CARACCIOLO
studio di geologia

>>Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.Iva 01253310559 Cod. Fisc.CRGGPP70R13Z347H

COMUNE DI TERNI

CARTA DELL'EDIFICABILITA'

Scala 1:5.000

Zona edificabile

Zona ad edificabilità condizionata

Zona inedificabile

Area oggetto del P.A.

CARACCIOLO
studio di geologia

>>Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva 01253310559 Cod. Fisc.CRGGPP70R13Z347H

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELL'ESECUZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Figura 1. Prova penetrometrica dinamica n°1.

CARACCIOLO
studio di geologia

>>Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva 01253310559 Cod. Fisc.CRGGPP70R13Z347H

Figura 2. Prova penetrometrica dinamica n°2.

CARACCIOLO
studio di geologia

>>Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva 01253310559 Cod. Fisc.CRGGPP70R13Z347H

Figura 3. Prova penetrometrica dinamica n°3.

CARACCIOLO
studio di geologia

>>Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva 01253310559 Cod. Fisc.CRGGPP70R13Z347H

Allegato 16

GRAFICI ED INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: BETTI IMMOBILIARE SRL
Cantiere: COLLE DELL'ORO
Località: TERNI

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60°

OPERATORE
GEOL. GIUSEPPE CARACCIOLO

RESPONSABILE
GEOL. GIUSEPPE CARACCIOLO

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	M ≤10	8
Medio	DPM (Medium)	10<M <40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40≤M <60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M≥60	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
  massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm^2 rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm^2, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$Nspt = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
e = infissione media per colpo (δ/ N);
M = peso massa battente (altezza caduta H);
P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software.*

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media
Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima
Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo
Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo
Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio
Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata
Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s
Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s
Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.
Il valore di Nspt,k viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot \left(\sigma_{Nspt}\right)$$

dove sNspt è la deviazione standard di Nspt

Distribuzione normale R.N.C.
Il valore di Nspt,k viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di Nspt distribuiti normalmente:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot \left(\sigma_{Nspt}\right) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un

coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento d = 1 mt..

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 12/31/2010
Profondità prova 14.20 mt
Quota 15.00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	1	0	0.857	2.86	3.34	0.14	0.17
0.20	2	0	0.855	5.71	6.68	0.29	0.33
0.30	2	0	0.853	5.70	6.68	0.28	0.33
0.40	1	0	0.851	2.84	3.34	0.14	0.17
0.50	2	0	0.849	5.67	6.68	0.28	0.33
0.60	2	0	0.847	5.66	6.68	0.28	0.33
0.70	2	0	0.845	5.64	6.68	0.28	0.33
0.80	2	0	0.843	5.63	6.68	0.28	0.33
0.90	3	0	0.842	8.00	9.51	0.40	0.48
1.00	3	0	0.840	7.98	9.51	0.40	0.48
1.10	3	0	0.838	7.97	9.51	0.40	0.48
1.20	4	0	0.836	10.60	12.68	0.53	0.63
1.30	3	0	0.835	7.93	9.51	0.40	0.48
1.40	4	0	0.833	10.56	12.68	0.53	0.63
1.50	2	0	0.831	5.27	6.34	0.26	0.32
1.60	3	0	0.830	7.89	9.51	0.39	0.48
1.70	4	0	0.828	10.49	12.68	0.52	0.63
1.80	3	0	0.826	7.86	9.51	0.39	0.48
1.90	2	0	0.825	4.97	6.03	0.25	0.30
2.00	2	0	0.823	4.96	6.03	0.25	0.30
2.10	3	0	0.822	7.43	9.05	0.37	0.45
2.20	3	0	0.820	7.42	9.05	0.37	0.45
2.30	2	0	0.819	4.94	6.03	0.25	0.30
2.40	3	0	0.817	7.39	9.05	0.37	0.45
2.50	4	0	0.816	9.84	12.06	0.49	0.60
2.60	6	0	0.814	14.73	18.09	0.74	0.90
2.70	4	0	0.813	9.80	12.06	0.49	0.60
2.80	3	0	0.811	7.34	9.05	0.37	0.45
2.90	3	0	0.810	6.99	8.63	0.35	0.43
3.00	3	0	0.809	6.98	8.63	0.35	0.43
3.10	4	0	0.807	9.29	11.50	0.46	0.58
3.20	6	0	0.806	13.91	17.25	0.70	0.86
3.30	5	0	0.805	11.57	14.38	0.58	0.72
3.40	5	0	0.803	11.55	14.38	0.58	0.72
3.50	5	0	0.802	11.53	14.38	0.58	0.72
3.60	4	0	0.801	9.21	11.50	0.46	0.58
3.70	7	0	0.800	16.09	20.13	0.80	1.01
3.80	7	0	0.798	16.07	20.13	0.80	1.01
3.90	7	0	0.797	15.34	19.24	0.77	0.96
4.00	7	0	0.796	15.31	19.24	0.77	0.96
4.10	7	0	0.795	15.29	19.24	0.76	0.96
4.20	7	0	0.794	15.27	19.24	0.76	0.96
4.30	6	0	0.793	13.07	16.49	0.65	0.82
4.40	5	0	0.791	10.87	13.74	0.54	0.69
4.50	6	0	0.790	13.03	16.49	0.65	0.82

