



di L. Peruzzi e L. Bocini

Via Falco e Ceravolo, 9 – 50053 EMPOLI (FI)  
Tel.: 057182330 – Fax: 0571943098  
e-mail: info@subsoil.it

**Relazione geologica e geotecnica  
ai sensi del DPGR 26/r del 27/04/2007**

Oggetto

**Programma di riqualificazione urbana  
per alloggi a canone sostenibile PUA n°7.2  
in variante al regolamento urbanistico**

Ubicazione

**Loc. Pozzale  
Comune di Empoli (FI)**

Proprietà

**Consorzio Etruria  
Cooperativa Gramsci**

Il tecnico

Dr. Geol. Luca Bocini

Empoli, Ottobre 2009

## **Premessa**

Si è avuto incarico dal **Consorzio Etruria** e dalla **Cooperativa Gramsci** di redigere la relazione geologica e geotecnica a supporto del programma di riqualificazione urbana per alloggi a canone sostenibile PUA n°7.2 in variante al regolamento urbanistico in Loc. Pozzale nel Comune di Empoli (Tavv.1-2).

L'indagine, sulle cui risultanze è stato redatto il presente rapporto, è stata svolta in ottemperanza del DPGR 26/r/07 e della Del.G.R.T. n.431 del 19/06/2006 sulla classificazione sismica del territorio regionale che inserisce il Comune di Empoli nella Zona 3s.

Per quanto riguarda la **pericolosità geologica**, le indagini allegate al Piano Strutturale del Comune di Empoli attribuiscono all'area pericolosità bassa 2 per la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche discrete (Tav.3). La **fattibilità geologica**, in base alla zona definita nelle indagini del P.R.G. (Classe A – condizionamento basso) ed all'intervento, è di classe 2 con normali vincoli.

La zona in oggetto non è, inoltre, inserita tra le aree classificate a pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante PF del D.P.C.M. del 06/05/05.

Considerata la natura geologica dell'area e le caratteristiche del progetto, per definire le caratteristiche stratigrafiche dei terreni coinvolti si è ritenuto opportuno eseguire n.8 prove penetrometriche statiche con un penetrometro statico da 10 t Pagani, spinte sino alla profondità massima di -30,00 m dal p.c. attuale (Tavv.4-5-6) ed un'indagine sismica a rifrazione con onde SH per il calcolo del parametro Vs30 (Tav.4 ed Allegato 1). Tali indagini hanno consentito di acquisire una specifica conoscenza delle caratteristiche idro-geo-litologiche e fisico-meccaniche del sottosuolo esaminato, per poter esprimere un motivato giudizio di fattibilità geologica.

## **1. - Risultati dell'indagine geologica e geognostica**

### **1.1 - Caratteri geomorfologici ed idrogeologici del sito**

L'area in esame è ubicata a Nord dell'abitato di Pozzale (Tav.1): dal punto di vista **morfologico**, il lotto dell'intervento è inserito all'interno della piana alluvionale del F.Arno e dei corsi d'acqua secondari, ed è posta ad una quota variabile da circa 29,4 a 31,0 m s.l.m. (Tav.2). Durante il sopralluogo ed in seguito alle indagini geognostiche realizzate, nell'area in esame ed in un congruo intorno, non sono stati evidenziati fenomeni di dissesto di nessun genere, vista anche la conformazione morfologica pianeggiante dell'area con pendenze inferiori al 5%.

Dal punto di vista **geologico**, l'area in esame è inserita nella formazione dei depositi alluvionali recenti ed attuali del F.Arno e dei suoi affluenti (*All* – Tav.1), mentre i rilievi più prossimi, che si trovano in direzione Nord a circa 300 m dall'area, sono costituiti dai depositi detritici e

colluviali prodotti dai conglomerati, sabbie e limi argillosi di Casa Poggio ai Lecci che costituiscono tutti i rilievi collinari adiacenti ed il substrato delle coltri detritiche suddette.

Dal punto di vista **idrogeologico** durante l'esecuzione delle indagini geognostiche, in corrispondenza delle prove CPT.1 e CPT.8 è stato intercettato un livello acquifero con livello statico a -5,20 m dal p.c.

## 1.2 - Caratterizzazione stratigrafica e geomeccanica dell'area

Per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica della zona, in questa fase di fattibilità si è ritenuto opportuno realizzare n.8 prove penetrometriche statiche (Tavv.5-6); dal rapporto tra resistenza alla punta (Rp) e la resistenza di attrito locale (Ral) ricavata dai dati penetrometrici, si sono potute ricostruire, secondo la classificazione di Searle (Begemann modif.), le colonne stratigrafiche delle CPT con la descrizione litologica dei terreni attraversati dalla punta del penetrometro.

Inoltre è stato realizzato n.1 profilo sismico a rifrazione con onde SH (Tav.4 ed Allegato 1).

