



COMUNE DI PISA

PROVINCIA DI PISA

**PIANO DI RECUPERO
DELLA EX FORNACE DI LATERIZI DONATI**

Località: PISA, via di Viaccia

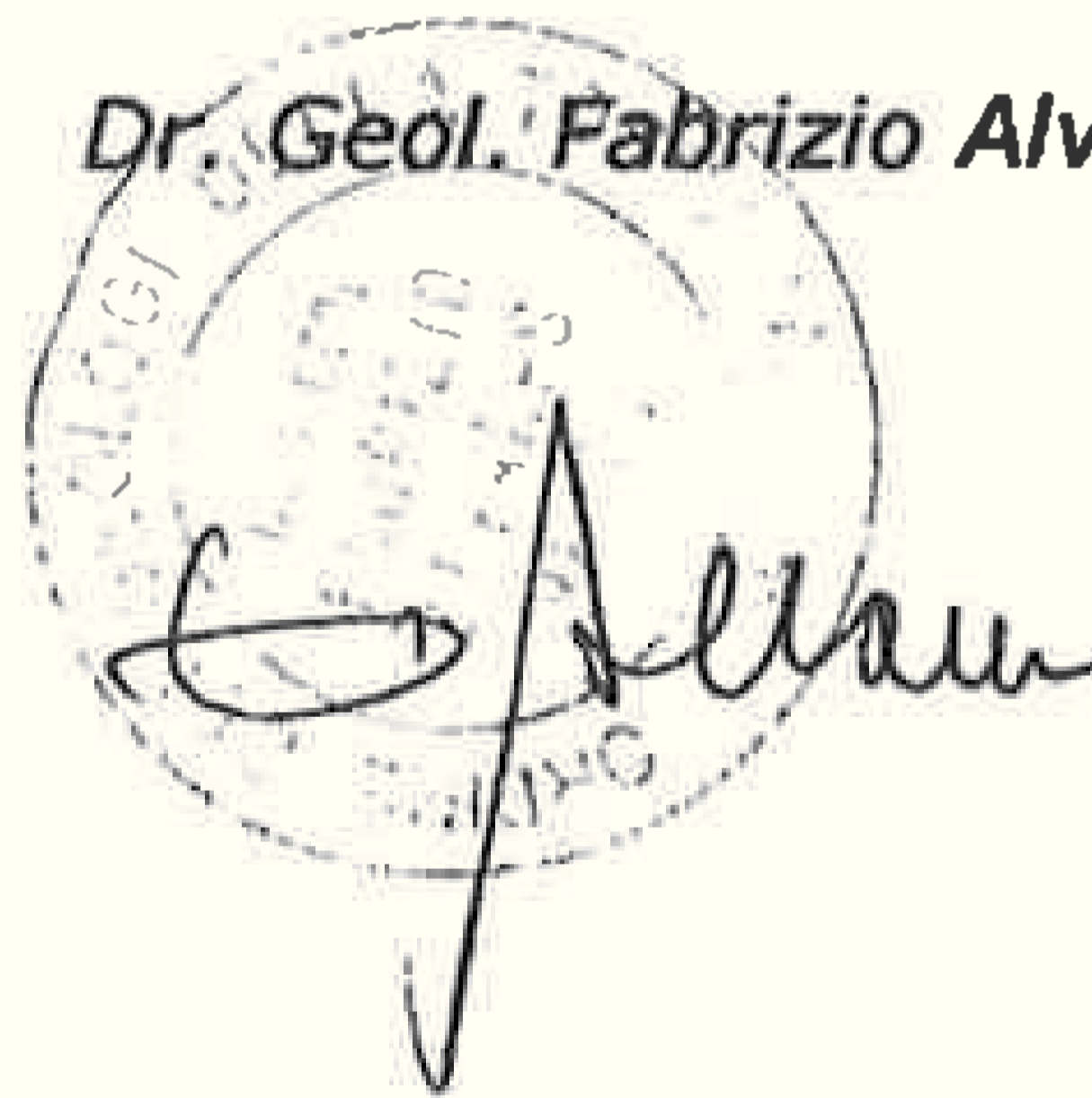
Proprietà: G.A.I.A. S.r.L.

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Ai sensi del D.M. 11/03/88 e dell'art. 77 del P.I.T.

Marzo 2003

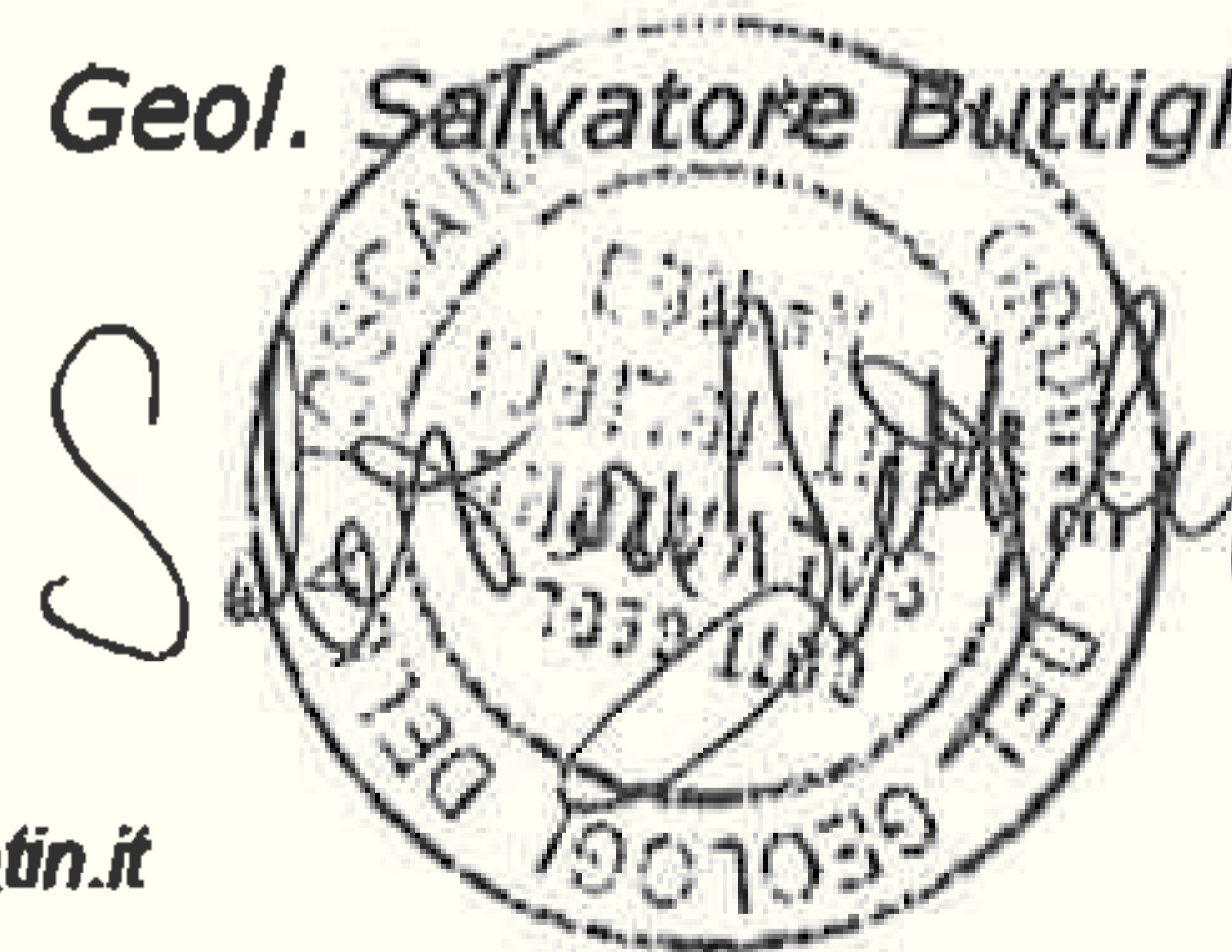
Dr. Geol. Fabrizio Alvares



All. 26

collaboratore

Dr. Geol. Salvatore Buttiglieri



GEOSER s.c.r.l.

Via Lenin 132 - 56010 San Martino Ulmiano (Pi)
Tel. e Fax 050/864659 050/864329 e-mail: geospisa@tin.it
P.I. 00492680509 - CCIAA PI 79409
Reg. Soc. Trib. Pisa 7084



1. PREMESSA

Su incarico della società G.A.I.A. S.r.L., è stato condotto, ai sensi del Del. C.R. 94/85 e del P.I.T., uno studio geologico e idrologico-idraulico relativo al Piano di Recupero della ex fornace di laterizi Donati la cui area è ubicata a Pisa in prossimità di via Di Viaccia (vd. corografia di Fig. 1).

Il Piano di Recupero, copre una superficie complessiva di circa 146000 mq che viene così suddivisa (vd. Fig. 1):

- area nella quale si prevedono interventi di ristrutturazione edilizia nonché di nuova edificazione;
- area di parco agricolo;
- area di parco boscato;

per maggiori dettagli in proposito, comunque, si rimanda agli elaborati di progetto.

2. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA E GEOLOGICA DELL'AREA

Il Piano di Recupero in oggetto, è ubicato nella parte sud-ovest della città di Pisa, ed occupa l'area della ex fornace di laterizi di proprietà Donati che, per una lunghezza di circa 100 m, costeggia la sponda occidentale del Canale Navigabile dei Navicelli.

Tale area, che per una parte attualmente è in uno stato di semi-abbandono, si trova ad una quota altimetrica mediamente di circa 1.5 metro s.l.m, all'interno della pianura alluvionale pisana.

La piana pisana, la cui estensione va dal piede dei rilievi collinari dei Monti Pisani fino al mare, è caratterizzata da depositi alluvionali prevalentemente argillosi, limi e limi sabbiosi olocenici con granulometria crescente verso l'alveo attuale del Fiume Arno in prossimità del quale risultano prevalenti le sabbie depositatesi durante le esondazioni del passato.

La frazione più fine, rappresentata da argille e limi, caratterizza le zone più lontane dai corsi d'acqua; inoltre, intercalati ai depositi più fini ci sono livelli sabbiosi e ghiaiosi di spessore variabile caratterizzando così quella che rappresenta la stratigrafia tipica della Pianura Pisana.

Relativamente all'area di progetto, la morfologia è del tutto pianeggiante con i terreni affioranti costituiti da depositi alluvionali prevalentemente argillosi, così come mostra la carta geologica di Tav. 1.

3. METODOLOGIA D'INDAGINE

Al fine di caratterizzare, dal punto di vista litostratigrafico, geologico e geotecnico, i terreni sottofondazionali delle opere in progetto, sull'area è stata condotta una campagna geognostica, per la cui ubicazione si rimanda alla Fig. 2, che si è espletata attraverso l'esecuzione di:

- n. 8 penetrometrie statiche di tipo meccanico (CPT) che hanno raggiunto la profondità di 10 m dal p.c.
- n. 2 trivellazioni per mezzo di elica fino alla profondità di 10.5 m dal p.c.

Relativamente ai risultati delle prove penetrometriche statiche, nonché alle stratigrafie dei sondaggi, si rimanda alle appendici B e C rispettivamente.

4. CARATTERI LITOTECNICI

Come illustrato dalla Tav. 2 (estratto della Carta Litotecnica di P.R.G. del Comune di Pisa), sull'area in studio affiorano terreni che dal punto di vista litotecnico sono denominati: *Argille e Limi*.

Dai valori di Q_c delle prove penetrometriche, sono stati definiti in dettaglio i caratteri litostratigrafici e geotecnici dei terreni che costituiscono l'area del Piano di Recupero.

Quindi, la stratigrafia-tipo dell'area in esame si può così sintetizzare:

- al di sotto di uno strato di suolo agrario limoso di circa 90-100 cm di spessore, e fino alla profondità di 3.0 - 3.5 m, sono presenti terreni prevalentemente argillosi di media consistenza (Q_c mediamente intorno ai 16 Kg/cmq) alla quale sono intercalati sporadici livelli sabbiosi di spessore centimetrico;
- successivamente, e fino alla profondità indagata, si ritrovano argille molli, a tratti organiche, le cui proprietà meccaniche risultano piuttosto scadenti ($Q_c < 10$ Kg/cmq);
- alla profondità di 5-6 m, è presente un livello di sabbie da sciolte a mediamente addensate di spessore variabile da 50 a 150 cm caratterizzato da valori dell'angolo d'attrito interno (ϕ) che varia da 28° a 36°.

5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME

Lo strato argilloso-limoso presente nei primi 3-4 metri, è dotato, nel complesso, di un grado di permeabilità relativamente basso ma sufficiente, in corrispondenza dei livelli limo-sabbiosi, a garantire una discreta circolazione idrica sotterranea, così come appurato durante la fase di trivellazione.

Dai perfori di sondaggio, inoltre, sono stati posati in opera due piezometri a cielo aperto, adeguatamente fenestrati che hanno raggiunto la profondità di circa 10 m, dalle cui misure effettuate, sull'area in esame risulta la presenza di un livello freatico che si attesta a quote relativamente basse, cioè mediamente a circa -1.0 m dal p.c., che corrisponde ad una quota assoluta di circa 0.5 - 1.0 m s.l.m.) e ciò è in accordo con quanto illustrato dalla carta idrogeologica di P.R.G. della quale un estratto è riportato nella Tav. 3.

6. RISCHIO IDRAULICO

In ottemperanza a quanto previsto dall'art. 77 del P.I.T. (ex D.C.R. n. 230/94), l'area del Piano di Recupero ricade in Ambito "B" in quanto si trova ad una distanza inferiore a 300 metri dal ciglio di sponda del Canale navigabile dei Navicelli, che è incluso nella lista dei corsi d'acqua soggetti alle prescrizioni e vincoli sul rischio idraulico; pertanto, in base al punto 9 del suddetto articolo, occorre: *...uno studio idrologico-idraulico che definisca gli ambiti soggetti ad inondazione per piene con tempo di ritorno centennale, esaminando un tratto di corso d'acqua significativo che abbia riferimento con l'area di intervento. Lo studio dovrà inoltre verificare che l'area di intervento non sia soggetta a fenomeni di ristagno.*

In merito a ciò, si è fatto riferimento ad uno studio idrologico-idraulico dell'ottobre 1998, finalizzato alla valutazione delle condizioni di rischio idraulico relativo all' *Area Navicelli* con tempi di ritorno duecentennali.

Lo studio, che viene riportato in Appendice A, è stato eseguito dagli Ing. Lucia & Scorrano.

I risultati dello studio idraulico, hanno evidenziato che l'*Area Navicelli* si trova in condizioni di sicurezza per ciò che concerne il rischio di esondazione.

Per quanto riguarda i fenomeni di ristagno, questi risultano scongiurati in quanto dai sopralluoghi effettuati è emerso che l'area in esame è ben drenata sia dal vicino canale dei Navicelli sia dagli specchi d'acqua, residui delle antiche escavazioni della Donati, presenti nelle aree limitrofe.

Ciò è in accordo con quanto espresso sia dal P.T.C. della Provincia di Pisa, che classifica l'area in **sottoclasse 3a** di pericolosità idraulica, cioè a "pericolosità media" (Fig. 3): *riguarda le aree per le quali non si ha disponibilità di precise testimonianze storiche di episodi di esondazione o di sommersione, comunque limitrofe ad aree in passato conosciute come alluvionate o sommerse; si individuano su base*

*geomorfologica o storica o con riferimento a modelli idrologico-idraulici, verificando nel caso la ricorrenza statistica di possibile esondazione o sommersione comunque superiore ai duecento anni; vi sono altresì comprese le aree coinvolte da eventi storici, difese da sostanziali interventi di difesa o bonifica idraulica, verificati cioè, per analogia, al deflusso od allo smaltimento di eventi di ricorrenza duecentennale, sia dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, recentemente adottato, che include l'area nelle zone a Pericolosità Idraulica **PI2** (Pericolosità Idraulica media); inoltre, l'area in esame è esclusa dalle perimetrazioni delle aree sottoposte a misure di salvaguardia di cui al D.L. 180/98 (Decreto Sarno).*

7. ORIENTAMENTI GEOTECNICI

Il Piano di Recupero, prevede interventi edilizi di svariata tipologia per i quali vengono adottate fondazioni di vario tipo; in particolare, in alcuni edifici, è prevista la realizzazione di volumi interrati.

In questo caso, le problematiche geotecniche da affrontare sono quelle connesse all'interferenza tra i lavori di sbancamento necessari e la falda presente, che si attesta ad in quota superiore alla profondità di scavo prevista.

Pertanto, in fase cantieristica, è necessario procedere alla realizzazione di opere di drenaggio atte ad abbassare il livello freatico al di sotto del livello di scavo.

Dalle indagini geotecniche eseguite, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 4.1, punto b della Del. C.R. 94/85, nel paragrafo successivo viene eseguita una stima sull'entità dei possibili cedimenti dei terreni sottofondazionali.

7.1. STIMA DEI CEDIMENTI

In considerazione della situazione geotecnica precedentemente descritta, dove si prevede la realizzazione di piani interrati, si ritiene superfluo procedere alla stima dei cedimenti dei terreni sottofondazionali in quanto è presumibile che alla profondità d'imposta delle fondazioni si abbia la totale compensazione dei carichi.

Laddove sono previste fondazioni superficiali, la stima dei possibili cedimenti dei terreni sottofondazionali è stata fatta considerando una fondazione a trave rovescia "tipo" che consiste in una trave ipotizzata di larghezza $B = 70$ cm attestata alla profondità di circa 70 cm dal p.c.

Facendo riferimento ai dati di compressibilità derivati dalle prove penetrometriche statiche, il terreno al di sotto del piano di posa della fondazione è stato suddiviso in strati omogenei di

spessore adeguato; lo studio, si è spinto fino alla profondità nella quale il valore dell'incremento di tensione verticale (Δp) risulta pari ad un decimo del valore della tensione verticale (σ'_{ov}).

Il carico incidente supposto è pari al carico di esercizio (Q_e) diminuito della pressione litostatica esistente alla quota d'imposta della fondazione, infatti:

$$Q_i = Q_e - (\gamma \cdot D_f) = 1 - (1.8 \times 10^{-3} \cdot 70.) = \mathbf{0.87 \text{ Kg/cm}^2}$$

Utilizzando il procedimento di calcolo di Terzaghi per il quale il cedimento (S) è espresso dalla seguente relazione:

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

dove:

S = cedimento
 H_0 = spessore del singolo strato
 Δp = incremento di pressione
 m_v = coefficiente di compressibilità volumetrica

risultano cedimenti, esplicabili a lungo termine, dell'ordine di **4 cm** (vd. Appendice B).

8. CONCLUSIONI

Sulla base di quanto sopra espresso si può concludere quanto segue:

- Dalla campagna d'indagine svolta nell'area di progetto, risultano presenti terreni sottofondazionali dotati di discrete proprietà meccaniche fino alla profondità di circa 3-4 metri; inoltre, in un contesto più generale, tali terreni presentano una buona omogeneità orizzontale.
- L'area del Piano di Recupero, nei riguardi della Pericolosità a supporto del PRG vigente è inserita in classe 3a. Per ciò che concerne la Fattibilità, in riferimento al Regolamento Urbanistico vigente, tale area, con la presenza di opere interrato in progetto, viene inserita nella CLASSE 3: cioè "Fattibilità Condizionata", equivale ad un livello di rischio medio-alto, come definibile con le conoscenze disponibili sulla pericolosità dell'area e interventi previsti anche di non eccessivo impegno e bassa vulnerabilità. Sono richieste indagini di dettaglio condotte a livello di "area complessiva".
- Dalle misure del livello freatico eseguite nell'area, risulta un livello di falda mediamente attestato alla profondità di 1.0 m sotto il p.c., cioè ad una quota assoluta di circa 0.5 - 1.0 m s.l.m. e ciò è in

accordo con quanto illustrato dalla carta idrogeologica di P.R.G.; tale livello, misurato nell'area in un periodo di morbida, si può considerare come livello di massima stagionale. Pertanto, vista la profondità delle opere interrato in progetto, risulta necessario procedere alla realizzazione opere di drenaggio al fine di abbassare il livello freatico al di sotto del livello di scavo in modo da scongiurare interferenze con lo stesso.

- Per una stima dei possibili cedimenti dei terreni più compressibili, ipotizzando, laddove previsto, una fondazione "tipo" a trave rovescia con $B=70$ cm attestata a 70 cm sotto il p.c., per le strutture da realizzare sono stati stimati cedimenti esplicabili a lungo termine dell'ordine di 4.0 cm.
- Alla luce delle indagini effettuate e viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e idrauliche dell'area in esame, si ritiene di potere esprimere un parere favorevole circa la fattibilità geologica dell'opera in progetto, confermando la classe 3 di Fattibilità espressa nel Regolamento Urbanistico vigente.

