

**A R C H I N G   S T U D I O**  
*A r c h i t e t t i & I n g e g n e r i A s s o c i a t i*

**MARTINELLI • MANETTI • AGOSTINI**

VIA S. FREDIANO, 12 PISA TEL 050-579787 FAX-3137495; EMAIL arcstu@tin.it

**COMUNE DI PISA**

**PIANO DI RECUPERO DEGLI IMMOBILI IN PISA,  
VIA VOLTURNO 56,58,60  
SEDE DELL'ISTITUTO EUROPEO DI MEDICINA E  
GENETICA BIOMOLECOLARE**

**N. 25**

**08 AGO. 2002**

**COMMITTENTE  
M.G.M. BIOTECNOLOGIE S.R.L.**



**PROPRIETA'  
ISTITUTO FITOTERAPICO ITALIANO  
I.F.I.S.A.**

**IL FUNZIONARIO  
(TOMEI C. TESTI)**

**Dr. C. Testi**

**GEOLOGO  
DOTT. FABIO MEZZETTI**

**ISCRITTO ALL'ALBO CON IL N°715  
VIA DELLE MADAGLIE D'ORO N°3, 56127 PISA  
TEL. 050830786, e-mail fmezzetti@iol.it  
cod. fisc.MZZFBA63T23G702K  
partita iva: 01311640500**



**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA  
IDROGEOLOGICA**

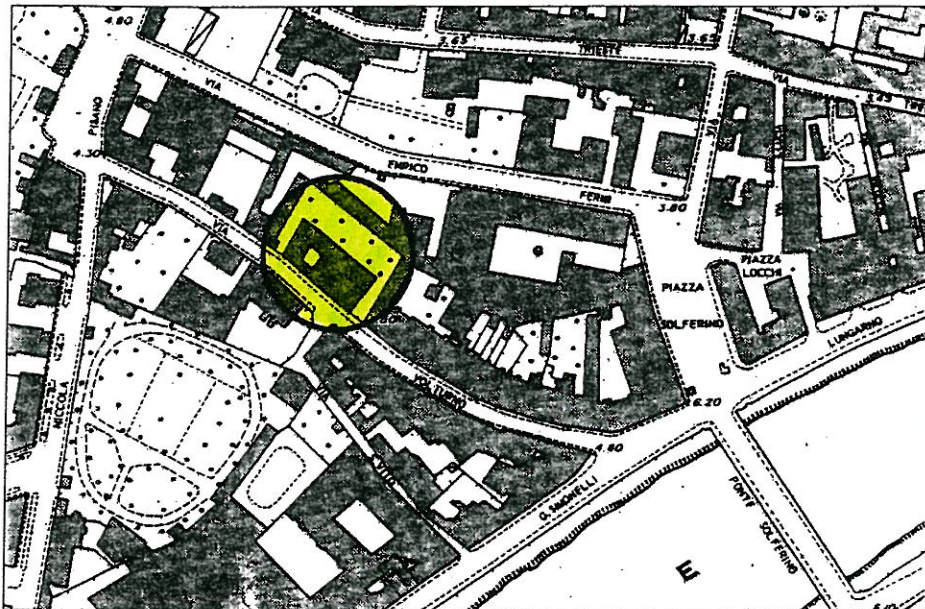
**MAGGIO 2002**



**dott. fabio mezzetti**  
**geologo**  
iscritto all'Albo con il n. 715

**COMMITTENTE**  
**MGM BIOTECNOLOGIE S.r.l.**

**PROPRIETA'**  
**ISTITUTO FITOTERAPICO ITALIANO**



**PIANO DI RECUPERO DEGLI IMMOBILI IN PISA**  
**VIA VOLTURNO n.56,58,60**  
**SEDE DELL'ISTITUTO EUROPEO DI MEDICINA E**  
**GENETICA BIOMOLECOLARE**

***RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA - IDROGEOLOGICA***

**MAGGIO 2002**

via delle medaglie d'oro, 3, 56127 Pisa  
tel. 050/830786  
e-mail: fmezzetti@iol.it  
cod. fisc.: MZZ FBA 63T23 G702K  
partita iva: 01311640500

## INDICE

	<b>pagina</b>
<b>1. PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2. GENERALITA'</b>	<b>2</b>
<b>3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Geologia di superficie</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Geologia del sottosuolo</b>	<b>10</b>
<b>4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE</b>	<b>10</b>
<b>5. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Carico ammissibile</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Cedimenti</b>	<b>16</b>
<b>6. STABILITA' IN FASE DI SCAVO</b>	<b>17</b>
<b>7. CONCLUSIONI</b>	<b>18</b>

## Nel testo

	<b>scala</b>
<b>FIG.1 "Corografia"</b>	<b>1:10.000</b>
<b>FIG.2 "Planimetria"</b>	<b>1:500</b>
<b>FIG.3 "Pianta piano interrato"</b>	<b>1:300</b>
<b>FIG.4 "Carta della pericolosità"</b>	<b>1:14.000</b>
<b>FIG.5 "Carta della fattibilità"</b>	<b>1:5.000</b>
<b>FIG.6 "Estratto di P.R.G."</b>	<b>1:2.500</b>
<b>FIG.7 "Pianta di posizione"</b>	<b>1:1.000</b>
<b>FIG.8 "Carta della geologica"</b>	<b>1:10.000</b>
<b>FIG.9 " Sezione litostratigrafica "</b>	<b>1:200</b>
<b>FIG.10 "Carte piezometriche falda superficiale"</b>	<b>1:20.000</b>
<b>FIG.11 " Carte piezometrica falda artesiania"</b>	<b>1:20.000</b>
<b>FIG.12 " Perimetrazione delle aree con pericolosità e rischio idraulico"</b>	<b>1:20.000</b>
<b>ALL.1 "Elaborazione prove penetrometriche"</b>	

## 1. PREMESSA

Su incarico dell' **MGM Biotecnologie s.r.l. - Istituto europeo di medicina e genetica biomolecolare** è stata eseguita una indagine geologico tecnica ed idrogeologica sul terreno interessato dal "**Piano di Recupero per la realizzazione di centro ricerche con autorimessa e magazzini interrati in edificio sito in Pisa - via Voltorno n.56/58/60**" di proprietà della **I.F.I.S.A. s.r.l. - Istituto fitoterapico italiano** che lo ha concesso in locazione a tempo indeterminato. (Vedi FIG.1 "**Corografia**").

L'indagine è stata svolta al fine di verificare se per l'area in oggetto sono confermati o meno i livelli di rischio geologico ed idraulico individuati dallo "**Studio geologico tecnico di supporto al vigente P.R.G.C. di Pisa**" e di ottemperare alle relative disposizioni contenute nelle normative tecniche di attuazione.

Lo studio ha tenuto conto delle prescrizioni della Deliberazione Regionale n.12 del 25/01/2000 di approvazione del **Piano di Indirizzo Territoriale** e della successiva circolare applicativa approvata con Del. G.R. n.868 del 07/08/2000.

L'indagine e le verifiche sono state quindi condotte in ottemperanza di quanto prescritto dalla L.R. 16/01/'95 n°5 (\*), dal D.M. 11/03/'88 (\*\*\*) emanato in attuazione della Legge 02/02/'74 n°64 dovendo accertare la "**fattibilità**" degli interventi proposti in ordine alle caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche ed idrogeologiche dell'area e fisico-meccaniche dei terreni di fondazione.

---

(\*) "Norme per il governo del territorio".

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

**FIG.1 "Corografia" (scala 1:10.000)**



## **2. GENERALITA'**

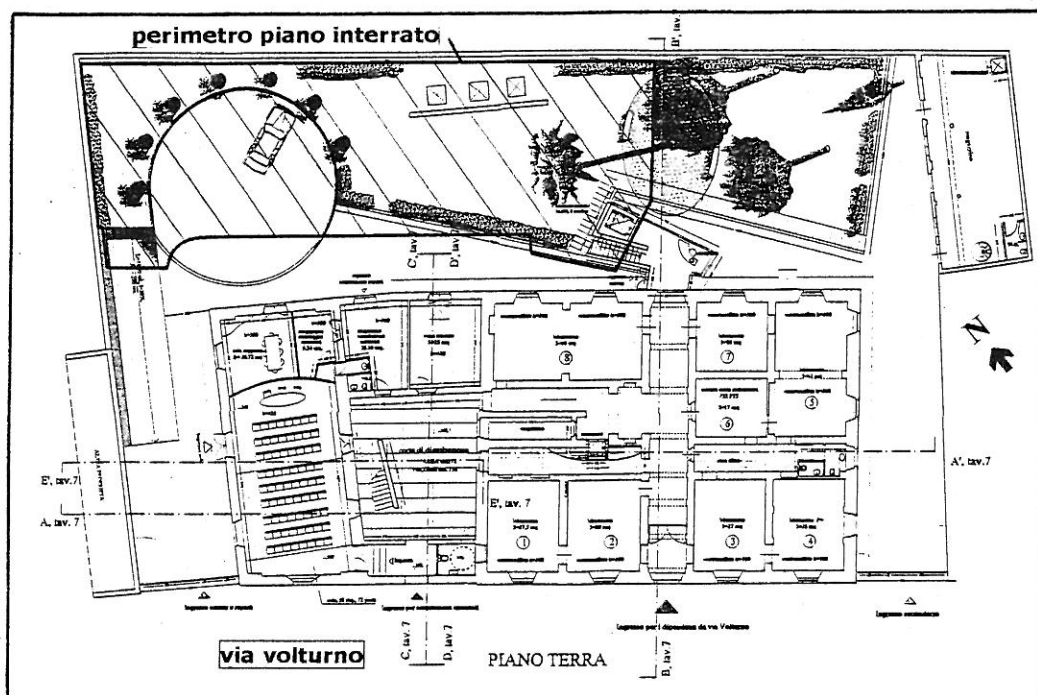
Il Piano di Recupero interessa un edificio del centro storico di Pisa sito in via Volturno n.56/58/60, individuato al N.C.E.U. del Comune di Pisa al foglio 123 particella 110 sub 1-2 e 109-416 graffate, da destinare a centro ricerche di medicina.

