

RELAZIONE DI CALCOLO PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Ing. Foco
Cantiere: Candiolo (TO)
Località: Via Grazia Deledda

Codice commessa: 31/15
Numero certificati allegati: 4
(diagrammi penetrometrici)



Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Responsabile prove:

Geol. Burzio Fabrizio

STUDIO DI GEOLOGIA
Via J. Arpino, 29 – 10046 Poirino (TO)
Tel/fax 011/9450157
e-mail: studiogeologiaburzio@gmail.com
p.e.c.: f.burzio@epap.sicurezza postale.it



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)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	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 $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² 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 $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), 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 $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

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 N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_i \cdot N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} 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.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_s	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

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 $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

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 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K₀)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.

- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (E_{ed}) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA S1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 13/11/2015
 Profondità prova 9,00 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.N.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,76	2,06	88,06	103,04
0,40	5	0,851	4,38	5,15	219,16	257,60
0,60	7	0,847	5,61	6,62	280,35	330,99
0,80	5	0,843	3,99	4,73	199,38	236,42
1,00	6	0,840	4,76	5,67	238,25	283,71
1,20	11	0,836	8,70	10,40	434,97	520,13
1,40	6	0,833	4,73	5,67	236,29	283,71
1,60	3	0,830	2,17	2,62	108,74	131,08
1,80	3	0,826	2,17	2,62	108,31	131,08
2,00	3	0,823	2,16	2,62	107,90	131,08
2,20	3	0,820	2,15	2,62	107,50	131,08
2,40	4	0,817	2,86	3,50	142,81	174,77
2,60	2	0,814	1,32	1,62	66,13	81,22
2,80	3	0,811	1,98	2,44	98,85	121,82
3,00	5	0,809	3,28	4,06	164,19	203,04
3,20	6	0,806	3,93	4,87	196,38	243,65
3,40	9	0,803	5,87	7,31	293,62	365,47
3,60	8	0,801	4,86	6,07	243,02	303,44
3,80	9	0,798	5,45	6,83	272,55	341,37
4,00	10	0,796	6,04	7,59	301,93	379,30
4,20	8	0,794	4,82	6,07	240,84	303,44
4,40	7	0,791	4,20	5,31	210,13	265,51
4,60	9	0,789	5,06	6,40	252,75	320,25
4,80	10	0,787	5,60	7,12	280,07	355,83
5,00	5	0,785	2,79	3,56	139,67	177,92
5,20	5	0,783	2,79	3,56	139,31	177,92
5,40	4	0,781	2,22	2,85	111,17	142,33
5,60	4	0,779	2,09	2,68	104,43	134,04
5,80	5	0,777	2,60	3,35	130,23	167,55
6,00	4	0,775	2,08	2,68	103,94	134,04
6,20	6	0,774	3,11	4,02	155,56	201,06
6,40	6	0,772	3,10	4,02	155,22	201,06
6,60	5	0,770	2,44	3,17	121,97	158,32
6,80	8	0,769	3,89	5,07	194,74	253,32
7,00	9	0,767	4,37	5,70	218,63	284,98
7,20	7	0,766	3,39	4,43	169,71	221,65
7,40	7	0,764	3,39	4,43	169,38	221,65
7,60	5	0,763	2,29	3,00	114,45	150,06
7,80	7	0,761	3,20	4,20	159,94	210,09

8,00	6	0,760	2,74	3,60	136,84	180,08
8,20	6	0,759	2,73	3,60	136,60	180,08
8,40	8	0,757	3,64	4,80	181,82	240,10
8,60	6	0,756	2,59	3,42	129,38	171,14
8,80	8	0,755	3,44	4,56	172,22	228,19
9,00	8	0,753	3,44	4,56	171,94	228,19

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,4	1,88	1,62	Coesivo	0	15,89	18,24	11,12	1,47	2,76	limo sabbioso-argilloso
3,2	1,64	0,8699999	Coesivo	0	15,59	18,24	36,28	1,47	2,41	argilla debolmente sabbiosa
4,8	7,16	2,69	Incoerente	0	17,16	18,83	64,04	1,47	10,53	sabbia ghiaiosa
9,0	3,75	-0,57	Incoerente	0	15,3	18,53	89,57	1,47	5,51	sabbia debolmente limosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40	16,87	33,83	14,71	11,08	26,18	48,64	24,71	62,76	13,53	32,46	33,83
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20	14,81	29,52	14,71	9,71	22,85	26,09	21,57	60,31	11,87	6,57	29,52

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40	Robertson (1983)	0,54
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20	Robertson (1983)	0,47

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40	1,24	4,06	2,94	3,38
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20	1,08	3,55	2,59	2,95

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40	1,11	2,71
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20	0,72	2,36

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40	Meyerhof	15,89
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20	Meyerhof	15,59

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40	Meyerhof	18,24
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20	Meyerhof	18,24

