



IL DIRIGENTE
Arch. GABRIELE BERTI


Area ovest - Variante al Regolamento Urbanistico

**ELABORATO ADOTTATO
CON DELIBERAZIONE**
 Giunta Comunale
 Consiglio Comunale
n° 61 ..del... 19 LUG. 2007



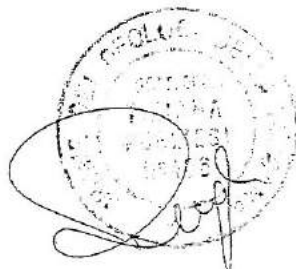
Relazione Geologica

P&I srl

Gruppo di Lavoro

Ing. Giovanni Lippo
Geol. Tiziana Pugliesi
Ing. Emiliano Paoletti

Giugno 2007



SAINT-GOBAIN GLASS
Stabilimento di Pisa
AREA OVEST - VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO
Relazione Geologica

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. STUDIO IDRAULICO STATO DI VARIANTE	2
3. INTERVENTI DI MITIGAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO	2
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	3

ALLEGATI

Allegato n° 1	AREA OVEST – VARIANTE AL PIANO STRUTTURALE Relazione geologica – Giugno 2007
---------------	---

1. PREMESSA

L'indagine in oggetto è stata eseguita su di un'area situata sulla Via Ponte a Piglieri, nel settore Nord della parte Ovest dell'area industriale della Saint Gobain, nel Comune di Pisa, dove è già stata eseguita una Variante al P.S. vigente (vedi Allegato 1) e viene ora presentata la Variante al R.U. vigente.

Ai sensi del comma 2 dell'art. 62 della L.R. 05/01 sono state eseguite indagini di approfondimento al quadro conoscitivo mediante valutazioni sul rischio idraulico stato di variante, atte a verificare la fattibilità delle previsioni previste.

L'area di intervento, nella precedente Relazione Geologica a sostegno della Variante al P.S., è stata caratterizzata in funzione dello stato di pericolosità con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità, anche di tipo prescrittivi, da assumere nella redazione del Regolamento Urbanistico, tenendo distinta la pericolosità per fattori geomorfologici da quella per fattori sismici e da quella per fattori idraulici attraverso cartografie che individuano le diverse situazioni di pericolosità.

Infine, le condizioni di attuazione sono state riferite alla fattibilità delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse, fornendo indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio, opere che andranno definite sulla base di studi e verifiche che permettano di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione, tenendo distinte la fattibilità per fattori geomorfologici da quella per fattori sismici e da quella per fattori idraulici.

Tutto ciò che è stato definito nella Relazione Geologica a sostegno della Variante al P.S., nella quale venivano definite già le diverse condizioni di Fattibilità (vedi Appendice 21 dell'Allegato 1), viene confermato per quanto attiene la fattibilità geomorfologia, sismica e idraulica, ed integrato solo per la valutazione degli effetti di mitigazione del rischio idraulico.

Si evidenzia infatti che, in data Giugno 2007 è stata eseguita dal Prof. Ing. Stefano Pagliara la VALUTAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO – STATO ATTUALE – STATO DI VARIANTE nella quale sono stati individuati, in funzione delle previsioni di progetto, gli eventuali effetti di mitigazione al fine della messa in sicurezza dell'area per eventi meteorologici con tempo di ritorno di 200 anni e in modo tale che gli interventi stessi non determinino aumento della pericolosità in aree limitrofe.

2. STUDIO IDRAULICO STATO DI VARIANTE

In data Giugno 2007 dal Prof. Ing. Stefano Pagliara è stata eseguita la VALUTAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO – STATO ATTUALE – STATO DI VARIANTE nella quale sono stati individuati, in funzione delle previsioni di progetto, gli eventuali effetti di mitigazione al fine della messa in sicurezza dell'area per eventi con tempo di ritorno di 200 anni in modo tale che gli interventi stessi non determinino aumento della pericolosità in altre aree.

Pertanto lo stato di progetto prevede la realizzazione di piccoli invasi realizzati mediante abbassamento della quota nella parte nord delle aree a verde di circa 40 cm. Tali accorgimenti risultano mitigare il rischio idraulico causato dalle nuove realizzazioni.

Per la messa in sicurezza si ha che le nuove realizzazioni dovranno essere sopraelevate di circa 30÷50 cm rispetto all'attuale piano campagna nella parte più a nord dell'intervento.

Nel caso in cui il progetto preveda la realizzazione di locali interrati o seminterrati, tale realizzazione dovrà essere resa impermeabile e non dovrà avere aperture che la collegano al piano superficiale fino alla quota di + 50 cm rispetto all'attuale piano campagna; la eventuale presenza di finestrazioni potrà avvenire solo previa realizzazione di muretti di recinzione (bocche di lupo) che garantiscono le aperture fino alle quote di sicurezza idraulica (vedi Tavole PD013, PD014 e PD015 allegate alla relazione di VALUTAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO, STATO ATTUALE – STATO DI VARIANTE)

3. INTERVENTI DI MITIGAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO

Gli studi idraulici eseguiti hanno consentito di definire gli interventi di mitigazione necessari per consentire le previsioni di progetto che sono:

- ❖ *realizzazione di piccoli invasi, per un totale di 150 m³, realizzati mediante l'abbassamento della quota nella parte nord delle aree a verde di circa 40 cm. Tali accorgimenti risultano mitigare il rischio idraulico causato dalle nuove realizzazioni (vedi Tav. PD013, PD014 e PD015 allegate alla VALUTAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO, STATO ATTUALE – STATO DI PROGETTO, Ing. Stefano Pagliara – Giugno 2007)*
- ❖ *le nuove realizzazioni dovranno essere sopraelevate di circa 30-50 cm rispetto all'attuale piano di campagna nella parte più a nord dell'intervento (vedi VALUTAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO, STATO ATTUALE – STATO DI PROGETTO, Ing. Stefano Pagliara – Giugno 2007)*
- ❖ *nel caso in cui siano realizzati locali interrati o seminterrati, tale realizzazione dovrà essere resa impermeabile e non dovrà avere aperture che la collegano al*

piano superficiale fino alla quota di + 50 cm rispetto all'attuale piano campagna; la eventuale presenza di finestrate potra' avvenire solo previa realizzazione di muretti di recinzione (bocche di lupo) che garantiscono le aperture fino alle quote di sicurezza idraulica dell'intervento (vedi VALUTAZIONE SUL RISCHIO IDRAULICO, STATO ATTUALE - STATO DI PROGETTO, Ing. Stefano Pagliara - Giugno 2007)

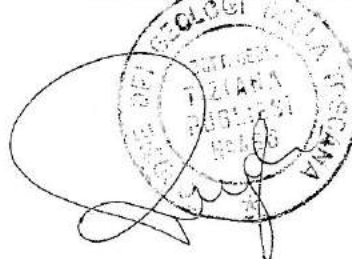
Risultera' inoltre necessario, in fase di Progetto Esecutivo adottare adeguate opere di regimazione delle acque in eccesso finalizzate al loro convogliamento nelle suddette aree di laminazione.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle considerazioni espone nei paragrafi precedenti, non si rilevano impedimenti di carattere geologico, geotecnico e idrologico-idraulico alla Variante al Regolamento Urbanistico.

Ponsacco, Giugno 2007

Dott. Geol. Tiziana Pugliesi



Comune di Pisa


SAINT-GOBAIN
GLASS

Stabilimento di Pisa

Allegato n° 1

Area ovest - Variante al Piano Strutturale



Relazione Geologica

P&I srl

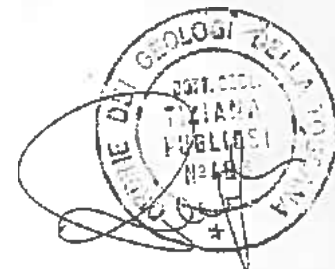
Gruppo di Lavoro

Ing. Giovanni Lippo

Geol. Tiziana Pugliesi

Ing. Emiliano Pacetti

Giugno 2007



SAINT-GOBAIN GLASS
Stabilimento di Pisa
PROPOSTA DI VARIANTE AL PIANO STRUTTURALE
Relazione Geologica

INDICE

1. PREMESSA	1
2. INTERVENTI PREVISTI.....	3
3. ANALISI DELL'INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3.1. INQUADRAMENTO NEL P.T.C.....	4
3.2. INQUADRAMENTO NEL PIANO STRUTTURALE	5
3.3. INQUADRAMENTO NEI PIANI DI BACINO DEL FIUME ARNO.....	6
3.4. INQUADRAMENTO NEL P.I.T.....	7
4. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	8
5. INDAGINI DI CAMPAGNA	11
5.1. DATI DI BASE	11
5.2. NUOVE INDAGINI DI CAMPAGNA.....	12
5.2.1. PROVE PENETROMETRICHE CPT	12
5.2.2. INDAGINE SISMICA.....	13
6. CARATTERI LITOLOGICI.....	14
7. CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	15
7.1. MACROZONAZIONE SISMICA	15
7.2. MICROZONAZIONE SISMICA.....	15
7.3. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE	16
8. CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	16
9. VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA	18
10. VALUTAZIONI DI PERICOLOSITA'	20
10.1. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	20
10.2. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE.....	20
10.3. PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	20
11. FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI	21
12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	22

APPENDICI

- Appendice n° 1 UBICAZIONE AREA DI INDAGINE
- Appendice n° 2a PLANIMETRIA GENERALE AREA DI INDAGINE
Stato attuale
- Appendice n° 2b PLANIMETRIA GENERALE AREA DI INDAGINE
Proposta di Variante
- Appendice n° 3 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
Estratta da P.T.C. Provincia di Pisa
- Appendice n° 4 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
Estratta da P.T.C. Provincia di Pisa
- Appendice n° 5 CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA
Estratta da P.T.C. Provincia di Pisa
- Appendice n° 6 CARTA DELLA PERICOLOSITA'
Estratta da P.S. Comune di Pisa
- Appendice n° 7 CARTA DEGLI AMBITI FLUVIALI
Estratta da P.S. Comune di Pisa
- Appendice n° 8 CARTA GUIDA DELLE AREE ALLAGATE
Estratta da PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO
- Appendice n° 9 DELIMITAZIONE DELLE AREE CON PERICOLOSITA' IDRAULICA
Estratta da P.A.I. del Fiume Arno
- Appendice n° 10 CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA
- Appendice n° 11 UBICAZIONE INDAGINI IN SITO
- Appendice n° 12 DATI DI BASE
- Appendice n° 13 INDAGINE SISMICA
- Appendice n° 14 ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE
- Appendice n° 15 CARTA LITOLOGICO TECNICA
- Appendice n° 16 CARTA IDROGEOLOGICA SCHEMATICA
- Appendice n° 17 CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA
- Appendice n° 18 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
- Appendice n° 19 CARTA DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA
- Appendice n° 20 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
- Appendice n° 21 CARTA DELLA FATTIBILITA'

1. PREMESSA

L'indagine in oggetto è stata eseguita su di un'area situata sulla Via Ponte a Piglieri, nel settore Nord della parte Ovest dell'area industriale della Saint Gobain, nel Comune di Pisa, dove è prevista una Variante al P.S. vigente (vedi Appendice 1: Ubicazione area di indagine).

Dopo il rilevamento geologico di superficie esteso ad una conveniente zona intorno all'area di intervento, per approfondire la conoscenza delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo sono stati utilizzati i dati rilevati in precedenti indagini geognostiche, eseguite per conto della stessa Saint Gobain SpA nell'area ubicata ad Est di quella di intervento; inoltre sono state eseguite, nell'area Ovest, n° 4 Prove Penetrometriche Statiche e una indagine sismica per la determinazione delle Vs30.

L'area di intervento è stata caratterizzata in funzione dello stato di pericolosità con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità, anche di tipo prescrittivi, da assumere nella redazione del regolamento urbanistico, tenendo distinta la pericolosità per fattori geomorfologici da quella per fattori sismici da quella per fattori idraulici attraverso cartografie che individuano le diverse situazioni di pericolosità.

Infine, le condizioni di attuazione sono state riferite alla fattibilità delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse, fornendo indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio, opere che andranno definite sulla base di studi e verifiche che permettano di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione, tenendo distinte la fattibilità per fattori geomorfologici da quella per fattori sismici da quella per fattori idraulici attraverso cartografie che individuano le diverse situazioni di fattibilità.

Tutto ciò in ottemperanza:

- della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1: "*Norme per il governo del territorio*";
- del D.P.G.R.T. 27 aprile 2007, n. 26/R: "*Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche*";
- della D.C.R.T. 25 gennaio 2000, n° 12: "*Approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale – art. 7 L.R. 16 gennaio 1995, n° 5*", del D.P.C.M. del 5/11/1999: "*Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del bacino del fiume Arno*";
- del D.C.R.T. 4 aprile 2007, n. 45 "*Adozione piano di indirizzo territoriale (PIT)*";
- dal D.P.C.M. del 5-11-1999: "*Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del bacino del fiume Arno*";

- del D.P.C.M. 6 maggio 2005 “*Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico*”;
- dall’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20-03-2003 e s. m. e i. che include il Comune di Pisa tra quelli classificati sismici in Zona 2;
- dalla Deliberazione G.R.T. 19 giugno 2006, n° 431 “*Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell’11.5.2006*” che include il Comune di Pisa tra quelli classificati sismici in Zona 3S;
- del D.Lgs. 152/06: Norme in materia ambientale;

e nel rispetto delle direttive contenute nella disciplina del P.T.C. della Provincia di Pisa e del P.S. vigente del Comune di Pisa.

2. INTERVENTI PREVISTI

L'indagine in oggetto è stata eseguita su di un'area situata ad Ovest di Via Ponte a Piglieri occupata dalla Sain Gobain SpA, PQ3 – Aree specialistiche per la produzione di beni, da qualificare in base a progetti unitari, nel Comune di Pisa, dove è prevista una Variante al P.S. vigente che interessa il settore Nord dell'area (vedi Appendice 1: Ubicazione area di indagine; Appendice 2: Planimetria generale).

L'area è quasi totalmente occupata da manufatti produttivi in parte ancora attivi, anche se spesso sottoutilizzati ed in stato di degrado.

Il potenziamento e la riqualificazione dell'attività industriale esistente, con il trasferimento nell'area Est dello stabilimento per la produzione degli stratificati edilizia, e l'abbandono degli immobili che ricadono nell'area Ovest, fornisce una importante occasione per l'eliminazione di un confine fisico della città.

Al contempo potrà nascere e svilupparsi una struttura articolata e multifunzionale che costituirà un ponte tra le attività del centro della città e i servizi e le capacità logistiche tipiche delle zone marginali.

La porzione Nord dell'area Ovest, che costituisce poco meno della metà dell'intera area, viene configurata planimetricamente come un frammento di tessuto urbano che, per quanto a scala diversa, dialoghi con i vicini margini della città. E' strutturata per accogliere funzioni direzionali, commerciali e per una tipologia abitativa residenziale, a ville urbane, caratterizzate da alta qualità architettonica e dall'uso di biotecnologie e fonti di energia rinnovabili.

Nell'angolo Nord-Est un edificio conterrà funzioni direzionali e una media struttura commerciale, a servizio non solo del nuovo insediamento ma di tutta l'area urbana di Pisa Sud-Ovest.

Per il comparto a Sud si confermano invece le previsioni del vigente Regolamento Urbanistico, con la permanenza di attività produttive ospitate in spazi di dimensioni medio piccole, possibilmente di buon profilo tecnologico e integrate con spazi per attività direzionali o di ricerca. Nel comparto Sud-Est potranno trovare collocazione attività di servizio pubbliche o private, anche integrate tra loro, comprendenti funzioni per il commercio e per il tempo libero.

3. ANALISI DELL'INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dall'intervento risulta attualmente quasi completamente coperta da edificato e pavimentazione e l'intervento programmato non prevede incrementi di superficie coperta (vedi Elaborati di Progetto e Appendice 2).

L'area in oggetto è **esterna** alle zone soggette a tutela assoluta (10 m dalle opere di captazione a scopi idropotabili), ed **esterna** alle aree di rispetto (200 m dalle opere di captazione) secondo quanto prescritto dal D.Lgs. 3 aprile 2006, n° 152: "Norme in materia ambientale".

3.1. INQUADRAMENTO NEL P.T.C.

Per avere un quadro più completo dell'ambito territoriale in oggetto viene di seguito riportato l'inquadramento di tale area nel vecchio "Piano Territoriale di Coordinamento" della Provincia di Pisa (Delibera C.P. n. 49 del 18.12.1998) per quanto riguarda la Pericolosità Geomorfologica e la Pericolosità Idraulica, allegata come documentazione sussidiaria al quadro conoscitivo del nuovo P.T.C. della Provincia di Pisa (Delibera C.P. n. 100 del 27.07.2006).

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame viene classificata nel P.T.C. della Provincia di Pisa (vedi Appendice 3) come area a *PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA classe 3 – sottoclasse 3a*:

in essa ricadono le aree acclivi....., e altresì le aree della pianura alluvionale con sottosuolo eterogeneo.

Dal punto di vista idraulico l'area in esame viene classificata nel P.T.C. della Provincia di Pisa (vedi Appendice 4) come area a *PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA classe 3 – sottoclasse 3a*:

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.

Per quanto riguarda la vulnerabilità idrogeologica l'area in esame viene classificata nel nuovo P.T.C. della Provincia di Pisa (Delibera C.P. n. 100 del 27.07.2006) (vedi Appendice 5) come area a *VULNERABILITA' MEDIA classe 3 – sottoclasse 3b*:

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.

3.2. INQUADRAMENTO NEL PIANO STRUTTURALE

Per implementare il quadro dell'ambito territoriale in oggetto viene di seguito riportato l'inquadramento di tale area nel "Piano Strutturale" del Comune di Pisa, approvato il 21.07.2005 con Delibera del C.C. n° 48.

Il P.S. del Comune di Pisa comprende la Carta delle aree allagabili nella quale sono state distinte e cartografate le aree soggette a frequenti esondazioni (golene dell'Arno), le aree soggette a episodi di tracimazione dei canali di bonifica e difficoltoso drenaggio delle acque in caso di eventi piovosi intensi, e le aree soggette a ristagno.

L'area oggetto di intervento risulta esclusa sia dalle aree soggette a frequenti esondazioni, sia dalle aree soggette a episodi di tracimazione dei canali di bonifica e difficoltoso drenaggio delle acque in caso di eventi piovosi intensi, sia dalle aree soggette a ristagno.

Come si rileva da quanto descritto nel P.S. del Comune di Pisa la carta della pericolosità dell'intero territorio comunale costituisce l'elaborato di sintesi di tutti gli elaborati di base realizzati nell'ambito del quadro conoscitivo del Piano Strutturale. La Carta di pericolosità è stata elaborata sulla base di quanto disposto dall'art. 3 della DCRT 94 del 12/2/85, integrato per gli aspetti relativi al rischio idraulico da quanto indicato nell'art. 7 della DCRT 230 del 21/6/94. Essa deriva, quindi, da una sovrapposizione semiautomatica degli elaborati di base facenti parte del Piano Strutturale.

Pertanto l'area in esame viene classificata nel P.S. del Comune di Pisa (vedi Appendice 6) come avente *PERICOLOSITA' MEDIA classe 3*:

in questa classe sono comprese aree in cui sono assenti fenomeni attivi; sono protette da opere idrauliche; esistono notizie storiche di esondazioni dell'Arno; sono poste a quote inferiori a 2 ml, misurate dal piede esterno dell'argine del corso d'acqua corrispondente; sottoclasse 3a - pericolosità medio-bassa:

zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità maggiori di 2 m dal pc.

La carta di pericolosità del P.S. del Comune di Pisa riporta anche gli Ambiti A1 e B indicati dalla DCRT 230/94.

Come riportato nello stesso P.S. *l'ambito A1 include alvei, golene d'Arno, argini e zone comprese nelle due fasce della larghezza di 10 m adiacenti ai corsi d'acqua e misurate a partire dal piede esterno dell'argine, oppure, ove mancanti fra i cigli di sponda.*

L'ambito B include le aree poste a quote altimetriche inferiori a 2m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza il ciglio di sponda. Il suo limite misurato perpendicolarmente dall'asse del corso d'acqua non supera la distanza massima di 300 ml dal piede esterno dell'argine o dal ciglio di sponda. Nelle fasce di territorio inserite in ambito B le classi di pericolosità sono state assegnate in maniera indipendente dalla presenza dell'ambito, applicando quindi sia la 94/85 che la 230/94, il tutto in continuità sostanziale con le zone immediatamente esterne all'ambito.

L'area oggetto dell'intervento ricade quasi totalmente all'interno dell'Ambito B del Canale Navigabile dei Navicelli (PI624) e del Fiume Arno (PI707) (vedi Appendice 7).

3.3. INQUADRAMENTO NEI PIANI DI BACINO DEL FIUME ARNO

Per quanto attiene alle aree interessate da inondazioni eccezionali rappresentate nel Progetto di Piano del Bacino del Fiume Arno e alla perimetrazione delle aree con pericolosità e rischio idraulico di cui al D.P.C.M. 6 maggio 2005 dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, si ritiene che l'estrapolazione dei dati per la stesura di cartografia in scala maggiore non sia attendibile, e le uniche cartografie di riferimento sulla base delle quali poter esprimere considerazioni tecnicamente corrette siano quelle ufficiali dell'Autorità di Bacino (vedi Appendici 8 e 9).

L'esame delle cartografie evidenzia che l'area in oggetto è **compresa** tra le aree interessate da inondazioni eccezionali rappresentate nella "Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)" allegata al Progetto di Piano del Bacino del Fiume Arno e che delimita le aree interessate da allagamento per eventi alluvionali che si sono succeduti dal 1966 al 1999 (D.P.C.M. 5/11/99) (vedi Appendice 8).

L'area risulta **esclusa** da quelle individuate nella "Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno" e dalla carta delle "Aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti" allegate al Piano di Bacino del Fiume Arno (D.P.C.M. 5/11/99).

Inoltre l'area risulta **compresa** tra quelle individuate e perimetrare con la sigla P.I.2 (Aree a pericolosità media) rappresentate nella carta della "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica" livello di dettaglio allegata al D.P.C.M. 5 maggio 2005 dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (vedi Appendice 9).

3.4. INQUADRAMENTO NEL P.I.T.

Come risulta dagli articoli 74, 75, 76, della Deliberazione del Consiglio Regionale n° 12 del 25/01/2000 (“Approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale – art. 7 L.R. 16 gennaio 1995, n° 5”) per le varianti a S.U. generali vigenti, vengono poste norme di salvaguardia ai sensi dell'art. 2 della L.R. 74/84: tali norme di salvaguardia si applicano a quelle porzioni di territorio in corrispondenza dei fiumi riportati nell'elenco allegato alla Deliberazione C.R.T. 12/2000 e denominate Ambiti A e B.

Poiché la zona in esame è adiacente al Fiume Arno e al Canale dei Navicelli, compresi nell'elenco allegato alla Deliberazione C.R.T. 12/2000, per entrambi i corsi d'acqua è stato riportato l'Ambito A e l'Ambito B (vedi Appendice 7).

I corsi d'acqua in esame non hanno subito, nel punto interessato, modifiche sostanziali rilevanti ai fini dell'intervento in progetto, dalla data del volo di base della cartografia stessa.

L'area oggetto dell'intervento risulta esterna all'Ambito A sia dell'Arno che del Canale dei Navicelli, ma compresa nell'Ambito B di entrambi per la quasi totalità dell'area di intervento (fascia dei 300 m dal ciglio di sponda o dal piede esterno dell'argine); ai sensi dell'art. 77 della D.C.R.T. 25 gennaio 2000, n. 12 (P.I.T.) si applicano salvaguardie per l'Ambito B e il comma 5 riporta:

tali salvaguardie si applicano inoltre alle nuove previsioni, in Ambito “B” degli strumenti urbanistici generali e loro varianti, comunque volte a conseguire incrementi di superficie coperta superiori a 500 mq.

In riferimento a tale prescrizione si osserva:

- in primo luogo la sua “non applicabilità” nel caso di incrementi di superficie coperta inferiori a 500 m²;
- che comunque, in data 4 aprile 2007, con D.C.R.T. n. 45 è stato adottato il nuovo P.I.T. nel quale non sono più riportati gli ambiti fluviali e le salvaguardie per tali ambiti che rappresentavano norme a carattere transitorio.

4. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

L'area interessata dall'intervento è ubicata nel Comune di Pisa, all'interno dell'area industriale della Saint Gobain SpA ad Ovest di Via Ponte a Piglieri (vedi Appendice 1: Ubicazione area di indagine).

La Piana di Pisa, dove si trova l'area oggetto della Variante, è un'unità geomorfologica risultato del colmamento della depressione retroappenninica del Bacino Pisano-Versiliese (*Della Rocca, Mazzanti, Pranzini; 1987*), graben compreso fra le Alpi Apuane e il Monte Pisano a Est, la dorsale, ora sommersa, della Meloria-Maestra a Ovest e chiuso verso Sud dai rilievi dei Monti Livornesi e da quelli di Casciana Terme.

Questo bacino è stato caratterizzato da un'intensa attività fluviale, riferibile contemporaneamente, almeno per la parte meridionale, all'Arno e al ramo del Serchio passante a Est del Monte Pisano.

I sedimenti della Piana di Pisa sono il risultato di questa attività associata alle variazioni glacioeustatiche del livello marino e alle divagazioni degli alvei dei corsi d'acqua; parte di questi sedimenti sono stati implicati in fasi di sollevamento Plio-Pleistoceniche, come si può osservare nelle Colline Pisane.

Contemporaneamente proseguiva la deposizione di altro materiale, con alterne vicende di avanzamento e regressione della linea di riva; il colmamento delle zone più occidentali della Piana di Pisa è avvenuto in epoca storica.

La natura dei sedimenti della Piana di Pisa è variabile secondo le condizioni prevalenti al momento della deposizione, passando da sedimenti fluviali, a fluvio lacustri e lagunari, a sedimenti di mare basso fino a sedimenti di mare relativamente profondo.

Le litologie riscontrate, come rilevabile dalle stratigrafie dei numerosi pozzi della Piana, passano da sedimenti grossolani, come ghiaie e ghiaie sabbiose, a sedimenti medio fini costituiti da sabbie a granulometria variabile, spesso con frazioni importanti limose e argillose, fino a sedimenti fini e finissimi come limi e argille; frequentissimi i livelli torbosi spesso organizzati in propri orizzonti.

L'area oggetto dell'intervento si trova nella parte centrale della Piana di Pisa, in un tratto in sinistra idrografica del F. Arno limitrofo al centro cittadino; questa zona di pianura è caratterizzata dall'esteso affioramento di depositi alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi e limoso-argillosi che ricoprono in questa zona pressoché tutta la pianura, fatto salvo le aree golenali, colmate da sedimenti recentissimi.

L'età attribuibile (*Mazzanti, Rau; 1994*) ai depositi alluvionali limoso-argillosi e sabbioso-limosi è olocenica, essendo più o meno tutti collegati al sovralluvionamento che si è sviluppato in questa pianura man mano che il livello del mare è risalito durante la deglaciazione postwürmiana ed è aumentato lo sbarramento a mare ad opera del sistema dei lidi del delta dell'Arno.

In questi sedimenti prevalgono le sabbie nelle zone più prossime al corso attuale (e a quelli antichi) dell'Arno, del Serchio e dell'Era-Cascina, sabbie accumulate durante le frequenti esondazioni del passato; le argille e le torbe sono più diffuse nelle zone più lontane dai corsi d'acqua, zone che sono rimaste per questo leggermente più basse e quindi soggette ad impaludamenti, mentre le esondazioni vi trasportavano solo i materiali più fini.

Sono inoltre presenti livelli di ghiaie e conglomerati dell'Arno e del Serchio che sboccava nella Piana di Pisa presso Calcinaia dopo aver attraversato la zona di Bientina; questi livelli sono presenti in maniera piuttosto regolare in larga parte della pianura e si immergono verso Ovest passando dai 30 - 40 m della zona di Calcinaia a oltre 150 m a Ovest di Pisa.

Qui di seguito vengono descritte le formazioni affioranti nell'area indagata procedendo dall'alto verso il basso (vedi Appendice 10):

Sedimenti limo-argillosi e sabbiosi delle aree golenali (attuale):

I sedimenti presenti nelle aree golenali sono depositi dai corsi d'acqua attuali negli alvei e nelle aree laterali raggiunte dalle piene ordinarie, si tratta di sedimenti a granulometria variabile da limo-argillosa a sabbiosa in corrispondenza dell'energia delle acque che li hanno depositi.

Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene):

Questi terreni sono costituiti prevalentemente da argille, da argille organiche e torbe. Queste ultime sono caratterizzate dal colore grigio scuro o nero e dalle scadenti proprietà meccaniche. All'interno degli strati argillosi sono talvolta presenti sottili livelli costituiti da limi e subordinatamente da sabbie. I depositi appartenenti a questo gruppo sono rappresentati da sedimenti molto fini e sono generalmente localizzati nelle zone più lontane dai fiumi sulle quali si sono verificati fenomeni di sovralluvionamento. Nelle zone ancora più depresse inoltre, soggette ad impaludamento, si sono deposte anche argille organiche e torbe.

La deposizione delle torbe è causata da un processo di degradazione anaerobica subito dalla vegetazione igrofila che si verifica in seguito alla permanenza del terreno allo stato palustre. Questi depositi si ritrovano nelle zone che nel passato erano permanentemente paludose mentre attualmente lo diventano solo occasionalmente in concomitanza degli eventi meteorici più consistenti. Tali aree si trovano a Nord di Coltano, a Stagno, nella zona della Ballerina, del Gracitone e, più a Nord, nelle vicinanze di Campaldo.

Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene):

Questi depositi hanno una granulometria mediamente più grossolana di quella dei terreni sopradescritti. Si tratta infatti di depositi prevalentemente limosi e argillosi al cui interno sono più o meno frequenti intercalazioni sabbiose.

Le ripetute esondazioni, verificatesi nel passato nella pianura di Pisa, depositavano la frazione limosa meno fine prevalentemente nelle aree poste in prossimità del corso fluviale dell'Arno. I limi si ritrovano infatti nella zona di Barbaricina, della Vettola, di S. Giovanni al Gatano, ed inoltre nelle zone di Pisa Sud, di S. Giusto, di S. Ermete e di Ospedaletto.

Questi depositi si trovano anche in località Le Rene e rappresentano anche in questa località un sedimento di esondazione fluviale che potrebbe essere stato deposto da un antico corso del fiume oggi abbandonato.

Le zone il cui substrato è costituito da questi terreni sono leggermente più rilevate rispetto alle ex aree palustri in cui si ritrovano sedimenti mediamente più fini.

Nell'area interessata dall'intervento affiorano i "Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose" (vedi Appendice 10).

5. INDAGINI DI CAMPAGNA

5.1. DATI DI BASE

Per determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo, oltre ad eseguire una nuova indagine di campagna, sono stati utilizzati i dati acquisiti in precedenti indagini geognostiche eseguite per conto della Saint Gobain SpA (vedi Appendice 11):

- n° 2 Sondaggi geognostici (S1 e S2; vedi Appendici 11 e 12) a carotaggio continuo che hanno raggiunto la profondità massima di 34 m dal p.d.c. e nel corso dei quali sono stati prelevati n. 6 campioni indisturbati di terreno, sottoposti ad analisi di laboratorio (Estratti da: CO.MA.SE. srl – INDAGINI GEOGNOSTICHE DI CAMPAGNA PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO - RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA);
- n° 2 Prove Penetrometriche Statiche con punta elettrica (CPTE1 e CPTE2; vedi Appendici 11 e 12) che hanno raggiunto la profondità massima di 28 m dal p.d.c., profondità alla quale le prove si sono interrotte per rifiuto strumentale (estratte da: SO.IN.G: Strutture e Ambiente srl – INDAGINE GEOTECNICA PRESSO STABILIMENTO SAINT GOBAIN (PISA) – 11 maggio 2004);
- n° 4 Prove Penetrometriche Statiche (CPT1, CPT2, CPT3 e CPT4; vedi Appendici 11 e 12) che hanno raggiunto la profondità massima di 25,70 m dal p.d.c., profondità alla quale le prove si sono interrotte per rifiuto strumentale (estratte da:– RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA PRELIMINARE a sostegno del PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO COMPARTO PER LA PRODUZIONE DI VETRO STRATIFICATO PER L'EDILIZIA – RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA PRELIMINARE – Aprile 2005 – Geol. Giovanni Lopane).
- RELAZIONE TECNICA INTEGRATIVA RELATIVA ALLA RICHIESTA DI CONCESSIONE PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUE SOTTERRANEE DA UN POZZO PER USO IRRIGUO-IGIENICO UBICATO IN LOCALITA' PORTA A MARE, PISA - Geol. Granucci Florindo – Marzo 2003

5.2. NUOVE INDAGINI DI CAMPAGNA

5.2.1. PROVE PENETROMETRICHE CPT

Le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno naturale in posto sono state inoltre ricavate da n° 4 Prove Geotecniche in sito con Penetrometro Statico da 20 tonn. munito di manicotto per la misura dell'attrito laterale (punta Begemann), eseguite nell'area (PP1, PP2, PP3, e PP4) e spinte fino alla profondità massima di 29,60 m dal p.d.c., profondità alla quale le prove si sono interrotte per rifiuto della punta e ubicate come nell'Appendice 11.

I dati ricavati dalle Prove Penetrometriche, unitamente alla loro elaborazione numerica e alla rappresentazione grafica dei principali parametri geotecnici, sono integralmente riportati nell'Appendice 14.

Dal livello del p.d.c. attuale, e fino alla massima profondità di indagine (29,60 m dal p.d.c. attuale) sono stati incontrati i seguenti litotipi (la quota di riferimento viene assunta in corrispondenza della Prova Penetrometrica n° 2):

0,00	-	1,20 m dal p.d.c.:	terreno vegetale misto a riporto
1,20	-	3,20 m dal p.d.c.:	argille limose moderatamente consistenti
3,20	-	6,20 m dal p.d.c.:	argille limose scarsamente consistenti
6,20	-	19,20 m dal p.d.c.:	limi debolmente sabbiosi scarsamente consistenti
19,20	-	23,80 m dal p.d.c.:	argille limose consistenti
23,80	-	26,80 m dal p.d.c.:	limi sabbiosi
26,80	-	29,60 m dal p.d.c.:	argille limose consistenti

Il livello dell'acqua all'interno dei fori di sondaggio delle prove penetrometriche, attrezzate con canna piezometrica in p.v.c., è risultato pari a -80 cm dal p.d.c. in corrispondenza della Prova Penetrometrica n° 1 e pari a -45 cm dal p.d.c. in corrispondenza della Prova Penetrometrica n° 4 (Aprile 2007) (vedi Appendice 14); data la natura dei litotipi incontrati, non è da escludere che, in caso di abbondanti precipitazioni, si possa verificare un innalzamento, fino al p.d.c., del livello piezometrico superficiale dovuto a condizioni di ristagno locale.

5.2.2. INDAGINE SISMICA

In Appendice 11 (Ubicazione indagini in sito) sono ubicate le indagini eseguite in corrispondenza delle aree oggetto della variante e in Appendice 13 sono allegate le INDAGINI GEOFICHE GEONOSTICHE INTEGRATE – PROSPEZIONI SISMICHE ATTIVE MASW E PASSIVE ReMI – INDAGINI PENETROMETRICHE STATICHE CPT DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SOTTOSUOLO PER DETERMINAZIONE PARAMETRO V_{s30} COME DA DPCM 3274/03, eseguita a sostegno dell'indagine geologica alla variante al P.S., dalla Società ENKI srl in data Aprile 2007.

La sismica a rifrazione consente l'individuazione dei rifrattori determinati da variazioni nella velocità di propagazione delle onde sismiche che corrispondono sostanzialmente a cambiamenti di litologia e/o compattezza e addensamento dei materiali attraversati dalle onde sismiche.

Nell'area in oggetto le misure effettuate con tecnica sismica attiva MASW e passiva ReMi, che sono risultate compatibili con le evidenze stratigrafiche rilevate in situ e correlate con i valori della C_u evidenziati con l'interpretazione delle indagini penetrometriche, hanno consentito di ottenere informazioni sulla stratificazione acustico-elastica del sottosuolo ed in particolare hanno permesso di stimare il profilo verticale delle onde di taglio (V_s) nei primi 30 m di profondità.

I valori del parametro V_s , determinati con l'elaborazione dei dati sismici MASW e ReMi sono risultati compresi tra 128 e 179 m/s (vedi Appendice 13).

5.2.3. STUDIO IDRAULICO

In data Giugno 2007 dal Prof. Ing. Stefano Pagliara è stato eseguito il calcolo idraulico e delle esondazioni, mediante modellazione matematica, per la proposta di variante al P.S. sullo stato attuale dell'area Ovest Saint Gobain con Tr_{200} , Tr_{100} e Tr_{30} anni.

Da tale studio risulta che *nella zona non sussiste nessun canale di acque basse che possa creare allagamenti nell'area di interesse se si escludono i collettori di fognatura pluviale che non rientrano nel presente studio.*

Per quanto riguarda le esondazioni dovute al Fiume Arno e al Canale Navigabile dei Navicelli si ha che l'area oggetto di variante con $Tr=100$ anni e $Tr=30$ anni non è interessata da esondazione come si può agevolmente desumere dalla cartografia allegata

alla Relazione sullo stato attuale Tr100 anni (vedi Tavola PD011) e Tr30 anni (vedi Tavola PD012) redatta dal Prof. Ing. Stefano Pagliara.

Per quanto attiene invece la situazione con Tr=200 anni, l'area oggetto di variante risulta interessata, seppure in limitate porzioni (vedi Tavola PD010), da allagamenti *con valori massimi vicini a 50 cm di altezza d'acqua*; la parte centrale e orientale dell'area oggetto di variante non è comunque interessata da allagamenti con tempo di ritorno pari a 200 anni.

6. CARATTERI LITOLOGICI

Dall'analisi dei dati di archivio e della indagine di campagna eseguita in occasione della presente variante al Piano Strutturale è stata redatta la Carta Litologico Tecnica riportata in Appendice 15 dove si rileva che i terreni affioranti nell'area indagata sono prevalentemente limosi, di colore nocciola con intercalazioni sabbiose.

Dal punto di vista geotecnico i terreni incontrati possono essere considerati lateralmente omogenei nelle loro caratteristiche meccaniche e presentano, negli strati superficiali, valori di Resistenza alla punta mediamente variabili tra 10 e 20 Kg/cm².

7. CLASSIFICAZIONE SISMICA

7.1. MACROZONAZIONE SISMICA

Consiste nell'individuazione generale della pericolosità sismica in una regione, fornendo una visione generale del potenziale sismico di un'ampia area, individuando prioritariamente le aree sismiche e quelle non sismiche.

La macrozonazione sismica del territorio italiano è stata recentemente aggiornata e revisionata nell'ambito dell'Ord. P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003: "Criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s. m. e i.. Tale ordinanza ha approvato i criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e le normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, in accordo con le Regioni alle quali restano ferme le competenze di cui all'art. 93, comma 1 lettera g) del D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112.

La nuova classificazione distingue 4 zone: le prime tre corrispondono alle vecchie zone definite dalla vecchia Legge del 2 febbraio 1975, n. 64; la quarta invece è di nuova introduzione ed in essa è data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

Recentemente la Regione Toscana, con D.G.R. n. 431 del 19/06/2006 e in ottemperanza alla normativa nazionale, ha approvato la proposta di una nuova classificazione sismica del territorio regionale, nel cui ambito viene istituita una nuova classe (3S) intermedia tra le classi 2 e 3, al cui interno non viene diminuito il livello di protezione e le costruzioni vengono progettate e realizzate con le azioni sismiche della classe 2.

Alla luce di questa nuova classificazione, la posizione del Comune di Pisa non cambia: come per tutti i comuni della provincia, rimane inserito in II° Categoria, caratterizzata dai seguenti parametri:

$a_g = 0,25 \text{ g}$ accelerazione orizzontale massima di
ancoraggio dello spettro di risposta elastico

7.2. MICROZONAZIONE SISMICA

La microzonazione deve sostanzialmente individuare la presenza di terreni dinamicamente instabili e stimare le accelerazioni che si possono determinare sui terreni dinamicamente stabili. Esistono infatti particolari situazioni geologiche e geomorfologiche che determinano variazioni nella risposta sismica locale (amplificazione e attenuazione delle onde sismiche, fenomeni di liquefazione) e quindi condizioni di pericolosità indotta. In

considerazione della sua classificazione, per il comune di Pisa vanno presi in esame gli elementi di pericolosità sismica locale riportati nell'Allegato 2 alle direttive di cui al D.P.G.R.T. 27 aprile, 2007, n. 26/R.

7.3. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è stata quindi definita, in base alla interpretazione delle Prove Penetrometriche e all'Indagine Sismica eseguita, la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai sensi dell'Allegato 2 all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 e s. m. e i..

Il suolo di fondazione è stato quindi classificato come appartenente alla *categoria D – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa). In questi suoli il fattore S del profilo stratigrafico del suolo di fondazione risulta pari a 1,35 con un aumento del 35 % dell'azione sismica.

Per quanto attiene la suscettibilità alla liquefazione, si ritiene che il terreno di fondazione non sia suscettibile a liquefazione; pur essendo possibile un innalzamento piezometrico superficiale, le indagini eseguite nel sottosuolo dell'area di intervento non hanno rilevato la presenza di strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte.

8. CARATTERI IDROGEOLOGICI

La zona in studio è collocata all'interno del bacino idrografico del Fiume Arno; la ricostruzione dell'andamento stratigrafico della zona di interesse è stata fatta esaminando le stratigrafie di pozzi, sempre di proprietà della Ditta in oggetto, presenti a circa 300 m di distanza verso Sud-Est.

L'analisi dei dati ha permesso l'individuazione dei caratteri idrogeologici dei vari orizzonti presenti, risultato che ben si accorda con i dati disponibili dell'area della città di Pisa.

In dettaglio si osserva che i terreni attraversati dai pozzi sono contraddistinti da una permeabilità primaria con una grande variabilità secondo la granulometria e la presenza di livelli coesivi impermeabili e possono essere distinti in vari orizzonti a partire dalla superficie.