Il progetto prevede l'adeguamento delle strutture interne del fabbricato, composto da tre piani fuori terra, alle nuove destinazioni con locali ad uso laboratori, uffici, sale riunioni, servizi ecc. e la realizzazione di un'autorimessa interrata con vani magazzini localizzata in corrispondenza del retro dell'edificio in un'area attualmente utilizzata a verde privato. (Vedi **FIG.2 "Planimetria"**).

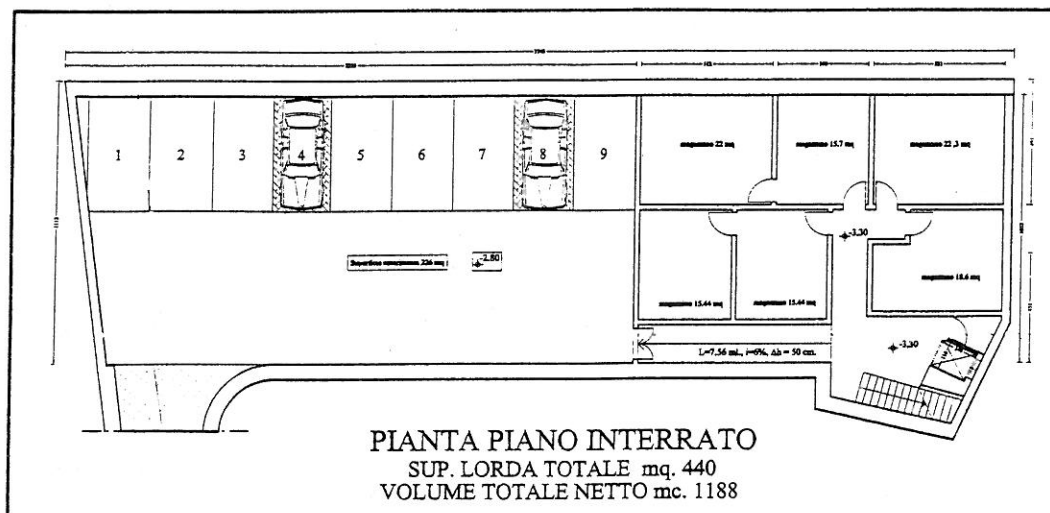
I locali interrati saranno disposti su di un unico piano avente in pianta una forma rettangolare (con una lunghezza di circa 38,0 mt ed una larghezza di 12,0 mt circa) e saranno accessibili per mezzo di una rampa che consentirà il passaggio dei veicoli provenienti dal cancello di ingresso posto sulla via Volturno.

Tali locali saranno inoltre muniti di ascensore e scale e saranno dotati di apposite misure di sicurezza come saracinesche e segnali acustici di pericolo che entreranno in funzione in caso di situazioni di emergenza come ad esempio eventuali episodi di allagamento. (Vedi **FIG.3 "Pianta piano interrato"**).

**FIG.2 "Planimetria" (scala 1:500)**



**FIG.3 "Pianta piano interrato" (scala 1:300)**



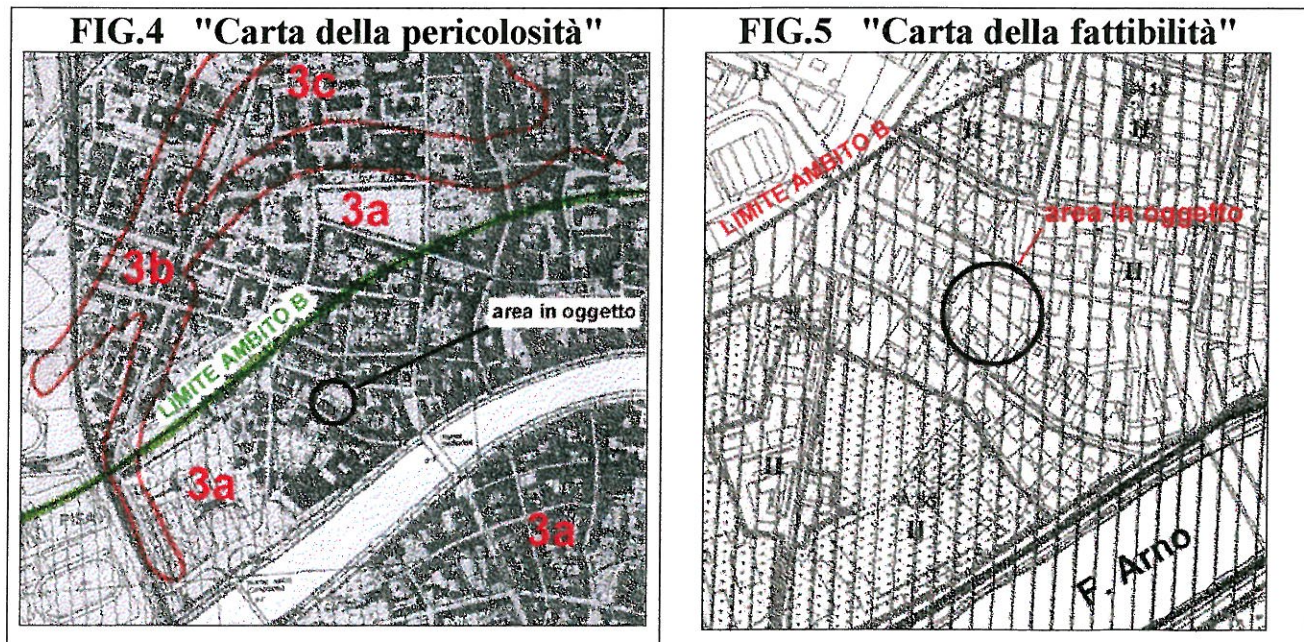
Per le nuove strutture interrato è ipotizzata l'adozione di una fondazione diretta a platea in C.A. impermeabilizzata dello spessore di circa 0,50 mt con la profondità del piano di posa ubicata a -4,0 mt circa dal piano di campagna attuale ed una "pressione di contatto massima" di progetto stimata in circa  $0,70 \text{ kg/cm}^2$ .

Al fine di operare nelle condizioni di massima sicurezza è previsto, per la realizzazione delle strutture interrato, l'utilizzo di un idoneo diaframma perimetrale che consentirà di salvaguardare i terreni e la stabilità degli edifici circostanti isolando l'area interessata dalle operazioni di escavazione.

Ad ultimazione dei lavori per la realizzazione del piano interrato è previsto il ripristino dell'attuale morfologia del terreno mantenendo inalterata la quota dell'attuale piano di campagna e la destinazione di gran parte della superficie a verde privato.

Lo "studio geologico di supporto al vigente P.R.G.C. di Pisa" riconduce l'area interessata dal Piano di Recupero in oggetto alla **classe 3a di pericolosità geologica** ("pericolosità medio-bassa") attribuendole la **classe 2 di fattibilità** ("fattibilità con normali vincoli da precisare in sede di progetto"); gli estratti cartografici relativi alla pericolosità geologica ed alla fattibilità degli interventi per la zona in esame sono riportati in **FIG.4 "Carta della pericolosità"** ed in **FIG.5 "Carta della fattibilità"**.

Il Piano di indagine prescritto per la classe 2 di fattibilità (**fattibilità con normali vincoli** equivalente a livelli di rischio basso) in funzione degli interventi di progetto prevede siano effettuate delle apposite indagini geognostiche mirate alla soluzione dei problemi evidenziati negli studi condotti a livello di P.R.G.C. nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88; non sono previste indagini di dettaglio a livello di area complessiva.

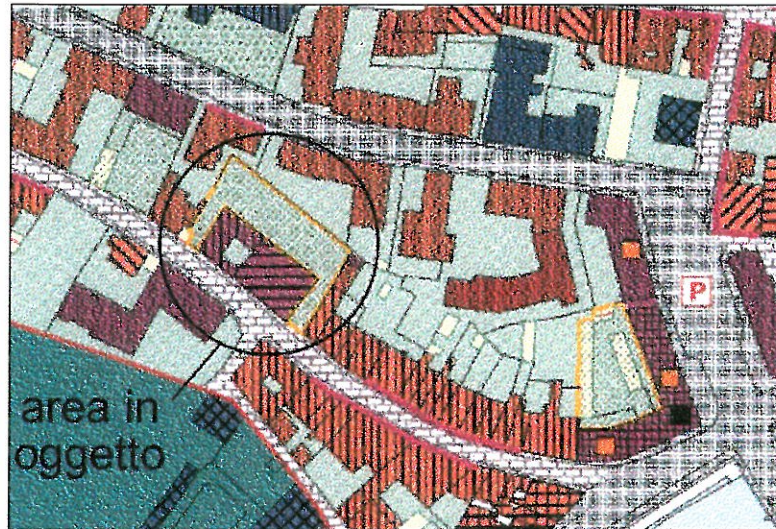


Sugli estratti cartografici di **FIG.4** e **FIG.5** sono riportati i limiti degli "ambiti di applicazione delle prescrizioni e dei vincoli al fine del corretto assetto idraulico per il Fiume Arno" (ex-D.C.R.T. 230/94 i cui contenuti sono stati successivamente ripresi dal Piano di Indirizzo Territoriale approvato con Deliberazione Regionale n.12 del 25/01/2000), l'esame di tali perimetrazioni consente di verificare come l'area oggetto degli interventi progettuali sia totalmente ricompresa all'interno dell'ambito definito "B".



La possibilità di realizzare locali per autorimessa è prevista dalle norme del Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa che individua l'area scoperta in oggetto come "Aree di pertinenza passibili di trasformazione a parcheggi". (Vedi FIG.6 "Estratto di P.R.G.").

**FIG.6 "Estratto di P.R.G." (scala 1:2.500)**



**LEGENDA**

**A - EDIFICATO ESISTENTE**

**CLASSIFICAZIONE**



2 - II° ELENCO - Edifici d'interesse storico assimilati al punto 1.2 - A, B, C1, C2  
3 - III° ELENCO - Edifici di interesse storico - A, B, C1, C2, D1

**10 - Aree scoperte**



10.4 - Aree di pertinenza passibili di trasformazione a parcheggi

**CATEGORIE D'INTERVENTO**

A, B, C1, C2, D1

Per gli interventi ricadenti all'interno del perimetro del centro storico ed inseriti nell'ambito B, come nel nostro caso, il Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa recepisce le salvaguardie per il rischio idraulico ai sensi dell'art.77 del P.I.T.; tale articolo prevede comunque l'esclusione dalle salvaguardie per i piani attuativi che *"non comportano trasformazioni morfologiche e che non prevedono incrementi di superficie coperta superiori a mq. 200"*.

