REGIONE TOSCANA

COMUNE DI FIRENZE

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE
SCUOLA CALVINO
VIA MAFFEI 3 FIRENZE

Geol. Roberta Giorgi

N.1900 OGT

Firmato digitalmente

GENNAIO 2022

INDICE

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO 2

2. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DERIVANTE DAGLI STRUMENTI URBANISTICI E PIANI SOVRAORDINATI..... 3

2.1 - PIANO STRUTTURALE E II REGOLAMENTO URBANISTICO 3
2.2 - PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI - DISTRETTO IDROGRAFICO APPENNINO SETTENTRIONALE 6
2.3 - PROGETTO DI PIANO – PAI "DISSESTI GEOMORFOLOGICI" 6
2.4 – VINCOLO IDROGEOLOGICO 6

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO, IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO 7

3.1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE 7
3.2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO 7
3.3 - IDRAULICA, IDROGEOLOGIA 9

4. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE, MODELLO GEOTECNICO E SISMICO.....10

4.1 - PROVE GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE.....10
4.2 - STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI 14

5. SISMICITÀ E PARAMETRI SISMICI 14

5.1 - CLASSIFICAZIONE SISMICA 14
5.2 - CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E CATEGORIA TOPOGRAFICA 14
5.3 - AMPLIFICAZIONE SISMICA DI SITO.....15
5.4 - VALUTAZIONI DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE 15
5.5 - PARAMETRI SISMICI 16

6. VALUTAZIONI RELATIVE ALLA FATTIBILITA' DELL'OPERA 17

6.1 - SPECIFICHE DI PROGETTO.....17

TAVOLE NEL TESTO

TAV. 1	Corografia	scala 1:10000
TAV. 2	Corografia	scala 1:2000
TAV. 3	Carta Geologica Regionale	scala 1:10000

ALLEGATI NEL TESTO

ALL. 1	Estratti cartografici da: Piano Strutturale, Regolamento Urbanistico e Piani di Settore Sovraordinati
ALL. 2	Schede sondaggi da database comunale
ALL. 3	Stratigrafie dei sondaggi in Piazza delle Cure

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nella presente relazione si illustrano le valutazioni geologiche e geotecniche preliminari svolte per conto dell'Amministrazione comunale di Firenze a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per demolizione e ricostruzione della Scuola Calvino posta in Via Maffei n. 3, Comune Firenze (foglio catastale 78 particella 925).

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alle seguenti normative:

Normativa nazionale:

- Decreto ministeriale 17/01/2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- Decreto ministeriale 14/01/2008, Testo Unitario – Norme tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998), Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture; Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- O.P.C.M. n. 3519/2006 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche per l'aggiornamento e degli elenchi delle medesime zone);
- DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Normativa regionale:

- L.R. N.41 del 24 luglio 2018 Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua;
- Legge Regionale n.79 del 27 dicembre 2012 – "Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla L.R. 69/2008 e alla L.R. 91/1998. Abrogazione della L.R. 34/1994", e successivi aggiornamenti (di cui alla DCRT n.101/2016, DGRT n.1357/2017, DGRT n.899/2018, DCRT n.20/2019);
- L.R. 10 novembre 2014 n.65 – Norme per il governo del territorio;
- Del n. 421 del 26/05/2014 Aggiornamento della Classificazione Sismica Regionale – Aggiornamento Allegato 1 e Allegato 2 della Del. G.R.T. n. 878 del 08/10/2012;
- DPGR 9 luglio 2009, 36/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico;
- D.P.G.R.19 Gennaio 2022 1/R - **"**Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014,n.65 (Norme per il governo del territorio) Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico, entrerà in vigore il 20 Febbraio 2022 in sostituzione del 36/R.

Vincoli sovraordinati:

- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) – Autorità di bacino Distrettuale Appennino Settentrionale - approvato con Del. C.I. Integrato n.235 del 33.03.2016 (sostituisce le Autorità di bacino preesistenti) e pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 28 del 03.02.2017;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) – Autorità di bacino Distrettuale Appennino Settentrionale – Primo aggiornamento (2021-2027) adottato con delibera di CIP n. 26 del 20 dicembre 2021;
- Progetto di Piano – PAI "Dissesti geomorfologici"Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale adottato con del. della Conferenza Istituzionale Permanente n.20 del 20/12/2019;
- Vincolo Idrogeologico R.D. n.3267 del 30/12/1923 e LR n. 39/2000 e s.m.i. e Regolamento di attuazione n.48/R/2003 e s.m.i. L'area non è soggetta a Vincolo Idrogeologico.

Per quanto concerne il D.P.G.R. 36/R/2009 Art.7, si ricorda che l'edificio, sia allo stato attuale che di progetto, ricade all'interno della Classe d'indagine n. 4, riferita alle opere di volume lordo superiore a seimila metri cubi o, in ogni caso, con l'altezza in gronda superiore a venti metri.

Il progetto dovrà tenere conto del recente **D.P.G.R. 1/R/2022** che entrerà in vigore il 20 Febbraio 2022, sia per la parte progettuale ed istruttoria presso uffici del Genio Civile, sia per la tipologia e classi di indagini in situ. In particolare, per quanto riguarda la tipologia di indagini geologiche geofisiche per la predisposizione dei progetti, di cui all'Art.5 si è in attesa delle emanazione delle relative linee guida.

2. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DERIVANTE DAGLI STRUMENTI URBANISTICI E PIANI SOVRAORDINATI

2.1 - Piano Strutturale e Il Regolamento Urbanistico

Con deliberazione n. 2011/C/00036 del 22.06.2011, il Consiglio comunale ha approvato il Piano Strutturale. Con deliberazione del Consiglio Comunale n. 2015/C/00025 del 02.04.2015 sono stati approvati il Regolamento Urbanistico e la contestuale variante al Piano Strutturale, divenuti efficaci con la pubblicazione di avviso di avvenuta approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 22 del 03.06.2015. Si riporta di seguito quanto emerso dall'analisi delle cartografie di pericolosità allegate alla Variante al Piano Strutturale approvato (v. ALL.1):

Piano Strutturale

Carta della pericolosità geologica (Tav.4/2): la zona rientra tra la classe di **pericolosità geologica media G2;**

Carta della pericolosità idraulica (Tav.5/2): la zona rientra tra la classe di **pericolosità idraulica media I2**;

Carta della pericolosità sismica (Tav.6/2): la zona rientra tra la classe di **pericolosità sismica elevata S3**.

Regolamento Urbanistico

Carta della fattibilità geologica (Tav.05): la zona rientra tra la classe di **fattibilità geologica 2;**

Carta della fattibilità idraulica (Tav.05): la zona rientra tra la classe di **fattibilità idraulica 2**;

Carta della fattibilità sismica (Tav.05): la zona rientra tra la classe di **fattibilità sismica 3**.

Adeguamento del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Con deliberazione n. 2017/C/00047 del 11.09.2017, esecutiva dal 26.09.2017, il Consiglio Comunale ha adeguato i propri strumenti urbanistici al PGRA approvato con deliberazione n. 235 del 03.03.2016 del Comitato Istituzionale Integrato dell'Autorità di bacino del fiume Arno e successivo DPCM del 27.10.2016, così come integrato e modificato dalle determinazioni dirigenziali dell'Autorità di Bacino (DD n. 57 del 20.12.2016 e n. 15 del 16.02.2017). L'adeguamento riguarda il sottobacino dei Torrenti Ema e Mugnone, oltre che altre modifiche di minima entità interessanti il Comune di Firenze.

Carta della pericolosità idraulica (Tav.5/2): la zona rientra tra la classe di **pericolosità idraulica media I2**;

Carta della fattibilità idraulica (Tav.05): la zona rientra tra la classe di **fattibilità idraulica 2.**

FATTIBILITA DELL'INTERVENTO

Le classi di fattibilità vengono individuate attraverso delle tabelle di correlazione tra la tipologia di intervento e il grado di pericolosità geologica, idraulica e sismica dell'area in esame. Dall'esame delle Matrici di fattibilità riportate nella parte 4 - Disciplina dei sistemi territoriali – Titolo II – Disciplina ecologico ambientale – Capo II – Misure di protezione del Regolamento Urbanistico, emergono le seguenti classi di fattibilità:

Tipo di intervento	Fattibilità geologica	Fattibilità idraulica	Fattibilità sismica
interventi di ristrutturazione edilizia anche con demolizione e ricostruzione	II	II	III

Si riportano di seguito le prescrizioni delle NTA associate alle varie classi di fattibilità individuate, in termini di norme comuni e prescrizioni specifiche per la classe individuata:

Art. 74 c.4 – fattibilità geologica

4. Fattibilità geologica con normali vincoli FG.2. Sono consentiti gli interventi di nuova edificazione e di realizzazione di nuove infrastrutture, nonché la ristrutturazione urbanistica e quella edilizia con demolizione e ricostruzione la cui progettazione deve contenere apposite considerazioni basate su studi ed indagini di dettaglio che diano conto che l'intervento garantisce la sicurezza della popolazione, non determina condizioni di instabilità e non modifica negativamente le condizioni e i processi geomorfologici dell'area interessata.
Sono consentiti senza specifici condizionamenti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia senza demolizione e ricostruzione, nonché tutti gli interventi manutentivi necessari a garantire il corretto funzionamento delle reti dei servizi pubblici e privati.

Art. 75 c.1 e c.4 – fattibilità idraulica

art.75 - fattibilità idraulica

1. Norme comuni. Le seguenti indicazioni rappresentano prescrizioni di carattere generale relative agli interventi di messa in sicurezza e di compensazione volumetrica ed operano su tutto il territorio interessato dal rischio idraulico, qualora ricorrono le condizioni per la loro applicazione.
I livelli idraulici di riferimento per la progettazione degli interventi di messa in sicurezza e di compensazione, devono essere derivati dagli studi di base del PS, salvo eventuali studi successivi sostitutivi o integrativi, rispetto a quelli impiegati per le elaborazioni del vigente PS e RU. Nella progettazione degli interventi di messa in sicurezza si deve tenere conto di un franco di 30 cm rispetto al livello idraulico di riferimento o, per le aree di transito, rispetto al battente convenzionale di 30 cm. Nelle aree dove non sono presenti battenti idraulici legati ad un modello, gli interventi di messa in sicurezza, ove previsti, devono essere progettati rispetto ad un franco convenzionale di 30 cm, senza necessità di compensazione dei volumi sottratti.
Nel caso di nuova SUL in aree libere da edifici, non può essere attuata la messa in sicurezza mediante opere di auto sicurezza (tipo porte o finestre a tenuta stagna), ma occorre prevedere il rialzamento del piano di calpestio o la realizzazione del piano terra con pilotis.
Nella definizione attuativa dei comparti discontinui, nel caso l'intervento nel suo complesso determini sottrazione dei volumi esondabili, e comunque qualora ne ricorrano le condizioni normative per tutti gli altri interventi previsti dal RU, si devono individuare aree di compensazione idraulica all'interno dell'area di intervento o in aree ad essa circostanti, comunque all'interno dello stesso bacino idraulico. Devono essere evitate strutture compensative all'interno degli edifici e privilegiate strutture con svuotamento a gravità. Se tali strutture non sono realizzabili per impossibilità strutturali, le stesse devono essere dotate di un idoneo sistema di pompaggio, regolato rispetto al sistema ricevente. Per i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua si intendono quelli immediatamente a ridosso del ciglio di sponda o del piede esterno dell'argine del corso d'acqua al quale sono riferibili.

