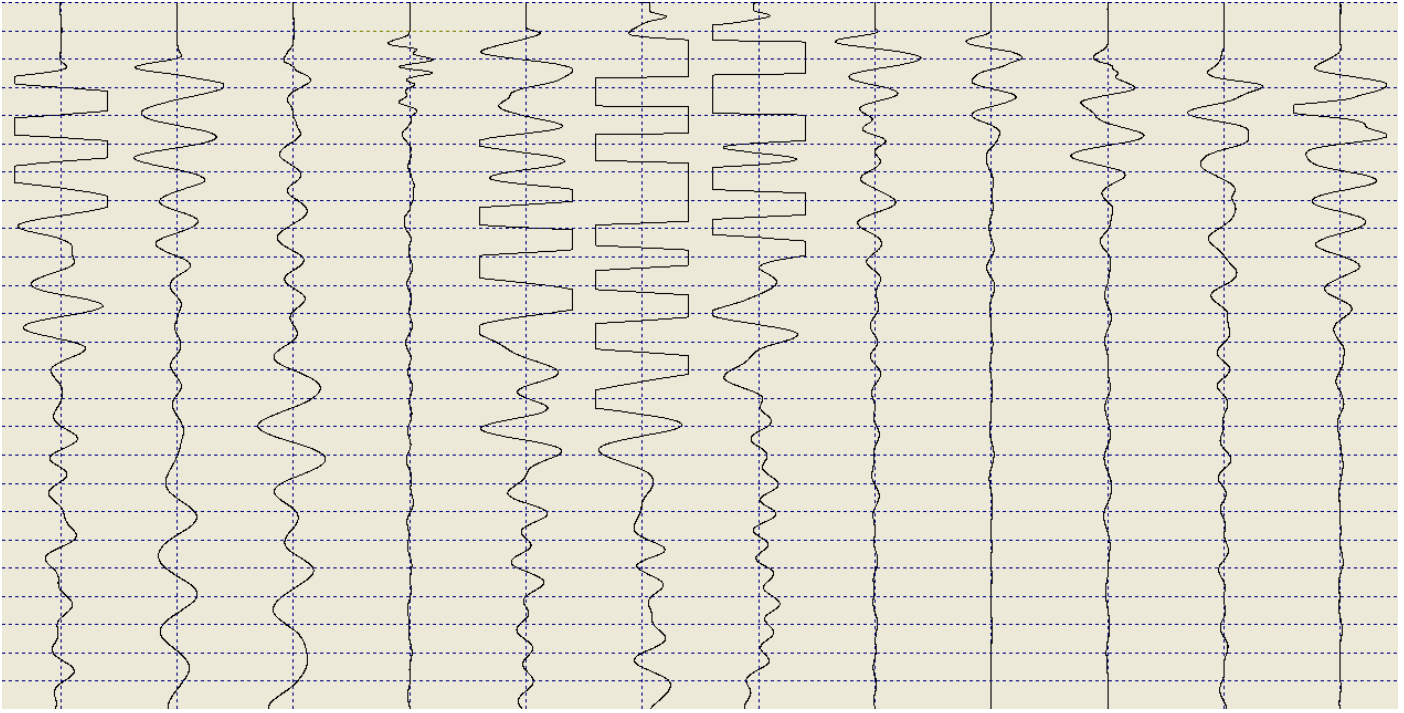
Shot A (2013-01-29\_13-07-01\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



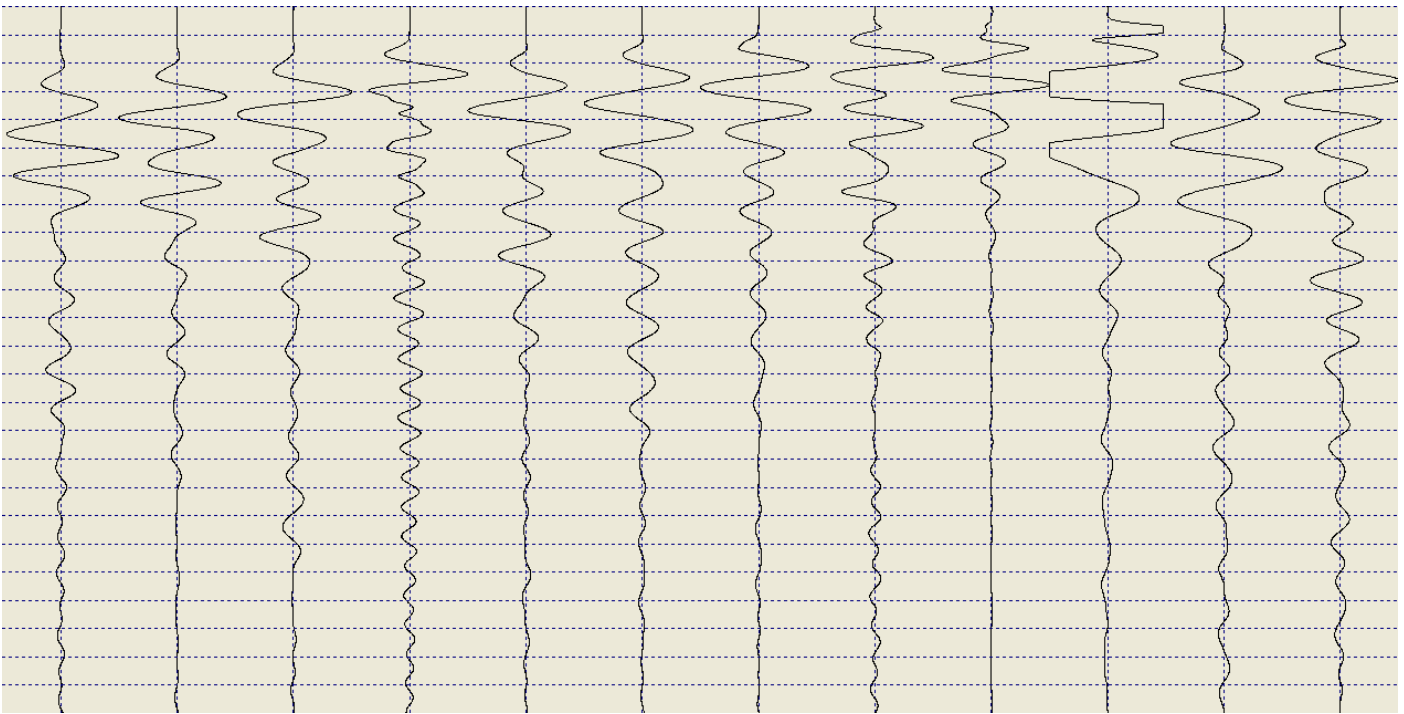
Shot B (2013-01-29\_13-10-37\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



Shot C (2013-01-29\_13-14-26\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)

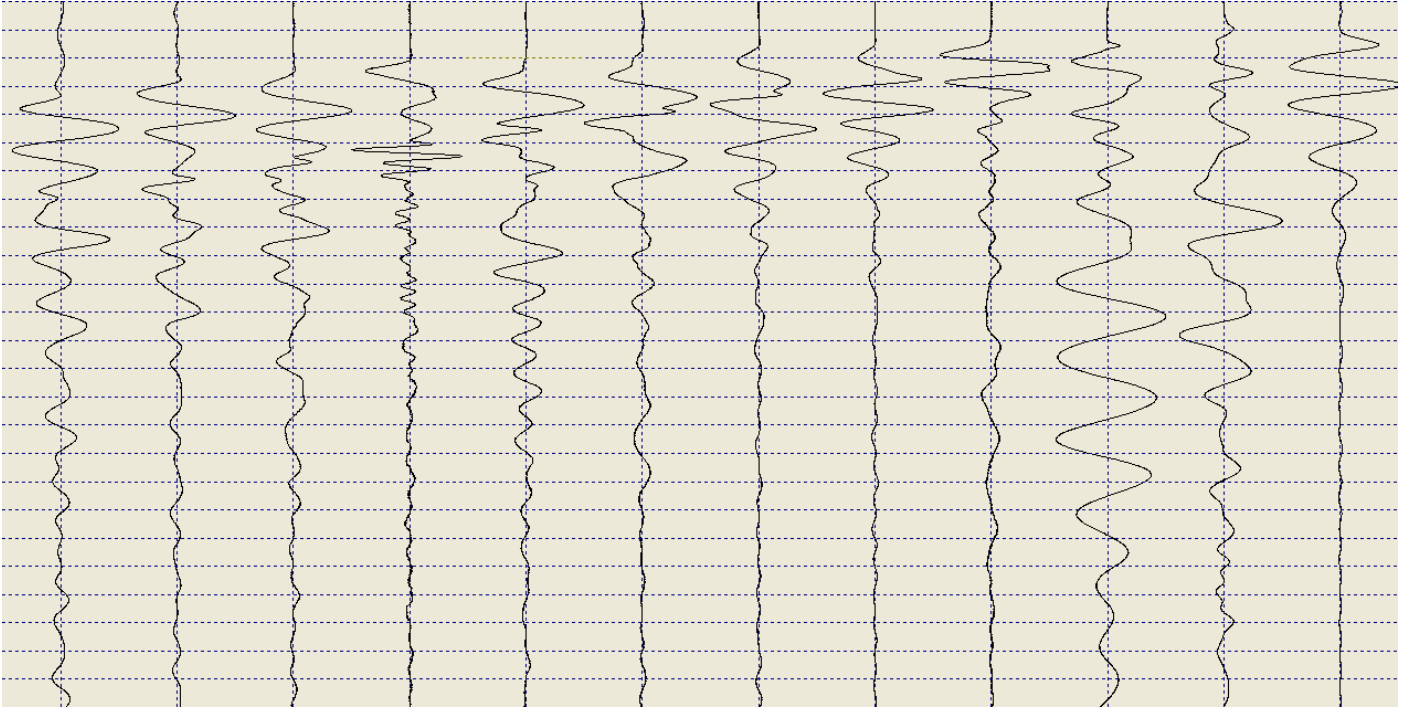


Shot D (2013-01-29\_13-16-57\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)

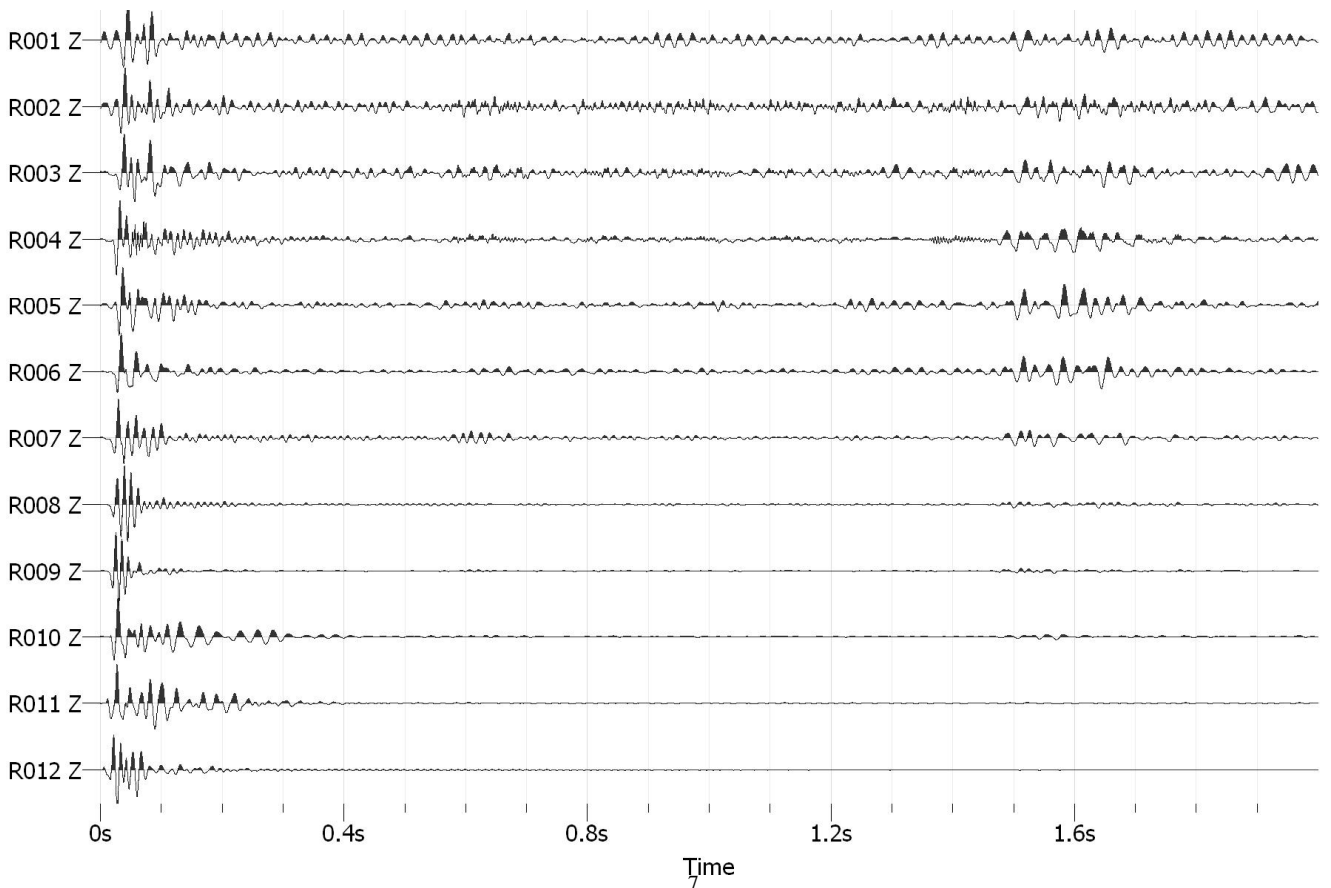




Shot E (2013-01-29\_13-20-08\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



MASW 3.00 m dal geofono 12 (2013-02-15\_18-42-37\_03000\_00200\_012\_StckSm.drm)



### Base sismica n. 3

Località: Vico Equense (NA)

SIPT2 V-4.1 - SEISMIC REFRACTION INTERPRETATION PROGRAM --- RIMROCK GEOPHYSICS, INC.  
 C:\SIPM\2013\BASE3\BASE3.OUT RUN DATE AND TIME: 02-26-2013 at 23:39

SHOTPOINT AND GEOPHONE INPUT DATA for BASE3.SIP

Spread A, 5 Shotpoints, 12 Geophones, X-Shift = 0.0, X-True = 1, Units: Meters.

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth	UpHole T	Fudge T	End SP
A	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1
B	0.3	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
C	0.9	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
D	1.5	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
E	2.1	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2

Arrival Times + Fudge T and Layers represented

Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
1	0.0	0.0	0.0	3.30 1	19.80 1	22.60 2	31.80 3	38.10 3
2	0.1	3.0	0.0	12.30 1	10.70 1	17.88 2	30.00 3	36.30 3
3	0.2	6.0	0.0	21.00 2	2.10 1	14.40 2	26.70 3	32.70 3
4	0.4	9.0	0.0	23.20 2	2.60 1	18.70 1	28.40 2	30.90 3
5	0.6	12.0	0.0	26.10 2	11.20 1	10.00 1	22.10 2	29.70 3
6	0.8	15.0	0.0	28.90 3	19.90 2	2.60 1	21.80 2	30.10 3
7	1.0	18.0	0.0	30.30 3	22.40 2	3.10 1	18.70 2	23.60 2
8	1.2	21.0	0.0	31.40 3	24.30 2	10.30 1	12.40 1	22.00 2
9	1.4	24.0	0.0	32.80 3	28.30 3	13.50 2	3.70 1	18.90 2
10	1.6	27.0	0.0	35.60 3	29.90 3	16.60 2	3.10 1	16.20 1
11	1.8	30.0	0.0	37.10 3	31.00 3	20.50 2	11.90 1	8.80 1
12	2.0	33.0	0.0	38.00 3	32.80 3	24.00 2	16.90 1	3.50 1

Layer 1 Velocity from direct arrivals

Spread A	SP	Geo	DD	V	Avg V
	A	1	1.5	455	
	A	2	4.5	366	
					410
	B	1	7.5	379	
	B	2	4.5	421	
	B	3	1.5	716	
	B	4	1.5	578	
	B	5	4.5	403	
					499
	C	4	7.5	402	
	C	5	4.5	451	
	C	6	1.5	578	
	C	7	1.5	485	
	C	8	4.5	438	
					471
	D	8	4.5	364	
	D	9	1.5	406	
	D	10	1.5	485	
	D	11	4.5	379	
	D	12	7.5	445	
					416
	E	10	7.5	464	
	E	11	4.5	512	
	E	12	1.5	430	
					469

Wtd Avg Velocity computed for Layer 1 = 458

Layer 2 Velocity computed by regression of datum-corrected arrivals

Spread A

V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts
			A	3 5	14.3	1190	1190	14.3	3
			B	6 8	14.8	1382	1382	14.8	3
768	0.7	1 3	C	9 12	4.6	855	816	2.6	7
1015	11.0	4 7	D				1015	11.0	4
1267	10.8	7 9	E				1267	10.8	3
Avg =							1021	for	20 Pts

Layer 2 Velocity computed by Hobson-Overton method

Spread A	SPs	Geos	V	Avg TdSP	Std Err Overall	4 Highest Err	Geo	Std Err at geophones	Err	Geo	Err	Geo
A D	4 5		654	4.0	0.000	0.000	5	-0.000	4			
B D	6 7		1074	0.9	0.000	-0.000	6	0.000	7			
B E	7 8		1718	2.3	0.000	0.000	8	-0.000	7			
Avg = 1148 for 6 Pts												

Wtd Avg Velocity computed for Layer 2 = 1069

Layer 3 Velocity computed by regression of datum-corrected arrivals

Spread A	V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts
				A	6 12	19.5	1894	1894	19.5	7
				B	9 12	20.5	2093	2093	20.5	4
	1274	11.7	1 3	D				1274	11.7	3
	1765	17.6	1 6	E				1765	17.6	6
Avg = 1760 for 20 Pts										

Layer 3 Velocity computed by Hobson-Overton method

Not enough points.

Wtd Avg Velocity computed for Layer 3 = 1760

Arrival times Td corrected to datum. (Datum Elev = -0.115 + 0.063x) for BASE3.SIP

Spread A	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E			
Datum Elev . . . . .	-0.2	0.4	0.9	1.5	2.1			
Geo . . . . .	-0.5	0.1	0.1	-0.0	-0.1			
---	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--			
1	-0.1	0.0	-0.3	2.6	19.7	22.4	31.5	37.8
2	0.1	3.0	-0.1	11.8	10.8	17.9	29.9	36.2
3	0.3	6.0	0.1	20.7	2.4	14.6	26.8	32.8
4	0.5	9.0	0.1	22.9	2.8	18.9	28.5	30.9
5	0.6	12.0	0.1	25.7	11.4	10.1	22.2	29.7
6	0.8	15.0	0.1	28.5	20.1	2.7	21.9	30.1
7	1.0	18.0	0.0	29.9	22.6	3.2	18.7	23.6
8	1.2	21.0	0.0	31.0	24.4	10.4	12.4	21.9
9	1.4	24.0	-0.0	32.3	28.4	13.6	3.7	18.8
10	1.6	27.0	-0.0	35.1	30.0	16.6	3.1	16.1
11	1.8	30.0	-0.1	36.6	31.1	20.5	11.8	8.7
12	2.0	33.0	-0.1	37.5	32.9	24.0	16.8	3.3

Arrival times Tc corrected to top of Layer 2 and Elev of top of Layer 2 for BASE3.SIP

Spread A	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Elev . . . . .	-3.6	-2.6	-1.2	-1.0	-1.0
Geo . . . . .	7.9	6.4	4.5	5.4	6.7
---	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--

1	-3.4	0.0	7.5	0.0	0.0	10.6	18.9	23.9
2	-3.0	3.0	6.9	0.0	0.0	6.5	17.7	22.8
3	-2.7	6.0	6.4	6.6	0.0	3.4	14.9	19.6
4	-2.5	9.0	6.4	8.9	0.0	0.0	16.6	17.8
5	-2.0	12.0	5.7	12.5	0.0	0.0	11.0	17.4
6	-1.2	15.0	4.4	16.5	9.1	0.0	12.0	19.0
7	-1.1	18.0	4.7	17.7	11.3	0.0	8.6	12.3
8	-1.1	21.0	5.0	18.4	12.9	0.0	0.0	10.3
9	-1.0	24.0	5.2	19.7	16.7	3.8	0.0	7.0
10	-1.0	27.0	5.6	22.1	17.9	6.5	0.0	0.0
11	-1.0	30.0	6.1	23.0	18.5	9.8	0.0	0.0
12	-1.0	33.0	6.5	23.6	19.9	13.0	0.0	0.0

Spread A Points of emergence of refracted rays below target geophones for BASE3.SIP

Geo		SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
---		-----L	-----L	-----L	-----L	-----L
1	X-Loc	--- 1	--- 1	2.3 2	4.7 3	5.3 3
	Elev	---	---	-3.1	-6.3	-6.9
2	X-Loc	--- 1	--- 1	4.7 2	7.7 3	8.4 3
	Elev	---	---	-2.8	-6.2	-6.8
3	X-Loc	5.0 2	--- 1	7.4 2	9.3 3	9.7 3
	Elev	-2.8	---	-2.7	-5.1	-5.6
4	X-Loc	7.6 2	--- 1	--- 1	10.9 2	12.6 3
	Elev	-2.7	---	---	-2.3	-5.4
5	X-Loc	11.3 2	--- 1	--- 1	13.9 2	16.8 3
	Elev	-2.2	---	---	-1.5	-6.0
6	X-Loc	11.3 3	14.7 2	--- 1	15.9 2	21.4 3
	Elev	-7.0	-1.2	---	-1.1	-7.5
7	X-Loc	13.5 3	17.0 2	--- 1	19.0 2	19.0 2
	Elev	-6.6	-1.1	---	-1.1	-1.1
8	X-Loc	17.2 3	19.9 2	--- 1	--- 1	22.3 2
	Elev	-5.9	-1.1	---	---	-1.1
9	X-Loc	20.6 3	19.6 3	23.0 2	--- 1	25.1 2
	Elev	-5.4	-6.8	-1.0	---	-0.9
10	X-Loc	24.4 3	24.1 3	25.8 2	--- 1	--- 1
	Elev	-5.4	-6.0	-0.9	---	---
11	X-Loc	27.5 3	27.3 3	28.6 2	--- 1	--- 1
	Elev	-4.7	-5.0	-1.0	---	---
12	X-Loc	30.4 3	29.7 3	31.6 2	--- 1	--- 1
	Elev	-3.7	-4.7	-1.0	---	---

Spread A Points of entry of refracted rays below source shotpoints:

L=2	Right	X-Loc	1.0	9.6	17.4	---	---
		Elev	-3.4	-2.5	-1.1	---	---
L=2	Left	X-Loc	---	---	15.5	24.3	33.1
		Elev	---	---	-1.1	-0.9	-1.0
L=3	Right	X-Loc	4.2	12.6	---	---	---
		Elev	-7.4	-7.0	---	---	---
L=3	Left	X-Loc	---	---	---	22.9	31.7
		Elev	---	---	---	-4.7	-4.0

Spread A Depth and Elev of layers directly beneath SPs and Geos for BASE3.SIP

SP	Surface		Layer 2		Layer 3	
	X-Loc	Elev	Depth	Elev	Depth	Elev
---	---	---	---	---	---	---
A	-1.5	0.0	3.6	-3.6	7.7	-7.7
B	7.5	0.3	2.9	-2.6	6.8	-6.5
C	16.5	0.9	2.1	-1.2	7.0	-6.1
D	25.5	1.5	2.5	-1.0	6.8	-5.3
E	34.5	2.1	3.1	-1.0	6.0	-3.9
Geo						
---						
1	0.0	0.0	3.4	-3.4	7.7	-7.7
2	3.0	0.1	3.1	-3.0	7.6	-7.5
3	6.0	0.2	2.9	-2.7	6.9	-6.7
4	9.0	0.4	2.9	-2.5	6.7	-6.3
5	12.0	0.6	2.6	-2.0	6.7	-6.1
6	15.0	0.8	2.0	-1.2	6.9	-6.1
7	18.0	1.0	2.1	-1.1	7.1	-6.1
8	21.0	1.2	2.3	-1.1	7.2	-6.0

