**Studio di Geologia**
Via C.Cattaneo n.3 56100 Pisa
**Geol.Cecilia Mannocci**
Tel e fax 05042331 – 3357113141
e-mail ceciliamannocci@tiscalinet.it

GEOlogia

ALLEGATO 10

ELABORATO **ADOTTATO**
CON DELIBERAZIONE
☐ Giunta Comunale
☒ Consiglio Comunale
n° 84 del 29 NOV. 2006

COMUNE DI PISA - PIANIFICAZIONE URBANISTICA -

# RELAZIONE GEOLOGICA
# PIANO ATTUATIVO
# PORTA A LUCCA – ENEL
## Via del Brennero – PISA

**scheda – norma n. 10.1 del Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa**

**Committenti: Dott. Giuseppe Martorana, Sign.ra Scardina Maria, ENEL s.p.a.**

APRILE 2006

c.f. MNN CCL 55S53 G702J p.i. 00890130503

# I N D I C E

1. Premessa 2

**PARTE I GEOLOGICA**

1.1 Geologia di superficie e del sottosuolo *4*

1.2 Stratigrafia e caratterizzazione fisico-meccanica 5

**1.3 Caratteri idrogeologici e rischio idraulico 8**

***1.4 Rischio geotecnico 10***

**PARTE II GEOTECNICA**

2.1. *"Orientamenti preliminari per tecniche fondazionali "*
Capacità portante 11

*2.2." Osservazioni su problematica cedimenti " 13*
***Conclusioni 15***

*In allegato*:

**Tav.n°1:** Estratto **CARTA PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' del R.U. del Comune di Pisa**

**Tav.n° 2: COROGRAFIA GENERALE:** Inquadramento territoriale scala 1:25.000 e urbanistico scala 1:2.000;Ubicazione prove CPT e traccia sezione

**Tav.n°3:** Estratto ***CARTA GEOLOGICA* del P.S del Comune Pisa** scala 1:10.000 e **Aggiornamento dati di base** scala 1:10.000

**Tav.n° 4:** Estratto ***CARTA IDROGEOLOGICA* del P.S del Pisa** e ***PERICOLOSITA' IDRAULICA del P.A.I*** scala 1:10.000

**Tav.n° 5:** Estratto ***CARTA LITOTECNICA e TETTO ARGILLE del* P.S. del Comune di Pisa *I*** scala 1:10.000

**Tav. n°6: SEZIONE GEOLITOLOGICA INTERPRETATIVA**

*Allegato : Certificati ed elaborati prove CPT , Grafico di Schertmann*

**PREVISIONI DI PIANO ATTUATIVO**
**VIA DEL BRENNERO, COMUNE DI PISA**

Scheda n. 10.1 D.M. 1444/68 Zona omogenea B

## 1.PREMESSA

La presente riferisce dello studio geologico eseguito sull'area oggetto di piano attuativo sita presso via del Brennero e affiancata al margine est di via Firenze, nel Comune di Pisa, con particolare riferimento alla verifica del quadro geologico-morfologico, geotecnico, idrogeologico ed idraulico, il tutto nel rispetto delle **prescrizioni generali indicate nella scheda-norma n. 10.1 del Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa** relativa al piano attuativo in oggetto, che prevede:

una ristrutturazione urbanistica il cui progetto intende riorganizzare una serie di spazi su una superficie di 8180 mq, in modo da completare il disegno urbano attraverso l'inserimento di alcuni edifici residenziali, utilizzando le tipologie già presenti nel contesto, creazione di parcheggio e di spazi verdi attrezzati lungo via del Brennero, a protezione della residenza retrostante, con lo scopo di mitigare gli impatti ambientali e gli effetti acustici provocati dalla presenza di più arterie stradali convergenti nei pressi dell'area.

L'indagine geologica a supporto del Piano Attuativo ottempera a quanto prescritto dalla L.R. 17.4.81 n.21 "Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico" e della Deliberazione del C.R. 12.2.85 n.94 "Direttive su indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica" in attuazione della L.R. 21/84 (paragrafo 6.1), integrata, per gli aspetti relativi al rischio idraulico, dalla Deliberazione del C.R. n.230 "Prescrizioni e vincoli e direttive sul rischio idraulico". Essendo il P.S. del Comune di Pisa, in cui l'intervento del P.A. si inquadra, corredato dalle indagini geologico-tecniche di supporto come richiesto dalla legge, si individua nella scheda che norma il P.A.:

- una classe di pericolosità 3a - pericolosità medio-bassa;
- una classe di fattibilità 2 per interventi edilizi con piani f.t. senza particolari condizioni ferma restando l'applicazione della normativa vigente;
- una classe di fattibilità 3 per manufatti con locali seminterrati, per i quali sono richieste **indagini di dettaglio condotte a livello di area complessiva secondo le prescrizioni contenute nelle Norme del Regolamento Urbanistico** –Prescrizioni specifiche per opere sotto p.c.
  Per il Fosso Marmigliao è prevista una fascia di rispetto di 10m dal piede esterno dell'argine su entrambi i lati ( Vincoli e condizioni ambientali della UTOE n.10 – P.S. )

v. TAV.n° 1 Estratto Carta fattibilità e pericolosità del R.U. del P.S. del Comune di Pisa

**Pertanto a livello generale il Piano Attuativo dovrà verificare i seguenti punti:**

**1. Studio idraulico che identifichi i possibili fenomeni di ristagno/allagamento ipotizzati nell'area di studio e dal quale dovrà derivare le conseguenze progettuali.**

**Lo studio idrogeologico-idraulico dell'Ing. Stefano Scorrano fa parte integrante del presente studio geologico.**

**Gli interventi previsti dal P.A. non comportano variazioni all'assetto idraulico dell'area.**

In corrispondenza dei nuovi edificati sarà prevista l'opportuna superficie libera per l'infiltrazione delle acque meteoriche e prevista la regimazione delle stesse e superficiali.

**2. Tecniche fondazionali idonee ad attenuare fenomeni di cedimenti del terreno riguardanti le opere fondazionali, in corrispondenza del volume attivo ai cedimenti per caratteristiche geotecniche dei terreni interessati.**

I nuovi edificati prevedono comunque carichi di esercizio contenuti data la tipologia proposta e non sono ipotizzabili particolari problemi di carattere geotecnico, di stabilità complessiva delle opere e cedimenti assoluti e/o differenziali significativi, si rimanda per questo al paragrafo 2.1. dove vengono descritte le caratteristiche geotecniche dei terreni e la loro parametrizzazione ed indicate le soluzioni progettuali più idonee.

**v. TAV. n°2 Corografia ed Inquadramento territoriale**

**Per la destinazione prevista, la carta dei dati di base dello Studio Geologico esistente risulta priva di prove o sondaggi in situ o comunque ragionevolmente vicini, e quindi è stata eseguita una indagine integrativa con prove CPT.**

## PARTE I GEOLOGICA

### 1.1. GEOLOGIA DI SUPERFICIE E DEL SOTTOSUOLO

"Rilievo geomorfologico ed indagine svolta"

L'area in oggetto ha una quota del p.c. di circa 2,5 m s.l.m.m.

Nella Carta Geologica del Piano Strutturale, scala 1:10000, l'area è compresa nei depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene), sigla *la*.

**v. TAV.n° 3 Carta Geologica e dei Dati di Base con Aggiornamento**

La zona in studio è attualmente perimetrata tra le aree ad alta pericolosità idraulica ( P.I.3. ) nel Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico.

**v. TAV. n°4 Carta Idrogeologica e Pericolosità Idraulica secondo P.A.I.**

Nella Carta Litotecnica del Piano Strutturale è compresa nella sigla *li* (terreni prevalentemente limosi).

Nella Carta del Tetto delle Argille compressibili, l'area in oggetto è compresa tra le isobate relative a 2 e 3 m da p.c.

**v. TAV. n°5 Carta Litotecnica e del Tetto delle Argille compressibili**

La zona dal punto di vista geomorfologico è esterna alle aree di pertinenza golenale del fiume Arno.

Alla luce di quanto esposto precedentemente (probabilità di non trovare gli stessi livelli con i medesimi fusi granulometrici e caratteristiche fisico-meccaniche), è stato ritenuto opportuno eseguire l'indagine geognostica con prove in situ del tipo CPT.

**v. TAV. n°2 dove è indicato l'ubicazione delle prove CPT eseguite ed allegato certificati prove.**

E' stata scelta una prova di tipo continuo, al fine di rilevare:

a) lo spessore dei livelli presenti;
b) di poterli valutare nel loro andamento medio che meglio caratterizza le caratteristiche geotecniche dei terreni.

L'indagine svolta è stata pertanto condotta con un penetrometro statico pesante da 20 KN, del tipo Pagani, della DITTA ICHNOGEO, tarato a NORMA AGI, la profondità raggiunta è di m10 da p.c.

*In entrambe le postazioni eseguite si è reso necessario l'utilizzo di un preforo con pala meccanica data la presenza del riporto eterogeneo sino a circa -1 metro.*

Lo strumento utilizzato permette la rilevazione ogni 20 cm dei dati (resistenza alla punta qc, laterale Fs, e il loro rapporto, tramite punta Begemann) che poi elaborati, con programma tarato sui terreni alluvionali, come quelli presenti nell'area, restituiscono la parametrizzazione da utilizzare in fase di progetto.

## 1.2. STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA

La **stratigrafia media** che si ricava è la seguente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| da p.c. | a | -1,0 m | terreno di riporto, asfalto e stabilizzato |
| da -1,0 | a | -3,2 m | complesso di argille limose mediamente consistenti con livello di argilla organica tra -1 e -2,5 m ( LIV. A ) |
| da -3,2 | a | -4,2 m | sabbie limose mediamente addensate ( lente ) |
| da -4,2 | a | -4,2/4,8 m | intercalazione di argilla organica |
| da -4,2/4,8 | a | -7,4 m | sabbie ( LIV. B) |
| da -7,4 | a | -9,4 m | sabbie e limi argillosi ( LIV. B1 ) |

**La stratigrafia può essere così commentata:**

"Caratterizzazione fisico-meccanica"

E' stata ottenuta mediando i livelli sulla base dell'omogenea risposta meccanica:

**Da piano campagna fino a -1 m** è presente un terreno rimaneggiato costituito da riporto, tipo stabilizzato, attualmente gran parte dell'area è inoltre interessata da asfaltatura superficiale.

**LIVELLO A** (da -1 a -3,2 m)

Si presenta come un livello non sempre omogeneo nella risposta penetrometrica , quest'ultima mostra infatti avere una caratterizzazione variabile dipendente dalla costituzione mista del litotipo ( argilla limosa ) con possibilità di contenere frequenti livelletti di argille plastiche, probabilmente di origine organica ( torbosa) .

Infatti sia in senso verticale che planimetrico riscontriamo circa 1,4 m di spessore interessato da argilla organica, successivamente il litotipo diviene argilla inorganica come denunzia l'andamento dei valori di resistenza laterale *fs.*

Si possono adottare per tale litotipo un peso di volume $\gamma$= 1,9 Kg\dmc, una coesione non drenata mediamente pari a 0,5 Kg/cmq.

E' un terreno con elevate caratteristiche di deformabilità ed il coefficiente di compressibilità volumetrico è di media mv = 0,025 cm/Kg.

Nella Carta di Schmertmann per la classificazione dei terreni con dati provenienti da prova penetrometrica tale livello è inquadrato tra argille organiche e terreni misti per quanto riguarda lo spessore tra i -2 e i -2,5m ed argille medie per quanto riguarda lo spessore tra i -2,4 e i -3,2m.

Impermeabile , fermo restando che la parte superiore costituita da terreni misti ed organici può essere interessata da infiltrazioni locali di acqua che, provenendo dal superiore materasso di riporto permeabile, circola nel livello coesivo naturale, degradandone ulteriormente le caratteristiche meccaniche.

***Lente di sabbia sciolta*** (da -3,4 a -4,2 m,spessore massimo al di sotto della CPT2)

E' un livello con andamento lenticolare , al di sotto della CPT1 è alto solo 0,4m, ha caratteristiche decisamente incoerenti con variazione nello stato di addensamento da sciolto a mediamente addensato.
La resistenza penetrometrica qc è compresa tra 30 e 40 Kg/cmq e per i livelli più addensati e tra 10-20 Kg /cmq per la parte più sciolta.

Si possono adottare per tale litotipo un peso di volume $\gamma$= 1,8 Kg\dmc, un angolo d'attrito $\phi$ = 27°/30°.

Nella Carta di Schmertmann per la classificazione dei terreni con dati provenienti da prova penetrometrica tale livello è inquadrato tra la sabbia e sabbia sciolta.

Permeabile.

***Intercalazione di argilla organica e inorganica*** *( da - 4,2 a -4,8m)*

**( tipo livello A )**

Livello continuo con modesta pendenza verso est, il suo spessore é comunque planimetricamente rinvenuto in entrambe le prove penetrometriche. Il litotipo é

rappresentato da argilla organica e localmente da inorganica , lo stato di consistenza è medio-basso ( qc tra 7 e 12 Kg/cmq ).

Nella Carta di Schmertmann per la classificazione dei terreni con dati provenienti da prova penetrometrica tale livello è inquadrato nelle argille organiche e terreni misti, dove migliora le caratteristiche geotecniche appartiene alle argille medie.

**LIVELLO B** (da -4,2/-4,8m a -7,4m e da -9,4 a – 10,0 m )

Si presenta come un livello omogeneo nella risposta penetrometrica , qc è pari a 30-40 Kg /cmq , lo spessore medio è circa 3 metri.

Ha una densità relativa Dr = 30/40%.

Si possono adottare per tale litotipo un peso di volume $\gamma$= 1,8 Kg\dmc, un angolo d'attrito $\phi$ = 30-32°.

E' un terreno con caratteristiche di deformabilità medio - basse ed il coefficiente di compressibilità volumetrico è mv = 0,02 cm/Kg.

Nella Carta di Schmertmann per la classificazione dei terreni con dati provenienti da prova penetrometrica tale livello è inquadrato tra le sabbie.

Permeabile

**LIVELLO B1** (da –7,4 m a -9,4 m)

Sostanzialmente il tipo B1 si differenzia dal tipo B perché ha una minore risposta penetrometrica ( qc = 8-15 Kg/cmq ).

Ha una densità relativa Dr = 15%.

Si possono adottare per tale litotipo un peso di volume $\gamma$= 1,7 Kg\dmc, un angolo d'attrito $\phi$ = 27°.

E' un terreno con caratteristiche di deformabilità medio – alte ed il coefficiente di compressibilità volumetrico è mv = 0,03 cm/Kg.

Nella Carta di Schmertmann per la classificazione dei terreni con dati provenienti da prova penetrometrica tale livello è inquadrato tra le sabbie e limi argillosi e argille sabbiose – limose.

Permeabile

In allegato nella TAV.n° 6 viene visualizzata la rappresentazione grafica della Sezione Geolitologica interpretativa.

## 1.3. Caratteri idrogeologici e Rischio Idraulico

L'area in oggetto è inserita

- nella **classe 3 a di pericolosità, media bassa della cartografia tematica del Piano Strutturale della città di Pisa** .

*Tale classificazione consente ampi margini di discrezionalità sia per quanto attiene gli strumenti che per quanto attiene i metodi di verifica.*

-nella **media pericolosità idraulica PI3 del P.A.I.** comprendente aree inondabili da eventi

con tempi di ritorno TR≤ 30 anni e con battente h<30cm

con tempi di ritorno 30 <TR≤ 100anni e con battente h≥ 30cm

*La realizzazione di strutture sul sito deve prevedere un opportuno riordino del drenaggio superficiale, in rapporto al nuovo assetto edificatorio.*

Per quanto riguarda il rischio idraulico dovuto al fenomeno di ristagno e di esondazione si richiamano qui di seguito le conclusioni della **relazione idraulica dell'Ing. Scorrano Stefano** , relazione che è parte integrante della documentazione tecnica del Piano Attuativo proposto.

Il progetto edilizio , con nuove opere di edilizia residenziale e la sistemazione dell'area limitrofa a verde e parcheggio, comporta una riqualificazione che dal punto di vista idraulico **non va ad alterare la situazione attuale in particolare rispetto al fenomeno del ristagno** :

*tutta la superficie esterna all'edificato rimane permeabile mantenendo efficace la capacità di assorbimento da parte del terreno tramite la realizzazione di giardini e di parcheggi che verranno realizzati con pavimentazione " verde ".*

Il pericolo di esondazione dovuto all'ingresso di acque meteoriche provenienti dalle aree limitrofe e dalla strada , sul terreno della proprietà verrà superato con la previsione del rialzamento del piano di calpestio di 30 cm rispetto al p.c. ( quota strada esistente ), tale rialzo verrà predisposto anche sulla rampa di accesso carrabile dei garages, è prescritto anche la realizzazione di 2 gradini per gli accessi pedonali nei locali interrati.

