

**METANODOTTO SANSEPOLCRO - FOLIGNO DN 400 (16") - DP 75 BAR E  
OPERE CONNESSE**

**Rapporto Tecnico di Prova preliminare  
PROSPEZIONI GEOFISICHE SISMICA IN FORO DOWN HOLE**

REV.	Data e località	Ditta	Redatto	Controllato	Approvato	COMM.-JOB:
0	GIUGNO 2021		Dott. Giuseppe Coco	Dr. M. Corrao Dr.	Dott. Giuseppe Coco	

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

## Indice

1	Premessa .....	2
2	SISMICA IN FORO DEL TIPO DOWN – HOLE .....	3
2.1	Generalità .....	3
2.2	Strumentazione ed acquisizione dati .....	3
2.3	Stima dei tempi di primo arrivo ed elaborazione dati .....	4
2.4	Moduli elastici .....	6
2.4.1	Parametri geosismici. ....	7
2.5	Risultati down-hole .....	8
2.5.1	S1_DH1 .....	9
2.5.2	S35-DH2.....	18
2.5.3	S50-DH3.....	26

## 1 Premessa

Le prove geofisiche oggetto del presente rapporto sono state eseguite nell'ambito di uno studio geognostico finalizzato alla definizione sismo-stratigrafica ed alla stima del profilo di velocità delle onde di compressione e di taglio all'interno di fori di sondaggio, in relazione al progetto di intervento nel tratto del "**Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse**".

Di seguito sono tabulate le quantità, le denominazioni e le configurazioni geometriche eseguite:

ID Down Hole.	Lunghezza (m)
S1-DH1	30
S35-DH2	
S50-DH3	

*Tabella 1 – Elenco e configurazioni delle prove down-hole eseguite*

In totale sono state eseguite nr. 3 prospezioni geofisiche di sismica in foro down-hole, in accordo con le disposizioni tecniche contenute nel documento **ASTM WK7042-05: prova sismica in foro down hole**.

## 2 SISMICA IN FORO DEL TIPO DOWN – HOLE

### 2.1 Generalità

Mediante la tecnica di indagine di sismica in foro tipo down hole è possibile determinare la velocità di propagazione (media e d'intervallo) delle onde sismiche di compressione (P) e trasversali o di taglio (S).

La metodologia down-hole, come le altre tecniche di sismica in foro, ha il vantaggio di non avere come condizione che la velocità aumenti con la profondità (es. sismica di rifrazione superficiale), giacché i tempi di arrivo delle onde elastiche vengono valutati via via che queste ultime penetrano negli strati più profondi del terreno.

Con tale tecnica è altresì sempre possibile valutare eventuali inversioni di velocità nell'ambito del pacco di litotipi incontrati nella perforazione.

### 2.2 Strumentazione ed acquisizione dati

La strumentazione utilizzata consiste in due geofoni 3D e di un sismografo con memoria incrementale. L'ancoraggio del sensore alle pareti del foro avviene tramite pistoncini pneumatici a mandata doppia.

Le caratteristiche tecniche del sistema sopra descritto sono:

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00003 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);
- filtri High Pass e Band Reject;
- "Automatic Gain Control" ;
- convertitore A/D a 24 bit;
- n° 2 sensori a tre componenti con periodo proprio pari a 10 Hz.

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

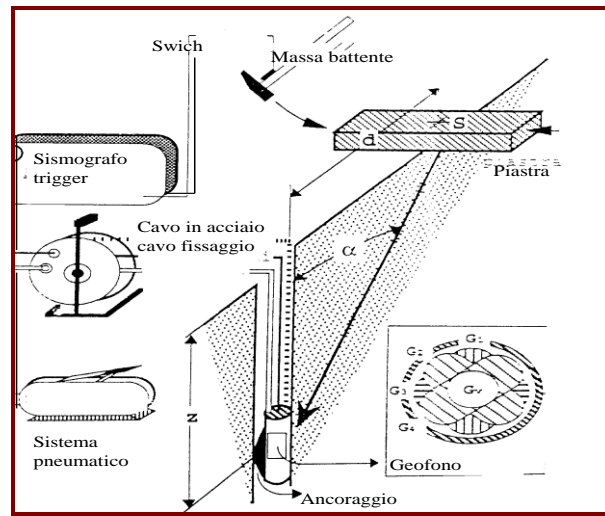


Figura 1 – Sistema acquisizione Down-Hole

L'energizzazione del terreno è effettuata mediante l'impatto verticale di una massa battente su una piastra d'acciaio posizionata sul terreno ad una distanza di 2 m. dall'asse foro, per la generazione delle onde longitudinali P.

Al fine di facilitare la generazione delle onde trasversali, per la valutazione della velocità di propagazione delle onde di taglio SH, il terreno è stato sollecitato tangenzialmente tramite impatto orizzontale di una massa oscillante battente su un parallelepipedo di legno ancorato al suolo.

### 2.3 Stima dei tempi di primo arrivo ed elaborazione dati

I segnali sismici registrati in formato digitale sono stati analizzati nel dominio del tempo con apposito software su piattaforma Linux (CWP/SU) per la stima del primo arrivo delle onde sismiche generate (P ed S).

I tempi di primo arrivo delle onde S sono stati determinati tramite la procedura di Boatwright (1987)<sup>1</sup>, che prevede la tecnica dell'inversione di fase previa rotazione delle componenti orizzontali del geofono.

L'elaborazione dei dati consiste nella consistere nel diagrammare i tempi di tragitto  $t$  misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore in funzione della profondità  $z$ , secondo il

<sup>1</sup> Boatwright John, Porcella R., Fumal T., Liu Hsi-Ping, (1986), *Direct estimates of shear wave amplification from a borehole near Coalinga, California*, Earthquake Notes, v. 57, p.8.

**metodo pseudo-intervallo modificato.**

Il **metodo pseudo-intervallo modificato** consiste nel misurare i tempi di tragitto dell'onda sismica (velocità intervallo) fra due ricevitori consecutivi posti a differente profondità (figura 3). Rispetto al metodo diretto, consente una maggiore definizione del profilo di velocità (velocità intervallo reale). La velocità delle onde sismiche P ed S tra due ricevitori consecutivi è uguale a:

$$V = \frac{r_2 - r_1}{t_{2CORR} - t_{1CORR}} \quad (2)$$

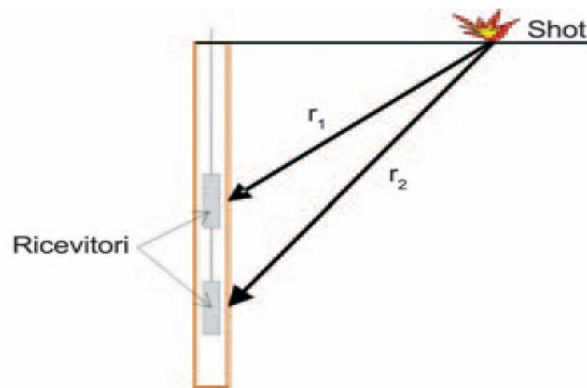


Figura 2 – Percorso sismico metodo intervallo curvilineo

dove

$r_1$ =distanza tra la sorgente e il primo ricevitore

$r_2$ =distanza tra la sorgente e il secondo ricevitore

$t_1$ =tempo di tragitto corretto tra la sorgente e il primo ricevitore

$t_2$ =tempo di tragitto corretto tra la sorgente e il secondo ricevitore.

Infine, i tempi misurati consentono, in funzione della distanza tra il punto d'energizzazione e la ricezione dei segnali, di definire, per i singoli intervalli, le velocità delle onde P ( $V_p$ ) e delle onde S ( $V_s$ ), il coefficiente di Poisson ( $\sigma$ ) ed i moduli elasto-dinamici e geosismici.

## 2.4 Moduli elastici

Il calcolo dei moduli elastici si basa sulla teoria dell'elasticità, la quale prevede che, per sforzi impulsivi e di piccola energia, i corpi subiscono deformazioni linearmente proporzionali alle forze che le originano.

In presenza di tali condizioni anche ai terreni ed alle rocce si possono attribuire le proprietà dei corpi elastici, vale a dire: omogeneità, isotropia e continuità. Pertanto, per sollecitazioni impulsive e di bassa energia, terreni e rocce rispondono nel campo della legge di Hooke:

$$\sigma = \varepsilon K$$

dove:

$\sigma$  = sforzo applicato

$\varepsilon$  = deformazione prodotta

$K$  = coefficiente di proporzionalità (è un generico coefficiente di proporzionalità che assume significato fisico diverso in relazione al tipo di forze applicate e deformazioni conseguenti).

Le deformazioni e le tensioni generate da un transiente sismico rispondono al requisito di sollecitazioni impulsive di bassa energia. Quindi i terreni e le rocce attraversate da radiazioni sismiche subiscono deformazioni di tipo elastico.

Tali deformazioni trovano un'intrinseca corrispondenza con le fasi P e S dell'input sismico. Infatti, le velocità di propagazione delle onde sismiche variano al variare delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche dei litotipi coinvolti e, pertanto, consentono di ottenere informazioni sulle proprietà elastiche dei mezzi attraversati.

Tali parametri, riportati nella tabella seguente, esprimono le caratteristiche elastiche di un corpo quando è sottoposto ad uno sforzo e sono:

- modulo d'elasticità o di Young ( $E$ ) che fornisce una misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di una semplice torsione o compressione. Il modulo di Young dipende e dalla porosità dalla pressione litostatica. I valori minimi del modulo si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi si hanno per litotipi a bassa porosità, sotto pressione e saturi d'acqua;
- densità geofisica ( $\gamma^{din}$ ) è un parametro che indica lo stato di addensamento dei

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

- terreni ed è paragonabile al peso di volume geotecnica;
- rapporto di Poisson ( $\sigma$ ) che dà la misura della deformazione geometrica subita da un corpo elastico e varia da 0.2 a 0.3 per le rocce compatte; da 0.3 a 0.35 per le sabbie e da 0.4 a 0.5 per le argille;
  - modulo di rigidità (G) che esprime la misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo di taglio, stabilendo pertanto la resistenza del corpo alle variazioni di forma. Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione litostatica. Assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione e saturi d'acqua;
  - modulo di volume o di compressibilità (K) misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una pressione idrostatica ed indica la resistenza del corpo alle variazioni di volume. Tale parametro varia con la porosità, con la pressione e con la quantità d'acqua presente nella roccia. Aumenta con il grado di saturazione, con il decrescere della porosità e con l'aumentare della pressione litostatica.
  - modulo di contrasto (M) che esprime la misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo di compressione, stabilendo pertanto la resistenza del corpo alle variazioni in direzione perpendicolare al fronte di propagazione. Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione litostatica. Assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione e privi d'acqua.