9	24.0	1.4	2.4	-1.0	7.0	-5.6
10	27.0	1.6	2.6	-1.0	6.6	-5.0
11	30.0	1.8	2.8	-1.0	6.2	-4.4
12	33.0	2.0	3.0	-1.0	6.0	-4.0

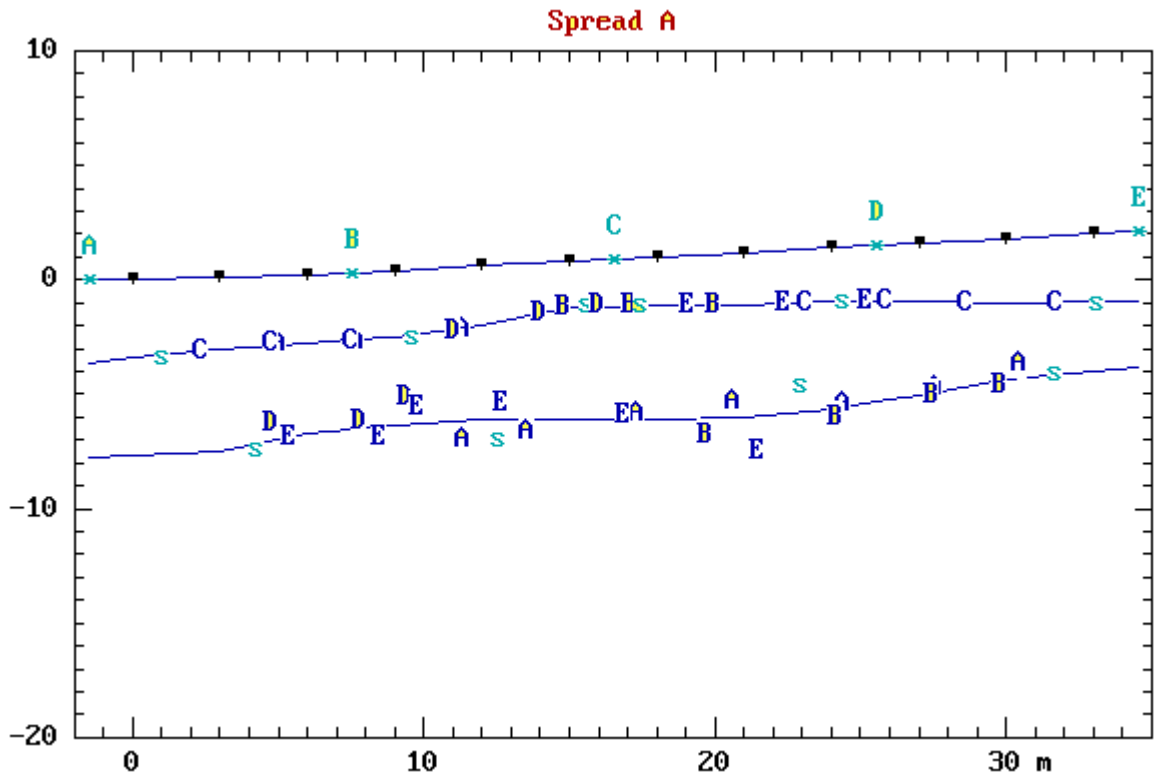
BASE3.SIP

Velocities used, Spread A

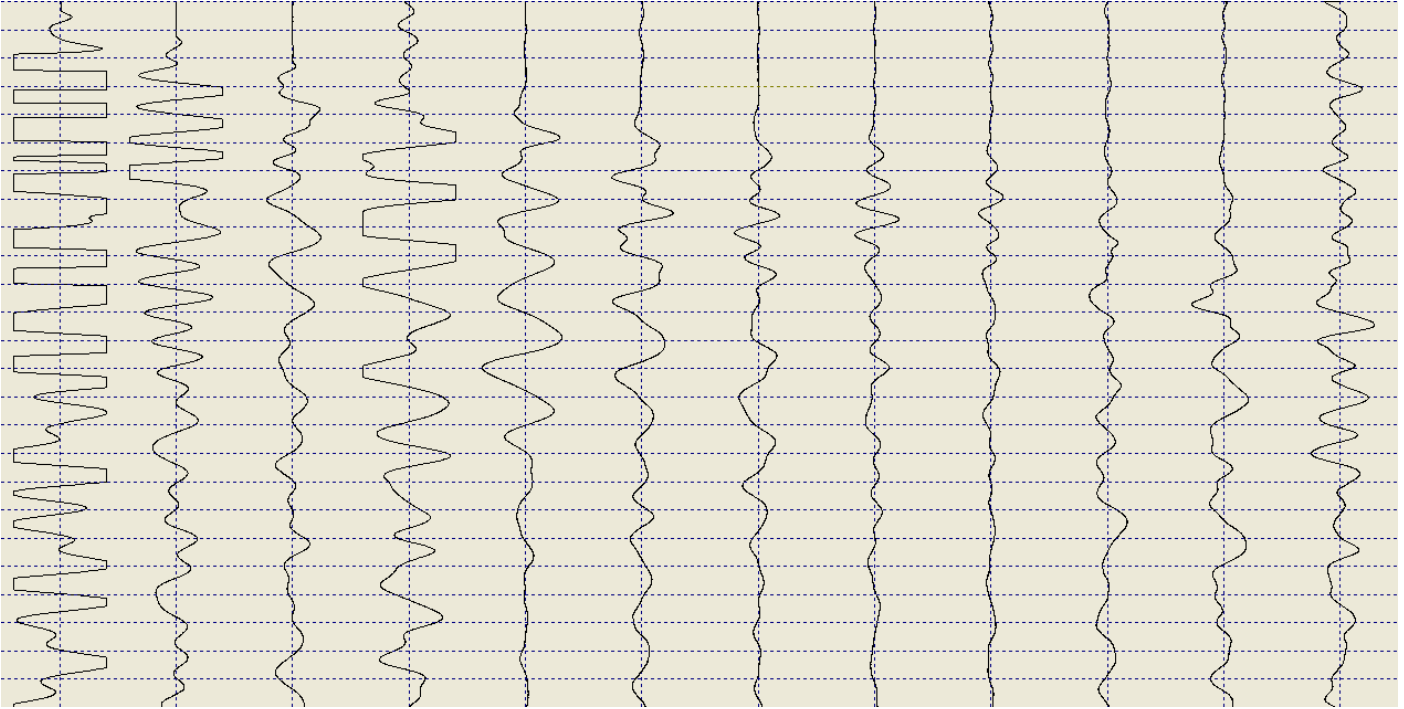
	Layer 1 -----	Layer 2 -----	Layer 3 -----
Vertical	458	1069	
Horizontal		1069	1760

BASE3.SIP

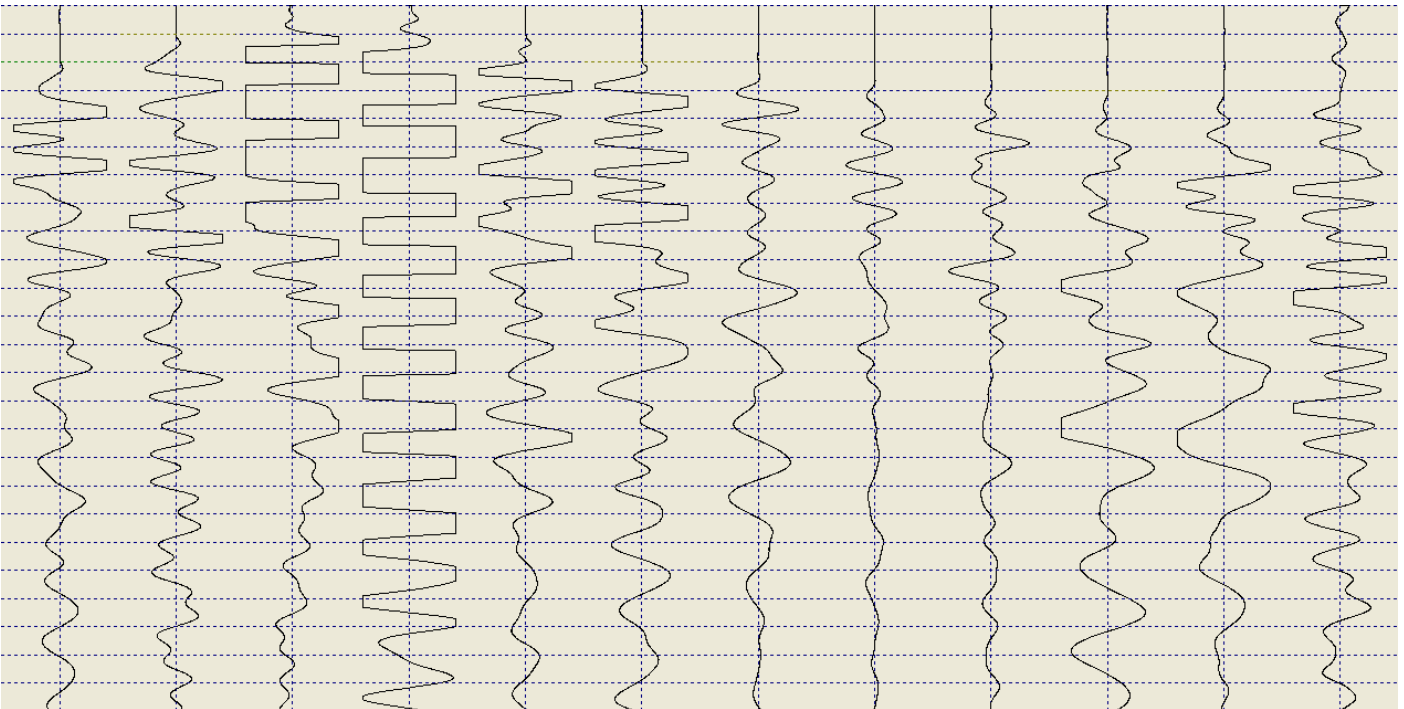
Elevation/ Dist ( meters )



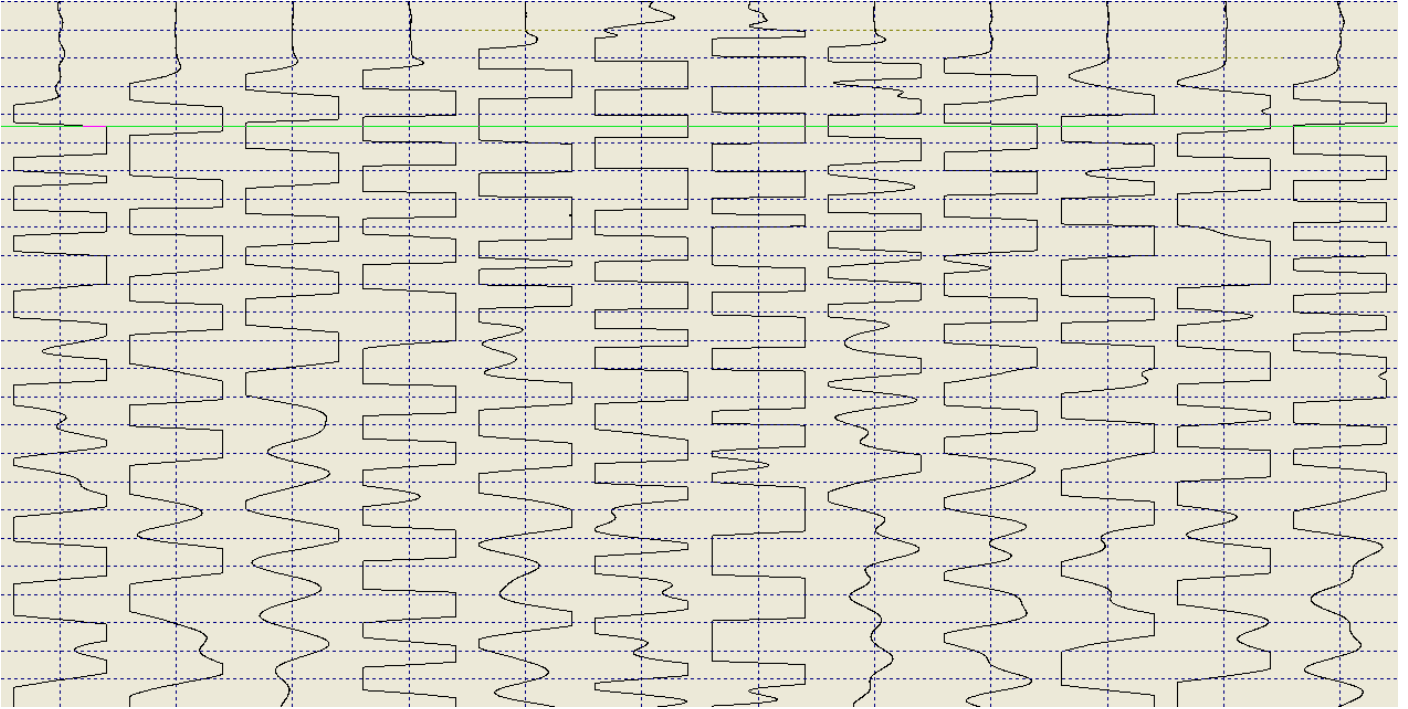
Shot A (2013-01-29\_15-10-02\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



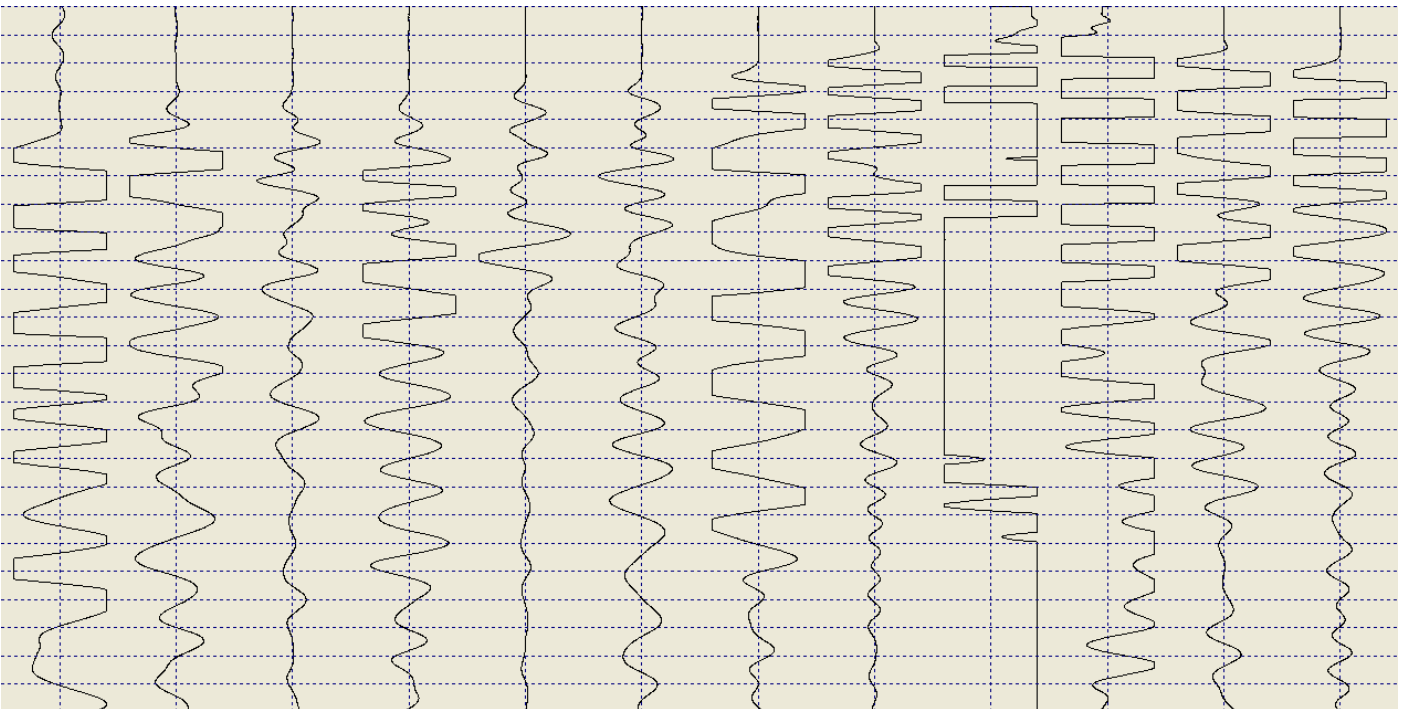
Shot B (2013-01-29\_15-15-01\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



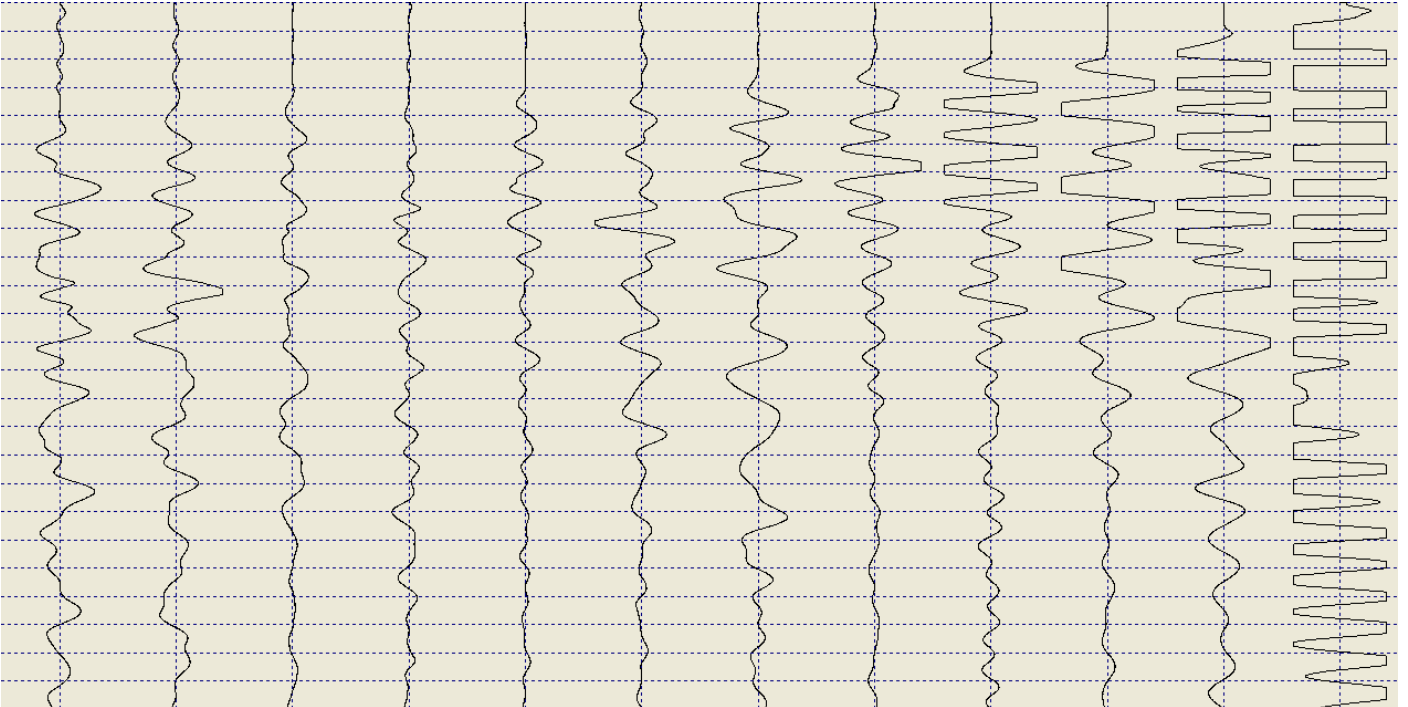
Shot C (2013-01-29\_15-15-47\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



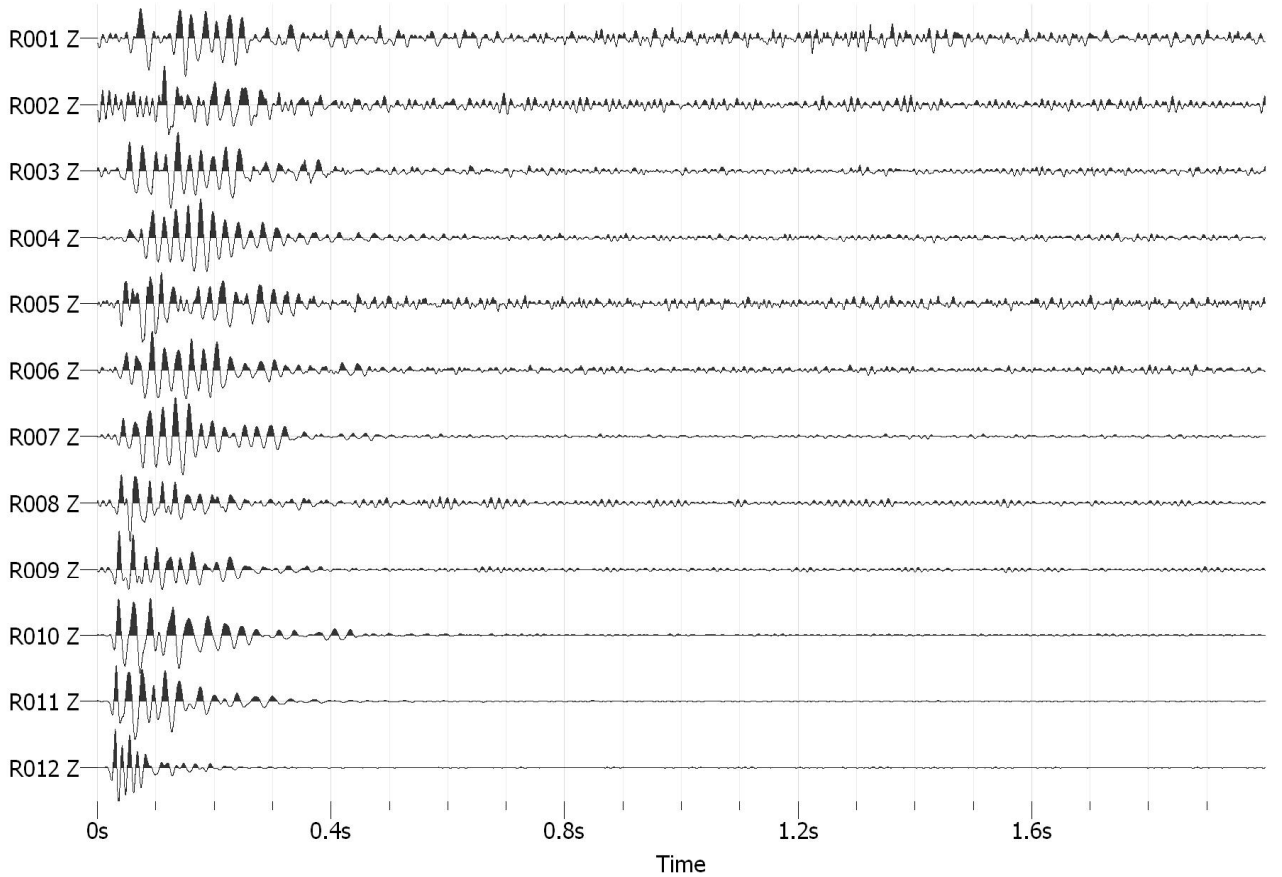
Shot D (2013-01-29\_14-24-56\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



Shot E (2013-01-29\_14-29-00\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



MASW 6.00 m dal geofono 12 (2013-02-23\_19-49-09\_03000\_00200\_012\_StckSm.drm)





### Base sismica n. 4

Località: Agerola (NA)

SIPT2 V-4.1 - SEISMIC REFRACTION INTERPRETATION PROGRAM --- RIMROCK GEOPHYSICS, INC.  
C:\SIPM\2013\BASE4\BASE4.OUT RUN DATE AND TIME: 02-22-2013 at 18:46

SHOTPOINT AND GEOPHONE INPUT DATA for BASE4.SIP

Spread A, 5 Shotpoints, 12 Geophones, X-Shift = 0.0, X-True = 1, Units: Meters.