4.60	6	0	0.789	13.01	16.49	0.65	0.82
4.70	7	0	0.788	15.16	19.24	0.76	0.96
4.80	9	0	0.787	19.47	24.73	0.97	1.24
4.90	9	0	0.786	18.62	23.68	0.93	1.18
5.00	9	0	0.785	18.59	23.68	0.93	1.18
5.10	10	0	0.784	20.63	26.32	1.03	1.32
5.20	8	0	0.783	16.48	21.05	0.82	1.05
5.30	8	0	0.782	16.46	21.05	0.82	1.05
5.40	8	0	0.781	16.44	21.05	0.82	1.05
5.50	7	0	0.780	14.37	18.42	0.72	0.92
5.60	6	0	0.779	12.30	15.79	0.62	0.79
5.70	8	0	0.778	16.38	21.05	0.82	1.05
5.80	8	0	0.777	16.36	21.05	0.82	1.05
5.90	6	0	0.776	11.76	15.15	0.59	0.76
6.00	7	0	0.775	13.70	17.67	0.69	0.88
6.10	7	0	0.775	13.69	17.67	0.68	0.88
6.20	7	0	0.774	13.67	17.67	0.68	0.88
6.30	9	0	0.773	17.56	22.72	0.88	1.14
6.40	6	0	0.772	11.69	15.15	0.58	0.76
6.50	6	0	0.771	11.68	15.15	0.58	0.76
6.60	5	0	0.770	9.72	12.62	0.49	0.63
6.70	4	0	0.770	7.77	10.10	0.39	0.50
6.80	7	0	0.769	13.59	17.67	0.68	0.88
6.90	11	0	0.768	20.49	26.68	1.02	1.33
7.00	11	0	0.767	20.47	26.68	1.02	1.33
7.10	11	0	0.766	20.45	26.68	1.02	1.33
7.20	14	0	0.716	24.30	33.96	1.22	1.70
7.30	11	0	0.765	20.41	26.68	1.02	1.33
7.40	18	0	0.714	31.18	43.67	1.56	2.18
7.50	59	0	0.563	80.64	143.13	4.03	7.16
7.60	27	0	0.663	43.41	65.50	2.17	3.27
7.70	25	0	0.662	40.15	60.65	2.01	3.03
7.80	27	0	0.661	43.31	65.50	2.17	3.27
7.90	42	0	0.561	54.97	98.05	2.75	4.90
8.00	22	0	0.660	33.89	51.36	1.69	2.57
8.10	20	0	0.709	33.12	46.69	1.66	2.33
8.20	30	0	0.659	46.13	70.04	2.31	3.50
8.30	36	0	0.608	51.09	84.05	2.55	4.20
8.40	42	0	0.557	54.64	98.05	2.73	4.90
8.50	29	0	0.657	44.46	67.70	2.22	3.39
8.60	22	0	0.656	33.69	51.36	1.68	2.57
8.70	26	0	0.655	39.78	60.70	1.99	3.04
8.80	23	0	0.655	35.16	53.70	1.76	2.68
8.90	12	0	0.754	20.36	27.00	1.02	1.35
9.00	12	0	0.753	20.34	27.00	1.02	1.35
9.10	16	0	0.703	25.30	36.00	1.27	1.80
9.20	16	0	0.702	25.28	36.00	1.26	1.80
9.30	22	0	0.652	32.26	49.50	1.61	2.48
9.40	34	0	0.601	45.98	76.50	2.30	3.83
9.50	25	0	0.651	36.59	56.25	1.83	2.81
9.60	28	0	0.650	40.95	63.00	2.05	3.15
9.70	26	0	0.649	37.99	58.50	1.90	2.93
9.80	30	0	0.649	43.80	67.50	2.19	3.38
9.90	53	0	0.548	63.09	115.08	3.15	5.75
10.00	61	0	0.548	72.54	132.45	3.63	6.62
10.10	35	0	0.597	45.38	76.00	2.27	3.80
10.20	91	0	0.547	108.00	197.59	5.40	9.88
10.30	35	0	0.596	45.30	76.00	2.26	3.80
10.40	31	0	0.596	40.08	67.31	2.00	3.37
10.50	78	0	0.545	92.30	169.36	4.61	8.47
10.60	97	0	0.544	114.67	210.62	5.73	10.53

10.70	35	0	0.594	45.13	76.00	2.26	3.80
10.80	32	0	0.593	41.23	69.48	2.06	3.47
10.90	55	0	0.543	62.64	115.38	3.13	5.77
11.00	31	0	0.592	38.52	65.03	1.93	3.25
11.10	73	0	0.542	82.98	153.15	4.15	7.66
11.20	67	0	0.541	76.09	140.56	3.80	7.03
11.30	32	0	0.591	39.66	67.13	1.98	3.36
11.40	23	0	0.640	30.89	48.25	1.54	2.41
11.50	23	0	0.640	30.87	48.25	1.54	2.41
11.60	51	0	0.539	57.70	106.99	2.88	5.35
11.70	68	0	0.539	76.85	142.66	3.84	7.13
11.80	23	0	0.638	30.80	48.25	1.54	2.41
11.90	27	0	0.638	34.94	54.79	1.75	2.74
12.00	28	0	0.637	36.21	56.82	1.81	2.84
12.10	44	0	0.537	47.92	89.29	2.40	4.46
12.20	38	0	0.586	45.20	77.11	2.26	3.86
12.30	30	0	0.636	38.70	60.88	1.94	3.04
12.40	57	0	0.535	61.90	115.67	3.10	5.78
12.50	33	0	0.585	39.15	66.97	1.96	3.35
12.60	31	0	0.584	36.75	62.91	1.84	3.15
12.70	58	0	0.534	62.81	117.70	3.14	5.89
12.80	47	0	0.533	50.85	95.38	2.54	4.77
12.90	65	0	0.533	68.03	127.73	3.40	6.39
13.00	56	0	0.532	58.55	110.04	2.93	5.50
13.10	95	0	0.532	99.24	186.68	4.96	9.33
13.20	60	0	0.531	62.61	117.90	3.13	5.90
13.30	61	0	0.531	63.60	119.87	3.18	5.99
13.40	61	0	0.530	63.53	119.87	3.18	5.99
13.50	60	0	0.529	62.43	117.90	3.12	5.90
13.60	80	0	0.529	83.16	157.21	4.16	7.86
13.70	43	0	0.528	44.65	84.50	2.23	4.22
13.80	96	0	0.528	99.58	188.65	4.98	9.43
13.90	95	0	0.527	95.43	180.95	4.77	9.05
14.00	89	0	0.527	89.31	169.52	4.47	8.48
14.10	48	0	0.526	48.12	91.43	2.41	4.57
14.20	138	0	0.526	138.19	262.86	6.91	13.14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Terzaghi-Peck	0.08
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Terzaghi-Peck	0.28
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Terzaghi-Peck	1.89
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Terzaghi-Peck	3.70

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Robertson (1983)	2.60
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Robertson (1983)	8.88
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Robertson (1983)	56.02
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Robertson (1983)	109.58

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Stroud e Butler (1975)	5.96
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Stroud e Butler (1975)	20.37
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Stroud e Butler (1975)	128.51
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Stroud e Butler (1975)	251.38

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Apollonia	13.00
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Apollonia	44.40
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Apollonia	280.10
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Apollonia	547.90