4. Fattibilità idraulica con normali vincoli FI.2. Sono consentite tutte le tipologie di intervento senza specifici condizionamenti ad esclusione degli interventi di realizzazione di nuove strutture ad elevata vulnerabilità o classe di esposizione (per es. depositi o esposizioni di beni artistici e culturali, depositi di sostanze pericolose o inquinanti, edifici, strutture ed impianti strategici per la protezione civile) che devono essere in sicurezza attraverso interventi diretti sulle strutture od indiretti per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni senza aumentare il livello di rischio della zona di intervento e delle zone limitrofe.

art.76 - fattibilità sismica

1. Norme comuni. In relazione alle conoscenze sulle caratteristiche sismiche del sottosuolo del territorio comunale, oltre a fare obbligatoriamente riferimento alle relative cartografie di cui al PS ed al RU, ed alle relative normative di carattere nazionale e regionale, le condizioni di amplificazione sismica locale per effetti stratigrafici a cui fare riferimento, sono dettate nella Carta del fattore di amplificazione sismico locale. In particolare si prescrive che, relativamente alla scelta del coefficiente di amplificazione stratigrafica (Ss) da utilizzare per la ricostruzione degli spettri di risposta elastici e di progetto (di cui al par. 3.2.3.2.1 e 7.11.3.2 delle NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008 e s.m.i.) si deve fare riferimento al più cautelativo tra il valore del fattore di amplificazione sismica di cui alla suddetta cartografia (prendendone come riferimento il valore più alto in cui ricade l'area di intervento o porzione di essa) e il valore di Ss derivante da indagini sismiche specifiche (da realizzarsi sulla base delle normative nazionali o regionali) condotte sull'area di intervento e volte alla definizione della categoria sismica di sottosuolo. Nel caso in cui il progettista decida di derogare da tale prescrizione deve effettuare analisi di risposta sismica locale, le quali dovranno essere realizzate, oltreché sulla base di quanto ritenuto necessario al fine dell'ottimale modellazione sismica del sottosuolo, effettuando prove sismiche passive e per lo meno un sondaggio a carotaggio continuo con prova down–hole. Il sondaggio deve essere di profondità non inferiore a 30 m, e comunque spinto fino al raggiungimento del substrato sismico se presente entro i 60 m.
Per costruzioni o interventi di modesta rilevanza, così come definiti da normative nazionali o regionali (classe di indagine 1 di cui al DPGR 36/R/2009 e s.m.i.) è altresì consentito di fare riferimento esclusivamente al fattore di amplificazione sismica di cui alla Carta del fattore di amplificazione sismico locale.

3. Fattibilità sismica condizionata FS.3. Sono consentiti gli interventi di ristrutturazione edilizia con demolizione e ricostruzione, ristrutturazione urbanistica, nuova edificazione o realizzazione di nuove infrastrutture, condizionati all'esecuzione di studi geofisici e geognostici di dettaglio funzionali alla determinazione dell'azione sismica di progetto, facendo riferimento anche alle norme comuni. Per la realizzazione di nuove strutture ad elevata vulnerabilità o classe di esposizione (per es. depositi o esposizioni di beni artistici e culturali, depositi di sostanze pericolose o inquinanti, edifici, strutture ed impianti strategici per la protezione civile, opere ricadenti in classe di indagine 4 di cui al DPGR 36/R/2009 e s.m.i.) deve essere considerato anche il periodo di oscillazione del terreno in relazione a quello delle opere da realizzare.
Sono consentiti senza specifici condizionamenti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e risanamento conservativo, nonché tutti gli interventi manutentivi necessari a garantire il corretto funzionamento delle reti dei servizi pubblici e privati.
Gli interventi di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia relativi a emergenze di valore storico-architettonico-beni culturali ed emergenze di valore storico-architettonico sono soggetti al DPCM 09.02.2011, "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14.01.2008", oltreché alle relative normative di carattere nazionale e regionale ed a quanto contenuto nelle norme comuni.

2.2 - Piano Gestione Rischio Alluvioni - Distretto Idrografico Appennino Settentrionale

Il **Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA)** è previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. '*Direttiva Alluvioni*') e mira a costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche.

Nell'ordinamento italiano la Direttiva è stata recepita con il D.Lgs. n.49/2010 che ha individuato nelle *Autorità di bacino distrettuali* le autorità competenti per gli adempimenti legati alla Direttiva stessa e nelle *Regioni,* in coordinamento tra loro e col Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, gli enti incaricati di predisporre ed attuare, per il territorio del distretto a cui afferiscono, il sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il primo ciclo ha avuto validità per il periodo 2015-2021.

Attualmente è in corso il secondo ciclo. La Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, ha infatti adottato il primo aggiornamento del PGRA (2021-2027).

Nel territorio distrettuale a seguito della delibera di CIP n. 26 del 20 dicembre 2021 e della pubblicazione del relativo avviso in Gazzetta Ufficiale:

- Le mappe del PGRA sono vigenti su tutto il territorio distrettuale.
- Per il bacino del fiume Arno, del fiume Serchio e per i bacini regionali toscani la Disciplina di Piano e le mappe sono adottate quale misura di salvaguardia immediatamente vincolante.
- Per il bacino del fiume Magra e per i bacini regionali liguri, gli articoli 4, 6 e 14 della Disciplina di Piano, compresi gli allegati in essi richiamati, e le mappe sono adottati, quali misure di salvaguardia immediatamente vincolanti.
- Per il bacino del fiume Magra e per i bacini liguri, nelle more dell'approvazione del PGRA con DPCM, continuano, invece, a trovare applicazione i relativi Piani stralcio di bacino relativo all'assetto idrogeologico (PAI).
- A seguito dell'entrata in vigore del PGRA conseguente alla pubblicazione del DPCM sulla Gazzetta Ufficiale, nel territorio ligure, il PGRA sostituirà il PAI vigente a far data dall'entrata in vigore della disciplina emanata dalla Regione Liguria diretta a dare applicazione alle disposizioni del PGRA nel settore urbanistico.

L'area di previsto intervento ricade all'interno delle aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale. Il sito in esame non risulta soggetto alle prescrizioni della L.R. 41/2018.

2.3 - Progetto di Piano – PAI "dissesti geomorfologici"

Si segnala che con la pubblicazione in G.U. della delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n.20 del 20 dicembre 2019 anche il bacino dell'Arno è interessato dal Progetto di Piano – PAI "dissesti geomorfologici". La zona in di studio ricade all'interno della pericolosità geomorfologica bassa P1.

2.4 – Vincolo Idrogeologico

Si fa presente che la zona di intervento non è soggetta alle prescrizioni del Vincolo Idrogeologico R.D. n.3267 del 30/12/1923, LR n. 39/2000 e s.m.i. e Regolamento di attuazione n.48/R/2003 e s.m.i..

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO, IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO

3.1 - Inquadramento geologico generale

La città di Firenze sorge nel margine sud di una depressione lacustre (il bacino di Firenze - Prato - Pistoia) che ha una lunghezza di circa 45 Km per una larghezza massima di 10 Km. La depressione è stata colmata da sedimenti lacustri villafranchiani, e da depositi fluviali connessi, che giacciono su formazioni preplioceniche affioranti nelle circostanti colline.

I depositi di riempimento del bacino si sono sviluppati con ampi delta e fan-delta clastici sviluppati alla base del sistema di faglie maggiori, mentre minori quantità di sedimenti si sono disposti lateralmente e longitudinalmente al bacino a seguito dell'erosione dei terreni affioranti a tetto a quote più elevate del bacino.

Dal punto di vista sedimentologico i depositi del bacino sono ascrivibili ai seguenti ambienti:

- Supersintema del Lago di Firenze-Prato-Pistoia: lacustri, lacustri-palustri e di fan-delta;
- Supersintema di Firenze: lacustri e di fan-delta;
- Supersintema dell'Arno: fluvio-alluvionale e limo-palustre.

L'area in oggetto è situata al margine Sud del bacino in una zona di affioramento dei terreni appartenenti al Supersintema dell'Arno. I depositi del Supersintema dell'Arno sono caratterizzati da livelli di ciottolami massivi, a stratificazione incrociata, gradanti verso l'alto a sabbie a laminazione incrociata sovrastate da depositi di esondazione costituiti da limi ed argille con diffusa pedogenesi a pseudo-clay, organizzati in cicli sedimentari diversi a seconda della distanza dall'area di immissione nella pianura alluvionale. La deposizione di questi corpi clastici è legata più a fenomeni di accrezione lungo corrente che ad accrezione laterale, il tutto in un ambiente di deposizione tipico di fiumi a bassa sinuosità.

Nella fase iniziale di sviluppo di questi fiumi si ha spostamento laterale dei canali fluviali, con deposizione dei corpi clastici, legata alla migrazione laterale di barre specie in occasione dei principali eventi alluvionali; successive fasi di innalzamento del livello di base portano allo sviluppo di piane alluvionali con il fiume che tende a spostarsi sia verticalmente che lateralmente, ulteriori innalzamenti del livello di base portano a decremento della sinuosità e diminuzione della pianura alluvionale; questo tipo di fiumi, che tuttora caratterizza l'Appennino Settentrionale, presenta uno spessore pressoché costante del materasso alluvionale.

3.2 - Inquadramento geologico geomorfologico

L'intervento in esame è situato nel centro di Firenze, su terreni pianeggianti posti ad una quota di circa 59 m s.l.m. (fig.1) in ambito fortemente urbanizzato nel quale non sono rilevabili fenomeni geomorfologici.

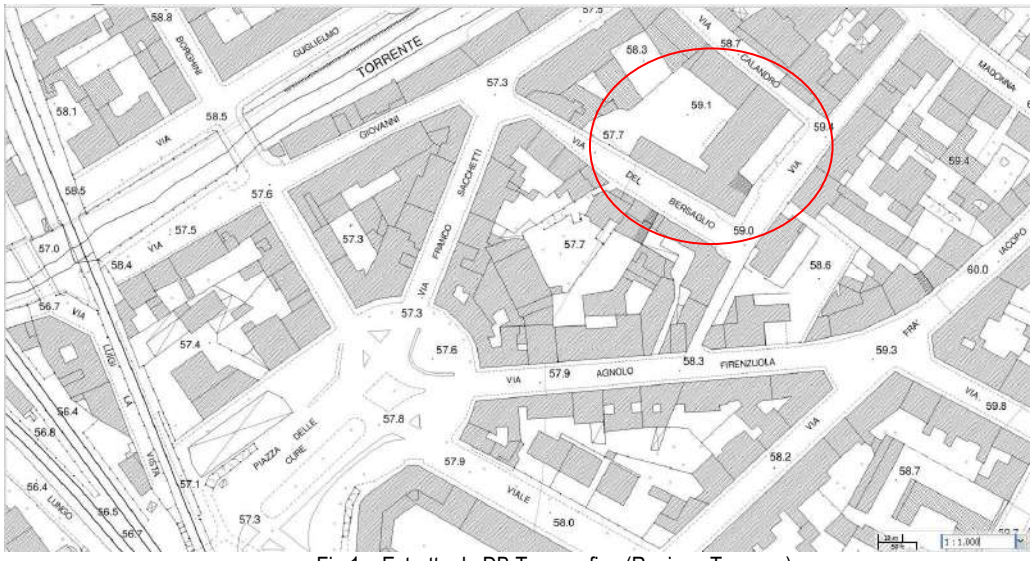
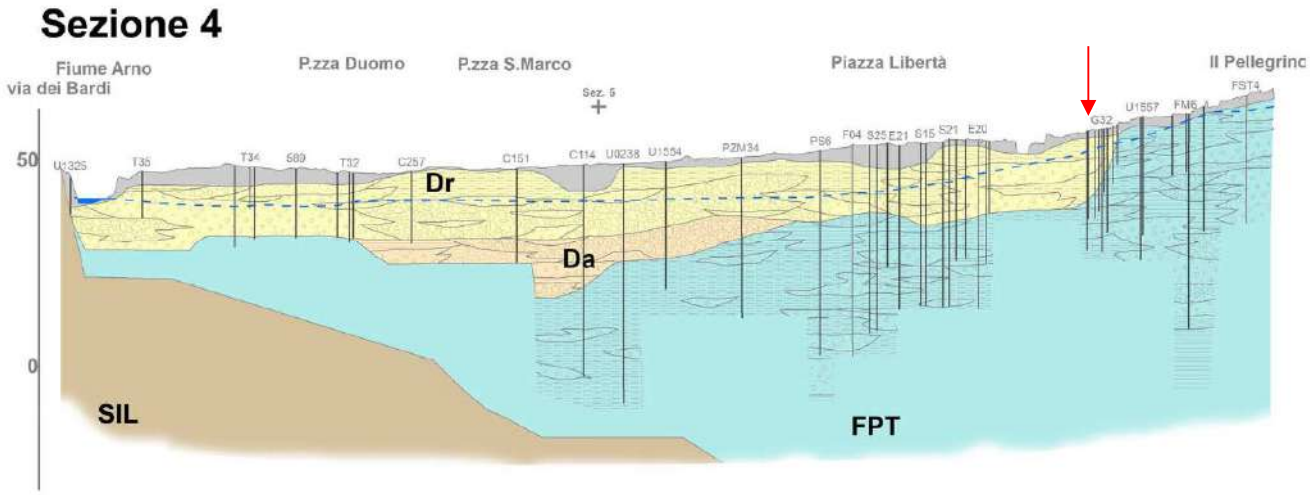


Fig.1 – Estratto da DB Topografico (Regione Toscana)

Nell'area in oggetto affiorano tali depositi fluvio lacustri ed alluvionali (fig.2) ascrivibili ai depositi torrentizi del Torrente Mugnone: Depositi torrentizi, Depositi Recenti (Dr) - Alluvioni recenti (Ab, CARG) si tratta di depositi d'alveo ghiaioso-ciottolosi, con abbondante matrice limoso-sabbiosa imballati in corpi limosi palustri e/o d'esondazione. La divisione tra i vari torrenti è stata fatta in funzione delle zone di pertinenza dei vari apparati torrentizi. Copri canalizzati di ghiaie e ciottolami.



