



**COMUNE DI PISA**  
Direzione Urbanistica

e-mail: [urbanistica@comune.pisa.it](mailto:urbanistica@comune.pisa.it)  
Tel: 050 910408  
Fax: 050 910456  
sito internet:  
[www.comune.pisa.it/pianificazione](http://www.comune.pisa.it/pianificazione)

~  
Palazzo Pretorio - Vicolo del Moro, 2

orario di apertura:  
martedì: 9.00 - 13.00  
giovedì: 15.00 - 17.00

**VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO  
AI SENSI DELLA L.R. N.1 DEL GENNAIO 2005**

**SOVRAPPASSO STRADALE DI COLLEGAMENTO TRA L'AEROPORTO  
E L'AREA CANTIERISTICA**

**RELAZIONE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICO-TECNICA**



Novembre 2005





## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	5
2	VINCOLI E SALVAGUARDIE.....	6
2.1	VINCOLO IDROGEOLOGICO.....	6
3	PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ.....	6
3.1	PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	6
3.2	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA.....	7
3.3	VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA.....	8
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE ED EVOLUZIONE PALEOGRAFICA DELL'AREA 9	
5	LINEAMENTI GEOLOGICI LOCALI.....	10
5.1	GEOMORFOLOGIA.....	10
5.2	ALTIMETRIA.....	10
6	ANALISI DEGLI STUDI GEOLOGICO-TECNICI DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE COMUNALE.....	10
7	INDAGINI SVOLTE.....	11
8	GEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO.....	12
9	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	13
10	CARATTERISTICHE LITOTECNICHE.....	14
11	CONSIDERAZIONI SULL'ATTIVITÀ SISMICA.....	17
12	FATTIBILITÀ A LIVELLO DI DETTAGLIO.....	17
13	ALLEGATI.....	21
13.1	ALLEGATO 1 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	23
13.2	ALLEGATO 2 LOGS DI PERFORAZIONE.....	25
13.3	ALLEGATO 3 CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO.....	27
13.4	ALLEGATO 4 POZZI ARTESIANI.....	29
13.5	ALLEGATO 5 CARTOGRAFIE.....	31



## 1 Premessa

La presente relazione di fattibilità geologica è stata svolta su incarico della Direzione Urbanistica del Comune di Pisa, nell'ambito del progetto per il "sovrappasso stradale di collegamento tra l'aeroporto e l'area cantieristica". Sull'area interessata dalla variante urbanistica sono state eseguite valutazioni geologiche, geotecniche ed idrauliche, la tavola n. 1 "Inquadramento area di studio" mostra l'area indagata e l'intervento che sarà effettuato.

Il progetto della nuova viabilità prevede la realizzazione di un ponte di collegamento, che oltrepassa la strada statale n. 1 "Aurelia" e la linea ferroviaria Pisa-Livorno, tra l'Aeroporto e la zona cantieristica posta in prossimità della darsena pisana. In particolare il sovrappasso si raccorderà con la via Caduti di Sarajevo nella zona dell'aeroporto, ad est della linea ferroviaria Pisa-Livorno, e con la via di Gargalone ad ovest della S.S. Aurelia, nella zona cantieristica.

Poiché allo stato attuale il Comune di Pisa ha approvato il Regolamento Urbanistico con Del. C.C. n. 43 il 28 luglio 2001, il presente atto costituirà variante allo strumento urbanistico vigente.

La presente relazione, che illustra le conclusioni raggiunte sulla fattibilità della variante, fa riferimento:

- alle indagini geologico-tecniche di supporto al Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa, depositate presso l'Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio (Regione Toscana),
- alla campagna geognostica per il "sovrappasso stradale di collegamento tra l'aeroporto e l'area cantieristica" ed alla relativa relazione geologico-tecnica redatta dal Dott. Geol. F. Mezzetti su incarico del Comune di Pisa - Servizio Progetti Nuove Opere (convenzione rep. 6/2002 stipulata in data 05/07/2002 di cui alla determinazione DNO 990 del 03/09/2002).

Nella presente relazione di fattibilità si fa esplicito riferimento a tali indagini geologico-tecniche.

Tali indagini sono conformi a quanto prescritto:

- al punto H del D.M. 11.3.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno e delle terre e delle opere di fondazione",

- alla L.R. 17.4.1984 n. 21 "Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione dal rischio sismico", in attuazione dell'art. 20 della L. 10.12.1981 n. 741,m

- alla D.C.R.T. 12.02.1985 n. 94 "Direttiva sulle indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica" in attuazione della L.R. 21/84,

- alla Legge Regionale 3 gennaio 2005, n°1,

- alla L.R. 26 gennaio 2005, n°15.

e sono integrate per gli aspetti relativi alle classi di pericolosità, con riferimento al rischio idraulico:

- dalle misure di salvaguardia di cui al Titolo VII della D.C.R. n°12 del 25 gennaio 2000 "Piano di Indirizzo Territoriale",

- dalle indicazioni del Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) della Provincia di Pisa (approvato con Del. C.P. 394/88),

- dalla normativa di piano entrata in vigore con D.P.C.M. 5 novembre 1999. "Approvazione del Piano Stralcio relativo alla Riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del fiume Arno". (GU n. 226 del 22-12-1999),

- dalla normativa di piano entrata in vigore con D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico" (GU n. 230 del 3-10-2005)

In questa relazione gli aspetti idraulici vengono analizzati in modo schematico. Tali aspetti sono affrontati, con riferimento a quanto disposto dalle normative vigenti, in modo dettagliato in apposito studio idrologico-idraulico, che va a costituire parte integrante del progetto.

## **2 Vincoli e salvaguardie**

Di seguito vengono esaminati i principali vincoli territoriali che insistono nell'area in oggetto.

### **2.1 Vincolo idrogeologico**

L'area di interesse non si trova in zona soggetta al vincolo idrogeologico ai sensi della Legge n°3267 del 30.12.1923 e degli artt. 21 e 22 del R.D.L. 1126/1926.

## **3 Pericolosità e vulnerabilità**

Di seguito vengono descritti gli aspetti legati alla pericolosità e vulnerabilità dell'area oggetto dell'intervento.

### **3.1 Pericolosità idraulica**

Secondo le vigenti normative in materia di pericolosità e rischio idraulico, dettate dall'Autorità di Bacino del fiume Arno, dalla Regione Toscana e dalla Provincia di Pisa, l'area d'interesse risulta essere sottoposta a particolari vincoli e direttive.

Nel Piano Stralcio relativo alla Riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 5 novembre 1999, l'area di interesse risulta:

- nella "Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno". (Scala 1:25.000) non essere interessata da aree destinate a casse di espansione di tipo A o B,

- nella "Carta guida delle aree allagate redatte sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 - 1999)" (Scala 1:25.000) essere tra quelle interessate da "alluvioni ricorrenti" per la parte di rilevato in destra alla S.S. 1 Aurelia direzione Pisa-Roma e tra quelle interessate da "alluvioni eccezionali" per la parte di rilevato stradale in sinistra alla S.S.1 Aurelia (tavola n. 2),

- nella "Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti" (Scala 1:25.000), non essere interessata dalla norma n. 5.

Nel Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico adottato nella seduta di Comitato Istituzionale dell'11 novembre 2004 ed entrato in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3-10-2005) l'area di interesse risulta:

- individuata nella Carta della "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - livello di dettaglio" (scala 1:10.000), ed inquadrata per la parte di rilevato in destra alla S.S. 1 Aurelia direzione Pisa-Roma tra quelle "a pericolosità idraulica media" (P.I.2) e per la parte di rilevato stradale in sinistra alla S.S. n.1 Aurelia tra quelle "a pericolosità idraulica molto elevata" (P.I.4) (tavola n. 3). Al Titolo II, Capo I, art. 5 delle Norme di Attuazione del Progetto di piano si legge che, al livello di dettaglio, le aree P.I.4 corrispondono alle:

*aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $TR \leq 30$  anni e con battente  $h \geq 30$  cm*

mentre le aree P.I.2 corrispondono alle:

*aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $30 < TR \leq 100$  anni e con battente  $h < 30$  cm  
e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $100 < TR \leq 200$  anni ;*

Dall'analisi delle misure di salvaguardia, vigenti fino all'8 marzo 2005, di cui al Titolo VII della D.C.R. n°12 del 25 gennaio 2000 "Piano di Indirizzo Territoriale", emergeva che l'area oggetto di intervento era in minima parte in ambito B.

Nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa approvato con Del. C.P. 394/88 l'area di interesse risulta:

individuata nella Carta della "Pericolosità idraulica - tavola 2", tra quelle a "pericolosità media (sottoclasse 3a)".

*Ai sensi della art. 7 l'intero territorio interessato dalla disciplina dettata dal presente piano viene suddiviso nelle seguenti classi e sottoclassi di pericolosità idraulica che integrano e specificano, in merito alla aree soggette a esondazione o sommersione e ristagno, superando quelle di cui all' art.7 della D.C.R. 230/94, le classi della carta di pericolosità di cui al punto 3.1 della D.C.R. 94/85:*

[...]

classe 3 - pericolosità media:

sottoclasse 3 a: 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;

[...]

Nel Piano Strutturale del Comune di Pisa approvato con Del. C.C. n. 103 il 2 ottobre 1998 l'area di interesse risulta:

individuata nella "Carta della Pericolosità B\_2\_10", inquadrata per la parte di rilevato in destra alla S.S. 1 Aurelia direzione Pisa-Roma tra quelle a "Pericolosità medio elevata" con codice 61.

*61 (Classe 3c) - Area soggetta a frequenti allagamenti sia per la vicinanza di zone depresse, sia per inefficienza del sistema di scolo; ricade in parte in ambito B"*

e per la parte di rilevato stradale in sinistra alla S.S.1 Aurelia tra quelle a "Pericolosità geologica medio-bassa (3a)" con codice 42 (tavola n. 4).

*42 -(Classe 3a) - Zona morfologicamente in situazione sfavorevole dal punto di vista idraulico (quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda); non presenta particolari problematiche legate alle caratteristiche geotecniche dei terreni"*

Risulta evidente che la pericolosità di quest'area è prevalentemente di tipo idraulico.

### **3.2 Pericolosità geomorfologica**

Nel Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico adottato nella seduta di Comitato Istituzionale dell'11 novembre 2004 ed entrato in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3-10-2005) l'area di interesse non risulta essere individuata nella Carta della "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - livello di sintesi.

Nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa approvato con Del. C.P. 394/88 l'area di interesse risulta:

individuata nella Carta della "Pericolosità geomorfologica - tavola 1", tra quelle a "pericolosità media (sottoclasse 3b)".

*Ai sensi della art. 5 l'intero territorio interessato dalla disciplina dettata dal presente piano viene suddiviso nelle seguenti classi e sottoclassi di pericolosità geomorfologica che integrano e specificano, in merito alla instabilità dei terreni, le classi della carta di pericolosità di cui al punto 3.1 della D.C.R. 94/85:*

[...]

classe 3 - pericolosità media:

sottoclasse 3 b: in essa ricadono [...] le aree della pianura alluvionale con prevalenza di terreni compressibili a bassa resistenza penetrometrica statica;

[...]

Nel Piano Strutturale del Comune di Pisa approvato con Del. C.C. n. 103 il 2 ottobre 1998 l'area di interesse risulta:

individuata nella "Carta della Pericolosità B\_2\_10", inquadrata per la parte di rilevato in destra alla S.S. 1 Aurelia direzione Pisa-Roma tra quelle a "Pericolosità medio elevata" con codice 61 (tavola n. 4).

Come è stato precisato nel capitolo precedente, il Piano Strutturale indica la pericolosità di quest'area come prevalentemente di tipo idraulico, mentre mostra che da un punto di vista geomorfologico non presenta particolari problematiche legate alle caratteristiche geotecniche dei terreni".

### 3.3 Vulnerabilità idrogeologica

Nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa approvato con Del. C.P. 394/88 l'area di interesse risulta:

individuata nella Carta della "Vulnerabilità Idrogeologica – tavola 3", per le due rotatorie tra quelle a "pericolosità media (sottoclasse 3b)" per una piccola parte del rilevato in destra alla S.S. 1 Aurelia direzione Pisa-Roma tra quelle a "pericolosità media (sottoclasse 3a)" per il resto dell'opera tra quelle a "pericolosità bassa".

*Ai sensi della art. 9 l'intero territorio interessato dalla disciplina dettata dal presente piano viene suddiviso nelle seguenti classi e sottoclassi di vulnerabilità idrogeologica:*

[...]

*classe 2 - vulnerabilità bassa: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è apparentemente non vulnerabile, in base a considerazioni riguardanti la natura degli eventuali acquiferi e quella dei terreni di copertura, ma per cui permangono margini di incertezza dovuti a diversi fattori, quali la scarsa disponibilità di dati, la non precisa definibilità delle connessioni idrogeologiche, e simili; corrisponde altresì alle situazioni in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni; in essa ricadono corpi idrici multifalda caratterizzati dalla presenza di alternanze tra litotipi a diversa ma comunque bassa permeabilità non completamente definiti si base idrogeologica, terreni a bassa permeabilità sciolti o litoidi con pendenze superiori al 20 per cento o con piezometria media profonda, terreni alluvionali in vallette secondarie in cui non si rilevano indizi certi di circolazione idrica e con bacino di alimentazione caratterizzato in affioramento da litologie argilloso-sabbiose;*

*classe 3 - vulnerabilità media:*

- *sottoclasse 3 a: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestate in terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestate in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica;*
- *sottoclasse 3 b: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili;*

[...]

Nel Piano Strutturale del Comune di Pisa approvato con Del. C.C. n. 103 il 2 ottobre 1998 la cartografia relativa alla vulnerabilità idrogeologica non era presente, in quanto a quella data non richiesto. Attualmente il Piano strutturale, approvato in data anteriore all'entrata in vigore del Piano di Indirizzo Territoriale e del Piano Territoriale di Coordinamento, risulta, per alcune sue parti, non conforme agli strumenti sovracomunali. Relativamente alla vulnerabilità idrogeologica, in data 21 luglio 2005 è stata presentata una variante parziale al P.S. che è stata accolta con delibera di C.C. n. 48 e tuttora in corso di approvazione. Da questa nuova cartografia l'area di interesse risulta inquadrata tra quelle a "Vulnerabilità irrilevante" non presentando criticità.

## **4 Inquadramento geologico regionale ed evoluzione paleografica dell'area**

L'area in oggetto è situata nella pianura di Pisa che rientra nel Bacino Pisano-Versiliese, *Graben* compreso fra le Alpi Apuane e il Monte Pisano ad Est e la Dorsale della Meloria-Maestra, sommersa dal mare, ad Ovest. Nell'apparente uniformità della zona possono essere in realtà distinte una fascia pedemontana in Versilia formata dalle conoidi alluvionali dei torrenti Apuani, una fascia interna leggermente depressa e una fascia costiera formata da accumuli di depositi sabbiosi in forma di dune e dalla spiaggia vera e propria.

Il Bacino Pisano-Versiliese ha avuto il massimo sviluppo nel Pliocene inf-medio; in seguito è entrato a far parte dell'ampia regione emersa che si stendeva verosimilmente fino alla Corsica ed alla Sardegna, per poi subire un nuovo notevole sprofondamento nel Pleistocene inf. L'inizio di una notevole ed intensa attività fluviale, riferibile contemporaneamente all'Arno e al ramo del Serchio passante ad Est del Monte Pisano, risale al tardo Pleistocene medio (Interglaciale Mindel-Riss). Al Würm II corrisponde una seconda fase fluviale attribuibile all'Arno e al corso del Serchio ad Est del Monte Pisano, ampiamente rintracciata intorno ai 40 - 60 m di profondità nel sottosuolo superiore della pianura.

Ancora nelle fasi tarde dei Würm II corrispondono i depositi in prevalenza eolici, pedogenizzati, che bordano l'orlo meridionale della pianura (Sabbie di Vicarello) e formano uno sbarramento trasversale (Sabbie dell'isola di Coltano) posto all'interno dei sedimenti litoranei Olocenici della trasgressione versiliana.

Al Würm I sembra corrispondere la prima tracimazione del Serchio verso il mare attraverso la gola di Ripafratta, avvenuta in senso inverso a quello dell'attuale scorrimento delle acque, addirittura prima del Miocene Sup., e che era rimasta inattiva con lo sprofondamento del Bacino Pisano-Versiliese.

Analizzando più in dettaglio l'evoluzione paleogeografica della area oggetto di questo studio vediamo che, nel Miocene Superiore questa è interessata da una prima trasgressione marina, testimoniata dai depositi presenti sulle colline omonime: ai conglomerati basali seguono le argille lagunari, quindi sedimenti evaporitici ed infine sabbie, argille e conglomerati. Nel Pliocene Inferiore si instaurano condizioni di generale subsidenza che determinano una seconda fase di trasgressione marina e, i depositi oltrepassano i limiti del precedente ciclo arrivando a poggiare direttamente sulle rocce del substrato pre-neogenico. Nel Pliocene medio si verifica una regressione che porta, nel Pliocene Superiore, alla completa emersione del Valdarno inferiore, dando origine ad un complesso reticolo di valli fluviali, che prefigurano il sistema idrografico Arno - Serchio.

Nel corso del Pleistocene assumono grande importanza le oscillazioni eustatiche del livello del mare, collegate con le vicende dei cicli glaciali: a questa fase appartengono i depositi salmastri e marini dei Pleistocene Inferiore affioranti sulle Colline Pisane.

Alla fine del Pleistocene inferiore il mare si ritira nuovamente scoprendo un vasta area pianeggiante che, successivamente sarà percorsa dal paleo-sistema idrografico, drenante i bacini dell'Arno e del Serchio; dall'apporto solido di questi corsi d'acqua inizia la costruzione della pianura alluvionale costiera (definito anche "substrato superiore"). Una prima importante fase di sedimentazione è rappresentata dai depositi alluvionali e fluvio-lacustri del Pleistocene medio-superiore affioranti, in forme terrazzate, sulle Cerbaie e sui margini delle Colline Pisane. In conclusione, in questa area, si sono succedute fasi in cui prevaleva una sedimentazione marina o lagunare-salmastra, con forti spessori di sabbie, limi ed argille, e fasi continentali nelle quali l'apporto di depositi più grossolani da parte dei corsi d'acqua era talvolta predominante. Nelle fasi più antiche di alluvionamento si sono sviluppati i depositi ghiaioso-ciottolosi del Paleosistema idrografico Arno-Serchio, distribuiti prevalentemente in ampi alvei di tipo fiumara; nelle fasi più recenti, durante i quali l'Arno e il Serchio si sono resi indipendenti, il trasporto solido diviene prevalentemente sabbioso-limoso, da parte di corsi d'acqua meandriformi, con granulometrie maggiori nei depositi di canale rispetto a quelli di esondazione. Alla progradazione e all'aggradazione della pianura hanno contribuito i depositi di spiaggia e quelli dei lidi e delle dune litoranei; gli spostamenti diacroni della linea di riva sono quindi segnati al di sotto delle coperture limo-argillose di origine alluvionale da allineamenti di depositi sabbiosi, collegati a quelli che affiorano attualmente lungo la costa e sul margine meridionale della pianura.

L'alimentazione dei depositi di spiaggia è data soprattutto dagli apporti detritici dell' Arno e del Serchio con un piccolo contributo da parte dei fiumi Apuani.

Nella Pianura Pisana affiorano dunque depositi del Pleistocene Superiore e dell'Olocene: i primi sono rappresentati dai depositi residui scampati all'erosione del Würm III, i secondi hanno uno spessore massimo di 30 metri e sono rappresentati da:

Lidi e dune sabbiose;

Sedimenti di esondazione fluviale deposti in vicinanza degli attuali corsi dell'Arno e del Serchio (sabbie argillose di Le Rene);

Limi e argille alluvionali che rappresentano la frazione fine dei depositi di esondazione fluviale;

Limi, argille, torbe palustri e depositi di colmate.

## **5 Lineamenti geologici locali**

Per la rappresentazione geologica dell'area è stata presa a riferimento la "Carta degli elementi naturalistici e storici della Pianura di Pisa e dei Rilievi Contermini - scala 1: 50.000" (CNR - Centro di Studi per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino - Pisa - Mazzanti et alii) nella quale si evidenzia che l'area in esame insiste su terreni prevalentemente limoso-sabbiosi costituiti dai "depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi e limosi" olocenici ("25") (tavola 5) che sono intervallati, in senso areale dai "depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata" anch'essi olocenici ("26") (tavola 5), costituiti essenzialmente da terreni a granulometria fine, limoso argillosi, contenenti anche livelli organici.

La relativa vicinanza del Fiume Arno, oltre che la presenza di una fitta serie di meandri sepolti, spiega la rilevante variabilità litologica e litotecnica dell'area sia arealmente che con la profondità.

Inoltre è stata presa in esame la "Carta geologica" che accompagna il quadro conoscitivo di supporto alla predisposizione del Piano Strutturale dove sono cartografati e distinti i depositi affioranti in un ampio intorno della zona oggetto di studio per un ambito areale geologicamente significativo, ed in particolare sono rappresentati i seguenti litotipi:

- depositi alluvionali costituiti prevalentemente da limi e argille con talvolta interstrati di limo sabbioso e di argilla organica (età: Olocene);
- depositi alluvionali costituiti prevalentemente da sabbie limose e argillose con intercalazioni limo argillose (età: Olocene).

Il rilievo effettuato in campagna ha confermato quanto riportato nella carta geologica del Piano Strutturale, infatti l'area oggetto del nuovo ponte, risulta essere interessata in superficie da terreni a prevalenza limoso argillosa riconducibili al litotipo "all<sub>1</sub>"; sono inoltre localmente presenti, in adiacenza ai tracciati stradali dove sono stati eseguiti i sondaggi geognostici, terreni superficiali di riporto a matrice limosa.

### **5.1 Geomorfologia**

Per quanto concerne la geomorfologia è stato inoltre evidenziato, sulla tavola n.5, l'elemento più significativo presente nelle vicinanze della zona in esame costituito dal tratto terminale di uno dei numerosi paleoalvei del Fiume Arno. Non si evidenziano fenomenologie di dissesto o, dato anche il carattere pianeggiante dell'area, situazioni al limite di equilibrio né processi morfologici in corso che possano condizionare l'intervento previsto.

### **5.2 Altimetria**

La zona in esame, situata nella porzione meridionale della città di Pisa a sud del corso del F. Arno, è caratterizzata da una morfologia pianeggiante con una quota altimetrica media (+0,5 m circa) di poco sopra al l.m.m. e con alcune aree aventi quote di poco al di sotto di tale livello evidenziando superfici morfologicamente più depresse.

## **6 Analisi degli studi geologico-tecnici di supporto al Piano Strutturale Comunale**

Al fine di completare il quadro conoscitivo necessario alla predisposizione della presente relazione è stata presa visione di tutti gli studi geologico-tecnici di supporto al Piano Strutturale, di seguito si riporta la descrizione di quelli ritenuti più pertinenti:

Carta Idrogeologica: in zona si hanno sedimenti a permeabilità primaria molto bassa, il livello piezometrico della falda freatica si colloca sui +0,5 metri s.l.m.;

Carta dei dati di base: nell'ambito dell'area in oggetto sono presenti alcuni dati geognostico (sondaggio n. 8 - n. 829 - n. 864);

Carta dei sistemi idraulici: l'area è compresa nel sottobacino di bonifica a scolo meccanico della bonifica del Venticinque ed in parte nel sottobacino di bonifica a scolo meccanico della bonifica del S. Giusto;

Carta delle aree allagabili: l'area in oggetto risulta classificata tra quelle aree soggette a episodi di tracimazione dei canali di bonifica e difficoltoso drenaggio delle acque in caso di eventi piovosi intensi;

Carta del tetto delle argille compressibili: l'intervento previsto risulta compreso su un'area in cui lo strato delle argille compressibili si trova compreso tra i -2 ed i -4 metri.

## 7 Indagini svolte

Come precisato nella premessa, la presente relazione, che illustra le conclusioni raggiunte sulla fattibilità della variante, fa riferimento:

- alle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa, depositate presso l'Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio (Regione Toscana);

- alla campagna geognostica per il "sovrappasso stradale di collegamento tra l'aeroporto e l'area cantieristica" ed alla relativa relazione geologico-technica redatta dal Dott. Geol. F. Mezzetti su incarico del Comune di Pisa - Servizio Progetti Nuove Opere (convenzione rep. 6/2002 stipulata in data 05/07/2002 di cui alla determinazione DNO 990 del 03/09/2002). Sull'area interessata sono stati eseguiti, per la predisposizione della relazione geologico-technica redatta dal Dott. Geol. F. Mezzetti, dei sondaggi geognostici, analisi e prove in situ e di laboratorio, indagini mirate ad investigare la porzione di suolo e sottosuolo direttamente o indirettamente influenzata dall'opera.

In particolare sono state eseguite le seguenti indagini in sito:

- esecuzione di n. 4 sondaggi geognostici a rotazione e distruzione di nucleo profondi 50,0 m ciascuno (S1-S3-S5-S7), per complessivi 200,0 m di perforazione;

- esecuzione di n. 5 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo di cui quattro profondi 50,0 m (S2-S4-S6-S8) ed uno profondo 18,0 m (S9), per complessivi 218,0 m di perforazione;

- prelievo di n. 13 campioni indisturbati di terreno (metodo Shelby) e di n. 2 campioni rimaneggiati di terreno durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici e successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio;

- esecuzione di n. 15 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) a varie profondità nei fori dei sondaggi geognostici;

- installazione di n. 1 piezometro nel foro del sondaggio geognostico n. 9;

- controllo del livello piezometrico dell'acquifero nel piezometro installato.