### 2.4.1 Parametri geosismici.

I parametri geosismici esprimono il comportamento sismico di un pacchetto lito - stratigrafico, in termini di potere di trasmissione dell'energia sismica da una formazione all'altra. Tale caratteristica è legata all'impedenza sismica ed a due coefficienti ad essa dipendenti: coefficiente di rifrazione ( $t$ ) e coefficiente di riflessione ( $\zeta$ ).

- L'impedenza sismica (IS) è data dal prodotto della velocità di propagazione delle onde trasversali per la densità del mezzo in cui l'onda si propaga. L'IS è un parametro che permette di valutare l'amplificazione sismica al sito;
- I coefficienti di rifrazione ( $t$ ) e di riflessione ( $\zeta$ ), sono altri due valori legati alla rigidità dei terreni. Tali coefficienti rappresentano il rapporto tra l'ampiezza dell'onda riflessa o rifratta con l'ampiezza dell'onda incidente;

$\zeta$  può assumere valori compresi tra  $-1$  e  $+1$ : quando  $\zeta$  tende a  $+1$ , l'onda riflessa ha la stessa fase ed ampiezza dell'onda incidente, mentre quando  $\zeta$  tende a  $-1$ , l'onda riflessa avrà la stessa ampiezza dell'onda incidente, ma sarà in opposizione di fase.

$t$  è sempre positivo e, laddove i terreni hanno forte contrasto di impedenza sismica ( $\rho_2$

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-erl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



>> di  $p_1$ ), il coefficiente  $t$  tende a 2, cui corrisponde un aumento della frazione di energia trasmessa.

## 2.5 Risultati down-hole

L'elaborazione dei dati sismici consiste nel differenziare il sottosuolo sismostrati e di calcolarne le grandezze fisiche medie (Tabella "Valori Medi") e nel calcolare i valori intervallo (Vd Tabella valori intervallo) e nella loro rappresentazione grafica. Inoltre, è stato calcolato il valore  $V_{SEQ}$  (1) per la definizione della categoria di sottosuolo, secondo quanto previsto dalla vigente normativa sismica.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad (1)$$

dove

$h_i$   $\Rightarrow$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i}$   $\Rightarrow$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$   $\Rightarrow$  numero di strati;

$H$   $\Rightarrow$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

## 2.5.1 S1\_DH1

---

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

**Tel. +39 095 336490**

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

**Fax +39 095 7336297**

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Foto 1 – Ubicazione S1-DH1



Foto 2 – Down-hole S1-DH1

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647  
consorzio@lr-srl.it  
www.LR-SRL.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

Tabella 2 – Valori medi

Profondità (m)	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	$\gamma^{\text{din}}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\sigma$	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>
da - 1 a -3	574.38	164.42	1.70	0.45	3.64
da -4 a -7	1499.33	254.75	2.05	0.48	6.02
da -8 a -15	1991.48	655.17	2.16	0.43	3.11
da -16 a fondo foro	2314.22	914.90	2.22	0.40	2.55
Profondità (m)	G (Kg/cmq)	K (Kg/cmq)	E (kg/cmq)	M (kg/cmq)	Imp. Sismica (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
da - 1 a -3	542.18	5474.49	1566.55	6197.39	282.97
da -4 a -7	1387.36	45214.49	4115.37	47064.30	521.26
da -8 a -15	9594.79	75550.45	27391.71	88343.51	1412.93
da -16 a fondo foro	19234.58	96394.15	53800.59	122040.26	2033.53

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

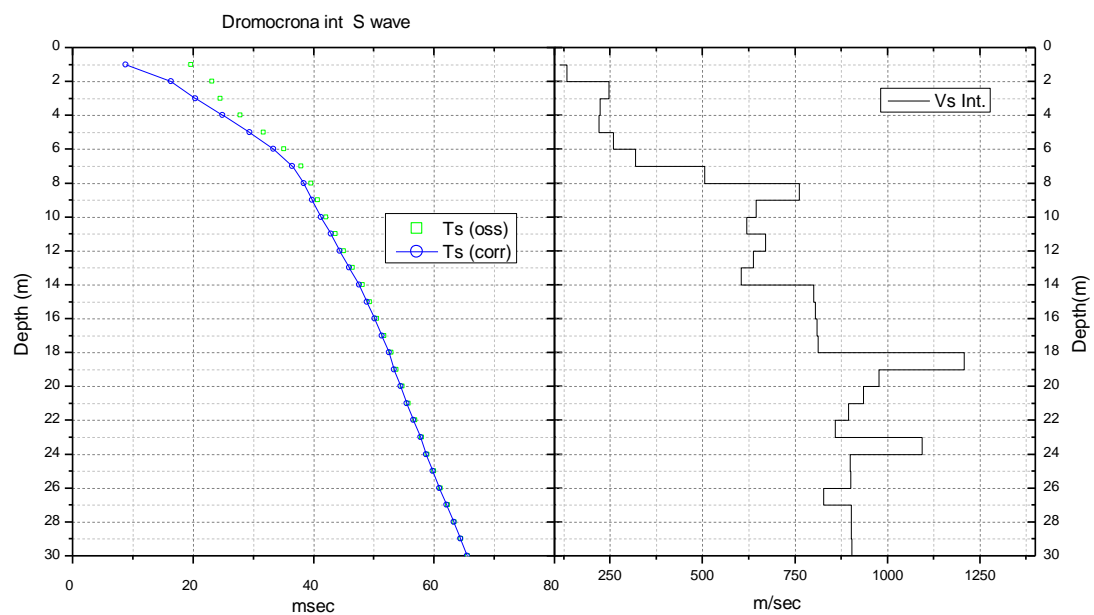
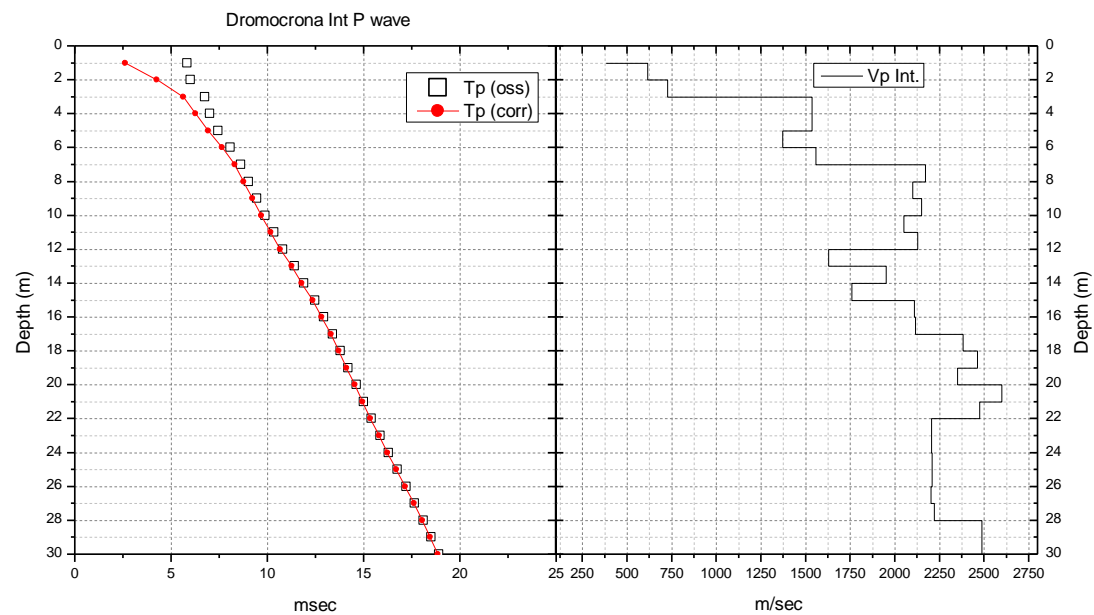
Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Profondità (m)	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)
da - 1 a -3	574.38	164.42
da -4 a -7	1499.33	254.75
da -8 a -15	1991.48	655.17
da -16 a fondo foro	2314.22	914.90



➤ Il valore del  $V_{SEQ(16m)}$  risulta uguale a 306.95 m/s

Z (m)	Spessore (h (m))	$V_s$ (m/s)	$h/V_s$ (sec)	$V_s Z$ (m/s)	$V_{SEQ}$ (m/s)
1.00	1.0	113.51	0.0088	113.51	306.95
2.00	1.0	132.91	0.0075	122.44	
3.00	1.0	246.85	0.0041	147.17	
4.00	1.0	223.22	0.0045	160.87	
5.00	1.0	218.93	0.0046	169.88	
6.00	1.0	258.66	0.0039	180.19	
7.00	1.0	318.17	0.0031	192.09	
8.00	1.0	506.10	0.0020	208.24	
9.00	1.0	761.52	0.0013	226.52	
10.00	1.0	644.48	0.0016	242.23	
11.00	1.0	619.47	0.0016	256.43	
12.00	1.0	670.69	0.0015	270.35	
13.00	1.0	636.31	0.0016	282.86	
14.00	1.0	603.40	0.0017	294.02	
15.00	1.0	799.38	0.0013	306.95	
16.00	1.0	804.83	0.0012	319.30	
17.00	1.0	809.16	0.0012	331.09	
18.00	1.0	812.64	0.0012	342.36	Bedrock
19.00	1.0	1207.01	0.0008	355.77	
20.00	1.0	976.95	0.0010	367.45	
21.00	1.0	934.28	0.0011	378.39	
22.00	1.0	894.73	0.0011	388.58	
23.00	1.0	858.06	0.0012	398.05	
24.00	1.0	1093.38	0.0009	408.88	
25.00	1.0	898.98	0.0011	418.00	
26.00	1.0	900.00	0.0011	426.79	
27.00	1.0	826.62	0.0012	434.57	
28.00	1.0	901.63	0.0011	442.77	
29.00	1.0	902.30	0.0011	450.68	
30.00	1.0	902.89	0.0011	458.33	