Il presente Piano di Recupero risulta escluso dalle salvaguardie per il rischio idraulico in quanto non prevede trasformazioni morfologiche (ad ultimazione dei lavori è previsto il ripristino dell'attuale morfologia del terreno) e l'incremento di superficie coperta risulta inferiore a 200 mq. così come di seguito evidenziato dalla "Tabella delle superfici e dei volumi" relativa allo stato modificato degli elaborati progettuali:

TABELLA DELLE SUPERFICIE E DEI VOLUMI (stato modificato)

Superficie lotto	$S_{le} = 1912 \text{ mq}$
Superficie coperta	$S_c = 795,2 - 9 + 62,8 + 22,7 = 871,7 \text{ mq}$
Superficie libera	$S_{li} = 1040,30 \text{ mq}$
Superficie permeabile	$S_p = 1040,3 - 440 - 42 = 596,3 \text{ mq}$
Indice di copertura = $S_c/S_{le}$	$I_c = 0,45$
Rapporto di permeabilità = $S_p/S_{le}$	$R_p = 31\% > 25\%$
Aumento di superficie coperta	$A_{cop.} = 871,7 - 795,2 = 76,5 \text{ mq}$
Aumento di superficie accessoria	$A_{acc.} = 62,8 + 13,85 + 22,8 + 33 + 53 - 9,29 = 176,16 \text{ mq}$
Volume da demolire	$V_{dm} = 27 + 83,4 = 110,4 \text{ mc}$
Volume in aumento	$V_n = 569,6 + 311 + 6,40 = 887 \text{ mc}$
Volume totale	$V_t = 8986 - 110,4 + 887 = 9762,6 \text{ mc}$
Incremento di volume	$I = 887 : 9886 = 9,87\%$
Indice di fabbricabilità = $V_t/S_{le}$	$I_f = 5,1$
Superficie lorda volume interrato	$S_{lint.} = 440 \text{ mq.}$

Si ricorda inoltre che le norme del Regolamento Urbanistico considerano **superficie coperta** quella definita all'art.2.3 del vigente Regolamento Edilizio che non comprende i locali interrati per autorimessa poiché l'art.2.4 li definisce come **superficie occupata** non computabile ai fini della superficie coperta, come di seguito riportato:

#### ART. 2.3 SUPERFICIE COPERTA

La superficie coperta del fabbricato è data dalla proiezione della sagoma racchiusa da pareti di chiusura della costruzione sul piano orizzontale con l'aggiunta delle quote di superficie coperta afferenti ad altri elementi computabili al fine della superficie coperta descritti negli articoli 2.n del presente Regolamento, se presenti.

#### ART. 2.4 SUPERFICIE OCCUPATA

Si intende la superficie coperta aumentata dell'eventuale quota di interrato - compresi gli scannafossi - eccedente la superficie coperta, e della proiezione di porticati, anche se non computati ai fini della superficie coperta.

Per valutare l'eventuale aumento dei livelli di rischio e per una puntuale caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica dell'area interessata dal Piano di Recupero sono stati eseguiti dei rilievi diretti sul terreno integrati dai risultati derivanti dall'esecuzione di due prove penetrometriche statiche **Ps1** e **Ps2**.

Le prove geotecniche in sito sono state eseguite in data 21 Marzo 2002 dalla GEOSERVIZI S.n.c. di Ghezzano (Pisa) con penetrometro "Olandese" tipo Pagani TG 73 da 20 tonnellate; le prove penetrometriche statiche sono state effettuate sul retro dell'edificio in corrispondenza dell'area oggetto di escavazione per la realizzazione del volume interrato. (Vedi fotografie di seguito allegate).

Foto n.1

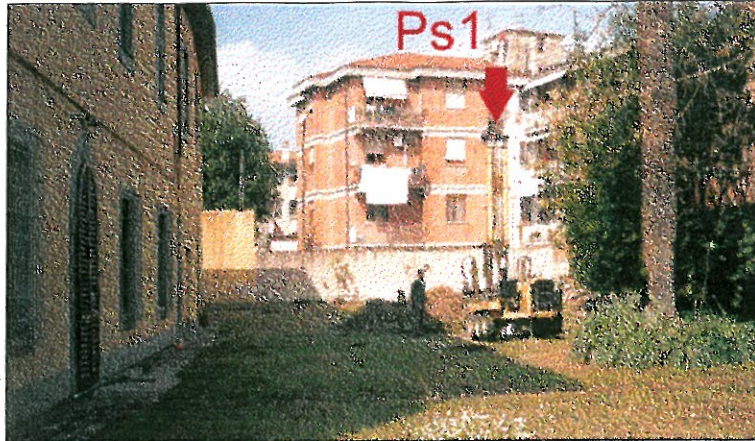
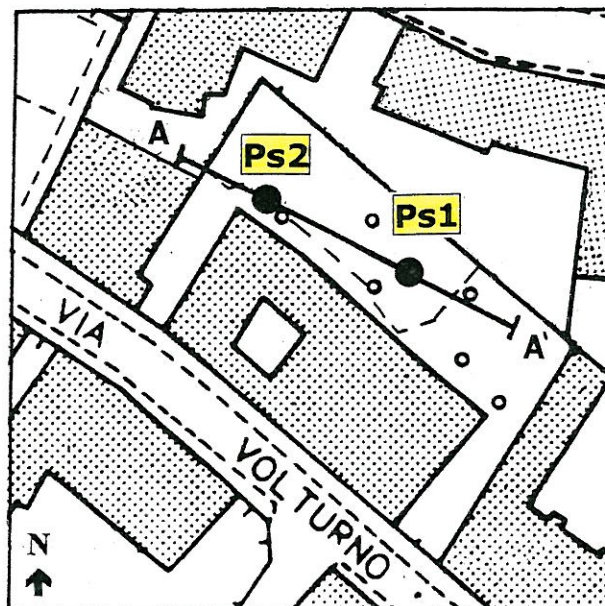


Foto n.2



L'ubicazione delle prove geotecniche in sito Ps1 e Ps2 è individuata sulla seguente "Pianta di posizione" di FIG.7.

**FIG.7** "Pianta di posizione" (scala 1:1.000)



Le prove in oggetto sono state spinte entrambe fino ad una profondità di -20,0 mt rispetto al p.c. attuale; i relativi diagrammi, allegati alla presente relazione (vedi **All.1**), mettono in evidenza i valori della "resistenza alla punta" **Qc**, della "resistenza laterale locale" **Fs** e del "rapporto Begemann" **Qc/Fs**.

Sugli elaborati, oltre alle letture di campagna, è anche descritta la successione stratigrafica dei terreni attraversati ("colonna stratigrafica") dedotta dal "rapporto Begemann" (rapporto tra resistenza alla punta e resistenza laterale locale) e sono inoltre tabulati i valori dei "parametri geotecnici stimati" relativi alle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni più significative: peso di volume (**Gamma**), pressione verticale efficace (**Sigma**), angolo di attrito interno (**Fi**), densità relativa (**DR**), coesione non drenata (**c<sub>u</sub>**) e coeff. di compressibilità volumetrica (**m<sub>v</sub>**).

Al termine delle perforazioni i fori delle prove penetrometriche sono stati adattati a "piezometro", previa installazione di tubi in P.V.C. ( $\varnothing = 2,5$  cm) opportunamente finestrati, per l'esatto rilevamento del livello di falda.

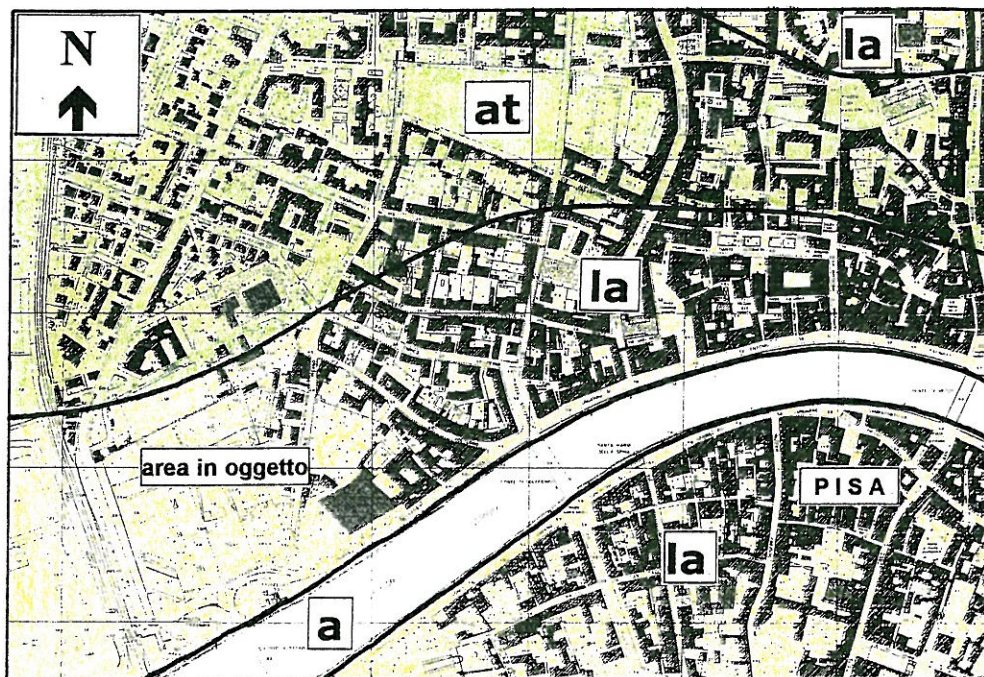
### **3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE**

Il Centro Storico di Pisa è interessato, in affioramento, da depositi alluvionali a componente prevalentemente limo sabbiosa e subordinatamente argillosa; tali depositi sono riconducibili come età all'Olocene essendo collegati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella pianura pisana man mano che il livello del mare è risalito nel periodo post-glaciale ed è aumentato lo sbarramento a mare ad opera del sistema dei lidi del delta dell'Arno.

