



ALLEGATO 12-1

**COMUNE DI PISA
PROVINCIA DI PISA**

**SCHEDA NORMA PER LE AREE DI TRASFORMAZIONE
SOGGETTE A PIANO ATTUATIVO**

**SCHEDA N. 7.5
CISANELLO PARCO CENTRALE**

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA
(L.R. 17 aprile 1984, n. 21)**

**COMPONENTI GEOLOGICHE PER LA V.E.A.
(Art 32 L.R. 5/95 e L.R. 1/05)**

Novembre 2005



GeoLogica

di Marcello Ghigliotti

Polo Scientifico e Tecnologico
Via Giuntini 13 - 56023 Navacchio (Pisa)
Tel 050.754147 Fax 050.754146
info@geologicaconsulting.it

INDICE GENERALE

1. Introduzione e caratteristiche dell'intervento

1.1 Obiettivi generali (da S.N. 7.5 del R.U.)

2. Quadro normativo di riferimento

2.1 Vincoli sovraordinati

2.2 Indicazioni sulla pericolosità geologica e fattibilità geologica

2.3 Principali contenuti dello studio di fattibilità geologica

2.4 Valutazione degli effetti ambientali

2.5 Deposito degli atti

3. Inquadramento geologico e geomorfologico

4. Assetto idrogeologico e consistenza del reticolo idraulico locale

4.1 Assetto idrogeologico

4.1.1. Primo acquifero superficiale (falda freatica)

4.1.2. Acquiferi profondi (confinati)

4.1.3. Caratteristiche piezometriche degli acquiferi (freatico e confinati)

4.2 Consistenza del reticolo idraulico locale

4.2.1. Analisi del reticolo esterno al comparto S.N. 7.5 (stato attuale)

4.2.2. Progetto di riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord Est (Pisa e S.Giuliano)

4.2.3. Il reticolo minore interno al comparto S.N. 7.5 e sue implicazioni idrauliche

4.2.4. Dimensionamento di massima della/e vasca volano

4.2.5. Consistenza della rete di fognatura nera

5. Caratterizzazione geotecnica dei terreni

5.1. Prove geotecniche in situ

5.2. Analisi di Laboratorio

5.3. Sezioni geologiche

5.4. Carico ammissibile e cedimenti per fondazioni continue superficiali (a platea)

6. Componenti a carattere geologico per la V.E.A.

7. Comportamento sismico dei terreni

8. Considerazioni conclusive e condizioni alla trasformazione

INDICE DELLE FIGURE E DELLE TAVOLE

Figura 1	Corografia	Scala 1:10.000
Figura 2	Carta geologica (Estratto di Piano Strutturale)	Scala 1:10.000
Tavola 1	Carta geomorfologica - sezioni geolitologiche	Scale varie
Tavola 2	Carta del reticolo idraulico	Scala 1:5.000
Tavola 3	Tavola di progetto	Scala 1:1.000

INDICE DEGLI ALLEGATI

Allegato 1	Certificati delle prove penetrometriche statiche C.P.T.
Allegato 2	Certificati delle analisi sulle terre e stratigrafie sondaggi
Allegato 3	Progetto preliminare "Riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-est nei Comuni di Pisa e San Giuliano" a cura di Ufficio Fiumi e Fossi:
	Tavola 1 (Corografia generale con idrografia stato attuale)
	Tavola 3b (Planimetria degli interventi stralcio 2)

1. Introduzione e caratteristiche dell'intervento

La Relazione di Fattibilità geologica descrive i risultati delle indagini geologiche svolte a supporto della previsione urbanistica (S.U.A.) denominata: *"Scheda norma 7.5 del Regolamento urbanistico CISANELLO-PARCO CENTRALE aree di trasformazione soggette a piano"*.

L'area d'intervento misura 118.800 m², ed è localizzata nella zona orientale della città di Pisa (Fig.1 *Corografia*), delimitata a sud e sul lato orientale da via Cisanello, a nord da Via Bargagna e sul lato occidentale dagli edifici della Pubblica Assistenza.

1.1 Obiettivi generali (da S.N. 7.5 del R.U.)

La Scheda Norma 7.5 del R.U. prevede la realizzazione di un nuovo centro urbano organizzato intorno a un asse centrale pedonale, intorno al quale si distribuiscono diverse attività: commerciale, servizi pubblici e privati, parco pubblico, connessi mediante un "ponte verde" con l'area commerciale esistente, attraverso la realizzazione di un sottopasso carrabile della Via Cisanello. Un altro sottopasso carrabile su Via Bargagna prolungherà l'asse pedonale dal parco anche su Via Frascani fino a terminare in una piazza.

L'intervento si pone come obiettivi:

- dotare l'area di una zona centrale pedonale, direzione nord-sud, lungo la quale si articola l'ampia piazza lastricata ed alberata e due vaste aree verdi organizzate a parco pubblico attrezzato;
- localizzare un parcheggio di servizio per gli utenti del parco e dei servizi in esso presenti;
- localizzare nel nuovo centro urbano il palazzo di giustizia, ubicato in una zona facilmente raggiungibile sia dalla città che dalla periferia e visibile dalle tre arterie viarie, quale architettura rappresentativa e che individua visivamente il nuovo centro urbano;
- realizzare un parcheggio di servizio al palazzo di giustizia connesso anche ad un percorso pedonale in sottopasso per raggiungere le aree ad est e l'ospedale; detto parcheggio dovrebbe essere realizzato preferibilmente interrato;
- prevedere sui lati corti del parco due edifici fronteggianti da destinare a Servizi pubblici e privati

Dimensionamento di progetto

Area a Servizi:

Servizi pubblici = mq 25.200 = 86%

Servizi privati = mq 4.000 = 14%

Aree pubbliche:

Viabilità pubblica = mq. 8.000 = 9%

Parcheggi pubblici = mq. 36.500 = 41%

Verde pubblico = mq. 45.100 = 50%

Totale area a servizi= mq. 29.200 = 25%
Totale aree pubbliche= mq. 89.600= 75%
Totale superficie territoriale = mq. 118.800 = 100%

Elementi prescrittivi

Viabilità:

- Percorso pedonale dalla piazza di Via Frascani fino a oltrepassare Via Cisanello collegandosi con il Centro Commerciale e la sede ACI;
- Sottopasso di Via Cisanello per lo scorrimento della viabilità veloce nelle due direzioni;
- "ponte verde" di Via Cisanello – come da grafici – a costituire una piazza pedonale di connessione con il Centro Commerciale a sud e con il percorso di collegamento con il fiume;
- percorso carrabile adiacente l'area prevista per la localizzazione del Palazzo di Giustizia, di accesso al parcheggio di nuova realizzazione di fronte al centro commerciale nord;
- sottopasso di Via I. Bargagna per il proseguimento dell'asse pedonale di Via Frascani.

Morfologia dei nuovi impianti edilizi

- area del nuovo palazzo di giustizia: l'intervento è organizzato su due grandi aree di cui quella a sud – verso la rotatoria – viene utilizzata per la realizzazione del complesso architettonico, mentre l'altra per la realizzazione del parcheggio – preferibilmente tutto interrato. Si prevede un'area destinata a verde pubblico lungo Via Paradisa ed una fascia verde alberata lungo Via Monsignor Manghi;
- viene prevista la realizzazione di due edifici che si fronteggiano delimitando il parco ad est e ad ovest. Entrambi potranno prevedere al piano terra attività commerciali e servizi connessi al parco. Dovranno avere caratteristiche architettoniche consimili dovendo fare da sfondo al parco sui suoi lati corti, uno si porrà tra il parcheggio pubblico e il parco l'altro sempre tra il parco e il nuovo palazzo di Giustizia. Dovranno essere uguali nelle dimensioni a terra e in altezza con particolare attenzione al disegno architettonico sia dei prospetti che dei fianchi;
- i nuovi parcheggi previsti dovranno essere alberati;
- tutte le essenze necessarie alla realizzazione del parco dovranno essere quelle tipiche della zona.

Parametri urbanistico-edilizi

- Its 0,50 (slu/superficie territoriale)
- Aree a Servizi Pubblici e Privati
- Sf. Mq. 29.200
- Rc. 35%
- Sup. lorda utile max mq. 53.800
- Ifs. 2,00 (slu/superficie fondiaria)
- N° piani max 6 piani fuori terra, con possibilità di realizzare interrati o seminterrati da destinare a parcheggio, ad esclusione di due modeste attrezzature all'interno del parco che verranno realizzate di 1 piano
- H. max ml. 18,50

- Tipologia: edificio in linea
- Servizi consentiti: attività commerciale, uffici e attività connesse con il parco.

Prescrizioni sugli spazi aperti

Asse pedonale nell'area centrale del parco, "ponte verde" e asse pedonale in Via Frascani.

Il grande parco centrale

L'area è suddivisa in due grandi spazi verdi aperti per i quali si propone la realizzazione di zone alberate ed arbustive con disposizioni delle alberature in forma o regolare o a gruppi, spazi aperti trattati a prato curato o in parte lasciato naturale, aree attrezzate con panchine, gioco bambini ecc; è opportuno l'inserimento di vasche di acqua di forma e dimensione da studiarsi nell'assetto generale. La qualità della vegetazione scelta deve essere elevata, preferibilmente sono da utilizzarsi, con alta densità, alberi ad alto fusto, di diverse specie.

Si propone la realizzazione di un adeguato sistema di illuminazione per garantire la sicurezza del luogo anche durante le ore notturne.

Ove possibile si ritiene opportuno conservare le alberature presenti nell'area.

Lungo Via Bargagna si prescrive la realizzazione di una alberatura continua ad alto fusto.

Il progetto del parco deve avvalersi di uno studio dettagliato sia dell'assetto degli spazi, che del tipo di piantumazione e della sua qualità, nonché del tipo di manutenzione necessaria alla buona conservazione dell'ambiente e del livello biologico/ecologico.

Fascia verde alberata lungo Via M. Manghi

Il tipo di piantumazione situato lungo il fronte del palazzo di giustizia può essere modificato a seconda dell'architettura di progetto.

Area verde a margine del parcheggio del Tribunale

Si prevede la piantumazione di almeno 30 alberi di diverse specie, disposte in gruppi irregolari, misti ad almeno 60 arbusti di diverse specie.

Fasce verdi lungo Via Cisanello – zona sottopasso

Si prevede la messa in opera di una siepe di oleandri, distanza minima ml. 1.50.

Fasce verdi lungo Via I. Bargagna – zona sottopasso

Si prevede la messa in opera di una siepe di oleandri, distanza minima ml. 1.50.

Fascia verde alberata lungo i parcheggi - Via Cisanello

Si prevede la messa in opera di un'alberatura in linea con alberi tipo *pinus pinea*, distanza minima ml. 8.

