



Città di Lucca

**VARIANTE URBANISTICA N° 3/2026 - STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO  
DELLA VARIANTE SEMPLIFICATA AL PIANO OPERATIVO  
COMUNALE RELATIVO ALL'EX CARTIERA PASQUINI**



**GEOLOGIA GEOTECNICA E SISMICA**

Descrizione elaborato

**Relazione geologica geotecnica**

| Codice interno | Livello | Ambito | Tipo | Numero | Rev. |
|----------------|---------|--------|------|--------|------|
| 26066PD        |         | GEOR   | 01   |        | 00   |

Data  
30 Giugno 2026

**Committente:**

VIVERE S. JACOPO SRL

**Progettazione:**



**Firmato digitalmente da:  
Stefani Simone  
Data: 07/08/2026 12:10:42**

**S F E R A**  
progetti per l'ambiente

**Geol. Simone Stefani**

Via Dorati 117 - 55100 - Lucca - PIVA 01711310464  
cell.3385451349 - mail: sferalucca@alice.it

| REV | DATA       | MOTIVAZIONE     | REDATTO          | VERIFICATO       | APPROVATO        | AUTORIZZATO      |
|-----|------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 00  | 30/06/2026 | Prima emissione | Geol. S. Stefani | Geol. S. Stefani | Geol. S. Stefani | Geol. S. Stefani |
| -   | -          | -               | -                | -                | -                | -                |
|     |            |                 |                  |                  |                  |                  |
|     |            |                 |                  |                  |                  |                  |

## INDICE

|                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 – PREMESSA .....</b>                                                                                             | <b>1</b>  |
| <b>2 –METODOLOGIA E CONTENUTI .....</b>                                                                               | <b>4</b>  |
| <b>3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>                                                             | <b>5</b>  |
| <b>4.- INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>                                                                              | <b>7</b>  |
| 4.1.- Aspetti morfologici, geologici ed idrografici .....                                                             | 7         |
| <b>5 - AMBIENTE IDRICO .....</b>                                                                                      | <b>8</b>  |
| <b>6 – CONSIDERAZIONI SUI VINCOLI, PERICOLOSITÀ IDRAULICA,<br/>GEOLOGICA E SISMICA.....</b>                           | <b>11</b> |
| 6.1 - Vincolo idrogeologico. ....                                                                                     | 11        |
| 6.2 - PAI – Piano di Assetto Idrogeologico - PAI .....                                                                | 11        |
| 6.3 - PGRA – Distretto Appennino Settentrionale e studio idraulico comune Lucca .....                                 | 11        |
| 6.4 - Disposizioni generali per le aree predisposte al verificarsi di eventi intensi e concentrati (FLASH-FLOOD)..... | 12        |
| 6.5 - Pericolosità Piano Operativo.....                                                                               | 12        |
| <b>7 – INDAGINI E RILEVAMENTI IN SITO .....</b>                                                                       | <b>13</b> |
| 7.1.- Penetrometria – Prova 120 .....                                                                                 | 13        |
| <b>8 – MICROZONAZIONE SISMICA DI I° LIVELLO .....</b>                                                                 | <b>14</b> |
| 8.1 - Indagini sismiche Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) – Metodo di Nakamura.....                        | 14        |
| 8.2 - Definizione della pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento .....                              | 16        |
| 8.3– DOWNHOLE – Categoria sismica dei suoli.....                                                                      | 18        |
| <b>9 - TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>                                                                               | <b>20</b> |
| <b>10 – PROSPETTO RIASSUNTIVO DELLE PERICOLOSITA’ DELL’AREA IN<br/>ESAME .....</b>                                    | <b>20</b> |
| <b>11 – FATTIBILITÀ’ AI SENSI DEL D.P.G.R.N° 5/R/20.....</b>                                                          | <b>21</b> |

## ELENCO TAVOLE

- 1 Inquadramento geografico
- 2 Inquadramento geologico geomorfologico
- 3 Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - PAI
- 4 Carta della pericolosità geologica
- 5 Perimetrazione delle aree con pericolosità da alluvione - PGRA
- 6 Carta della pericolosità da alluvione
- 7 Carta della pericolosità sismica
- 8 Carta della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood

## 1 – PREMESSA

Su incarico della Società *Vivere San Jacopo srl*, sono state effettuati approfondimenti geologici ed idrogeologici a supporto della “*Variante semplificata al Piano Operativo comunale relativo al complesso Ex cartiera Pasquini*” posta in Piazza Varanini, via Buiamonti – Comune di Lucca.

Il complesso di immobili appartiene all’**UTOE 1 “Lucca Città”**, così come individuata dal Piano Strutturale vigente, approvato con Delibera del C.C. n.39 del 24/04/2017.

L’attuale Piano Operativo Comunale (aggiornato con Variante 1/2025) prevede, per questo complesso di edifici, le seguenti Destinazione d’Uso:

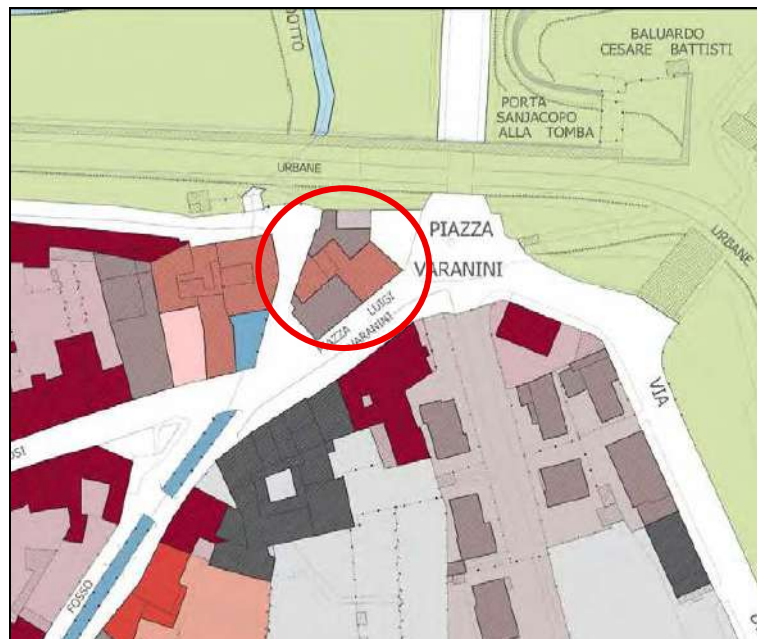


Fig. 1 – Destinazione urbanistica – POC – Variante 1/2025

| DISCIPLINA E GESTIONE DEGLI INSEDIAMENTI ESISTENTI |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Classificazione morfotipologica della città antica |                                                                                                          |
|                                                    | Palazzi ed edifici a carattere monumentale e relativi spazi di pertinenza (art.7 QP.IV.a)                |
|                                                    | Edifici con tipologie caratterizzanti e relativi spazi di pertinenza (art.8 QP.IV.a)                     |
|                                                    | Palazzetti ed edifici dall'edilizia di base e relativi spazi di pertinenza (art.9 QP.IV.a)               |
|                                                    | Le schiere dell'antiquariato, case torri e relativi spazi di pertinenza (art.10 QP.IV.a)                 |
|                                                    | Edifici a diversa connotazione storica e/o specialistici e relativi spazi di pertinenza (art.11 QP.IV.a) |
|                                                    | Edifici di impianto non storico e/o decontestualizzati e relativi spazi di pertinenza (art.12 QP.IV.a)   |

- **Edifici a diversa connotazione storica e/o specialistici e relativi spazi di pertinenza**  
(art.11 QP.IV.a Disciplina dei Gestione degli insediamenti. Norme per la città, i centri storici e nuclei storici),
- **Edifici di impianto non storico e/o decontestualizzati e spazi di pertinenza**  
(art.12 QP.IV.a Disciplina dei Gestione degli insediamenti. Norme per la città, i centri storici e nuclei storici ).

La Variante Urbanistica prevede la rimodulazione dei volumi esistenti che compongono il complesso immobiliare, la destinazione dell'intero piano terra a parcheggi privati, di una nuova viabilità interna e la realizzazione di residenze ai piani superiori.

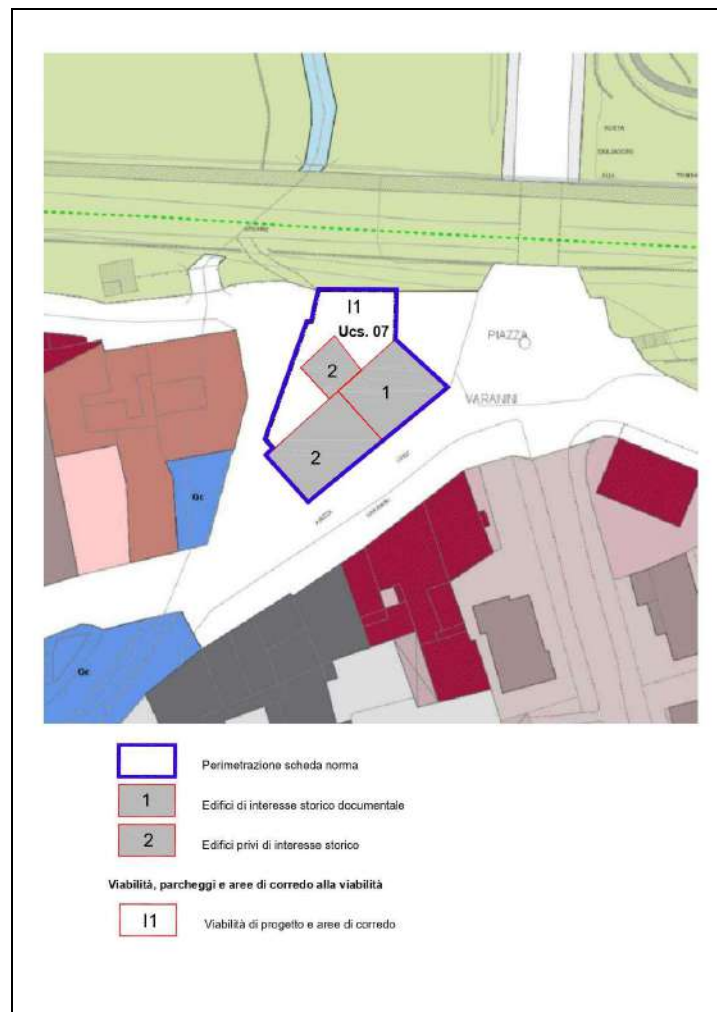


Fig. 2 – Variante scheda norma

In particolare, il progetto prevede la **demolizione dei volumi edilizi posti a ridosso del terrapieno interno delle Mura Urbane** e la realizzazione di una **nuova viabilità interna** a servizio dell'area liberata.

A seguito della demolizione è previsto il **recupero parziale delle volumetrie**, mediante redistribuzione sugli edifici secondari rimanenti (identificati con il numero 2), con la possibilità di realizzare un **piano destinato a parcheggio privato** a servizio delle unità residenziali soprastanti.

È inoltre previsto l'inserimento di **un solaio aggiuntivo** sugli immobili identificati con i numeri 1 e 2, finalizzato alla realizzazione dei **posti auto al piano terreno**, mantenendo inalterata l'articolazione dei **tre livelli superiori**.

L'intervento di trasformazione **non comporta incremento volumetrico complessivo** e si pone l'obiettivo di favorire la **riqualificazione dell'immobile e del contesto urbano**,

migliorando l'assetto funzionale dell'area e contribuendo alla **valorizzazione della fruizione pubblica del sistema delle Mura Urbane**.

Per l'attuazione dell'intervento si rende pertanto necessaria la richiesta di **variante urbanistica semplificata** all'attuale Piano Operativo Comunale, ai sensi degli articoli 30–32 della **Legge Regionale Toscana 65/2014**, nonché l'introduzione di una **nuova Scheda Norma**.

Tale scheda avrà la funzione di definire nel dettaglio le **prescrizioni urbanistiche, edilizie e funzionali** relative alla specifica area di trasformazione, traducendo le scelte strategiche del Piano Strutturale in **norme operative puntuali** (quali volumetrie ammesse, altezze, destinazioni d'uso e modalità di intervento), necessarie per l'attuazione del Piano Operativo Comunale.