In merito all'art.78 Delibera del Consiglio regionale n°12 del 2000 " P.I.T." relativo ala" riduzione dell'impermeabilizzazione :

al fine di valutare se la superficie da lasciare libera secondo lo standard previsto dalla delibera svolge realisticamente il ruolo per il quale viene prescritto la non impermeabilizzazione e cioé :

.." mantenimento di una superficie permeabile pari ad almeno il 25% della superficie fondiaria...omissis.....che comunque garantisca l'assorbimento di parte delle acque meteoriche", si precisa che la demolizione dei volumi esistenti e la nuova previsione comporterà il rimaneggiamento dello spessore di riporto ed asfaltatura che interessa l'area attualmente , per **cui saranno eventualmente da ricostituire nelle aree libere le situazioni stratigrafiche superficiali che migliorino con riporti di terreno idoneo le capacità di drenaggio e smaltimento delle aree a verde ,essendo la parte superficiale rappresentata da terreno di riporto,.**
**La messa in posto , in spessore e tipologia granulometrica, dello strato superficiale *idoneo sarà una valutazione da fare in seno al cprogetto del nuovo assetto del le normali opere di regimazione.***

" caratteri idrogeologici generali dell'area e del sito in oggetto "

-nel sottosuolo l'indagine ha evidenziato la presenza di terreno superficiale di riporto, stabilizzato con matrice limo argillosa il cui spessore é di circa 1,0 metro e successivamente di argille plastiche sino a -2,4 m da p.c. attuale, identificato con piano piazzali .

La possibilità di una circolazione idrica superficiale legata alla presenza del riporto antropico esiste data la sua natura anche se che nel corso dei prefori profondi circa 1 metro non è stata segnalata ; le sottostanti argille torbose normalmente hanno ridotta permeabilità e negli scavi sono visibili in uno stato di pseudosaturazione.Al di sotto l'andamento lenticolare delle sabbie, rinvenute a circa 3,4 m da p.c., limita al loro spessore la circolazione superficiale presente.

La falda freatica vera e propria risiede nel complesso sabbioso dovuto alle alluvioni de paleoalveo del F. Arno ed è ubicata a circa 5 m da p.c.

"Inquadramento nei sistemi idraulici"

La zona oggetto del piano attuativo, come visibile nella Carta dei sistemi Idraulici del P.S. del Comune di Pisa , appartiene al sottobacino di bonifica a scolo naturale costituito principalmente da:

il fosso Marmigliaio, che recapita nel fosso Ozeretto, il quale a sua volta sfocia nel Fiume Morto all'altezza di Madonna dell'Acqua.
Al suo ingresso nell'area urbana il Fosso del Marmigliaio riceve anche le acque nere provenienti dal Fosso dei 6 Comuni.

## 1.4. RISCHIO GEOTECNICO

Trattandosi di terreni alluvionali con possibilità di passaggi eteropici laterali e verticali si possono creare le condizioni di

- vulnerabilità a cedimenti e cedimenti differenziali

La vulnerabilità al cedimento e a quello differenziale è infatti legata alla presenza di sedimenti compressibili, alla loro distribuzione plano-altimetrica, ai carichi che vengono su di essi applicati.

Nel caso in oggetto occorre fare alcune osservazioni :

- la presenza del **riporto generalizzato** comporterà un necessario sbancamento dei livelli non naturali superficiali ( minimo 1 metro) ;

- **al di sotto del suddetto riporto vi è la presenza di terreni coesivi ,argillosi**, con possibile presenza di intercalazioni plastiche, specie tra -1m e -2,5m da piano campagna attuale;

- **entrambi gli orizzonti suddetti sono da ritenersi** per propria natura notevolmente eterogenei ed eterogranulari, influenzati dalle variazioni di umidità. V. punto C4.1. del D.M. 11/03/88.

- Da quanto premesso occorre orientare le scelte progettuali verso una tipologia fondazionale che garantisca la distribuzione uniforme delle pressioni di contatto , la cui entità deve comunque essere contenuta;

- lo spessore delle argille é continuo sino a 3,5 metri di profondità , poi successivamente i terreni iniziano a passare ad un litotipo incoerente, sabbioso , per cui è il complesso sabbioso che, nel *caso di una fondazione approfondita* , costituisce gran parte del " volume attivo " ai cedimenti e quindi sotto questo aspetto garantisce una maggiore dissipazione delle pressioni neutre.

## PARTE II GEOTECNICA

### 2.1.ORIENTAMENTI PRATICI PRELIMINARI PER TECNICHE FONDAZIONALI

Alla luce dell'indagine geognostica che è stato possibile effettuare , data la presenza di manufatti ed edifici da demolire , si può indicare per i fabbricati previsti dal Piano Attuativo che **non potranno essere adottate**:

***a)*** *fondazioni dirette superficiali* **a trave rovescia,in quanto alla luce delle indagini geognostiche i primi 2,5 metri di terreno da piano campagna attuale ( piazzale ) sono costituiti da terreni non idonei come piano di fondazione secondo il punto** punto C4.1. del D.M. 11/903/88 .

***Pertanto occorrerà realizzare una tecnica fondazionale migliorativa per il contesto geologico e geotecnico accertato :***

**b) in particolare l'adozione di fondazioni a platea con piano d'imposta a circa -2,5 m nelle argille inorganiche,*i doneo piano di posa,* comporterà la parziale compensazione del carico e quindi , ai fini della previsione del cedimento accettabile , migliorerà le previsioni di progetto.**

**Nel caso b) l'utilizzo dei locali interrati effettua una trasformazione sotto il piano campagna** ed in tal caso la loro realizzazione impone la **verifica di quanto predisposto a proposito delle vigenti disposizioni relative alle opere sotto piano campagna che qui richiamiamo come espresse nella carta della Fattibilità del R.U. del Comune di Pisa, v. Tav. 1 :**

*Per ogni trasformazione sotto il piano campagna devono essere effettuati:*

- *uno studio idrogeologico inerente la falda freatica, finalizzato alla ricostruzione delle sue caratteristiche, della geometria e delle escursioni stagionali;*

- *uno studio idraulico riferito alla porzione di rete idraulica superficiale interessata dalla prevista trasformazione e comprendente altresì l'analisi della rete fognaria (per l'area urbana) e del comparto della bonifica (cintura suburbana) sotteso a tale previsione; per la definizione dell'area di studio dovrà essere consultata la carta del reticolo idrogeologico-idraulico superficiale del Piano Strutturale del Comune di Pisa;*

- *uno studio idrogeologico-idraulico sotteso a tutti i corsi d'acqua suscettibili di interessare l'opera prevista con eventuali episodi sondativi.*

*Il progetto della trasformazione deve tenere conto dei risultati degli studi di cui al comma 1.*

*La trasformazione può essere effettuata soltanto a seguito dell'esecuzione degli eventuali interventi di bonifica idraulica, che si rendessero necessari, previsti dai medesimi studi.*

## CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE PER FONDAZIONE A PLATEA

Alla luce di quanto sopra esposto e considerando che la previsione edificatoria ha locali interrati, la cui ammissibilità di progetto è stata verificata dallo studio idraulico dell'Ing. Scorrano, qui di seguito, a titolo di orientamento preliminare di tipo geotecnico, viene eseguito il calcolo del carico di rottura per fondazione a platea .

**Nella progettazione è prevista la realizzazione di una platea** con piano di posa a circa –2,4 m e dimensioni in pianta di circa 30,0 m x 12,0m, pertanto segue **il calcolo del carico ammissibile, per tali caratteristiche geometriche.**

Utilizzando la formula del Terzaghi , nel caso di terreni coesivi per fondazione a platea il **carico di rottura** $\sigma$**ult** è dato dalla relazione :

$\sigma t = vc\ c\ Nc + vt\ \gamma_1\ DNq$

poiché il livello di fondazione corrisponde al livello A geologico, *argille inorganiche* , si fa riferimento ai parametri geotecnici, desunti dalla elaborazione delle prove CPT :

$\gamma_1$ = 1,8 Kg/dmc ;

$\phi$ = angolo di attrito = 0;

c = coesione = 0,4 Kg/cmq ;

coefficienti di forma della fondazione

vc = 1 + 0,3 B/L , vbt= 1 + 0,2 B/L ; si trascurano nel calcolo

**Nc =5,7 ; N$\gamma$=1 ; Fattori di capacità portante per angolo di $\phi$ attrito=0**

D = piano di imposta = 2,4 m; B = larghezza = 12,0 m ;

**Il carico di rottura σt é:**

σt = 2,7 Kg / cmq

**e con coefficiente di sicurezza K =3 ,il carico ammissibile σa risulta** :

**σa = 0,9 Kg\cmq**

***2.2." Osservazioni su problematica cedimenti "***

Sulla base dell'indagine geognostica dal punto di vista deformativo i terreni presenti possono essere schematicamente distinti in :

- terreno a medio bassa compressibilità ( B) con mv = 0,02 cmq\Kg

- terreno a media alta compressibilità ( A e B1) con mv =0,025 /0,03cmq\Kg

**Il volume attivo dei cedimenti in una fondazione tipo platea delle dimensioni di 12,0m x 30,0m, , con piano di posa a 2,4 m da p.c., corrisponde alla fascia dei terreni presenti nei primi 18 m a partire dal piano di fondazione.**

**Si ricorda che al di sotto di tale quota il decremento tensionale arriva all'80 %, limite convenzionale stabilito per la valutazione dei terreni coinvolti nel calcolo dei cedimenti, per cui sono interessati prevalentemente i terreni del livello A , B .**

**Stima del cedimento assoluto**

Nella ipotesi di una platea che scarichi una pressione di contatto dell' ordine di 0,7 Kg\cmq ( carico di esercizio realisticamente ipotizzabile ), la tensione effettiva che va ad incrementare il carico sul terreno di fondazione é

$\sigma_{effettiva}$ **= 0,7 Kg\cmq – 0,41 Kg/cmq (*) = 0,29 Kg/cmq**

*(*) decremento geostatico per lo sbancamento pari a:*

*$\gamma$ ( peso di volume) 1,6 Kg /dmc x ( altezza riporto ) 1,0 m +*

*$\gamma$ ( peso di volume) 1,8 Kg /dmc x ( scavo in terreno naturale ) 1,4 m =*

*0,41 Kg /cmq*

*Pertanto la fondazione viene ad essere quasi totalmente compensata e l'entità netta del carico trasmesso nei sedimenti incoerenti permeabili a rapido esaurimento delle tensioni interstiziali che non comportano problematiche legate a cedimenti.*

## Conclusioni

La relazione di fattibilità geologica (e contestuale verifica idraulica dell ' Ing. Stefano Scorrano) supporta il Piano Attuativo ed ottempera alla normativa vigente in materia di relazioni geologiche a supporto di strumenti urbanistici.

Sulla base di quanto fino ad ora evidenziato, è possibile trarre le seguenti conclusioni sulla fattibilità della Piano Attuativo proposto **in ordine alla esistente classifica di pericolosità ed all'accertato , nel presente studio , contesto geologico :**

1 ) **dal punto di vista morfologico non vi sono particolari situazioni di rischio essendo il terreno destinato all'edificato completamente pianeggiante con rialzamento** rispetto alla aree a verde su lato sud-ovest.

Per cui per l' area le situazioni di vulnerabilità nei confronti dello smaltimento delle acque meteoriche ed ivi affluenti per naturale deflusso superficiale, riguardano i deflussi , provenienti da strada ed aree limitrofe, a cui sono contrapposte le misure di salvaguardia indicate nella relazione idraulica ;

2) **dal punto di vista geologico** le caratteristiche dei terreni al di sotto dello spessore complessivo di 2,4 m costituito da riporto antropico e da argilla notevolmente degradata nelle caratteristiche meccaniche per la presenza di intercalazioni organiche , sono omogenee e riferibili ai sedimenti alluvionali presenti nell' area per giacitura naturale, con continuità plano-altimetrica;

3) **dal punto di vista idrogeologico** la zona è inserita in un'area urbanizzata *va comunque salvaguardata prevedendo lo standard di aree libere e le opportune canalizzazioni delle acque superficiali, data la presenza, al di sotto del piano campagna di uno spessore di terreno con variabile permeabilità che é interessato da circolazione idrica e la cui composizione ( granulometrica ) andrà accertata dopo le demolizioni :*

*sarà eventualmente da prevedere la messa in posto nelle aree libere che devono funzionare da aree assorbenti di idoneo terreno sia per caratteristiche granulometriche che nello spessore .*

4 ) **dal punto di vista geotecnico**:

a) il terreno naturale, idoneo come piano di fondazione, secondo il punto C4.1. del D.M 11 / 3 / 88 , risulta ad una quota media di 2,4 m da p.c.;

b) gli spessori indagati A , B, e B1 risultano avere andamento suborizzontale in quanto sono correlabili dal punto di vista planoaltimetrico per uniformità delle caratteristiche geologiche e geotecniche; si riscontra un andamento lenticolare per il modesto orizzonte di sabbia superficiale ed il successivo orizzonte plastico.

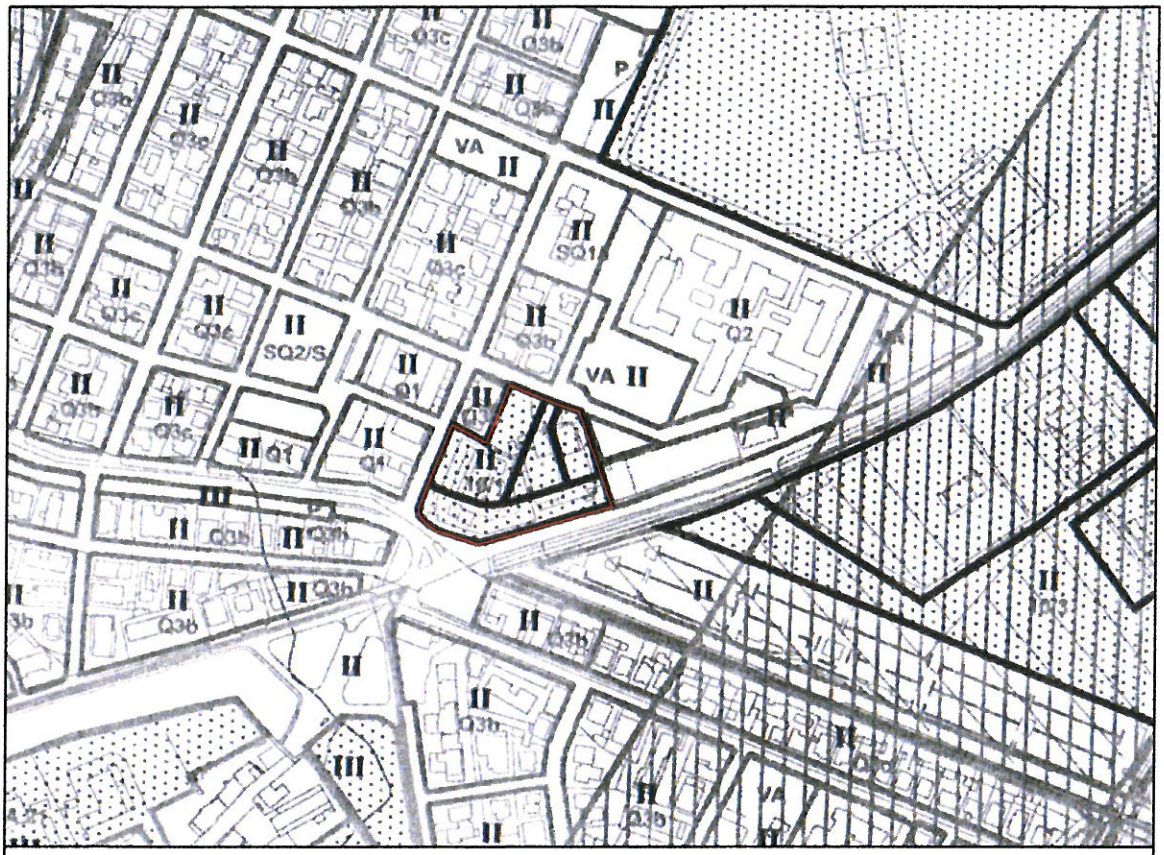
La particolare situazione del sito con presenza di un edificato da demolire consiglia di svolgere ulteriori indagini di dettaglio una volta che le superfici, dove sono previsti nuovi edifici, siano libere, al fine di confermare e di ulteriormente dettagliare il quadro conoscitivo geognostico.