Nella fascia antistante il parcheggio dell'ACI, a fronte del "ponte verde" si prevede la messa in opera di alberatura in linea con alberi di tipo *paulownia tormentosa*, distanza minima ml. 8

Parcheggi alberati

Tutti i parcheggi di nuova progettazione devono essere alberati (vedere abachi generali per i riferimenti tipologici).

Modalità attuative e programma attuativo

L'intervento si attua tramite acquisizione pubblica di tutta l'area nelle forme di legge previste.

Il P.A. di iniziativa pubblica potrà prevedere il riparto in 5 unità minime di intervento. Può essere anticipata, rispetto al P.A. la sola attuazione delle opere pubbliche inerenti i parcheggi e il verde, in conformità della presente scheda.

2. Quadro normativo di riferimento

L'indagine di fattibilità geologica è stata realizzata ai sensi della LR 21/84 *"Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico"*, D.C.R. 94/85 *"Direttiva sulle indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica, in attuazione della LR 21/84"*, D.C.P. 349/88 (P.T.C.), L.R. 5/95 e D.C.R. 12/2000 (P.I.T.).

Le normative regionali prescrivono, per un piano attuativo, una relazione di fattibilità geologica che confermi, ai sensi della D.C.R. 94/85, la pericolosità geologica dell'area e la fattibilità delle opere, così come attribuita dagli Strumenti Generali vigenti (Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico).

2.1. Vincoli sovraordinati

Nel comparto di studio è presente un campo pozzi (3 opere di presa) per uso idropotabile collegato alla Centrale di San Biagio dell'acquedotto comunale.

(tav. b35 del P.S. – Ricognizione dei vincoli sovraordinati).

Dalla sovrapposizione tra tavola di progetto e carta di ubicazione dei 3 pozzi, due nuovi fabbricati (edificio centrale della Provincia ed edificio occidentale del Comune) andranno ad insistere direttamente su aree attualmente occupate dai due pozzi denominati Bargagna 1 e 2.

L'attuazione della previsione urbanistica è quindi sospesa sino alla rimozione di tali pozzi (previo loro chiusura mineraria) e loro eventuale trasferimento in aree esterne. Si ricorda a tal senso che il Dlg. 152/99 (art. 21 comma 7), in assenza di individuazione di specifiche zone di rispetto da parte della Regione, prevede che per i nuovi (eventuali) punti di captazione dovrà essere mantenuta una zona di rispetto di raggio maggiore o uguale a 200m.

2.2. Indicazioni sulla pericolosità geologica e fattibilità geologica

Gli strumenti generali del Comune di Pisa (Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico) sono corredati dalle indagini geologico-tecniche di supporto, così come prescrive la legge.

Si rimanda al documento *"Preso visione degli strumenti generali"*, allegato allo studio, ove vengono riportati, in copia conforme, gli estratti della carta della pericolosità geologica e della fattibilità geologica assegnata all'area dagli S.U. generali vigenti (ai sensi della Del G.R. n. 1030/2003).

CLASSE DI PERICOLOSITA' (dal P.S.)

L'intero comparto è classificato a pericolosità **3a - pericolosità medio bassa.**

CLASSE DI FATTIBILITA' (dal R.U.)

Sono previste differenti classi di fattibilità in funzione della tipologia ed importanza degli interventi edilizi previsti.

Classe di fattibilità II

Dal punto di vista geotecnico gli interventi previsti fino a tre piani fuori terra sono attuabili senza particolari condizioni ferma restando la applicazione della normativa vigente.

Classe di fattibilità III

Per l'edificato con più di tre piani terra e comunque per edifici a carattere pubblico dovranno essere predisposte indagini di dettaglio condotte a livello di area complessiva.

Anche gli eventuali interventi in interrato sono fattibili alla condizione di predisporre indagini in dettaglio condotte a livello di area complessiva. Per realizzare le opere in interrato si dovrà inoltre precedere ad operazioni di scavo in falda; per drenare la falda acquifera (se presente) si dovrà tener sotto controllo la eventuale subsidenza del suolo per evitare danni agli edifici circostanti.

Per i locali interrati (ed in particolare per i sottopassi e per il previsto parcheggio sotterraneo) dovranno essere applicate le prescrizioni contenute nelle Norme del Regolamento Urbanistico (Prescrizioni specifiche per opere sotto p.c.).

L'indagine realizzata sul comparto 7.5 ha confermato la pericolosità 3a assegnata dal P.S. mentre ha esteso la classe di fattibilità III - condizionata- a tutte le opere previste in considerazione della rilevanza dell'intervento (edifici pubblici) e della presenza di parcheggi interrati.

La previsione urbanistica (anche attuabile per U.M.I. separate) potrà essere realizzata soltanto nel rispetto delle condizioni alle trasformazioni (cap. 8) che assumono quindi valore prescrittivo.

2.3. Principali contenuti dello studio di fattibilità geologica

La relazione di fattibilità geologica definisce i seguenti aspetti:

- a) la successione dei litotipi presenti nel sito sino ad una profondità di 30-40 m dal p.c;
- b) il quadro geologico e geomorfologico locale attraverso l'elaborazione di 3 sezioni geologiche longitudinali e trasversali;
- c) il comportamento meccanico dei terreni, determinando i parametri litotecnici dei principali litotipi incontrati;
- d) il contesto idrogeologico locale, con particolare riferimento alla geometria e profondità della falda freatica;

- e) il quadro del reticolo idraulico superficiale;
- f) la consistenza della rete fognaria locale.

Nell'area sono state eseguite 6 prove nuove penetrometriche statiche (C.P.T.) spinte fino alla profondità massima di 30m dal p.c. ad integrazione dell'indagine preliminare sull'area commissionata dalla Provincia di Pisa al Dott. Geol. Bonanni che includeva anche 2 sondaggi a carotaggio continuo e analisi su campioni indisturbati (dati riportati per estratto in allegato).

Le norme di attuazione (NdA) illustrate nelle conclusioni della relazione di fattibilità geologica contengono indicazioni circa il piano quotato dei fabbricati, dei parcheggi e degli spazi verdi, oltre a prescrizioni relative ai locali interrati e seminterrati ed indicazioni a carattere idraulico per contenere eventuali rischi da ristagno.

2.4. Valutazione degli effetti ambientali

Vengono analizzate, per il sistema acqua e suolo, le componenti per la redazione della V.E.A. a supporto della previsione in oggetto (art 32 LR 5/95 e LR 1/05).

2.5. Deposito degli atti

Gli elaborati geologici (relazione ed allegati), comprensivi di certificazione di adeguatezza delle indagini geologiche vengono depositati presso l'Ufficio del Genio Civile di Pisa per i controlli di legge previsti ai sensi della Del. G.R. 20/10/2003 n. 1030 (che sostituisce la Del.G.R. 11/3/96 n. 304) in attuazione delle disposizioni di cui all'Art 32 della L.R. 5/95.

3. Inquadramento geologico e geomorfologico

Il comparto SN 7.5, sub-pianeggiante, si trova ad una quota media di +2.5m s.l.m., ad uso parzialmente agricolo con campi delimitati e attraversati da fossi e scoline locali. La parte occidentale evidenzia invece una morfologia più irregolare. In particolare il sentiero che collega gli edifici della Pubblica Assistenza al pozzo per acqua (Bargagna 2) sale gradualmente, rispetto ai terreni che attraversa, fino a raggiungere un massimo di circa +1,5 metri sul p.c.. Il dislivello osservato probabilmente è dovuto all'accumulo di terreno di riporto. Anche nel prato a lato della Pubblica Assistenza il profilo sale dolcemente, formando un rilevato regolare a circa 0.50 m rispetto al p.c. La zona più elevata del comparto è localizzata all'angolo meridionale tra la Pubblica Assistenza e via Cisanello (+3.7m) dove il terreno appare compattato e coperto da uno strato non continuo di ghiaietto eterogeneo e dove si estende uno stradino asfaltato largo 4 m e lungo circa 50 m.

Nell'ansa dell'Arno compresa tra l'ospedale di Cisanello ed il centro città la Carta geologica e geomorfologica del P.S. riporta i seguenti litotipi (vedere Fig. 2 Carta geologica – estratto di Piano Strutturale):

Sedimenti limo-argillosi e sabbiosi delle aree golenali (Attuale)-(a). I sedimenti presenti nelle aree golenali sono depositi dall'Arno negli alvei e nelle aree laterali raggiunte dalle piene ordinarie. Si tratta di sedimenti a granulometria variabile da limo-argillosa a sabbiosa in funzione dell'energia delle acque che li hanno depositi e limitati all'asta attuale del fiume.

Depositi sabbiosi dei lidi e dune litoranee (Olocene)-(d). I depositi sabbiosi si trovano prevalentemente lungo una fascia della larghezza di circa 7 km posta in direzione nord-sud che separa la pianura alluvionale di Pisa dal mare. Tale disposizione spaziale rappresenta gli antichi andamenti del litorale che è andato espandendosi fino al secolo scorso.

I lidi e le dune litoranee sono costituiti da depositi sabbiosi su cui prevalgono i granuli quarzosi. Tali sabbie si presentano sciolte in superficie e mediamente addensate in profondità.

Una presenza marginale di questi terreni è riportata nella parte alta della carta, verso il confine con il Comune di San Giuliano.

Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene)-(at). Questi terreni sono costituiti prevalentemente da argille (la cui consistenza può variare localmente), 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.

Depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene)-(la). Questi depositi hanno una granulometria mediamente più grossolana dei terreni sopra descritti. 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. Le zone il cui substrato è costituito da questi terreni sono leggermente più rilevate rispetto alle ex-aree palustri in cui si rinvenivano sedimenti mediamente più fini.

La carta litotecnica del P.S. rileva, per la parte orientale della città, una successione litostratigrafica di terreni alluvionali prevalentemente limosi di colore nocciola con intercalazioni argillose e talvolta sabbiose.

I parametri geotecnici di questi terreni sono variabili in relazione al tenore di limo, argilla o sabbia.

4. Assetto idrogeologico e consistenza del reticolo idraulico locale

4.1 Assetto idrogeologico

4.1.1 Primo acquifero superficiale (falda freatica)

Nella bassa pianura pisana il "primo orizzonte acquifero freatico", sede di una circolazione idrica superficiale dovuta all'infiltrazione diretta delle acque meteoriche ed alla ricarica di sub-alveo di fossi e canali, è costituito dai livelli sabbiosi permeabili presenti nei primi metri dal piano campagna. La permeabilità di questo acquifero è estremamente variabile per le caratteristiche granulometriche dei vari livelli che formano il complesso dei limi superficiali (riconducibili ad episodi esondativi dell'Arno).

In genere questo acquifero è (stato) sfruttato da pozzi di grande diametro profondi al massimo una decina di metri.

