



COMUNE DI NAPOLI  
Area Ambiente  
SERVIZIO IGIENE DELLA CITTA'

R.U.P. Ing. Simona Materazzo  
D.E.C. Ing. Michela Vicidomini

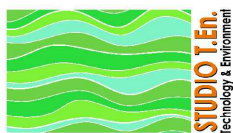
Progetto per la costruzione dell'impianto di compostaggio con recupero di biometano da realizzare nell'area di Napoli Est( Ponticelli) - CUP B67H17000290007



## PROGETTO DEFINITIVO

### R.T.P. PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



**Studio T.En.**  
Studio Associato di Ingegneri  
di Teneggi e Marastoni  
Ing. S.Teneggi



MANDANTI:



Ing. C. Ferone  
Ing. G.M. Esposito  
Arch. F.S. Visone  
Ing. M.L. Ferone

SG STUDIO ASSOCIATO  
Ing. G. Spaggiari



STUDIO ALFA S.p.A.  
Dott. Ing. E. Davolio



GEOLOG-STUDIO  
DI GEOLOGIA  
Geol. D. Pingitore



Ing. F. Chiatto



TITOLO:

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI

ELABORATO:

STR\_018

Data	Emissione	Redatto	Verificato	Approvato
Settembre 2019	Prima emissione	VM	ST	ST
Ottobre 2021	Revisione finale	VM	ST	ST

SCALA:

-

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

**INDICE**

1	INTRODUZIONE .....	3
1.1.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	3
1.1.2	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU TERRENI - TEORIA.....	7
1.1.3	CALCOLO - DATI GENERALI .....	30
1.1.4	CALCOLO DEI CEDIMENTI.....	40
2	BUILDING A-B -RICEZIONE E RAFFINAZIONE .....	41
3	BUILDING C -BIOTUNNEL.....	42
4	BUILDING D STOCCAGGIO -RAFFINAZIONE .....	43
5	BUILDING F BIOFILTRO .....	44

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

## **1 INTRODUZIONE**

Le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 17-01-2018 al capitolo 10 rende obbligatorio tra gli elaborati di progetto un "Relazione geotecnica sulle fondazioni", che estende quanto previsto dal Decreto del Presidente della Repubblica n° 554 del 21-12-1999 "Regolamento d'attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11-02-1994 n°109 e successive modificazioni".

## **2 CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

### **2.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

#### **2.1.1 Norme tecniche per le Costruzioni 2018**

*Aggiornamento alle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.*

Gli **stati limite ultimi** per sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni (**GEO**) riguardano:

- collasso per **carico limite** nei terreni di fondazione;
- **scorrimento** sul piano di posa.

*In tali verifiche, tutte le azioni su un elemento di fondazione possono essere ricondotte a una forza risultante applicata al piano di posa.*

Per le verifiche agli stati limite ultimi di tipo geotecnico (**GEO**) per carico limite e per scorrimento si deve fare riferimento all'**approccio 2**.

L'analisi deve essere condotta con la Combinazione (**A1+M1+R3**), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (**M1**) sono unitari, i coefficienti parziali sulle azioni (**A1**) sono indicati dalla tabella 6.2.1 e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo **R3** riportati in tab. 6.4.1.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

**Tab. 6.2.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ ( $\sigma\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti $G_2$ (1)	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0.8	0.8	0.8
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

(1) Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

**Tab. 6.4.I** – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	<b>(R3)</b>
Carico limite	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.1$

## 2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

La capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (SLE) deve essere verificata confrontando il valore limite di progetto associato a ciascun aspetto di funzionalità esaminato (Cd), con il corrispondente valore di progetto dell'effetto delle azioni (Ed), attraverso la seguente espressione formale:

$$Ed < Cd$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$E_d$  = valore di progetto dell'azione o degli effetti dell'azione

$C_d$  = valore limite dell'effetto delle azioni (spostamenti e deformazioni che possano compromettere la funzionalità di una struttura).

I valori degli spostamenti e delle distorsioni andranno calcolati considerando le combinazioni di carico per gli SLE specificate al §2.5.3:

- Combinazione frequente
- Combinazione quasi permanente s.l.t.

Le verifiche relative alle deformazioni (cedimenti) e agli spostamenti si effettuano adoperando i valori caratteristici dei parametri ( $f_k$ ).

Nelle analisi, devono essere impiegati i valori caratteristici delle proprietà meccaniche e pertanto i relativi coefficienti parziali di sicurezza devono sempre essere assunti unitari ( $f_k = f_d$ ): si adottano i valori caratteristici dei moduli di deformazione dei terreni ( $E'_k, E_{edk}$ ).

Sotto l'effetto **dell'azione sismica** di progetto le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio già definiti in precedenza (§ 3.2.1 NTC), con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche degli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo **pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici** e impiegando **le resistenze di progetto**, con i coefficienti parziali  $\gamma_R$  indicati nel presente Capitolo 7 oppure con i  $\gamma_R$  indicati nel Capitolo 6 laddove non espressamente specificato

**PROGETTO DEFINITIVO****RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

**2.3 STATO LIMITE ULTIMO (SLV) PER CARICO LIMITE (§ 7.11.5.3.1)**

Le azioni derivano dall'analisi della struttura in elevazione come specificato al § 7.2.5. Le resistenze sono i corrispondenti valori limite che producono il collasso del complesso fondazione-terreno; esse sono valutabili mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica, tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione e dell'eccentricità delle azioni in fondazione. Il corrispondente valore di progetto si ottiene applicando il coefficiente  $\gamma_R$  di Tabella 7.11.II. **Se, nel calcolo del carico limite, si considera esplicitamente l'effetto delle azioni inerziali sul volume di terreno significativo (e.g. Richards et al., Paolucci e Pecker), il coefficiente  $\gamma_R$  può essere ridotto a 1.8.**

**2.3.1 Stato Limite Ultimo (SLV) per scorrimento sul piano di posa (§ 7.11.5.3.1)**

Per azione si intende il valore della forza agente parallelamente al piano di scorrimento, per resistenza si intende la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

**Specificamente, si può tener conto della resistenza lungo le superfici laterali nel caso di contatto diretto fondazione-terreno in scavi a sezione obbligata o di contatto diretto fondazione-calcestruzzo o fondazione-acciaio in scavi sostenuti da paratie o palancole.**

In tali casi, il progettista deve indicare l'aliquota della resistenza lungo le superfici laterali che intende portare in conto, da giustificare con considerazioni relative alle caratteristiche meccaniche dei terreni e ai criteri costruttivi dell'opera.

Ai fini della verifica allo scorrimento, si può considerare la resistenza passiva solo nel caso di effettiva permanenza di tale contributo, portando in conto un'aliquota non superiore al 50%.

**2.3.2 Stato limite di esercizio (SLE)**

A meno dell'impiego di specifiche analisi dinamiche, in grado di fornire la risposta deformativa del sistema fondazione-terreno, la verifica nei confronti dello stato limite di danno può essere ritenuta soddisfatta impiegando le azioni corrispondenti allo SLD e determinando il carico limite di progetto con il coefficiente  $\gamma_R$  riportato nella Tabella 7.11.II.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

**Tab. 7.11.II** - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) delle fondazioni superficiali con azioni sismiche

Verifica	Coefficiente parziale
Carico limite	2.3
Scorrimento	1.1
Resistenza sulle superfici laterali	1.3

### 3 CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU TERRENI - TEORIA

Il carico limite di una fondazione superficiale può essere definito con riferimento a quel valore massimo del carico per il quale in nessun punto del sottosuolo si raggiunge la condizione di rottura (metodo di Frolich), oppure con riferimento a quel valore del carico, maggiore del precedente, per il quale il fenomeno di rottura si è esteso ad un ampio volume del suolo (metodo di Prandtl e successivi).

**Prandtl** ha studiato il problema della rottura di un semispazio elastico per effetto di un carico applicato sulla sua superficie con riferimento all'acciaio, caratterizzando la resistenza a rottura con una legge del tipo:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \varphi \quad \text{valida anche per i terreni.}$$

Le ipotesi e le condizioni introdotte dal Prandtl sono le seguenti:

- Materiale privo di peso e quindi  $\gamma=0$
- Comportamento rigido - plastico
- Resistenza a rottura del materiale esprimibile con la relazione  $\tau = c + \sigma \cdot \tan \varphi$
- Carico uniforme, verticale ed applicato su una striscia di lunghezza infinita e di larghezza  $2b$  (stato di deformazione piana)
- Tensioni tangenziali nulle al contatto fra la striscia di carico e la superficie limite del semispazio.

All'atto della rottura si verifica la plasticizzazione del materiale racchiuso fra la superficie limite del semispazio e la superficie *GFBCD*.

Nel triangolo *AEB* la rottura avviene secondo due famiglie di segmenti rettilinei ed inclinati di  $45^\circ + \varphi/2$  rispetto all'orizzontale.

Nelle zone *ABF* e *EBC* la rottura si produce lungo due famiglie di linee, l'una costituita da segmenti rettilinei passanti rispettivamente per i punti *A* ed *E* e l'altra da archi di famiglie di spirali logaritmiche.

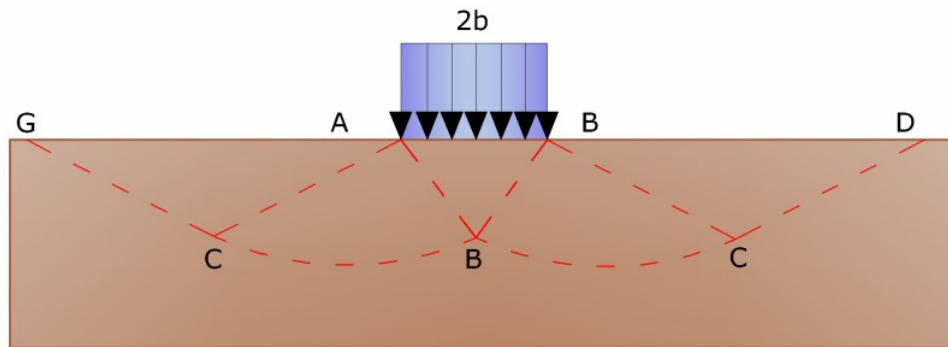
I poli di queste sono i punti *A* ed *E*. Nei triangoli *AFG* e *ECD* la rottura avviene su segmenti inclinati di  $\pm (45^\circ + \varphi/2)$  rispetto alla verticale.



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)

Rev\_1 – Dicembre 2021



*Meccanismo di rottura di Prandtl*

Individuato così il volume di terreno portato a rottura dal carico limite, questo può essere calcolato scrivendo la condizione di equilibrio fra le forze agenti su qualsiasi volume di terreno delimitato in basso da una qualunque delle superfici di scorrimento.

Si arriva quindi ad una equazione  $q = B \cdot c$ , dove il coefficiente B dipende soltanto dall'angolo di attrito  $\varphi$  del terreno.

$$B = \cot g\varphi \left[ e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45^\circ + \varphi / 2) - 1 \right]$$

Per  $\varphi=0$  il coefficiente B risulta pari a 5.14, quindi  $q=5.14 \cdot c$ .

Nell'altro caso particolare di terreno privo di coesione ( $c=0$ ,  $\gamma \neq 0$ ) risulta  $q=0$ , secondo la teoria di **Prandtl**, non sarebbe dunque possibile applicare nessun carico sulla superficie limite di un terreno incoerente.

Da questa teoria, anche se non applicabile praticamente, hanno preso le mosse tutte le ricerche ed i metodi di calcolo successivi.

Infatti **Caquot** si pose nelle stesse condizioni di Prandtl ad eccezione del fatto che la striscia di carico non è più applicata sulla superficie limite del semispazio, ma a una profondità  $h$ , con  $h \leq$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

2b; il terreno compreso tra la superficie e la profondità  $h$  ha le seguenti caratteristiche:  $\gamma \neq 0$ ,  $\varphi = 0$ ,  $c = 0$  e cioè sia un mezzo dotato di peso ma privo di resistenza.

Risolvendo le equazioni di equilibrio si arriva all'espressione:

$$q = A \cdot \gamma_1 + B \cdot c$$

che è sicuramente un passo avanti rispetto a Prandtl, ma che ancora non rispecchia la realtà.

### 3.1 METODO DI TERZAGHI (1955)

**Terzaghi**, proseguendo lo studio di Caquot, ha apportato alcune modifiche per tenere conto delle effettive caratteristiche dell'insieme opera di fondazione-terreno.

Sotto l'azione del carico trasmesso dalla fondazione il terreno che si trova a contatto con la fondazione stessa tende a sfuggire lateralmente, ma ne è impedito dalle resistenze tangenziali che si sviluppano fra la fondazione ed il terreno. Ciò comporta una modifica dello stato tensionale nel terreno posto direttamente al di sotto della fondazione; per tenerne conto **Terzaghi** assegna ai lati AB ed EB del cuneo di Prandtl una inclinazione  $\psi$  rispetto all'orizzontale, scegliendo il valore di  $\psi$  in funzione delle caratteristiche meccaniche del terreno al contatto terreno-opera di fondazione.

L'ipotesi  $\gamma_2 = 0$  per il terreno sotto la fondazione viene così superata ammettendo che le superfici di rottura restino inalterate, l'espressione del carico limite è quindi:

$$q = A \cdot \gamma_1 \cdot h + B \cdot c + C \cdot \gamma \cdot b$$

in cui  $C$  è un coefficiente che risulta funzione dell'angolo di attrito  $\varphi$  del terreno posto al di sotto del piano di posa e dell'angolo  $\varphi$  prima definito;  $b$  è la semilarghezza della striscia.

Inoltre, basandosi su dati sperimentali, **Terzaghi** passa dal problema piano al problema spaziale

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

introducendo dei fattori di forma.

Un ulteriore contributo è stato apportato da *Terzaghi* sull' effettivo comportamento del terreno.

Nel metodo di Prandtl si ipotizza un comportamento del terreno rigido-plastico, *Terzaghi* invece ammette questo comportamento nei terreni molto compatti.

In essi, infatti, la curva carichi-cedimenti presenta un primo tratto rettilineo, seguito da un breve tratto curvilineo (comportamento elasto-plastico); la rottura è istantanea ed il valore del carico limite risulta chiaramente individuato (rottura generale).

In un terreno molto sciolto invece la relazione carichi-cedimenti presenta un tratto curvilineo accentuato fin dai carichi più bassi per effetto di una rottura progressiva del terreno (rottura locale); di conseguenza l'individuazione del carico limite non è così chiara ed evidente come nel caso dei terreni compatti.

Per i terreni molto sciolti, *Terzaghi* consiglia di prendere in considerazione il carico limite il valore che si calcola con la formula precedente introducendo però dei valori ridotti delle caratteristiche meccaniche del terreno e precisamente:

$$\tan \varphi_{\text{rid}} = \frac{2}{3} \tan \varphi \quad c_{\text{rid}} = \frac{2}{3} c$$

Esplicitando i coefficienti della formula precedente, la formula di *Terzaghi* può essere scritta:

$$q_{\text{ult}} = c \cdot N_c \cdot s_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cdot \cos^2(45 + \varphi/2)}$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$a = e^{(0.75\pi - \varphi / 2) \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \varphi}{2} \left( \frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$$

### 3.2 FORMULA DI MEYERHOF (1963)

*Meyerhof* propose una formula per il calcolo del carico limite simile a quella di *Terzaghi*; le differenze consistono nell'introduzione di ulteriori coefficienti di forma.

Egli introdusse un coefficiente  $s_q$  che moltiplica il fattore  $N_q$ , fattori di profondità  $d_i$  e di pendenza  $i_j$  per il caso in cui il carico trasmesso alla fondazione è inclinato sulla verticale.

I valori dei coefficienti  $N$  furono ottenuti da Meyerhof ipotizzando vari archi di prova BF (v. meccanismo Prandtl), mentre il taglio lungo i piani AF aveva dei valori approssimati.

I fattori di forma tratti da Meyerhof sono di seguito riportati, insieme all'espressione della formula.

*Carico verticale*

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

*Carico inclinato*

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$N_q = e^{(0.75\pi - \varphi / 2)} \cdot \tan^2 (45 + \varphi / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \cdot \varphi)$$

*fattore di forma:*

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot k_p \cdot \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot k_p \cdot \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi = 0$$

*fattore di profondità:*

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{k_p} \cdot \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{k_p} \cdot \frac{D}{B} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi > 10$$

*inclinazione:*

$$i_c = i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

dove:

$$k_p = \tan^2(45 + \varphi/2)$$

$\theta$  = *Inclinazione della risultante sulla verticale.*

### 3.3 FORMULA DI HANSEN (1970)

E' una ulteriore estensione della formula di *Meyerhof*; le estensioni consistono nell'introduzione di  $b_i$  che tiene conto della eventuale inclinazione sull'orizzontale del piano di posa e un fattore  $g_i$  per terreno in pendenza.

La formula di Hansen vale per qualsiasi rapporto  $D/B$ , quindi sia per fondazioni superficiali che

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

profonde, ma lo stesso autore introdusse dei coefficienti per meglio interpretare il comportamento reale della fondazione, senza di essi, infatti, si avrebbe un aumento troppo forte del carico limite con la profondità.

Per valori di  $D/B < 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(1 - \sin \varphi)^2 \cdot \frac{D}{B}$$

Per valori  $D/B > 1$ :

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(1 - \sin \varphi)^2 \cdot \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

*Nel caso  $\varphi=0$*

$D/B$	0	1	1.1	2	5	10	20	100
$d'_c$	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

*Nei fattori seguenti le espressioni con apici (') valgono quando  $\varphi=0$ .*

*Fattore di forma:*

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$s'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$s_c = 1$  per fondazioni nastroformi

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

*Fattori di inclinazione del carico:*

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \varphi} \right)^5$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta / 450) \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

*Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio):*

$$g'_c = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

*Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata):*

$$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q \exp(-2\eta \cdot \tan \varphi)$$

### **3.4 FORMULA DI VESIC (1975)**

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen, con  $N_q$  ed  $N_c$  come per la formula di Meyerhof ed  $N_\gamma$  come sotto riportato:

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi$$

I fattori di forma e di profondità che compaiono nelle formule del calcolo della capacità portante sono uguali a quelli proposti da Hansen; alcune differenze sono invece riportate nei fattori di inclinazione del carico, del terreno (fondazione su pendio) e del piano di fondazione (base inclinata).

### **3.5 FORMULA BRICH-HANSEN (EC 7 – EC 8)**

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine.

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  Coesione non drenata.

$q$  pressione litostatica totale sul piano di posa.

$s_c$  Fattore di forma

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per fondazioni rettangolari}$$

$$s_c = 1.2 \quad \text{per fondazioni quadrate o circolari}$$

$i_c$  Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico  $H$ .

$$i_c = 0.5 + 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A'_f \cdot c_a}}$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi'} \cdot \tan^2(45 + \varphi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \tan \varphi'$$

*Fattori di forma*

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \operatorname{sen} \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$
$$s_q = 1 + \operatorname{sen} \varphi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$
$$s_\gamma = 1 - 0.3 \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare}$$
$$s_\gamma = 0.7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$
$$s_c = \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

*Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H*

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

Dove:

$$m = m_B = \frac{\left[ 2 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \right]}{\left[ 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \right]} \quad \text{con } H // B'$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$m = m_L = \frac{\left[ 2 + \left( \frac{L'}{B'} \right) \right]}{\left[ 1 + \left( \frac{L'}{B'} \right) \right]} \quad \text{con } H // L'$$

Se H forma un angolo  $\theta$  con la direzione di  $L'$ , l'esponente "m" viene calcolato con la seguente espressione:

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

### 3.6 MEYERHOF E HANNA (1978)

Tutta l'analisi teorica sviluppata per la determinazione del carico limite è stata basata sull'ipotesi che il terreno sia isotropico ed omogeneo fino a notevole profondità.

Tale ipotesi però non rispecchia la realtà perchè il terreno è generalmente non omogeneo con miscele di sabbia, limo e argilla in proporzioni diverse.

Le relazioni per la stima del carico limite, ricavate dall'ipotesi di terreno omogeneo risultano essere molto approssimative se il terreno è stratificato, soprattutto se le superfici di rottura interferiscono con i limiti degli strati del terreno.

Si consideri un sistema costituito da due strati di terreno distinti ed una fondazione posizionata sullo strato superiore a una profondità D dal piano campagna, le superfici di rottura a carico limite possono svilupparsi completamente sullo strato superiore oppure coinvolgere anche il secondo strato. Può accadere che lo strato superiore sia più resistente rispetto allo strato inferiore o viceversa.

In entrambi i casi verrà presentata un'analisi generale per ( $c = 0$ ) e si dimostrerà sarà valida anche nel caso di terreni sabbiosi o argillosi.

Lo studio della capacità portante di un sistema a strati è stato affrontato da diversi autori: Button (1953), Vesic (1975), Meyerhof (1974), Meyerhof e Hanna (1978)

Meyerhof (1974) ha analizzato un sistema a due strati composto da sabbia densa su argilla morbida e sabbia sciolta su argilla rigida e ha supportato il suo studio con alcuni test su modello. Successivamente Meyerhof e Hanna (1978) hanno integrato lo studio di Meyerhof (1974) includendo nelle analisi il terreno privo di coesione.

Si riporta la trattazione di Meyerhof (1974) e Meyerhof e Hanna (1978).

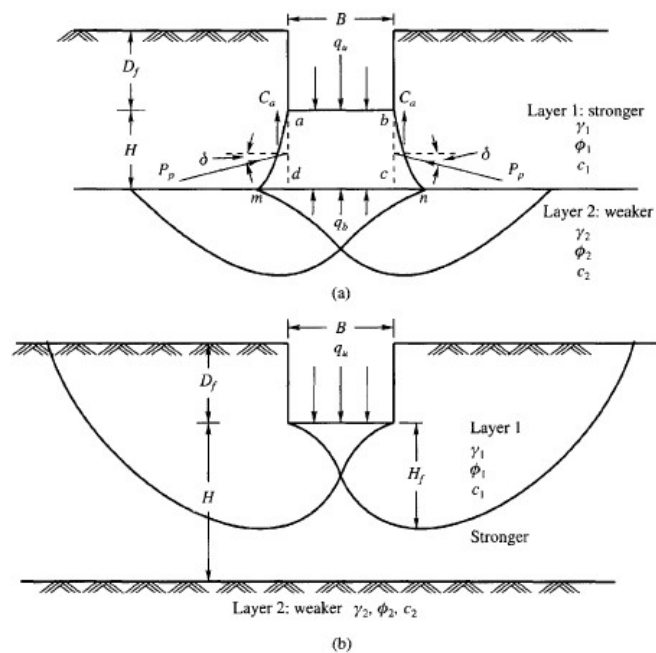
**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Nella figura 12.16 (a) è rappresentata una fondazione di larghezza B approfondita D in uno strato di terreno resistente (strato 1). Lo strato debole si trova a distanza H dal piano di posa della fondazione.

Se la distanza H non è sufficiente oppure in condizioni di carico eccezionali una parte di esso verrà trasferito oltre il livello mn. Questa condizione indurrà il formarsi di superfici di rottura anche nello strato più debole (strato 2). Se la distanza H è relativamente grande, le superfici di rottura si svilupperanno completamente nello strato 1 come evidenziato in Figura 12.16b.



**Figure 12.16** Failure of soil below strip footing under vertical load on strong layer overlying weak deposit (after Meyerhof and Hanna, 1978)

Il carico limite negli strati 1 e 2 può essere espresso dalle seguenti relazioni:

**Strato 1**

$$q_1 = c_1 \cdot N_{c1} + \frac{1}{2} \gamma_1 \cdot B \cdot N_{\gamma1}$$

**Strato 2**

$$q_2 = c_2 \cdot N_{c2} + \frac{1}{2} \gamma_2 \cdot B \cdot N_{\gamma2}$$

Dove:

N<sub>c1</sub>, N<sub>γ1</sub> = fattori di capacità portante dello strato 1 con angolo di resistenza a taglio φ<sub>1</sub>

N<sub>c2</sub>, N<sub>γ2</sub> = fattori di capacità portante dello strato 2 con angolo di resistenza a taglio φ<sub>2</sub>

**PROGETTO DEFINITIVO****RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Se il piano di posa della fondazione si trova ad una distanza  $D_f$  rispetto al piano campagna e la distanza  $H$  è relativamente grande l'espressione del carico limite è la seguente:

$$q_u = q_t = c_1 \cdot N_{c1} + q'_0 \cdot N_{q1} + \frac{1}{2} \gamma_1 \cdot B \cdot N_{\gamma 1}$$

Se  $q_1$  è molto maggiore di  $q_2$  e se la distanza  $H$  non è sufficiente a formare una condizione di plasticizzazione completa nello strato 1, allora la rottura è legata alla spinta del terreno che si sviluppa dallo strato più debole allo strato più resistente. La formulazione per la stima del carico limite diventa:

$$q_u = q_b + \frac{2 \cdot (c_a + P_p \sin \delta)}{B} - \gamma_1 \cdot H$$

Dove:

$q_b$	carico limite nello strato 2
$P_p$	spinta passiva
$C_a$	adesione
$\delta$	inclinazione della spinta passiva rispetto all'orizzontale

$$P_p = \frac{\gamma_1 \cdot H^2}{2 \cos \delta} \left( 1 + \frac{2D_f}{H} \right) \cdot K_p$$

**3.7 METODO DI RICHARDS ET. AL.**

Richards, Helm e Budhu (1993) hanno sviluppato una procedura che consente, in condizioni sismiche, di valutare sia il carico limite sia i cedimenti indotti, e quindi di procedere alle verifiche di entrambi gli stati limite (ultimo e di danno). La valutazione del carico limite viene perseguita mediante una semplice estensione del problema del carico limite al caso della presenza di forze di inerzia nel terreno di fondazione dovute al sisma, mentre la stima dei cedimenti viene ottenuta mediante un approccio alla Newmark (cfr. Appendice H di "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" – Associazione Geotecnica Italiana). Gli autori hanno esteso la classica formula trinomia del carico limite:

$$q_L = \frac{\gamma_1 \cdot H^2}{2 \cos \delta} \left( 1 + \frac{2D_f}{H} \right) \cdot K_p$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$q_L = N_q \cdot q + N_c \cdot c + 0.5N_\gamma \cdot \gamma \cdot B$$

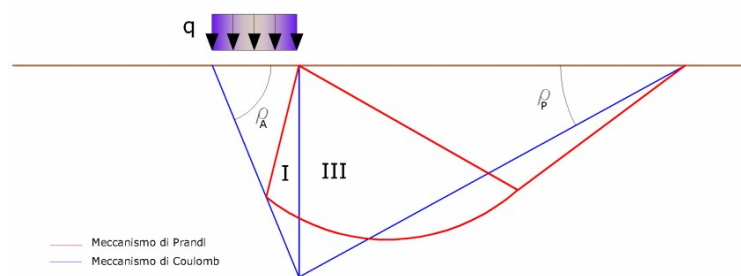
Dove i fattori di capacità portante vengono calcolati con le seguenti formule:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\phi)$$

$$N_q = \frac{K_{pE}}{K_{AE}}$$

$$N_\gamma = \left( \frac{K_{pE}}{K_{AE}} - 1 \right) \cdot \tan(\rho_{AE})$$

Esaminando con un approccio da equilibrio limite, un meccanismo alla Coulomb e portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. In campo statico, il classico meccanismo di Prandtl può essere infatti approssimato come mostrato nella figura che segue, eliminando la zona di transizione (ventaglio di Prandtl) ridotta alla sola linea AC, che viene riguardata come una parete ideale in equilibrio sotto l'azione della spinta attiva e della spinta passiva che riceve dai cunei I e III:



*Schema di calcolo del carico limite (qL)*

Gli autori hanno ricavato le espressioni degli angoli \$\rho\_A\$ e \$\rho\_P\$ che definiscono le zone di spinta attiva e passiva, e dei coefficienti di spinta attiva e passiva \$K\_A\$ e \$K\_P\$ in funzione dell'angolo di attrito interno \$\phi\$ del terreno e dell'angolo di attrito \$\rho\$ terreno – parete ideale:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$\rho_A = \varphi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan \varphi \cdot (\tan \varphi \cdot \cot \varphi) \cdot (1 + \tan \delta \cdot \cot \varphi)} - \tan \varphi}{1 + \tan \delta \cdot (\tan \varphi + \cot \varphi)} \right\}$$

$$\rho_P = -\varphi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan \varphi \cdot (\tan \varphi \cdot \cot \varphi) \cdot (1 + \tan \delta \cdot \cot \varphi)} + \tan \varphi}{1 + \tan \delta \cdot (\tan \varphi + \cot \varphi)} \right\}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\varphi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

E' comunque da osservare che l'impiego delle precedenti formule assumendo  $\alpha=0.5\alpha$ , conduce a valore dei coefficienti di carico limite molto prossimi a quelli basati su un analisi alla Prandtl. Richards et. Al hanno quindi esteso l'applicazione del meccanismo di Coulomb al caso sismico, portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. Tali forze di massa, dovute ad accelerazioni  $k_h g$  e  $k_v g$ , agenti rispettivamente in direzione orizzontale e verticale, sono a loro volta pari a  $k_h \alpha$  e  $k_v \alpha$ . Sono state così ottenute le estensioni delle espressioni di  $\alpha_a$  e  $\alpha_p$ , nonché di  $K_A$  e  $K_P$ , rispettivamente indicate come  $\alpha_{AE}$  e  $\alpha_{PE}$  e come  $K_{AE}$  e  $K_{PE}$  per denotare le condizioni sismiche:

$$\rho_{AE} = (\varphi - \theta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \theta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \theta) \cdot \cot(\varphi - \theta)]} - \tan(\varphi - \theta)}{1 + \tan(\delta + \theta) \cdot (\tan(\varphi - \theta) + \cot(\varphi - \theta))} \right\}$$

$$\rho_{PE} = -(\varphi - \theta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \theta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \theta) \cdot \cot(\varphi - \theta)]} - \tan(\varphi - \theta)}{1 + \tan(\delta + \theta) \cdot (\tan(\varphi - \theta) + \cot(\varphi - \theta))} \right\}$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \cos(\delta + \theta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right\}^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \cos(\delta + \theta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right\}^2}$$

I valori di  $N_q$  e  $N_{\theta}$  sono determinabili ancora avvalendosi delle formule precedenti, impiegando naturalmente le espressioni degli angoli  $\theta_{AE}$  e  $\theta_{PE}$  e dei coefficienti  $K_{AE}$  e  $K_{PE}$  relative al caso sismico. In tali espressioni compare l'angolo  $\theta$  definito come:

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

Nella tabella che segue sono mostrati i fattori di capacità portante calcolati per i seguenti valori dei parametri:

- $\theta = 30^\circ$   $\varphi = 15^\circ$

Per diversi valori dei coefficienti di spinta sismica:

*Tabella dei fattori di capacità portante per  $\theta=30$*

$k_h/(1-k_v)$	$N_q$	$N_{\theta}$	$N_c$
0	16.51037	23.75643	26.86476
0.087	13.11944	15.88906	20.9915
0.176	9.851541	9.465466	15.33132
0.268	7.297657	5.357472	10.90786
0.364	5.122904	2.604404	7.141079
0.466	3.216145	0.879102	3.838476



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

0.577	1.066982	1.103E-03	0.1160159
-------	----------	-----------	-----------

### 3.8 VERIFICA A CARICO LIMITE DELLE FONDAZIONE (SLU)

La verifica a carico limite delle fondazioni secondo l'approccio SLU si esegue con la seguente disequaglianza:

$$E_d \leq \frac{R_d}{\gamma_{RV}}$$

Dove:

$E_d$  pressioni agenti alla base della fondazione

$R_d$  capacità portante di calcolo

$\gamma_{RV}$  coefficiente riduttivo della capacità portante verticale

Le pressioni agenti alla base della fondazione si calcolano con dalla seguente espressione:

$$E_d = \frac{N_d}{A_{ef}}$$

Dove:

$N_d$  azione normale di progetto

$A_{ef}$   $B_R \cdot L'$ -area ridotta

#### 3.8.1 Fondazioni quadrate o rettangolari

L'area ridotta risulta  $A_{ef}=B' \cdot L'$

$$L' = L - 2e_x; B' = B - e_y; e_x = \frac{M_x}{N}; e_y = \frac{M_y}{N}$$

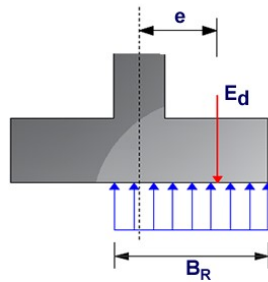
Per le verifiche a carico limite allo SLU è lecito considerare la "plasticizzazione" del terreno, in tal caso si può assumere una distribuzione uniforme delle pressioni agenti sul piano di posa.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Come evidenziato nella seguente immagine, la distribuzione delle pressioni si considera estesa sulla base "ridotta"  $B_R=B-2e$ .



Dove:

$e=N_d/M_d$ - eccentricità dei carichi

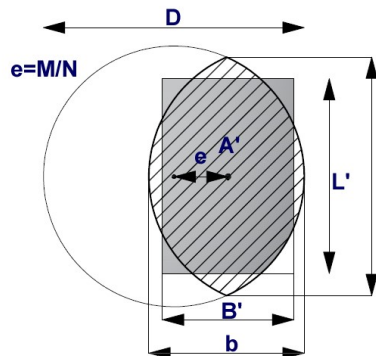
**3.8.2 Fondazioni circolari**

Una fondazione circolare sottoposta ad un carico verticale applicato con un'eccentricità  $e = Md / Nd$  può essere considerata equivalente ad una fondazione fittizia con un carico applicato centralmente (Figura seguente), come suggerito da Meyerhof (1953) e Vesic (1973). In questo caso, l'area della fondazione fittizia,  $A'$ , può essere calcolata con questa espressione:

$$A' = \frac{D^2}{2} \left( \arccos \frac{2e}{D} - \frac{2e}{D} \sqrt{1 - \left( \frac{2e}{D} \right)^2} \right)$$

Il rapporto delle lunghezze dei lati della fondazione rettangolare equivalente può essere approssimato al rapporto tra le lunghezze  $b$  ed  $l$ , si ricava da:

$$\frac{B}{L'} = \frac{b}{l} = \sqrt{\frac{D - 2e}{D + 2e}}$$



**PROGETTO DEFINITIVO****RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

*Metodo di calcolo delle dimensioni equivalenti di una fondazione circolare soggetta a carico non baricentrico***3.9 VERIFICA A SLITTAMENTO**

In conformità con i criteri di progetto allo SLU, la stabilità di un plinto di fondazione deve essere verificata rispetto al collasso per slittamento oltre a quello per rottura generale. Rispetto al collasso per slittamento la resistenza viene valutata come somma di una componente dovuta all'adesione e una dovuta all'attrito fondazione-terreno; la resistenza laterale derivante dalla spinta passiva del terreno può essere messa in conto secondo una percentuale indicata dall'utente.

La resistenza di calcolo per attrito ed adesione è valutata secondo l'espressione:

$$F_{Rd} = N_{sd} \cdot \tan \delta + c_a \cdot A'$$

Nella quale  $N_{sd}$  è il valore di calcolo della forza verticale,  $\delta$  è l'angolo di resistenza a taglio alla base del plinto,  $c_a$  è l'adesione plinto-terreno e  $A'$  è l'area della fondazione efficace, intesa, in caso di carichi eccentrici, come area ridotta al centro della quale è applicata la risultante.

**3.10 CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU ROCCIA**

Per la valutazione della capacità portante ammissibile delle rocce si deve tener conto di di alcuni parametri significativi quali le caratteristiche geologiche, il tipo di roccia e la sua qualità, misurata con l'RQD. Nella capacità portante delle rocce si utilizzano normalmente fattori di sicurezza molto alti e legati in qualche modo al valore del coefficiente RQD: ad esempio, per una roccia con RQD pari al massimo a 0.75 il fattore di sicurezza varia tra 6 e 10. Per la determinazione della capacità portante di una roccia si possono usare le formule di Terzaghi, usando angolo d'attrito e coesione della roccia, o quelle proposte da **Stagg e Zienkiewicz** (1968) in cui i coefficienti della formula della capacità portante valgono:

$$N_q = \tan^6(45 + \varphi / 2)$$

$$N_c = 5 \tan^4(45 + \varphi / 2)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Con tali coefficienti vanno usati i fattori di forma impiegati nella formula di Terzaghi.

La capacità portante ultima calcolata è comunque funzione del coefficiente RQD secondo la seguente espressione:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$$q' = q_{ult} (RQD)^2$$

Se il carotaggio in roccia non fornisce pezzi intatti (RQD tende a 0), la roccia viene trattata come un terreno stimando al meglio i parametri  $c$  e  $\varphi$

**3.11 FATTORI CORRETTIVI SISMICI: PAOLUCCI E PECKER**

Per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione del  $q_{lim}$  vengono introdotti i fattori correttivi  $z$ :

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\varphi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

Dove  $k_h$  è il coefficiente sismico orizzontale.

**4 CEDIMENTI ELASTICI - TEORIA**

I cedimenti di una fondazione rettangolare di dimensioni  $B \times L$  posta sulla superficie di un semispazio elastico si possono calcolare in base ad una equazione basata sulla teoria dell'elasticità (Timoshenko e Goodier (1951)):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left( I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) \cdot I_F \quad (1)$$

dove:

$q_0$  Intensità della pressione di contatto

$B'$  Minima dimensione dell'area reagente,

$E$  e  $\mu$  Parametri elastici del terreno.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

$I_i$  Coefficienti di influenza dipendenti da:  $L'/B'$ , spessore dello strato H, coefficiente di Poisson  $\mu$ , profondità del piano di posa D;

I coefficienti  $I_1$  e  $I_2$  si possono calcolare utilizzando le equazioni fornite da *Steinbrenner (1934)* (V. Bowles), in funzione del rapporto  $L'/B'$  ed H/B, utilizzando  $B'=B/2$  e  $L'=L/2$  per i coefficienti relativi al centro e  $B'=B$  e  $L'=L$  per i coefficienti relativi al bordo.

Il coefficiente di influenza  $I_F$  deriva dalle equazioni di *Fox (1948)*, che indicano il cedimento si riduce con la profondità in funzione del coefficiente di *Poisson* e del rapporto  $L/B$ .

In modo da semplificare l'equazione (1) si introduce il coefficiente  $I_S$ :

$$I_S = I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} \cdot I_2$$

Il cedimento dello strato di spessore H vale:

$$\Delta H = q_0 \cdot B \cdot \frac{1-\mu^2}{E_S} \cdot I_S \cdot I_F$$

Per meglio approssimare i cedimenti si suddivide la base di appoggio in modo che il punto si trovi in corrispondenza di uno spigolo esterno comune a più rettangoli. In pratica si moltiplica per un fattore pari a 4 per il calcolo dei cedimenti al centro e per un fattore pari a 1 per i cedimenti al bordo.

Nel calcolo dei cedimenti si considera una profondità del bulbo delle tensioni pari a 5B, se il substrato roccioso si trova ad una profondità maggiore.

A tal proposito viene considerato substrato roccioso lo strato che ha un valore di E pari a 10

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

volte dello strato soprastante.

Il modulo elastico per terreni stratificati viene calcolato come media pesata dei moduli elastici degli strati interessati dal cedimento immediato.

**4.1.1 CALCOLO - DATI GENERALI**

=====

Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	4,5 m
Lunghezza fondazione	4,5 m
Profondità piano di posa	1,1 m
Altezza di incastro	1,1 m
Sottofondazione...Sporgenza, Altezza	0,1/0,1 m

=====

**4.1.2 SISMA**

=====

Accelerazione massima (amax/g)	0,073
Effetto sismico secondo	NTC: Cascone Maugeri
Fattore di comportamento [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,0147
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,1718

=====

**4.1.3 Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

**4.1.4 Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

**4.1.5 Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,45	2,34	0,29
S.L.D.	50,0	0,59	2,34	0,31
S.L.V.	475,0	1,66	2,38	0,34
S.L.C.	975,0	2,1	2,45	0,34

**4.1.6 Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,72	0,2	0,0147	0,0073

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

S.L.D.	0,944	0,2	0,0193	0,0096
S.L.V.	2,5843	0,24	0,0633	0,0316
S.L.C.	2,988	0,28	0,0853	0,0427

**4.1.7 STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessor e strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturato [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesion e [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesion e non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edomet rico [kN/m <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolid az. primaria [cmq/s]	Coeff. consolid azione seconda ria	Descrizi one
0,5	18,0	24,52	36,5	0,0	0,0	22231,6 8	8804,41	0,29	0,0	0,0	
2,0	14,81	18,44	29,2	0,0	0,0	0,0	3555,89	0,35	0,0	0,0	
0,5	23,83	24,52	48,06	0,0	0,0	42477,5	17121,4 3	0,21	0,0	0,0	
1,5	15,79	18,63	29,86	0,0	0,0	0,0	4030,53	0,34	0,0	0,0	
5,0	19,42	23,34	33,48	0,0	0,0	16945,8 9	6633,22	0,32	0,0	0,0	
0,5	16,18	18,63	30,19	0,0	0,0	0,0	4268,83	0,34	0,0	0,0	
1,0	17,65	18,93	31,42	0,0	0,0	13351,7 5	5157,32	0,33	0,0	0,0	
4,0	20,2	24,22	34,61	0,0	0,0	18931,7 4	7449,13	0,31	0,0	0,0	
5,0	21,67	24,52	39,57	0,0	0,0	27615,5 3	11016,7 9	0,27	0,0	0,0	



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

**4.1.8 Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazio ne	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	120,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	S.L.E.	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
3	S.L.D.	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

**4.1.9 Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	Si	1	1	1	1	1	1,8	1,1
2	No	1	1	1	1	1	2,3	1
3	Si	1	1	1	1	1	1,8	1

**4.2 CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3**

Autore: TERZAGHI (1955)

Carico limite [Qult] 623,71 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto[Rd] 346,51 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 120,0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 5,2

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 24948,5 kN/m<sup>3</sup>

**A1+M1+R3**

**4.2.1 Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)**

=====

Fattore [Nq]	16,82
Fattore [Nc]	28,3
Fattore [Ng]	13,26
Fattore forma [Sc]	1,59
Fattore profondità [Dc]	1,09
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,56
Fattore profondità [Dq]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,6
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,52
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

=====

Carico limite	645,16 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	358,42 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]            Verificata

=====

**4.2.2 Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)**

=====

Fattore [Nq]	20,45
Fattore [Nc]	34,8
Fattore [Ng]	17,79
Fattore forma [Sc]	1,3
Fattore forma [Sg]	0,8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,52
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

=====

Carico limite	623,71 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	346,51 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]            Verificata

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

=====

**4.2.3 Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)**

=====

Fattore [Nq]	16,82
Fattore [Nc]	28,3
Fattore [Ng]	13,69
Fattore forma [Sc]	1,58
Fattore profondità [Dc]	1,08
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,29
Fattore profondità [Dq]	1,04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,29
Fattore profondità [Dg]	1,04
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,52
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

=====

Carico limite	736,53 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	409,18 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]      Verificata

=====

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

**4.2.4 Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)**

=====

Fattore [Nq]	16,82
Fattore [Nc]	28,3
Fattore [Ng]	19,91
Fattore forma [Sc]	1,59
Fattore profondità [Dc]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,56
Fattore profondità [Dq]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,6
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,52
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

=====

Carico limite	717,52 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	398,62 kN/m <sup>2</sup>

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

=====

**4.2.5 Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)**

=====

Fattore [Nq]	16,82
Fattore [Nc]	28,3
Fattore [Ng]	17,68
Fattore forma [Sc]	1,52
Fattore profondità [Dc]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,49
Fattore profondità [Dq]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,7
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,52

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1,0

=====

Carico limite 702,42 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 390,23 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

**4.2.6 Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)**

=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 16,82

Fattore [Nc] 28,3

Fattore [Ng] 4,12

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 224,64

Fattore [Nc] 200,95

Fattore [Ng] 99,71

Carico limite strato 2 (qb) 22965,77 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt) 691,15 kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1 48,21 kN/m<sup>2</sup>

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

Coefficiente di punzonamento (ks)	5,2
Rapporto (q1/q2)	38,95

=====

Carico limite	691,15 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	383,97 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

**4.3 CALCOLO DEI CEDIMENTI**

Per la natura del terreno e il volume significativo coinvolto si escludono cedimenti di tipo edometrico; gli unici cedimenti che si sviluppano sono quelli di natura istantanea calcolati come cedimenti elastici:

**4.3.1 CEDIMENTI ELASTICI**

Pressione normale di progetto	100.0 kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	5.0 m
Profondità substrato roccioso	50.0 m
Modulo Elastico	8000.0 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.35

Coefficiente di influenza I1	0.3
Coefficiente di influenza I2	0.06
Coefficiente di influenza Is	0.33

Cedimento al centro della fondazione                      20.94 mm

Coefficiente di influenza I1	0.15
Coefficiente di influenza I2	0.08
Coefficiente di influenza Is	0.19
Cedimento al bordo	6.15 mm

I cedimenti assoluti sono pari a 2,1 cm e si sviluppano all'applicazione del carico (fasi di costruzione).

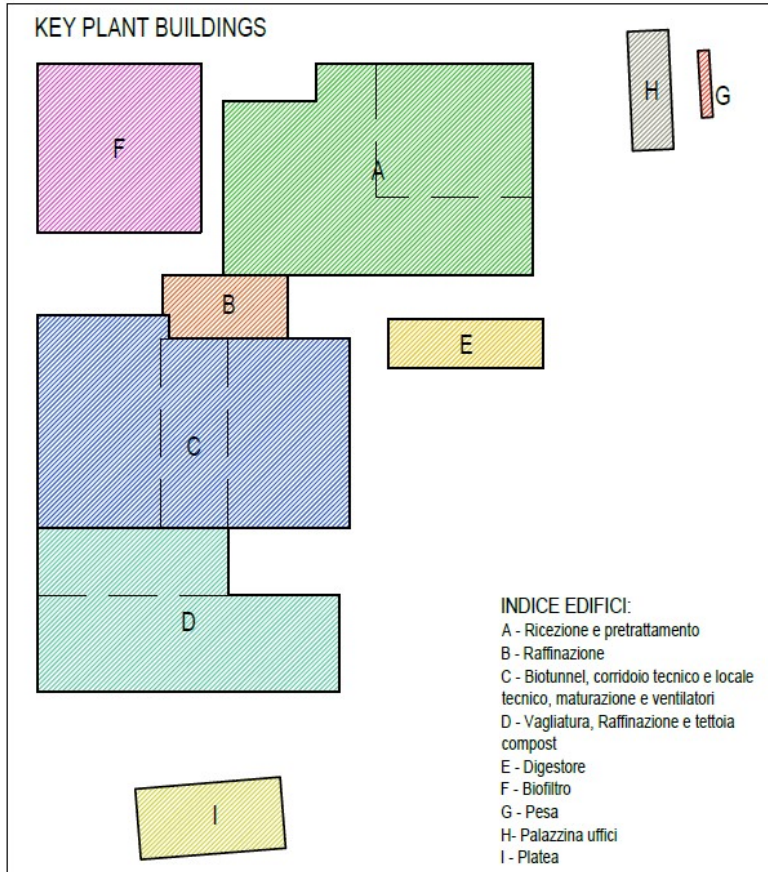
**Indice**



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021



**5 BUILDING A-B -RICEZIONE E RAFFINAZIONE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)**

Rev\_1 – Dicembre 2021

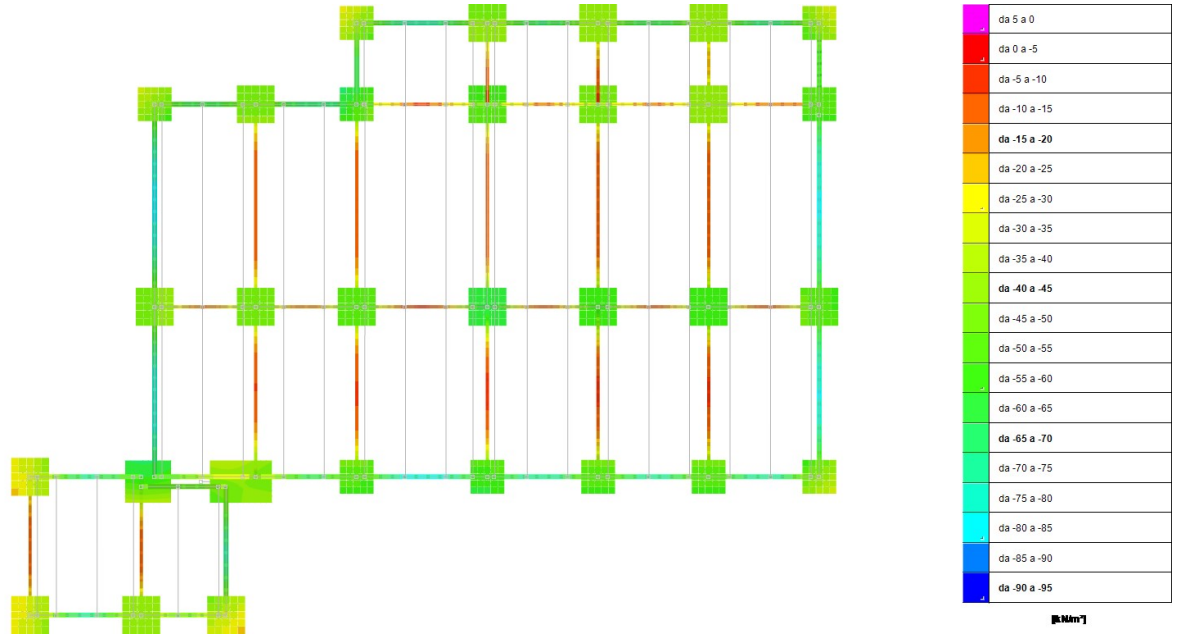


Figura 1 – pressioni minime SLE RARA (kPa)

**6 BUILDING C -BIOTUNNEL**

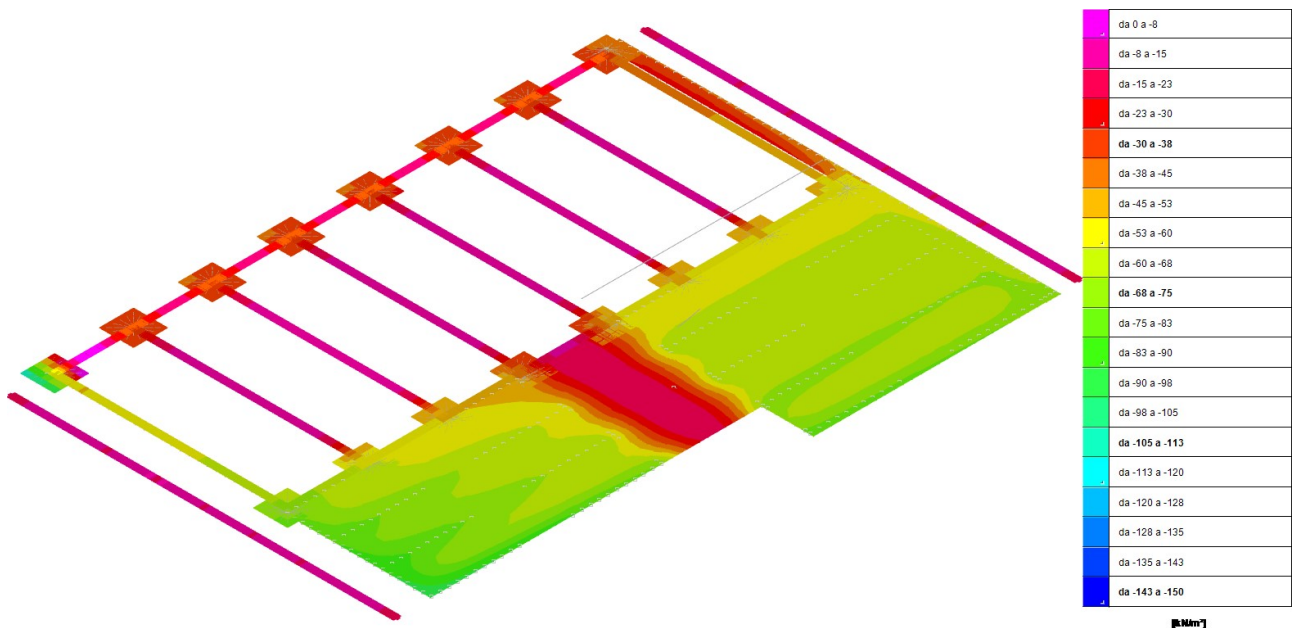


Figura 6.1 – Involuppo Pressione minima al suolo SLE rara fondazioni (kPa)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)

Rev\_1 – Dicembre 2021

7 BUILDING D STOCCAGGIO -RAFFINAZIONE

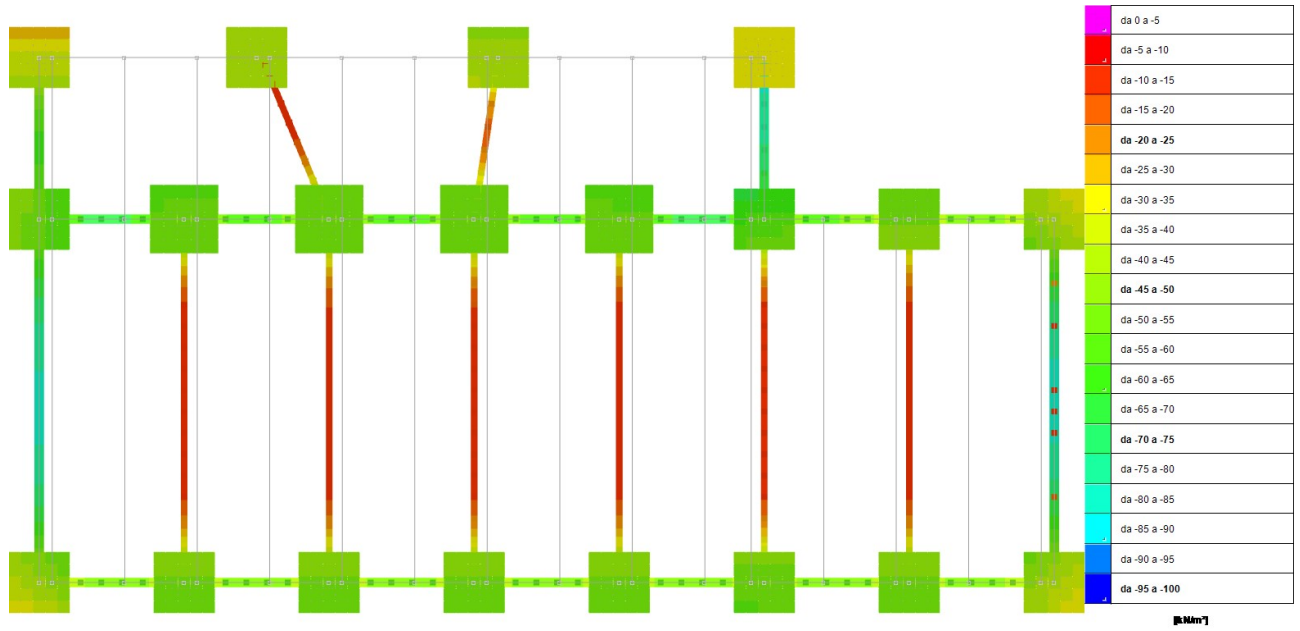


Figura 2 – pressioni minime SLE RARA (kPa)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)