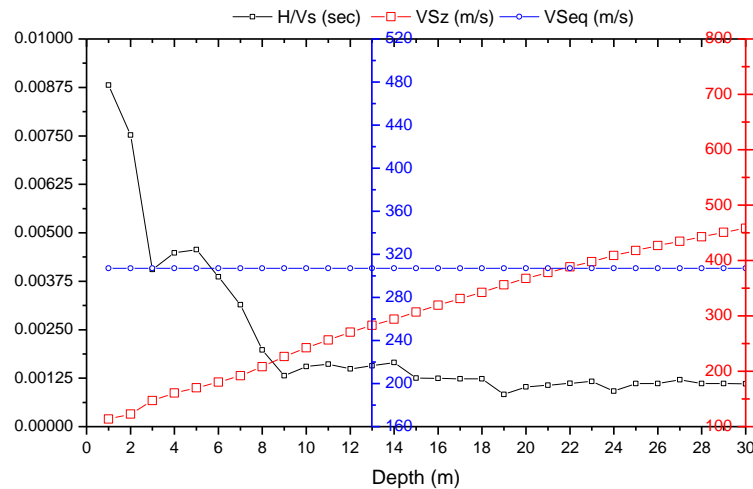


Grafico 1. Velocità media equivalent

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94018 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

Tabella 3 – Valori intervallo

OFFSET (m)	Prof. (m)	V <sub>Pi</sub> (m/s)	V <sub>Si</sub> (m/s)	γ <sub>din</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	G (Kg/cmq)	k (Kg/cmq)	E (Kg/cmq)	M (Kg/cmq)	σ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	Imp. Sismica (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )	Coeff. t	Coeff. ξ
2	1.00	382.79	113.51	1.58	2.1E+02	2.1E+03	6.0E+02	2.4E+03	0.4518	3.37	179.21	1.1231	-0.1231
	2.00	613.86	132.91	1.73	3.1E+02	6.2E+03	9.2E+02	6.6E+03	0.4754	4.62	229.54	1.3145	-0.3145
	3.00	726.47	246.85	1.78	1.1E+03	8.1E+03	3.2E+03	9.6E+03	0.4347	2.94	440.18	1.0207	-0.0207
	4.00	1533.75	223.22	2.06	1.0E+03	4.8E+04	3.1E+03	4.9E+04	0.4892	6.87	458.78	0.9904	0.0096
	5.00	1535.71	218.93	2.06	1.0E+03	4.8E+04	3.0E+03	4.9E+04	0.4896	7.01	450.07	1.0724	-0.0724
	6.00	1369.81	258.66	2.01	1.4E+03	3.7E+04	4.1E+03	3.8E+04	0.4815	5.30	520.31	1.1153	-0.1153
	7.00	1558.05	318.17	2.06	2.1E+03	4.8E+04	6.3E+03	5.1E+04	0.4782	4.90	655.87	1.2577	-0.2577
	8.00	2171.32	506.10	2.20	5.7E+03	9.8E+04	1.7E+04	1.1E+05	0.4713	4.29	1111.18	1.1984	-0.1984
	9.00	2098.72	761.52	2.18	1.3E+04	8.1E+04	3.7E+04	9.8E+04	0.4242	2.76	1661.19	0.9190	0.0810
	10.00	2148.77	644.48	2.19	9.3E+03	9.1E+04	2.7E+04	1.0E+05	0.4506	3.33	1412.20	0.9758	0.0242
	11.00	2050.51	619.47	2.17	8.5E+03	8.2E+04	2.5E+04	9.3E+04	0.4498	3.31	1345.38	1.0432	-0.0432
	12.00	2127.66	670.69	2.19	1.0E+04	8.8E+04	2.9E+04	1.0E+05	0.4448	3.17	1466.88	0.9483	0.0517
	13.00	1627.65	636.31	2.08	8.6E+03	4.5E+04	2.4E+04	5.6E+04	0.4098	2.56	1322.62	0.9906	0.0094
	14.00	1949.46	603.40	2.15	8.0E+03	7.3E+04	2.3E+04	8.3E+04	0.4470	3.23	1297.95	1.1301	-0.1301
	15.00	1757.73	799.38	2.11	1.4E+04	4.8E+04	3.8E+04	6.6E+04	0.3696	2.20	1686.03	1.0207	-0.0207
	16.00	2109.80	804.83	2.18	1.4E+04	8.0E+04	4.1E+04	9.9E+04	0.4148	2.62	1757.44	1.0030	-0.0030
	17.00	2116.04	809.16	2.18	1.5E+04	8.0E+04	4.1E+04	1.0E+05	0.4144	2.62	1767.88	1.0134	-0.0134
	18.00	2382.53	812.64	2.23	1.5E+04	1.1E+05	4.3E+04	1.3E+05	0.4342	2.93	1815.95	1.1982	-0.1982
	19.00	2460.74	1207.01	2.25	3.3E+04	9.4E+04	9.0E+04	1.4E+05	0.3416	2.04	2713.84	0.8904	0.1096
	20.00	2350.36	976.95	2.23	2.2E+04	9.7E+04	6.1E+04	1.3E+05	0.3956	2.41	2177.50	0.9872	0.0128
	21.00	2597.48	934.28	2.27	2.0E+04	1.3E+05	5.8E+04	1.6E+05	0.4257	2.78	2122.34	0.9737	0.0263
	22.00	2473.27	894.73	2.25	1.8E+04	1.2E+05	5.2E+04	1.4E+05	0.4247	2.76	2013.65	0.9681	0.0319
	23.00	2204.30	858.06	2.20	1.7E+04	8.7E+04	4.7E+04	1.1E+05	0.4107	2.57	1889.33	1.1207	-0.1207
	24.00	2206.13	1093.38	2.20	2.7E+04	7.4E+04	7.2E+04	1.1E+05	0.3372	2.02	2407.87	0.9025	0.0975
	25.00	2207.70	898.98	2.20	1.8E+04	8.5E+04	5.1E+04	1.1E+05	0.4006	2.46	1980.02	1.0006	-0.0006
	26.00	2209.06	900.00	2.20	1.8E+04	8.5E+04	5.1E+04	1.1E+05	0.4005	2.45	1982.49	0.9571	0.0429
	27.00	2200.71	826.62	2.20	1.5E+04	8.8E+04	4.3E+04	1.1E+05	0.4179	2.66	1819.54	1.0443	-0.0443

2	28.00	2220.90	901.63	2.21	1.8E+04	8.7E+04	5.1E+04	1.1E+05	0.4013	2.46	1988.11	1.0111	-0.0111
	29.00	2486.58	902.30	2.25	1.9E+04	1.2E+05	5.3E+04	1.4E+05	0.4242	2.76	2032.77	1.0004	-0.0004
	30.00	2487.70	902.89	2.25	1.9E+04	1.2E+05	5.3E+04	1.4E+05	0.4241	2.76	2034.27	0.0000	1.0000