In questi sedimenti prevalgono le sabbie, accumulate durante le frequenti esondazioni del passato, nelle zone più prossime al F. Arno e sono più diffuse le argille e le torbe nelle zone più lontane dai corsi d'acqua principali, zone che sono rimaste per questo leggermente più basse e quindi soggette a impaludamenti mentre le esondazioni vi trasportavano solo i materiali più fini; tali terreni sono ancora soggetti a fenomeni di naturale costipamento.

L'area in esame, situata nella porzione occidentale del centro storico a nord del corso del F. Arno, è caratterizzata da una morfologia pianeggiante con una quota altimetrica di +3,6 mt circa sul l.m.m..

**FIG.8 "Carta geologica" (scala 1:10.000)**



### **3.1 Geologia di superficie**

Sulla **FIG.8 "Carta geologica"** sono cartografati e distinti i depositi affioranti in un ampio intorno della zona oggetto di studio ed in particolare sono rappresentati i seguenti litotipi a partire da quello più recente:

- "a"**            sedimenti delle aree golenali a granulometria variabile da limo argillosa a sabbiosa (età: Attuale);
- "la"**            depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (età: Olocene);
- "at"**            depositi alluvionali prevalentemente argillosi costituiti da argille e argille organiche con talvolta sottili interstrati limo sabbiosi (età: Olocene).

L'area oggetto del Piano di Recupero è interessata in superficie da terreni a prevalenza limosa ricondotti al litotipo **"la"** che sono stati depositi a seguito delle ripetute esondazioni verificatesi nel passato nelle aree prossime al corso fluviale dell'Arno.

### 3.2 Geologia del sottosuolo

Mediamente l'andamento stratigrafico del sottosuolo, nell'ambito dell'area in esame, è caratterizzato nella porzione più superficiale da argille e argille limose con sottili intercalazioni limo sabbiose.

La successione litostratigrafica dei terreni nei primi metri di profondità investigati con le due prove in situ, nell'ambito della zona oggetto di intervento, ha una buona continuità laterale e può essere come di seguito sintetizzata:

<u>da p.c. a -1,0 mt</u>	terreni limo sabbiosi;
<u>da -1,0 mt a -5,2 mt</u>	terreni argillosi e argillo limosi;
<u>da -5,2 mt a -5,6 mt</u>	livello di sabbia sciolta;
<u>da -5,6 mt a -20,0 mt</u>	terreni argillosi con argilla organica e rari sottili interstrati di limo sabbioso.

L'andamento stratigrafico del sottosuolo sopra descritto è riportato sulla FIG.9 "Sezione litostratigrafica", mentre la traccia della sezione A---A' è individuata sulla FIG.7.

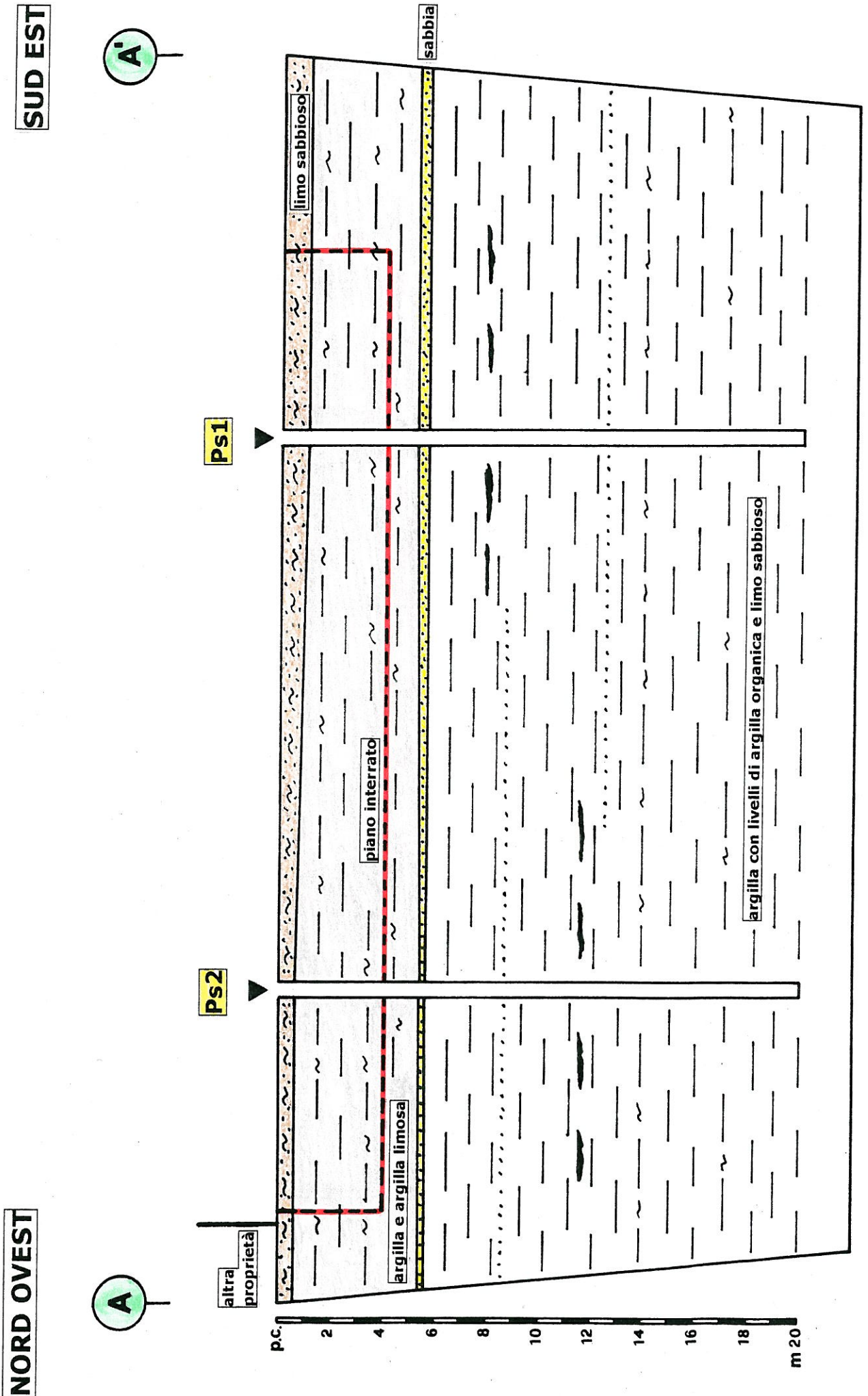
### 4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Il sottosuolo del Centro Storico di Pisa risulta caratterizzato dalla presenza di due sistemi acquiferi ben definiti circolanti in orizzonti permeabili aventi potenza, continuità laterale, caratteristiche litologiche, idrauliche e chimico-fisiche assai diverse.

Schematicamente i due sistemi acquiferi sono riconducibili a:

1. una **falda semiconfinata superficiale**, circolante negli orizzonti a prevalenza sabbiosa ubicati a profondità variabili comprese tra circa 3,0 e 15,0 metri di profondità; tale falda, la cui alimentazione avviene per infiltrazione diretta da parte delle acque meteoriche, non sembra essere nell'area in esame in continuità idraulica con il Fiume Arno che scorre "pensile" sulle proprie alluvioni; modesti interscambi di acqua tra il sistema fiume ed il sistema falda sono comunque localmente possibili specie in prossimità delle zone golenali.

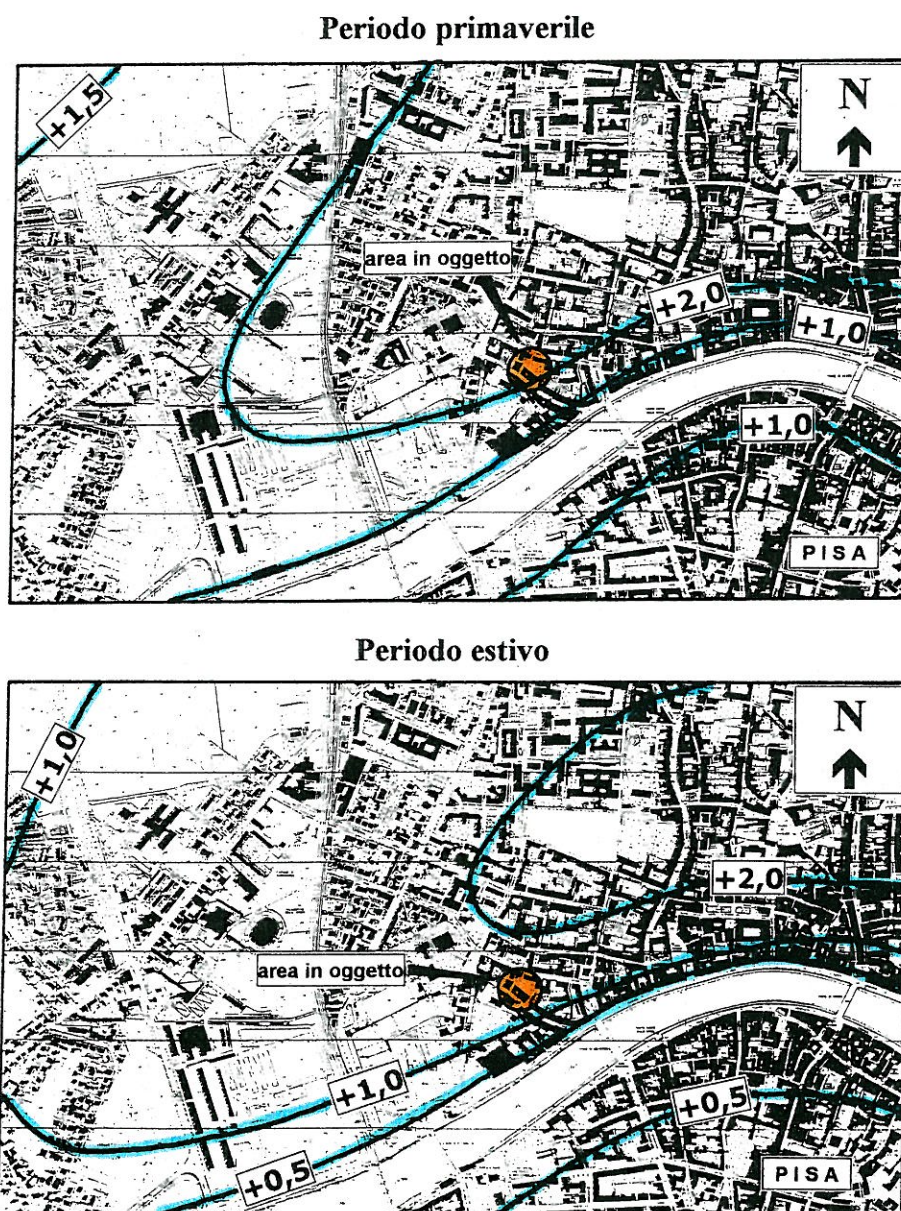
FIG.9 "Sezione litostratigrafica" (scala 1:200)



Il livello piezometrico di pertinenza della falda sopra descritta risulta mediamente ubicato a profondità comprese tra -0,5 e -5,0 metri rispetto al piano di campagna in relazione alle oscillazioni stagionali che si verificano nei vari periodi dell'anno idrologico.