*Alla luce di quanto discusso nei precedenti paragrafi si conferma la fattibilità 2 assegnata nel R.U. del P.S. del Comune di Pisa*

Il tecnico

Dr. Geol. Cecilia Mannocci

Collaboratore : Dott. Andrea Della Vista




Estratto dalla Carta della Fattibilità Geologica del R.U. del Comune di Pisa, Tav. 1b - Pisa Est - Scala 1:5000

II

***Classe 2 - Fattibilità con normali vincoli da precisare in sede di progetto***

Equivale a livelli di rischio basso. Non sono richieste indagini di dettaglio a livello di area complessiva. Il progetto deve basarsi su di un'apposita indagine geotecnica/idraulica mirata alla soluzione dei problemi evidenziati dal Piano strutturale del Comune di Pisa. La relazione geologica e la relazione geotecnica/idraulica possono formare un unico elaborato nel quale la ricostruzione geologica del sito e la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo debbono essere reciprocamente coerenti: la relazione geotecnica/idraulica deve fare esplicito riferimento alla relazione geologica e viceversa

***Sottoclasse 3a - pericolosità medio-bassa***

Comprende zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità superiori a 2 metri dal piano campagna

**PIANO ATTUATIVO**
P.TA A LUCCA - ENEL
scheda norma n. 10.1

**INQUADRAMENTO NELLA FATTIBILITA' E PERICOLOSITA' DEL R.U. DEL COMUNE DI PISA**

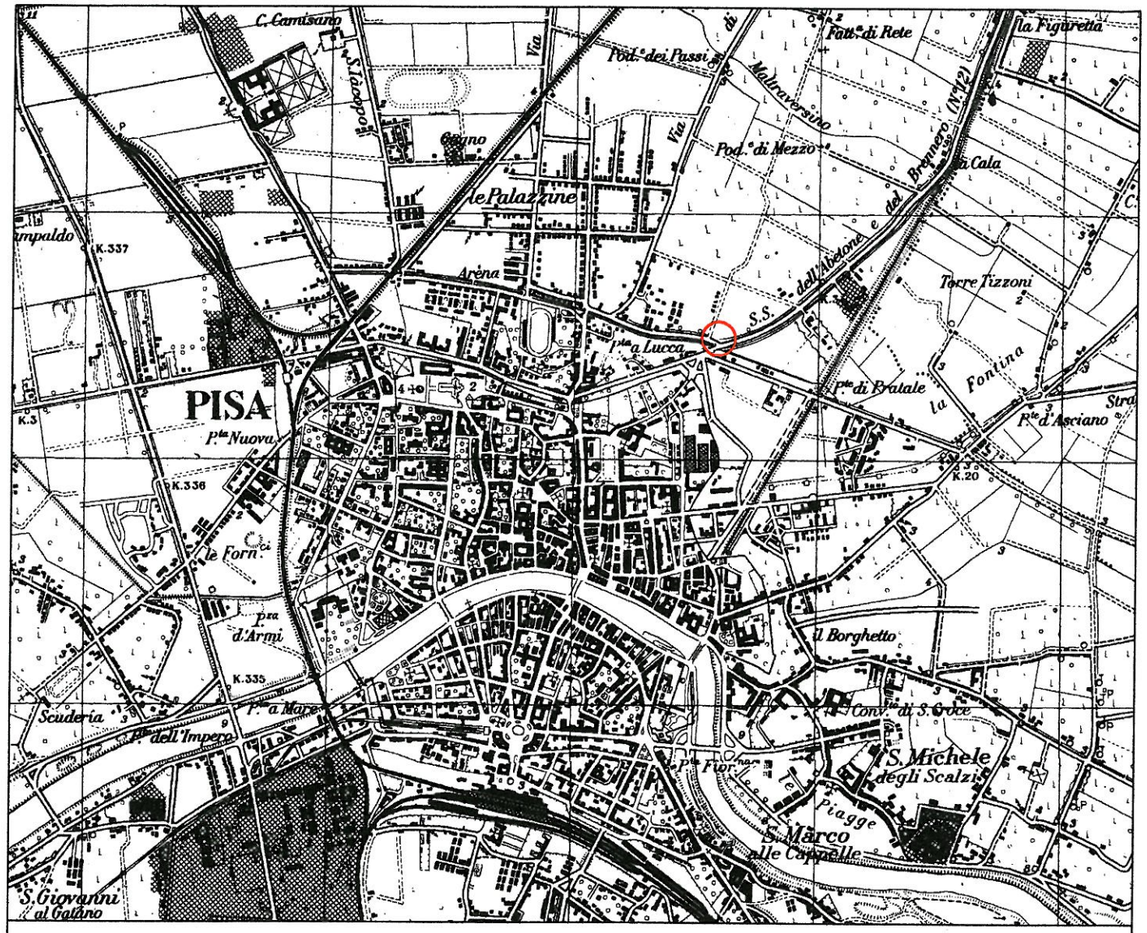
**TAVOLA n° 1**

**Aprile 2006**

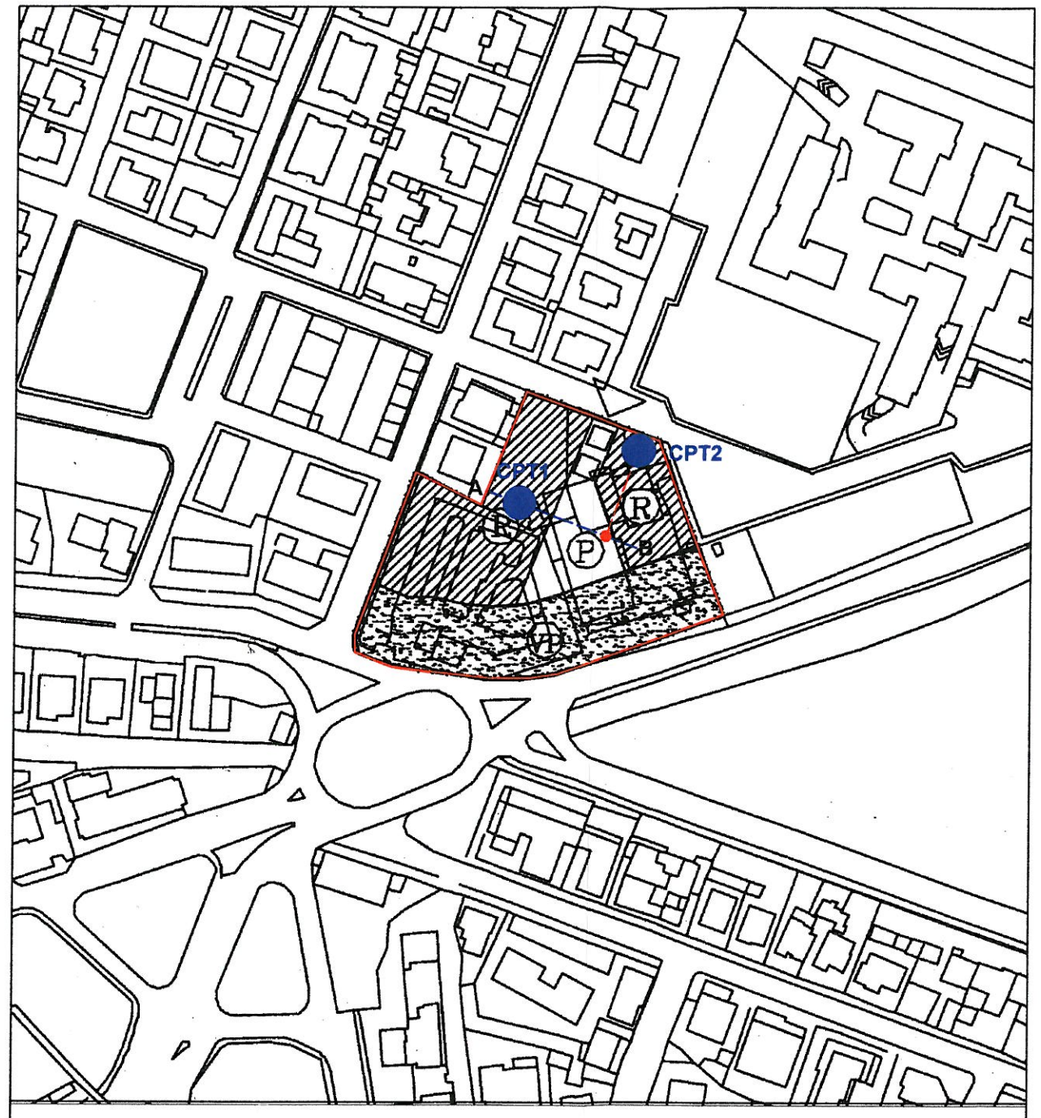
**COMUNE DI PISA**
via del Brennero

**COMMITTENTI:**
dott. MARTORANA GIUSEPPE
SCARDINA MARIA
ENEL S.P.A.

Studio di Geologia
Via C.Cattaneo, 3
56100 PISA
Geol. Cecilia Mannocci
Tel./Fax: 050/42331 Cell. 335/7113141
ceciliamannocci@tiscalinet.it




Carta Topografica d'Italia - IGMI - scala 1:25000




Estratto scheda 10.1 - R.U. - Scala 1:2000

**CPT** Prove penetrometriche statiche eseguite a supporto del Piano Attuativo in oggetto

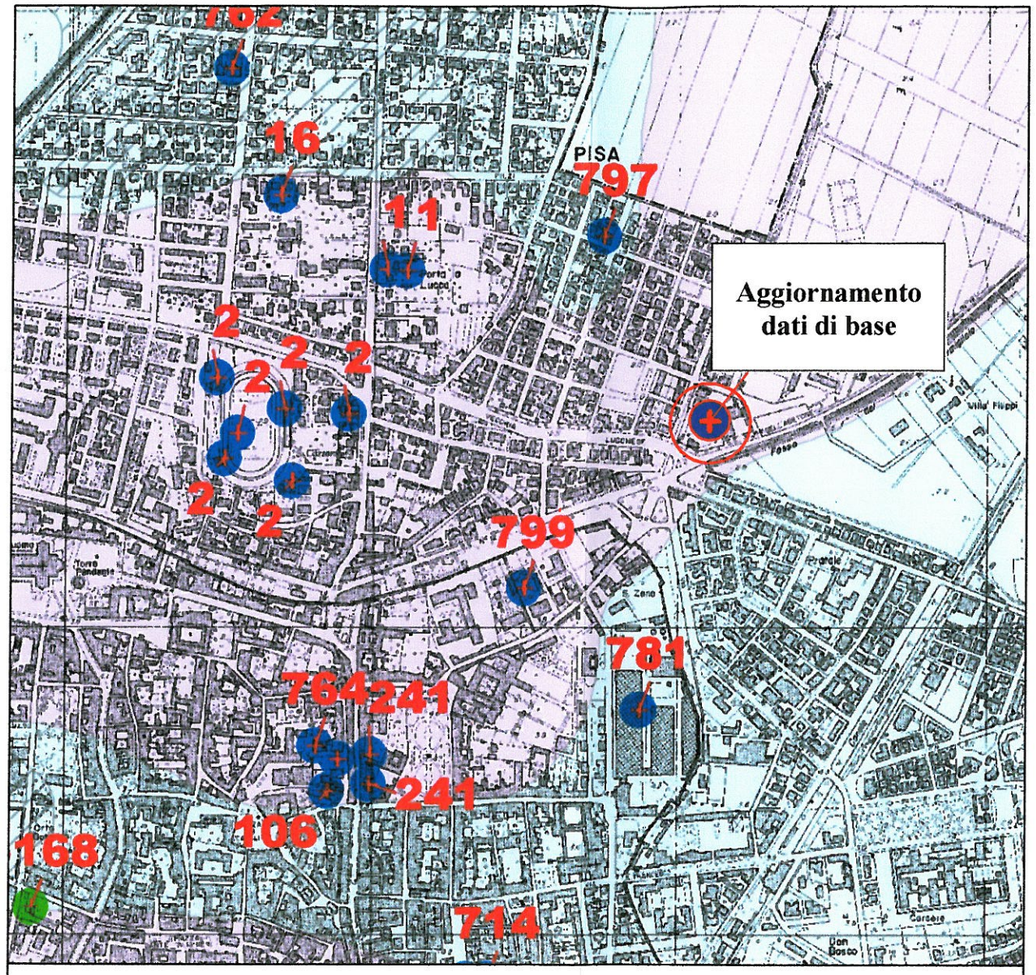
Proiezione sulla traccia della sezione geolitologica di CPT 2

Traccia della sezione geolitologica di correlazione

Area oggetto del Piano Attuativo

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **COMUNE DI PISA**<br>via del Brennero | **COMMITTENTI:**<br>dott. MARTORANA GIUSEPPE<br>SCARDINA MARIA<br>ENEL S.P.A. | **PIANO ATTUATIVO**<br>P.TA A LUCCA - ENEL<br>scheda n. 10.1 del R.U.<br>del P.S. del Comune di Pisa | **TAVOLA n° 2**<br>**Aprile 2006** | Studio di Geologia<br>Via C.Cattaneo, 3<br>56100 PISA<br>Geol. Cecilia Mannocci<br>Tel./Fax: 050/42331 Cell. 335/7113141<br>ceciliamannocci@tiscalinet.it |

**Carta geologica - scala 1:10000**
**(Estratto dalla Carta Geologica del Piano Strutturale del Comune di Pisa)**



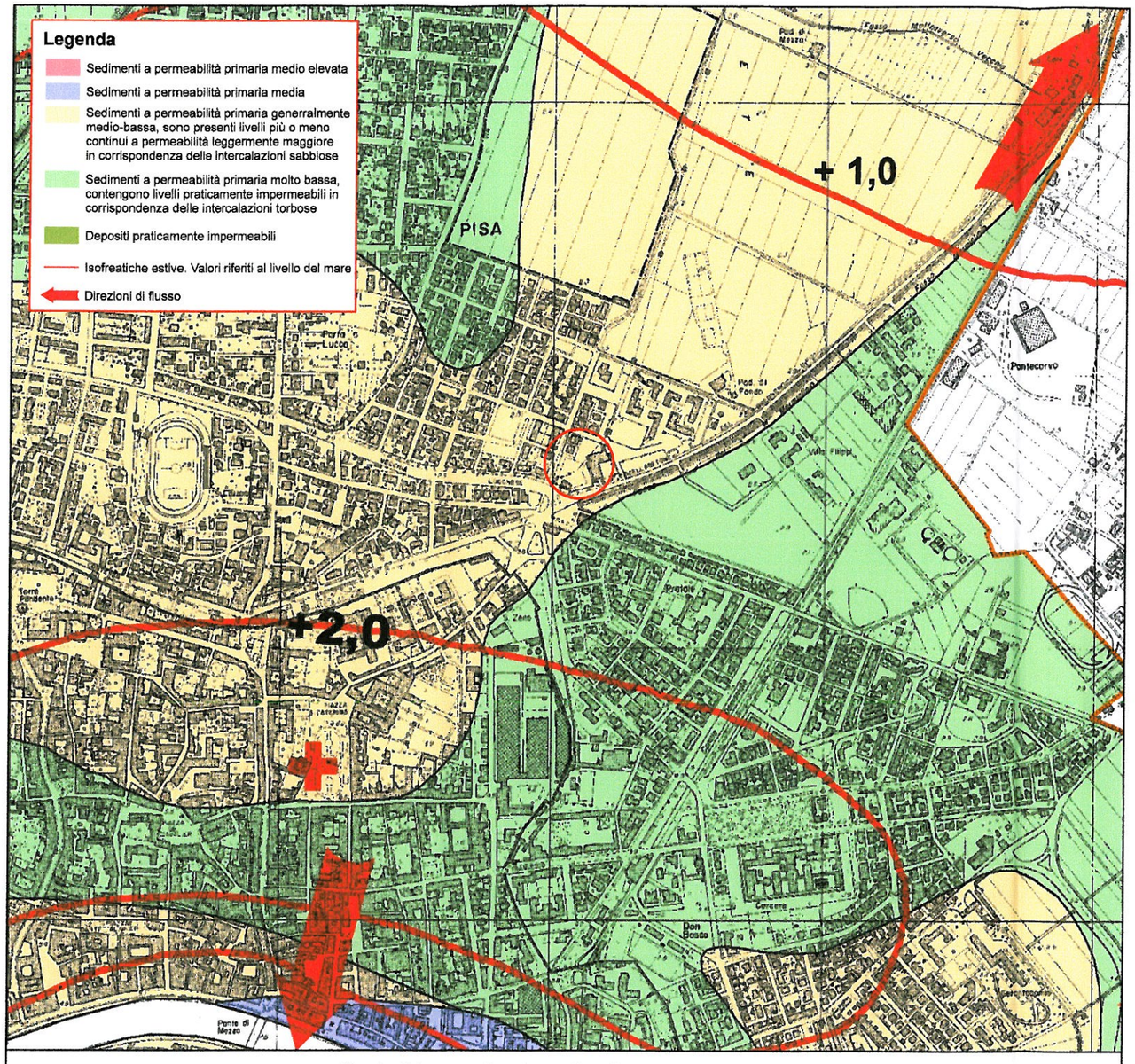

**Carta dei dati di base - scala 1:10000**
**(Estratto dalla Carta Dati di base del Piano Strutturale del Comune di Pisa)**

- Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene)
- Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene)
- Aree palustri bonificate

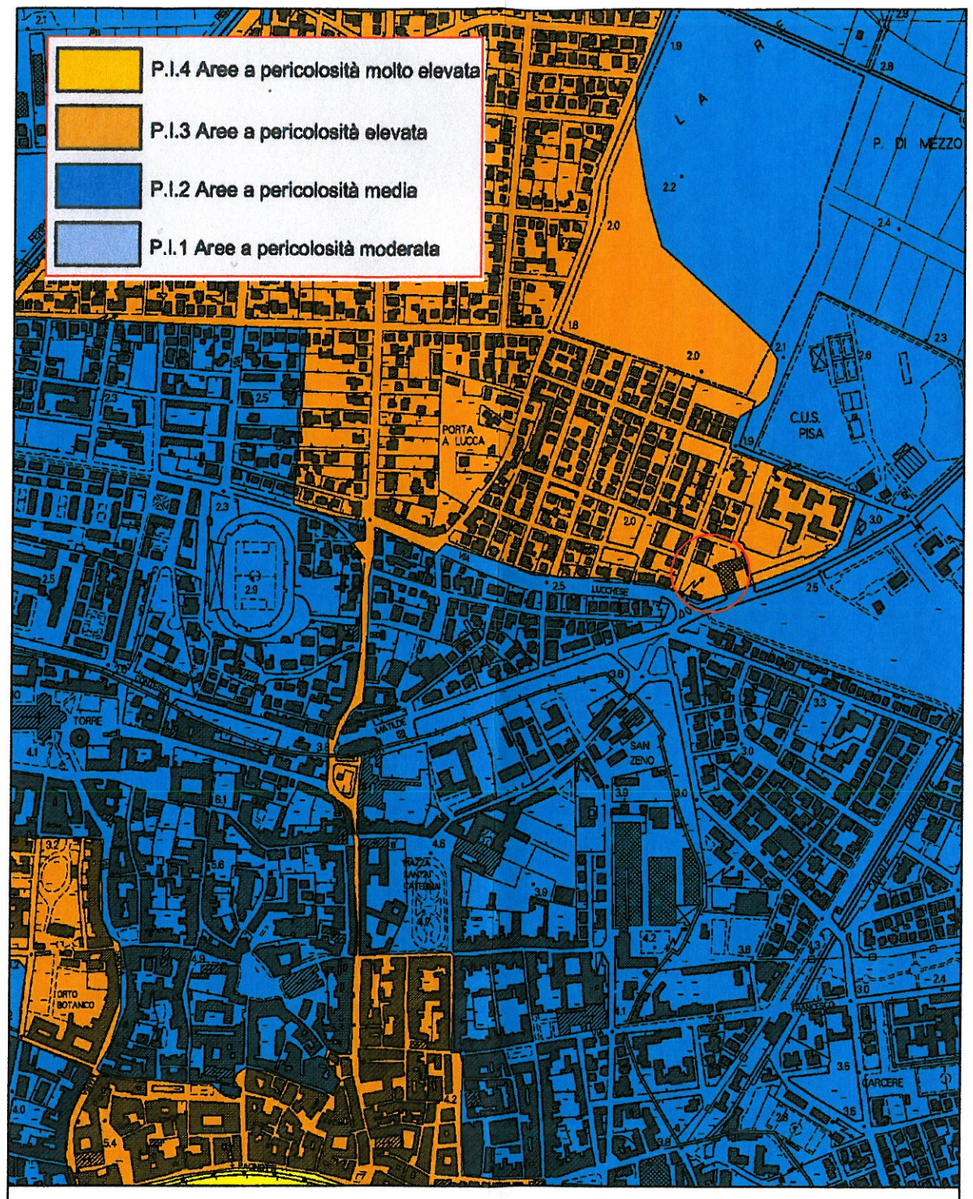
- Pozzi
- Sondaggi geognostici, prove in situ ed in laboratorio

**Area oggetto del Piano Attuativo**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **COMUNE DI PISA**<br>via del Brennero | **COMMITTENTI:**<br>dott. MARTORANA GIUSEPPE<br>SCARDINA MARIA<br>ENEL S.P.A. | **PIANO ATTUATIVO**<br>P.TA A LUCCA - ENEL<br>scheda n. 10.1 del R.U.<br>del P.S. del Comune di Pisa | **TAVOLA n° 3**<br>**Aprile 2006** | Studio di Geologia<br>Via C.Cattaneo, 3<br>56100 PISA<br>Geol. Cecilia Mannocci<br>Tel./Fax: 050/42331 Cell. 335/7113141<br>ceciliamannocci@tiscalinet.it |



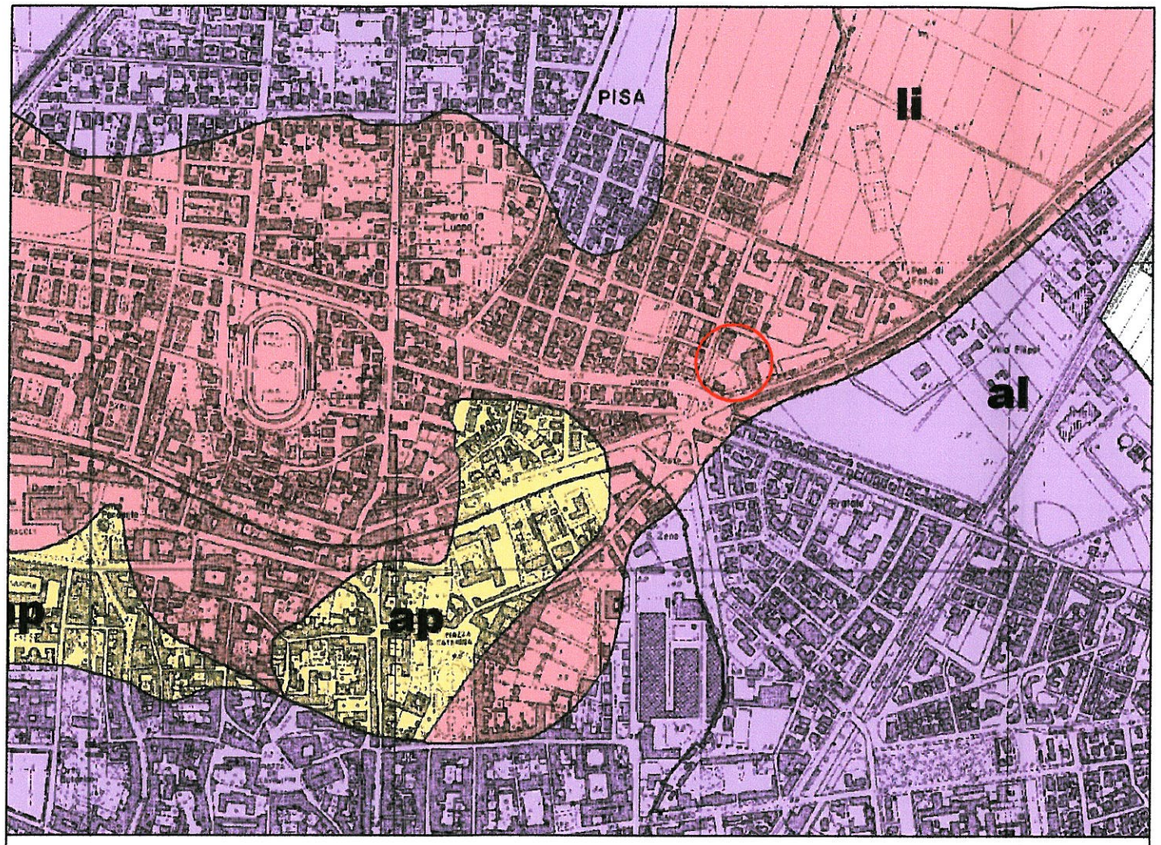

**Carta idrogeologica - Scala 1:10000**
**(Estratto dalla Carta Idrogeologica del Piano Strutturale del Comune di Pisa)**



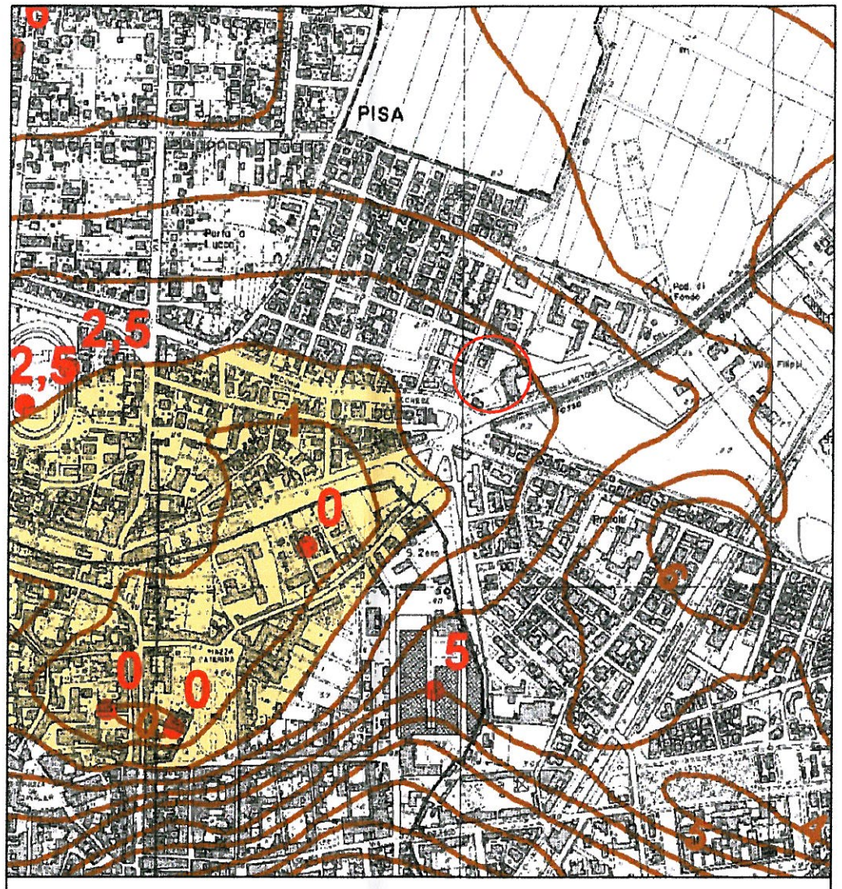

**Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - Scala 1:10000**
**Autorità di Bacino del Fiume Arno**
**(Piano di Bacino del fiume Arno - stralcio n. 351 Assetto Idrogeologico)**

Area oggetto del Piano Attuativo

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **COMUNE DI PISA**<br>via del Brennero | **COMMITTENTI:**<br>dott. MARTORANA GIUSEPPE<br>SCARDINA MARIA<br>ENEL S.P.A. | **PIANO ATTUATIVO**<br>P.TA A LUCCA - ENEL<br>scheda n. 10.1 del R.U.<br>del P.S. del Comune di Pisa | **TAVOLA n° 4**<br>**Aprile 2006** | Studio di Geologia<br>Via C.Cattaneo, 3<br>56100 PISA<br>Geol. Cecilia Mannocci<br>Tel./Fax: 050/42331 Cell. 335/7113141<br>ceciliamannocci@tiscalinet.it |




**Carta litotecnica - Scala 1:10000**
**(Estratto dalla Carta Litotecnica del Piano Strutturale del Comune di Pisa)**




**Carta del Tetto delle Argille - Scala 1:10000**
**(Estratto dalla Carta della Profondità del Tetto delle Argille compressibili del Piano Strutturale del Comune di Pisa)**

**li - Terreni prevalentemente limosi**

Si tratta di terreni prevalentemente limosi di colore nocciola con intercalazioni argillose e talvolta sabbiose. Di conseguenza i parametri geotecnici di questi terreni sono variabili in relazione al tenore di limo, argilla o sabbia. In via indicativa per quanto riguarda la frazione limo-argillosa si è riscontrato che la $R_p$ del penetrometro statico varia generalmente intorno a valori compresi tra 11 e 20 kg/cmq. La coesione varia tra 0,40 e 0,85 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica $m_v$ è compreso tra 12 e 25 cmq/t. L'angolo di attrito interno si mantiene attorno a valori generalmente bassi.

**al - Argille e limi**

Questi terreni sono costituiti da limi ed argille di colore bruno-giallastro. La componente limosa è generalmente preponderante su quella argillosa. La $R_p$ del penetrometro statico varia generalmente tra 9 e 15 kg/cmq. La coesione è compresa tra 0,4 e 0,7 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica mv assume valori tra 0,21 e 0,34 cmq/t con valori medi intorno a 0,25 cmq/t . In base a prove edometriche effettuate su campioni indisturbati prelevati negli orizzonti argillosi e limo-argillosi, è risultato che gli strati superficiali di questi terreni sono generalmente preconsolidati. Presentano inoltre valori generalmente elevati dell'indice di consistenza e valori del peso di volume compresi tra 1,7 e 1,9 kg/cmq.

**ap - Argille grigio azzurre plastiche**

Queste argille, caratterizzate da elevate plasticità ed umidità naturale, contengono al loro interno lenti sabbiose più o meno spesse. Sono normalmente consolidate e quindi più suscettibili ai cedimenti, in quanto, dai dati di prove edometriche su campioni indisturbati, la compressibilità è risultata molto elevata. Il coefficiente di compressibilità volumetrica $m_v$ è compreso tra 0,026 e 0,100 cmq/kg i cui valori più frequenti sono di circa 0,50 cmq/kg. Spesso all'interno di queste argille si trovano degli strati torbosi la cui frequenza e spessore ne influenzano negativamente il comportamento meccanico. Le argille grigie plastiche presentano valori dell'indice di consistenza e del peso di volume (variabile tra 1,6 e 1,7 kg/cmq) marcatamente più bassi dei terreni sovrastanti. La $R_p$ assume valori genericamente poco elevati compresi tra 1 e 9 kg/cmq. Anche la coesione è bassa ed è variabile tra 0,1 e 0,35 kg/cmq.