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - limo sabbioso-argilloso	2,76	1,40		0
[2] - argilla debolmente sabbiosa	2,41	3,20		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	30,11	58,59	58,97	34,15
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	15,17	38,81	39,63	22,18

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	30,01	23,01	30,95	29,74	33,87	36,2	<30	27,57	30,16	37,07	29,51
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	28,57	21,57	29,54	27,96	31,88	0	<30	24,09	28,65	30,43	25,5

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	22,71	8,26	12,25	25,40	12,52
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	---	4,32	---	---	---

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	6,20	4,81	7,33	8,33
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	---	3,80	3,84	6,14

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	Meyerhof ed altri	17,16
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	Meyerhof ed altri	15,30

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	(A.G.I.)	0,33
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	58,28	51,66
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	31,70	34,78

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	Ohta & Goto (1978) Limi	134,34
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	Ohta & Goto (1978) Limi	133,43

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{H0} / P_0$

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53		---
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[3] - sabbia ghiaiosa	10,53	4,80	10,53		---
[4] - sabbia debolmente limosa	5,51	9,00	5,51		---

PROVA S2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 13/11/2015
 Profondità prova 1,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.N.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,64	3,09	132,09	154,56
0,40	6	0,851	5,26	6,18	262,99	309,12
0,60	4	0,847	3,20	3,78	160,20	189,14
0,80	4	0,843	3,19	3,78	159,51	189,14
1,00	3	0,840	2,38	2,84	119,12	141,85
1,20	34	0,686	22,07	32,15	1103,30	1607,69
1,40	34	0,683	21,96	32,15	1097,84	1607,69

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	2,2	2,13	Coesivo	0	16,18	18,24	8,09	1,46	3,21	argilla debolmente sabbiosa
1,4	34	29,12	Incoerente	0	21,97	21,08	20,57	1,47	50,05	ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert -mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00	19,71	39,32	14,71	12,85	30,50	63,94	28,64	66,00	15,79	44,62	39,32

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00	Robertson (1983)	0,63

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00	1,44	4,72	3,39	3,93

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00	1,62	3,15

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00	Meyerhof	16,18

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00	Meyerhof	18,24

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - argilla debolmente sabbiosa	3,21	1,00		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	78,07	100	100	80,4

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	41,3	34,3	42,01	34,73	42,47	42	>38	42,4	42,01	52,36	46,64

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	49,52	39,27	57,99	54,46	31,90

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	29,45	12,78	34,85	25,62

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	Meyerhof ed altri	21,97

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	Terzaghi-Peck 1948-1967	21,08

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	(A.G.I.)	0,25

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	252,28	133,90

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	Ohta & Goto (1978) Limi	139,44

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{H0} / \sigma_{V0}$

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	50,05	1,40	50,05		---

PROVA S3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 13/11/2015
 Profondità prova 9,00 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.N.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,76	2,06	88,06	103,04
0,40	4	0,851	3,51	4,12	175,33	206,08
0,60	7	0,847	5,61	6,62	280,35	330,99
0,80	7	0,843	5,58	6,62	279,14	330,99
1,00	8	0,840	6,35	7,57	317,66	378,28
1,20	3	0,836	2,37	2,84	118,63	141,85
1,40	4	0,833	3,15	3,78	157,53	189,14
1,60	3	0,830	2,17	2,62	108,74	131,08
1,80	4	0,826	2,89	3,50	144,42	174,77
2,00	4	0,823	2,88	3,50	143,87	174,77
2,20	4	0,820	2,87	3,50	143,33	174,77
2,40	3	0,817	2,14	2,62	107,11	131,08
2,60	3	0,814	1,98	2,44	99,19	121,82
2,80	3	0,811	1,98	2,44	98,85	121,82
3,00	8	0,809	5,25	6,50	262,71	324,86
3,20	7	0,806	4,58	5,69	229,11	284,25
3,40	7	0,803	4,57	5,69	228,37	284,25
3,60	7	0,801	4,25	5,31	212,64	265,51
3,80	11	0,798	6,66	8,34	333,12	417,23
4,00	9	0,796	5,43	6,83	271,74	341,37
4,20	7	0,794	4,21	5,31	210,73	265,51
4,40	7	0,791	4,20	5,31	210,13	265,51
4,60	7	0,789	3,93	4,98	196,58	249,08
4,80	6	0,787	3,36	4,27	168,04	213,50
5,00	6	0,785	3,35	4,27	167,60	213,50
5,20	5	0,783	2,79	3,56	139,31	177,92
5,40	6	0,781	3,34	4,27	166,75	213,50
5,60	7	0,779	3,66	4,69	182,76	234,57
5,80	9	0,777	4,69	6,03	234,42	301,59
6,00	8	0,775	4,16	5,36	207,89	268,08
6,20	6	0,774	3,11	4,02	155,56	201,06

