



COMUNE DI BATTIPAGLIA - EBOLI



PROVINCIA DI SALERNO

**PROGETTO UNITARIO (TRASMESO IN OTTEMPERANZA ALLA
DISPOSIZIONE CONTENUTA NELLA NOTA DEL SETTORE PROVINCIALE
DEL GENIO CIVILE DI SALERNO DEL 10.03.1998 N. 5032 IN REVISIONE
DEL PROGETTO PRODOTTO IN DATA 28/03/2014 PROT. N. 221084 E
SUCCESSIVE INTEGRAZIONI DEL 18/05/2015 E 10/09/2015) DI
DISMISSIONE DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE E DI
RIQUALIFICAZIONE TERRITORIALE DELLE CAVE "MA.CE. s.r.l."
"EDIL CAVA s.r.l." E "TARQUINIO VISCONTI", ESTESO ALLA MESSA
IN SICUREZZA IDROGEOLOGICA DELL'AREA INDIVIDUABILE COME
EX CAVA "DI NAPOLI", IN LOCALITA' CIMITERO - BUCCOLI -
FONTANA DEL FICO DEI COMUNI DI BATTIPAGLIA ED EBOLI**

**STUDIO ESEGUITO AI SENSI DELL'ARTT. 3, 27 e 10, COMMA 10, DELLE NORME
ATTUATIVE DEL PRAE**

**ATTUALIZZAZIONE DELLA PROGETTAZIONE PRESENTATA NEL 2006 CON
INTEGRAZIONI RICHIESTE DALL'AMMINISTRAZIONE REGIONALE E NEL RISPETTO
DEL PROTOCOLLO D'INTESA SOTTOSCRITTO CON IL COMUNE DI BATTIPAGLIA**

Indagini Sismiche

"Adeguamento Progetto a seguito Conf. Servizi del 17.09.2015"

AGGIORNAMENTO: REV. 03

SEZ. C

**Committente: CONSORZIO CAVE RIUNITE
COLLE MANCUSO**

(MA.CE. s.r.l. - EDILCAVA s.r.l. - TARQUINIO VISCONTI)

**Aspetti Geologici
(Geologo Enrico Spagnuolo)**



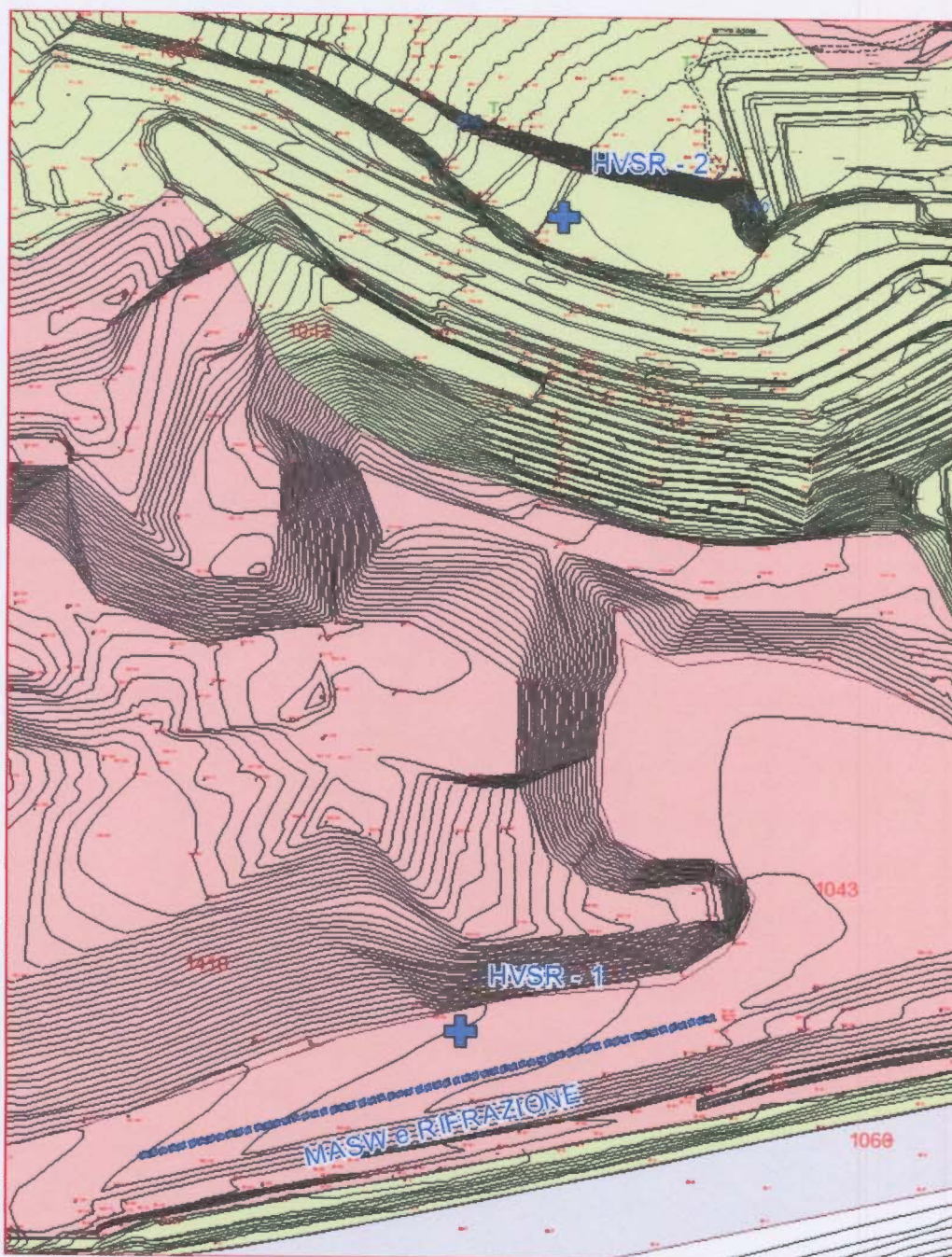
GeoSAFE s.a.s.

**Geological
Seismic Analysis for Engineering
CORSO VITTORIO EMANUELE II, 242
83100 AVELLINO - ITALY
+39.082525529
geosafesas@gmail.com**

Salerno, ottobre 2015

INDICE

INDICE.....	1
LA TECNICA MASW	1
Dati generali	4
Tracce.....	5
Analisi spettrale	6
Curva di dispersione	7
Inversione	8
Risultati	10
LA TECNICA A RIFRAZIONE.....	11
Dati generali	15
GEOMETRIA GEOFONI.....	16
DATI BATTUTE	17
DROMOCRONE.....	20
Risultati	21
LA TECNICA HVSR	23
Dati generali HVSR 1 -2	25
Tracce INPUT HVSR1	26
RAPPORTO SPETTRALE H/V	31
Risultati	31
MODELLO STRATIGRAFICO	32
Tracce INPUT HVSR 2	34
RAPPORTO SPETTRALE H/V	39
Risultati	39
MODELLO STRATIGRAFICO	40



**STRALCIO PLANIMETRICO UB INDAGINI SISMICHE
LOC. COLLE MANCUSO - BATTIPAGLIA - SA**



LA TECNICA MASW

2.41

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- π **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- π **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- π **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- π **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

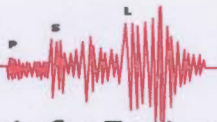
Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione



E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

3.41

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

DATI GENERALI

Committente	Consorzio Cave riunite di Colle Mancuso	
Cantiere	Cave Battipaglia	4.41
Località	COLLE MANCUSO	
Operatore prova	GEOSAFE SAS	
Comune	BATTIPAGLIA - SA	
Data	20/06/2013	
Latitudine	40,604265	
Longitudine	15,011437	
Strumentazione	M.A.E. srl 24 canali 24 bit per canale / 24 geofoni 4.5 Hz verticali	

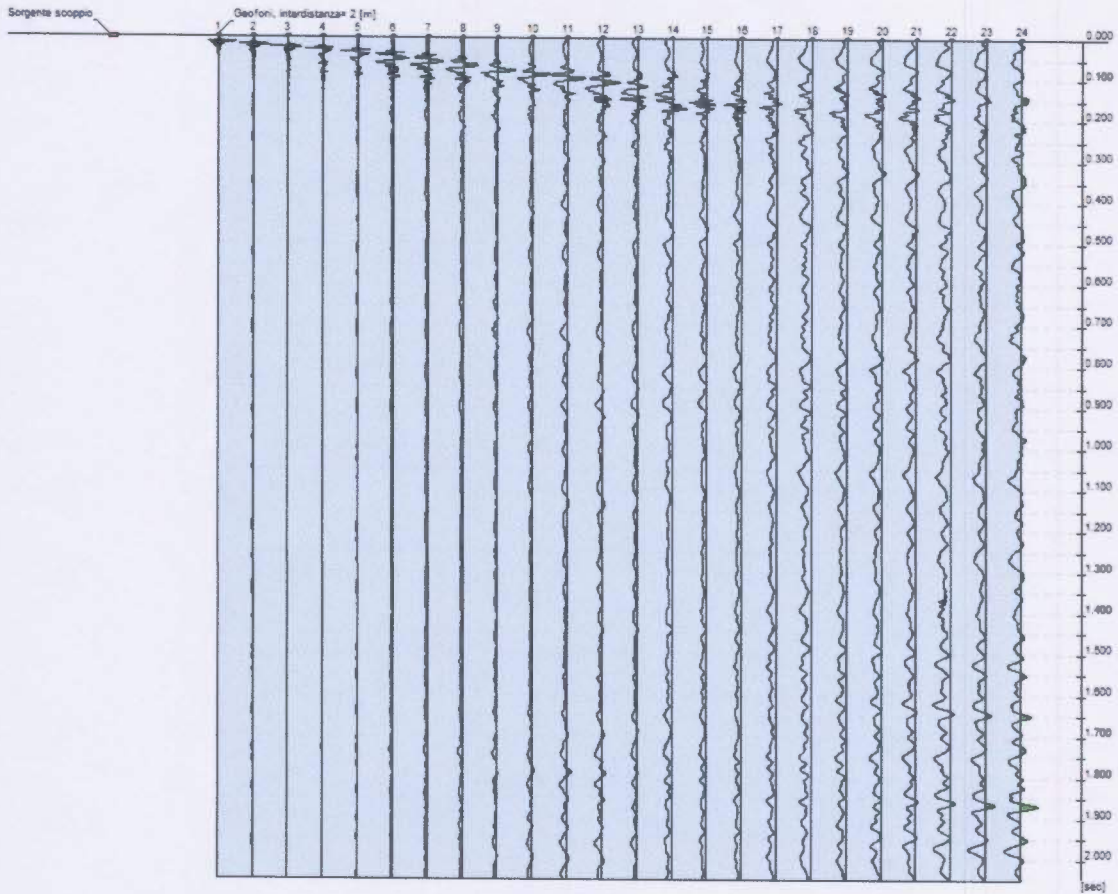




TRACCE

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

5.41



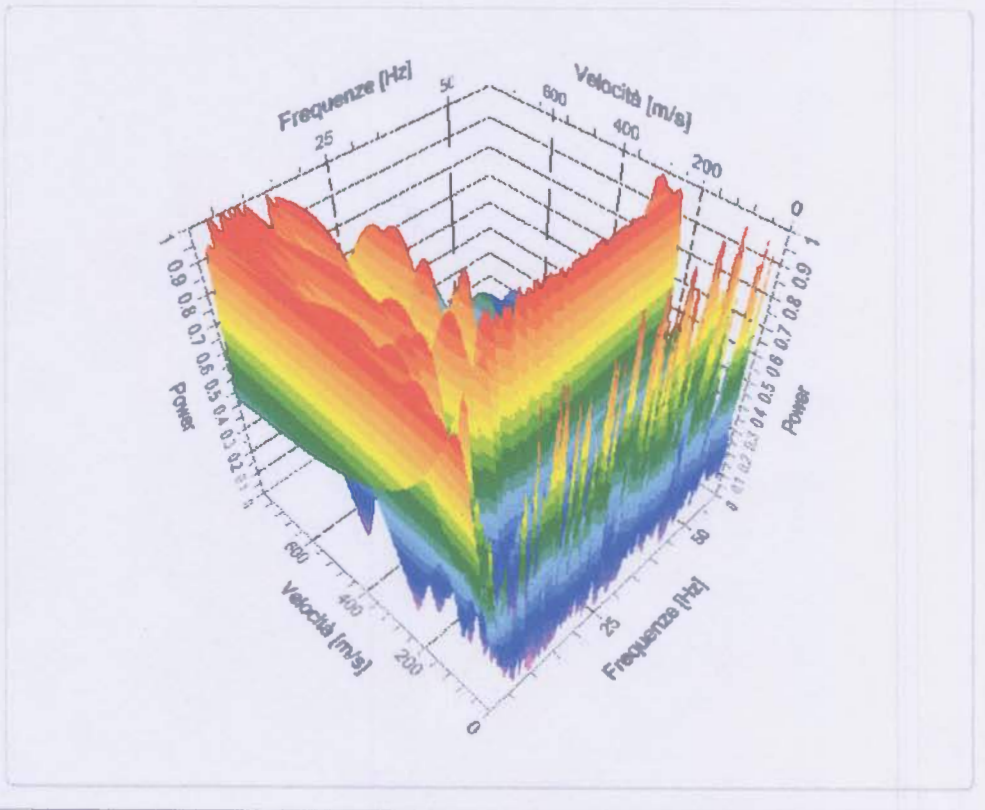


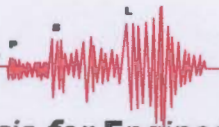
ANALISI SPETTRALE

- Frequenza minima di elaborazione [Hz] 1
- Frequenza massima di elaborazione [Hz] 60
- Velocità minima di elaborazione [m/sec] 1
- Velocità massima di elaborazione [m/sec] 800
- Intervallo velocità [m/sec] 1

6.41

Spettro Velocità di fase - Frequenze



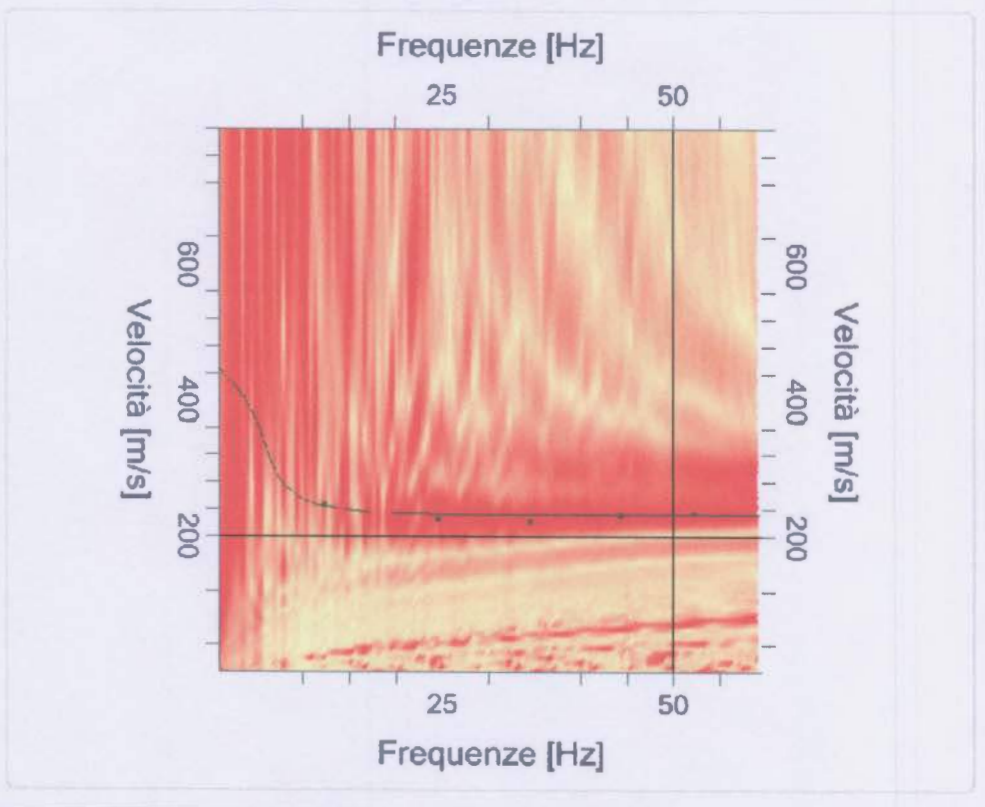


CURVA DI DISPERSIONE

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	12.3	245.1	0
2	24.6	225.2	0
3	34.6	221.0	0
4	44.4	230.9	0
5	52.3	233.7	0

7.41

Spettro Velocità di fase - 1 regione

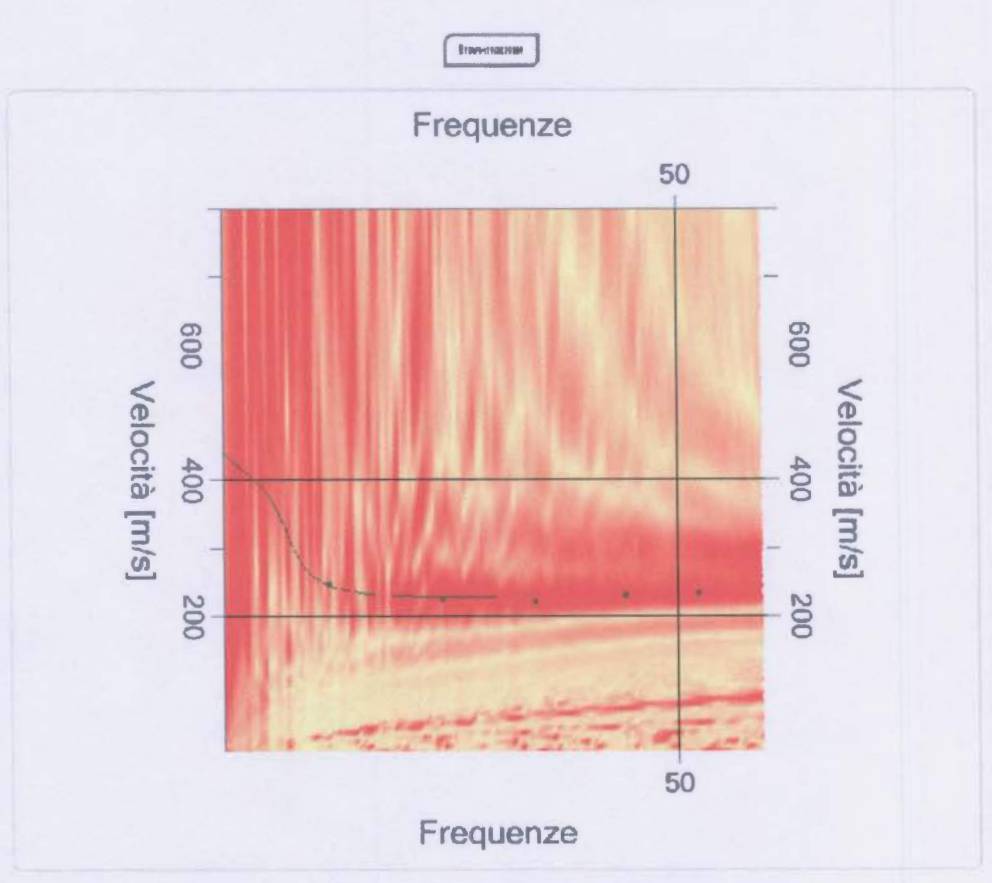


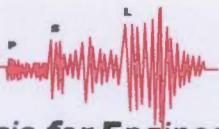


INVERSIONE

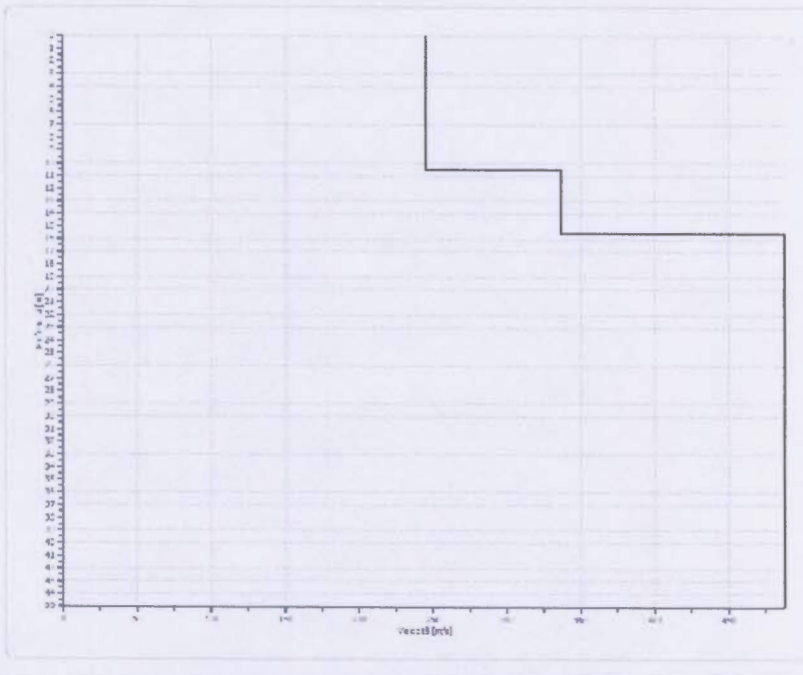
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturo per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	10.54	10.54	1800.0	0.3	No	458.2	244.9
2	15.54	5.00	1800.0	0.3	No	630.1	336.8
3	oo	oo	1900.0	0.3	No	913.1	488.1

8.41

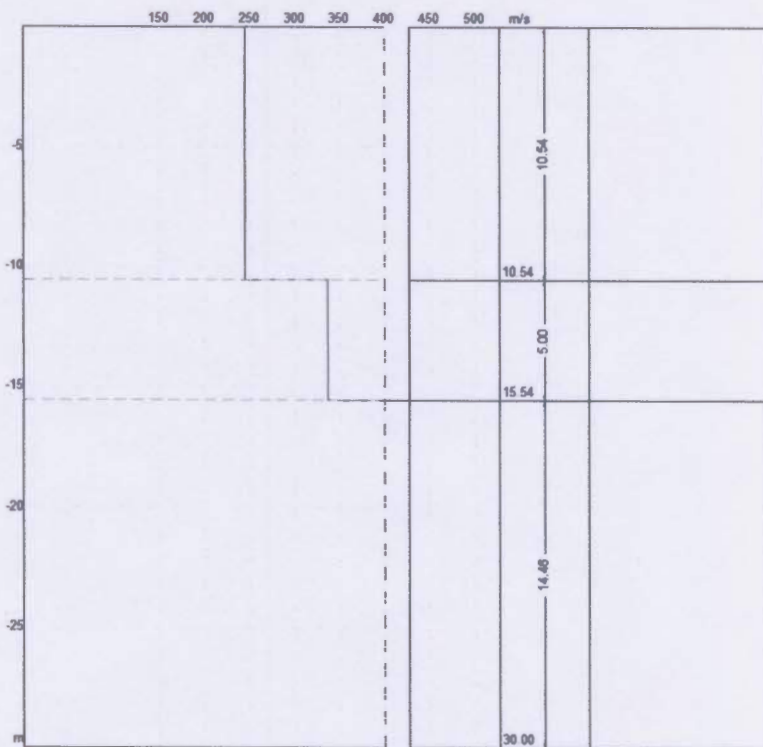




Profilo di velocità



9.41



RISULTATI

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	342.87
Categoria del suolo	C

10.41

Suolo di tipo **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 Vs,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).

LA TECNICA A RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

11.41

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda λ , comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde λ , equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

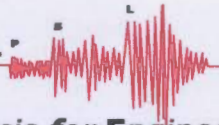
$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

$$T = x_i / V_1$$

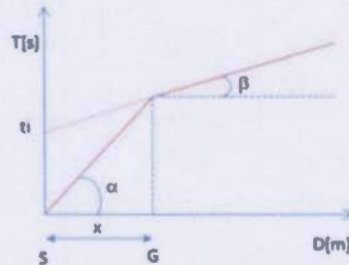
dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come



$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

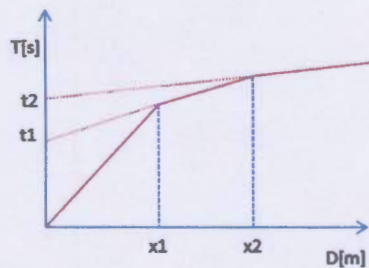
I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



12.41

La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

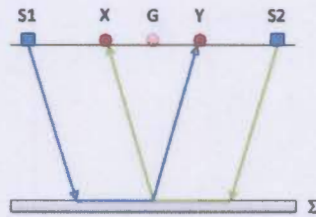
Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.



Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

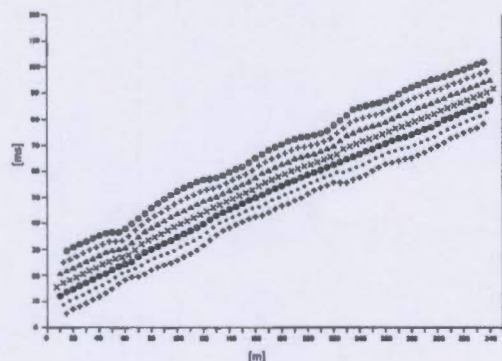
In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980. Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



13.41

Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori. Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare la funzione velocità secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S_1 ad X e dalla sorgente S_2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S_1 ed S_2 , esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y , non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_v viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

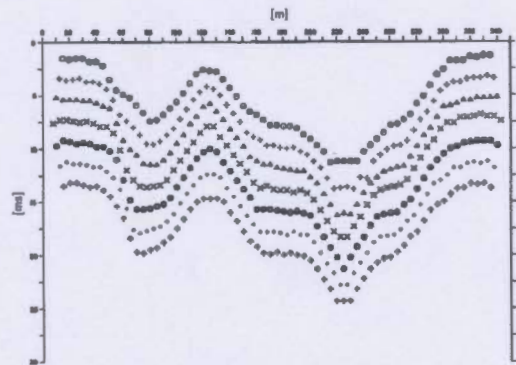
Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:



$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.

14.41



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

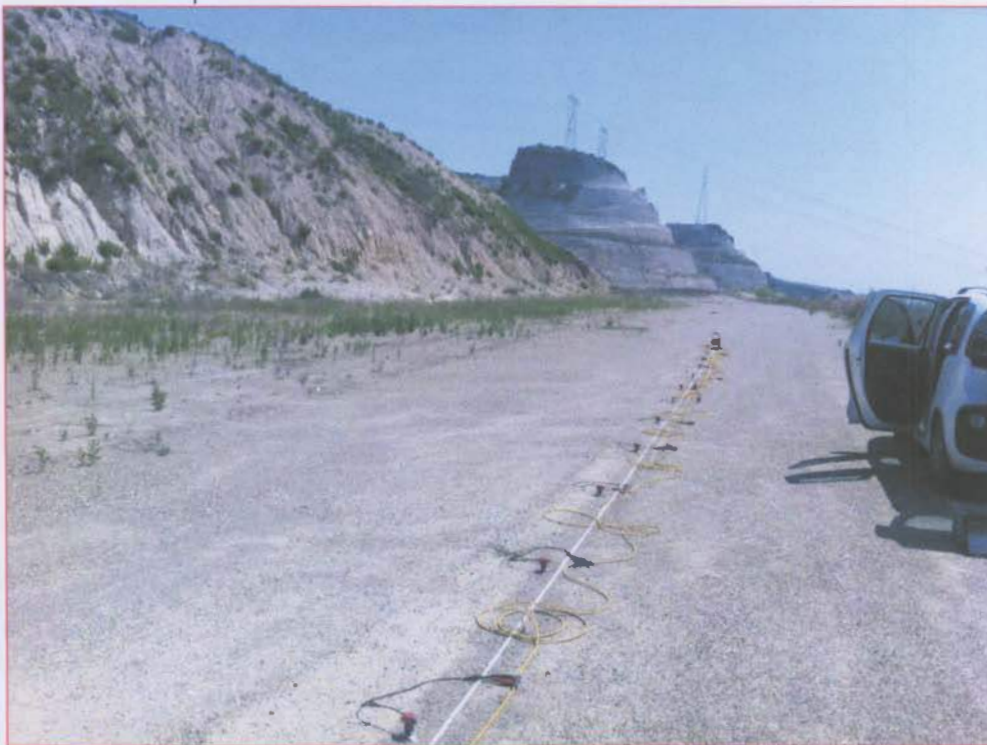
h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h .

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

DATI GENERALI

Committente	Consorzio Cave riunite di Colle Mancuso
Cantiere	Cave Battipaglia
Località	COLLE MANCUSO
Operatore prova	GEOSAFE SAS
Comune	BATTIPAGLIA - SA
Data	20/06/2013
Latitudine	40,604265
Longitudine	15,011437
Strumentazione	M.A.E. srl 24 canali 24 bit per canale / 12 geofoni verticali

15.41



GEOMETRIA GEOFONI

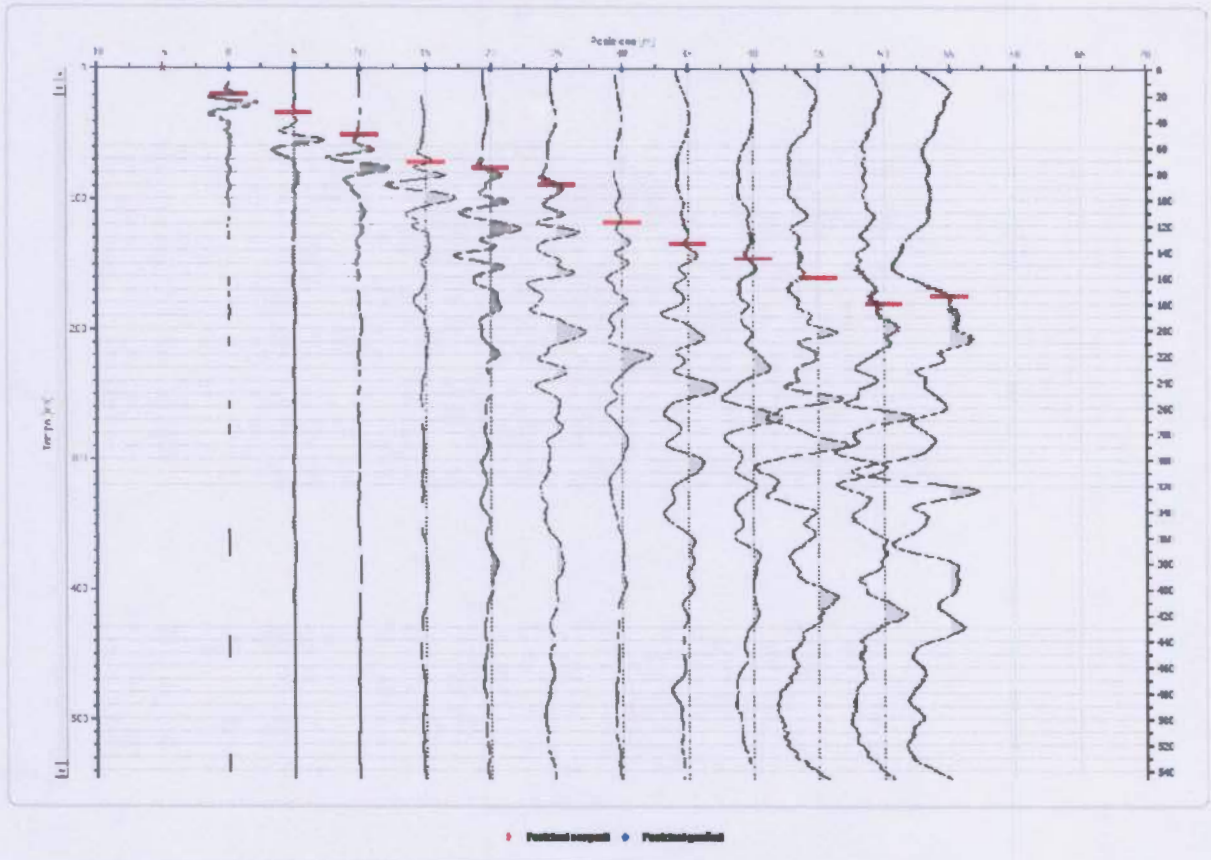
	Posizione X [m]
2!	1/1!
3!	6/1!
4!	21/1!
5!	26/1!
6!	31/1!
7!	36/1!
8!	41/1!
9!	46/1!
:!	51/1!
21!	56/1!
22!	61/1!
23!	66/1!

16.41

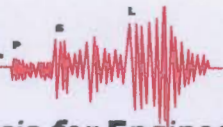
DATI BATTUTE

Battuta 1
 Posizione sorgente -5[m]

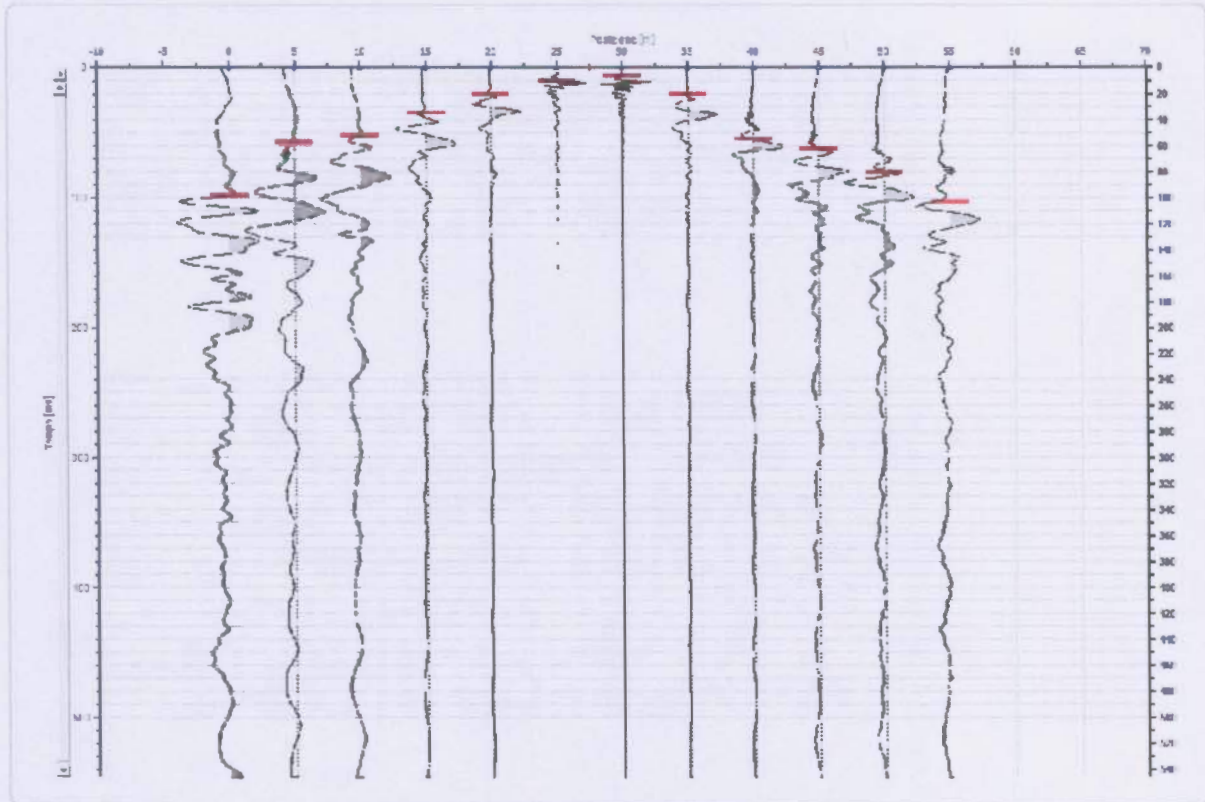
17.41



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	20.0000
5.0	34.2671
10.0	50.5332
15.0	72.1037
20.0	76.3871
25.0	89.2372
30.0	118.5071
35.0	134.2128
40.0	145.6352
45.0	159.9132
50.0	180.6162
55.0	174.1911



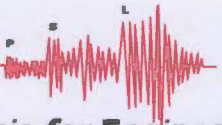
Battuta 2
Posizione sorgente 28[m]



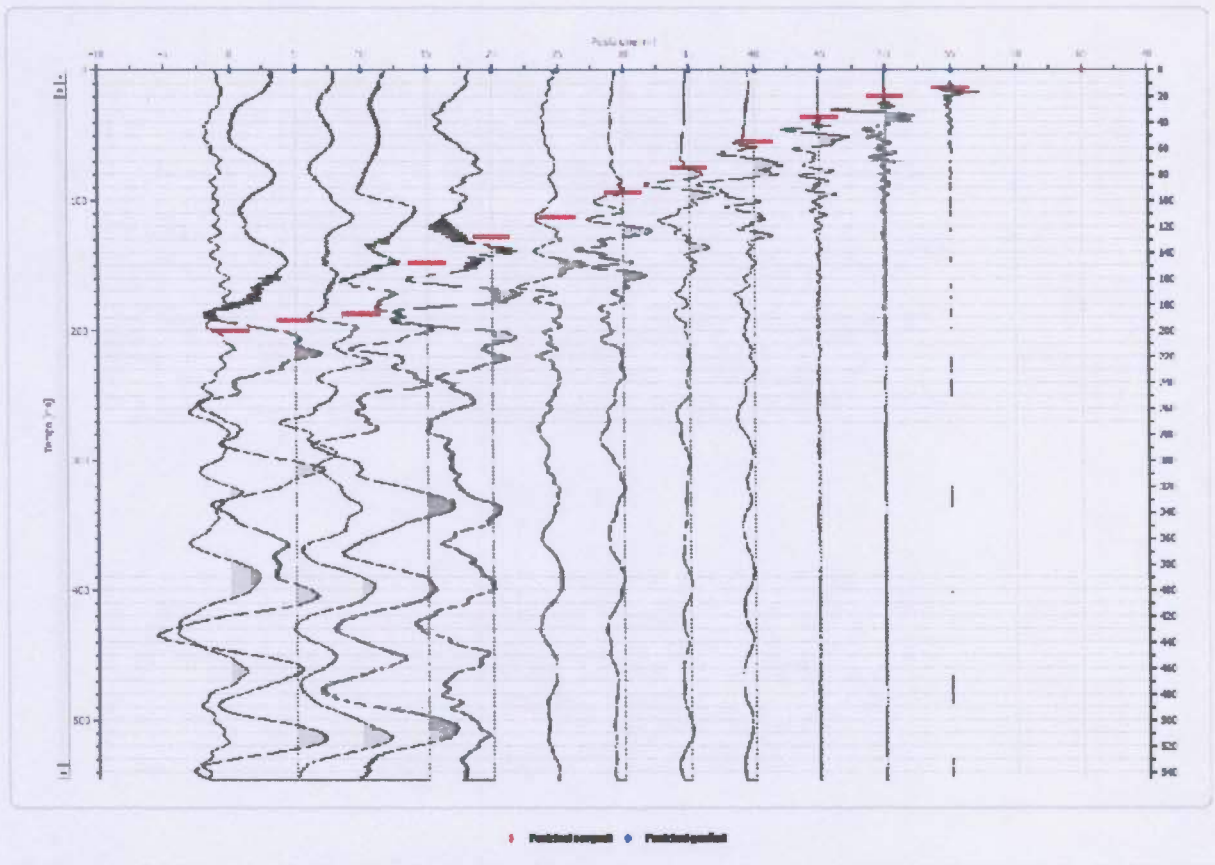
18.41

+ Pochi/compoli + Pochi/gerali

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	98.5331
5.0	57.8665
10.0	53.0665
15.0	34.9810
20.0	20.0000
25.0	9.9946
30.0	6.4251
35.0	20.3999
40.0	54.9701
45.0	62.8230
50.0	80.3998
55.0	103.5152



**Battuta 3
Posizione sorgente 65[m]**



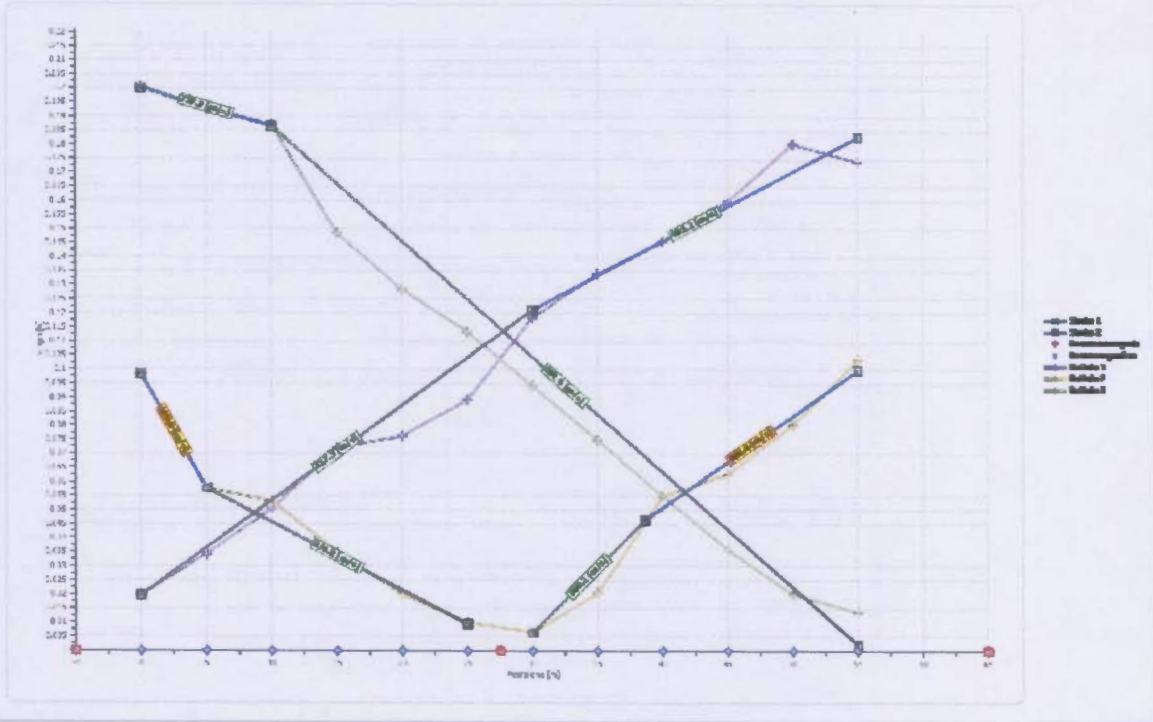
19.41

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	200.6053
5.0	192.7525
10.0	187.0413
15.0	148.4908
20.0	128.5016
25.0	113.5098
30.0	94.2345
35.0	74.9593
40.0	54.9701
45.0	35.9999
50.0	20.0000
55.0	13.5641

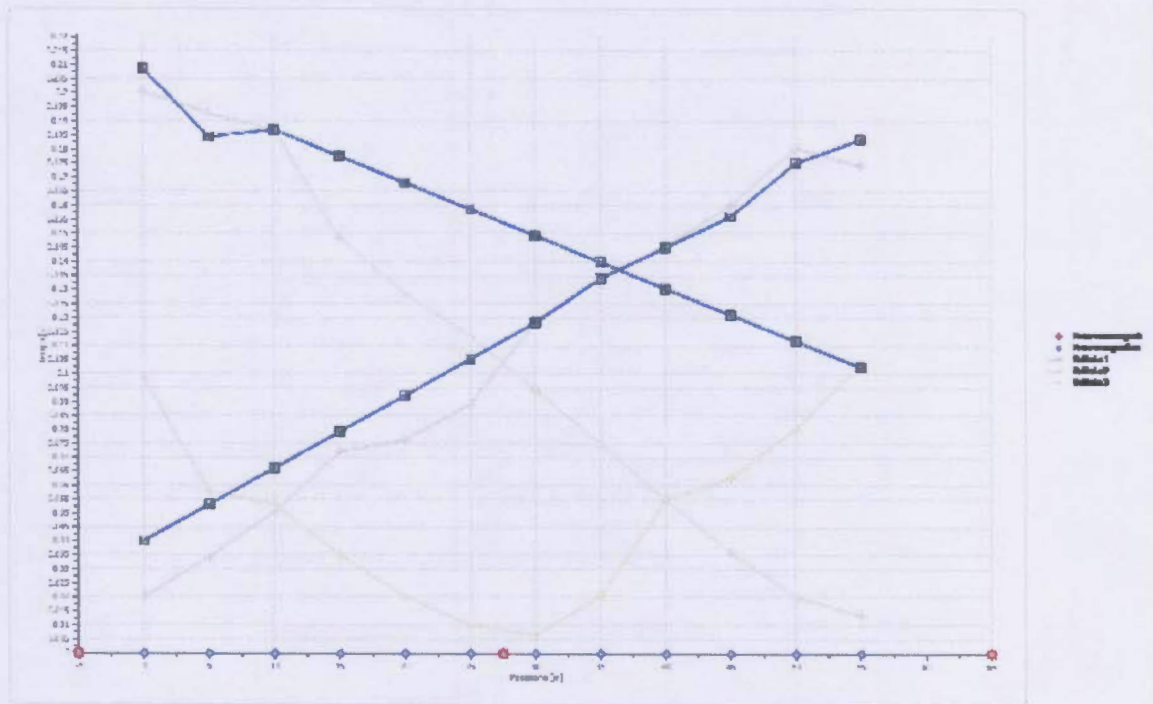
DROMOCRONE

Dromocrone

20.41



Dromocrone traslate



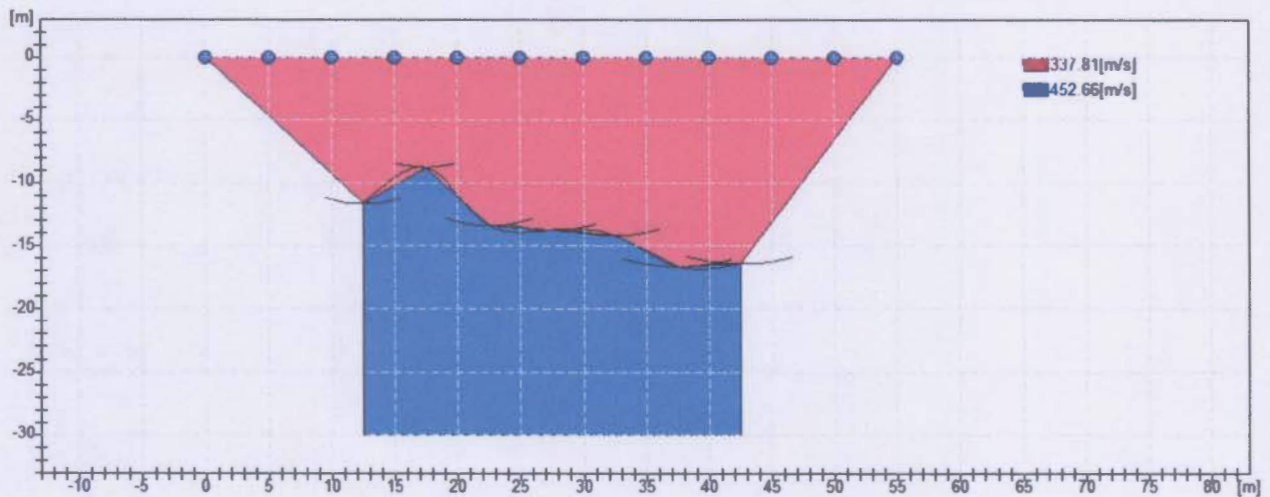
RISULTATI

Interpretazione col metodo reciproco

21.41

XY= 25

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 12.5 [m]	11.6	--
G= 17.5 [m]	8.8	--
G= 22.5 [m]	13.4	--
G= 27.5 [m]	13.8	--
G= 32.5 [m]	14.2	--
G= 37.5 [m]	16.7	--
G= 42.5 [m]	16.4	--
Velocità [m/sec]	337.8	452.7
Descrizione	Strato n. 1	Strato n. 2



Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente di Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1700.00	1800.00
Vp [m/s]	337.81	452.66
Vs [m/s]	162.28	217.45
G0 [MPa]	44.77	85.11
Ed [Mpa]	194.00	368.82
M0 [MPa]	149.23	283.71
Ey [Mpa]	120.88	229.80

22.41

G0: Modulo di deformazione al taglio;
Ed: Modulo edometrico;
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;
Ey: Modulo di Young;



LA TECNICA HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

23.41

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguito per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{s30} .

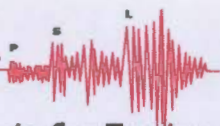
24.41

DATI GENERALI HVSR 1 -2

Committente	Consorzio Cave riunite di Colle Mancuso
Cantiere	Cave Battipaglia
Località	COLLE MANCUSO
Operatore prova	GEOSAFE SAS
Comune	BATTIPAGLIA - SA
Data	20/06/2013
Latitudine	40,604265
Longitudine	15,011437
Strumentazione	M.A.E. srl 24 canali 24 bit per canale / 3 geofoni verticali 4.5 Hz

25.41

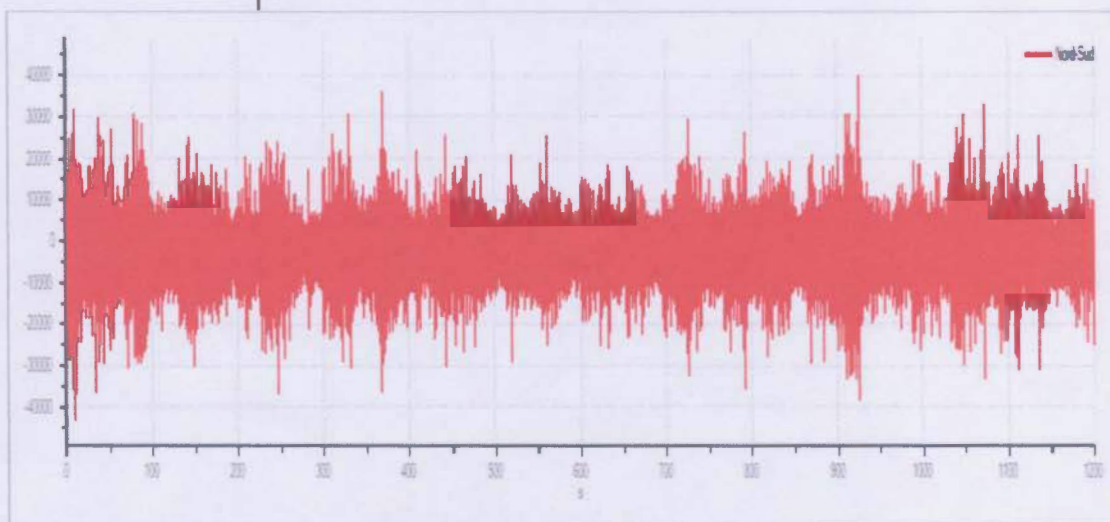




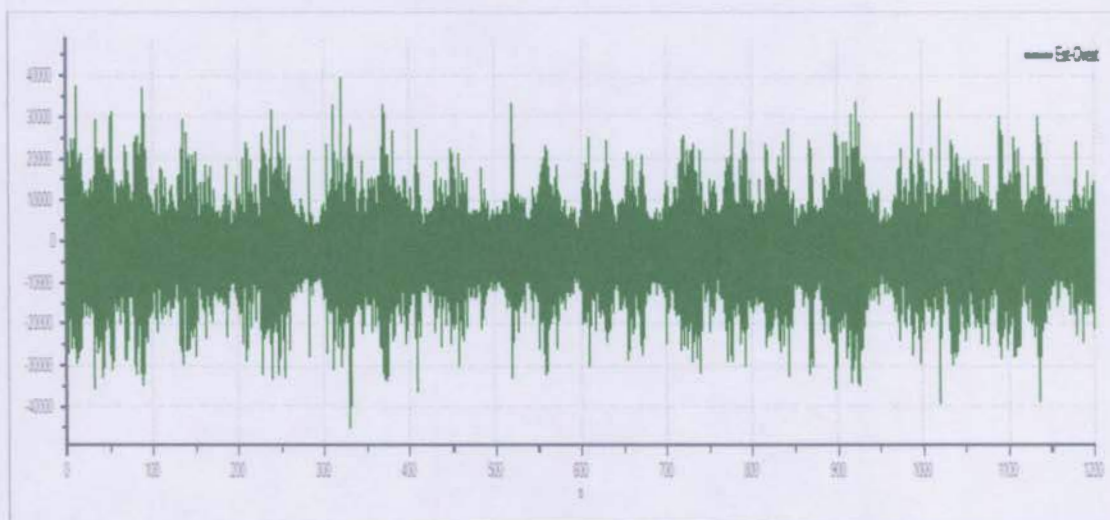
TRACCE INPUT HVSR 1 (PIAZZALI)

N. tracce	3
Durata registrazione [sec]	1200
Frequenza di campionamento [Hz]	250
Numero di campioni	300000
Direz. Tracce	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale

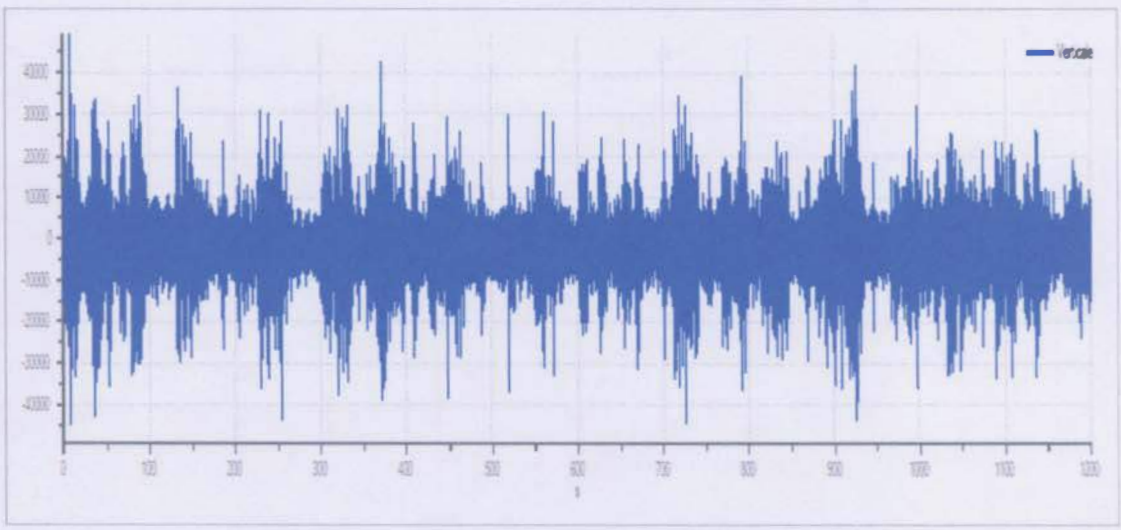
26.41



NORD-SUD



EST-OVEST



27.41

VERTICALE

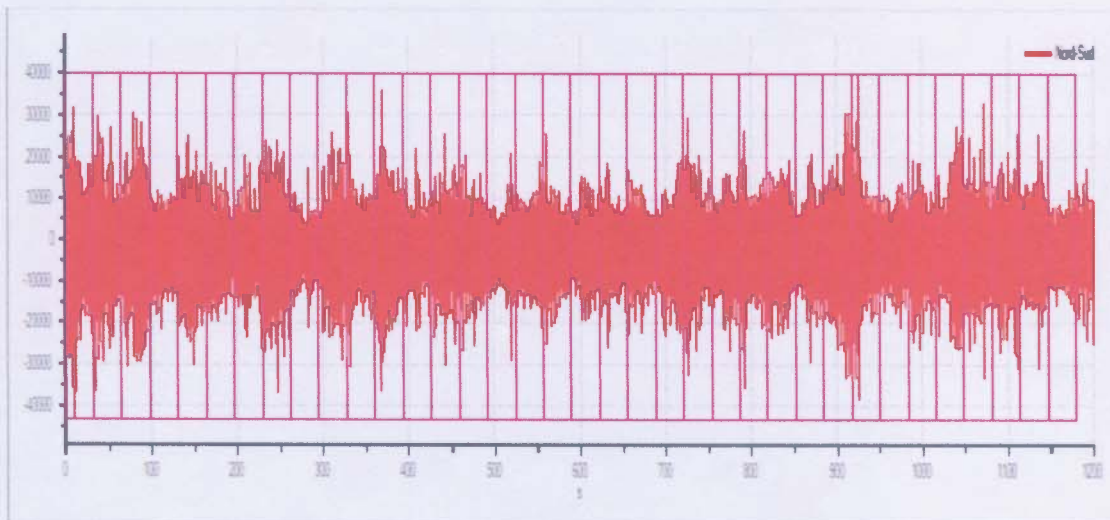


FINESTRE SELEZIONATE

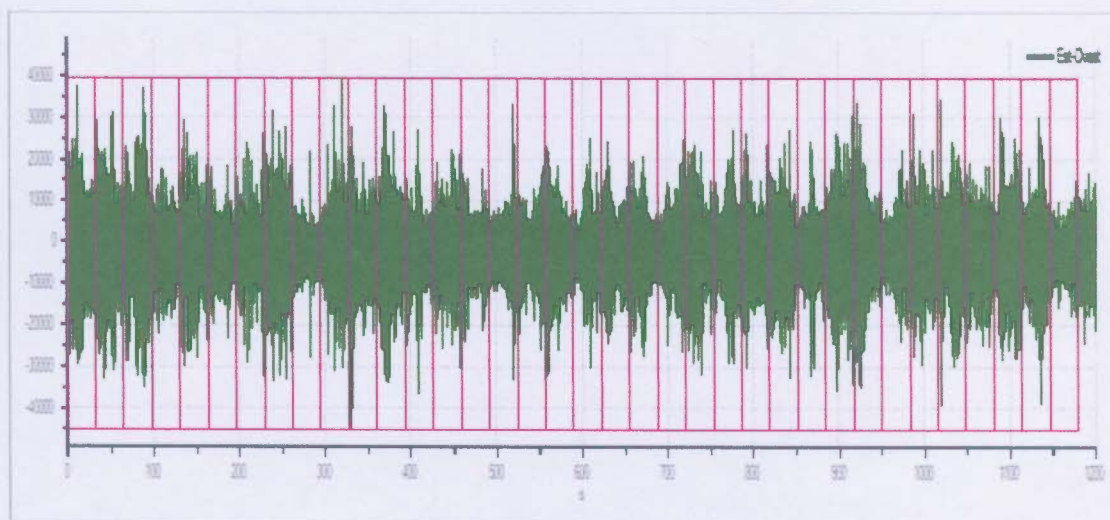
Numero totale finestre selezionate	36
Numero finestre incluse nel calcolo	36
Dimensione temporali finestre [sec]	32.768
Tipo di lisciamento	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento [%]	10

28.41

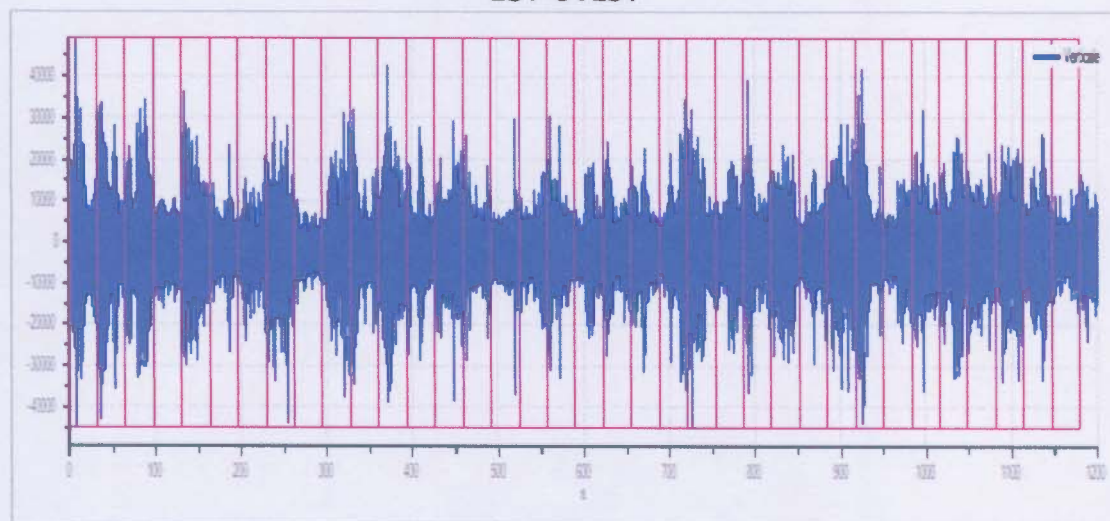
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	32.768	Inclusa
2	32.768	65.536	Inclusa
3	65.536	98.304	Inclusa
4	98.304	131.072	Inclusa
5	131.072	163.84	Inclusa
6	163.84	196.608	Inclusa
7	196.608	229.376	Inclusa
8	229.376	262.144	Inclusa
9	262.144	294.912	Inclusa
10	294.912	327.68	Inclusa
11	327.68	360.448	Inclusa
12	360.448	393.216	Inclusa
13	393.216	425.984	Inclusa
14	425.984	458.752	Inclusa
15	458.752	491.52	Inclusa
16	491.52	524.288	Inclusa
17	524.288	557.056	Inclusa
18	557.056	589.824	Inclusa
19	589.824	622.592	Inclusa
20	622.592	655.36	Inclusa
21	655.36	688.128	Inclusa
22	688.128	720.896	Inclusa
23	720.896	753.664	Inclusa
24	753.664	786.432	Inclusa
25	786.432	819.2	Inclusa
26	819.2	851.968	Inclusa
27	851.968	884.736	Inclusa
28	884.736	917.504	Inclusa
29	917.504	950.272	Inclusa
30	950.272	983.04	Inclusa
31	983.04	1015.808	Inclusa
32	1015.808	1048.576	Inclusa
33	1048.576	1081.344	Inclusa
34	1081.344	1114.112	Inclusa
35	1114.112	1146.88	Inclusa
36	1146.88	1179.648	Inclusa



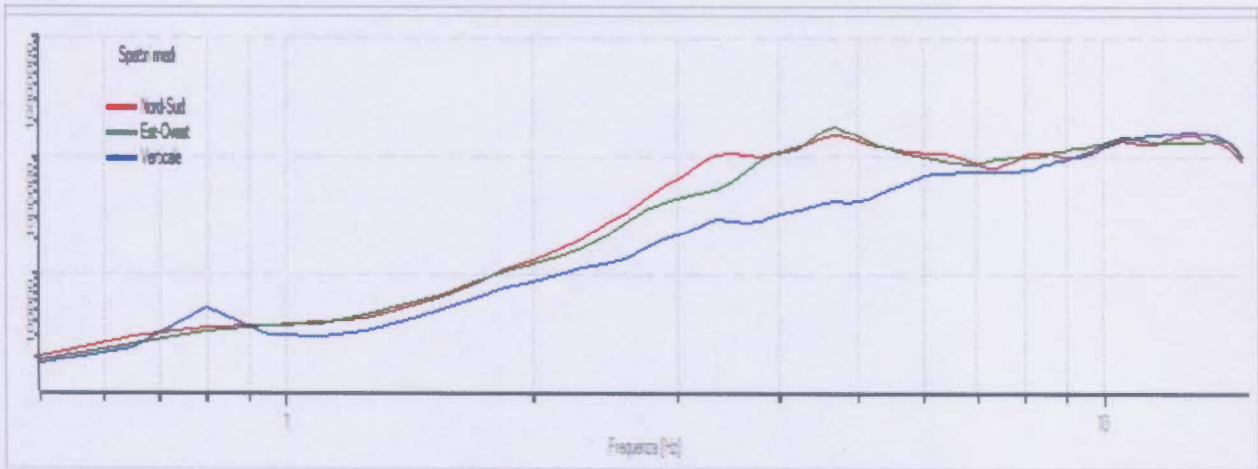
NORD-SUD



EST-OVEST

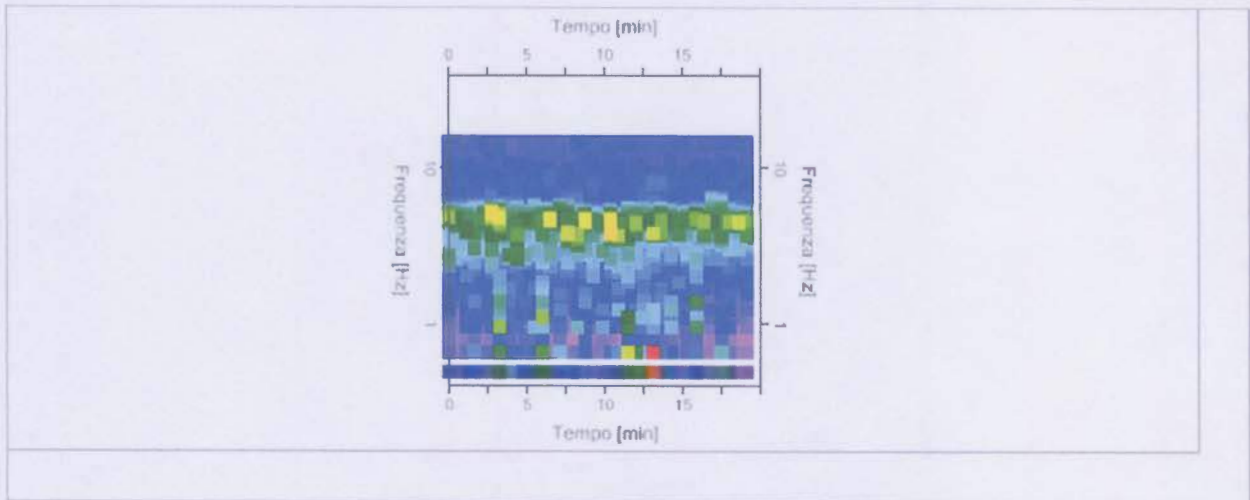


VERTICALE

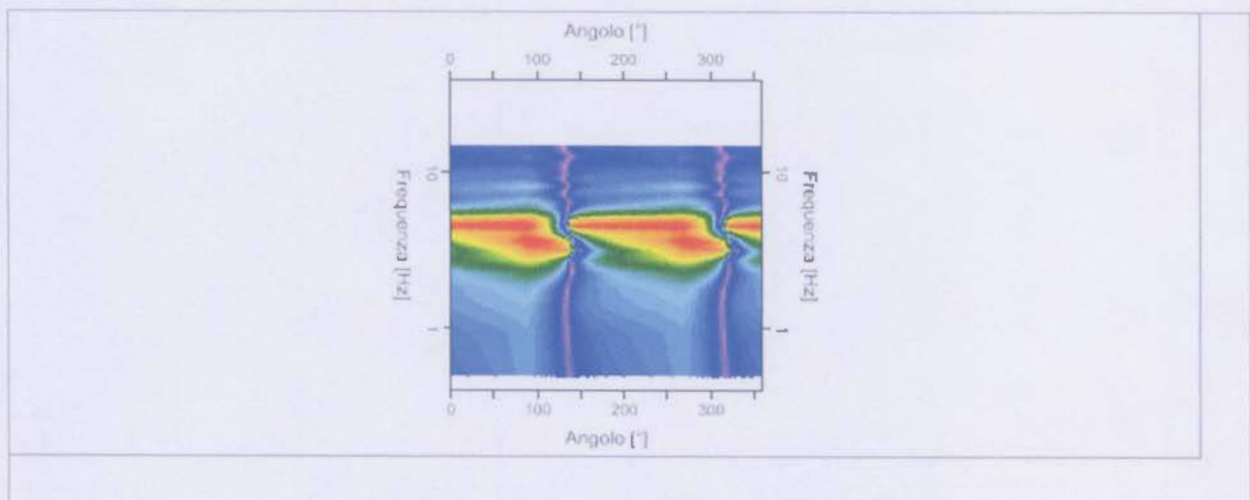


30.41

SPETTRI MEDI NELLE TRE DIREZIONI



MAPPA DELLA STAZIONARIETA' DEGLI SPETTRI



MAPPA DELLA DIREZIONALITA' DEGLI SPETTRI

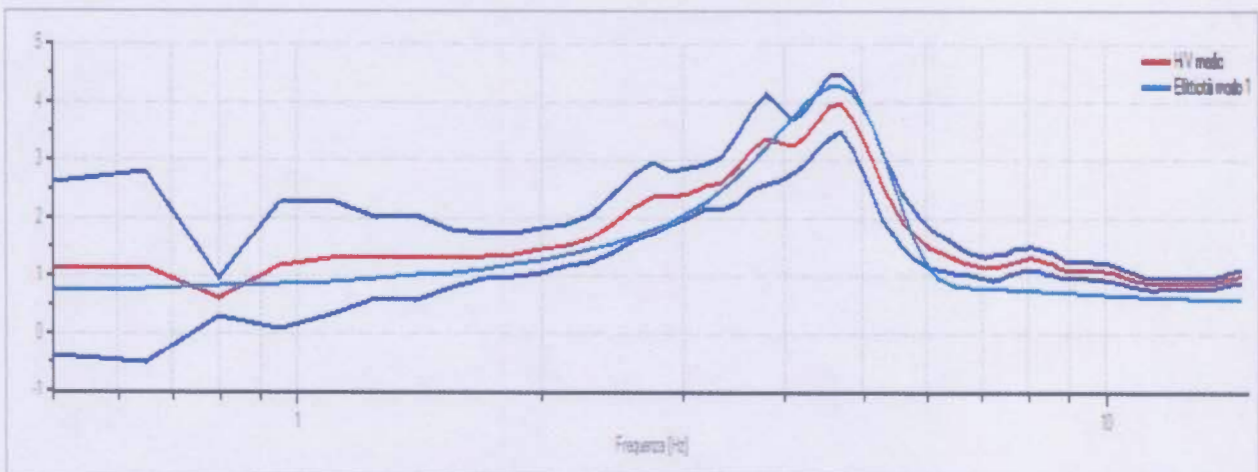
RAPPORTO SPETTRALE H/V

Frequenza massima[Hz]	15.00
Frequenza minima[Hz]	0.50
Passo frequenze [Hz]	0.15
Tipo di lisciamento	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento [%]	10
Tipo di somma direzionale	Media aritmetica

31.41

RISULTATI

Frequenza del picco del rapporto H/V [Hz] | **4.70 ± 0.13**



RAPPORTO SPETTRALE H/V E SUO INTERVALLO DI FIDUCIA

VERIFICHE (PROGETTO SESAME)

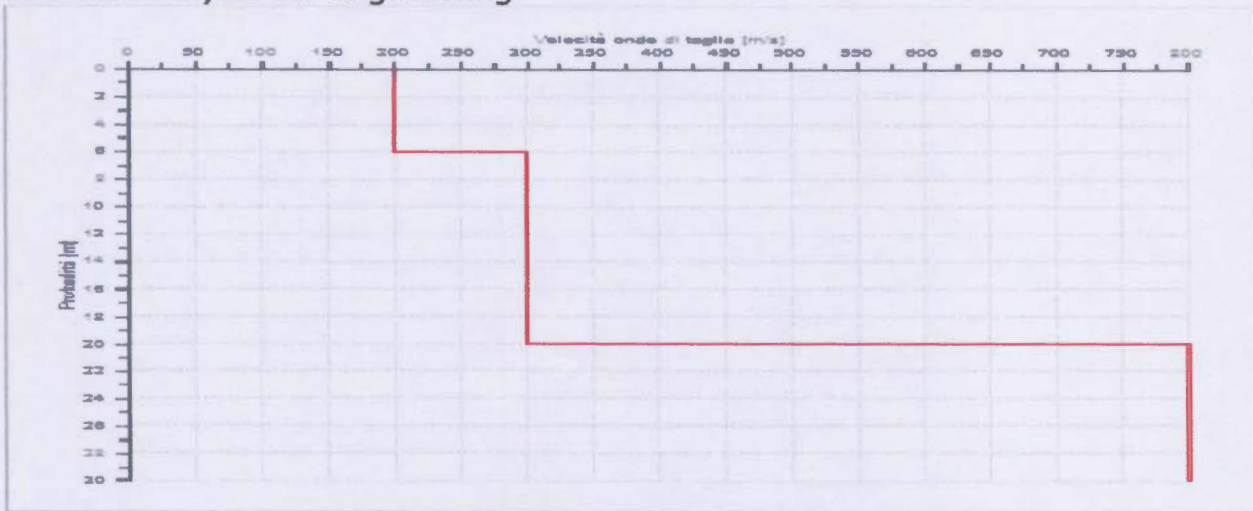
Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

32.41

MODELLO STRATIGRAFICO

Numero di strati	4
Frequenza di picco dell'ellitticità [Hz]	4.70
Valore di disadattamento	-1.00
Valore di Vs(30) [m/s]	circa 330.00

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	6	16	0.3	200
2	6	14	17	0.3	300
3	20	10	18	0.3	800



33.41

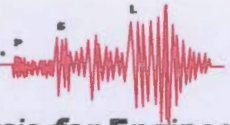
PROFILO DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

$$180 < V_s(30) \text{ [m/s]} < 360$$

Ipotetico suolo di tipo: 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).

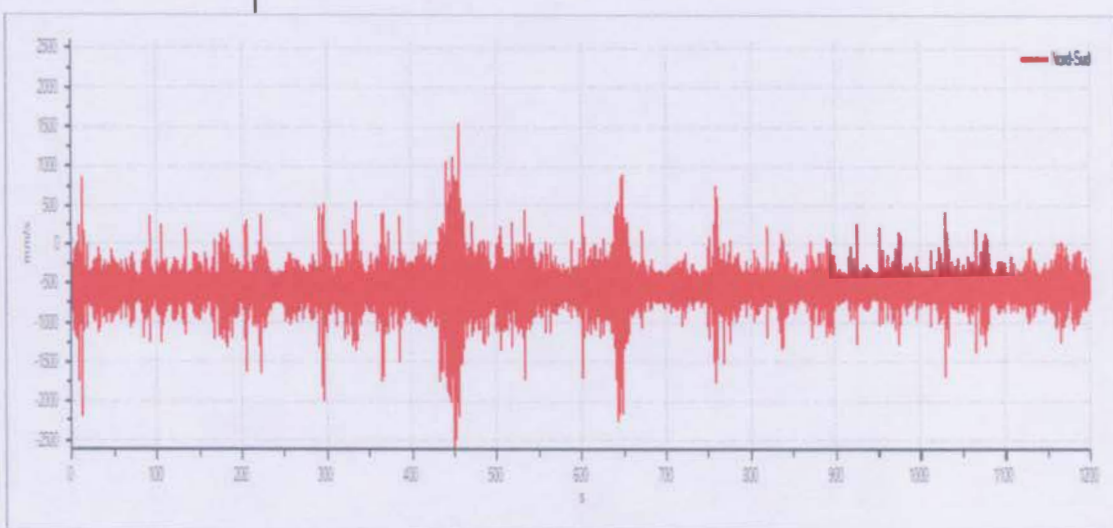




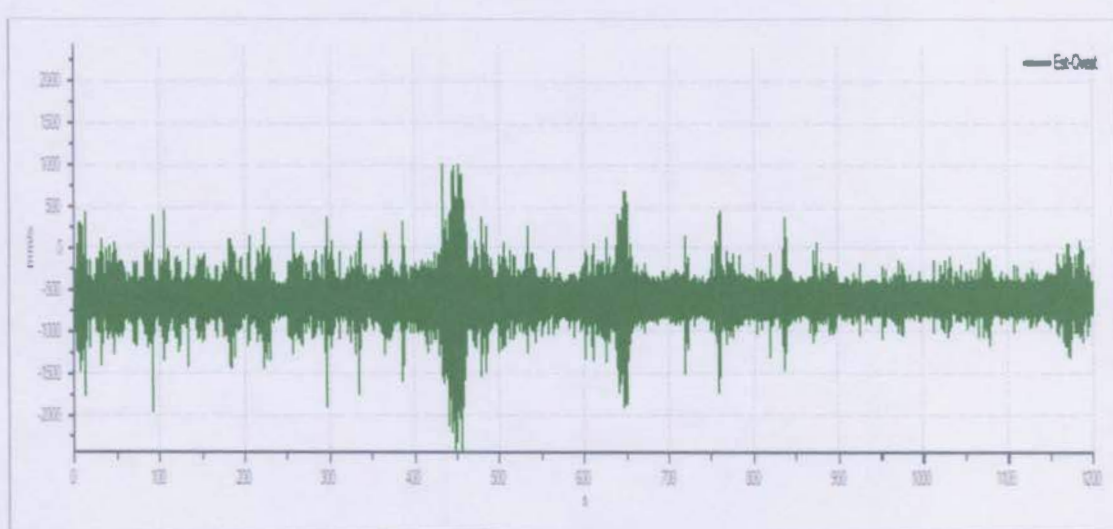
TRACCE INPUT HVSr 2 (GRADONI)

N. tracce	3
Durata registrazione [sec]	1200
Frequenza di campionamento [Hz]	250
Numero di campioni	300000
Direz. Tracce	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale

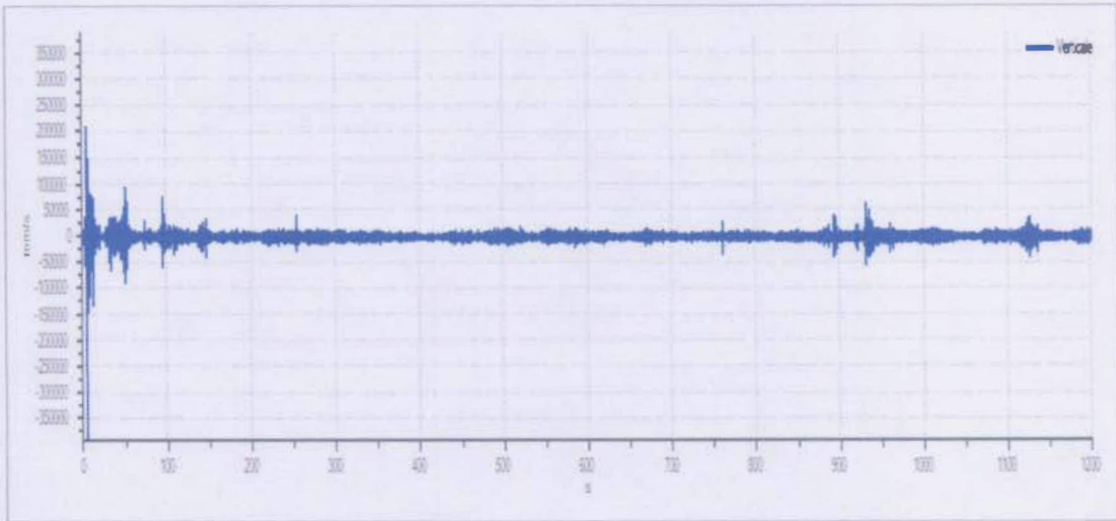
34.41



NORD-SUD



EST-OVEST



35.41

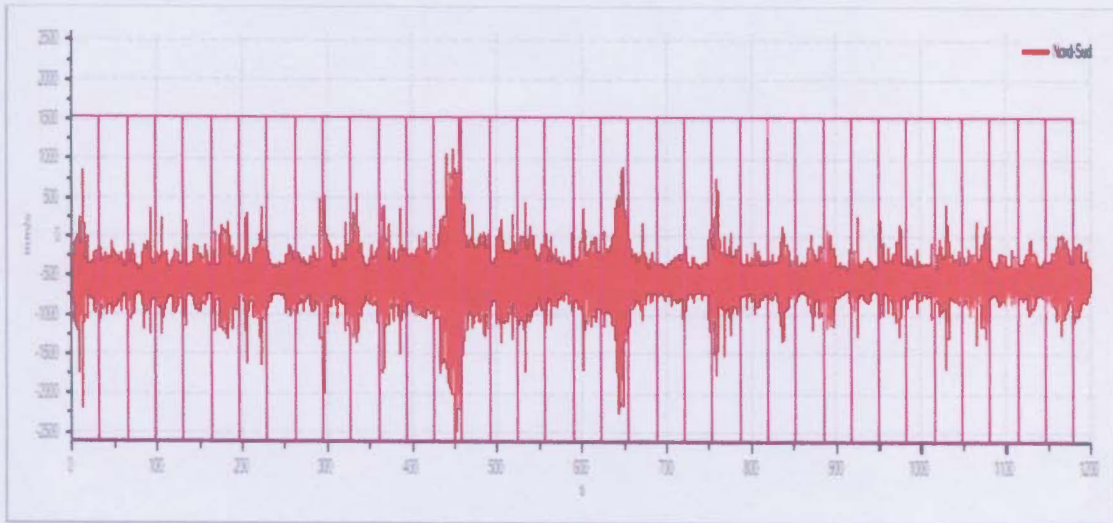
VERTICALE

FINESTRE SELEZIONATE

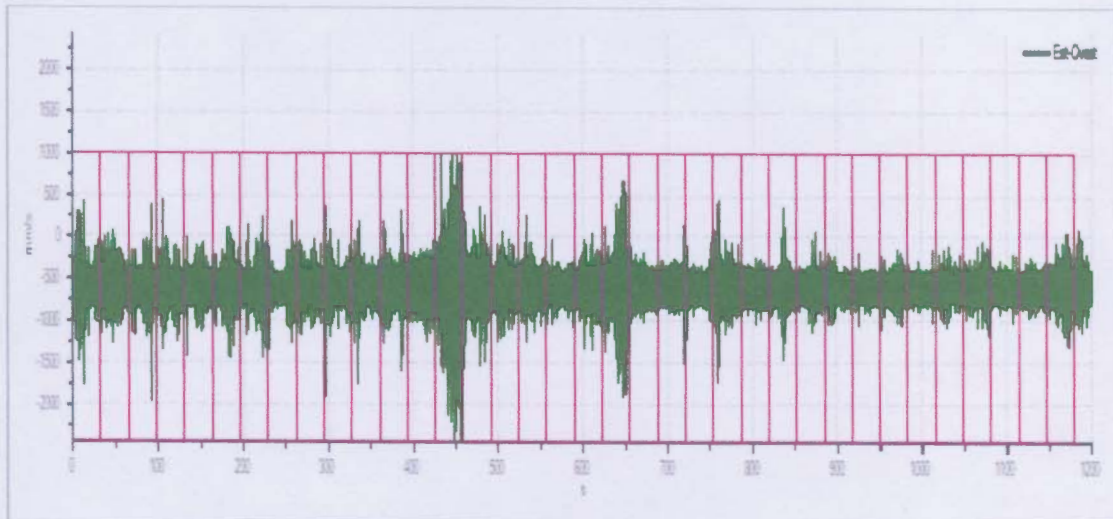
Numero totale finestre selezionate	36
Numero finestre incluse nel calcolo	36
Dimensione temporali finestre [sec]	32.768
Tipo di lisciamento	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento [%]	10

36.41

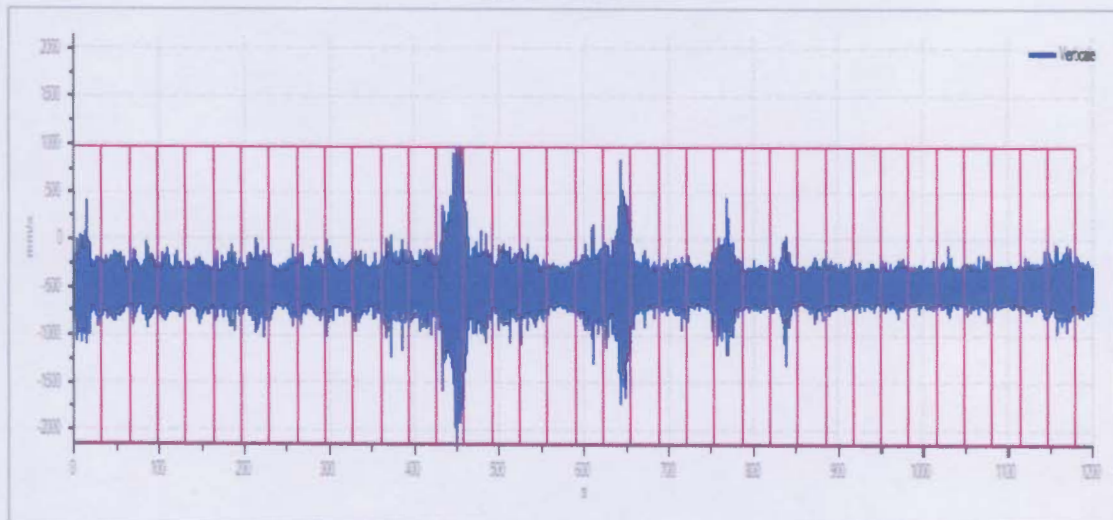
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	32.768	Inclusa
2	32.768	65.536	Inclusa
3	65.536	98.304	Inclusa
4	98.304	131.072	Inclusa
5	131.072	163.84	Inclusa
6	163.84	196.608	Inclusa
7	196.608	229.376	Inclusa
8	229.376	262.144	Inclusa
9	262.144	294.912	Inclusa
10	294.912	327.68	Inclusa
11	327.68	360.448	Inclusa
12	360.448	393.216	Inclusa
13	393.216	425.984	Inclusa
14	425.984	458.752	Inclusa
15	458.752	491.52	Inclusa
16	491.52	524.288	Inclusa
17	524.288	557.056	Inclusa
18	557.056	589.824	Inclusa
19	589.824	622.592	Inclusa
20	622.592	655.36	Inclusa
21	655.36	688.128	Inclusa
22	688.128	720.896	Inclusa
23	720.896	753.664	Inclusa
24	753.664	786.432	Inclusa
25	786.432	819.2	Inclusa
26	819.2	851.968	Inclusa
27	851.968	884.736	Inclusa
28	884.736	917.504	Inclusa
29	917.504	950.272	Inclusa
30	950.272	983.04	Inclusa
31	983.04	1015.808	Inclusa
32	1015.808	1048.576	Inclusa
33	1048.576	1081.344	Inclusa
34	1081.344	1114.112	Inclusa
35	1114.112	1146.88	Inclusa
36	1146.88	1179.648	Inclusa



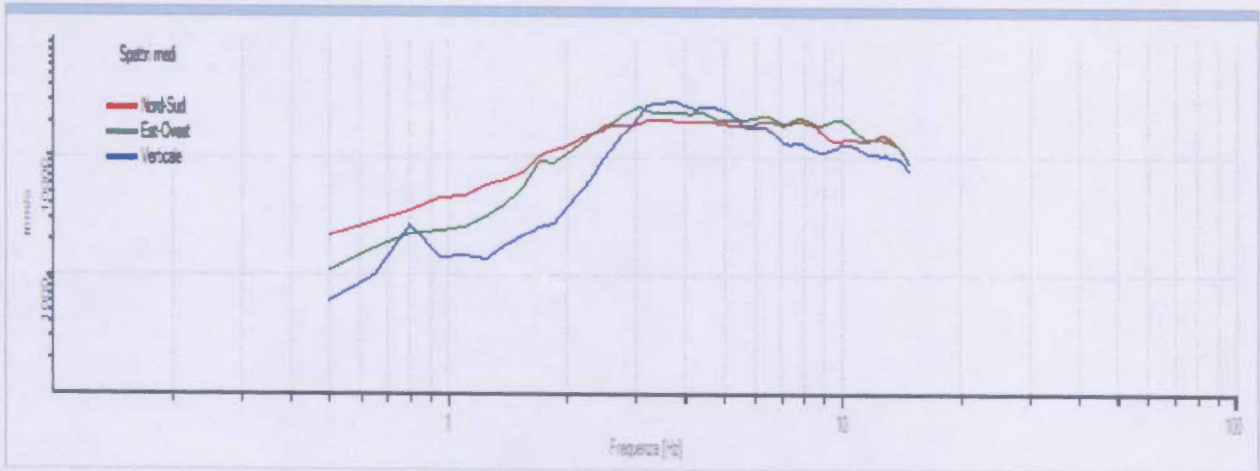
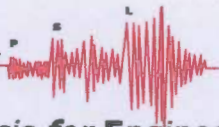
NORD-SUD



EST-OVEST

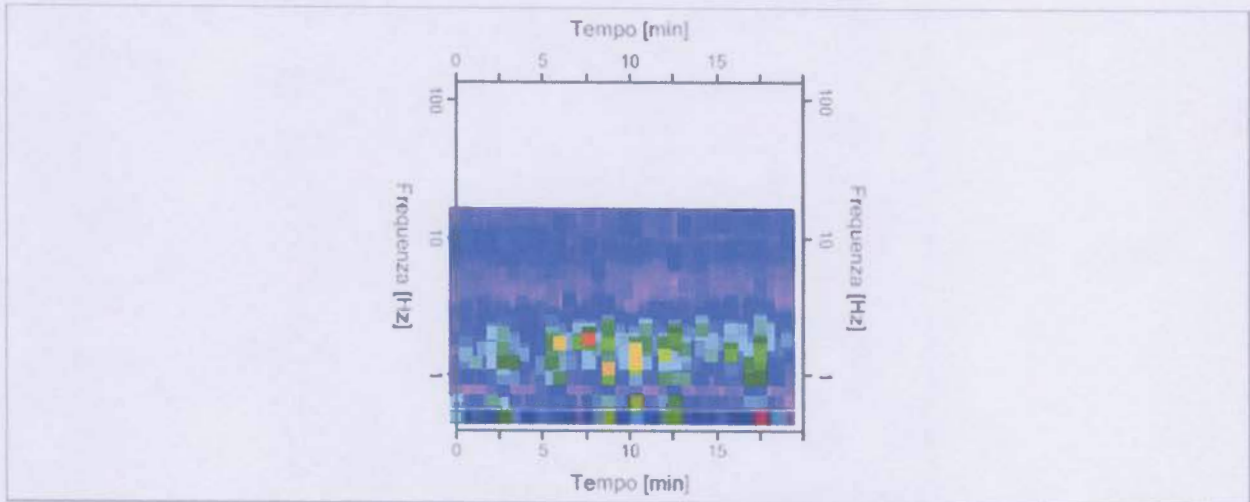


VERTICALE

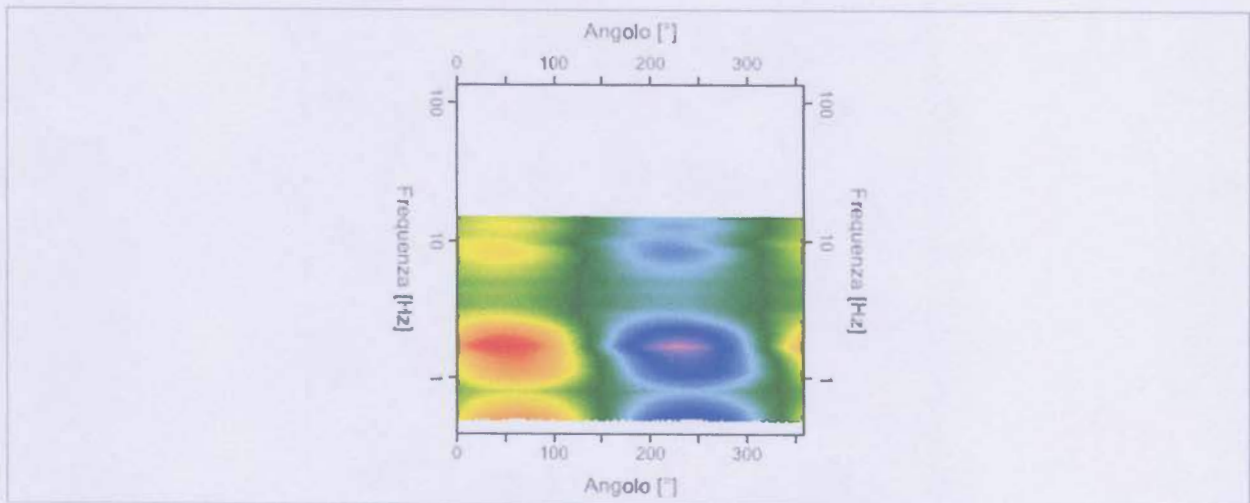


38.41

SPETTRI MEDI NELLE TRE DIREZIONI



MAPPA DELLA STAZIONARIETA' DEGLI SPETTRI



MAPPA DELLA DIREZIONALITA' DEGLI SPETTRI



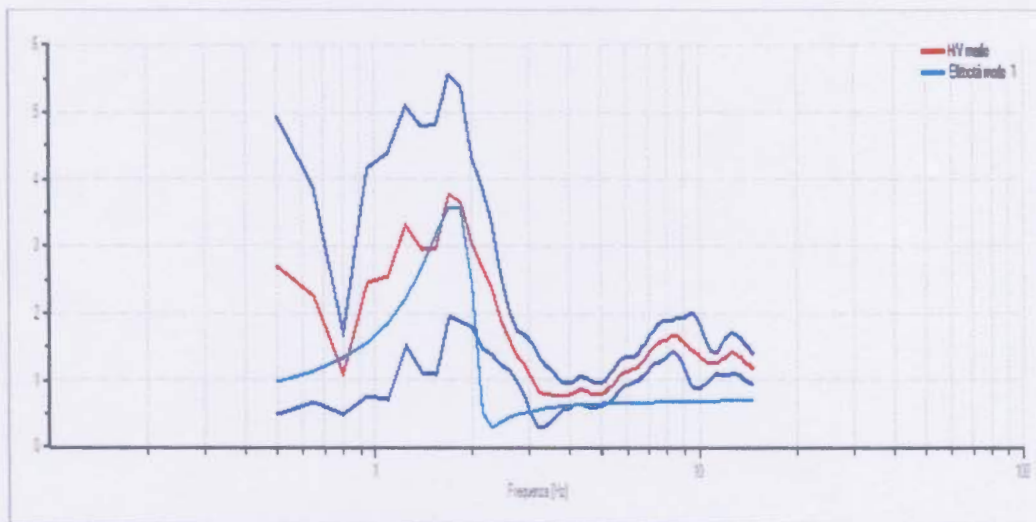
RAPPORTO SPETTRALE H/V

Frequenza massima[Hz]	15.00
Frequenza minima[Hz]	0.50
Passo frequenze [Hz]	0.15
Tipo di lisciamento	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento [%]	10
Tipo di somma direzionale	Media aritmetica

39.41

RISULTATI

Frequenza del picco del rapporto H/V [Hz] **1.70 ± 0.48**



RAPPORTO SPETTRALE H/V E SUO INTERVALLO DI FIDUCIA

VERIFICHE (PROGETTO SESAME)

40.41

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

MODELLO STRATIGRAFICO

Numero di strati	4
Frequenza di picco dell'ellitticità [Hz]	1.70
Valore di disadattamento	0.45
Valore di Vs(30) [m/s]	circa 700

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.5	16	0.3	350
2	0.5	110	19	0.35	700
3	110.5	50	20	0.35	1080
4	160.5	200	20	0.35	2000



41.41

PROFILO DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

$$360 < V_s(30) \text{ [m/s]} < 800$$

Ipotetico suolo di tipo: 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).



MA.CE. Srl – Battipaglia (SA)

**Indagine geofisica eseguita nel Comune di
Battipaglia (SA) in Località “Colle
Mancuso”**

Indagine sismica “ReMi” (Refraction Microtremor)
Prospezione sismica superficiale a rifrazione

GEO-PRO.GE.T. SERVICES SAS

GEO - PRO.GE.T. SERVICES
del dott. Ing. Francesco Senatore & C. S.a.s.
Piazza Vittorio Emanuele III, nr. 22
84018 CAVA DE' TIRRENI (SA)
Partita IVA: 04242490656

GEO-PRO.GE.T.

INDICE

1. Premessa.....	pag. 1
2. Prospezioni sismiche.....	pag. 3
2.1. Indagine eseguita.....	pag. 6
2.1.1. Analisi ReMi (Refraction Microtremor).....	pag. 8
2.1.1.1. Analisi spettrale di velocità	pag.11
2.1.1.2. Picking della dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh	pag.12
2.1.1.3. Processo di inversione e modellazione della velocità di taglio	pag.13
2.1.1.4. Profilo sismico A – A' (ReMi 1).....	pag.14
2.1.1.4.1. Risultati dell'analisi ReMi 1	pag.15
2.1.2. Prospezioni sismiche superficiali a rifrazione	pag.18
2.1.1.1. SISM 1	pag.19

1. PREMESSA

Su incarico e per conto della MA.CE. Srl è stata eseguita un'indagine sismica nel Comune di Battipaglia in Località Colle Mancuso in adiacenza ad una cava esistente (Fig.1).



Fig.1.

In particolare è stato eseguito uno stendimento sismico (Fig.2) lungo il quale è stata effettuata una indagine sismica di tipo ReMi (Refraction Microtremor) al fine di ottenere i valori di velocità delle onde di taglio, la rigidità dei terreni di sedime, il parametro V_{s30} e la categoria dei suoli, in ottemperanza a quanto indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274/2003 e nel Testo Unico per le Costruzioni.

Lungo lo stesso stendimento è stata anche eseguita un'analisi sismica superficiale a rifrazione al fine di individuare le velocità sismiche longitudinali dei depositi e tracciare un profilo sismico con tecnica tomografica

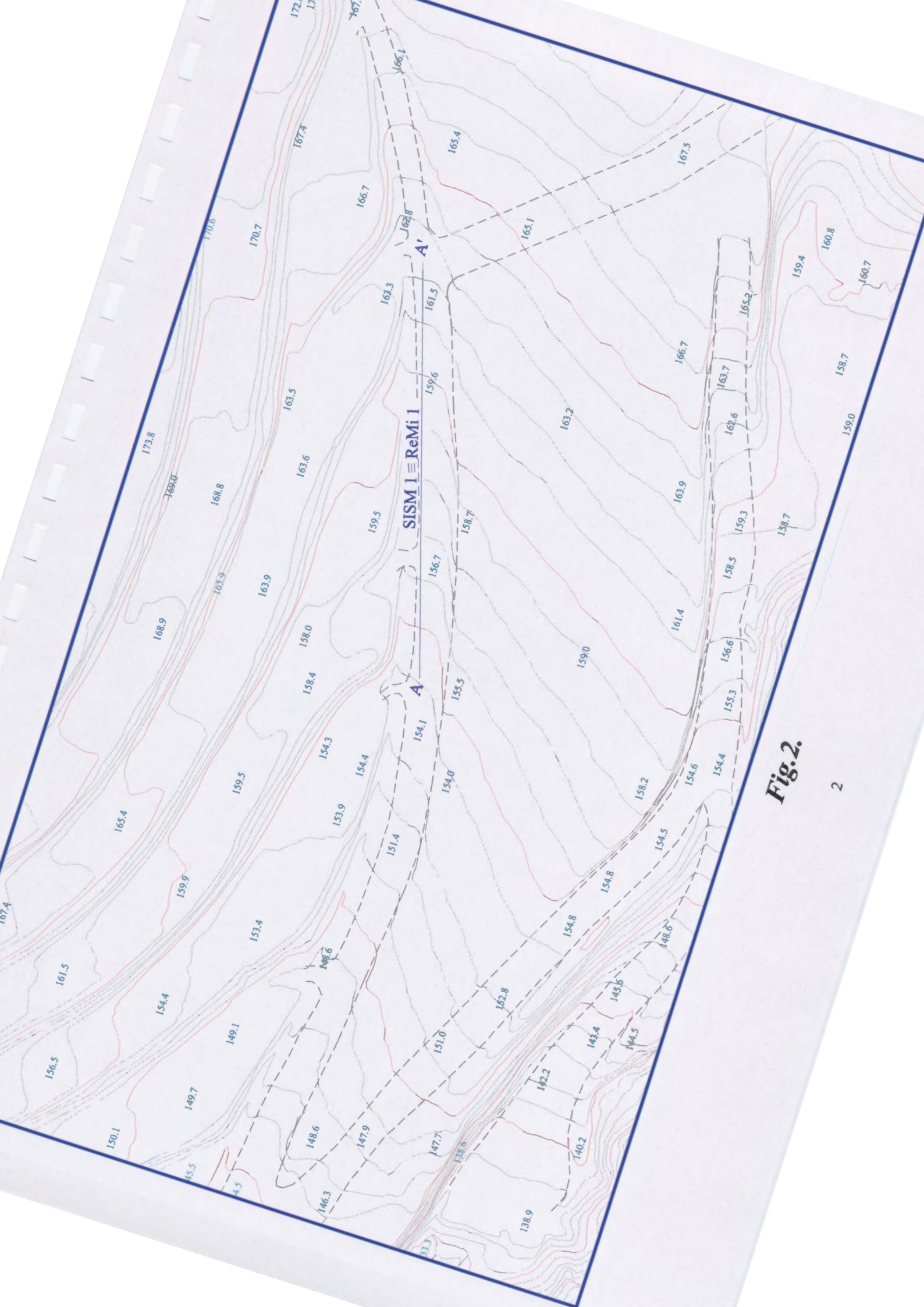


Fig.2.

2. PROSPEZIONI SISMICHE

Questo tipo di prove è finalizzato alla determinazione diretta e continua lungo la verticale d'esplorazione della velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde elastiche di volume di compressione (onde P) e/o di taglio (onde S) e/o delle onde di superficie (onde di Rayleigh) e alla determinazione indiretta, per mezzo di tali valori di velocità, di alcune proprietà meccaniche del materiale.

Si assume che il terreno esplorato abbia un comportamento tensione-deformazione di tipo elastico lineare (ipotesi peraltro giustificata dall'esperienza in base alla quale le deformazioni tangenziali prodotte dalle onde sismiche sono spesso inferiori a 10-3 % e quindi al di sotto della soglia di linearità).

Sebbene nei casi reali si abbia a che fare con depositi stratificati, spesso fittamente e in maniera poco definita, con un'alternanza di strati caratterizzati da rigidzze anche molto differenti (con inevitabili problemi di riflessione e rifrazione delle onde in corrispondenza delle superfici di discontinuità e/o di fratture), si assume che l'effetto delle onde dirette, in termini di ampiezza delle vibrazioni, sia predominante rispetto a quello delle onde indirette, tanto da potere trascurare queste ultime e considerare il mezzo, limitatamente all'area comprendente la sorgente e il ricevitore, come mezzo omogeneo, isotropo e non confinato, pur ben conoscendo i limiti di tale approssimazione.

Questo metodo di indagine dinamica in sito utilizza le onde sonore (sismiche), la cui propagazione dipende dalle caratteristiche elastiche del mezzo, pertanto i principi di tale metodologia si fondano sulla teoria dell'elasticità. Le onde sismiche si propagano nel sottosuolo a differente velocità attraverso i diversi litotipi seguendo le leggi dell'ottica (legge di Snell) e subiscono sulle superfici di discontinuità geologica i fenomeni della riflessione, rifrazione e diffrazione. A seconda

del metodo di esecuzione, le prove sismiche vengono suddivise in due categorie:



Prove sismiche superficiali

Prove sismiche in foro

Per le interpretazioni, a seconda dell' utilizzo delle onde riflesse o delle onde rifratte si parla di:

Sismica a rifrazione

Sismica a riflessione

Tutte le metodologie della sismica si basano sulla tecnica di generare onde sismiche in un punto del terreno (tramite piccole cariche esplosive, un apposito fucile esploditore, una massa battente etc.), e di rilevarne l'arrivo, mediante sensori (geofoni) in altri punti. L'energizzazione genera onde elastiche che si propagano in tutte le direzioni; in particolare quelle che si propagano in direzione parallela al moto delle particelle vengono dette "onde longitudinali", mentre quelle che si propagano in direzione normale al moto delle particelle vengono dette "onde trasversali". Le onde sismiche non sono caratterizzate da un trasporto di materia, ma da un trasferimento di energia. Tenendo presente che lo sforzo impulsivo può ripartirsi in componenti normali e tangenziali, si deduce che le onde longitudinali possono anche essere chiamate "onde di compressione" in quanto generate dalla reazione elastica che si oppone a variazioni di volume e/o di lunghezza del corpo e di cui sono responsabili le componenti normali dello sforzo; mentre le onde trasversali sono anche dette "onde di taglio" in quanto generate da reazione elastica che si oppone a variazioni di forma del corpo e di cui sono responsabili le componenti tangenziali dello sforzo. Logicamente, onde di compressione e di taglio si generano



contemporaneamente in seguito ad uno sforzo impulsivo, ma sono caratterizzate da differenti velocità di propagazione. Attraverso lo studio dei tempi di percorso delle onde di compressione e di taglio e di conseguenza quindi delle velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nell'area di indagine. Se il mezzo ha una superficie libera e viene sollecitato acusticamente, oltre alle onde di corpo (longitudinali e di taglio) si creano anche delle onde superficiali tra cui una identificata come onda di Rayleigh; in questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico; l'ampiezza delle ellissi decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera; l'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate; la velocità delle onde di Rayleigh è inferiore a quella delle onde di massa ($0.9 V_s$).

2.1 INDAGINE ESEGUITA

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismografo GEODE della GEOMETRICS (San Jose – California). E' un sismografo modulare 24 canali a 24 bit che rappresenta l'ultima frontiera dei sistemi di registrazione sismica combinando il meglio dei tradizionali sismografi Geometrics con la flessibilità di un sistema distribuito (Fig. 3).



Fig. 3.

Geode è un sismografo a 24 bit ad elevata dinamica (144 dB di range dinamico totale – 105 dB istantanei a 2 m/sec di campionamento). Grazie all'ampia banda d'ingresso (1.75 Hz – 20 kHz, con velocità di campionamento da 0.02 msec a 16 msec), esso è perfettamente idoneo per un'ampia gamma di applicazioni: sismica a rifrazione, sismica a riflessione (anche ad altissima risoluzione), monitoraggio di vibrazioni, applicazioni sismologiche, downhole e VSP. In acquisizione sono disponibili tutte le funzioni di filtri, pre-amplificazione, line-test e instrument-test, tipiche dei sistemi di registrazioni evoluti.



L'attrezzatura utilizzata è composta da:

- Sismografo modulare Geode
- Batteria ricaricabile 12 V
- Cavo per sismica a rifrazione standard, 230 mt con 24 takeouts SPT-21 a 10 metri di intervallo e due code da 10 mt l'una terminate con connettore Bendix 61S
- Geofoni GS20DX verticali, 395 Ohm con puntale da 3'' ed 1,5 mt di cavo terminato con mueller clip singola MC-20-SP
- Computer portatile HP, Pentium III 833, 264MB, 14,1 TFT

2.1.1. ANALISI ReMi (Refraction Microtremor)



ReMi (Refraction Microtremor) ideato e testato dalla Optim Software (USA) è un software che deriva il profilo di rigidità dei terreni usando unicamente il rumore ambientale rilevato da un normale sismografo con geofoni verticali a rifrazione standard.

Lo scopo della prova consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito (velocità delle onde di taglio S) tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh (V_R) ed un successivo processo di inversione.

Si suppone che all'interno di ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo.

Le sorgenti sismiche consistono in “rumori ambientali”, o microtremori, costantemente generati da disturbi naturali o artificiali. A causa del sistema di acquisizione dei dati e delle sorgenti necessarie a generare i microtremori, questo metodo è più veloce e soprattutto economicamente conveniente rispetto alle indagini sismiche in foro e agli altri metodi sismici superficiali utilizzati per il calcolo del profilo delle onde di taglio come il SASW e il MASW; inoltre, le tecniche attuali usate comunemente per calcolare le velocità superficiali di taglio per la determinazione della risposta dei siti alle azioni sismiche sono troppo costose per essere utilizzate in molte aree urbane poiché richiedono forti sorgenti energizzanti per essere efficienti negli ambienti urbani rumorosi.

È poi da aggiungere che, usando per la registrazione molti canali, impiegando sismogrammi verticali e usando la tecnica di trasformazione p-f (lentezza-frequenza), questo metodo può arrivare ad analizzare la dispersione delle onde di Rayleigh dove la tecnica SASW non arriva.

A seconda delle proprietà del materiale costituente il substrato, il software ReMi può determinare le velocità di onde di taglio fino ad un massimo di 100 metri di profondità; è quindi molto utile per determinare velocemente ed economicamente

l'andamento della velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità (V_{s30}) e quindi la categoria del suolo di fondazione in base al nuovo DPCM 3274 del 20 marzo 2003; inoltre, è anche usato per analisi di liquefazione, determinazione del profilo del terreno (con individuazione di inversioni di velocità), mappatura del substrato, stima degli stati tensionali dei materiali costituenti il sottofondo e determinazione di anomalie sotterranee.

Come detto, la teoria si basa sullo studio delle onde superficiali di Rayleigh e sulla creazione di una trasformata lentezza-frequenza del campo d'onda.

Questa trasformata è particolarmente efficace nel permettere l'individuazione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh.

La combinazione dei comuni equipaggiamenti di sismica a rifrazione, la semplice modalità di registrazione (senza sorgenti), una tecnica di processo dei dati basata sulla trasformazione del campo di onde e uno strumento di modellazione interattiva della dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh fanno sì che la tecnica dei microtremori possa essere sfruttata in qualsiasi situazione.

Il programma, dopo l'acquisizione di microtremori e un processo di "slantstack", effettua una trasformazione del campo di onde e crea un diagramma bidimensionale frequenza-lentezza; ciò è particolarmente efficace nel permettere un'accurata determinazione di punti delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh a dispetto della presenza di onde che si propagano lungo l'allineamento ad alte velocità apparenti, onde di corpo, onde d'aria e disturbi incoerenti.

La procedura di acquisizione di dati consiste in 10 o più registrazioni di rumori sismici di durata pari a 30 secondi, usando sismografo a rifrazione e geofoni convenzionali P-wave. La trasformazione del campo di onde della registrazione del rumore rivela a curva di dispersione dell'onda di taglio.



Sulla curva di dispersione dell'onda di taglio vengono poi selezionati i punti (picking) necessari alla determinazione del profilo di velocità dell'onda di taglio nel substrato. In definitiva l'elaborazione del software ReMi prevede tre passi:

- analisi spettrale di velocità
- picking della dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh
- modellazione della velocità delle onde di taglio

2.1.1.1. ANALISI SPETTRALE DI VELOCITÀ

La base dell'analisi spettrale di velocità è la trasformazione $p-f$ (lentezza-frequenza) preceduta da un'operazione di slantstack delle tracce registrate.

Questa trasformazione permette, attraverso l'uso di una trasformata di Fourier, di passare dal dominio dei tempi a quello delle frequenze.

Tutte le fasi della registrazione sono presenti nell'immagine risultante $(p-f)$ (Fig.4) che mostra ogni combinazione delle variabili lentezza e frequenza. Le fasi dispersive mostrano chiaramente l'andamento della curva negli strati superficiali; si passa da grandi velocità (basse lentezze) per basse frequenze a basse velocità (alte lentezze) per alte frequenze .

Il tipico andamento discendente della dispersione delle onde di superficie è il reale vantaggio dell'analisi $p-f$; questo perché le altre onde come onde di corpo e onde d'aria, non seguono lo stesso andamento e quindi non condizionano i risultati. L'immagine del potere spettrale dell'andamento $p-f$ dimostra dove tali onde hanno significativa energia. Anche se molta dell'energia in una registrazione sismica è in una fase differente da quella delle onde di Rayleigh, l'analisi $p-f$ riesce a separare quest'ultima e ad estrapolarla nel grafico lentezza-frequenza.

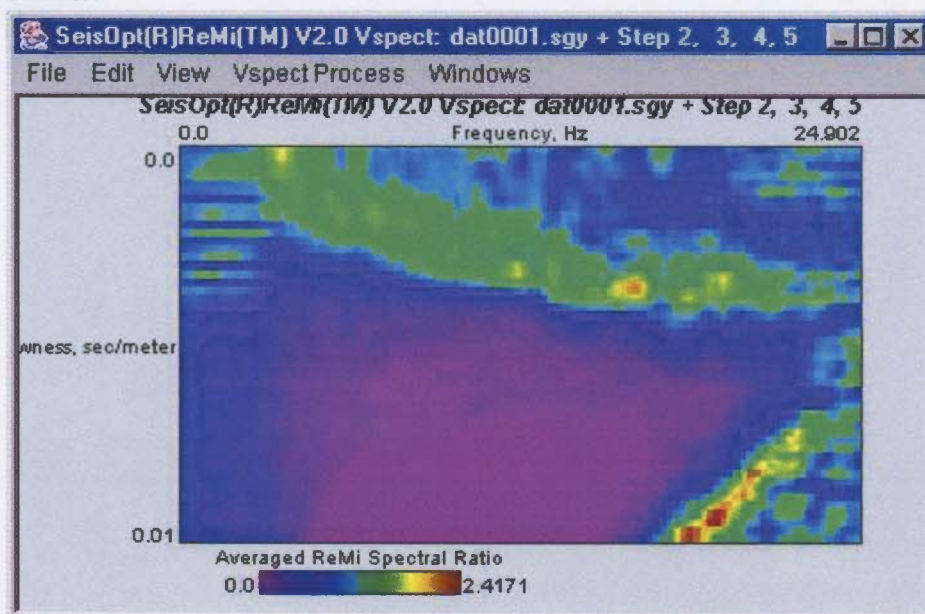


Fig.4.

2.1.1.2 PICKING DELLA DISPERSIONE DELLE VELOCITÀ DI FASE DELLE ONDE DI RAYLEIGH

Nel grafico p-f si individuano i punti per interpretare la curva di dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh, ottenendo gli stessi risultati delle verifiche di coerenza nella tecnica SASW (Nazarian e Stokoe, 1984) e del criterio di potenza nella tecnica MASW (Park et al., 1999). La curva di dispersione è individuata chiaramente dall'insieme di punti caratterizzati da un pendio o da un picco nel grafico lentezza-frequenza (rapporto spettrale).

Il picking viene effettuato lungo un “involuppo di bassa velocità” delimitando l'energia che appare nel grafico p-f.

Il picking della curva di dispersione dell'onda di superficie viene effettuato lungo un involucro della bassa fase di velocità avente un alto rapporto spettrale per ogni frequenza. (Fig. 5)

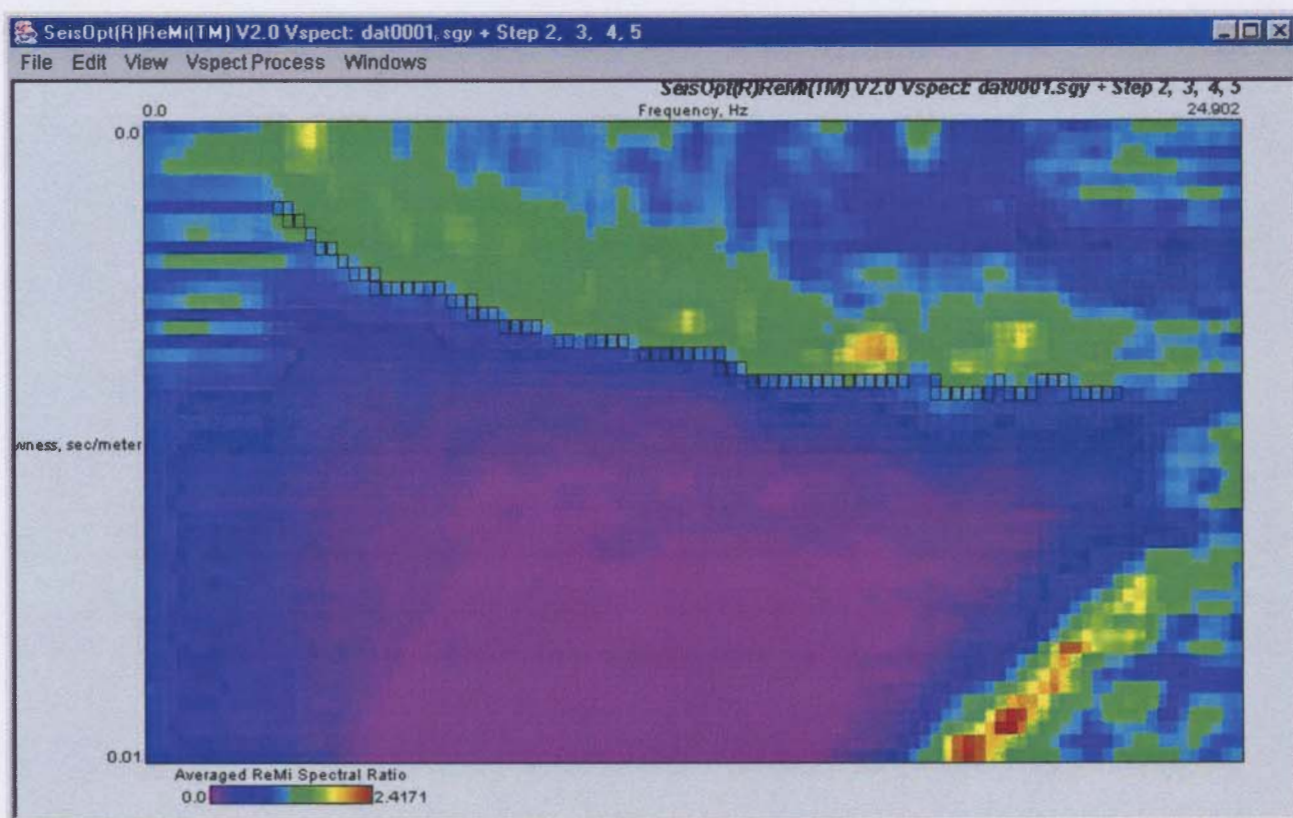


Fig.5.

2.1.1.3 PROCESSO DI INVERSIONE E MODELLAZIONE DELLA VELOCITÀ DI TAGLIO

Il metodo ReMi, attraverso un processo di inversione, modella progressivamente la normale dispersione dei dati scelti nel grafico p-f (picked) con un codice adattato da Saito (1979, 1988) nel 1992 da Yuehua Zeng (questo codice produce risultati identici a quelli dei codici usati da Iwata et al. (1998) e da Xia et al. (1999) con dentro le loro procedure di inversione) (Fig.6). La modellazione si ripete per le velocità ad ogni frequenza e riferisce quando una soluzione non è stata trovata; inoltre può modellare le inversioni di velocità con la profondità.

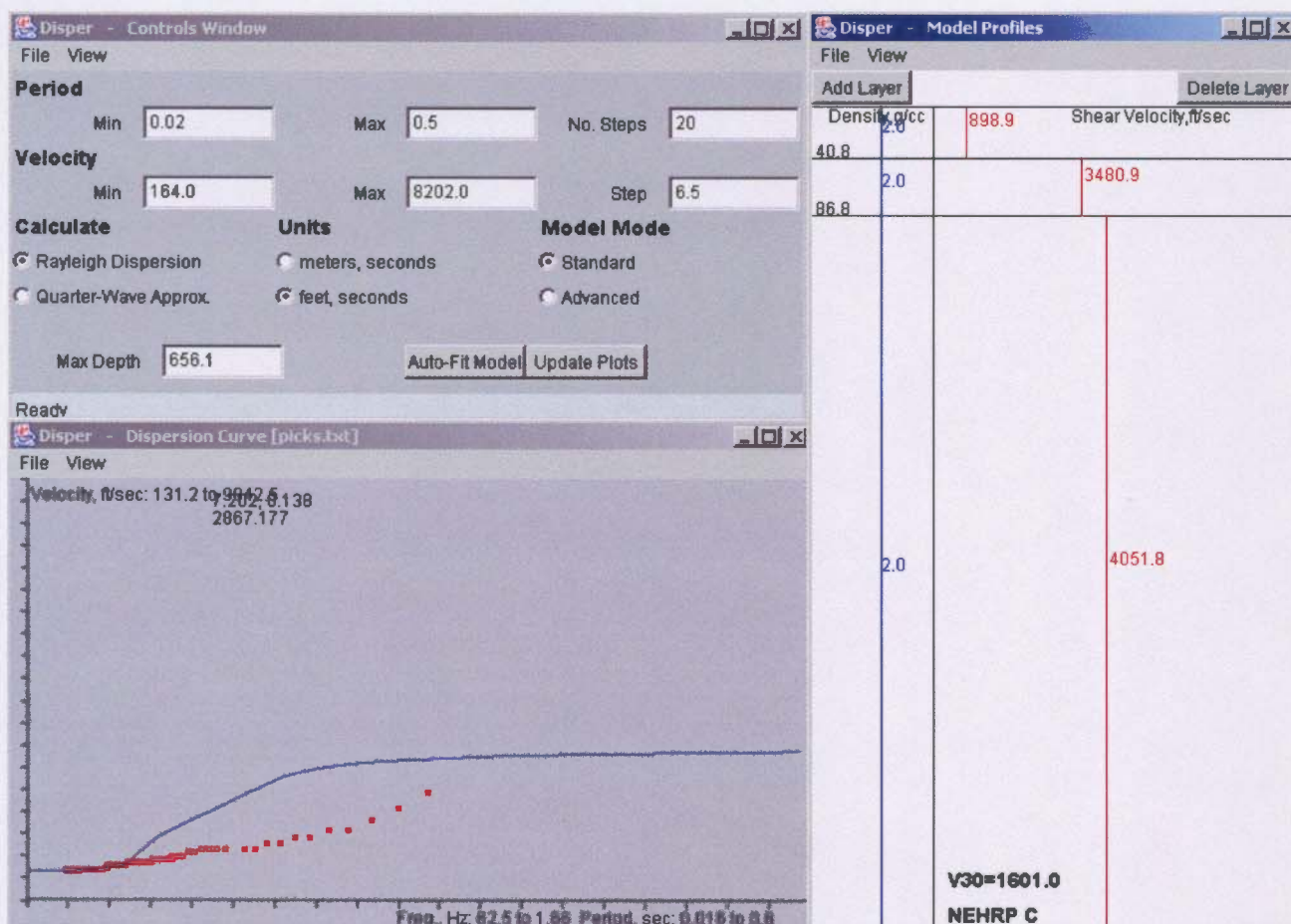


Fig.6.

2.1.1.4 PROFILO SISMICO A-A' (REMI 1)

La lunghezza massima del profilo è stata di 69 metri con distanze intergeofoniche pari a 3 metri (Figg.7.) .



Fig.7.

2.1.1.4.1. RISULTATI DELL'ANALISI REMI 1

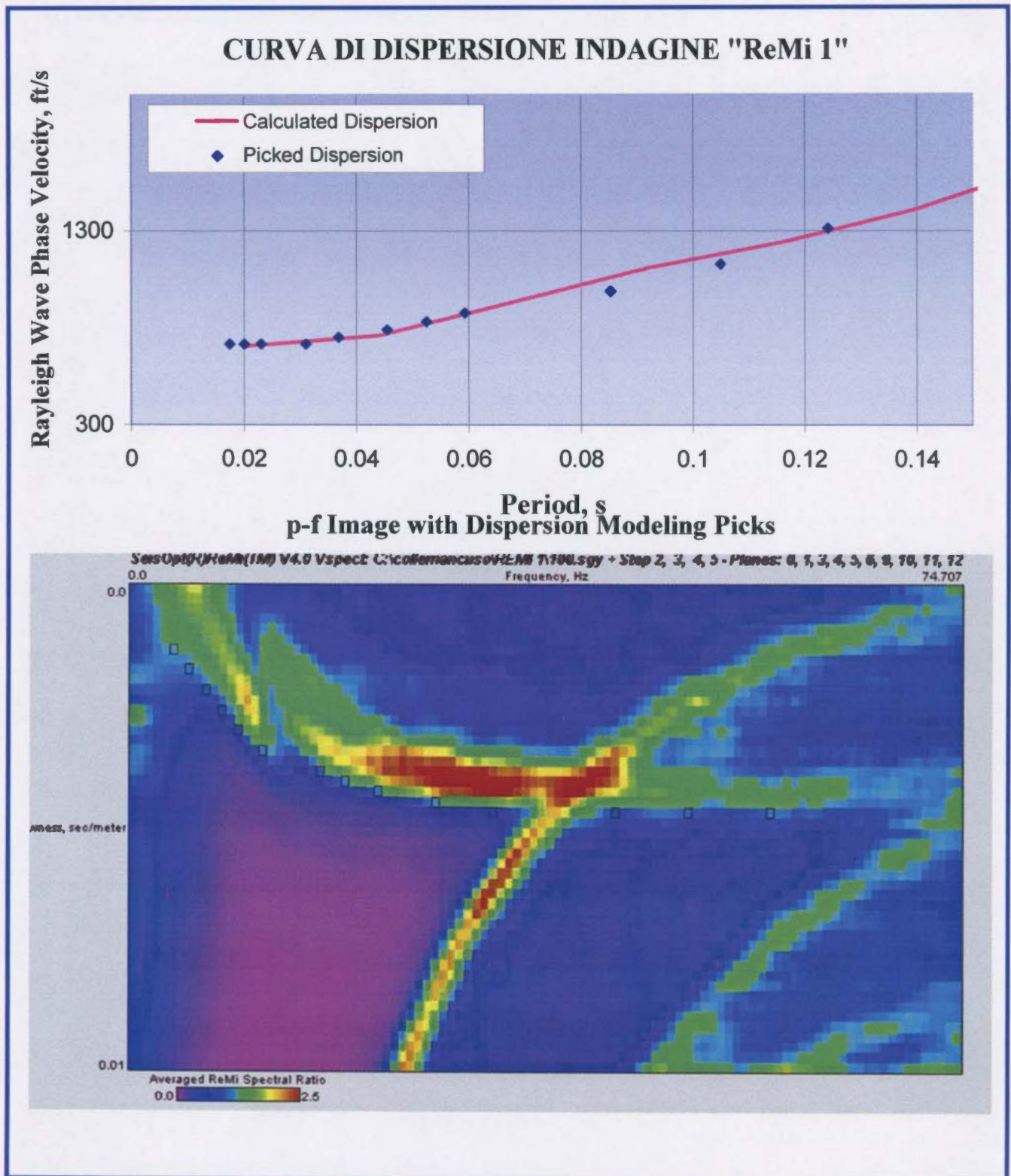


Fig. 8

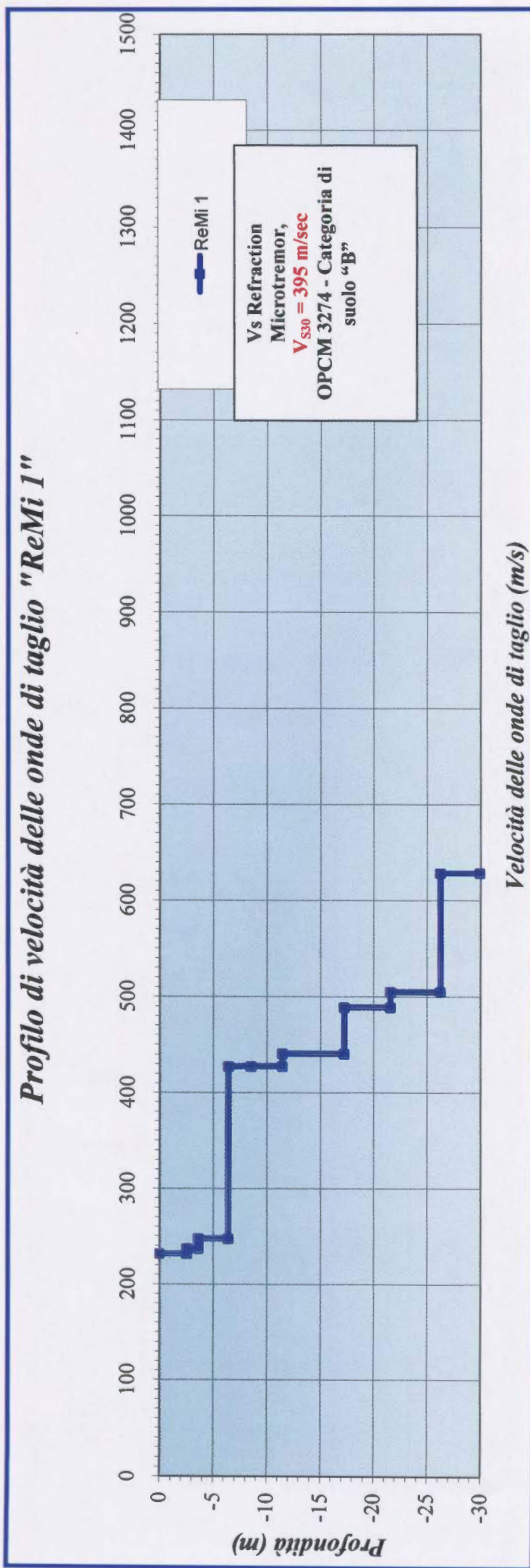


Fig. 9

Analizzando i dati (Fig.8.) si ottiene un profilo medio delle velocità di taglio indicato in Fig.9 da cui si ottiene $V_{S30}=395$ m/sec.

Essendo, questo valore, *compreso tra $360 < V_{S30} < 800$ m/s*, si deduce che i terreni in esame appartengono, secondo l'OPCM 3274/2003, alla categoria di suolo B (*Depositi di sabbie e ghiaia molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT >50, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa)*).

2.1.2. PROSPEZIONI SISMICHE SUPERFICIALI A RIFRAZIONE



Tra i vari tipi di onde generate da una sorgente sismica, nelle prospezioni superficiali a rifrazione (geofoni posti sul piano campagna) vengono normalmente considerate le sole onde longitudinali (la cui velocità sarà nel seguito indicata con V_p). Data una sorgente sismica, nei geofoni di misura potranno arrivare tre onde longitudinali: un'onda diretta che si propaga nello strato superficiale, un'onda riflessa dalla eventuale presenza di una discontinuità elastica nel sottosuolo ed un'onda rifratta (onda conica) che, incidendo sulla suddetta discontinuità elastica con angolo uguale all'angolo critico (angolo per il quale l'onda che incide su una superficie viaggia poi sulla superficie stessa), si propaga parallelamente a detta discontinuità e riemerge nello strato sovrastante con angolo di emersione uguale a quello critico. Ovviamente, la modalità di presenza di tali tipi di onde dipende dalla distanza relativa geofono-sorgente e dalla esistenza di discontinuità con strati inferiori sismicamente veloci. Le prospezioni del tipo superficiale a rifrazione, sono utilizzate per:

- misura dei moduli elastici;
- valutazione delle caratteristiche dissipative dei terreni investigati;
- individuazione del profilo stratigrafico a media e piccola profondità;
- determinazione della profondità del substrato roccioso;
- indagini di dettaglio su corpi franosi per la ricostruzione della superficie di distacco;
- studio di fondazioni;
- indagini preliminari per la realizzazione di grandi opere (ferrovie, strade, oleodotti ecc.);
- valutazione del costo di opere di scavo e di sbancamento;
- valutazione dello spessore di depositi di ghiaia, sabbia, argilla ecc.;

2.1.2.1. SISM 1

Al fine di calcolare i valori di velocità delle onde longitudinali è stata eseguita una prospezione sismica superficiale a rifrazione con elaborazione tomografica.

Il profilo SISM 1 (A-A') ha avuto una estensione totale di 89 m e si è utilizzata una stesa di 24 geofoni posizionati ad una interdistanza di 3 m l'uno dall'altro.

Al fine di ottenere dati sufficienti per la tomografia, sono state effettuate 7 serie di battute posizionate come in figura 10

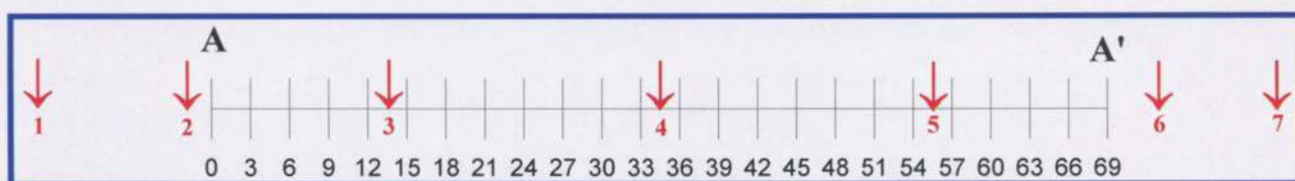


Fig.10

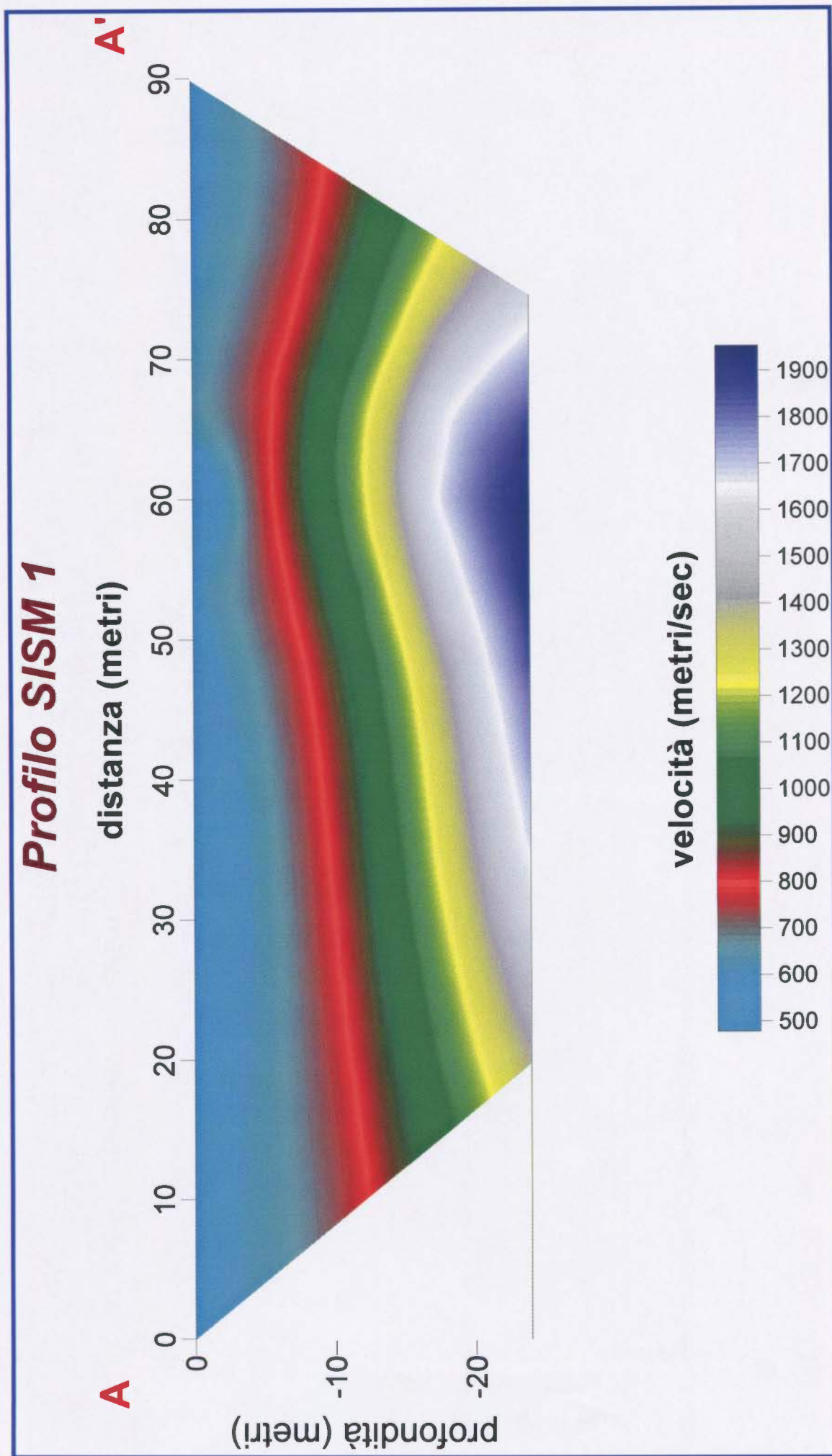


Fig.11



Dall'elaborazione tomografica dell'andamento delle velocità sismiche in profondità (Fig.11) si può constatare, nell'ambito dello spessore investigato, la presenza di materiali a comportamento sismico non uniforme.

Le velocità delle onde longitudinali V_p sono dell'ordine di alcune centinaia di m/sec ($400 \div 600$ m/sec) nei primi 5-6 metri di profondità.

Da queste progressive fino a circa -20 metri dal piano campagna le velocità sono comprese tra $700 \div 1100$ m/sec

Con la profondità si nota un incremento di V_p fino a valori che arrivano a 1800 m/sec alle massime profondità investigate.

Cava de'Tirreni, Settembre 2006

GEO-PRO.GE.T. SERVICES SAS

GEO - PRO.GE.T. SERVICES
del dott. Ing. Francesco Senatore & C. S.a.s.
Piazza Vittorio Emanuele III, nr. 22
84013 CAVA DE' TIRRENI (SA)
Partita IVA: 04242490656

RIEPILOGO GENERALE

LITOLOGIA

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

CARATTERISTICHE FISOCO-MECCANICHE

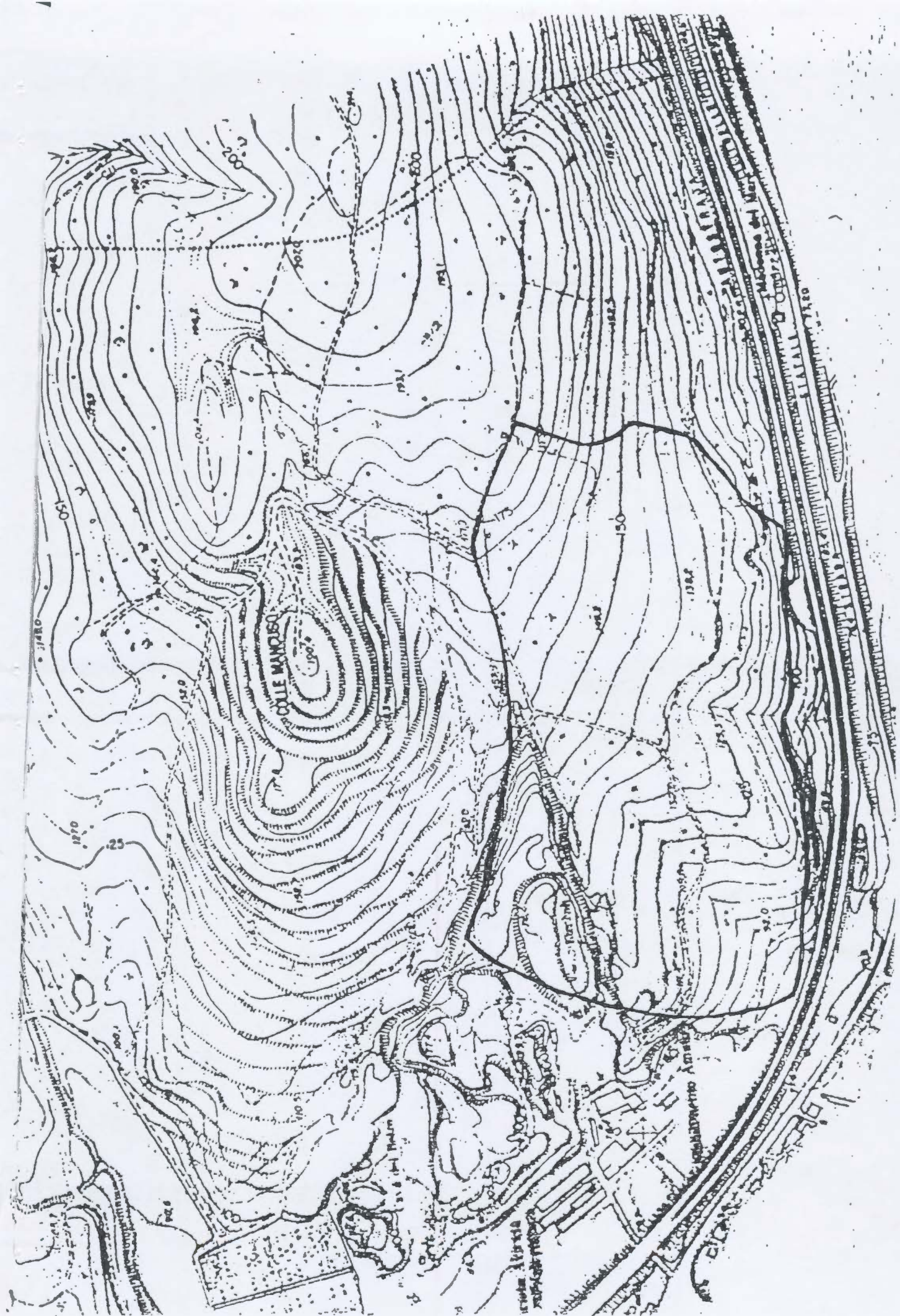
Peso di volume	$\gamma = 1.88 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito	$\phi = 32^\circ.4561$
Coesione non drenata	$C_u = 4.58 \text{ t/m}^2$
Densità relativa	$D_r = 0.21$
Contenuto in acqua	$W = 2.753 \%$

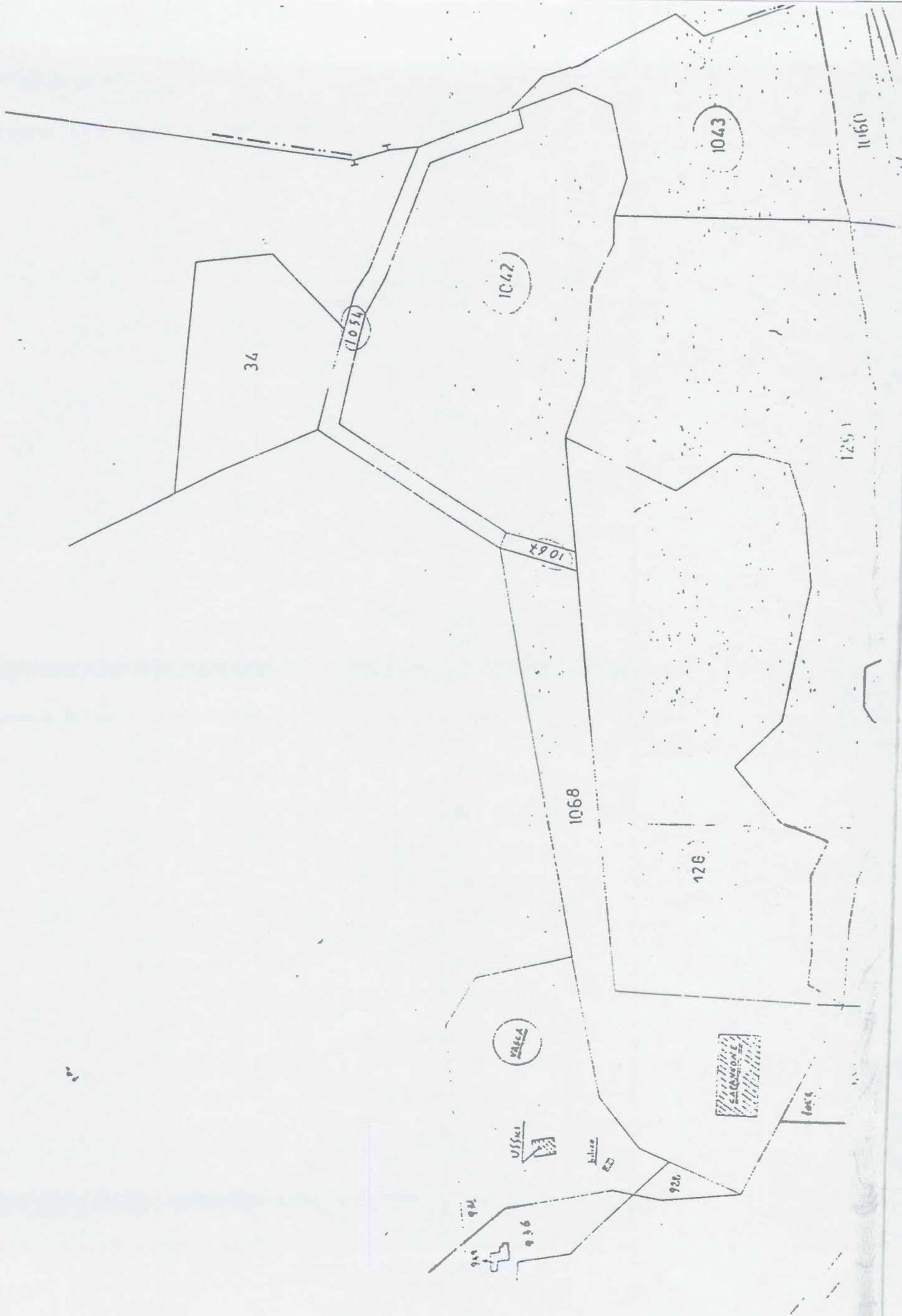
PARAMETRI DI CALCOLO

Coefficiente di sicurezza del pendio	$F = 1.53$
Altezza massima del gradone	$h = 6.00 \text{ m}$
Angolo massimo rispetto all'orizzontale	$\alpha = 45^{\circ}.000$
Larghezza minima del gradone	$l = 6.00 \text{ m}$

ALLEGATI GRAFICI

Corografia generale	1:5.000
Planimetria catastale	1:4.000
Analisi granulometriche	
Sondaggio elettrico verticale	
Sondaggio sismico a rifrazione	





34

1054

1042

1043

1060

1068

1068

1251

126

VILLA

OFFICE

KITCHEN

CANTONMENT

ROAD

924

936

922

DIAGRAMMA GRANULOMETRICO N° 1.

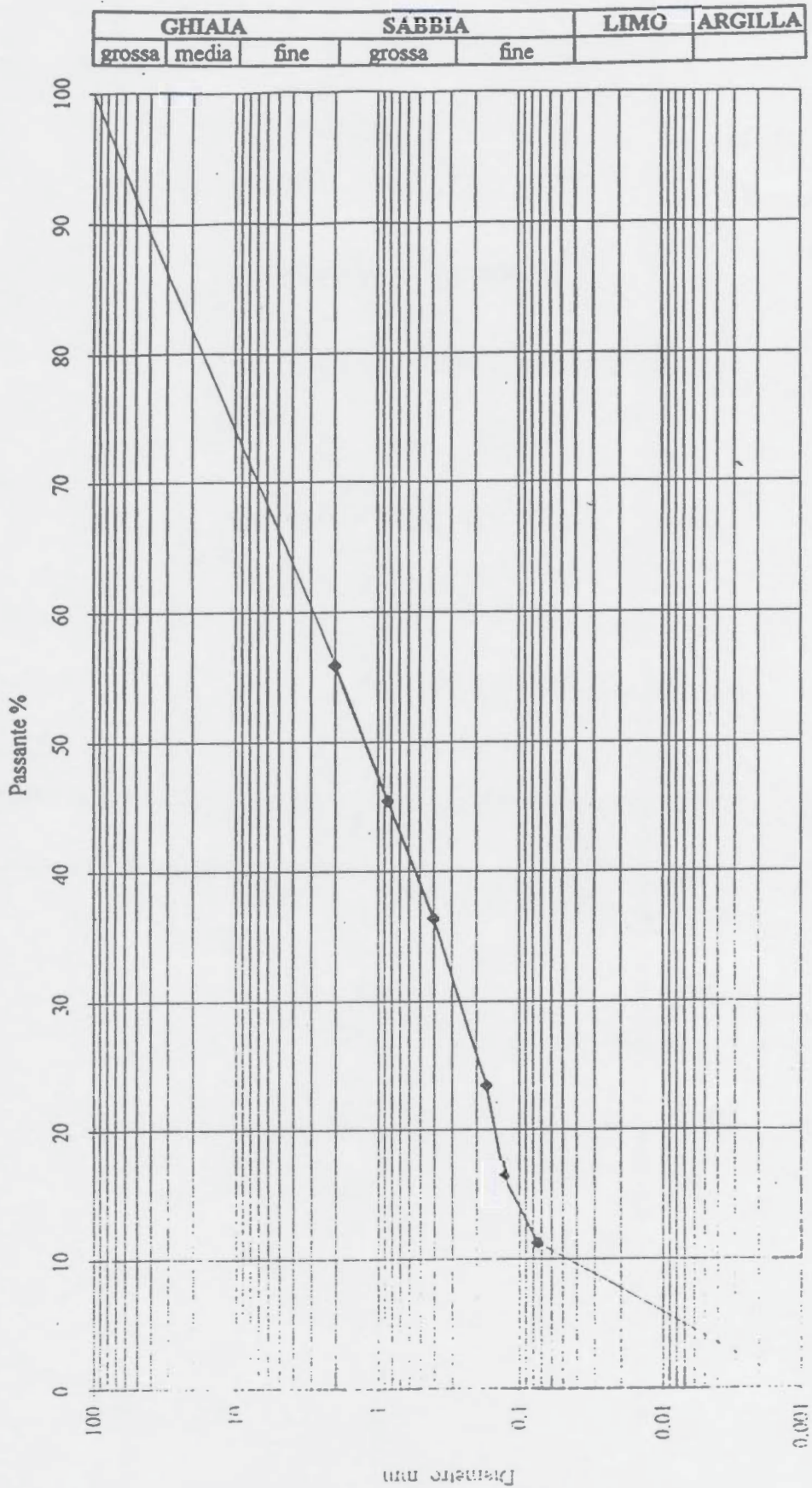


DIAGRAMMA GRANULOMETRICO N° 2

GHIAIA			SABBIA		LIMO	ARGILLA
grossa	media	fine	grossa	fine		

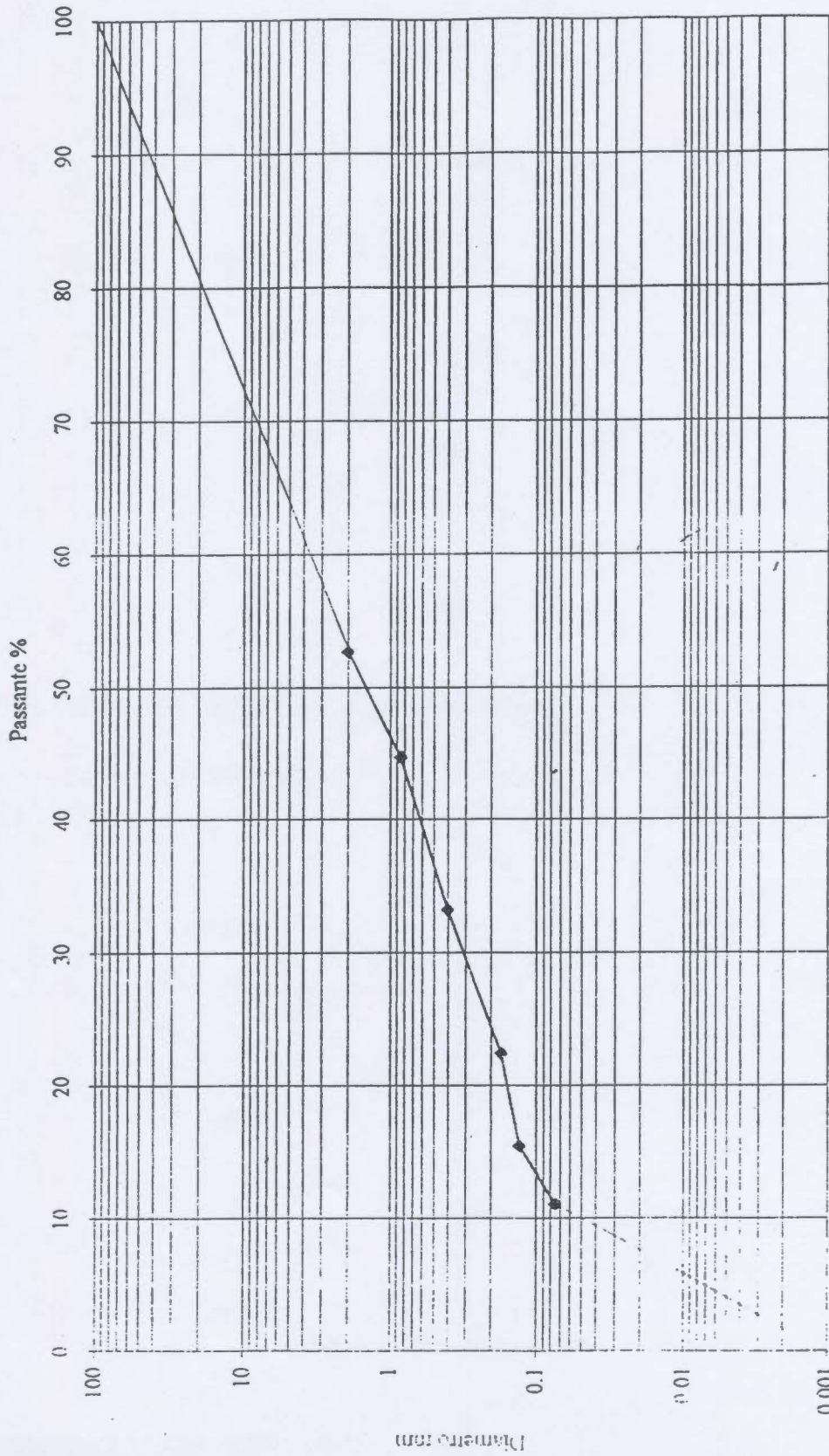


DIAGRAMMA GRANULOMETRICO N° 3

GHIAIA			SABBIA		LIMO	ARGILLA
grossa	media	fine	grossa	fine		

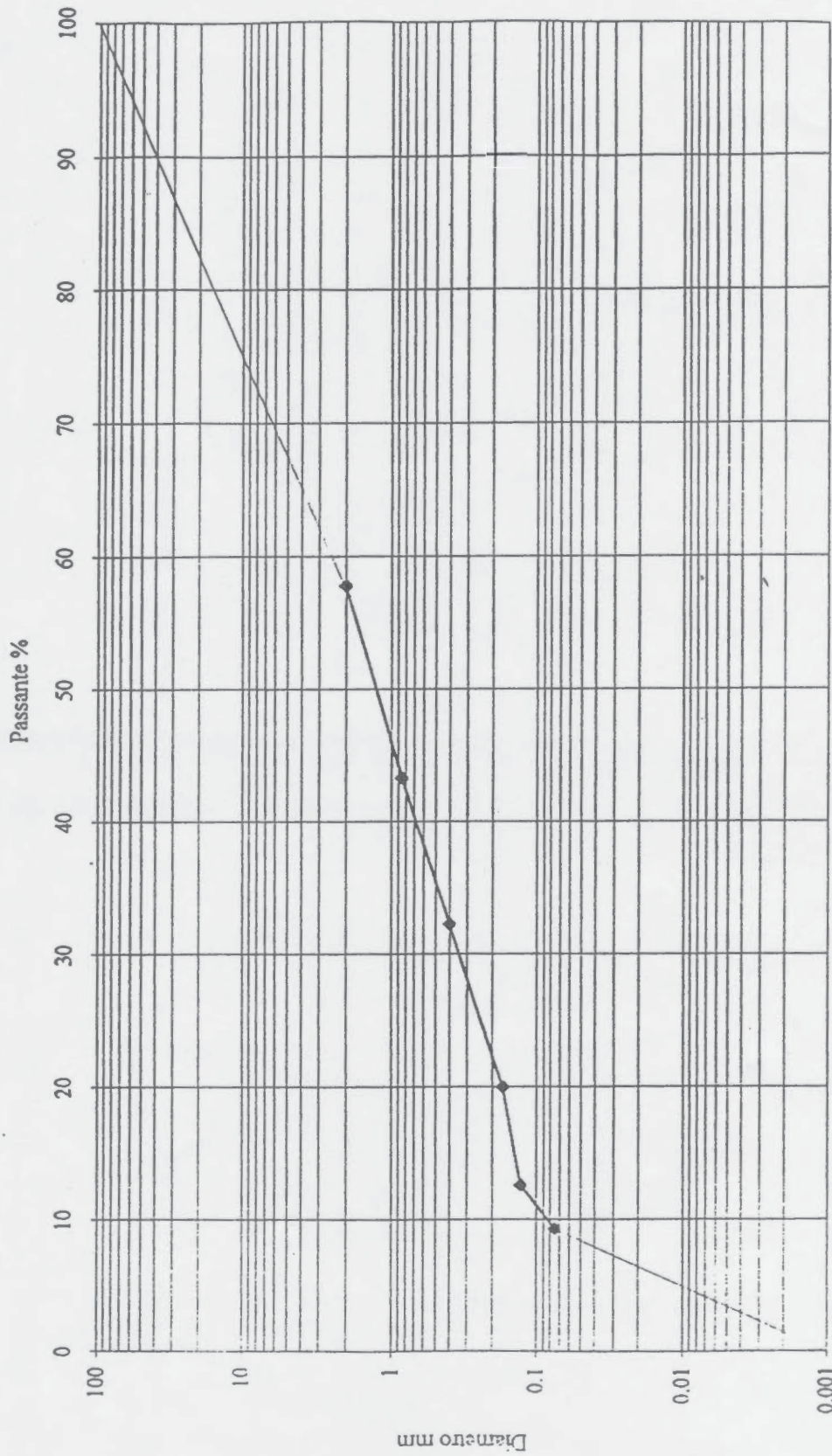
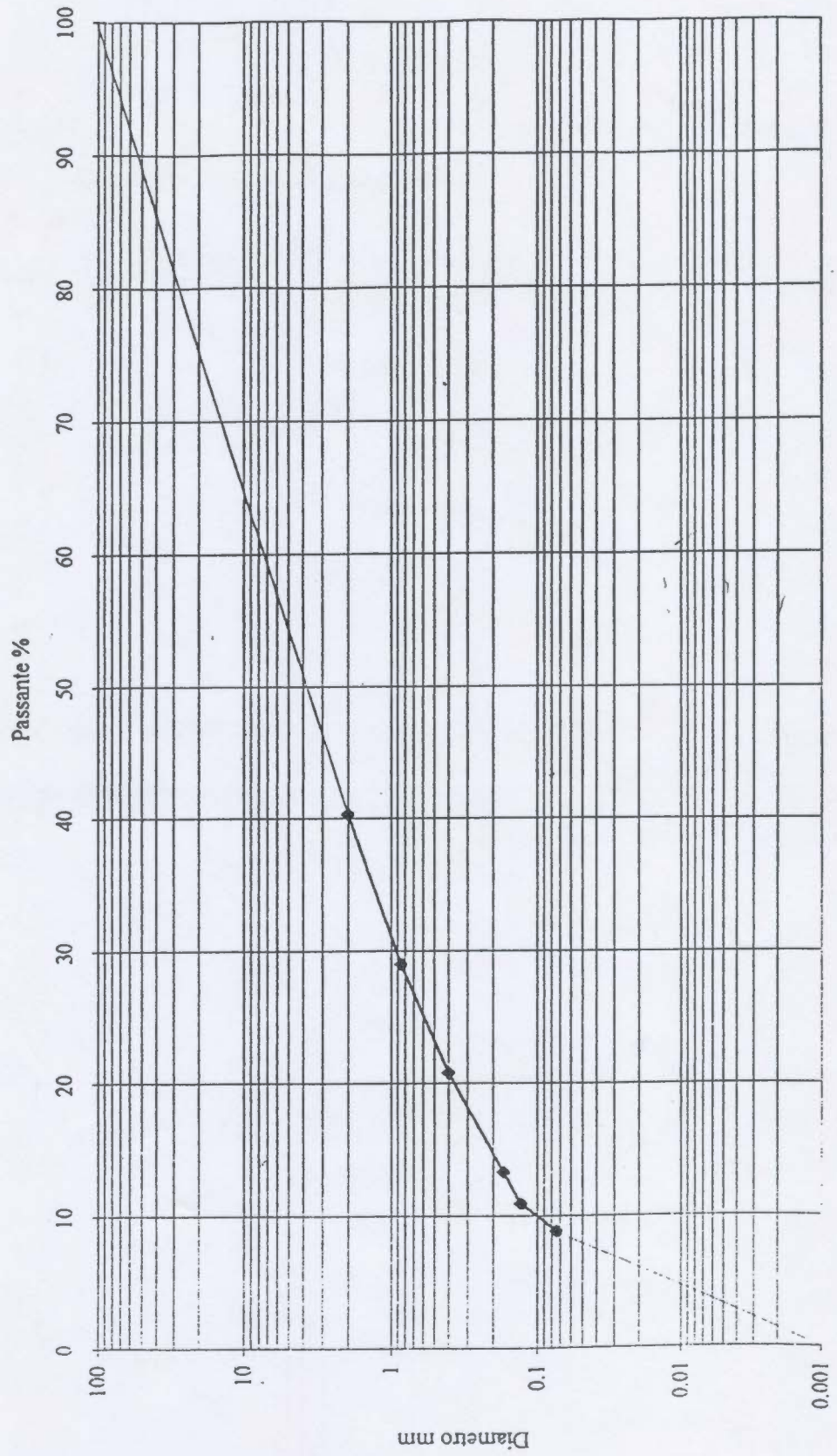
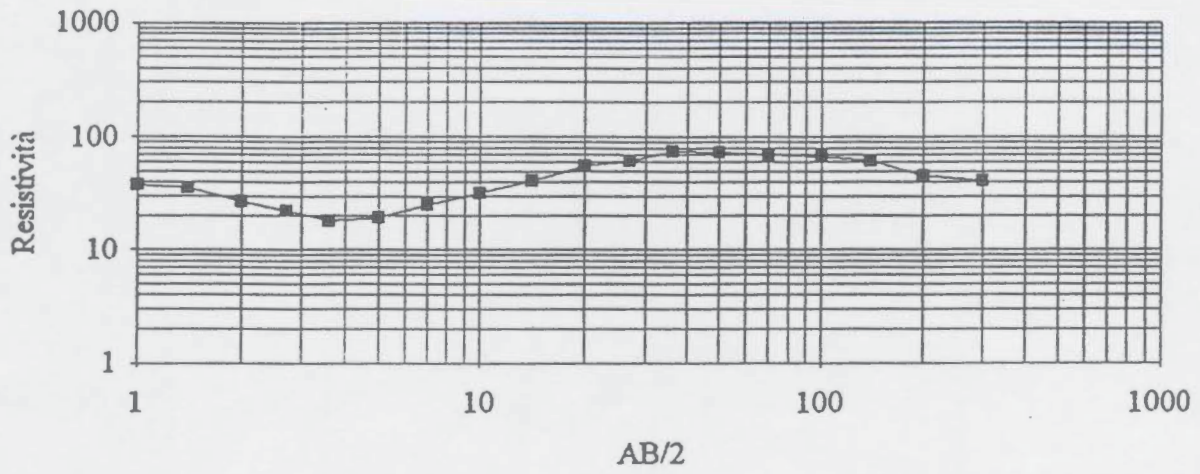


DIAGRAMMA GRANULOMETRICO N° 4

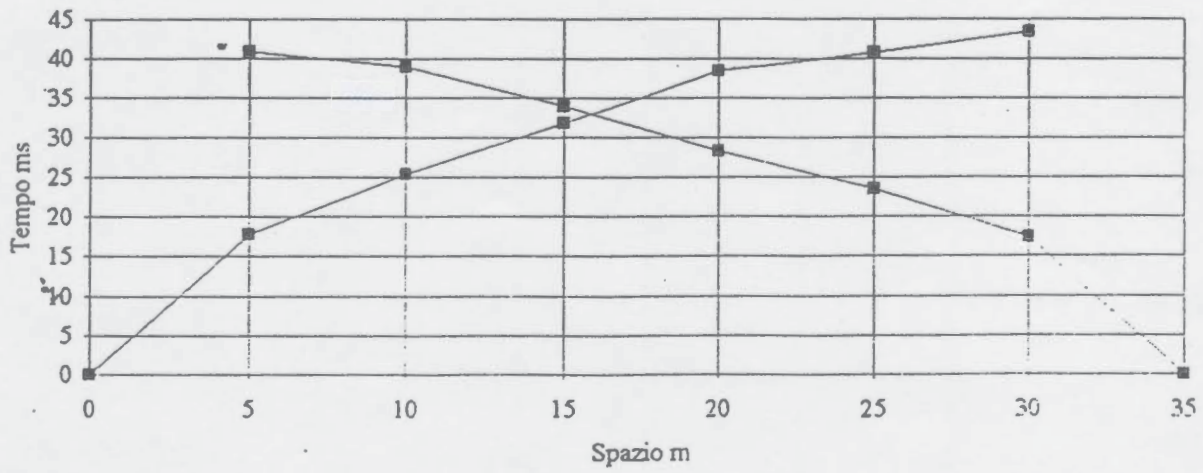
GHIAIA			SABBIA		LIMO	ARGILLA
grossa	media	fine	grossa	fine		



SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALE



PROFILO SISMICO





Environment & Entertainment

Geol. Dr. Vincenzo TOPPI
Via Cucca, 112
80031 Brusciano (NA)
C.F.: TPPVCN72A26B759W
Albo Regionale Geologi – Campania
n. 1992 del 20.10.1999

Committente: Mace s.r.l.

Località: Buccoli (Battipaglia, SA)

Oggetto: Prospezioni Geofisiche con metodo "sismica a rifrazione"

Elaborato: Relazione esplicativa

Brusciano, 19 aprile 2005





INDICE

Premessa e incarico

METODOLOGIA DI INDAGINE: *"Indagini sismiche con metodologia a rifrazione"*

Descrizione delle indagini eseguite ed elaborazione dei dati acquisiti

Analisi dei dati acquisiti e considerazioni conclusive

Asseverazione

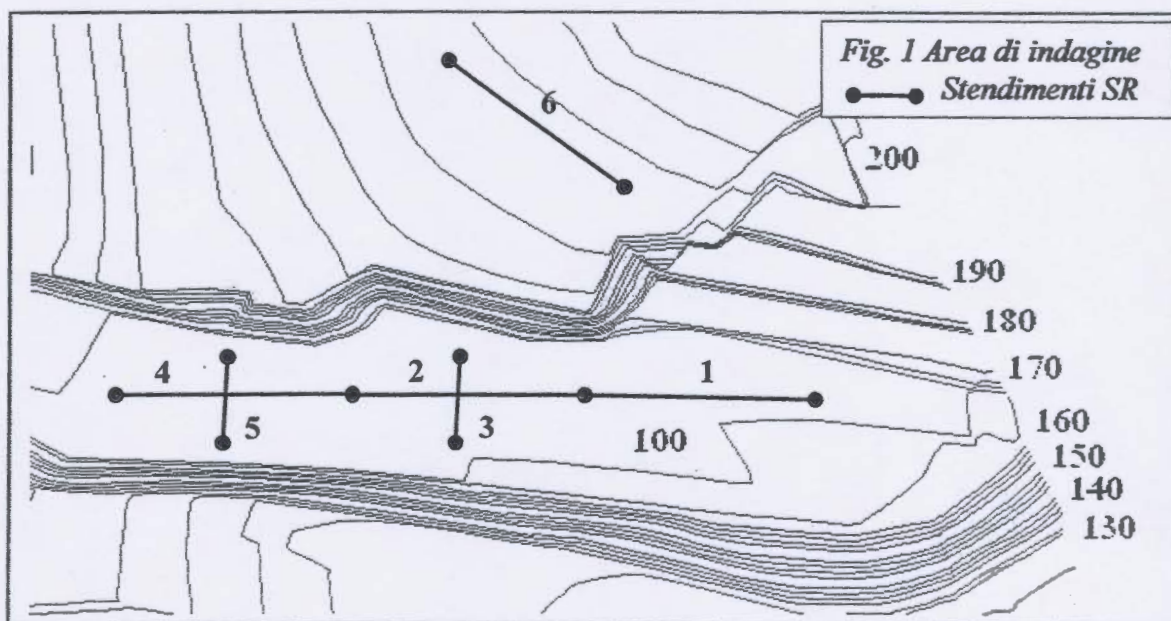
Allegato



Premessa e incarico

La ditta Mace s.r.l. ha affidato al sottoscritto Geol. Dr. Vincenzo Toppi di Brusciano l'incarico di redigere la relazione esplicativa delle indagini geofisica condotta per definire le caratteristiche geotecniche dei terreni riguardanti il fronte di frana posto nella cava di detta ditta nel Comune di Buccoli (Battipaglia, SA). Sulla base dell'incarico conferito è stato espletato un'indagine geofisica "sismica a rifrazione" dell'area in esame. A tale scopo è stato effettuato un sopralluogo di dettaglio dell'area in esame, consentendo il riconoscimento dei litotipi affioranti, individuando le caratteristiche geomorfologiche e consentendo di impostare la fase relativa alle indagini geofisiche. L'indagine sismica di dettaglio ha previsto l'applicazione del metodo reciproco generalizzato (Derecke Pallmert), sia in fase di acquisizione dati che in quella riguardante la restituzione degli stessi. Nell'area di indagine si ipotizza l'ubicazione di numero 6 stendimenti. Il rilievo geofisico sarà finalizzato alla conoscenza dei valori di velocità di propagazione delle onde nei litotipi ed all'acquisizione di informazioni circa l'esistenza di eventuali discordanze litologiche presenti nel corpo di frana.

Per meglio evidenziare l'ubicazione dell'area in esame è stato utilizzato un *dettaglio planimetrico* con scala 1:500 (Fig. 1).





METODOLOGIA DI INDAGINE: "Indagini sismiche con metodologia a rifrazione"

La prospezione sismica a rifrazione è stata eseguita disponendo i geofoni direttamente sul piano campagna lungo un profilo denominato stendimento. Il fine delle indagini sismiche a rifrazione, in oggetto, è stato quello di ricercare le discontinuità elastiche dovute alle variazioni litologiche legate ad una maggiore compattezza e stabilità oppure alla presenza d'acqua al suo interno. L'energizzazione genera nel terreno onde di varia natura, delle quali le più interessanti, ai fini delle indagini sismiche a rifrazione, sono rilevate per prima dagli strumenti e risultano più facilmente identificabili. L'esecuzione delle indagini sismiche a rifrazione, ha previsto il posizionamento dei sensori lungo un allineamento con gli strumenti equispaziati (tre metri o più). Successivamente si è proceduto ad una o più energizzazioni mediante più colpi inferti con un martello su di una piastra metallica. Nelle indagini in oggetto è stato utilizzato un martello avente peso pari a trenta chilogrammi ed una piastra metallica di battuta avente peso analogo; la distanza tra il punto di energizzazione e lo stendimento si chiama offset ed è stato fissato pari a 3 m, 5 m, 6 m e 10 m. La strumentazione di acquisizione utilizzata per le suddette indagini, modello Ambrogeo a 12 canali estendibile a 24, e corredata del necessario "tempo zero" che segnala l'istante in cui avviene la generazione delle onde elastiche; tale tempo è indispensabile per la misurazione dei tempi di percorrenza delle onde stesse. La strumentazione è dotata di blocchi di amplificazioni separati in modo da poter selezionare il guadagno del segnale.

Come detto in precedenza, la tecnica adottata per l'energizzazione è quella per impatti successivi; essa è utilizzata in modo che il segnale, che conserva sempre le stesse caratteristiche per ciascun impatto, si evidenzia sempre ad ogni energizzazione, mentre il rumore, che ha caratteristiche di casualità, tenda progressivamente a ridursi. Questo tipo di prospezione geofisica tiene conto della misurazione dei tempi di propagazione delle onde dalla sorgente ai geofoni che formano il profilo. Dal punto di impatto si propagheranno onde in un semispazio circostante; di tali onde alcune raggiungeranno i geofoni più vicini senza subire alcuna rifrazione mentre gli altri subiranno la rifrazione a passaggio di mezzi aventi caratteristiche differenti, a condizione che gli strati più profondi siano caratterizzati da una velocità delle onde sismiche crescente. Se si considera l'insieme delle onde sismiche che subiscono la rifrazione lungo la superficie di separazione di due mezzi sovrapposti, aventi velocità delle onde sismiche V_1 e V_2 , con $V_2 > V_1$, ci sarà sempre un'onda elastica il cui angolo di incidenza è pari all'angolo limite.



Il raggio così rifratto, viaggerà lungo la superficie di separazione dei due mezzi e successivamente riemergerà in superficie e sarà rilevato da un geofono. L'operatore potrà visualizzare sul monitor dell'apparecchiatura di acquisizione i differenti tempi di arrivo dell'onda. Nella figura seguente (Fig. 2), sono riportate le tracce delle onde rilevate da alcuni geofoni, si osserva indistintamente il primo arrivo dell'onda presso ciascun geofono (evidenziato, a titolo di esempio, con una freccia).

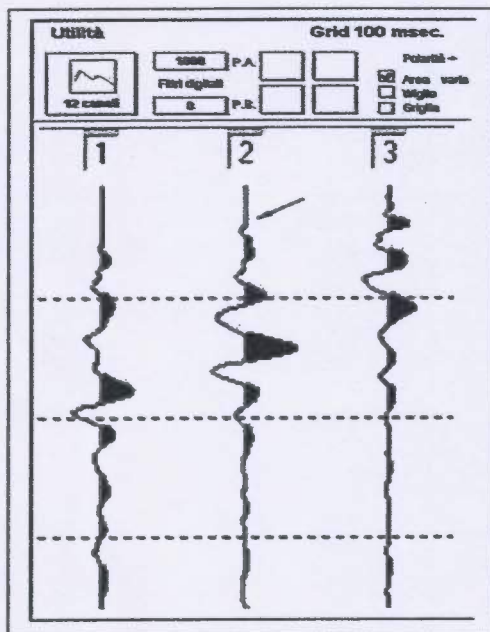


Fig. 2 Esempio di diagramma dei tempi di arrivo delle onde.

Misurati i tempi di arrivo per ciascuna onda (espressi in millisecondi e sue frazioni), si può quindi costruire un diagramma, in cui si riportano, sull'asse delle ascisse le distanze dei geofoni, mentre, sull'asse delle ordinate si riportano i tempi di arrivo. Si ottiene così un grafico "tempi - distanze", la cui analisi permette di individuare le "dromocrone", cioè segmenti di retta che segnalano i percorsi effettuati dalle onde con uguale velocità. L'analisi delle dromocrone consente di conoscere la velocità delle onde elastiche nei relativi strati, la profondità degli stessi e gli spessori. Tale calcolo è effettuato mediante la misurazione degli angoli α e β dei segmenti a differente pendenza della dromocrona e la valutazione del tempo t_i della intercetta sull'ordinata come rappresentato in figura 3 e 4.

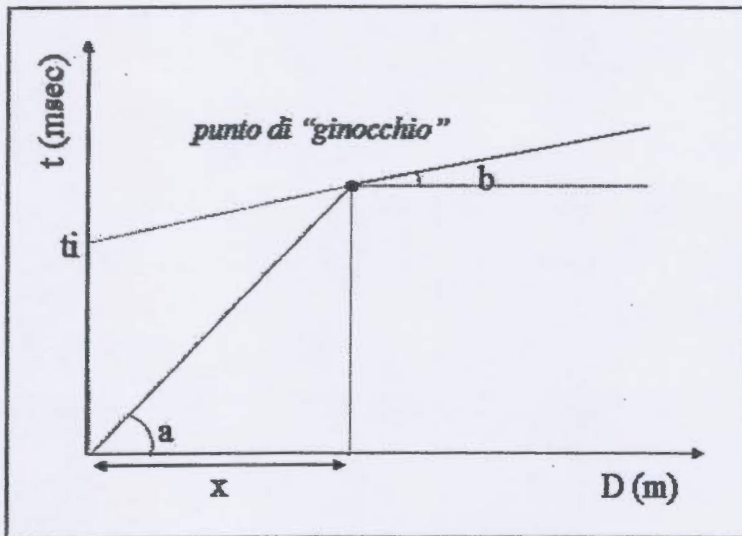


Fig. 3 Diagramma in cui si evidenzia l'andamento della dromocrona.

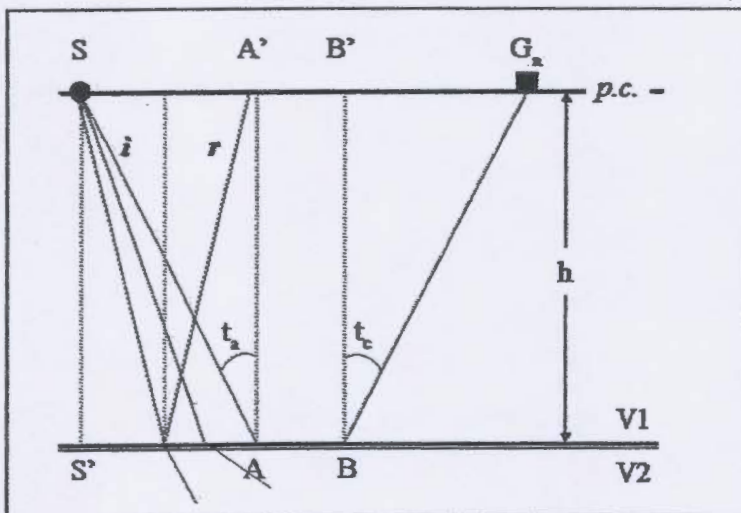


Fig. 4 Percorso effettuato dall'onda sismica attraverso il mezzo e la restituzione della stessa, da cui è possibile ricavare alcuni parametri.

La velocità del primo strato sarà pari a:

$$V_1 = \frac{1}{\tan \alpha} \quad (1)$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, si disporranno nel diagramma tempi - distanze, secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette (Fig. 3). Il valore di velocità dello strato attraversato dalle onde rifratte sarà pari a:

$$V_2 = \frac{1}{\tan \beta} \quad (2)$$



Per quanto riguarda il calcolo dello spessore h_1 del primo strato e quindi la profondità dello strato rifrangente, si devono considerare le velocità V_1 e V_2 calcolate in precedenza nonché il tempo t_i noto:

$$h_1 = \frac{t_i}{2} \frac{V_1 V_2}{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}} \quad (3)$$

Nel caso di stratificazioni multiple, ad esempio a tre strati (Fig. 5), la profondità del secondo strato sarà pari a:

$$h_2 = t_{i2} - \left[\frac{2h_1 \sqrt{V_3^2 - V_1^2}}{\sqrt{V_1 V_3}} \right] \frac{V_2 V_3}{2 \sqrt{V_3^2 - V_2^2}} \quad (4)$$

dove tutti i termini del secondo membro sono noti, avendo già calcolato h_1 .

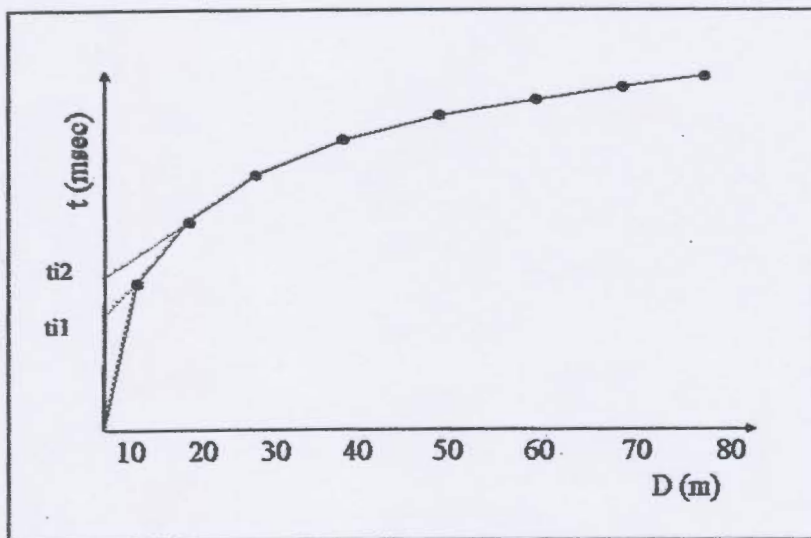


Fig. 5 Esempio di strati piano - paralleli.

Nella figura 5 si evidenzia una schematizzazione a strati piano-paralleli ed a velocità crescenti. In realtà, spesso sono presenti strati non paralleli e quindi si esegue una lettura reciproca, posizionando cioè la sorgente alla fine dello stendimento (profilo coniugato o in ritorno); in tal modo si osservano due dromocrone come si mostra in figura 6.

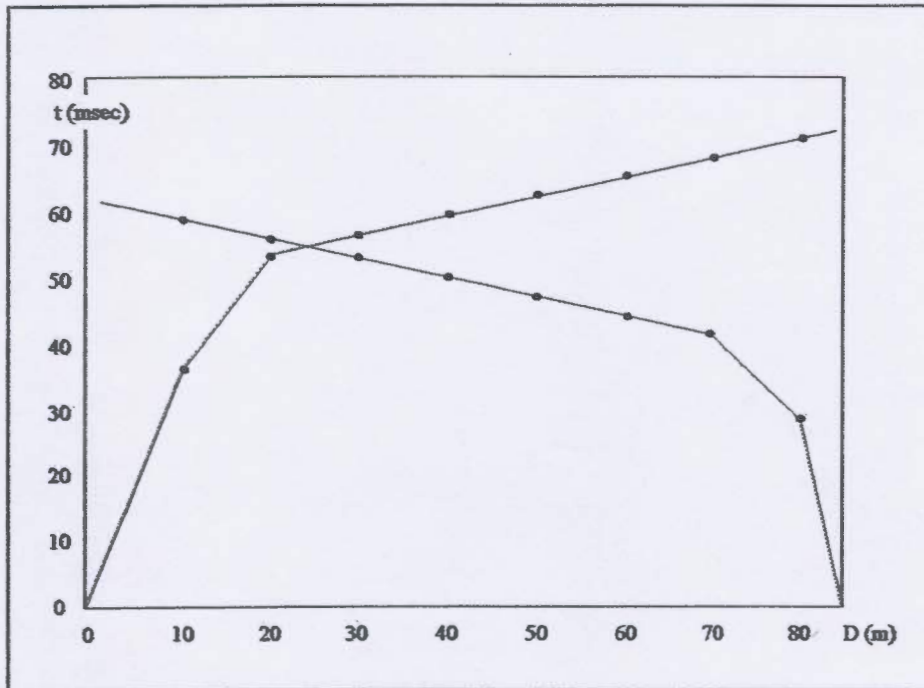


Fig. 6 Dromocrone -
profilo coniugato o di
ritorno

Se la superficie dei due strati fosse parallela alla superficie topografica, le due curve sarebbero simmetriche: da ciò si capisce come la pratica di invertire la linea sismica debba ritenersi necessaria; operando con gli stendimenti coniugati si è quindi in grado di conoscere l'angolo ω del rifrattore.

$$\omega = \frac{\text{sen}^{-1} V_1 \beta^- - \text{sen}^{-1} V_1 \beta^+}{2} \quad (5)$$

V_2 è pari a :

$$V_2 = \frac{2 \cos \omega}{\beta^- + \beta^+} \quad (6)$$

La profondità del rifrattore sarà pari a:

$$Z = \frac{t_i V}{2 \cos \omega \cos i_t} \quad (7)$$



dove i_c (angolo limite) è pari a :

$$i_c = \frac{\text{sen}^{-1} V_1 \beta^- - \text{sen}^{-1} V_1 \beta^+}{2} \quad (8)$$

Nel caso che il raggio sismico intercetti un volume con caratteristiche più o meno allentato, maggiore compattezza e stabilità oppure alla presenza d'acqua al suo interno, conduce a velocità differenti, come è evidente anche dalla Tabella 1.

Litotipo	v_p (m/s)
Aerato superficiale	300-800
Sabbia asciutta	500-1000
Sabbia umida	600-1800
Argilla	1800-2900
Terreni alluv. sciolti	400-2000
Acqua	1450-1500
Lave	2500-4000
Calcare	3500-5000
Arenarie	2500-4500
Graniti	4000-6000
Tufo	750-2450
Pozzolana	350-1000

Tabella 1 Valori indicativi in base alle onde di compressione V_p .



Descrizione delle indagini eseguite ed elaborazione dei dati acquisiti

La campagna d'indagine geofisica ha previsto l'esecuzione di n° 6 stendimenti di 10 geofoni ubicati nel piano di cava della ditta committente (Fig. 1). Gli stendimenti 1, 2 e 4 presentano una lunghezza totale di 143 m.

L'indagine è stata compiuta per profili coniugati ovvero eseguendo l'energizzazione mediante impatto presso il primo e l'ultimo geofono esternamente allo stendimento ed al centro dello stesso per l'esecuzione del profilo centrale (Centr.); per i profili diretti e quelli coniugati si è posizionato il sito di energizzazione a 5 ed a 10 m dal primo geofono (rispettivamente: Dir. 5 e Dir. 10) e poi dall'ultimo geofono (Inv. 5 e Inv. 10), mentre per i profili ortogonali a questi ultimi gli offset scelti sono stati di 3 e 6 m (vedi Allegato).

Nell'allegato sono riportate dapprima le ampiezze del segnale acquisito nel dominio del tempo per le onde dirette inverse e centrali; seguono le dromocrone di tali profili ed infine si presenta la restituzione di un modello stratigrafico 2D nonché i valori di velocità delle onde sismiche per ogni stendimento eseguito. Segue una descrizione dettagliata dei 6 stendimenti (fig. 7).

Stendimento 1 - posizionato parallelamente al fronte di cava. In questo stendimento sono stati posizionati numero 10 geofoni equispaziati tra loro a 5 m con un offset a 5 ed a 10 m; presenta una lunghezza di 55 m. È stato possibile individuare 2 strati a velocità differenti: a partire dal p.c. si vede che il primo strato è caratterizzato da una velocità di 910 m/s mentre il secondo da 2850 m/s. Il primo strato presenta i seguenti spessori: 16.06 m e 13.03 m rispettivamente all'inizio ed alla fine dello stendimento (vedi Allegato).

Stendimento 2 - posizionato parallelamente al fronte di cava. In questo stendimento sono stati posizionati numero 10 geofoni equispaziati tra loro a 5 m con un offset a 5 ed a 10 m; presenta una lunghezza di 55 m. È stato possibile individuare 2 strati a velocità differenti: a partire dal p.c. si vede che il primo strato è caratterizzato da una velocità di 710 m/s mentre il secondo da 3570 m/s. Il primo strato presenta i seguenti spessori: 11.93 m e 9.47 m rispettivamente all'inizio ed alla fine dello stendimento (vedi Allegato).

Stendimento 3 - posizionato ortogonalmente al fronte di cava. In questo stendimento sono stati posizionati numero 10 geofoni equispaziati tra loro a 3 m con un offset a 3 ed a 6 m; presenta



una lunghezza di 33 m. È stato possibile individuare 2 strati a velocità differenti: a partire dal p.c. si vede che il primo strato è caratterizzato da una velocità di 1060 m/s mentre il secondo da 2280 m/s. Il primo strato presenta i seguenti spessori: 7.20 m e 7.56 m rispettivamente all'inizio ed alla fine dello stendimento (vedi Allegato).

Stendimento 4 - posizionato parallelamente al fronte di cava. In questo stendimento sono stati posizionati numero 10 geofoni equispaziati tra loro a 5 m con un offset a 5 ed a 10 m; presenta una lunghezza di 55 m. È stato possibile individuare 2 strati a velocità differenti: a partire dal p.c. si vede che il primo strato è caratterizzato da una velocità di 550 m/s mentre il secondo da 920 m/s. Il primo strato presenta i seguenti spessori: 5.80 m e 4.88 m rispettivamente all'inizio ed alla fine dello stendimento (vedi Allegato).

Stendimento 5 - posizionato ortogonalmente al fronte di cava. In questo stendimento sono stati posizionati numero 10 geofoni equispaziati tra loro a 3 m con un offset a 3 ed a 6 m; presenta una lunghezza di 33 m. È stato possibile individuare 2 strati a velocità differenti: a partire dal p.c. si vede che il primo strato è caratterizzato da una velocità di 930 m/s mentre il secondo da 3110 m/s. Il primo strato presenta i seguenti spessori: 6.42 m e 4.60 m rispettivamente all'inizio ed alla fine dello stendimento (vedi Allegato).

Stendimento 6 - posizionato obliquamente al fronte di cava. In questo stendimento sono stati posizionati numero 10 geofoni equispaziati tra loro a 5 m con un offset a 5 ed a 10 m; presenta una lunghezza di 55 m. È stato possibile individuare 3 strati a velocità differenti: a partire dal p.c. si vede che il primo strato è caratterizzato da una velocità di 720 m/s, il secondo da 1020 m/s ed il terzo da 2130 m/s. Il primo strato presenta il seguente spessore: 1.52 m; mentre il secondo strato risulta variare da 4.61 m a 12.19 m (vedi Allegato). Per l'area esaminata con questo profilo è possibile ipotizzare la presenza di una faglia o di una discontinuità che interesserebbe il primo ed il secondo strato del mezzo investigato.

In conclusione è stato possibile individuare almeno 3 strati con diversi valori di velocità di propagazione delle onde sismiche; ne discende che il mezzo investigato presenta diverse caratteristiche meccaniche legate alla sua maggiore compattezza

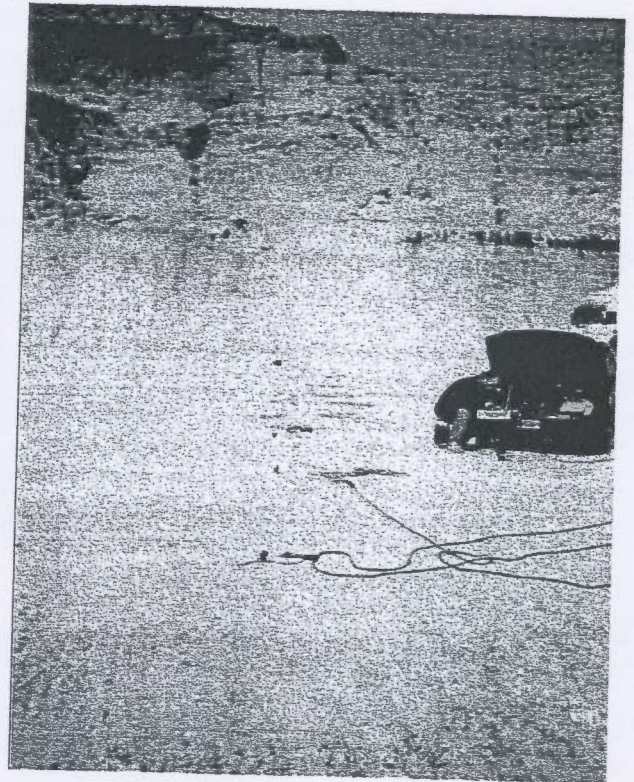
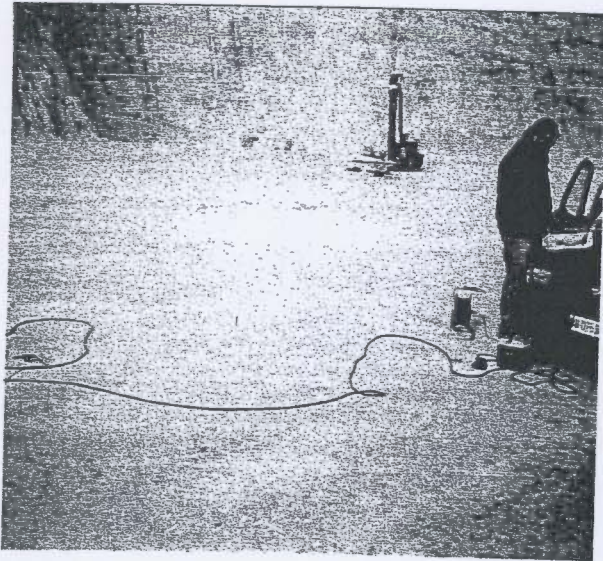


Fig. 7 Cava Ditta Mace s.r.l.; in alto da sinistra: stendimento n° 2 e n° 3 con stazione elaborazione dati; in basso da sinistra: stendimento n° 6 e sito di energizzazione con massa battente.



Analisi dei dati acquisiti e considerazioni conclusive

L'analisi dei segnali acquisiti è stata compiuta in modo da evidenziare, per un set di stendimenti, variazioni di ampiezza, velocità e tempi dell'onda, al fine di individuare la stabilità dei versanti della cava.

Come si vede dai modelli geologici ricavati dall'analisi di alcuni gradoni di cava, si può affermare che le caratteristiche dei terreno investigati tendono a migliorare con la profondità ($V_p = 700 - 1.000$ m/s per i primi 5 - 10 m fino ad avere $V_p > 2.700$ m/s per profondità maggiori) inoltre è stato possibile calcolare i seguenti parametri che evidenziano le caratteristiche dei terreni:

Modulo di Taglio (G) : da 1.3×10^8 kg/s²m a 6.4×10^9 kg/s²m

Modulo di Incompressibilità (K) : da 1×10^9 kg/s²m a 1.6×10^{10} kg/s²m

Modulo di Young (E) : da 3.4×10^8 kg/s²m a 1.7×10^{10} kg/s²m

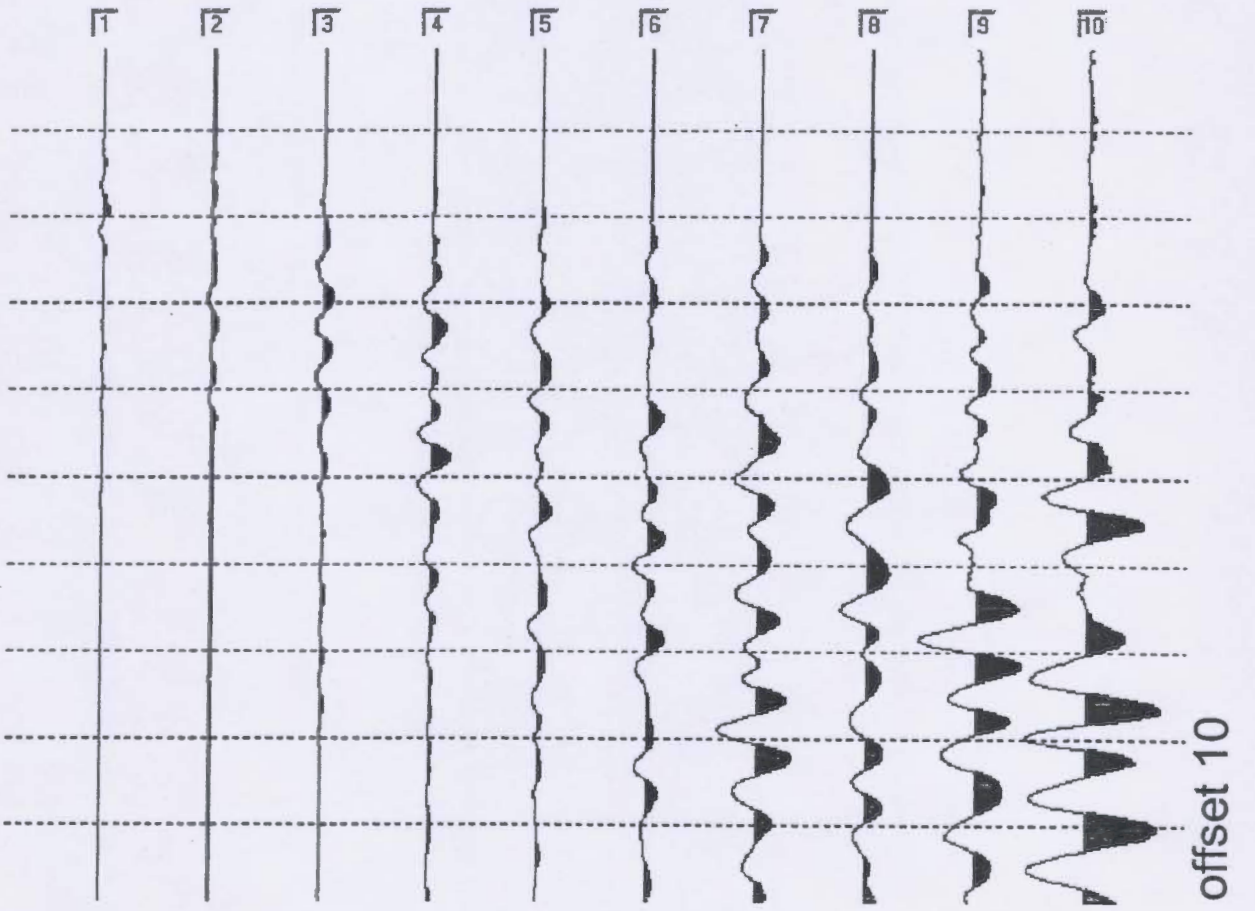
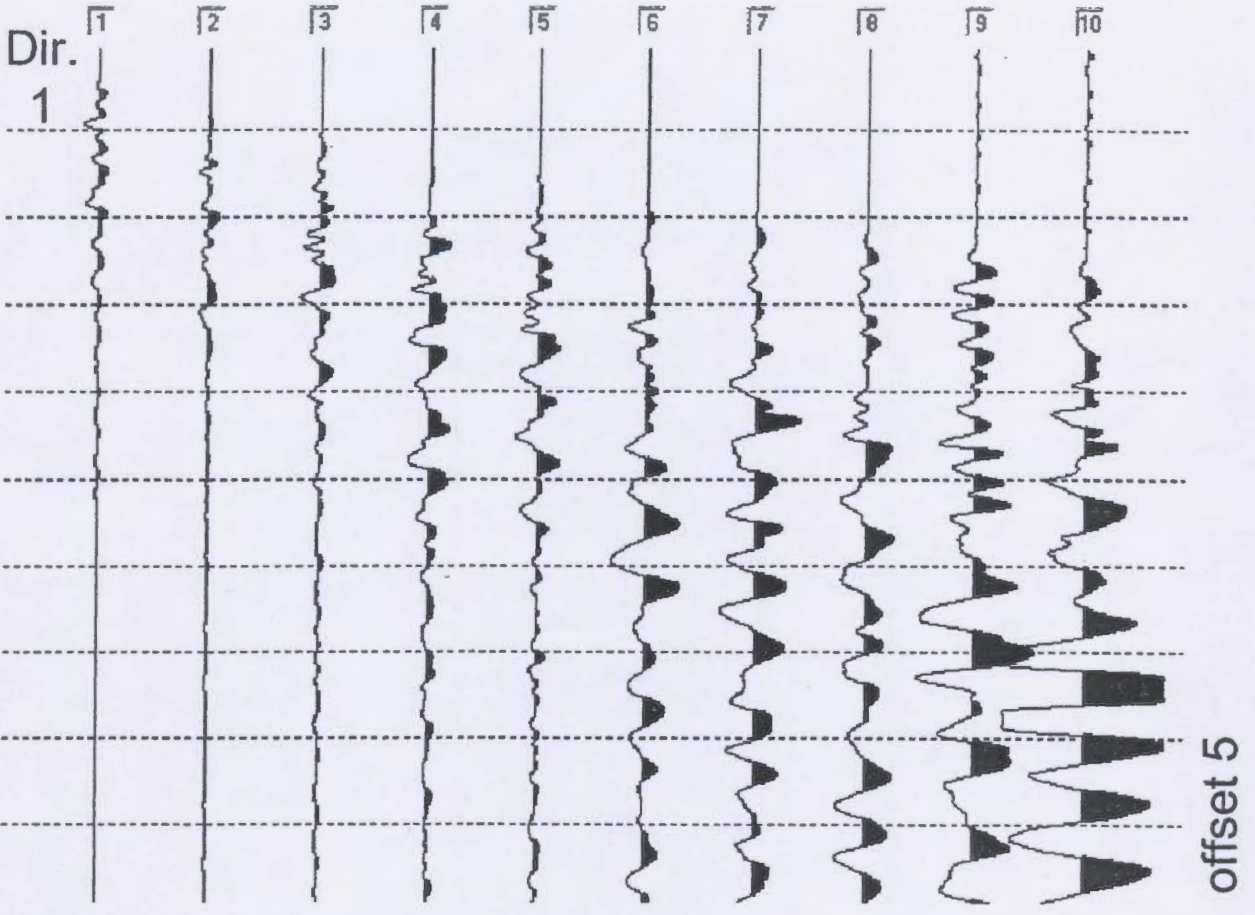


Environment & Entertainment

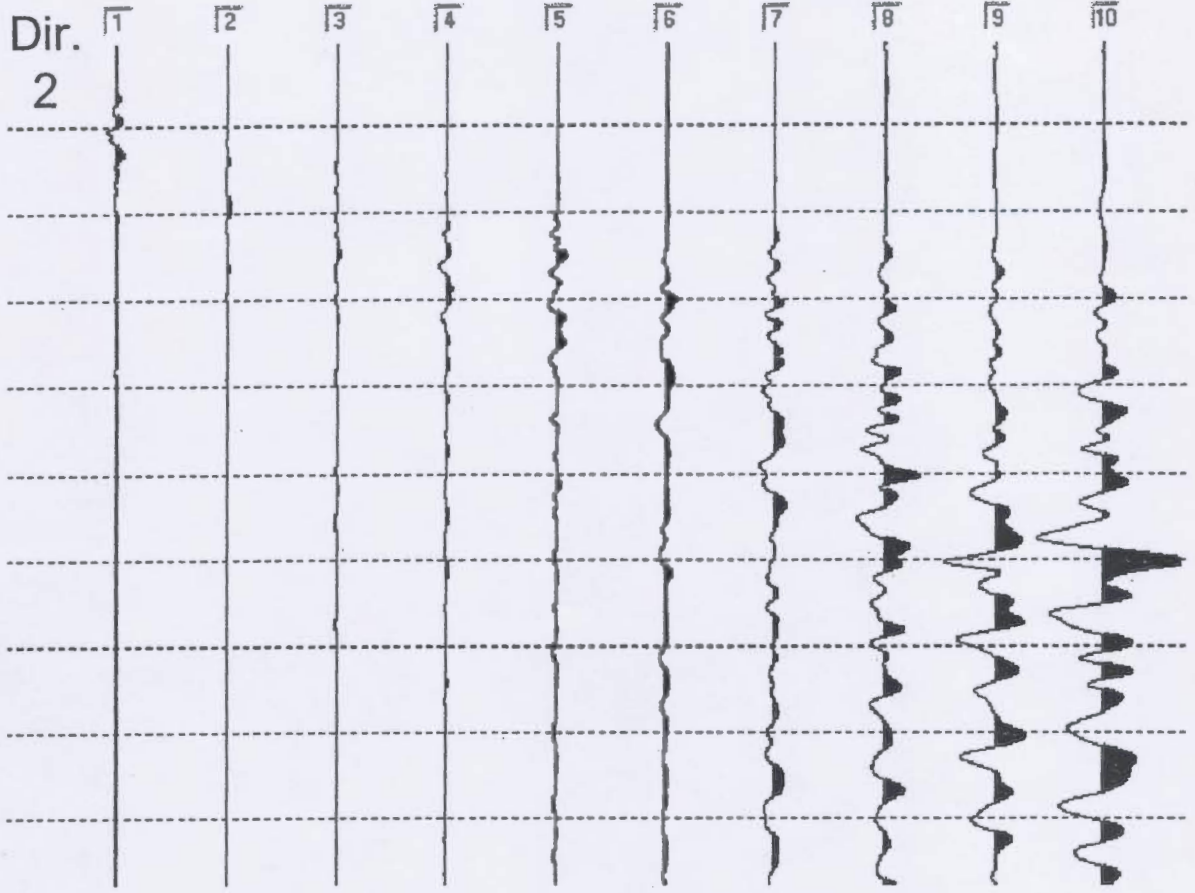
Geol. Dr. Vincenzo TOPPI
Via Cucca, 112
80031 Brusciano (NA)
C.F.:TPPVCN72A26B759W
Albo Regionale Geologi - Campania
n. 1992 del 20.10.1999

Allegato

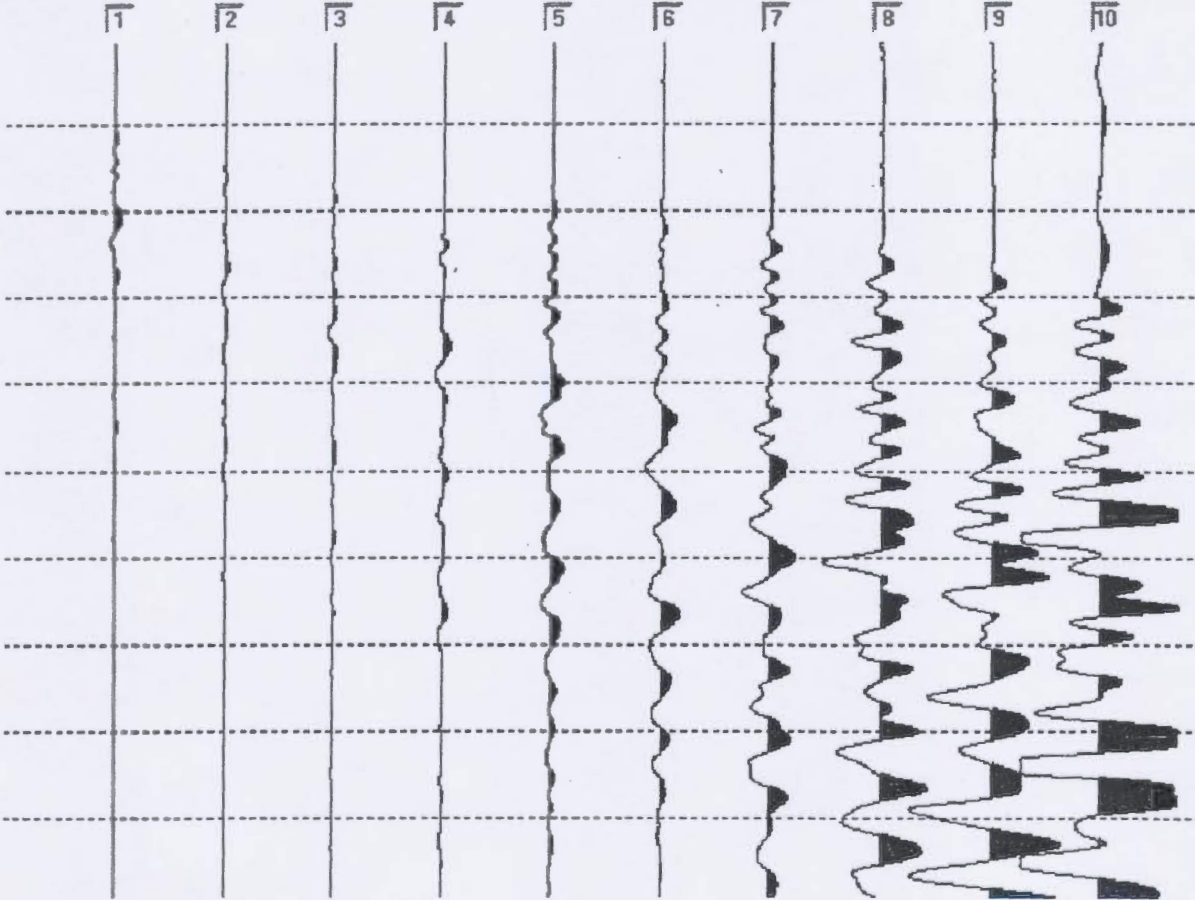
- Primi arrivi
- Dromocrone ottenute per gli stendimenti
- Interpretazione mediante modello stratigrafico 2D



Dir.
2

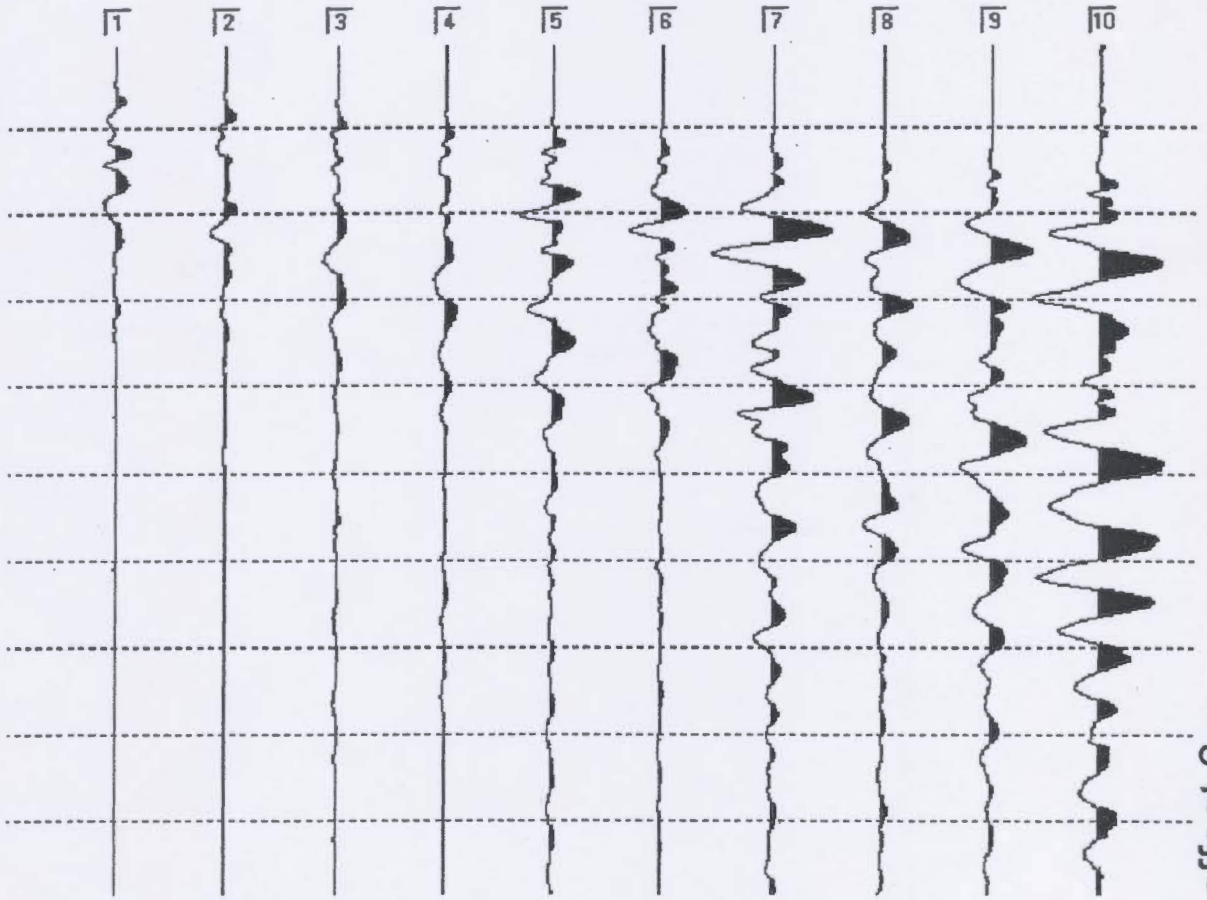
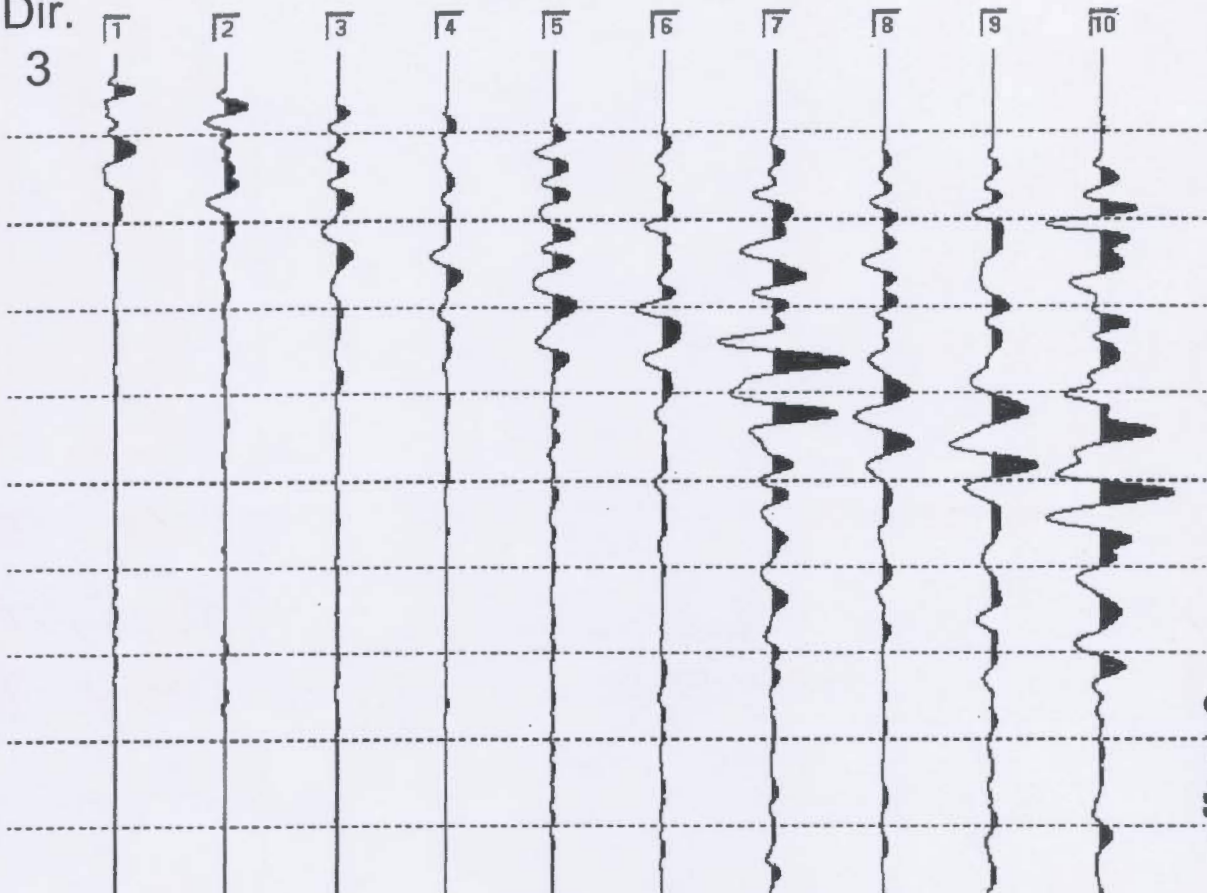


offset 5



offset 10

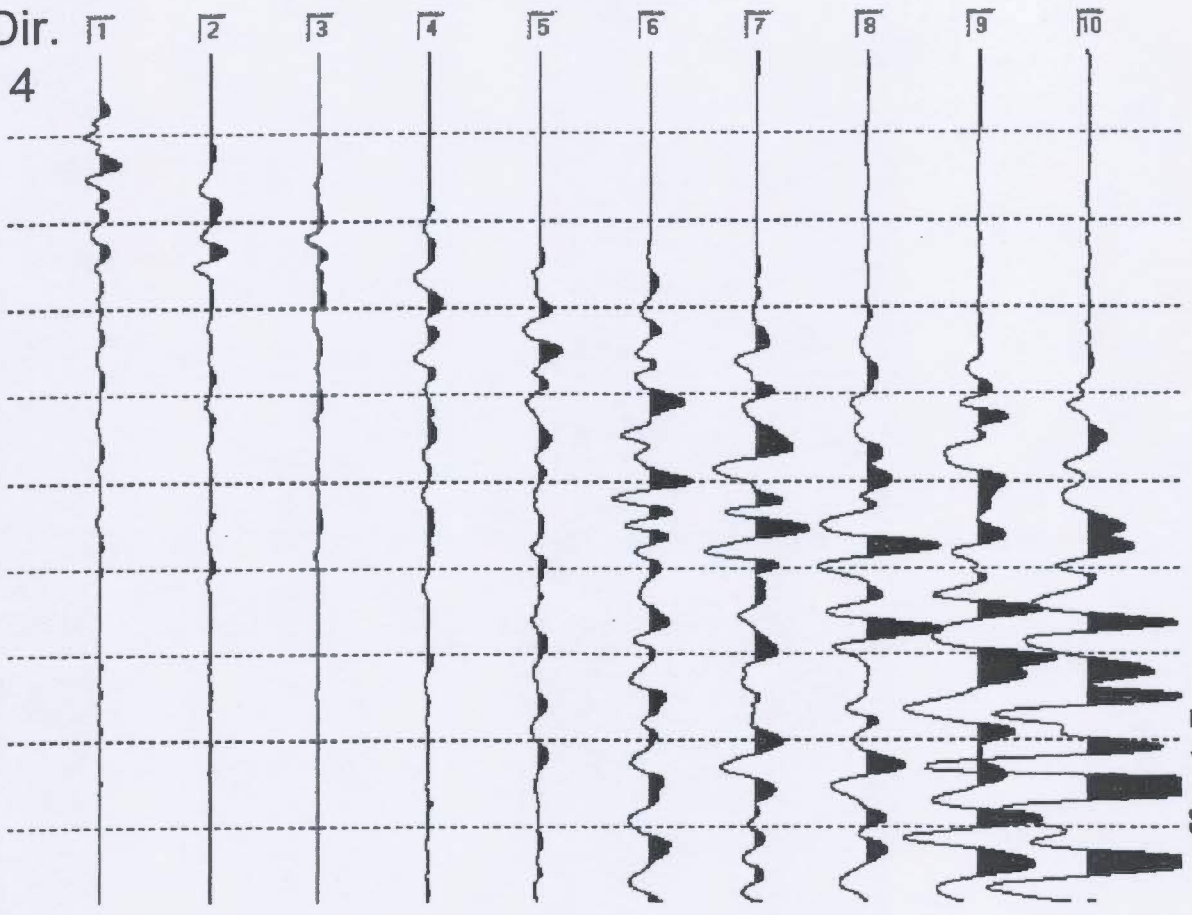
Dir.
3



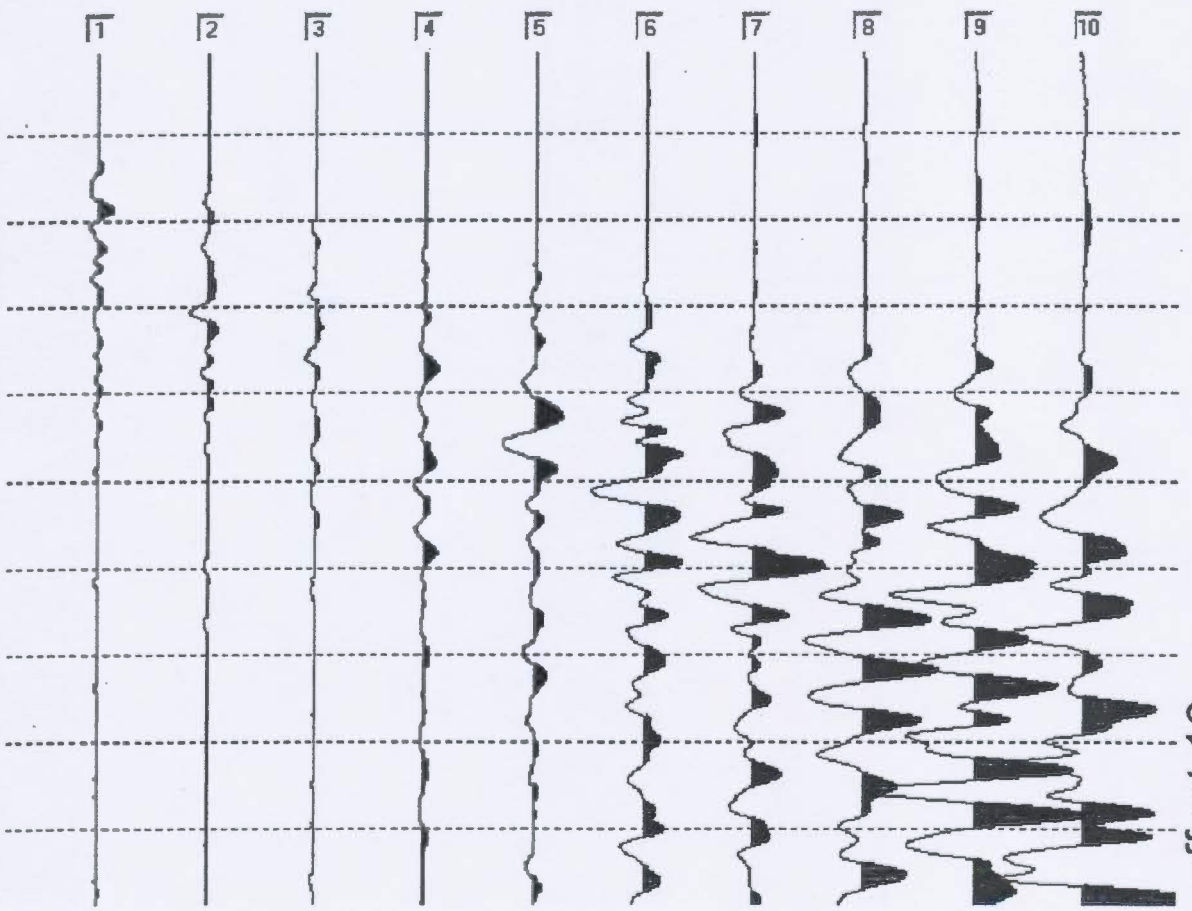
offset 3

offset 6

Dir.
4

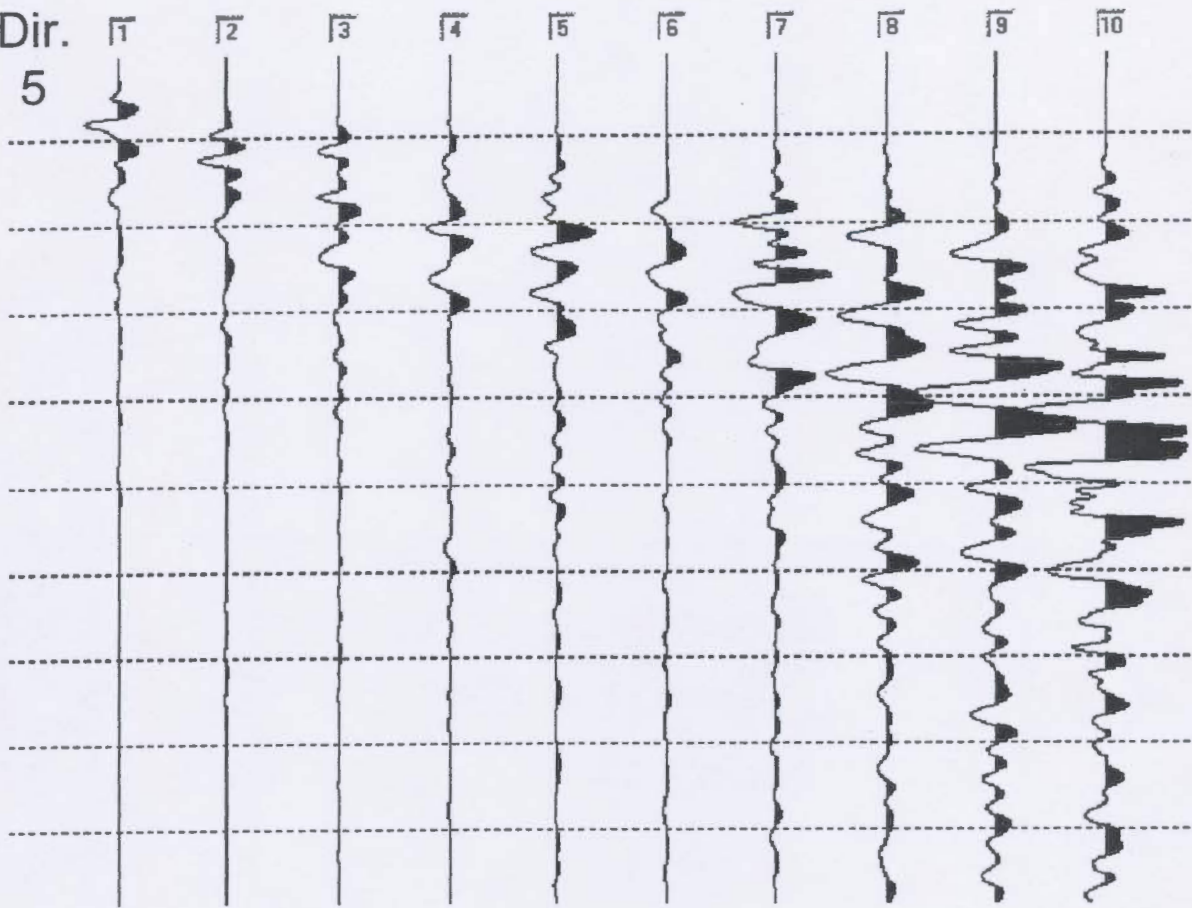


offset 5

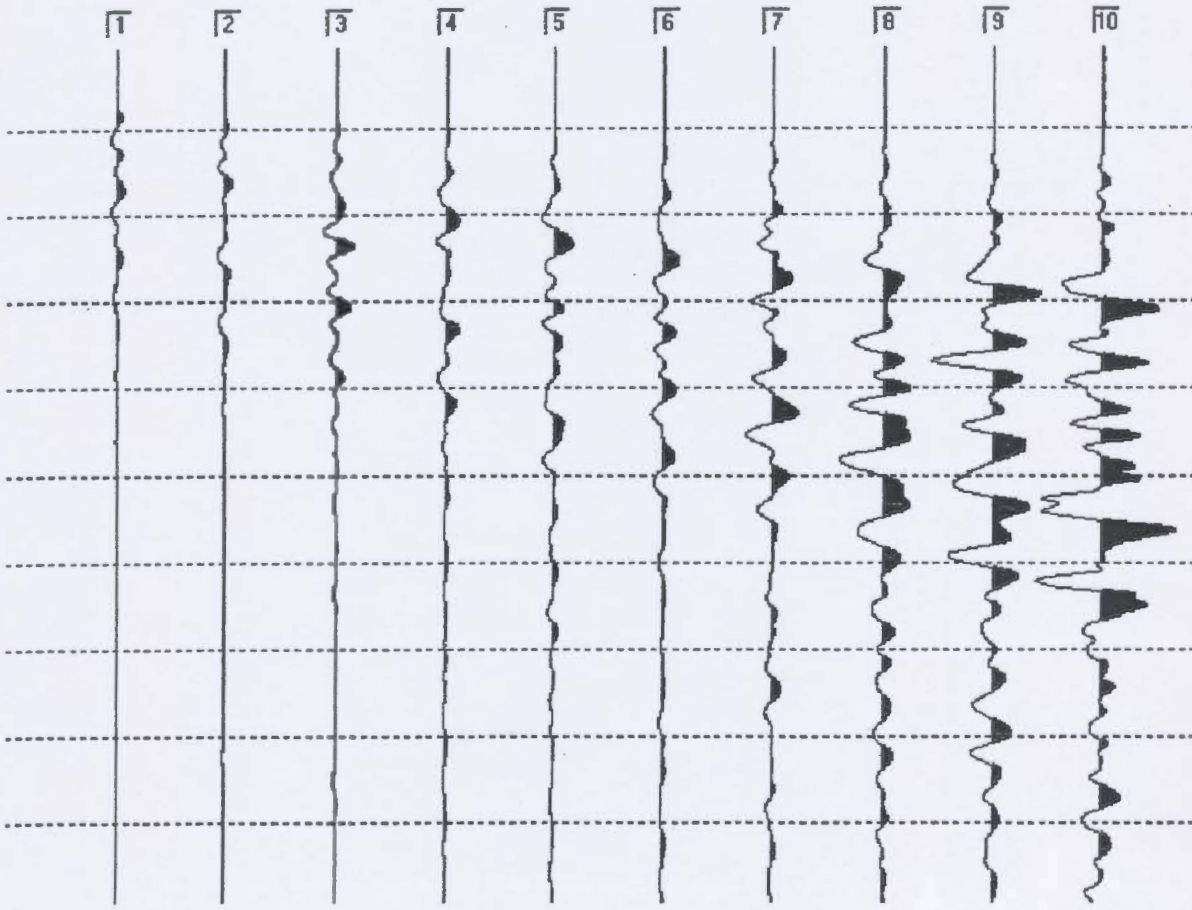


offset 10

Dir.
5

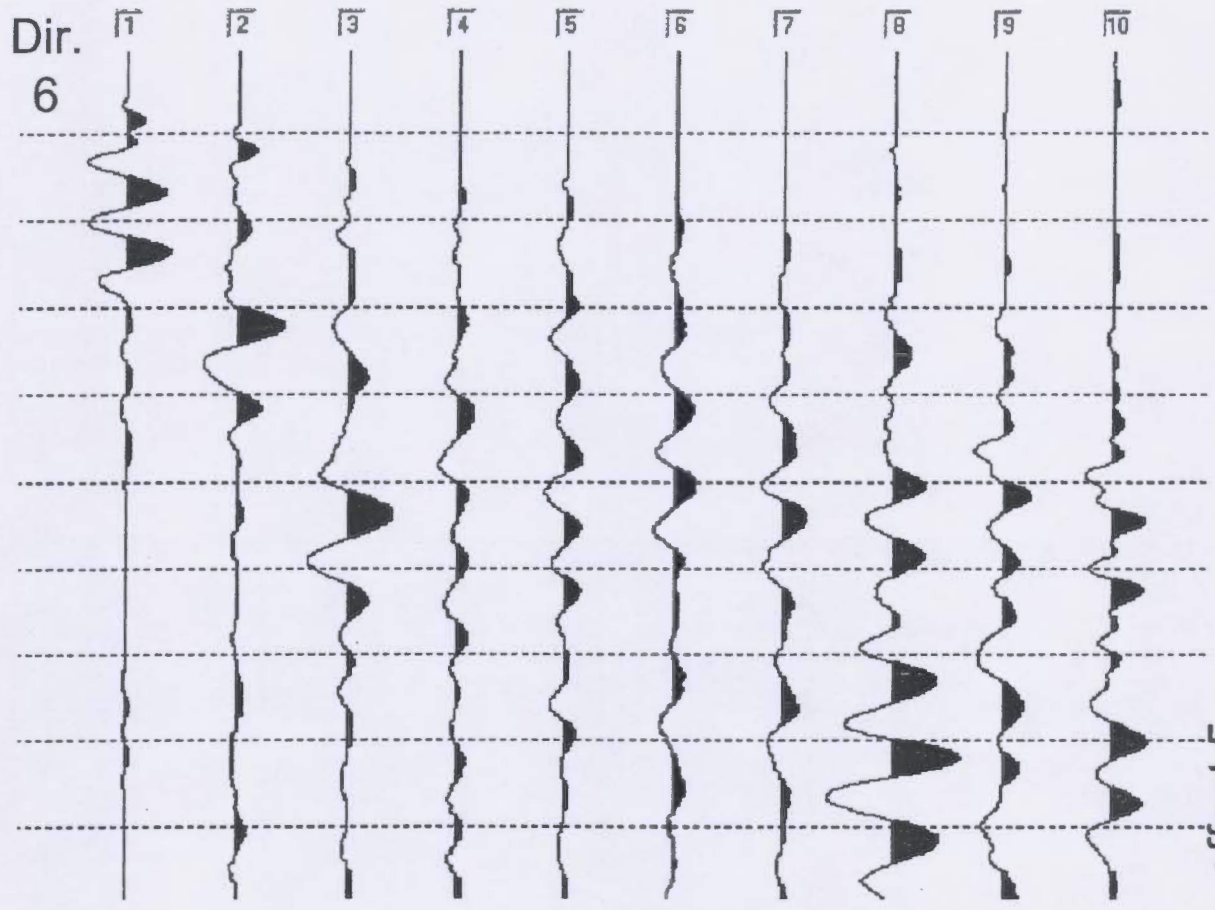


offset 3

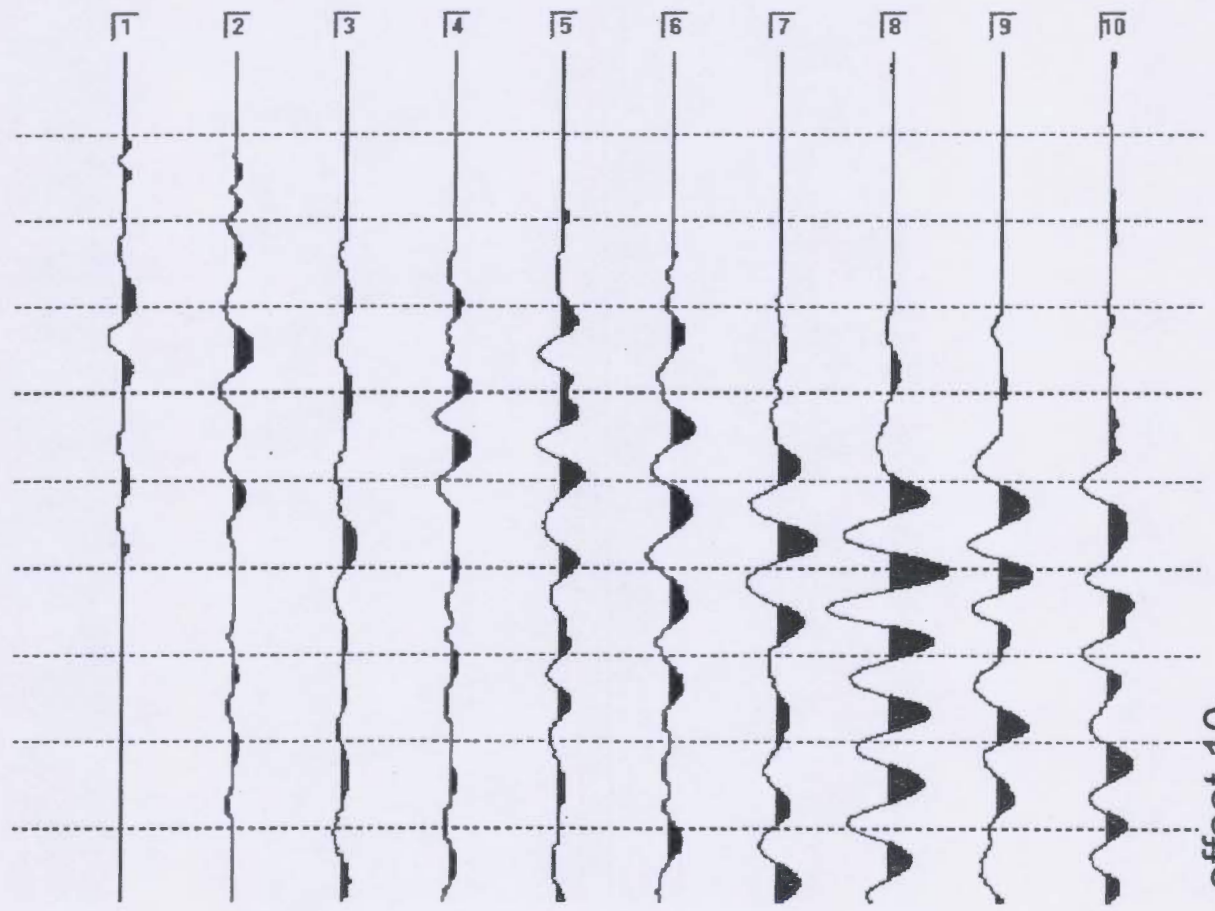


offset 6

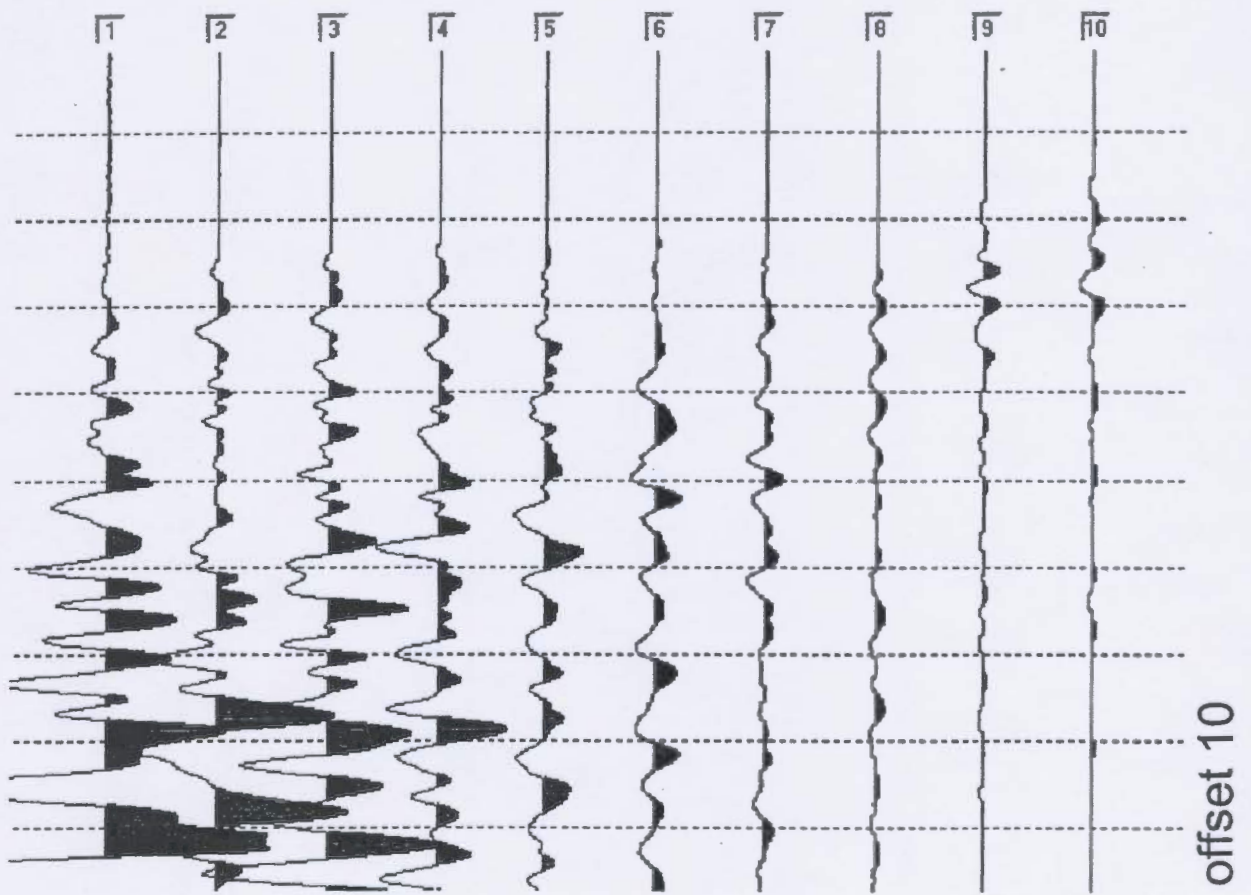
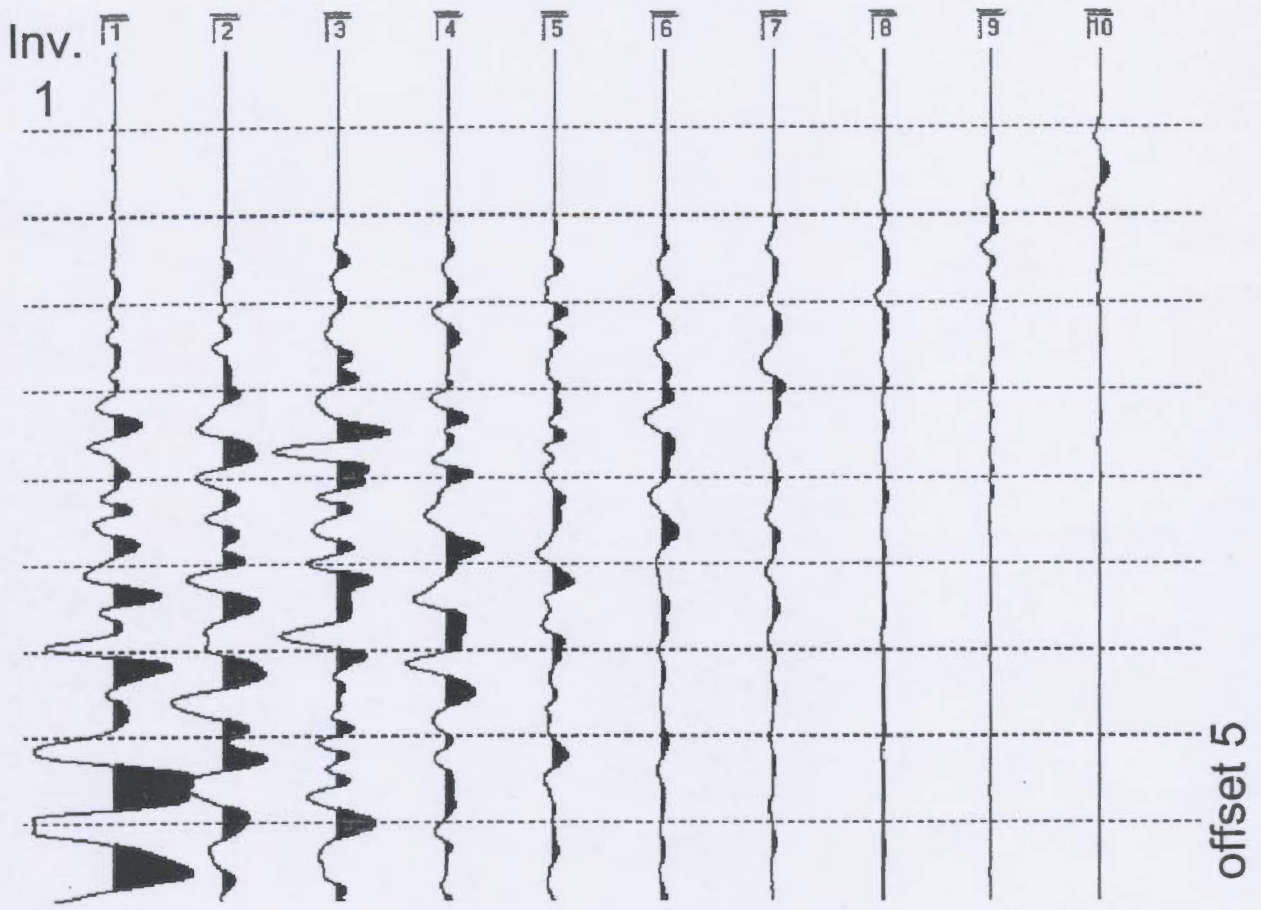
Dir.
6



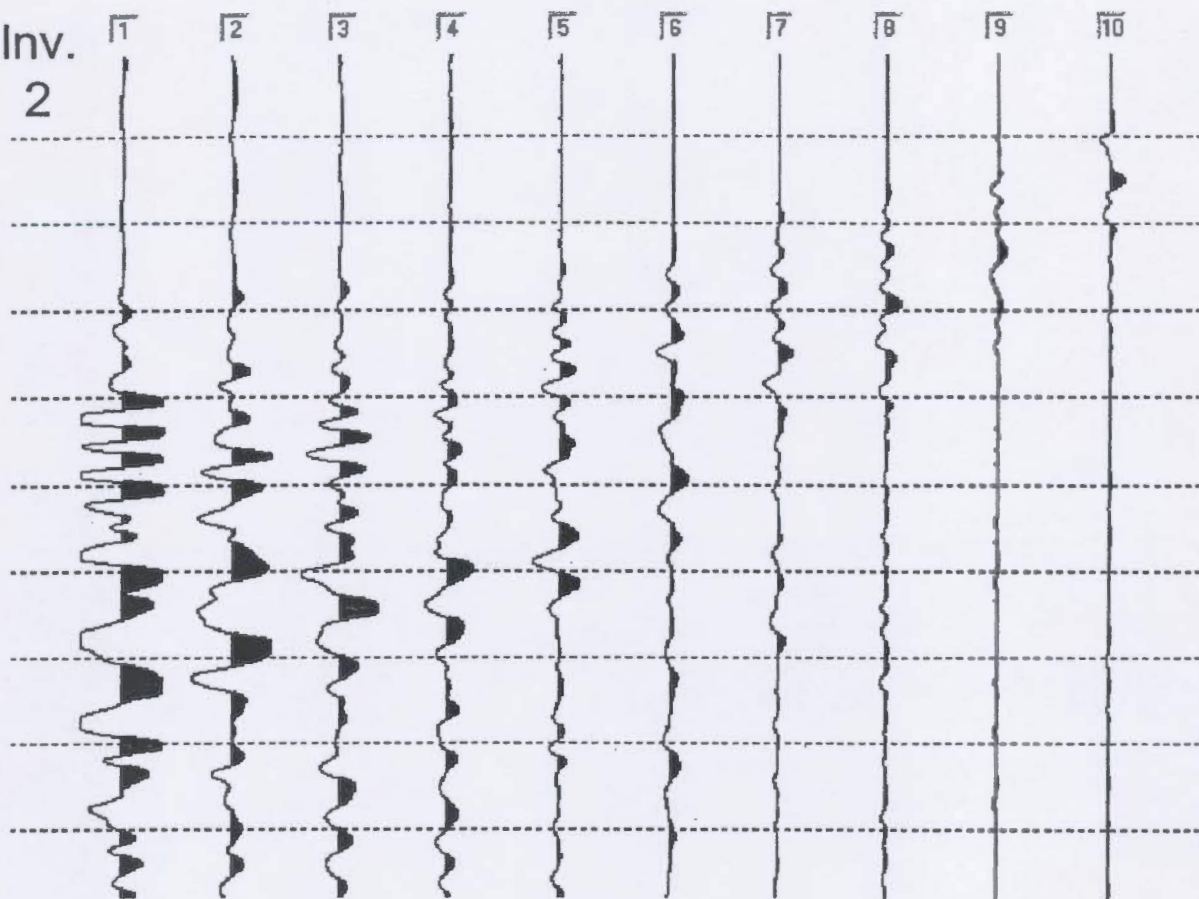
offset 5



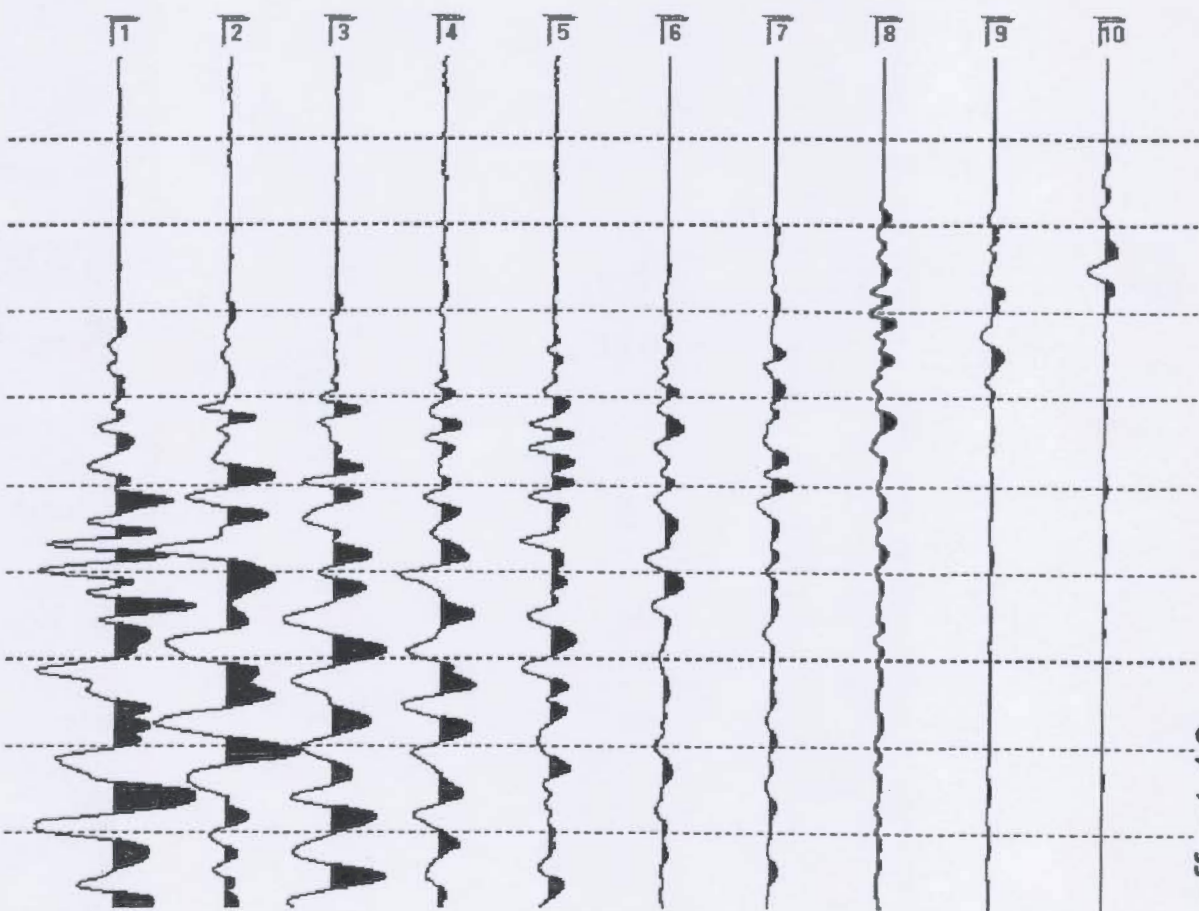
offset 10



Inv.
2

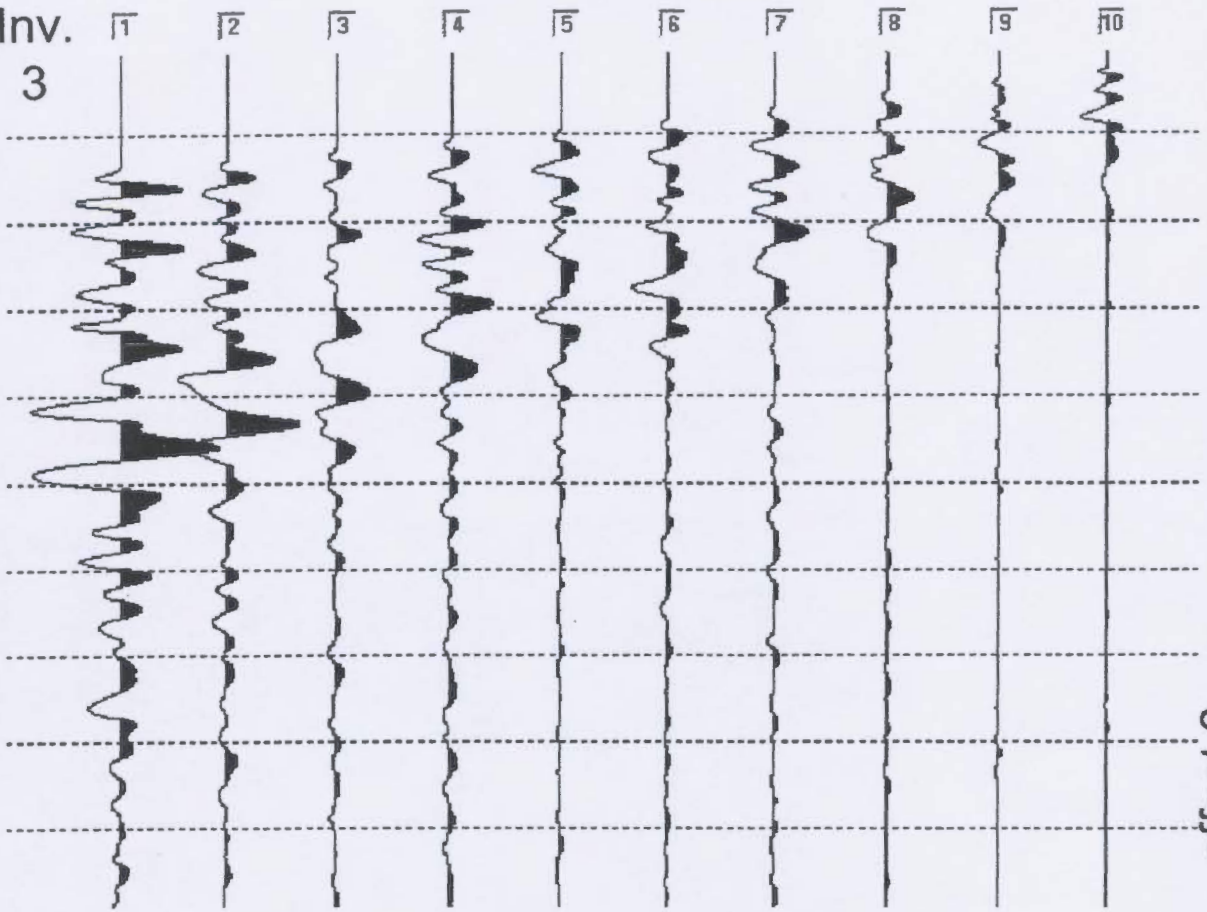


offset 5

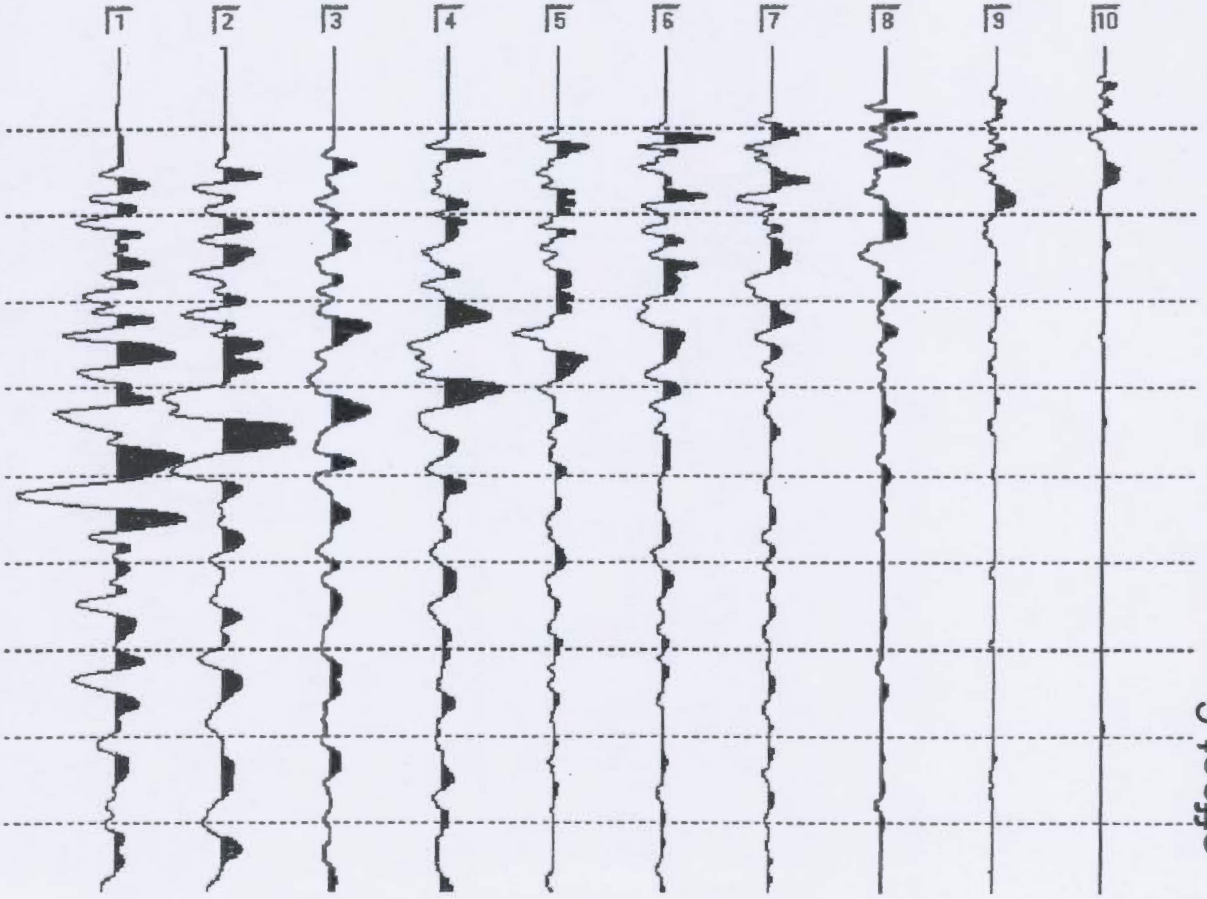


offset 10

Inv.
3

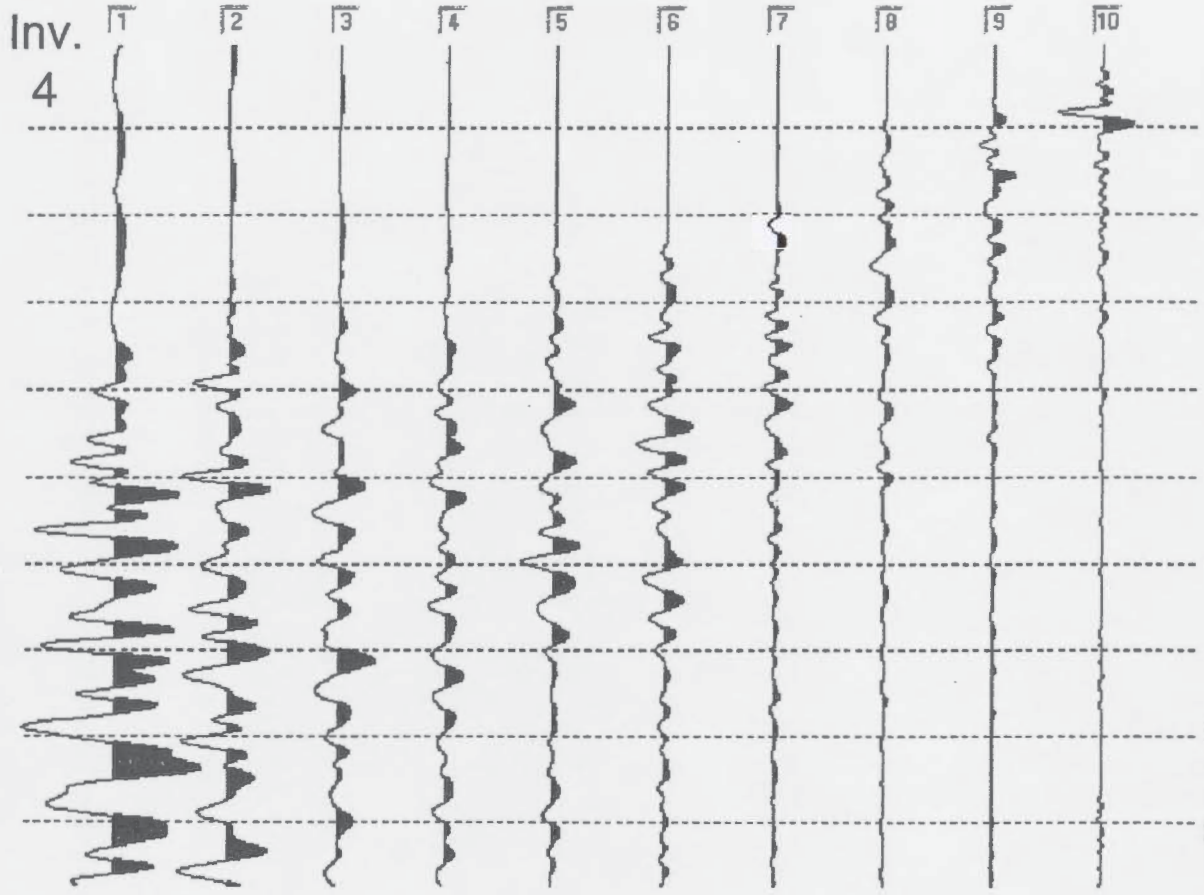


offset 3

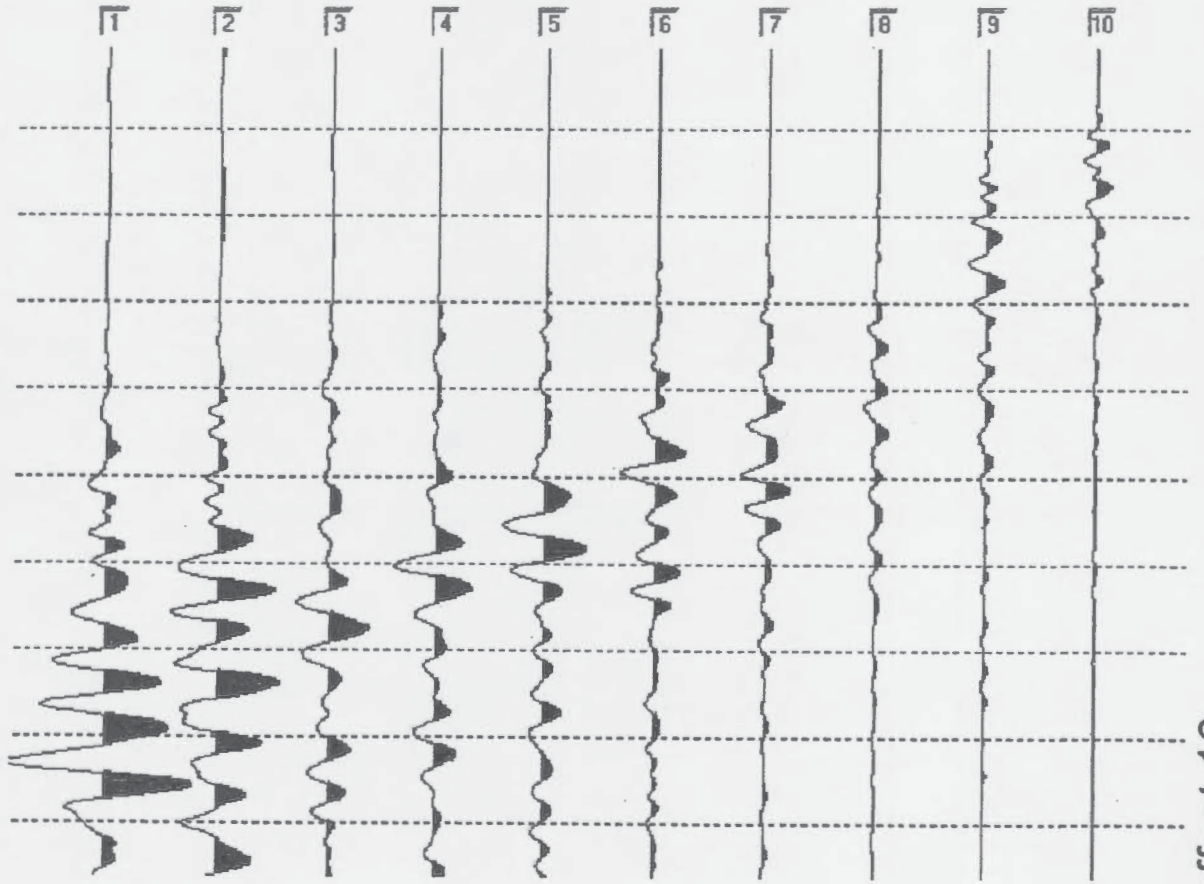


offset 6

Inv.
4

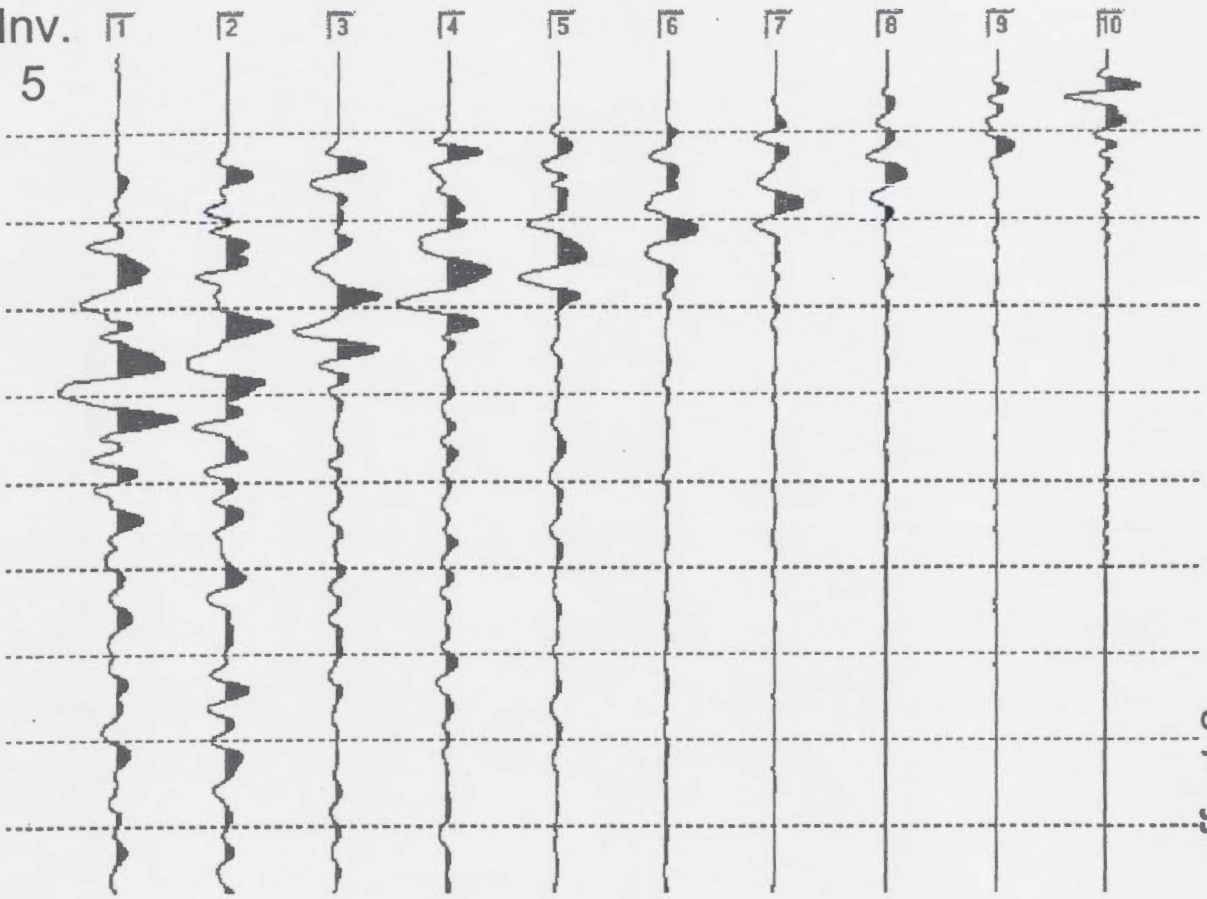


offset 5

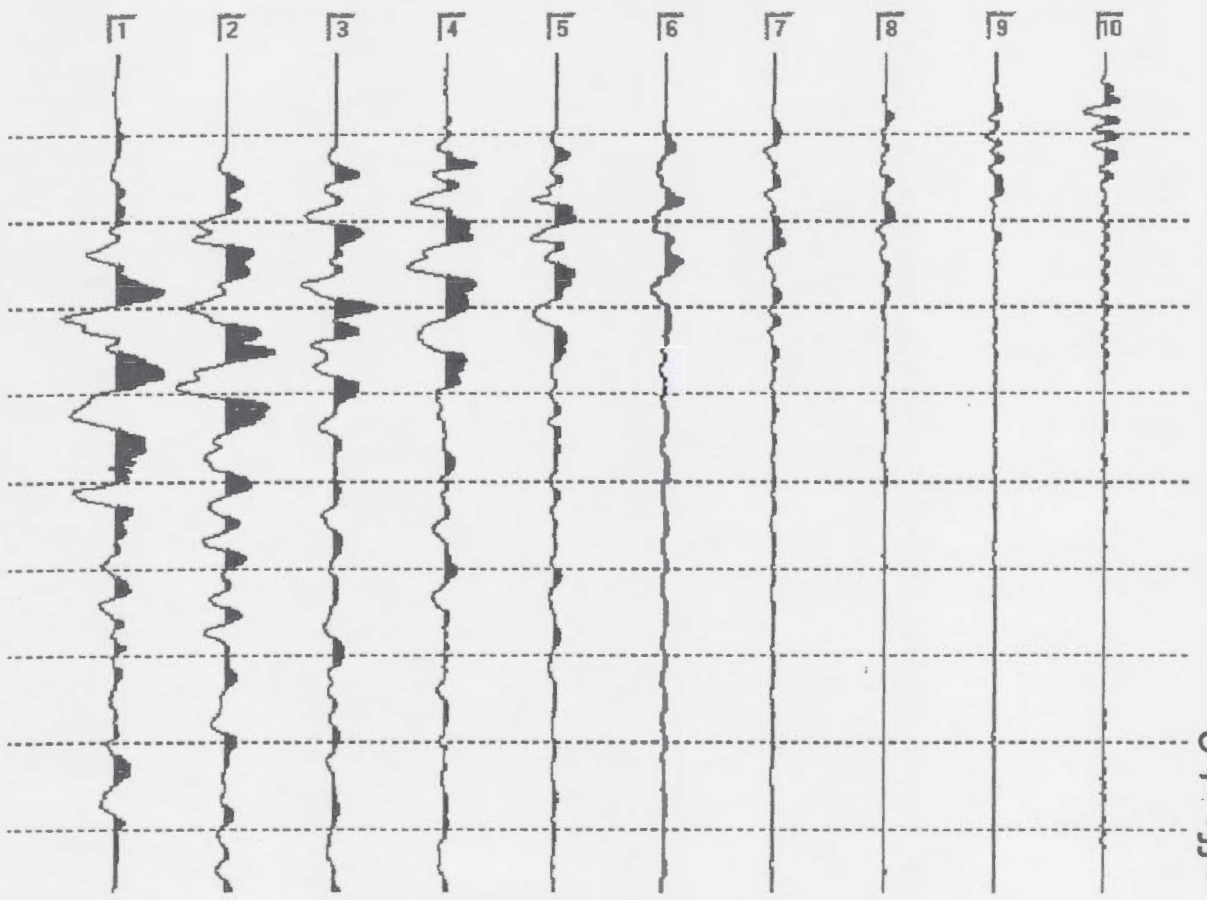


offset 10

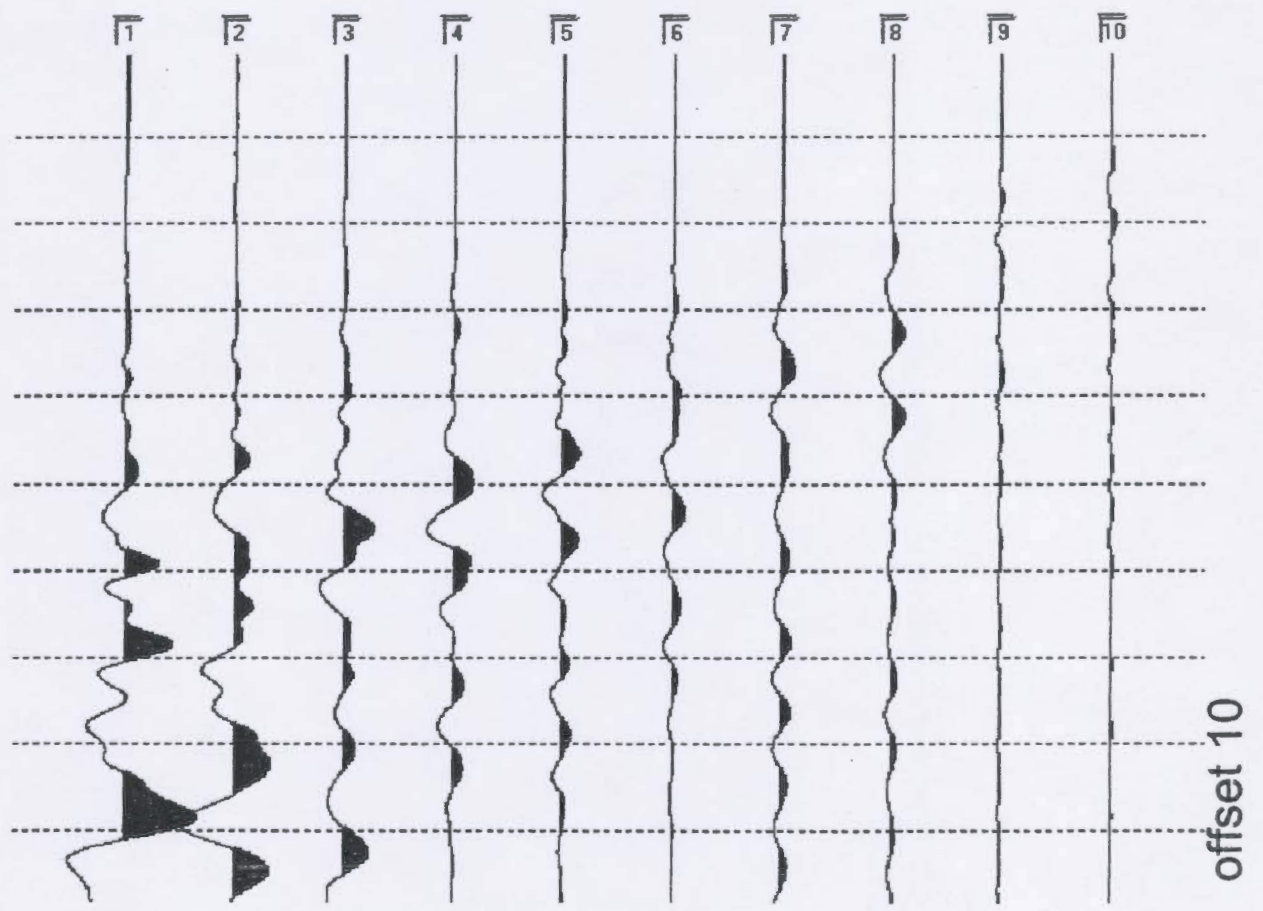
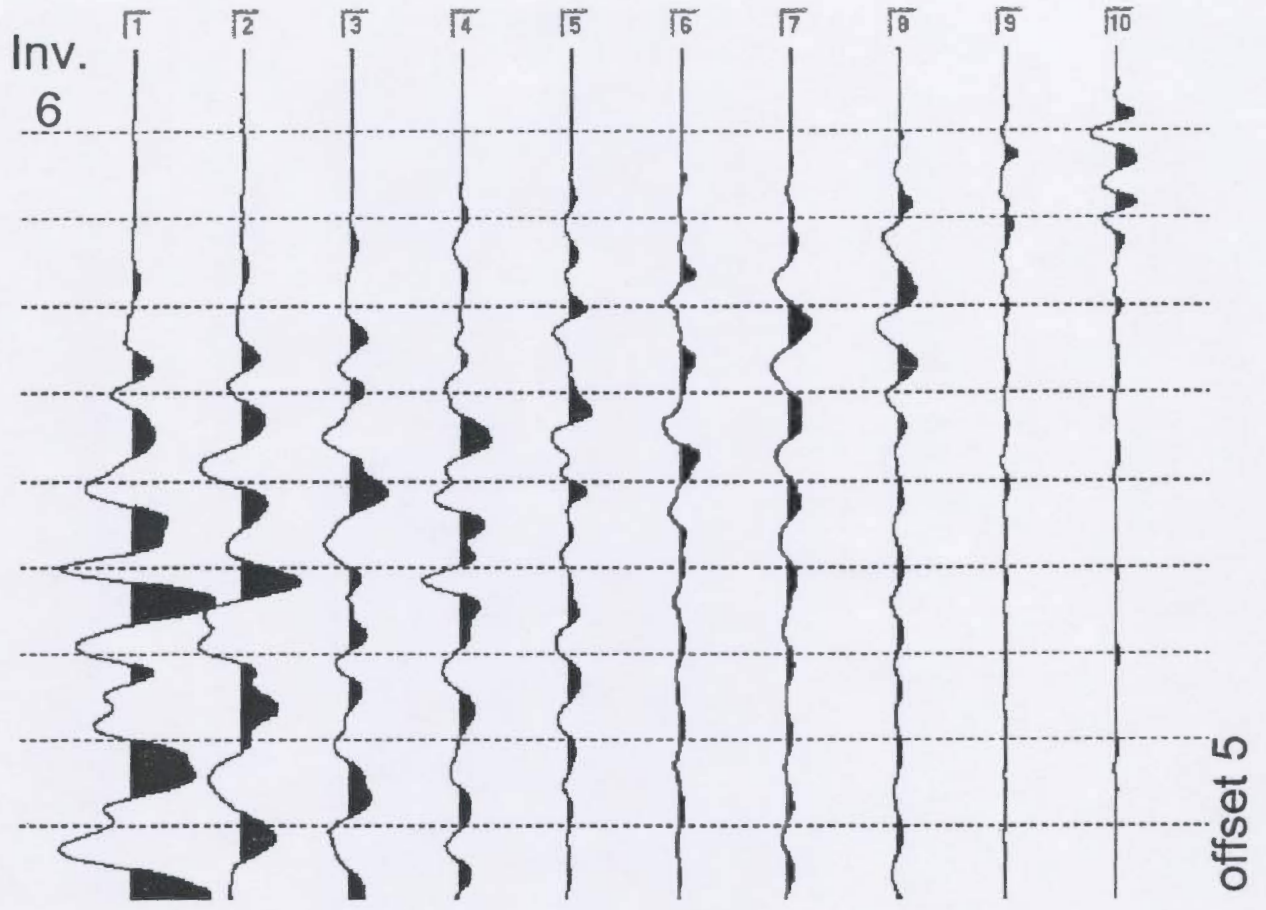
Inv. 5

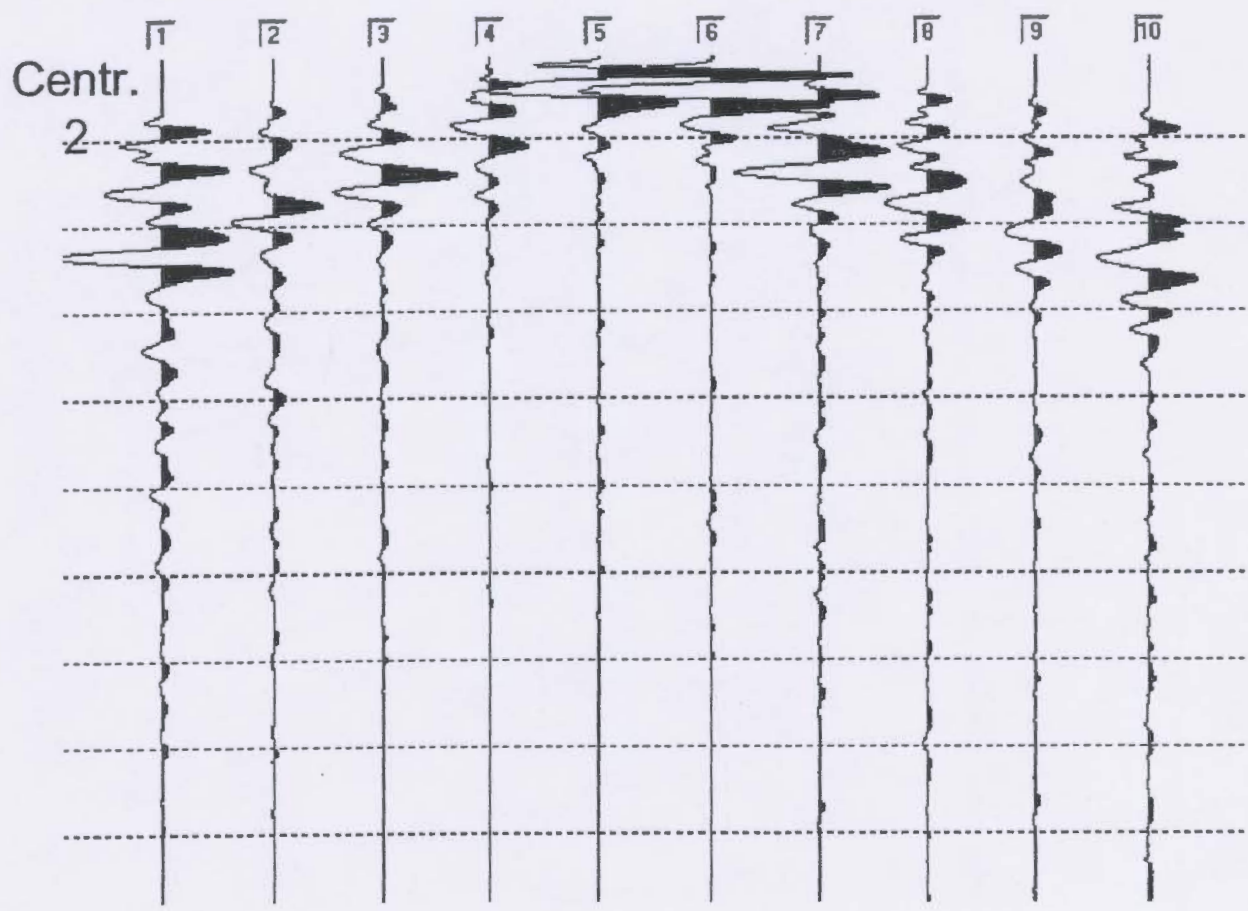
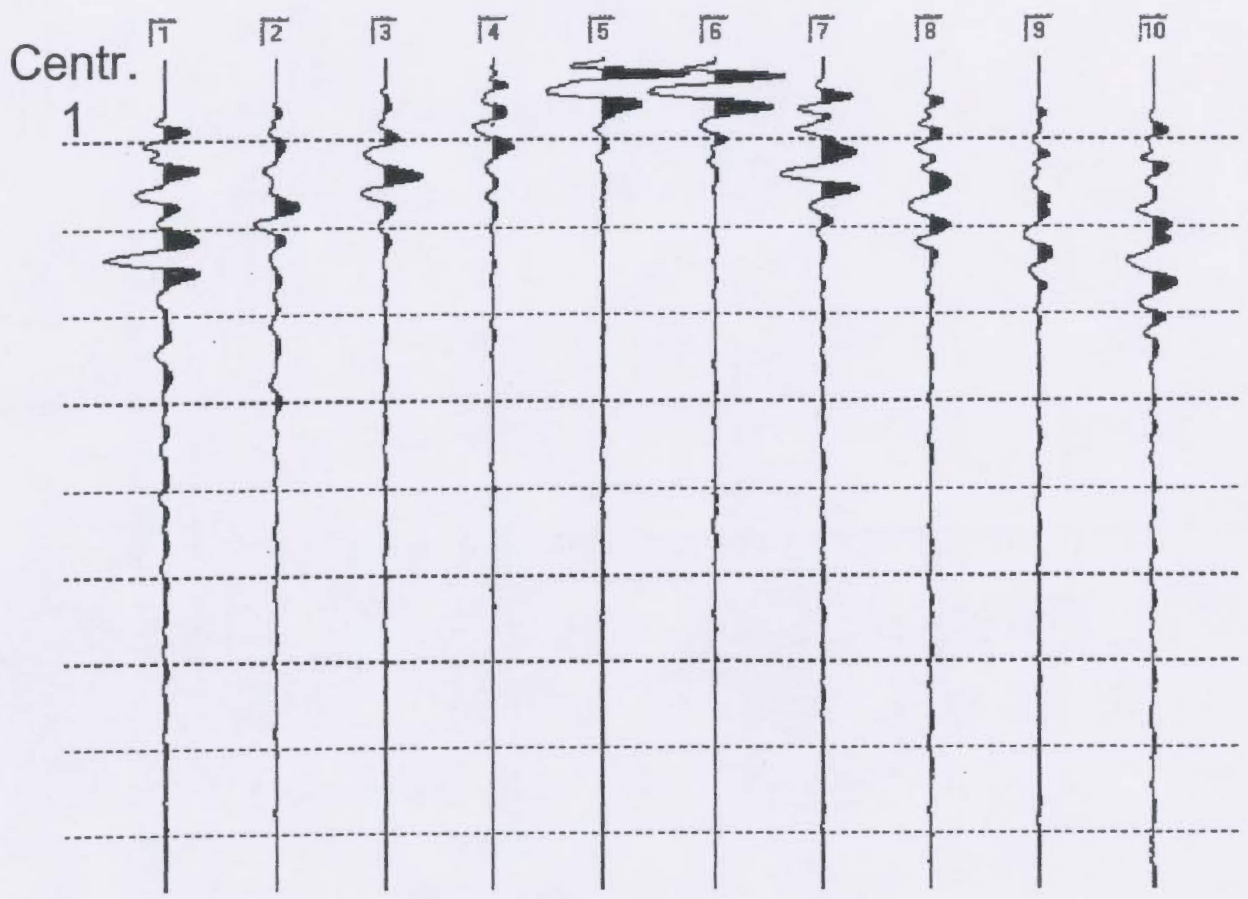


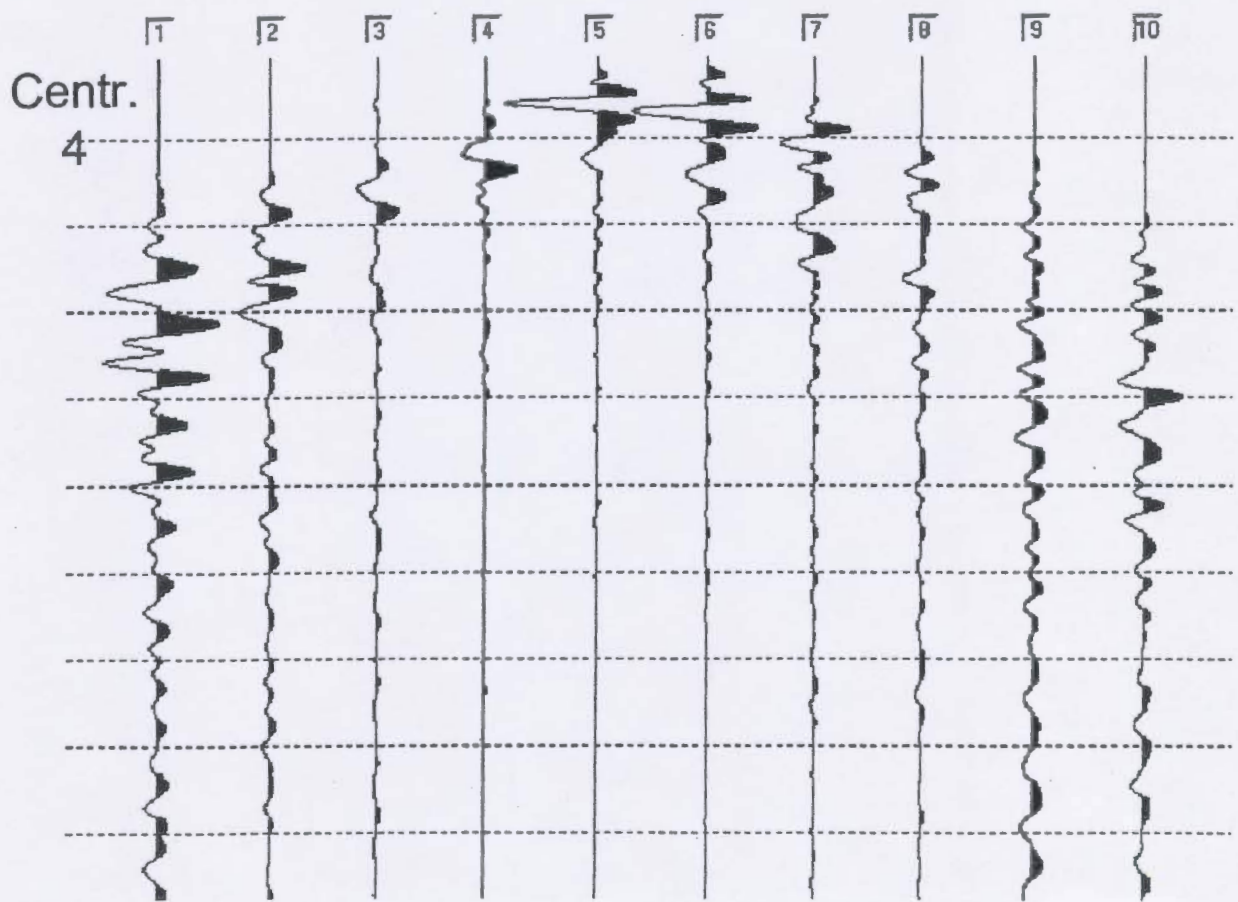
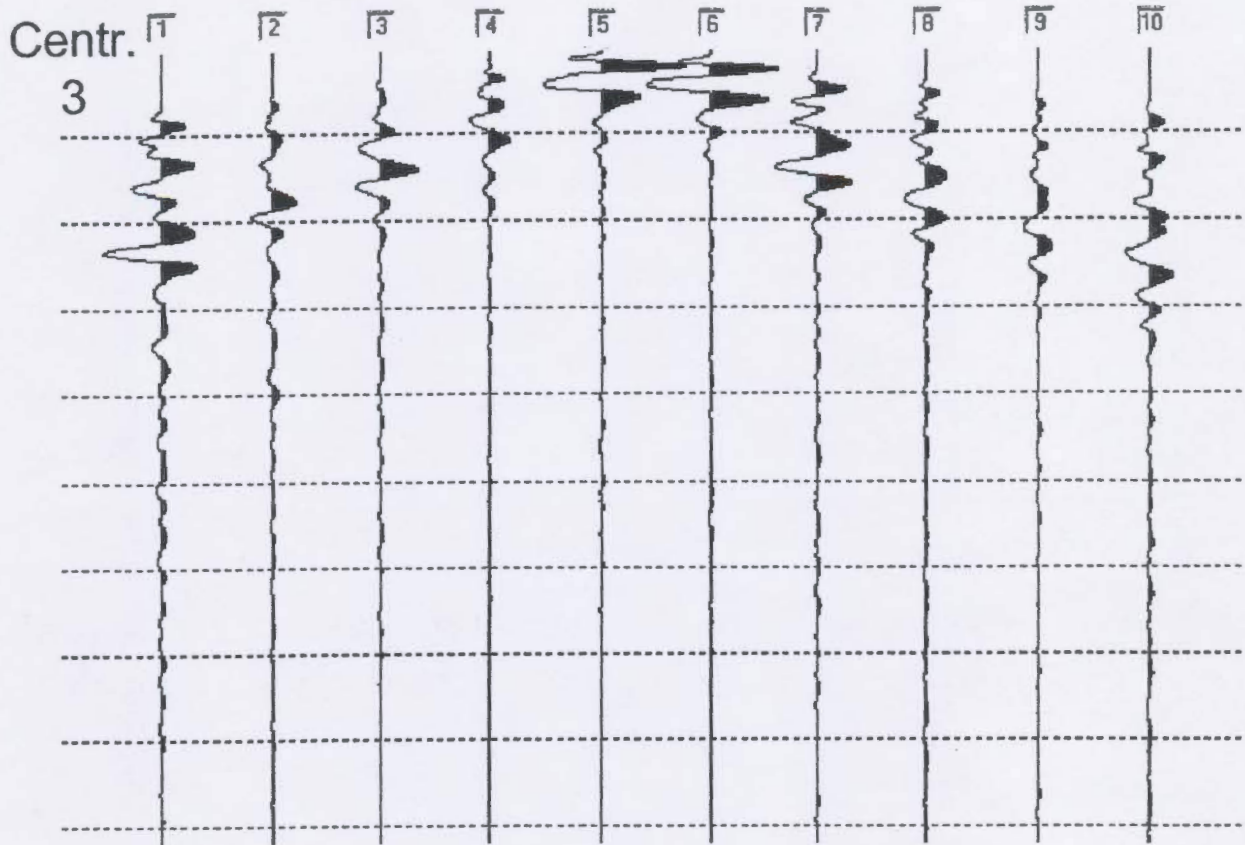
offset 3

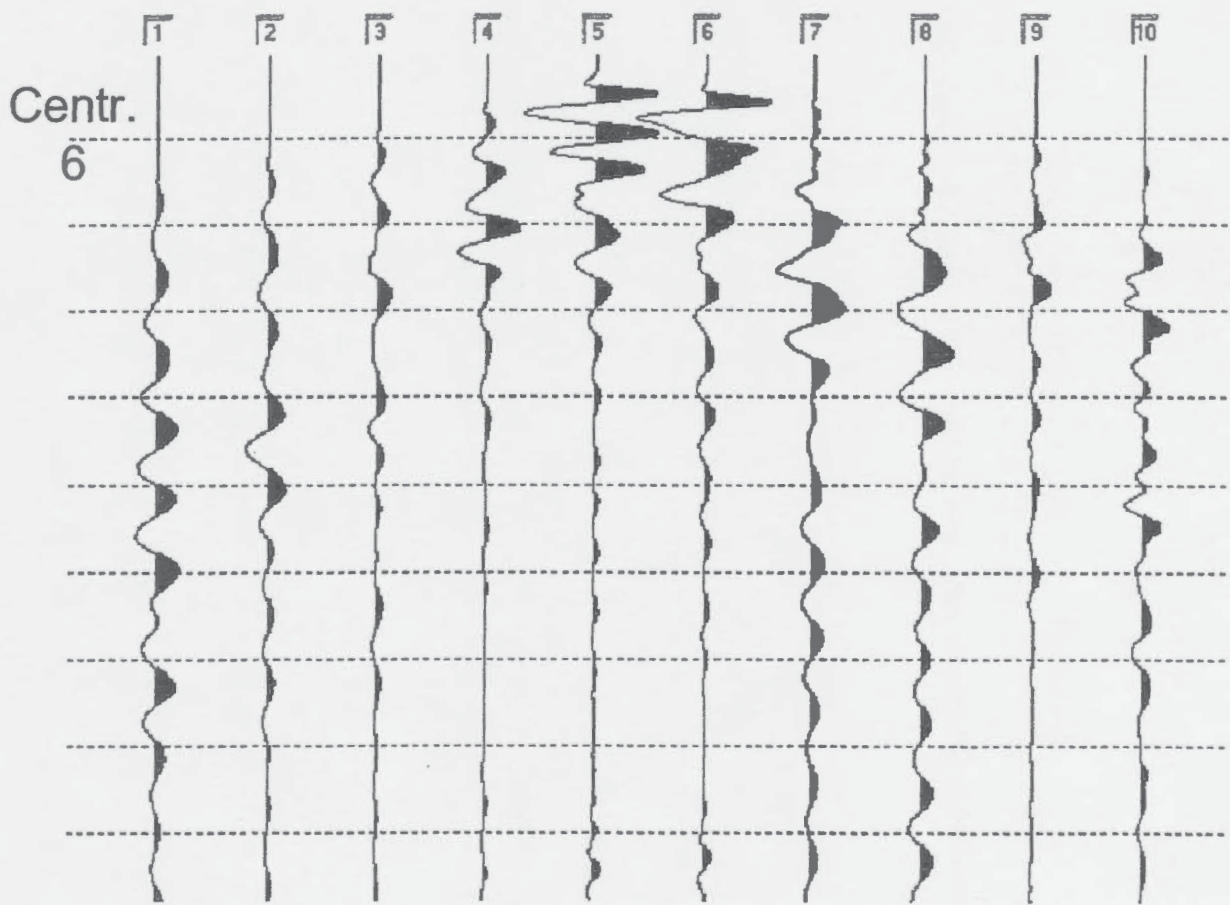
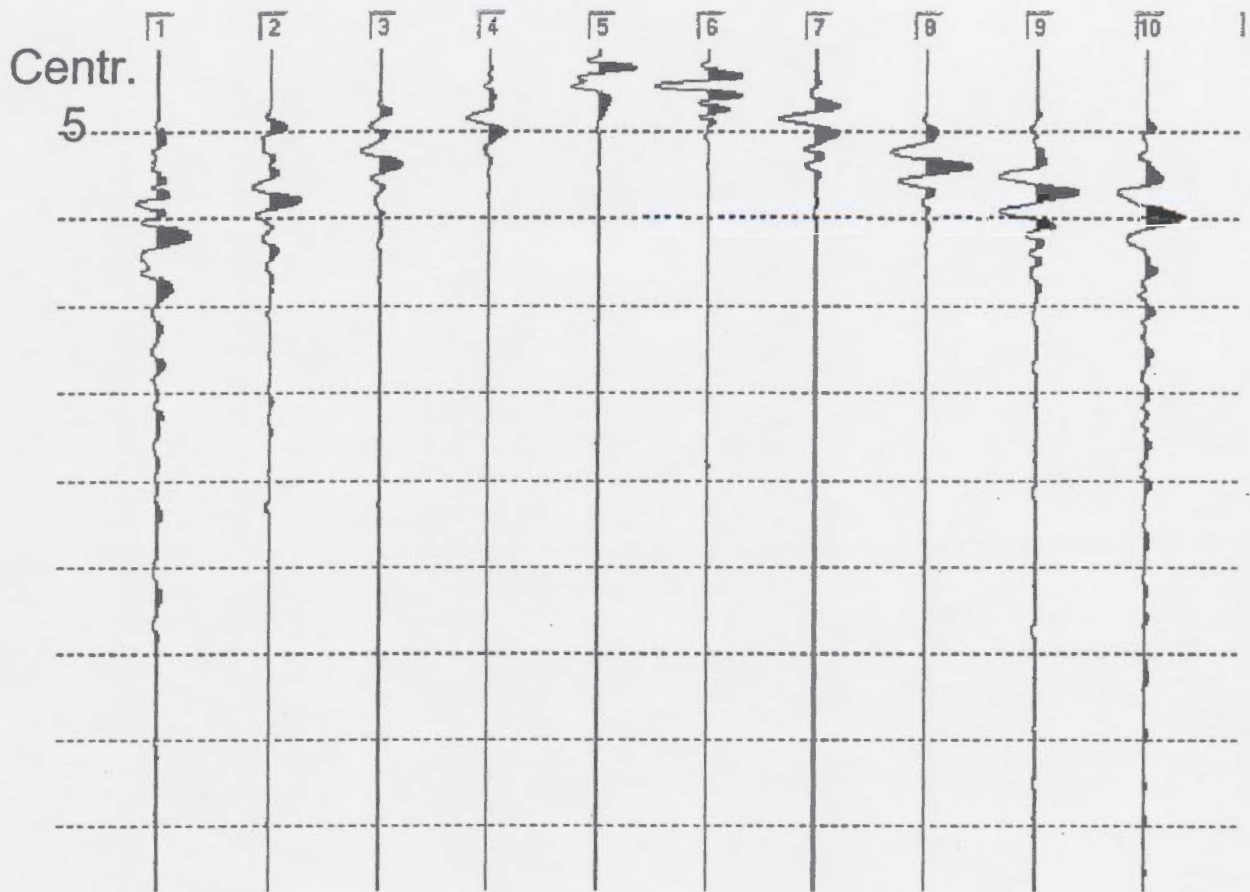


offset 6



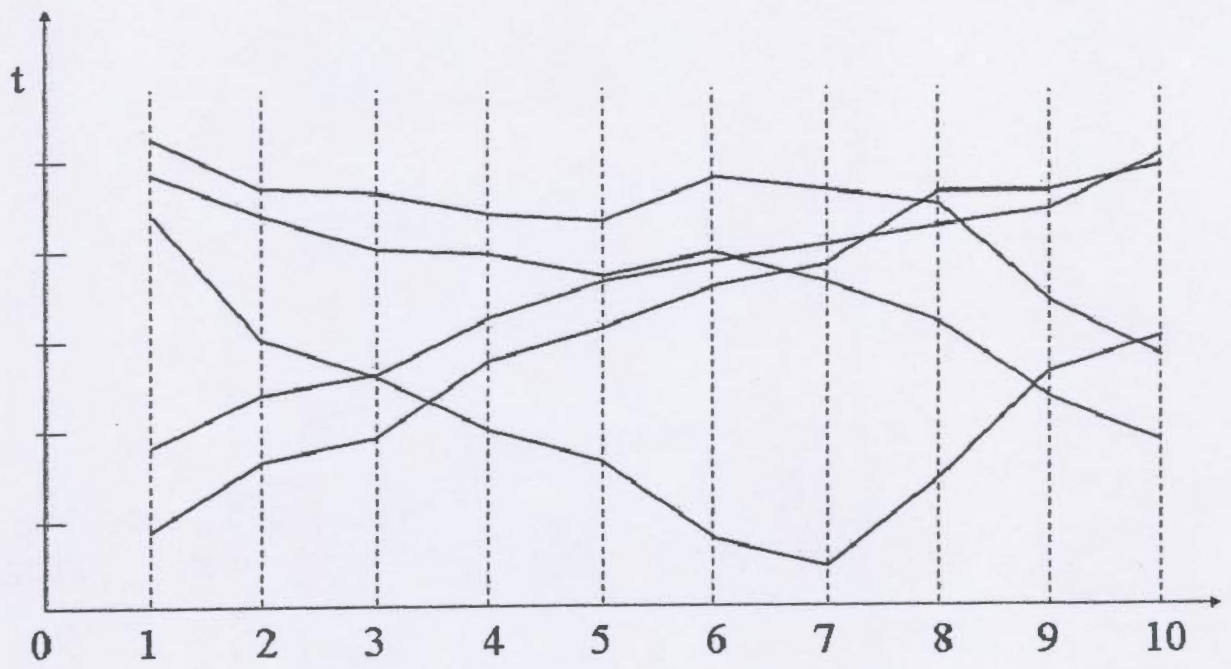




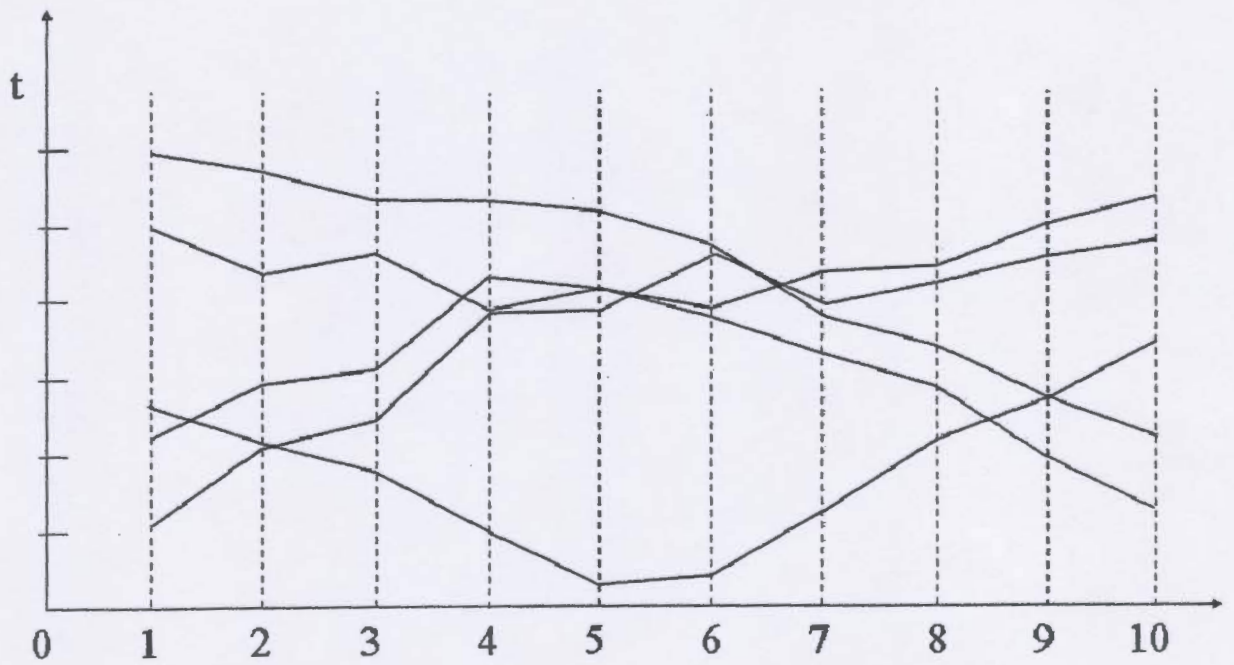


1

Dromocrone

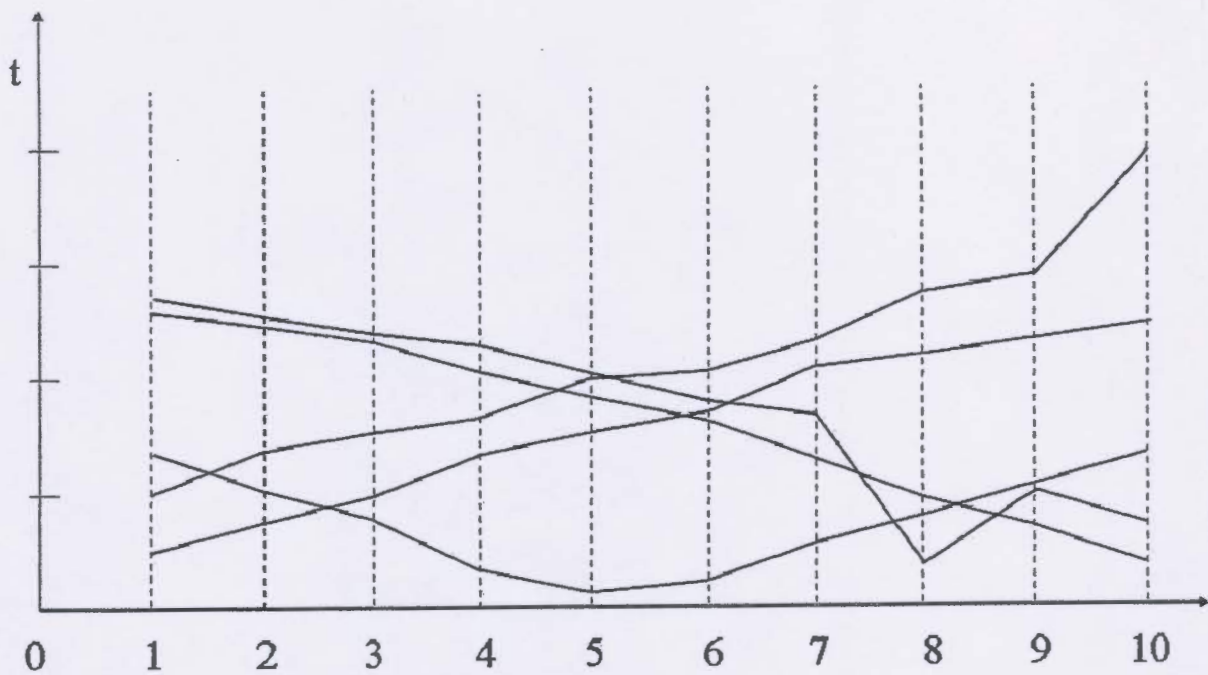


2

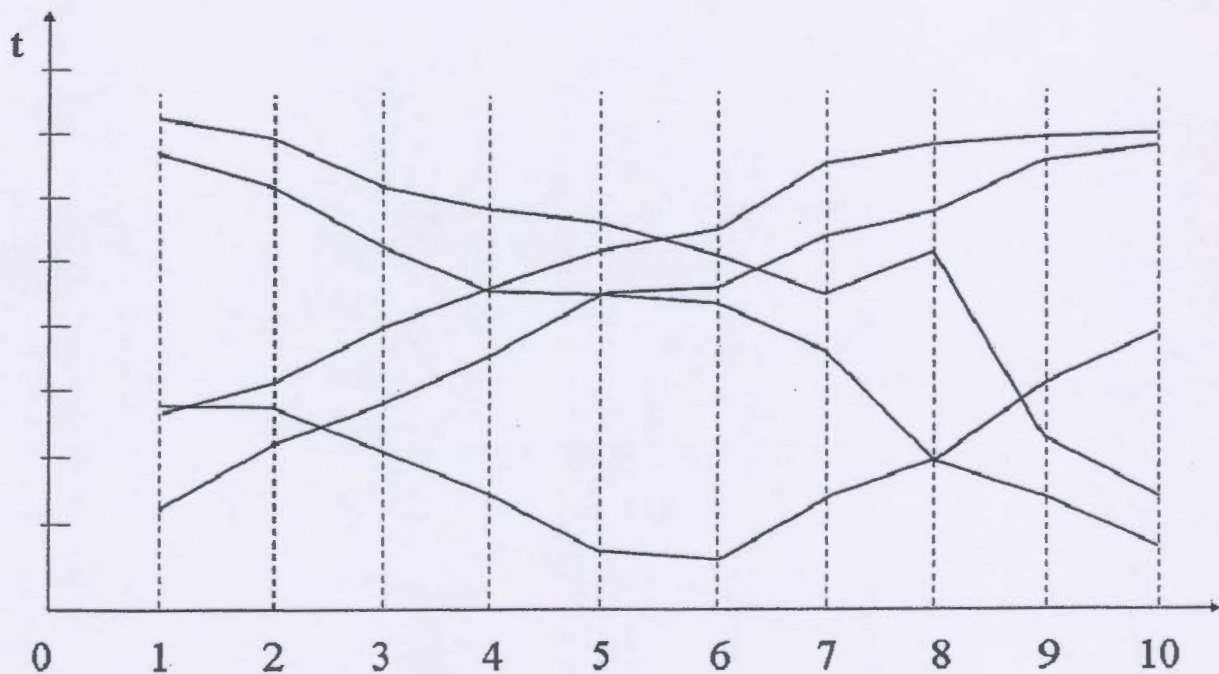


3

Dromocrone

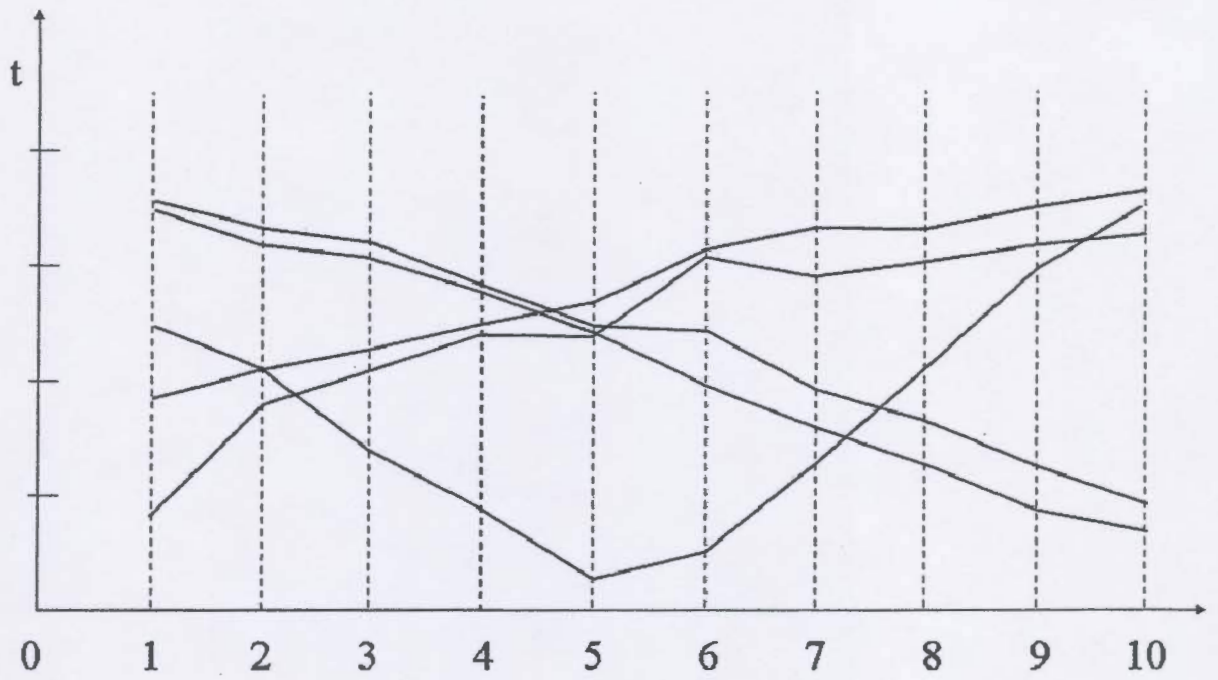


4

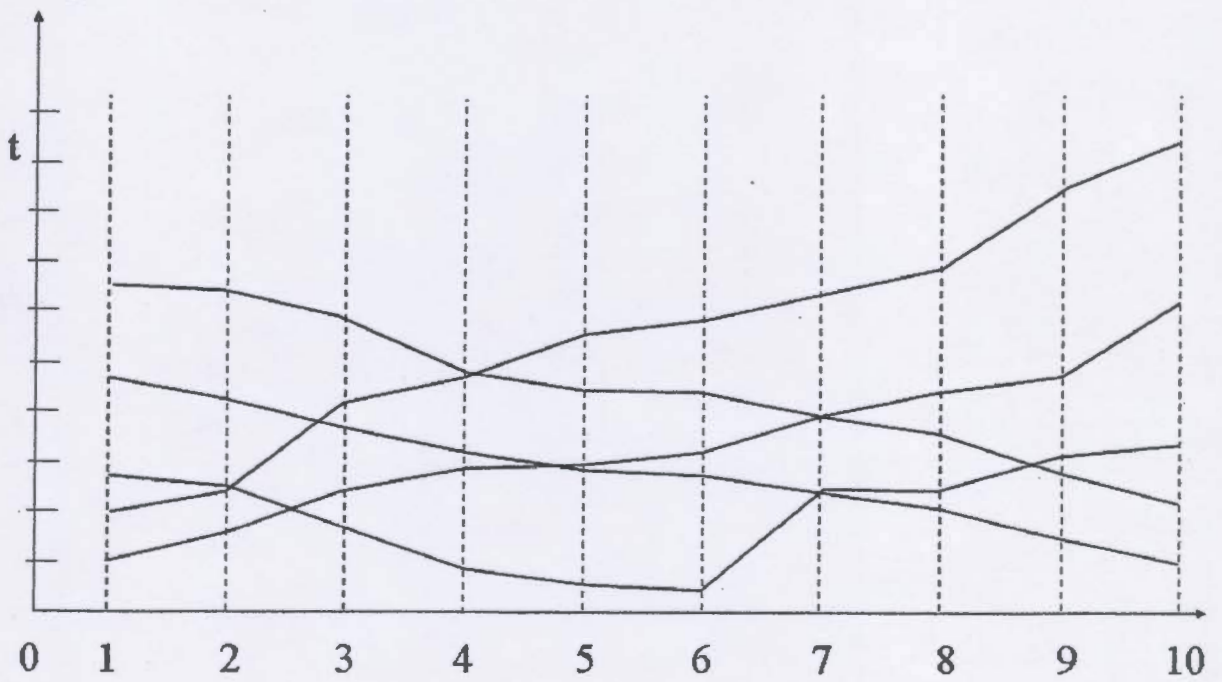


5

Dromocrone

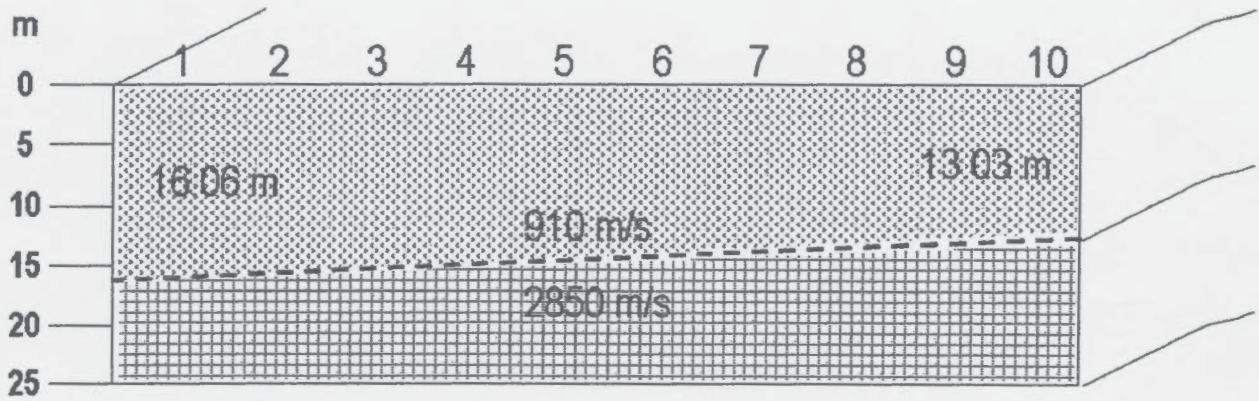


6



1

Interpretazione con stratificazione inclinata

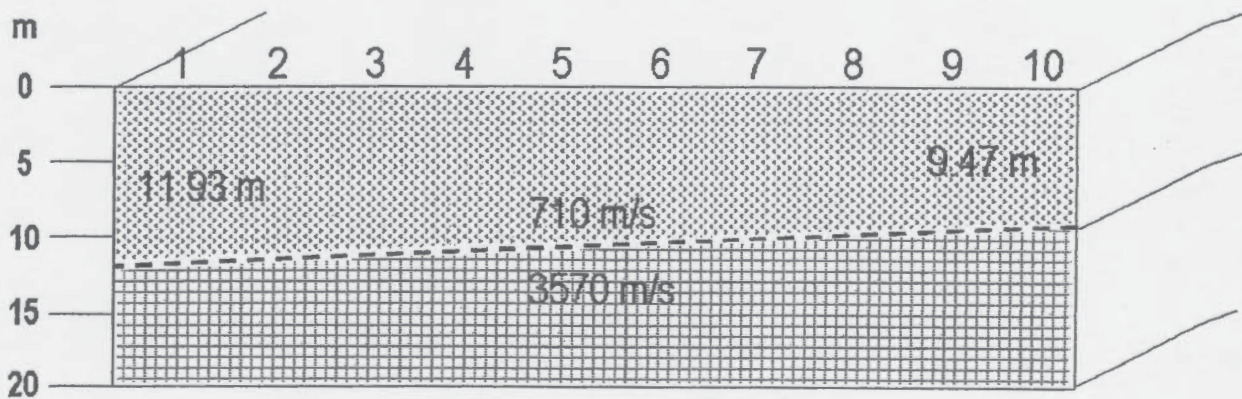


Lunghezza stendimento: 55 m

N° di strati: 2

	<i>diretta</i>	<i>inversa</i>
V1 (m/s)	920.5	900.9
Ti1 (ms)	3	13.2
V2 (m/s)	3225.8	2600.3
Ti2 (ms)	33.4	27.1

2



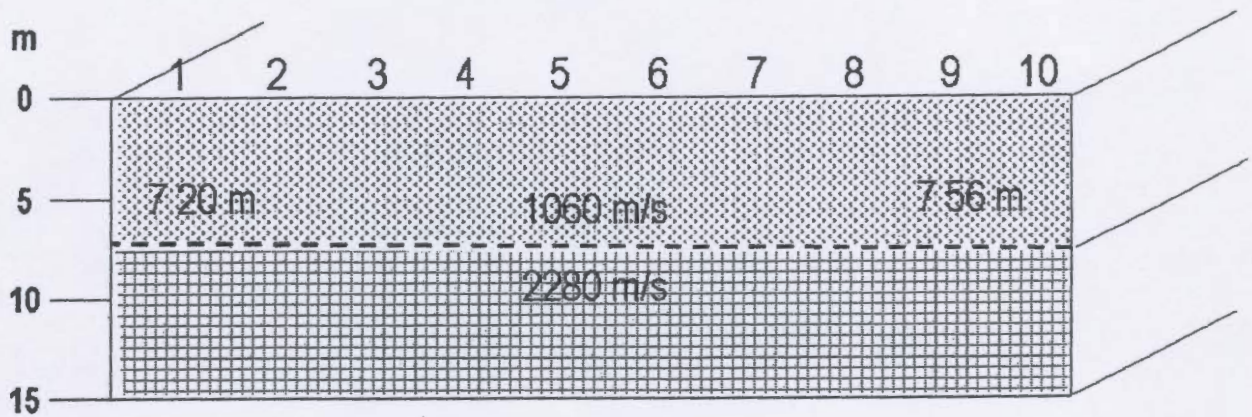
Lunghezza stendimento: 55 m

N° di strati: 2

	<i>diretta</i>	<i>inversa</i>
V1 (m/s)	554.3	865.9
Ti1 (ms)	0.8	8.5
V2 (m/s)	3674.6	2252.3
Ti2 (ms)	32.9	26.1

3

Interpretazione con stratificazione inclinata

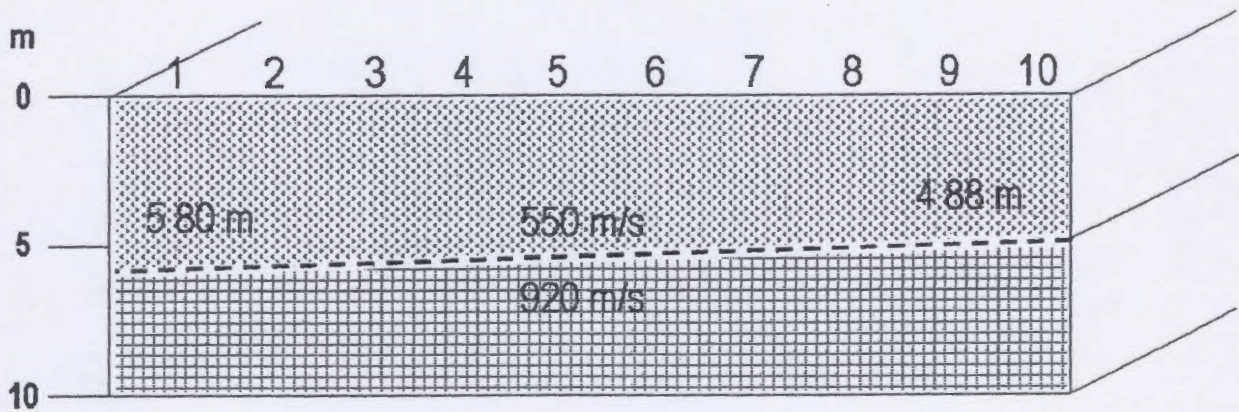


Lunghezza stendimento: 33 m

N° di strati: 2

	<i>diretta</i>	<i>inversa</i>
V1 (m/s)	1077.4	1045.9
Ti1 (ms)	1.3	0.9
V2 (m/s)	2419.3	2222.2
Ti2 (ms)	12	12.6

4



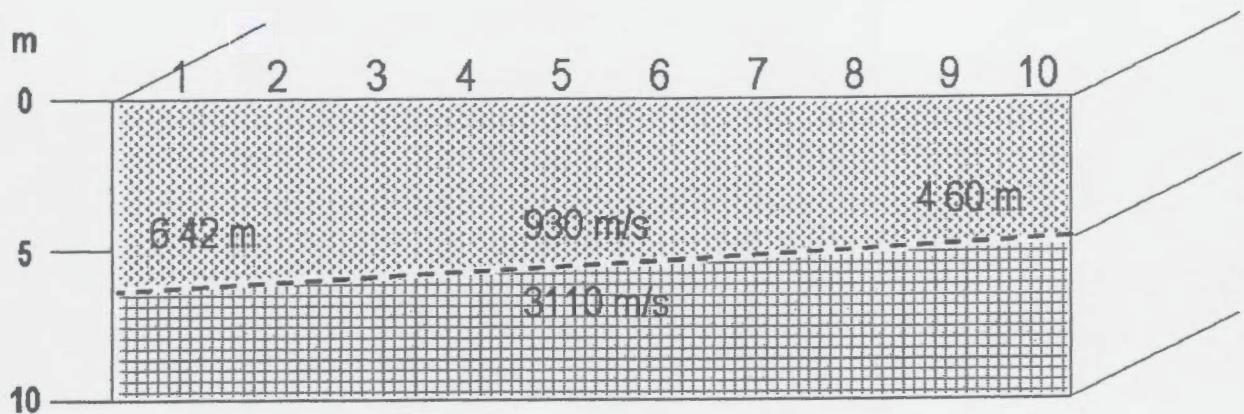
Lunghezza stendimento: 55 m

N° di strati: 2

	<i>diretta</i>	<i>inversa</i>
V1 (m/s)	587.6	502.5
Ti1 (ms)	1.6	-6.9
V2 (m/s)	984.8	992.1
Ti2 (ms)	17.1	14.4

5

Interpretazione con stratificazione inclinata

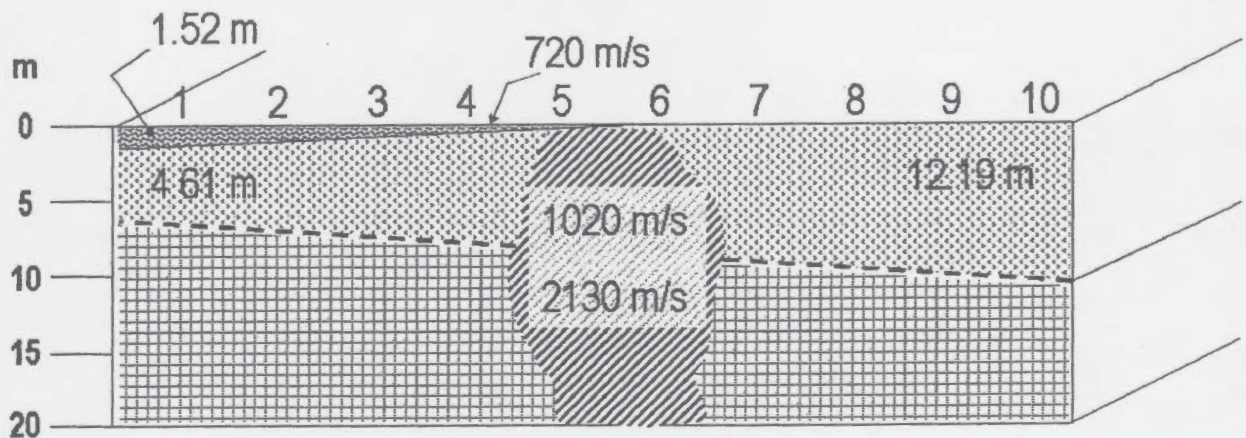


Lunghezza stendimento: 33 m

N° di strati: 2


	<i>diretta</i>	<i>inversa</i>
V1 (m/s)	714.3	1150.9
Ti1 (ms)	1.6	1
V2 (m/s)	2957.7	2000
Ti2 (ms)	13.1	9.4

6



Lunghezza stendimento: 55 m

N° di strati: 3

 Area con possibile presenza di una faglia o discontinuità

	<i>diretta</i>	<i>inversa</i>
V1 (m/s)	546.5	901.1
Ti1 (ms)	-27.8	1.7
V2 (m/s)	652.9	1002
Ti2 (ms)	2.9	-3.2
V3 (m/s)	1240.7	2381
Ti3 (ms)	11.8	16.5

ASSEVERAZIONE

Il sottoscritto Geologo Vincenzo TOPPI nato a Cardito il 26.01.1972, e residente in Brusciano alla via Camillo Cucca n.112, regolarmente iscritto all'Albo dei geologi della Regione Campania al n°1992, in qualità di:

- Geologo -

PROSPEZIONE GEOFISICA CON METODO DI SISMICA A RIFRAZIONE IN LOCALITÀ BUCCOLI (BATTIPAGLIA, SA)

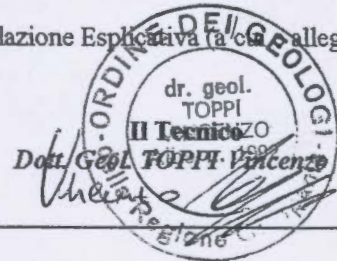
COMMITTENTE : Mace s.r.l.

ASSEVERA

Che il progetto è completo degli elaborati di cui all'Art.17 della legge 02.02.1974 n°64, è stato redatto nel rispetto della medesima Legge n°64 e dei Decreti Ministeriali emanati ai sensi degli Articoli 1 e 3 della stessa Legge e nel rispetto dei D.M. del 09.01.1996 e del 16.01.1996.

Il sottoscritto inoltre dichiara che il documento è costituito dai seguenti elaborati: Relazione Esplicativa (a cui è allegato elaborazione dati sismici) rientrano nei limiti delle proprie competenze professionali.

Brusciano, lì 19.04.2005



AUTOCERTIFICAZIONE

(La presente dichiarazione viene resa ai sensi dell'articolo 38 Legge n. 59/1997 e successive modificazioni e integrazioni con legge n.127/1997 e legge n. 191/1998)

Tale è la firma del Geologo TOPPI Vincenzo sopra identificato.

Cognome	TOPPI
Nome	VINCENZO
nato il	26/01/1972
alto n. 48	P. I. SA
a	CARDITO (NA)
Cittadinanza	ITALIANA
Residenza	BRUSCIANO
Via	VIA CAMILLO CUCCA, 112
Stato civile	STATO LIBERO
Professione	GEOLOGO
CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI	
Statura	180
Capelli	CASTANI
Occhi	CASTANI
Segni particolari	
MPS/5000	

Firma del titolare	<i>Vincenzo Toppi</i>
Brusciano	27/12/2000
Impresa del sito	IL SINDACO
Il Pensionario delegato Ufficiale Amministrativo DI MAIOLO ANTONIO	