Assetto litostratigrafico dell'area

Profondità da pc		Litologia
m	m	
0,00	-0,80/-1,20	Limi sabbiosi e sabbie limose
-0,80/-1,20	-10,00/-13,00	Argille limose e limi argillosi con intercalazione di limi sabbioso e sabbie limose (da -3,00 a -6,00 m dal p.c.)
-10,00/-13,00	-13,20	Sabbie e ghiaia
-13,20	-16,00	Argille limose e limi argillosi
-16,00	-18,00	Ghiaie e sabbie
-18,00	-30,00	Argille limose e limi argillosi con intercalazioni di sabbie limose

Sulla base dei risultati stratigrafici sopra analizzati, possiamo affermare che (Tav.5):

- ✓ dal punto di vista **stratigrafico**, al di sotto del terreno superficiale alterato, fino a circa -10,00/-13,00 m dal p.c. sono presenti litologie prevalentemente limo-argillose e limo-sabbiose. A profondità maggiori si intercetta il primo livello acquifero costituito da sabbie e ghiaie che si estende sino a circa -18,00 m dal p.c. (in cui si intercalano livelli costituiti da argille-limose e limi-argillosi). Tale livello poggia su uno strato costituito da argille limose e limi argillosi con sabbie limose intercettato nella prova CPT.8 sino a -30,00 m dal p.c.;
- ✓ dal punto di vista **geotecnico** i terreni presentano caratteristiche meccaniche adeguate all'intervento in progetto.
- ✓ dal punto di vista **idrogeologico** fino alla profondità di 15 m non è presente la falda che è stata intercettata però nelle prove CPT.4 e CPT.8 ed ha il livello statico a -5,20 m dal p.c.

### 1.3 - Definizione categoria di sottosuolo, condizioni topografiche, zona sismica

Ai sensi del D.M. 14/01/08 per la determinazione della risposta sismica locale, è necessario definire la categoria del sottosuolo e le condizioni topografiche.

Per la stima della **categoria del sottosuolo** si è fatto riferimento alla Tab.3.2.II delle Norme utilizzando il valore del parametro Vs30 determinato dalla prospezione sismica a rifrazione con onde SH (Tav.4 ed Allegato 1).

L'indagine ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità:

$$V1 = 112 - 127 \text{ m/s}$$

$$V2 = 200 \text{ m/s}$$

$$V3 = 495 - 537 \text{ m/s}$$

Il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso fra 0.4 m e 0.7 m, e può essere riferito al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte sismico, con uno spessore variabile fra 6.1 m e 9.4 m, raggiunge profondità comprese fra 6.7 m e 9.9 m e può essere riferibile ai depositi sedimentari poco consolidati. Il terzo orizzonte sismico può essere riferito ad un aumento nel grado di resistenza medio agli sforzi di taglio dei depositi stessi. Di seguito si riporta la categoria di sottosuolo derivante.

Sondaggio	Vs30 medio m/sec	Categoria sottouolo	
Ps1	350	C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità

Per quanto riguarda le **condizioni topografiche** la categoria è "T1" corrispondente a "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ " (Tab.3.3.IV delle Norme).

Il territorio comunale di Empoli, ai sensi della Del.G.R.T. n.431 del 19/06/2006 sulla **classificazione sismica** del territorio regionale, è inserito nella Zona 3s.

### 2. - Pericolosità idraulica, geomorfologica e sismica ai sensi del D.P.G.R. n.26/R/07

Sulla base dell'indagine svolta è possibile attribuire all'area la classe di pericolosità geomorfologica bassa (G.1. – Tav.7) considerato che non sono stati rilevati processi morfologici in atto e le caratteristiche litologiche e giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

L'indagine effettuata ha evidenziato una situazione di possibile amplificazione dei fenomeni sismici per effetti stratigrafici (Simbologia 9 – depositi alluvionali) per cui la pericolosità sismica locale risulta elevata (S.3).

**3. - Considerazioni conclusive :fattibilità ai sensi del D.P.G.R. n.26/R/07**

Ai sensi del D.P.G.R. n.26/R/07 si può attribuire all'intervento la **classe di fattibilità F.3 condizionata** all'esecuzione di uno studio geologico e geotecnico per i singoli interventi, in sede di presentazione dei progetti edilizi .

Empoli, 28/10/2009

Dott. Geol. Luca Bocini



**IGETECMA s.a.s.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione Ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

## **Rapporto di Prova n°348/09/S**

**SETTORE:** Geofisica - sismica a rifrazione con onde SH  
**COMMITTENTE:** COOP GRAMSCI, CONSORZIO ETRURIA  
**D.L.:** Geol. L. Bocini  
**CANTIERE:** Pozzale, Empoli (FI)  
**RIFERIMENTO:** R.P.E. n°383/09

### **Indice:**

1. Scopo dell'indagine
2. Indagine mediante sismica a rifrazione
  - 2.1. Procedure di campagna
  - 2.2. Metodo di elaborazione dei dati
3. Presentazione dei dati
4. Risultati dell'indagine
5. Normativa sismica e calcolo del  $V_{s30}$
6. Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. F. Politi

Il Tecnico  
Geol. A. Farolfi

## **1 Scopo dell'indagine**

Per conto della COOP GRAMSCI e del CONSORZIO ETRURIA, sotto la D.L. Del Geol. L. Bocini, è stata eseguita una indagine geofisica mediante sismica a rifrazione con onde SH in località Pozzale, Empoli (FI).