6,40	5	0,772	2,59	3,35	129,35	167,55
6,60	6	0,770	2,93	3,80	146,36	189,99
6,80	3	0,769	1,46	1,90	73,03	94,99
7,00	4	0,767	1,94	2,53	97,17	126,66
7,20	4	0,766	1,94	2,53	96,98	126,66
7,40	6	0,764	2,90	3,80	145,18	189,99
7,60	10	0,763	4,58	6,00	228,91	300,13
7,80	13	0,711	5,55	7,80	277,52	390,16
8,00	12	0,760	5,47	7,20	273,68	360,15
8,20	11	0,759	5,01	6,60	250,43	330,14
8,40	7	0,757	3,18	4,20	159,09	210,09
8,60	10	0,756	4,31	5,70	215,63	285,24
8,80	9	0,755	3,87	5,13	193,75	256,72
9,00	9	0,753	3,87	5,13	193,43	256,72

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,0	1,91	1,69	Coesivo	0	15,89	18,24	7,95	1,47	2,81	argilla sabbiosa
2,8	2,63	1,96	Coesivo	0	16,57	18,34	30,8	1,47	3,87	argilla limosa
6,0	5,01	1,5	Coesivo	0	18,34	18,63	71,25	1,47	7,36	argilla sabbiosa
7,4	3,01	-0,25	Coesivo	0	16,97	18,34	91,34	1,47	4,42	argilla limosa
8,2	9,66	-0,89	Incoerente	0	17,75	18,93	100,97	1,47	14,2	ghiaia in matrice limosa
9,0	6,96	-1,31	Incoerente	0	17,75	18,93	108,27	1,47	10,23	sabbia limoso-ghiaiosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00	17,26	34,42	14,71	11,28	26,67	50,70	25,11	63,15	13,73	37,85	34,42
[2] - argilla limosa	3,87	2,80	23,73	47,46	14,71	15,49	36,87	58,84	34,42	70,80	18,93	34,62	47,46
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00	45,11	90,22	24,52	29,13	70,61	45,01	64,63	96,89	36,09	50,31	90,22
[4] - argilla limosa	4,42	7,40	27,07	54,23	24,52	17,65	42,17	-7,45	39,23	74,82	21,67	0,00	54,23

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00	Robertson (1983)	0,55
[2] - argilla limosa	3,87	2,80	Robertson (1983)	0,76
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00	Robertson (1983)	1,44
[4] - argilla limosa	4,42	7,40	Robertson (1983)	0,87

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00	1,26	4,13	2,99	3,44
[2] - argilla limosa	3,87	2,80	1,74	5,69	4,05	4,74
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00	3,31	--	7,54	9,02
[4] - argilla limosa	4,42	7,40	1,99	6,50	4,60	5,42

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00	1,17	2,76
[2] - argilla limosa	3,87	2,80	2,36	3,80
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00	6,30	7,22
[4] - argilla limosa	4,42	7,40	2,98	4,33

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - argilla limosa	3,87	2,80	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[4] - argilla limosa	4,42	7,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00	Meyerhof	15,89
[2] - argilla limosa	3,87	2,80	Meyerhof	16,57
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00	Meyerhof	18,34
[4] - argilla limosa	4,42	7,40	Meyerhof	16,97

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00	Meyerhof	18,24
[2] - argilla limosa	3,87	2,80	Meyerhof	18,34
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00	Meyerhof	18,63
[4] - argilla limosa	4,42	7,40	Meyerhof	18,34

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - argilla sabbiosa	2,81	1,00		0
[2] - argilla limosa	3,87	2,80		0
[3] - argilla sabbiosa	7,36	6,00		0
[4] - argilla limosa	4,42	7,40		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	31,37	60,17	60,38	41,54
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	24,18	50,01	50,68	33,5

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	31,06	24,06	31,98	29,23	35,2	36,42	30-32	29,59	31,26	38,25	31,85
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	29,92	22,92	30,86	28,55	33,76	35	<30	27,39	30,07	35,1	29,3

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	26,38	11,14	16,50	28,10	14,32
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	22,39	8,03	11,91	25,18	12,37

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	8,36	5,55	9,89	9,94
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	6,02	4,75	7,12	8,20

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m ³)
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	Meyerhof ed altri	18,24
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	Meyerhof ed altri	17,06

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³)
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	(A.G.I.)	0,33
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	77,19	62,01
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	56,72	50,75

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	Ohta & Goto (1978) Limi	160,93
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	Ohta & Goto (1978) Limi	154,95

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{vh} / \sigma_{v0}$

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2		---
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[5] - ghiaia in matrice limosa	14,2	8,20	14,2		---
[6] - sabbia limoso-ghiaiosa	10,23	9,00	10,23		---