Nell'area di studio sono dominanti litotipi prevalentemente limosi a permeabilità bassa. Al margine NO dell'area di studio si rinvencono terreni a permeabilità maggiore, di natura prevalentemente sabbiosa e sabbiosa-limosa, che si estendono in direzione NNE-SSW, riconducibili a paleoalvei sepolti dell'Arno. In corrispondenza di quest'area è presente un pozzo di grande diametro (114 cm) in disuso, profondo 7,5 m e nel quale la falda è stata misurata a -1,75 m dal p.c..

Le prove C.P.T., distribuite sul comparto come indicato in Tav.1 non hanno invece individuato livelli sabbiosi superficiali continui (e falda freatica prossima al p.c.). In corrispondenza delle aree ove verranno realizzati i fabbricati la prima falda, quando presente, è situata a -4.5 m dal p.c.: si trova quindi ad una profondità tale da non interferire con gli scavi per i locali interrati (la cui profondità massima è indicata in 3 m dal p.c.).

4.1.2 Acquiferi profondi

L'assetto idrogeologico profondo è stato ricostruito mediante i dati stratigrafici di 3 pozzi per acqua e 2 sondaggi geognostici.

I tre pozzi per acqua denominati "Via di Padule", "Bargagna 1" e "Bargagna 2", si spingono rispettivamente a 257.4m, 191.5m e 204.5m di profondità dal p.c..

I pozzi Bargagna 1 e Bargagna 2 sono interni al comparto di intervento, mentre il pozzo "Via di Padule" è esterno, al margine SO dell'area.

I 3 pozzi sfruttano l'acquifero multifalda in sabbia posto a profondità comprese tra 120 e 195m dal p.c.

L'acquifero confinato profondo è costituito da una "prima falda confinata", presente in orizzonti acquiferi a profondità variabili tra 40 e 125m dal p.c.

Un livello argilloso-limoso, spesso circa 15m, dotato di continuità laterale separa la "prima falda confinata" dalle falde confinate più profonde.

Il complesso degli orizzonti acquiferi profondi, può essere ricondotto ad un'unica falda acquifera "falda multistrato" costituita da orizzonti sabbioso-ghiaiosi presenti fino ad una profondità di 250-260m dal p.c., interessati da estese continuità idrauliche laterali e verticali.

I 3 pozzi per uso idropotabile presenti nell'area sfruttano (o hanno sfruttato) questa falda multistrato. Sono disponibili i dati di alcune prove di pompaggio eseguite su questi pozzi, dalle quali si ricavano i principali parametri idrodinamici dell'acquifero, in particolare il coefficiente di permeabilità ($K=1,35 \times 10^{-4}$ m/s) e di trasmissività ($T=5 \times 10^{-3}$ m²/s).

Un potente orizzonte argilloso-limoso praticamente impermeabile, spesso circa 40m, costituisce l'aquiclude superiore dell'acquifero profondo che è quindi adeguatamente isolato dal complesso dei limi superiori dell'Arno (che ospitano la prima falda acquifera freatica).

I limi e le argille dell'aquiclude sono caratterizzati da un grado di permeabilità variabile da basso a bassissimo, con un valore del coefficiente di permeabilità K inferiore a 10^{-6} – 10^{-7} m/s.

All'interno del livello impermeabile, continuo su tutta l'area indagata, si possono rinvenire locali lenti sabbiose isolate, non produttive.

4.1.3 Caratteristiche piezometriche degli acquiferi (freatico e confinati)

Quanto individuato nell'ambito della presente indagine corrisponde con il quadro idrogeologico generale dell'area cittadina posta a nord dell'Arno, riportato nel *"Monitoraggio piezometrico e chimico fisico degli acquiferi alluvionali multistrato presenti nella porzione nord occidentale della città di Pisa"* eseguito dal Dott. Mezzetti e dal Dott. Gagliardi per la GEA s.p.a. nel giugno 2001.

La situazione piezometrica relativa all'acquifero freatico individua una zona di alto piezometrico relativo in corrispondenza del F. Arno, probabilmente indotta dai contributi di acqua di sub-alveo, ed un minimo piezometrico in corrispondenza dell'area del C.N.R..

La falda freatica in corrispondenza dell'area di intervento tende ad attestarsi a profondità variabile tra 4 e 5m dal p.c..

Il quadro piezometrico relativo alla prima falda confinata è caratterizzato da valori equiparabili a quelli della falda multistrato: non si rilevano infatti significative differenze di carico idrostatico tra le due falde per le interconnessioni esistenti tra i vari livelli acquiferi.

Per entrambi gli acquiferi la piezometria risulta essere negativa (con valori fino a -4m s.l.m.) con depressione massima in loc. S. Biagio in prossimità dell'area golenale del F.Arno.

L'asse di drenaggio principale descrive un andamento ovest-est con un drastico abbassamento dei livelli piezometrici in Loc. S. Biagio; tale abbassamento è da ricondurre al pompaggio in atto dei pozzi ad uso idropotabile di Acque S.p.a.

In sintesi la falda acquifera profonda presenta un gradiente idraulico con direzione di deflusso orientata da ENE a WSW, con locali anomalie legate a variazioni del grado di permeabilità relativa dei terreni acquiferi (sabbia e ghiaia) o alla presenza di pozzi in emungimento.

4.2 Consistenza del reticolo idraulico locale

4.2.1 Analisi del reticolo esterno al comparto S.N. 7.5 (stato attuale)

Il territorio di Pisa, sotto il profilo idraulico, è distinto in due grandi zone:

- la zona di Pisa a nord dell'Arno, che recapita le proprie acque nel fiume Morto;
- la zona di Pisa a sud dell'Arno, che recapita le proprie acque nel canale dei Navicelli.
- In minima parte Pisa Nord Est (zona dell'Ospedale di Cisanello) scola in Arno attraverso il fosso dei Mulini e lo Scolo delle Piagge.

Il bacino di Pisa a nord dell'Arno è articolato su 5 bacini, che afferiscono al recapito finale del Fiume Morto.

Uno di questi è il bacino dei fossi Oseretto-Marmigliano-Sei Comuni, a scolo naturale (vedere Tav. 2), che raccoglie le acque della parte di Pisa ad est del bacino di Campaldo fino all'Arno comprendendo quindi il centro storico, gran parte di Porta a Lucca, Cisanello e Ghezzano. Tale bacino presenta crescenti problemi di allagamento a seguito dell'aumento considerevole delle aree impermeabilizzate e progressiva scomparsa di aree agricole di espansione, l'inadeguatezza del sistema combinato fognatura-bonifica ed i livelli dovuti allo scolo naturale non più compatibili con aree depresse urbanizzate.

Il fosso dei Sei comuni si trova al confine tra Pisa e San Giuliano e raccoglie da sud le acque dei sottobacini di San Marco e San Giusto e da nord quelle provenienti da Ghezzano/La Fontina. Le acque, al termine del loro percorso, confluiscono nel Fiume Morto, in località Martraverso, dopo un percorso cittadino interamente tombato.

Il fosso dei Sei comuni trova origine alla strada provinciale Vicarese e, per circa 1800m è a cielo aperto, con pendenza del fondo di circa 0.025%, larghezza del fondo di circa 2m e scarpa con pendenza 1:1. Il suo tratto tombato inizia circa 120m a monte della confluenza con il fosso San Marco ed è costituito da uno scatolare di dimensioni 3x2 m.

Sotto sistema di San Giusto

Il comparto S.N. 7.5 appartiene al sottobacino della bonifica di San Giusto, a sua volta inserito nel bacino di Fiume Morto (Bacino dell'Oseretto-Marmigliano-Sei Comuni).

La linea idraulica principale del sottobacino è il fosso di San Giusto che da sud (zona delle Piagge, Via di Nudo, Via di Parigi) segue via Cisanello verso Ovest e raggiunge, passando per via di Padule, a nord, il fosso dei Sei comuni. Questo fosso, interamente tombato con scatolare e tubazioni in cls raccoglie le acque meteoriche (fognatura bianca) provenienti dai quartieri orientali di Pisanova-Cisanello, sino all'argine dell'Arno.

Sotto sistema di Cisanello-San Biagio

Una porzione dell'area di Cisanello (al margine orientale dell'area) scola direttamente nell'Arno attraverso un fosso denominato "Scolo delle Piagge di Cisanello". Questo sistema è regolato da una cateratta che viene chiusa dalla Provincia di Pisa quando il livello dell'Arno è alto ed impedisce il deflusso delle acque. Attualmente con tale operazione si allagano i terreni in sinistra che sono nell'ansa dell'Arno, ma a seguito del trasferimento del nuovo complesso Ospedaliero, e la conseguente impermeabilizzazione, tale area dovrà essere protetta dai rischi di allagamento.

4.2.2. Progetto di riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est (Pisa e S.Giuliano)

Il progetto di "Riassetto idraulico dei bacini di Pisa Nord-Est nei Comuni di Pisa e San Giuliano Terme" è il punto di partenza per il miglioramento del sistema di drenaggio del territorio a nord dell'Arno. Gli eventi alluvionali di forte e media intensità, che hanno dato luogo alle recenti alluvioni avvenute nel settembre 2002, provocando seri danni alle abitazioni e alle attività commerciali site nei quartieri di Porta a Lucca e Cisanello (Comune di Pisa) e nella frazione di Ghezzano (Comune di San Giuliano Terme), a causa della bassa giacitura dei terreni e dei fenomeni di rigurgito delle fognature meteoriche con relativo ristagno delle acque e conseguenti allagamenti della locale viabilità, hanno fatto sì che gli enti territorialmente interessati (Comuni, Provincia e Consorzio di Bonifica), abbiano definito un piano di interventi per l'allontanamento delle acque meteoriche dai centri abitati, indagando sullo stato attuale delle fognature e della rete minore, progettando il potenziamento dell'intero sistema di drenaggio al fine di aumentare la portata in uscita dai centri abitati verso la periferia. (Allegato 3).

L'occasione per poter attivare tali interventi ha preso forza a seguito del progetto di trasferimento dell'Ospedale Santa Chiara a Cisanello, che si inserisce in un bacino che in parte è idraulicamente separato dal bacino del Fiume Morto, in quanto defluente direttamente in Arno attraverso lo Scolo di Piagge in Cisanello.

Il 17 dicembre 2004 è stato sottoscritto il protocollo di intesa per il trasferimento delle attività dell'Azienda Ospedaliera Pisana e del Polo Universitario da Santa Chiara a Cisanello dai rappresentanti della *Regione Toscana, dell'Azienda Ospedaliera Pisana, dell'Università di Pisa, del Comune di Pisa, della Provincia di Pisa, del Comune di San Giuliano Terme, della Direzione Regionale per i beni culturali e paesaggistici della Toscana, della Soprintendenza per i beni archeologici della Toscana, della Soprintendenza per i beni architettonici, per il paesaggio e per il patrimonio storico e artistico ed etnoantropologico delle Province di Pisa, Livorno, Lucca e Massa Carrara (denominata "Soprintendenza mista di Pisa"), del Consorzio di Bonifica "Ufficio dei Fiumi e Fossi", dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e dell'Azienda USL 5 di Pisa.*

La Regione Toscana è la promotrice della stesura dell'Accordo di Programma ai sensi della L.R. 76/96 tra i soggetti sottoscrittori del protocollo sopramenzionato.