Unità Geologiche

Riporti e coperture: materiali antropici e riempimenti costituiti da materiali sciolti misti di varia pezzatura ed origine, più o meno costipati, anche con cocciame di laterizi. Attuale

Depositi Recenti (Dr): ciottolami e ghiae dell'Arno, da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie, anche gradate, con frequenti episodi di erosione e sostituzione. Tali depositi risultano interdigitati con quelli alluvionali recenti dei vari torrenti, costituiti da ghiaie e ciottolami, con abbondante matrice limoso-sabbiosa inclusi in corpi lomosi. Olocene

Depositi Antichi (Da): ciottolami e ghiae d'alveo del paleo-Arno, più o meno sporchi, frammisti a livelli sabbioso-limosi bruni nella zona settentrionale della cerchia dei Viali di Firenze; sono essenzialmente deposit ciottolosi e ghiaiosi nella zona Cascine-Osmannoro-Legnaia. Pleistocene Superiore

Sintema di Firenze-Pistoia (FPT): massicci corpi di argille limose grigi bluastre, con livelli e lenti di ghiaie e sabbie, in genre sporchi; versol'alto passano limi bruni a luoghi varvati, con torbe, frustoli carboniosi, calici e paleosuoli. Pleistocene Inferiore-Pliocene Superiore

Substrato litoide: Formazione di M.te Morello (MLL): calcari, calcari marnosi e marne più o meno calcaree, con livelli di argilliti. Eocene Medio - Inferiore.
Formazione di Sillano-Pietraforte (SIL): prevalenza di argilliti alternati a livelli calcareo-marnosi e calcareo-arenacei; arenarie quarzoso-carbonatiche. Paleocene-Cretaceo Superiore
Macigno (Mg): torbiditi arenaceec e pelito-arenacee; marne siltose. Miocene Inferiore-Oligocene

livello piezometrico

faglie

sondaggi

Fig.2 – Estratto Sezioni idrogeologiche (Comune di Firenze e Unifi, 2012)

3.3 - Idraulica, idrogeologia

La falda idrica più importante della pianura fiorentina è una falda libera, una tavola d'acqua posta ad una profondità compresa fra 1 e 10 metri di profondità, a seconda delle aree e del periodo stagionale.

In alcune zone marginali della pianura si ha una falda semiconfinata, in quanto il livello piezometrico si colloca in corrispondenza dei limi sabbiosi, talora argillosi di copertura, che hanno le caratteristiche di "acquitardo".

Se lo strato di terreno superficiale è costituito da limi con argille, ossia in presenza di permeabilità molto basse, l'acquifero sottostante va considerato confinato e pertanto si è in presenza di una falda in pressione.

Nelle grandi linee il sistema acquifero in questione può essere ritenuto permeabile per porosità, con orizzonti acquiferi, come detto in precedenza, di tipo "a superficie libera" e/o semi-confinati.

Dalla carta idrogeologica del 2010 (fig.3) riportante le isolinee di soggiacenza media negli ultimi 10 anni la falda risulta avere una soggiacenza di circa 3-4 metri dal p.c. con direzione di flusso verso Sud-Ovest (da banca dati del sottosuolo del Comune di Firenze).

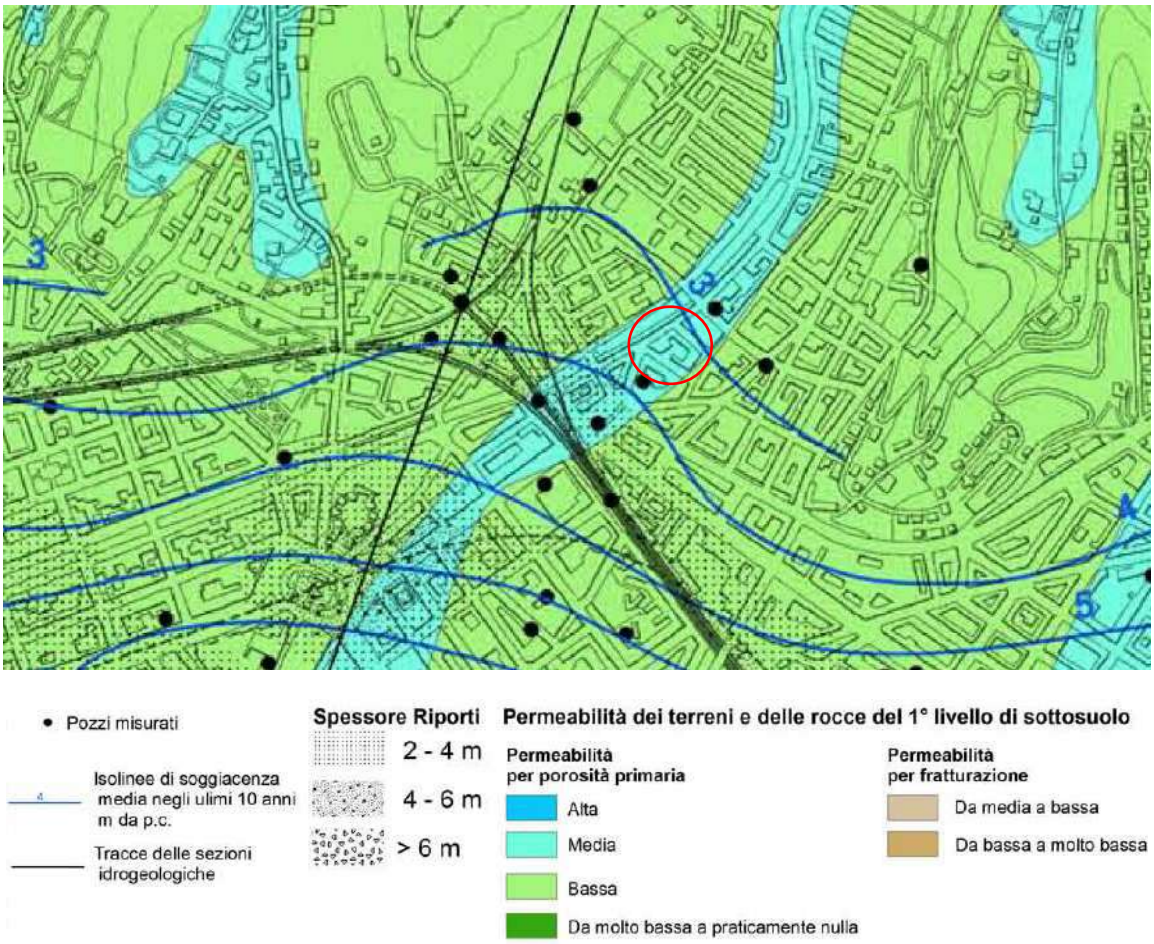


Fig.3 – Estratto Carta Idrogeologica del territorio comunale (Comune di Firenze e Unifi, 2010)

Dal punto di vista idraulico, a circa 50-60 metri a nord-ovest rispetto all'edificio è presente il Torrente Mugnone facente parte del reticolo idrografico di gestione regionale, di cui alla L.R. n. 79/12 (fig.4) aggiornato con D.C.R. n.81/2021, pertanto l'intervento risulta esterno alle aree di tutela dei corsi d'acqua di cui all'Art. 3 della LR n.41/2018.

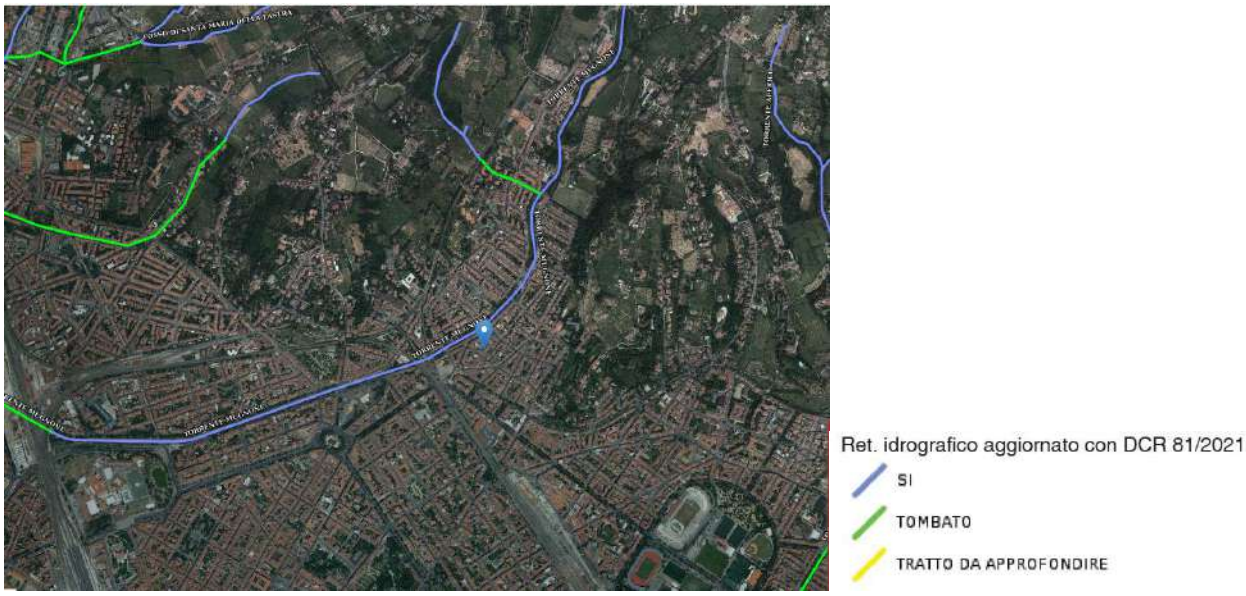


Fig.4 – Estratto Reticolo Idrografico aggiornato con DCR 81/2021 Regione Toscana

4. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE, MODELLO GEOTECNICO E SISMICO

4.1 - Prove geognostiche e geofisiche

Per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni sono state considerate le seguenti prove geognostiche e geofisiche:

- Banca dati comunale (fig.5), sono state analizzate le stratigrafie dei sondaggi n. 328, 440, 1158, 1910 e 1911, i più prossimi all'area di intervento (ALL2).

Fig.5 – Estratto da Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo comunale
(cerchio rosso l'area oggetto di intervento; cerchio magenta la zona relativa all'intervento di riqualificazione di Piazza delle Cure)

- Relazione geologica e geotecnica relativa all'intervento di riqualificazione di Piazza delle Cure (codice opera n. 130130) datata marzo 2017, sono state considerate le indagini seguenti:

- n.2 sondaggi a carotaggio continuo (S1,S2) (fig.6) (uno spinto fino alla profondità di 30 metri ed uno fino alla profondità di 15 metri), le cui stratigrafie sono riportate nell'ALL.3;
- n.1 down-hole. (DH)

Fig.6 – Ubicazione dei sondaggi (da relazione geologica e geotecnica relativa all'intervento di riqualificazione di Piazza delle Cure (codice opera n. 130130)

La stratigrafia dei sondaggi ha evidenziato lungo la verticale investigata una preponderanza di ghiaie in matrice limoso argillosa con presenza di orizzonti di materiale più francamente limoso argilloso con abbondanza di inclusi litici e con trovanti prevalentemente calcarei di dimensioni decimetriche. Data la non corrispondenza tra gli orizzonti limoso argillosi tra i due sondaggi, questi possono essere interpretati come lenti immerse nel più spesso orizzonte ghiaioso. Il piano campagna nel punto del sondaggio S2 risulta ad una quota più bassa di circa 40 cm rispetto alla quota del p.c. dell'S1.
Nei sondaggi sono stati presi tre campioni di terreno ed eseguite le seguenti prove in avanzamento:

Sondaggio S1 *(30 metri):*

- campione indisturbato S1C1 (10,5-11,0 m)
- SPT in foro: SPT1 4,0 m; SPT2 7,5 m; SPT3 16,5 m
- Prove con scissometro tra 11 e 30 metri

Sondaggio S2 *(15 metri):*

- campione indisturbato S2C1 (4,0-4,5 m)
- campione indisturbato S2C2 (5,1-5,6 m)
- SPT in foro: SPT1 2,0 m; SPT2 5,0 m; SPT3 15 m

