

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J94J17000040001

## U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

### PROGETTO DEFINITIVO

LINEA BOLZANO – MERANO

REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI

SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

INDAGINI GEOGNOSTICHE AREALE DI BOLZANO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

N B 1 D 0 1 D 6 9 I G G E 0 0 0 5 0 0 5 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G.Penna 		S. Rodani 		C. Mazzocchi 		M. Comedini - Luglio 2021 

File:

## 1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto nell'ambito del Progetto Definitivo relativo alla realizzazione di un nuovo tunnel ferroviario del Virgolo e raccoglie i risultati delle indagini geofisiche realizzate nel 2017, a supporto della riqualificazione urbana dell'areale ferroviario di Bolzano.

Le indagini geofisiche sono state eseguite nell'area oggetto della riqualificazione in progetto, la Fig. 1 mostra l'ubicazione delle attività eseguite sovrapposte alla foto area estratta da Google Earth.



Fig. 1 – Ubicazione indagini (simbolo rosso MASW/Re.Mi., giallo Down Hole).

L'attività si è articolata in differenti metodologie geofisiche strutturate in:

- N. 6 prove sismiche di tipo MASW / Re.Mi denominate R1, R3, R5, R7, R9 e R11, finalizzate alla definizione dei valori di  $V_{S30}$  e classificazione della categoria dei suoli, sviluppate con stendimenti da 24 geofoni intervallati ogni 2.50 m;
- N. 5 Prove Down-Hole (H2, H4, H6, H8 e H10) in foro per la definizione dei moduli dinamici dei terreni carotati, eseguite nei sondaggi attrezzati (S2, S4, S6, S8 e S10). La prova Down-Hole H2 ha raggiunto i 50.0 m di profondità, mentre le registrazioni sismiche nei Down-Hole H4, H6, H8 e H10 sono state effettuate fino a 30.00 m dal p.c.

Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive con i risultati delle singole prove.

**Tabella 1: Risultati delle prove MASW.**

Sigla Prova	V <sub>s30</sub> (m/sec)	Categoria suolo
R1	428	B
R3	381	B
R5	369	B
R7	424	B
R9	495	B
R11	487	B

**Tabella 2. Risultati delle prove Down-Hole.**

<b>Down-Hole H2:</b>	valore di V <sub>s30</sub> pari a <b>405 m/s</b> definisce un suolo di <b>Categoria B</b>
<b>Down-Hole H4:</b>	valore di V <sub>s30</sub> pari a <b>377 m/s</b> definisce un suolo di <b>Categoria B</b>
<b>Down-Hole H6:</b>	valore di V <sub>s30</sub> pari a <b>396 m/s</b> definisce un suolo di <b>Categoria B</b>
<b>Down-Hole H8:</b>	valore di V <sub>s30</sub> pari a <b>427 m/s</b> definisce un suolo di <b>Categoria B</b>
<b>Down-Hole H10:</b>	valore di V <sub>s30</sub> pari a <b>482 m/s</b> definisce un suolo di <b>Categoria B</b>

## 2 ALLEGATI

- SPETTRI, CURVE DI DISPERSIONE e LOG VELOCITA' ONDE V<sub>s</sub> (MASW/RE.Mi)  
R1/R3/R5/R7/R9/R11
- REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVE MASW R1/R3/R5/R7/R9/R11
- PROVE DOWN HOLE H2/H4/H6/H8/H10



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**INDAGINI GEOGNOSTICHE AREALE DI BOLZANO**

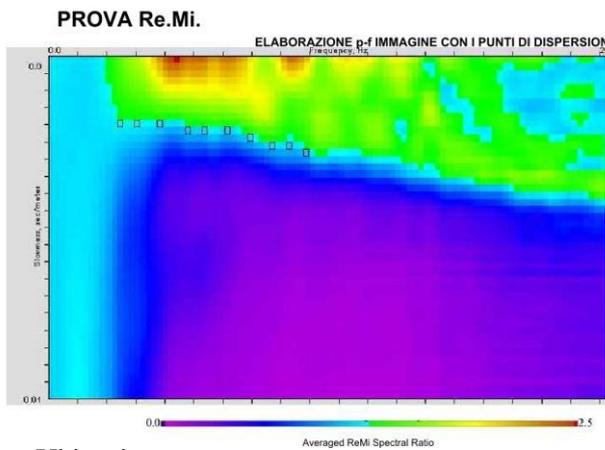
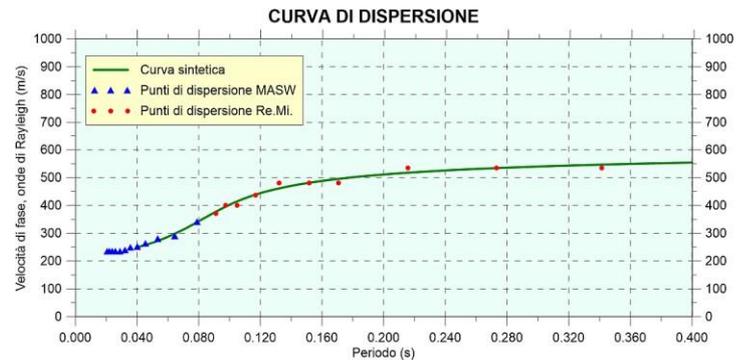
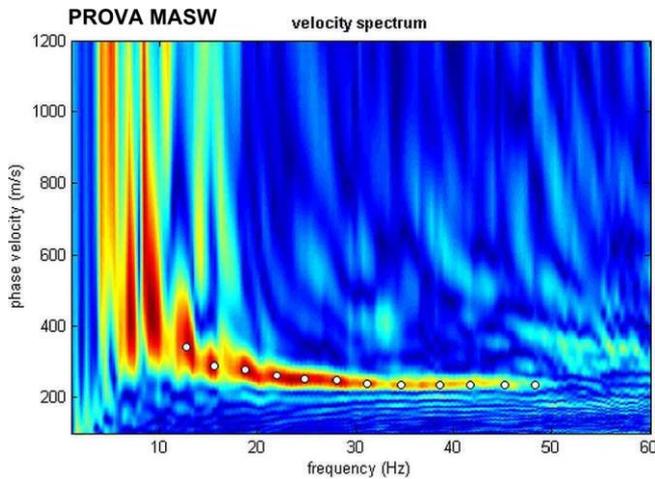
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 69 IG	GE 00 05 005	A	4 di 33

**ALLEGATO 1**

**SPETTRI, CURVE DI DISPERSIONE e LOG VELOCITA' ONDE Vs (MASW/RE.Mi)**

**R1/R3/R5/R7/R9/R11**

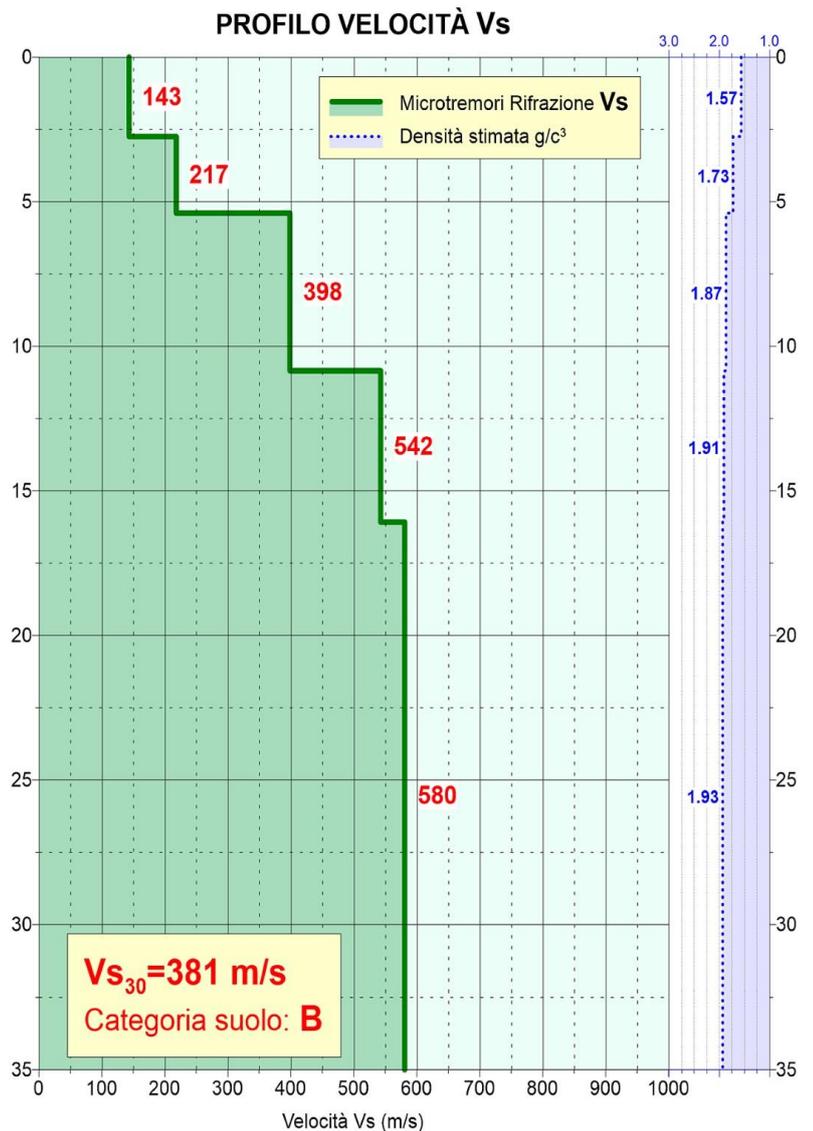
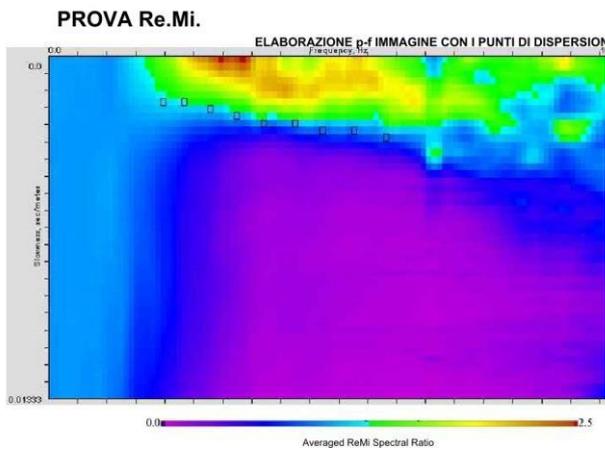
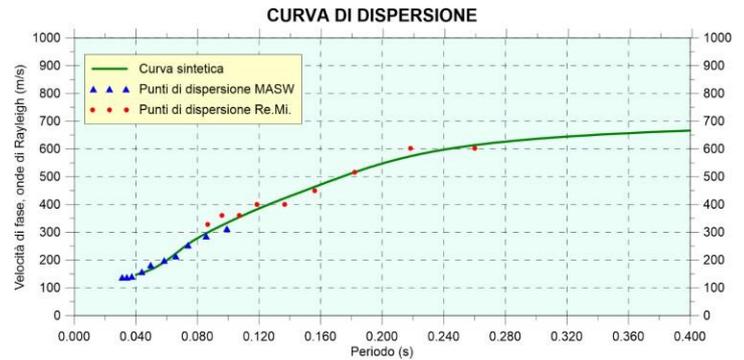
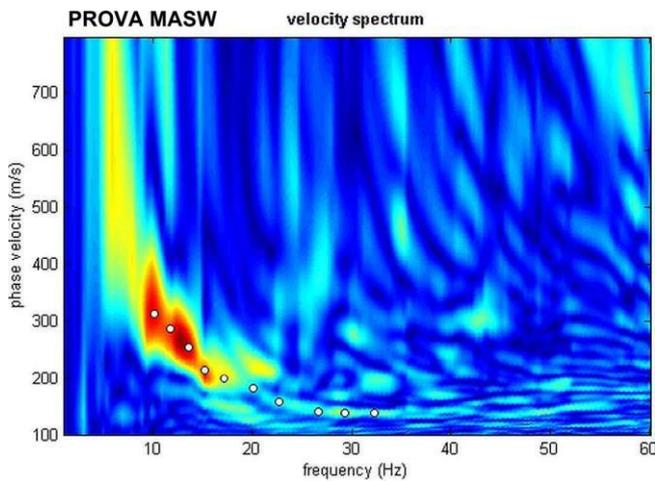
## Prova Masw/Re.Mi. – R1



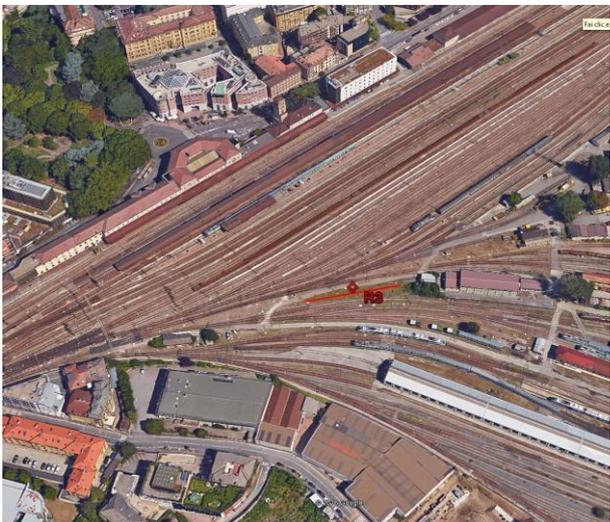
Ubicazione prova



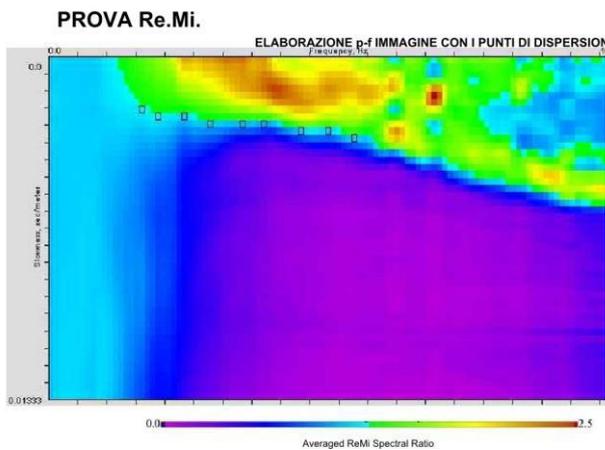
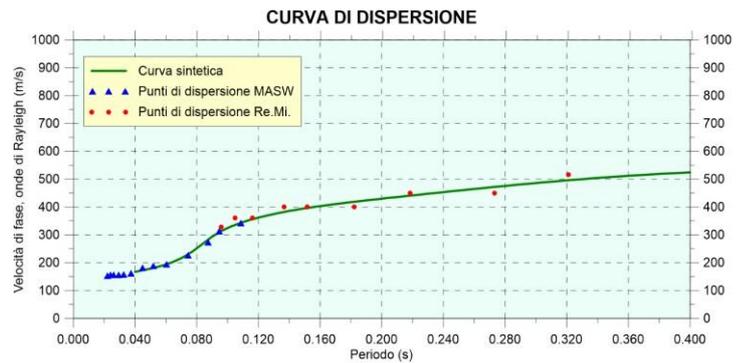
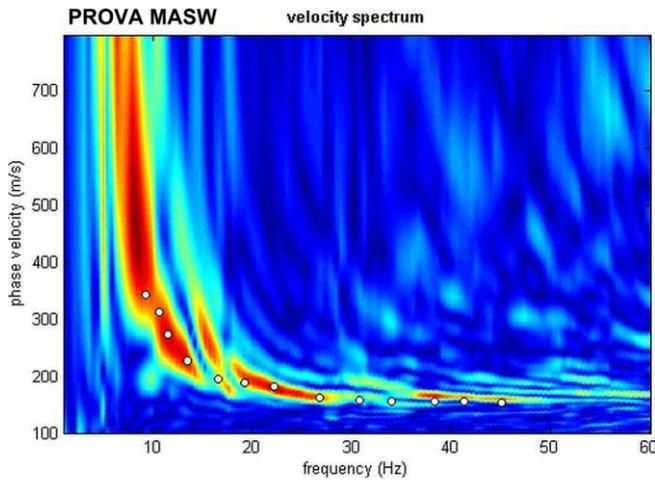
### Prova Masw/Re.Mi. – R3