PROVA S4

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 13/11/2015
 Profondità prova 1,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.N.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,76	2,06	88,06	103,04
0,40	2	0,851	1,75	2,06	87,66	103,04
0,60	5	0,847	4,01	4,73	200,25	236,42
0,80	4	0,843	3,19	3,78	159,51	189,14
1,00	6	0,840	4,76	5,67	238,25	283,71
1,20	21	0,736	14,62	19,86	731,10	992,98
1,40	37	0,683	23,89	34,99	1194,70	1749,54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	1,82	1,61	Coesivo	0	15,79	18,24	7,9	1,47	2,68	argilla limosa
1,4	15,84	14,01	Incoerente	0	20,1	19,61	19,81	1,47	23,28	ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla limosa	2,68	1,00	16,48	32,85	14,71	10,79	25,40	48,35	23,93	62,27	13,14	35,70	32,85

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla limosa	2,68	1,00	Robertson (1983)	0,53

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla limosa	2,68	1,00	1,21	3,94	2,86	3,29

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - argilla limosa	2,68	1,00	1,02	2,63

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla limosa	2,68	1,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - argilla limosa	2,68	1,00	Meyerhof	15,79

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - argilla limosa	2,68	1,00	Meyerhof	18,24

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - argilla limosa	2,68	1,00		0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	56,69	100	100	55,79

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japane e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	33,65	26,65	34,52	33,57	38,01	42	30-32	33,69	33,98	45,71	36,58

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	33,77	18,26	27,01	34,77	18,77

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	13,70	7,38	16,21	13,91

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	Meyerhof ed altri	20,10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,61

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	122,86	83,88

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	Ohta & Goto (1978) Limi	122,15

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso-argillosa	23,28	1,40	23,28		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

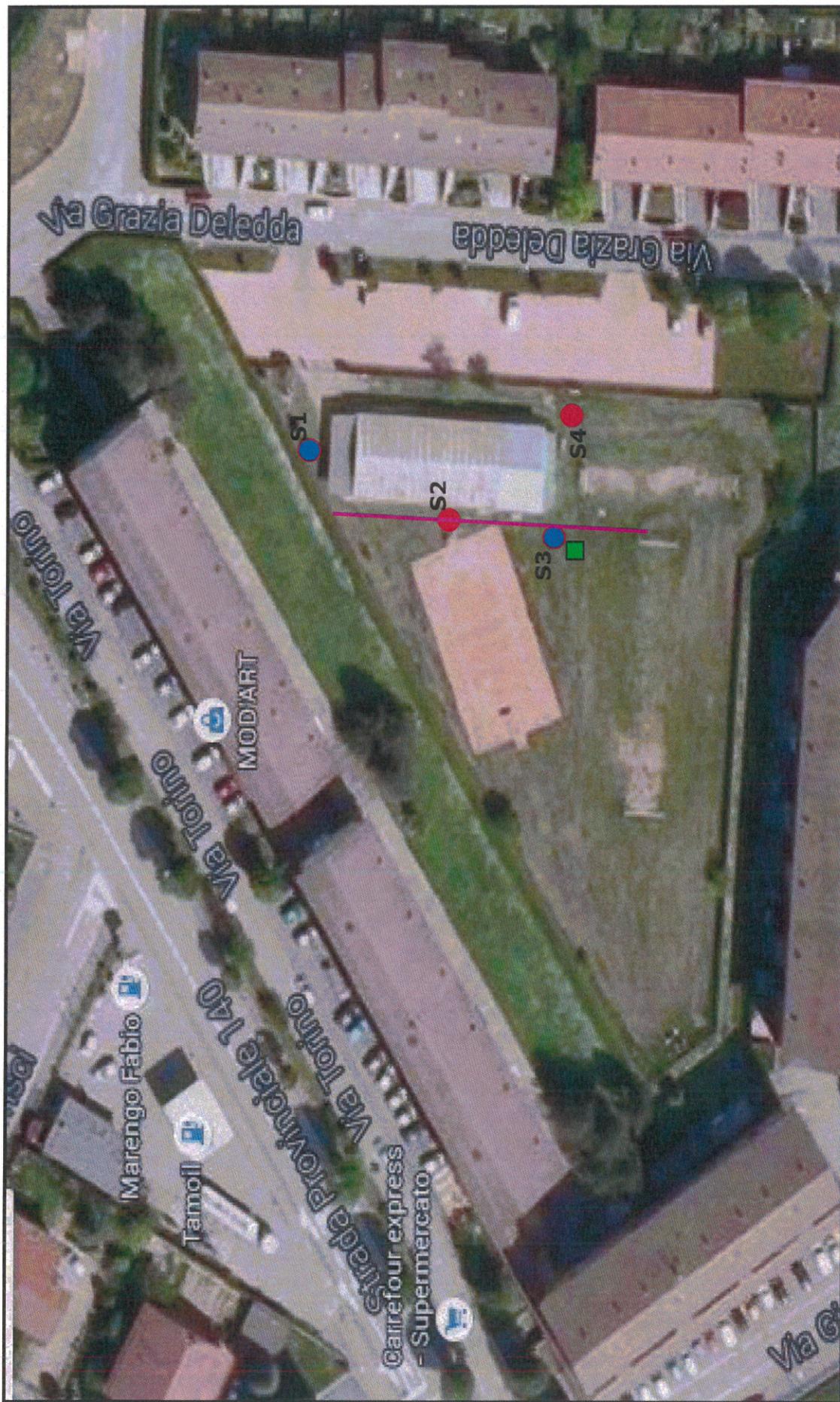
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[2] - ghiaia con ciottoli in matrice limoso- argillosa	23,28	1,40	23,28		---