Per l'area in esame l'andamento piezometrico relativo alla falda superficiale è evidenziato sulle "Carte piezometriche" di FIG.10 dove sono riportate rispettivamente le isofreatiche primaverili ed estive riferite al livello medio mare.

**FIG.10** "Carte piezometriche falda superficiale" (scala 1:20.000)



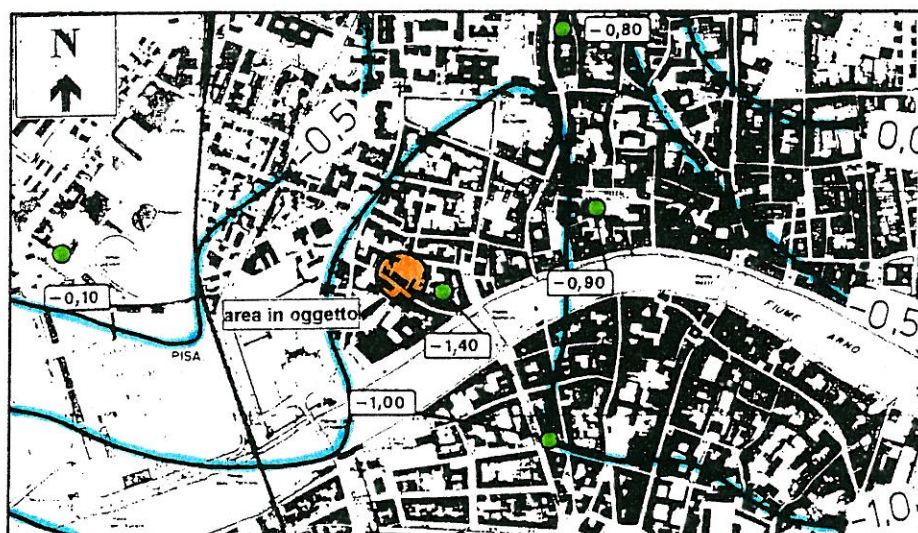
2. una **falda artesianica** circolante nelle sabbie di origine marina ed eolica a granulometria medio fine ubicate ad una profondità compresa tra 30,0 e 50,0 metri in corrispondenza della città di Pisa, tali orizzonti sabbiosi emergono in corrispondenza delle dune costiere che garantiscono in parte l'alimentazione della falda per infiltrazione diretta da parte delle acque meteoriche.



La falda in questione risulta fortemente sfruttata dai numerosi pozzi presenti nel Centro abitato di Pisa, le caratteristiche idrauliche (trasmissività e permeabilità) risultano scadenti e tali da indurre abbassamenti dei livelli piezometrici di una certa entità anche con modeste portate di esercizio dei singoli pozzi.

Per l'area in esame l'andamento piezometrico relativo alla prima falda artesianica è evidenziato sulla "Carta piezometrica" di FIG.11 dove sono riportate le curve isopieze riferite al livello medio mare.

**FIG.11 "Carta piezometrica falda artesianica" (scala 1:20.000)**



I controlli eseguiti con l'ausilio di un freatimetro elettrico nei fori delle prove penetrometriche Ps1 e Ps2 adattati a piezometro hanno verificato la presenza di acqua alle seguenti profondità:

Data	Piezometro (n.)	Livello piez. (m da p.c.)	Livello piez. (m da l.m.m.)
21.03.'02	Ps1	-0,80	+2,80
21.03.'02	Ps2	-0,90	+2,70
28.03.'02	Ps1	-0,85	+2,75
28.03.'02	Ps2	-0,97	+2,63
05.04.'02	Ps1	-0,86	+2,74
05.04.'02	Ps2	-0,97	+2,63
15.04.'02	Ps1	-0,68	+2,92
15.04.'02	Ps2	-0,77	+2,83
23.04.'02	Ps1	-0,80	+2,80
23.04.'02	Ps2	-0,90	+2,70
27.05.'02	Ps1	-0,85	+2,75
27.05.'02	Ps2	-0,94	+2,66

Il livello piezometrico rilevato (valore medio -0,90 mt dal p.c.) è di pertinenza dell'acquifero semiconfinato superficiale circolante negli orizzonti sabbiosi permeabili che nell'area oggetto di intervento sono presenti fino ad una profondità di 12,5 mt dal p.c. e caratterizzati da modesti spessori intercalati ai prevalenti depositi argillosi impermeabili.

I rilievi piezometrici hanno quindi confermato quanto precedentemente riportato circa il quadro idrogeologico locale rappresentato dalle "carte piezometriche" mettendo in evidenza, per l'area in esame, una probabile escursione stagionale massima dei livelli di circa un metro.

Si deve quindi ritenere che, durante la fase di sbancamento per la posa in opera delle strutture fondazionali per la realizzazione dei locali interrati, potrebbe essere necessaria l'adozione di alcuni provvedimenti volti a deprimere artificialmente la falda o ad isolare ed impermeabilizzare lo scavo.

Per quanto riguarda la rete idraulica superficiale per lo scolo delle acque si rileva che l'area oggetto di intervento fa parte del sottobacino di bonifica a scolo naturale della zona intensamente urbanizzata del Centro Storico ed è dotata di un sistema fognario per lo smaltimento delle acque bianche e nere; l'area in esame si colloca inoltre ad una quota altimetrica superiore rispetto ad altre limitrofe zone urbane che possono essere invece soggette a ristagni d'acqua perché in situazione morfologicamente più depressa.

Per quanto concerne gli adempimenti di cui alla D.G.R.T. n.1212 del 02/11/99 approvata a seguito delle misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico previste dal **D.L. 180/98** (Decreto Sarno) è stato verificato che l'area in esame risulta ubicata al di fuori delle perimetrazioni previste per le zone a "pericolosità idraulica elevata e molto elevata" (P.I.4); quanto affermato è rilevabile dall'esame dell'estratto cartografico di **FIG.12** relativa alla "**Perimetrazione delle aree con pericolosità e rischio idraulico**" redatta dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno.

FIG.12



## **5. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE**

Per una valutazione delle caratteristiche litotecniche e fisico-meccaniche dei terreni di fondazione delle strutture di progetto si fa riferimento ai risultati delle prove penetrometriche eseguite in situ ed accorpati nell' **ALL.1 "Elaborazione prove penetrometriche"**.

L'ipotesi di progetto prevede l'adozione di una fondazione diretta a platea in C.A. dello spessore di circa 0,50 mt con la profondità del piano di posa ubicata a -4,0 mt circa dal piano di campagna attuale ed una "pressione di contatto massima" di progetto stimata in circa 0,70 kg/cm<sup>2</sup>.

### **5.1 Carico ammissibile**

Sulla base dei dati derivanti dalle prove Ps1 e Ps2 è stato possibile stimare il valore minimo della "capacità portante" dei terreni di fondazione alla profondità di circa -4,0 mt prevista per il piano di posa delle nuove strutture fondazionali superficiali.

Nel caso di terreni coerenti parzialmente saturi in acqua come quelli in esame, la "**resistenza specifica alla punta del penetrometro**" corrisponde a circa 13 volte il "**carico di rottura a compressione semplice**":

$$q_u = Q_c/13$$

assumendo come carico ammissibile 1/13° di  $Q_c$  si avrà, generalmente, un **coefficiente di sicurezza non inferiore a 3**:

$$Q_{amm.} = q_u = Q_c/13$$

Nel caso in esame, prendendo in considerazione l'intervallo compreso tra - 3,6 e -4,4 mt di profondità ed il relativo "valore medio" ( $Q_c = 9,2 \text{ kg/cm}^2$ ) rilevato in corrispondenza della Ps1 che ha evidenziato, per tale intervallo, i valori più critici otteniamo:

$$Q_{amm.} = 0,71 \text{ kg/cm}^2$$

con coefficiente di sicurezza  $C = 3$ .

Una verifica del risultato ottenuto può essere condotta adottando la nota formula di "Terzaghi-Mayerhof" che permette di calcolare il valore della "capacità portante" per fondazioni superficiali su terreni coerenti.

Ipotizzando una fondazione a platea di forma rettangolare avente larghezza di 12,0 mt ed una lunghezza di 38,0 mt avremo:

$$q_d = (1 + 0,2 B/L) 5,7 c_u + \gamma' D \quad (1)$$

con:

$\gamma' = 0,8 \text{ t/m}^3$  (peso medio terreno immerso sopra il piano di fondazione)

$D = 4,0 \text{ mt}$  (profondità di incastro della fondazione)

$c_u = 0,33 \text{ kg/cm}^2$  (coesione non drenata "valore critico" nell'intervallo tra -3,8 e -4,2 mt di profondità)

introducendo nella (1) i dati sopra esposti otteniamo:

$$q_d = 2,32 \text{ kg/cm}^2$$

ed applicando un coefficiente di sicurezza  $C = 3$  otteniamo :

$$Q_{amm.} = 0,77 \text{ kg/cm}^2$$

valore che risulta in accordo con quello ottenuto precedentemente, indicativo della portanza minima dei terreni di sottofondazione e senz'altro compatibile con i carichi massimi stimati.

