

ALLEGATO 18

COMUNE DI PISA



FUNZIONARIO
NOME (C. ALBERTO)

[Signature]
ALLEGATO

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA
A SUPPORTO DEL
"PIANO DI RECUPERO DELLA EX MANIFATTURA FOREST
-REALIZZAZIONE DI UN COMPLESSO DI ALLOGGI PER
STUDENTI UNIVERSITARI"
PISA- VIA DEL GIARDINO**

GIUGNO 2002



"Acqua e Terra"
Studio Associato di Geologia

[Signature]

Il sottoscritto Marcello Ghigliotti, socio dello Studio associato di geologia “Acqua e Terra” di M.Ghigliotti e L.Sergiampietri, iscritto all’Ordine Professionale dei Geologi della Toscana, avendo conseguito l’abilitazione professionale all’attività di geologo, avente il proprio studio in Via T. Rook, 12 del Comune di Pisa, CF e PI 01622380507, in seguito a incarico ricevuto dal Comune di Pisa, ai sensi del comma 5 dell’art 32 della L.R. 16.1.95 n.5, modificata con L.R. 3.11.95 n. 96

CERTIFICA

che le indagini geologico-tecniche previste all’art.1 della L.R. 17.4.84 n.21 e delle direttive regionali approvate con D.C.R. n.94 del 12.2.85, integrate dal comma sesto dell’art.7 della D.C.R. n. 230 del 21.1.94, relative all’atto di pianificazione urbanistica del Comune di Pisa (provincia di Pisa) denominato “Piano di Recupero della ex manifattura Forest, Via del Giardino, Pisa”

SONO ADEGUATE

alle indagini normative vigenti.

Tali indagini sono costituite dai seguenti elaborati:

- 1) Relazione di fattibilità geologica corredata di relativa cartografia e certificati della prove



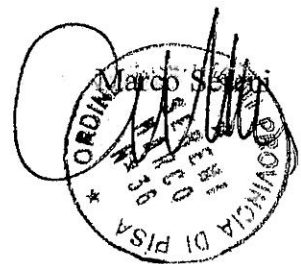
*CERTIFICAZIONE DI CUI AL COMMA 22 DELL'ARTICOLO 40 E
ALLA DELIBERAZIONE DI G.R. N.340 DEL 11 MARZO 1996*

**OGGETTO: L.R. n°5 16/01/1995 art. 30 e 31 - L.R. n°59 del 21/05/1980 –
Adozione del Piano di Recupero, di iniziativa privata, Ex
manifattura Forest, in via Del Giardino – PISA –**

Preso visione delle indagini geologico-tecniche e la relativa relazione redatta dal Dott. Geologo
Marcello Ghigliotti circa l'edificio di cui all'oggetto;

Attesta

Che il piano di recupero di cui trattasi è conforme agli esiti delle indagini depositate.



INDICE GENERALE

1. Introduzione e caratteristiche dell'intervento	pag.4
2 - Quadro normativo di riferimento	pag.5
3 - Metodologia di lavoro	pag.6
4 - La carta di pericolosità e di fattibilità geologica	pag.7
4.1. Indicazioni sulla classe di pericolosità geologica	pag.7
4.2. Indicazioni sulla classe di fattibilità geologica	pag.7
4.3. Verifiche idrauliche sull'Arno e Canale Demaniale per una piena Q[100]	pag.9
5 - Inquadramento geomorfologico, geologico e litotecnico	pag.10
5.1. Assetto geomorfologico e geologico	pag.10
5.2. Caratterizzazione geotecnica dei terreni	pag.12
5.3. Sezioni geomeccaniche	pag.14
5.4. Calcolo della capacità portante e valutazione dei cedimenti	pag.15
6. Assetto idrogeologico dell'area (falda freatica e acquiferi confinati)	pag.17
6.1 Le caratteristiche dell'acquifero freatico	pag.17
6.2 Cenni sugli acquiferi profondi	pag.18
6.3. Consistenza della rete fognaria cittadina (quartiere di San Francesco)	pag.19
7. Considerazioni conclusive e Prescrizioni	pag.21

INDICE DELLE TAVOLE

Tavola 1	Corografia	<i>Scala 1:25.000</i>
Tavola 2	Ubicazione dell'intervento e traccia di sezione A-A'	<i>Scala 1:1.000</i>
Tavola 3	Estratto dalla "Carta Geomorfologica della Pianura di Pisa"	<i>Scala 1:50.000</i>
Tavola 4	Ubicazione delle prove e traccia delle sezione geologica B-B'	<i>Scala 1:300</i>
Tavola 5	Stratigrafia del sondaggio S-1	<i>Scala 1:100</i>
Tavola 6	Stratigrafia del sondaggio S-2	<i>Scala 1:100</i>
Tavola 7	Stratigrafia del sondaggio S-3	<i>Scala 1:100</i>
Tavola 8	Sezione geologica A-A'	<i>Scale varie</i>
Tavola 9	Sezione geologica B-B'	<i>Scala 1:200</i>

INDICE DEGLI ALLEGATI

Certificati analisi di laboratorio sulle terre
Annesso fotografico

1 – Introduzione e caratteristiche dell'intervento

La Relazione geologica e geotecnica descrive i risultati delle indagini svolte nell'area indicata in Tavola 1 Corografia e relative al Piano Attuativo "*Piano di recupero Ex manifattura Forest- Via Del Giardino, Pisa*".

L'isolato in esame, perimetrato come zona di recupero soggetta a P.d.R., e' localizzato nel Centro Storico di Pisa, quartiere di San Francesco, compreso tra Via del Giardino, Via delle Maioliche e Via Santa Bibbiana, nei pressi del Tribunale di Pisa ed a circa 200 m a nord dal Lungarno Mediceo.

In particolare riguarda gli ex stabilimenti Forest sorti intorno agli anni Trenta per la produzione industriale tessile. A seguito dei bombardamenti durante il secondo conflitto mondiale, una parte di questi impianti venivano danneggiati. L'attività industriale tessile ha cessato la sua attività intorno agli anni Sessanta e, dal 1975 sino alla fine degli anni '90, lo stabilimento e' stato utilizzato come sede per i laboratori e gli uffici dell'Istituto di Medicina nucleare e molecolare del CNR.

L'impianto originario del manufatto industriale si articola in due grandi volumi: il primo corpo contenente i vari uffici si eleva tre piani fuori terra con copertura a terrazza; il secondo corpo, utilizzato un tempo per i vari macchinari tessili, si sviluppa su un unico piano ed è caratterizzato da una pilastratura interna scandita da colonne in ghisa che sorreggono la copertura a shed.

Allo stato attuale i fabbricati oggetto di P.d.R. risultano in uno stato di abbandono e avanzato degrado.

Il P.d.R. elaborato dall'Arch. Marco Sereni e collaboratori, prevede la demolizione dell'esistente manifattura e la realizzazione, in sua sostituzione, di un complesso destinato a residenza per studenti universitari.

Il nuovo complesso edilizio, corredato di un piano interrato (a circa -2,20 m dal p.d.c.) da adibire a parcheggio autovetture ed a locali tecnici, sviluppa una superficie di circa 2500 mq ed un'altezza massima di 15 ml.

Si rimanda agli elaborati grafici a corredo del progetto architettonico per eventuali approfondimenti.

2 - Quadro normativo di riferimento

L'indagine geologico-tecnica a supporto del Piano Attuativo (S.U.A.) è stata realizzata ai sensi della LR 21/84, D.C.R. 94/85, D.C.P. 349/88 (P.T.C.), L.R. 5/95 e D.C.R. 12/2000 (P.I.T.).

Le normative vigenti richiedono per uno S.U.A. una relazione geologico-tecnica che confermi la fattibilità dell'intervento ai sensi della D.C.R. 94/85, entri nel merito degli aspetti relativi alle caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo ed al rischio idraulico, in osservanza delle disposizioni contenute nel P.T.C. provinciale e nel P.I.T regionale.

Gli Strumenti Generali vigenti (P.S. e R.U.) del Comune di Pisa sono corredati delle indagini geologico-tecniche di supporto come richieste dalla legge.

Sull'area inoltre gravano le salvaguardie della D.C.R. 230/94, oggi P.I.T.

Il P.d.R. e' normato dal R.U. comunale mediante la scheda norma Ambito n. A-11 "Complesso di Via del Giardino".

L'ambito è sottoposto a vincolo monumentale del Centro Storico e, parzialmente, a vincolo paesaggistico.

Deposito degli atti presso il Genio Civile di Pisa

Una copia completa di tutti gli elaborati (relazione e allegati), comprensivi di certificazione di adeguatezza delle indagini, viene depositata presso l'Ufficio del Genio Civile di Pisa per i controlli di legge previsti ai sensi della Del. 11/3/96 n.304 in attuazione delle disposizioni di cui all'Art 32 della LR 5/95

3 - Metodologia di lavoro

La relazione geologica a supporto dello S.U.A. descrive i risultati dell'indagine geologico-tecnica eseguita nell'area in esame con particolare riferimento alla verifica del quadro geologico-morfologico, geotecnico, idrogeologico ed idraulico, il tutto nel rispetto delle prescrizioni generali relative alla pericolosità e fattibilità geologica dell'area indicate dagli S.U.G. del Comune di Pisa

Per la caratterizzazione geomeccanica del sottosuolo, sono stati eseguiti 3 sondaggi a carotaggio continuo (S-1,2,3) spinti rispettivamente a 10, 12 e 10 m di profondità. Tali prove, disposte secondo una maglia regolare osservabile nella Tavola 4, sono state realizzate all'interno dei fabbricati esistenti come si evince dall'annesso fotografico.

E' stata ricostruita la geometria e consistenza della rete fognaria cittadina e le sue attuali condizioni di deflusso. Sono stati individuati gli eventuali punti di criticità ed esaminata la loro incidenza sulla nuova previsione urbanistica (ed in particolare sui locali interrati).

La consistenza della rete fognaria del quartiere e' stata fornita dall'UOC Urbanizzazione primaria del comune di Pisa.

La relazione e' articolata per capitoli, (oltre a figure, tavole fuori testo, allegati e certificati) che trattano i seguenti argomenti principali:

- Inquadramento del progetto nei piani urbanistici comunali.
- Classificazioni di pericolosità e fattibilità geologica e loro revisione alla luce dei dati acquisiti nel corso dell'indagine.
- Assetto geologico-geomorfologico.
- Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ed indicazioni preliminari circa le soluzioni fondazionali più appropriate e l'entità dei cedimenti conseguenti.
- Assetto idrogeologico ed idraulico.
- Prescrizioni geologico-idrauliche per la successiva progettazione esecutiva.

4 - La carta di pericolosità e di fattibilità geologica

4.1. Indicazioni sulla classe di pericolosità geologica

Il Piano Strutturale di Pisa classifica gran parte dell'area urbana di Pisa a nord dell'Arno a pericolosità geologica media (classe 3).

In questa classe sono comprese aree in cui:

- sono assenti fenomeni attivi,
- sono protette da opere idrauliche,
- esistono notizie storiche di esondazioni dell'Arno,
- sono poste a quote inferiori a 2 ml, misurate dal piede esterno dell'argine del corso d'acqua corrispondente.

L'area di studio, in particolare, risulta classificata dal P.S. a pericolosità 3A (pericolosità medio-bassa), ovvero si tratta di zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità maggiori di 2 m dal p.d.c.

La presente indagine ha confermato la classificazione di pericolosità geologica (medio bassa 3A) assegnata all'area di studio dal Piano Strutturale comunale in quanto non sono stati riscontrati nuovi elementi sfavorevoli.

4.2. Indicazioni sulla classe di fattibilità geologica

La scheda norma del R.U. (Scheda A-11) riporta la seguente classificazione di fattibilità geologica:

R.U. - SCHEDA NORMA A-11

FATTIBILITÀ E CONDIZIONI GEOLOGICO/IDRAULICHE

Il substrato dell'area, al di sotto dello spessore di terreno di riporto, è costituito da argille e limi di colore bruno-giallastro con intercalazioni limo-sabbiose molto sottili cui seguono delle argille plastiche il cui tetto si trova alla profondità di circa -11/-12 m dal p.c. Per quanto riguarda l'acquifero freatico superficiale, localizzato negli esigui livelli sabbiosi compresi nelle argille, il tetto della falda oscilla intorno a quote comprese tra -1,5 e 2,0 m dal p.c.

CLASSE DI PERICOLOSITÀ

L'area rientra in classe di pericolosità 3a - pericolosità medio-bassa

CLASSE DI FATTIBILITA'

*Gli interventi edilizi previsti solo con piani fuori terra sono attuabili senza particolari condizioni ferma restando la applicazione della normativa vigente (**classe di fattibilità 2**).*

*Per quanto riguarda le opere che prevedano volumi interrati o seminterrati, la fattibilità è condizionata alla predisposizione di indagini di dettaglio a livello di area complessiva secondo le prescrizioni contenute nelle Norme del Regolamento Urbanistico (**classe di fattibilità 3** - Prescrizioni specifiche per opere sotto p.c.).*

Il progetto di recupero prevede la realizzazione di un piano interrato (esteso a tutta l'estensione dell'area di fabbricazione) posto a -2.20 m dal p.d.c.

Il P.d.R. risulta quindi classificato a fattibilità 3 condizionata.

In queste ipotesi lo S.U.A. P.d.R. dovrà prevedere:

- la realizzazione di eventuali interventi finalizzati al ripristino dell'efficienza del sistema idraulico, se compromesso o insufficiente;
- uno studio che identifichi i possibili fenomeni di ristagno/allagamento ipotizzati nell'area di studio e dal quale dovranno derivare le conseguenti soluzioni progettuali tese ad eliminare/contenere i possibili danni alle cose e/o alle persone;
- in riferimento alle caratteristiche geotecniche dei terreni dovranno essere ipotizzate tecniche fondazionali idonee ad attenuare il fenomeno dei cedimenti del terreno in corrispondenza del sedime di fondazione delle strutture (qualora presenti).

Le previsioni urbanistiche sono quindi subordinate ad alcune prescrizioni a carattere geologico-idraulico, illustrate nelle conclusioni di questa Relazione che dovranno essere scrupolosamente adottate in fase esecutiva in modo da evitare problemi ai nuovi fabbricati e, contestualmente, incrementi dei livelli di rischio ai fabbricati esistenti.

4.3. Verifiche idrauliche sul Fiume Arno e Canale Demaniale per una piena Q[100]

Il P.d.R. e' inserito all'interno degli Ambiti B (fascia di ampiezza di 300 m dal ciglio di sponda-piede esterno dell'argine, -Art.5 della D.C.R. 230/94, e art 77 del P.I.T.) del Fiume Arno e del Canale Demaniale di Ripafratta.

Lo S.U.A. dovra' essere corredato di verifica idraulica sui due corsi d'acqua classificati, per una piena di ritorno Q [100].

Verifica idraulica sul Canale Demaniale di Ripafratta

Per il Canale demaniale di Ripafratta si puo' fare riferimento allo studio di verifica idraulica "Studio idraulico dell'area interessata dalla nuova viabilità di collegamento tra via Puccini, nel Comune di S. Giuliano Terme, e via di Pratale nel Comune di Pisa" - a cura dell'Ing. Stefano Scorrano, effettuato su tutto il canale nel suo tratto di pianura.

Tale studio ha permesso di accertare che le sezioni idrauliche del Canale Demaniale Ripafratta, nel tratto compreso tra San Giuliano e la zona delle Gondole sono in grado di contenere eventi di piena con tempo di ritorno duecentennale, Q[200] e di conseguenza centennali Q[100].

Il tratto di canale in esame non ha subito trasformazioni degne di nota negli ultimi anni e le condizioni idrauliche/idrologiche generali evidenziate dallo Studio idraulico sono rimaste inalterate.

Nel caso specifico pero', le Verifiche Idrauliche sui due corsi d'acqua, per una piena Q[100] di cui alla DCR 230/94 ora PIT, possono essere omesse in quanto il P.d.R. non comporta trasformazioni morfologiche con incrementi di superficie coperta superiori a mq 200. (art 6, DCR 230/94).

5 – Inquadramento geomorfologico, geologico e litotecnico

5.1. Assetto geomorfologico e geologico

Il P.d.R. interessa una porzione del Centro storico di Pisa (Tav. 2), posto ad una quota media di 4,0m slm. La conferma che l'area è urbanizzata da secoli si è avuta analizzando le stratigrafie dei sondaggi eseguiti. Vi si osserva che i primi due-tre metri di substrato sono costituiti da riporto artificiale, resti di manufatti e riempimenti artificiali, macerie e laterizi. Solamente a partire da una profondità di circa 2,50-3,00 m dal pdc i sondaggi incontrano il substrato naturale costituito da terreni fini limosi e limoso sabbiosi legati ai cicli deposizionali dell'Arno.

Più in generale, da un punto di vista geologico, la pianura pisana è parte di un più ampio bacino di sedimentazione generatosi a seguito di uno sprofondamento tettonico (Bacino Pisano-Versiliese) di forma grossolanamente triangolare con vertice settentrionale ubicato presso S.Stefano Magra, la base delimitata dalle Colline Pisane-Terrazzo di Livorno, delimitato ad est dalle faglie di distensione al piede del Monte Pisano e dalle Alpi Apuane e, ad ovest, nel Mare Tirreno, dalle faglie in corrispondenza degli alti morfologici delle secche della Meloria e di Maestra (Della Rocca, Mazzanti e Pranzini, 1987).

