



ALLEGATO 4

COMUNE DI PISA
PROVINCIA DI PISA

PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA
ASSETTI URBANI RECENTI DA QUALIFICARE IN BASE A PROGETTI UNITARI (Q3A)

UBICAZIONE: VIA CESARE BATTISTI, VIA CATALANI, VIA CORTE BRACCI

PROPRIETÀ: SIG.RA GADDUCCI GIULIANA

PROGETTO: ARCH. NICOLA GAGLIARDI

Relazione Geologico Tecnica

(Ai sensi della D.C.R. 94/85, D.G.R.T. 12/00, L.R. 01/2005 e P.T.C. Prov. di Pisa)

Febbraio 2006



GIOVANNI LOPANE - GEOLOGO

INDICE

1. - PREMESSA.....	3
2. - METODOLOGIA D'INDAGINE.....	4
3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
3.1. - ASPETTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI DELL'AREA.....	5
3.2. - GEOLOGIA.....	6
3.3. - IDROGEOLOGIA.....	7
4. - STRATIGRAFIA.....	8
4.1. - CAMPAGNA GEOGNOSTICA.....	8
4.2. - SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI.....	9
5. - VALUTAZIONI GEOTECNICHE.....	10
5.1. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI.....	10
5.2. - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	11
5.3. - PRESSIONE AMMISSIBILE SUL TERRENO E CEDIMENTI.....	12
6. - EFFETTI SISMICI LOCALI.....	14
7. - VALUTAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DEL SITO.....	16
8. - VALUTAZIONI CONCLUSIVE.....	19

IN APPENDICE

FIG. 1 - COROGRAFIA	(SCALA 1:25000)
FIG. 2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (P.S.)	(SCALA 1:5000)
FIG. 3 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ (P.S.)	(SCALA 1:5000)
FIG. 4 - CARTA DELLE AREE ALLAGABILI (P.S.)	(SCALA 1:5000)
FIG. 5 - CARTA DEI SISTEMI IDRAULICI (P.S.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 6 - CARTA DELLE ISOFREATICHE ESTIVE (P.S.)	(SCALA 1:25000)
FIG. 7 - AREE CON PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.A.I.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 8 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.T.C.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 9 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (P.T.C.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 10 - PLANIMETRIA GENERALE DELL'AREA	(SCALA 1:1000)
FIG. 11- SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA A - B	(SCALA 1:100)
FIG. 12- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ	(SCALA 1:1000)
ALL. 1 - DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE	

1. - PREMESSA

Su incarico della Sig.ra Gadducci Giuliana sono state effettuate indagini geologico-tecniche su di un'area sita nel centro urbano di Pisa, ricadente in zona esterna al centro storico in ambito Q3a del vigente Regolamento Urbanistico, art. 1.2.2.3 - Assetti urbani recenti da qualificare in base a progetti unitari di completamento.

Il comparto oggetto di ristrutturazione è formato dal complesso di immobili e terreni delimitato a nord da via Cesare Battisti, ad est da via Corte Bracci e a sud ed ovest da via Alfredo Catalani (v. Fig. 1 Corografia).

Considerato che il vigente Piano Strutturale Comunale è sostenuto da indagini geologiche redatte ai sensi della D.C.R. 94/85, le presenti sono state svolte in ottemperanza a quanto disposto al punto 4.1 della citata D.C.R. 94/85.

In tal senso le indagini approfondiscono le problematiche geologiche evidenziate a livello di PRG, recepiscono gli indirizzi ed i contenuti del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa, del Piano Assetto Idrogeologico del Bacino del F. Arno, sono conformi ai contenuti della D.G.R.T. 1030/2003, della L.R 01/2005 e a quanto prescritto dal D.M. 11/3/88.

L'indagine è stata eseguita mediante raccolta di materiale bibliografico, rilievi di campagna e geognostici in sito (prove CPT); di seguito s'illustrano le indagini eseguite, i dati raccolti e le conclusioni raggiunte sulla pericolosità del sito e sulla fattibilità del progetto.

2. - METODOLOGIA D'INDAGINE

Per il primo approccio conoscitivo delle caratteristiche geomorfologiche del territorio in oggetto, si è tenuto conto dei risultati delle indagini geologiche eseguite sul territorio comunale a supporto dell'attuale strumento di pianificazione urbanistica.

In particolare si è fatto riferimento al PIANO STRUTTURALE ed al REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE; Dal quadro conoscitivo del P.S. Comunale sono stati tratti i seguenti elaborati allegati alla presente:

- | | |
|--|---------------|
| ♦ Fig. 2 - Inquadramento geomorfologico | Scala 1:5000 |
| ♦ Fig. 3 - Carta della pericolosità | Scala 1:5000 |
| ♦ Fig. 4 - Carta delle aree allagabili | Scala 1:5000 |
| ♦ Fig. 5 - Carta dei sistemi idraulici | Scala 1:10000 |
| ♦ Fig. 6 - Carta delle isofreatiche estive | Scala 1:25000 |

Con riferimento alla Fig. 3 allegata si rileva che alla zona in parola è attribuita la Classe 3a di pericolosità (Pericolosità medio bassa).

In ordine alla fattibilità delle opere, in base alla tipologia degli interventi ed alle caratteristiche di pericolosità dell'area il vigente R.U. Comunale verifica la Classe 2 di Fattibilità per gli interventi previsti sopra il piano campagna e la Classe 3 di Fattibilità per le opere programmate sotto il piano campagna in seminterrato o interrato.

Per quanto esposto le indagini sono state volte all'approfondimento delle caratteristiche geomorfologiche e litostratigrafiche locali e delle condizioni di pericolosità idraulica dell'areale d'intervento.

In tal senso si è proceduto ad acquisire ulteriori dati mediante rilievi di superficie ed effettuando un numero congruo di prove penetrometriche statiche in sito (v. All.1).

Il livello di pericolosità idraulica dell'areale (v. § 7) è stato riesaminato alla luce del quadro conoscitivo di riferimento attualmente disponibile ed eseguendo un rilievo plani altimetrico di dettaglio dell'area, riferito ad un caposaldo IGM.

3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1. - ASPETTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI DELL'AREA

L'area d'indagine è ubicata nel centro urbano di Pisa, in sinistra idrografica del F. Arno, a Nord della Stazione Ferroviaria (v. Corografia di Fig. 1)

In particolare il comparto oggetto di ristrutturazione è ubicato in corrispondenza di terreni pianeggianti posti ad una quota media di 3.5 metri s.l.m. circa ed è formato dal complesso di immobili e terreni delimitato a nord da via Cesare Battisti, ad est da via Corte Bracci e a sud ed ovest da via Alfredo Catalani (vedi Figg. 2 e 10).

In termini d'idrografia superficiale, il drenaggio dei terreni circostanti l'isolato è affidato al reticolo di scoline e canalette realizzate sulla viabilità locale e in corrispondenza del resede di pertinenza dei fabbricati adiacenti; le acque canalizzate sono convogliate nelle rete fognante locale.

Lo schema di deflusso delle acque è sintetizzato nella Fig. 5 - Carta dei sistemi idraulici; con riferimento a quest'ultima si osserva che l'area in esame è compresa entro il perimetro della Bonifica delle Venticinque e in particolare nel sottobacino di questa a scolo naturale.

Le acque meteoriche afferenti all'area d'indagine sono canalizzate e convogliate nel ricettore principale individuato lungo Via C. Battisti e da qui sono veicolate verso ovest sino a confluire nel Canale dei Navicelli.

In sintesi dal punto di vista geomorfologico si è appurato che il sito d'intervento ricade in un contesto di pianura alluvionale essenzialmente stabile e consolidato, nel cui ambito non si sono rilevati fenomeni erosivi e/o d'evoluzione morfologica d'entità apprezzabile (v. § 7).

3.2. - GEOLOGIA

Con riferimento alla carta di inquadramento geologico di Fig. 2 [Tratta dalle indagini di supporto al vigente PRG] si può rilevare che il sito di previsto intervento è ubicato in corrispondenza di depositi alluvionali attuali e recenti, prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (la).

Dal punto di vista morfogenetico, tali depositi sono collegati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella pianura pisana e nelle valli contermini, 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.

Litologicamente prevalgono sabbie, limi sabbiosi e limi argillosi nelle zone prossimali ai corsi d'acqua antichi e attuali, mentre sono diffuse argille e argille organiche con livelli torbosi nelle zone più distali e depresse della pianura alluvionale e nelle aree bonificate in tempi storici (depositi di colmata).

Lo spessore dei sedimenti di copertura è valutabile localmente nell'ordine di 130 - 140 metri (Fancelli et Alii 1986; Della Rocca et Alii 1987; Federici e Mazzanti 1988); al di sotto di questo spessore, è conosciuta la presenza di un livello di ghiaie eterogenee e conglomerati, di spessore raramente superiore a 10 metri, noto in letteratura geologica come "Conglomerato dell'Arno e del Serchio da Bientina".

In quanto all'assetto litostratigrafico locale si osserva che in corrispondenza dell'area di progetto è presente a tetto della successione stratigrafica alluvionale olocenica, un orizzonte superficiale di riporto di spessore pari a 1.00 - 1.20 metri circa, costituito da materiale di risulta grossolano derivante dalla demolizione di precedenti strutture, riferibile al periodo post bellico.

Al di sotto del riporto è presente un primo strato di limi argilloso sabbiosi poco consistenti di spessore pari a 1.20 metri circa, cui seguono argille e argille limose moderatamente consistenti sino a 6.50 metri circa dal p.c.; a letto delle argille e sino a fondo foro (8.80 metri dal p.c.) si riscontrano limi sabbiosi e sabbie limose moderatamente addensate (v. SS 3.2, 4.2 e All. 1).

3.3.- IDROGEOLOGIA

I terreni di copertura che si estendono nell'areale in esame costituiscono l'orizzonte più superficiale dell'acquifero noto in letteratura geologica come "acquifero multistrato confinato" della pianura pisana.

Detto acquifero si sviluppa essenzialmente in corrispondenza dei livelli sabbiosi intercalati all'interno della successione stratigrafica alluvionale olocenica limoso-argillosa, che sigilla i livelli grossolani più profondi; i livelli acquiferi in parola sono in genere almeno parzialmente anastomizzati e comunicanti tra loro sia in senso orizzontale che verticale.

Detti livelli data la presenza di abbondante sedimento fine nella matrice sono contraddistinti da una permeabilità d'insieme per porosità di grado mediamente basso; presentando inoltre spessori spesso esigui e a livello di area complessiva scarsa continuità laterale, non costituiscono in genere un orizzonte acquifero ben definito cui collegare una circolazione idrica significativa o comunque di rilevante potenzialità.

Il livello piezometrico, verificato con misure dirette nel perforo della penetrometria eseguita in sito (periodo gennaio 2006, in fase d'intensa ricarica della falda), si è stabilizzato ad una profondità di circa 2.40 metri dal piano campagna locale.

Con riferimento alla Fig. 6 - Carta delle isofreatiche estive, tratta dal quadro conoscitivo del Piano Strutturale Comunale e in ordine ai dati idrogeologici reperibili in zona (cfr. Banca dati della Provincia di Pisa - Servizio Difesa del Suolo), si rileva che nei periodi di magra della falda sono attendibili soggiacenze dell'ordine di $3.0 \div 3.5$ metri circa dal piano campagna.

4. - STRATIGRAFIA

4.1. - CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per la ricostruzione stratigrafica e per la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni d'interesse, è stata eseguita una prova penetrometrica di tipo statico la cui ubicazione è riportata in Fig. 10 - Planimetria generale dell'area.

La prova è stata eseguita dalla Ditta GEOTIRRENO S.r.l. di Massa con penetrometro statico semovente da 200 kN di spinta, dotato di punta meccanica tipo Begemann.

Al fine di consentire l'ancoraggio del penetrometro e l'infissione penetrometrica stessa la prova è stata eseguita sul fondo scavo (a -1.40 metri dal p.c. locale) di un saggio esplorativo appositamente realizzato sul piazzale antistante gli immobili oggetto d'intervento.

I relativi diagrammi contenuti nei tabulati di cui all'All. 1, riportano in funzione della profondità in metri sotto la superficie del terreno, le misure rilevate ogni 20 cm di avanzamento della punta, rispettivamente di:

Rp: resistenza alla punta (kg/cm²)
 Rl: resistenza di attrito laterale locale (kg/cm²)
 Rp/Rl: rapporto Begemann

Il valore del rapporto Rp/Rl (rapporto Begemann) dipende dalla granulometria dei terreni attraversati e permette pertanto la ricostruzione della stratigrafia dei terreni stessi, come riportato a fianco dei diagrammi con simbologia standardizzata (AGI 1977).

Nelle tabelle allegate (v. All. 1) sono inoltre riportati i valori derivati di:

- peso dell'unità di volume del terreno (γ in t/mc);
- angolo di attrito interno (φ in gradi) [da correlazioni di Meyerhof]
- densità relativa (D_r in %);
- coesione non drenata (c_u in kg/cm²);
- modulo di deformazione edometrico (m_o in kg/cm²).

4.2. - SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI

In base ai dati acquisiti nel corso dei rilievi, si riporta di seguito la stratigrafia media ricostruita in corrispondenza dell'area di progetto:

PENETROMETRIA P₁ (QUOTA INIZIO A -1.40 M DAL P.C. LOCALE)

- da m 0.00 a m 1.20: terreno eterogeneo di riporto (materiale grossolano di risulta da precedenti demolizioni in scarsa matrice sabbiosa);
- da m 1.20 a m 3.40: limi argilloso sabbiosi poco consistenti;
- da m 3.40 a m 7.20: argille e argille limose localmente sabbiose moderatamente consistenti;
- da m 7.20 a m 8.80: limi sabbiosi e sabbie limose moderatamente addensati;
- a m 8.80 dal p.c.: fondo foro.

Nella sezione geologico-tecnica di Fig. 11 è rappresentato l'assetto litostratigrafico locale, ricostruito in base ai rilievi effettuati ed ai risultati delle prove eseguite.

5. - VALUTAZIONI GEOTECNICHE

5.1. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI

Il comparto oggetto di ristrutturazione (v. planimetria generale di Fig. 10), è formato da un complesso di immobili a destinazione d'uso commerciale ed artigianale di superficie d'imposta complessiva pari a 549 mq, organizzati intorno ad uno spazio scoperto di 432 mq, utilizzato sia come elemento di distribuzione delle varie unità immobiliari, sia come ricovero d' attrezzature e area di lavoro a servizio dell'attività artigianali.

In particolare i fabbricati in parola consistono in:

- (A) n. 2 locali destinati a magazzino che si aprono al piano terreno del palazzo che delimita il lato Sud del cortile;
- (B) n. 2 locali si affacciano su via Cesare Battisti e sono direttamente accessibili dal cortile, il primo è adibito ad esposizione, il secondo a vendita; da quest'ultimo si accede al piano scantinato dove sono presenti locali adibiti a sgombero e a magazzino;
- (C) una unità immobiliare organizzata su due piani si affaccia su via Corte Bracci; il piano terra è adibito a locali per attività artigianali mentre il piano primo è destinato a magazzino.

Obiettivo del progetto, che parte dalla volontà di trasferire in luogo più consono l'attività attualmente presente, è quello di conformare l'edificio e gli spazi scoperti del comparto alle caratteristiche residenziali del quartiere.

In tal senso il progetto, al quale si rimanda per il necessario dettaglio, individua due differenti linee di intervento:

- per i locali facenti parte di edifici più grandi (A e B), sono essenzialmente previste opere di ristrutturazione conservativa riconducibili alla semplice manutenzione ordinaria, straordinaria e ristrutturazione edilizia, permettendo anche il cambio di destinazione d'uso;
- per la palazzina a due piani (C), che accoglie l'officina e il magazzino ne è proposta la possibilità d'intervenire con manutenzione ordinaria, straordinaria, l'addizione volumetrica, restauro e risanamento conservativo, sostituzione edilizia, ristrutturazione edilizia e urbanistica.

Gli spazi scoperti (piazzale asfaltato), dovranno ospitare verde condominiale e parcheggio, con una superficie permeabile complessiva maggiore o uguale a 25% della superficie fondiaria del comparto.

Ad oggi non essendo stata ancora sviluppata l'analisi strutturale degli interventi, non sono disponibili esatte indicazioni sulle tipologie e dimensionamenti fondazionali esistenti e di progetto e quindi sui sovraccarichi in gioco.

In tal senso al fine di completare gli elementi necessari in questa fase di progettazione, si è provveduto ad una valutazione della capacità portante e dei possibili cedimenti sotto carico dei terreni d'imposta, adottando i dati progettuali disponibili ed i parametri geotecnici verificati in sito.

5.2. - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

PENETROMETRIA P_1 (QUOTA INIZIO 1.40 M DAL P.C. LOCALE)

Da m 0.00 a m 1.20 *Terreno eterogeneo di riporto (materiale grossolano di risulta da precedenti demolizioni in scarsa matrice sabbiosa)*

Da m 1.20 a m 3.40 *Limi argilloso sabbiosi poco consistenti, caratterizzati da una R_p media pari a 6/cm q ; considerando puramente coesivo quest'orizzonte si possono attribuire i seguenti valori derivati:*
angolo di attrito (ϕ) nullo
coesione non drenata (c_u) = 0.30 kg/cm q .
Modulo di deformazione edometrico (m_o):
da m 1.20 a m 2.40 $\Rightarrow$ 25 kg/cm q ;
da m 2.40 a m 3.40 $\Rightarrow$ 37 kg/cm q ;

Da m 3.40 a m 7.20 *Argille e argille limose localmente sabbiose moderatamente consistenti, caratterizzate da una R_p media pari a 12 - 13 kg/cm q ; considerando puramente coesivo quest'orizzonte si possono attribuire i seguenti valori derivati:*
angolo di attrito (ϕ) nullo
coesione non drenata (c_u) = 0.60 kg/cm q .
Modulo di deformazione edometrico (m_o):
da m 3.40 a m 4.40 $\Rightarrow$ 50 kg/cm q .
da m 4.40 a m 5.40 $\Rightarrow$ 44 kg/cm q .
da m 5.40 a m 6.40 $\Rightarrow$ 46 kg/cm q .
da m 6.40 a m 7.20 $\Rightarrow$ 42 kg/cm q .

Da m 7.20 a m 8.80	<i>Limi sabbiosi e sabbie limose moderatamente addensati, caratterizzati da una R_p media pari a 20 kg/cmq; considerando puramente attritivo quest'orizzonte si possono attribuire i seguenti valori derivati:</i> coesione non drenata (c_u) = nulla. angolo di attrito (ϕ) = 27° densità relativa (D_r) = 20% - 25%. Modulo elastico (EI) $\Rightarrow$ 63 kg/cmq.
A m 8.80 dal p.c.	Fondo foro.

5.3.- PRESSIONE AMMISSIBILE SUL TERRENO E CEDIMENTI

♦ CAPACITÀ PORTANTE

Dall'esame dei dati progettuali disponibili e dell'assetto litostratigrafico dell'area d'interesse, si è ipotizzata in prima analisi l'adozione di una tipologia fondazionale di tipo *nastriforme continuo*; a cui si è attribuita una larghezza del piano d'appoggio pari a 1.00 metri e una profondità d'incastro di 1.20 metri dalla quota 0.00 di progetto.

Il livello piezometrico è stato considerato coincidente con il piano d'imposta fondazionale (riproducendo quindi le condizioni che si verificano in periodo di massima ricarica della falda).

Nell'ambito della profondità d'influenza della fondazione si è ipotizzato un comportamento del terreno puramente *coesivo* e si è attribuito a C_u (coesione non drenata), un valore medio rappresentativo pari a 0.30 kg/cmq.

Il calcolo è stato effettuato applicando la formula di Terzaghi per fondazioni superficiali, che nella sua espressione generale è:

$$q_{lim} = N_q \gamma_1 D + N_c c + N_\gamma \gamma_2 B/2$$

dove:

D = profondità d'incastro della fondazione

γ_1 = peso di volume del terreno a fianco della fondazione

γ_2 = peso di volume del terreno al di sotto della fondazione

c = coesione del terreno

B = larghezza della fondazione

N_q, N_c, N_γ = coefficienti adimensionali funzioni di ϕ

Adottando i parametri fondazionali e di resistenza al taglio indicati, il carico di sicurezza Q_s (con fattore di sicurezza $F = 3$), nelle ipotesi progettuali descritte è pari a 0.73 kg/cm^2 .

♦ CEDIMENTI

Il valore del carico massimo ammissibile per una certa tipologia fondazionale deve essere valutato oltre che in funzione del carico di rottura anche in funzione del cedimento massimo teorico che il carico stesso induce per quella determinata fondazione.

In tal senso gli assestamenti o cedimenti del terreno a seguito del consolidamento sotto carico dello stesso, sono stati valutati ipotizzando una distribuzione degli incrementi di pressione al di sotto dell'asse della fondazione secondo la teoria di Boussinesq e considerando rigide le fondazioni stesse.

Il cedimento totale $\Sigma \Delta H$ è calcolato applicando la formula:

$$\Delta H = \Delta p_z \times h \times m_v$$

dove:

- ΔH = cedimento del singolo strato (cm);
- h = spessore dello strato (cm);
- Δp_z = incremento di pressione verticale (in kg/cm^2) alla quota media dello strato, calcolato secondo la teoria dell'elasticità di Boussinesq;
- m_v = coefficiente di compressibilità volumetrica del terreno (cm^3/kg).

La stima dell'entità dei cedimenti è stata effettuata adottando la tipologia fondazionale e la parametrizzazione geotecnica precedentemente riportate.

Il sovraccarico sul piano d'imposta fondazionale è stato imposto pari al carico di sicurezza come sopra calcolato ($Q_{es} = 0.73 \text{ kg/cm}^2$); il decremento di carico conseguente alle operazioni di scavo della fondazione è stato valutato pari a 0.20 kg/cm^2 .

L'estensione verticale della zona d'influenza delle fondazioni è stata approssimata alla profondità alla quale gli incrementi di pressione sono pari al 10% circa delle pressioni litostatiche verticali efficaci.

Dato quanto sopra il cedimento massimo della fondazione di progetto è risultato pari a 3.5 cm circa.

6. - EFFETTI SISMICI LOCALI

Inerentemente alle problematiche sismiche si ricorda che il Comune di Pisa, precedentemente classificato nella 2ª Categoria nazionale ai sensi della Legge 2.2.1974 n. 64, con l'adozione dell'Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 del P.C.M. "CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE SISMICHE - INDIVIDUAZIONE FORMAZIONE E AGGIORNAMENTO DEGLI ELENCHI NELLE MEDESIME ZONE", è inserito in Zona 2 della nuova classificazione sismica nazionale ($A_g/g = 0.25$).

Con riferimento alla vigente normativa sul rischio sismico, si ricorda che gli effetti sismici agenti sui manufatti possono essere valutati mediante analisi statica secondo un sistema di forze orizzontali equivalenti ed ortogonali e un sistema di forze verticali che di norma non sono considerate.

Nella relazione di proporzionalità tra forze statiche F_i e masse strutturali W_i , il comportamento geofisico-geotecnico del terreno è traducibile in termini di coefficiente di fondazione ε , ovvero di parametro di sito.

Questo parametro tiene conto delle condizioni geologiche, geotecniche e geomorfologiche dell'area ed ha lo scopo di incrementare l'azione sismica di progetto per tenere conto degli effetti di amplificazione della risposta sismica locale che possono verificarsi in un dato deposito.

La valutazione di questo parametro è in prima approssimazione risolvibile valutando il rapporto di impedenza (o contrasto di rigidità) bedrock-deposito:

$$I = \frac{R_r}{R_s} = \frac{\rho_r \cdot v_r}{\rho_s \cdot v_s}$$

essendo ρ_r e v_r , ρ_s e v_s rispettivamente densità e velocità delle onde di taglio nel bedrock e nel deposito.

L'impedenza aumenta con il grado di addensamento, di cementazione, consistenza e mutuo incastro delle particelle ed è massima nelle rocce massive intatte e minima nei terreni recenti allo stato sciolto; per bedrock a sua volta s'intende quella formazione rocciosa basale o deposito compatto caratterizzata da una velocità delle onde di taglio pari ad almeno 800m/s.

Valutando lo spessore dei sedimenti ed il rapporto d'impedenza è possibile in base ad opportune relazioni risalire al valore del parametro ε da adottare.

Sulla base dei dati geognostici rilevati e dei dati bibliografici disponibili, utilizzando la metodica proposta dal D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche", si verifica per l'assetto litostratigrafico locale un coefficiente di fondazione $\Sigma = 1.0$.

L'assetto geomorfologico e litostratigrafico del sito, non fanno inoltre prevedere possibili fenomeni d'instabilità dinamica indotta per frane, crolli o cedimenti differenziali.

Viste le caratteristiche granulometriche dei depositi e la magnitudo attesa del sisma di progetto (Classe 3 di cui Del. n. 94 del 12.2.1985), si esclude inoltre che possano verificarsi fenomeni di liquefazione indotti da fenomeni sismici.

Fatto salvo quanto sopra si è proceduto ad una parallela disamina delle caratteristiche sismiche locali ai sensi della O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 "CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE SISMICHE - INDIVIDUAZIONE FORMAZIONE E AGGIORNAMENTO DEGLI ELENCHI NELLE MEDESIME ZONE" e successivo DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI del 14/09/2005 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

In tal senso, per quanto riguarda la scelta dell'azione di sismica di progetto, in relazione alle categorie di suolo di fondazione di cui all'All. 2 dell'Ord. 3274 (NORME TECNICHE PER IL PROGETTO, LA VALUTAZIONE E L'ADEGUAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI) e con riferimento ai risultati di prove penetrometriche statiche eseguite sino a 30 metri dal p.c. locale in Via C. Battisti a prospetto dell'area in esame (cfr. Banca dati della Provincia di Pisa - Servizio Difesa del Suolo), il Progettista potrà assumere la CATEGORIA "D" DI PROFILO STRATIGRAFICO: "Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s (NSPT < 15, c_{u70} kPa)".

7. - VALUTAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

➤ ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Sulla base delle indagini eseguite e dei dati progettuali disponibili si ritengono non sussistere nell'area in esame specifiche problematiche di carattere geomorfologico e/o geotecnico (v. §§ 3.1, 5.2, 5.3 e 6.0).

I risultati della campagna geognostica eseguita in sito indicano infatti la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche tali da non richiedere per gli interventi edilizi previsti tecniche fondazionali di particolare impegno.

Le valutazioni eseguite al precedente paragrafo sugli effetti sismici locali non evidenziano inoltre particolari situazioni predisponenti a fenomeni d'amplificazione sismica.

Le caratteristiche di pericolosità geomorfologica rilevabili dall'analisi del quadro conoscitivo di riferimento sono le seguenti:

- INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE. Con riferimento allo stralcio riprodotto in Fig. 3 si rileva che le indagini geologiche eseguite a supporto del Piano Strutturale Comunale, valutano la pericolosità dell'area di grado medio, Classe 3a: pericolosità medio - bassa. In particolare la classe suddetta è specifica delle aree della pianura alluvionale poste in posizione morfologica sfavorevole rispetto al piede esterno dell'argine del F. Arno (art. 7 comma 6.3 ex DCRT 230/94), ove non sono noti problemi di esondazione o ristagno delle acque superficiali e dove il tetto delle argille compressibili è posto a profondità superiori a 2.00 metri dal p.c. locale
- ATLANTE DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA [PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI PISA]. Con riferimento allo stralcio riprodotto in Fig. 9 si evidenzia che i dati elaborati attribuiscono al comparto d'interesse la Classe 3a di Pericolosità Geomorfologica (pericolosità medio bassa): "*...aree della pianura alluvionale con sottosuolo eterogeneo*" (art. 5, Parte II, Titolo I, Capo I delle Norme e definizioni del P.T.C.).

Dato quanto sino ad ora esposto sull'assetto geomorfologico e litotecnico dell'areale d'indagine e con riferimento alla Carta della Pericolosità e Fattibilità di Piano di cui alla Fig. 12 allegata alla presente, si sostiene ai sensi della D.C.R.T. 94/85, art 5 del P.T.C. Provinciale e Del. G.R.T. n. 1030 del 20/10/2003:

la CLASSE 3A DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA per l'intera estensione del Comparto.

> ASPETTI IDROLOGICO-IDRAULICI

Per quanto concerne le caratteristiche di pericolosità idraulica del comparto si espone di seguito quanto emerso dall'analisi del quadro conoscitivo di riferimento:

- *"Carta guida delle aree allagate"* [D.P.C.M. n. 226 del 5/11/99 "APPROVAZIONE DEL PIANO STRALCIO RELATIVO ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL BACINO DEL F. ARNO"]. L'area d'indagine nel periodo intercorso dal 1966 (compreso) ad oggi risulta essere stata interessata da fenomeni di esondazione o di sommersione, non è peraltro stata interessata dai rilevanti eventi alluvionali avvenuti negli anni 1991, 1992 e 1993 [DA CENSIMENTO DELLE AMMINISTRAZIONI COMUNALI IN OTTEMPERANZA ALLA D.C.R.T. N. 11540 DEL 13/12/1993].
- *"Atlante della Pericolosità Idraulica"* [PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI PISA]. Con riferimento allo stralcio riprodotto in Fig. 8, si osserva che i dati elaborati attribuiscono all'area di progetto la Classe 3a di Pericolosità Idraulica. Nel caso specifico tale classe di pericolosità è pertinente ad: *"Aree coinvolte da eventi storici di sommersione, difese da sostanziali interventi di difesa o bonifica idraulica, verificati al deflusso od allo smaltimento d'eventi di ricorrenza duecentennale"* (Parte II, Titolo I, Capo II, art. 7 Norme e Definizioni del P.T.C.).
- *"Perimetrazione aree con pericolosità idraulica"* [PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL F. ARNO. Con riferimento alla cartografia riprodotta in Fig. 7, tratta da Stralcio n. 351 in scala 1:10.000, si rileva che all'area d'intervento è attribuita la classe di pericolosità idraulica: "P.I.3": Pericolosità Idraulica Elevata. Tale classe *"comprende le aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ e con battente $h \geq 30$ cm"*
- INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO AL VIGENTE PRG. All'area in oggetto è attribuita la Classe 3A di Pericolosità (v. FIG. 3 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ), con la seguente specifica: *"Aree in cui sono assenti fenomeni (geomorfologici) attivi, sono protette da opere idrauliche; esistono notizie storiche di esondazione del F. Arno; sono poste a quote inferiori a 2 ml misurati dal piede esterno dell'argine del corso d'acqua corrispondente; sono zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità maggiori di 2 m dal*

p.c.. "Dall'analisi della cartografia di FIG. 4 - CARTA DELLE AREE ALLAGABILI si rileva che per l'area in esame non sono prevedibili fenomeni di allagamento e/o ristagno.

In sintesi dall'analisi del quadro conoscitivo disponibile si può affermare che le indagini idrologico-idrauliche richiamate, escluse quelle relative al P.A.I., concordano nell'attribuire all'area in esame un grado medio-basso di pericolosità idraulica, verificando l'assenza di pericolo di inondazione per eventi di ricorrenza almeno duecentennale.

Relativamente ai passati eventi di esondazione giova osservare che i dati disponibili evidenziano che dal novembre del 1966 ad oggi l'area non è stata più esondata o sommersa.

Fatto salvo quanto sopra le verifiche idrauliche eseguite nell'ambito del P.A.I. del Bacino del F. Arno verificano la classe P.I.3 di pericolosità Idraulica (pericolosità elevata), prevedendo un battente idraulico per la piena centennale pari a 3.99 metri s.l.m. e di 4.10 metri s.l.m. per la piena duecentennale (da comunicazione Autorità di Bacino prot. N. 8942 del 22/12/2005).

Per quanto esposto e con riferimento alla Carta della Pericolosità e Fattibilità di Piano di cui alla Fig. 12 allegata, si sostiene ai sensi della G.R.T. n. 1030 del 20/10/2003:

la **CLASSE 3 DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA (PERICOLOSITÀ ELEVATA)**, per l'intera estensione del Comparto.

Parallelamente da una rilettura delle caratteristiche morfologiche ed idrologiche dell'area in esame ai sensi dall'art. art 7 del P.T.C. Provinciale, la pericolosità idraulica del comparto è ascrivibile alla Classe 3b - Pericolosità Media.

Parallelamente ai sensi dall'art. 80 del P.I.T., la pericolosità idraulica del comparto è ascrivibile alla Classe 3 - Pericolosità Media.

8. - VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Sulla scorta dei rilievi effettuati, della situazione geomorfologica, litostratigrafica ed idrologico-idraulica dell'area d'indagine, si esprimono le seguenti valutazioni conclusive sulla fattibilità dell'intervento.

> ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOTECNICI

Per quanto concerne la stabilità statica delle opere di progetto, in ordine ai dati attualmente a nostra disposizione non si rilevano particolari problemi di natura geotecnica e/o geomorfologica.

Le opere programmate si inseriscono infatti in un contesto morfologico pianeggiante ed essenzialmente stabile e consolidato e le verifiche geotecniche preliminari eseguite dimostrano la compatibilità delle opere stesse con l'assetto litostratigrafico locale.

Le valutazioni quantitative precedentemente effettuate in termini di capacità portante e cedimenti (v. § 5.3), hanno peraltro valore solamente indicativo in quanto non supportate da una specifica analisi strutturale degli interventi.

In fase progettuale esecutiva dovranno pertanto essere svolti i necessari approfondimenti di carattere geotecnico, in funzione della tipologia e dimensionamento delle fondazioni e dei carichi unitari di esercizio previsti.

Inerentemente alle problematiche sismiche, per quanto riportato al precedente paragrafo 6 e in ordine a quanto prescritto dal vigente D.M. del 16 gennaio 1996 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE", il Progettista potrà assumere un Coefficiente di fondazione Σ pari a 1.0.

> ASPETTI IDROLOGICO-IDRAULICI

In quanto alla fattibilità dell'intervento in relazione alle caratteristiche di pericolosità idraulica del sito, sulla scorta della documentazione esposta al § 7 si ricorda che l'attuazione del progetto è subordinata al rispetto delle NORME DI ATTUAZIONE DEL PIANO DI BACINO DEL F. ARNO, STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO emanate dal Comitato Istituzionale l'11 novembre 2004.

Per quanto sopra la realizzazione delle opere programmate non devono determinare un aumento della pericolosità nel contesto territoriale circostante e deve inoltre essere dimostrata l'assenza di pericoli per le persone ed i beni.

Giova osservare che agli effetti del P.A.I. per superamento delle condizioni di rischio idraulico si intende la messa in sicurezza in relazione ad eventi con tempi di ritorno fino a 200 anni; come evidenziato al § 7 l'evento di piena duecentennale (così come valutato nel P.A.I.), determina localmente (in termini di quota assoluta) un battente idraulico di 4.10 metri s.l.m..

In tal senso come accennato al § 2, al fine di confrontare le quote di progetto con i battenti idraulici forniti dall'Aut. Di Bacino, si è fatto eseguire un rilievo piano altimetrico di dettaglio (v. elaborati di progetto), "agganciato" mediante livellazione ad un punto quotato dell'IGM (capesaldo orizzontale di precisione, c/o chiesetta di San Bernardino, Lat. 43° 42' 20", Long. -2° 02' 38"), posto alla quota (pozzetto interno) di 4,82780 metri s.l.m..

Dai risultati del rilievo si evince che la quota 0.00 di progetto (corrispondente all'attuale piano di calpestio della palazzina a due piani che accoglie l'officina e il magazzino), equivale in termini di quota assoluta a 3.553 metri s.l.m.

Alla luce di quanto sopra il mantenimento del piano di calpestio dei locali al piano terreno ad una quota non inferiore a 4.10 metri s.l.m. (equivalenti a + 0.547 metri in termini di quota relativa) è da ritenersi vincolante ai fini della fattibilità dell'intervento; la suddetta sopraelevazione, fatte salve particolari situazioni di collegamento con l'esterno, dovrà essere limitata ai soli edifici.

In ottemperanza a quanto prescritto dall'art. 78 della Del. G.R.T. n. 12 del 25/01/00 (cfr. art. 4 dell'ex D.C.R. 230/94) e in ordine alle prescrizioni del vigente Regolamento Urbanistico, le superfici di pavimentazione esterne dovranno essere realizzate, almeno nella misura prescritta dalla normativa, con modalità costruttive che consentano l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque meteoriche; in tal senso si possono utilizzare pavimentazioni a piastrelle di cemento autobloccanti allettate su sabbia o a base di conglomerati bituminosi drenanti.

Per quanto esposto e con riferimento alla Carta della Pericolosità e Fattibilità di Piano di cui alla Fig. 12 allegata alla presente, la realizzazioni degli interventi di progetto è da ascrivere, ai sensi della DGRT 94/85, alla:

CLASSE 3 DI FATTIBILITÀ (fattibilità condizionata), ovvero subordinata alla verifica geotecnica delle interazioni tra strutture di progetto e terreno di fondazione ed alla mitigazione del rischio idraulico locale nei termini sopra esposti.

Navacchio, 6 febbraio 2006

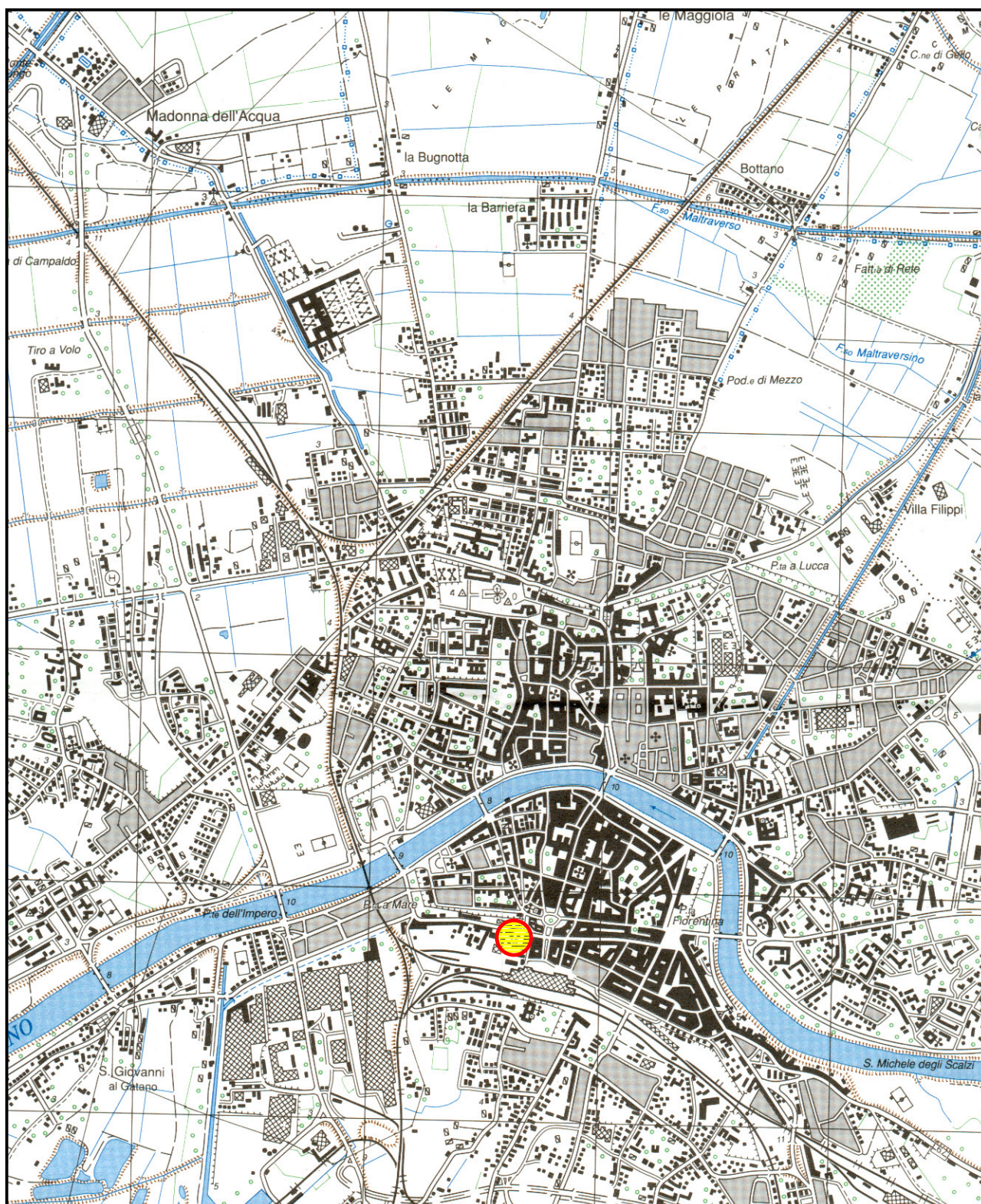
Dott. Geol. Giovanni Lopane



FIG. 1 - COROGRAFIA

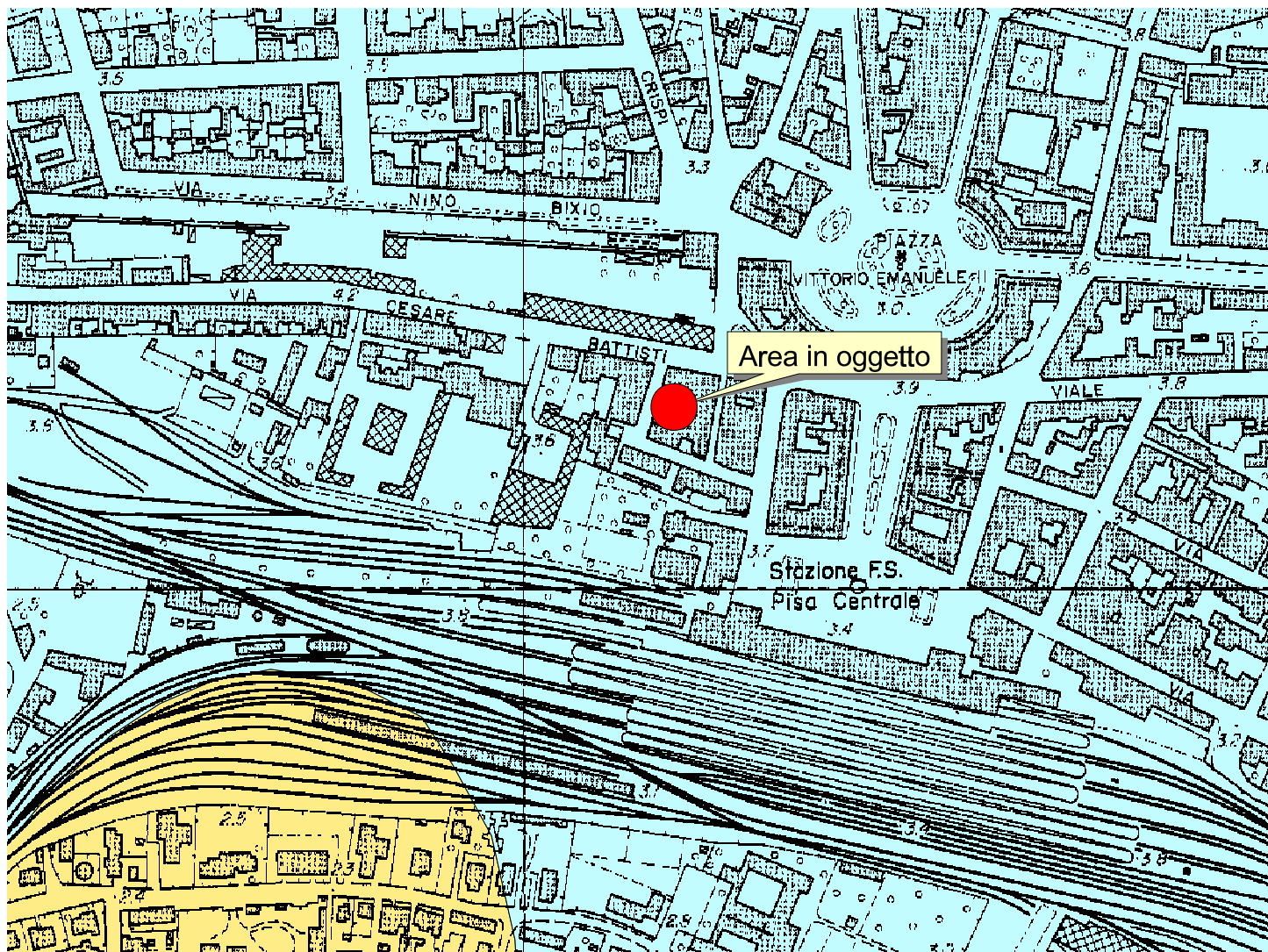
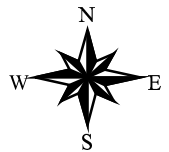
(Scala 1: 25.000)

[Stralcio tratto da: SERIE 25 - IGMI - FOGLIO N. 273 SEZ. IV - PISA]



Ubicazione area d'indagine

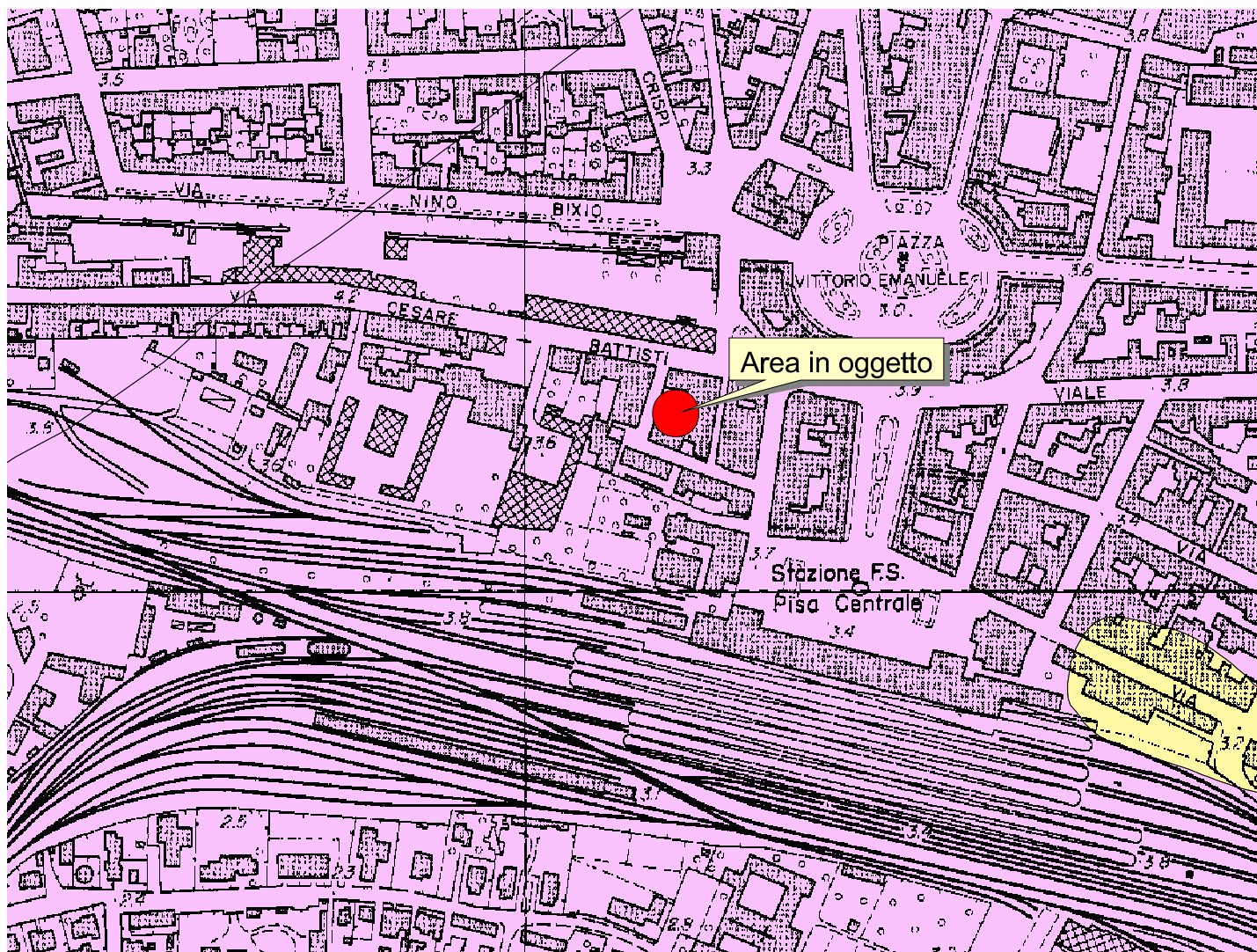
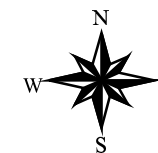
Stralcio tratto dal Piano Strutturale del Comune di Pisa



scala 1:5.000

Fig. 3 - Carta della Pericolosità

Stralcio tratto dal Piano Strutturale del Comune di Pisa



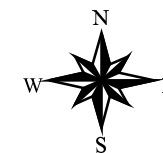
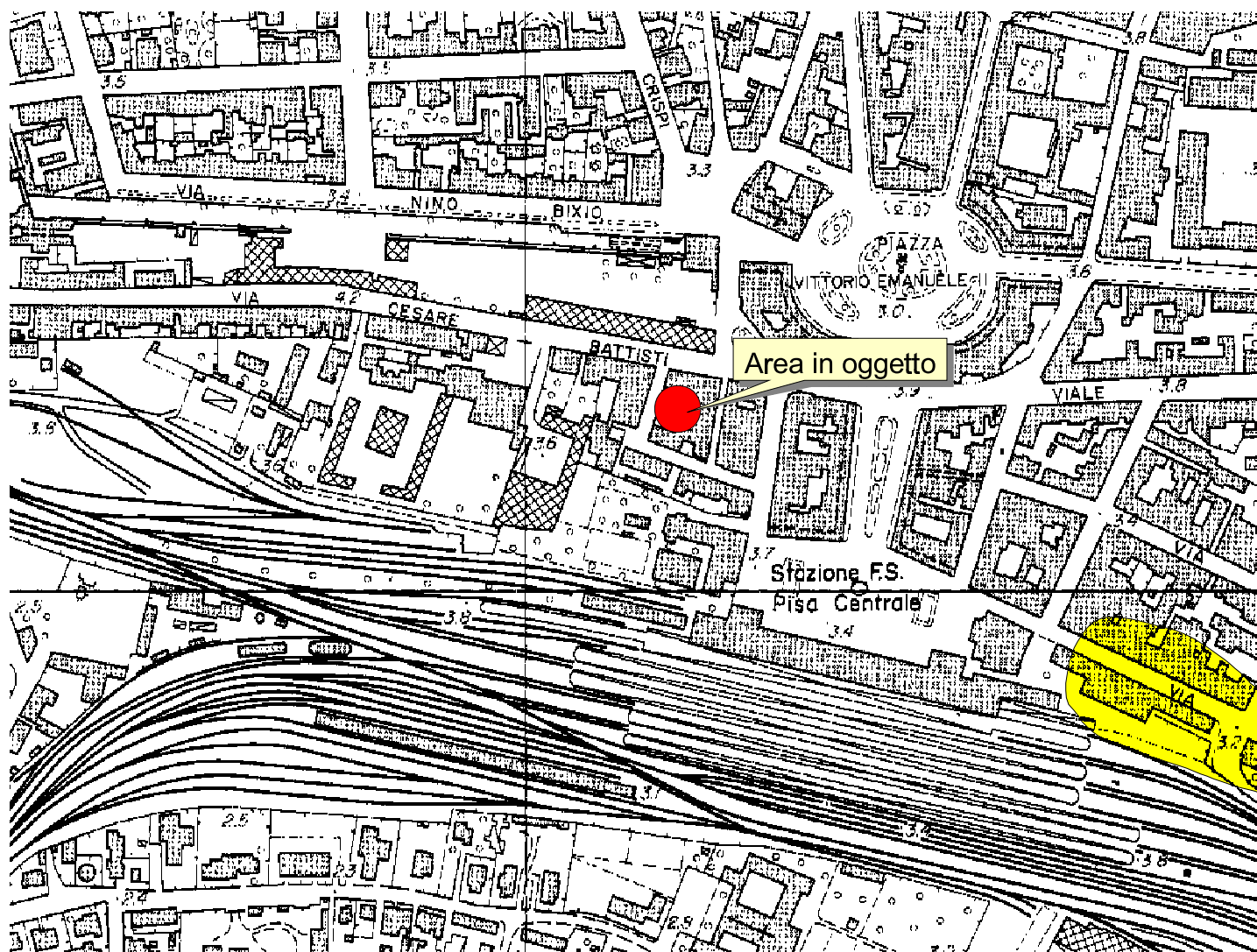
Legenda

- Classe di Pericolosità medio bassa - 3a
- Classe di Pericolosità media - 3b

scala 1:5.000

Fig. 4 - Carta delle Aree allagabili

Stralcio tratto dal Piano Strutturale del Comune di Pisa



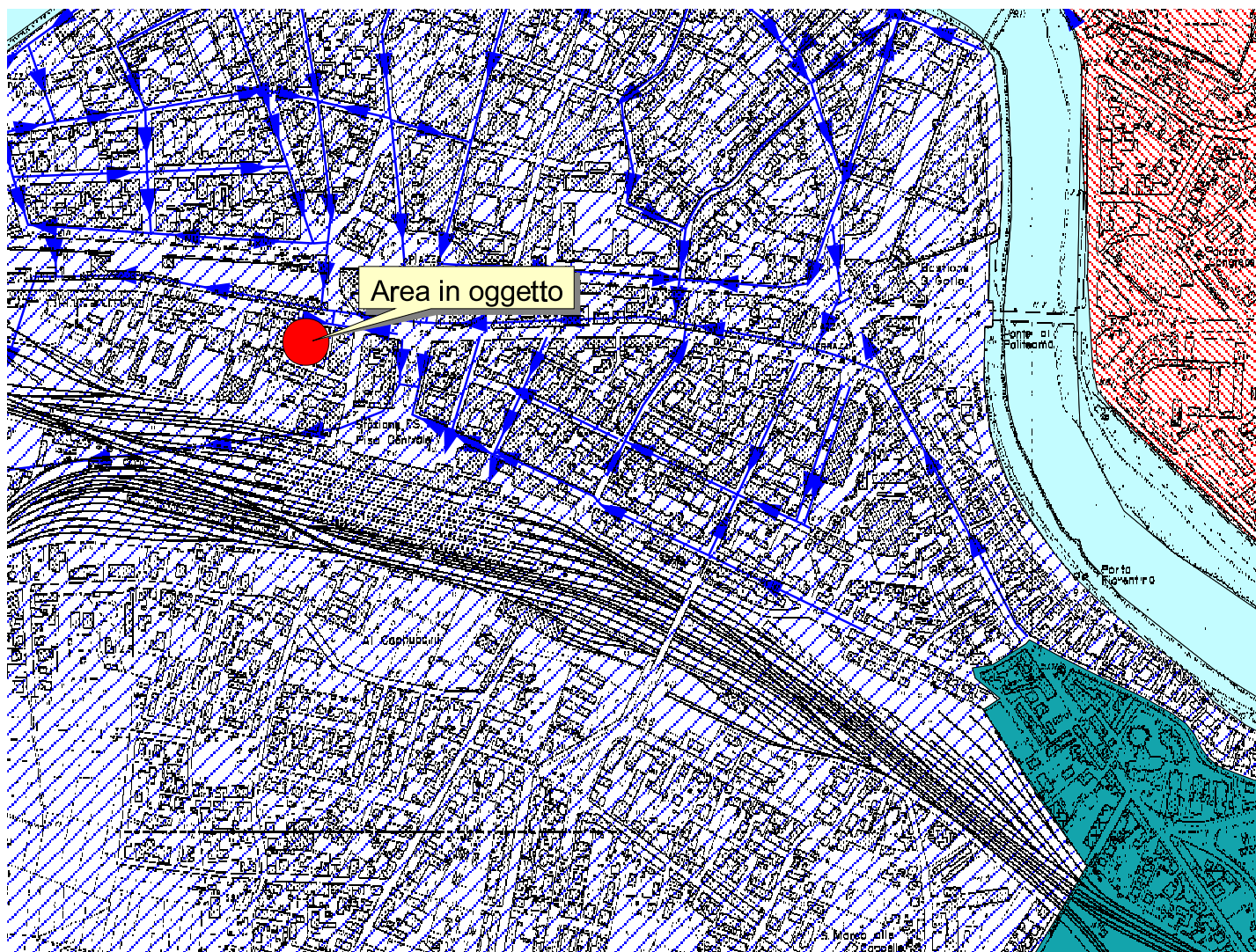
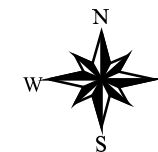
Legenda

 Aree soggette a ristagni in caso di eventi meteorici intensi.

scala 1:5.000

Fig. 5 - Carta dei sistemi idraulici

Stralcio tratto dal Piano Strutturale del Comune di Pisa



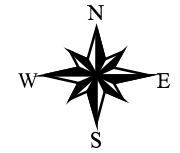
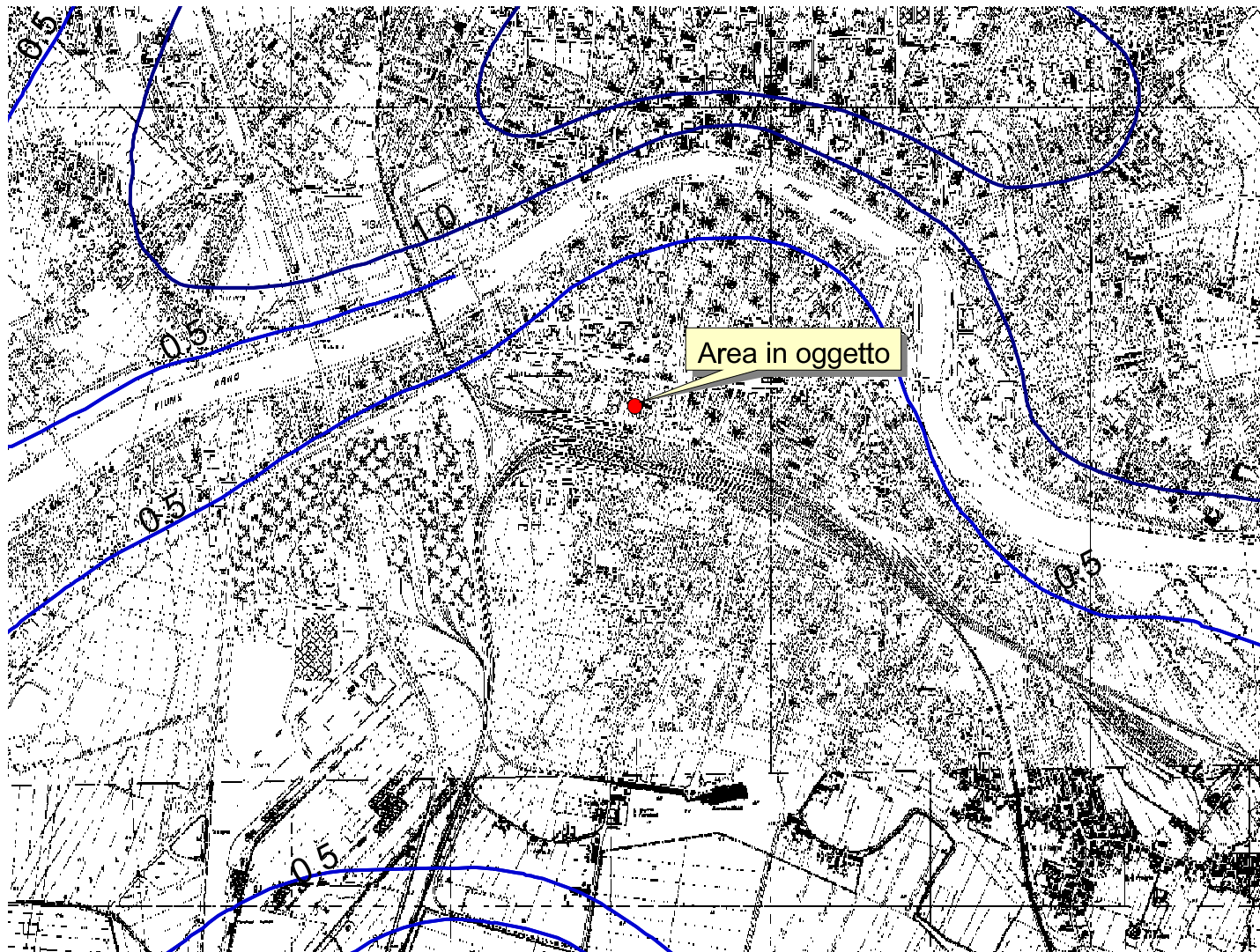
Legenda

- Reticolo Idraulico
- Fiume Arno e relative golene
- Bonifica del Fiume Morto - Sottobacino a scolo naturale
- Bonifica delle Venticinque - Sottobacino a scolo meccanico
- Bonifica delle Venticinque - Sottobacino a scolo naturale

scala 1:10.000

Fig. 6 - Carta delle Isofreatiche estive

Stralcio tratto dal Piano Strutturale del Comune di Pisa



Legenda

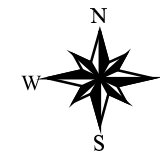
Isofreatiche quota in m.slm



scala 1:25.000

Fig. 7 - Aree con pericolosità idraulica

tratta da Stralcio n.351 Scala 1:10.000 "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del F. Arno"



Legenda

-  P.I. 1 Pericolosità Idraulica moderata
-  P.I. 2 Pericolosità Idraulica media
-  P.I. 3 Pericolosità Idraulica elevata
-  P.I. 4 Pericolosità Idraulica molto elevata

Scala 1:10.000

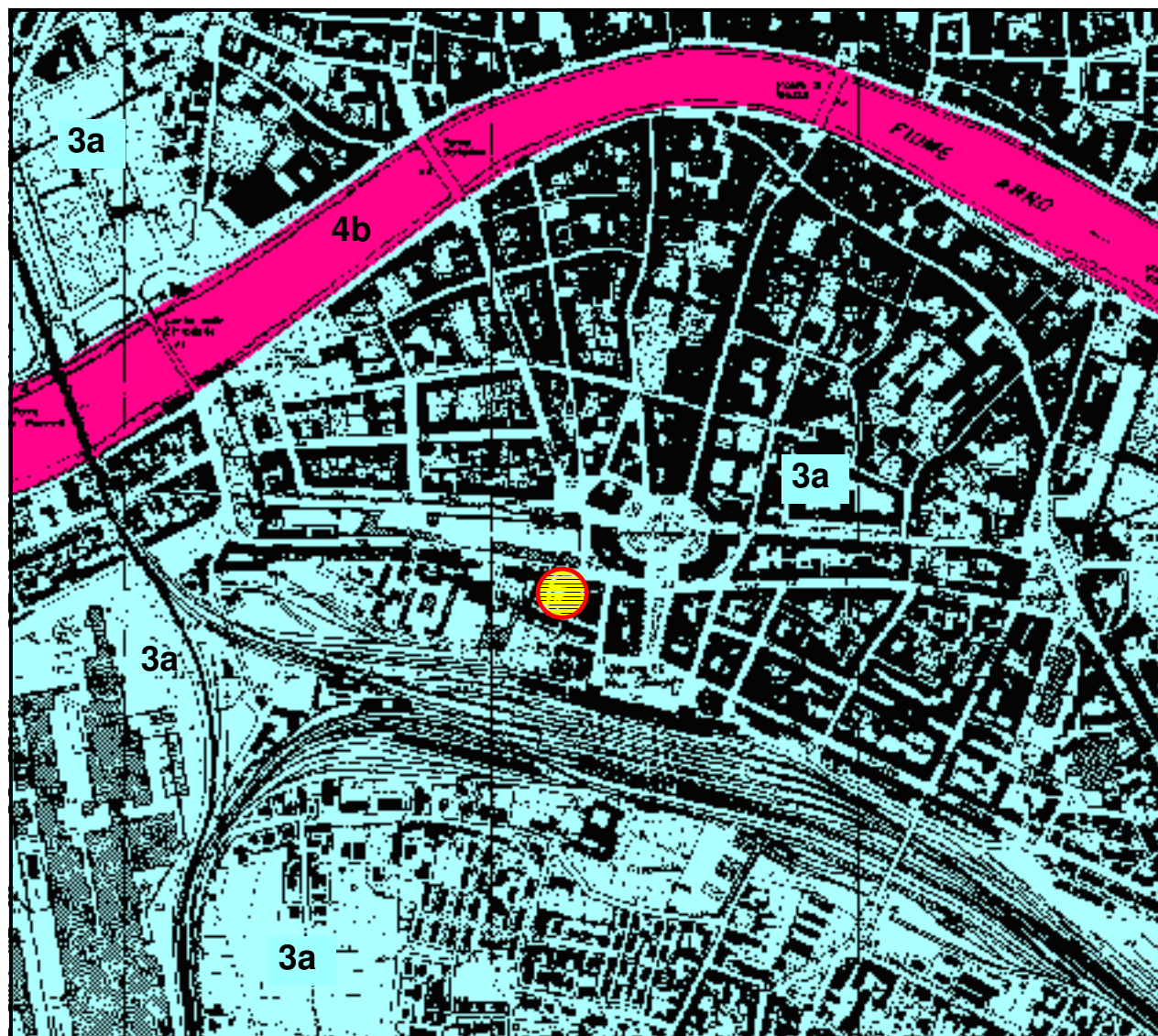
FIG. 8 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

(Scala 1:10000)

[Stralcio tratto da TAV. 2 P.T.C. PROVINCIA DI PISA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA"]



Ubicazione area in oggetto



CLASSI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA



(1) Pericolosità irrilevante



(2) Pericolosità bassa



(3a) Pericolosità media – Sottoclasse 3a



(3b) Pericolosità media – Sottoclasse 3b



(4a) Pericolosità elevata – Sottoclasse 4a



(4b) Pericolosità elevata – Sottoclasse 4b

FIG. 9 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

(Scala 1:10000)

[Stralcio tratto da TAV. 1 P.T.C. PROVINCIA DI PISA "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA"]



Area in oggetto



CLASSI DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA



(1) Pericolosità irrilevante



(2) Pericolosità bassa



(3a) Pericolosità media – Sottoclasse 3a



(3b) Pericolosità media – Sottoclasse 3b



(4a) Pericolosità elevata – Sottoclasse 4a



(4b) Pericolosità elevata – Sottoclasse 4b

Fig. 10 Planimetria generale dell'area

Scala 1:1000

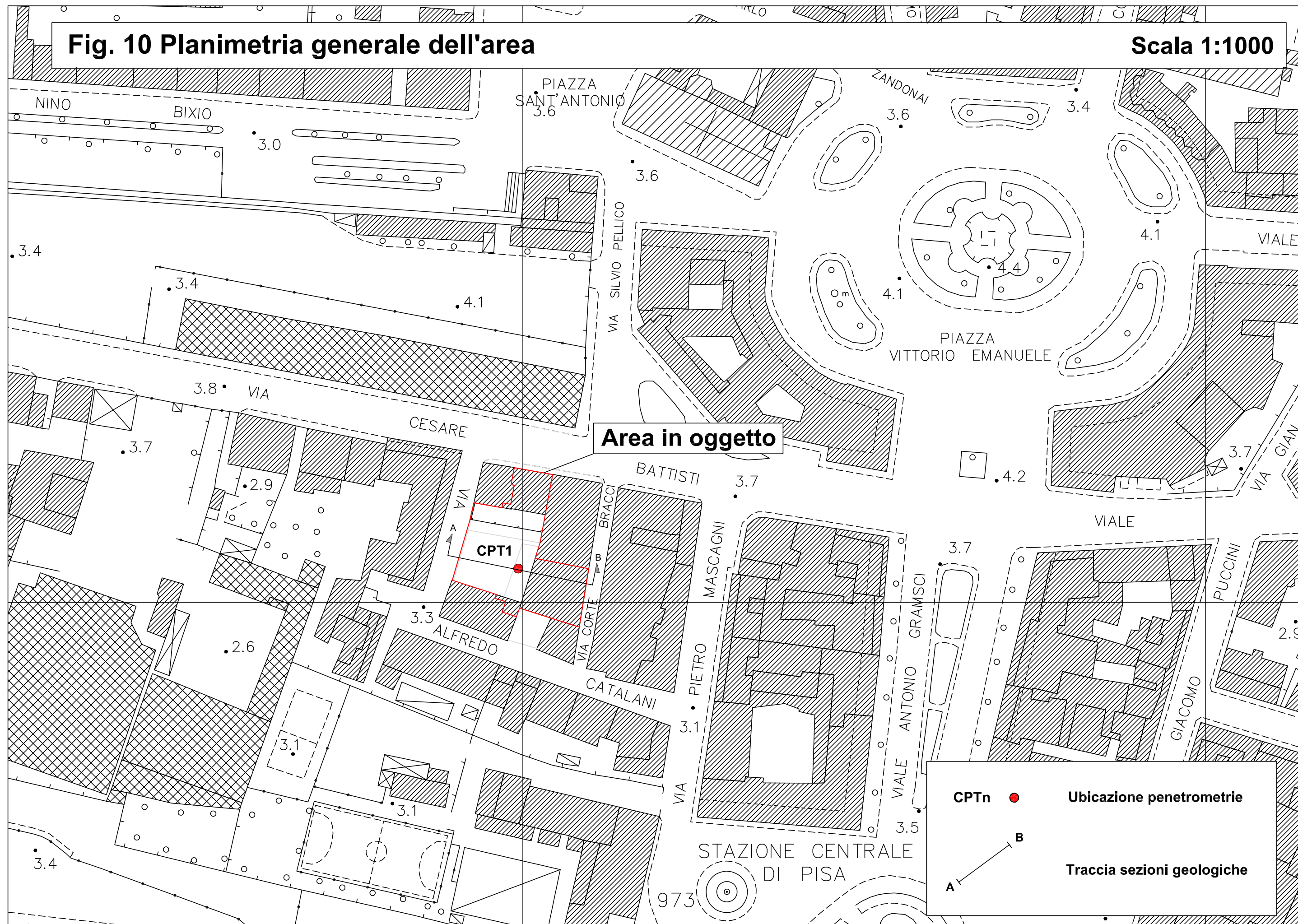
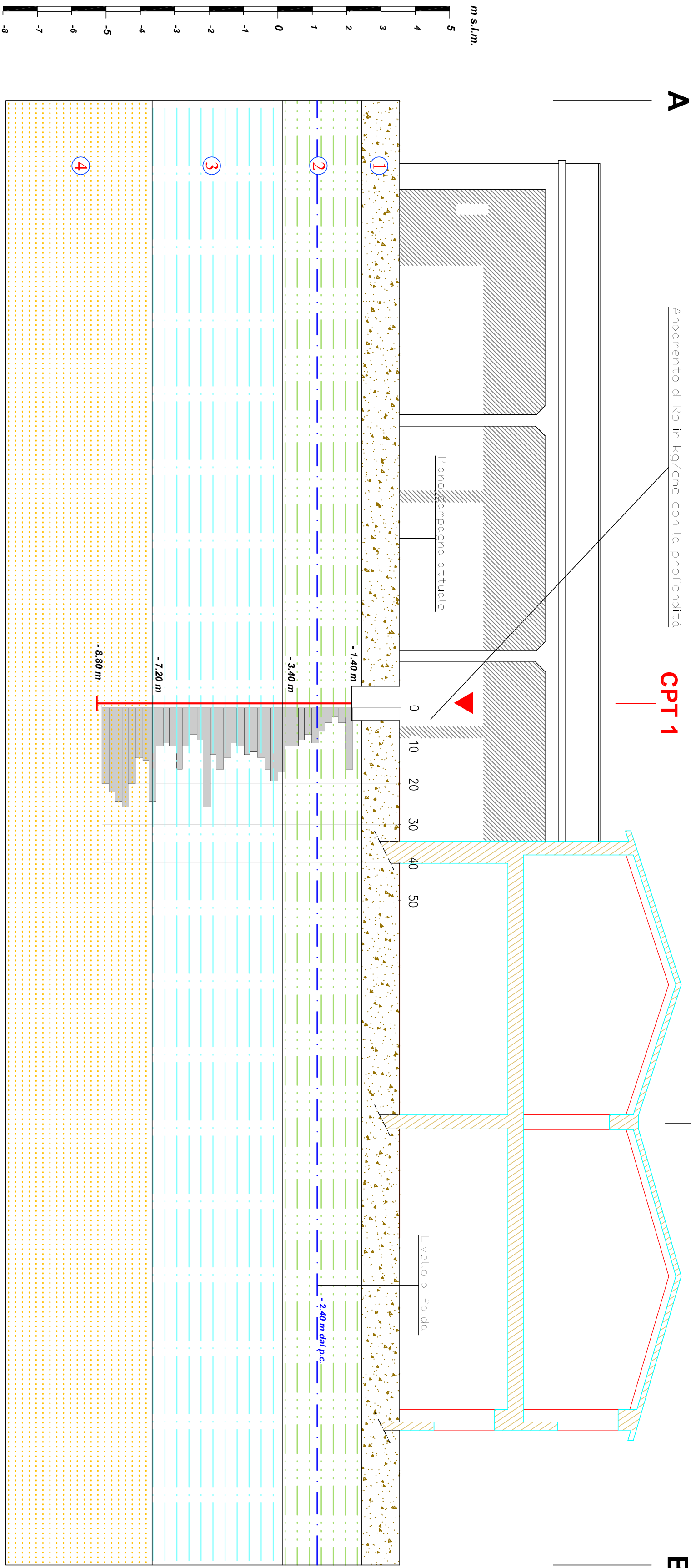


Fig. 11 Sezione Geologico-tecnica AB (tratta da sezione 1-1 di progetto)

Scala 1:100

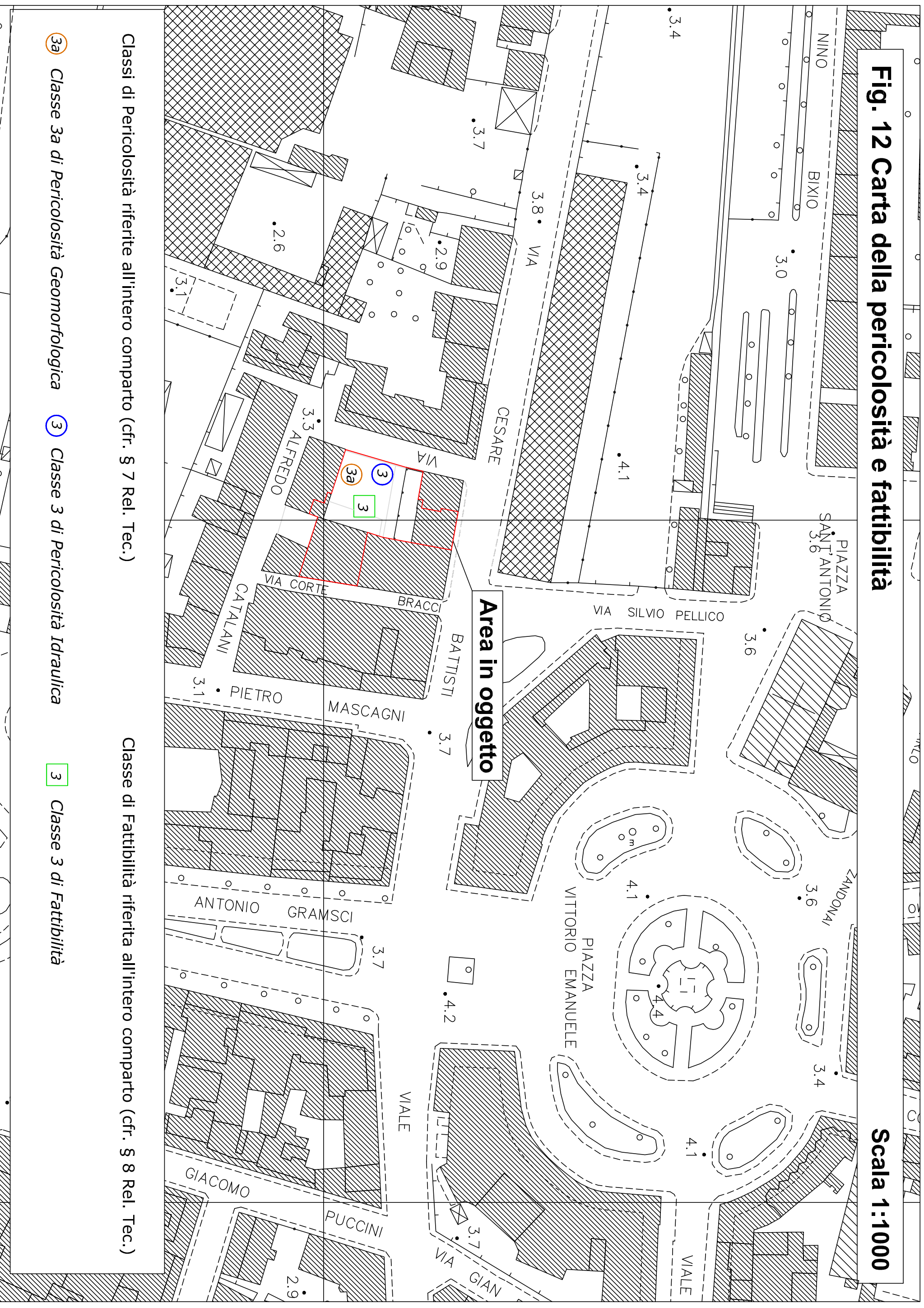


① Terreno eterogeneo di riporto ③ Argille e argille limose localmente sabbiose moderatamente consistenti [Rp 12 – 13 kg/cmq] (Cu 0.60 kg/cmq)

② Limi argilloso sabbiosi poco consistenti [Rp 6 kg/cmq] (Cu 0.30 kg/cmq)] ④ Limi sabbiosi e sabbie limose moderatamente addensati [Rp 20 kg/cmq] (fi 27%)

Fig. 12 Carta della pericolosità e fattibilità

Scala 1:1000



ALLEGATO

1

DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing$ 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing$ 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 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 (lett. $\Rightarrow$ Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA}$

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

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

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

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

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

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, 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 manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

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

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

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

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

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

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 :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	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 $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = 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.

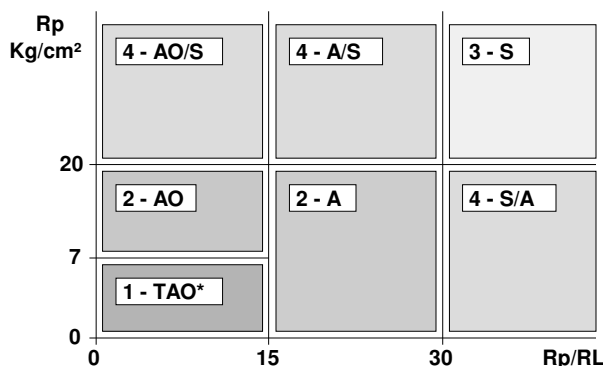
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L
(Begemann 1965 -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 / R_L) > 30

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



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 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 : γ' - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- 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 - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - R_p]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 - ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 - ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 - ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/ g) - Dr]

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

CPT 1

3.010496-018

- committente:	Servicar s.r.l.	- data prova :	14/01/2006
- lavoro:		- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Via Catalani - Pisa	- prof. falda :	2,40 m da quota inizio
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	16/01/2006

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	4,60	6,0	9,0	12,0	0,47	26,0
0,40	----	----	--	-----	----	4,80	5,0	8,5	10,0	0,27	37,0
0,60	----	----	--	-----	----	5,00	4,5	6,5	9,0	0,33	27,0
0,80	----	----	--	-----	----	5,20	6,5	9,0	13,0	0,53	24,0
1,00	----	----	--	-----	----	5,40	8,0	12,0	16,0	0,53	30,0
1,20	----	----	--	-----	----	5,60	6,0	10,0	12,0	0,53	22,0
1,40	----	----	--	-----	----	5,80	13,0	17,0	26,0	0,87	30,0
1,60	8,0	8,0	16,0	0,13	120,0	6,00	4,0	10,5	8,0	0,33	24,0
1,80	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0	6,20	3,5	6,0	7,0	0,40	17,0
2,00	1,0	2,0	2,0	0,13	15,0	6,40	5,0	8,0	10,0	0,53	19,0
2,20	2,0	3,0	4,0	0,13	30,0	6,60	8,0	12,0	16,0	0,40	40,0
2,40	3,0	4,0	6,0	0,13	45,0	6,80	5,0	8,0	10,0	0,20	50,0
2,60	4,5	5,5	9,0	0,20	45,0	7,00	4,5	6,0	9,0	0,13	67,0
2,80	3,5	5,0	7,0	0,13	52,0	7,20	5,0	6,0	10,0	0,27	37,0
3,00	4,0	5,0	8,0	0,20	40,0	7,40	12,0	14,0	24,0	0,40	60,0
3,20	5,0	6,5	10,0	0,27	37,0	7,60	7,0	10,0	14,0	0,33	42,0
3,40	5,0	7,0	10,0	0,33	30,0	7,80	6,5	9,0	13,0	0,27	49,0
3,60	8,5	11,0	17,0	0,60	28,0	8,00	10,0	12,0	20,0	0,40	50,0
3,80	9,5	14,0	19,0	0,87	22,0	8,20	13,0	16,0	26,0	0,27	97,0
4,00	8,0	14,5	16,0	0,80	20,0	8,40	12,0	14,0	24,0	0,33	72,0
4,20	6,5	12,5	13,0	0,47	28,0	8,60	11,0	13,5	22,0	0,53	41,0
4,40	5,5	9,0	11,0	0,40	27,0	8,80	10,0	14,0	20,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Software by: Dr.D.Merlin - 0425/840820

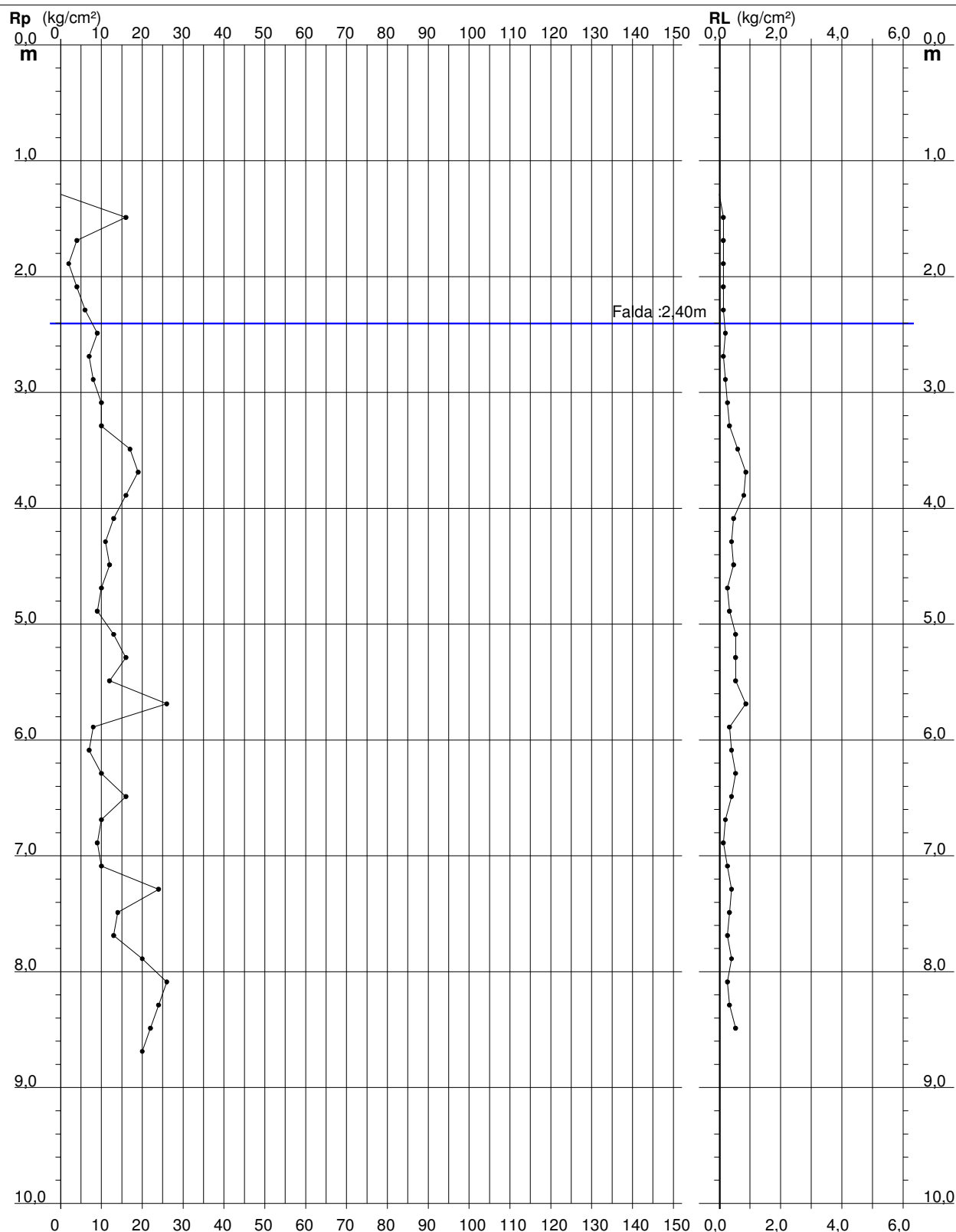
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-018

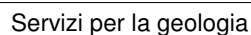
- committente: Servicar s.r.l.
- lavoro:
- località: Via Catalani - Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 14/01/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,40 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50
- data emiss. : 16/01/2006



CPT 1

- data prova : 14/01/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,40 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50
- data emiss. : 16/01/2006



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

3.010496-018

- committente: Servicar s.r.l.
- lavoro:
- località: Via Catalani - Pisa
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 14/01/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,40 m da quota inizio

- data emiss. : 16/01/2006

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	--	--	???	1,85	0,26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	16	120	4/:	1,85	0,30	0,70	18,3	118	177	52	39	33	36	38	41	34	27	0,077	27	40	48
1,80	4	30	4/:	1,85	0,33	0,20	3,3	93	140	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
2,00	2	15	1***	1,85	0,37	0,10	1,2	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	4	30	4/:	1,85	0,41	0,20	2,6	105	157	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12
2,40	6	45	4/:	0,82	0,42	0,30	4,1	118	177	29	--	28	31	35	38	26	26	--	10	15	18
2,60	9	45	4/:	0,85	0,44	0,45	6,5	114	171	38	9	29	32	35	39	28	26	0,019	15	23	27
2,80	7	52	4/:	0,83	0,46	0,35	4,5	127	191	32	--	28	31	35	38	26	26	--	12	18	21
3,00	8	40	4/:	0,84	0,47	0,40	5,1	130	196	35	3	28	32	35	38	27	26	0,009	13	20	24
3,20	10	37	4/:	0,86	0,49	0,50	6,4	127	191	40	10	29	32	36	39	28	26	0,021	17	25	30
3,40	10	30	4/:	0,86	0,51	0,50	6,2	133	200	40	9	29	32	35	39	28	26	0,019	17	25	30
3,60	17	28	2////	0,97	0,53	0,72	9,3	126	189	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	19	22	2////	0,99	0,55	0,78	9,7	133	199	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	16	20	2////	0,96	0,57	0,70	8,1	136	203	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	13	28	2////	0,93	0,59	0,60	6,5	151	226	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	11	27	2////	0,91	0,60	0,54	5,4	164	246	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	12	26	2////	0,92	0,62	0,57	5,6	167	251	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	10	37	4/:	0,86	0,64	0,50	4,6	178	267	40	4	29	32	35	38	27	26	0,009	17	25	30
5,00	9	27	2////	0,88	0,66	0,45	3,9	184	276	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	13	24	2////	0,93	0,68	0,60	5,5	183	275	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	16	30	4/:	0,90	0,69	0,70	6,3	181	271	52	18	31	33	36	39	29	27	0,034	27	40	48
5,60	12	22	2////	0,92	0,71	0,57	4,8	198	296	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	26	30	4/:	0,95	0,73	0,93	8,5	173	260	78	33	33	35	38	41	31	28	0,065	43	65	78
6,00	8	24	2////	0,86	0,75	0,40	2,9	201	302	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	7	17	2////	0,84	0,76	0,35	2,4	189	283	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	10	19	2////	0,90	0,78	0,50	3,6	221	331	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	16	40	4/:	0,90	0,80	0,70	5,3	219	328	52	14	30	33	36	39	28	27	0,028	27	40	48
6,80	10	50	4/:	0,86	0,82	0,50	3,4	230	345	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
7,00	9	67	4/:	0,85	0,83	0,45	2,9	226	338	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27
7,20	10	37	4/:	0,86	0,85	0,50	3,2	237	356	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
7,40	24	60	3:::	0,86	0,87	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	30	28	0,050	40	60	72
7,60	14	42	4/:	0,89	0,89	0,64	4,1	248	372	48	7	29	32	35	39	27	26	0,016	23	35	42
7,80	13	49	4/:	0,88	0,90	0,60	3,8	255	382	47	4	29	32	35	38	26	26	0,011	22	33	39
8,00	20	50	4/:	0,93	0,92	0,80	5,2	253	379	60	19	31	33	36	39	28	27	0,035	33	50	60
8,20	26	97	3:::	0,87	0,94	--	--	--	--	--	27	32	35	37	40	30	28	0,052	43	65	78
8,40	24	72	3:::	0,86	0,96	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	29	28	0,046	40	60	72
8,60	22	41	3:::	0,86	0,97	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	29	28	0,039	37	55	66
8,80	20	--	4/:	0,93	0,99	0,80	4,8	276	413	60	17	30	33	36	39	28	27	0,032	33	50	60