E' stato eseguito n°1 profilo di sismica a rifrazione con onde SH, utilizzando 24 canali con una spaziatura di 4 m, per un totale di 92 m di rilievo. L'ubicazione è stata decisa in accordo con la Direzione Lavori.

Scopo dell'indagine è stata la caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni ed il calcolo del parametro Vs30.

## **2 Indagine mediante sismica a rifrazione**

### **2.1 Procedure di campagna**

Vengono stesi i cavi sismici lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedentemente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite.

La produzione di onde di taglio viene effettuata ponendo una trave di legno a diretto contatto con il terreno in senso trasversale al profilo ed energizzando su entrambi i lati dopo averla adeguatamente caricata, l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro reso solidale con la fonte di energizzazione (*trigger*), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo. Le registrazioni vengono effettuate alternativamente su entrambi i lati, mediante massa battente, e sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata orizzontalmente che viene generata. I

Al fine di ottenere una migliore risoluzione della sismo-stratigrafia, i punti di energizzazione, detti punti di scoppio (*shot points*), vengono disposti simmetricamente rispetto al profilo: ai suoi estremi (*end*), esternamente (*offset*) ed a distanze variabili entro il profilo stesso (punti di scoppio centrali).

La profondità di investigazione è, in linea teorica direttamente correlata alla lunghezza del profilo, alla distanza degli offset e soprattutto al contrasto di velocità dei mezzi attraversati.

I tempi di arrivo delle onde sismiche nel terreno sono funzione della distanza tra i geofoni, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi attraversati e della loro profondità.

### **2.2 Metodo di elaborazione dei dati**

La procedura d'elaborazione dati consiste di due fasi: la lettura dei tempi d'arrivo ai vari geofoni dello stendimento per ciascuna energizzazione effettuata e la loro successiva elaborazione mediante metodi di calcolo.

I tempi di primo arrivo delle onde sismiche vengono riportati su diagrammi spazio-tempo (dromocrone) nei quali l'asse dei tempi ha l'origine coincidente con l'istante in cui viene prodotta l'onda sismica ( $t_0$ ), mentre nelle ascisse si hanno le distanze relative fra i geofoni dello stendimento. Tali diagrammi consentono di determinare, nei punti di flesso, le variazioni di velocità fra i vari strati attraversati dai raggi sismici e, tramite elaborazioni, le profondità a cui si verificano tali variazioni. In Tabella I sono riportate le relazioni tra le velocità medie delle onde sismiche di compressione P e di taglio SH (esprese in m/sec) e le principali litologie, desunte da letteratura.

Il procedimento di elaborazione dei tempi d'arrivo per ottenere le profondità dei rifrattori, utilizza più metodi: il Metodo del tempo di ritardo (*delay time*), il Metodo del tempo di intercetta ed il Metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) proposto da Palmer (1980).

Il G.R.M. è un metodo interpretativo che si basa su tempi d'arrivo da energizzazioni coniugate, effettuate cioè da parti opposte del profilo sismico: tramite la determinazione di due funzioni (analisi della velocità e tempo-profondità) si determinano le velocità e quindi le profondità dei rifrattori individuati sulle dromocrone.

La funzione di analisi della velocità corrisponde al tempo necessario al raggio sismico a percorrere un tratto di lunghezza nota sul rifrattore (distanza intergeofonica), per cui la sua determinazione permette di ottenere una precisa stima della velocità delle onde sismiche nel rifrattore stesso. Tramite un procedimento di migrazione dei dati, sia la funzione tempo-profondità che quella di analisi della velocità vengono calcolate per distanze intergeofoniche crescenti (da 0 a multipli interi dell'equidistanza dei geofoni): viene scelta poi quella distanza per la quale le curve presentano il miglior andamento rettilineo.

I limiti del metodo a rifrazione risiedono nella impossibilità teorica di rilevare successioni stratigrafiche composte da strati a velocità decrescente con la profondità, in tal caso lo strato o gli strati non possono essere messi in evidenza dalle onde rifratte in quanto l'energia incidente, al contatto fra la sommità dello strato e la base dello strato sovrastante a più alta velocità, subisce una flessione verso il basso e non può venire di conseguenza rifratta; tale situazione è nota come "orizzonte nascosto". Altra limitazione consiste nella presenza di uno strato a velocità intermedia ma di ridotto spessore; anche in questo caso l'orizzonte non produce alcun cambiamento di pendenza sulle dromocrone, e non è quindi sismicamente rilevabile. Ambedue le situazioni stratigrafiche portano a sovraestimare o sottostimare lo spessore delle coperture. Quando da altri rilievi si è a conoscenza della possibile presenza di orizzonti sismici nascosti è possibile, in fase di elaborazione dei dati con il metodo G.R.M., la verifica dello spessore di tali zone, poiché negli strati nascosti si ha sempre un aumento di velocità con la profondità, ma il loro spessore è sottile e/o il contrasto di velocità con lo strato sottostante è così piccolo, per cui i raggi sismici che partono da questi strati vengono

oscurati dai raggi che partono dallo strato sottostante. Gli strati a bassa velocità presentano invece una velocità sismica minore rispetto allo strato sovrastante (inversione di velocità), per cui alla loro interfaccia non si verifica una rifrazione critica e così non vengono evidenziati sul grafico tempo-distanza. L'individuazione di eventuali strati nascosti e/o inversioni di velocità viene effettuata attraverso il confronto fra i valori delle funzioni tempo-velocità misurate e quelle ricalcolate in base al valore di XY utilizzata per l'elaborazione (Palmer 1980).