Questi orizzonti mostrano un buon grado di identificabilità (e quindi una buona continuità) nelle stratigrafie disponibili dei due pozzi, sebbene questi non siano molto distanti uno dall'altro (con un massimo di circa 200 m) e vengono di seguito riportati:

- **I Orizzonte** Livello costituito dai depositi superficiali caratterizzati da alternanze di litotipi argilloso limosi dominanti e subordinatamente limoso sabbiosi; questi sedimenti si estendono dalla superficie fino ad una profondità di circa 30 metri. Orizzonte a bassa permeabilità (valore medio $10^{-6} < k < 10^{-5}$ cm sec⁻¹) di tipo primario per presenza di litotipi granulari sottili alternati a livelli francamente argillosi.
- **II Orizzonte** Livello di buona potenza costituito dai depositi essenzialmente sabbiosi; spesso si presentano ben addensati e con livelli a debole cementazione; la granulometria delle sabbie è variabile generalmente da media a grossolana e la classazione è abbastanza buona; questo orizzonte raggiunge la profondità di circa 60.00 m. La permeabilità di questi livelli è primaria e di grado variabile da medio a medio alto (valore medio $10^{-3} < k < 10^{-2}$ cm sec⁻¹); l'orizzonte è sede di una circolazione acquifera di rilievo con caratteri di artesianità.
- **III Orizzonte** Orizzonte di buona potenza a larga dominante argillosa nel quale è possibile riscontrare la presenza di rari strati sabbiosi di piccolo spessore, generalmente 1.00 o 2.00 m. I litotipi argillosi presentano caratteri variabili passando da livelli francamente argillosi, dominanti, a livelli argilloso sabbiosi e argilloso fossiliferi, con colori variabili dal grigio chiaro, al grigio plumbeo, nerastro e al giallastro. Questo orizzonte si sviluppa fino alla profondità di circa 135.00 m e la permeabilità è sostanzialmente nulla per i livelli francamente argillosi potendo arrivare a medio bassa nei livelli sabbiosi addensati, che però non mostrano una grande continuità laterale per il loro ridotto spessore.
- **IV Orizzonte** Questo orizzonte mostra una netta predominanza di livelli granulari grossolani che sono stati l'obiettivo della ricerca per i pozzi; si tratta di un livello di ghiaie, con clasti di dimensioni medio grossolane, scarsa matrice sabbiosa ed elevata permeabilità (valore medio $10^{-2} < k < 10^{-1}$ cm sec⁻¹). Lo spessore di questo livello è piuttosto costante, come si riscontra anche nei pozzi in oggetto e sostanzialmente continuo in questo settore della Piana di Pisa. L'acquifero presente mostra caratteri di artesianità ed un'alta potenzialità. Oltre questo orizzonte si incontrano nuovamente livelli argillosi.

Nell'area oggetto della presente Variante al P.S. è presente un pozzo superficiale (vedi Appendice 16) della profondità di soli 5,00 m, realizzato a sterro con posa in opera di rivestimento in tubi di cemento del diametro di 1200 mm, che sporgono dal piano campagna per circa 0,83 m.

In data Marzo 2003 la Saint Gobain Spa ha incaricato il geologo Florindo Granucci al fine di presentare la pratica presso la Provincia di Pisa per la richiesta di concessione per l'emungimento di acque sotterranee (RELAZIONE TECNICA INTEGRATIVA RELATIVA ALLA RICHIESTA DI CONCESSIONE PER L'EMUNGIMENTO DI

ACQUE SOTTERRANEE DA UN POZZO PER USO IRRIGUO-IGIENICO UBICATO IN LOCALITA' PORTA A MARE, PISA - Geologo Granucci Florindo – Marzo 2003).

Nel suddetto studio sono state eseguite prove di portata al fine di determinare la trasmissività dei terreni superficiali.

Dallo studio eseguito, considerando che gli abbassamenti indotti dal pompaggio sono stati modesti e che lo spessore superficiale dell'acquifero indagato è di 9 metri, è derivato un valore di trasmissività di $7.17 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, da cui si può dedurre una permeabilità locale dell'ordine di $7.96 \cdot 10^{-5} \text{ m sec}^{-1}$.

Pertanto in Appendice 16 viene riportata la Carta Idrogeologica Schematica nella quale viene attribuita al litotipo presente nell'area oggetto di indagine la seguente classe di permeabilità:

PERMEABILITA' PRIMARIA

- **Rocce a permeabilità media per porosità** rappresentate dai "Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose".

9. VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

Tenendo conto delle diverse trasformazioni e/o attività proponibili nel territorio interessato dall'intervento, il rischio idrogeologico che l'effettuazione delle suddette trasformazioni e/o attività potrà comportare viene definito di livello "medio/alto" (livello III). Le trasformazioni e/o attività sono quindi subordinate alle condizioni poste da una valutazione puntuale della vulnerabilità idrogeologica e da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato tenendo conto delle caratteristiche delle trasformazioni e/o attività.

La carta della vulnerabilità idrogeologica prende in esame la salvaguardia della risorsa idrica sotterranea in relazione ad attività e trasformazioni del territorio che potenzialmente ne possono compromettere l'integrità.

La risorsa considerata è la falda di superficie, indipendentemente dalla sua utilizzazione; si tratta di una carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi che prescinde dalla presenza o meno di opere di captazione.

Le classi di vulnerabilità sono codificate in relazione a un parametro quantitativo che, nel caso specifico, è rappresentato dal tempo di propagazione e arrivo in falda di un potenziale agente inquinante sversato sul terreno, e quindi la vulnerabilità di un acquifero definisce la propensione di un corpo idrico sotterraneo a subire una contaminazione.

Sulla base di quanto rilevato mediante l'analisi dei dati di base sopra descritti, l'area è stata classificata nel suo insieme come area a *VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA MEDIA* classe 3 – sottoclasse 3b (vedi Appendice 17):

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, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica.

Sulla base delle conoscenze ad oggi acquisite sull'area, possono essere indicate le seguenti prescrizioni:

- *ogni trasformazione di edifici soggetta a provvedimento abilitativo dovrà essere subordinata all'allacciamento dell'edificio interessato alla pubblica fognatura dinamica, ove tale allacciamento non preesista, con recapito finale dei reflui in impianto di depurazione; qualora l'insediamento non sia servito da pubblica fognatura dinamica, la realizzazione di quest'ultima è assolutamente prioritaria rispetto alla realizzazione di qualsiasi altra opera pubblica interessante l'insediamento medesimo; ove e sino a quando l'insediamento non sia servito da pubblica fognatura dinamica, lo smaltimento dei reflui degli edifici dovrà avvenire in pozzi neri a tenuta stagna, essendo precluso, oltre allo scarico libero nel suolo o nel sottosuolo, con dispersione mediante sub-irrigazione, dispersione mediante pozzi assorbenti, percolazione mediante sub-irrigazione con drenaggio, anche lo smaltimento in vasche settiche sia di tipo tradizionale che di tipo Imhoff;*
- *dovrà essere dettata una disciplina che minimizzi l'impermeabilizzazione dei suoli.*

10. VALUTAZIONI DI PERICOLOSITA'

Ai sensi di quanto previsto all'articolo 3 - comma 1 e al punto 2.1 - lettera C dell'Allegato A del D.P.G.R.T. 27 aprile 2007, n. 26/R, vengono definite la Pericolosità Geomorfologia, la Pericolosità Sismica Locale e la Pericolosità Idraulica.

10.1. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

La Carta della Pericolosità Geomorfologia esprime il diverso grado di pericolosità dei terreni in funzione delle loro caratteristiche geomorfologiche.

Sulla base di quanto rilevato mediante l'analisi dei dati sopra descritti, l'area è stata classificata nel suo insieme come area a *PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA (G.1)* (vedi Appendice 18):

aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

10.2. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

La valutazione delle Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale (ZMPLS) individua gli elementi in grado di generare i fenomeni di amplificazione locale ed instabilità dinamica. In base ai dati di base e alle indagini eseguite l'area indagata (vedi Appendice 19) è stata classificata a *PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA (S.3)*:

zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi.

10.3. PERICOLOSITA' IDRAULICA

Dal punto di vista idraulico l'area in esame viene classificata (vedi Appendice 20) come area a *PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA (I.3)*:

comprendente aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni.

11. FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI

Le caratteristiche di pericolosità dei terreni sono una componente essenziale per la valutazione della fattibilità, la quale tiene conto comunque anche di altre componenti, quali la tipologia di insediamento e la destinazione d'uso, che possono influire sulla sicurezza delle opere e quindi condizionare la fattibilità dell'intervento.

In funzione quindi del comportamento del terreno, ipotizzabile sulla base del quadro geolitologico, geomorfologico, geomeccanico e idraulico locale, sintetizzato dalle carte della pericolosità, si esprime la fattibilità della variante al Piano Strutturale mediante la Carta della Fattibilità (Appendice 21).

Per chiarire il significato pratico delle classi di fattibilità attribuibili a questa area, di seguito se ne dà una descrizione, evidenziando i criteri che guidano l'attribuzione di classe, e si indicano le relative prescrizioni.

Tenendo inoltre conto delle indicazioni contenute al punto 3.2 del D.P.G.R.T. n. 26/R/2007 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche", è stata distinta la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per fattori geomorfologici da quella per fattori idraulici e da quella per gli effetti sismici locali, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo edilizio, delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, nel rispetto delle disposizioni dei piani di bacino.

L'area pertanto è stata classificata, in relazione agli aspetti Geomorfologici, come avente FATTIBILITA' GEOMORFOLOGIA SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI F_{G1}:

Non sono dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

L'area è stata classificata, in relazione agli aspetti Sismici, come avente FATTIBILITA' SISMICA CONDIZIONATA F_{S3}:

In sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o di piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono richieste indagini di dettaglio per la definizione del quadro geolitologico e geomeccanico dell'area. Lo studio dovrà comprendere quindi un'indagine geognostica puntiforme di supporto alla progettazione edilizia.

L'area è stata classificata, in relazione agli aspetti Idraulici, come avente FATTIBILITA' IDRAULICA CONDIZIONATA F_{I3}:

Non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con

Non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni; gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle; per gli interventi di nuova edificazione, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni potrà essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- *dimostrazione dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;*
- *dimostrazione che gli interventi non determinano aumento della pericolosità in altre aree e siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.*

In tali aree, di norma è da evitare la realizzazione di locali interrati o seminterrati non "protetti" da eventuali allagamenti. Nel caso di trasformazioni sotto il piano di campagna dovranno inoltre essere effettuati, oltre allo studio idrologico-idraulico esteso ai corsi d'acqua suscettibili di interessare le opere previste con eventuali episodi esondativi:

- *uno studio idrogeologico inerente la falda freatica, finalizzato alla ricostruzione delle sue caratteristiche, della geometria e delle escursioni stagionali;*
- *uno studio idraulico riferito alla porzione di rete idraulica superficiale interessata dalla prevista trasformazione, comprendente altresì l'analisi della consistenza della rete fognaria; per la definizione dell'area di studio dovrà essere consultata la carta del reticolo idraulico superficiale del Piano Strutturale del Comune di Pisa.*

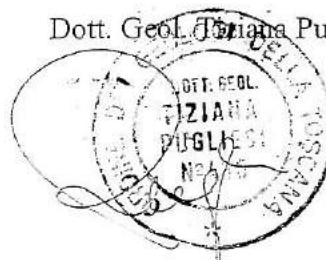
Il progetto della trasformazione dovrà tenere conto dei risultati degli studi di cui sopra e la trasformazione potrà essere effettuata soltanto a seguito dell'esecuzione degli interventi di bonifica idraulica, che si rendessero necessari, previsti dai medesimi studi.

12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

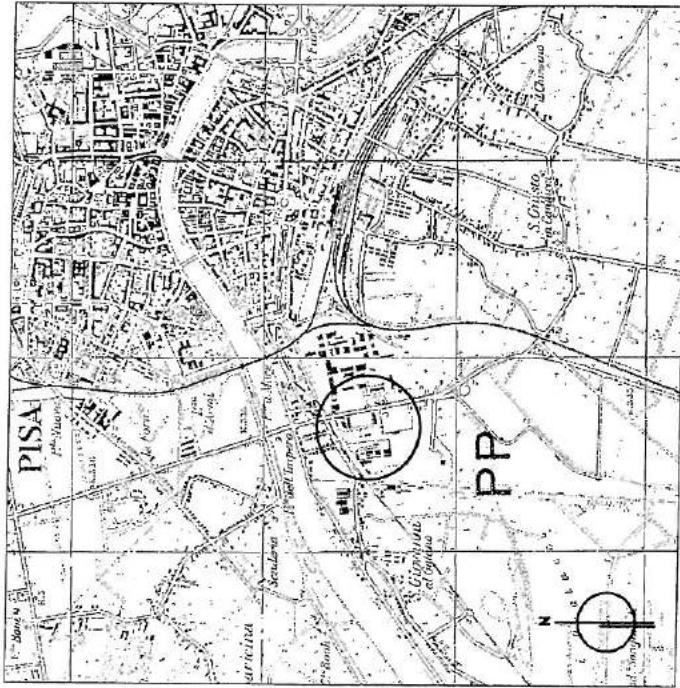
Sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, non si rilevano impedimenti di carattere geologico, geotecnico e idrologico-idraulico alla Proposta di Variante al Piano Strutturale.

Ponsacco, Giugno 2007

Dott. Geol. Tiziana Pugliesi



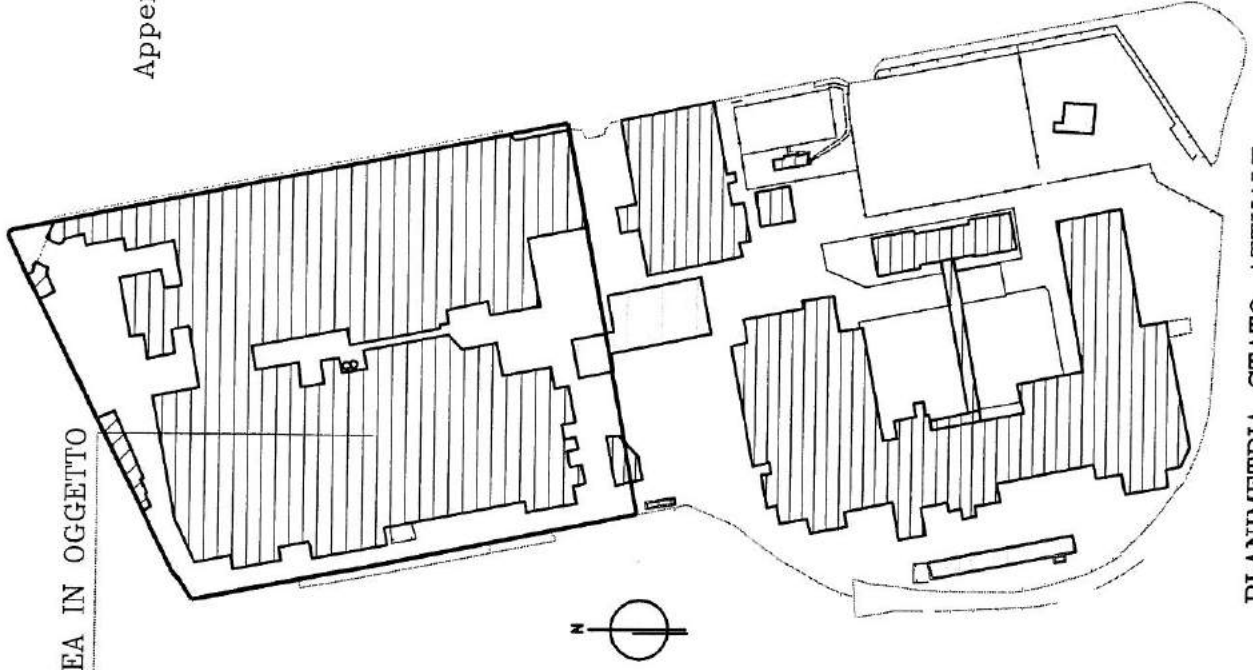
Appendice n° 1



UBICAZIONE AREA DI INDAGINE

Scala 1:25.000

AREA IN OGGETTO

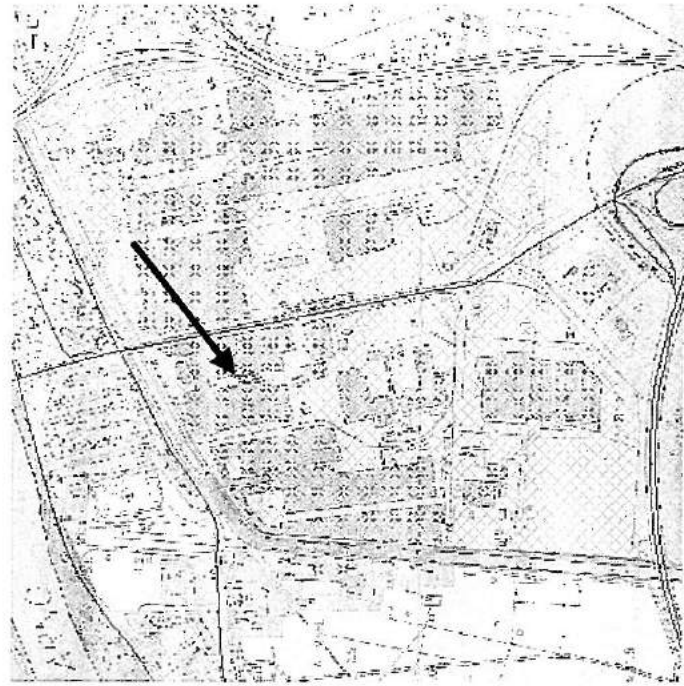


PLANIMETRIA STATO ATTUALE

Scala 1:2.000

Appendice n° 3

P.T.C. della Provincia di PISA
Q.C.22b – Documentazione sussidiaria al quadro conoscitivo
della pericolosità geomorfologica
(scala 1:10.000)

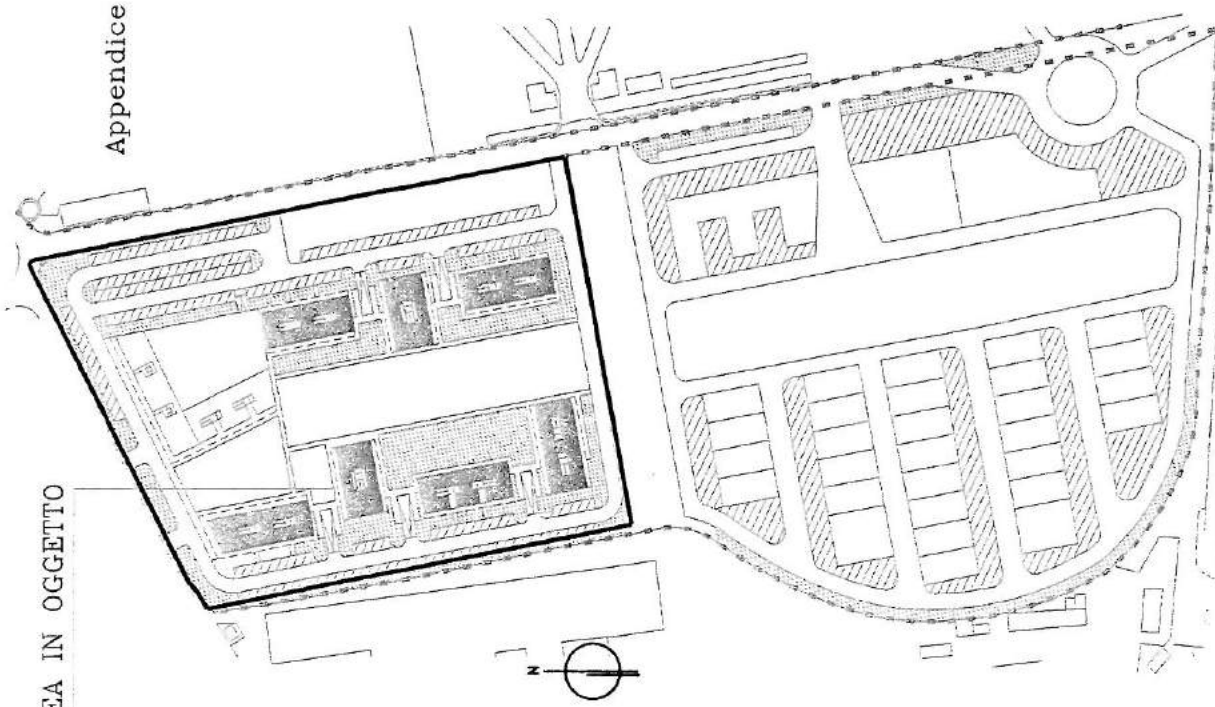


Legenda

Pericolosità Geomorfologica
3a Pericolosità media
3b Pericolosità media
4a Pericolosità elevata
4b Pericolosità elevata

Appendice n° 2b

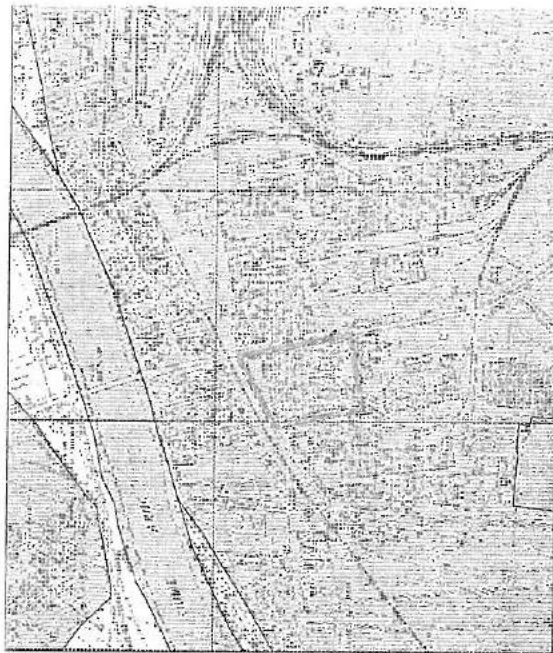
AREA IN OGGETTO



PLANIMETRIA PROPOSTA DI VARIANTE

Scala 1:2.000





P.T.C. della Provincia di Pisa
P.09 - Vulnerabilità Idrogeologica



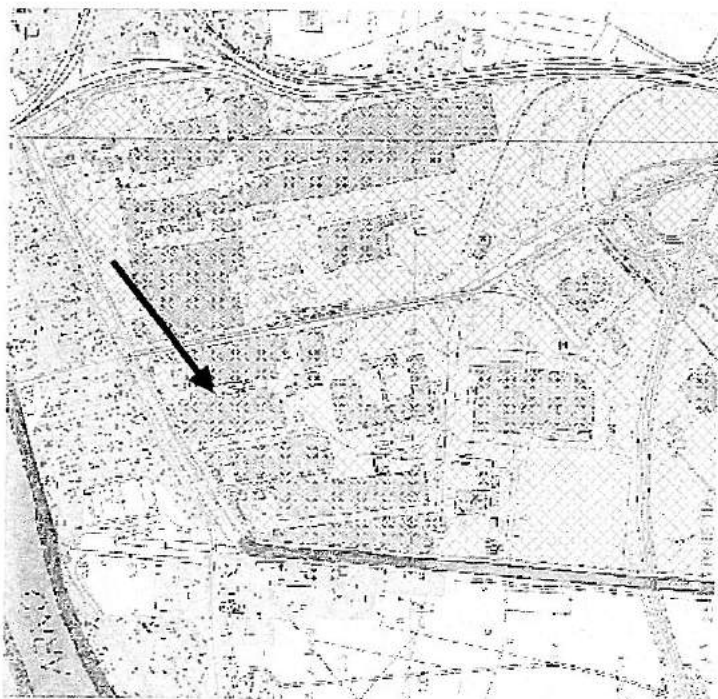
scala 1:10000

Legenda

Vulnerabilità

-  Elevata (sottoclasse 4b)
-  Elevata (sottoclasse 4a)
-  Media (sottoclasse 3b)
-  Area di intervento

P.T.C. della Provincia di PISA
Q.C.22c – Documentazione sussidiaria al quadro conoscitivo
della pericolosità idraulica
(scala 1:10.000)



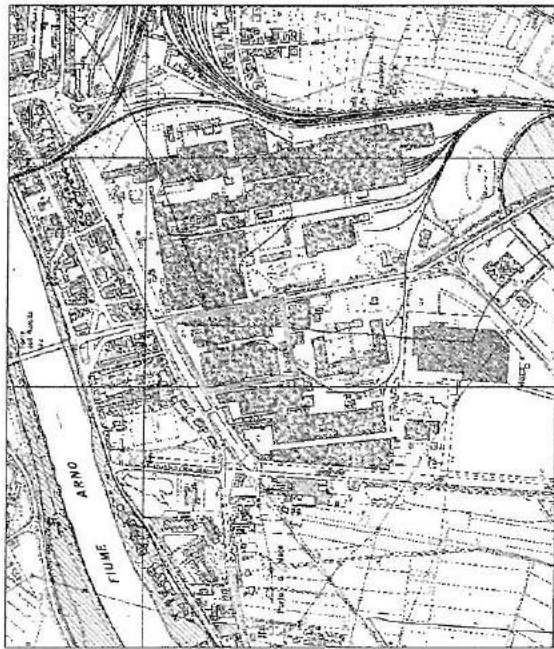
Legenda

Pericolosità idraulica

-  3a Pericolosità media
- 3b Pericolosità media
- 4a Pericolosità elevata
- 4b Pericolosità elevata

Appendice n° 6

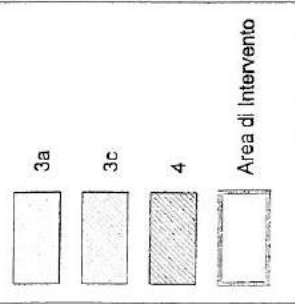
CARTA DELLA PERICOLOSITA'
(estratta dal P.S. del Comune di Pisa)



scala 1:10000

Legenda

Classi di pericolosità



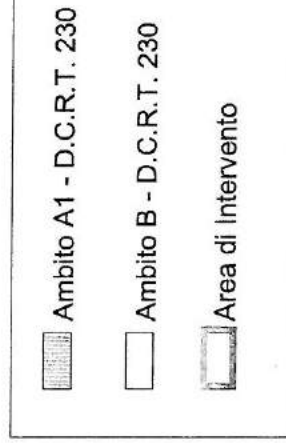
Appendice n° 7

CARTA DEGLI AMBITI FLUVIALI
(estratta dal P.S. del Comune di Pisa)



scala 1:10000

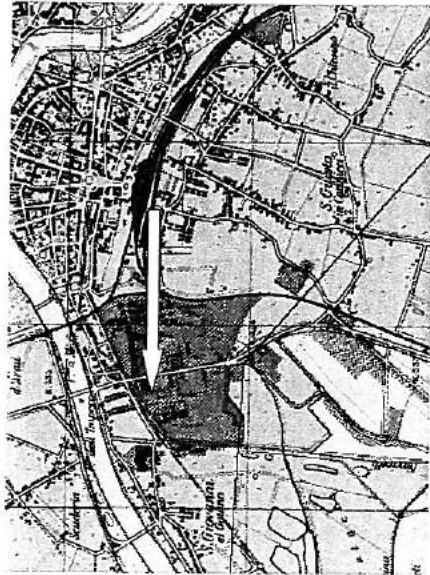
Legenda



**CARTA GUIDA DELLE AREE ALLAGATE
REDATTA SULLA BASE DEGLI EVENTI
ALLUVIONALI SIGNIFICATIVI**

(1966 - 1999)

Estratto da: Piano di Bacino del Fiume Arno - Stralcio: Rischio Idraulico
(Scala 1:25.000)



Aree interessate da inondazioni ricorrenti.



Aree interessate da inondazioni eccezionali.



**Aree interessate da inondazioni durante gli eventi
alluvionali degli anni 1951 - 1952 - 1993.**



**AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO
Piano di Bacino del Fiume Arno
Piano Stralcio Assetto Idrogeologico**

DELIMITAZIONE DELLE AREE CON PERICOLOSITA' IDRAULICA
Livello di dettaglio
(Scala 1:10.000)



P.1.4 Area a pericolosità molto elevata



P.1.3 Area a pericolosità elevata



P.1.2 Area a pericolosità media



P.1.1 Area a pericolosità ridotta



R. Area di rischio



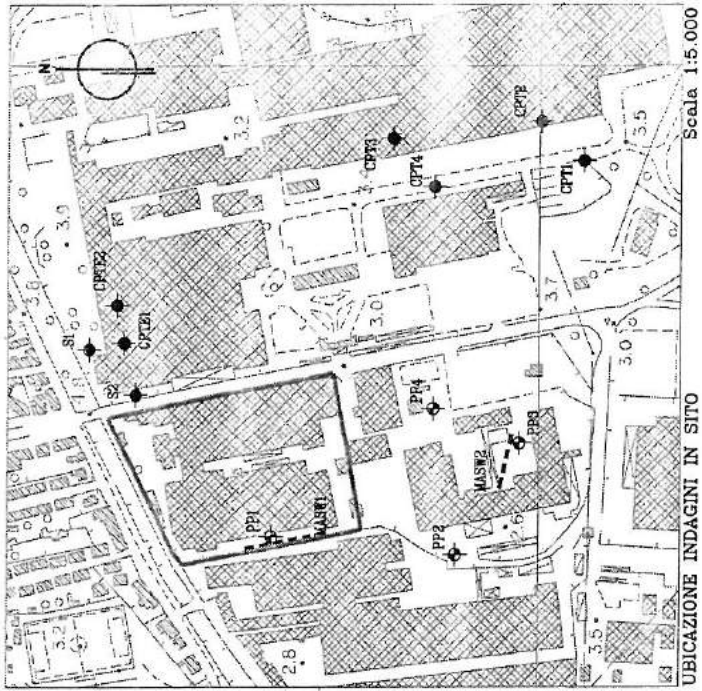
Limite area di studio



**Ambito spaziale in cui la pericolosità è individuata
su cartografia di scala 1:25.000**

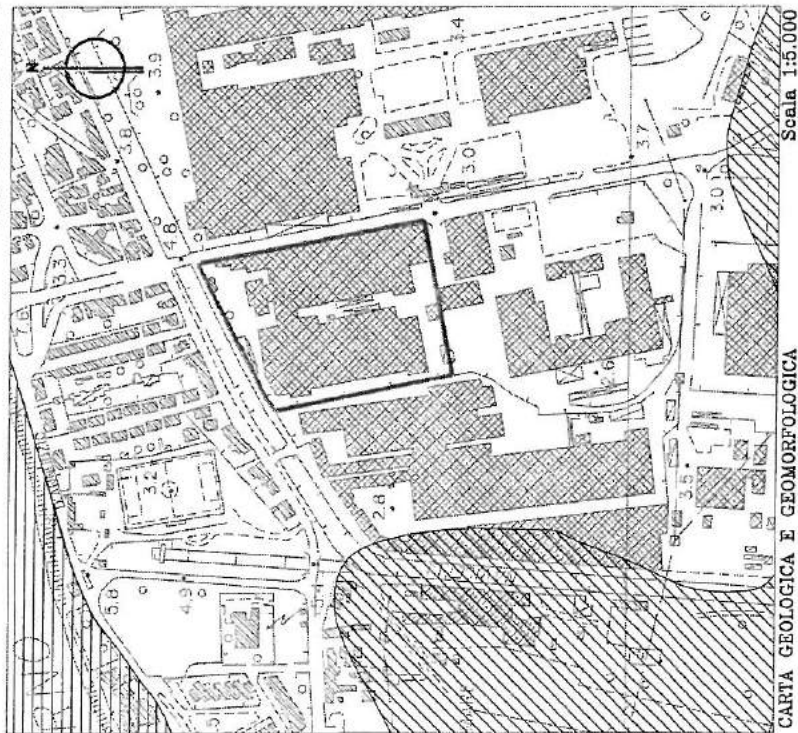


Appendice n° 11



- Legenda**
- DATI DI BASE**
- CPT1 Ubicazione precedenti indagini geognostiche
- NUOVE INDAGINI**
- PP3 Ubicazione Prove Penetrometriche Statiche
 - MASW1 Ubicazione Stosa Sismica attiva MASW e passiva ReMi
 - Ubicazione area di indagine

Appendice n° 10



- Legenda**
- Sedimenti limo-argillosi e sabbiosi delle aree golenali
 - Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe pelustri e depositi di colmata
 - Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose
 - Ubicazione area di indagine

Appendice n° 12

Estratto da: CO.MA.SE. srl
INDAGINI GEOGNOSTICHE DI CAMPAGNA
PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Cantiere: Stabilimento Saint Gobain Vetro Italia - Pisa

DATI DI BASE

ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
SONDAGGI S1 ed S2 - TABELLA RIASSUNTIVA
Cantiere STABILIMENTI S. GOBAIN - PISA
NOVEMBRE 1998

Sondaggio	(n°)	S1	S1	S1	S1	S2
Campione	(n°)	C3	C4	C5	C1	C1
Profondità	(m)	14,00-14,50	20,00-20,50	33,00-33,50	24,00-24,50	24,00-24,50
Data di prelievo	(g.m.a.)	19-oil-98	20-oil-98	21-oil-98	26-oil-98	26-oil-98
Pochet	(Kg/cm²)	0,80	0,75	-	1,60	-
Umidità naturale	(%)	53,520	54,170	14,820	26,250	26,250
Peso di Volume	(KN/m³)	16,120	15,610	21,310	18,520	18,520
Peso specifico dei grani	(KN/m³)	27,000	27,100	26,600	27,300	27,300
Peso di volume saturo	(KN/m³)	16,390	16,360	21,580	19,650	19,650
Ind. del vuoto	(KN/m³)	10,140	10,130	18,560	15,540	15,540
Porosità	(-)	1,660	1,050	0,430	0,760	0,760
Grado di saturazione	(%)	0,620	0,630	0,300	0,400	0,400
Limite Liquido	(%)	95,69	87,80	90,90	84,69	84,69
Limite Plastico	(%)	74	72	no lim	53	53
Indice di plasticità	(-)	27	21	no plast.	23	23
Indice di liquidità	(-)	47	51	-	30	30
Indice di consistenza	(-)	0,660	0,650	-	0,100	0,100
Class. I. Casagrande (1948)	(-)	CH	CH	CH	CH	CH
Ghiala	(%)	-	-	1,300	-	-
Sabbia	(%)	-	-	78,500	-	-
Limo	(%)	-	-	20,200	-	-
Agilla	(%)	-	-	-	-	-
Coef. di cons. primaria	(cm²/seg)	-	-	-	-	-
Coef. di cons. secondaria	(-)	-	-	-	-	-
Coef. di permeabilità	(cm/seg)	-	-	-	-	-
Mod. edometrico	(Kg/cm²)	18,180	19,050	-	105,260	-
Coef. di compressibilità	(-)	0,620	0,760	-	0,230	-
Coef. di rigonfiamento	(-)	0,084	0,133	-	0,046	-
Coesione drenata (c)	(KPa)	10,0	16,0	-	50,0	-
Angolo di attrito (φ)	(°)	8,0	2,0	-	2,0	-
Coesione non drenata (cu)	(KPa)	-	-	0,000	-	-
Angolo di attrito (φu)	(°)	-	-	-	-	-
Coesione drenata (c')	(KPa)	-	-	37,00	-	-
Angolo di attrito (φ')	(°)	-	-	-	-	-
Coesione non drenata (cu)	(KPa)	-	-	-	-	-
Coesione non drenata (cu)	(KPa)	-	-	-	-	-

NOTE: I valori del modulo edometrico sono riferiti, per tutti i campioni esaminati, al carico di 200 Kpa.

GEOTECNICA PISANA
Via del Municipio, 19
Zona Industriale Casquedotto (PI)

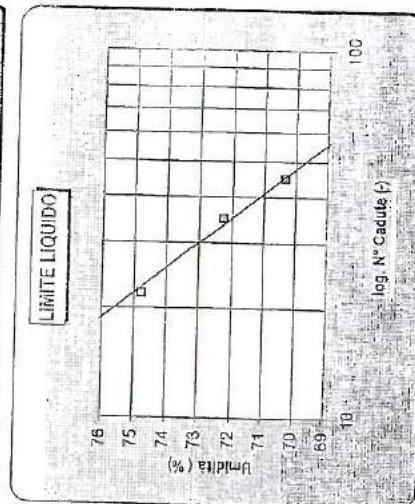
Rif. Interno
Committente
Carliere

2086
CO.MA SE.
Stabilimenti
S. Gobain (PI)

Sond.-Camp.
Prof. (m)
Data Elab.
Data Prel.

CARATTERISTICHE FISICHE

Recipiente n°	18
Peso recipiente (gr)	197,30
Rec. più terra umida (gr)	948,50
Rec. più terra secca (gr)	670,00
Peso acqua (gr)	278,50
Peso terra secca (gr)	472,70
Umidità naturale (%)	58,92
Fus. più saggio umido (gr)	212,64
Terra fustella (gr)	73,70
Peso saggio umido (gr)	138,94
Volume fustella (cm³)	86,19
Peso di volume (dm³)	1,61
Fus. più saggio umido (gr)	212,58
Terra fustella (gr)	73,70
Peso saggio umido (gr)	138,88
Volume fustella (cm³)	86,19
Peso di volume (dm³)	1,61
Peso di vol. med. (KN/m³)	16,12



LIMITI DI ATTERBERG

Limite di liquidità	45	35	22	Limite di plasticità
caduto n°	7	3	1	6
recipiente n°	15,60	15,71	11,50	11,90
Peso recipiente (gr)	28,00	28,70	23,21	15,49
idem + terra umida (gr)	22,88	23,25	18,20	14,73
idem + terra secca (gr)	5,12	5,45	5,01	0,76
Peso terra secca (gr)	7,28	7,54	6,70	2,83
Umidità (%)	70,33	72,28	74,78	27

Caratteristiche fisiche:

P. di volume (KN/m³)	16,12
Umidità (%)	58,92
P. spez. dei grani (KN/m³)	27,00
Peso di vol. secco (KN/m³)	10,14
Peso di vol. saturo (KN/m³)	16,39
Indice dei pori (-)	1,66
Porosità (-)	0,57
Grado di saturazione (%)	95,69
Unità liquido (%)	74,10
Limite plastico (%)	27
Indice di consistenza (-)	0,37
Indice di plasticità (-)	47
Indice di liquidità (-)	0,60

Descrizione del campione:

Il campione è costituito da un unico settore omogeneo di argilla limosa plastica moderatamente consistente di colore grigio scuro, a tratti tendente al nero. Sono inoltre presenti frequenti resti di microfossili (Foraminiferi) e rari resti di macrofossili (Lamellibranchi). Bisogna infine sottolineare che detto materiale emana un debole odore di natura organica il che lascia presupporre che, lo stesso, sia in parte di natura organica.

Classificazione secondo la Carta di Plasticità di Casagrande

Argilla inorganica ad alta plasticità CH

Il presente certificato non può essere riprodotto senza la dovuta autorizzazione

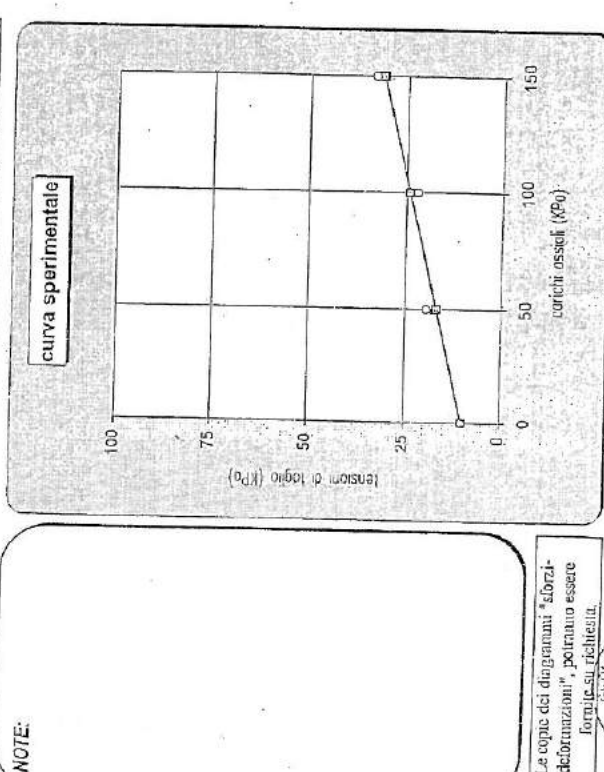
Il tecnico Dr. Mengonelli

Franco Mengonelli

GEOTECNICA PISANA Via del Municipio, 19 Zona Industriale (PI)		Rif. Interno Comitente Caniliere		2087 CO.MA.SE. Stabilimenti S. Gobain (PI)		Sond.-Camp Prof. (m) Data Elab. Data Prel.		SI-C3 14,00-14,50 7-nov-98 19-ott-98	
--	--	--	--	---	--	---	--	---	--

DIRECT SHEAR TEST TAGLIO DIRETTO		Tipo di prova UD UD UD		Velocità della Prova (mm/min)		6 x 10 ⁻³ Indisturbato slubby		N. 3	
Provincia n°		58,92		100		50		150	
Umidità iniziale (w%)		1,31		24,09		17,05		31,14	
Peso di Volume (K/m ³)		0,00		22,15		19,52		32,98	
Carico Assiale (KPa)		10,00		2,275		2,22		2,35	
Valori interpolanti tens. di taglio (KPa)		10,00		2,91		3,15		3,49	
Def. verticale a rottura (mm)		56,04		49,87				45,82	
Def. trasversale a rottura (mm)									
Umidità Finale (w%)									

Angolo di Attrito (°)	8	Limite di liquidità (w _L)	16,12
Coesione Int. (KPa)	10,00	Umidità (%)	58,92
Angolo di attrito res. (°)		P. vol. saturo (K/m ³)	16,39
Coesione res. (KPa)		P. spec. gran (g/cm ³)	27,00
Pockel penetrometer (KPa)	60	Indice dei Porii (+)	1,66
		Indice di Consistenza (c)	0,32
		P. vol. secco (g/cm ³)	10,74



Il presente certificato non può essere prodotto senza la dovuta autorizzazione

Il Tecnico Dr. Maffioletti F.

Il presente certificato non può essere prodotto senza la dovuta autorizzazione

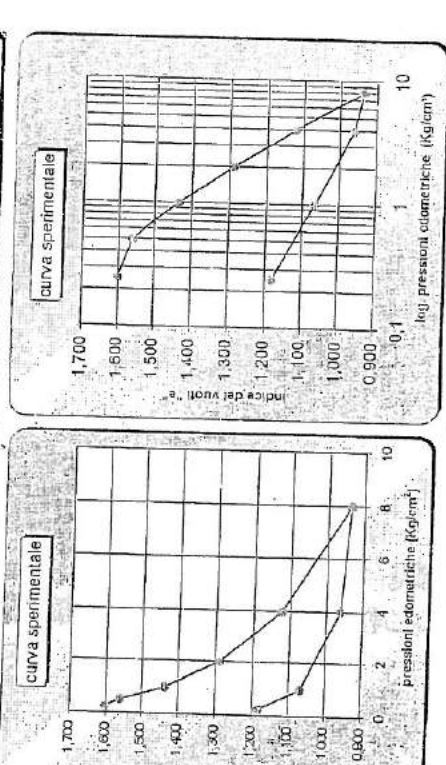
F. Maffioletti

GEOTECNICA PISANA Via del Municipio, 19 Zona Industriale (PI)		Rif. Interno Comitente Caniliere		2088 CO.MA.SE. Stabilimenti S. Gobain (PI)		Sond.-Camp Prof. (m) Data Elab. Data Prel.		SI-C3 14,00-14,50 07-nov-98 19-ott-98	
--	--	--	--	---	--	---	--	--	--

PROVA EDOMETRICA		Tipo di prova DC		Altezza del provino (cm)		2,00			
caratteristiche fisiche		58,92		Diametro del provino (cm)		5,00			
Umidità (%)		16,12		Area del provino (cm ²)		19,63			
Peso di Volume (K/m ³)		27,00		Volume del provino (cm ³)		31,40			
Peso specifico dei gran (K/m ³)		95,69		STATO DEL CAMPIONE:		indisturbato			
Grado di saturazione (%)		1,66		TIPO DI CAMBIOAMENTO:		livello			
Indice dei porii (+)		74		indice di compressibilità (C _c)		0,62			
Limite liquido (%)		44,04		Indice di rigonfiamento (C _r)		0,084			
Umidità finale (%)				Peso di volume saturo (K/m ³)		16,350			
				Peso di volume secco (K/m ³)		10,140			
				Porosità (%)		0,620			

Pressioni (Kg/cm ²)	Indice vuoti (e)	Deformaz. (ΔH - mm)	Deformaz. (s.s. %)	Int. Comp. (av. cm ³ /Kg)	Coeff. Comp. (mv. cm ³ /Kg)	Mod. Edomet. (Ed - Kg/cm ²)
0	1,562	0	0			
0,25	1,301	0,460	2,360	0,2449	0,0920	11
0,5	1,156	0,760	3,800	0,1997	0,0650	16,67
1	1,036	1,700	8,500	0,2503	0,0540	10,64
2	1,030	2,800	14,000	0,1464	0,0550	18,18
4	1,025	4,050	20,250	0,0832	0,0313	32,00
8	1,025	5,480	27,300	0,0469	0,0178	56,74
4	0,961	5,270	26,350			
1	1,06	4,480	22,400			
0,25	1,83	3,600	18,000			

NOTE:



Il presente certificato non può essere prodotto senza la dovuta autorizzazione

Il Tecnico Dr. Maffioletti F.

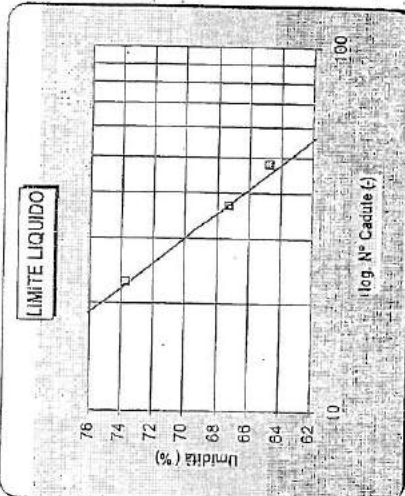
Il presente certificato non può essere prodotto senza la dovuta autorizzazione

F. Maffioletti

GEOTECNICA PISANA Via del Municipio, 19 Zona Industriale Ospedaleto (PI)		2088	Sond.-Camp. Prof. (m) Data Elab. Data Prel.	SI-C4 20.00-20.50 7-nov-88 20-ott-88
Rif. Interno Committente Cantiere	CO.MA.SE. Stabilimenti S. Gobain (PI)			

CARATTERISTICHE FISICHE

Recipiente n°	31
Peso recipiente (g)	170,00
Pec. più terra umida (gr)	1056,00
Pec. più terra secca (gr)	744,70
Peso acqua (gr)	311,30
Peso terra secca (gr)	574,70
umidità naturale (%)	54,17
Fus. più saggio umido (gr)	208,52
Tara fustella (gr)	73,70
Peso saggio umido (gr)	134,82
Vakuum fustella (cm ²)	86,19
Peso di volume (l/m ³)	1,56
Fus. più saggio umido (gr)	208,05
Tara fustella (gr)	73,70
Peso saggio umido (gr)	134,35
Volume fustella (cm ³)	86,19
Peso di volume (l/m ³)	1,56
Peso di vol. med. (KN/m ³)	15,81



LIMITI DI ATTERBERG		
Limite di liquidità	Limite di plasticità	
recipiente n°	48	37
recipiente n°	9	4
peso recipiente (gr)	15,17	12,25
idam + terra umida (gr)	26,42	25,50
idam + terra secca (gr)	22,00	20,17
peso acqua (gr)	4,42	5,33
peso terra secca (gr)	6,83	7,92
umidità (%)	64,71	67,30
		73,74
		21

Caratteristiche fisiche: Descrizione del campione:

Il campione è costituito da un unico settore omogeneo di argilla limosa plastica moderatamente consistente di colore grigio scuro, a tratti tendente al nero.

Classificazione secondo la Carta di Plasticità di Casagrande	
Argilla inorganica ad alta plasticità CH	

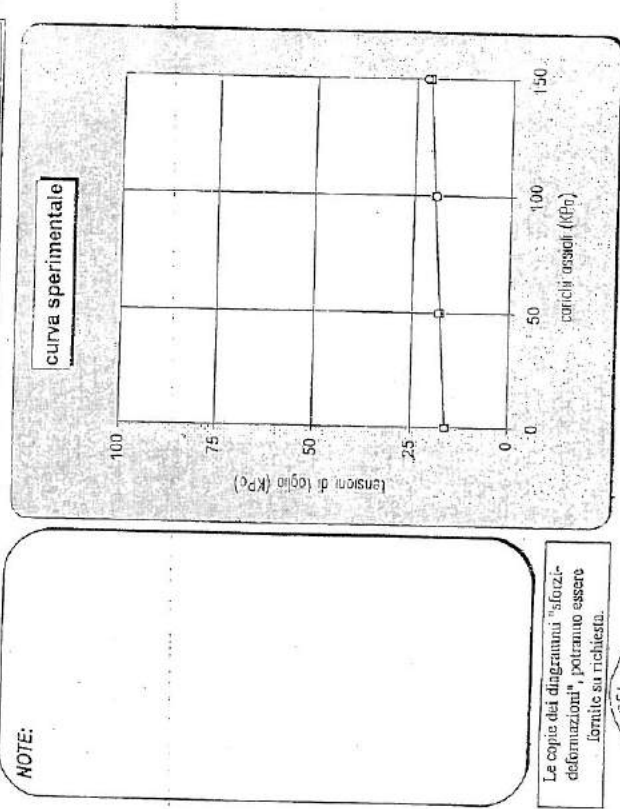
Il presente certificato non può essere riprodotto senza la dovuta autorizzazione

GEOTECNICA PISANA Via del Municipio, 19 Zona Industriale Ospedaleto (PI)		2090	Sond.-Camp. Prof. (m) Data Elab. Data Prel.	SI-C4 20.00-20.50 7-nov-88 20-ott-88
Rif. Interno Committente Cantiere	CO.MA.SE. Stabilimenti S. Gobain (PI)			

**DIRECT SHEAR TEST
TAGLIO DIRETTO**

Provino n°	Tipo di prova		
	UD	UD	CU
Umidità iniziale (w%)	54,17		
Peso di Volume (l/m ³)	1,56		
Carico Assiale (KPa)	0,00	50	100
Valori interpolati. tens. di taglio (KPa)	16,00	17,75	19,50
Valori sperimentali tens. di taglio (KPa)	16,00	18,35	19,01
Def. verticale a rottura (mm)	2,34	2,54	2,7
Umidità Finale (w%)	2,85	2,95	3,04
	41,07	30,50	28,84

Angolo di Attrito (°)	2	P. di volume (KN/m ³)	15,61	Limite di liquidità (%)	72
Coesione int. (KPa)	10,00	Umidità (%)	54,17	Limite di Plasticità (%)	21
Angolo di attrito res. (°)		P. vol. saturo (KN/m ³)	16,39	Indice di Plasticità (I _p)	51
Coesione res. (KPa)		P. spec. gran (KN/m ³)	27,10	Ind. di Consistenza (I _c)	0,35
Poiker penetrometer (KPa)	73	Indice dei Part. (I _p)	1,88	P. vol. secco (KN/m ³)	10,13



NOTE:
Le copie dei diagrammi "sforzi-deformazioni", potranno essere fornite su richiesta.

Il presente certificato non può essere riprodotto senza la dovuta autorizzazione

Il tecnico Dr. Fulvio P. ...

**GEOTECNICA
PISANA**

Via del Marmitticcio, 19
Zona Industriale Ospedaletto
56131 - PISA

RIF. INTERNO 2093
CANTIERE Stab. S. Gobain (Pi)
COMMUNTE CO.MA.SE.
SOND.-CAMP. S1-C5
PROFONDITA' (m) 33,00-33,50
DATA PRELIEVO 21-ott-98
DATA ELABOR. 07-nov-98

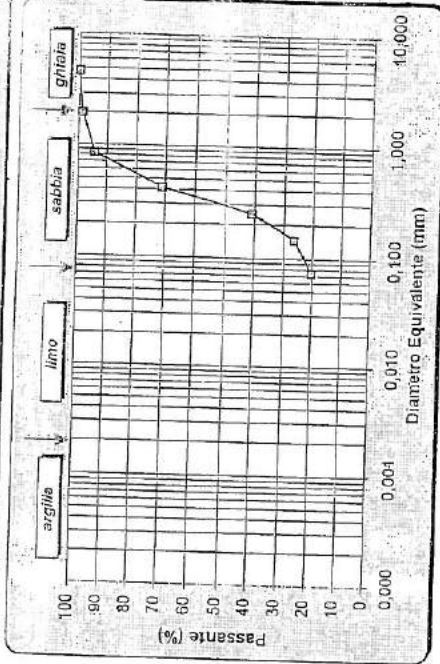
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

SETACCIO (mm)	TRATTENUTO (gr)	PASSANTE (gr)	PASSANTE (%)
5,730	0,000	0,000	100,000
4,750	0,000	386,000	98,700
2,000	5,018	380,982	94,400
0,841	16,598	364,384	70,900
0,420	90,710	273,674	40,800
0,250	115,800	157,874	26,400
0,149	55,970	101,904	20,200
0,074	23,932	77,972	
analisi con Vagli			
analisi con arenometro			

Peso Totale (gr) 386

PARAMETRI FISICI	
Peso di volume (KN/m ³)	21,31
Peso sp. dei gran (KN/m ³)	26,600
Umidità (W%)	14,820
Peso di volume sat. (KN/m ³)	21,58
Peso di volume secco (KN/m ³)	18,56
Porosità (n)	0,30
Indice dei pori (e)	0,45
Grado di saturazione (%)	90,99

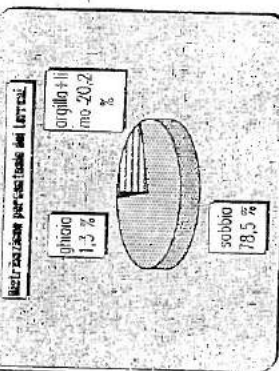
CANTIERE STABILIMENTI S. GOBAIN - PISA
CAMPIONE C5



Argilla + Limo (%)	20,20
Sabbia (%)	78,90
Ghiaia (%)	1,30

Classificazione in base alla convenzione proposta dalla AGI:

Sabbia limosa



Il Tecnico:

Dr. Maurizio Francese
FACCHINI
INGEGNERE
C.O.P. 001/86
DEI GEOTECNICI ITALIANI
DELLA REGIONE TOSCANA

GEOTECNICA PISANA
Via del Marmicciole, 19
Zona. Ind. le Ospedaleto (Pi)

Rif. Interno
Comitente
Cantiere

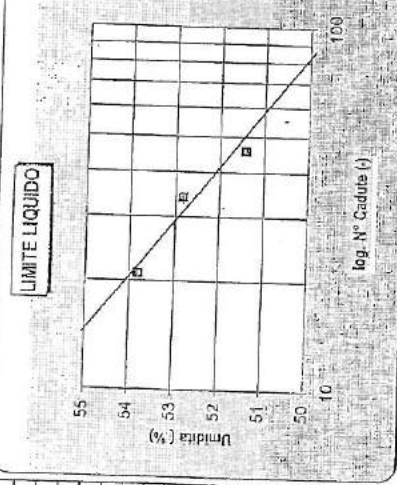
2094
CO.MA.SE
Stabilimenti
S. Gobain (Pi)

Sond.-Camp.
Prof. (m)
Data Elab.
Data Prel.

S2-C1
24.00-24.40
7-nov-98
26-ott-98

CARATTERISTICHE FISICHE

Recipiente n°	17
Peso recipiente (gr)	203,10
Rec. più terra umida (gr)	932,70
Rec. più terra secca (gr)	781,00
Peso acqua (gr)	151,70
Peso terra secca (gr)	577,90
umidità naturale (%)	26,25
Fus. più saggio umido (gr)	242,60
Tara fustella (gr)	73,70
Peso saggio umido (gr)	168,90
Volume fustella (cm³)	88,19
Peso di volume (t/m³)	1,96
Fus. più saggio umido (gr)	243,00
Tara fustella (gr)	73,70
Peso saggio umido (gr)	169,30
Volume fustella (cm³)	86,19
Peso di volume (t/m³)	1,96
Peso di vol. med. (KN/m³)	19,62



LIMITI DI ATTERBERG

Limite di liquidità caselle n°	46	34	21	Limite di plasticità
recipiente n°	2	9	4	5
peso recipiente (gr)	10,25	15,17	12,25	15,12
idem + terra umida (gr)	22,69	27,32	26,20	19,41
idem + terra secca (gr)	18,40	23,12	21,32	19,60
peso acqua (gr)	4,19	4,20	4,88	0,81
peso terra secca (gr)	8,15	7,95	9,07	3,48
umidità (%)	51,41	52,33	53,80	23

Caratteristiche fisiche:
Descrizione del campione:

Il campione è costituito da un unico settore omogeneo di argilla limosa poco plastica, consistente di colore beige; a tratti sono presenti lenti e/o livelli di millimetri di materiale limo-argilloso di colore beige chiaro.

Classificazione secondo la Carta di Plasticità di Casagrande
Argilla inorganica ad alta plasticità CH

Il presente certificato non può essere riprodotto senza la dovuta autorizzazione

GEOTECNICA PISANA
Via del Marmicciole, 19
Zona. Ind. le Ospedaleto (Pi)

Rif. Interno
Comitente
Cantiere

2095
CO.MA.SE
Stabilimenti
S. Gobain (Pi)

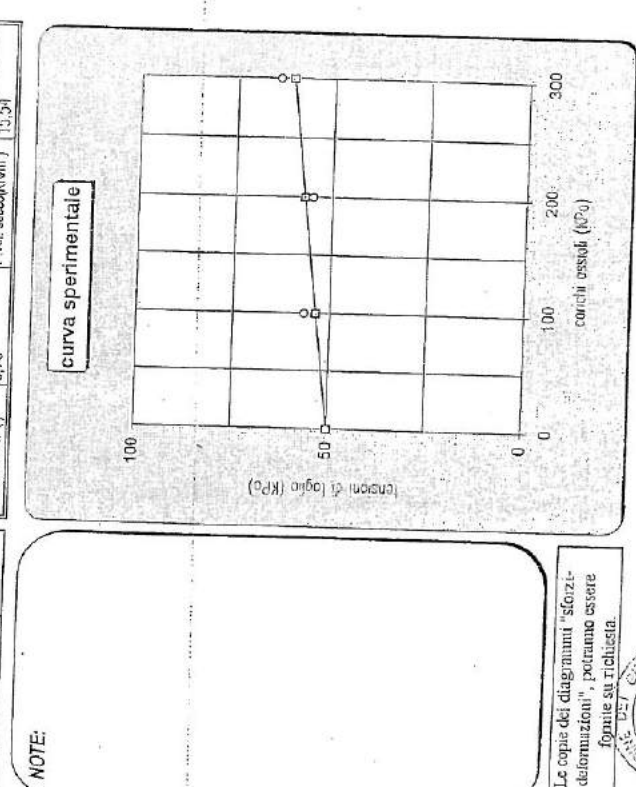
Sond.-Camp.
Prof. (m)
Data Elab.
Data Prel.

S2-C1
24.00-24.40
7-nov-98
26-ott-98

**DIRECT SHEAR TEST
TAGLIO DIRETTO**

Prova n°	1	2	3
Umidità iniziale (w%)	26,25		
Peso di Volume (t/mc)	1,96		
Carico Assiale (KPa)	0,00	200	300
Valori interpolati, tens. di taglio (KPa)	50,00	57,00	60,50
Valori sperimentali tens. di taglio (KPa)	56,54	54,87	61,05
Def. verticale a rottura (mm)	2,14	2,8	2,8
Def. trasversale a rottura (mm)	3	3,12	3,21
Umidità Finale (w%)	25,50	23,50	20,14

Angolo di Attrito (°)	2	Limite di liquidità (%)	53
Coesione int. (KPa)	50,00	Limite di Plasticità (%)	23
Angolo di attrito res. (°)		Indice di Plasticità (I _p)	30
Coesione res. (KPa)		Ind. di Consistenza (I _c)	0,90
Pocket penetrometer (KPa)	180	P. vol. secco (KN/m³)	19,62



Il presente certificato non può essere riprodotto senza la dovuta autorizzazione

TAVOLE DEI SIMBOLI GRAFICI PER LA LITOLOGIA

	Conglomerato (A.C.)		Marna (A.C.)
	Ghiaia (A.C.)		Marna argillosa
	Insieme casuale di strati di argilla, sabbie arenacee, fessure e giunture a scaglie (A.C.)		Marellano
	Insieme compatto di scaglie di argilla ed argilla (A.C.)		Fracidille (A.C.)
	Limo		Pozzolan
	Limo (A.C.)		Pudding
	Limo argilloso		Rocce lignee (A.C.)
	Limo sabbioso		Rocce forate

TAVOLE DEI SIMBOLI GRAFICI PER LA LITOLOGIA

	Rocce sciolte (A.C.)		Sequenze ordinate di strati di rocce ed argille e argille più o meno fessurate e giunture (A.C.)
	Sabbia (A.C.)		Terreno di riparo (A.C.)
	Sabbia argillosa		Terreno vegetale (A.C.)
	Sabbia e ghiaia (A.C.)		Tufa (A.C.)
	Sabbia fine (A.C.)		Tuffi fini
	Sabbia finemente cementata		Tuffi argillosi
	Sabbia limosa		Tuffi vulcanici (A.C.)
	Scorie fucilite		

GEOTECNICA PISANA

GEODINAMICI - FONDAZIONI SPECIALI
Via dei Barattolotti, 19 - OSPEDALETTO (PI)
Tel. 050/981822 Fax. 050/981843

REF. INT.: SM100051 | DATA ELABORAZIONE: 25/09/1998 | DATA INIZIO PERFORAZIONE: 19/07/1998 | DATA FINE PERFORAZIONE: 21/07/1998
COMITENTE: COLAS. S.r.l. - Pisa | CANTIERE: Stabilimento Smit, Cobian Vetro Italia - Pisa
PERFORAZIONE: S1 | QUOTAZIONE (m): 31.00 | INCLINAZIONE (gradi): 0.00 | SCALA GRAFICA: 1:75
LAVORAZIONE PER QUANTITÀ: CAR. 170
PERFORAZIONE RESPONSABILE: Silvio Viti
NOTE: SPI = Standard Penetration Test. PI = Perforazione Isostatica.
Da metri (0.00) e metri (31.00) piezometrica a filo strombato.

STRATIGRAFIA		CAMPIONI PERFORATI		CAMPIONI PERFORATI	
Profondità (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Tipologia di campione	Tipologia di campione	Tipologia di campione
0.00 - 1.50		Terreno di riporto.	PT	PT	PT
1.50 - 3.15		Argilla verde-giallastra (da 6,35 m e sgrigi) da poco e mediamente consistente e plastica, con rari granuli arenici.	PT	PT	PT
3.15 - 7.25		Argilla luttuosa grigia, poco consistente e liscivifera.	PT	PT	PT
7.25 - 8.00		Limo sabbioso grigio, poco consistente, talmente terroso.	PT	PT	PT
8.00 - 15.00		Argilla torbosa di colore grigio scuro, da inconsistenti a poco o mediamente consistente, liscivifera.	PT	PT	PT

Scale by CHCOS

GEOTECNICA PISANA

GEODINAMICI - FONDAZIONI SPECIALI
Via dei Barattolotti, 19 - OSPEDALETTO (PI)
Tel. 050/981822 Fax. 050/981843

REF. INT.: SM100051 | DATA ELABORAZIONE: 28/10/1998 | DATA INIZIO PERFORAZIONE: 07/04/1998 | DATA FINE PERFORAZIONE: 22/04/1998
COMITENTE: COLAS. S.r.l. - Pisa | CANTIERE: Stabilimento Smit, Cobian Vetro Italia - Pisa
PERFORAZIONE: S1 | QUOTAZIONE (m): 31.00 | INCLINAZIONE (gradi): 0.00 | SCALA GRAFICA: 1:75
LAVORAZIONE PER QUANTITÀ: CAR. 170

STRATIGRAFIA		CAMPIONI PERFORATI		CAMPIONI PERFORATI	
Profondità (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Tipologia di campione	Tipologia di campione	Tipologia di campione
0.00 - 15.00		Argilla torbosa di colore grigio scuro, da inconsistenti a poco o mediamente consistente, liscivifera.	PT	PT	PT
15.00 - 25.00		Argilla torbosa di colore grigio scuro, da inconsistenti a poco o mediamente consistente, liscivifera.	PT	PT	PT
25.00 - 28.50		Argilla torbosa di colore grigio scuro, da inconsistenti a poco o mediamente consistente, liscivifera.	PT	PT	PT
28.50 - 31.00		Argilla torbosa di colore grigio scuro, da inconsistenti a poco o mediamente consistente, liscivifera.	PT	PT	PT

Scale by CHCOS

GEOTECNICA PISANA

GEOTECNICA PISANA
FONDAMENTI - FONDAZIONI SPECIALI
Via dei Martiri, 19 - OSPINALETTO (PI)
Tel. 050/911212 Fax. 050/981448

RF. INT. SINGIOGOSI DATA ELABORAZIONE: 29/10/1998 DATA REC. PERFORAZIONE: 19/10/1998
COMITENTE: COM. S.C. srl - Pisa CARITRE: Stabilimento Sani Gobian Vetro Nido - Pisa
PERFORAZIONE: S1 QUOTA BOCCAFORDO (m s.l.m.): LUNGHEZZA (m): 31,00 INCLINAZIONE (gradi): 0,00 SCLIA GRAFICA: 1/5

STRATIGRAFIA		CAMPIONI PERFORATI		MATERIALI		MATERIALI	
Profondità (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità (m)	Caratteristiche	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità (m)
0,00 - 0,30	[Pattern]	Argilla verdastro-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,30	SP1 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,00 - 0,30
0,30 - 0,50	[Pattern]	Sabbia limosa grigio giallastra con (da 21,0 m) intercalazioni argilose.	0,50	SP2 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,30 - 0,50
0,50 - 0,70	[Pattern]	Argilla grigio scuro, poco consistente.	0,70	SP3 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,50 - 0,70
0,70 - 1,00	[Pattern]	Argilla limosa grigio scuro, moderatamente consistente, (da 3,00 m è verdastro e consistente).	1,00	SP4 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,70 - 1,00
1,00 - 1,30	[Pattern]	Sabbia giallastra, debolmente incoerente (da 3,25 m grigio).	1,30	SP5 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,00 - 1,30
1,30 - 1,50	[Pattern]		1,50	SP6 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,30 - 1,50
1,50 - 1,70	[Pattern]		1,70	SP7 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,50 - 1,70
1,70 - 1,90	[Pattern]		1,90	SP8 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,70 - 1,90
1,90 - 2,10	[Pattern]		2,10	SP9 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,90 - 2,10
2,10 - 2,30	[Pattern]		2,30	SP10 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,10 - 2,30
2,30 - 2,50	[Pattern]		2,50	SP11 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,30 - 2,50
2,50 - 2,70	[Pattern]		2,70	SP12 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,50 - 2,70
2,70 - 2,90	[Pattern]		2,90	SP13 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,70 - 2,90
2,90 - 3,10	[Pattern]		3,10	SP14 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,90 - 3,10

Solware by GEOS

GEOTECNICA PISANA

GEOTECNICA PISANA
FONDAMENTI - FONDAZIONI SPECIALI
Via dei Martiri, 19 - OSPINALETTO (PI)
Tel. 050/911212 Fax. 050/981448

RF. INT. SINGIOGOSI DATA ELABORAZIONE: 29/10/1998 DATA REC. PERFORAZIONE: 22/10/1998
COMITENTE: COM. S.C. srl - Pisa CARITRE: Stabilimento Sani Gobian Vetro Nido - Pisa
PERFORAZIONE: S2 QUOTA BOCCAFORDO (m s.l.m.): LUNGHEZZA (m): 35,00 INCLINAZIONE (gradi): 0,00 SCLIA GRAFICA: 1/5

STRATIGRAFIA		CAMPIONI PERFORATI		MATERIALI		MATERIALI	
Profondità (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità (m)	Caratteristiche	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità (m)
0,00 - 0,30	[Pattern]	Terrano di riparo.	0,30	SP1 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,00 - 0,30
0,30 - 0,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,50	SP2 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,30 - 0,50
0,50 - 0,70	[Pattern]	Linea sabbiosa giallastra, debolmente incoerente.	0,70	SP3 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,50 - 0,70
0,70 - 1,00	[Pattern]	Argilla verde-olivastro (grigio da 5,45 m) poco consistente e plastica, contenente vari granuli rotondi di diam. circa 3 mm, e fossilifero.	1,00	SP4 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	0,70 - 1,00
1,00 - 1,30	[Pattern]		1,30	SP5 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,00 - 1,30
1,30 - 1,50	[Pattern]		1,50	SP6 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,30 - 1,50
1,50 - 1,70	[Pattern]		1,70	SP7 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,50 - 1,70
1,70 - 1,90	[Pattern]		1,90	SP8 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,70 - 1,90
1,90 - 2,10	[Pattern]		2,10	SP9 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	1,90 - 2,10
2,10 - 2,30	[Pattern]		2,30	SP10 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,10 - 2,30
2,30 - 2,50	[Pattern]		2,50	SP11 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,30 - 2,50
2,50 - 2,70	[Pattern]		2,70	SP12 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,50 - 2,70
2,70 - 2,90	[Pattern]		2,90	SP13 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,70 - 2,90
2,90 - 3,10	[Pattern]		3,10	SP14 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	2,90 - 3,10
3,10 - 3,30	[Pattern]		3,30	SP15 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	3,10 - 3,30
3,30 - 3,50	[Pattern]		3,50	SP16 O 1,00 O 1,50	[Pattern]	Argilla verde-olivastro, mediamente limosa, poco consistente e plastica, debolmente incoerente.	3,30 - 3,50

Solware by GEOS

Estratto da: SO.IN.G. Strutture e Ambiente srl
INDAGINE GEOTECNICA PRESSO STABILIMENTO
SAINT GOBAIN (PISA) - 11/05/2004

Cantiere: Saint Gobain Glass - SpA

Indagine geotecnica presso
stabilimento Saint Gobain (Pisa)

Committ.: Saint Gobain Glass - SpA

Ns. Rif.: AML_DB-3504.01

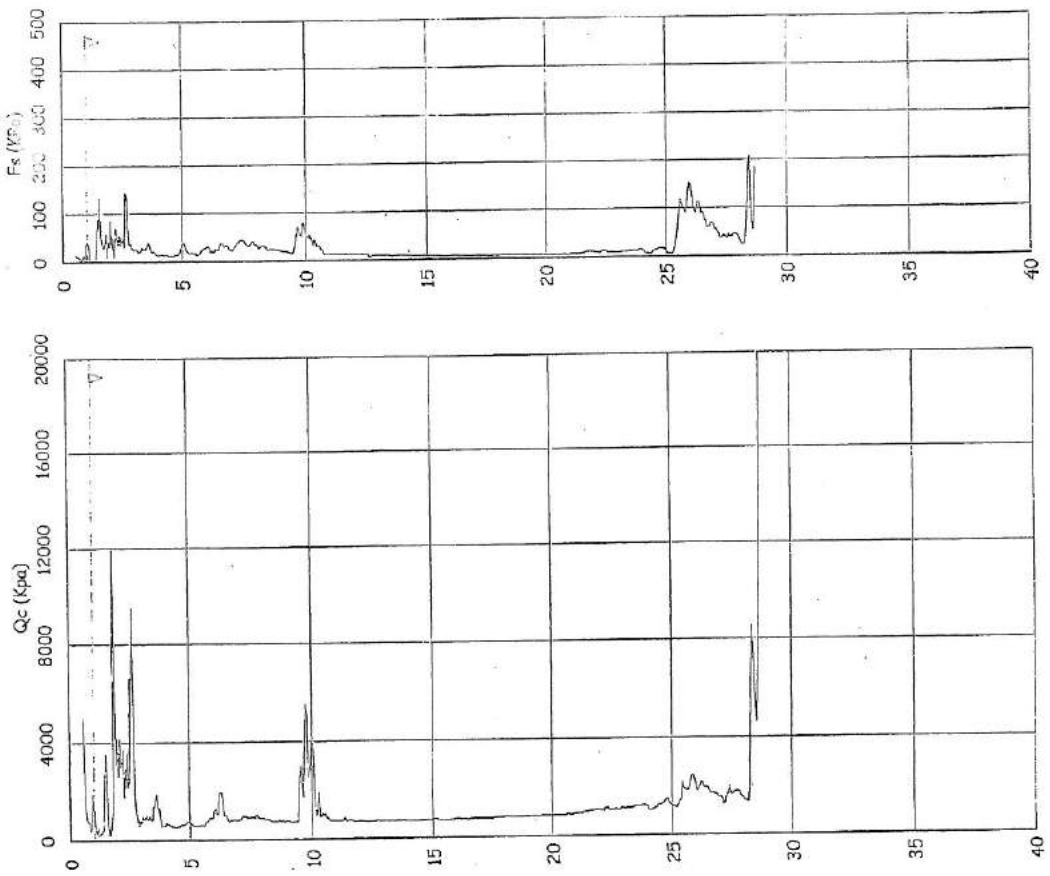
REV	DATA	REDAZIONE	DESCRIZIONE
A			
B			
β	11/05/04	Dott. Geol. Stefano Del Giandria	Emissione





Job N. : Soing
CPT N. : 1
Date : 26-04-2024 11:29:10
Engineer : Dott. S. De' Giancola
Location : Stabil. Soing Cobain - Pisa
Water Table (m) : 1

Prove penetrometriche statiche
con punta elettrica (CPTe)

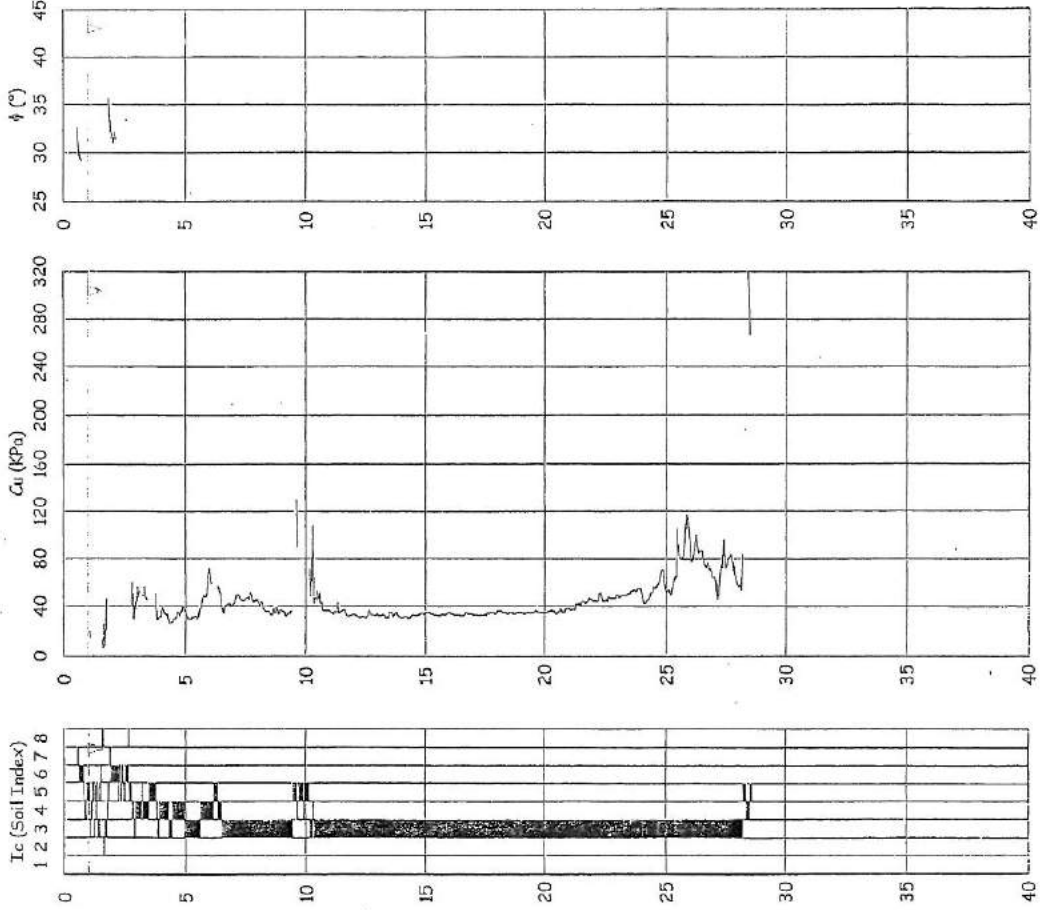
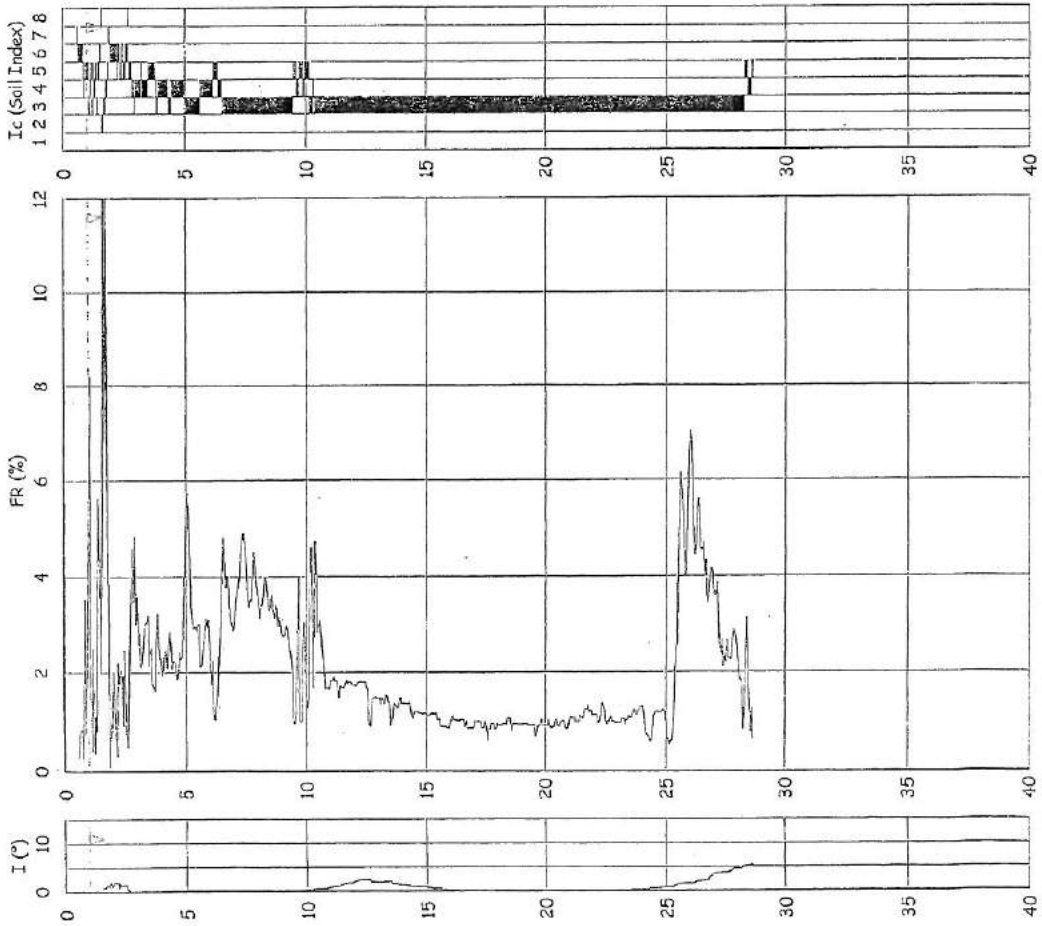




Job N. : Soing
 CPT N. : 1
 Date : 26-04-2004 11:29:10
 Engineer : Dott. S. Del Ghianda
 Location : Stabli. Saint Gobain - Pisa
 Water Table (m) : 1



Job N. : Soing
 CPT N. : 1
 Date : 26-04-2004 11:29:10
 Engineer : Dott. S. Del Ghianda
 Location : Stabli. Saint Gobain - Pisa
 Water Table (m) : 1

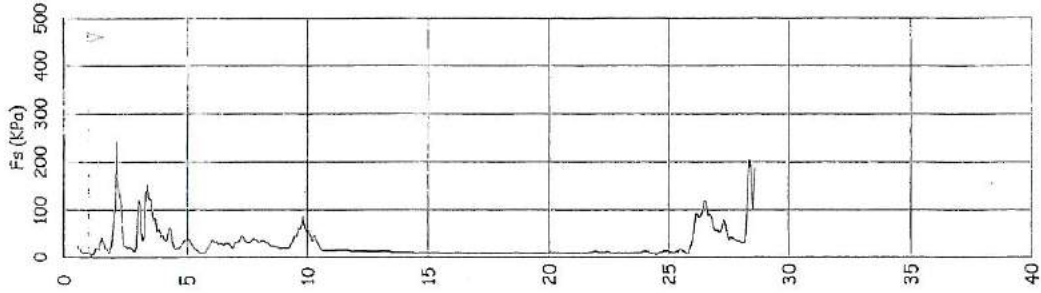
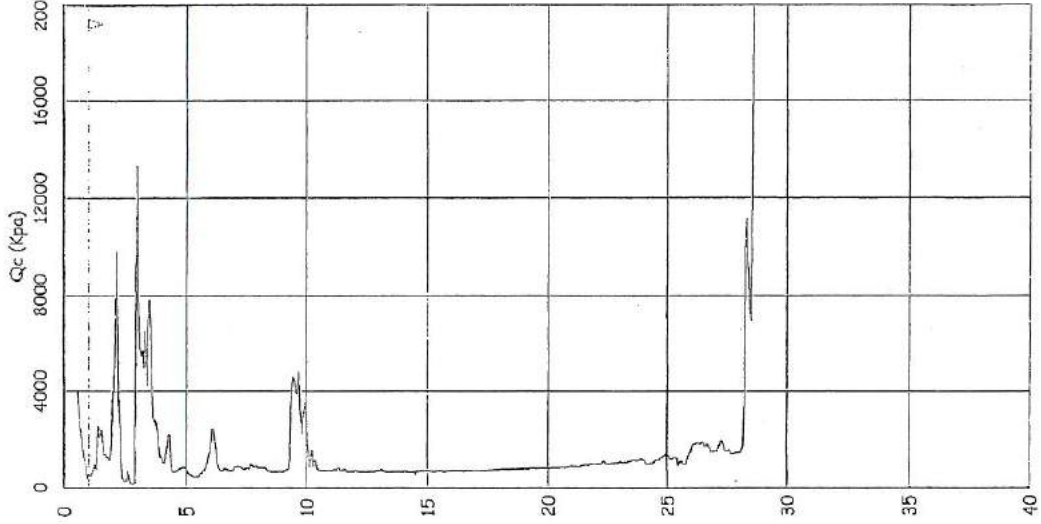
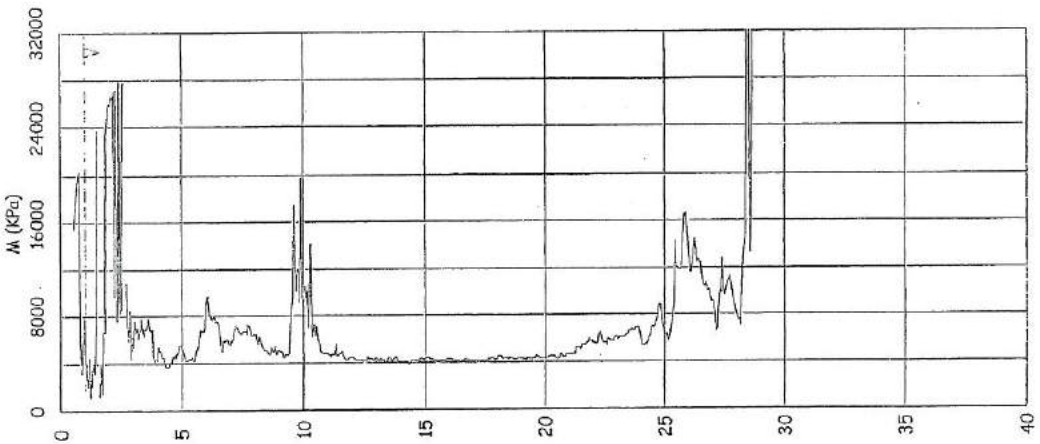
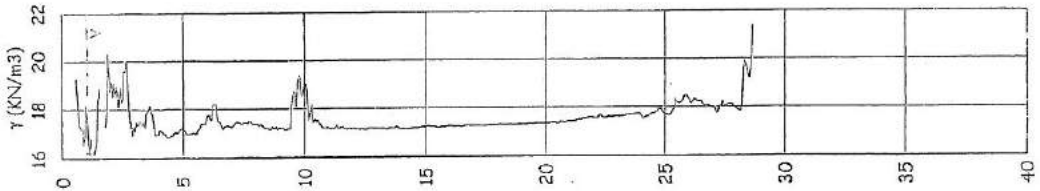
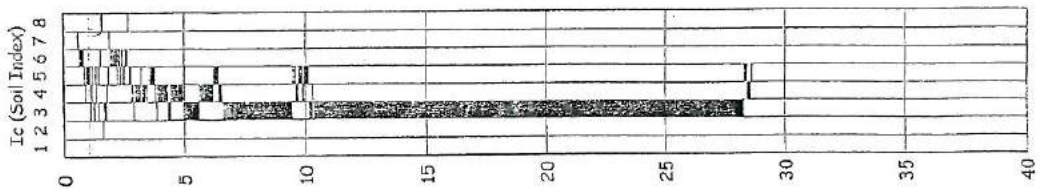




Job N. : Soing
CPT N. : 1
Date : 26-04-2004 11:29:10
Engineer : Dott. S. Del Giandea
Location : Stabli. Salin. Gabbain - Pisa
Water Table (m) : 1



Job N. : Soing
CPT N. : 2
Date : 26-04-2004 14:02:51
Engineer : Dott. S. Del Giandea
Location : Stabli. Salin. Gabbain - Pisa
Water Table (m) : 1

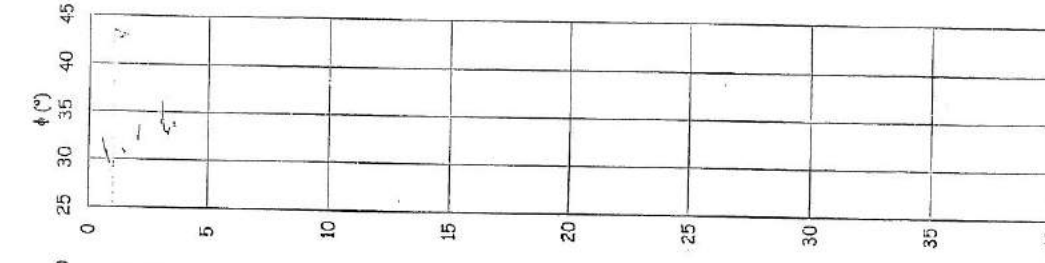
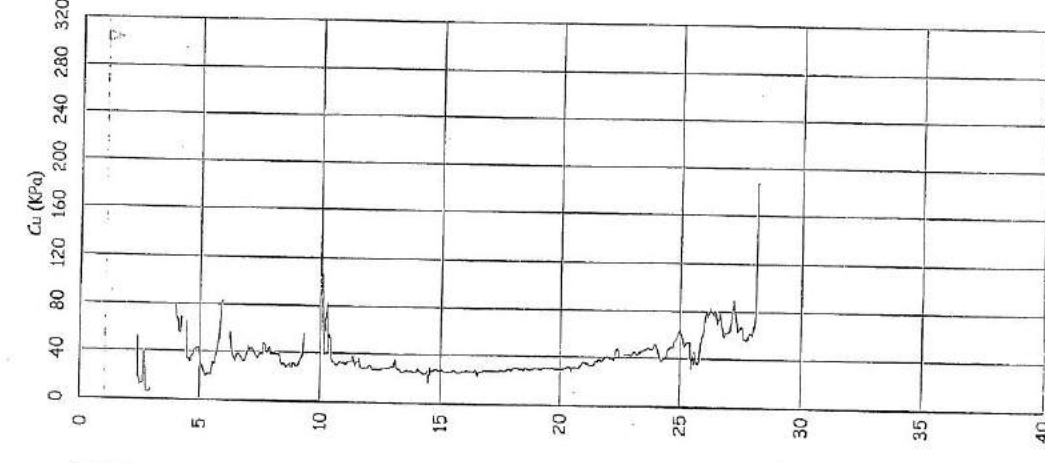
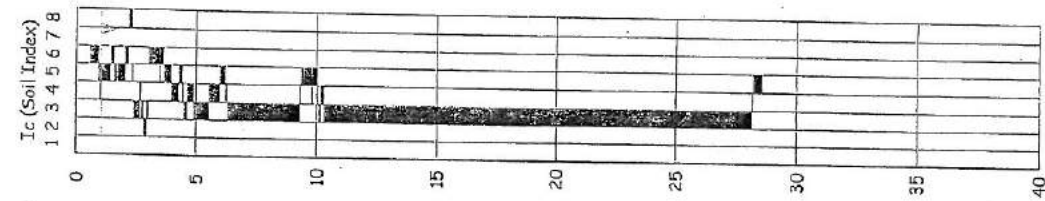
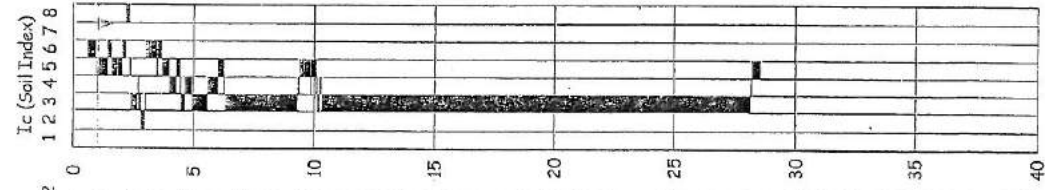
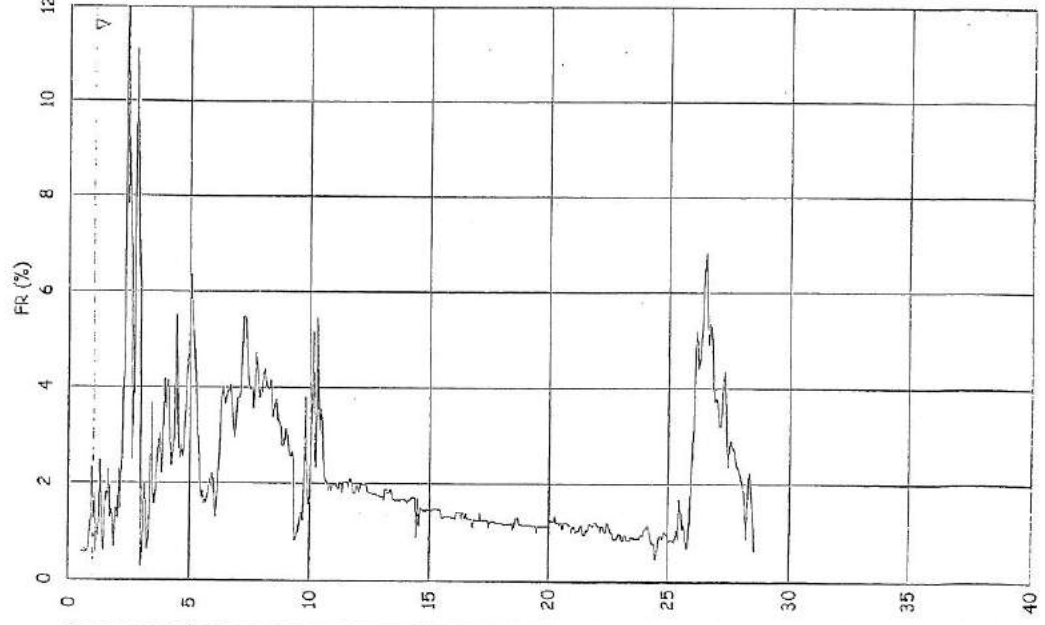
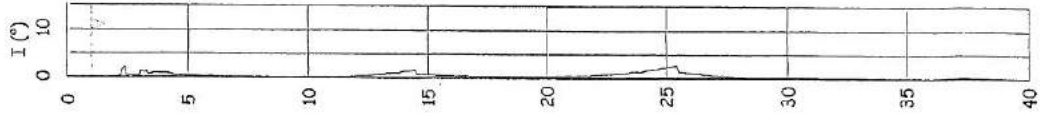




Job N. : Soing
CPT N. : 2
Date : 26-04-2004 14:02:51
Engineer : Dott. S. Del Ghionda
Location : Stabli, Saint Gobain - Pisa
Water Table (m) : 1



Job N. : Soing
CPT N. : 2
Date : 26-04-2004 14:02:51
Engineer : Dott. S. Del Ghionda
Location : Stabli, Saint Gobain - Pisa
Water Table (m) : 1



COMUNE DI PISA
PROVINCIA DI PISA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO COMPARTO
PER LA PRODUZIONE DI VETRO STRATIFICATO PER L'EDILIZIA.

