



**DOTT.SSA GIOIA INNOCENTI**  
**GEOLOGO**

Studio: Via Nazario Sauro n° 438/440 - 51030 Pontelungo - Pistoia

Domicilio Fiscale: Via Molina di Gora n° 19/A - 51100 Pistoia

Tel 0573 570566 fax 0573 910056 - cell 328/1662379 - email: gioia.innocenti@laboterpt.it

C.F. : NNC GIO 73E6 G7130

P.I. : 01434220479

**PIANO ATTUATIVO**  
per nuovi insediamenti produttivi

**Località:**  
Vergaio

**Comune di:**  
Prato

**Committenti:** Consorzio VERGAIO, Geo 2004, Cooperativa Progresso di Vergaio srl, MAZZEI Lorenzo, BALDI Angela, Grazia, Maria e Manuela, DOLFI Elio

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

ai sensi della normativa vigente:

- D.P.C.M. 5.11.1999
- PAI - D.P.C.M. 6.05.2005
- PIT - D.C.R.T. n. 72 del 24.07.2007
- Normativa sismica
- Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico

**Progettista incaricato:**

Arch. Gerardo LIBERATORE

**Relazione ed indagini geologiche:**

Dott. Geol. Gioia Innocenti  
Ordine Geologi della Toscana n°1205

Data : Agosto  
Settembre 2008

**Allegati:**

1. Diagrammi delle prove penetrometriche statiche
2. Tavole
3. Documentazione fotografica



## 1. PREMESSA

Nella presente relazione geologica e geotecnica si riportano i risultati emersi dallo studio eseguito per conto del Consorzio VERGAIO, Cooperativa Progresso di Vergaio srl, MAZZEI Lorenzo, BALDI Angela, Grazia, Maria e Manuela, DOLFI Elio e Geo 2004 per la realizzazione di un piano attuativo per nuovi insediamenti produttivi in località Vergaio nel Comune di Prato.

L'area oggetto dell'intervento è riportata nella planimetria scala 1:10.000 allegata.

## 2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

### 2.1. Ubicazione e morfologia

Il lotto in oggetto è ubicato in località Vergaio in un'area posta ad ovest dall'abitato e compresa tra la variante pratese a nord e l'autostrada A11 a sud, ad una quota media di 43 m. s.l.m.

Il lotto in questione si trova ad una quota di circa 48 mt. s.l.m. nella frazione di Vergaio, località c ed.

L'area nel suo complesso si presenta interamente pianeggiante e la stessa è inserita in una zona caratterizzata da un'urbanizzazione di tipo sia residenziale che artigianale; attualmente il terreno appare privo di edificazioni ed occupato da campi incolti.

In virtù della situazione morfologica, l'area è da ritenersi stabile rispetto a fenomeni di dissesto di tipo gravitativo.

### 2.2. Geologia

L'area è situata nella zona centrale dell'ampia pianura che da Pistoia si estende fino a Firenze, ed è ciò che resta del paleolago insediatosi nella depressione tettonica, formatasi circa 2 milioni di anni fa (tardo Pliocene) in seguito a movimenti di orogenesi distensiva che interessarono la Toscana con inizio dall'area tirrenica: la facies di sedimentazione lacustre poggia su una successione di rocce di origine marina (pre-miocene) con caratteristiche strutturali e stratigrafiche analoghe a quelle che attualmente caratterizzano i fianchi del paleoinvaso e l'evoluzione del bacino ebbe come prima fase una lenta sedimentazione di materiali fini (argille e limi) cui fece seguito una sedimentazione di materiali più grossolani di ambiente fluvio lacustre in concomitanza di un aumentato regime di trasporto dei corsi d'acqua.

I rilievi collinari e montuosi che delimitano il bacino sono costituiti da terreni appartenenti sia alle formazioni **Liguri s.l.** che a quelle del **Dominio Toscano**; i primi, sovrascorsi da ovest sui terreni della serie Toscana, sono rappresentati da rocce calcaree tipo "alberese" e

da termini argillitici del Complesso di Base mentre i terreni arenacei sono rappresentati da termini della Serie Toscana di cui affiorano rocce della formazione torbidityca del macigno e da terreni dell'Unità Monte Modino - Monte Cervarola.

La parte alluvionale è costituita dai depositi recenti di natura limo argillosa sovrastanti i terreni lacustri del paleolago. Mentre i primi hanno un basso grado di consolidazione data la loro origine recente, i depositi lacustri sono in genere sovraconsolidati con grado di compattezza e/o addensamento molto elevato.

### 2.3. Aspetti geologici e idrologici locali

L'area in oggetto è costituita da sedimenti **alluvionali recenti** che variano, per composizione granulometrica e spessore, da zona a zona e per i quali la distribuzione granulometrica è più francamente grossolana in prossimità dello sbocco dei corsi d'acqua (sabbie e ghiaie) e più fine per quelli presenti al centro del bacino (limi, argille).

L'idrologia del sottosuolo è sicuramente condizionata dalla situazione stratigrafica che caratterizza questa porzione di territorio pratese dove fin dai primi metri sono presenti depositi ghiaiosi che sottendono acquiferi con spessori variabili da zona a zona, spesso non molto profondi, e legati alla dinamica idraulica del subalveo del Bisenzio.

In allegato è riportata la carta geologica dell'area.

## **3. CONSIDERAZIONI SULL'ATTIVITÀ SISMICA DELL'AREA**

### Normativa vigente

La classificazione delle zone sismiche in Italia è iniziata nel '900 a seguito del violento terremoto che nel 1908 colpì Messina; con R.D. nel 1927 le località colpite dai sismi furono distinte in due categorie in relazione al loro grado di sismicità e alla loro costituzione geologica.

In seguito la Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche* (pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 21 marzo 1974, n. 76) ha stabilito il quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale poi regolato dal Decreto MLP del 14/07/1984 e decreti successivi.

Sul Bollettino della Regione Toscana n° 19 del 23/06/2006 è stata pubblicata la *Riclassificazione sismica del territorio regionale: "Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11.5.2006"*.

L'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20 Marzo 2003 (pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 8 Maggio 2003) proponeva l'adozione di un sistema normativo coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8), tentando così di abbandonare il carattere convenzionale e prescrittivo e favorendo un'impostazione prestazionale, con un'esplicita dichiarazione degli

obiettivi della progettazione ed una giustificazione delle metodologie utilizzate (procedure di analisi strutturale e dimensionamento degli elementi). A livello di mappatura macrosismica, l'intero territorio nazionale viene considerato sismico e suddiviso in 4 zone (Tab. 1) sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco  $a_g$  su terreno a comportamento littoide (espressa come frazione dell'accelerazione di gravità), derivante da studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale.

**Tabella 1**

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI ( $a_g/g$ )	ACCELERAZIONE DI ANCORAGGIO DELLOSPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO ( $a_g/g$ )
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Il D.M. del 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni (Suppl. Ord. n. 159 della G.U. n. 222 del 23.09.2005) apporta delle importanti modifiche anche per ciò che concerne i criteri di classificazione sismica del territorio nazionale. L'emanazione del D.M. consente altresì l'emanazione da parte del DPC di una nuova ordinanza con la quale si provvede ad una revisione dei criteri di classificazione precedentemente emananti nel 2003 e l'approvazione della mappa di pericolosità sismica peraltro già definita nel luglio 2004. Sui passaggi istituzionali ivi compreso l'intesa con le regioni, si rinvia alla documentazione consultabile nei siti del Ministero delle Infrastrutture, del Dip.to della Protezione Civile ed in quello della Regione Toscana. Vengono definiti meglio nel punto a) dell'All. 1° dell'O.P.C.M. 3519/06 i valori di accelerazione d'ancoraggio (Tabella 3) rispetto a quanto proposto nell'O.P.C.M. 3274/03 (Tabella 1).

**Tabella 3**

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI ( $a_g/g$ )	ACCELERAZIONE DI ANCORAGGIO DELLOSPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO ( $a_g/g$ )
1	$0.25 < a_g \leq 0.35$	0.35
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	0.25
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	0.15
4	$\leq 0.05$	0.05

Il territorio comunale di Prato è stato riclassificato dalla Regione Toscana con grado di sismicità 3s. In questa zona 3s non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2.

### 3.1. Caratterizzazione del sito da un punto di vista sismico.

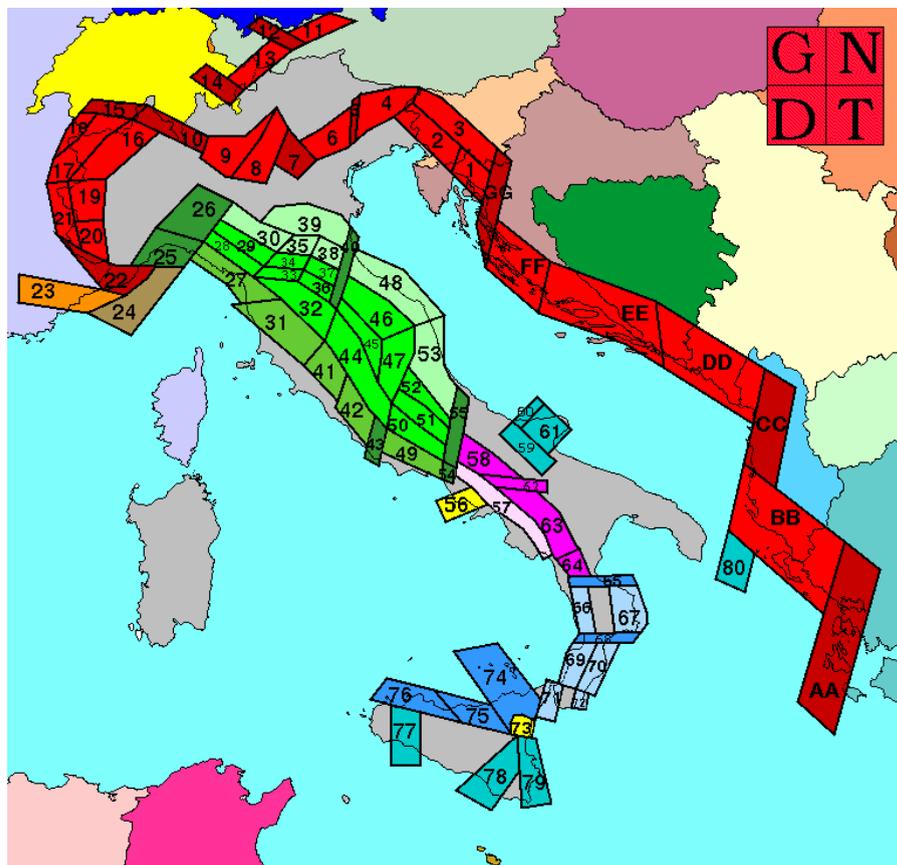
Per la classificazione del sito è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

- 1) il numero e lo spessore degli strati di copertura sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiore dei livelli superiori
- 2) la velocità delle onde S negli strati di copertura;

### 3.2. Valutazione del sisma di progetto.

La valutazione del terremoto di progetto, cioè dell'evento sismico di riferimento viene adottato un approccio probabilistico-statistico, quello di Gumbel, per ottenere la massima accelerazione di picco prevedibile nel sito per un determinato tempo di ritorno. Quella che segue è la procedura da utilizzare.

Si utilizza come riferimento lo schema proposto dal G.N.D.T. si considerano i terremoti che ricadono nella zona sismogenetica di competenza, quella cioè all'interno della quale ricade il sito in esame (vedi figura seguente).



### 3.3. Classificazione del sito

La normativa prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</i> , 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 fra 360 m/s e 800 m/s ( $N_{spt} > 50$ o coesione non drenata $> 250$ kPa).
C	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza</i> , con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{s30}$ compresi fra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ , $70 < cu < 250$ kPa).
D	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i> caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ( $N_{sp} < 15$ , $cu < 70$ kPa).
E	<i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

Per i terreni sotto indicati andranno svolti studi speciali per la definizione dell'azione sismica:

S1 - Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $PI > 40$ ) e contenuto di acqua, con  $10 < cu < 20$  kPa e caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 100$  m/s.

S2 - Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i 30 metri di profondità, ed è calcolata con la seguente relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 metri superiori.

In base a stendimenti sismici realizzati in un'area prossima a quella d'intervento, la velocità media delle onde Vs30 conduce ad una categoria del suolo di fondazione B - Terreni con Vs comprese fra 360 e 800 m/s.

#### **4. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA**

Per una caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dell'area in relazione all'intervento in progetto sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche statiche ubicate secondo la planimetria allegata che si sono aggiunte alle 8 eseguite sul lotto immediatamente sottostante.

Le prove hanno raggiunto la profondità di 8.0 metri da p.c. dato che in progetto non c'è la realizzazione di interrati e quindi la profondità di ispezione del terreno di 8.0 metri è stata ritenuta sufficiente.

Nelle sezioni allegate si mostra una visione della stratigrafia del terreno in cui sono stati individuati 3 livelli litologici :

**da p.c. a 3.80 m:** argilla limosa compatta con valori medi di resistenza alla punta  $q_c = 25 - 30 \text{ kg/cm}^2$ ;

**da 3.80 a circa 7.00 m** limi argillosi e argille sabbiose con resistenza alla punta con valori che variano fra  $15 \div 20 \text{ kg/cm}^2$ ,

**da 7.00 a 8.00 m** sabbia e ghiaia addensata con resistenza alla punta di circa  $40-50 \text{ kg/cm}^2$ .

Per quanto riguarda la parametrizzazione geotecnica dei vari livelli sopra descritti, si è utilizzato un programma che determina i parametri geotecnici del terreno in base ai valori di resistenza alla punta ed attrito laterale determinati dalle prove penetrometriche.

In allegato insieme ai tabulati delle prove CPT sono riportati i parametri geotecnici relativi ad ogni prova. Tali valori sono suddivisi in base alla litologia del terreno, considerando terreni prettamente coerenti e terreni incoerenti, in alcuni casi in cui la litologia è meno definita sono riportati per lo stesso livello sia i parametri geotecnici per terreni coerenti che incoerenti.

Di seguito si riporta il valore calcolato del carico limite e dei cedimenti utilizzando i valori di alcune prove penetrometriche.

### Valori calcolati dalle prove penetrometriche

#### **PROVA CPT 1**

##### **DATI GENERALI FONDAZIONE SUPERFICIALE (a plinto)**

Larghezza	3 m
Lunghezza	3 m
Immorsamento	1,5 m
Peso di volume sopra piano posa	1,90 t/m <sup>3</sup>
Peso di volume sotto piano posa	2,00 t/m <sup>3</sup>
Carico agente sulla fondazione	1,5 kg/cm <sup>2</sup>
Valore di qc minimo	21 kg/cm <sup>2</sup>
Fattore di sicurezza	3

#### **CARICO AMMISSIBILE**

MEYERHOF = 1,97 Kg/cm<sup>2</sup>

HERMI NI ER = 2,20 Kg/cm<sup>2</sup>

SCHMERTMANN = 2,00 Kg/cm<sup>2</sup>

#### **CEDIMENTI**

Strato	z	q	qc	Mo	w
1	1,90	0,74	24,70	49,40	5,680
2	4,60	0,47	8,80	40,70	1,864
3	6,50	0,38	15,00	48,40	1,722

dove:

z:	Profondità di calcolo (m)
q:	Sovraccarico a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
qc:	Resistenza punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mo:	Modulo Edometrico (kg/cm <sup>2</sup> )
w:	Cedimento (cm)

Totale cedimento (reale) = 6,50 cm

#### **PROVA CPT 2**

##### **CARICO AMMISSIBILE**

SCHMERTMANN = 2,48 Kg/cm<sup>2</sup>

MEYERHOF = 2,60 Kg/cm<sup>2</sup>

HERMI NI ER= 2,80 Kg/cm<sup>2</sup>

### CEDIMENTI

Strato	z	q	qc	Mo	w
1	1,90	0,73	29,30	58,60	4,759
2	5,30	0,43	15,20	48,36	2,675
3	7,20	0,35	48,10	96,20	0,291

Totale cedimento (reale) = 5,50 cm

### **PROVA CPT 3**

#### CARICO AMMISSIBILE

MEYERHOF = 2,35 Kg/cm<sup>2</sup>

HERMILIER = 2,50 Kg/cm<sup>2</sup>

### CEDIMENTI

Strato	z	q	qc	Mo	w
1	0,30	1,10	9,70	42,89	0,000
2	2,00	0,72	25,60	51,20	3,932
3	3,80	0,53	14,60	48,43	0,871
4	4,40	0,48	45,70	91,40	0,212
5	6,30	0,38	209,60	93,61	1,397

Totale cedimento (reale) = 3,50 cm

**Con i valori dei parametri ricavati da prove di laboratorio su un campione prelevato nel lotto adiacente ed avente le stesse caratteristiche litologiche dei terreni in oggetto in condizioni drenate si ottiene:**

#### **DATI GENERALI**

=====

Larghezza fondazione	3,0 m
Lunghezza fondazione	3,0 m
Profondità piano di posa	1,5 m
Altezza di incastro	1,5 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
Accelerazione massima (ag/g)	0,25
Categoria profilo stratigrafico	C
Coeff. azione sismica orizzontale Kh	0,3125

Cedimento dopo T anni 3,0

=====

### STRATIGRAFIA TERRENO

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo;  $\phi_i$ : Angolo di attrito; c: Coesione; Ed: Modulo Edometrico; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; cu: Coesione non drenata

DH (m)	Gam (Kg/m <sup>3</sup> )	Gams (Kg/m <sup>3</sup> )	$\phi_i$ (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ed (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cv (cmq/s)
2,0	1994,0	2000,0	28,0	0,1	0,94	45,0	0,006
1,4	1994,0	2000,0	28,0	0,1	0,94	45,0	0,006
0,8	1800,0	1900,0	23,0	0,0	0,0	35,0	0,001
1,6	2010,0	2100,0	0,0	0,0	1,3	51,0	0,0001
1,2	1900,0	2000,0	35,0	0,0	0,0	59,0	0,0
1,8	1900,0	2000,0	40,0	0,0	0,0	95,0	0,001

### Effetti inerziali correzioni sismiche

=====

Zc 0,9  
Zq 1,0  
Zg 1,0

=====

### CARICO LIMITE SECONDO HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

=====

Fattore Nq 1,0  
Fattore Nc 5,14  
Fattore Ng 0,0  
Fattore Sc 0,2  
Fattore Dc 0,2

=====

**Pressione ammissibile 2,13 Kg/cm<sup>2</sup>**

=====

### CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

=====

Fattore Nq 1,0  
Fattore Nc 5,7  
Fattore Ng 0,0  
Fattore Sc 1,3  
Fattore Sg 0,8



## CEDIMENTI PER OGNI STRATO

\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Wt (cm)
1	1,75	0,349	1,824	Edometrico	2,026	2,026
2	2,7	0,538	1,463	Edometrico	4,553	4,553
3	3,8	0,674	0,864	Edometrico	1,975	1,975
4	5	0,798	0,491	Edometrico	1,539	1,539
5	6,4	0,946	0,283	Edometrico	0,576	0,576
6	7,9	1,096	0,176	Edometrico	0,333	0,333

**Cedimento totale Wt=11,003 cm**

Decorso cedimenti nel tempo Strato..1

Cedimento totale= 2,026

Cedimento (cm)	% Cedimento	Tempo giorni
0,203	10	0,594
0,405	20	2,423
0,608	30	5,455
0,811	40	9,722
1,013	50	15,123
1,216	60	22,068
1,418	70	31,096
1,621	80	43,75
1,824	90	65,432
2,026	100	77,16

Decorso cedimenti nel tempo Strato..2

Cedimento totale= 4,553

Cedimento (cm)	% Ced	Tempo giorni
0,455	10	0,291
0,911	20	1,187
1,366	30	2,673
1,821	40	4,764
2,276	50	7,41
2,732	60	10,813
3,187	70	15,237
3,642	80	21,438
4,097	90	32,062
4,553	100	37,809

Decorso cedimenti nel tempo Strato..3

Cedimento totale= 1,975

Cedimento (cm)	% Ced	Tempo giorni
0,198	10	0,57
0,395	20	2,326
0,593	30	5,237
0,79	40	9,333
0,988	50	14,519
1,185	60	21,185
1,383	70	29,852
1,58	80	42,0
1,778	90	62,815
1,975	100	74,074

Decorso cedimenti nel tempo Strato..4

Cedimento totale= 1,539

Cedimento (cm)	% Ced	Tempo giorni
0,154	10	22,815
0,308	20	93,037
0,462	30	209,482
0,616	40	373,333
0,77	50	580,741
0,924	60	847,408
1,078	70	1194,074
1,231	80	1680,0
1,385	90	2512,593
1,539	100	2962,963

Decorso cedimenti nel tempo Strato..6

Cedimento totale= 0,333

Cedimento (cm)	% Ced	Tempo giorni
0,033	10	2,888
0,067	20	11,775
0,1	30	26,513
0,133	40	47,25
0,167	50	73,5
0,2	60	107,25
0,233	70	151,125
0,267	80	212,625
0,3	90	318,0
0,333	100	375,0

## 5. CONCLUSIONI

Nella presente relazione geologica e geotecnica si riportano i risultati emersi dallo studio eseguito per conto del Consorzio VERGAIO, Cooperativa Progresso di Vergaio srl, MAZZEI Lorenzo, BALDI Angela, Grazia, Maria e Manuela, DOLFI Elio e Geo 2004 per la realizzazione di un piano attuativo per nuovi insediamenti produttivi in località Vergaio nel Comune di Prato.

L'indagine geognostica si è sviluppata attraverso l'esecuzione di n° 3 prove penetrometriche statiche.

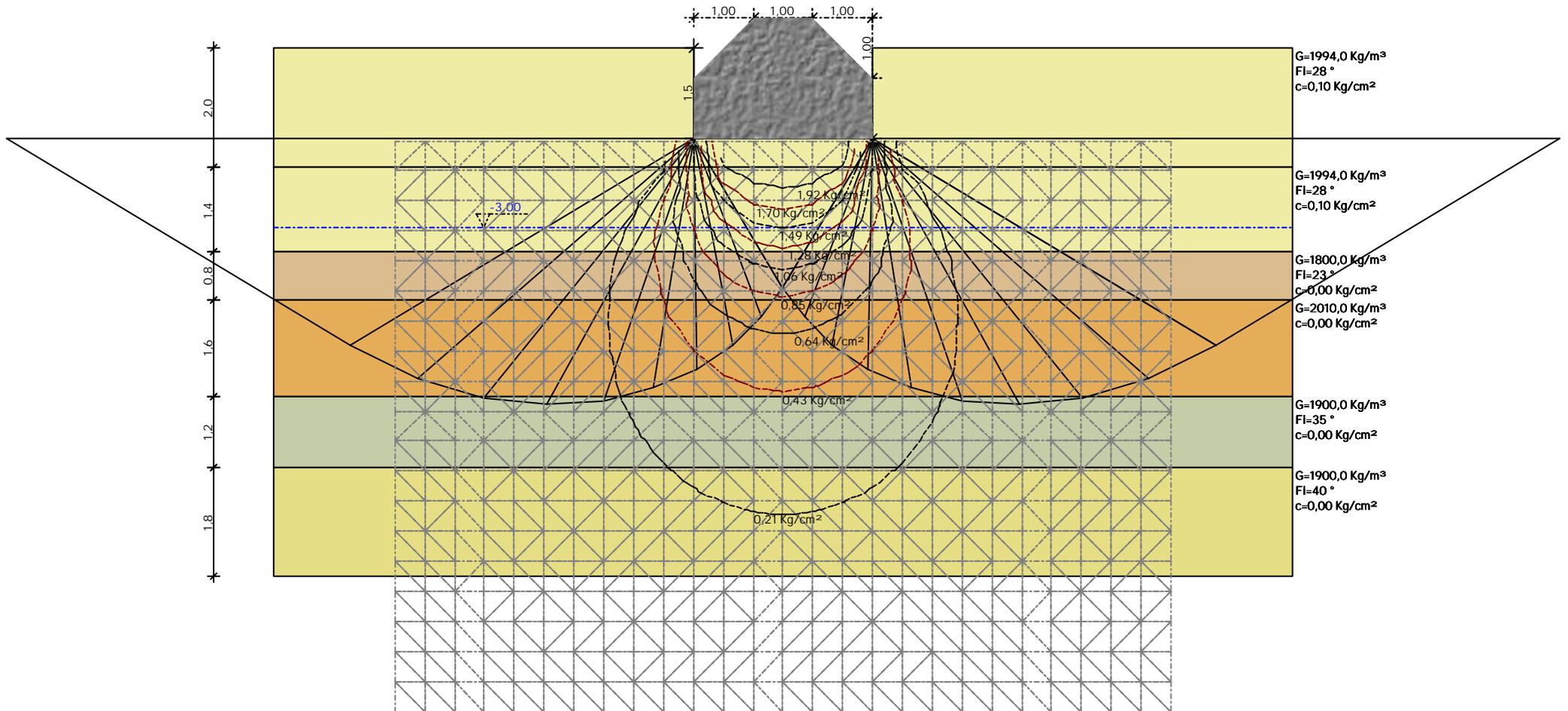
Dall'indagine è emerso un terreno di natura limo argillosa per i primi 4.0÷5.0 metri seguito da un litotipo più sabbioso ed infine (oltre 6.0 m circa) da ghiaia in matrice sabbiosa molto addensata.

Per quanto di competenza, nulla osta alla realizzazione dell'opera in progetto.

Pistoia Agosto - Settembre 2008

Dott. Geol. Gioia Innocenti  
Ordine Geologi della Toscana n° 1205

CALCOLO CARICO AMMISSIBILE  
 Fondazione a plinto  
 Località Vergaio (Prato)





# COMUNE DI PRATO



## Oggetto:

Studio geologico e geotecnico  
per la caratterizzazione  
litostratigrafica del  
sottosuolo di un terreno

## Intervento:

Piano attuativo per insediamenti produttivi

## Ubicazione area in oggetto:

Località Vergaio  
Provincia di Prato

## LOCALIZZAZIONE AREA INTERVENTO

scala 1:2.000

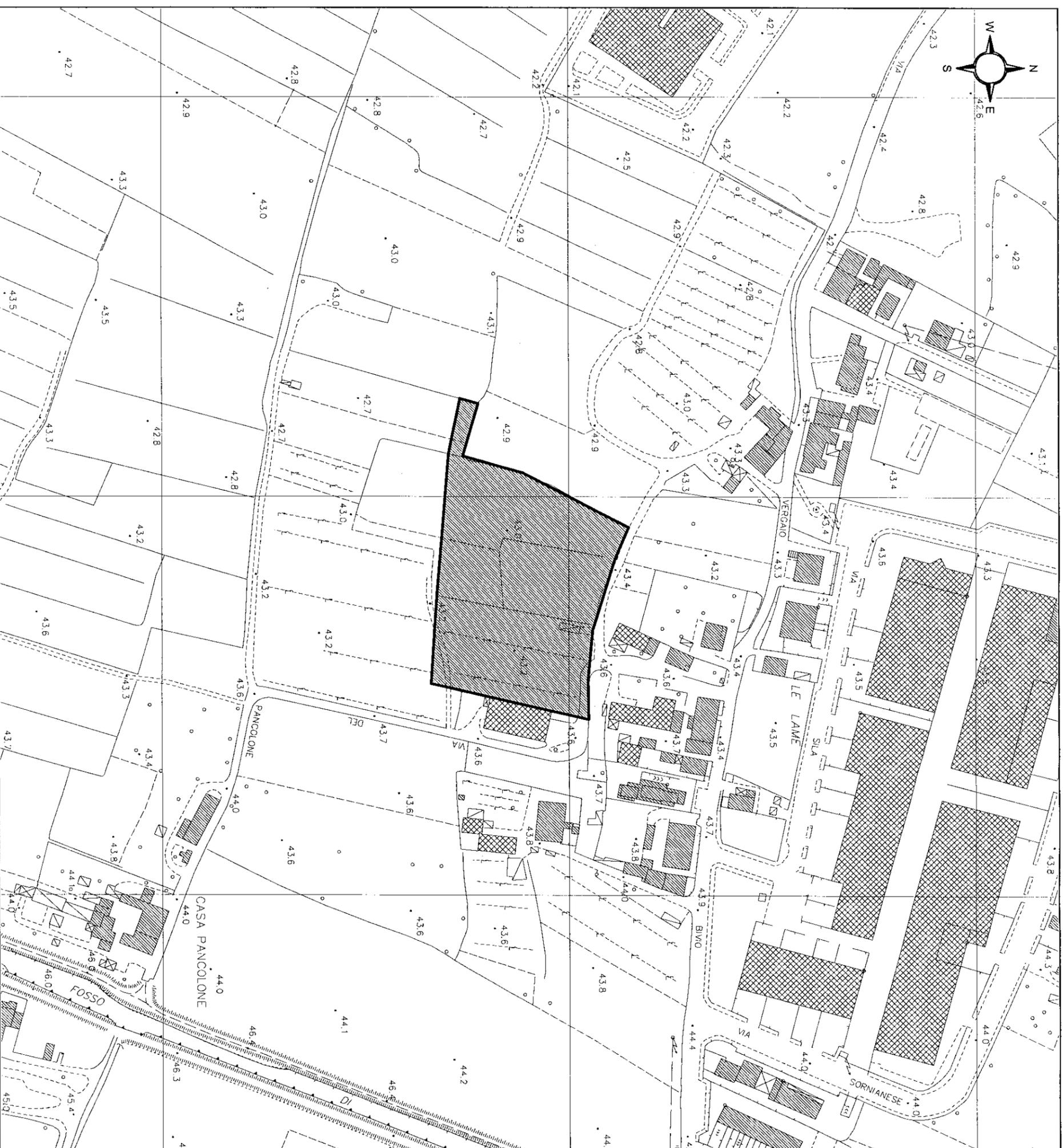
## Committenti:

- Consorzio VERGAIO
- Cooperativa Progresso Vergaio
- MAZZEI Lorenzo
- BALDI Angela, Grazia, Maria e Manuela
- DOLFI Elio
- Geo 2004

## Professionista incaricato: Dott. Geol. Gioia Innocenti

Sede operativa: Via Nazario Sauro n° 440 - Pistoia  
Domicilio fiscale: Via Molina di Gora 19/A - 51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566 - Fax 0573 910056 - call 328 1662379

LUGLIO 2008



600 0 600 1200 Miles

# COMUNE DI PRATO



## Oggetto:

Studio geologico e geotecnico  
per la caratterizzazione  
litostratigrafica del  
sottosuolo di un terreno

## Intervento:

Piano attuativo per  
insediamenti produttivi

## Ubicazione area in oggetto:

Località Vergaio

## CARTA GEOLITOLOGICA

estratto da Regolamento Urbanistico  
scala 1:5.000

## Committenti:

- Consorzio VERGAI O
- Cooperativa Progresso Vergaio
- MAZZEI Lorenzo
- BALDI Angela, Grazia, Maria e Manuela
- DOLFI Elio
- Geo 2004

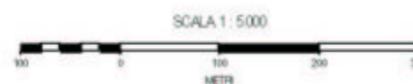
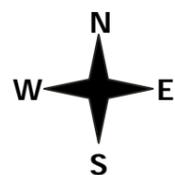
## LEGENDA

-  Ciottoli e ghiaie
-  Argille

## Dott.ssa Geol. Gioia Innocenti

Sede operativa: Via Nazario Sauro 438 - Pontelungo - Pistoia  
Domicilio fiscale: Via Molinadi Gora 19/A - 51100 Pistoia  
Tel. 0573570566 - Fax 0573910056 - cell 3281662379

LUGLIO 2008



**Dott.ssa Geol. Gioia Innocenti**

Sede operativa: Via Nazario Sauro 438 - Pontelungo - Pistoia  
Domicilio fiscale: Via Molina di Gora 19/A - 51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566 - Fax 0573 910056 - cell 328 1662379

**Ubicazione area in oggetto:**  
Località Vergaio - Provincia di Prato

DATA: Luglio 2008

**Oggetto:** Studio geologico e geotecnico per la caratterizzazione  
litostratigrafica del sottosuolo di un terreno

**Intervento:** Piano attuativo per insediamenti produttivi

## UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

200 0 200 400 Meters



scala 1:2.000



**Committenti:** Consorzio VERGAIO; Cooperativa Progresso Vergaio, MAZZEI Lorenzo, BALDI Angela  
Grazia, Maria e Manuela, DOLFI Elio e Geo 2004



**Dott.ssa Geol. Gioia Innocenti**

Sede operativa: Via Nazario Sauro 438 - Pontelungo - Pistoia

Domicilio fiscale: Via Molina di Gora 19/A - 51100 Pistoia

Tel. 0573 570566 - Fax 0573 910056 - cell 328 1662379

**Ubicazione area in oggetto:**

Località Vergaio - Provincia di Prato

DATA: Agosto - Settembre 2008

**Oggetto:** Studio geologico e geotecnico per la caratterizzazione litostratigrafica del sottosuolo di un terreno

**Intervento:** Piano attuativo per insediamenti produttivi

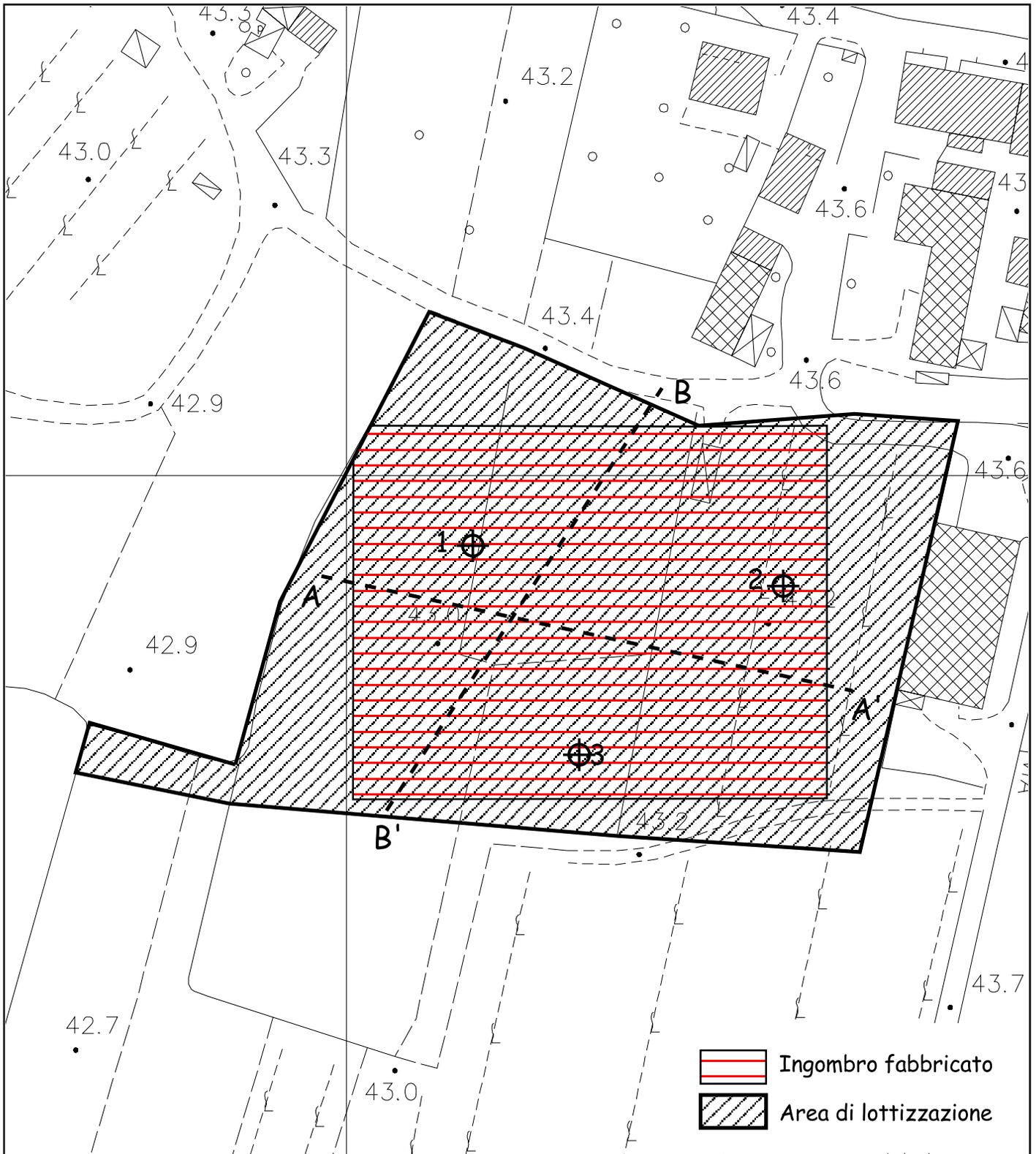
## TRACCE DI SEZIONE

200 0 200 400 Meters

scala 1:1.000

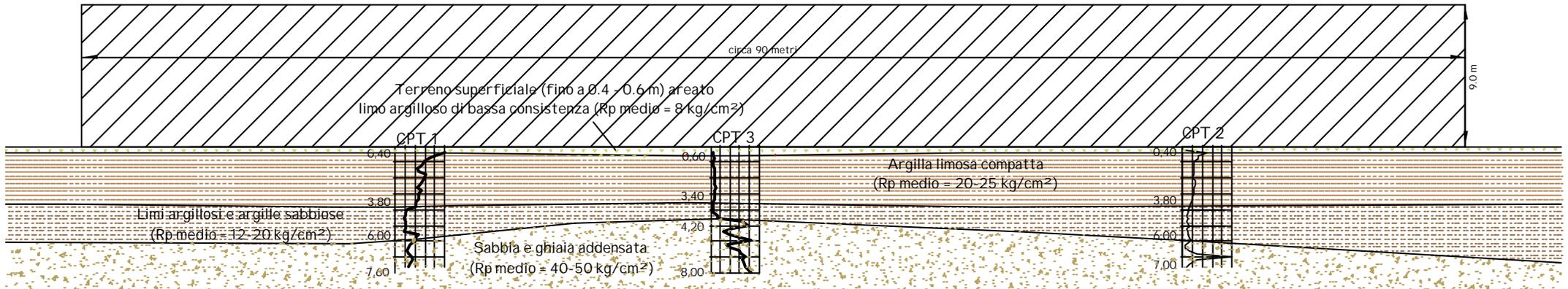


**Committenti:** Consorzio VERGAIO; Cooperativa Progresso Vergaio, MAZZEI Lorenzo, BALDI Angela Grazia, Maria e Manuela, DOLFI Elio e Geo 2004



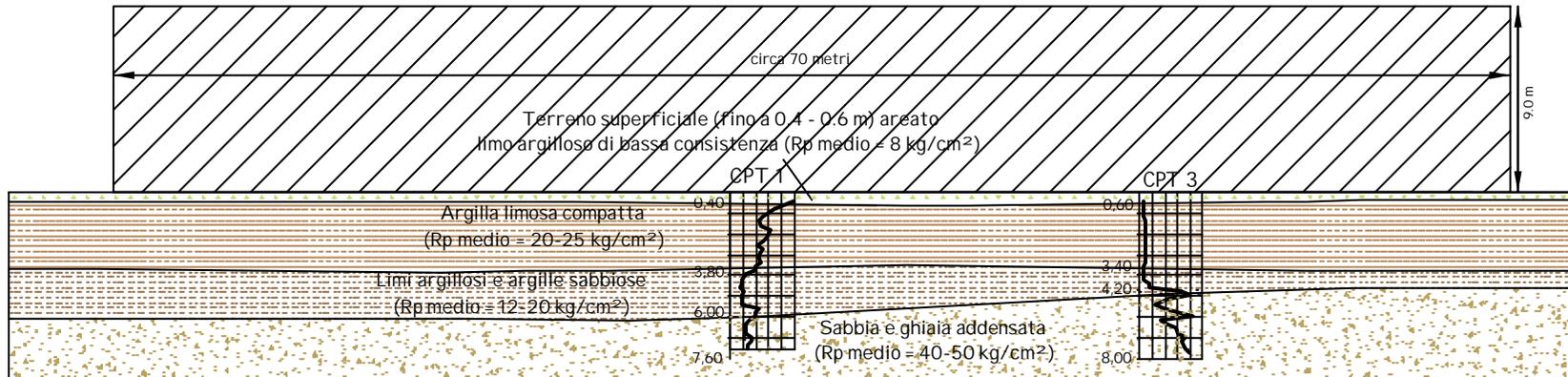
<b>Dott.ssa Geol. Gioia Innocenti</b> <b>Studio:</b> via Nazario Sauro - Pontelungo - Pistoia <b>Sede fiscale:</b> Via Molina di Gora 19/A - Pistoia Tel. 0573 570566 - Fax 0573 910056 - cell 328 1662379	<b>Ubicazione area in oggetto:</b> Località Vergaio - Provincia di Prato
	<b>Data:</b> Agosto - Settembre 2008
<b>Oggetto:</b> Studio geologico e geotecnico per la caratterizzazione litostratigrafica del sottosuolo	<b>SEZIONE STRATIGRAFICA AA'</b> Scala 1:350
<b>Intervento:</b> Piano attuativo per insediamenti produttivi	
<b>Committenti:</b> Consorzio VERGAI O, Cooperativa Progresso di Vergaio srl, MAZZEI Lorenzo, BALDI Angela, Grazia, Maria e Manuela, DOLFI Elio e Geo 2004	

INGOMBRO FABBRI CATO DI PROGETTO



<b>Dott.ssa Geol. Gioia Innocenti</b> <b>Studio:</b> via Nazario Sauro - Pontelungo - Pistoia <b>Sede fiscale:</b> Via Molina di Gora 19/A - Pistoia Tel. 0573 570566 - Fax 0573 910056 - cell 328 1662379	<b>Ubicazione area in oggetto:</b> Località Vergaio - Provincia di Prato
	<b>Data:</b> Agosto - Settembre 2008
<b>Oggetto:</b> Studio geologico e geotecnico per la caratterizzazione litostratigrafica del sottosuolo  <b>Intervento :</b> Piano attuativo per insediamenti produttivi	<b>SEZIONE STRATIGRAFICA BB'</b> Scala 1:300
<b>Committenti:</b> Consorzio VERGAIO, Cooperativa Progresso di Vergaio srl, MAZZEI Lorenzo, BALDI Angela, Grazia, Maria e Manuela, DOLFI Elio e Geo 2004	

INGOMBRO FABBRI CATO DI PROGETTO



Panoramica del lotto in oggetto



Postazione prove penetrometriche statiche



**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.01PG05-064

- committente : Dott. Innocenti  
- lavoro : Nuova lottizzazione  
- località : Via del pancolone, loc. Vergaio - Prato  
- note :

- data : 18/07/2008  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	1,33	----	<b>4,00</b>	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0
0,40	47,0	67,0	47,0	2,07	23,0	4,20	8,0	17,0	8,0	0,40	20,0
0,60	39,0	70,0	39,0	3,13	12,0	4,40	8,0	14,0	8,0	0,33	24,0
0,80	32,0	79,0	32,0	3,13	10,0	4,60	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0
<b>1,00</b>	28,0	75,0	28,0	3,20	9,0	4,80	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
1,20	24,0	72,0	24,0	2,60	9,0	<b>5,00</b>	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0
1,40	21,0	60,0	21,0	2,33	9,0	5,20	8,0	13,0	8,0	0,53	15,0
1,60	22,0	57,0	22,0	2,20	10,0	5,40	7,0	15,0	7,0	0,67	10,0
1,80	29,0	62,0	29,0	2,13	14,0	5,60	21,0	31,0	21,0	0,93	22,0
<b>2,00</b>	28,0	60,0	28,0	2,07	14,0	5,80	18,0	32,0	18,0	0,53	34,0
2,20	26,0	57,0	26,0	1,73	15,0	<b>6,00</b>	18,0	26,0	18,0	0,67	27,0
2,40	23,0	49,0	23,0	1,20	19,0	6,20	13,0	23,0	13,0	0,60	22,0
2,60	20,0	38,0	20,0	1,33	15,0	6,40	11,0	20,0	11,0	0,40	27,0
2,80	24,0	44,0	24,0	1,40	17,0	6,60	10,0	16,0	10,0	0,67	15,0
<b>3,00</b>	21,0	42,0	21,0	1,20	17,0	6,80	11,0	21,0	11,0	0,73	15,0
3,20	21,0	39,0	21,0	0,87	24,0	<b>7,00</b>	14,0	25,0	14,0	0,73	19,0
3,40	22,0	35,0	22,0	1,13	19,0	7,20	15,0	26,0	15,0	0,93	16,0
3,60	18,0	35,0	18,0	1,00	18,0	7,40	12,0	26,0	12,0	0,67	18,0
3,80	18,0	33,0	18,0	0,73	25,0	7,60	11,0	21,0	11,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 2**

2.01PG05-064

- committente : Dott. Innocenti  
- lavoro : Nuova lottizzazione  
- località : Via del pancalone, loc. Vergaio - Prato  
- note :

- data : 18/07/2008  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 6,80 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	---	---	--	1,27	---	<b>4,00</b>	15,0	31,0	15,0	0,80	19,0
0,40	64,0	83,0	64,0	1,73	37,0	4,20	12,0	24,0	12,0	0,60	20,0
0,60	42,0	68,0	42,0	2,00	21,0	4,40	10,0	19,0	10,0	0,80	12,0
0,80	40,0	70,0	40,0	3,00	13,0	4,60	14,0	26,0	14,0	0,80	17,0
<b>1,00</b>	29,0	74,0	29,0	2,13	14,0	4,80	8,0	20,0	8,0	0,27	30,0
1,20	30,0	62,0	30,0	3,33	9,0	<b>5,00</b>	16,0	20,0	16,0	1,13	14,0
1,40	29,0	79,0	29,0	3,13	9,0	5,20	8,0	25,0	8,0	0,80	10,0
1,60	28,0	75,0	28,0	3,07	9,0	5,40	15,0	27,0	15,0	0,73	20,0
1,80	27,0	73,0	27,0	3,07	9,0	5,60	15,0	26,0	15,0	1,00	15,0
<b>2,00</b>	26,0	72,0	26,0	2,53	10,0	5,80	18,0	33,0	18,0	1,47	12,0
2,20	31,0	69,0	31,0	2,73	11,0	<b>6,00</b>	19,0	41,0	19,0	0,93	20,0
2,40	32,0	73,0	32,0	2,73	12,0	6,20	7,0	21,0	7,0	0,40	17,0
2,60	28,0	69,0	28,0	2,53	11,0	6,40	7,0	13,0	7,0	0,20	35,0
2,80	30,0	68,0	30,0	2,60	12,0	6,60	17,0	20,0	17,0	1,60	11,0
<b>3,00</b>	28,0	67,0	28,0	2,13	13,0	6,80	35,0	59,0	35,0	5,73	6,0
3,20	24,0	56,0	24,0	1,60	15,0	<b>7,00</b>	126,0	212,0	126,0	1,00	126,0
3,40	24,0	48,0	24,0	1,33	18,0	7,20	35,0	50,0	35,0	1,33	26,0
3,60	20,0	40,0	20,0	1,27	16,0	7,40	16,0	36,0	16,0	0,60	27,0
3,80	18,0	37,0	18,0	1,07	17,0	7,60	11,0	20,0	11,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct= 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 3**

2.01PG05-064

- committente : Dott. Innocenti  
- lavoro : Nuova lottizzazione  
- località : Vergaio - Via del Pancolone - Prato  
- note :

- data : 18/07/2008  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	---	---	--	0,27	---	4,00	14,0	22,0	14,0	0,40	35,0
0,40	13,0	17,0	13,0	0,53	24,0	4,20	17,0	23,0	17,0	0,93	18,0
0,60	16,0	24,0	16,0	0,87	18,0	4,40	44,0	58,0	44,0	1,73	25,0
0,80	22,0	35,0	22,0	1,20	18,0	4,60	46,0	72,0	46,0	4,40	10,0
1,00	17,0	35,0	17,0	1,20	14,0	4,80	225,0	291,0	225,0	2,27	99,0
1,20	19,0	37,0	19,0	1,40	14,0	5,00	266,0	300,0	266,0	2,60	102,0
1,40	24,0	45,0	24,0	2,20	11,0	5,20	150,0	189,0	150,0	1,27	118,0
1,60	27,0	60,0	27,0	2,47	11,0	5,40	84,0	103,0	84,0	1,73	48,0
1,80	26,0	63,0	26,0	2,60	10,0	5,60	132,0	158,0	132,0	5,33	25,0
2,00	28,0	67,0	28,0	2,27	12,0	5,80	207,0	287,0	207,0	2,80	74,0
2,20	26,0	60,0	26,0	2,00	13,0	6,00	289,0	331,0	289,0	4,93	59,0
2,40	25,0	55,0	25,0	1,93	13,0	6,20	112,0	186,0	112,0	2,80	40,0
2,60	32,0	61,0	32,0	1,93	17,0	6,40	140,0	182,0	140,0	3,00	47,0
2,80	29,0	58,0	29,0	2,00	14,0	6,60	201,0	246,0	201,0	4,00	50,0
3,00	27,0	57,0	27,0	1,80	15,0	6,80	212,0	272,0	212,0	1,80	118,0
3,20	24,0	51,0	24,0	1,33	18,0	7,00	251,0	278,0	251,0	3,73	67,0
3,40	27,0	47,0	27,0	1,20	22,0	7,20	228,0	284,0	228,0	4,00	57,0
3,60	13,0	31,0	13,0	0,67	19,0	7,40	241,0	301,0	241,0	4,13	58,0
3,80	12,0	22,0	12,0	0,53	22,0	7,60	250,0	312,0	250,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