Fancelli et Alii, 1986, suddividono il substrato della pianura di Pisa in tre parti distinte:

- substrato profondo comprendente le formazioni litostratigrafiche antiche, al di sotto dei sedimenti del complesso neoautoctono.
- Substrato intermedio, include i sedimenti neoautoctoni, fino a tutto il Pleistocene Inf. la cui deposizione è stata prevalentemente controllata dalla subsidenza di origine tettonica.
- Substrato superiore, costituito da sedimenti di età più recente (post Pleistocene Inf.) la cui deposizione è stata controllata principalmente dalle variazioni eustatiche del livello del mare, dagli apporti fluviali conseguenti alle suddette variazioni e dai cambiamenti climatici.

Per le finalità dell'indagine, la descrizione dei principali litotipi viene limitata alla successione di sedimenti del Substrato superiore, ed in particolare alla successione sedimentaria più recente. Le più dettagliate ricostruzioni del sottosuolo della pianura di Pisa si fanno partire, convenzionalmente, dallo strato di ghiaie (livello guida regionale) dei "*Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina*" attribuito al Wurm II da Trevisan e Tongiorgi (1953)

Questo livello, incontrato da oltre 2000 perforazioni, mostra spessori variabili (compresi tra qualche metro e 10 m) e si caratterizza per una composizione litologica riferibile ai principali litotipi affioranti sul Monte Pisano. La carta delle isobate del letto di tale formazione evidenzia inoltre che questo non è semplicemente un piano degradante verso il mare ma rivela la presenza di importanti canalizzazioni legate ad antichi corsi fluviali (Fancelli et Alii, 1986).

In corrispondenza dell'area urbana questo "livello guida" è situato ad una profondità di circa 90-100 m dal p.d.c.

Le coltri sedimentarie sottostanti questo livello guida sono poco conosciute a causa del limitato numero di perforazioni che le attraversano e risultano essere principalmente costituite da un'alternanza di argille, limi, sabbie prevalentemente in facies di mare basso.

Al di sopra dei "*Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina*" le perforazioni rivelano la presenza di terreni prevalentemente limosi (più o meno argillosi) di origine fluvio-lacustre, sormontati da uno spessore di sabbie attribuite alla formazione delle "*Sabbie e limi di Vicarello*" che, in affioramento sono state descritte e datate alla fase finale del Wurm II.

In corrispondenza di Pisa questo "livello guida" è situato ad una profondità di circa 40-50 m dal p.d.c.

Al di sopra delle sabbie si osservano di nuovo limi fluvio-palustri con lenti di torba. Nell'area cittadina tali sedimenti mostrano un livello superiore francamente argilloso, di colore grigio azzurro, particolarmente compressibile e localmente noto con il nome di *pancone*. Le argille del *pancone* affiorano estesamente a sud di Pisa e sono sormontate da un complesso limo-argilloso-sabbioso prodotto dai depositi dell'Arno.

Il fiume nel corso degli ultimi secoli era libero di divagare e depositare in un ambiente lacustre retrodunale a bassissima energia.

Le caratteristiche dei litotipi piu' superficiali

La carta geologica della pianura di Pisa (*"Carta degli elementi naturalistici e storici della pianura di Pisa e rilievi contermini"* AA.VV: -Roma, 1994) riporta affioramenti di terreni prevalentemente argillosi (piu' frequenti a sud) distinti da terreni a dominante limosa (verso nord).

Litotipi argillosi e limosi

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 m_v assume valori tra 0,021 e 0,034 cmq/kg 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. Questi terreni superficiali 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.

Litotipi limosi-limoso sabbiosi

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 è stato 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.

5.2. Caratterizzazione geotecnica dei terreni

La caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata ricostruita attraverso l'esecuzione di 3 sondaggi a carotaggio continuo (S-1, S-2, S-3) realizzati dalla ditta GEOSONDA SNC di Montopoli Valdarno nel mese di aprile 2002. Questi dati sono stati integrati da dati bibliografici di prove eseguite in zone non distanti da quella in esame.

I 3 sondaggi sono stati ubicati all'interno dell'ex-manifattura, in corrispondenza del sedime fondazionale del nuovo complesso edilizio e sono state spinti a 10, 12.5 e 10m dal p.d.c. I sondaggi hanno evidenziato una successione litostratigrafica di terreni ben correlabili:

Intervallo di profondita' (in metri, dal p.d.c.)	Tipologia di terreno
0 a -2.50-2.80 m	Riporto, magrone, macerie, riempimenti
-2.50 a -5.60 m	Limo argilloso grigio azzurro con frustoli vegetali ed intercalazioni decimetriche a dominanza sabbiosa
-5.60 a -8.60 m	Limo sabbioso di colore nocciola
-8.60 a - 9.00 m	Sabbia azzurra fine con limo e argilla,
-9,00 a - 10 -12.50 (F.S.)	Limo sabbioso grigio

Sulle carote dei sondaggi sono state effettuate numerose determinazioni con il *pocket penetrometer*: i valori osservati sono risultati essere compresi tra 0,25 e 1,4 kg/cmq.

In base alla classificazione proposta da Dennen & Moore (1986 - Tabella di seguito), le coltri di terreno a profondita' comprese tra 3.5 e 5 m in media risultano di consistenza maggiore (compatta) rispetto agli strati superiori ed inferiori che scadono progressivamente sino valori inferiori a 0.5 kg/cm² (consistenza molle).

PK (kg/cm²)	CONSISTENZA
0.1 - 0.5	Molle
0.5 - 1.0	Media
1.0 - 2.0	compatta
2.0 - 4.0	molto compatta
4.0 - 10.0	Dura

Su due campioni indisturbati di terreno, prelevati dalle carote del sondaggio S-2 (intervallo -4:4,50m) e S-3 (intervallo -8:8.50m), sono state eseguite le seguenti determinazioni di laboratorio:

Campione	S2C1 (da -4,00 a - 4,50 m dal p.c., S-2)	S3C1 (da -8,00 a - 8,50 m dal p.c., S-3)
Peso di volume γ (kg/dmc)	1,85	1,81
Umidità naturale w (%)	31,9	32,6
Indice dei vuoti e_0	0,94	0,97
Indice di plasticità I_p (%)	23	11
Indice di compressibilità C_c	0,223	0,196

5.3. Sezioni geomeccaniche

Sono state elaborate due sezioni del substrato, le cui tracce sono osservabili in Tav. 2 e 4.

Sezione geologica generale A-A' (di direzione Ovest-Est)

La sezione geologica generale A-A' di direzione Ovest-Est di Tav. 8 (scala 1:1000 e 1:200), e' stata elaborata utilizzando alcuni dati di bibliografia disponibili (2 sondaggi a carotaggio continuo) realizzati in corrispondenza dell'Archivio di Stato (Piazza della Repubblica), la prova S-2 ed un pozzo per acqua ubicato a est dell'area di studio, in Via Zammenhof.

Sezione geologica B-B', (parallela a Via delle Maioliche)

La sezione geologica B-B', di Tav 9 (scala 1:200), ortogonale alla precedente, e' stata elaborata utilizzando le tre prove S-1, 2, 3.

La successione litostratigrafica descritta dalle due sezioni e' la seguente:

1. Superficialmente è presente uno spesso strato di riporto, macerie, di spessore plurimetrico continuo sino a circa 2,50 m;
2. Al di sotto, è presente uno strato di limi grigio azzurri prevalentemente argillosi con passate sabbiose, continui a partire da 2.5 sino a 5-6 m dal p.d.c.. A partire da questa profondità si osserva un cambiamento di colore del litotipo da grigio a nocciola.
3. A partire da circa 7 m si osserva un livello metrico di limi sabbiosi fini di colore grigio, passanti verso il basso ad una bancata di argilla limosa grigio azzurra.
4. I sondaggi occidentali presso l'Archivio di Stato incontrano un livello di sabbia grossolana tra 13 e 15 m dal pdc. Questo livello non e' stato raggiunto dal

sondaggio S-2 (attestato a -12.5m) e non sembra essere presente nella stratigrafia del pozzo orientale. Potrebbe quindi trattarsi di un livello che tende a diminuire di spessore e sparire verso Est.

5.4 Calcolo della capacità portante e valutazione dei cedimenti

Calcolo della capacità portante

Il complesso edilizio sarà dotato di un piano interrato esteso a tutto il sedime fondazionale. Il calcolo della pressione limite di rottura è stato effettuato considerando fondazioni dirette superficiali a platea (platea di spessore 40 cm con nervature) poste ad una profondità di -2.50m dal p.c. , utilizzando le formule di Terzaghi e Meyerhof.

Parametri di calcolo:

Coesione c_u (t/mq)	Angolo d'attrito Φ	Peso di volume γ (t/mc)
1,8	0°	1,85

B = L = larghezza e lunghezza della fondazione = 50 m

D = profondità piano di fondazione = 2,5 m

Calcolo della pressione limite di rottura con la formula di **Terzaghi**:

$$q_r = c N_c + \gamma' \cdot D \cdot N_q$$

in cui:

γ' = peso di volume del terreno saturo al di sopra e al di sotto del piano di fondazione (t/mc)

$N_c - N_q$ = fattori di capacità portante del terreno (adim.)

In base ai criteri sopra specificati, il carico di rottura del terreno è

$$q_r = 1,24 \text{ kg/cmq}$$

mentre il carico ammissibile calcolato con un coefficiente di sicurezza $K=3$ risulta essere:

$$q_a = 0,41 \text{ kg/cmq}$$

Calcolo della pressione limite di rottura con la formula di **Meyerhof**:

$$q_r = c S_c N_c + \gamma' \cdot D \cdot N_q$$

in cui:

γ' = peso di volume del terreno saturo al di sopra e al di sotto del piano di fondazione (t/mc)

N_c - N_q = fattori di capacità portante del terreno (adim.)

$S_c = 1 + 0,2 \operatorname{tg} 45^\circ B/L$

il carico di rottura del terreno risultante è:

$$q_r = 1,44 \text{ kg/cmq}$$

ed il carico ammissibile risulta:

$$q_a = q_r/3 = 0,48 \text{ kg/cmq}$$

Valutazione dei cedimenti del terreno di fondazione

Il terreno eventualmente interessato dai cedimenti è stato suddiviso in n.2 strati: un livello di limo argilloso dello spessore di 3,5m presente da -2,5 a -6m da p.c. ed un livello sottostante di limo sabbioso dello spessore di 6m che raggiunge i 12 m da p.c.

Il cedimento complessivo è stato ottenuto come somma dei cedimenti parziali relativi agli strati in cui il terreno è stato suddiviso, mentre il calcolo è stato effettuato fino alla profondità di -12 m dal piano di campagna.

Il cedimento S di ogni singolo strato è stato calcolato in base alla relazione:

$$S = H_0 \cdot \Delta P \cdot m_v$$

dove:

H_0 = spessore dello strato (cm)

ΔP = variazione di pressione sullo strato in seguito alla applicazione del carico (kg/cmq)

m_v = coefficiente di compressibilità di volume (cmq/Kg).

Per ciascun strato in cui il terreno è stato suddiviso, il coefficiente di compressibilità di volume considerato è quello determinato dalle analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati a 4-4,5 m e 8-8,5m da p.c.:

strato1 coefficiente di compressibilità volumetrica **$M_v = 0,05 \text{ cmq/Kg}$**

strato 2 coefficiente di compressibilità volumetrica **$M_v = 0,044 \text{ cmq/Kg}$**

Viene assunto un carico di esercizio **q_e** pari a:

$$q_e = (q_a - \gamma D) = 0,48 - 0,46 = 0,02 \text{ kg/cmq}$$

dove:

q_a = carico ammissibile ricavato nel paragrafo precedente pari a 0,48 Kg/cmq

γD = carico del volume del terreno asportato pari a 0,46 Kg/cmq

Ai fini del calcolo del cedimento si è tenuto conto della riduzione di pressione al piano di posa della fondazione per effetto dello sbancamento.

Il cedimento totale può essere stimato pari a

$$S_1 + S_2 = 0,35 + 0,528 = 0,878 \text{ cm}$$

La valutazione del cedimento è stata effettuata ipotizzando un carico di esercizio pari al carico ammissibile (0,48 Kg/cmq) e ipotizzando fondazioni compensate con piano di imposta a -2,5 m da p.c. ; i cedimenti risultanti sono da considerarsi trascurabili.

6. Assetto idrogeologico dell'area (falda freatica e acquiferi confinati)

Il substrato idrogeologico della pianura pisana nella porzione più superficiale si caratterizza per la presenza discontinua di lenti limoso-sabbiose intercalate a livelli francamente argillosi che ospitano il primo acquifero (falda freatica), e da due orizzonti acquiferi confinati in sabbie e ghiaie, separati da spesse coltri argillose impermeabili.

6. 1 Le caratteristiche dell'acquifero freatico

I perfori delle prove S-1, S-2 e S-3 sono stati attrezzati con piezometri aperti in PVC spinti a circa 10m dal p.d.c.

In data 8/5/02 sono stati misurati i livelli idrici, rispettivamente alla profondità di - 1.40 m (S-1), - 1.50 m (S-2) e - 1.40m (S-3) dal p.d.c.

Le osservazioni sono state precedute da un periodo di moderate precipitazioni.

I primi metri di terreno, al di sotto della coltre metrica di riporto artificiale, sono ricchi di acqua (falda freatica). Al riguardo si sottolinea che sebbene le perforazioni siano state eseguite a secco, le carote di terreno risultavano sature.

Il primo acquifero (falda freatica e/o semifreatica) e' localizzato nei depositi recenti dell'Arno (limi e limi-sabbiosi) sovrastanti le coltri argillose impermeabili (*pancone*).

La presenza di un diffuso acquifero freatico assume una certa rilevanza nelle valutazioni geotecniche e, soprattutto, potra' influire nella realizzazione del piano interrato.

La zona di studio e' infatti densamente edificata. Gli edifici adiacenti, in molti casi, sono di vecchia costruzioni e poggiano su fondazioni superficiali. Non distante dall'area di studio (piazza della Repubblica, retro del Tribunale) alcuni edifici storici presentano lesioni imputabili a cedimenti differenziali del terreno per probabili motivi idrogeologici.

Per questo motivo ogni intervento al di sotto del p.d.c. dovra' essere eseguito senza pompaggio di acqua freatica, questo al fine di non innescare indesiderati cambiamenti all'attuale stabilita' dei fabbricati vicini.

Il pompaggio dell'acqua dall'area di scavo potra' essere ammesso solamente a condizione che tutta l'area di fabbricazione venga adeguatamente isolata, ovvero sia stata circondata da un sistema di palancole collegate, da spingere sino al livello argilloso impermeabile continuo presente a profondita' dell'ordine di 16 m.

La presenza diffusa della falda freatica negli strati superficiali condiziona in maniera rilevante anche la stabilita' dei fronti di scavo. I terreni saturi, non potranno rimanere a cielo aperto ma dovranno essere adeguatamente sostenuti. Il fronte di scavo verra' aperto a campione.

6.2 Cenni sugli acquiferi profondi

Il primo orizzonte acquifero "confinato" e' situato nelle "sabbie e limi di Vicarello", con uno spessore medio di 6-10 m e tetto individuato a circa 50 m dal pdc.

La formazione delle sabbie e limi di Vicarello costituisce un acquifero largamente sfruttato, dalle buone caratteristiche chimiche, soprattutto per

un ridotto contenuto in ferro (Rossi e Spandre, 1994), anche se nell'area pisana il suo sfruttamento intensivo è stato localmente limitato a causa dei fenomeni di subsidenza ritenuti pericolosi per la stabilità della torre pendente.

La principale zona di ricarica di questo acquifero è ipotizzata ad ovest (nella zona delle dune sabbiose costiere dove esiste un collegamento idraulico verticale diretto tra questo acquifero e quello superiore freatico).

Il secondo orizzonte acquifero confinato, sottostante al precedente, è situato nelle ghiaie del "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina". Il suo spessore non è noto con precisione, e' sicuramente minore del precedente. La profondità del tetto dell'acquifero è a circa 90-100 m dal p.d.c e tende ad approfondirsi verso ONO.

Questo acquifero rappresenta l'orizzonte idrico più esteso e meglio alimentato della pianura. Il suo sfruttamento ad uso idropotabile è limitato dalle non buone caratteristiche chimiche naturali, in particolare dall'elevata durezza totale 30-50 °F ed alto contenuto in Ferro in corrispondenza dell'area urbana di Pisa (Rossi e Spandre, 1994).

6.3. Consistenza della rete fognaria nera e bianca

La consistenza della rete fognaria nera e bianca dell'area è stata fornita dall'ufficio Urbanizzazione Primaria del Comune di Pisa.

La rete nera

Il quartiere urbano di San Francesco (Centro Storico) è servito da una rete di fognatura dinamica nera che recapita gli scoli urbani al depuratore comunale di San Jacopo (Pisa Nord).

