
Comune di Faenza

RELAZIONE GEOFISICA

Committente: Geol. Matteo Ortellì

Indagine sismica con metodologia Down-hole per la valutazione del parametro V_{S30} e la determinazione della categoria del suolo di fondazione in un'area situata in Via San Giovannino a Faenza (RA)

Ottobre 2011

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051.757378 Cell. 349.4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	1
2. INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA DOWN-HOLE	2
3. STRUMENTAZIONE	2
3.1 SISTEMA ENERGIZZANTE.....	2
3.2 TRIGGER	2
3.3 SISTEMA RICEVENTE	3
3.4 UNITÀ DI ACQUISIZIONE	4
4. ACQUISIZIONE DATI.....	5
5. ELABORAZIONE DATI.....	5
6. COMMENTO DEI RISULTATI	6
7. VALUTAZIONE DEI PARAMETRI ELASTICI DINAMICI	6
8. VALUTAZIONE DEL PARAMETRO V_{S30} E DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	7
9. CONCLUSIONI.....	9

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

1. INTRODUZIONE

Su incarico del Geol. Matteo Ortelli è stata redatta la presente relazione riportante i risultati ottenuti da un'indagine sismica con metodologia Down-hole effettuata dallo scrivente in data 10 Ottobre 2011 in un'area situata in Via San Giovannino a Faenza (RA).

Lo scopo dell'indagine, su richiesta della stessa committenza, è consistito nella caratterizzazione dinamica del sottosuolo nelle sue prime decine di metri di profondità, nella definizione delle principali unità intese come strati sismici e nella valutazione dei principali parametri elastici dinamici.

Ulteriore scopo del presente studio è stata la determinazione del parametro V_{S30} al fine di classificare il suolo di fondazione del sito in accordo con la normativa vigente:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (14/01/2008): *Norme tecniche per le costruzioni* (G.U. n. 29 del 04/02/2008) – Suppl. Ordinario n° 30

L'area di intervento è ubicata nell'Elemento S. *Barnaba* n° 239124 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000.

In Tavola 1 allegata a fine testo viene indicata l'ubicazione dell'area in esame con il punto della prova.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

2. INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA DOWN-HOLE

L'indagine sismica di tipo Down-hole sfrutta la misura della velocità delle onde sismiche generate da una sorgente per determinare gli spessori e studiare le caratteristiche fisico-meccaniche del mezzo attraversato dalle onde stesse.

In pratica questo metodo consiste nel misurare il tempo impiegato da un'onda P o S_H per compiere il percorso nel sottosuolo dal punto in cui questa onda viene generata fino ad un ricevitore (geofono triassiale) posto all'interno di un foro di sondaggio adeguatamente predisposto con un tubo in PVC dentro il quale viene fissato a varie profondità.

Al fine del presente studio il geofono da foro è stato fissato ad intervalli regolari di 1 metro per una profondità complessiva di 30 metri.

3. STRUMENTAZIONE

3.1 SISTEMA ENERGIZZANTE

Come sorgente per le onde P è stato utilizzata una mazza da 8 kg (Tavola 2) battente su una piastra di acciaio posta sul piano campagna opportunamente ripulito al fine di garantire un migliore accoppiamento.

Per le onde S_H si è invece sfruttata una barra di legno rivestita in metallo, posta a 3 metri di distanza dal foro di sondaggio ed ortogonalmente alla linea immaginaria che li unisce, sovraccaricata dal peso di una vettura e poi battuta da due masse di 20 kg alle due estremità (Tavola 2). Così facendo vengono meglio evidenziati gli istanti dei primi arrivi delle onde S_H e vengono limitate le eventuali onde P.

3.2 TRIGGER

Il trigger serve a definire il tempo della generazione dell'onda e consiste in un geofono posizionato immediatamente vicino al punto di energizzazione.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

Il superamento dell'ampiezza dell'onda generata rispetto ad un valore di soglia opportunamente scelto permette di avviare la registrazione degli arrivi al geofono da foro.

3.3 SISTEMA RICEVENTE

Il geofono da foro utilizzato per il presente studio è il modello DHTG50 della PASI costituito da tre geofoni da 10 Hz orientati secondo tre assi ortogonali tra loro per poter registrare gli arrivi sia delle onde P che delle onde S_H .

L'intero sistema comprende un motorino elettrico in continua comandato dall'operatore con il quale si sposta un pistone all'interno della sonda per attivare una molla e renderla solidale al foro.

Di seguito vengono elencate le caratteristiche tecniche.

Caratteristiche tecniche del geofono da foro DHTG50

Materiale sonda: acciaio inox

Lunghezza cavo: 50 m (su rullo avvolgicavo con rotelle)

Alimentazione: batteria interna ricaricabile 12 V (con indicazione batteria scarica)

Motore: elettrico, 12 V, 10 W on demoltipliche meccaniche

Protezioni: circuito elettronico di controllo e protezione contro le sovracorrenti

Diametro corpo sonda: 47 mm

Lunghezza sonda: 680 mm

Diametro del foro (molla standard): min. 70 mm; max 170 mm

Ingombro rullo avvolgicavo: 640x300x680 mm

Dimensioni e peso unità di controllo: 270x250x130 mm; 3 kg

Peso solo sonda: 3.5 kg

Peso totale: 13 kg (sonda + 50 m cavo + rullo + unità di controllo)

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa

Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174

C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

3.4 UNITÀ DI ACQUISIZIONE

L'unità di acquisizione consiste in un notebook ed un sistema sismico digitale multicanale SoilSpy Rosina di marca Micromed S.p.A. a cui è stato collegato il geofono da foro.

Di seguito vengono elencate le caratteristiche tecniche.

Caratteristiche tecniche di SoilSpy Rosina

Array-PC connection: via USB interface

Geophone-Array connection: bipolar, one for each module

Input impedance: 20 k Ω (12 k Ω attenuated mode)

Dynamic range: from ± 3.2 mV to ± 665 mV (8 options)

Resolution/Gain: from 0.1 μ V/digit to 20 μ V/digit (8 options)

Sampling rate: 89 kHz on each channel, sub-sampling through averaging

Data output: 256, 512, 1024 or 2048 Hz on each channel

Conversion: synchronized on each channel

Maximum continuous recording time: limited only by PC memory storage capability

Data transmission: asynchronous bidirectional serial, 1MBaud

Status indicators: LED

Average consumption: 120 mA @256Hz. 130 mA @512Hz. 150 mA @1024Hz

Power supply: 5V. Powered directly from the PC via USB. No external additional batteries

Internal Voltage: +3.3V

Number of channels: 1 for each module, analog band DC-360 Hz

Number of modules: 16 or 32 (16+16). Other combinations on demand

System Size: Single module: 0.053L x 0.063W x 0.022H meters.