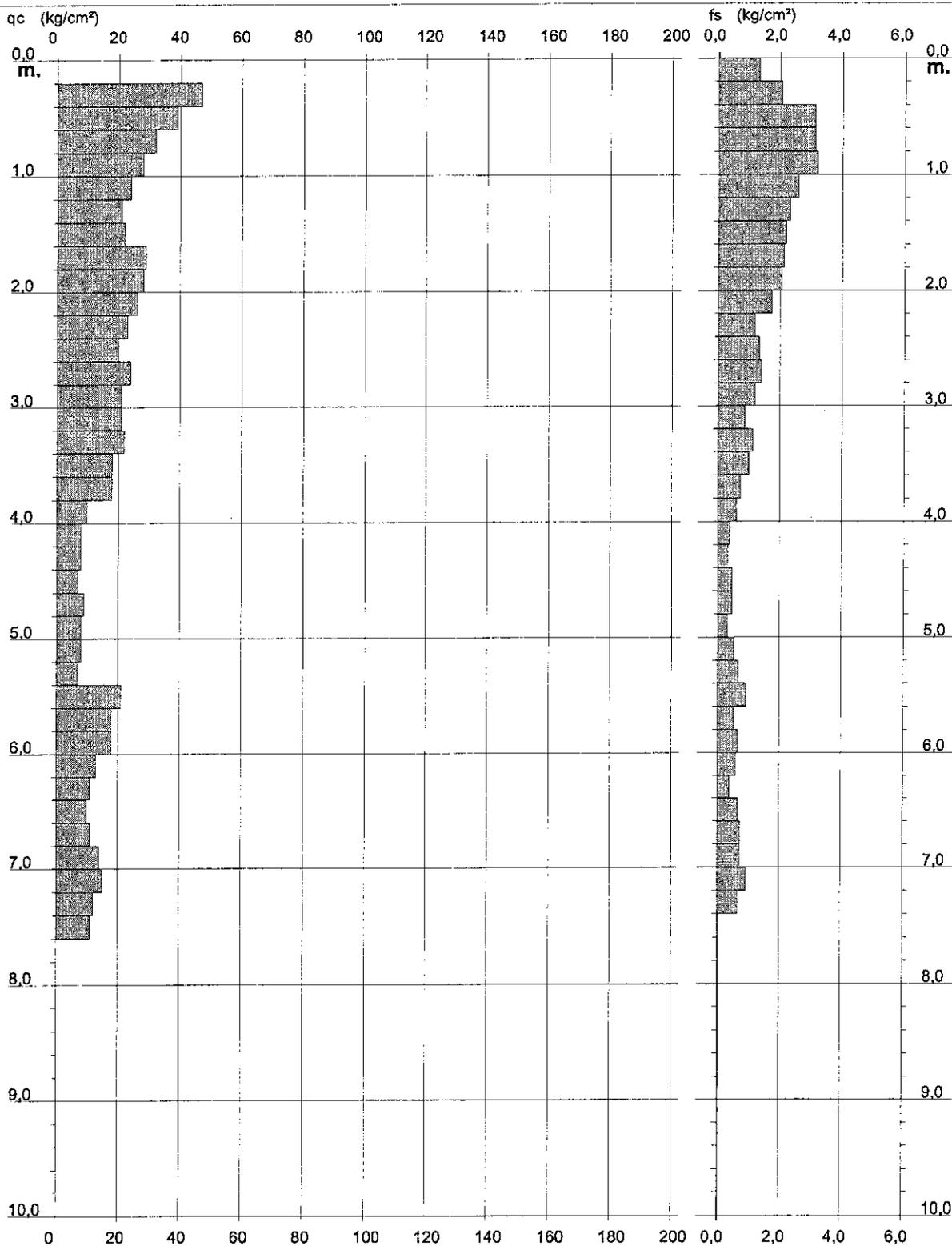
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-064

- committente : Dott. Innocenti  
- lavoro : Nuova lottizzazione  
- localit  : Via del pancolone, loc. Vergaio - Prato

- data : 18/07/2008  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



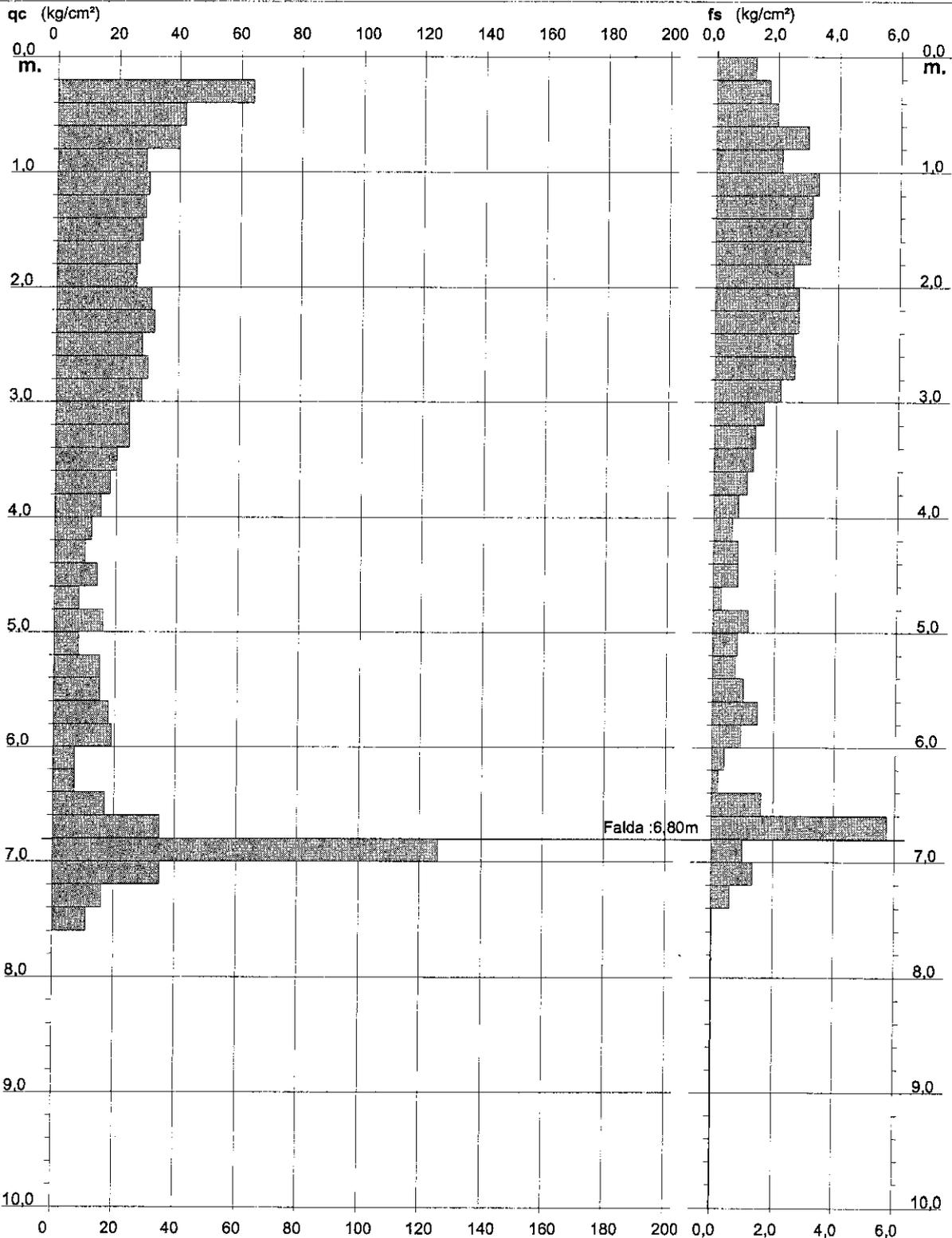
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 2**