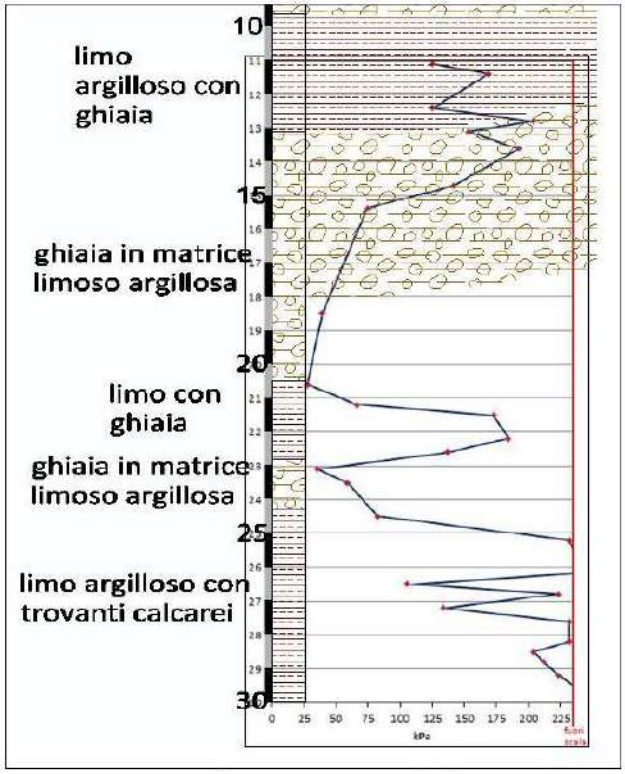
Si riporta di seguito la tabella, presente nella relazione di riferimento "*Relazione geologica Piazza delle Cure*", con i risultati delle prove SPT disposte per profondità e la relativa elaborazione dei parametri geotecnici :

sondaggio	prova	Profondità (m)	colpi (N_{15})
S2	SPT1	2,0	12/21/29
S1	SPT1	4,0	23/22/26
S2	SPT2	5,0	10/12/12
S1	SPT2	7,5	12/16/20
S2	SPT3	15,0	19/20/24
S1	SPT3	16,5	21/27/33

	SONDAGGIO S1		
	SPT1	SPT2	SPT3
quota dal p.c. (m)	4,00	7,50	16,50
falda	No	Si	Si
Nspt	48	36	60
ANGOLO ATTRITO (°)			
R.B.S.	41,3	34,6	38,7
J.N.R.	40,9	34,7	38,3
De Mello	33,2	30,8	32,0
Owasaki & Iwasaki	45,4	37,6	42,4
Sowers	40,9	35,1	38,5
Peck Hanson & Thormburn	40,1	34,3	37,7
Meyerhof	37,2	34,3	36,6
Hatanaka & Uchida	46,7	39,8	44,0
Wolff	39,8	34,4	37,6
DENSITA' RELATIVA (%)			
Gibbs & Holtz	108	75	68
Meyerhof	117	78	78
Schultze & Menzebach	113	78	80
Bazaraa	75	54	59
MODULO ELASTICO [Young] (MPa)			
Tornaghi *et al*	47,6	35,3	42,9
Jambu	110,1	72,4	118,1
Jamiolkowski *et al* [E25]	79,2	70,0	90,0
MODULO DI TAGLIO (MPa)			
Ohta & Goto	77,2	80,9	126,3
Yoshida e Motonori	139,5	123,6	186,9
MODULO EDOMETRICO (MPa)			
Farrent	32,1	17,7	26,1
Menzebach & Malcev	57,3	33,3	47,2

	SONDAGGIO S2		
	SPT1	SPT2	SPT3
quota dal p.c. (m)	2,00	5,00	15,00
falda	No	Si	Si
Nspt	50	24	44
ANGOLO ATTRITO (°)			
R.B.S.	41,0	31,9	36,0
J.N.R.	40,5	32,7	35,9
De Mello	33,3	29,8	31,1
Owasaki & Iwasaki	45,0	34,5	39,3
Sowers	40,6	33,3	36,3
Peck Hanson & Thormburn	39,8	32,5	35,5
Meyerhof	37,2	32,4	35,3
Hatanaka & Uchida	46,3	37,1	41,3
Wolff	39,5	32,6	35,5
DENSITA' RELATIVA (%)			
Gibbs & Holtz	118	74	64
Meyerhof	134	72	71
Schultze & Menzebach	134	72	73
Bazaraa	92	48	53
MODULO ELASTICO [Young] (MPa)			
Tornaghi et al	47,0	30,5	38,0
Jambu	77,9	64,1	113,7
Jamiolkowski et al [E25]	77,2	52,2	70,8
MODULO DI TAGLIO (MPa)			
Ohta & Goto	58,0	62,2	112,0
Yoshida e Motonori	113,4	95,3	161,4
MODULO EDOMETRICO (MPa)			
Farrent	31,3	13,2	20,5
Menzebach & Malcev	55,9	25,8	38,0

Inoltre si riporta il grafico, presente nella medesima relazione di riferimento che correla la stratigrafia della parte inferiore del sondaggio S1 (10-30m dpc) con i valori della coesione non drenata ricavati dalle prove scissometriche:



Infine si riportano le tabelle, presenti nella relazione di riferimento "*Relazione geologica Piazza delle Cure*", che sintetizzano i risultati delle prove di laboratorio effettuate sui campioni di terreno prelevati nei due sondaggi S1 e S2:

CAMPIONE	S1C1
Profondità metri	10.5 - 11.0
Limiti di Atterberg	
Umidità naturale (%)	23.54
Limite liquido (%)	61.4
Limite plastico (%)	19.2
Indice di plasticità (%)	42.1
Indice di consistenza	0.90
Indice di attività	0.86
Classificaz. Casagrande	CH
Granulometria	
Ghiaia (%)	3.4
Sabbia (%)	10.2
Limo (%)	40.4
Argilla (%)	46.0
Classificazione UNI 10006	
Gruppo	A7-6
Indice di gruppo	20
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m³)	20.0
Peso volume secco (kN/m³)	16.3
Prova Espansione Laterale Libera	
Coesione non drenata, Cu (kPa)	124.6
Modulo elastico tangente iniziale, E_{ti} (kPa)	16530
Prova edometrica	
Rapporto di ricompressione, Rr	0.01266
Rapporto di compressione, Rc	0.09277
Rapporto di rigonfiamento, Rs	0.03874
Pressione di preconsolidazione, σ'_{vmax} (kPa)	306.5
Coefficiente di consolidazione verticale, Cv (cm²/sec)	2.24E-04
Permeabilità, K (cm/sec)	1.41E-09
Coefficiente di consolidazione verticale, Cv (cm²/sec)	1.78E-04
Permeabilità, K (cm/sec)	8.37E-10
Prova di taglio	
Coesione, C' (kPa)	9.9
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	22.3

CAMPIONE	S2C1
Profondità metri	4.5 - 5.0
Limiti di Atterberg	
Umidità naturale (%)	18.63
Limite liquido (%)	50.3
Limite plastico (%)	22.3
Indice di plasticità (%)	28.0
Indice di consistenza	1.13
Indice di attività	0.70
Classificaz. Casagrande	CH
Granulometria	
Ghiaia (%)	43.9
Sabbia (%)	22.0
Limo (%)	17.0
Argilla (%)	17.1
Classificazione UNI 10006	
Gruppo	A2-7
Indice di gruppo	3
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m³)	19.9
Peso volume secco (kN/m³)	16.3
Prova Espansione Laterale Libera	
Coesione non drenata, Cu (kPa)	108.9
Modulo elastico tangente iniziale, E_{ti} (kPa)	13766
Prova edometrica	
Rapporto di ricompressione, Rr	0.02247
Rapporto di compressione, Rc	0.11908
Rapporto di rigonfiamento, Rs	0.04766
Pressione di preconsolidazione, σ'_{vmax} (kPa)	318.6
Coefficiente di consolidazione verticale, Cv (cm²/sec)	1.76E-04
Permeabilità, K (cm/sec)	1.14E-09
Coefficiente di consolidazione verticale, Cv (cm²/sec)	1.23E-04
Permeabilità, K (cm/sec)	9.3E-10
Prova di taglio	
Coesione, C' (kPa)	25.2
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	21.0

CAMPIONE	S2C2
Profondità metri	5.1 - 5.5
Limiti di Atterberg	
Umidità naturale (%)	22.95
Limite liquido (%)	58.1
Limite plastico (%)	20.7
Indice di plasticità (%)	37.4
Indice di consistenza	0.94
Indice di attività	0.91
Classificaz. Casagrande	CH
Granulometria	
Ghiaia (%)	0.2
Sabbia (%)	13.4
Limo (%)	46.0
Argilla (%)	40.4
Classificazione UNI 10006	
Gruppo	A7-6
Indice di gruppo	20
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m³)	19.8
Peso volume secco (kN/m³)	16.2
Prova Espansione Laterale Libera	
Coesione non drenata, Cu (kPa)	168.5
Modulo elastico tangente iniziale, E_{ti} (kPa)	15510
Prova di taglio	
Coesione, C' (kPa)	20.7
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	22.5

4.2 - Stratigrafia e caratterizzazione geotecnica dei terreni

Dalla consultazione dei dati di base presenti nel Sistema Informativo Geologico del Comune di Firenze e dalla consultazione dello studio realizzato a supporto della relazione geologica di riferimento "*Relazione geologica Piazza delle Cure*", sono state dedotte le informazioni preliminari per le aree del lotto in esame. L'insieme delle indagini di riferimento ha permesso di ricostruire il seguente modello stratigrafico di riferimento dei terreni:

Strato	Profondità m. da p.c.	Descrizione litologica
L1	0.00 – 2.00/4.00	Terreno di riporto (Cod. USCS: rip)
L2	2.00/4.00 – 12.00/15.00	DEPOSITI RECENTI (Dr) ALLUVIONI RECENTI (Ab) depositi ghiaiosi e ciottolosi da puliti a sporchi: prevalenza di ghiaie sporche moderatamente addensate, addensate con lenti/livelli di argille limose molli, plastiche con ciottoli, (Cod. USCS: gs,gp)
L3	12.00.15.00 – 25.00/30.00	SINTEMA DI FIRENZE-PISTOIA (FPT) (Pliocene sup-Pleistocene inf):limi plastici sabbioso ghiaosi di colore marrone, limi con livelli e lenti di ghiaie e sabbie (Cod. USCS: lp, ss,gs)
L4	25.00/30.00 - 50.00	SINTEMA DI FIRENZE-PISTOIA (FPT) (Pliocene sup-Pleistocene inf): Argille mediamente compatte-compatte grigio-bluastre, plastiche (Cod. USCS: lp, ap)

A seguito dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio disponibili, lo spessore investigato dei primi 20 metri è stato suddiviso dal punto di vista geotecnico in 4 orizzonti.

		prof.	γ (kN/mc)	ϕ (°)	Cu (kPa)	c' (kPa)	E (kPa)
A	Riporto	0,0 – 2,0					
B	ghiaia	2,0 – 3,0	19,0	38	...	...	25.000
C	Limo argilloso	3,0 – 8,0	19,8	21	138	21	5.600
D	ghiaia	8,0 – 20,0	18,5	36	...	...	21.000

Dove: γ= peso di volume, ϕ= angolo di resistenza al taglio, c' = coesione, Cu = coesione non drenata, Ed = modulo edometrico a 96,8 kPa (in rosso parametri da SPT, in blu da prove di laboratorio).

5. SISMICITÀ E PARAMETRI SISMICI

5.1 - Classificazione sismica

In riferimento dalla Delibera della Giunta Regione Toscana n. 878 del 8 ottobre 2012 "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006", aggiornata con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, il Comune di Firenze è inserito in zona sismica 3.

5.2 - Categoria di suolo di fondazione e categoria topografica

Per la definizione della categoria di suolo sismico (NTC2018) è stata considerata l'indagine sismica in foro (DOWN-HOLE) indicata nella relazione geologica e geotecnica relativa all'intervento di riqualificazione di Piazza delle Cure (codice opera n. 130130). In considerazione delle nuove definizioni delle categorie di sottosuolo sismico introdotte dal DM 17.01.2018 "*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*; vengono interpretati i profili di velocità Vs, in termini di velocità equivalente Veq che coincide con la precedente Vs30 solo nel caso in cui il bedrock sismico sia ad una profondità maggiore di 30m. La formula necessaria per il calcolo è la seguente:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Alla luce del valore di Vs di riferimento pari a 483 m/s, la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione di risulta **tipo B.** La categoria di suolo andrà confermata da apposite indagini da eseguirsi in situ nella successiva fase progettuale.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

L'area risulta pianeggiante, è stata assunta la categoria topografica **T1.**

5.3 - Amplificazione sismica di sito

L'Università di Firenze per conto del Comune di Firenze, nell'anno 2008, ha eseguito uno studio sull'assetto geostrutturale e geolitologico connesso con la sismicità storica e la pericolosità sismica dell'area fiorentina. Per l'area di progetto la carta dei possibili effetti sismici locali evidenzia la possibilità di una amplificazione sismica per motivi stratigrafici legati probabilmente alla presenza di un vecchio subalveo del T. Mugnone. Per quanto riguarda il fattore di amplificazione nell'area nel citato studio è stato calcolato un fattore di amplificazione compreso FA fra 1,2 ed 1,3.