Poirino, li 16/11/2015

IL TECNICO INCARICATO:
Dott. Geol. Burzio Fabrizio
(Ordine dei Geologi del Piemonte n.697 sez.A)



UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI



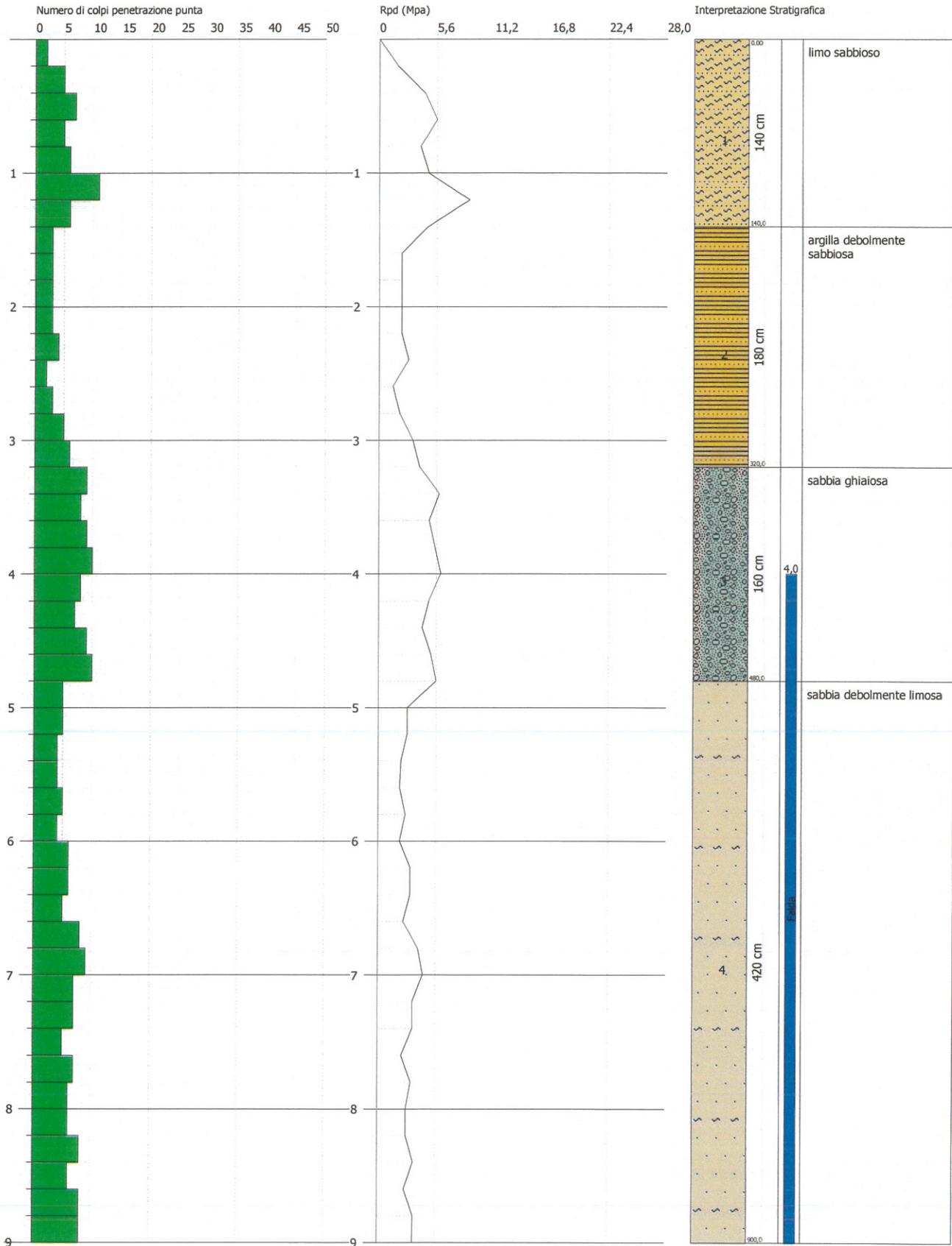
- Prova penetrometrica dinamica
- Prova penetrometrica dinamica attrezzata con tubo piezometrico
- campionamenti di terreno C1 (-0,50m), C2 (-1,2m), C3 (-2,0 m)
- sfondamento sismico linea Masw

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Ing. Foco
 Cantiere: Candiolo (TO)
 Località: Via Grazia Deledda