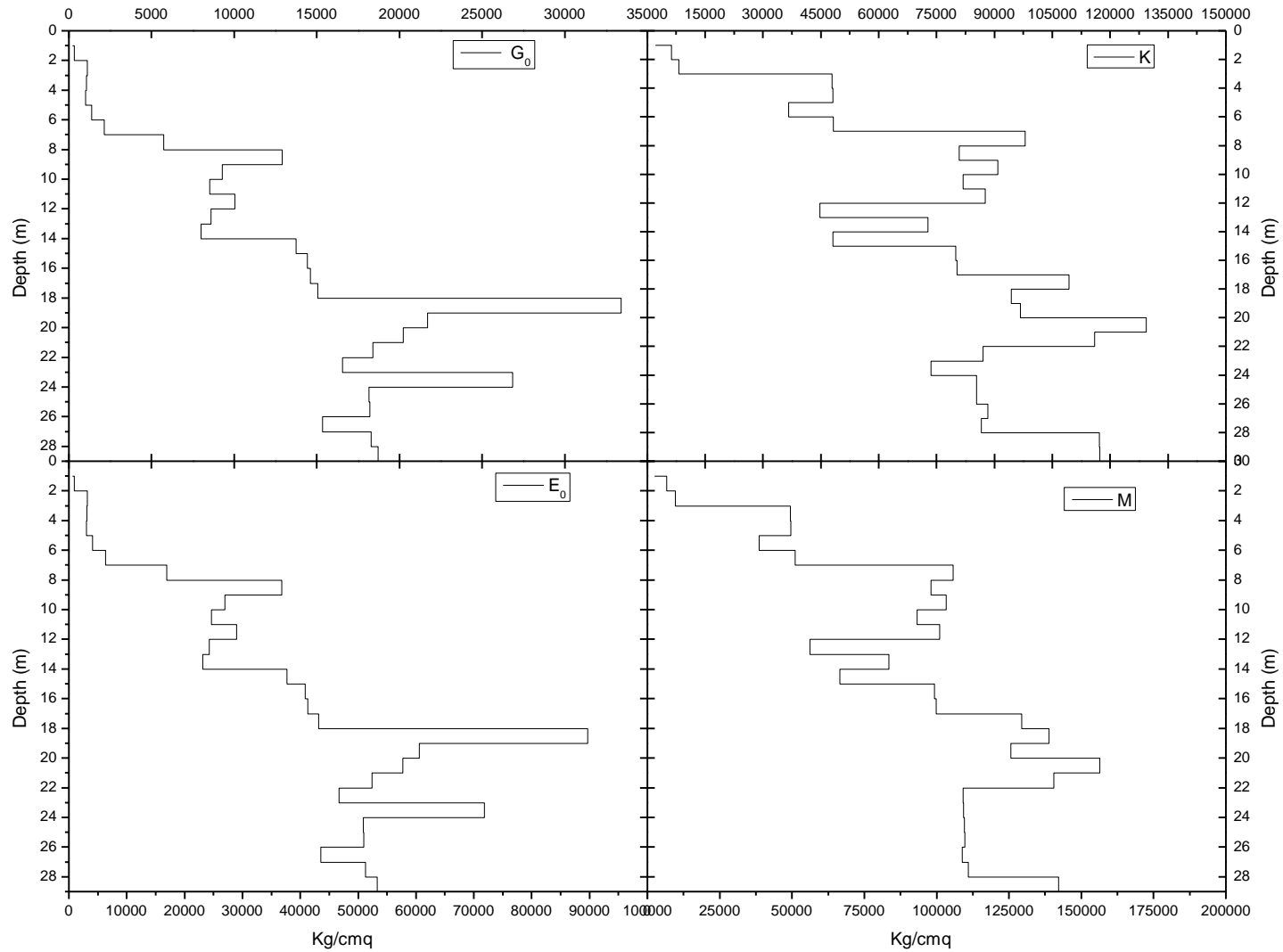


Grafico 2 – Moduli elastici\profondità

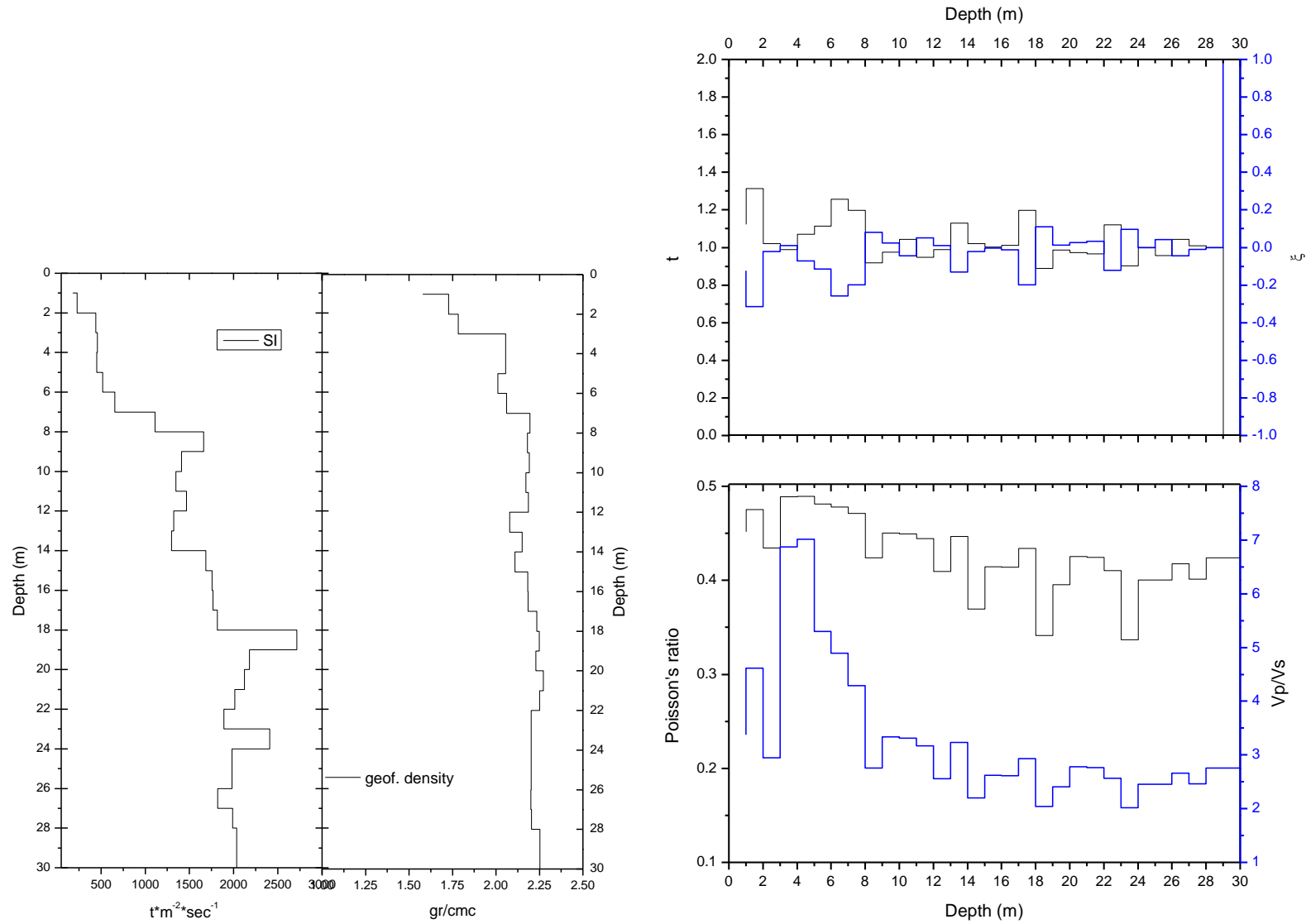


Grafico 3 - Impedenza sismica, Densità geofisica, Coefficiente di Poisson  $V_p/V_s$  Coefficiente di rifrazione e di riflessione /Profondità

## 2.5.2 S35-DH2



Foto 3 – Ubicazione S35-DH2



Foto 4 – Down-hole S35-DH2

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

Tabella 4 – Valori medi

Profondità (m)	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	□ din(gr/cm <sup>3</sup> )	σ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>
da - 1 a -3	556.45	256.46	1.69	0.35	2.27
da -4 a -11	963.52	373.71	1.87	0.41	2.69
da -12 a -21	1805.35	463.96	2.12	0.46	4.37
da -22 a fondo foro	2086.93	611.24	2.18	0.45	3.42
Profondità (m)	G Kg/cm <sup>q</sup>	K (Kg/cm <sup>q</sup> )	E (kg/cm <sup>q</sup> )	M (kg/cm <sup>q</sup> )	Imp. Sismica (t*m-2*sec-1)
da - 1 a -3	542.18	5474.49	1566.55	6197.39	282.97
da -4 a -11	1387.36	45214.49	4115.37	47064.30	521.26
da -12 a -21	9594.79	75550.45	27391.71	88343.51	1412.93
da -22 a fondo foro	19234.58	96394.15	53800.59	122040.26	2033.53

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

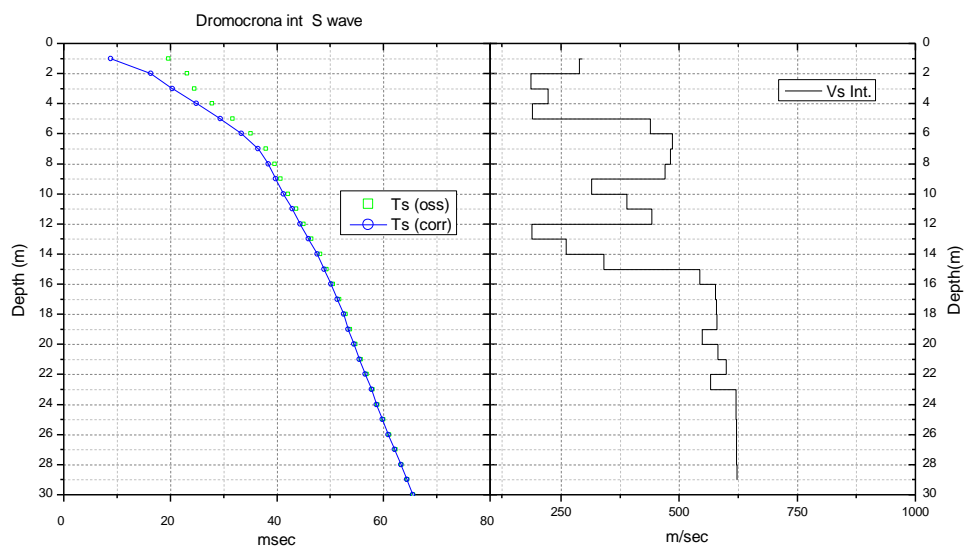
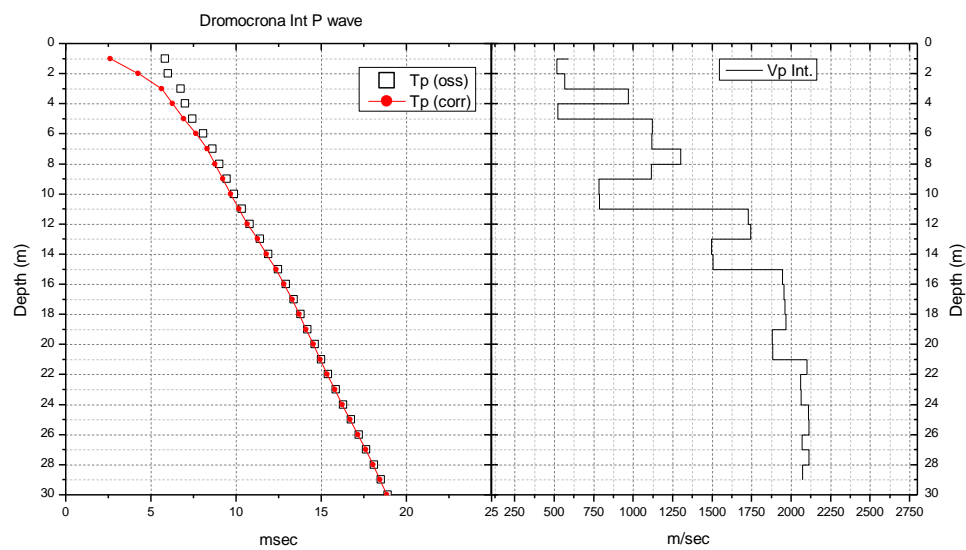
Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Profondità (m)	VPI (m/sec)	VSI (m/sec)
da - 1 a -3	556.45	256.46
da -4 a -11	963.52	373.71
da -12 a -21	1805.35	463.96
da -22 a fondo foro	2086.93	611.24