In considerazione del fatto che realizzando uno scavo di 4,0 mt dal p.c. l'effettivo sovraccarico trasmesso ai terreni di sottofondazione risulta diminuito del peso del terreno rimosso, si ricava che i carichi di progetto potrebbero anche essere aumentati dell'equivalente valore di tale peso.

Una stima del peso del terreno rimosso con lo scavo è data da:

$$\gamma' \times H = 0,8 \times 4,0 = 3,2 \text{ t/m}^2 = 0,32 \text{ kg/cm}^2$$

dove:

$\gamma' = 0,8 \text{ t/m}^3$  (peso medio di volume immerso)

$H = 4,0 \text{ m}$  (altezza di scavo).

## 5.2 Cedimenti

Al fine di valutare la possibilità che si manifestino dei cedimenti al di sotto del piano di posa delle fondazioni di progetto e per quantificare la loro entità, si sono eseguite delle verifiche utilizzando la nota formula che permette di determinare la compressione di uno strato di terreno di altezza "h" sottoposto ad un incremento di pressione " $\Delta p$ ":

$$\Delta h = h \times \Delta p \times m_v \quad (2)$$

dove:

$h$  = spessore dello strato sottoposto a pressione

$\Delta p$  = incremento di pressione =  $p \times I_s$

con:  $p$  = pressione di contatto

$I_s$  = coefficiente adimensionale funzione della forma della  
fondazione e del rapporto  $D(\text{profondità})/B(\text{larghezza fondazione})$

$m_v$  = coefficiente di compressibilità =  $1 / (\alpha \times Q_c)$

con  $\alpha = 5$  per terreni argillosi.

Prendendo in considerazione, per il piano interrato, una pressione di contatto effettiva pari ad un carico permanente di  $0,70 - 0,32 = 0,38 \text{ kg/cm}^2$  (carico massimo di progetto diminuito del peso del terreno rimosso) e considerando sottoposti a pressione gli strati di terreno argilloso ubicati tra -4,0 mt e -5,2 mt (livello " $h_1$ ") e tra -5,6 mt e -8,6 mt (livello " $h_2$ ") di profondità rispetto al piano di campagna attuale, il cedimento totale  $\Delta h$  si otterrà come somma dei due cedimenti parziali:

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2$$

introducendo nella (2) i dati di progetto relativi all'ipotesi di una fondazione superficiale a platea ed i valori medi di pertinenza della situazione locale desunti dalle prove in situ otteniamo il seguente cedimento totale  $\Delta h$ :

$$\Delta h = 0,85 + 2,15 = 3,0 \text{ cm}$$

L'entità del cedimento che si potrà verificare nelle condizioni più sfavorevoli adottando un carico permanente sul terreno pari a  $0,38 \text{ kg/cm}^2$  risulta compatibile con la nuova struttura fondazionale e tale da evitare sensibili movimenti differenziali.

## 6. STABILITA' IN FASE DI SCAVO

La realizzazione del piano interrato ad uso autorimessa e magazzini comporterà uno scavo fino a circa 4,0 mt di profondità in terreni prevalentemente coesivi ed in parte saturi in acqua a ridosso di edifici già esistenti.

Prescindendo dalla instabilità propria delle pareti di scavo e da quella creata dalla vicinanza degli edifici, a cui si ovvierà in fase di esecuzione con un diaframma perimetrale che opportunamente dimensionato sosterrà le pareti anche dai carichi trasmessi dagli edifici limitrofi, un problema potrebbe essere rappresentato dalla presenza di circolazione idrica a debole profondità.

Uno scavo in falda comporta infatti il pericolo di cedimenti negli adiacenti fabbricati e di sifonamento del fondo scavo con possibilità di dissesto; l'azione drenante esercitata dallo scavo provoca infatti un abbassamento della superficie piezometrica nell'area circostante e la conseguente diminuzione della pressione interstiziale nei terreni vicini comportando un assestamento del terreno.

La spinta di filtrazione dell'acqua del fondo scavo può inoltre provocare problemi di instabilità della sagoma a causa della rimozione del terreno e della diminuzione dei carichi di contrasto; è quindi opportuno che gli abbassamenti piezometrici lateralmente allo scavo siano effettuati in condizioni di sicurezza.

Il diaframma perimetrale, oltre a contenere i sovraccarichi trasmessi dagli attigui edifici, dovrà anche assicurare l'impermeabilizzazione per mantenere inalterata la falda acquifera durante lo scavo.

L'eventuale abbattimento della falda tramite "well points" sarà quindi limitato all'interno del diaframma e la differenza di livello all'esterno ed all'interno del diaframma stesso deve essere la minima compatibile con le necessità costruttive per evitare possibili sifonamenti.

Per ovviare ai problemi sopra esposti è consigliabile ammorsare i diaframmi entro le argille ubicate al di sotto del livello di sabbia sciolta presente tra 5,2 e 5,6 mt di profondità dal p.c. ed eventualmente valutare la possibilità di collegare la soletta al diaframma perimetrale per ottenere un idoneo irrigidimento dell'intera struttura fondazionale.

## 7. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati acquisiti e discussi nei paragrafi precedenti riteniamo non sussistano motivazioni di ordine geomorfologico, geologico tecnico o idrogeologico tali da far aumentare i livelli di rischio e condizionare la "fattibilità" degli interventi di progetto.

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione sono compatibili con le pressioni di contatto massime di progetto trasmesse dalle nuove fondazioni ed adottando i provvedimenti sopra esposti sia in fase di scavo che di realizzazione delle strutture di progetto si potranno ottenere condizioni tali da consentire una adeguata stabilità complessiva dell'opera evitando il manifestarsi di sensibili cedimenti differenziali.

Pisa, Maggio 2001



**ALL.1**

**"ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE"**

**GEOSERVIZI**  
VIA, U. FOSCOLO, 14  
GHEZZANO (PI)

C.P.T.

=====

PROVA PENETROMETRICA STATICA

STRATIGRAFIA ED INTERPRETAZIONE GEOTECNICA

=====

Penetrometro: TG 73 200 KN PAGANI  
Numero prove: 2  
Commitente: DOTT. MEZZETTI  
Localita': PISA  
Cantiere: VIA VOLTURNO  
Data: 21/03/02

LEGENDA			
T	ARGILLA ORGANICA, TORBA E TERRENI MISTI	Qc	= resistenza alla punta
A	ARGILLA	Fs	= resistenza lat. locale
AL	ARGILLA LIMOSA	Qc/Fs	= Rapporto Begemann
L	LIMO	Qt	= Spinta totale (rivestimento + punta)
SL	SABBIA E LIMO	Gamma	= peso di volume
SS	SABBIA SCIOLTA	SigmaIvo	= pressione verticale efficace
SMA	SABBIA MEDIAMENTE ADDENSATA	Fi	= angolo di attrito interno
SG	SABBIA DENSA E/O GHIAIA	D <sub>R</sub>	= densita' relativa
R	RIPORTO	c <sub>u</sub>	= coesione non drenata
		m <sub>v</sub>	= coeff. di compressibilita' volumetrica



**GEOSERVIZI**  
 VIA U. FOSCOLO, 14  
 GHEZZANO (PI)

Prova penetrometrica numero: 1  
 Committente: DOTT. MEZZETTI  
 Localita': PISA  
 Cantiere:  
 Data: 21/03/02

Quota falda: -0.80 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Qt [Kgf]	Gamma [Kg/dmc]	Sigma IYO [Kg/cmq]	Fi [gradi]	Dp [%]	cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna Stratig.
0.2					1,80	,04	-	-	-	-	
0.4					1,80	,07	-	-	-	-	
0.6	39,1	,9	45	560	1,80	,11	30	-	-	8,5	SL
0.8	46,3	,9	50	340	1,83	,14	42	85	-	7,2	SG
1.0	5,3	,6	9	180	1,48	,15	-	-	,21	57,0	T
1.2	6,3	,2	32	80	1,72	,17	-	-	,25	32,2	AL
1.4	6,3	,2	32	80	1,72	,18	-	-	,24	32,2	AL
1.6	7,3	,3	27	100	1,77	,20	-	-	,28	28,8	A
1.8	6,4	,2	32	80	1,72	,21	-	-	,25	31,8	AL
2.0	4,4	,2	22	90	1,62	,22	-	-	,17	43,1	A
2.2	4,4	,1	33	120	1,62	,24	-	-	,17	43,1	AL
2.4	5,4	,1	41	120	1,63	,25	-	-	,21	35,7	L
2.6	7,4	,3	22	190	1,77	,27	-	-	,29	28,5	A
2.8	11,5	,5	22	260	1,90	,28	-	-	,45	21,7	A
3.0	11,5	,7	17	680	1,90	,30	-	-	,45	21,7	A
3.2	7,5	,3	23	320	1,78	,32	-	-	,29	28,2	A
3.4	10,5	,4	26	250	1,90	,33	-	-	,41	22,7	A
3.6	9,5	,5	20	260	1,88	,35	-	-	,37	24,1	A
3.8	8,6	,3	26	280	1,83	,37	-	-	,33	25,7	A
4.0	9,6	,4	24	300	1,88	,39	-	-	,37	24,0	A
4.2	9,6	,4	24	310	1,88	,40	-	-	,37	24,0	A
4.4	8,6	,4	22	320	1,83	,42	-	-	,33	25,7	A
4.6	7,6	,4	19	320	1,78	,44	-	-	,29	28,0	A
4.8	6,7	,3	20	330	1,74	,45	-	-	,25	30,7	A
5.0	7,7	,5	17	450	1,79	,47	-	-	,29	27,7	A
5.2	17,7	,1	133	410	1,89	,48	31	25	-	16,7	SS
5.4	10,7	,3	40	420	1,65	,50	-	-	,41	21,3	L
5.6	13,7	,5	26	470	1,91	,52	-	-	,53	20,2	A
5.8	9,9	,4	25	460	1,90	,53	-	-	,37	23,5	A
6.0	8,9	,6	15	520	1,52	,54	-	-	,33	39,5	T
6.2	12,9	,7	19	580	1,91	,56	-	-	,49	20,6	A
6.4	10,9	,6	18	600	1,90	,58	-	-	,41	22,3	A
6.6	10,9	,7	15	680	1,90	,60	-	-	,41	22,3	A
6.8	10	,7	14	800	1,53	,61	-	-	,38	37,0	T
7.0	13	,6	22	830	1,91	,63	-	-	,49	20,5	A
7.2	9	,6	15	840	1,52	,64	-	-	,33	39,3	T
7.4	6	,7	9	870	1,49	,65	-	-	,21	51,8	T
7.6	9	,5	19	890	1,85	,66	-	-	,33	24,9	A
7.8	9,2	,6	15	940	1,52	,67	-	-	,34	38,8	T
8.0	8,2	,7	12	970	1,51	,68	-	-	,30	41,6	T
8.2	8,2	,5	15	980	1,51	,70	-	-	,30	41,6	T
8.4	8,2	,4	21	970	1,81	,71	-	-	,30	26,5	A
8.6	7,2	,5	15	1030	1,50	,72	-	-	,26	45,3	T
8.8	7,3	,4	18	1060	1,77	,74	-	-	,26	28,8	A
9.0	6,3	,5	14	1090	1,49	,75	-	-	,22	49,9	T
9.2	8,3	,3	25	1080	1,82	,76	-	-	,30	26,3	A
9.4	6,3	,4	16	1110	1,49	,77	-	-	,22	49,9	T
9.6	7,3	,3	22	1120	1,77	,79	-	-	,26	28,8	A
9.8	8,4	,5	18	1130	1,82	,80	-	-	,30	26,1	A
10.0	8,4	,3	32	1140	1,82	,82	-	-	,30	26,1	AL