Sui campioni di terreno prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono state effettuate le seguenti analisi di laboratorio:

### SONDAGGIO N. 2

CAMPIONE N.1	da 37,0 a 37,5 m (Rimaneggiato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica
CAMPIONE N.2	da 40,5 a 41,0 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD
CAMPIONE N.3	da 49,5 a 50,0 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica

### SONDAGGIO N. 3

CAMPIONE N. 1	da 39,0 a 39,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD
---------------	---------------------------------	---

### SONDAGGIO N. 4

CAMPIONE N. 1	da 35,5 a 36,0 m (Rimaneggiato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica
CAMPIONE N. 2	da 36,0 a 36,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD
CAMPIONE N. 3	da 46,5 a 47,0 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD

### SONDAGGIO N. 5

CAMPIONE N. 1	da 42,0 a 42,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD
---------------	---------------------------------	---

### SONDAGGIO N. 6

CAMPIONE N. 1	da 37,5 a 38,0 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica
CAMPIONE N. 2	da 43,5 a 44,0 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD
CAMPIONE N. 3	da 48,0 a 48,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica

Geol. Marco Redini - Tel. Uff.: +39 050 910952 - e-mail: [m.redini@comune.pisa.it](mailto:m.redini@comune.pisa.it)

Comune di Pisa - via degli Uffizi, 1 56100 Pisa - centralino: 050 910111 - fax: 050 500242 - partita IVA 00341620508

**SONDAGGIO N. 8**

CAMPIONE N. 1	da 27,0 a 27,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD
CAMPIONE N. 2	da 30,0 a 30,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD
CAMPIONE N. 3	da 33,0 a 33,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Analisi Granulometrica, Taglio diretto CD

**SONDAGGIO N. 9**

CAMPIONE N. 1	da 8,0 a 8,5 m (Indisturbato)	Peso di volume, Taglio diretto CD, Prova edometrica
---------------	-------------------------------	---

Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) sono state eseguite alle seguenti profondità:

SONDAGGIO N. 1	da 30,0 a 30,45 m	da 39,0 a 39,45 m	da 42,0 a 42,45 m	da 45,0 a 45,45 m.
SONDAGGIO N. 3	da 26,0 a 26,45 m	da 33,0 a 33,45 m	da 48,0 a 48,45 m	
SONDAGGIO N. 5	da 37,5 a 37,95 m	da 46,5 a 46,95 m	da 49,5 a 49,95 m	
SONDAGGIO N. 7	da 35,0 a 35,45 m	da 40,0 a 40,45 m	da 45,0 a 45,45 m	da 49,5 a 49,95
SONDAGGIO N. 8	da 42,0 a 42,45 m			

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti dalla G.S. Trivellazioni S.n.c. di San Miniato Basso (PI) con inizio dei lavori in data 09/09/2002 ed ultimazione degli stessi in data 30/09/2002; la macchina di perforazione utilizzata è del tipo "Tess 100" della TES CAR di Osimo (AN) avente le seguenti principali caratteristiche tecniche: peso 11.800 Kg, potenza motore 115 hp, spinta e tiro della slitta a catena per aste 6.000 kg, argano 2.000 kg, doppia morsa idraulica, testa idraulica di rotazione delle aste e dotata, per gli spostamenti, di cingoli in ferro.

Le analisi di laboratorio sui campioni di terreno sono state effettuate presso il Laboratorio Geotecnico della G.S. Trivellazioni S.n.c. e certificate dal direttore di laboratorio dott. geol. Paolo Tognelli utilizzando le procedure attinenti alle normative ASTM, BS, DIN, CNR, AASCHTO, alla normativa UNI ed AGI e sono state ultimate in data 18/10/2002.

La tavola n. 6 riportata i dati di base presenti nella cartografia "dati di base" utilizzati per il Piano Strutturale, integrata con l'ubicazione dei nove sondaggi geognostici eseguiti a supporto della progettazione del nuovo ponte di collegamento tra l'aeroporto e la zona cantieristica. Il sondaggio n. 9 è stato realizzato in località il Podere Verdea, a circa 1600 m a sud-ovest della zona interessata, in corrispondenza di un'area destinata ad ospitare una vasca di accumulo di acqua afferente all'impianto idrovoro dell'aeroporto

La documentazione fotografica relativa all'ubicazione dei sondaggi geognostici ed ai campioni di terreno, prelevati in avanzamento durante la perforazione degli stessi, è riportata nell'allegato.1 "Documentazione fotografica"; i dati tecnici relativi ai sondaggi geognostici sono invece contenuti nei "Logs di perforazione" dell'allegato 2 dove viene descritta in dettaglio la successione stratigrafica del sottosuolo investigato desunta dall'osservazione diretta dei campioni di terreno.

Sono inoltre allegati nell'allegato 3 i "Certificati delle analisi di laboratorio" relativi alle determinazioni effettuate sui campioni di terreno prelevati in avanzamento nei sondaggi geognostici, con accorpata una descrizione sintetica delle metodologie di prova seguite ed una tabella riassuntiva dei parametri geotecnici ottenuti.

## 8 Geologia del sottosuolo

Mediamente l'andamento stratigrafico del sottosuolo, nell'ambito dell'area interessata dal progetto delle opere fondazionali del ponte, è stato possibile ricostruire il modello geologico del sottosuolo che risulta caratterizzato nella porzione più superficiale da un'alternanza di terreni limosi e argillosi con una prevalenza degli orizzonti argillosi caratterizzati da maggiori spessori fino ad una profondità media di circa 25,0 m dal piano di campagna; a tale profondità si verifica un passaggio stratigrafico con i sottostanti depositi sabbiosi caratterizzati da livelli di sabbia di varia granulometria e spessore, che sono stati incontrati fino alla profondità massima investigata con i sondaggi geognostici di 50,0 m dal piano di campagna.

La successione litostratigrafica dei terreni, ricavata dall'analisi dei campioni di terreno estratti dai n. 8 sondaggi geognostici eseguiti in corrispondenza dell'asse del sovrappasso di progetto, ha una buona continuità laterale e può essere come di seguito sintetizzata:

da p.c. a -1,0 m	terreno di riporto limoso
da -1,0 m a -3,0 m	limo argilloso e sabbioso
da -3,0 m a -7,0 m	argilla plastica, argilla organica e argilla limosa
da -7,0 m a -8,0 m	limo sabbioso con intercalazioni di argilla organica

**Geol. Marco Redini** - Tel. Uff.: +39 050 910952 - e-mail: [m.redini@comune.pisa.it](mailto:m.redini@comune.pisa.it)

Comune di Pisa - via degli Uffizi, 1 56100 Pisa - centralino: 050 910111 - fax: 050 500242 - partita IVA 00341620508

da -8,0 m a -18,0 m	argilla grigio azzurra con fossili e livello basale più compatto
da -18,0 m a -19,7 m	argilla e argilla limosa
da -19,7 m a -20,3 m	limo sabbioso e argilloso
da -20,3 m a -24,0 m	argilla plastica con fossili e intercalazioni limo sabbiose e di argilla organica
da -24,0 m a -25,0 m	limo sabbioso e argilloso e sabbia limosa
da -25,0 m a -27,5 m	sabbia grigio verde, ocra prevalentemente fine
da -27,5 m a -30,5 m	sabbia marrone medio fine
da -30,5 m a -32,5 m	sabbia grigia da fine a grossolana
da -32,5 m a -37,0 m	sabbia grigio verde medio fine
da -37,0 m a -39,5 m	sabbia grigio scuro medio fine
da -39,5 m a -40,0 m	sabbia limosa e limo sabbioso
da -40,0 m a -50,0 m	sabbia grigia da fine a grossolana

L'andamento stratigrafico del sottosuolo sopra descritto e ricostruito in base al profilo longitudinale dell'andamento plano-altimetrico del sovrappasso di progetto, è riportato sulla tavola 7 "Sezione litostratigrafica" (scala orizzontale 1:1.000 / scala verticale 1:250).

La sezione evidenzia la buona correlazione esistente tra le successioni dei terreni ricavate dai quattro sondaggi geognostici eseguiti a carotaggio continuo e mostra che sia nei depositi argillo-limosi, che nei sottostanti depositi sabbiosi, gli orizzonti litologici mantengono la loro distribuzione nel sottosuolo con spessori abbastanza omogenei; questo non si verifica solo in alcuni casi, come per dei modesti livelli limo sabbiosi che si presentano sotto forma di lenti intercalate, come per un orizzonte sabbioso che tende a chiudersi per poi riaprirsi e non viene incontrato dal sondaggio n. 4 o come per un altro orizzonte sabbioso che assottiglia il suo spessore andando verso ovest.

Per quanto riguarda la sequenza stratigrafica del sottosuolo nell'area interessata dalla vasca di accumulo di progetto in località Podere Verdea, riportiamo di seguito la sintesi della successione litostratigrafica desunta dall'analisi dei campioni di terreno estratti dal sondaggio n. 9 eseguito all'interno dell'area da scavare per la realizzazione di tale opera:

da p.c. a -0,5 m	terreno di riporto limo argilloso
da -0,5 m a -2,5 m	limo argilloso con intercalazioni limo sabbiose
da -2,5 m a -5,5 m	argilla plastica con sottili intercalazioni di argilla organica
da -5,5 m a -12,5 m	argilla plastica molle con fossili ed intercalazioni di argilla organica
da -12,5 m a -14,5 m	argilla e argilla limosa con intercalazioni limo argillose e di argilla organica
da -14,5 m a -15,0 m	limo sabbioso e argilloso
da -15,0 m a -18,0 m	sabbia ocra medio fine con al tetto un livello di sabbia limosa

La sequenza stratigrafica evidenzia, in questa zona, un innalzamento del passaggio tra i depositi argillosi e limosi ed i sottostanti depositi sabbiosi incontrati a partire da circa 15,0 m di profondità dal p.c..

## 9 Caratteristiche Idrogeologiche

La porzione di pianura pisana in esame risulta caratterizzata dalla presenza di due sistemi acquiferi ben definiti circolanti in orizzonti permeabili aventi potenza, continuità laterale, caratteristiche litologiche, idrauliche e chimico-fisiche assai diverse.

Schematicamente i due sistemi acquiferi sono riconducibili a:

- una falda semiconfinata superficiale, circolante nei piccoli orizzonti a prevalenza sabbioso limosa ubicati nei primi 10,0 metri di profondità; tale circolazione idrica risulta di modesta entità ed è alimentata per infiltrazione diretta da parte delle acque meteoriche e con interscambi di acqua tra il sistema dei canali e fossi ed il sistema falda che sono comunque localmente possibili. Il livello piezometrico di pertinenza della falda sopra descritta risulta mediamente ubicato a profondità comprese tra -0,5 e -2,0 metri rispetto al piano di campagna in relazione alle oscillazioni stagionali che si verificano nei vari periodi dell'anno idrologico.

- una falda artesianica circolante nelle sabbie di origine marina ed eolica a granulometria medio fine ubicate ad una profondità compresa tra 25,0 e 55,0 metri; tali orizzonti sabbiosi emergono in corrispondenza delle dune costiere che garantiscono in parte l'alimentazione della falda per infiltrazione diretta da parte delle acque meteoriche.

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

Per la ricostruzione del quadro piezometrico locale relativo a questa prima falda artesianiana sono stati utilizzati alcuni pozzi privati ricadenti in un significativo intorno della zona in esame, le misurazioni del livello di acqua sono state eseguite in condizioni statiche (assenza di pompaggio in corrispondenza dei pozzi) con l'ausilio di un freatometro elettrico.

L'andamento piezometrico relativo al periodo in cui sono state effettuate le misure di tale acquifero è evidenziato sulla "Carta piezometrica 1<sup>a</sup> falda artesianiana" di tavola n. 8 dove sono riportati i pozzi artesianiani censiti e le curve isopieze riferite al livello medio mare; nell'allegato n. 4 sono inoltre riportati i dati tecnici disponibili relativi ai pozzi n. 75 e 76 misurati in vicinanza dell'area in esame.

La carta evidenzia una zona di depressione piezometrica nei pressi della darsena pisana (basso piezometrico relativo) verificatasi a seguito degli emungimenti in atto che hanno determinato un richiamo di acqua di falda dalle zone circostanti; l'area interessata dal sovrappasso di progetto risulta caratterizzata da valori piezometrici, relativi alla prima falda artesianiana intercettata dai sondaggi geognostici, compresi tra -2,5 e -3,0 m rispetto al livello medio mare.

Per quanto riguarda il controllo del livello piezometrico nel foro del sondaggio n.9 adattato a piezometro, fessurato per i primi 9,0 metri e cieco fino a fondo foro, le misure effettuate hanno verificato la presenza di acqua alle seguenti profondità:

Data	Piezometro n	Livello piez. (m da p.c.)	Livello piez. (m da l.m.m.)
02.10.2002	S9	-0,79	+2,09
10.10.2002	S9	-1,03	+2,33
29.10.2002	S9	-1,10	+2,40

Il livello piezometrico rilevato (valore medio -1,00 m dal p.c.) è di pertinenza della circolazione idrica superficiale presente negli strati più sabbiosi e permeabili che nell'area oggetto di intervento sono stati incontrati fino ad una profondità di 2,5 m dal p.c. e caratterizzati da modesti spessori intercalati ai prevalenti depositi argillosi impermeabili; data la vicinanza del piezometro S9 con il fosso della Sofina, del canale dei Navicelli e del fosso di scolo di Pisa, si ritengono probabili interscambi di acqua tra i due sistemi.

Si deve quindi ritenere che, durante la fase di scavo per la posa in opera delle strutture fondazionali per la realizzazione del ponte di progetto, sia probabilmente necessaria l'adozione di alcuni provvedimenti volti ad isolare lo scavo dalla falda acquifera circostante con la messa in opera di idonei rivestimenti o comunque renderlo impermeabile eventualmente anche deprimendo artificialmente la falda.

## 10 Caratteristiche litotecniche

Per una valutazione delle caratteristiche litotecniche e fisicomeccaniche dei terreni sabbiosi di fondazione (profondità >25,0 m dal p.c.) interessati dalle strutture del ponte di progetto, si fa riferimento ai risultati delle prove S.P.T. (Standard Penetration Test) eseguite nei fori dei sondaggi geognostici ed alle analisi di laboratorio effettuate sui campioni di terreno indisturbati e rimaneggiati prelevati in avanzamento.

Nella seguente tabella vengono riassunti i risultati delle prove S.P.T. eseguite a varie profondità durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici:

Prove S.P.T.

SONDAGGIO N.	PROFONDITÀ' (mt da p.c.)	NUMERO COLPI (x 15 cm)
1	da 30,0 a 30,45	11-16-23
1	da 39,0 a 39,45	16 - 29 - 41
1	da 42,0 a 42,45	9- 19 - 38
1	da 45,0 a 45,45	12-31-41
3	da 26,0 a 26,45	32 - rifiuto
3	da 33,0 a 33,45	7- 24 - 25
3	da 48,0 a 48,45	18 - 32 - 40
5	da 37,5 a 37,95	20 - rifiuto
5	da 46,5 a 46,95	29 - 41 - rifiuto
5	da 49,5 a 49,95	23 - 37 - 43
7	da 35,0 a 35,45	42 - rifiuto
7	da 40,0 a 40,45	39 - rifiuto
7	da 45,0 a 45,45	29 - 38 - rifiuto
7	da 49,5 a 49,95	28 - 42 - rifiuto
8	da 42,0 a 42,45	21 - 34 - 44

Tali prove consistono nel misurare il numero di colpi necessario per infiggere nel terreno un'asta d'acciaio ( $\varnothing = 4,5$  cm) munita di manicotto in punta ( $\varnothing$  punta conica = 6,2 cm; angolo d'apertura punta conica = 90°) per una profondità di 45 cm, battendo con un maglio del peso di 63,5 kg da un'altezza di caduta di 76 cm e misurando il numero di colpi ogni 15 cm di infissione della punta.

I risultati delle analisi di laboratorio eseguite sui campioni di terreno sono riportati nella seguente tabella riassuntiva dei parametri geotecnici:

Sond.	2	2	2	3	4	4	4	5
Camp.	1	2	3	1	1	2	3	1
da-a (m)	37,0-37,5	40,5-41,0	49,0-49,5	39,0-39,5	35,5-36,0	36,0-36,5	46,5-47,0	42,0-42,5
$\gamma$	2,131	1,89	1,982	1,991	2,022	1,913	1,865	1,868
A	23,3			0,5	0,6	0,1	0,2	0,1
L	14,1	2,0	0,8		10,5	1,7	3,4	2,6
S	62,7	97,6	99,2	91,0	87,9	97,9	96,2	97,2
G	0,0	0,2	0,0	0,1	1,0	0,3	0,3	0,0
$\phi'$		36		37		37	37	33
c'		0,005		0,021		0,029	0,024	0,005

Sond.	6	6	6	8	8	8	9
Camp.	1	2	3	1	2	3	1
da-a (m)	37,5-38,0	43,5-44,0	48,0-48,5	27,0-27,5	30,0-30,5	33,0-33,5	8,0-8,5
Gs							2,735
$\gamma$	1,914	1,922	1,891	2,100	2,057	1,950	1,638
w							70,7
Sr							104
n							65
e							1,85
A	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	
L	1,7	2,0		3,7	8,5		
S	97,2	97,9	98,1	95,5	90,3	90,6	
G	1,0	0,1	0,0	0,5	0,7	0,5	
$\phi'$		36		38	32	31	26
c'		0,000		0,029	0,000	0,000	0,01
cv(1)							$6,3 \times 10^{-4}$
cv(2)							$6,4 \times 10^{-4}$
cv(3)							$3,5 \times 10^{-4}$
cv(4)							$3,0 \times 10^{-4}$
cv(5)							$3,6 \times 10^{-4}$
Cc							0,786

Gs (gr/cm<sup>3</sup>) = peso specifico dei grani -  $\gamma$  (gr/cm<sup>3</sup>) = peso di volume - w (%) = umidità naturale - Sr (%) = grado di saturazione - n (%) = porosità - e = indice dei vuoti - A (%) = argilla - L (%) = limo - S (%) = sabbia - G (%) = ghiaia -  $\phi'$  (°) = angolo di attrito drenato - c' (kg/cm<sup>3</sup>) = coesione drenata - cv(i) = coefficiente di consolidazione - Cc = indice di compressibilità.

E' stata eseguita anche una valutazione delle caratteristiche litotecniche dei terreni argillosi e limosi soprastanti i depositi sabbiosi (profondità <25,0 m dal p.c.) effettuando misurazioni sui campioni di terreno, estratti dai sondaggi geognostici, con l'ausilio di un penetrometro (Pocket Penetrometer) e di uno scissometro tascabile.

I valori medi, misurati per intervalli stratigrafici aventi simili caratteristiche fisico meccaniche, relativi a tali determinazioni in sito sono riportati nelle seguenti tabelle:

#### Sondaggio n. 2

Pock. Pen. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Profondità da- a (m)	Scissom. (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,5	0,7-2,7	0,3
1,2	2,7-4,0	0,5
0,4	4,0-7,5	0,2
0,4	7,5-9,0	0,2
0,3	9,0-14,0	0,1
0,4	14,0-18,5	0,2
2,0	18,5-20,5	0,7
0,8	20,5-21,0	0,3
1,4	21,0-25,0	0,6

**Sondaggio n. 4**

Pock. Pen. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Profondità da- a (m)	Scissom. (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,7	1,0 - 3,0	0,5
1,1	3,0 - 5,5	0,5
0,3	5,5 - 6,2	0,1
0,4	6,2-7,0	0,2
0,3	7,0 - 7,5	0,1
0,2	7,5- 14,0	0,1
0,3	14,0- 18,5	0,1
3,0	18,5- 19,5	1,0
0,7	19,5-20,0	0,2
1,1	19,5-24,0	0,5

**Sondaggio n. 6**

Pock. Pen. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Profondità da- a(m)	Scissom. (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,0	0,5 -3,6	0,4
0,7	3,6 - 7,5	0,3
0,5	7,5 -9,0	0,2
0,3	9,0- 13,5	0,1
0,4	13,5 - 18,2	0,2
2,0	18,2- 19,8	0,7
0,8	19,8-20,4	0,2
1,5	20,4-24,0	0,6
1,2	24,0-25,0	0,5

**Sondaggio n. 8**

Pock. Pen. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Profondità da- a(m)	Scissom. (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,0	1,5 -3,0	0,3
1,2	3,0 - 6,1	0,4
0,4	6,1 - 6,5	0,1
0,3	6,5 - 14,0	0,1
0,5	14,0 - 17,7	0,1
1,3	17,7- 19,2	0,5
0,9	20,0 - 23,3	0,3
1,8	23,3 - 25,0	0,7

**Sondaggio n. 9**

Pock. Pen. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Profondità da- a(m)	Scissom. (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,0	0,5 -2,5	0,4
0,7	2,5 - 5,5	0,3
0,5	5,5 - 9,5	0,2
0,3	9,5 - 12,5	0,1
0,4	12,5 - 13,3	0,2
2,0	13,3- 14,5	0,7
0,8	14,5 - 15,0	0,2

Nelle soprastanti tabelle sono stati riportati anche i risultati relativi al sondaggio n. 9, ubicato in località Podere Verdea, che ricordiamo aver individuato depositi argillosi e limosi fino ad una profondità di circa 15,0 m dal p.c.; il campione di terreno indisturbato prelevato nell'intervallo di profondità da -8,0 a -8,5 m è risultato costituito da un'argilla molle dotata di un indice di compressibilità  $C_c = 0,786$ .

Al fine di avere un quadro completo dei risultati delle indagini svolte per la parametrizzazione fisico meccanica dei terreni interessati dal sovrappasso di progetto ed investigati con i sondaggi geognostici, è stata redatta la tavola n. 9 "Sezione litotecnica" dove sono stati riassunti i dati geotecnici ottenuti per i vari livelli litologici della sequenza stratigrafica.

Per quanto riguarda i dati delle prove S.P.T. sono stati riportati in figura il numero dei colpi e, in alcuni casi, anche i valori dell'angolo d'attrito dedotti da appositi grafici di correlazione.

Sulla stessa tavola n. 98 sono stati individuati, con una diversa simbologia (A, B, C, D, E, F), i n. 6 orizzonti sabbiosi omogenei ubicati ad una profondità compresa tra circa 25,0 e 50,0 metri dal p.c. che saranno interessati dalle strutture fondazionali profonde per la realizzazione del nuovo ponte.

Per valutare la "capacità portante" di questi strati di sabbia si è fatto riferimento ai valori più critici delle relative caratteristiche fisico meccaniche (peso di volume  $\gamma$ , angolo di attrito drenato  $\Phi'$ , coesione drenata  $c'$ ) che vengono di seguito riportati:

ORIZZONTE SABBIOSO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	PARAMETRI GEOTECNICI	RIFERIMENTO
A	da 25,0 a 27,5	$\gamma = 2,00 \text{ gr/cm}^3 - \Phi' = 37^\circ - c' = 0,000 \text{ kg/cm}^2$	Sond.n.3 SPT da 26 a 26,5 m
B	da 27,5 a 30,5	$\gamma = 2,10 \text{ gr/cm}^3 - \Phi' = 38^\circ - c' = 0,029 \text{ kg/cm}^2$	Sond. n.8 Camp. n.1
C	da 30,5 a 32,5	$\gamma = 2,06 \text{ gr/cm}^3 - \Phi' = 32^\circ - c' = 0,000 \text{ kg/cm}^2$	Sond. n.8 Camp. n.2
D	da 32,5 a 37,0	$\gamma = 1,95 \text{ gr/cm}^3 - \Phi' = 31^\circ - c' = 0,000 \text{ kg/cm}^2$	Sond. n.8 Camp. n.3
E	da 37,0 a 39,5	$\gamma = 1,91 \text{ gr/cm}^3 - \Phi' = 37^\circ - c' = 0,029 \text{ kg/cm}^2$	Sond. n.4 Camp. n.2
F	da 40,0 a 50,0	$\gamma = 1,87 \text{ gr/cm}^3 - \Phi' = 33^\circ - c' = 0,005 \text{ kg/cm}^2$	Sond. n.5 Camp. n.1

## 11 Considerazioni sull'attività sismica

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (Ord. 20 marzo 2003, n. 3274) (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003) sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche - individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone" nonché le connesse "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici", "Norme tecniche per progetto sismico dei ponti", "Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni" facenti parte integrante e sostanziale dell'Ordinanza stessa. Contestualmente alla ordinanza è stata ridisegnata una nuova mappa sismica dei comuni italiani. Le Norme Tecniche indicano 4 valori di accelerazioni ( $a_g/g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare fissando quindi corrispondenti quattro zone sismiche attribuibili al territorio nazionale.

A tal proposito, in prima applicazione, fino alla predisposizione di una nuova mappa di riferimento a scala nazionale che soddisfi integralmente i nuovi criteri di zonazione sismica e relativo aggiornamento a livello regionale, nell'Allegato A della citata Ordinanza viene indicata la classificazione sismica dei comuni italiani; sulla base della suddetta classificazione il Comune di Pisa, è classificato in Zona 2 ( $a_g/g = 0.25$ ).

Con l'entrata in vigore in data 24 ottobre 2005 del D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni" relativamente all'applicazione delle disposizioni di cui all'art. 104 del DPR 6 giugno 2001 n. 380, l'OPCM 3274/03, all'art. 2 comma 2, ha dato facoltà agli operatori di progettare e costruire con la classificazione sismica previgente, fino all'entrata in vigore delle nuove norme tecniche. Ne deriva, quindi, che le disposizioni di cui al citato art. 104 sono da applicarsi per le opere la cui esecuzione è successiva all'entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni, ovvero il 24 ottobre 2005. Al fine di permettere di progettare e costruire con la nuova classificazione sismica è necessario effettuare la caratterizzazione del suolo di fondazione ai sensi dell'art. 3.2.1 D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni", che sarà effettuata in sede di progetto definitivo.

## 12 Fattibilità a livello di dettaglio

Sulla base di quanto esposto in precedenza e considerate le caratteristiche dell'intervento, è stata redatta apposita cartografie di fattibilità alla scala 1:2.000 relativamente all'area in oggetto.

Valutazioni più precise, eventualmente sulla base di indagini geognostiche integrative, potranno essere effettuate a supporto della fase esecutiva dell'intervento. In questa fase si analizzeranno in maggior dettaglio le caratteristiche di capacità portante del terreno in relazione alle tipologie dei fabbricati e alle caratteristiche litologiche nelle varie zone di intervento.

Analizzando la fattibilità dell'intervento risulta, dall'analisi delle normative vigenti, che l'intervento previsto, ai sensi:

- del Piano Stralcio relativo alla Riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 5 novembre 1999, **fattibile con prescrizioni**, ricadendo in area soggetta alla norma n. 6 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio Rischio Idraulico.

*La Carta guida delle aree allagate, elaborata sulla base degli eventi alluvionali significativi, posteriori e comprendenti quello del novembre 1966 rappresenta una carta che fornisce*

indicazioni di pericolosità. [...] Le suddette carte costituiscono parte integrante del quadro conoscitivo del Piano Strutturale di cui alla Legge Regionale Toscana n. 5/1995. [...] Ai sensi della L.R. 5/1995, all'interno delle aree allagate, le Province ed i Comuni provvederanno [...] alla redazione di specifiche norme al fine di garantire il non aumento dell'esposizione al rischio per le persone e per le infrastrutture nonché la mitigazione del rischio stesso.

A seguito della realizzazione di interventi di mitigazione del rischio potranno aversi variazioni della delimitazione delle aree suddette, che dovranno essere sottoposte all'approvazione dell'Autorità di Bacino.

**[...] le opere che comportano trasformazioni edilizie e urbanistiche, ricadenti nelle aree rappresentate nella Carta guida delle aree allagate, potranno essere realizzate a condizione che venga documentato dal proponente ed accertato dall'Autorità amministrativa competente al rilascio dell'autorizzazione il non incremento del rischio idraulico da esse determinabile o che siano individuati gli interventi necessari alle mitigazione di tale rischio, da realizzarsi contestualmente all'esecuzione delle opere richieste.**

- del Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico adottato nella seduta di Comitato Istituzionale dell'11 novembre 2004 ed entrato in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3-10-2005), **fattibile con prescrizioni**, ricadendo in area soggetta al Titolo II, Capo I, artt. 6 e 8 delle Norme di Attuazione del progetto di piano.

Gli artt. 6 e 8 definiscono poi gli interventi consentiti nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata e media:

*Art. 6 - Aree a pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4).*

*Nelle aree P.I.4, per le finalità di cui al presente PAI, sono consentiti:*

[...]

