

# RELAZIONE GEOFISICA

STUDIO TRAMITE SONDAGGIO  
SISMICO DOWN-HOLE SU UN  
TERRENO CHE SARA'  
INTERESSATO DALLA  
COSTRUZIONE DI NUOVI  
EDIFICI IN LOC. CAPALLE



**TECNA**

s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.  
Via Ser Gorello 11/a-52100 Arezzo  
Tel. 0575 323501-fax 057522730-cell.3351020000  
cod.fiscale e p. iva 01358250510

## **PREMESSA**

L'indagine in questione è avvenuta nel comune di Sesto Fiorentino sotto la direzione del Dott. Focardi Gianni

La campagna di indagini geofisiche svolte ha avuto lo scopo di classificare il terreno in base alla nuova normativa sismica.

E' stata eseguita una prova su una perforazione precedentemente eseguita fino a 30 metri di profondità.

## **DESCRIZIONE DELLA PROVA DOWN-HOLE**

Si suppone che il volume di terreno interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente ed all'interno di ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico ed omogeneo.

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno 3 sollecitazioni per ogni misura, generando onde P (1 battuta), e onde SH (2 battute) polarizzate nei piani di battuta.

Mediante un geofono tridimensionale disposto nel terreno, a profondità note, viene valutato l'istante di arrivo delle onde P e S, rispetto all'istante in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente.

Dividendo tali valori per la distanza fra la sorgente ed i ricevitori, si può ricavare la velocità delle onde P e delle onde S

## **STRUMENTAZIONE USATA**

Per lo svolgimento di una prova Down-Hole è necessario

*Sistema di energizzazione*

*Sistema di ricezione dei dati*

*Sistema di acquisizione dei dati*

*Trigger*

## **SISTEMA DI ENERGIZZAZIONE**

La sorgente dovrà essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza, ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionabili.

Per la generazione delle onde P si è usato una mazza da 10kg battente su una piastra di alluminio.

Per generare le onde SH è stato necessario caricare una tavola di legno con un peso aggiuntivo, in modo che la medesima fosse ben in aderenza con il terreno; quindi energizzando ai due estremi della tavola si sono ottenute onde vibranti in maniera perpendicolare alla direzione di propagazione e in opposizione di fase fra di loro.

## **SISTEMA DI RICEZIONE**

Trattasi di un doppio geofono da foro costituito da una doppia terna di accelerometri (due orizzontali e uno verticale) posti alla distanza di due metri e da un geofono spia per registrare la non chiusura del trigger.

I geofoni sono posti aderenza al foro mediante pistoncini a gas, gonfiati tramite azoto e mantenuti per tutta la durata della prova ad una pressione di 10 atmosfere.

## **SISTEMA DI ACQUISIZIONE**

Sismografo modello Ambrogeo Seismic Unit 2002, 24 canali, definizione del segnale 16 bit, funzioni di sommatoria ed inversione di polarità, filtri notch e H.P, lunghezza delle registrazioni fino ad 1 sec.

## **TRIGGER**

Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nel momento in cui la sorgente viene attivata, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che attiva l'acquisizione da parte del sismografo.

## **GEOMETRIA DEL SONDAGGIO**

Si sono quindi svolte le misure, che sono state registrate su disco rigido tramite un computer Compaq Presario, per ogni registrazione di onde S sono state misurate due registrazioni, una per ogni polarità, mentre per le onde P si è svolta una sola misura. Laddove la lettura non si presentava chiara si è proceduto ad un incremento segnale rumore tramite sommatoria del medesimo.

Le misure si sono svolte basso verso l'alto, fino ai 30 metri di profondità.

Per ogni metro si è registrata una misura della velocità delle onde di taglio e delle onde di compressione.

## **SOFTWARE USATO**

I dati sono stati visualizzati e trattati in campagna (sommatoria e inversione di polarità) tramite software Ambrogeo 6.02

I dati così ottenuti sono stati rielaborati tramite Winsism 10-2 e Windowhole della Wgeosoft.