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth	UpHole T	Fudge T	End SP
A	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1
B	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
C	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
D	0.0	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
E	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2

Arrival Times + Fudge T and Layers represented

Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
1	0.0	0.0	0.0	8.60 1	42.40 1	76.60 2	85.70 2	87.20 0
2	0.0	3.0	0.0	26.90 1	22.10 1	73.70 2	81.60 2	86.80 2
3	0.0	6.0	0.0	50.20 1	6.40 1	60.70 1	87.70 2	90.50 2
4	0.0	9.0	0.0	64.10 1	6.30 1	44.10 1	79.40 2	78.30 2
5	0.0	12.0	0.0	75.10 1	24.60 1	28.40 1	69.00 2	68.80 2
6	0.0	15.0	0.0	83.70 1	42.30 1	9.10 1	62.60 2	60.60 2
7	0.0	18.0	0.0	93.50 1	59.40 1	12.80 1	48.60 1	51.90 2
8	0.0	21.0	0.0	91.00 0	71.20 1	30.20 1	32.00 1	44.10 2
9	0.0	24.0	0.0	87.50 0	84.30 1	45.70 1	8.70 1	35.90 2
10	0.0	27.0	0.0	80.40 2	73.10 2	43.30 2	7.70 1	30.70 2
11	0.0	30.0	0.0	84.60 2	75.20 2	44.90 2	24.10 1	24.80 1
12	0.0	33.0	0.0	86.80 2	79.30 2	52.20 2	31.40 2	9.80 1

Layer 1 Velocity from direct arrivals

Spread A	SP	Geo	DD	V	Avg V
	A	1	1.5	174	
	A	2	4.5	167	
	A	3	7.5	149	
	A	4	10.5	164	
	A	5	13.5	180	
	A	6	16.5	197	
	A	7	19.5	209	
					177
	B	1	7.5	177	
	B	2	4.5	204	
	B	3	1.5	234	
	B	4	1.5	238	
	B	5	4.5	183	
	B	6	7.5	177	
	B	7	10.5	177	
	B	8	13.5	190	
	B	9	16.5	196	
					197
	C	3	10.5	173	
	C	4	7.5	170	
	C	5	4.5	158	
	C	6	1.5	165	
	C	7	1.5	117	
	C	8	4.5	149	
	C	9	7.5	164	
					157
	D	7	7.5	154	
	D	8	4.5	141	
	D	9	1.5	172	
	D	10	1.5	195	
	D	11	4.5	187	
					170
	E	11	4.5	181	

E 12 1.5 153 167

-----  
 Wtd Avg Velocity computed for Layer 1 = 177

Layer 2 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A											
V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts		
				A	10 12	50.3	937	937	50.3	3	
				B	10 12	52.6	968	968	52.6	3	
1034	60.6	1 2		C	10 12	26.8	674	783	43.7	5	
650	50.0	1 6		D				650	50.0	6	
380	9.5	2 10		E				380	9.5	9	
							Avg =	570	for	26	Pts

Layer 2 Velocity computed by Hobson-Overton method

Not enough points.

-----  
 Wtd Avg Velocity computed for Layer 2 = 570

Arrival times Td corrected to datum. (Datum Elev = 0.000 + 0.000x) for BASE4.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Datum Elev . . . . .				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geo	.	X-Loc	Cor T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	.	---	---	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--
1	0.0	0.0	0.0	8.6	42.4	76.6	85.7	87.2
2	0.0	3.0	0.0	26.9	22.1	73.7	81.6	86.8
3	0.0	6.0	0.0	50.2	6.4	60.7	87.7	90.5
4	0.0	9.0	0.0	64.1	6.3	44.1	79.4	78.3
5	0.0	12.0	0.0	75.1	24.6	28.4	69.0	68.8
6	0.0	15.0	0.0	83.7	42.3	9.1	62.6	60.6
7	0.0	18.0	0.0	93.5	59.4	12.8	48.6	51.9
8	0.0	21.0	0.0	91.0	71.2	30.2	32.0	44.1
9	0.0	24.0	0.0	87.5	84.3	45.7	8.7	35.9
10	0.0	27.0	0.0	80.4	73.1	43.3	7.7	30.7
11	0.0	30.0	0.0	84.6	75.2	44.9	24.1	24.8
12	0.0	33.0	0.0	86.8	79.3	52.2	31.4	9.8

Arrival times Tc corrected to top of Layer 2 and Elev of top of Layer 2 for BASE4.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Elev . . . . .				-3.3	-4.5	-3.7	-2.3	-1.0
Geo	.	X-Loc	Cor T	18.8	25.8	21.1	13.2	5.6
---	.	---	---	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--
1	-3.4	0.0	19.4	0.0	0.0	36.1	53.1	0.0
2	-3.6	3.0	20.5	0.0	0.0	32.1	47.9	60.7
3	-4.3	6.0	24.1	0.0	0.0	0.0	50.3	60.7
4	-4.8	9.0	27.4	0.0	0.0	0.0	38.8	45.3
5	-4.7	12.0	26.5	0.0	0.0	0.0	29.3	36.7
6	-4.1	15.0	23.3	0.0	0.0	0.0	26.1	31.7
7	-3.3	18.0	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3
8	-3.1	21.0	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1
9	-2.7	24.0	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1
10	-2.0	27.0	11.3	50.3	36.0	10.9	0.0	13.8
11	-1.4	30.0	8.0	57.8	41.4	15.8	0.0	0.0
12	-1.2	33.0	6.9	61.1	46.6	24.2	11.3	0.0

Spread A Points of emergence of refracted rays below target geophones for BASE4.SIP

Geo		SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
		-----L	-----L	-----L	-----L	-----L
1	X-Loc	--- 1	--- 1	0.9 2	0.9 2	--- 0
	Elev	---	---	-3.5	-3.5	---
2	X-Loc	--- 1	--- 1	3.3 2	3.3 2	3.3 2
	Elev	---	---	-3.6	-3.6	-3.6
3	X-Loc	--- 1	--- 1	--- 1	6.2 2	6.2 2
	Elev	---	---	---	-4.3	-4.3
4	X-Loc	--- 1	--- 1	--- 1	11.2 2	11.2 2
	Elev	---	---	---	-4.8	-4.8
5	X-Loc	--- 1	--- 1	--- 1	14.3 2	14.3 2
	Elev	---	---	---	-4.3	-4.3
6	X-Loc	--- 1	--- 1	--- 1	17.4 2	17.4 2
	Elev	---	---	---	-3.5	-3.5
7	X-Loc	--- 1	--- 1	--- 1	--- 1	19.4 2
	Elev	---	---	---	---	-3.1
8	X-Loc	--- 0	--- 1	--- 1	--- 1	22.0 2
	Elev	---	---	---	---	-3.0
9	X-Loc	--- 0	--- 1	--- 1	--- 1	25.7 2
	Elev	---	---	---	---	-2.4
10	X-Loc	27.0 2	27.0 2	27.0 2	--- 1	28.0 2
	Elev	-2.0	-2.0	-2.0	---	-1.8
11	X-Loc	29.8 2	29.8 2	29.8 2	--- 1	--- 1
	Elev	-1.4	-1.4	-1.4	---	---
12	X-Loc	32.7 2	32.7 2	32.7 2	32.7 2	--- 1
	Elev	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	---

Spread A Points of entry of refracted rays below source shotpoints:

L=2	Right	X-Loc	-0.7	9.8	18.0	26.8	---
		Elev	-3.4	-5.0	-3.3	-2.0	---
L=2	Left	X-Loc	---	---	16.4	25.5	34.3
		Elev	---	---	-3.7	-2.4	-1.0

Spread A Depth and Elev of layers directly beneath SPs and Geos for BASE4.SIP

SP	Surface		Layer 2	
	X-Loc	Elev	Depth	Elev
A	-1.5	0.0	3.3	-3.3
B	7.5	0.0	4.5	-4.5
C	16.5	0.0	3.7	-3.7
D	25.5	0.0	2.3	-2.3
E	34.5	0.0	1.0	-1.0
Geo				
---				
1	0.0	0.0	3.4	-3.4
2	3.0	0.0	3.6	-3.6
3	6.0	0.0	4.3	-4.3
4	9.0	0.0	4.8	-4.8
5	12.0	0.0	4.7	-4.7
6	15.0	0.0	4.1	-4.1
7	18.0	0.0	3.3	-3.3
8	21.0	0.0	3.1	-3.1
9	24.0	0.0	2.7	-2.7
10	27.0	0.0	2.0	-2.0
11	30.0	0.0	1.4	-1.4
12	33.0	0.0	1.2	-1.2

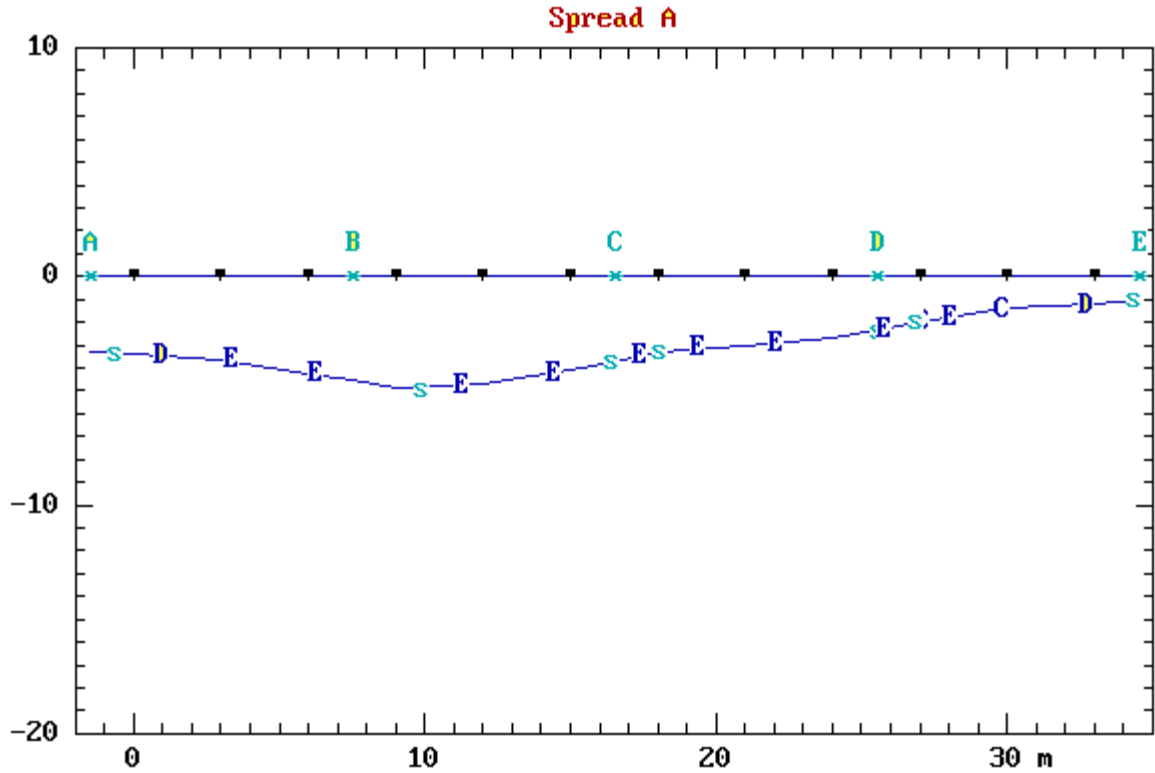
BASE4.SIP

Velocities used, Spread A

	Layer 1	Layer 2
	-----	-----
Vertical	177	
Horizontal		570

BASE4.SIP

Elevation/Dist ( meters )



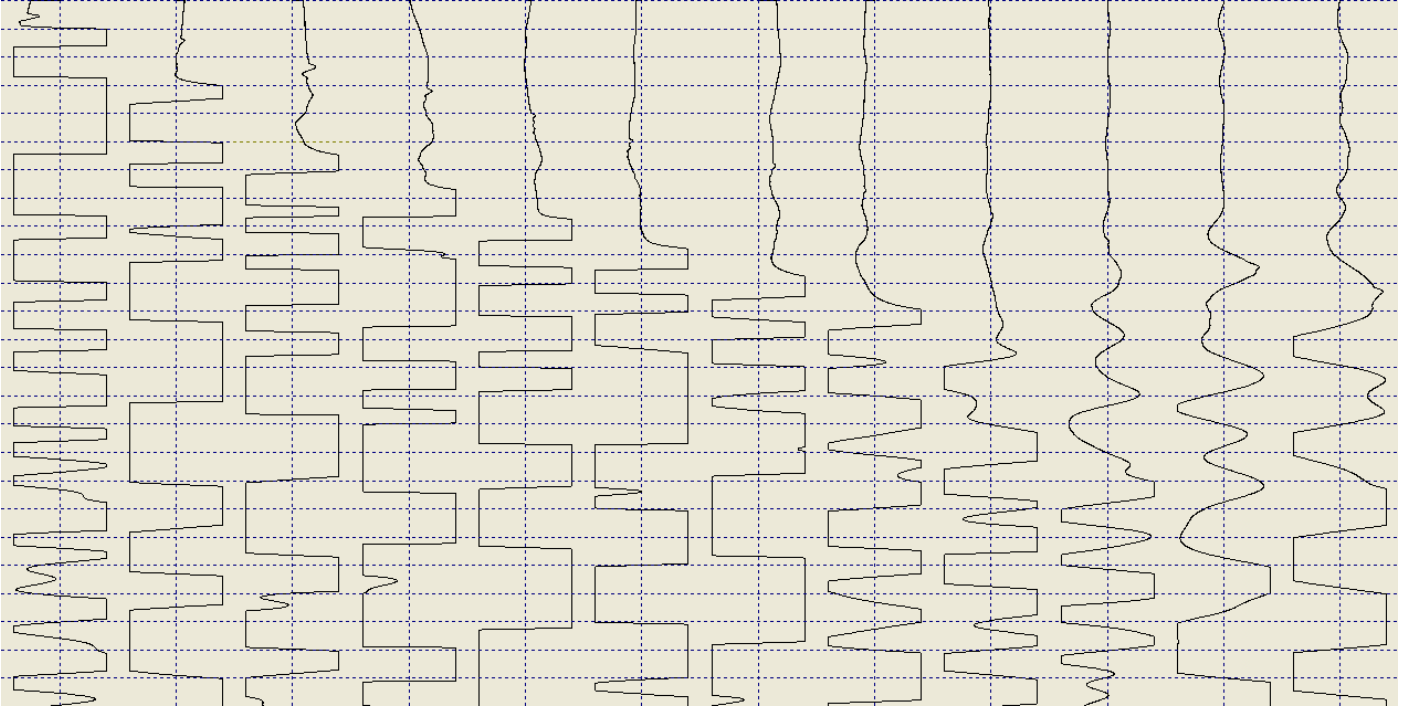
-----  
P R I N T E R P L O T S C A L E S

Elev: 0.30 m/col  
Dist: 0.75 m/row

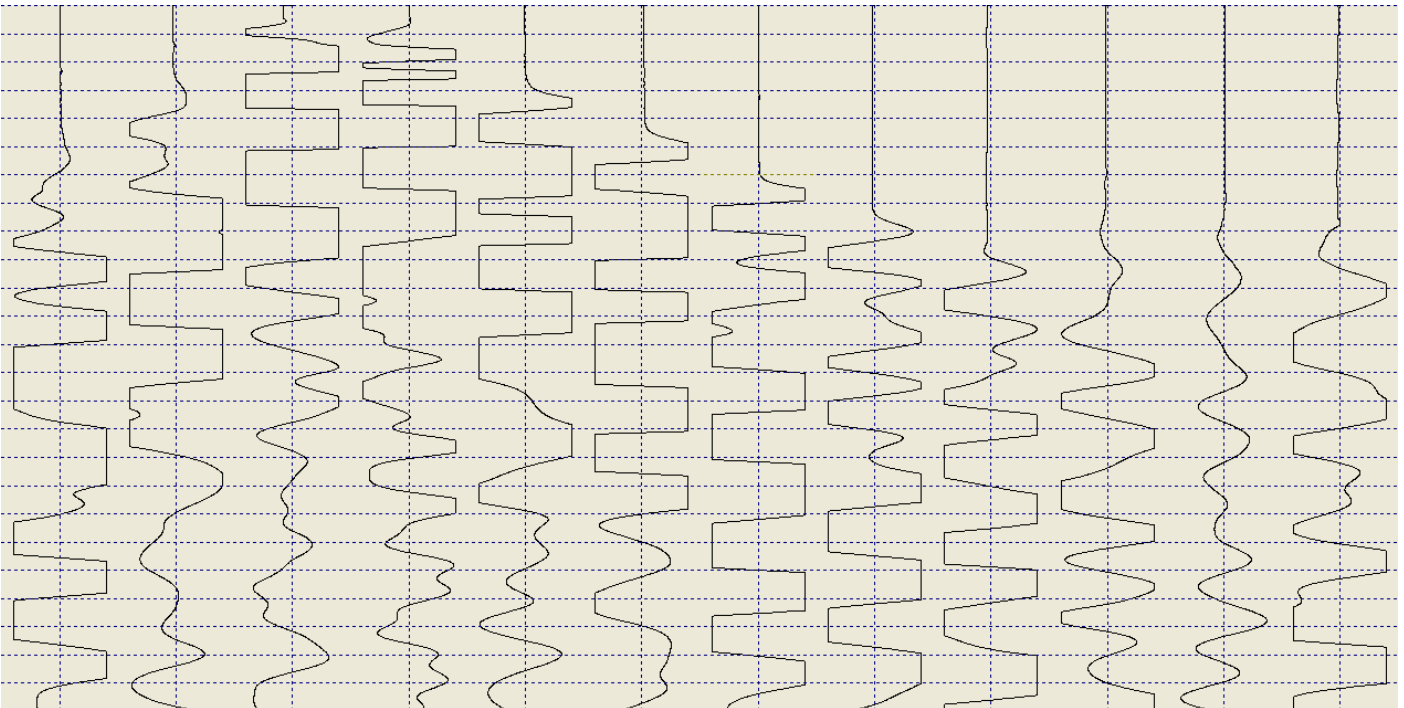
-----  
L E G E N D

> Geophone Location  
\* Shotpoint Location  
A,B,C Emergent Ray; Source SP A,B,C,...  
? Questionable Emergent Ray  
s Ray Entrypoint Beneath SP  
# More Than One Symbol to Plot Here  
+ Grid Mark

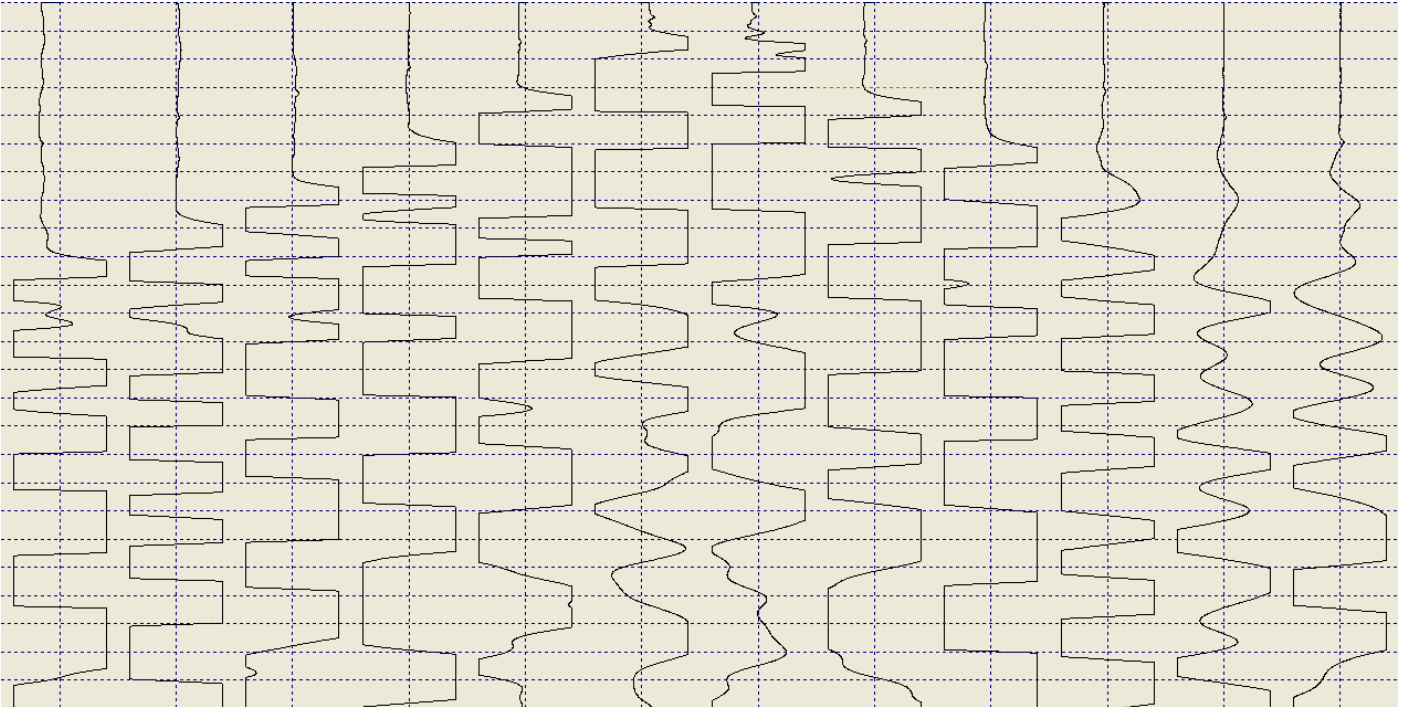
Shot A (2013-02-02\_10-12-42\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



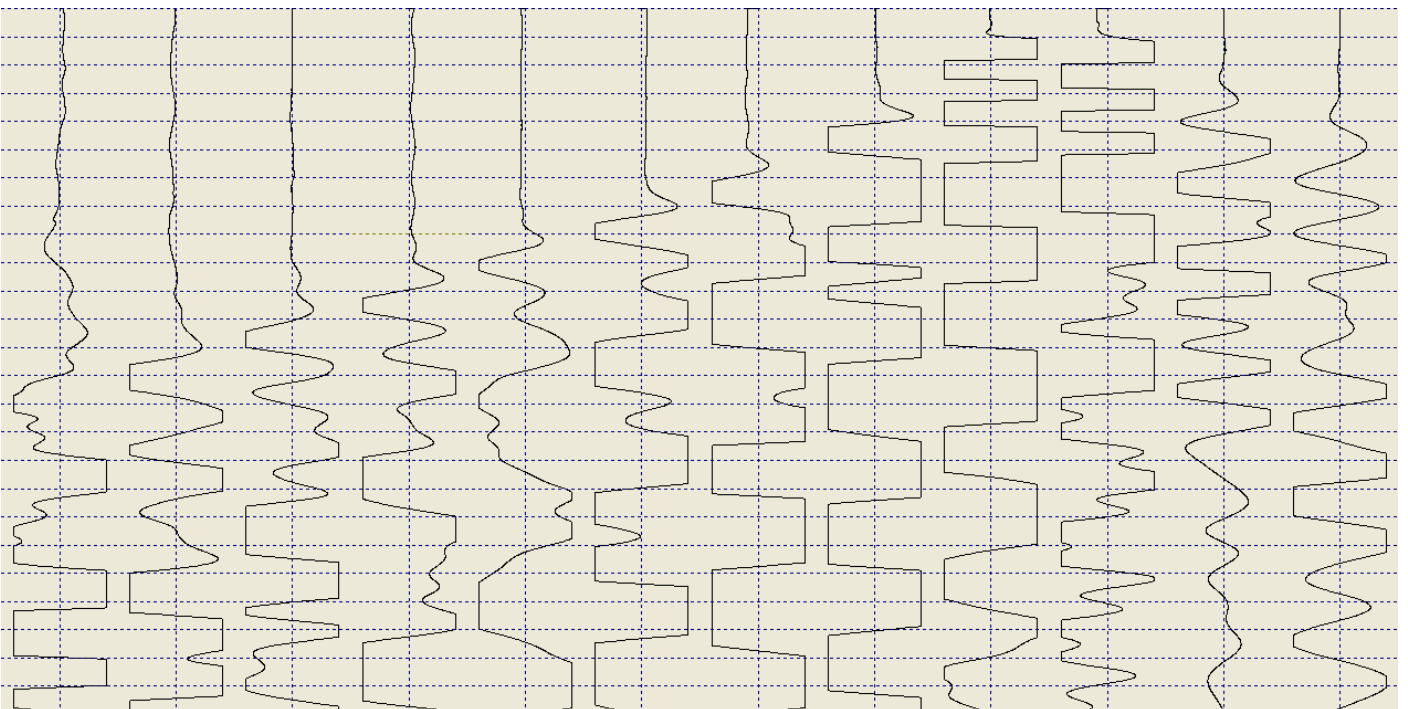
Shot B (2013-02-02\_10-19-28\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)