*d. interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali e non delocalizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;*

[...]

*Art. 8 - Aree a pericolosità idraulica media e moderata (P.I.2 e P.I.1) e aree di ristagno*

*Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio.*

[...]

- del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa approvato con Del. C.P. 394/88 risulta a FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI DA PRECISARE A LIVELLO DI PROGETTO" ricadendo in area soggetta all'art. 8. Attraverso quanto disposto dall'art.8 - "Livelli di rischio e relative disposizioni" e dalla tabella 2 "Pericolosità idraulica e relativi livelli di rischio" con cui l'intervento può essere classificato come "realizzazione e risistemazione della rete viaria e ferroviaria", si può indicare il livello di rischio come "livello II"

**livello II - rischio basso:** la trasformazione o l'attività riferibile alla classe 2 - "FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI DA PRECISARE A LIVELLO DI PROGETTO" di cui al punto 3.2 della D.C.R. 94/85 è ammissibile, in relazione alle conoscenze disponibili, ma è richiesta verifica a livello locale;

- del Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa approvato con Del. C.C. n. 43 il 28 luglio 2001 l'area di interesse risulta inquadrata per la parte di rilevato in destra alla S.S. 1 Aurelia

direzione Pisa-Roma tra quelle a fattibilità 3 (condizionata) per la parte di rilevato stradale in sinistra alla S.S. 1 Aurelia tra quelle a fattibilità 4 (limitata).

La presenza di terreni ad assetto litologico e geotecnico eterogeneo ed il tipo di intervento che deve essere realizzato, in particolare il sovrappasso impongono l'utilizzo di fondazione profonde, il progettista ha infatti ipotizzato l'utilizzo di fondazioni profonde costituite da pali di grande diametro ( $\varnothing = 1500/2000$  mm) con il piano di posa ubicato in corrispondenza dei depositi sabbiosi e collegati in testa da idonei plinti su cui si imposteranno le pile e le spalle; per ciascuna pila si ipotizzano due pali di  $\varnothing = 1500$  mm con allineamento ortogonale allo sviluppo dell'impalcato, mentre per ciascuna spalla sono previsti quattro pali con  $\varnothing = 1200$  mm. La parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione ottenuta con le indagini in sito ed in laboratorio ha consentito di verificare che le soluzioni progettuali ipotizzate di fondazioni profonde, costituite da pali di grande diametro del tipo trivellati, sono compatibili con gli elevati carichi da trasmettere al terreno adottando idonee precauzioni in fase realizzativa per una corretta asportazione del terreno dal foro, di isolamento dello scavo dalla falda acquifera, di sostentamento delle pareti e di posa in opera del calcestruzzo. La suddivisione dei depositi sabbiosi interessati dalle fondazioni profonde di progetto, incontrati mediamente a partire da una profondità di circa 25,0 m dal piano di campagna attuale fino alla profondità massima di 50,0 m raggiunta dai sondaggi geognostici, in orizzonti stratigrafici aventi omogenee caratteristiche geotecniche, ha evidenziato una maggiore capacità portante per le sabbie ubicate tra 27,5 e 30,5 m e tra -37,0 e -50,0 m di profondità.

Si precisa inoltre che i riferimenti localizzativi relativi al progetto, riportati negli elaborati allegati alla presente relazione sono solo indicativi, mentre fanno fede le localizzazioni presentate negli elaborati progettuali. In sintesi, la realizzazione delle pile del ponte, dovrà essere supportata da specifiche indagini geologico-tecniche di dettaglio finalizzate a individuare la profondità del substrato resistente.

Sulla base dei dati disponibili, e delle caratteristiche dell'intervento si confermano le classi di pericolosità indicate nel P.S., e le classi di fattibilità contenute nel R.U. tavola n. 10.

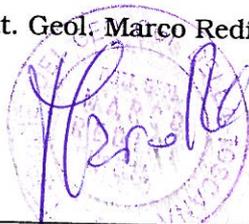
L'introduzione nell'area a fattibilità classificate 3 e 4 dei rilevati stradali di accesso al sovrappasso introduce una sostanziale modifica all'assetto idraulico della zona, andando a modificare la situazione di pericolosità e conseguente rischio della zona. Si precisa che la classe di fattibilità 4 (limitata) deriva direttamente dalle prescrizioni contenute nelle norme di applicazione del PAI, le perimetrazioni delle aree a rischio del PAI in quest'area coincidono con quelle aree sottoposte a misure di salvaguardia - rischio idraulico ai sensi del DL 180/98, l'intervento risulta quindi fattibile solo se vengono realizzate le opere necessarie per il superamento delle condizioni di rischio idraulico.

La classe di fattibilità 3 che equivale a livelli di rischio medio-alto, in particolare deve essere effettuato uno studio idraulico, esteso ad un congruo intorno dell'area di intervento, che illustri lo stato di efficienza e lo schema di funzionamento delle opere idrauliche relative ai corsi d'acqua che possono trascinare nella zona di intervento. Deve essere effettuato uno studio sui fenomeni di ristagno dal quale devono essere ricavate le opportune soluzioni progettuali tese ad eliminare i danni che è possibile derivino, agli interventi previsti, da episodi di ristagno. L'esecuzione di questi studi costituisce un vincolo specifico all'effettuabilità delle trasformazioni che, in ogni caso, dovranno tenere conto delle conclusioni degli stessi prevedendo, nel caso si rendano necessari, gli eventuali interventi di bonifica idraulica.

Lo studio che illustra gli aspetti idrologico-idraulici dell'area e gli interventi necessari per il superamento delle condizioni di rischio redatto dall'Ing. Stefano Pagliata, costituisce parte integrante del progetto stesso.

Pisa novembre 2005

Dott. Geol. Marco Redini





## **13 Allegati**

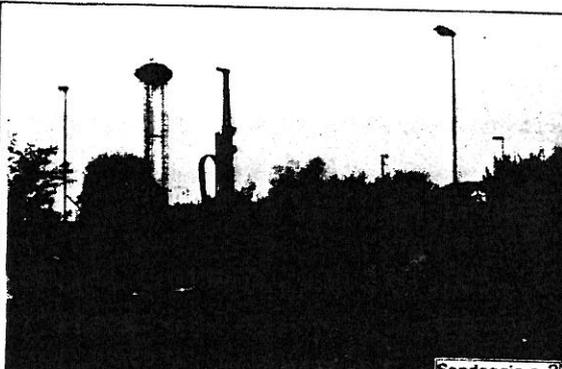


### **13.1 Allegato 1 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

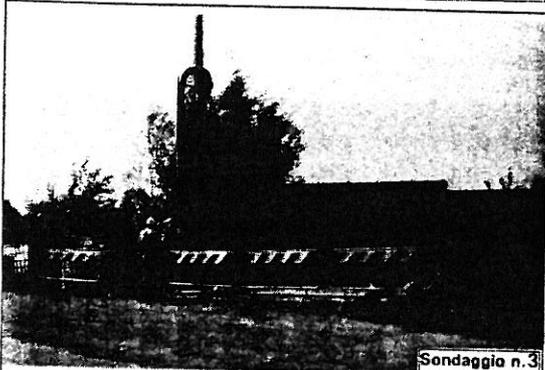




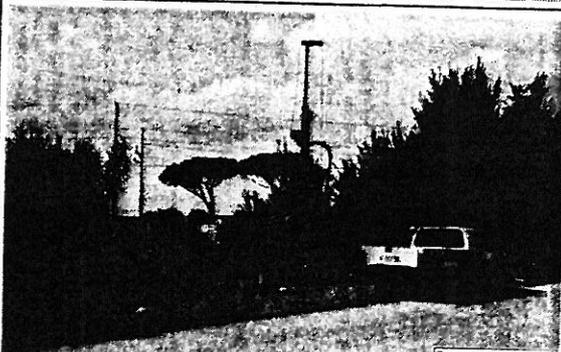
Sondaggio n. 1



Sondaggio n. 2



Sondaggio n. 3



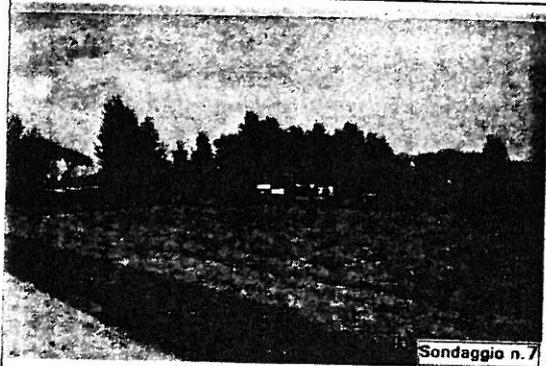
Sondaggio n. 4



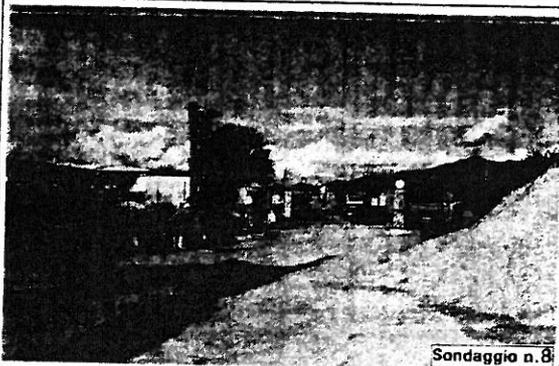
Sondaggio n. 5



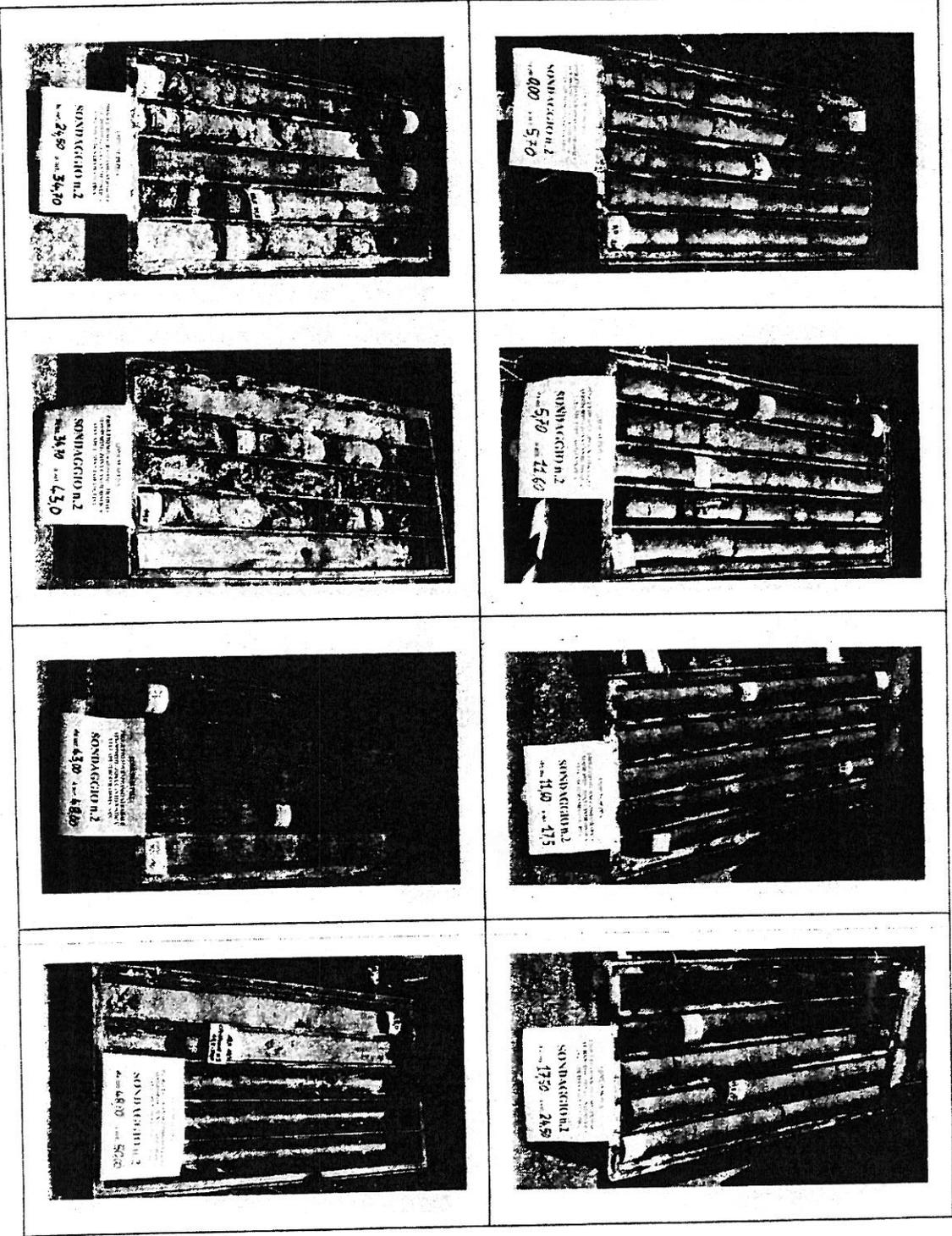
Sondaggio n. 6

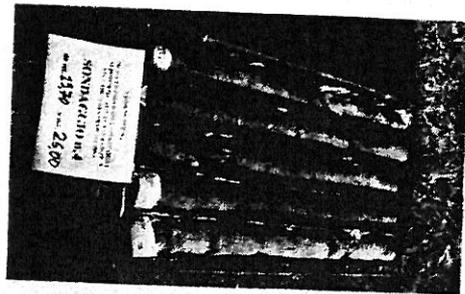
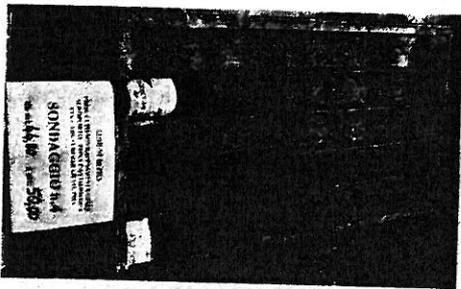
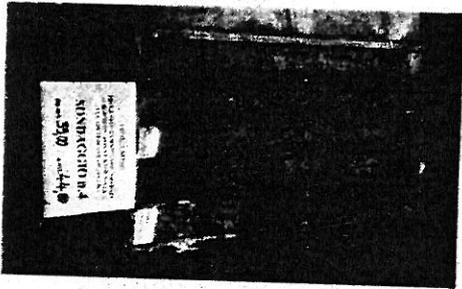
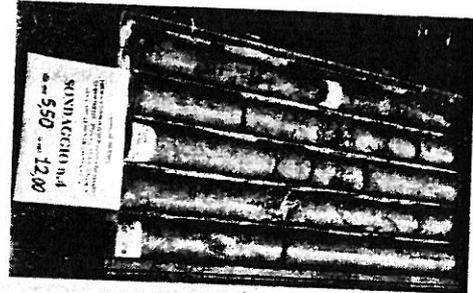
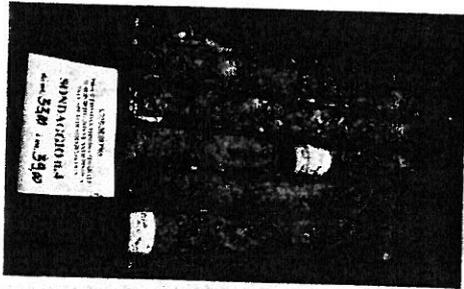
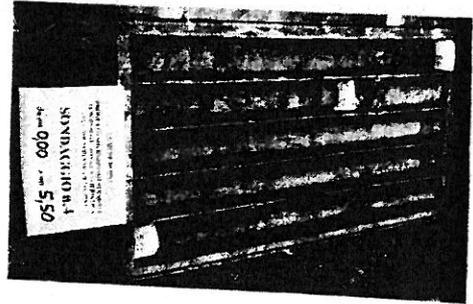
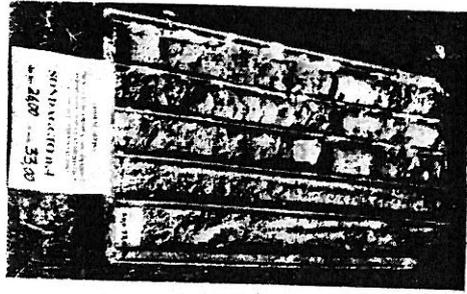


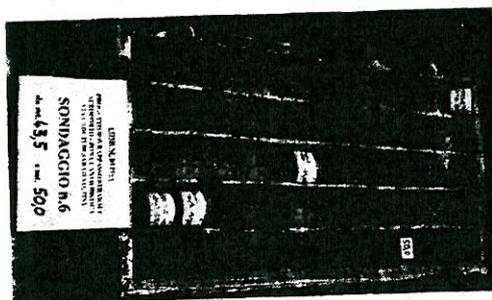
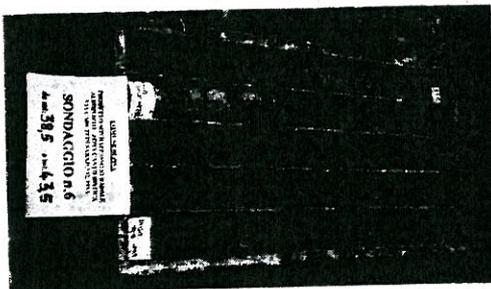
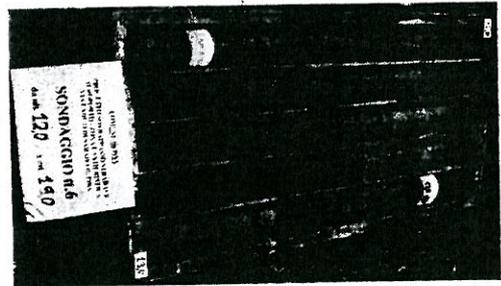
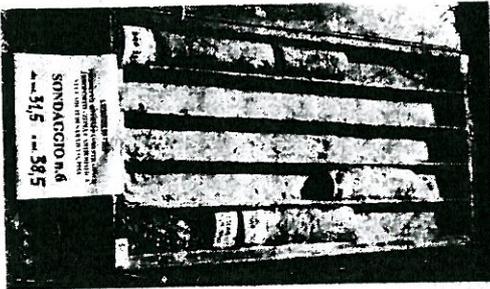
Sondaggio n. 7

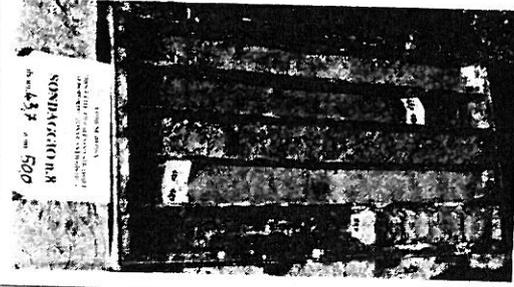
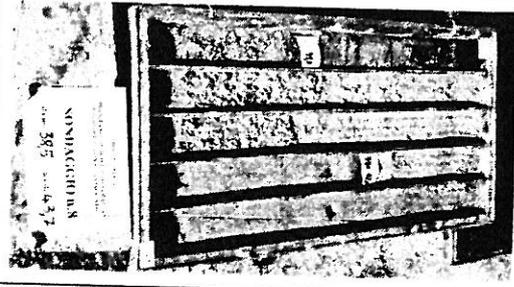
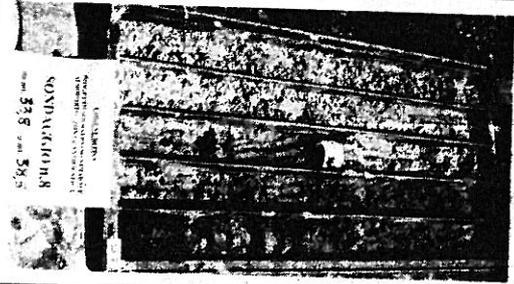
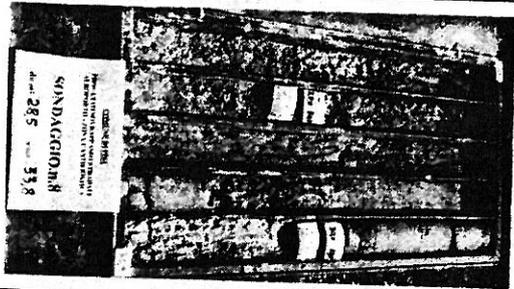
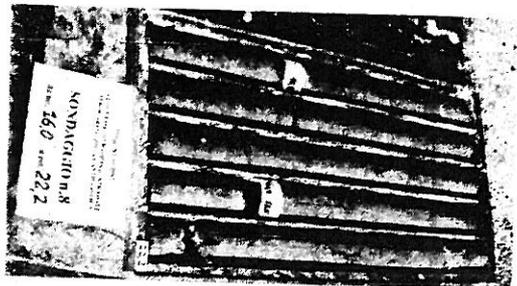
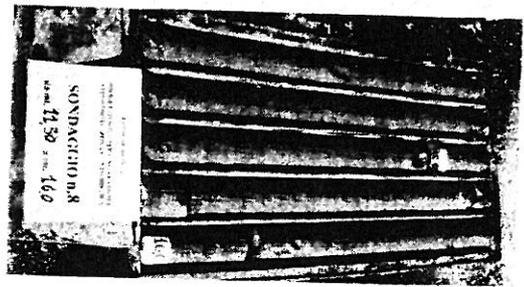
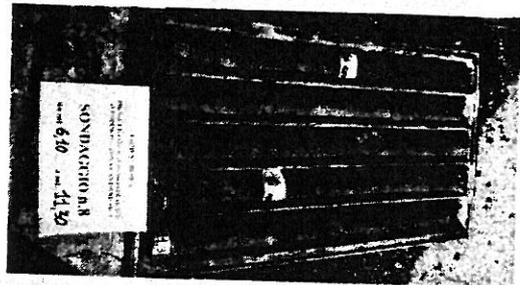
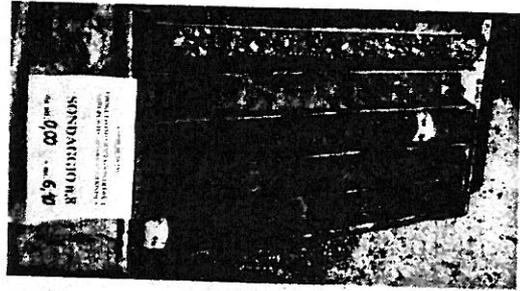


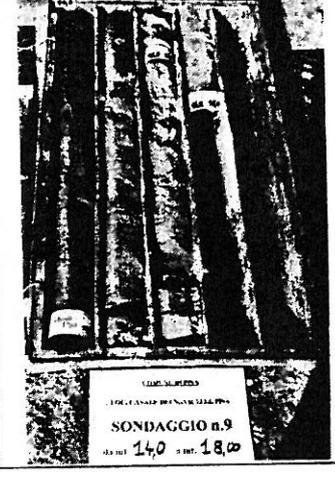
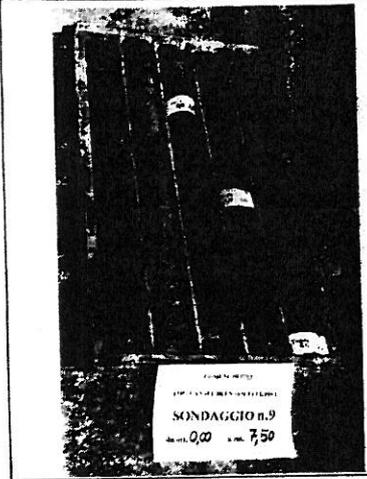
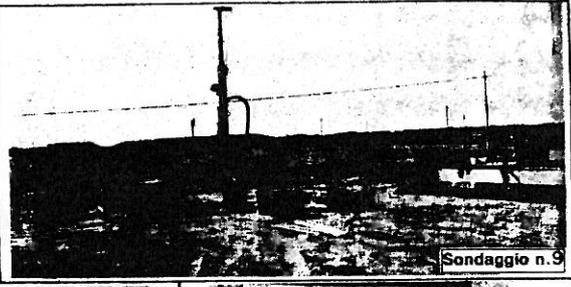
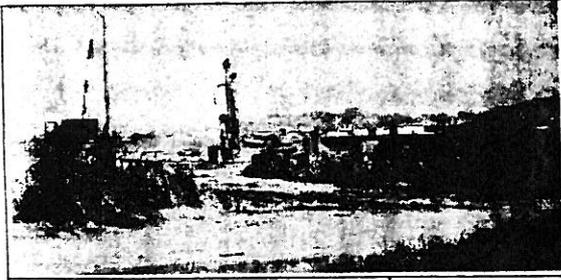
Sondaggio n. 8











### **13.2 Allegato 2 LOGS DI PERFORAZIONE**

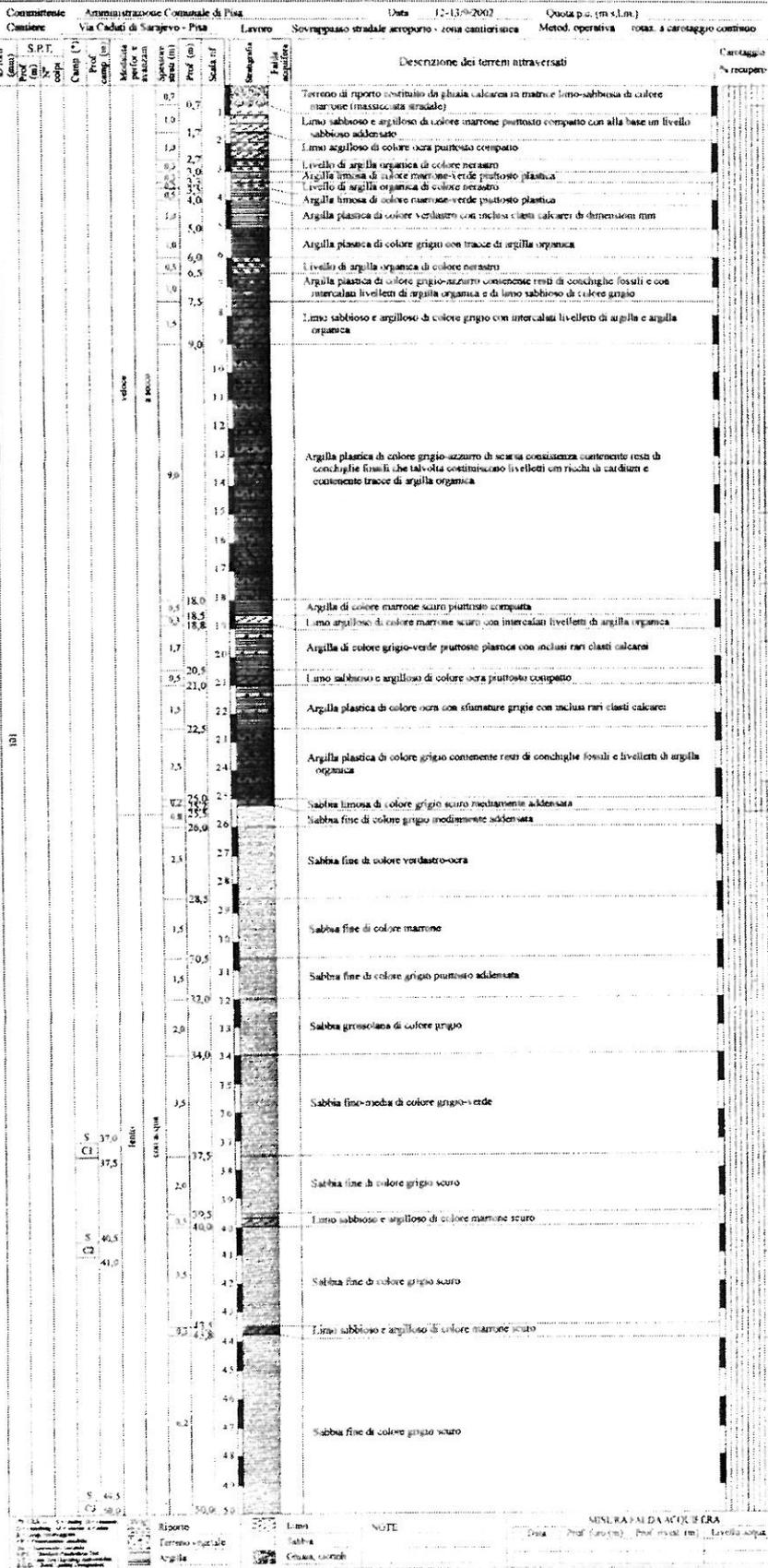






Studio di geologia  
dott. Fabio Mezzetti  
Via medaglie d'oro, 3 - 56127 Pisa  
tel e fax: 050.576231