Rev\_1 – Dicembre 2021

8 BUILDING F BIOFILTRO

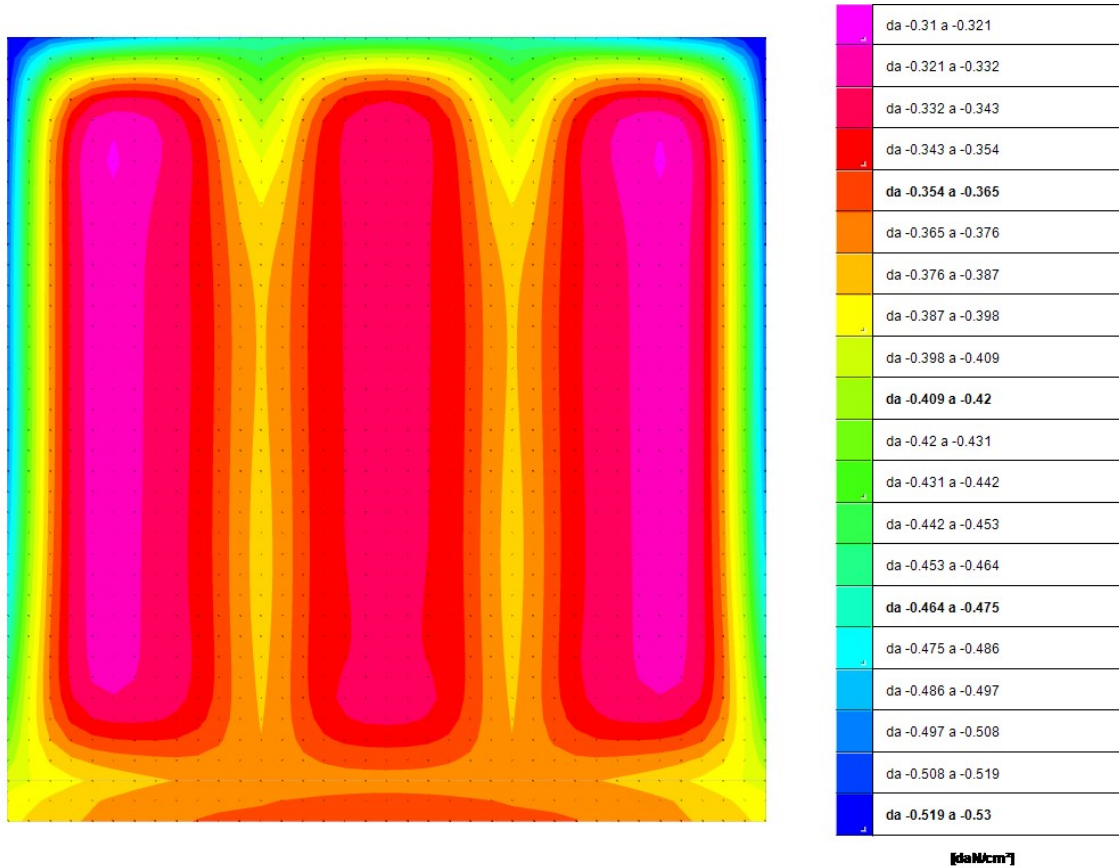


Figura 3 – pressioni minime SLE RARA (daN/cm<sup>2</sup>)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (RGF)

Rev\_1 – Dicembre 2021

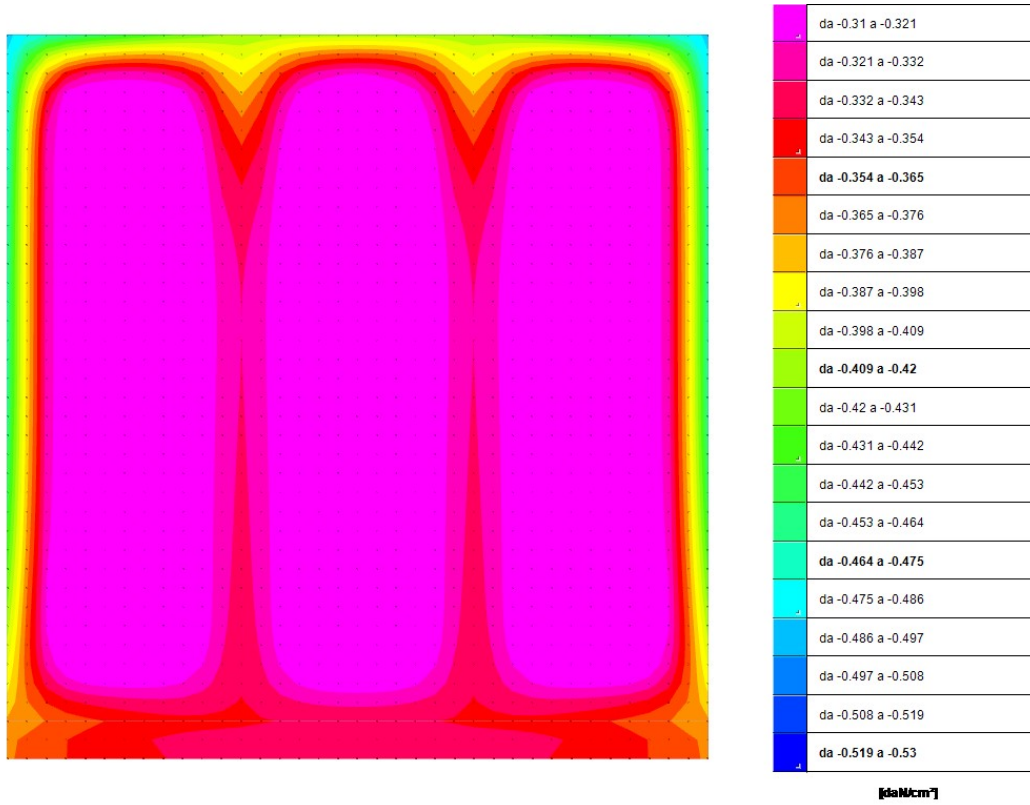


Figura 4 – pressioni minime SLE QP (daN/cm²)

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI  
ALLEGATO A - CORRELAZIONI GEOTECNICHE

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Studio TEN	
-------------------------	--

Cantiere: Napoli	
------------------	--

Località: Ponticelli	
----------------------	--

Committente: Studio TEN	
-------------------------	--

Cantiere: Napoli	
------------------	--

Località: Ponticelli	
----------------------	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (90°)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	18 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Signature 1

Signature 2

**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  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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  $A=10 \text{ cm}^2$  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  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> 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  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> 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  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, 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:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

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;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );

$M$  = 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:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa / \sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

---

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

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 resistenze 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  $s_{Nspt}$  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:

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

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 immersione  $d = 1$  mt..

### **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 =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 mt. sopra falda e < 7 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- 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 Gamma**

- 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  $\tau$  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/sec)**

- 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 ( $K_o$ )**

- 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). *Cu min-max*.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensibilità  $> 5$ , 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- $N_{spt}$ -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 - $M_o$  (Eed) (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 ...P1

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DL-30 (90°)  
 19/03/2002  
 20,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	22	0,757	58,75	77,65	2,94	3,88
0,20	36	0,705	89,53	127,06	4,48	6,35
0,30	46	0,653	105,97	162,35	5,30	8,12
0,40	65	0,651	149,29	229,41	7,46	11,47
0,50	33	0,699	81,40	116,47	4,07	5,82
0,60	18	0,797	50,63	63,53	2,53	3,18
0,70	12	0,845	35,79	42,35	1,79	2,12
0,80	9	0,843	26,79	31,76	1,34	1,59
0,90	7	0,842	19,64	23,33	0,98	1,17
1,00	8	0,840	22,39	26,67	1,12	1,33
1,10	6	0,838	16,76	20,00	0,84	1,00
1,20	6	0,836	16,73	20,00	0,84	1,00
1,30	5	0,835	13,91	16,67	0,70	0,83
1,40	4	0,833	11,10	13,33	0,56	0,67
1,50	3	0,831	8,31	10,00	0,42	0,50
1,60	3	0,830	8,30	10,00	0,41	0,50
1,70	4	0,828	11,04	13,33	0,55	0,67
1,80	3	0,826	8,26	10,00	0,41	0,50
1,90	3	0,825	7,81	9,47	0,39	0,47
2,00	3	0,823	7,80	9,47	0,39	0,47
2,10	3	0,822	7,78	9,47	0,39	0,47
2,20	3	0,820	7,77	9,47	0,39	0,47
2,30	3	0,819	7,76	9,47	0,39	0,47
2,40	4	0,817	10,32	12,63	0,52	0,63
2,50	6	0,816	15,46	18,95	0,77	0,95
2,60	92	0,614	178,45	290,53	8,92	14,53
2,70	127	0,613	245,77	401,05	12,29	20,05
2,80	68	0,611	131,29	214,74	6,56	10,74
2,90	112	0,610	204,97	336,00	10,25	16,80
3,00	71	0,609	129,65	213,00	6,48	10,65
3,10	26	0,707	55,17	78,00	2,76	3,90
3,20	16	0,756	36,29	48,00	1,81	2,40
3,30	11	0,805	26,55	33,00	1,33	1,65
3,40	12	0,803	28,92	36,00	1,45	1,80
3,50	9	0,802	21,66	27,00	1,08	1,35
3,60	7	0,801	16,82	21,00	0,84	1,05
3,70	6	0,800	14,39	18,00	0,72	0,90
3,80	6	0,798	14,37	18,00	0,72	0,90
3,90	6	0,797	13,67	17,14	0,68	0,86
4,00	6	0,796	13,65	17,14	0,68	0,86
4,10	4	0,795	9,08	11,43	0,45	0,57
4,20	4	0,794	9,07	11,43	0,45	0,57
4,30	3	0,793	6,79	8,57	0,34	0,43
4,40	5	0,791	11,31	14,29	0,57	0,71
4,50	9	0,790	20,32	25,71	1,02	1,29
4,60	19	0,739	40,13	54,29	2,01	2,71
4,70	25	0,688	49,15	71,43	2,46	3,57
4,80	26	0,687	51,04	74,29	2,55	3,71
4,90	31	0,636	53,78	84,55	2,69	4,23
5,00	31	0,635	53,69	84,55	2,68	4,23
5,10	30	0,684	55,96	81,82	2,80	4,09
5,20	23	0,683	42,84	62,73	2,14	3,14
5,30	31	0,632	53,43	84,55	2,67	4,23
5,40	50	0,581	79,23	136,36	3,96	6,82

5,50	43	0,580	68,03	117,27	3,40	5,86
5,60	27	0,679	50,01	73,64	2,50	3,68
5,70	21	0,678	38,84	57,27	1,94	2,86
5,80	20	0,727	39,67	54,55	1,98	2,73
5,90	23	0,676	40,58	60,00	2,03	3,00
6,00	21	0,675	37,00	54,78	1,85	2,74
6,10	24	0,675	42,24	62,61	2,11	3,13
6,20	18	0,724	33,98	46,96	1,70	2,35
6,30	18	0,723	33,94	46,96	1,70	2,35
6,40	18	0,722	33,90	46,96	1,70	2,35
6,50	19	0,721	35,75	49,57	1,79	2,48
6,60	23	0,670	40,22	60,00	2,01	3,00
6,70	23	0,670	40,17	60,00	2,01	3,00
6,80	19	0,719	35,62	49,57	1,78	2,48
6,90	15	0,718	26,92	37,50	1,35	1,88
7,00	17	0,717	30,48	42,50	1,52	2,13
7,10	24	0,666	39,98	60,00	2,00	3,00
7,20	30	0,666	49,92	75,00	2,50	3,75
7,30	36	0,615	55,34	90,00	2,77	4,50
7,40	24	0,664	39,85	60,00	1,99	3,00
7,50	20	0,713	35,67	50,00	1,78	2,50
7,60	20	0,713	35,64	50,00	1,78	2,50
7,70	16	0,712	28,48	40,00	1,42	2,00
7,80	14	0,711	24,90	35,00	1,24	1,75
7,90	21	0,661	33,29	50,40	1,66	2,52
8,00	18	0,710	30,67	43,20	1,53	2,16
8,10	19	0,709	32,34	45,60	1,62	2,28
8,20	26	0,659	41,09	62,40	2,05	3,12
8,30	30	0,658	47,37	72,00	2,37	3,60
8,40	29	0,657	45,74	69,60	2,29	3,48
8,50	30	0,657	47,28	72,00	2,36	3,60
8,60	27	0,656	42,51	64,80	2,13	3,24
8,70	28	0,655	44,04	67,20	2,20	3,36
8,80	35	0,605	50,80	84,00	2,54	4,20
8,90	34	0,604	47,40	78,46	2,37	3,92
9,00	30	0,653	45,24	69,23	2,26	3,46
9,10	25	0,653	37,67	57,69	1,88	2,88
9,20	26	0,652	39,14	60,00	1,96	3,00
9,30	24	0,652	36,09	55,38	1,80	2,77
9,40	29	0,651	43,57	66,92	2,18	3,35
9,50	32	0,601	44,35	73,85	2,22	3,69
9,60	20	0,700	32,31	46,15	1,62	2,31
9,70	6	0,749	10,38	13,85	0,52	0,69
9,80	8	0,749	13,82	18,46	0,69	0,92
9,90	6	0,748	9,98	13,33	0,50	0,67
10,00	10	0,748	16,62	22,22	0,83	1,11
10,10	10	0,747	16,60	22,22	0,83	1,11
10,20	10	0,747	16,59	22,22	0,83	1,11
10,30	11	0,746	18,24	24,44	0,91	1,22
10,40	15	0,696	23,18	33,33	1,16	1,67
10,50	19	0,695	29,34	42,22	1,47	2,11
10,60	16	0,694	24,69	35,56	1,23	1,78
10,70	14	0,694	21,59	31,11	1,08	1,56
10,80	18	0,693	27,74	40,00	1,39	2,00
10,90	20	0,693	29,69	42,86	1,48	2,14
11,00	23	0,642	31,66	49,29	1,58	2,46
11,10	22	0,642	30,26	47,14	1,51	2,36
11,20	20	0,691	29,63	42,86	1,48	2,14
11,30	25	0,641	34,33	53,57	1,72	2,68
11,40	25	0,640	34,30	53,57	1,72	2,68
11,50	29	0,640	39,76	62,14	1,99	3,11
11,60	31	0,589	39,14	66,43	1,96	3,32
11,70	25	0,639	34,22	53,57	1,71	2,68
11,80	29	0,638	39,66	62,14	1,98	3,11
11,90	26	0,638	34,30	53,79	1,72	2,69
12,00	25	0,637	32,96	51,72	1,65	2,59
12,10	23	0,637	30,30	47,59	1,51	2,38
12,20	24	0,636	31,59	49,66	1,58	2,48

12,30	25	0,636	32,88	51,72	1,64	2,59
12,40	32	0,585	38,74	66,21	1,94	3,31
12,50	46	0,535	50,89	95,17	2,54	4,76
12,60	43	0,534	47,52	88,97	2,38	4,45
12,70	34	0,584	41,06	70,34	2,05	3,52
12,80	32	0,583	38,61	66,21	1,93	3,31
12,90	30	0,633	37,96	60,00	1,90	3,00
13,00	29	0,632	36,66	58,00	1,83	2,90
13,10	35	0,582	40,71	70,00	2,04	3,50
13,20	39	0,531	41,42	78,00	2,07	3,90
13,30	39	0,531	41,38	78,00	2,07	3,90
13,40	47	0,530	49,82	94,00	2,49	4,70
13,50	36	0,579	41,72	72,00	2,09	3,60
13,60	33	0,579	38,21	66,00	1,91	3,30
13,70	38	0,578	43,96	76,00	2,20	3,80
13,80	32	0,578	36,99	64,00	1,85	3,20
13,90	31	0,577	34,64	60,00	1,73	3,00
14,00	30	0,627	36,40	58,06	1,82	2,90
14,10	31	0,576	34,58	60,00	1,73	3,00
14,20	33	0,576	36,77	63,87	1,84	3,19
14,30	30	0,625	36,30	58,06	1,81	2,90
14,40	25	0,625	30,22	48,39	1,51	2,42
14,50	25	0,624	30,20	48,39	1,51	2,42
14,60	25	0,623	30,17	48,39	1,51	2,42
14,70	24	0,623	28,93	46,45	1,45	2,32
14,80	22	0,622	26,50	42,58	1,32	2,13
14,90	25	0,622	29,14	46,88	1,46	2,34
15,00	25	0,621	29,12	46,88	1,46	2,34
15,10	29	0,621	33,74	54,38	1,69	2,72
15,20	39	0,520	38,02	73,13	1,90	3,66
15,30	37	0,569	39,50	69,38	1,97	3,47
15,40	43	0,519	41,82	80,63	2,09	4,03
15,50	60	0,518	58,28	112,50	2,91	5,63
15,60	51	0,517	49,48	95,63	2,47	4,78
15,70	51	0,517	49,42	95,63	2,47	4,78
15,80	51	0,516	49,36	95,63	2,47	4,78
15,90	52	0,516	48,74	94,55	2,44	4,73
16,00	54	0,515	50,55	98,18	2,53	4,91
16,10	54	0,514	50,49	98,18	2,52	4,91
16,20	47	0,514	43,88	85,45	2,19	4,27
16,30	45	0,513	41,96	81,82	2,10	4,09
16,40	48	0,512	44,70	87,27	2,23	4,36
16,50	58	0,511	53,93	105,45	2,70	5,27
16,60	62	0,511	57,57	112,73	2,88	5,64
16,70	57	0,510	52,86	103,64	2,64	5,18
16,80	50	0,509	46,30	90,91	2,31	4,55
16,90	50	0,509	44,87	88,24	2,24	4,41
17,00	44	0,508	39,43	77,65	1,97	3,88
17,10	48	0,507	42,95	84,71	2,15	4,24
17,20	48	0,506	42,89	84,71	2,14	4,24
17,30	46	0,506	41,04	81,18	2,05	4,06
17,40	50	0,505	44,53	88,24	2,23	4,41
17,50	54	0,504	48,02	95,29	2,40	4,76
17,60	59	0,503	52,38	104,12	2,62	5,21
17,70	57	0,502	50,52	100,59	2,53	5,03
17,80	59	0,501	52,21	104,12	2,61	5,21
17,90	46	0,501	39,48	78,86	1,97	3,94
18,00	49	0,500	41,98	84,00	2,10	4,20
18,10	44	0,499	37,63	75,43	1,88	3,77
18,20	42	0,498	35,86	72,00	1,79	3,60
18,30	39	0,497	33,24	66,86	1,66	3,34
18,40	46	0,496	39,13	78,86	1,96	3,94
18,50	50	0,495	42,45	85,71	2,12	4,29
18,60	53	0,494	44,92	90,86	2,25	4,54
18,70	51	0,493	43,14	87,43	2,16	4,37
18,80	49	0,492	41,37	84,00	2,07	4,20
18,90	52	0,491	42,60	86,67	2,13	4,33
19,00	54	0,491	44,15	90,00	2,21	4,50



19,10	56	0,490	45,69	93,33	2,28	4,67
19,20	53	0,488	43,15	88,33	2,16	4,42
19,30	49	0,487	39,81	81,67	1,99	4,08
19,40	48	0,486	38,91	80,00	1,95	4,00
19,50	52	0,485	42,06	86,67	2,10	4,33
19,60	56	0,484	45,20	93,33	2,26	4,67
19,70	57	0,483	45,90	95,00	2,30	4,75
19,80	54	0,482	43,39	90,00	2,17	4,50
19,90	52	0,481	40,56	84,32	2,03	4,22
20,00	150	0,480	116,72	243,24	5,84	12,16

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,5	40,4	142,59	Incoerente	0	2,14	2,5	0,05	0,75	30,34	Riporto
2,5	5,65	19	Incoerente	0	1,99	2,39	0,31	0,76	4,28	Riporto
3	94	291,06	Incoerente	0	1,97	0,0	0,55	0,76	71,63	Ilmo sabbioso Addensato
4,5	8,67	25,65	Incoerente	0	1,94	1,97	0,75	0,77	6,64	Sabbia
9,5	25,24	64,15	Incoerente	0	1,82	1,94	1,35	0,77	19,56	Sabbia addensata
10	10	22,8	Incoerente	0	2,12	2,5	1,86	0,78	7,82	Torba
11	15,6	34,33	Incoerente	0	1,8	1,93	2,0	0,78	12,23	Sabbia
15	30	60,67	Incoerente	0	2,06	2,47	2,5	0,79	23,61	Tufo
20	52,1	91,21	Incoerente	0	2,21	2,5	3,47	0,79	41,32	Tufo compatto

Carico limite e cedimenti fondazione Metodo di...**Sabbia medio-fine**

Larghezza fondazione B	4,50 mt
Immorsamento Fondazione dal p.c.	2,00 mt
Peso di volume medio sino a B sotto p. fondaz.	1,80 t/mc
Prof. Falda dal p.c. H	0,00 mt
Nspt medio (N/30) entro prof. B dal p. fondaz.	22,00 mt
Pressione ammissibile sulla fondazione	1,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Quota di riferimento Nspt	0,00 mt
Spessore strato compressibile (max. sino 2B)	9,00 mt
Coefficiente Cd per immorsamento	0,89
Coefficiente Cw per falda	1,00
Resistenza di progetto	1,50 Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di sottofondazione	1,50 Kg/cm <sup>3</sup>
Cedimento corrispondente	0,85 cm

PROVA ...P2

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 4,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	12	0,857	36,28	42,35	1,81	2,12
0,20	34	0,705	84,56	120,00	4,23	6,00
0,30	32	0,703	79,36	112,94	3,97	5,65
0,40	23	0,751	60,94	81,18	3,05	4,06
0,50	60	0,649	137,41	211,76	6,87	10,59
0,60	97	0,647	221,50	342,35	11,08	17,12

0,70	44	0,645	100,19	155,29	5,01	7,76
0,80	29	0,743	76,08	102,35	3,80	5,12
0,90	24	0,742	59,32	80,00	2,97	4,00
1,00	20	0,790	52,65	66,67	2,63	3,33
1,10	24	0,738	59,04	80,00	2,95	4,00
1,20	49	0,636	103,92	163,33	5,20	8,17
1,30	42	0,635	88,84	140,00	4,44	7,00
1,40	23	0,733	56,19	76,67	2,81	3,83
1,50	16	0,781	41,66	53,33	2,08	2,67
1,60	15	0,780	38,98	50,00	1,95	2,50
1,70	12	0,828	33,12	40,00	1,66	2,00
1,80	13	0,776	33,64	43,33	1,68	2,17
1,90	16	0,775	39,15	50,53	1,96	2,53
2,00	26	0,723	59,38	82,11	2,97	4,11
2,10	27	0,722	61,53	85,26	3,08	4,26
2,20	50	0,620	97,91	157,89	4,90	7,89
2,30	48	0,619	93,77	151,58	4,69	7,58
2,40	49	0,617	95,49	154,74	4,77	7,74
2,50	88	0,616	171,10	277,89	8,55	13,89
2,60	85	0,614	164,88	268,42	8,24	13,42
2,70	44	0,613	85,15	138,95	4,26	6,95
2,80	36	0,661	75,19	113,68	3,76	5,68
2,90	71	0,610	129,94	213,00	6,50	10,65
3,00	68	0,609	124,17	204,00	6,21	10,20
3,10	50	0,607	91,10	150,00	4,55	7,50
3,20	37	0,656	72,82	111,00	3,64	5,55
3,30	26	0,705	54,97	78,00	2,75	3,90
3,40	18	0,753	40,68	54,00	2,03	2,70
3,50	22	0,702	46,34	66,00	2,32	3,30
3,60	17	0,751	38,29	51,00	1,91	2,55
3,70	1	0,800	2,40	3,00	0,12	0,15
3,80	1	0,798	2,40	3,00	0,12	0,15
3,90	9	0,797	20,50	25,71	1,02	1,29
4,00	14	0,746	29,84	40,00	1,49	2,00
4,10	50	0,595	84,98	142,86	4,25	7,14
4,20	200	0,594	339,26	571,43	16,96	28,57

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,2	31,27	106,24	Incoerente	0	2,06	2,47	0,23	0,76	23,67	Strato
3	61,12	190,28	Incoerente	0	2,23	2,5	0,54	0,76	46,57	Strato
4,2	37,08	108	Incoerente	0	2,12	2,5	0,76	0,77	28,4	Strato

PROVA ...P3

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	22	0,757	58,75	77,65	2,94	3,88
0,20	27	0,755	71,91	95,29	3,60	4,76
0,30	35	0,703	86,80	123,53	4,34	6,18
0,40	62	0,651	142,40	218,82	7,12	10,94
0,50	67	0,649	153,44	236,47	7,67	11,82
0,60	42	0,647	95,91	148,24	4,80	7,41
0,70	23	0,745	60,49	81,18	3,02	4,06
0,80	32	0,693	78,31	112,94	3,92	5,65

0,90	34	0,692	78,37	113,33	3,92	5,67
1,00	45	0,640	95,96	150,00	4,80	7,50
1,10	43	0,638	91,45	143,33	4,57	7,17
1,20	39	0,636	82,71	130,00	4,14	6,50
1,30	31	0,685	70,74	103,33	3,54	5,17
1,40	25	0,733	61,07	83,33	3,05	4,17
1,50	24	0,731	58,50	80,00	2,92	4,00
1,60	15	0,780	38,98	50,00	1,95	2,50
1,70	12	0,828	33,12	40,00	1,66	2,00
1,80	8	0,826	22,04	26,67	1,10	1,33
1,90	12	0,825	31,25	37,89	1,56	1,89
2,00	37	0,673	78,66	116,84	3,93	5,84
2,10	16	0,772	38,99	50,53	1,95	2,53
2,20	10	0,820	25,90	31,58	1,29	1,58
2,30	10	0,819	25,85	31,58	1,29	1,58
2,40	12	0,817	30,97	37,89	1,55	1,89
2,50	15	0,766	36,27	47,37	1,81	2,37
2,60	25	0,714	56,39	78,95	2,82	3,95
2,70	27	0,713	60,78	85,26	3,04	4,26
2,80	20	0,761	48,09	63,16	2,40	3,16
2,90	21	0,710	44,73	63,00	2,24	3,15
3,00	42	0,609	76,69	126,00	3,83	6,30
3,10	44	0,607	80,17	132,00	4,01	6,60
3,20	47	0,606	85,45	141,00	4,27	7,05
3,30	54	0,605	97,96	162,00	4,90	8,10
3,40	156	0,603	282,39	468,00	14,12	23,40
3,50	135	0,602	243,86	405,00	12,19	20,25
3,60	99	0,601	178,46	297,00	8,92	14,85
3,70	51	0,600	91,74	153,00	4,59	7,65
3,80	51	0,598	91,56	153,00	4,58	7,65
3,90	40	0,597	68,25	114,29	3,41	5,71
4,00	38	0,646	70,14	108,57	3,51	5,43
4,10	31	0,645	57,12	88,57	2,86	4,43
4,20	26	0,694	51,53	74,29	2,58	3,71
4,30	10	0,793	22,64	28,57	1,13	1,43
4,40	4	0,791	9,04	11,43	0,45	0,57
4,50	4	0,790	9,03	11,43	0,45	0,57
4,60	1	0,789	2,25	2,86	0,11	0,14
4,70	1	0,788	2,25	2,86	0,11	0,14
4,80	5	0,787	11,24	14,29	0,56	0,71
4,90	3	0,786	6,43	8,18	0,32	0,41
5,00	78	0,585	124,45	212,73	6,22	10,64
5,10	200	0,584	318,55	545,45	15,93	27,27