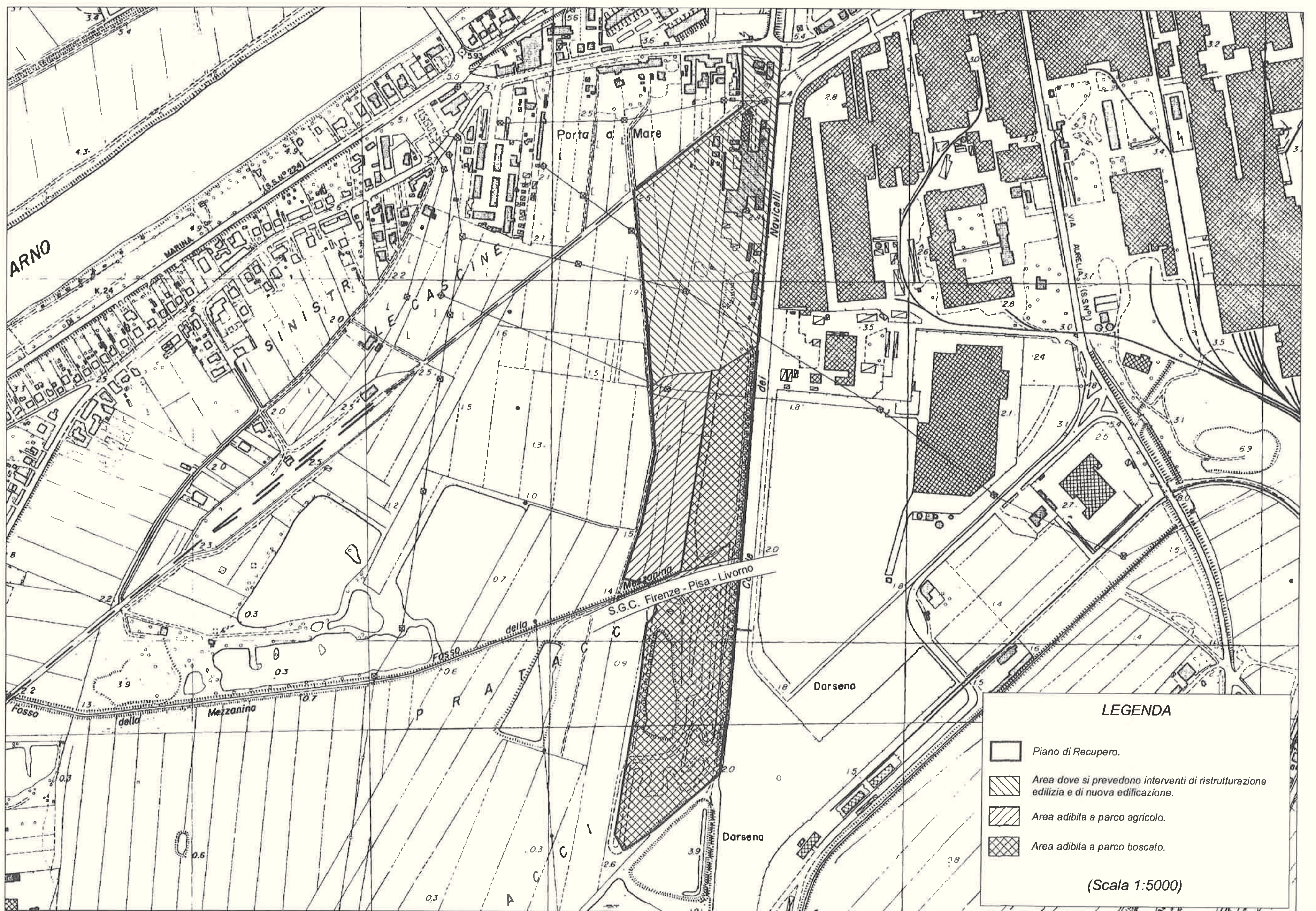


Fig. 1 - Corografia generale

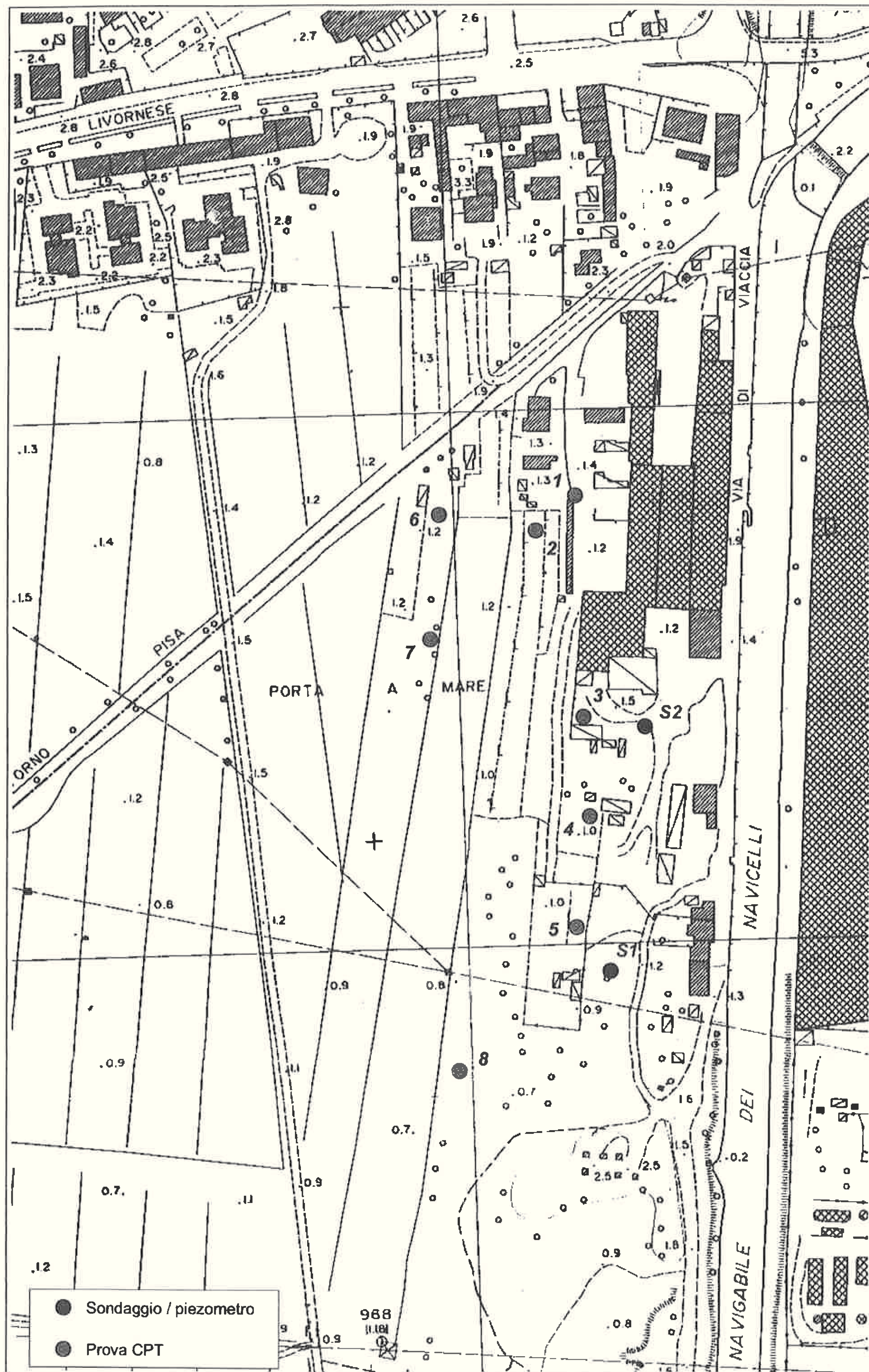


Fig. 2 - Ubicazione indagini, scala 1: 2000

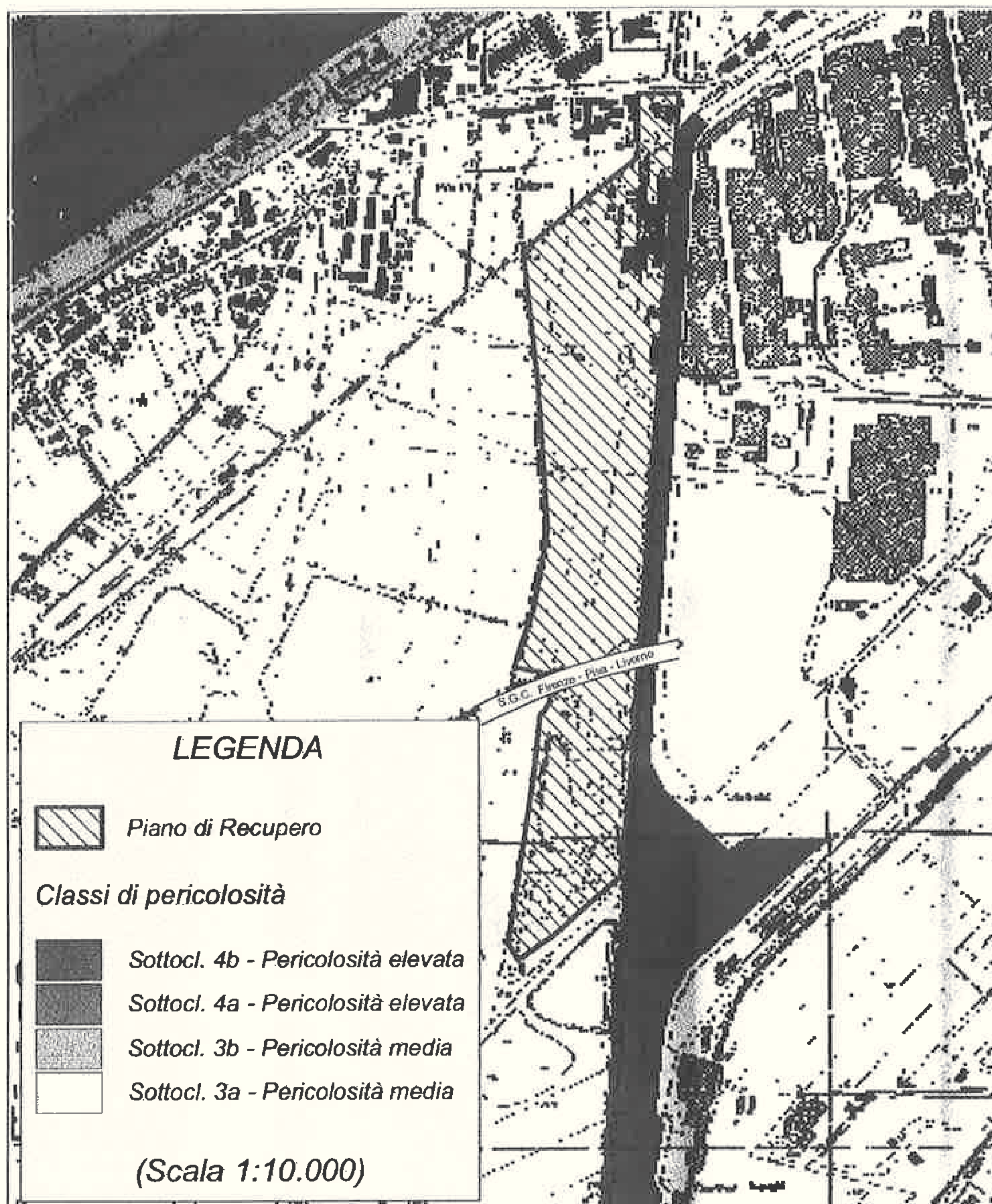
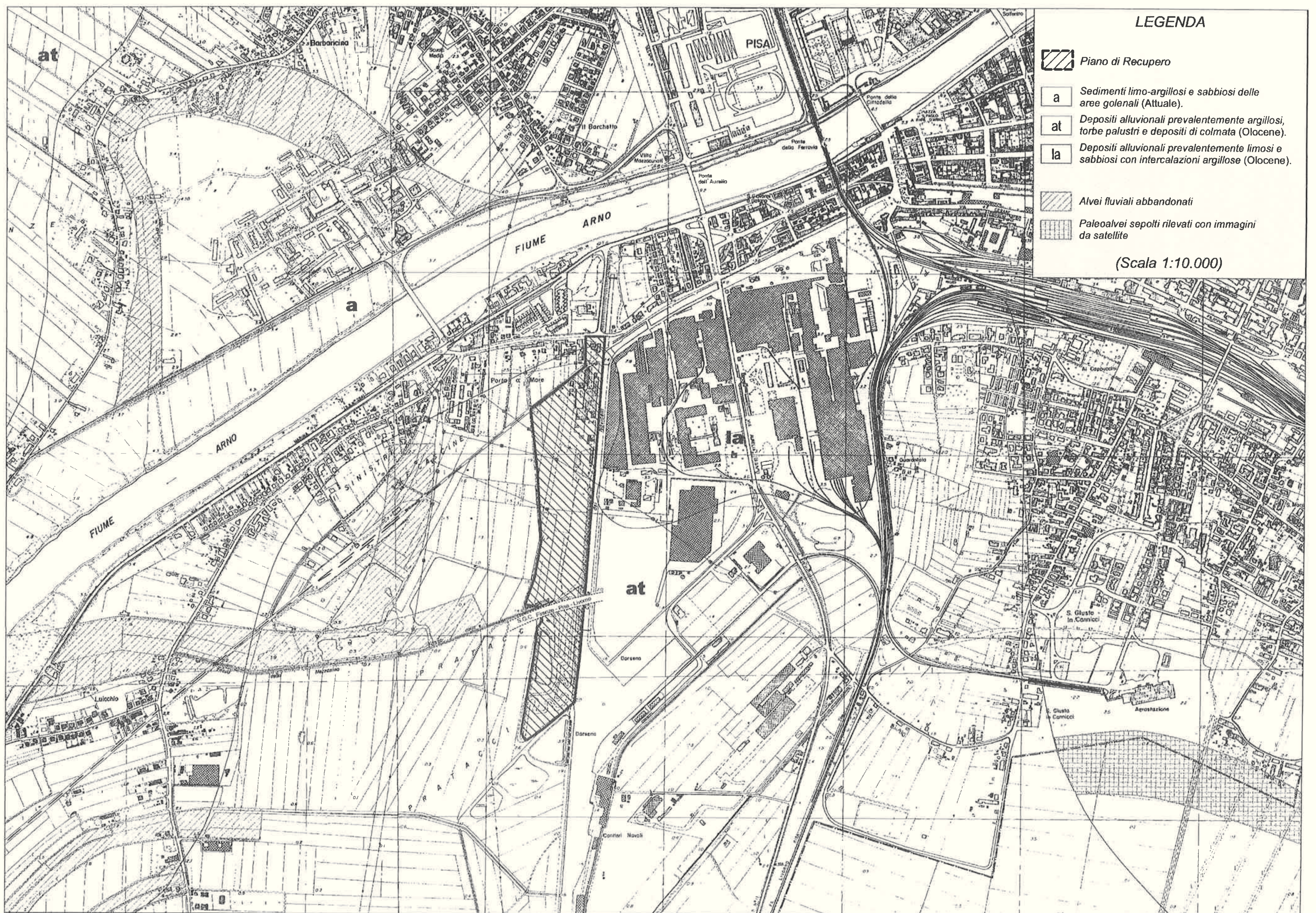
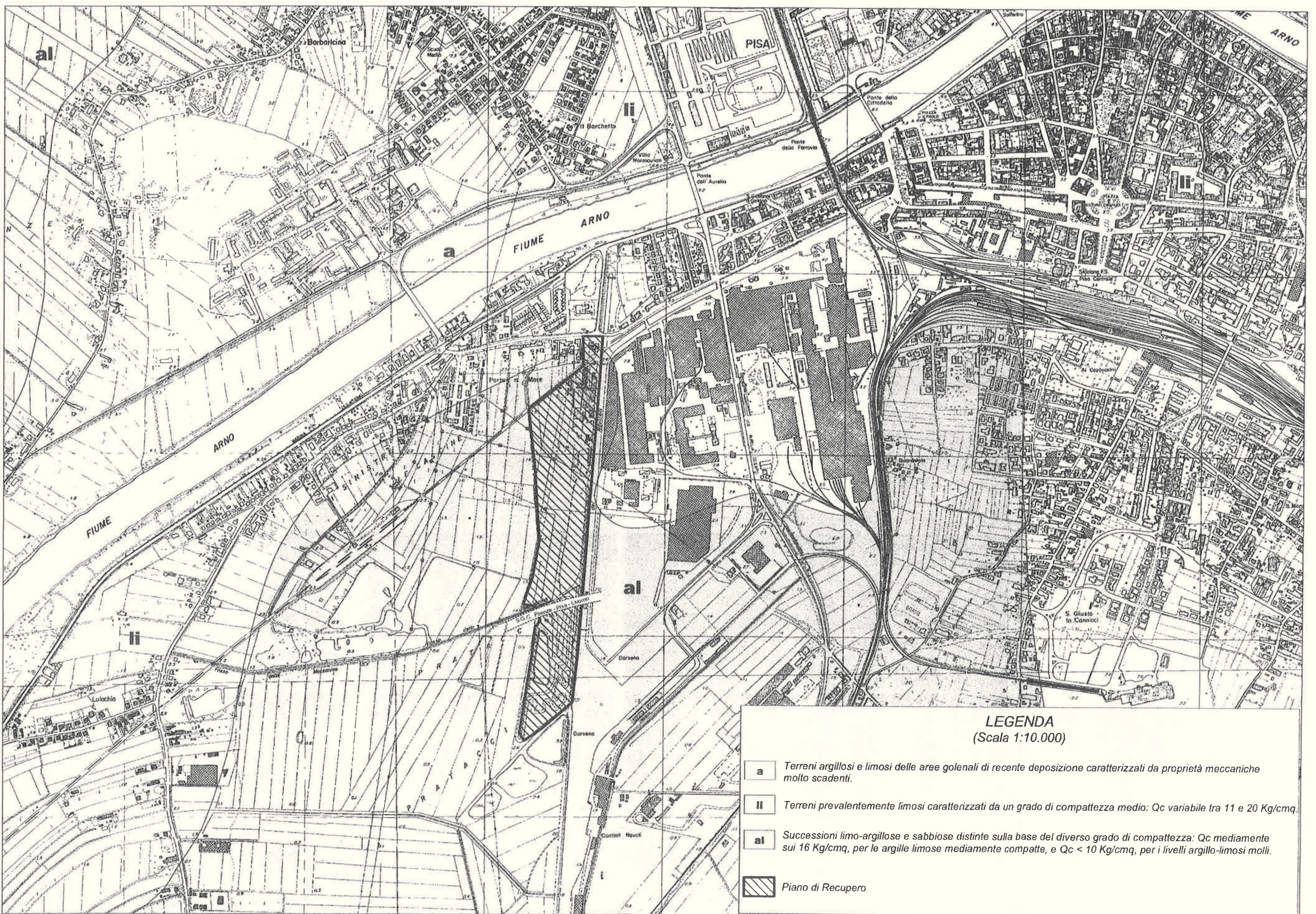


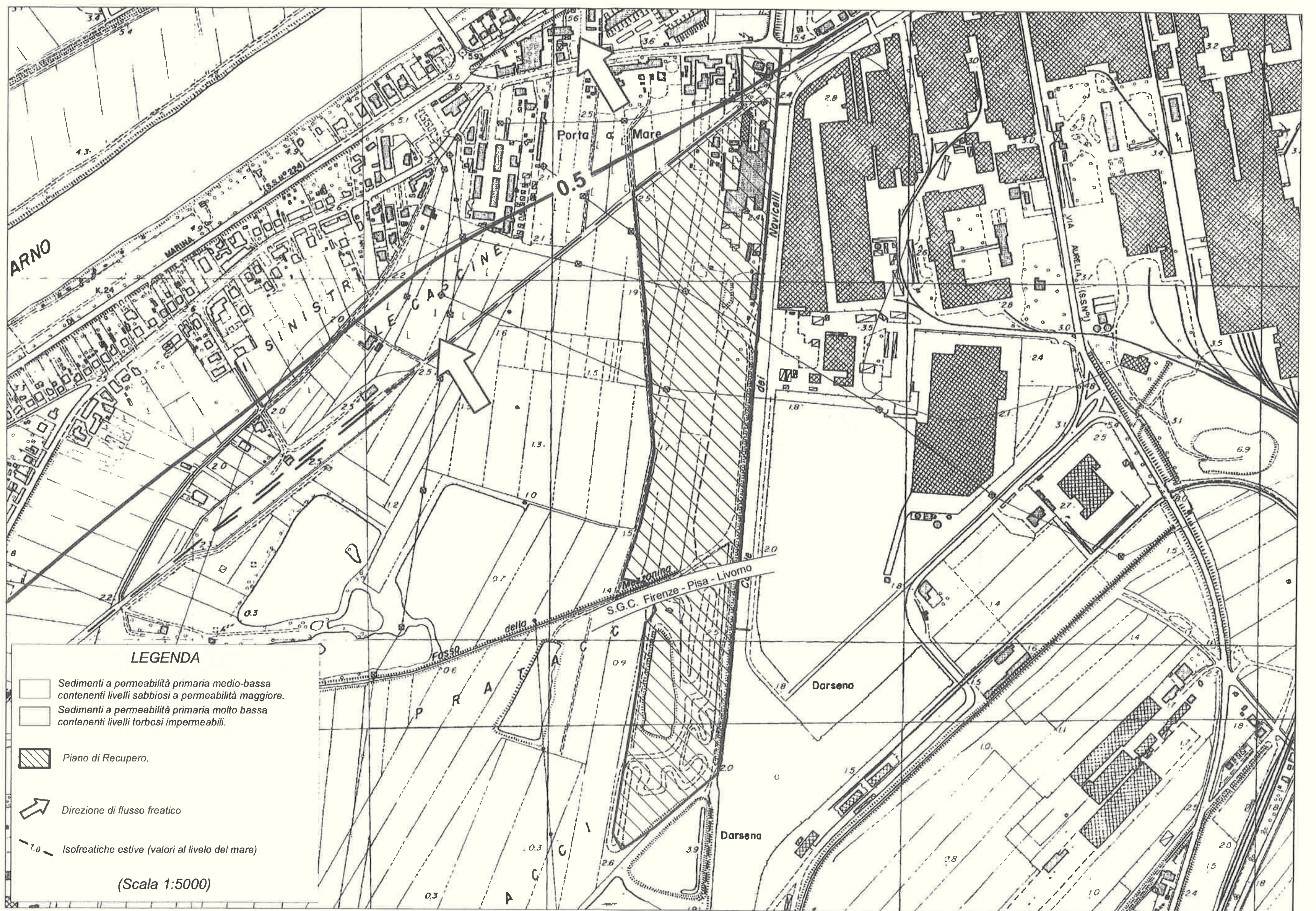
Fig. 3 - Carta della Pericolosità idraulica (da P.T.C. della Provincia di Pisa)



Tav. 1 - Carta Geologica (dallo studio di P.R.G. del Comune di Pisa)



Tav. 2 - Carta Litotecnica (dallo studio di P.R.G. del Comune di Pisa)



Tav. 3 - Carta Idrogeologica (dallo studio di P.R.G. del Comune di Pisa)

APPENDICE A

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DELL'AREA NAVICELLI, A PISA

COMUNE DI PISA



OGGETTO:

Studio idrologico ed idraulico ai sensi della D.C.R.T. n°230/94, finalizzato alla valutazione delle condizioni di rischio idraulico dell'area soggetta a Variante Urbanistica al P.R.G., per la zona di sviluppo dell'industria cantieristica ed attrezzature complementari *Area Navicelli* - Pisa

UBICAZIONE:

Riva sinistra del Canale Nuovo dei Navicelli
Darsena Pisana - Pisa

COMMITTENTE:

S.p.A. Navicelli di Pisa
Via della Darsena, 3 - PISA

I TECNICI:

Dott. Ing. Silvia LUCIA

Dott. Ing. LUCIA SILVIA
ALBO DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI PISA N° 1360

Dott. Ing. Stefano SCORRANO

Ing. STEFANO SCORRANO
ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI PISA N° 980

9 ottobre 1998

Dott. Ing. Silvia LUCIA - Via Matteotti n° 8/A - 56017 SAN GIULAINO TERME (PI)
Dott. Ing. Stefano SCORRANO - Via Bovio n° 52 - 56100 PISA

PREMESSA

Il presente studio idrologico-idraulico è finalizzato alla valutazione del rischio idraulico in sponda destra del Canale dei Navicelli nel Comune di Pisa, ove è previsto un progetto di Variante Urbanistica al P.R.G. per la zona di sviluppo dell'industria cantieristica.