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Meyerhof ed altri	1.51
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Meyerhof ed altri	1.73
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Meyerhof ed altri	2.14
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Meyerhof ed altri	1.85
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Meyerhof ed altri	1.87
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Meyerhof ed altri	2.31
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Meyerhof ed altri	2.50

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - Terreno vegetale	1.3	0.70	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	58.46
[3] - Limi argillosi	4.44	7.30	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di	115.7

			bassa plasticità	
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	189.71
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	225.66

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Meyerhof 1957	70.09
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Meyerhof 1957	85.81

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Sowers (1961)	35.84
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Sowers (1961)	43.34

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Bowles (1982) Sabbia Media	215.05
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Bowles (1982) Sabbia Media	348.95

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	85.00
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	140.00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Meyerhof ed altri	2.11
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Meyerhof ed altri	2.26

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	(A.G.I.)	0.3
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	(A.G.I.)	0.24

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	1490.69
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Ohsaki (Sabbie pulite)	2800.87

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Ohta & Goto (1978) Limi	189.71
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Ohta & Goto (1978) Limi	225.66

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Navfac 1971-1982	5.33
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Navfac 1971-1982	8.92

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[4] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	28.01	12.60	28.01	Robertson 1983	56.02
[5] - Travertino litoide	54.79	14.20	54.79	Robertson 1983	109.58

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 12/31/2010
Profondità prova 8.20 mt
Quota 14.00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	2	0	0.857	5.72	6.68	0.29	0.33
0.20	2	0	0.855	5.71	6.68	0.29	0.33
0.30	2	0	0.853	5.70	6.68	0.28	0.33
0.40	1	0	0.851	2.84	3.34	0.14	0.17
0.50	2	0	0.849	5.67	6.68	0.28	0.33
0.60	3	0	0.847	8.49	10.02	0.42	0.50
0.70	4	0	0.845	11.29	13.36	0.56	0.67
0.80	4	0	0.843	11.27	13.36	0.56	0.67
0.90	4	0	0.842	10.67	12.68	0.53	0.63
1.00	4	0	0.840	10.64	12.68	0.53	0.63
1.10	4	0	0.838	10.62	12.68	0.53	0.63
1.20	5	0	0.836	13.25	15.85	0.66	0.79
1.30	5	0	0.835	13.22	15.85	0.66	0.79
1.40	4	0	0.833	10.56	12.68	0.53	0.63
1.50	4	0	0.831	10.54	12.68	0.53	0.63
1.60	4	0	0.830	10.52	12.68	0.53	0.63
1.70	5	0	0.828	13.12	15.85	0.66	0.79
1.80	5	0	0.826	13.09	15.85	0.65	0.79
1.90	5	0	0.825	12.43	15.08	0.62	0.75
2.00	5	0	0.823	12.41	15.08	0.62	0.75
2.10	8	0	0.822	19.82	24.12	0.99	1.21
2.20	9	0	0.820	22.25	27.14	1.11	1.36
2.30	9	0	0.819	22.21	27.14	1.11	1.36
2.40	8	0	0.817	19.71	24.12	0.99	1.21
2.50	6	0	0.816	14.76	18.09	0.74	0.90
2.60	6	0	0.814	14.73	18.09	0.74	0.90
2.70	7	0	0.813	17.16	21.11	0.86	1.06
2.80	8	0	0.811	19.57	24.12	0.98	1.21
2.90	9	0	0.810	20.96	25.88	1.05	1.29
3.00	7	0	0.809	16.28	20.13	0.81	1.01
3.10	11	0	0.807	25.54	31.63	1.28	1.58
3.20	11	0	0.806	25.49	31.63	1.27	1.58
3.30	13	0	0.755	28.21	37.38	1.41	1.87
3.40	17	0	0.753	36.83	48.88	1.84	2.44
3.50	12	0	0.802	27.68	34.50	1.38	1.73
3.60	9	0	0.801	20.73	25.88	1.04	1.29
3.70	8	0	0.800	18.39	23.00	0.92	1.15
3.80	11	0	0.798	25.25	31.63	1.26	1.58
3.90	16	0	0.747	32.85	43.97	1.64	2.20
4.00	15	0	0.746	30.75	41.22	1.54	2.06
4.10	13	0	0.745	26.61	35.73	1.33	1.79
4.20	10	0	0.794	21.81	27.48	1.09	1.37
4.30	9	0	0.793	19.60	24.73	0.98	1.24
4.40	9	0	0.791	19.57	24.73	0.98	1.24
4.50	9	0	0.790	19.55	24.73	0.98	1.24

4.60	10	0	0.789	21.69	27.48	1.08	1.37
4.70	10	0	0.788	21.66	27.48	1.08	1.37
4.80	13	0	0.737	26.33	35.73	1.32	1.79
4.90	16	0	0.736	30.99	42.11	1.55	2.11
5.00	14	0	0.735	27.08	36.84	1.35	1.84
5.10	22	0	0.684	39.60	57.89	1.98	2.89
5.20	14	0	0.733	27.01	36.84	1.35	1.84
5.30	19	0	0.732	36.60	50.00	1.83	2.50
5.40	13	0	0.731	25.01	34.21	1.25	1.71
5.50	10	0	0.780	20.53	26.32	1.03	1.32
5.60	9	0	0.779	18.45	23.68	0.92	1.18
5.70	12	0	0.778	24.57	31.58	1.23	1.58
5.80	10	0	0.777	20.45	26.32	1.02	1.32
5.90	10	0	0.776	19.60	25.25	0.98	1.26
6.00	25	0	0.675	42.63	63.11	2.13	3.16
6.10	20	0	0.725	36.59	50.49	1.83	2.52
6.20	52	0	0.574	75.32	131.28	3.77	6.56
6.30	48	0	0.573	69.42	121.18	3.47	6.06
6.40	30	0	0.672	50.90	75.74	2.54	3.79
6.50	19	0	0.721	34.59	47.97	1.73	2.40
6.60	21	0	0.670	35.54	53.02	1.78	2.65
6.70	20	0	0.720	36.33	50.49	1.82	2.52
6.80	24	0	0.669	40.52	60.59	2.03	3.03
6.90	34	0	0.618	50.97	82.48	2.55	4.12
7.00	35	0	0.617	52.40	84.91	2.62	4.25
7.10	47	0	0.566	64.58	114.02	3.23	5.70
7.20	19	0	0.716	32.99	46.09	1.65	2.30
7.30	10	0	0.765	18.56	24.26	0.93	1.21
7.40	9	0	0.764	16.68	21.83	0.83	1.09
7.50	11	0	0.763	20.37	26.68	1.02	1.33
7.60	24	0	0.663	38.58	58.22	1.93	2.91
7.70	18	0	0.712	31.09	43.67	1.55	2.18
7.80	22	0	0.661	35.29	53.37	1.76	2.67
7.90	28	0	0.661	43.18	65.37	2.16	3.27
8.00	27	0	0.660	41.60	63.04	2.08	3.15
8.10	28	0	0.659	43.09	65.37	2.15	3.27
8.20	123	0	0.559	160.40	287.16	8.02	14.36

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Terzaghi-Peck	0.10
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Terzaghi-Peck	0.47
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Terzaghi-Peck	1.35
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Terzaghi-Peck	6.32

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Robertson (1983)	3.04
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Robertson (1983)	14.92
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Robertson (1983)	40.02
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Robertson (1983)	187.20

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Stroud e Butler (1975)	6.97
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Stroud e Butler (1975)	34.23
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Stroud e Butler (1975)	91.81
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Stroud e Butler (1975)	429.44

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Apollonia	15.20
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Apollonia	74.60
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Apollonia	200.10
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Apollonia	936.00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Meyerhof ed altri	1.52
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Meyerhof ed altri	1.88
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Meyerhof ed altri	2.10
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Meyerhof ed altri	1.85
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Meyerhof ed altri	1.90
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Meyerhof ed altri	--
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Meyerhof ed altri	2.50

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	58.3
[2] - Limo argilloso Argilloso-sabbioso	7.46	6.10	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	122.3
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	167.7
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	224.91

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Meyerhof 1957	29.98
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Meyerhof 1957	65.85
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Sowers (1961)	28.43
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Sowers (1961)	33.6
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Sowers (1961)	54.21

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Bowles (1982) Sabbia Media	175.05
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Bowles (1982) Sabbia Media	543.00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	30.59
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	68.57
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	219.72

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m^3)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Meyerhof ed altri	1.38
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Meyerhof ed altri	1.99
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m^3)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.39
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	(A.G.I.)	0.35
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	(A.G.I.)	0.31
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	(A.G.I.)	0.16

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm^2)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Ohsaki (Sabbie pulite)	96.35
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	1086.64
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Ohsaki (Sabbie pulite)	4633.54

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Ohta & Goto (1978) Limi	58.3
[3] - Alternanza di	20.01	8.10	20.01	Ohta & Goto (1978)	167.7

limi sabbiosi e travertino litode				Limi	
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Ohta & Goto (1978) Limi	224.91

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Navfac 1971-1982	0.15
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Navfac 1971-1982	4.05
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Navfac 1971-1982	11.93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Terreno vegetale	1.52	0.60	1.52	Robertson 1983	3.04
[3] - Alternanza di limi sabbiosi e travertino litode	20.01	8.10	20.01	Robertson 1983	40.02
[4] - Travertino litoide	93.6	8.20	93.6	Robertson 1983	187.20

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 12/31/2010
Profondità prova 5.30 mt
Quota 8.40 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	8	0	0.857	22.89	26.72	1.14	1.34
0.20	6	0	0.855	17.12	20.04	0.86	1.00
0.30	6	0	0.853	17.09	20.04	0.85	1.00
0.40	9	0	0.851	25.57	30.06	1.28	1.50
0.50	9	0	0.849	25.51	30.06	1.28	1.50
0.60	4	0	0.847	11.31	13.36	0.57	0.67
0.70	4	0	0.845	11.29	13.36	0.56	0.67
0.80	6	0	0.843	16.90	20.04	0.84	1.00
0.90	5	0	0.842	13.33	15.85	0.67	0.79
1.00	3	0	0.840	7.98	9.51	0.40	0.48
1.10	4	0	0.838	10.62	12.68	0.53	0.63
1.20	5	0	0.836	13.25	15.85	0.66	0.79
1.30	3	0	0.835	7.93	9.51	0.40	0.48
1.40	4	0	0.833	10.56	12.68	0.53	0.63
1.50	4	0	0.831	10.54	12.68	0.53	0.63
1.60	3	0	0.830	7.89	9.51	0.39	0.48
1.70	2	0	0.828	5.25	6.34	0.26	0.32
1.80	12	0	0.826	31.42	38.03	1.57	1.90
1.90	6	0	0.825	14.92	18.09	0.75	0.90
2.00	19	0	0.773	44.29	57.29	2.21	2.86
2.10	30	0	0.722	65.27	90.45	3.26	4.52
2.20	26	0	0.720	56.45	78.39	2.82	3.92
2.30	32	0	0.669	64.51	96.48	3.23	4.82

2.40	35	0	0.667	70.40	105.53	3.52	5.28
2.50	14	0	0.766	32.32	42.21	1.62	2.11
2.60	32	0	0.664	64.09	96.48	3.20	4.82
2.70	44	0	0.613	81.30	132.66	4.06	6.63
2.80	34	0	0.661	67.80	102.51	3.39	5.13
2.90	25	0	0.710	51.04	71.88	2.55	3.59
3.00	20	0	0.759	43.63	57.51	2.18	2.88
3.10	6	0	0.807	13.93	17.25	0.70	0.86
3.20	6	0	0.806	13.91	17.25	0.70	0.86
3.30	13	0	0.755	28.21	37.38	1.41	1.87
3.40	53	0	0.603	91.96	152.40	4.60	7.62
3.50	13	0	0.752	28.11	37.38	1.41	1.87
3.60	10	0	0.801	23.03	28.75	1.15	1.44
3.70	20	0	0.750	43.11	57.51	2.16	2.88
3.80	30	0	0.698	60.25	86.26	3.01	4.31
3.90	22	0	0.697	42.15	60.46	2.11	3.02
4.00	46	0	0.596	75.34	126.41	3.77	6.32
4.10	14	0	0.745	28.66	38.47	1.43	1.92
4.20	52	0	0.594	84.84	142.90	4.24	7.15
4.30	41	0	0.593	66.76	112.67	3.34	5.63
4.40	23	0	0.691	43.70	63.21	2.19	3.16
4.50	50	0	0.590	81.11	137.40	4.06	6.87
4.60	37	0	0.639	65.00	101.68	3.25	5.08
4.70	30	0	0.688	56.73	82.44	2.84	4.12
4.80	21	0	0.687	39.65	57.71	1.98	2.89
4.90	16	0	0.736	30.99	42.11	1.55	2.11
5.00	66	0	0.585	101.61	173.68	5.08	8.68
5.10	83	0	0.584	127.56	218.42	6.38	10.92
5.20	29	0	0.683	52.12	76.32	2.61	3.82
5.30	105	0	0.582	160.82	276.32	8.04	13.82

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - Riporto	5.78	0.50	Terzaghi-Peck	0.36
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Terzaghi-Peck	0.19
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Terzaghi-Peck	1.34

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Riporto	5.78	0.50	Robertson (1983)	11.56
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Robertson (1983)	5.96
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Robertson (1983)	39.58

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Riporto	5.78	0.50	Stroud e Butler (1975)	26.52
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Stroud e Butler (1975)	13.67
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Stroud e Butler (1975)	90.80

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Riporto	5.78	0.50	Apollonia	57.80
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Apollonia	29.80
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Apollonia	197.90

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Riporto	5.78	0.50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Riporto	5.78	0.50	Meyerhof ed altri	1.80
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Meyerhof ed altri	1.63
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Meyerhof ed altri	2.10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Riporto	5.78	0.50	Meyerhof ed altri	1.89
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Meyerhof ed altri	1.86
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Meyerhof ed altri	--

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Riporto	5.78	0.50	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	70.91
[2] - Limo argilloso	2.98	1.70	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	84.17
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	144.37

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Meyerhof 1957	81.26
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Sowers (1961)	33.54
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Sowers (1961)	43.08

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Bowles (1982) Sabbia Media	173.95
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Bowles (1982) Sabbia Media	344.20

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	68.11
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	138.05

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Meyerhof ed altri	1.99
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Meyerhof ed altri	2.25

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.39
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	(A.G.I.)	0.32
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	(A.G.I.)	0.25

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Ohsaki (Sabbie pulite)	1075.41
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Ohsaki (Sabbie pulite)	2755.19

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Ohta & Goto (1978) Limi	144.37
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Ohta & Goto (1978) Limi	186.71

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Navfac 1971-1982	4.01
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Navfac 1971-1982	8.76

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[3] - Alternanza limi argillosi e travertino litoide	19.79	4.90	19.79	Robertson 1983	39.58
[4] - Travetino litoide	53.84	5.30	53.84	Robertson 1983	107.68

CARACCIOLO
studio di geologia

>>Strada di Cardeto, 67 cap 05100, Terni
Tel. (+39) 0744 441275 - Fax (+39) 0744 212040
Mob. (+39) 347 5445525
info@studiogeologiacaracciolo.it
www.studiogeologiacaracciolo.it
P.iva 01253310559 Cod. Fisc.CRGGPP70R13Z347H

Allegato 17

MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE MASW
(Multichannel Analysis of Surface Waves)

***Sito**: Colle dell'Oro (TERNI)*

***Committente**: Dott. Geol. Giuseppe Caracciolo*

Data: 31/12/2010

II metodo ***MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)*** una tecnica dí indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.
II contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), perciò le onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda conte si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.
II metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. II metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30 m - 50 m, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente.
I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:
· calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;
· calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001)
· calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998)
· individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vsv, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vsv e di compressione VP (o in alternativa il coefficiente di Poisson υ), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la

curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.
L'affidabilità del profilo di velocità Vs trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

Nel metodo dei "**Refraction Microtremor - REMI**" (Louie, 2001) si registra il segnale relativo a microtremori spontaneamente presenti nell'ambiente (cioè sollecitazioni di qualsiasi origine, anche antropica, provenienti da sorgenti ignote e isotropiche (disposte in tutte le direzioni) rispetto allo stendimento geofonico. A causa della bassa intensità dei microtremori il rapporto segnale rumore non è ottimale e, quindi si incrementa il tempo di registrazione (minimo 30 secondi). Per evidenziare la dispersione delle onde di Rayleigh alle basse frequenze abbiamo inoltre bisogno di stendimenti sismici abbastanza lunghi (da 60 a 150-200 m); a volte, per valutare l'influenza della direttività del segnale, può essere infine necessario utilizzare 2 stendimenti ortogonali o uno stendimento circolare.

Strumentazione utilizzata:

Sismografo digitale SARA Instruments a 16 canali e 16 Bit:

Dotato di
- registrazione ad incremento di segnale (stacking);
- funzione di monitoring dei disturbi;
- dispositivi di filtraggio selettivo;
- ritardo di acquisizione preselezionabile;
- interfaccia seriale per lo scaricamento dei dati.

Geofoni verticali

Dotati di
- frequenza caratteristica di 4,5Hz, consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno, collegati al sismografo tramite degli appositi cavi multipolari;
- massa movente di 23.6 g
- tripodi di appoggio per superfici compatte;

Accessori
- Cavi sismici multipolari 8 prese interasse massimo5 m;
- Sorgente sismica con Massa battente da 6 Kg e piastra di energizzazione terreno di diametro 25 cm;
- Geofono starter per la funzione time-break:

- PC per registrazione dati
- interfaccia DOREMI posta tra la catena strumentale e il personal computer

Ubicazione stendimento MASW su foto aerea.

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....16
Distanza tra i sensori:.....2m
Numero di campioni temporali.....4000
Passo temporale di acquisizione.....0.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....16
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 4000ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

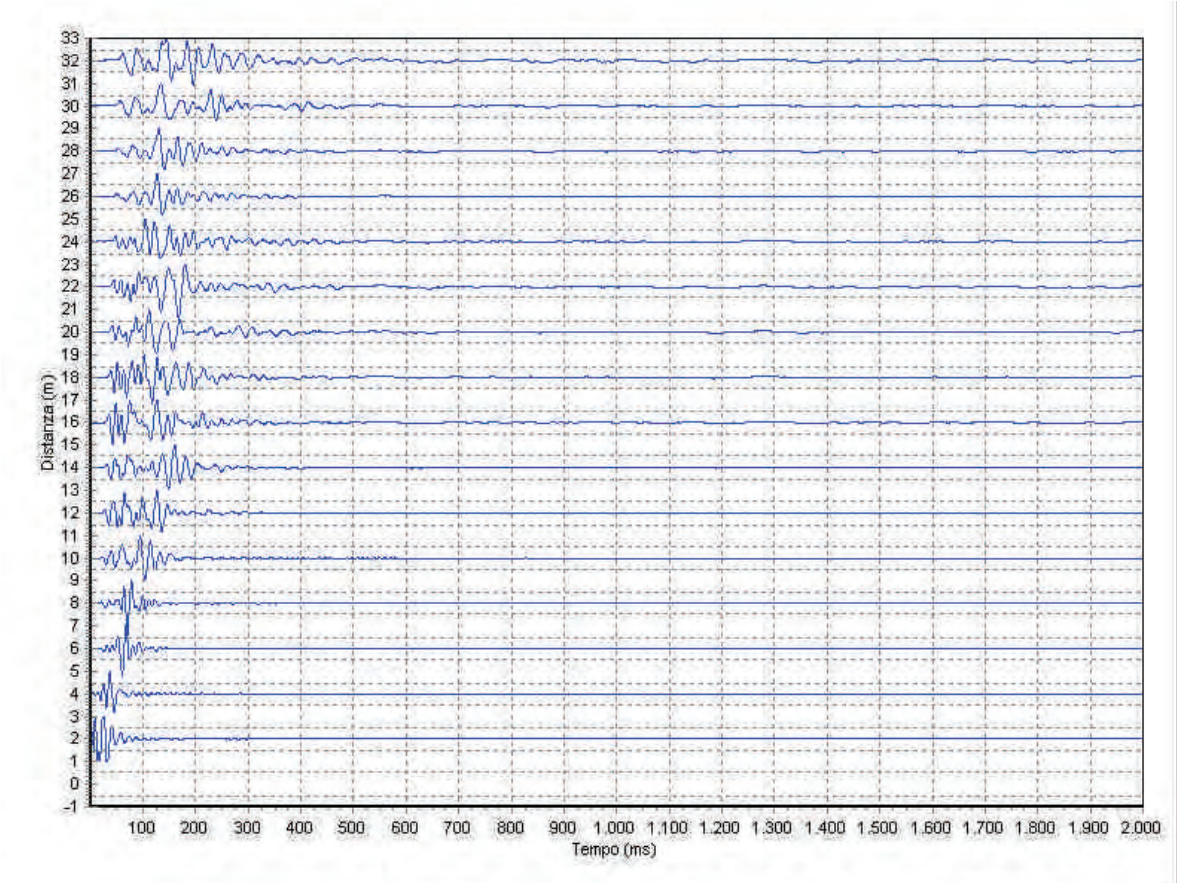


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale.....60Hz
Frequenza iniziale.....10Hz

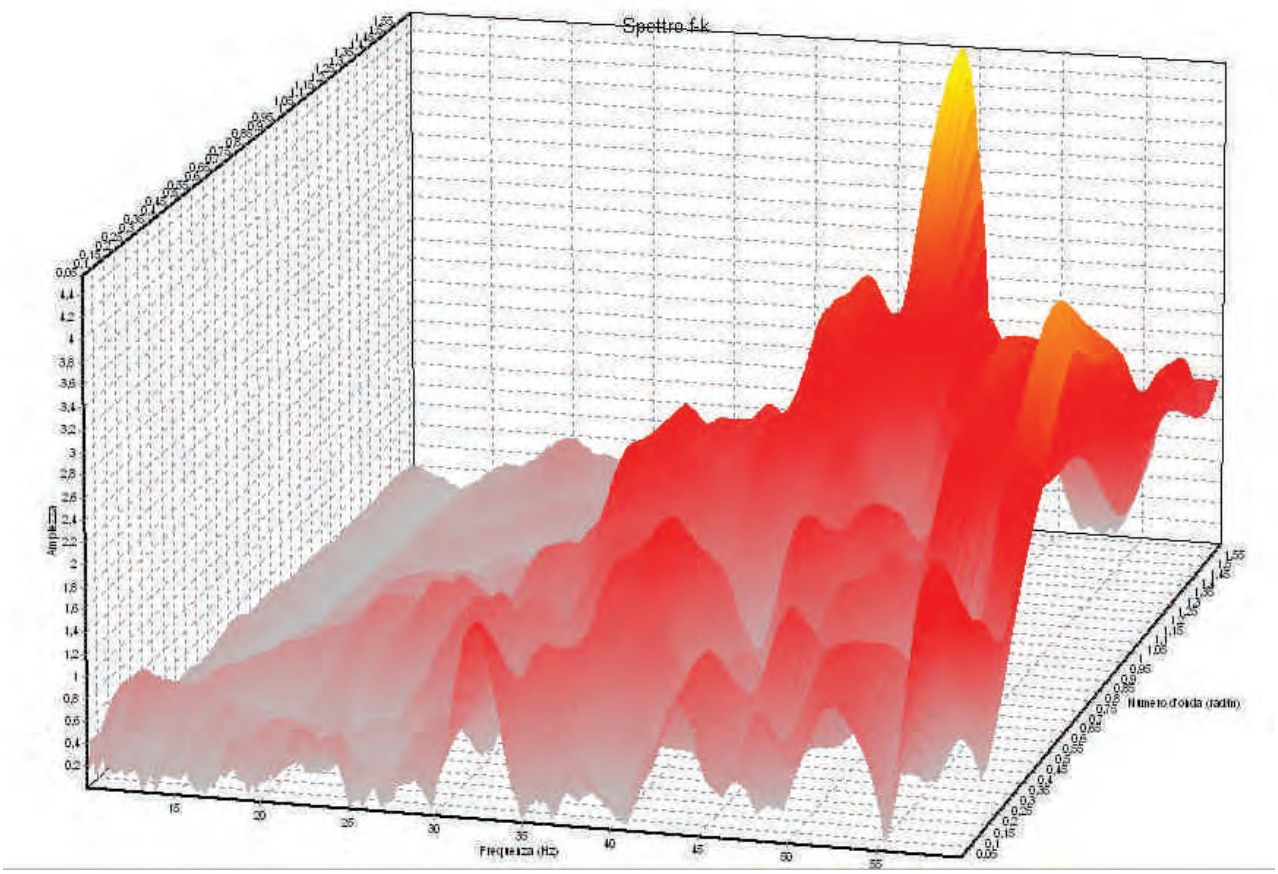


Figura 2: Curva dispersione sperimentale - 3D

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Nome del file delle tracceC:\Users\LAVORO\Desktop\doremi\pantalla\2010-11-12_16-50-10_00500_06000_016_Acquis.drm
Numero di ricevitori.....16
Numero di campioni temporali.....3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione.....2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....16
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

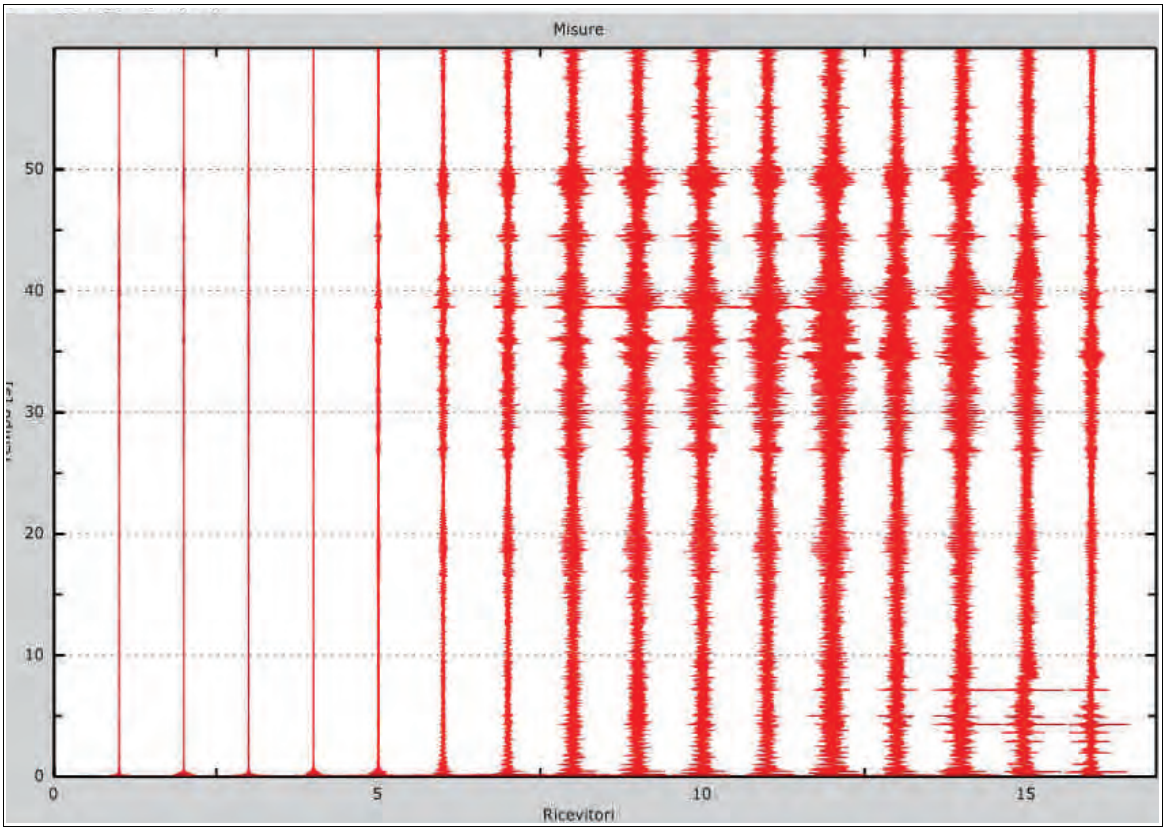


Figura 3: Tracce sperimentali - REMI

4 - Curva di dispersione

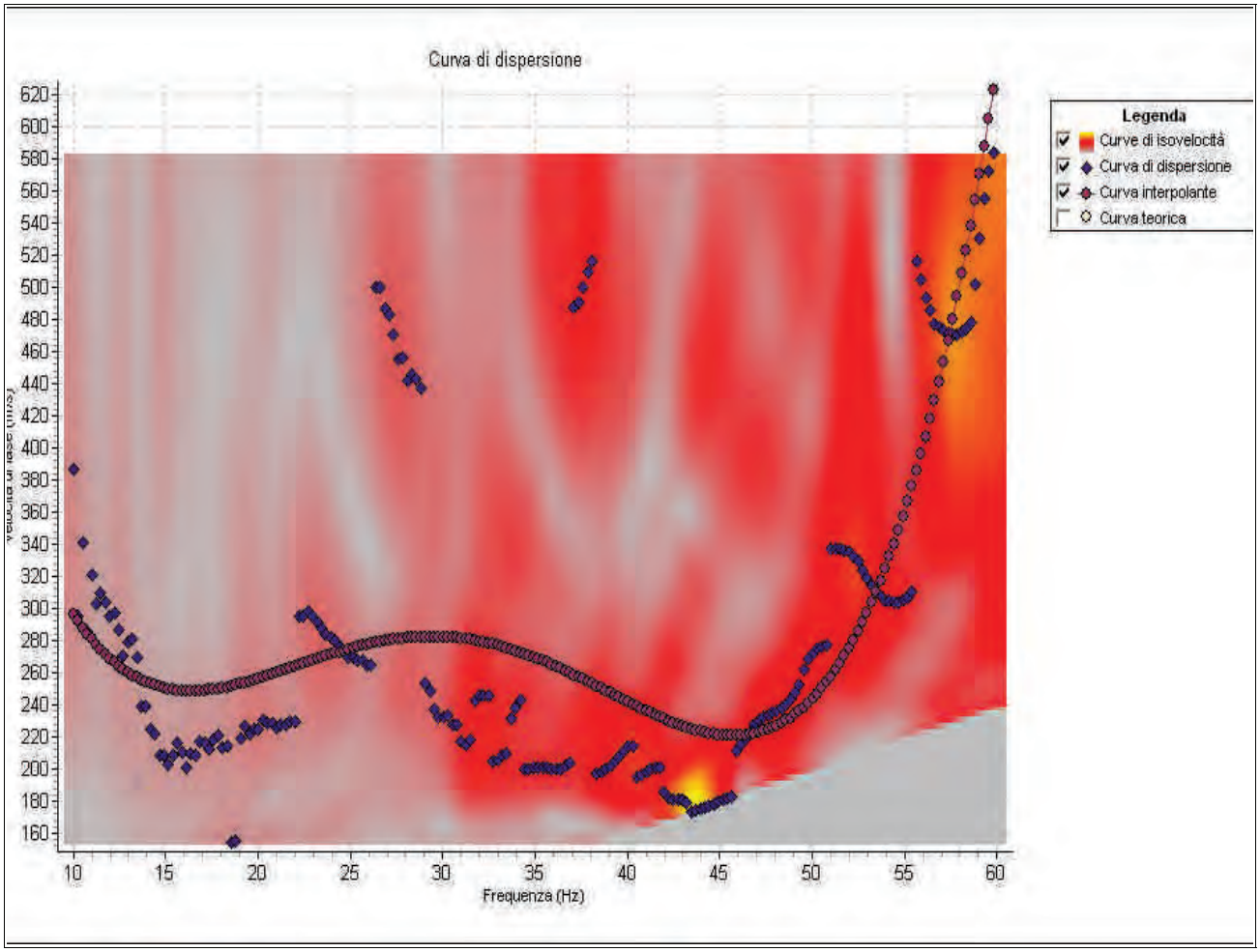
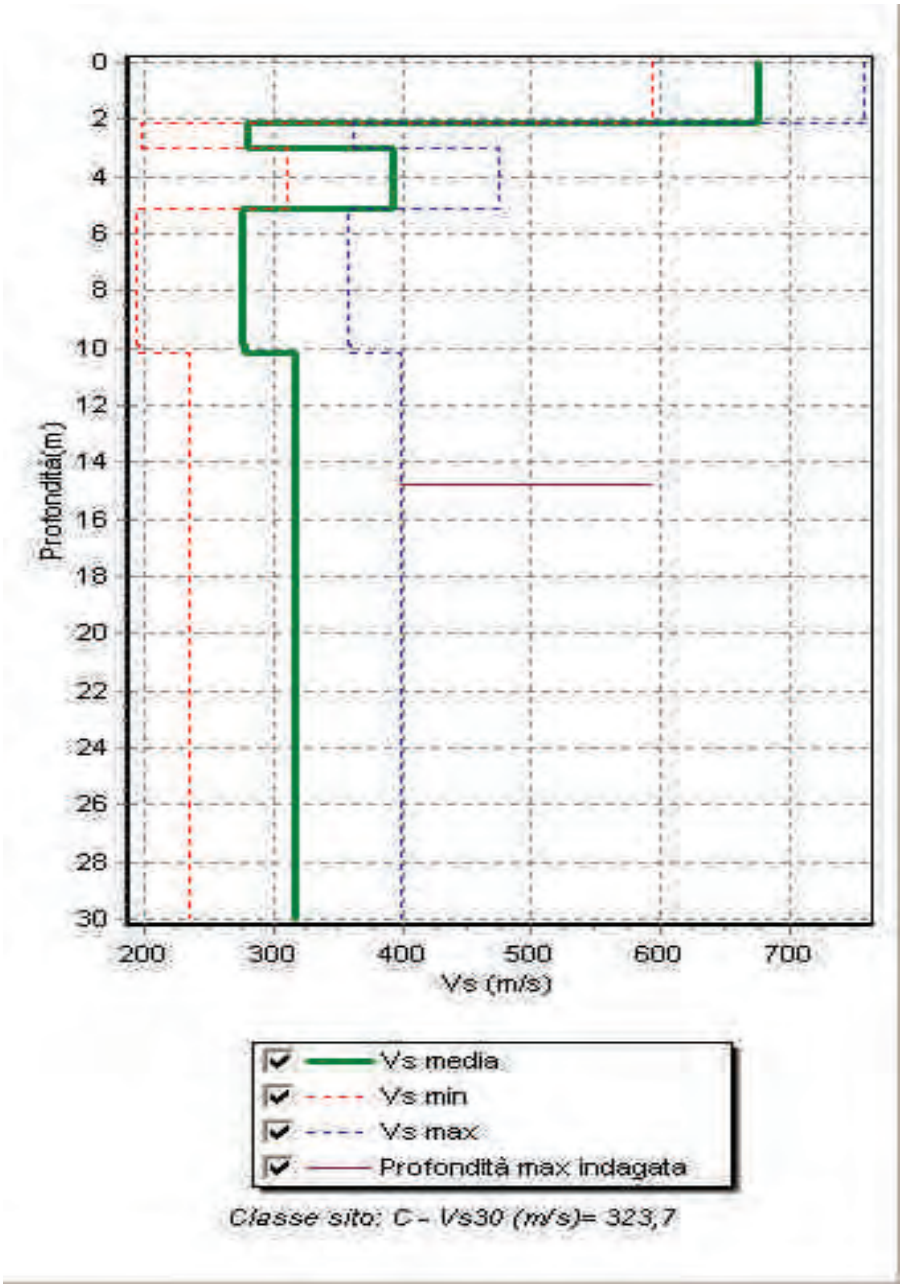


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito



Andamento delle Vs con la profondità

Numero di strati (escluso semispazio).....4
Spaziatura ricevitori [m].....2m
Numero ricevitori.....16
Numero iterazioni.....10

Strato N.	1	2	3	4	5
Prof. (m)	2,1	3	5,1	9,9	30
Vs (m/s)	676	279	393	275	317
C. Poisson	0,3	0,35	0,35	0,4	0,25
Gamma (t/mc)	1,9	1,75	1,8	1,85	2,1
Vp (m/s)	1272,52	529,8	743,07	522,32	600,89
GO (MPa)	796,56	135,69	269,22	131,82	175,16
Ed (MPa)	2822,64	489,27	962,48	475,55	629,39
MO(MPa)	1760,55	308,36	603,51	299,78	395,83
Ey (MPa)	2076,52	354,99	703,12	344,91	457,94

Tabella parametri geotecnici da Masw

6 - Risultati finali

Piano di riferimento z=0 [m].....0
Vs30 [m/s].....323,7
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 3
Tipo di suolo C

Appendice

Tipo di suolo

- Tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenticon spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50nei terreni a granagrossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
- **Tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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 Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni agrana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).**
- Tipo D: Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamenteconsistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
- Tipo E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento(con Vs > 800 m/s).
- Tipo S1: Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
- Tipo S2: Depositi di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1.Attenzione: la nuova norma classifica come S2 una serie di siti che prima erano classificati come B, C, D, E.