Valutate le opere infrastrutturali collegate in tutto o in parte al nuovo polo ospedaliero-universitario, risulta necessario realizzare:

- 1) nuova viabilità (collegamento ponte delle Bocchette e riassetto della viabilità a nord di Pisa);
- 2) collegamento centro-ospedale;
- 3) sicurezza idraulica;
- 4) sistema della depurazione.

Con riferimento al punto 3 è stato costituito un gruppo di lavoro tecnico coordinato dal Consorzio di Bonifica "Ufficio Fiumi e Fossi" composto da tecnici del Consorzio, della Provincia di Pisa, del Comune di Pisa, del Comune di San Giuliano Terme e dell'URTT di Pisa, finalizzato alla progettazione e alla realizzazione delle opere di miglioramento e adeguamento del reticolo idraulico di bonifica esistente nell'area di Pisa Nord-Est (quartiere Cisanello e Frazione di Ghezzano).

Sulla base delle problematiche rilevate dallo stato attuale dei luoghi e in vista della futura impermeabilizzazione derivante dai PRG comunali e dal trasferimento delle attività dell'Azienda Ospedaliera Pisana e del Polo Universitario da Santa Chiara a Cisanello, sono stati individuati i seguenti interventi per la messa in sicurezza delle zone interessate:

- isolare le aree depresse e suddividere i bacini misti di acque alte-basse in bacini separati;
- individuare ed utilizzare le aree depresse naturali, da dedicare a casse di espansione per l'invaso delle acque di piena con tempo di ritorno 200 anni;
- realizzare nuovi impianti idrovori.

L'intervento principe vede la separazione dei bacini Cisanello-Ghezzano dal bacino Oseretto-Marmigliaio, mediante la realizzazione di nuovi canali di bonifica, risezionamento dei canali esistenti, individuazione delle aree depresse dove realizzare le casse di espansione e nuovo impianto idroforo con recapito finale in Arno, nel quale andranno a conferire anche le acque meteoriche dell'area dove viene realizzato il nuovo Polo Ospedaliero e Universitario nel caso in cui il livello dell'Arno non consentisse lo scolo naturale attraverso lo scolo delle Piagge.

Tale intervento comporta un miglioramento in termini di apporto di portata sul bacino Oseretto-Marmigliaio-Sei Comuni (1250 ha), che viene ridotto di circa il 45% a seguito della trasformazione del bacino Cisanello-Ghezzano in bonifica a scolo meccanico.

Caratteristiche di massima del progetto di riassetto idraulico

L'area oggetto del progetto è compresa all'interno del bacino del fosso dei Sei comuni che ricopre i seguenti sottobacini per un'estensione complessiva di 559 ha:

- 1) bacino di San Marco in Cisanello;
- 2) bacino di San Michele in Cisanello;
- 3) bacino di San Giusto in Cisanello (in cui è inserito il comparto S.N. 7.5)
- 4) bacino dello scolo di Ghezzano;
- 5) bacino dello Scolo di Piagge di Cisanello;
- 6) bacino del vecchio ospedale di Cisanello;

Il progetto di riassetto, nelle sue linee generali, prevede le seguenti opere:

- realizzazione di impianto idroforo con recapito in Arno dimensionato per portata con $T_r = 25$ anni;
- collegamento delle portate di piena ($Q > 5Q_{\text{magra}}$) dei bacini di San Marco, San Michele e San Giusto al canale rivestito esistente mediante sfioratori laterali;
- realizzazione di nuovo canale denominato nuovo scolo di Ghezzano al quale conferiscono i bacini dei fossi di via di Padule (in dx e sx), di via dell'Antenna (in dx e sx), e del nuovo fosso denominato della Libertà e suo affluente;
- scatolare di collegamento per il drenaggio dell'area ove sarà trasferito il nuovo Polo Ospedaliero e Universitario;
- risezionamento dei canali esistenti e adeguamento degli attraversamenti e opere d'arte in essere;
- realizzazione di casse di espansione per la laminazione dell'onda di piena con $T_r = 200$ anni, in modo da poter dedicare tali aree eventualmente a parco urbano e attività ludiche, in base a specifico progetto urbanistico ambientale, o preservarle per le attività agricole.

Obiettivi del progetto di riassetto idraulico

Il progetto di riassetto idraulico intende raggiungere i seguenti obiettivi:

- 1) sconnettere il sottobacino del fosso Marmigliaio nella zona di Cisanello Ghezzano (circa 559 ha) e convogliare le acque di scolo del bacino in oggetto tramite nuovi canali e recapito nel fiume Arno per mezzo di un nuovo impianto idrovoro (portata di 12/15 l/s);
- 2) abbattere i livelli di piena dei canali che tendono a rigurgitare i sistemi fognari, migliorando il drenaggio per mezzo dello scolo meccanico;
- 3) mettere in sicurezza il nuovo Polo Ospedaliero Universitario a Cisanello mediante il collegamento all'impianto idrovoro delle portate che non riescono a defluire naturalmente in Arno attraverso il collettore di Piagge di Cisanello e nel contempo deviare la portata di punta lontana dal quartiere di Cisanello e Pisanova;
- 4) realizzazione di casse di espansione dimensionate per eventi di pioggia con tempo di ritorno duecentennale;
- 5) sistemazione delle casse finalizzate alla creazione di parchi urbani e aree a verde pubblico.

Tempi di attuazione del progetto di riassetto idraulico

Si prevede la realizzazione in più fasi autonome ed organicamente correlate, per tenere conto delle tempistiche di realizzazione del nuovo Polo Ospedaliero e Universitario e la sua messa in sicurezza idraulica, nonché della sistemazione idraulica delle aree a rischio allagamenti.

Il progetto mira ad una riqualificazione del territorio sia dal punto di vista di sicurezza idraulica che ambientale, in quanto si pone nell'ottica di effettuare una progettazione di qualità, recuperando il canale rivestito attualmente lasciato in abbandono, ripristinando il sistema idraulico esistente monitorando i livelli liquidi dei canali e progettando le casse di laminazione tali da assolvere alla loro funzione idraulica (considerando l'evento meteorologico con $T_r=200$ anni il volume massimo da invasare è di 120.000 m³), ma nel contempo possano offrire l'opportunità per creare aree a verde pubblico attrezzate per attività ludiche e sportive aperte alla popolazione dei due comuni.

Tali aree potranno costituire inoltre la premessa per l'inserimento di alcune attività compatibili con la destinazione primaria in modo da rendere le stesse maggiormente godibili per la collettività.

4.2.3. Il reticolo minore interno al comparto S.N. 7.5 e sue implicazioni idrauliche

Il reticolo idraulico minore interno al comparto S.N. 7.5 è stato ricostruito mediante sopralluoghi di dettaglio. Sono state censite due linee principali di direzione circa Ovest-Est che raccolgono i contributi di numerose scoline campestri (alcune in cattive condizioni di manutenzione). Queste due linee confluiscono verso nord (al collettore lungo Via Bargagna e via Novelli) e verso sud (al collettore di Via Cisanello), spesso in maniera spontanea.

La tubazione sottostrada di Via Bargagna-Via Novelli, del diametro di 800-1000 mm di recente costruzione, è allacciata al fosso di San Giusto (tombato) in via di Padule.

La tubazione sottostrada di Via Cisanello, asse primario del sottobacino San Giusto (lo stesso di Via di Padule), riceve il contributo del colatore proveniente da Est (zona San Biagio).

La rete idraulica minore interna al comparto è dimensionata per eventi con tempi di ritorno tipici della bonifica agraria, dell'ordine di qualche anno ($Tr=3-6$ anni), e quindi risulta inadatta a svolgere compiti di raccolta delle acque di fognatura meteorica prodotte dai nuovi fabbricati.

Per il comparto della S.N. 7.5 sono state calcolate le portate massime (m^3/s) in corrispondenza della sezione d'uscita teorica del bacino, per tempi di ritorno $Tr=25$ e $Tr=100$ anni.

Le portate calcolate per lo stato attuale sono state confrontate con quelle associate allo stato modificato (a progetto attuato) per quantificare, almeno a livello generale, il contributo netto al deflusso superficiale derivante dalle nuove urbanizzazioni previste dalla Scheda di trasformazione.

Nelle condizioni attuali il bacino ha un'estensione di circa 12 ha, ad uso agricolo dominante (superficie permeabile).

La Scheda Norma 7.5 prevede le seguenti trasformazioni:

- 7,3 ha di superficie coperta da adibire ad edifici, viabilità e parcheggi (superficie impermeabile);
- 4,5 ha di aree a verde (superficie residua, permeabile).

Nella tabella seguente vengono riportate le portate di piena (Q m^3/s) per tempi di ritorno di 25 e 100 anni previste per lo stato attuale e per lo stato di progetto:

S.N. 7.5	Superficie totale (ha)	Superficie urbanizzata (ha)	% Superficie permeabile residua/ superficie totale comparto (ha)	Q25 (m^3/sec)	Q100 (m^3/sec)
Stato attuale	12	0	12/12	0,6	0,9
Stato di progetto	12	7,3	4,7/12	1,8	2,4

La realizzazione delle nuove urbanizzazioni previste dalla Scheda di trasformazione comporterà un aggravio complessivo (senza distinzione per U.M.I.), in termini di deflusso dell'ordine di 1,2 e 1,5 m^3/sec in funzione dei tempi di ritorno considerati.

Tali aggravii potranno essere adeguatamente smaltiti adottando una delle seguenti soluzioni:

1. recapito delle acque nelle due linee idrauliche esistenti di via Bargagna e via Cisanello e loro successiva immissione al canale scolmatore nord ed al nuovo impianto idrovoro di Cisanello (si veda al riguardo il progetto di riassetto idraulico di Pisa Nord-Est, punto 4.2.3 della relazione, che prevede la trasformazione del sottobacino di San Giusto da scolo naturale a scolo meccanico);
2. realizzazione di vasche volano di compensazione da ubicare all'interno del comparto S.N. 7.5 di dimensioni adeguate per contenere e laminare le acque meteoriche dei nuovi fabbricati e dei parcheggi. (Per il dimensionamento di massima si rimanda al paragrafo 4.2.4);

3. una soluzione ibrida tra le precedenti, ovvero realizzazione di vasche volano interne al comparto per la raccolta delle acque meteoriche e loro successivo scarico nella fognatura meteorica esterna (a scolo meccanico). In questa ipotesi le vasche volano potrebbero avere dimensioni ridotte, in quanto assolverebbero il compito residuale di laminazione di acque, in un sistema a scolo meccanico efficiente.