Su Via del Giardino è presente una tubazione principale (diametro 200mm) che collega i rami di Via del Buschetto e di Via S. Bibbiana (zona del Tribunale) al collettore di Via Santa Marta, nei pressi della Porta delle Gondole.

È presente anche un ramo minore su via delle Maioliche, allacciato da un lato al collettore di Via S. Bibbiana e dall'altro a quello di via del Giardino.

Oltrepassata la Porta delle Gondole la linea fognaria in uscita corre lungo via E De Amicis sino all'altezza di Via Lalli; qui devia verso Via Bonarroti, attraversa la Porta di San Zeno e quindi lungo Via Rismondi-Via U.Rindi, sottopassa la ferrovia Pisa-Lucca e raggiunge il depuratore comunale passando per via San Jacopo.

La rete fognaria esistente risulta adeguatamente dimensionata e non presenta problemi di portata. Il corretto deflusso dei reflui per gravita' verso nord, e' favorito dal dislivello di quota esistente tra il centro storico (in fregio al fiume Arno, piu' alto) ed il recapito finale, depuratore di San Jacopo, posto a una quota assoluta piu' bassa.

La rete bianca

Su via Santa Bibbiana e' presente una tubazione di rete bianca del diametro di 500 mm che percorre Via del Giardino e si innesta all'altezza di Piazza delle Gondole nello scatolare principale di Via Santa Marta.

Questo scatolare prosegue in via de Amicis, raccoglie le acque bianche provenienti da via delle Trincere e le convoglia verso nord, al recapito finale del fosso Marmigliaio e quindi al Fiume Morto.

Anche per quanto attiene la situazione della rete bianca, l'Ufficio comunale competente ha confermato che la zona non presenta problemi di smaltimento delle acque meteoriche e non risulta essere soggetta ad allagamenti.

7. Considerazioni conclusive e Prescrizioni

La Relazione di fattibilità geologica a supporto del **Piano di Recupero della ex manifattura Forest di Via del Giardino, Pisa, per la realizzazione di un complesso di alloggi per studenti universitari** ottempera alla normativa vigente in materia di relazioni geologiche a supporto di strumenti urbanistici.

Il P.d.R. interessa una zona completamente edificata. L'attuale ex-manifattura, in abbandono, verrà demolita ed al suo posto verrà realizzata la residenza per studenti.

Come meglio specificato nei capitoli precedenti il complesso avrà una estensione di circa 2500 mq, un'altezza massima di 15 ml e sarà dotato di un piano interrato a -2.20 m dal pdc.

L'indagine ha confermato la classe di pericolosità 3A, medio bassa, e la fattibilità 3, condizionata, assegnata dal P.S. e R.U. del Comune di Pisa.

Le Verifiche Idrauliche sui due corsi d'acqua (Arno e Canale Demaniale), per una piena Q[100] di cui alla DCR 230/94 ora PIT, sono state omesse in quanto il P.d.R. non comporta trasformazioni morfologiche con incrementi di superficie coperta superiori a mq 200. (art 6, DCR 230/94).

L'indagine ha approfondito il livello conoscitivo geologico-litotecnico dell'area attraverso 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti rispettivamente a 10, 12.5 e 10 m dal pdc.

L'indagine geotecnica ha evidenziato la presenza di un potente livello plurimetrico di riporto, macerie e riempimenti presente sino a circa 2.50m dal pdc. Al di sotto si osserva una bancata di limi a dominante argillosa nella parte superiore passanti a limi sabbiosi -sabbie limose verso il basso, continui sino al limite inferiore dei sondaggi.

Considerata la tipologia di fabbricato, che prevede un piano interrato posto a - 2,5m esteso a tutta l'area di fabbricazione, si è ipotizzata una fondazione a platea larga 50mX50m e spessa 40cm.

In questa ipotesi di calcolo, il litotipo argilloso (in corrispondenza del piano di imposta della platea, a - 2,5m) è caratterizzato da un carico ammissibile $q_a = 0,48 \text{ kg/cmq}$, e da cedimenti trascurabili, inferiori al cm, per un carico di esercizio $q_e = q_a = 0,48 \text{ Kg/cmq}$

Il capitolo 5 descrive il quadro idrogeologico della zona con riferimento alla geometria della prima falda (freatica) e delle falde confinate sottostanti (in sabbie ed in ghiaie). La falda freatica, presente nei 3 sondaggi, è stata misurata in data 2/5/02 a circa 1,4 m dal pdc.

L'acquifero freatico assume rilevanza nelle valutazioni geotecniche e, soprattutto, può influire sulla realizzazione del piano interrato.

Le zone adiacenti a quella di studio sono densamente urbanizzate da un edificio storico, ne consegue che dovranno essere adottate particolari misure per evitare alterazioni alle attuali condizioni di equilibrio dei fabbricati vicini.

Per questo motivo **non sono ammessi pompaggi incontrollati** di acqua freatica al fine di prosciugare l'area di fabbricazione.

Il pompaggio dell'acqua freatica dall'area di scavo potrà essere ammesso solamente a condizione che tutta l'area di fabbricazione venga idraulicamente isolata mediante un sistema di paratie collegate, da incastrare nel livello argilloso impermeabile continuo presente a profondità dell'ordine di 16 m .

La presenza della falda freatica condiziona, in maniera rilevante, anche la stabilità dei fronti di scavo. I terreni saturi, non potranno rimanere a cielo aperto ma dovranno essere adeguatamente sostenuti dalle palancole.

La verifica della consistenza delle reti fognarie ha confermato che la zona è adeguatamente servita da collettori bianchi e neri e non presenta problemi di ristagno di acque meteoriche.

Come ulteriore precauzione si raccomanda di dotare gli scivoli di accesso al parcheggio interrato di una soglia (dosso) alta 30cm circa e di caditoia trasversale allo scivolo, tali da garantire la sicurezza del parcheggio interrato da eventuali battenti d'acqua anomali che si potrebbero generare a seguito di eventi piovosi eccezionali.

Un'analoga misura precauzionale potrà essere adottata per gli accessi pedonali (scale), i condotti di areazione, gli ascensori che saranno dotati di un franco di sicurezza minimo di +50 cm sopra il p.d.c..

La presente relazione è stata redatta ai sensi della normativa vigente per i piani attuativi. Si rimanda quindi alla successiva indagine geologico tecnica prevista dal D.M. 11/3/88 per gli approfondimenti esecutivi, relativi in particolare alla verifica di stabilità dei fronti di scavo.

Pisa, giugno 2002



Acqua e Terra
Studio Associato di Geologia

Marcelli Ghigliotti

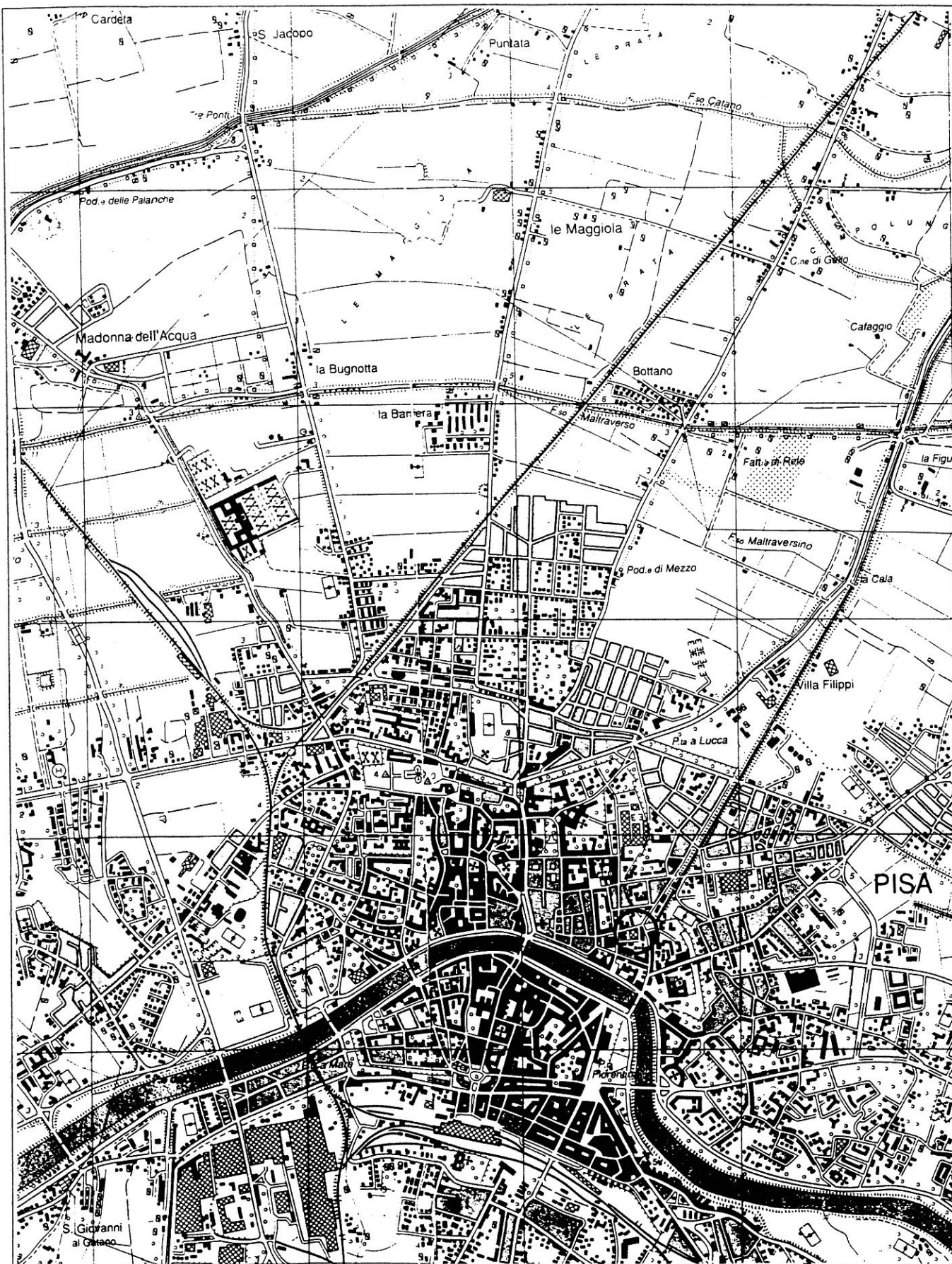


Tavola 1 Corografia

Scala 1 : 25.000

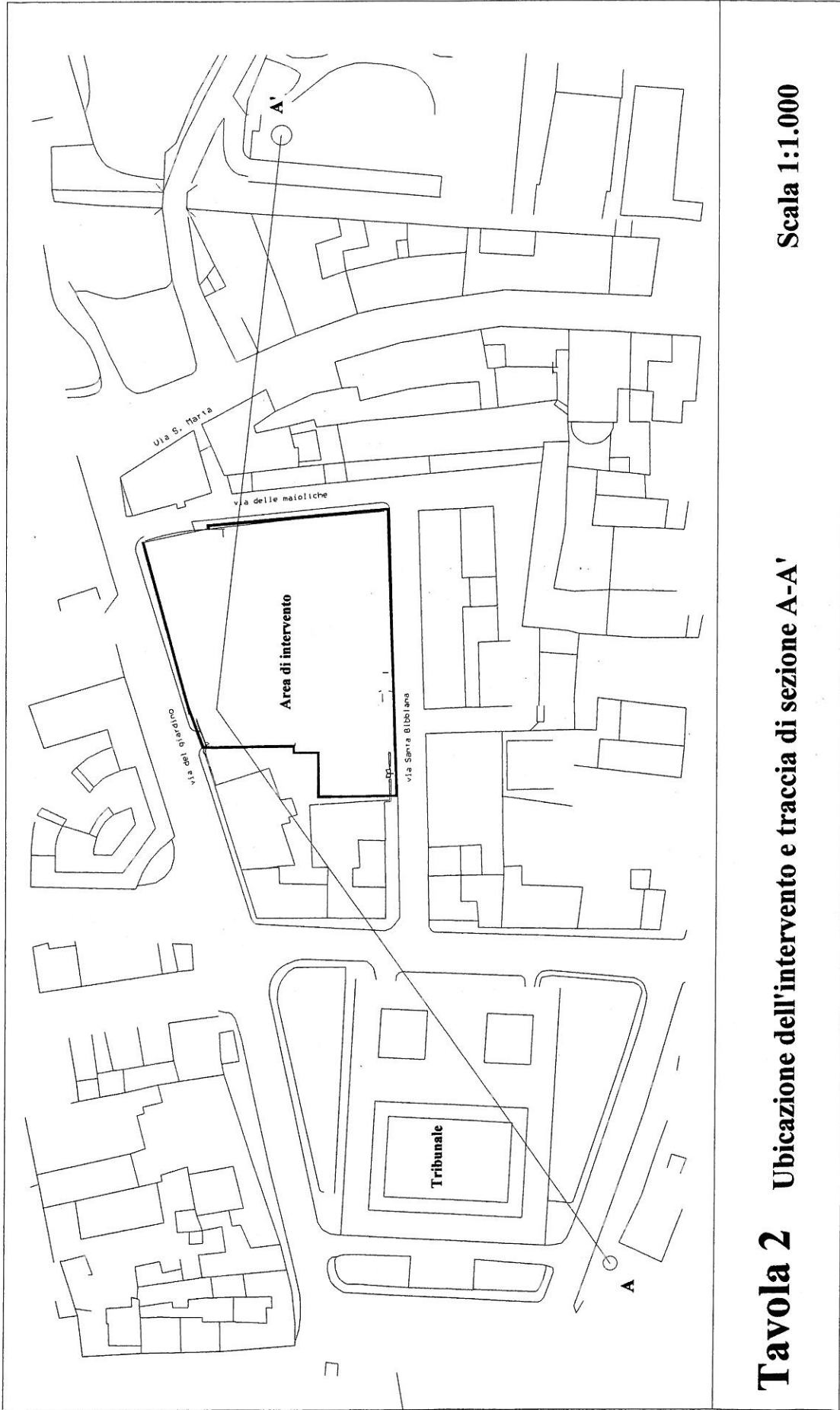
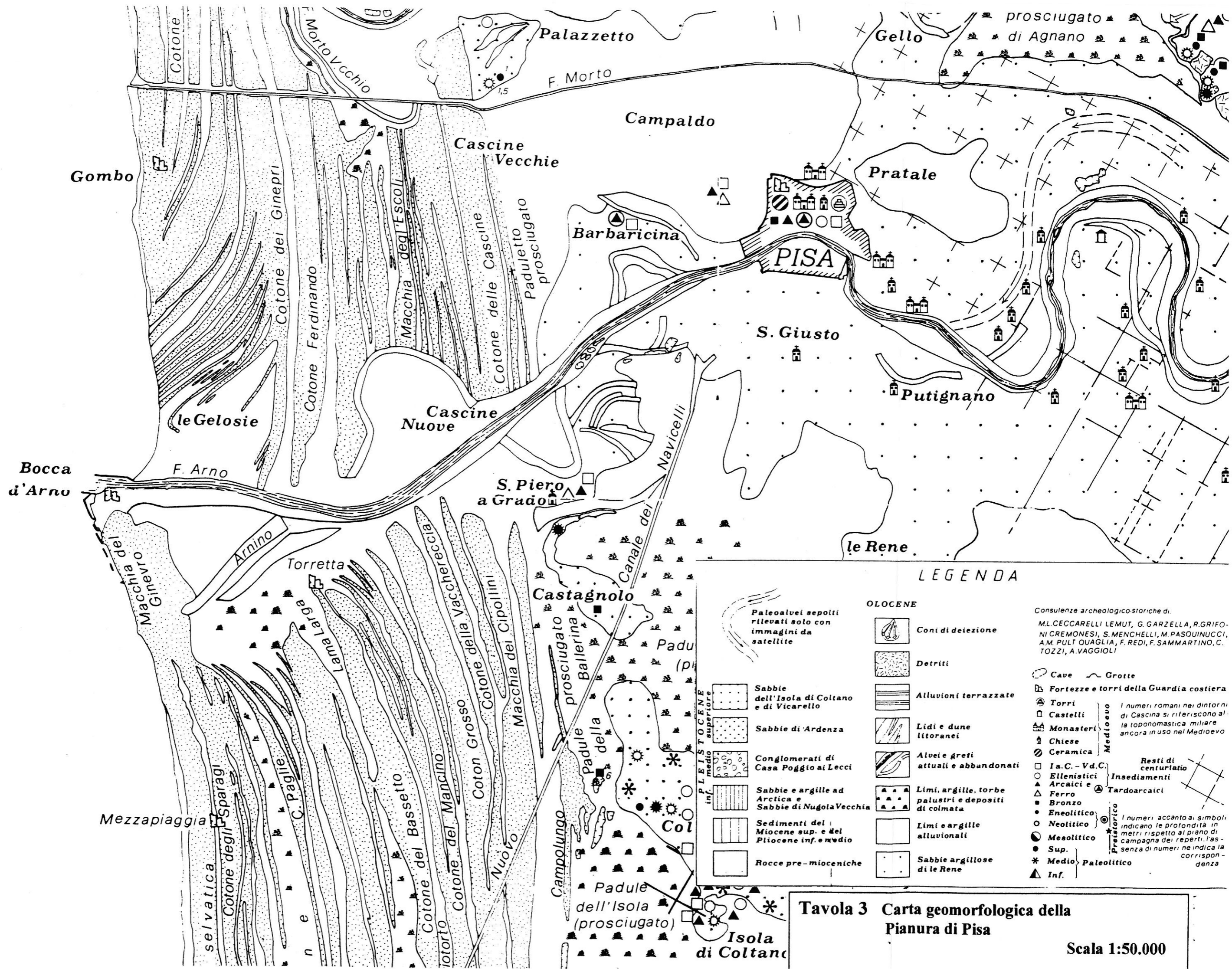