Cable winder (external rim): 0.370L x 0.30W x 0.220H meters

Weight: ~5 kg included cable winder for the 24 module – 5 m interspace system

Operating environmental conditions: temperature 0-50°C, humidity 0-100%

Storage and transport conditions: temperature -20-60°C, humidity 0-95% without condensation

Impermeability: IP protection index 65 (dust proof, splash proof)

Manufacturer: Micromed S.p.A. - Via Giotto 2 - 31021 - Mogliano Veneto (TV) – Italy

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa

Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174

C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

4. ACQUISIZIONE DATI

La qualità dei dati ottenuti in campagna è stata buona e ha permesso di effettuare l'individuazione dei primi arrivi in modo sicuro.

Di seguito vengono fornite le indicazioni per le registrazioni:

- distanza sorgente-foro: 3 m
- intervallo di fissaggio del geofono e registrazione: 1 m
- tipo di energizzazione: mazza da 8 kg per le onde P; masse da 20 Kg per le onde S_H
- numero di energizzazioni per ogni registrazione: 3÷5
- profondità del foro: 30 m
- numero di registrazioni: 30x3 tracce
- diametro del rivestimento in PVC del foro: 3"

5. ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione dei dati è stata effettuata in due parti:

1. Filtraggio del rumore e determinazione dei primi arrivi delle onde ai vari geofoni (Tavola 3a e Tavola 3b) con sovrapposizione delle tracce S_H nelle due direzioni opposte di registrazione e conseguente miglioramento degli istanti dei primi arrivi delle onde di taglio;
2. Elaborazione dei dati effettuata tramite un foglio di calcolo, predisposto dallo scrivente, che utilizza il metodo diretto con traiettoria rettilinea del raggio.

La valutazione dei primi arrivi permette di ottenere un diagramma profondità-tempo di arrivo (Tavola 5) per il quale viene opportunamente effettuata una correzione necessaria a causa della distanza tra il punto di energizzazione ed il foro.

Tale correzione, definita tempo corretto t_{corr} , vale:

$$t_{corr} = t \cdot (z/d) = t \cdot [z/(z^2 + R^2)^{1/2}]$$

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

In cui si indica con z la profondità del geofono a cui è stata effettuata la registrazione, con d la distanza effettiva tra la sorgente ed il geofono, con R la distanza in superficie tra la sorgente ed il foro e con t il tempo di primo arrivo del segnale.

6. COMMENTO DEI RISULTATI

ONDE P (Tavola 5): La linea sismica mostra dal piano campagna fino a 19 m un primo strato con $V_P=1000\div 1400$ m/sec. Al di sotto di questo fino alla profondità di 30 m si trova un secondo strato con $V_P=1300\div 1600$ m/sec.

ONDE S_H (Tavola 5): La linea sismica mostra dal piano campagna fino a 4 m un primo strato con $V_S=300\div 640$ m/sec. Al di sotto di questo fino alla profondità di 30 m si trova un secondo strato con $V_S=230\div 260$ m/sec.

Le elevate velocità dei primi metri sono da attribuire al metodo utilizzato più che ad una reale caratteristica del terreno. Nelle indagini di tipo down-hole, infatti, è comune ottenere una sovrastima delle velocità degli strati superficiali con un graduale aumento della precisione scendendo in profondità.

7. VALUTAZIONE DEI PARAMETRI ELASTICI DINAMICI

I parametri elastici dinamici possono essere ricavati in base alle relazioni con le velocità delle onde P e delle onde S_H . Tra questi i più comuni sono:

- densità geofisica: $d_{din} = 0.51 V_P^{0.19}$
- coefficiente di Poisson: $\rho = (V_P^2 - 2 V_S^2) / [2 (V_P^2 - V_S^2)]$
- modulo di Young: $E = V_P^2 \gamma [(1 + \rho) (1 - 2 \rho)] / (1 - \rho)$
- modulo di taglio: $G_0 = [d V_S^2]$
- modulo di contrasto: $M = [d V_P^2]$
- modulo di Bulk: $K = E / [3 (1 - 2 \rho)]$

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

A fine testo vengono mostrati i diagrammi relativi a tali parametri (Tavola 6).

Si ricorda comunque che la velocità delle onde P (compressionali), a differenza di quella delle onde S_H (trasversali) che non si trasmettono nell'acqua, risulta influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione. In tali casi la stima dei parametri elastici dinamici risulta pertanto alterata da questa condizione e perde dunque di significato.

Inoltre tali parametri vengono definiti dinamici in quanto ricavati direttamente dalle caratteristiche sismiche del terreno in termini di velocità (V_P e V_S). Per questo motivo i loro valori non sempre risultano confrontabili con quelli ottenuti da prove di laboratorio. A ciò bisogna poi aggiungere che queste caratteristiche elastiche dinamiche non sono sempre applicabili per definire le proprietà dei materiali di fondazione soggetti ad elevati carichi statici o dinamici.