4.2.4. Dimensionamento di massima della/e vasca volano

Nell'ipotesi 2, le vasche volano interne dovrebbero garantire un accumulo di acqua meteorica continuo per 24h, con tempo di ritorno 25 anni, supponendo nullo lo scarico a valle.

L'altezza massima di pioggia di durata pari a 24h e tempo $T_r=50$ calcolata per l'area di Pisa risulta essere 217,68 mm.

La superficie complessiva dell'area (come da S.N. 7.5) misura circa 12 ha. Di questi circa 3 ha sono coperture per nuove edificazioni (pubbliche e private) e circa 4.3 ha parcheggi pubblici e viabilità interna. A queste aree viene assegnato un coefficiente di deflusso medio di 0.70.

I rimanenti 4.7 ha del comparto hanno una destinazione a verde.

In queste ipotesi di calcolo il volume (V) nominale da invasare risulta essere:

$$V = 0.70 \times (30.000 + 43.000 \text{ m}^2) \times 217,68 / 1000 = 11.100 \text{ m}^3$$

Si può ritenere corretto prevedere una capacità complessiva di invaso di circa 10.000 m³ riferita a tutto il comparto S.N. 7.5.

Il dimensionamento (e la realizzazione) dello/degli invaso/i è proporzionale alla realizzazione delle singole previsioni urbanistiche previste per ciascuna UMI

Nel caso che la previsione urbanistica della SN 7.5 sia attuata *in toto* (o in parte, distinta per U.M.I.) permanendo l'esistente sistema di smaltimento del sottobacino di San Giusto (bacino a scolo naturale di Fiume Morto con il fosso dei sei comuni come collettore principale), la realizzazione di vasche volano interne al comparto per la laminazione delle acque meteoriche, assume valore prescrittivo e obbligatorio.

Per scopi di sicurezza idraulica è previsto il rialzamento generale di quota per le aree di nuova edificazione interne al comparto S.N. 7.5 che dovranno essere poste a circa +3.5m s.l.m., quote equiparabili a quelle delle aree edificate limitrofe al comparto. Per analogia all'esistente le piazze, le viabilità interne, i parcheggi e le aree pedonali saranno poste a quote assolute > 3 m s.l.m..

Le altre aree verdi saranno poste a quote assolute di + 2.5 m s.l.m.

Gli invasi dovranno essere opportunamente progettati per garantire volumi adeguati di contenimento. Questi laghi non dovranno mai essere completamente pieni, mantenendo un franco adeguato tra quota del ciglio di sponda (eventualmente rialzato) e livelli d'acqua, per garantire la corretta funzione di vasca di laminazione delle acque meteoriche.

4.2.5. Consistenza della rete di fognatura nera

Per quanto attiene la rete nera, la zona risulta servita da una linea di fognatura che dal quartiere Cisanello, lungo via Bargagna e Via Cisanello, si collega ad altri rami di fognatura provenienti da Ovest (via Garibaldi) nei pressi della rotonda di Via Garibaldi per proseguire verso NE, oltrepassare il fosso dei Sei Comuni ed allacciarsi al depuratore della Fontina.

Il sistema fognario esistente non presenta particolari problemi ed è adeguatamente dimensionato per ricevere anche i reflui prodotti dal comparto 7.5, tenuto conto del fatto che, trattandosi in parte di uffici pubblici, il previsto carico risulterà contenuto.

5. Caratterizzazione geotecnica dei terreni

5.1. Prove geotecniche in situ

La caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata ricavata da due sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S1, S2) realizzati in un lavoro per la Provincia di Pisa "Relazione geologica con considerazioni geotecniche a supporto del progetto-concorso di idee- per la valutazione della nuova sede dell'Amministrazione Provinciale di Pisa" datato ottobre 2002 e da 6 prove penetrometriche statiche C.P.T. (A,B,C,D,E,F) eseguite nel mese di dicembre 2004. L'ubicazione di queste ultime prove è stata fatta sulla base della posizione dei sondaggi S1 e S2 già esistenti in modo da creare degli allineamenti idonei per le sezioni litotecniche, (vedere Tav. 1).

Nel corso della perforazione dei sondaggi S1 e S2 sono state eseguite 3 prove penetrometriche pesanti Standard Penetration Test, e sono stati raccolti 5 campioni indisturbati, con un campionatore di tipo *Shelby*, che sono stati sottoposti a specifiche prove ed analisi di laboratorio.

In particolare nel sondaggio S1, ubicato in corrispondenza del *pozzo Bargagna 2*, sono state eseguite due prove penetrometriche SPT a profondità di 20,0 e 33,5m e sono stati prelevati due campioni indisturbati (C1 a 11m e C2 a 26m di profondità).

Nel sondaggio S2 è stata eseguita 1 prova penetrometrica SPT alla profondità di 24,50m e sono stati prelevati tre campioni indisturbati rispettivamente a profondità di 11,5m (C1), 18m (C2) e 36,0m (C3).

Le 6 nuove prove penetrometriche statiche C.P.T. (A, B ,C ,D ,E ,F), realizzate dalla Geotirreno Srl, sono state condotte con un penetrometro statico tipo Gouda da 20t, con punta meccanica tipo Begemann.

Le prove penetrometriche statiche hanno fornito i valori di resistenza alla punta ("Rp" in kg/cmq), resistenza laterale locale ("Rf" in kg/cmq) e spinta totale ("Rt" in kg) ogni 20 cm di profondità e hanno permesso una stima puntuale dei parametri geotecnici del terreno.

Le prove C.P.T. hanno raggiunto profondità variabili tra 15 m e 29 m dal p.c. (prova E); durante le prove non è stata rivelata presenza di falda freatica.

Le nuove prove C.P.T. sono ubicate secondo due direzioni principali NO-SE e NE-SO (Tav. 1) ed hanno incontrato successioni stratigrafiche simili e tra loro ben correlabili.

Negli Allegati 1 e 2 alla Relazione sono riportati i certificati delle prove, le colonne stratigrafiche dei due sondaggi e le analisi di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati.

Nella stratigrafia del sondaggio S1, riportata di seguito, sono indicati i cambiamenti litologici riscontrati a partire dal piano campagna.

La prima falda è stata incontrata a -4.55 metri di profondità.

da 0,00 a 0,50 m	Terreno vegetale di colore marrone bruno
da 0,50 a 1,00m	Sabbie fini limose di colore marrone oca; <i>Consistenza: da soffice a plastico</i>
da 1,00 a 2,25m	Limo argilloso di colore marrone oca grigio, con ghiaietto fine sparso e poco abbondante; <i>Consistenza: da plastico a compatto</i>
da 2,25 a 4,00m	Limo- sabbioso di colore marrone oca con evidenti screziature grigie e con un aumento della porzione in sabbia verso la porzione inferiore <i>Consistenza: da plastico a compatto</i>
da 4,00 a 8,00m	Limi sabbiosi e sabbie medio-fini limose, resti vegetali nerastri diffusi <i>Consistenza: poco addensate</i>
da 8,00 a 18,80m	Argilla limosa torbosa di colore grigio scuro azzurro-nerastra conenente abbondanti resti di lamellibranchi A 11m di profondità è stato prelevato il campione C1 <i>Consistenza: molle</i> <i>Pocket penetrometro: da 0.25 a 0.30Kg/cmq</i> <i>Coesione (C): 0.005 kg/cmq</i> <i>Angolo di Attrito Interno (ϕ): 25°</i>
da 18,80 a 21,00m	Argilla limosa (simile al livello precedente) con un livello torboso a 19/20 m di profondità A 20m di profondità è stata effettuata una prova SPT1 <i>Consistenza: molle</i> <i>Coesione (C): 0.005 kg/cmq</i> <i>Angolo di Attrito Interno (ϕ): 25°</i>
da 21,00 a 22,80m	Sabbie fini debolmente limose e limi sabbiosi di colore marrone e grigio azzurro <i>Consistenza: da molle compatto</i>
da 22,80 a 23,00m	Sabbie da grigio nocciola a grigio oca, <i>addensate</i> .
da 23,00 a 24,00m	Limi di colore grigio azzurro e marrone bruno <i>Consistenza: da moderatamente plastico a compatto</i>
da 24,00 a 27,30m	limi sabbiosi e sabbie medie e fini limose A 26 m di profondità è stato prelevato il campione C2 <i>Consistenza: media e compatta</i> <i>Pocket penetrometro: 1 Kg/cmq</i> <i>Coesione (C): 0.048 kg/cmq</i> <i>Angolo di Attrito Interno (ϕ): 28°</i>
da 27,30 a 28,20m	Sabbie limose e limi di colore grigio azzurro <i>Consistenza: da plastica a moderatamente consistente</i>
da 28,20 a 31,00m	Limi e sabbie di colore grigio marrone con laminazioni sedimentarie <i>Consistenza: plastica</i>
da 31,00 a 33,50m	Sabbie medio grossolane e sabbie limose di colore grigio azzurro <i>Consistenza: da moderatamente addensate ad addensate</i> A 33,50m di profondità è stata effettuata una prova SPT2

da 33,50 a 37,00m	Perdita del materiale per carotaggio
da 37,00 a 40,00m	Sabbie fini e medie di colore grigio marrone nocciola con diffusi e talora abbondanti lamellibranchi <i>Consistenza: da sciolte a moderatamente addensate</i>
da 40,00 a 40,50m	Sabbie medio-grossolane di colore grigio, con abbondanti resti di lamellibranchi <i>Consistenza: da sciolte a moderatamente addensate</i>
Fine sondaggio	

Successione stratigrafica tipo

Nella tabella seguente viene riepilogata la successione stratigrafica tipo, mediata fra i sondaggi geognostici e le prove penetrometriche.

STRATO 0 Da 0,00 - 0,50m	Terreno agricolo vegetale/suolo di colore marrone bruno
STRATO I Da -0,5 0m a -7,90/-8,00m	Limi argilloso sabbioso e limi sabbiosi con intercalazioni di sabbie fini limose peso del volume = 1.85 g/cmc coesione media (c_u) = 0.67 kg/cmq angolo d'attrito (Φ) = 20°/25°
STRATO II Da -8,00/8,5m A -21/22m	Argille limose torbose e limi argillosi fossiliferi, a tratti debolmente sabbiose di colore grigio azzurro- marrone nocciola Coesione media (c_u) = 0.029/0.05 kg/cmq Peso di volume naturale = 1.66 g/cmc Indice di consistenza (I_c) = 0.0/0.2 Angolo di attrito interno (Φ) = 20°/25° Coesione non drenata (C_u) = 0.13/0.35 Kg/cmq Indice di compressibilità (C_c) = 0.711/0.745
STRATO III Da -21m a fine sondaggio	Limi argilloso-sabbiosi e sabbie limose in varia proporzione nei due sondaggi Coesione media (c_u) = 0.048/0.065 kg/cmq Peso di volume naturale = 1.91 g/cmc Indice di consistenza (I_c) = 0.1 /0.8 Angolo di attrito interno (Φ) = 27°/28° Coesione non drenata (C_u) = 0.24/0.84 Kg/cmq Indice di compressibilità (C_c) = 0.131/0.275

5.2. Analisi di laboratorio sulle terre

Le principali caratteristiche geotecniche dei litotipi sono state determinate mediante le analisi di laboratorio effettuate sui 5 campioni di terreno prelevati nei sondaggi.

