



Società della Salute della Toscana  
Area Fiorentina Sud - Est



Opera Pia L. e G. Vanni  
A.P.S.P.



Comune di Impruneta

**RISTRUTTURAZIONE DEL COMPLESSO IMMOBILIARE DENOMINATO "FATTORIA ALBERTI" DI VIA PAOLIERI 16/18/20 DI IMPRUNETA (FI), ONDE RENDERLO ADATTO AD OSPITARE IN 12 APPARTAMENTI DESTINATI ALLA RESIDENZIALITA' DI SOGGETTI ANZIANI**

**RESIDENZE PER ANZIANI - EX FATTORIA ALBERTI  
VIA PAOLIERI N. 16/18/20, IMPRUNETA (FI)**

**PNRR - PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

**D.LGS. 50/2016**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

**ING. ANDREA BIANCIARDI**

RESPONSABILE TECNICO E DIRETTORE

Azienda Pubblica di Servizi Alla Persona Opera Pia Leopoldo e Giovanni Vanni

VIA VANNI 23 - 50023 - IMPRUNETA (FI)

MAIL | TECNICO@OPERAPIAVANNI.IT

PROGETTISTI (RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI):

**ABP ARCHITETTI STUDIO ASSOCIATO**

Arch. Alberto Becherini - Arch. Piera Bongiorno - Arch. Andrea Borghi

VIA IPPOLITO PINDEMONTE 61 - 50124 - FIRENZE (FI)

MAIL | ABPARCHITETTI@GMAIL.COM

COLLABORATORI:

DOTT. ARCH. FRANCESCO REGA

DOTT. ARCH. ALESSANRO SORDI

DOTT. ARCH. GIULIA VICIANI

**GPA s.r.l.**

VIA LEONE X, 3 - 50129 - FIRENZE (FI)

MAIL | INFO@GPAPARTNERS.COM

**GEOTECNO Consulenza e servizi geologici**

VIA NINO BIXIO, 9 - 50131 - FIRENZE (FI)

MAIL | GEOTECNO@GEOTECNO.NET



**Finanziato  
dall'Unione europea**

NextGenerationEU

TITOLO  
**RELAZIONE FATTIBILITA' GEOLOGICA  
IDRAULICA SISMICA**

NOME FILE 102\_Documentazione fotografica.doc

SCALA | FORMATO

NA|A4

CODICE

PFTE\_GEN\_06\_RFGIS

REV.	DATA	MODIFICHE	REV.	DATA	MODIFICHE
01	05.02.2024				

*COMUNE DI IMPRUNETA*

**OPERA PIA LEOPOLDO E GIOVANNI VANNI**

**Ristrutturazione del complesso immobiliare  
denominato "Fattoria Alberti", via Paolieri 16/18/20**

**RELAZIONE DI FATTIBILITA'  
GEOLOGICA IDRAULICA E SISMICA**

*Febbraio 2024*

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO .....	8
3.1. Elementi morfologici e geomorfologici .....	8
3.2. Geologia .....	10
3.3. Idrogeologia .....	1
4. CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' E CRITERI DI FATTIBILITA' .....	1
4.1. Pericolosità geologica .....	1
4.2. Pericolosità da alluvioni .....	3
4.3. Pericolosità sismica locale .....	1
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	3
6. MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE .....	1
6.1. Condizioni piezometriche .....	5
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....	1
7.1. Valutazione delle accelerazioni di progetto .....	1
7.2. Accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante .....	2
7.3. Attribuzione della categoria di sottosuolo .....	5
7.4. Misura di rumore a stazione singola .....	7
7.5. Rischio da liquefazione .....	8
8. CONCLUSIONI .....	11

## 1. PREMESSA

L'area nota come "Fattoria Alberti", di proprietà di Opera Pia Leopoldo e Giovanni Vanni, è situata nel territorio comunale di Impruneta, località Capoluogo, con accesso da Via Paolieri n.16/18/20 (**figura 1**).

Tutta l'area verte ad oggi in stato generale di dismissione ed abbandono: essa è caratterizzata dalla presenza di vari immobili in carente stato di conservazione, nati a servizio delle attività agricole della fattoria; il principale, affacciato su Via Paolieri (civico n.20), è stato successivamente dedicato ad altre attività (Biblioteca Comunale) e risulta essere quello in miglior stato di conservazione. Gli ampi spazi esterni non edificati dell'area sono principalmente destinati a oliveta, con morfologia degradante verso est fino a raggiungere Viale San Luca; l'intera pendice è stata oggetto di importanti interventi di modellazione antropica mediante gradonature/terrazzamenti oggi fortemente degradati a causa dell'assenza di manutenzione.

L'area risulta interessata da un progetto di ristrutturazione della parte immobiliare, finalizzato alla realizzazione di 12 unità abitative oltre ai relativi standard urbanistici (aree di parcheggio e viabilità di servizio); la presente relazione è pertanto predisposta a supporto del progetto di fattibilità al fine di determinare le condizioni di fattibilità geologica, idraulica e sismica ai sensi del vigente DPGR 5R/2020.





## 2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Come già specificato in premessa, l'area di progetto si sviluppa nell'aggregato urbano del Capoluogo lungo via Paolieri ed è situata in porzione sommitale di un terreno degradante verso est, caratterizzato dalla presenza di una serie di terrazzamenti che ospitano un'uliveta.

Allo stato attuale, il complesso architettonico è costituito da n.5 edifici, suddivisi a loro volta in una serie di corpi di fabbrica (**figura 2**); gli edifici prospettano su una serie di spazi esterni, individuati nello schema grafico sottostante come ingresso – belvedere – giardino rialzato – aia e uliveta. Lo spazio esterno presenta una serie di dislivelli raccordati principalmente da scalinate con gradini in cotto e terrazzamenti, in particolare per quanto riguarda lo spazio destinato agli ulivi. Sono inoltre presenti una serie di costruzioni classificate come annessi agricoli e alcune tettoie metalliche di recente realizzazione, oltre a un piccolo locale di deposito costituito da un ambiente interrato a pianta rettangolare con copertura a voltine ribassate con pannelle in laterizio e putrelle metalliche, ubicato sotto lo spazio esterno individuato come "Aia" in **figura 2**.

Allo stato di progetto, l'intervento prevede la riqualificazione dei fabbricati A-B-C-D-E, conservando l'impianto planimetrico e volumetrico esistente: esso consiste sostanzialmente in alcune modifiche della distribuzione dei singoli corpi di fabbrica senza modificarne i caratteri architettonici ma procedendo al loro consolidamento strutturale, al fine di realizzare n.12 unità abitative con annessi spazi comuni per gli ospiti, spazi per la cittadinanza e servizi ambulatoriali. Il fabbricato D, a causa della sua collocazione a livello planimetrico e per il cattivo stato di conservazione delle strutture, sarà oggetto di demolizione e completa ricostruzione.

Saranno inoltre demoliti alcuni annessi agricoli, inutilizzabili per il precario stato di conservazione delle strutture, le superfetazioni e gli elementi non congrui dal punto di vista catastale.

In prossimità dell'edificio B sarà realizzato un nuovo volume in addizione che ospiterà i collegamenti verticali dell'edificio stesso (**figura 3**): un nuovo vano scala collegherà il piano terra al piano superiore del fabbricato e un nuovo ascensore consentirà di collegare i due piani dell'edificio alla quota del piazzale inferiore (vedi più avanti). Tale volume sarà l'unico elemento di nuova costruzione nell'area di progetto e sarà costituito da una struttura metallica, indipendente dalla fabbrica esistente, dotata di una copertura per proteggere l'ingresso all'edificio.

Sarà infine realizzata un'area di parcheggio (**figura 3**) a valle dell'edificio B composta da n.5 posti auto con pavimentazione in calcestruzzo drenante, con accesso carrabile mediante una

viabilità di nuova realizzazione del tipo "strada bianca", che seguirà una traccia poderale esistente a partire da Viale San Luca.

Per quanto riguarda gli spazi aperti saranno conservate le aree a verde e le alberature esistenti con la realizzazione di nuovi percorsi pedonali pavimentati in modo da implementare l'accessibilità degli spazi esterni; saranno ripristinati i muri a retta e tutte le strutture di contenimento esistenti; in adiacenza all'edificio B verrà infine realizzata una scala di collegamento tra la zona dei parcheggi e la zona dell'aia, in sostituzione dell'esistente, con altezza complessiva pari a circa 3 metri.

Per quanto concerne gli interventi strutturali sui fabbricati esistenti, si riporta sinteticamente un riepilogo delle principali opere previste:

- rifacimento completo dei solai contro terra per la realizzazione di un nuovo solaio con vespaio areato;
- consolidamento delle strutture murarie in alzata mediante confinamento attraverso sistema di betoncino armato su entrambe le facce;
- consolidamento volte in laterizio (edificio A – piano interrato) mediante fasce fibro-rinforzate FRP, con svuotamento e pulizia delle volte e realizzazione di soletta armata;
- consolidamento degli impalcati di piano esistenti negli edifici A e B;
- realizzazione di nuovo solaio con struttura lignea, tavolato e soletta armata per l'edificio C;
- revisione di tutti i sistemi di copertura, con ripristino dove possibile degli elementi esistenti e sostituzione completa degli elementi ammalorati o sostituzione completa di tutte le componenti strutturali;
- realizzazione di nuovo blocco distributivo mediante struttura metallica in acciaio corten e pannelli di lamiera forata.

Tali interventi non vanno a modificare in modo significativo i carichi in fondazione e pertanto non acquisiscono rilevanza in termini di interazione con il terreno.