5.4 - Valutazioni del potenziale di liquefazione

Il potenziale di liquefazione dei terreni sotto scuotimento sismico è un fenomeno che può verificarsi in terreni sabbiosi monogranulare sotto falda limitatamente ai primi 10÷15 m dalla superficie del terreno a causa della progressiva riduzione delle tensioni efficaci.

Ai sensi delle NTC la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.

In merito a possibili fenomeni di liquefazione, l'area presenta una stratigrafia caratterizzata da terreni a composizione limo-argillosa e argillosa alternati a terreni ghiaioso-ciottolosi; pertanto, data la granulometria, si ritiene in prima analisi la possibilità ,di liquefazione e di escludere la verifica a liquefazione sulla base di fusi granulometrici dei campioni da prelevare in foro di sondaggio, o di verifiche localizzate nei livelli.

5.5 - Parametri sismici

I parametri sismici sotto elencati sono stati ricavati dal sito www.geostru.it, "*parametri sismici con un click*":

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame

latitudine:	43,788813
longitudine: 11,27202	
Coordinate WGS84	
latitudine:	43.787856
longitudine: 11.271037	
Classe:	3
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 20058	Lat: 43,7626	Lon: 11,2057	Distanza: 6067,302
Sito 2	ID: 20059	Lat: 43,7640	Lon: 11,2749	Distanza: 2774,226
Sito 3	ID: 19837	Lat: 43,8139	Lon: 11,2731	Distanza: 2794,228
Sito 4	ID: 19836	Lat: 43,8126	Lon: 11,2039	Distanza: 6075,859

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	75anni
Coefficiente cu:	1,5

Operatività (SLO):		
Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	45	[anni]
ag:	0,054 g	
Fo:	2,578	
Tc*:	0,265	[s]
Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	75	[anni]
ag:	0,065 g	
Fo:	2,593	
Tc*:	0,277	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):		
Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0,151 g	
Fo:	2,400	
Tc*:	0,307	[s]
Prevenzione dal collasso (SLC):		
Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0,189 g	
Fo:	2,399	
Tc*:	0,314	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,440
St:	1,000
Kh:	0,013
Kv:	0,007
Amax:	0,640
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,016
Kv:	0,008
Amax:	0,766
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,390
St:	1,000
Kh:	0,043
Kv:	0,022
Amax:	1,774
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,200
Cc:	1,390
St:	1,000
Kh:	0,055
Kv:	0,027
Amax:	2,228
Beta:	0,240

6. VALUTAZIONI RELATIVE ALLA FATTIBILITA' DELL'OPERA

6.1 - Specifiche di progetto

Il progetto prevede un intervento di demolizione e ricostruzione della Scuola Calvino. Non sono presenti vincoli sovraordinati che limitino o condizionino la fattibilità dell'opera.

Considerate le specifiche di progetto e la situazione geologico-stratigrafica e geotecnica dell'area si ritiene di fare riferimento ad una tipologia di fondazioni superficiale; sono da prendere in considerazione le seguenti problematiche nel successivo livello di progettazione :

- Verifica e determinazione del modello geotecnico da prove in situ, sulla base dei dati già disponibili;
- Valutazioni relative alla verifica a liquefazione.

Per quanto concerne il D.P.G.R. 36/R/2009 Art.7, si ricorda che l'edificio, sia allo stato attuale che di progetto, ricade all'interno della Classe d'indagine n. 4, riferita alle opere di volume lordo superiore a seimila metri cubi o, in ogni caso, con l'altezza in gronda superiore a venti metri.

Si ritiene che le indagini in fase di progettazione definitiva, in base alla classe di indagine e la situazione riscontrata:

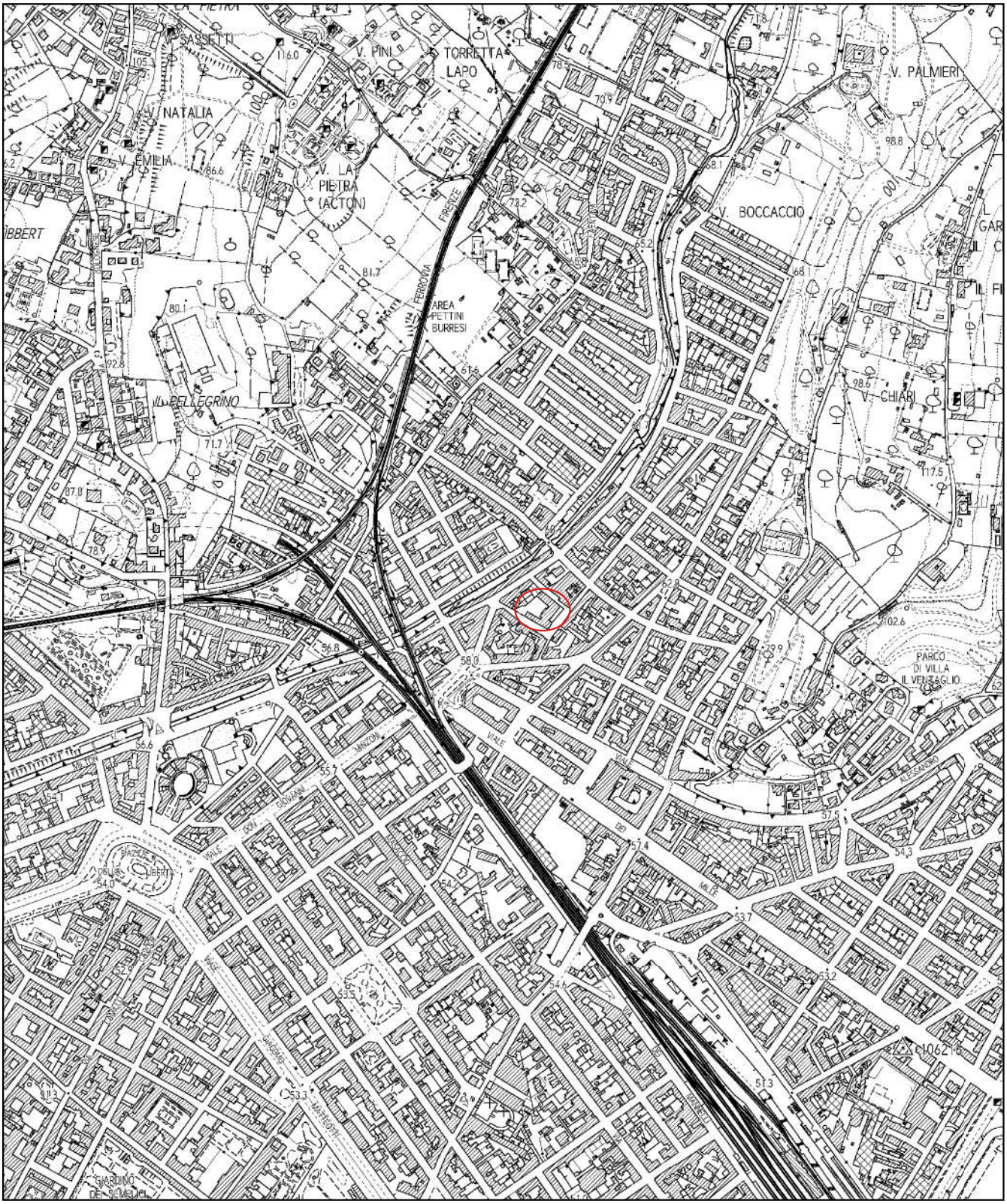
- n.2 sondaggi a carotaggio continuo di cui uno spinto a profondità di 30m per esecuzione prospezione sismica in foro Down-Hole (DH);
- n.3 prove statiche/dinamiche (CPT/DPSH);
- n.1 stesa sismica rifrazione Vs/Vp (eventuale);
- n.4 prove sismiche HVSR;
- prove di laboratorio su campioni indisturbati e prove granulometriche su campioni rimaneggiati

Il progetto dovrà tenere conto del recente D.P.G.R. 1/R/2022 citato in premessa. che andrà a sostituire il sia per la parte progettuale ed istruttoria presso uffici del Genio Civile, sia per la tipologia e classi di indagini in situ. In particolare, per quanto riguarda la tipologia di indagini geologiche geofisiche per la predisposizione dei progetti, di cui all'Art.5 si è in attesa della emanazione delle relative linee guida.

Si prospetta la definizione di analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) per definire lo spettro di sito.

Geol. Roberta Giorgi
Firmato digitalmente

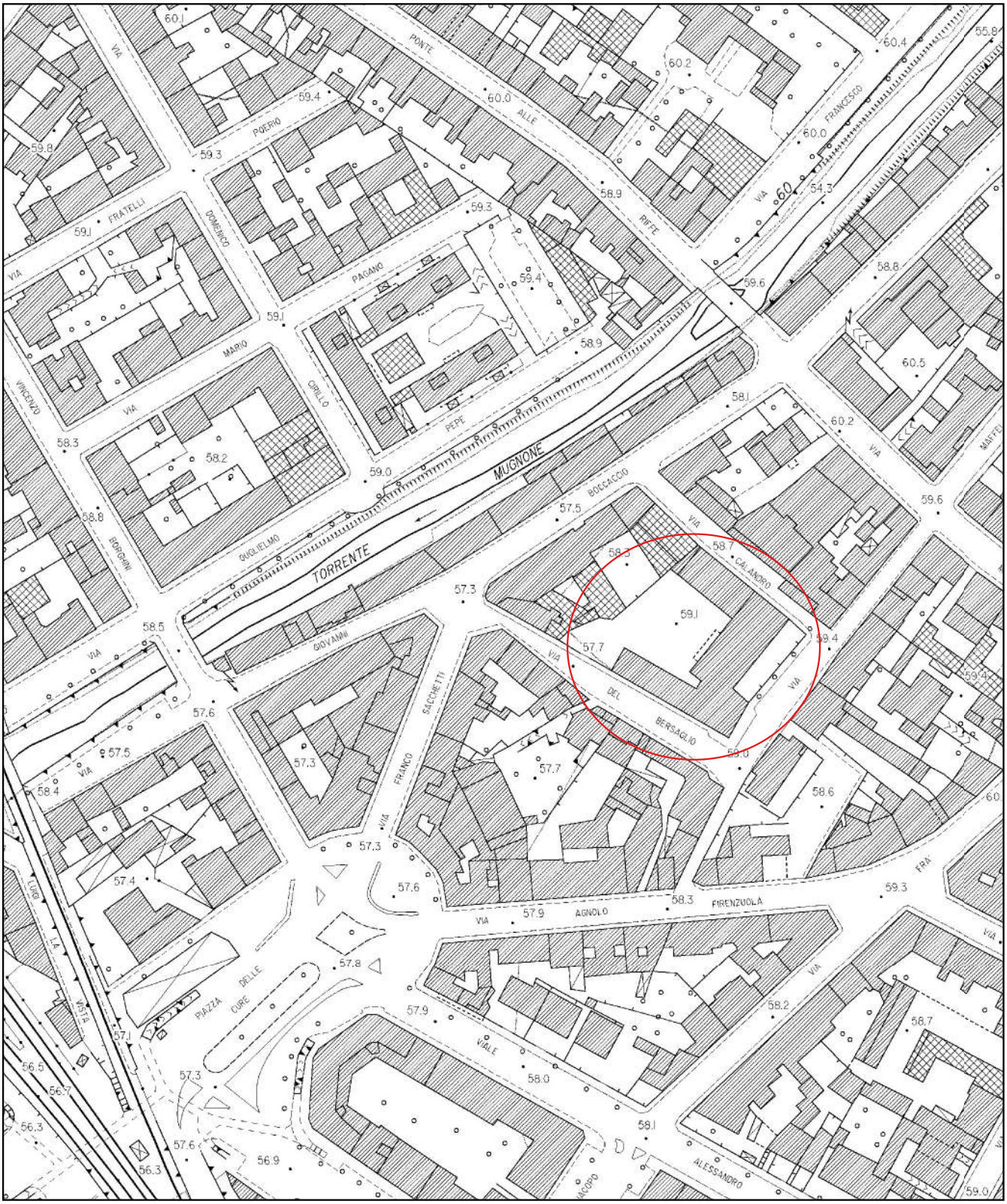
TAVOLA 1 - COROGRAFIA
CARTA TECNICA REGIONALE 275040
(scala 1:10000)



Fonte dei dati: Regione Toscana - "R_275040_2016"

Area di intervento

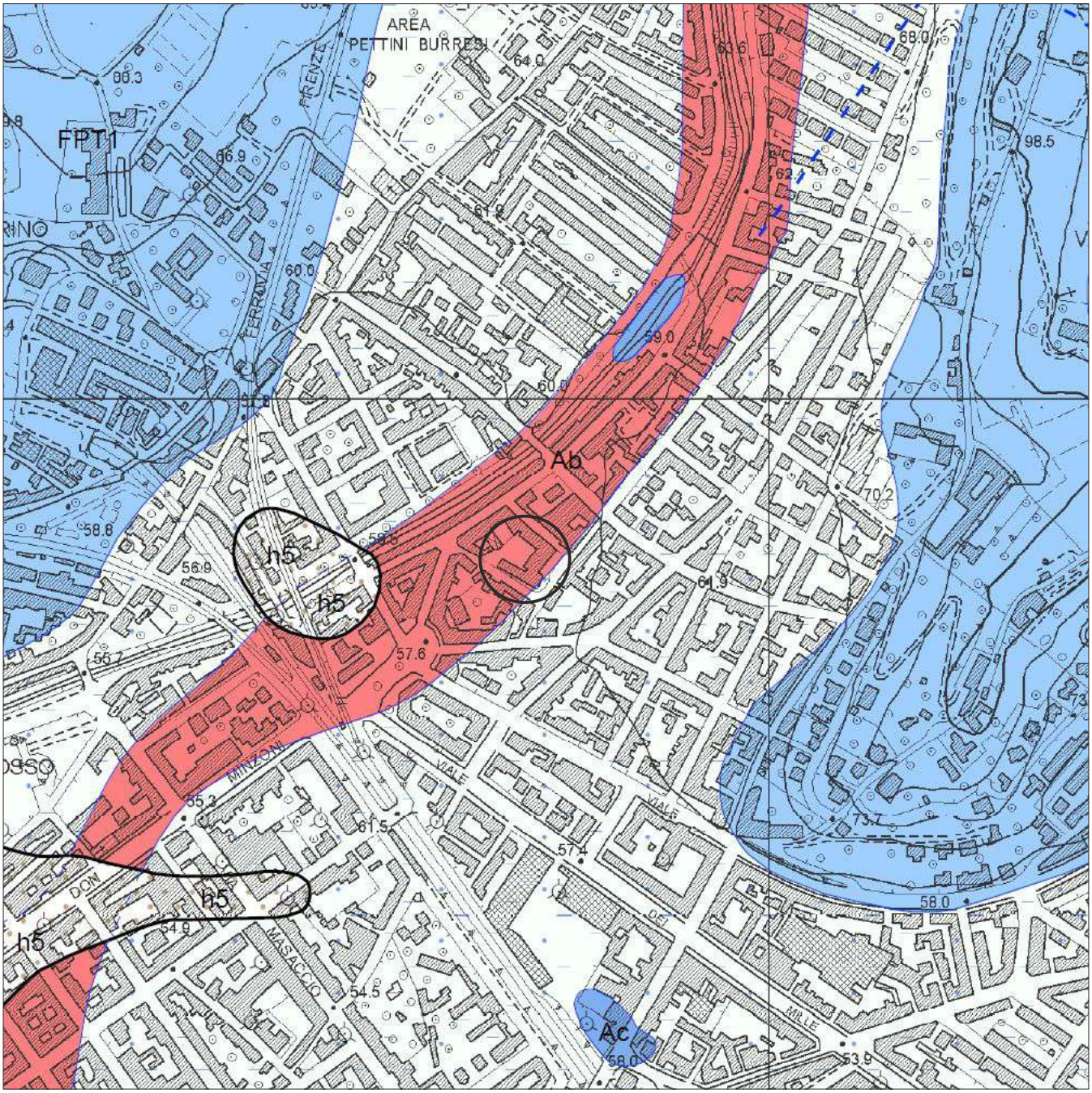
TAVOLA 2 - COROGRAFIA
CARTA TECNICA REGIONALE 19K46
(scala 1:2000)



Fonte dei dati: Carta tecnica Regione Toscana - "19K46"

Area di intervento

TAV. 3 - CARTA GEOLOGICA REGIONALE
SEZIONE 275040
(scala 1:10.000)



Zona di intervento

DEPOSITI OLOCENICI

	h5	Depositi antropici Terreni di riporto, bonifica per colmata
	b (LAS)	Depositi alluvionali attuali
	Ab	Alluvioni recenti Corpi canalizzati di ghiaie e ciottolami
	Ac	Alluvioni recenti Ghiaie e ciottolami puliti dell'alveo dell'Arno

SINTEMA DI FIRENZE

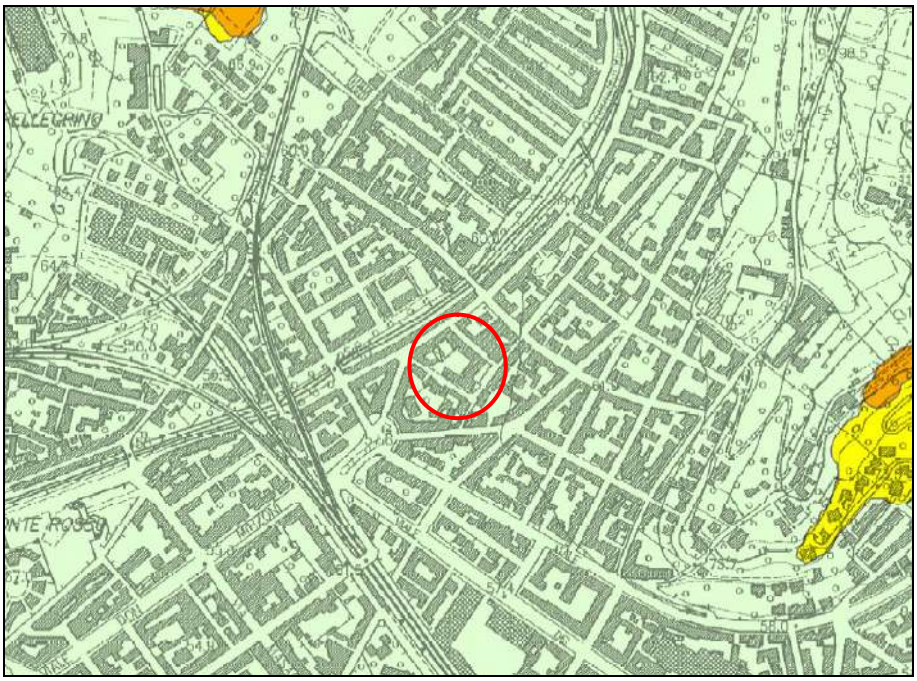
	FPT2	SUBSINTEMA DELLE CONOIDI DI CHIUSURA Pliocene sup. - Pleistocene inf.
	FPT1	SUBSINTEMA DEL BACINO DI FIRENZE Pliocene sup. - Pleistocene inf.

ALLEGATO 1

ESTRATTI CARTOGRAFICI DA:

PIANO STRUTTURALE, REGOLAMENTO URBANISTICO E PIANI DI SETTORE SOVRAORDINATI

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAV.4/2)



Legenda:

Area in esame

G4 - MOLTO ELEVATA

aree che presentano fenomeni di dissesto in atto quali frane attive, aree in soliflusso, cave non in sicurezza e scarpate, alvei e sponde in erosione;

G3 - ELEVATA

aree che risultano in una condizione al limite dell'equilibrio, ossia non si hanno indizi e dati di attività o di dissesti statici e strutturali in atto, includendo tra queste le frane quiescenti, le aree potenzialmente instabili, rilevati, accumuli detritici, aree in erosione generalizzata, cave, invasi idrici e piazzali di cava;

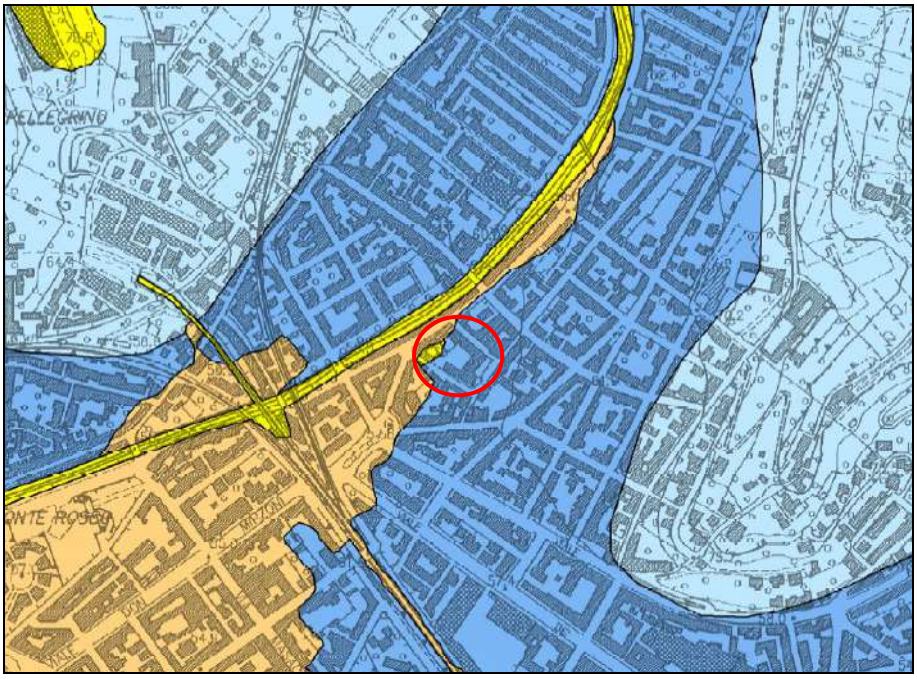
G2 - MEDIA

aree di pianura in cui sono presenti litologie afferibili a depositi alluvionali recenti dalle scadenti o modeste caratteristiche geotecniche, aree di versante in cui non sono presenti forme morfologiche e/o morfometriche atte a condizionare la stabilità del - pendio, aree collinari con sub-strato roccioso affiorante;

G1 - BASSA

aree di pianura in cui sono presenti coltri alluvionali, per lo più di conoide, con grado di addensamento medio-alto e dalle buone a ottime caratteristiche geotecniche (Nspt > 30).

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (TAV.5/2)



Legenda:

Area in esame

I4 - MOLTO ELEVATA

aree interessate da allagamenti per eventi con Tr≤ 30 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

a) vi siano notizie storiche di inondazioni;

b) siano morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

I3 - ELEVATA

aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 30<TR<200 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

a) vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

I2 - MEDIA

aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200<TR< 500 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

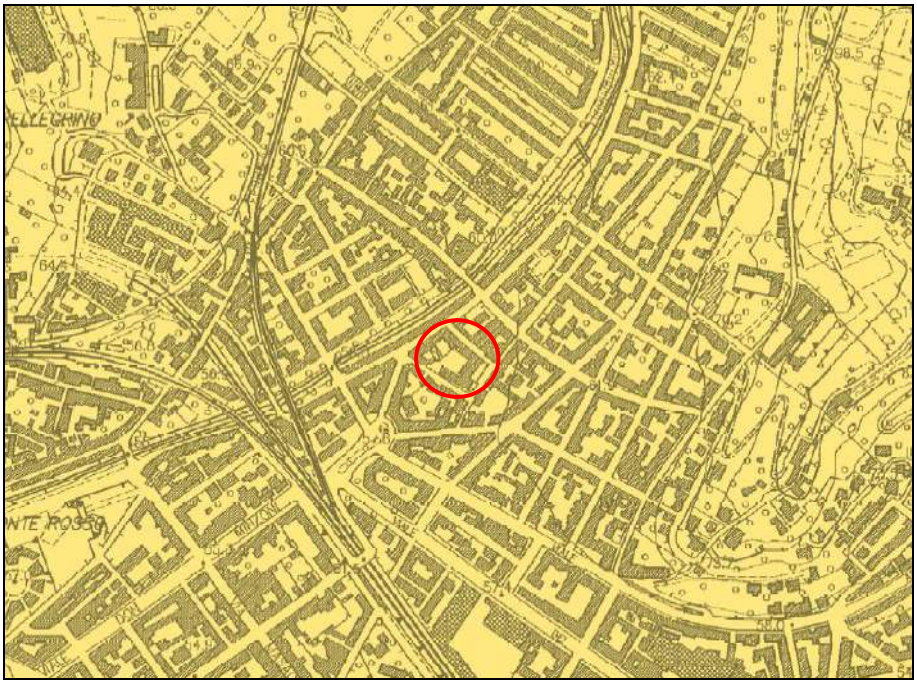
I1 - BASSA

aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi siano notizie storiche di inondazioni;

b) siano in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA (TAV.6/2)



Legenda:

Area in esame

S.4 — Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)

zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

S.3 — Pericolosità sismica locale elevata (S.3, S.3* e S.3**)

S.3* — S.3** — zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri. Tale classe comprende al suo interno le sottozone S3* e S3** caratterizzate rispettivamente dai seguenti valori di Fa: S3* $1,65 < Fa \leq 1,7$; S3** $Fa > 1,7$;

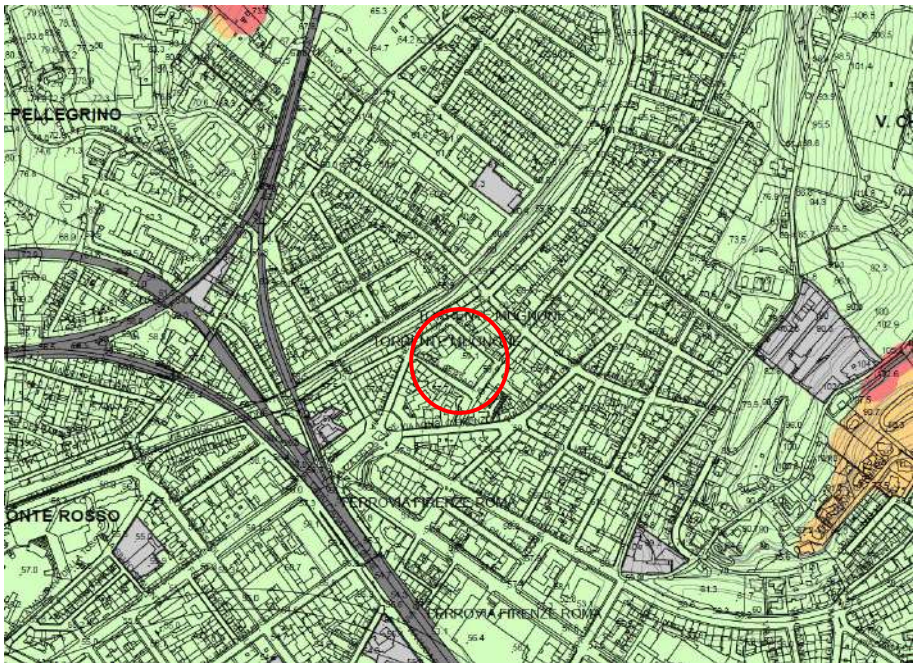
S.2 — Pericolosità sismica locale media (S.2)

zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

S.1 — Pericolosità sismica locale bassa (S.1)

zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA (TAV.05)



Legenda:

Area in esame

aree di trasformazione (AT, ATt, ATa, ATs)

infrastrutture

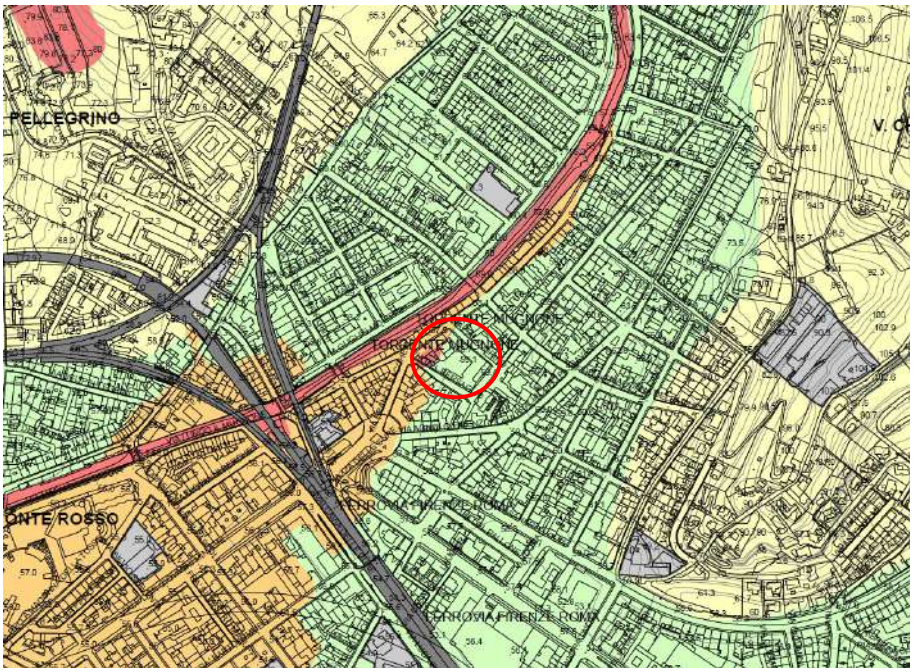
fattibilità geologica 1

fattibilità geologica 2

fattibilità geologica 3

fattibilità geologica 4

CARTA DELLA FATTIBILITÀ IDRAULICA (TAV.05)



Legenda:

Area in esame

aree di trasformazione (AT, ATt, ATa, ATs)

infrastrutture

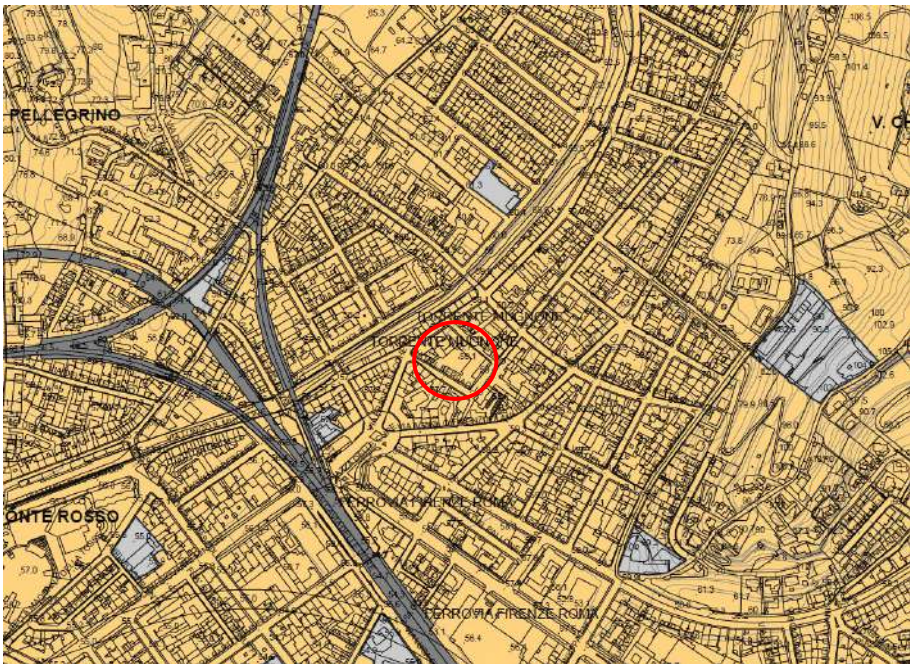
fattibilità idraulica 1

fattibilità idraulica 2

fattibilità idraulica 3

fattibilità idraulica 4

CARTA DELLA FATTIBILITÀ SISMICA (TAV.05)



Legenda:

Area in esame

aree di trasformazione (AT, ATt, ATa, ATs)

infrastrutture

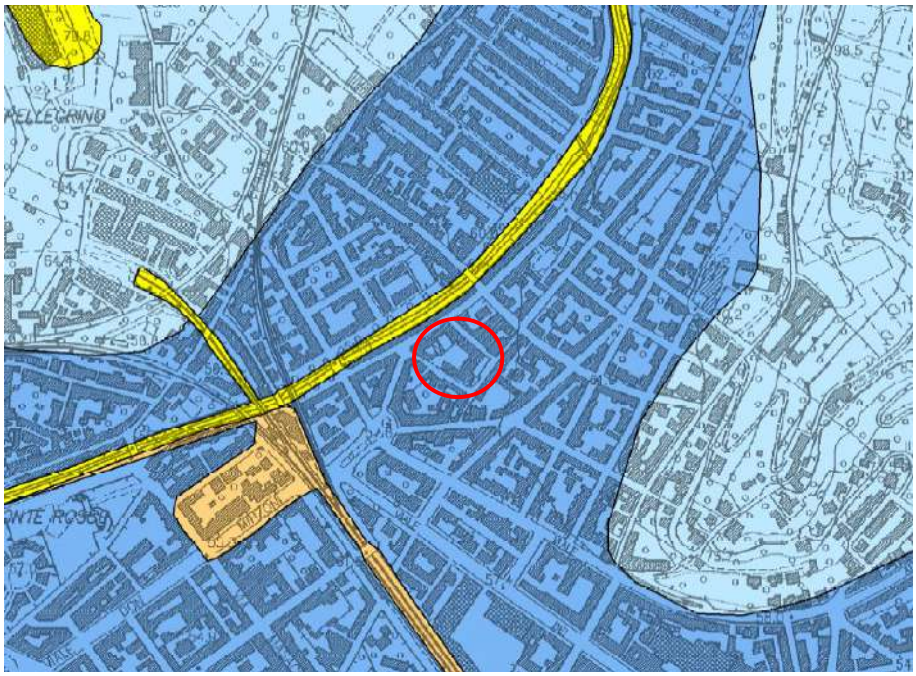
fattibilità sismica 1

fattibilità sismica 2

fattibilità sismica 3

fattibilità sismica 4

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (TAV.5/2)



Legenda:

Area in esame

I4 - MOLTO ELEVATA

aree interessate da allagamenti per eventi con Tr≤ 30 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

a) vi siano notizie storiche di inondazioni;

b) siano morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

I3 - ELEVATA

aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 30<TR<200 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

a) vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

I2 - MEDIA

aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200<TR< 500 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

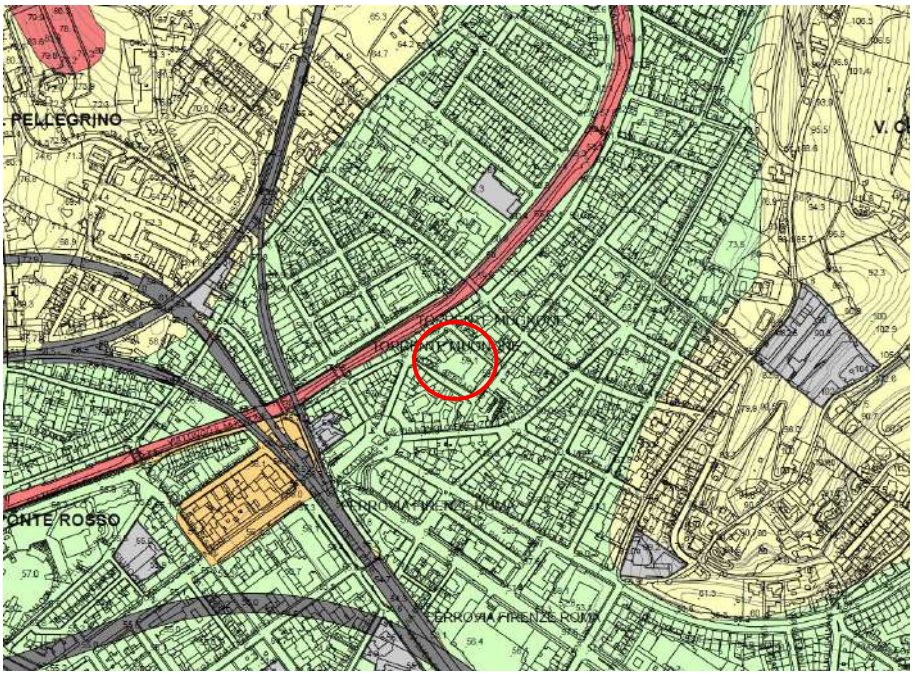
I1 - BASSA

aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi siano notizie storiche di inondazioni;

b) siano in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

CARTA DELLA FATTIBILITÀ IDRAULICA (TAV.05)



Legenda:

Area in esame

aree di trasformazione (AT, ATt, ATa, ATs)

infrastrutture

fattibilità idraulica 1

fattibilità idraulica 2

fattibilità idraulica 3

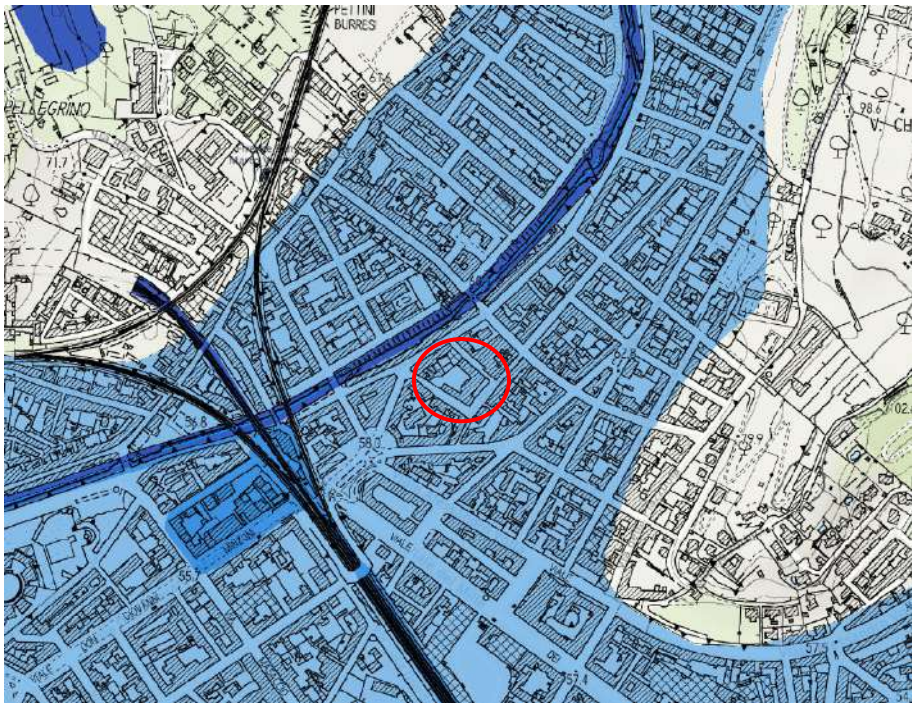
fattibilità idraulica 4

AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE APPENNINO SETTENTRIONALE

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA) PRIMO AGGIORNAMENTO (2021-2027)

Adottato con delibera di CIP n. 26 del 20.12.2021

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE



Legenda:

Area in esame

Reticolo_principale

P3

Pericolosità Dominio Fluviale

P1

P2

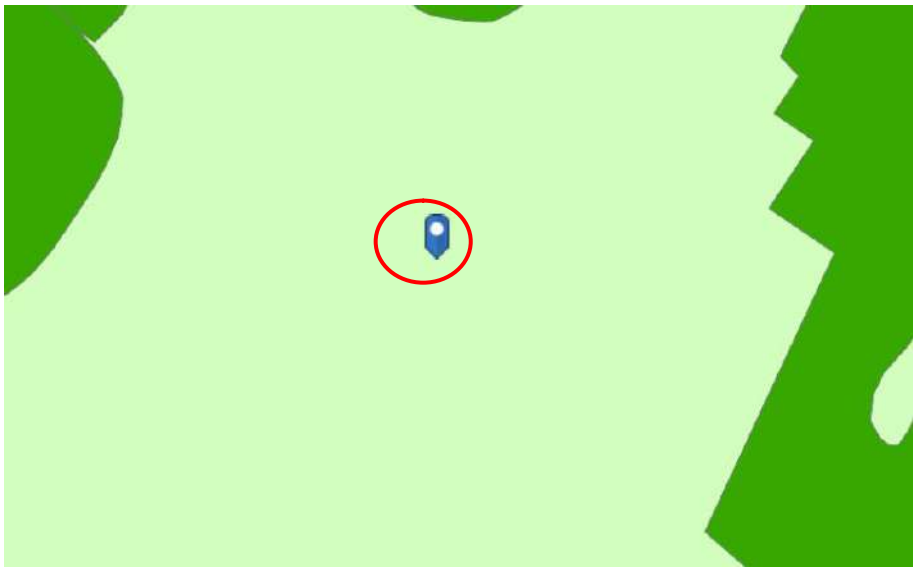
Pericolosità Dominio Costiero

P2

P3

CTR 1:10000 - III Edizione dal 2017

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA



Legenda:

Area in esame

Aree a bassa (P1) e media (P2) propensione al dissesto

P1 - pricolosità bassa

P2 - pericolosità media

Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica

P2 - pricolosità media

P3a - pricolosità elevata (tipo a)

P3b - pricolosità elevata (tipo b)

ALLEGATO 2

SCHEDE SONDAGGI DA DATABASE COMUNALE

COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Scheda del Sondaggio n. 328

Data inizio: 1969-05-08
Data fine:
Cantiere: Piazza delle Cure (nell'aiuola
Località: Firenze
Quota p.c. (m): 58.33
Tipologia:

Stratigrafia			
Descrizione stratigrafia	**Profondità iniziale (m)**	**Profondità finale (m)**	**Campione**
Argilla marrone con ciottoli	0.00	13.00	N
Ghiaia	13.00	14.50	N
Argilla marrone compatta con ciottoli	14.50	23.00	N
Ghiaia	23.00	25.00	N
Argilla compatta	25.00	32.00	N
Ghiaia con sabbia motosa	32.00	33.50	N
Argilla compatta	33.50	57.00	N

Sintemi			
Sintema	**Subsintema**	**Cod. USCS**	**Profondità (m)**
Dr	a	lp	13.00
Dr	b	gp	14.50
FPT	a	ls	23.00
FPT	b	gp	25.00
FPT	a	ap	32.00
FPT	b	gs	33.50
FPT	a	ap	57.00

COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Scheda del Sondaggio n. 440

Data inizio:
Data fine:
Cantiere: (PRG)
Località: Firenze
Quota p.c. (m): 58.29
Tipologia:

Stratigrafia			
Descrizione stratigrafia	**Profondità iniziale (m)**	**Profondità finale (m)**	**Campione**
Riporti	0.00	2.50	N
Limi sabbio argillosi	2.50	5.50	N
Ghiaie	5.50	18.00	N
Sabbie limo argillose	18.00	27.00	N
Argille limose con ghiaie	27.00	48.00	N
Argille limose	48.00	53.00	N

Sintemi			
Sintema	**Subsintema**	**Cod. USCS**	**Profondità (m)**
rip	rip	rip	2.50
Dr	a	ls	5.50
Dr	b	gp	18.00
FPT	b	ss	27.00
FPT	a	ls	48.00
FPT	a	lp	53.00

COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Scheda del Sondaggio n. 1158

Data inizio: 1993-03-11
Data fine: 1993-03-13
Cantiere: Via L. Lavista
Località: Firenze
Quota p.c. (m): 56.90
Tipologia: Sondaggio

Stratigrafia			
Descrizione stratigrafia	**Profondità iniziale (m)**	**Profondità finale (m)**	**Campione**
Riporto ghiaioso .	0.00	1.50	N
Ghiaia con limo sabbioso deb argilloso colore marrone chiaro, ciottoli subarrotondati arenacei e calcarei-calcareo marnosi.	1.50	10.00	N
Limo argilloso sabbioso deb ghiaioso, presente di laminazioni nere e grigie, ossidata ed alterato, molto consistente.	10.00	13.50	N
Ghiaia grossolana con limo argilloso deb sabbioso presenza di ciottoli, subangolari subarrotondati arenacei in prevalenza subordinatamente calcarei e calcareo-marnosi.	13.50	19.50	N
Limo sabbioso ghiaioso bed argilloso, colore marrone chiaro alterato ed ossidato, addensato .	19.50	21.30	N
Argilla limosa deb limosa , con subordinati livelli decimetrici di ghiaia media, talora grossolana con ciottoli; molto consistente, colore marrone. Da 22,50 fino a 30,00 m il colore è tendente al rosso, molto alterati molto ossidati.	21.30	30.00	N

Sintemi			
Sintema	**Subsintema**	**Cod. USCS**	**Profondità (m)**
rip	rip	rip	1.50
Dr	b	gs	10.00
FPT	a	ls	13.50
FPT	b	gs	19.50

FPT	a	ls	21.30
FPT	a	lp	30.00

COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Scheda del Sondaggio n. 1910

Data inizio:
Data fine:
Cantiere:
Località:
Quota p.c. (m): 59.71
Tipologia:

Sintemi			
Sintema	**Subsintema**	**Cod. USCS**	**Profondità (m)**
rip	rip	rip	4.80
Dr	b	gs	13.90
FPT	a	lp	16.60
FPT	b	gs	19.00
FPT	a	lp	31.00

COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

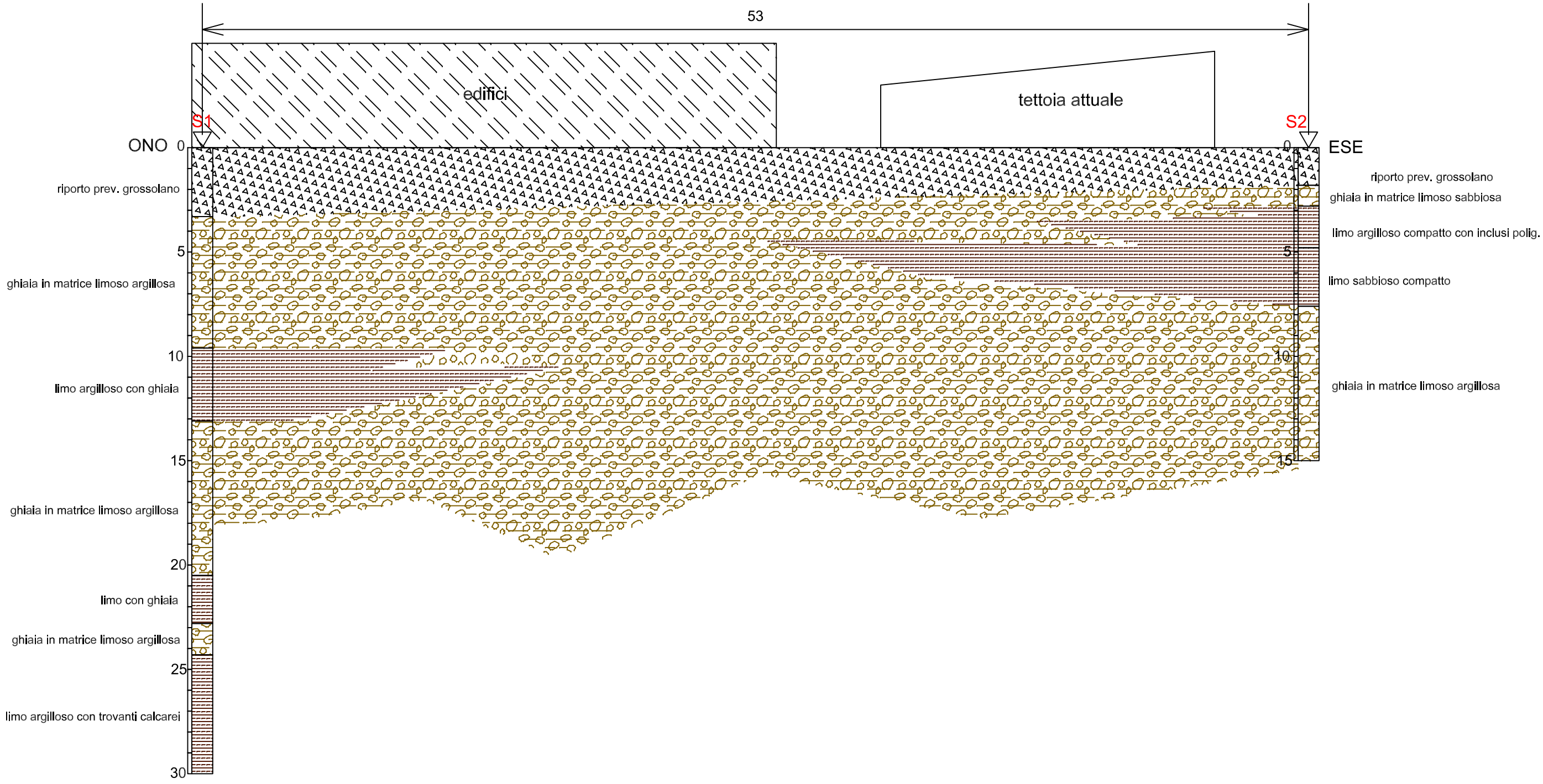
Scheda del Sondaggio n. 1911

Data inizio:
Data fine:
Cantiere:
Località:
Quota p.c. (m): 59.55
Tipologia:

Sintemi			
Sintema	**Subsintema**	**Cod. USCS**	**Profondità (m)**
rip	rip	rip	3.60
Dr	b	gs	13.90
FPT	a	lp	17.00
FPT	b	gs	20.80
FPT	a	lp	23.60
FPT	b	gs	26.30
FPT	a	lp	40.00

ALLEGATO 3

STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI IN PIAZZA DELLE CURE



STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI IN PIAZZA DELLE CURE

CORRELAZIONE FRA ORIZZONTI LITOLOGICI OMOGENEI

SCALA 1:200