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,5	36,73	126,5	Incoerente	0	2,1	2,5	0,16	0,75	27	Strato
2,5	14,7	47,04	Incoerente	0	1,76	1,92	0,4	0,76	11	Strato
4,2	53,35	159,59	Incoerente	0	2,2	2,5	0,68	0,77	40	Strato
4,8	4,17	11,91	Incoerente	0	1,45	1,87	0,91	0,77	3	Strato
5,1	93,67	255,46	Incoerente	0	2,43	2,5	0,99	0,77	72	Strato

PROVA ...P4

Profondità prova  
Falda non rilevata

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
3,50 mt

DL-30 (90°)  
26/09/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )

						(Kg/cm <sup>2</sup> )	
0,10	17	0,807	48,40	60,00	2,42	3,00	
0,20	14	0,805	39,76	49,41	1,99	2,47	
0,30	20	0,803	56,66	70,59	2,83	3,53	
0,40	43	0,651	98,76	151,76	4,94	7,59	
0,50	59	0,649	135,12	208,24	6,76	10,41	
0,60	28	0,747	73,82	98,82	3,69	4,94	
0,70	20	0,795	56,13	70,59	2,81	3,53	
0,80	16	0,793	44,80	56,47	2,24	2,82	
0,90	11	0,842	30,86	36,67	1,54	1,83	
1,00	10	0,840	27,99	33,33	1,40	1,67	
1,10	9	0,838	25,14	30,00	1,26	1,50	
1,20	6	0,836	16,73	20,00	0,84	1,00	
1,30	5	0,835	13,91	16,67	0,70	0,83	
1,40	7	0,833	19,43	23,33	0,97	1,17	
1,50	6	0,831	16,62	20,00	0,83	1,00	
1,60	8	0,830	22,12	26,67	1,11	1,33	
1,70	10	0,828	27,60	33,33	1,38	1,67	
1,80	9	0,826	24,79	30,00	1,24	1,50	
1,90	5	0,825	13,02	15,79	0,65	0,79	
2,00	10	0,823	26,00	31,58	1,30	1,58	
2,10	20	0,772	48,74	63,16	2,44	3,16	
2,20	13	0,770	31,62	41,05	1,58	2,05	
2,30	10	0,819	25,85	31,58	1,29	1,58	
2,40	7	0,817	18,06	22,11	0,90	1,11	
2,50	6	0,816	15,46	18,95	0,77	0,95	
2,60	4	0,814	10,29	12,63	0,51	0,63	
2,70	7	0,813	17,97	22,11	0,90	1,11	
2,80	11	0,811	28,19	34,74	1,41	1,74	
2,90	9	0,810	21,87	27,00	1,09	1,35	
3,00	12	0,809	29,11	36,00	1,46	1,80	
3,10	17	0,757	38,62	51,00	1,93	2,55	
3,20	17	0,756	38,56	51,00	1,93	2,55	
3,30	12	0,805	28,97	36,00	1,45	1,80	
3,40	12	0,803	28,92	36,00	1,45	1,80	
3,50	100	0,602	180,64	300,00	9,03	15,00	

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,8	27,12	95,74	Incoerente	0	2,0	2,4	0,08	0,75	20	Strato
3,4	9,73	30,8	Incoerente	0	1,64	1,9	0,37	0,76	7	Strato
3,5	100	300	Incoerente	0	2,5	2,5	0,6	0,77	76	Strato

PROVA ...P4-BIS

Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda non rilevata

Strumento utilizzato...  
26/09/2019  
3,70 mt

DL-30 (90°)

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	12	0,857	36,28	42,35	1,81	2,12
0,20	17	0,805	48,28	60,00	2,41	3,00
0,30	27	0,753	71,73	95,29	3,59	4,76
0,40	45	0,651	103,36	158,82	5,17	7,94
0,50	50	0,649	114,51	176,47	5,73	8,82
0,60	46	0,647	105,04	162,35	5,25	8,12
0,70	33	0,695	80,97	116,47	4,05	5,82
0,80	21	0,743	55,09	74,12	2,75	3,71

0,90	11	0,842	30,86	36,67	1,54	1,83
1,00	8	0,840	22,39	26,67	1,12	1,33
1,10	7	0,838	19,55	23,33	0,98	1,17
1,20	8	0,836	22,30	26,67	1,12	1,33
1,30	7	0,835	19,47	23,33	0,97	1,17
1,40	6	0,833	16,66	20,00	0,83	1,00
1,50	6	0,831	16,62	20,00	0,83	1,00
1,60	29	0,730	70,52	96,67	3,53	4,83
1,70	19	0,778	49,27	63,33	2,46	3,17
1,80	13	0,776	33,64	43,33	1,68	2,17
1,90	9	0,825	23,44	28,42	1,17	1,42
2,00	9	0,823	23,40	28,42	1,17	1,42
2,10	5	0,822	12,97	15,79	0,65	0,79
2,20	4	0,820	10,36	12,63	0,52	0,63
2,30	3	0,819	7,76	9,47	0,39	0,47
2,40	2	0,817	5,16	6,32	0,26	0,32
2,50	2	0,816	5,15	6,32	0,26	0,32
2,60	2	0,814	5,14	6,32	0,26	0,32
2,70	7	0,813	17,97	22,11	0,90	1,11
2,80	15	0,761	36,07	47,37	1,80	2,37
2,90	18	0,760	41,04	54,00	2,05	2,70
3,00	23	0,709	48,90	69,00	2,44	3,45
3,10	23	0,707	48,81	69,00	2,44	3,45
3,20	21	0,706	44,48	63,00	2,22	3,15
3,30	8	0,805	19,31	24,00	0,97	1,20
3,40	71	0,603	128,52	213,00	6,43	10,65
3,50	147	0,602	265,54	441,00	13,28	22,05
3,60	152	0,601	274,00	456,00	13,70	22,80
3,70	200	0,600	359,78	600,00	17,99	30,00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,8	31,38	110,74	Incoerente	0	2,06	2,47	0,08	0,75	23,57	Strato
1,5	7,57	25,24	Incoerente	0	1,57	1,89	0,22	0,76	5,73	Strato
2	15,8	52,04	Incoerente	0	1,79	1,93	0,32	0,76	11,96	Strato
2,5	3,2	10,11	Incoerente	0	1,42	1,87	0,4	0,76	2,44	Strato
3,3	14,62	44,35	Incoerente	0	1,77	1,92	0,51	0,76	11,14	Strato
3,7	142,5	427,5	Incoerente	0	2,5	2,5	0,63	0,77	109,15	Strato

PROVA ...P5

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 5,10 mt

DL-30 (90°)  
 26/09/2019

Profondità prova  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	17	0,807	48,40	60,00	2,42	3,00
0,20	23	0,755	61,26	81,18	3,06	4,06
0,30	24	0,753	63,76	84,71	3,19	4,24
0,40	16	0,801	45,22	56,47	2,26	2,82
0,50	18	0,799	50,75	63,53	2,54	3,18
0,60	17	0,797	47,82	60,00	2,39	3,00
0,70	15	0,795	42,10	52,94	2,10	2,65
0,80	12	0,843	35,72	42,35	1,79	2,12
0,90	10	0,842	28,05	33,33	1,40	1,67
1,00	111	0,640	236,71	370,00	11,84	18,50
1,10	10	0,838	27,93	33,33	1,40	1,67
1,20	9	0,836	25,09	30,00	1,25	1,50

1,30	13	0,785	34,00	43,33	1,70	2,17
1,40	14	0,783	36,53	46,67	1,83	2,33
1,50	8	0,831	22,17	26,67	1,11	1,33
1,60	9	0,830	24,89	30,00	1,24	1,50
1,70	11	0,828	30,36	36,67	1,52	1,83
1,80	6	0,826	16,53	20,00	0,83	1,00
1,90	8	0,825	20,84	25,26	1,04	1,26
2,00	14	0,773	34,18	44,21	1,71	2,21
2,10	13	0,772	31,68	41,05	1,58	2,05
2,20	12	0,820	31,08	37,89	1,55	1,89
2,30	11	0,819	28,44	34,74	1,42	1,74
2,40	15	0,767	36,34	47,37	1,82	2,37
2,50	13	0,766	31,43	41,05	1,57	2,05
2,60	10	0,814	25,71	31,58	1,29	1,58
2,70	11	0,813	28,23	34,74	1,41	1,74
2,80	140	0,611	270,31	442,11	13,52	22,11
2,90	146	0,610	267,20	438,00	13,36	21,90
3,00	128	0,609	233,73	384,00	11,69	19,20
3,10	138	0,607	251,43	414,00	12,57	20,70
3,20	124	0,606	225,43	372,00	11,27	18,60
3,30	137	0,605	248,53	411,00	12,43	20,55
3,40	18	0,753	40,68	54,00	2,03	2,70
3,50	11	0,802	26,47	33,00	1,32	1,65
3,60	8	0,801	19,22	24,00	0,96	1,20
3,70	5	0,800	11,99	15,00	0,60	0,75
3,80	4	0,798	9,58	12,00	0,48	0,60
3,90	5	0,797	11,39	14,29	0,57	0,71
4,00	5	0,796	11,37	14,29	0,57	0,71
4,10	8	0,795	18,17	22,86	0,91	1,14
4,20	16	0,744	34,00	45,71	1,70	2,29
4,30	19	0,743	40,31	54,29	2,02	2,71
4,40	14	0,741	29,66	40,00	1,48	2,00
4,50	5	0,790	11,29	14,29	0,56	0,71
4,60	2	0,789	4,51	5,71	0,23	0,29
4,70	3	0,788	6,76	8,57	0,34	0,43
4,80	10	0,787	22,49	28,57	1,12	1,43
4,90	56	0,586	89,51	152,73	4,48	7,64
5,00	132	0,585	210,61	360,00	10,53	18,00
5,10	200	0,584	318,55	545,45	15,93	27,27

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,6	16,88	56,71	Incoerente	0	1,79	1,93	0,23	0,76	12	Strato
3,2	114,5	347,47	Incoerente	0	1,3	1,86	0,5	0,76	86	Strato
4,8	16,88	49,85	Incoerente	0	1,79	1,93	0,69	0,76	12	Strato
5,1	129,33	352,73	Incoerente	0	2,5	2,5	0,87	0,76	97	Strato

PROVA ...P6

Profondità prova  
Falda non rilevata

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
3,80 mt

DL-30 (90°)  
26/09/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	20	0,807	56,94	70,59	2,85	3,53
0,20	53	0,655	122,45	187,06	6,12	9,35
0,30	19	0,803	53,83	67,06	2,69	3,35
0,40	19	0,801	53,70	67,06	2,68	3,35

0,50	33	0,699	81,40	116,47	4,07	5,82
0,60	25	0,747	65,91	88,24	3,30	4,41
0,70	19	0,795	53,32	67,06	2,67	3,35
0,80	15	0,793	42,00	52,94	2,10	2,65
0,90	13	0,792	34,30	43,33	1,71	2,17
1,00	11	0,840	30,79	36,67	1,54	1,83
1,10	11	0,838	30,73	36,67	1,54	1,83
1,20	70	0,636	148,46	233,33	7,42	11,67
1,30	110	0,635	232,67	366,67	11,63	18,33
1,40	38	0,683	86,50	126,67	4,32	6,33
1,50	28	0,731	68,25	93,33	3,41	4,67
1,60	21	0,730	51,07	70,00	2,55	3,50
1,70	16	0,778	41,49	53,33	2,07	2,67
1,80	19	0,776	49,17	63,33	2,46	3,17
1,90	7	0,825	18,23	22,11	0,91	1,11
2,00	9	0,823	23,40	28,42	1,17	1,42
2,10	4	0,822	10,38	12,63	0,52	0,63
2,20	3	0,820	7,77	9,47	0,39	0,47
2,30	1	0,819	2,59	3,16	0,13	0,16
2,40	3	0,817	7,74	9,47	0,39	0,47
2,50	3	0,816	7,73	9,47	0,39	0,47
2,60	13	0,764	31,37	41,05	1,57	2,05
2,70	20	0,763	48,18	63,16	2,41	3,16
2,80	15	0,761	36,07	47,37	1,80	2,37
2,90	11	0,810	26,73	33,00	1,34	1,65
3,00	7	0,809	16,98	21,00	0,85	1,05
3,10	3	0,807	7,27	9,00	0,36	0,45
3,20	4	0,806	9,67	12,00	0,48	0,60
3,30	4	0,805	9,66	12,00	0,48	0,60
3,40	2	0,803	4,82	6,00	0,24	0,30
3,50	6	0,802	14,44	18,00	0,72	0,90
3,60	69	0,601	124,38	207,00	6,22	10,35
3,70	106	0,600	190,68	318,00	9,53	15,90
3,80	200	0,598	359,05	600,00	17,95	30,00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,1	9,99	20,4	Incoerente	0	1,64	1,9	0,09	0,76	7	Strato
1,5	29,49	57,97	Incoerente	0	2,04	2,45	0,22	0,76	22	Strato
2,5	1,58	7,38	Incoerente	0	1,36	1,86	0,33	0,76	1	Strato
3	8,89	12,87	Incoerente	0	1,61	1,9	0,44	0,76	6	Strato
3,5	2,47	3,69	Incoerente	0	1,39	1,87	0,51	0,76	1	Strato
3,8	69,86	118,99	Incoerente	0	2,25	2,5	0,58	0,76	52	Strato

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Cantiere: Napoli Località: Ponticelli	Committente: Studio TEN
--	-------------------------

--	--

Committente: Studio TEN Cantiere: Napoli  Località: Ponticelli	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (90°)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	18 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Signature 1

Signature 2



**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  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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  $A=10 \text{ cm}^2$  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  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> 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  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> 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  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, 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:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

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;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );

$M$  = 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:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa / \sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

---

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

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 resistenze 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  $s_{Nspt}$  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:

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

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 immersione  $d = 1$  mt..

### **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 =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 mt. sopra falda e < 7 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- 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 Gamma**

- 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  $\tau$  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/sec)**

- 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 ( $K_o$ )**

- 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). *Cu min-max*.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensibilità  $> 5$ , 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 - $M_o$  (Eed) (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 ...P1

Strumento utilizzato...	DL-30 (90°)
Prova eseguita in data	19/03/2002
Profondità prova	20,00 mt
Falda non rilevata	

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio







## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Riporto	30,34	0,50	68,13	100	100	63,85
[2] - Riporto	4,28	2,50	18,41	43,32	46,77	18,89
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	80,12	100	100	100
[4] - Sabbia	6,64	4,50	20,17	44,95	45,63	25,08
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	34,5	64,88	65,55	50,57
[6] - Torba	7,82	10,00	13,33	36,72	38,89	27,97
[7] - Sabbia	12,23	11,00	19,97	44,69	47,24	37,71
[8] - Tufo	23,61	15,00	28,92	57,02	61	56,22
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	34,48	66,13	73,19	73,42

### 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)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	35,67	28,67	36,5	36,89	39,74	42	32-35	36,33	36,1	48,59	39,63
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	28,22	21,22	29,2	29,93	31,37	0	<30	23,01	28,28	30,53	24,25
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	47,47	40,47	48,06	33,2	41,9	42	>38	47,78	48,49	54,18	52,85
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	28,9	21,9	29,86	28,69	32,35	0	<30	24,98	28,99	32,68	26,52
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	32,59	25,59	33,48	29,17	36,94	37,08	30-32	32,13	32,87	39,83	34,78
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	29,23	22,23	30,19	26,99	32,82	0	<30	25,83	29,35	29,9	27,51
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	30,49	23,49	31,42	27,55	34,5	34,26	30-32	28,54	30,67	33,26	30,64
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	33,75	26,75	34,61	28,13	38,1	35,98	30-32	33,82	34,08	37,09	36,73
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	38,81	31,81	39,57	28,33	41,65	37,26	35-38	39,9	39,4	38,31	43,75

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	393,17	242,72	358,71	407,55	226,70
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	---	34,24	---	---	---
[3] - Lmo	71,63	3,00	71,63	604,11	573,04	845,93	717,22	433,15

sabbioso Addensato								
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	---	53,12	---	---	---
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	315,69	156,48	231,51	326,70	172,80
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	---	62,56	---	---	---
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	249,62	97,84	145,01	271,73	136,15
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	346,83	188,88	279,30	357,08	193,05
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	458,83	330,56	488,28	489,90	281,60

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	182,04	89,78	215,41	173,32
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	---	36,26	30,39	57,09
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	429,78	174,59	508,57	357,47
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	---	41,10	47,14	67,61
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	117,36	67,64	138,88	125,24
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	---	43,53	55,52	72,88
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	73,38	52,59	86,83	92,55
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	141,66	75,96	167,63	143,30
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	247,92	112,34	293,37	222,29

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Meyerhof ed altri	2,14
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Meyerhof ed altri	1,51
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Meyerhof ed altri	2,43
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Meyerhof ed altri	1,61
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Meyerhof ed altri	1,98
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Meyerhof ed altri	1,65
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Meyerhof ed altri	1,80
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Meyerhof ed altri	2,06
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Meyerhof ed altri	2,21

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,38
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	(A.G.I.)	0,29
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	(A.G.I.)	0,35
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	(A.G.I.)	0,21
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	(A.G.I.)	0,34
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	(A.G.I.)	0,32
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	(A.G.I.)	0,34
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	(A.G.I.)	0,33
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	(A.G.I.)	0,31
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	(A.G.I.)	0,27

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	1606,97	1005,59
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	254,96	303,89
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	3603,32	1699,70
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	385,26	397,42
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	1063,65	769,02
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	449,29	439,20
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	684,06	577,20
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	1269,47	862,72
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	2148,35	1214,46

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Ohta & Goto (1978) Limi	94,47
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Ohta & Goto (1978) Limi	95,14
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Ohta & Goto (1978) Limi	174,12
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Ohta & Goto (1978) Limi	122,5
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Ohta & Goto (1978) Limi	166,58
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Ohta & Goto (1978) Limi	151,54
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Ohta & Goto (1978) Limi	166,09
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Ohta & Goto (1978) Limi	193,94
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Ohta & Goto (1978) Limi	226,27

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Seed e Idriss (1971)	--
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Seed e Idriss (1971)	--
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Seed e Idriss (1971)	--
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Navfac 1971-1982	5,66
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Navfac 1971-1982	0,82
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Navfac 1971-1982	11,93
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Navfac 1971-1982	1,36
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Navfac 1971-1982	3,97

[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Navfac 1971-1982	1,63
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Navfac 1971-1982	2,57
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Navfac 1971-1982	4,66
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Navfac 1971-1982	7,05

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Robertson 1983	60,68
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Robertson 1983	8,56
[3] - Llmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Robertson 1983	143,26
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Robertson 1983	13,28
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Robertson 1983	39,12
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Robertson 1983	15,64
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Robertson 1983	24,46
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Robertson 1983	47,22
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Robertson 1983	82,64

PROVA ...P2

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 4,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	23,67	2,20	56,51	100	100	56,3
[2] - Strato	46,57	3,00	67,6	100	100	77,56
[3] - Strato	28,4	4,20	50,54	92,66	91,09	61,84

### 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)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	33,76	26,76	34,63	33,35	38,12	42	30-32	33,84	34,1	45,76	36,76
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	40,31	33,31	41,04	32,55	42,22	42	35-38	41,43	40,97	50,47	45,52
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	35,11	28,11	35,95	31,02	39,31	40,97	32-35	35,64	35,52	45,33	38,83

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	347,27	189,36	280,01	357,52	193,35
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	487,11	372,56	550,23	529,28	307,85
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	380,39	227,20	335,82	393,00	217,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	142,02	76,08	168,06	143,57
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	279,42	123,12	330,65	245,70
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	170,40	85,80	201,64	164,66

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Meyerhof ed altri	2,06
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Meyerhof ed altri	2,23
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Meyerhof ed altri	2,12

### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Poisson

		(m)	presenza falda		
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	(A.G.I.)	0,31
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	(A.G.I.)	0,26
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	(A.G.I.)	0,3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	1272,51	864,06
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	2403,99	1306,54
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	1510,19	965,80

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Ohta & Goto (1978) Limi	120,46
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Ohta & Goto (1978) Limi	159,88
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Ohta & Goto (1978) Limi	156,28

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Navfac 1971-1982	4,67
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Navfac 1971-1982	7,71
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Navfac 1971-1982	5,38

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Robertson 1983	47,34
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Robertson 1983	93,14
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Robertson 1983	56,80

PROVA ...P3

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	27	1,50	61,8	100	100	60,3
[2] - Strato	11	2,50	34,91	66,32	68,33	35,16
[3] - Strato	40	4,20	60,72	100	100	72,37
[4] - Strato	3	4,80	5,73	28,68	29,67	15,3
[5] - Strato	72	5,10	71,7	100	100	100

### 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)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	27	1,50	27	34,71	27,71	35,56	34,35	38,97	42	32-35	35,12	35,1	47,17	38,24
[2] - Strato	11	2,50	11	30,14	23,14	31,08	30,86	34,05	37,28	<30	27,85	30,3	38,4	29,83
[3] - Strato	40	4,20	40	38,43	31,43	39,2	31,82	41,47	42	35-38	39,49	39	48,63	43,28
[4] - Strato	3	4,80	3	27,86	20,86	28,84	26,99	30,81	0	<30	21,71	27,9	25,14	22,75
[5] - Strato	72	5,10	72	47,57	40,57	48,16	31,95	41,85	42	>38	47,86	48,6	52,58	52,95

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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



[1] - Strato	27	1,50	27	370,90	216,00	319,30	382,50	210,00
[2] - Strato	11	2,50	11	236,74	88,00	130,50	262,50	130,00
[3] - Strato	40	4,20	40	451,44	320,00	472,70	480,00	275,00
[4] - Strato	3	4,80	3	---	24,00	---	---	---
[5] - Strato	72	5,10	72	605,67	576,00	850,30	720,00	435,00

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	27	1,50	27	162,00	82,92	191,70	158,42
[2] - Strato	11	2,50	11	66,00	50,06	78,10	87,06
[3] - Strato	40	4,20	40	240,00	109,63	284,00	216,40
[4] - Strato	3	4,80	3	---	33,63	21,30	51,38
[5] - Strato	72	5,10	72	432,00	175,35	511,20	359,12

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	27	1,50	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	11	2,50	11	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	40	4,20	40	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[4] - Strato	3	4,80	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[5] - Strato	72	5,10	72	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27	1,50	27	Meyerhof ed altri	2,10
[2] - Strato	11	2,50	11	Meyerhof ed altri	1,76
[3] - Strato	40	4,20	40	Meyerhof ed altri	2,20
[4] - Strato	3	4,80	3	Meyerhof ed altri	1,45
[5] - Strato	72	5,10	72	Meyerhof ed altri	2,43

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27	1,50	27	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - Strato	11	2,50	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] - Strato	40	4,20	40	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[4] - Strato	3	4,80	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[5] - Strato	72	5,10	72	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	27	1,50	27	(A.G.I.)	0,3
[2] - Strato	11	2,50	11	(A.G.I.)	0,33
[3] - Strato	40	4,20	40	(A.G.I.)	0,27
[4] - Strato	3	4,80	3	(A.G.I.)	0,35
[5] - Strato	72	5,10	72	(A.G.I.)	0,21

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	27	1,50	27	1440,11	936,43
[2] - Strato	11	2,50	11	619,19	541,00
[3] - Strato	40	4,20	40	2083,77	1190,61
[4] - Strato	3	4,80	3	182,56	244,59
[5] - Strato	72	5,10	72	3620,81	1705,06

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	-------------------------------

[1] - Strato	27	1,50	27	Ohta & Goto (1978) Limi	114,45
[2] - Strato	11	2,50	11	Ohta & Goto (1978) Limi	118,41
[3] - Strato	40	4,20	40	Ohta & Goto (1978) Limi	163,54
[4] - Strato	3	4,80	3	Ohta & Goto (1978) Limi	110,59
[5] - Strato	72	5,10	72	Ohta & Goto (1978) Limi	195,21

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	27	1,50	27	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	11	2,50	11	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	40	4,20	40	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	3	4,80	3	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Strato	72	5,10	72	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	27	1,50	27	Navfac 1971-1982	5,18
[2] - Strato	11	2,50	11	Navfac 1971-1982	2,31
[3] - Strato	40	4,20	40	Navfac 1971-1982	6,89
[4] - Strato	3	4,80	3	Navfac 1971-1982	0,51
[5] - Strato	72	5,10	72	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27	1,50	27	Robertson 1983	54,00
[2] - Strato	11	2,50	11	Robertson 1983	22,00
[3] - Strato	40	4,20	40	Robertson 1983	80,00
[4] - Strato	3	4,80	3	Robertson 1983	6,00
[5] - Strato	72	5,10	72	Robertson 1983	144,00

PROVA ...P4

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 3,50 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	20	0,80	56,04	100	100	51,23
[2] - Strato	7	3,40	26,33	53,63	56,17	25,97
[3] - Strato	76	3,50	80,94	100	100	100

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	20	0,80	20	32,71	25,71	33,6	35,34	37,07	42	30-32	32,32	33	44,85	35
[2] - Strato	7	3,40	7	29	22	29,96	30,29	32,49	0	<30	25,25	29,1	34,57	26,83
[3] - Strato	76	3,50	76	48,71	41,71	49,28	33,13	41,33	42	>38	48,76	49,8	54,53	53,99

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	20	0,80	20	319,22	160,00	236,70	330,00	175,00
[2] - Strato	7	3,40	7	---	56,00	---	---	---
[3] - Strato	76	3,50	76	622,27	608,00	897,50	750,00	455,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	20	0,80	20	120,00	68,55	142,00	127,20
[2] - Strato	7	3,40	7	---	41,84	49,70	69,22
[3] - Strato	76	3,50	76	456,00	183,57	539,60	376,96

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	20	0,80	20	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	7	3,40	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - Strato	76	3,50	76	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	20	0,80	20	Meyerhof ed altri	1,99
[2] - Strato	7	3,40	7	Meyerhof ed altri	1,62
[3] - Strato	76	3,50	76	Meyerhof ed altri	2,50

### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	20	0,80	20	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,39
[2] - Strato	7	3,40	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[3] - Strato	76	3,50	76	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	20	0,80	20	(A.G.I.)	0,31
[2] - Strato	7	3,40	7	(A.G.I.)	0,34
[3] - Strato	76	3,50	76	(A.G.I.)	0,2

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	20	0,80	20	1086,13	779,54
[2] - Strato	7	3,40	7	404,86	410,45
[3] - Strato	76	3,50	76	3809,59	1762,33

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	20	0,80	20	Ohta & Goto (1978) Limi	96,25
[2] - Strato	7	3,40	7	Ohta & Goto (1978) Limi	110,54
[3] - Strato	76	3,50	76	Ohta & Goto (1978) Limi	183,78