Grafico 4 – Dromocrone, velocità media ed intervalli

➤ Il valore del  $V_{SEQ(16m)}$  risulta uguale a 395.09 m/s

Z (m)	Spessore (h (m))	$V_s$ (m/s)	$h/V_s$ (sec)	$V_s Z$ (m/s)	$V_{SEQ}$ (m/s)
1.00	1.0	294.22	0.0034	294.22	395.09
2.00	1.0	289.01	0.0035	291.59	
3.00	1.0	186.14	0.0054	245.28	
4.00	1.0	222.49	0.0045	239.15	
5.00	1.0	189.43	0.0053	227.22	
6.00	1.0	438.33	0.0023	247.05	
7.00	1.0	485.56	0.0021	265.70	
8.00	1.0	480.90	0.0021	281.44	
9.00	1.0	469.60	0.0021	294.55	
10.00	1.0	314.73	0.0032	296.45	
11.00	1.0	388.68	0.0026	302.99	
12.00	1.0	441.85	0.0023	311.14	
13.00	1.0	188.12	0.0053	296.24	
14.00	1.0	260.97	0.0038	293.41	
15.00	1.0	340.58	0.0029	296.14	
16.00	1.0	543.55	0.0018	304.81	
17.00	1.0	576.53	0.0017	313.50	
18.00	1.0	578.16	0.0017	321.68	
19.00	1.0	579.49	0.0017	329.40	
20.00	1.0	548.88	0.0018	336.12	
21.00	1.0	581.48	0.0017	343.01	
22.00	1.0	599.63	0.0017	349.81	
23.00	1.0	566.46	0.0018	355.73	
24.00	1.0	619.47	0.0016	362.15	
25.00	1.0	620.03	0.0016	368.28	
26.00	1.0	620.51	0.0016	374.13	
27.00	1.0	620.93	0.0016	379.72	
28.00	1.0	621.29	0.0016	385.07	
29.00	2.0	621.61	0.0032	381.92	

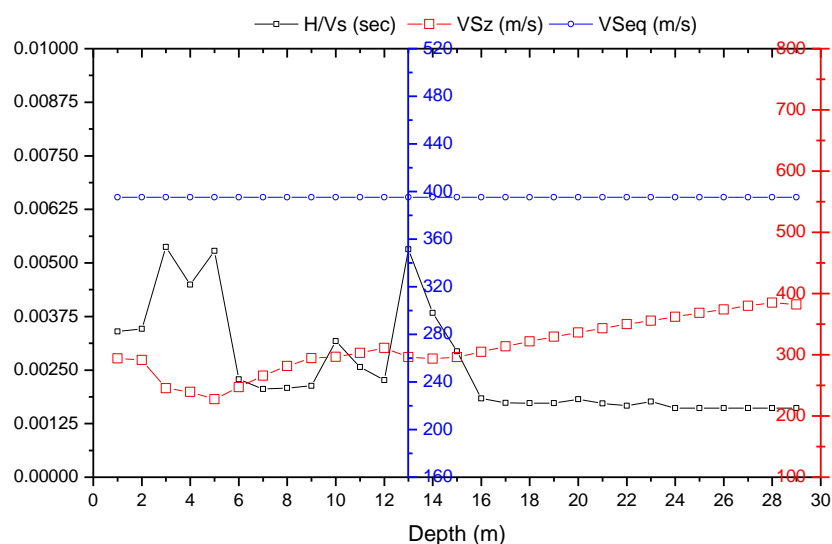


Grafico 5. Velocità media equivalente

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



OFFSET (m)	Prof. (m)	VPI (m/s)	VSi (m/s)	$\gamma_{din}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	G (Kg/cmq)	k (Kg/cmq)	E (Kg/cmq)	M (Kg/cmq)	$\sigma$	Vp/Vs	Imp. Sismica (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )	Coeff. t	Coeff. $\xi$
2	1.00	588.44	294.22	1.71	1.5E+03	4.0E+03	4.0E+03	6.0E+03	0.3333	2.00	504.06	0.9784	0.0216
	2.00	514.88	289.01	1.67	1.4E+03	2.6E+03	3.6E+03	4.5E+03	0.2700	1.78	482.73	0.7921	0.2079
	3.00	566.02	186.14	1.70	6.0E+02	4.8E+03	1.7E+03	5.6E+03	0.4394	3.04	316.56	1.1394	-0.1394
	4.00	969.42	222.49	1.88	9.5E+02	1.7E+04	2.8E+03	1.8E+04	0.4722	4.36	419.09	0.8616	0.1384
	5.00	521.81	189.43	1.67	6.1E+02	3.8E+03	1.7E+03	4.6E+03	0.4241	2.75	317.20	1.4558	-0.4558
	6.00	1119.35	438.33	1.94	3.8E+03	2.0E+04	1.1E+04	2.5E+04	0.4094	2.55	848.54	1.0510	-0.0510
	7.00	1118.05	485.56	1.94	4.7E+03	1.8E+04	1.3E+04	2.5E+04	0.3838	2.30	939.77	1.0094	-0.0094
	8.00	1298.66	480.90	1.99	4.7E+03	2.8E+04	1.3E+04	3.4E+04	0.4205	2.70	957.62	0.9735	0.0265
	9.00	1113.88	469.60	1.93	4.3E+03	1.9E+04	1.2E+04	2.4E+04	0.3919	2.37	908.23	0.7705	0.2295
	10.00	781.93	314.73	1.81	1.8E+03	8.8E+03	5.1E+03	1.1E+04	0.4033	2.48	569.13	1.1055	-0.1055
	11.00	785.08	388.68	1.81	2.8E+03	7.7E+03	7.5E+03	1.1E+04	0.3377	2.02	703.39	1.1381	-0.1381
	12.00	1726.02	441.85	2.10	4.2E+03	5.8E+04	1.2E+04	6.4E+04	0.4649	3.91	928.72	0.5980	0.4020
	13.00	1743.47	188.12	2.11	7.6E+02	6.4E+04	2.3E+03	6.5E+04	0.4941	9.27	396.17	1.1480	-0.1480
	14.00	1496.47	260.97	2.05	1.4E+03	4.5E+04	4.2E+03	4.7E+04	0.4843	5.73	533.85	1.1328	-0.1328
	15.00	1503.31	340.58	2.05	2.4E+03	4.4E+04	7.1E+03	4.7E+04	0.4729	4.41	697.31	1.2526	-0.2526
	16.00	1945.57	543.55	2.15	6.5E+03	7.4E+04	1.9E+04	8.3E+04	0.4577	3.58	1168.77	1.0298	-0.0298
	17.00	1953.70	576.53	2.15	7.3E+03	7.4E+04	2.1E+04	8.4E+04	0.4523	3.39	1240.66	1.0017	-0.0017
	18.00	1960.25	578.16	2.15	7.3E+03	7.5E+04	2.1E+04	8.4E+04	0.4524	3.39	1244.96	1.0014	-0.0014
	19.00	1965.58	579.49	2.15	7.4E+03	7.5E+04	2.1E+04	8.5E+04	0.4524	3.39	1248.47	0.9685	0.0315
	20.00	1877.94	548.88	2.14	6.6E+03	6.8E+04	1.9E+04	7.7E+04	0.4533	3.42	1172.31	1.0290	-0.0290
	21.00	1881.17	581.48	2.14	7.4E+03	6.7E+04	2.1E+04	7.7E+04	0.4472	3.24	1242.36	1.0258	-0.0258
	22.00	2100.64	599.63	2.18	8.0E+03	8.8E+04	2.3E+04	9.8E+04	0.4556	3.50	1308.29	0.9697	0.0303
	23.00	2060.48	566.46	2.17	7.1E+03	8.5E+04	2.1E+04	9.4E+04	0.4591	3.64	1231.38	1.0448	-0.0448
	24.00	2062.92	619.47	2.17	8.5E+03	8.3E+04	2.5E+04	9.4E+04	0.4504	3.33	1346.92	1.0025	-0.0025
	25.00	2108.40	620.03	2.18	8.6E+03	8.8E+04	2.5E+04	9.9E+04	0.4527	3.40	1353.73	1.0005	-0.0005
	26.00	2110.30	620.51	2.18	8.6E+03	8.8E+04	2.5E+04	9.9E+04	0.4527	3.40	1355.02	0.9984	0.0016
	27.00	2068.38	620.93	2.18	8.6E+03	8.4E+04	2.5E+04	9.5E+04	0.4505	3.33	1350.77	1.0023	-0.0023
	28.00	2113.37	621.29	2.18	8.6E+03	8.8E+04	2.5E+04	9.9E+04	0.4527	3.40	1357.10	0.9983	0.0017

OFFSET (m)	Prof. (m)	V <sub>Pi</sub> (m/s)	V <sub>Si</sub> (m/s)	γ <sub>din</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	G (Kg/cmq)	k (Kg/cmq)	E (Kg/cmq)	M (Kg/cmq)	σ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	Imp. Sismica (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )	Coeff. t	Coeff. ξ
	29	2070.94	621.61	2.18	8.6E+03	8.4E+04	2.5E+04	9.5E+04	0.4505	3.33	1352.57	0.0000	1.0000