8. VALUTAZIONE DEL PARAMETRO V_{S30} E DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Sulla base dei risultati riassunti nel paragrafo 6 e riportati in Tabella 4, ed in accordo con l'attuale normativa, viene calcolato il valore del parametro V_{S30} tramite la formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

Da cui, rispetto al piano campagna, si ottiene:

$$V_{S30} (0.0\div 30.0) = 259 \text{ m/sec}$$

Per la velocità sopra elencata per il terreno in oggetto, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, viene associata una categoria di suolo di fondazione di tipo C definita:

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

9. CONCLUSIONI

I risultati dell'indagine sismica con metodologia down-hole vengono sinteticamente esposti di seguito:

1. ONDE P: La linea sismica mostra dal piano campagna fino a 19 m un primo strato con $V_P=1000\div1400$ m/sec. Al di sotto di questo fino alla profondità di 30 m si trova un secondo strato con $V_P=1300\div1600$ m/sec;
2. ONDE S_H : La linea sismica mostra dal piano campagna fino a 4 m un primo strato con $V_S=300\div640$ m/sec. Al di sotto di questo fino alla profondità di 30 m si trova un secondo strato con $V_S=230\div260$ m/sec;
3. Rispetto al piano campagna si ottiene:

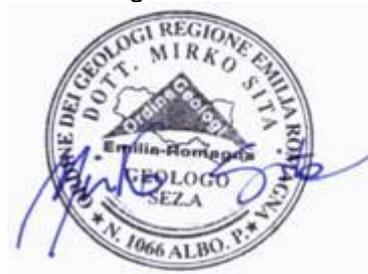
$$V_{S30} (0.0\div30.0) = 259 \text{ m/sec}$$

4. La categoria del suolo di fondazione per le velocità sopra elencate è pertanto di tipo C.

Lo scrivente resta a disposizione per qualsiasi ulteriore chiarimento o caso dubbio.

Zola Predosa, 11 Ottobre 2011

Geologo Mirko Sita



Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

Tavole:

Tavola 1: Area in oggetto e ubicazione punto di prova

Tavola 2: Documentazione fotografica

Tavola 3a: Sismogrammi onde P con primi arrivi

Tavola 3b: Sismogrammi onde S con primi arrivi

Tavola 4: Tabella tempi - velocità - parametri dinamici per intervalli di 1 m

Tavola 5: Diagramma profondità-tempo e diagramma profondità-velocità di intervallo per intervalli di 1 m

Tavola 6: Diagrammi densità geofisica, coefficiente di Poisson, modulo di Young, modulo di taglio e modulo di Bulk per intervalli di 1 m

Tavola 7: Tabella tempi - velocità - parametri dinamici per spessori omogenei

Tavola 8: Diagramma profondità-tempo e diagramma profondità-velocità di intervallo per spessori omogenei

Tavola 9: Diagrammi densità geofisica, coefficiente di Poisson, modulo di Young, modulo di taglio e modulo di Bulk per spessori omogenei

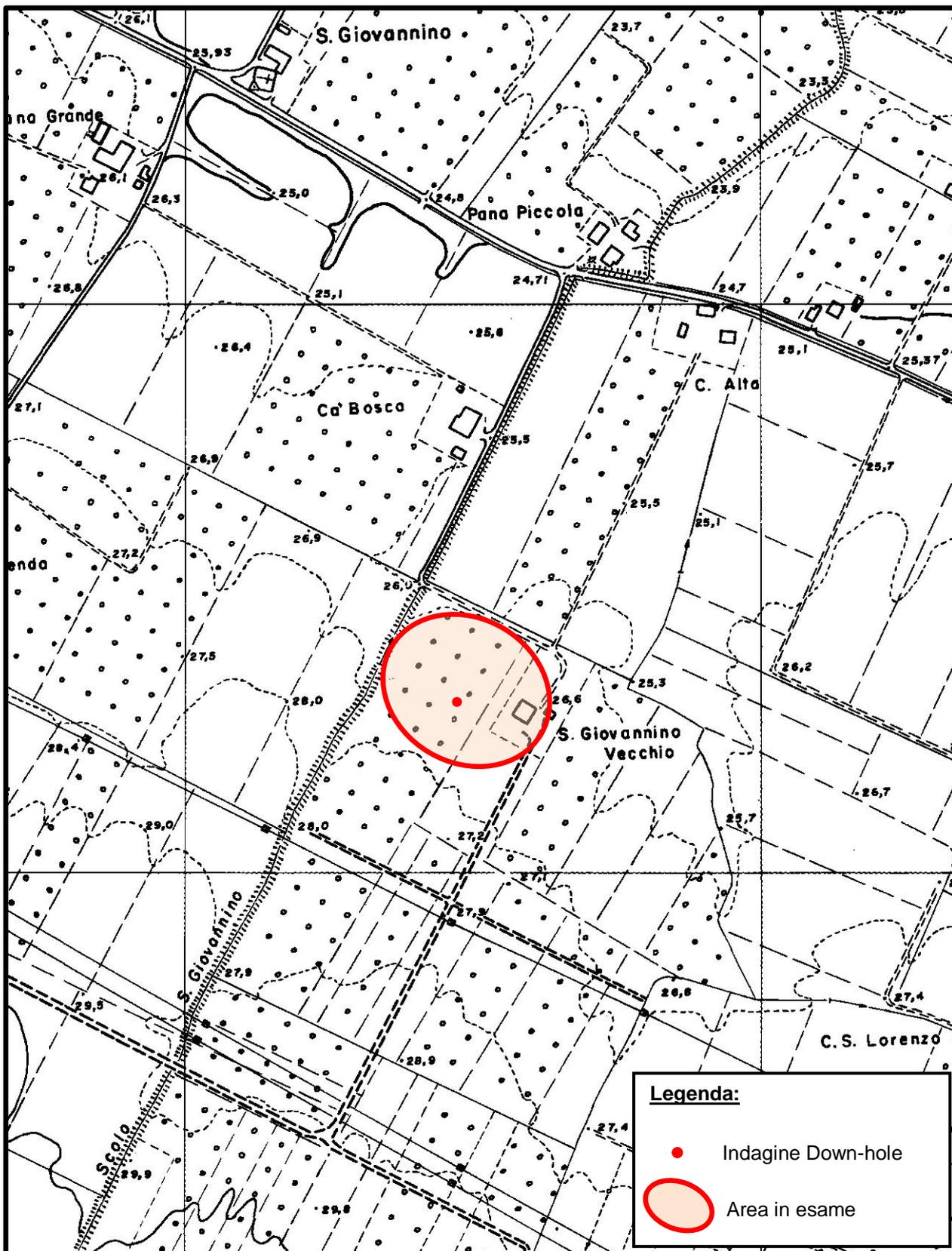


TAVOLA 1: Estratto dalla Carta Tecnica Regionale, Elemento S. *Barnaba* n° 239124
 Scala 1:5.000