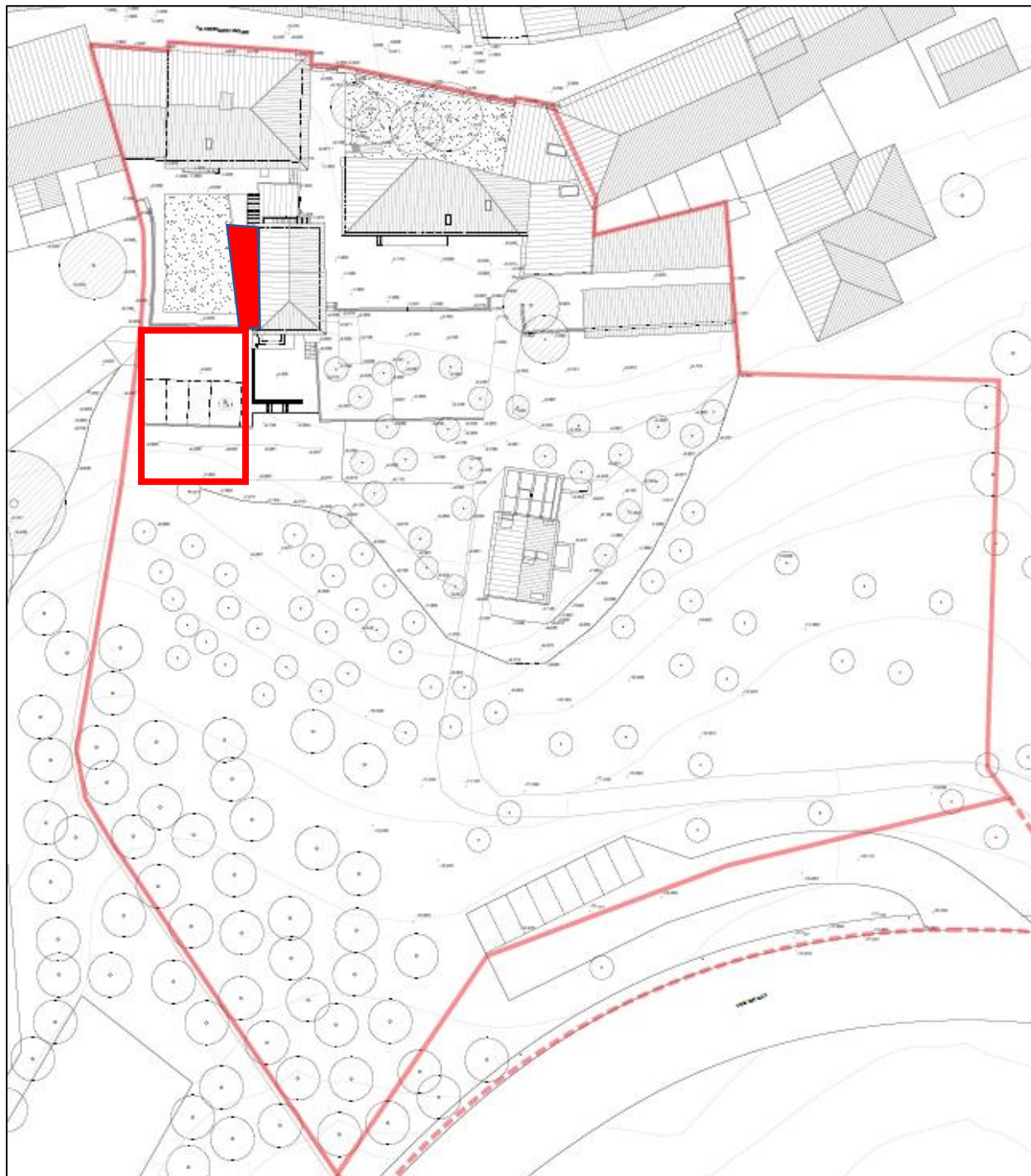
Ristrutturazione del complesso immobiliare "Fattoria Alberti" nel Comune di Impruneta - Relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica.

**Figura 2 - Individuazione degli edifici e degli spazi aperti (da Relazione tecnica illustrativa del Progetto di fattibilità)**





**Figura 3 - Ubicazione dell'area di parcheggio e del nuovo volume (ascensore)**



### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO

#### 3.1. *Elementi morfologici e geomorfologici*

L'area denominata Fattoria Alberti è ubicata nel centro urbano di Impruneta, lungo la pendice che da Via Paolieri scende verso Viale San Luca, a quote comprese tra 260 e 275 m slm.

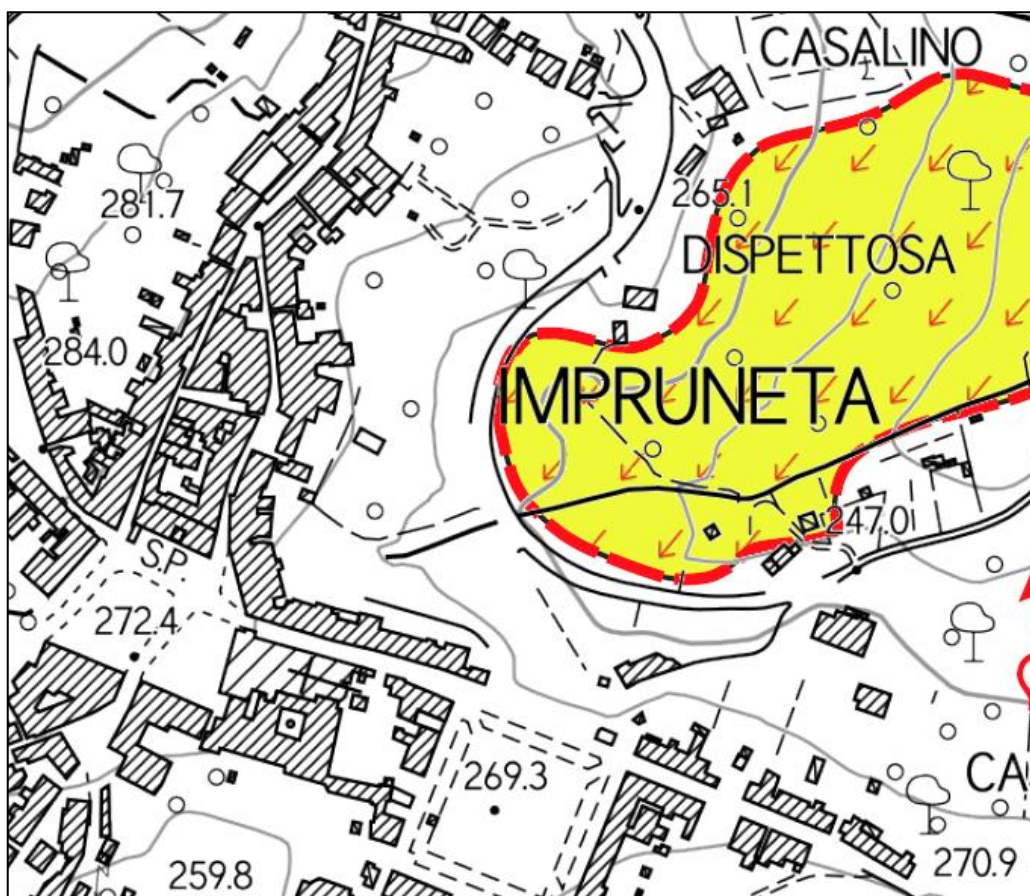
La zona presenta una morfologia degradante verso est, con pendenza massima di 10° e profilo modificato antropicamente mediante terrazzamenti e gradonature legate alle coltivazioni (oliveta) e alle attività agricole della fattoria. Gli edifici sono per lo più collocati nella parte sommitale dell'area (quota 270-275 m slm), dove le pendenze sono minori e il profilo originario del terreno risulta completamente modificato tramite la realizzazione di terrapieni retti da muri in pietra. Di questi, il più rilevante ha un'altezza di circa 3 metri ed è ubicato sul retro dell'immobile principale (via Paolieri 20), destinato a terrazza/belvedere.

Procedendo verso est l'area risulta principalmente adibita a oliveta con la presenza di un unico immobile oggi diroccato.

Nella parte più orientale, limitrofa a Viale San Luca, il profilo originario del versante è stato oggetto di modifiche legate alla realizzazione della nuova viabilità (anno 2008), con realizzazione di piccoli tagli della pendice e messa in posto di terreno di riporto nell'immediato intorno della sede stradale.

Nell'area di studio, ed in particolare nei dintorni dei fabbricati, non si rilevano forme geomorfologiche riconducibili a dissesti in atto o quiescenti, né altri indicatori di instabilità sul versante (ad es. lesioni sui fabbricati o sui muri a retta). Quanto descritto trova conferma negli studi geomorfologici a supporto dei vigenti strumenti urbanistici comunali (Piano Strutturale, cfr. **figura 4**) e sovracomunali (PAI Distretto Appennino Settentrionale), riportati in dettaglio al cap. 4.

Figura 4 - Estratto di Carta geomorfologica (tavola G02 del PS comunale)



Area con fenomeni di creep, soliflusso, geliflusso  
(con indicazione della direzione prevalente)

### 3.2. Geologia

Il sottosuolo della zona del Capoluogo presenta un assetto geologico particolarmente complesso (cfr. **figura 5**), con terreni per lo più litoidi appartenenti a molteplici formazioni geologiche che testimoniano l'articolata storia deposizionale della Toscana centro-settentrionale. La principale particolarità è rappresentata dalla diffusa presenza di elementi della serie ofiolitica, facente parte dell'Unità ligure di Monte Gottero e localmente costituita da:

- **Basalti (BRG)** – rocce di color bruno-verde-bluastro, compatte sebbene molto alterate, con vene calcitiche ed alterazione rossastra. Rappresentano le rocce magmatiche più giovani dell'associazione ofiolitica, sia rocce effusive (pillowlavas e colate massicce) che filoniane.
- **Peridotiti serpentizzate (PRN)** – costituite da rocce di colore grigio bluastro, con laminette grigio verdastre a lucentezza sub metallica. Possono avere aspetto meno compatto, colore verde oliva ed essere intersecate da un fitto reticolato di vene più o meno scure; più spesso profondamente alterate, facilmente fratturabili e di aspetto terroso; in questo caso assumono colori più chiari. Sono interpretabili come parte del mantello superiore risalite tettonicamente in superficie lungo grandi zone di frattura.
- **Gabbri (GGB)** – costituiti da rocce di colore grigio-verdastro, compatte, a struttura granulare con cristalli di clinopirosseno e di plagioclasio. Spesso si presentano alterati in masse sfatte di colore giallastro in cui rimangono praticamente intatti i soli cristalli di clinopirosseno. Raffigurano i termini di gran lunga più rappresentati della serie intrusiva che nell'Appennino Settentrionale comprende un complesso gabbroide che passa da cumuliti ultrafemiche a Mg-gabbri, gabbronoriti, fino a ferrogabbri, ferrodioriti e plagiograniti.

Al tetto la sequenza è chiusa da una copertura sedimentaria localmente costituita da:

- **Argille a Palombini (APA)** – alternanza irregolare di argilliti e marne nerastre e grigio scuro, fissili, e di strati di calcilutiti grigie, risedimentate, in strati di spessore variabile da 20 cm ad oltre un metro. Nelle argilliti, che a luoghi sono il litotipo predominante, si possono rinvenire intercalati strati singoli di sottili torbiditi arenaceo-pelitiche con grana da media a grossolana.

Tali formazioni si ritrovano in un assetto tettonico che vede l'Unità di M. Gottero sovrapposta tettonicamente alla Falda Toscana ed alla Unità cosiddetta "subligure" di Monte Morello: la prima è rappresentata nell'area dalla Formazione del Macigno (MAC), la seconda dalla Formazione di Monte Morello (MLL).