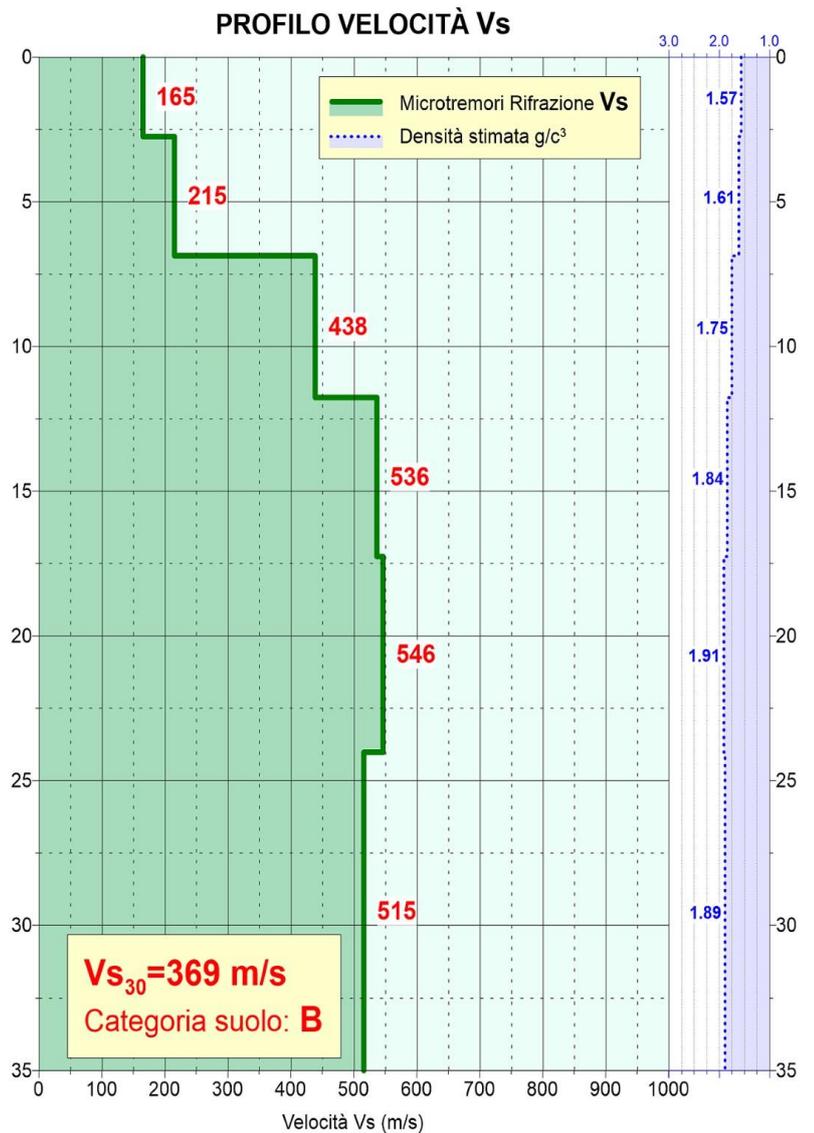
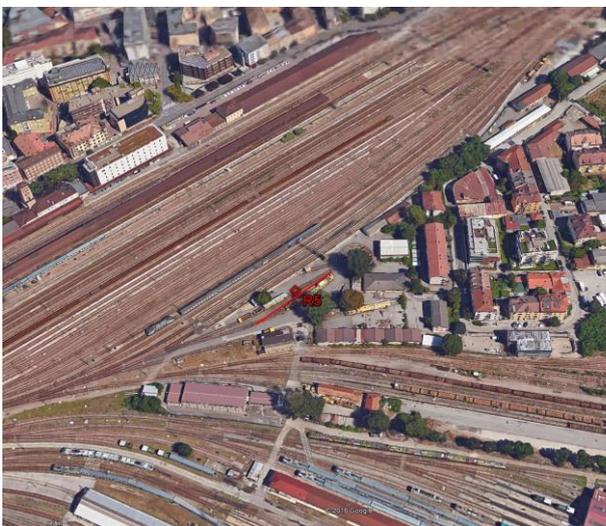
Ubicazione prova



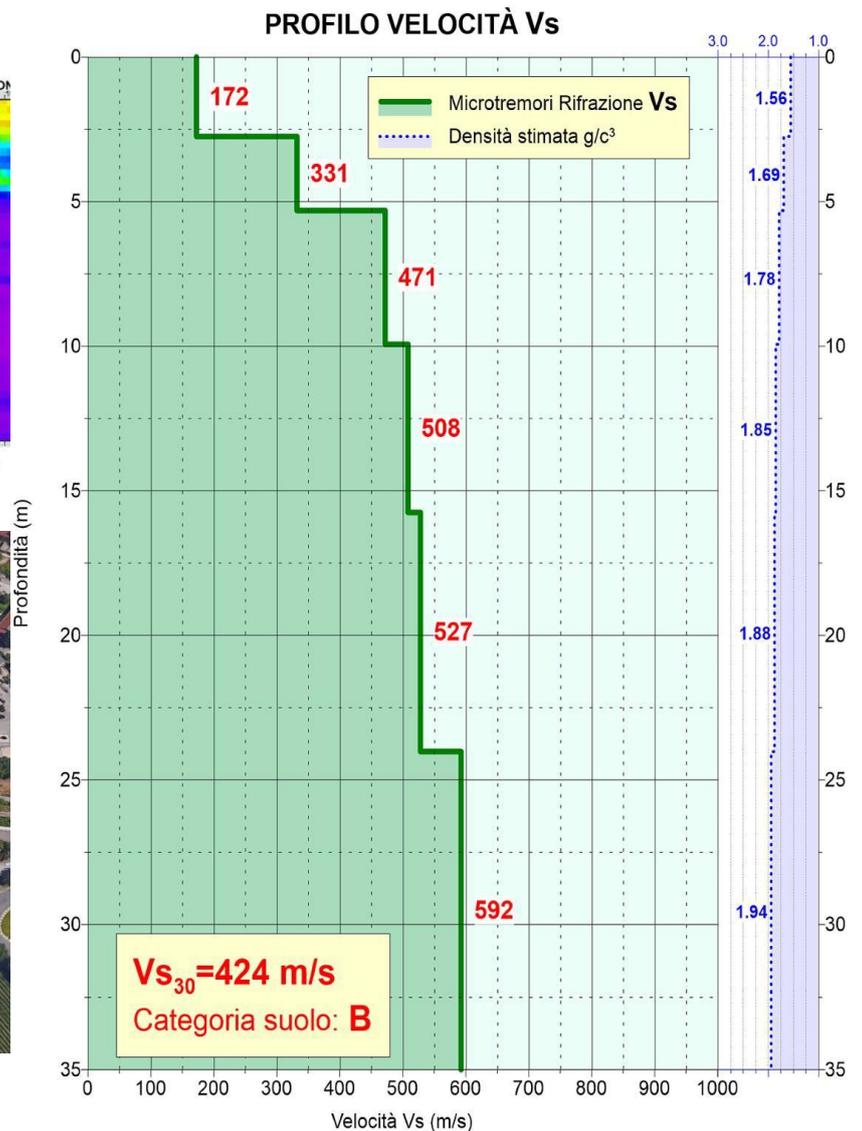
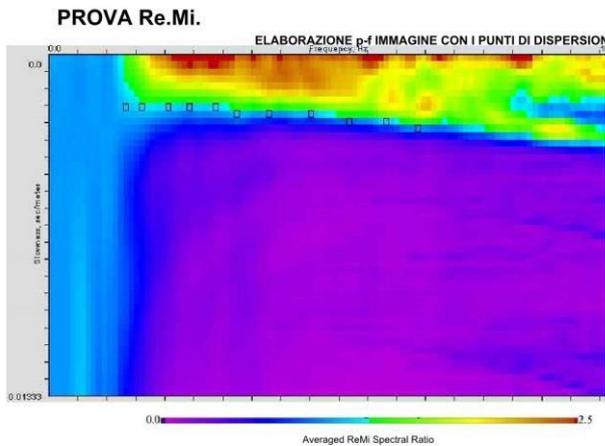
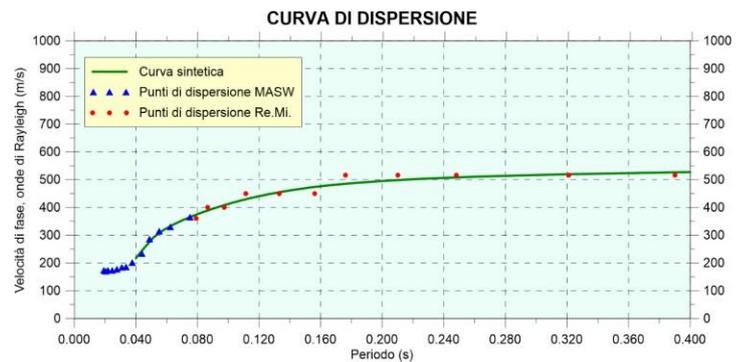
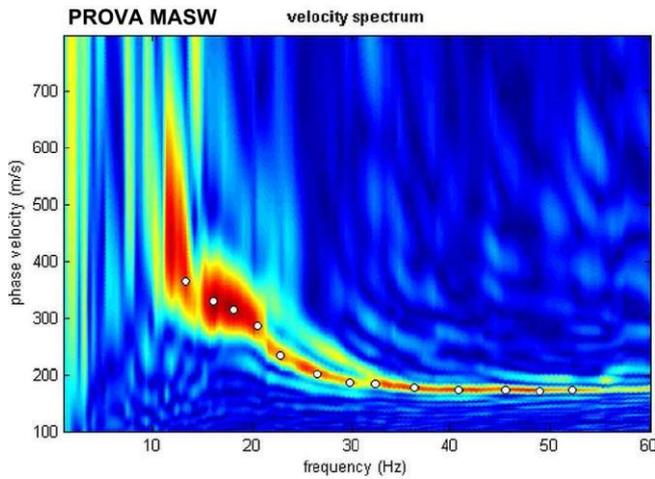
## Prova Masw/Re.Mi. – R5



Ubicazione prova



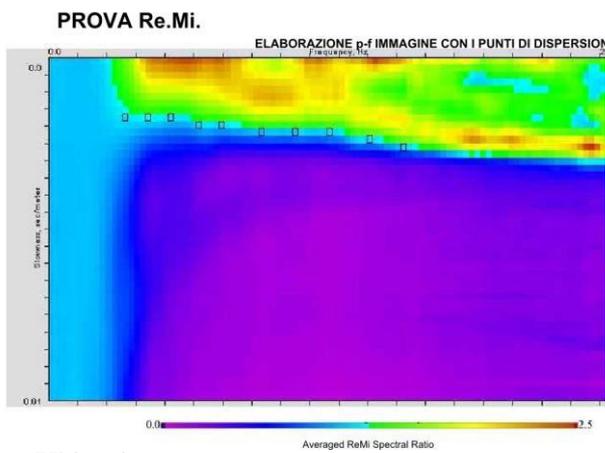
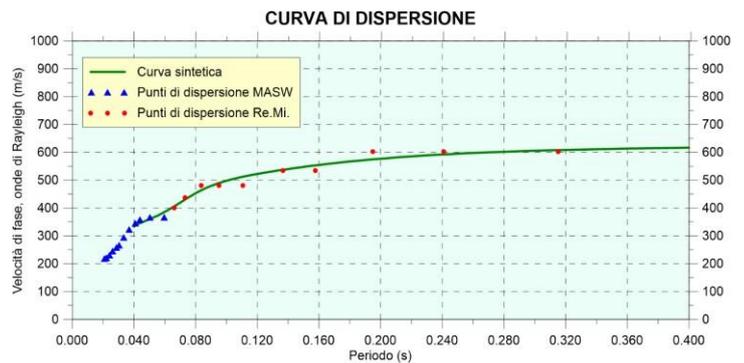
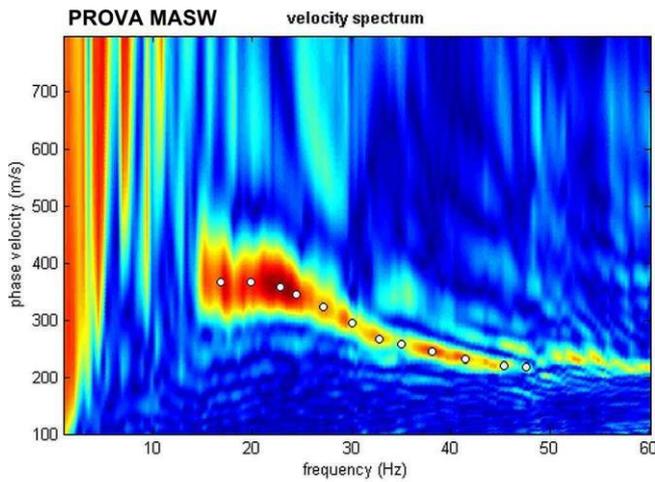
## Prova Masw/Re.Mi. – R7