Sui campioni raccolti sono state effettuate le seguenti analisi di laboratorio:

- Contenuto naturale d'acqua (W%)
- Peso di volume naturale
- Peso specifico dei grani
- Limiti di Atterberg (Wl, Wp, Ip, Ic)
- Prova di taglio diretto CD
- Prove di compressione ad espansione laterale libera ELL
- Prova triassiale UU
- Prova di Compressione edometrica

Di seguito si riportano i risultati delle analisi svolte:

Sondaggio	S1	S1	S2	S2	S2
Camp.	C1	C2	C1	C2	C3
Da -a-	11.0 -11.5	26.0 -26.5	11.5 -12.0	18.0 -18.5	36.0 -36.5
Gs	2.735	2.681	2.723	2.721	2.732
γ	1.639	1.938	1.632	1.660	1.918
W	71.2	26.4	61.4	58.8	33.7
Sr	105	95	99	100	102
n	65	43	63	62	47
e	1.857	0.748	1.693	1.603	0.903
Wl	64.3	36.2	68.2	60.3	35.3
Wp	27.9	23.4	28.1	26.5	20.4
Ip	36.4	12.8	40.1	33.8	14.8
Ic	0	0.8	0.2	0	0.1
USCS	CH	CL	CH	CH	CL
Cu (TX)	0.37	0.81	0.35	0.38	0.84
Φ'	25.0	28	20	21	27
c'	0.005	0.048	0.029	0.05	0.065
qu	0.26	0.48	0.26	0.22	0.68
cv (1)	$6.6 \cdot 10^{-4}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$6.5 \cdot 10^{-4}$	$7.4 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$
cv (2)	$5.8 \cdot 10^{-4}$	$6.5 \cdot 10^{-3}$	$5.9 \cdot 10^{-4}$	$5.6 \cdot 10^{-4}$	$3.8 \cdot 10^{-4}$
cv (3)	$3.4 \cdot 10^{-4}$	$8.3 \cdot 10^{-4}$	$3.9 \cdot 10^{-4}$	$4.3 \cdot 10^{-4}$	$3.1 \cdot 10^{-4}$
cv (4)	$3.2 \cdot 10^{-4}$	$6.0 \cdot 10^{-4}$	$4.8 \cdot 10^{-4}$	$5.4 \cdot 10^{-4}$	$3.2 \cdot 10^{-4}$
cv (5)	$3.7 \cdot 10^{-4}$	$7.6 \cdot 10^{-4}$	$3.3 \cdot 10^{-4}$	$3.7 \cdot 10^{-4}$	$2.8 \cdot 10^{-4}$
Cc	0.745	0.131	0.711	0.713	0.275

Gs (g/cm³)= peso specifico dei grani ; g(g/cm³)= Peso di volume

W(%)= umidità naturale ; Sr(%)= grado di saturazione; e=indice dei vuoti

Wl(%)= limite liquido; Wp(%)= limite plastico; Ip(%)= ind. di plasticità

Ic= ind. consistenza; cu(TX)(Kg/cm²)= coesione non drenata prova triassiale

Φ' = angolo di attrito drenato; c' (Kg/cm²)= coesione drenata

q_u (Kg/cm²)= sforzo a rottura prova ELL; C_c = indice di compressibilità
 $c_v(i)$ = coefficiente di consolidazione

5.3. Sezioni geologiche

Sono state elaborate tre sezioni geologiche, Sezione 1, Sezione 2 (longitudinali NO-SE), Sezione 3 (trasversale N-S) a scala orizzontale 1:2.000 e verticale 1:400.

Le sezioni, riportate nella Tav.1, sono risultate omogenee e tra loro ben correlabili.

Al di sotto di una coltre superiore, di terreno vegetale/suolo dello spessore medio di 50 cm, è presente uno strato di limi argilloso sabbiosi e limi sabbiosi con intercalazioni di sabbie fini limose (strato **I**) al cui interno si trova un livello metrico di sabbie (osservato nelle prove B, D, E, S1) ed assente nelle prove (A, C, F, S2). Lo spessore medio dello Strato I è di 8-10m. A tale strato segue un livello di argilla limosa molle (strato **II**) continuo sino a circa 21-23m dal p.c. al di sotto del quale si riconosce una potente ed uniforme bancata (strato **III**) di sabbia fine limosa e limi sabbiosi osservata sino alla profondità massima di sondaggio (40m).

5.4. Calcolo del carico ammissibile, di esercizio e cedimenti assoluti

L'indagine ha permesso di accertare che i litotipi migliori da un punto di vista geotecnico risultano essere quelli superiori (strato I sino a -8.00/10m dal p.c.) e quelli inferiori (strato III a partire da 21 m dal p.c.)

Lo strato II intermedio "*pancone*" presenta invece caratteristiche geotecniche nettamente più scadenti.

I calcoli di capacità portante e dei cedimenti sono stati eseguiti considerando i parametri determinati dalle analisi di laboratorio sui terreni e dalle prove penetrometriche, riassunti di seguito. Il fattore di sicurezza applicato è 3.

Strato	Coesione c_u (Kg/cm ²)	Angolo d'attrito ϕ	Peso di volume γ (t/m ³)	Modulo Edometrico Kg/cm ²
0.5-8.0m	0.67	0°	1.85	51
8.0-21.0m	0.10	0°	1.66	47
21.0-37m	0	28°	1.90	100

Nell'ipotesi progettuale che gli edifici siano corredati di locali/parcheggi interrati la determinazione dei carichi ammissibili è stata effettuata secondo il metodo di Terzaghi e di Meyerhof prevedendo **una tipologia di fondazione a platea di dimensioni teoriche B=30m, L=100m e profondità di imposta D=2m dall'attuale p.c.**

La profondità di incastro della fondazione a platea (-2.0 m dall'attuale piano campagna) tiene conto del fatto che il piano di calpestio dei nuovi fabbricati sarà posto a +3.5m s.l.m., (in media +0.70 m sopra all'attuale quota di piano campagna).

In questo caso i volumi da interrati potranno essere considerati seminterrati.

E' stata inoltre considerata la presenza di falda a partire da -4,5m dal p.c.

Di seguito si riportano le formule di calcolo utilizzate ed i risultati:

Terzaghi

$$q_r = c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

dove:

c = coesione del terreno (kg/cmq)

γ' = peso di volume del terreno al di sopra del piano di fondazione (kg/cm³)

γ = peso di volume del terreno al di sotto del piano di fondazione (kg/cm³)

D = profondità del piano di imposta della fondazione (cm)

"B" = larghezza della fondazione (cm)

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

Meyerhof

$$q_r = c \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma$$

dove:

c = coesione del terreno (kg/cmq)

γ = peso di volume del terreno (kg/cm³)

D = profondità del piano di imposta della fondazione (cm)

"B" = larghezza della fondazione (cm)

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

$d_c = 1 + 0,2(\tan^2(45 + \phi/2))^{1/2} D/B$

$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1(\tan^2(45 + \phi/2))^{1/2} D/B$

Carichi ammissibili

Dimensioni platea (m)	Profondità (da quota piano campagna attuale) (m)	Carico ammissibile Terzaghi Qa (Kg/cmq)	Carico ammissibile Meyerhof Qa (kg/cm ³)
B=30, L=100,0	D=2,0	0.90	0.96

Calcolo dei cedimenti assoluti

Il calcolo dei cedimenti è stato effettuato secondo il metodo di Terzaghi, utilizzando i parametri geotecnici dei terreni considerati per il calcolo dei carichi ammissibili:

Dimensioni platea (m)	Profondità (da p.c.) (m)	Carico esercizio Q_e (Kg/cm ²)	Cedimento (cm)
B=30 L=100	D=2,0	0.5	1,9

Nell'ipotesi di adottare carichi di esercizio ($Q_e = 0.5 \text{ kg/cm}^2$), minori del carico massimo ammissibile (Q_a), i cedimenti assoluti corrispondenti sono dell'ordine di alcuni centimetri e pienamente accettabili per il complesso fondazione/fabbricato.

I valori riportati nelle tabelle precedenti devono essere ritenuti indicativi.

I calcoli geotecnici più dettagliati e specifici per ciascuna tipologia di fabbricato previsto per singola U.M.I, dovranno essere condotti in fase di progettazione definitiva, così come prescrive il D.M. 11/3/88.

6. Componenti a carattere geologico per la V.E.A.

Sistema acque

Acque superficiali

Lo studio ha analizzato in dettaglio la consistenza dell'attuale reticolo idraulico afferente al fosso di San Giusto. La valutazione della rete di bonifica è stata estesa fino al fosso dei Sei Comuni (recapito finale del sistema Pisa NE).

Come ampiamente trattato nel cap. 4.2 della Relazione, il reticolo idraulico del comparto Pisa NE presenta crescenti problemi di insufficienza idraulica dovuti soprattutto al fatto che tutto il sistema è a scolo naturale, la principale linea di scolo è tombata e non può essere allargata ed il gradiente del comparto è molto basso.

Il progetto complessivo di riassetto idraulico dell'area con trasferimento di consistenti porzioni di territorio da scolo naturale a scolo meccanico (ed impianto idrovoro con scarico in Arno a Cisanello) risolverà in maniera strutturale la situazione esistente.

Per il comparto S.N. 7.5 sono prevedibili soluzioni progettuali che non incrementino la situazione di criticità del sistema, favorendo al massimo le superfici a verde (permeabili) ed i parcheggi (semipermeabili) e soluzioni progettuali che trattengano (le vasche volano) i contributi prodotti dai nuovi fabbricati e coperture.

Nel capitolo 4 (e nella Tav. 3), sono indicate le quote di progetto per i nuovi fabbricati, i parcheggi, le piazze e la viabilità interna, le aree a verde e gli specchi acquei.

Acque reflue nere

La portata nera prodotta dal nuovo insediamento viene stimata partendo dalla stima del fabbisogno idrico complessivo della popolazione residente.

I fabbricati previsti per le singole UMI avranno una destinazione pubblica. Si tratta quindi di un uso non residenziale e limitato ad alcune ore del giorno.

In mancanza di dati puntuali l'uso pubblico degli edifici è stato equiparato ad una popolazione residente di 250 unità.

Il consumo d'acqua per 250 unità residenti (a 250 l/g) è pari a 62.500 l/g. Di questo valore si ipotizza un afflusso in fogna pari all'80%, a cui si applica un coefficiente moltiplicativo 4 per considerare, in via cautelativa, le portate di punta.