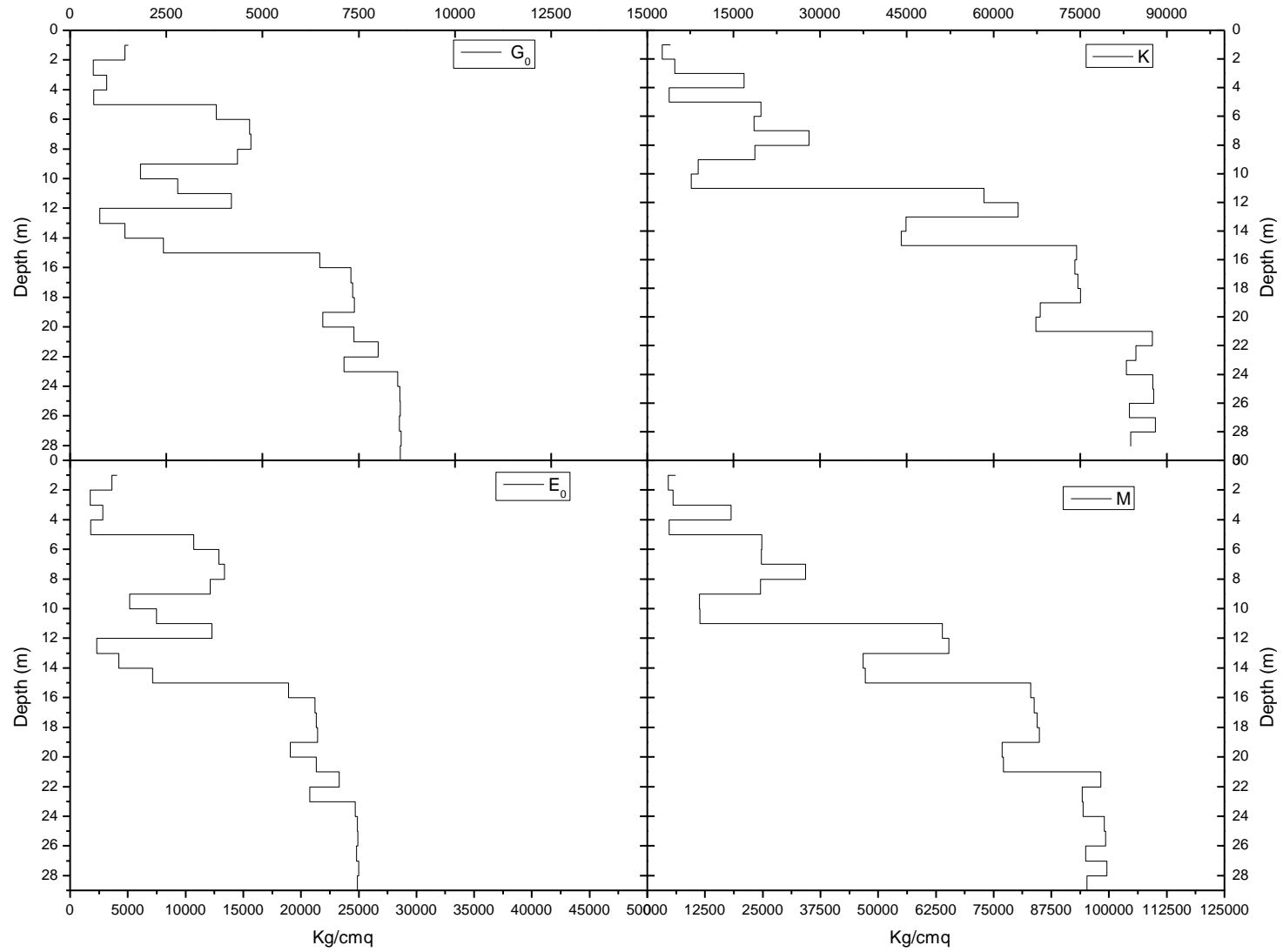


Grafico 6 – Moduli elastici\profondità

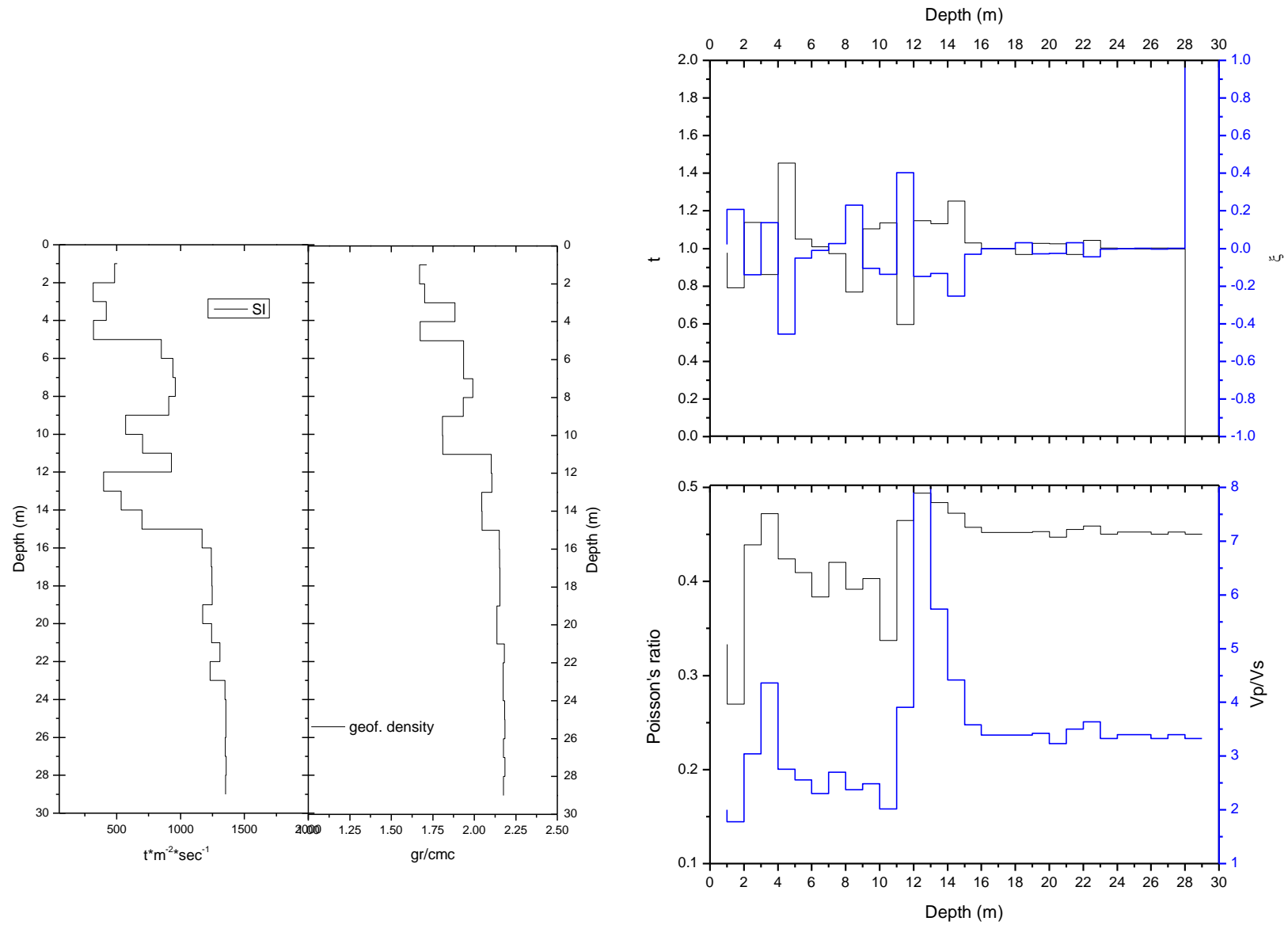


Grafico 7 - Impedenza sismica, Densità geofisica, Coefficiente di Poisson  $V_p/V_s$  Coefficiente di rifrazione e di riflessione /Profondità

### 2.5.3 S50-DH3

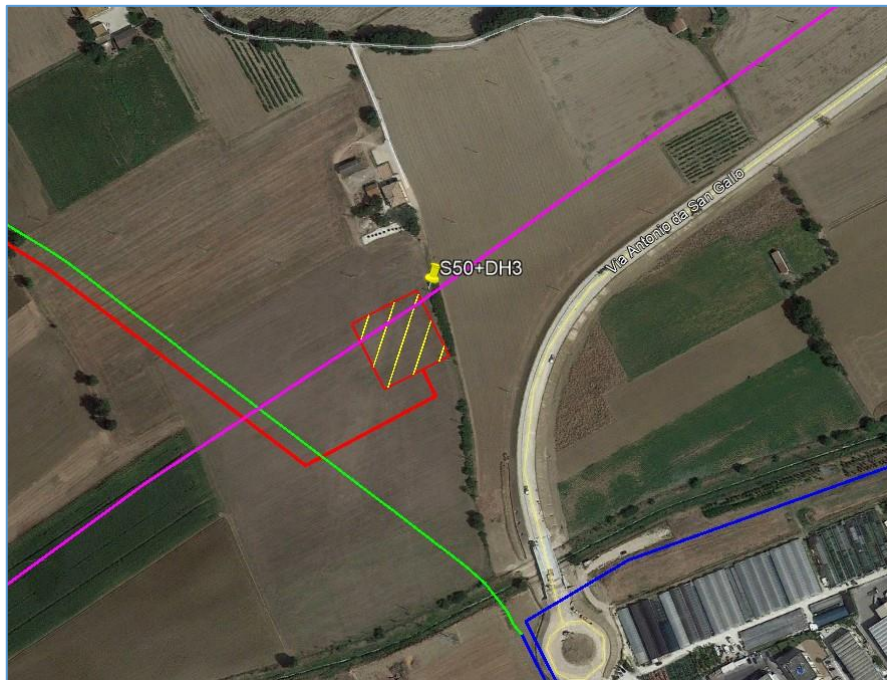


Foto 5 – Ubicazione S50-DH3



Foto 6 – Down-hole S50-DH3

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

Tabella 5 – Valori medi

Profondità (m)	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	$\gamma^{din}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\sigma$	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>
da - 1 a -3	376.21	188.16	1.56	0.31	1.99
da -4 a -22	1162.81	395.36	1.95	0.43	3.02
da -23 a fondo foro	1497.23	545.53	2.05	0.42	2.74
Profondità (m)	G (Kg/cmq)	K (Kg/cmq)	E (kg/cmq)	M (kg/cmq)	Imp. Sismica (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
da - 1 a -3	643.69	1764.41	1707.88	2622.66	299.08
da -4 a -22	3237.98	23300.66	9238.15	27617.97	772.20
da -23 a fondo foro	6214.42	38612.68	17691.01	46898.57	1116.12