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Qt [Kgf]	Gamma [Kg/dmc]	Sigma Ivo [Kg/cmq]	Fi [gradi]	D <sub>R</sub> [%]	C <sub>u</sub> [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna Stratig.
10.2	7,4	,3	28	1170	1,77	,84	-	-	,26	28,5	AL
10.4	7,4	,3	28	1140	1,77	,85	-	-	,26	28,5	AL
10.6	7,4	,4	19	1230	1,77	,87	-	-	,26	28,5	A
10.8	7,6	,3	23	1250	1,78	,88	-	-	,27	28,0	A
11.0	6,6	,4	17	1260	1,50	,89	-	-	,23	48,2	T
11.2	6,6	,3	20	1260	1,73	,91	-	-	,23	31,0	A
11.4	6,6	,4	17	1270	1,50	,92	-	-	,23	48,2	T
11.6	6,6	,4	17	1340	1,50	,93	-	-	,23	48,2	T
11.8	6,7	,3	20	1360	1,74	,94	-	-	,23	30,7	A
12.0	6,7	,3	20	1380	1,74	,96	-	-	,23	30,7	A
12.2	6,7	,3	20	1380	1,74	,97	-	-	,23	30,7	A
12.4	10,7	,1	80	1380	1,65	,98	28	2	-	16,7	SS
12.6	6,7	,4	17	1420	1,50	,99	-	-	,23	47,7	T
12.8	7,8	,5	17	1440	1,79	1,01	-	-	,27	27,5	A
13.0	7,8	,3	23	1440	1,79	1,02	-	-	,27	27,5	A
13.2	7,8	,3	23	1460	1,79	1,04	-	-	,27	27,5	A
13.4	7,8	,3	23	1470	1,79	1,06	-	-	,27	27,5	A
13.6	7,8	,4	20	1520	1,79	1,07	-	-	,27	27,5	A
13.8	7,9	,3	24	1540	1,80	1,09	-	-	,27	27,2	A
14.0	7,9	,3	30	1540	1,80	1,10	-	-	,27	27,2	AL
14.2	7,9	,3	30	1540	1,80	1,12	-	-	,27	27,2	AL
14.4	6,9	,4	17	1510	1,75	1,13	-	-	,23	30,0	A
14.6	6,9	,4	17	1570	1,75	1,15	-	-	,23	30,0	A
14.8	8,1	,3	30	1610	1,81	1,17	-	-	,28	26,7	AL
15.0	7,1	,3	27	1620	1,76	1,18	-	-	,24	29,4	A
15.2	7,1	,3	27	1630	1,76	1,20	-	-	,24	29,4	A
15.4	8,1	,3	24	1610	1,81	1,21	-	-	,28	26,7	A
15.6	8,1	,3	24	1660	1,81	1,23	-	-	,27	26,7	A
15.8	8,2	,4	21	1680	1,81	1,24	-	-	,28	26,5	A
16.0	8,2	,3	25	1700	1,81	1,26	-	-	,28	26,5	A
16.2	8,2	,4	21	1710	1,81	1,28	-	-	,28	26,5	A
16.4	8,2	,4	21	1700	1,81	1,29	-	-	,28	26,5	A
16.6	9,2	,4	23	1760	1,86	1,31	-	-	,32	24,6	A
16.8	9,3	,4	23	1800	1,87	1,33	-	-	,32	24,4	A
17.0	8,3	,5	18	1830	1,82	1,34	-	-	,28	26,3	A
17.2	9,3	,4	23	1830	1,87	1,36	-	-	,32	24,4	A
17.4	9,3	,3	28	1810	1,87	1,38	-	-	,32	24,4	AL
17.6	9,3	,4	23	1890	1,87	1,40	-	-	,32	24,4	A
17.8	9,5	,4	24	1900	1,88	1,41	-	-	,32	24,1	A
18.0	9,5	,3	36	1920	1,65	1,43	-	-	,32	23,0	L
18.2	9,5	,3	29	1920	1,88	1,44	-	-	,32	24,1	AL
18.4	10,5	,3	39	1920	1,65	1,46	-	-	,36	21,5	L
18.6	9,5	,4	24	2010	1,88	1,47	-	-	,32	24,1	A
18.8	9,6	,4	24	2030	1,88	1,49	-	-	,32	24,0	A
19.0	9,6	,4	24	2070	1,88	1,51	-	-	,32	24,0	A
19.2	10,6	,4	27	2080	1,90	1,53	-	-	,36	22,6	A
19.4	10,6	,5	23	2080	1,90	1,55	-	-	,36	22,6	A
19.6	10,6	,5	23	2130	1,90	1,56	-	-	,36	22,6	A
19.8	10,7	,5	20	2140	1,90	1,58	-	-	,36	22,5	A
20.0	10,7	,5	20	2150	1,90	1,60	-	-	,36	22,5	A

# CPT Cone Penetration Test

Picchetto n. 1 /

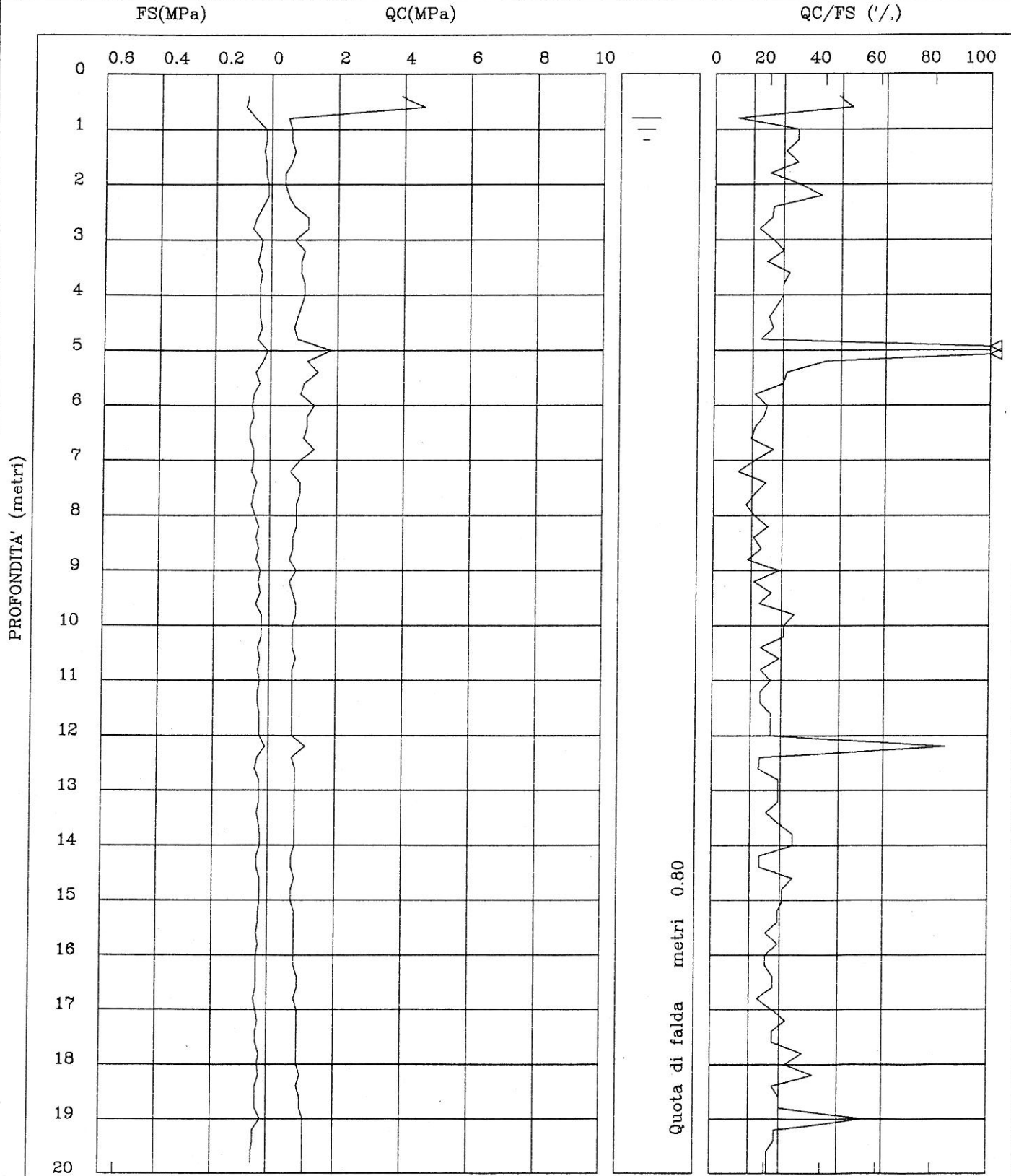
Cantiere

VIA VOLTURNO-PISA

Committente DOTT. MEZZETTI

Certif.n. 63-02

del 24/03/2002



GROSERVIZI  
VIA U. FOSCOLO, 14  
GHEZZANO (PI)