- **Macigno (MAC)** – flysch arenaceo depositosi in ambiente di lobo di conoide o di riempimento di canale rappresentato, nei suoi affioramenti tipici, da potenti strati arenacei grigio acciaio al taglio fresco, ocra all'alterazione, gradati o massicci, con granulometria basale da grossolana a media, talora microconglomeratica. Spessi da 100 a 300 cm, fino a valori massimi di alcune decine di metri, hanno sottili interstrati argillosi o argilloso-siltosi. Occasionalmente sono presenti anche strati torbiditici arenacei e calcareo-marnosi, bianco-avana all'alterazione e grigio al taglio fresco, di spessore non superiore ai 30 centimetri, e strati argillitici a frattura da scagliosa ad aciculare, con colorazione nera.
- **Formazione di Monte Morello (MLL)** – formazione torbiditica costituita dall'alternarsi di svariati litotipi: calcari marnosi compatti, bianchi o giallognoli a frattura concoide in strati di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro; marne calcaree e marne granulari gialle o grigie con caratteristica sfaldatura "a saponetta", anch'esse in strati di spessore variabile da una decina di centimetri ad oltre dieci metri; calcareniti fini grigio chiare, marroni se alterate, in strati di spessore inferiore al mezzo metro; arenarie grigie, marroni per alterazione, di solito in strati di spessore dai dieci ai quindici centimetri, ricche di calcare (più del 50%) e quarzo; argilliti grigio-scure a sfaldatura lamellare o scagliosa, in strati piuttosto sottili alternate ai calcari che localmente possono raggiungere spessori di qualche metro. In generale i calcari marnosi e le marne calcaree costituiscono circa 80% dell'intera formazione.

Tettonicamente la zona ha subito due fasi tettoniche distinte, una compressiva, più antica, che ha prodotto numerose strutture inverse, compreso i vari sovrascorrimenti che hanno portato alla sovrapposizione delle varie unità tettoniche precedentemente descritte, ed una fase più recente, a carattere distensivo, che ha creato nuovi elementi strutturali, o ha riattivato come normali le precedenti strutture a carattere inverso.



Facendo riferimento alla carta geologica del PS di cui allo stralcio di **figura 5** le formazioni di interesse specifico per la zona d'intervento risultano essere:

### **COPERTURE RECENTI**

**B2a** – Depositi eluvio-colluviali, coperture di materiale a granulometria fine (sabbie e limi) con rari frammenti litoidi grossolani.

### **DOMINIO LIGURE (unità della Val di Vara)**

**BROi** – Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche (Giurassico superiore), talvolta gradate fino a parti arenacee, ad elementi ofiolitici, calcarei e diasprigni. Si presentano come blocchi e frammenti dispersi di strati immersi nella matrice argillosa del Complesso Caotico.

### **UNITA' DI MONTE MORELLO**

**SIL** – Formazione di Sillano (Cretaceo superiore – Paleocene), costituita principalmente da argilliti variegata color rosso vinaccia od ocra alternate a calcari marnosi grigio-verdastri. In quanto fortemente tettonizzata la struttura argillitica si presenta spesso molto degradata, con presenza di argille limose contenenti residui di strutture fissili.

L'area in esame è ubicata al contatto tra terreni ofiolitici (**BROi** – Breccie ofiolitiche) e depositi argillitici ed argillosi (**SIL** – Formazione di Sillano)

Ristrutturazione del complesso immobiliare "Fattoria Alberti" nel Comune di Impruneta - Relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica.

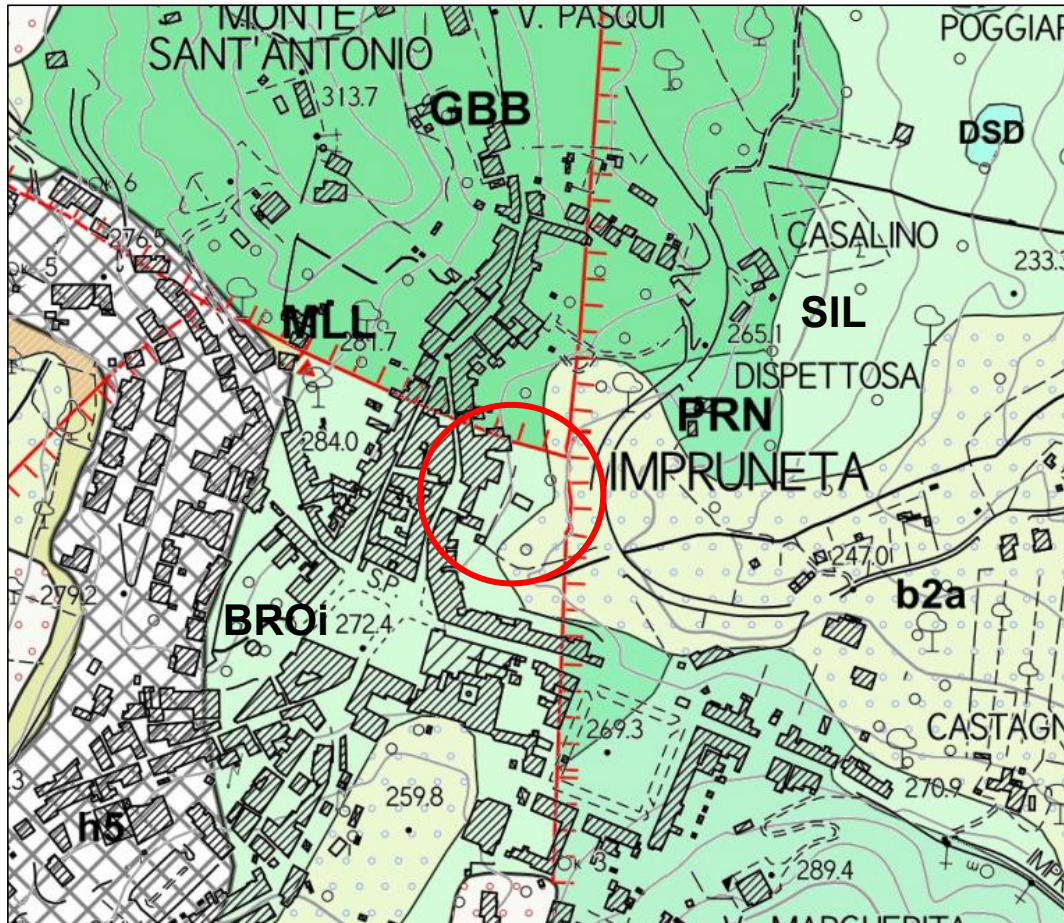


Figura 5 - Estratto della carta geologica (tavola G01 del PS comunale)

#### LEGENDA

##### COPERTURE RECENTI

- h5 - Depositi antropici - Terreni di riporto, bonifica per colmata
- b2a - Depositi eluvio-colluviali - Coperture di materiale a granulometria fine (sabbie e limi) con rari frammenti litoidi grossolani

- Aa - Detriti di falda - falde di detrito, talus detritici, con detritici coalescenti, anche a grossi blocchi
- a1 - Depositi di frana

##### DEPOSITI ALLUVIONALI

- b - Depositi alluvionali attuali - Ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali
- bn - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non - Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali

##### DEPOSITI CONTINENTALI DI RUSCINAIANI E VILLAFRANCHIANI

- VILe - Sabbie e conglomerati RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO

##### DOMINIO LIGURE

###### Unità della Val di Vara

- APA - Argille a Palombini CRETACICO INFERIORE
- CCL - Calcari a calponelle CRETACICO INFERIORE
- BRG - Basalti con strutture a pillow-lava GIURASSICO SUPERIORE
- BROI - Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche GIURASSICO SUPERIORE
- GBB - Gabbri con filoni basici GIURASSICO SUPERIORE
- PRN - Peridotiti serpentizzate con filoni gabbri e basaltici GIURASSICO
- DSD - Diaspri Malm p.p.

###### Unità di M. Morello

- MLL - Formazione di Monte Morello PALEOCENE SUPERIORE - EOCENE MEDIO
- SIL - Formazione di Sillano CRETACICO SUPERIORE - PALEOCENE
- PTF - Pietraforte CRETACICO SUPERIORE
- AVR - Argille varicolori CRETACICO

###### Olistoliti

- bm - Basalti GIURASSICO SUPERIORE

###### FALDA TOSCANA

- MAC - Macigno OLIGOCENE SUPERIORE - MIOCENE INFERIORE
- MACc - Macigno: Marme di San Polo OLIGOCENE SUPERIORE - MIOCENE INFERIORE
- MACa - Macigno: Olistostromi di materiale ligure e subligure OLIGOCENE SUPERIORE - MIOCENE INFERIORE

- contatto stratigrafico e/o litologico - fittizio
- contatto stratigrafico e/o litologico - incerto
- contatto stratigrafico e/o litologico - sepolto
- contatto stratigrafico inconforme - certo
- contatto stratigrafico inconforme - fittizio
- contatto tettonico - certo
- faglia - certo
- faglia - fittizio
- faglia - incerto
- faglia - sepolto
- faglia diretta - certo
- faglia diretta - fittizio
- faglia diretta - incerto
- faglia diretta - sepolto
- faglia inversa - certo
- sovrascorrimento principale - certo
- sovrascorrimento principale - fittizio
- sovrascorrimento principale - sepolto

###### Misure di strato

- ± stratificazione a polarità sconosciuta
- + stratificazione orizzontale a polarità sconosciuta
- ± stratificazione diretta
- ± stratificazione rovesciata
- ± stratificazione contorta con valori medi di immersione ed inclinazione
- Confine comunale

### **3.3. Idrogeologia**

Il regime dei corsi d'acqua che interessano la zona di studio risulta di tipo torrentizio. Si hanno notevoli portate durante la stagione piovosa ed in occasione di intense precipitazioni mentre durante la stagione estiva le portate si riducono notevolmente fino a mostrare in taluni casi condizioni di completa assenza d'acqua.

Il drenaggio superficiale dell'area è regolato in via generale dal Fosso Calcinaia, che scorre con direzione approssimativa W-E lungo il confine sud della proprietà; da segnalare anche un piccolo impluvio che si forma al margine nord-orientale del terreno della Fattoria Alberti, in sponda sinistra del Fosso Calcinaia, e che confluisce in quest'ultimo a valle di Viale San Luca.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche generali dei terreni presenti nel territorio comunale di Impruneta, questi risultano caratterizzati da ampie aree contraddistinte da acquiferi multifalda in corrispondenza delle formazioni prevalentemente arenacee con livelli argillitici intercalati e da settori con modesta circolazione idrica per fratturazione in ammassi rocciosi di natura prevalentemente calcareo marnosa e arenacea. Sono diffusi anche gli acquiferi a limitata produttività presenti in complessi arenacei e calcarei con frequenti strati marnosi o argillitici, con modesta circolazione idrica.