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

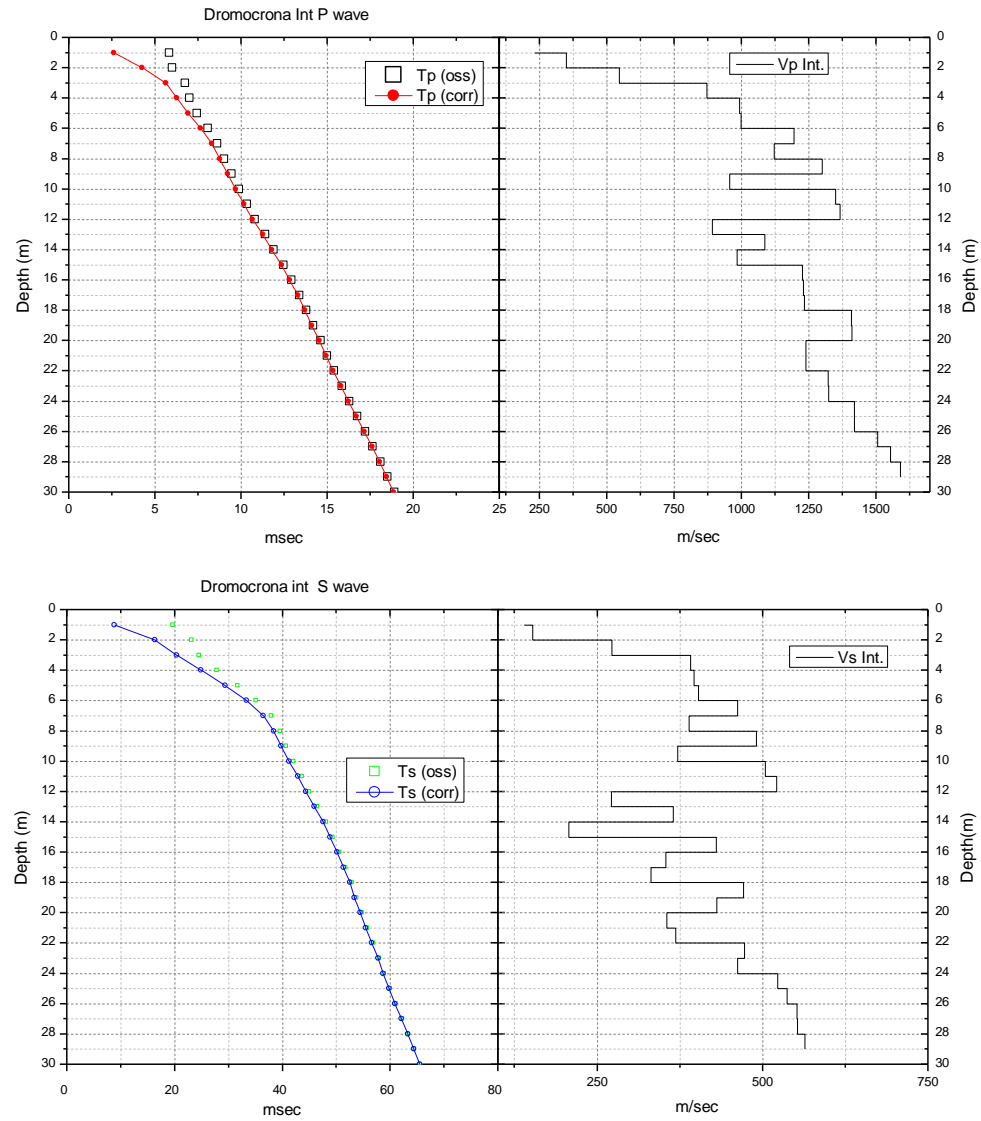
Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Profondità (m)	VPI (m/sec)	VSi (m/sec)
da - 1 a -3	376.21	188.16
da -4 a -22	1162.81	395.36
da -23 a fondo foro	1497.23	545.53

Grafico 8 - Dromocrone, Velocità media ed intervallo

➤ Il valore del  $V_{SEQ(16m)}$  risulta uguale a 361.68 m/s

Z (m)	Spessore (h (m))	$V_s$ (m/s)	$h/V_s$ (sec)	$V_s Z$ (m/s)	$V_{SEQ}$ (m/s)
1.00	1.0	139.75	0.0072	139.75	361.68
2.00	1.0	152.38	0.0066	145.80	
3.00	1.0	272.33	0.0037	172.51	
4.00	1.0	391.26	0.0026	200.54	
5.00	1.0	396.29	0.0025	222.53	
6.00	1.0	403.03	0.0025	240.48	
7.00	1.0	461.98	0.0022	258.16	
8.00	1.0	388.90	0.0026	269.48	
9.00	1.0	490.26	0.0020	283.68	
10.00	1.0	371.43	0.0027	290.54	
11.00	1.0	503.83	0.0020	302.17	
12.00	1.0	521.32	0.0019	313.14	
13.00	1.0	271.42	0.0037	309.48	
14.00	1.0	364.97	0.0027	312.88	
15.00	1.0	207.23	0.0048	302.59	
16.00	1.0	430.14	0.0023	308.31	
17.00	1.0	353.80	0.0028	310.66	
18.00	1.0	330.90	0.0030	311.72	
19.00	1.0	470.68	0.0021	317.36	
20.00	1.0	430.92	0.0023	321.60	
21.00	1.0	355.11	0.0028	323.05	
22.00	1.0	368.34	0.0027	324.86	
23.00	1.0	472.65	0.0021	329.34	
24.00	1.0	462.11	0.0022	333.33	
25.00	1.0	522.62	0.0019	338.23	
26.00	1.0	536.97	0.0019	343.12	
27.00	1.0	552.09	0.0018	347.99	
28.00	1.0	552.40	0.0018	352.65	
29.00	2.0	563.55	0.0035	349.62	

CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

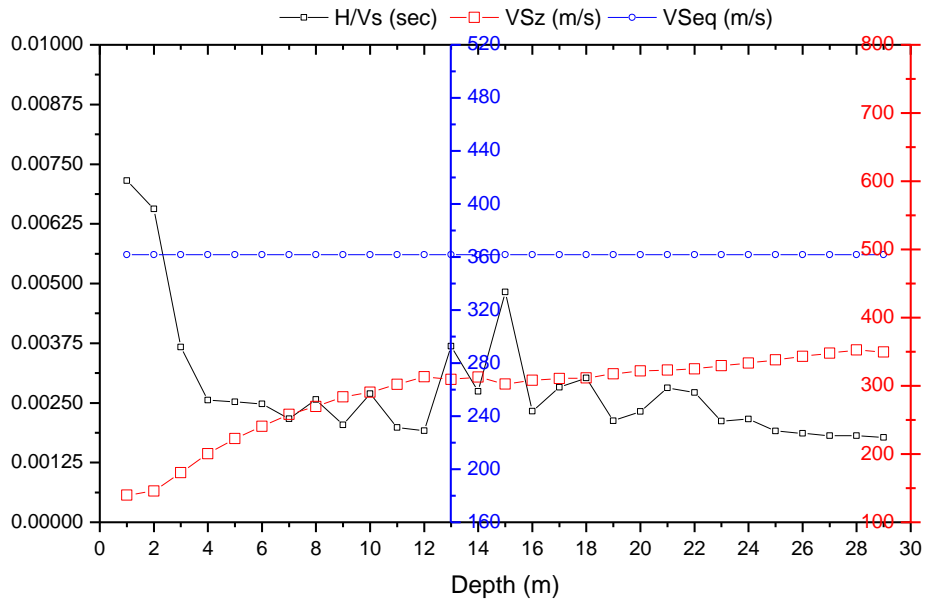


Grafico 9. Velocità media equivalente



Tabella 6 – Valori medi

OFFSET (m)	Prof. (m)	V <sub>Pi</sub> (m/s)	V <sub>Si</sub> (m/s)	γ <sub>din</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	G (Kg/cmq)	k (Kg/cmq)	E (Kg/cmq)	M (Kg/cmq)	σ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	Imp. Sismica (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )	Coeff. t	Coeff. ξ
2	1.00	232.92	139.75	1.44	2.9E+02	4.1E+02	7.0E+02	7.9E+02	0.2188	1.67	200.77	1.0816	-0.0816
	2.00	349.32	152.38	1.55	3.7E+02	1.4E+03	1.0E+03	1.9E+03	0.3825	2.29	236.44	1.3210	-0.3210
	3.00	546.38	272.33	1.69	1.3E+03	3.4E+03	3.4E+03	5.1E+03	0.3347	2.01	460.04	1.2218	-0.2218
	4.00	871.30	391.26	1.85	2.9E+03	1.0E+04	7.9E+03	1.4E+04	0.3737	2.23	722.21	1.0187	-0.0187
	5.00	992.20	396.29	1.89	3.0E+03	1.5E+04	8.5E+03	1.9E+04	0.4051	2.50	749.78	1.0090	-0.0090
	6.00	998.58	403.03	1.89	3.1E+03	1.5E+04	8.8E+03	1.9E+04	0.4027	2.48	763.46	1.0850	-0.0850
	7.00	1194.13	461.98	1.96	4.3E+03	2.3E+04	1.2E+04	2.8E+04	0.4120	2.58	905.38	0.9081	0.0919
	8.00	1120.49	388.90	1.94	3.0E+03	2.1E+04	8.5E+03	2.5E+04	0.4315	2.88	752.99	1.1291	-0.1291
	9.00	1299.09	490.26	1.99	4.9E+03	2.8E+04	1.4E+04	3.4E+04	0.4170	2.65	976.32	0.8336	0.1664
	10.00	955.58	371.43	1.88	2.6E+03	1.4E+04	7.5E+03	1.7E+04	0.4110	2.57	697.75	1.1831	-0.1831
	11.00	1348.91	503.83	2.01	5.2E+03	3.0E+04	1.5E+04	3.7E+04	0.4189	2.68	1010.53	1.0182	-0.0182
	12.00	1364.95	521.32	2.01	5.6E+03	3.1E+04	1.6E+04	3.8E+04	0.4146	2.62	1047.96	0.6488	0.3512
	13.00	891.57	271.42	1.85	1.4E+03	1.3E+04	4.0E+03	1.5E+04	0.4489	3.28	503.19	1.1654	-0.1654
	14.00	1086.79	364.97	1.93	2.6E+03	2.0E+04	7.5E+03	2.3E+04	0.4364	2.98	702.59	0.7156	0.2844
	15.00	984.22	207.23	1.89	8.3E+02	1.8E+04	2.4E+03	1.9E+04	0.4768	4.75	391.48	1.3680	-0.3680
	16.00	1226.63	430.14	1.97	3.7E+03	2.5E+04	1.1E+04	3.0E+04	0.4299	2.85	847.30	0.9029	0.0971
	17.00	1229.98	353.80	1.97	2.5E+03	2.7E+04	7.3E+03	3.0E+04	0.4549	3.48	697.28	0.9668	0.0332
	18.00	1232.69	330.90	1.97	2.2E+03	2.8E+04	6.4E+03	3.1E+04	0.4612	3.73	652.43	1.1866	-0.1866
	19.00	1407.80	470.68	2.02	4.6E+03	3.5E+04	1.3E+04	4.1E+04	0.4371	2.99	951.74	0.9561	0.0439
	20.00	1410.39	430.92	2.02	3.8E+03	3.6E+04	1.1E+04	4.1E+04	0.4485	3.27	871.66	0.8913	0.1087
21.00	1238.41	355.11	1.97	2.5E+03	2.7E+04	7.4E+03	3.1E+04	0.4552	3.49	700.77	1.0184	-0.0184	
22.00	1239.68	368.34	1.97	2.7E+03	2.7E+04	7.9E+03	3.1E+04	0.4516	3.37	727.02	1.1301	-0.1301	
23.00	1322.50	472.65	2.00	4.6E+03	3.0E+04	1.3E+04	3.6E+04	0.4268	2.80	944.44	0.9888	0.0112	
24.00	1323.61	462.11	2.00	4.4E+03	3.0E+04	1.2E+04	3.6E+04	0.4306	2.86	923.54	1.0680	-0.0680	
25.00	1418.18	522.62	2.02	5.6E+03	3.4E+04	1.6E+04	4.2E+04	0.4214	2.71	1058.25	1.0136	-0.0136	
26.00	1419.17	536.97	2.03	6.0E+03	3.4E+04	1.7E+04	4.2E+04	0.4165	2.64	1087.45	1.0195	-0.0195	
27.00	1505.30	552.09	2.05	6.4E+03	3.9E+04	1.8E+04	4.7E+04	0.4223	2.73	1130.66	1.0032	-0.0032	