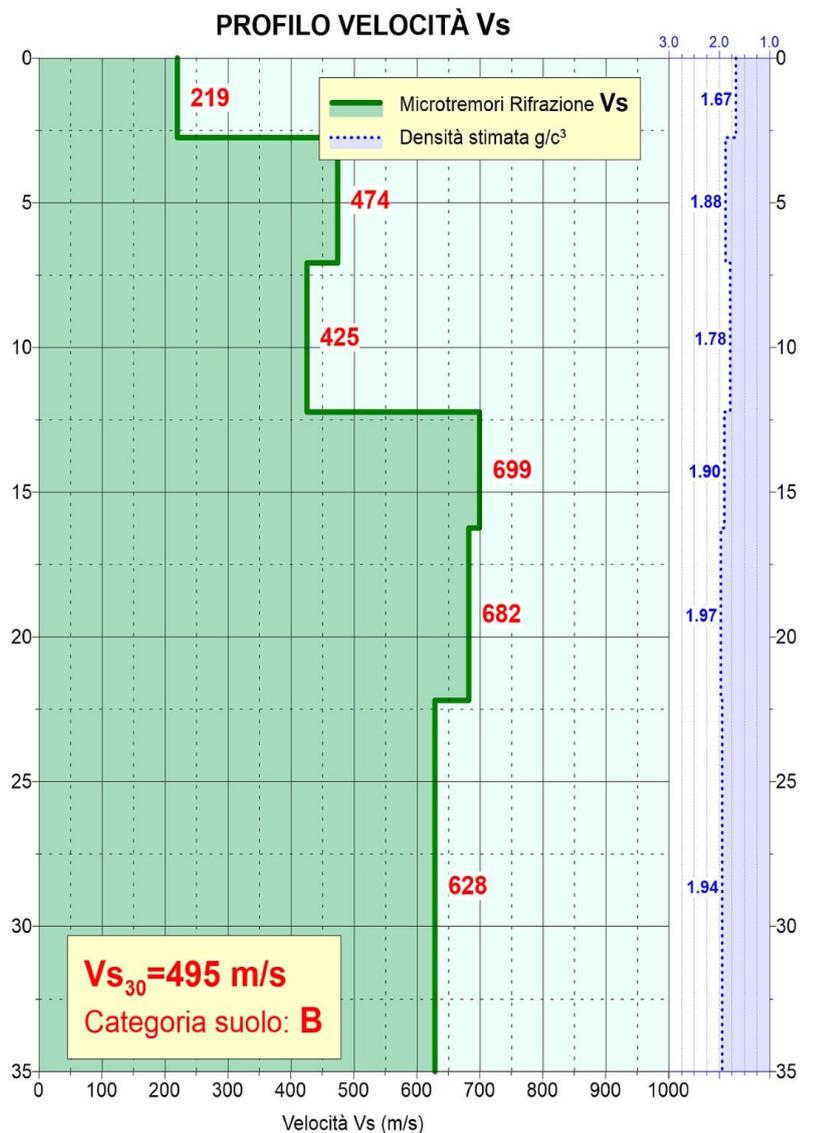
Ubicazione prova



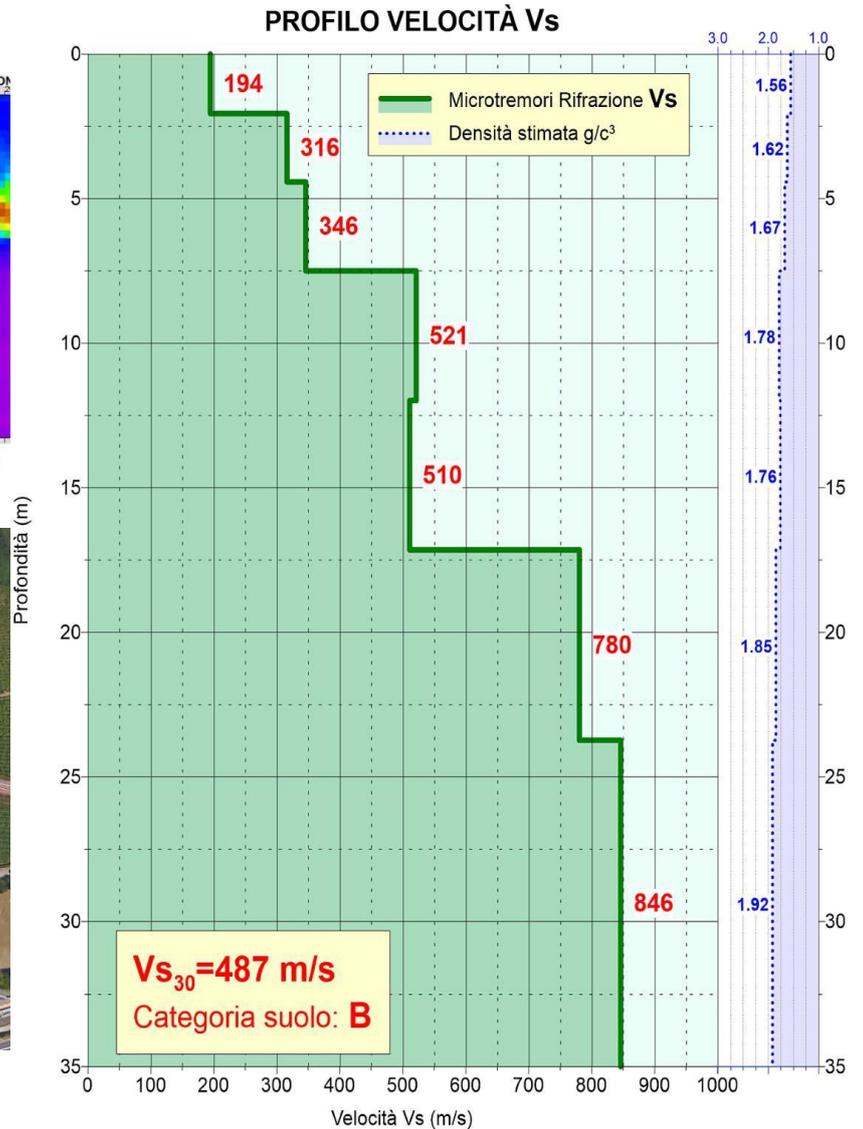
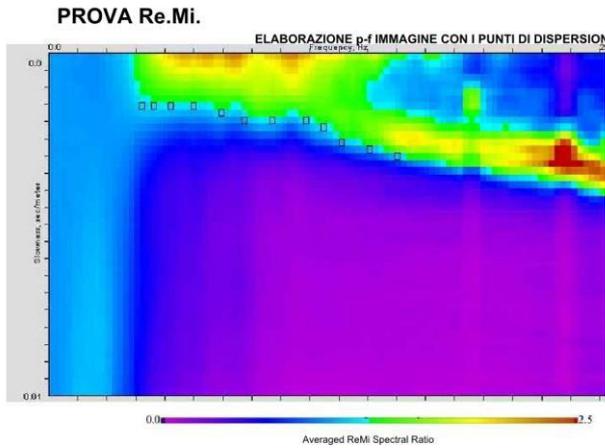
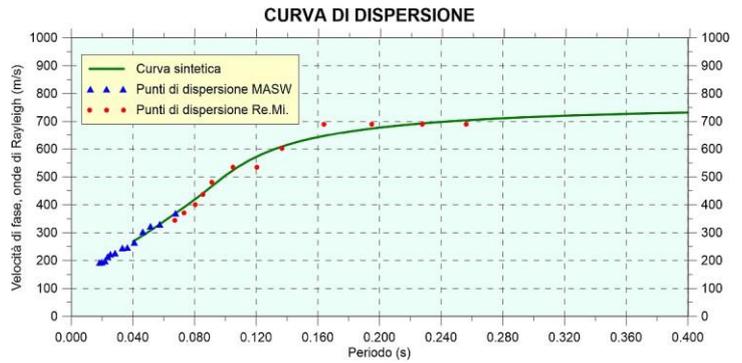
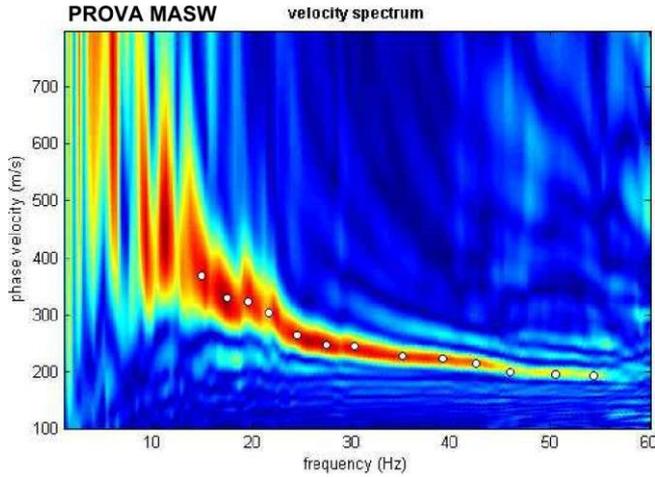
## Prova Masw/Re.Mi. – R9



Ubicazione prova



## Prova Masw/Re.Mi. – R11



Ubicazione prova





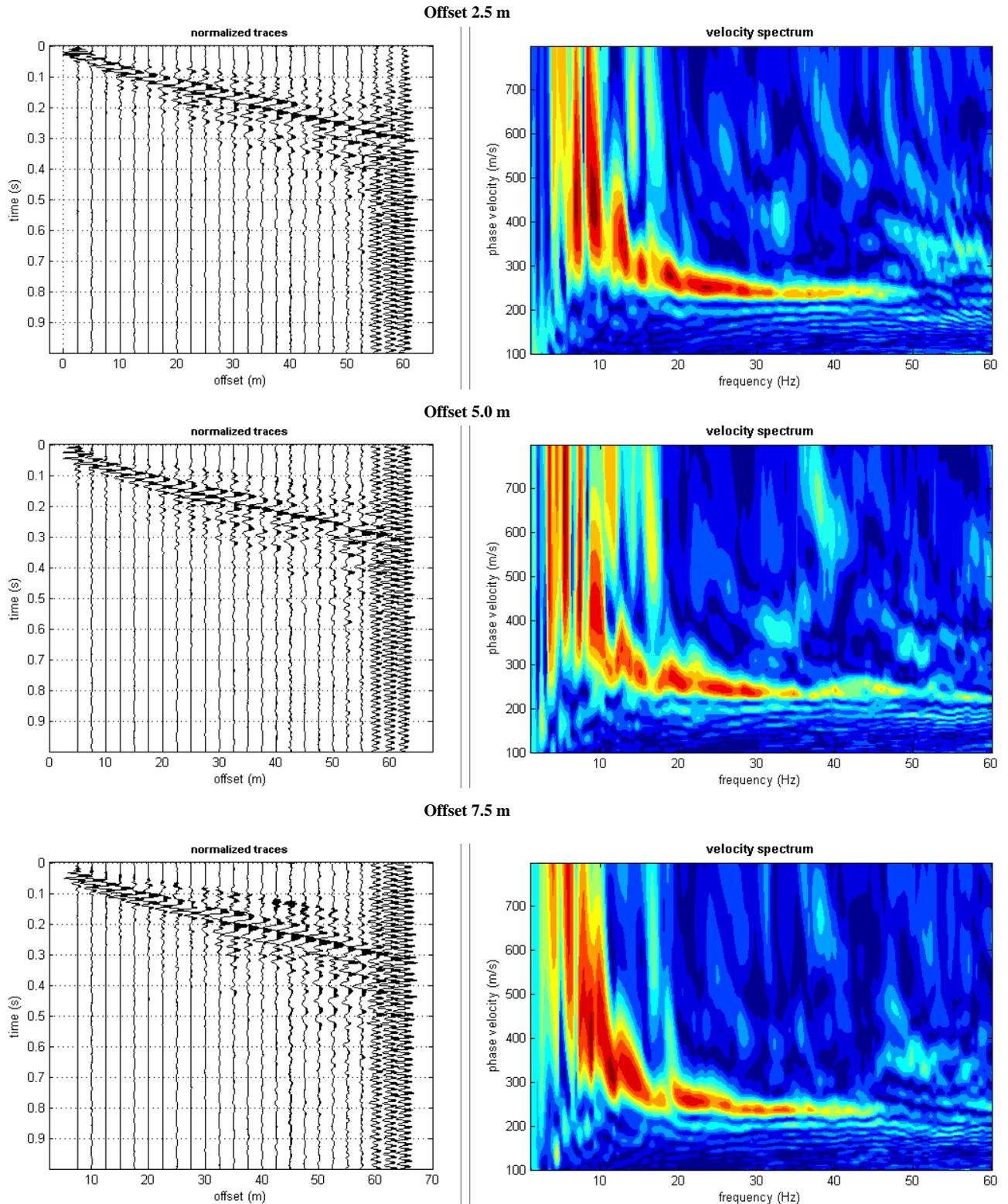
LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**INDAGINI GEOGNOSTICHE AREALE DI BOLZANO**

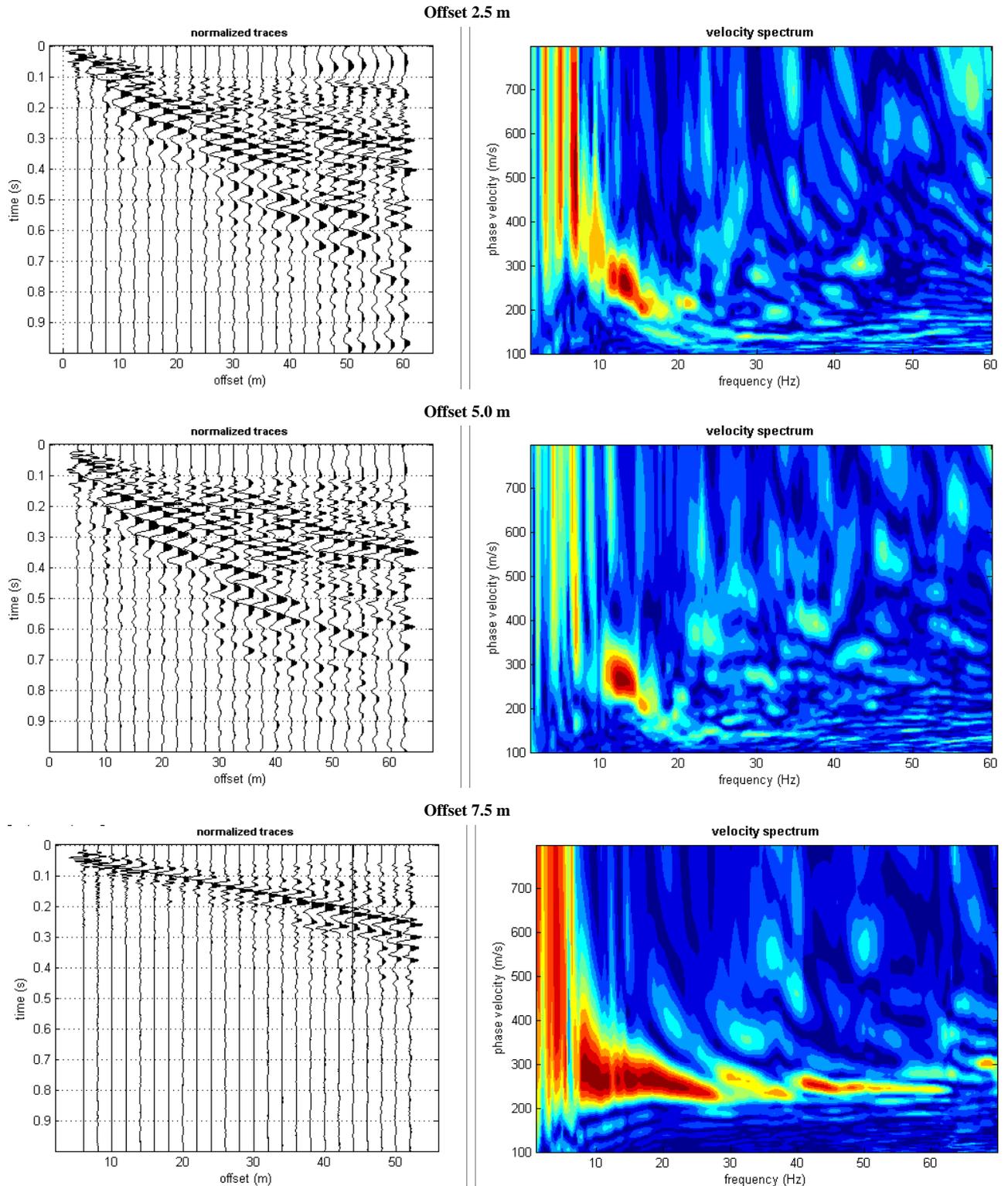
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 69 IG	GE 00 05 005	A	11 di 33