Risultano diffuse, ma con scarsa continuità areale, falde libere presenti in materiali detritici (corpi detritici e accumuli di frana) ed in materiali con granulometria da sabbie prevalenti ad argille (depositi eluvio-colluviali).

Per ciò che concerne la caratterizzazione idrogeologica dei terreni dell'area in esame, gli studi a supporto del nuovo Piano Strutturale comunale non riportano misurazioni di livello freatico nella zona di studio, né sono stati individuati pozzi nelle vicinanze del comparto di intervento; eventuali livelli acquiferi si possono rinvenire in corrispondenza delle linee di filtrazione idrica confinate nelle fasce di fratturazione delle formazioni litoidi, oppure nell'orizzonte più superficiale di terreno sciolto costituito da coperture detritiche e di alterazione.

## 4. CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' E CRITERI DI FATTIBILITA'

Il complesso immobiliare Fattoria Alberti, all'interno della nuova Variante Generale al Piano Strutturale approvata in data 29/03/2023, viene inquadrato all'interno dell'UTOE n.2 "Crinali del Chianti" (art.66 – Relazione disciplina di Piano) nel quale figura il centro urbano di Impruneta.

Il vigente Regolamento urbanistico del comune di Impruneta classifica l'area come "Area di riqualificazione RQR - area a prevalenza residenziale" all'interno della TavU1 Disciplina del sistema urbano, disciplinata dall'art.37 delle NTA; la nuova destinazione funzionale del complesso architettonico, in virtù della Dichiarazione di pubblica utilità di cui alla Delibera Giunta comunale del 31/07/2023, è oggetto di Variante agli strumenti urbanistici da effettuarsi mediante approvazione del progetto definitivo.

Le indagini geologiche, idrauliche e sismiche del nuovo Piano Strutturale, redatte ai sensi del DPGR 5R/2020 e della LR 41/2018, delineano un nuovo quadro del rischio sul territorio tramite classi di pericolosità geologica, sismica e da alluvioni da cui possono essere desunti specifici criteri di fattibilità per gli interventi edilizi, secondo quanto specificato nell'Allegato A della suddetta delibera regionale 5R per gli aspetti geologici e sismici e nella LR 41/2018 per gli aspetti idraulici.

Data la particolare fase degli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale del Comune di Impruneta, le condizioni di fattibilità derivanti dall'applicazione delle norme vigenti al quadro di pericolosità del nuovo PS devono comunque essere confrontate con quanto stabilito dalle NTA del RU comunale seguendo il criterio più restrittivo.

### 4.1. Pericolosità geologica

La carta della pericolosità geologica (Tavola G03, vedi estratto in **figura 6**) assegna al comparto di intervento classe di pericolosità geologica media G2 ed elevata G3. In particolare, con riferimento agli interventi in progetto descritti al cap.3:

- Ristrutturazione immobili A-B-C-E, realizzazione vano ascensore, nuova scala di accesso al piazzale "Aia:" pericolosità media G2 per bassa propensione al dissesto;
- Aree di parcheggio ed immobile D: pericolosità elevata G3 per potenziale instabilità connessa alla pendenza e alla tipologia litologica.

Il PAI "Dissesti geomorfologici" dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale non riporta elementi di pericolosità da frana nell'area di studio.

Ai sensi del DPGR 5R/2020 Allegato A, le condizioni di attuazione risultano essere le seguenti:

- per gli interventi previsti in aree classificate G2 (riqualificazione immobili A-B-C-E, realizzazione vano ascensore in adiacenza a immobile B, nuova scala di accesso alla zona "Aia") le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area; tipologie e quantità di prove dovranno essere definite in base a quanto stabilito dal DPGR 1R/2022, Allegato A Par.3 .
- per gli interventi previsti in aree classificate G3: la fattibilità dell'intervento di riqualificazione dell'immobile D (demolizione con ricostruzione) è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità (cfr. DPGR 5R/2020 All. A par.3.2.2). Per quanto riguarda l'intervento di realizzazione del nuovo parcheggio, la fattibilità è subordinata alla verifica delle effettive condizioni di stabilità post operam.

In aggiunta a quanto specificato, ai sensi dell'art.27 c.2 delle NTA del RU comunale per gli interventi classificati G3:

- gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
- in presenza di interventi di messa in sicurezza dovranno essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
- l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, devono essere certificati;
- possono essere attuati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.

Sulla base di quanto descritto al par.3.1, si ritiene che gli interventi previsti sull'edificio D siano tali da non modificare le condizioni di stabilità del versante, ad oggi privo di significativi indicatori



*Ristrutturazione del complesso immobiliare "Fattoria Alberti" nel Comune di Impruneta - Relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica.*

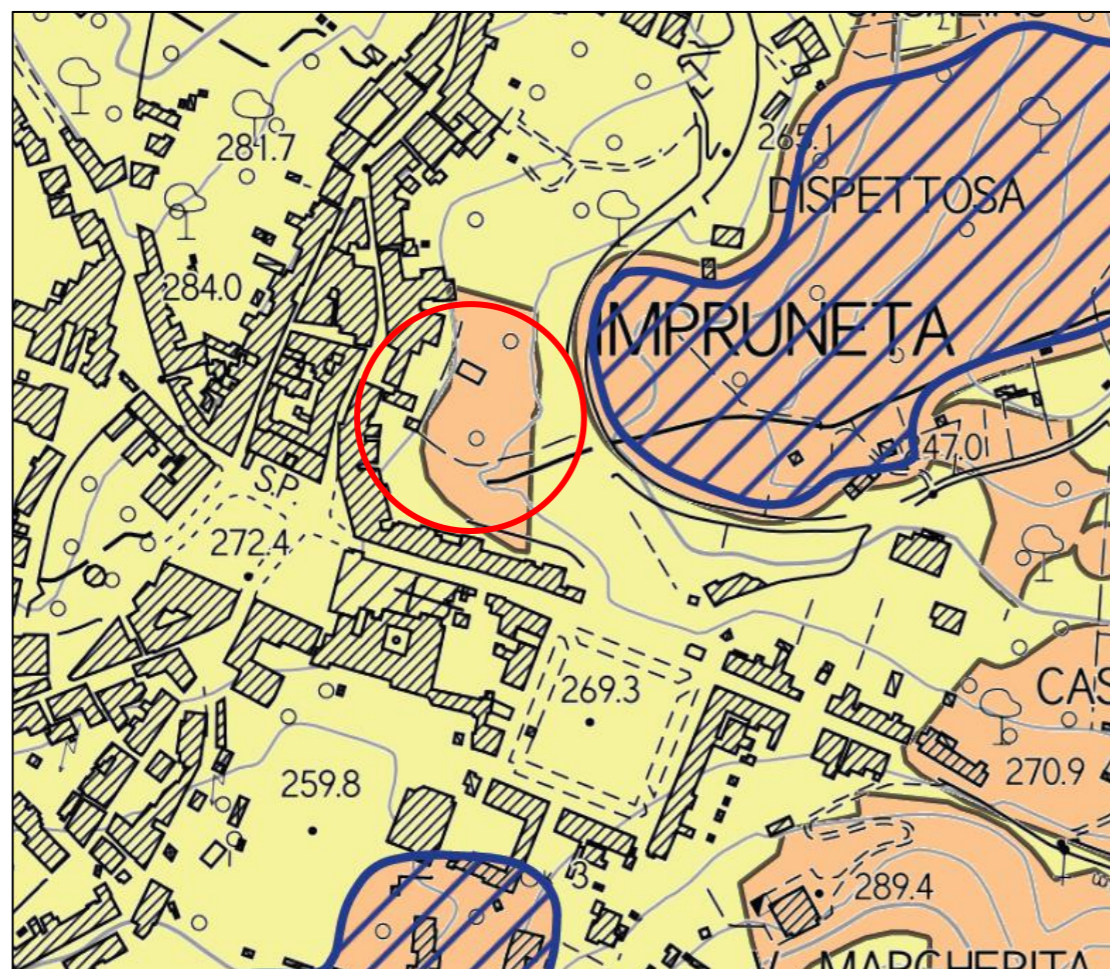
morfologici di dissesto in atto o quiescente. Sarà comunque previsto in sede di progettazione esecutiva un adeguato sistema di regimazione e drenaggio delle acque di scorrimento superficiale per evitare fenomeni di erosione o ristagno.

Per quanto concerne il nuovo parcheggio, il progetto prevede la realizzazione di un piazzale mediante un muro di sostegno in c.a. di altezza massima - lato valle (est) - pari a circa 1,5 metri; la stabilità globale del sistema sarà oggetto di verifica in sede di progetto esecutivo.

#### **4.2. Pericolosità da alluvioni**

La carta della pericolosità da alluvioni del Piano Strutturale e il PGRA distrettuale non riportano elementi di pericolosità nell'area di studio. Pertanto non sono stabilite condizioni di fattibilità relativamente al rischio idraulico.

Figura 6 - condizioni di pericolosità geologica (PS comunale)



■ Pericolosità geologica molto elevata (G.4) - aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo

■ Pericolosità geologica elevata (G.3) - aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.