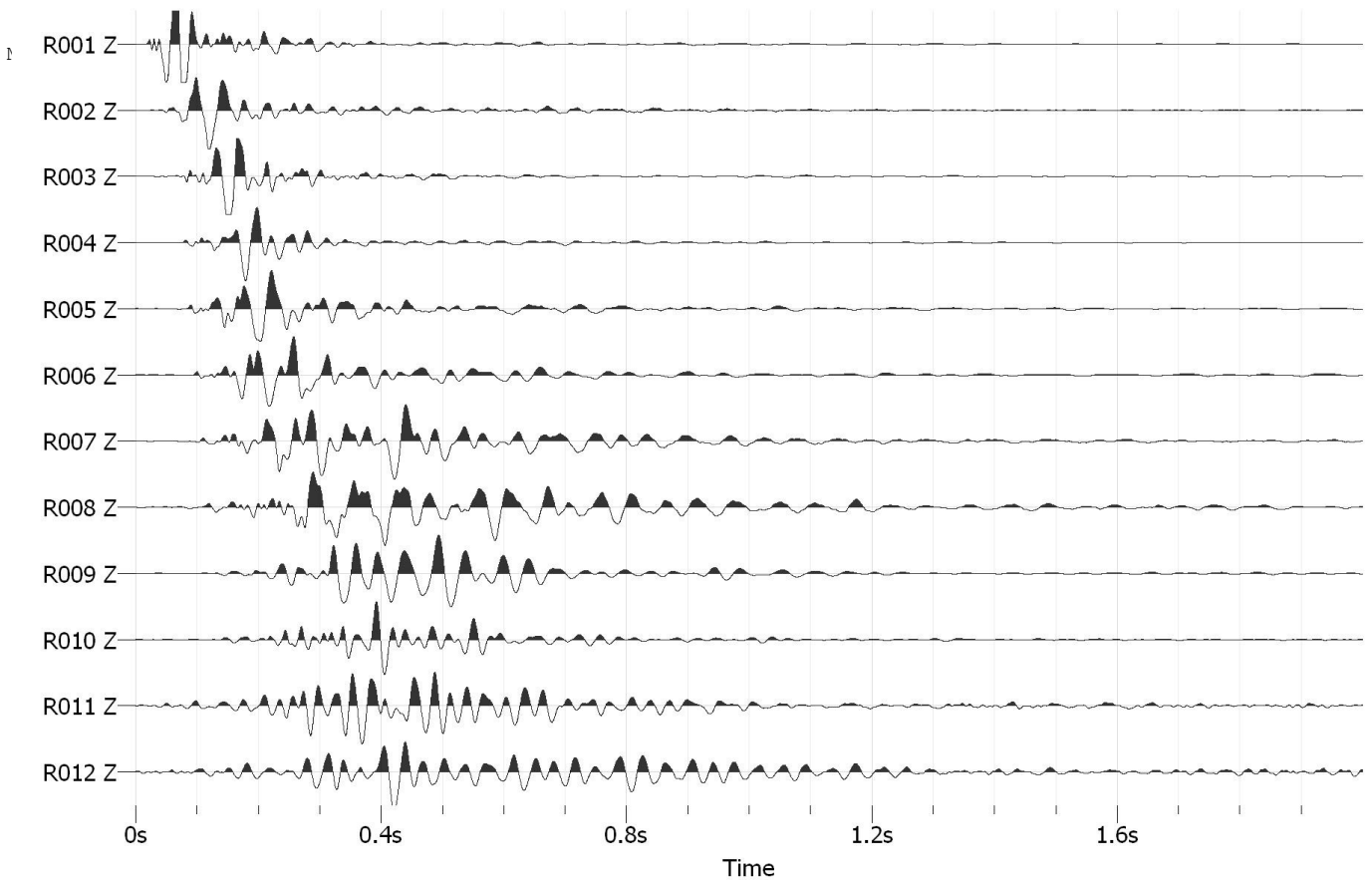
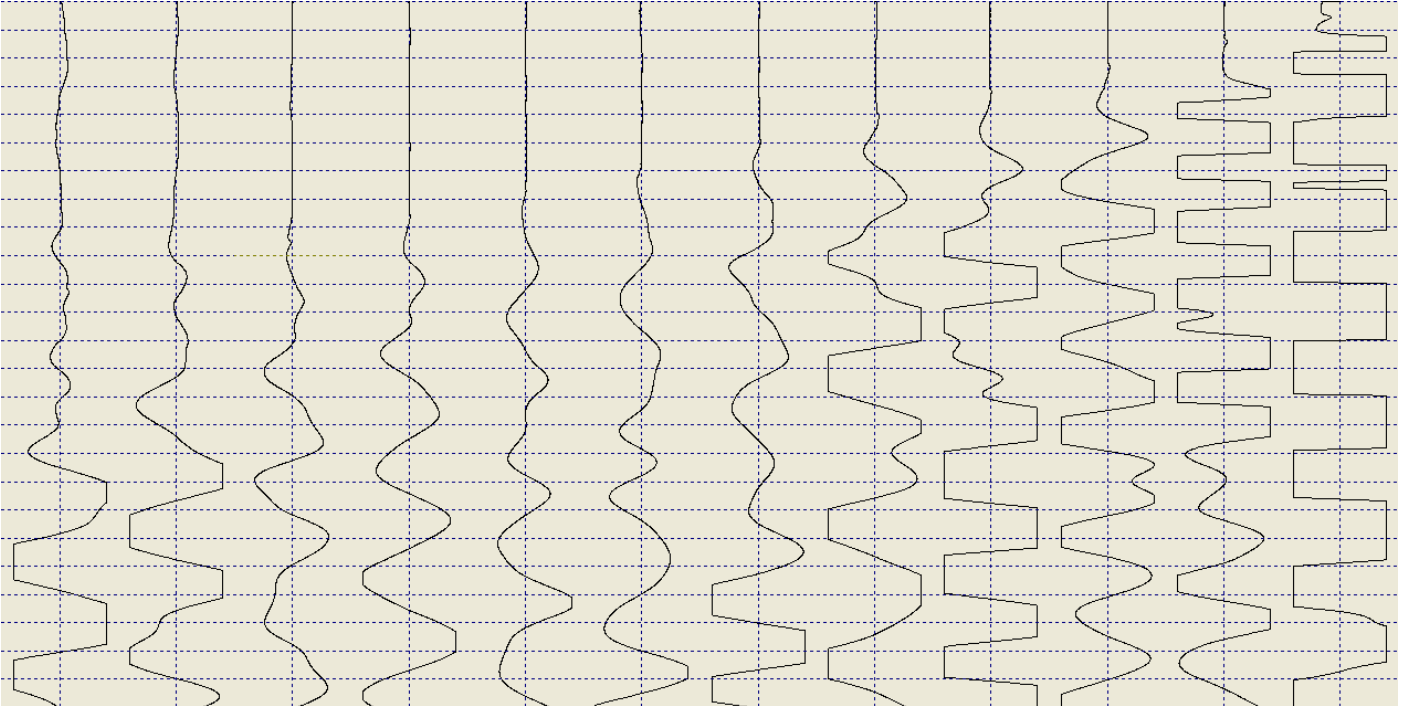


Shot C (2013-02-09\_00-47-36\_10000\_00025\_012\_StckSm.drm)



Shot D (2013-02-02\_10-27-22\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)





**Base sismica n. 5**

Località: Agerola (NA)

SIPT2 V-4.1 - SEISMIC REFRACTION INTERPRETATION PROGRAM --- RIMROCK GEOPHYSICS, INC.  
 C:\SIPM\2013\BASE5\BASE5.OUT RUN DATE AND TIME: 02-23-2013 at 17:25

SHOTPOINT AND GEOPHONE INPUT DATA for BASE5.SIP

Spread A, 5 Shotpoints, 12 Geophones, X-Shift = 0.0, X-True = 1, Units: Meters.

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth	UpHole T	Fudge T	End SP
A	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1
B	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
C	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
D	0.0	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
E	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2

Arrival Times + Fudge T and Layers represented

Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
1	0.0	0.0	0.0	11.90 1	41.80 1	73.90 2	95.00 3	112.80 3
2	0.0	3.0	0.0	30.10 1	25.80 1	61.50 2	90.70 3	108.20 3
3	0.0	6.0	0.0	42.30 2	10.20 1	49.60 2	85.30 3	104.50 3
4	0.0	9.0	0.0	54.70 2	10.90 1	41.10 1	80.40 2	99.20 3
5	0.0	12.0	0.0	74.70 2	26.10 1	27.70 1	65.10 2	92.50 3
6	0.0	15.0	0.0	87.80 3	38.00 2	11.40 1	49.90 2	89.40 3
7	0.0	18.0	0.0	93.10 3	50.80 2	8.90 1	36.70 2	83.20 2
8	0.0	21.0	0.0	100.80 3	66.10 2	28.60 1	26.40 1	62.80 2
9	0.0	24.0	0.0	103.30 4	80.90 3	37.90 2	8.60 1	54.00 2
10	0.0	27.0	0.0	106.20 4	86.90 3	52.60 2	8.90 1	39.80 2
11	0.0	30.0	0.0	110.20 4	89.10 4	65.70 2	30.50 1	28.50 1
12	0.0	33.0	0.0	112.50 4	91.40 4	73.50 3	42.90 2	9.40 1

Layer 1 Velocity from direct arrivals

Spread A	SP	Geo	DD	V	Avg V
	A	1	1.5	126	
	A	2	4.5	150	
					138
	B	1	7.5	179	
	B	2	4.5	174	
	B	3	1.5	147	
	B	4	1.5	138	
	B	5	4.5	172	
					162
	C	4	7.5	182	
	C	5	4.5	162	
	C	6	1.5	132	
	C	7	1.5	169	
	C	8	4.5	157	
					160
	D	8	4.5	170	
	D	9	1.5	174	
	D	10	1.5	169	
	D	11	4.5	148	
					165
	E	11	4.5	158	
	E	12	1.5	160	
					159

Wtd Avg Velocity computed for Layer 1 = 159

Layer 2 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A	V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts
				A	3 5	0.5	185	185	0.5	3
				B	6 8	2.5	214	214	2.5	3



247	7.0	1	3	C	9	11	3.4	216	230	5.2	6	
205	-0.5	4	7	D					205	-0.5	4	
216	4.4	7	10	E					216	4.4	4	
									Avg =	212	for	20 Pts

Layer 2 Velocity computed by Hobson-Overton method

Spread A		Avg	Std Err	4 Highest		Std Err at		geophones				
SPs	Geos	V	TdSP	Overall	Err	Geo	Err	Geo	Err	Geo	Err	Geo
A D	4 5	170	9.6	0.000	-0.000	5	0.000	4				
B D	6 7	231	1.1	0.000	-0.000	6	0.000	7				
B E	7 8	168	3.3	0.000	0.000	7	-0.000	8				
C E	9 10	208	-1.7	0.000	0.000	9	-0.000	10				
Avg =		194	for	8	Pts							

Wtd Avg Velocity computed for Layer 2 = 204

Layer 3 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A		V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts
				A		6 8	51.7	462	462	51.7	3
				B		9 10	47.9	500	500	47.9	2
619	54.0	1	3	D				619	54.0	3	
620	57.5	1	6	E				620	57.5	6	
Avg =									559	for	14 Pts

Layer 3 Velocity computed by Hobson-Overton method

Not enough points.

Wtd Avg Velocity computed for Layer 3 = 559

Layer 4 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A		V	Ti	Geos	<-SP->	Geos	Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts
				A		9 12	76.5	949	949	76.5	4
				B		11 12	71.8	1304	1304	71.8	2
Avg =									1044	for	6 Pts

Layer 4 Velocity computed by Hobson-Overton method

Not enough points.

Wtd Avg Velocity computed for Layer 4 = 1044

Arrival times Td corrected to datum. (Datum Elev = 0.000 + 0.000x) for BASE5.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Datum Elev . . . . .				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geo	.	X-Loc	Cor T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	.			--Td--	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--
1	0.0	0.0	0.0	11.9	41.8	73.9	95.0	112.8
2	0.0	3.0	0.0	30.1	25.8	61.5	90.7	108.2
3	0.0	6.0	0.0	42.3	10.2	49.6	85.3	104.5
4	0.0	9.0	0.0	54.7	10.9	41.1	80.4	99.2
5	0.0	12.0	0.0	74.7	26.1	27.7	65.1	92.5
6	0.0	15.0	0.0	87.8	38.0	11.4	49.9	89.4
7	0.0	18.0	0.0	93.1	50.8	8.9	36.7	83.2
8	0.0	21.0	0.0	100.8	66.1	28.6	26.4	62.8
9	0.0	24.0	0.0	103.3	80.9	37.9	8.6	54.0
10	0.0	27.0	0.0	106.2	86.9	52.6	8.9	39.8

11	0.0	30.0	0.0	110.2	89.1	65.7	30.5	28.5
12	0.0	33.0	0.0	112.5	91.4	73.5	42.9	9.4

Arrival times Tc corrected to top of Layer 2 and Elev of top of Layer 2 for BASE5.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Elev . . . . .				-0.6	-1.0	-0.4	-0.3	-0.7
Geo	.	X-Loc	Cor T	3.5	6.1	2.3	1.9	4.5
---	.	----	----	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--
1	-0.5	0.0	3.4	0.0	0.0	68.2	89.6	104.9
2	-0.8	3.0	5.2	0.0	0.0	53.9	83.5	98.5
3	-1.0	6.0	6.2	32.6	0.0	41.0	77.1	93.8
4	-1.0	9.0	6.0	45.2	0.0	0.0	72.5	88.7
5	-0.7	12.0	4.7	66.6	0.0	0.0	58.5	83.4
6	-0.5	15.0	3.0	81.3	28.9	0.0	44.9	81.9
7	-0.3	18.0	1.6	88.0	43.1	0.0	33.1	77.1
8	-0.2	21.0	1.0	96.3	59.0	0.0	0.0	57.3
9	-0.2	24.0	1.2	98.6	73.6	34.4	0.0	48.3
10	-0.4	27.0	2.7	100.0	78.1	47.6	0.0	32.6
11	-0.6	30.0	3.6	103.1	79.4	59.7	0.0	0.0
12	-0.7	33.0	4.2	104.9	81.1	67.0	36.8	0.0

Spread A Points of emergence of refracted rays below target geophones for BASE5.SIP

Geo		SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
---		-----L	-----L	-----L	-----L	-----L
1	X-Loc	--- 1	--- 1	0.5 2	2.2 3	2.3 3
	Elev	---	---	-0.6	-5.7	-5.9
2	X-Loc	--- 1	--- 1	4.0 2	5.8 3	5.9 3
	Elev	---	---	-0.9	-5.6	-5.7
3	X-Loc	4.7 2	--- 1	7.3 2	8.0 3	8.1 3
	Elev	-1.0	---	-1.0	-5.6	-5.9
4	X-Loc	7.7 2	--- 1	--- 1	10.3 2	10.8 3
	Elev	-1.0	---	---	-0.9	-6.0
5	X-Loc	11.1 2	--- 1	--- 1	13.0 2	14.1 3
	Elev	-0.8	---	---	-0.7	-6.0
6	X-Loc	12.4 3	14.4 2	--- 1	15.6 2	17.7 3
	Elev	-6.2	-0.5	---	-0.4	-6.2
7	X-Loc	15.8 3	17.7 2	--- 1	18.3 2	18.3 2
	Elev	-6.2	-0.3	---	-0.2	-0.2
8	X-Loc	19.3 3	20.8 2	--- 1	--- 1	21.2 2
	Elev	-6.3	-0.2	---	---	-0.2
9	X-Loc	14.6 4	22.7 3	23.8 2	--- 1	24.1 2
	Elev	-12.2	-5.2	-0.2	---	-0.2
10	X-Loc	22.5 4	25.3 3	26.4 2	--- 1	27.5 2
	Elev	-13.1	-5.1	-0.4	---	-0.5
11	X-Loc	26.1 4	27.4 4	29.3 2	--- 1	--- 1
	Elev	-13.2	-9.9	-0.6	---	---
12	X-Loc	26.6 4	28.8 4	31.1 3	32.2 2	--- 1
	Elev	-12.9	-9.5	-4.2	-0.6	---

Spread A Points of entry of refracted rays below source shotpoints:

L=2	Right	X-Loc	-0.9	8.8	16.9	25.9	---
		Elev	-0.5	-1.0	-0.3	-0.3	---
L=2	Left	X-Loc	---	---	16.0	25.1	33.6
		Elev	---	---	-0.4	-0.3	-0.7
L=3	Right	X-Loc	1.0	9.2	19.2	---	---
		Elev	-6.4	-5.7	-5.0	---	---
L=3	Left	X-Loc	---	---	---	24.0	32.1
		Elev	---	---	---	-5.0	-5.1
L=4	Right	X-Loc	3.7	11.9	---	---	---
		Elev	-13.5	-9.7	---	---	---
L=4	Left	X-Loc	---	---	---	---	---
		Elev	---	---	---	---	---

Spread A Depth and Elev of layers directly beneath SPs and Geos for BASE5.SIP

SP	Surface		Layer 2		Layer 3		Layer 4	
	X-Loc	Elev	Depth	Elev	Depth	Elev	Depth	Elev
---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
A	-1.5	0.0	0.6	-0.6	6.4	-6.4	13.5	-13.5
B	7.5	0.0	1.0	-1.0	5.8	-5.8	12.4	-12.4
C	16.5	0.0	0.4	-0.4	5.9	-5.9	12.4	-12.4

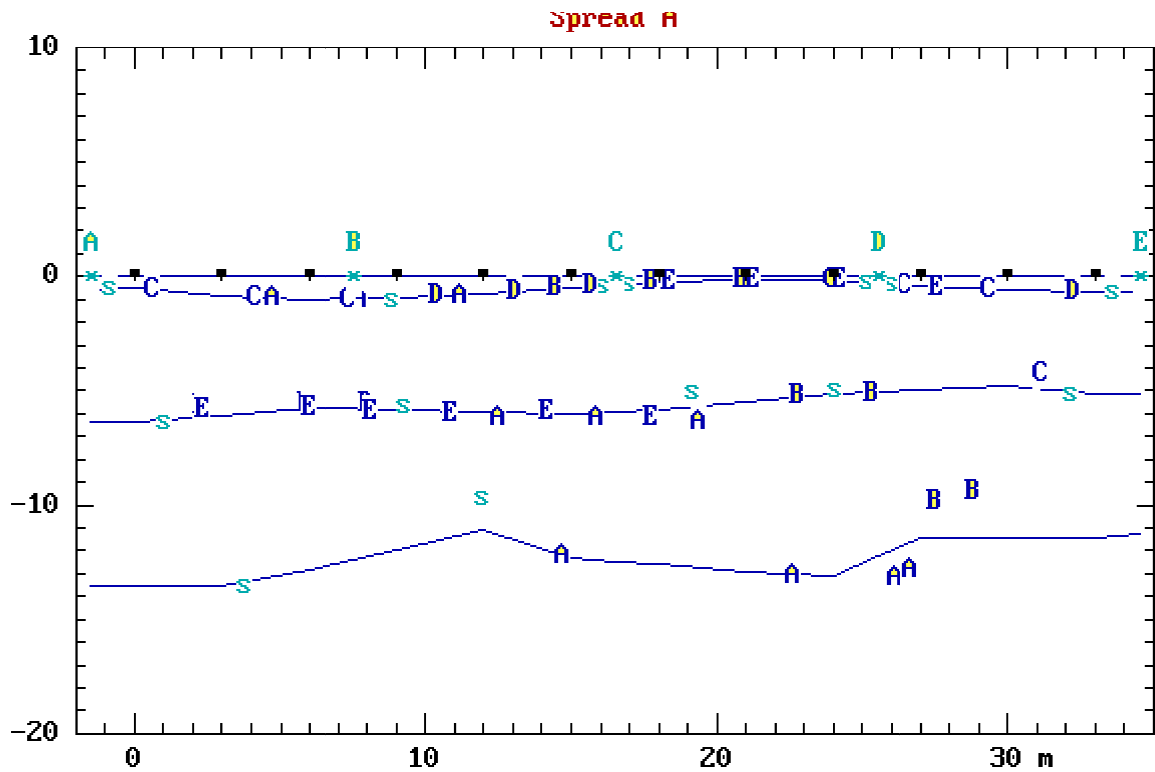
D	25.5	0.0	0.3	-0.3	5.0	-5.0	12.3	-12.3
E	34.5	0.0	0.7	-0.7	5.1	-5.1	11.3	-11.3
Geo	----							
1	0.0	0.0	0.5	-0.5	6.4	-6.4	13.5	-13.5
2	3.0	0.0	0.8	-0.8	6.1	-6.1	13.5	-13.5
3	6.0	0.0	1.0	-1.0	5.8	-5.8	12.9	-12.9
4	9.0	0.0	1.0	-1.0	5.8	-5.8	12.0	-12.0
5	12.0	0.0	0.7	-0.7	6.0	-6.0	11.1	-11.1
6	15.0	0.0	0.5	-0.5	6.0	-6.0	12.3	-12.3
7	18.0	0.0	0.3	-0.3	5.9	-5.9	12.6	-12.6
8	21.0	0.0	0.2	-0.2	5.5	-5.5	12.9	-12.9
9	24.0	0.0	0.2	-0.2	5.1	-5.1	13.1	-13.1
10	27.0	0.0	0.4	-0.4	4.9	-4.9	11.4	-11.4
11	30.0	0.0	0.6	-0.6	4.8	-4.8	11.4	-11.4
12	33.0	0.0	0.7	-0.7	5.1	-5.1	11.4	-11.4

BASE5.SIP

Velocities used, Spread A

	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4
	-----	-----	-----	-----
Vertical	159	204	559	
Horizontal		204	559	1044

BASE5.SIP



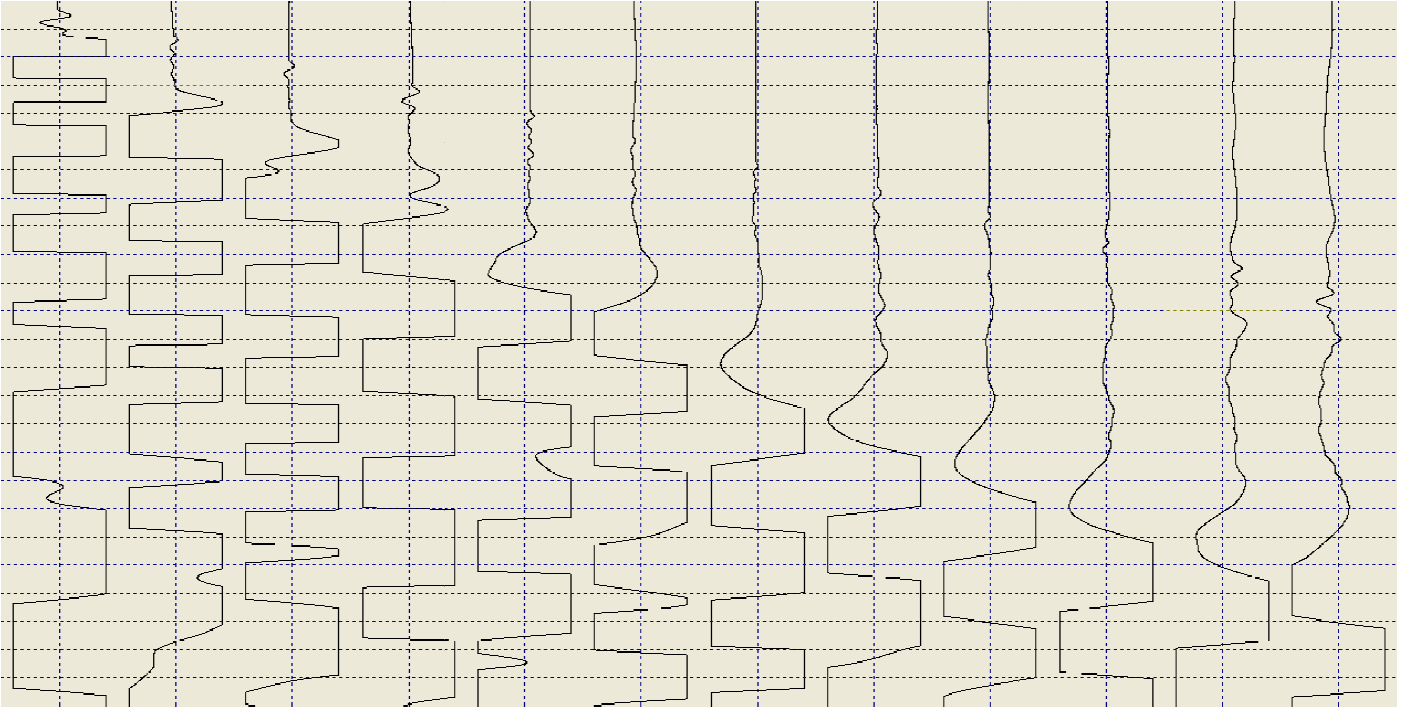
PRINTER PLOT SCALES

Elev: 0.30 m/col  
Dist: 0.75 m/row

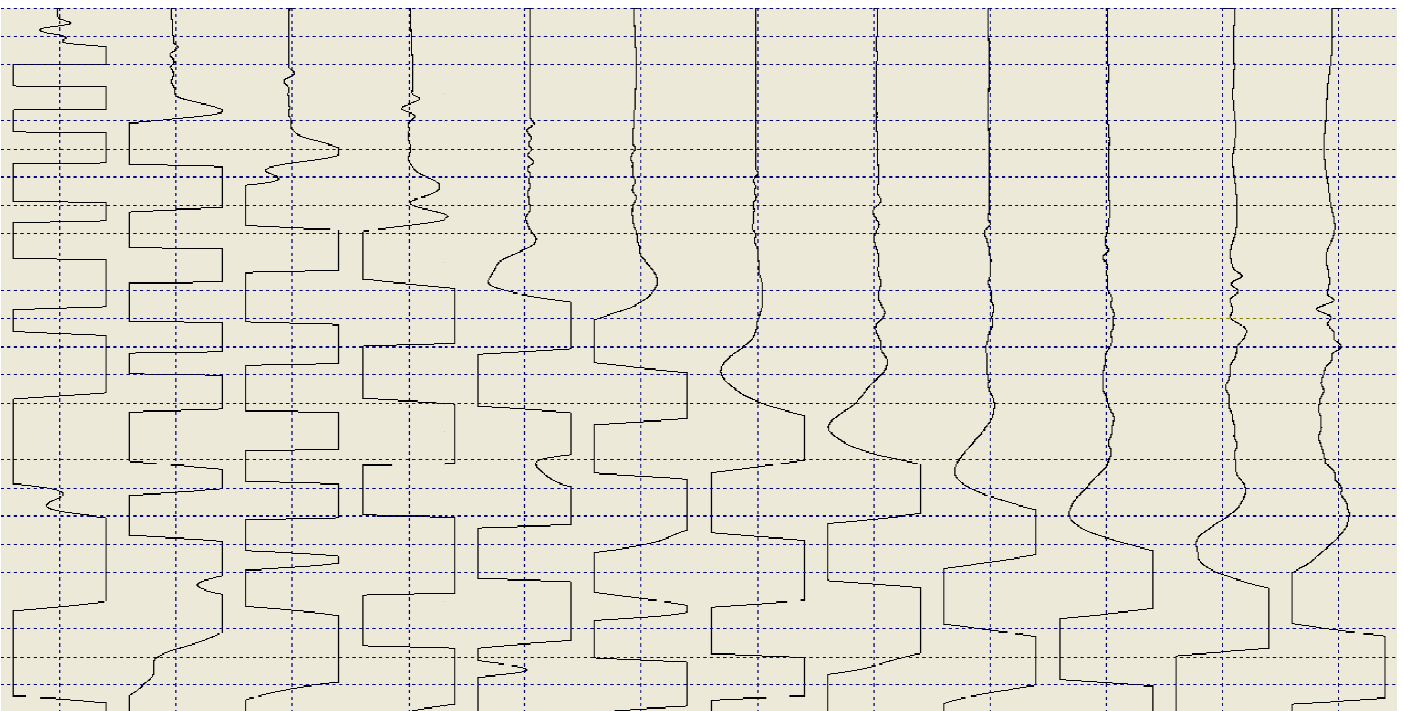
L E G E N D

- 
- > Geophone Location
  - \* Shotpoint Location
  - A,B,C Emergent Ray; Source SP A,B,C,...
  - ? Questionable Emergent Ray
  - s Ray Entrypoint Beneath SP
  - # More Than One Symbol to Plot Here
  - + Grid Mark

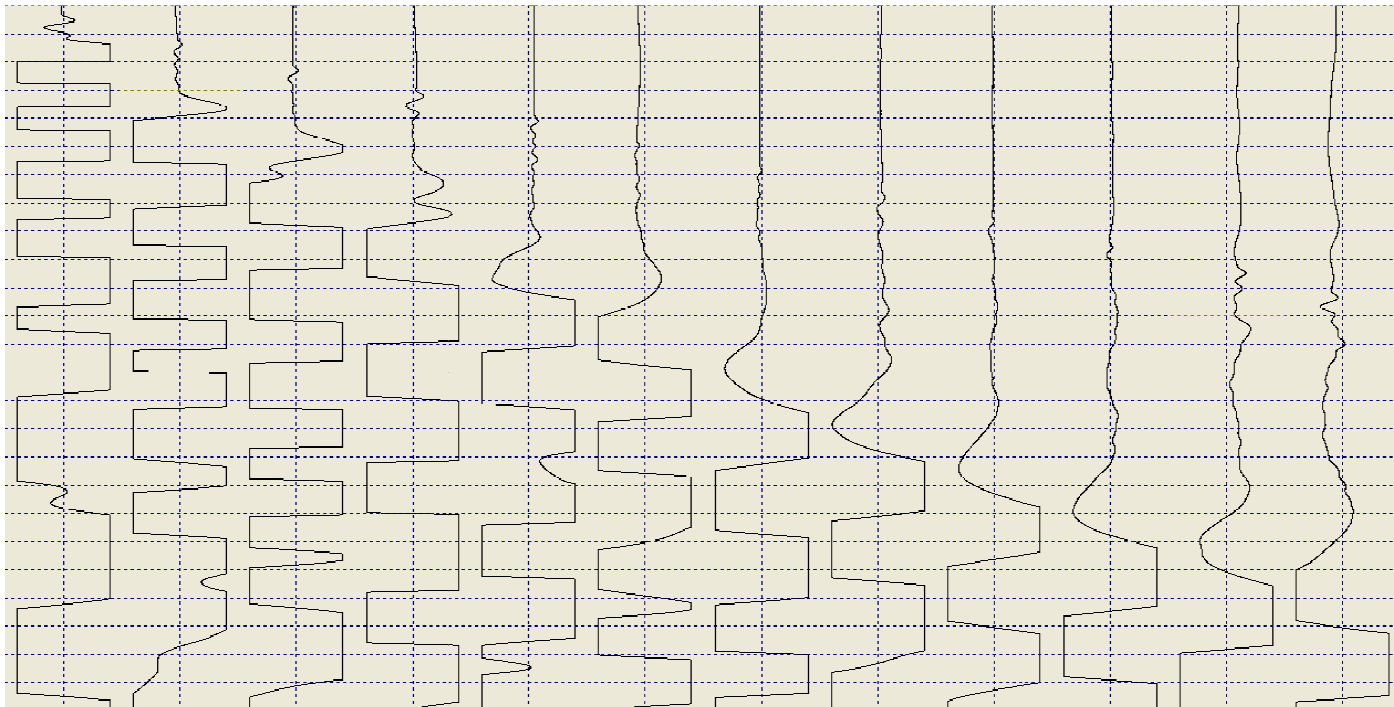
Shot A (2013-02-02\_12-30-50\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



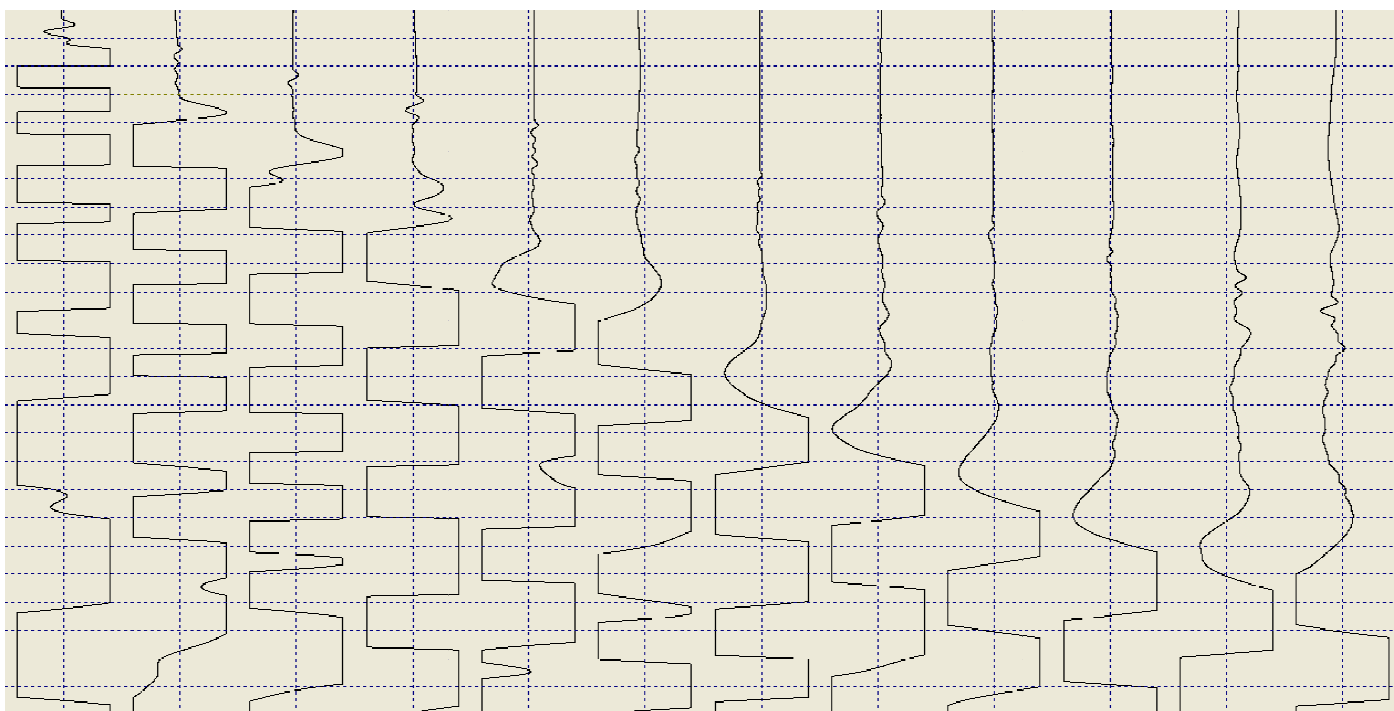
Shot B (2013-02-02\_12-33-54\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)

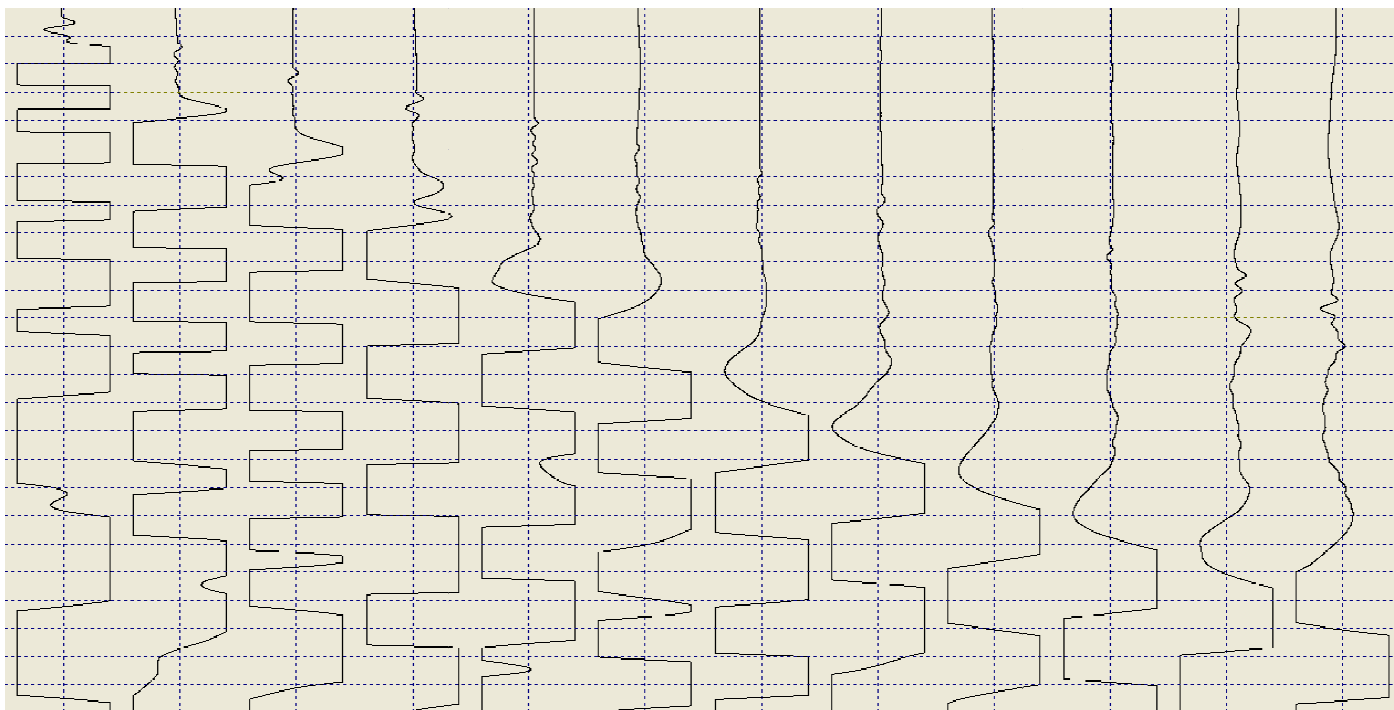


Shot C (2013-02-16\_16-20-07\_10000\_00025\_012\_StckSm.drm)

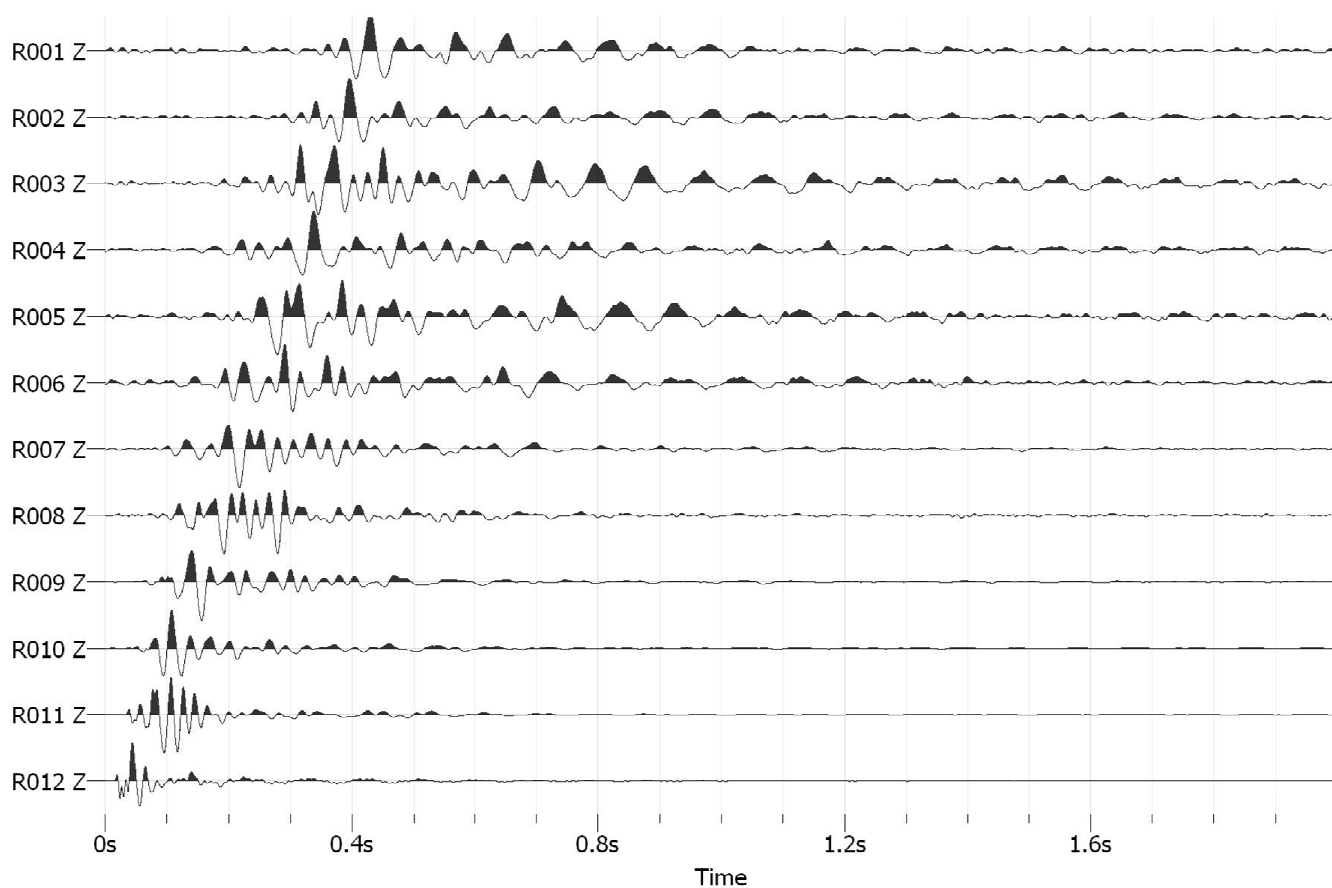


Shot D (2013-02-16\_16-41-00\_10000\_00025\_012\_StckSm.drm)





MASW 3.00 m dal geofono 12 (2013-02-16\_17-27-14\_03000\_00200\_012\_StckSm.drm)



### Base sismica n. 6

Località: Sant'Antonio Abate (NA)

SIPT2 V-4.1 - SEISMIC REFRACTION INTERPRETATION PROGRAM --- RIMROCK GEOPHYSICS, INC.  
 C:\SIPM\2013\BASE6\BASE6.OUT RUN DATE AND TIME: 02-18-2013 at 12:45,

SHOTPOINT AND GEOPHONE INPUT DATA for BASE6.SIP

Spread A, 5 Shotpoints, 12 Geophones, X-Shift = 0.0, X-True = 1, Units: Meters.

SP	Elev	X-Loc	Y-Loc	Depth	UpHole T	Fudge T	End SP
A	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1
B	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
C	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
D	0.0	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0
E	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2

Arrival Times + Fudge T and Layers represented

Geo	Elev	X-Loc	Y-Loc	SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
				---T---L	---T---L	---T---L	---T---L	---T---L
1	0.0	0.0	0.0	10.00 1	35.70 1	56.30 2	78.20 2	92.60 3
2	0.0	3.0	0.0	27.00 1	25.60 1	50.60 2	71.80 2	87.80 3
3	0.0	6.0	0.0	35.00 2	7.70 1	43.70 2	64.40 2	83.30 3
4	0.0	9.0	0.0	42.80 2	8.50 1	36.70 1	56.30 2	73.00 2
5	0.0	12.0	0.0	48.70 2	23.00 1	21.30 1	51.40 2	64.80 2
6	0.0	15.0	0.0	56.10 2	36.10 1	8.10 1	44.60 2	57.50 2
7	0.0	18.0	0.0	62.30 2	43.80 2	7.70 1	35.20 1	52.20 2
8	0.0	21.0	0.0	70.70 2	51.10 2	23.80 1	21.30 0	44.50 2
9	0.0	24.0	0.0	78.40 2	57.90 2	34.80 2	8.20 1	39.20 2
10	0.0	27.0	0.0	85.70 2	63.60 2	44.10 2	7.60 1	33.40 1
11	0.0	30.0	0.0	92.70 3	73.00 2	48.90 3	21.60 1	21.20 1
12	0.0	33.0	0.0	96.30 3	77.90 3	53.10 3	35.50 1	6.90 1

Layer 1 Velocity from direct arrivals

Spread A	SP	Geo	DD	V	Avg V
	A	1	1.5	150	
	A	2	4.5	167	
					158
	B	1	7.5	210	
	B	2	4.5	176	
	B	3	1.5	195	
	B	4	1.5	176	
	B	5	4.5	196	
	B	6	7.5	208	
					193
	C	4	7.5	204	
	C	5	4.5	211	
	C	6	1.5	185	
	C	7	1.5	195	
	C	8	4.5	189	
					197
	D	7	7.5	213	
	D	9	1.5	183	
	D	10	1.5	197	
	D	11	4.5	208	
	D	12	7.5	211	
					203
	E	10	7.5	225	
	E	11	4.5	212	
	E	12	1.5	217	
					218

-----  
 Wtd Avg Velocity computed for Layer 1 = 197

Layer 2 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A		Geos		<-SP-->	Geos		Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts	
V	Ti											
				A	3	10	16.7	416	416	16.7	8	
				B	7	11	18.9	423	423	18.9	5	
476	21.9	1	3	C	9	10	11.6	323	400	16.7	5	
442	20.4	1	6	D					442	20.4	6	
446	14.9	4	9	E					446	14.9	6	
									Avg =	425	for	30 Pts

Layer 2 Velocity computed by Hobson-Overton method

Spread A		Geos		V	Avg TdSP	Std Err Overall	4 Highest Err Geo	Std Err at geophones Err Geo	Err Geo		Err Geo	
A	D	3	6	449	-1.9	1.041	1.700	4	-0.850	3	-0.850	5
A	E	4	9	433	4.6	0.774	-1.468	7	0.901	6	0.764	8
B	E	7	9	443	5.6	0.684	0.967	8	-0.483	7	-0.483	9
				Avg =	440	for	13 Pts					

Wtd Avg Velocity computed for Layer 2 = 432

Layer 3 Velocity computed by regression of raw uncorrected arrivals

Spread A		Geos		<-SP-->	Geos		Ti	V	Avg V	Avg Ti	Pts	
V	Ti											
				A	11	12	54.9	833	833	54.9	2	
				C	11	12	30.0	714	714	30.0	2	
645	39.1	1	3	E					645	39.1	3	
									Avg =	711	for	7 Pts

Layer 3 Velocity computed by Hobson-Overton method

Not enough points.

Wtd Avg Velocity computed for Layer 3 = 711

Arrival times Td corrected to datum. (Datum Elev = 0.000 + 0.000x) for BASE6.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Datum Elev . . . . .				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Geo	.	X-Loc	Cor T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
---	.	----	----	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--	--Td--
1	0.0	0.0	0.0	10.0	35.7	56.3	78.2	92.6
2	0.0	3.0	0.0	27.0	25.6	50.6	71.8	87.8
3	0.0	6.0	0.0	35.0	7.7	43.7	64.4	83.3
4	0.0	9.0	0.0	42.8	8.5	36.7	56.3	73.0
5	0.0	12.0	0.0	48.7	23.0	21.3	51.4	64.8
6	0.0	15.0	0.0	56.1	36.1	8.1	44.6	57.5
7	0.0	18.0	0.0	62.3	43.8	7.7	35.2	52.2
8	0.0	21.0	0.0	70.7	51.1	23.8	21.3	44.5
9	0.0	24.0	0.0	78.4	57.9	34.8	8.2	39.2
10	0.0	27.0	0.0	85.7	63.6	44.1	7.6	33.4
11	0.0	30.0	0.0	92.7	73.0	48.9	21.6	21.2
12	0.0	33.0	0.0	96.3	77.9	53.1	35.5	6.9

Arrival times Tc corrected to top of Layer 2 and Elev of top of Layer 2 for BASE6.SIP

Spread A				SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
Elev . . . . .				-1.8	-1.9	-1.9	-2.3	-1.9
Geo	.	X-Loc	Cor T	9.4	9.7	9.6	11.6	9.7
---	.	----	----	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--	--Tc--



1	-1.8	0.0	9.4	0.0	0.0	37.3	57.2	73.5
2	-1.9	3.0	9.7	0.0	0.0	31.4	50.5	68.5
3	-1.9	6.0	9.8	15.8	0.0	24.3	43.0	63.8
4	-1.9	9.0	9.6	23.8	0.0	0.0	35.1	53.7
5	-1.9	12.0	9.5	29.9	0.0	0.0	30.3	45.7
6	-1.9	15.0	9.5	37.2	0.0	0.0	23.4	38.3
7	-1.9	18.0	9.6	43.3	24.5	0.0	0.0	32.9
8	-2.1	21.0	10.4	50.9	31.0	0.0	0.0	24.4
9	-2.3	24.0	11.5	57.5	36.7	13.7	0.0	18.0
10	-2.3	27.0	11.7	64.6	42.2	22.8	0.0	0.0
11	-2.2	30.0	11.0	72.3	52.3	28.3	0.0	0.0
12	-1.9	33.0	9.6	77.3	58.6	33.9	0.0	0.0

Spread A Points of emergence of refracted rays below target geophones for BASE6.SIP

Geo		SP A	SP B	SP C	SP D	SP E
		-----L	-----L	-----L	-----L	-----L
1	X-Loc	--- 1	--- 1	0.9 2	0.9 2	8.2 3
	Elev	---	---	-1.9	-1.9	-8.3
2	X-Loc	--- 1	--- 1	4.0 2	4.0 2	11.0 3
	Elev	---	---	-1.9	-1.9	-7.8
3	X-Loc	5.0 2	--- 1	7.0 2	7.0 2	13.3 3
	Elev	-1.9	---	-1.9	-1.9	-7.5
4	X-Loc	8.0 2	--- 1	--- 1	9.9 2	9.9 2
	Elev	-1.9	---	---	-1.9	-1.9
5	X-Loc	11.0 2	--- 1	--- 1	13.0 2	13.0 2
	Elev	-1.9	---	---	-1.9	-1.9
6	X-Loc	14.0 2	--- 1	--- 1	16.0 2	16.0 2
	Elev	-1.9	---	---	-1.9	-1.9
7	X-Loc	17.1 2	17.1 2	--- 1	--- 1	18.8 2
	Elev	-1.9	-1.9	---	---	-1.9
8	X-Loc	19.8 2	19.8 2	--- 1	--- 0	21.9 2
	Elev	-2.0	-2.0	---	---	-2.1
9	X-Loc	22.6 2	22.6 2	22.6 2	--- 1	25.2 2
	Elev	-2.2	-2.2	-2.2	---	-2.3
10	X-Loc	25.8 2	25.8 2	25.8 2	--- 1	--- 1
	Elev	-2.3	-2.3	-2.3	---	---
11	X-Loc	20.3 3	29.0 2	25.4 3	--- 1	--- 1
	Elev	-8.8	-2.3	-5.1	---	---
12	X-Loc	22.3 3	23.4 3	27.4 3	--- 1	--- 1
	Elev	-9.0	-8.3	-5.4	---	---

Spread A Points of entry of refracted rays below source shotpoints:

L=2	Right	X-Loc	-0.5	8.5	17.4	---	---
		Elev	-1.8	-1.9	-1.9	---	---
L=2	Left	X-Loc	---	---	15.5	24.3	33.5
		Elev	---	---	-1.9	-2.3	-1.8
L=3	Right	X-Loc	8.4	14.1	18.1	---	---
		Elev	-9.7	-7.3	-4.0	---	---
L=3	Left	X-Loc	---	---	---	---	23.6
		Elev	---	---	---	---	-8.3

Spread A Depth and Elev of layers directly beneath SPs and Geos for BASE6.SIP

SP	Surface		Layer 2		Layer 3	
	X-Loc	Elev	Depth	Elev	Depth	Elev
A	-1.5	0.0	1.8	-1.8	9.7	-9.7
B	7.5	0.0	1.9	-1.9	9.2	-9.2
C	16.5	0.0	1.9	-1.9	7.1	-7.1
D	25.5	0.0	2.3	-2.3	6.3	-6.3
E	34.5	0.0	1.9	-1.9	5.4	-5.4
Geo						
---						
1	0.0	0.0	1.8	-1.8	9.7	-9.7
2	3.0	0.0	1.9	-1.9	9.7	-9.7
3	6.0	0.0	1.9	-1.9	9.7	-9.7
4	9.0	0.0	1.9	-1.9	8.7	-8.7
5	12.0	0.0	1.9	-1.9	7.8	-7.8
6	15.0	0.0	1.9	-1.9	7.1	-7.1
7	18.0	0.0	1.9	-1.9	7.1	-7.1
8	21.0	0.0	2.1	-2.1	7.6	-7.6
9	24.0	0.0	2.3	-2.3	7.2	-7.2

10	27.0	0.0	2.3	-2.3	5.4	-5.4
11	30.0	0.0	2.2	-2.2	5.4	-5.4
12	33.0	0.0	1.9	-1.9	5.4	-5.4

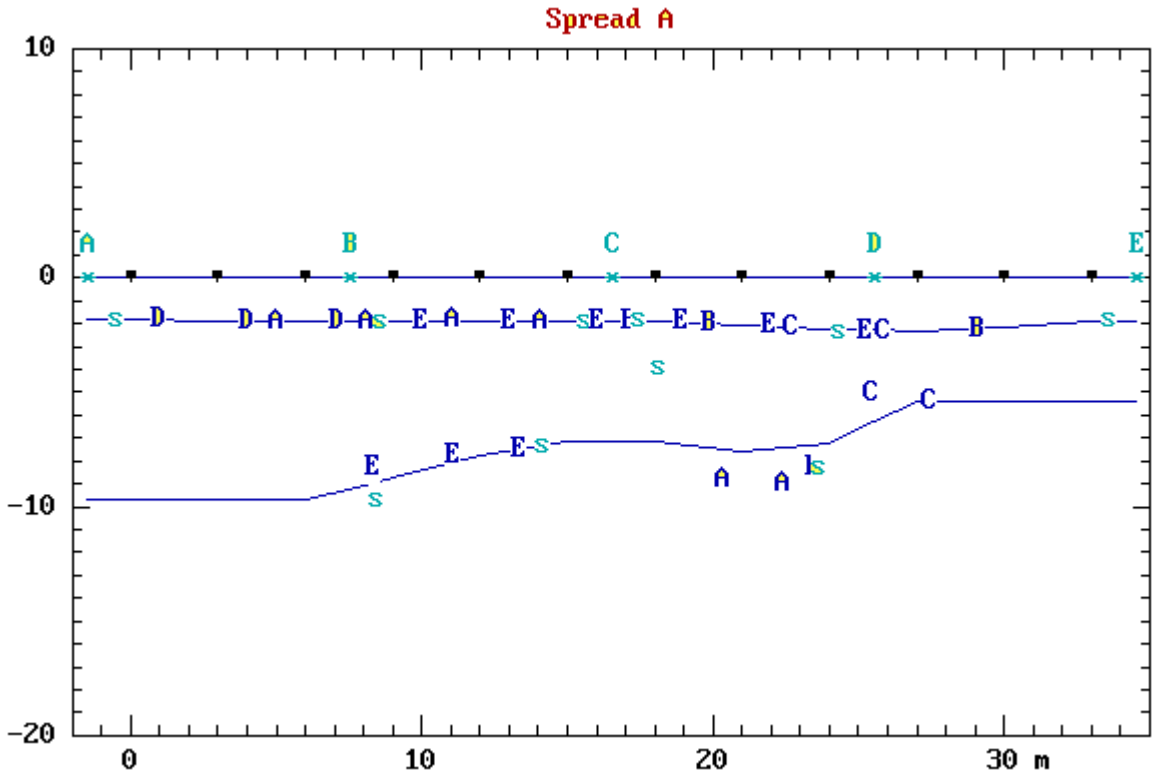
BASE6.SIP

Velocities used, Spread A

	Layer 1 -----	Layer 2 -----	Layer 3 -----
Vertical	197	432	
Horizontal		432	711

ASE6.SIP

Elevation/ Dist ( meters )

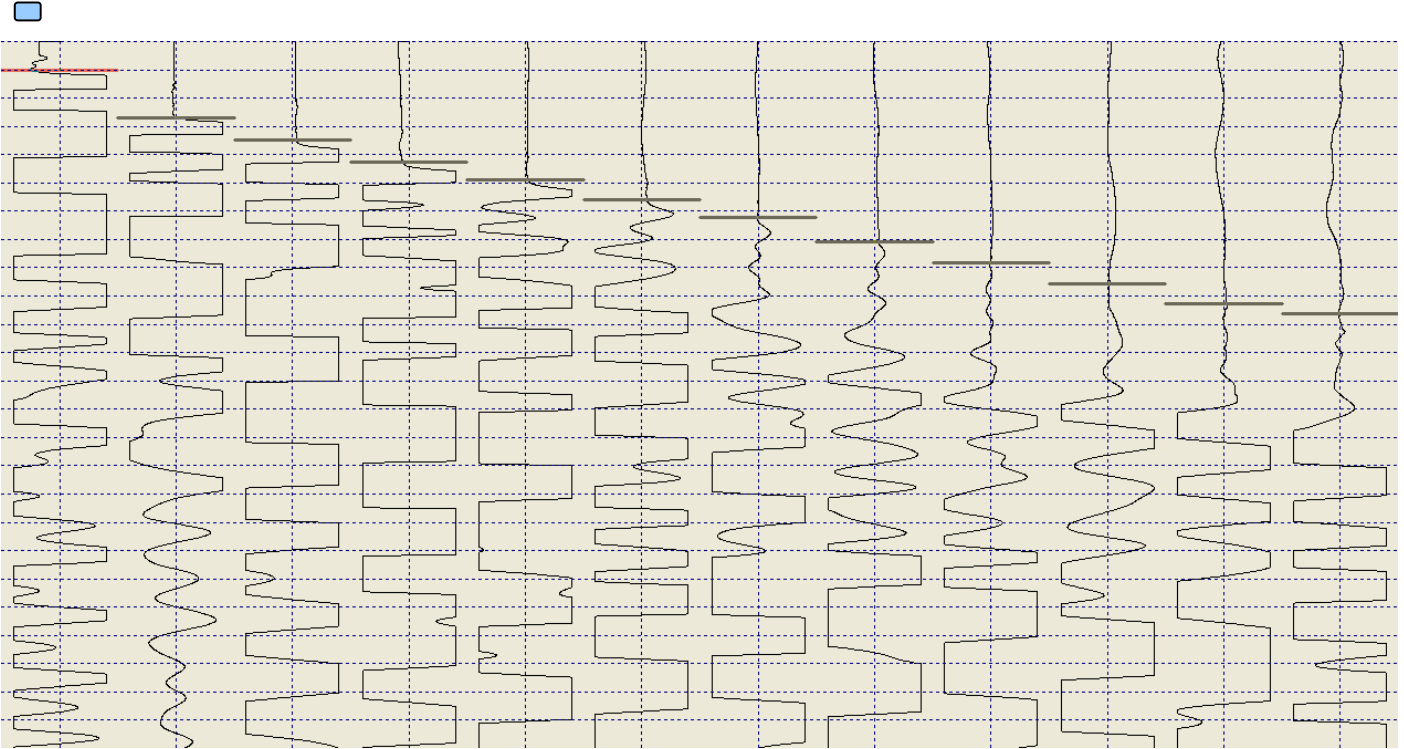


PRINTER PLOT SCALES

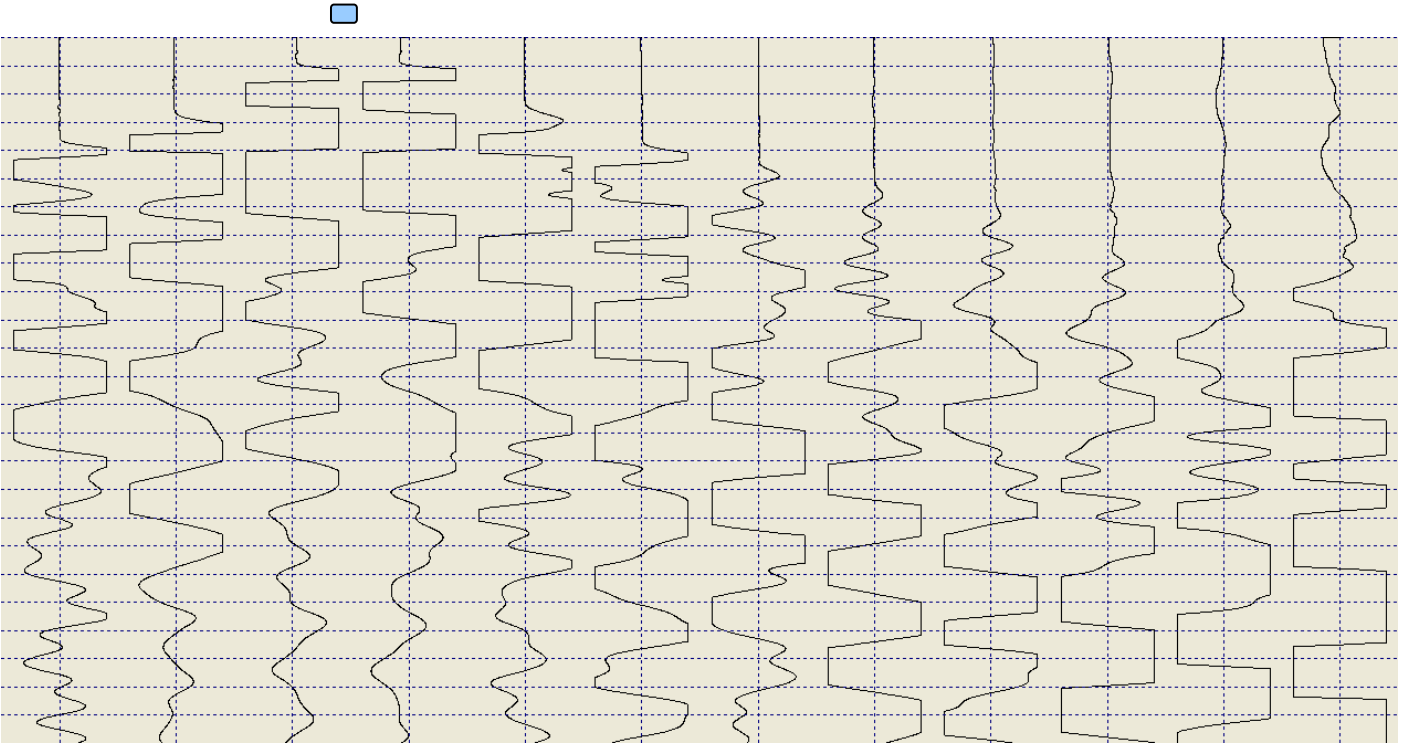
Elev: 0.30 m/col  
Dist: 0.75 m/row

LEGEND

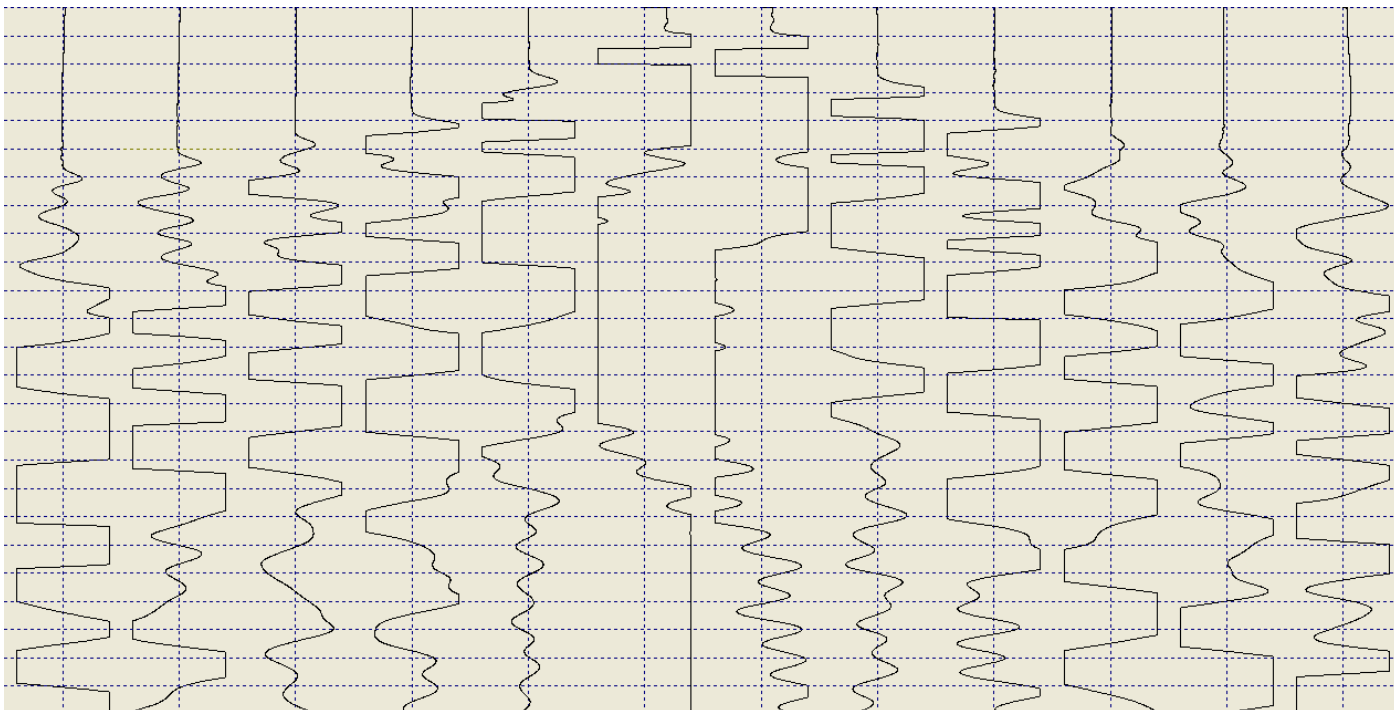
- > Geophone Location
- \* Shotpoint Location
- A,B,C Emergent Ray; Source SP A,B,C,...
- ? Questionable Emergent Ray
- s Ray Entrypoint Beneath SP
- # More Than One Symbol to Plot Here
- + Grid Mark



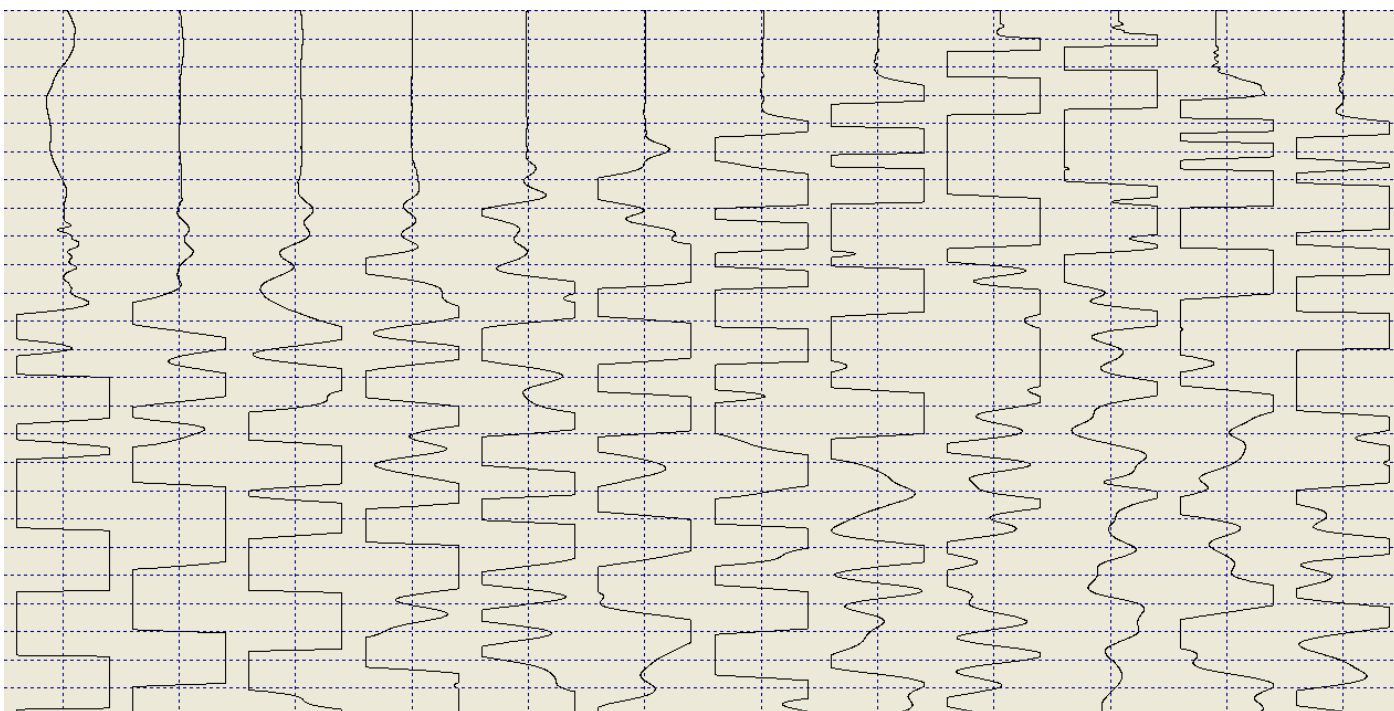
Shot B (2013-02-02\_15-07-51\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



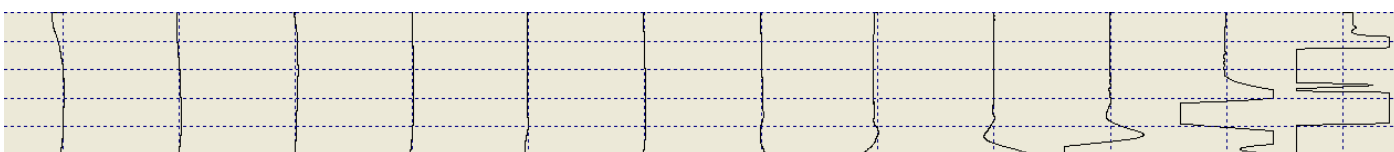
Shot C (2013-02-02\_15-11-07\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



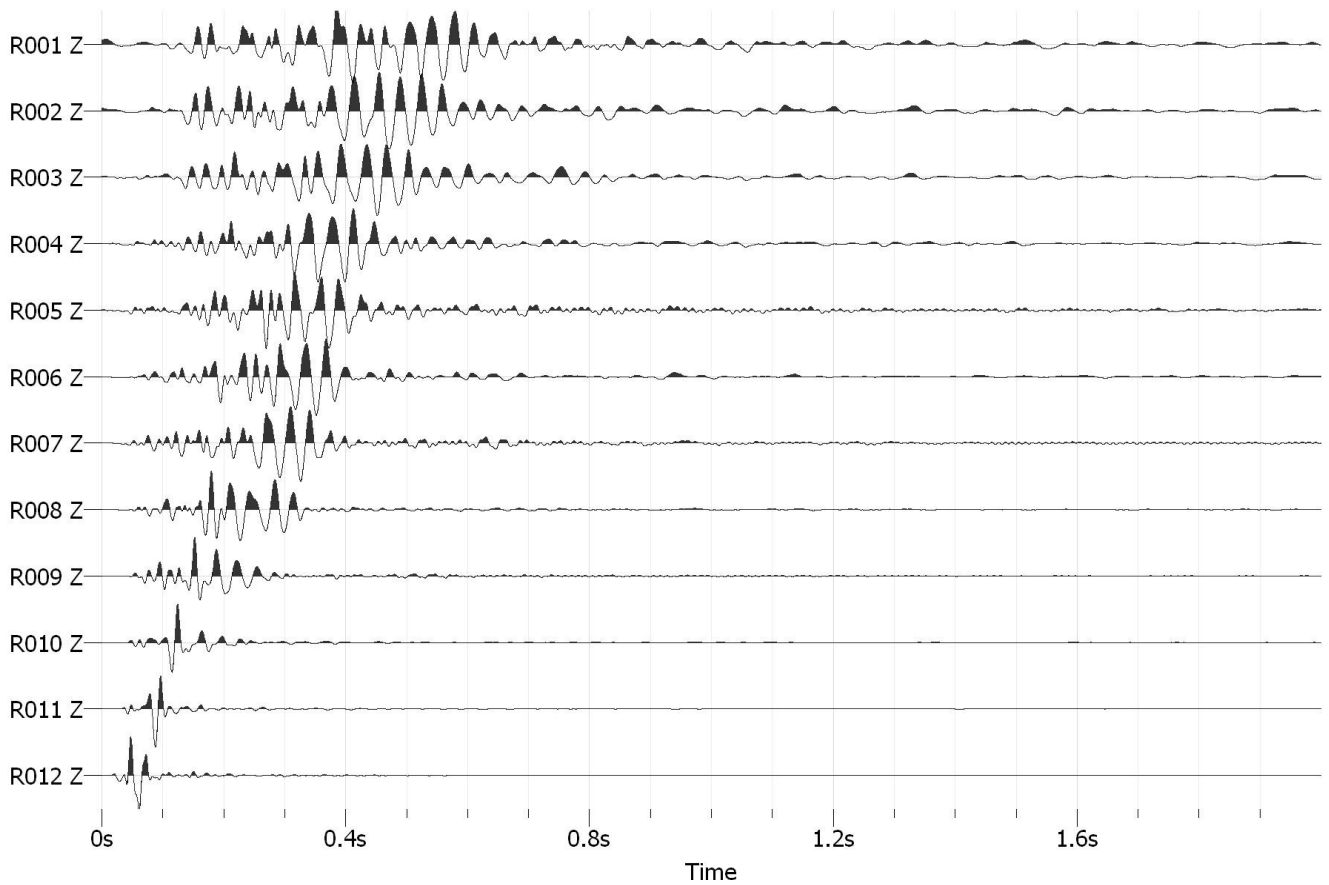
Shot D (2013-02-02\_15-12-46\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



