

ditta SARA Instruments. Quest'ultimo strumento è stato progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica.

La gestione dell'apparecchiatura è integrata dal computer, che gestisce tutte le operazioni di registrazione dei dati ed archivio.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 20 geofoni verticali da 4.5Hz (all.2), posizionati lungo il profilo di indagine con distanza intergeofonica (offset) di 2 m.

Le acquisizioni dei segnali sono state effettuate per una lunghezza di tempo di 2 secondi usando una frequenza di 1000 Hz con periodo di 1 ms.

In seguito alla campagna di acquisizione che si effettua sul sito in esame il lavoro prosegue in studio con la elaborazione dei segnali sismici registrati nella memoria del computer.5.0

L'analisi dei dati acquisiti viene eseguita in studio con il programma EasyMasw della ditta Geostru softwares, con il quale è stato possibile svolgere l'intero processo di elaborazione.

Una prima fase di elaborazione consiste nella analisi spettrale del sismogramma in modo da elaborare una immagine della distribuzione del segnale in funzione delle frequenze di cui è costituito.

La seconda fase è relativa alla estrapolazione della curva di dispersione.

Una terza fase consiste nella discriminazione sismostratigrafica in funzione dell'attenuazione del segnale in termini di velocità.

I risultati di tale analisi vengono rappresentati graficamente con il profilo di velocità (fig. 7).

In relazione al numero delle energizzazioni effettuate, viene operata una scelta di quella più rilevante mediante il confronto della elaborazione e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase, eseguite per ognuna di loro. Il confronto tra le varie inversioni, permette di definire quale sia la curva utile. Tramite questo processo è stato possibile ottenere il risultato finale per stabilire la categoria di suolo.

Nelle prossime figure vengono riportati gli elaborati sviluppati in forma di grafici e tabelle.

| Tracce | |
|---------------------------------|------|
| N. tracce | 18 |
| Durata acquisizione [msec] | 2000 |
| Interdistanza geofoni [m] | 2,0 |
| Periodo di campionamento [msec] | 1,00 |

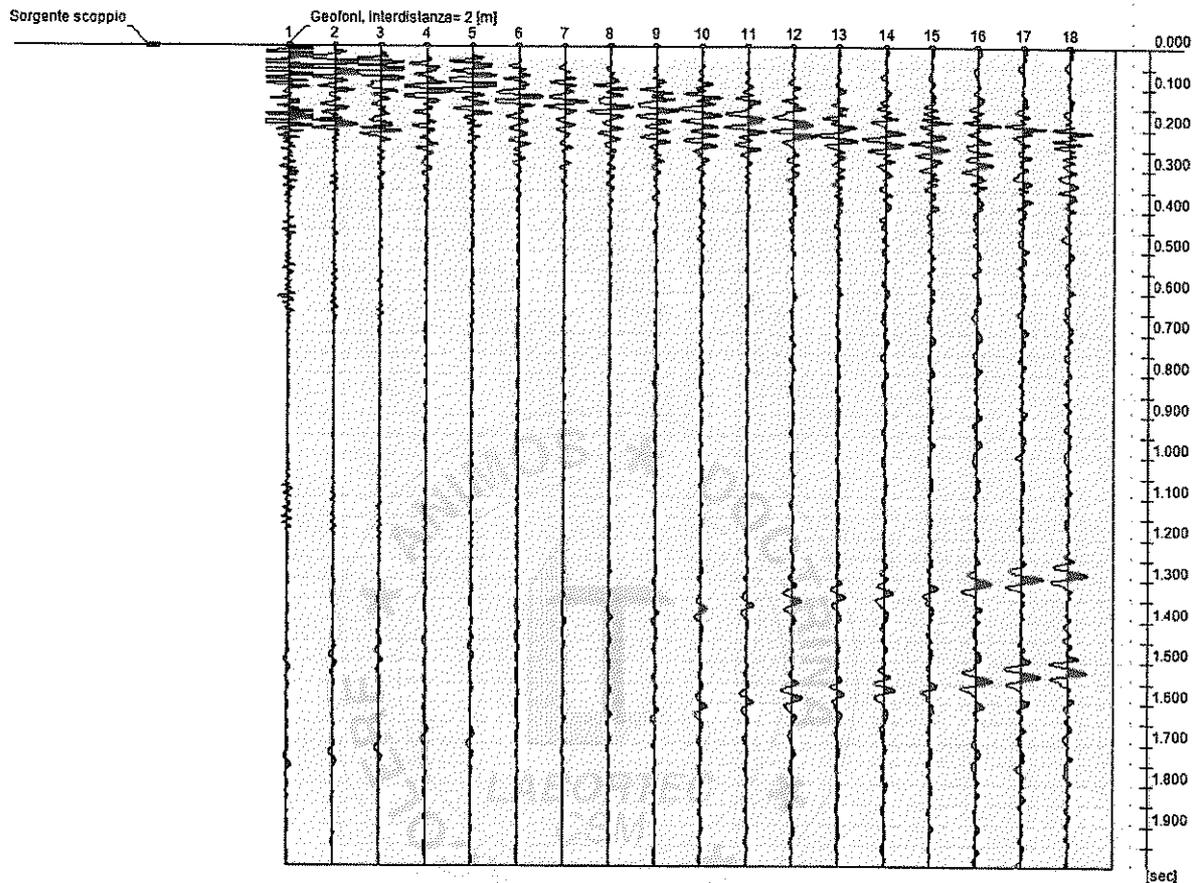
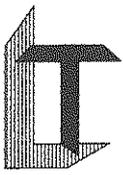