■ Pericolosità geologica media (G.2) - aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

■ Pericolosità geologica bassa (G.1) - aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

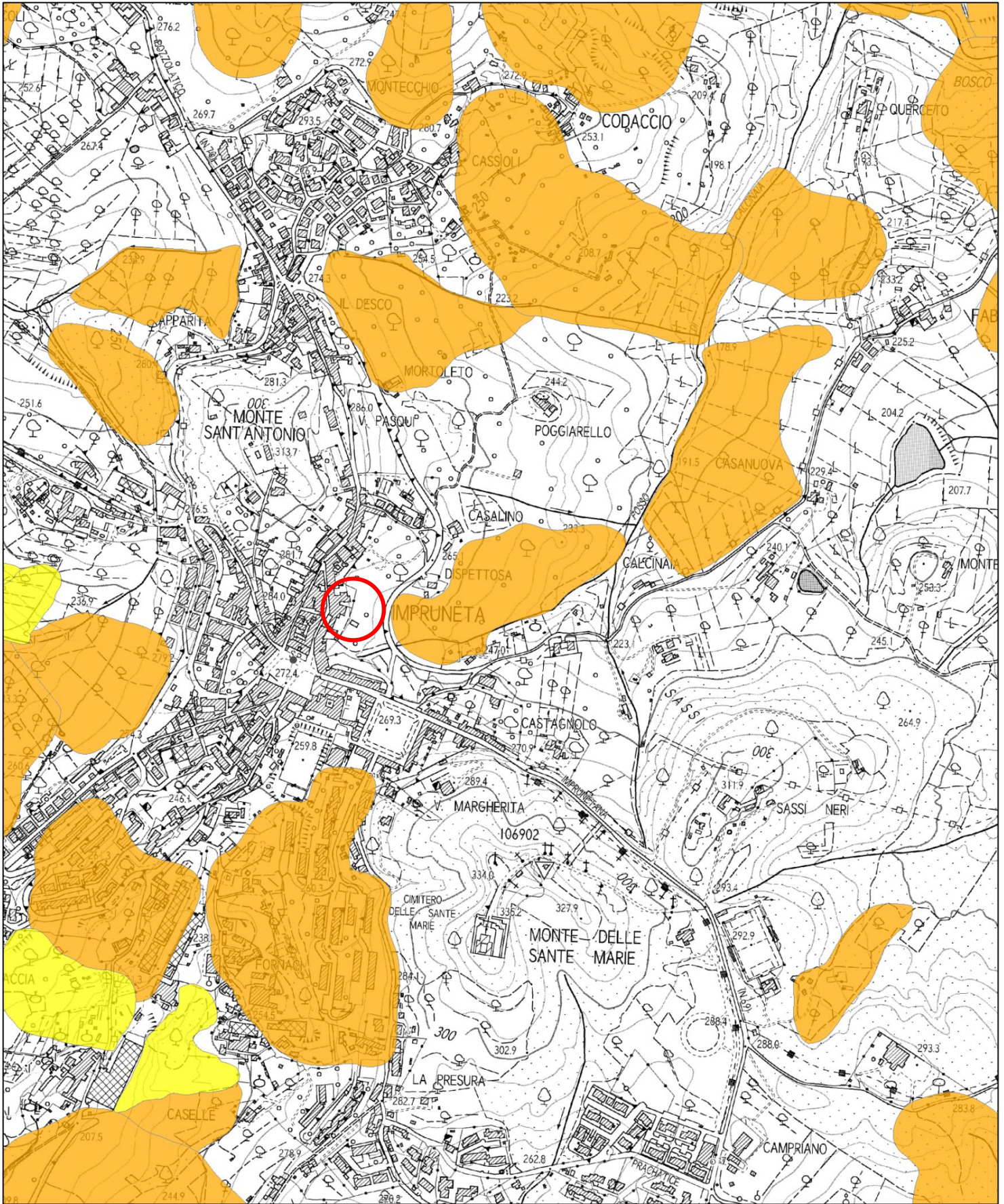
Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica da Piano Assetto Idrogeologico (PAI)  
AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE

▨ Aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica molto elevata (P4)

▨ Aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica elevata (P3a)



# Mappa PAI "Dissesti geomorfologici"

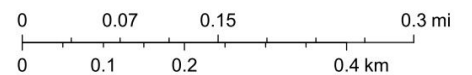


17/1/2024, 15:42:30

pericolosità Arno

- P2 - pericolosità media
- P3a - pericolosità elevata (forme)
- P3b - pericolosità elevata (propensione)
- P4 - pericolosità molto elevata
- UoM Arno

1:9,028



**Figura 7**



### 4.3. Pericolosità sismica locale

La carta della pericolosità sismica locale (Tavola G06, vedi estratto in **figura 8**) assegna al comparto di intervento classe di pericolosità sismica media S2 ed elevata S3. In particolare, con riferimento agli interventi in progetto descritti al cap.3:

- Ristrutturazione immobili A-B-C-D-E, realizzazione vano ascensore + area di parcheggio: pericolosità elevata S3 per valore di amplificazione sismica  $FA > 1.4$  (da studio di Microzonazione sismica di livello 2: zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri);

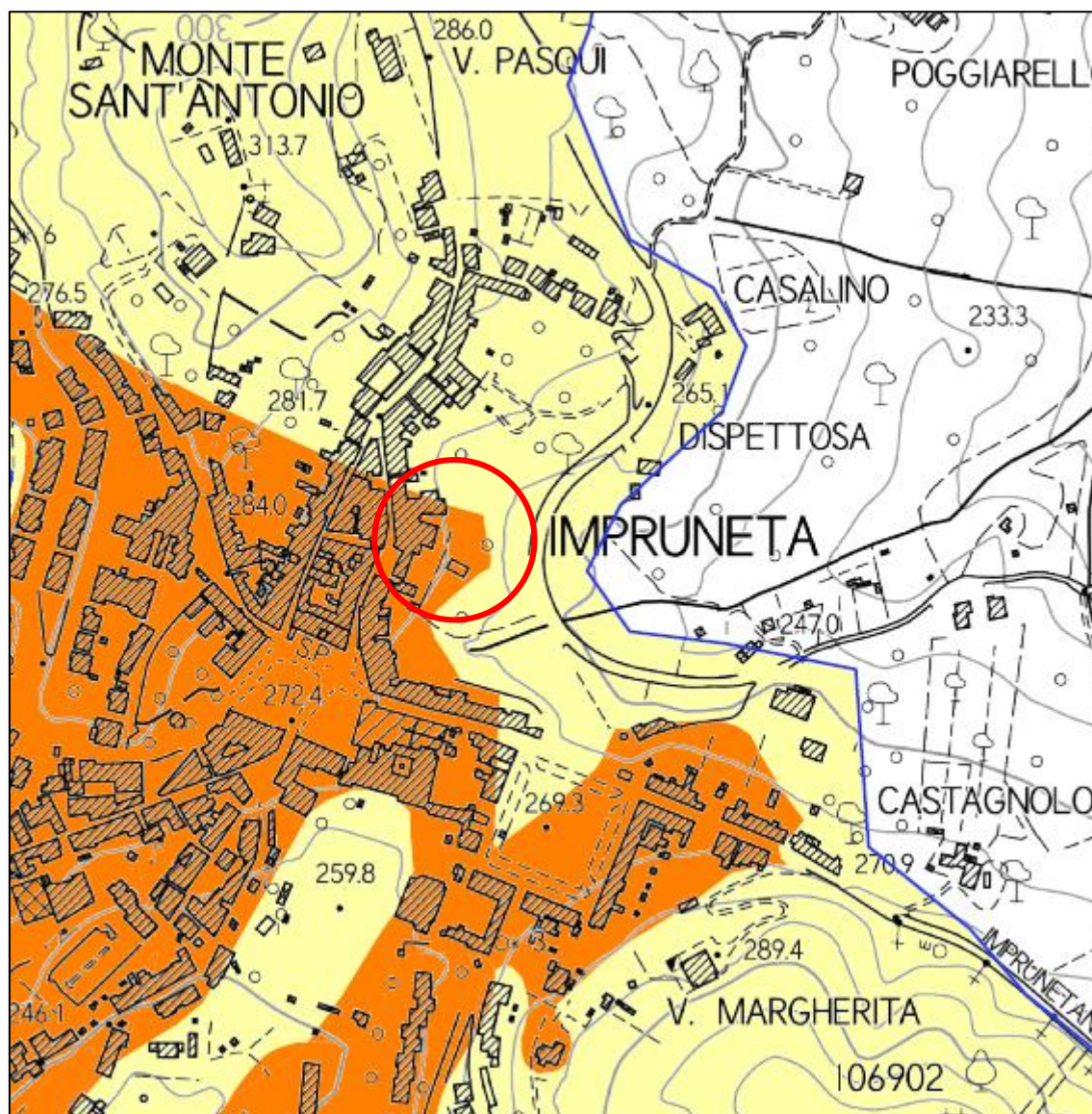
Ai sensi del DPGR 5R/2020 Allegato A, le condizioni di attuazione risultano essere le seguenti:

- per gli interventi previsti in aree classificate S3 è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche e geognostiche che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse.

Inoltre si segnala (DPGR 5R/2020, Allegato A, par. 3.6.4) che la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, laddove essi incidano sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4).

Le prescrizioni sono ottemperate in sede di progetto di fattibilità mediante le indagini sismiche descritte nel presente rapporto.

Figura 8 - condizioni di pericolosità sismica locale (PS comunale)



Pericolosità sismica locale

S.4

S.3

S.2

S.1

Limiti area oggetto di microzonazione di livello 2



## 5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la definizione delle condizioni geologico-tecniche locali, facendo riferimento alla planimetria di **figura 9**, sono state eseguite le seguenti tipologie e quantità d'indagine:

- n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove SPT e prelievo di campioni successivamente sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio; nel dettaglio

S1 di m 15 ed allestito con piezometro a tubo aperto

S2 di m 12 ed allestito con piezometro a tubo aperto

S3 di m 15

S4 di m 15 ed allestito con piezometro a tubo aperto

- n° 6 prove penetrometriche dinamiche spinte fino alla condizione di rifiuto strumentale, raggiunta alle seguenti profondità