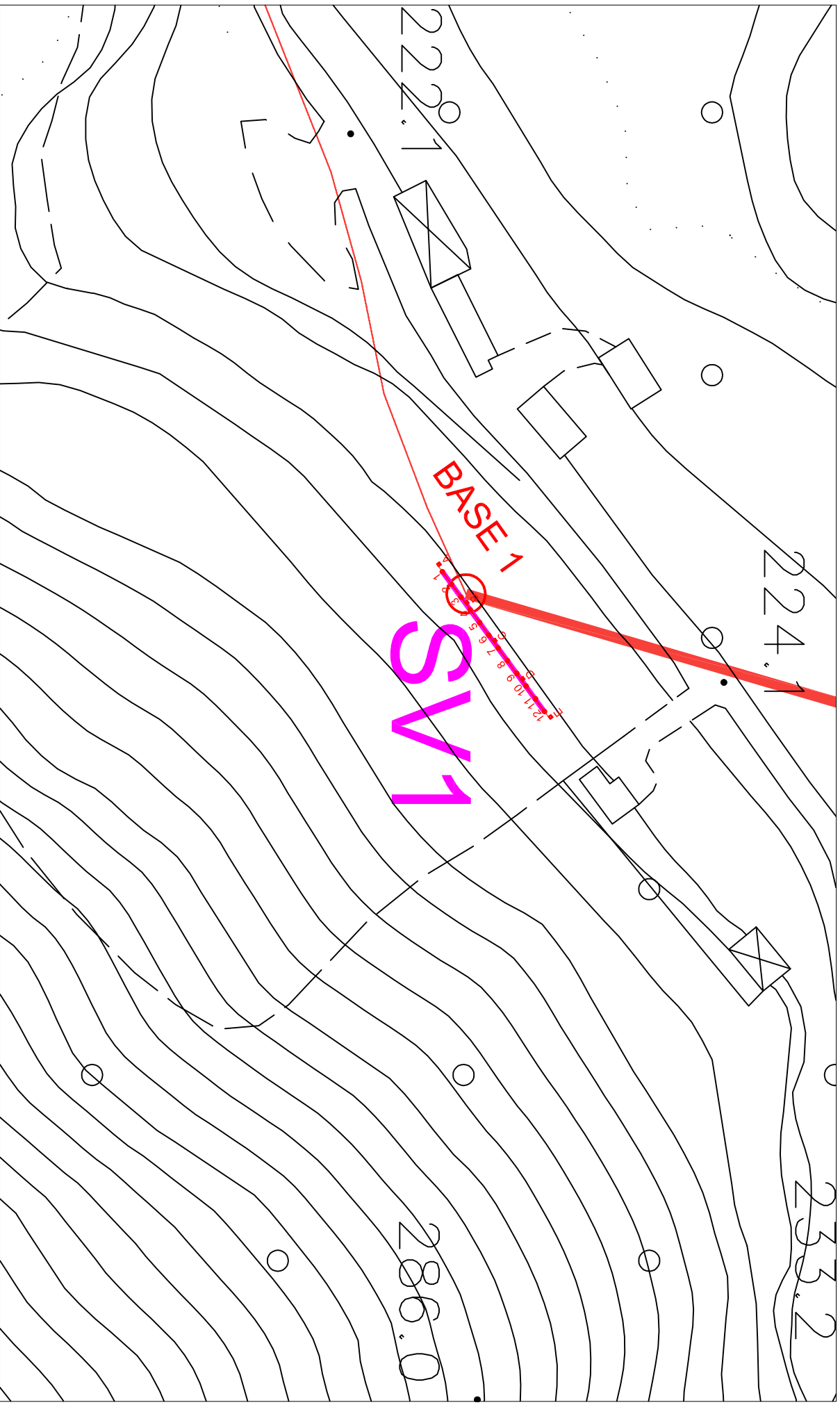
Shot E (2013-02-02\_15-15-09\_10000\_00025\_012\_Acquis.drm)



MASW 3.00 m dal geofono 12 (StckSm.drm)



# TAV A: UBICAZIONE INDAGINE SISMICA BASE 1

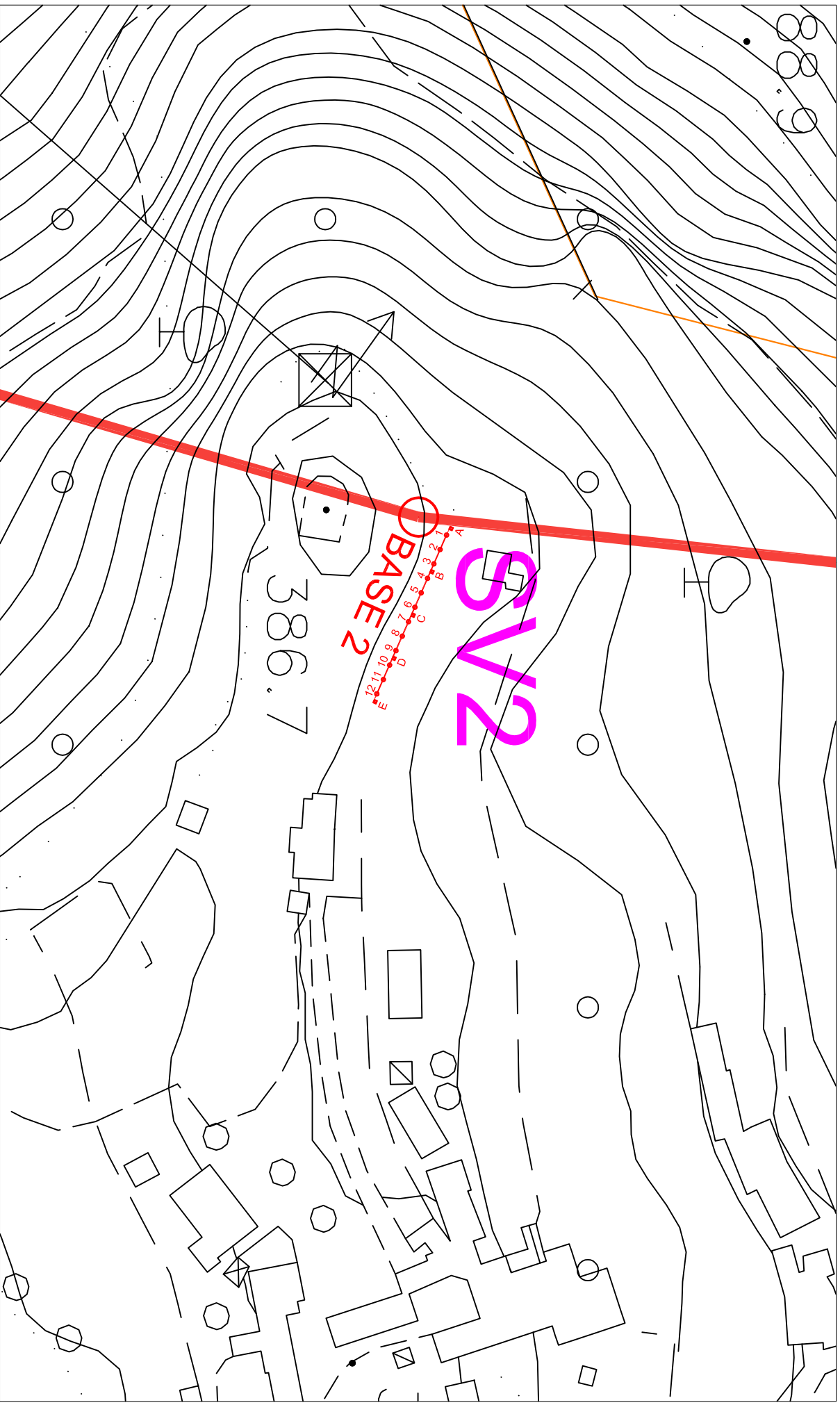


Località:  
Piano di Sorrento (NA)

A, B, C, D, E.: punti di scoppio  
1, 2, n.: geofoni

Scala : 1:1000

# TAV A: UBICAZIONE INDAGINE SISMICA BASE 2

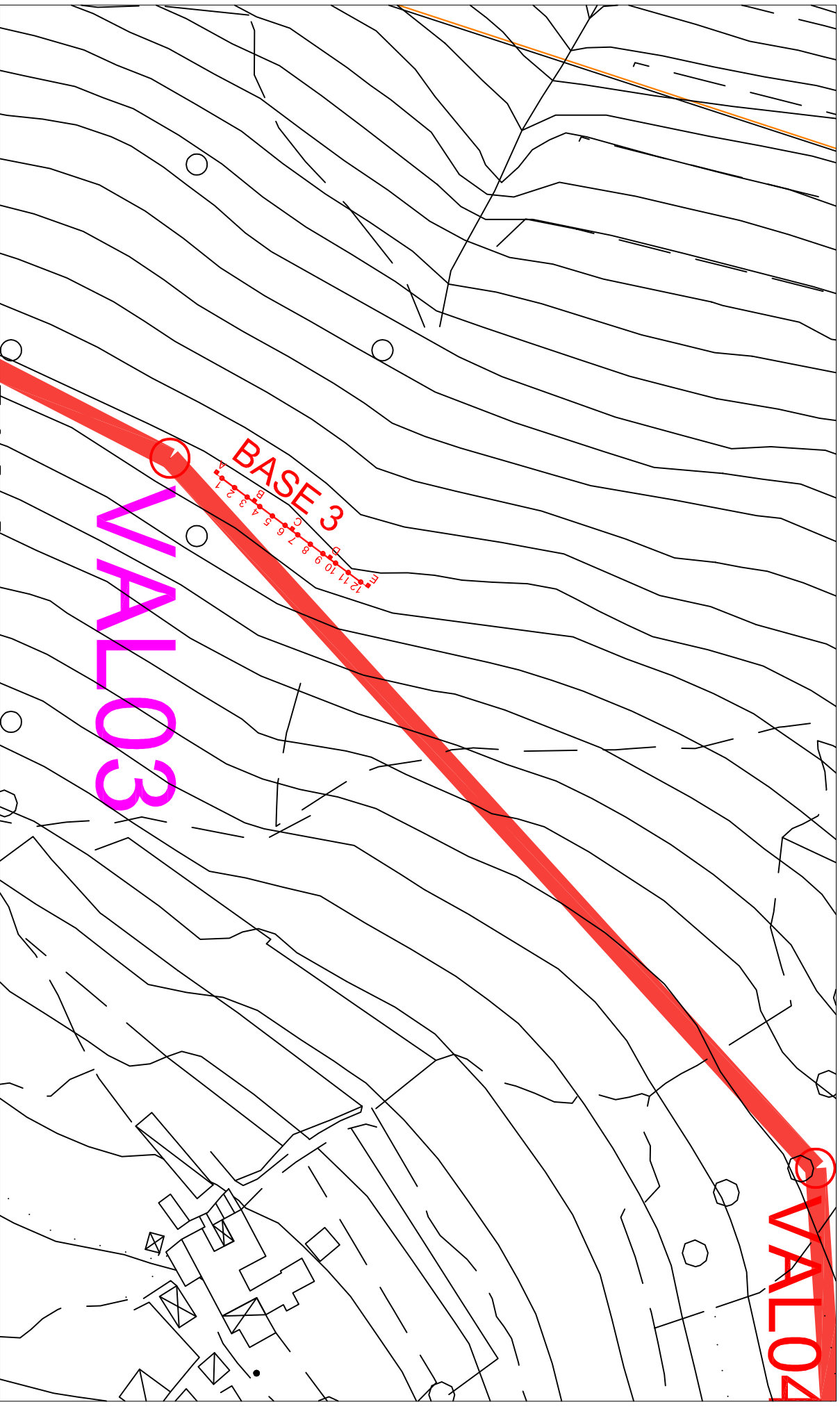


Località:  
Vico Equense (NA)

A, B, C, D, E.: punti di scoppio  
1, 2, n.: geofoni

Scala : 1:1000

# TAV A: UBICAZIONE INDAGINE SISMICA BASE 3



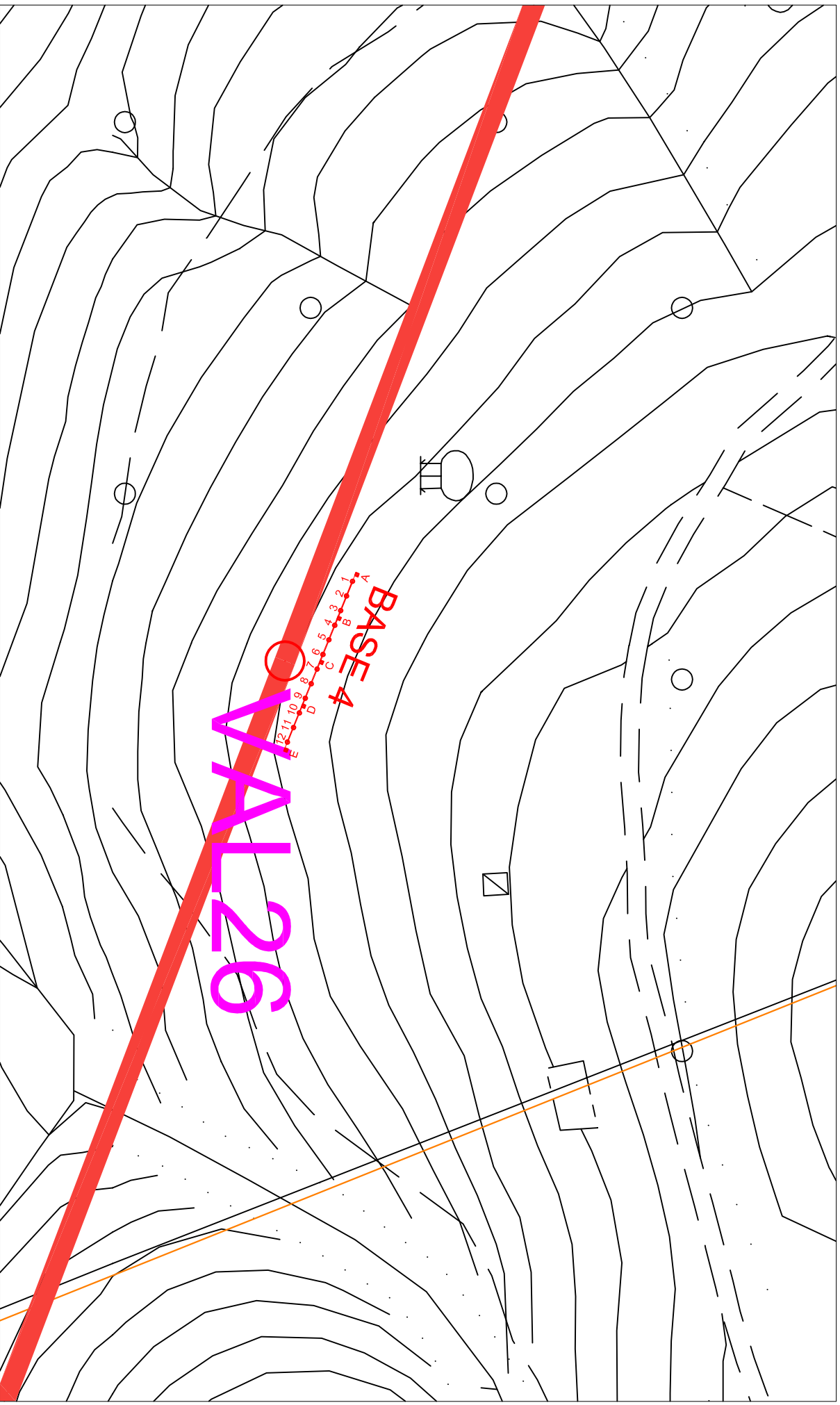
Località:  
Vico Equense (NA)

A, B, C, D, E.: punti di scoppio  
1, 2, n.: geofoni

Scala : 1:1000



# TAV A: UBICAZIONE INDAGINE SISMICA BASE 4

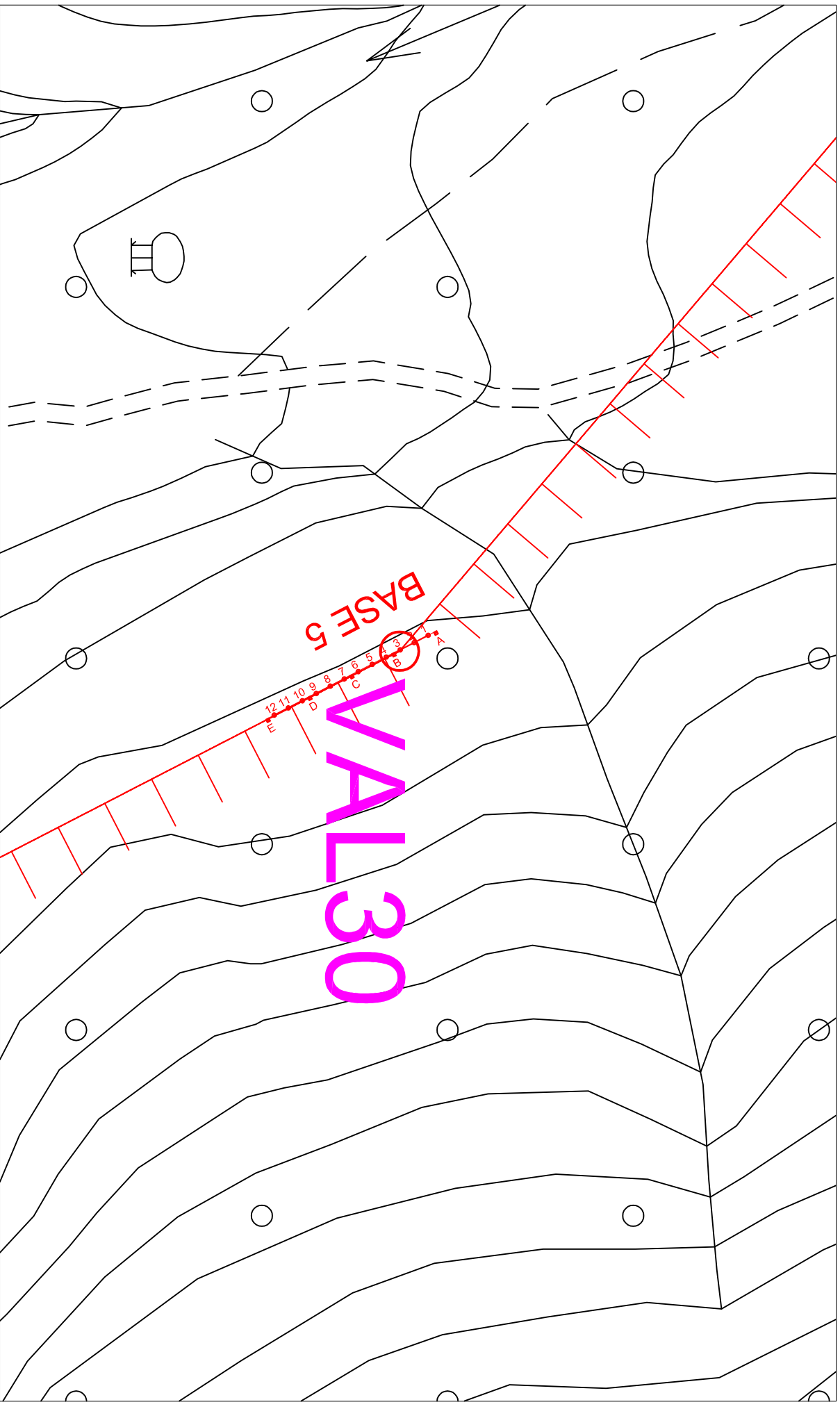


Località:  
Agerola (NA)

A, B, C, D, E.: punti di scoppio  
1, 2, n.: geofoni

Scala : 1:1000

# TAV A: UBICAZIONE INDAGINE SISMICA BASE 5

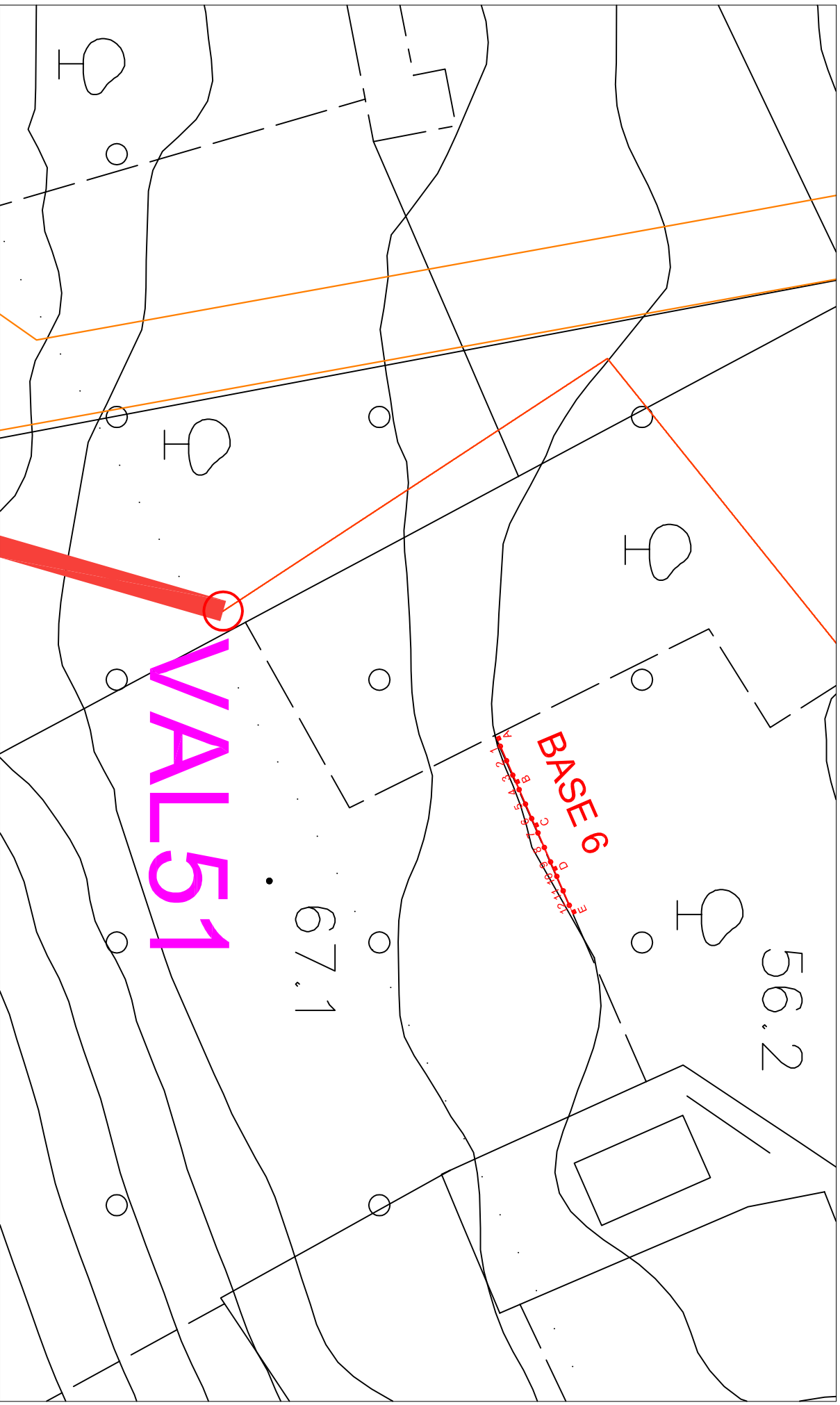


Località:  
Agerola (NA)