UBICAZIONE: STABILIMENTO SAINT GOBAIN, VIA PONTE A PIGLIERINI, 2

PROPRIETÀ: SAINT GOBAIN GLASS ITALIA S.P.A

PROGETTO: ARCH. NICOLA GAGLIARDI

Estratto da:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN
NUOVO COMPARTO PER LA PRODUZIONE DI
VETRO STRATIFICATO PER L'EDILIZIA

Relazione Geologica Tecnica Preliminare - aprile 2005
Cantiere: Stabilimento Saint Gobain Vetro Italia - Pisa

Relazione Geologica Tecnica Preliminare

Aprile 2005

GIOVANNI LOPANE - GEOLOGO

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica. Ø 35.7 mm, angolo di apertura α= 60° - (area punta Ap = 10 cm²)
- manico laterale di attrito tipo "Bogemann" (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm²)
- velocità di avanzamento costante V = 2 cm / sec (± 0.5 cm / sec)
- spinta max nominale dello strumento Smax variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. ⇒ Spinta) Ct = SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA

fase 1 - resistenza alla punta Rp (Kg / cm²) = (L. punta) Ct / 10

fase 2 - resistenza laterale locale RL (Kg / cm²) = [(L. laterale) - (L. punta)] Ct / 150

fase 3 - resistenza totale Rt (Kg) = (L. totale) Ct

Rp / RL = rapporto Bogemann'

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manico (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg), corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione Ct.

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manico laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale RL viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N = 100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N = 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa ≈ 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/m² = 1000 kN/m² = 1000 kPa = 100 t/m² = 10 kg/cm²

kg/cm² = 10 t/m² ≈ 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg = 10 kN

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

3.019.26.019

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: 21/03/2005
- località: Pisa
- resp. cantiere: -
- assist. cantiere: -
- data prova: -
- quota inizio: -
- prof. fondo: -
- data emiss.: 05/04/2005

pt	LP	LL	RP	RL	Rp/RL	prf	LP	LL	RP	RL	Rp	RL	Rp/RL
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²		m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	
0,20	13,0	13,0	24,0	0,97	38,0	10,20	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	15,0	
0,40	15,0	25,0	30,0	0,67	45,0	10,45	2,0	4,0	4,0	0,15	30,0	30,0	
0,60	30,0	35,0	30,0	0,30	78,0	10,00	2,0	3,0	4,0	0,27	15,0	15,0	
0,80	5,0	11,0	30,0	0,30	80,0	10,00	2,0	5,0	6,0	0,27	15,0	15,0	
1,00	4,0	7,0	30,0	0,27	30,0	10,00	2,0	4,0	5,0	0,27	15,0	15,0	
1,20	5,0	8,0	12,0	0,40	36,0	11,20	2,5	5,0	5,0	0,33	15,0	15,0	
1,40	7,0	10,0	14,0	0,27	52,0	11,48	3,0	5,0	5,0	0,27	15,0	15,0	
1,60	8,0	10,0	16,0	0,40	40,0	11,60	3,0	5,0	6,0	0,27	15,0	15,0	
1,80	9,0	13,0	18,0	0,53	37,0	11,80	3,0	5,0	6,0	0,27	15,0	15,0	
2,00	13,0	13,0	20,0	0,53	45,0	12,00	4,0	5,0	6,0	0,20	40,0	40,0	
2,20	13,0	13,0	18,0	0,53	41,0	12,20	4,0	5,0	7,0	0,33	21,0	21,0	
2,40	9,0	13,0	18,0	0,53	41,0	12,40	3,5	5,0	5,0	0,27	15,0	15,0	
2,60	7,0	10,0	14,0	0,33	18,0	12,60	3,0	6,0	6,0	0,47	13,0	13,0	
2,80	8,0	9,0	16,0	0,27	60,0	13,00	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
3,00	7,0	9,0	14,0	0,13	19,0	13,20	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
3,20	7,0	8,0	14,0	0,27	52,0	13,40	3,0	5,5	6,0	0,33	18,0	18,0	
3,40	7,0	9,0	14,0	0,53	28,0	13,60	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
3,60	7,0	11,0	14,0	0,80	17,0	13,80	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
3,80	8,0	11,0	14,0	0,53	28,0	14,00	3,5	6,0	6,0	0,40	17,0	17,0	
4,00	7,0	12,0	16,0	0,49	43,0	14,20	3,5	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
4,20	8,0	12,0	16,0	0,53	28,0	14,40	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
4,40	7,0	10,0	14,0	0,63	26,0	14,60	2,5	6,0	6,0	0,40	17,0	17,0	
4,60	6,0	10,0	12,0	0,66	15,0	14,80	2,5	6,0	6,0	0,40	17,0	17,0	
4,80	6,0	11,0	10,0	0,53	19,0	14,80	3,0	6,0	6,0	0,47	13,0	13,0	
5,00	6,0	8,0	10,0	0,53	19,0	15,00	3,0	6,0	6,0	0,40	17,0	17,0	
5,20	4,0	8,0	7,0	0,13	24,0	15,20	2,5	5,5	5,0	0,49	12,0	12,0	
5,40	3,5	8,0	7,0	0,13	24,0	15,40	2,5	5,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
5,60	3,0	4,0	6,0	0,13	45,0	15,60	2,5	5,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
5,80	3,0	4,0	6,0	0,13	45,0	15,80	2,5	7,0	7,0	0,47	13,0	13,0	
6,00	4,0	5,0	8,0	0,13	60,0	16,00	3,0	6,0	6,0	0,40	17,0	17,0	
6,20	4,0	5,0	8,0	0,27	30,0	16,20	3,0	6,0	6,0	0,40	17,0	17,0	
6,40	4,0	13,0	22,0	0,53	41,0	16,40	4,0	7,0	8,0	0,50	20,0	20,0	
6,60	13,0	27,0	26,0	0,27	75,0	16,60	3,0	6,0	6,0	0,53	15,0	15,0	
6,80	23,0	27,0	30,0	0,27	97,0	16,80	3,0	6,0	6,0	0,53	15,0	15,0	
7,00	15,0	20,0	30,0	0,27	110,0	17,00	4,0	7,0	7,0	0,40	17,0	17,0	
7,20	7,0	9,0	14,0	0,49	35,0	17,20	4,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
7,40	9,0	6,0	10,0	0,27	22,0	17,40	4,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0	
7,60	9,0	5,0	6,0	0,20	30,0	17,60	4,0	7,0	6,0	0,40	17,0	17,0	
7,80	3,0	5,0	7,0	0,27	26,0	17,80	4,0	7,5	8,0	0,40	17,0	17,0	
8,00	3,5	5,0	6,0	0,27	22,0	18,00	5,0	8,0	10,0	0,33	18,0	18,0	
8,20	5,0	5,0	10,0	0,27	37,0	18,20	5,5	8,0	11,0	0,40	17,0	17,0	
8,40	3,0	4,0	6,0	0,27	22,0	18,40	4,0	7,0	8,0	0,40	17,0	17,0	
8,60	3,0	4,0	6,0	0,13	45,0	18,60	4,0	10,0	10,0	0,50	19,0	19,0	
8,80	3,0	5,0	6,0	0,13	45,0	18,80	4,0	10,0	14,0	0,40	17,0	17,0	
9,00	3,0	4,0	6,0	0,13	45,0	19,00	12,0	14,0	14,0	0,50	19,0	19,0	
9,20	4,0	5,0	6,0	0,13	60,0	19,20	15,0	22,0	20,0	0,50	19,0	19,0	
9,40	3,0	6,0	10,0	0,13	75,0	19,40	16,0	25,0	32,0	1,50	32,0	32,0	
9,60	3,0	4,0	6,0	0,27	22,0	19,60	23,0	35,0	46,0	1,50	32,0	32,0	
9,80	3,0	4,0	6,0	0,27	22,0	19,80	24,0	35,0	48,0	2,27	21,0	21,0	
10,00	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	20,00	25,0	39,0	44,0	2,27	21,0	21,0	

- PENETROMETRO STATICO tipo: 201 - (senza anello allungatore)
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 26 - (Veicolo: Nuovo Arancio punta 2 cm/s)
- punta meccanica tipo Bogemann Ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manico laterale (capacità 150 cm³)

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato 026-05

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

30/04/2005

- committitore: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: -0,90 m da quota riferim.
- località: Pisa
- resp. cantiere: -
- assist. cantiere: -
- data emiss.: 05/04/2005

pt m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	RP Kg/cm²	FL Kg/cm²	FP Kg/cm²	pt m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	RP Kg/cm²	FP Kg/cm²	
20,20	50,0	40,0	46,0	2,27	20,0	21,40	13,0	22,0	20,0	0,07	39,0
20,40	30,0	20,0	40,0	2,07	15,0	21,60	17,0	22,0	34,0	1,07	32,0
20,60	30,0	20,0	40,0	1,87	15,0	21,80	13,0	20,0	24,0	0,07	36,0
20,80	50,0	30,0	80,0	1,33	25,0	22,00	20,0	25,0	40,0	0,07	60,0
21,00	50,0	30,0	80,0	1,33	25,0	22,20	23,0	25,0	46,0	---	---
21,20	30,0	20,0	40,0	1,20	33,0						

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato 026-05

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

21/00/2005

- committitore: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: -0,60 m da quota riferim.
- località: Pisa
- resp. cantiere: -
- assist. cantiere: -
- data emiss.: 05/04/2005

pt m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	RP Kg/cm²	FL Kg/cm²	FP Kg/cm²	pt m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	RP Kg/cm²	FP Kg/cm²	
0,20	22,0	22,0	44,0	0,87	68,0	10,20	2,0	5,0	4,0	0,20	20,0
0,40	15,0	15,0	30,0	0,40	74,0	10,40	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0
0,60	4,0	7,0	6,0	0,17	36,0	10,60	2,0	4,0	4,0	0,30	9,0
0,80	2,0	4,0	4,0	0,13	38,0	10,80	1,5	3,0	3,0	0,33	9,0
1,00	1,0	2,0	2,0	0,13	15,0	11,00	2,5	5,0	5,0	0,27	19,0
1,20	1,0	2,0	2,0	0,13	15,0	11,20	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0
1,40	4,0	6,0	6,0	0,27	25,0	11,40	2,0	4,0	4,0	0,33	15,0
1,60	4,0	6,0	6,0	0,27	25,0	11,60	2,5	5,0	5,0	0,27	12,0
1,80	9,0	11,0	18,0	0,57	67,0	11,80	3,0	6,0	6,0	0,27	12,0
2,00	6,0	8,0	12,0	0,40	39,0	12,00	1,0	3,0	3,0	0,27	11,0
2,20	8,0	11,0	16,0	0,40	40,0	12,20	1,5	3,5	4,0	0,27	7,0
2,40	8,0	11,0	16,0	0,53	39,0	12,40	1,0	3,0	2,0	0,40	11,0
2,60	6,0	10,0	12,0	0,40	39,0	12,60	2,0	4,0	4,0	0,37	13,0
2,80	6,0	10,0	12,0	0,53	19,0	12,80	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
3,00	5,0	9,0	10,0	0,40	39,0	13,00	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0
3,20	5,0	9,0	10,0	0,53	20,0	13,20	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0
3,40	7,0	11,0	14,0	0,53	20,0	13,40	1,0	3,0	2,0	0,27	15,0
3,60	8,0	12,0	16,0	0,53	39,0	13,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
3,80	11,0	15,0	22,0	0,47	47,0	13,80	1,0	3,0	2,0	0,53	6,0
4,00	10,5	14,0	21,0	0,53	38,0	14,00	1,0	3,5	2,0	0,40	5,0
4,20	10,0	14,0	20,0	0,40	59,0	14,20	1,0	4,0	2,0	0,33	6,0
4,40	10,0	14,0	20,0	0,53	37,0	14,40	2,0	4,5	4,0	0,33	15,0
4,60	18,0	24,0	30,0	0,67	67,0	14,60	2,5	5,0	4,0	0,20	25,0
4,80	10,0	14,0	20,0	0,33	37,0	14,80	1,0	3,0	2,0	0,40	6,0
5,00	8,0	12,0	16,0	0,37	24,0	15,00	1,0	3,0	2,0	0,40	6,0
5,20	5,0	10,0	10,0	0,40	23,0	15,20	1,0	4,0	2,0	0,27	7,0
5,40	10,0	13,0	20,0	0,27	75,0	15,40	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
5,60	7,0	9,0	14,0	0,40	35,0	15,60	2,5	4,5	5,0	0,27	19,0
5,80	7,0	9,0	14,0	0,27	55,0	15,80	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
6,00	10,0	13,0	14,0	0,27	52,0	16,00	1,0	3,0	2,0	0,30	16,0
6,20	10,0	13,0	14,0	0,27	52,0	16,20	1,0	2,5	2,0	0,30	16,0
6,40	10,0	12,0	20,0	0,27	52,0	16,40	1,0	3,0	2,0	0,30	16,0
6,60	6,0	9,0	12,0	0,27	45,0	16,60	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0
6,80	8,0	10,0	16,0	0,40	49,0	16,80	1,5	3,0	5,0	0,30	15,0
7,00	5,0	8,0	10,0	0,67	15,0	17,00	1,5	2,5	3,0	0,27	11,0
7,20	8,0	13,0	16,0	0,80	20,0	17,20	1,0	3,0	2,0	0,30	16,0
7,40	10,0	15,0	20,0	1,33	15,0	17,40	1,0	2,5	2,0	0,20	10,0
7,60	4,0	5,0	8,0	1,33	6,0	17,60	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0
7,80	4,0	5,0	8,0	1,33	6,0	17,80	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
8,00	4,0	5,0	8,0	1,33	7,0	18,00	1,5	3,5	3,0	0,27	11,0
8,20	5,0	6,0	10,0	1,33	7,0	18,20	1,0	3,0	2,0	0,27	7,0
8,40	4,0	5,0	8,0	1,33	6,0	18,40	1,0	2,5	2,0	0,27	7,0
8,60	4,0	5,0	8,0	1,33	6,0	18,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
8,80	4,0	5,0	8,0	1,33	6,0	18,80	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
9,00	10,0	17,0	20,0	0,53	37,0	19,00	2,5	5,0	5,0	0,33	15,0
9,20	3,0	7,0	6,0	0,27	25,0	19,20	2,5	5,0	5,0	0,27	15,0
9,40	3,0	7,0	6,0	0,13	45,0	19,40	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
9,60	4,0	5,0	6,0	0,13	45,0	19,60	1,0	3,0	2,0	0,27	5,0
9,80	1,0	3,0	2,0	0,27	29,0	19,80	1,0	3,0	2,0	0,10	3,0
10,00	2,0	4,0	4,0	0,40	16,0	20,00	10,0	20,0	20,0	1,33	7,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 201 - (con anello allungatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Bergmann n° = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- risultato in MPa (punti da 150 cm²)

Servizi per la geologia

- PENETROMETRO STATICO tipo da 201 - (con anello allungatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 30 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Bergmann n° = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- risultato in MPa (punti da 150 cm²)

Servizi per la geologia

GeoTirreno S.r.l.
 Viale della Stazione n.49
 54100 Massa

Certificato 026-05

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

31/01/2005

- committente: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
 - lavoro: 21/03/2005
 - quota inizio: -0,60 m da quota rilevim.
 - località: Pisa
 - prof. falda: 1,00 m da quota inizio
 - data emiss.: 05/04/2005
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

prf m	LP Kt/cm²	LL Kt/cm²	Fp Kg/cm²	RL Kg/cm²	Fp/RL	prf m	LP Kt/cm²	LL Kt/cm²	Fp Kg/cm²	RL Kg/cm²
20,20	20,0	50,0	40,0	0,70	11,0	21,40	35,0	80,0	70,0	7,35
20,40	22,0	50,0	44,0	2,57	16,0	21,50	35,0	80,0	70,0	4,00
20,60	30,0	50,0	50,0	2,03	20,0	21,90	32,0	85,0	74,0	6,00
20,80	30,0	50,0	50,0	2,67	22,0	22,00	35,0	90,0	70,0	8,00
21,00	40,0	60,0	60,0	6,87	12,0	22,20	30,0	90,0	60,0	
21,20	40,0	60,0	60,0	5,30	15,0					

GeoTirreno S.r.l.
 Viale della Stazione n.49
 54100 Massa

Certificato 026-05

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 3

30/03/2005

- committente: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
 - lavoro: 22/03/2005
 - quota inizio: -0,70 m da quota rilevim.
 - località: Pisa
 - prof. falda: 1,15 m da quota inizio
 - data emiss.: 05/04/2005
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

prf m	LP Kt/cm²	LL Kt/cm²	Fp Kg/cm²	RL Kg/cm²	Fp/RL	prf m	LP Kt/cm²	LL Kt/cm²	Fp Kg/cm²	RL Kg/cm²
0,20	12,0	12,0	24,0	0,13	180,0	10,20	2,5	5,0	5,0	0,97
0,40	5,0	5,0	6,0	0,40	25,0	10,40	1,5	3,5	3,0	0,93
0,60	5,0	5,0	4,0	0,27	15,0	10,80	2,0	4,5	4,0	0,77
0,80	6,0	4,0	1,6	0,13	120,0	10,80	1,0	3,0	2,0	0,53
1,00	5,5	4,0	0,7	0,07	95,0	11,00	2,0	4,5	4,0	0,13
1,20	5,0	3,5	6,0	0,07	45,0	11,20	2,5	3,5	5,0	0,20
1,40	5,0	3,5	6,0	0,13	40,0	11,50	1,5	2,5	3,0	0,20
1,60	4,0	5,0	8,0	0,40	20,0	11,80	1,5	2,5	3,0	0,19
1,80	4,0	11,0	15,0	0,57	24,0	11,80	1,5	2,5	3,0	0,15
2,00	11,0	15,0	22,0	0,40	27,0	12,00	1,5	3,5	3,0	0,30
2,20	11,0	15,0	22,0	0,00	27,0	12,20	2,0	4,5	4,0	0,33
2,40	6,0	12,0	14,0	0,37	16,0	12,40	2,5	5,6	5,0	0,40
2,60	5,0	8,0	6,0	0,27	30,0	12,60	5,0	6,0	6,0	0,27
2,80	4,0	7,0	6,0	0,27	30,0	12,80	1,5	4,5	5,0	0,27
3,00	4,0	6,0	6,0	0,27	30,0	13,00	1,0	2,5	3,0	0,20
3,20	4,0	6,0	6,0	0,27	30,0	13,20	1,0	2,5	3,0	0,20
3,40	5,0	7,0	7,0	0,40	30,0	13,40	1,0	2,5	3,0	0,20
3,60	6,0	7,0	7,0	0,40	30,0	13,60	1,0	2,5	3,0	0,20
3,80	6,0	7,0	7,0	0,40	30,0	13,80	1,0	2,5	2,0	0,30
4,00	6,0	7,0	7,0	0,40	30,0	14,00	1,0	2,5	2,0	0,30
4,20	4,0	7,0	8,0	0,27	30,0	14,20	1,5	4,0	3,0	0,20
4,40	4,0	7,0	8,0	0,27	30,0	14,40	1,5	4,0	3,0	0,20
4,60	6,0	8,0	12,0	0,57	18,0	14,60	1,5	4,0	3,0	0,20
4,80	5,0	11,0	12,0	0,57	18,0	14,80	1,5	4,0	3,0	0,19
5,00	5,0	16,0	10,0	0,67	13,0	15,00	2,5	4,5	5,0	0,27
5,20	5,0	11,0	12,0	0,73	16,0	15,20	3,0	6,0	6,0	0,13
5,40	5,0	12,0	11,0	0,83	12,0	15,40	2,5	3,5	5,0	0,27
5,60	5,0	16,0	10,0	0,87	15,0	15,60	2,5	4,5	5,0	0,19
5,80	5,0	16,0	10,0	0,87	15,0	15,80	2,0	4,5	5,0	0,19
6,00	4,5	9,0	9,0	0,53	17,0	16,00	1,5	3,5	5,0	0,27
6,20	3,0	7,0	6,0	0,27	25,0	16,20	1,0	3,0	2,0	0,33
6,40	4,0	6,0	6,0	0,33	16,0	16,40	1,0	3,0	2,0	0,33
6,60	5,0	5,5	6,0	0,53	11,0	16,60	2,5	4,5	5,0	0,47
6,80	5,0	22,0	24,0	0,27	30,0	16,80	1,0	3,0	2,0	0,47
7,00	20,0	22,0	24,0	0,40	30,0	17,00	3,0	6,5	6,0	0,46
7,20	17,0	23,0	24,0	0,60	100,0	17,20	2,5	5,5	5,0	0,19
7,40	9,0	13,0	18,0	0,27	87,0	17,40	1,5	2,5	3,0	0,27
7,60	9,0	13,0	18,0	0,27	87,0	17,60	1,0	2,0	0-0	5,0
7,80	10,0	12,0	20,0	0,40	59,0	17,80	1,0	1,0	16,0	0,53
8,00	4,0	7,0	8,0	0,33	24,0	18,00	12,0	20,0	20,0	1,10
8,20	4,0	7,0	8,0	0,33	24,0	18,20	20,0	25,0	40,0	0,57
8,40	1,5	5,0	7,0	0,20	35,0	18,40	14,0	22,0	20,0	1,20
8,60	2,0	4,0	4,0	0,27	18,0	18,60	18,0	25,0	36,0	1,20
8,80	2,0	4,0	4,0	0,27	18,0	18,80	18,0	25,0	36,0	1,20
9,00	2,0	4,0	4,0	0,27	18,0	19,00	21,0	34,0	42,0	1,47
9,20	2,0	4,0	4,0	0,27	18,0	19,20	21,0	34,0	42,0	1,47
9,40	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0	19,40	16,0	26,0	22,0	1,33
9,60	1,5	3,0	3,0	0,27	11,0	19,60	20,0	28,0	22,0	1,37
9,80	2,0	4,5	5,0	0,27	19,0	19,80	19,0	28,0	20,0	2,13
10,00	2,0	4,0	4,0	0,33	12,0	20,00	14,0	30,0	28,0	6,27

- PENETROMETRO STATICO tipo da 201 - (con anello allargatore)
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C_t = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - manico malleabile (cassa di penetrazione = 35,7 mm (fora punta - apertura 60°)
 - manico laterale (superficie 150 cm²)

Servizi per la geologia

- PENETROMETRO STATICO tipo da 201 - (con anello allargatore)
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C_t = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta malleabile (cassa di penetrazione = 35,7 mm (fora punta - apertura 60°)
 - manico laterale (superficie 150 cm²)

Servizi per la geologia

Geotitreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
51100 Massa

Certificato 025-05

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

31/03/2005

St.Gobain Glass Italia S.p.a.

Pisa

- committente: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: -
- localita': Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:
- data prova: 22/03/2005
- quota inizio: -0,70 m da quota riferim.
- prof. falda: 1,15 m da quota inizio
- data emiss.: 05/04/2005

pt m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	HP Kg/cm²	RL Kg/cm²	Rp/HI Kg/cm²	pr m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	Rp Kg/cm²	RL Kg/cm²	Fi/HI
20,0	20,0	70,0	46,0	1,33	34,0	22,0	12,0	32,0	24,0	2,03	5,0
20,40	19,0	30,0	26,0	2,27	9,0	23,0	9,0	31,0	18,0	2,00	5,0
20,80	19,0	30,0	26,0	2,00	13,0	23,20	15,0	30,0	30,0	1,87	16,0
21,00	13,0	30,0	30,0	2,40	12,0	23,40	12,0	26,0	24,0	1,73	14,0
21,40	13,0	30,0	24,0	2,40	10,0	23,80	11,0	24,0	22,0	2,13	10,0
21,60	16,0	30,0	16,0	1,60	13,0	24,0	9,0	28,0	24,0	2,13	11,0
21,80	9,0	20,0	16,0	1,60	10,0	24,20	9,0	26,0	18,0	2,09	9,0
21,90	9,0	21,0	18,0	2,00	9,0	24,40	10,0	24,0	21,0	1,47	12,0
21,90	7,0	22,0	14,0	2,13	7,0	24,60	9,0	21,0	21,0	2,00	11,0
22,00	8,0	24,0	16,0	2,87	5,0	24,80	10,0	24,0	20,0	2,10	9,0
22,20	10,0	30,0	20,0	1,73	12,0	24,80	11,0	24,0	22,0	2,10	9,0
22,40	5,0	10,0	10,0	2,87	4,0	25,00	10,0	28,0	20,0	—	—
22,60	10,0	30,0	20,0	2,67	7,0						

- PENETROMETRO STATICO (tipo da 201 - senza anello allungatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_{13} = 20$ - Velocità Avanzamento punta: 2 cm/s
- punta meccanica tipo Bjerkness = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 43°)
- manovrato manuale (superficie 150 cm²)

Servizi per la geologia

Geotitreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
51100 Massa

Certificato 025-05

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

31/03/2005

St.Gobain Glass Italia S.p.a.

Pisa

- committente: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: -
- localita': Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:
- data prova: 22/03/2005
- quota inizio: -0,75 m da quota riferim.
- prof. falda: 1,15 m da quota inizio
- data emiss.: 05/04/2005

pt m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	Rp Kg/cm²	RL Kg/cm²	Rp/HI Kg/cm²	pr m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	Rp Kg/cm²	RL Kg/cm²	Fi/HI	pr m	LP Kg/cm²	LL Kg/cm²	Rp Kg/cm²	RL Kg/cm²	
0,20	50,0	5,0	100,0	0,27	375,0	10,30	30,0	5,0	6,0	0,27	22,0	10,30	30,0	5,0	6,0	0,27	22,0
0,40	16,0	16,0	16,0	0,27	690,0	10,50	30,0	16,0	16,0	0,27	7,0	10,80	30,0	16,0	16,0	0,27	22,0
0,60	1,0	3,0	3,0	0,27	7,0	10,80	3,0	10,0	40,0	0,27	3,0	11,00	3,0	10,0	3,0	0,27	11,0
0,80	3,0	10,0	16,0	0,40	40,0	11,00	3,5	7,0	0,39	9,0	3,5	11,20	3,5	7,0	0,39	3,5	3,5
1,00	6,0	9,0	12,0	1,39	9,0	11,40	2,5	5,0	0,67	45,0	11,40	3,0	5,0	6,0	0,60	15,0	15,0
1,20	15,0	25,0	30,0	0,67	15,0	11,60	3,0	10,0	0,40	25,0	11,80	3,0	5,0	6,0	0,40	15,0	15,0
1,40	5,0	10,0	10,0	0,40	25,0	11,80	2,0	5,0	0,67	30,0	11,80	2,0	5,0	4,0	0,33	12,0	12,0
1,60	15,0	15,0	15,0	0,40	15,0	12,00	2,0	5,0	0,27	30,0	12,00	2,0	5,0	5,0	0,40	15,0	15,0
1,80	8,0	7,0	6,0	0,27	30,0	12,20	2,5	5,0	0,40	15,0	12,20	2,5	5,0	5,0	0,30	12,0	12,0
2,00	3,0	5,0	6,0	0,40	27,0	12,40	2,5	5,0	0,40	15,0	12,40	2,5	5,0	5,0	0,30	12,0	12,0
2,20	9,0	12,0	18,0	0,80	27,0	12,60	2,0	5,0	0,40	15,0	12,60	2,0	5,0	4,0	0,40	10,0	10,0
2,40	16,0	15,0	20,0	0,80	27,0	12,80	2,5	5,0	0,27	27,0	12,80	2,5	5,0	5,0	0,40	10,0	10,0
2,60	6,0	11,0	12,0	0,60	15,0	13,00	3,0	6,0	0,27	27,0	13,00	3,0	6,0	6,0	0,27	22,0	22,0
2,80	9,0	9,0	9,0	0,40	15,0	13,20	2,5	4,5	0,27	22,0	13,20	2,5	4,5	5,0	0,27	19,0	19,0
3,00	3,0	3,0	3,0	0,27	22,0	13,40	3,0	6,0	0,33	18,0	13,40	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0
3,20	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	13,60	3,0	6,0	0,27	22,0	13,60	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0
3,40	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	13,80	3,0	6,0	0,27	22,0	13,80	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0	18,0
3,60	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0	14,00	4,0	6,5	0,27	22,0	14,00	4,0	6,5	6,0	0,33	18,0	18,0
3,80	3,0	7,0	10,0	0,40	25,0	14,20	4,0	6,5	0,27	22,0	14,20	4,0	6,5	6,0	0,33	18,0	18,0
4,00	5,0	7,0	10,0	0,40	25,0	14,40	4,0	7,0	0,27	22,0	14,40	4,0	7,0	6,0	0,33	18,0	18,0
4,20	6,0	9,0	12,0	0,53	22,0	14,60	4,0	7,0	0,27	22,0	14,60	4,0	7,0	6,0	0,33	18,0	18,0
4,40	7,0	11,0	14,0	0,67	21,0	14,80	4,0	7,0	0,27	22,0	14,80	4,0	7,0	6,0	0,33	18,0	18,0
4,60	3,0	10,0	10,0	0,67	15,0	15,00	5,0	7,5	10,0	0,33	30,0	15,00	5,0	7,5	10,0	0,33	30,0
4,80	4,0	5,0	6,0	0,67	12,0	15,20	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0	15,20	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0
5,00	4,0	5,0	6,0	0,67	12,0	15,40	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0	15,40	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0
5,20	5,0	10,0	10,0	0,59	18,0	15,60	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0	15,60	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0
5,40	6,0	10,0	12,0	0,67	18,0	15,80	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0	15,80	4,0	7,5	10,0	0,40	20,0
5,60	5,0	10,0	10,0	0,67	15,0	16,00	3,5	5,5	7,0	0,20	35,0	16,00	3,5	5,5	7,0	0,20	35,0
5,80	4,0	9,0	8,0	0,67	12,0	16,20	4,0	6,0	8,0	0,13	60,0	16,20	4,0	6,0	8,0	0,13	60,0
6,00	4,0	9,0	8,0	0,59	15,0	16,40	4,0	6,0	8,0	0,13	60,0	16,40	4,0	6,0	8,0	0,13	60,0
6,20	4,0	9,0	8,0	0,40	20,0	16,60	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0	16,60	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0
6,40	4,0	9,0	8,0	0,40	20,0	16,80	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0	16,80	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0
6,60	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	17,00	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0	17,00	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0
6,80	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	17,20	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0	17,20	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0
7,00	3,5	6,5	7,0	0,40	17,0	17,40	3,0	4,0	6,5	0,40	15,0	17,40	3,0	4,0	6,5	0,40	15,0
7,20	10,0	10,0	20,0	0,59	37,0	17,60	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0	17,60	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0
7,40	15,0	18,0	30,0	0,59	56,0	17,80	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0	17,80	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0
7,60	11,0	15,0	25,0	0,40	55,0	18,00	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0	18,00	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0
7,80	12,0	15,0	20,0	0,40	55,0	18,20	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0	18,20	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0
8,00	12,0	15,0	20,0	0,40	55,0	18,40	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0	18,40	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0
8,20	12,0	15,0	20,0	0,40	55,0	18,60	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0	18,60	3,0	6,0	6,0	0,33	30,0
8,40	2,0	5,0	4,0	0,27	15,0	18,80	6,0	10,0	12,0	0,33	30,0	18,80	6,0	10,0	12,0	0,33	30,0
8,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0	19,00	6,0	10,0	12,0	0,33	30,0	19,00	6,0	10,0	12,0	0,33	30,0
8,80	3,0	5,0	6,0	0,27	23,0	19,20	6,0	10,0	12,0	0,33	30,0	19,20	6,0	10,0	12,0	0,33	30,0
9,00	3,0	5,0	6,0	0,40	15,0	19,40	4,0	9,0	6,0	0,53	15,0	19,40	4,0	9,0	6,0	0,53	15,0
9,20	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	19,60	4,0	9,0	6,0	0,53	15,0	19,60	4,0	9,0	6,0	0,53	15,0
9,40	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	19,80	5,0	9,0	6,0	0,53	15,0	19,80	5,0	9,0	6,0	0,53	15,0
9,60	2,0	6,5	7,0	0,40	17,0	20,00	5,0	9,0	6,0	0,53	15,0	20,00	5,0	9,0	6,0	0,53	15,0
9,80	2,0	6,5	7,0	0,27	26,0	20,20	5,0	9,0	6,0	0,27	26,0	20,20	5,0	9,0	6,0	0,27	26,0
10,00	3,5	5,5	7,0	0,27	26,0	20,40	5,0	9,5	6,0	0,27	26,0	20,40	5,0	9,5	6,0	0,27	26,0

- PENETROMETRO STATICO (tipo da 201 - senza anello allungatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_{13} = 20$ - Velocità Avanzamento punta: 2 cm/s
- punta meccanica tipo Bjerkness = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 43°)
- manovrato manuale (superficie 150 cm²)

Servizi per la geologia

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4
3.019-08-07E

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: 22/03/2005
- località: Pisa
- resp. cantiere: Pisa
- assist. cantiere: Pisa
- data prova: 22/03/2005
- quota inizio: 0,75 m da quota ricim.
- prof. falda: 1,19 m da quota inizio
- data emiss.: 05/04/2005

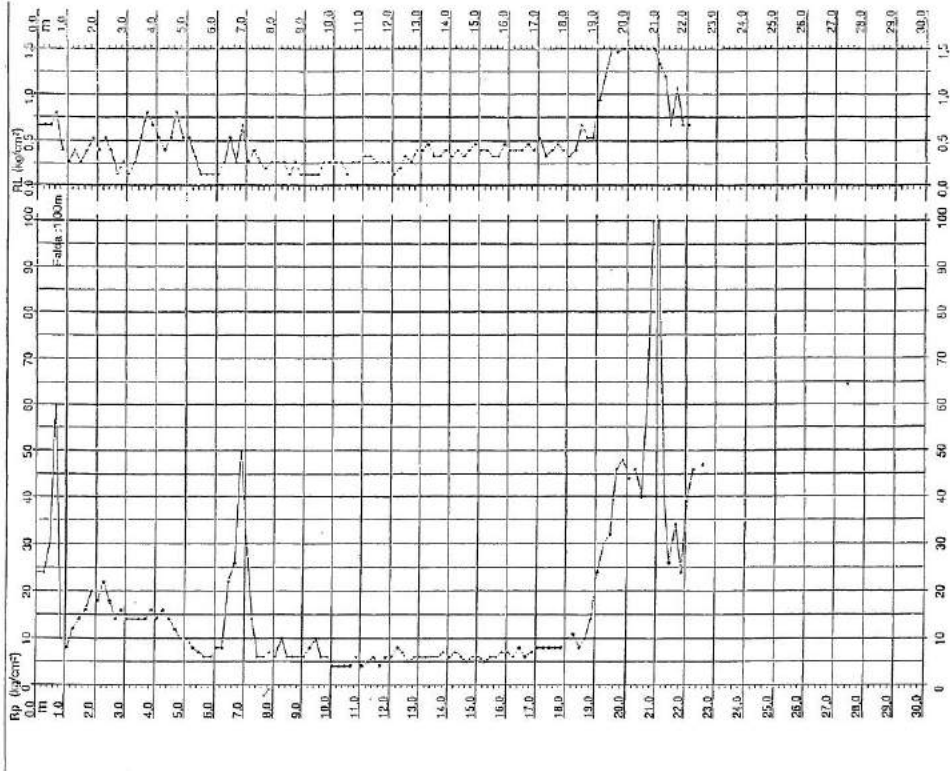
pt m	LP kg/cm²	LL kg/cm²	RP kg/cm²	RL kg/cm²	prf m	RP/RI	LL kg/cm²	RP kg/cm²	RL kg/cm²
20,20	9,0	16,0	16,0	0,00	23,00	22,0	20,0	9,0	1,20
20,40	11,0	17,0	22,0	1,07	23,20	21,0	20,0	22,0	1,07
20,60	10,0	18,0	20,0	1,33	23,40	15,0	17,0	18,0	0,37
20,80	12,0	22,0	24,0	1,60	23,60	14,0	14,0	14,0	0,80
21,00	17,0	30,0	30,0	1,73	23,80	9,0	16,0	10,0	1,07
21,20	21,0	30,0	32,0	1,20	24,00	8,0	16,0	16,0	0,67
21,40	20,0	30,0	32,0	1,20	24,20	8,0	16,0	16,0	0,67
21,60	18,0	27,0	35,0	1,20	24,40	7,0	15,0	14,0	0,67
21,80	18,0	27,0	35,0	1,20	24,60	7,0	15,0	14,0	0,67
22,00	16,0	32,0	32,0	0,20	24,80	7,0	15,0	12,0	0,67
22,20	22,0	33,0	44,0	1,60	25,00	14,0	15,0	28,0	1,07
22,40	23,0	35,0	46,0	2,00	25,20	30,0	70,0	80,0	5,67
22,60	19,0	31,0	32,0	1,87	25,40	40,0	90,0	80,0	9,0
22,80	17,0	31,0	34,0	1,73	25,60	30,0	60,0	4,00	20,0

- PENETROMETRO STATICO (tipo 60 20 L - senza anello abrogato) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- forza riscostituita tipo Bognanina = 05,7 t/m (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- mandrillo torale (spuntella 150 cm)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1
3.019-08-07E

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: 21/03/2005
- località: Pisa
- resp. cantiere: Pisa
- assist. cantiere: Pisa
- data prova: 21/03/2005
- quota inizio: -0,50 m da quota ricim.
- prof. falda: 1,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005



GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.30
54100 Massa

Certificato 028-05

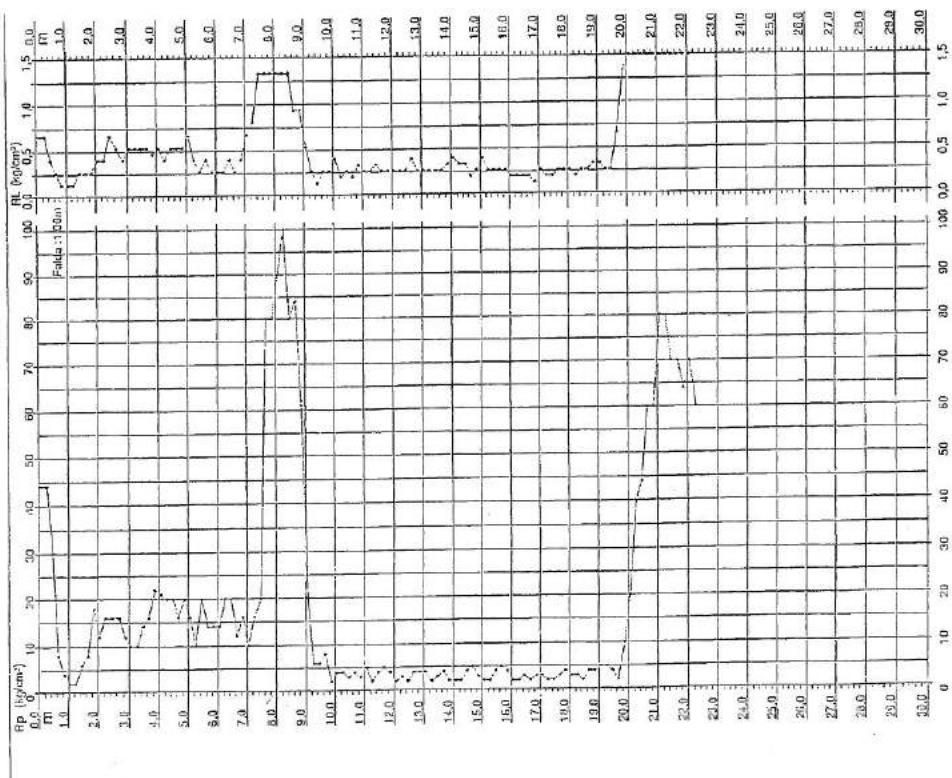
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

[3010486-1118]

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: Pisa
- località: Pisa
- resp. cantiere: -
- assist. cantiere: -

- data prova: 21/03/2005
- quota inizio: -0,60 m da quota riferim.
- prof. falda: 1,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005



Servizi per la geologia

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.30
54100 Massa

Certificato 028-05

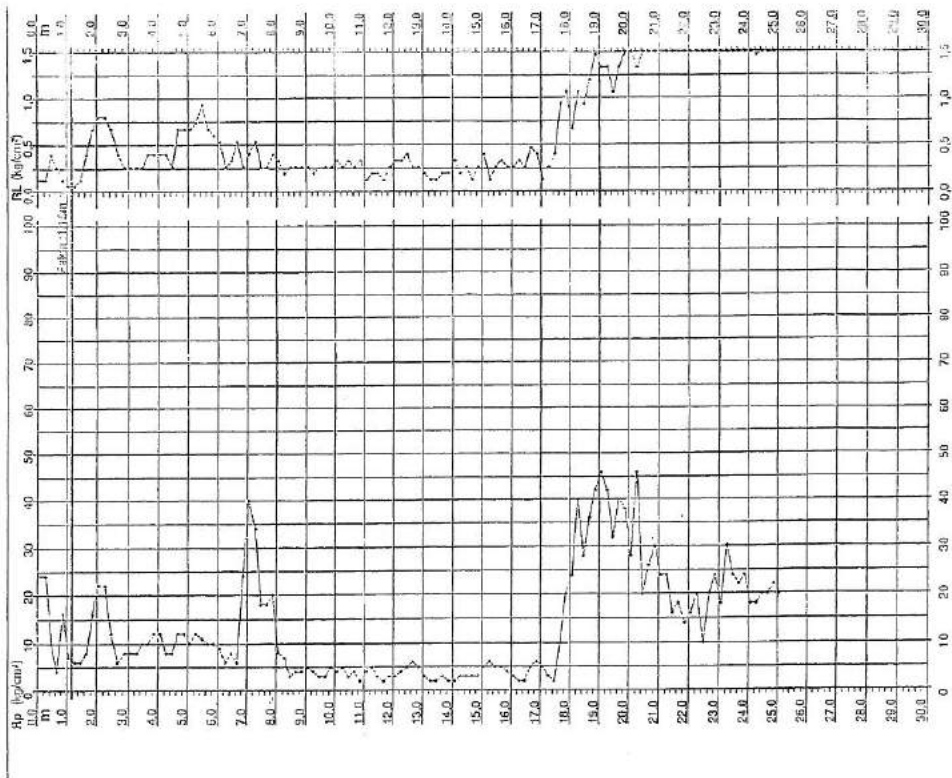
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

[3010486-1118]

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: Pisa
- località: Pisa
- resp. cantiere: -
- assist. cantiere: -

- data prova: 22/03/2005
- quota inizio: -0,70 m da quota riferim.
- prof. falda: 1,15 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005



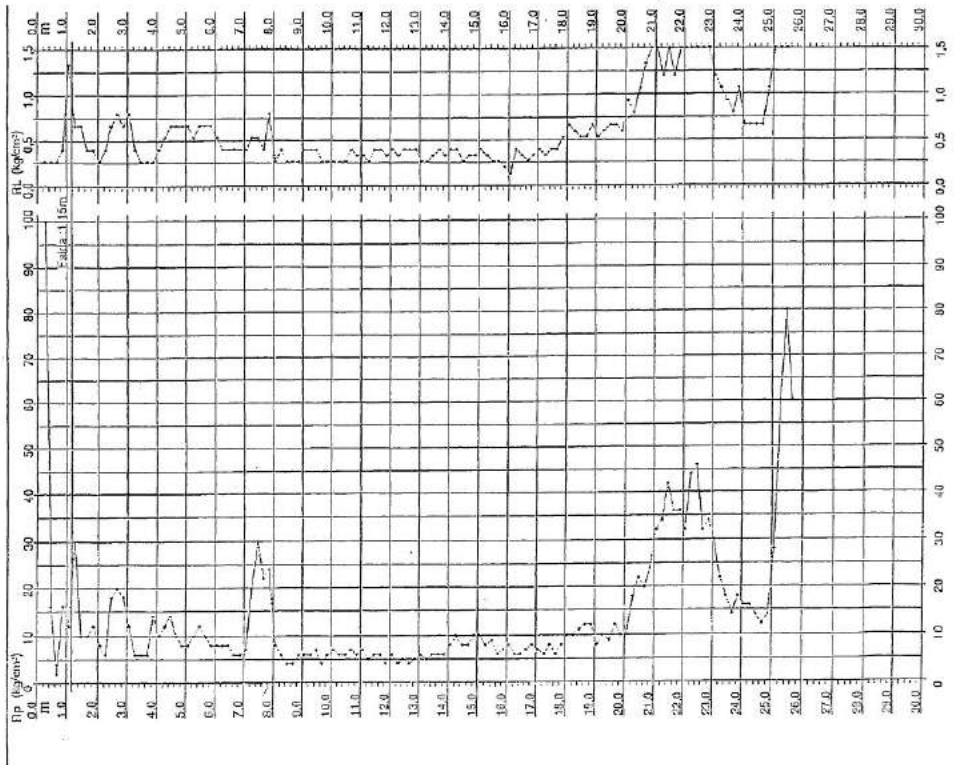
Servizi per la geologia

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 4

3.010456-018
 - data prova : 22/02/2005
 - posto prova : 49,75 m da quota riferim.
 - data inizio : 11,15 m da quota inizio
 - data fine : 11,15 m da quota inizio
 - scala vert. : 1 : 150
 - data emiss. : 05/04/2005

- committente: St. Gobin Glass Italia S.p.a.
 - lavoro: Pisa
 - località:
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:



LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (Rp / RL)$
 (Begsmann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

F = Rp / RL	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE COESIVE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE COESIVE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE GRANULARI	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA GRANULARI	GRANULARI

valide in via approssimativa per terreni immersi in falda :

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di Rp e di FR = (RL / Rp) % :

- AO = argilla organica e terreni misti
- AI = argilla (inorganica) molto tenera
- AL = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/2 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (laterale) , per depositi coesivi.

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato 025-05

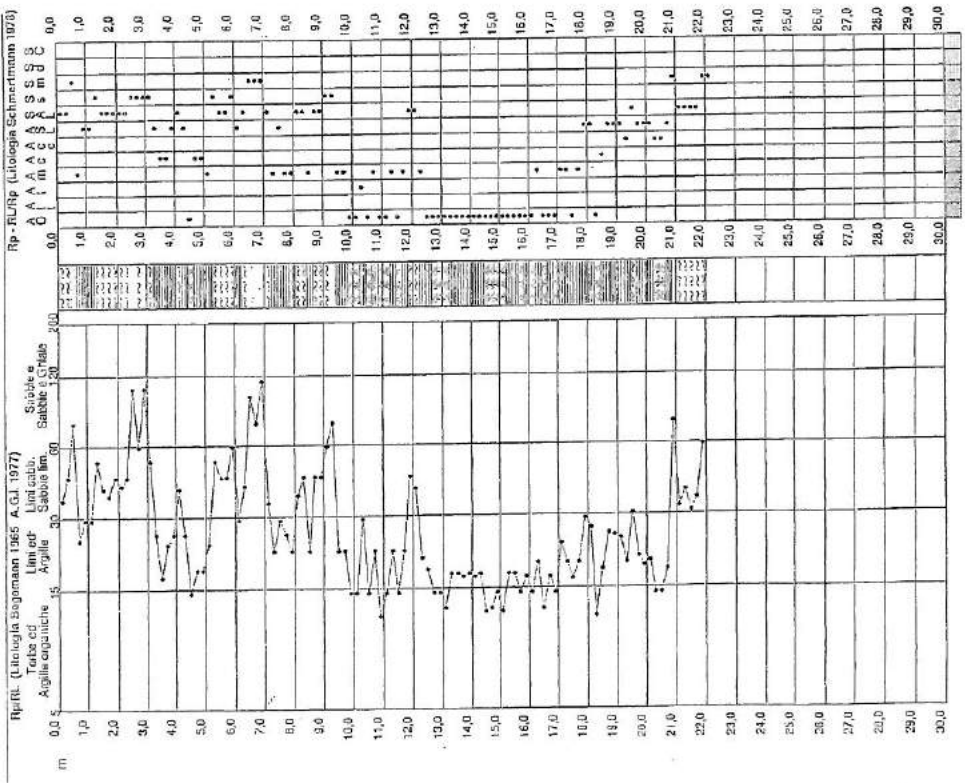
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

30.00456-018

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- favore: Pisa
- località: Pisa
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005

- data prova: 27/03/2005
- quota inizio: -0,50 m da quota riferim.
- prof. fondo: 1,00 m da quota inizio
- scala horiz.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005



Servizi per la geologia

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato 001-05

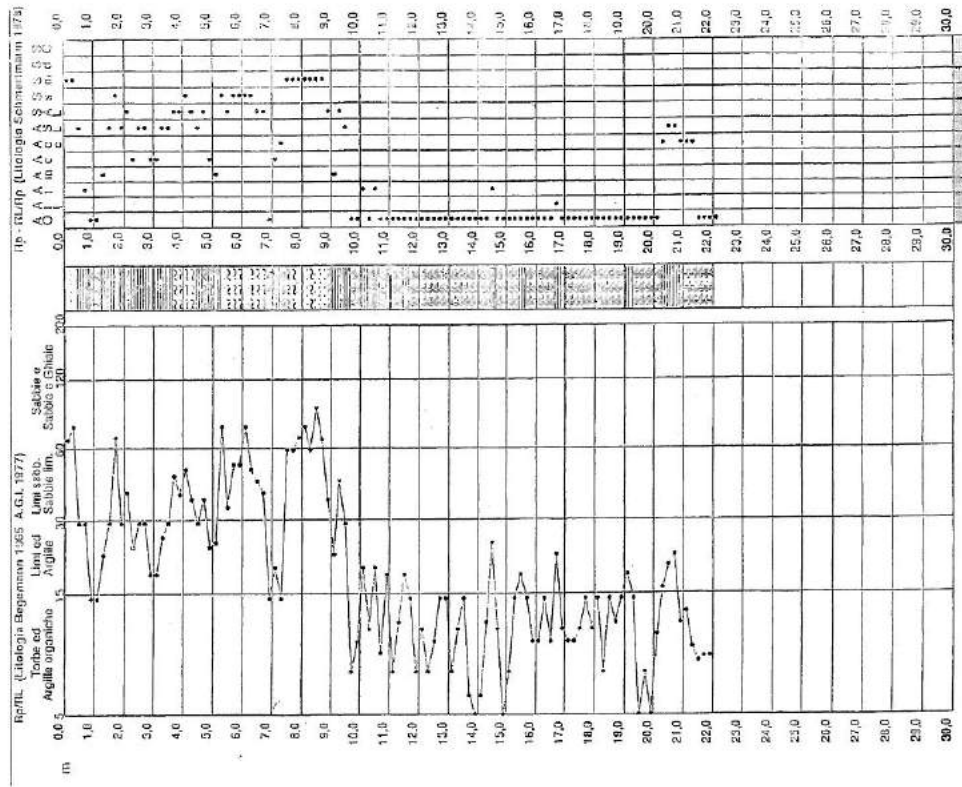
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

30.00456-018

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- favore: Pisa
- località: Pisa
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005

- data prova: 27/03/2005
- quota inizio: -0,50 m da quota riferim.
- prof. fondo: 1,00 m da quota inizio
- scala horiz.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005



Servizi per la geologia

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato 026-05

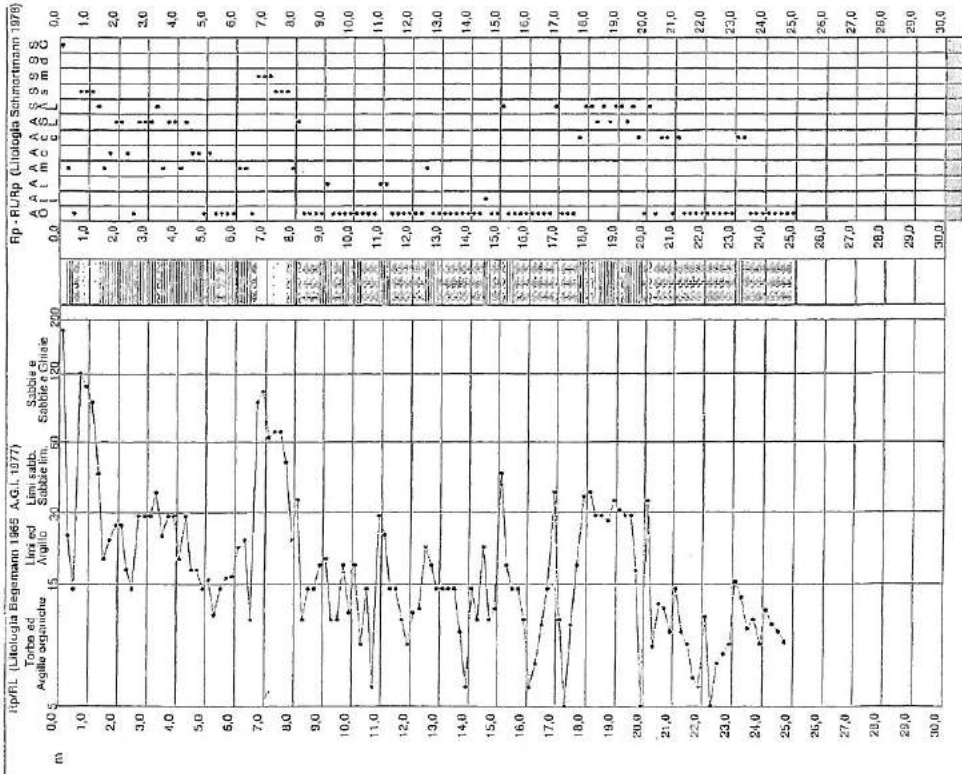
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 3

3010056-018

- data prova: 22/03/2005
- quota inizio: -0,70 m da quota riferim.
- prof. falda: 1,15 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: Pisa
- resp. cantiere: J. J. J.
- assist. cantiere: J. J. J.



Servizi per la geologia

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato 026-05

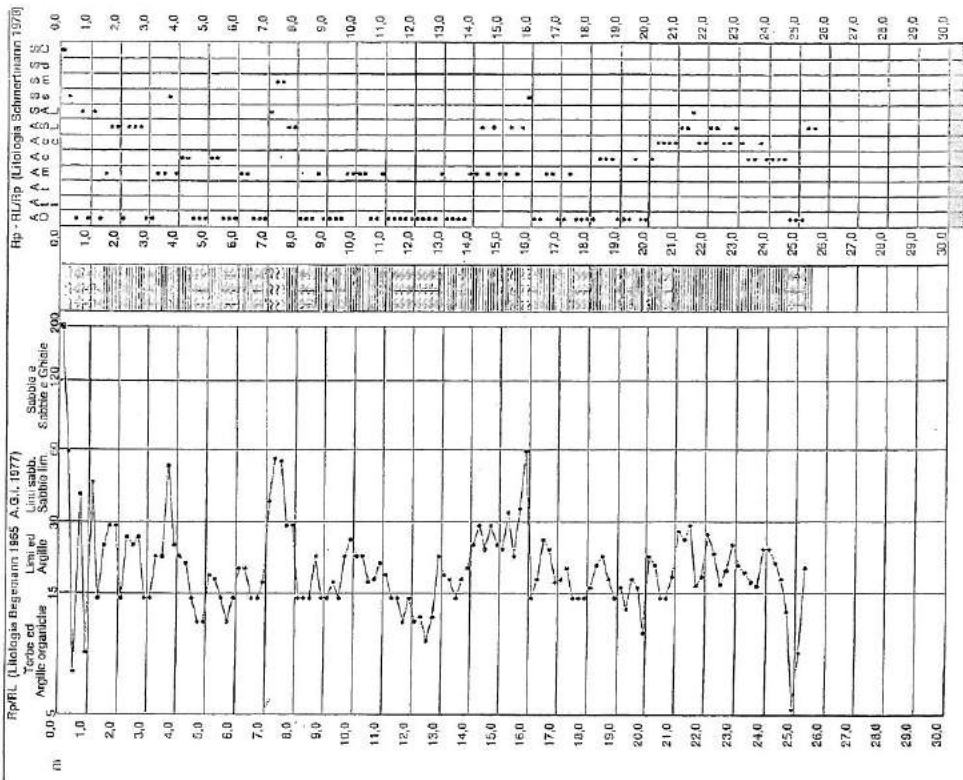
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 4

3010056-018

- data prova: 22/03/2005
- quota inizio: -0,75 m da quota riferim.
- prof. falda: 1,15 m da quota riferim.
- scala vert.: 1 : 150
- data emiss.: 05/04/2005

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: Pisa
- resp. cantiere: J. J. J.
- assist. cantiere: J. J. J.



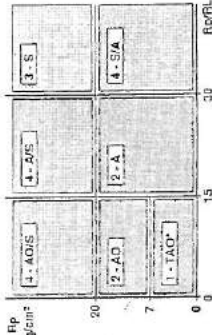
Servizi per la geologia

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto Rp / RL
(Begmann 1955 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(R_p / RL) > 30$
 $R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(R_p / RL) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRESIBILITÀ
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ = peso dell'unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : $\gamma' - Rp - natura$]
(Terzaghi & Peck 1957 - Bowles 1962)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : $C_u - Rp$]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - $C_u - \sigma'_{vo}$]
(Lucif et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenata (terr. coes.) [correl. : $E_u - C_u - OCR - I_p$ (ind. plast.)]
EU50 - EU25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilizzazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchignati 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : $E' - Rp$]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilizzazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schermerman 1970 / 1978 - Jarniokovski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricci et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N.C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'_{vo}] (Schermerman 1976)
- β = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.G.) [correl. : $\beta - Dr - Rp - \sigma'_{vo}$]
(Schermerman 1978 - Durgungulu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1966 / 1976)
- δ_{is} - (Schermerman) sabbia fine uniforme δ_{is} - sabbia media unif. / fine ben gradata
 δ_{ms} - sabbia grossa unif. / media ben gradata δ_{ms} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 δ_{im} - (Durgungulu & Mitchell) sabbia N.C. δ_{im} - (Meyerhof) sabbie limose
accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
($g = \text{acc. gravità}$) / Seed & Idriss 1971 - Sinto 1976) [correlazioni : (δ_{max}/g) - Dr]

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

- contributore: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
 - lavoro: Pisa
 - località: Pisa
 - risp. cantiere: -
 - assist. cantiere: -
 - data prova: 21/04/2005
 - data inizio: 01/04/2005
 - data fine: 1/05/2005
 - data emiss.: 05/04/2005

Prof. (m)	Res. (kg/cm²)	Modulo (kg/cm²)	Y (kg/cm³)	OCR	Eu (kg/cm²)	E' (kg/cm²)	Mo (kg/cm²)	Dr (%)	Beta	Delta	Gamma	Delta_max
0.20	24	3	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
0.50	25	3	1.85	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	10	25	2.08	0.15	0.00	200	-	-	-	-	-	-
1.10	12	26	2.12	0.16	0.07	202	-	-	-	-	-	-
1.40	15	28	2.18	0.18	0.12	204	-	-	-	-	-	-
1.70	16	29	2.22	0.19	0.13	206	-	-	-	-	-	-
2.00	18	31	2.28	0.21	0.15	210	-	-	-	-	-	-
2.30	19	32	2.32	0.22	0.16	212	-	-	-	-	-	-
2.60	20	33	2.36	0.23	0.17	214	-	-	-	-	-	-
2.90	21	34	2.40	0.24	0.18	216	-	-	-	-	-	-
3.20	22	35	2.44	0.25	0.19	218	-	-	-	-	-	-
3.50	23	36	2.48	0.26	0.20	220	-	-	-	-	-	-
3.80	24	37	2.52	0.27	0.21	222	-	-	-	-	-	-
4.10	25	38	2.56	0.28	0.22	224	-	-	-	-	-	-
4.40	26	39	2.60	0.29	0.23	226	-	-	-	-	-	-
4.70	27	40	2.64	0.30	0.24	228	-	-	-	-	-	-
5.00	28	41	2.68	0.31	0.25	230	-	-	-	-	-	-
5.30	29	42	2.72	0.32	0.26	232	-	-	-	-	-	-
5.60	30	43	2.76	0.33	0.27	234	-	-	-	-	-	-
5.90	31	44	2.80	0.34	0.28	236	-	-	-	-	-	-
6.20	32	45	2.84	0.35	0.29	238	-	-	-	-	-	-
6.50	33	46	2.88	0.36	0.30	240	-	-	-	-	-	-
6.80	34	47	2.92	0.37	0.31	242	-	-	-	-	-	-
7.10	35	48	2.96	0.38	0.32	244	-	-	-	-	-	-
7.40	36	49	3.00	0.39	0.33	246	-	-	-	-	-	-
7.70	37	50	3.04	0.40	0.34	248	-	-	-	-	-	-
8.00	38	51	3.08	0.41	0.35	250	-	-	-	-	-	-
8.30	39	52	3.12	0.42	0.36	252	-	-	-	-	-	-
8.60	40	53	3.16	0.43	0.37	254	-	-	-	-	-	-
8.90	41	54	3.20	0.44	0.38	256	-	-	-	-	-	-
9.20	42	55	3.24	0.45	0.39	258	-	-	-	-	-	-
9.50	43	56	3.28	0.46	0.40	260	-	-	-	-	-	-
9.80	44	57	3.32	0.47	0.41	262	-	-	-	-	-	-
10.10	45	58	3.36	0.48	0.42	264	-	-	-	-	-	-
10.40	46	59	3.40	0.49	0.43	266	-	-	-	-	-	-
10.70	47	60	3.44	0.50	0.44	268	-	-	-	-	-	-
11.00	48	61	3.48	0.51	0.45	270	-	-	-	-	-	-
11.30	49	62	3.52	0.52	0.46	272	-	-	-	-	-	-
11.60	50	63	3.56	0.53	0.47	274	-	-	-	-	-	-
11.90	51	64	3.60	0.54	0.48	276	-	-	-	-	-	-
12.20	52	65	3.64	0.55	0.49	278	-	-	-	-	-	-
12.50	53	66	3.68	0.56	0.50	280	-	-	-	-	-	-
12.80	54	67	3.72	0.57	0.51	282	-	-	-	-	-	-
13.10	55	68	3.76	0.58	0.52	284	-	-	-	-	-	-
13.40	56	69	3.80	0.59	0.53	286	-	-	-	-	-	-
13.70	57	70	3.84	0.60	0.54	288	-	-	-	-	-	-
14.00	58	71	3.88	0.61	0.55	290	-	-	-	-	-	-
14.30	59	72	3.92	0.62	0.56	292	-	-	-	-	-	-
14.60	60	73	3.96	0.63	0.57	294	-	-	-	-	-	-
14.90	61	74	4.00	0.64	0.58	296	-	-	-	-	-	-
15.20	62	75	4.04	0.65	0.59	298	-	-	-	-	-	-
15.50	63	76	4.08	0.66	0.60	300	-	-	-	-	-	-
15.80	64	77	4.12	0.67	0.61	302	-	-	-	-	-	-
16.10	65	78	4.16	0.68	0.62	304	-	-	-	-	-	-
16.40	66	79	4.20	0.69	0.63	306	-	-	-	-	-	-
16.70	67	80	4.24	0.70	0.64	308	-	-	-	-	-	-
17.00	68	81	4.28	0.71	0.65	310	-	-	-	-	-	-
17.30	69	82	4.32	0.72	0.66	312	-	-	-	-	-	-
17.60	70	83	4.36	0.73	0.67	314	-	-	-	-	-	-
17.90	71	84	4.40	0.74	0.68	316	-	-	-	-	-	-
18.20	72	85	4.44	0.75	0.69	318	-	-	-	-	-	-
18.50	73	86	4.48	0.76	0.70	320	-	-	-	-	-	-
18.80	74	87	4.52	0.77	0.71	322	-	-	-	-	-	-
19.10	75	88	4.56	0.78	0.72	324	-	-	-	-	-	-
19.40	76	89	4.60	0.79	0.73	326	-	-	-	-	-	-
19.70	77	90	4.64	0.80	0.74	328	-	-	-	-	-	-
20.00	78	91	4.68	0.81	0.75	330	-	-	-	-	-	-

Obs/Zip per la geologia

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

- committente: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: Pisa
- località: Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova: 27/03/2005
- quota inizio: -0,50 m da quota rilinim.
- prof. falda: 1,00 m da quota inizio
- data emiss.: 05/04/2005

3 010450010

Prof. m	Ri	Sp	Re	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₃₀₀	Q ₄₀₀	Q ₅₀₀	Q ₆₀₀	Q ₇₀₀	Q ₈₀₀	Q ₉₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₁₁₀₀	Q ₁₂₀₀	Q ₁₃₀₀	Q ₁₄₀₀	Q ₁₅₀₀	Q ₁₆₀₀	Q ₁₇₀₀	Q ₁₈₀₀	Q ₁₉₀₀	Q ₂₀₀₀	Q ₂₁₀₀	Q ₂₂₀₀	Q ₂₃₀₀	Q ₂₄₀₀	Q ₂₅₀₀	Q ₂₆₀₀	Q ₂₇₀₀	Q ₂₈₀₀	Q ₂₉₀₀	Q ₃₀₀₀	Q ₃₁₀₀	Q ₃₂₀₀	Q ₃₃₀₀	Q ₃₄₀₀	Q ₃₅₀₀	Q ₃₆₀₀	Q ₃₇₀₀	Q ₃₈₀₀	Q ₃₉₀₀	Q ₄₀₀₀	Q ₄₁₀₀	Q ₄₂₀₀	Q ₄₃₀₀	Q ₄₄₀₀	Q ₄₅₀₀	Q ₄₆₀₀	Q ₄₇₀₀	Q ₄₈₀₀	Q ₄₉₀₀	Q ₅₀₀₀	Q ₅₁₀₀	Q ₅₂₀₀	Q ₅₃₀₀	Q ₅₄₀₀	Q ₅₅₀₀	Q ₅₆₀₀	Q ₅₇₀₀	Q ₅₈₀₀	Q ₅₉₀₀	Q ₆₀₀₀	Q ₆₁₀₀	Q ₆₂₀₀	Q ₆₃₀₀	Q ₆₄₀₀	Q ₆₅₀₀	Q ₆₆₀₀	Q ₆₇₀₀	Q ₆₈₀₀	Q ₆₉₀₀	Q ₇₀₀₀	Q ₇₁₀₀	Q ₇₂₀₀	Q ₇₃₀₀	Q ₇₄₀₀	Q ₇₅₀₀	Q ₇₆₀₀	Q ₇₇₀₀	Q ₇₈₀₀	Q ₇₉₀₀	Q ₈₀₀₀	Q ₈₁₀₀	Q ₈₂₀₀	Q ₈₃₀₀	Q ₈₄₀₀	Q ₈₅₀₀	Q ₈₆₀₀	Q ₈₇₀₀	Q ₈₈₀₀	Q ₈₉₀₀	Q ₉₀₀₀	Q ₉₁₀₀	Q ₉₂₀₀	Q ₉₃₀₀	Q ₉₄₀₀	Q ₉₅₀₀	Q ₉₆₀₀	Q ₉₇₀₀	Q ₉₈₀₀	Q ₉₉₀₀	Q ₁₀₀₀₀
---------	----	----	----	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------

Servizi per la geologia

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

- committente: St.Gobain Glass Italia S.p.a.
- lavoro: Pisa
- località: Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova: 27/03/2005
- quota inizio: -1,00 m da quota rilinim.
- prof. falda: 1,00 m da quota inizio
- data emiss.: 05/04/2005

3 010450010

Prof. m	Ri	Sp	Re	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₃₀₀	Q ₄₀₀	Q ₅₀₀	Q ₆₀₀	Q ₇₀₀	Q ₈₀₀	Q ₉₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₁₁₀₀	Q ₁₂₀₀	Q ₁₃₀₀	Q ₁₄₀₀	Q ₁₅₀₀	Q ₁₆₀₀	Q ₁₇₀₀	Q ₁₈₀₀	Q ₁₉₀₀	Q ₂₀₀₀	Q ₂₁₀₀	Q ₂₂₀₀	Q ₂₃₀₀	Q ₂₄₀₀	Q ₂₅₀₀	Q ₂₆₀₀	Q ₂₇₀₀	Q ₂₈₀₀	Q ₂₉₀₀	Q ₃₀₀₀	Q ₃₁₀₀	Q ₃₂₀₀	Q ₃₃₀₀	Q ₃₄₀₀	Q ₃₅₀₀	Q ₃₆₀₀	Q ₃₇₀₀	Q ₃₈₀₀	Q ₃₉₀₀	Q ₄₀₀₀	Q ₄₁₀₀	Q ₄₂₀₀	Q ₄₃₀₀	Q ₄₄₀₀	Q ₄₅₀₀	Q ₄₆₀₀	Q ₄₇₀₀	Q ₄₈₀₀	Q ₄₉₀₀	Q ₅₀₀₀	Q ₅₁₀₀	Q ₅₂₀₀	Q ₅₃₀₀	Q ₅₄₀₀	Q ₅₅₀₀	Q ₅₆₀₀	Q ₅₇₀₀	Q ₅₈₀₀	Q ₅₉₀₀	Q ₆₀₀₀	Q ₆₁₀₀	Q ₆₂₀₀	Q ₆₃₀₀	Q ₆₄₀₀	Q ₆₅₀₀	Q ₆₆₀₀	Q ₆₇₀₀	Q ₆₈₀₀	Q ₆₉₀₀	Q ₇₀₀₀	Q ₇₁₀₀	Q ₇₂₀₀	Q ₇₃₀₀	Q ₇₄₀₀	Q ₇₅₀₀	Q ₇₆₀₀	Q ₇₇₀₀	Q ₇₈₀₀	Q ₇₉₀₀	Q ₈₀₀₀	Q ₈₁₀₀	Q ₈₂₀₀	Q ₈₃₀₀	Q ₈₄₀₀	Q ₈₅₀₀	Q ₈₆₀₀	Q ₈₇₀₀	Q ₈₈₀₀	Q ₈₉₀₀	Q ₉₀₀₀	Q ₉₁₀₀	Q ₉₂₀₀	Q ₉₃₀₀	Q ₉₄₀₀	Q ₉₅₀₀	Q ₉₆₀₀	Q ₉₇₀₀	Q ₉₈₀₀	Q ₉₉₀₀	Q ₁₀₀₀₀
---------	----	----	----	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------

Servizi per la geologia

GeoTirreno S.r.l.
 Viale della Stazione n.39
 54100 Massa

Certificato C25.05

Appendice n° 13

PROVA PENETROMETRICA STATICA
 TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

3.019-99-018

- committente: St. Gobain Glass Italia S.p.a.
 - lavoro: PISA
 - locale: PISA
 - resp. cantiere: PISA
 - assist. cantiere: PISA
 - data prova: 22/03/2005
 - quota inizio: -0,75 m da quota rilivim.
 - prof. falda: 1,15 m da quota inizio
 - data intras.: 05/04/2005

Prof.	Da	Sp	R0	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm	Sp	mm
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		
1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00		

PROSPEZIONI SISMICHE ATTIVE MASW E PASSIVE ReMi



COMUNE DI PISA

Caratterizzazione sismica di sottosuolo di supporto a proposta di variante al Piano Strutturale
Area ovest comparto Industriale Saint-Gobain Glass

SAINT-GOBAIN GLASS

PROPOSTA di VARIANTE al PIANO STRUTTURALE

PISA, APRILE 2007

INDAGINI GEOFISICHE GEOGNOSTICHE INTEGRATE
-Prospezioni sismiche attive MASW e passive ReMI
-Indagini penetrometriche statiche CPT
di caratterizzazione sismica di sottosuolo per
determinazione parametro Vs30 come da DPCM 3274/03

INDICE

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E PLANIMETRICO	3
3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	5
3.1. La tecnica MASW.....	5
3.2. La tecnica ReMI	7
3.3. Elaborazione dati sismici	9
3.3. Indagini geognostiche penetrometriche statiche CPT	14
4. ORDINANZA 3274/03 CATEGORIE di PROFILO STRATIGRAFICO.....	15
5. CONCLUSIONI.....	16

ENKI

Enki s.r.l.
Via Giambattista Lulli 62
50144 Firenze
Tel 055 3247209 – Fax: 055 3380276
P.IVA: 05008570480 – REA C.C.I.A.A. Firenze n. 510082
Reg. Impr. Firenze n. 9079/2000

1. INTRODUZIONE

Enki srl ha ricevuto incarico dalla società P&I per l'esecuzione di indagini geofisiche e geognostiche integrate presso l'area dello stabilimento Saint-Gobain nel comune di Pisa.

In particolare l'area oggetto di studio è stato il comparto ovest, ed è stata eseguita una campagna geofisica e geognostica integrata a supporto della caratterizzazione sismica dei terreni come previsto dalla vigente normativa OPCM 3274/03 Normativa sismica.

Il piano di indagine programmato ha previsto l'esecuzione delle seguenti indagini:

- 2 rilievi sismici di tipo attivo MASW;
- 2 rilievi sismici di tipo passivo ReMI;
- 4 prove penetrometriche statiche CPT;

al fine della determinazione del parametro Vs30.

I rilievi di campagna, geofisici e geognostici, si sono svolti nei giorni 02 e 03 aprile 2007.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E PLANIMETRICO

L'area oggetto di indagini è evidenziata in planimetria:

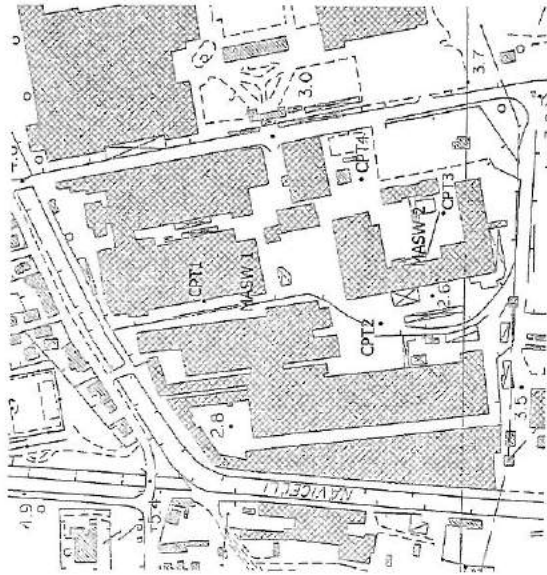


TAV. A01 ESTRATTO PLANIMETRICO SCALA 1:10000 – AREA OVEST SAINT-GOBAIN

Il posizionamento dei punti di indagini è stato definito in modo da garantire la massima caratterizzazione dal punto di vista areale, in considerazione anche delle caratteristiche logistiche e di accessibilità dell'area.

In particolare le indagini sismiche hanno richiesto la disponibilità di area libere calpestabili con un'estensione compresa fra i 43 m e i 69 m.

La disposizione dei punti di indagine è riportata nella tavola seguente.



TAV. A02 ESTRATTO PLANIMETRICO SCALA 1:5000 - AREA OVEST SAINT-GOBAIN

LEGENDA TAVOLA INDAGINI:



CPTX - PROVA PENETROMETRICA STATICA



MASWX - STESA SISMICA ATTIVA MASW E PASSIVA REMI

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La tecnica ReMI e MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono una derivazione delle tecniche SASW (Spectral Analysis of Surface Waves) che si basano sull'elaborazione delle proprietà spettrali delle onde di superficie per la costruzione di un modello verticale di velocità di propagazione delle onde di taglio.

Il principio ispiratore della tecnica ReMI e MASW è il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh quando queste si propagano in un mezzo stratificato.

La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze, con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore.

È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità.

3.1. La tecnica MASW

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga.

Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il

profilo verticale delle Vs.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarli minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Del valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

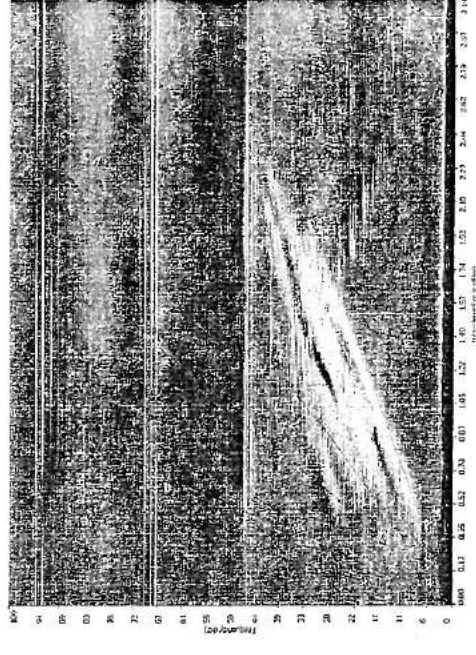


FIG. 1 - SPETTRO F-K tecnica MASW

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

3.2. La tecnica ReMI

La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso dei microtremori (Veronese e Garbari, 2004) prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J. Louie presso la Nevada University.

Il metodo combina la semplicità operativa del SASW con l'elevata risoluzione nei terreni più superficiali propria del MASW.

I microtremori vengono registrati mediante uno stendimento lineare da 24 geofoni a bassa frequenza senza la necessità di dover operare con un sorgente attiva.

I dati vengono acquisiti mediante la classica strumentazione impiegata per i rilievi a rifrazione.

Generalmente si impiegano geofoni con frequenza variabile da 4 a 14 Hz e tempi di registrazione di 15-30 s. L'impiego di campionatori di elevata dinamica (cioè superiori a 144 dB) consente poi di dimezzare la frequenza utile campionabile rispetto a quella nominale dei geofoni.

È quindi teoricamente possibile registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza è compreso nell'intervallo tra 2 Hz e 25-30 Hz.

Questo intervallo, in condizioni ottimali, può consentire di stimare, con buon dettaglio, il profilo della Vs nei primi cento metri di profondità.

Il rumore registrato viene convertito dal dominio x-t al dominio p-f. (slowness-frequenza) nel quale viene rappresentato lo spettro di potenza delle onde di superficie (un esempio in tal senso è visibile in Figura 2).

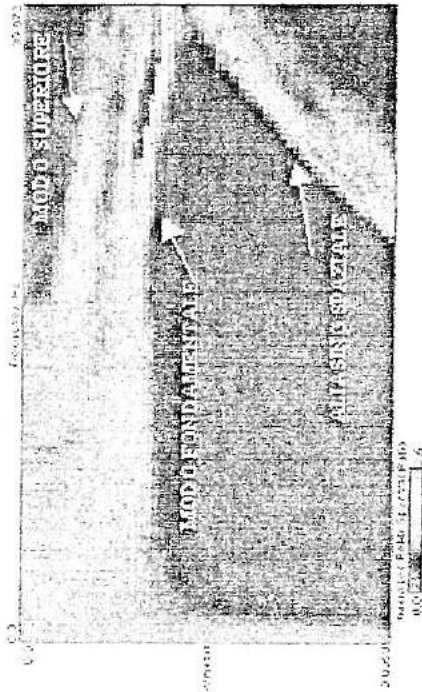


FIG. 2 – SPETTRO p-f tecnica ReMI

3.3. Elaborazione dati sismici

Sono stati acquisiti un totale di 2 profili MASW e 2 profili ReMI ubicati in punti facilmente accessibili e particolarmente significativi delle aree da investigare.

Per l'acquisizione dei dati sismici è stato impiegato un amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D equipaggiato con geofoni a frequenza naturale di 8 Hz.

I parametri delle stese sismiche sono i seguenti:

MASW 1 – ReMI 1

- Energizzazione MASW con mazza triggerata da 8 kg;
- Punto di battuta MASW, diretto e reciproco, posizionato a 6 metri di distanza dal 1° geofono;
- Distanza intergeofonica pari a 3.0 m;
- Tempo di campionamento pari a 1 ms;
- Periodo di acquisizione MASW di 4096 campioni, pari a 4 s;
- Sessioni di acquisizione ReMI pari a 10;
- Periodo di acquisizione per ogni sessione ReMI di 30208 campioni, pari a 30 s;

MASW 2 – ReMI 2

- Energizzazione MASW con mazza triggerata da 8 kg;
- Punto di battuta MASW, diretto e reciproco, posizionato a 5 metri di distanza dal 1° geofono;
- Distanza intergeofonica pari a 2.0 m;
- Tempo di campionamento pari a 1 ms;
- Periodo di acquisizione MASW di 4096 campioni, pari a 4 s;
- Sessioni di acquisizione ReMI pari a 10;
- Periodo di acquisizione per ogni sessione ReMI di 30208 campioni, pari a 30 s.

In corrispondenza di ciascun profilo sono state quindi acquisite numerose sessioni di registrazione, con controllo in tempo reale dei dati. Le registrazioni di scarsa qualità oppure quelle caratterizzate dalla presenza di rumore polarizzato sono state scartate.

Le sessioni di registrazione, in formato originario SEG2, vengono visualizzate in tempo reale in cantiere per una loro preliminare valutazione.

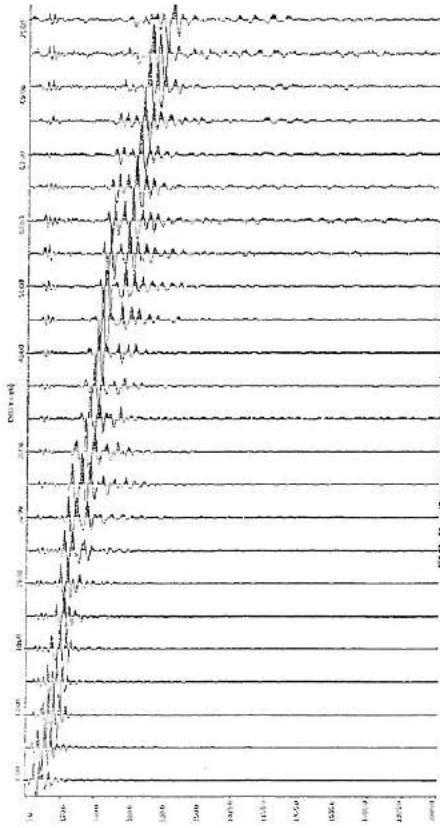


FIG. 3 - Sismogramma medio acquisizione MASW

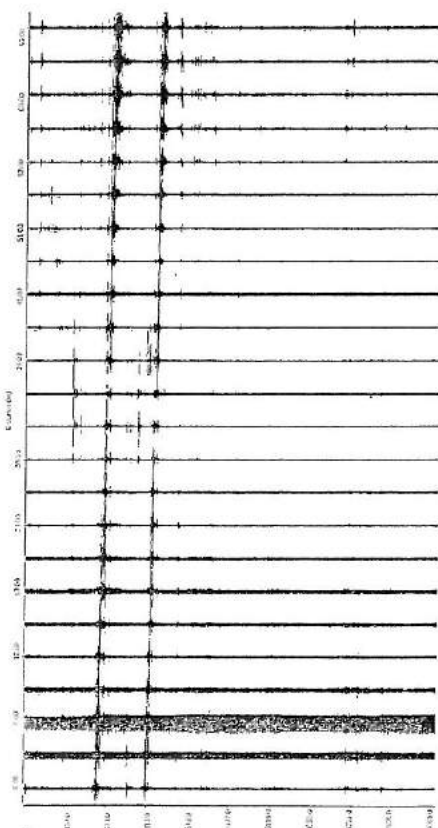


FIG. 4 - Sismogramma medio acquisizione ReMI

In fase di acquisizione dei dati ciascuna sessione di registrazione è stata elaborata per valutare contestualmente la qualità del dato registrato.

Nel caso in cui il modo fondamentale delle onde di superficie non venga campionato correttamente risulta impossibile stimare la curva di dispersione e costruire il modello verticale di velocità delle Vs.

Altre cause di disturbo, abbastanza frequenti nelle registrazioni passive, possono

essere determinate dalla presenza di rumore polarizzato. In questo caso potrebbe essere consigliabile ruotare lo stendimento di novanta gradi e ripetere alcune sessioni di registrazione.

La presenza di una sorgente polarizzata può infatti determinare la sottostima della velocità di fase durante l'operazione di determinazione della curva di dispersione nel dominio p-f.

I dati sono stati elaborati mediante il software commerciale "SWAN" prodotto dalla GeoStudi Astier di Livorno.

Nella prima fase di elaborazione dei dati si inseriscono i parametri geometrici e si determina la frequenza massima da indagare, la velocità di fase minima di partenza ed il numero di vettori, al fine di ottenere lo spettro F-K.

La fase successiva consiste nella stima della curva di dispersione, e durante questa fase di elaborazione è opportuno selezionare esclusivamente le terme (frequenza, slowness, rapporto spettrale) con una buona coerenza ed intensità di segnale dello spettro di potenza. A parità di frequenza la velocità scelta è diversa a seconda della metodica di analisi MASW e ReMI, in quanto per il MASW deve essere quella coincidente con il picco massimo di intensità del segnale, mentre per il ReMI quella più bassa prossima al confine tra incoerenza propria del rumore e segnale.

Questo è determinato dal fatto che i microtremori non provengono da un'unica sorgente e che l'energia del rumore che attraversa obliquamente lo stendimento appare nell'immagine p-f con una velocità apparente (Va) più elevata di quella reale (Vr) osservabile in linea.

I dati selezionati dall'immagine F-K vengono plottati su un diagramma nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete.

Variando numero di strati, spessore e velocità di ciascuno strato del modello è possibile adattare la curva calcolata a quella sperimentale ottenuta mediante l'analisi spettrale.

Si tratta di un processo di modellazione diretta monodimensionale (simile alle tecniche impiegate per l'inversione dei SEV - Sondaggi Elettrici Verticali) la cui affidabilità dipende dalle capacità e dall'esperienza dell'analista e dalla possibilità di avere dei parametri di controllo e di taratura (i.e. altre informazioni di tipo geofisico e stratigrafico).

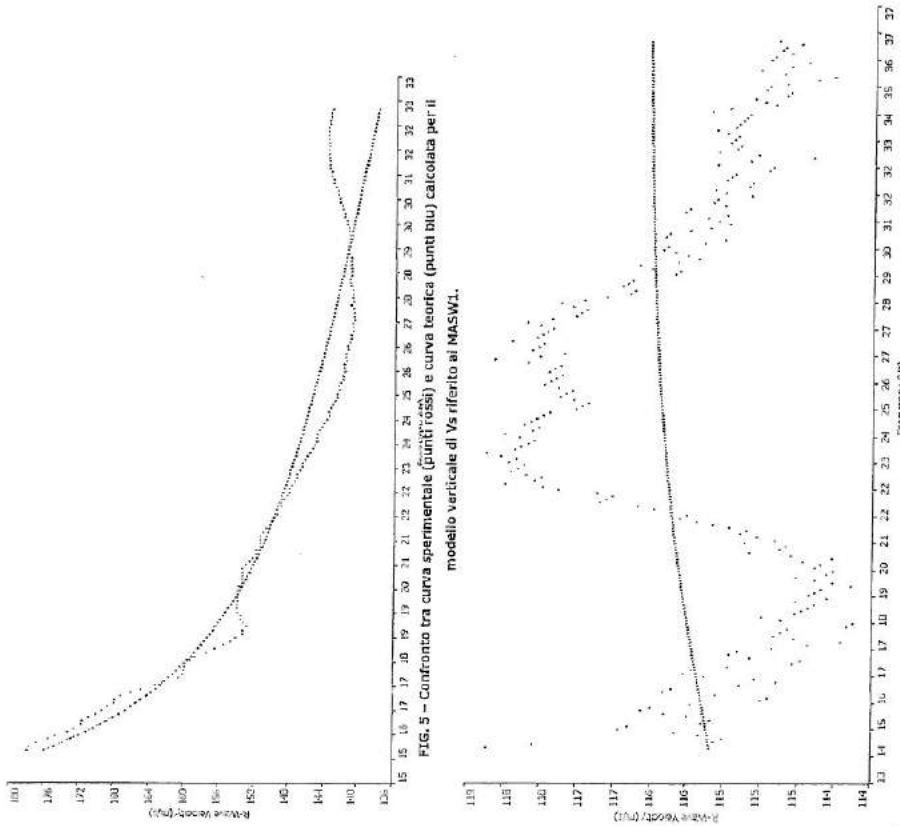


FIG. 6 – Confronto tra curva sperimentale (punti rossi) e curva teorica (punti blu) calcolata per il modello verticale di Vs riferito al MASW2, notare il basso grado di dispersione delle velocità.

In questo tipo di approccio (modellazione diretta) sono insite delle ambiguità interpretative circa spessore e velocità dello strato nel senso che lo stesso risultato può essere ottenuto con diversi modelli valendo un principio di equivalenza. Il parametro determinabile univocamente è infatti rappresentato dal valore del prodotto di spessore e velocità. Ai fini della determinazione del parametro Vs30 questo non rappresenta una limitazione infatti tale parametro rappresenta proprio la media della velocità delle onde di

taglio sui primi 30 m di profondità ed è dato dalla (1):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di n strati presenti nei primi 30 metri di profondità.

I risultati dei processi di inversione ed interpretazione, dei dati sismici acquisiti sia con la tecnica MASW che ReMI ha prodotto le seguenti curve di velocità, come riportate nelle figure seguenti.

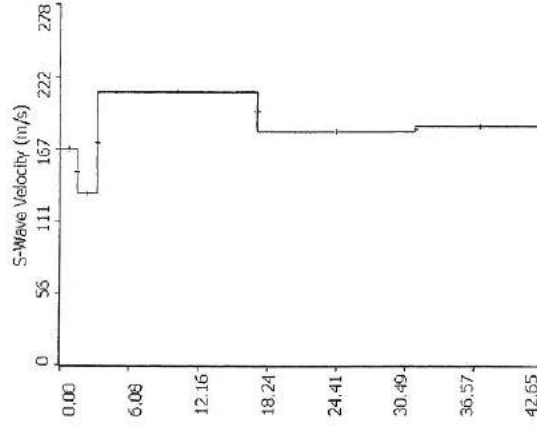


FIG. 7 Profilo di velocità onde S stesa MASW1, notare il basso grado di dispersione delle velocità.

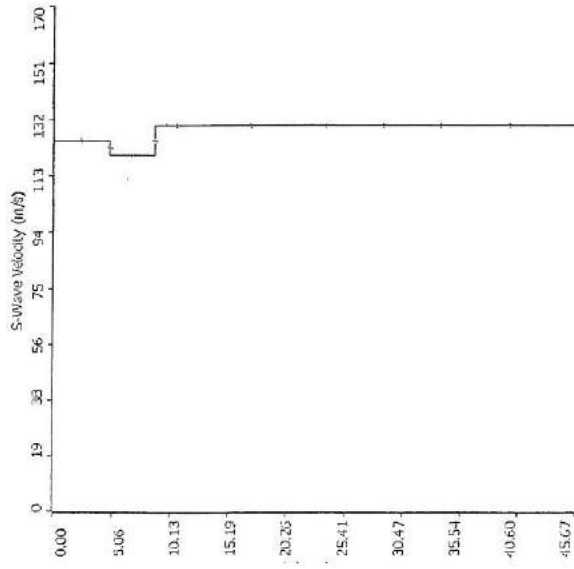


FIG. 7 - Profilo di velocità onde S stesa MASW2, notare il basso grado di dispersione delle velocità

3.3. Indagini geognostiche penetrometriche statiche CPT

I sondaggi penetrometrici statici sono stati eseguiti con un penetrometro statico tipo Gouda da 20 tonnellate (Pagani TG 63/200 kN), dotato di punta meccanica Begemann del diametro di 35,7 mm ed apertura pari a 60° e con manicotto laterale scorrevole di superficie pari a 150 cm².

I risultati delle indagini sono riportati nell'allegato C1

Durante la campagna d'indagine, l'infrissione della batteria di aste del penetrometro nel terreno è stata spinta almeno fino alla profondità di 25 metri dal p.c., mentre per la prova CPT2 è stata raggiunta la profondità di 30 metri dal p.c.

Facendo riferimento ai tabulati relativi all'elaborazione numerica delle prove penetrometriche nonché al rapporto tecnico redatto dalle Soc. TECNA S.n.c. (impresa incaricata per l'effettuazione delle prove penetrometriche), è stato possibile stimare, per ciascuna postazione di indagine, le principali caratteristiche litostratigrafiche e litotecniche dei terreni in sito, e di correlare i dati geognostici con i dati sismici.

4. ORDINANZA 3274/03 CATEGORIE di PROFILO STRATIGRAFICO

I valori del parametro Vs calcolati permettono la definizione delle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, come previsto dalla vigente normativa (CPCM 3274/03) ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Ai fini della "microzonazione sismica" si definiscono le seguenti categorie stratigrafiche (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

- A) formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m.
- B) Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata cu > 250 kPa.)

C) Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < cu < 250 kPa).

D) Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (NSPT < 15, cu < 70 kPa).

E) Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su di un substrato di materiali più rigido con Vs30 > 800 m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due:

S1) Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto in acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s (10 < cu < 20 kPa)

S2) Depositi di terreni soggetto a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

In base ai risultati ottenuti dall'interpretazione dei profili di velocità con tecnica MASW e ReMI, si evidenzia il valore numerico delle Vs30 relativo alle 2 stese sismiche:

MASW 1		
SPESSORE (m)	PROFONDITA' (m)	Vs (m/s)
1.42	0	167
1.81	1.42	133
14.06	3.23	195
12.71	17.29	173
INF	30	180
Vs30 (m/s)	179	

MASW 2		
SPESSORE (m)	PROFONDITA' (m)	Vs (m/s)
4.68	0	125
4	4.68	120
2	8.68	130
13	10.68	130
6.32	23.68	130
INF	30	130
Vs30 (m/s)	128	

5. CONCLUSIONI

Le misure effettuate con tecnica sismica attiva MASW e passiva ReMi hanno consentito di ottenere delle informazioni sulla stratificazione acustico-elastica del sottosuolo ed in particolare hanno permesso di stimare il profilo verticale delle onde di taglio (Vs) nei primi 30 m di profondità.

L'area in oggetto, ubicata nel comune di Pisa è stata dichiarata zona 3S ai sensi dell'OPCM 3274/03, OPCM 3519/06 e DGRT 431/06

I valori del parametro Vs, determinati con l'elaborazione dei dati sismici MASW e ReMi sono risultati compresi tra 128 e 179 m/s.

In base all'analisi dei profili della velocità delle onde di taglio il terreno di fondazione nell'area oggetto di studio può essere definito come di **categoria D** nella quale vengono

classificati depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (NSPT < 15, cu < 70 kPa).

In questi suoli il fattore S del profilo stratigrafico del suolo di fondazione risulta pari a 1.35 con un aumento del 35% dell'azione sismica.

Tale classificazione dei terreni di fondazione risulta compatibile con le evidenze stratigrafiche rilevate in situ e correlata con i valori della Cu evidenziate con l'interpretazione delle indagini penetrometriche.

Enki s.r.l.

Ing. Andrea Mazzetti

ENKI S.r.l.
Società di Ingegneria Ambientale e Civile
Via Giambattista Velli, 42 - 50139 FIRENZE
Tel. 055 2247209 - Fax 055 2287776
Email info@enki.it
REA CCIAA Firenze 510082 - Reg. Imp. n. 9079/2000
Partita IVA 05068470480

Spett.le Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzetti
Via G. B. Lulli n° 62
50144 FIRENZE

Titolo :

Lavoro : Saini Gobain Glass
Località : Pisa (PI)

PREMESSA

Su Vostro incarico, al fine di valutare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, si sono eseguite nell'area in esame le seguenti indagini in sito :

ALLEGATO C1

REPORT ESECUZIONE E INTERPRETAZIONE

INDAGINI GEOGNOSTICHE – PENETROMETRICHE STATICHE CPT

- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE n° 4
mediante penetrometro meccanico tipo Gouda da 20 t
profondità massima indagata :30,00 m
- PIEZOMETRI installati n°1
(per il rilievo del livello statico della falda)
tipo : A Tubo Aperto
profondità massima :6,00 m

Lubicazione delle indagini suddette è riportata nelle tavole allegate .

METODOLOGIA E RISULTATI DELL'INDAGINE

Le prove penetrometriche statiche CPT (di tipo meccanico) consistono essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($V = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "Begemann").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono $\varnothing = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superf. laterale manicotto $A_m = 150 \text{ cm}^2$.

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento.

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- $R_p \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ = resistenza alla punta (conica)
- $RL \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ = resistenza laterale (manicotto)

(la resistenza alla punta R_p e la resistenza laterale RL sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm).

ELABORAZIONE DATI PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto R_p/RL fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1665 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di R_p e del rapporto $FR = (RL/R_p) \%$ (esperienze di Schmetmann - 1978).

Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenata E_u e drenata E' , peso di volume γ , ecc.), nonché valutazioni riguardanti la capacità portante e i cedimenti di fondazioni di forma e tipo diversi.

I cedimenti vengono valutati in via approssimata con il metodo edometrico nella ipotesi di consolidazione monodimensionale del sottosuolo, sulla scorta di opportune correlazioni fra la resistenza alla punta R_p e il modulo di deformazione edometrico M_o .

Le elaborazioni sopra citate (effettuate mediante un programma di calcolo automatico) fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi Autori (vedi bibliografia in allegato), nonché a conoscenze personali da parte di chi scrive.

In assenza di prove geotecniche di laboratorio (su campioni indisturbati di terreno), le suddette correlazioni hanno ovviamente validità orientativa.

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35,7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manico laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35,7 mm - h 133 mm - sup. lat. $A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (let \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad R_p \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (L. \text{ punta}) \quad C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad R_L \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(L. \text{ laterale}) - (L. \text{ punta})] \quad C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L. \text{ totale}) \quad C_t$$

$$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$$

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manico (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B.: la spinta S (Kg), corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B.: causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manico laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \cdot 10^6 \text{ N} = 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kilopascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (R_p / R_L)$
(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = Rp / RL	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R_p e di $FR = (R_L / R_p) \%$:

- AC = argilla organica e terreni misti
- Alt = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato, per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato), per depositi coesivi.

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2010496-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzetti
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : installato micropiezometro a tubo aperto m 6

- data : 02/04/2007
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 0,80 m da quota inizio
- pagina : 2

prf	LP	LL	Rp	LL	LP	RL	Rp/RL	LL	LP	RL	Rp/RL
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	m	Kg/cm²	Kg/cm²
20,20	30,0	74,0	30,0	80,0	33,0	1,80	17,0	22,20	22,40	33,0	2,33
20,40	36,0	83,0	38,0	70,0	35,0	2,07	17,0	22,40	22,40	35,0	2,80
20,60	30,0	81,0	30,0	76,0	34,0	1,53	20,0	22,80	22,80	34,0	2,47
20,80	29,0	52,0	29,0	66,0	29,0	1,13	18,0	22,80	22,80	29,0	1,13
21,00	36,0	63,0	36,0	86,0	39,0	3,13	11,0	23,00	23,00	39,0	2,07
21,20	42,0	80,0	42,0	85,0	34,0	3,40	2,27	23,20	23,20	34,0	2,27
21,40	44,0	92,0	44,0	84,0	30,0	1,80	17,0	23,40	23,40	30,0	1,80
21,60	42,0	92,0	42,0	57,0	30,0	1,87	16,0	23,60	23,60	30,0	1,87
21,80	62,0	106,0	52,0	56,0	28,0	1,90	16,0	23,80	23,80	28,0	1,90
22,00	43,0	108,0	43,0	56,0	28,0	1,90	16,0	24,00	24,00	28,0	1,90

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ci = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 0°)
- manicotto falderie (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2010496-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzetti
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 02/04/07
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non livellata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	LL	LP	RL	Rp/RL	LL	LP	RL	Rp/RL
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	m	Kg/cm²	Kg/cm²
0,20											
0,40	63,0	62,0	53,0	60,0	10,20	4,0	0,60	10,20	10,40	4,0	0,27
0,60	14,0	40,0	14,0	0,07	31,0	4,0	0,07	10,60	10,60	4,0	0,27
0,80	6,0	7,0	6,0	0,20	23,0	4,0	0,20	10,60	10,60	4,0	0,27
1,00	5,0	8,0	5,0	0,50	30,0	4,0	0,50	11,00	11,00	4,0	0,27
1,20	8,0	11,0	8,0	0,07	120,0	4,0	0,07	11,20	11,20	4,0	0,27
1,40	8,0	9,0	8,0	0,40	20,0	4,0	0,40	11,40	11,40	4,0	0,27
1,60	10,0	16,0	10,0	0,33	30,0	4,0	0,33	11,80	11,80	4,0	0,27
1,80	17,0	22,0	17,0	0,60	21,0	4,0	0,60	11,80	11,80	4,0	0,27
2,00	10,0	30,0	10,0	1,40	13,0	4,0	1,40	12,00	12,00	4,0	0,27
2,20	21,0	42,0	21,0	1,53	14,0	4,0	1,53	12,20	12,20	4,0	0,27
2,40	18,0	41,0	18,0	1,40	13,0	4,0	1,40	12,40	12,40	4,0	0,27
2,60	15,0	36,0	15,0	1,00	15,0	4,0	1,00	12,60	12,60	4,0	0,27
2,80	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0	4,0	1,07	12,80	12,80	4,0	0,27
3,00	19,0	35,0	19,0	1,13	17,0	4,0	1,13	13,00	13,00	4,0	0,27
3,20	17,0	34,0	17,0	1,27	13,0	4,0	1,27	13,20	13,20	4,0	0,27
3,40	11,0	30,0	11,0	0,83	21,0	4,0	0,83	13,40	13,40	4,0	0,27
3,60	8,0	17,0	8,0	0,60	15,0	4,0	0,60	13,60	13,60	4,0	0,27
3,80	8,0	17,0	8,0	0,60	15,0	4,0	0,60	13,80	13,80	4,0	0,27
4,00	9,0	18,0	9,0	0,40	22,0	4,0	0,40	14,00	14,00	4,0	0,27
4,20	11,0	17,0	11,0	0,47	24,0	4,0	0,47	14,20	14,20	4,0	0,27
4,40	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0	4,0	0,47	14,40	14,40	4,0	0,27
4,60	6,0	13,0	6,0	0,40	15,0	4,0	0,40	14,60	14,60	4,0	0,27
4,80	6,0	14,0	6,0	0,60	13,0	4,0	0,60	14,80	14,80	4,0	0,27
5,00	8,0	17,0	8,0	0,53	15,0	4,0	0,53	15,00	15,00	4,0	0,27
5,20	8,0	16,0	8,0	0,40	20,0	4,0	0,40	16,20	16,20	4,0	0,27
5,40	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	4,0	0,40	16,40	16,40	4,0	0,27
5,60	5,0	11,0	5,0	0,33	15,0	4,0	0,33	16,60	16,60	4,0	0,27
5,80	5,0	10,0	5,0	0,27	19,0	4,0	0,27	16,80	16,80	4,0	0,27
6,00	5,0	9,0	5,0	0,50	5,0	4,0	0,50	16,80	16,80	4,0	0,27
6,20	5,0	9,0	5,0	0,27	19,0	4,0	0,27	17,00	17,00	4,0	0,27
6,40	5,0	9,0	5,0	0,13	37,0	4,0	0,13	17,00	17,00	4,0	0,27
6,60	6,0	10,0	6,0	0,60	13,0	4,0	0,60	17,00	17,00	4,0	0,27
6,80	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0	4,0	0,27	17,00	17,00	4,0	0,27
7,00	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0	4,0	0,27	17,20	17,20	4,0	0,27
7,20	4,0	9,0	4,0	0,13	30,0	4,0	0,13	17,20	17,20	4,0	0,27
7,40	3,0	5,0	3,0	0,13	22,0	4,0	0,13	17,40	17,40	4,0	0,27
7,60	3,0	5,0	3,0	0,27	11,0	4,0	0,27	17,60	17,60	4,0	0,27
7,80	3,0	7,0	3,0	0,20	15,0	4,0	0,20	17,60	17,60	4,0	0,27
8,00	4,0	7,0	4,0	0,27	15,0	4,0	0,27	17,80	17,80	4,0	0,27
8,20	4,0	8,0	4,0	0,20	20,0	4,0	0,20	18,00	18,00	4,0	0,27
8,40	4,0	7,0	4,0	0,13	30,0	4,0	0,13	18,00	18,00	4,0	0,27
8,60	4,0	6,0	4,0	0,20	20,0	4,0	0,20	18,00	18,00	4,0	0,27
8,80	4,0	7,0	4,0	0,20	20,0	4,0	0,20	18,00	18,00	4,0	0,27
9,00	4,0	7,0	4,0	0,20	20,0	4,0	0,20	18,00	18,00	4,0	0,27
9,20	4,0	7,0	4,0	0,20	20,0	4,0	0,20	18,00	18,00	4,0	0,27
9,40	4,0	7,0	4,0	0,20	20,0	4,0	0,20	18,00	18,00	4,0	0,27
9,60	4,0	7,0	4,0	0,20	20,0	4,0	0,20	18,00	18,00	4,0	0,27
9,80	4,0	7,0	4,0	0,27	15,0	4,0	0,27	18,00	18,00	4,0	0,27
10,00	4,0	8,0	4,0	0,27	15,0	4,0	0,27	18,00	18,00	4,0	0,27

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ci = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 0°)
- manicotto falderie (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 3
2.010495-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Anilisa Mazzetti
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 02/04/2007
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 2

prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	RP Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI	prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	RP Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI
20,20	23,0	47,0	23,0	1,73	13,0	22,80	29,0	63,0	29,0	2,13	14,0
20,40	25,0	51,0	25,0	1,93	13,0	23,00	29,0	61,0	29,0	2,07	14,0
20,60	28,0	58,0	28,0	3,00	9,0	23,20	33,0	64,0	33,0	2,07	16,0
20,80	30,0	63,0	30,0	2,93	10,0	23,40	30,0	61,0	30,0	1,86	17,0
21,00	31,0	75,0	31,0	2,20	14,0	23,60	25,0	52,0	25,0	1,87	15,0
21,20	36,0	71,0	36,0	2,47	15,0	23,80	27,0	52,0	27,0	1,35	20,0
21,40	33,0	70,0	33,0	2,53	13,0	24,00	21,0	41,0	21,0	1,27	17,0
21,60	33,0	71,0	33,0	2,58	13,0	24,20	25,0	44,0	25,0	1,20	21,0
22,00	33,0	66,0	33,0	2,40	13,0	24,40	21,0	39,0	21,0	1,87	11,0
22,20	36,0	75,0	36,0	2,47	13,0	24,60	26,0	54,0	26,0	1,07	24,0
22,40	34,0	96,0	34,0	2,53	13,0	24,80	21,0	37,0	21,0	3,93	5,0
22,00	34,0	72,0	34,0	2,27	15,0	25,00	53,0	112,0	53,0	3,87	14,0
22,00	34,0	72,0	34,0	2,27	15,0	25,20	151,0	209,0	151,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 L - (con anello dilatore)
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ci = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Bergmann ϕ = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 00)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 4
2.010495-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Anilisa Mazzetti
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 02/04/2007
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 0,46 m da quota inizio
- pagina : 1

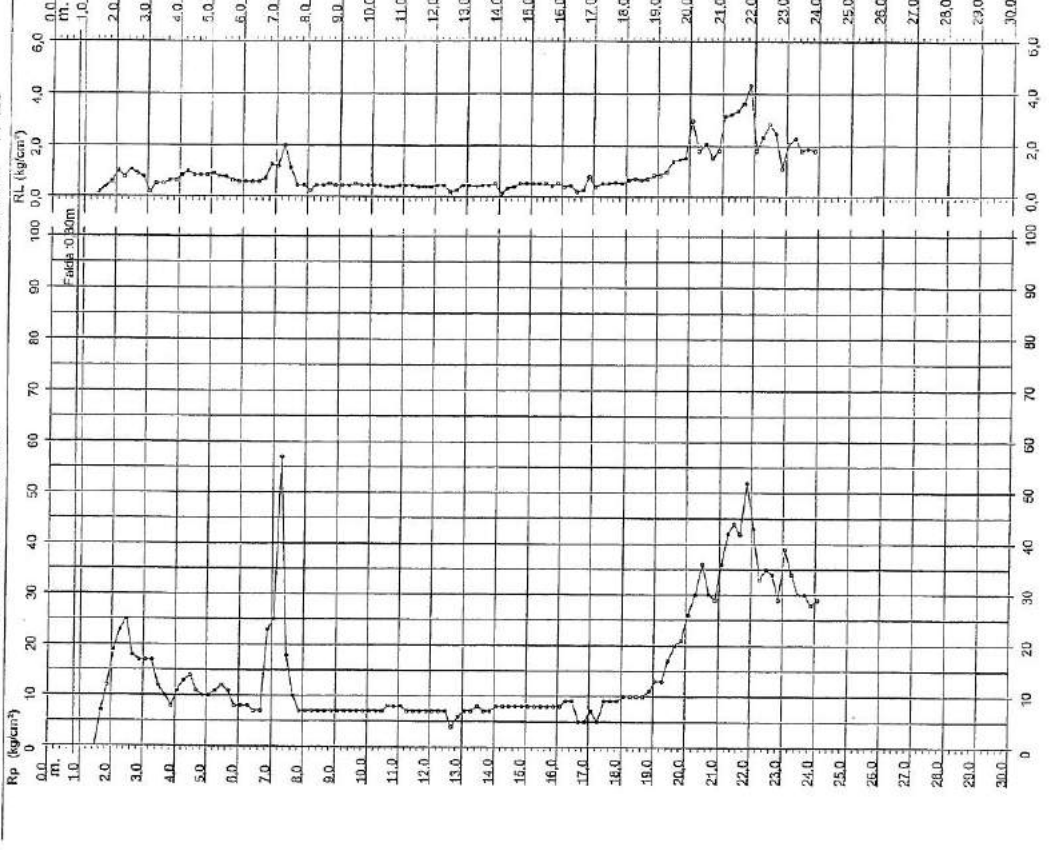
prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	RP Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI	prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	RP Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI
0,20	---	---	---	---	---	0,87	---	---	---	---	---
0,40	12,0	25,0	12,0	0,67	18,0	0,67	18,0	10,20	6,0	10,0	6,0
0,60	10,0	20,0	10,0	0,27	37,0	0,27	37,0	10,40	5,0	10,0	0,33
0,80	8,0	12,0	8,0	0,40	20,0	0,40	20,0	10,50	5,0	10,0	0,33
1,00	8,0	15,0	8,0	0,53	17,0	0,53	17,0	10,90	6,0	10,0	0,27
1,20	6,0	14,0	6,0	0,53	11,0	0,53	11,0	11,00	6,0	10,0	0,33
1,40	12,0	20,0	12,0	0,80	15,0	0,80	15,0	11,20	6,0	10,0	0,33
1,60	14,0	26,0	14,0	1,13	12,0	1,13	12,0	11,40	5,0	10,0	0,33
1,80	17,0	34,0	17,0	1,13	15,0	1,13	15,0	11,60	5,0	10,0	0,27
2,00	18,0	35,0	18,0	1,33	13,0	1,33	13,0	11,80	6,0	10,0	0,33
2,20	17,0	37,0	17,0	1,20	14,0	1,20	14,0	12,00	6,0	10,0	0,27
2,40	17,0	35,0	17,0	1,07	16,0	1,07	16,0	12,40	6,0	10,0	0,27
2,60	18,0	34,0	18,0	1,13	16,0	1,13	16,0	12,60	6,0	10,0	0,27
2,80	16,0	33,0	16,0	1,07	15,0	1,07	15,0	12,80	6,0	10,0	0,27
3,00	14,0	30,0	14,0	0,93	15,0	0,93	15,0	13,00	6,0	10,0	0,27
3,20	10,0	24,0	10,0	0,67	15,0	0,67	15,0	13,20	6,0	10,0	0,33
3,40	10,0	20,0	10,0	0,60	17,0	0,60	17,0	13,40	6,0	10,0	0,27
3,60	12,0	21,0	12,0	0,67	18,0	0,67	18,0	13,60	6,0	10,0	0,33
3,80	14,0	24,0	14,0	0,67	21,0	0,67	21,0	13,80	6,0	10,0	0,33
4,00	14,0	24,0	14,0	0,73	19,0	0,73	19,0	14,00	6,0	10,0	0,27
4,20	9,0	20,0	9,0	0,60	15,0	0,60	15,0	14,20	6,0	10,0	0,33
4,40	9,0	18,0	9,0	0,50	15,0	0,50	15,0	14,40	5,0	10,0	0,27
4,60	9,0	18,0	9,0	0,30	15,0	0,30	15,0	14,60	6,0	10,0	0,27
4,80	11,0	20,0	11,0	0,67	16,0	0,67	16,0	14,80	6,0	10,0	0,27
5,00	10,0	20,0	10,0	0,60	17,0	0,60	17,0	15,00	6,0	10,0	0,27
5,20	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0	0,53	17,0	15,20	6,0	10,0	0,33
5,40	7,0	15,0	7,0	0,40	17,0	0,40	17,0	15,40	6,0	10,0	0,33
5,60	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	0,40	17,0	15,60	6,0	10,0	0,47
5,80	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0	0,40	15,0	15,80	6,0	10,0	0,33
6,00	5,0	11,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	16,00	7,0	12,0	7,0
6,20	6,0	11,0	6,0	0,40	15,0	0,40	15,0	16,20	7,0	12,0	7,0
6,40	12,0	18,0	12,0	0,07	180,0	0,07	180,0	16,40	7,0	13,0	7,0
6,60	19,0	20,0	19,0	0,80	24,0	0,80	24,0	16,60	7,0	13,0	7,0
6,80	24,0	36,0	24,0	0,80	40,0	0,80	40,0	16,80	7,0	13,0	7,0
7,00	29,0	38,0	29,0	0,67	43,0	0,67	43,0	17,00	7,0	13,0	7,0
7,20	16,0	26,0	16,0	0,90	27,0	0,90	27,0	17,20	7,0	13,0	7,0
7,40	5,0	14,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	17,40	7,0	12,0	7,0
7,60	4,0	9,0	4,0	0,27	15,0	0,27	15,0	17,60	7,0	14,0	7,0
7,80	5,0	9,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	17,80	7,0	14,0	7,0
8,00	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	18,00	7,0	14,0	7,0
8,20	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	18,20	6,0	15,0	6,0
8,40	5,0	10,0	5,0	0,27	19,0	0,27	19,0	18,40	7,0	13,0	7,0
8,60	5,0	9,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	18,60	8,0	15,0	8,0
8,80	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	18,80	8,0	14,0	8,0
9,00	5,0	10,0	5,0	0,27	19,0	0,27	19,0	19,00	6,0	15,0	8,0
9,20	6,0	10,0	6,0	0,33	18,0	0,33	18,0	19,20	10,0	17,0	10,0
9,40	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	19,40	10,0	20,0	10,0
9,60	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	19,60	10,0	20,0	10,0
9,80	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	0,33	15,0	19,80	16,0	28,0	16,0
10,00	5,0	10,0	5,0	0,27	19,0	0,27	19,0	20,00	13,0	27,0	13,0

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 L - (con anello dilatore)
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ci = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Bergmann ϕ = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

commitente: Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzelli
 lavoro: Saint Gobain Glass
 località: Pisa (PI)
 note: Livello acqua non misurato nel foro

data: 02/04/2007
 quota inizio: Piano campagna
 prof. falda: 0,46 m da quota inizio
 scala vert.: 1 : 150



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

commitente: Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzelli
 lavoro: Saint Gobain Glass
 località: Pisa (PI)
 note: Livello acqua non misurato nel foro

data: 02/04/2007
 quota inizio: Piano campagna
 prof. falda: 0,46 m da quota inizio
 pagina: 2

prf	LP	LL	RP	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	RP	RL	Rp/RI
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²		m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	
20,20	11,0	25,0	11,0	0,93	12,0	22,80	26,0	54,0	26,0	1,73	15,0
20,40	18,0	32,0	16,0	1,53	12,0	23,00	22,0	48,0	22,0	1,67	13,0
20,60	20,0	43,0	20,0	0,40	50,0	23,20	32,0	57,0	32,0	2,13	16,0
20,80	95,0	71,0	65,0	3,47	18,0	23,40	36,0	60,0	36,0	2,67	13,0
21,00	31,0	83,0	31,0	2,47	13,0	23,60	33,0	73,0	33,0	2,20	15,0
21,20	31,0	68,0	31,0	2,07	15,0	23,80	24,0	57,0	24,0	1,97	14,0
21,40	36,0	67,0	36,0	1,80	20,0	24,00	20,0	45,0	20,0	1,27	16,0
21,60	39,0	66,0	39,0	1,93	20,0	24,20	17,0	36,0	17,0	1,27	13,0
21,80	31,0	60,0	31,0	2,00	19,0	24,40	18,0	37,0	18,0	1,87	10,0
22,00	30,0	50,0	30,0	1,87	19,0	24,60	19,0	47,0	19,0	1,43	17,0
22,20	30,0	58,0	30,0	1,73	17,0	24,80	23,0	40,0	23,0	0,33	09,0
22,40	27,0	53,0	27,0	1,80	15,0	25,00	28,0	33,0	28,0		
22,60	25,0	52,0	25,0	1,87	13,0						

- PENETROME PRO STATICO tipo GUIDA ds 201 - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Bagnasco ø = 35,7 mm (area punta: 10 cm² - apertura 0,3")
 - manico tipo Bagnasco (superficie 150 cm²)

TECNA
Via San Geronimo, 11/a 52100 AREZZO
tel. 0575/323501 - fax 0575/22730 - cell. 0348/7007350

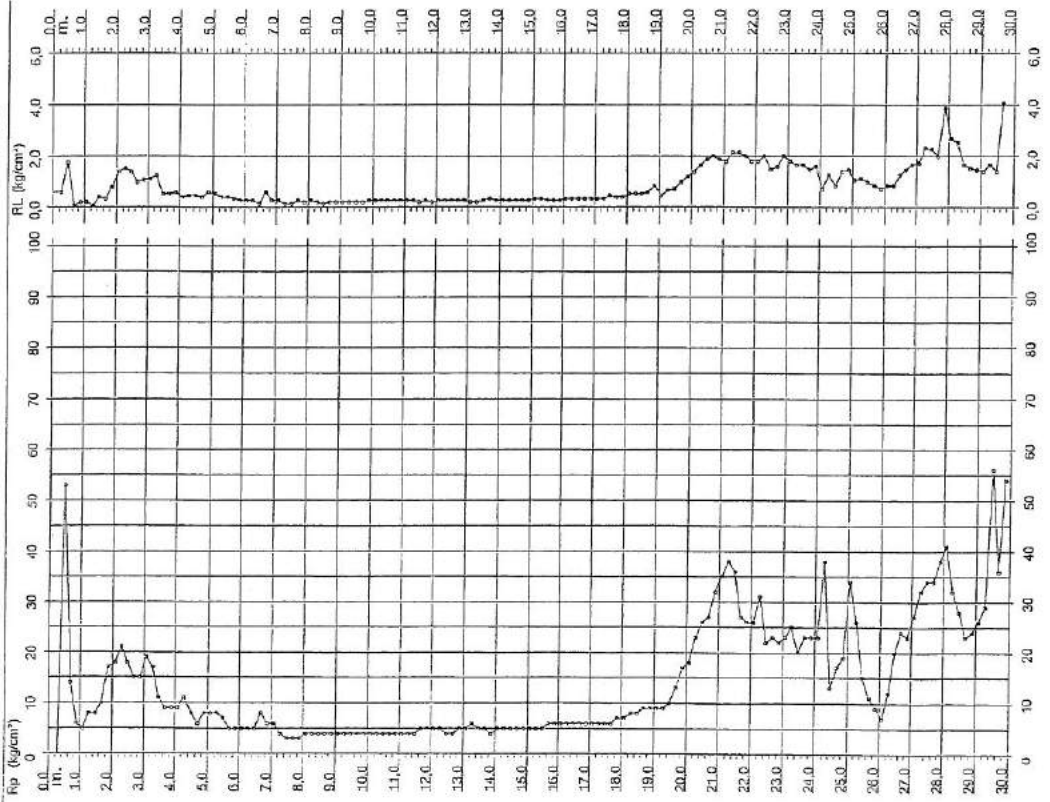
Rifer. 090-07

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2
2.010498-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzelli
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 02/04/2007
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 150



TECNA
Via San Geronimo, 11/a 52100 AREZZO
tel. 0575/323501 - fax 0575/22730 - cell. 0348/7007360

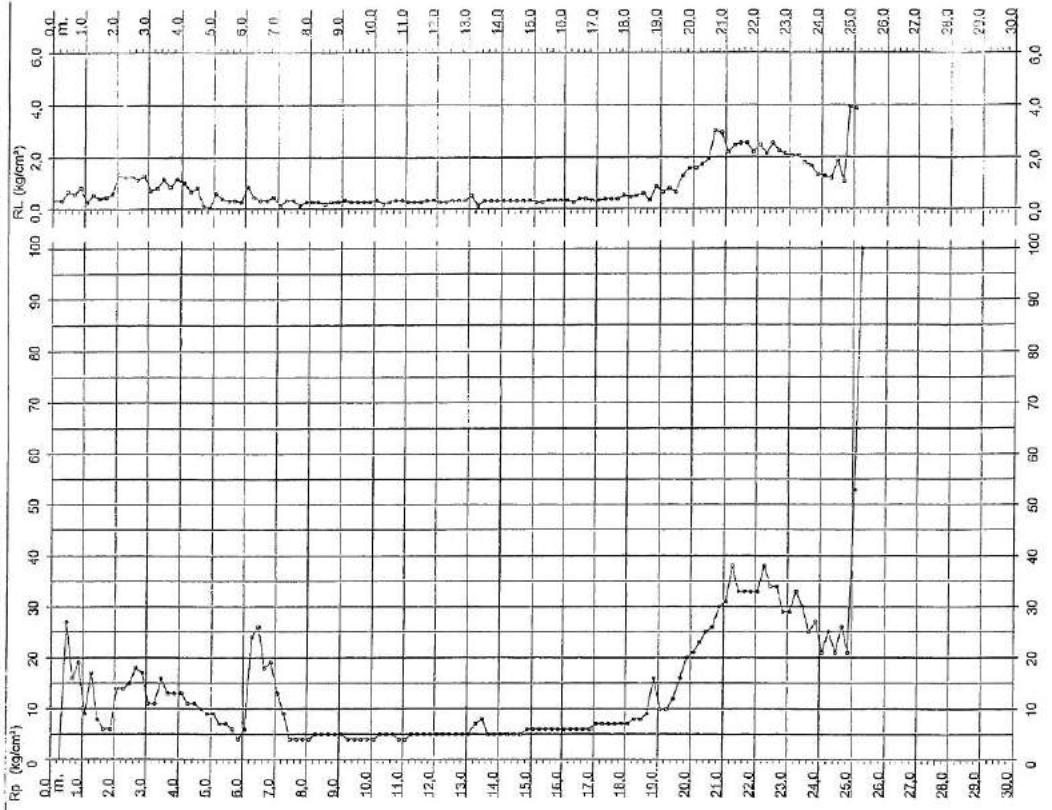
Rifer. 090-07

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3
2.010499-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzelli
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 02/04/2007
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 150



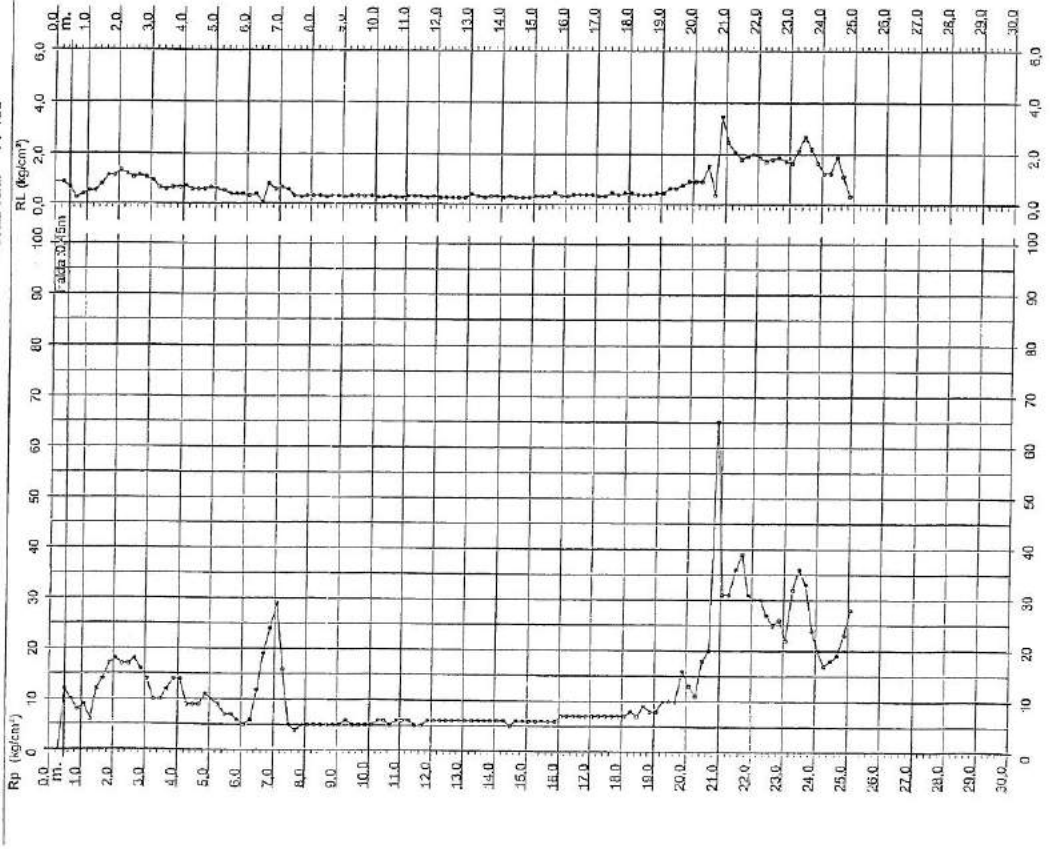
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 4

2.010r08-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzelli
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 02/04/2007
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 0,45 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 150



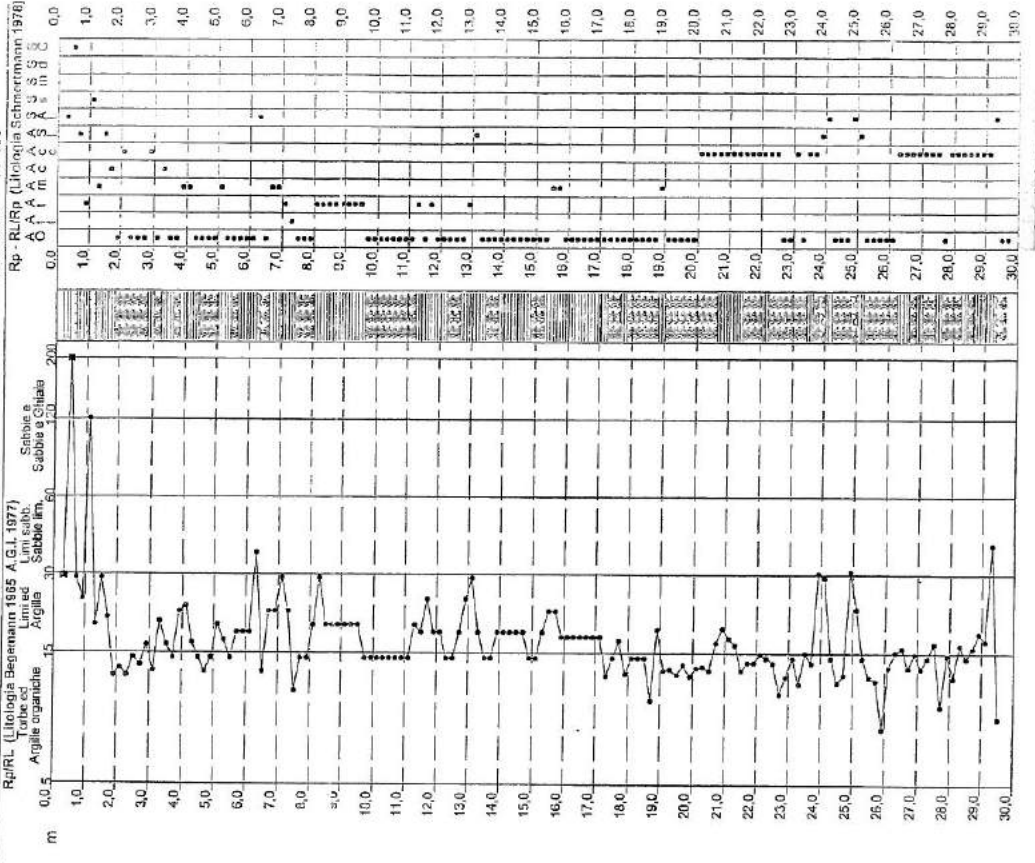
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

2.010r08-013

- committente : Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzelli
- lavoro : Saint Gobain Glass
- località : Pisa (PI)
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 02/04/2007
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falsa con lettura
- scala vert. : 1 : 150



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECCNICI

Committente: Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzetti
Inviato: Saint Gobain Glass
Località: Pisa (PI)
Nota: Livello acqua non misurato nel foro

data: 02/04/2007
quota inizio: Piano campagna
prof. falda: Falda non rilevata
pagina: 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECCNICI

Committente: Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzetti
Inviato: Saint Gobain Glass
Località: Pisa (PI)
Nota: Livello acqua non misurato nel foro

data: 02/04/2007
quota inizio: Piano campagna
prof. falda: Falda non rilevata
pagina: 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECCNICI

Committente: Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzetti
Inviato: Saint Gobain Glass
Località: Pisa (PI)
Nota: Livello acqua non misurato nel foro

data: 02/04/2007
quota inizio: Piano campagna
prof. falda: Falda non rilevata
pagina: 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECCNICI

Committente: Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzetti
Inviato: Saint Gobain Glass
Località: Pisa (PI)
Nota: Livello acqua non misurato nel foro

data: 02/04/2007
quota inizio: Piano campagna
prof. falda: Falda non rilevata
pagina: 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

-committente : Studio ENKI - Ing. Andrea Mazzelli
-lavoro : Saint Gobain Glass
-località : Pisa (PI)
-note : Livello acqua non misurato nel foro

-data : 02/04/2007
-quota inizio : Piano campagna
-prof. falda : 0,45 m da quota inizio
-pagina : 2

Prof. m	Ri kg/cm ²	Ra kg/cm ²	Rp kg/cm ²	Rd kg/cm ²	Rt kg/cm ²	Ri/Rt	Ra/Rt	Rp/Rt	Rd/Rt	Dr %	Dati								e _{av} %	e _{sv} %	e _{vs} %	e _{av} %	e _{sv} %	e _{vs} %	e _{av} %	e _{sv} %	e _{vs} %	v _v %	v _v %	v _v %	v _v %	v _v %	v _v %	v _v %	v _v %	v _v %	
											015	025	035	045	055	065	075	085																			095
20,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
19,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
18,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
17,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
16,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
15,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
14,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
13,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
12,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
11,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
10,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
9,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
8,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
7,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
6,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
5,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
4,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
3,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
2,00	14	387	0,93	1,63	0,43	1,4	348	687	56	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0

C.P.T.
CONE PENETRATION TEST
Penetrometro Statico da 20 tonnellate
munito di punta Begemann

Cantiere : Saint Gobain Glass

Numero prove : 4

Committente :
Località :
Comune : Pisa
Data : 2-apr-07

Legenda

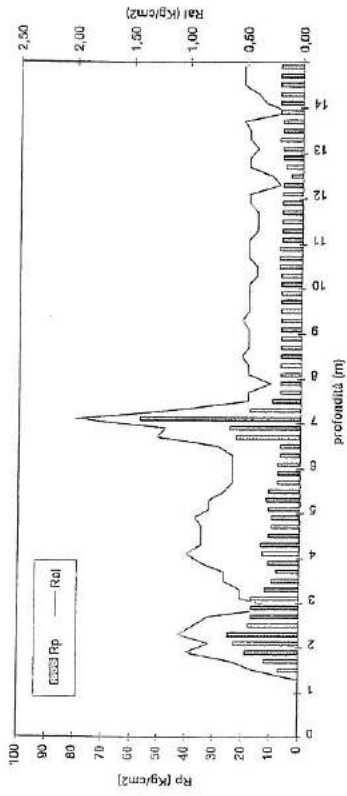
- Rpt : resistenza totale di punta
- Rat : resistenza laterale totale + resistenza totale di punta
- Rtot : resistenza totale
- Rp : resistenza di punta
- Ral : resistenza laterale
- Rp/Ral : rapporto Begemann
- φ : angolo d'attrito
- Cu : coesione non drenata
- mv : coefficiente di compressibilità volumetrica

- SG : sabbie e ghiaie
- S : sabbie
- SI : sabbie limose
- Ls : limi sabbiosi
- L : limi
- AI : argille limose
- A : argille

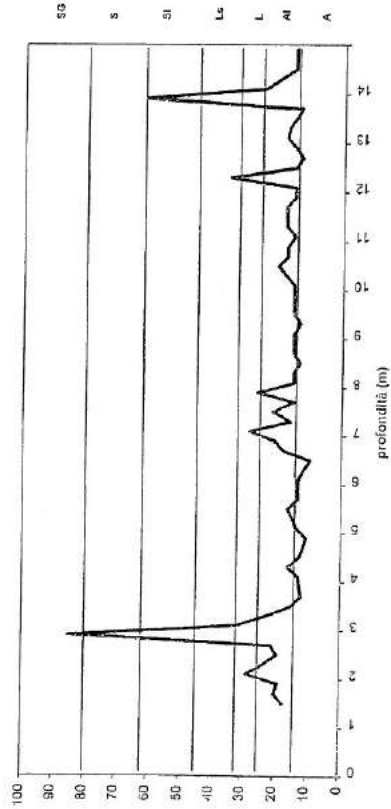
Tiscali Pubblica Istruzione
 Via Montebelli 42 - 50038 Pisa - Tel. 0587-730132 - FAX 733033

Prova n° 1

Committente : Saint Gobain Glass
 Cantiere : Pisa
 Località : Pisa
 Comune : Pisa
 Data : 2-apr-07



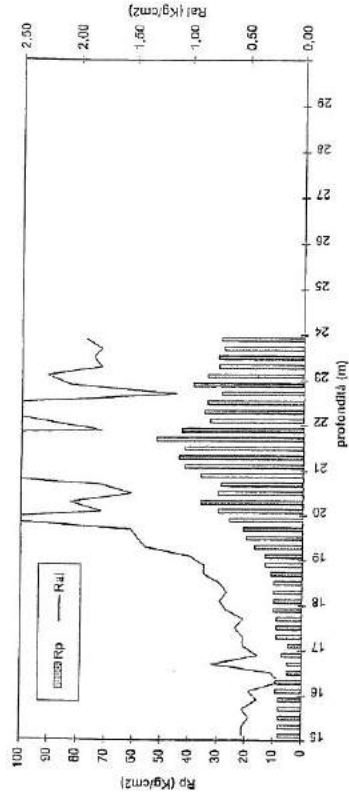
Rapporto Bogenmana



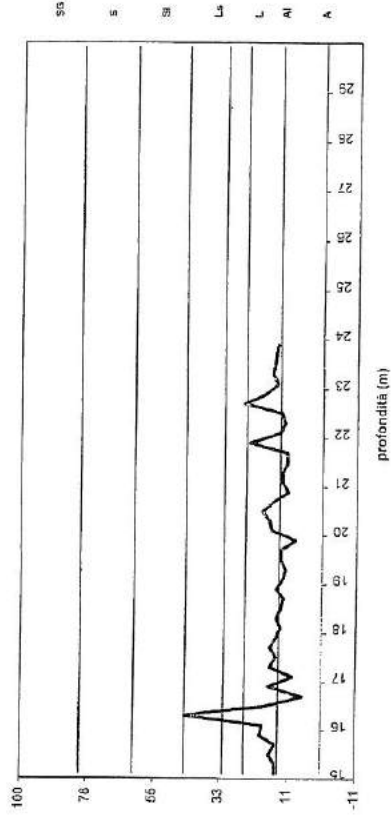
Tiscali Pubblica Istruzione
 Via Montebelli 42 - 50038 Pisa - Tel. 0587-730132 - FAX 733033

Prova n° 1

Committente : Saint Gobain Glass
 Cantiere : Pisa
 Località : Pisa
 Comune : Pisa
 Data : 2-apr-07



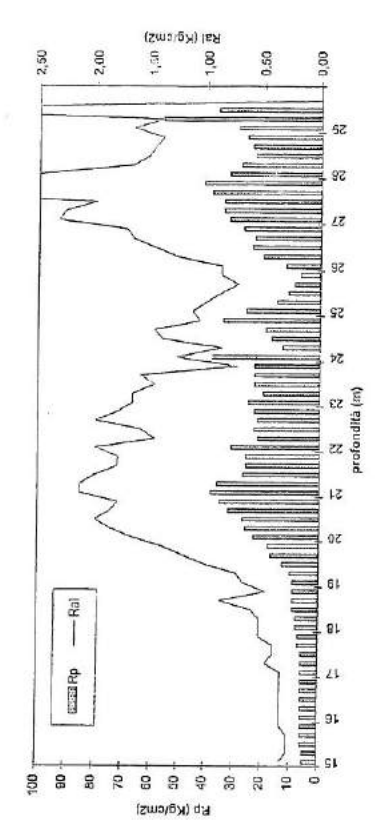
Rapporto Bogenmann



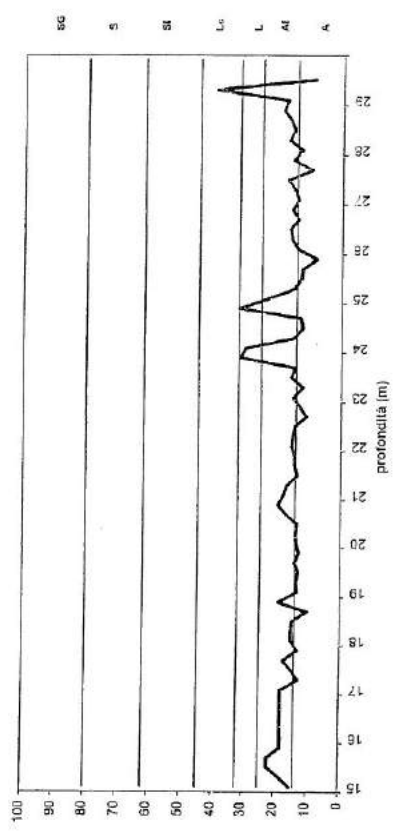
Terrano Pugliesi geologia
 Via Michelangelo 42 - 50038 Pomasio - Tel. 0587-239212 - FAX 731033

Prova n° 2

Committente : Saint Gobain Glass
 Cantiere :
 Località : Pilea
 Comune :
 Data : 2-apr-07



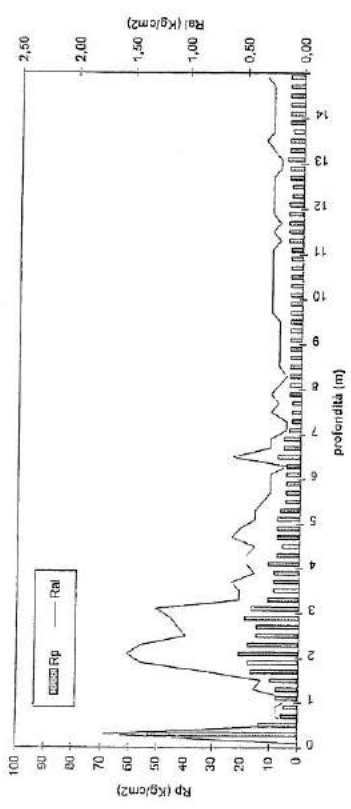
Rapporto Begemann



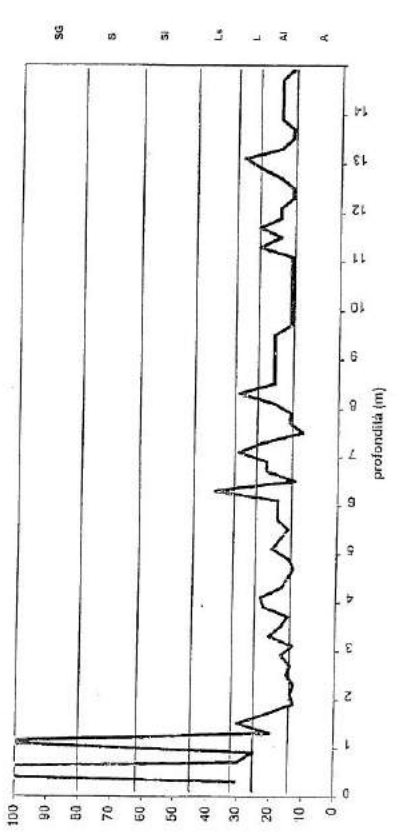
Terrano Pugliesi geologia
 Via Michelangelo 42 - 50038 Pomasio - Tel. 0587-239212 - FAX 731033

Prova n° 2

Committente : Saint Gobain Glass
 Cantiere :
 Località : Pilea
 Comune :
 Data : 2-apr-07



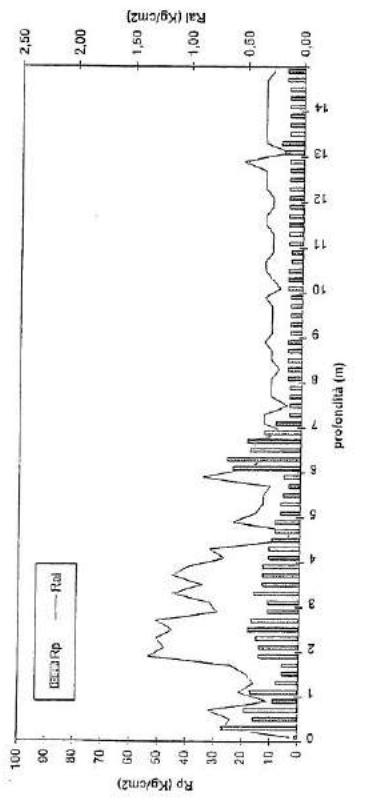
Rapporto Begemann



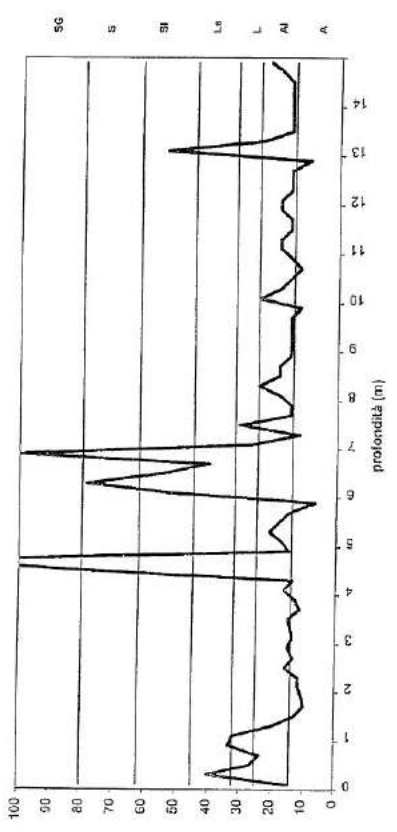
Tollerato Pugliese Geolab
 Via Mazzini n° 42 - 56038 Pontecorvo - Tel. 0587-730312 - FAX 730332

Provan° 3

Committente : Saint Gobain
 Cantiere : Saint Gobain Glass
 Località : Pisa
 Comune : Pisa
 Data : 2-apr-07



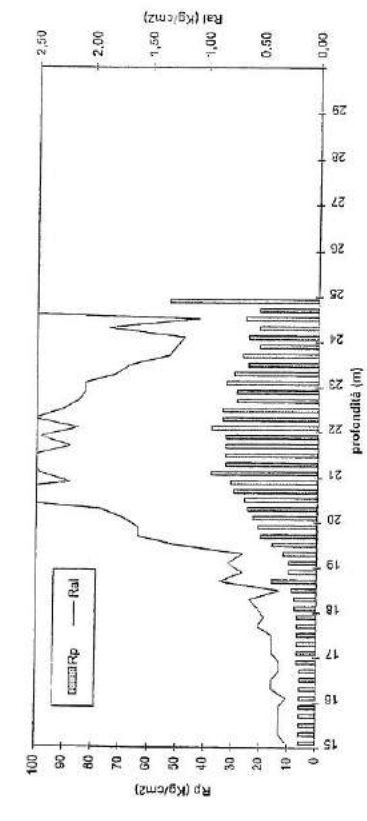
Rapporto Begemann



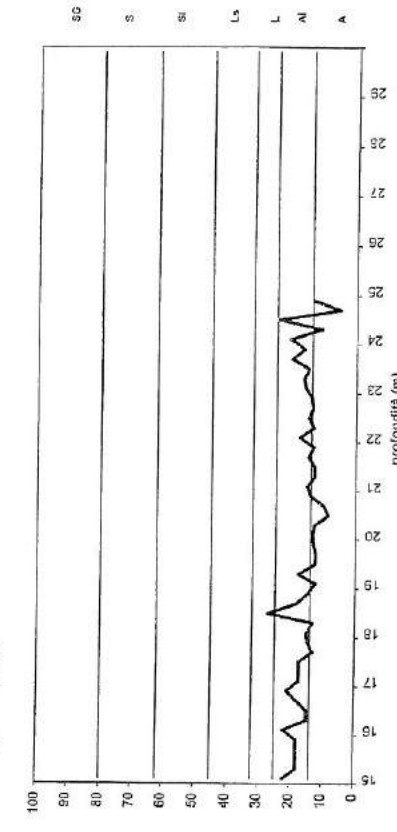
Tollerato Pugliese Geolab
 Via Mazzini n° 42 - 56038 Pontecorvo - Tel. 0587-730312 - FAX 730332

Provan° 3

Committente : Saint Gobain
 Cantiere : Saint Gobain Glass
 Località : Pisa
 Comune : Pisa
 Data : 2-apr-07

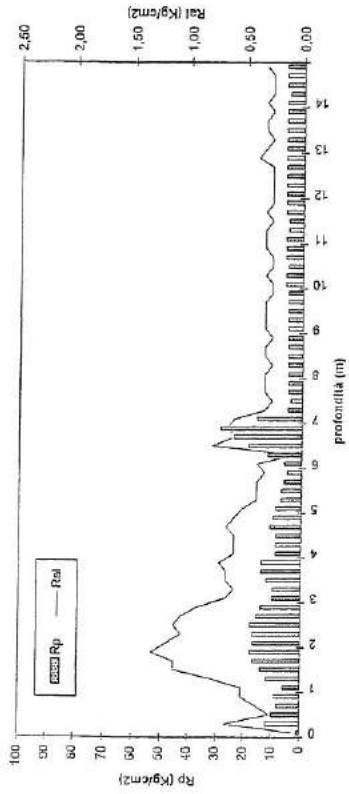


Rapporto Begemann

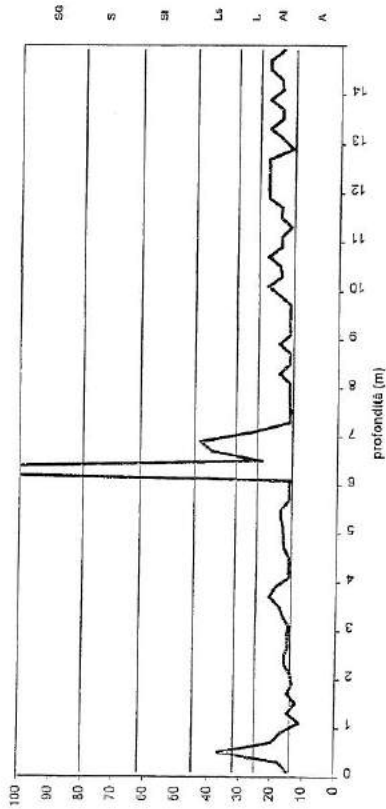


Prova n° 4

Committente : Saint Gobain Glass
Cantiero :
Località : Pika
Comune :
Data : 2-apr-07

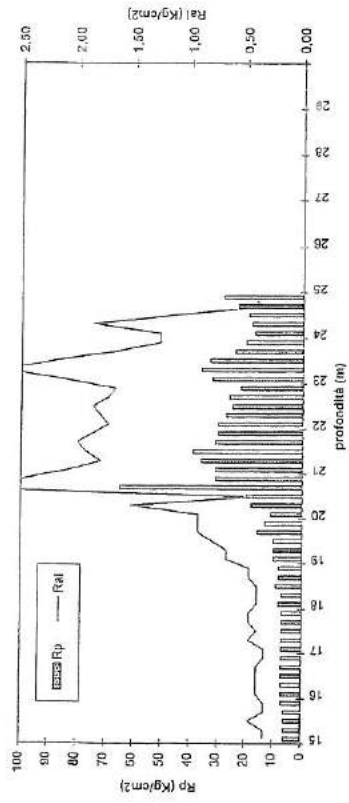


Rapporto Beigemann

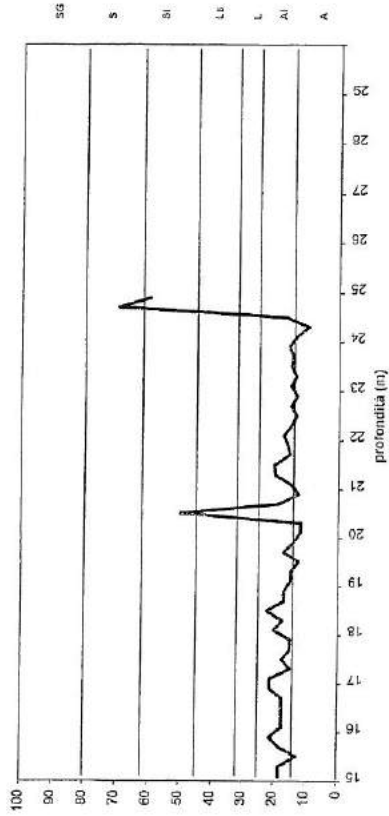


Prova n° 4

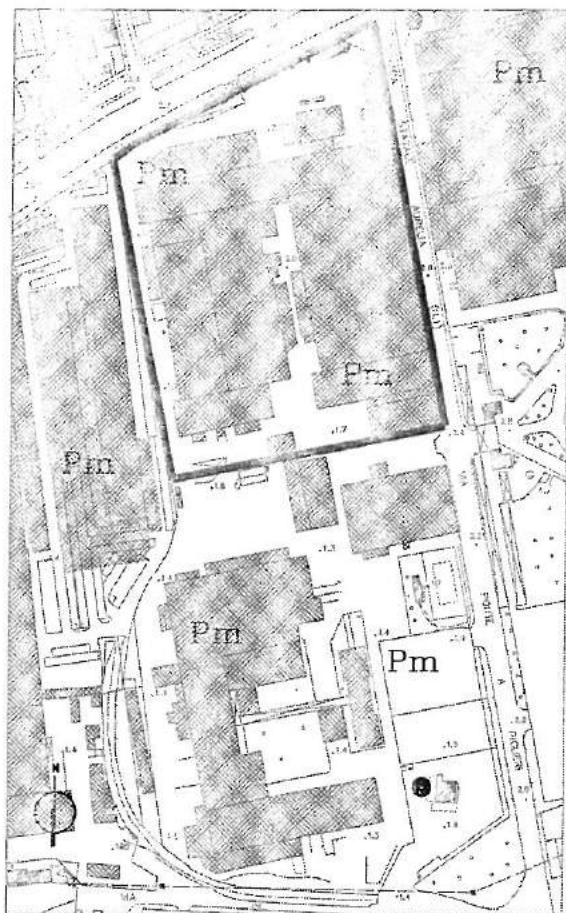
Committente : Saint Gobain Glass
Cantiero :
Località : Pika
Comune :
Data : 2-apr-07



Rapporto Beigemann






Appendice n° 16



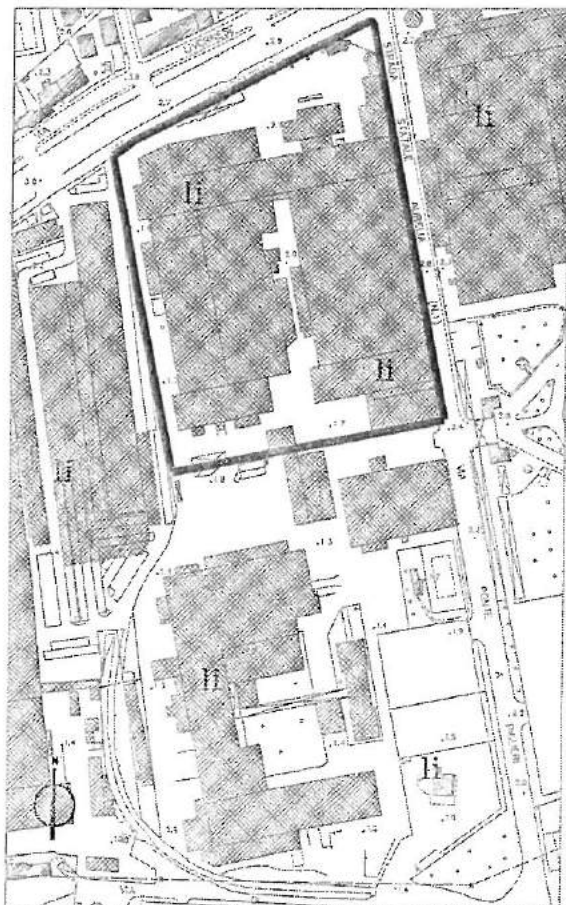
CARTA IDROGEOLOGICA SCHEMATICA

Scala 1:2.000

Legenda

-  Rocce a permeabilità media per porosità
-  Ubicazione pozzo
-  Ubicazione area di indagine



Appendice n° 15



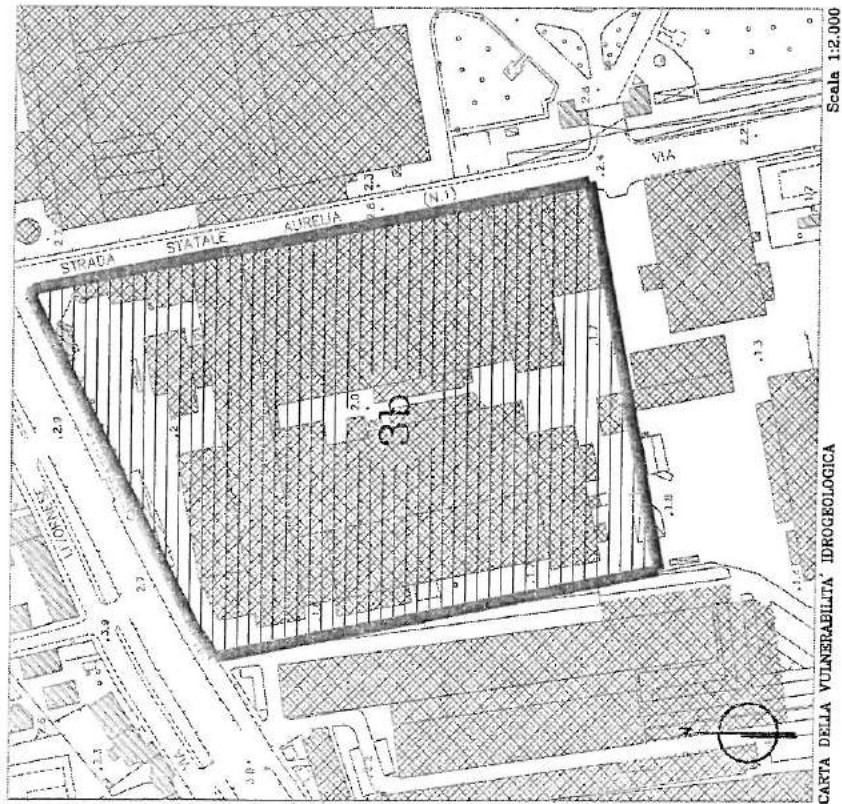
CARTA LITOLOGICO-TECNICA

Scala 1:2.000

Legenda

-  Terreni prevalentemente limosi
-  Ubicazione area di indagine

Appendice n° 17



Legenda

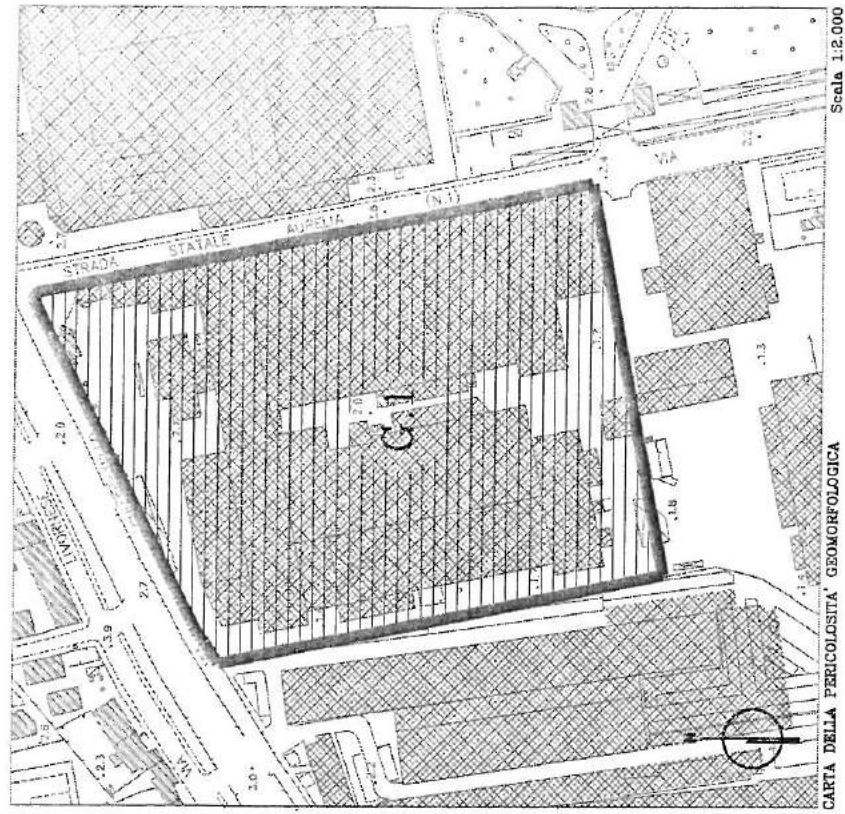


Vulnerabilità idrogeologica media - sottoclasse b



Ubicazione area di indagine

Appendice n° 18



Legenda

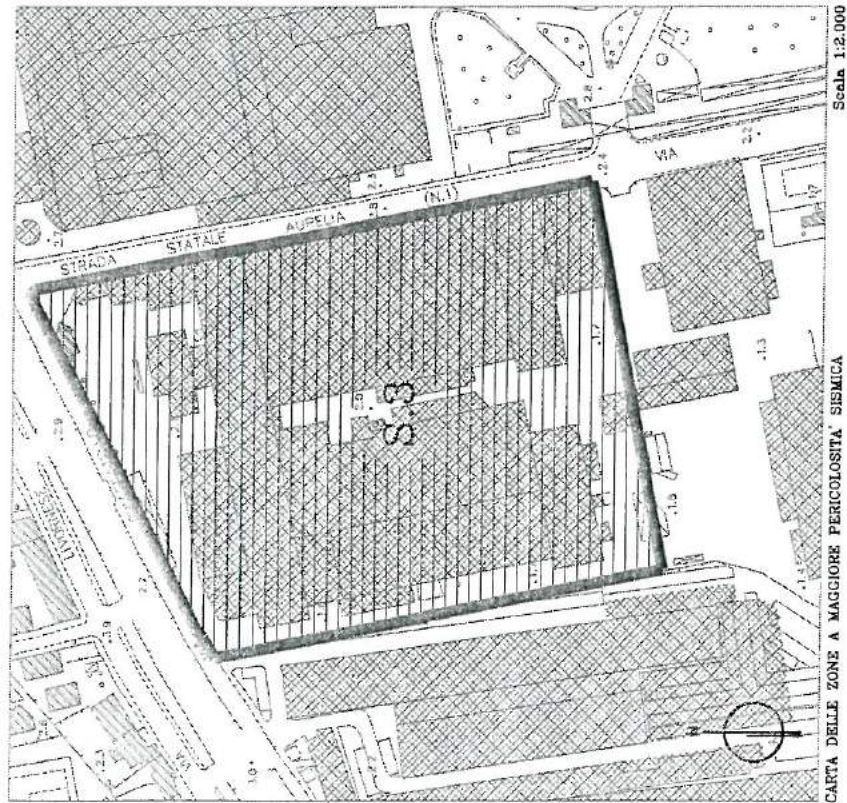


Pericolosità geomorfologica bassa



Ubicazione area di indagine

Appendice n° 19



Legenda

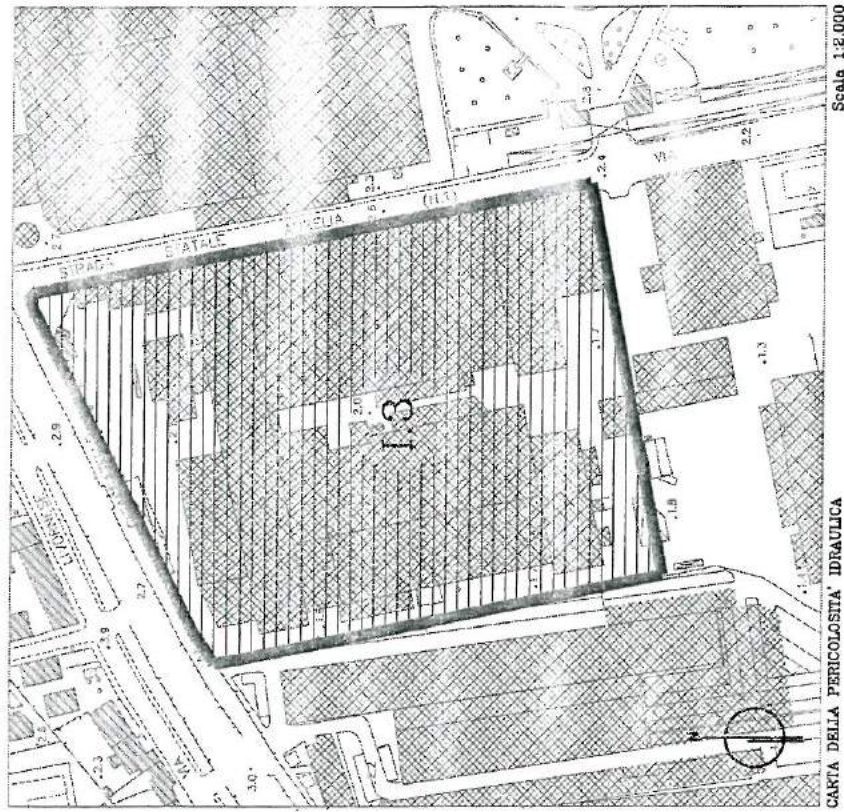


Pericolosità sismica locale elevata



Ubicazione area di indagine

Appendice n° 20



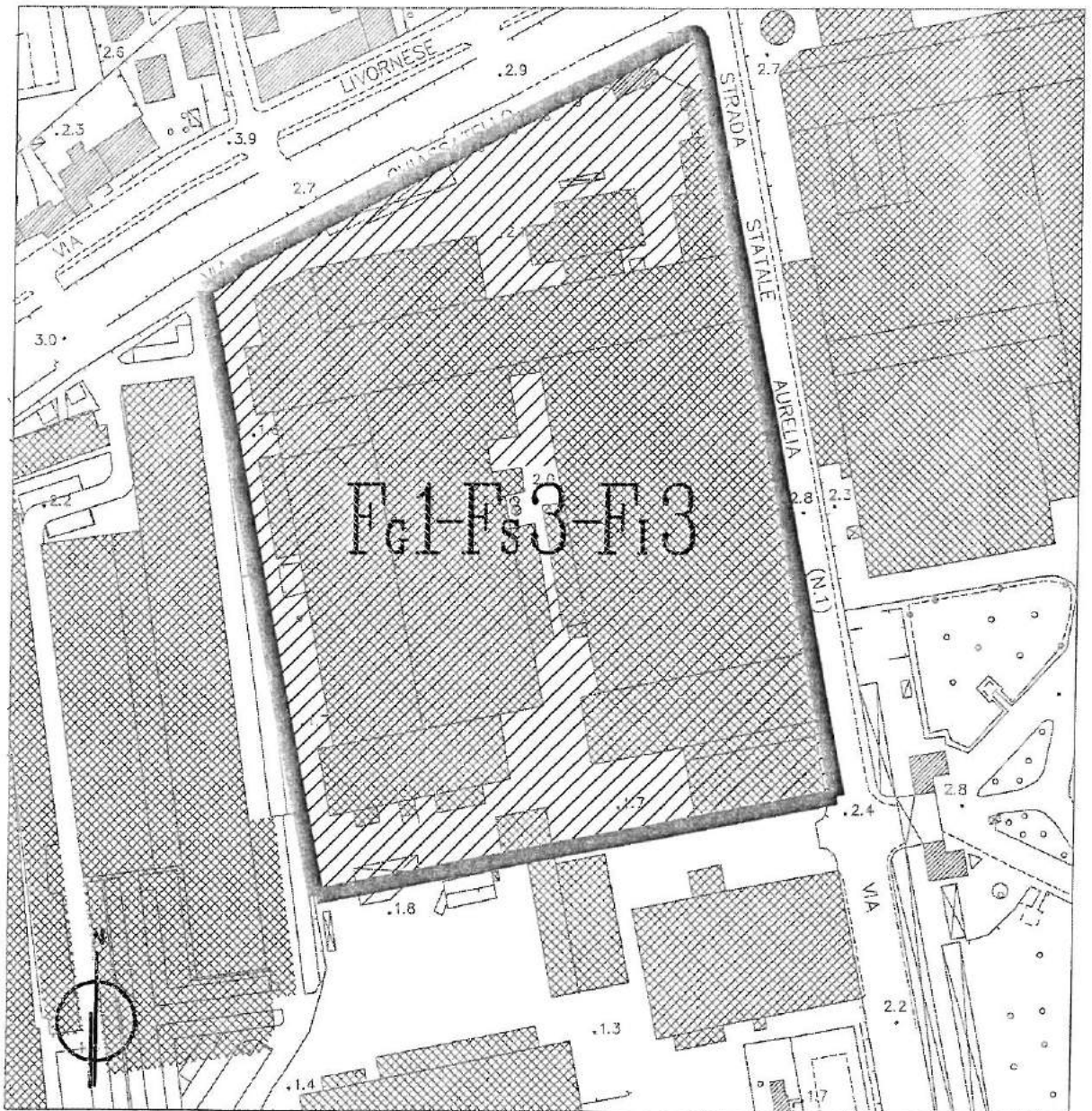
Legenda



Pericolosità idraulica elevata



Ubicazione area di indagine



CARTA DELLA FATTIBILITA'

Scala 1:2.000

Legenda

Fg1 FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

Fs3 FATTIBILITA' SISMICA CONDIZIONATA

Fi3 FATTIBILITA' IDRAULICA CONDIZIONATA



Ubicazione area di indagine

Comune di Pisa


SAINT-GOBAIN
GLASS

Stabilimento di Pisa

Area ovest - Variante al Regolamento Urbanistico



Valutazione sul rischio idraulico, Stato Attuale - Stato di Variante

P&I srl
Prof.Ing. Stefano Pagliara
Giugno 2007

Ing. STEFANO PAGLIARA
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 1200 Sezione A
INGEGNERIE CIVILI E AMBIENTALI
INDUSTRIALI, DELL'INFORMAZIONE



COMUNE DI PISA



Studio Ing. S.Pagliara

Calcolo idraulico e delle
esondazioni, mediante
modellazione matematica, per la
proposta di variante al R.U. per la
riqualificazione dell'area Ovest
Saint Gobain

Relazione idraulica

Il tecnico incaricato:	Data: giugno 2007	Versione:
Prof. Ing. Stefano Pagliara		

RELAZIONE IDRAULICA

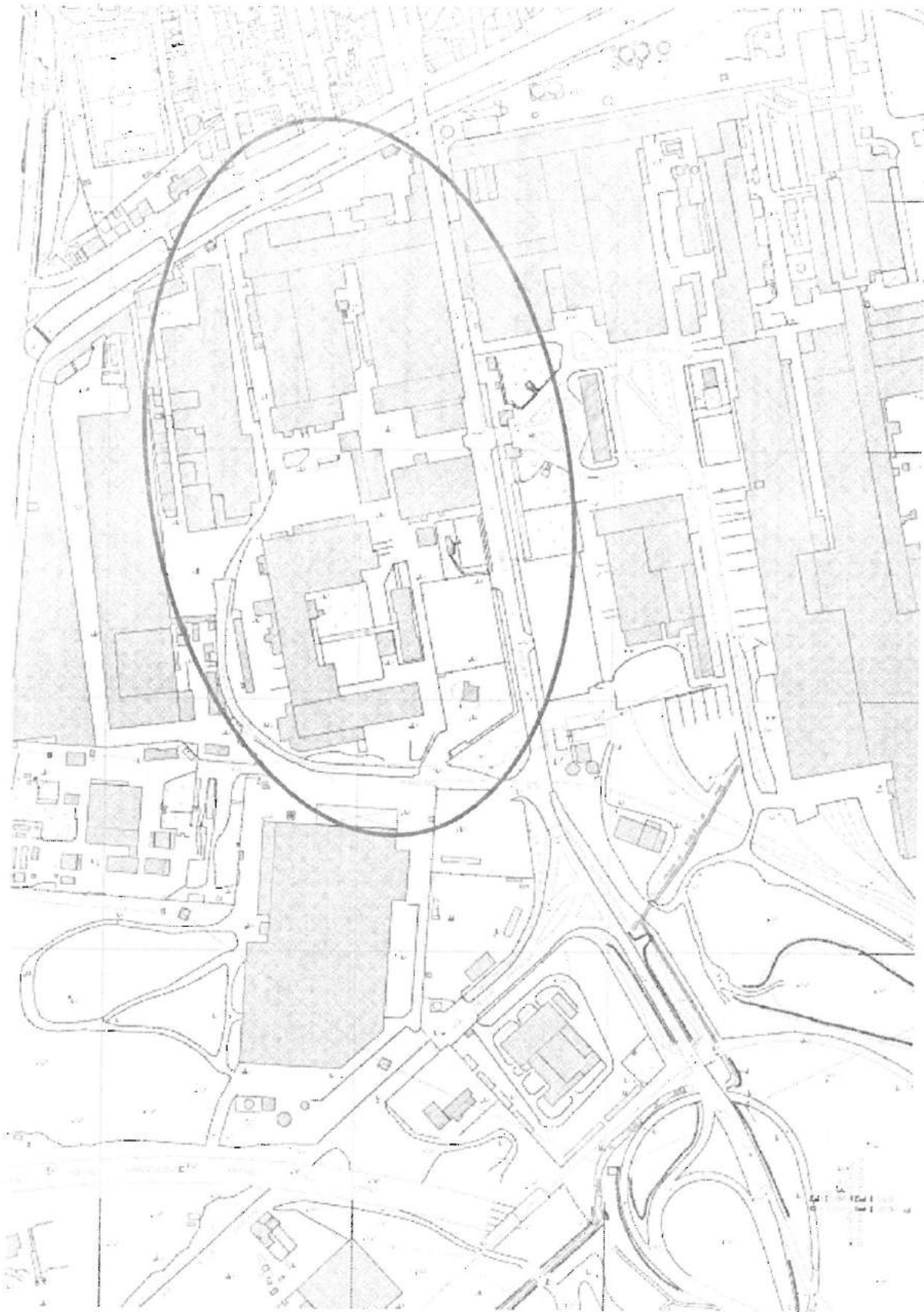
Calcolo idraulico e delle esondazioni, mediante modellazione matematica, per la proposta di variante al R.U. per la riqualificazione dell'area Ovest Saint Gobain

1.PREMESSA

Il presente lavoro riguarda il rischio idraulico e il suo superamento relativamente alla realizzazione di variante al R.U. per la riqualificazione dell'area Ovest Saint Gobain .

2.DESCRIZIONE DELLA ZONA OGGETTO DELLO STUDIO

La zona in studio e' relativa alla parte di mezzogiorno dell'abitato di Pisa; in particolare e' la zona ad ovest degli stabilimenti Saint Gobain.



1. Zona di interesse

Tale area risulta classificata come area a pericolosità idraulica PI2 ai sensi del PAI dell'AdB del Fiume Arno come riportato nella figura seguente.



2. PAI F:Arno

Per la realizzazione del progetto risulta quindi necessario il calcolo della lama d'acqua nello stato attuale e di progetto ai fini della sicurezza e della mitigazione.

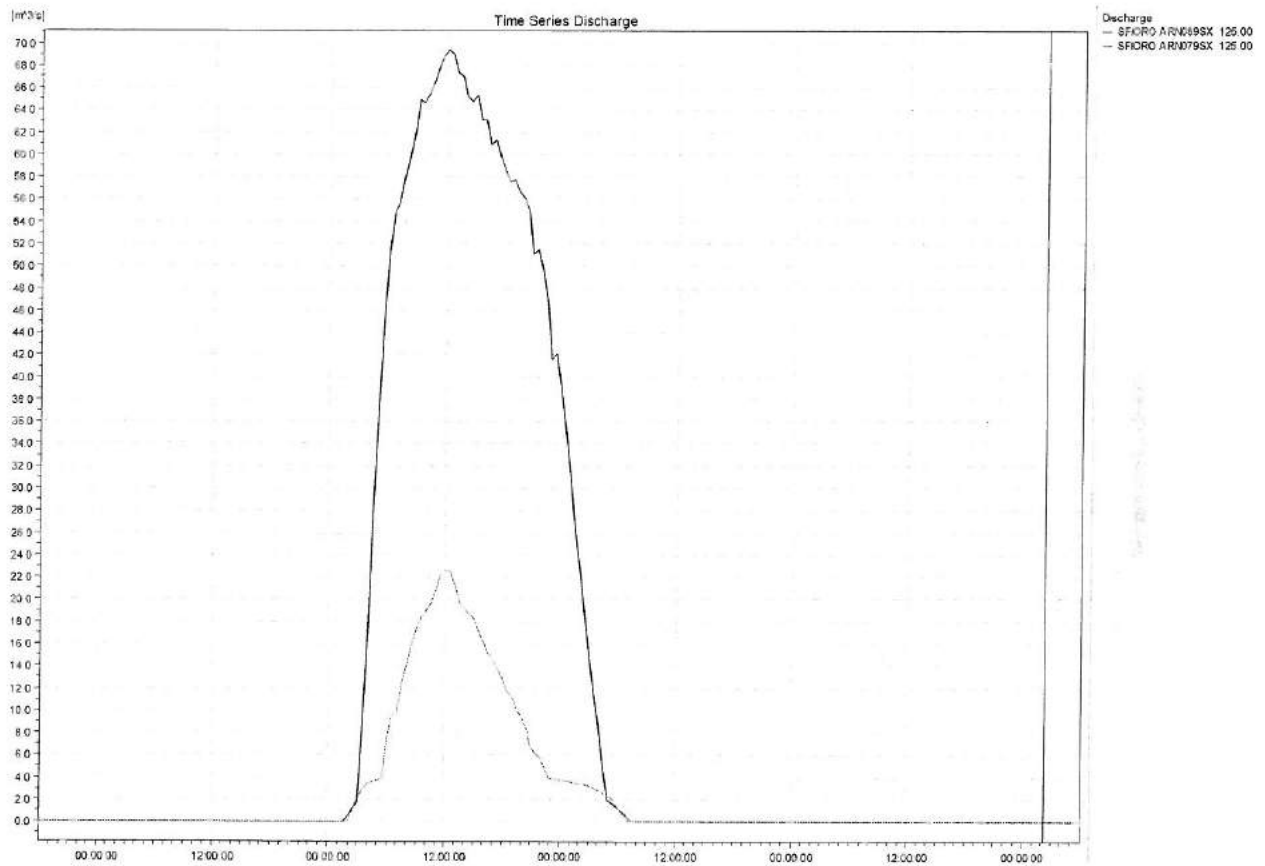
Calcolo idraulico

Le esondazioni sono quelle relative al fiume Arno per la piena avente tempi di ritorno pari a 200 anni.

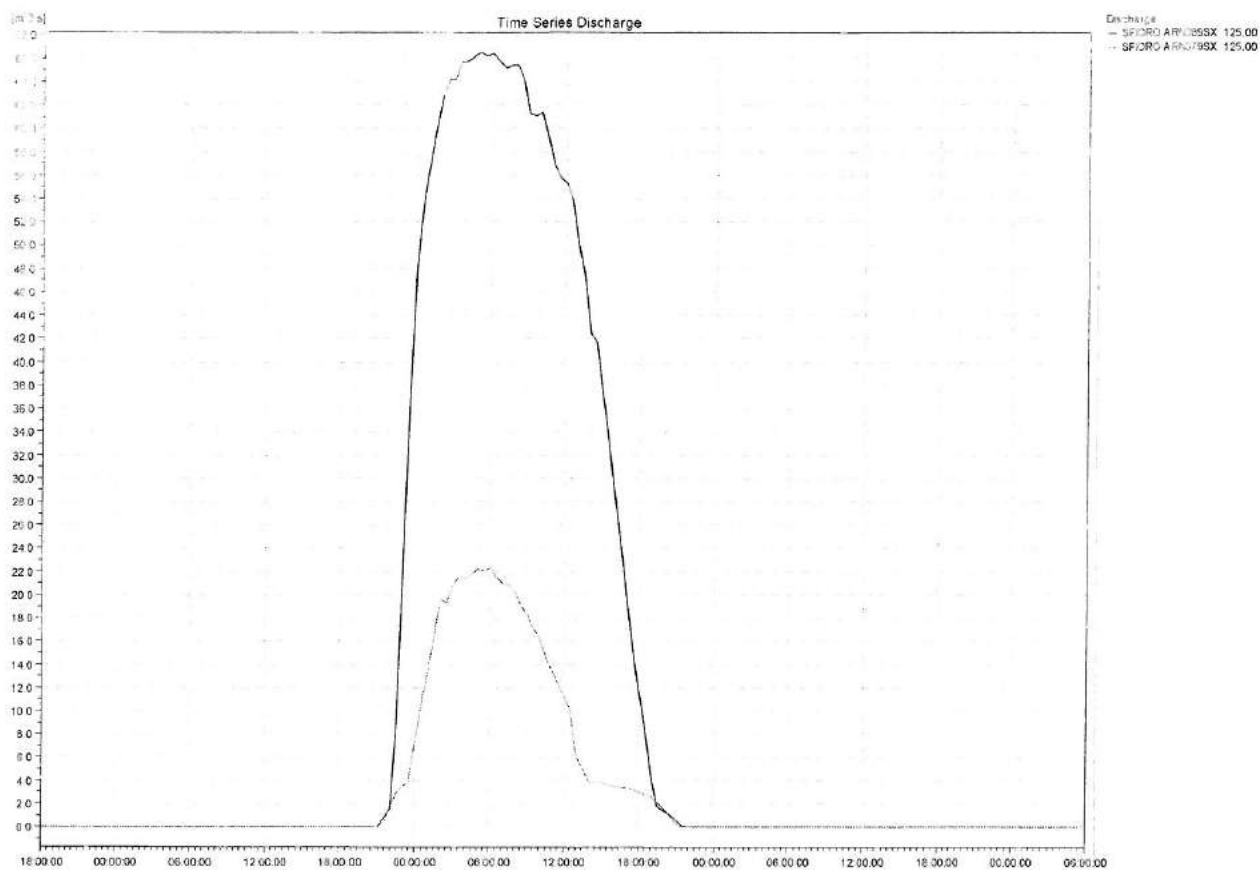
Il fiume Arno, per tempi di ritorno pari a 200 anni esonda al ponte di mezzo e nel tratto a monte sia in destra che in sinistra idrografica. Inoltre abbiamo delle esondazioni, seppur limitate, in SX subito a valle del ponte dell'Aurelia che quindi interessano l'area esaminata. Stessi punti di esondazione

sono presenti per $Tr=100$ anni, mentre per $Tr=30$ anni, non si hanno esondazioni dell'anno che possano raggiungere l'area di interesse.

Le portate di esondazione immesse nel modello sono riportate nelle figure seguenti:



3. Idrogrammi di esondazione dal F.Arno in Sx: stato attuale $Tr=200$ $t= 24h$



3. Idrogrammi di esondazione dal F. Arno in Sx (sez. 89 e 79): stato attuale $Tr_{200} t = 36h$

Si ha una ulteriore esondazione subito a valle del ponte della SS1 Aurelia che interessa marginalmente le aree in studio solo per $TR=200$ anni.

3. Canale dei Navicelli



4. Bacino del canale dei Navicelli nella zona di interesse

Il bacino risulta di circa 0.4 Km².

MODELLO IDROLOGICO

Per definire il regime pluviometrico della zona in oggetto e trovare quindi gli idrogrammi di piena relativi ai vari tempi di ritorno si è fatto riferimento ai dati relativi alle piogge intense ($t < 1$ ora) ed ai dati di durata compresa tra 1 e 24 ore registrate alle stazioni pluviometriche di Pisa. Per ciascuna durata sono stati raccolti i valori massimi relativi a ciascun anno del periodo di osservazione che arriva fino all'anno 1996. I dati suddetti sono stati ricavati dall'esame degli Annali Idrologici, parte prima, pubblicati dal Servizio Idrografico Sezione di Pisa.

Tali dati sono stati sottoposti ad analisi statistica utilizzando diverse distribuzioni teoriche.

In particolare l'elaborazione dei dati è stata effettuata con:

- distribuzione di Gumbel;
- distribuzione GEV (Generalized Extreme Value)
- LN3 (Log Normale a 3 parametri)
- LP3 (Log Pearson a 3 parametri)
- P3 (Pearson a 3 parametri)
- Distribuzione TCEV

Tali metodi, nota la serie cronologica dei valori assunti da una certa grandezza (in questo caso le piogge di data durata), consente di individuare sia i valori di tale grandezza corrispondenti ad un prefissato tempo di ritorno T_r , che cioè hanno probabilità di verificarsi non più di una volta in un dato intervallo di anni, sia il tempo corrispondente ad un dato valore della grandezza in esame

Il valore del tempo di ritorno è legato a quello della probabilità di superamento (probabilità che l'evento X assuma un valore maggiore od uguale ad x) dalla seguente relazione :

$$P(X > x) = 1/T_r$$

Il valore della probabilità di non superamento risulta:

$$P(X > x) = 1 - P(X < x) = 1 - 1/T_r$$

Nelle figure seguenti sono riportati, come esemplificazione alcune elaborazioni effettuate sulle serie storiche considerate.

Nel caso della distribuzione tipo GEV i parametri sono stati calcolati con il metodo degli L-Moments (Hosking, 1985). Per la LN3 e LP3 con il metodo della massima verosomiglianza, per la P3 e per Gumbel con il metodo dei momenti.

Le curve di possibilità climatica sono espresse nella forma :

$$h = 32 t^{0.265} Tr^{0.231} \quad (\text{Pagliara-Viti, 1990})$$

con t espresso in ore, Tr in anni ed h in millimetri di pioggia.

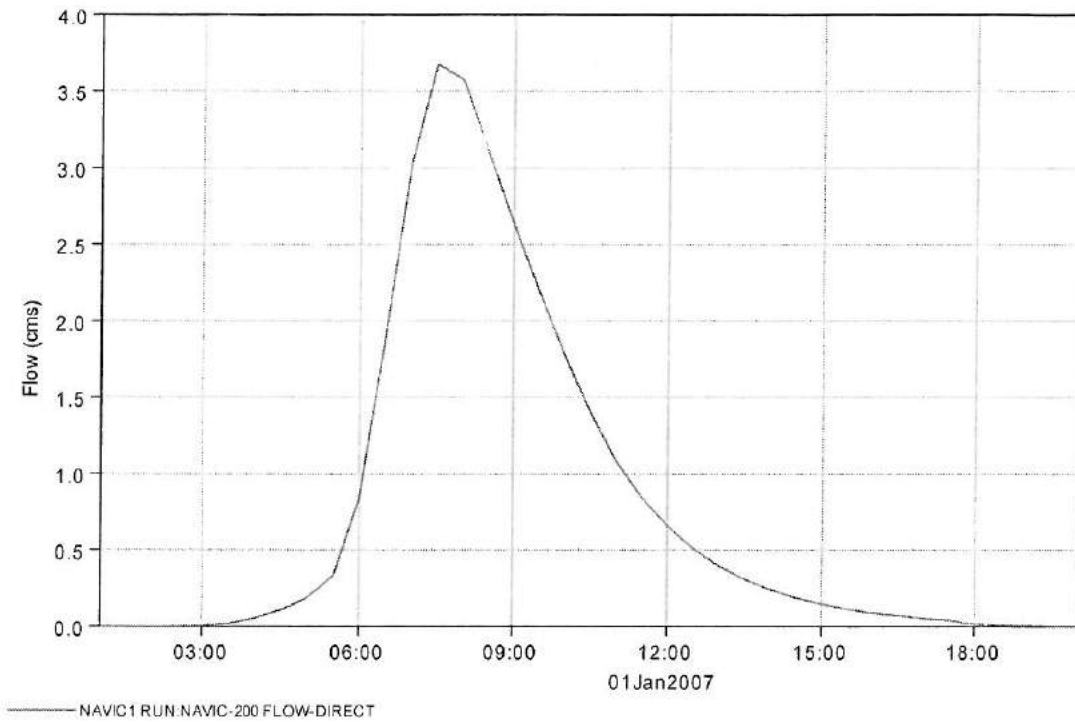
Nel caso in esame , tra le varie procedure disponibili si e' utilizzata lo ietogramma tipo "Chicago".

CALCOLO DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA

Per la determinazione degli idrogrammi di piena in corrispondenza delle sezioni di chiusura di tutti i bacini esaminati si e' utilizzato un algoritmo di calcolo che, per la trasformazione afflussi-deflussi, si basa sull'impiego dell'idrogramma sintetico tipo Clark.

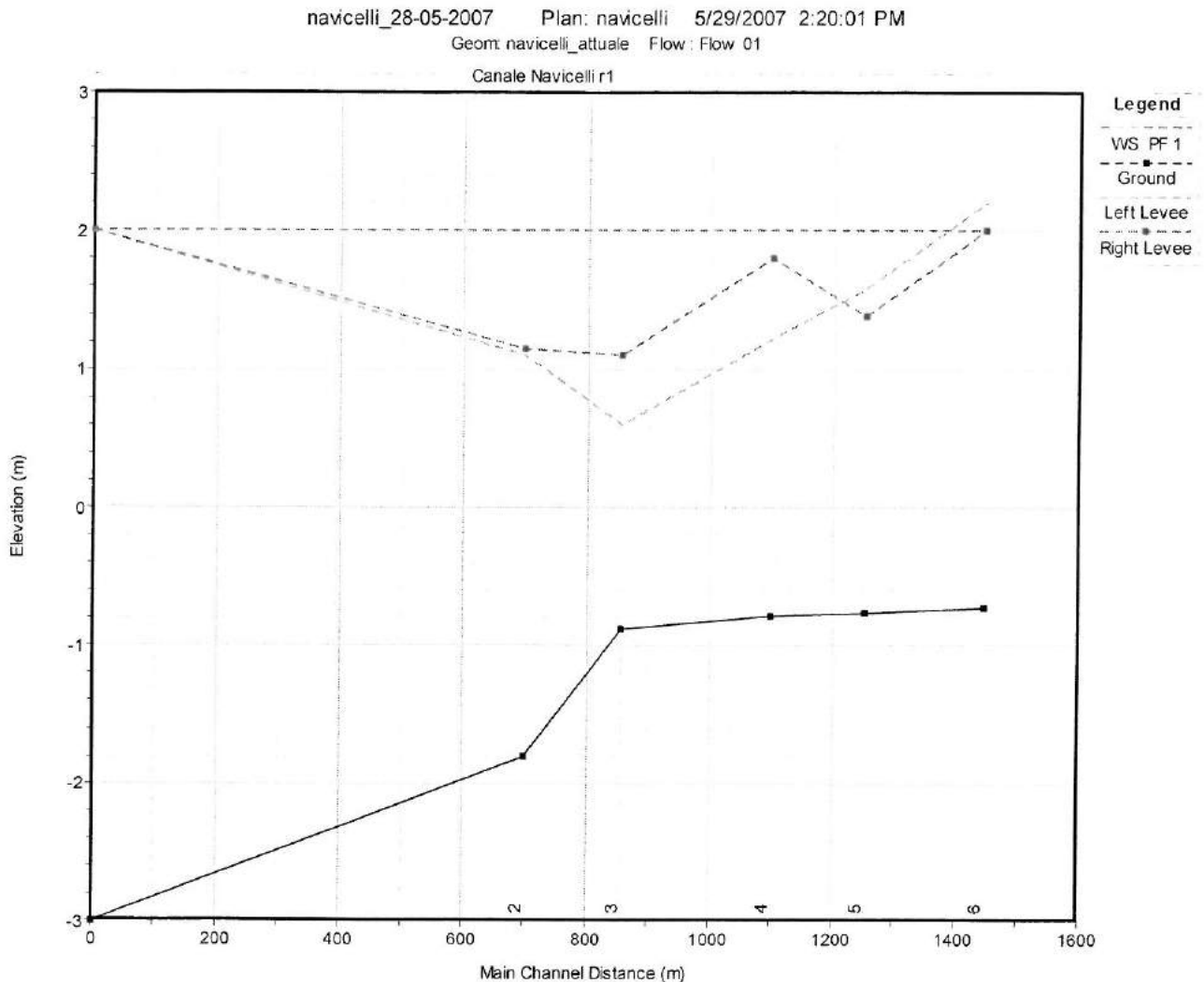
Nel caso specifico e' stato adottato, per simulare le perdite di bacino, il metodo SCS- CURVE NUMBER (SCS, 1972), che è basato sulle curve di precipitazione e perdita cumulate ed in cui in funzione del tipo di suolo, del suo uso e del grado di imbibizione dello stesso, viene calcolato istante per istante il quantitativo di pioggia che va a produrre il deflusso.

Di seguito viene riportato l'idrogramma di piena (**ascissa in ore e ordinate in mc/s**):



5. Idrogramma C. Navicelli per $Tr=200$ anni nella zona in studio

Il profilo longitudinale del canale dei Navicelli, ricavato dalle sezioni di calcolo e ponendo la condizione gravosa corrispondente all'entrata in funzione dello scolmatore d'Arno e' riportato nella figura seguente.



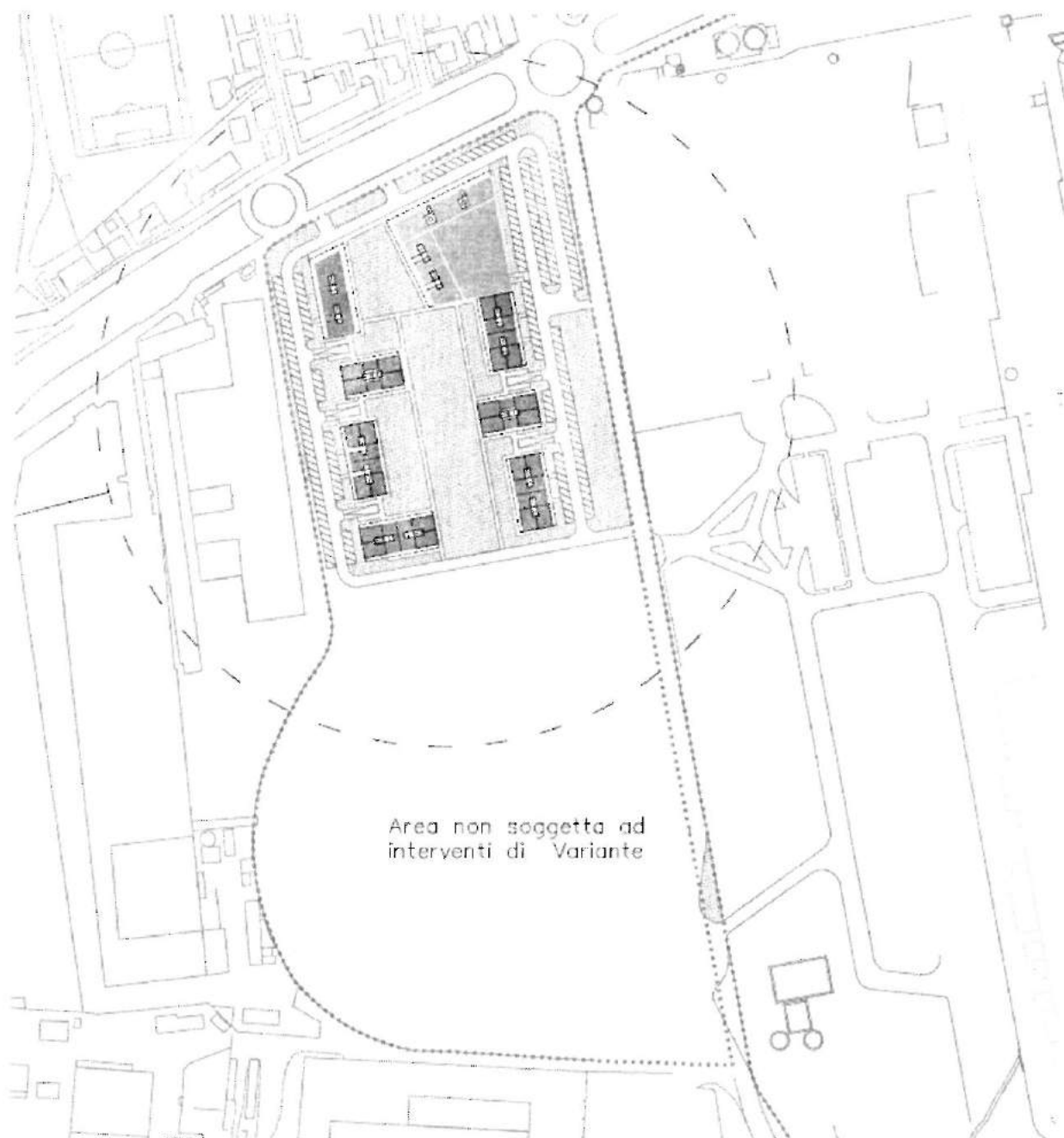
Si hanno esondazioni diffuse che vengono considerate nel successivo modello di esondazione. Per $Tr=100$ e 30 anni il canale dei Navicelli continua a esondare, seppur con volumi inferiori. Nelle tavole allegate sono riportate le esondazioni relative allo stato attuale per 100 e 30 anni.

RETICOLO ACQUE ALTE E BASSE

Nella zona non sussiste nessun canale di acque basse che possa creare allagamenti nell'area di interesse se si escludano i collettori di fognatura pluviale che non rientrano nel presente studio.

STATO DI PROGETTO

Lo stato di progetto risulta in una riqualificazione dell'area. Nella figura seguente e' riportato uno stralcio della situazione di progetto.



6. situazione di progetto

4.CALCOLO DELLE AREE ALLAGATE

COSTRUZIONE DEL DTM

La realizzazione di un DTM dell'area in esame ha avuto come scopo quello di rappresentare il piano di campagna attraverso un dataset di punti georeferenziati (x,y,z) distribuiti regolarmente secondo un reticolo di maglia quadrata e di lato 8 m.

Metodologia di lavoro:

- Acquisizione della cartografia di base disponibile:
 - ✓ CTR vettoriale a scala 1: 10.000 ;
 - ✓ CTR vettoriale a scala 1: 2.000;
- Georeferenzazione degli elementi topografici raster;

CALCOLO IDRAULICO IN MOTO VARIO BIDIMENSIONALE

Il calcolo idraulico è stato effettuato a moto permanente lungo i corsi d'acqua ed a moto vario bidimensionale per quanto riguarda la propagazione delle esondazioni.

Il calcolo del profilo di rigurgito a moto permanente viene effettuato risolvendo l'equazione dell'energia con le perdite di carico distribuite valutate mediante l'equazione di Manning, sono calcolate inoltre le perdite di carico localizzate dovute a repentini cambiamenti di sezione nonché alla presenza di manufatti come ponti stramazzi e briglie.

Il calcolo è stato effettuato propagando, per ciascuna sezione del F.Arno risultata idraulicamente insufficiente del tratto preso in considerazione, le acque di esondazione sulla pianura alluvionale.

Il calcolo è stato effettuato mediante un modello di simulazione in moto vario bidimensionale (l'unico che permetta, con un ottimo grado di precisione il calcolo della propagazione delle acque di esondazione). In particolare è stato usato il modello **FIM2D** (Pagliara 1997-2007®).

Il modello matematico usato simula il flusso bidimensionale a superficie libera mediante il sistema alle derivate parziali, iperbolico, non lineare, delle equazioni complete di De Saint Venant.

Le equazioni di continuità e del moto nelle due direzioni possono essere scritte,

Ing. Stefano Pagliara, Via Borsellino, 14 – 56100 – Pisa tel. 050 830856

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (uM)}{\partial x} + \frac{\partial (vM)}{\partial y} + gh \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \tau_x = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial (uN)}{\partial x} + \frac{\partial (vN)}{\partial y} + gh \frac{\partial H}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \tau_y = 0 \quad (3)$$

con:

$$\tau_x = \frac{\rho g n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (4)$$

$$\tau_y = \frac{\rho g n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (5)$$

in cui g è l'accelerazione di gravità, x ed y sono le coordinate spaziali, t il tempo, h l'altezza d'acqua, u e v le componenti della velocità nelle due direzioni, $M = u \cdot h =$ flusso nella direzione x ; $N = v \cdot h =$ flusso della corrente nella direzione y , H è la quota della superficie libera, n il coefficiente di scabrezza di Manning, ρ la densità dell'acqua mentre τ_x e τ_y sono gli sforzi tangenziali al fondo, rispettivamente nelle direzioni x ed y .

Il metodo usato per la formulazione numerica delle equazioni (1)-(3) è quello originariamente proposto da Iwasa (Iwasa et al., 1980) e usa uno schema alle differenze finite di tipo esplicito.

L'equazione di continuità viene scritta nella forma seguente:

$$\frac{H_{i+1/2,j+1/2}^{n+3} - H_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}}{2\Delta t} + \frac{M_{i+1,j+1/2}^{n+2} - M_{i,j+1/2}^{n+2}}{\Delta x} + \frac{N_{i+1/2,j+1}^{n+2} - N_{i+1/2,j}^{n+2}}{\Delta y} = 0, \quad (6)$$

i vari termini nella eq.2 sono così esprimibili:

$$a) \frac{\partial M}{\partial t} = \frac{M_{i,j+1/2}^{n+2} - M_{i,j+1/2}^n}{2\Delta t} \quad (7)$$

$$b) \frac{\partial (uM)}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} \frac{1}{H_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{M_{i+1,j+1/2}^n + M_{i,j+1/2}^n}{2} \right)^2 -$$

$$(8) \quad \frac{1}{\Delta x} \frac{1}{H_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{M_{i,j+1/2}^n + M_{i-1,j+1/2}^n}{2} \right)^2$$

$$c) \frac{\partial(uN)}{\partial y} = \frac{1}{\Delta y} \frac{(M''_{i,j+1/2} + M''_{i,j+3/2})(N''_{i+1/2,j+1} + N''_{i-1/2,j+1})}{H''_{i-1/2,j+1/2} + H''_{i+1/2,j+1/2} + H''_{i-1/2,j+3/2} + H''_{i+1/2,j+3/2}} -$$

$$\frac{1}{\Delta y} \frac{(M''_{i,j+1/2} + M''_{i,j-1/2})(N''_{i+1/2,j} + N''_{i-1/2,j})}{H''_{i-1/2,j-1/2} + H''_{i+1/2,j-1/2} + H''_{i+1/2,j+1/2} + H''_{i-1/2,j+1/2}} \quad (9)$$

$$d) \quad gh \frac{\partial H}{\partial x} = g \cdot \left(\frac{H''_{i+1/2,j+1/2} + H''_{i-1/2,j+1/2}}{2} \right) \cdot$$

$$\left(\frac{H''_{i+1/2,j+1/2} - H''_{i-1/2,j+1/2}}{\Delta x} \right) \quad (10)$$

$$e) \quad \frac{1}{\rho} \tau_x = \frac{g m^2_{i,j+1/2} (\bar{u}_{i,j+1/2}) \sqrt{(u''_{i,j+1/2})^2 + (v''_{i,j+1/2})^2}}{\left((H''_{i+1/2,j+1/2} + H''_{i-1/2,j+1/2}) / 2 \right)^{1/3}} \quad (11)$$

i termini della equazione (3) possono essere così' scritti:

$$a) \quad \frac{\partial N}{\partial t} = \frac{N''_{i+1/2,j} - N''_{i+1/2,j}}{2 \Delta t} \quad (12)$$

$$b) \quad \frac{\partial(uN)}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} \frac{(M''_{i+1,j+1/2} + M''_{i+1,j-1/2})(N''_{i+1/2,j} + N''_{i+3/2,j})}{H''_{i+1/2,j+1/2} + H''_{i+1/2,j-1/2} + H''_{i+3/2,j-1/2} + H''_{i+3/2,j+1/2}} -$$

$$\frac{1}{\Delta x} \frac{(M''_{i,j+1/2} + M''_{i,j-1/2})(N''_{i-1/2,j} + N''_{i+1/2,j})}{H''_{i-1/2,j+1/2} + H''_{i-1/2,j-1/2} + H''_{i+1/2,j-1/2} + H''_{i+1/2,j+1/2}} \quad (13)$$

$$c) \quad \frac{\partial(uN)}{\partial y} = \frac{1}{\Delta y} \frac{1}{H''_{i+1/2,j+1/2}} \left(\frac{N''_{i+1/2,j} + N''_{i+1/2,j+1}}{2} \right)^2 -$$

$$\frac{1}{\Delta y} \frac{1}{H''_{i+1/2,j-1/2}} \left(\frac{N''_{i+1/2,j-1} + N''_{i+1/2,j}}{2} \right) \quad (14)$$

$$d) \quad gh \frac{\partial H}{\partial y} = g \cdot \left(\frac{H''_{i+1/2,j+1/2} + H''_{i+1/2,j-1/2}}{2} \right) \cdot$$

$$\left(\frac{H''_{i+1/2,j+1/2} - H''_{i+1/2,j-1/2}}{\Delta y} \right) \quad (15)$$

e')

$$\frac{1}{\rho} \tau_{i,j} = \frac{g u_{i+1/2,j}^2 \left(\bar{V}_{i+1/2,j} \right) \sqrt{\left(u_{i+1/2,j}'' \right)^2 + \left(v_{i+1/2,j}'' \right)^2}}{\left(\left(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} \right) / 2 \right)^{1/3}} \quad (16)$$

in cui:

$$\bar{u}_{i,j+1/2} = \frac{\left(M_{i,j+1/2}^{n+2} + M_{i,j+1/2}'' \right) / 2}{\left(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1} \right) / 2}$$

$$\bar{v}_{i+1/2,j} = \frac{\left(N_{i+1/2,j}^{n+2} + N_{i+1/2,j}'' \right) / 2}{\left(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} \right) / 2}$$

Il calcolo procede mediante la soluzione delle equazioni (2) e (3) per le incognite M^{n+2} e N^{n+2} in quanto i valori M^n , N^n e h^{n+1} sono specificati dalle condizioni iniziali o sono conosciuti dal precedente passo temporale. I valori M^{n+2} ed N^{n+2} sono sostituiti nella equazione di continuita' e quindi viene ricavata l'incognita h^{n+3} . La versione piu' recente del codice di calcolo prevede alcune modifiche nei termini non lineari, al fine di ottenere una migliore stabilita' dello schema numerico.

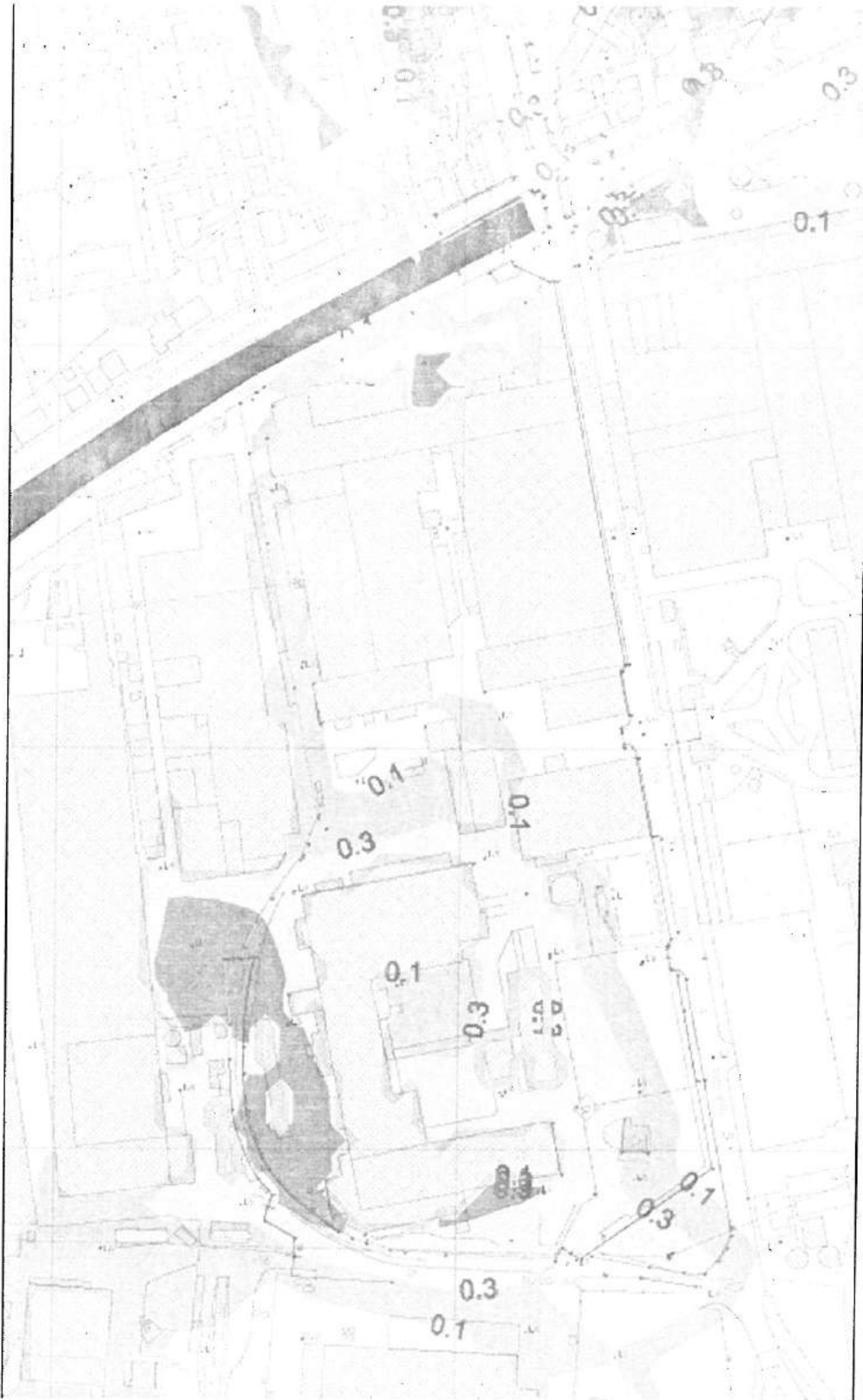
Sono presenti nel modello due diversi tipi di condizioni al contorno. La prima e' quella che considera una condizione al contorno in cui il flusso $M=N=0$, mentre la seconda considera la possibilita' di far defluire la portata in arrivo verso l'esterno della mesh considerata.

Il fronte della corrente e' trattato in modo tale che quando l'altezza d'acqua e' minore di un prefissato valore (p.e. 0.001m), il flusso nella rispettiva cella e' assunto pari a zero. Particolari equazioni sono usate nel modello, nel caso in cui si abbia un gradino od un salto di fondo fra due celle adiacenti.

ATTUALE

Tr=200 anni

Nello stato attuale le esondazioni nell'area dovute al F.Arno e canale Navicelli risultano quelle riportate nella figura seguente.



Situazione attuale

altezza d'acqua in metri



altezze d'acqua di esondazione (legenda)

Si ha che l'area e' interessata da valori di tirante idrico che variano da 10 a 50 cm, con valori massimi, nella zona del nuovo edificio vicini a 50 cm di altezza d'acqua..

Tr=100 anni

Si hanno esondazioni piu' contenute.

Tr=30 anni

Si hanno esondazioni minimali nell'area in studio e comunque di altezza pari a circa 10-15 cm.

Nelle tavv.1, 2 e 3 sono riportate le esondazioni relative allo stato attuale per i diversi valori del tempo di ritorno.

PROGETTO

Lo stato di progetto prevede la realizzazione di piccoli invasi realizzati mediante abbassamento della quota nella parte nord delle aree a verde di circa 40 cm. Tali accorgimenti risultano mitigare il rischio idraulico causato dalle nuove realizzazioni.

Tali invasi dovranno essere dotati di pompa di svuotamento e contenere in totale un volume utile pari a 150 mc.

Nelle Tavv. 4,5 e 6 sono riportate le esondazioni per $Tr=200, 100$ e 30 anni nell'area relative allo stato di progetto.

Per la messa in sicurezza si ha che le nuove realizzazioni dovranno essere sopraelevate di circa $30-50$ cm rispetto all'attuale piano di campagna (quota di sicurezza idraulica), nella parte piu' a nord dell'intervento.

Prescrizioni per la eventuale realizzazione di locali interrati e/o seminterrati

Nel caso in cui il progetto preveda la realizzazione di volumi interrati e o seminterrati, tale realizzazione dovra' essere resa impermeabile e non dovra' avere aperture che la collegano al piano superficiale fino alla quota di $+ 50$ cm rispetto all'attuale piano campagna; la eventuale presenza di finestrate potra' avvenire solo previa realizzazione di muretti di recinzione (bocche di lupo) che garantiscano le aperture fino alla quota di sicurezza idraulica.

CONCLUSIONI

E' stato eseguito il calcolo idraulico delle esondazioni del F.Arno e del Canale Navicelli nella zona della citta' di Pisa interessata dall'intervento nello stato attuale.

Le verifiche effettuate con portate aventi tempi di ritorno di $200, 100$ e 30 anni hanno evidenziato i valori dei battenti idrici nelle aree in studio che serviranno nella fase di progetto.

E' stato individuato l'intervento di mitigazione corrispondente a due piccoli invasi per un totale di 150 mc.

L'intervento di progetto risulta in tal modo essere in sicurezza e non comporta aumenti del rischio nelle aree limitrofe.

11

12

13

14

15