DPSH 1 = 4,2 m

DPSH 2 = 3,0 m

DPSH 3 = 2,8 m

DPSH 4 = 2,8 m

DPSH 5 = 4,2 m

DPSH 6 = 5,2 m

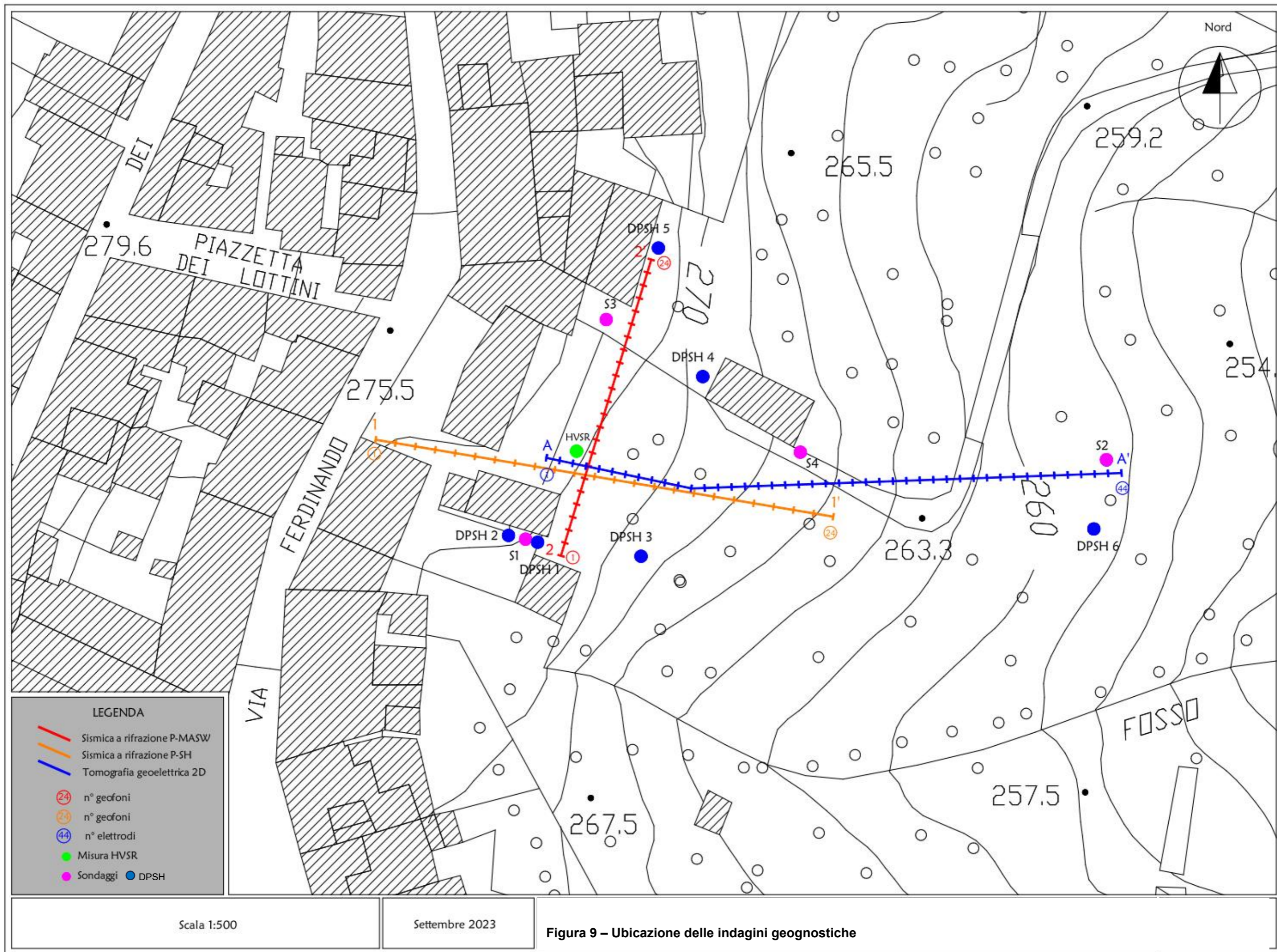
- Analisi geotecniche di laboratorio su n° 5 campioni di terreno

- Indagini geofisiche mediante sismica a rifrazione e tomografia sismica (onde P-SH) con calcolo  $v_{seq}$ , misura di rumore sismico a stazione singola HVSR e tomografia geoelettrica 2d.

Le imprese esecutrici sono state la GEOGNOSTICA MEDICEA di Scandicci per sondaggi geognostici e prove penetrometriche, la LABOTER snc di Pistoia per le analisi geotecniche di laboratorio e la TRIGEO snc di Arezzo per le indagini geofisiche.

La relativa certificazione viene riprodotta in appendice.







## 6. MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE

La carta geologica del PS mostra la presenza di un passaggio litologico all'interno dell'area di studio con presenza a monte di terreni a carattere litoidi e composizione ofiolitica (**BROI** – Breccie ofiolitiche) e depositi argillitici ed argillosi (**SIL** – Formazione di Sillano) sul lato di valle.

Nella planimetria di **figura 10** sono stati sovrapposti i limiti e le strutture di cui alla carta geologica di **figura 8** alla carta delle indagini: si rileva che due verticali ricadono sui materiali argilloso/argillitici della formazione di Sillano (S2 e DPSH 6) mentre tutte le altre insistono sui materiali litoidi della formazione delle Breccie ofiolitiche.

La suddetta transizione viene posta in evidenza dalla sezione realizzata mediante geo-elettrica, i cui risultati sono sintetizzati in **figura 11**

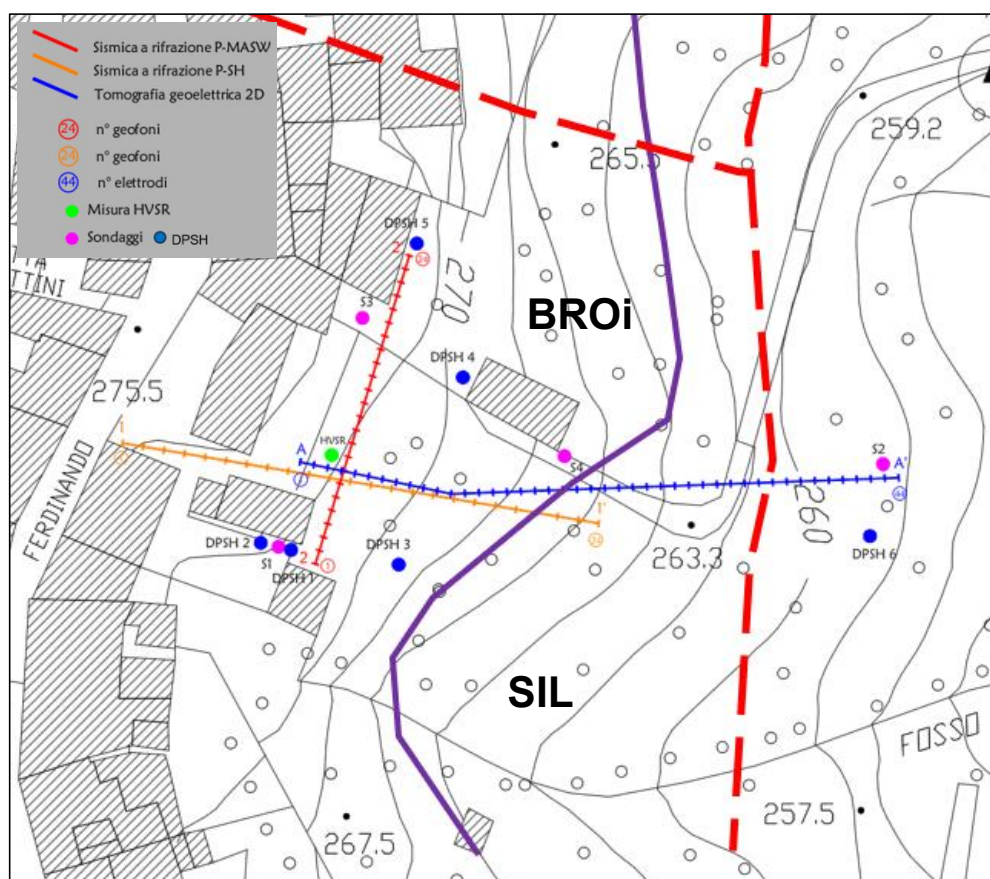


Figura 10

Ristrutturazione del complesso immobiliare "Fattoria Alberti" nel Comune di Impruneta - Relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica.

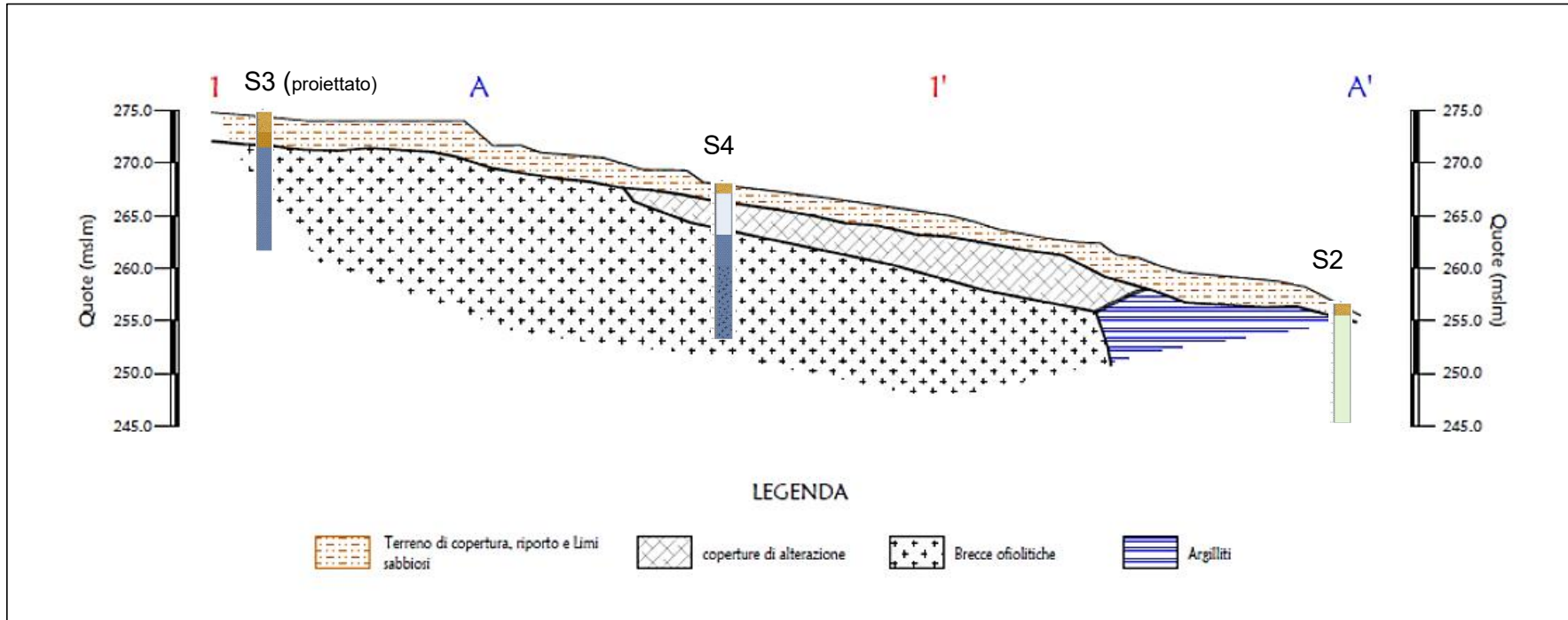
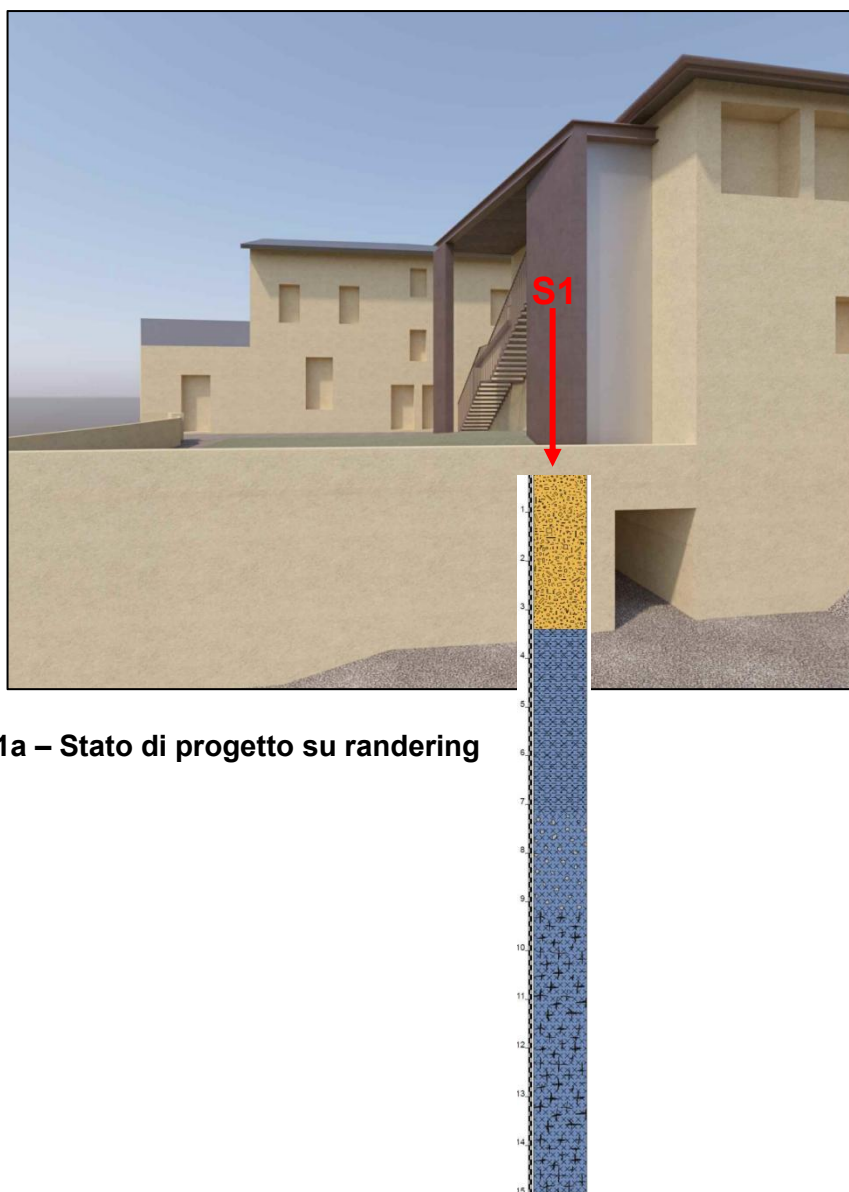