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	20	0,80	20	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	7	3,40	7	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	76	3,50	76	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	20	0,80	20	Navfac 1971-1982	4,05
[2] - Strato	7	3,40	7	Navfac 1971-1982	1,44
[3] - Strato	76	3,50	76	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	20	0,80	20	Robertson 1983	40,00
[2] - Strato	7	3,40	7	Robertson 1983	14,00
[3] - Strato	76	3,50	76	Robertson 1983	152,00

PROVA ...P4-BIS

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DL-30 (90°)  
 26/09/2019  
 3,70 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	23,57	0,80	60,28	100	100	56,17
[2] - Strato	5,73	1,50	25,16	52,42	58,64	22,75
[3] - Strato	11,96	2,00	38,24	71,93	75,58	37,16
[4] - Strato	2,44	2,50	7,98	31,28	33,34	13,68
[5] - Strato	11,14	3,30	33,45	63,82	64,76	35,45
[6] - Strato	109,15	3,70	92,06	100	100	100

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	33,73	26,73	34,6	35,54	38,09	42	30-32	33,8	34,07	46,27	36,71
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	28,64	21,64	29,6	31,12	31,97	0	<30	24,27	28,72	33,41	25,71
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	30,42	23,42	31,35	31,5	34,4	38,07	<30	28,39	30,59	39,45	30,47
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	27,7	20,7	28,68	28,44	30,57	0	<30	21,05	27,73	25,27	21,99
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	30,18	23,18	31,12	30,38	34,1	36,93	<30	27,93	30,34	38,12	29,93
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	58,19	51,19	58,56	33,62	32,02	42	>38	55,46	59,74	57,59	61,72

### Modulo di Young (Kg/cm²)

	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
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	346,54	188,56	278,83	356,77	192,85

[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	---	45,84	---	---	---
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	246,85	95,68	141,83	269,70	134,80
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	---	19,52	---	---	---
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	238,24	89,12	132,15	263,55	130,70
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	745,73	873,20	1288,67	998,62	620,75

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	141,42	75,88	167,35	143,12
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	---	39,23	40,68	63,56
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	71,76	52,03	84,92	91,34
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	---	32,48	17,32	48,88
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	66,84	50,35	79,09	87,68
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	654,90	251,66	774,97	524,81

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Meyerhof ed altri	2,06
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Meyerhof ed altri	1,57
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Meyerhof ed altri	1,79
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Meyerhof ed altri	1,42
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Meyerhof ed altri	1,77
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Meyerhof ed altri	2,50

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	(A.G.I.)	0,31
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	(A.G.I.)	0,34
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	(A.G.I.)	0,33
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	(A.G.I.)	0,35
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	(A.G.I.)	0,33
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	(A.G.I.)	0,13

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	1267,45	861,83
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	335,41	363,20
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	669,85	569,38
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	150,33	215,58

[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	626,59	545,20
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	5353,72	2198,58

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Ohta & Goto (1978) Limi	99,02
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Ohta & Goto (1978) Limi	95,06
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Ohta & Goto (1978) Limi	117,08
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Ohta & Goto (1978) Limi	93,35
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Ohta & Goto (1978) Limi	127,49
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Ohta & Goto (1978) Limi	196,2

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Navfac 1971-1982	4,65
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Navfac 1971-1982	1,16
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Navfac 1971-1982	2,51
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Navfac 1971-1982	0,38
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Navfac 1971-1982	2,34
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Robertson 1983	47,14
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Robertson 1983	11,46
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Robertson 1983	23,92
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Robertson 1983	4,88
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Robertson 1983	22,28
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Robertson 1983	218,30

PROVA ...P5

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	12	2,60	40,07	75,32	82,25	37,24
[2] - Strato	86	3,20	87,15	100	100	100
[3] - Strato	12	4,80	32,29	61,78	61,95	37,24
[4] - Strato	97	5,10	82,99	100	100	100

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	12	2,60	12	30,43	23,43	31,36	32,19	34,41	38,54	<30	28,42	30,6	39,81	30,49
[2] - Strato	86	3,20	86	51,57	44,57	52,08	33,7	39,45	42	>38	50,92	52,8	55,97	56,47
[3] - Strato	12	4,80	12	30,43	23,43	31,36	29,84	34,41	36,65	<30	28,42	30,6	38,08	30,49
[4] - Strato	97	5,10	97	54,71	47,71	55,16	32,72	36,45	42	>38	53,14	56,1	55,64	59,05

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	12	2,60	12	247,26	96,00	142,30	270,00	135,00
[2] - Strato	86	3,20	86	661,94	688,00	1015,50	825,00	505,00
[3] - Strato	12	4,80	12	247,26	96,00	142,30	270,00	135,00



[4] - Strato	97	5,10	97	703,00	776,00	1145,30	907,50	560,00
--------------	----	------	----	--------	--------	---------	--------	--------

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	12	2,60	12	72,00	52,11	85,20	91,52
[2] - Strato	86	3,20	86	516,00	204,11	610,60	421,56
[3] - Strato	12	4,80	12	72,00	52,11	85,20	91,52
[4] - Strato	97	5,10	97	582,00	226,71	688,70	470,62

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	12	2,60	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	86	3,20	86	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
[3] - Strato	12	4,80	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Strato	97	5,10	97	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	12	2,60	12	Meyerhof ed altri	1,79
[2] - Strato	86	3,20	86	Meyerhof ed altri	2,50
[3] - Strato	12	4,80	12	Meyerhof ed altri	1,79
[4] - Strato	97	5,10	97	Meyerhof ed altri	2,50

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	12	2,60	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[2] - Strato	86	3,20	86	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Strato	12	4,80	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[4] - Strato	97	5,10	97	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	12	2,60	12	(A.G.I.)	0,33
[2] - Strato	86	3,20	86	(A.G.I.)	0,18
[3] - Strato	12	4,80	12	(A.G.I.)	0,33
[4] - Strato	97	5,10	97	(A.G.I.)	0,16

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	12	2,60	12	671,96	570,54
[2] - Strato	86	3,20	86	4279,00	1900,59
[3] - Strato	12	4,80	12	671,96	570,54
[4] - Strato	97	5,10	97	4791,58	2045,63

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	12	2,60	12	Ohta & Goto (1978) Limi	110,61
[2] - Strato	86	3,20	86	Ohta & Goto (1978) Limi	181,57
[3] - Strato	12	4,80	12	Ohta & Goto (1978) Limi	137,41
[4] - Strato	97	5,10	97	Ohta & Goto (1978) Limi	205,54

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	12	2,60	12	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	86	3,20	86	Seed e Idriss (1971)	--

[3] - Strato	12	4,80	12	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	97	5,10	97	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	12	2,60	12	Navfac 1971-1982	2,52
[2] - Strato	86	3,20	86	Navfac 1971-1982	11,93
[3] - Strato	12	4,80	12	Navfac 1971-1982	2,52
[4] - Strato	97	5,10	97	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	12	2,60	12	Robertson 1983	24,00
[2] - Strato	86	3,20	86	Robertson 1983	172,00
[3] - Strato	12	4,80	12	Robertson 1983	24,00
[4] - Strato	97	5,10	97	Robertson 1983	194,00

PROVA ...P6

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 3,80 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	7	1,10	31,69	62,5	81,49	25,97
[2] - Strato	22	1,50	54,76	100	100	54,08
[3] - Strato	1	2,50	0	20,69	22,88	9,36
[4] - Strato	6	3,00	22,43	48,21	50,03	23,45
[5] - Strato	1	3,50	0	19,07	20,38	9,36
[6] - Strato	52	3,80	69,92	100	100	82,08

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	7	1,10	7	29	22	29,96	33,38	32,49	0	<30	25,25	29,1	35,65	26,83
[2] - Strato	22	1,50	22	33,29	26,29	34,16	33,28	37,65	42	30-32	33,17	33,6	45,14	35,98
[3] - Strato	1	2,50	1	27,29	20,29	28,28	27,41	29,93	0	<30	18,87	27,3	17,75	19,47
[4] - Strato	6	3,00	6	28,71	21,71	29,68	29,69	32,09	0	<30	24,49	28,8	32,98	25,95
[5] - Strato	1	3,50	1	27,29	20,29	28,28	26,45	29,93	0	<30	18,87	27,3	17,05	19,47
[6] - Strato	52	3,80	52	41,86	34,86	42,56	32,58	42,57	42	>38	42,93	42,6	51,28	47,25

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	7	1,10	7	---	56,00	---	---	---
[2] - Strato	22	1,50	22	334,80	176,00	260,30	345,00	185,00
[3] - Strato	1	2,50	1	---	8,00	---	---	---
[4] - Strato	6	3,00	6	---	48,00	---	---	---
[5] - Strato	1	3,50	1	---	8,00	---	---	---
[6] - Strato	52	3,80	52	514,72	416,00	614,30	570,00	335,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	7	1,10	7	---	41,84	49,70	69,22
[2] - Strato	22	1,50	22	132,00	72,65	156,20	136,12
[3] - Strato	1	2,50	1	---	29,52	7,10	42,46
[4] - Strato	6	3,00	6	---	39,79	42,60	64,76
[5] - Strato	1	3,50	1	---	29,52	7,10	42,46
[6] - Strato	52	3,80	52	312,00	134,27	369,20	269,92

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	7	1,10	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	22	1,50	22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	1	2,50	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[4] - Strato	6	3,00	6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[5] - Strato	1	3,50	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[6] - Strato	52	3,80	52	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	7	1,10	7	Meyerhof ed altri	1,62
[2] - Strato	22	1,50	22	Meyerhof ed altri	2,03
[3] - Strato	1	2,50	1	Meyerhof ed altri	1,35
[4] - Strato	6	3,00	6	Meyerhof ed altri	1,58
[5] - Strato	1	3,50	1	Meyerhof ed altri	1,35
[6] - Strato	52	3,80	52	Meyerhof ed altri	2,24

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	7	1,10	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - Strato	22	1,50	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,44
[3] - Strato	1	2,50	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86
[4] - Strato	6	3,00	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[5] - Strato	1	3,50	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86
[6] - Strato	52	3,80	52	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	7	1,10	7	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	22	1,50	22	(A.G.I.)	0,31
[3] - Strato	1	2,50	1	(A.G.I.)	0,35
[4] - Strato	6	3,00	6	(A.G.I.)	0,34
[5] - Strato	1	3,50	1	(A.G.I.)	0,35
[6] - Strato	52	3,80	52	(A.G.I.)	0,25

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	7	1,10	7	404,86	410,45
[2] - Strato	22	1,50	22	1187,93	826,29
[3] - Strato	1	2,50	1	65,00	125,00
[4] - Strato	6	3,00	6	350,25	373,56
[5] - Strato	1	3,50	1	65,00	125,00
[6] - Strato	52	3,80	52	2666,59	1397,62

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	7	1,10	7	Ohta & Goto (1978) Limi	85,35
[2] - Strato	22	1,50	22	Ohta & Goto (1978) Limi	122,84
[3] - Strato	1	2,50	1	Ohta & Goto (1978) Limi	78,2
[4] - Strato	6	3,00	6	Ohta & Goto (1978) Limi	113,38
[5] - Strato	1	3,50	1	Ohta & Goto (1978) Limi	85,88
[6] - Strato	52	3,80	52	Ohta & Goto (1978) Limi	173,99

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	7	1,10	7	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	22	1,50	22	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	1	2,50	1	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	6	3,00	6	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Strato	1	3,50	1	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - Strato	52	3,80	52	Seed e Idriss (1971)	--

**Modulo di reazione Ko**

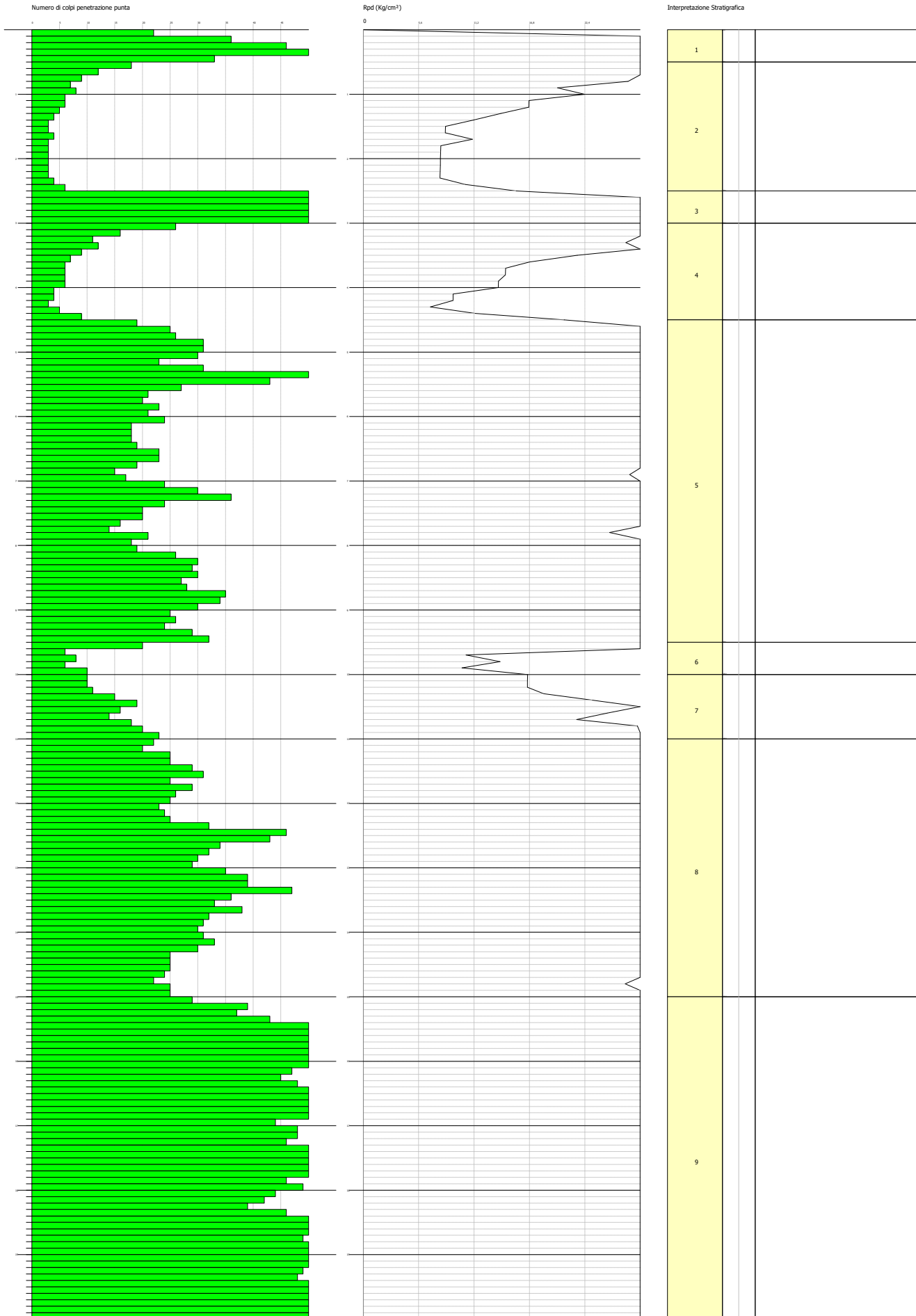
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	7	1,10	7	Navfac 1971-1982	1,44
[2] - Strato	22	1,50	22	Navfac 1971-1982	4,39
[3] - Strato	1	2,50	1	Navfac 1971-1982	0,02
[4] - Strato	6	3,00	6	Navfac 1971-1982	1,22

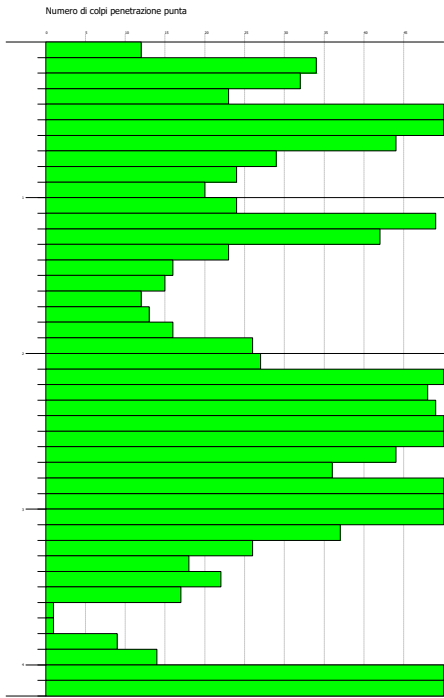
[5] - Strato	1	3,50	1	Navfac 1971-1982	0,02
[6] - Strato	52	3,80	52	Navfac 1971-1982	8,47

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	7	1,10	7	Robertson 1983	14,00
[2] - Strato	22	1,50	22	Robertson 1983	44,00
[3] - Strato	1	2,50	1	Robertson 1983	2,00
[4] - Strato	6	3,00	6	Robertson 1983	12,00
[5] - Strato	1	3,50	1	Robertson 1983	2,00
[6] - Strato	52	3,80	52	Robertson 1983	104,00

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI  
ALLEGATO B - GRAFICI PROVE SPT

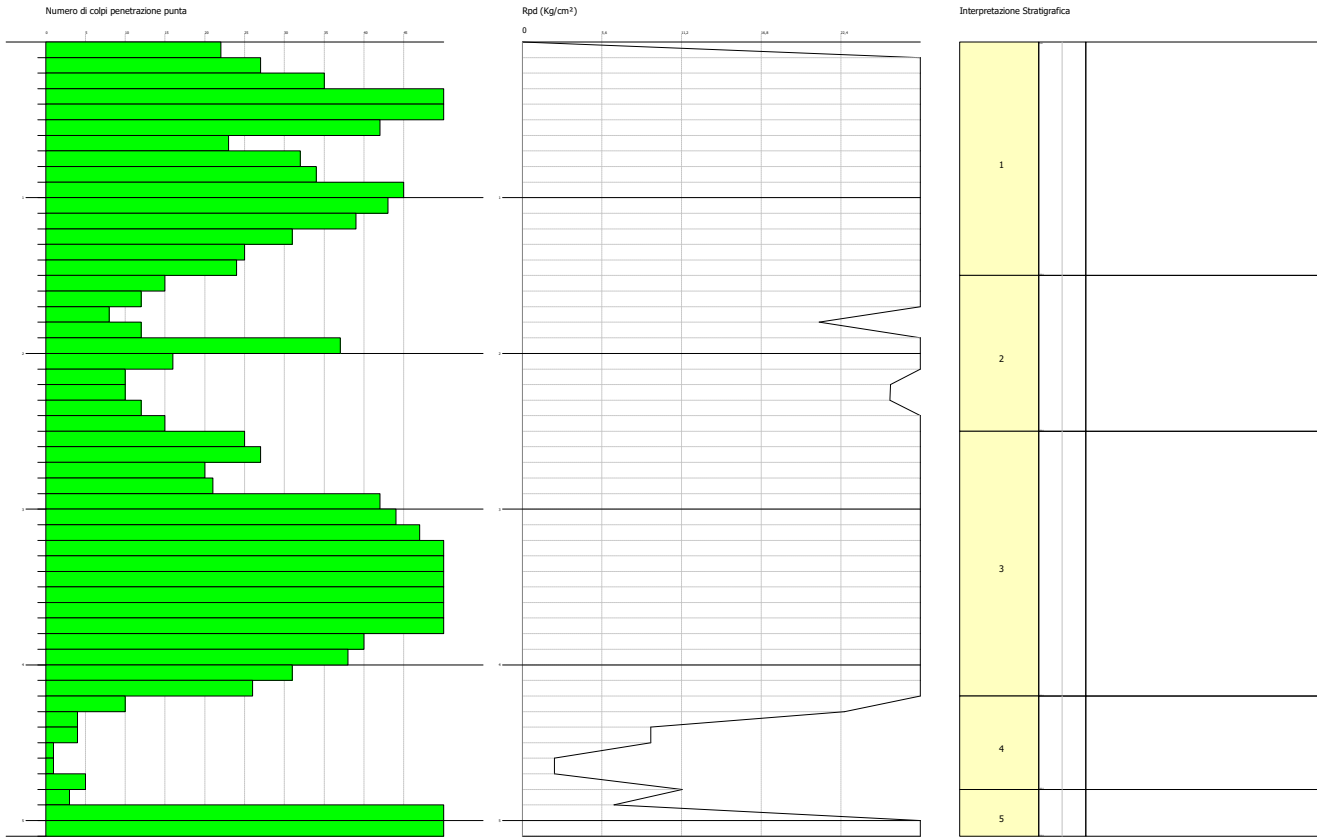


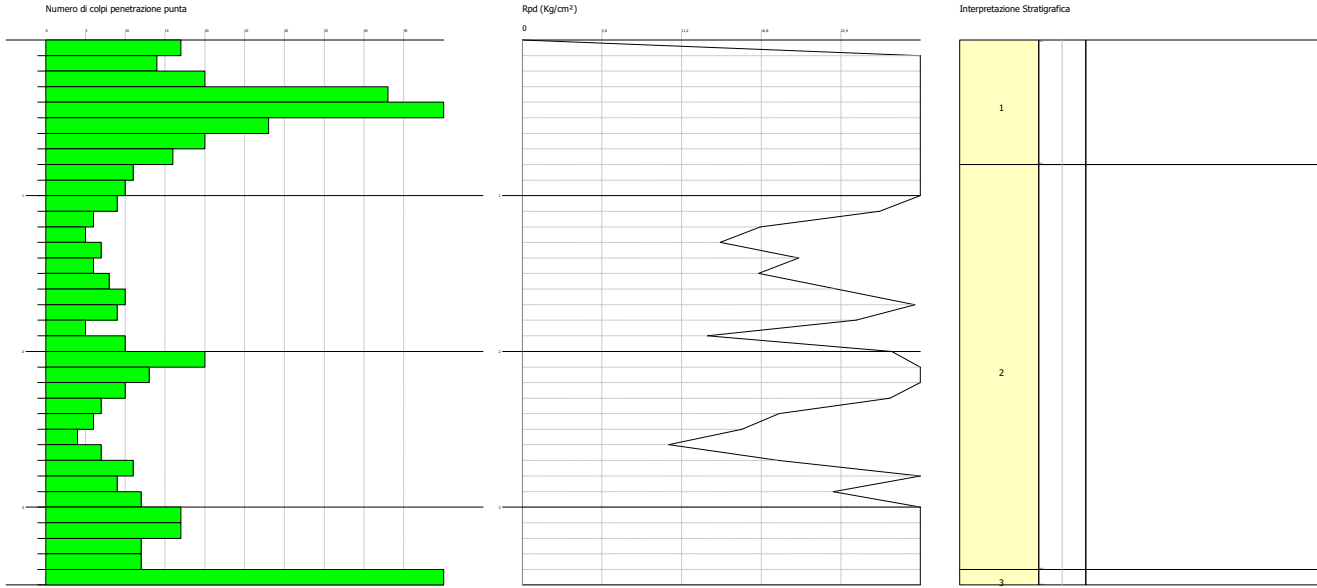


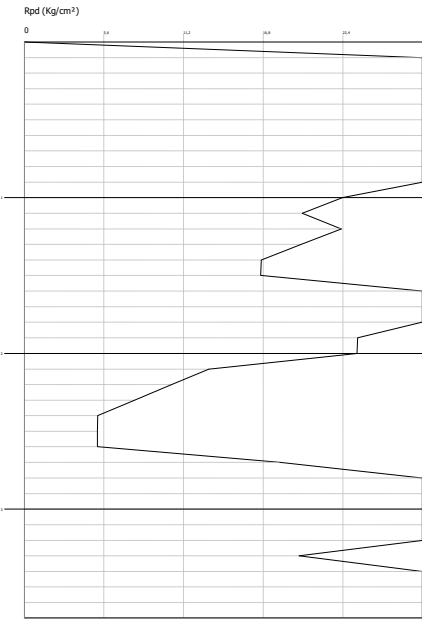
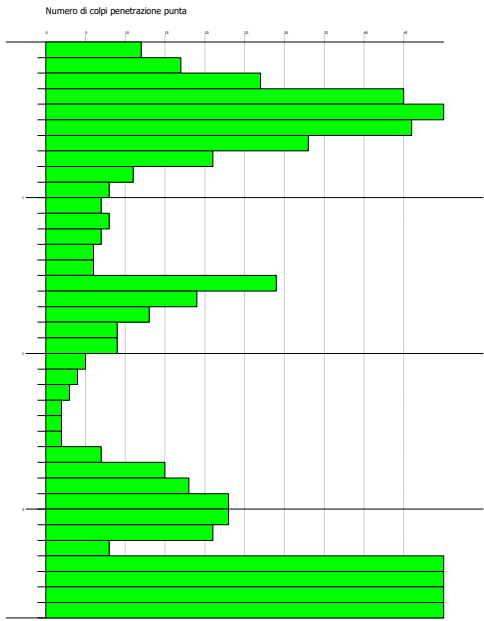
Interpretazione Stratigrafica

1	
2	
3	



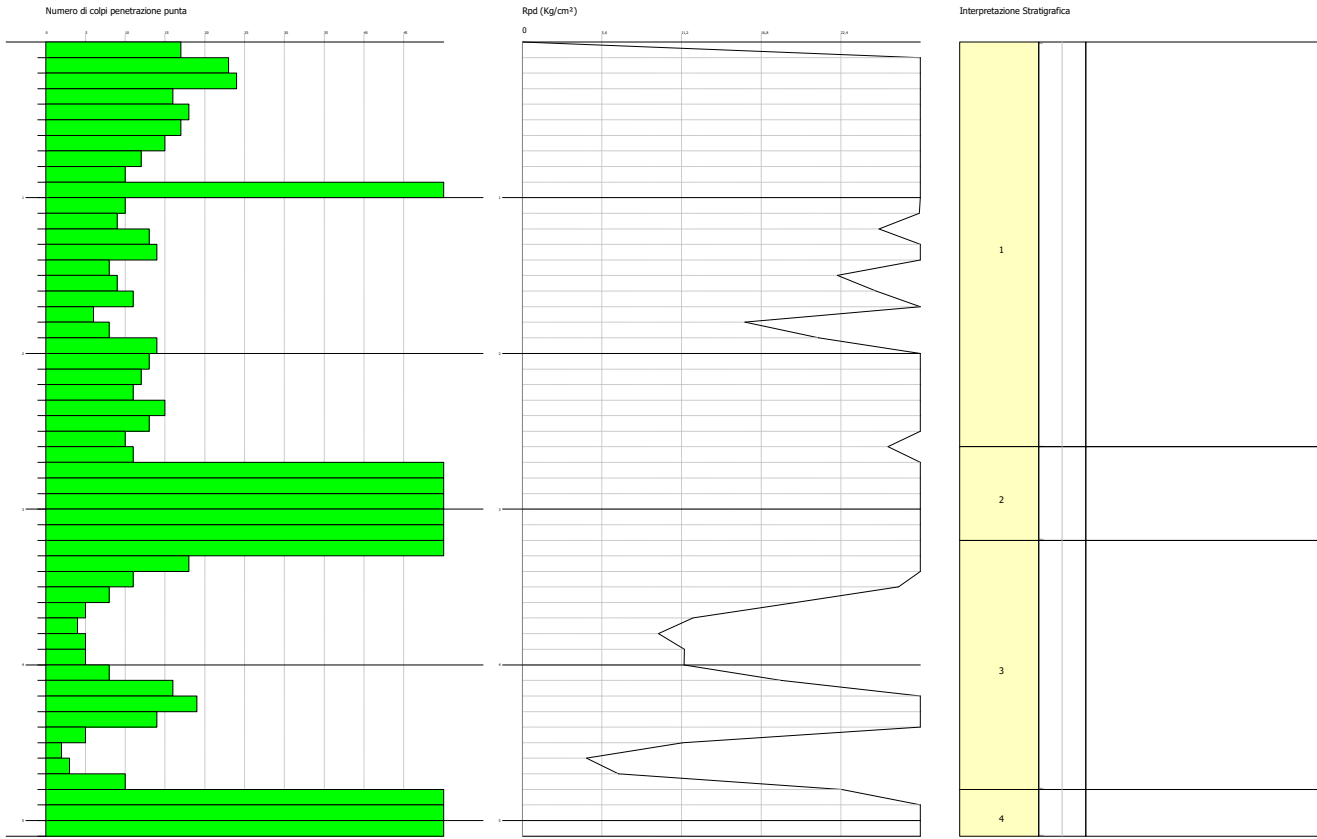


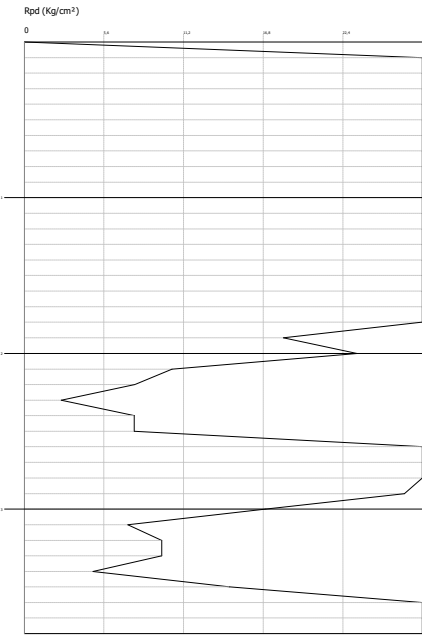
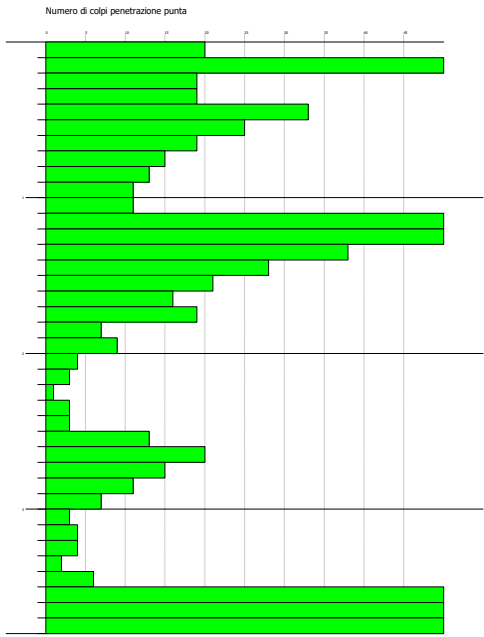




Interpretazione Stratigrafica

1		
2		
3		
4		
5		
6		





Interpretazione Stratigrafica

1		
2		
3		
4		
5		
6		

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Studio TEN	
-------------------------	--

Cantiere: Napoli	
------------------	--

Località: Ponticelli	
----------------------	--

Committente: Studio TEN	
-------------------------	--

Cantiere: Napoli	
------------------	--

Località: Ponticelli	
----------------------	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (90°)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	18 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Signature 1

Signature 2

**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  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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  $A=10 \text{ cm}^2$  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  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> 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  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> 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  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, 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:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

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;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );

$M$  = 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:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa / \sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$



---

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

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 resistenze 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  $s_{Nspt}$  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:

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

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 immersione  $d = 1$  mt..