**Area oggetto del Piano Attuativo**

- Isopache dei terreni argilloso-limosi superficiali preconsolidati con intercalazioni di lenti sabbiose
- Punti di controllo con indicazione della profondità del tetto delle argille compressibili (metri dal p.c.)
- Aree di affioramento o sub affioramento delle argille plastiche compressibili

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **COMUNE DI PISA**<br>via del Brennero | **COMMITTENTI:**<br>dott. MARTORANA GIUSEPPE<br>SCARDINA MARIA<br>ENEL S.P.A. | **PIANO ATTUATIVO**<br>P.TA A LUCCA - ENEL<br>scheda n. 10.1 del R.U.<br>del P.S. del Comune di Pisa | **TAVOLA n° 5**<br>**Aprile 2006** | Studio di Geologia<br>Via C.Cattaneo, 3<br>56100 PISA<br>Geol. Cecilia Mannocci<br>Tel./Fax: 050/42331 Cell. 335/7113141<br>ceciliamannocci@tiscalinet.it |

Allegato indagini APRILE 2006

Certificati ed elaborati prove CPT

# ALLEGATO FOTOGRAFICO UBICAZIONE PROVE CPT

**PROVA CPT 1 , dietro Area Enel in via del Brennero**

**PROVA CPT 2 , sullo sfondo Officina TIRRENO**

**Ichnogeo** sas
56028 San Miniato Basso, via Ilaria Alpi 18/20
tel 0571/43213 fax 0571/403063 - P.IVA 01266480506
www.ichnogeo.it

Laboratorio ALGI n. 37

# LABORATORIO GEOTECNICO

## PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

*norma di riferimento* : Raccomandazioni AGI 1977

verbale di accettazione n° **06P022** del **24/04/06**
rapporto di prova n° **0278/06** del **16/05/06**

Comm.te: **Giuseppe Martorana - Enel S.p.A.**
Località: **Pisa - via Palermo/p.le Martin Luther King**
prova n° **CPT 1**

---

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

*penetrometro:* statico RMU 200 kN, autoancorante
*sistema di ancoraggio:* elicoidi diam. 220 mm - prof. circa 1,60 m da p. c.
*sistema di misura:* cella di carico di sommità NBC elettronica con visualizzatore Pagani - risoluz. 98 N
*punta:* meccanica tipo Begemann con manicotto di attrito

| | | |
|---|---|---|
| *diametro* | 3,75 | cm |
| *area punta* | 10 | $cm^2$ |
| *angolo di apertura* | 60 | ° |
| *area manicotto* | 150 | $cm^2$ |

*peso aste interne:* 13,5 N/m
*passo di lettura:* 0,2 m

---

## DATI DI PROVA

*data di esecuzione:* 24/04/06

*prof. inizio prova (m):* 0,6 da p.c.
*prof. fine prova (m):* 10,6 da p.c.
*totale metri prova:* 10
*livello di falda (m):* non rilevato

| *profondità da p.c. (m)* | *Forza assiale (kN)* | | *Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)* | *Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)* | $q_c/f_s$ | *note* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *punta* | *punta + manicotto* | | | | |
| 0,80 | non mis. | non mis. | | | | anello allargatore |
| 1,00 | non mis. | non mis. | | | | |
| 1,20 | 1,86 | 2,25 | 1,86 | 26,2 | 70,9 | |
| 1,40 | 1,85 | 2,54 | 1,85 | 45,8 | 40,5 | |
| 1,60 | 1,46 | 3,03 | 1,46 | 104,6 | 13,9 | |
| 1,80 | 1,16 | 2,44 | 1,16 | 85,0 | 13,7 | |



il Direttore di laboratorio

ICHNOGEO s.a.s.
Dr. Renzo Cavallini

| profondità da p.c. (m) | Forza assiale (kN) | | Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa) | Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa) | $q_c/f_s$ | note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | punta | punta + manicotto | | | | |
| 2,00 | 0,77 | 1,85 | 0,77 | 71,9 | 10,6 | |
| 2,20 | 0,86 | 1,45 | 0,86 | 39,2 | 21,9 | |
| 2,40 | 0,86 | 1,45 | 0,86 | 39,2 | 21,9 | |
| 2,60 | 0,76 | 1,25 | 0,76 | 32,7 | 23,2 | |
| 2,80 | 0,46 | 0,95 | 0,46 | 32,7 | 14,1 | |
| 3,00 | 0,95 | 1,34 | 0,95 | 26,2 | 36,3 | |
| 3,20 | 0,85 | 1,63 | 0,85 | 52,3 | 16,2 | |
| 3,40 | 3,10 | 3,49 | 3,10 | 26,2 | 118,6 | misure poco stabili |
| 3,60 | 4,08 | 5,16 | 4,08 | 71,9 | 56,7 | |
| 3,80 | 1,23 | 2,80 | 1,23 | 104,6 | 11,8 | misure poco stabili |
| 4,00 | 1,23 | 2,41 | 1,23 | 78,5 | 15,7 | |
| 4,20 | 1,03 | 1,62 | 1,03 | 39,2 | 26,3 | anello allargatore |
| 4,40 | 1,81 | 2,21 | 1,81 | 26,2 | 69,3 | |
| 4,60 | 0,93 | 1,71 | 0,93 | 52,3 | 17,7 | |
| 4,80 | 2,79 | 3,47 | 2,79 | 45,8 | 60,9 | |
| 5,00 | 3,08 | 3,86 | 3,08 | 52,3 | 58,9 | |
| 5,20 | 1,80 | 2,68 | 1,80 | 58,9 | 30,6 | |
| 5,40 | 2,29 | 3,07 | 2,29 | 52,3 | 43,8 | |
| 5,60 | 2,48 | 3,27 | 2,48 | 52,3 | 47,5 | |
| 5,80 | 1,89 | 2,77 | 1,89 | 58,9 | 32,1 | |
| 6,00 | 3,65 | 4,44 | 3,65 | 52,3 | 69,9 | |
| 6,20 | 4,54 | 5,71 | 4,54 | 78,5 | 57,8 | |
| 6,40 | 4,92 | 5,81 | 4,92 | 58,9 | 83,7 | |
| 6,60 | 4,43 | 5,51 | 4,43 | 71,9 | 61,6 | |
| 6,80 | 4,13 | 5,31 | 4,13 | 78,5 | 52,7 | |
| 7,00 | 4,82 | 6,09 | 4,82 | 85,0 | 56,7 | |
| 7,20 | 5,31 | 5,70 | 5,31 | 26,2 | 202,8 | |
| 7,40 | 1,18 | 2,66 | 1,18 | 98,1 | 12,1 | |
| 7,60 | 0,89 | 1,77 | 0,89 | 58,9 | 15,1 | |
| 7,80 | 0,79 | 1,08 | 0,79 | 19,6 | 40,0 | |
| 8,00 | 0,78 | 1,08 | 0,78 | 19,6 | 39,9 | |
| 8,20 | 0,88 | 1,27 | 0,88 | 26,2 | 33,6 | |
| 8,40 | 0,88 | 1,27 | 0,88 | 26,2 | 33,5 | |
| 8,60 | 0,97 | 1,36 | 0,97 | 26,2 | 37,1 | |
| 8,80 | 1,26 | 1,75 | 1,26 | 32,7 | 38,6 | |
| 9,00 | 1,55 | 2,24 | 1,55 | 45,8 | 34,0 | |
| 9,20 | 2,63 | 4,00 | 2,63 | 91,6 | 28,7 | |
| 9,40 | 3,22 | 4,49 | 3,22 | 85,0 | 37,8 | |
| 9,60 | 3,61 | 4,39 | 3,61 | 52,3 | 68,9 | |
| 9,80 | 3,60 | 4,78 | 3,60 | 78,5 | 45,9 | |
| 10,00 | 4,29 | 5,66 | 4,29 | 91,6 | 46,8 | |
| 10,20 | 4,09 | 4,68 | 4,09 | 39,2 | 104,2 | |
| 10,40 | 3,99 | 4,77 | 3,99 | 52,3 | 76,2 | |



il Direttore di laboratorio

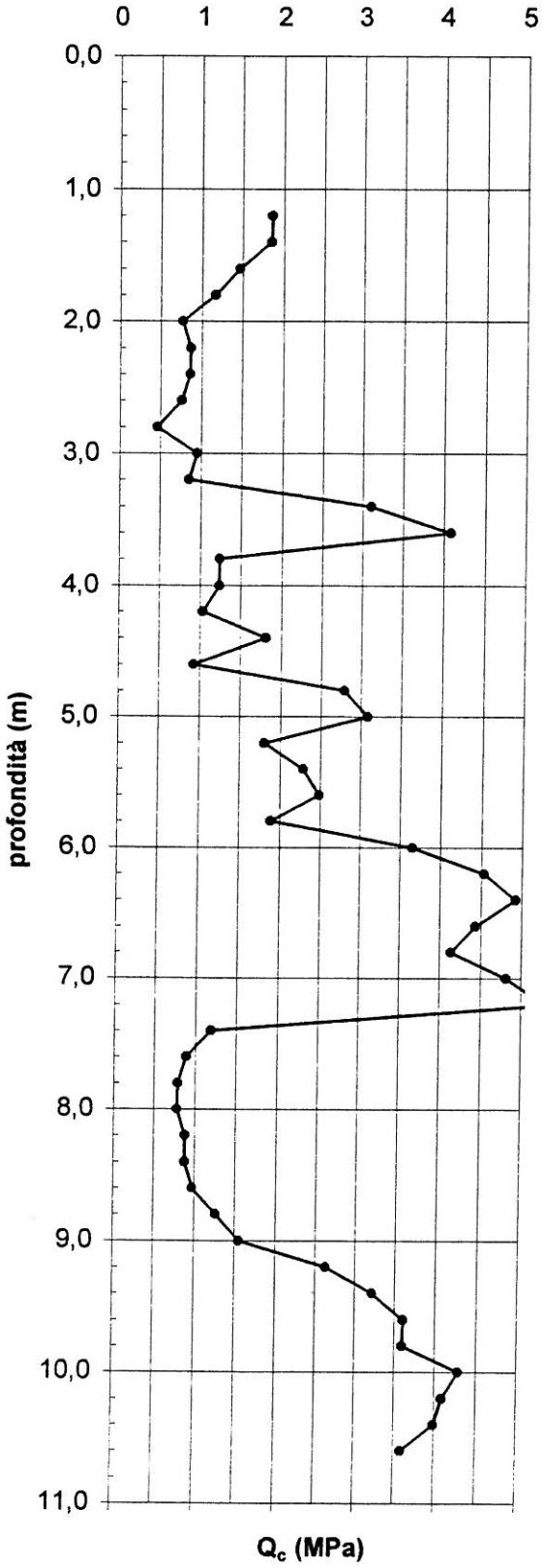
Lo sperimentatore
ICHNOGEO s.a.s.
*Dr. Renzo Cavallini*

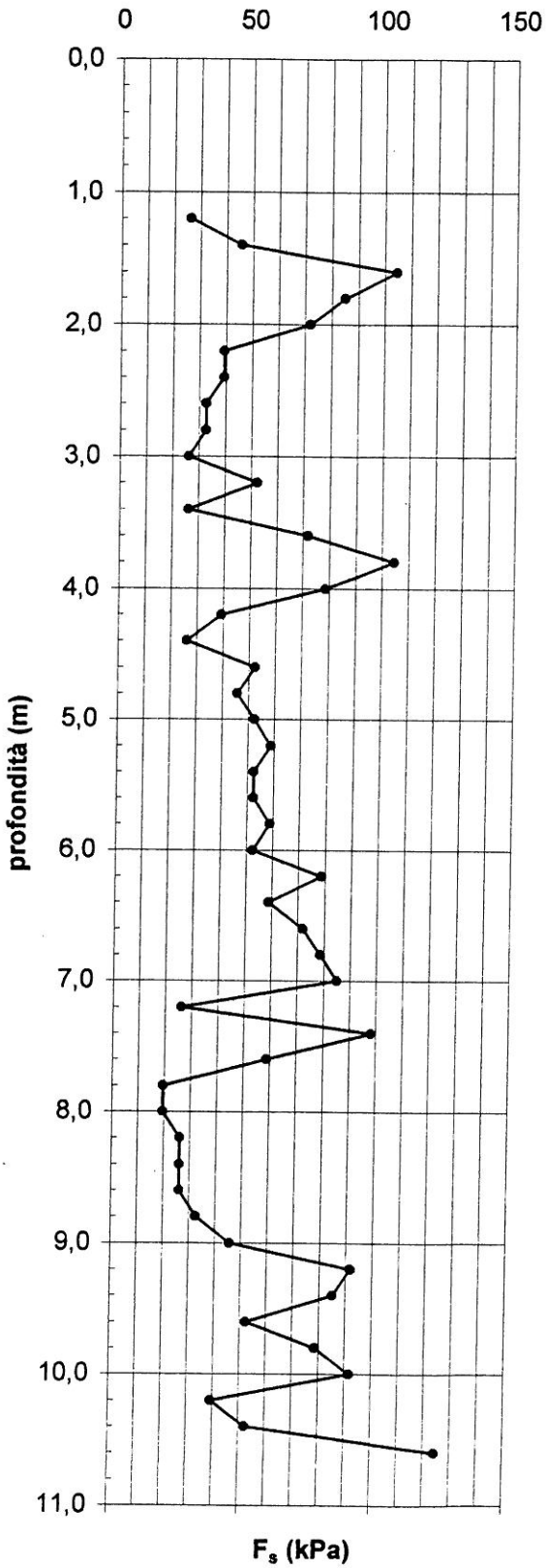
| *profondità da p.c. (m)* | *Forza assiale (kN)* | | *Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)* | *Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)* | *$q_c/f_s$* | *note* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *punta* | *punta + manicotto* | | | | |
| 10,60 | 3,59 | 5,46 | 3,59 | 124,3 | 28,9 | misure poco stabili |



il Direttore di laboratorio

il sperimentatore
ICHNOGEO s.a.s.
*Dr. Renzo Cavallini*



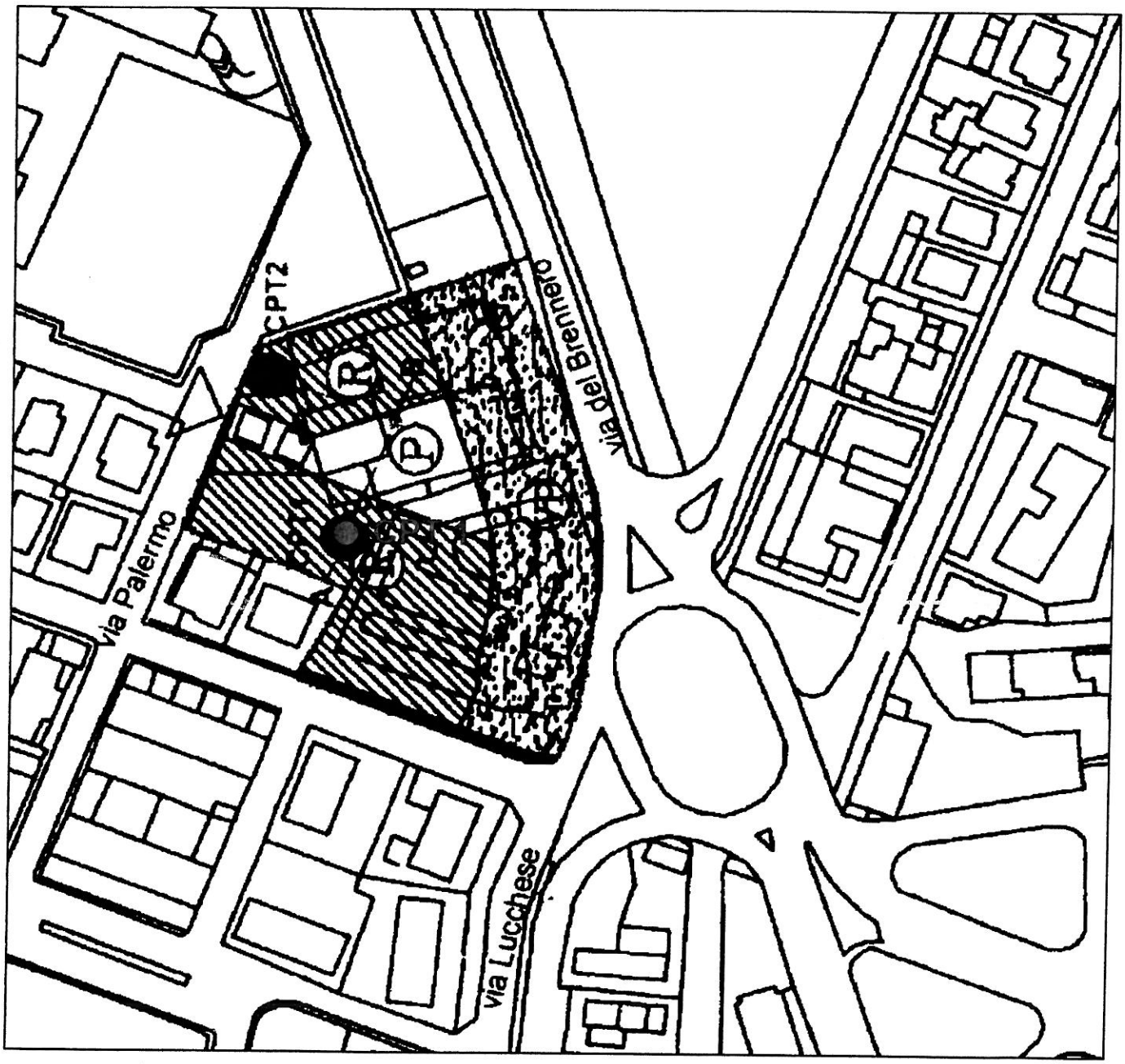



il Direttore di Laboratorio

lo sperimentatore
ICHNOGEO s.a.s.
*Dr. Renzo Cavallini*

UBICAZIONE DELLA PROVA

*Pisa - via Palermo/p.le Martin Luther King*






il Direttore di laboratorio

lo sperimentatore
ICHNOGEO s.a.s.
*Dr. Renzo Cavallini*

**Ichnogeo** sas
56028 San Miniato Basso, via Ilaria Alpi 18/20
tel 0571/43213 fax 0571/403063 - P.IVA 01266480506
www.ichnogeo.it

Laboratorio ALGI n. 37

## LABORATORIO GEOTECNICO

### PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

*norma di riferimento* : Raccomandazioni AGI 1977

verbale di accettazione n° **06P022** del **24/04/06**
rapporto di prova n° **0279/06** del **16/05/06**

Comm.te: **Giuseppe Martorana - Enel S.p.A.**
Località: **Pisa - via Palermo/p.le Martin Luther King**
prova n° **CPT 2**