Fig. 3 Schema relativo alla geometria dello stendimento con sismogrammi.

| Analisi spettrale | |
|--|-----|
| Frequenza minima di elaborazione [Hz] | 1 |
| Frequenza massima di elaborazione [Hz] | 50 |
| Velocità minima di elaborazione [m/sec] | 1 |
| Velocità massima di elaborazione [m/sec] | 800 |
| Intervallo velocità [m/sec] | 1 |



LABORTEC CSM s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min. LL. PP. D.M. 16363, 31-05-77 e successivi
Min. LL. PP. D.M. 52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931
Cod. Fisc. e Part. Iva: 02185150428 - R.E.A. PE n. 129704 - Reg. Imprese

Accettazione: Commessa n. A/0013/03/12

Del: 23/01/2012

Settore Sperimentale: 04

pag. 17

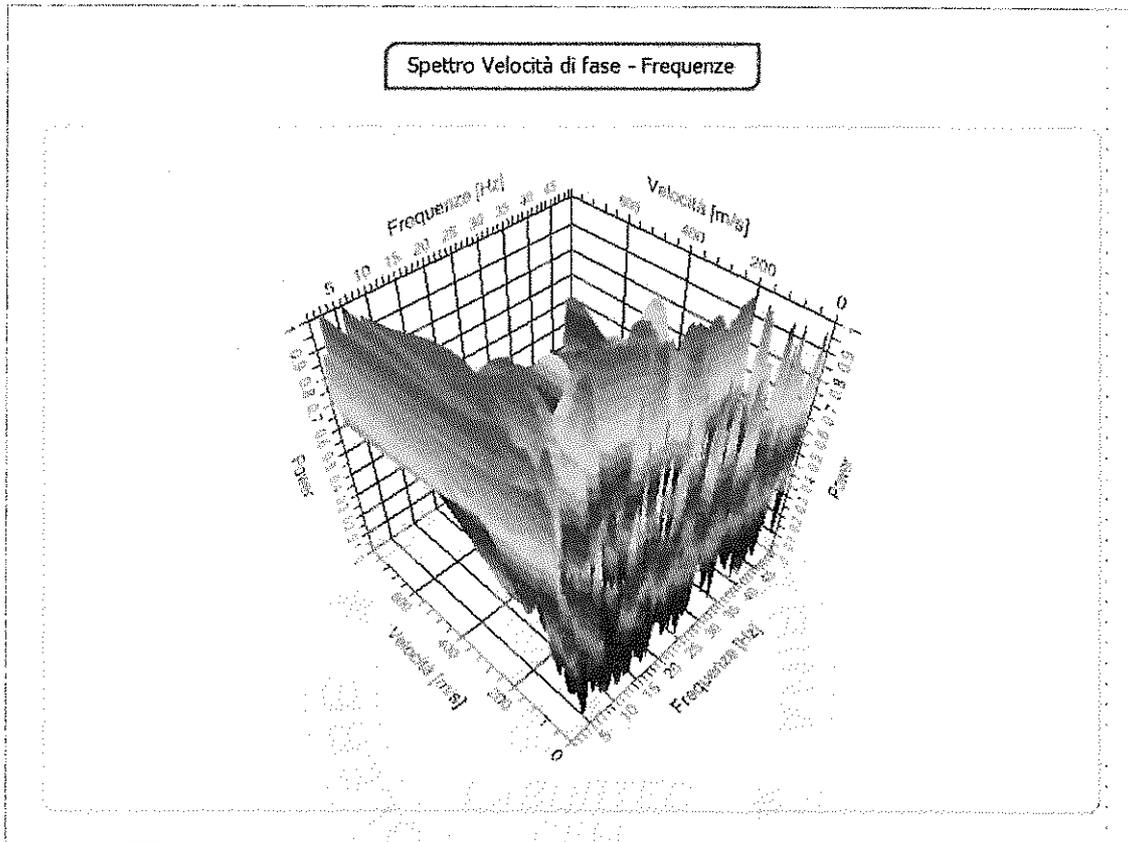
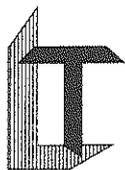