**ALLEGATO 2**  
**REGISTRAZIONE / SPETTRI PROVE MASW**  
**R1/R3/R5/R7/R9/R11**

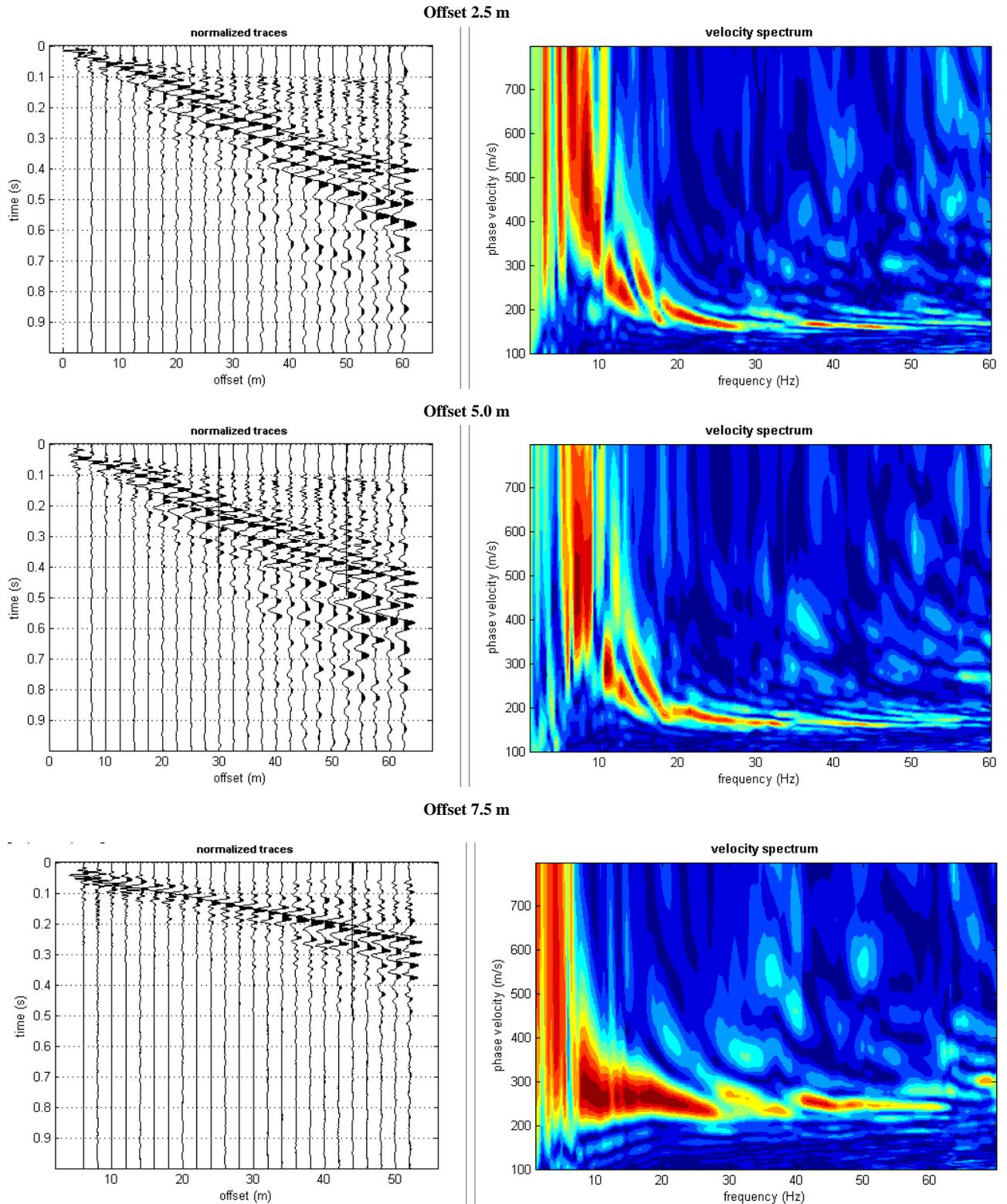
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **R1**



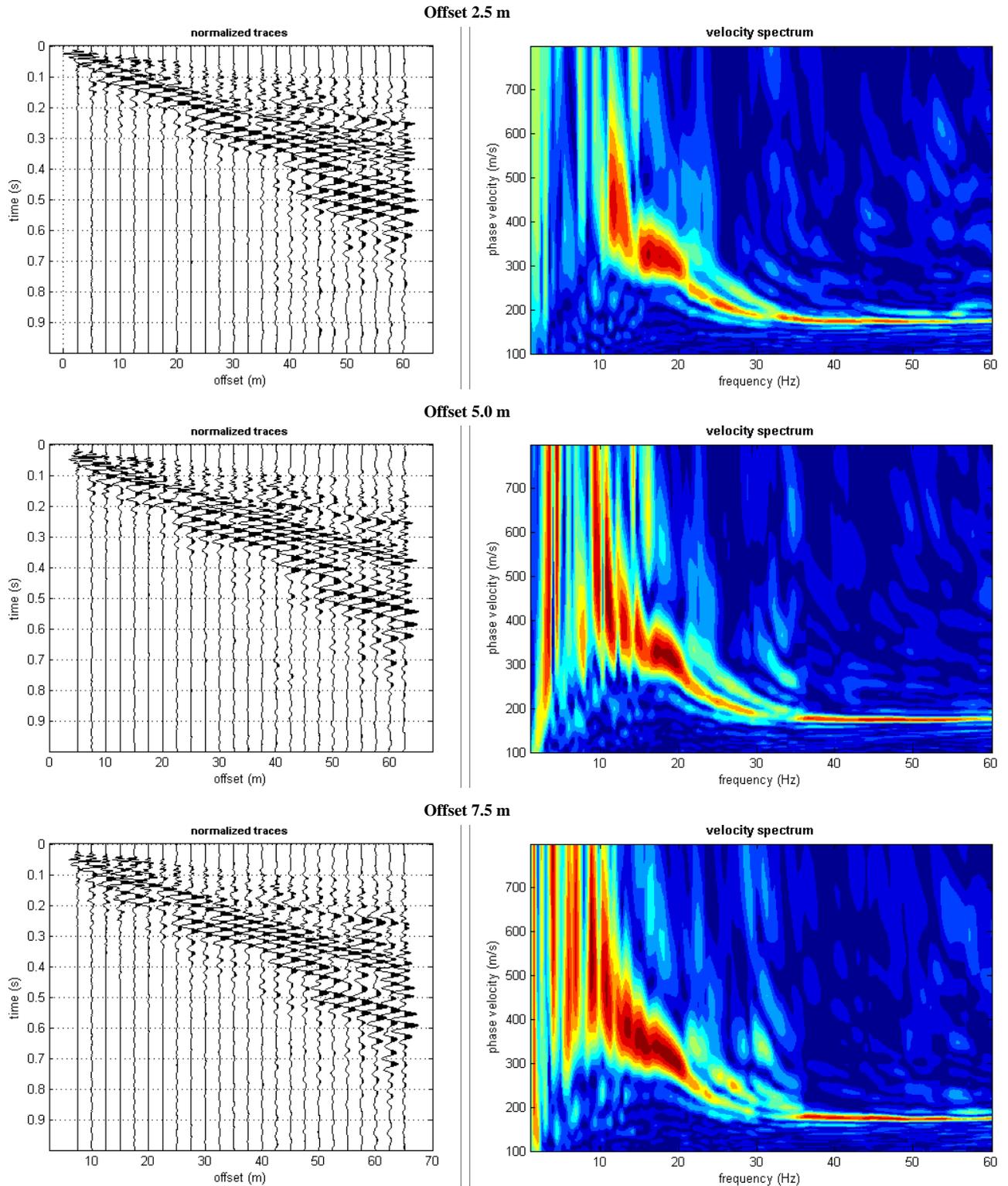
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **R3**



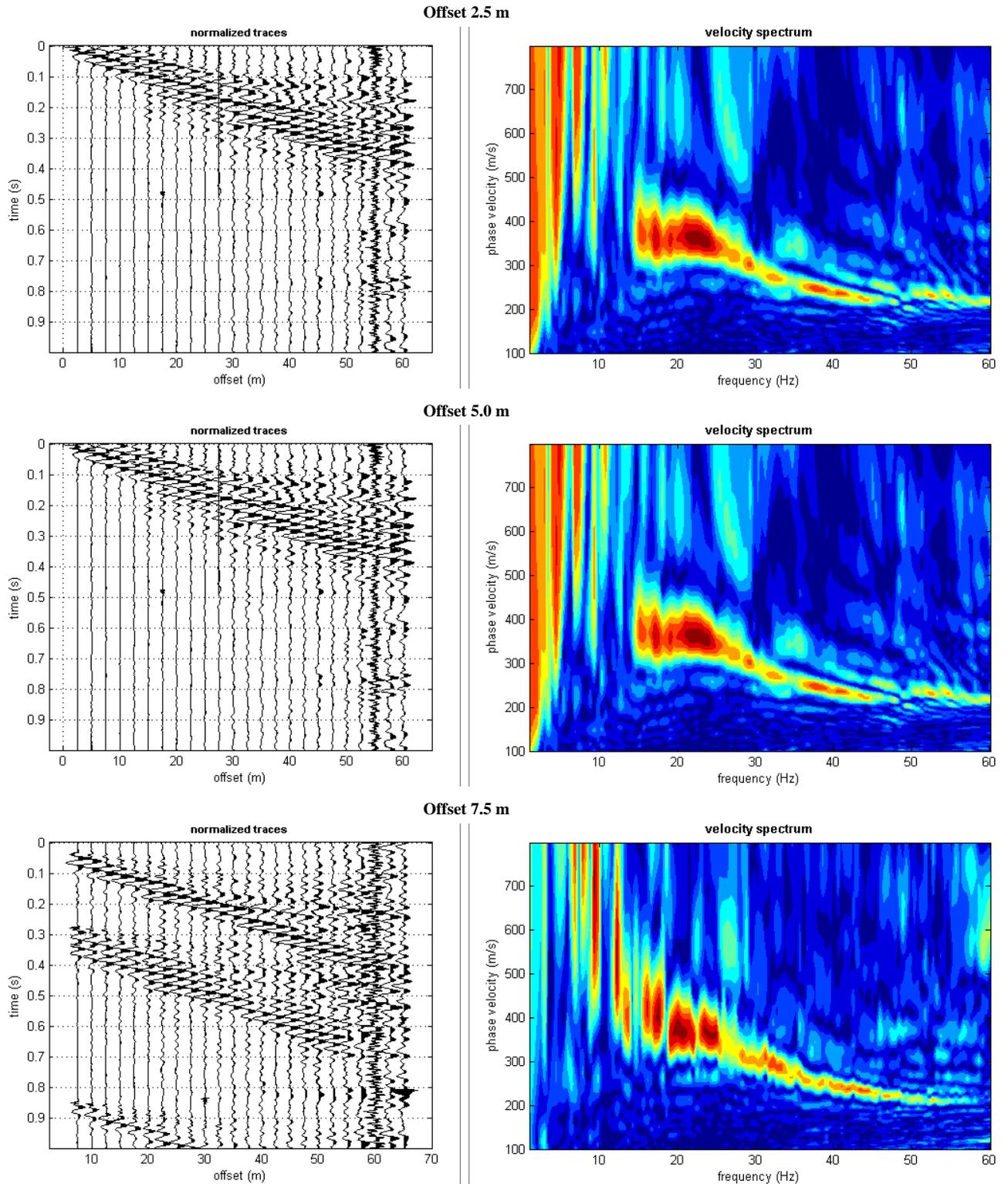
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **R5**



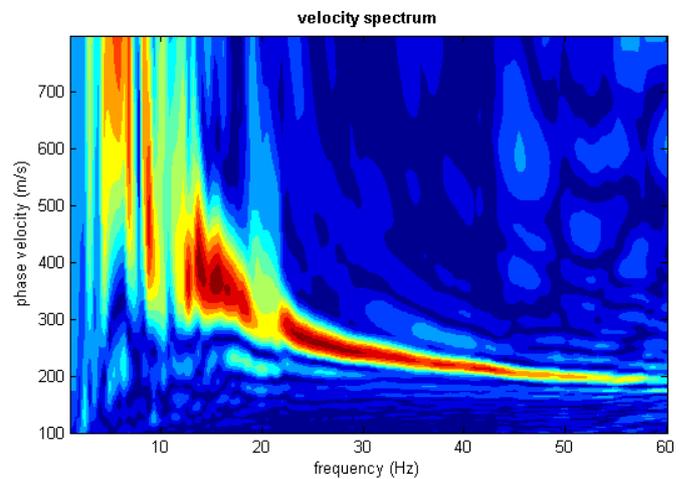
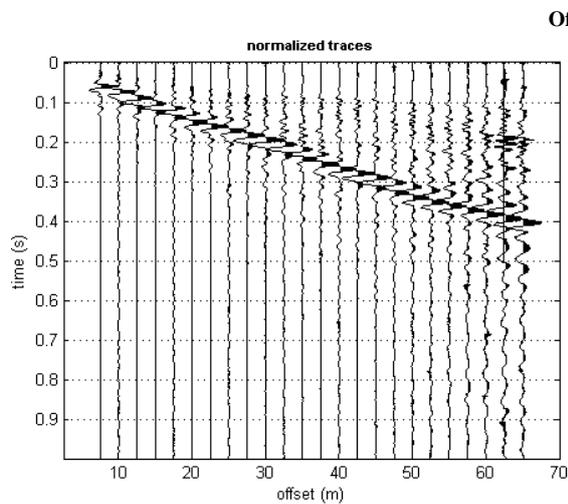
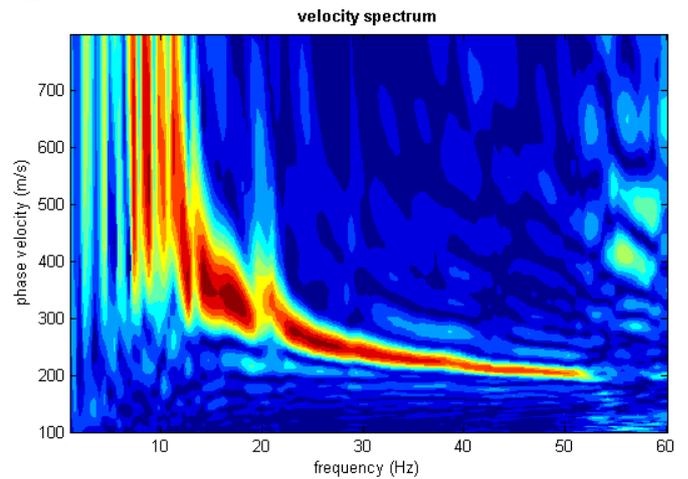
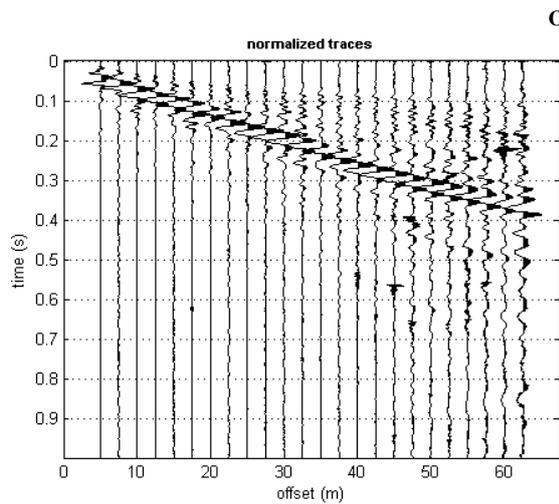
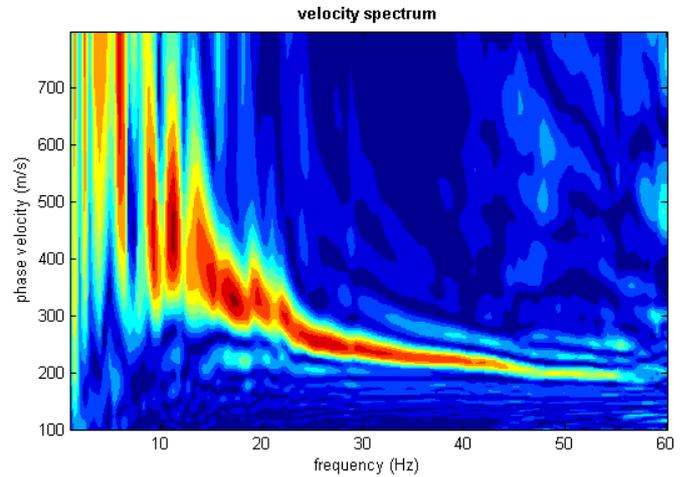
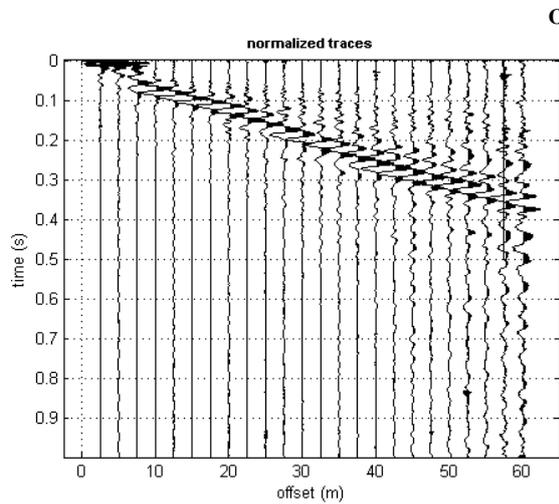
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **R7**



REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **R9**



REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **R11**





LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**INDAGINI GEOGNOSTICHE AREALE DI BOLZANO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 69 IG	GE 00 05 005	A	18 di 33

**ALLEGATO3**  
**PROVE DOWN HOLE**  
**H2/H4/H6/H8/H10**

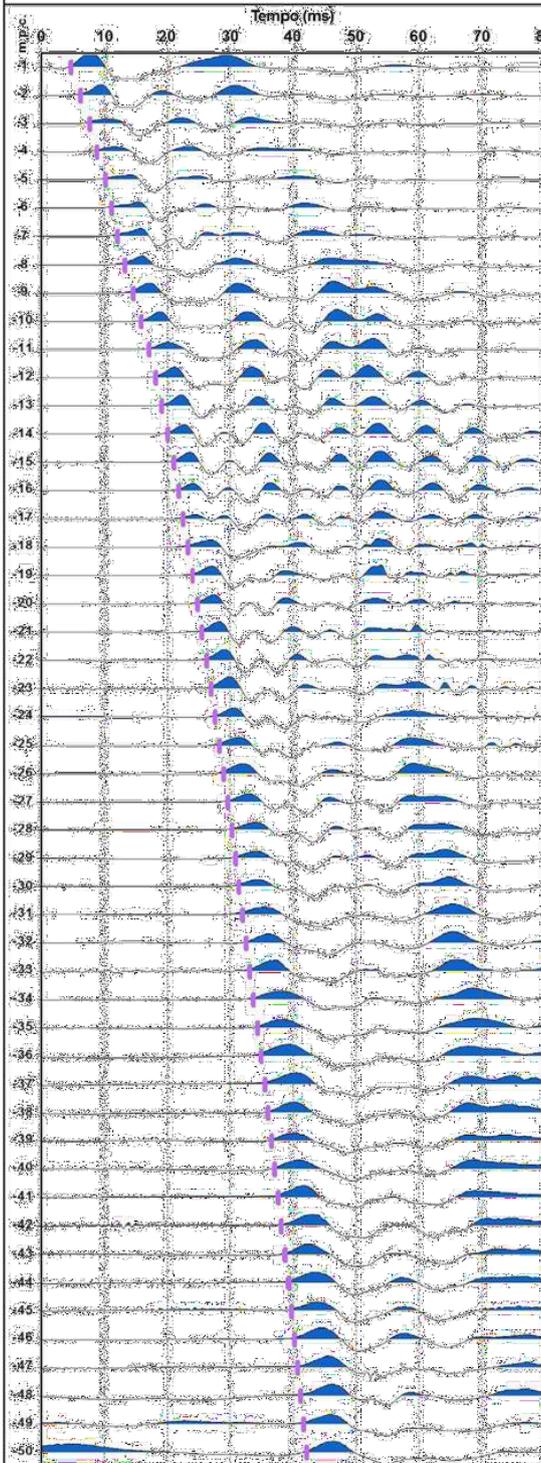
**INDAGINI GEOGNOSTICHE AREALE DI BOLZANO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 69 IG	GE 00 05 005	A	19 di 33

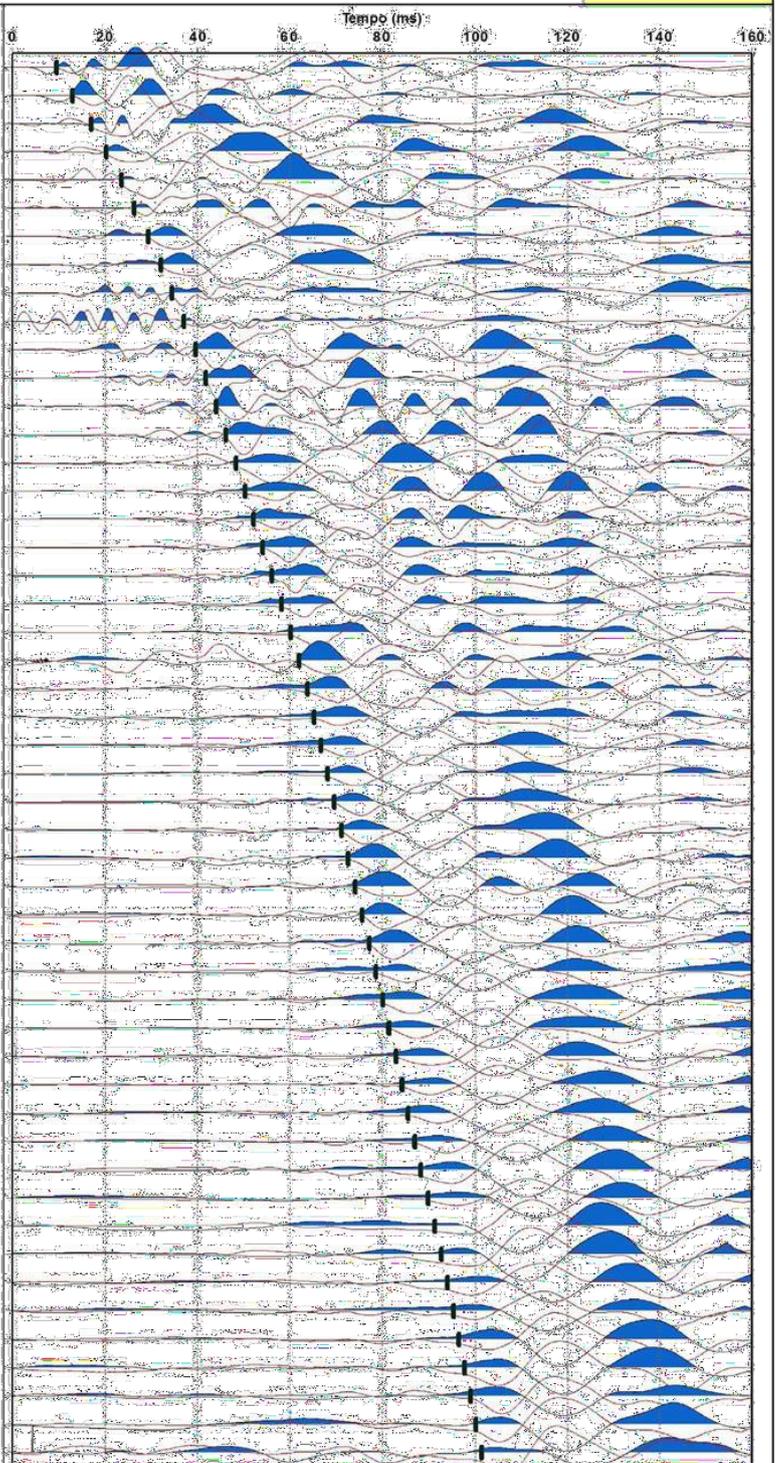
**SISMOGRAMMI**

**DOWN HOLE**

**H2**



Registrazione Onde P

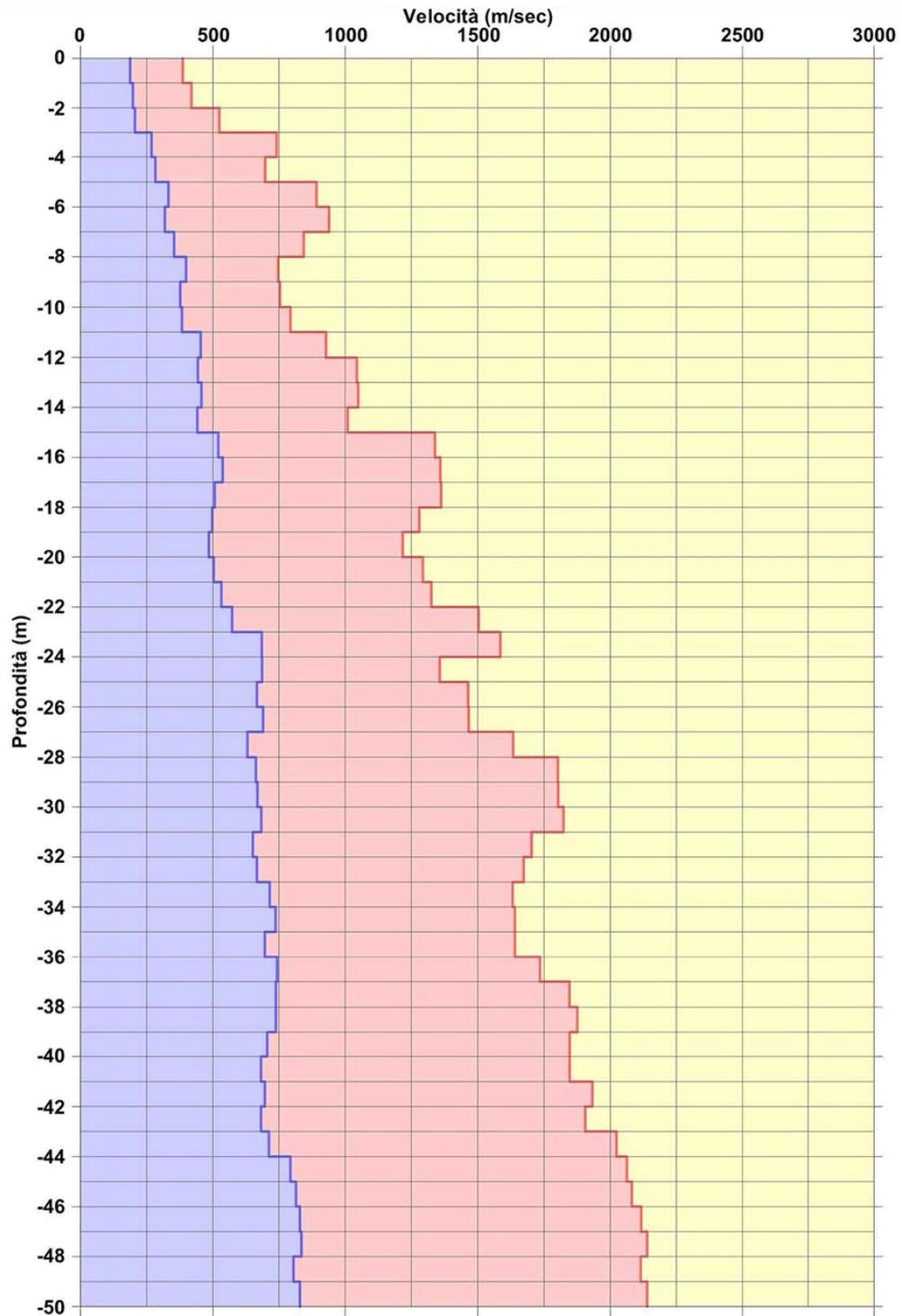


Registrazione Onde S

GRAFICO VELOCITÀ

DOWN HOLE

**H2**



Velocità  
Onde VSH



Velocità  
Onde VP

**$V_{s30} = 405$  m/sec**

Classificazione sismica del  
suolo di fondazione:

**Categoria B**

TABELLA PARAMETRI

DOWN HOLE

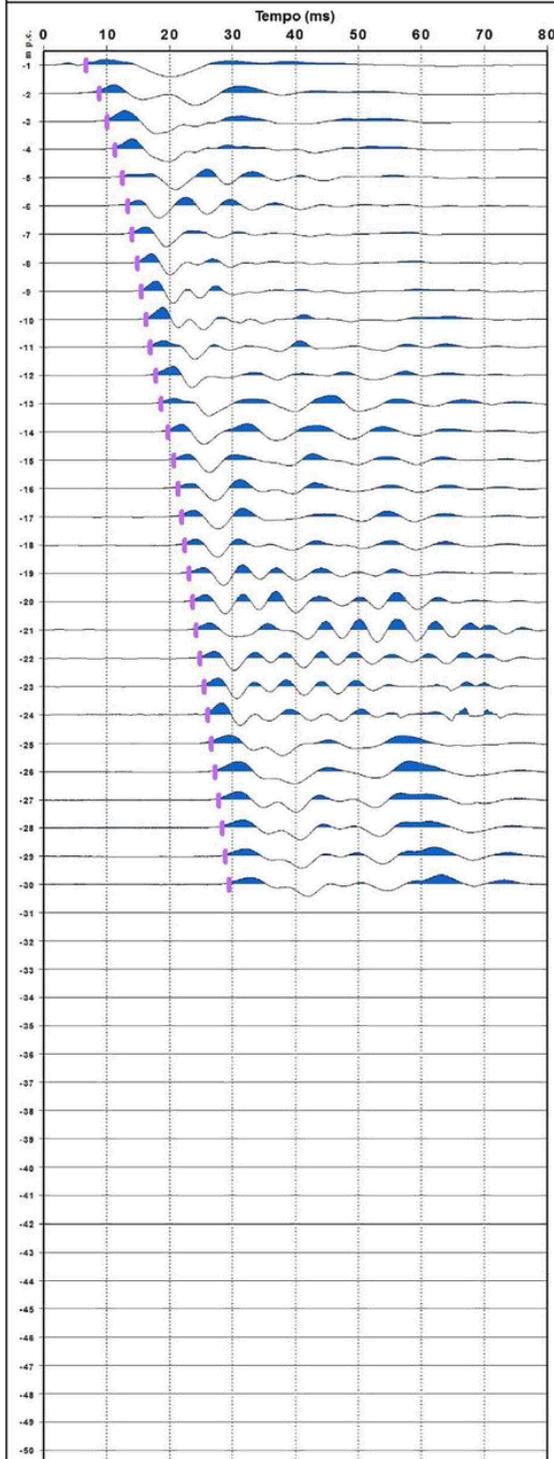
H2

Prof. (m)	TP letti (ms)	TP corretti (ms)	VP (m/s)	TSH letti (ms)	TSH corretti (ms)	VSH (m/s)	VPAVSH	Rapporto di Poisson	Mod. taglio G Gdin (MPa)	Mod. Young E Edin (MPa)	Mod. Comp. Vol. Ev (MPa)	Densità (t/m3)
0			386			187	2.06	0.35	5.7E+01	1.5E+02	1.7E+03	1.60
-1	4.670	2.591	386	9.641	5.348	187	2.06	0.35	5.7E+01	1.5E+02	1.7E+03	1.60
-2	6.222	4.977	419	12.998	10.398	198	2.12	0.36	6.4E+01	1.7E+02	2.0E+03	1.60
-3	7.698	6.886	524	17.079	15.276	205	2.56	0.41	6.9E+01	1.9E+02	3.6E+03	1.60
-4	8.795	8.235	741	20.300	19.007	268	2.76	0.42	1.2E+02	3.6E+02	7.9E+03	1.70
-5	10.096	9.670	697	23.534	22.541	283	2.46	0.40	1.4E+02	3.9E+02	6.6E+03	1.70
-6	11.124	10.792	891	26.340	25.553	332	2.68	0.42	1.9E+02	5.4E+02	1.1E+04	1.70
-7	12.126	11.857	939	29.339	28.688	319	2.94	0.43	1.8E+02	5.1E+02	1.3E+04	1.70
-8	13.271	13.043	843	32.070	31.521	353	2.39	0.39	2.3E+02	6.4E+02	1.0E+04	1.80
-9	14.582	14.384	746	34.496	34.027	399	1.87	0.30	2.9E+02	7.6E+02	6.3E+03	1.80
-10	15.888	15.712	753	37.090	36.680	377	2.00	0.33	2.6E+02	7.0E+02	6.9E+03	1.80
-11	17.130	16.973	793	39.654	39.291	383	2.07	0.35	2.7E+02	7.3E+02	8.0E+03	1.80
-12	18.192	18.052	927	41.816	41.493	454	2.04	0.34	3.8E+02	1.0E+03	1.1E+04	1.80
-13	19.136	19.010	1044	44.041	43.751	443	2.36	0.39	3.8E+02	1.1E+03	1.6E+04	1.90
-14	20.077	19.963	1049	46.202	45.939	457	2.30	0.38	4.1E+02	1.1E+03	1.6E+04	1.90
-15	21.059	20.954	1009	48.447	48.206	441	2.29	0.38	3.8E+02	1.0E+03	1.5E+04	1.90
-16	21.797	21.702	1337	50.345	50.126	521	2.57	0.41	5.3E+02	1.5E+03	2.8E+04	1.90
-17	22.526	22.439	1357	52.190	51.988	537	2.53	0.41	5.6E+02	1.6E+03	2.8E+04	1.90
-18	23.254	23.174	1360	54.147	53.960	507	2.68	0.42	5.0E+02	1.4E+03	2.9E+04	1.90
-19	24.030	23.955	1280	56.146	55.972	497	2.58	0.41	4.9E+02	1.4E+03	2.6E+04	1.95
-20	24.847	24.777	1217	58.197	58.034	485	2.51	0.41	4.7E+02	1.3E+03	2.3E+04	1.95
-21	25.616	25.551	1293	60.175	60.022	503	2.57	0.41	5.0E+02	1.4E+03	2.7E+04	1.95
-22	26.367	26.306	1323	62.046	61.902	532	2.49	0.40	5.6E+02	1.6E+03	2.7E+04	1.95
-23	27.029	26.972	1502	63.782	63.647	573	2.62	0.41	6.5E+02	1.9E+03	3.6E+04	1.95
-24	27.657	27.603	1584	65.234	65.107	685	2.31	0.38	9.3E+02	2.6E+03	3.7E+04	1.95
-25	28.392	28.341	1355	66.684	66.565	686	1.98	0.33	9.4E+02	2.5E+03	2.4E+04	1.95
-26	29.073	29.025	1463	68.177	68.064	667	2.19	0.37	8.9E+02	2.4E+03	3.1E+04	1.95
-27	29.754	29.708	1464	69.620	69.513	690	2.12	0.36	9.5E+02	2.6E+03	3.0E+04	1.95
-28	30.364	30.320	1633	71.200	71.098	631	2.59	0.41	7.9E+02	2.2E+03	4.2E+04	1.95
-29	30.917	30.875	1802	72.703	72.606	663	2.72	0.42	8.8E+02	2.5E+03	5.3E+04	1.95
-30	31.469	31.430	1803	74.194	74.101	669	2.70	0.42	8.9E+02	2.5E+03	5.3E+04	1.95
-31	32.016	31.979	1823	75.654	75.565	683	2.67	0.42	9.5E+02	2.7E+03	5.5E+04	2.00
-32	32.602	32.566	1702	77.186	77.101	651	2.61	0.41	8.7E+02	2.4E+03	4.8E+04	2.00
-33	33.198	33.164	1672	78.682	78.601	667	2.51	0.41	9.1E+02	2.6E+03	4.5E+04	2.00
-34	33.810	33.777	1631	80.077	79.999	715	2.28	0.38	1.0E+03	2.9E+03	4.0E+04	2.00
-35	34.419	34.387	1639	81.431	81.356	737	2.22	0.37	1.1E+03	3.0E+03	4.0E+04	2.00
-36	35.028	34.998	1639	82.863	82.791	697	2.35	0.39	9.9E+02	2.8E+03	4.2E+04	2.00
-37	35.603	35.574	1734	84.206	84.137	743	2.33	0.39	1.1E+03	3.1E+03	4.6E+04	2.00
-38	36.144	36.116	1845	85.558	85.492	738	2.50	0.40	1.1E+03	3.1E+03	5.5E+04	2.00
-39	36.677	36.650	1875	86.911	86.847	738	2.54	0.41	1.1E+03	3.1E+03	5.7E+04	2.00
-40	37.217	37.191	1846	88.327	88.265	705	2.62	0.41	1.0E+03	2.9E+03	5.6E+04	2.00
-41	37.758	37.733	1846	89.791	89.731	682	2.71	0.42	9.5E+02	2.7E+03	5.7E+04	2.00
-42	38.275	38.251	1932	91.224	91.166	697	2.77	0.43	9.9E+02	2.8E+03	6.3E+04	2.00
-43	38.799	38.776	1905	92.689	92.632	682	2.79	0.43	9.5E+02	2.7E+03	6.1E+04	2.00
-44	39.293	39.270	2023	94.091	94.037	712	2.84	0.43	1.0E+03	3.0E+03	7.0E+04	2.00
-45	39.777	39.755	2063	95.351	95.298	793	2.60	0.41	1.3E+03	3.6E+03	7.0E+04	2.00
-46	40.257	40.235	2081	96.576	96.525	815	2.55	0.41	1.4E+03	3.8E+03	7.0E+04	2.00
-47	40.728	40.707	2117	97.781	97.731	829	2.55	0.41	1.4E+03	4.0E+03	7.3E+04	2.00
-48	41.195	41.175	2139	98.977	98.929	835	2.56	0.41	1.4E+03	4.0E+03	7.4E+04	2.00
-49	41.667	41.648	2115	100.218	100.171	805	2.63	0.42	1.3E+03	3.7E+03	7.4E+04	2.00
-50	42.134	42.115	2139	101.423	101.377	829	2.58	0.41	1.4E+03	4.0E+03	7.5E+04	2.00

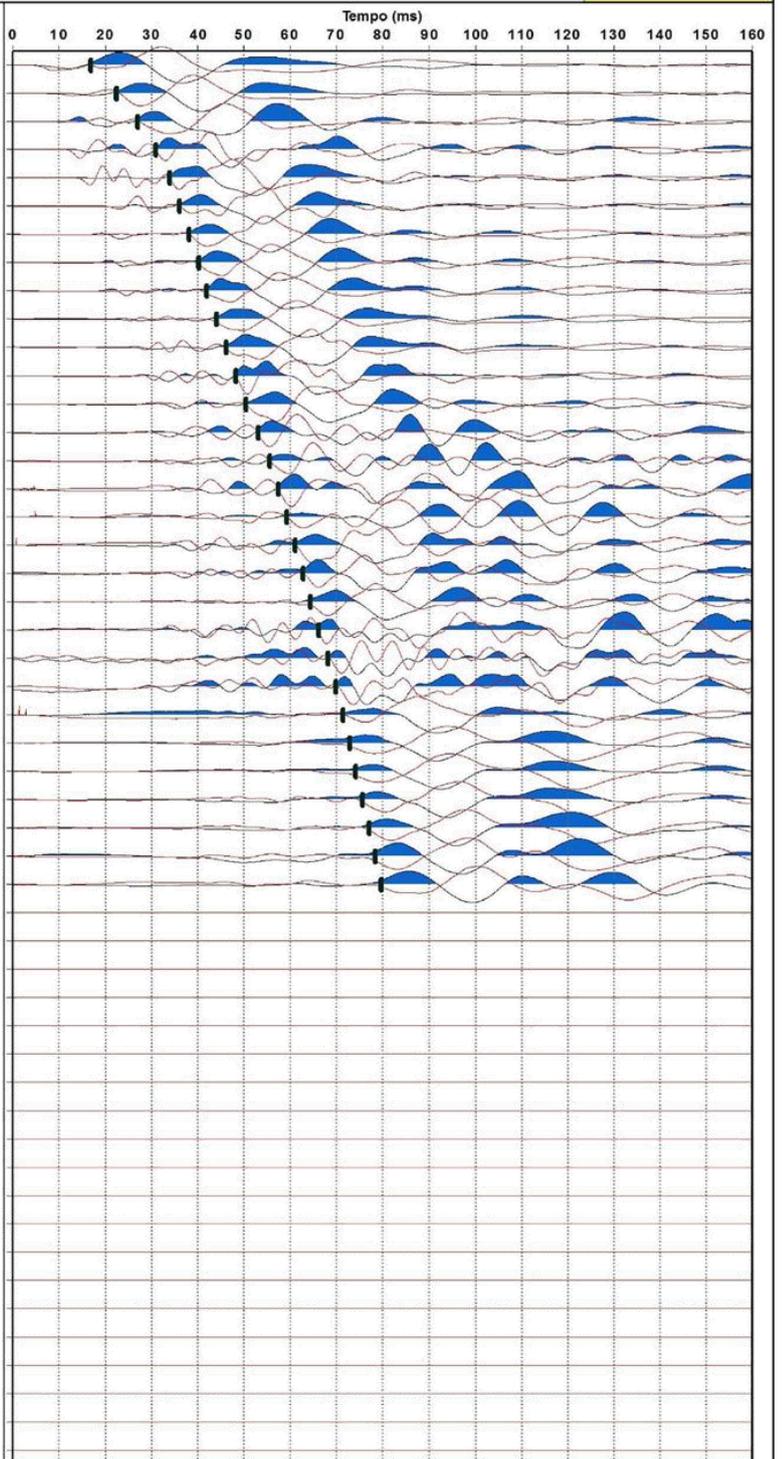
**SISMOGRAMMI**

**DOWN HOLE**

**H4**



Registrazione Onde P

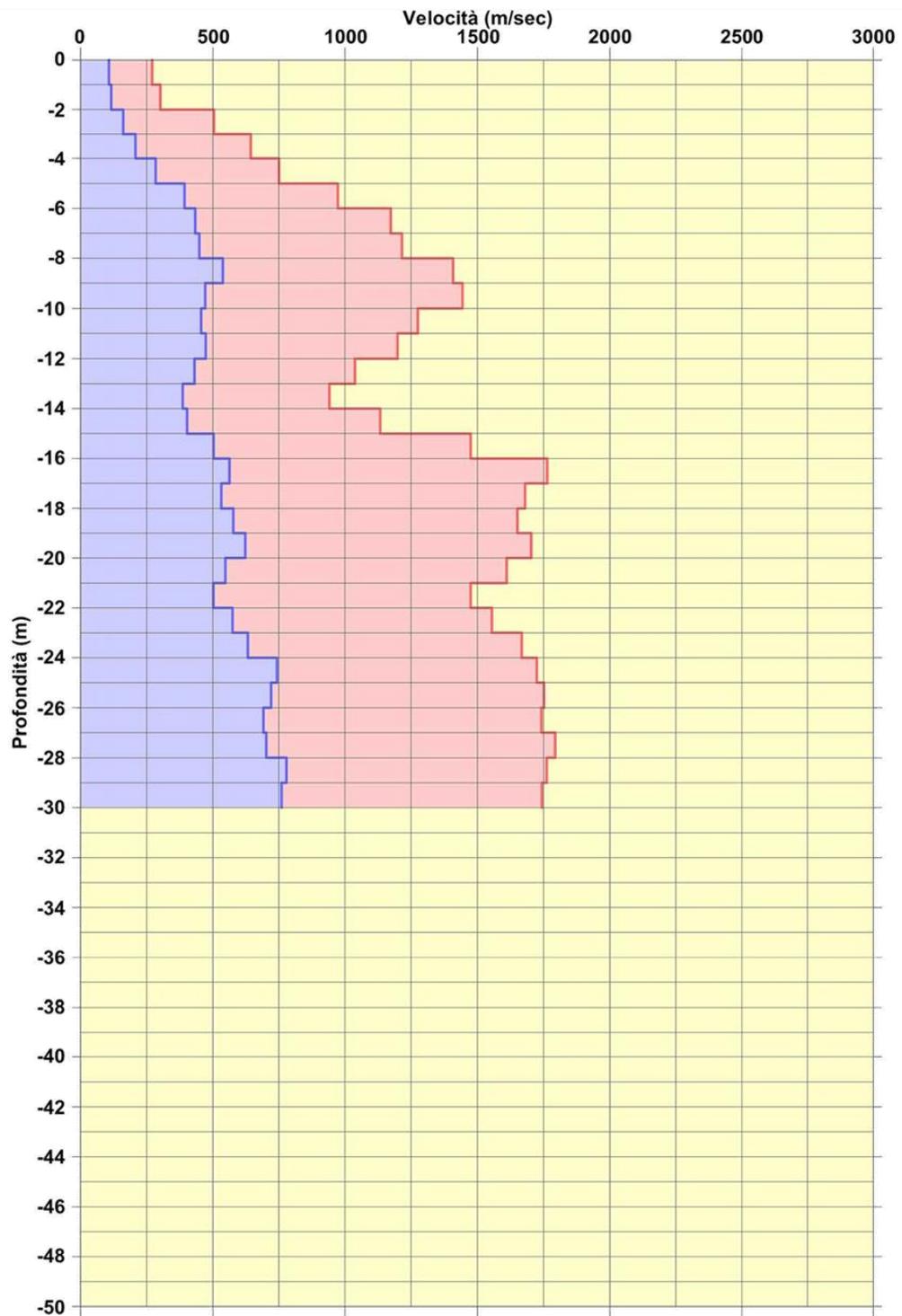


Registrazione Onde S

GRAFICO VELOCITÀ

DOWN HOLE

**H4**



Velocità  
Onde VSH



Velocità  
Onde VP

**$V_{s30} = 377$  m/sec**

Classificazione sismica del  
suolo di fondazione:

**Categoria B**



**SISMOGRAMMI**

**DOWN HOLE**

**H6**

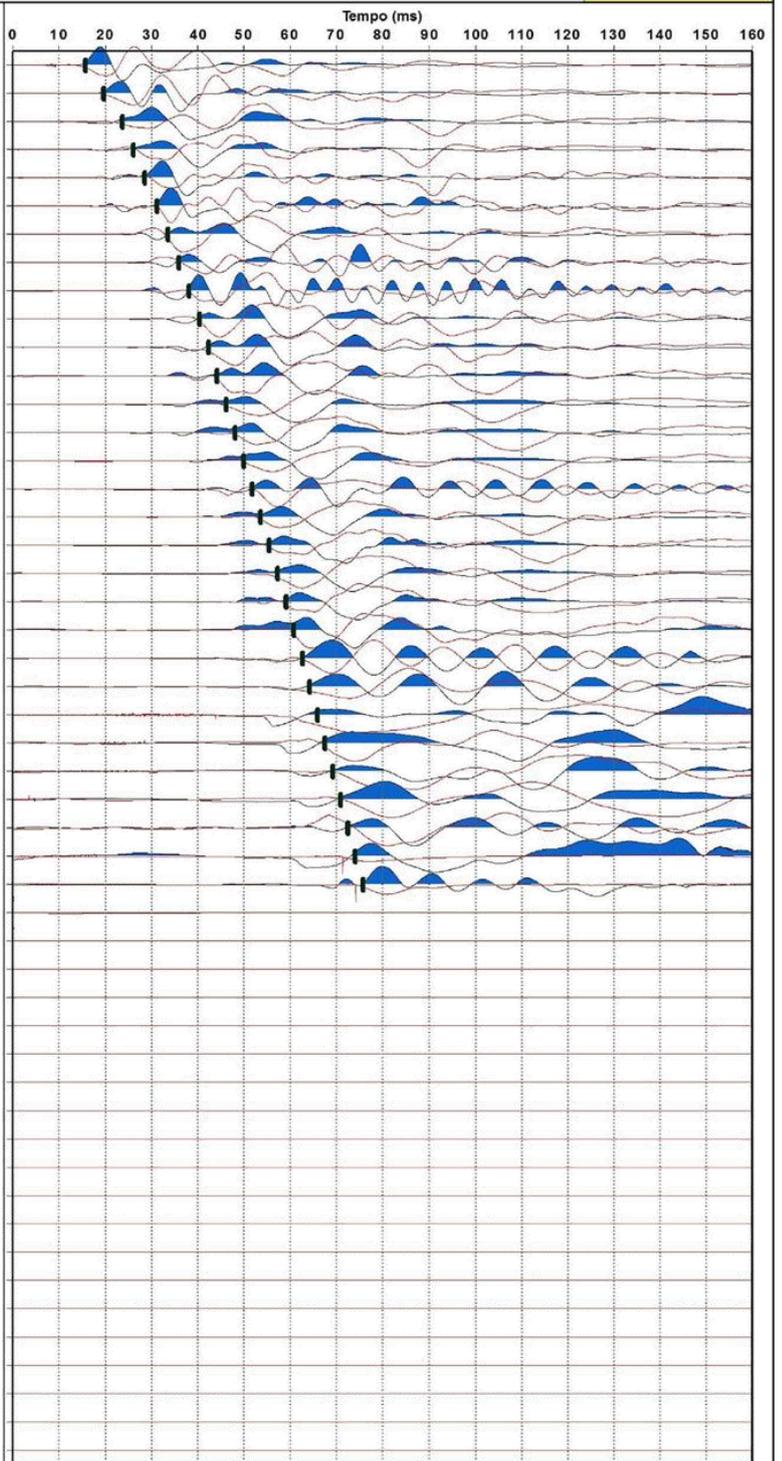
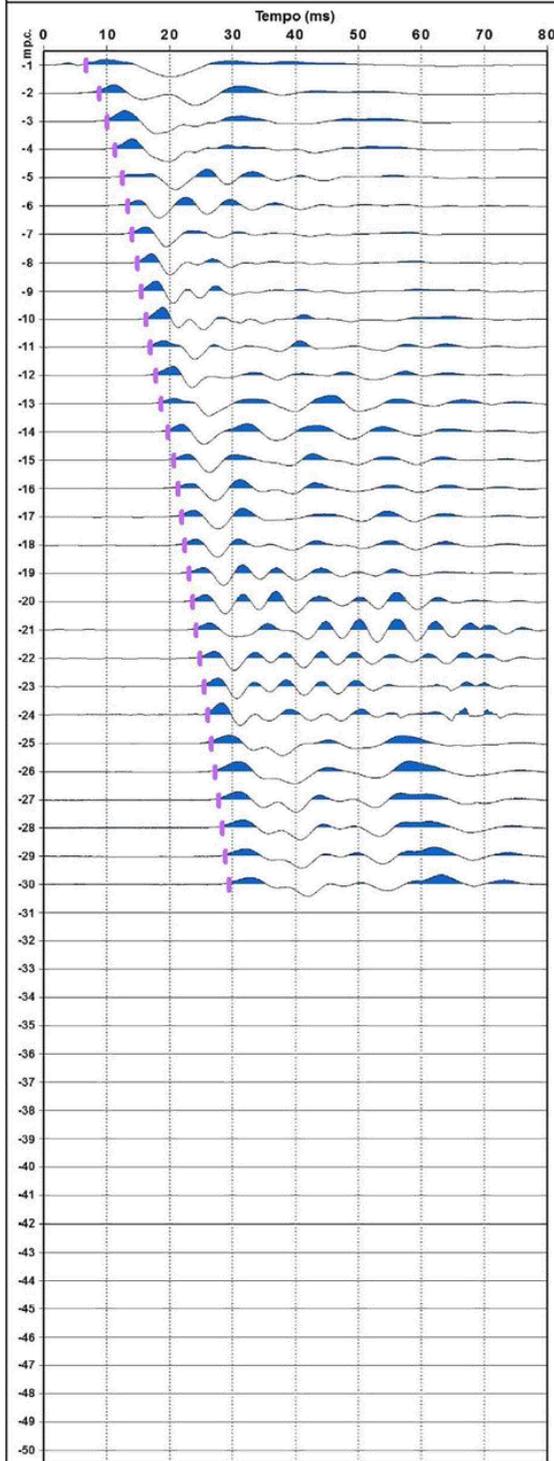
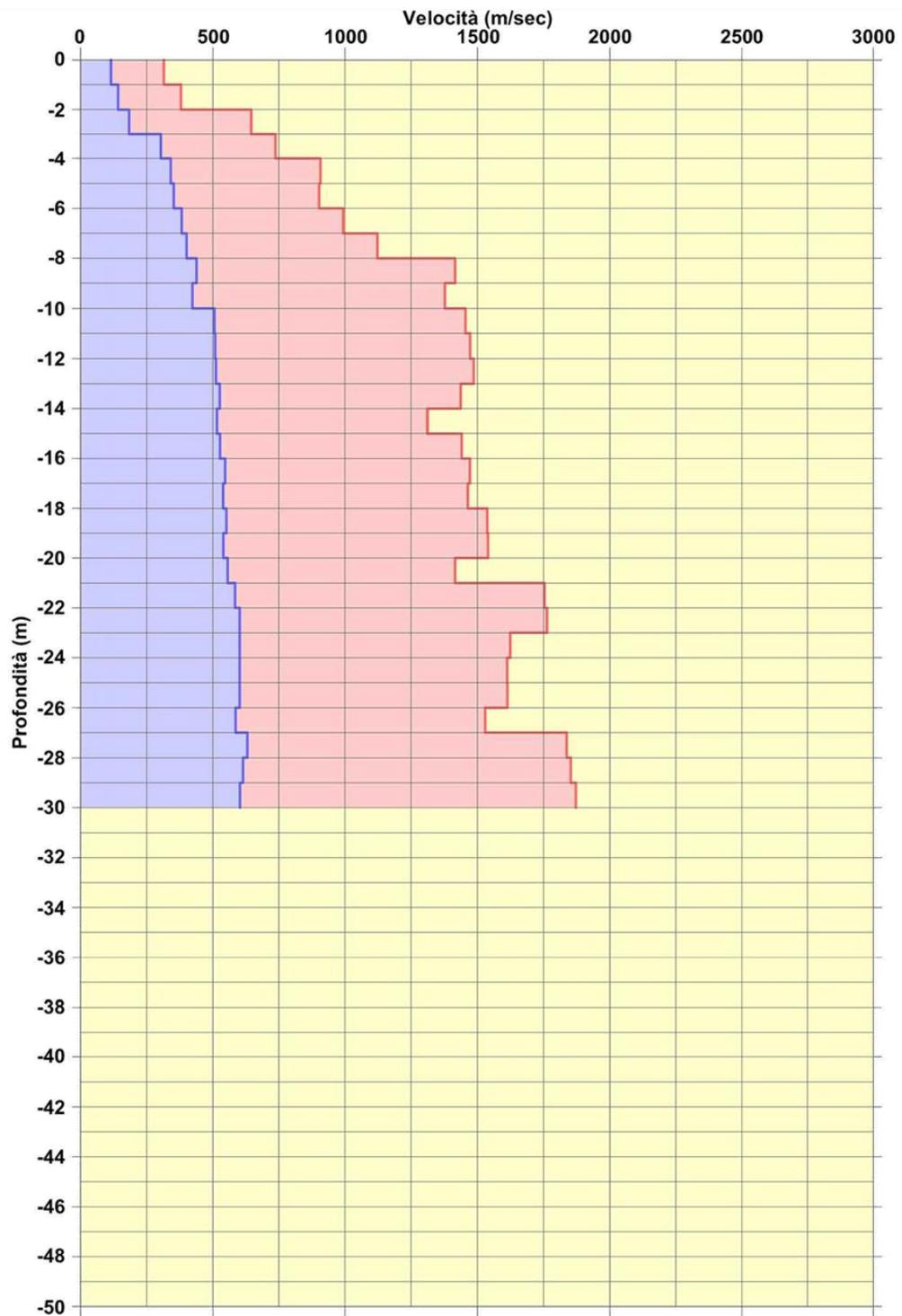


GRAFICO VELOCITÀ

DOWN HOLE

**H6**



Velocità  
Onde VSH



Velocità  
Onde VP

**$V_{s30} = 396$  m/sec**

Classificazione sismica del  
suolo di fondazione:

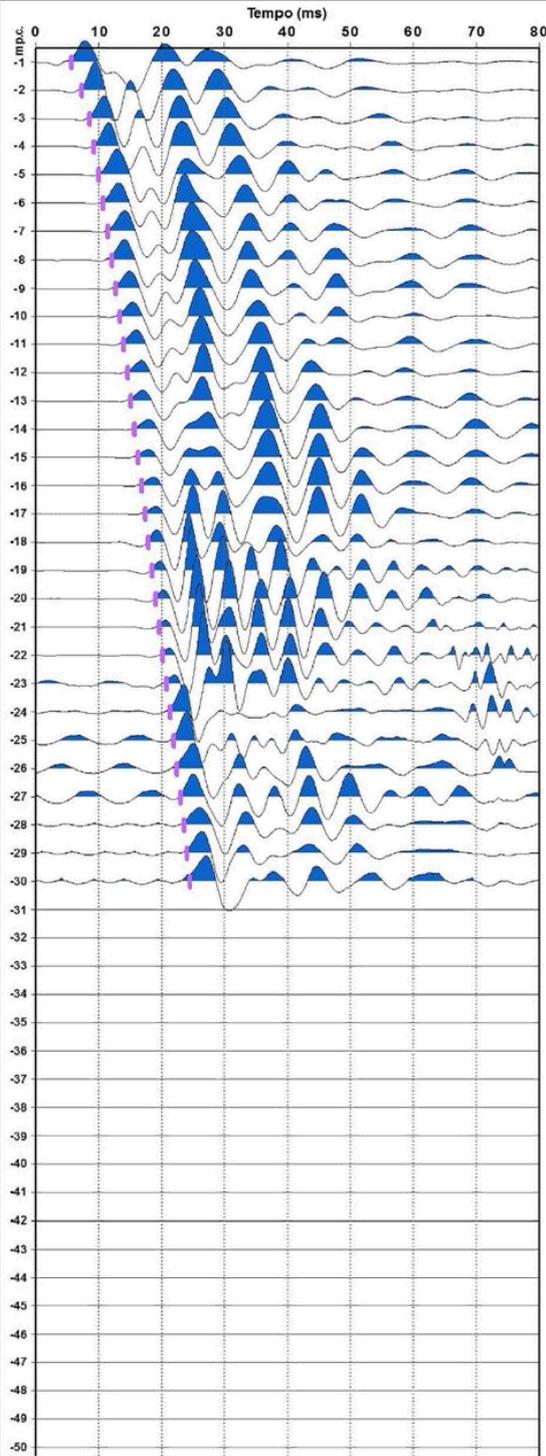
**Categoria B**



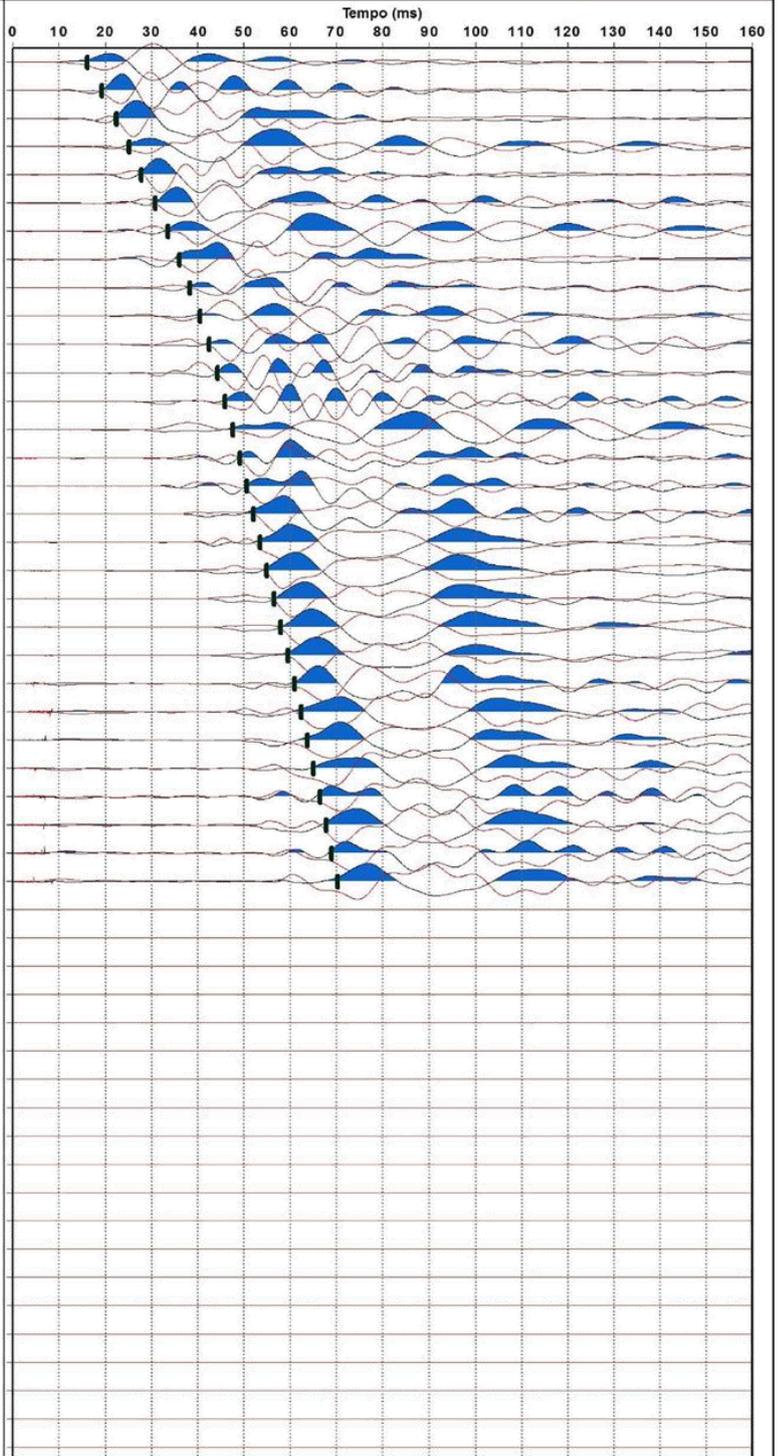
**SISMOGRAMMI**

**DOWN HOLE**

**H8**



Registrazione Onde P

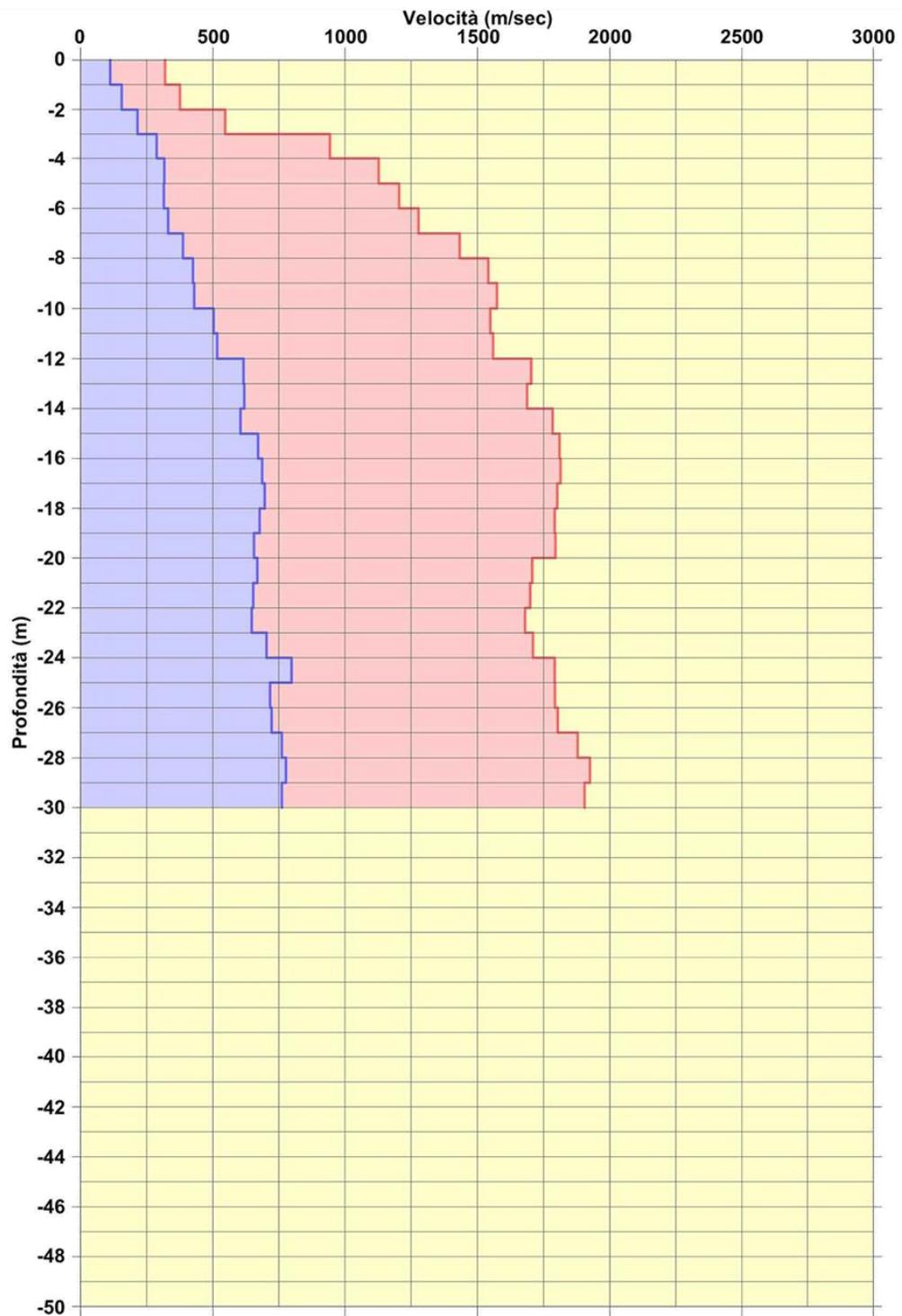


Registrazione Onde S

GRAFICO VELOCITÀ

DOWN HOLE

**H8**



Velocità  
Onde VSH



Velocità  
Onde VP

**$V_{s30} = 427$  m/sec**

Classificazione sismica del  
suolo di fondazione:

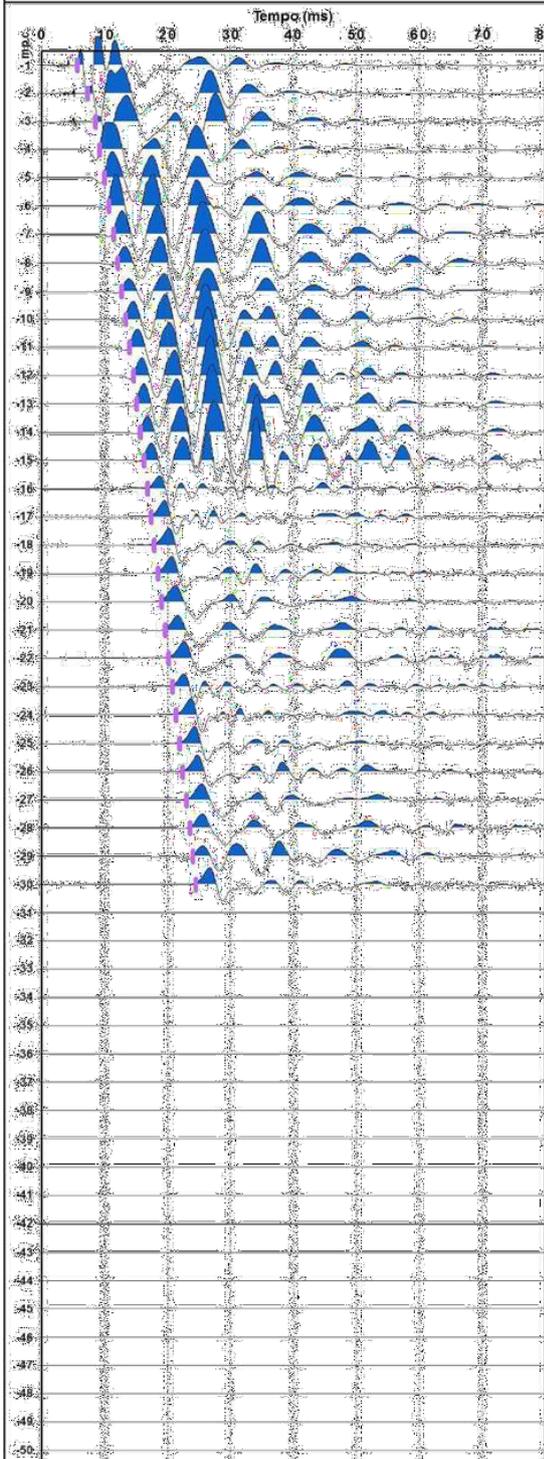
**Categoria B**



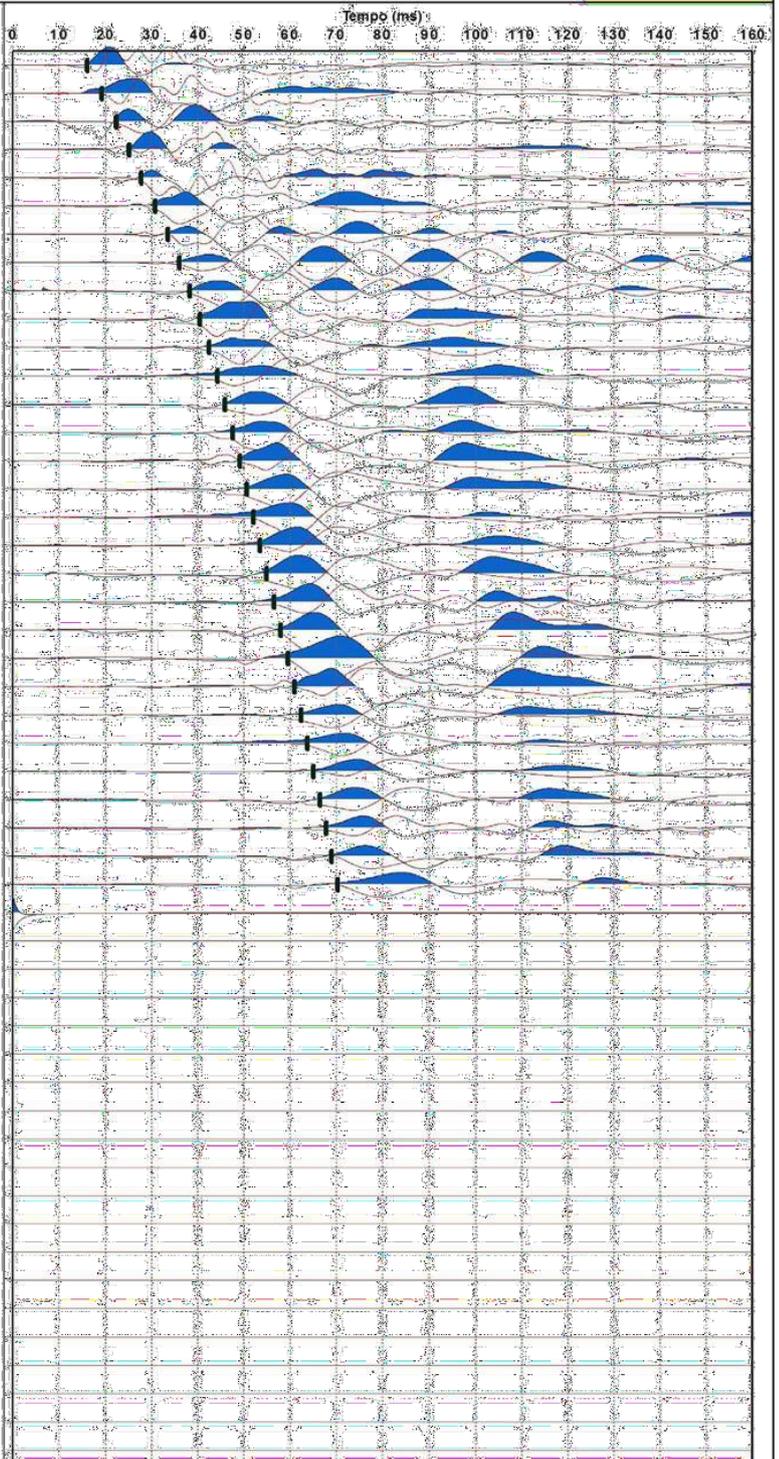
**SISMOGRAMMI**

**DOWN HOLE**

**H10**



Registrazione Onde P

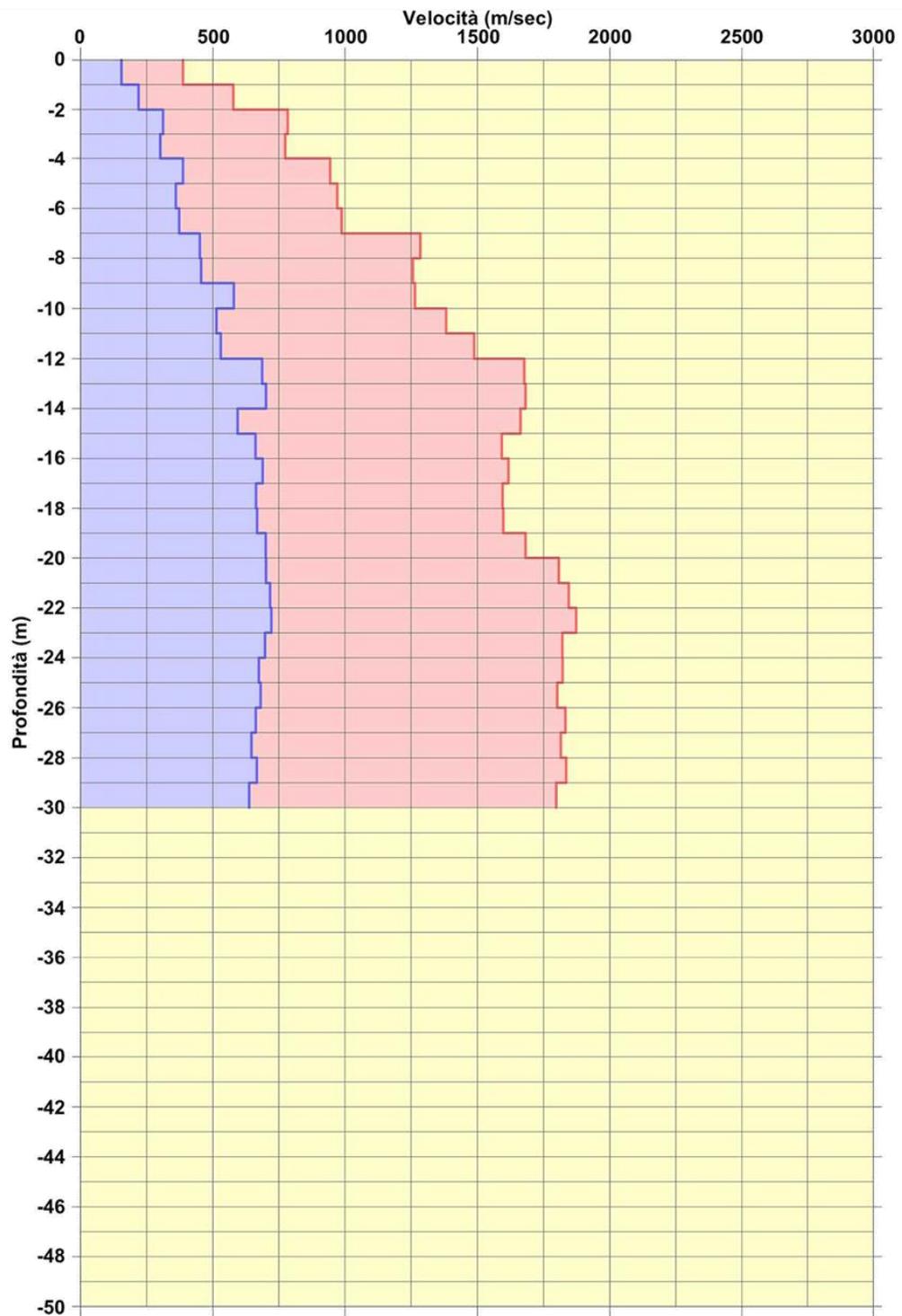


Registrazione Onde S

GRAFICO VELOCITÀ

DOWN HOLE

**H10**



Velocità  
Onde VSH



Velocità  
Onde VP

**$V_{s30} = 482$  m/sec**

Classificazione sismica del  
suolo di fondazione:

**Categoria B**