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201



TAVOLA 2: Documentazione fotografica

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

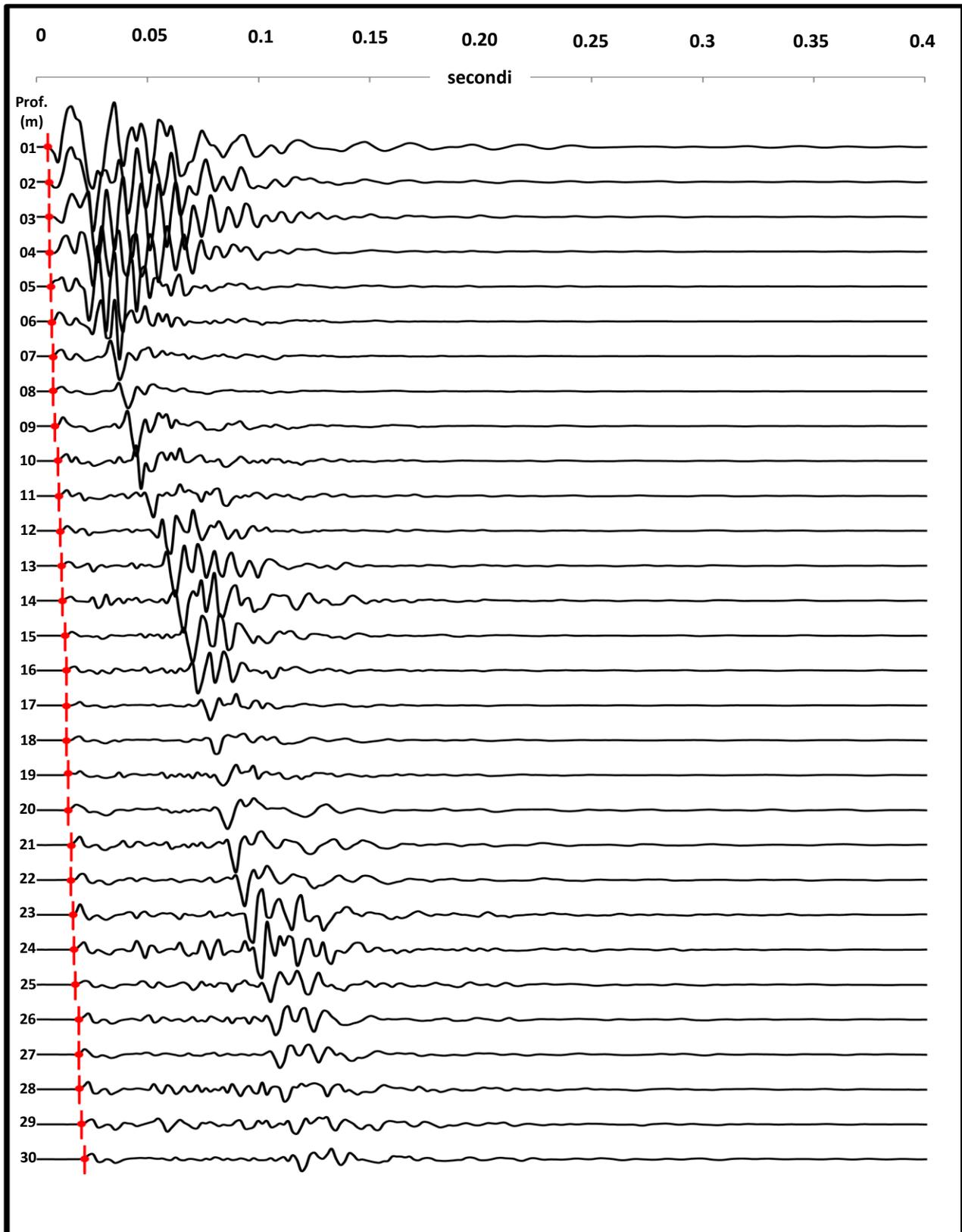


TAVOLA 3a: Sismogrammi onde P con primi arrivi

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa

Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174

C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

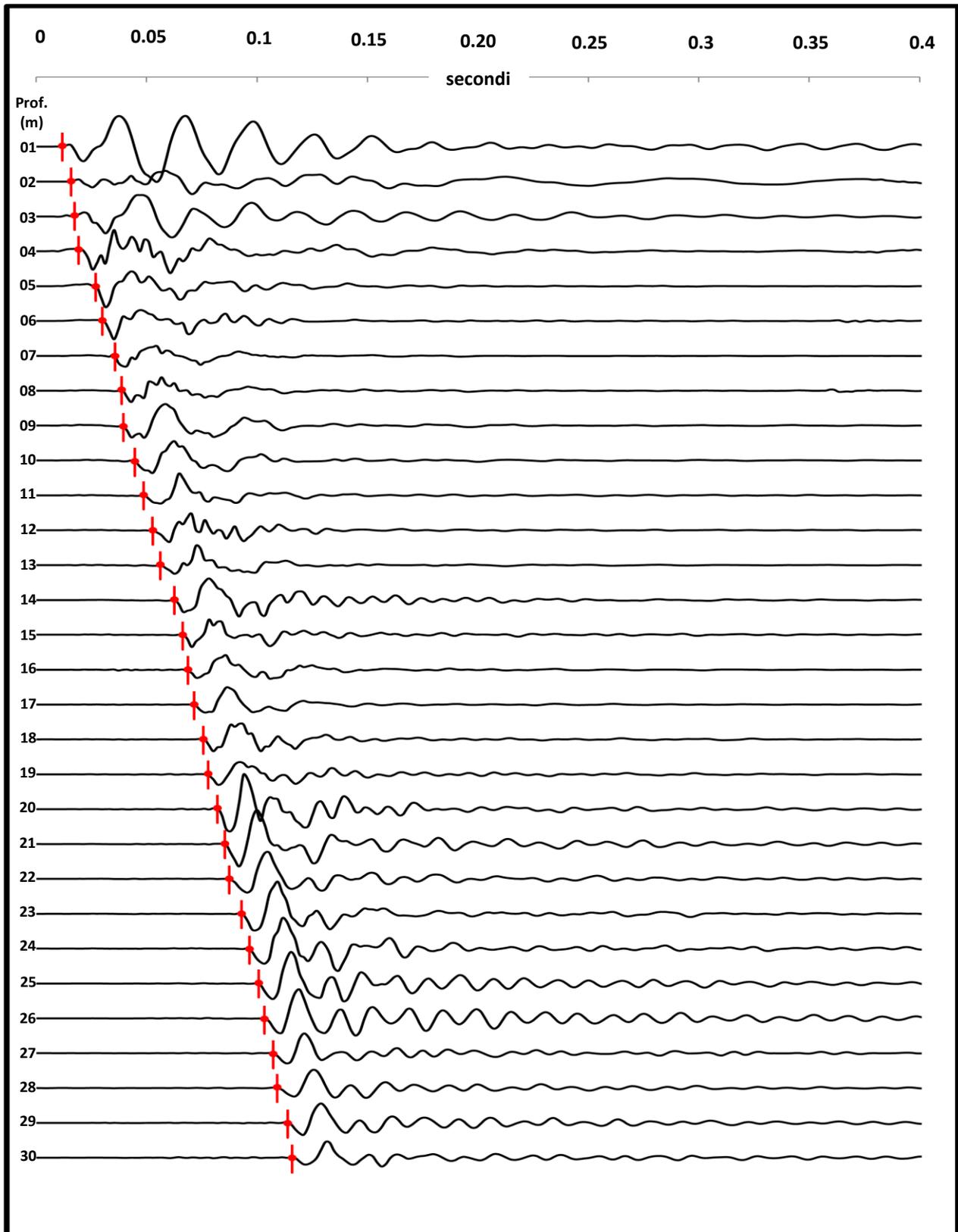


TAVOLA 3b: Sismogrammi onde S con primi arrivi

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa

Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174

C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

Vs30= 259 m/sec

Valori misurati per intervalli di 1 m

Prof. [m]	Tempi di arrivo misurati		Tempi di arrivo corretti		Velocità delle onde		Densità geofisica	Coeff. di Poisson	Modulo di Young	Modulo di taglio	Modulo di contrasto	Modulo di volume
	onde P [msec]	onde S [msec]	onde P [msec]	onde S [msec]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]	γ_{din} [t/m3]	ρ [-]	E [MPa]	Go [MPa]	M [MPa]	K [MPa]
1	5.859	15.61	1.85278	4.93632	1707	641	2.10	0.42	2441.11	860.75	6109.94	4962.27
2	5.893	15.63	3.26885	8.66996	1103	416	1.93	0.42	946.27	333.86	2348.62	1903.47
3	5.894	17.58	4.16769	12.4309	1018	341	1.90	0.44	636.35	221.47	1970.26	1674.97
4	5.895	21.48	4.716	17.184	1060	291	1.92	0.46	473.43	162.21	2153.71	1937.43
5	5.896	27.34	5.05578	23.4439	1153	249	1.95	0.48	355.44	120.44	2589.67	2429.08
6	5.897	29.3	5.27444	26.2067	1272	256	1.98	0.48	384.38	129.96	3208.28	3035.00
7	7.812	35.16	7.18036	32.3171	1061	236	1.92	0.47	313.71	106.41	2155.58	2013.69
8	7.813	39.06	7.31554	36.573	1168	234	1.95	0.48	315.08	106.51	2662.01	2520.00
9	7.814	39.1	7.41301	37.0935	1280	256	1.99	0.48	384.26	129.89	3252.20	3079.02
10	9.764	42.97	9.35222	41.1578	1116	254	1.93	0.47	366.73	124.50	2411.29	2245.29