## **INTERPRETAZIONE DEI DATI**

Le registrazioni di campagna sono state quindi diagrammate su foglio di lavoro Excel. Per quanto riguarda **l'interpretazione dei tracciati e la determinazione delle velocità di propagazione delle onde sismiche**, si è proceduto con un'analisi visuale delle registrazioni, individuando direttamente su ciascuna traccia il tempo di primo arrivo o ricorrendo a tecniche d'interpolazione ricercando punti caratteristici (picchi o valli) successivi al primo arrivo quando questo non era chiaramente individuabile. I tempi così ottenuti (dromocrone) sono stati corretti dall'errore di non chiusura (dovuto al fatto che la chiusura del trigger può causare ritardi di circa 0,5 msec). Mediante un'applicazione su foglio elettronico Excel i valori dei tempi di arrivo si sono poi corretti in funzione della posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità nel medesimo del geofono tridimensionale grazie alla formula:

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

$z$  = profondità del ricevitore

$d$  = la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore

$R$  = la distanza superficiale tra sorgente e foro

$t$  = tempi di registrazione       $t^*$  = tempo corretto.

Le velocità dei vari strati sono state quindi determinate con la funzione di regressione lineare relativa a ciascuno degli intervalli rettilinei del diagramma tempi di arrivo-profondità (dromocrone).

## **CORRELAZIONI CON I PARAMETRI GEOTECNICI**

Si ricorda che conoscendo le velocità di propagazione delle onde elastiche di compressione (od onde P) e di taglio (onde S) si possono ricavare direttamente i moduli di elasticità dinamica. Essi sono:

$G = \rho V_s^2$	modulo di deformazione al taglio
$E_v = \rho (V_p^2 - 1,25 V_s^2)$	modulo di compressibilità volumetrica
$\nu = [(0.5)(V_p/V_s) - 1] : [(V_p/V_s) - 1]$	Coefficiente di Poisson
$E = 2\rho V_s(1 + \nu)$	Modulo di Young

## **RISULTATI OTTENUTI**

Dalla analisi delle velocità delle onde sismiche alle varie profondità, si nota, al di sotto dei 10 metri dal p.c. e fino a 30 metri, una velocità costante vicina a 400 m/s; nei primi 10 metri, dopo un volume di terreno a bassa velocità, appare una zona con velocità superiore alla velocità media (probabilmente una lente di terreno poco addensato). Stesso tipo di struttura si ritrova tra 16 e 18 metri circa, anche questa ipotizzata come una lente, all'interno di un volume di terreno più addensato, con velocità maggiore (onde S). Anche il grafico delle onde P, mostra due importanti variazioni di velocità a profondità di 4 e 16 metri dal p.c., in corrispondenza delle lenti di materiale meno addensato, ipotizzate dallo studio del grafico delle onde S.

## **SUOLI DI FONDAZIONE IN RIFERIMENTO ALLA NUOVA NORMATIVA SISMICA**

La tipologia di suolo è stata ottenuta effettuando una media delle velocità registrate nelle 30 battute, si è così ottenuto:

**D.H.= 292 m/sec**

Da cui possiamo ricavare che fra le seguenti tipologie di suolo descritte da tale decreto tale suolo può essere caratterizzato come

<b>SUOLI DI FONDAZIONE</b>	<b>Vs 30(m/sec)</b>
<i>A-Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs 30 superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 metri</i>	800
<i>B-Depositi di sabbie e ghiaie 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 di valori di Vs 30 compresi fra 360 m/sec e 800 m/sec</i>	Tra 800 e 360
<i>C-depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine a centinaia di metri</i>	Tra 360 e 180
<i>D-depositi di terreni granulari sciolti o poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da Vs 30 &lt; 180 m/sec</i>	Minore di 180
<i>Profilo di terreno costituito da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs 30 simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso fra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs 30 &gt; 800m/sec</i>	Minore di 360