A, B, C, D, E.: punti di scoppio  
1,2, n: geofoni

Scala : 1:1000

# TAV A: UBICAZIONE INDAGINE SISMICA BASE 6

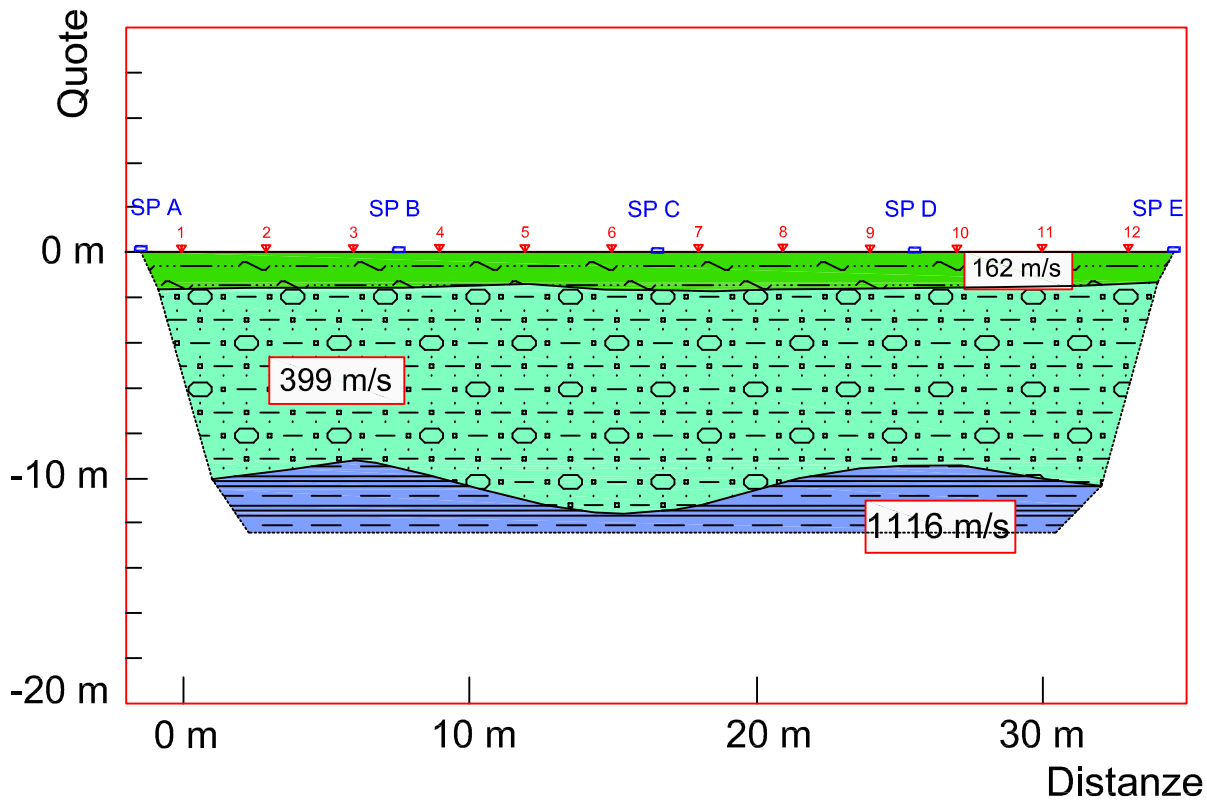


Località:  
Sant'Antonio Abate (NA)

A, B, C, D, E.: punti di scoppio  
1, 2, n: geofoni

Scala : 1:1000

# TAV B: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA base sismica 1




## LEGENDA

 Sismo-strato A

 Sismo-strato B

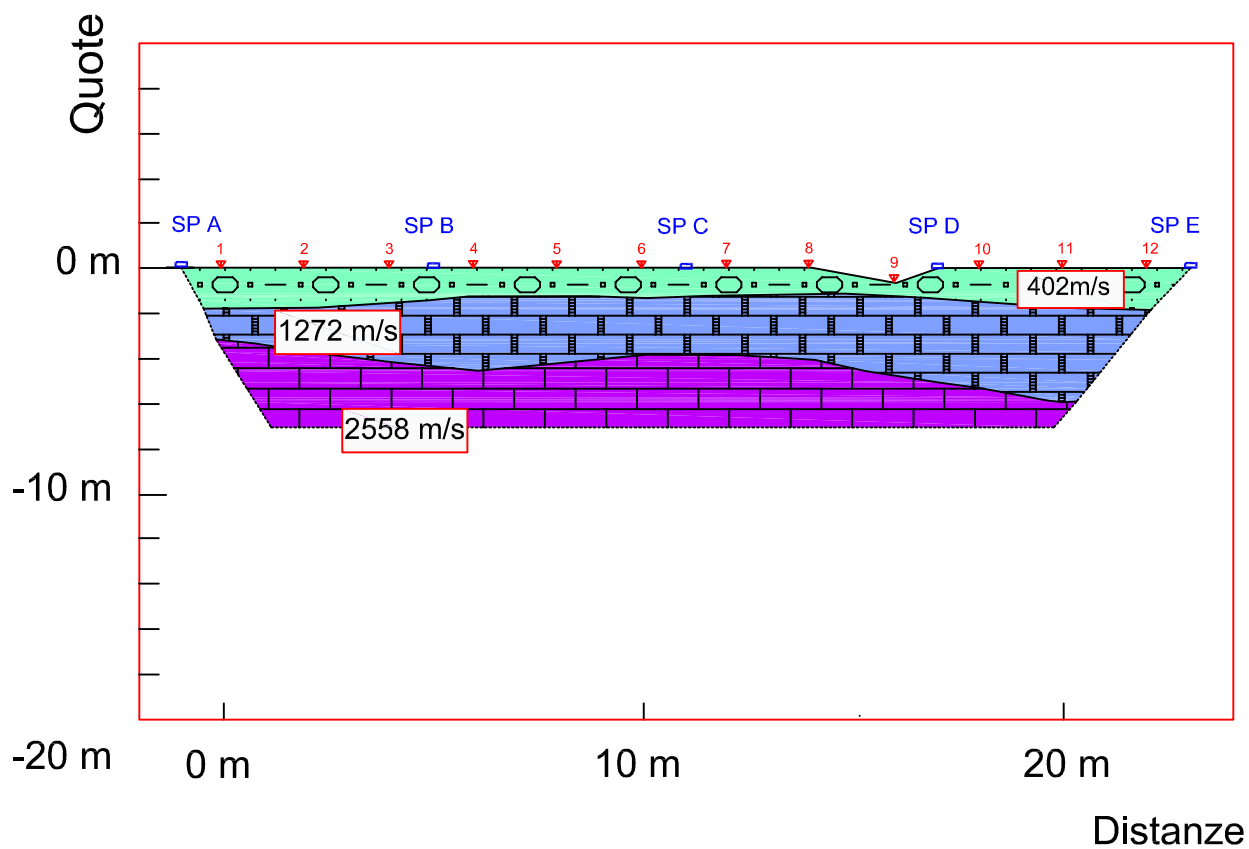
 Sismo-strato C

159 m/s Velocità delle onde di compressione ( $V_p$ )

 SP B Punti di energizzazione

 2 Geofoni

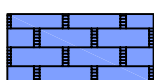
# TAV B: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA base sismica 2



## LEGENDA



Sismo-strato A



Sismo-strato B



Sismo-strato C

458 m/s Velocità delle onde di compressione ( $V_p$ )

SP B



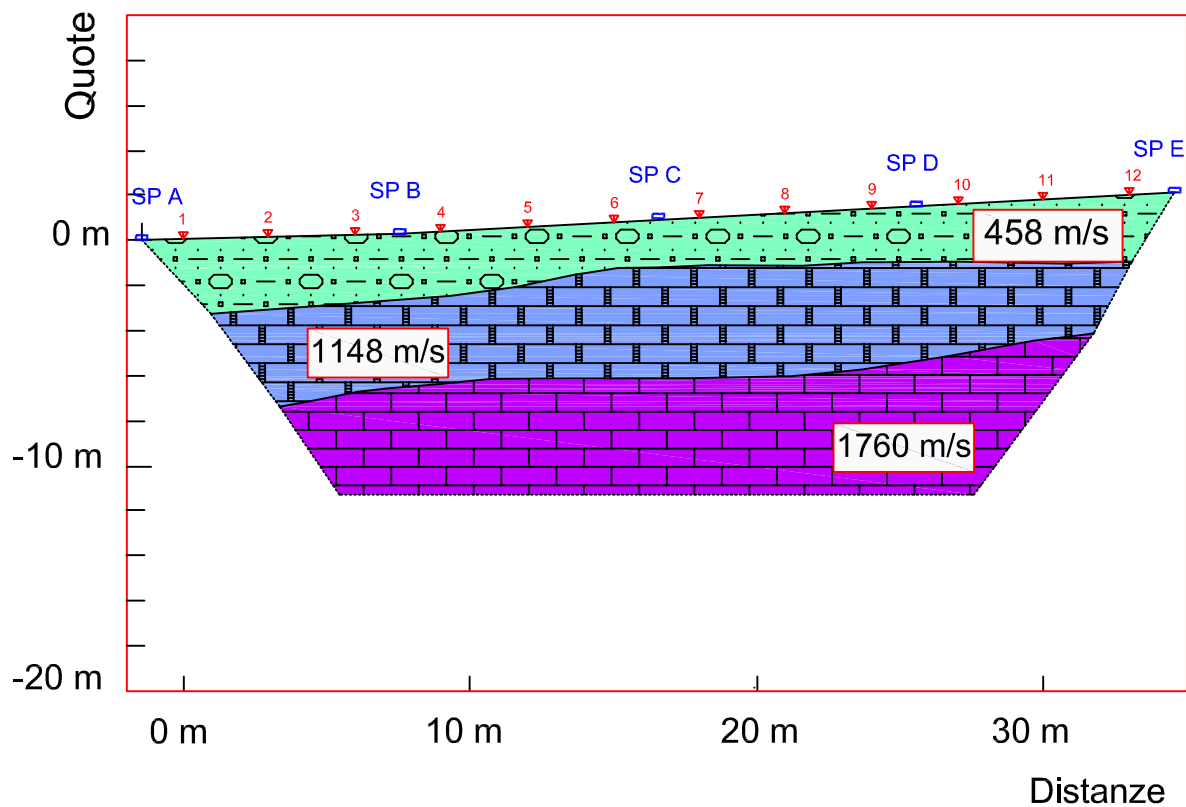
Punti di energizzazione

2



Geofoni

# TAV B: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA base sismica 3




## LEGENDA

 Sismo-strato A

 Sismo-strato B

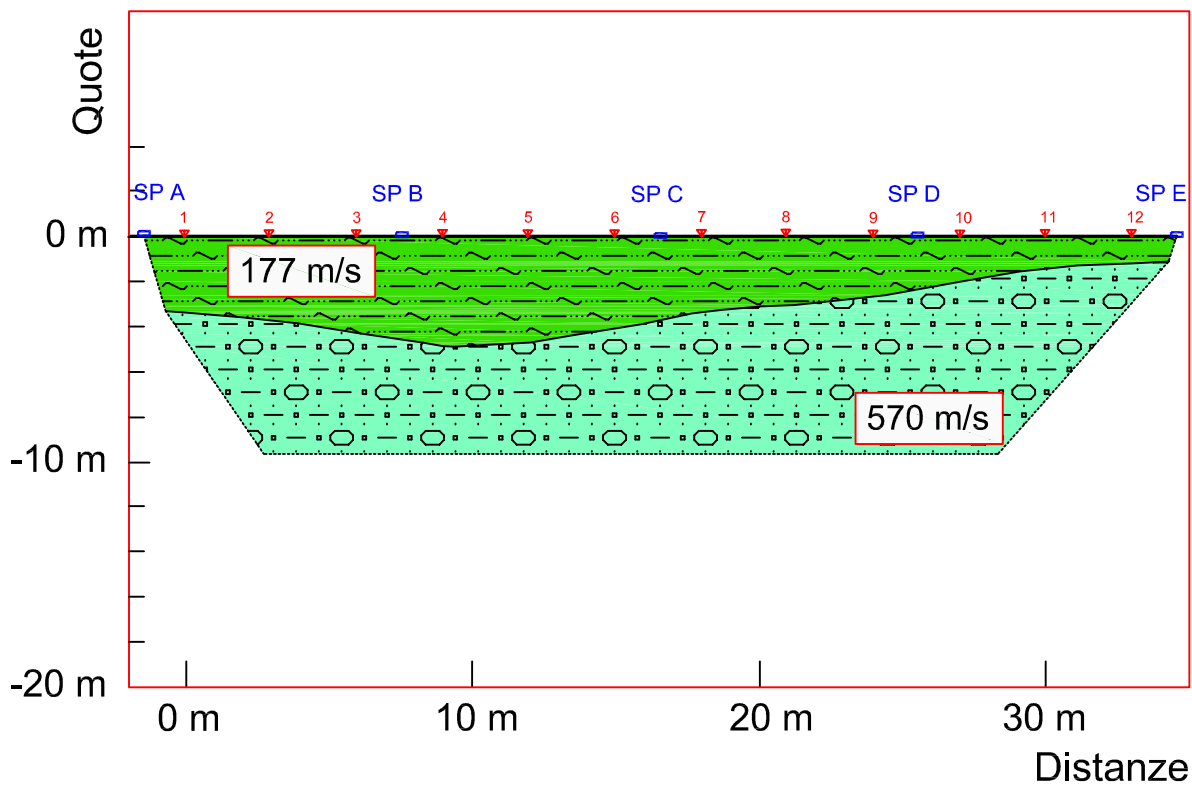
 Sismo-strato C

458 m/s Velocità delle onde di compressione ( $V_p$ )

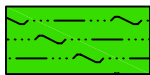
 SP B Punti di energizzazione

 2 Geofoni

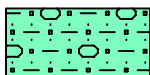
# TAV B: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA base sismica 4



## LEGENDA



Sismo-strato A



Sismo-strato B

177 m/s Velocità delle onde di compressione ( $V_p$ )

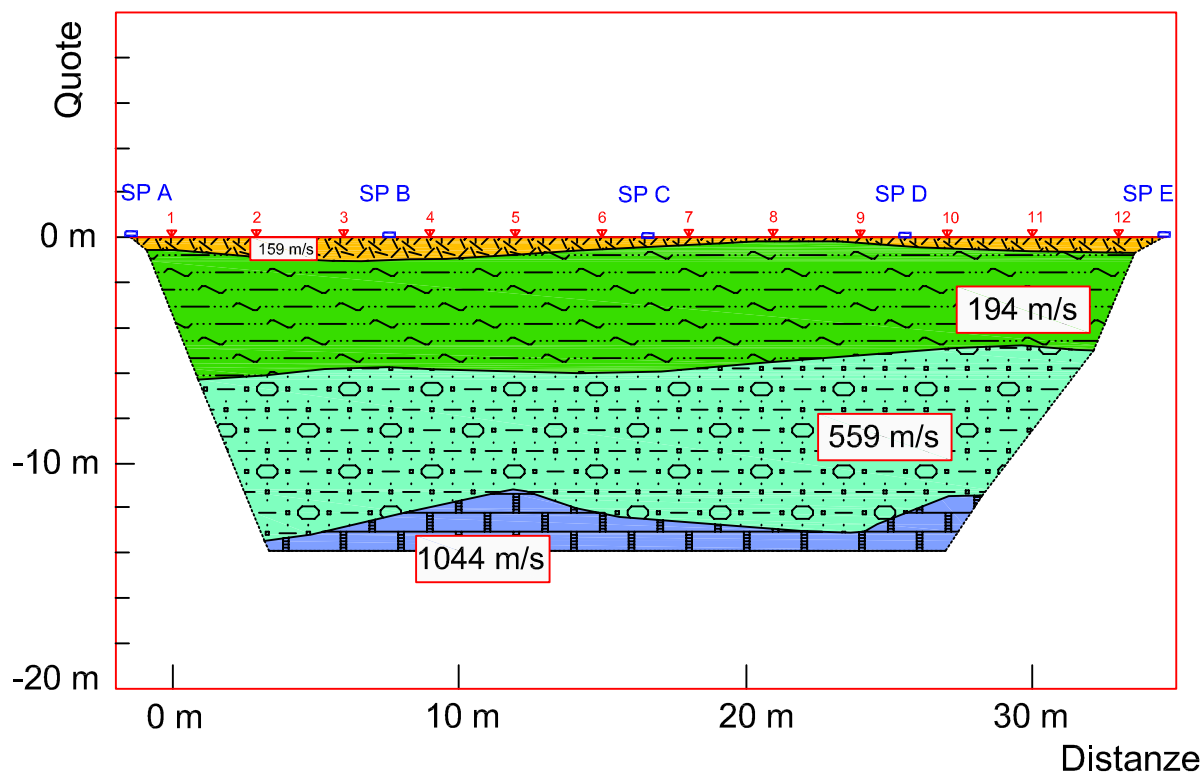
SP B

Punti di energizzazione

2  
▽

Geofoni

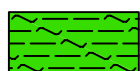
# TAV B: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA base sismica 5



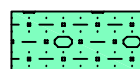
## LEGENDA



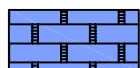
Sismo-strato A



Sismo-strato B



Sismo-strato C



Sismo-strato D

159 m/s Velocità delle onde di compressione ( $V_p$ )

SP B



Punti di energizzazione

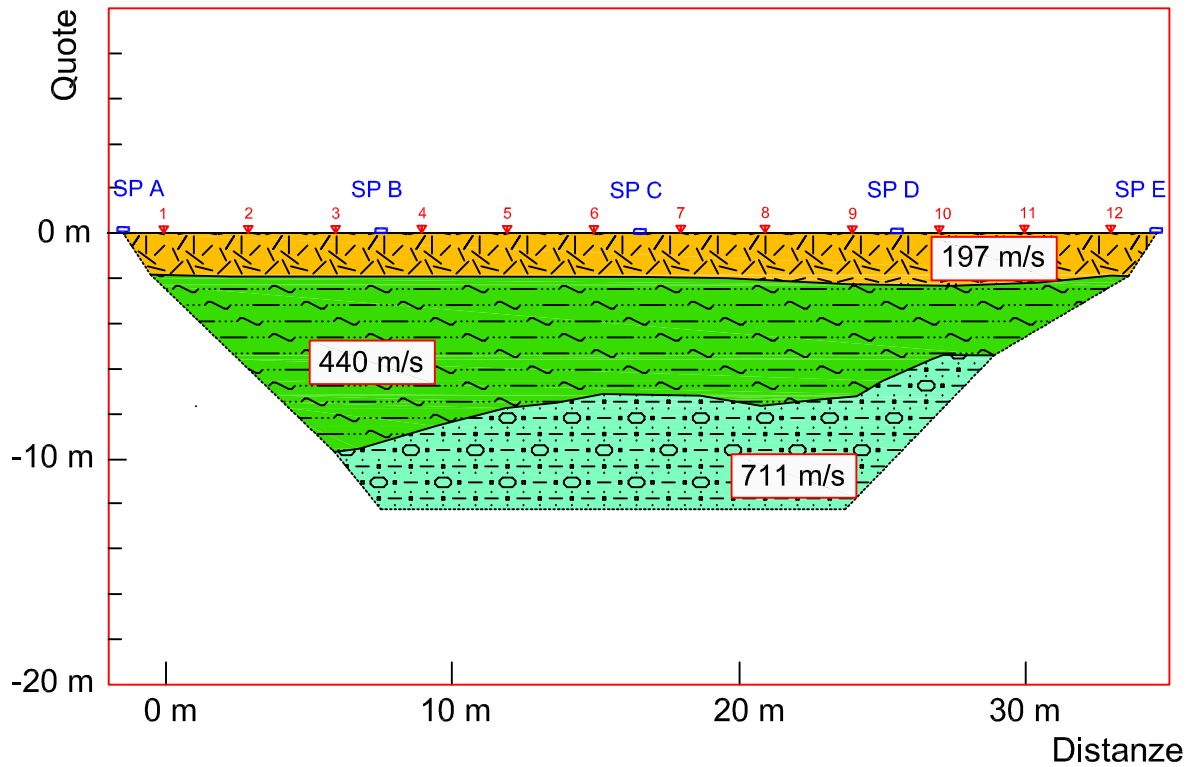
2



Geofoni



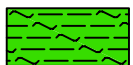
# TAV B: SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA base sismica 6



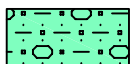
## LEGENDA



Sismo-strato A



Sismo-strato B



Sismo-strato C

197 m/s Velocità delle onde di compressione (Vp)

SP B



Punti di energizzazione

2



Geofoni

# TAV C: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA 1



FOTO 1:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio A



FOTO 3:geofono 1 a 0 m



FOTO 4: geofono 6 a 15 m



FOTO 2:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio E



FOTO 5: geofono 12 a 33 m

# TAV C: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA 2



FOTO 1:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio A



FOTO 3:geofono 1 a 0 m



FOTO 4: geofono 6 a 15 m



FOTO 2:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio E



FOTO 5: geofono 12 a 33 m

# TAV C DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA 3



FOTO 1:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio A



FOTO 3:geofono 1 a 0 m



FOTO 4: geofono 6 a 15 m



FOTO 2:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio E



FOTO 5: geofono 12 a 33 m

# TAV C DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA 4



FOTO 1:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio A



FOTO 2:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio E

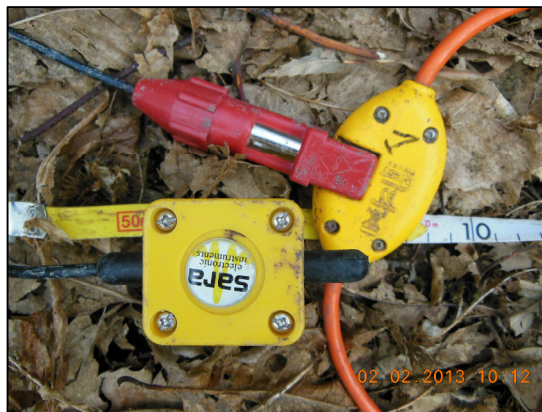


FOTO 3:geofono 1 a 0 m



FOTO 4: geofono 6 a 15 m



FOTO 5: geofono 12 a 33 m

Località:  
Agerola (NA)

# TAV C DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA 5



FOTO 1:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio A



FOTO 2:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio E

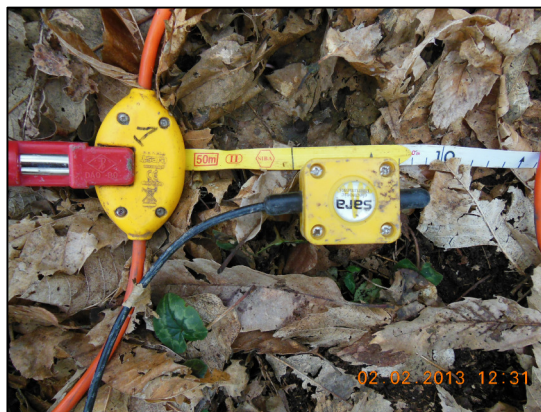


FOTO 3:geofono 1 a 0 m



FOTO 4: geofono 6 a 15 m



FOTO 5: geofono 12 a 33 m

Località:  
Agerola (NA)

# TAV C DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA 6



FOTO 1:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio A



FOTO 3:geofono 1 a 0 m



FOTO 4: geofono 6 a 15 m



FOTO 2:allineamento della base sismica 1 vista dal punto di scoppio E



FOTO 5: geofono 12 a 33 m

Località:  
Sant'Antonio Abate (NA)