L'area oggetto di studio è situata ad Ovest del centro abitato di Pisa, all'esterno del perimetro della zona portuale, in sponda sinistra del Canale Nuovo dei Navicelli

Lo studio ha interessato un tratto di circa 5 Km del Canale Navigabile dei Navicelli, a partire dalla Darsena Pisana fino ad oltre 3,5 Km a sud della zona soggetta a variante urbanistica, ed il relativo bacino tributario.

Il territorio interessato dalla verifica idraulica ricade in Ambito "B" del Canale dei Navicelli, ai sensi della D.C.R.T. N° 230/94, per tanto l'indagine è finalizzata ad individuare il possibile rischio idraulico sia per esondazione sia per ristagno; in ottemperanza a quanto previsto dall'art.7 - comma 4 della predetta norma, il calcolo per la verifica del rischio d'esondazione è stato eseguito adottando la portata attinente ad un tempo di ritorno duecentennale.

Contestualmente si è provveduto a definire anche gli interventi necessari per ovviare agli inconvenienti creati dal ristagno delle acque meteoriche.

Al fine di valutare i possibili rischi d'erosione e ristagno, sono stati valutati sia gli afflussi delle acque di pioggia convogliate nel Canale dalla fognatura bianca di S.Giusto sia i contributi delle reti di bonifica i cui effluenti sboccano nel Canale Nuovo dei Navicelli sia in sponda destra sia in sponda sinistra.

METODOLOGIA

Prendendo atto che il rischio idraulico potenziale dell'area è determinato sia dai contributi della rete di fossi e canali che costituiscono i sistemi di bonifica, estesi per gran parte del territorio del comune (Sistemi di Bonifica a scolo naturale e meccanico), sia dal tributo delle acque meteoriche convogliate dal Canale di S. Giusto, abbiamo redatto lo studio del bacino tributario del Canale valutando i dati di portata reperiti per i canali di scolo della Bonifica e provvedendo al calcolo dei dati di portata delle acque meteoriche scaturiti da un'elaborazione statistica di dati pluviometrici.

I dati pluviometrici sono stati rilevati dagli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico di Pisa al fine di determinare la curva di possibilità climatica utilizzando la legge probabilistica del Gumbel con tempo di ritorno di 200 anni; i dati in nostro possesso coprivano il periodo compreso tra il 1932 ed il 1992 per la stazione di Asciano, mentre risultavano limitati al periodo tra il 1970 ed il 1989 per la stazione di Coltano-S.Piero a Grado.

L'iter di studio è proseguito con il calcolo del tempo di corrivazione del bacino per arrivare alla determinazione della portata che determina la massima piena con tempo di ritorno duecentennale relativa all'afflusso meteorico.

I dati di portata, relativi ai diversi contributi, sono stati utilizzati per lo studio della scala di deflusso su diverse sezioni del corso d'acqua; la scelta delle sezioni su cui elaborare la scala di deflusso è stata dettata dalla necessità di verificare il rischio di esondazione sia nel perimetro della zona oggetto della variante sia a valle dello sbocco del canale dell'Idrovora dell'Aeroporto.

L'individuazione cartografica delle sezioni su cui è stata effettuata una verifica per rischio di esondazione è riportata nell'Allegato N° 3.

In ogni sezione è stato quindi determinato il franco di sicurezza relativo all'argine sinistro, onde consentire adeguate prescrizioni per la quota di progetto della zona soggetta ad insediamento edilizio industriale.

Lo studio è successivamente proseguito con l'esame dell'area oggetto di variante con lo scopo di valutare anche le condizioni per un possibile ristagno delle acque di pioggia non drenate dal terreno e dalle opere idrauliche esistenti.

BACINO IDROGRAFICO

Assetto morfologico

Il sito in esame è ubicato ad Ovest dell'abitato di Pisa, ove prende origine il Nuovo Canale Navigabile dei Navicelli; l'area è delimitata a nord dall'area portuale, ad est dall'Aeroporto e ad ovest dal Canale Nuovo dei Navicelli.

La morfologia della zona è caratterizzata da zone pianeggianti, sedi, attuali o precedenti, di opere di bonifica; le quote altimetriche del terreno si attestano, principalmente, su valori che vanno da 0,1 m s.l.m. a 0,9 m s.l.m., solo in corrispondenza della fascia strettamente limitrofa al canale si arriva a raggiungere la quota di 2 m s.l.m. in alcuni punti.

La topografia del terreno e la presenza di sottosuolo ricco di argilla impermeabile ci hanno fatto presumere l'esistenza di una condizione di rischio per fenomeni di ristagno; l'ipotesi è stata poi confermata sia da una verifica effettuata (di cui al capitolo specifico), sia da notizie reperite presso l'Ufficio Fiumi e Fossi di Pisa.

Il Canale Nuovo dei Navicelli rappresenta l'asta idrica principale del sito, in cui conferiscono i bacini tributari, in riva destra ed in riva sinistra, attraverso i canali emissari di bonifica, sia a scolo naturale sia a scolo meccanico; si tratta di un canale artificiale in terra per il quale, in alcuni tratti, l'erosione delle sponde ha richiesto l'impianto, in epoche diverse, di palancolate di vario materiale e genere.

Rete idrografica

Il bacino è interessato da un reticolo idraulico che si articola in canali, in parte tra loro comunicanti, che convogliano nel Canale Nuovo dei Navicelli acque di drenaggio, sia con un sistema a scolo naturale, sia con sistema a scolo meccanico attraverso diversi impianti idrovori.

Nel Canale dei Navicelli hanno sbocco, proseguendo in direzione Nord - Sud, i contributi dei canali di drenaggio a scolo naturale e quelli a scolo meccanico di seguito elencati.

Abbiamo evidenziato nell'Allegato N° 4 gli effluenti considerati a scopo di verifica delle sezioni scelte; per una maggiore leggibilità vengono evidenziate le linee idrauliche principali, i fossi e gli antifossi, i colatori e i collettori di bonifica ciascuno con il rispettivo senso di deflusso.

In riva destra:

- Fosso Mezzanina - Acque Alte
- Fosso Sanguinetto
- Ex-Navicelli – Fossa Chiaia
- Idrovora della Vettola

In riva sinistra:

- Scolo di Pisa
- Idrovora dell'Aeroporto
- Idrovora della Ragnaia
- Idrovora del Calambrone.

Il Fosso Mezzanina - Acque Alte ed il Fosso Sanguinetto raccolgono le acque della bonifica a scolo naturale della zona compresa a Nord dalla Via D'Annunzio, a Nord-Ovest dalla Via Livornese fino a S. Piero a Grado, a Sud dalla strada della Vettola.

Lo Scolo di Pisa è il recettore di un bacino a scolo naturale in cui si convogliano le acque provenienti da Pisa a Sud della stazione (S. Giusto - S. Marco- Via Quarantola) attraverso il "Colatore Sofina- S. Giusto", che circonda il lato Ovest e Nord-Ovest dell'aeroporto nonché le acque provenienti da Pisa Sud (a Nord della Stazione) e dalla zona della Saint Gobain.

L'Idrovora dell'Aeroporto convoglia nel Canale Nuovo dei Navicelli i tributari di un bacino a scolo meccanico comprendente il bacino della Bonifica di S. Giusto e la porzione sud-occidentale del Comprensorio di Bonifica delle Venticinque.

Il tributo del Canale Ex-Navicelli, dell'Idrovora della Vettola, dell'Idrovora del Ragnaione e dell'Idrovora del Calambrone non sono stati presi in considerazione nel computo dei volumi idrici della presente verifica, in quanto non significativi per l'area in oggetto.

Stazioni pluviometriche

La scelta delle stazioni pluviometriche, su cui effettuare le elaborazioni statistiche, è stata condotta nell'ottica dell'individuazione delle stazioni pertinenti al bacino tributario che risultino comunque significative per il bacino stesso; abbiamo quindi deciso di esaminare le stazioni pluviometriche di Asciano, situata a quota 60 metri s.l.m. e ad una distanza di circa 10 Km dalla zona di studio, e le stazioni di S. Piero a Grado e di Coltano, ambedue situate a circa 6 metri s.l.m. ed a distanza di 3 Km dall'area soggetta a Variante.

VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO PER ESONDAZIONE

CALCOLO DELL'AREA DEL BACINO IDROGRAFICO

Per il calcolo del bacino tributario abbiamo individuato, come sezione idraulica critica, quella relativa allo sbocco dell'Idrovora dell'Aeroporto; in corrispondenza di tale sezione è risultato, come valore complessivo, un'area scolante pari a 38,75 kmq.

La ricerca dell'area del bacino idrografico, sotteso dalla sezione presa in considerazione, viene effettuata considerando i bacini di ogni singolo corso d'acqua che ha come recapito il Canale Nuovo dei Navicelli.

Nelle pagine 10 e 11 si riporta la tabella dei valori suddetti; viene considerato anche un valore stimato del coefficiente di afflusso, caratteristico per ogni bacino.

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO

Nelle pagine 12 e 13 viene riportata la tabella usata per il calcolo del coefficiente di assorbimento del bacino facendo riferimento alla sezione idraulica in corrispondenza dell'Idrovora dell'Aeroporto.

Il valore desunto dai calcoli, pari a 0,60591, viene approssimato al valore 0,7 per tenere in debito conto la natura del terreno.

CALCOLO AREA DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO DAL CANALE DEI NAVICELLI

SEZIONE IDRAULICA DEL CANALE IN CORRISPONDENZA DELL'IDROVORA DELL'AEREOPORTO

N.	C. idraulico	Nome canale	Area bacino (Kmq)	C. afflusso
1	.05-0	Scolo di Pisa	2,1	0,9
2	.05-5	Arginone di Porta a mare	0,56	0,9
3	.05-4	Fosso Carraia d'Orlando	0,15	0,5
4	.05-2	Sofina San Giusto	2	0,9
5	.05-1	Canale di San Giusto	2,2	0,9
6	.05-3	Canale delle Venticinque	0,5	0,9
7	.09-6	Manzino ovest	1,9	0,9
8	.09-5	Manzino est	0,02	0,5
9	.09-4	Paduli Settentrionali	1,4	0,5
10	.09-9	Testalfozzo(colatore)	0,1	0,5
11	.09-8	Siepe(colatore)	0,72	0,5
12	.09-10	Donzelle(colatore)	1	0,5
13	.09-11	Padule Maggiore	0,7	0,5
14	.09-12	Colatore A	0,4	0,5
15	.09-13	Colatore B	0,4	0,5
16	.09-14	Colatore C	0,4	0,5
17	.09-15	Colatore Vespa	0,4	0,5
18	.09-16	Fosso dei Cappellani	2	0,5
19	.09-17	Fosso di Confine	0,9	0,5
20	.09-18	Colatore C'	0,85	0,5
21	.09-19	Colatore B'	0,4	0,5
22	.09-20	Colatore A'	0,7	0,5
23	.09-21	Colatore Bassanera	0,3	0,5
24	.09-22	Colatore Viadotto	0,5	0,5
25	.09-23	Padule Maggiore	1	0,5
26	.09-24	Allacciante Bassanera	1,35	0,5
27	.09-25	Allacciante n.1 dello Stagno	1,6	0,5
28	.09-26	Collettore dello Stagno	2	0,5
29	.09-1	Collettore principale del Padule Maggiore	0,2	0,5
30	.09-2	Colatore Paduletto	0,7	0,5
31	.09-3	Allacciante Allori	1,3	0,5
32	.08-10	Fosso San Giovanni al Gatano	0,5	0,9

33	.08-7	Fosso Mezzanina-Acque Basse	0,45	0,5
34	.08-11	Affluente n.1 Mezzanina	0,1	0,5
35	.08-12	Affluente n.2 Mezzanina	0,1	0,5
36	.08-8	Antifosso in sinistra Mezzanina	0,1	0,5
37	.08-9	Antifosso in destra Mezzanina	0,1	0,5
38	.06-0	Fosso Mezzanina-Acque Alte	0,1	0,5
39	.07-0	Fosso Sanguinetto	0,2	0,5
40	.08-6	Antifosso Sanguinetto	0,15	0,5
41	.08-2	Bonifica ex-Navicelli	1,5	0,5
42	.08-3	Fosso Santa Maria degli Angeli	1,5	0,5
43	.07-1	Fosso San Piero sud	1,05	0,5
44	.07-2	Fosso San Piero nord	0,9	0,5
45	.08-13	Fosso Gracitone	1,1	0,5
46	.08-14	Fosso Ballerina in destra	0,35	0,5
47	.08-15	Fosso Ballerina in sinistra	0,4	0,5
48	.08-1	Collettore della Vettola	1,4	0,5
		TOTALE AREA SCOLANTE	38,75	

CALCOLO COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO DAL
CANALE DEI NAVICELLI

SEZIONE IDRAULICA DEL CANALE IN CORRISPONDENZA DELL'IDROVORA DELL'AEREOPORTO

N.	C. idraul.	Nome canale	Kmq	C. affl.	Prodotto
1	.05-0	Scolo di Pisa	2,1	0,9	1,89
2	.05-5	Arginone di Porta a mare	0,56	0,9	0,504
3	.05-4	Fosso Carraia d'Orlando	0,15	0,5	0,075
4	.05-2	Sofina San Giusto	2	0,9	1,8
5	.05-1	Canale di San Giusto	2,2	0,9	1,98
6	.05-3	Canale delle Venticinque	0,5	0,9	0,45
7	.09-6	Manzino ovest	1,9	0,9	1,71
8	.09-5	Manzino est	0,02	0,5	0,01
9	.09-4	Paduli Settentrionali	1,4	0,5	0,7
10	.09-9	Testalfosso(colatore)	0,1	0,5	0,05
11	.09-8	Siepe(colatore)	0,72	0,5	0,36
12	.09-10	Donzelle(colatore)	1	0,5	0,5
13	.09-11	Padule Maggiore	0,7	0,5	0,35
14	.09-12	Colatore A	0,4	0,5	0,2
15	.09-13	Colatore B	0,4	0,5	0,2
16	.09-14	Colatore C	0,4	0,5	0,2
17	.09-15	Colatore Vespa	0,4	0,5	0,2
18	.09-16	Fosso dei Cappellani	2	0,5	1
19	.09-17	Fosso di Confine	0,9	0,5	0,45
20	.09-18	Colatore C'	0,85	0,5	0,425
21	.09-19	Colatore B'	0,4	0,5	0,2
22	.09-20	Colatore A'	0,7	0,5	0,35
23	.09-21	Colatore Bassanera	0,3	0,5	0,15
24	.09-22	Colatore Viadotto	0,5	0,5	0,25
25	.09-23	Padule Maggiore	1	0,5	0,5
26	.09-24	Allacciante Bassanera	1,35	0,5	0,675
27	.09-25	Allacciante n.1 dello Stagno	1,6	0,5	0,8
28	.09-26	Collettore dello Stagno	2	0,5	1
29	.09-1	Collettore p. del P. Maggiore	0,2	0,5	0,1
30	.09-2	Colatore Paduletto	0,7	0,5	0,35
31	.09-3	Allacciante Allori	1,3	0,5	0,65
32	.08-10	Fosso San Giovanni al Gatano	0,5	0,9	0,45
33	.08-7	Fosso Mezzanina-Acque Basse	0,45	0,5	0,225
34	.08-11	Affluente n.1 Mezzanina	0,1	0,5	0,05
35	.08-12	Affluente n.2 Mezzanina	0,1	0,5	0,05
36	.08-8	Antifosso in sinistra Mezzanina	0,1	0,5	0,05
37	.08-9	Antifosso in destra Mezzanina	0,1	0,5	0,05
38	.06-0	Fosso Mezzanina-Acque Alte	0,1	0,5	0,05
39	.07-0	Fosso Sanguinetto	0,2	0,5	0,1
40	.08-6	Antifosso Sanguinetto	0,15	0,5	0,075
41	.08-2	Bonifica ex-Navicelli	1,5	0,5	0,75

42	.08-3	Fosso Santa Maria degli Angeli	1,5	0,5	0,75
43	.07-1	Fosso San Piero sud	1,05	0,5	0,525
44	.07-2	Fosso San Piero nord	0,9	0,5	0,45
45	.08-13	Fosso Gracitone	1,1	0,5	0,55
46	.08-14	Fosso Ballerina in destra	0,35	0,5	0,175
47	.08-15	Fosso Ballerina in sinistra	0,4	0,5	0,2
48	.08-1	Collettore della Vettola	1,4	0,5	0,7
		TOTALE AREA SCOLANTE	38,75	SOMMA	23,479

VALORE DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO (media ponderata)

$$k1 = 0,60591$$

Si assume, quindi, come coefficiente di assorbimento, il valore di 0,7 per tener conto del terreno argilloso, particolarmente impermeabile in tutta la zona interessata dallo studio.

IDROLOGIA

Lo studio idrologico è stato condotto facendo riferimento ai dati relativi alle precipitazioni di massima intensità resi disponibili dal Servizio Idrografico, registrati dalle stazioni di Asciano e da quelle di Coltano; le misure sono state integrate, per i dati mancanti in alcuni anni, con quelle relative alla stazione di S. Piero a Grado.

Per la stazione di Asciano abbiamo reperito i valori di altezza di pioggia relativi a precipitazioni di durata pari rispettivamente a 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore, relativi ad un periodo che va dal 1932 al 1992 compresi, con la sola eccezione di quelli relativi agli anni 1934, 1939, 1945, 1946, 1948, 1955.

La serie storica risulta, quindi, costituita da 55 misure che sono state elaborate con l'analisi statistica del Gumbel, al fine di determinare la curva di possibilità climatica relativa alla pioggia critica con tempo di ritorno di 200 anni.

Per la stazione di Coltano abbiamo reperito i valori di altezza di pioggia relativi a precipitazioni di durata pari rispettivamente a 15-20 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore, relativi ad un periodo che va dal 1970 al 1989 compresi.

In questo caso la serie storica risulta, per tanto, costituita da 20 misure; anche queste sono state elaborate con l'ausilio della legge probabilistica del Gumbel, operando, questa volta, con l'utilizzo di un metodo che ci permetta di regolarizzare i dati relativi a piogge intense.

I dati di cui sopra, il procedimento di calcolo usato ed i relativi risultati sono riportati nelle pagine seguenti.

1.DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA

I dati pluviometrici rilevati dagli annali idrologici dell'Ufficio Idrografico di Pisa,relativamente alla stazione pluviometrica di Coltano (S. Piero a Grado), vengono riportati nella seguente tabella per le diverse durate:

ANNO / ORE	15'-20'	1	3	6	12	24
	h	h	h	h	h	h
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1970	23	26	27,6	31,4	35,2	62,2
1971	34	46	69	87,6	90,4	110,4
1972	11,4	33,6	36,8	37	41,2	51
1973	21,2	49,2	55	71,8	78,8	83,6
1974	17,8	26,8	31,4	31,4	32	37,2
1975	20,6	62,6	84,2	84,2	84,4	84,4
1976	20	52,8	91	107	128,4	137
1977	12	22,2	27,6	27,6	51,6	51,6
1978	15,4	28,6	57,8	63	63	79,6
1979	11,8	22,6	33,6	44,4	52,4	78,6
1980	9,2	11,2	18	32	43	58,2
1981	14,4	45	78,6	79,2	79,4	89,8
1982	13,2	28	28,4	28,4	31	45,6
1983	16,4	23,2	25	34,2	39	50
1984	18	42	61	68,4	84,8	84,8
1985	19,8	22,6	26,4	48,4	48,4	48,6
1986	12,6	21,6	30,2	36	45,4	49,6
1987	31,4	43,4	57,8	62,8	70,8	89,4
1988	16,8	18,6	30,4	39	50,2	51,6
1989	16,4	17	18,3	26,6	37,2	40

Per la definizione della curva di possibilità pluviometrica si ricorre all'uso della formula del tipo:

$$h = a t^n$$

utilizzando la legge probabilistica di Gumbel.