### **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 =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 mt. sopra falda e < 7 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- 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 Gamma**

- 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  $\tau$  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/sec)**

- 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 ( $K_o$ )**

- 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). *Cu min-max*.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensibilità  $> 5$ , 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 - $M_o$  (Eed) (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 ...P1

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DL-30 (90°)  
 19/03/2002  
 20,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	22	0,757	58,75	77,65	2,94	3,88
0,20	36	0,705	89,53	127,06	4,48	6,35
0,30	46	0,653	105,97	162,35	5,30	8,12
0,40	65	0,651	149,29	229,41	7,46	11,47
0,50	33	0,699	81,40	116,47	4,07	5,82
0,60	18	0,797	50,63	63,53	2,53	3,18
0,70	12	0,845	35,79	42,35	1,79	2,12
0,80	9	0,843	26,79	31,76	1,34	1,59
0,90	7	0,842	19,64	23,33	0,98	1,17
1,00	8	0,840	22,39	26,67	1,12	1,33
1,10	6	0,838	16,76	20,00	0,84	1,00
1,20	6	0,836	16,73	20,00	0,84	1,00
1,30	5	0,835	13,91	16,67	0,70	0,83
1,40	4	0,833	11,10	13,33	0,56	0,67
1,50	3	0,831	8,31	10,00	0,42	0,50
1,60	3	0,830	8,30	10,00	0,41	0,50
1,70	4	0,828	11,04	13,33	0,55	0,67
1,80	3	0,826	8,26	10,00	0,41	0,50
1,90	3	0,825	7,81	9,47	0,39	0,47
2,00	3	0,823	7,80	9,47	0,39	0,47
2,10	3	0,822	7,78	9,47	0,39	0,47
2,20	3	0,820	7,77	9,47	0,39	0,47
2,30	3	0,819	7,76	9,47	0,39	0,47
2,40	4	0,817	10,32	12,63	0,52	0,63
2,50	6	0,816	15,46	18,95	0,77	0,95
2,60	92	0,614	178,45	290,53	8,92	14,53
2,70	127	0,613	245,77	401,05	12,29	20,05
2,80	68	0,611	131,29	214,74	6,56	10,74
2,90	112	0,610	204,97	336,00	10,25	16,80
3,00	71	0,609	129,65	213,00	6,48	10,65
3,10	26	0,707	55,17	78,00	2,76	3,90
3,20	16	0,756	36,29	48,00	1,81	2,40
3,30	11	0,805	26,55	33,00	1,33	1,65
3,40	12	0,803	28,92	36,00	1,45	1,80
3,50	9	0,802	21,66	27,00	1,08	1,35
3,60	7	0,801	16,82	21,00	0,84	1,05
3,70	6	0,800	14,39	18,00	0,72	0,90
3,80	6	0,798	14,37	18,00	0,72	0,90
3,90	6	0,797	13,67	17,14	0,68	0,86
4,00	6	0,796	13,65	17,14	0,68	0,86
4,10	4	0,795	9,08	11,43	0,45	0,57
4,20	4	0,794	9,07	11,43	0,45	0,57
4,30	3	0,793	6,79	8,57	0,34	0,43
4,40	5	0,791	11,31	14,29	0,57	0,71
4,50	9	0,790	20,32	25,71	1,02	1,29
4,60	19	0,739	40,13	54,29	2,01	2,71
4,70	25	0,688	49,15	71,43	2,46	3,57
4,80	26	0,687	51,04	74,29	2,55	3,71
4,90	31	0,636	53,78	84,55	2,69	4,23
5,00	31	0,635	53,69	84,55	2,68	4,23
5,10	30	0,684	55,96	81,82	2,80	4,09
5,20	23	0,683	42,84	62,73	2,14	3,14
5,30	31	0,632	53,43	84,55	2,67	4,23
5,40	50	0,581	79,23	136,36	3,96	6,82

5,50	43	0,580	68,03	117,27	3,40	5,86
5,60	27	0,679	50,01	73,64	2,50	3,68
5,70	21	0,678	38,84	57,27	1,94	2,86
5,80	20	0,727	39,67	54,55	1,98	2,73
5,90	23	0,676	40,58	60,00	2,03	3,00
6,00	21	0,675	37,00	54,78	1,85	2,74
6,10	24	0,675	42,24	62,61	2,11	3,13
6,20	18	0,724	33,98	46,96	1,70	2,35
6,30	18	0,723	33,94	46,96	1,70	2,35
6,40	18	0,722	33,90	46,96	1,70	2,35
6,50	19	0,721	35,75	49,57	1,79	2,48
6,60	23	0,670	40,22	60,00	2,01	3,00
6,70	23	0,670	40,17	60,00	2,01	3,00
6,80	19	0,719	35,62	49,57	1,78	2,48
6,90	15	0,718	26,92	37,50	1,35	1,88
7,00	17	0,717	30,48	42,50	1,52	2,13
7,10	24	0,666	39,98	60,00	2,00	3,00
7,20	30	0,666	49,92	75,00	2,50	3,75
7,30	36	0,615	55,34	90,00	2,77	4,50
7,40	24	0,664	39,85	60,00	1,99	3,00
7,50	20	0,713	35,67	50,00	1,78	2,50
7,60	20	0,713	35,64	50,00	1,78	2,50
7,70	16	0,712	28,48	40,00	1,42	2,00
7,80	14	0,711	24,90	35,00	1,24	1,75
7,90	21	0,661	33,29	50,40	1,66	2,52
8,00	18	0,710	30,67	43,20	1,53	2,16
8,10	19	0,709	32,34	45,60	1,62	2,28
8,20	26	0,659	41,09	62,40	2,05	3,12
8,30	30	0,658	47,37	72,00	2,37	3,60
8,40	29	0,657	45,74	69,60	2,29	3,48
8,50	30	0,657	47,28	72,00	2,36	3,60
8,60	27	0,656	42,51	64,80	2,13	3,24
8,70	28	0,655	44,04	67,20	2,20	3,36
8,80	35	0,605	50,80	84,00	2,54	4,20
8,90	34	0,604	47,40	78,46	2,37	3,92
9,00	30	0,653	45,24	69,23	2,26	3,46
9,10	25	0,653	37,67	57,69	1,88	2,88
9,20	26	0,652	39,14	60,00	1,96	3,00
9,30	24	0,652	36,09	55,38	1,80	2,77
9,40	29	0,651	43,57	66,92	2,18	3,35
9,50	32	0,601	44,35	73,85	2,22	3,69
9,60	20	0,700	32,31	46,15	1,62	2,31
9,70	6	0,749	10,38	13,85	0,52	0,69
9,80	8	0,749	13,82	18,46	0,69	0,92
9,90	6	0,748	9,98	13,33	0,50	0,67
10,00	10	0,748	16,62	22,22	0,83	1,11
10,10	10	0,747	16,60	22,22	0,83	1,11
10,20	10	0,747	16,59	22,22	0,83	1,11
10,30	11	0,746	18,24	24,44	0,91	1,22
10,40	15	0,696	23,18	33,33	1,16	1,67
10,50	19	0,695	29,34	42,22	1,47	2,11
10,60	16	0,694	24,69	35,56	1,23	1,78
10,70	14	0,694	21,59	31,11	1,08	1,56
10,80	18	0,693	27,74	40,00	1,39	2,00
10,90	20	0,693	29,69	42,86	1,48	2,14
11,00	23	0,642	31,66	49,29	1,58	2,46
11,10	22	0,642	30,26	47,14	1,51	2,36
11,20	20	0,691	29,63	42,86	1,48	2,14
11,30	25	0,641	34,33	53,57	1,72	2,68
11,40	25	0,640	34,30	53,57	1,72	2,68
11,50	29	0,640	39,76	62,14	1,99	3,11
11,60	31	0,589	39,14	66,43	1,96	3,32
11,70	25	0,639	34,22	53,57	1,71	2,68
11,80	29	0,638	39,66	62,14	1,98	3,11
11,90	26	0,638	34,30	53,79	1,72	2,69
12,00	25	0,637	32,96	51,72	1,65	2,59
12,10	23	0,637	30,30	47,59	1,51	2,38
12,20	24	0,636	31,59	49,66	1,58	2,48

12,30	25	0,636	32,88	51,72	1,64	2,59
12,40	32	0,585	38,74	66,21	1,94	3,31
12,50	46	0,535	50,89	95,17	2,54	4,76
12,60	43	0,534	47,52	88,97	2,38	4,45
12,70	34	0,584	41,06	70,34	2,05	3,52
12,80	32	0,583	38,61	66,21	1,93	3,31
12,90	30	0,633	37,96	60,00	1,90	3,00
13,00	29	0,632	36,66	58,00	1,83	2,90
13,10	35	0,582	40,71	70,00	2,04	3,50
13,20	39	0,531	41,42	78,00	2,07	3,90
13,30	39	0,531	41,38	78,00	2,07	3,90
13,40	47	0,530	49,82	94,00	2,49	4,70
13,50	36	0,579	41,72	72,00	2,09	3,60
13,60	33	0,579	38,21	66,00	1,91	3,30
13,70	38	0,578	43,96	76,00	2,20	3,80
13,80	32	0,578	36,99	64,00	1,85	3,20
13,90	31	0,577	34,64	60,00	1,73	3,00
14,00	30	0,627	36,40	58,06	1,82	2,90
14,10	31	0,576	34,58	60,00	1,73	3,00
14,20	33	0,576	36,77	63,87	1,84	3,19
14,30	30	0,625	36,30	58,06	1,81	2,90
14,40	25	0,625	30,22	48,39	1,51	2,42
14,50	25	0,624	30,20	48,39	1,51	2,42
14,60	25	0,623	30,17	48,39	1,51	2,42
14,70	24	0,623	28,93	46,45	1,45	2,32
14,80	22	0,622	26,50	42,58	1,32	2,13
14,90	25	0,622	29,14	46,88	1,46	2,34
15,00	25	0,621	29,12	46,88	1,46	2,34
15,10	29	0,621	33,74	54,38	1,69	2,72
15,20	39	0,520	38,02	73,13	1,90	3,66
15,30	37	0,569	39,50	69,38	1,97	3,47
15,40	43	0,519	41,82	80,63	2,09	4,03
15,50	60	0,518	58,28	112,50	2,91	5,63
15,60	51	0,517	49,48	95,63	2,47	4,78
15,70	51	0,517	49,42	95,63	2,47	4,78
15,80	51	0,516	49,36	95,63	2,47	4,78
15,90	52	0,516	48,74	94,55	2,44	4,73
16,00	54	0,515	50,55	98,18	2,53	4,91
16,10	54	0,514	50,49	98,18	2,52	4,91
16,20	47	0,514	43,88	85,45	2,19	4,27
16,30	45	0,513	41,96	81,82	2,10	4,09
16,40	48	0,512	44,70	87,27	2,23	4,36
16,50	58	0,511	53,93	105,45	2,70	5,27
16,60	62	0,511	57,57	112,73	2,88	5,64
16,70	57	0,510	52,86	103,64	2,64	5,18
16,80	50	0,509	46,30	90,91	2,31	4,55
16,90	50	0,509	44,87	88,24	2,24	4,41
17,00	44	0,508	39,43	77,65	1,97	3,88
17,10	48	0,507	42,95	84,71	2,15	4,24
17,20	48	0,506	42,89	84,71	2,14	4,24
17,30	46	0,506	41,04	81,18	2,05	4,06
17,40	50	0,505	44,53	88,24	2,23	4,41
17,50	54	0,504	48,02	95,29	2,40	4,76
17,60	59	0,503	52,38	104,12	2,62	5,21
17,70	57	0,502	50,52	100,59	2,53	5,03
17,80	59	0,501	52,21	104,12	2,61	5,21
17,90	46	0,501	39,48	78,86	1,97	3,94
18,00	49	0,500	41,98	84,00	2,10	4,20
18,10	44	0,499	37,63	75,43	1,88	3,77
18,20	42	0,498	35,86	72,00	1,79	3,60
18,30	39	0,497	33,24	66,86	1,66	3,34
18,40	46	0,496	39,13	78,86	1,96	3,94
18,50	50	0,495	42,45	85,71	2,12	4,29
18,60	53	0,494	44,92	90,86	2,25	4,54
18,70	51	0,493	43,14	87,43	2,16	4,37
18,80	49	0,492	41,37	84,00	2,07	4,20
18,90	52	0,491	42,60	86,67	2,13	4,33
19,00	54	0,491	44,15	90,00	2,21	4,50

19,10	56	0,490	45,69	93,33	2,28	4,67
19,20	53	0,488	43,15	88,33	2,16	4,42
19,30	49	0,487	39,81	81,67	1,99	4,08
19,40	48	0,486	38,91	80,00	1,95	4,00
19,50	52	0,485	42,06	86,67	2,10	4,33
19,60	56	0,484	45,20	93,33	2,26	4,67
19,70	57	0,483	45,90	95,00	2,30	4,75
19,80	54	0,482	43,39	90,00	2,17	4,50
19,90	52	0,481	40,56	84,32	2,03	4,22
20,00	150	0,480	116,72	243,24	5,84	12,16

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,5	40,4	142,59	Incoerente	0	2,14	2,5	0,05	0,75	30,34	Riporto
2,5	5,65	19	Incoerente	0	1,99	2,39	0,31	0,76	4,28	Riporto
3	94	291,06	Incoerente	0	1,97	0,0	0,55	0,76	71,63	Ilmo sabbioso Addensato
4,5	8,67	25,65	Incoerente	0	1,94	1,97	0,75	0,77	6,64	Sabbia
9,5	25,24	64,15	Incoerente	0	1,82	1,94	1,35	0,77	19,56	Sabbia addensata
10	10	22,8	Incoerente	0	2,12	2,5	1,86	0,78	7,82	Torba
11	15,6	34,33	Incoerente	0	1,8	1,93	2,0	0,78	12,23	Sabbia
15	30	60,67	Incoerente	0	2,06	2,47	2,5	0,79	23,61	Tufo
20	52,1	91,21	Incoerente	0	2,21	2,5	3,47	0,79	41,32	Tufo compatto

Carico limite e cedimenti fondazione Metodo di...**Sabbia medio-fine**

Larghezza fondazione B	4,50 mt
Immorsamento Fondazione dal p.c.	2,00 mt
Peso di volume medio sino a B sotto p. fondaz.	1,80 t/mc
Prof. Falda dal p.c. H	0,00 mt
Nspt medio (N/30) entro prof. B dal p. fondaz.	22,00 mt
Pressione ammissibile sulla fondazione	1,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Quota di riferimento Nspt	0,00 mt
Spessore strato compressibile (max. sino 2B)	9,00 mt
=====	
Coefficiente Cd per immorsamento	0,89
Coefficiente Cw per falda	1,00
Resistenza di progetto	1,50 Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di sottofondazione	1,50 Kg/cm <sup>3</sup>
Cedimento corrispondente	0,85 cm
=====	

PROVA ...P2

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 4,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	12	0,857	36,28	42,35	1,81	2,12
0,20	34	0,705	84,56	120,00	4,23	6,00
0,30	32	0,703	79,36	112,94	3,97	5,65
0,40	23	0,751	60,94	81,18	3,05	4,06
0,50	60	0,649	137,41	211,76	6,87	10,59
0,60	97	0,647	221,50	342,35	11,08	17,12



0,70	44	0,645	100,19	155,29	5,01	7,76
0,80	29	0,743	76,08	102,35	3,80	5,12
0,90	24	0,742	59,32	80,00	2,97	4,00
1,00	20	0,790	52,65	66,67	2,63	3,33
1,10	24	0,738	59,04	80,00	2,95	4,00
1,20	49	0,636	103,92	163,33	5,20	8,17
1,30	42	0,635	88,84	140,00	4,44	7,00
1,40	23	0,733	56,19	76,67	2,81	3,83
1,50	16	0,781	41,66	53,33	2,08	2,67
1,60	15	0,780	38,98	50,00	1,95	2,50
1,70	12	0,828	33,12	40,00	1,66	2,00
1,80	13	0,776	33,64	43,33	1,68	2,17
1,90	16	0,775	39,15	50,53	1,96	2,53
2,00	26	0,723	59,38	82,11	2,97	4,11
2,10	27	0,722	61,53	85,26	3,08	4,26
2,20	50	0,620	97,91	157,89	4,90	7,89
2,30	48	0,619	93,77	151,58	4,69	7,58
2,40	49	0,617	95,49	154,74	4,77	7,74
2,50	88	0,616	171,10	277,89	8,55	13,89
2,60	85	0,614	164,88	268,42	8,24	13,42
2,70	44	0,613	85,15	138,95	4,26	6,95
2,80	36	0,661	75,19	113,68	3,76	5,68
2,90	71	0,610	129,94	213,00	6,50	10,65
3,00	68	0,609	124,17	204,00	6,21	10,20
3,10	50	0,607	91,10	150,00	4,55	7,50
3,20	37	0,656	72,82	111,00	3,64	5,55
3,30	26	0,705	54,97	78,00	2,75	3,90
3,40	18	0,753	40,68	54,00	2,03	2,70
3,50	22	0,702	46,34	66,00	2,32	3,30
3,60	17	0,751	38,29	51,00	1,91	2,55
3,70	1	0,800	2,40	3,00	0,12	0,15
3,80	1	0,798	2,40	3,00	0,12	0,15
3,90	9	0,797	20,50	25,71	1,02	1,29
4,00	14	0,746	29,84	40,00	1,49	2,00
4,10	50	0,595	84,98	142,86	4,25	7,14
4,20	200	0,594	339,26	571,43	16,96	28,57

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,2	31,27	106,24	Incoerente	0	2,06	2,47	0,23	0,76	23,67	Strato
3	61,12	190,28	Incoerente	0	2,23	2,5	0,54	0,76	46,57	Strato
4,2	37,08	108	Incoerente	0	2,12	2,5	0,76	0,77	28,4	Strato

PROVA ...P3

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	22	0,757	58,75	77,65	2,94	3,88
0,20	27	0,755	71,91	95,29	3,60	4,76
0,30	35	0,703	86,80	123,53	4,34	6,18
0,40	62	0,651	142,40	218,82	7,12	10,94
0,50	67	0,649	153,44	236,47	7,67	11,82
0,60	42	0,647	95,91	148,24	4,80	7,41
0,70	23	0,745	60,49	81,18	3,02	4,06
0,80	32	0,693	78,31	112,94	3,92	5,65

0,90	34	0,692	78,37	113,33	3,92	5,67
1,00	45	0,640	95,96	150,00	4,80	7,50
1,10	43	0,638	91,45	143,33	4,57	7,17
1,20	39	0,636	82,71	130,00	4,14	6,50
1,30	31	0,685	70,74	103,33	3,54	5,17
1,40	25	0,733	61,07	83,33	3,05	4,17
1,50	24	0,731	58,50	80,00	2,92	4,00
1,60	15	0,780	38,98	50,00	1,95	2,50
1,70	12	0,828	33,12	40,00	1,66	2,00
1,80	8	0,826	22,04	26,67	1,10	1,33
1,90	12	0,825	31,25	37,89	1,56	1,89
2,00	37	0,673	78,66	116,84	3,93	5,84
2,10	16	0,772	38,99	50,53	1,95	2,53
2,20	10	0,820	25,90	31,58	1,29	1,58
2,30	10	0,819	25,85	31,58	1,29	1,58
2,40	12	0,817	30,97	37,89	1,55	1,89
2,50	15	0,766	36,27	47,37	1,81	2,37
2,60	25	0,714	56,39	78,95	2,82	3,95
2,70	27	0,713	60,78	85,26	3,04	4,26
2,80	20	0,761	48,09	63,16	2,40	3,16
2,90	21	0,710	44,73	63,00	2,24	3,15
3,00	42	0,609	76,69	126,00	3,83	6,30
3,10	44	0,607	80,17	132,00	4,01	6,60
3,20	47	0,606	85,45	141,00	4,27	7,05
3,30	54	0,605	97,96	162,00	4,90	8,10
3,40	156	0,603	282,39	468,00	14,12	23,40
3,50	135	0,602	243,86	405,00	12,19	20,25
3,60	99	0,601	178,46	297,00	8,92	14,85
3,70	51	0,600	91,74	153,00	4,59	7,65
3,80	51	0,598	91,56	153,00	4,58	7,65
3,90	40	0,597	68,25	114,29	3,41	5,71
4,00	38	0,646	70,14	108,57	3,51	5,43
4,10	31	0,645	57,12	88,57	2,86	4,43
4,20	26	0,694	51,53	74,29	2,58	3,71
4,30	10	0,793	22,64	28,57	1,13	1,43
4,40	4	0,791	9,04	11,43	0,45	0,57
4,50	4	0,790	9,03	11,43	0,45	0,57
4,60	1	0,789	2,25	2,86	0,11	0,14
4,70	1	0,788	2,25	2,86	0,11	0,14
4,80	5	0,787	11,24	14,29	0,56	0,71
4,90	3	0,786	6,43	8,18	0,32	0,41
5,00	78	0,585	124,45	212,73	6,22	10,64
5,10	200	0,584	318,55	545,45	15,93	27,27

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,5	36,73	126,5	Incoerente	0	2,1	2,5	0,16	0,75	27	Strato
2,5	14,7	47,04	Incoerente	0	1,76	1,92	0,4	0,76	11	Strato
4,2	53,35	159,59	Incoerente	0	2,2	2,5	0,68	0,77	40	Strato
4,8	4,17	11,91	Incoerente	0	1,45	1,87	0,91	0,77	3	Strato
5,1	93,67	255,46	Incoerente	0	2,43	2,5	0,99	0,77	72	Strato

PROVA ...P4

Profondità prova  
Falda non rilevata

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
3,50 mt

DL-30 (90°)  
26/09/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )

						(Kg/cm <sup>2</sup> )	
0,10	17	0,807	48,40	60,00	2,42	3,00	
0,20	14	0,805	39,76	49,41	1,99	2,47	
0,30	20	0,803	56,66	70,59	2,83	3,53	
0,40	43	0,651	98,76	151,76	4,94	7,59	
0,50	59	0,649	135,12	208,24	6,76	10,41	
0,60	28	0,747	73,82	98,82	3,69	4,94	
0,70	20	0,795	56,13	70,59	2,81	3,53	
0,80	16	0,793	44,80	56,47	2,24	2,82	
0,90	11	0,842	30,86	36,67	1,54	1,83	
1,00	10	0,840	27,99	33,33	1,40	1,67	
1,10	9	0,838	25,14	30,00	1,26	1,50	
1,20	6	0,836	16,73	20,00	0,84	1,00	
1,30	5	0,835	13,91	16,67	0,70	0,83	
1,40	7	0,833	19,43	23,33	0,97	1,17	
1,50	6	0,831	16,62	20,00	0,83	1,00	
1,60	8	0,830	22,12	26,67	1,11	1,33	
1,70	10	0,828	27,60	33,33	1,38	1,67	
1,80	9	0,826	24,79	30,00	1,24	1,50	
1,90	5	0,825	13,02	15,79	0,65	0,79	
2,00	10	0,823	26,00	31,58	1,30	1,58	
2,10	20	0,772	48,74	63,16	2,44	3,16	
2,20	13	0,770	31,62	41,05	1,58	2,05	
2,30	10	0,819	25,85	31,58	1,29	1,58	
2,40	7	0,817	18,06	22,11	0,90	1,11	
2,50	6	0,816	15,46	18,95	0,77	0,95	
2,60	4	0,814	10,29	12,63	0,51	0,63	
2,70	7	0,813	17,97	22,11	0,90	1,11	
2,80	11	0,811	28,19	34,74	1,41	1,74	
2,90	9	0,810	21,87	27,00	1,09	1,35	
3,00	12	0,809	29,11	36,00	1,46	1,80	
3,10	17	0,757	38,62	51,00	1,93	2,55	
3,20	17	0,756	38,56	51,00	1,93	2,55	
3,30	12	0,805	28,97	36,00	1,45	1,80	
3,40	12	0,803	28,92	36,00	1,45	1,80	
3,50	100	0,602	180,64	300,00	9,03	15,00	

