



**REGIONE ABRUZZO**



**PROVINCIA DI TERAMO**

**Comune di Silvi**

*COMMITTENTE:*

**OPERA S.P.A .**

**“REALIZZAZIONE DI UN COMPLESSO ABITATIVO RESIDENZIALE”  
NEL TERRITORIO COMUNALE DI SILVI.**

**(AGGIORNATO AL NTC 2008 IN DATA APRILE 2014)**

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

Pescara, Gennaio 2008

IL TECNICO INCARICATO  
Dott. Geol. Angelo Di Ninni

## 1. INTRODUZIONE

Nella seguente relazione sono esposti i risultati di uno studio geologico e geotecnico relativo al progetto per i lavori di “Realizzazione di un complesso abitativo residenziale” nel territorio comunale di Silvi, commissionato da *Opera S.p.a.*

L’indagine è finalizzata all’individuazione delle caratteristiche geologico-morfologiche fondamentali del sito e alla determinazione delle proprietà geotecniche dei terreni coinvolti negli interventi previsti dal progetto.

La metodologia d’indagine è stata la seguente:

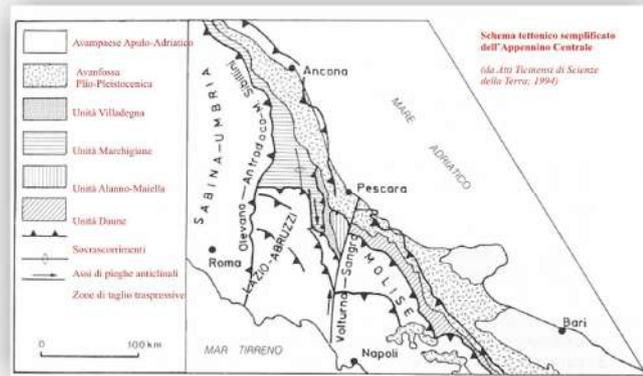
- 1) approfondita analisi bibliografica, rivolta a studi di natura geologica e geotecnica realizzati nell’area oggetto di studio e in aree limitrofe;
- 2) analisi idrologica, idrogeologica;
- 3) realizzazione di 12 prove penetrometriche DPSH e 3 sondaggi geognostici al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico e fisico – meccanico i terreni indagati.



Ubicazione dell’area

## 2. ASPETTI DELLA GEOLOGIA GENERALE

Le strutture della catena dell'Appennino centrale sono rappresentate da pieghe e sovrascorrimenti le cui caratteristiche essenziali sono da tempo note in letteratura (Scarsella, 1951; Accordi, 1966; Parotto & Praturlon, 1975); l'assetto tettonico è interpretato secondo uno stile deformativo pellicolare (Bally et al., 1986; Calamita & Deiana, 1986; Lavecchia *et al.*, 1987; Cosentino & Parotto, 1991) o considerando coinvolto nella deformazione anche il basamento (Lavecchia *et al.*, 1987; Calamita *et al.*, 1991; Minelli, 1992; Calamita & Deiana, 1995; Barchi *et al.*, 1998).



Questo settore della catena appenninica è delimitato a ovest dalla linea Olevano-Antrodoco-Monti Sibillini e ad est dalla linea Volturmo-Sangro. Accordi, nel 1966, attribuiva a questo segmento, che si compone in larga misura di elementi esterni del margine africano, uno stile deformativo a pieghe e sovrascorrimenti con rilevanti entità di raccorciamento crostale.

Nello schema tettonico semplificato, è possibile osservare quelli che sono i maggiori fronti di sovrascorrimento tra le diverse unità tettoniche, accavallatisi secondo un modello di migrazione del sistema catena-avanfossa-avampaese. In particolare i rapporti di imbricazione hanno ubicato le unità Umbro-Sabine e Laziali-Abruzzesi a tetto, mentre le più esterne unità Marchigiane, Villadegna-Cellino e Alanno-Maiella a letto (da Ghisetti e Vezzani, 1993).

Nella distribuzione dei principali domini strutturali dell'Appennino centro-meridionale, la linea Sangro-Volturno ha avuto un ruolo fondamentale nella deformazione pellicolare della catena, soprattutto durante le fasi medio-mioceniche e plioceniche, essendo stata attiva con meccanismi trascorrenti. Infatti, mentre a ESE di questo allineamento si osserva l'esclusivo sviluppo del bacino Molisano, caratterizzato da un assetto tettonico piuttosto complesso, con direttrici appenniniche e antiappenniniche, nel settore nord-occidentale, invece, si individua un insieme di strutture a vergenza adriatica (anticlinale asimmetrica della Maiella, scaglia di

Roccacaramanico, piega della Queglia, piega rovesciata di Colle Madonna, Fronte di accavallamento lungo l'arco strutturale del Morrone-Gran Sasso) sovrascorse sulla parte più interna dell'avanfossa e sviluppate secondo direttrici N-S e NNW-SSE.

Nel regime tettonico compressivo post-collisionale la deformazione procede in una determinata direzione (polarità orogenica) conseguente alla regionale distribuzione degli sforzi. In tale ottica si sviluppa ed evolve un sistema orogenico (sistema catena-avanfossa-avanpaese) costituito da una fascia deformata (catena), da un bacino sedimentario caratterizzato da un'elevata subsidenza, ubicato a ridosso della porzione frontale della catena (avanfossa) e, al di là di questo bacino, da una zona crostale non ancora interessata da deformazione (avanpaese).

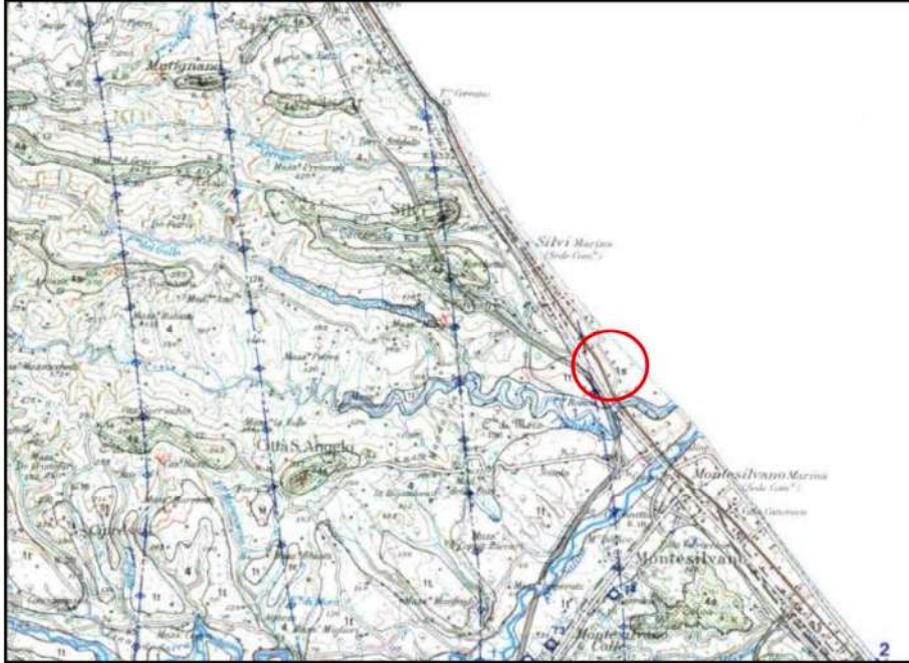
Nell'avanfossa, ubicata tra la catena e l'avanpaese, si depongono forti spessori di sedimenti torbiditici silicoclastici, derivanti dall'erosione di settori della catena caratterizzati dalla presenza di rocce cristalline (rocce ignee intrusive, rocce metamorfiche, ecc.).

L'area oggetto di studio fa parte dell'avanfossa plio-pleistocenica appenninica, la quale risulta essere l'ultima di una serie di avanfosse originatesi a partire dall'Oligocene.

Una notevole attività tettonica sinsedimentaria ha condizionato l'assetto morfologico del bacino e dei suoi ambienti deposizionali, tanto da portare a una differenziazione sia in senso verticale che orizzontale; si sono così prodotte dorsali sottomarine, parallele all'attuale linea di costa, oltre ad alcuni importanti sistemi di dislocazione trasversali.

### 3. GEOLOGIA LOCALE

Il territorio comunale di Silvi è localizzato nel versante nord-orientale dell'Appennino centrale abruzzese, al disopra dei depositi d'avanfossa, relativamente al tratto della catena costituito dalla successione umbro-marchigiana e laziale-abruzzese.



Da Carta Geologica d'Abruzzo (Ghisetti e Vezzani)

Più in particolare, l'area in esame comprende la parte a ridosso della fascia di spiaggia e palude costiera, olocenica e attuale, dove affiorano terreni di età compresa tra il Pliocene e l'attuale.

Questi sono disposti con una geometria da tabulare a poco inclinata, secondo una morfologia caratterizzata da strette dorsali sub-pianeggianti allungate in direzione W-E, da valli fortemente incise e da un'ampia piana costiera a ridosso del margine pedecollinare.

Gli affioramenti hanno consentito di individuare le seguenti litologie prevalenti:

- 1) limi argillosi e/o argille limose con radi elementi ghiaiosi e lenti sabbiose (depositi alluvionali in evoluzione-Olocene-Attuale).
- 2) limi argillosi ed argille limose pedogenizzate (paleosuoli) con alla base sabbia o ghiaia eterometrica, a vario grado di addensamento, talora immersa in una matrice limoso-sabbiosa, sotto forma di depositi alluvionali terrazzati. Questi depositi risultano

abbastanza estesi e prevalentemente localizzati nel fondovalle del torrente Piomba (depositi alluvionali terrazzati - Olocene/Pleistocene)

3) sabbie ben classate e localmente ciottoli prevalenti nelle aree adiacenti agli sbocchi a mare dei due torrenti principali: T. Piomba e T. Cerrano (depositi di spiaggia attuali - attuale)

4) peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose alluvionali del litorale (Olocene-Attuale). Questi depositi sono in parte coperti, sul margine pedecollinare, dalle conoidi alluvionali relitte formate dai corsi d'acqua, anche minori, allo sbocco nella piana costiera e localmente, sul margine pedecollinare, da depositi detritici colluviali.

5) sabbie ben classate con lenti ghiaiose o peliti sabbioso-ciottolose organizzate in depositi lenticolari generalmente poco estesi; all'interno dei depositi sabbiosi sono ben visibili strutture da ripples o lenti di concentrazioni di macrofossili (depositi marini terrazzati – Olocene-Pleistocene)

6) conglomerati e/o sabbie, a vario grado di cementazione, con intercalazioni di livelli pelitici passanti lateralmente e localmente ad alternanze sabbioso-pelitiche, con rapporto a/p superiore a 10:1. Nei corpi conglomeratici è ben visibile una stratificazione incrociata a festoni, mentre in quelli sabbiosi non mancano laminazioni incrociate da ripples. Localmente, nelle aree di affioramento di quest'unità, nei fianchi dei ripiani dove sorgono Silvi paese e Pianacce, sono presenti depositi alluvionali, lenticolari e a base erosiva, costituiti nella parte inferiore da ghiaie e sabbie (ambiente di canale e/o di argine) e nella parte superiore da depositi fini di tracimazione (limi argillosi e argille limose) interessati da diversi gradi di pedogenizzazione. L'unità, potente da poche decine di metri a 70 metri con aumento dello spessore verso Est, presenta un contatto discordante sui depositi marini argillosi sottostanti (depositi marini di transizione - Pleistocene inf.-medio)

7) argille siltose bituminose grigio-azzurre, a vario contenuto carbonatico, a stratificazione mal definita e spesso mascherata dall'abbondante fratturazione .

Sono presenti livelli decimetrici e centimetrici di sabbia e/o arenaria mal cementata, a base erosiva, con un aumento del contenuto sabbioso verso l'alto. Sono frequenti, inoltre, frustoli carboniosi e livelli di concentrazione di macrofossili (lamellibranchi, gasteropodi, ecc.).

Nelle aree collinari, soprattutto a ridosso dei fianchi delle dorsali sub-pianeggianti, sono presenti coperture detritiche d'origine eluviale e colluviale potenti alcuni metri, costituite generalmente da clasti eterometrici (frammenti d'arenaria mal cementata e/o ciottoli) immersi in matrice sabbiosa e pelitica. Altri depositi detritici sono rappresentati dagli accumuli di frana in evoluzione e quiescenti, potenti anche alcune decine di metri.

#### **4. GEOMORFOLOGIA**

L'assetto geomorfologico del territorio comunale di Silvi è caratterizzato da strette dorsali sub-pianeggianti allungate in direzione W-E, da vallate fortemente incise e da un'ampia piana costiera a ridosso del margine pedecollinare. Lo sviluppo verticale, a partire dalla quota 0 m s.l.m. (linea di riva attuale), raggiunge i 286 metri (Colle La Montagnola).

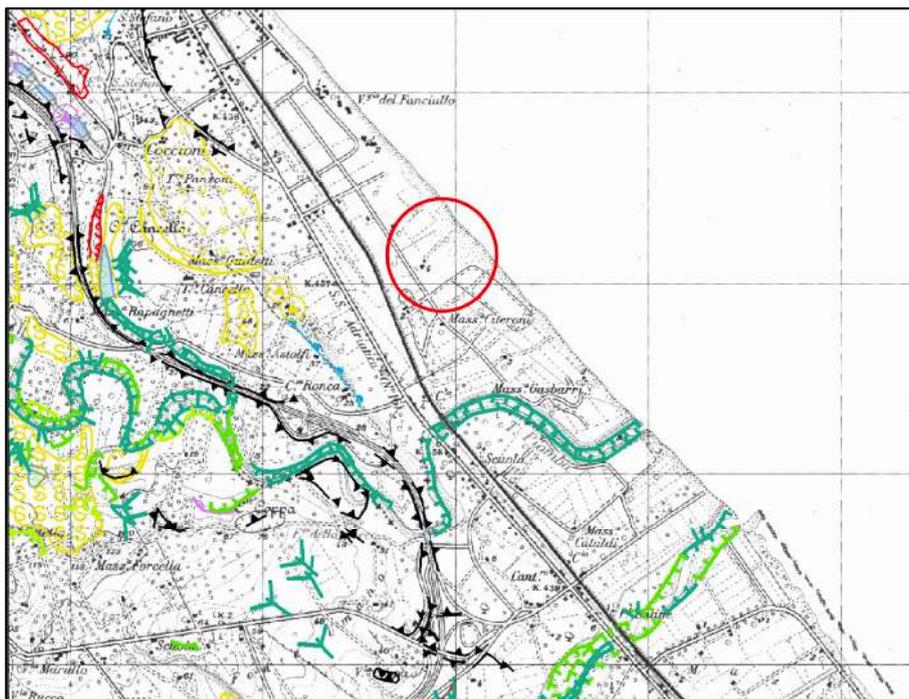
La presenza di fenomeni d'erosione selettiva testimonia la giustapposizione di litologie più competenti ad una successione di sedimenti prevalentemente argillosi, mediante scarpate verticali o sub-verticali (con altezze superiori anche a 10 metri) nelle zone di affioramento dei depositi marini di transizione e mediante una morfologia più blanda, ma interessata da diffusi fenomeni di dissesto nelle restanti aree di affioramento dei litotipi argillosi.

Questa sovrapposizione di litologie a caratteristiche geotecniche differenti ed a diversa erodibilità ha agevolato, inoltre, la formazione di strutture di dissesto per fenomeni di rammollimento e di erosione al piede.

Orli di scarpata in evoluzione delimitano la maggior parte dei pianori presenti sui crinali, mentre molti tratti di versante sono soggetti a lenti movimenti sotto forma di soliflussi, come quelli già evidenziati da Bertini et al. (1984 e 1986) in aree con simili caratteristiche e morfologie.

Da un punto di vista geomorfologico locale, l'area si presenta a ridosso di quella che è la zona di spiaggia e la zona dunale; pertanto tale area è ubicata in corrispondenza di depositi limo - sabbiosi relativi all'ultima fase trasgressiva quaternaria.

In questo contesto siamo in assenza di forme e/o processi legati all'azione della gravità o a quello dello scorrimento di acque di circolazione superficiale, come anche verificato in base alla carta geomorfologica del P.A.I. adottato dalla Regione Abruzzo.



Stralcio Carta Geomorfologica del P.A.I. della Regione Abruzzo

## 5. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

I bacini idrografici presenti nel territorio comunale di Silvi sono rappresentati dalla parte terminale sinistra del T. Piomba, dai suoi due affluenti principali di sinistra idrografica Fosso del Gallo e Fosso Marine W, dalla parte terminale del T. Cerrano e dall'intero bacino del Fosso Concio. Queste aste fluviali hanno un regime torrentizio e le loro portate sono in diretto rapporto con la distribuzione delle precipitazioni meteoriche.

Le zone di piana costiera e di fondovalle dei maggiori corsi d'acqua presenti nel territorio comunale di Silvi costituiscono un serbatoio naturale di acqua dolce, localizzato interamente in depositi quaternari; la fonte di alimentazione di questo serbatoio è costituita dalle infiltrazioni superficiali e dai flussi di subalveo dei corsi d'acqua principali e di alcuni torrenti minori al loro sbocco nella piana costiera e in quella alluvionale.

Nelle zone di fondovalle dei corsi d'acqua principali (T. Piomba e T. Cerrano) si è in presenza di un acquifero a falda libera, alimentato principalmente dalle precipitazioni efficaci del bacino idrogeologico dei due torrenti, in comunicazione con i corsi d'acqua suddetti. Locali contributi laterali a questa falda vengono forniti dai vari affluenti.

Le litologie permeabili, costituenti in quest'area l'acquifero, consistono in un'alternanza in senso verticale e orizzontale di ghiaie, sabbie e limi d'origine alluvionale, a spessore variabile, che poggiano su un substrato impermeabile costituito da argille e argille – marnose d'età plio-pleistocenica.

Altri acquiferi a falda libera, d'estensione abbastanza limitata, sono localizzati nei depositi terrazzati antichi e nei depositi detritici colluviali o di frana.

Alcune sorgenti, ubicate a ridosso di Silvi paese e Pianacce, sono presenti nella zona di contatto tra i depositi marini di transizione e quelli marini argillosi sottostanti.

Per quanto riguarda le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti nella nostra area, esse risultano buone. Nella classe dei terreni a buona permeabilità ( $k$  tra  $10$  e  $10^{-4}$  cm/sec) rientrano i litotipi limosi, sabbiosi e ghiaiosi dei depositi detritici, dei depositi marini di transizione e dei depositi terrazzati; nelle restanti classi rientrano i litotipi limoso-argillosi dei suddetti depositi e le argille plio-pleistoceniche. Per questi ultimi terreni, il coefficiente  $k$  può assumere valori anche prossimi a  $10^{-4}$  cm/sec sia per la presenza d'intervalli arenaceo-sabbiosi (permeabilità primaria) sia per l'intensa

fratturazione presente nel litotipo soprattutto a ridosso dei lineamenti tettonici (permeabilità secondaria).

Nell'area in esame, la quota piezometrica è stata rilevata a profondità variabili (da monte verso valle) tra 1.60 m circa a 1.00 m circa dal piano campagna, come evidenziato dalle prove dinamiche pesanti DPSH e dai sondaggi; pertanto, data la morfologia attuale del sito, che mostra una pendenza, seppur lieve, verso il mare, la superficie di falda risulta sub-orizzontale.

I dati raccolti, ovviamente, a causa della vicinanza alla linea di costa, sono suscettibili anche di forti variazioni verticali condizionate dalle fluttuazioni delle maree e dalla permeabilità dei terreni.



## 7. SISMICITA' DELL'AREA IN BASE ALL'OPCM N. 3274

L'Ordinanza n. 3274 definisce i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche; esse fanno esplicito riferimento a quelle indicate nelle "Norme per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" e nelle "Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" emanate contestualmente.

Le "Norme tecniche" indicano: 4 valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; il numero delle zone è pari a 4 e risulta perciò incrementato di un'unità rispetto alle precedenti normative. Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

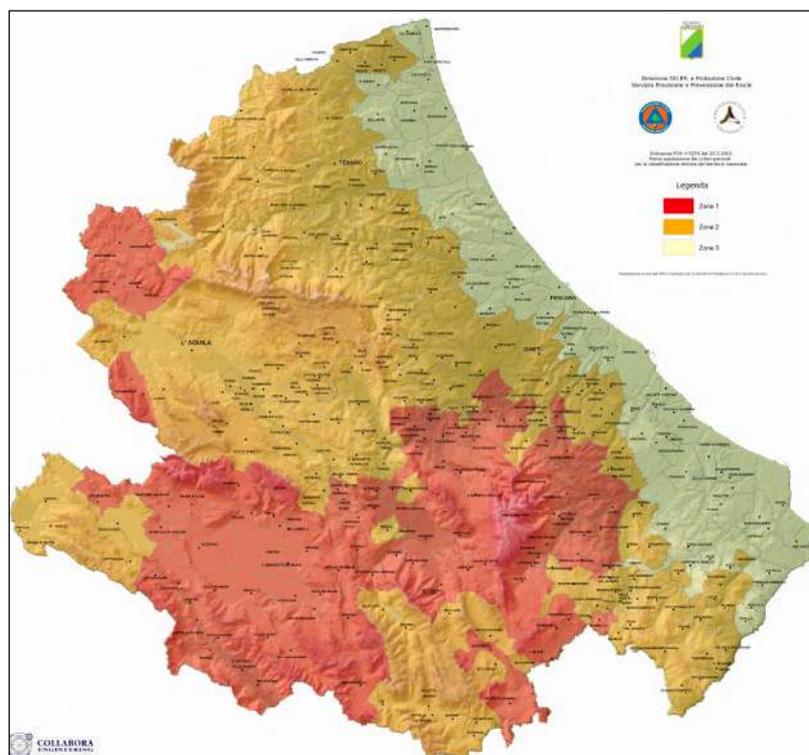
ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g)
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

In prima applicazione, sino alle deliberazioni delle Regioni, le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale", elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997, con le seguenti precisazioni:

1. I comuni ivi indicati come "non classificati" devono essere intesi come appartenenti alla zona 4; quelli indicati come appartenenti rispettivamente alla I, II e III categoria devono essere intesi come rispettivamente appartenenti alle zone 1, 2 e 3;
2. Nel passaggio da una categoria a rischio più elevato ad una a rischio meno elevato, sarà mantenuta la categoria, e conseguentemente la zona, con rischio più elevato.

Nell'immagine seguente è illustrata la riclassificazione sismica dell'Abruzzo. Si noti, a differenza delle precedenti zonazioni sismiche del territorio, che la filosofia ispiratrice della nuova proposta di riclassificazione è quella di suddividere il territorio in fasce omogenee e continue; in accordo ovviamente con la realtà geologica e sismotettonica locale.

Il territorio di Silvi è classificato come sismico e rientra in categoria 3, in conseguenza di ciò, nella progettazione delle opere all'interno del territorio comunale si dovrà tenere in debita considerazione tale fattore ed operare le opportune riduzioni ai parametri.



Classificazione sismica del territorio abruzzese in relazione all'opcm n°3274.

## 8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Come già accennato nel paragrafo introduttivo, la metodologia d'indagine adottata ha seguito il seguente iter: approfondita analisi bibliografica, analisi idrologica, idrogeologica, realizzazione di prove penetrometriche per parametrizzare i depositi del sottosuolo ed infine la valutazione della capacità portante.

Per la valutazione delle caratteristiche meccanico-fisiche degli orizzonti attraversati, sono state eseguite N.12 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH, spinte rispettivamente fino alla profondità media di 10,0 metri dal p.c. e N. 3 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo tutti spinti fino a 15.0 m dal p.c..

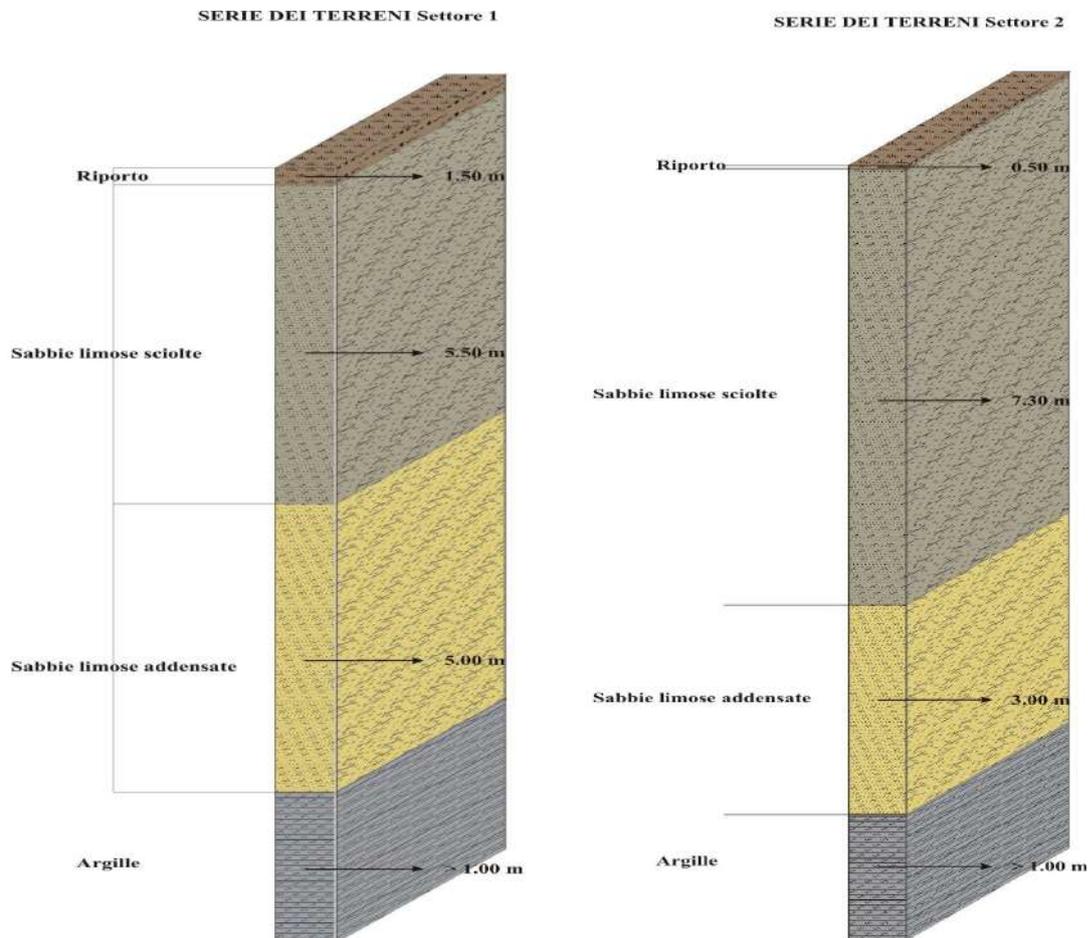
È stato possibile quindi, assimilare i terreni distinti nel sottosuolo a 4 orizzonti in base alle loro caratteristiche geo-litologiche:

- ORIZZONTE A: *terreno di riporto;*
- ORIZZONTE B: *sabbie limose, sciolte;*
- ORIZZONTE C: *sabbie limose addensate;*
- ORIZZONTE D: *argille.*

Per maggiori informazioni si rimanda alla visione dei grafici posti in allegato in cui vengono riportati il numero di colpi ed i valori di resistenza alla penetrazione *Rpd* ogni 20 cm e le stratigrafie relative ai sondaggi effettuati.

Inoltre dall'esecuzione delle prove si è riscontrata la presenza di una falda ad una profondità variabile tra 1.60 m e 1.00 m, relativamente al p.c., da monte verso mare.

La suddetta stratigrafia, seppur valida in tutta la zona in esame, assume caratteristiche differenti, per spessori, spostandoci da monte verso mare; pertanto, allo scopo di meglio consentire una corretta valutazione delle capacità portanti ammissibili dei terreni per le strutture fondali previste, è stato necessario differenziare due “serie dei terreni”:



la prima interessa l'area più nell'entroterra, mentre la seconda fa riferimento al settore più prossimo al mare.

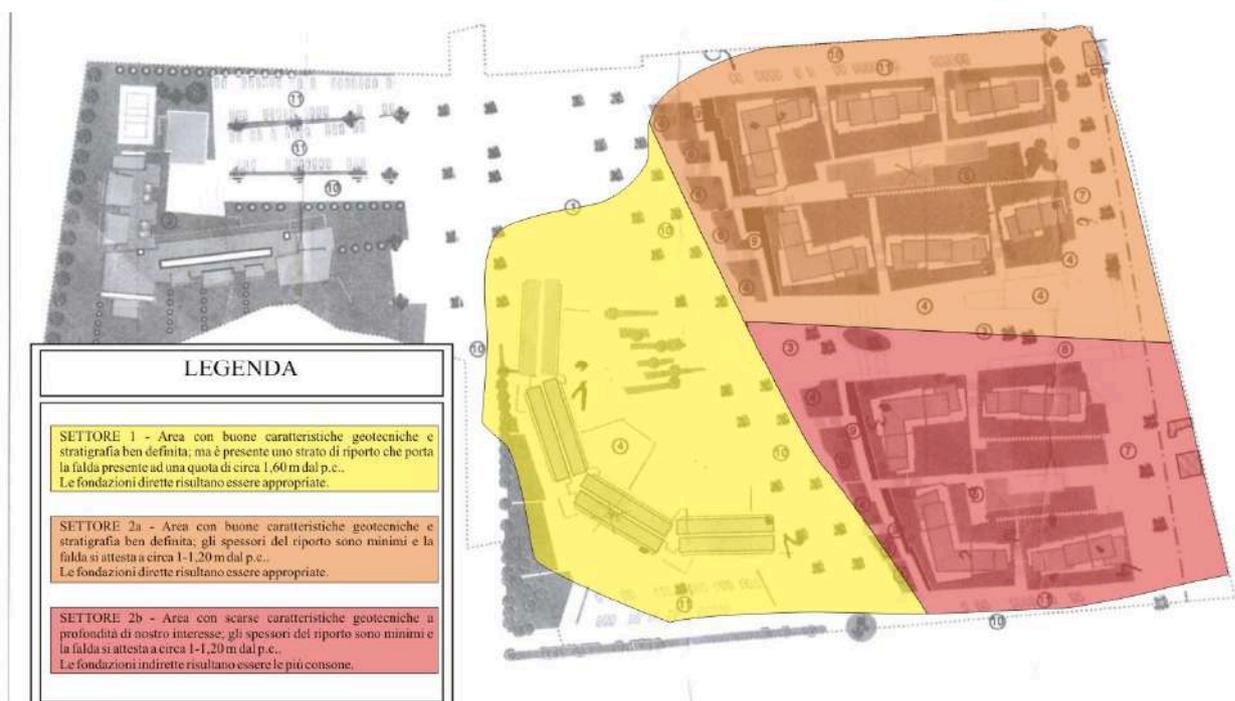
Da un punto di vista prettamente geotecnico gli stessi orizzonti sono stati così differenziati:

Orizzonti			<b>F</b>	<b><math>\gamma'</math></b>	<b>C'</b>	<b>Ed</b>
			(°)	(kg/m <sup>3</sup> )		
SETTORE 1	<b>A</b>	16°	1600	-	30	
	<b>B</b>	30°	1800	-	100	
	<b>C</b>	32°	1900	-	200	
	<b>D</b>	25°	1880	0.07	60	
SETTORE 2a	<b>A</b>	16°	1600	-	30	
	<b>B</b>	28°	1800	-	100	
	<b>C</b>	32°	1900	-	200	
	<b>D</b>	26°	1880	0.07	60	

Per quanto concerne il SETTORE 2 c'è da precisare che dalle prove effettuate emerge, nella porzione più a sud (SETTORE 2b), un peggioramento netto delle caratteristiche geotecniche dei materiali, ad una profondità intorno ai 4-6,00 m dal p.c..

Ciò può essere ricondotto alla presenza di materiali molli dovuti a qualche evento atmosferico di elevate proporzioni (tipo Tsunami) avvenuto in precedenza.

Di seguito viene mostrata la suddivisione dell'area in esame secondo quanto sopra indicato.



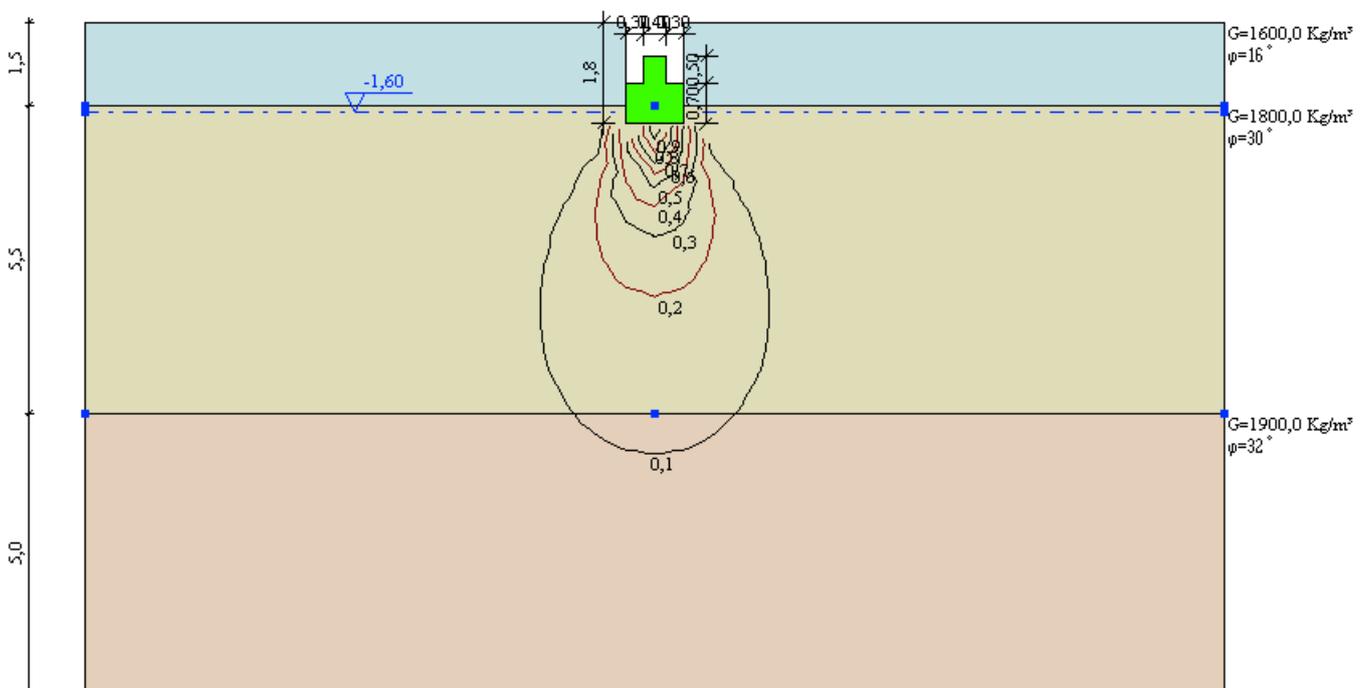
## 9. STIMA DELLA CAPACITA' PORTANTE

Come precedentemente accennato nel calcolo della capacità portante dei terreni bisogna tener conto delle caratteristiche geotecniche dei terreni incontrati, e nel nostro caso abbiamo differenziato due settori ben distinti. Data la tipologia dell'opera da realizzare si rende necessario tener presente per il SETTORE 1 la Qamm 1 e per il SETTORE 2a-b la Qamm 2, come di seguito riportato.

Il valore della capacità portante è stato valutato con un apposito Software (Load Cap della Geostru) che tiene conto, nell'analisi, di diverse metodologie di calcolo.

Il valore della capacità portante ammissibile è stato calcolato secondo Vesic, Meyerhof, Terzaghi e Hansen per una fondazione superficiale di tipo trave rovescia alta 1.20 m e larga 1.0 m, attestata alla profondità di 1.80 m.

### SETTORE 1 - Qamm 1

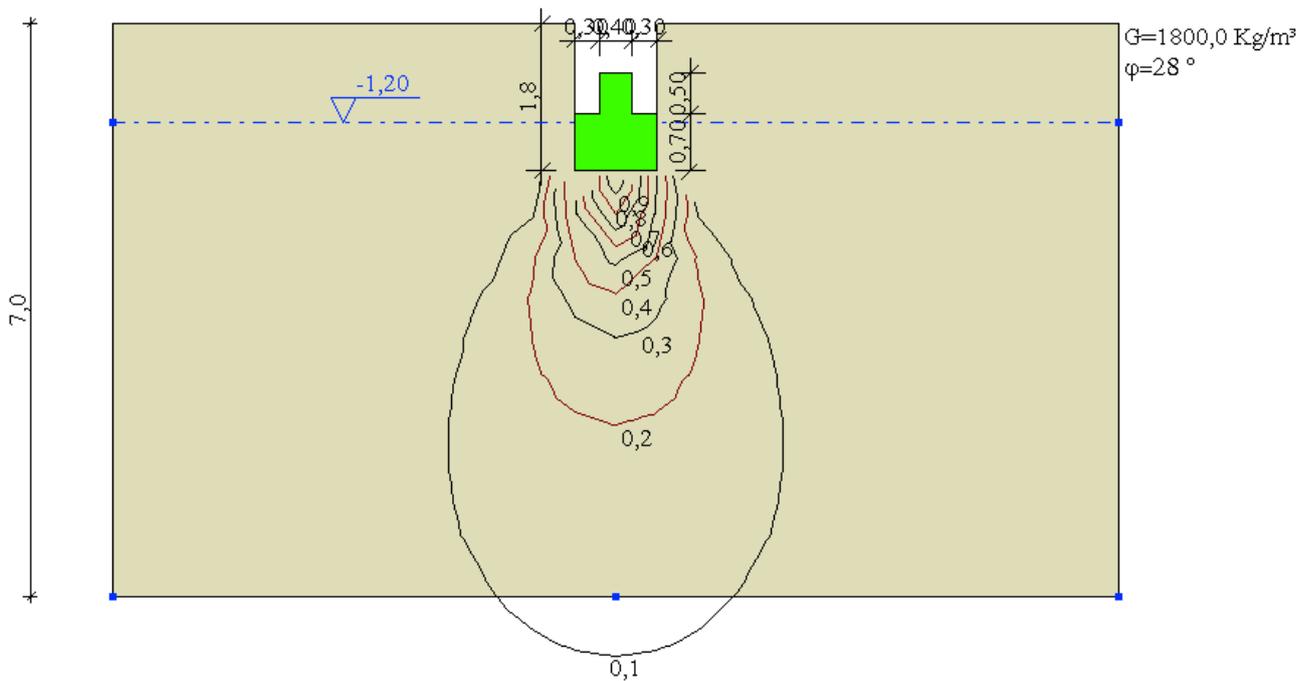


Nell'analisi effettuata si è tenuto conto dell'attuale classificazione sismica del Comune di Silvi, nonché della falda alla profondità di circa 1.60 m.

Il valore della capacità portante ammissibile calcolato varia tra:

<b>Terzaghi (1955)</b>	<b>1,87 kq/cm<sup>q</sup></b>
<b>Vesic (1975)</b>	<b>2,09 kq/cm<sup>q</sup></b>

**SETTORE 2 – Qamm 2**



Anche in questo caso si è tenuto conto dell'attuale classificazione sismica del Comune di Silvi, nonché della falda alla profondità di circa 1.20 m.

Il valore della capacità portante ammissibile calcolato varia tra:

<b>Terzaghi (1955)</b>	<b>1,45 kq/cm<sup>q</sup></b>
<b>Vesic (1975)</b>	<b>1.65 kq/cm<sup>q</sup></b>

E' molto importante tenere da conto che in questa analisi non emerge che nel settore 2b, seppure i valori di Qamm siano soddisfacenti, i livelli profondi (4-6.00 m) a basse caratteristiche geotecniche possono causare nel tempo cedimenti considerevoli, pertanto sarebbe opportuno optare per una tipologia di fondazioni indiretta.

## 10. CONCLUSIONI

Nella seguente relazione sono esposti i risultati di uno studio geologico e geotecnico relativo al progetto per i lavori di “*Realizzazione di un complesso abitativo residenziale*” nel territorio comunale di Silvi, commissionato da *Opera S.p.A.*

L’indagine è finalizzata all’individuazione delle caratteristiche geologico-morfologiche fondamentali del sito e alla determinazione delle proprietà geotecniche dei terreni coinvolti negli interventi previsti dal progetto.

La metodologia d’indagine è stata la seguente:

- 1) approfondita analisi bibliografica, rivolta a studi di natura geologica e geotecnica realizzati nell’area oggetto di studio e in aree limitrofe;
- 2) analisi idrologica, idrogeologica;
- 3) realizzazione di 12 prove penetrometriche DPSH e 3 sondaggi geognostici al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico e fisico – meccanico i terreni indagati.

È stato possibile quindi, assimilare i terreni distinti nel sottosuolo a 4 orizzonti in base alle loro caratteristiche geo-litologiche:

- ORIZZONTE A: *terreno di riporto*;
- ORIZZONTE B: *sabbie limose, sciolte*;
- ORIZZONTE C: *sabbie limose addensate*;
- ORIZZONTE D: *argille*.

Inoltre dall’esecuzione delle prove si è riscontrata la presenza di falda a profondità variabile tra i 1,60 m a monte e 1,00 m a valle; differenza di quota che è dipendente dalla piccola pendenza che risulta avere l’area in esame.

Dall’analisi dei dati raccolti si evince che l’area può essere suddivisa in due settori, uno a monte ed uno a valle, differenziati in base agli spessori degli strati incontrati.

Inoltre, per il settore a valle (denominato SETTORE 2) è necessario effettuare una ulteriore discriminazione, in quanto nella parte più a sud risultano presenti degli strati di terreno con scarse caratteristiche geotecniche, i quali potrebbero nel tempo dare luogo a fluidificazioni.

Sulla base di tali differenziazioni sono stati eseguiti i calcoli della capacità portante ammissibile dei terreni per fondazioni di tipo diretto, mediante l'ausilio di un apposito Software (Load Cap della Geostru) che tiene conto, nell'analisi, di diverse metodologie di calcolo.

Il valore della capacità portante ammissibile è stato calcolato secondo Vesic, Meyerhof, Terzaghi e Hansen per una fondazione superficiale di tipo trave rovescia alta 1.20 m e larga 1.0 m, attestata alla profondità di 1.80 m.

### **SETTORE 1 – Qamm 1**

Nell'analisi effettuata si è tenuto conto dell'attuale classificazione sismica del Comune di Silvi, nonché della falda alla profondità di circa 1.60 m.

Il valore della capacità portante ammissibile calcolato varia tra:

<b>Terzaghi (1955)</b>	<b>1,87 kq/cm<sup>q</sup></b>
<b>Vesic (1975)</b>	<b>2,09 kq/cm<sup>q</sup></b>

### **SETTORE 2 – Qamm 2**

Anche in questo caso si è tenuto conto dell'attuale classificazione sismica del Comune di Silvi, nonché della falda alla profondità di circa 1.20 m.

Il valore della capacità portante ammissibile calcolato varia tra:

<b>Terzaghi (1955)</b>	<b>1,45 kq/cm<sup>q</sup></b>
<b>Vesic (1975)</b>	<b>1.65 kq/cm<sup>q</sup></b>

Per quanto concerne il settore 2b, si suggerisce l'utilizzo di fondazioni indirette, tipo pali battuti, attestati alla profondità di circa 7-8,00 m, nelle sabbie più addensate; questo

eviterebbe i cedimenti che potrebbero lesionare le strutture a causa delle scarse caratteristiche geotecniche dei livelli presenti a quota di circa 4-6,00 m dal p.c..

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Dott. Geol A. Di Ninni.

## SOMMARIO

1. INTRODUZIONE .....	1
2. ASPETTI DELLA GEOLOGIA GENERALE .....	2
3. GEOLOGIA LOCALE.....	4
4. GEOMORFOLOGIA .....	7
5. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA.....	9
6. PERICOLOSITA' DI FRANA.....	11
7. SISMICITA' DELL'AREA IN BASE ALL'OPCM N. 3274.....	12
8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	14
9. STIMA DELLA CAPACITA' PORTANTE .....	17
10. CONCLUSIONI.....	19

## ALLEGATI

*Stralcio topografico, scala 1:25.000;*

*Stralcio della Carta geologica, scala 1:100.000;*

*Stralcio della Carta Geomorfológica P.A.I., scala 1:25.000;*

*Stralcio del Rischio P.A.I., scala 1:25.000;*

*Stralcio delle Pericolosità P.A.I., scala 1:25.000;*

*Classificazione sismica dell'area;*

*Ubicazione Sezioni, Prove DPSH e dei SONDAGGI;*

*Sezioni geologiche*

*Elaborazione delle prove penetrometriche con relativi diagrammi;*

*Stratigrafie;*

*Suddivisione delle aree in base alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni;*

*Relazioni di Calcolo relativa alle capacità portanti.*

## 1.0 INTEGRAZIONE ALLE NORME NTC2008

Nella presente relazione si espongono i risultati di una integrazione alle nuove norme NTC 2008 al fine della caratterizzazione sismica del suolo e la stima del parametro Vs30, effettuata nel Comune di Silvi (Te).

Nel prossimo capitolo viene riportata la descrizione della prova e i risultati ottenuti, mentre nel successivo, vengono riportati gli studi relativi alla sismicità storica del comune di Silvi .

### introduzione all'NTC 2008

Con il Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008 sono stati introdotti i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio e le nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica. Queste innovazioni rappresentano momenti di radicale cambiamento nei settori dell'analisi della pericolosità del territorio e dell'approccio progettuale conseguente.

Le diversificate e complesse attività già avviate con l'Ordinanza 3274/2003 hanno come fine ultimo il miglioramento della qualità dell'intero sistema costruito e quindi, in definitiva, un aumento della sicurezza di tutti i cittadini esposti al rischio sismico. Tale necessità è particolarmente evidente soprattutto nelle aree le quali, con l'applicazione dei nuovi criteri di classificazione, sono classificate con livelli di pericolosità medi ed alti e che vedono contestualmente la presenza di un patrimonio edilizio non recente o, di centri storici caratterizzati da un'elevata vulnerabilità in ragione delle loro tipologie costruttive ed urbanistiche.

Per la realizzazione di opere in zona sismica, alla luce delle nuove norme tecniche NTC2008 è prevista la caratterizzazione del suolo di fondazione in funzione della velocità delle onde S e la definizione di un parametro specifico, il Vs30, ovvero la velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri dal piano campagna.

Allo stato attuale con l'entrata in vigore della NTC 2008 si calcolano i coefficienti Ko e Kv in dipendenza di vari fattori:

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_o$$

dove:

Kv: Il coefficiente sismico verticale. Kv è definito in funzione di Ko

Ko = agR · γI · S / (g) = Coefficiente sismico orizzontale

agR : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γI: fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (classi A / E)

$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$  è la "design ground acceleration on type A ground"

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

$S_s$  (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_s \leq 1.80$ ; è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica) per fondazioni in prossimità di pendii.

Il valore di  $S_T$  varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

Categoria topografica	Coefficiente di amplificazione topografica $S_T$	Ubicazione dell'opera o intervento
T1	( $S_T = 1.0$ ) - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
T2	( $S_T = 1.20$ ) - Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	<i>In corrispondenza della sommità del pendio</i>
T3	( $S_T = 1.20$ ) - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>
T4	( $S_T = 1.40$ ) - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $P_{VR}$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario pertanto valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi utili al fine di individuare la

categoria di sottosuolo. Di seguito vengono riportate le categorie di riferimento dei suoli di fondazione:

categorie di riferimento dei suoli di fondazione
A - <b><i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i></b> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B - <b><i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</i></b> con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT_{30} > 50$ , o coesione non drenata $Cu_{30} > 250$ kPa).
C - <b><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i></b> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D - <b><i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i></b> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E - <b><i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i></b> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Per le cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche devono essere valutate sulla base delle norme dell'NTC 2008.

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s30}$  di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

categorie per terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità
S1 - <b><i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 100 m/s (ovvero <math>10 &lt; cu_{,30} &lt; 20</math> kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente</i></b>

<i>organiche.</i>
<i>S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.</i>

L'analisi della risposta di un suolo alle sollecitazioni sismiche (Risposta Sismica Locale), costituisce la parte fondamentale delle attività di Microzonazione Sismica.

La valutazione della risposta sismica locale richiede innanzitutto una definizione, in termini quantitativi, dell'evento sismico atteso. A questo scopo, vengono solitamente prodotti uno o più accelerogrammi rappresentativi della sismicità dell'area d'indagine. L'elaborazione di queste informazioni, mediante l'impiego di codici numerici di simulazione, consente di calcolare accelerogrammi aventi caratteristiche spettrali strettamente legate ai meccanismi focali, alle intensità sismiche e ai percorsi di propagazione corrispondenti alle unità sismogenetiche considerate. Occorre successivamente stabilire l'influenza delle proprietà meccaniche dei terreni sul moto di un sisma.

Ai fini di questa valutazione, come già specificato, assai utile è la conoscenza dell'andamento delle velocità relative alle onde S ( $V_s$ ) nel sottosuolo. La stessa quantità di energia sismica può produrre infatti, danni assai diversi in funzione delle caratteristiche dei manufatti coinvolti e della situazione geologica e morfologica locale. Gli effetti, in linea teorica generale, saranno maggiori in corrispondenza di terreni soffici, e minori su terreni rigidi.

Così come sarà maggiore sulle cime dei rilievi, sulle creste, lungo i bordi delle scarpate e dei versanti ripidi (amplificazione sismica locale). Effetti distruttivi si hanno quando la frequenza sismica che raggiunge il suolo è pari a quella di risonanza dell'edificio (amplificazione sismica locale).

## **2.0 RAPPORTO PROVA SISMICA DOWN HOLE**

### ***2.1 Introduzione alla procedura sperimentale***

Ai fini della caratterizzazione sismica del suolo, è stata eseguita n. 1 prova in foro, di tipo down hole, in onde P ed SH.

Il lavoro si articola in due parti: la prima, si effettua sul sito in esame, consistente nell'acquisizione dei dati di campagna, e la seconda, consiste nell'elaborazione dei medesimi, da effettuarsi in studio.

Mediante l'analisi e l'elaborazione dei dati di campagna è stato valutato l'effetto della risposta sismica locale in modo da individuare la categoria sismica di sottosuolo.

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1, 2).

In seguito ad un sondaggio il foro è "rivestito" mediante tubi, generalmente in PVC, i quali vengono cementati tra le pareti del foro e il tubo stesso con una malta a ritiro controllato. Generalmente la malta è composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso. Il fine di questa procedura è quello di far aderire lo strumento alla superficie del foro in modo da considerarlo un corpo unico col livello da considerare.

Le componenti indispensabili per una misura DH consistono in:

1. Un sistema di geofoni tridimensionali, con risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionale e dotato di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
2. Un sismografo multi-canale;
3. Una sorgente di onde sismiche con trasduttore (*trigger*) alloggiato nella stessa.

Per effettuare la Prova Down hole, si scende il sistema di geofoni (alloggiato all'interno di uno strumento), dentro il foro e lo si svolge tramite un cavo misurato, collegato ad una bobina (immagini in allegato). Il sistema è in grado di aderire e rimanere serrato alla parete del foro tramite opportune parti meccaniche.

Dopo aver fissato quindi lo strumento alla profondità desiderata, si generano i segnali sismici tramite un transiente verticale che colpisce la sorgente sismica.

Il sistema di geofoni riceve il segnale generato dall'impatto del transiente sulla sorgente, e lo invia sismometro per la registrazione.

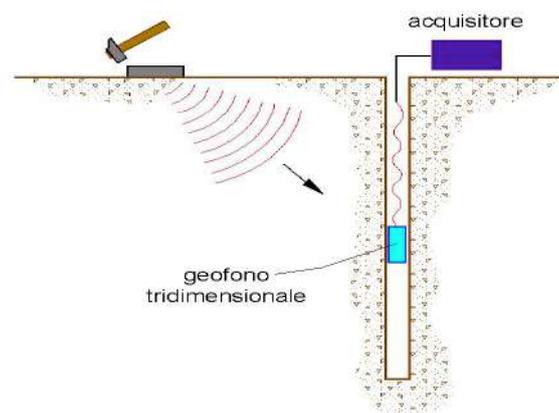


Figura 1 – Schema down hole

In seguito, le registrazioni dei segnali verranno elaborate in studio.

La sorgente consiste in una piastra di alluminio adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 2,5 m dal foro (all. 2). Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come *trigger*.

## 2.2 Interpretazione in down hole con il metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 3),  $r$  la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{\text{corr}}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0) \quad t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{\text{corr}} - z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 4).

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

- 1) Coefficiente di Poisson medio:

$$2.0) \quad \nu_{\text{medio}} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

- 2) Modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0) \quad G_{\text{medio}} = \rho V_s^2$$

- 3) Modulo di compressibilità edometrica medio:

$$4.0) \quad E_{\text{dmedio}} = \rho V_p^2$$

- 4) Modulo di Young medio:

$$5.0) \quad E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

- 5) Modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0) \quad E_{\text{vmedio}} = \rho \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

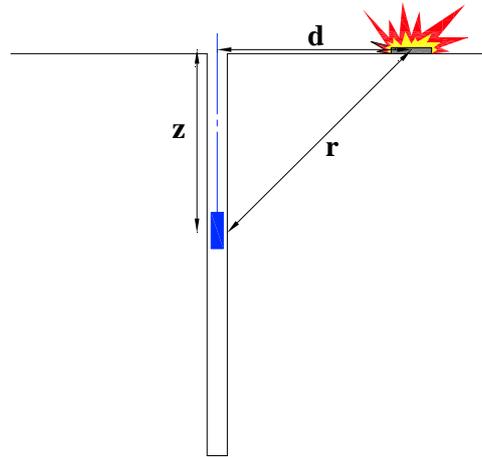


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

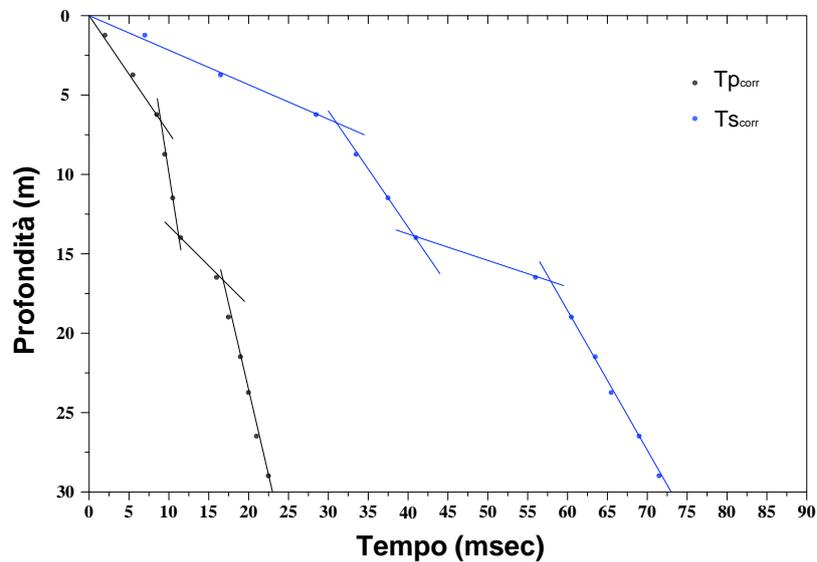


Figura 3 – Dromocrone

### 2.3 Interpretazione in down hole con il metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 4) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (*velocità d'intervallo*).

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di *pseudo-intervallo*, consentendo solo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

7.0)

$$V_{p,s} = \frac{z_2 - z_1}{t_{2\text{corr}} - t_{1\text{corr}}}$$

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

Il metodo intervallo presenta dei limiti:

- a) non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- b) non è applicabile nel caso in cui  $t_{2\text{corr}} < t_{1\text{corr}}$ .

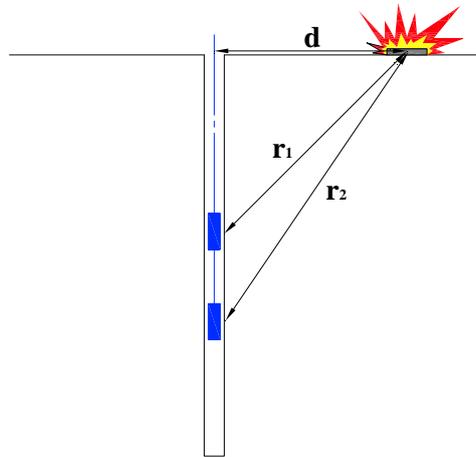


Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo

Ambedue le procedure d'interpretazione sopra descritte sono comunque suscettibili di una critica fondamentale, cioè si basano sull'ipotesi che i percorsi delle onde siano rettilinei e coincidenti con quelli che collegano la sorgente ai ricevitori. Di solito ciò non è esatto, dato che, prima di giungere ai ricevitori, le onde subiscono fenomeni di rifrazione che ne modificano il percorso.

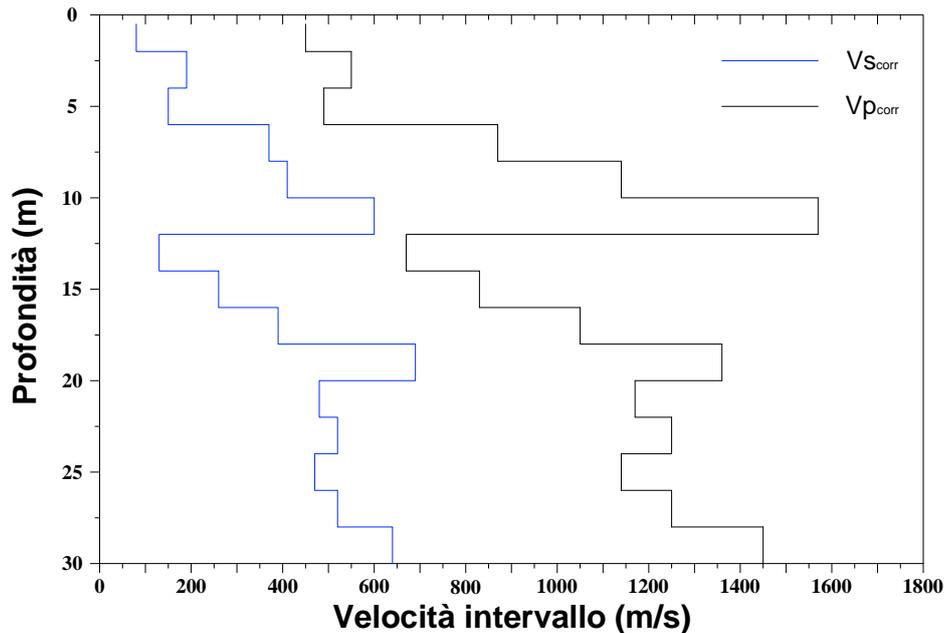


Figura 5 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

#### 2.4 Campagna Di Acquisizione

Lo strumento usato è un down hole della ditta Sara Electronic Instruments, con 5 canali di cui uno verticale e gli altri 4 orizzontali disposti a 0, 45, 90, e 135°. La sorgente sismica delle onde di volume si riferisce ad una piastra metallica (foto in allegato), mentre per quanto concerne la sorgente di onde di superficie di tipo SH è stato usato un parallelepipedo in legno.

La massa battente è costituita da un transiente verticale (con maglio da 20 kg) battente ai lati del parallelepipedo per le onde SH.

Le sorgenti sono state disposte dalla bocca del foro ad una distanza di 2 metri. Durante la registrazione sono state effettuate misure ogni metro di profondità.

Nei prossimi paragrafi vengono rappresentati i grafici relativi alla loro elaborazione.

#### 2.5 Interpretazione Dati

L'interpretazione e la determinazione delle velocità di propagazione sono state realizzate individuando su ciascuna traccia il tempo di primo arrivo e i tempi letti sono stati corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro e alla profondità di acquisizione) attraverso la seguente formula:

$$t^* = z / d \times t = z / \sqrt{z^2 + R^2} \times t$$

dove  $z$  è la profondità del ricevitore,  $d$  la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore,  $R$  la distanza superficiale tra sorgente e centro foro,  $t$  il tempo determinato dalle tracce e  $t^*$  il tempo corretto.

Le velocità dei vari strati sono state quindi determinate con la funzione di regressione lineare relativa a ciascuno degli intervalli rettilinei del diagramma tempi di arrivo – profondità, dove ogni punto rappresenta il tempo registrato dal singolo geofono.

Questo procedimento è stato effettuato con il programma Downhole della ditta *Geostru Softwares*, ed interpretati così da ricavare i parametri finali.

## INTERPRETAZIONE DELLE MISURE

### Dati iniziali

Offset scoppio (m)	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono (m)	Interdistanza (m)
2	30	1	

### Dati misure down hole

Registrazione Nr.	Z (m)	Tp (msec)	Ts (msec)
1	1.00	4.70	9.50
2	2.00	5.50	12.00
3	3.00	6.60	16.20
4	4.00	7.61	22.70
5	5.00	8.47	26.30
6	6.00	9.44	31.50
7	7.00	10.30	35.90
8	8.00	11.12	42.00
9	9.00	11.80	48.00
10	10.00	12.47	53.00
11	11.00	13.15	57.00
12	12.00	13.79	61.00
13	13.00	14.40	63.95
14	14.00	15.00	67.28
15	15.00	15.61	72.15
16	16.00	16.20	76.80
17	17.00	16.79	79.60
18	18.00	17.40	82.00
19	19.00	18.02	85.00

20	20.00	18.60	88.00
21	21.00	19.19	91.00
22	22.00	19.81	94.00
23	23.00	20.40	97.00
24	24.00	21.01	99.80
25	25.00	21.60	102.00
26	26.00	22.21	104.70
27	27.00	22.83	107.35
28	28.00	23.41	110.90
29	29.00	23.98	113.00
30	30.00	24.59	116.00

## Risultati

SR (m)	Tpcorr (msec)	Tscorr (msec)
2.2361	2.1019	4.2485
2.8284	3.8891	8.4853
3.6056	5.4915	13.4792
4.4721	6.8066	20.3035
5.3852	7.8642	24.4189
6.3246	8.9556	29.8835
7.2801	9.9037	34.5187
8.2462	10.788	40.746
9.2195	11.519	46.857
10.198	12.2278	51.9708
11.1803	12.9379	56.0806
12.1655	13.6024	60.17
13.153	14.2326	63.2064
14.1421	14.8492	66.6038
15.1328	15.4731	71.5171
16.1245	16.0749	76.207
17.1172	16.675	79.0548
18.1108	17.2936	81.4985
19.105	17.921	84.533
20.0998	18.5077	87.5633
21.095	19.1036	90.5901
22.0907	19.7287	93.614
23.0868	20.3233	96.6353
24.0832	20.9374	99.4553
25.0799	21.5312	101.6752
26.0768	22.1446	104.3916
27.074	22.7676	107.0567
28.0713	23.3505	110.6182
29.0689	23.9232	112.7322
30.0666	24.5355	115.7431

## Velocità rilevate

Vp (m/s)	Vs (m/s)	g (kN/mc)	ni	G (MPa)	Ed (MPa)	E (MPa)	Ev (MPa)
475.76	235.38	21.88	0.3379	123.61	505.01	330.76	340.20

559.53	236.03	20.35	0.3918	115.61	649.67	321.81	495.53
624.06	200.24	19.13	0.4426	78.22	759.71	225.68	655.42
760.40	146.54	17.52	0.4807	38.36	1032.99	113.60	981.84
945.54	242.99	19.27	0.4646	116.02	1756.79	339.85	1602.10
916.25	183.00	17.96	0.4792	61.33	1537.50	181.44	1455.72
1054.74	215.74	18.46	0.4782	87.61	2094.12	259.01	1977.30
1130.84	160.58	17.16	0.4897	45.12	2237.69	134.43	2177.52
1367.99	163.64	17.12	0.4927	46.75	3267.00	139.57	3204.67
1410.84	195.55	17.74	0.4902	69.17	3600.71	206.15	3508.48
1408.25	243.32	18.53	0.4846	111.87	3747.26	332.16	3598.11
1504.89	244.53	18.47	0.4864	112.62	4265.36	334.80	4115.20
1586.80	329.34	19.57	0.4775	216.45	5024.75	639.61	4736.15
1621.80	294.34	19.08	0.483	168.56	5117.44	499.95	4892.69
1602.82	203.53	17.56	0.4918	74.18	4600.16	221.32	4501.26
1661.68	213.22	17.70	0.4916	82.06	4983.65	244.80	4874.24
1666.39	351.15	19.61	0.4768	246.57	5552.78	728.27	5224.02
1616.55	409.22	20.14	0.4658	343.92	5366.82	1008.24	4908.27
1593.88	329.54	19.28	0.4777	213.50	4994.56	630.98	4709.90
1704.45	330.00	19.25	0.4805	213.77	5702.67	632.97	5417.65
1678.14	330.38	19.22	0.4798	213.92	5519.37	633.12	5234.13
1599.74	330.70	19.19	0.4777	214.00	5007.87	632.46	4722.53
1681.81	330.98	19.16	0.4799	214.03	5526.23	633.49	5240.85
1628.40	354.61	19.40	0.4751	248.76	5245.70	733.89	4914.02
1684.07	450.47	20.26	0.4615	419.23	5859.21	1225.41	5300.24
1630.26	368.13	19.49	0.4731	269.34	5282.08	793.53	4922.97
1605.14	375.22	19.54	0.4711	280.53	5133.69	825.38	4759.65
1715.56	280.78	18.38	0.4862	147.76	5516.16	439.20	5319.15
1746.11	473.04	20.35	0.4604	464.34	6326.84	1356.24	5707.72
1633.19	332.13	18.99	0.4784	213.61	5165.09	631.60	4880.28

**Metodo diretto**

**Profondità di riferimento:** 30 m  
**VS30:** 264.68 m/s

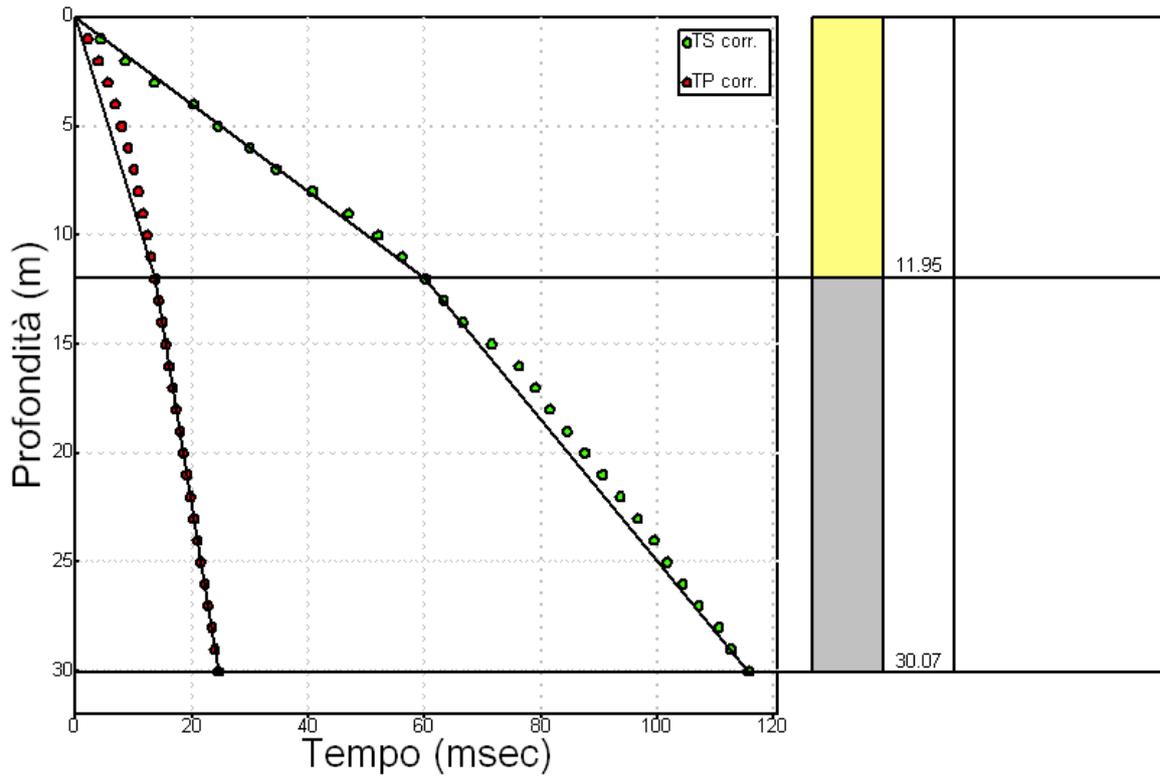
**Sismostrati con metodo diretto**

Descrizione (-)	Profondità (m)
	11.95
	30.07

**Valori medi**

Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	Ed medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
880.62	199.27	17.63	0.47	71.37	1393.93	210.27	1298.77
1931.77	338.19	19.4	0.48	226.23	7381.55	671.53	7079.91

**Dromocrone**



**Metodo intervallo**

Profondità di riferimento: 30 m  
 VS30: 268.85 m/s  
 Categoria C

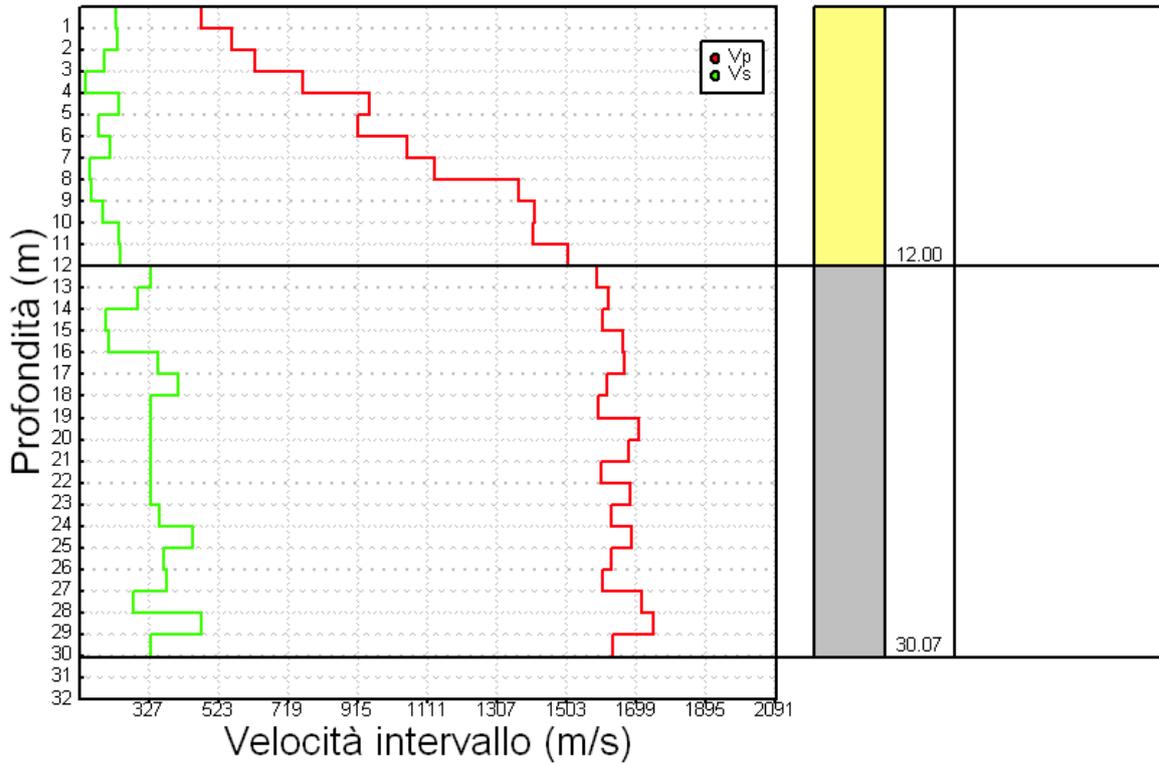
**Sismostrati con metodo Intervallo**

Descrizione (-)	Profondità (m)
	12
	30.07

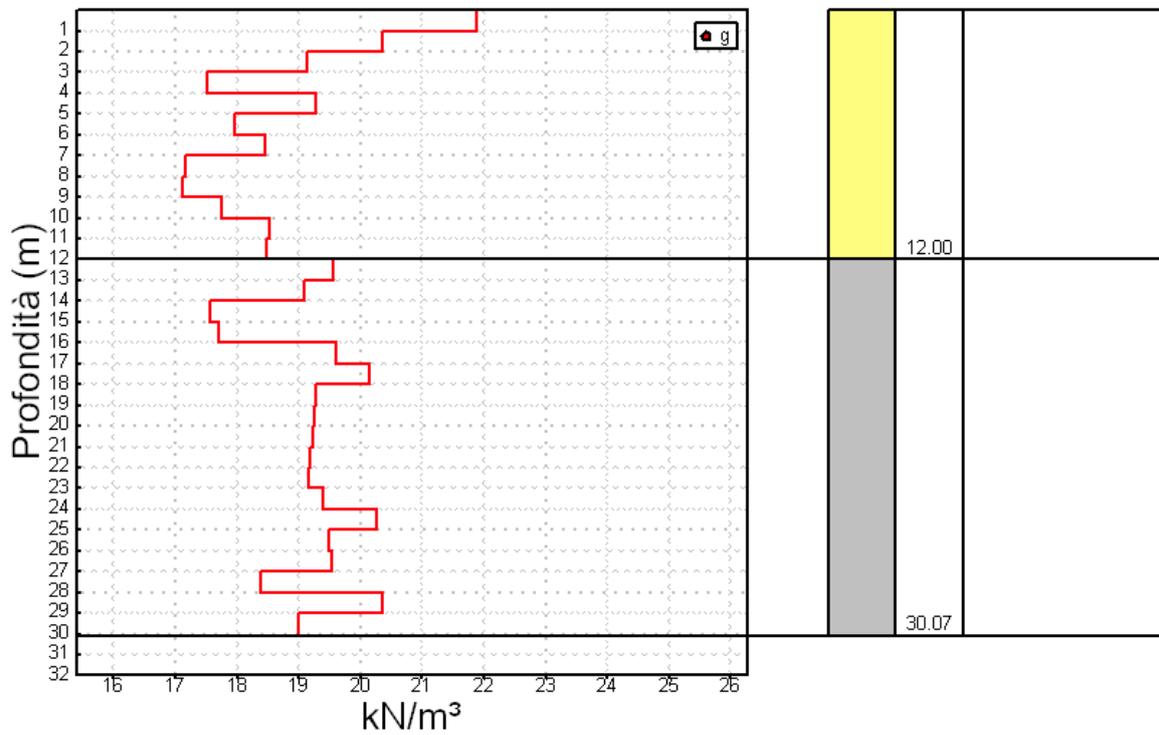
**Valori medi**

Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	Ed medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
1013.26	205.63	18.63	0.46	83.86	2121.15	243.27	2009.34
1647.6	338.15	19.23	0.48	235.81	5329.17	695.03	5014.76

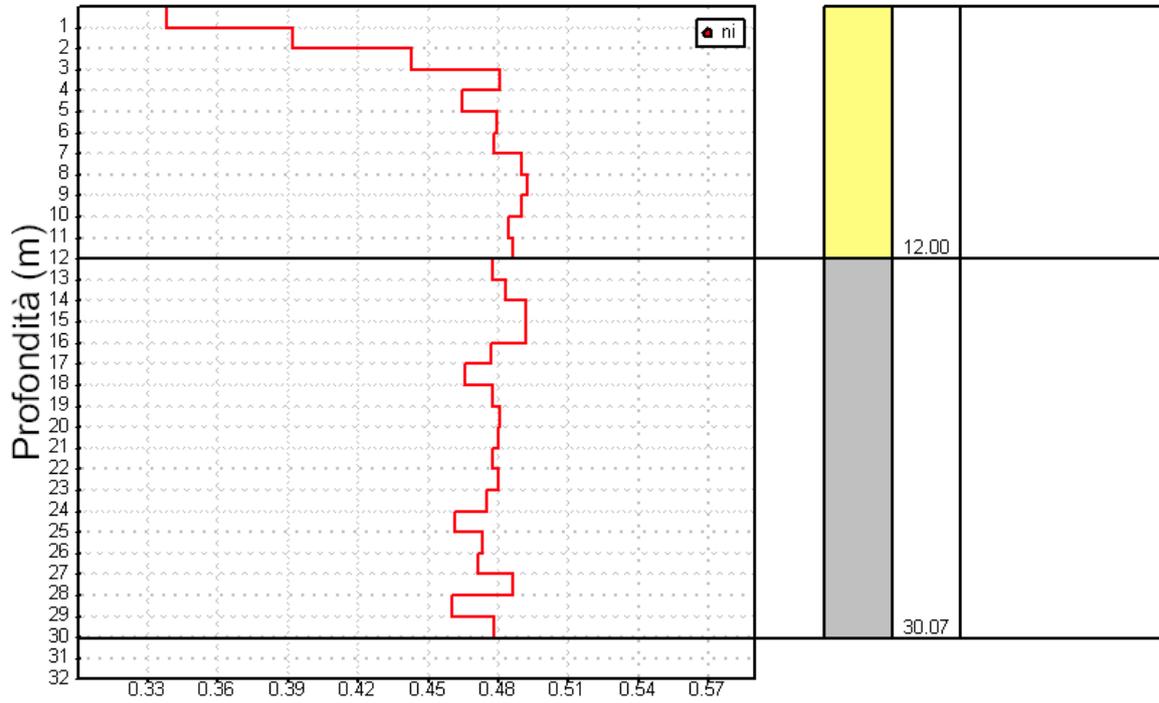
**Profilo velocità di intervallo**



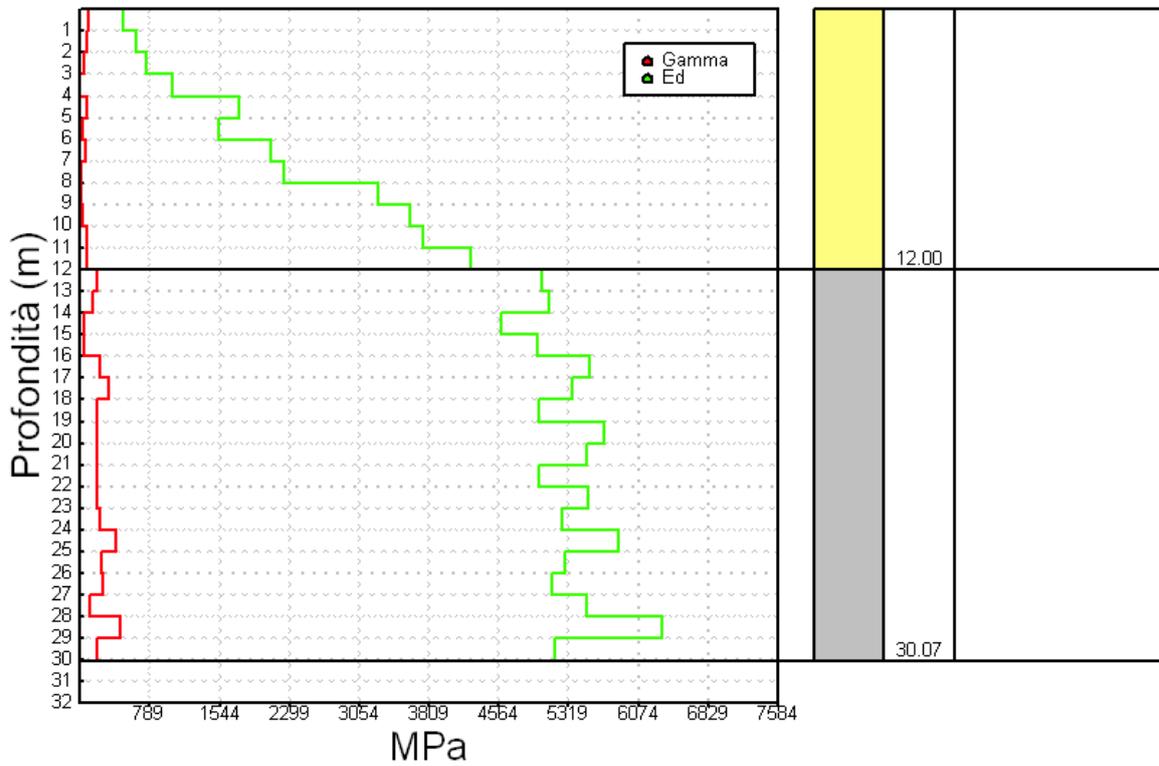
**Profilo peso di volume di intervallo**



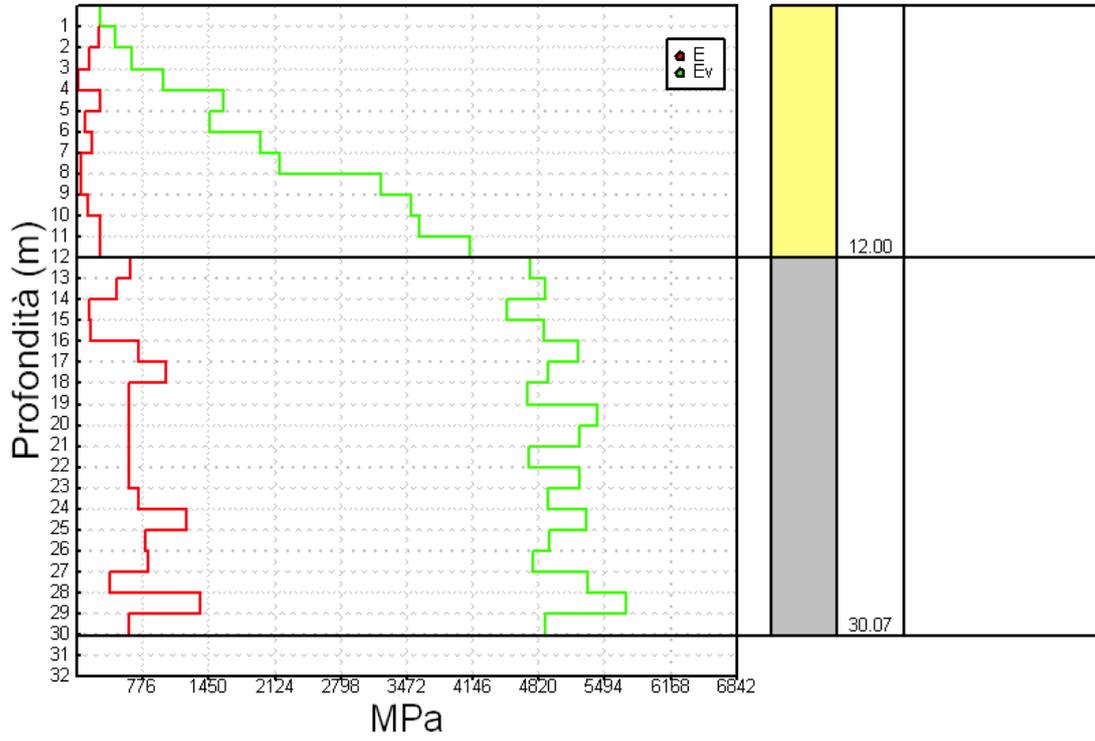
**Profilo coefficiente di Poisson di intervallo**



**Profili modulo di deformazione a taglio e modulo di compressibilità edometrica**



**Profili modulo di Young e modulo di compressibilità volumetrica di intervallo**



### 3.0 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA

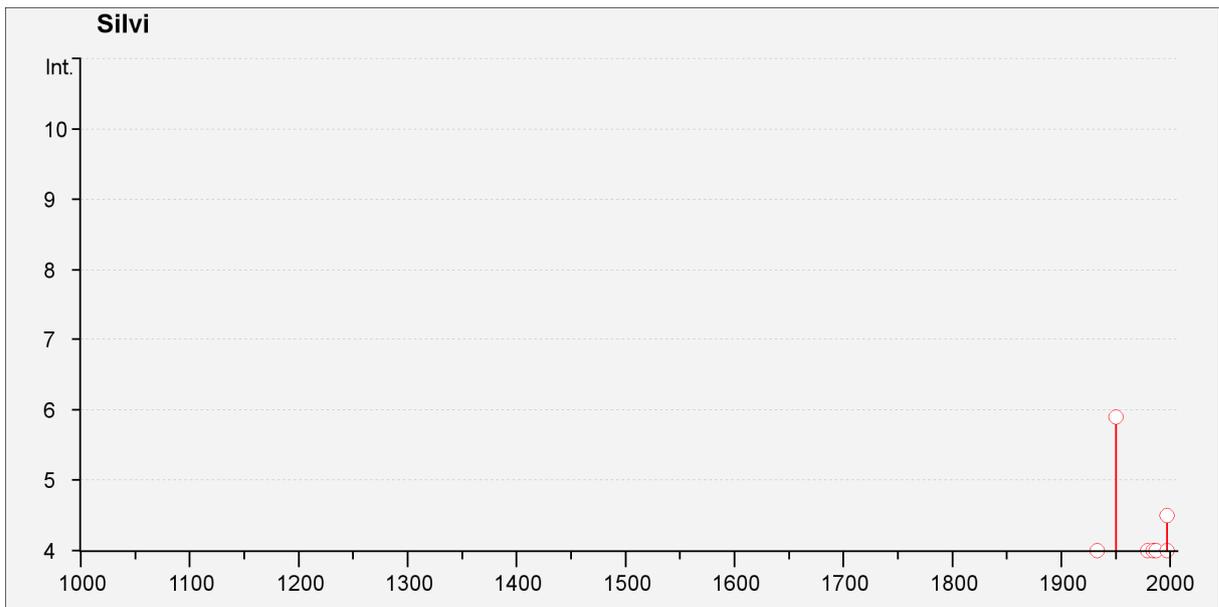
#### 3.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

La pericolosità di base del territorio comunale di Silvi è stata definita sulla base dei dati di sismicità storica e dalle mappe interattive di pericolosità sismica.

I dati di sismicità storica sono stati reperiti all'interno del DBMI11, ovvero il database macrosismico utilizzato per la compilazione del CPTI11 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani Ed.11) a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Nella tabella seguente, per ogni evento sismico, sono riportati la data, il sito epicentrale, la relativa intensità sismica e i valori di magnitudo raggiunti nel comune in studio.

<b>Seismic history of Silvi</b>									
<b>[42.555, 14.114]</b>									
Total number of earthquakes: 11									
Effects		Earthquake occurred:							
	<b>Is</b>								
4		1933 09 26 03:33:29	Maiella	326	9	5.95 ±0.09			
D		1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07			
3		1951 09 01 06:56:04	SARNANO	81	7	5.34 ±0.20			
4		1979 09 19 21:35:37	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09			
4		1984 05 07 17:49:43	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09			
4		1987 07 03 10:21:58	PORTO SAN GIORGIO	359		5.09 ±0.09			
3		1990 05 05 07:21:22	Potentino	1374		5.80 ±0.09			
4		1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09			
4-5		1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09			
3-4		2002 11 01 15:09:02	Subapp. Dauno	645		5.72 ±0.09			
3-4		2004 12 09 02:44:25	Zona Teramo	224	5-6	4.18 ±0.09			

This file has been downloaded from INGV - DBMI11



Il Servizio Sismico Nazionale ha definito quattro zone sismiche sulla base del valore massimo di un parametro di pericolosità sismica valutato all'interno dell'area considerata. In particolare, il parametro di pericolosità utilizzato è l'accelerazione orizzontale massima al suolo  $a_{g,475}$ , ossia quella relativa al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10%.

In base alla normativa emanata l'8 maggio 2003 (O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003) il Comune di Silvi (Te) viene classificato in zona sismica 3 in cui il parametro  $a_g = 0.15 g$  dove  $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima su substrato roccioso affiorante.

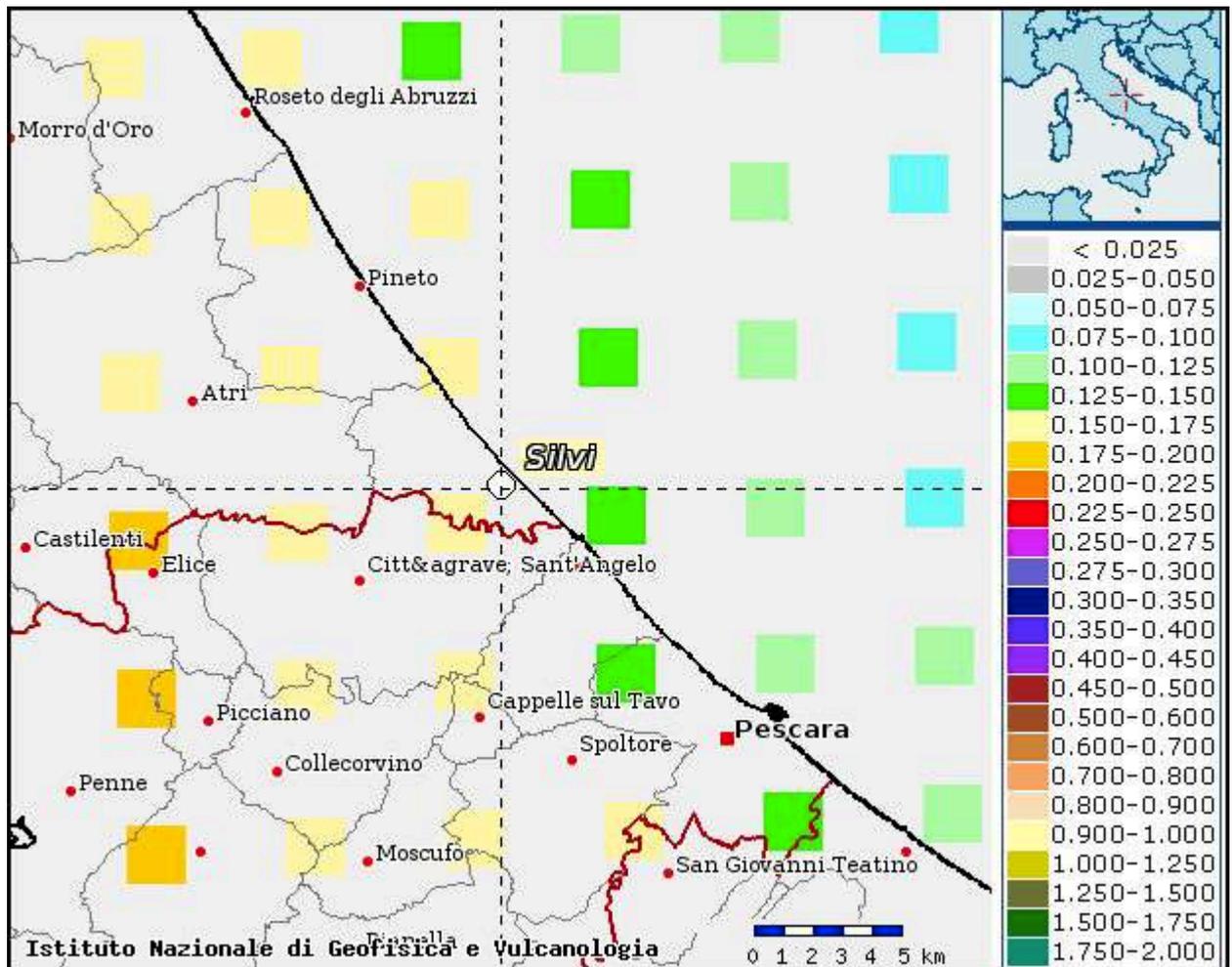
Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/sec), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica attesa viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Tab. 1 All. B del D.M. 14/01/08).

Le forme spettrali previste sono definite su sito di riferimento rigido orizzontale in funzione dei tre parametri:

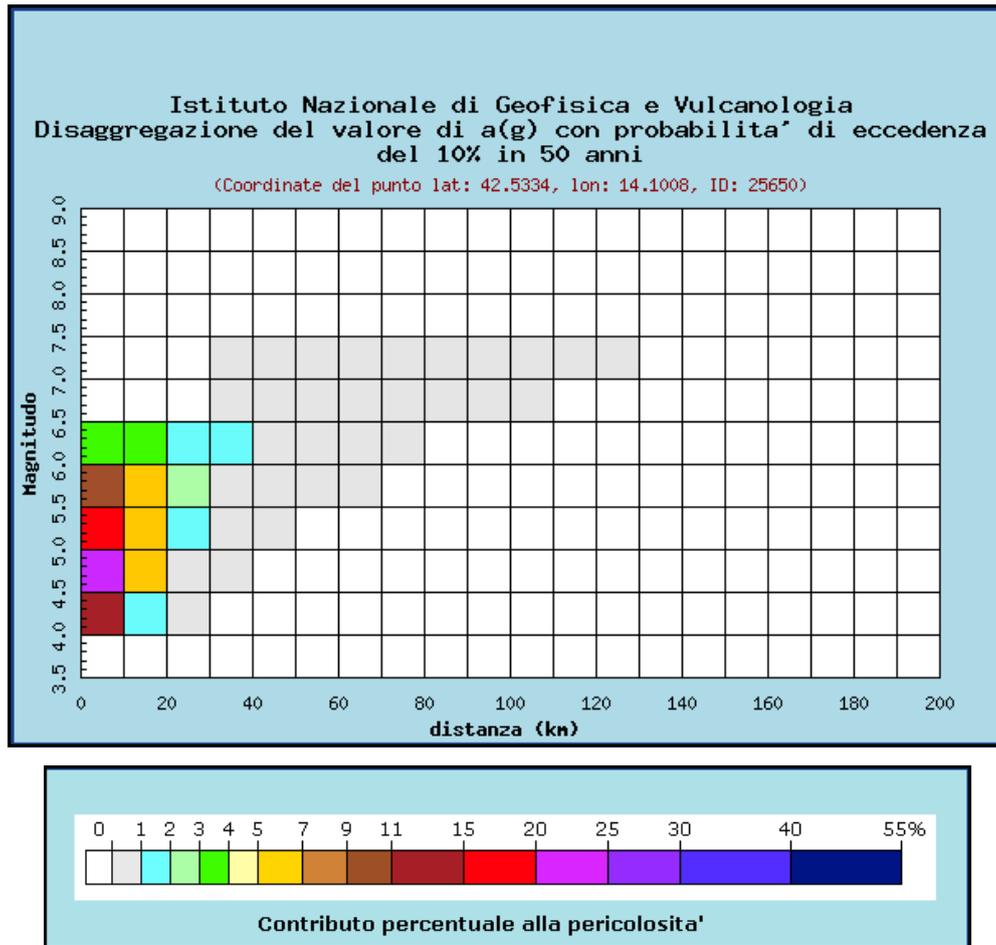
- $a_g$  - accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

• \*Tc- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Utilizzando le mappe interattive di pericolosità sismica, disponibili sulla pagina <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, è possibile visualizzare la distribuzione spaziale dei suddetti parametri e di avere informazioni sui dati disagregati di pericolosità sismica.



Il grafico e la tabella successiva riportano il contributo percentuale alla pericolosità per coppie di valori Magnitudo e Distanza epicentrale.



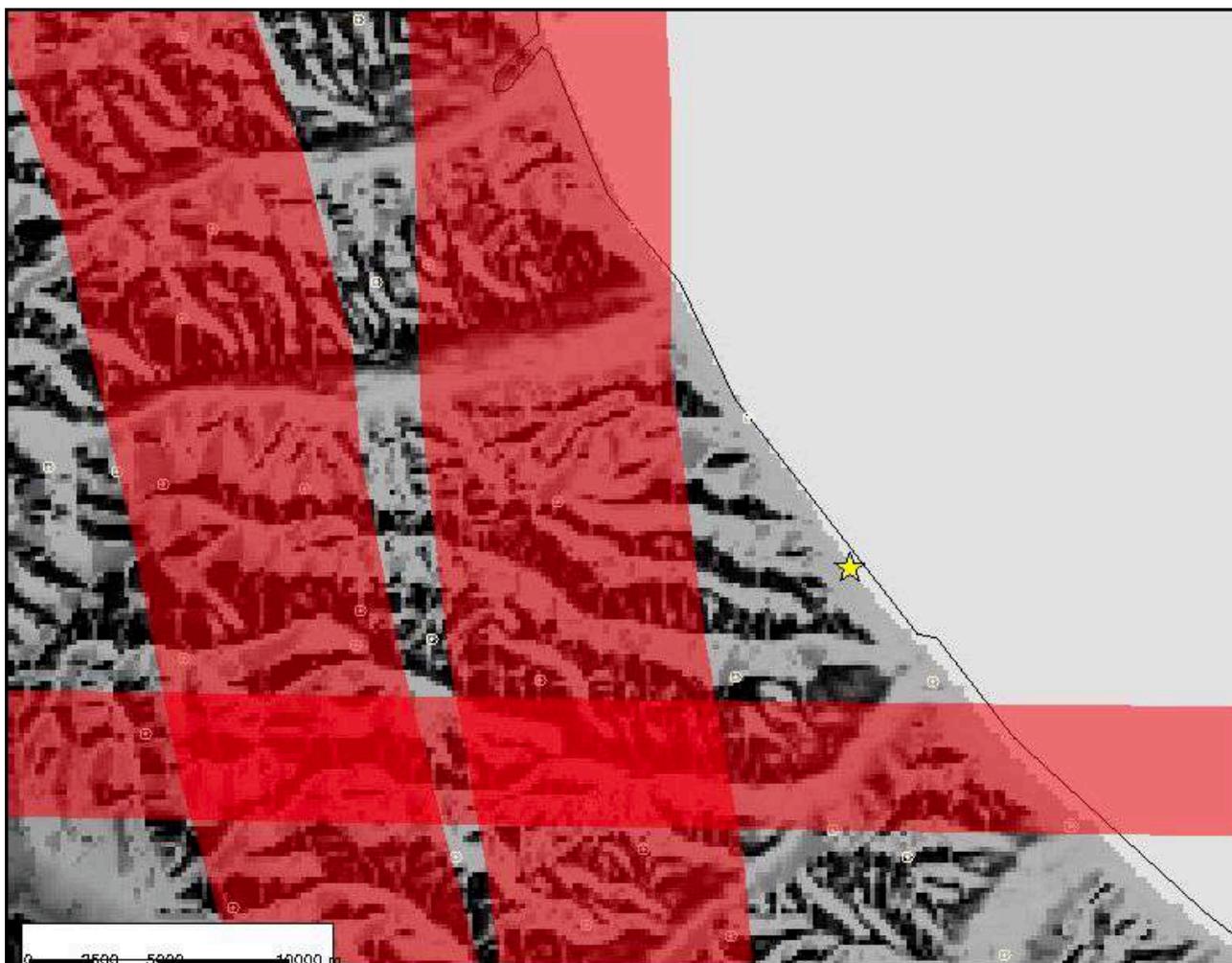
*Grafico di disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10 % in 50 anni, in termini di distanza epicentrale e magnitudo.*

Si osserva che la massima probabilita' si ha per magnitudo comprese tra 4,5 e 6,5 e distanza epicentrale compresa tra i 0 ed i 40 Km e con un contributo percentuale alla pericolosita' compresa tra 1 e 25 %.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.5334, lon: 14.1008, ID: 25650)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.800	24.200	16.000	9.030	3.300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.610	5.430	6.350	5.830	3.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.027	0.543	1.480	2.140	1.620	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.006	0.231	0.816	1.020	0.568	0.413	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.009	0.215	0.576	0.679	0.569	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.222	0.447	0.441	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.052	0.257	0.308	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.126	0.204	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.108	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.049	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.019	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.240	11.200	0.697

Nella figura successiva sono riportate le sorgenti sismo genetiche che interessano il territorio comunale (fonte: [http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3\\_INGV/GFMaplet/Default](http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default)).



Gli elementi più vicini al territorio comunale sono:

Id Sorgente	Nome Sorgente	Magnitudo momento massima
ITCS075	Pietracamela-Montesilvano	5.7 Derivata dalla massima magnitudo associata alla sorgente individuale.
ITCS054	Southern Marche offshore	5.5 Assunti da dati sismologici regionali.

## 4.0 CONCLUSIONI

Nella presente relazione si espongono i risultati di una integrazione alle nuove norme NTC 2008 al fine della caratterizzazione sismica del suolo e la stima del parametro  $V_{s30}$ , effettuata nel Comune di Silvi (Te).

Ai fini della caratterizzazione sismica del suolo, è stata eseguita n. 1 prova sismica in foro di tipo down hole, in onde P ed SH.

La strumentazione usata consiste in uno strumento Down Hole della ditta Sara Electronic Instruments (Perugia), mentre per la parte software ci si è avvalsi del programma Down Hole della ditta Geostru Softwares con il quale è stato possibile eseguire il processo di elaborazione dei dati acquisiti.

Mediante l'analisi e l'elaborazione dei dati di campagna sono state valutate le velocità sismiche di sottosuolo.

. Dai risultati della prova Down Hole effettuata sull'area in esame, possiamo definire la categoria di suolo pari a **C**, con un valore di  $V_{s30}$  pari a 268.8 m/s.

Inoltre si è valutata la categoria di topografica pari a T1 perché inferiore a 15° di pendenza.

<b>Vs30</b>	268.8 m/s
<b>Categoria del suolo</b>	<b>C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</b> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>Categoria topografica</b>	T1
Coefficiente di amplificazione topografica $S_T$	( $S_T = 1.0$ ) - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Pescara, Aprile 2014

## **Sommario**

- 1.0 INTEGRAZIONE ALLE NORME NTC2008
- 2.0 RAPPORTO PROVA SISMICA DOWN HOLE
- 3.0 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA
- 4.0 CONCLUSIONI

## **Allegati**

- 1. Caratteristiche del sismometro usato per la campagna di acquisizione del segnale.
- 2. Caratteristiche tecniche della strumentazione usata per la prova Down Hole.
- 3. Ubicazione
- 4. Documentazione fotografica

## 1. Caratteristiche del sismometro

### Acquisitore DOREMI Sara electronics

#### Caratteristiche tecniche

##### *Architettura*

Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Lunghezza massima della rete:	1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
Numero massimo di canali per tratta:	255
Dimensioni dell'elemento (escluso il cavo):	80x55x18 mm
Peso:	250 g (un elemento con lunghezza cavo 5 metri)
Cavo:	4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni, flessione-torsioni, abrasioni ed agenti chimici

##### *Campionamento*

Memoria:	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz:	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000,10000,20000
pari ad intervalli in ms di:	5, 3.33, 2.5, 2, 1.25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
Esempi di utilizzo della memoria:	ReMi: 500Hz, t-max 60 secondi MASW: 4000Hz, t-max 7.5 secondi Riflessione: 20000Hz, t-max 1.5 secondi

##### *Dinamica del sistema*

Risoluzione con guadagno 10x:	7.600 $\mu$ V
Risoluzione con guadagno 1000x:	0.076 $\mu$ V
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore:	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz:	>90dB
Full range a 10x:	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS:	0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica:	155dB
Dinamica totale senza postprocessing:	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing:	>140dB

##### *Alimentazione*

Tensione di alimentazione:	10-15VdC
Consumo:	
Unità di testa:	20mA
Per Canale:	40mA
Consumo totale 12 canali:	510mA

##### *Convertitore A/D*

Tipologia:	SAR
Risoluzione:	16 bit
Dinamica:	96 dB

##### *Preamplificatore*

Tipologia:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri:	3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni:	da 10x a 8000x
Reiezione di modo comune:	>80dB
Diafonia (crosstalk):	non applicabile (elementi singoli a trasmissione digitale)
Impedenza d'ingresso:	>100k $\Omega$

## 2. Caratteristiche tecniche strumentazione usata per la prova Down Hole.

### Caratteristiche tecniche

Numero canali:	5 (standard) opzionali 3 o altro (a richiesta)
Configurazione:	Z verticale, orizzontali a 0°, 45°, 90°, 135°
Non ortogonalità:	< 0.01%
Livellamento:	non previsto
Frequenza naturale:	10Hz (+/-5%) (4.5Hz o 8 Hz a richiesta)
Banda utilizzabile*:	0.5-1000Hz
Damping:	0.707
Massa inerziale:	24 g
Sensibilità nominale:	27 V/m/s - (per il 1.5Hz disponibile a 80V/m/s)
Tilt massimo:	Verticale: 10° Orizzontale 8Hz: 5°
Movimento massa:	0.2mm
Dimensioni:	1080x50mm
Peso sensore:	4500g
Peso complessivo:	20000g
Lunghezza cavo:	standard 50 metri
Connettore:	Cannon JC series 10 poli
Integrazione possibile con:	DoReMi, SR04, SL06, SL07
Sistema di bloccaggio:	elettrico
Alimentazione:	12V batteria
Certificazioni:	CE (EN55022, EN55011)



Strumento a 5 canali



Piastra in duralluminium

## 3. Ubicazione (il punto rosso rappresenta l'ubicazione del foro)



#### 4. Documentazione Fotografica



Una fase dell'allestimento della strumentazione

# STRALCIO CARTA TOPOGRAFICA

Scala 1:25.000

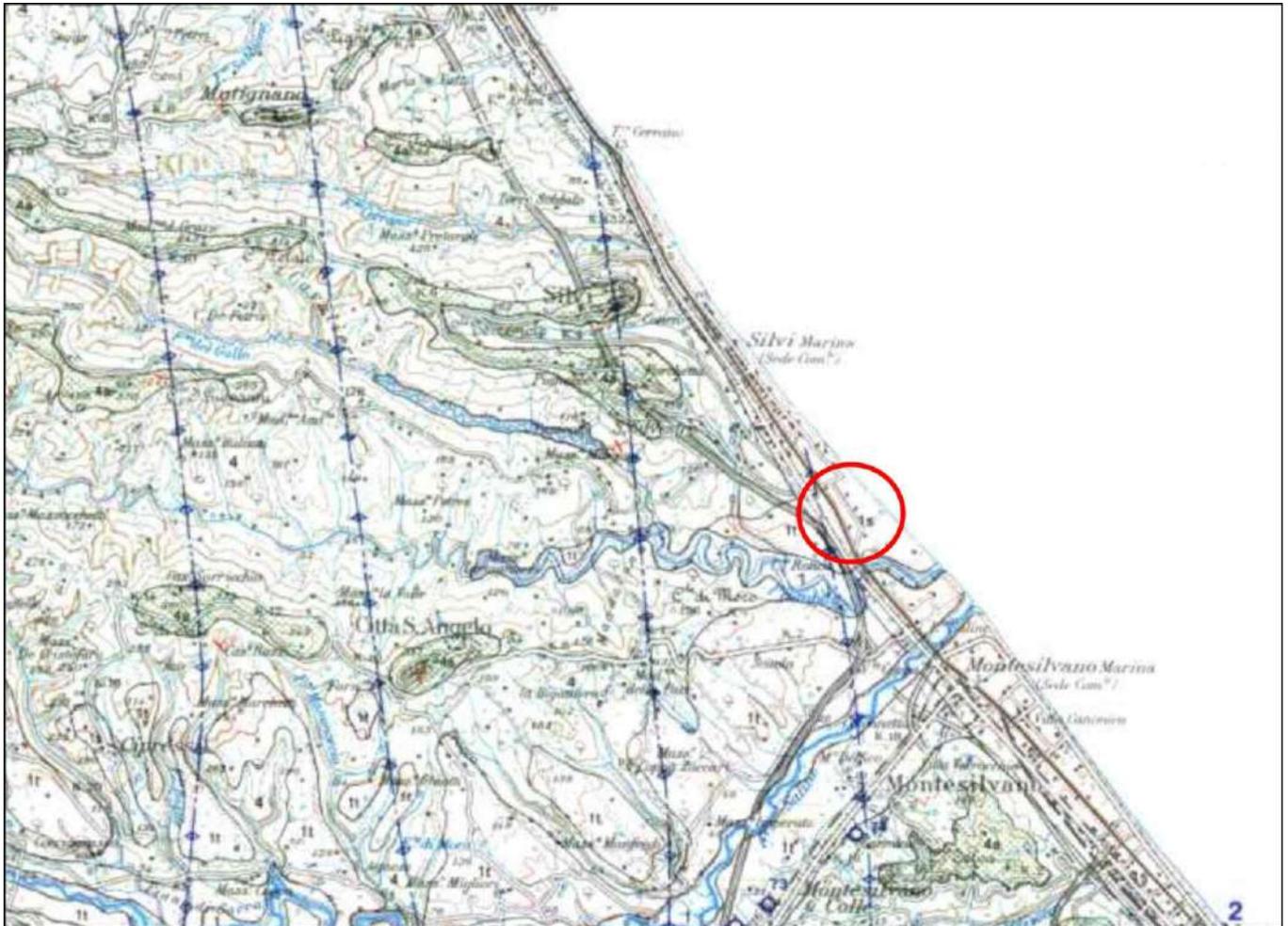


Ubicazione Sito



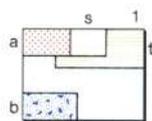
# STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA (GHISSETTI-VEZZANI)

Scala 1:100.000

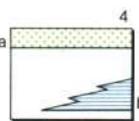


Ubicazione sito

## Legenda



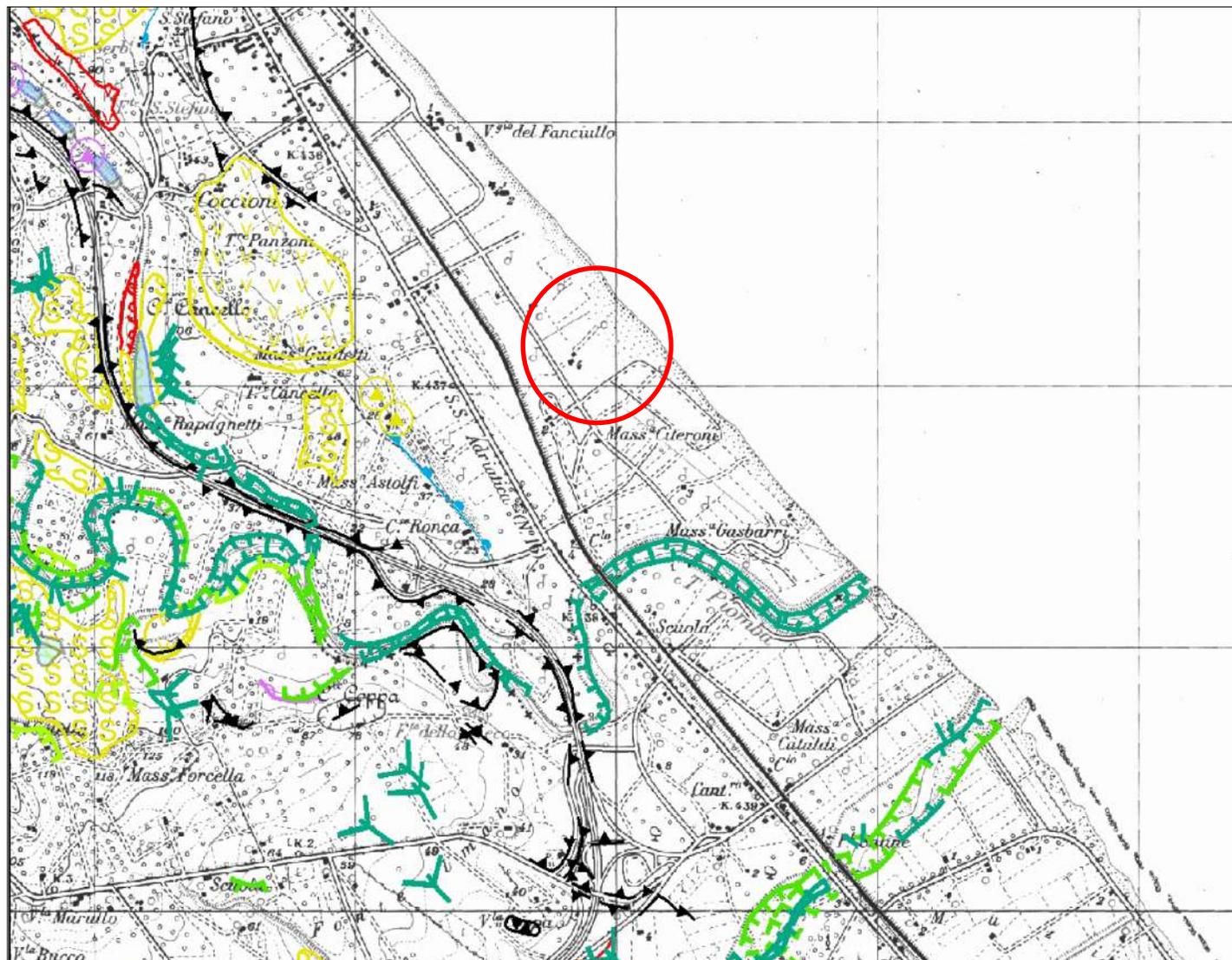
Depositi lacustri argilloso-limoso-sabbiosi; depositi fluviali e fluvio-glaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi; travertini (1). Depositi sabbiosi delle piane costiere (s). Depositi alluvionali terrazzati (t). Detriti di falda e coperture detritico-colluviali; depositi residuali; terre rosse (a). Sedimenti morenici (b). *Olocene - Pleistocene superiore*.



**Successione del Pleistocene inferiore p.p.-Pliocene superiore.** Prevalenti peliti di piattaforma passanti verso l'alto a sabbie e conglomerati con facies da litorali a fluvio-deltizie a continentali (a, Vasto, Casalbordino, Chieti, Atri, Tortoreto, Colonnella). Alcune decine di metri sopra la base sono presenti 80-100 m di conglomerati e calcareniti organogene (b, **Conglomerati di Turrivalignani**), e lenti di sabbie gialle in *onlap* sulle formazioni sottostanti (San Marco a Nord di Atessa). Zone a *Hyalina balthica* e a *G. inflata*. Spessore: > 1500 m. *Pleistocene inferiore p.p. - Pleistocene superiore*.

# STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA DEL P.A.I. REGIONE ABRUZZO

Scala 1:25.000



FORME STRUTTURALI		
	Orlo di scarpata di faglia	
	Orlo di scarpata con influenza strutturale	
	Orlo di scarpata di linea di faglia	
	Orlo di scarpata con influenza strutturale retroceduto da caduta di detriti	

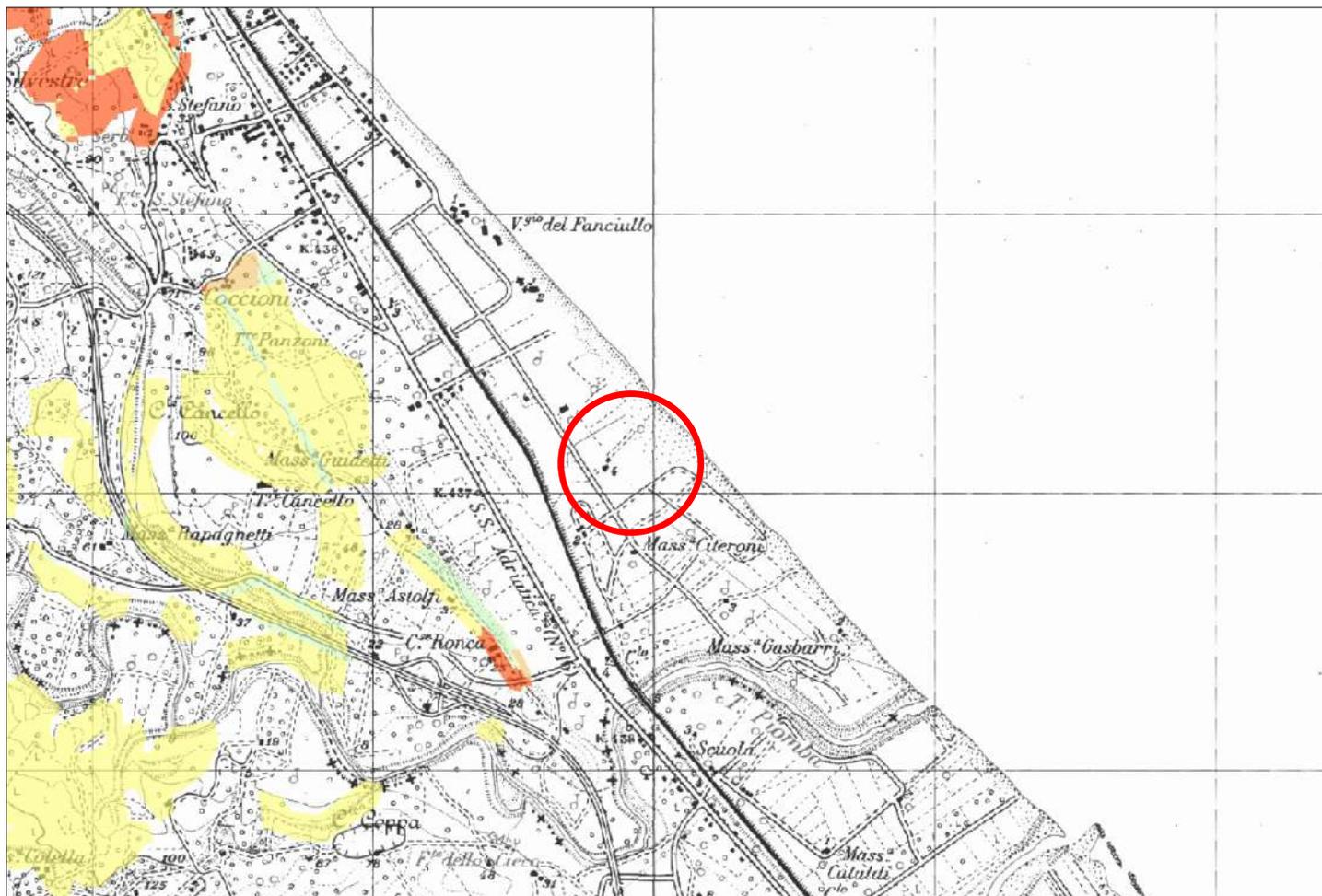
		STATO DI ATTIVITA'		
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
FORME PRESENTI E DISPOSTE QUANTITATIVAMENTE	Orlo di scarpata di degradazione olo di frana			
	Tirone o fessure			
	Fratture di origine			
	Voragini visivamente interessate da deformazione profonda			
	Voragini interessate da deformazioni superficiali varie			
	Corpo di frana di crollo e stabilimento			
	Corpo di frana di scivolamento			
	Corpo di frana di colamento			
	Corpo di frana di generi complessi (incisi e fenomeni di trasporto in massa)			
	Piccole frane o gruppo di piccole frane non classificate			
Corrispondenza significativa nel corpo di frana				

FORME PRESENTI E DISPOSTE QUANTITATIVAMENTE		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
	Alveo con erosione laterale o spondine erose			
	Alveo con tendenza all'aplanamento			
	Setole di ruotamento concorrenti			
	Superficie e calanchi e forme simili			
	Superficie con forme di allavamento prevalentemente diffuse			
	Superficie con forme di allavamento prevalentemente concorrenti			
	Convole alluvionali			
	Conole originarie			
	Depressione pianosa			

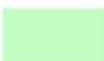
Ubicazione Sito

# STRALCIO CARTA DEL RISCHIO P.A.I. - REGIONE ABRUZZO

Scala 1:25.000

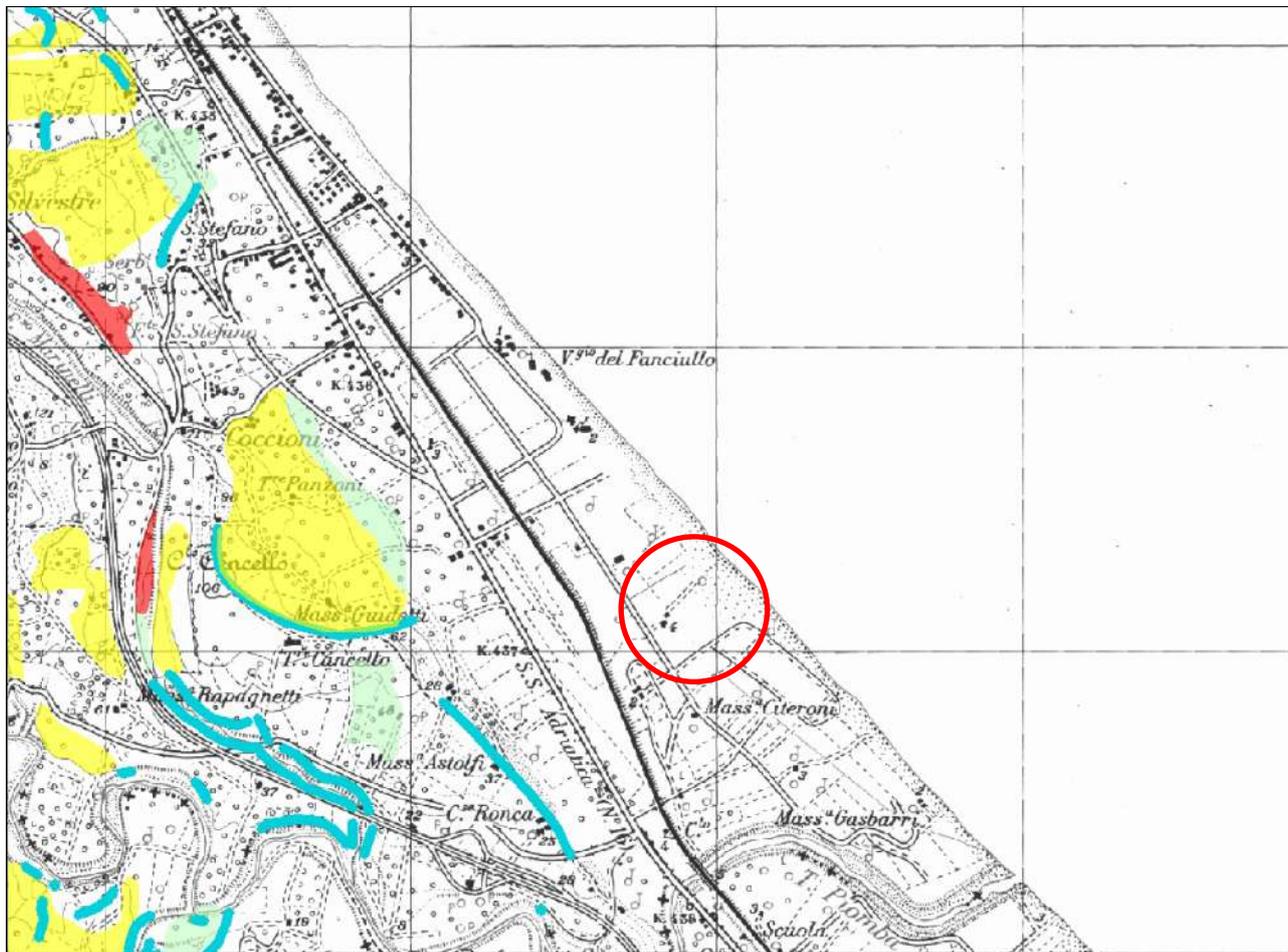


## LEGENDA

-  **R4 - RISCHIO MOLTO ELEVATO** - Per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi agli edifici e alle infrastrutture, la distruzione di attività socio-economiche.
-  **R3 - RISCHIO ELEVATO** - Per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche.
-  **R2 - RISCHIO MEDIO** - Per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
-  **R1 - RISCHIO MODERATO** - Per il quale i danni sociali ed economici sono marginali.
-  **Ubicazione zona studiata**

# STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITÀ P.A.I. DELLA REGIONE ABRUZZO

Scala 1:25.000



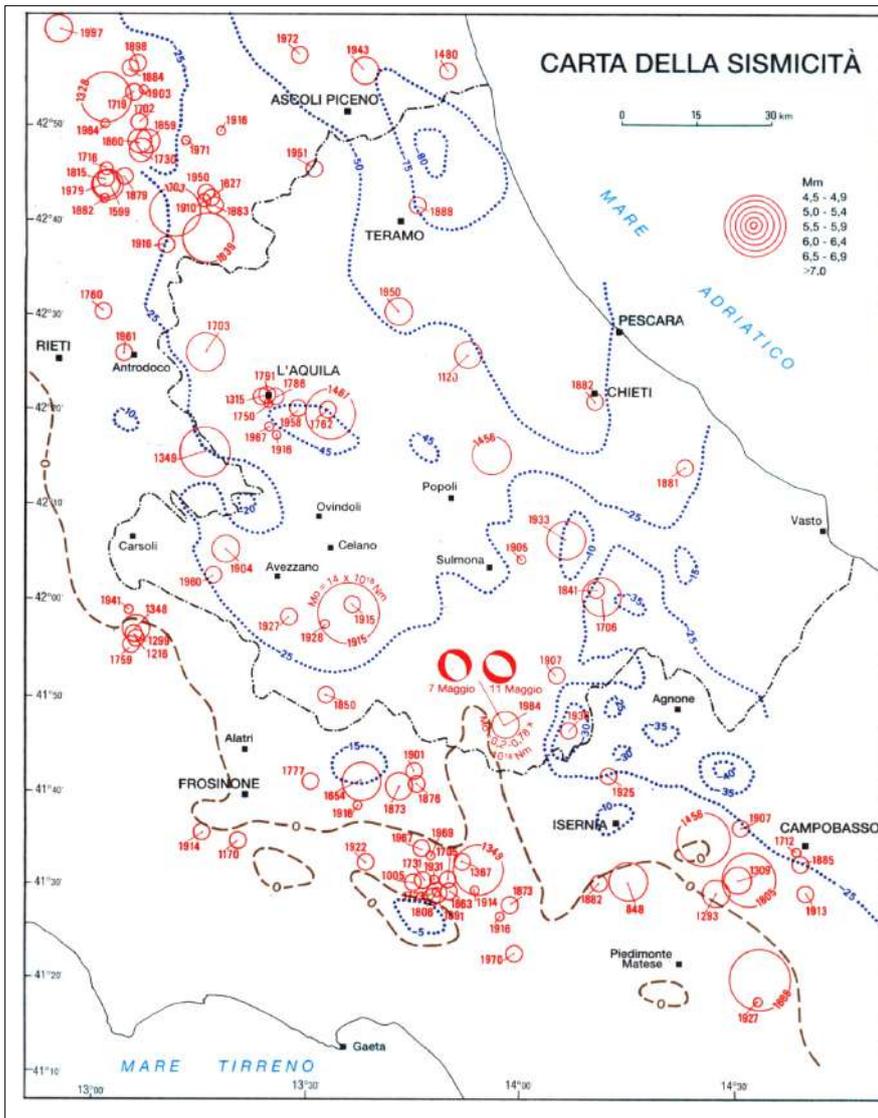
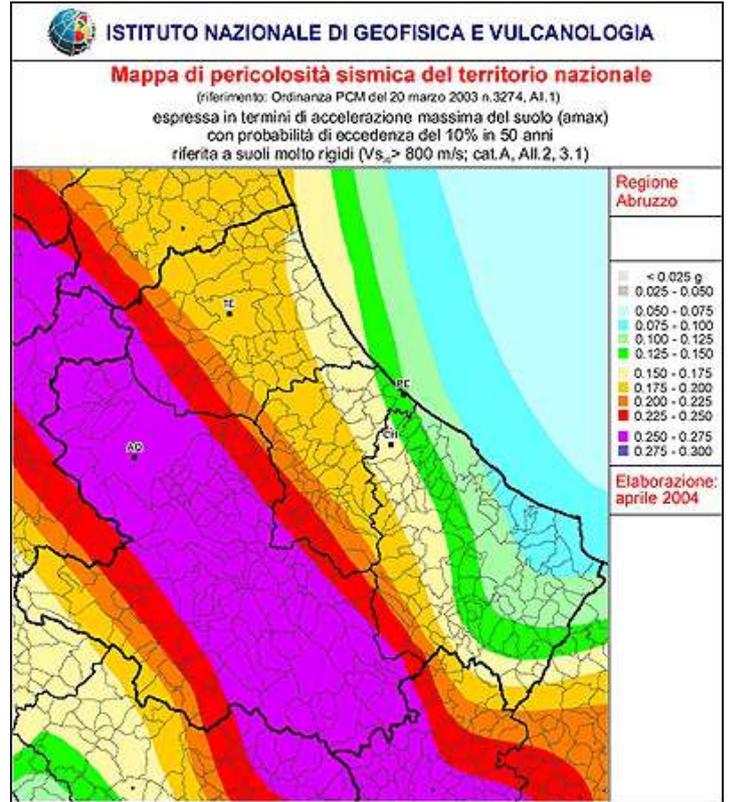
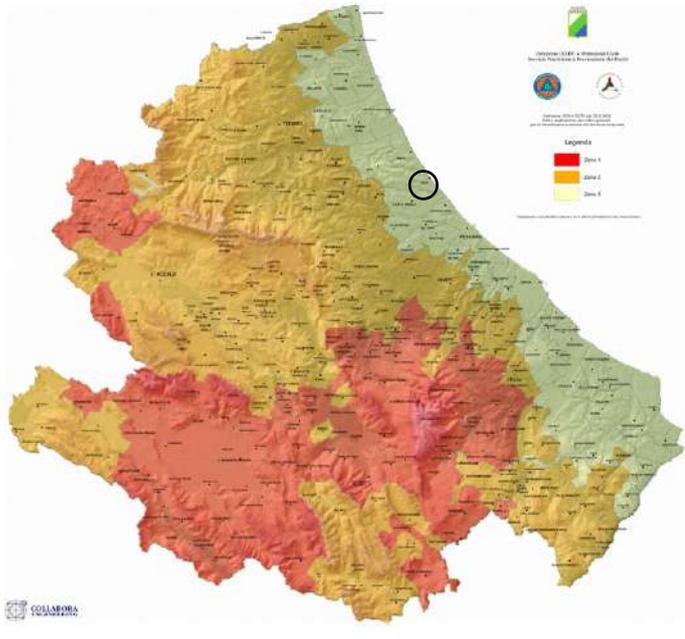
○ Ubicazione area in studio

## LEGENDA

-  P3 - PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA  
Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente.
-  P2 - PERICOLOSITA' ELEVATA  
Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione.
-  P1 - PERICOLOSITA' MODERATA  
Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione.
-  Pscarpate - PERICOLOSITA' DA SCARPATE  
Aree interessate da Dissesti tipo Scarpate.
-  Aree in cui non sono stati rilevati Dissesti.

# CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA E SISMICITÀ STORICA

Classificazione sismica del territorio abruzzese sulla base alla nuova normativa.  
L'area del territorio comunale di Silvi è inserita in zona sismica 3.



Carta della sismicità.  
Tratto dalla carta geologica d'Abruzzo di Ghisetti e Vezzani Regione Abruzzo

## Legenda

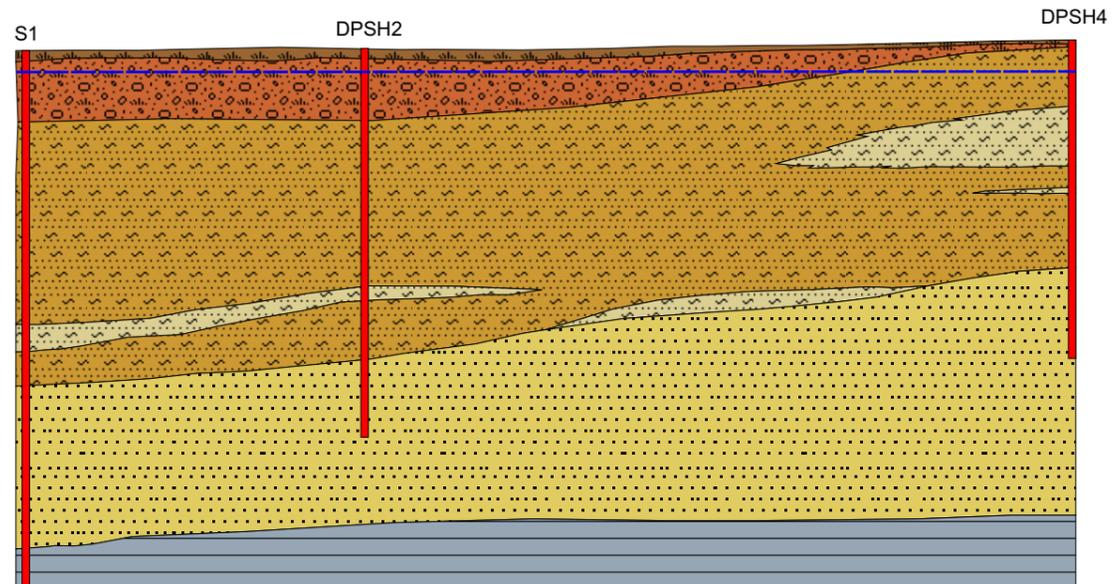
- Localizzazione esemplare degli eventi sismici storici con magnitudo  $> 4.5$  nell'area dell'Abruzzo e nelle regioni contigue (GRUPPO NAZIONALE DIFESA DAI TERREMOTI, 1996)
- M<sub>0</sub> Momento sismico (WESTAWAY et al., 1988)
- Meccanismi focali della sequenza del Maggio 1994 (WESTAWAY et al., 1995)
- Anomale geomorfiche di Bouguer (CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE, 1991)

## PARAMETRI SISMICI DI RILEVANZA SISMOTETTONICA

- Tasso di convergenza sismica: 2.1 mm/anno (JACKSON & Mc KENZIE, 1980)
- Tasso di estensione sismica: 2.3 mm/anno (WESTAWAY, 1992)
- Entità di estensione accomodata da eventi sismici: 80-80% (WARD, 1994)
- Stima rate sismica:  $1.3 \times 10^{-10}$  anno (WARD, 1994)
- Momento sismico totale (dal 1650):  $1.5 \cdot 10^{17}$  Nm (WESTAWAY, 1992)
- Rilascio annuo del Momento sismico:  $1 \cdot 10^{14}$  Nm/anno (JACKSON & Mc KENZIE, 1988; WARD, 1994)
- Assi orientati (direzionali) relative alla cultura Appennina per eventi occorsi nel intervallo: 1977-1992: T-42°; P-221°; N-312° (PONDRELLI et al., 1995)

# UBICAZIONE SONDAGGI - PROVE DPSH - SEZIONI

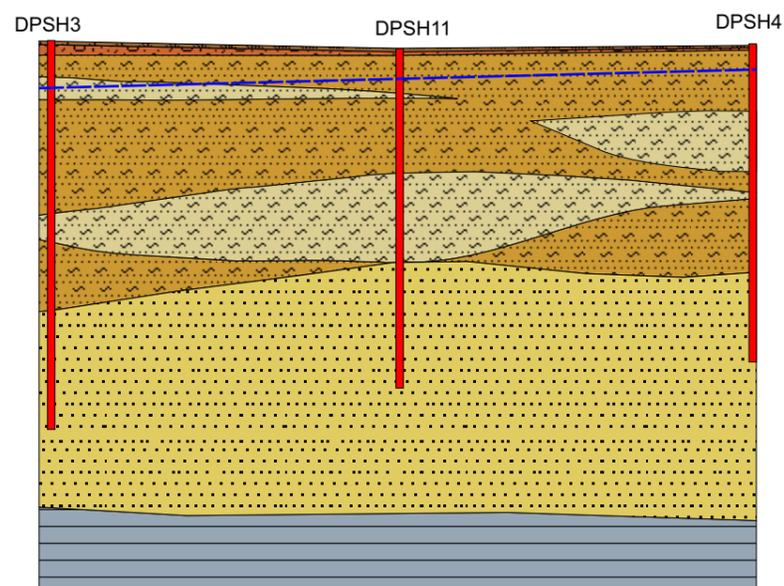




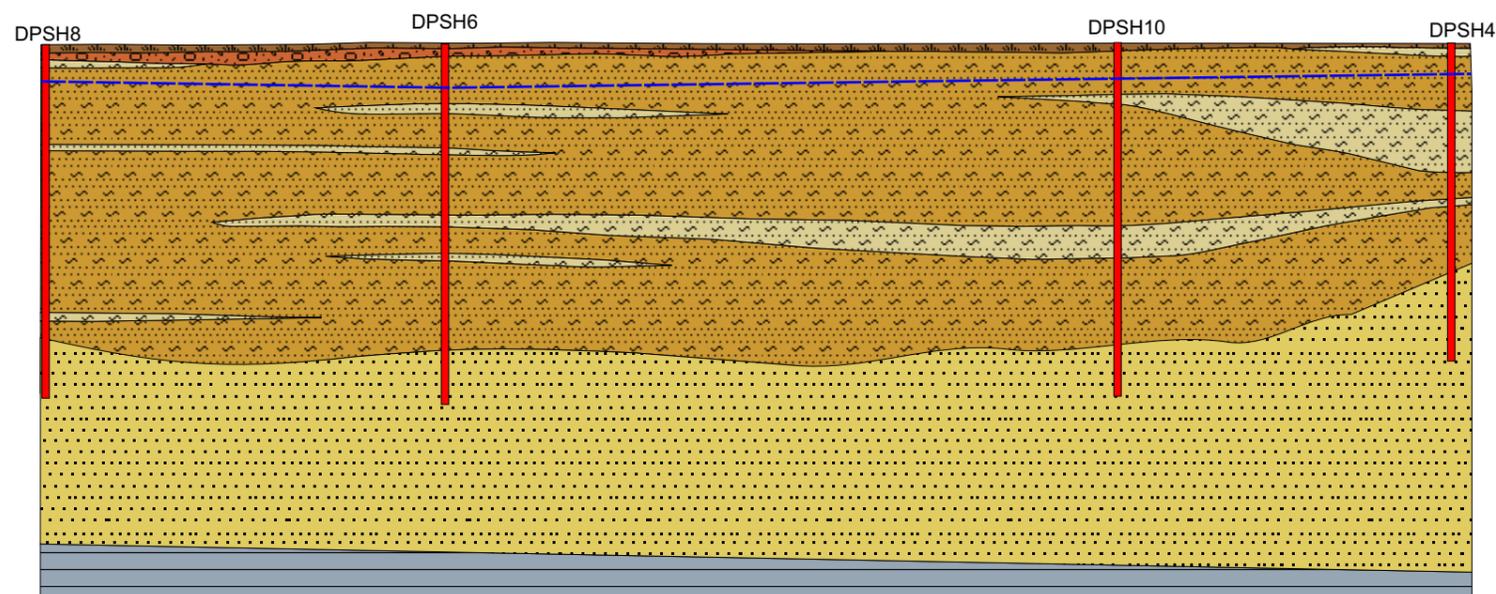
Sez. 01

# SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

Scala orizz. 1:1000  
Scala vert. 1:200

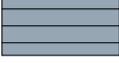


Sez. 02

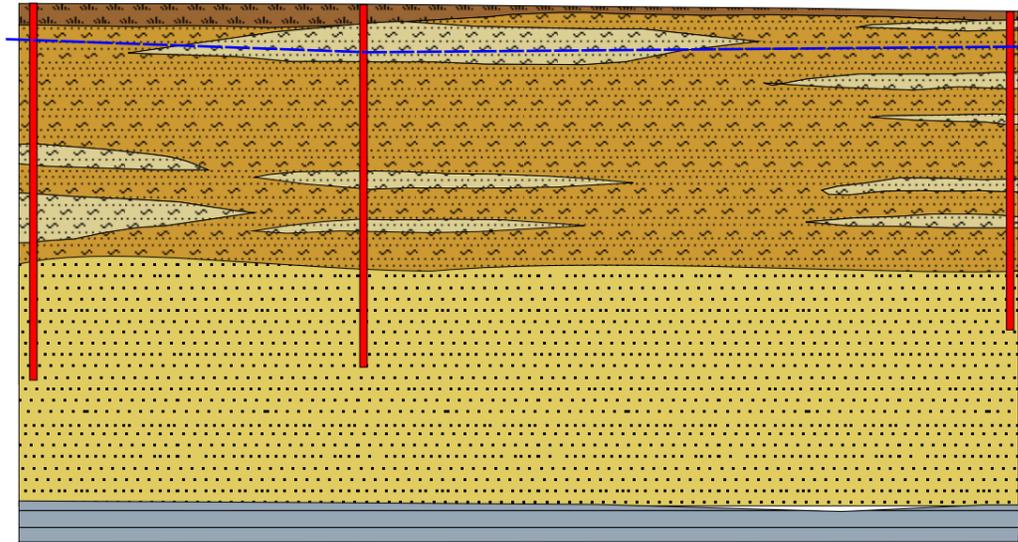


Sez. 03

## LEGENDA

-  Terreno Vegetale
-  Riporto
-  Limi sabbiosi di bassa consistenza
-  Sabbia limosa
-  Sabbia addensata
-  Argilla grigio - azzurra

DPSH5                      DPSH7                      DPSH6



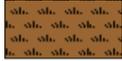
Sez. 04

Scala orizz. 1:1000  
Scala vert. 1:200

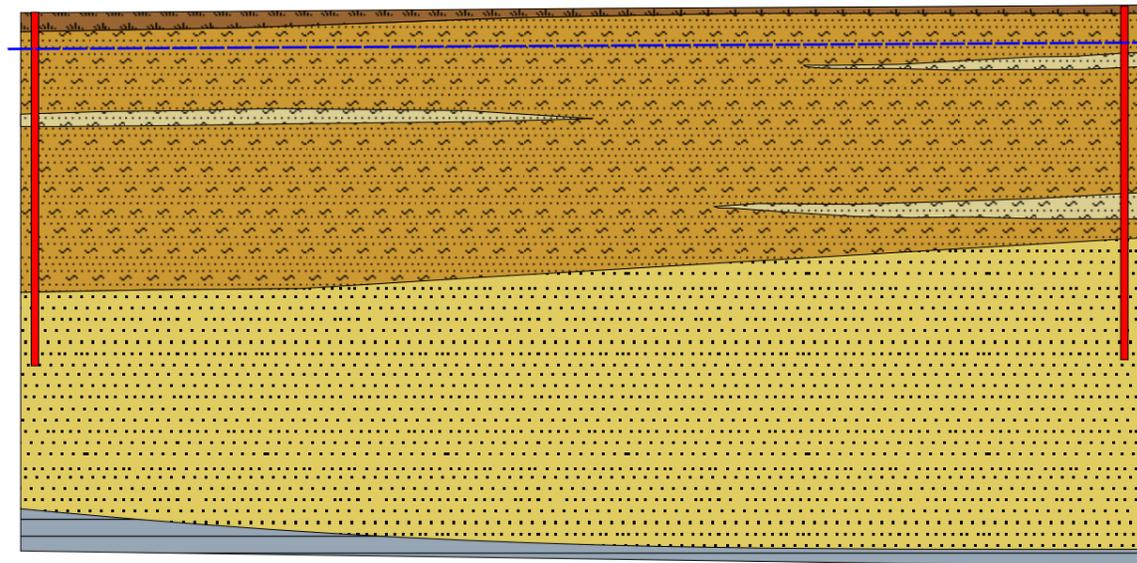
# SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

Sezioni 4 e 5

## LEGENDA

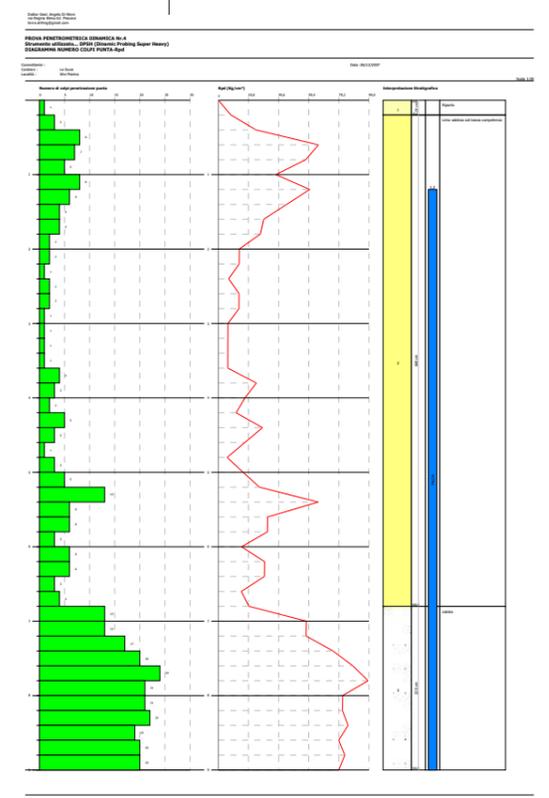
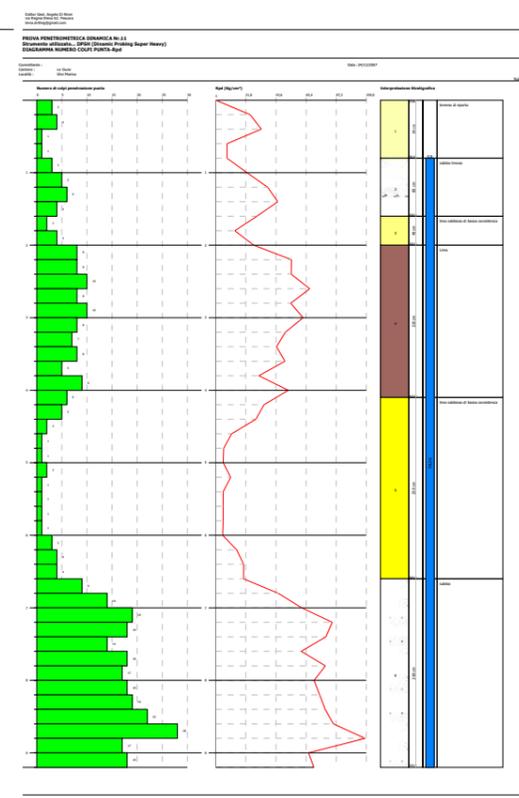
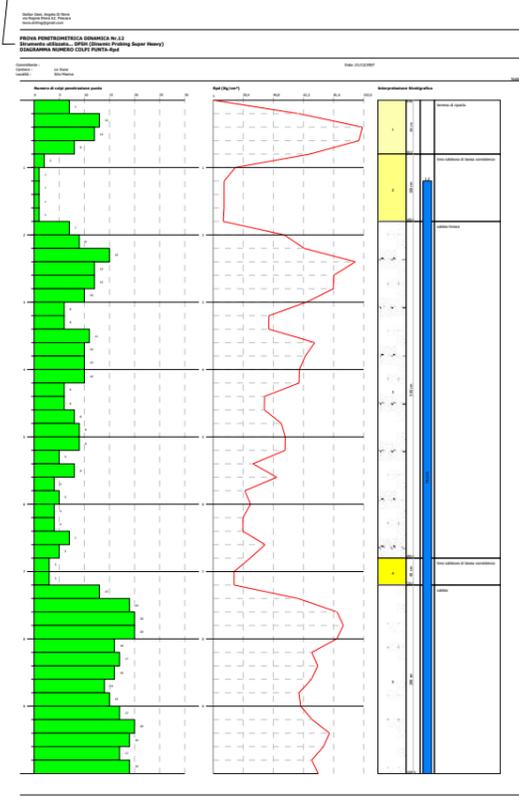
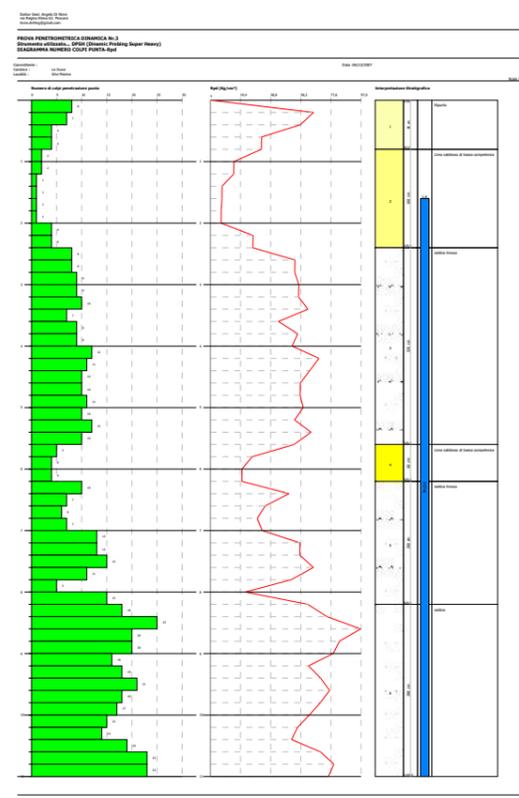
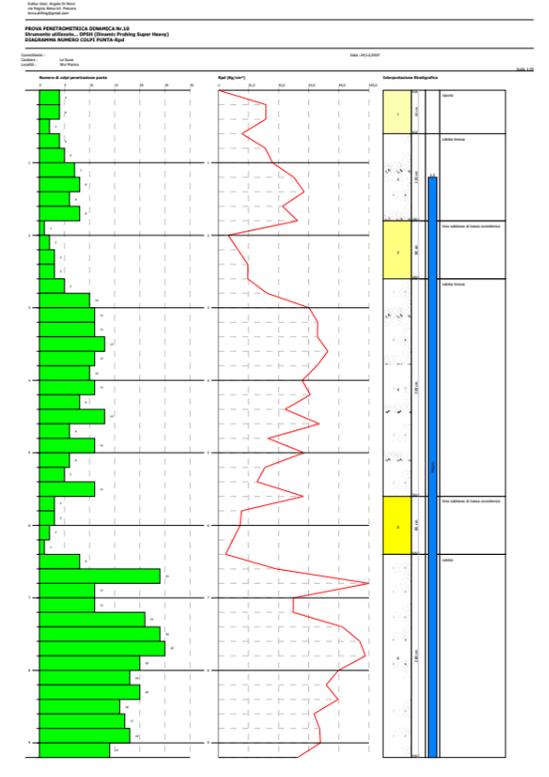
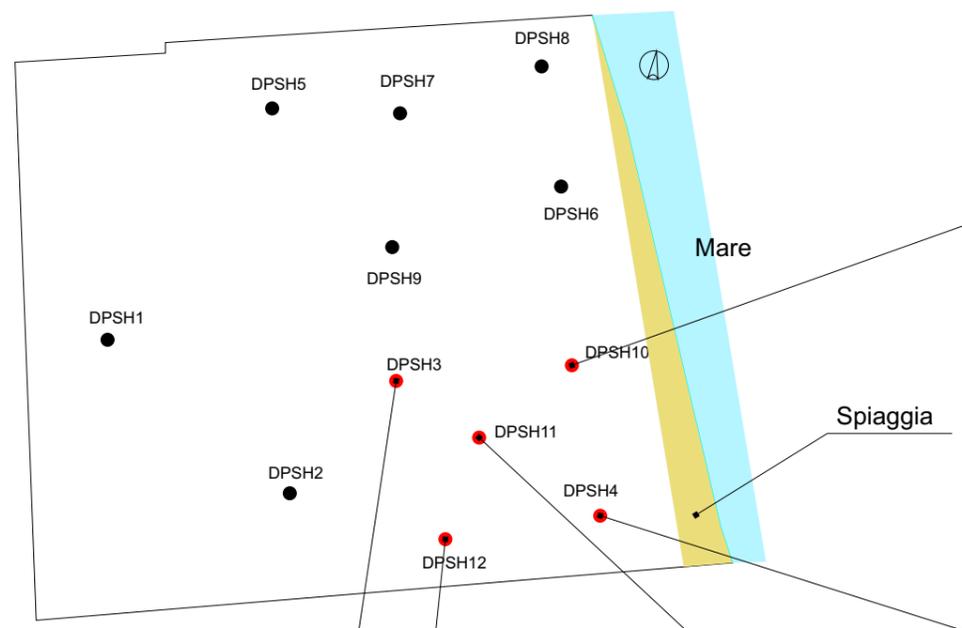
-  Terreno Vegetale
-  Riporto
-  Limi sabbiosi di bassa consistenza
-  Sabbia limosa
-  Sabbia addensata
-  Argilla grigio - azzurra

DPSH8                      DPSH9



Sez. 05

Scala orizz. 1:500  
Scala vert. 1:200



Schema esemplativo Prove DPSH "Le Dune"

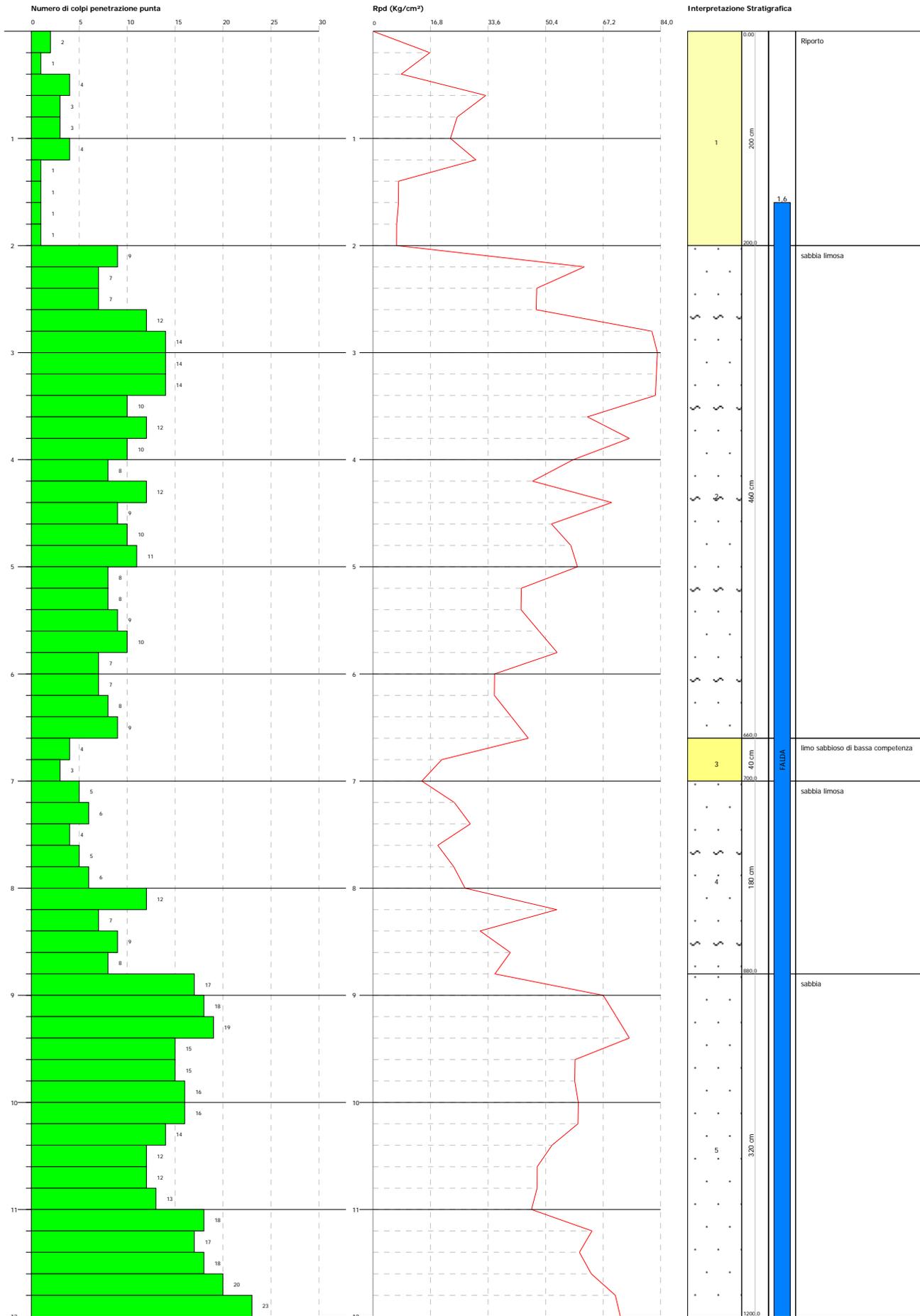


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sili Marina

Data :06/12/2007

Scala 1:50

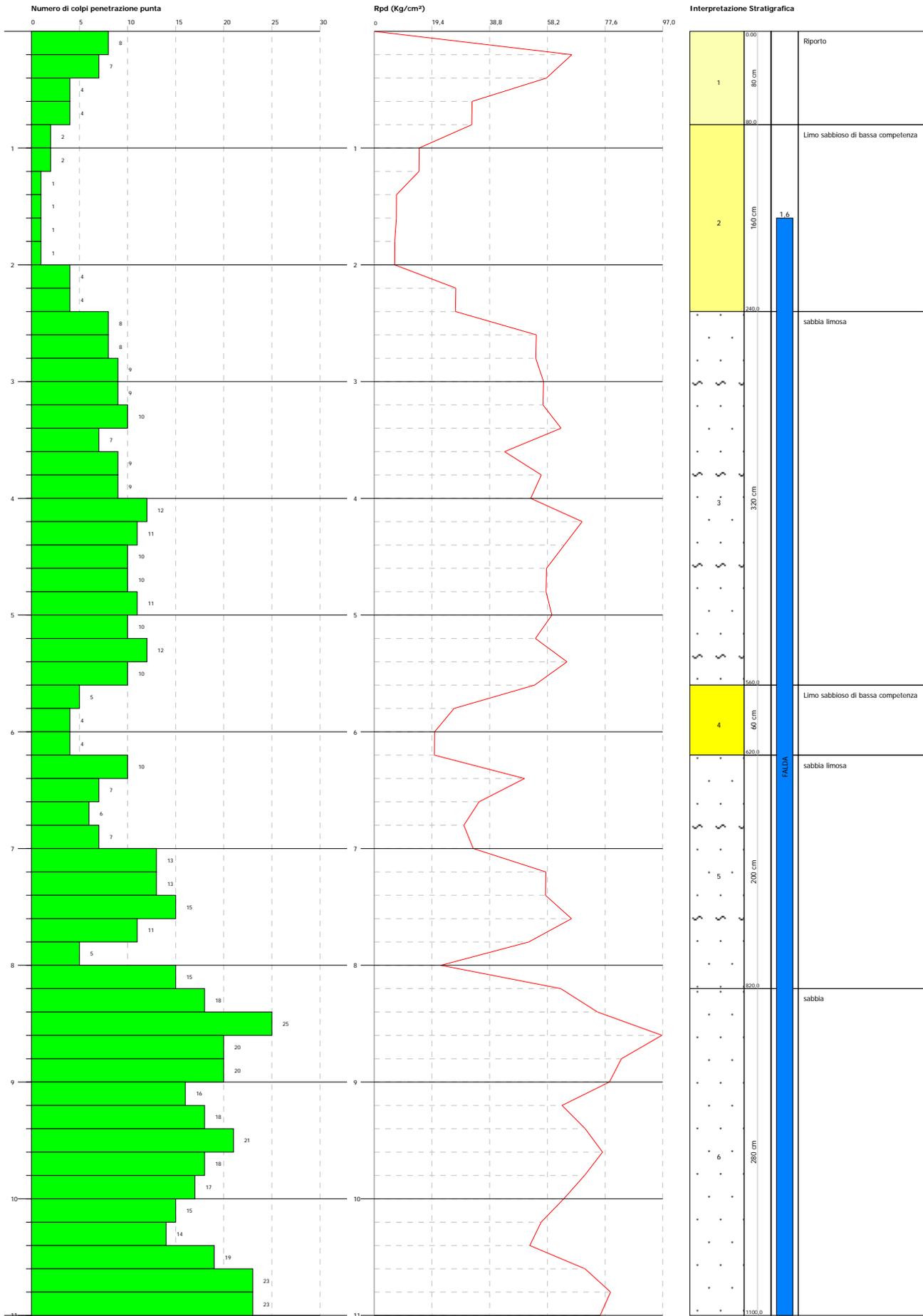


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 3**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Silvi Marina

Data :06/12/2007

Scala 1:46

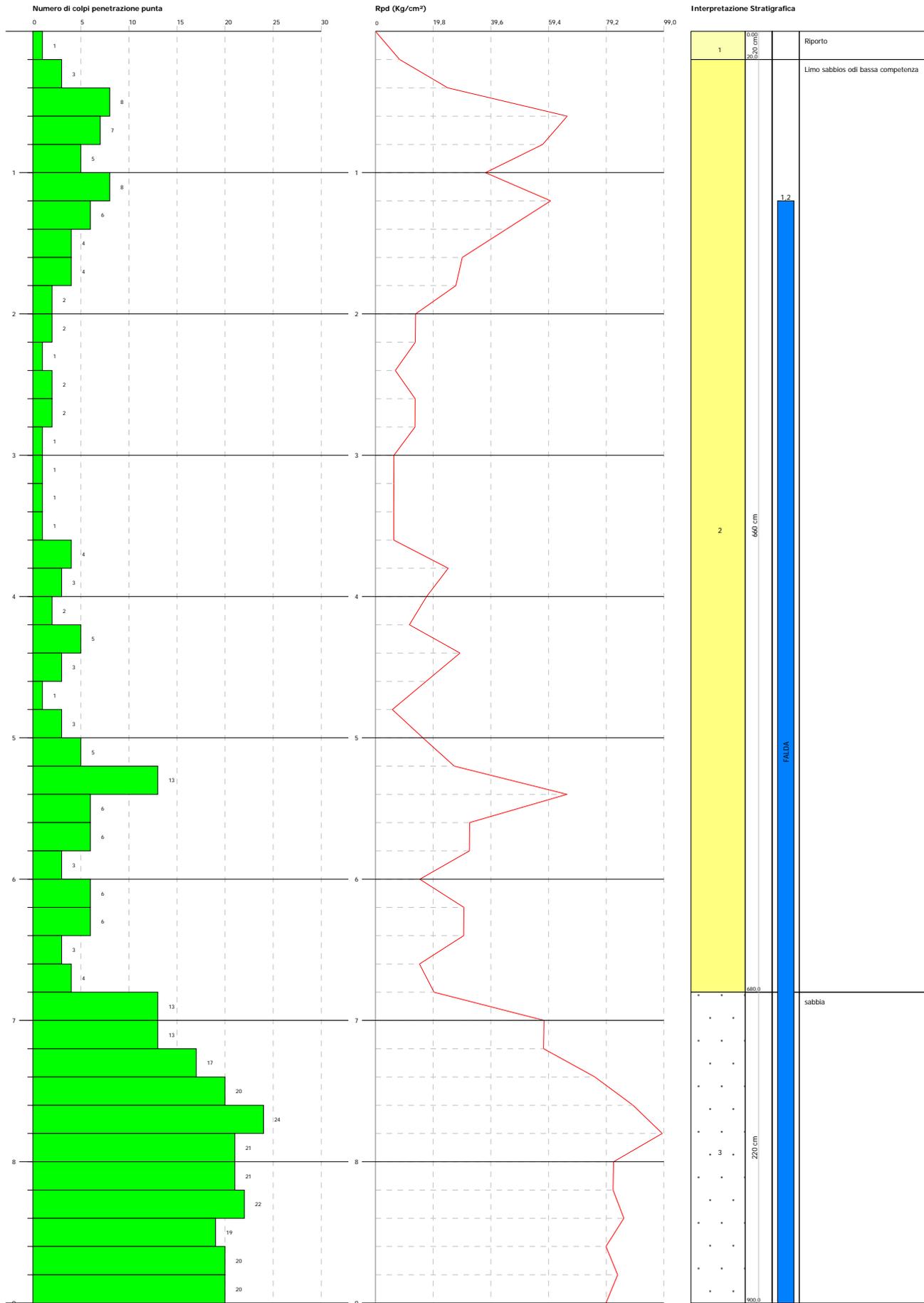


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 4**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sili Marina

Data :06/12/2007

Scala 1:38



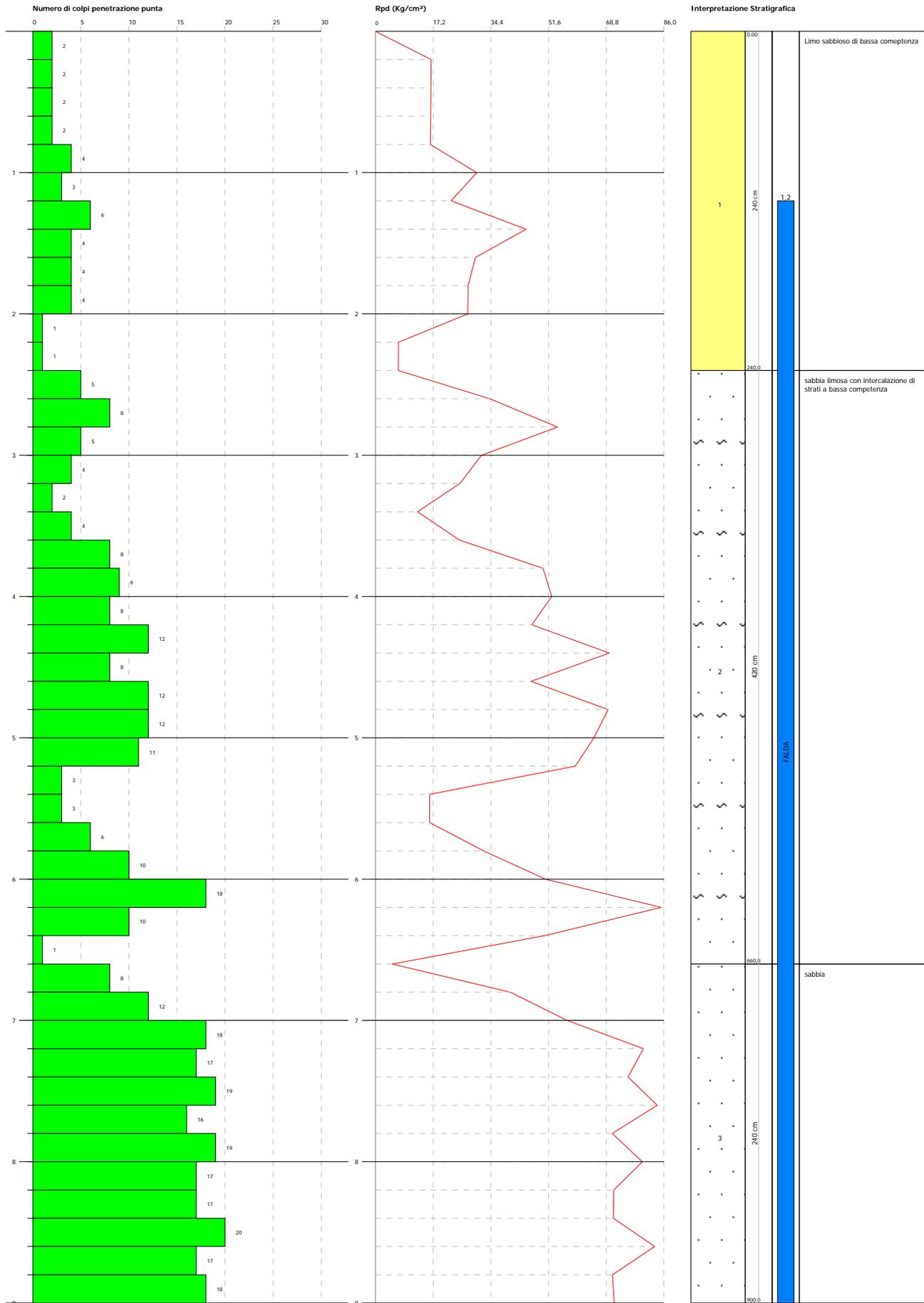


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 6**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sivi Marina

Data :06/12/2007

Scala 1:38

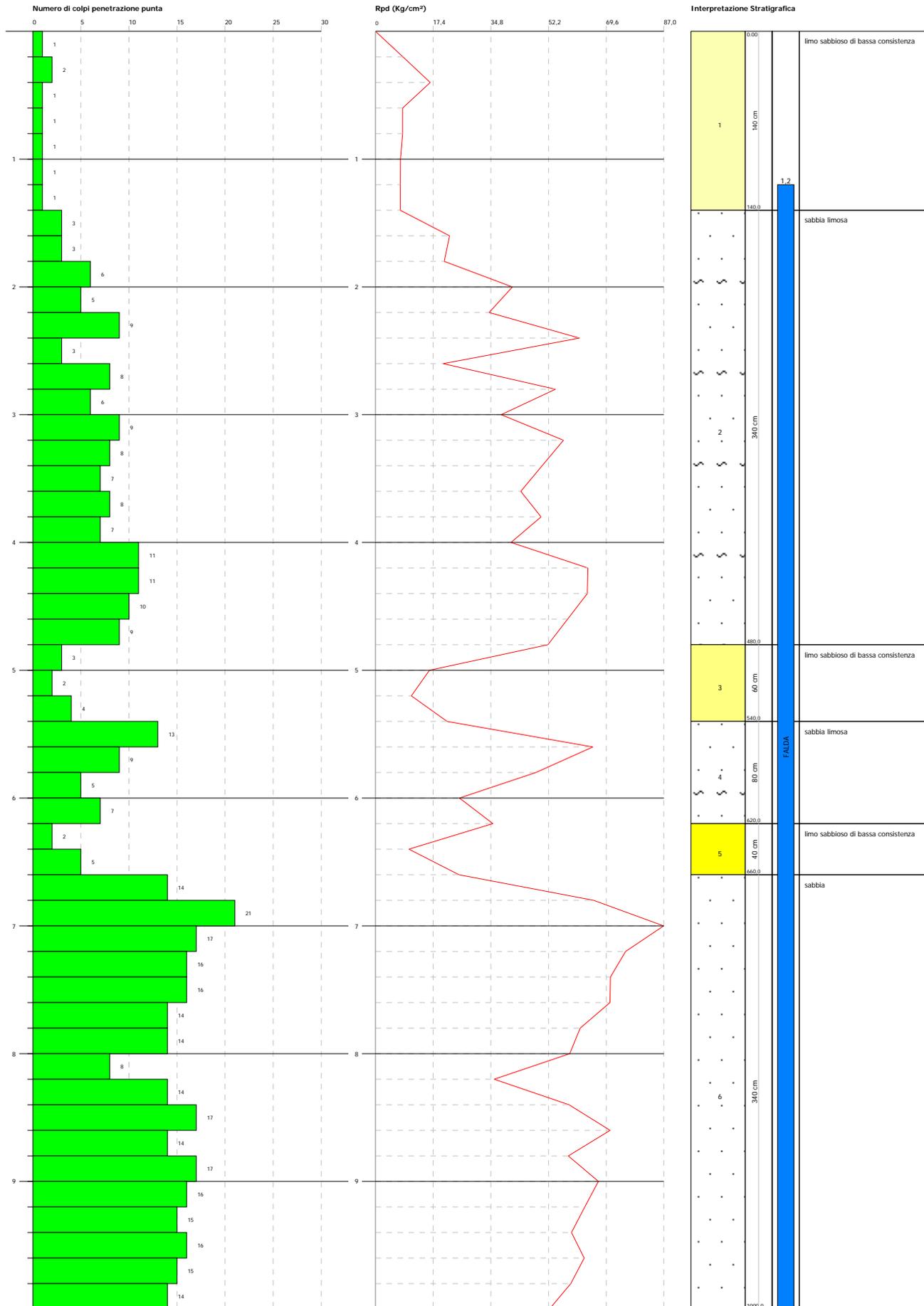


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 7**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sili Marina

Data : 20/12/2007

Scala 1:42

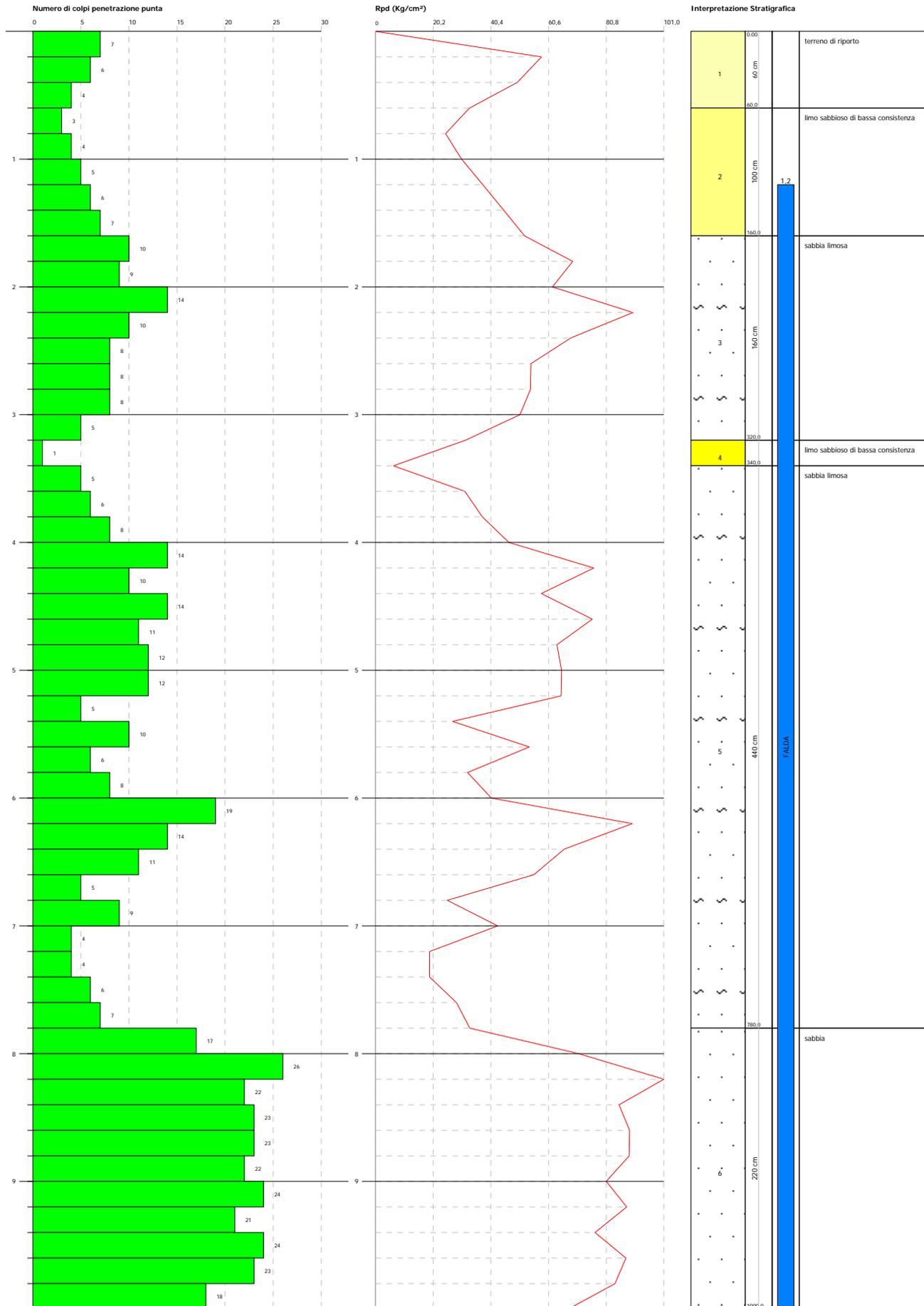


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sili Marina

Data :21/12/2007

Scala 1:42

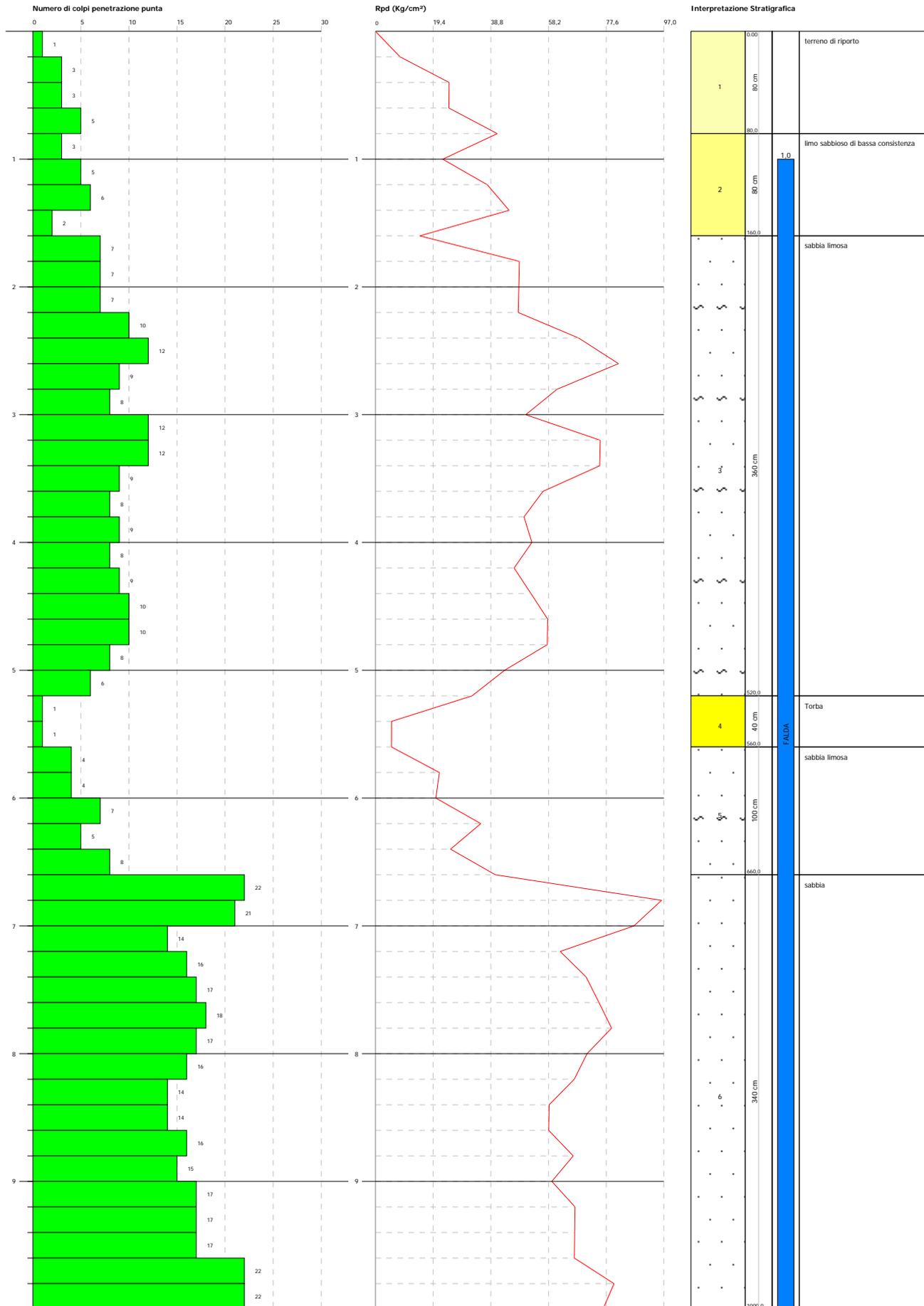


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 9**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sili Marina

Data : 21/12/2007

Scala 1:42

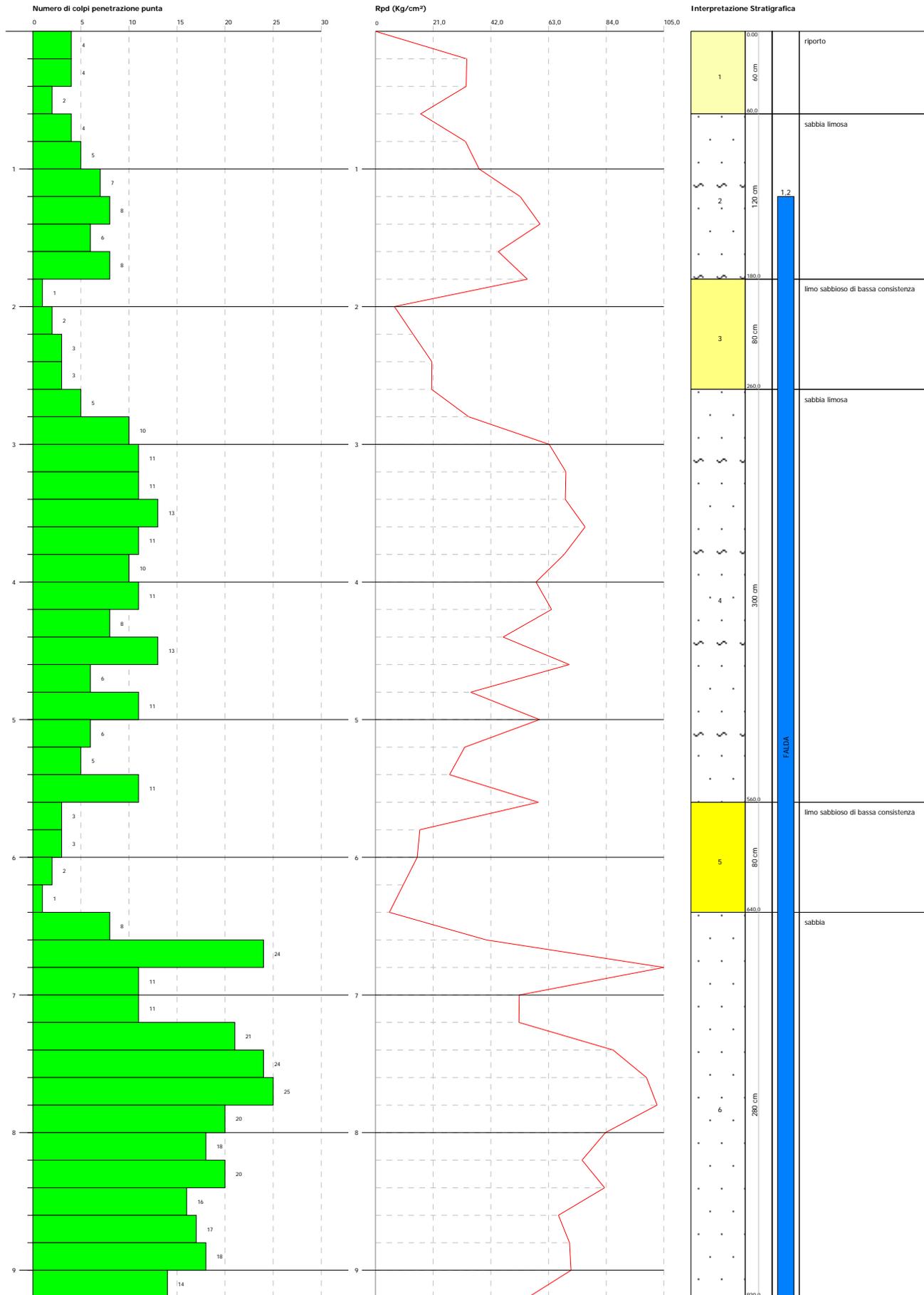


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.10**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Silvi Marina

Data : 24/12/2007

Scala 1:39

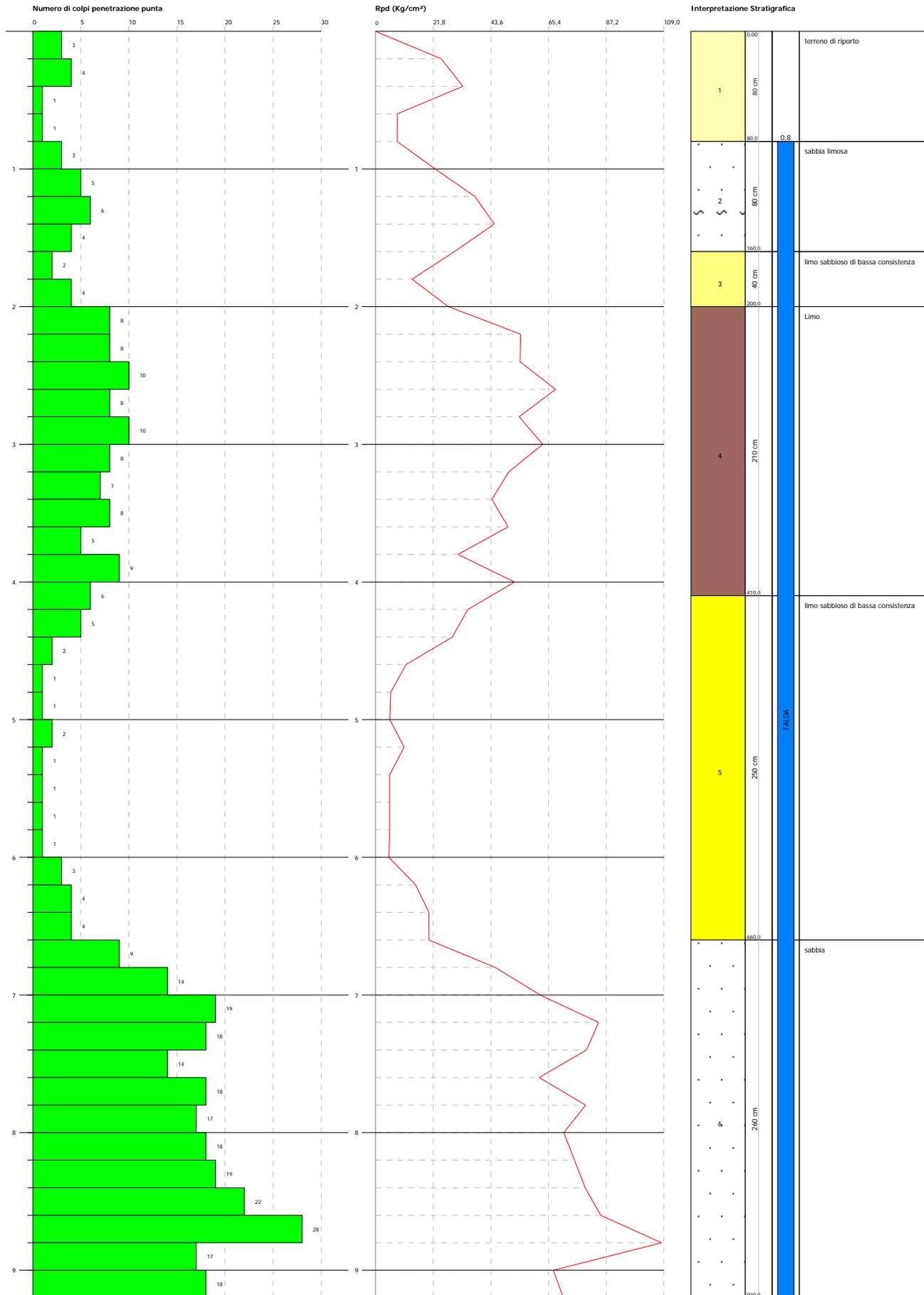


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.11**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sili Marina

Data :24/12/2007

Scala 1:39

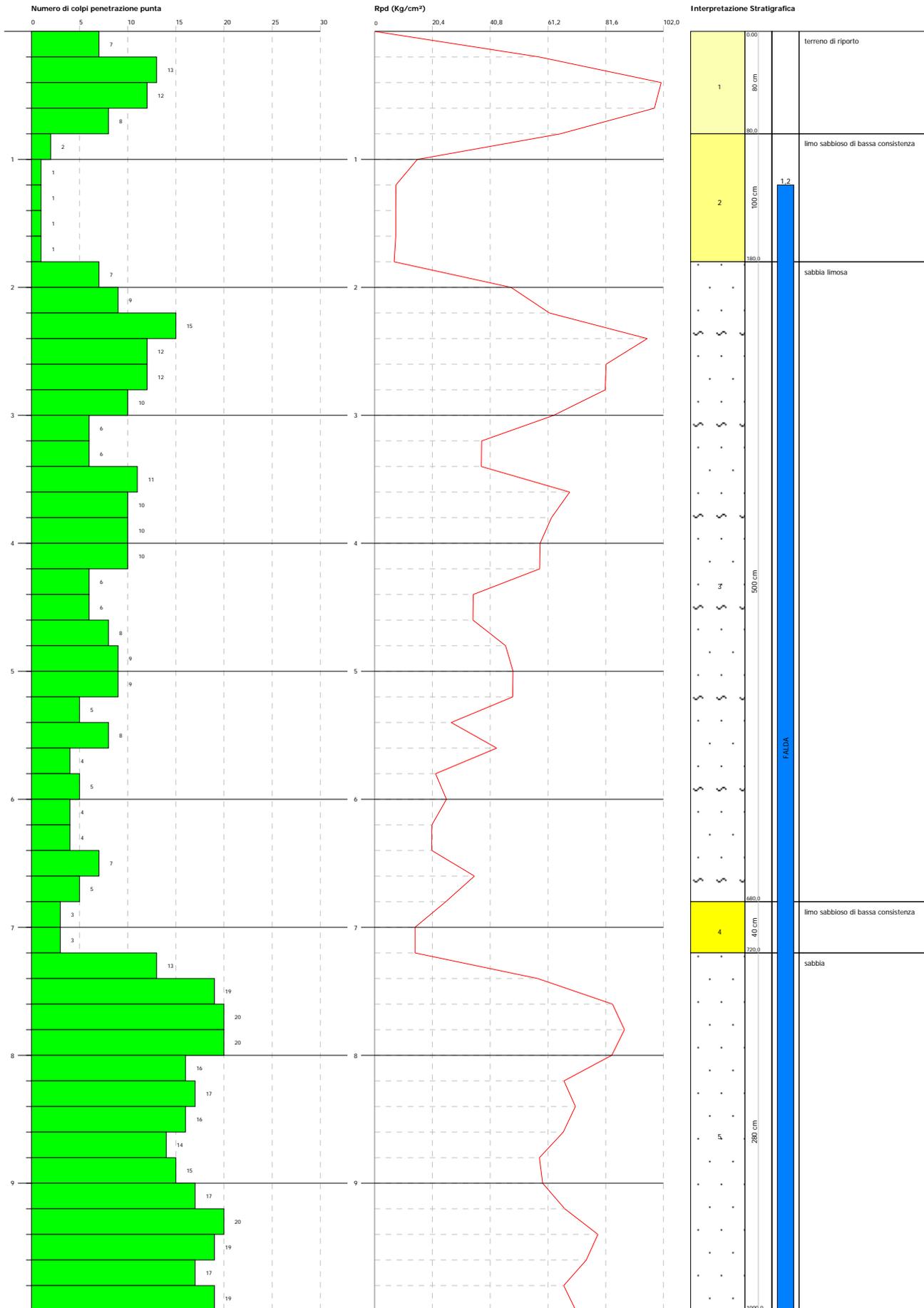


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.12**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente :  
 Cantiere : Le Dune  
 Località : Sili Marina

Data :21/12/2007

Scala 1:42



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:  
Cantiere: Le Dune  
Località: Silvi Marina

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

<b>Rif. Norme</b>	<b>DIN 4094</b>
<b>Peso Massa battente</b>	<b>63,5 Kg</b>
<b>Altezza di caduta libera</b>	<b>0,75 m</b>
<b>Peso sistema di battuta</b>	<b>8 Kg</b>
<b>Diametro punta conica</b>	<b>50,46 mm</b>
<b>Area di base punta</b>	<b>20 cm<sup>2</sup></b>
<b>Lunghezza delle aste</b>	<b>1 m</b>
<b>Peso aste a metro</b>	<b>6,3 Kg/m</b>
<b>Profondità giunzione prima asta</b>	<b>0,80 m</b>
<b>Avanzamento punta</b>	<b>0,20 m</b>
<b>Numero colpi per punta</b>	<b>N(20)</b>
<b>Coeff. Correlazione</b>	<b>1,504</b>
<b>Rivestimento/fanghi</b>	<b>No</b>
<b>Angolo di apertura punta</b>	<b>90 °</b>

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... sapt 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  $M = 20 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.20 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta = 10 \text{ cm}$ , 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 PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 73 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=30 \text{ cm}$ , punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8 \text{ mm}$ , area base cono  $A=20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente  $M=63.5 \text{ kg}$ , altezza caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=20-30 \text{ cm}$ , punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5 \text{ mm}$ , area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , 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.

### Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

## **Valutazioni statistiche e correlazioni**

### **Elaborazione Statistica**

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

#### **Media**

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

#### **Media minima**

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

#### **Massimo**

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

#### **Minimo**

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

#### **Scarto quadratico medio**

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

#### **Media deviata**

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

#### **Media + s**

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

#### **Media - s**

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

### **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<sub>spt</sub> 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<sub>spt</sub> dello strato considerato risulta inferiore a N<sub>spt</sub> critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione N<sub>spt</sub> in presenza di falda

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

N<sub>spt</sub> 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 Dr %.

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 NATIONAL 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)  $s > 15$  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 Dr 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 Dr % 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 Dr % 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**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

**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 ( $K_0$ )**

- 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 Nspt < 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-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (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 Gamma**

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

#### **Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA ...Nr.1**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 06/12/07  
 Profondità prova 11,40 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	3	0,855	24,92	29,15	1,25	1,46
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	1	0,843	8,20	9,72	0,41	0,49
1,00	1	0,840	7,55	8,99	0,38	0,45
1,20	2	0,836	15,04	17,98	0,75	0,90
1,40	4	0,833	29,95	35,96	1,50	1,80
1,60	2	0,830	14,92	17,98	0,75	0,90
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	10	0,820	68,59	83,63	3,43	4,18
2,40	10	0,817	68,34	83,63	3,42	4,18
2,60	11	0,814	74,91	92,00	3,75	4,60
2,80	9	0,811	61,08	75,27	3,05	3,76
3,00	9	0,809	56,90	70,37	2,85	3,52
3,20	10	0,806	63,02	78,18	3,15	3,91
3,40	9	0,803	56,53	70,37	2,83	3,52
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	9	0,794	52,43	66,06	2,62	3,30
4,40	12	0,791	69,71	88,08	3,49	4,40
4,60	14	0,739	75,97	102,76	3,80	5,14
4,80	13	0,737	70,34	95,42	3,52	4,77
5,00	10	0,785	54,30	69,17	2,72	3,46
5,20	8	0,783	43,33	55,34	2,17	2,77
5,40	11	0,781	59,43	76,09	2,97	3,80
5,60	6	0,779	32,34	41,50	1,62	2,08
5,80	8	0,777	43,01	55,34	2,15	2,77
6,00	12	0,775	60,86	78,48	3,04	3,92
6,20	12	0,774	60,72	78,48	3,04	3,92
6,40	9	0,772	45,44	58,86	2,27	2,94
6,60	10	0,770	50,38	65,40	2,52	3,27
6,80	4	0,769	20,11	26,16	1,01	1,31
7,00	5	0,767	23,79	31,01	1,19	1,55
7,20	9	0,766	42,74	55,82	2,14	2,79
7,40	10	0,764	47,39	62,02	2,37	3,10
7,60	16	0,713	70,73	99,24	3,54	4,96
7,80	15	0,711	66,17	93,03	3,31	4,65
8,00	12	0,760	53,78	70,77	2,69	3,54
8,20	12	0,759	53,68	70,77	2,68	3,54
8,40	16	0,707	66,74	94,36	3,34	4,72
8,60	15	0,706	62,45	88,46	3,12	4,42
8,80	17	0,705	70,65	100,26	3,53	5,01
9,00	22	0,653	80,81	123,67	4,04	6,18
9,20	20	0,702	78,95	112,42	3,95	5,62
9,40	19	0,701	74,88	106,80	3,74	5,34
9,60	20	0,700	78,69	112,42	3,93	5,62
9,80	19	0,699	74,64	106,80	3,73	5,34
10,00	23	0,648	79,99	123,50	4,00	6,18
10,20	24	0,647	83,33	128,87	4,17	6,44
10,40	27	0,646	93,59	144,98	4,68	7,25

10,60	23	0,644	79,59	123,50	3,98	6,18
10,80	27	0,643	93,28	144,98	4,66	7,25
11,00	25	0,642	82,54	128,49	4,13	6,42
11,20	23	0,641	75,81	118,21	3,79	5,91
11,40	11	0,740	41,85	56,54	2,09	2,83

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Gibbs & Holtz 1957	43,92
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Gibbs & Holtz 1957	74,3
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Gibbs & Holtz 1957	46,73
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Gibbs & Holtz 1957	72,92
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Gibbs & Holtz 1957	86

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Sowers (1961)	29
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Sowers (1961)	31,98
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Sowers (1961)	29,9
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Sowers (1961)	32,95
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Sowers (1961)	34,68

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Bowles (1982) Sabbia Media	146,00
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Bowles (1982) Sabbia Media	163,48
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Bowles (1982) Sabbia Media	194,35

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,82
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	56,63
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41,37

Strato 4	20,39	8,80	17,695	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	63,81
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	76,49

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 5	32,74	11,40	23,87	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> )
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Meyerhof ed altri	1,48
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Meyerhof ed altri	1,86
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Meyerhof ed altri	1,61
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Meyerhof ed altri	1,95
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Meyerhof ed altri	2,06

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,58	1,60	3,58	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	14,2	6,60	14,2	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	6,77	7,00	6,77	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	20,39	8,80	17,695	(A.G.I.)	0,32
Strato 5	32,74	11,40	23,87	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Ohsaki (Sabbie pulite)	215,56
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Ohsaki (Sabbie pulite)	787,16
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Ohsaki (Sabbie pulite)	392,34
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Ohsaki (Sabbie pulite)	968,04
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Ohsaki (Sabbie pulite)	1282,61

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,58	1,60	3,58		104,06
Strato 2	14,2	6,60	14,2		207,26
Strato 3	6,77	7,00	6,77		143,11
Strato 4	20,39	8,80	17,695		231,36
Strato 5	32,74	11,40	23,87		268,71

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Navfac 1971-1982	0,65
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Navfac 1971-1982	2,97
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Navfac 1971-1982	1,39
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Navfac 1971-1982	3,64
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Navfac 1971-1982	4,70

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,58	1,60	3,58	Robertson 1983	7,16
Strato 2	14,2	6,60	14,2	Robertson 1983	28,40
Strato 3	6,77	7,00	6,77	Robertson 1983	13,54
Strato 4	20,39	8,80	17,695	Robertson 1983	35,39
Strato 5	32,74	11,40	23,87	Robertson 1983	47,74

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 06/12/07  
 Profondità prova 12,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	1	0,851	8,27	9,72	0,41	0,49
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	3	0,840	22,65	26,97	1,13	1,35
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	1	0,830	7,46	8,99	0,37	0,45
1,80	1	0,826	7,43	8,99	0,37	0,45
2,00	1	0,823	6,88	8,36	0,34	0,42
2,20	9	0,820	61,73	75,27	3,09	3,76
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	7	0,814	47,67	58,54	2,38	2,93
2,80	12	0,811	81,43	100,36	4,07	5,02
3,00	14	0,759	83,04	109,46	4,15	5,47
3,20	14	0,756	82,75	109,46	4,14	5,47
3,40	14	0,753	82,47	109,46	4,12	5,47
3,60	10	0,801	62,62	78,18	3,13	3,91
3,80	12	0,798	74,91	93,82	3,75	4,69
4,00	10	0,796	58,43	73,40	2,92	3,67
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	12	0,791	69,71	88,08	3,49	4,40
4,60	9	0,789	52,14	66,06	2,61	3,30
4,80	10	0,787	57,78	73,40	2,89	3,67
5,00	11	0,785	59,73	76,09	2,99	3,80
5,20	8	0,783	43,33	55,34	2,17	2,77
5,40	8	0,781	43,22	55,34	2,16	2,77
5,60	9	0,779	48,50	62,25	2,43	3,11
5,80	10	0,777	53,77	69,17	2,69	3,46
6,00	7	0,775	35,50	45,78	1,78	2,29
6,20	7	0,774	35,42	45,78	1,77	2,29
6,40	8	0,772	40,39	52,32	2,02	2,62
6,60	9	0,770	45,34	58,86	2,27	2,94
6,80	4	0,769	20,11	26,16	1,01	1,31
7,00	3	0,767	14,27	18,61	0,71	0,93
7,20	5	0,766	23,74	31,01	1,19	1,55
7,40	6	0,764	28,44	37,21	1,42	1,86
7,60	4	0,763	18,92	24,81	0,95	1,24
7,80	5	0,761	23,61	31,01	1,18	1,55
8,00	6	0,760	26,89	35,38	1,34	1,77
8,20	12	0,759	53,68	70,77	2,68	3,54
8,40	7	0,757	31,26	41,28	1,56	2,06
8,60	9	0,756	40,12	53,08	2,01	2,65
8,80	8	0,755	35,61	47,18	1,78	2,36

9,00	17	0,703	67,23	95,56	3,36	4,78
9,20	18	0,702	71,06	101,18	3,55	5,06
9,40	19	0,701	74,88	106,80	3,74	5,34
9,60	15	0,700	59,02	84,32	2,95	4,22
9,80	15	0,699	58,92	84,32	2,95	4,22
10,00	16	0,698	59,94	85,91	3,00	4,30
10,20	16	0,697	59,85	85,91	2,99	4,30
10,40	14	0,696	52,29	75,18	2,61	3,76
10,60	12	0,744	47,97	64,44	2,40	3,22
10,80	12	0,743	47,90	64,44	2,40	3,22
11,00	13	0,692	46,26	66,82	2,31	3,34
11,20	18	0,691	63,96	92,51	3,20	4,63
11,40	17	0,690	60,31	87,37	3,02	4,37
11,60	18	0,689	63,77	92,51	3,19	4,63
11,80	20	0,688	70,75	102,79	3,54	5,14
12,00	23	0,637	72,23	113,36	3,61	5,67

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Gibbs & Holtz 1957	44,62
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Gibbs & Holtz 1957	86,73
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Gibbs & Holtz 1957	46,36
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Gibbs & Holtz 1957	62,55
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Gibbs & Holtz 1957	79,1

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Sowers (1961)	28,88
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Sowers (1961)	32,12
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Sowers (1961)	29,47
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Sowers (1961)	30,9
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Sowers (1961)	33,56

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Bowles (1982) Sabbia Media	148,55
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Bowles (1982) Sabbia Media	126,80
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Bowles (1982) Sabbia Media	174,32

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,96
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	57,68
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,27
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,74
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	68,27

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	24,73	12,00	19,865	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> )
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Meyerhof ed altri	1,46
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Meyerhof ed altri	1,87
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Meyerhof ed altri	1,55
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Meyerhof ed altri	1,74
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Meyerhof ed altri	1,99

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,16	2,00	3,16	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	14,71	6,60	14,71	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	5,26	7,00	5,26	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	10,36	8,80	10,36	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	24,73	12,00	19,865	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Ohsaki (Sabbie pulite)	191,70
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Ohsaki (Sabbie pulite)	813,71
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Ohsaki (Sabbie pulite)	309,49
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Ohsaki (Sabbie pulite)	585,26
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Ohsaki (Sabbie pulite)	1079,24

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,16	2,00	3,16		97,77
Strato 2	14,71	6,60	14,71		210,94
Strato 3	5,26	7,00	5,26		126,14
Strato 4	10,36	8,80	10,36		177,03
Strato 5	24,73	12,00	19,865		245,14

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Navfac 1971-1982	0,55
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Navfac 1971-1982	3,07
Strato 3	5,26	7,00	5,26	Navfac 1971-1982	1,05
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Navfac 1971-1982	2,18
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Navfac 1971-1982	4,03

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,16	2,00	3,16	Robertson 1983	6,32
Strato 2	14,71	6,60	14,71	Robertson 1983	29,42

---

Strato 3	5,26	7,00	5,26	Robertson 1983	10,52
Strato 4	10,36	8,80	10,36	Robertson 1983	20,72
Strato 5	24,73	12,00	19,865	Robertson 1983	39,73

**PROVA ... Nr.3**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 06/12/07  
 Profondità prova 11,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	8	0,855	66,44	77,74	3,32	3,89
0,40	7	0,851	57,87	68,02	2,89	3,40
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	2	0,840	15,10	17,98	0,75	0,90
1,20	2	0,836	15,04	17,98	0,75	0,90
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	1	0,830	7,46	8,99	0,37	0,45
1,80	1	0,826	7,43	8,99	0,37	0,45
2,00	1	0,823	6,88	8,36	0,34	0,42
2,20	4	0,820	27,44	33,45	1,37	1,67
2,40	4	0,817	27,34	33,45	1,37	1,67
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	9	0,809	56,90	70,37	2,85	3,52
3,20	9	0,806	56,72	70,37	2,84	3,52
3,40	10	0,803	62,81	78,18	3,14	3,91
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	9	0,798	56,18	70,37	2,81	3,52
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	12	0,794	69,91	88,08	3,50	4,40
4,40	11	0,791	63,90	80,74	3,20	4,04
4,60	10	0,789	57,93	73,40	2,90	3,67
4,80	10	0,787	57,78	73,40	2,89	3,67
5,00	11	0,785	59,73	76,09	2,99	3,80
5,20	10	0,783	54,16	69,17	2,71	3,46
5,40	12	0,781	64,83	83,01	3,24	4,15
5,60	10	0,779	53,89	69,17	2,69	3,46
5,80	5	0,777	26,88	34,59	1,34	1,73
6,00	4	0,775	20,29	26,16	1,01	1,31
6,20	4	0,774	20,24	26,16	1,01	1,31
6,40	10	0,772	50,49	65,40	2,52	3,27
6,60	7	0,770	35,27	45,78	1,76	2,29
6,80	6	0,769	30,17	39,24	1,51	1,96
7,00	7	0,767	33,31	43,42	1,67	2,17
7,20	13	0,716	57,70	80,63	2,89	4,03
7,40	13	0,714	57,58	80,63	2,88	4,03
7,60	15	0,713	66,30	93,03	3,32	4,65
7,80	11	0,761	51,94	68,22	2,60	3,41
8,00	5	0,760	22,41	29,49	1,12	1,47
8,20	15	0,709	62,68	88,46	3,13	4,42
8,40	18	0,707	75,08	106,15	3,75	5,31
8,60	25	0,656	96,71	147,44	4,84	7,37
8,80	20	0,705	83,12	117,95	4,16	5,90

9,00	20	0,703	79,09	112,42	3,95	5,62
9,20	16	0,702	63,16	89,94	3,16	4,50
9,40	18	0,701	70,94	101,18	3,55	5,06
9,60	21	0,650	76,72	118,04	3,84	5,90
9,80	18	0,699	70,71	101,18	3,54	5,06
10,00	17	0,698	63,69	91,28	3,18	4,56
10,20	15	0,697	56,11	80,54	2,81	4,03
10,40	14	0,696	52,29	75,18	2,61	3,76
10,60	19	0,694	70,85	102,02	3,54	5,10
10,80	23	0,643	79,46	123,50	3,97	6,18
11,00	23	0,642	75,93	118,21	3,80	5,91

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Gibbs & Holtz 1957	70,51
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Gibbs & Holtz 1957	37,37
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Gibbs & Holtz 1957	75,55
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Gibbs & Holtz 1957	47,22
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Gibbs & Holtz 1957	69,17
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Gibbs & Holtz 1957	76,85

##### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Sowers (1961)	30,42
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Sowers (1961)	28,84
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Sowers (1961)	32,08
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Sowers (1961)	29,82
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Sowers (1961)	32,25
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Sowers (1961)	34,12

##### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Bowles (1982) Sabbia Media	147,85
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Bowles (1982) Sabbia Media	150,85
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Bowles (1982) Sabbia Media	184,20

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	45,23
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,65
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	57,39
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40,84
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	58,62
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72,32

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 6	28,68	11,00	21,84	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> )
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Meyerhof ed altri	1,68
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Meyerhof ed altri	1,45
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Meyerhof ed altri	1,87
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Meyerhof ed altri	1,60
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Meyerhof ed altri	1,88
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Meyerhof ed altri	2,03

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Terzaghi-Peck	1,95

				1948-1967	
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	8,65	0,80	8,65	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	3,01	2,40	3,01	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	14,57	5,60	14,57	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	6,51	6,20	6,51	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	15,34	8,20	15,17	(A.G.I.)	0,32
Strato 6	28,68	11,00	21,84	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Ohsaki (Sabbie pulite)	493,98
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	183,13
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Ohsaki (Sabbie pulite)	806,43
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Ohsaki (Sabbie pulite)	378,16
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Ohsaki (Sabbie pulite)	837,61
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	1179,81

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	8,65	0,80	8,65		161,76
Strato 2	3,01	2,40	3,01		95,42
Strato 3	14,57	5,60	14,57		209,94
Strato 4	6,51	6,20	6,51		140,33
Strato 5	15,34	8,20	15,17		214,22
Strato 6	28,68	11,00	21,84		257,03

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Navfac 1971-1982	1,81
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Navfac 1971-1982	0,52
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Navfac 1971-1982	3,04
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Navfac 1971-1982	1,33
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Navfac 1971-1982	3,16
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Navfac 1971-1982	4,36

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Robertson 1983	17,30
Strato 2	3,01	2,40	3,01	Robertson 1983	6,02
Strato 3	14,57	5,60	14,57	Robertson 1983	29,14
Strato 4	6,51	6,20	6,51	Robertson 1983	13,02
Strato 5	15,34	8,20	15,17	Robertson 1983	30,34
Strato 6	28,68	11,00	21,84	Robertson 1983	43,68

**PROVA ... Nr.4**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 06/12/07  
 Profondità prova 9,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	8	0,847	65,85	77,74	3,29	3,89
0,80	7	0,843	57,37	68,02	2,87	3,40
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	8	0,836	60,14	71,92	3,01	3,60
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	4	0,826	29,71	35,96	1,49	1,80
2,00	2	0,823	13,77	16,73	0,69	0,84
2,20	2	0,820	13,72	16,73	0,69	0,84
2,40	1	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,60	2	0,814	13,62	16,73	0,68	0,84
2,80	2	0,811	13,57	16,73	0,68	0,84
3,00	1	0,809	6,32	7,82	0,32	0,39
3,20	1	0,806	6,30	7,82	0,32	0,39
3,40	1	0,803	6,28	7,82	0,31	0,39
3,60	1	0,801	6,26	7,82	0,31	0,39
3,80	4	0,798	24,97	31,27	1,25	1,56
4,00	3	0,796	17,53	22,02	0,88	1,10
4,20	2	0,794	11,65	14,68	0,58	0,73
4,40	5	0,791	29,05	36,70	1,45	1,84
4,60	3	0,789	17,38	22,02	0,87	1,10
4,80	1	0,787	5,78	7,34	0,29	0,37
5,00	3	0,785	16,29	20,75	0,81	1,04
5,20	5	0,783	27,08	34,59	1,35	1,73
5,40	13	0,731	65,74	89,92	3,29	4,50
5,60	6	0,779	32,34	41,50	1,62	2,08
5,80	6	0,777	32,26	41,50	1,61	2,08
6,00	3	0,775	15,22	19,62	0,76	0,98
6,20	6	0,774	30,36	39,24	1,52	1,96
6,40	6	0,772	30,29	39,24	1,51	1,96
6,60	3	0,770	15,11	19,62	0,76	0,98
6,80	4	0,769	20,11	26,16	1,01	1,31
7,00	13	0,717	57,82	80,63	2,89	4,03
7,20	13	0,716	57,70	80,63	2,89	4,03
7,40	17	0,714	75,30	105,44	3,76	5,27
7,60	20	0,713	88,41	124,04	4,42	6,20
7,80	24	0,661	98,43	148,85	4,92	7,44
8,00	21	0,660	81,73	123,85	4,09	6,19
8,20	21	0,659	81,56	123,85	4,08	6,19
8,40	22	0,657	85,27	129,74	4,26	6,49
8,60	19	0,706	79,10	112,05	3,96	5,60
8,80	20	0,705	83,12	117,95	4,16	5,90

9,00	20	0,703	79,09	112,42	3,95	5,62
------	----	-------	-------	--------	------	------

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Gibbs & Holtz 1957	30,44
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Gibbs & Holtz 1957	50,83
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Gibbs & Holtz 1957	85,33

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Sowers (1961)	28,42
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Sowers (1961)	29,67
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Sowers (1961)	34,12

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Bowles (1982) Sabbia Media	184,27

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	30,55
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,73
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72,36

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Meyerhof ed altri	1,38
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Meyerhof ed altri	1,58
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Meyerhof ed altri	2,03

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,5	0,20	1,5	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	5,97	6,80	5,97	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	28,71	9,00	21,855	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Ohsaki (Sabbie pulite)	95,16
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Ohsaki (Sabbie pulite)	348,60
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Ohsaki (Sabbie pulite)	1180,57

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1,5	0,20	1,5		67,36
Strato 2	5,97	6,80	5,97		134,38
Strato 3	28,71	9,00	21,855		257,12

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Navfac 1971-1982	0,15
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Navfac 1971-1982	1,21
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Navfac 1971-1982	4,37

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,20	1,5	Robertson 1983	3,00
Strato 2	5,97	6,80	5,97	Robertson 1983	11,94
Strato 3	28,71	9,00	21,855	Robertson 1983	43,71

**PROVA ... Nr.5**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 06/12/07  
 Profondità prova 11,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	1	0,851	8,27	9,72	0,41	0,49
0,60	1	0,847	8,23	9,72	0,41	0,49
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	6	0,840	45,30	53,94	2,26	2,70
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	10	0,833	74,87	89,90	3,74	4,49
1,60	11	0,830	82,03	98,89	4,10	4,94
1,80	8	0,826	59,43	71,92	2,97	3,60
2,00	8	0,823	55,08	66,91	2,75	3,35
2,20	10	0,820	68,59	83,63	3,43	4,18
2,40	12	0,817	82,01	100,36	4,10	5,02
2,60	10	0,814	68,10	83,63	3,40	4,18
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	9	0,809	56,90	70,37	2,85	3,52
3,20	11	0,806	69,32	86,00	3,47	4,30
3,40	10	0,803	62,81	78,18	3,14	3,91
3,60	10	0,801	62,62	78,18	3,13	3,91
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	3	0,796	17,53	22,02	0,88	1,10
4,20	7	0,794	40,78	51,38	2,04	2,57
4,40	1	0,791	5,81	7,34	0,29	0,37
4,60	3	0,789	17,38	22,02	0,87	1,10
4,80	7	0,787	40,44	51,38	2,02	2,57
5,00	12	0,785	65,16	83,01	3,26	4,15
5,20	9	0,783	48,75	62,25	2,44	3,11
5,40	6	0,781	32,42	41,50	1,62	2,08
5,60	2	0,779	10,78	13,83	0,54	0,69
5,80	3	0,777	16,13	20,75	0,81	1,04
6,00	2	0,775	10,14	13,08	0,51	0,65
6,20	10	0,774	50,60	65,40	2,53	3,27
6,40	4	0,772	20,20	26,16	1,01	1,31
6,60	2	0,770	10,08	13,08	0,50	0,65
6,80	3	0,769	15,08	19,62	0,75	0,98
7,00	16	0,717	71,17	99,24	3,56	4,96
7,20	16	0,716	71,02	99,24	3,55	4,96
7,40	14	0,714	62,01	86,83	3,10	4,34
7,60	20	0,713	88,41	124,04	4,42	6,20
7,80	17	0,711	75,00	105,44	3,75	5,27
8,00	19	0,710	79,55	112,05	3,98	5,60
8,20	17	0,709	71,04	100,26	3,55	5,01
8,40	15	0,707	62,56	88,46	3,13	4,42
8,60	18	0,706	74,94	106,15	3,75	5,31
8,80	21	0,655	81,08	123,85	4,05	6,19

9,00	19	0,703	75,13	106,80	3,76	5,34
9,20	19	0,702	75,01	106,80	3,75	5,34
9,40	22	0,651	80,52	123,67	4,03	6,18
9,60	21	0,650	76,72	118,04	3,84	5,90
9,80	22	0,649	80,24	123,67	4,01	6,18
10,00	23	0,648	79,99	123,50	4,00	6,18
10,20	24	0,647	83,33	128,87	4,17	6,44
10,40	20	0,696	74,69	107,39	3,73	5,37
10,60	15	0,694	55,93	80,54	2,80	4,03
10,80	24	0,643	82,91	128,87	4,15	6,44
11,00	16	0,692	56,93	82,23	2,85	4,11

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Gibbs & Holtz 1957	30,74
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Gibbs & Holtz 1957	80,54
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Gibbs & Holtz 1957	46,39
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Gibbs & Holtz 1957	70,28
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Gibbs & Holtz 1957	44,78
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Gibbs & Holtz 1957	80,1

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Sowers (1961)	28,42
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Sowers (1961)	31,77
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Sowers (1961)	29,47
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Sowers (1961)	31,58
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Sowers (1961)	29,56
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Sowers (1961)	34,09

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Bowles (1982) Sabbia Media	142,25
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Bowles (1982) Sabbia Media	138,90
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Bowles (1982) Sabbia Media	183,75

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	30,55
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55,09
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,27
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53,72
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,93
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72,14

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 6	28,5	11,00	21,75	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> )
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Meyerhof ed altri	1,38
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Meyerhof ed altri	1,84
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Meyerhof ed altri	1,55
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Meyerhof ed altri	1,56
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Meyerhof ed altri	2,03

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Terzaghi-Peck	1,89

				1948-1967	
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,5	0,60	1,5	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	13,45	3,80	13,45	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	5,26	4,60	5,26	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	12,78	5,40	12,78	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	5,58	6,80	5,58	(A.G.I.)	0,34
Strato 6	28,5	11,00	21,75	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Ohsaki (Sabbie pulite)	95,16
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	748,02
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Ohsaki (Sabbie pulite)	309,49
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Ohsaki (Sabbie pulite)	712,94
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Ohsaki (Sabbie pulite)	327,15
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Ohsaki (Sabbie pulite)	1175,24

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1,5	0,60	1,5		67,36
Strato 2	13,45	3,80	13,45		201,71
Strato 3	5,26	4,60	5,26		126,14
Strato 4	12,78	5,40	12,78		196,62
Strato 5	5,58	6,80	5,58		129,92
Strato 6	28,5	11,00	21,75		256,5

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Navfac 1971-1982	0,15
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Navfac 1971-1982	2,82
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Navfac 1971-1982	1,05
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Navfac 1971-1982	2,68
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Navfac 1971-1982	1,12
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Navfac 1971-1982	4,35

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,5	0,60	1,5	Robertson 1983	3,00
Strato 2	13,45	3,80	13,45	Robertson 1983	26,90
Strato 3	5,26	4,60	5,26	Robertson 1983	10,52
Strato 4	12,78	5,40	12,78	Robertson 1983	25,56
Strato 5	5,58	6,80	5,58	Robertson 1983	11,16
Strato 6	28,5	11,00	21,75	Robertson 1983	43,50

**PROVA ... Nr.6**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 06/12/07  
 Profondità prova 9,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	2	0,843	16,39	19,44	0,82	0,97
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	3	0,836	22,55	26,97	1,13	1,35
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	4	0,826	29,71	35,96	1,49	1,80
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	1	0,820	6,86	8,36	0,34	0,42
2,40	1	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,60	5	0,814	34,05	41,82	1,70	2,09
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	5	0,809	31,61	39,09	1,58	1,95
3,20	4	0,806	25,21	31,27	1,26	1,56
3,40	2	0,803	12,56	15,64	0,63	0,78
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	12	0,791	69,71	88,08	3,49	4,40
4,60	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
4,80	12	0,787	69,33	88,08	3,47	4,40
5,00	12	0,785	65,16	83,01	3,26	4,15
5,20	11	0,783	59,58	76,09	2,98	3,80
5,40	3	0,781	16,21	20,75	0,81	1,04
5,60	3	0,779	16,17	20,75	0,81	1,04
5,80	6	0,777	32,26	41,50	1,61	2,08
6,00	10	0,775	50,72	65,40	2,54	3,27
6,20	18	0,724	85,20	117,72	4,26	5,89
6,40	10	0,772	50,49	65,40	2,52	3,27
6,60	1	0,770	5,04	6,54	0,25	0,33
6,80	8	0,769	40,22	52,32	2,01	2,62
7,00	12	0,767	57,10	74,43	2,85	3,72
7,20	18	0,716	79,89	111,64	3,99	5,58
7,40	17	0,714	75,30	105,44	3,76	5,27
7,60	19	0,713	83,99	117,84	4,20	5,89
7,80	16	0,711	70,58	99,24	3,53	4,96
8,00	19	0,710	79,55	112,05	3,98	5,60
8,20	17	0,709	71,04	100,26	3,55	5,01
8,40	17	0,707	70,91	100,26	3,55	5,01
8,60	20	0,706	83,27	117,95	4,16	5,90
8,80	17	0,705	70,65	100,26	3,53	5,01

9,00	18	0,703	71,18	101,18	3,56	5,06
------	----	-------	-------	--------	------	------

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Gibbs & Holtz 1957	46,87
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Gibbs & Holtz 1957	67,07
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Gibbs & Holtz 1957	78,92

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Sowers (1961)	29,23
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Sowers (1961)	31,19
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Sowers (1961)	33,57

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Bowles (1982) Sabbia Media	131,95
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Bowles (1982) Sabbia Media	174,55

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,48
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	50,86
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	68,36

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	24,82	9,00	19,91	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> )
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Meyerhof ed altri	1,51
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Meyerhof ed altri	1,78
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Meyerhof ed altri	1,99

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,39	2,40	4,39	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	11,39	6,60	11,39	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	24,82	9,00	19,91	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Ohsaki (Sabbie pulite)	261,11
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Ohsaki (Sabbie pulite)	639,80
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Ohsaki (Sabbie pulite)	1081,53

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,39	2,40	4,39		115,24
Strato 2	11,39	6,60	11,39		185,62
Strato 3	24,82	9,00	19,91		245,41

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Navfac 1971-1982	0,84
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Navfac 1971-1982	2,40
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Navfac 1971-1982	4,03

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	4,39	2,40	4,39	Robertson 1983	8,78
Strato 2	11,39	6,60	11,39	Robertson 1983	22,78
Strato 3	24,82	9,00	19,91	Robertson 1983	39,82

**PROVA ... Nr.7**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 20/12/07  
 Profondità prova 10,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	1	0,847	8,23	9,72	0,41	0,49
0,80	1	0,843	8,20	9,72	0,41	0,49
1,00	1	0,840	7,55	8,99	0,38	0,45
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	3	0,830	22,37	26,97	1,12	1,35
1,80	3	0,826	22,29	26,97	1,11	1,35
2,00	6	0,823	41,31	50,18	2,07	2,51
2,20	5	0,820	34,29	41,82	1,71	2,09
2,40	9	0,817	61,51	75,27	3,08	3,76
2,60	3	0,814	20,43	25,09	1,02	1,25
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	9	0,806	56,72	70,37	2,84	3,52
3,40	8	0,803	50,25	62,55	2,51	3,13
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	7	0,796	40,90	51,38	2,05	2,57
4,20	11	0,794	64,09	80,74	3,20	4,04
4,40	11	0,791	63,90	80,74	3,20	4,04
4,60	10	0,789	57,93	73,40	2,90	3,67
4,80	9	0,787	52,00	66,06	2,60	3,30
5,00	3	0,785	16,29	20,75	0,81	1,04
5,20	2	0,783	10,83	13,83	0,54	0,69
5,40	4	0,781	21,61	27,67	1,08	1,38
5,60	13	0,729	65,57	89,92	3,28	4,50
5,80	9	0,777	48,39	62,25	2,42	3,11
6,00	5	0,775	25,36	32,70	1,27	1,64
6,20	7	0,774	35,42	45,78	1,77	2,29
6,40	2	0,772	10,10	13,08	0,50	0,65
6,60	5	0,770	25,19	32,70	1,26	1,64
6,80	14	0,719	65,81	91,56	3,29	4,58
7,00	21	0,667	86,90	130,25	4,34	6,51
7,20	17	0,716	75,46	105,44	3,77	5,27
7,40	16	0,714	70,87	99,24	3,54	4,96
7,60	16	0,713	70,73	99,24	3,54	4,96
7,80	14	0,711	61,76	86,83	3,09	4,34
8,00	14	0,710	58,61	82,56	2,93	4,13
8,20	8	0,759	35,79	47,18	1,79	2,36
8,40	14	0,707	58,39	82,56	2,92	4,13
8,60	17	0,706	70,78	100,26	3,54	5,01
8,80	14	0,705	58,18	82,56	2,91	4,13

9,00	17	0,703	67,23	95,56	3,36	4,78
9,20	16	0,702	63,16	89,94	3,16	4,50
9,40	15	0,701	59,12	84,32	2,96	4,22
9,60	16	0,700	62,95	89,94	3,15	4,50
9,80	15	0,699	58,92	84,32	2,95	4,22
10,00	14	0,698	52,45	75,18	2,62	3,76

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Gibbs & Holtz 1957	30,75
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Gibbs & Holtz 1957	68,82
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Gibbs & Holtz 1957	41,14
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Gibbs & Holtz 1957	67,67
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Gibbs & Holtz 1957	42,58
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Gibbs & Holtz 1957	75,62

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Sowers (1961)	28,48
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Sowers (1961)	31,05
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Sowers (1961)	29,26
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Sowers (1961)	31,58
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Sowers (1961)	29,47
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Sowers (1961)	33,3

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Bowles (1982) Sabbia Media	129,45
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Bowles (1982) Sabbia Media	138,90
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Bowles (1982) Sabbia Media	169,58

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	30,98

Strato 2	10,89	4,80	10,89	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	49,83
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,73
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53,72
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38,27
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	66,32

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Meyerhof ed altri	1,39
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Meyerhof ed altri	1,55
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Meyerhof ed altri	1,97

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,71	1,40	1,71	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	10,89	4,80	10,89	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	4,51	5,40	4,51	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	12,78	6,20	12,78	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	5,26	6,60	5,26	(A.G.I.)	0,34
Strato 6	22,83	10,00	18,915	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Ohsaki (Sabbie pulite)	107,63
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Ohsaki (Sabbie pulite)	613,37
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Ohsaki (Sabbie pulite)	267,82
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Ohsaki (Sabbie pulite)	712,94
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Ohsaki (Sabbie pulite)	309,49
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Ohsaki (Sabbie pulite)	1030,65

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1,71	1,40	1,71		71,92
Strato 2	10,89	4,80	10,89		181,5
Strato 3	4,51	5,40	4,51		116,8
Strato 4	12,78	6,20	12,78		196,62
Strato 5	5,26	6,60	5,26		126,14
Strato 6	22,83	10,00	18,915		239,2

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Navfac 1971-1982	0,20
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Navfac 1971-1982	2,29
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Navfac 1971-1982	0,87
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Navfac 1971-1982	2,68

Strato 5	5,26	6,60	5,26	Navfac 1971-1982	1,05
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Navfac 1971-1982	3,86

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	1,40	1,71	Robertson 1983	3,42
Strato 2	10,89	4,80	10,89	Robertson 1983	21,78
Strato 3	4,51	5,40	4,51	Robertson 1983	9,02
Strato 4	12,78	6,20	12,78	Robertson 1983	25,56
Strato 5	5,26	6,60	5,26	Robertson 1983	10,52
Strato 6	22,83	10,00	18,915	Robertson 1983	37,83

**PROVA ... Nr.8**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 21/12/07  
 Profondità prova 10,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	7	0,855	58,14	68,02	2,91	3,40
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	3	0,843	24,59	29,15	1,23	1,46
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	5	0,836	37,59	44,95	1,88	2,25
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	7	0,830	52,20	62,93	2,61	3,15
1,80	10	0,826	74,29	89,90	3,71	4,49
2,00	9	0,823	61,96	75,27	3,10	3,76
2,20	14	0,770	90,17	117,09	4,51	5,85
2,40	10	0,817	68,34	83,63	3,42	4,18
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	8	0,809	50,58	62,55	2,53	3,13
3,20	5	0,806	31,51	39,09	1,58	1,95
3,40	1	0,803	6,28	7,82	0,31	0,39
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	6	0,798	37,45	46,91	1,87	2,35
4,00	8	0,796	46,74	58,72	2,34	2,94
4,20	14	0,744	76,43	102,76	3,82	5,14
4,40	10	0,791	58,09	73,40	2,90	3,67
4,60	14	0,739	75,97	102,76	3,80	5,14
4,80	11	0,787	63,55	80,74	3,18	4,04
5,00	12	0,785	65,16	83,01	3,26	4,15
5,20	12	0,783	64,99	83,01	3,25	4,15
5,40	5	0,781	27,01	34,59	1,35	1,73
5,60	10	0,779	53,89	69,17	2,69	3,46
5,80	6	0,777	32,26	41,50	1,61	2,08
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
6,20	19	0,724	89,93	124,26	4,50	6,21
6,40	14	0,722	66,11	91,56	3,31	4,58
6,60	11	0,770	55,42	71,94	2,77	3,60
6,80	5	0,769	25,14	32,70	1,26	1,64
7,00	9	0,767	42,82	55,82	2,14	2,79
7,20	4	0,766	18,99	24,81	0,95	1,24
7,40	4	0,764	18,96	24,81	0,95	1,24
7,60	6	0,763	28,38	37,21	1,42	1,86
7,80	7	0,761	33,05	43,42	1,65	2,17
8,00	17	0,710	71,17	100,26	3,56	5,01
8,20	26	0,659	100,98	153,33	5,05	7,67
8,40	22	0,657	85,27	129,74	4,26	6,49
8,60	23	0,656	88,98	135,64	4,45	6,78
8,80	23	0,655	88,81	135,64	4,44	6,78

9,00	22	0,653	80,81	123,67	4,04	6,18
9,20	24	0,652	88,00	134,91	4,40	6,75
9,40	21	0,651	76,86	118,04	3,84	5,90
9,60	24	0,650	87,68	134,91	4,38	6,75
9,80	23	0,649	83,88	129,29	4,19	6,46
10,00	18	0,698	67,44	96,65	3,37	4,83

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Gibbs & Holtz 1957	65,12
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Gibbs & Holtz 1957	81,78
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Gibbs & Holtz 1957	26,14
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Gibbs & Holtz 1957	71,96
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Gibbs & Holtz 1957	92,47

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Sowers (1961)	30,11
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Sowers (1961)	31,79
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Sowers (1961)	28,42
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Sowers (1961)	31,83
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Sowers (1961)	34,75

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Bowles (1982) Sabbia Media	142,70
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Bowles (1982) Sabbia Media	143,35
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Bowles (1982) Sabbia Media	195,55

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42,91
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55,28
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Begemann 1974 (Ghiaia con	30,55

				sabbia)	
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55,54
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	76,99

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 6	33,22	10,00	24,11	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> )
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Meyerhof ed altri	1,64
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Meyerhof ed altri	1,84
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Meyerhof ed altri	1,38
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Meyerhof ed altri	1,84
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Meyerhof ed altri	2,06

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	7,52	1,60	7,52	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	13,54	3,20	13,54	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	1,5	3,40	1,5	(A.G.I.)	0,35
Strato 5	13,67	7,80	13,67	(A.G.I.)	0,33
Strato 6	33,22	10,00	24,11	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Ohsaki (Sabbie pulite)	433,07
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Ohsaki (Sabbie pulite)	752,72
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Ohsaki (Sabbie pulite)	95,16
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Ohsaki (Sabbie pulite)	759,51
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Ohsaki (Sabbie pulite)	1294,73

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	7,52	1,60	7,52		150,82
Strato 3	13,54	3,20	13,54		202,38
Strato 4	1,5	3,40	1,5		67,36
Strato 5	13,67	7,80	13,67		203,35
Strato 6	33,22	10,00	24,11		270,06

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Navfac 1971-1982	1,56
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Navfac 1971-1982	2,84
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Navfac 1971-1982	0,15
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Navfac 1971-1982	2,86
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Navfac 1971-1982	4,73

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	7,52	1,60	7,52	Robertson 1983	15,04
Strato 3	13,54	3,20	13,54	Robertson 1983	27,08
Strato 4	1,5	3,40	1,5	Robertson 1983	3,00
Strato 5	13,67	7,80	13,67	Robertson 1983	27,34
Strato 6	33,22	10,00	24,11	Robertson 1983	48,22

**PROVA ... Nr.9**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 21/12/07  
 Profondità prova 10,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	3	0,851	24,80	29,15	1,24	1,46
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	5	0,843	40,98	48,59	2,05	2,43
1,00	3	0,840	22,65	26,97	1,13	1,35
1,20	5	0,836	37,59	44,95	1,88	2,25
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	2	0,830	14,92	17,98	0,75	0,90
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	7	0,820	48,01	58,54	2,40	2,93
2,40	10	0,817	68,34	83,63	3,42	4,18
2,60	12	0,814	81,72	100,36	4,09	5,02
2,80	9	0,811	61,08	75,27	3,05	3,76
3,00	8	0,809	50,58	62,55	2,53	3,13
3,20	12	0,806	75,62	93,82	3,78	4,69
3,40	12	0,803	75,38	93,82	3,77	4,69
3,60	9	0,801	56,35	70,37	2,82	3,52
3,80	8	0,798	49,94	62,55	2,50	3,13
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	9	0,791	52,28	66,06	2,61	3,30
4,60	10	0,789	57,93	73,40	2,90	3,67
4,80	10	0,787	57,78	73,40	2,89	3,67
5,00	8	0,785	43,44	55,34	2,17	2,77
5,20	6	0,783	32,50	41,50	1,62	2,08
5,40	1	0,781	5,40	6,92	0,27	0,35
5,60	1	0,779	5,39	6,92	0,27	0,35
5,80	4	0,777	21,51	27,67	1,08	1,38
6,00	4	0,775	20,29	26,16	1,01	1,31
6,20	7	0,774	35,42	45,78	1,77	2,29
6,40	5	0,772	25,25	32,70	1,26	1,64
6,60	8	0,770	40,31	52,32	2,02	2,62
6,80	22	0,669	96,22	143,88	4,81	7,19
7,00	21	0,667	86,90	130,25	4,34	6,51
7,20	14	0,716	62,14	86,83	3,11	4,34
7,40	16	0,714	70,87	99,24	3,54	4,96
7,60	17	0,713	75,15	105,44	3,76	5,27
7,80	18	0,711	79,41	111,64	3,97	5,58
8,00	17	0,710	71,17	100,26	3,56	5,01
8,20	16	0,709	66,86	94,36	3,34	4,72
8,40	14	0,707	58,39	82,56	2,92	4,13
8,60	14	0,706	58,29	82,56	2,91	4,13
8,80	16	0,705	66,50	94,36	3,32	4,72

9,00	15	0,703	59,32	84,32	2,97	4,22
9,20	17	0,702	67,11	95,56	3,36	4,78
9,40	17	0,701	67,00	95,56	3,35	4,78
9,60	17	0,700	66,89	95,56	3,34	4,78
9,80	22	0,649	80,24	123,67	4,01	6,18
10,00	22	0,648	76,51	118,13	3,83	5,91

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Gibbs & Holtz 1957	59,77
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Gibbs & Holtz 1957	80,24
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Gibbs & Holtz 1957	24,64
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Gibbs & Holtz 1957	57,01
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Gibbs & Holtz 1957	81,87

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Sowers (1961)	29,69
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Sowers (1961)	31,77
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Sowers (1961)	28,42
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Sowers (1961)	30,36
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Sowers (1961)	33,75

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Bowles (1982) Sabbia Media	142,25
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Bowles (1982) Sabbia Media	177,73

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,83
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55,09
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Begemann 1974 (Ghiaia con	30,55

				sabbia)	
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	44,76
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	69,66

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Meyerhof ed altri	1,58
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Meyerhof ed altri	1,84
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Meyerhof ed altri	1,38
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Meyerhof ed altri	1,67
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Meyerhof ed altri	2,00

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	6,02	1,60	6,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	13,45	5,20	13,45	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	1,5	5,60	1,5	(A.G.I.)	0,35
Strato 5	8,42	6,60	8,42	(A.G.I.)	0,34
Strato 6	26,09	10,00	20,545	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Ohsaki (Sabbie pulite)	351,35
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	748,02
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Ohsaki (Sabbie pulite)	95,16
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Ohsaki (Sabbie pulite)	481,62
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Ohsaki (Sabbie pulite)	1113,93

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	6,02	1,60	6,02		134,95
Strato 3	13,45	5,20	13,45		201,71
Strato 4	1,5	5,60	1,5		67,36
Strato 5	8,42	6,60	8,42		159,59
Strato 6	26,09	10,00	20,545		249,3

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Navfac 1971-1982	1,22
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Navfac 1971-1982	2,82
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Navfac 1971-1982	0,15
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Navfac 1971-1982	1,76
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Navfac 1971-1982	4,14

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,02	1,60	6,02	Robertson 1983	12,04
Strato 3	13,45	5,20	13,45	Robertson 1983	26,90
Strato 4	1,5	5,60	1,5	Robertson 1983	3,00
Strato 5	8,42	6,60	8,42	Robertson 1983	16,84
Strato 6	26,09	10,00	20,545	Robertson 1983	41,09

**PROVA ... Nr.10**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 24/12/07  
 Profondità prova 9,20 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	4	0,855	33,22	38,87	1,66	1,94
0,40	4	0,851	33,07	38,87	1,65	1,94
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	8	0,833	59,90	71,92	2,99	3,60
1,60	6	0,830	44,75	53,94	2,24	2,70
1,80	8	0,826	59,43	71,92	2,97	3,60
2,00	1	0,823	6,88	8,36	0,34	0,42
2,20	2	0,820	13,72	16,73	0,69	0,84
2,40	3	0,817	20,50	25,09	1,03	1,25
2,60	3	0,814	20,43	25,09	1,02	1,25
2,80	5	0,811	33,93	41,82	1,70	2,09
3,00	10	0,809	63,23	78,18	3,16	3,91
3,20	11	0,806	69,32	86,00	3,47	4,30
3,40	11	0,803	69,10	86,00	3,45	4,30
3,60	13	0,751	76,32	101,64	3,82	5,08
3,80	11	0,798	68,67	86,00	3,43	4,30
4,00	10	0,796	58,43	73,40	2,92	3,67
4,20	11	0,794	64,09	80,74	3,20	4,04
4,40	8	0,791	46,47	58,72	2,32	2,94
4,60	13	0,739	70,54	95,42	3,53	4,77
4,80	6	0,787	34,67	44,04	1,73	2,20
5,00	11	0,785	59,73	76,09	2,99	3,80
5,20	6	0,783	32,50	41,50	1,62	2,08
5,40	5	0,781	27,01	34,59	1,35	1,73
5,60	11	0,779	59,28	76,09	2,96	3,80
5,80	3	0,777	16,13	20,75	0,81	1,04
6,00	3	0,775	15,22	19,62	0,76	0,98
6,20	2	0,774	10,12	13,08	0,51	0,65
6,40	1	0,772	5,05	6,54	0,25	0,33
6,60	8	0,770	40,31	52,32	2,02	2,62
6,80	24	0,669	104,97	156,96	5,25	7,85
7,00	11	0,767	52,34	68,22	2,62	3,41
7,20	11	0,766	52,24	68,22	2,61	3,41
7,40	21	0,664	86,50	130,25	4,33	6,51
7,60	24	0,663	98,65	148,85	4,93	7,44
7,80	25	0,661	102,54	155,05	5,13	7,75
8,00	20	0,710	83,73	117,95	4,19	5,90
8,20	18	0,709	75,22	106,15	3,76	5,31
8,40	20	0,707	83,42	117,95	4,17	5,90
8,60	16	0,706	66,61	94,36	3,33	4,72
8,80	17	0,705	70,65	100,26	3,53	5,01

9,00	18	0,703	71,18	101,18	3,56	5,06
9,20	14	0,702	55,27	78,70	2,76	3,93

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.10

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Gibbs & Holtz 1957	56,18
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Gibbs & Holtz 1957	72,32
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Gibbs & Holtz 1957	41,32
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Gibbs & Holtz 1957	78,02
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Gibbs & Holtz 1957	35,39
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Gibbs & Holtz 1957	82,07

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Sowers (1961)	29,4
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Sowers (1961)	30,67
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Sowers (1961)	28,95
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Sowers (1961)	31,99
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Sowers (1961)	28,95
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Sowers (1961)	33,81

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Bowles (1982) Sabbia Media	146,20
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Bowles (1982) Sabbia Media	178,82

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,76
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	47,02

Strato 3	3,38	2,60	3,38	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,41
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	56,71
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,41
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	70,12

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Meyerhof ed altri	1,71
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Meyerhof ed altri	1,47
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Meyerhof ed altri	1,86
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Meyerhof ed altri	1,47
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Meyerhof ed altri	2,01

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,01	0,60	5,01	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	9,52	1,80	9,52	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	3,38	2,60	3,38	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	14,24	5,60	14,24	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	3,38	6,40	3,38	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	26,53	9,20	20,765	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	295,64
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Ohsaki (Sabbie pulite)	540,55
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Ohsaki (Sabbie pulite)	204,22
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Ohsaki (Sabbie pulite)	789,25
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Ohsaki (Sabbie pulite)	204,22
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Ohsaki (Sabbie pulite)	1125,14

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	5,01	0,60	5,01		123,11
Strato 2	9,52	1,80	9,52		169,7
Strato 3	3,38	2,60	3,38		101,12
Strato 4	14,24	5,60	14,24		207,55
Strato 5	3,38	6,40	3,38		101,12
Strato 6	26,53	9,20	20,765		250,63

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Navfac 1971-1982	0,99
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Navfac 1971-1982	2,00
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Navfac 1971-1982	0,60
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Navfac 1971-1982	2,98
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Navfac 1971-1982	0,60

Strato 6	26,53	9,20	20,765	Navfac 1971-1982	4,18
----------	-------	------	--------	------------------	------

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,01	0,60	5,01	Robertson 1983	10,02
Strato 2	9,52	1,80	9,52	Robertson 1983	19,04
Strato 3	3,38	2,60	3,38	Robertson 1983	6,76
Strato 4	14,24	5,60	14,24	Robertson 1983	28,48
Strato 5	3,38	6,40	3,38	Robertson 1983	6,76
Strato 6	26,53	9,20	20,765	Robertson 1983	41,53

**PROVA ... Nr.11**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 24/12/07  
 Profondità prova 9,20 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	3	0,855	24,92	29,15	1,25	1,46
0,40	4	0,851	33,07	38,87	1,65	1,94
0,60	1	0,847	8,23	9,72	0,41	0,49
0,80	1	0,843	8,20	9,72	0,41	0,49
1,00	3	0,840	22,65	26,97	1,13	1,35
1,20	5	0,836	37,59	44,95	1,88	2,25
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	2	0,826	14,86	17,98	0,74	0,90
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	8	0,820	54,87	66,91	2,74	3,35
2,40	8	0,817	54,67	66,91	2,73	3,35
2,60	10	0,814	68,10	83,63	3,40	4,18
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	10	0,809	63,23	78,18	3,16	3,91
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	8	0,801	50,09	62,55	2,50	3,13
3,80	5	0,798	31,21	39,09	1,56	1,95
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	5	0,791	29,05	36,70	1,45	1,84
4,60	2	0,789	11,59	14,68	0,58	0,73
4,80	1	0,787	5,78	7,34	0,29	0,37
5,00	1	0,785	5,43	6,92	0,27	0,35
5,20	2	0,783	10,83	13,83	0,54	0,69
5,40	1	0,781	5,40	6,92	0,27	0,35
5,60	1	0,779	5,39	6,92	0,27	0,35
5,80	1	0,777	5,38	6,92	0,27	0,35
6,00	1	0,775	5,07	6,54	0,25	0,33
6,20	3	0,774	15,18	19,62	0,76	0,98
6,40	4	0,772	20,20	26,16	1,01	1,31
6,60	4	0,770	20,15	26,16	1,01	1,31
6,80	9	0,769	45,25	58,86	2,26	2,94
7,00	14	0,717	62,27	86,83	3,11	4,34
7,20	19	0,716	84,33	117,84	4,22	5,89
7,40	18	0,714	79,73	111,64	3,99	5,58
7,60	14	0,713	61,88	86,83	3,09	4,34
7,80	18	0,711	79,41	111,64	3,97	5,58
8,00	17	0,710	71,17	100,26	3,56	5,01
8,20	18	0,709	75,22	106,15	3,76	5,31
8,40	19	0,707	79,25	112,05	3,96	5,60
8,60	22	0,656	85,11	129,74	4,26	6,49
8,80	28	0,655	108,11	165,13	5,41	8,26

9,00	17	0,703	67,23	95,56	3,36	4,78
9,20	18	0,702	71,06	101,18	3,55	5,06

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.11

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Gibbs & Holtz 1957	63,93
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Gibbs & Holtz 1957	50,65
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Gibbs & Holtz 1957	78,22
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Gibbs & Holtz 1957	39,33
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Gibbs & Holtz 1957	84,96

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Sowers (1961)	29,9
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Sowers (1961)	29,26
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Sowers (1961)	31,41
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Sowers (1961)	29,04
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Sowers (1961)	33,84

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Bowles (1982) Sabbia Media	135,90
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Bowles (1982) Sabbia Media	179,32

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41,37
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,73
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,48
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,06

Strato 6	26,73	9,20	20,865	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	70,32
----------	-------	------	--------	---	-------

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Meyerhof ed altri	1,61
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Meyerhof ed altri	1,80
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Meyerhof ed altri	1,48
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Meyerhof ed altri	2,01

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	6,77	1,60	6,77	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	4,51	2,00	4,51	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	12,18	4,10	12,18	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	3,7	6,60	3,7	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	26,73	9,20	20,865	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Ohsaki (Sabbie pulite)	392,34
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Ohsaki (Sabbie pulite)	267,82
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Ohsaki (Sabbie)	681,43

					pulite)	
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Ohsaki (Sabbie pulite)	222,34	
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Ohsaki (Sabbie pulite)	1130,23	

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	6,77	1,60	6,77		143,11
Strato 3	4,51	2,00	4,51		116,8
Strato 4	12,18	4,10	12,18		191,95
Strato 5	3,7	6,60	3,7		105,79
Strato 6	26,73	9,20	20,865		251,23

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Navfac 1971-1982	1,39
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Navfac 1971-1982	0,87
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Navfac 1971-1982	2,56
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Navfac 1971-1982	0,68
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Navfac 1971-1982	4,20

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,77	1,60	6,77	Robertson 1983	13,54
Strato 3	4,51	2,00	4,51	Robertson 1983	9,02
Strato 4	12,18	4,10	12,18	Robertson 1983	24,36
Strato 5	3,7	6,60	3,7	Robertson 1983	7,40
Strato 6	26,73	9,20	20,865	Robertson 1983	41,73

**PROVA ... Nr.12**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 21/12/07  
 Profondità prova 10,00 mt  
 Falda rilevata

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> )
0,20	7	0,855	58,14	68,02	2,91	3,40
0,40	13	0,801	101,16	126,33	5,06	6,32
0,60	12	0,847	98,77	116,61	4,94	5,83
0,80	8	0,843	65,56	77,74	3,28	3,89
1,00	2	0,840	15,10	17,98	0,75	0,90
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	1	0,830	7,46	8,99	0,37	0,45
1,80	1	0,826	7,43	8,99	0,37	0,45
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	9	0,820	61,73	75,27	3,09	3,76
2,40	15	0,767	96,24	125,45	4,81	6,27
2,60	12	0,814	81,72	100,36	4,09	5,02
2,80	12	0,811	81,43	100,36	4,07	5,02
3,00	10	0,809	63,23	78,18	3,16	3,91
3,20	6	0,806	37,81	46,91	1,89	2,35
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	11	0,801	68,88	86,00	3,44	4,30
3,80	10	0,798	62,42	78,18	3,12	3,91
4,00	10	0,796	58,43	73,40	2,92	3,67
4,20	10	0,794	58,26	73,40	2,91	3,67
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	9	0,785	48,87	62,25	2,44	3,11
5,20	9	0,783	48,75	62,25	2,44	3,11
5,40	5	0,781	27,01	34,59	1,35	1,73
5,60	8	0,779	43,12	55,34	2,16	2,77
5,80	4	0,777	21,51	27,67	1,08	1,38
6,00	5	0,775	25,36	32,70	1,27	1,64
6,20	4	0,774	20,24	26,16	1,01	1,31
6,40	4	0,772	20,20	26,16	1,01	1,31
6,60	7	0,770	35,27	45,78	1,76	2,29
6,80	5	0,769	25,14	32,70	1,26	1,64
7,00	3	0,767	14,27	18,61	0,71	0,93
7,20	3	0,766	14,25	18,61	0,71	0,93
7,40	13	0,714	57,58	80,63	2,88	4,03
7,60	19	0,713	83,99	117,84	4,20	5,89
7,80	20	0,711	88,23	124,04	4,41	6,20
8,00	20	0,710	83,73	117,95	4,19	5,90
8,20	16	0,709	66,86	94,36	3,34	4,72
8,40	17	0,707	70,91	100,26	3,55	5,01
8,60	16	0,706	66,61	94,36	3,33	4,72
8,80	14	0,705	58,18	82,56	2,91	4,13

9,00	15	0,703	59,32	84,32	2,97	4,22
9,20	17	0,702	67,11	95,56	3,36	4,78
9,40	20	0,701	78,82	112,42	3,94	5,62
9,60	19	0,700	74,76	106,80	3,74	5,34
9,80	17	0,699	66,78	95,56	3,34	4,78
10,00	19	0,698	71,18	102,02	3,56	5,10

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.12

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Gibbs & Holtz 1957	32,33
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Gibbs & Holtz 1957	72,87
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Gibbs & Holtz 1957	40,49
Strato 5	26	10,00	20,5	Gibbs & Holtz 1957	81,3

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Sowers (1961)	28,5
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Sowers (1961)	31,33
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Sowers (1961)	29,26
Strato 5	26	10,00	20,5	Sowers (1961)	33,74

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Bowles (1982) Sabbia Media	134,55
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 5	26	10,00	20,5	Bowles (1982) Sabbia Media	177,50

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	31,16
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	51,93
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36,73
Strato 5	26	10,00	20,5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	69,57

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	26	10,00	20,5	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> )
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Meyerhof ed altri	1,39
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Meyerhof ed altri	1,79
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 5	26	10,00	20,5	Meyerhof ed altri	2,00

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 5	26	10,00	20,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	1,8	1,80	1,8	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	11,91	6,80	11,91	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	4,51	7,20	4,51	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	26	10,00	20,5	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	112,95
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Ohsaki (Sabbie pulite)	667,22
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Ohsaki (Sabbie pulite)	267,82
Strato 5	26	10,00	20,5	Ohsaki (Sabbie pulite)	1111,63

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	1,8	1,80	1,8		73,79
Strato 3	11,91	6,80	11,91		189,81
Strato 4	4,51	7,20	4,51		116,8

Strato 5	26	10,00	20,5		249,02
----------	----	-------	------	--	--------

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	26	10,00	20,5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Navfac 1971-1982	0,22
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Navfac 1971-1982	2,50
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Navfac 1971-1982	0,87
Strato 5	26	10,00	20,5	Navfac 1971-1982	4,14

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

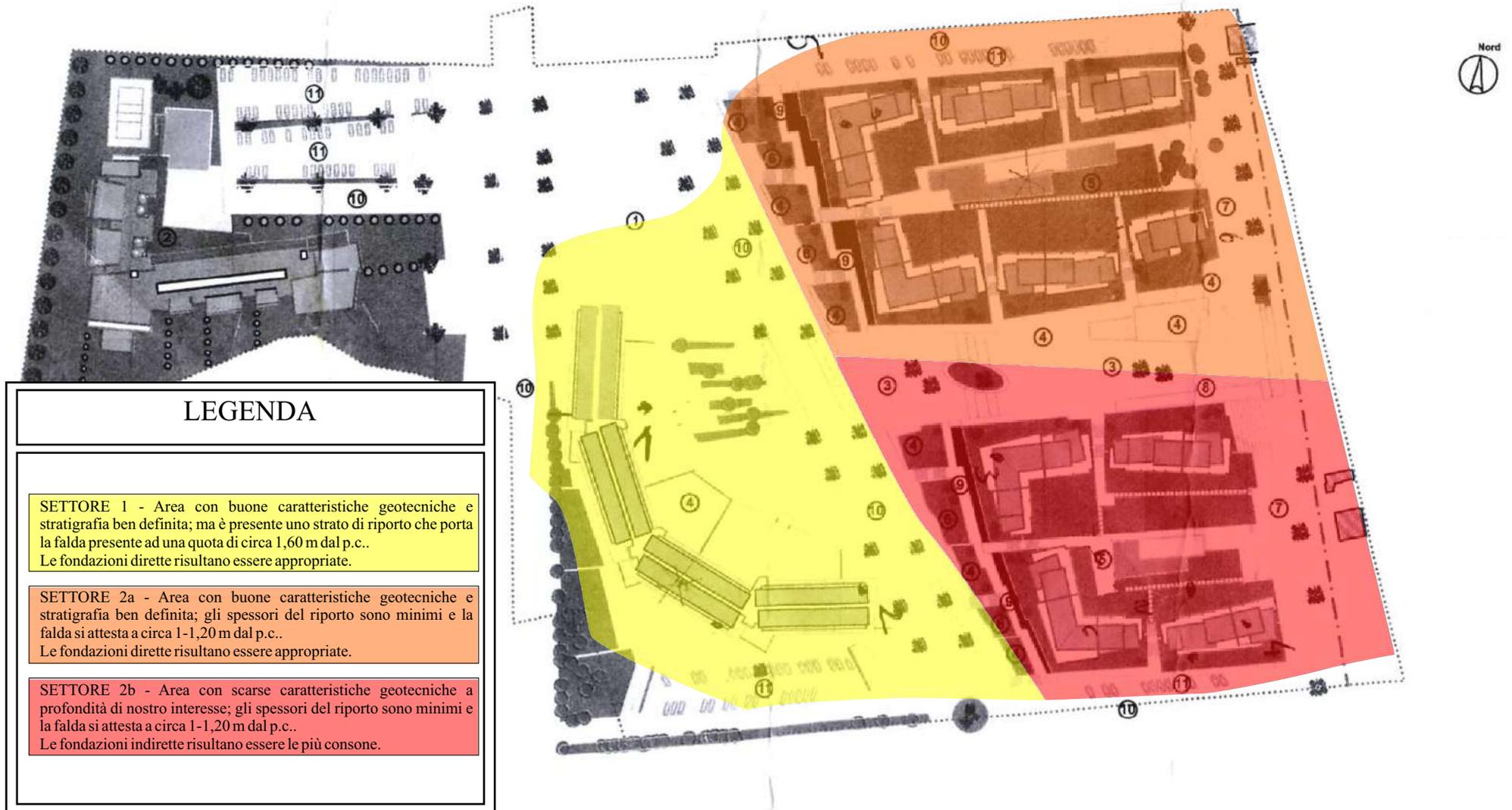
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1,8	1,80	1,8	Robertson 1983	3,60
Strato 3	11,91	6,80	11,91	Robertson 1983	23,82
Strato 4	4,51	7,20	4,51	Robertson 1983	9,02
Strato 5	26	10,00	20,5	Robertson 1983	41,00







# SUDDIVISIONE SETTORI IN BASE ALLE DIFFERENZE STRATIGRAFICO-GEOTECNICHE



## CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

#### **D.M. LL.PP. del 11/03/1988**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

#### **D.M. LL.PP. del 14/02/1992**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

#### **D.M. 9 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

#### **D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

#### **D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

#### **Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

#### **Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

#### **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

#### **Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

#### **Eurocodice 8**

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU TERRENI

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:

$$\tau = c + \sigma \times \operatorname{tg} \varphi \quad \text{valida anche per i terreni.}$$

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

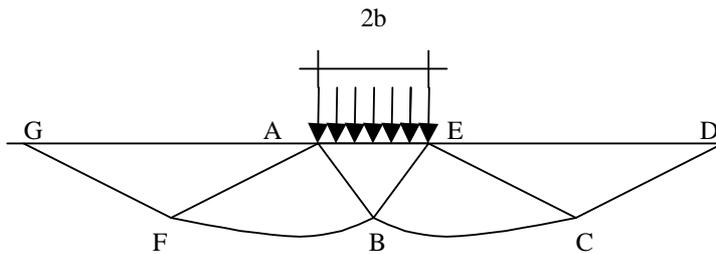
- Materiale privo di peso e quindi  $\gamma=0$
- Comportamento rigido - plastico
- Resistenza a rottura del materiale esprimibile con la relazione  $\tau=c + \sigma \times \operatorname{tg} \varphi$
- Carico uniforme, verticale ed applicato su una striscia di lunghezza infinita e di larghezza  $2b$  (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.



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  $q = B \times c$ , dove il coefficiente *B* dipende soltanto dall'angolo di attrito  $\varphi$  del terreno.

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

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

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  $h \leq 2b$ ; 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.

Risolviendo le equazioni di equilibrio si arriva all'espressione:

$$q = A \times \gamma + B \times c$$

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

### 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:

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

in cui C è un coefficiente che risulta funzione dell'angolo di attrito  $\phi$  del terreno posto al di sotto del piano di posa e dell'angolo  $\phi$  prima definito;

b è la semilarghezza della striscia.

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

$$\text{tg } \phi_{rid} = 2/3 \times \text{tg } \phi \quad e \quad c_{rid} = 2/3 \times c$$

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

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

dove:

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

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

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

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left( \frac{K_p \gamma}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

### 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  $i_i$  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.

$$\text{Carico verticale} \quad q_{ult} = c \times N_c \times s_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times s_q \times d_q + 0.5 \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma$$

$$\text{Carico inclinato} \quad q_{ult} = c \times N_c \times i_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times i_q \times d_q + 0.5 \times B \times N_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma$$

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

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

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

fattore di forma:

$$s_c = 1 + 0.2k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi > 10$$

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

fattore di profondità:

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

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

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

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.

### 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 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  $D/B < 1$

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

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

Per valori  $D/B > 1$ :

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

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

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:

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

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

$$s_c = 1 \quad \text{per fondazioni nastriformi}$$

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

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

Fattore di profondità:

$$d'_c = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) k$$

$$d_\gamma = 1 \text{ per qualsiasi } \varphi$$

$$k = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} > 1$$

*Fattori di inclinazione del carico*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \varphi)$$

### 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:

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

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).

### Fattore di correzione in condizioni sismiche.

#### Criterio di Vesic

Secondo questo autore per tenere conto del fenomeno della dilatanza nel calcolo della capacità portante è sufficiente diminuire di  $2^\circ$  l'angolo d'attrito degli strati di fondazione. Il limite di questo suggerimento è nel fatto che non tiene conto dell'intensità della sollecitazione sismica (espressa attraverso il parametro dell'accelerazione sismica orizzontale massima). Questo criterio pare però trovare conferma nelle osservazioni fatte in occasione di diversi eventi sismici.

### DATI GENERALI

Larghezza fondazione	1,0 m
Lunghezza fondazione	15,0 m
Profondità piano di posa	1,8 m
Altezza di incastro	1,8 m
Inclinazione piano di posa	0,0°
Inclinazione pendio	0,0°
Fattore di sicurezza (Fc)	3,0
Fattore di sicurezza (Fq)	3,0
Fattore di sicurezza (Fg)	3,0
Acc. massima orizzontale	0,15
Cedimento dopo T anni	10,0
Profondità falda	1,6

### STRATIGRAFIA TERRENO

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH (m)	Gam (Kg/m <sup>3</sup> )	Gams (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Fi Corr. (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	c Corr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ed (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ni	Cv (cmq/s)	Cs
1,5	1600,0	1700,0	16,0	16	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,5	1800,0	1900,0	30,0	30	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	1900,0	2000,0	32,0	32	0,0	0,0	0,0	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**CARICO LIMITE SECONDO HANSEN (1970) (Condizione drenata)**

---

---

Fattore Nq	14,72
Fattore Nc	25,8
Fattore Ng	10,94
Fattore Sc	1,0
Fattore Dc	1,43
Fattore Ic	1,0
Fattore Gc	1,0
Fattore Bc	1,0
Fattore Sq	1,04
Fattore Dq	1,32
Fattore Iq	1,0
Fattore Gq	1,0
Fattore Bq	1,0
Fattore Sg	0,97
Fattore Dg	1,0
Fattore Ig	1,0
Fattore Gg	1,0
Fattore Bg	1,0

---

---

Pressione limite 6,03 Kg/cm<sup>2</sup>  
**Pressione ammissibile 2,01 Kg/cm<sup>2</sup>**

---

---

**CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)**

---

---

Fattore Nq	17,81
Fattore Nc	31,61
Fattore Ng	15,15
Fattore Sc	1,0
Fattore Sg	1,0

---

---

Pressione limite 5,6 Kg/cm<sup>2</sup>  
**Pressione ammissibile 1,87 Kg/cm<sup>2</sup>**

---

---

**CARICO LIMITE SECONDO MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)**

---

---

Fattore Nq	14,72
Fattore Nc	25,8
Fattore Ng	11,19
Fattore Sc	1,04
Fattore Dc	1,6
Fattore Sq	1,02
Fattore Dq	1,3
Fattore Sg	1,02
Fattore Dg	1,3

---

---

Pressione limite 6,04 Kg/cm<sup>2</sup>  
**Pressione ammissibile 2,01 Kg/cm<sup>2</sup>**

---

---

**CARICO LIMITE SECONDO VESIC (1975) (Condizione drenata)**

---

---

Fattore Nq	14,72
Fattore Nc	25,8

---

---

Fattore Ng	16,72
Fattore Sc	1,0
Fattore Dc	1,43
Fattore Sq	1,0
Fattore Dq	1,0
Fattore Sg	1,0
Fattore Dg	1,04

Pressione limite	6,28 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Pressione ammissibile</b>	<b>2,09 Kg/cm<sup>2</sup></b>

**LUNGHEZZA=15,0**

**Carico ammissibile Hansen Kg/cm<sup>2</sup>**

D	B=1,0	B=1,1	B=1,2	B=1,3	B=1,4
1,8	2,01	2,01	2,02	2,02	2,03
1,9	2,08	2,08	2,09	2,09	2,1
2,0	2,15	2,15	2,16	2,16	2,17

**Carico ammissibile Terzaghi Kg/cm<sup>2</sup>**

D	B=1,0	B=1,1	B=1,2	B=1,3	B=1,4
1,8	1,87	1,89	1,91	1,93	1,96
1,9	1,92	1,94	1,96	1,99	2,01
2,0	1,97	2,0	2,02	2,04	2,06

**Carico ammissibile Meyerhof Kg/cm<sup>2</sup>**

D	B=1,0	B=1,1	B=1,2	B=1,3	B=1,4
1,8	2,01	2,0	1,99	1,98	1,98
1,9	2,1	2,08	2,07	2,06	2,05
2,0	2,19	2,16	2,15	2,14	2,13

**Carico ammissibile Vesic Kg/cm<sup>2</sup>**

D	B=1,0	B=1,1	B=1,2	B=1,3	B=1,4
1,8	2,09	2,11	2,12	2,13	2,15
1,9	2,16	2,18	2,19	2,2	2,22
2,0	2,23	2,25	2,26	2,27	2,29

Committente:	Geologo: A. Di Ninni	Perforazione: Rotazione	<b>SI</b>
Opera: Sondaggio geognostico	Operatore: G. D'Ascenzio	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Silvi Marina (TE)	Unità: EGT 700md	Coordinate:	Data inizio: 17/05/13
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S	Quota s.l.m.:	Data fine: 17/05/13

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cmq)					tubo in PVC	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO <b>SI 1 di 2</b>
					1	2	3	4	5					
0.00			Terreno di riporto.											
2.00	2.00													
2.00			Sabbie e sabbie limose di colore avana. La componente limosa aumenta con la profondità.											
4.00	1.00		Sabbie limose di colore grigio.											
5.00			Sabbie limose di colore avana.											
7.00			Sabbie limose di colore grigio che in profondità perdono la componente limosa passando da una colorazione grigia ad una colorazione avana.											
5.80														
12.80			Argille sabbiose di colore grigio/azzurre di buona consistenza.											
7.20														
20.00														



Terra Drilling Technology s.r.l.  
 via Genova 45, 65122 PESCARA  
 tel./fax 085.2401187 - cell. 335.7258128  
 em@il: terra.drilling@gmail.com

Committente:	Geologo: A. Di Ninni	Perforazione: Rotazione	<b>SI</b>
Opera: Sondaggio geognostico	Operatore: G. D'Ascenzio	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Silvi Marina (TE)	Unità: EGT 700md	Coordinate:	Data inizio: 17/05/13
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S	Quota s.l.m.:	Data fine: 17/05/13

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cmq)					Rivestimento tubo in PVC	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO <b>SI 2 di 2</b>
					1	2	3	4	5				
20.00			Argille sabbiose di colore grigio/azzurro di buona consistenza										
30.00													
20.00													



Terra Drilling Technology s.r.l.  
 via Genova 45, 65122 PESCARA  
 tel./fax 085.2401187 - cell. 335.7258128  
 em@il: terra.drilling@gmail.com