In queste ipotesi di calcolo la portata nera massima prodotta dal comparto risulta essere circa 200 m³/g (equivalente a circa 2.3 l/sec).

Le acque nere prodotte potranno essere conferite al sistema fognario esistente lungo via Bargagna e Via Cisanello che non presentano particolari situazioni di criticità.

Approvvigionamento idrico

La stima dei fabbisogni idrici per i diversi usi legati alla realizzazione dei nuovi fabbricati è stata condotta assumendo i seguenti dati:

- popolazione massima residente stimata in 250 unità (*) [consumo equivalente di 250 unità x 250 l/g = 62.500 l/g]
- 2 locali mensa con annessa cucina [40 l/g x 400 m² (*) = 16.000 l/g]

- innaffiamento verde, aiuole, ecc [$5 \text{ l/gxm}^2 = 5 \times 45.100 \text{ m}^2 (*) = 225.500 \text{ l/g}$]. (Per quanto riguarda i fabbisogni complessivi per scopi irrigui si considera un'azione di innaffiamento a giorni alterni).

(* stime)

Il nuovo insediamento necessita di un approvvigionamento idrico complessivo:
 $62.500 \text{ l/gx365gg} + 16.000 \text{ l/gx365gg} + 225.500 \text{ l/gx180gg} = 70.000 \text{ m}^3/\text{anno}$.

Per contenere i consumi di acqua potabile per scopi non pregiati si raccomanda di realizzare uno o più pozzi per acqua, interni al comparto, da utilizzare per scopi irrigui, il rabbocco degli specchi acquei, usi antincendio ecc.

Con questo accorgimento si potranno risparmiare circa 40.000 mc/anno di risorsa idropotabile (pari a circa il 55% della richiesta totale stimata).

Sistema sottosuolo

La pianura alluvionale è caratterizzata dalla presenza di sedimenti fini di deposizione fluviale, risultato delle esondazioni dell'Arno e dei suoi affluenti.

Nell'area sono predominanti i litotipi limo-argillosi, caratterizzati da una buona continuità laterale (verificata alla scala dell'indagine) e da proprietà meccaniche scadenti.

Sebbene la capacità portante dei terreni di fondazione non sia particolarmente elevata, è pur sempre nella media dei litotipi affioranti a Pisa e dintorni.

Adottando una fondazione a platea immersa a -2.0 m dall'attuale quota di piano di campagna, che va ad interessare i terreni dello strato I, continuo sino a 8m dal p.c., non emergono problematiche non risolvibili nell'ambito della progettazione esecutiva.

Il carico di esercizio [$Q_e = 0.5 \text{ kg/cm}^2$] comporta cedimenti assoluti di alcuni centimetri, compatibili con l'insieme fondazione-edificio

Per quanto attiene il quadro idrogeologico è stato accertato che il substrato dell'area di studio è privo di significativi orizzonti acquiferi di tipo freatico. Presenza di acqua è stata riscontrata a partire da circa -4.5 m dal p.c.

Gli acquiferi confinati nelle coltri sabbiose sono a profondità maggiori di 40 m dal p.c. Non sono ipotizzate interazioni tra i fabbricati previsti in superficie e le falde profonde, adeguatamente protette da una coltre plurimetica di terreni argillosi.

7. Comportamento sismico dei terreni

La normativa sismica vigente (L.64/74 e successive modifiche e aggiornamenti e D.C.R. 94/85) classifica il Comune di Pisa come sismico di seconda categoria ed in Classe 3 di sismicità, per la quale è prevista una accelerazione convenzionale massima pari a :

$$a_{max} < 0.20 \text{ g}$$

La liquefazione dei terreni, che determina una brusca riduzione della resistenza al taglio in conseguenza delle sovrappressioni interstiziali indotte dalla sollecitazione sismica, ha luogo in presenza di terreni monogranulari fini saturi a bassa densità relativa, che non risultano presenti nell'area di intervento.

Nella seguente tabella, riportata dalla D.C.R. 94/85, sono indicate le verifiche obbligatorie da eseguire per le distinte classi di sismicità.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Amplificazione per effetti morfologici	X	X	
Amplificazione per effetti litologici	X	X	
Cedimenti e cedimenti differenziali	X	X	X
Liquefazione	X		
Frane	X	X	X

Per il territorio del Comune di Pisa, inserito in classe 3, la verifica alla liquefazione non è richiesta.

8. Considerazioni conclusive e condizioni alla trasformazione

La Relazione di fattibilità geologica a supporto del Piano Attuativo S.N. 7.5 "parco centrale di Cisanello"- ottempera alla normativa vigente in materia di indagini geologiche per previsione di nuovi interventi edilizi inquadrati come S.U.A. (ai sensi della L.R. 21/84).

L'indagine ha identificato la natura litologica dei terreni, ha fornito i principali parametri geotecnici dell'area di studio, ha analizzato il comparto in relazione alle problematiche idrauliche e, nelle sue conclusioni, ha indicato le prescrizioni (a carattere vincolante) per le successive progettazioni esecutive (attuabili anche per U.M.I. indipendenti).

L'indagine ha confermato la classe di pericolosità 3a assegnata dal P.S. mentre ha esteso la classe di fattibilità III -condizionata-a tutte le opere previste in considerazione della rilevanza dell'intervento (edifici pubblici) e della presenza di parcheggi interrati.

La previsione urbanistica (anche attuabile per U.M.I. separate) potrà essere realizzata soltanto nel rispetto delle condizioni alle trasformazioni che assumono quindi valore prescrittivo.

Conclusioni (e prescrizioni) a carattere geologico, geotecnico ed idrogeologico

Il quadro geologico-litotecnico è stato ricavato da 6 prove C.P.T. e da 2 sondaggi a carotaggio continuo. Il substrato è caratterizzato dalla presenza di una successione di terreni prevalentemente coesivi (argille ed argille limose) continua sino ad almeno 20 m di profondità dal p.c. e con caratteristiche geomeccaniche mediocri, che peggiorano sensibilmente verso il basso, a partire da -8.00 m (argille compressibili). Seguono quindi litotipi limosi e sabbiosi.

La tipologia di fondazioni continua superficiale indicata (a platea), potrà essere impostata nello strato **I (limi)**, presente al di sotto del terreno vegetale e continuo sino a -8,00 m dal p.c. Per una fondazione a platea, immersa a 2m di profondità dall'attuale piano di campagna, i carichi massimi ammissibili risultano essere dell'ordine di 0.9 Kg/cm².

Nell'ipotesi di contenere i cedimenti assoluti entro il valore limite di alcuni cm il carico di esercizio massimo potrà essere $Q_e=0.5 \text{ Kg/cm}^2$.

Adottando questa ipotesi fondazionale, combinata con il rialzamento del piano di calpestio dei fabbricati, in media di 0.80 m rispetto all'attuale quota di campagna, i volumi da interrati diventeranno seminterrati.

Il substrato dell'area, in corrispondenza del sedime dei nuovi fabbricati, non risulta sede di una falda freatica significativa. L'eventuale debole presenza di acqua, dovuta ad infiltrazione verticale dal suolo vegetale e/o acqua di tipo geotecnico (acqua di saturazione delle argille) potrà essere facilmente rimossa mediante pompaggio.

Conclusioni (e prescrizioni) a carattere idraulico

In base ai dati urbanistici riportati nella S.N. 7.5, **la capacità (complessiva) di invaso** della/e vasca volano **è dell'ordine di 10.000 m³**

Permanendo l'esistente sistema di smaltimento del sottobacino di San Giusto (bacino a scolo naturale di Fiume Morto con il fosso dei sei comuni come collettore principale) senza la trasformazione del sottobacino da scolo naturale a scolo meccanico, la realizzazione di vasche volano interne al comparto per la laminazione delle acque meteoriche, assume valore prescrittivo e obbligatorio.

La capacità dell'invaso si intende variabile a seconda dello stato di attuazione del progetto generale di riassetto idraulico di Pisa Est (con trasformazione del bacino da scolo naturale a scolo meccanico) ed è proporzionale alla realizzazione degli interventi previsti (attuabili per U.M.I.) .

Per scopi di sicurezza idraulica è previsto il rialzamento generale di quota per le aree di nuova edificazione interne al comparto S.N. 7.5 che dovranno essere poste a circa +3.5m s.l.m., a quote equiparabili a quelle delle aree edificate limitrofe al comparto. Per analogia all'esistente le piazze, le viabilità, i parcheggi e le aree pedonali interne saranno poste a quote assolute > 3 m s.l.m..

Le altre aree verdi verranno lasciate o abbassate a quote assolute di + 2.5 m s.l.m.

Gli invasi dovranno essere progettati per garantire idonee capacità di contenimento, con un franco adeguato tra quota del ciglio di sponda (eventualmente da rialzare) e superficie idrica media, in modo tale che possano svolgere la funzione di vasca di laminazione delle acque meteoriche.

I volumi seminterrati previsti al di sotto dei fabbricati dovranno essere completamente isolati dal terreno circostante ed efficacemente impermeabilizzati. **Gli scivoli d'accesso ai locali interrati/seminterrati dovranno essere corredati di "dossi artificiali" leggermente sopraelevati (quota assoluta: +3.7 m s.l.m.). Tutte le prese d'aria dei locali interrati ed altre aperture tecniche dovranno essere poste a quote >4.0 m s.l.m.**

Conclusioni in riferimento alla V.E.A. (per gli aspetti di competenza)

In base all'indagine svolta non sono emersi aspetti negativi tali da rendere non fattibile l'intervento. Adottando gli accorgimenti indicati nel capitolo 6, l'intervento in esame risulta compatibile con il contesto locale senza arrecare situazioni di disequilibrio o instabilità al sistema esistente.

Il comparto potrà essere corredato di uno o più **pozzi per acqua per uso irriguo**, al fine di contenere il consumo di risorse idropotabili (dall'acquedotto) per usi non pregiati.

Prescrizioni specifiche per previsioni relative alla viabilità e contenute nelle U.M.I. 6 e 7 (sottopassi stradali)

Le previsioni contenute per le U.M.I. 6 e 7 interessano la realizzazione di due collegamenti a raso (alla quota della strada attuale) di attraversamento pedonale tra il comparto SN 7.5 e la viabilità di quartiere presente a sud (via Puglia) e a nord (Via Frascani).

La realizzazione di questi interventi comporterà l'interramento dei due assi di viabilità adiacenti al comparto (Via Cisanello e via Bargagna) sotto il piano campagna (sottopassi stradali).

In base alle indicazioni progettuali di massima contenute nella SN 7.5 e riportate nella Tav. 3 di progetto, si può ipotizzare che i due sottopassi abbiano una lunghezza indicativa di circa 200 m, una larghezza di 15/20 m e raggiungano una profondità di circa 6-8 m dall'attuale piano stradale in modo tale da permettere una luce tra intradosso della copertura superiore (piattaforma pedonale) e manto stradale inferiore, di almeno 5 m.