Si tende a regolarizzare i dati relativi alle piogge intense in quanto si presentano situazioni paradossali nella determinazione delle altezze di pioggia ; infatti sugli annali sono riportati i dati relativi ai massimi valori annuali pioggia intensa di una durata determinata :si possono verificare piogge di intensità significativa,inferiori al valore massimo dell'anno relativo all'evento ma sensibilmente superiore al massimo riportato negli annali relativo ad un altro anno.

Si ricorre pertanto ad un metodo che tenga conto di tale incongruenza.

Si opera costruendo una seconda tabella dove i dati vengono ordinati in senso crescente determinando le frequenze cumulate corrispondenti ai valori così riportati.

	freq.cum.		15'-20'	1	3	6	12	24
1	0,047619		9,2	11,2	18	26,6	31	37,2
2	0,095238		11,4	17	18,3	27,6	32	40
3	0,142857		11,8	18,6	25	28,4	35,2	45,6
4	0,190476		12	21,6	26,4	31,4	37,2	48,6
5	0,238095		12,6	22,2	27,6	31,4	39	49,6
6	0,285714		13,2	22,6	27,6	32	41,2	50
7	0,333333		14,4	22,6	28,4	34,2	43	51
8	0,380952		15,4	23,2	30,2	36	45,4	51,6
9	0,428571		16,4	26	30,4	37	48,4	51,6
10	0,47619		16,4	26,8	31,4	39	50,2	58,2
11	0,52381		16,8	28	33,6	44,4	51,6	62,2
12	0,571429		17,8	28,6	36,8	48,4	52,4	78,6
13	0,619048		18	33,6	55	62,8	63	79,6
14	0,666667		19,8	42	57,8	63	70,8	83,6
15	0,714286		20	43,4	57,8	68,4	78,8	84,4
16	0,761905		20,6	45	61	71,8	79,4	84,8
17	0,809524		21,2	46	69	79,2	84,4	89,4
18	0,857143		23	49,2	78,6	84,2	84,8	89,8
19	0,904762		31,4	52,8	84,2	87,6	90,4	110,4
20	0,952381		34	62,6	91	107	128,4	137

La legge probabilistica di Gumbel si esprime con la :

$$P(h) = e^{-e^{-a(h-h_0)}}$$

$$z = a(h-h_0)$$

Secondo il teorema dell'inferenza statistica di Bernoulli, si possono confondere le frequenze cumulate con la funzione di probabilità.

$$f.c.(h) = P(h)$$

$$\ln(f.c.(h)) = \ln(P(h)) = -e^{-a(h-h_0)}$$

$$\ln(-\ln(f.c.(h))) = \ln(-\ln(P(h))) = -a(h-h_0)$$

Questa è l'equazione di una retta rappresentata in un piano cartesiano che ha sulle ascisse le h e sulle ordinate $\ln(-\ln(f.c.(h)))$

La tabella seguente riporta i valori $\ln(-\ln(f.c.(h)))$ in funzione delle h per le varie durate.

Per le piogge di diversa durata ,la legge probabilistica di Gumbel risulta:

breve dur. $P(h) = e \exp -e \exp 2,467-0,168h$

1 ora $P(h) = e \exp -e \exp 1,965-0,077h$

3 ore $P(h) = e \exp -e \exp 1,536-0,046h$

6 ore $P(h) = e \exp -e \exp 1,776-0,044h$

12 ore $P(h) = e \exp -e \exp 1,982-0,042h$

24 ore $P(h) = e \exp -e \exp 2,316-0,041h$

Viene fissato il tempo di ritorno in 200 anni e, con le suddette distribuzioni statistiche, si valuta la possibilità che possa verificarsi valori minori o uguali a $P(z)$.

Avremo pertanto le seguenti relazioni, in relazione alle varie durate i precipitazione:

$\ln (-\ln 199/200) = 2,467-0,168h$ per piogge di breve durata
 $\ln (-\ln 199/200) = 1,965-0,077h$ per piogge di 1 ora
 $\ln (-\ln 199/200) = 1,536-0,046h$ per piogge di 3 ore
 $\ln (-\ln 199/200) = 1,776-0,044h$ per piogge di 6 ore
 $\ln (-\ln 199/200) = 1,982-0,042h$ per piogge di 12 ore
 $\ln (-\ln 199/200) = 2,316-0,041h$ per piogge di 24 ore

$$T(z) = 1 / 1 - P(z)$$

$T(z)$ = tempo di ritorno

Considerando un tempo di ritorno di 200 anni si avranno i seguenti valori di h in funzione delle diverse durate di pioggia:

durata	h (mm)
15'-20'	46,207
1 ora	94,296
3 ore	148,517
6 ore	160,723
12 ore	173,281
24 ore	185,654

La curva di possibilità climatica ,per tempo di ritorno di 200 anni, risulta essere:

$h = 85,255 T^{0,302}$
 h (mm) T (ore)

TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

ANNO / ORE	1		3		6		12		24	
	h	h-hm	h	(h-hm) ²	h	h-hm	h	h-hm	h	h-hm
	mm		mm		mm		mm		mm	
1932	38	3,84961	64,3	15,43091	70,2	10,93636	70,4	0,73273	82,6	3,89091
1933	33	-1,15039	40,4	-8,46909	45,2	-14,0636	50,2	-15,4673	53,2	-25,50909
1935	55	20,84961	101	52,13091	137	77,73636	176,8	107,1327	179,6	100,89091
1936	38,6	4,44961	43,4	-5,46909	43,6	-15,6636	50	-19,6673	64,6	-14,10909
1937	33,4	-0,75039	81,8	32,93091	82	22,73636	82	12,33273	82,2	3,49091
1938	21,2	-12,9504	46	-2,86909	51,4	-7,86364	73,8	4,13273	73,8	-4,90909
1940	75,8	41,64961	80	31,13091	82	22,73636	90,6	20,93273	94,6	15,89091
1941	31,4	-2,75039	50,2	1,33091	62,4	3,13636	62,4	-7,26727	62,4	-16,30909
1942	59	24,84961	59,4	10,53091	62,6	3,33636	70	0,33273	84	5,29091
1943	25,4	-8,75039	49	0,13091	51,4	-7,86364	55,2	-14,4673	56,8	-21,90909
1944	48	13,84961	49	0,13091	49	-10,2636	49	-20,6673	49	-29,70909
1947	18,2	-15,9504	34,6	-14,2691	42,4	-16,8636	53,2	-16,4673	59,4	-19,30909
1949	36	1,84961	38	-10,8691	44	-15,2636	59,2	-10,4673	59,4	-19,30909
1950	31,4	-2,75039	31,4	-17,4691	34,6	-24,6636	40	-29,6673	41,4	-37,30909
1951	26,4	-7,75039	34,2	-14,6691	43,6	-15,6636	47,9	-21,7673	61	-17,70909
1952	44	9,84961	60	11,13091	72,4	13,13636	93,4	23,73273	130	51,29091
1953	39,8	5,64961	52,8	3,93091	79,2	19,93636	79,2	9,53273	79,2	0,49091
1954	23	-11,1504	33	-15,8691	50	-9,26364	51	-18,6673	54,6	-24,10909
1956	24	-10,1504	54	5,13091	78,4	19,13636	92	22,33273	100,8	22,09091
1957	29	-5,15039	40,4	-8,46909	40,6	-18,6636	40,6	-29,0673	45,6	-33,10909
1958	13,4	-20,7504	28,2	-20,6691	44,6	-14,6636	48,2	-21,4673	51	-27,70909
1959	22,6	-11,5504	28	-20,8691	53,2	-6,06364	69,4	-0,26727	90	11,29091
1960	17	-17,1504	24	-24,8691	48	-11,2636	61,2	-8,46727	72,8	-5,90909
1961	31,2	-2,95039	40	-8,86909	58,8	-0,46364	59,6	-10,0673	106	27,29091
1962	15	-19,1504	20	-28,8691	25,8	-33,4636	41,6	-28,0673	41,8	-36,90909
1963	42	7,84961	80,4	31,53091	82,6	23,33636	101,4	31,73273	102,4	23,69091
1964	34	-0,15039	47	-1,86909	81,6	22,33636	87,2	17,53273	108,2	29,49091
1965	38	3,84961	57	8,13091	88	28,73636	99	29,33273	110,4	31,69091
1966	44	9,84961	101	52,13091	149	89,73636	198	128,3327	204,6	125,89091
				2717,632		8052,614		16469,29		15048,52122

TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

U		27,52079	38,64075	47,51452	55,1339	64,03025851
a		0,087051	0,056446	0,04914	0,039726	0,039332147
T/T-1		1,005025				
ln T/T-1		0,005013				
ln(ln T/T-1)		-5,29581				
h=U-ln(ln T/T-1)/a		88,3564	132,4614	155,2847	188,443	198,6736097
log h		1,946238	2,122089	2,191129	2,27518	2,298140183
log t	0	0,477121	0,778151	1,07918	1,38021	

CALCOLO DELLA PORTATA DUECENTENNALE

Per la determinazione della portata critica si adotta il metodo cinematico o della corrivazione.

La formule che si utilizza è la seguente:

$$Q = u A \quad (l/sec c)$$

Q è la portata media

A è l'area scolante, espressa in Km²

u è il coefficiente udometrico.

La portata di massima piena, in un collettore di acque meteoriche, si verifica quando la precipitazione meteorica ha una durata pari al tempo di corrivazione.

Tempo di corrivazione

In considerazione del fatto che il bacino idrografico, sotteso dal canale, presenta una bassa pendenza, abbiamo calcolato il tempo di corrivazione ricorrendo alla Formula empirica del Ferrara.

$$T_c = a A L^{1/3}$$

T_c è il tempo di corrivazione espresso in giorni

a è un coefficiente statistico che si assume pari a 0,24

A è la superficie del bacino espressa in Km²

L è la maggior lunghezza dell'asta fluviale espressa in Km

Introducendo nella formula i dati in nostro possesso abbiamo determinato il valore $T_c=1,6$ giorni.

Occorre tenere in debito conto che una parte dei terreni è stata destinata ad area aeroportuale e, quindi, va considerata particolarmente impermeabile; abbiamo, inoltre, tenuto presente che una parte della bonifica è a scolo meccanico, per questo si è convenuto di assumere come tempo di corrivazione 1 giorno, quindi **$T_c=1$ giorno.**

Coefficiente udometrico

Per determinare la portata di pioggia che affluisce nel canale, si ricorre al coefficiente udometrico nella forma di Turazza:

$$u = 0,1157 k h / T \text{ (l/sec .ha)}$$

$T = T_c + T_p$ (tempo di corrivazione + tempo di pioggia)

k è il coefficiente di deflusso o di riduzione delle piogge

h è l'altezza di pioggia corrispondente al tempo critico, espressa in mm

T_c è il tempo critico (o tempo di corrivazione) espresso in giorni

Portata di massima piena

Per determinare il valore che viene ad assumere la portata di massima piena occorre moltiplicare il valore della portata media per 2 e considerare un tempo di pioggia uguale al tempo di corrivazione.

Il coefficiente udometrico del Turazza assume, per tanto, la forma:

$$u = 0,1157 k h / Tc \text{ (l/sec.ha)}$$

Per la determinazione del coefficiente di deflusso si tengono in conto diversi fattori:

$$f1 \text{ (fattore di infiltrazione)} = 0,5$$

$$f2 \text{ (fattore di ritardo)} = 1 \text{ valore assunto cautelativamente}$$

$$f3 \text{ (fattore di ritenuta)} = 1 \text{ valore assunto cautelativamente}$$

$$f4 \text{ (fattore di uniformità)} = 1$$

Il valore del coefficiente di deflusso globale si determina approssimando per eccesso.

Inserendo i dati occorrenti:

$$k=0,7$$

$$h= 255 \text{ mm}$$

$$Tc= 1 \text{ giorno}$$

$$\text{otteniamo: } u = 20,65 \text{ l/sec.ha}$$

da cui il valore cercato per la portata che diviene: $Q = 80018,75$
l/sec.

Quindi la **portata di massima piena con tempo di ritorno duecentennale**, calcolata alla sezione di sbocco dell'Idrovora dell'Aeroporto è:

$$Q = 80,01875 \text{ mc/sec.}$$

CALCOLO DELLA SCALA DI DEFLUSSO

Per la verifica idraulica della zona di progetto è stata acquisita la sezione tipo del Canale Nuovo dei Navicelli, che si mantiene inalterata a partire dallo sbocco del Fosso Mezzanina – Acque Alte, in riva destra, fino allo sbocco dello Scolo di Pisa, in riva sinistra

Procedendo verso valle, fenomeni erosivi sulle sponde, provocati dal transito dei natanti, hanno contribuito ad allargare la sezione del canale che, in alcuni punti, arriva a toccare i 42 m di larghezza.

L'erosione di sponda ha, ovviamente, provocato un deposito di materiale sul fondo con conseguente aumento della quota altimetrica del letto del corso d'acqua; per garantire la fruibilità del Canale ai natanti, la S.p.A. Navicelli di Pisa provvede ad operazioni di dragaggio che mantengono un battente di 3 m nella sezione centrale del canale per una larghezza di circa 16 m.

Il calcolo di verifica delle varie sezioni, effettuato tramite l'uso di un adatto programma di calcolo, ha confermato che **il Canale Nuovo dei Navicelli non presenta rischio di esondazione per la portata di massima piena con tempo di ritorno duecentennale**, per il tratto esaminato dal presente studio.

In Allegato N°6 si riporta il risultato dell'elaborazione effettuata per la sezione a valle dell'Idrovora dell'Aeroporto, sezione che risultava essere la più critica ai fini della verifica; il calcolo è stato basato sulla Formula di Chezy, adottando il coefficiente di Bazin pari a 0,6.

VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO PER RISTAGNO

Alla luce delle precedenti valutazioni di carattere tecnico e delle notizie reperite presso l'Ufficio dei Fiumi e Fossi di Pisa, riteniamo che la zona oggetto di variante possa essere interessata da fenomeni di ristagno delle acque meteoriche.

Reputiamo sia opportuno provvedere ad un accurato studio della rete idraulica del complesso territoriale in sponda sinistra del Canale Nuovo dei Navicelli, onde ottimizzarne l'assetto idraulico e preservare le aree dagli attuali fenomeni di allagamento che si verificano in caso di mal funzionamento delle idrovore.

In ogni caso riteniamo doveroso procedere ad un esame delle possibilità di ristagno ed alle prescrizioni, anche se solo di larga massima, per le opere di drenaggio dell'area; è, infatti, possibile procedere al calcolo della portata di pioggia afferente la fognatura meteorica, e quella che interesserà direttamente la porzione di terreno naturale, solo in fase di progetto esecutivo.

Alla luce dei dati disponibili sull'area interessata dai lavori, andranno determinate sia l'estensione di strade e marciapiedi, cui attribuire un coefficiente di deflusso pari a 0.9, sia l'estensione delle aree destinate a verde pubblico e/o privato, cui attribuire un coefficiente di deflusso pari a 0.1.

La quota media del piano di campagna della zona interessata dai lavori dovrà essere tale da favorire lo smaltimento dell'acqua meteorica verso i ricettori, diminuendo i pericoli di ristagno.

Sulla base di studi idrogeologici interessanti l'area stessa ed aree vicine, si è potuta ricostruire la stratigrafia media del terreno :

0 - 1,0 m. - terreno vegetale;

1,0 - 10.00 m. - argilla compatta

10 m ed oltre - limo

Si può supporre che lo strato drenante l'acqua meteorica sia essenzialmente quello superficiale costituito da terreno vegetale o di riporto, mentre quelli sottostanti presentano un coefficiente di permeabilità molto basso.

I coefficienti di permeabilità (velocità di filtrazione) si possono indicare per i vari strati di terreno:

1° strato di terreno vegetale $K \cong 0.05$ cm/s

2° strato di argilla compatta $K \cong 0.000001$ cm/s (praticamente impermeabile)

3° strato di limo $K \cong 0.00005$ cm/s.

Andrà calcolato l'afflusso idrico in fognatura, previo calcolo dell'intensità di pioggia critica; non considerando la quantità di acqua meteorica perduta per evapo-traspirazione, la portata di acqua affluita sul terreno che può determinare il ristagno risulterà essere data dalla differenza tra la portata di pioggia e quella affluita in fognatura.

Nel caso di tempo di ritorno di 200 anni, lo strato superficiale di argilla compatta impedisce l'infiltrazione delle acque nella falda sotterranea e pertanto si renderà necessario provvedere ad un sistema di drenaggio delle acque di filtrazione tale da garantirne lo smaltimento nei fossi di bonifica.

E' possibile individuare le caratteristiche del sistema di drenaggio attraverso lo schema planimetrico

Opere di drenaggio.

Per il calcolo della distanza tra i dreni si fa uso della formula di Hooghoudt, nel caso dei dreni disposti a contatto con lo strato impermeabile:

$$E = 2 h (K1 / q) ^ { 1/2}$$

E = distanza fra i dreni (m)

K1 =coefficiente di permeabilità al di sopra dei dreni (m/giorno)

q=la portata specifica di smaltimento giorno (m/g)

h=distanza fra il livello dei dreni ed il punto centrale della curva della falda freatica nella posizione finale del suo abbassamento (m)

In particolare, per l'area interessata, l'acqua raccolta dal sistema di drenaggio che avrà come recapito il Canale dei Navicelli, si sommerà a quella che defluirà nel collettore dalla fognatura meteorica.

I tubi drenanti verranno disposti ad opportuno interasse, ad una profondità dal piano di campagna di 0.40-1.00 m.(in funzione della quota superiore dello strato di argilla), con pendenze non inferiori 0.10 cm/m, in posizione tale da recapitare l'acqua nei fossi delimitanti l'area oggetto di studio.

I tubi verranno alloggiati all'interno di trincee drenanti, costituite da materiale lapideo correttamente assortito dal punto di vista granulometrico, con la predisposizione di telo di tessuto-non tessuto al fine di evitare l'intasamento dei dreni.

Lo sbocco dei tubi drenanti nei corsi d'acqua dovrà essere provvisto di valvole di ritegno -unidirezionali al fine di evitare l'eventuale riflusso d'acqua nel caso di piena dei fossi.

Anche in questo caso necessita la verifica e l'eventuale intervento di manutenzione dei fossi ricettori delle acque provenienti dal sistema di drenaggio.

Con il sistema di drenaggio proposto, l'acqua meteorica affluita sulle aree non impermeabili verrà drenata ed allontanata dalla zona interessata dai lavori che, in tal maniera, non sarà soggetta a fenomeni di ristagno, così come richiesto dalla deliberazione regionale n.230/1994.

Il terreno, previo scavo della superficiale fino al raggiungimento dello strato di argilla, va sagomato a dossi (tipo dorso d'asino); nelle zone di compluvio si poseranno tubazioni drenanti che serviranno a convogliare le acque verso un collettore collegato direttamente con il canale denominato Scolo di Pisa per affluire, di conseguenza, Canale Nuovo dei Navicelli.

Quote del terreno.

Fatta salva la realizzazione delle opere drenanti di cui sopra, riteniamo sia consigliabile alzare di almeno 1 m l'attuale quota media del piano di campagna sino a raggiungere la quota altimetrica di circa 3 metri s.l.m., da assumere come quota di progetto delle opere.

CONCLUSIONI

Dal complesso delle valutazioni tecniche effettuate sul bacino, si evince la necessità di provvedere a mitigare i rischi di inondazione e ristagno delle acque nel quadro di uno schema generale di riassetto idraulico-ambientale del territorio.

Gli obiettivi prioritari risultano essere il ripristino dell'efficienza del sistema di bonifica, e in particolare, dei bacini a scolo meccanico, nonché la separazione tra scoli fognari e canali di bonifica, con il precipuo scopo di eliminare la commistione tra acque di bonifica e liquami fognari.

La separazione dei due circuiti dovrà, evidentemente, prevedere la costruzione di nuovi canali adibiti esclusivamente agli scoli fognari all'interno del bacino, mentre, per la canalizzazione delle acque di bonifica, non è esclusa la possibilità di riattivare i canali esistenti ma attualmente dismessi.