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,8	27,12	95,74	Incoerente	0	2,0	2,4	0,08	0,75	20	Strato
3,4	9,73	30,8	Incoerente	0	1,64	1,9	0,37	0,76	7	Strato
3,5	100	300	Incoerente	0	2,5	2,5	0,6	0,77	76	Strato

PROVA ...P4-BIS

Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda non rilevata

Strumento utilizzato...  
26/09/2019  
3,70 mt

DL-30 (90°)

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	12	0,857	36,28	42,35	1,81	2,12
0,20	17	0,805	48,28	60,00	2,41	3,00
0,30	27	0,753	71,73	95,29	3,59	4,76
0,40	45	0,651	103,36	158,82	5,17	7,94
0,50	50	0,649	114,51	176,47	5,73	8,82
0,60	46	0,647	105,04	162,35	5,25	8,12
0,70	33	0,695	80,97	116,47	4,05	5,82
0,80	21	0,743	55,09	74,12	2,75	3,71

0,90	11	0,842	30,86	36,67	1,54	1,83
1,00	8	0,840	22,39	26,67	1,12	1,33
1,10	7	0,838	19,55	23,33	0,98	1,17
1,20	8	0,836	22,30	26,67	1,12	1,33
1,30	7	0,835	19,47	23,33	0,97	1,17
1,40	6	0,833	16,66	20,00	0,83	1,00
1,50	6	0,831	16,62	20,00	0,83	1,00
1,60	29	0,730	70,52	96,67	3,53	4,83
1,70	19	0,778	49,27	63,33	2,46	3,17
1,80	13	0,776	33,64	43,33	1,68	2,17
1,90	9	0,825	23,44	28,42	1,17	1,42
2,00	9	0,823	23,40	28,42	1,17	1,42
2,10	5	0,822	12,97	15,79	0,65	0,79
2,20	4	0,820	10,36	12,63	0,52	0,63
2,30	3	0,819	7,76	9,47	0,39	0,47
2,40	2	0,817	5,16	6,32	0,26	0,32
2,50	2	0,816	5,15	6,32	0,26	0,32
2,60	2	0,814	5,14	6,32	0,26	0,32
2,70	7	0,813	17,97	22,11	0,90	1,11
2,80	15	0,761	36,07	47,37	1,80	2,37
2,90	18	0,760	41,04	54,00	2,05	2,70
3,00	23	0,709	48,90	69,00	2,44	3,45
3,10	23	0,707	48,81	69,00	2,44	3,45
3,20	21	0,706	44,48	63,00	2,22	3,15
3,30	8	0,805	19,31	24,00	0,97	1,20
3,40	71	0,603	128,52	213,00	6,43	10,65
3,50	147	0,602	265,54	441,00	13,28	22,05
3,60	152	0,601	274,00	456,00	13,70	22,80
3,70	200	0,600	359,78	600,00	17,99	30,00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,8	31,38	110,74	Incoerente	0	2,06	2,47	0,08	0,75	23,57	Strato
1,5	7,57	25,24	Incoerente	0	1,57	1,89	0,22	0,76	5,73	Strato
2	15,8	52,04	Incoerente	0	1,79	1,93	0,32	0,76	11,96	Strato
2,5	3,2	10,11	Incoerente	0	1,42	1,87	0,4	0,76	2,44	Strato
3,3	14,62	44,35	Incoerente	0	1,77	1,92	0,51	0,76	11,14	Strato
3,7	142,5	427,5	Incoerente	0	2,5	2,5	0,63	0,77	109,15	Strato

PROVA ...P5

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 5,10 mt

DL-30 (90°)  
 26/09/2019

Profondità prova  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	17	0,807	48,40	60,00	2,42	3,00
0,20	23	0,755	61,26	81,18	3,06	4,06
0,30	24	0,753	63,76	84,71	3,19	4,24
0,40	16	0,801	45,22	56,47	2,26	2,82
0,50	18	0,799	50,75	63,53	2,54	3,18
0,60	17	0,797	47,82	60,00	2,39	3,00
0,70	15	0,795	42,10	52,94	2,10	2,65
0,80	12	0,843	35,72	42,35	1,79	2,12
0,90	10	0,842	28,05	33,33	1,40	1,67
1,00	111	0,640	236,71	370,00	11,84	18,50
1,10	10	0,838	27,93	33,33	1,40	1,67
1,20	9	0,836	25,09	30,00	1,25	1,50

1,30	13	0,785	34,00	43,33	1,70	2,17
1,40	14	0,783	36,53	46,67	1,83	2,33
1,50	8	0,831	22,17	26,67	1,11	1,33
1,60	9	0,830	24,89	30,00	1,24	1,50
1,70	11	0,828	30,36	36,67	1,52	1,83
1,80	6	0,826	16,53	20,00	0,83	1,00
1,90	8	0,825	20,84	25,26	1,04	1,26
2,00	14	0,773	34,18	44,21	1,71	2,21
2,10	13	0,772	31,68	41,05	1,58	2,05
2,20	12	0,820	31,08	37,89	1,55	1,89
2,30	11	0,819	28,44	34,74	1,42	1,74
2,40	15	0,767	36,34	47,37	1,82	2,37
2,50	13	0,766	31,43	41,05	1,57	2,05
2,60	10	0,814	25,71	31,58	1,29	1,58
2,70	11	0,813	28,23	34,74	1,41	1,74
2,80	140	0,611	270,31	442,11	13,52	22,11
2,90	146	0,610	267,20	438,00	13,36	21,90
3,00	128	0,609	233,73	384,00	11,69	19,20
3,10	138	0,607	251,43	414,00	12,57	20,70
3,20	124	0,606	225,43	372,00	11,27	18,60
3,30	137	0,605	248,53	411,00	12,43	20,55
3,40	18	0,753	40,68	54,00	2,03	2,70
3,50	11	0,802	26,47	33,00	1,32	1,65
3,60	8	0,801	19,22	24,00	0,96	1,20
3,70	5	0,800	11,99	15,00	0,60	0,75
3,80	4	0,798	9,58	12,00	0,48	0,60
3,90	5	0,797	11,39	14,29	0,57	0,71
4,00	5	0,796	11,37	14,29	0,57	0,71
4,10	8	0,795	18,17	22,86	0,91	1,14
4,20	16	0,744	34,00	45,71	1,70	2,29
4,30	19	0,743	40,31	54,29	2,02	2,71
4,40	14	0,741	29,66	40,00	1,48	2,00
4,50	5	0,790	11,29	14,29	0,56	0,71
4,60	2	0,789	4,51	5,71	0,23	0,29
4,70	3	0,788	6,76	8,57	0,34	0,43
4,80	10	0,787	22,49	28,57	1,12	1,43
4,90	56	0,586	89,51	152,73	4,48	7,64
5,00	132	0,585	210,61	360,00	10,53	18,00
5,10	200	0,584	318,55	545,45	15,93	27,27

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,6	16,88	56,71	Incoerente	0	1,79	1,93	0,23	0,76	12	Strato
3,2	114,5	347,47	Incoerente	0	1,3	1,86	0,5	0,76	86	Strato
4,8	16,88	49,85	Incoerente	0	1,79	1,93	0,69	0,76	12	Strato
5,1	129,33	352,73	Incoerente	0	2,5	2,5	0,87	0,76	97	Strato

PROVA ...P6

Profondità prova  
Falda non rilevata

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
3,80 mt

DL-30 (90°)  
26/09/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	20	0,807	56,94	70,59	2,85	3,53
0,20	53	0,655	122,45	187,06	6,12	9,35
0,30	19	0,803	53,83	67,06	2,69	3,35
0,40	19	0,801	53,70	67,06	2,68	3,35

0,50	33	0,699	81,40	116,47	4,07	5,82
0,60	25	0,747	65,91	88,24	3,30	4,41
0,70	19	0,795	53,32	67,06	2,67	3,35
0,80	15	0,793	42,00	52,94	2,10	2,65
0,90	13	0,792	34,30	43,33	1,71	2,17
1,00	11	0,840	30,79	36,67	1,54	1,83
1,10	11	0,838	30,73	36,67	1,54	1,83
1,20	70	0,636	148,46	233,33	7,42	11,67
1,30	110	0,635	232,67	366,67	11,63	18,33
1,40	38	0,683	86,50	126,67	4,32	6,33
1,50	28	0,731	68,25	93,33	3,41	4,67
1,60	21	0,730	51,07	70,00	2,55	3,50
1,70	16	0,778	41,49	53,33	2,07	2,67
1,80	19	0,776	49,17	63,33	2,46	3,17
1,90	7	0,825	18,23	22,11	0,91	1,11
2,00	9	0,823	23,40	28,42	1,17	1,42
2,10	4	0,822	10,38	12,63	0,52	0,63
2,20	3	0,820	7,77	9,47	0,39	0,47
2,30	1	0,819	2,59	3,16	0,13	0,16
2,40	3	0,817	7,74	9,47	0,39	0,47
2,50	3	0,816	7,73	9,47	0,39	0,47
2,60	13	0,764	31,37	41,05	1,57	2,05
2,70	20	0,763	48,18	63,16	2,41	3,16
2,80	15	0,761	36,07	47,37	1,80	2,37
2,90	11	0,810	26,73	33,00	1,34	1,65
3,00	7	0,809	16,98	21,00	0,85	1,05
3,10	3	0,807	7,27	9,00	0,36	0,45
3,20	4	0,806	9,67	12,00	0,48	0,60
3,30	4	0,805	9,66	12,00	0,48	0,60
3,40	2	0,803	4,82	6,00	0,24	0,30
3,50	6	0,802	14,44	18,00	0,72	0,90
3,60	69	0,601	124,38	207,00	6,22	10,35
3,70	106	0,600	190,68	318,00	9,53	15,90
3,80	200	0,598	359,05	600,00	17,95	30,00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,1	9,99	20,4	Incoerente	0	1,64	1,9	0,09	0,76	7	Strato
1,5	29,49	57,97	Incoerente	0	2,04	2,45	0,22	0,76	22	Strato
2,5	1,58	7,38	Incoerente	0	1,36	1,86	0,33	0,76	1	Strato
3	8,89	12,87	Incoerente	0	1,61	1,9	0,44	0,76	6	Strato
3,5	2,47	3,69	Incoerente	0	1,39	1,87	0,51	0,76	1	Strato
3,8	69,86	118,99	Incoerente	0	2,25	2,5	0,58	0,76	52	Strato

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Cantiere: Napoli Località: Ponticelli	Committente: Studio TEN
--	-------------------------

--	--

Committente: Studio TEN Cantiere: Napoli  Località: Ponticelli	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (90°)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	18 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Signature 1

Signature 2

**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  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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  $A=10 \text{ cm}^2$  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  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> 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  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> 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  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, 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:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

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;
- $\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

- $R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );
- $e$  = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );
- $M$  = 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:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa / \sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

---

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

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 resistenze 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  $s_{Nspt}$  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:

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

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 immersione  $d = 1$  mt..

### **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 =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. 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 mt. sopra falda e < 7 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- 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 Gamma**

- 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  $\tau$  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/sec)**

- 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 ( $K_o$ )**

- 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). *Cu 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- $N_{spt}$ -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 - $M_o$  (Eed) (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 ...P1

Strumento utilizzato...	DL-30 (90°)
Prova eseguita in data	19/03/2002
Profondità prova	20,00 mt
Falda non rilevata	

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio







## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Riporto	30,34	0,50	68,13	100	100	63,85
[2] - Riporto	4,28	2,50	18,41	43,32	46,77	18,89
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	80,12	100	100	100
[4] - Sabbia	6,64	4,50	20,17	44,95	45,63	25,08
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	34,5	64,88	65,55	50,57
[6] - Torba	7,82	10,00	13,33	36,72	38,89	27,97
[7] - Sabbia	12,23	11,00	19,97	44,69	47,24	37,71
[8] - Tufo	23,61	15,00	28,92	57,02	61	56,22
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	34,48	66,13	73,19	73,42

### 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)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	35,67	28,67	36,5	36,89	39,74	42	32-35	36,33	36,1	48,59	39,63
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	28,22	21,22	29,2	29,93	31,37	0	<30	23,01	28,28	30,53	24,25
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	47,47	40,47	48,06	33,2	41,9	42	>38	47,78	48,49	54,18	52,85
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	28,9	21,9	29,86	28,69	32,35	0	<30	24,98	28,99	32,68	26,52
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	32,59	25,59	33,48	29,17	36,94	37,08	30-32	32,13	32,87	39,83	34,78
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	29,23	22,23	30,19	26,99	32,82	0	<30	25,83	29,35	29,9	27,51
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	30,49	23,49	31,42	27,55	34,5	34,26	30-32	28,54	30,67	33,26	30,64
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	33,75	26,75	34,61	28,13	38,1	35,98	30-32	33,82	34,08	37,09	36,73
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	38,81	31,81	39,57	28,33	41,65	37,26	35-38	39,9	39,4	38,31	43,75

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	393,17	242,72	358,71	407,55	226,70
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	---	34,24	---	---	---
[3] - Lmo	71,63	3,00	71,63	604,11	573,04	845,93	717,22	433,15

sabbioso Addensato								
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	---	53,12	---	---	---
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	315,69	156,48	231,51	326,70	172,80
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	---	62,56	---	---	---
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	249,62	97,84	145,01	271,73	136,15
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	346,83	188,88	279,30	357,08	193,05
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	458,83	330,56	488,28	489,90	281,60

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	182,04	89,78	215,41	173,32
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	---	36,26	30,39	57,09
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	429,78	174,59	508,57	357,47
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	---	41,10	47,14	67,61
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	117,36	67,64	138,88	125,24
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	---	43,53	55,52	72,88
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	73,38	52,59	86,83	92,55
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	141,66	75,96	167,63	143,30
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	247,92	112,34	293,37	222,29

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Meyerhof ed altri	2,14
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Meyerhof ed altri	1,51
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Meyerhof ed altri	2,43
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Meyerhof ed altri	1,61
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Meyerhof ed altri	1,98
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Meyerhof ed altri	1,65
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Meyerhof ed altri	1,80
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Meyerhof ed altri	2,06
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Meyerhof ed altri	2,21

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[3] - Lmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,38
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	(A.G.I.)	0,29
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	(A.G.I.)	0,35
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	(A.G.I.)	0,21
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	(A.G.I.)	0,34
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	(A.G.I.)	0,32
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	(A.G.I.)	0,34
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	(A.G.I.)	0,33
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	(A.G.I.)	0,31
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	(A.G.I.)	0,27

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	1606,97	1005,59
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	254,96	303,89
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	3603,32	1699,70
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	385,26	397,42
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	1063,65	769,02
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	449,29	439,20
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	684,06	577,20
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	1269,47	862,72
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	2148,35	1214,46

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Ohta & Goto (1978) Limi	94,47
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Ohta & Goto (1978) Limi	95,14
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Ohta & Goto (1978) Limi	174,12
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Ohta & Goto (1978) Limi	122,5
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Ohta & Goto (1978) Limi	166,58
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Ohta & Goto (1978) Limi	151,54
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Ohta & Goto (1978) Limi	166,09
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Ohta & Goto (1978) Limi	193,94
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Ohta & Goto (1978) Limi	226,27

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Seed e Idriss (1971)	--
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Seed e Idriss (1971)	--
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Seed e Idriss (1971)	--
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Navfac 1971-1982	5,66
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Navfac 1971-1982	0,82
[3] - LImo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Navfac 1971-1982	11,93
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Navfac 1971-1982	1,36
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Navfac 1971-1982	3,97

[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Navfac 1971-1982	1,63
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Navfac 1971-1982	2,57
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Navfac 1971-1982	4,66
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Navfac 1971-1982	7,05

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Riporto	30,34	0,50	30,34	Robertson 1983	60,68
[2] - Riporto	4,28	2,50	4,28	Robertson 1983	8,56
[3] - Llmo sabbioso Addensato	71,63	3,00	71,63	Robertson 1983	143,26
[4] - Sabbia	6,64	4,50	6,64	Robertson 1983	13,28
[5] - Sabbia addensata	19,56	9,50	19,56	Robertson 1983	39,12
[6] - Torba	7,82	10,00	7,82	Robertson 1983	15,64
[7] - Sabbia	12,23	11,00	12,23	Robertson 1983	24,46
[8] - Tufo	23,61	15,00	23,61	Robertson 1983	47,22
[9] - Tufo compatto	41,32	20,00	41,32	Robertson 1983	82,64

PROVA ...P2

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 4,20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	23,67	2,20	56,51	100	100	56,3
[2] - Strato	46,57	3,00	67,6	100	100	77,56
[3] - Strato	28,4	4,20	50,54	92,66	91,09	61,84

### 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)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	33,76	26,76	34,63	33,35	38,12	42	30-32	33,84	34,1	45,76	36,76
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	40,31	33,31	41,04	32,55	42,22	42	35-38	41,43	40,97	50,47	45,52
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	35,11	28,11	35,95	31,02	39,31	40,97	32-35	35,64	35,52	45,33	38,83

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	347,27	189,36	280,01	357,52	193,35
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	487,11	372,56	550,23	529,28	307,85
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	380,39	227,20	335,82	393,00	217,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	142,02	76,08	168,06	143,57
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	279,42	123,12	330,65	245,70
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	170,40	85,80	201,64	164,66

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Meyerhof ed altri	2,06
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Meyerhof ed altri	2,23
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Meyerhof ed altri	2,12

### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Poisson

		(m)	presenza falda		
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	(A.G.I.)	0,31
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	(A.G.I.)	0,26
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	(A.G.I.)	0,3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	1272,51	864,06
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	2403,99	1306,54
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	1510,19	965,80

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Ohta & Goto (1978) Limi	120,46
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Ohta & Goto (1978) Limi	159,88
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Ohta & Goto (1978) Limi	156,28

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Navfac 1971-1982	4,67
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Navfac 1971-1982	7,71
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Navfac 1971-1982	5,38

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,67	2,20	23,67	Robertson 1983	47,34
[2] - Strato	46,57	3,00	46,57	Robertson 1983	93,14
[3] - Strato	28,4	4,20	28,4	Robertson 1983	56,80

PROVA ...P3

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	27	1,50	61,8	100	100	60,3
[2] - Strato	11	2,50	34,91	66,32	68,33	35,16
[3] - Strato	40	4,20	60,72	100	100	72,37
[4] - Strato	3	4,80	5,73	28,68	29,67	15,3
[5] - Strato	72	5,10	71,7	100	100	100

### 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)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	27	1,50	27	34,71	27,71	35,56	34,35	38,97	42	32-35	35,12	35,1	47,17	38,24
[2] - Strato	11	2,50	11	30,14	23,14	31,08	30,86	34,05	37,28	<30	27,85	30,3	38,4	29,83
[3] - Strato	40	4,20	40	38,43	31,43	39,2	31,82	41,47	42	35-38	39,49	39	48,63	43,28
[4] - Strato	3	4,80	3	27,86	20,86	28,84	26,99	30,81	0	<30	21,71	27,9	25,14	22,75
[5] - Strato	72	5,10	72	47,57	40,57	48,16	31,95	41,85	42	>38	47,86	48,6	52,58	52,95

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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

[1] - Strato	27	1,50	27	370,90	216,00	319,30	382,50	210,00
[2] - Strato	11	2,50	11	236,74	88,00	130,50	262,50	130,00
[3] - Strato	40	4,20	40	451,44	320,00	472,70	480,00	275,00
[4] - Strato	3	4,80	3	---	24,00	---	---	---
[5] - Strato	72	5,10	72	605,67	576,00	850,30	720,00	435,00

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	27	1,50	27	162,00	82,92	191,70	158,42
[2] - Strato	11	2,50	11	66,00	50,06	78,10	87,06
[3] - Strato	40	4,20	40	240,00	109,63	284,00	216,40
[4] - Strato	3	4,80	3	---	33,63	21,30	51,38
[5] - Strato	72	5,10	72	432,00	175,35	511,20	359,12

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	27	1,50	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	11	2,50	11	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	40	4,20	40	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[4] - Strato	3	4,80	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[5] - Strato	72	5,10	72	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27	1,50	27	Meyerhof ed altri	2,10
[2] - Strato	11	2,50	11	Meyerhof ed altri	1,76
[3] - Strato	40	4,20	40	Meyerhof ed altri	2,20
[4] - Strato	3	4,80	3	Meyerhof ed altri	1,45
[5] - Strato	72	5,10	72	Meyerhof ed altri	2,43

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27	1,50	27	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - Strato	11	2,50	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] - Strato	40	4,20	40	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[4] - Strato	3	4,80	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[5] - Strato	72	5,10	72	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	27	1,50	27	(A.G.I.)	0,3
[2] - Strato	11	2,50	11	(A.G.I.)	0,33
[3] - Strato	40	4,20	40	(A.G.I.)	0,27
[4] - Strato	3	4,80	3	(A.G.I.)	0,35
[5] - Strato	72	5,10	72	(A.G.I.)	0,21

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	27	1,50	27	1440,11	936,43
[2] - Strato	11	2,50	11	619,19	541,00
[3] - Strato	40	4,20	40	2083,77	1190,61
[4] - Strato	3	4,80	3	182,56	244,59
[5] - Strato	72	5,10	72	3620,81	1705,06

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	-------------------------------



[1] - Strato	27	1,50	27	Ohta & Goto (1978) Limi	114,45
[2] - Strato	11	2,50	11	Ohta & Goto (1978) Limi	118,41
[3] - Strato	40	4,20	40	Ohta & Goto (1978) Limi	163,54
[4] - Strato	3	4,80	3	Ohta & Goto (1978) Limi	110,59
[5] - Strato	72	5,10	72	Ohta & Goto (1978) Limi	195,21

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	27	1,50	27	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	11	2,50	11	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	40	4,20	40	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	3	4,80	3	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Strato	72	5,10	72	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	27	1,50	27	Navfac 1971-1982	5,18
[2] - Strato	11	2,50	11	Navfac 1971-1982	2,31
[3] - Strato	40	4,20	40	Navfac 1971-1982	6,89
[4] - Strato	3	4,80	3	Navfac 1971-1982	0,51
[5] - Strato	72	5,10	72	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27	1,50	27	Robertson 1983	54,00
[2] - Strato	11	2,50	11	Robertson 1983	22,00
[3] - Strato	40	4,20	40	Robertson 1983	80,00
[4] - Strato	3	4,80	3	Robertson 1983	6,00
[5] - Strato	72	5,10	72	Robertson 1983	144,00

PROVA ...P4

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 3,50 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	20	0,80	56,04	100	100	51,23
[2] - Strato	7	3,40	26,33	53,63	56,17	25,97
[3] - Strato	76	3,50	80,94	100	100	100

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	20	0,80	20	32,71	25,71	33,6	35,34	37,07	42	30-32	32,32	33	44,85	35
[2] - Strato	7	3,40	7	29	22	29,96	30,29	32,49	0	<30	25,25	29,1	34,57	26,83
[3] - Strato	76	3,50	76	48,71	41,71	49,28	33,13	41,33	42	>38	48,76	49,8	54,53	53,99

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	20	0,80	20	319,22	160,00	236,70	330,00	175,00
[2] - Strato	7	3,40	7	---	56,00	---	---	---
[3] - Strato	76	3,50	76	622,27	608,00	897,50	750,00	455,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	20	0,80	20	120,00	68,55	142,00	127,20
[2] - Strato	7	3,40	7	---	41,84	49,70	69,22
[3] - Strato	76	3,50	76	456,00	183,57	539,60	376,96

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	20	0,80	20	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	7	3,40	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - Strato	76	3,50	76	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	20	0,80	20	Meyerhof ed altri	1,99
[2] - Strato	7	3,40	7	Meyerhof ed altri	1,62
[3] - Strato	76	3,50	76	Meyerhof ed altri	2,50

### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	20	0,80	20	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,39
[2] - Strato	7	3,40	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[3] - Strato	76	3,50	76	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	20	0,80	20	(A.G.I.)	0,31
[2] - Strato	7	3,40	7	(A.G.I.)	0,34
[3] - Strato	76	3,50	76	(A.G.I.)	0,2

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	20	0,80	20	1086,13	779,54
[2] - Strato	7	3,40	7	404,86	410,45
[3] - Strato	76	3,50	76	3809,59	1762,33

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	20	0,80	20	Ohta & Goto (1978) Limi	96,25
[2] - Strato	7	3,40	7	Ohta & Goto (1978) Limi	110,54
[3] - Strato	76	3,50	76	Ohta & Goto (1978) Limi	183,78

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	20	0,80	20	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	7	3,40	7	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	76	3,50	76	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	20	0,80	20	Navfac 1971-1982	4,05
[2] - Strato	7	3,40	7	Navfac 1971-1982	1,44
[3] - Strato	76	3,50	76	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	20	0,80	20	Robertson 1983	40,00
[2] - Strato	7	3,40	7	Robertson 1983	14,00
[3] - Strato	76	3,50	76	Robertson 1983	152,00

PROVA ...P4-BIS

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DL-30 (90°)  
 26/09/2019  
 3,70 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	23,57	0,80	60,28	100	100	56,17
[2] - Strato	5,73	1,50	25,16	52,42	58,64	22,75
[3] - Strato	11,96	2,00	38,24	71,93	75,58	37,16
[4] - Strato	2,44	2,50	7,98	31,28	33,34	13,68
[5] - Strato	11,14	3,30	33,45	63,82	64,76	35,45
[6] - Strato	109,15	3,70	92,06	100	100	100

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	33,73	26,73	34,6	35,54	38,09	42	30-32	33,8	34,07	46,27	36,71
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	28,64	21,64	29,6	31,12	31,97	0	<30	24,27	28,72	33,41	25,71
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	30,42	23,42	31,35	31,5	34,4	38,07	<30	28,39	30,59	39,45	30,47
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	27,7	20,7	28,68	28,44	30,57	0	<30	21,05	27,73	25,27	21,99
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	30,18	23,18	31,12	30,38	34,1	36,93	<30	27,93	30,34	38,12	29,93
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	58,19	51,19	58,56	33,62	32,02	42	>38	55,46	59,74	57,59	61,72

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	346,54	188,56	278,83	356,77	192,85

[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	---	45,84	---	---	---
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	246,85	95,68	141,83	269,70	134,80
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	---	19,52	---	---	---
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	238,24	89,12	132,15	263,55	130,70
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	745,73	873,20	1288,67	998,62	620,75

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	141,42	75,88	167,35	143,12
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	---	39,23	40,68	63,56
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	71,76	52,03	84,92	91,34
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	---	32,48	17,32	48,88
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	66,84	50,35	79,09	87,68
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	654,90	251,66	774,97	524,81

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Meyerhof ed altri	2,06
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Meyerhof ed altri	1,57
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Meyerhof ed altri	1,79
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Meyerhof ed altri	1,42
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Meyerhof ed altri	1,77
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Meyerhof ed altri	2,50

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	(A.G.I.)	0,31
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	(A.G.I.)	0,34
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	(A.G.I.)	0,33
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	(A.G.I.)	0,35
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	(A.G.I.)	0,33
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	(A.G.I.)	0,13

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	1267,45	861,83
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	335,41	363,20
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	669,85	569,38
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	150,33	215,58

[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	626,59	545,20
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	5353,72	2198,58