	28.00	1552.84	552.40	2.06	6.4E+03	4.2E+04	1.8E+04	5.1E+04	0.4276	2.81	1137.99	1.0123	-0.0123
	<b>Prof.</b> (m)	<b>V<sub>Pi</sub></b> (m/s)	<b>V<sub>Si</sub></b> (m/s)	<b>ρ<sub>din</sub></b> (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>G</b> (Kg/cmq)	<b>k</b> (Kg/cmq)	<b>E</b> (Kg/cmq)	<b>M</b> (Kg/cmq)	<b>ν</b>	<b>V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub></b>	<b>Imp. Sismica</b> (t*m-2*sec-1)	<b>Coeff.</b> t	<b>Coeff.</b> ν
	29	1590.67	563.55	2.07	6.7E+03	4.4E+04	1.9E+04	5.3E+04	0.4282	2.82	1166.27	0.0000	1.0000

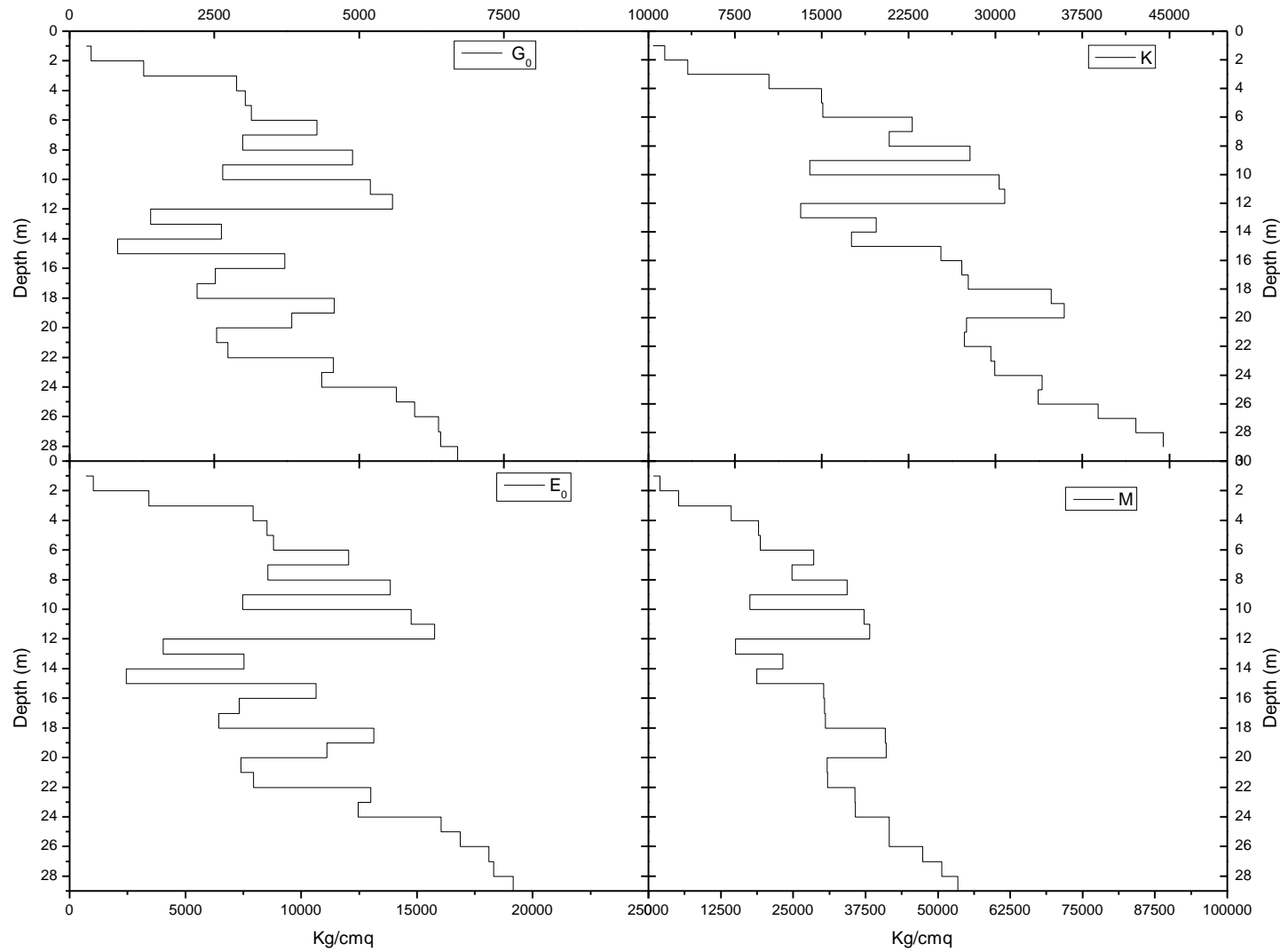


Grafico 10 - Moduli elastici / profondità

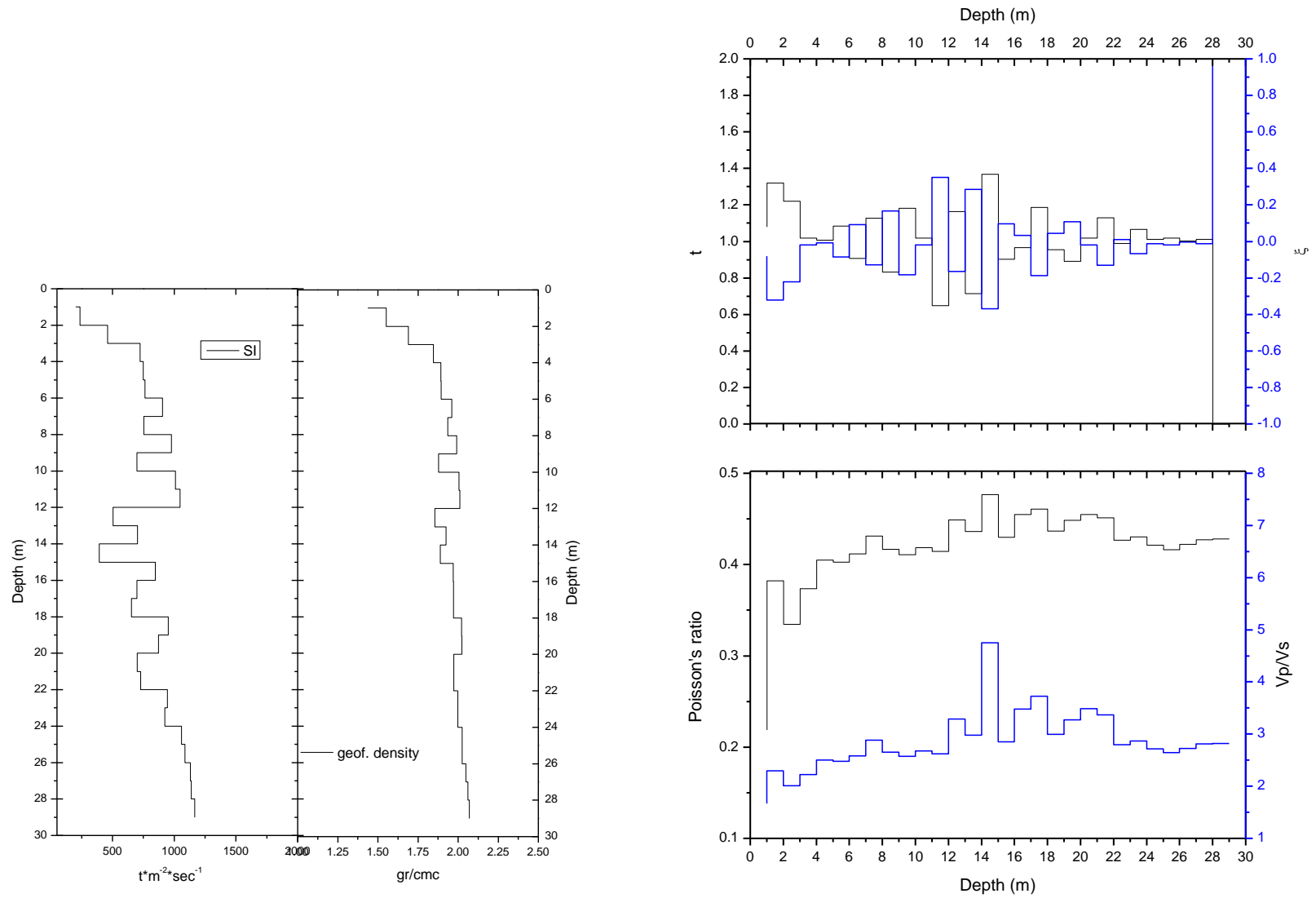


Grafico 11 - Impedenza sismica, Densità geofisica, Coefficiente di Poisson  $V_p/V_s$  Coefficiente di rifrazione e di riflessione /Profondità