Questi interventi comportano una certa complessità esecutiva, per gli aspetti geotecnici ed idrogeologici.

Gli scavi, da realizzare in trincea, interesseranno i litotipi limosi dello strato I, continui sino a circa 8 m dal p.c. e saturi a partire da circa 4-5m.

La progettazione esecutiva dovrà quindi tenere in debito conto della presenza della falda e dovrà definire, attraverso specifiche indagini di dettaglio, la migliore tipologia realizzativa (ad esempio pompaggio con il sistema well points con/senza preventivo isolamento idraulico dell'area -setti palancole -. realizzazione di travi pareti o altre forme di sostegno delle terre).

Sospensione (provvisoria) per la presenza di campo pozzi interno al comparto S.N. 7.5.

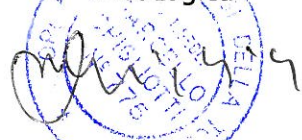
Dall'esame della tavola di progetto (Tav. 3) è emerso che 2 fabbricati di progetto (Nuova Sede della Provincia ed edificio comunale) insistono direttamente su aree attualmente occupate da due pozzi per acqua potabile denominati Bargagna 1 e 2, allacciati all'acquedotto.

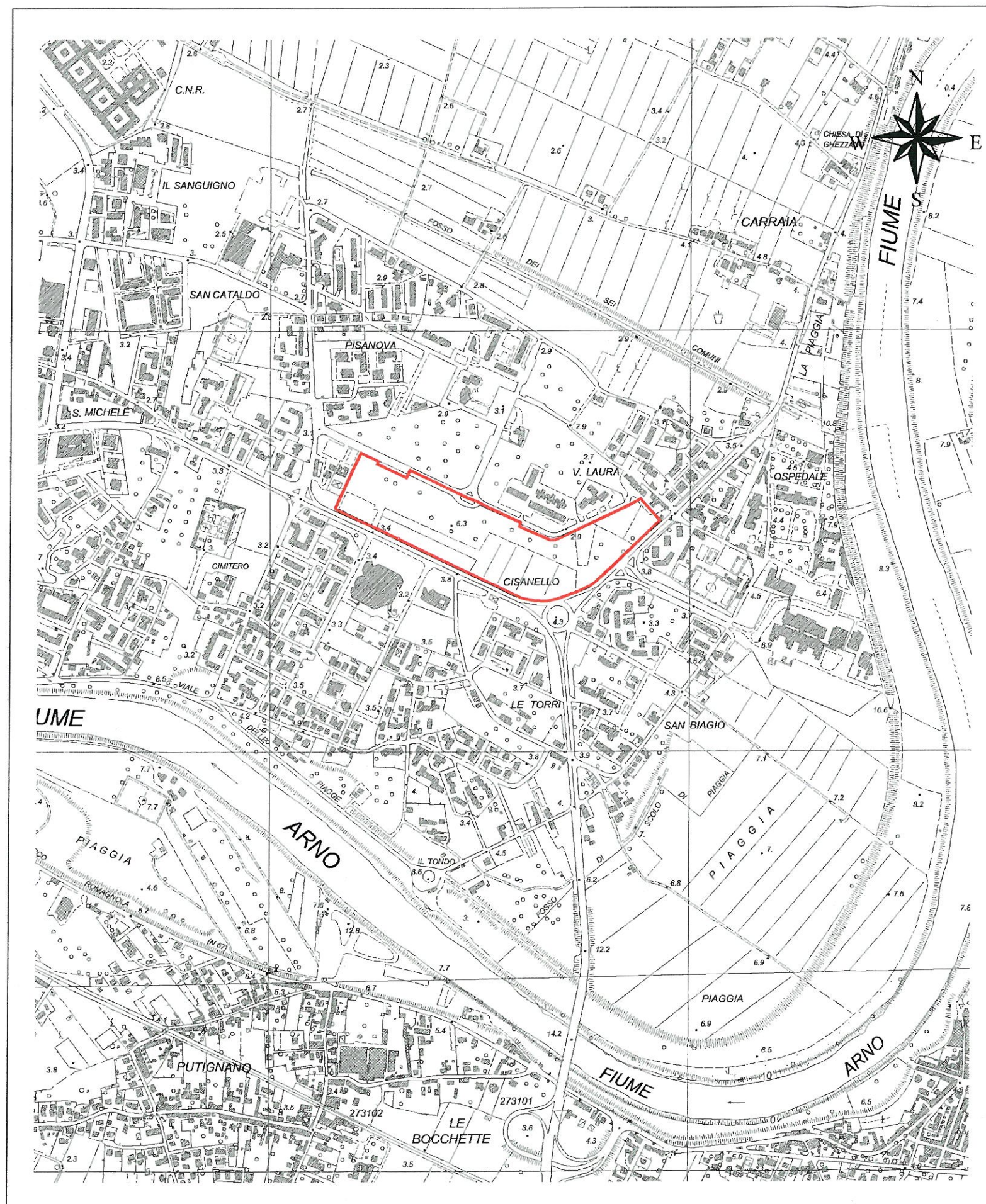
La realizzazione di quanto previsto dallo S.U.A. (anche per U.M.I.) si intende provvisoriamente sospesa sino alla rimozione dei due pozzi che interferiscono con i fabbricati. In caso di trasferimento dei pozzi ad altre aree interne al comparto SN 7.5, il Dlg. 152/99 (art. 21 comma 7) prevede che, per nuovi punti di captazione ed in assenza di individuazione di specifiche zone di rispetto, dovrà essere mantenuta una zona di rispetto di raggio maggiore o uguale a 200m.

Pisa, Novembre 2005

Dr Geol. Marcello Ghigliotti

GeoLogica





COMUNE DI PISA

SCHEDA NORMA 7.5. AREE DI TRASFORMAZIONE
SOGGETTE A PIANO ATTUATIVO
CISANELLO - PARCO CENTRALE

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

Figura

1 - Corografia

Scala

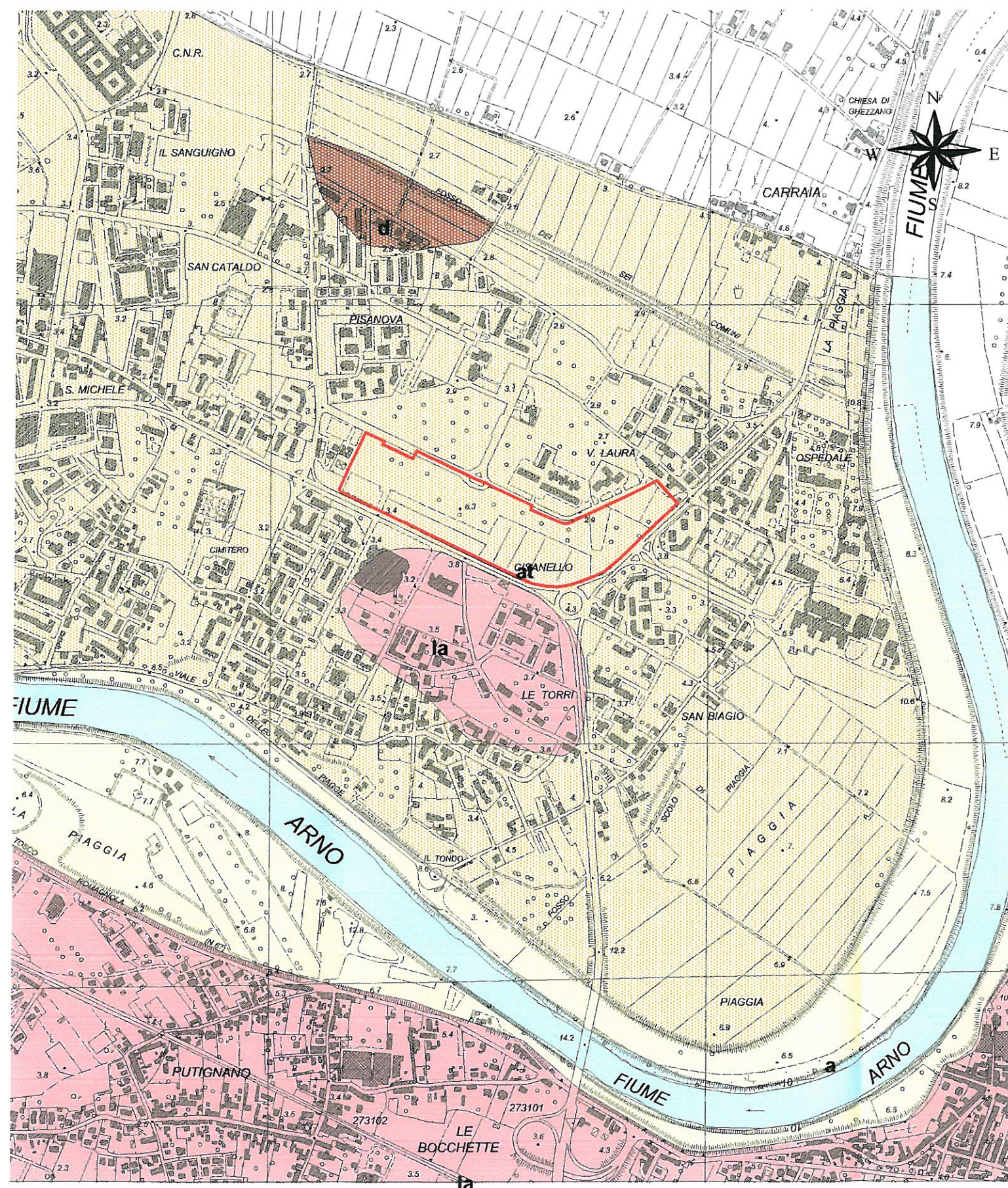
1 : 10.000

Data

Ottobre 2005



GeoLogica
Polo Scientifico e Tecnologico
Via Giuntini 13, 56023 - Navacchio (Pisa)
Tel. 050.754147
Fax 050.754146
info@geologicaconsulting.it



LEGENDA

- Area soggetta a piano attuativo
- a sedimenti limo argillosi delle aree golenali (attuale)
- d depositi sabbiosi dei lidi e dune litoranee (Olocene)
- at depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene)
- la depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene)

COMUNE DI PISA

SCHEDA NORMA 7.5. AREE DI TRASFORMAZIONE SOGGETTE A PIANO ATTUATIVO CISANELLO - PARCO CENTRALE

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

Figura

2 - Carta Geologica (Estratto di Piano Strutturale)

Scala

1 : 10.000

Data

Ottobre 2005



GeoLogica
Polo Scientifico e Tecnologico
Via Giuntini 13, 56023 - Navacchio (Pisa)
Tel. 050.754147
Fax 050.754146
info@geologicaconsulting.it