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Ohta & Goto (1978) Limi	99,02
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Ohta & Goto (1978) Limi	95,06
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Ohta & Goto (1978) Limi	117,08
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Ohta & Goto (1978) Limi	93,35
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Ohta & Goto (1978) Limi	127,49
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Ohta & Goto (1978) Limi	196,2

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Navfac 1971-1982	4,65
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Navfac 1971-1982	1,16
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Navfac 1971-1982	2,51
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Navfac 1971-1982	0,38
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Navfac 1971-1982	2,34
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,57	0,80	23,57	Robertson 1983	47,14
[2] - Strato	5,73	1,50	5,73	Robertson 1983	11,46
[3] - Strato	11,96	2,00	11,96	Robertson 1983	23,92
[4] - Strato	2,44	2,50	2,44	Robertson 1983	4,88
[5] - Strato	11,14	3,30	11,14	Robertson 1983	22,28
[6] - Strato	109,15	3,70	109,15	Robertson 1983	218,30

PROVA ...P5

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	12	2,60	40,07	75,32	82,25	37,24
[2] - Strato	86	3,20	87,15	100	100	100
[3] - Strato	12	4,80	32,29	61,78	61,95	37,24
[4] - Strato	97	5,10	82,99	100	100	100

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	12	2,60	12	30,43	23,43	31,36	32,19	34,41	38,54	<30	28,42	30,6	39,81	30,49
[2] - Strato	86	3,20	86	51,57	44,57	52,08	33,7	39,45	42	>38	50,92	52,8	55,97	56,47
[3] - Strato	12	4,80	12	30,43	23,43	31,36	29,84	34,41	36,65	<30	28,42	30,6	38,08	30,49
[4] - Strato	97	5,10	97	54,71	47,71	55,16	32,72	36,45	42	>38	53,14	56,1	55,64	59,05

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	12	2,60	12	247,26	96,00	142,30	270,00	135,00
[2] - Strato	86	3,20	86	661,94	688,00	1015,50	825,00	505,00
[3] - Strato	12	4,80	12	247,26	96,00	142,30	270,00	135,00

[4] - Strato	97	5,10	97	703,00	776,00	1145,30	907,50	560,00
--------------	----	------	----	--------	--------	---------	--------	--------

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	12	2,60	12	72,00	52,11	85,20	91,52
[2] - Strato	86	3,20	86	516,00	204,11	610,60	421,56
[3] - Strato	12	4,80	12	72,00	52,11	85,20	91,52
[4] - Strato	97	5,10	97	582,00	226,71	688,70	470,62

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	12	2,60	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	86	3,20	86	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
[3] - Strato	12	4,80	12	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Strato	97	5,10	97	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	12	2,60	12	Meyerhof ed altri	1,79
[2] - Strato	86	3,20	86	Meyerhof ed altri	2,50
[3] - Strato	12	4,80	12	Meyerhof ed altri	1,79
[4] - Strato	97	5,10	97	Meyerhof ed altri	2,50

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	12	2,60	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[2] - Strato	86	3,20	86	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Strato	12	4,80	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[4] - Strato	97	5,10	97	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	12	2,60	12	(A.G.I.)	0,33
[2] - Strato	86	3,20	86	(A.G.I.)	0,18
[3] - Strato	12	4,80	12	(A.G.I.)	0,33
[4] - Strato	97	5,10	97	(A.G.I.)	0,16

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	12	2,60	12	671,96	570,54
[2] - Strato	86	3,20	86	4279,00	1900,59
[3] - Strato	12	4,80	12	671,96	570,54
[4] - Strato	97	5,10	97	4791,58	2045,63

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	12	2,60	12	Ohta & Goto (1978) Limi	110,61
[2] - Strato	86	3,20	86	Ohta & Goto (1978) Limi	181,57
[3] - Strato	12	4,80	12	Ohta & Goto (1978) Limi	137,41
[4] - Strato	97	5,10	97	Ohta & Goto (1978) Limi	205,54

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	12	2,60	12	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	86	3,20	86	Seed e Idriss (1971)	--



[3] - Strato	12	4,80	12	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	97	5,10	97	Seed e Idriss (1971)	--

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	12	2,60	12	Navfac 1971-1982	2,52
[2] - Strato	86	3,20	86	Navfac 1971-1982	11,93
[3] - Strato	12	4,80	12	Navfac 1971-1982	2,52
[4] - Strato	97	5,10	97	Navfac 1971-1982	11,93

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	12	2,60	12	Robertson 1983	24,00
[2] - Strato	86	3,20	86	Robertson 1983	172,00
[3] - Strato	12	4,80	12	Robertson 1983	24,00
[4] - Strato	97	5,10	97	Robertson 1983	194,00

PROVA ...P6

Strumento utilizzato... DL-30 (90°)  
 Prova eseguita in data 26/09/2019  
 Profondità prova 3,80 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	7	1,10	31,69	62,5	81,49	25,97
[2] - Strato	22	1,50	54,76	100	100	54,08
[3] - Strato	1	2,50	0	20,69	22,88	9,36
[4] - Strato	6	3,00	22,43	48,21	50,03	23,45
[5] - Strato	1	3,50	0	19,07	20,38	9,36
[6] - Strato	52	3,80	69,92	100	100	82,08

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	7	1,10	7	29	22	29,96	33,38	32,49	0	<30	25,25	29,1	35,65	26,83
[2] - Strato	22	1,50	22	33,29	26,29	34,16	33,28	37,65	42	30-32	33,17	33,6	45,14	35,98
[3] - Strato	1	2,50	1	27,29	20,29	28,28	27,41	29,93	0	<30	18,87	27,3	17,75	19,47
[4] - Strato	6	3,00	6	28,71	21,71	29,68	29,69	32,09	0	<30	24,49	28,8	32,98	25,95
[5] - Strato	1	3,50	1	27,29	20,29	28,28	26,45	29,93	0	<30	18,87	27,3	17,05	19,47
[6] - Strato	52	3,80	52	41,86	34,86	42,56	32,58	42,57	42	>38	42,93	42,6	51,28	47,25

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	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
[1] - Strato	7	1,10	7	---	56,00	---	---	---
[2] - Strato	22	1,50	22	334,80	176,00	260,30	345,00	185,00
[3] - Strato	1	2,50	1	---	8,00	---	---	---
[4] - Strato	6	3,00	6	---	48,00	---	---	---
[5] - Strato	1	3,50	1	---	8,00	---	---	---
[6] - Strato	52	3,80	52	514,72	416,00	614,30	570,00	335,00

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	7	1,10	7	---	41,84	49,70	69,22
[2] - Strato	22	1,50	22	132,00	72,65	156,20	136,12
[3] - Strato	1	2,50	1	---	29,52	7,10	42,46
[4] - Strato	6	3,00	6	---	39,79	42,60	64,76
[5] - Strato	1	3,50	1	---	29,52	7,10	42,46
[6] - Strato	52	3,80	52	312,00	134,27	369,20	269,92

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	7	1,10	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	22	1,50	22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	1	2,50	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[4] - Strato	6	3,00	6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[5] - Strato	1	3,50	1	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[6] - Strato	52	3,80	52	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	7	1,10	7	Meyerhof ed altri	1,62
[2] - Strato	22	1,50	22	Meyerhof ed altri	2,03
[3] - Strato	1	2,50	1	Meyerhof ed altri	1,35
[4] - Strato	6	3,00	6	Meyerhof ed altri	1,58
[5] - Strato	1	3,50	1	Meyerhof ed altri	1,35
[6] - Strato	52	3,80	52	Meyerhof ed altri	2,24

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	7	1,10	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - Strato	22	1,50	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,44
[3] - Strato	1	2,50	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86
[4] - Strato	6	3,00	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[5] - Strato	1	3,50	1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86
[6] - Strato	52	3,80	52	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	7	1,10	7	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	22	1,50	22	(A.G.I.)	0,31
[3] - Strato	1	2,50	1	(A.G.I.)	0,35
[4] - Strato	6	3,00	6	(A.G.I.)	0,34
[5] - Strato	1	3,50	1	(A.G.I.)	0,35
[6] - Strato	52	3,80	52	(A.G.I.)	0,25

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Strato	7	1,10	7	404,86	410,45
[2] - Strato	22	1,50	22	1187,93	826,29
[3] - Strato	1	2,50	1	65,00	125,00
[4] - Strato	6	3,00	6	350,25	373,56
[5] - Strato	1	3,50	1	65,00	125,00
[6] - Strato	52	3,80	52	2666,59	1397,62

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	7	1,10	7	Ohta & Goto (1978) Limi	85,35
[2] - Strato	22	1,50	22	Ohta & Goto (1978) Limi	122,84
[3] - Strato	1	2,50	1	Ohta & Goto (1978) Limi	78,2
[4] - Strato	6	3,00	6	Ohta & Goto (1978) Limi	113,38
[5] - Strato	1	3,50	1	Ohta & Goto (1978) Limi	85,88
[6] - Strato	52	3,80	52	Ohta & Goto (1978) Limi	173,99

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato	7	1,10	7	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato	22	1,50	22	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato	1	2,50	1	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato	6	3,00	6	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Strato	1	3,50	1	Seed e Idriss (1971)	--
[6] - Strato	52	3,80	52	Seed e Idriss (1971)	--

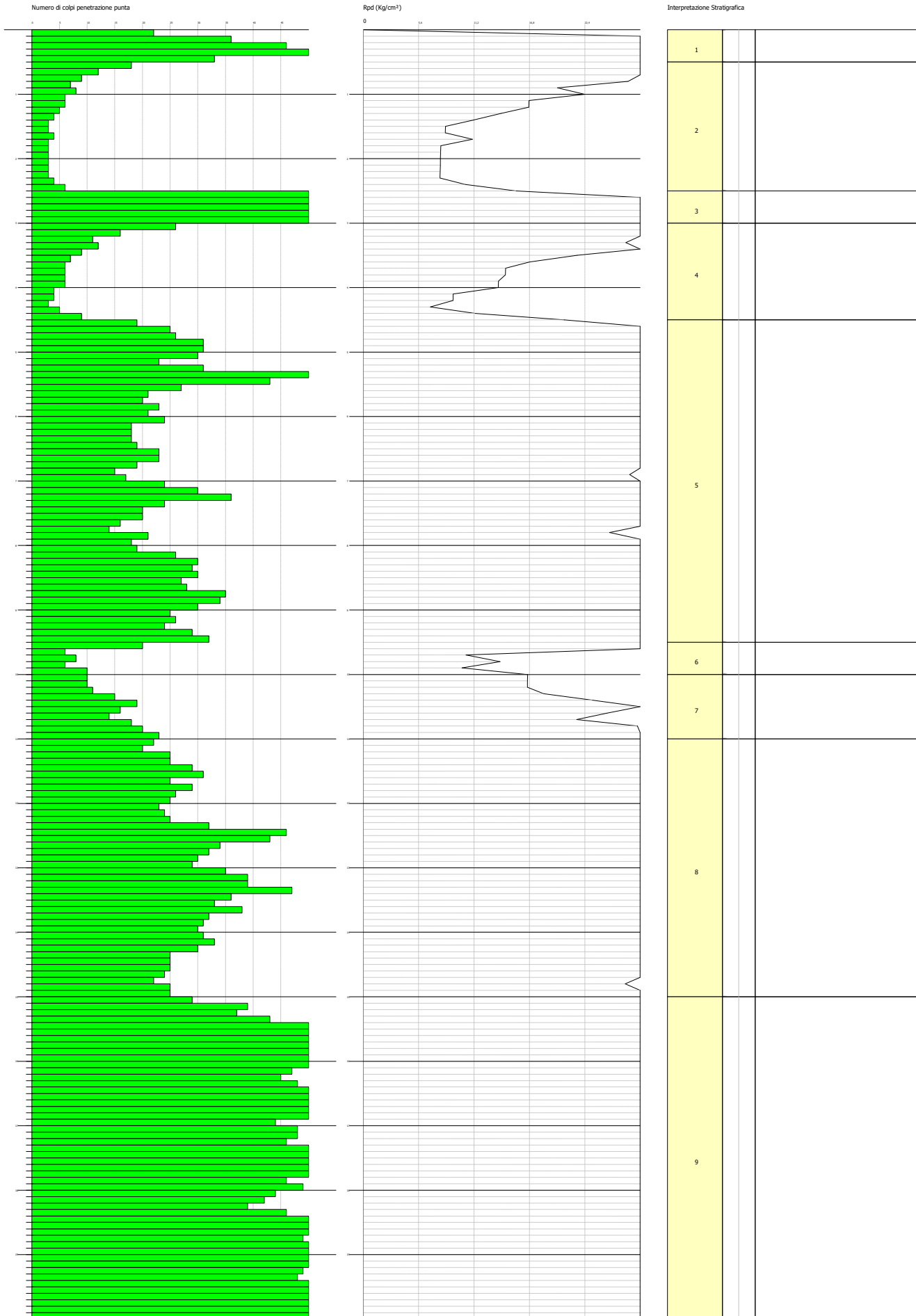
**Modulo di reazione Ko**

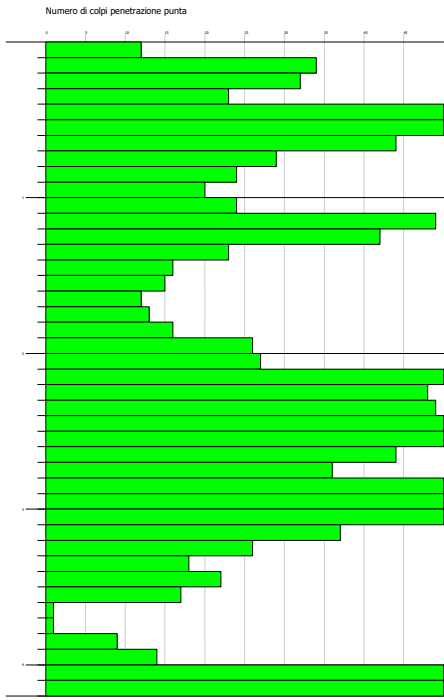
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	7	1,10	7	Navfac 1971-1982	1,44
[2] - Strato	22	1,50	22	Navfac 1971-1982	4,39
[3] - Strato	1	2,50	1	Navfac 1971-1982	0,02
[4] - Strato	6	3,00	6	Navfac 1971-1982	1,22

[5] - Strato	1	3,50	1	Navfac 1971-1982	0,02
[6] - Strato	52	3,80	52	Navfac 1971-1982	8,47

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

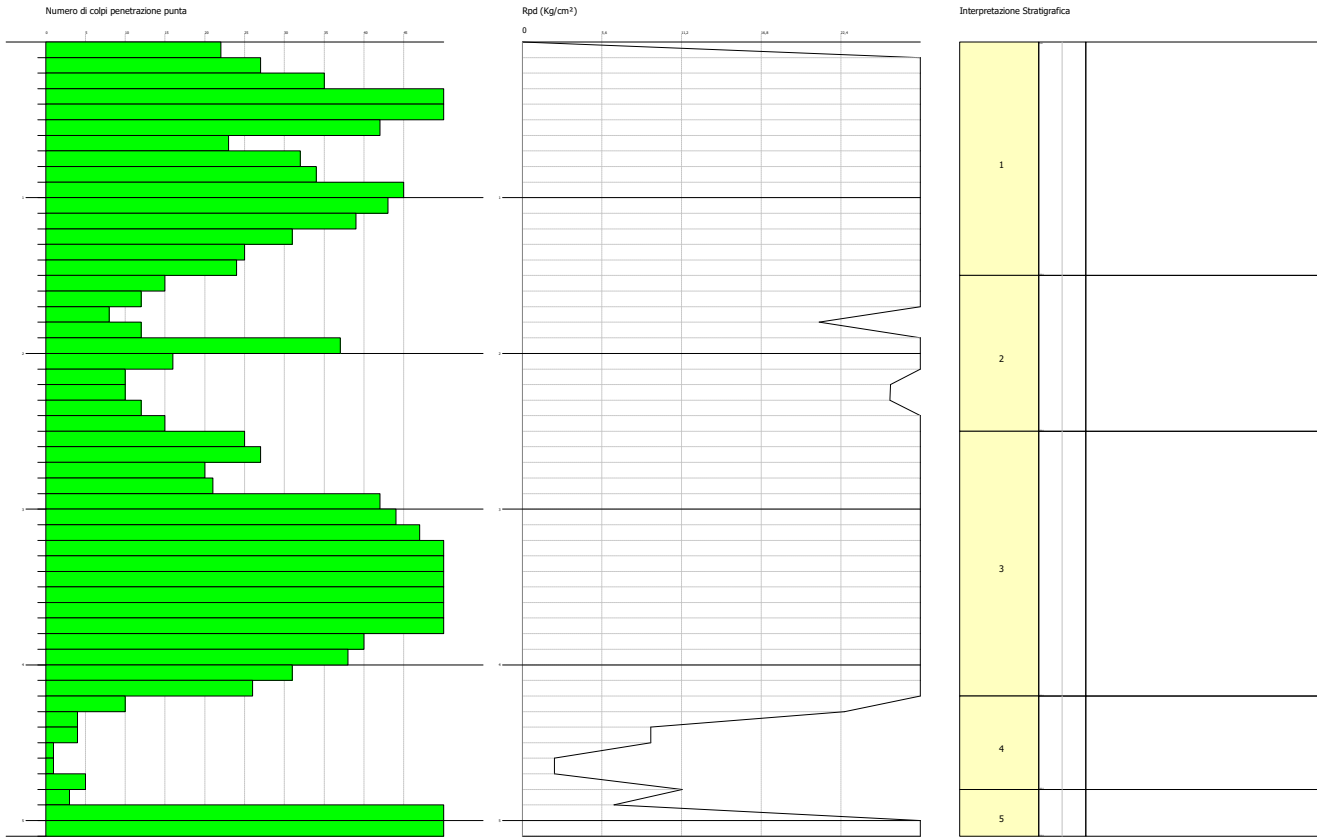
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	7	1,10	7	Robertson 1983	14,00
[2] - Strato	22	1,50	22	Robertson 1983	44,00
[3] - Strato	1	2,50	1	Robertson 1983	2,00
[4] - Strato	6	3,00	6	Robertson 1983	12,00
[5] - Strato	1	3,50	1	Robertson 1983	2,00
[6] - Strato	52	3,80	52	Robertson 1983	104,00

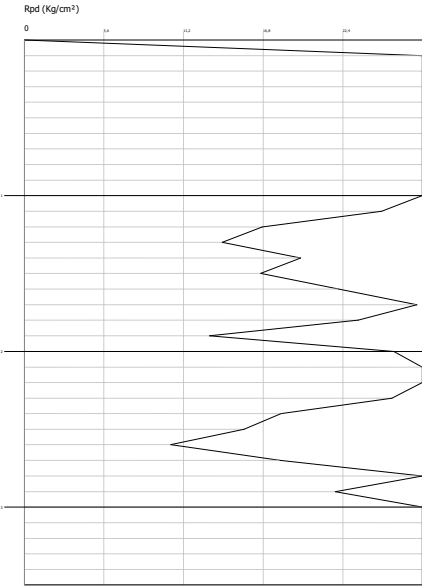
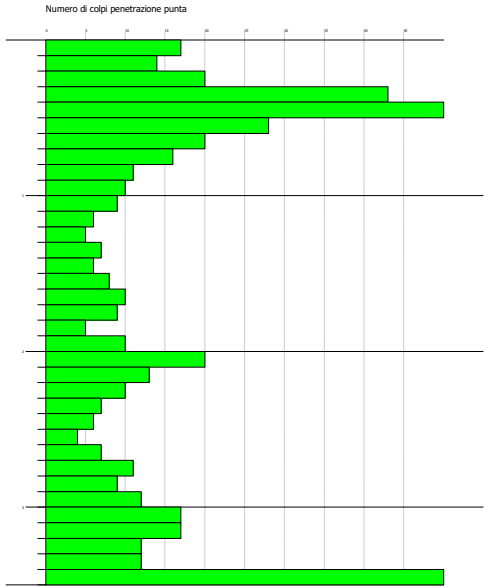




Interpretazione Stratigrafica

1	
2	
3	

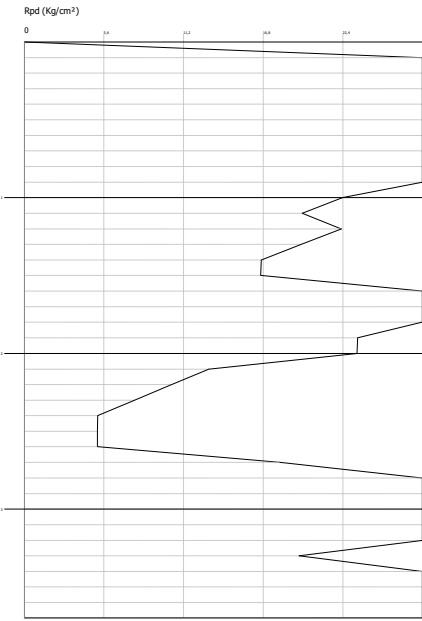
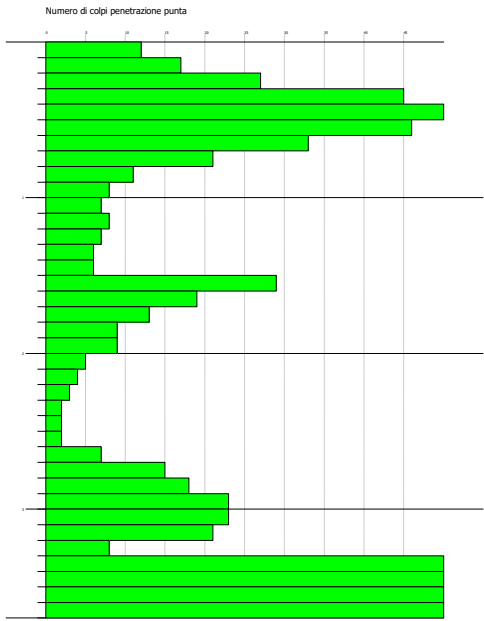




Interpretazione Stratigrafica

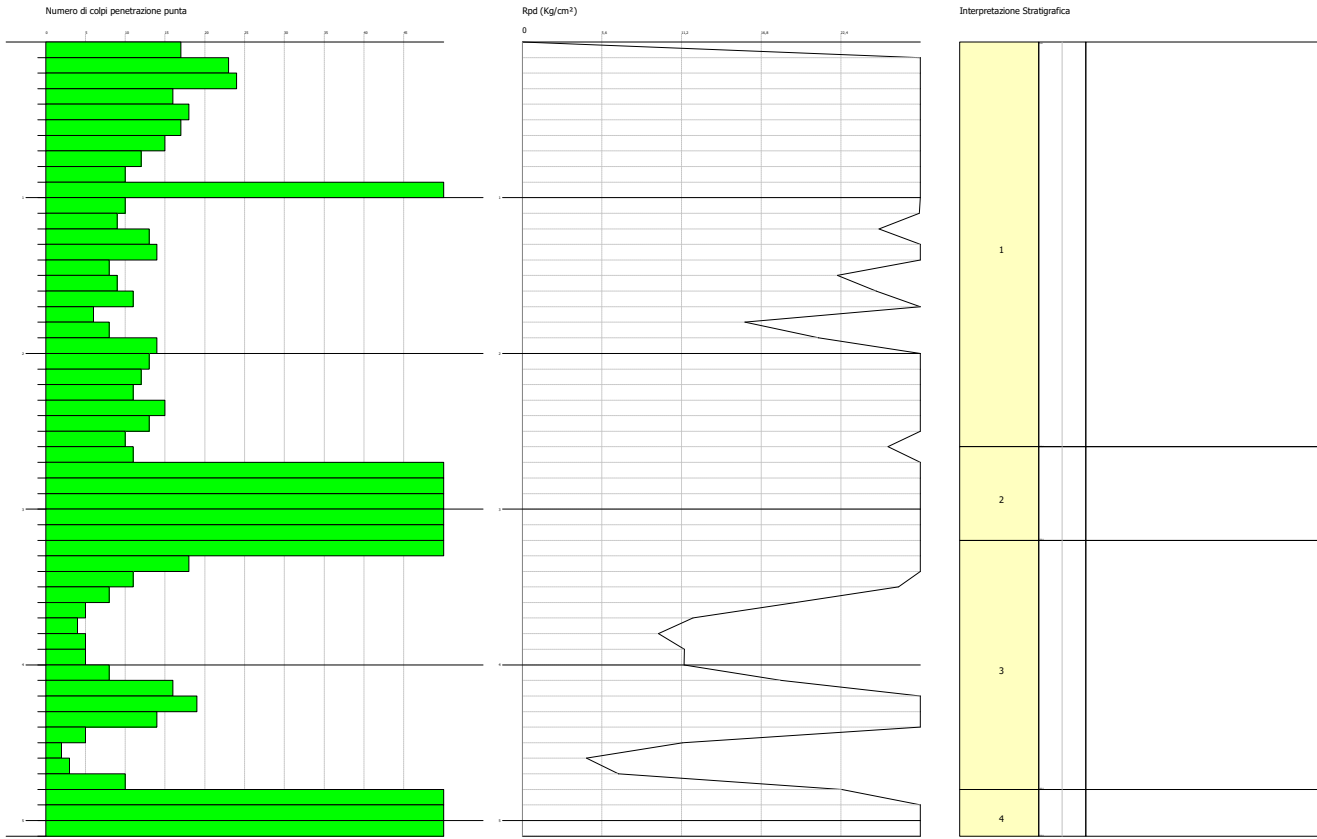
Stratigrafia	Descrizione
1	
2	
3	

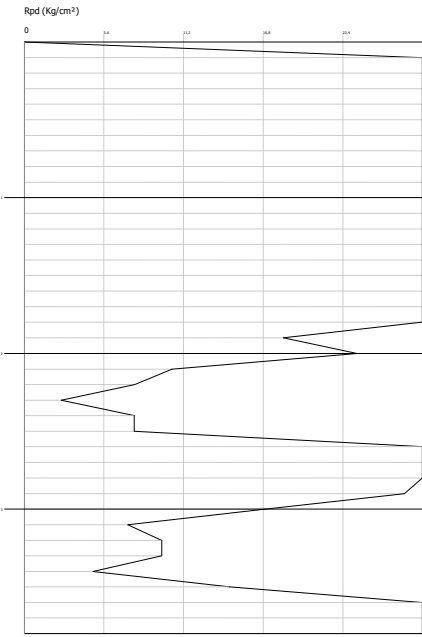
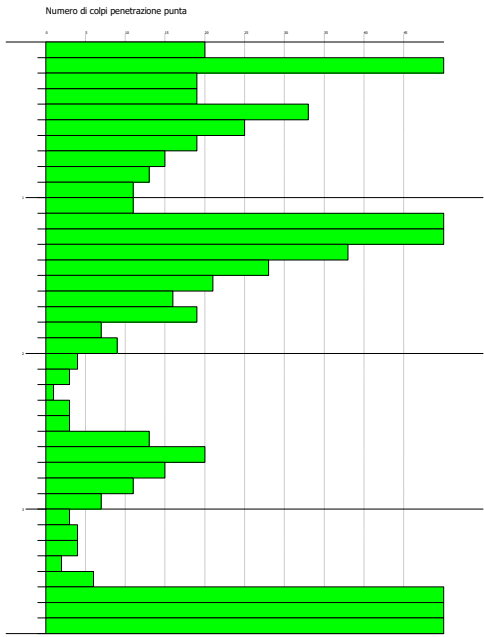




Interpretazione Stratigrafica

1		
2		
3		
4		
5		
6		





Interpretazione Stratigrafica

1		
2		
3		
4		
5		
6		