## **Il sito indagato ricade fra quelli definiti come in categoria C**

*Il direttore*

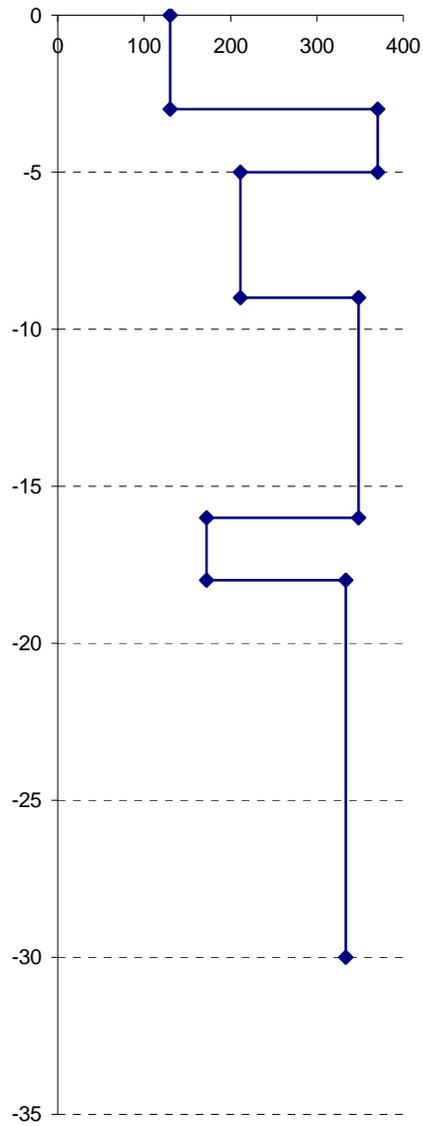
Dr.Giuliano Moretti

*Il responsabile Tecna per le prove Down-Hole*

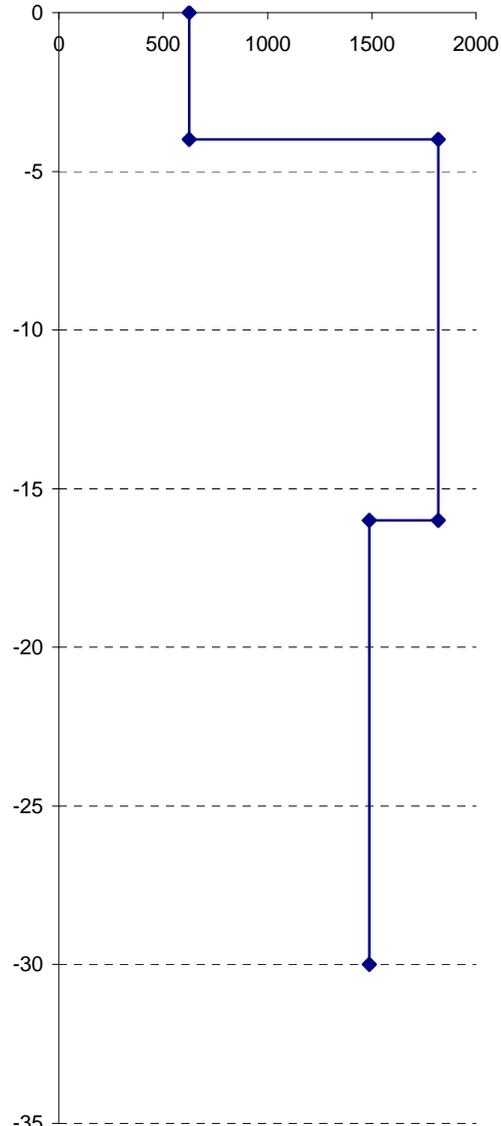