SONDAGGIO N° 2 RIF. vedi planimetria



MISURA ALLA QUINTE ORA  
Data Prof. (m) Prof. misto (m) Livello acqua

NOTE  
Limo  
Sabbia  
Cottura, carboni

Legenda  
Rapporto  
Terrano originario  
Argilla



Studio di geologia  
dott. Fabio Mezzetti  
Via medaglie d'oro, 3 - 56127 Pisa  
tel. e fax. 050.576231

SONDAGGIO N° 3 RIF. vedi planimetria

Comune: Amministrazione Comunale di Pisa Data: 12/9/2002 Quota p.c. (m.s.l.m.): \_\_\_\_\_  
 Cantone: Via Caduti di Saragozzo - Pisa Lavoro: Sovrappasso stradale aeroporto - zona cantiere Metod. operativa: rotazione a destruz. nucleo

Quota (m)	S.P.T.		Camp. (°)	Prof. (m)	Mod. di camp. (m)	Mod. di profilo e struttura	Spessore messa (m)	Prof. (m)	Scala (m)	Sondaggio	Fidele Aspiratore	Descrizione dei terreni attraversati	Caricaggio % recupero
	N°	Valore											
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11							25,0						
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25							25,0						
26	26,0	32											
27	26,45	32											
28													
29													
30													
31													
32													
33	31,8	7											
34	31,4	24											
35													
36													
37													
38													
39							25,0						
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48	28,0	18											
49	28,45	32											
50		40											

Probabile contatto litostratigrafico tra i depositi a prevalenza argillosa e limosa e le sottostanti sabbie decolano da una sensibile variazione delle condizioni di perforazione a causa di una maggiore resistenza offerta dalle sabbie

Ripieno  
 Inertizzato  
 Argilla  
 Limo  
 Sabbia  
 Ghiaia, ciottoli

NOTE: \_\_\_\_\_

MIS. RA FALDA ACQUFERA

DATA Prof. (m) Prof. (m) Livello acqua



Studio di geologia  
dott. Fabio Mezzetti  
Via medaglie d'oro, 3 - 56127 Pisa  
tel e fax: 050.576231

SONDAGGIO N° 4 RIF. vedi planimetria

Committente: Amministrazione Comunale di Pisa  
Cantiere: Via Caduti di Sarajievo - Pisa  
Lavoro: Sovrappasso stradale aeroporto - zona campestre  
Data: 9-10-97/2002  
Quota p.c. (m s.l.m.):  
Metod. operativa: rotaz. a carotaggio continuo

C. foro (cm)	S.P.T. (kg/cm²)	Prof. (m)	Camp. (°)	Prof. comp. (m)	Molinita (g/100g)	Sabbie fini (g/100g)	Sabbie medie (g/100g)	Sabbie grosse (g/100g)	Prof. (m)	Scala rif.	Sondaggio	Falsa	Falsina	Descrizione dei terreni attraversati		Carotaggio % recupero
														Argilla	Limo	
									1,0					Torreno di riporto costituito da frammenti di macerie (vetri, mattoni, laterizi calcarei) in una matrice limosa di colore marrone		
									0,5					Limo sabbioso e argilloso di colore marrone poco compatto		
									1,0					Limo argilloso di colore ocra piuttosto compatto		
									2,5					Sabbia grossolana di colore grigio con granuli quarzosi e calcarei piuttosto sciolta		
									3,0					Livello di argilla organica di colore scuro		
									3,5					Argilla plastica di colore verdastro con inclusi clasti calcarei di dimensioni mm		
									4,3					Argilla plastica di colore grigio		
									4,5					Livello di argilla organica di colore scuro		
									4,6					Argilla plastica di colore grigio		
									4,7					Livello di argilla organica di colore scuro		
									6,2					Limo sabbioso di colore grigio poco compatto		
									7,0					Argilla plastica di colore grigio-scuro contenente resti di conchiglie fossili		
									7,5					Limo sabbioso di colore grigio con intercalati livelli di argilla organica		
									10,0							
									11,0							
									12,0							
									13,0							
									14,0					Argilla plastica di colore grigio-scuro di scarsa consistenza contenente resti di conchiglie fossili che talvolta costituiscono livelli con ricchi di carboni e contenente tracce di argilla organica		
									15,0							
									16,0							
									17,5							
									18,0					Argilla di colore marrone scuro piuttosto compatta		
									18,5							
									19,0					Argilla di colore grigio-verde piuttosto compatta con intercalazioni argilloso-limose		
									20,0					Limo sabbioso e argilloso di colore ocra		
									21,0							
									22,0					Argilla plastica di colore ocra con inclusi clasti calcarei e resti di conchiglie fossili		
									23,0							
									24,0					Argilla plastica di colore grigio contenente livelli di argilla organica		
									24,3					Sabbia limosa di colore grigio scuro mediamente addensata		
									25,0							
									26,0					Sabbia fine di colore grigio-verde mediamente addensata		
									27,0							
									28,0							
									29,0					Sabbia di colore verdastro a granulometria media		
									30,0							
									31,0					Sabbia fine di colore marrone a granulometria media		
									32,0							
									33,0							
									34,0					Sabbia fino-media di colore grigio-verde		
									35,0							
									36,0							
									37,0					Sabbia fino-media di colore grigio		
									38,0							
									39,0							
									40,0					Sabbia limosa di colore grigio-verde		
									40,5							
									41,0							
									42,0							
									43,0					Sabbia fino-media di colore grigio		
									44,0							
									44,3							
									44,5					Limo sabbioso e argilloso di colore marrone scuro		
									45,0							
									46,0					Sabbia fine di colore grigio scuro		
									47,0							
									48,0							
									49,0					Sabbia di colore grigio scuro a granulometria media		
									50,0							

Ripieno:  Ripieno  
 Terreno vegetale:  Terreno vegetale  
 Argilla:  Argilla  
 Limo:  Limo  
 Sabbia:  Sabbia  
 Ghiaie, ciottoli:  Ghiaie, ciottoli

NOTE: \_\_\_\_\_  
 MISURA PALDA ACQUEREA  
 Data: \_\_\_\_\_ Prof. foro (m): \_\_\_\_\_ Prof. rivest. (m): \_\_\_\_\_ Livello acqua: \_\_\_\_\_



Studio di geologia  
dott. Fabio Mezzetti  
Via medaglie d'oro, 3 - 56127 Pisa  
tel. e fax. 050.576231

SONDAGGIO N° 5 RIF. vedi planimetria

Committente: Amministrazione Comunale di Pisa  
Cantone: tra S.S. 1 Aurelia e ferrovia PI-LI  
Lavoro: Sovrappasso stradale trasporto - zona cantieristica  
Data: 17/02/2002  
Quota p.a. (m s.l.m.):  
Metod. operativa: rammezza a chitarra, molino

P. foro (m)	S.P.T. N <sub>60</sub>	Camp. C	Prof. (m)	Modifica profilo e pressioni permeabilità	Prof. (m)	Sens. rif.	Stratigrafia	Folde e deformazioni	Descrizione dei terreni attraversati	Carotaggio % recupero
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11					25,0					
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24					24,5					
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39					25,0					
40										
41										
42					42,0					
43					42,5					
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

Probabile contatto litostigrafico tra i depositi a prevalenza argillosa e limosa e lo sottostante sabbio dedotto da una sensibile variazione delle condizioni di perforazione a causa di una maggiore resistenza offerta dalle sabbie

Rapporto: \_\_\_\_\_  
 Terreno originale: \_\_\_\_\_  
 Argilla: \_\_\_\_\_  
 Limi: \_\_\_\_\_  
 Sabbie: \_\_\_\_\_  
 Ghiaie, ciottoli: \_\_\_\_\_  
 NOTE: \_\_\_\_\_  
 MISURA FALDA ACQUIFERA  
 Data: \_\_\_\_\_ Prof. foro (m): \_\_\_\_\_ Prof. rivest. (m): \_\_\_\_\_ Livello acqua: \_\_\_\_\_



Studio di geologia  
dot. Fabio Mezzetti  
Via medaglie d'oro, 3 - 56127 Pisa  
tel. e fax. 050.576231

SONDAGGIO N° 6 RIF. vedi planimetria

Comune: str. mod.le f.anno Via Garibaldi - Pisa  
Amministrazione: Comune di Pisa  
Data: 19/9/2002  
Quota p.o. (m s.l.m.):  
Lavoro: Serrapetto stradale aeroporto - zona caratteristica  
Metod. operative: rotax, a coraggio continuo

Prof. (m)	S.P.T	Camp. (°)	Prof. camp. (m)	Materia prima	Stereoc. (m)	Prof. (m)	Base lit.	Lavoro	Serrapetto stradale aeroporto - zona caratteristica	Metod. operative	rotax, a coraggio continuo	Curaggio % recupero	Descrizione dei terreni attraversati	
													Prof. (m)	Prof. (m)
0,5														Terrone di ripieto costituito da ghiaia calcarea in matrice sabbiosa di colore marrone (massiccio stradale)
0,5														Limo argilloso di colore marrone piuttosto compatto
0,5														Livello di argilla organica di colore nerastro
1,0														Limo sabbioso di colore marrone-ocra poco compatto
1,3														Limo argilloso di colore ocra piuttosto compatto
3,6														Livello di argilla organica di colore nerastro
4,0														
3,5														Argilla plastica di colore grigio con intercali di argilla organica
7,5														
1,5														Limo sabbioso di colore grigio con intercali livellati di argilla e argilla organica
9,0														
10														
11														
12														
8,0														Argilla plastica di colore grigio-azzurro di scarsa consistenza contenente resti di conchiglie fossili (cardium) e tracce di argilla organica
14														
15														
16														
17,0														Argilla di colore marrone scuro piuttosto compatta
18,2														
19														Argilla di colore grigio-verde piuttosto compatta con intercalazioni argillose-limose
19,8														
20														Limo sabbioso e argilloso di colore ocra poco compatto
20,4														
21,0														Argilla plastica di colore ocra con sfumature grigie
21,0														
22,0														Argilla plastica di colore grigio contenente resti di conchiglie fossili
22,2														
23														Livello ricco di conchiglie fossili tipo cardium
23														
24														Argilla di colore marrone con sfumature grigie piuttosto plastica
24,0														
25,0														Limo sabbioso e argilloso di colore marrone scuro
25,0														
26														Sabbia fine di colore grigio-ocra mediamente addensata
27,0														
28														Sabbia fine di colore marrone
29														
29,5														
30														Sabbia di colore grigio a granulometria fino-media piuttosto addensata
31														
32,0														
33														
34														
35														Sabbia media di colore grigio-verde
36														
37														
38,0														Sabbia di colore grigio scuro a granulometria fino-media
39														
40,0														
40,5														Sabbia limosa di colore grigio-verde
41														
42														
43														
44														
45														Sabbia di colore grigio scuro a granulometria fino-media
46														
47														
48														
49														
50,0														

Ripresa: \_\_\_\_\_  
 Terreno vegetale: \_\_\_\_\_  
 Argilla: \_\_\_\_\_  
 Limo: \_\_\_\_\_  
 Sabbia: \_\_\_\_\_  
 Ghiaia, ciottoli: \_\_\_\_\_  
 NOTE: \_\_\_\_\_  
 MISURA FALLIDA ACCIDENTATA: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_ Prof. foro (m): \_\_\_\_\_ Prof. cava (m): \_\_\_\_\_ Livello acqua: \_\_\_\_\_

Studio di geologia dot. Fabio Mezzetti		Via medaglie d'oro, 3 - 56127 Pisa tel. e fax 050.576231		SONDAGGIO N° 7 RIF. vedi planimetria			
Commissario Amministrazione Comunale di Pisa			Data 20/09/2002		Quota p.c. (m s.l.m.)		
Cantiere str. pedale fianco Via Garibaldi - Pisa			Lavoro Sovrappasso stradale aeroporto - zona cimiterizia		Metod. operative rotazione a discesa, inchio		
Prof. (m)	S.P.T.	Prof. (m)	Spessore strati (m)	Prof. (m)	Scala rif.	Descrizione dei terreni attraversati	Carotaggio % recupero
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11			25,0				
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25			25,0			Probabile contatto litostratigrafico tra i depositi a prevalenza argillosi e limosi e le sottostanti sabbie dedotto da una sensibile variazione delle condizioni di perforazione a causa di una maggiore resistenza offerta dalle sabbie	
26							
27							
28							
29							
30							
31			con acqua				
32							
33							
34							
35	35,0 35,45	42 nt					
36							
37							
38							
39			25,0				
40	40,0 40,45	39 nt					
41							
42							
43							
44							
45	45,0 45,45	29 nt					
46							
47							
48							
49	49,5 49,95	28 nt					
50							
51							

Ripieno  
 Terreno vegetale  
 Argilla

Limo  
 Sabbia  
 Ghiaia, ciottoli

NOTE:

MISURAZIONE ACCURATA

Data	Prof. foro (m)	Prof. cassa (m)	Livello acqua



Studio di geologia Via meglie d'oro, 3 - 56127 Pisa  
 dott. Fabio Mezzetti tel. e fax. 050.576231

SONDAGGIO N° 8 RIF. vedi planimetria

Comitente		Amministrazione Comunale di Pisa		Data		Quota p.c. (m s.l.m.)	
Cantone		Via di Garibaldi, 5 - Pisa		Lavoro		Sovrappasso stradale servizio - zona caratteristica	
S.P.T.		Camp. C		Prof. (m)		Descrizione dei terreni attraversati	
Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Caratterizz. % recupero
				1,5	1,5	1	
				1,5	2,0	2	
				1,0	3,0	3	
				0,2	3,2	4	
				1,3	4,5	5	
				1,6	6,1	6	
				0,4	6,5	7	
				8	10,0	8	
				10,2	11,0	9	
				11	12,0	10	
				13	13,0	11	
				14	14,0	12	
				16	16,7	13	
				1,9	17,7	14	
				1,5	19,2	15	
				0,8	20,0	16	
				1,5	21,5	17	
				0,2	22,0	18	
				0,5	22,5	19	
				0,8	23,3	20	
				0,2	23,5	21	
				0,9	24,4	22	
				0,5	25,0	23	
				0,2	25,2	24	
				4,8	27,0	25	
				27,5	27,5	26	
				29,5	29,5	27	
				10	30,0	28	
				10,5	30,5	29	
				1,8	31,0	30	
				1,8	32,0	31	
				4,0	33,0	32	
				33,5	33,5	33	
				36,0	36,0	34	
				2,0	38,0	35	
				1,9	39,0	36	
				4,1	40,0	37	
				4,2	41,0	38	
				7,5	42,5	39	
				4,3	44,0	40	
				4,3	44,0	41	
				4,6	46,5	42	
				4,7	47,0	43	
				4,8	48,0	44	
				4,9	49,0	45	
				50,0	50,0	46	

NOTE: MISURA FALDA ACQUIFERA

Legenda: Ripieno, Terreno vegetale, Argilla, Limo, Sabbia, Ghiaie, ciottoli

MISURA FALDA ACQUIFERA: Data, Prof. (m), Prof. rivest. (m), Livello acqua



Studio di geologia Via medaglie d'oro, 3 - 56127 Pisa  
dott. Fabio Mezzetti tel. e fax: 050.576231

SONDAGGIO N° 9 RIF. vedi planimetria

Committente Amministrazione Comunale di Pisa Data 30/9/2002 Quota p.c. (m s.l.m.)  
Cantiere Canale dei Navicelli - loc. Podere Verdea - Pisa Lavoro Vasca di accumulo acqua Metod. operativa rotaz. a carotaggio continuo

S. fono (mm)	S.P.T.		Camp. (%)	Prof. camp. (m)	Modalità perfor. e avvitam.	Spessore strati (m)	Prof. (m)	Scala n°	Stratigrafia	Falda acquifera	Descrizione dei terreni attraversati	Carotaggio % recupero	
	Prof. (m)	N colpi											
101						0,5	0,5	1			Terreno di riporto costituito da frammenti di macerie (mattoni, laterici calcarei) in una matrice limo-argillosa di colore marrone		
						2,0	2,0	2			Limo argilloso di colore marrone piuttosto compatto con inclusi clasti calcarei di dimensioni mm e con intercalazioni limo-sabbiose		
						2,5	2,5	3					
						1,5	4,0	4			Argilla plastica di colore grigio-verdastro priva di inclusioni		
						4,0	4,0	5			Argilla plastica di colore grigio scuro contenente livelletti di argilla organica		
						1,5	5,5	6			Argilla plastica di colore grigio-azzurro contenente resti di conchiglie fossili		
						0,5	6,0	7			Livello di argilla organica di colore nerastro		
						0,2	6,2	8					
		S			8,0	limo							
		CI			8,5	a secco							
							5,8	9			Argilla plastica di colore grigio-azzurro di scarsa consistenza contenente resti di conchiglie fossili che talvolta costituiscono livelletti con ricchi di cardium		
							12,0	12					
							0,5	12,5	13		Livello ricco di conchiglie fossili tipo cardium		
							0,8	13,3	14		Argilla con intercalazioni di argilla limosa e di argilla organica di colore nerastro mediamente compatta		
							1,2	14,5	15		Argilla limosa di colore grigio-verdastro piuttosto compatta con intercalazioni limo-argillose		
							0,5	15,0	16		Limo sabbioso e argilloso di colore marrone-ocra compatto contenente un livelletto ricco di clasti calcarei mm		
							0,2	15,2	17		Sabbia limosa di colore grigio piuttosto addensata		
							2,8	18,0	18		Sabbia di colore giallo-ocra a granulometria fino-media piuttosto addensata		
								19					
								2,0					

Q.I.L.A. - S. Study 10 - Datum  
Q - Ombregg M - Marker a - also  
K - Camp. Carotaggio  
PE - Testamento naturale  
Sis - Sismometro carotabile  
SFE - Standard Penetration Test  
S.T. - Test per la legge di compressione  
S.O.G. - Test Carotaggio Compattazione

Riporto  
Terreno vegetale  
Argilla

Limo  
Sabbia  
Ghiaia, ciottoli

NOTE: adattato a piezometro;  
fessurato da 0,0 a - 9,0 m dal p.c.  
cieco da - 9,0 a - 18,0 m dal p.c.

MISURA FALDA ACQUIFERA			
Data	Livello acqua	Data	Livello acqua
2/10/2002	- 0,79 m da p.c.	29/10/2002	- 1,10 m da p.c.
10/10/2002	- 1,03 m da p.c.		



### **13.3 Allegato 3 CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO**



G. S. TRIVELLAZIONI  
di Scardigli M. e Giancetti G.  
Sede Sociale : Via C. Bini n° 5  
56028 San Miniato Basso (PI)  
Sede Operativa : Via A. Diaz 305 - 56024 Ponte a Egola (PI)  
Tel e Fax 0571/435284 - P.IVA 00451370505

SETTORE GEOTECNICO - MECCANICA DELLE TERRE  
ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

COMM.TE : DOTT. FABIO MEZZETTI

CANTIERE : SOVRAPPASSO AEROPORTO-ZONA CANTIERISTICA A PISA

DATA : 18/10/2002

RIF. : 56/02

CAMPIONI PERVENUTI :	13	2
CAMPIONE TIPO :	INDISTURBATO	DISTURBATO

ANALISI E PROVE ESEGUITE :

APERTURA CAMPIONI (ASTM D2488-93)	X
CONTENUTO D'ACQUA (ASTM D2216-92)	
PESO DI VOLUME (M.I. PT 09/03)	X
ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422-63)	X
LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318-84)	
PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D854-92)	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080-72)	X
PROVA DI COMPRESSIONE ELL (ASTM D2166-85)	
PROVA EDOMETRICA IL (ASTM D2435-90)	X
PROVA TRIASSIALE (ASTM D2850-87)	
PROVE DI PERMEABILITÀ (ASTM D2434-88)	
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.(ASTM D2487-93)	X
PROVA DI COMPATTAZIONE (ASTM D2168-80)	

DIRETTORE LABORATORIO

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
Metodologie di prova.

Le prove geotecniche sono state eseguite utilizzando le procedure attinenti alle normative ASTM, BS, DIN, CNR, AASCHTO, alla normativa UNI e AGI.

- *Defustellamento* : viene eseguita attraverso un estrusore orizzontale manuale dotato di un telaio in acciaio sul quale viene inserita la fustella di lunghezza e diametro variabili. Possono essere defustellati campioni con diametro fino a 200 mm. e lunghezza massima di 100 cm.

- *Umidità naturale* : viene eseguita per doppia pesata previo essiccamento in stufa a 105° secondo la normativa ASTM D2216-92.

- *Peso di volume* : riferimento normativa M.I. PT 09/03, viene determinato come media di almeno 2 prove utilizzando fustelle tarate.

- *Analisi granulometrica* : viene eseguita per setacciatura secondo la Norma ASTM D2217-85 - CNR n°23-1971, utilizzando una serie massima di 11 setacci variabili da 0.075 a 75 mm. utilizzando un setacciatore elettromagnetico e per via umida. La frazione fine (< 0.075 mm.) viene determinata attraverso il metodo del densimetro dopo avere ottenuto la dispersione del terreno attraverso un motore elettrico ed utilizzando una soluzione di esametafosfato di sodio. La curva granulometrica viene riportata su un grafico semilogaritmico secondo la classificazione A.G.I.

- *Prova di taglio diretto* : ASTM D3080-72 viene eseguita su provini cilindrici del diametro di 60 mm. ed altezza di 20 mm. I provini vengono preparati e fustellati con apposita apparecchiatura, sia su campioni indisturbati che ricostruiti. La prova viene eseguita su tre provini a diverse condizioni di carico assiale, in genere 1+2+3 Kg/cm<sup>2</sup> e comunque superiore al carico litostatico. La velocità di rottura viene determinata dalla curva tempo/cedimenti e registrati i valori di sforzo tangenziale deformazione orizzontale e verticale. Nei certificati vengono riportati i tabulati tempo/cedimenti per la fase di consolidazione e sforzo deformazione per la fase di taglio.

- *Prova edometrica IL* : ASTM D2435-90 viene eseguita su provini delle dimensioni di 50 mm di diametro e 25 mm. di altezza. L'incrementi di carico viene effettuato partendo da 0.125 Kg/cm<sup>2</sup> e raddoppiando via via il carico fino alla pressione di 16 Kg/cm<sup>2</sup>. Il tempo di mantenimento del carico è per ogni ciclo di 24 h. I risultati vengono forniti su apposita tabelle in cui sono riportate tutte le caratteristiche della prova e su grafico semilogaritmico pressione/indice dei vuoti.