11	9.765	50.78	9.42092	48.9907	1210	233	1.96	0.48	315.18	106.42	2877.89	2735.99
12	9.766	56.64	9.47441	54.9489	1306	225	1.99	0.48	299.92	101.01	3397.49	3262.81
13	9.767	58.59	9.51688	57.0896	1402	234	2.02	0.49	327.88	110.34	3970.79	3823.66
14	11.71	62.5	11.4501	61.1127	1250	234	1.98	0.48	321.61	108.52	3091.37	2946.68
15	11.72	66.41	11.4924	65.1204	1331	235	2.00	0.48	327.64	110.40	3544.55	3397.36
16	13.67	68.36	13.4359	67.1891	1212	242	1.97	0.48	341.28	115.36	2884.85	2731.03
17	15.61	70.31	15.3725	69.2401	1123	249	1.94	0.47	354.97	120.40	2442.69	2282.15
18	15.63	76.17	15.4173	75.1336	1184	243	1.96	0.48	341.17	115.41	2740.98	2587.10
19	15.65	78.13	15.4585	77.1739	1244	249	1.98	0.48	362.99	122.71	3058.27	2894.66
20	15.67	83.98	15.4966	83.0509	1305	244	1.99	0.48	350.30	118.19	3394.59	3237.01
21	15.69	85.94	15.5323	85.0763	1366	249	2.01	0.48	370.67	124.99	3750.00	3583.34
22	17.54	89.84	17.3792	89.0162	1278	249	1.99	0.48	365.63	123.51	3240.22	3075.54
23	17.55	93.75	17.4026	92.9625	1333	250	2.00	0.48	369.21	124.58	3554.94	3388.84
24	17.56	95.7	17.4244	94.961	1388	255	2.02	0.48	387.92	130.83	3885.71	3711.27
25	17.57	99.61	17.4448	98.9005	1443	255	2.03	0.48	390.83	131.69	4232.60	4057.01
26	17.58	103.5	17.4641	102.818	1499	255	2.05	0.49	393.83	132.59	4595.68	4418.89
27	17.59	107.4	17.4824	106.743	1554	255	2.06	0.49	396.67	133.45	4975.02	4797.09
28	17.6	109.4	17.4998	108.777	1609	259	2.07	0.49	413.31	139.00	5370.68	5185.35
29	19.53	113.3	19.4263	112.699	1501	259	2.05	0.48	406.74	136.98	4610.08	4427.44
30	21.48	117.2	21.3734	116.618	1411	259	2.02	0.48	400.91	135.20	4025.08	3844.81

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 - 40069 Zola Predosa (BO)

Cell: 349.4515174 Mail: mirkosita@hotmail.com

Committente: Geol. Matteo Ortelli

Località: Via San Giovannino - Faenza (RA)