Dr.Secci Simone

AREZZO 20-10-05

**Stratigrafia vs**



**Stratigrafia vp**



**D.H.Capalle**

**La velocità media sui 30 metri è di 292 m/sec.**

**Il terreno di fondazione in base alla nuova normativa sismica sarà classificato come **TIPO C****

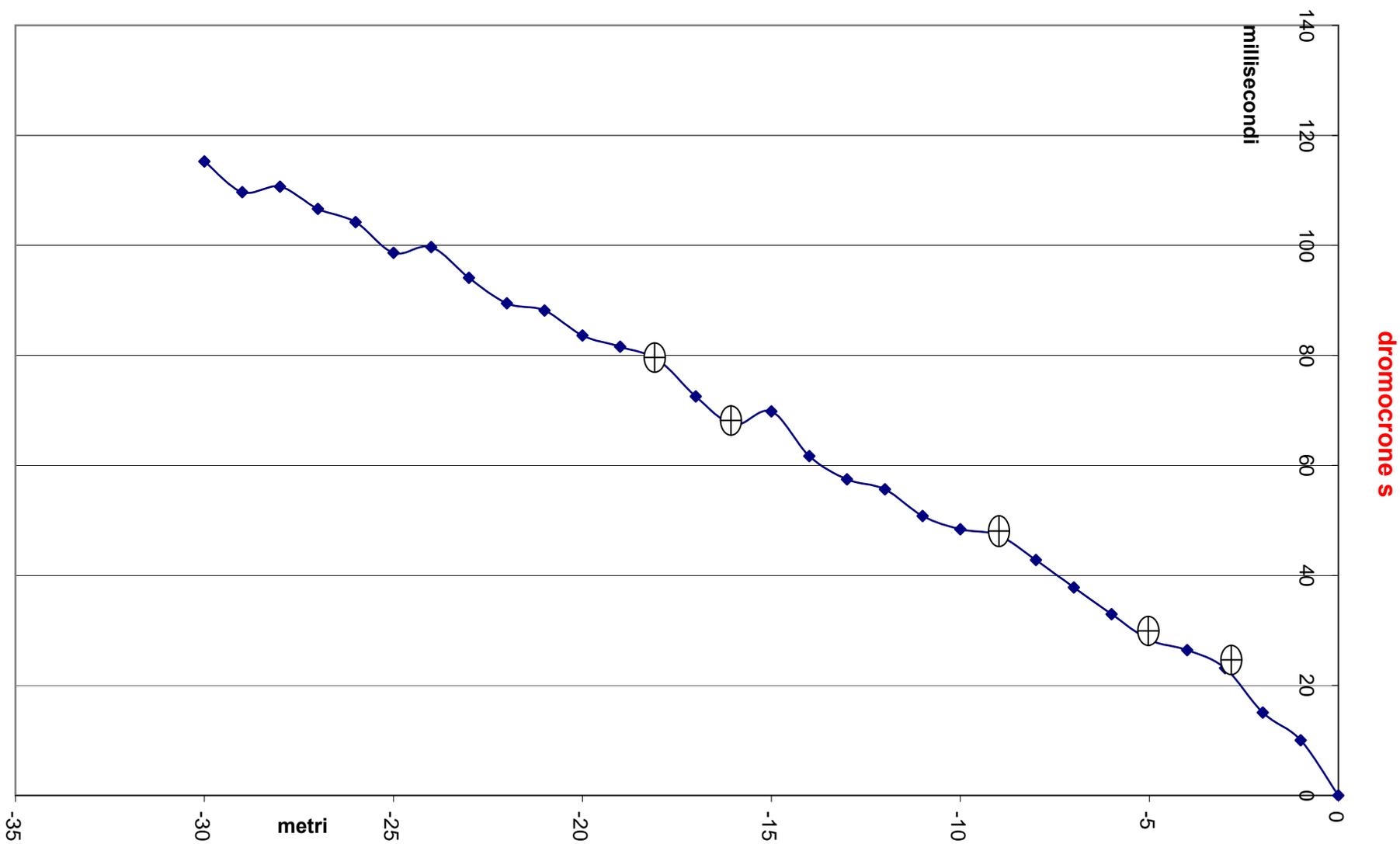
**vs**

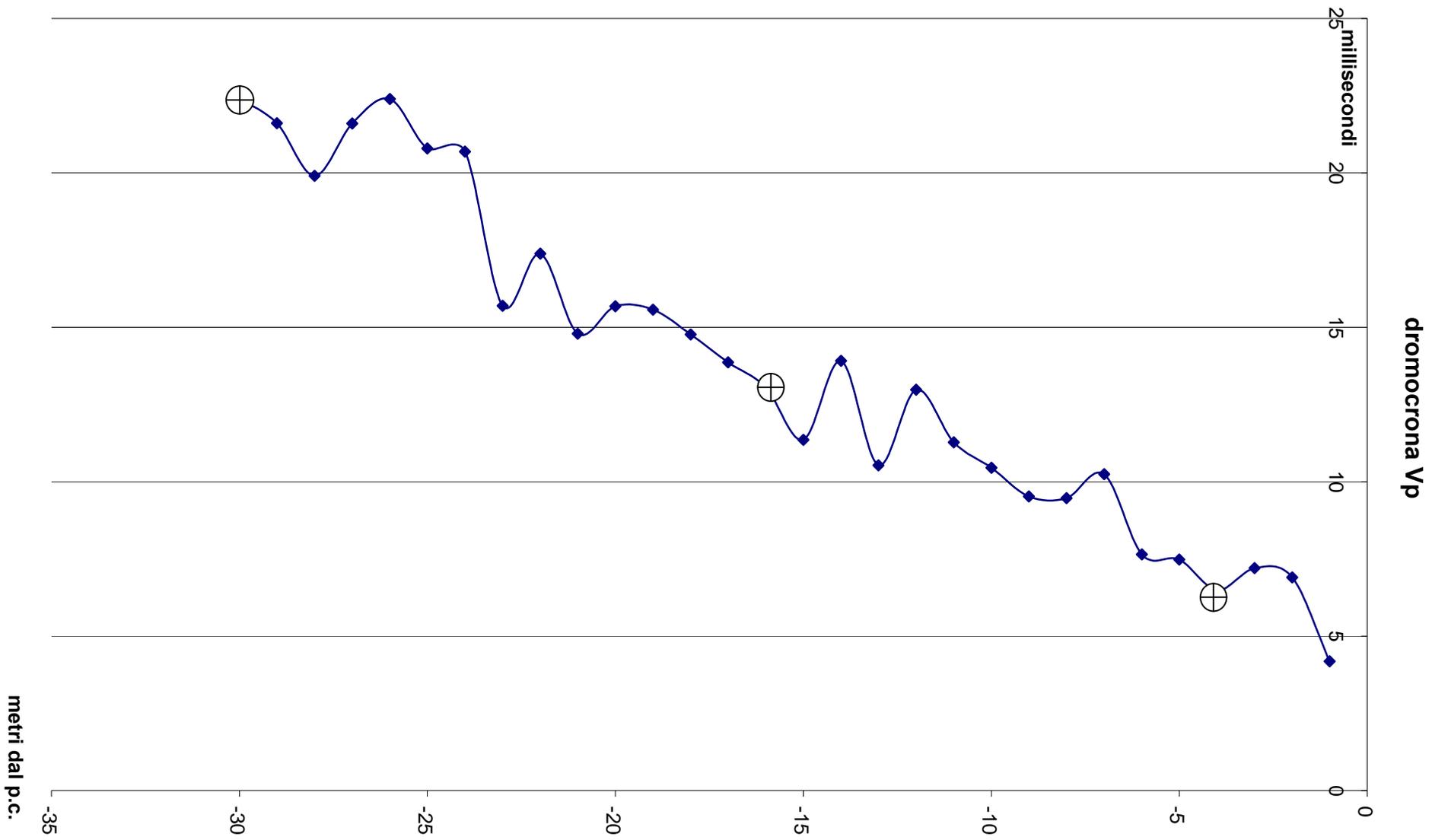
velocità m/sec	tetto strato	base strato	spessore strato
130	0	3	3
370	3	5	2
212	5	9	4
348	9	16	7
172	16	18	2
333	18	30	12

**vp**

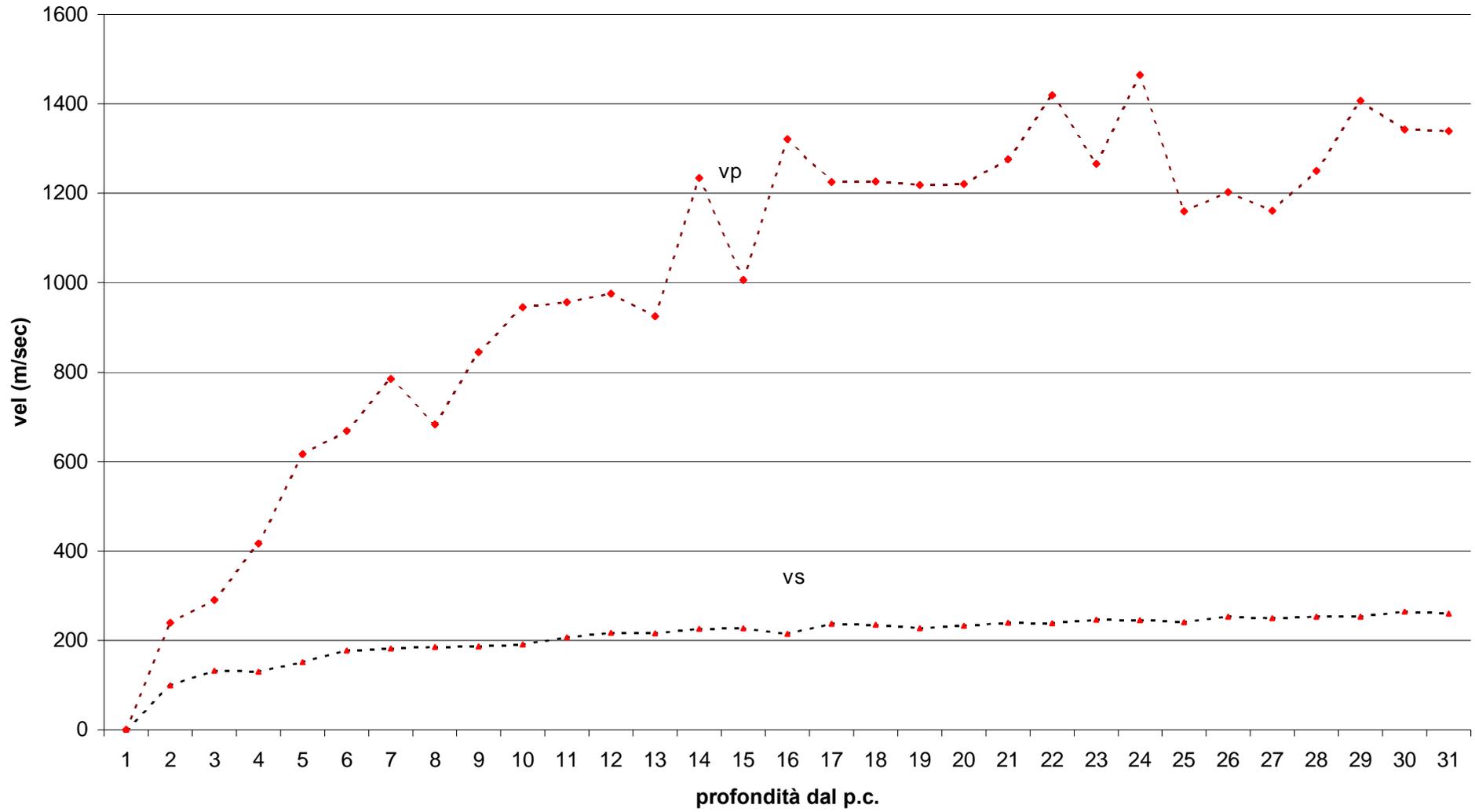
velocità m/sec	tetto strato	base strato	spessore strato
625	0	4	4
1818	4	16	12
1489	16	30	14

D.H.Capalle





### D.H.2-velocità medie



D.H.Capalle

profondità	tempo di arrivo	tempo di arrivo	velocità media	
	corretto (s)	corretto(p)	S	P
-1	10.0	7.2	100	239
-2	15.1	6.5	133	290
-3	23.2	7.5	130	416
-4	26.4	7.6	151	616
-5	28.3	10.2	177	668
-6	33.0	9.5	182	785
-7	37.8	9.5	185	683
-8	42.8	10.5	187	845
-9	47.3	11.3	190	945
-10	48.4	13.0	207	957
-11	50.8	10.5	217	976
-12	55.7	13.9	216	925
-13	57.5	11.4	226	1234
-14	61.7	13.1	227	1006
-15	69.8	13.9	215	1321
-16	67.4	14.8	237	1225
-17	72.5	15.6	234	1226
-18	79.2	15.7	227	1219
-19	81.6	14.8	233	1220
-20	83.6	17.4	239	1275
-21	88.1	15.7	238	1420
-22	89.5	20.7	246	1265
-23	94.1	20.8	244	1465
-24	99.7	22.4	241	1160
-25	98.6	21.6	253	1202
-26	104.2	19.9	249	1161
-27	106.6	21.6	253	1250
-28	110.7	22.4	253	1406
-29	109.7	24.5	264	1342
-30	115.3	0.0	260	1339

## Sismogrammi onde S