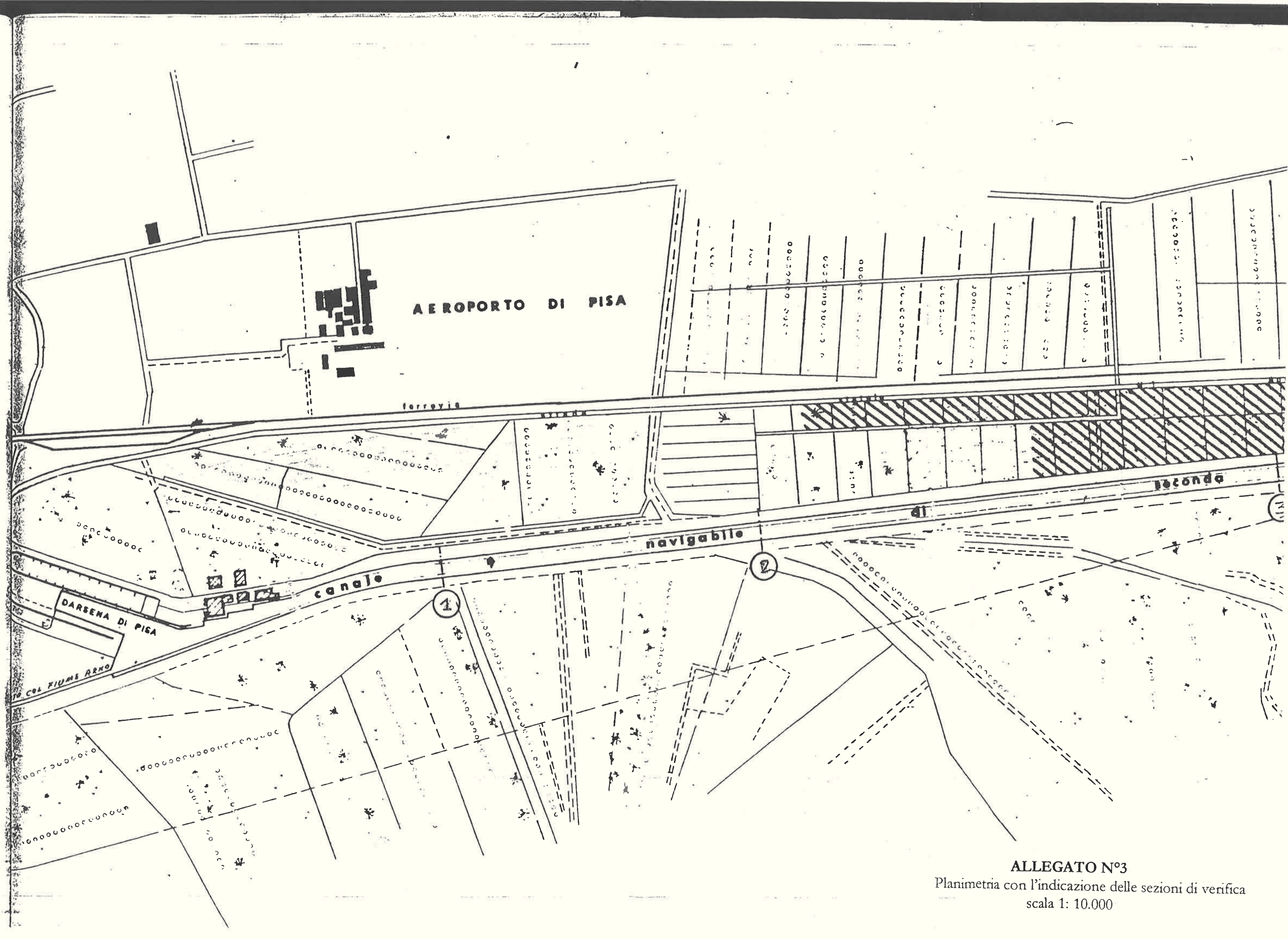
I collettori deputati allo scolo delle acque di fognatura andranno realizzati mediante tubazioni o canali tombati, prevedendo l'allacciamento al previsto impianto di depurazione.

Allo stato attuale, inoltre, risulta la presenza di canali che, oltre ad avere un percorso tortuoso, sono caratterizzati da una sezione idraulica insufficiente a smaltire tutte le acque.

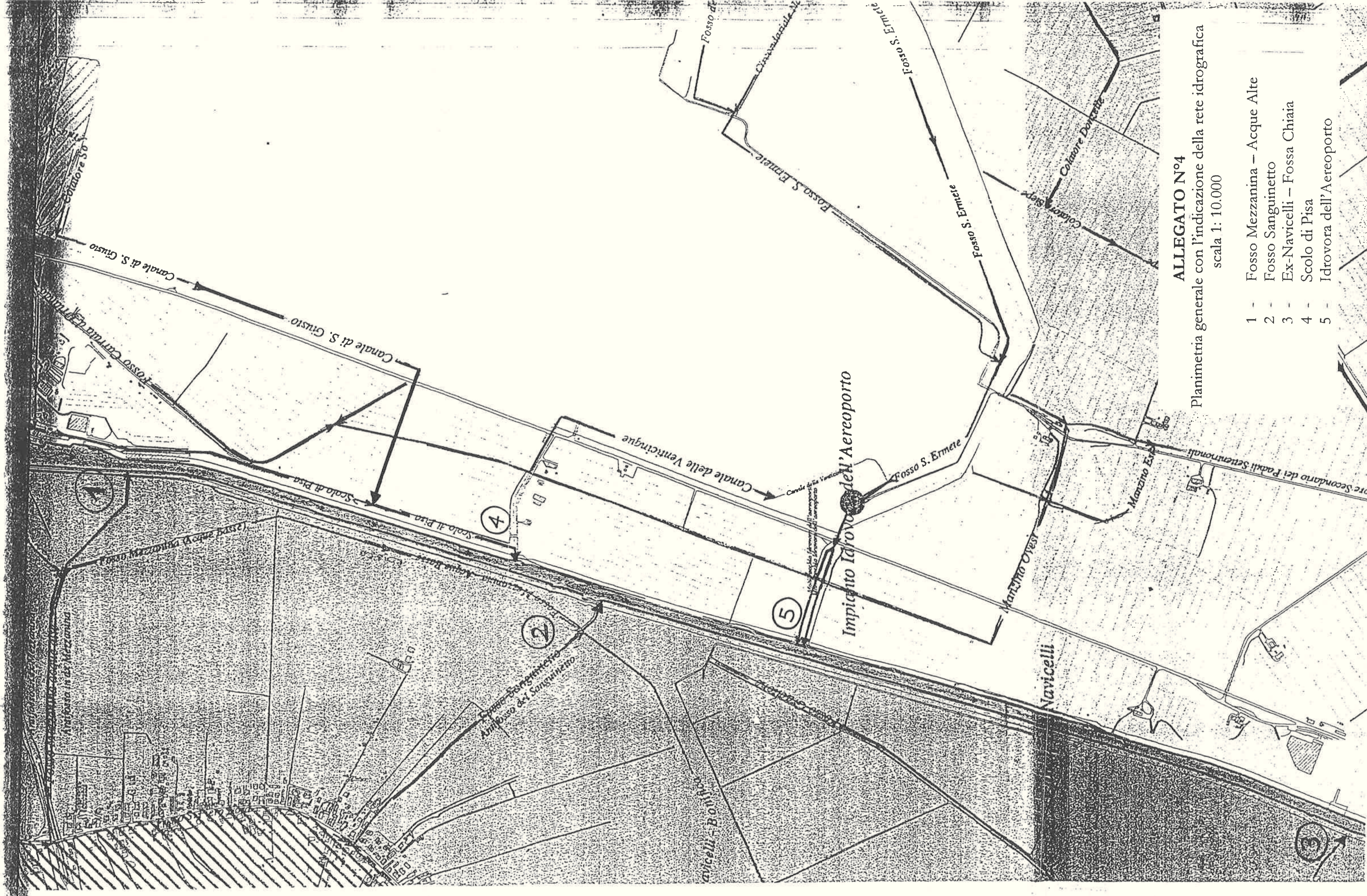
La presenza, in alcuni casi, di fenomeni franosi delle sponde, dovuti alle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati, determina un'alterazione delle sezioni di progetto dei canali con conseguente scadimento dell'efficienza dell'intera rete idrica.

Per la realizzazione degli interventi finalizzati al miglioramento idraulico della fascia di territorio in riva destra del Canale Nuovo dei Navicelli è necessario predisporre, in ogni caso, l'adozione di fasce di rispetto di circa 10 metri in corrispondenza delle canalizzazioni esistenti o future.

Considerata l'importante funzione che l'Idrovora dell'Aeroporto assolve, nel drenare le acque meteoriche delle piste di volo, riteniamo che debba provvedere al solo sollevamento meccanico di queste acque, senza che su quest'impianto gravino gli apporti idrici della bonifica; sarà richiesta, quindi, la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento per le acque della bonifica, che si attesterà a valle dell'Idrovora dell'Aeroporto.



ALLEGATO N°3
Planimetria con l'indicazione delle sezioni di verifica
scala 1: 10.000



ALLEGATO N°4
 Planimetria generale con l'indicazione della rete idrografica
 scala 1: 10.000

- 1 - Fosso Mezzanina - Acque Alte
- 2 - Fosso Sanguinetto
- 3 - Ex-Navicelli - Fossa Chiaia
- 4 - Scolo di Pisa
- 5 - Idrovora dell'Aeroporto

APPENDICE B

RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE



GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

prove penetrometriche statiche e dinamiche
CPT meccanica ed elettrica - CPTU - SPT - DP

PROVA PENETROMETRICA STATICA
ELABORAZIONE NUMERICA DEI RISULTATI

N. prove: 8

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Data: 20/2/03

LEGENDA

#####	so	argilla organica e/o torba	Qc	Resistenza di Punta
=====	a	argilla	Fs	Resistenza laterale
=====	sl	argilla limosa	Qc/Fs	Rapporto Begemann
#####	l	limo	Rt	Spinta totale (rivest.+punta)
#####	sl	sabbia e limo	γ	Peso di volume
#####	ss	sabbia sciolta	σ'_{vo}	Pressione verticale efficace
#####	sm	sabbia mediamente addensata	ϕ	Angolo di attrito interno
#####	sdg	sabbia densa e/o ghiaia	Dr	Densità relativa
+++++	rip	riporto	Cu	Coesione non drenata
			m_v	Coeff. di compressibilità volum.

Penetrometro statico TG 73 200KN Pagani da 20 t
(con anello allargatore)

Punta meccanica tipo "Begemann"

Diametro = 35,7 mm; Angolo di apertura = 60°

Ap=10 cm²; At=20 cm²; Am=150 cm²

Velocità di avanzamento = 2 cm/sec

Programma "CPT"
elaborazione dati
Dott. F. Alvares
Dott. A. Pierazzini



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 1

Committente: G.A.I.A. S.r.l.

Località: Pisa

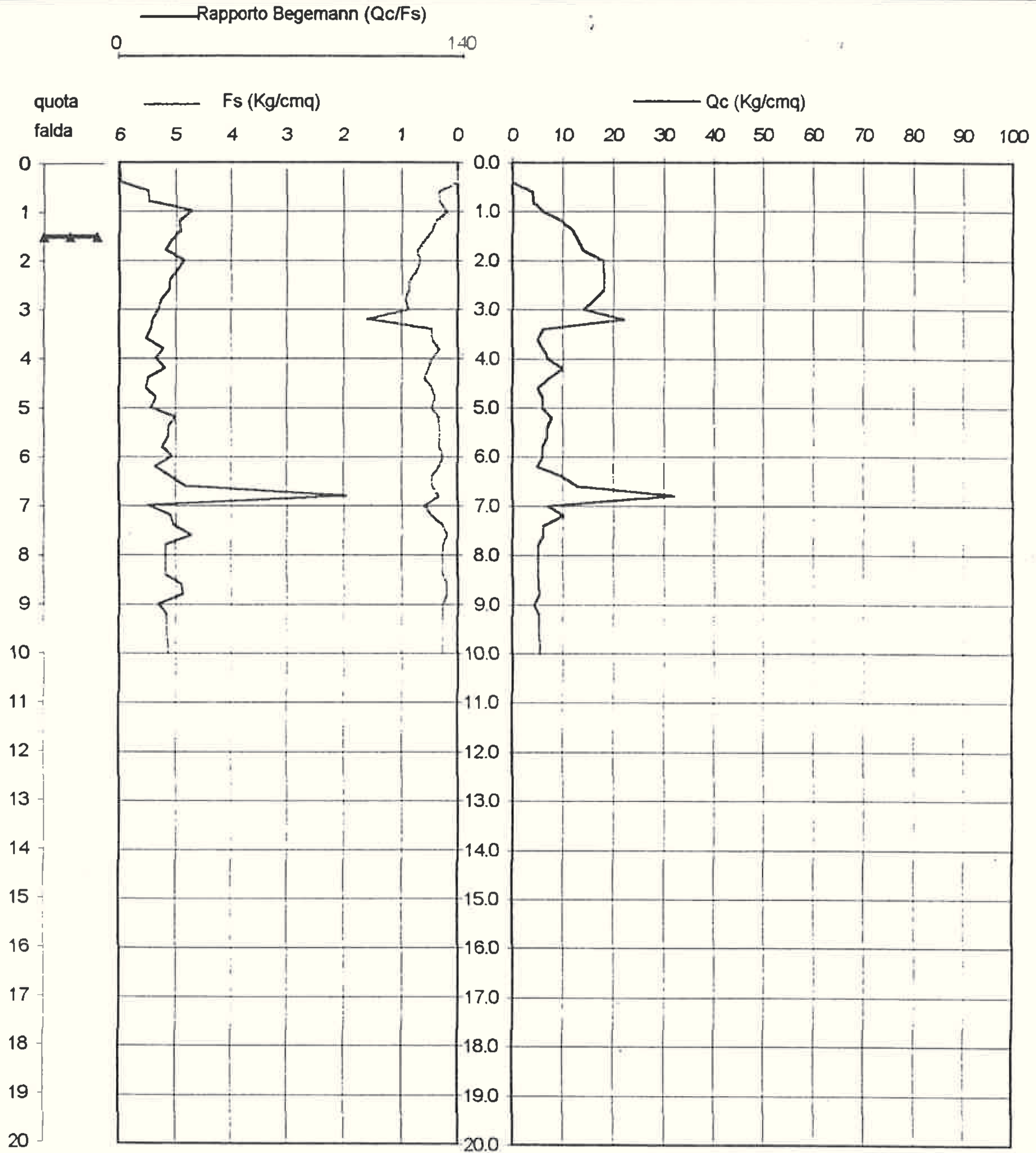
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 20/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 1.5

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 1

Data: 20/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1.5 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	4.0	0.3	12		1.47	0.10	-	-	0.16	71.8	#####	aot
0.8	4.0	0.3	12		1.47	0.13	-	-	0.15	71.8	#####	aot
1	6.0	0.2	30		1.70	0.16	-	-	0.23	33.4	#####	al
1.2	10.0	0.4	25		1.90	0.20	-	-	0.39	23.4	#####	a
1.4	12.0	0.5	26		1.90	0.24	-	-	0.47	21.2	#####	a
1.6	13.0	0.6	22		1.91	0.26	-	-	0.51	20.5	#####	a
1.8	14.0	0.7	19		1.91	0.28	-	-	0.55	20.0	#####	a
2	18.0	0.7	27		1.92	0.30	-	-	0.71	19.5	#####	al
2.2	18.0	0.7	25		1.92	0.31	-	-	0.71	19.5	#####	al
2.4	18.0	0.9	21		1.92	0.33	-	-	0.71	19.5	#####	a
2.6	18.0	0.9	21		1.92	0.35	-	-	0.71	19.5	#####	a
2.8	16.0	0.9	17		1.91	0.37	-	-	0.63	19.5	#####	a
3	14.0	0.9	16		1.91	0.39	-	-	0.54	20.0	#####	a
3.2	22.0	1.6	14		1.93	0.41	-	-	0.86	18.2	#####	a
3.4	6.0	0.5	13		1.49	0.42	-	-	0.22	51.8	#####	aot
3.6	5.0	0.5	11		1.48	0.43	-	-	0.18	59.7	#####	aot
3.8	6.0	0.3	18		1.70	0.44	-	-	0.22	33.4	#####	a
4	7.0	0.5	15		1.50	0.45	-	-	0.26	46.2	#####	aot
4.2	10.0	0.5	19		1.90	0.47	-	-	0.38	23.4	#####	a
4.4	7.0	0.6	12		1.50	0.48	-	-	0.26	46.2	#####	aot
4.6	5.0	0.5	11		1.48	0.49	-	-	0.18	59.7	#####	aot
4.8	6.0	0.4	15		1.49	0.50	-	-	0.22	51.8	#####	aot
5	6.0	0.5	13		1.49	0.51	-	-	0.22	51.8	#####	aot
5.2	7.8	0.3	23		1.79	0.52	-	-	0.29	27.5	#####	a
5.4	6.8	0.3	20		1.74	0.54	-	-	0.25	30.4	#####	a
5.6	6.8	0.3	20		1.74	0.55	-	-	0.25	30.4	#####	a
5.8	5.9	0.3	18		1.70	0.57	-	-	0.21	33.8	#####	a
6	5.9	0.3	22		1.70	0.58	-	-	0.21	33.8	#####	a
6.2	4.9	0.3	15		1.48	0.59	-	-	0.17	60.6	#####	aot
6.4	9.9	0.5	21		1.90	0.61	-	-	0.37	23.5	#####	a
6.6	12.9	0.5	28		1.91	0.62	-	-	0.49	20.6	#####	al
6.8	32.0	0.3	96		1.76	0.64	33	39	-	10.4	#####	sm
7	7.0	0.6	12		1.50	0.65	-	-	0.26	46.0	#####	aot
7.2	10.0	0.5	22		1.90	0.67	-	-	0.37	23.3	#####	a
7.4	6.0	0.3	23		1.70	0.68	-	-	0.21	33.2	#####	a
7.6	6.0	0.2	30		1.70	0.70	-	-	0.21	33.2	#####	al
7.8	5.2	0.3	19		1.66	0.71	-	-	0.18	37.7	#####	a
8	5.2	0.3	19		1.66	0.72	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.2	5.2	0.3	19		1.66	0.74	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.4	5.2	0.3	19		1.66	0.75	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.6	5.2	0.2	26		1.66	0.76	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.8	5.3	0.2	27		1.67	0.78	-	-	0.18	36.9	#####	a
9	4.3	0.3	16		1.47	0.78	-	-	0.14	67.6	#####	aot
9.2	5.3	0.3	20		1.67	0.80	-	-	0.18	36.9	#####	a
9.4	5.3	0.3	20		1.67	0.81	-	-	0.18	36.9	#####	a
9.6	5.3	0.3	20		1.67	0.82	-	-	0.18	36.9	#####	a
9.8	5.4	0.3	20		1.67	0.84	-	-	0.18	36.2	#####	a
10	5.4	0.3	20		1.67	0.85	-	-	0.18	36.2	#####	a



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 2

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

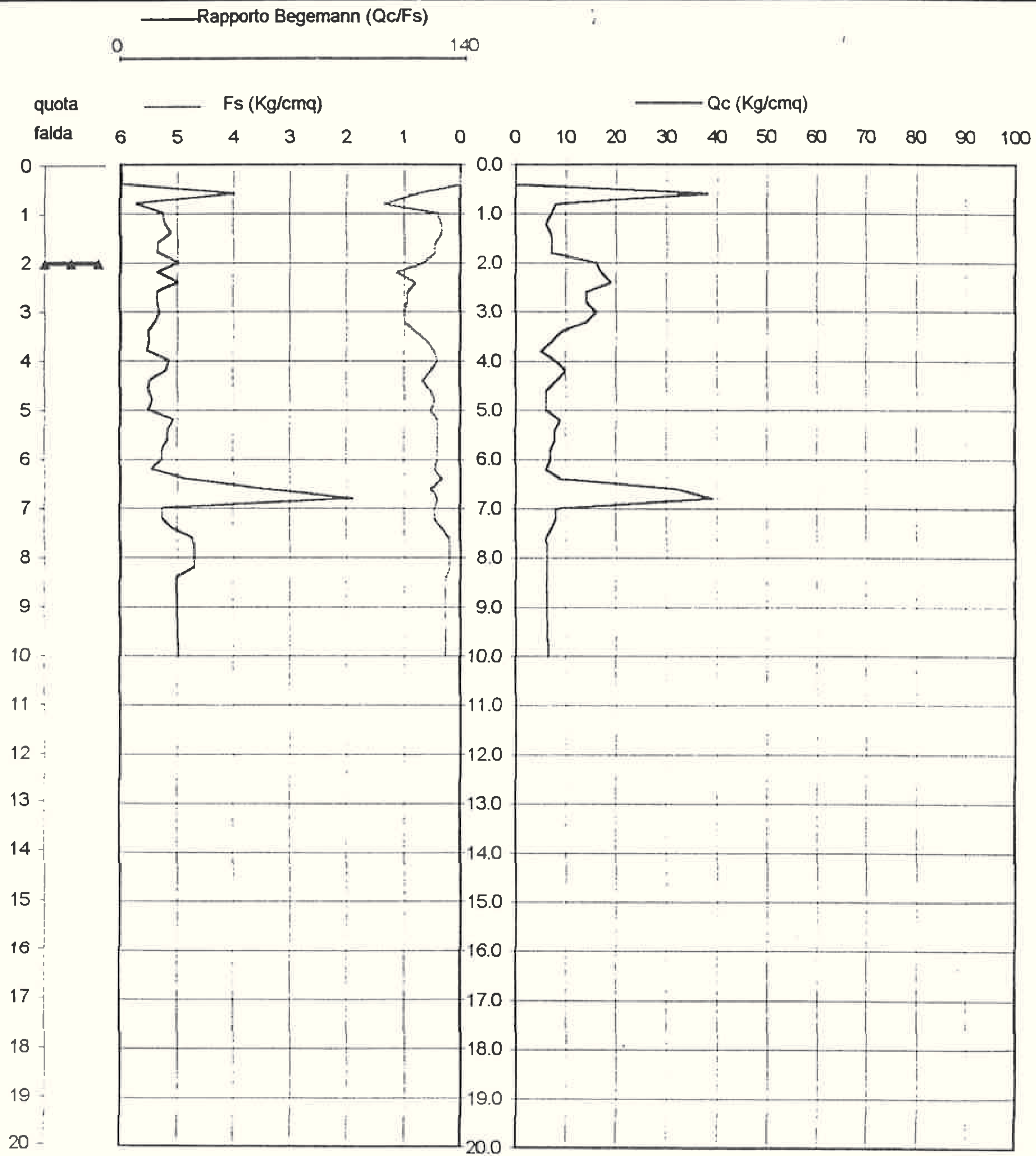
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 20/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 2