2.01PG05-064

- committente : Dott. Innocenti  
- lavoro : Nuova lottizzazione  
- localit  : Via del pancolone, loc. Vergaio - Prato

- data : 18/07/2008  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 6,80 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 50



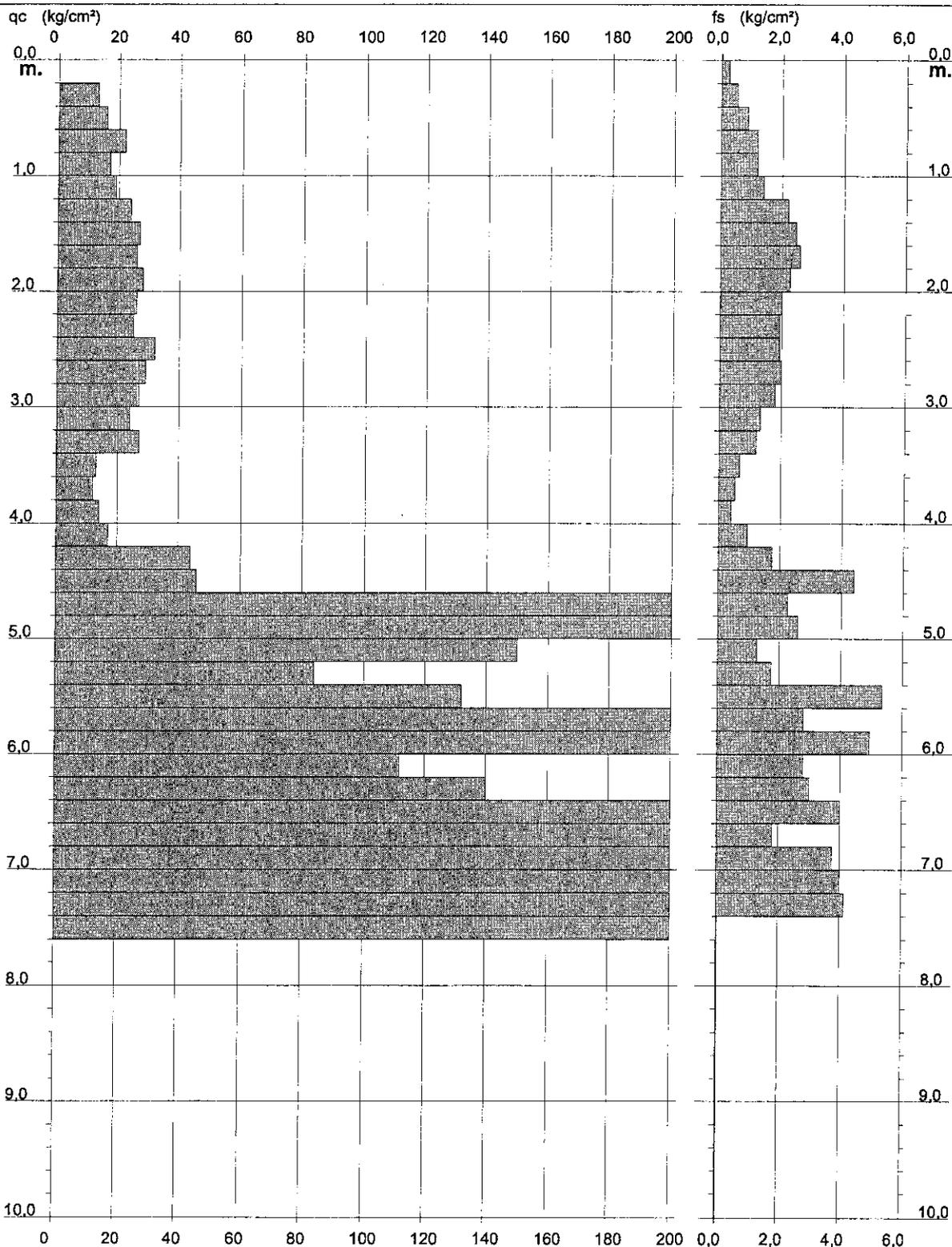
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 3**

2.01PG05-064

- committente : Dott. Innocenti  
- lavoro : Nuova lottizzazione  
- localit  : Vergaio - Via del Pancolone - Prato

- data : 18/07/2008  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50









**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**

**PROVA 1**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata**

Lunne, Robertson and Powell

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
3,80	24,7	1,8	0,4	0,4	1,3
5,40	8,8	0,5	0,9	0,9	0,4
7,60	15,0	0,6	1,2	1,2	0,7

**Modulo Edometrico**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
3,80	24,7	1,8	0,4	0,4	49,4
5,40	8,8	0,5	0,9	0,9	40,7
7,60	15,0	0,6	1,2	1,2	48,4

**Peso unità di volume**

Meyerhof

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
3,80	24,7	1,8	0,4	0,4	2,01
5,40	8,8	0,5	0,9	0,9	1,82
7,60	15,0	0,6	1,2	1,2	1,91

**TERRENI INCOERENTI**

**Angolo di resistenza al taglio**

Meyerhof

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo d'attrito (°)
3,80	24,7	1,8	0,4	0,4	28,1

## Parametri geotecnici delle prove eseguite

### Modulo Edometrico

Robertson & Campanella da Schmertmann

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
3,80	24,7	1,8	0,4	0,4	42,1

### PROVA 2

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
3,80	29,3	2,3	0,4	0,4	1,5
6,80	15,2	1,1	1,0	1,0	0,7
7,60	48,1	0,7	1,4	1,3	2,5

### Modulo Edometrico

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
3,80	29,3	2,3	0,4	0,4	58,6
6,80	15,2	1,1	1,0	1,0	48,4
7,60	48,1	0,7	1,4	1,3	96,2

### Modulo di deformazione non drenato Eu

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eu (Kg/cm <sup>2</sup> )
3,80	29,3	2,3	0,4	0,4	1085,0
6,80	15,2	1,1	1,0	1,0	531,8
7,60	48,1	0,7	1,4	1,3	1753,4

### Peso unità di volume

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
3,80	29,3	2,3	0,4	0,4	2,04
6,80	15,2	1,1	1,0	1,0	1,92
7,60	48,1	0,7	1,4	1,3	2,12

Parametri geotecnici delle prove eseguite

**TERRENI INCOERENTI**

**Angolo di resistenza al taglio**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo d'attrito (°)
7,60	48,1	0,7	1,4	1,3	38,6

**Modulo Edometrico**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
7,60	48,1	0,7	1,4	1,3	45,6

**PROVA 3**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,60	9,7	0,6	0,0	0,0	0,5
3,40	25,6	1,8	0,4	0,4	1,3
4,20	14,6	0,6	0,7	0,7	0,7
4,60	45,7	3,1	0,8	0,8	2,4

**Modulo Edometrico**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,60	9,7	0,6	0,0	0,0	42,9
3,40	25,6	1,8	0,4	0,4	51,2
4,20	14,6	0,6	0,7	0,7	48,4
4,60	45,7	3,1	0,8	0,8	91,4

**Peso unità di volume**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
0,60	9,7	0,6	0,0	0,0	1,85
3,40	25,6	1,8	0,4	0,4	2,01
4,20	14,6	0,6	0,7	0,7	1,91
4,60	45,7	3,1	0,8	0,8	2,11

Parametri geotecnici delle prove eseguite

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)
3,40	25,6	1,8	0,4	0,4	41,8
8,00	209,6	3,0	1,2	1,2	84,1

**Angolo di resistenza al taglio**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo d'attrito (°)
3,40	25,6	1,8	0,4	0,4	28,5
8,00	209,6	3,0	1,2	1,2	45,0

**Modulo Edometrico**

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
3,40	25,6	1,8	0,4	0,4	43,3
8,00	209,6	3,0	1,2	1,2	93,6