Prova penetrometrica numero: 2  
Committente: DOTT. MEZZETTI  
Localita': PISA  
Cantiere:  
Data: 21/03/02

Quota falda: -0.90 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Qt [Kgf]	Gamma [Kg/dmc]	Sigma IVO [Kg/cmq]	Fi [gradi]	D <sub>R</sub> [%]	C <sub>u</sub> [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna Stratig.
0.2					1,80	,04	-	-	-	-	
0.4					1,80	,07	-	-	-	-	
0.6	13,1	,4	33	280	1,91	,11	-	-	,52	20,5	AL
0.8	9,3	,3	35	360	1,87	,15	-	-	,37	24,4	AL
1.0	9,3	,5	17	140	1,87	,18	-	-	,36	24,4	A
1.2	6,3	,4	16	110	1,49	,19	-	-	,24	49,9	T
1.4	6,3	,2	32	90	1,72	,21	-	-	,24	32,2	AL
1.6	10,3	,3	39	130	1,65	,22	-	-	,40	21,8	L
1.8	8,4	,3	25	140	1,82	,24	-	-	,33	26,1	A
2.0	6,4	,5	14	130	1,49	,25	-	-	,25	49,3	T
2.2	3,4	,3	10	120	1,46	,26	-	-	,13	82,7	T
2.4	5,4	,3	20	160	1,67	,27	-	-	,21	36,3	A
2.6	6,4	,3	24	170	1,72	,29	-	-	,24	31,8	A
2.8	6,5	,5	14	180	1,50	,30	-	-	,25	48,8	T
3.0	5,5	,4	14	160	1,49	,30	-	-	,21	55,3	T
3.2	7,5	,2	38	210	1,64	,32	-	-	,29	27,4	L
3.4	8,5	,5	16	260	1,83	,33	-	-	,33	25,9	A
3.6	10,5	,3	32	220	1,90	,35	-	-	,41	22,7	AL
3.8	10,6	,4	27	240	1,90	,37	-	-	,41	22,6	A
4.0	8,6	,3	32	260	1,83	,39	-	-	,33	25,7	AL
4.2	8,6	,4	22	300	1,83	,40	-	-	,33	25,7	A
4.4	11,6	,3	35	340	1,66	,42	-	-	,45	20,2	L
4.6	13,6	,5	26	420	1,91	,43	-	-	,53	20,2	A
4.8	15,7	,7	24	520	1,91	,45	-	-	,61	19,5	A
5.0	16,7	,7	23	520	1,91	,47	-	-	,65	19,4	A
5.2	8,7	,6	15	680	1,52	,48	-	-	,33	40,1	T
5.4	23,7	,1	178	630	1,92	,50	33	35	-	14,1	SS
5.6	11,7	,6	20	700	1,90	,52	-	-	,45	21,5	A
5.8	14,9	,4	37	700	1,67	,53	-	-	,57	17,8	L
6.0	11,9	,7	18	740	1,90	,55	-	-	,45	21,3	A
6.2	11,9	,7	16	780	1,90	,57	-	-	,45	21,3	A
6.4	12,9	,7	18	870	1,91	,59	-	-	,49	20,6	A
6.6	12,9	,8	16	980	1,91	,60	-	-	,49	20,6	A
6.8	13	,6	22	990	1,91	,62	-	-	,50	20,5	A
7.0	8	,5	17	1020	1,80	,64	-	-	,29	27,0	A
7.2	8	,3	24	1030	1,80	,65	-	-	,29	27,0	A
7.4	10	,3	30	1100	1,90	,67	-	-	,37	23,4	AL
7.6	9	,5	19	1120	1,85	,69	-	-	,33	24,9	A
7.8	9,2	,5	17	1140	1,86	,71	-	-	,34	24,6	A
8.0	9,2	,7	13	1180	1,52	,72	-	-	,34	38,8	T
8.2	7,2	,6	12	1190	1,50	,73	-	-	,26	45,3	T
8.4	7,2	,5	14	1230	1,50	,74	-	-	,26	45,3	T
8.6	10,2	,2	51	1270	1,65	,75	28	2	-	16,7	SS
8.8	7,3	,5	16	1300	1,50	,76	-	-	,26	44,9	T
9.0	6,3	,4	16	1320	1,49	,77	-	-	,22	49,9	T
9.2	8,3	,3	31	1320	1,82	,79	-	-	,30	26,3	AL
9.4	5,3	,4	13	1360	1,48	,80	-	-	,18	57,0	T
9.6	8,3	,3	31	1410	1,82	,81	-	-	,30	26,3	AL
9.8	7,4	,5	14	1400	1,50	,82	-	-	,26	44,5	T
10.0	8,4	,3	25	1410	1,82	,84	-	-	,30	26,1	A

parametri geotecnici stimati

PROFONDITA' [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Qt [Kgf]	Gamma [Kg/dmc]	Sigma Ivo [Kg/cmq]	Fi [gradi]	D <sub>p</sub> [%]	c <sub>u</sub> [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna Stratig.
10.2	7,4	,3	28	1400	1,77	,86	-	-	,26	28,5	AL
10.4	5,4	,3	20	1390	1,67	,87	-	-	,18	36,3	A
10.6	6,4	,3	19	1430	1,72	,88	-	-	,22	31,8	A
10.8	7,6	,3	29	1440	1,78	,90	-	-	,27	28,0	AL
11.0	5,6	,3	17	1470	1,49	,91	-	-	,19	54,6	T
11.2	6,6	,3	20	1490	1,73	,92	-	-	,23	31,0	A
11.4	5,6	,3	17	1510	1,49	,93	-	-	,19	54,6	T
11.6	5,6	,3	17	1540	1,49	,94	-	-	,19	54,6	T
11.8	6,7	,3	25	1560	1,74	,96	-	-	,23	30,7	A
12.0	6,7	,3	25	1570	1,74	,97	-	-	,23	30,7	A
12.2	6,7	,3	20	1610	1,74	,99	-	-	,23	30,7	A
12.4	6,7	,3	25	1630	1,74	1,00	-	-	,23	30,7	A
12.6	5,7	,3	17	1700	1,49	1,01	-	-	,19	53,8	T
12.8	6,8	,3	20	1710	1,74	1,03	-	-	,23	30,3	A
13.0	6,8	,3	26	1740	1,74	1,04	-	-	,23	30,3	A
13.2	6,8	,3	26	1750	1,74	1,06	-	-	,23	30,3	A
13.4	6,8	,3	26	1770	1,74	1,07	-	-	,23	30,3	A
13.6	6,8	,3	26	1820	1,74	1,09	-	-	,23	30,3	A
13.8	6,9	,4	17	1820	1,75	1,10	-	-	,23	30,0	A
14.0	6,9	,3	21	1830	1,75	1,11	-	-	,23	30,0	A
14.2	6,9	,3	21	1840	1,75	1,13	-	-	,23	30,0	A
14.4	5,9	,3	18	1830	1,70	1,14	-	-	,19	33,9	A
14.6	6,9	,3	21	1880	1,75	1,16	-	-	,23	30,0	A
14.8	8,1	,3	24	1890	1,81	1,17	-	-	,28	26,7	A
15.0	7,1	,3	21	1900	1,76	1,19	-	-	,24	29,4	A
15.2	7,1	,3	21	1920	1,76	1,20	-	-	,24	29,4	A
15.4	8,1	,3	24	1940	1,81	1,22	-	-	,28	26,7	A
15.6	7,1	,3	21	2010	1,76	1,24	-	-	,23	29,4	A
15.8	8,2	,3	31	2030	1,81	1,25	-	-	,28	26,5	AL
16.0	7,2	,4	18	2050	1,76	1,27	-	-	,24	29,1	A
16.2	7,2	,4	18	2080	1,76	1,28	-	-	,24	29,1	A
16.4	8,2	,3	31	2110	1,81	1,30	-	-	,28	26,5	AL
16.6	8,2	,3	25	2160	1,81	1,32	-	-	,28	26,5	A
16.8	8,3	,3	25	2180	1,82	1,33	-	-	,28	26,3	A
17.0	8,3	,4	21	2160	1,82	1,35	-	-	,28	26,3	A
17.2	8,3	,3	25	2200	1,82	1,36	-	-	,28	26,3	A
17.4	8,3	,4	21	2190	1,82	1,38	-	-	,28	26,3	A
17.6	8,3	,4	21	2210	1,82	1,40	-	-	,28	26,3	A
17.8	8,5	,4	21	2260	1,83	1,41	-	-	,28	25,9	A
18.0	9,5	,3	29	2260	1,88	1,43	-	-	,32	24,1	AL
18.2	8,5	,4	21	2260	1,83	1,45	-	-	,28	25,9	A
18.4	8,5	,3	26	2280	1,83	1,46	-	-	,28	25,9	A
18.6	8,5	,3	26	2360	1,83	1,48	-	-	,28	25,9	A
18.8	8,6	,4	22	2400	1,83	1,50	-	-	,28	25,7	A
19.0	9,6	,3	29	2410	1,88	1,51	-	-	,32	24,0	AL
19.2	8,6	,3	26	2420	1,83	1,53	-	-	,28	25,7	A
19.4	9,6	,3	29	2430	1,88	1,55	-	-	,32	24,0	AL
19.6	9,6	,5	18	2440	1,88	1,57	-	-	,32	24,0	A
19.8	10,7	,5	23	2450	1,90	1,58	-	-	,36	22,5	A
20.0	9,7	,5	18	2410	1,89	1,60	-	-	,32	23,8	A

# CPT Cone Penetration Test

Picchetto n. 2 /

Cantiere

VIA VOLTURNO-PISA

Committente DOTT. MEZZETTI

Certif.n. 64-02

del 24/03/2002