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 2

Data: 20/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 2.0 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/l]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	38.0	0.8	48		1.79	0.11	30	-	-	8.8		sl
0.8	8.0	1.3	6		1.51	0.14	-	-	0.31	42.2	#####	aot
1	7.0	0.4	18		1.75	0.17	-	-	0.27	29.7	=====	a
1.2	6.0	0.3	18		1.70	0.21	-	-	0.23	33.4	=====	a
1.4	7.0	0.3	21		1.75	0.24	-	-	0.27	29.7	=====	a
1.6	7.0	0.5	15		1.50	0.27	-	-	0.27	46.2	#####	aot
1.8	7.0	0.5	15		1.50	0.30	-	-	0.27	46.2	#####	aot
2	16.0	0.7	24		1.91	0.32	-	-	0.63	19.5	=====	a
2.2	17.0	1.1	15		1.92	0.34	-	-	0.67	19.4	=====	a
2.4	19.0	0.8	24		1.92	0.36	-	-	0.75	19.7	=====	a
2.6	14.0	0.9	15		1.91	0.38	-	-	0.54	20.0	=====	a
2.8	14.0	0.9	15		1.91	0.39	-	-	0.54	20.0	=====	a
3	16.0	1.0	16		1.91	0.41	-	-	0.62	19.5	=====	a
3.2	14.0	1.0	14		1.57	0.42	-	-	0.54	26.5	#####	aot
3.4	9.0	0.8	11		1.52	0.43	-	-	0.34	39.3	#####	aot
3.6	7.0	0.6	12		1.50	0.44	-	-	0.26	46.2	#####	aot
3.8	5.0	0.5	11		1.48	0.45	-	-	0.18	59.7	#####	aot
4	8.0	0.4	20		1.80	0.47	-	-	0.30	27.0	=====	a
4.2	10.0	0.5	19		1.90	0.49	-	-	0.38	23.4	=====	a
4.4	8.0	0.7	12		1.51	0.50	-	-	0.30	42.2	#####	aot
4.6	6.0	0.5	11		1.49	0.51	-	-	0.22	51.8	#####	aot
4.8	6.0	0.5	13		1.49	0.52	-	-	0.22	51.8	#####	aot
5	6.0	0.5	11		1.49	0.53	-	-	0.22	51.8	#####	aot
5.2	8.8	0.4	22		1.84	0.54	-	-	0.33	25.3	=====	a
5.4	7.8	0.4	19		1.79	0.56	-	-	0.29	27.5	=====	a
5.6	7.8	0.4	19		1.79	0.57	-	-	0.29	27.5	=====	a
5.8	6.9	0.4	17		1.75	0.59	-	-	0.25	30.0	=====	a
6	6.9	0.4	17		1.75	0.60	-	-	0.25	30.0	=====	a
6.2	5.9	0.5	13		1.49	0.61	-	-	0.21	52.4	#####	aot
6.4	8.9	0.3	27		1.85	0.63	-	-	0.33	25.1	=====	a
6.6	31.9	0.5	60		1.76	0.65	33	39	-	10.4	=====	sm
6.8	39.0	0.4	98		1.80	0.66	34	45	-	8.5	=====	sm
7	8.0	0.5	17		1.80	0.68	-	-	0.29	26.9	=====	a
7.2	8.0	0.5	17		1.80	0.69	-	-	0.29	26.9	=====	a
7.4	7.0	0.3	21		1.75	0.71	-	-	0.25	29.6	=====	a
7.6	6.0	0.2	30		1.70	0.72	-	-	0.21	33.2	=====	al
7.8	6.2	0.2	31		1.71	0.74	-	-	0.22	32.7	=====	al
8	6.2	0.2	31		1.71	0.75	-	-	0.22	32.7	=====	al
8.2	6.2	0.2	31		1.71	0.77	-	-	0.22	32.7	=====	al
8.4	6.2	0.3	23		1.71	0.78	-	-	0.22	32.7	=====	a
8.6	6.2	0.3	23		1.71	0.79	-	-	0.22	32.7	=====	a
8.8	6.3	0.3	24		1.72	0.81	-	-	0.22	32.2	=====	a
9	6.3	0.3	24		1.72	0.82	-	-	0.22	32.2	=====	a
9.2	6.3	0.3	24		1.72	0.84	-	-	0.22	32.2	=====	a
9.4	6.3	0.3	24		1.72	0.85	-	-	0.22	32.2	=====	a
9.6	6.3	0.3	24		1.72	0.87	-	-	0.22	32.2	=====	a
9.8	6.4	0.3	24		1.72	0.88	-	-	0.22	31.7	=====	a
10	6.4	0.3	24		1.72	0.89	-	-	0.22	31.7	=====	a



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 3

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

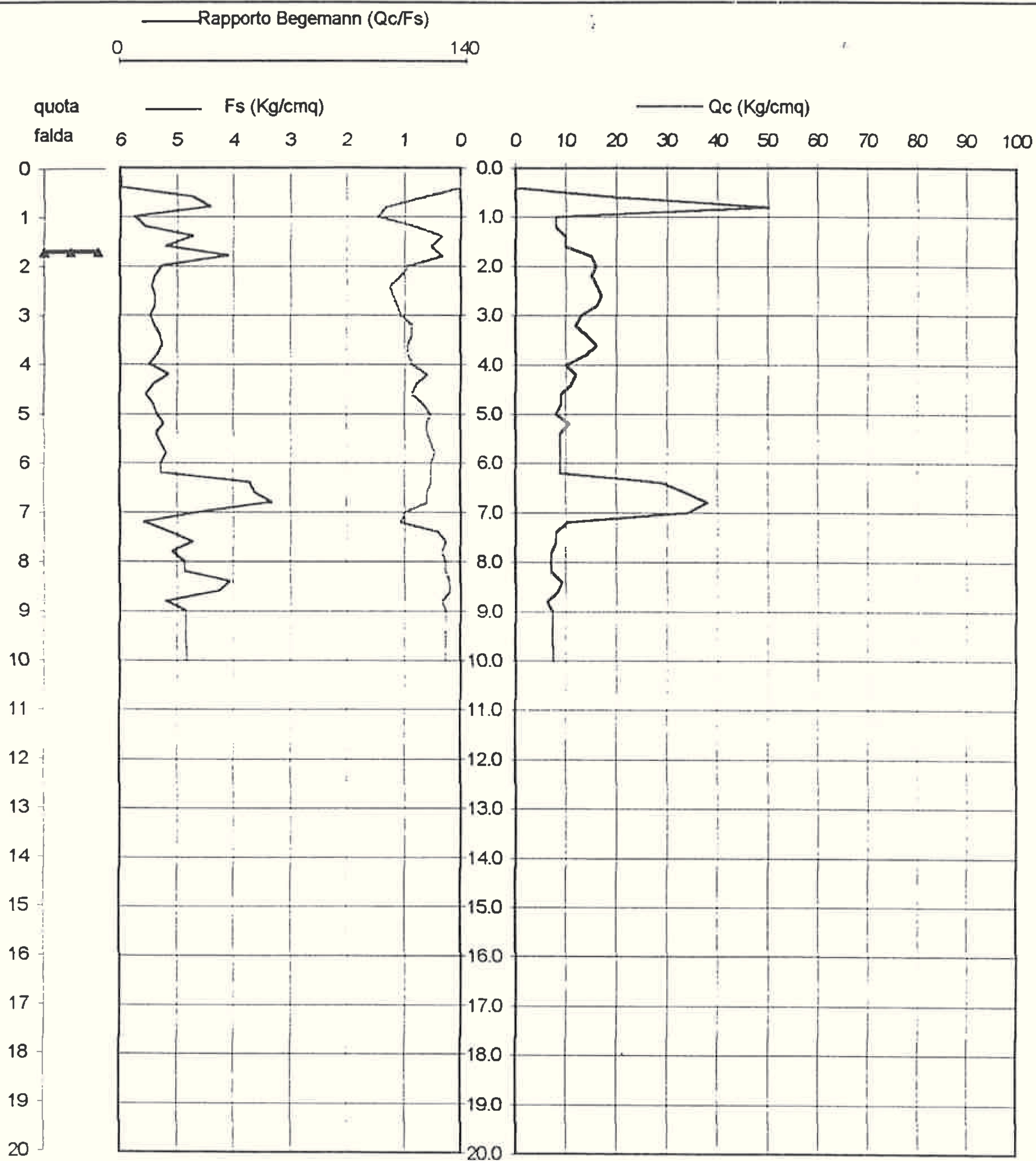
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 20/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 1.7

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 3

Data: 20/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1.7 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	20.0	0.7	30		1.70	0.11	27	-	-	16.7		sl
0.8	50.0	1.3	38		1.85	0.14	31	-	-	6.7		sl
1	8.0	1.5	5		1.51	0.17	-	-	0.31	42.2		act
1.2	8.0	0.8	10		1.51	0.20	-	-	0.31	42.2		act
1.4	10.0	0.3	30		1.90	0.24	-	-	0.39	23.4		al
1.6	10.0	0.5	19		1.90	0.28	-	-	0.39	23.4		a
1.8	15.0	0.3	45		1.68	0.29	-	-	0.59	17.8		l
2	16.0	0.9	17		1.91	0.31	-	-	0.63	19.5		a
2.2	15.0	1.1	14		1.91	0.33	-	-	0.59	19.7		a
2.4	16.0	1.3	13		1.59	0.34	-	-	0.63	23.1		act
2.6	17.0	1.2	14		1.92	0.36	-	-	0.67	19.4		a
2.8	16.0	1.1	14		1.91	0.38	-	-	0.62	19.5		a
3	13.0	1.1	12		1.56	0.39	-	-	0.50	28.5		act
3.2	12.0	0.9	14		1.55	0.40	-	-	0.46	30.9		act
3.4	14.0	0.9	16		1.91	0.42	-	-	0.54	20.0		a
3.6	16.0	0.9	17		1.91	0.44	-	-	0.62	19.5		a
3.8	14.0	0.9	15		1.91	0.45	-	-	0.54	20.0		a
4	10.0	0.9	12		1.53	0.47	-	-	0.38	37.0		act
4.2	12.0	0.6	20		1.90	0.48	-	-	0.46	21.2		a
4.4	11.0	0.8	14		1.54	0.49	-	-	0.42	33.7		act
4.6	9.0	0.9	10		1.52	0.50	-	-	0.34	39.3		act
4.8	9.0	0.7	14		1.52	0.51	-	-	0.34	39.3		act
5	8.0	0.5	15		1.51	0.53	-	-	0.30	42.2		act
5.2	10.8	0.6	18		1.90	0.54	-	-	0.41	22.4		a
5.4	8.8	0.6	15		1.52	0.55	-	-	0.33	39.8		act
5.6	8.8	0.5	16		1.84	0.57	-	-	0.33	25.3		a
5.8	8.9	0.5	19		1.85	0.59	-	-	0.33	25.1		a
6	8.9	0.5	17		1.85	0.60	-	-	0.33	25.1		a
6.2	8.9	0.5	17		1.85	0.62	-	-	0.33	25.1		a
6.4	28.9	0.5	54		1.74	0.64	33	36	-	11.5		sm
6.6	33.9	0.6	57		1.77	0.65	33	41	-	9.8		sm
6.8	38.0	0.6	63		1.79	0.67	34	44	-	8.8		sm
7	34.0	1.0	34		1.77	0.68	29	-	-	9.8		act
7.2	10.0	1.1	9		1.53	0.69	-	-	0.37	36.9		act
7.4	8.0	0.4	20		1.80	0.71	-	-	0.29	26.9		a
7.6	8.0	0.3	30		1.80	0.73	-	-	0.29	26.9		al
7.8	7.2	0.3	22		1.76	0.74	-	-	0.26	29.2		a
8	7.2	0.3	27		1.76	0.76	-	-	0.26	29.2		a
8.2	7.2	0.3	27		1.76	0.77	-	-	0.26	29.2		a
8.4	9.2	0.2	46		1.65	0.78	-	-	0.34	23.6		a
8.6	8.2	0.2	41		1.64	0.80	-	-	0.29	25.6		a
8.8	6.3	0.3	19		1.72	0.81	-	-	0.22	32.2		a
9	7.3	0.3	27		1.77	0.83	-	-	0.26	28.8		a
9.2	7.3	0.3	27		1.77	0.84	-	-	0.26	28.8		a
9.4	7.3	0.3	27		1.77	0.86	-	-	0.26	28.8		a
9.6	7.3	0.3	27		1.77	0.87	-	-	0.26	28.8		a
9.8	7.4	0.3	28		1.77	0.89	-	-	0.26	28.4		act
10	7.4	0.3	28		1.77	0.90	-	-	0.26	28.4		al



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 4

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

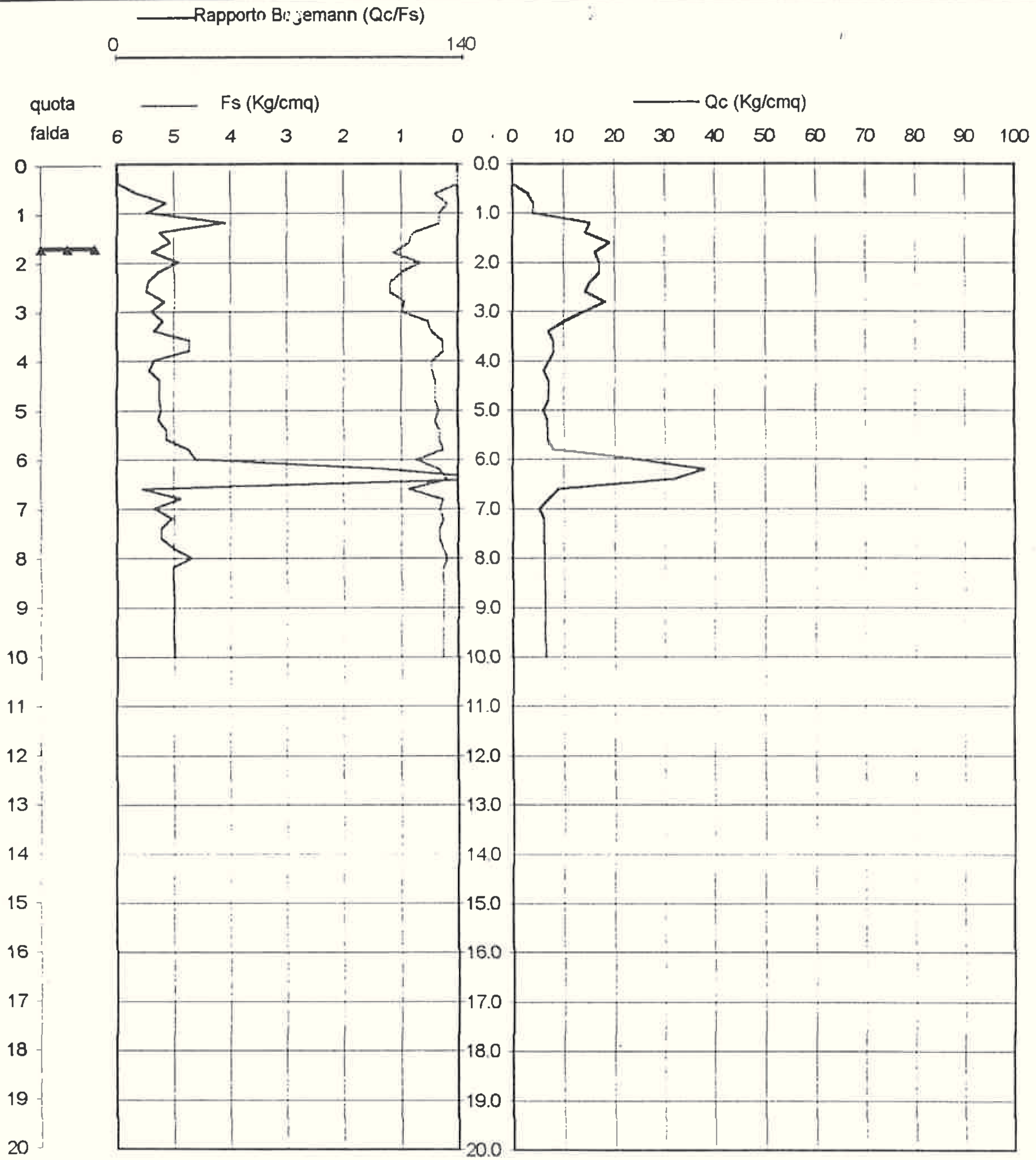
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 20/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 1.7

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 4

Data: 20/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1.7 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	3.0	0.4	8		1.46	0.10	-	-	0.12	92.3	#####	aot
0.8	4.0	0.2	20		1.60	0.13	-	-	0.15	46.8	#####	a
1	4.0	0.3	12		1.47	0.16	-	-	0.15	71.8	#####	aot
1.2	15.0	0.3	45		1.68	0.20	-	-	0.59	17.8	#####	a
1.4	14.0	0.8	18		1.91	0.23	-	-	0.55	20.0	#####	a
1.6	19.0	0.9	22		1.92	0.27	-	-	0.75	19.7	#####	a
1.8	16.0	1.1	14		1.91	0.29	-	-	0.63	19.5	#####	a
2	17.0	0.7	26		1.92	0.31	-	-	0.67	19.4	#####	al
2.2	17.0	1.0	17		1.92	0.33	-	-	0.67	19.4	#####	a
2.4	15.0	1.2	13		1.58	0.34	-	-	0.59	24.7	#####	aot
2.6	14.0	1.2	12		1.57	0.35	-	-	0.55	26.5	#####	aot
2.8	18.0	0.9	19		1.92	0.37	-	-	0.71	19.5	#####	a
3	14.0	1.0	14		1.57	0.38	-	-	0.54	26.5	#####	aot
3.2	10.0	0.5	19		1.90	0.40	-	-	0.38	23.4	#####	a
3.4	7.0	0.5	15		1.50	0.41	-	-	0.26	46.2	#####	aot
3.6	8.0	0.3	30		1.80	0.42	-	-	0.30	27.0	#####	al
3.8	8.0	0.3	30		1.80	0.44	-	-	0.30	27.0	#####	al
4	7.0	0.5	15		1.50	0.45	-	-	0.26	46.2	#####	aot
4.2	6.0	0.5	13		1.49	0.46	-	-	0.22	51.8	#####	aot
4.4	7.0	0.4	18		1.75	0.48	-	-	0.26	29.7	#####	a
4.6	7.0	0.4	18		1.75	0.49	-	-	0.26	29.7	#####	a
4.8	7.0	0.4	18		1.75	0.51	-	-	0.26	29.7	#####	a
5	6.0	0.3	18		1.70	0.52	-	-	0.22	33.4	#####	a
5.2	6.8	0.4	17		1.74	0.53	-	-	0.25	30.4	#####	a
5.4	6.8	0.3	20		1.74	0.55	-	-	0.25	30.4	#####	a
5.6	6.8	0.3	20		1.74	0.56	-	-	0.25	30.4	#####	a
5.8	7.9	0.3	30		1.80	0.58	-	-	0.29	27.2	#####	al
6	23.9	0.7	33		1.72	0.59	28	-	-	13.9	#####	a
6.2	37.9	0.3	114		1.79	0.61	35	46	-	8.8	#####	a
6.4	31.9	0.2	160		1.76	0.62	33	40	-	10.4	#####	sm
6.6	8.9	0.9	10		1.52	0.64	-	-	0.33	39.5	#####	aot
6.8	7.0	0.3	26		1.75	0.65	-	-	0.26	29.6	#####	a
7	5.0	0.3	15		1.48	0.66	-	-	0.18	59.3	#####	aot
7.2	6.0	0.3	23		1.70	0.67	-	-	0.21	33.2	#####	a
7.4	6.0	0.3	18		1.70	0.69	-	-	0.21	33.2	#####	a
7.6	6.0	0.3	18		1.70	0.70	-	-	0.21	33.2	#####	a
7.8	6.2	0.3	23		1.71	0.72	-	-	0.22	32.7	#####	a
8	6.2	0.2	31		1.71	0.73	-	-	0.22	32.7	#####	al
8.2	6.2	0.3	23		1.71	0.74	-	-	0.22	32.7	#####	a
8.4	6.2	0.3	23		1.71	0.76	-	-	0.22	32.7	#####	a
8.6	6.2	0.3	23		1.71	0.77	-	-	0.22	32.7	#####	a
8.8	6.3	0.3	24		1.72	0.79	-	-	0.22	32.2	#####	a
9	6.3	0.3	24		1.72	0.80	-	-	0.22	32.2	#####	a
9.2	6.3	0.3	24		1.72	0.82	-	-	0.22	32.2	#####	a
9.4	6.3	0.3	24		1.72	0.83	-	-	0.22	32.2	#####	a
9.6	6.3	0.3	24		1.72	0.84	-	-	0.22	32.2	#####	a
9.8	6.4	0.3	24		1.72	0.86	-	-	0.22	31.7	#####	a
10	6.4	0.3	24		1.72	0.87	-	-	0.22	31.7	#####	a