Data: 13/11/2015

Scala 1:40

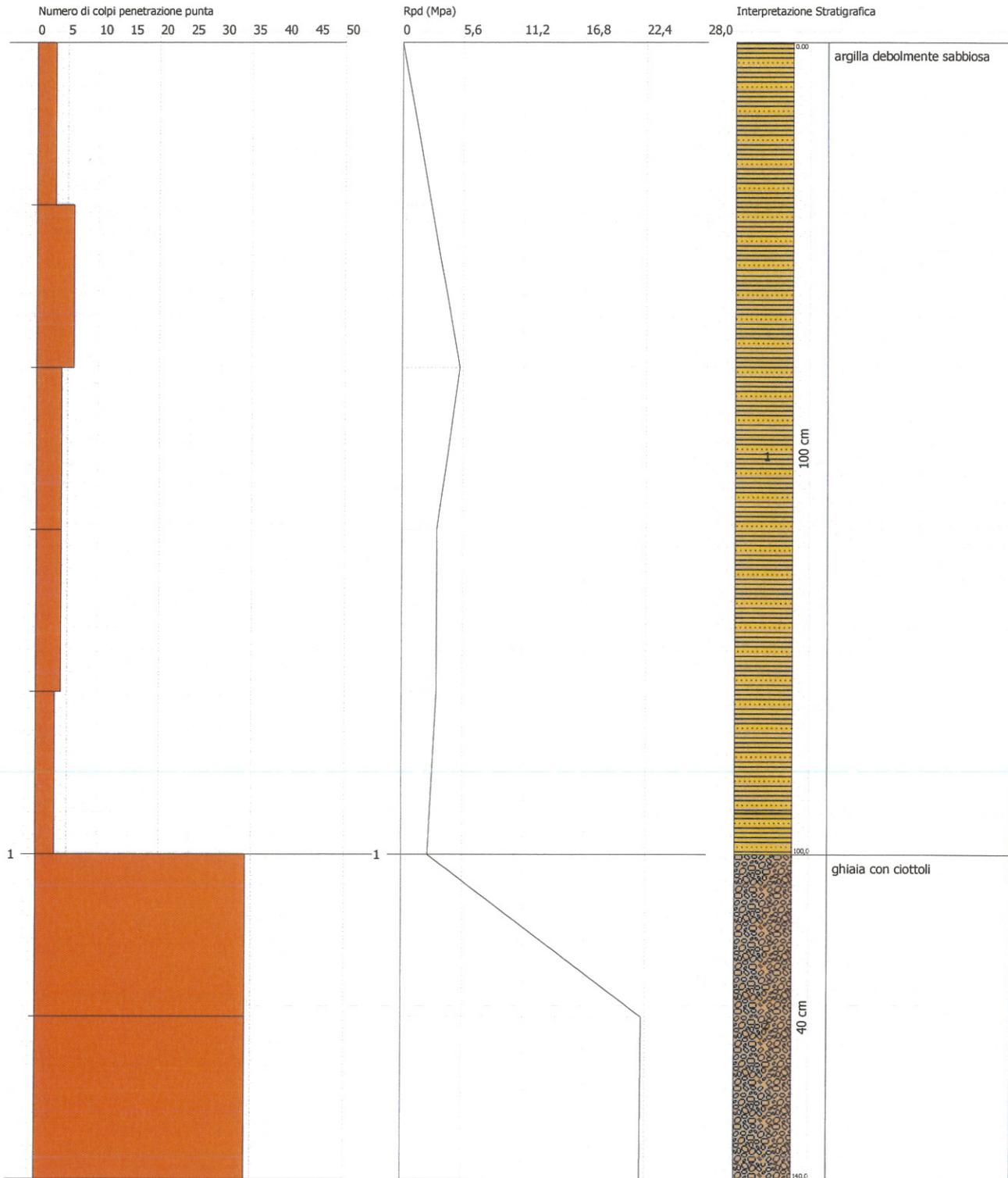


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S2 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Ing. Foco
Cantiere: Candiolo (TO)
Località: Via Grazia Deledda

Data: 13/11/2015

Scala 1:7

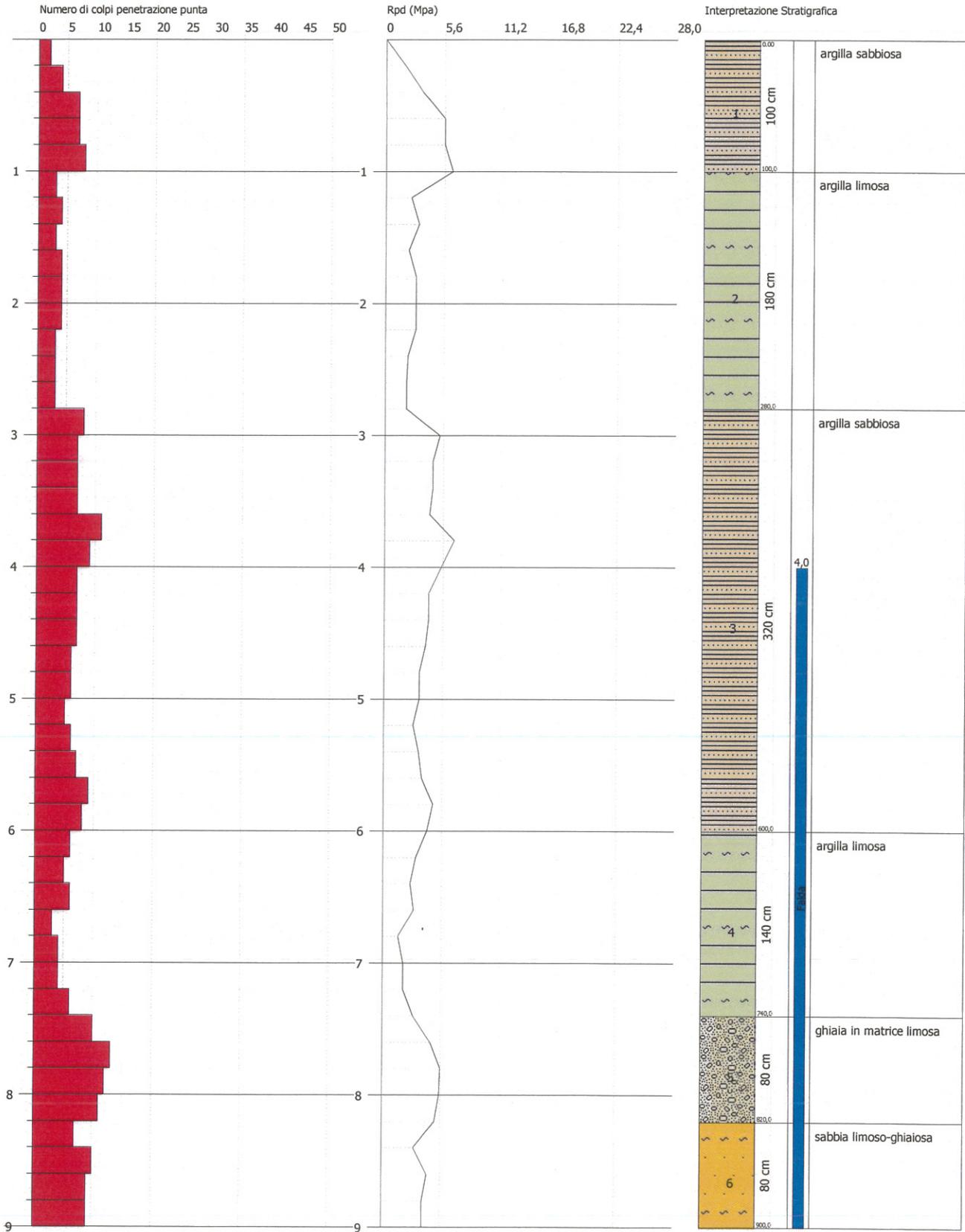


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Ing. Foco
 Cantiere: Candiolo (TO)
 Località: Via Grazia Deledda