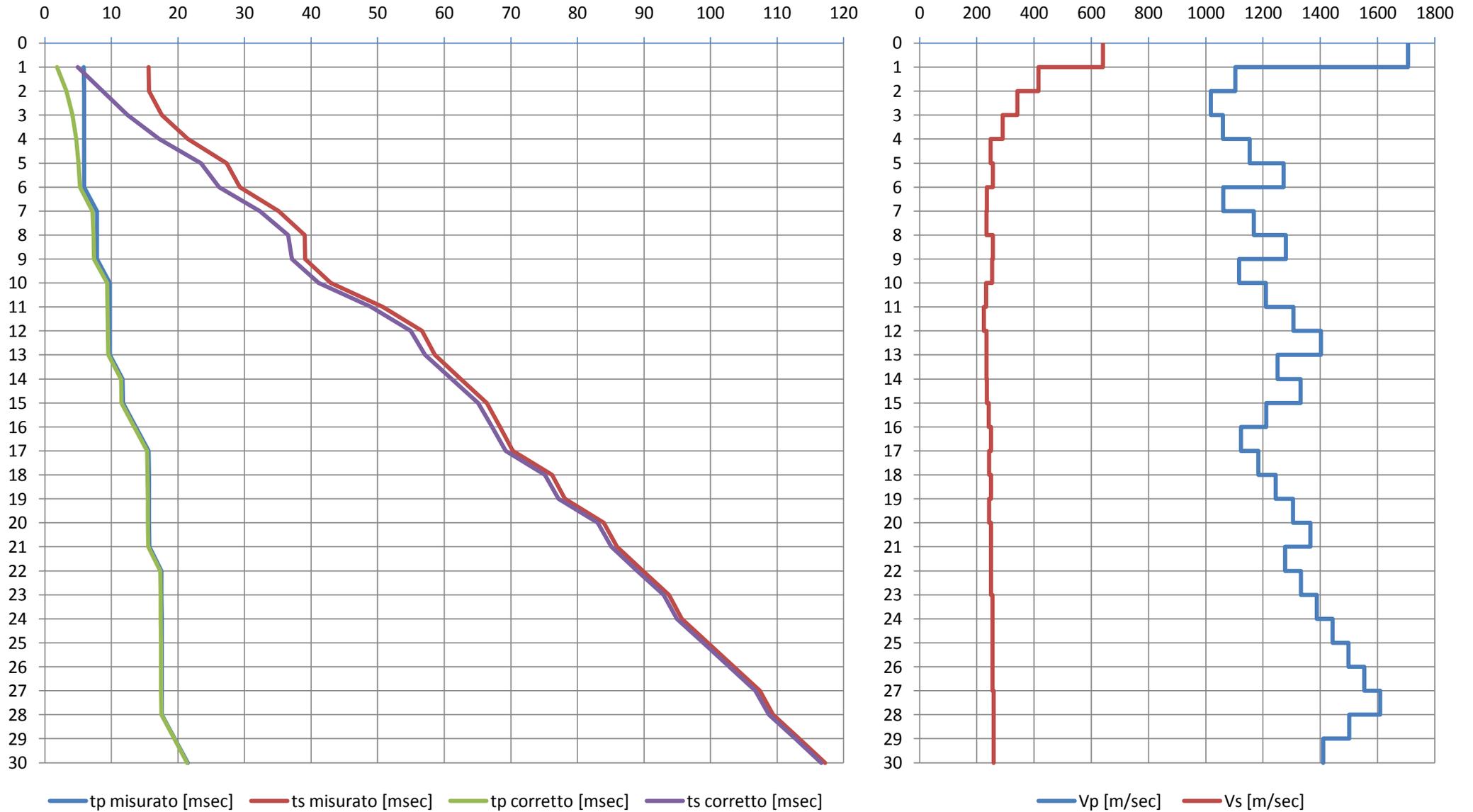
Data: 10/10/2011

Downhole: S1

Tavola 5

Distanza S/R (m): 3

Valori misurati per intervalli di 1 m

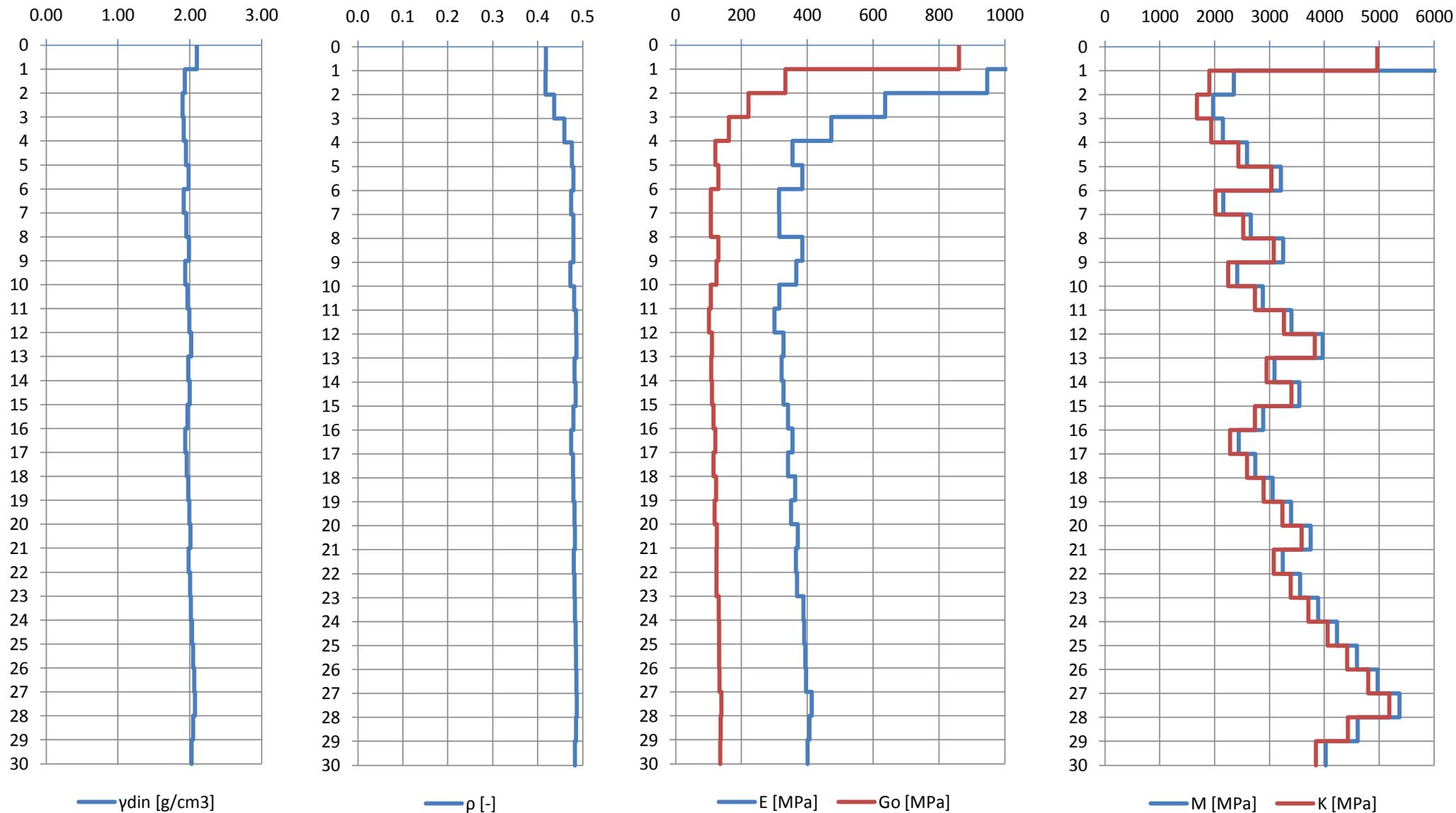


Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 - 40069 Zola Predosa (BO)

Cell: 349.4515174 Mail: mirkosita@hotmail.com

Tavola 6
Valori misurati per intervalli di 1 m



Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 - 40069 Zola Predosa (BO)

Cell: 349.4515174 Mail: mirkosita@hotmail.com

Valori misurati per spessori omogenei

Prof. [m]	Tempi di arrivo misurati		Tempi di arrivo corretti		Velocità delle onde		Densità geofisica	Coeff. di Poisson	Modulo di Young	Modulo di taglio	Modulo di contrasto	Modulo di volume
	onde P [msec]	onde S [msec]	onde P [msec]	onde S [msec]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]	γ_{din} [t/m ³]	ρ [-]	E [MPa]	Go [MPa]	M [MPa]	K [MPa]
1	5.859	15.61	1.85278	4.93632	1219	366	1.97	0.45	764.56	263.56	2923.60	2572.19
2	5.893	15.63	3.26885	8.66996								
3	5.894	17.58	4.16769	12.4309								
4	5.895	21.48	4.716	17.184								
5	5.896	27.34	5.05578	23.4439								
6	5.897	29.3	5.27444	26.2067								
7	7.812	35.16	7.18036	32.3171	1115	235	1.93	0.48	315.52	106.83	2404.93	2262.49
8	7.813	39.06	7.31554	36.573								