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 5

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

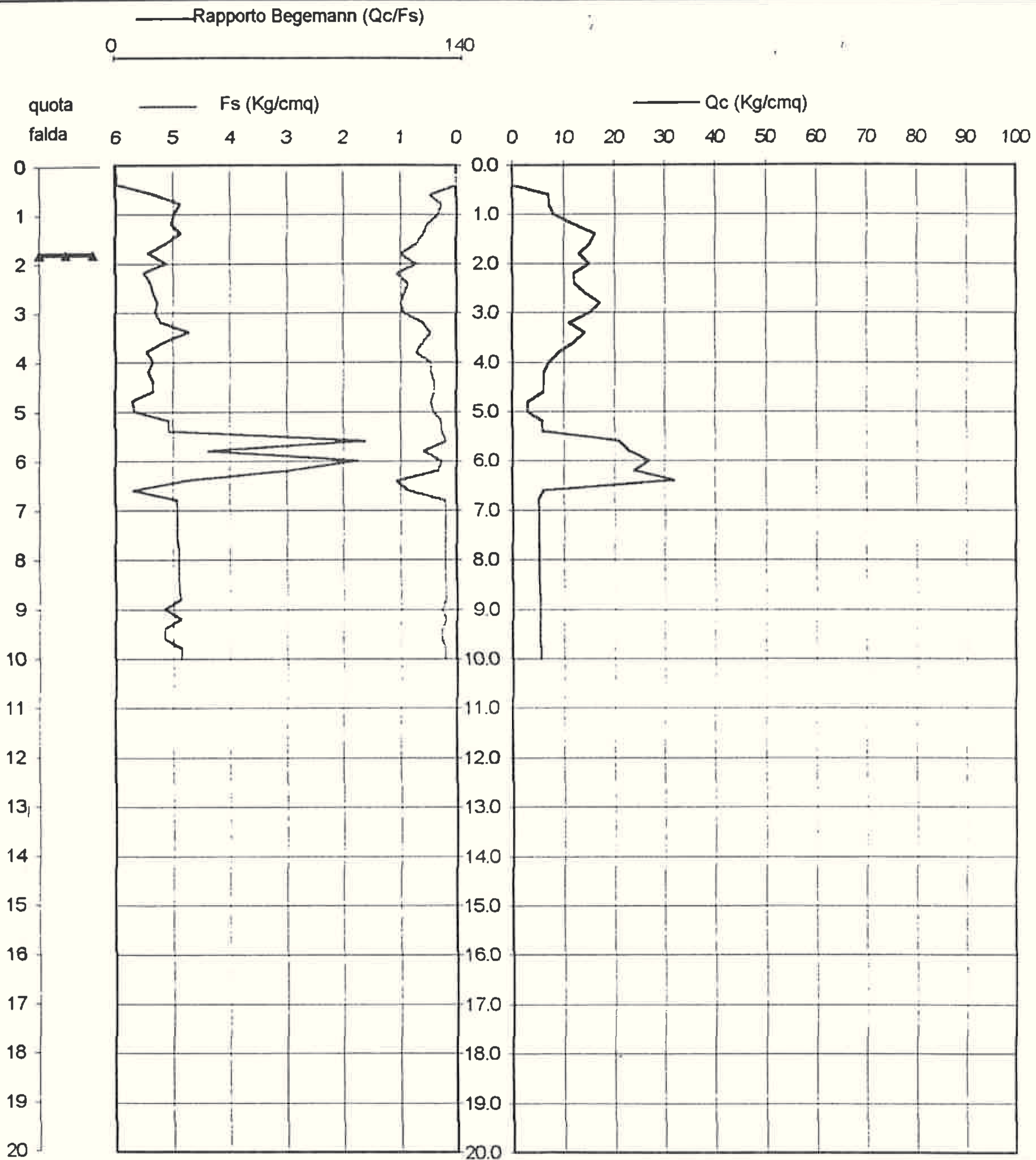
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 20/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 1.8

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 5

Data: 20/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1.8 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	7.0	0.5	15		1.50	0.10	-	-	0.28	46.2	#####	aot
0.8	7.0	0.3	26		1.75	0.14	-	-	0.27	29.7	#####	a
1	8.0	0.3	24		1.80	0.17	-	-	0.31	27.0	#####	a
1.2	12.0	0.5	23		1.90	0.21	-	-	0.47	21.2	#####	a
1.4	16.0	0.6	27		1.91	0.25	-	-	0.63	19.5	#####	al
1.6	15.0	0.7	20		1.91	0.29	-	-	0.59	19.7	#####	a
1.8	13.0	1.0	13		1.56	0.30	-	-	0.51	28.5	#####	aot
2	15.0	0.7	20		1.91	0.32	-	-	0.59	19.7	#####	a
2.2	12.0	1.1	11		1.55	0.33	-	-	0.47	30.9	#####	aot
2.4	12.0	0.9	14		1.55	0.34	-	-	0.47	30.9	#####	aot
2.6	14.0	0.9	15		1.91	0.36	-	-	0.55	20.0	#####	a
2.8	17.0	1.0	17		1.92	0.38	-	-	0.66	19.4	#####	a
3	15.0	0.9	16		1.91	0.39	-	-	0.58	19.7	#####	a
3.2	11.0	0.6	18		1.90	0.41	-	-	0.42	22.2	#####	a
3.4	14.0	0.5	30		1.91	0.43	-	-	0.54	20.0	#####	al
3.6	12.0	0.6	20		1.90	0.45	-	-	0.46	21.2	#####	a
3.8	9.0	0.7	12		1.52	0.46	-	-	0.34	39.3	#####	aot
4	7.0	0.5	15		1.50	0.47	-	-	0.26	46.2	#####	aot
4.2	6.0	0.5	13		1.49	0.48	-	-	0.22	51.8	#####	aot
4.4	6.0	0.4	15		1.49	0.49	-	-	0.22	51.8	#####	aot
4.6	6.0	0.4	15		1.49	0.50	-	-	0.22	51.8	#####	aot
4.8	3.0	0.5	6		1.46	0.51	-	-	0.10	92.3	#####	aot
5	3.0	0.4	8		1.46	0.52	-	-	0.10	92.3	#####	aot
5.2	5.8	0.3	22		1.69	0.53	-	-	0.21	34.4	#####	a
5.4	5.8	0.3	22		1.69	0.54	-	-	0.21	34.4	#####	a
5.6	20.8	0.2	104		1.70	0.56	32	28	-	16.0	#####	sm
5.8	22.9	0.6	38		1.71	0.57	27	-	-	14.5	#####	sl
6	26.9	0.3	101		1.73	0.59	33	35	-	12.4	#####	sm
6.2	23.9	0.3	72		1.72	0.60	32	31	-	13.9	#####	sm
6.4	31.9	1.1	30		1.76	0.62	29	-	-	10.4	#####	sl
6.6	5.9	0.9	7		1.49	0.63	-	-	0.21	52.4	#####	aot
6.8	5.0	0.2	25		1.65	0.64	-	-	0.18	38.5	#####	a
7	5.0	0.2	25		1.65	0.65	-	-	0.18	38.5	#####	a
7.2	5.0	0.2	25		1.65	0.67	-	-	0.17	38.5	#####	a
7.4	5.0	0.2	25		1.65	0.68	-	-	0.17	38.5	#####	a
7.6	5.0	0.2	25		1.65	0.69	-	-	0.17	38.5	#####	a
7.8	5.2	0.2	26		1.66	0.70	-	-	0.18	37.7	#####	a
8	5.2	0.2	26		1.66	0.72	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.2	5.2	0.2	26		1.66	0.73	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.4	5.2	0.2	26		1.66	0.74	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.6	5.2	0.2	26		1.66	0.76	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.8	5.3	0.2	27		1.67	0.77	-	-	0.18	36.9	#####	a
9	5.3	0.3	20		1.67	0.78	-	-	0.18	36.9	#####	a
9.2	5.3	0.2	27		1.67	0.80	-	-	0.18	36.9	#####	a
9.4	5.3	0.3	20		1.67	0.81	-	-	0.18	36.9	#####	a
9.6	5.3	0.3	20		1.67	0.82	-	-	0.18	36.9	#####	a
9.8	5.4	0.2	27		1.67	0.84	-	-	0.18	36.2	#####	a
10	5.4	0.2	27		1.67	0.85	-	-	0.18	36.2	#####	a



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 6

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

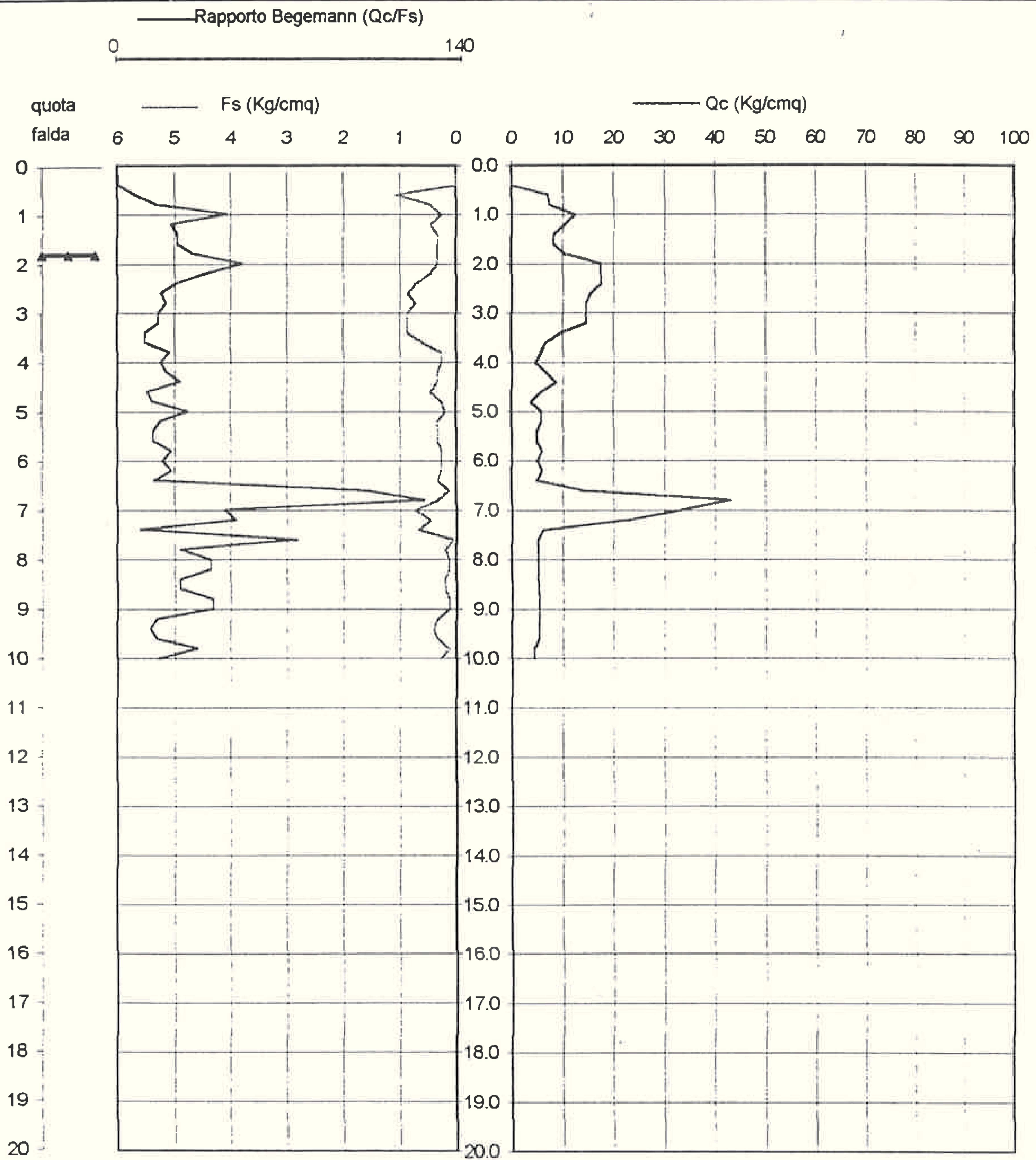
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 27/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 1.8

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 6

Data: 27/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1.8 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	7.1	1.1	7		1.50	0.10	-	-	0.28	45.6	#####	aot
0.8	7.3	0.5	16		1.50	0.13	-	-	0.29	45.1	#####	act
1	12.3	0.3	46		1.66	0.17	-	-	0.48	19.6	#####	l
1.2	10.3	0.5	22		1.90	0.20	-	-	0.40	23.0	#####	a
1.4	8.3	0.3	25		1.81	0.24	-	-	0.32	26.4	#####	a
1.6	8.3	0.3	25		1.81	0.28	-	-	0.32	26.4	#####	a
1.8	10.4	0.3	31		1.90	0.29	-	-	0.40	22.9	#####	al
2	17.4	0.3	52		1.69	0.31	34	35	-	1.0	#####	ss
2.2	17.4	0.5	37		1.69	0.32	-	-	0.68	17.0	#####	l
2.4	17.4	0.7	24		1.92	0.34	-	-	0.68	19.4	#####	a
2.6	15.4	0.9	18		1.91	0.36	-	-	0.60	19.6	#####	a
2.8	14.5	0.7	20		1.91	0.38	-	-	0.57	19.8	#####	a
3	14.5	0.9	17		1.91	0.39	-	-	0.57	19.8	#####	a
3.2	14.5	0.9	17		1.91	0.41	-	-	0.56	19.8	#####	a
3.4	9.5	0.9	11		1.53	0.42	-	-	0.36	38.0	#####	aot
3.6	6.5	0.6	11		1.50	0.43	-	-	0.24	48.7	#####	aot
3.8	5.7	0.3	21		1.68	0.45	-	-	0.21	35.0	#####	a
4	4.7	0.3	17		1.48	0.46	-	-	0.17	63.3	#####	aot
4.2	6.7	0.3	20		1.73	0.47	-	-	0.25	30.9	#####	a
4.4	8.7	0.3	26		1.83	0.49	-	-	0.33	25.6	#####	a
4.6	5.7	0.5	12		1.49	0.50	-	-	0.21	54.2	#####	aot
4.8	3.8	0.3	14		1.47	0.51	-	-	0.13	75.4	#####	aot
5	5.8	0.2	29		1.69	0.52	-	-	0.21	34.4	#####	al
5.2	5.8	0.3	17		1.49	0.53	-	-	0.21	53.3	#####	aot
5.4	4.8	0.3	14		1.48	0.54	-	-	0.17	61.9	#####	aot
5.6	4.8	0.3	14		1.48	0.55	-	-	0.17	61.9	#####	aot
5.8	5.9	0.3	22		1.70	0.56	-	-	0.21	33.8	#####	a
6	4.9	0.3	18		1.65	0.58	-	-	0.17	39.3	#####	a
6.2	5.9	0.3	22		1.70	0.59	-	-	0.21	33.8	#####	a
6.4	4.9	0.3	15		1.48	0.60	-	-	0.17	60.6	#####	aot
6.6	13.9	0.1	104		1.67	0.61	29	12	-	1.2	#####	ss
6.8	43.0	0.3	129		1.82	0.63	35	50	-	7.7	#####	sm
7	33.0	0.7	45		1.77	0.64	29	-	-	10.1	#####	al
7.2	23.0	0.5	49		1.72	0.66	31	27	-	14.5	#####	sm
7.4	6.0	0.7	9		1.49	0.67	-	-	0.21	51.5	#####	aot
7.6	5.0	0.1	76		1.63	0.68	28	2	-	3.3	#####	ss
7.8	5.2	0.2	26		1.66	0.69	-	-	0.18	37.7	#####	a
8	5.2	0.1	39		1.63	0.71	-	-	0.18	37.0	#####	l
8.2	5.2	0.1	39		1.63	0.72	-	-	0.18	37.0	#####	l
8.4	5.2	0.2	26		1.66	0.73	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.6	5.2	0.2	26		1.66	0.75	-	-	0.18	37.7	#####	a
8.8	5.3	0.1	40		1.63	0.76	-	-	0.18	36.2	#####	l
9	5.3	0.1	40		1.63	0.77	-	-	0.18	36.2	#####	l
9.2	5.3	0.3	16		1.48	0.78	-	-	0.18	57.0	#####	aot
9.4	5.3	0.4	13		1.48	0.79	-	-	0.18	57.0	#####	aot
9.6	5.3	0.3	16		1.48	0.80	-	-	0.18	57.0	#####	aot
9.8	4.4	0.1	33		1.62	0.81	-	-	0.14	42.8	#####	al
10	4.4	0.3	17		1.47	0.82	-	-	0.14	65.9	#####	aot



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 7

Committente: G.A.I.A. S.r.l.

Località: Pisa

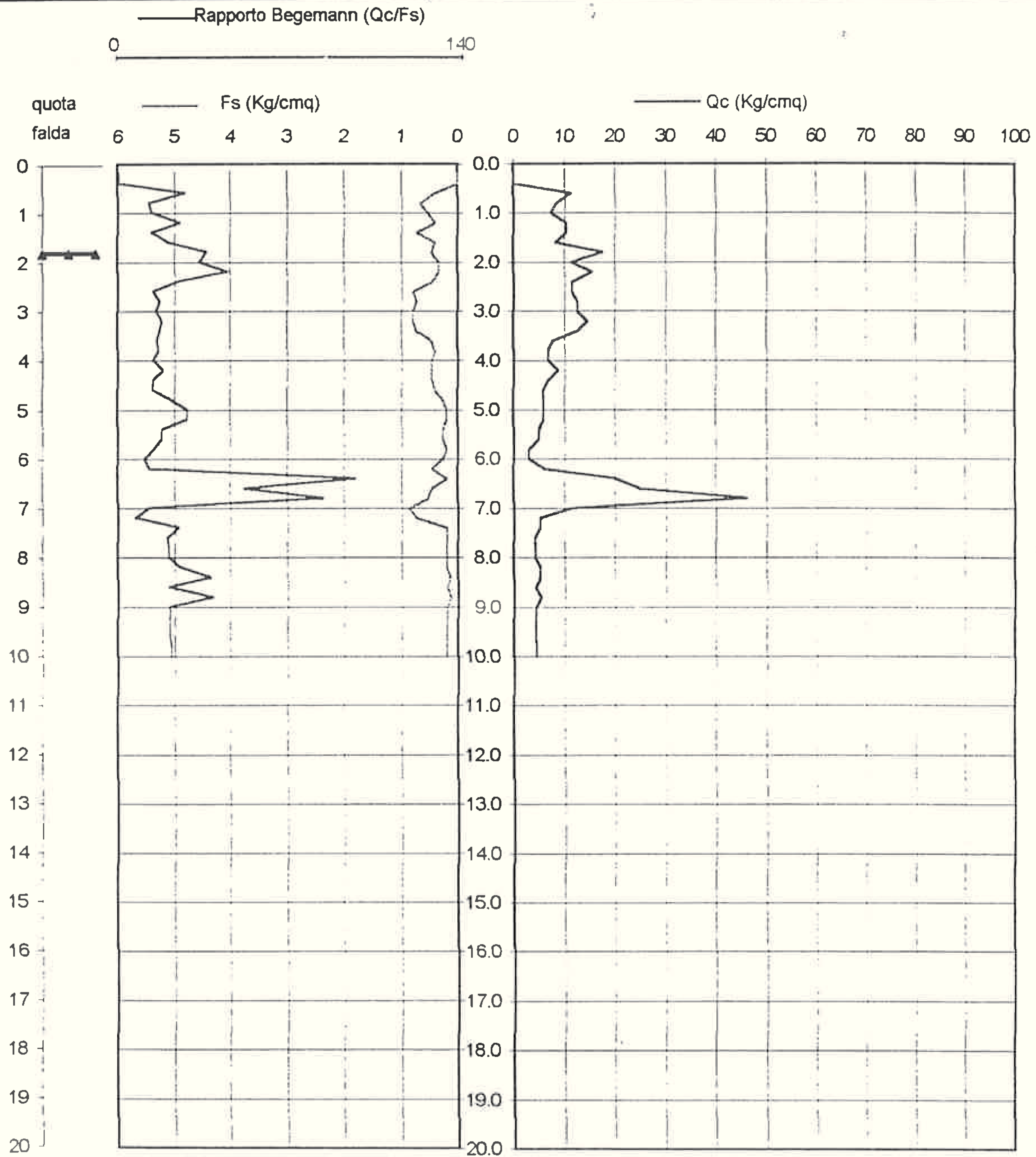
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 27/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 1.8