Figura 11

Facendo riferimento alla sezione di **figura 11**, si riconoscono tre orizzonti principali ovvero:

- **Terreni di copertura** caratterizzati da materiali di riporto e/o terreni rimaneggiati dall'azione antropica. La litologia è prevalentemente sabbioso ghiaiosa debolmente limosa con elementi litoidi eterogenei ed eterometrici, ed una modesta presenza di materiale antropico (laterizio < 10%). Si rileva che questi materiali assumono il massimo spessore nella zona indagata mediante le DPSH 1 e 2 oltre al sondaggio S1 in quanto sono stati utilizzati per la creazione di un terrazzo artificiale funzionale agli edifici esistenti con 3,4 metri circa di spessore sul lato di valle (vedi sezione indicativa nel rendering di **figura 11a**).



**Figura 11a – Stato di progetto su rendering**



- **Materiali assimilabili a litoidi** (localmente granulari) caratterizzati da breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche contenenti elementi anche calcarei, diasprigni ed arenacei (formazione delle Breccie ofiolitiche – **BROI**). Si presentano come caratterizzati da blocchi e frammenti dispersi di strati immersi nella matrice argillosa del Complesso Caotico. Sono anticipati da uno spessore di alterazione (con spessore fino a 5 m in S4) caratterizzato prevalentemente da materiali sabbioso ghiaiosi debolmente limosi, con clasti e trovanti.
- **Argille limose contenti residui di strutture fissili** ed a tratti con passaggi decimetrici argillitici, spesso molto degradate, da consistenti a molto consistenti (Formazione di Sillano - **SIL**).

Gli interventi in progetto ricadono tutti in corrispondenza dei materiali delle Breccie ofiolitiche e della loro copertura di alterazione. Il termine breccia indica un materiale eterogeneo, che di fatto nel carotaggio si presenta sotto forma di passaggi caratterizzati ora da trovanti anche decimetrici ora da sabbie e ghiaie addensate debolmente limose. Nel caso specifico i sondaggi hanno mostrato valori di RQD massimi pari al 33%.

In **figura 11b** sono schematicamente poste a confronto le stratigrafie determinate nei diversi sondaggi geognostici.

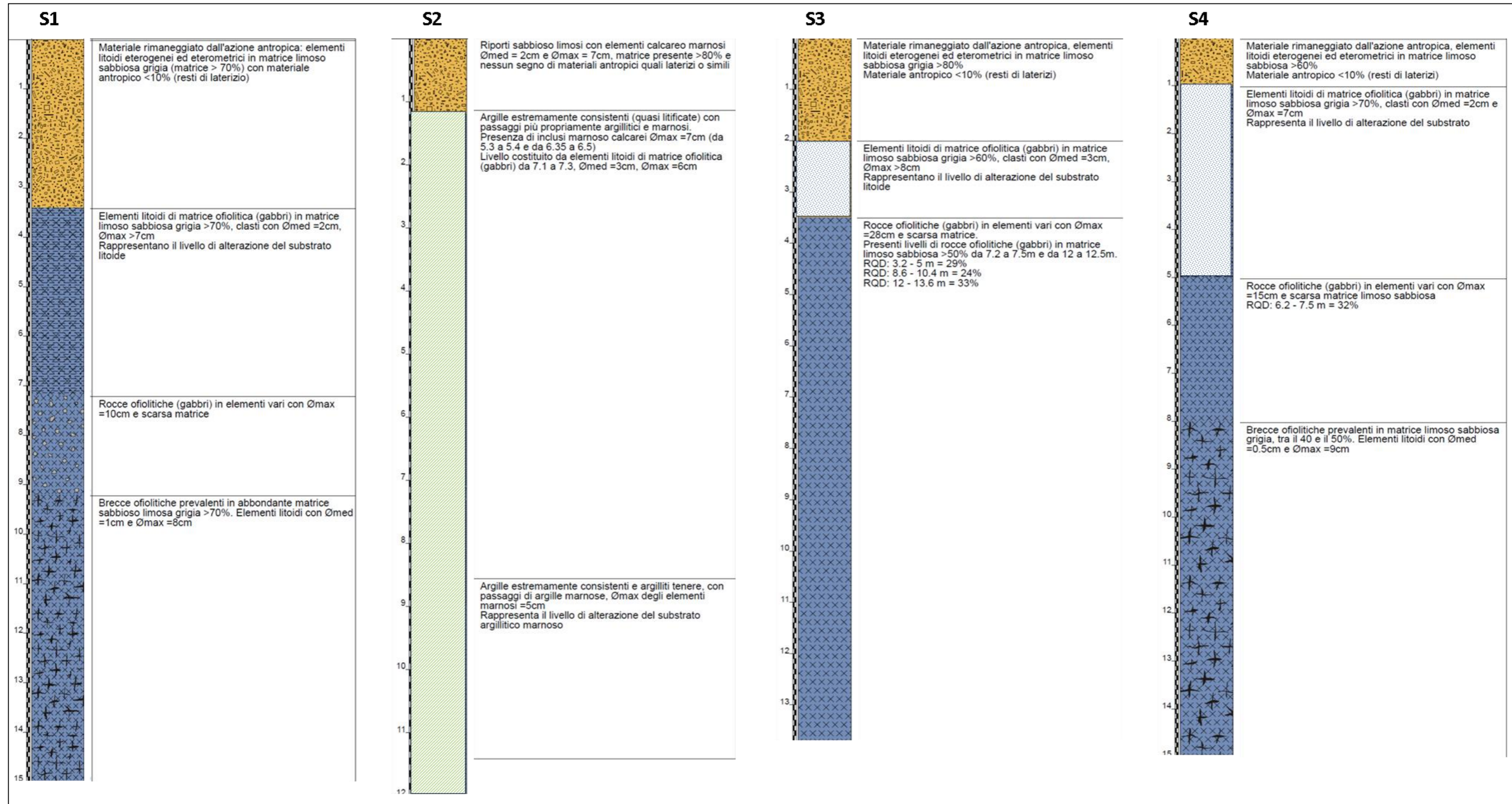


Figura 11b – Quadro comparativo delle diverse stratigrafie dei sondaggi geognostici

## 6.1. Condizioni piezometriche

Le verticali S1, S2 ed S4 sono state allestite con piezometri del tipo a tubo aperto, completamente finestrato fino fondo foro.

Le misurazioni di livello eseguite nel periodo delle indagini (settembre-dicembre 2023) hanno evidenziato la presenza di una falda superficiale di tipo libero ubicata in corrispondenza del contatto coperture-terreni sottostanti, stante la differenza di permeabilità (da mediocri a discreta nelle coperture ad estremamente bassa nei depositi sottostanti (brecce ofilitiche ed argille di Sillano).

Verticale	07/09/2023	12/09/2023	25/09/2023	10/01/2024
S1		4.90	5.05	5.30
S2		2.65	2.05	distrutto
S3 (*)	3.80	4.05	4.30	distrutto
S4	2.55	2.65	2.90	2.70

(\*) foro senza piezometro

## 7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio comunale di Impruneta è collocato in zona sismica 3 nella classificazione sismica della Regione Toscana ai sensi della Deliberazione di G.R.T. n° 421 del 26 maggio 2014.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

### 7.1. Valutazione delle accelerazioni di progetto

Per descrivere la **pericolosità sismica** in un generico sito con precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, nonché nei modi previsti dalle **NTC**, **i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti:**

- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi, individuati in termini di latitudine e longitudine, debbono distare di un passo  $\leq 0,05^\circ$ , **(non distano più di 10 km)**;
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;
- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima **ag** e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sottosuolo rigido affiorante.

In particolare, **i caratteri del moto sismico** su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  **$P_{VR}$** :



Ristrutturazione del complesso immobiliare "Fattoria Alberti" nel Comune di Impruneta - Relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica.

**ag** = accelerazione orizzontale massima al sito;

**Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

**TC\*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il valore di  $a_g$  è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre  $F_o$  e  $T_C^*$  sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

## 7.2. Accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante

Per quanto concerne il valore di accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante, allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), questo è stato determinato con Coefficiente d'uso ( $C_u$ ) = 1 (classe d'uso II) e vita nominale ( $V_n$ ) = 50 anni facendo riferimento al software Spettri del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, come da figure seguenti.