Tavola 2 Ubicazione dell'intervento e traccia di sezione A-A'

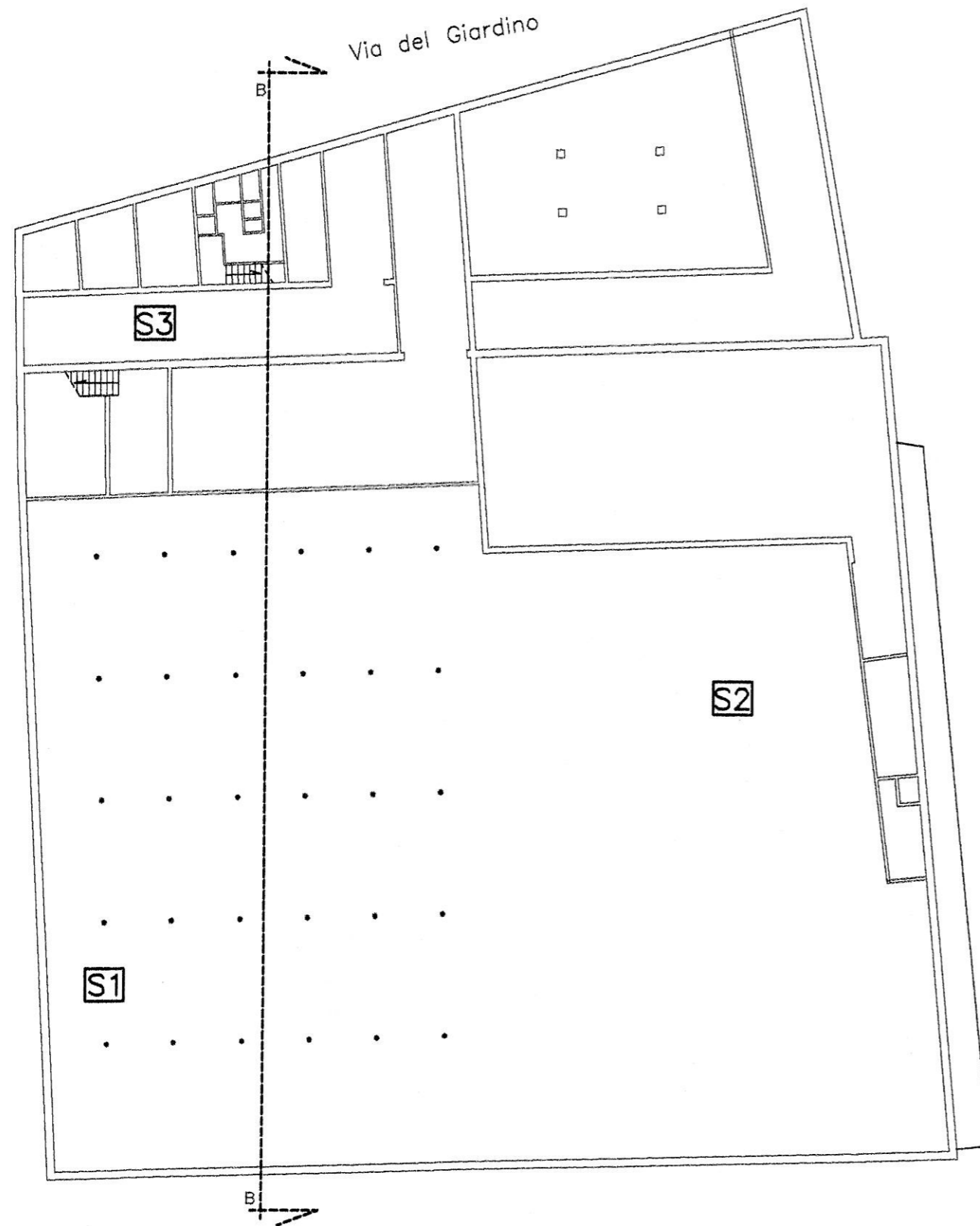
Scala 1:1.000



LEGENDA

- OLOCENE**
- Paleoalveoli sepolti rilevati solo con immagini da satellite
 - Detriti
 - Alluvioni terrazzate
 - Lidi e dune litoranei
 - Alvei e greti attuali e abbandonati
 - Limi, argille, torbe palustri e depositi di colmata
 - Limi e argille alluvionali
 - Sabbie argillose di le Rene
- PLEISTOCENE**
- Sabbie dell'Isola di Coltano e di Vicarello
 - Sabbie di Ardenza
 - Conglomerati di Casa Poggio ai Lecci
 - Sabbie e argille ad Arctica e Sabbie di Nugola Vecchia
 - Sedimenti del Miocene sup. e del Pliocene inf. e medio
 - Rocce pre-mioceniche
- Consulenze archeologico-storiche di:**
 M.L. CECCARELLI LEMUT, G. GARZELLA, R. GRIFONI CREMONESI, S. MENCHELLI, M. PASQUINUCCI, A.M. PULT QUAGLIA, F. REDI, F. SAMMARTINO, C. TOZZI, A. VAGGIOLI
- Resti di centuriatio**
- Cave ~ Grotte
 - Fortezze e torri della Guardia costiera
 - Torri
 - Castelli
 - Monasteri
 - Chiese
 - Ceramica
 - I.a.C. - V.d.C.
 - Ellenistici
 - Arcaici e Ferro
 - Bronzo
 - Neolitico
 - Mesolitico
 - Sup. } Paleolitico
 - Medio } Paleolitico
 - Inf. } Paleolitico
- I numeri romani nei dintorni di Cascina si riferiscono alla toponomastica miliare ancora in uso nel Medioevo*
- I numeri accanto ai simboli indicano la profondità in metri rispetto al piano di campagna dei reperti. L'assenza di numeri ne indica la corrispondenza*

Tavola 3 Carta geomorfologica della Pianura di Pisa
 Scala 1:50.000



PIANTA PIANO TERRA
EX MANIFATTURA FOREST

Via delle Maioliche

COMUNE DI PISA		
PIANO DI RECUPERO DELLA EX MANIFATTURA FOREST Realizzazione di un complesso di alloggi per studenti universitari		
Acqua e Terra Studio Associato di Geologia Via T. Rook n.12 56122 Pisa tel/fax050.525027		
UBICAZIONE	Pisa -- via del Giardino	
PROPRIETA'	Cirano Bargi	
OGGETTO	UBICAZIONE PROVE	SEZ. B-B'
SCALA : 1:300	Giugno 2002	Tavola 4



SONDAGGIO GEOGNOSTICO S-1

Tipo: carotaggio continuo
 Località: Pisa
 Cantiere: ex manifattura Forest

Data: aprile 2002
 Quota inizio: 4,0 m s.l.m.
 Prof.falda: -1,4m da p.c.
 Scala profondità: 1 : 100

PROF.	SIMBOLO	pocket pen. Kg/cmq	LITOLOGIA-descrizione	CAMPIONI	note
-------	---------	-----------------------	-----------------------	----------	------

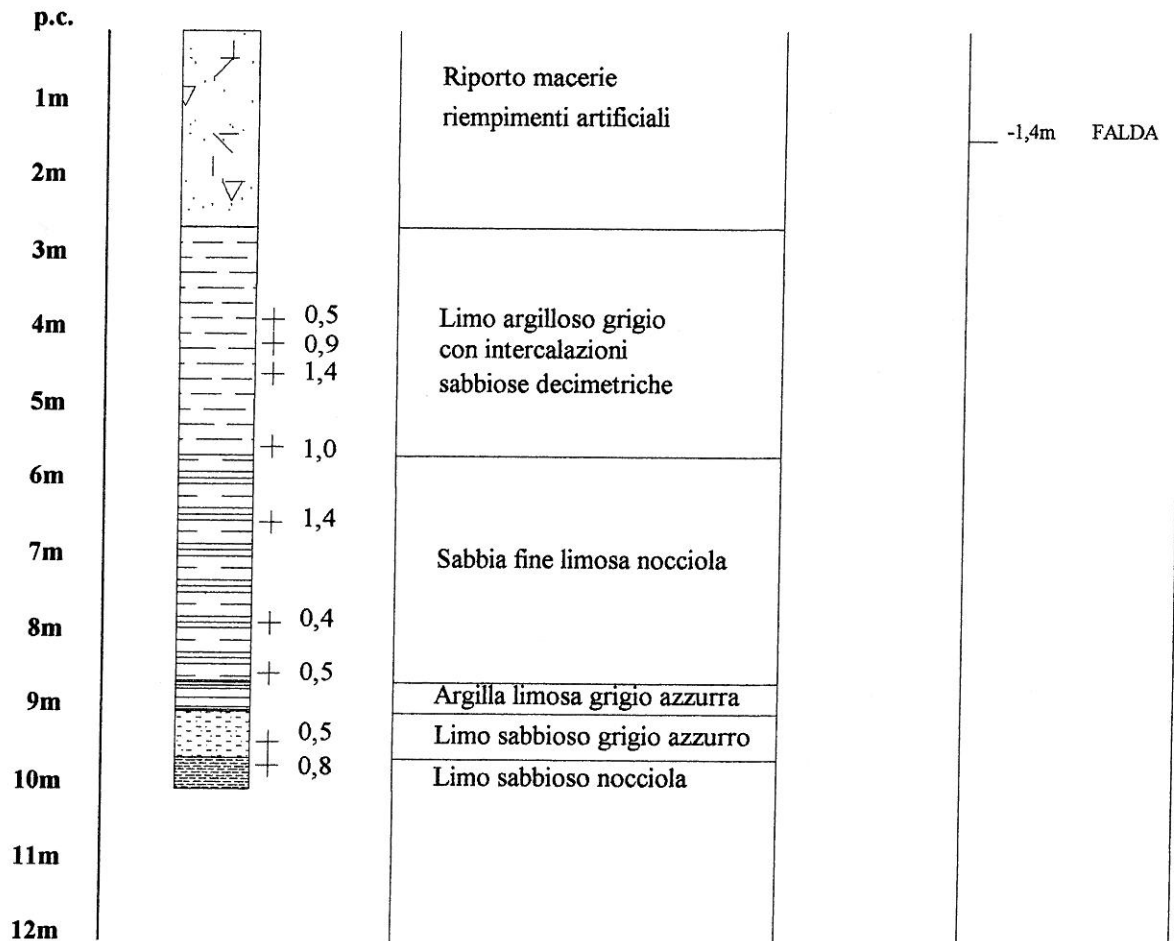


Tavola 5

SONDAGGIO GEOGNOSTICO S-2

Tipo: carotaggio continuo
 Località: Pisa
 Cantiere: ex Manifattura Forest

Data: aprile 2002
 Quota inizio: 4,0 m s.l.m.
 Prof.falda: -1,5m da p.c.
 Scala profondità: 1:100

PROF.	SIMBOLO	pocket pen. Kg/cmq	LITOLOGIA-descrizione	CAMPIONI	note
-------	---------	-----------------------	-----------------------	----------	------

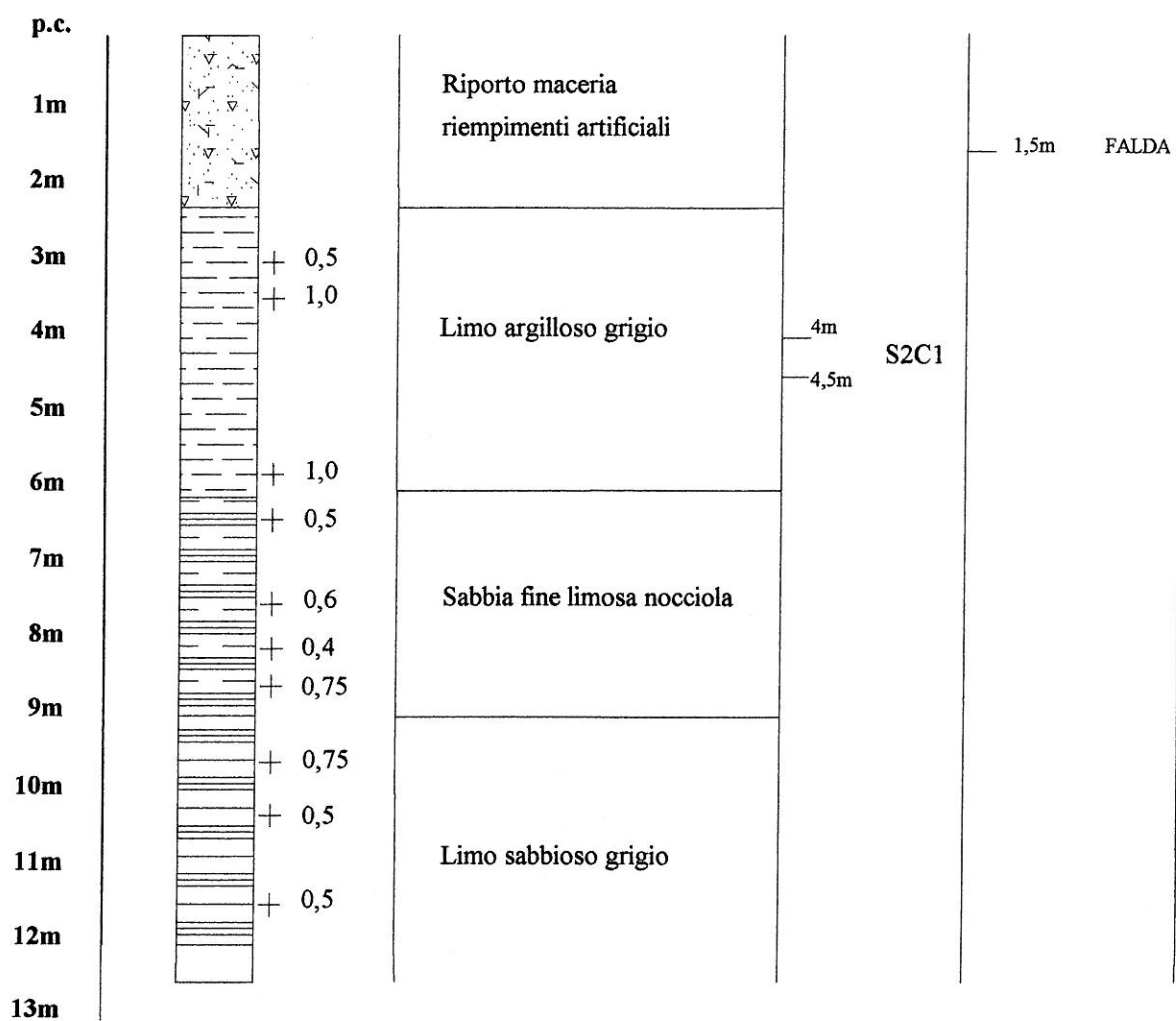


Tavola 6

SONDAGGIO GEOGNOSTICO S-3

Tipo: carotaggio continuo
 Località: Pisa
 Cantiere: ex Manifattura Forest

Data: aprile 2002
 Quota inizio: 4,0 m s.l.m.
 Prof.falda: -1,4m da p.c.
 Scala profondità: 1:100

PROF.	SIMBOLO	pocket pen. Kg/cmq	LITOLOGIA-descrizione	CAMPIONI	note
-------	---------	-----------------------	-----------------------	----------	------

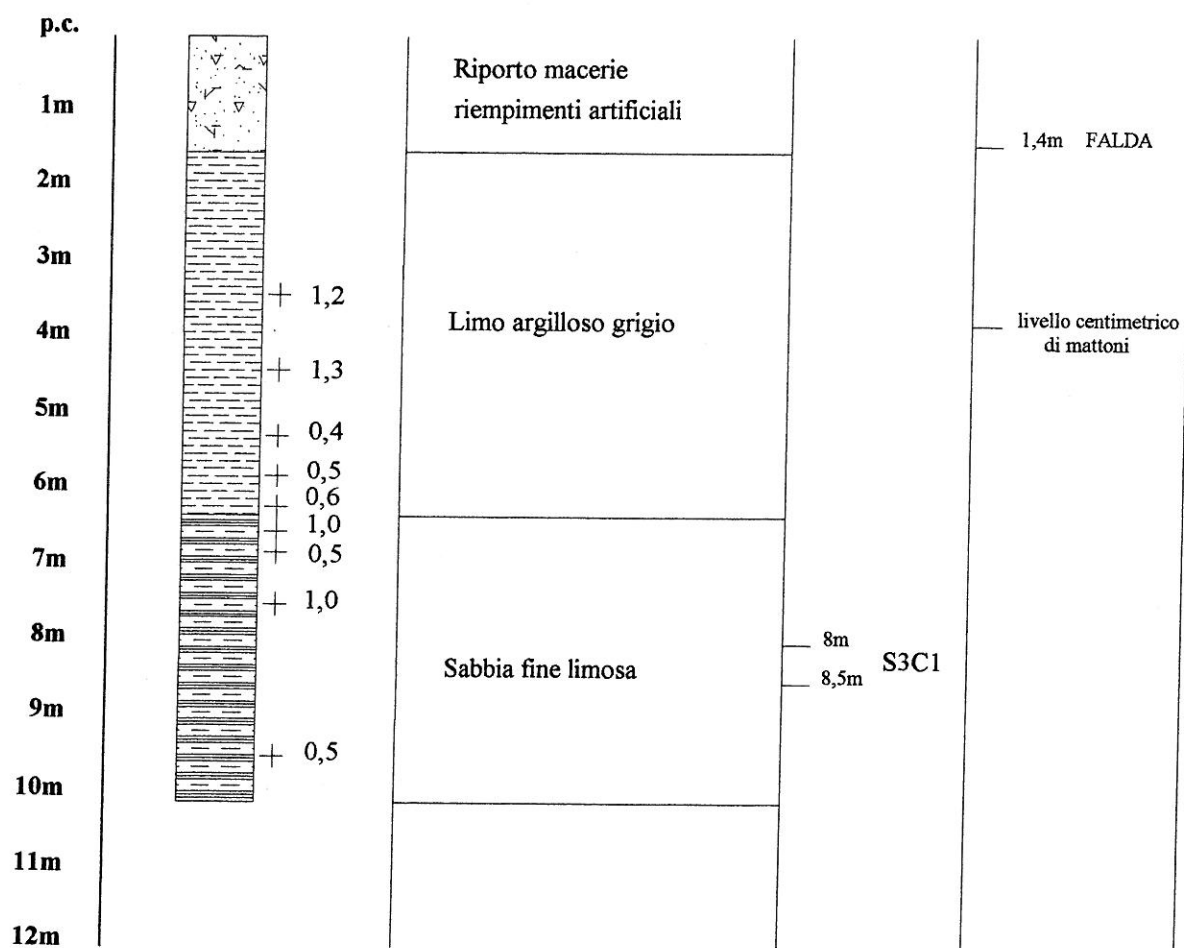


Tavola 7

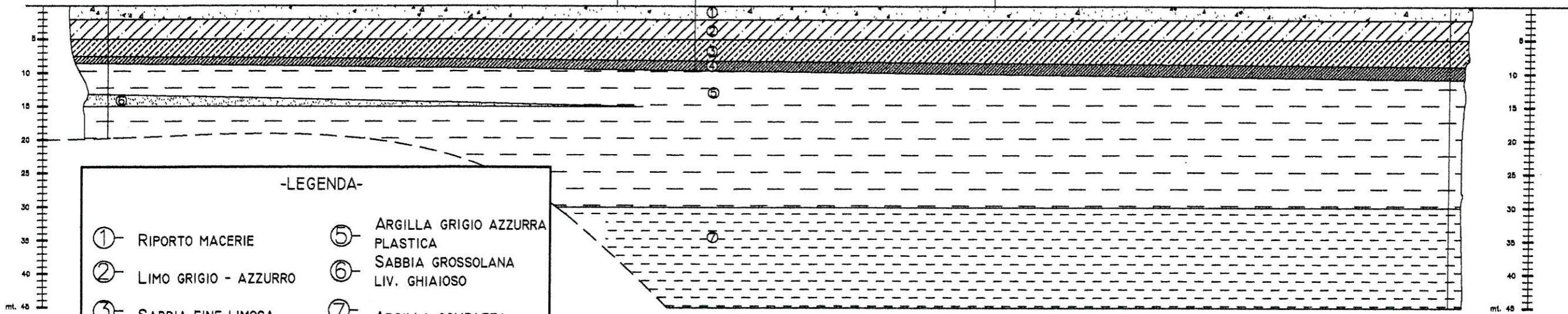
SONDAGGIO
 ARCHIVIO
 DI STATO
 P.ZZA REPUBBLICA

S2

EX- FOREST

E

POZZO GONDOLE



-LEGENDA-

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| ① RIPORETO MACERIE | ⑤ ARGILLA GRIGIO AZZURRA PLASTICA |
| ② LIMO GRIGIO - AZZURRO | ⑥ SABBIA GROSSOLANA LIV. GHIAIOSO |
| ③ SABBIA FINE LIMOSA | ⑦ ARGILLA COMPATTA |
| ④ LIMO SABBIOSO GRIGIO | S1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO |

COMUNE DI PISA

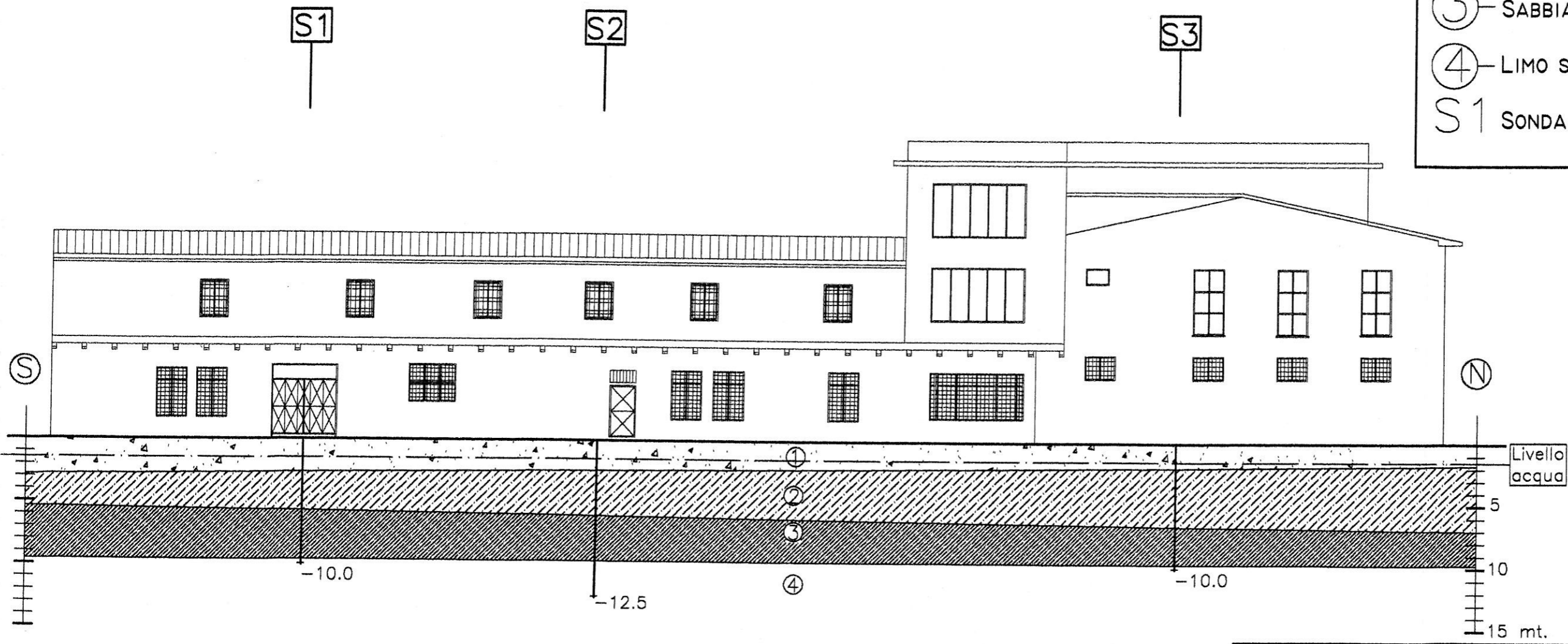
PIANO DI RECUPERO DELLA EX MANIFATTURA FOREST
 Realizzazione di un complesso di alloggi per
 studenti universitari

Acqua e Terra Studio Associato di Geologia
 Via T. Rook n.12 56122 Pisa tel/fax050.525027

UBICAZIONE	Pisa - via del Giardino	
PROPRIETA'	Cirano Bargi	
OGGETTO	SEZIONE GEOLOGICA A-A'	Scala orizzontale 1:1000 Scala verticale 1:200
SCALE VARIE	Giugno 2002	Tavola 8

-LEGENDA-

- ① RIPORTO MACERIE
RIEMPIMENTI ARTIFICIALI
- ② LIMO ARGILLOSO GRIGIO
CON INTERCALAZIONI
DECIMETRICHE SABBIOSE
- ③ SABBIA FINE LIMOSA NOCCIOLA
- ④ LIMO SABBIOSO GRIGIO
- S1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO



COMUNE DI PISA		
PIANO DI RECUPERO DELLA EX MANIFATTURA FOREST Realizzazione di un complesso di alloggi per studenti universitari		
Acqua e Terra Studio Associato di Geologia Via T. Rook n.12 56122 Pisa tel/fax050.525027		
UBICAZIONE	Pisa - via del Giardino	
PROPRIETA'	Cirano Bargi	
OGGETTO	SEZIONE GEOLOGICA B - B' VIA DELLE MAIOLICHE	
SCALA : 1:200	Giugno 2002	Tavola 9

ALLEGATI ALLA RELAZIONE

ALLEGATI ALLA RELAZIONE



GEOSTUD

di A. SFALANGA & C. s.a.s.

LABORATORIO DI ANALISI GEOLOGICO - TECNICHE

Via della Mattonaia, 15 - 17 - 50121 Firenze - Tel. 055/23.43.943

GEOSONDA per IMPRESA ROTA

Località : **EX AREA FOREST - PISA**

MECCANICA DEI TERRENI ANALISI E PROVE GEOTECNICHE

MAGGIO 2002

Responsabile Tecnico

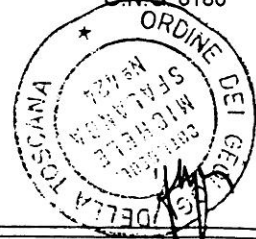
A. Sfalanga



Responsabile Scientifico

Dr. M. Sfalanga

O.N.G. 6180



LABORATORIO
QUALIFICATO



ASSOCIAZIONE
LABORATORI
GEOTECNICI
ITALIANI



GEOSTUD Via della Mattonaia 15/17 – 50121 FIRENZE Tel. 055/2343943

GEOSONDA per IMPRESA ROTA

Località : EX AREA FOREST - PISA

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	W	LL	LP	IP	CLASSIFICAZIONE CASAGRANDE	DENSITA' APPARENTE	DENSITA' REALE	ANGOLO DI ATTRITO	COESIONE	EDOMETRIA	NOTE
N°	N°	m	%	%	%	%	%	%	%	%		g/cm ³			Kg/cm ²		
2	1	4.00/4.50	1.6	37.0	31.1	30.3	31.9	46	23	23	CL	1.85	2.73	0°UU	0.18	X	UU = Prova triassiale non consolidata non drenata
3	1	8.00/8.50	0.3	68.8	17.3	13.6	32.6	32	21	11	CL	1.81	2.69			X	

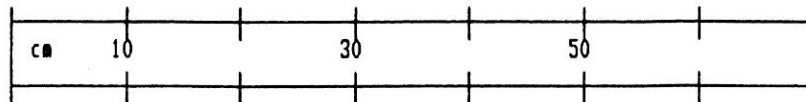


Firenze, 18 Maggio 2002

GHOSTUD sas Firenze
Laboratorio di analisi

GEOSONDA per IMP. ROTA
CANT:EX AREA FOREST - PISA

SOND. : 2 CAMP. : 1 PROF.(m) : 4.00/4.50



Pocket Kg/cm²

Scissometro Kg/cm²

DESCRIZIONE : Limo argilloso con frustoli vegetali e
qualche con concrezione carbonatica

NOTE : Campione in fustella Shelby
Condizione all'estrusione BUONA



CEDIG sas Firenze
Elaborazione dati

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

Nostro rifer. : A:GRAN239.023
 Cliente : GEOSONDA
 Intestatario : GEOSONDA-EX AREA FOREST
 Cantiere : PISA
 Sondaggio : 2
 Campione : 1
 Profondità : 4.00/4.50
 Data elabor. : 15/05/02

SEDIMENTAZIONE

SETACCIATURA

ARGILLA % - LIMO %
 30.3 31.1

SABBIA % - GHIAIA %
 37.0 1.6

CLASSI PASSANTE - TRATTENUTO	% NELLA CLASSE	PASSANTE CUMULATIVA %
- > 9.500	0.0	-
9.500 - 4.750	0.1	100.0
4.750 - 2.000	1.5	99.9
2.000 - 0.420	3.1	98.4
0.420 - 0.250	2.7	95.3
0.250 - 0.074	8.4	92.6
0.074 - 0.020	22.8	84.2
0.020 - 0.002	31.1	61.4
< 0.002	-	30.3

Note :
 :
 :



CEDIG sas FIRENZE
 Elaborazione Dati

GEOSTUD sas FIRENZE
 Analisi geotecniche

CERTIFICATO N° 0333/02 Pg 1/2

GRANULOMETRIA

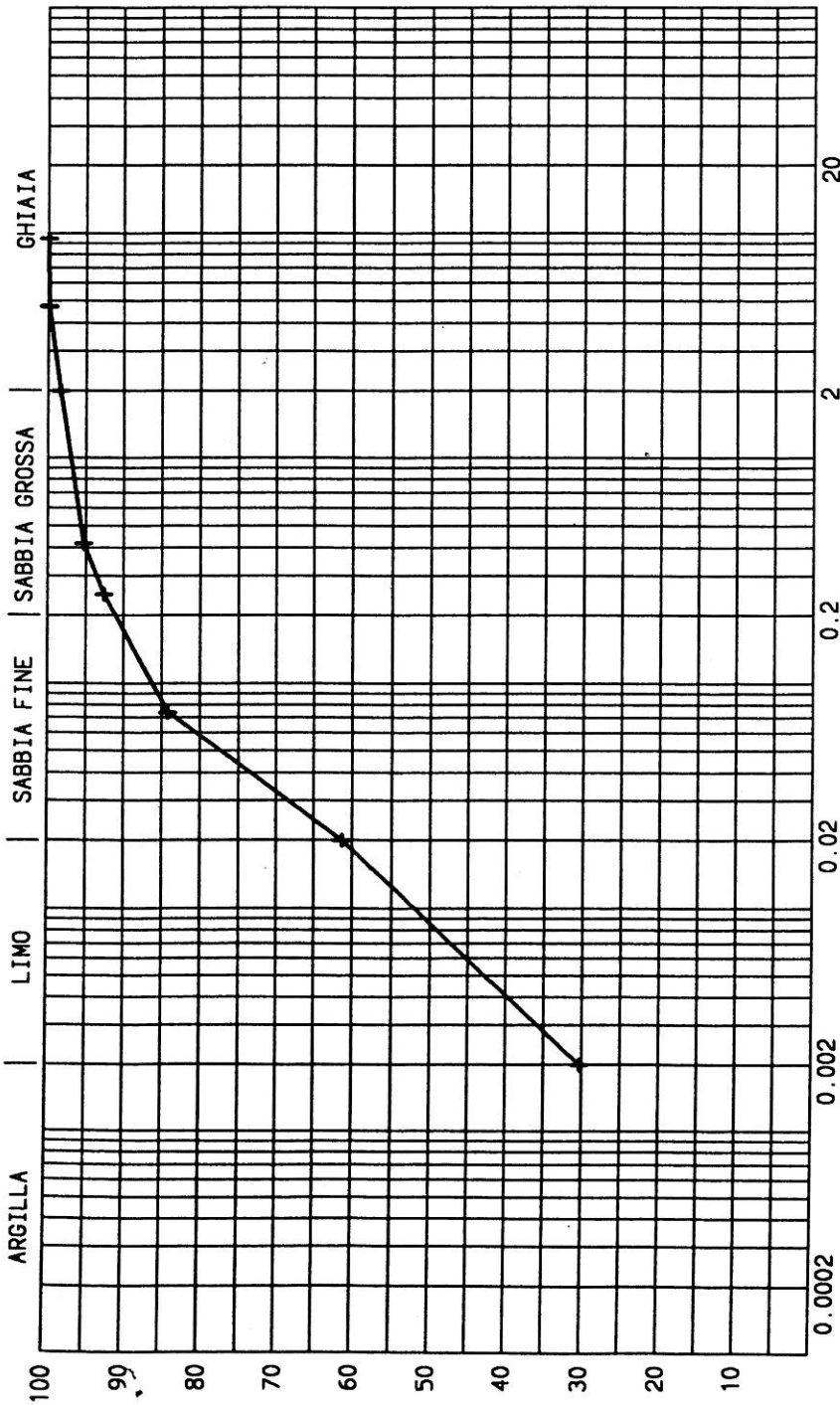
PER CONTO:

GEOSONDA-EX AREA FOREST

Loc.: **PISA**

Data: **15/05/02**

**GEOSTUD sas
FIRENZE**

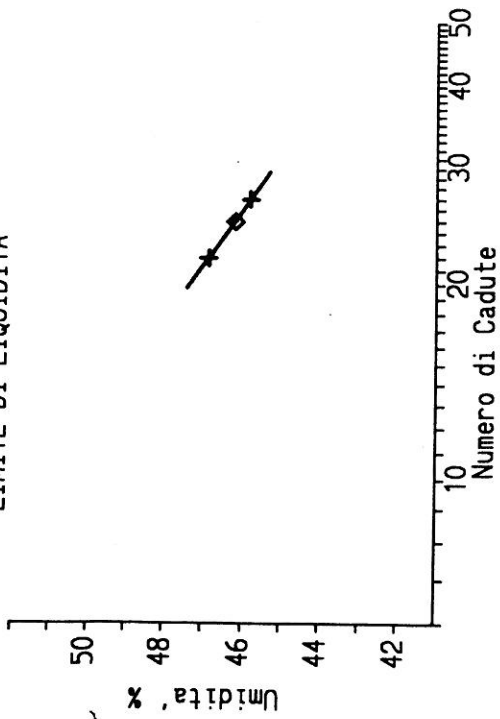


SOND	CAMP	SIMBOLO	GHIAIA %	SABBIA %	LIMO %	ARGILLA %	PROF. PRELIEVO
2	1	+	1.6	37.0	31.1	30.3	4.00/4.50

CEDIG sas - ELAB.DATI

CERTIFICATO N° 0333/02 Pg 2/2

LIMITE DI LIQUIDITA'



LIMITI DI ATTERBERG

Per conto: **EX AREA FOREST - PISA**
Localita': **IMP.ROTA**

Sond.: **2** Camp.: **1** Prof.: **4.00/4.50**

UMIDITA' NATURALE (W) : **31.9 %**
 LIMITE DI LIQUIDITA' (LL) : **46 %**
 LIMITE DI PLASTICITA' (LP) : **23 %**
 INDICE DI PLASTICITA' (IP)=LL-LP : **23 %**
 INDICE DI CONSISTENZA (IC)=(LL-W)/IP : **0.60**

Prova effettuata in accordo con la Norma CNR-UNI 10014

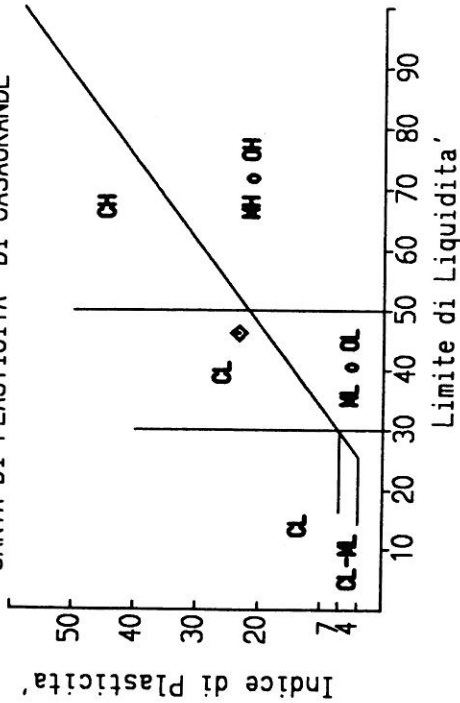
- GEOSTUD sas -
FIRENZE



Data: **15/05/02**

CEDIG sas - ELAB. DATI

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



CLASSIFICAZIONE: **CL**

CL: ARGILLE INORGANICHE DI MEDIA PLASTICITA', ARGILLE GHIAIOSE, SABBIOSE, LIMOSE.

CERTIFICATO N° 0331/02 8 4/4

PROVA TRIASSIALE TIPO U.U.
NON CONSOLIDATA - NON DRENATA

Nostro rifer. : A:TAG239.025
 Cliente : GEOSONDA per
 Intestatario : IMP. ROTA
 Località : EX AREA FOREST - PISA
 Sondaggio : 2
 Campione : 1
 Profondità m : 4.00/4.50
 Data elaboraz. : 15/05/02

	Area iniz. A cm ²	Altezza iniz. H ₀ cm	Press. di consol. σ_3 Kg/cm ²	Back Press. Kg/cm ²
1	11.395	7.62	1.0	-
2	11.395	7.62	2.0	-
3	11.395	7.62	3.0	-

	Umidità %		Densità g/cm ³	Grado di satur. %		B di Skempton
	Iniziale	Finale		Iniziale	Finale	
1	35.7	35.7	1.86	95	-	%96.00
2	34.4	-	1.89	100	-	%98.00
3	35.2	-	1.87	99	-	%97.00

Peso specifico dei granuli g/cm³ : 2.73
 Comp. Granulometrica { Sabbia % : 37.0
 Limbo % : 31.1
 Argilla % : 30.3
 Limite di liquidità % : 46.0
 Indice di plasticità % : 23.0

Tensioni Totali : $\phi = 0^\circ$ c = 0.18 Kg/cm²

Descrizione : Campione a consistenza plastica

Osservazioni : Andamento della prova regolare



CEDIG sas Firenze
 Elaborazione dati

GEOSTUD sas FIRENZE
 Analisi geotecniche

CERTIFICATO N° 0335/02 Pg 1/4

Nostro rifer. : A:TAG239.025
 Cliente : GEOSONDA per
 Sondaggio : 2
 Campione : 1
 Profondità m : 4.00/4.50

Pressione di consolid. $\sigma_3 =$ 1.0 2.0 3.0 Kg/cm²
 Modulo n.dr. a rottura $E_u =$ 8 8 7 Kg/cm²
 Modulo n.dr. tang. iniz. $E_i =$ 37 26 37 Kg/cm²

N.	$\epsilon_1\%$	σ_1 Kg/cm ²	$\epsilon_1\%$	σ_1 Kg/cm ²	$\epsilon_1\%$	σ_1 Kg/cm ²
1	0.3	1.12	0.3	2.08	0.3	3.20
2	0.7	1.18	0.7	2.12	0.7	3.24
3	1.0	1.24	1.0	2.21	1.0	3.26
4	1.3	1.30	1.3	2.24	1.3	3.29
5	1.6	1.31	1.6	2.28	1.6	3.32
6	2.0	1.31	2.0	2.29	2.0	3.32
7	2.6	1.33	2.6	2.33	2.6	3.33
8	3.3	1.35	3.3	2.35	3.3	3.35
9	3.9	1.36	3.9	2.36	3.9	3.35
10	4.6	1.36	4.6	2.36	4.6	3.36
11	5.2	1.36	5.2	2.36	5.2	3.37
12	6.6	1.36	6.6	2.36	6.6	3.36

ϵ_1 = Deformazione Assiale

σ_1 = Press. Assiale



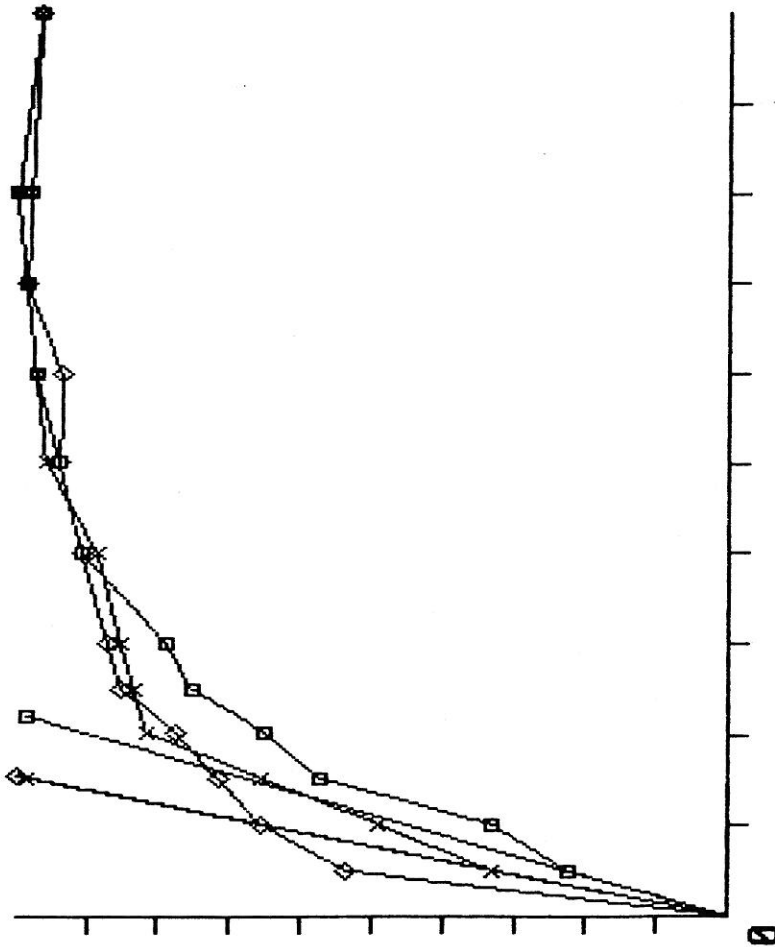
GEOSTUD sas FIRENZE
 Analisi geotecniche

CEDIG sas Firenze
 Elaborazione dati

CERTIFICATO N° 0335/02 *Pf* 2/4

Sforzo Deviatorico / Deformazioni

$\sigma_1 - \sigma_3$ Kg/cm²
0.04 * Div.



Deform. ϵ 1%
0.66 * Div.

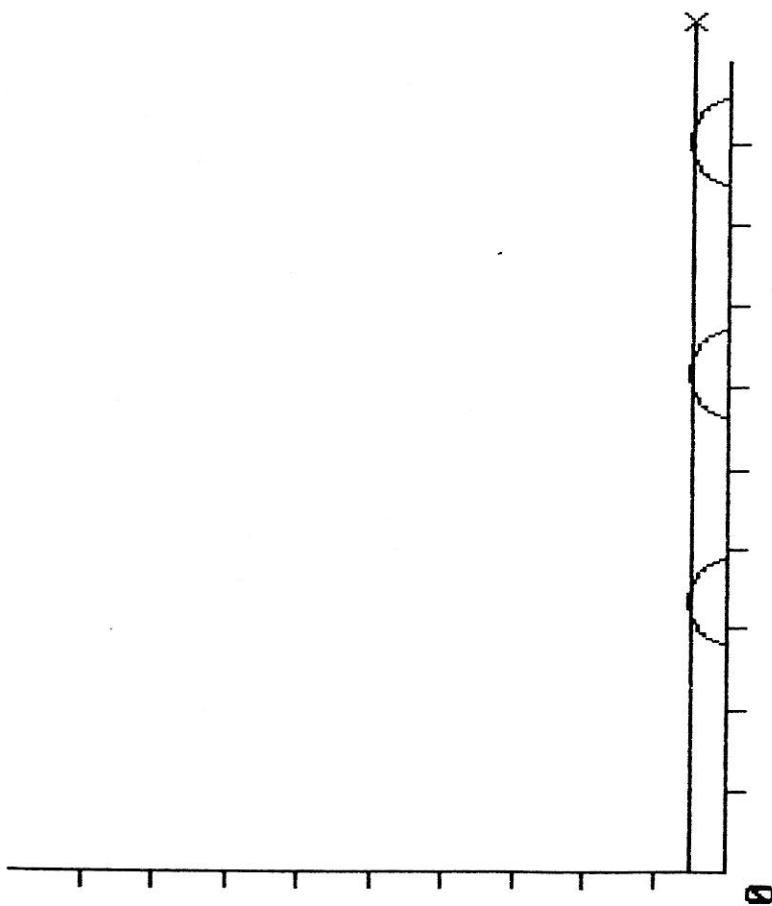
Sond. : 2
Camp. : 1
Prof. : 4.00/4.50
U. Avanz. : 0.5 mm/min
 $\times \sigma_3 = 1.0$ $\square \sigma_3 = 2.0$ $\diamond \sigma_3 = 3.0$

P. Consolidaz. σ_3 Kg/cm²: 1.0 2.0 3.0
($\sigma_1 - \sigma_3$) a rottura Kg/cm²: 0.36 0.36 0.37



Cerchi di Mohr a rottura

$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ Kg/cm²
0.35 * Div.



$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$ Kg/cm²
0.35 * Div.



Cliente : GEOSONDA per
X Tensioni totali

ϕ = 0° Sond. 2 Camp. 1

Prof. 4.00/4.50 m

c = 0.18 Kg/cm²

CERTIFICATO N° 0335/02 Pg 4/4

PROVA EDOMETRICA (I L)
(foglio 1)

Committente:
GEOSONDA per IMP.ROTA

Localita':
EX AREA FOREST - PISA

Sond:2 Camp: 1 Prof: 4.00/4.50
h iniz.= 2.34 cm; h fin.= 1.205 cm; Sezione = 38.68 cm²
Indice dei vuoti iniziale = 0.942

Pres.Vert.(Kg/cm²) - Delta h (cm) - Indice dei Vuoti

CICLO DI CARICO

0.250	0.058	0.894
0.500	0.102	0.857
1.000	0.159	0.810
2.000	0.223	0.757
4.000	0.291	0.700
8.000	0.368	0.636
16.000	0.449	0.569

CICLO DI SCARICO

8.000	0.436	0.580
4.000	0.422	0.592
2.000	0.410	0.602
1.000	0.398	0.612
0.500	0.384	0.623
0.250	0.370	0.635

Densità reale= 2.73 g/cm³; Dens.app.= 1.85 g/cm³
Umidità iniz.= 31.9 % Umidità fin.= 23.0 %
Osservazioni:

Data:15/05/02

GEOSTUD sas - Firenze

CEDIG sas - Elab.Dati.

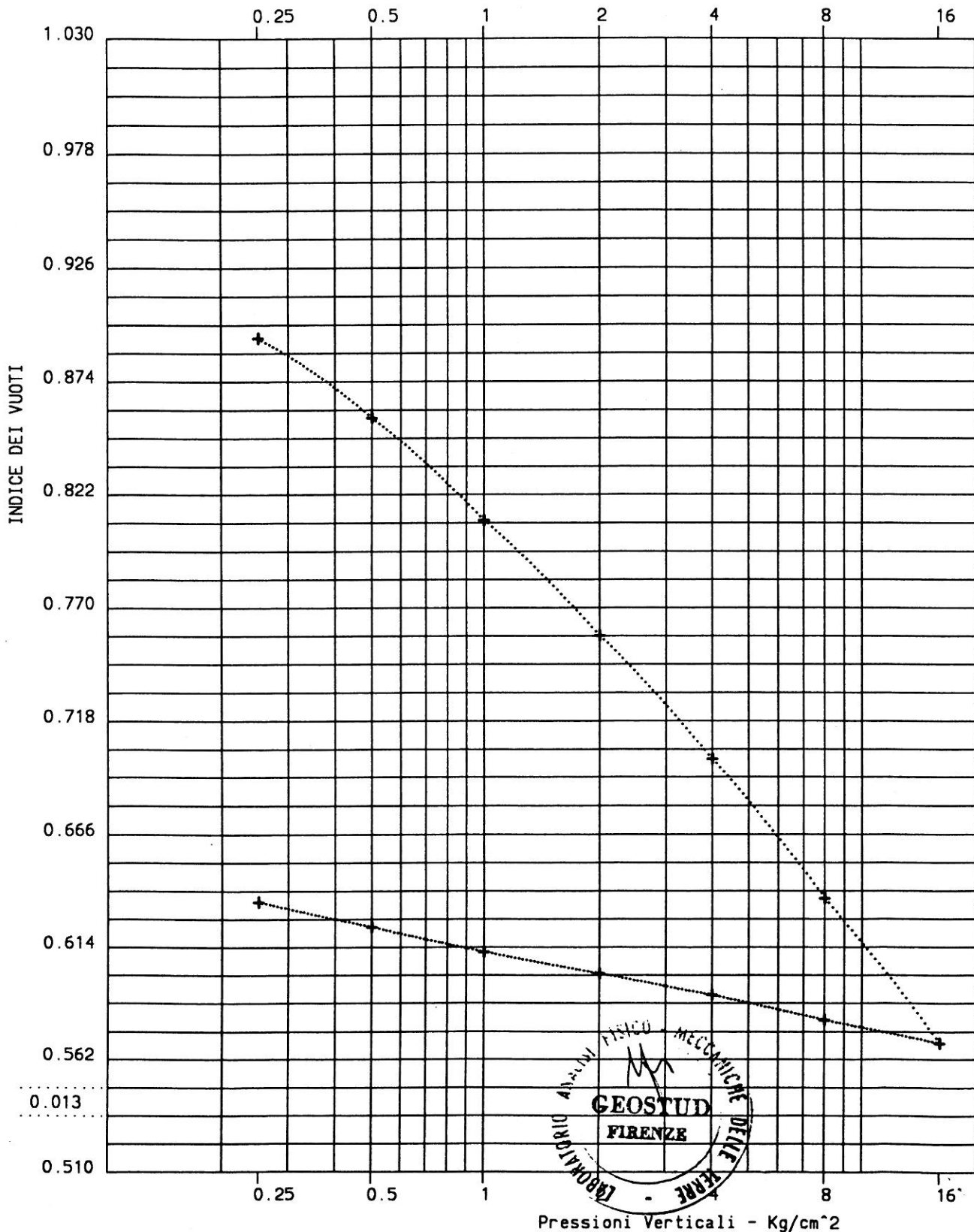
CERTIFICATO n° 0336/02 Pg 1/3



PROVA EDOMETRICA (foglio 2)

GEOSTUD sas
FIRENZE

Sond.: 2 Camp.: 1 Prof. (m): 4.00/4.50



|| P R O V A E D D M E T R I C A ||
 (foglio 3)

Committente:
 GEOSONDA per IMP.ROTA

Localita':
 EX AREA FOREST - PISA

Sond: 2 Camp: 1 Prof: 4.00/4.50

INT. PRESSIONE - COEFF.COMPR.VOL. - MODULO EDOM.
 (Kg/cm²) (cm²/Kg) (Kg/cm²)

0.500 - 1.000	0.05160	19.4
1.000 - 1.500	0.03287	30.4
1.500 - 2.000	0.02670	37.5
2.000 - 2.500	0.01959	51.0
2.500 - 3.000	0.01704	58.7
3.000 - 3.500	0.01517	65.9
3.500 - 4.000	0.01372	72.9
4.000 - 5.000	0.01152	86.8
5.000 - 6.000	0.00996	100.4
6.000 - 7.000	0.00882	113.4
7.000 - 8.000	0.00795	125.8
8.000 - 9.000	0.00664	150.7
9.000 - 10.000	0.00610	164.0
10.000 - 11.000	0.00565	177.0
11.000 - 12.000	0.00527	189.7
12.000 - 13.000	0.00495	202.1
13.000 - 14.000	0.00467	214.3
14.000 - 15.000	0.00442	226.3
15.000 - 16.000	0.00420	238.2

INDICE DI COMPR.= 0.223



CEDIG sas - ELAB. DATI per conto: GEOSTUD sas - FIRENZE

CERTIFICATO N° 0336/02 Pg 3/3

ELAB. CEDIMENTI NEL TEMPO
Metodo di Casagrande

Per conto : GEOSONDA per IMP.ROTA

Cantiere : EX AREA FOREST - PISA

Sondaggio : 2 Camp: 1 Prof.: 4.00/4.50
Data: 15/05/02

Pressione di prova durante il cedimento: 2 Kg/cm²

DECR.ALT. (cm)	ALT.CAMP (cm)	TEMPI (s)
0.171	2.169	15
0.173	2.167	30
0.176	2.164	60
0.182	2.158	120
0.188	2.152	240
0.195	2.145	480
0.201	2.140	960
0.208	2.132	1920
0.214	2.126	3600
0.217	2.123	7200
0.220	2.120	14400
0.221	2.119	28800
0.222	2.118	57600
0.223	2.117	86400

Ro = 2.174	CV = 6.14×10^{-4}
R100 = 2.121	K = 1.83×10^{-8}
R50 = 2.148	MV = 2.98×10^{-2}
T50 = 379	C α = 0.000

Ro = Altezza del campione in cm ad inizio prova
R100 = Altezza del campione in cm a fine cedimento primario
R50 = Altezza del camp. in cm al 50% della consol. primaria
T50 = Tempo in secondi al 50% della consolidazione primaria
Mv = Coefficiente di compr. volumetrica in cm²/Kg
Cv = Coefficiente di consolidazione in cm²/sec
K = Coefficiente di permeabilita' in cm/sec
C α = Coefficiente di consolidazione secondaria in %

NOTE :

- CEDIG sas -
Elaborazione dati

CERTIFICATO N° 0338/02 P 1/2



CEDIMENTI nel TEMPO
Metodo di Casagrande

GEOSTUD sas
FIRENZE

Per conto: **GEOSONDA per IMP.ROTA**

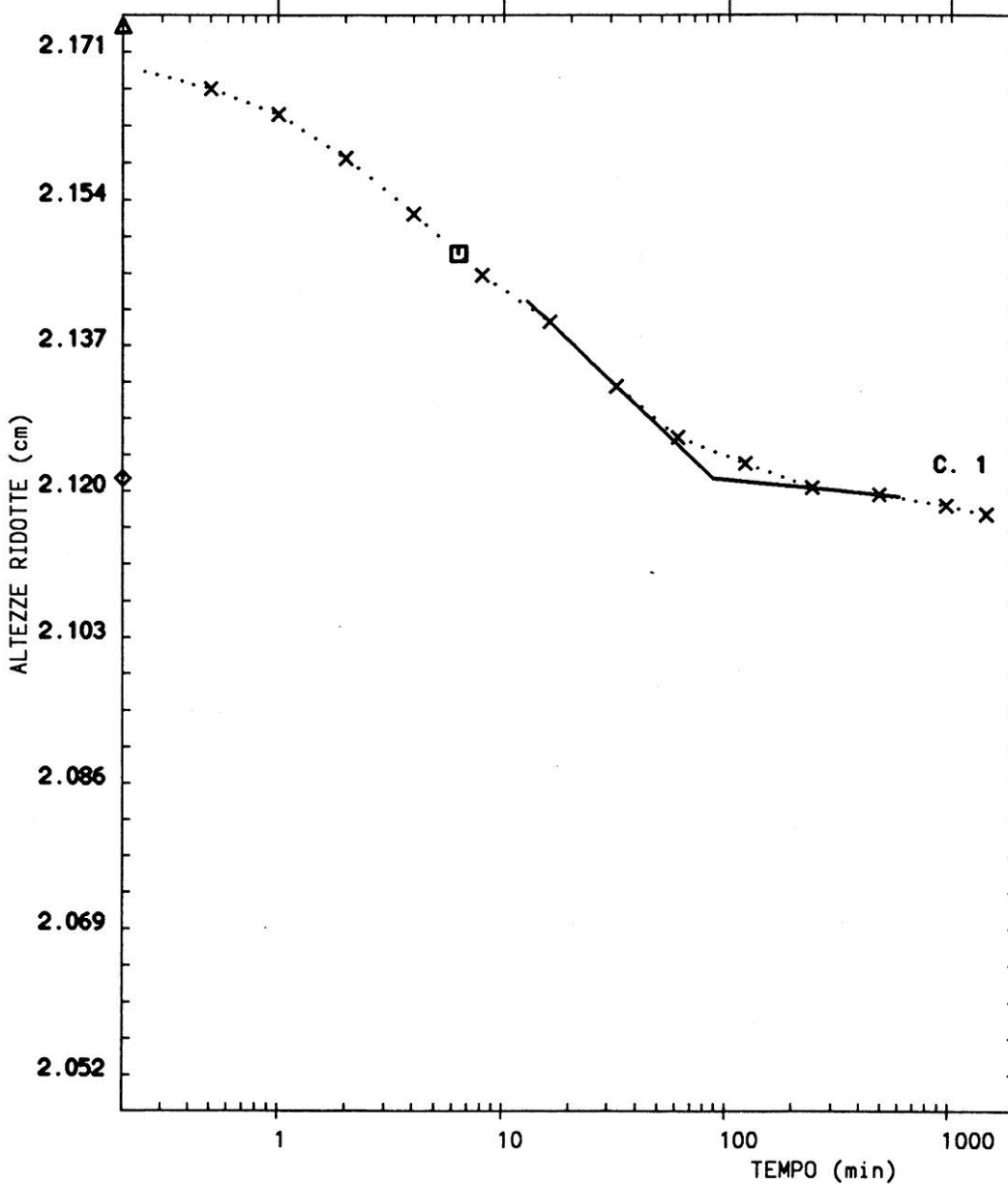
Localita': **EX AREA FOREST - PISA**

Sond.: **2**

Camp.: **1**

Prof. (m): **4.00/4.50**

CARICHI (Kg/cm²)
prima - durante
il test



Significato dei simboli:

Altezza ridotta iniz. 'corretta' Δ

Alt. rid. a 100% consol. primaria \diamond

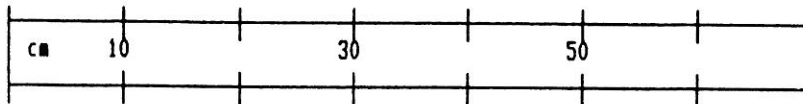
Punto corrispondente al 50% consol. primaria \square



GEOSTUD sas Firenze
Laboratorio di analisi

GEOSONDA per IMP.ROTA
CANT:EX AREA FOREST - PISA

SOND. : 3 CAMP. : 1 PROF.(m) : 8.00/8.50



Pocket Kg/cm²

Scissometro Kg/cm²

DESCRIZIONE : Sabbia fine con limo e argilla

NOTE : Campione in fustella Shelby
Condizione all'estrusione BUONA



CEDIG sas Firenze
Elaborazione dati

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

Nostro rifer. : A:GRAN239.024
 Cliente : GEOSONDA
 Intestatario : GEOSONDA Imp. ROTA
 Cantiere : EX AREA FOREST-PISA
 Sondaggio : 3
 Campione : 1
 Profondità : 8.00/8.50
 Data elabor. : 15/05/02

=====

SEDIMENTAZIONE

ARGILLA % - LIMO %
 13.6 17.3

SETACCIATURA

SABBIA % - GHIAIA %
 68.8 0.3

=====

CLASSI	% NELLA CLASSE	PASSANTE CUMULATIVA %
PASSANTE - TRATTENUTO		
- > 4.750	0.0	-
4.750 - 2.000	0.3	100.0
2.000 - 0.420	1.1	99.7
0.420 - 0.250	0.7	98.6
0.250 - 0.074	22.9	97.9
0.074 - 0.020	44.1	75.0
0.020 - 0.002	17.3	30.9
< 0.002	-	13.6

=====

Note :
 :
 :

CEDIG sas FIRENZE
 Elaborazione Dati



GEOSTUD sas FIRENZE
 analisi geotecniche

CERTIFICATO N° 0334/02 Pg 1/2

GRANULOMETRIA

PER CONTO:

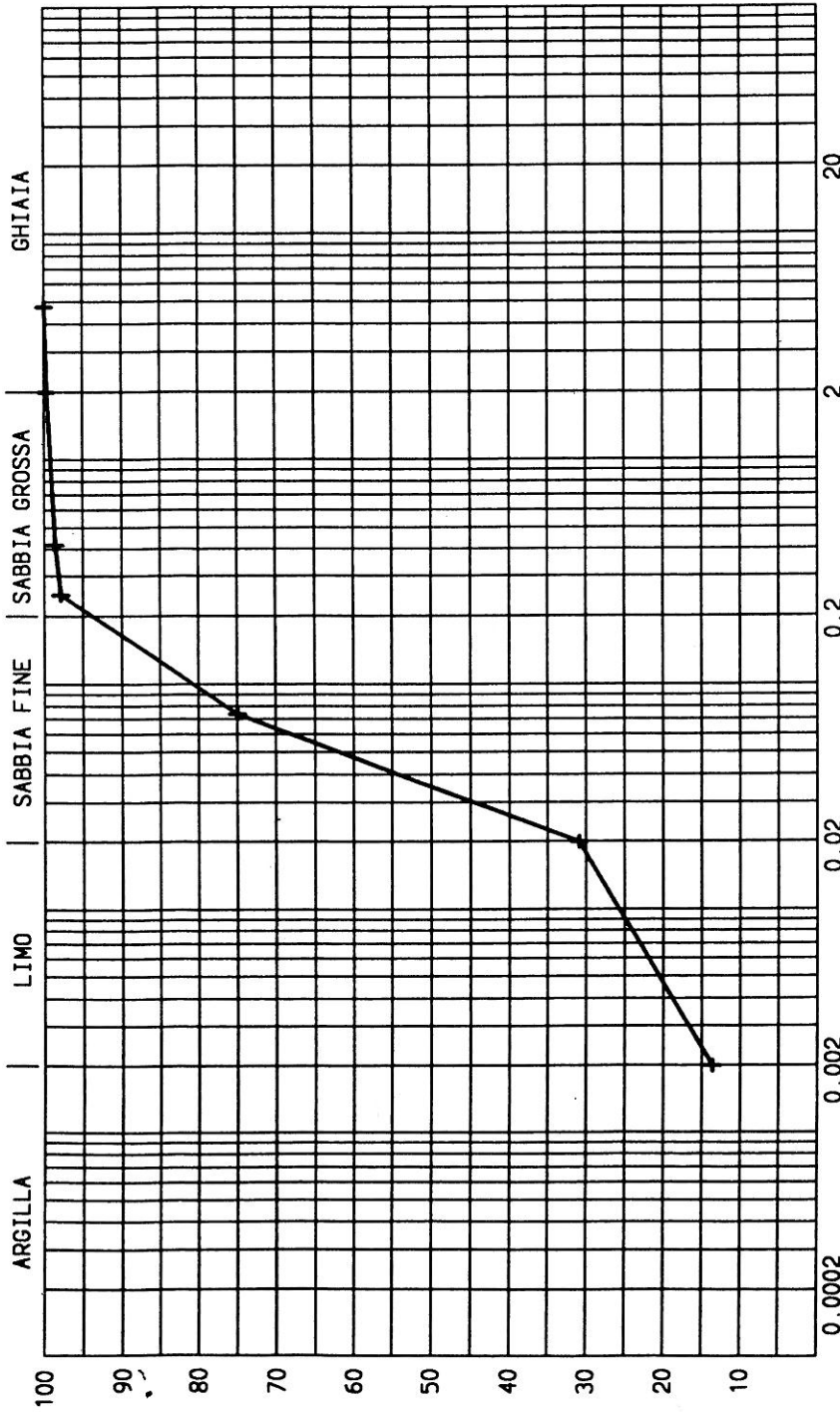
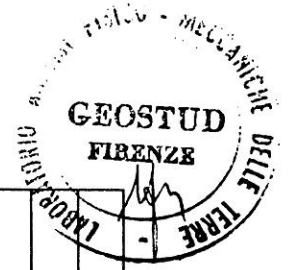
GEOSONDA Imp. ROTA

Loc.:

EX AREA FOREST-PISA

Data: **15/05/02**

**GHOSTUD sas
FIRENZE**

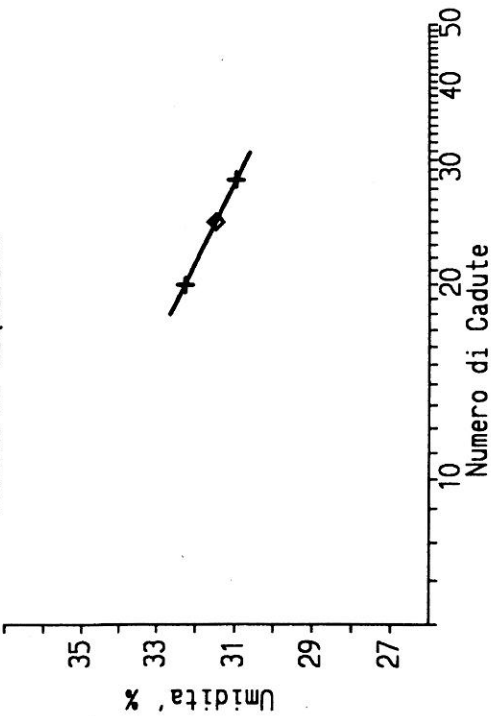


SOND	CAMP	SIMBOLO	GHIAIA %	SABBIA %	LIMO %	ARGILLA %	PROF. PRELIEVO
3	1	+	0.3	68.8	17.3	13.6	8.00/8.50

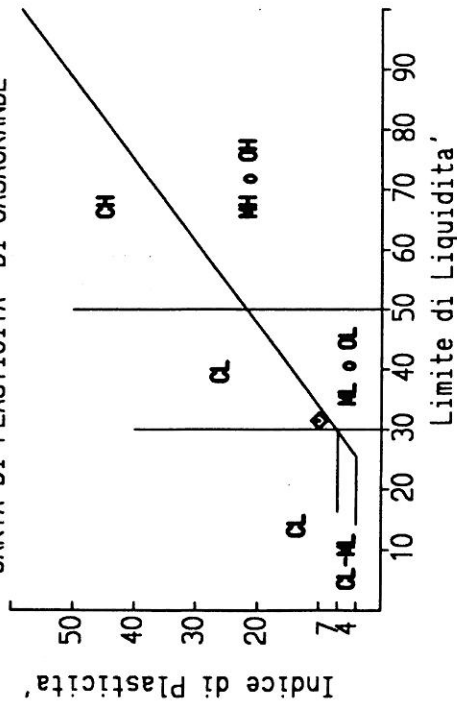
CEDIG sas - ELAB.DATI

CERTIFICATO N° 0334/02 Pg 2/2

LIMITI DI LIQUIDITA'



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



CLASSIFICAZIONE: **CL**

CL: ARGILLE INORGANICHE DI MEDIA PLASTICITA' - ARGILLE GHIAIOSE, SABBIOSE, LIMOSE.

LIMITI DI ATTERBERG

Per conto: **GEOSONDA per IMP. ROTA**
Localita': **EX AREA FOREST - PISA**

Sond.: **3** Camp.: **1** Prof.: **8.00/8.50**

UMIDITA' NATURALE (W) : **32.6 %**
 LIMITE DI LIQUIDITA' (LL) : **32 %**
 LIMITE DI PLASTICITA' (LP) : **21 %**
 INDICE DI PLASTICITA' (IP)=LL-LP : **11 %**
 INDICE DI CONSISTENZA (IC)=(LL-W)/IP : **1.80**

Prova effettuata in accordo con la Norma **CNR-UNI 10014**

- **GEOSTUD sas** -
FIRENZE



Data: **15/05/02**

CEDIG sas - ELAB. DATI

P R O V A E D O M E T R I C A (I L)
(foglio 1)

Committente:
GEOSONDA per IMP. ROTA

Localita':
EX AREA FOREST - PISA

Sond:3 Camp: 1 Prof: 8.00/8.50
h iniz.= 2.34 cm; h fin.= 1.188 cm; Sezione = 38.68 cm²
Indice dei vuoti iniziale = 0.970

Pres.Vert. (Kg/cm²) - Delta h (cm) - Indice dei Vuoti

CICLO DI CARICO

0.250	0.057	0.922
0.500	0.100	0.885
1.000	0.149	0.844
2.000	0.207	0.795
4.000	0.261	0.750
8.000	0.326	0.695
16.000	0.396	0.636

CICLO DI SCARICO

8.000	0.389	0.642
4.000	0.383	0.647
2.000	0.374	0.655
1.000	0.365	0.662
0.500	0.355	0.671
0.250	0.346	0.678

Densità reale= 2.69 g/cm³; Dens.app.= 1.81 g/cm³

Umidità iniz.= 32.6 % Umidità fin.= 22.4 %

Osservazioni:

Data:15/05/02

GEOSTUD sas - Firenze

CEDIG sas - Elab.Dati.

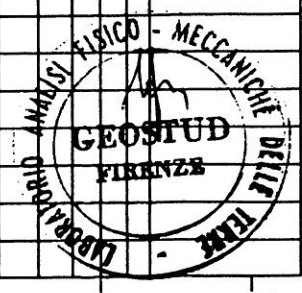
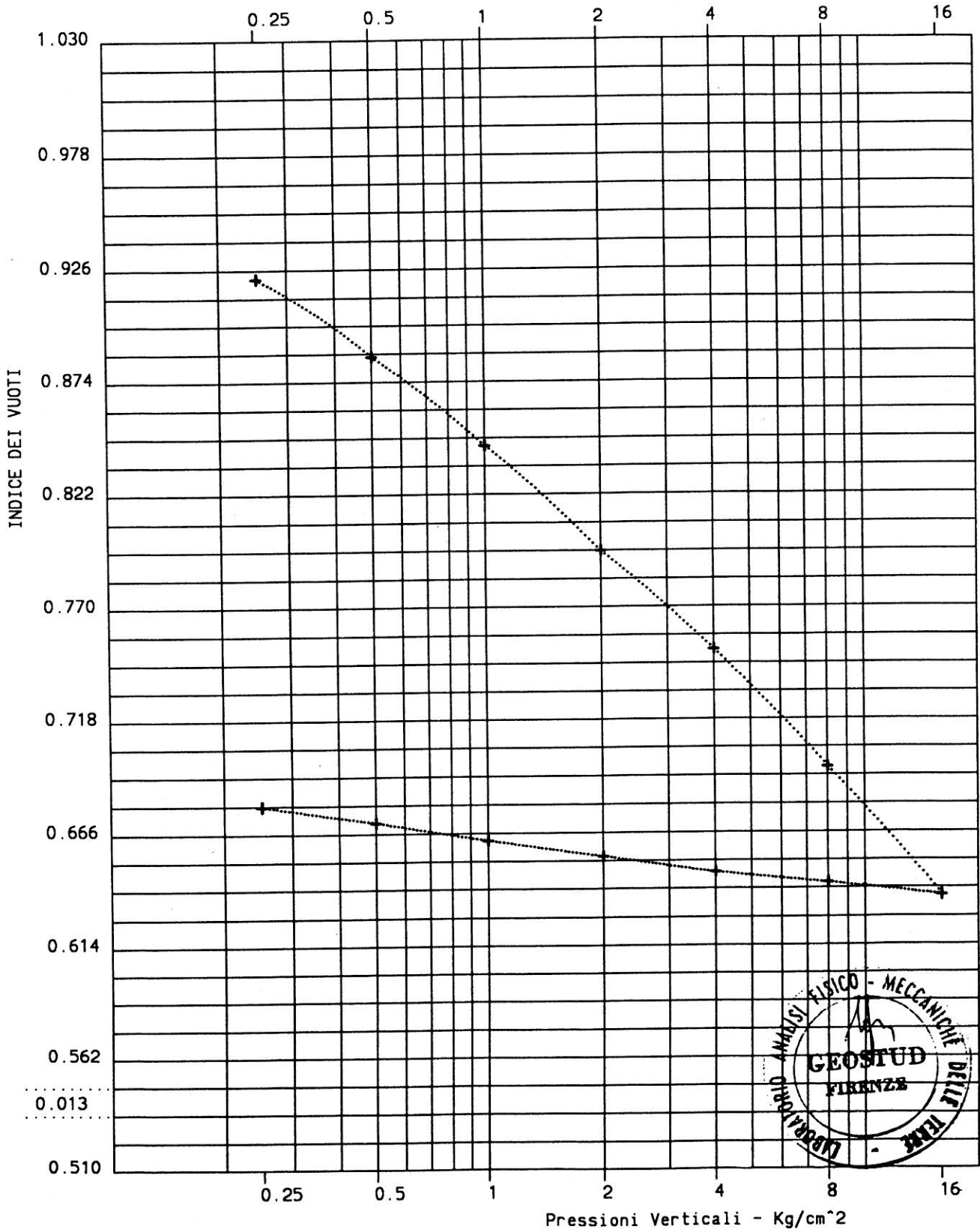
CERTIFICATO N° 0337/02 Pp 1/3



PROVA EDOMETRICA (foglio 2)

GEOSTUD sas
FIRENZE

Sond.: 3 Camp.: 1 Prof. (m): 8.00/8.50



|| P R O V A E D O M E T R I C A ||
 (foglio 3)

Committente:
 GEOSONDA per IMP. ROTA

Localita':
 EX AREA FOREST - PISA

Sond: 3 Camp: 1 Prof: 8.00/8.50

INT. PRESSIONE - (Kg/cm ²)	COEFF.COMPR.VOL. - (cm ² /Kg)	MODULO EDM. (Kg/cm ²)
0.500 - 1.000	0.04423	22.6
1.000 - 1.500	0.02967	33.7
1.500 - 2.000	0.02394	41.8
2.000 - 2.500	0.01557	64.2
2.500 - 3.000	0.01337	74.8
3.000 - 3.500	0.01178	84.9
3.500 - 4.000	0.01056	94.7
4.000 - 5.000	0.00963	103.8
5.000 - 6.000	0.00828	120.8
6.000 - 7.000	0.00730	137.0
7.000 - 8.000	0.00655	152.6
8.000 - 9.000	0.00563	177.6
9.000 - 10.000	0.00516	193.6
10.000 - 11.000	0.00478	209.3
11.000 - 12.000	0.00445	224.6
12.000 - 13.000	0.00417	239.6
13.000 - 14.000	0.00393	254.4
14.000 - 15.000	0.00372	269.0
15.000 - 16.000	0.00353	283.4

INDICE DI COMPR.= 0.196



CEDIG sas - ELAB. DATI per conto: GEOSTUD sas - FIRENZE

CERTIFICATO N° 0337/02 Pg 3/3

ELAB. CEDIMENTI NEL TEMPO
Metodo di Casagrande

Per conto : GEOSONDA per IMP. ROTA

Cantiere : EX AREA FOREST - PISA

Sondaggio : 3 Camp: 1 Prof.: 8.00/8.50
Data: 15/05/02

Pressione di prova durante il cedimento: 2 Kg/cm²

DECR.ALT. (cm)	ALT.CAMP (cm)	TEMPI (s)
0.168	2.172	15
0.170	2.170	30
0.174	2.166	60
0.179	2.161	120
0.186	2.154	240
0.192	2.148	480
0.195	2.145	960
0.199	2.141	1920
0.200	2.140	3600
0.201	2.139	7200
0.203	2.137	14400
0.205	2.135	28800
0.206	2.134	57600
0.207	2.133	86400

Ro = 2.177	CV = 1.69×10^{-3}
R100 = 2.141	K = 4.53×10^{-8}
R50 = 2.159	MV = 2.68×10^{-2}
T50 = 138	C α = 0.000

Ro = Altezza del campione in cm ad inizio prova
R100 = Altezza del campione in cm a fine cedimento primario
R50 = Altezza del camp. in cm al 50% della consol. primaria
T50 = Tempo in secondi al 50% della consolidazione primaria
Mv = Coefficiente di compr. volumetrica in cm²/Kg
Cv = Coefficiente di consolidazione in cm²/sec
K = Coefficiente di permeabilita' in cm/sec
C α = Coefficiente di consolidazione secondaria in %

NOTE :

- CEDIG sas -
Elaborazione dati



CERTIFICATO N° 0339/02 Pg 1/2

CEDIMENTI nel TEMPO
Metodo di Casagrande

GEOSTUD sas
FIRENZE

Per conto: **GEOSONDA per IMP. ROTA**

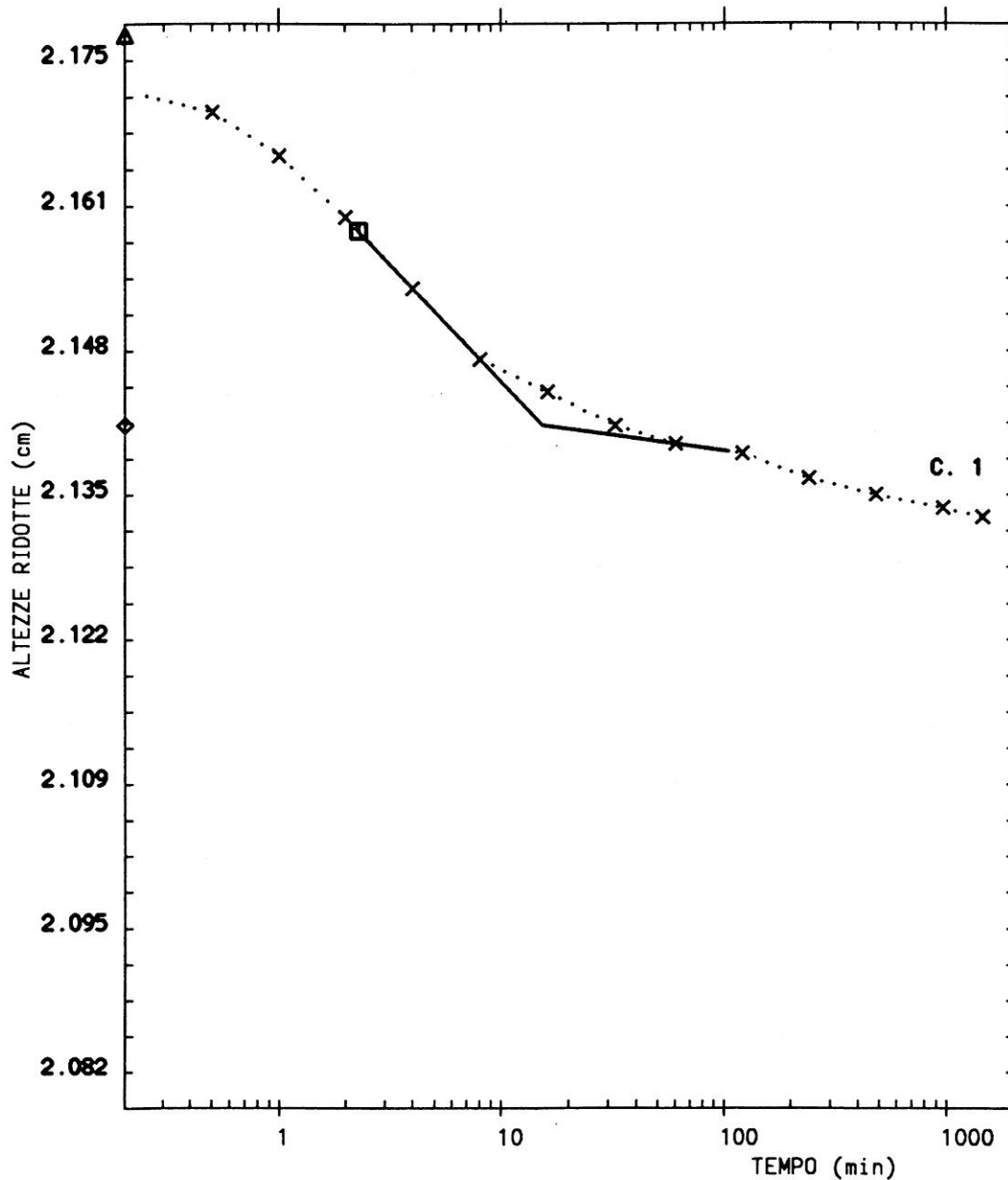
Localita': **EX AREA FOREST - PISA**

Sond.: **3**

Camp.: **1**

Prof. (m): **8.00/8.50**

CARICHI (Kg/cm²)
prima - durante
il test



1.000 2.000

Significato dei simboli:

Altezza ridotta iniz. 'corretta' Δ

Alt. rid. a 100% consol. primaria \diamond

Punto corrispondente al 50% consol. primaria \square



Comune di Pisa
"Piano di Recupero Ex-Forest, via del Giardino"
ANNESSE FOTOGRAFICO

Sondaggio S-1 (carote di terreno, intervallo 6.00-10.00 m)



Sondaggio S-2 (carote di terreno, intervallo 0.00-12.00 m)



Comune di Pisa
"Piano di Recupero Ex-Forest, via del Giardino"
ANNESSO FOTOGRAFICO

Sondaggio S-1 (carote di terreno, intervallo 0.00-3.00 m)

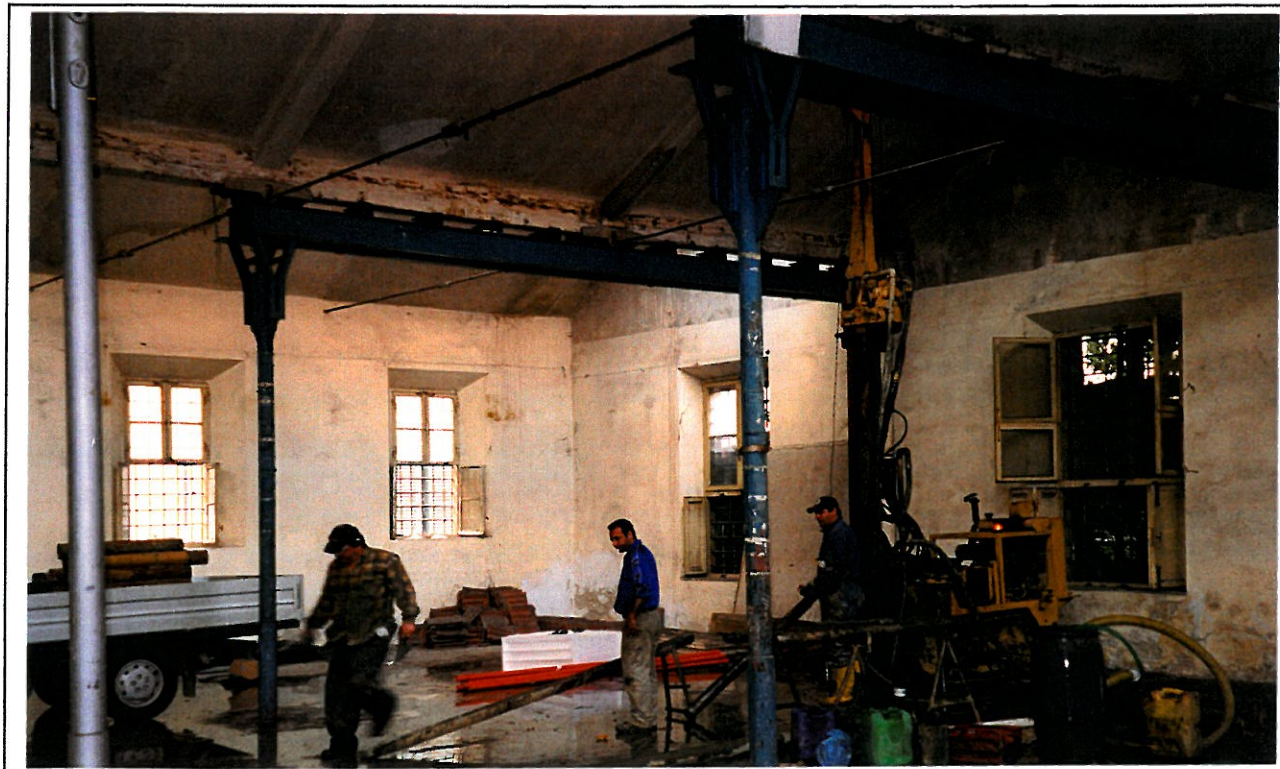


Sondaggio S-1 (carote di terreno, intervallo 3.00-6.00 m)



Comune di Pisa
"Piano di Recupero Ex-Forest, via del Giardino"
ANNESSO FOTOGRAFICO

Sondaggio S-1



Sondaggio S-2



Comune di Pisa
Piano di Recupero Ex-Forest, via del Giardino
ANNESSE FOTOGRAFICO

Sondaggio S-3