Data: 13/11/2015

Scala 1:41



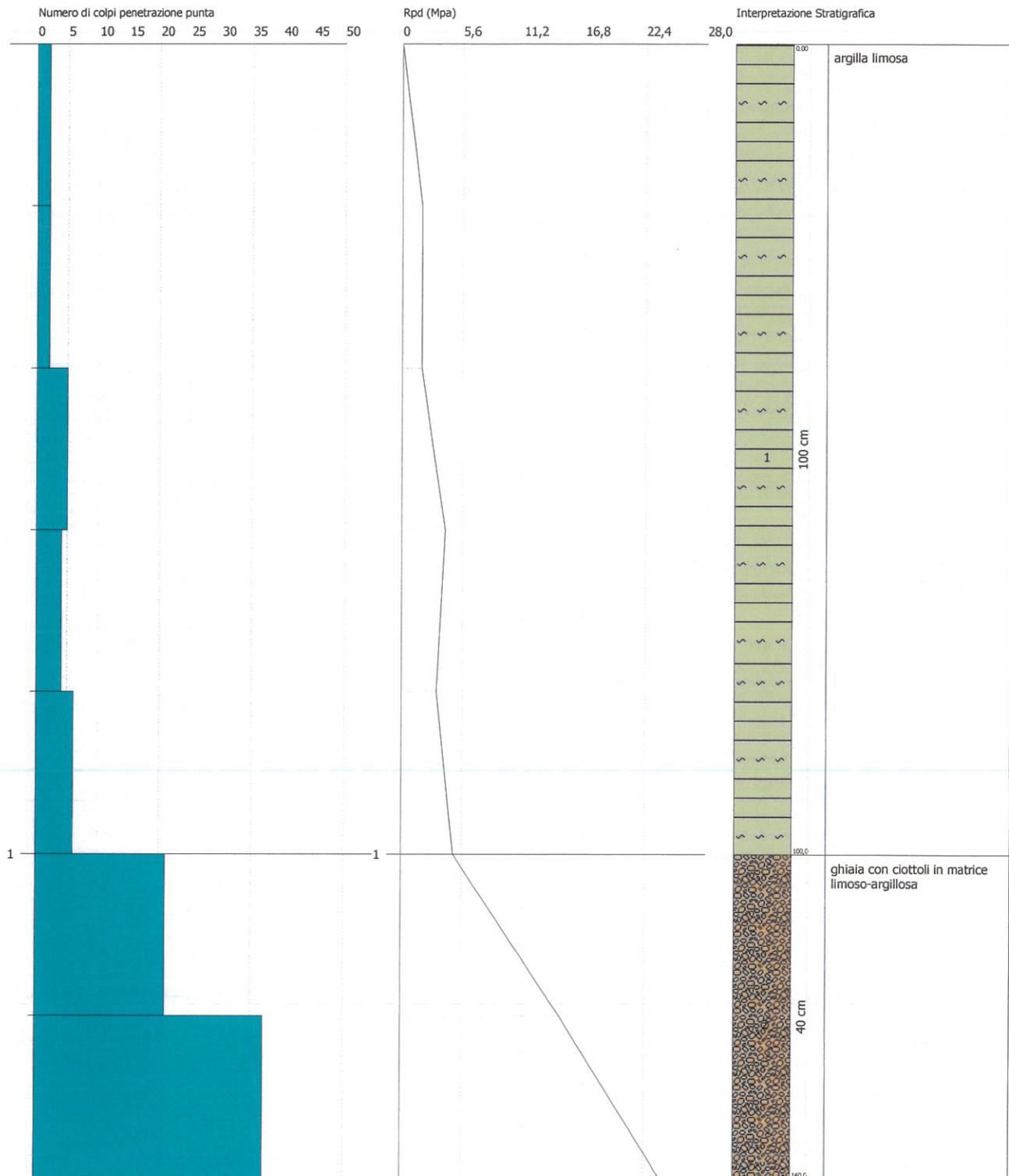
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S4

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Ing. Foco
Cantiere: Candiolo (TO)
Località: Via Grazia Deledda

Data: 13/11/2015

Scala 1:7



Documentazione fotografica

S1



Prova penetrometrica dinamica S1

Coordinate WGS84: Lat.: 44°57'38.88"N Long.: 7°36'20.02"E

Profondità raggiunta: 9,0 m da p.c.

Falda: rilevata -4,0 m da p.c.

S2



Prova penetrometrica dinamica S2

Coordinate WGS84: Lat.: 44°57'38.15"N Long.: 7°36'19.61"E

Profondità raggiunta: 1,40 m da p.c.

Falda: non rilevata

S3



Prova penetrometrica dinamica S3
Coordinate WGS84: Lat.: 44°57'37.82"N Long.: 7°36'19.54"E
Profondità raggiunta: 9,0 m da p.c.
Falda: rilevata -4,0 m da p.c.

S4

Prova penetrometrica dinamica S4
Coordinate WGS84: Lat.: 44°57'37.69"N Long.: 7°36'20.36"E
Profondità raggiunta: 1,40 m da p.c.
Falda: non rilevata





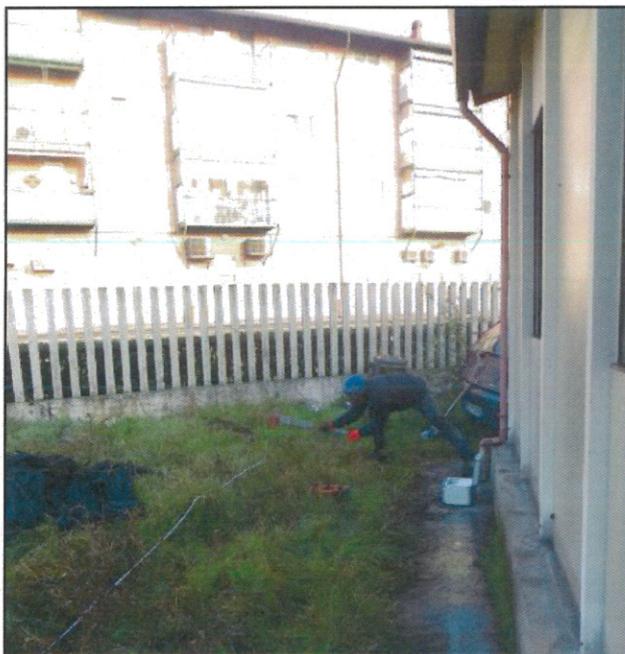
Campionamento terreni per analisi chimiche terre e rocce da scavo

Latitudine: 44°57'37.73"N Longitudine: 7°36'19.43"E

Campione C1: prelevato a -0,50 m da p.c.

Campione C2: prelevato a -1,20 m da p.c.

Campione C3: prelevato a -2,00 m da p.c.



Acquisizione dati prova sismica MASW $V_{s,30}$ e HVSR