Lo studio geologico è stato condotto in ottemperanza alle seguenti direttive:

- *Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65;*
- *OPCM n. 3907 del 13.11.2010;*
- *OPCM 4007/2012, che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dall'Art. 11 della Legge n. 77 del 24/06/2009.*
- *LR n. 58/2009 inerente le norme regionali in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico;*
- *Volume di "Ingegneria Sismica 2/2011".*
- *La norma sismica relativa alla riclassificazione del territorio regionale, approvata con Del. G.R. n.431 del 19.06.2006, in attuazione della O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 che modifica l'O.P.C.M. n.3274 del 20.03.2003, recentemente sostituita dalla Del.G.R. n.878 del 08.10.2012,*
- *Decreto Ministeriale 17/01/2018 - Testo unitario Norme Tecniche per le Costruzioni.*
- *Circ 21 gennaio 2019, n° 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17-01-2018.*
- *Regolamento. R. TOSCANA 19/01/2022, N. 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 dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.*
- *Regolamento 30 gennaio 2020, n. 5/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche- Istruzioni Programma VEL (Valutazione degli effetti locali) L.R. 56 del 30/07/97;*
- *Istruzioni Programma VEL (Valutazione degli effetti locali) L.R. 56 del 30/07/97;*
- *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27/07/2007*
- *L.R. 24 luglio 2018 n° 41 - Disposizioni in materia rischio alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010 n° 49 . Modifiche alla L.R: 80/2015 e L.R. 65/2014*
- *Variante PAI di adeguamento al Piano di Gestione Rischio Alluvione del Distretto adottato con Decreto del Segretario Generale n° 39 del 12/06/2018;*
- *Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" relativo al territorio dei bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana. Delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n.20 del 20 dicembre 2019.*
- *Reticolo idrografico approvato con delibera di Consiglio 25/2024.*
- *DPGR 16 agosto 2016 N. 61/R;*
- *Piano Strutturale approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 39 del 24 aprile 2017 ai sensi dell'art. 19 e 31 della L.R. 65/2014;*
- *Piano Operativo (PO), redatto ai sensi della LR 65/2014 e approvato con Deliberazione del*

*Consiglio Comunale n. 109 del 15/10/2024, subendo poi una variante per la correzione di errori materiali ai sensi dell'art. 21 della LR 65/2014, approvata con - D.C.C. n. 39 del 22/05/2025 (pubblicata nel BURT Parte II n. 23 del 04/06/2025).*

- *P.G.A. Autorità di Bacino Appennino Settentrionale - Deliberazione n. 3 del 14/12/2017;*
- *PAI Dissesti - Conferenza Istituzionale Permanente delibera n. 40 del 28 marzo 2024.*
- *Titolo II del T.U: 1775 dell'11/12/1933 e sue successive modificazioni ed integrazioni*
- *D.C.P.n° 189 del 13 dicembre 2000 – Approvazione del Piano Territoriale di coordinamento della Legge Regionale n. 22 del 03.03.2015;*
- *Legge Regionale n. 80 del 28.12.2015;*
- *DPGR 16 agosto 2016 N. 61/R;*
- *Piano 2021/2027 - Approvato con D.P.C.M del 7 giugno 2023 “Il aggiornamento del Piano gestione delle Acque dell’Appennino Settentrionale e relative misure di salvaguardia”.*

Il Comune di Lucca, secondo la Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, è stato classificato “Comune sismico” (Zona rischio sismico 3).

## 2 –METODOLOGIA E CONTENUTI

Per **vulnerabilità sismica degli edifici** si intende la valutazione della possibilità che persone, edifici o attività subiscano danni o alterazioni al verificarsi di un evento sismico. Essa misura, da un lato, la perdita o la riduzione di efficienza delle strutture e, dall’altro, la capacità residua di continuare a svolgere le funzioni che il sistema territoriale, nel suo complesso, garantisce in condizioni ordinarie.

Nel caso degli edifici, la vulnerabilità sismica dipende principalmente dai **materiali impiegati**, dalle **caratteristiche costruttive**, dalla **tipologia strutturale** e dallo **stato di conservazione e manutenzione**, esprimendo quindi il grado di resistenza delle strutture alle sollecitazioni sismiche.

Pur rimandando agli elaborati conoscitivi di base del Piano Operativo per quanto concerne le problematiche geologiche di carattere generale, la presente indagine ha previsto un **approfondimento specifico relativo all’area di studio**, sulla quale insistono i manufatti oggetto di intervento.

In particolare, per quanto riguarda la **pericolosità geomorfologica**, è stato effettuato un **rilievo di dettaglio** in corrispondenza dell’area in esame e in un adeguato intorno territoriale, al fine di verificare le condizioni morfologiche e la presenza di eventuali elementi di criticità.

L’indagine ha inoltre comportato l’acquisizione e l’aggiornamento degli elaborati cartografici e degli studi di settore disponibili, tra cui quelli relativi al **Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)**, al **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)**, nonché agli studi geologici più recenti realizzati sul territorio comunale da parte della Regione Toscana e della Provincia di Lucca.

Tra questi si segnalano, in particolare, la **nuova carta geologica e geomorfologica regionale**, realizzata con la supervisione scientifica delle università toscane e del “Consiglio Nazionale delle Ricerche – “Istituto di Geoscienze e Georisorse (CNR-IGG) di Pisa, lo **Studio della stabilità dei versanti del Consorzio LaMMA**, l’**Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI)** e il **Progetto CARG** per la cartografia geologica nazionale.

Sono stati inoltre consultati gli **studi geologico-tecnici di supporto ai progetti locali**, nonché i dati derivanti da **indagini puntuali eseguite per il rilascio di titoli edilizi**, reperiti presso gli archivi comunali e i database informatici dei diversi enti territoriali competenti.

Il lavoro ha infine comportato la **caratterizzazione delle unità litostratigrafiche** che costituiscono la struttura geologica dell'area, sotto il profilo sismico e geognostico, sulla base delle indicazioni del **Programma V.E.L. (Valutazione degli Effetti Locali)**. Tale caratterizzazione è stata effettuata integrando le informazioni disponibili con **studi e indagini specifiche condotte in prossimità dell'area oggetto di intervento**.

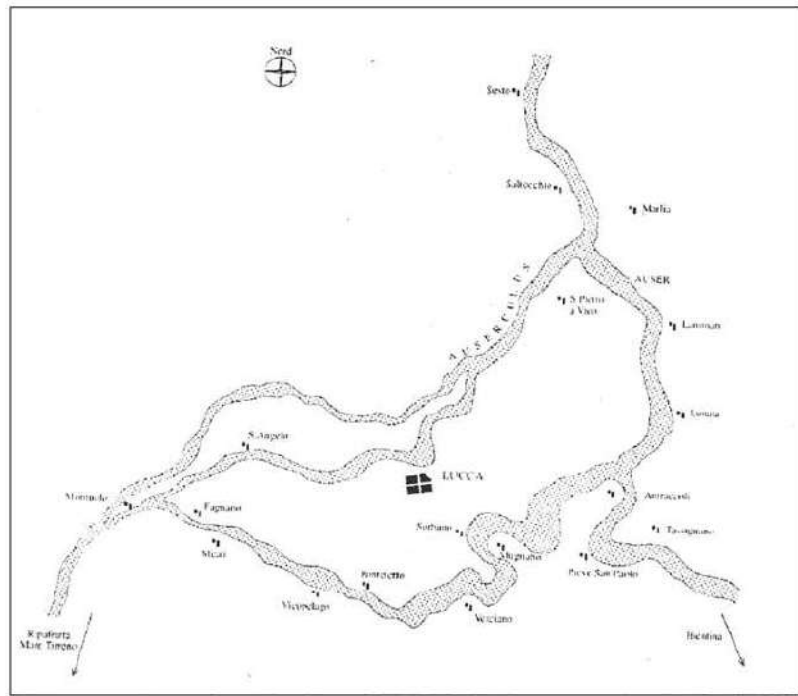
### 3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Lucca si colloca nell'area ovest della Piana e lungo i rilievi circostanti che da tempo sono oggetto di approfonditi studi di tipo geologico, strutturale e idrogeologico; le prime cartografie che interessano almeno in parte il Comune di Lucca sono relative alla zona dei Monti Pisani e delle Alpi Apuane e risalgono al 19° - inizio del 20° secolo ad opera di SAVI, 1832; DE STEFANI, 1875; SACCO, 1895; LOTTI, ZACCAGNA, FOSSEN, 1908; MASINI, 1923; FUCINI, 1925; FUCINI, 1926..

Le vicende orogenetiche che hanno interessato l'Appennino settentrionale e quindi anche la zona di Lucca, sono rappresentate fino al Miocene sup. (Tortoniano inf.) da una tettonica compressiva polifasata, connessa con la chiusura della zona oceanica ligure-piemontese che ha dato luogo ad una serie di strutture a pieghe generalmente a vergenza E-NE. Al termine dei movimenti compressivi della tettonogenesi tortoniana, ha inizio in quest'area una fase di tipo distensivo collegabile ai processi di espansione del Tirreno. A tale fase (databile al Messiniano nelle aree a sud dell'Arno e al Villafranchiano in quelle a nord) è riconducibile la formazione di depressioni morfologiche in cui si imposta la sedimentazione neogenica dei sedimenti fluvio-lacustri.

Tali sedimenti suddivisi in due successivi cicli di sedimentazione interrotti da episodi di sollevamento e traslazione, si ritrovano oggi dislocati ai margini settentrionali ed orientali della pianura lucchese, mentre nella pianura stessa si ritrovano coperti dai sedimenti alluvionali più recenti lasciati dal F. Serchio e dai suoi affluenti a partire dalle variazioni climatiche collegate alle glaciazioni quaternarie. Dal punto di vista strutturale la Pianura di Lucca corrisponde quindi ad un'ampia depressione tettonica, prolungamento verso Sud-Est del "graben" del Serchio.

Più tardi, in epoca storica (VII- XVI sec. d.C.) tutto il sistema fluviale della piana venne regimato con una serie di interventi idraulici che hanno portato alla situazione attuale, con il Serchio arginato e pensile rispetto alla pianura. In ragione di quanto sopra sono ancora rilevabili, nella pianura, tracce dei numerosi paleolvei del Serchio, la cui ricostruzione indica che l'antico corso, una volta superata la stretta di Ponte a Moriano, dilagava nella pianura suddiviso in più rami.



Rappresentazione schematica dei rami del F. Serchio in epoca medievale (Natali 1994)

La piana di Lucca è pertanto costituita da terreni di origine alluvionale depositati prevalentemente dal F. Serchio. Tali depositi, attribuibili al Quaternario recente, mostrano frequenti variazioni di facies, sia in senso verticale che orizzontale, anche se è in genere riconoscibile la seguente successione stratigrafica tipo con, dall'alto verso il basso, depositi prevalentemente fini (limo-argilloso-sabbiosi), ai quali seguono depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ciottoli e sabbie).

Tale successione sedimentaria recente poggia in profondità, come precedentemente accennato, su depositi più antichi (Pliocene - Villafranchiano), di origine lacustre, prevalentemente argillosi, il cui spessore supera certamente alcune centinaia di metri. L'ossatura dei rilievi delle Pizzorne è costituita invece da formazioni litoidi appartenenti alla porzione alta della "Successione Toscana non metamorfica", sottostanti verso sud alle "Successioni Liguri s.l.". Più a nord, nella stretta di Vinchiana e fino al Piaggione, una ampia anticlinale porta all'affioramento i termini giurassici della successione.

Nella zona pedecollinare le formazioni litoidi sono coperte da depositi continentali di ambiente lacustre e fluvio-lacustre, formatisi all'interno delle zone tettonicamente depresse, a partire dal Miocene Superiore e almeno fino al Pleistocene Inferiore. A seguito degli eventi tettonici di età plio-pleistocenica, le Pizzorne hanno subito un forte "ringiovanimento tettonico"; il più recente innalzamento ha portato, oltre che ad una forte tettonizzazione di alcune aree con formazione di faglie e diaclasi, ad una accentuazione dell'attività erosiva dei corsi d'acqua che si presentano fortemente incassati nei versanti.

I rilievi dei Monti Pisani fanno parte della cosiddetta “Dorsale Medio Toscana”, separata da faglie dirette, attualmente in gran parte ricoperte da depositi del Quaternario, dalla fossa tettonica della Versilia ad Ovest, dal bacino della fossa tettonica di Lucca a Nord e del bacino della fossa tettonica di Bientina – Cerbaie – Fucecchio ad Est; queste faglie hanno direzione sia appenninica che trasversale rispetto a questa e sono state in seguito parzialmente riprese da

movimenti neotettonici di età probabilmente Pleistocene medio e sicuramente Pleistocene superiore.

Su tali rilievi, tra S. Maria del Giudice e Cerasomma, affiorano terreni appartenenti alla Successione Toscana anchimetamorfica, rappresentati in sostanza da terreni simili a quelli presenti nella Successione Toscana, ma soggetti ad un debole metamorfismo che ne ha parzialmente modificato le caratteristiche tessiturali e composizionali. Sui monti d'Oltreserchio, la fascia di raccordo con la pianura è ancora costituita dai depositi fluvio lacustri già descritti in precedenza. Più in alto si rinvencono le formazioni della Successione Toscana, fino ai termini triassici nella stretta valle del T. Certosa. Più a nord-est, tra S. Macario e Ponte a Moriano, i termini della Successione Toscana sono sovrastati da formazioni riferibili ai Domini Liguri.

## 4.- INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 4.1.- Aspetti morfologici, geologici ed idrografici

L'area in esame è posta a una quota di circa **20 m s.l.m.**, in **ambito pianeggiante** (v. Tav. 1), nelle immediate vicinanze delle **Mura di Lucca** e della **Porta San Jacopo**, in una zona attualmente aperta al traffico veicolare.

Gli edifici oggetto di studio fanno parte di un complesso edilizio più ampio appartenente all'area della **ex cartiera Pasquini**, stabilimento dismesso dal 1973.

Dal punto di vista geologico, l'area è caratterizzata dall'affioramento di **depositi alluvionali attuali e recenti**, riconducibili alle fasi di alluvionamento dei corsi d'acqua della piana lucchese. Tali sedimenti risultano costituiti prevalentemente da **limi sabbioso-argillosi (bellettone)**, all'interno dei quali si riscontrano **intercalazioni eteropiche di livelli sabbiosi**; a profondità maggiore sono presenti sedimenti più grossolani, **sabbioso-ghiaiosi**, che costituiscono l'**acquifero principale**.

Le **indagini penetrometriche** eseguite in prossimità del lotto in esame hanno consentito di ricostruire la seguente successione stratigrafica (v. Tav. 2):

- un **orizzonte superficiale di depositi prevalentemente limo-argillosi ("bellettone")**, con intercalazioni di livelli sabbiosi e caratterizzato da **media permeabilità**, per uno spessore di circa **4,00 m**;
- un **livello di sabbie ghiaiose e ghiaie**, caratterizzato da **elevata permeabilità**, con spessore di circa **10,00 m**.

Una significativa **circolazione idrica sotterranea** si sviluppa all'interno dei livelli a granulometria più grossolana (sabbie e ghiaie). La presenza, al di sopra dell'acquifero ghiaioso, di orizzonti con componente sabbiosa – di spessore ed estensione variabili a causa delle eteropie laterali – consente la **circolazione idrica anche a quote prossime al piano campagna**.

Misure periodiche effettuate nei pozzi presenti nell'area circostante indicano infatti un'**escursione del livello piezometrico** compresa tra circa **2,00 m sotto il piano campagna**,

nei periodi di massima ricarica, e circa **4,00 m sotto il piano campagna** nei periodi di magra.

Sulla base delle conoscenze idrogeologiche generali relative alla **piana di Lucca**, per l'acquifero presente nell'area in esame possono essere assunti i seguenti valori indicativi di **trasmissività (T)** e di **coefficiente di immagazzinamento (S)**:

$$T = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mq/sec}$$

$$S = 5 \times 10^{-5}$$

Rispetto alle condizioni di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero all'inquinamento, l'area ex cartiera manifesta, secondo il metodo SINTACS1, una vulnerabilità elevata (v. Fig.4).

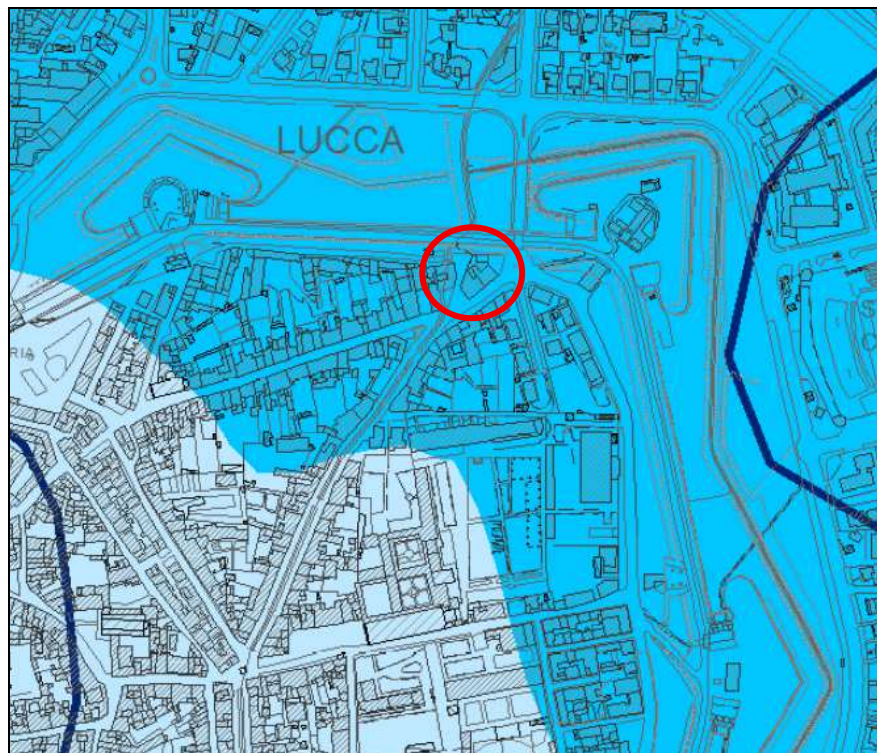
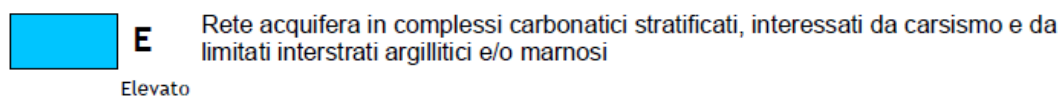


Fig. 4 - Carta della Vulnerabilità degli acquiferi



## 5 - AMBIENTE IDRICO

La ricognizione delle **interferenze con il reticolo idrografico superficiale** è stata effettuata, in una prima fase, mediante la consultazione della cartografia disponibile sul sito ufficiale della **Regione Toscana**, relativa al **Reticolo idrografico e di gestione** individuato dalla stessa Regione ai sensi della **Legge regionale Toscana 79/2012** e dei successivi aggiornamenti.

Il relativo database associato alla cartografia fornisce una serie di informazioni descrittive, organizzate sotto forma di **attributi**, tra cui in particolare:

- Lunghezza (length)
- codice identificativo del tratto (Idretlr79)
- nome del tratto (Nome)
- alias del tratto - altro toponimo utilizzato per il medesimo tratto – (Alias)
- nome del comprensorio di bonifica di cui alla LR 79/2012 (Complr79)
- reticolo idrografico di cui alla LR 79/2012 (Retidlr79)
- reticolo di gestione di cui alla LR 79/2012 (Retgestlr79)
- descrizione del reticolo di cui alla LR 79/2012 (Desretlr79)

Nello specifico:

**Reticolo idrografico (Retidlr79):** “E’ l’insieme dei tratti insistenti nel territorio regionale, individuati come previsto dall’art. 4 della LR 79/2012 che rimanda all’art. 54 del Decreto Legislativo 152/2006, ovvero “l’insieme degli elementi che costituiscono il sistema drenante alveato del bacino idrografico”.

**Reticolo di gestione (Retgestlr79):** “E’ il sottoinsieme del reticolo idrografico che necessita di manutenzione, sorveglianza e gestione, per garantire il buon regime delle acque, prevenire e mitigare fenomeni alluvionali” (art. 4, LR 79/2012).

L’area oggetto di variante **non risulta interferire direttamente con il reticolo idrografico** individuato ai sensi della **Legge regionale Toscana 79/2012**.

Tuttavia, sul lato ovest dell’area, a una distanza inferiore a circa **10 m**, è presente il **Condotto Pubblico – TN38131** (v. Figg. 5–6), recentemente classificato come “**infrastruttura idrica**”. A tale infrastruttura si applicano pertanto le **fasce di rispetto e le distanze previste dal Regio Decreto 368/1904**, nonché le disposizioni contenute nel “**Regolamento per la vigilanza, conservazione e polizia sulle opere di bonifica e loro pertinenze**”, approvato nella seduta del 30/01/2023 dall’ente competente alla gestione.



Fig. 5 – Carta del reticolo idrografico – L.R. 79/2012

Il **Pubblico Condotto** fu realizzato verso la fine del XIV secolo con lo scopo principale di **generare forza motrice per i mulini cittadini**, contribuendo così ad aumentare la sicurezza e l'autonomia delle riserve alimentari della città.

Tale infrastruttura non fu mai utilizzata come opera di difesa, anche perché – ad eccezione di un breve tratto – il suo tracciato scorreva **all'interno dell'ultima cinta muraria medievale**, proprio negli anni in cui la città stava ampliando il proprio perimetro verso est. Questo ampliamento rese interno alla città anche il tratto medievale comprendente la **Porta dei Borghi (Porta di San Gervasio e Protasio)**.

Poco tempo dopo la sua realizzazione e con la progressiva diffusione dei mulini, in alcuni tratti del condotto venne autorizzata anche la costruzione di **lavatoi pubblici**. Con il passare degli anni l'utilizzo dell'acqua si estese inoltre a numerose altre attività produttive, tra cui **giardini, orti, filatoi, officine di fabbri, cartiere, lanifici e tintorie**.

In epoca preindustriale, infatti, lo scorrimento dell'acqua rappresentava una delle principali fonti di energia disponibili e, grazie alla realizzazione di **bocche di presa e canalizzazioni secondarie**, l'acqua del condotto poteva essere distribuita in diverse zone della città per alimentare le varie attività artigianali e manifatturiere.

A partire dal XVII secolo il **Pubblico Condotto** assunse progressivamente anche una funzione **irrigua**, alimentando una rete sempre più diffusa di canalizzazioni destinate all'irrigazione dei campi presenti nella **Piana di Lucca**.



*Fig. 6 - Vista Condotto Pubblico*

## **6 – CONSIDERAZIONI SUI VINCOLI, PERICOLOSITÀ IDRAULICA, GEOLOGICA E SISMICA**

Per effettuare una valutazione della pericolosità idraulica, geologica e sismica della zona è stato eseguito lo studio della documentazione degli Enti pubblici preposti al controllo di tali rischi - Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, Comune di Lucca. Da tali elaborati emerge quanto segue:

### **6.1 - Vincolo idrogeologico.**

L'intervento non è soggetto alle disposizioni Regio Decreto 3267/1923.

### **6.2 - PAI – Piano di Assetto Idrogeologico - PAI**

Nella cartografia redatta a supporto del PAI il settore in studio non ricade in nessuna area cartografata a pericolosità geomorfologica, si ricorda infatti che il lotto d'intervento è in zona di pianura. (v. Tav3.)

### **6.3 - PGRA – Distretto Appennino Settentrionale e studio idraulico comune Lucca**

Nella cartografia redatta a supporto del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale – *Piano di gestione del rischio alluvioni – PGRA*, la zona è stata classificata a “*Pericolosità da alluvione bassa P1 corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale*”, (v. Tav.5), per il quale vige l'articolo 11, delle relative norme.

*Art. 11 – Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Norme e indirizzi per gli strumenti di governo del territorio:*

- 1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di gestione del rischio.*
- 2. Nelle aree P1 da alluvioni fluviali l'Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle opere idrauliche in merito all'aggiornamento del quadro conoscitivo con conseguente riesame delle mappe di pericolosità.*
- 3. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio per la realizzazione degli interventi nelle aree P1*

Per aggiornare la mappa della pericolosità da alluvione fluviale (PGRA), inerente il reticolo principale, sono stati eseguiti, in fase di elaborazione degli strumenti urbanistici, degli studi idraulici, dai quali si nota come l'intero settore, oggetto d'intervento, non sia soggetto ad eventi alluvionali con Tr 200 anni (v. Fig.7).



Fig. 7 – Carta dei battenti e della magnitudo idraulica - Tr 200 anni

#### 6.4 - Disposizioni generali per le aree predisposte al verificarsi di eventi intensi e concentrati (FLASH-FLOOD)

La predisposizione al verificarsi di **eventi meteorici intensi e concentrati** è rappresentata nella **mappa della pericolosità da flash flood** elaborata dall'**Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale**, nell'ambito della *“Variante generale funzionale all'adeguamento del PAI del fiume Serchio al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale”* (v. Tav. 8).

In tale cartografia la propensione al verificarsi di fenomeni di allagamento rapido (*flash flood*) è suddivisa in quattro classi di pericolosità crescente:

- **bassa;**
- **moderata;**
- **elevata;**
- **molto elevata.**

L'area oggetto di studio ricade in **classe di pericolosità moderata**, per la quale non sono previste specifiche prescrizioni o limitazioni di carattere normativo ai fini della pianificazione urbanistica.

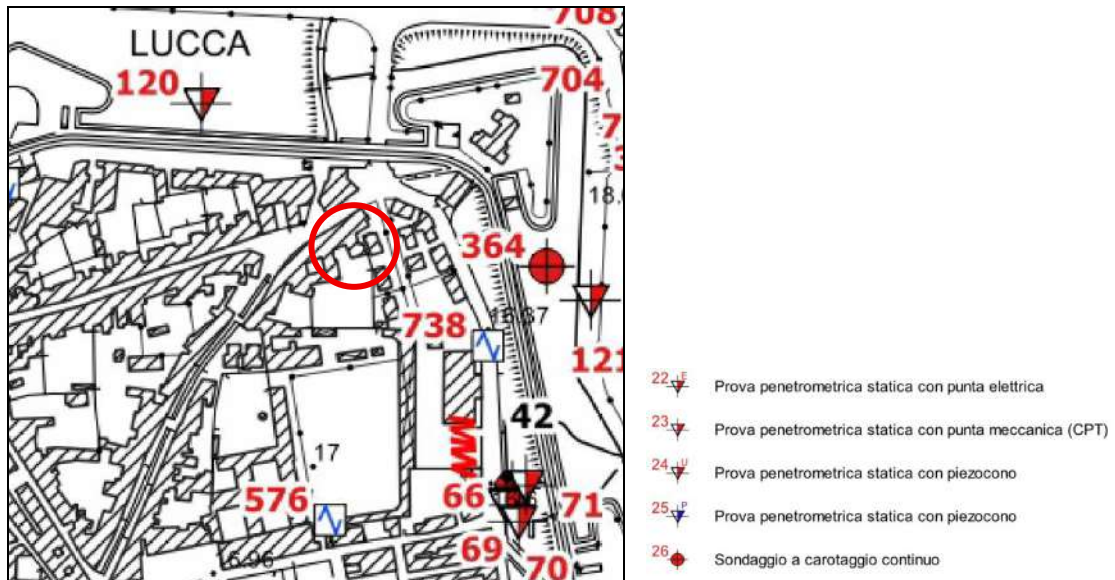
#### 6.5 – Pericolosità Piano Operativo

Gli elaborati del Piano Operativo del Comune di Lucca indicano una pericolosità così definita:

- *geologica - pericolosità bassa G.1 - v. Tav.4*
- *idraulica - pericolosità P.1 - eventi rari - v. Tav.6*
- *sismica - pericolosità media S.2 - v. Tav.7*

## 7 – INDAGINI E RILEVAMENTI IN SITO

Gli studi sono iniziati a partire dall'acquisizione del quadro diagnostico emergente dalle attività e dalle indagini pregresse svolte sull'area. Infatti la caratterizzazione e la modellazione geologica della zona consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici e più in generale, di pericolosità del sito. In particolare, sono stati reperiti degli studi geognostici comprendenti prove penetrometriche ed indagini sismiche eseguite in prossimità del lotto che hanno permesso di definire il quadro generale dell'area (v. Fig.8).



v. Fig.8 - Ubicazione indagini geognostiche

### 7.1.- Penetrometria – Prova 120

La prova è stata eseguita con penetrometro Pagani TG63-200. I diagrammi riportano in funzione della profondità in metri sotto la superficie del terreno le misure rilevate ogni 20 cm di avanzamento della punta. Sulla base dei dati ricavati dalla prova è stato possibile ricostruire la seguente successione stratigrafica e i relativi parametri geotecnici.

| INTERVALLO DI PROFONDITA' E LITOLOGIA                     | PARAMETRI CARATTERISTICI                                                                                 |                                                          |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| da 0,00 m a 0,80 m<br>Limi argillosi debolmente sabbiosi  | peso di volume, $\gamma$<br>coesione non drenata<br>Coeff. compressibilità, (medio)                      | = 1,85 t/mc<br>= 0,90 Kg/cmq<br>= 0,019 cmq/ kg          |
| da 0,80 m a 4,20 m<br>Limo sabbioso debolmente argilloso  | peso di volume, $\gamma$<br>coesione non drenata<br>angolo di attrito<br>Coeff. compressibilità, (medio) | = 1,88 t/mc<br>= 0,40 Kg/cmq<br>= 26°<br>= 0,025 cmq/ kg |
| da 4,20 a 4,80 m<br>Sabbie debolmente limose con ciottoli | peso di volume, $\gamma$<br>angolo di attrito<br>Coeff. compressibilità, (medio)                         | = 1,90 t/mc<br>= 30°<br>= 0,011 cmq/ kg                  |
| da 4,80 a 5,20 m<br>Ghiaie e sabbie                       | peso di volume, $\gamma$<br>angolo di attrito<br>Coeff. compressibilità, (medio)                         | = 1,95 t/mc<br>= 36°<br>= 0,005 cmq/ kg                  |

## 8 – MICROZONAZIONE SISMICA DI I° LIVELLO

La Regione Toscana, da diversi anni, ha attivato una serie di iniziative di carattere normativo e tecnico-operativo finalizzate ad accrescere la conoscenza dei fenomeni naturali che interessano il proprio territorio, con particolare riferimento agli aspetti geologici, con l'obiettivo di promuovere azioni efficaci per la riduzione dei rischi naturali, in particolare del rischio sismico.

Gli studi preventivi in campo sismico consentono di individuare le aree in cui la pericolosità sismica può raggiungere livelli tali da compromettere la sostenibilità del territorio, sia in termini di sicurezza delle vite umane sia sotto il profilo economico e ambientale.

Per **Microzonazione Sismica** (di seguito MS) si intende la **valutazione della pericolosità sismica locale** attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In particolare, la MS consente di individuare e caratterizzare:

- *le zone stabili;*
- *le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico;*
- *le zone suscettibili di instabilità.*

È noto, infatti, che uno stesso evento sismico può produrre effetti e livelli di scuotimento anche significativamente differenti in funzione degli **spessori e delle caratteristiche dei terreni di copertura del substrato roccioso**, delle **condizioni morfologiche del sito** e, più in generale, delle **caratteristiche geologiche locali**.

Il Comune di Lucca è dotato di uno studio di **Microzonazione Sismica di livello 1**, finalizzato alla definizione delle condizioni di risposta sismica locale del territorio comunale. Lo studio è stato realizzato secondo le modalità previste dagli *“Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica”*, approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome in data 13/11/2008 e successive modifiche e integrazioni.

Nell'ambito di tale attività sono state eseguite **indagini di rumore sismico ambientale a stazione singola**, finalizzate alla determinazione delle **frequenze di risonanza del sottosuolo** e alla redazione delle relative carte tematiche. Tali elaborati, unitamente ad altre cartografie tecniche (carta delle indagini, carta geologico-tecnica, ecc.), hanno consentito la redazione della **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) di 1° livello**, attraverso la quale l'area in esame risulta classificata come **“zona stabile suscettibile di amplificazione locale”**.

### 8.1 - Indagini sismiche Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) – Metodo di Nakamura

La caratterizzazione sismica dei terreni, tramite la tecnica d'indagine sismica passiva HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura), è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono legate a condizioni geologiche o morfologiche che determinano amplificazione del moto del suolo.

L'utilizzo di algoritmi di calcolo, finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo (per esempio i cambi litologici). L'individuazione di una data frequenza di vibrazione permette di stimare la profondità a cui si colloca l'interfaccia fra due mezzi con differente comportamento dinamico. L'analisi di uno spettro H/V richiede, tuttavia particolare attenzione per distinguere i picchi connessi alle caratteristiche del sito da quelli dovuti ad altri fenomeni, spesso connessi con sorgenti antropiche. La tecnica dei rapporti spettrali (HVSr) trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica poiché fornisce un parametro fondamentale (frequenza propria di risonanza di sito), utile ad una corretta

progettazione di edifici con criteri antisismici. Lo strumento utilizzato registra il rumore sismico ambientale presente nella superficie terrestre e generato da fenomeni atmosferici, dall'attività antropica e dall'attività dinamica terrestre. I microtremori sono rappresentati da oscillazioni molto piccole che, attraversando strati con caratteristiche differenti (in termini di densità e velocità di propagazione delle onde), subiscono fenomeni di rifrazione, riflessione, attenuazione e altri. Questi fenomeni sono tali per cui un'onda, che viaggia all'interno di un mezzo e viene riflessa da una superficie di discontinuità, interferisce con le onde incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime quando la lunghezza d'onda incidente  $\lambda$  è pari a 4 volte lo spessore  $h$  dello strato (condizione di risonanza): Relativamente alle onde S:

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4h}$$

$f_r$  rappresenta la frequenza fondamentale dello strato, ossia la frequenza cui corrispondono le maggiori accelerazioni sismiche.

La tecnica HVSR è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. Tra i risultati che si possono ottenere dalle indagini sismiche HVSR sono:

- *La frequenza caratteristica di risonanza del sito, che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici antisismici. In tal senso la conoscenza di questo parametro permette di evitare l'edificazione di strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno (effetto di "doppia risonanza"), fenomeno estremamente pericoloso per la stabilità delle costruzioni;*
- *La stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la tecnica HVSR, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato, inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.*

In particolare, in prossimità della zona in esame, sono state eseguite delle indagini di sismica passiva a stazione singola - v. Fig.9

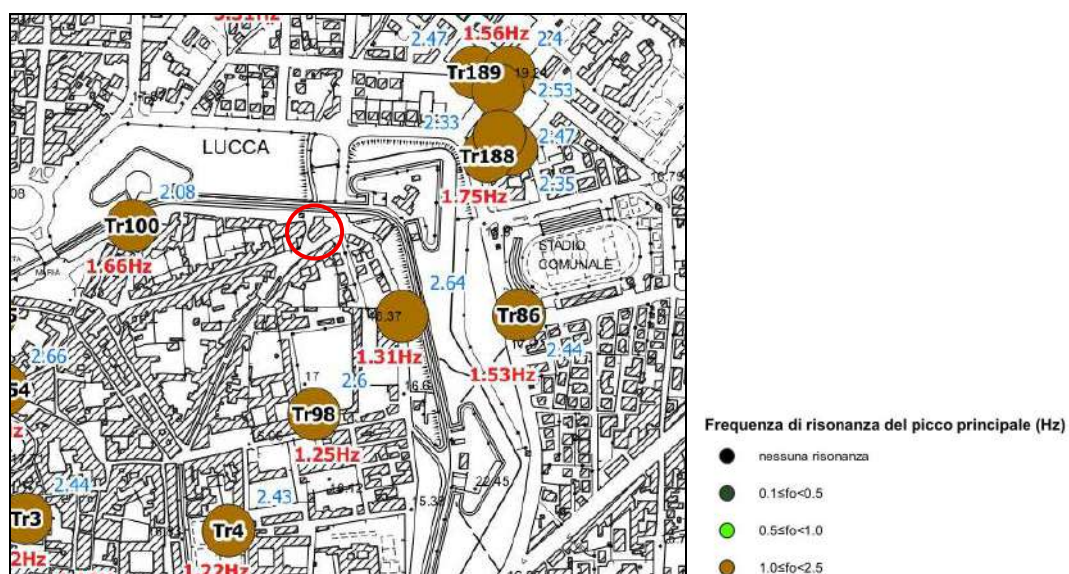


Fig. 9- Carta della indagini H/V, prossime al sito

E' stato principalmente analizzato l'intervallo di frequenze di maggiore interesse ingegneristico per l'area indagata, ossia quello compreso tra 1 e 20 Hz. I risultati ottenuti per questo range di frequenze sono sintetizzati nelle *Carte delle frequenze di risonanza nell'intervallo 1-20 Hz* incrociati con i dati geotecnici, stratigrafici e sismici disponibili sull'area, hanno contribuito alla redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Mops).

Sono state considerate anche le frequenze di risonanza del sottosuolo nell'intervallo compreso tra 0.1 e 1 Hz. I dati ottenuti sono sintetizzati nelle *Carte delle frequenze di risonanza del nell'intervallo 0.1-1 Hz*. I massimi nelle curve H/V riscontrati in questo range di frequenze esprimono contrasti di impedenza sismica di origine profonda (alcune centinaia di metri) che, pur essendo ragionevolmente ininfluenti sull'interazione suolo-strutture antropiche in caso di terremoto a causa delle basse frequenze in gioco, che potrebbero interessare edifici con più di 10 piani assenti nell'area in esame, apportano un contributo importante alla conoscenza dell'assetto geologico-strutturale dell'area studiata.

L'area in esame include le curve H/V caratterizzate da un picco di risonanza significativo (H/V maggiore di 2) nell'intervallo di frequenze compreso tra 1 e 2 Hz. I picchi osservati sono generati da contrasti di impedenza sismica a profondità variabili da diverse decine di metri (orientativamente 60-70 metri) ad oltre 150 metri. Tali contrasti sono probabilmente correlabili, nelle aree di pianura, con variazioni di addensamento/cementazione e/o granulometria all'interno dei *Depositi Fluviolacustri del Bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci* (Argille, Sabbie e Conglomerati di S.Macario-VIL).

Attraverso questi studi, affiancati ai dati geognostici, è stato possibile redigere le cartografie MOPS e le relative colonne stratigrafiche (v. Fig. 10).

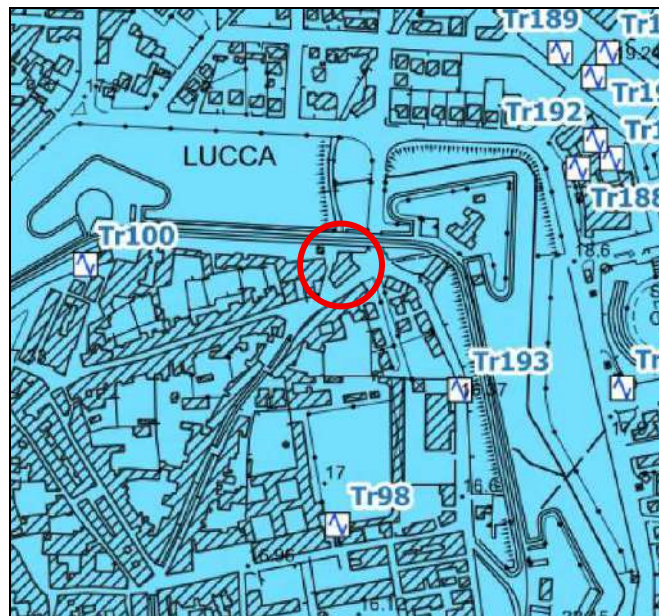


Fig. 10 - MOPS

**2018** Zona 18: Sabbie limose, miscela di sabbia e limo - SM (5-10m) su ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia - GW (10-30m) su coesivo sovraconsolidato - CO (10->100m) (>30 m nel complesso) su substrato lapideo stratificato - LPS (>100 m).

## 8.2 - Definizione della pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento

Al fine di comprendere le motivazioni per cui il Comune di Lucca è classificato sismico, è stata eseguita una ricerca degli eventi storici con risentimento nel territorio comunale, all'interno dei

cataloghi sismici pubblicati da vari enti di ricerca, in modo da avere un'idea sulla sismicità storica del territorio. I Cataloghi consultati sono:

1. **CPTI11 – Catalogo parametrico dei Terremoti Italiani.** Rappresenta ad oggi il catalogo di riferimento più completo e affidabile.

2. **CFTI4 med – Catalogo dei forti terremoti in Italia** tra il 461 a.C. ed il 1997 e nell'area Mediterranea tra il 760 a.C ed il 1500. Contiene tutti i terremoti italiani aventi intensità epicentrale di grado VIII o superiore e una selezione dei terremoti più piccoli (in totale 1257 terremoti).

3. **DOM 4.1 - Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno (GNDT 1997).** Non si tratta di un vero e proprio catalogo ma di un data-base delle osservazioni macrosismiche contenente circa 37.000 osservazioni su circa 10.000 località per 904 terremoti; da tale elaborato deriva la Carta delle Massime Intensità macrosismiche (vedi Fig. 1).

Non sono stati rilevati forti terremoti con epicentri localizzati nel territorio comunale di Lucca. Gli epicentri dei sismi catalogati sono quasi tutti collocati in area appenninica ed in particolare in Garfagnana-Lunigiana che rappresenta l'area sismogenetica più vicina e più attiva, dove si segnala il terremoto del 1920 con intensità epicentrale del X° MCS che comportò un risentimento (intensità al sito Is) del VII° MCS a Capannori e del VI°-VII° MCS a Lucca.

Più in particolare la consultazione del catalogo CFTI4 med (v. Fig. 11) indica per il Comune di Lucca è stato interessato da 66 eventi sismici, come da estratto seguente:

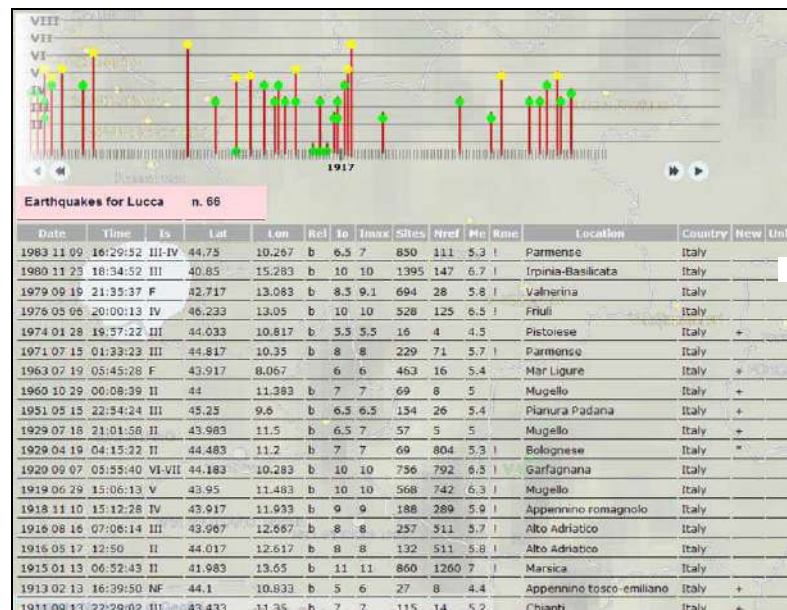
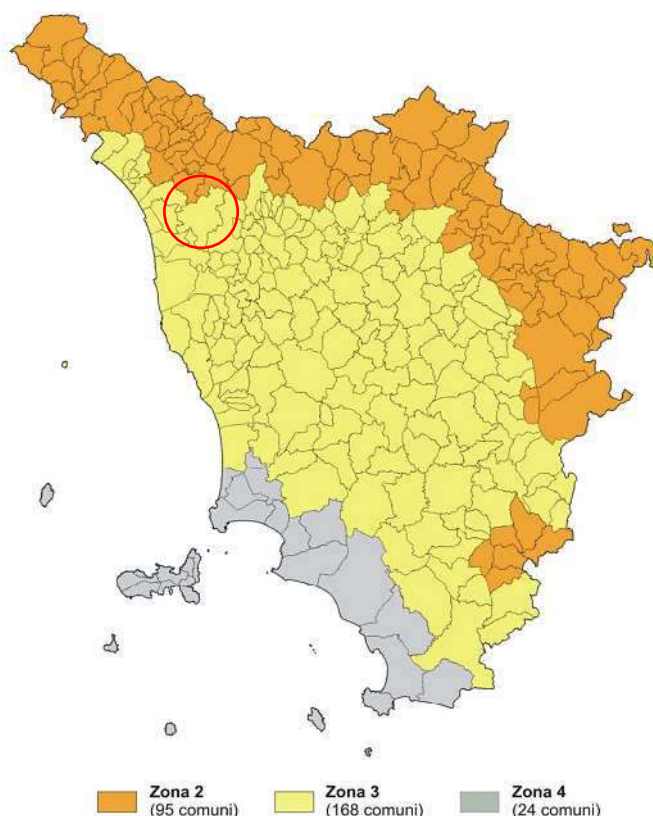


Fig. 11 - Estratto del catalogo CFTI 4 med per Lucca

Si riporta di seguito, per il territorio del Comune di Lucca, le modifiche di classificazione succedute negli anni.

| Provincia | Cod. ISTAT | Comune | CLASSIFICAZIONI PRECEDENTI              |                                         |                                             |                                     |                                       |                                                                            |                                                                             |                                   | ATTUALE                             |
|-----------|------------|--------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
|           |            |        | Regio Decreto<br>13 marzo 1927<br>n°431 | Regio Decreto<br>26 marzo 1935<br>n°540 | Regio Decreto<br>22 novembre 1937<br>n°2105 | Legge<br>25 novembre 1982<br>n°1684 | Decreto Ministeriale<br>19 marzo 1982 | Ord. P.C.M. n°3274<br>20 marzo 2003<br>Del. G.R.T. n°604<br>18 giugno 2003 | Ord. P.C.M. n°3519<br>23 aprile 2005<br>Del. G.R.T. n°431<br>18 giugno 2006 | Del. G.R.T. n°578<br>ottobre 2012 | Del. G.R.T. n°421 26<br>maggio 2014 |
| 09046017  | LUCCA      |        | n c                                     | n c                                     | n c                                         | n c                                 | n c                                   | 3                                                                          | 3                                                                           | 3                                 | 3                                   |

Il Comune di Lucca è stato classificato “Comune sismico - Zona rischio sismico 3”.



In base al **Progetto S1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)**, denominato “*Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di  $M-R-\epsilon$* ”, è possibile definire il contributo delle sorgenti sismogenetiche, poste a distanza **R**, capaci di generare terremoti di magnitudo **M**. Tale procedura consente di individuare il cosiddetto **evento sismico dominante**, ovvero il terremoto caratterizzato da una determinata magnitudo **M** e distanza **R** dal sito oggetto di studio che contribuisce in maniera prevalente sismica locale.

In altre parole, attraverso il processo di disaggregazione della pericolosità sismica è possibile identificare lo scenario sismico di riferimento che maggiormente influenza la risposta sismica del sito analizzato. Di seguito si riportano i valori ottenuti dall'analisi.

| Valori medi |          |         |
|-------------|----------|---------|
| Magnitudo   | Distanza | Epsilon |
| 4.900       | 12.100   | 1.090   |

### 8.3– DOWNHOLE – Categoria sismica dei suoli

Al fine di definire una caratterizzazione preliminare dei suoli dal punto di vista sismico è stato utilizzato uno studio downhole eseguito presso l'Istituto ITC Carrari di Lucca, eseguito dalla Geoprove sas.

Lo scopo di tale prova consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame, delle onde di compressione (onde P), di taglio (onde S) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità acquisiti (VP, VS), alcune proprietà meccaniche delle litologie investigate. Questa tipologia d'indagine utilizza i sondaggi per avere una sismostratigrafia dettagliata del sottosuolo. (v Fig.12).

Il metodo down hole prevede la sistemazione della sorgente in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro. La sonda, contenente il geofono a 3 componenti (una verticale e due orizzontali disposte ortogonalmente tra di loro), si fissa pneumaticamente alle pareti del tubo in PVC all'interno del foro di sondaggio. Tale tubo in PVC viene preventivamente reso solidale con le pareti del foro a mezzo di cementazione con opportune malte introdotte nell'intercapedine tra le pareti del foro e il tubo stesso. Con intervalli di 1m viene ricostruita la sismostratigrafia del sottosuolo. La sorgente sismica è costituita da una massa battente (mazza dal peso di 8kg) che funge contemporaneamente da starter poiché collegata a mezzo di trigger al sismografo.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso delle onde di compressione e di taglio e quindi delle velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico elastiche dei litotipi presenti nell'area di studio.

L'indagine eseguita ha permesso di definire la velocità equivalente nei primi 32 m. pari a  $V_{Seq} = 351$  m/s., così da classificare i **terreni in classe 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.*

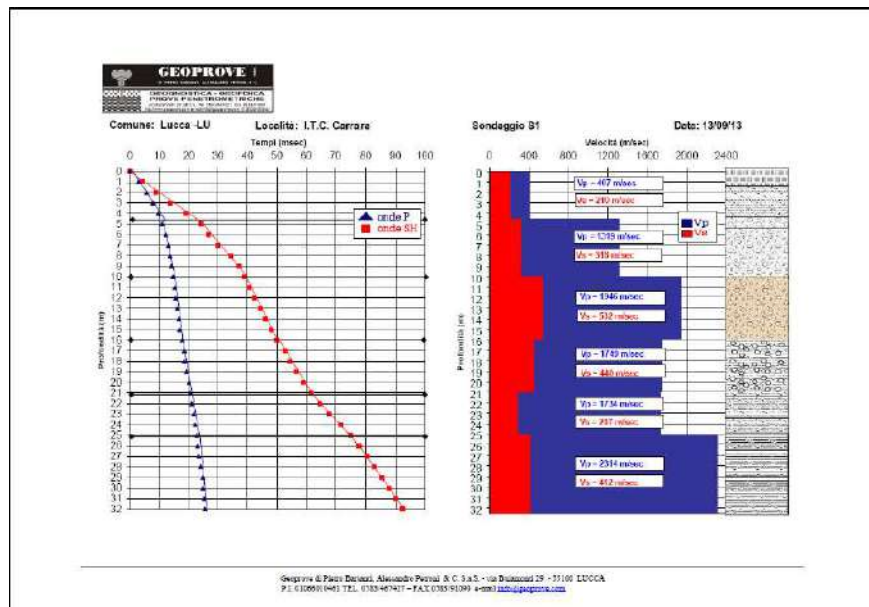


Fig. 12 – Elaborato Downhole

## 9 - TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per quanto concerne la **gestione delle terre e rocce da scavo**, si fa riferimento a quanto previsto dal **D.P.R. 120/2017**, recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito con modificazioni dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

Nel caso in cui il materiale eventualmente estratto durante la realizzazione dell'intervento venga **riutilizzato come sottoprodotto all'interno del sito di produzione**, ad esempio per operazioni di **rinterro, riempimento, rimodellazione o realizzazione di rilevati**, dovrà essere verificato il rispetto delle condizioni previste dall'**Articolo 184-bis del D.Lgs. 152/2006**.

In tal caso sarà cura del **produttore delle terre e rocce da scavo** fornire idonea dimostrazione che il materiale si trova **allo stato naturale e non contaminato**, secondo quanto previsto dall'**art. 21 del D.P.R. 120/2017**.

A tal fine dovrà essere predisposta apposita **attestazione mediante dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà**, redatta ai sensi del **D.P.R. 445/2000**.

In alternativa, qualora non sussistano le condizioni per il riutilizzo come sottoprodotto, i materiali di scavo dovranno essere **conferiti a impianti autorizzati o a pubblica discarica**, venendo pertanto gestiti come **rifiuti**, nel rispetto delle procedure previste dalla normativa vigente e mediante l'utilizzo degli **appositi formulari di identificazione dei rifiuti**.

## 10 – PROSPETTO RIASSUNTIVO DELLE PERICOLOSITA' DELL'AREA IN ESAME

In questa sede si confermano le pericolosità riportate nel Piano Operativo relativamente alle prescrizioni e condizionamenti introdotti dall'intervento in esame. Pertanto tenendo conto di quanto determinato ai paragrafi precedenti si riassumono, di seguito, le pericolosità presenti presso l'area di Piano (Tab. 1) e, per una più facile ed immediata applicazione, in relazione ai vari sotto comparti (Tab. 2):

| <i>Pericolosità</i>         | <i>Classe</i>     |
|-----------------------------|-------------------|
| Geologica                   | <i>G1 – Bassa</i> |
| Idraulica                   | <i>P1 – Rara</i>  |
| Sismica                     | <i>S2 - Media</i> |
| Lama d'acqua                | <i>Assente</i>    |
| Vulnerabilità idrogeologica | <i>Elevata</i>    |

Tabella 1 – Condizioni di pericolosità all'interno dell'area di Piano

| <i>Comparto</i>                               | <i>Pericolosità</i>                |                  |                  |                |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------|
|                                               | <i>Vulnerabilità idrogeologica</i> | <i>Geologica</i> | <i>Idraulica</i> | <i>Sismica</i> |
| <i>Edifici 1 e 2</i>                          | <i>Elevata</i>                     | <i>G1</i>        | <i>P1</i>        | <i>S2</i>      |
| <i>Parcheggi, viabilità e aree di corredo</i> | <i>Elevata</i>                     | <i>G1</i>        | <i>P1</i>        | <i>S2</i>      |

Tabella 2 – Condizioni di pericolosità per ogni sub-comparto

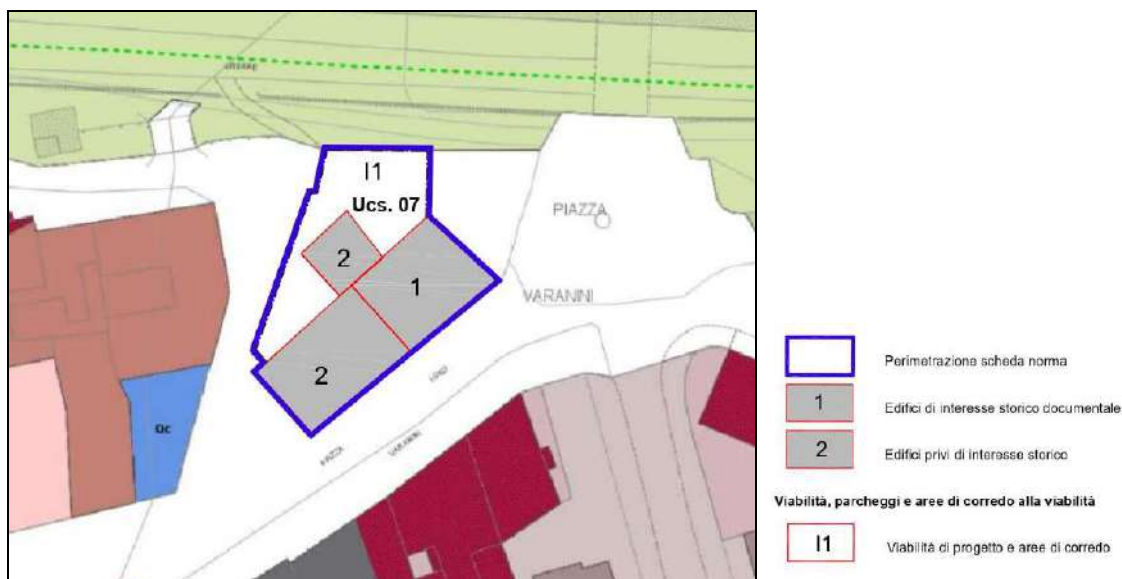


Fig. 13 – Area di variante con relative destinazioni d’uso

## 11 – FATTIBILITÀ’ AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 5/R/20

La **fattibilità** rappresenta la sintesi finale attraverso la quale viene espresso il grado di fattibilità **geologica, sismica e idraulica** delle trasformazioni previste nelle aree oggetto di studio, valutato mediante la comparazione tra le condizioni di **pericolosità** rilevate e la **tipologia delle trasformazioni urbanistiche ed edilizie** previste.

Le direttive per la formazione del Piano Operativo e delle relative varianti, dettate dal regolamento di cui al **DPGR 5/R/2020**, stabiliscono che:

*“Nel disciplinare l’attività urbanistica ed edilizia nel territorio comunale, il piano operativo definisce le condizioni di fattibilità per la gestione degli insediamenti esistenti e per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro conoscitivo e con i contenuti statuari e strategici del piano strutturale”.*

Le condizioni di fattibilità sono definite in funzione delle situazioni di **pericolosità e di rischio** e specificano gli studi e le indagini da effettuare nelle successive fasi attuative ed edilizie, nonché le eventuali opere da realizzare per la **mitigazione del rischio**.

La mitigazione del rischio viene perseguita attraverso azioni integrate finalizzate alla riduzione sia della **pericolosità** sia della **vulnerabilità** degli elementi esposti.

Le condizioni di fattibilità sono individuate sulla base dei seguenti criteri:

- criteri generali di fattibilità in relazione agli **aspetti geologici**;
- criteri generali di fattibilità in relazione al **rischio da alluvioni**;
- criteri generali di fattibilità in relazione alle **problematiche idrogeologiche**;
- criteri generali di fattibilità in relazione agli **aspetti sismici**.

Il medesimo regolamento stabilisce inoltre che la valutazione di fattibilità sia corredata da una specifica relazione tecnica nella quale:

*“è descritto il processo diagnostico condotto per determinare le diverse condizioni di attuazione e sono illustrati gli approfondimenti di indagine eseguiti a tale scopo, come indicati a livello di piano strutturale e nelle presenti direttive”.*

Con specifico riferimento alla tipologia di fenomeno che determina le condizioni di fattibilità, la relazione deve inoltre fornire indicazioni puntuali riguardo alle **indagini e agli approfondimenti tecnici** da eseguire prima della redazione del piano attuativo o della realizzazione degli interventi.

La relazione deve altresì contenere le **schede finalizzate all'individuazione delle condizioni di attuazione delle trasformazioni** previste. Per quanto riguarda la realizzazione di eventuali opere di mitigazione o di messa in sicurezza, queste devono essere definite e individuate nel Piano Operativo sulla base di **idonei studi e verifiche tecniche**.

Premesso quanto sopra, e alla luce delle condizioni di pericolosità accertate, nei paragrafi seguenti vengono dettagliate le **condizioni di fattibilità delle trasformazioni previste nell'area oggetto di variante**.

### **Le condizioni di fattibilità in relazione agli aspetti geologici**

*Nessuna prescrizione specifica. La fase attuativa è subordinata agli usuali approfondimenti commisurati alla tipologia degli interventi edilizi previsti e dettati dalla normativa vigente sovracomunale (DPGR Regolamento 1/R/2022 e NTC 2018. Nella relazione geologica si dovrà indicare le opere di regimazione delle acque superficiali.*

### **Le condizioni di fattibilità in relazione agli aspetti sismici**

*La caratterizzazione sismica in fase attuativa farà riferimento ai dati desumibili dagli studi esistenti, opportunamente integrati dagli approfondimenti dettati dalla normativa vigente sovracomunale (DPGR Regolamento 1R/2022/2011 e NTC 2018): si dovrà inoltre accertare la frequenza di vibrazione fondamentale del terreno. Nel caso di frequenza indicativamente inferiore a 1 Hz la fattibilità degli interventi di nuova edificazione deve tener conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura.*

### **Le condizioni di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici**

*Al fine di accrescere le condizioni di sicurezza è prescritto, per gli interventi di nuova edificazione, che le quote dei piani di calpestio dei piani terra siano rialzati almeno di 10 cm rispetto alle aree esterne. Al fine del contenimento degli effetti dell'impermeabilizzazione del suolo gli interventi previsti sono attuabili nel rispetto delle disposizioni di cui al cap. 7 della Relazione generale di fattibilità geologico tecnica (Elaborato QG.I - PO).*

### **Le condizioni di fattibilità in relazione alle problematiche idrogeologiche**

*L'area di variante presenta un grado elevato di vulnerabilità intrinseca all'inquinamento. Tuttavia in relazione alla destinazione di progetto, la quale non prevede attività e/o impianti inquinanti e/o idroesigenti, le condizioni di attuazione degli interventi previsti non presentano limitazioni o prescrizioni connesse alla salvaguardia della risorsa idrica sotterranea.*

L'area oggetto di studio **non ricade all'interno di fasce di rispetto** relative a fonti di approvvigionamento idropotabile.

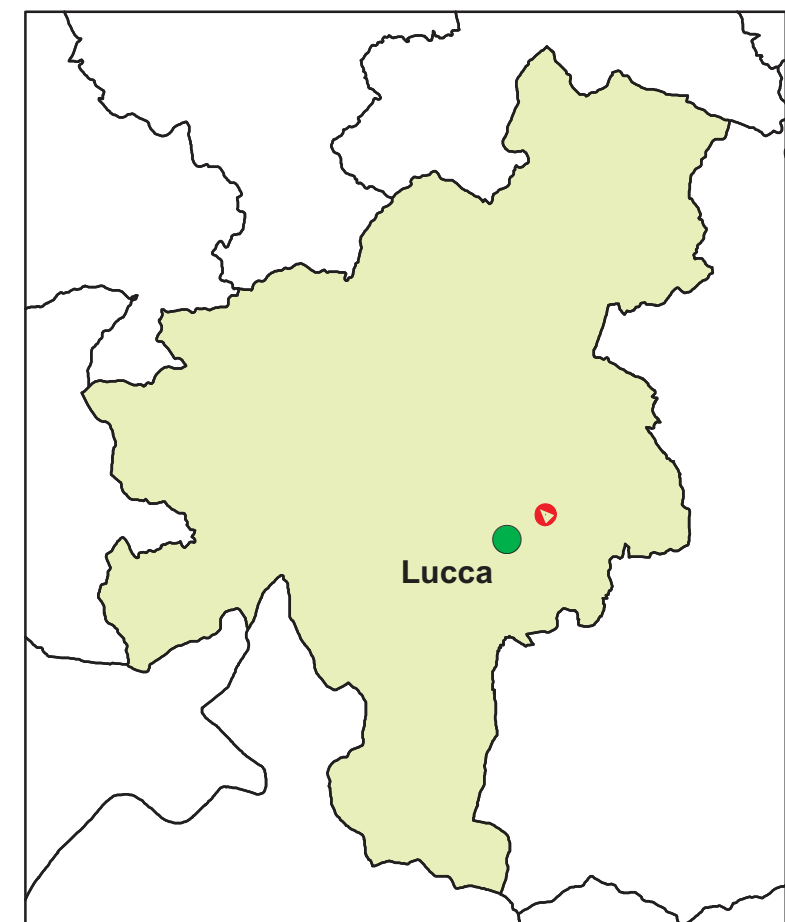
Sul lato ovest dell'area, a una distanza inferiore a circa **10 m**, corre il **Condotto Pubblico – TN38131**, recentemente classificato come **“infrastruttura idrica”**. A tale condotto si applicano le **distanze di rispetto previste dal R.D. 368/1904**, nonché le disposizioni contenute nel **“Regolamento per la vigilanza, conservazione e polizia sulle opere di bonifica e loro pertinenze”**, al fine di garantire la tutela e la corretta gestione dello stesso.

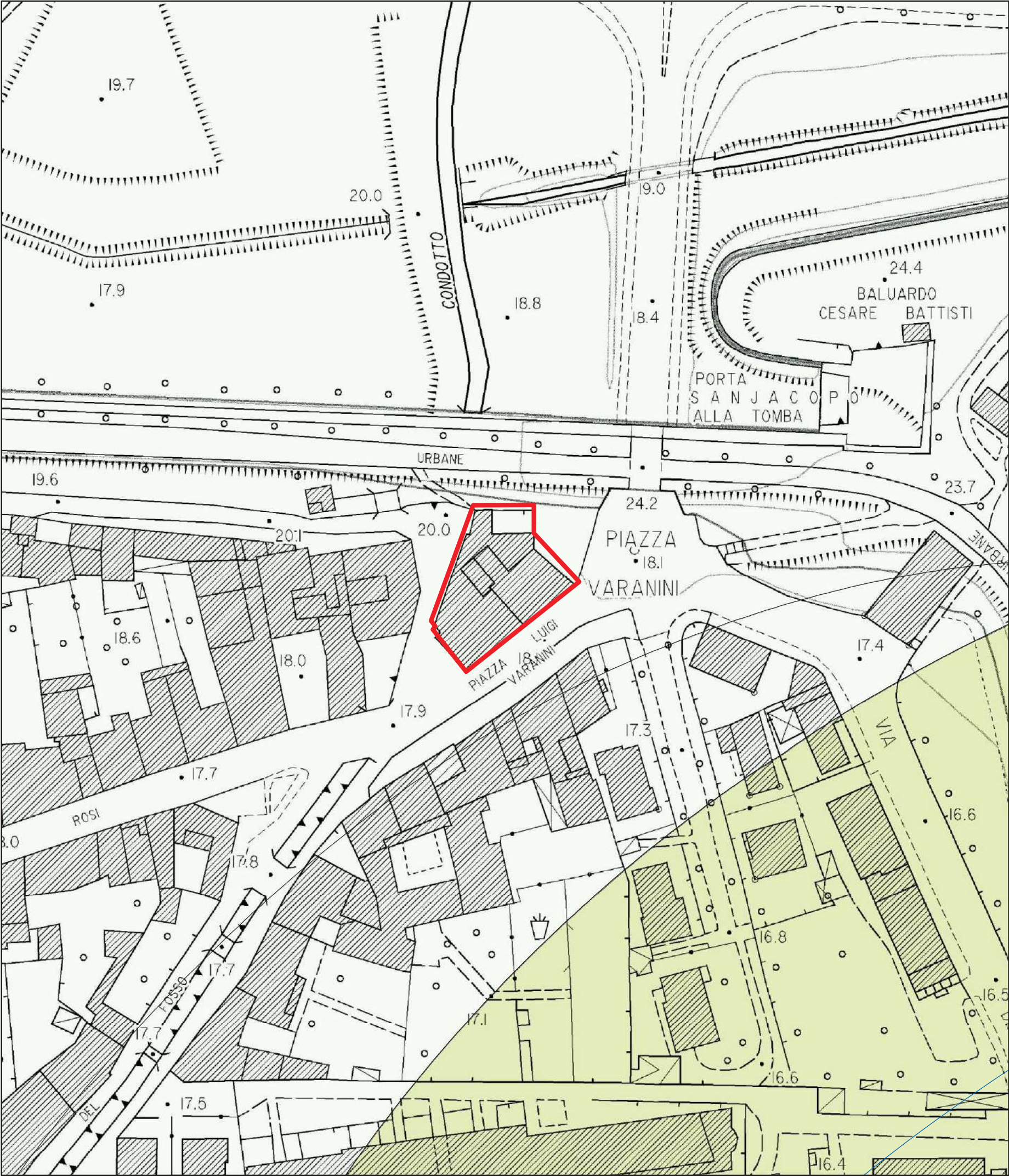
Lucca, 30/06/2026

Studio di Geologia  
Geol. Simone Stefani



|                                                                                    |                                                                                                                      |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | COMUNE DI LUCCA                                                                                                      | Tav. n.<br><b>1</b> |
|                                                                                    | Variante Semplificata al Piano Operativo Comunale<br>complesso Ex-Cartiera<br>Pasquini Piazza Varanini Via Buiamonti |                     |
| Inquadramento dell'area oggetto di studio                                          |                                                                                                                      | 1:1.000             |





COMUNE DI LUCCA

Variante Semplificata al Piano Operativo Comunale  
complesso Ex-Cartiera  
Pasquini Piazza Varanini Via Buiamonti

Tav. n.

2

## Carta geologica

(Fonte: Carta geologica del Bacino del Fiume Serchio)

1:1.000

### Legenda geologica

#### Depositi continentali quaternari olocenici

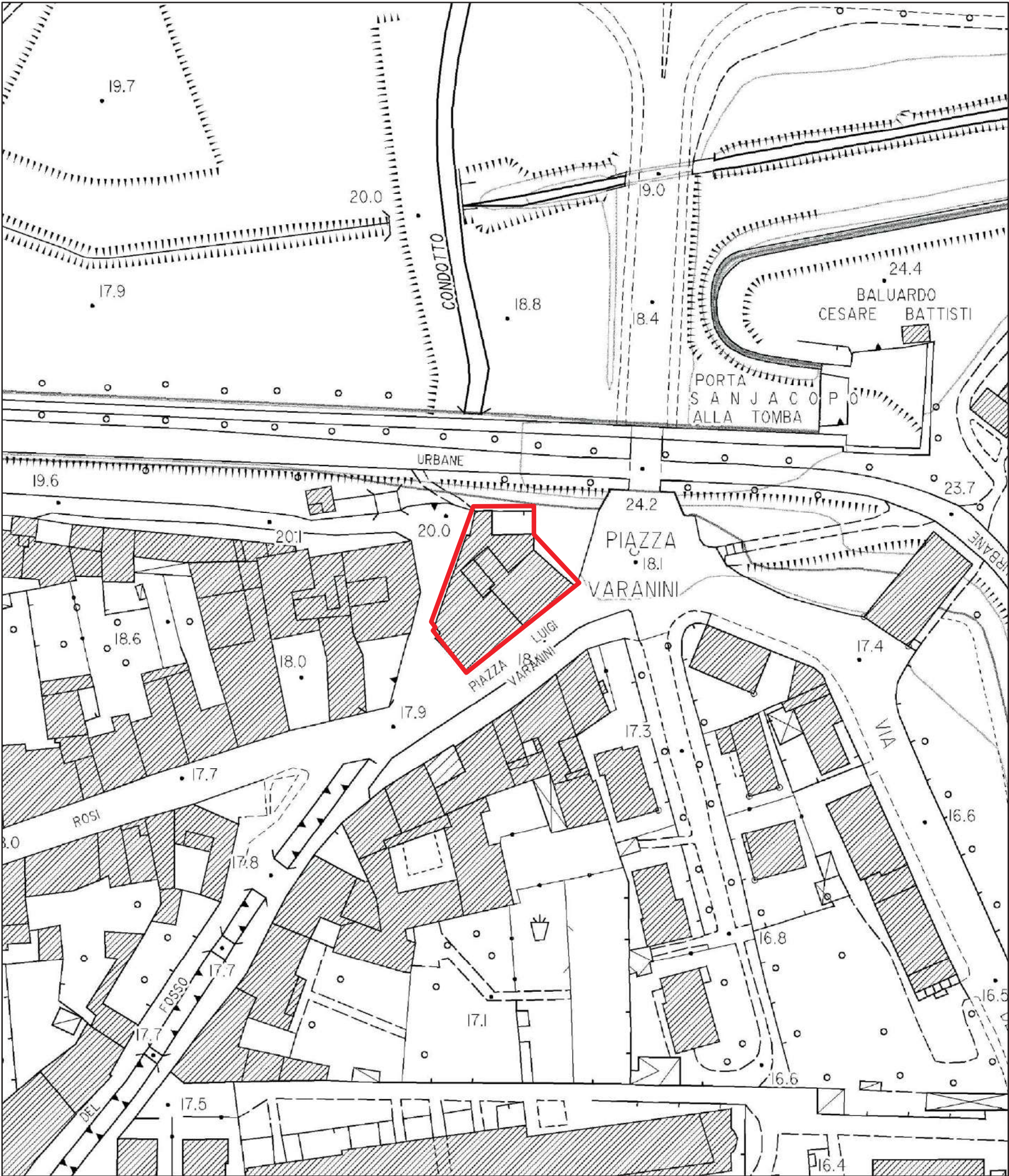
all<sub>1</sub> all  
all<sub>2</sub> Alluvioni recenti e attuali;  
ove distinte: alluvioni recenti (all<sub>1</sub>) e attuali (all<sub>2</sub>)

#### Segni convenzionali

Paleoalvei



Area di studio





COMUNE DI LUCCA

Variante Semplificata al Piano Operativo Comunale  
complesso Ex-Cartiera  
Pasquini Piazza Varanini Via Buiamonti

Tav. n.  
**3**

**Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante**  
*(Tratto da: Piano di Bacino del fiume Arno - stralcio "Assetto Idrogeologico")*

1:1.000

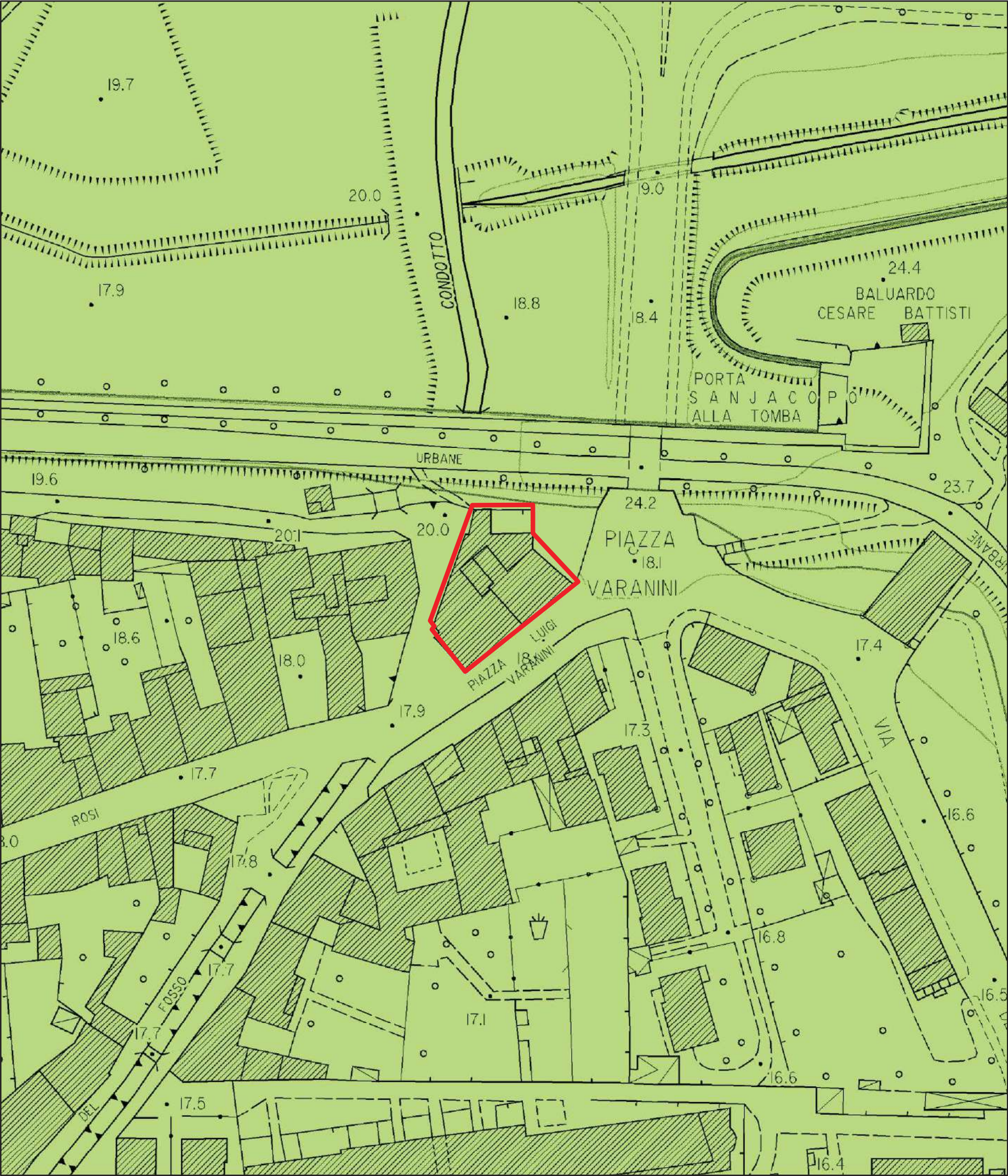
**Pericolosità**

-  **P4** - Aree a pericolosità molto elevata
-  **P3a** - Aree a pericolosità elevata tipo a
-  **P3b** - Aree a pericolosità elevata tipo b
-  **P2a** - Aree a pericolosità media tipo a

**Propensione**

-  **P2** - Aree a media propensione al dissesto
-  **P1** - Aree a moderata propensione al dissesto

 Area di studio



COMUNE DI LUCCA

Variante Semplificata al Piano Operativo Comunale  
complesso Ex-Cartiera  
Pasquini Piazza Varanini Via Buiamonti

Tav. n.