Materiale	V P m/s	V SH m/s	
		VP/VSH 1.9 - 3.5	VP/VSH 1.9 - 3.5
Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 - 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 - 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 - 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 - 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 - 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 - 2211
Calcere	2000 - 6000	571 - 1053	1714 - 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 - 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I – Velocità dei principali materiali.

### 3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- planimetria con ubicazioni delle indagini
- sezioni sismiche interpretate, rappresentazioni bidimensionali delle velocità sismiche e degli spessori degli strati individuati lungo il profilo
- tabulati numerici delle velocità delle onde sismiche e degli spessori relativi ad ogni strato rilevato per ciascuna sezione sismica
- registrazioni di campagna e dromocroni relative.

### 4 Risultati dell'indagine

L'indagine ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità:

V1 = 112 - 127 m/s

$V_2 = 200 \text{ m/s}$

$V_3 = 495 - 537 \text{ m/s}$

Il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso fra 0.4 m e 0.7 m, e può essere riferito al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte sismico, con uno spessore variabile fra 6.1 m e 9.4 m, raggiunge profondità comprese fra 6.7 m e 9.9 m e può essere riferibile ai depositi sedimentari poco consolidati. Il terzo orizzonte sismico può essere riferito ad un aumento nel grado di resistenza medio agli sforzi di taglio dei depositi stessi.

## 5 Normativa sismica e calcolo del parametro $V_{s30}$

L'Ordinanza P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro  $V_{s30}$  che è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i)$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori. I valori di  $V_{s30}$  calcolati lungo il profilo variano fra 326 m/s. e 370 m/s, con un valore medio di **350 m/s**. Per gli spessori ed i contrasti di velocità presenti la zona in esame rientra nella **categoria C** dei suoli di fondazione. Si ricorda che i calcoli sono stati effettuati rispetto al piano campagna e che l'asportazione della parte superficiale dei sedimenti tenderebbe a migliorare i valori diminuendo la parte di sedimenti superficiali con velocità delle onde di taglio più basse.

Categorie di Suolo di Fondazione	$V_s 30$ m/s	$N_{spt} - C_u$
<b>A</b> Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	$V_{s30} > 800$	
<b>B</b> Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_u > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fine)	$360 < V_{s30} < 800$	$N_{spt} > 50$ $C_u > 250 \text{ kPa}$
<b>C</b> Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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 $V_{s30}$ compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_u < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)	$180 < V_{s30} < 360$	$15 < N_{spt} < 50$ $70 < C_u < 250 \text{ kPa}$
<b>D</b> Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o a grana	$V_{s30} < 180$	$N_{spt} < 15$

fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/sec (ovvero $N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fina)		$C_u < 70$ kPa
<b>E</b> Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con $V_{s30} > 800$ m/sec.	$V_{s30} < 360$	
<b>S1</b> Depositi costituiti da $V_{s30}$ inferiori a 100m/s (ovvero $10 < c_u < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	$V_{s30} < 100$	$10 < C_u < 20$ kPa
<b>S2</b> Depositi di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.		