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 7

Data: 27/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 1.8 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	11.1	0.4	28		1.90	0.11	-	-	0.44	22.0	=====	al
0.8	8.3	0.7	12		1.51	0.14	-	-	0.32	41.4	#####	aot
1	7.3	0.5	14		1.50	0.17	-	-	0.28	45.1	#####	aot
1.2	10.3	0.4	26		1.90	0.21	-	-	0.40	23.0	=====	a
1.4	10.3	0.7	14		1.53	0.24	-	-	0.40	36.1	#####	aot
1.6	8.3	0.4	21		1.81	0.28	-	-	0.32	26.4	=====	a
1.8	17.4	0.5	37		1.69	0.29	-	-	0.68	17.0	#####	l
2	11.4	0.3	34		1.90	0.31	-	-	0.44	21.8	=====	al
2.2	15.4	0.3	46		1.68	0.32	-	-	0.60	17.6	#####	l
2.4	11.4	0.5	24		1.90	0.34	-	-	0.44	21.8	=====	al
2.6	11.4	0.8	14		1.54	0.35	-	-	0.44	32.5	#####	aot
2.8	12.5	0.7	17		1.91	0.37	-	-	0.49	20.9	=====	a
3	12.5	0.8	16		1.91	0.39	-	-	0.49	20.9	=====	a
3.2	14.5	0.8	18		1.91	0.40	-	-	0.56	19.8	=====	a
3.4	12.5	0.7	17		1.91	0.42	-	-	0.48	20.9	=====	a
3.6	7.5	0.5	16		1.51	0.43	-	-	0.28	44.0	#####	aot
3.8	6.7	0.4	17		1.50	0.44	-	-	0.25	48.0	#####	aot
4	6.7	0.5	14		1.50	0.45	-	-	0.25	48.0	#####	aot
4.2	8.7	0.5	19		1.83	0.47	-	-	0.33	25.6	=====	a
4.4	6.7	0.5	14		1.50	0.48	-	-	0.25	48.0	#####	aot
4.6	5.7	0.4	14		1.49	0.49	-	-	0.21	54.2	#####	aot
4.8	5.8	0.3	22		1.69	0.50	-	-	0.21	34.4	=====	a
5	5.8	0.2	29		1.69	0.52	-	-	0.21	34.4	=====	a
5.2	5.8	0.2	29		1.69	0.53	-	-	0.21	34.4	=====	a
5.4	4.8	0.3	18		1.48	0.54	-	-	0.17	61.9	#####	aot
5.6	4.8	0.3	18		1.48	0.55	-	-	0.17	61.9	#####	aot
5.8	2.9	0.2	15		1.46	0.56	-	-	0.09	94.9	#####	aot
6	2.9	0.3	11		1.46	0.57	-	-	0.09	94.9	#####	aot
6.2	5.9	0.5	13		1.49	0.58	-	-	0.21	52.4	#####	aot
6.4	19.9	0.2	100		1.70	0.59	31	25	-	0.8	=====	sm
6.6	24.9	0.5	53		1.72	0.61	32	32	-	13.4	=====	sm
6.8	46.0	0.5	86		1.83	0.62	36	53	-	7.2	=====	sm
7	11.0	0.9	13		1.54	0.63	-	-	0.42	33.5	#####	aot
7.2	5.0	0.7	7		1.48	0.64	-	-	0.18	59.3	#####	aot
7.4	5.0	0.2	25		1.65	0.66	-	-	0.18	38.5	=====	a
7.6	4.0	0.2	20		1.60	0.67	-	-	0.13	46.4	=====	a
7.8	4.2	0.2	21		1.61	0.68	-	-	0.14	45.1	=====	a
8	4.2	0.2	21		1.61	0.69	-	-	0.14	45.1	=====	a
8.2	5.2	0.2	26		1.66	0.71	-	-	0.18	37.7	=====	a
8.4	5.2	0.1	39		1.63	0.72	-	-	0.18	37.0	#####	l
8.6	4.2	0.2	21		1.61	0.73	-	-	0.14	45.1	=====	a
8.8	5.3	0.1	40		1.63	0.74	-	-	0.18	36.2	#####	l
9	4.3	0.2	22		1.62	0.75	-	-	0.14	44.0	=====	a
9.2	4.3	0.2	22		1.62	0.77	-	-	0.14	44.0	=====	a
9.4	4.3	0.2	22		1.62	0.78	-	-	0.14	44.0	=====	a
9.6	4.3	0.2	22		1.62	0.79	-	-	0.14	44.0	=====	a
9.8	4.4	0.2	22		1.62	0.80	-	-	0.15	42.8	=====	a
10	4.4	0.2	22		1.62	0.82	-	-	0.14	42.8	=====	a



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 8

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

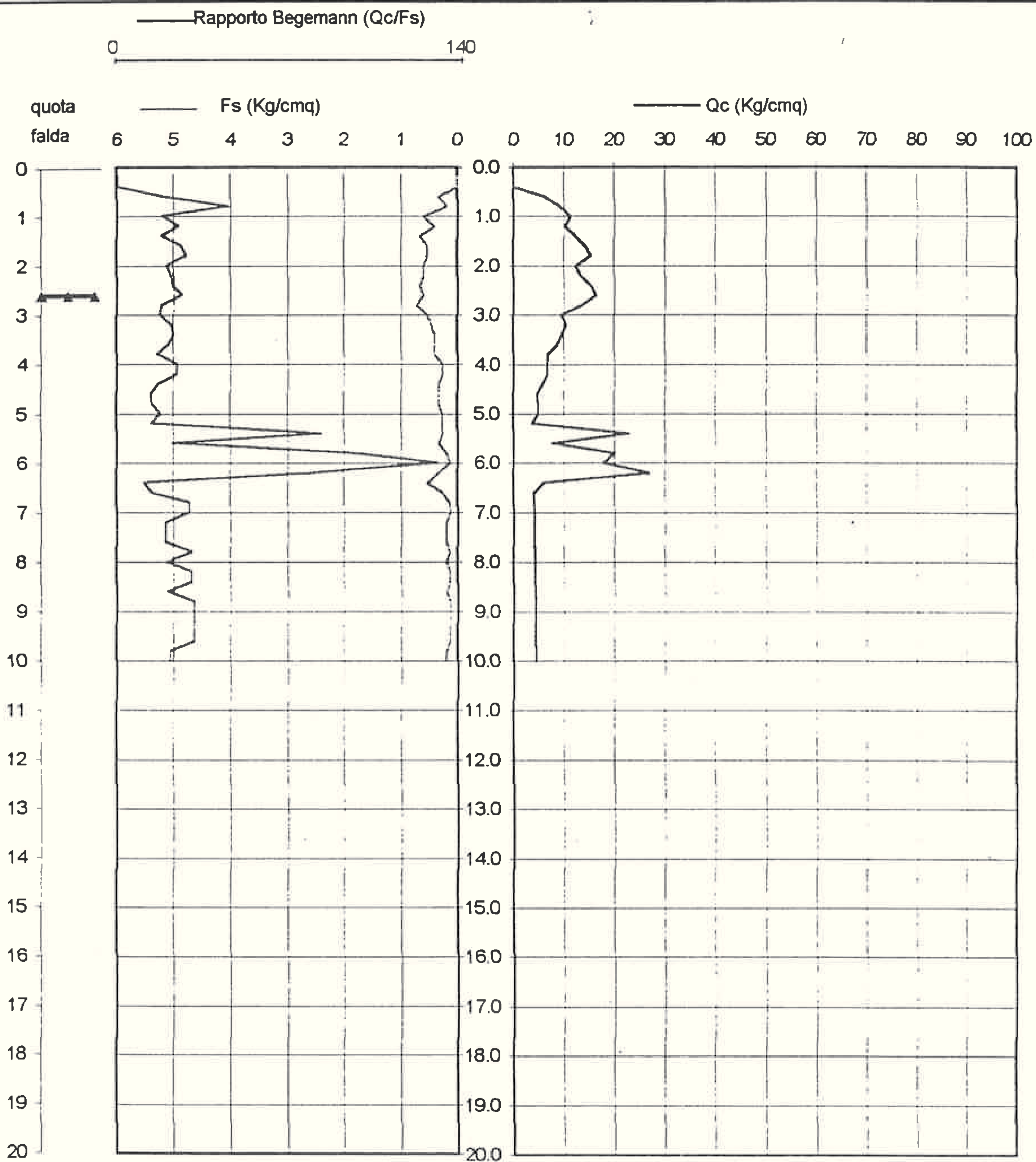
Cantiere: Via di Viaccia

Data: 27/2/03

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.): 2.6

PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI





GEOSERVIZI S.N.C.
di Cosco e Spadaro

via U. Foscolo 14 - 56017 Ghezzano (PI)
tel e fax 050-878470 cell. 0336-707450

Prova numero: 8

Data: 27/2/03

Committente: G.A.I.A. S.r.L.

Località: Pisa

Cantiere: Via di Viaccia

Profondità massima: 10.0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 2.6 m dal p.c.

parametri geotecnici stimati

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	γ [Kg/dmc]	σ'_{vo} [Kg/cmq]	ϕ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito- logia
0.2					1.80	0.04	-	-	-	-	non ril.	
0.4					1.80	0.07	-	-	-	-	non ril.	
0.6	6.1	0.3	18		1.71	0.11	-	-	0.24	32.9	=====	a
0.8	9.3	0.2	46		1.65	0.14	-	-	0.36	23.4	#####	l
1	11.3	0.6	19		1.90	0.18	-	-	0.44	21.9	=====	a
1.2	10.3	0.4	26		1.90	0.22	-	-	0.40	23.0	=====	a
1.4	12.3	0.7	18		1.91	0.25	-	-	0.48	21.0	=====	a
1.6	14.3	0.5	27		1.91	0.29	-	-	0.56	19.9	=====	al
1.8	15.4	0.5	29		1.91	0.33	-	-	0.60	19.6	=====	al
2	12.4	0.6	21		1.91	0.37	-	-	0.48	20.9	=====	a
2.2	13.4	0.6	22		1.91	0.41	-	-	0.52	20.3	=====	a
2.4	15.4	0.7	23		1.91	0.44	-	-	0.60	19.6	=====	a
2.6	16.4	0.6	27		1.91	0.46	-	-	0.64	19.4	=====	al
2.8	13.5	0.7	18		1.91	0.48	-	-	0.52	20.3	=====	a
3	9.5	0.5	18		1.88	0.50	-	-	0.36	24.1	=====	a
3.2	10.5	0.5	23		1.90	0.52	-	-	0.40	22.7	=====	a
3.4	9.5	0.4	24		1.88	0.53	-	-	0.36	24.1	=====	a
3.6	8.5	0.4	21		1.83	0.55	-	-	0.32	25.8	=====	a
3.8	6.7	0.4	17		1.50	0.56	-	-	0.24	48.0	#####	act
4	6.7	0.3	25		1.73	0.57	-	-	0.24	30.9	=====	a
4.2	6.7	0.3	25		1.73	0.59	-	-	0.24	30.9	=====	a
4.4	5.7	0.3	17		1.49	0.60	-	-	0.20	54.2	=====	act
4.6	4.7	0.3	14		1.48	0.61	-	-	0.16	63.3	#####	act
4.8	4.8	0.3	14		1.48	0.62	-	-	0.17	61.9	#####	act
5	4.8	0.3	18		1.48	0.63	-	-	0.17	61.9	#####	act
5.2	3.8	0.3	14		1.47	0.64	-	-	0.13	75.4	#####	act
5.4	22.8	0.3	85		1.71	0.65	31	27	-	14.6	=====	act
5.6	7.8	0.3	23		1.79	0.67	-	-	0.28	27.5	=====	a
5.8	19.9	0.2	100		1.70	0.68	30	22	-	0.8	=====	ss
6	17.9	0.1	134		1.69	0.69	29	17	-	0.9	=====	ss
6.2	26.9	0.3	81		1.73	0.71	32	31	-	12.4	=====	sm
6.4	5.9	0.5	11		1.49	0.72	-	-	0.21	52.4	#####	act
6.6	3.9	0.3	15		1.47	0.73	-	-	0.13	73.2	=====	act
6.8	4.0	0.1	30		1.60	0.74	-	-	0.13	46.4	=====	a
7	4.0	0.1	30		1.60	0.75	-	-	0.13	46.4	=====	al
7.2	4.0	0.2	20		1.60	0.76	-	-	0.13	46.4	=====	a
7.4	4.0	0.2	20		1.60	0.78	-	-	0.13	46.4	=====	a
7.6	4.0	0.2	20		1.60	0.79	-	-	0.13	46.4	=====	a
7.8	4.2	0.1	31		1.61	0.80	-	-	0.13	45.1	=====	al
8	4.2	0.2	21		1.61	0.81	-	-	0.13	45.1	=====	a
8.2	4.2	0.1	31		1.61	0.83	-	-	0.13	45.1	=====	al
8.4	4.2	0.1	31		1.61	0.84	-	-	0.13	45.1	=====	al
8.6	4.2	0.2	21		1.61	0.85	-	-	0.13	45.1	=====	a
8.8	4.3	0.1	32		1.62	0.86	-	-	0.14	44.0	=====	al
9	4.3	0.1	32		1.62	0.87	-	-	0.14	44.0	=====	al
9.2	4.3	0.1	32		1.62	0.89	-	-	0.14	44.0	=====	al
9.4	4.3	0.1	32		1.62	0.90	-	-	0.14	44.0	=====	al
9.6	4.3	0.1	32		1.62	0.91	-	-	0.14	44.0	=====	al
9.8	4.4	0.2	22		1.62	0.92	-	-	0.14	42.8	=====	a
10	4.4	0.2	22		1.62	0.94	-	-	0.14	42.8	=====	a

CEDIMENTI

CALCOLO DEL CEDIMENTO DI FONDAZIONI CONTINUE

Dati di progetto:

Larghezza (m)	B =	0,7
Profondità (m)	Df =	0,7
Carico di esercizio (Kg/cmq)	qe =	1
Carico incidente (Kg/cmq)	qi =	0,87

CALCOLO CEDIMENTI METODO TERZAGHI

$$S = H \cdot mv \cdot \delta q$$

Profondità mezzera s.p.f. (m)	Spessore (cm)	mv (cmq/Kg)	δq (Kg/cmq)	Cedimento (cm)
0,10	20	0,05	0,57	0,52
0,30	20	0,02	0,60	0,23
0,50	20	0,02	0,53	0,24
0,70	20	0,03	0,45	0,24
0,90	20	0,03	0,38	0,20
1,10	20	0,02	0,32	0,15
1,30	20	0,00	0,28	0,01
1,50	20	0,02	0,25	0,08
1,70	20	0,02	0,22	0,08
1,90	20	0,02	0,20	0,08
2,10	20	0,02	0,18	0,07
2,30	20	0,02	0,16	0,07
2,50	20	0,02	0,15	0,06
2,70	20	0,04	0,14	0,11
2,90	20	0,05	0,13	0,13
3,10	20	0,04	0,12	0,09
3,30	20	0,06	0,12	0,15
3,50	20	0,03	0,11	0,07
3,70	20	0,03	0,10	0,05
3,90	20	0,05	0,10	0,11
4,10	20	0,08	0,09	0,14
4,30	20	0,03	0,09	0,06
4,50	20	0,05	0,09	0,09
4,70	20	0,06	0,08	0,10
4,90	20	0,06	0,08	0,10
5,10	20	0,03	0,08	0,05
5,30	20	0,04	0,07	0,06
5,50	20	0,03	0,07	0,05
5,70	20	0,06	0,07	0,08
5,90	20	0,00	0,07	0,00
6,10	20	0,01	0,06	0,01
6,30	20	0,01	0,06	0,01
6,50	20	0,01	0,06	0,02
6,70	20	0,05	0,06	0,06
6,90	20	0,00	0,06	0,00
7,10	20	0,04	0,05	0,04
7,30	20	0,04	0,05	0,04
7,50	20	0,04	0,05	0,04
7,70	20	0,04	0,05	0,04
7,90	20	0,04	0,05	0,04
8,10	20	0,04	0,05	0,03
8,30	20	0,04	0,05	0,03
8,50	20	0,06	0,05	0,05
8,70	20	0,06	0,04	0,05
8,90	20	0,06	0,04	0,05
9,10	20	0,04	0,04	0,04
9,30	20	0,07	0,04	0,05
<i>Cedimento complessivo (cm)</i>				4,01

APPENDICE C

STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI ESEGUITI

COMMITTENTE: G.A.I.A. S.r.L.

DATA: 12 Febbraio 2003

CANTIERE: via Di Viaccia - Pisa

SOND. N°

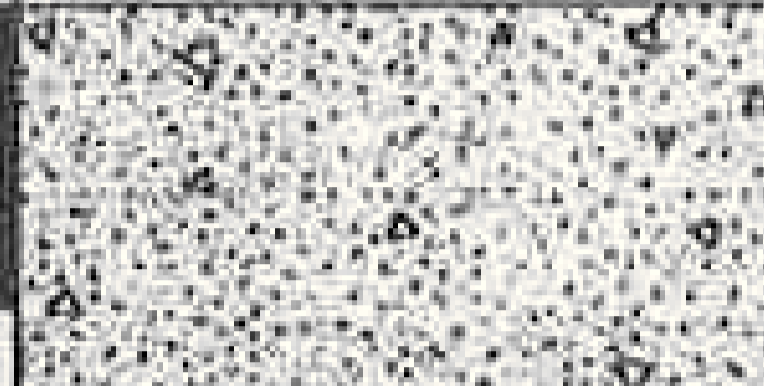
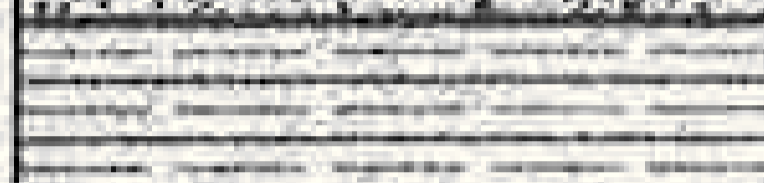


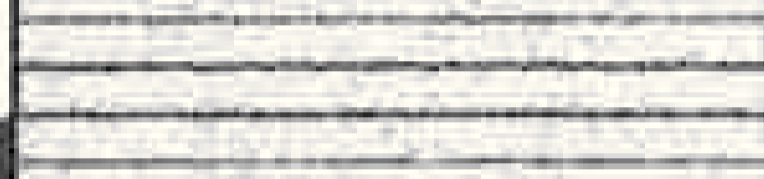






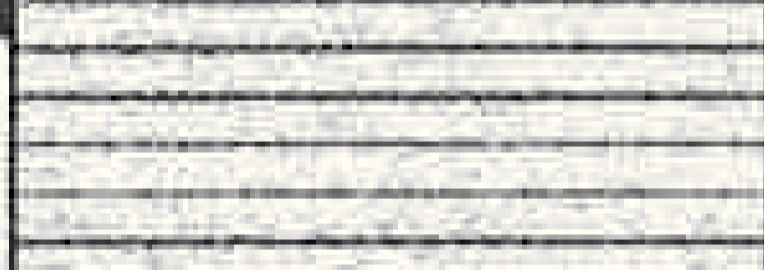
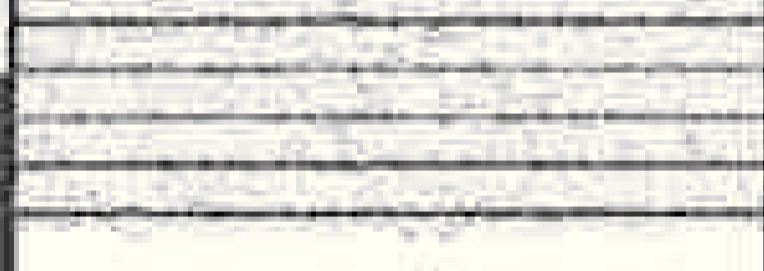












1

 **GEOSER** s.c.r.l.

I = CAMPIONE INDISTURBATO

R = CAMPIONE RIMANEGGIATO

S = CAMPIONATORE A PARETI SOTTILI

METODO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	PROFONDITA' DAL P.C. (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	LIVELLO FALDA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO % 20 40 60 80	POKET PENETROMETER (Kg/cmq)	CAMPIONI			STRUMENTAZIONE INSTALLATA		
									NUMERO	TIPO	PROFONDITA'			
TRIVELLAZIONE		ASTA AD ELICA	0.80		L.s.	Terreno di riporto								
			1											
			1.30					Altemanza di argilla e limo sabbioso da poco a moderatamente consistenti.						
			2											
			3											
			3.50											
			4					Argilla grigia inconsistente e organica.						
			5											
			5.50					Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.						
			6											
			6.50											
			7											
			8					Argilla grigia inconsistente e fossilifera.						
			9											
			10											
			10.50											
			11											
			12											
			13											
			14											
			15											
16														
17														
18														
19														
20														
20.50														

piezometro a cielo aperto
 con Ø 100 mm

Stratigrafia del sondaggio S1

COMMITTENTE: G.A.I.A. S.r.L.

DATA: 12 Febbraio 2003

CANTIERE: via Di Viaccia - Pisa

SOND. N°

2



I = CAMPIONE INDISTURBATO

R = CAMPIONE RIMANEGGIATO

S = CAMPIONATORE A PARETI SOTTILI

METODO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	PROFONDITA' DAL P.C. (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	LIVELLO FALDA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO % 20 40 60 80	POKET PENETROMETER (Kg/cmq)	CAMPIONI			STRUMENTAZIONE INSTALLATA	
									NUMERO	TIPO	PROFONDITA'		
TRIVELLAZIONE		ASTA AD ELICA	1			Terreno di riporto							
			1.60		l.s.	Argilla grigia poco consistente.							
			2			Argilla limosa grigia moderatamente consistente.							
			3			Argilla limosa grigia moderatamente consistente.							
			4			Argilla limosa grigia moderatamente consistente.							
			5			Argilla limosa grigia moderatamente consistente.							
			6			Argilla grigia, a tratti organica, da poco consistente a inconsistente.							
			7			Argilla grigia, a tratti organica, da poco consistente a inconsistente.							
			8			Argilla grigia, a tratti organica, da poco consistente a inconsistente.							
			9			Argilla grigia, a tratti organica, da poco consistente a inconsistente.							
			9.60			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			10			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			10.50			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			11			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			12			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			13			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			14			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			15			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			16			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
			17			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.							
18			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.										
19			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.										
20			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.										
20.50			Sabbia limosa grigia medio-fine, poco addensata.										

Stratigrafia del sondaggio S2