9	7.814	39.1	7.41301	37.0935	1198	255	1.96	0.48	376.49	127.51	2814.43	2644.41
10	9.764	42.97	9.35222	41.1578								
11	9.765	50.78	9.42092	48.9907	1300	232	1.99	0.48	318.07	107.20	3365.94	3223.00
12	9.766	56.64	9.47441	54.9489								
13	9.767	58.59	9.51688	57.0896								
14	11.71	62.5	11.4501	61.1127								
15	11.72	66.41	11.4924	65.1204								
16	13.67	68.36	13.4359	67.1891								
17	15.61	70.31	15.3725	69.2401	1280	247	1.99	0.48	358.77	121.15	3253.57	3092.03
18	15.63	76.17	15.4173	75.1336								
19	15.65	78.13	15.4585	77.1739								
20	15.67	83.98	15.4966	83.0509								
21	15.69	85.94	15.5323	85.0763								
22	17.54	89.84	17.3792	89.0162								
23	17.55	93.75	17.4026	92.9625	1471	255	2.04	0.48	393.65	132.59	4412.07	4235.28
24	17.56	95.7	17.4244	94.961								
25	17.57	99.61	17.4448	98.9005								
26	17.58	103.5	17.4641	102.818								
27	17.59	107.4	17.4824	106.743	1508	259	2.05	0.48	408.10	137.43	4658.75	4475.51
28	17.6	109.4	17.4998	108.777								
29	19.53	113.3	19.4263	112.699								
30	21.48	117.2	21.3734	116.618								

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 - 40069 Zola Predosa (BO)

Cell: 349.4515174 Mail: mirkosita@hotmail.com

Committente: Geol. Matteo Ortelli

Località: Via San Giovannino - Faenza (RA)