Tabella III – Categorie di suolo di fondazione

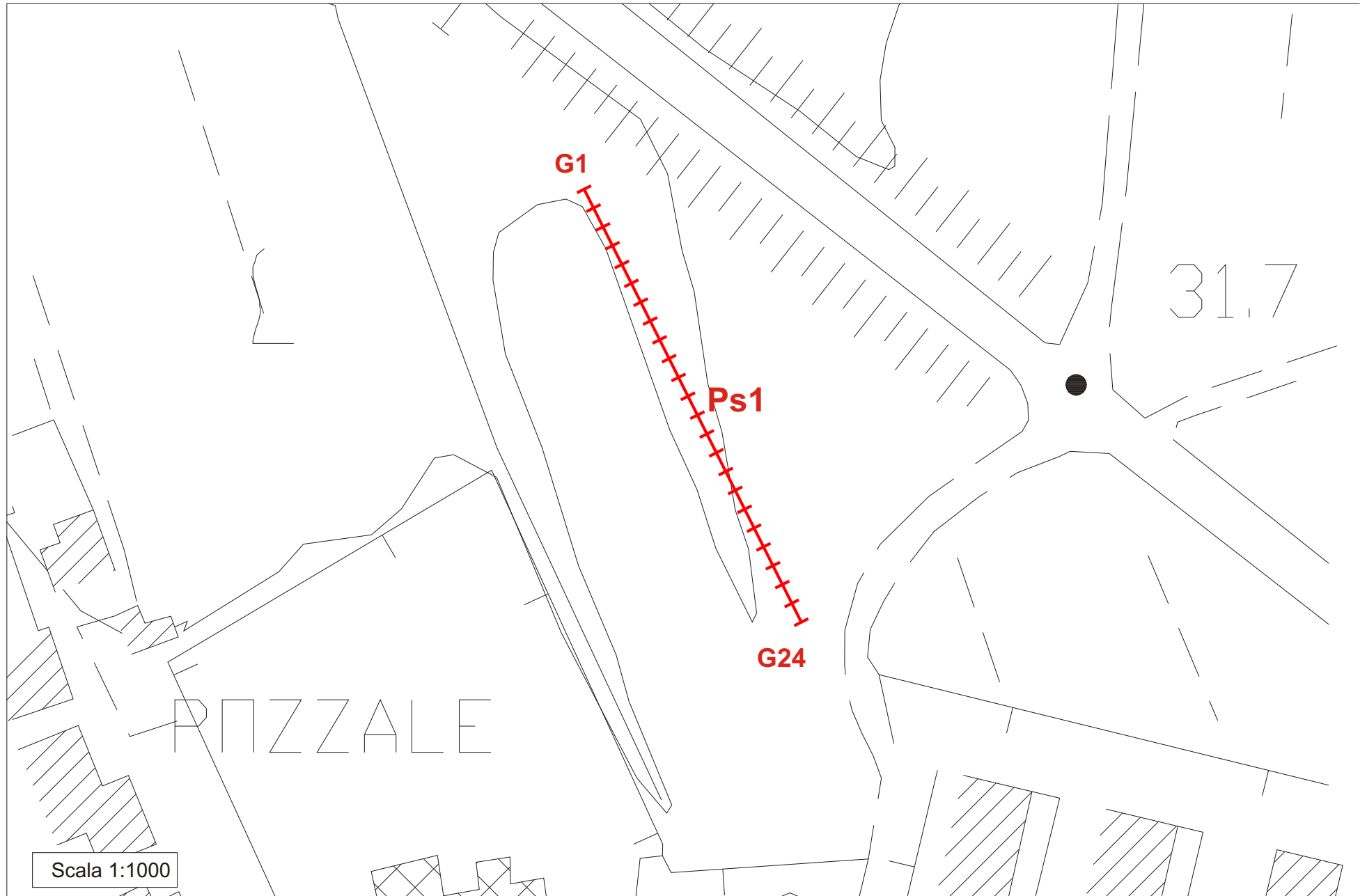
## 6 Caratteristiche della strumentazione

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

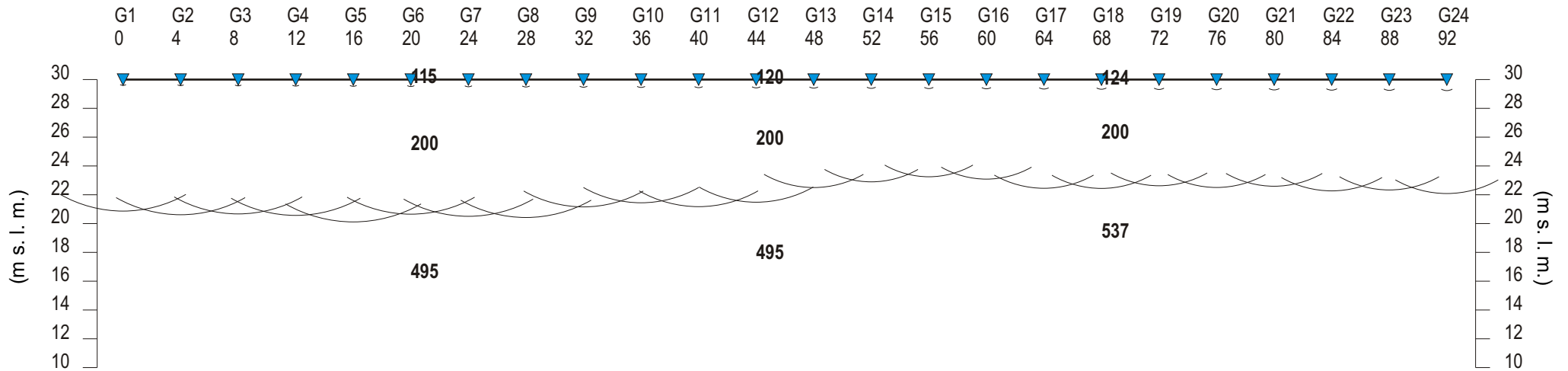
- risoluzione segnale A/D 24 bit;
- escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms;
- passo di campionamento da 0.02 a 16 ms indipendente dal tempo d'acquisizione;
- fino a 64.000 campioni per traccia;
- distorsione 0.0005% a 2ms, 1.75 – 208 Hz;
- amplificazione del segnale da 0 a 36 dB;
- filtri anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist;
- filtri digitali low-cut, high-cut, notch;
- precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento;
- pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 1.000 ms;
- salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato;
- 24 geofoni verticali con frequenza propria di 14 Hz;
- 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4.5 Hz;
- sistema di starter (trigger) mediante accelerometro;
- energizzazione mediante mazza da 5 Kg, minibang calibro 8, grave da 30/60 kg.

Ubicazione delle indagini

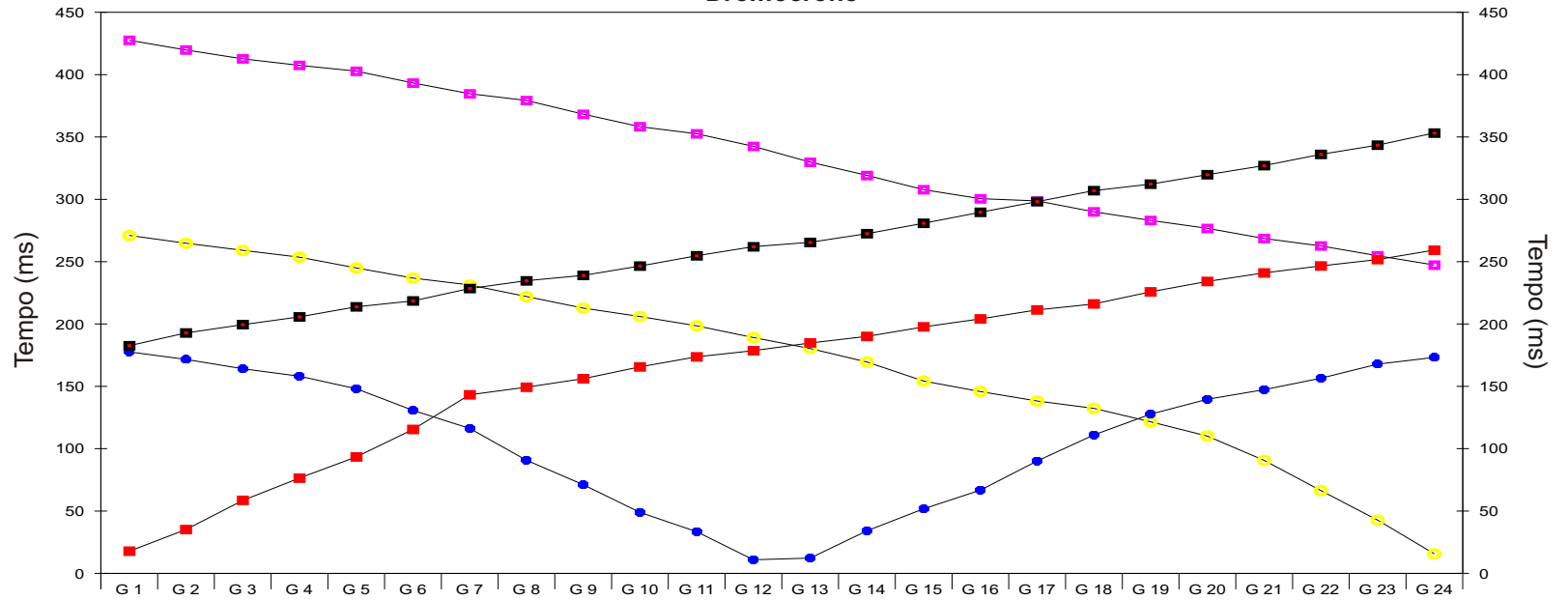


Scala 1:1000

### Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH



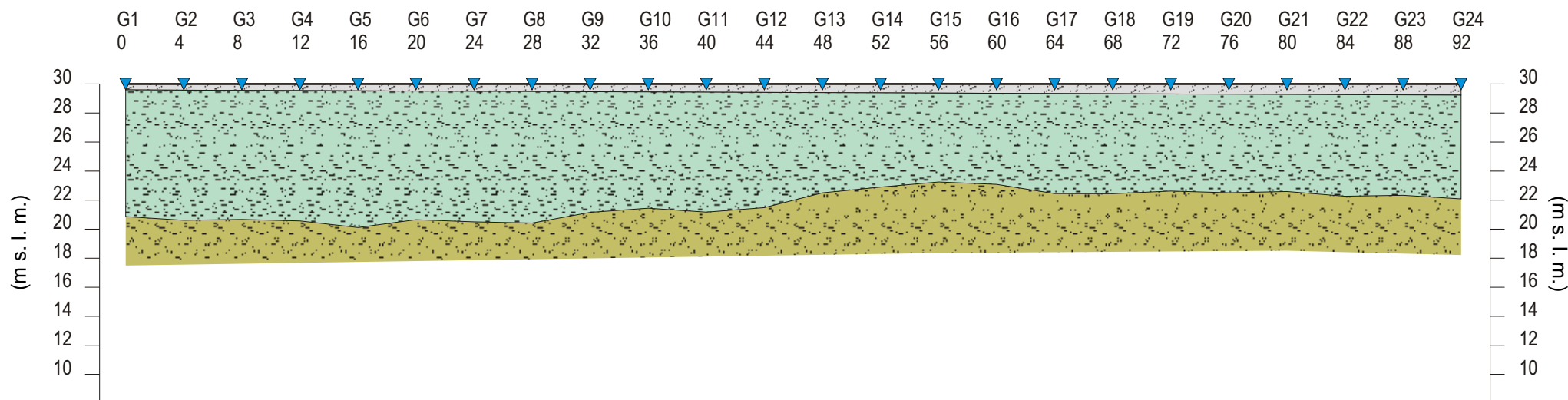
### Dromocrone



**Legenda**



- Geofono
- Distanza dalla superficie topografica del limite di strato
- 1326** Velocità in m/sec.
- Contatti tettonici  
Faglie presunte
- Scala 1:400
- A Esterno sinistro
- B Estremo sinistro
- C Centrale
- D Centrale
- E Estremo destro
- F Esterno destro

### Ps1 - onde SH- Interpretazione sismostratigrafica



Z1 (m)	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
Z2 (m)	8.7	9.0	8.9	9.0	9.4	8.9	9.0	9.1	8.3	8.0	8.3	7.9	6.9	6.5	6.1	6.3	6.9	6.9	6.7	6.8	6.7	7.0	6.9	7.1
H2 (m)	9.1	9.4	9.3	9.4	9.9	9.3	9.5	9.6	8.8	8.6	8.8	8.5	7.5	7.1	6.7	6.9	7.5	7.6	7.4	7.5	7.4	7.7	7.7	7.9
V1 (m/s)	112	113	113	114	115	115	116	117	118	118	119	120	120	121	122	122	123	124	125	125	126	127	127	128
V2 (m/s)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
V3 (m/s)	521	521	521	521	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	537	537	537	537	537	537	537	537

**Legenda:**

-  Terreno naturale areato
-  Depositi sedimentari

**Scala 1:400**

- Z1 = Spessore del primo orizzonte
- Z2 = Spessore del secondo orizzonte
- H2 = Profondità del secondo orizzonte
- V1 = Velocità del primo orizzonte sismico
- V2 = Velocità del secondo orizzonte sismico
- V3 = Velocità del terzoorizzonte sismico

## Dati Ps1 - onde SH

Tempi di arrivo

Geo. N °	Dist. m	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms
1	0	182.60	17.75	177.70	271.00	427.60
2	4	192.80	35.12	171.60	264.80	419.80
3	8	199.50	58.50	164.10	259.10	412.70
4	12	205.70	76.37	158.10	253.60	407.50
5	16	213.80	93.37	148.10	245.00	402.80
6	20	218.50	115.50	130.70	236.80	393.30
7	24	228.50	143.20	116.20	231.30	384.70
8	28	234.70	149.30	90.75	222.00	379.30
9	32	239.00	156.10	71.12	212.70	368.30
10	36	246.50	165.60	48.87	206.00	358.30
11	40	254.70	173.70	33.37	198.50	352.60
12	44	262.00	178.60	10.87	189.10	342.50
13	48	265.50	184.80	12.25	180.30	329.80
14	52	272.50	190.10	34.12	169.50	319.20
15	56	280.80	197.70	51.75	154.20	307.70
16	60	289.60	204.10	66.75	145.80	300.50
17	64	298.20	211.30	90.12	138.20	298.70
18	68	307.00	216.10	111.00	132.30	290.00
19	72	312.20	225.80	127.70	121.50	283.10
20	76	319.80	234.20	139.60	110.10	276.70
21	80	327.10	241.00	147.30	90.62	268.60
22	84	336.10	246.60	156.50	66.37	262.60
23	88	343.50	251.70	167.80	42.62	254.70
24	92	353.20	259.30	173.20	15.62	247.30

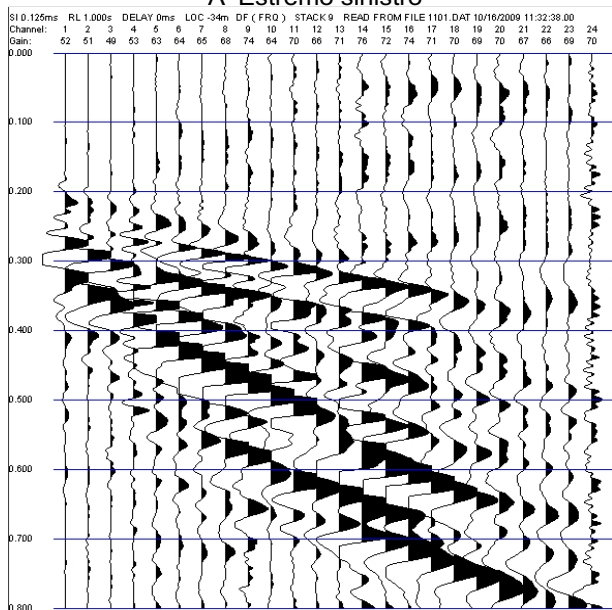
Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.	Vs30
30.0	112	0.4	29.6	200	8.7	9.1	20.9	521	344
30.0	113	0.4	29.6	200	9.0	9.4	20.6	521	341
30.0	113	0.4	29.6	200	8.9	9.3	20.7	521	342
30.0	114	0.5	29.5	200	9.0	9.4	20.6	521	337
30.0	115	0.5	29.5	200	9.4	9.9	20.1	495	326
30.0	115	0.5	29.5	200	8.9	9.3	20.7	495	331
30.0	116	0.5	29.5	200	9.0	9.5	20.5	495	331
30.0	117	0.5	29.5	200	9.1	9.6	20.4	495	330
30.0	118	0.5	29.5	200	8.3	8.8	21.2	495	339
30.0	118	0.5	29.5	200	8.0	8.6	21.4	495	343
30.0	119	0.6	29.4	200	8.3	8.8	21.2	495	336
30.0	120	0.6	29.4	200	7.9	8.5	21.5	495	341
30.0	120	0.6	29.4	200	6.9	7.5	22.5	495	353
30.0	121	0.6	29.4	200	6.5	7.1	22.9	495	358
30.0	122	0.6	29.4	200	6.1	6.7	23.3	495	364
30.0	122	0.6	29.4	200	6.3	6.9	23.1	495	361
30.0	123	0.7	29.3	200	6.9	7.5	22.5	537	365
30.0	124	0.7	29.3	200	6.9	7.6	22.4	537	366
30.0	125	0.7	29.3	200	6.7	7.4	22.6	537	370
30.0	125	0.7	29.3	200	6.8	7.5	22.5	537	368
30.0	126	0.7	29.3	200	6.7	7.4	22.6	537	370
30.0	127	0.7	29.3	200	7.0	7.7	22.3	537	366
30.0	127	0.7	29.3	200	6.9	7.7	22.3	537	368
30.0	128	0.8	29.2	200	7.1	7.9	22.1	537	362
Vs 30 medio									<b>350</b>