---

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

*penetrometro:* statico RMU 200 kN, autoancorante
*sistema di ancoraggio:* elicoidi diam. 220 mm - prof. circa 1,60 m da p. c.
*sistema di misura:* cella di carico di sommità NBC elettronica con visualizzatore Pagani - risoluz. 98 N
*punta:* meccanica tipo Begemann con manicotto di attrito

| | | |
|---|---|---|
| *diametro* | 3,75 | cm |
| *area punta* | 10 | $cm^2$ |
| *angolo di apertura* | 60 | ° |
| *area manicotto* | 150 | $cm^2$ |

*peso aste interne:* 13,5 N/m
*passo di lettura:* 0,2 m

---

DATI DI PROVA

*data di esecuzione:* 24/04/06

| | | |
|---|---|---|
| *prof. inizio prova (m):* | 0,4 | da p.c. |
| *prof. fine prova (m):* | 10,4 | da p.c. |
| *totale metri prova:* | 10 | |
| *livello di falda (m):* | non rilevato | |

| *profondità da p.c. (m)* | *Forza assiale (kN)* | | *Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)* | *Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)* | *$q_c/f_s$* | *note* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *punta* | *punta + manicotto* | | | | |
| 0,60 | non mis. | non mis. | | | | |
| 0,80 | non mis. | non mis. | | | | |
| 1,00 | 2,44 | 3,13 | 2,44 | 45,8 | 53,4 | |
| 1,20 | 2,05 | 3,72 | 2,05 | 111,2 | 18,4 | |
| 1,40 | 1,46 | 3,42 | 1,46 | 130,8 | 11,1 | |
| 1,60 | 1,65 | 3,02 | 1,65 | 91,6 | 18,0 | |



il Direttore di laboratorio

ICHNOGEO s.a.s.
Dr. Renzo Cavallini

| *profondità da p.c. (m)* | *Forza assiale (kN)* | | *Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)* | *Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)* | *$q_c/f_s$* | *note* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *punta* | *punta + manicotto* | | | | |
| 1,80 | 1,26 | 2,73 | 1,26 | 98,1 | 12,8 | |
| 2,00 | 1,06 | 2,23 | 1,06 | 78,5 | 13,5 | |
| 2,20 | 1,15 | 2,23 | 1,15 | 71,9 | 16,0 | |
| 2,40 | 0,95 | 1,84 | 0,95 | 58,9 | 16,2 | |
| 2,60 | 0,66 | 1,44 | 0,66 | 52,3 | 12,6 | |
| 2,80 | 0,65 | 1,34 | 0,65 | 45,8 | 14,3 | |
| 3,00 | 0,85 | 1,24 | 0,85 | 26,2 | 32,4 | |
| 3,20 | 1,04 | 1,43 | 1,04 | 26,2 | 39,8 | |
| 3,40 | 0,84 | 1,23 | 0,84 | 26,2 | 32,2 | |
| 3,60 | 1,92 | 2,21 | 1,92 | 19,6 | 97,8 | misure poco stabili |
| 3,80 | 1,62 | 2,70 | 1,62 | 71,9 | 22,5 | |
| 4,00 | 1,13 | 1,42 | 1,13 | 19,6 | 57,5 | |
| 4,20 | 2,60 | 3,58 | 2,60 | 65,4 | 39,7 | |
| 4,40 | 0,83 | 1,61 | 0,83 | 52,3 | 15,8 | |
| 4,60 | 0,73 | 1,41 | 0,73 | 45,8 | 15,9 | |
| 4,80 | 0,73 | 1,12 | 0,73 | 26,2 | 27,7 | |
| 5,00 | 2,78 | 3,18 | 2,78 | 26,2 | 106,4 | |
| 5,20 | 2,00 | 2,78 | 2,00 | 52,3 | 38,1 | |
| 5,40 | 1,01 | 1,60 | 1,01 | 39,2 | 25,8 | |
| 5,60 | 1,99 | 2,58 | 1,99 | 39,2 | 50,7 | |
| 5,80 | 2,97 | 3,26 | 2,97 | 19,6 | 151,3 | |
| 6,00 | 2,97 | 3,46 | 2,97 | 32,7 | 90,7 | |
| 6,20 | 3,65 | 4,63 | 3,65 | 65,4 | 55,8 | anello allargatore |
| 6,40 | 3,94 | 5,02 | 3,94 | 71,9 | 54,8 | misure poco stabili |
| 6,60 | 4,13 | 5,41 | 4,13 | 85,0 | 48,6 | |
| 6,80 | 2,86 | 3,94 | 2,86 | 71,9 | 39,7 | |
| 7,00 | 3,44 | 4,52 | 3,44 | 71,9 | 47,9 | |
| 7,20 | 3,15 | 3,44 | 3,15 | 19,6 | 160,3 | |
| 7,40 | 0,79 | 1,97 | 0,79 | 78,5 | 10,0 | |
| 7,60 | 0,79 | 1,47 | 0,79 | 45,8 | 17,2 | |
| 7,80 | 0,78 | 1,08 | 0,78 | 19,6 | 39,9 | |
| 8,00 | 0,58 | 0,98 | 0,58 | 26,2 | 22,3 | |
| 8,20 | 0,97 | 1,27 | 0,97 | 19,6 | 49,6 | |
| 8,40 | 0,87 | 1,27 | 0,87 | 26,2 | 33,4 | |
| 8,60 | 0,97 | 1,46 | 0,97 | 32,7 | 29,6 | |
| 8,80 | 1,06 | 1,46 | 1,06 | 26,2 | 40,7 | |
| 9,00 | 1,16 | 1,75 | 1,16 | 39,2 | 29,5 | |
| 9,20 | 1,55 | 2,33 | 1,55 | 52,3 | 29,6 | |
| 9,40 | 2,92 | 3,70 | 2,92 | 52,3 | 55,8 | |
| 9,60 | 2,82 | 4,29 | 2,82 | 98,1 | 28,7 | |
| 9,80 | 3,40 | 3,99 | 3,40 | 39,2 | 86,8 | |
| 10,00 | 3,40 | 3,70 | 3,40 | 19,6 | 173,4 | |
| 10,20 | 4,38 | 4,97 | 4,38 | 39,2 | 111,6 | |



il Direttore di Laboratorio

sperimentatore

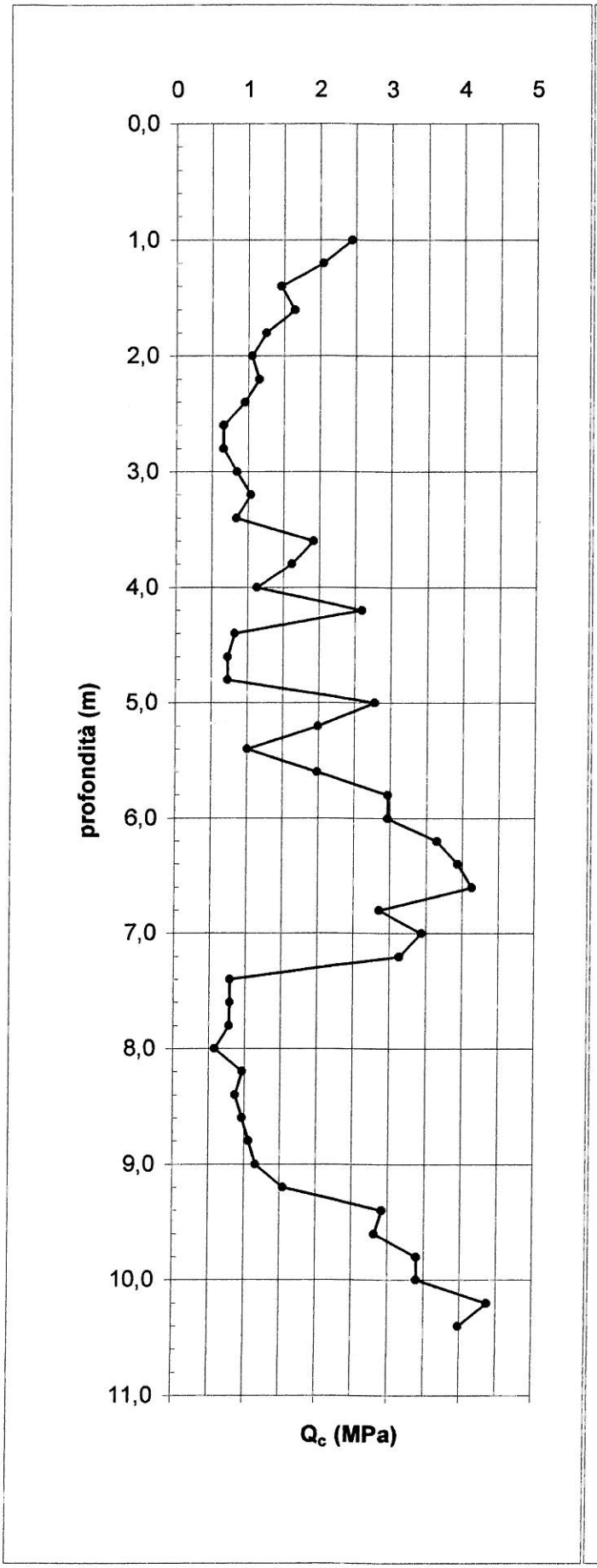
ICHNOGEO S.r.l.
*Dr. Renzo Cavallini*

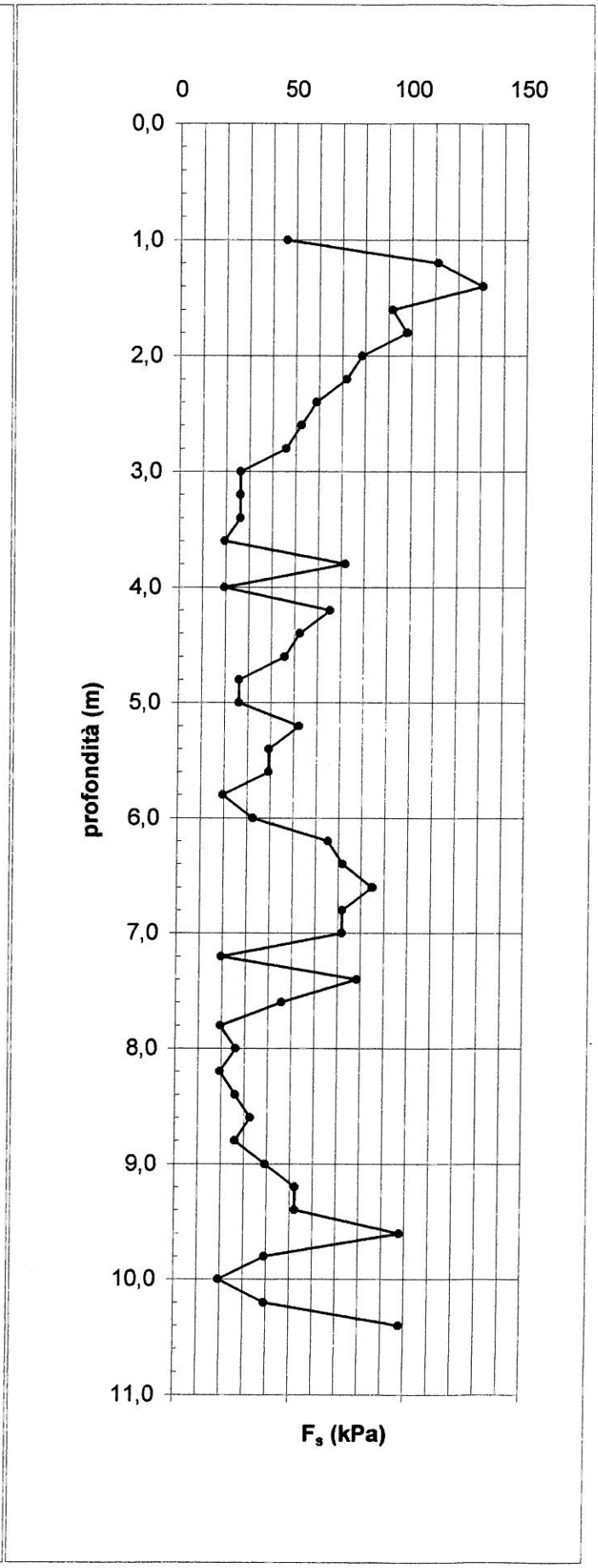
| *profondità da p.c. (m)* | *Forza assiale (kN)* | | *Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)* | *Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)* | *$q_c/f_s$* | *note* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *punta* | *punta + manicotto* | | | | |
| 10,40 | 3,99 | 5,46 | 3,99 | 98,1 | 40,6 | |



il Direttore di Laboratorio

lo sperimentatore
ICHNOGEO s.a.s.
*Dr. Renzo Cavallini*



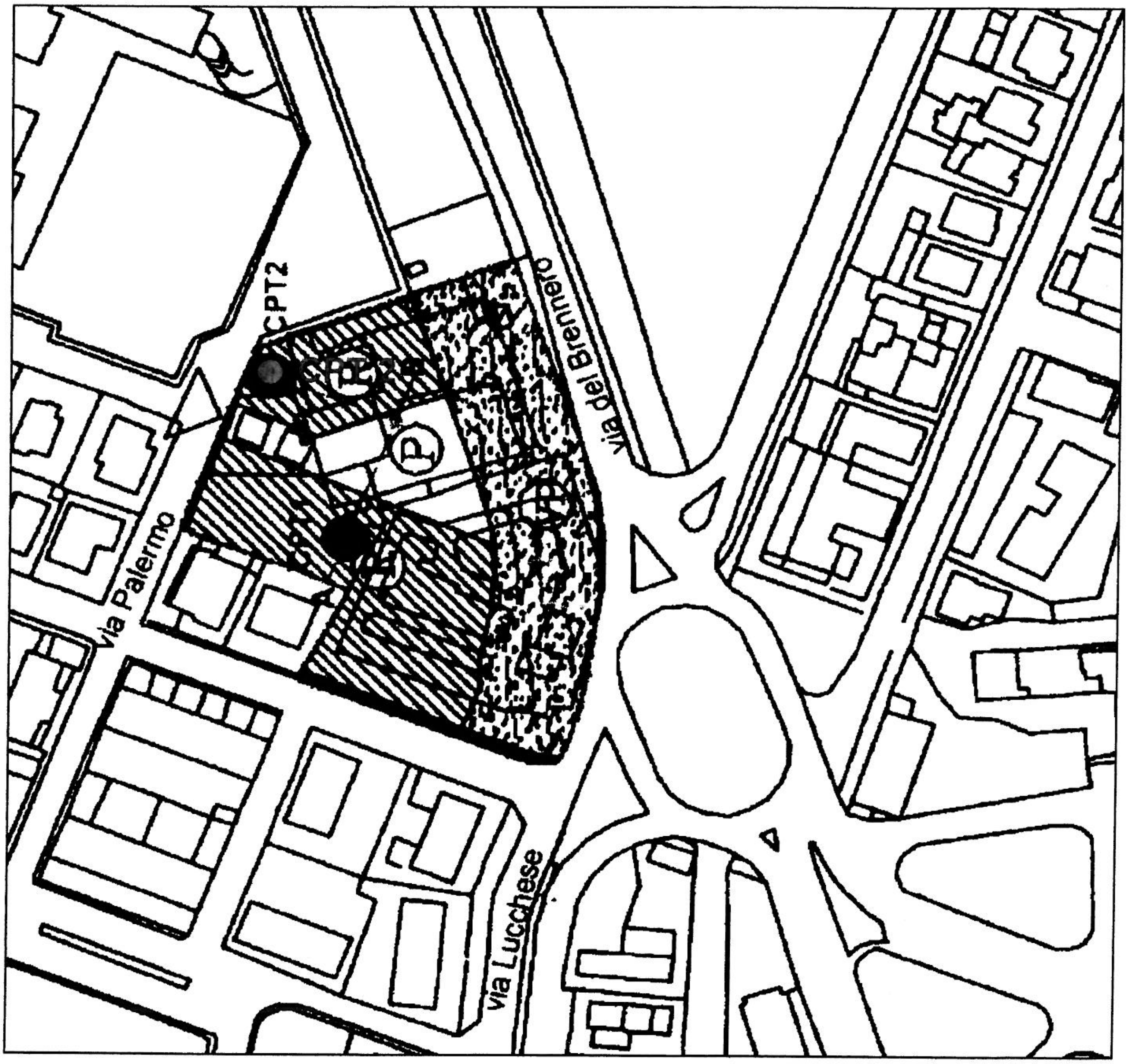



il Direttore di laboratorio

lo sperimentatore
ICHNOGEO s.a.s.
*Dr. Renzo Cavallini*

## UBICAZIONE DELLA PROVA

*Pisa - via Palermo/p.le Martin Luther King*






il Direttore di laboratorio

ICHNOGEO s.a.s.
lo sperimentatore
*Dr. Renzo Cavallini*

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

Committente:

Località: Pisa - p.le M. L. King

Attrezzatura: RMU 190 kN

Sigla cantiere: 06P022

Sigla: CPT1

# Tabulato della prova

| Profondità (m) | qc(kg/cmq) | fs(kg/cmq) | u(kg/cmq) | qc/fs |
|---|---|---|---|---|
| 1,2 | 19 | 0,26 | | 73,077 |
| 1,4 | 19 | 0,46 | | 41,304 |
| 1,6 | 15 | 1,05 | | 14,286 |
| 1,8 | 12 | 0,85 | | 14,118 |
| 2 | 8 | 0,72 | | 11,111 |
| 2,2 | 9 | 0,39 | | 23,077 |
| 2,4 | 9 | 0,39 | | 23,077 |
| 2,6 | 8 | 0,33 | | 24,242 |
| 2,8 | 5 | 0,33 | | 15,152 |
| 3 | 9 | 0,26 | | 34,615 |
| 3,2 | 8 | 0,52 | | 15,385 |
| 3,4 | 31 | 0,26 | | 119,231 |
| 3,6 | 41 | 0,72 | | 56,944 |
| 3,8 | 12 | 1,05 | | 11,429 |
| 4 | 12 | 0,78 | | 15,385 |
| 4,2 | 10 | 0,39 | | 25,641 |
| 4,4 | 18 | 0,26 | | 69,231 |
| 4,6 | 9 | 0,52 | | 17,308 |
| 4,8 | 28 | 0,46 | | 60,87 |
| 5 | 31 | 0,52 | | 59,615 |
| 5,2 | 18 | 0,59 | | 30,508 |
| 5,4 | 23 | 0,52 | | 44,231 |
| 5,6 | 25 | 0,52 | | 48,077 |
| 5,8 | 19 | 0,59 | | 32,203 |
| 6 | 37 | 0,52 | | 71,154 |
| 6,2 | 45 | 0,78 | | 57,692 |
| 6,4 | 49 | 0,59 | | 83,051 |
| 6,6 | 44 | 0,72 | | 61,111 |
| 6,8 | 41 | 0,78 | | 52,564 |
| 7 | 48 | 0,85 | | 56,471 |
| 7,2 | 53 | 0,26 | | 203,846 |
| 7,4 | 12 | 0,98 | | 12,245 |
| 7,6 | 9 | 0,59 | | 15,254 |
| 7,8 | 8 | 0,2 | | 40 |
| 8 | 8 | 0,2 | | 40 |
| 8,2 | 9 | 0,26 | | 34,615 |
| 8,4 | 9 | 0,26 | | 34,615 |
| 8,6 | 10 | 0,26 | | 38,462 |
| 8,8 | 13 | 0,33 | | 39,394 |
| 9 | 16 | 0,46 | | 34,783 |
| 9,2 | 26 | 0,92 | | 28,261 |
| 9,4 | 32 | 0,85 | | 37,647 |
| 9,6 | 36 | 0,52 | | 69,231 |
| 9,8 | 36 | 0,78 | | 46,154 |
| 10 | 43 | 0,92 | | 46,739 |

Data 24/04/06

| *Profondità (m)* | *qc(kg/cmq)* | *fs(kg/cmq)* | *u(kg/cmq)* | *qc/fs* |
|---|---|---|---|---|
| 10,2 | 41 | 0,39 | | 105,128 |
| 10,4 | 40 | 0,52 | | 76,923 |
| 10,6 | 36 | 1,24 | | 29,032 |

Data 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

Committente:

Località: Pisa - p.le M. L. King

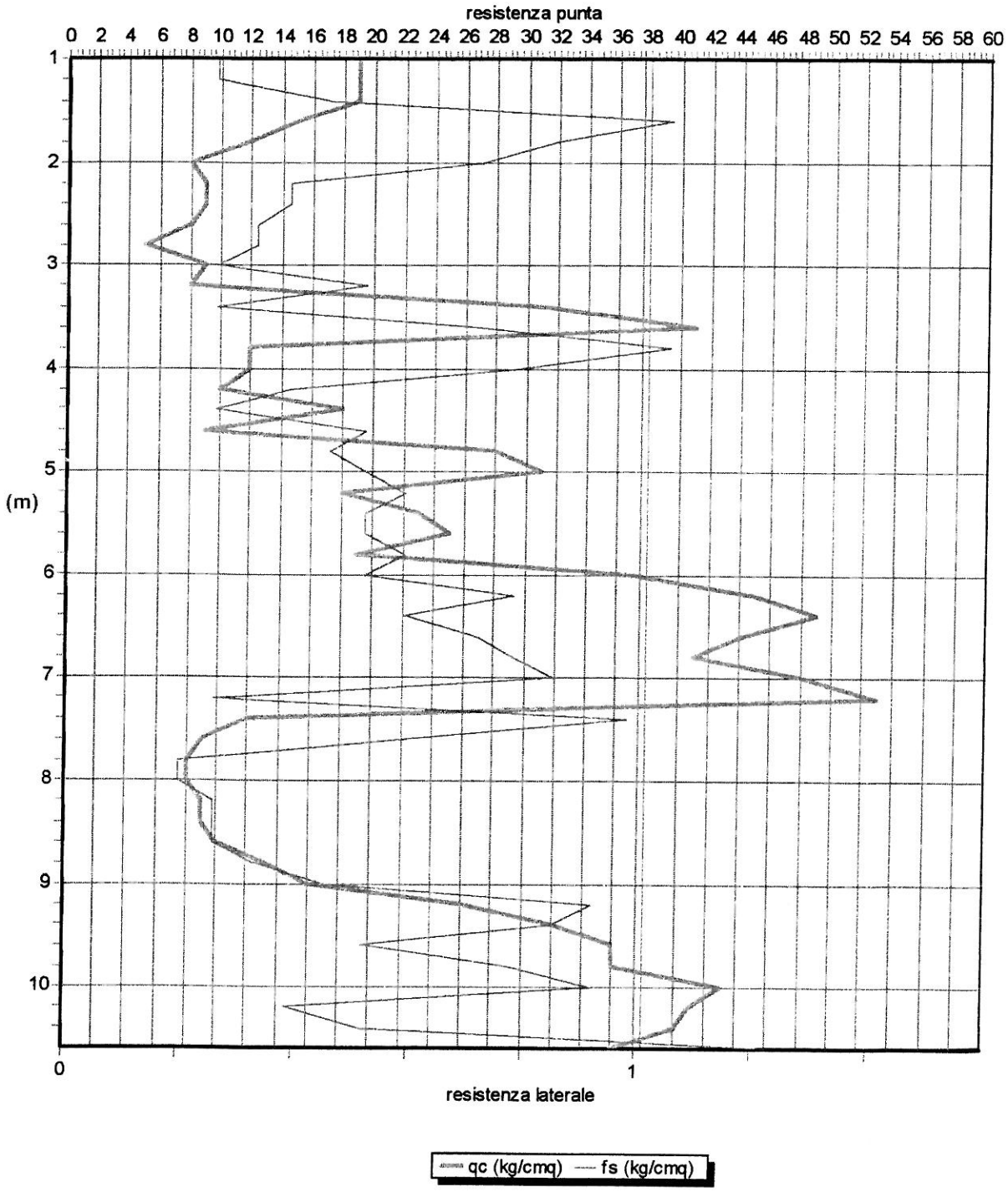
Attrezzatura: RMU 190 kN

Sigla cantiere: 06P022

Sigla: CPT1

# Grafico della prova

*Profondità della falda dal p.c.(m): Assente*




Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

Committente:

Località: Pisa - p.le M. L. King

Attrezzatura: RMU 190 kN

Sigla cantiere: 06P022

Sigla: CPT2

# Tabulato della prova

| Profondità (m) | qc(kg/cmq) | fs(kg/cmq) | u(kg/cmq) | qc/fs |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 24 | 0,46 | | 52,174 |
| 1,2 | 20 | 1,11 | | 18,018 |
| 1,4 | 15 | 1,31 | | 11,45 |
| 1,6 | 17 | 0,92 | | 18,478 |
| 1,8 | 13 | 0,98 | | 13,265 |
| 2 | 11 | 0,78 | | 14,103 |
| 2,2 | 12 | 0,72 | | 16,667 |
| 2,4 | 10 | 0,59 | | 16,949 |
| 2,6 | 7 | 0,52 | | 13,462 |
| 2,8 | 7 | 0,46 | | 15,217 |
| 3 | 8 | 0,26 | | 30,769 |
| 3,2 | 10 | 0,26 | | 38,462 |
| 3,4 | 8 | 0,26 | | 30,769 |
| 3,6 | 19 | 0,2 | | 95 |
| 3,8 | 16 | 0,72 | | 22,222 |
| 4 | 11 | 0,2 | | 55 |
| 4,2 | 26 | 0,65 | | 40 |
| 4,4 | 8 | 0,52 | | 15,385 |
| 4,6 | 7 | 0,46 | | 15,217 |
| 4,8 | 7 | 0,26 | | 26,923 |
| 5 | 28 | 0,26 | | 107,692 |
| 5,2 | 20 | 0,52 | | 38,462 |
| 5,4 | 10 | 0,39 | | 25,641 |
| 5,6 | 20 | 0,39 | | 51,282 |
| 5,8 | 30 | 0,2 | | 150 |
| 6 | 30 | 0,33 | | 90,909 |
| 6,2 | 36 | 0,65 | | 55,385 |
| 6,4 | 39 | 0,72 | | 54,167 |
| 6,6 | 41 | 0,85 | | 48,235 |
| 6,8 | 29 | 0,72 | | 40,278 |
| 7 | 34 | 0,72 | | 47,222 |
| 7,2 | 31 | 0,2 | | 155 |
| 7,4 | 8 | 0,078 | | 102,564 |
| 7,6 | 8 | 0,46 | | 17,391 |
| 7,8 | 8 | 0,2 | | 40 |
| 8 | 6 | 0,26 | | 23,077 |
| 8,2 | 10 | 0,2 | | 50 |
| 8,4 | 9 | 0,26 | | 34,615 |
| 8,6 | 10 | 0,33 | | 30,303 |
| 8,8 | 11 | 0,26 | | 42,308 |
| 9 | 12 | 0,39 | | 30,769 |
| 9,2 | 15 | 0,52 | | 28,846 |
| 9,4 | 29 | 0,52 | | 55,769 |
| 9,6 | 28 | 0,98 | | 28,571 |
| 9,8 | 34 | 0,39 | | 87,179 |

Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci
-

Committente:

Località: Pisa - p.le M. L. King

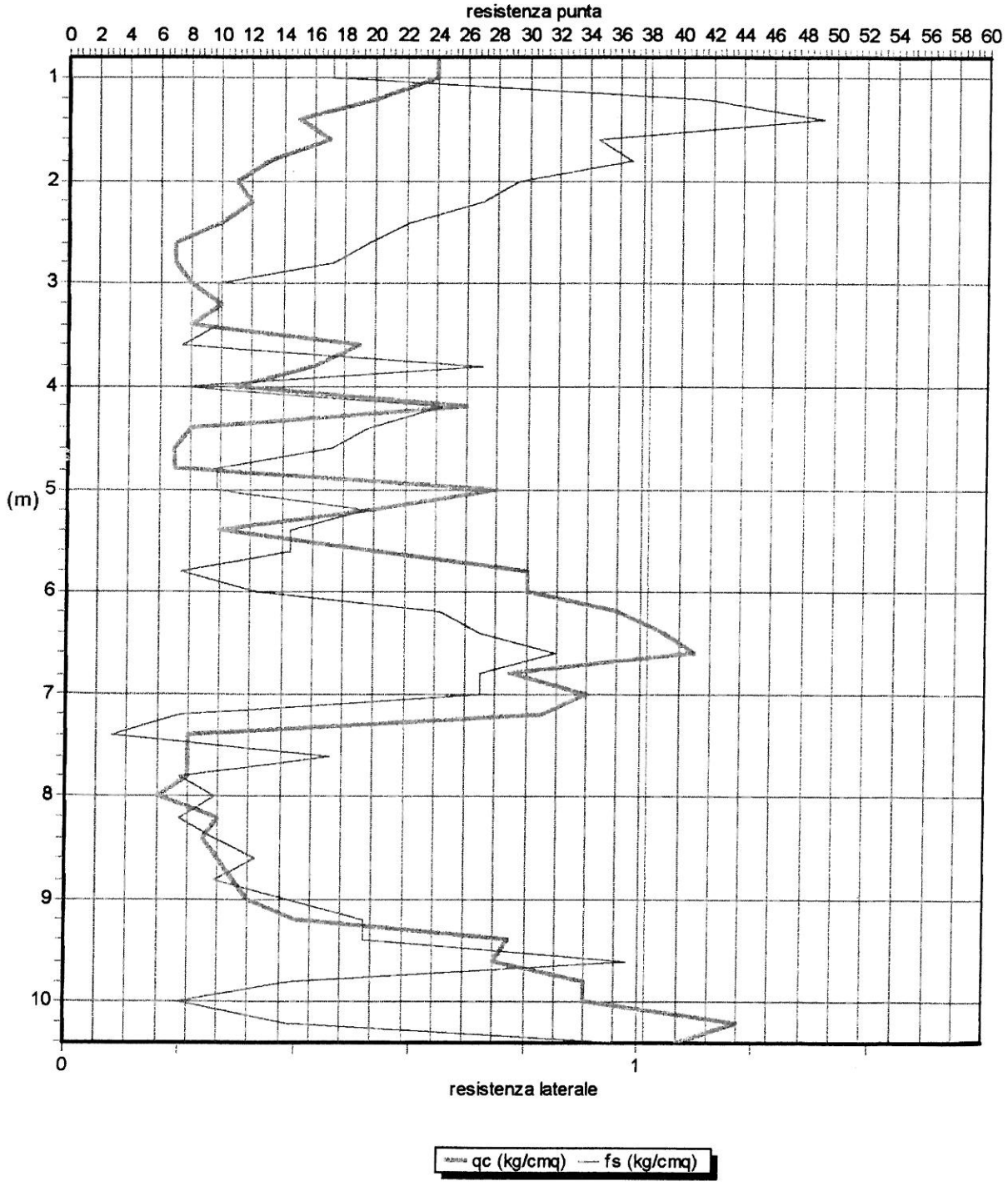
Attrezzatura: RMU 190 kN

Sigla cantiere: 06P022

Sigla: CPT2

# Grafico della prova

*Profondità della falda dal p.c.(m): Assente*




Data: 24/04/06

| *Profondità (m)* | *qc(kg/cmq)* | *fs(kg/cmq)* | *u(kg/cmq)* | *qc/fs* |
|---|---|---|---|---|
| **10** | **34** | **0,2** | | **170** |
| 10,2 | 44 | 0,39 | | 112,821 |
| 10,4 | 40 | 0,98 | | 40,816 |

Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

Committente:

Località: Pisa - p.le M. L. King

Attrezzatura: RMU 190 kN

Sigla cantiere: 06P022

Sigla: CPT1

## Parametri geotecnici

| Profondità base strato(m) | qc (kg/cmq) | Descrizione litologica dello strato | Cc | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Modulo edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Modulo dinamico di taglio (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,2 | 19 | Sabbia sciolta | | 30 | 1,93 | 54 | 48 | | | | 169 | 46 | 0,2 |
| 1,4 | 19 | Sabbia e limo | | 30 | 1,91 | 50 | 48 | | | | 169 | 43 | 0,24 |
| 1,6 | 15 | Argilla organica | 0,05 | | 1,97 | | | 0,8611 | 53 | 0,5 | 146 | | 0,28 |
| 1,8 | 12 | Argilla organica | 0,06 | | 1,91 | | | 0,6833 | 42 | 0,3 | 128 | | 0,32 |
| 2 | 8 | Argilla organica | 0,07 | | 1,82 | | | 0,4472 | 28 | 0,2 | 100 | | 0,35 |
| 2,2 | 9 | Argilla inorganica med.consistente | 0,07 | | 1,85 | | | 0,5035 | 32 | 0,2 | 107 | | 0,39 |
| 2,4 | 9 | Argilla inorganica med.consistente | 0,07 | | 1,85 | | | 0,5014 | 32 | 0,2 | 107 | | 0,43 |
| 2,6 | 8 | Argilla inorganica med.consistente | 0,08 | | 1,82 | | | 0,4407 | 28 | 0,2 | 100 | | 0,46 |
| 2,8 | 5 | Argilla organica | 0,09 | | 1,7 | | | 0,2631 | 25 | 0,1 | 75 | | 0,5 |
| 3 | 9 | Sabbia e limo | | 27 | 1,73 | 15 | 23 | | | | 107 | 18 | 0,53 |
| 3,2 | 8 | Argilla organica | 0,08 | | 1,81 | | | 0,4346 | 28 | 0,2 | 100 | | 0,57 |
| 3,4 | 31 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,87 | 44 | 78 | | | | 228 | 43 | 0,6 |
| 3,6 | 41 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,92 | 52 | 103 | | | | 271 | 50 | 0,64 |
| 3,8 | 12 | Argilla organica | 0,07 | | 1,91 | | | 0,6619 | 42 | 0,7 | 128 | | 0,68 |
| 4 | 12 | Argilla organica | 0,08 | | 1,91 | | | 0,6597 | 42 | 0,9 | 128 | | 0,72 |
| 4,2 | 10 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,09 | | 1,83 | | | 0,4668 | 35 | 0,3 | 114 | | 0,76 |

Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

| Profondità base strato(m) | qc (kg/cmq) | Descrizione litologica dello strato | Cc | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Modulo edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Modulo dinamico di taglio (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,4 | 18 | Sabbia sciolta | | 30 | 1,75 | 19 | 45 | | | | 164 | 25 | 0,79 |
| 4,6 | 9 | Argilla organica | 0,09 | | 1,83 | | | 0,4778 | 32 | 1,2 | 107 | | 0,83 |
| 4,8 | 28 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,81 | 32 | 70 | | | | 214 | 36 | 0,86 |
| 5 | 31 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,82 | 34 | 78 | | | | 228 | 39 | 0,9 |
| 5,2 | 18 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,08 | | 1,97 | | | 0,8617 | 63 | 5,0 | 164 | | 0,94 |
| 5,4 | 23 | Sabbia e limo | | 31 | 1,76 | 22 | 58 | | | | 190 | 30 | 0,98 |
| 5,6 | 25 | Sabbia mediamente addensata | | 31 | 1,77 | 24 | 63 | | | | 200 | 32 | 1,01 |
| 5,8 | 19 | Sabbia e limo | | 30 | 1,73 | 15 | 48 | | | | 169 | 25 | 1,05 |
| 6 | 37 | Sabbia mediamente addensata | | 33 | 1,83 | 36 | 93 | | | | 254 | 43 | 1,08 |
| 6,2 | 45 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,86 | 42 | 113 | | | | 287 | 48 | 1,12 |
| 6,4 | 49 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,87 | 44 | 123 | | | | 302 | 50 | 1,16 |
| 6,6 | 44 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,85 | 40 | 110 | | | | 283 | 47 | 1,19 |
| 6,8 | 41 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,83 | 36 | 103 | | | | 271 | 44 | 1,23 |
| 7 | 48 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,86 | 41 | 120 | | | | 298 | 49 | 1,27 |
| 7,2 | 53 | Sabbia cementata | | 35 | 1,87 | 44 | 133 | | | | 317 | 52 | 1,3 |
| 7,4 | 12 | Argilla organica | 0,09 | | 1,89 | | | 0,6233 | 42 | 2,1 | 128 | | 1,34 |
| 7,6 | 9 | Argilla organica | 0,1 | | 1,82 | | | 0,4456 | 32 | 1,3 | 107 | | 1,38 |
| 7,8 | 8 | Sabbia e limo | | 26 | 1,73 | 15 | 20 | | | | 100 | 29 | 1,41 |
| 8 | 8 | Sabbia e limo | | 26 | 1,73 | 15 | 20 | | | | 100 | 29 | 1,45 |
| 8,2 | 9 | Sabbia e limo | | 27 | 1,73 | 15 | 23 | | | | 107 | 30 | 1,48 |
| 8,4 | 9 | Sabbia e limo | | 27 | 1,73 | 15 | 23 | | | | 107 | 30 | 1,52 |
| 8,6 | 10 | Sabbia e limo | | 27 | 1,73 | 15 | 25 | | | | 114 | 30 | 1,55 |

Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

--

| Profondità base strato(m) | qc (kg/cmq) | Descrizione litologica dello strato | Cc | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Modulo edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Modulo dinamico di taglio (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,8 | 13 | Sabbia e limo | | 29 | 1,73 | 15 | 33 | | | | 134 | 31 | 1,59 |
| 9 | 16 | Sabbia e limo | | 29 | 1,73 | 15 | 40 | | | | 152 | 31 | 1,62 |
| 9,2 | 26 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,08 | | 2,05 | | | 1,2294 | 44 | 3,8 | 205 | | 1,66 |
| 9,4 | 32 | Sabbia e limo | | 33 | 1,75 | 20 | 80 | | | | 233 | 37 | 1,7 |
| 9,6 | 36 | Sabbia mediamente addensata | | 33 | 1,77 | 24 | 90 | | | | 250 | 41 | 1,73 |
| 9,8 | 36 | Sabbia e limo | | 33 | 1,76 | 23 | 90 | | | | 250 | 40 | 1,77 |
| 10 | 43 | Sabbia e limo | | 34 | 1,79 | 29 | 108 | | | | 279 | 46 | 1,8 |
| 10,2 | 41 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,78 | 27 | 103 | | | | 271 | 44 | 1,84 |
| 10,4 | 40 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,77 | 25 | 100 | | | | 267 | 43 | 1,88 |
| 10,6 | 36 | Sabbia e limo | | 33 | 1,75 | 21 | 90 | | | | 250 | 40 | 1,91 |

*Profondità della falda (m):* *assente*

Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

-

**Committente:**

**Località: Pisa - p.le M. L. King**

**Attrezzatura: RMU 190 kN**

**Sigla cantiere: 06P022**

**Sigla: CPT2**

# Parametri geotecnici

| Profondità base strato(m) | qc (kg/cmq) | Descrizione litologica dello strato | Cc | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Modulo edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Modulo dinamico di taglio (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 24 | Sabbia mediamente addensata | | 31 | 2,02 | 67 | 60 | | | | 195 | 56 | 0,16 |
| 1,2 | 20 | Argilla inorganica molto consistente | 0,03 | | 2,03 | | | 1,1577 | 34 | 0,9 | 175 | | 0,2 |
| 1,4 | 15 | Argilla organica | 0,04 | | 1,97 | | | 0,8629 | 53 | 0,5 | 146 | | 0,24 |
| 1,6 | 17 | Argilla inorganica consistente | 0,05 | | 1,99 | | | 0,9776 | 60 | 0,6 | 158 | | 0,28 |
| 1,8 | 13 | Argilla organica | 0,05 | | 1,93 | | | 0,7413 | 46 | 0,4 | 134 | | 0,32 |
| 2 | 11 | Argilla organica | 0,06 | | 1,89 | | | 0,6221 | 39 | 0,3 | 121 | | 0,36 |
| 2,2 | 12 | Argilla inorganica consistente | 0,06 | | 1,91 | | | 0,6784 | 42 | 0,3 | 128 | | 0,4 |
| 2,4 | 10 | Argilla inorganica consistente | 0,07 | | 1,87 | | | 0,5592 | 35 | 0,2 | 114 | | 0,44 |
| 2,6 | 7 | Argilla organica | 0,08 | | 1,78 | | | 0,3816 | 25 | 0,1 | 92 | | 0,47 |
| 2,8 | 7 | Argilla organica | 0,08 | | 1,78 | | | 0,3795 | 25 | 0,1 | 92 | | 0,51 |
| 3 | 8 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,08 | | 1,78 | | | 0,3764 | 28 | 0,1 | 100 | | 0,55 |
| 3,2 | 10 | Sabbia e limo | | 27 | 1,73 | 15 | 25 | | | | 114 | 19 | 0,58 |
| 3,4 | 8 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,09 | | 1,78 | | | 0,3729 | 28 | 0,2 | 100 | | 0,62 |
| 3,6 | 19 | Sabbia sciolta | | 30 | 1,77 | 25 | 48 | | | | 169 | 28 | 0,65 |
| 3,8 | 16 | Argilla inorganica consistente | 0,07 | | 1,98 | | | 0,8955 | 56 | 1,0 | 152 | | 0,69 |
| 4 | 11 | Sabbia sciolta | | 28 | 1,73 | 15 | 28 | | | | 121 | 21 | 0,73 |

Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

| Profondità base strato(m) | qc (kg/cmq) | Descrizione litologica dello strato | Cc | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Modulo edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Modulo dinamico di taglio (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,2 | 26 | Sabbia e limo | | 32 | 1,81 | 32 | 65 | | | | 205 | 35 | 0,76 |
| 4,4 | 8 | Argilla organica | 0,09 | | 1,81 | | | 0,4212 | 28 | 0,4 | 100 | | 0,8 |
| 4,6 | 7 | Argilla organica | 0,09 | | 1,77 | | | 0,3606 | 25 | 0,8 | 92 | | 0,83 |
| 4,8 | 7 | Argilla inorganica med.consistente | 0,09 | | 1,77 | | | 0,3585 | 25 | 1,8 | 92 | | 0,87 |
| 5 | 28 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,8 | 31 | 70 | | | | 214 | 36 | 0,9 |
| 5,2 | 20 | Sabbia e limo | | 30 | 1,74 | 18 | 50 | | | | 175 | 26 | 0,94 |
| 5,4 | 10 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,09 | | 1,82 | | | 0,4558 | 35 | 2,1 | 114 | | 0,98 |
| 5,6 | 20 | Sabbia sciolta | | 30 | 1,73 | 16 | 50 | | | | 175 | 25 | 1,01 |
| 5,8 | 30 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,8 | 30 | 75 | | | | 224 | 37 | 1,05 |
| 6 | 30 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,79 | 29 | 75 | | | | 224 | 37 | 1,08 |
| 6,2 | 36 | Sabbia mediamente addensata | | 33 | 1,82 | 34 | 90 | | | | 250 | 41 | 1,12 |
| 6,4 | 39 | Sabbia mediamente addensata | | 33 | 1,83 | 36 | 98 | | | | 263 | 43 | 1,15 |
| 6,6 | 41 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,84 | 37 | 103 | | | | 271 | 45 | 1,19 |
| 6,8 | 29 | Sabbia e limo | | 32 | 1,77 | 25 | 73 | | | | 219 | 35 | 1,23 |
| 7 | 34 | Sabbia e limo | | 33 | 1,79 | 29 | 85 | | | | 241 | 39 | 1,26 |
| 7,2 | 31 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,77 | 25 | 78 | | | | 228 | 36 | 1,3 |
| 7,4 | 8 | Sabbia sciolta | | 26 | 1,73 | 15 | 20 | | | | 100 | 28 | 1,33 |
| 7,6 | 8 | Argilla organica | 0,1 | | 1,79 | | | 0,3877 | 28 | 1,1 | 100 | | 1,37 |
| 7,8 | 8 | Sabbia e limo | | 26 | 1,73 | 15 | 20 | | | | 100 | 29 | 1,4 |
| 8 | 6 | Argilla inorganica med.consistente | 0,11 | | 1,7 | | | 0,2667 | 30 | 0,6 | 84 | | 1,44 |
| 8,2 | 10 | Sabbia sciolta | | 27 | 1,73 | 15 | 25 | | | | 114 | 29 | 1,47 |
| 8,4 | 9 | Sabbia e limo | | 27 | 1,73 | 15 | 23 | | | | 107 | 30 | 1,51 |

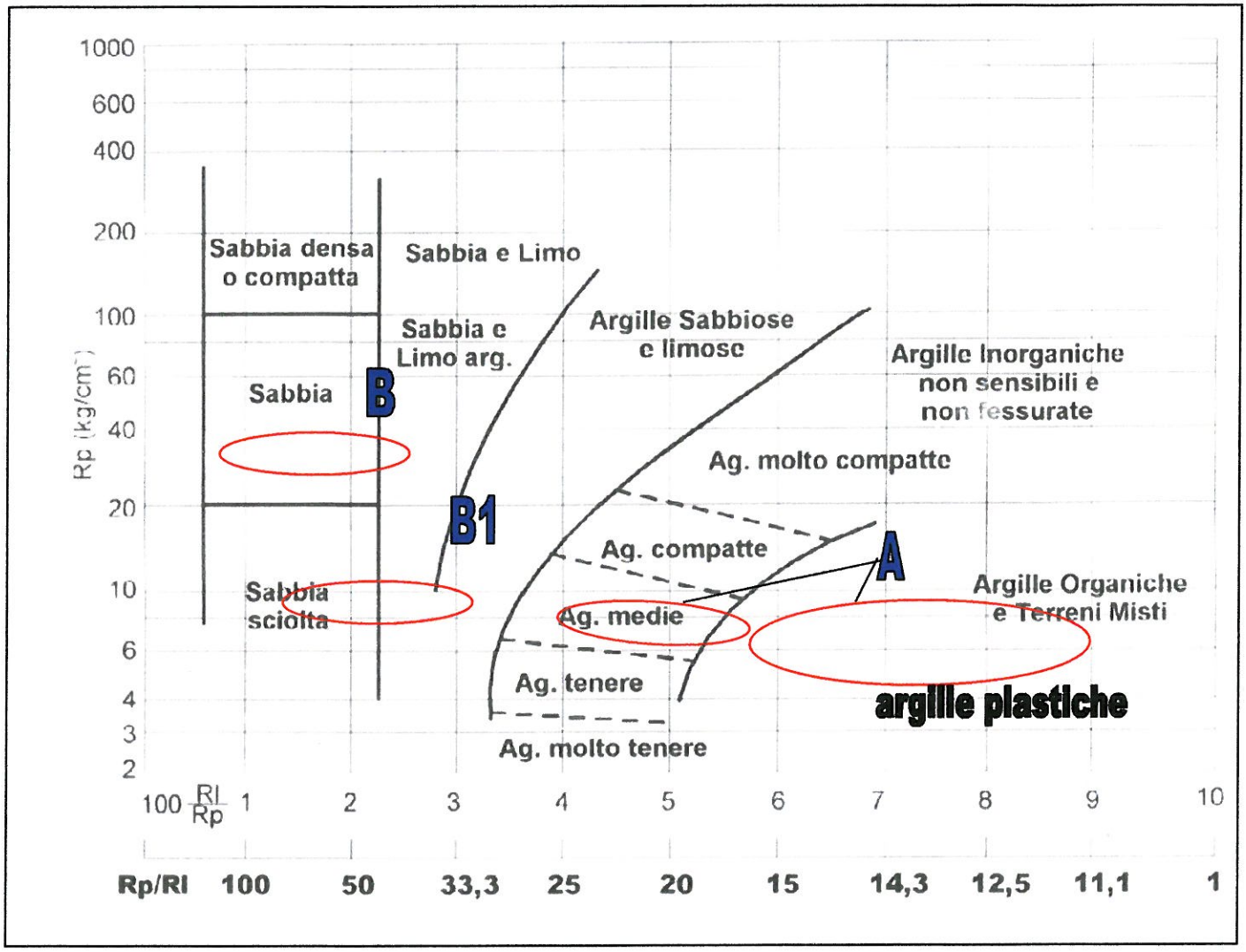
Data: 24/04/06

Dott. Geol. Cecilia Mannocci

| Profondità base strato(m) | qc (kg/cmq) | Descrizione litologica dello strato | Cc | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Modulo edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Modulo dinamico di taglio (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,6 | 10 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,1 | | 1,81 | | | 0,4271 | 35 | 1,1 | 114 | | 1,54 |
| 8,8 | 11 | Sabbia e limo | | 28 | 1,73 | 15 | 28 | | | | 121 | 31 | 1,58 |
| 9 | 12 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,1 | | 1,86 | | | 0,5245 | 42 | 1,3 | 128 | | 1,61 |
| 9,2 | 15 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,09 | | 1,91 | | | 0,6742 | 53 | 1,8 | 146 | | 1,65 |
| 9,4 | 29 | Sabbia mediamente addensata | | 32 | 1,74 | 17 | 73 | | | | 219 | 34 | 1,69 |
| 9,6 | 28 | Argilla sabbiosa o limosa | 0,08 | | 2,06 | | | 1,3271 | 48 | 4,0 | 214 | | 1,73 |
| 9,8 | 34 | Sabbia mediamente addensata | | 33 | 1,75 | 21 | 85 | | | | 241 | 38 | 1,76 |
| 10 | 34 | Sabbia cementata | | 33 | 1,75 | 21 | 85 | | | | 241 | 39 | 1,8 |
| 10,2 | 44 | Sabbia mediamente addensata | | 34 | 1,79 | 29 | 110 | | | | 283 | 46 | 1,83 |
| 10,4 | 40 | Sabbia e limo | | 34 | 1,77 | 25 | 100 | | | | 267 | 43 | 1,87 |

*Profondità della falda (m):* assente

Data: 24/04/06




**Studio di Geologia**
**Geol. Mannocci Cecilia**
**Via Cattaneo,n3 PISA**
**Tel 0504233103357113141**

**Classificazione secondo Schmertmann**