Fig. 4 - Spetto 3D



LABORTEC CSM s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min. LL. PP. D.M. 16363, 31-05-77 e successivi
Min. LL. PP. D.M. 52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Cod. Fisc. e Part. Iva: 02185150428 - R.E.A. PE n. 129704 - Reg. Imprese

Accettazione: Commessa n. A/0013/03/12

Del: 23/01/2012

Settore Sperimentale: 04

pag. 18

Curva di dispersione

| n. | Frequenza [Hz] | Velocità [m/sec] | Modo |
|----|----------------|------------------|------|
| 1 | 4.0 | 387.1 | 0 |
| 2 | 5.4 | 355.1 | 0 |
| 3 | 6.9 | 332.9 | 0 |
| 4 | 8.7 | 320.6 | 0 |
| 5 | 10.1 | 314.1 | 0 |
| 6 | 11.6 | 300.5 | 0 |
| 7 | 13.1 | 286.8 | 0 |
| 8 | 14.6 | 280.0 | 0 |
| 9 | 16.3 | 273.2 | 0 |
| 10 | 17.6 | 266.5 | 0 |
| 11 | 19.4 | 259.1 | 0 |
| 12 | 20.7 | 256.7 | 0 |
| 13 | 22.4 | 254.2 | 0 |
| 14 | 23.8 | 249.3 | 0 |
| 15 | 25.4 | 245.5 | 0 |
| 16 | 26.9 | 240.6 | 0 |
| 17 | 28.4 | 235.8 | 0 |
| 18 | 30.0 | 230.8 | 0 |
| 19 | 31.5 | 225.2 | 0 |
| 20 | 33.0 | 219.0 | 0 |
| 21 | 34.6 | 212.2 | 0 |
| 22 | 36.1 | 204.7 | 0 |
| 23 | 37.6 | 197.0 | 0 |
| 24 | 39.1 | 189.6 | 0 |
| 25 | 40.7 | 183.1 | 0 |
| 26 | 42.2 | 178.8 | 0 |
| 27 | 43.7 | 177.8 | 0 |
| 28 | 45.3 | 179.9 | 0 |
| 29 | 46.8 | 185.5 | 0 |
| 30 | 48.3 | 196.0 | 0 |

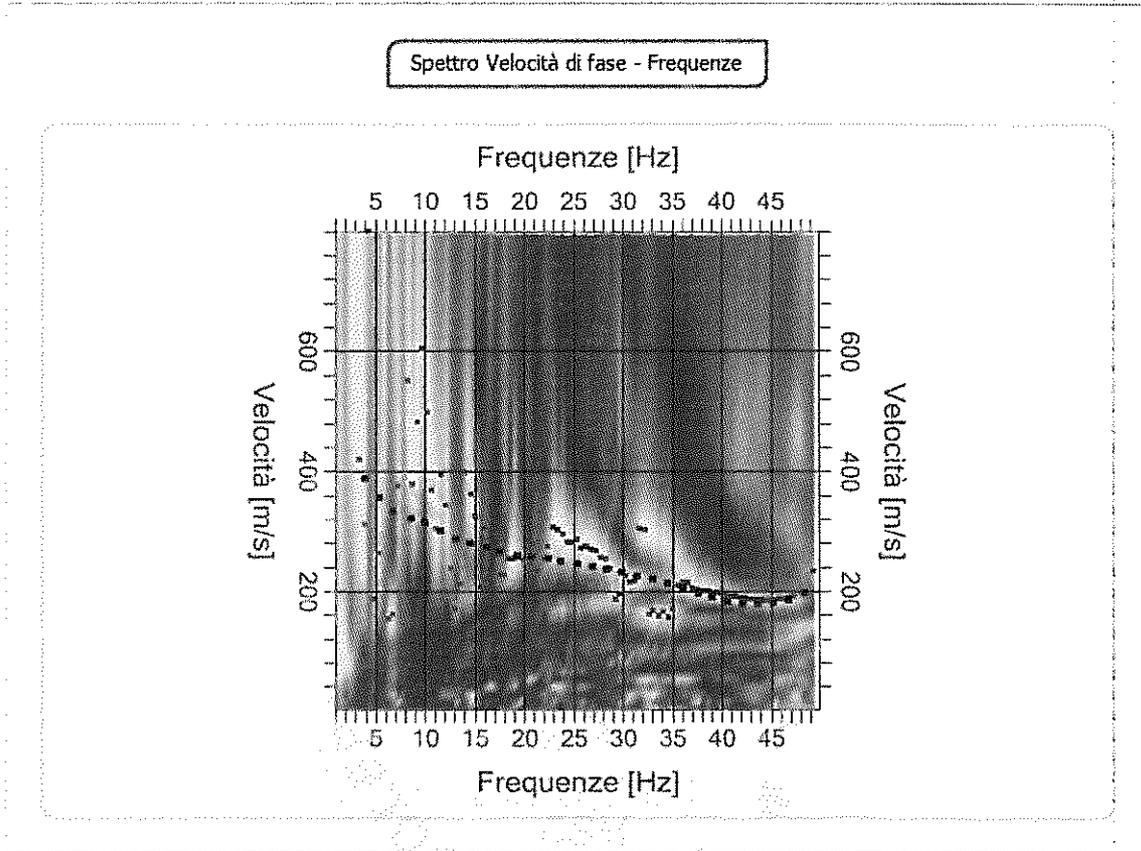
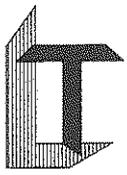


Fig. 5 Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh da prospezione sismica MASW.

Inversione

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 3.00 | 3.00 | 332.5 | 203.6 |
| 2 | 7.25 | 4.25 | 589.9 | 361.2 |
| 3 | 12.40 | 5.15 | 590.5 | 361.6 |
| 4 | 19.63 | 7.23 | 629.6 | 385.5 |
| 5 | 28.60 | 8.97 | 689.0 | 421.9 |
| 6 | 00 | 00 | 797.2 | 488.2 |

I risultati di prova si riferiscono esclusivamente al campione (o ai campioni) provato/i. È vietata la riproduzione di singole parti del rapporto senza l'approvazione del laboratorio Labortec CSM s.r.l.

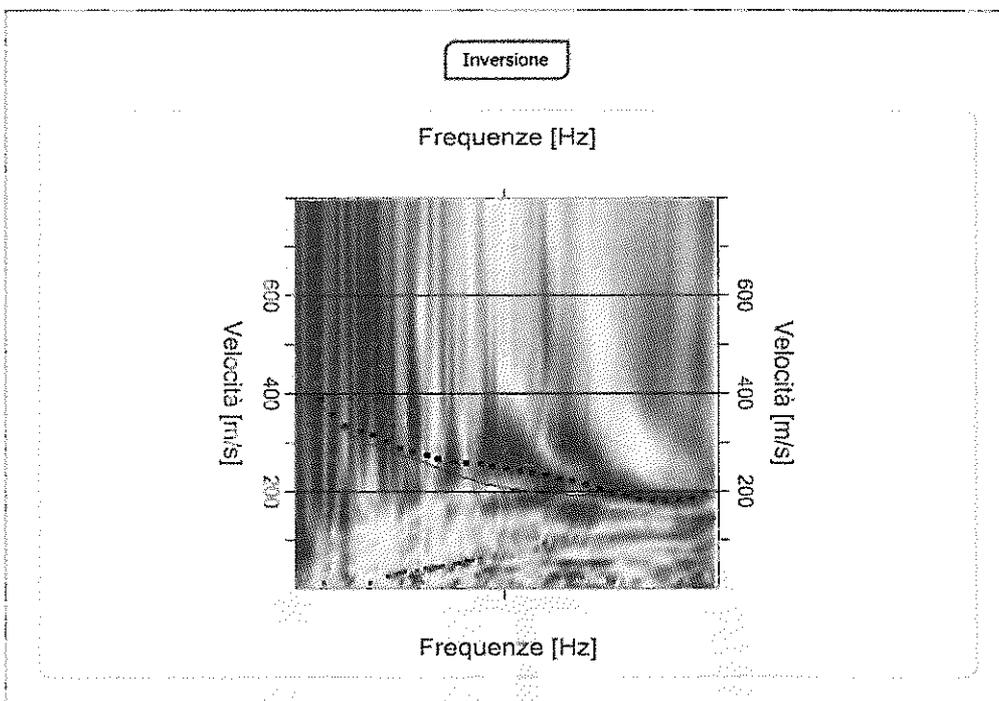
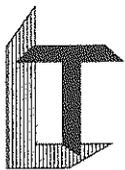


Fig. 6 Inversione della curva

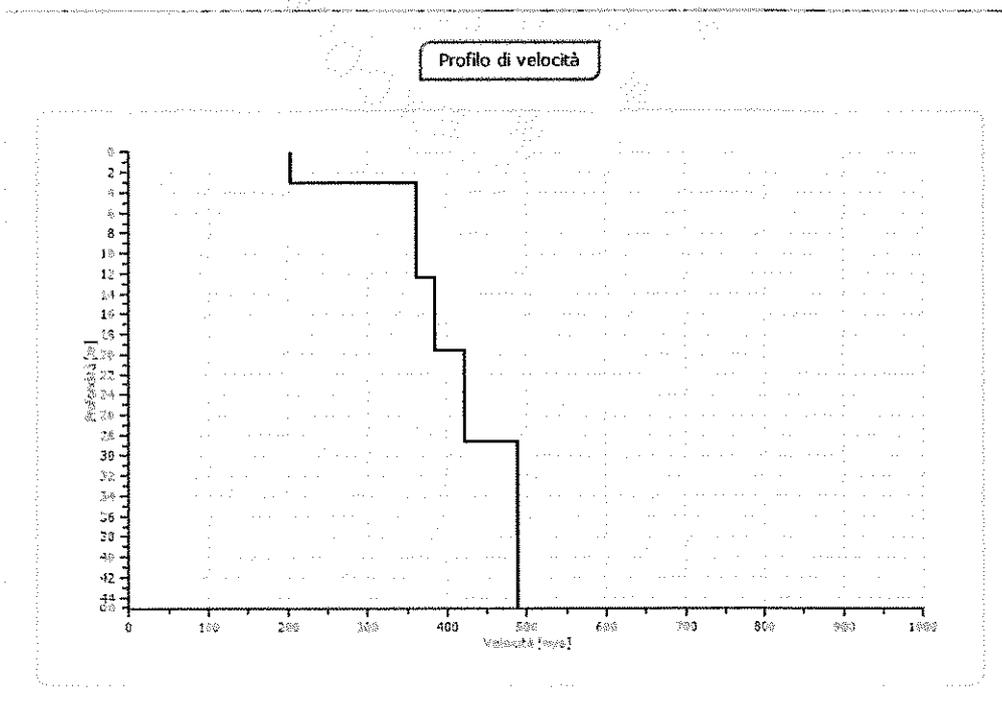
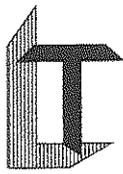


Fig. 7 Profilo verticale 1D delle VS ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW



Per la profondità di circa 1,50 metri della fondazione dal piano di campagna, ne deriva un valore della V_{S30} pari a:

CALCOLO V_{S30}

| Sismostrato n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/sec] | hi/Vi [m/m/sec] |
|----------------|----------------|--------------|------------|-----------------|
| 1 | 3.00 | 3.00 | 203.6 | 0.014735 |
| 2 | 7.25 | 4.25 | 361.2 | 0.011766 |
| 3 | 12.40 | 5.15 | 361.6 | 0.014242 |
| 4 | 19.63 | 7.23 | 385.5 | 0.018755 |
| 5 | 28.60 | 8.97 | 421.9 | 0.021261 |
| 6 | 30.00 | 1.4 | 488.2 | 0.002868 |
| somma | | | | 0.083627 |

$$V_{S30} = \frac{30m}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = \frac{30m}{0.080759(m/m/sec)} = 358,74 \text{ m/s}$$

Da cui si evince che la categoria di sottosuolo è la seguente:

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

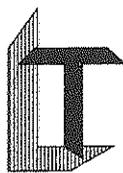
I valori di Inversione possono essere utilizzati per la stima dei parametri elasto-dinamici; Infatti, secondo i principi dell'elasticità dei materiali e le leggi che associano le deformazioni subite da un corpo agli sforzi ad esso applicati, è possibile stabilire relazioni che forniscono i parametri elastici di un materiale, conoscendo i valori di velocità delle onde sismiche di compressione V_p , di taglio V_s e i valori di densità (γ). Pertanto, avendo determinato i valori di V_p e di V_s con la MASW, ed in base a quanto scaturito dalle SPT e prove di laboratorio per i valori di γ del materiale attraversato, è possibile stimare i valori delle costanti *elastiche dinamiche* che caratterizzano i terreni esaminati con le seguenti relazioni:

$$\text{Rapporto di Poisson } \mu_0 = \frac{1}{2} [(V_p/V_s)^2 - 2] / [(V_p/V_s)^2 - 1]$$

$$\text{Modulo di Taglio dinamico } G_0 = \gamma V_s^2$$

$$\text{Modulo di Young dinamico } E_0 = 2 \gamma V_s^2 (1 + \mu_0)$$

$$\text{Modulo di Bulk } K = [2 \gamma V_s^2 (1 + \mu_0)] / [3(1 - 2 \mu_0)]$$



Elaborando i calcoli si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella

Parametri Elasto-Dinamici

| Sismo strato | prof. | spess. | Vp | Vs | γ | μ_0 | Go | Eo | f | T | K |
|--------------|-------|--------|-------|-------|-------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|
| n. | m | m | m/s | m/s | kN/m ³ | - | MPa | MPa | Hz | sec | MPa |
| 1 | 3 | 3 | 332.5 | 203.6 | 18.86 | 0.20 | 71.2 | 170.8 | 17.0 | 0.059 | 94.9 |
| 2 | 7.25 | 4.25 | 589.9 | 361.2 | 19.37 | 0.20 | 127.2 | 305.3 | 21.2 | 0.047 | 343.6 |
| 3 | 12.4 | 5.15 | 590.5 | 361.6 | 20.2 | 0.20 | 138.5 | 332.5 | 17.6 | 0.057 | 359.0 |
| 4 | 19.63 | 7.23 | 629.6 | 385.5 | 20 | 0.20 | 154.4 | 370.6 | 13.3 | 0.075 | 404.2 |
| 5 | 28.6 | 8.97 | 689 | 421.9 | 20.5 | 0.20 | 194.0 | 465.7 | 11.8 | 0.085 | 496.1 |
| 6 | 45 | 16.4 | 797.2 | 488.2 | 21 | 0.20 | 271.9 | 652.6 | 7.4 | 0.134 | 680.2 |

Prof = profondità letto strato; spess. = Spessore strato; Vp = velocità onde P; Vs = velocità onde S; γ = peso volume efficace ; μ_0 = Coeff. di Poisson dinamico a piccole deformazioni; Go = modulo di deformazione a Taglio dinamico a piccole deformazioni; Eo = Modulo Elastico dinamico a piccole deformazioni; f = frequenza dello strato; T = periodo dello strato; K = modulo di compressibilità volumetrica.

Si ricorda che tali parametri hanno significato **solo nel campo dinamico a piccole deformazioni.**

5. MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO: Sezione Geologica-Geotecnica

In base ai dati bibliografici e ai risultati delle prove geotecniche in sito (DPSH) è possibile definire un modello geologico e geotecnico del sottosuolo che sintetizzi, ai fini progettuali e delle verifiche, le caratteristiche distintive per quanto attiene gli orizzonti, i relativi parametri geotecnici e il livello della falda.

Si è preferito fornire un ricostruzione dell'assetto del volume significativo di sottosuolo sotto forma di stratigrafia geotecnica la più completa ed esauriva possibile (vedi: ALLEGATO 5) per meglio esporre i dati geologico-tecnici di supporto all'Ingegnere calcolatore.

6. PARAMETRI SISMICI DEL SITO

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame (coordinate in ED50).

latitudine: 42,915047
longitudine: 13,90162
Classe: 3
Vita nominale: 50