WGS84

43.686078,11.255670

ED50 43.687037,11.256651

Figura 12



### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="30"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="475"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="975"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 13

#### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.044	2.581	0.253
SLD	50	0.053	2.606	0.264
SLV	475	0.124	2.386	0.297
SLC	975	0.158	2.393	0.303

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

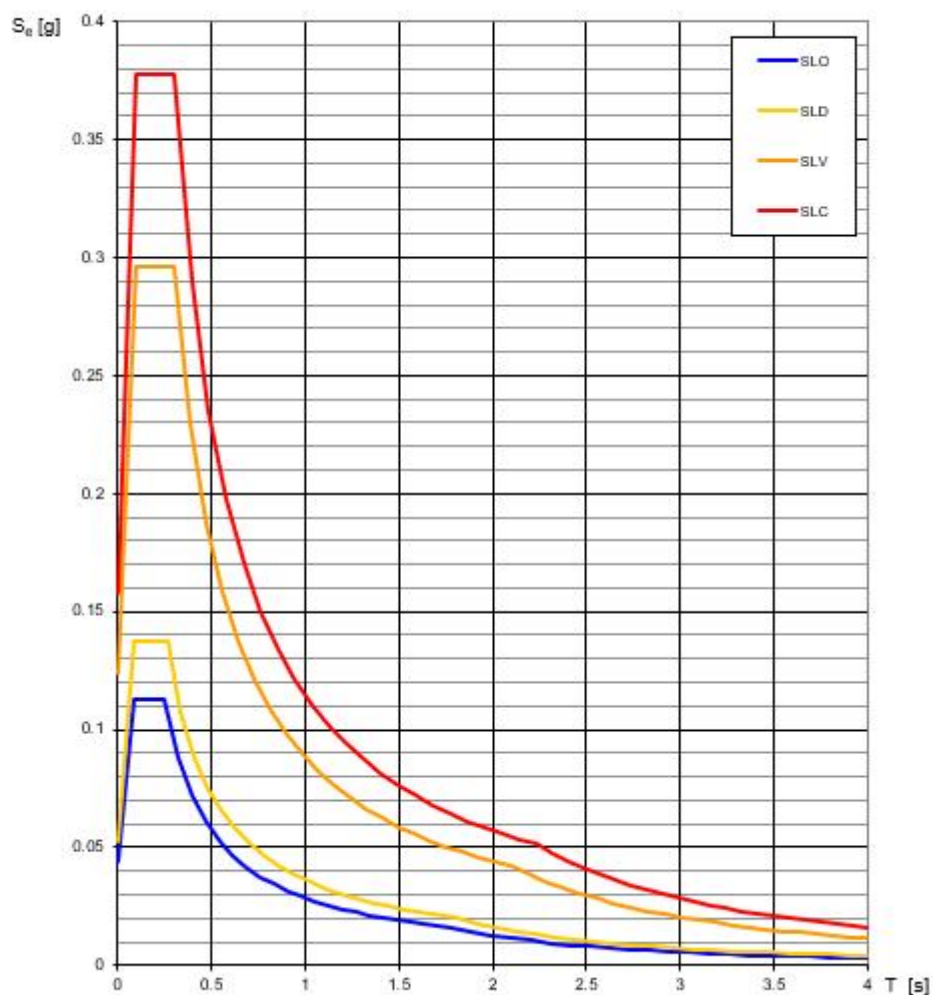


Figura 14

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie, con la determinazione della Categoria di sottosuolo sito specifica e dei coefficienti di amplificazione topografica  $S_T$  e stratigrafica  $S_S$ .

### 7.3. **Attribuzione della categoria di sottosuolo**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II di seguito riportata, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

**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.

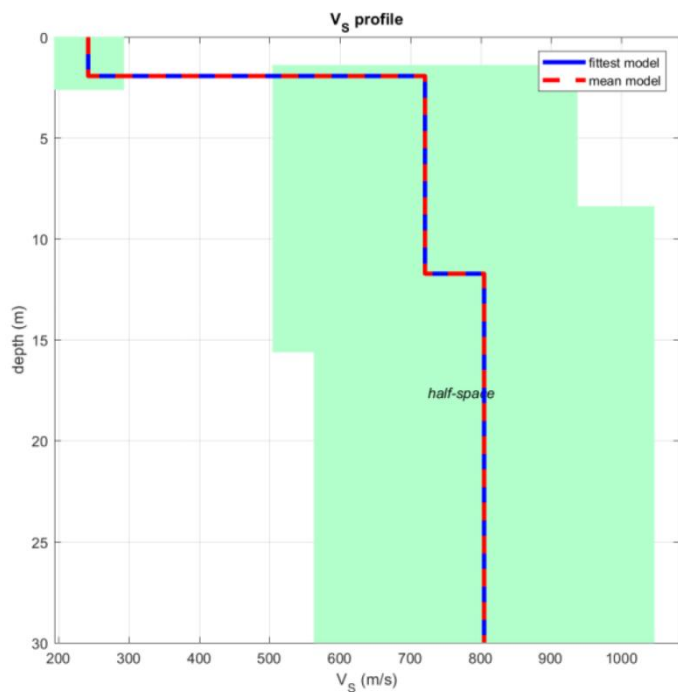
La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_{s,i}$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti, da valutarsi per uno spessore di terreno  $H$  pari alla profondità del substrato sismico (roccia con  $V_s > 800$  m/s).

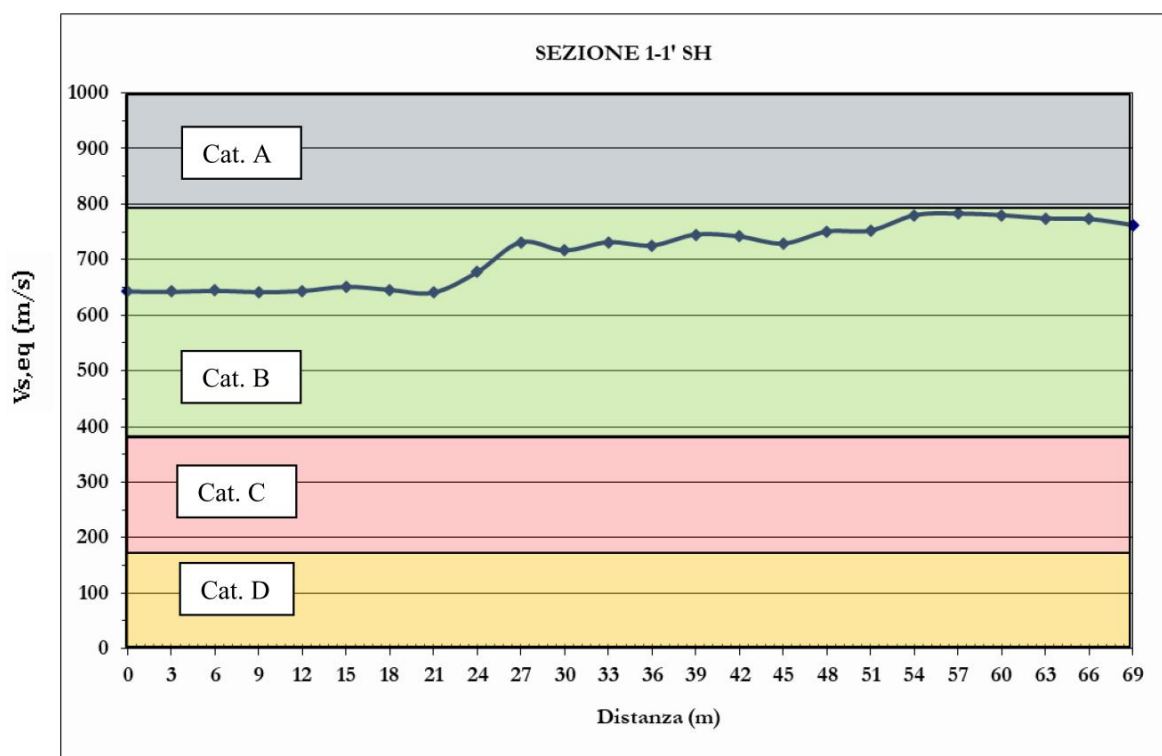
Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel caso specifico si è proceduto sia mediante indagine con elaborazione MASW che mediante onde SH, eseguite lungo la sezione 1-1'



**Best Model**

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	242	1.9303	1.9303
2	721	9.7947	11.7250
3	805	0	0



**Figura 15**

Ne consegue che sull'area sono stati calcolati i seguenti valori medi di  $V_{s,eq}$

$$V_{s,eq} = 670 \text{ m/s (Masw)}$$

$$V_{s,eq} = 710 \text{ m/s (Sh)}$$

Che consentono di attribuire i sottosuoli alla **categoria B**.

Per il valore del coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) può essere assunto "T1 – superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

#### 7.4. Misura di rumore a stazione singola

È stata eseguita, vicino alla stesa sismica come da **figura 9**, una misura di rumore a stazione singola elaborata con tecnica HVSR (vedi **figura 16** e relativa certificazione in appendice).

L'analisi HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio), è un'analisi di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico", "vibrazione ambientale" o "microtremore", costituito da piccole vibrazioni del terreno dell'ordine di  $10^{-4}$  -  $10^{-2}$  cm. Gli spettri verticali e orizzontali variano in funzione dell'anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo:

$$\text{Rapporto di impedenza sismica} \quad I = \rho_r V_r / \rho_s V_s$$

Dove  $\rho_r$  è la densità del substrato e  $\rho_s$  del terreno soprastante;  $V_r$  la velocità delle onde di taglio del substrato e  $V_s$  del terreno.



Gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d'impedenza, e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano frequenze (periodi) naturali di vibrazioni del deposito. Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente formula:

$$T_0 = 4H/V_s$$

dove:  $V_s$  è la velocità delle onde di taglio fino al bedrock (inteso come un orizzonte con forte contrasto di  $V_s$  che dà origine ad un picco dell' $H/V$ );  $H$  lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock. Di fondamentale importanza risulta la conoscenza della frequenza di sito per il fenomeno della "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico trasmesso in superficie e la frequenza delle strutture in progetto o dei manufatti già esistenti.

La misura di rumore sismico elaborata con tecnica HVSR, **non ha evidenziato la presenza di alcun picco stratigrafico significativo.**

### **7.5. Rischio da liquefazione**

Le valutazioni di pericolosità sismica eseguite nell'area in fase pianificatoria (Piano Strutturale Comunale) non segnalano situazioni di potenziale liquefazione dinamica: le zonazioni infatti derivano da Studi di Microzonazione sismica di Livello 2 che non individuano zone di attenzione per liquefazione nel comparto di indagine. Si riporta in tal senso un estratto della Carta di microzonazione sismica di livello 2, elaborata per fattore di amplificazione FA0105 (**figura 17**). