



comune di
PRATO

Codice Fiscale: 84006890481

Progetto:

Concorso di progettazione "Il parco centrale di Prato"

Titolo:

Relazione geologica preliminare

Fase: **Concorso di progettazione**

Assessore ai Lavori Pubblici **Valerio Barberis**

Dirigente del Servizio **Massimo Nutini**

Responsabile Unico del Procedimento **Michela Brachi**

Assistente al Responsabile Unico del Procedimento

Caterina Bruschi

Segreteria tecnica

Chiara Melani

Martino Nannoni

Cinzia Tesi



Comune di Prato

Progetto per la realizzazione del parco urbano nell'area ex ospedale Misericordia e Dolce denominato "Il parco centrale di Prato"

Relazione geologica preliminare

1. Premessa

Su incarico del Comune di Prato è stato eseguito uno studio finalizzato all'inquadramento della zona destinata a parco urbano all'interno dell'area occupata fino a tempi recenti dall'ospedale cittadino; nel presente studio in particolare vengono indicate le zonazioni di pericolosità derivanti dalle vincolistiche comunali e sovracomunali e sarà fornito l'inquadramento geologico dell'area. Per raggiungere gli obiettivi previsti si è fatto riferimento alla Relazione geologica di fattibilità redatta dagli scriventi per la variante al Regolamento Urbanistico relativa proprio a quest'area.

L'ubicazione dell'area di studio è riportata a diverse scale nelle figura 1 e 2.

2. Descrizione dell'intervento

L'oggetto dello studio riguarda la riqualificazione di un'estesa area posta all'interno del centro storico della città attraverso la realizzazione di un parco pubblico e dei relativi servizi; in particolare si prevede:

- la demolizione totale degli edifici dell'ex-ospedale e la ricomposizione dell'area in parco pubblico, con formazione di spazi aperti (parco attrezzato, piazze, viabilità di servizio, percorsi ciclo/pedonali, giuochi) funzionalmente collegati al Centro Storico;
- la ricostruzione di modeste volumetrie integrative a servizio e di supporto al parco attrezzato, per incrementarne l'attrattiva ed il comfort, al fine di garantire la permanenza costante ed il presidio da parte dei fruitori del parco.

Gli interventi in progetto comporteranno una sensibile riduzione della superficie coperta e di quella impermeabile. Nell'area destinata a parco ricadono infatti circa 6300 metri quadrati di superficie coperta (che verranno demoliti) oltre a tutti i parcheggi dell'area ospedaliera che occupano ben oltre il 50% della superficie complessiva. A fronte di questo, la destinazione a parco prevede la realizzazione di soli 3000 metri quadrati di superficie coperta da destinarsi a servizi.

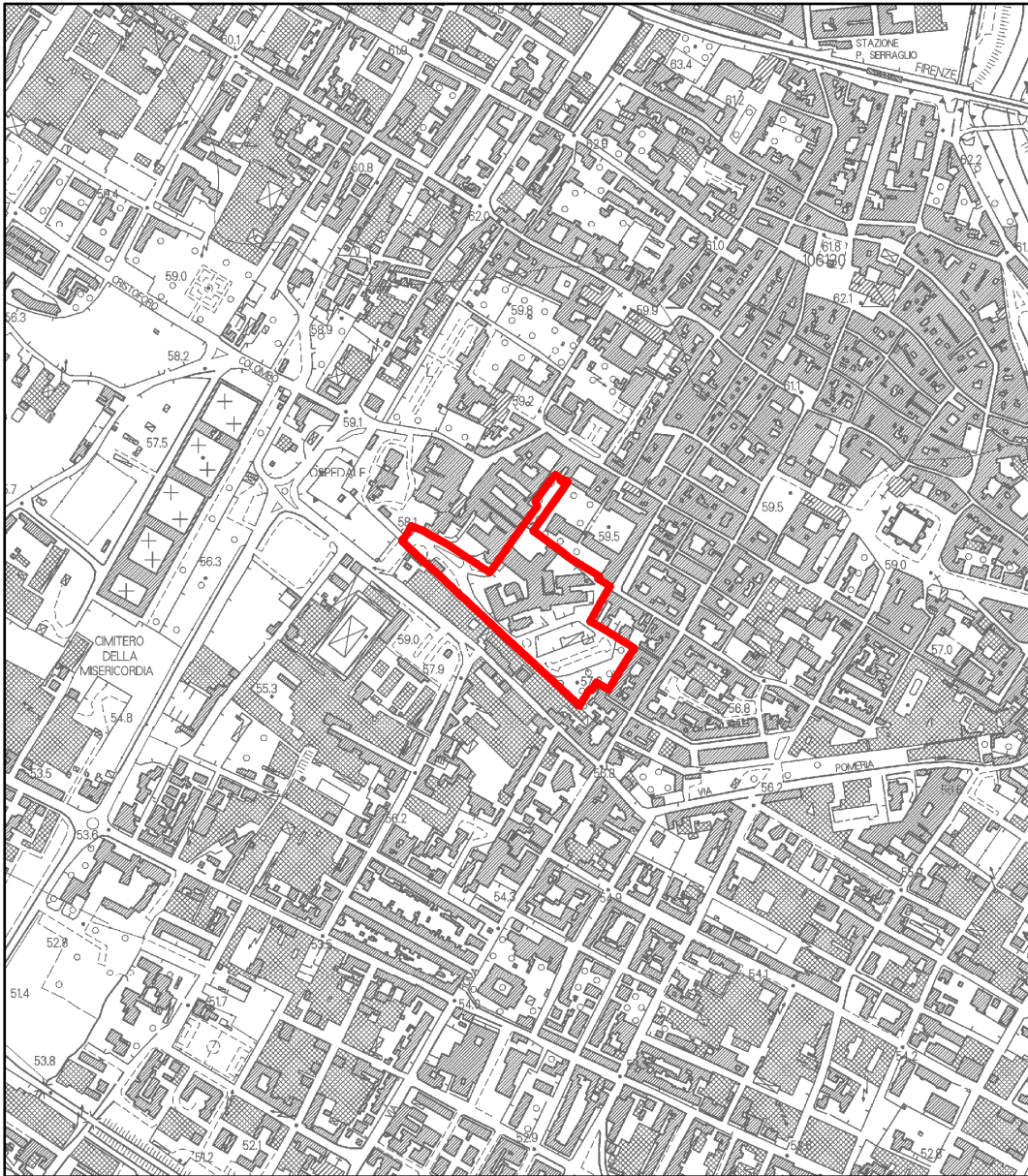


Figura 1 - Inquadramento generale (scala 1:10000)

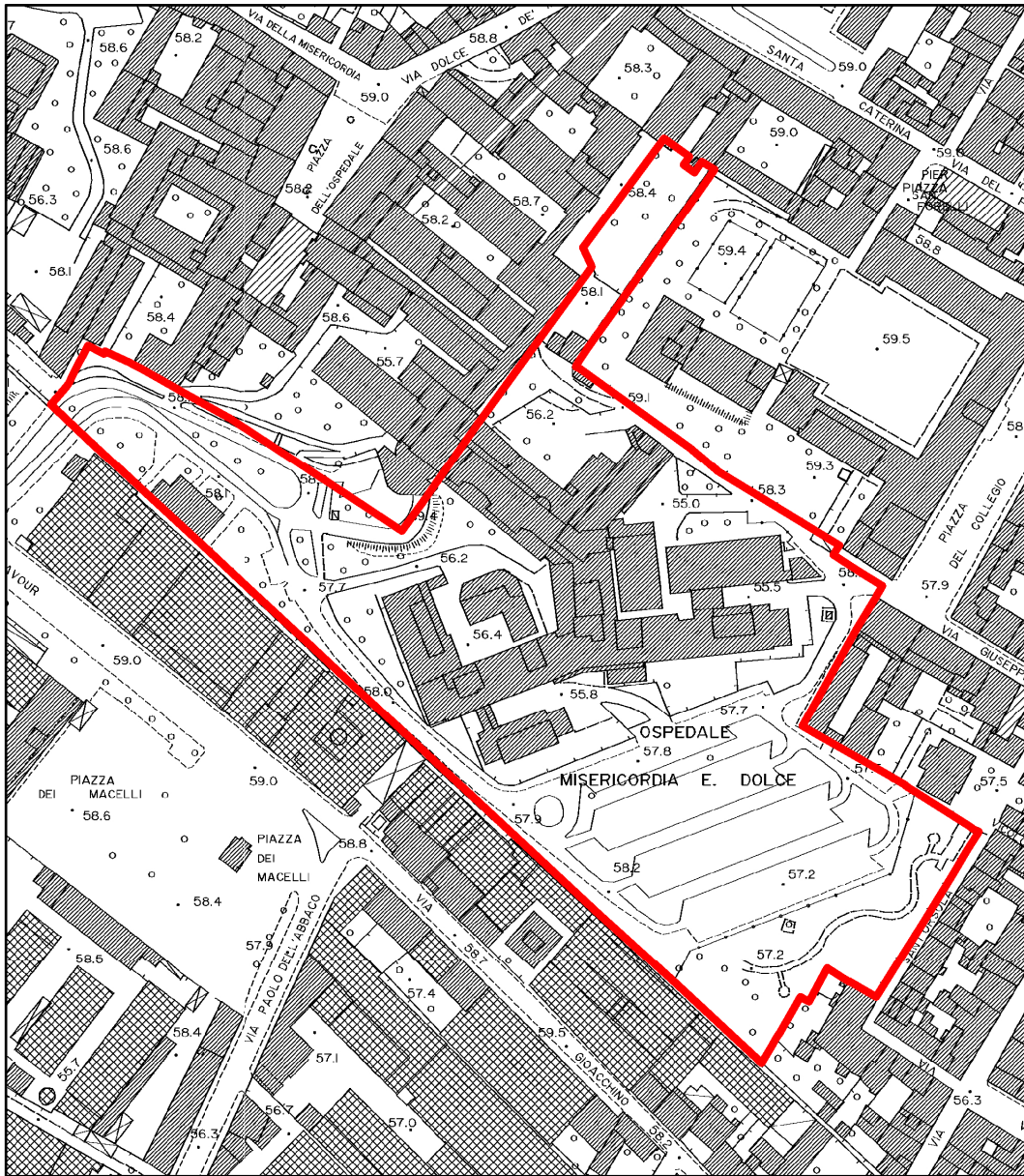


Figura 2 - Area destinata a parco pubblico e relativi servizi (scala 1:2500)

3. Caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche

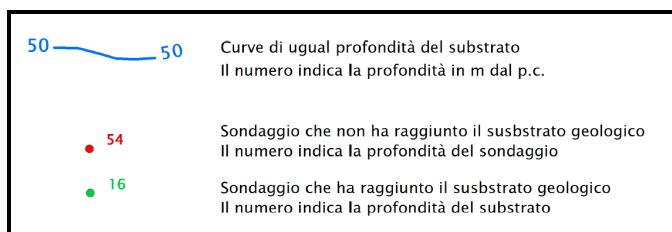
3.1 Acclività

L'area oggetto di studio è perfettamente pianeggiante; una leggera pendenza in direzione sud è rilevabile solo dalle carte topografiche di dettaglio.

3.2 Geologia e geomorfologia

La zona in oggetto è compresa nella fascia settentrionale dell'ampia pianura di Pistoia Prato Firenze che rappresenta l'evoluzione del bacino fluvio - lacustre formatosi nel Pleistocene inferiore: più in particolare l'area è collocata nella zona di diretta influenza del conoide del T. Bisenzio. Non si rilevano anomalie morfologiche naturali o artificiali che possano influire sulla utilizzazione del suolo.

Il sottosuolo è costituito prevalentemente da sedimenti compresi nel campo delle ghiaie, con in subordine intercalazioni di limi ed argille. Dati di sottosuolo ricavati dalla Carta Geologica Tecnica allegata agli studi di Microzonazione Sismica indicano che la profondità del substrato prelacustre aumenta progressivamente dalla linea collina/pianura spostandosi verso sud. Dalla Carta delle Isobate allegata allo stesso studio, risulta che al di sotto dell'area di variante il substrato si trova tra m 200 e m 250 di profondità.



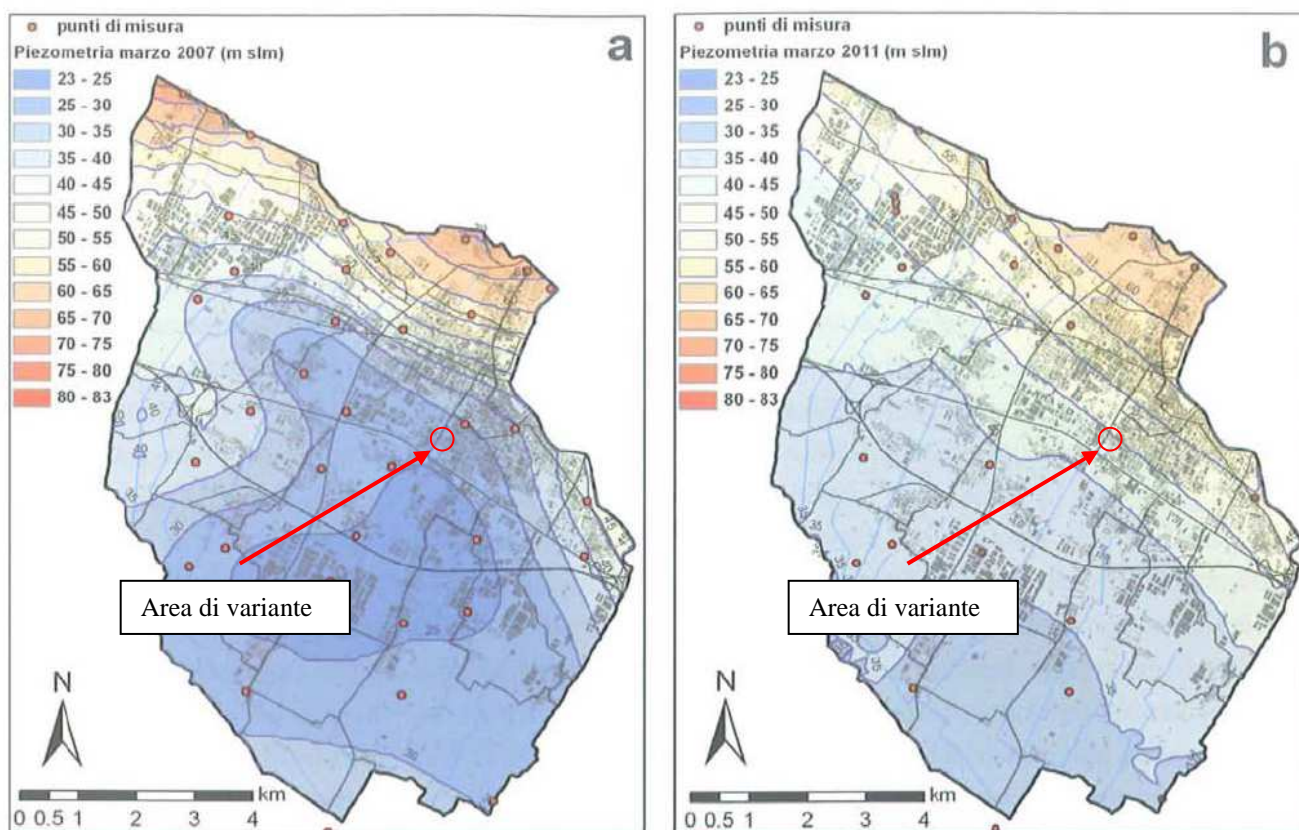
Carta delle isobate (estratto dalla carta allegata alla MS)

Il substrato prelacustre è costituito dalle formazioni "Liguri" con prevalenza di rocce argillitiche riconducibili alla Formazione di Sillano.

3.3 Idrologia ed idrogeologia

Le acque superficiali sono raccolte dal sistema fognario; per quanto riguarda le acque di sottosuolo, l'area in oggetto è posta all'interno del conoide del Bisenzio che rappresenta una risorsa idrica di importanza regionale. Si tratta di un corpo costituito prevalentemente da ghiaie caratterizzato da spessori dell'ordine di 60 metri.

Sulla base di dati bibliografici¹ il livello piezometrico è piuttosto profondo ed è allo stato attuale in condizioni di risalita. Dopo un lungo periodo di sovrasfruttamento generalizzato della falda legato ai prelievi industriali, i consumi idrici si sono drasticamente ridotti in concomitanza della chiusura di molte attività artigianali a partire dal periodo 2008-2010. Nella figura che segue è riportata la distribuzione delle isopieze nel 2007 e nel 2011; come si vede nell'area oggetto di variante la falda è passata da essere nell'intervallo 25-30 m slm a quello 35-40. In termini di profondità la falda è risalita da circa 30 metri di profondità dal p.c. del 2007 fino ai 20 metri del 2011.



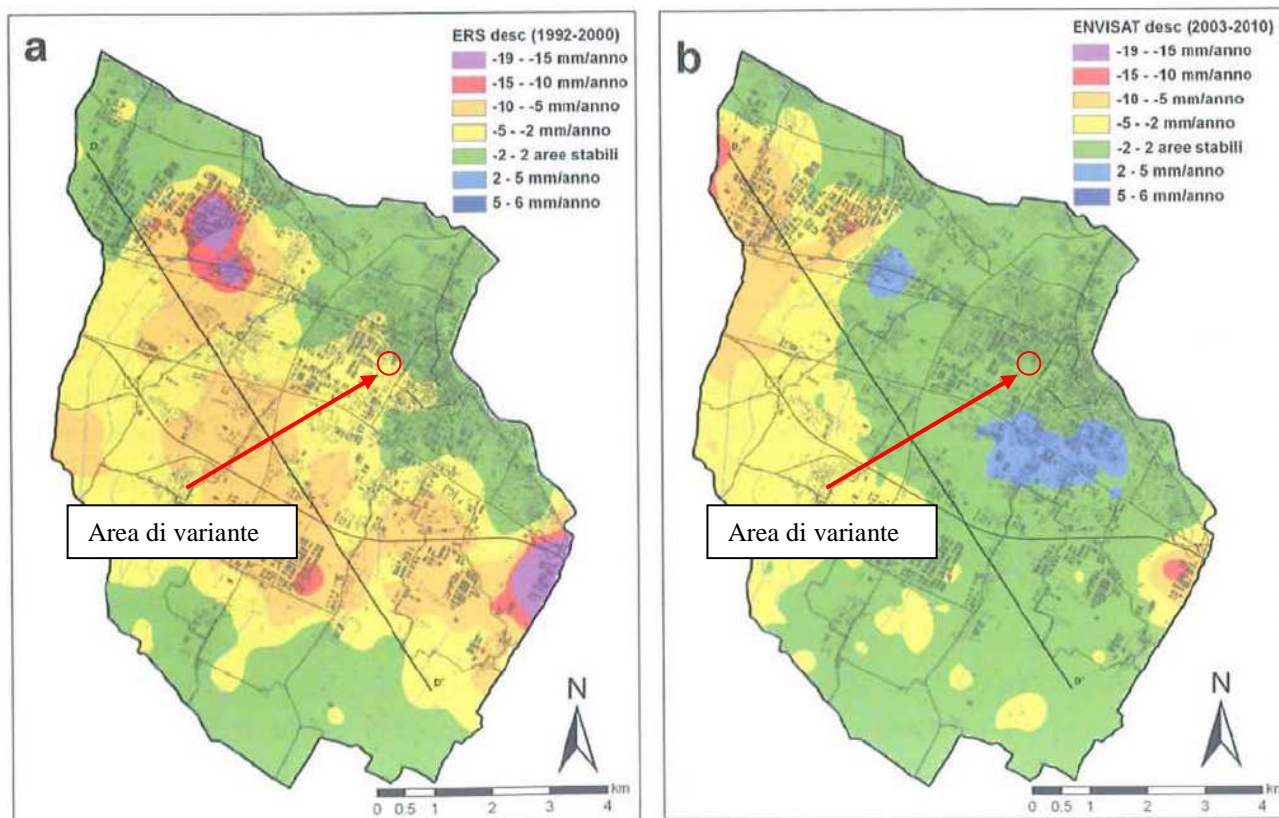
*Andamento del livello piezometrico relativamente al marzo 2007 ed al marzo 2011
(estratto da Montini et al. 2012 - pag. 28)*

Nella documentazione geologica di corredo al Piano Strutturale, è riportata una breve trattazione relativa ai fenomeni di subsidenza indotti dagli ingenti prelievi idrici dalla falda dell'area pratese. Successivamente a questo studio è uscito il già citato articolo curato dai tecnici dell'Autorità di Bacino del F. Arno in cui questo tema viene approfondito confrontando

¹ Montini G., Brugioni M. & Consumi F – 2012. Valutazione degli effetti della variazione delle riserve idriche sotterranee sulle velocità di subsidenza nella pianura di Prato (PO) durante il periodo 1992-2010. *Geologia Tecnica e Ambientale* 3/2012, 22-34.

dati satellitari di differenti periodi per valutare gli effetti della riduzione del prelievo idrico sui fenomeni di abbassamento del terreno.

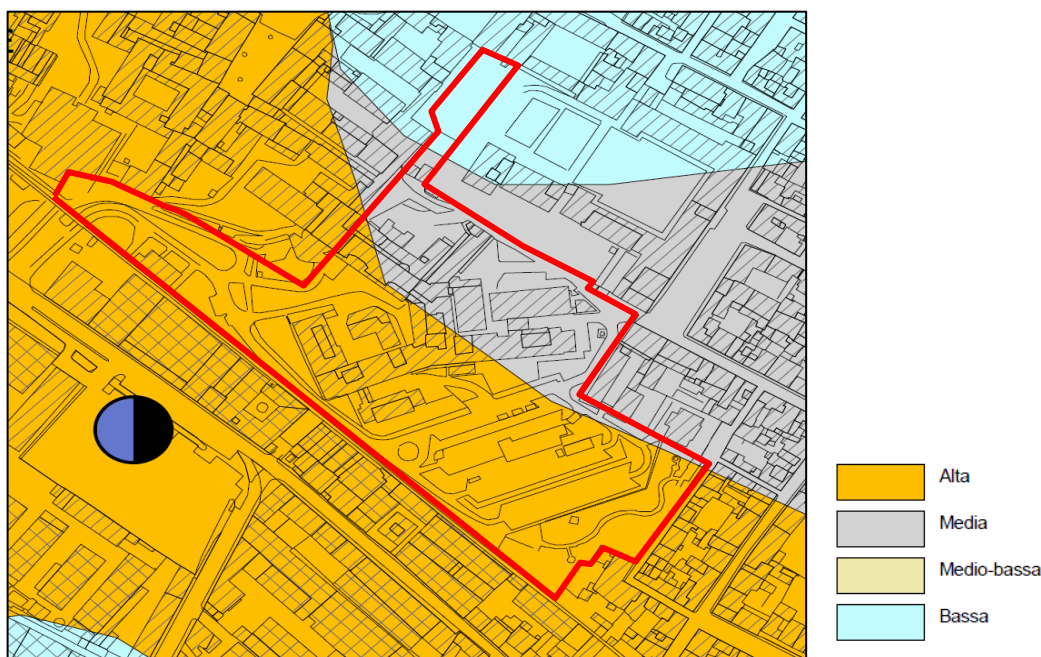
In sintesi è stato verificato che a seguito della netta diminuzione del prelievo idrico che ha interessato l'acquifero pratese in occasione della crisi del comparto tessile a partire dal 2008, il fenomeno della subsidenza ha registrato una brusca diminuzione, fino sostanzialmente a rientrare entro gli errori strumentali. Come si vede nell'immagine che segue infatti, l'area in questione (evidenziata con un circolo rosso) risultava interessata da abbassamenti dell'ordine dei 2-5 mm/anno nel periodo 1992-2000, mentre fra il 2003 ed il 2010 rientrava fra le aree con subsidenza nulla.



Distribuzione spaziale delle velocità di deformazione (estratto da Montini et al. 2012 - pag. 27)

Per motivi logistici non è stato possibile eseguire misurazioni piezometriche sui pozzi presenti nell'area e nei suoi dintorni e gli unici punti misurabili (verticali penetrometriche) sono risultati a profondità di soli 10 metri e quindi non hanno fornito aiuto in questo senso. Si ritiene comunque che l'andamento futuro dello sfruttamento idrico all'interno dell'area urbanizzata non possa che andare ulteriormente a diminuire con un progressivo ulteriore innalzamento del sistema piezometrico. E questo sia per il necessario allontanamento del sistema produttivo dal centro storico, sia per la progressiva chiusura dei pozzi acquedottistici per ovvi motivi di salvaguardia dall'inquinamento.

Nella carta delle problematiche idrogeologiche allegata al PS l'area di studio è classificata in parte in vulnerabilità alta e per la restante porzione in vulnerabilità media e bassa, in funzione della permeabilità dei terreni di sottosuolo e del grado di protezione della falda.

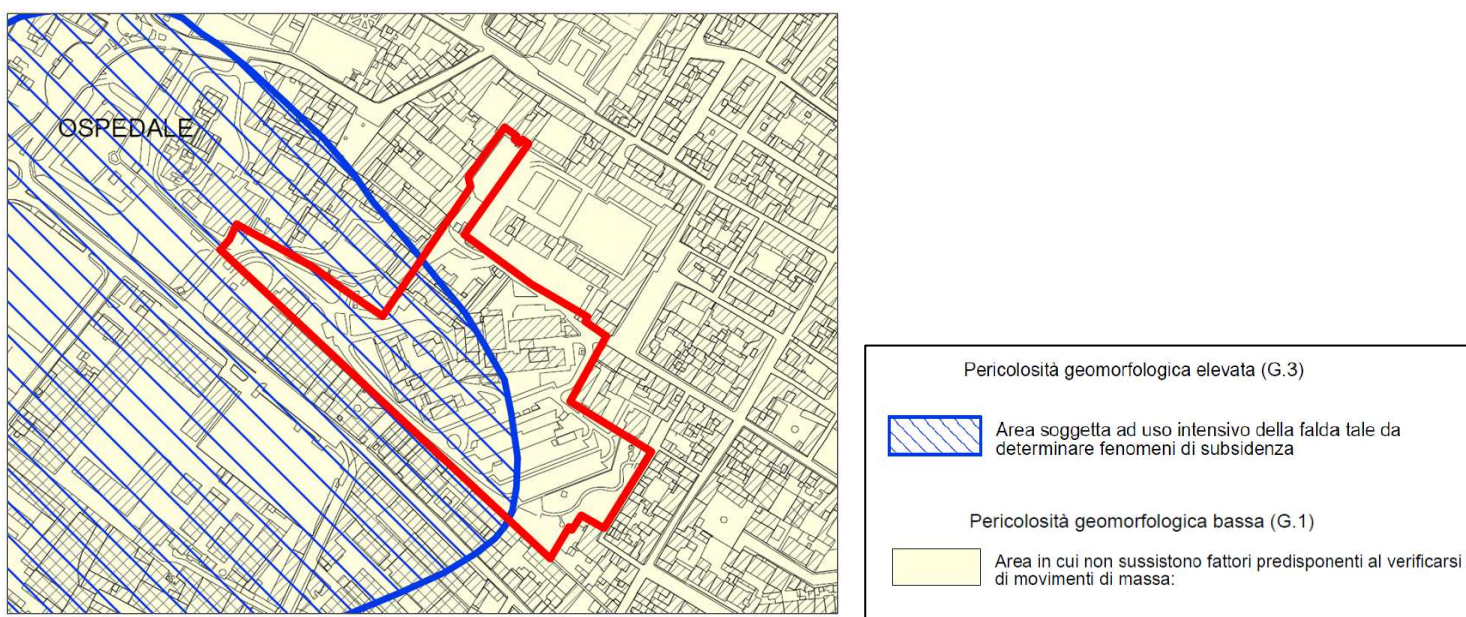


Vulnerabilità delle acque sotterranee (estratto dalla carta delle problematiche idrogeologiche del PS)

4. Classificazioni di pericolosità

4.1 Pericolosità geomorfologica

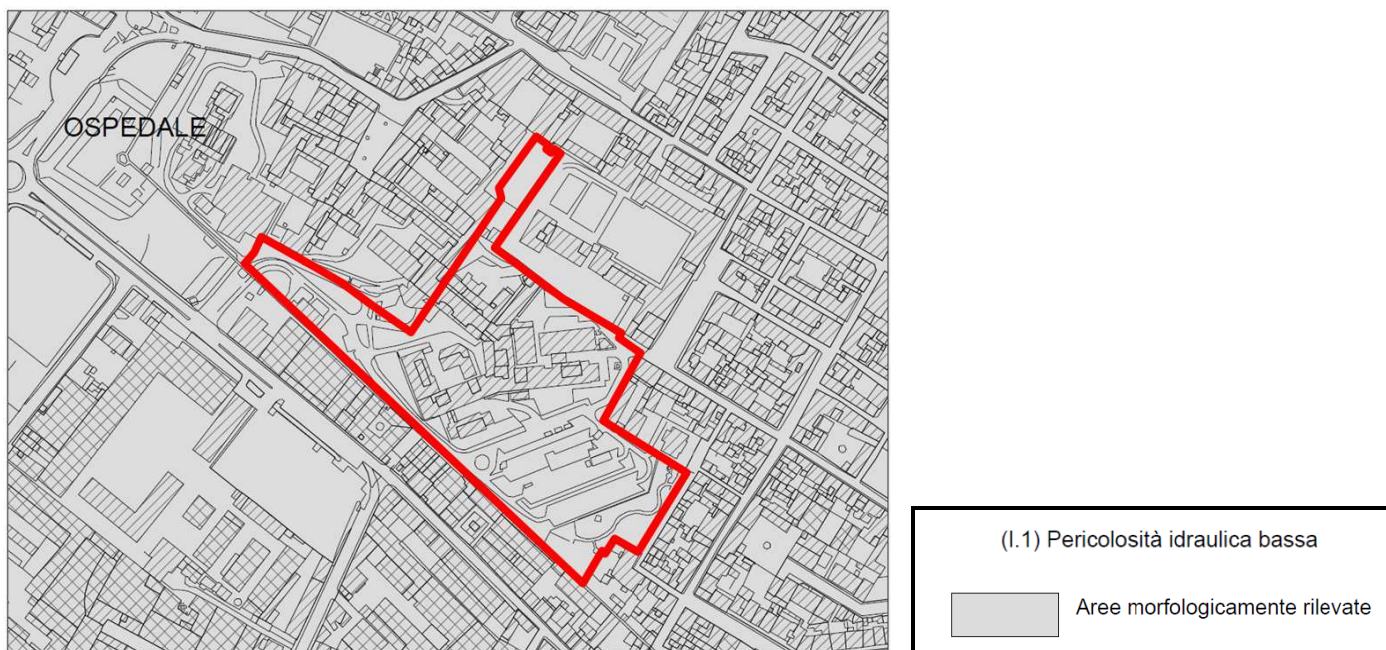
La pericolosità geologica dell'area di studio è stata definita in fase di Piano Strutturale e riconfermata in fase di variante al Regolamento Urbanistico; la zona risulta classificata in parte in pericolosità geomorfologica G1 (bassa) ed in parte in pericolosità G3 (elevata) a causa dei prelievi intensivi dalla falda tali da determinare fenomeni di subsidenza.



Carta della pericolosità geomorfologica (estratto dalla carta allegata al PS)

4.2 Pericolosità idraulica

Nella Carta di pericolosità idraulica del PS, riconfermata in fase di variante al Regolamento Urbanistico, l'area ricade in pericolosità idraulica I1 (bassa). Negli studi idraulici infatti la zona risulta al di fuori dei possibili allagamenti per Tr200. A conferma di questo anche la Carta di Pericolosità del PAI classifica questa zona in classe Pi1 (pericolosità bassa).



Carta della pericolosità idraulica (estratto dalla carta allegata al PS)

4.3 Pericolosità sismica

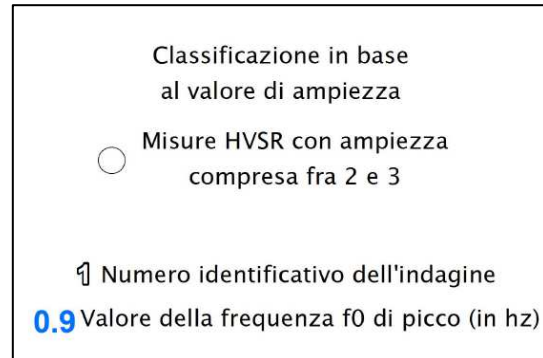
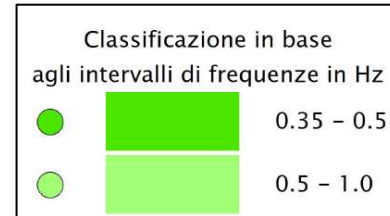
La zonazione di pericolosità è stata elaborata in fase di variante al RU sulla base degli studi di Microzonazione sismica.

Per completezza, oltre alla zonazione di pericolosità sismica, si riportano anche gli estratti delle carte propedeutiche alla sua redazione, elaborate in fase di Microzonazione Sismica in corrispondenza dell'area di studio.

4.3.1 La Carta delle Frequenze

Riporta l'andamento delle frequenze naturali del terreno ricavata dall'esecuzione di misure di rumore H/V; i valori di F_0 diminuiscono progressivamente via via che ci si sposta dal limite della pianura fino alla parte centrale del bacino, in accordo con l'andamento delle isobate del substrato.

Nella zona di studio le frequenze di picco si attestano su valori di F_0 0.5~0.7 hz, lontani dal valore di soglia $F_0 = 1$ hz, considerato limite critico per la frequenza di risonanza della maggior parte degli edifici.

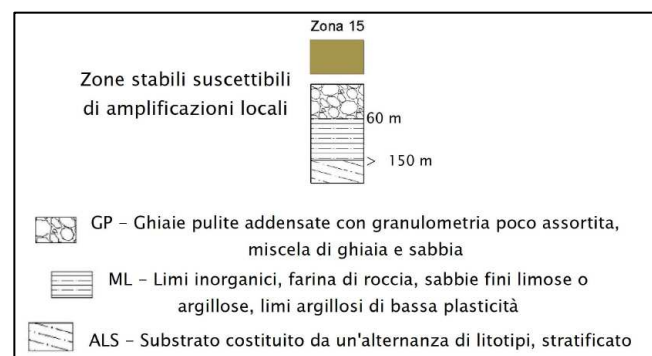


Carta delle Frequenze (estratto dalla Carta delle Frequenze allegata alla MS)

4.3.2 Microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area di studio ricade all'interno delle Zone Stabili Suscettibili di amplificazioni locali, ed in particolare entro la Zona 15, definita come segue:

Zona 15 – aree di affioramento dei terreni prevalentemente ghiaiosi di conoide fino a m 60 di profondità (GP); al di sotto sono presenti depositi prevalentemente limoso argillosi (ML) che poggiano direttamente sul substrato, costituito da formazioni argillitiche (ALS), presente oltre m 150 di profondità.



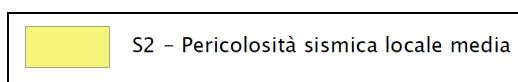
Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica
(estratto dalla Carta delle MOPS allegata alla MS)

4.3.3 Classificazione di Pericolosità Sismica

Il regolamento 53R assegna le Zone Stabili suscettibili di Amplificazione in Classe S3 o in Classe S2 in funzione della presenza o meno di un alto contrasto di impedenza atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri. Nell'uso comune questo è stato tradotto nell'attribuzione in classe 3 quando si rilevi un buon contrasto di impedenza ed il picco di frequenza F_0 sia compreso nell'intervallo 1-10 hz; questo è infatti il campo di variabilità della frequenza di risonanza della maggioranza degli edifici; semplificando molto si può dire che rientrano in questo intervallo gli edifici entro i 10 piani di altezza.

Qualora, pur registrando un buon contrasto di impedenza, ci si trovi esternamente a questo intervallo, si rientra in classe S2.

Considerando che le misure H/V prossime all'area di studio presentano valori di picco $F_0=0.5-0.7$ hz, è stata attribuita a questa zona la **classe di pericolosità S2 – Pericolosità Bassa**.



Carta della Pericolosità sismica (estratto dalla Carta allegata alla MS)

5. Classificazione di fattibilità

Si riporta di seguito la classificazione di fattibilità ricavata dalla variante al Regolamento Urbanistico relativa proprio all'area dell'Ex Ospedale.

Come detto l'area di variante è classificata in:

- G1/G3 = pericolosità geomorfologica bassa/elevata
- I1 = pericolosità idraulica bassa
- S2 = pericolosità sismica locale media

		Fattibilità Geomorfologica	Fattibilità idraulica	Fattibilità sismica	
Zona	Tipologia di intervento	Classi di pericolosità			
		G1	G3	I1	S2
Parco pubblico e relativi servizi	Demolizione con ricostruzione di volumetrie a servizio del parco	F1g	F1g	F 1i	F1s

Tabella 1 - Fattibilità degli interventi compresi nella variante

6. Prescrizioni di fattibilità

Si riportano di seguito le prescrizioni di fattibilità per l'area in oggetto risultanti dalla Relazione geologica di fattibilità allegata allo studio di variante.

Fattibilità geomorfologica

CLASSE F 1g: Fattibilità senza particolari limitazioni

Per gli interventi compresi in questa classe le indagini dovranno essere svolte nella fase di progetto esecutivo per ogni singolo intervento ed avranno come obiettivo la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. Nel dimensionamento e nella scelta dei tipi di indagine si dovrà fare riferimento a quanto riportato nel D.M. 14.1.08 e nel Regolamento 36R.

Fattibilità idraulica

CLASSE F1i: Fattibilità senza particolari limitazioni.

L'assenza di rischio di allagamento e la riduzione delle superfici impermeabili fa sì che per gli interventi classificati in questa classe non siano previsti vincoli di carattere idraulico.

Fattibilità sismica

CLASSE F1s: Fattibilità senza particolari limitazioni

Per gli interventi ricadenti in questa classe non sono necessarie condizioni di fattibilità specifiche per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Per quanto riguarda infine le prescrizioni derivanti dalla vulnerabilità della falda, le destinazioni d'uso in progetto risultano conformi a quanto indicato nelle NTA del PS che per le aree a vulnerabilità alta vietano previsioni di impianti e attività potenzialmente inquinanti quali attività zootecniche industriali, impianti di trattamento rifiuti, impianti industriali e produzione agricola intensiva.

7. Modello del sottosuolo

7.1 Carta dei Dati di Base

In Figura 3 sono state riportate le indagini geognostiche raccolte in un ampio intorno della zona di interesse durante gli studi di Microzonazione Sismica; sono state anche inserite alcune prove penetrometriche appositamente eseguite per il presente studio all'interno dell'area di interesse. I grafici di queste prove penetrometriche, i report delle misure H/V più prossime ed i risultati dell'indagine sismica più vicina (di tipo ESAC) sono allegate in Appendice.

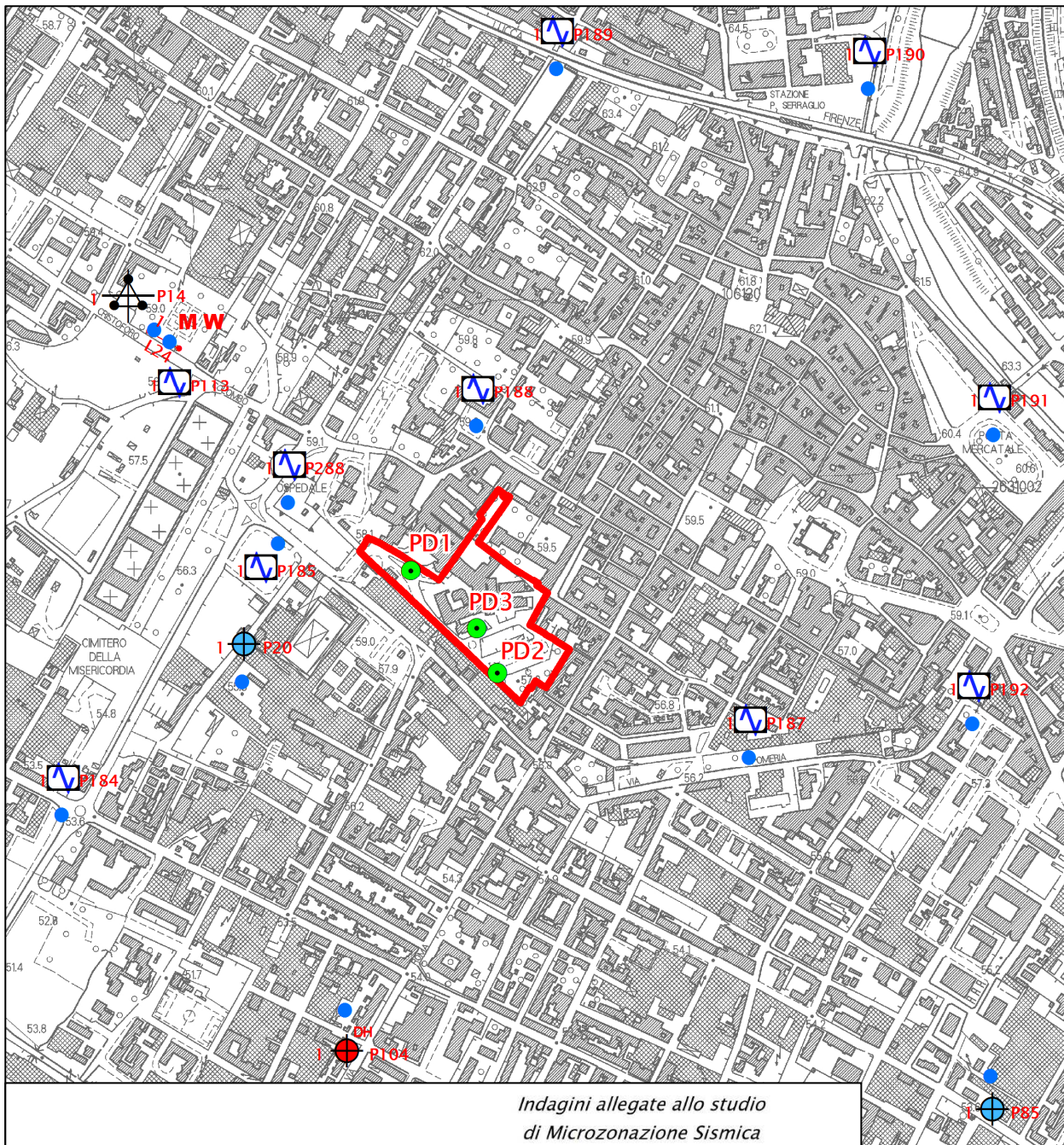
Sulla base dei dati di sottosuolo risulta che lo spessore medio delle ghiaie si attesta sui 60 metri, con valori che variano da un minimo di 40 ad un massimo di 80 metri. Al di sotto sono presenti depositi fini nel campo delle argille e dei limi fino al basamento.

Per quanto riguarda le misure H/V vengono riportati i risultati delle indagini più prossime all'area di studio. Come si vede si tratta di valori coerenti tra di loro, con F_0 compresi tra 0.5 e 0.7 ed ampiezze di poco inferiori ad $A=3$.

Questi dati sono pienamente coerenti con un substrato a profondità dell'ordine dei 200-250 metri e velocità V_s intorno a 500 m/s. Nell'indagine Esac eseguita nelle vicinanze dell'area di variante (l'indagine P14 di Fig. 3) si è infatti registrata una $V_{s30} = 430$ m/s.

In sintesi le misure H/V forniscono una verifica indiretta della carta delle isobate redatta sulla sola base dei dati litostratigrafici risultano in accordo con le velocità in SH eseguite in questa zona.

Id	N. misura	Frequenza di picco (Hz)	Ampiezza
185	78	0.50	2.9
187	80	0.59	2.8
188	81	0.69	2.6



Indagini allegato allo studio di Microzonazione Sismica

<p><i>Prove realizzate all'interno dell'area di variante</i></p> <p>● Prova penetrometrica dinamica</p>	<p>⊕ DH Pozzo per acqua</p> <p>⊙ DH Prova sismica in foro tipo Downhole</p> <p>⊕ Stazione microtremore a stazione singola</p> <p>⊕ Array sismico, ESAC/SPAC</p> <p>MW MASW</p> <p>1 Numero delle indagini eseguite</p> <p>P104 Numero identificativo indagini</p>
---	--

Figura 3 - Carta dei dati di base (scala 1:10000)

7.2 Caratteristiche litostratigrafiche dell'area di variante

Dai risultati delle indagini penetrometriche dinamiche eseguite in corrispondenza dell'area in oggetto è possibile ricostruire il seguente modello di sottosuolo:

Livello A: presente tra 0,0 m e profondità comprese tra 2,7 m e 4,5 m, è rappresentato da un'alternanza di livelli costituiti da limi ed argille consistenti e livelli di ghiaie mediamente addensate ($4 \leq N_{scpt} \leq 9$ a cui corrisponde $N_{spt} = 7 - 16$);

Livello B: oltre 2,7 m - 4.5 m, è costituito da ghiaie molto addensate ($N_{scpt} > 30$ a cui corrisponde $N_{spt} > 50$).

In sintesi risulta che le ghiaie del conoide sono a piccola profondità al di sotto di un sottile livello costituito da depositi prevalentemente fini caratterizzati da buone caratteristiche geomeccaniche. In prima approssimazione risulta che per quanto riguarda le opere di fondazione degli interventi in progetto, a meno di interventi di particolare incidenza, si potrà fare ricorso a normali fondazioni di tipo superficiale.

Pistoia, 7 dicembre 2015

Dott. Geol. Gaddo Mannori