Legenda:

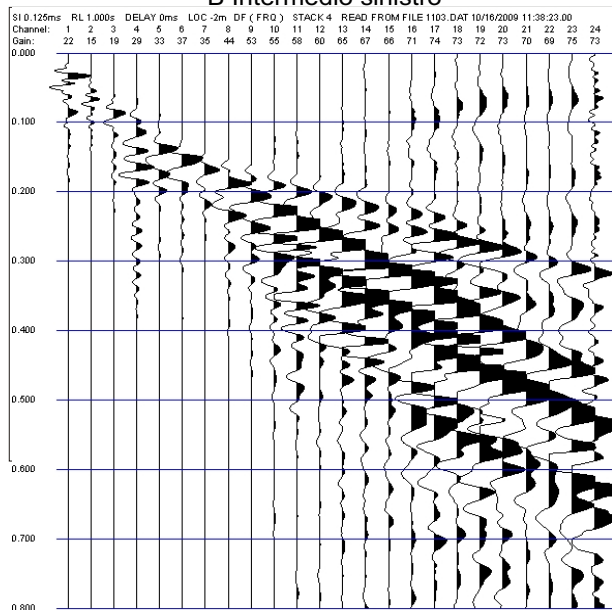
Z1 = Spessore del primo orizzonte  
 Z2 = Spessore del secondo orizzonte  
 H2 = Profondità del secondo orizzonte  
 V1 = Velocità del primo orizzonte sismico  
 V2 = Velocità del secondo orizzonte sismico  
 V3 = Velocità del terzo orizzonte sismico  
 Q = Quota del geofono in m s.l.m.  
 Q1 = Quota della profondità primo orizzonte sismico  
 Q2 = Quota della profondità secondo orizzonte sismico

### Registrazioni P1 - onde SH

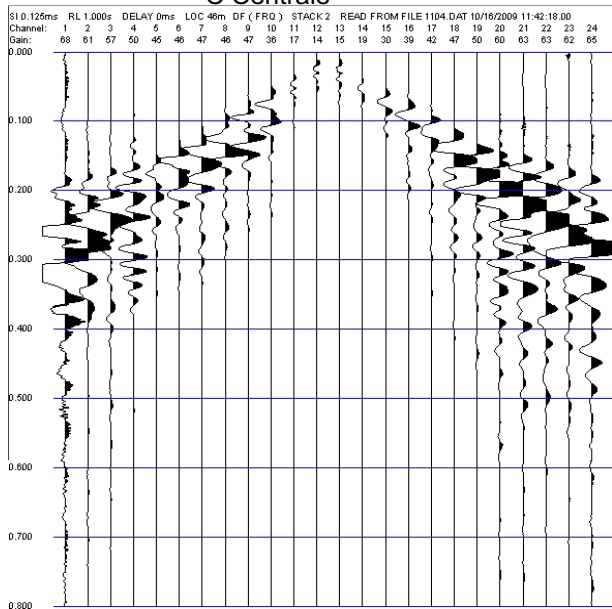
A Estremo sinistro



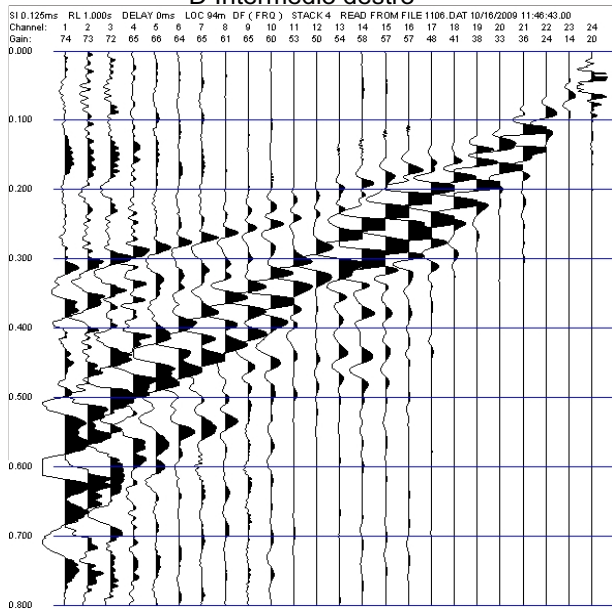
B Intermedio sinistro



C Centrale



D Intermedio destro



E Estremo destro