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.....: 2                      Camp.....: 1                      da.....m.: 37,0-37,5  
 Cert.....: 56                      Data.....: 18/10/02                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione :                      Rimaneggiato  
 Lunghezza (cm) =  
 Descrizione campione :  
 Sabbia grigio chiaro a grana medio fine con striature marroni appena addensata.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =  
 Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>	
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,131
Umidità naturale w (%) =	
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Indice dei vuoti e =	
Saturazione (%) =	
Porosità n (%) =	

*Limiti di Atterberg*

Limite Liquido WL =	%
Limite Plastico WP =	%
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR =	%

*Analisi Granulometrica*

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,0	62,7	14,1	23,3

<i>Taglio Diretto</i>		<i>ELL</i>	<i>TX CIU</i>	
φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )

*Prova di compressione edometrica*  
 Indice di compressibilità Cc =

INTERVALLO	cv	k	mv
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0,25-0,5 kg/cm <sup>2</sup>			
0,5-1,0 kg/cm <sup>2</sup>			
1,0-2,0 kg/cm <sup>2</sup>			
2,0-4,0 kg/cm <sup>2</sup>			
4,0-8,0 kg/cm <sup>2</sup>			
8,0-16,0 kg/cm <sup>2</sup>			
16,0-32,0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

## ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 2      Camp..... 1      da..... 37,0-37,5

Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 892,13 gr

	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
V A G L I  A S T M	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,0	0,0	100,0
	0,600	7,4	7,4	92,6
	0,300	20,3	27,7	72,3
	0,150	25,0	52,7	47,3
	0,075	8,2	60,9	39,1
A E R O M E T R I A	0,026	21,0	82,5	32,3
	0,018	20,0	78,6	30,7
	0,010	18,5	72,7	28,4
	0,006	17,0	66,8	26,1
	0,003	16,0	62,9	24,6
	0,002	15,0	59,0	23,1
	0,001	14,0	55,1	21,5

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

## TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Comm.te : Dott. Fabio Mezzetti

Località : Sovrappasso Aeroporto-Zona Canteristica a Pisa

Pratica : 56/02

Data : 18/10/02

Sond.	2	2	2	3	4	4	4	5
Camp.	1	2	3	1	1	2	3	1
da - a --	37,0-37,5	40,5-41,0	49,0-49,5	39,0-39,5	35,5-36,0	36,0-36,5	46,5-47,0	42,0-42,5
Gs								
$\gamma$	2,131	1,89	1,982	1,991	2,022	1,913	1,865	1,868
w								
Sr								
n								
e								
A	23,3	0,1	0,0	0,5	0,6	0,1	0,2	0,1
L	14,1	2,0	0,8	8,4	10,5	1,7	3,4	2,6
S	62,7	97,6	99,2	91,0	87,9	97,9	96,2	97,2
G	0,0	0,2	0,0	0,1	1,0	0,3	0,3	0,0
Wl								
Wp								
Ip								
Ic								
USCS								
k								
$\phi$								
cu								
$\phi'$		36		37		37	37	33
c'		0,005		0,021		0,029	0,024	0,005
qu								
cv(1)								
cv(2)								
cv(3)								
cv(4)								
cv(5)								
cv(6)								
cv(7)								
Cc								

\* valore non determinato sperimentalmente

Gs (gr/cm<sup>3</sup>) = peso specifico dei grani - g (gr/cm<sup>3</sup>) = peso di volume - w (%) = umidità naturale

Sr (%) = grado di saturazione - n (%) = porosità - e = indice dei vuoti

A (%) = argilla - L (%) = limo - S (%) = sabbia - G (%) = ghiaia

Wl (%) = limite liquido - Wp (%) = limite plastico - Ip (%) = ind. di plasticità - Ic = ind. di consistenza

 $\phi$  (°) = angolo di attrito interno non drenato - cu (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata $\phi'$  (°) = angolo di attrito drenato - c' (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione drenataqu (Kg/cm<sup>2</sup>) = sforzo a rottura prova ELL - Cc = indice di compressibilità

cv(i) = coefficiente di consolidazione -

k (m/sec) = coefficiente di permeabilità

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

## TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Comm.te : Dott. Fabio Mezzetti

Località : Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Pratica : 56/02

Data : 18/10/02

Sond.	6	6	8	8	8	9	
Camp.	1	2	3	1	2	3	1
da - a -	37,5-38,0	43,5-44,0	48,0-48,5	27,0-27,5	30,0-30,5	33,033,5	8,0-8,5
Gs							2,735
$\gamma$	1,914	1,922	1,891	2,100	2,057	1,950	1,638
w							70,7
Sr							104
n							65
e							1,85
A	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	
L	1,7	2,0	1,8	3,7	8,5	8,4	
S	97,2	97,9	98,1	95,5	90,3	90,6	
G	1,0	0,1	0,0	0,5	0,7	0,5	
Wl							
Wp							
Ip							
Ic							
USCS							
k							
$\phi$							
$\phi'$		36		38	32	31	26
c'		0,000		0,029	0,000	0,000	0,01
cu (ELL)							
cv (1)							6,3x10 <sup>-4</sup>
cv (2)							6,4x10 <sup>-4</sup>
cv (3)							3,5x10 <sup>-4</sup>
cv (4)							3,0x10 <sup>-4</sup>
cv (5)							3,6x10 <sup>-4</sup>
cv (6)							
cv (7)							
Cc							0,786

\* valore non determinato sperimentalmente

Gs (gr/cm<sup>3</sup>) = peso specifico dei grani - g (gr/cm<sup>3</sup>) = peso di volume - w (%) = umidità naturale

Sr (%) = grado di saturazione - n (%) = porosità - e = indice dei vuoti

A (%) = argilla - L (%) = limo - S (%) = sabbia - G (%) = ghiaia

Wl (%) = limite liquido - Wp (%) = limite plastico - Ip (%) = ind. di plasticità - Ic = ind. di consistenza

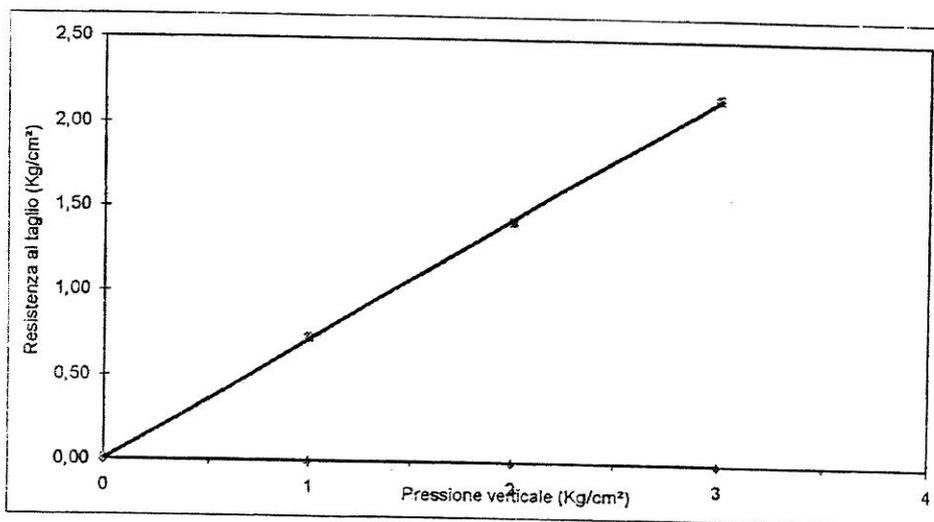
 $\phi$  (°) = angolo di attrito interno non drenato - cu (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata $\phi'$  (°) = angolo di attrito drenato - c' (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione drenatacu (Kg/cm<sup>2</sup>) = sforzo a rottura prova ELL k (m/sec) = coefficiente di permeabilità

Cc = indice di compressibilità cv(i) = coefficiente di consolidazione -

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 2                                      Camp... 2                                      da..... 40,5-41,0  
 Cert.... 56                                      Data.... 18/10/02                                      Rifer... 56/02



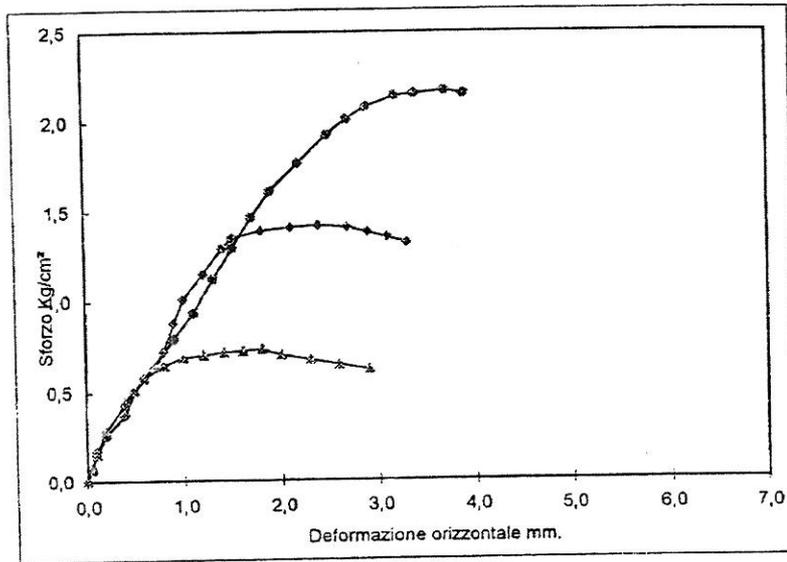
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,732	1,422	2,169
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,330	0,51	0,77
Deform. verticale mm....	0,450	0,660	0,920
Deformazione orizzontale mm....	1,800	2,400	3,700
Umidità finale %.....			
Coesione intercetta $c'$ Kg/cm² =.....			0,005
Angolo di resistenza al taglio $\phi^{\circ}$ =.....			36
Coesione residua $c_r$ Kg/cm² =.....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi_r^{\circ}$ =.....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

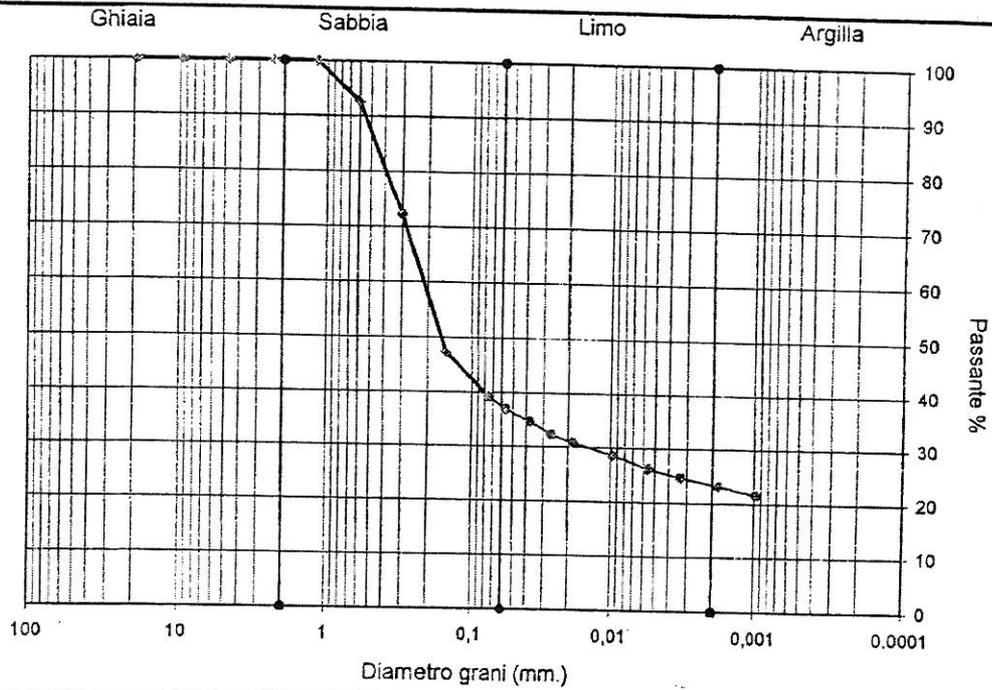
Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 2 Camp... 2 da..... 40,5-41,0  
 Cert.... 56 Data.... 18/10/02 Rifer... 56/02



	Velocità mm/min.	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
	0,100						
Altezza (mm)		23	22,55	23	22,34	23	22,08
Diametro (mm)		60		60		60	
Volume (cm³)		62,20	62,01	62,20	60,51	62,20	59,26
$\gamma$ umido (g/cm³)		1,884	1,684	1,884	1,678	1,890	1,784
$\gamma$ secco (g/cm³)		1,619	1,373	1,619	1,378	1,624	1,526
Umidità (%)							

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 2      Camp.... 1      da..... 37,0-37,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02



Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,2263
%	%	%	%	D30 =
0,0	62,7	14,1	23,3	D10 =
Coeff. d'uniformità Cu =				
Coeff. di curvatura Cc =				

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

## CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 2                      Camp.....: 2                      da.....m.: 40,5-41,0

Cert.....: 56                      Data.....: 18/10/02                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione :                      Indisturbato

Lunghezza (cm.) =                      38

Descrizione campione :

Sabbiamedio grossolana grigio chiaro.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =**Caratteristiche fisiche del campione**Peso di volume  $\rho$  (gr/cm<sup>3</sup>) =                      1,890

Umidità naturale w (%) =

Peso Specifico Gs (gr/cm<sup>3</sup>) =Densità secca Gd (gr/cm<sup>3</sup>) =

Indice dei vuoti e =

Saturazione (%) =

Porosità n (%) =

**Limiti di Atterberg**

Limite Liquido WL =                      %

Limite Plastico WP =                      %

Indice di Plasticità IP =

Indice di Consistenza Ic =

Limite Ritiro WR =                      %

**Analisi Granulometrica**

% ghiaia    % sabbia    % limo    % argilla

0,2            97,6            2,0            0,1

Taglio Diretto		ELL	TX CIU	
$\phi$ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )
36	0,005			

**Prova di compressione edometrica**

Indice di compressibilità Cc =

INTERVALLO	cv		
	cm <sup>2</sup> /sec	k	mv
		cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16,0-32,0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 2 Camp..... 2 da..... 40,5-41,0  
 Cert.... 56 Data..... 18/10/02 Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida

Peso campione.. 643,13 gr

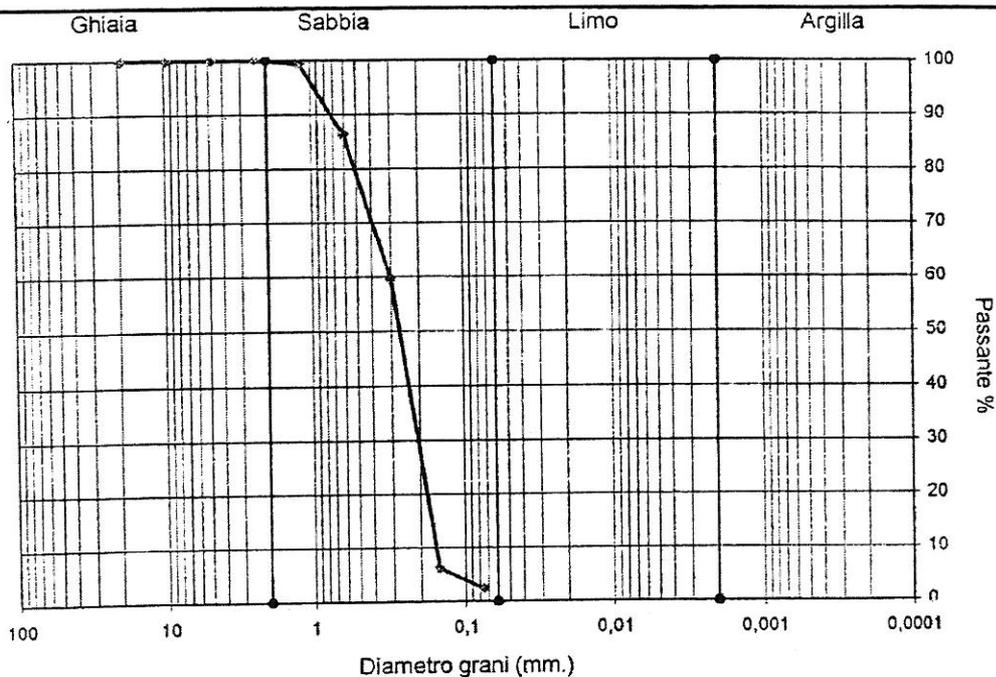
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,8	0,8	99,2
	0,600	12,9	13,7	86,3
	0,300	26,8	40,4	59,6
	0,150	53,4	93,9	6,1
	0,075	3,9	97,8	2,2
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 2      Camp.... 2      da..... 40,5-41,0  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02



Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,3049
%	%	%	%	D30 = 0,2170
0,2	97,6	2,0	0,1	D10 = 0,1609
Coeff. d'uniformità Cu =				2
Coeff. di curvatura Cc =				1

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.....: 2 Camp.....: 3 da.....m.: 49,0-49,5  
 Cert.....: 56 Data.....: 18/10/02 Rifer.....: 56/02  
 Tipo di campione : Indisturbato  
 Lunghezza (cm.) = 33  
 Descrizione campione :  
 Sabbia a grana medio fine grigia.

Pocket penetrometer (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	
Scissometro (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	
<b>Caratteristiche fisiche del campione</b>	
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =	1,982
Umidità naturale w (%) =	
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Indice dei vuoti e =	
Saturazione (%) =	
Porosità n (%) =	

<b>Limiti di Atterberg</b>	
Limite Liquido WL =	%
Limite Plastico WP =	%
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR =	%

<b>Analisi Granulometrica</b>			
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,0	99,2	0,8	0,0

<b>Taglio Diretto</b>		<b>ELL</b>	<b>TX CIU</b>	
φ (*)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (*)	c (kg/cm <sup>2</sup> )

<b>Prova di compressione edometrica</b>			
Indice di compressibilità Cc =			
INTERVALLO	cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec	mv cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 2      Camp..... 3      da..... 49,0-49,5

Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 694,42 gr

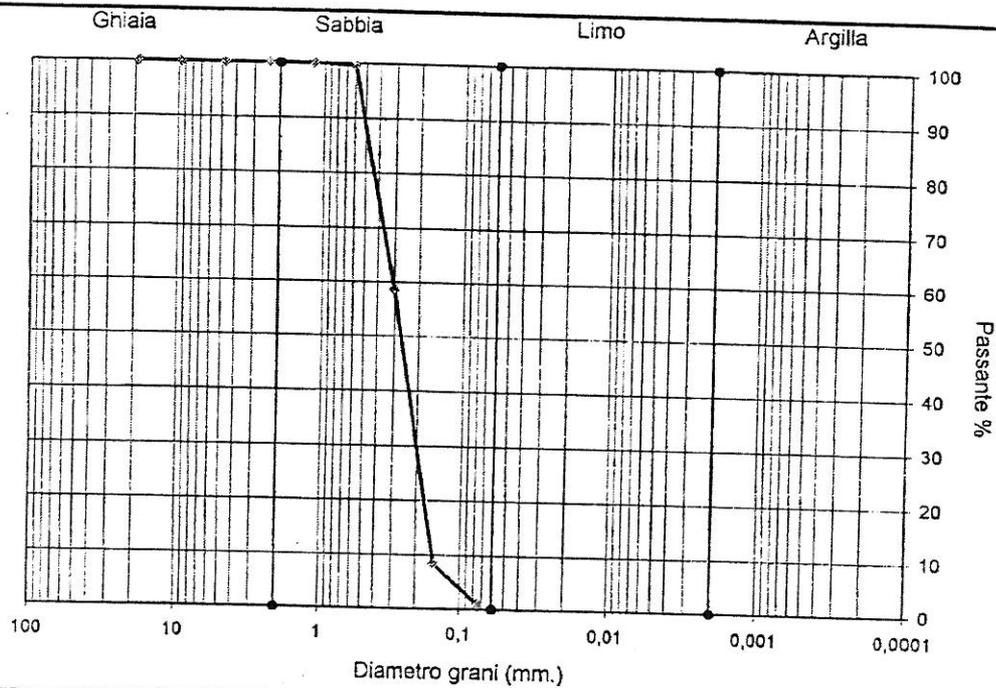
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,0	0,0	100,0
	0,600	0,4	0,5	99,5
	0,300	41,0	41,4	58,6
	0,150	50,1	91,6	8,4
	0,075	7,6	99,1	0,9
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 2      Camp.... 3      da..... 49,0-49,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02



Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 =	0,3105
%	%	%	%	D30 =	0,2145
0,0	99,2	0,8	0,0	D10 =	0,1547
Coeff. d'uniformità Cu =				2	
Coeff. di curvatura Cc =				1	

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

## CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 3 Camp.....: 1 da.....m.: 39,0-39,5

Cert.....: 56 Data.....: 18/10/02 Rifer.....: 56/02

Tipo di campione : Indisturbato

Lunghezza (cm.) = 37

Descrizione campione :

Sabbia a grana medio fine grigia.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Caratteristiche fisiche del campione

Peso di volume g (gr/cm<sup>3</sup>) = 1,991

Umidità naturale w (%) =

Peso Specifico Gs (gr/cm<sup>3</sup>) =Densità secca Gd (gr/cm<sup>3</sup>) =

Indice dei vuoti e =

Saturazione (%) =

Porosità n (%) =

Limiti di Atterberg

Limite Liquido WL = %

Limite Plastico WP = %

Indice di Plasticità IP =

Indice di Consistenza Ic =

Limite Ritiro WR = %

Analisi Granulometrica

% ghiaia % sabbia % limo % argilla

0,1 91,0 8,4 0,5

Taglio Diretto

φ (°) c (kg/cm<sup>2</sup>)

37 0,021

ELL

cu (kg/cm<sup>2</sup>)

TX CIU

φ (°) c (kg/cm<sup>2</sup>)

Prova di compressione edometrica

Indice di compressibilità Cc =

INTERVALLO	cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec	mv cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dot. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 3      Camp..... 1      da..... 39,0-39,5  
 Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 701,19 gr

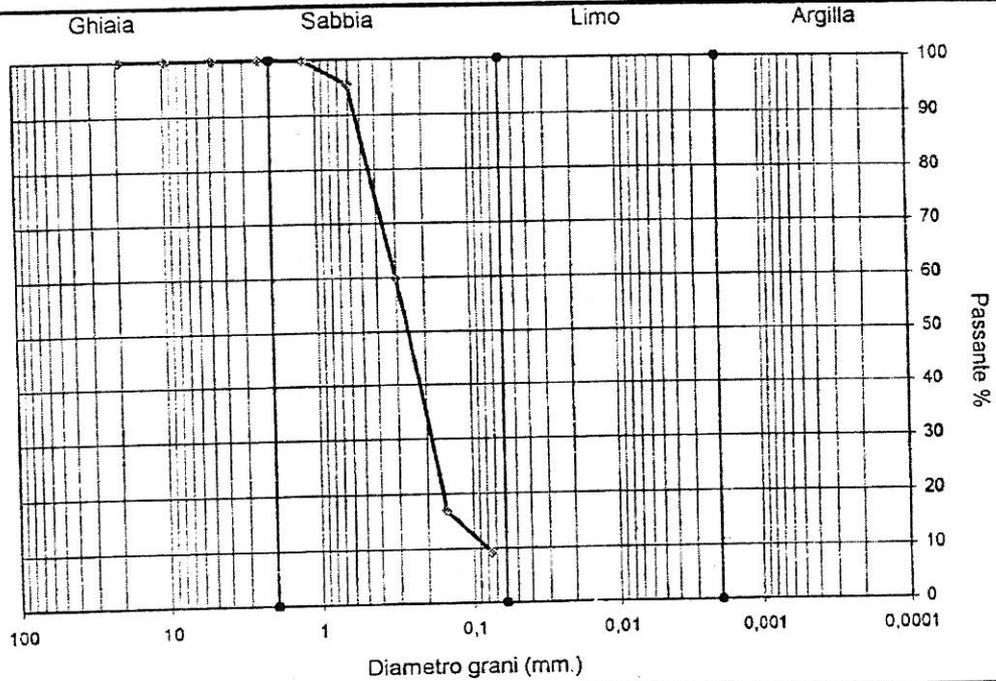
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,3	0,3	99,7
	0,600	4,3	4,6	95,4
	0,300	35,6	40,1	59,9
	0,150	43,0	83,1	16,9
	0,075	7,7	90,9	9,1
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dr. Paolo Fagnelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 3      Camp.... 1      da..... 39,0-39,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02

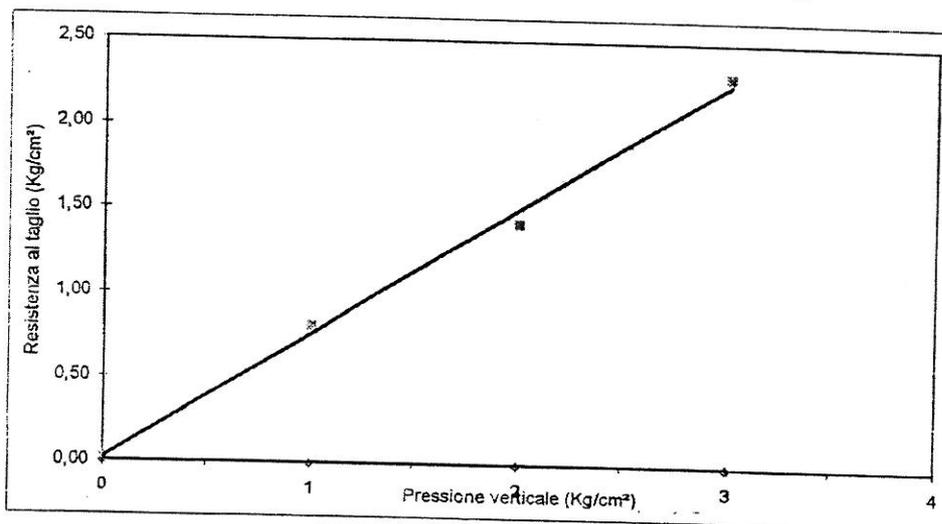


Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,3010
%	%	%	%	D30 = 0,1958
0,1	91,0	8,4	0,5	D10 = 0,0833
Coeff. d'uniformità Cu =				4
Coeff. di curvatura Cc =				1

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 3                                      Camp... 1                      da..... 39,0-39,5  
 Cert.... 56                                      Data.... 18/10/02                      Rifer... 56/02



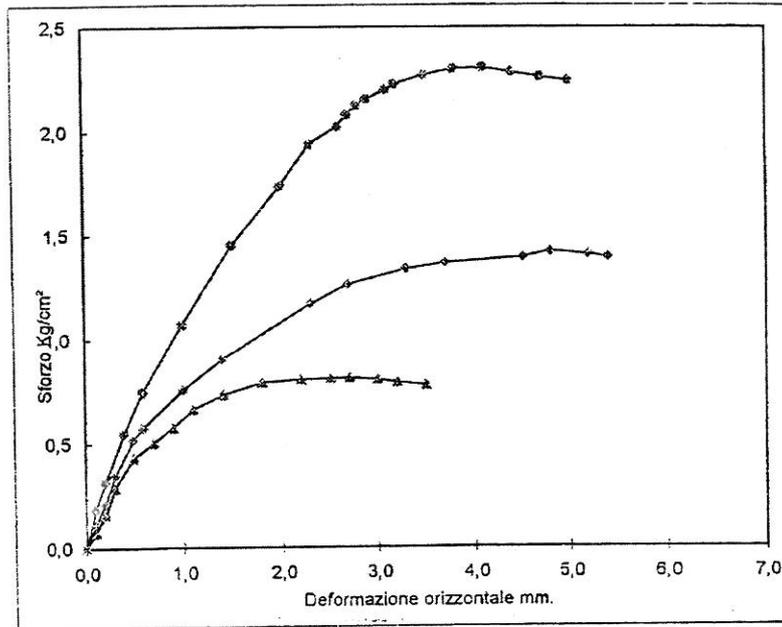
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,813	1,422	2,305
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,550	0,70	0,93
Deform. verticale mm.....	0,660	1,020	1,150
Deformazione orizzontale mm.....	2,700	4,800	4,100
Umidità finale %.....			
Coesione intercetta $c'$ Kg/cm² =.....			0,021
Angolo di resistenza al taglio $\phi^0$ =.....			37
Coesione residua $c_r$ Kg/cm² =.....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^0_r$ =.....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantieri..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 3                                  Camp... 1                                  da..... 39,0-39,5  
 Cert.... 56                                  Data.... 18/10/02                                  Rifer... 56/02



Velocità mm/min.	0,100	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		23	22,34	23	21,98	23	21,85
Diametro (mm)		60		60		60	
Volume (cm³)		62,20	61,41	62,20	59,49	62,20	58,61
$\gamma$ umido (g/cm³)		1,991	1,700	1,991	1,707	1,991	1,804
$\gamma$ secco (g/cm³)		1,711	1,386	1,711	1,402	1,711	1,543
Umidità (%)							

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.....: 4                      Camp.....: 1                      da.....m.: 35,5-36,0  
 Cert.....: 56                      Data.....: 18/10/02                      Rifer.....: 56/02  
 Tipo di campione :                      Rimaneggiato  
 Lunghezza (cm) =  
 Descrizione campione :  
 Sabbia grigio chiaro a granulometria medio fine leggermente addensata.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =  
 Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

<b>Caratteristiche fisiche del campione</b>	
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,022
Umidità naturale w (%) =	
Peso Specifico G <sub>s</sub> (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Densità secca G <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Indice dei vuoti e =	
Saturazione (%) =	
Porosità n (%) =	

**Limiti di Atterberg**

Limite Liquido WL =	%
Limite Plastico WP =	%
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza I <sub>c</sub> =	
Limite Ritiro WR =	%

**Analisi Granulometrica**

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
1,0	87,9	10,5	0,6

<b>Taglio Diretto</b>		<b>ELL</b>	<b>TX CIU</b>	
φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	CU (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )

**Prova di compressione edometrica**  
 indice di compressibilità C<sub>c</sub> =

INTERVALLO	cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec	mv cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 4      Camp..... 1      da..... 35,5-36,0

Cert.... 56      Data..... 13/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 635,53 gr

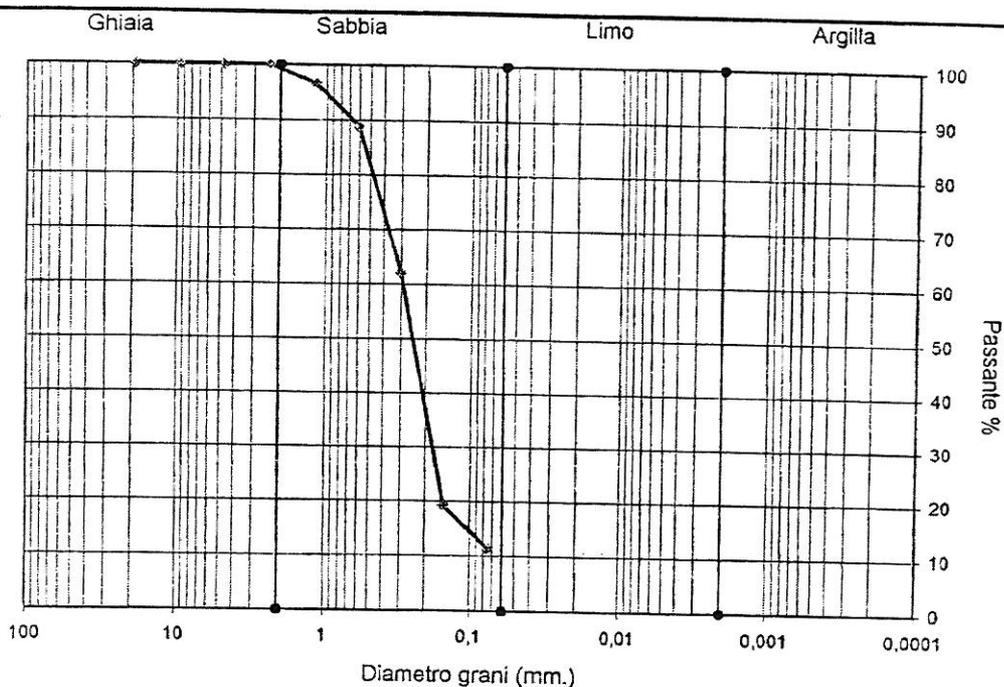
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	3,4	3,4	96,6
	0,600	7,8	11,2	88,8
	0,300	26,7	37,9	62,1
	0,150	42,9	80,8	19,2
	0,075	7,8	88,6	11,4
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 4      Camp.... 1      da..... 35,5-36,0  
 Cert.... 56      Data... 18/10/2002      Rifer... 56/02



Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,2928
%	%	%	%	D30 = 0,1878
1,0	87,9	10,5	0,6	D10 = 0,0344
Coeff. d'uniformità Cu =			9	
Coeff. di curvatura Cc =			4	

Dott. Paolo Cognigni  
 GEOLOGO

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 4 Camp.....: 2 da.....m.: 36,0-36,5

Cert.....: 56 Data.....: 18/10/02 Rifer.....: 56/02

Tipo di campione : Indisturbato

Lunghezza (cm.) = 47

Descrizione campione :

Sabbia a granulometria medio-grossolana grigio chiaro.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Caratteristiche fisiche del campione	
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =	1,913
Umidità naturale w (%) =	
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Indice dei vuoti e =	
Saturazione (%) =	
Porosità n (%) =	

Limiti di Atterberg	
Limite Liquido WL =	%
Limite Plastico WP =	%
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR =	%

Analisi Granulometrica			
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,3	97,9	1,7	0,1

Taglio Diretto		ELL		TX CIU	
φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	
37	0,029				

Prova di compressione edometrica			
Indice di compressibilità Cc =			
INTERVALLO	cv	k	mv
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 4      Camp.... 2      da..... 36,0-36,5  
 Cert... 56      Data.... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 776,01 gr

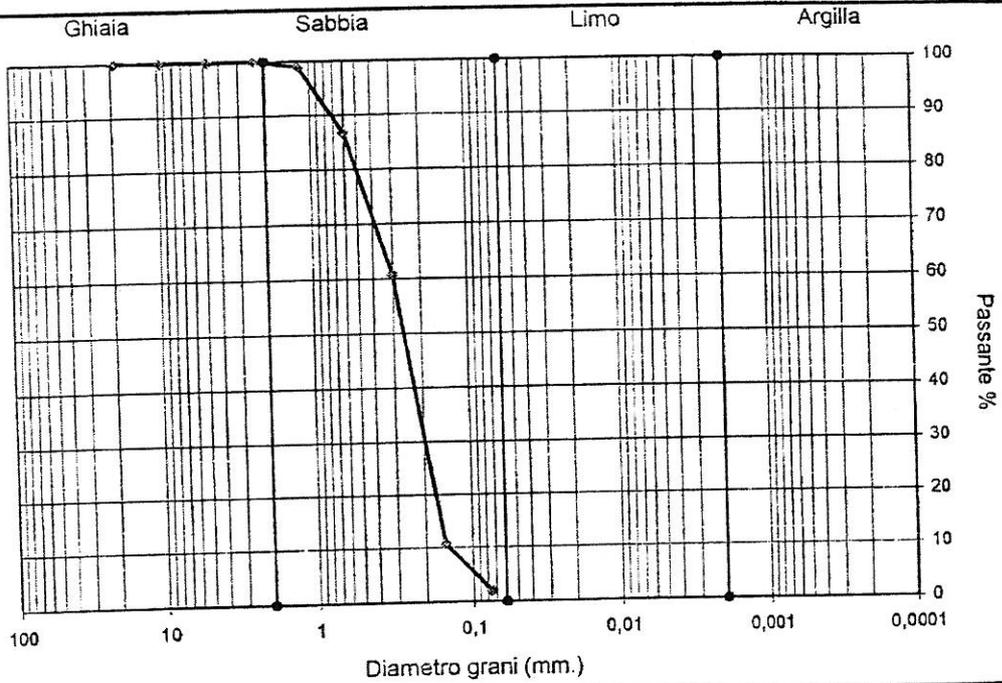
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	1,1	1,1	98,9
	0,600	12,3	13,4	86,6
	0,300	25,8	39,2	60,8
	0,150	50,2	89,4	10,6
	0,075	8,8	98,2	1,8
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+dispersante...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 4      Camp.... 2      da..... 36,0-36,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02

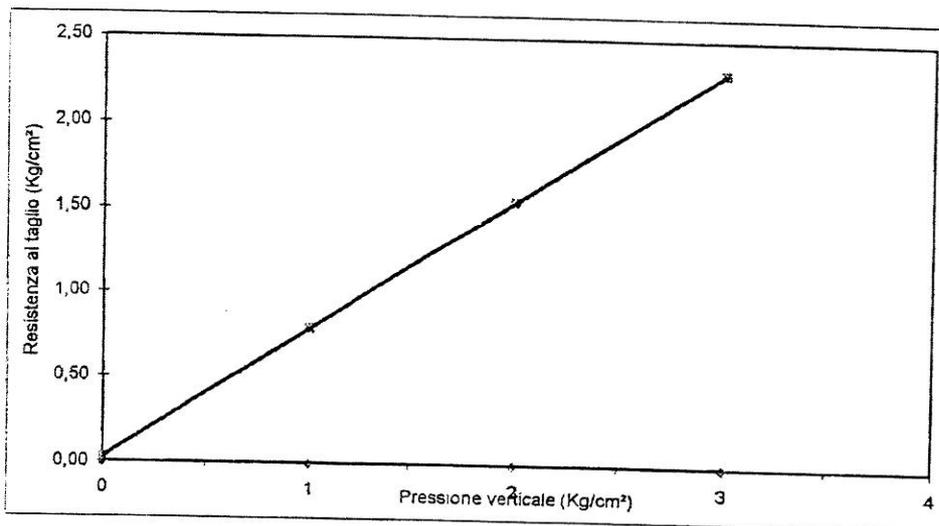


Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,2975
%	%	%	%	D30 = 0,2079
0,3	97,9	1,7	0,1	D10 = 0,1445
Coeff. d'uniformità Cu =				2
Coeff. di curvatura Cc =				1

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 4                      Camp... 2                      da..... 36,0-36,5  
 Cert.... 56                      Data.... 18/10/02                      Rifer... 56/02



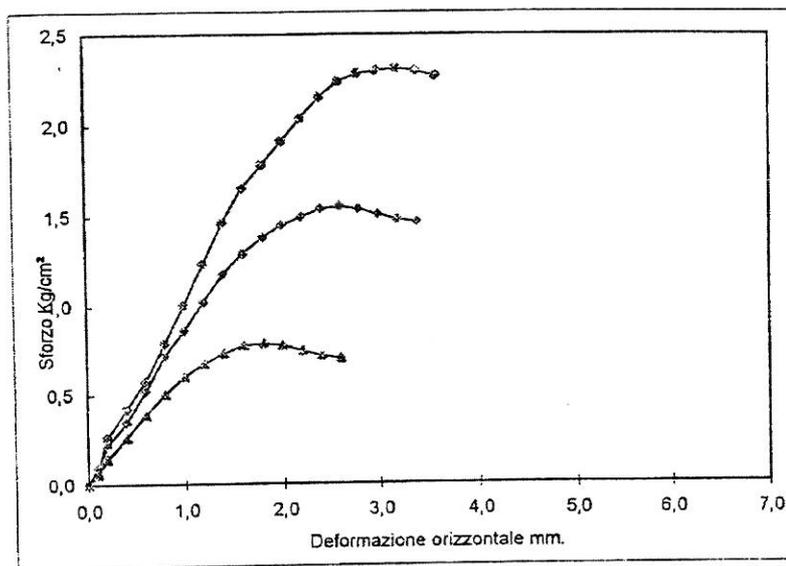
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,790	1,551	2,312
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,580	0,78	1,05
Deform. verticale mm....	0,690	0,930	1,210
Deformazione orizzontale mm....	1,800	2,600	3,200
Umidità finale %.....			
Coesione intercetta c' Kg/cm² =.....			0,029
Angolo di resistenza al taglio $\phi^\circ$ =.....			37
Coesione residua cr Kg/cm² =.....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^\circ$ =.....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLGO

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
Sond.... 4                      Camp... 2                      da..... 36,0-36,5  
Cert.... 56                      Data.... 18/10/02                      Rifer... 56/02



	PROVINO n. 1	PROVINO n. 2	PROVINO n. 3				
Velocità mm/min.	0,100	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		23	22,31	23	22,07	23	21,79
Diametro (mm)		60	60	60	60	60	60
Volume (cm³)		62,20	61,33	62,20	59,74	62,20	58,44
γ umido (g/cm³)		1,913	1,703	1,913	1,700	#####	1,809
γ secco (g/cm³)		1,644	1,388	1,644	1,396	#####	1,547
Umidità (%)							

1/2

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

## CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 4                      Camp.....: 3                      da.....m.: 46,5-47,0

Cert.....: 56                      Data.....: 18/10/02                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione : Indisturbato  
Lunghezza (cm.) = 41Descrizione campione :  
Sabbia grossolana grigio chiaro.Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =**Caratteristiche fisiche del campione**Peso di volume  $\rho$  (gr/cm<sup>3</sup>) = 1,865Umidità naturale  $w$  (%) =Peso Specifico  $G_s$  (gr/cm<sup>3</sup>) =Densità secca  $G_d$  (gr/cm<sup>3</sup>) =Indice dei vuoti  $e$  =

Saturazione (%) =

Porosità  $n$  (%) =**Limiti di Atterberg**Limite Liquido  $WL$  = %Limite Plastico  $WP$  = %Indice di Plasticità  $IP$  =Indice di Consistenza  $I_c$  =Limite Rilievo  $WR$  = %**Analisi Granulometrica**

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,3	96,2	3,4	0,2

Taglio Diretto		ELL	TX CIU	
$\phi$ (°)	$c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$c_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
37	0,024			

**Prova di compressione edometrica**Indice di compressibilità  $C_c$  =

INTERVALLO	$c_v$ cm <sup>2</sup> /sec	$k$ cm/sec	$m_v$ cm <sup>3</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Fognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 4      Camp.... 3      da..... 46,5-47,0

Cert... 56      Data.... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida

Peso campione.. 752,19 gr

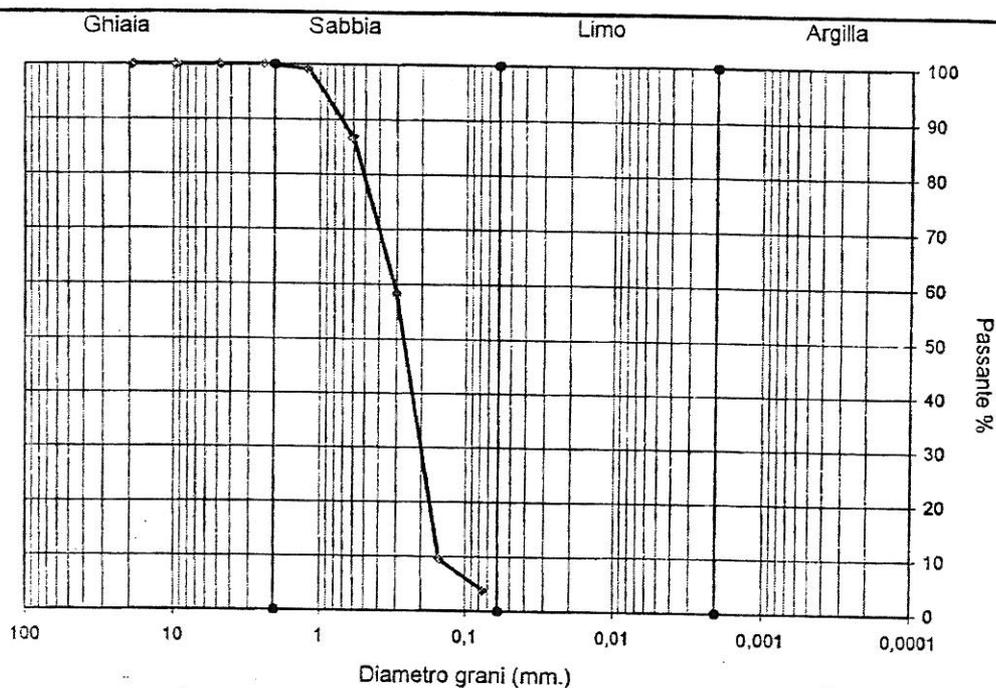
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,9	0,9	99,1
	0,600	12,3	13,3	86,7
	0,300	28,5	41,7	58,3
	0,150	48,8	90,5	9,5
	0,075	5,8	96,3	3,7
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 4      Camp.... 3      da..... 46,5-47,0  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02

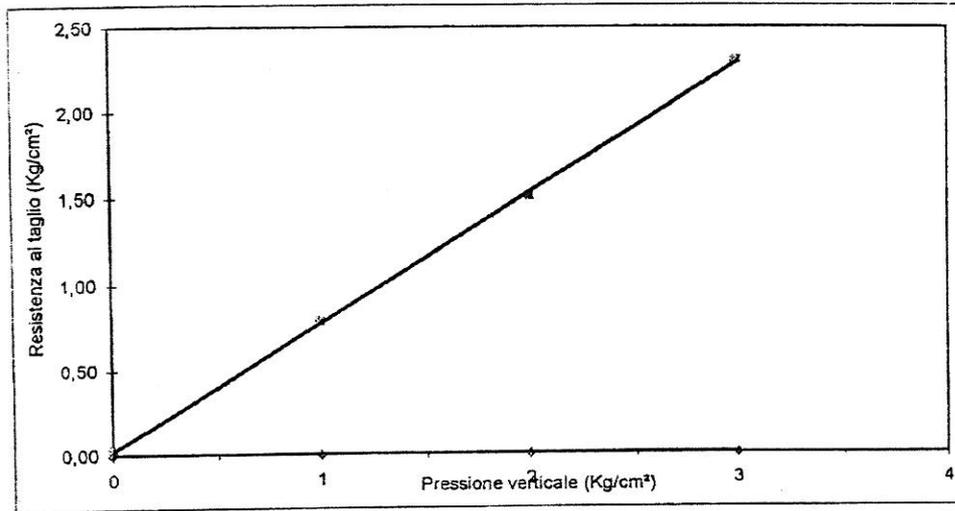


Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,3183
%	%	%	%	D30 = 0,2131
0,3	96,2	3,4	0,2	D10 = 0,1515
Coeff. d'uniformità Cu =				2
Coeff. di curvatura Cc =				1

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 4                      Camp... 3                      da..... 46,5-47,0  
 Cert.... 56                      Data.... 18/10/02                      Rifer... 56/02



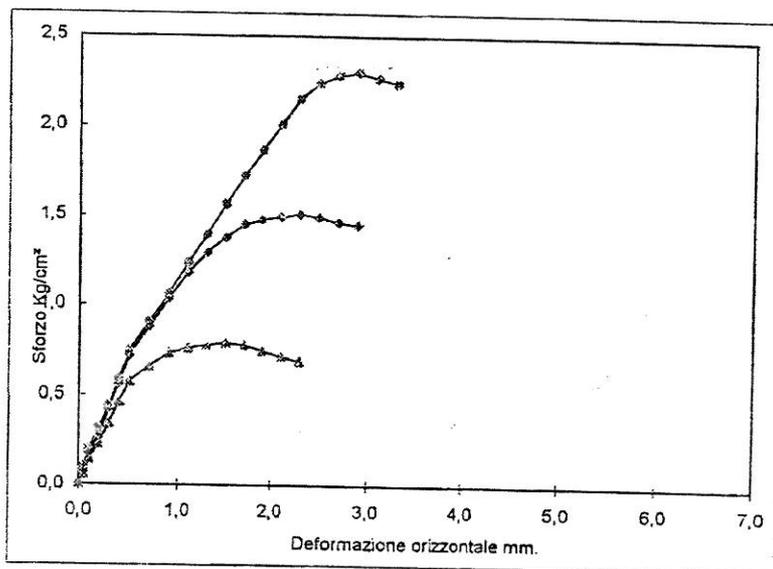
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,790	1,508	2,298
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,310	0,48	0,66
Deform. verticale mm.....	0,420	0,620	0,800
Deformazione orizzontale mm....	1,500	2,300	2,900
Umidità finale %.....			
Coesione intercetta c' Kg/cm² =.....			0,024
Angolo di resistenza al taglio $\phi^{\circ}$ =.....			37
Coesione residua cr Kg/cm² =.....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^{\circ}$ =.....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
Sond.... 4                      Camp... 3                      da..... 46,5-47,0  
Cert.... 56                      Data.... 18/10/02                      Rifer... 56/02



Velocità mm/min.	0,100	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		23	22,58	23	22,38	23	22,20
Diametro (mm)		60		60		60	
Volume (cm³)		62,20	62,09	62,20	60,62	62,20	59,60
$\gamma$ umido (g/cm³)		1,860	1,682	1,860	1,675	1,870	1,774
$\gamma$ secco (g/cm³)		1,599	1,371	1,599	1,375	1,608	1,517
Umidità (%)							

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 5                      Camp.....: 1                      da.....m.: 42,0-42,5

Cert.....: 56                      Data.....: 18/10/02                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione :                      Indisturbato

Lunghezza (cm.) =                      43

Descrizione campione :

Sabbia a granulometria media di colore grigio chiaro.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Caratteristiche fisiche del campione

Peso di volume g (gr/cm<sup>3</sup>) =                      1,868

Umidità naturale w (%) =

Peso Specifico Gs (gr/cm<sup>3</sup>) =

Densità secca Gd (gr/cm<sup>3</sup>) =

Indice dei vuoti e =

Saturazione (%) =

Porosità n (%) =

Limiti di Atterberg

Limite Liquido WL =                      %

Limite Plastico WP =                      %

Indice di Plasticità IP =

Indice di Consistenza Ic =

Limite Ritiro WR =                      %

Analisi Granulometrica

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,0	97,2	2,6	0,1

Taglio Diretto		ELL		TX CIU	
φ (*)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (*)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	
33	0,005				

Prova di compressione edometrica

Indice di compressibilità Cc =

INTERVALLO	cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec	mv cm <sup>2</sup> /kg
0,25-0,5 kg/cm <sup>2</sup>			
0,5-1,0 kg/cm <sup>2</sup>			
1,0-2,0 kg/cm <sup>2</sup>			
2,0-4,0 kg/cm <sup>2</sup>			
4,0-8,0 kg/cm <sup>2</sup>			
8,0-16,0 kg/cm <sup>2</sup>			
16,0-32,0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 5      Camp..... 1      da..... 42,0-42,5  
 Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 623,27 gr

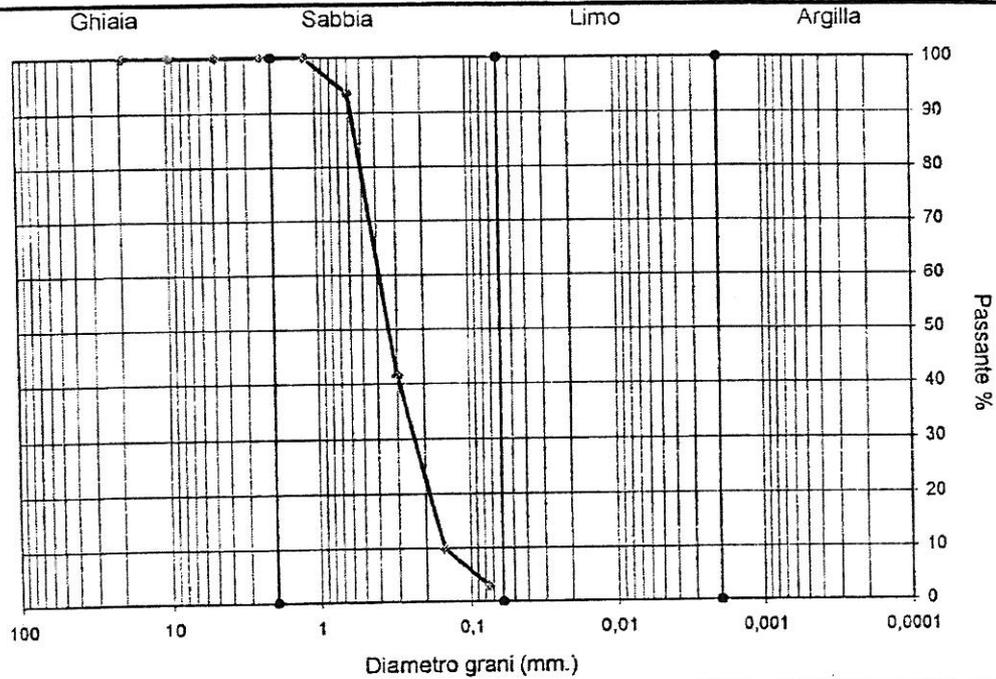
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,0	0,0	100,0
	0,600	6,5	6,6	93,4
	0,300	52,0	58,6	41,4
	0,150	31,6	90,2	9,8
	0,075	7,0	97,1	2,9
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp. + disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 5      Camp.... 1      da..... 42,0-42,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02

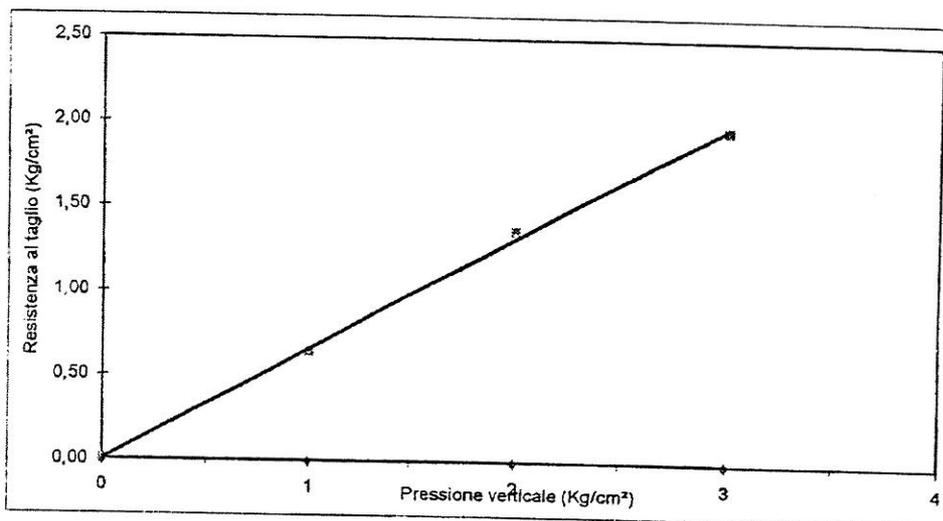


Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,4071
%	%	%	%	D30 = 0,2457
0,0	97,2	2,6	0,1	D10 = 0,1508
Coeff. d'uniformità Cu =			3	
Coeff. di curvatura Cc =			0	

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 5                                      Camp... 1                      da..... 42,0-42,5  
 Cert.... 56                                      Data.... 18/10/02                      Rifer... 56/02



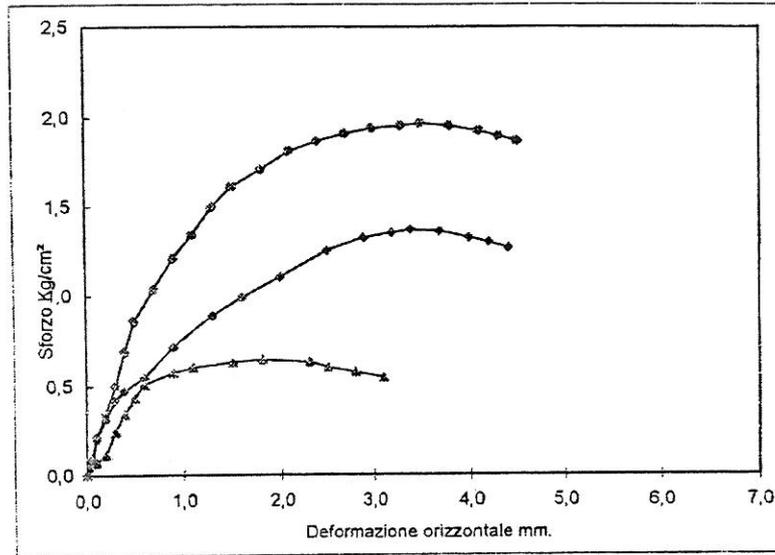
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,646	1,364	1,968
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,230	0,54	0,62
Deform. verticale mm....	0,310	0,630	0,700
Deformazione orizzontale mm....	1,800	3,400	3,500
Umidità finale %.....			
Coesione intercetta $c'$ Kg/cm² =.....			0,005
Angolo di resistenza al taglio $\phi^{\circ}$ =.....			33
Coesione residua $c_r$ Kg/cm² =.....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi_r^{\circ}$ =.....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 5 Camp... 1 da..... 42,0-42,5  
 Cert.... 56 Data.... 18/10/02 Rifer... 56/02



Velocità mm/min.	0,100	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		23	22,69	23	22,37	23	22,30
Diametro (mm)		60		60		60	
Volume (cm³)		62,20	62,40	62,20	60,59	62,20	59,89
$\gamma$ umido (g/cm³)		1,856	1,674	1,856	1,676	1,875	1,765
$\gamma$ secco (g/cm³)		1,596	1,364	1,596	1,376	1,612	1,510
Umidità (%)							

## CARATTERISTICHE FISICHE

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond..... 6                      Camp..... 1                      da .....m.: 37,5-38,0  
 Cert..... 56                      Data..... 18/10/02                      Rifer..... 56/02

Tipo di campione :                      indisturbato  
 Lunghezza (cm.) =                      42  
 Descrizione campione :  
 Sabbia medio grossoliana grigio chiaro.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =  
 Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>	
Peso di volume $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	1,914
Umidità naturale $w$ (%) =	
Peso Specifico $G_s$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Densità secca $G_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Indice dei vuoti $e$ =	
Saturazione (%) =	
Porosità $n$ (%) =	

<i>Limiti di Atterberg</i>	
Limite Liquido WL =	%
Limite Plastico WP =	%
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza $I_c$ =	
Limite Ritiro WR =	%

<i>Analisi Granulometrica</i>			
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
1,0	97,2	1,7	0,1

<i>Taglio Diretto</i>		<i>ELL</i>		<i>TX CIU</i>	
$\phi$ (°)	$c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$c_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	

<i>Prova di compressione edometrica</i>			
Indice di compressibilità $C_c$ =			
INTERVALLO	$c_v$ cm <sup>2</sup> /sec	$k$ cm/sec	$m_v$ cm <sup>2</sup> /kg
0,25-0,5 kg/cm <sup>2</sup>			
0,5-1,0 kg/cm <sup>2</sup>			
1,0-2,0 kg/cm <sup>2</sup>			
2,0-4,0 kg/cm <sup>2</sup>			
4,0-8,0 kg/cm <sup>2</sup>			
8,0-16,0 kg/cm <sup>2</sup>			
16,0-32,0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 6      Camp..... 1      da..... 37,5-38,0

Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 787,63 gr

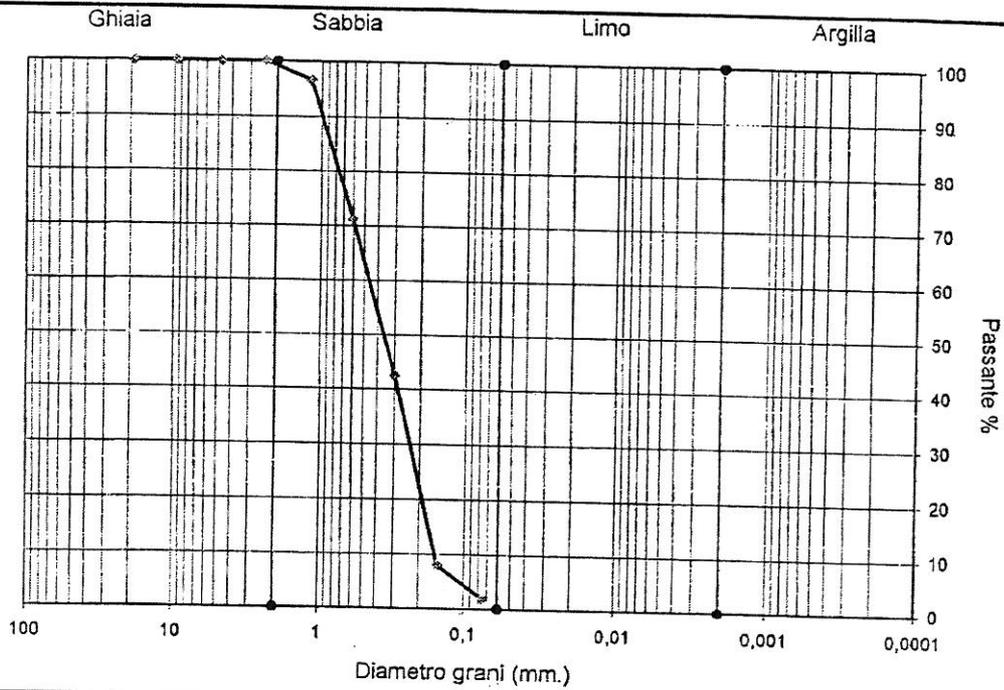
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	3,4	3,4	96,6
	0,600	25,5	28,8	71,2
	0,300	28,7	57,5	42,5
	0,150	34,4	92,0	8,0
	0,075	6,2	98,2	1,8
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+dispersante...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paola Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 6      Camp.... 1      da..... 37,5-38,0  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02



Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,4832
%	%	%	%	D30 = 0,2457
1,0	97,2	1,7	0,1	D10 = 0,1585
Coeff. d'uniformità Cu =			3	
Coeff. di curvatura Cc =			1	

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 6                      Camp.....: 2                      da.....m.: 43,5-44,0

Cert.....: 56                      Data.....: 18/10/02                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione :                      Indisturbato

Lunghezza (cm.) =                      39

Descrizione campione :

Sabbia grossolana di colore grigio.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

*Caratteristiche fisiche del campione*

Peso di volume g (gr/cm<sup>3</sup>) =                      1,922

Umidità naturale w (%) =

Peso Specifico Gs (gr/cm<sup>3</sup>) =

Densità secca Gd (gr/cm<sup>3</sup>) =

Indice dei vuoti e =

Saturazione (%) =

Porosità n (%) =

*Limiti di Atterberg*

Limite Liquido WL =                      %

Limite Plastico WP =                      %

Indice di Plasticità IP =

Indice di Consistenza I<sub>c</sub> =

Limite Ritiro WR =                      %

*Analisi Granulometrica*

% ghiaia    % sabbia    % limo    % argilla

0,1            97,9            2,0            0,1

Taglio Diretto		ELL		TX CIU	
φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	CU (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	
36	0,000				

*Prova di compressione edometrica*

Indice di compressibilità C<sub>c</sub> =

INTERVALLO		cv	k	mv
		cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0,25-0,5	kg/cm <sup>2</sup>			
0,5-1,0	kg/cm <sup>2</sup>			
1,0-2,0	kg/cm <sup>2</sup>			
2,0-4,0	kg/cm <sup>2</sup>			
4,0-8,0	kg/cm <sup>2</sup>			
8,0-16,0	kg/cm <sup>2</sup>			
16,0-32,0	kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 6      Camp..... 2      da..... 43,5-44,0  
 Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 780,92 gr

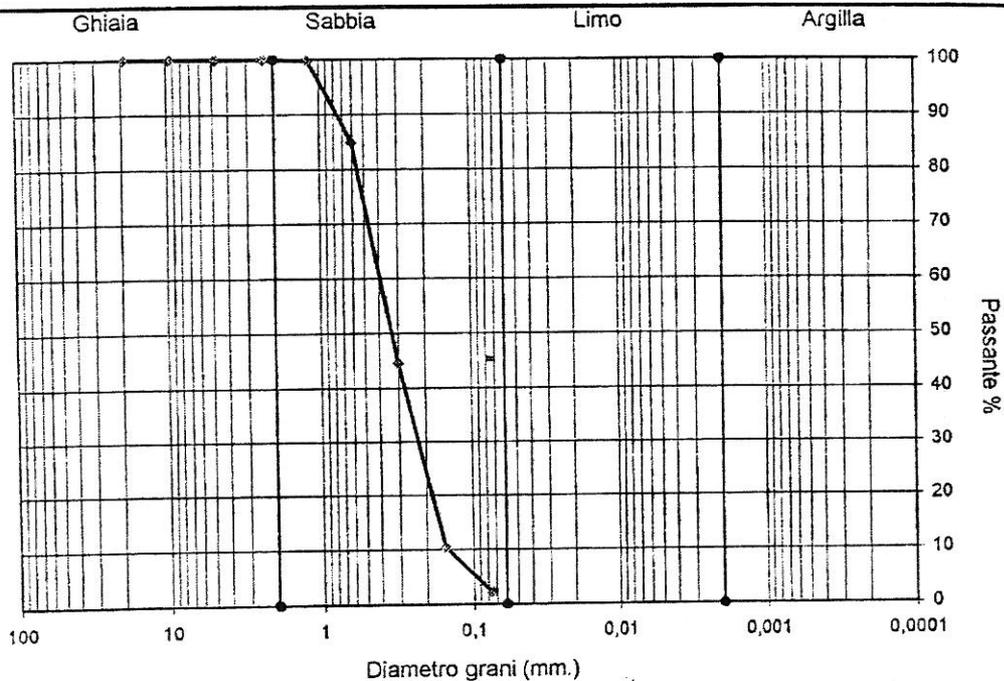
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,3	0,3	99,7
	0,600	14,9	15,1	84,9
	0,300	40,4	55,5	44,5
	0,150	34,1	89,7	10,3
	0,075	8,2	97,9	2,1
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:	
Correzione al menisco.....		0,5
Viscosità dell'acqua.....		2E-05
Correzione temp.+disperdente...		-3
Prova su passante ASTM n.....		200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....		2,754
Peso iniziale (gr).....		40
Temperatura (°C).....		19,5

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 6      Camp.... 2      da..... 43,5-44,0  
 Cert... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02



Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,4153
%	%	%	%	D30 = 0,2365
0,1	97,9	2,0	0,1	D10 = 0,1471
Coeff. d'uniformità Cu =			3	
Coeff. di curvatura Cc =			1	

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

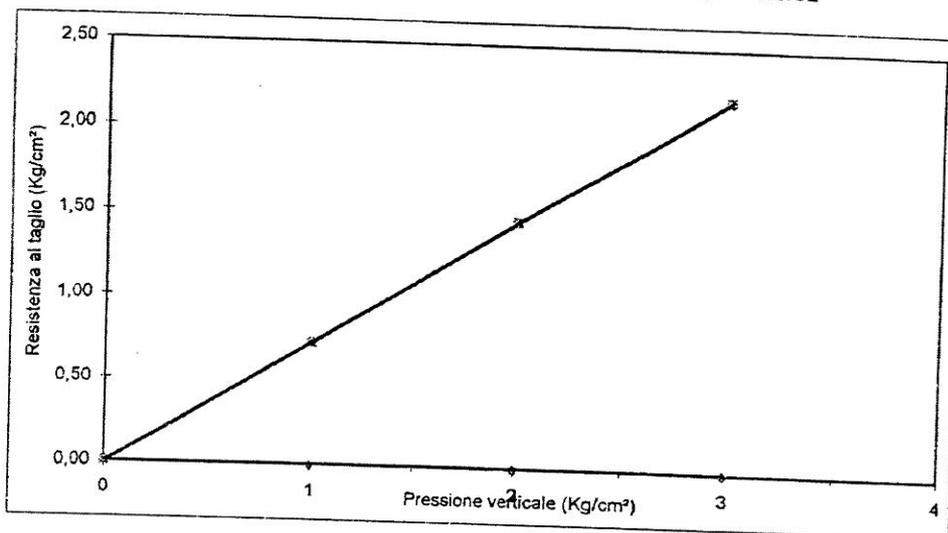
PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 6                                  Camp... 2                          da..... 43,5-44,0

Cert.... 56                          Data.... 18/10/02                          Rifer... 56/02



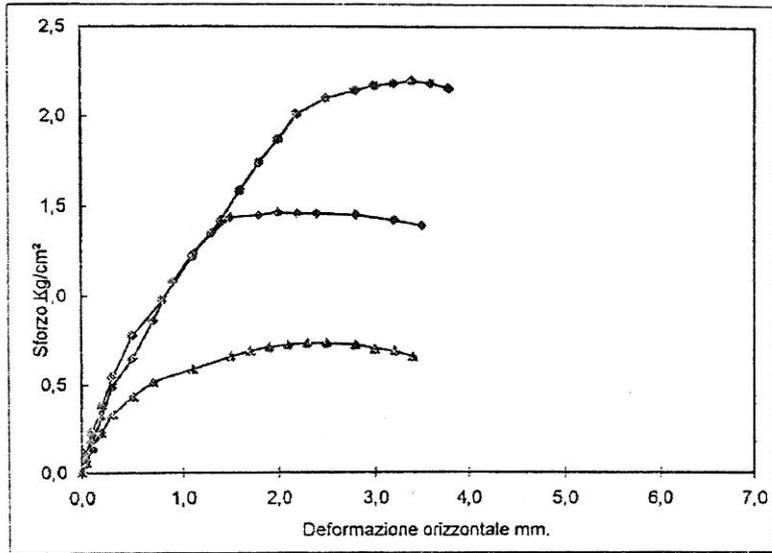
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,732	1,465	2,197
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,450	0,76	1,02
Deform. verticale mm.....	0,530	0,880	1,110
Deformazione orizzontale mm.....	2,300	2,000	3,400
Umidità finale %.....			
Coesione intercetta $c'$ Kg/cm² = .....			0,000
Angolo di resistenza al taglio $\phi^\circ$ = .....			36
Coesione residua $c_r$ Kg/cm² = .....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^\circ$ = .....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
 Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 6                                      Camp... 2                                      da..... 43,5-44,0  
 Cert.... 56                                      Data... 18/10/02                                      Rifer... 56/02



		PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
Velocità mm/min	0,100	iniziale	Finale	iniziale	Finale	iniziale	Finale
Altezza (mm)		23	22,47	23	22,12	23	21,89
Diametro (mm)		60		60		60	
Volume (cm³)		62,20	61,78	62,20	59,89	62,20	58,73
γ umido (g/cm³)		1,916	1,690	1,916	1,696	1,928	1,800
γ secco (g/cm³)		1,647	1,378	1,647	1,392	1,658	1,540
Umidità (%)							

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiera.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 6                                      Camp.....: 3                                      da.....m.: 48,0-48,5

Cert.....: 56                                      Data.....: 18/10/02                                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione :                                      Indisturbato  
Lunghezza (cm.) =                                      43

Descrizione campione :  
Sabbia a granulometria media di colore grigio chiaro.

Pocket penetrometer (Kg/cm²) =	
Scissometro (Kg/cm²) =	
<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>	
Peso di volume g (gr/cm³) =	1,891
Umidità naturale w (%) =	
Peso Specifico Gs (gr/cm³) =	
Densità secca Gd (gr/cm³) =	
Indice dei vuoti e =	
Saturazione (%) =	
Porosità n (%) =	

<i>Limiti di Atterberg</i>	
Limite Liquido WL =	%
Limite Plastico WP =	%
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR =	%

<i>Analisi Granulometrica</i>			
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,0	98,1	1,8	0,1

<i>Taglio Diretto</i>		<i>ELL</i>		<i>TX GIU</i>	
φ (°)	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	φ (°)	c (kg/cm²)	

<i>Prova di compressione edometrica</i>			
Indice di compressibilità Cc =			
<b>INTERVALLO</b>	<b>cv</b>	<b>k</b>	<b>mv</b>
	cm²/sec	cm/sec	cm²/kg
0.25-0.5 kg/cm²			
0.5-1.0 kg/cm²			
1.0-2.0 kg/cm²			
2.0-4.0 kg/cm²			
4.0-8.0 kg/cm²			
8.0-16.0 kg/cm²			
16.0-32.0 kg/cm²			

  
Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 6      Camp..... 3      da..... 48,0-48,5

Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 872,53 gr

V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	0,1	0,1	99,9
	0,600	6,8	6,9	93,1
	0,300	31,8	38,7	61,3
	0,150	48,9	87,6	12,4
	0,075	10,5	98,1	1,9
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

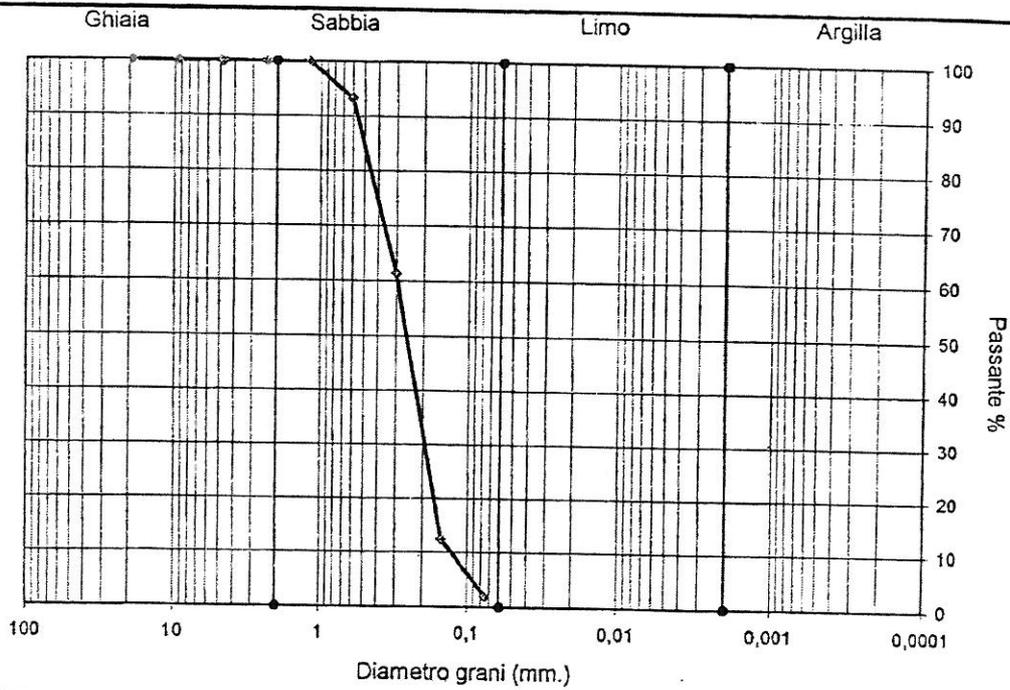
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 6      Camp.... 3      da..... 48,0-48,5

Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02



Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,2960
%	%	%	%	D30 = 0,2039
0,0	98,1	1,8	0,1	D10 = 0,1326
Coeff. d'uniformità Cu =			2	
Coeff. di curvatura Cc =			1	

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 8                      Camp.....: 1                      da.....m.: 27,0-27,5

Cert.....: 56                      Data.....: 13/10/02                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione : Indisturbato

Lunghezza (cm.) = 46

Descrizione campione :

Sabbia medio fine color avana.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

*Caratteristiche fisiche del campione*

Peso di volume g (gr/cm<sup>3</sup>) = 2,100

Umidità naturale w (%) =

Peso Specifico Gs (gr/cm<sup>3</sup>) =

Densità secca Gd (gr/cm<sup>3</sup>) =

Indice dei vuoti e =

Saturazione (%) =

Porosità n (%) =

*Limiti di Atterberg*

Limite Liquido WL = %

Limite Plastico WP = %

Indice di Plasticità IP =

Indice di Consistenza Ic =

Limite Ritiro WR = %

*Analisi Granulometrica*

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,5	95,5	3,7	0,2

<i>Taglio Diretto</i>		<i>ELL</i>	<i>TX CIU</i>	
φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )
38	0,029			

*Prova di compressione edometrica*

Indice di compressibilità Cc =

INTERVALLO	cv	k	mv
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8      Camp..... 1      da..... 27,0-27,5  
 Cert.... 56      Data..... 18/10/02      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida      Peso campione.. 763,64 gr

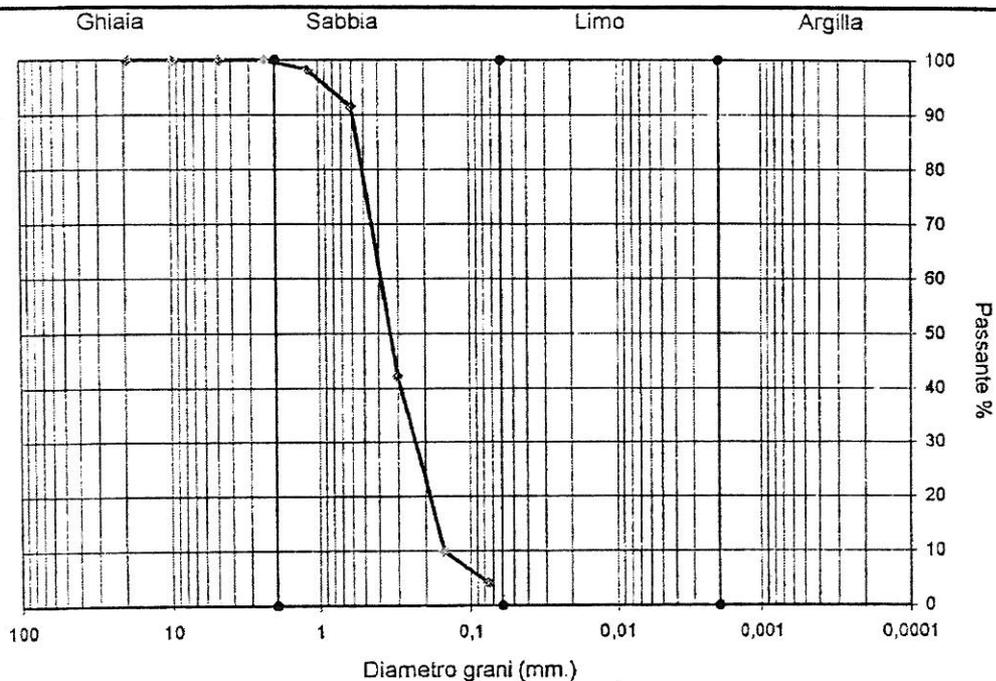
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	1,7	1,7	98,3
	0,600	6,8	8,5	91,5
	0,300	49,3	57,9	42,1
	0,150	32,3	90,1	9,9
	0,075	5,8	95,9	4,1
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8      Camp.... 1      da..... 27,0-27,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02

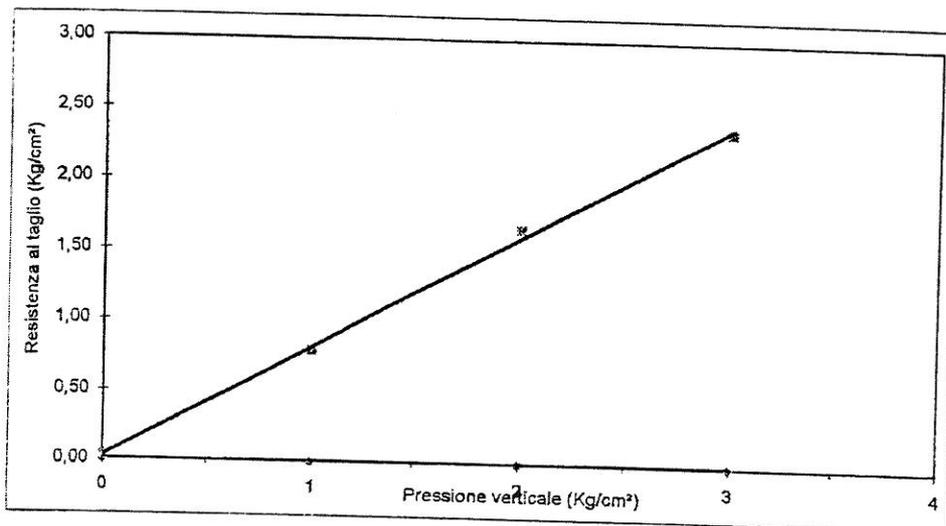


Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 =
%	%	%	%	D30 =
0,5	95,5	3,7	0,2	D10 =
Coeff. d'uniformità Cu =				3
Coeff. di curvatura Cc =				1

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CU

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8 ..... Camp... 1 ..... da..... 27,0-27,5  
 Cert.... 56 ..... Data.... 18/10/02 ..... Rifer... 56/02



PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....		1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....		0,790	1,666	2,370
Deform. verticale consolidazione mm.....		0,610	0,71	0,83
Deform. verticale mm....		0,720	1,120	1,180
Deformazione orizzontale mm....		2,300	2,800	3,900
Umidità finale %.....				
Coesione intercetta $c'$ Kg/cm² =.....				0,029
Angolo di resistenza al taglio $\phi^0$ =.....				38
Coesione residua $c_r$ Kg/cm² =.....				
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^0_r$ =.....				



CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 8 Camp.....: 2 da.....m.: 30,0-30,5

Cert.....: 56 Data.....: 18/10/02 Rifer.....: 56/02

Tipo di campione : Indisturbato

Lunghezza (cm.) = 40

Descrizione campione :

Sabbia medio fine di colore avana.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =

Caratteristiche fisiche del campione	
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,057
Umidità naturale w (%) =	
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =	
Indice dei vuoti e =	
Saturazione (%) =	
Porosità n (%) =	

Limiti di Atterberg	
Limite Liquido WL =	%
Limite Plastico WP =	%
Indice di Plasticità IP =	
Indice di Consistenza Ic =	
Limite Ritiro WR =	%

Analisi Granulometrica			
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0,7	90,3	8,5	0,5

Taglio Diretto		ELL	TX CIU	
φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )
32	0,000			

Prova di compressione edometrica			
Indice di compressibilità Cc =			
INTERVALLO	cv	k	mv
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

Fabio Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.... 8 Camp.... 2 da..... 30,0-30,5

Cert.... 56 Data..... 18/10/02 Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida Peso campione.. 750,74 gr

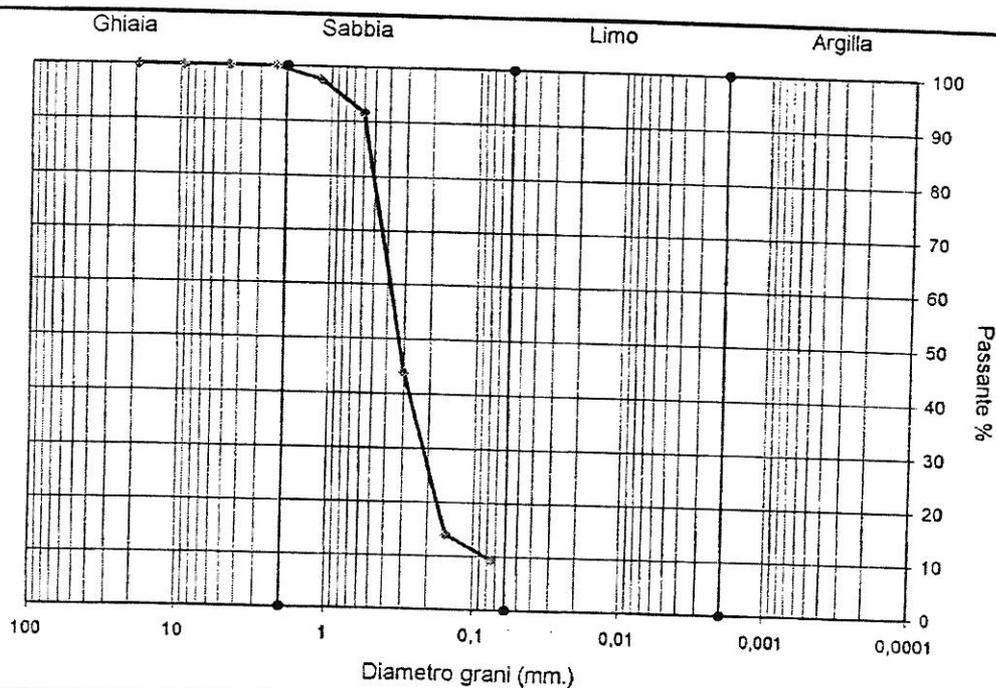
V A G L I  A S T M	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	2,4	2,4	97,6
	0,600	6,0	8,4	91,6
	0,300	47,8	56,2	43,8
	0,150	29,7	85,9	14,1
	0,075	4,8	90,7	9,3
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+disperdente...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico Gs (gr/cm3)....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8      Camp.... 2      da..... 30,0-30,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02

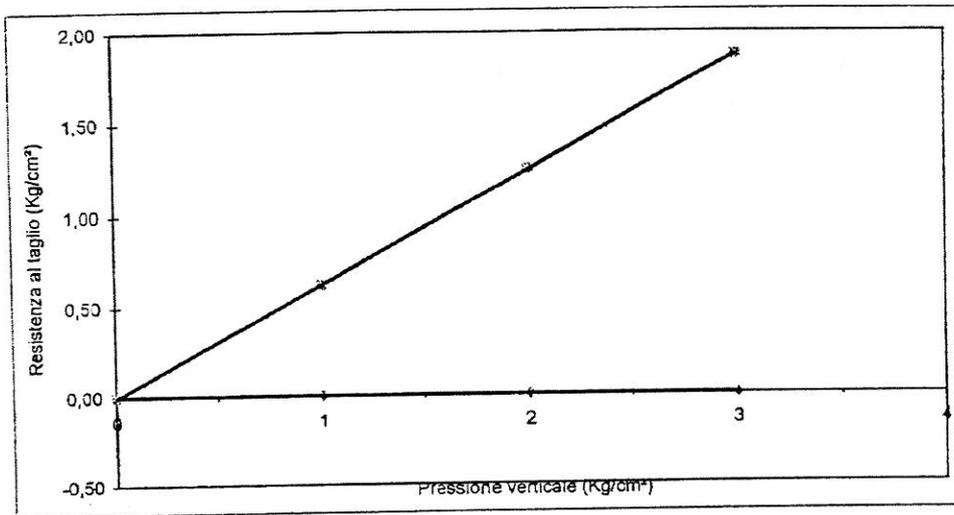


Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,4017
%	%	%	%	D30 = 0,2304
0,7	90,3	8,5	0,5	D10 = 0,0863
Coeff. d'uniformità Cu =			5	
Coeff. di curvatura Cc =			2	

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8                                      Camp... 2                                      da..... 30,0-30,5  
 Cert.... 56                                      Data.... 18/10/02                                      Rifer... 56/02



PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,618	1,249	1,867
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,520	0,76	0,84
Deform. verticale mm....	0,710	0,940	1,020
Deformazione orizzontale mm....	1,300	2,800	2,800
Umidità finale %.....			
Coesione intercetta $c'$ Kg/cm² =.....			0,000
Angolo di resistenza al taglio $\phi^0$ =.....			32
Coesione residua $c_r$ Kg/cm² =.....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^0_r$ =.....			



## CARATTERISTICHE FISICHE

Committente.....: Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere.....: Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa

Sond.....: 8                      Camp.....: 3                      da.....m.: 33,0-33,5

Cert.....: 56                      Data.....: 18/10/02                      Rifer.....: 56/02

Tipo di campione :                      Indisturbato

Lunghezza (cm.) =                      39

Descrizione campione :

Sabbia a granulometria media grigio chiaro.

Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) =Scissometro (Kg/cm<sup>2</sup>) =*Caratteristiche fisiche del campione*Peso di volume g (gr/cm<sup>3</sup>) =                      1,950

Umidità naturale w (%) =

Peso Specifico Gs (gr/cm<sup>3</sup>) =Densità secca Gd (gr/cm<sup>3</sup>) =

Indice dei vuoti e =

Saturazione (%) =

Porosità n (%) =

*Limiti di Atterberg*

Limite Liquido WL =                      %

Limite Plastico WP =                      %

Indice di Plasticità IP =

Indice di Consistenza Ic =

Limite Ritiro WR =                      %

*Analisi Granulometrica*

% ghiaia    % sabbia    % limo    % argilla

0,5            90,6            8,4            0,5

Taglio Diretto		ELL		TX CIU	
φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	
31	0,000				

*Prova di compressione edometrica*

Indice di compressibilità Cc =

INTERVALLO	cv	k	mv
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5 kg/cm <sup>2</sup>			
0.5-1.0 kg/cm <sup>2</sup>			
1.0-2.0 kg/cm <sup>2</sup>			
2.0-4.0 kg/cm <sup>2</sup>			
4.0-8.0 kg/cm <sup>2</sup>			
8.0-16.0 kg/cm <sup>2</sup>			
16.0-32.0 kg/cm <sup>2</sup>			

  
 Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8                      Camp.... 3                      da..... 33,0-33,5  
 Cert.... 56                      Data..... 18/10/02                      Rifer... 56/02

SETACCIATURA per via umida                      Peso campione.. 698,43 gr

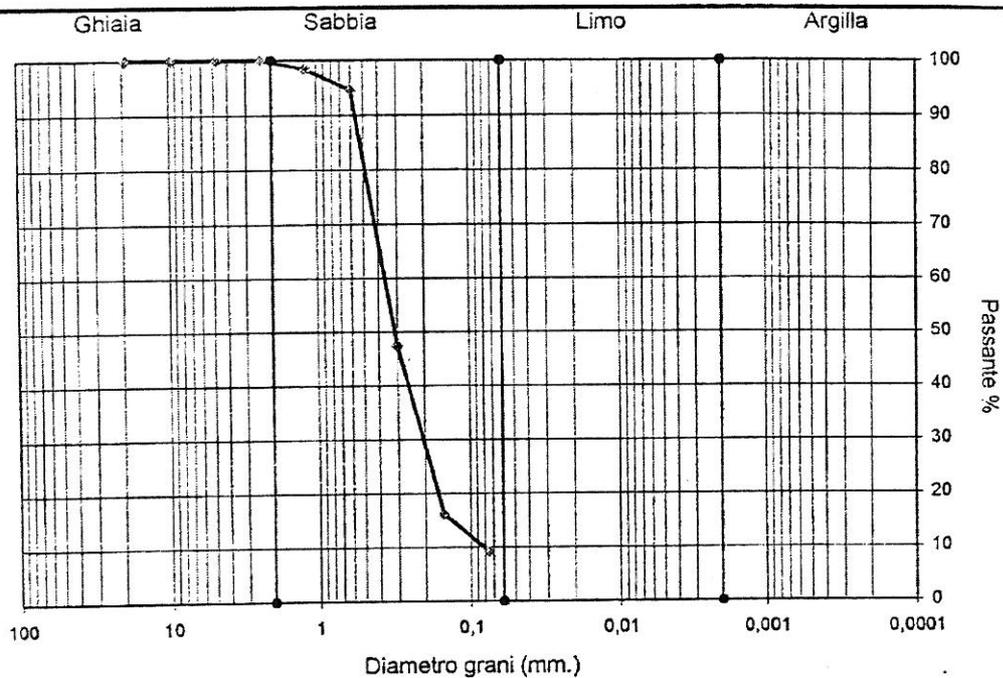
V A G L I	d (mm)	%	% tratt.	% pass.
	19	0,0	0,0	100,0
	9,5	0,0	0,0	100,0
	4,750	0,0	0,0	100,0
	2,360	0,0	0,0	100,0
	1,180	1,6	1,6	98,4
	0,600	3,8	5,5	94,5
	0,300	47,2	52,7	47,3
	0,150	31,2	83,9	16,1
	0,075	6,9	90,8	9,2
A E R O M E T R I A				

SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:
Correzione al menisco.....	0,5
Viscosità dell'acqua.....	2E-05
Correzione temp.+dispersante...	-3
Prova su passante ASTM n.....	200
Peso Specifico G <sub>s</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )....	2,754
Peso iniziale (gr).....	40
Temperatura (°C).....	19,5

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLGO

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8      Camp.... 3      da..... 33,0-33,5  
 Cert.... 56      Data.... 18/10/2002      Rifer... 56/02

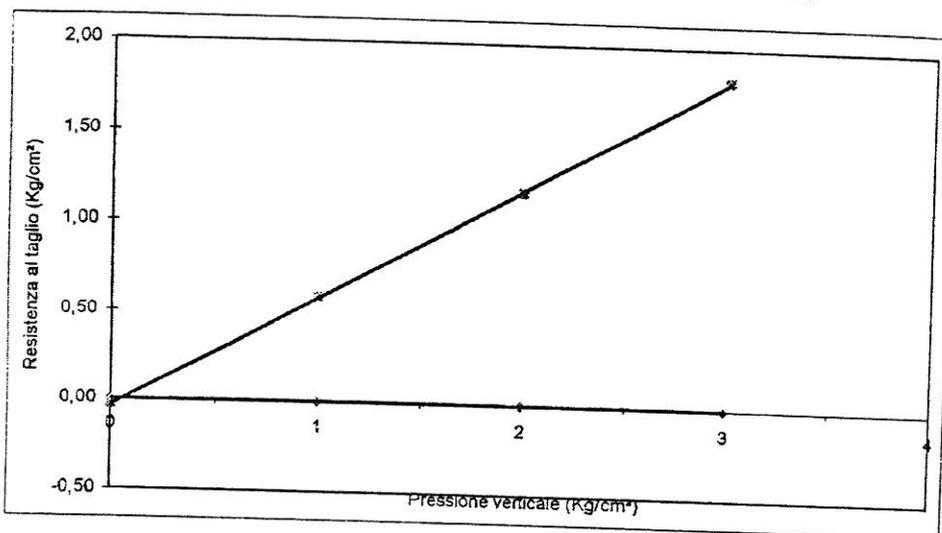


Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	D60 = 0,3807
%	%	%	%	D30 = 0,2169
0,5	90,6	8,4	0,5	D10 = 0,0842
Coeff. d'uniformità Cu =				5
Coeff. di curvatura Cc =				1

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8                      Camp... 3                      da..... 33,0-33,5  
 Cert.... 56                      Data.... 18/10/02                      Rifer... 56/02



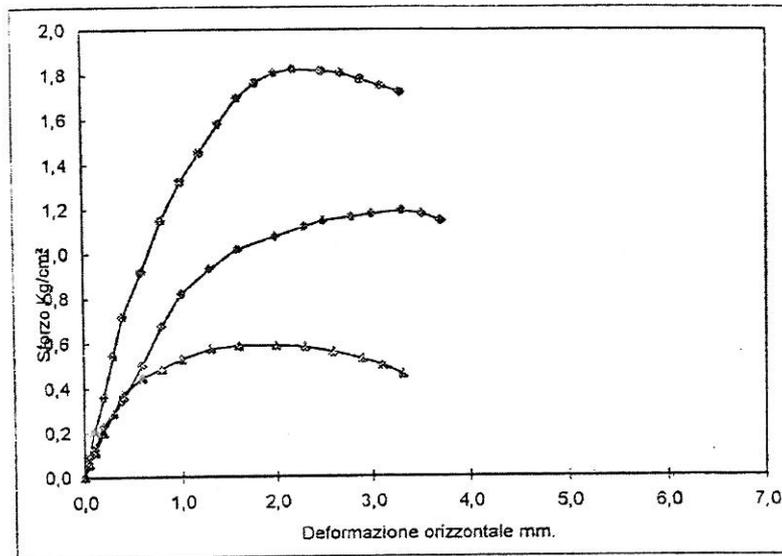
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	1	2	3
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,589	1,192	1,824
Deform. verticale consolidazione mm.....	0,475	0,65	0,88
Deform. verticale mm....	0,590	0,790	1,000
Deformazione orizzontale mm....	1,600	3,300	2,200
Umidità finale %.....	22,7	21,8	16,9
Coesione intercetta c' Kg/cm² = .....			0,000
Angolo di resistenza al taglio $\phi^\circ$ = .....			31
Coesione residua cr Kg/cm² = .....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^\circ$ = .....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Sovrappasso Aeroporto-Zona Cantieristica a Pisa  
 Sond.... 8                                      Camp... 3                                      da..... 33,0-33,5  
 Cert.... 56                                      Data.... 18/10/02                                      Rifer... 56/02



Velocità mm/min.	0,100	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		23	22,41	23	22,21	23	22,00
Diametro (mm)		60		60		60	
Volume (cm³)		62,20	61,61	62,20	60,14	62,20	59,04
$\gamma$ umido (g/cm³)		1,938	1,695	1,938	1,688	1,961	1,791
$\gamma$ secco (g/cm³)		1,666	1,382	1,666	1,386	1,685	1,532
Umidità (%)							

Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLGO



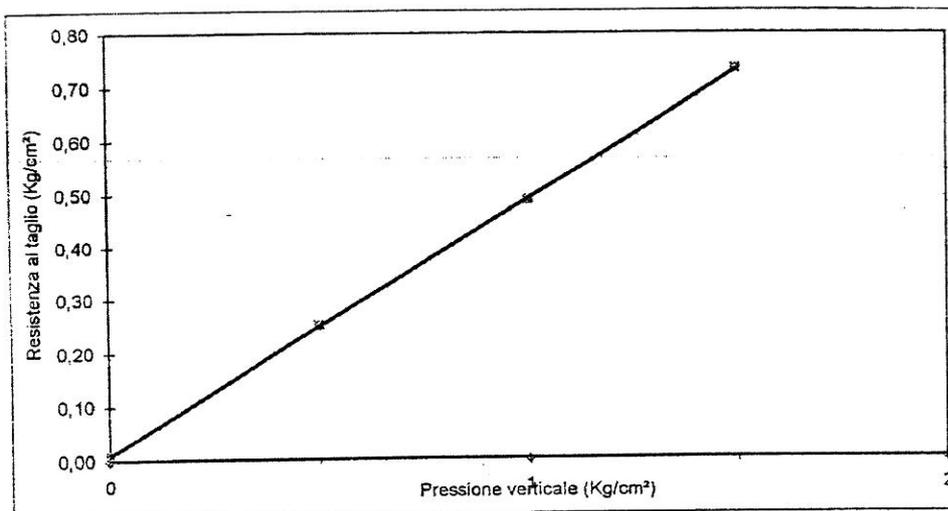
PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato drenato CD

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti

Cantiere..... Canale dei Navicelli - Pisa

Sond.... 9 Camp... 1 da..... 8,0-8,5

Cert.... 56 Data.... 18/10/02 Rifer... 56/02



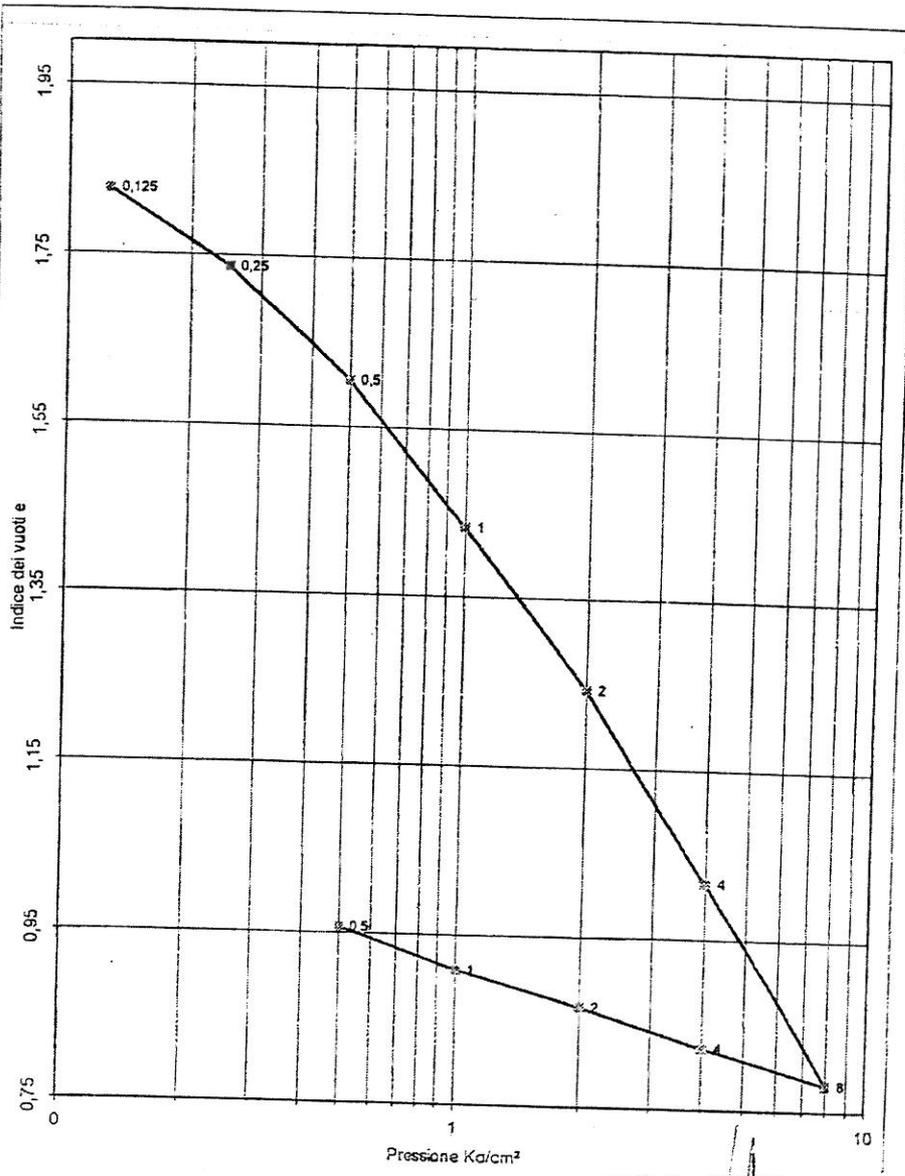
PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....	0,5	1	1,5
Sforzo a rottura Kg/cm².....	0,251	0,488	0,732
Deform. verticale consolidazione mm.....	1,250	1,97	2,45
Deform. verticale mm....	1,710	2,230	2,870
Deformazione orizzontale mm....	1,800	2,075	2,125
Umidità finale %.....	66,1	64,3	61,2
Coesione intercetta c' Kg/cm² =.....			0,010
Angolo di resistenza al taglio $\phi^{\circ}$ =.....			26
Coesione residua cr Kg/cm² =.....			
Angolo di resistenza al taglio residuo $\phi^{\circ}$ =.....			

Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
Cantiere..... Canale dei Navicelli - Pisa  
Sond.... 9      Camp... 1      da..... 8,0-8,5  
Cert.... 56      Data... 18/10/02      Rifer... 56/02

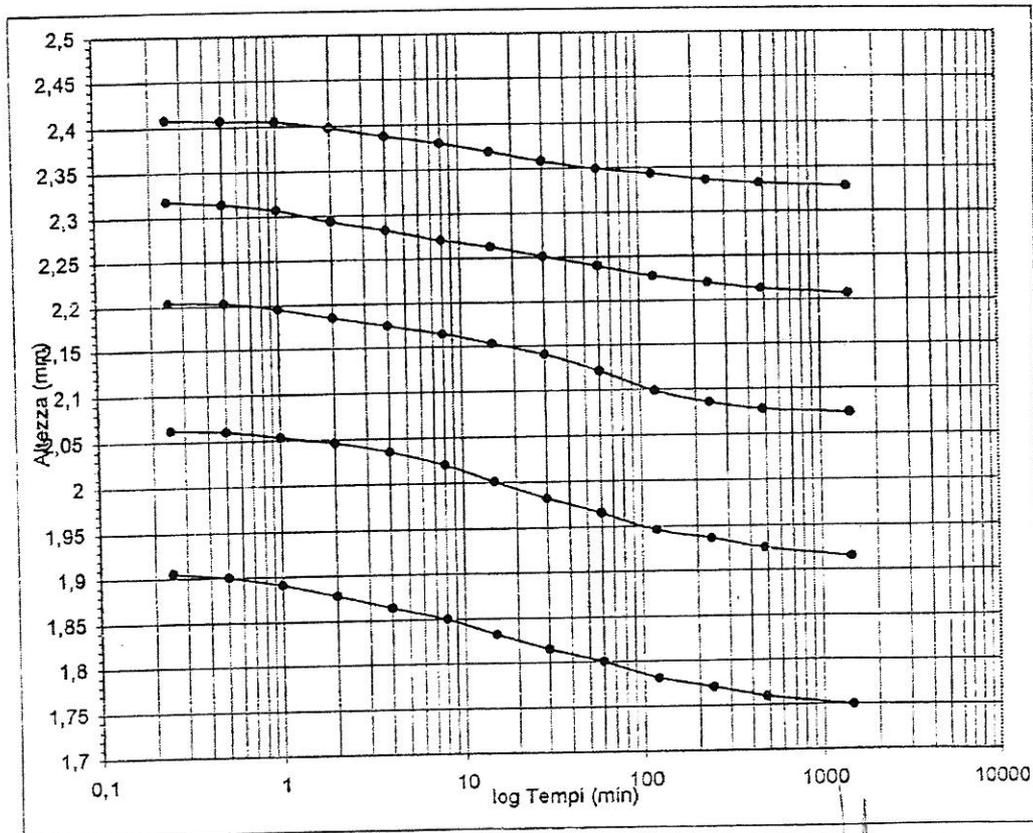


Dott. Paolo Tognelli  
GEOLOGO

PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

Committente..... Dott. Fabio Mezzetti  
 Cantiere..... Canale dei Navicelli - Pisa  
 Sond.... 9 Camp... 1 da.... 8,0-8,5  
 Cert.... 56 Data... 18/10/02 Rifer... 56/02

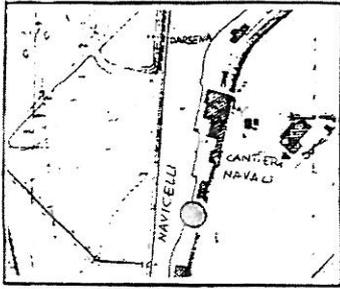
INTERVALLO	cv	k	mv
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg
0.25-0.5	6,3E-04	1,2E-07	0,1840
0.5-1.0	6,4E-04	7,7E-08	0,1210
1.0-2.0	3,5E-04	2,4E-08	0,0670
2.0-4.0	3,0E-04	1,2E-08	0,0395
4.0-8.0	3,6E-04	7,6E-09	0,0208
8.0-16.0			
16,0-32,0			



Dott. Paolo Tognelli  
 GEOLOGO

### **13.4 Allegato 4 POZZI ARTESIANI**





POZZO N° 75 Quota P.C. 1,50 mt.  
 Quota B.P. \_\_\_\_\_ mt.

Proprietario Cantieri Navali di PISA  
 Località Darsena - Porto a Mare

Informazioni rilasciate da:  
 \_\_\_\_\_ Tel.050/ \_\_\_\_\_

UTILIZZAZIONE DEL POZZO

Tipo lavaggio imbarcazioni

Discontinua

Continua

Ore operative / Giorno 3-4

Periodo di utilizzo mesi estivi

Portata in l./ sec. 5,5

Contatori SI  NO

Serbatoi di accumulo SI  NO

Volume del serbatoio 10 mc.

Funziona in contemporanea con altri pozzi SI  NO

Distanza da altri pozzi \_\_\_\_\_ mt.

Osservazioni \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ACQUIFERO

Costituito da:

sabbia celesti da mt. 32,5 a mt. 47,3

da mt. \_\_\_\_\_ a mt. \_\_\_\_\_

da mt. \_\_\_\_\_ a mt. \_\_\_\_\_

DATI POZZO

Tipo Percussione Data Costruzione 1985

Profondità 48 mt. Diametro 200 mm.

Posizione pompa sommersa

Totale filtri 9 mt.

Ubicazione filtri 37,8 - 41,8 / 42,3 - 47,3

MISURA DEL LIVELLO DAL P.C.

Data \_\_\_\_\_

livello iniziale -3,30 mt statico

dinamico

livello dopo 15' -7,40 mt dinamico

statico

ANDAMENTO DEL LIVELLO NEL TEMPO

liv. Statico \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

Tipo artificiale

1985

CANTIERE NAVALE

Pisa

Percussione

Sezione Stratigrafica

0.00 - 3.00	Terreno di riporto
3.00 - 18.00	Argilla limosa
18.00 - 23.00	Argilla compatta
23.00 - 30.00	Sabbia gialla
30.00 - 32.50	Sabbia grigia con argilla
32.50 - 47.30	Sabbia celeste
47.30 - 48.60	Argilla limosa

Tubazione di manovra

Ø 400 mt.	21.57
Ø 300 mt.	48.63

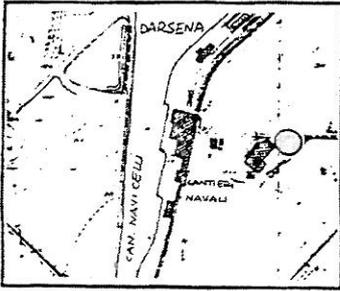
Tubazione definitiva

Ø 200 PVC

Profondità del pozzo mt. 47.59

Cieco	mt.	0.27
Filtro a rete	mt.	5.00
Pieno	mt.	0.50
Filtro a rete	mt.	4.00

37.32	
47.82	FILTRO 4.00
48.32	Pieno 0.50
47.32	FILTRO 5.00
47.59	CIECO 0.27



POZZO N° 76 Quota P.C. 1,00 mt.

Quota B.P. -0,50 mt.

Proprietario ex Ditta PACINI

Località via del Garganone - zona darsena

Informazioni rilasciate da:

Tel. 050/ \_\_\_\_\_

UTILIZZAZIONE DEL POZZO

Tipo industriale

Discontinua

Continua

Ore operative / Giorno 3

Periodo di utilizzo 330 giorni / anno

Portata in l./ sec. \_\_\_\_\_

Contatori SI  NO

Serbatoi di accumulo SI  NO

Volume del serbatoio 1 mc.

Funziona in contemporanea con

altri pozzi SI  NO

Distanza da altri pozzi \_\_\_\_\_ mt.

Osservazioni \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

DATI POZZO

Tipo Perforato Data Costruzione 1974

Profondità 47,5 mt. Diametro 200 mm.

Posizione pompa sommersa

Totale filtri 5 mt.

Ubicazione filtri 42,5 - 47,5

MISURA DEL LIVELLO DAL P.C.

Data \_\_\_\_\_

livello iniziale -3,10 mt. statico  dinamico

livello dopo 15' -7,00 mt. dinamico  statico

ANDAMENTO DEL LIVELLO NEL TEMPO

liv. Statico \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ mt. Data \_\_\_\_\_

ACQUIFERO

Tipo artesiano

Costituito da:

sabbia da mt. 34 a mt. 48

\_\_\_\_\_ da mt. \_\_\_\_\_ a mt. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ da mt. \_\_\_\_\_ a mt. \_\_\_\_\_



1974

PACINI

Via Aurelia

Sezione Stratigrafica

0.00 - 3.00	Terreno di riporto
3.00 - 4.00	Argilla
4.00 - 6.00	Sabbia argillosa
6.00 - 14.00	Argilla tenera
14.00 - 23.00	Argilla gialla
23.00 - 30.00	Sabbia gialla
30.00 - 34.00	Sabbia argillosa
34.00 - 48.00	Sabbia (buona)

Tubazione di manovra

Ø 300 mt. 21.65

Ø 250 mt. 48.64

Tubazione definitiva

Ø 200 ferro

Profondità del pozzo mt. 47.50

Filtro mt. 5.00

47.50  
Filtro 5.00



### **13.5 Allegato 5 CARTOGRAFIE**