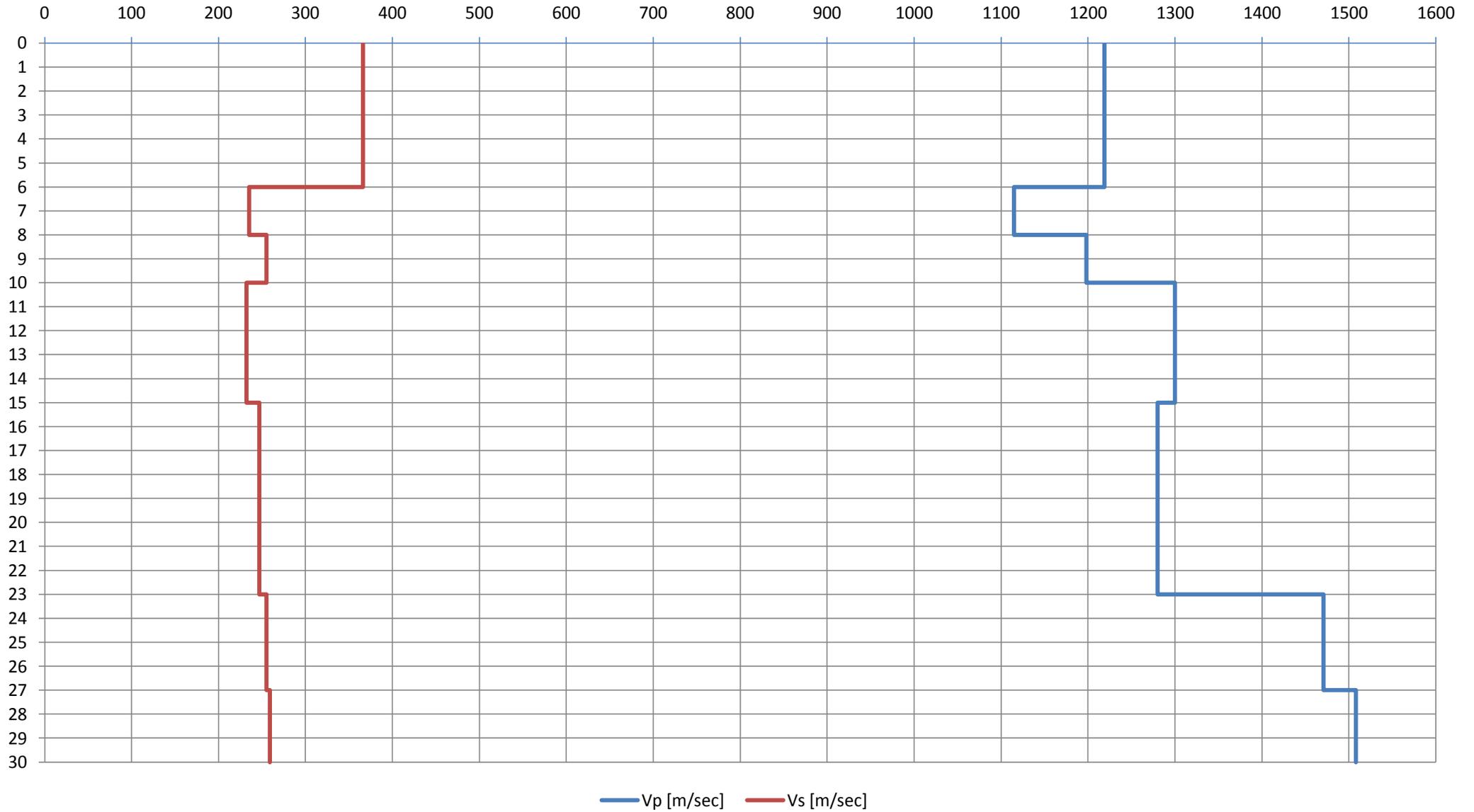
Data: 10/10/2011

Downhole: S1

Tavola 8

Distanza S/R (m): 3

Valori misurati per spessori omogenei



— Vp [m/sec] — Vs [m/sec]

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 - 40069 Zola Predosa (BO)

Cell: 349.4515174 Mail: mirkosita@hotmail.com

Committente: Geol. Matteo Ortelli

Località: Via San Giovannino - Faenza (RA)

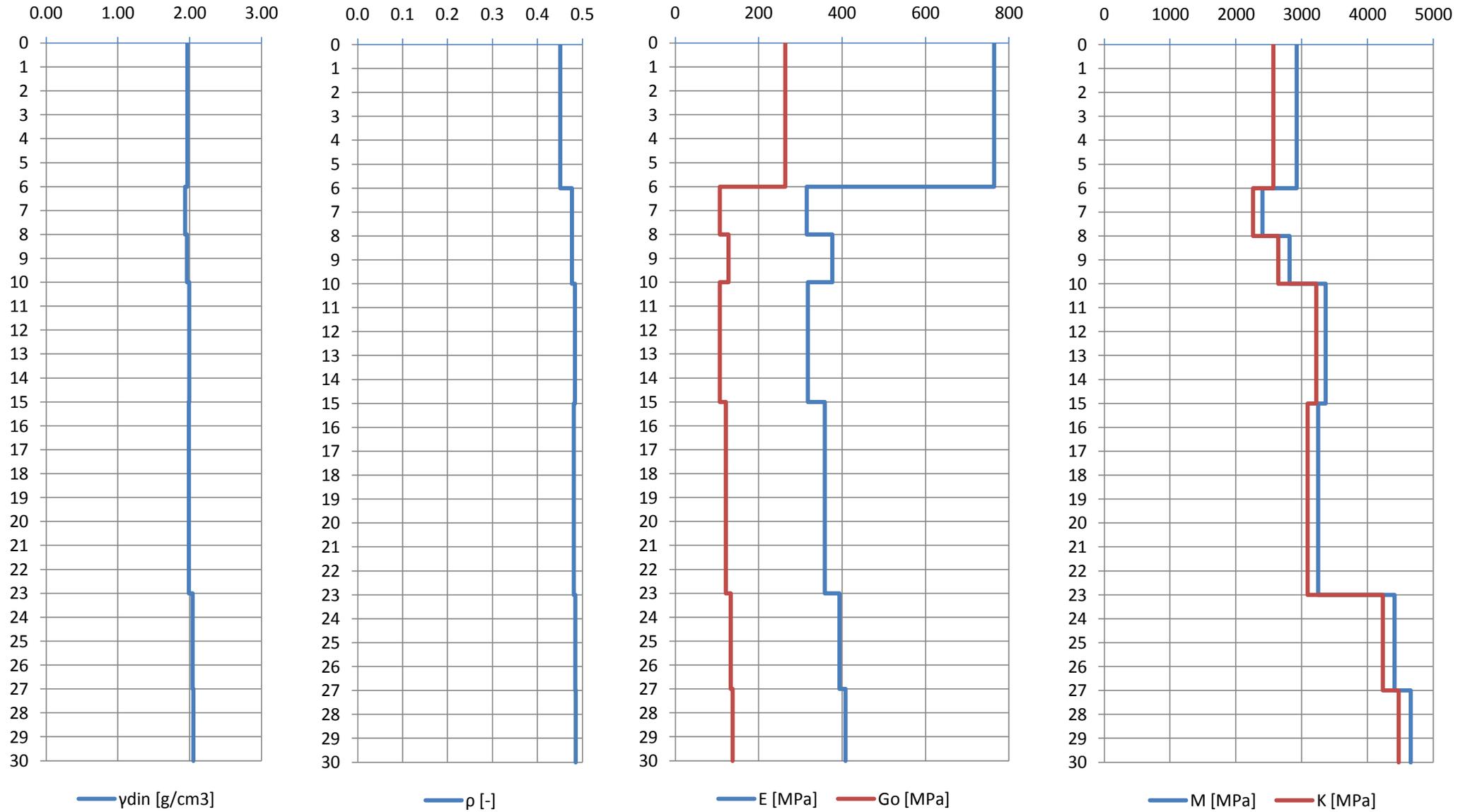
Data: 10/10/2011

Downhole: S1

Distanza S/R (m): 3

Tavola 9

Valori misurati per spessori omogenei



Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 - 40069 Zola Predosa (BO)

Cell: 349.4515174 Mail: mirkosita@hotmail.com