4

Carta della pericolosità geologica

(Fonte: Piano operativo)

1:1.000

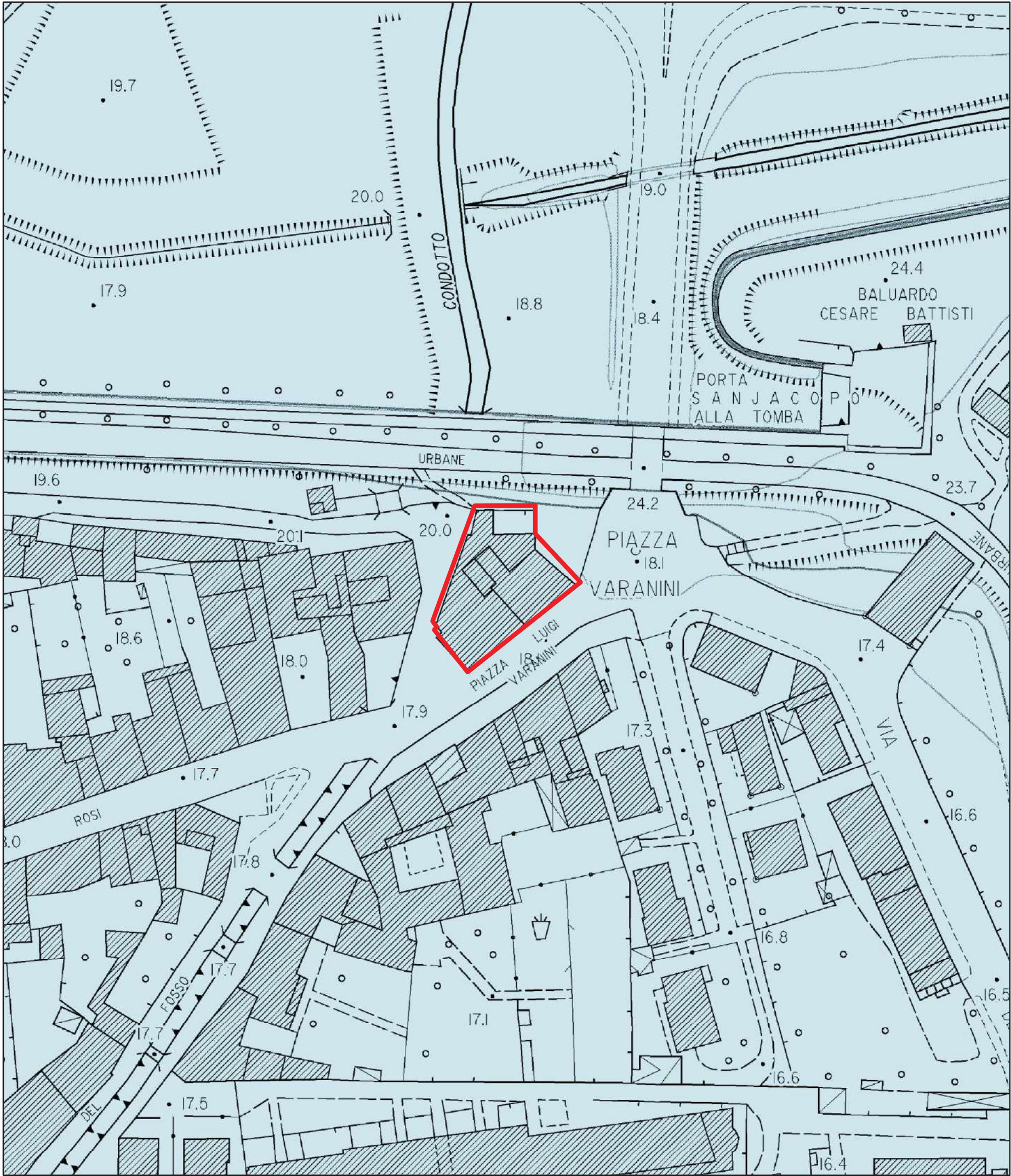
CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA



G1: Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici



Area di studio

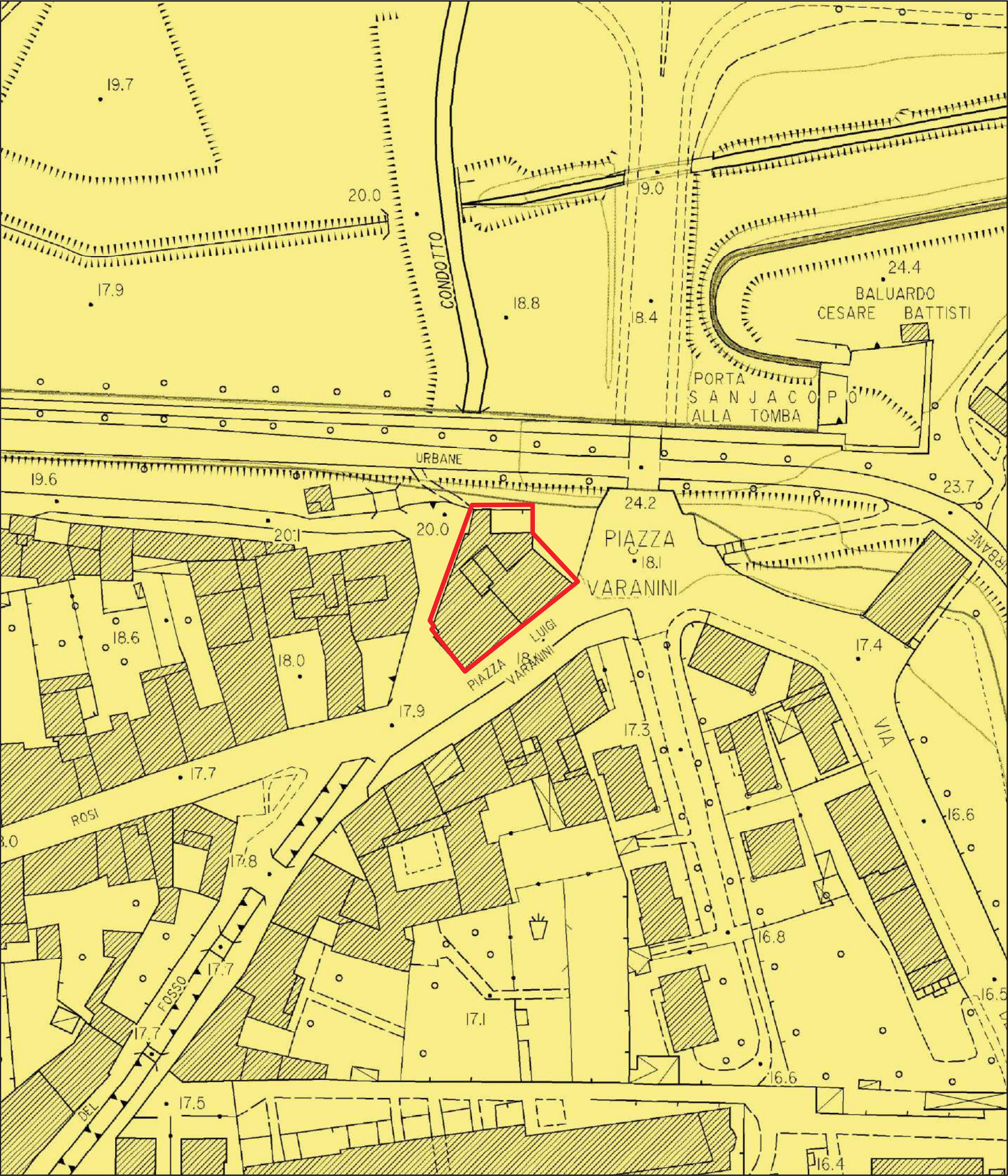


|                                                                                                                                                          |                                                                                                                      |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                                        | COMUNE DI LUCCA                                                                                                      | Tav. n.<br><b>5</b> |
|                                                                                                                                                          | Variante Semplificata al Piano Operativo Comunale<br>complesso Ex-Cartiera<br>Pasquini Piazza Varanini Via Buiamonti |                     |
| Perimetrazione delle aree con pericolosità da alluvione<br>(Tratto da: Piano di gestione rischio da alluvione del Distretto<br>appennino settentrionale) |                                                                                                                      | 1:1.000             |

**Classe di pericolosità da alluvioni fluviali**

|                                                                                     |                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|  | P1 - Pericolosità bassa (tempi di ritorno superiori a 200 anni) |
|  | P2 - Pericolosità media (tempi di ritorno tra 30 e 200 anni)    |
|  | P3 - Pericolosità elevata (tempi di ritorno fino a 30 anni)     |

 Area di studio

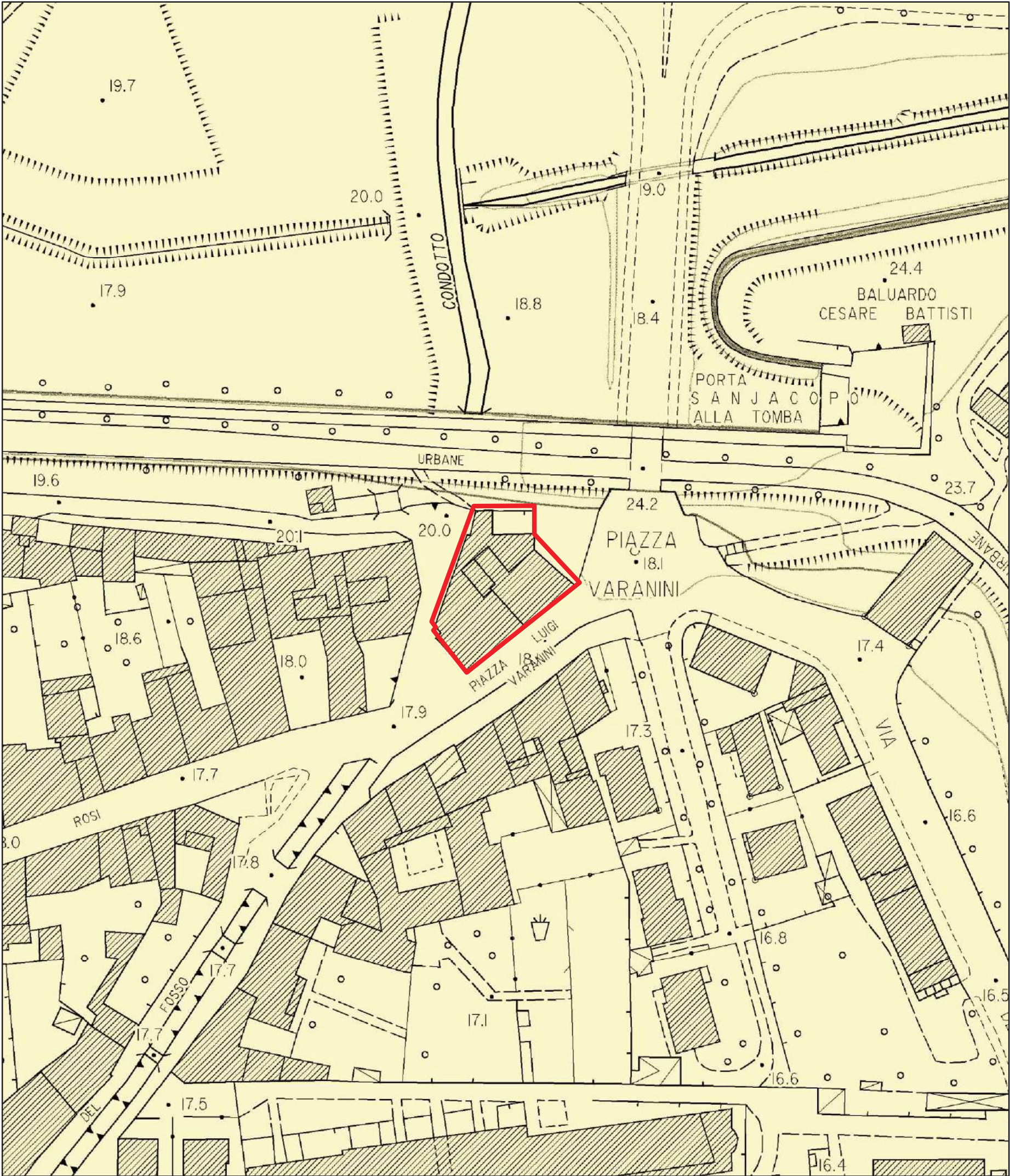


|                                                                                    |                                                                                                                      |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | COMUNE DI LUCCA                                                                                                      | Tav. n.<br><b>6</b> |
|                                                                                    | Variante Semplificata al Piano Operativo Comunale<br>complesso Ex-Cartiera<br>Pasquini Piazza Varanini Via Buiamonti | 1:1.000             |
| Carta della pericolosità da alluvione<br>(Fonte: Piano operativo)                  |                                                                                                                      |                     |

CLASSI DI PERICOLOSITA' da alluvione

P1: Aree a pericolosità per alluvioni rare o a pericolosità bassa.  
(Aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore ai 200 anni)

Area di studio



|                                                                                    |                                                                                                                      |         |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|  | COMUNE DI LUCCA                                                                                                      | Tav. n. |
|                                                                                    | Variante Semplificata al Piano Operativo Comunale<br>complesso Ex-Cartiera<br>Pasquini Piazza Varanini Via Buiamonti | 7       |
| Carta della pericolosità sismica<br>(Fonte: Piano operativo)                       |                                                                                                                      | 1:1.000 |

**Classi di pericolosità sismica**

 **S2 - Pericolosità media:** 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 S3),

 Area di studio

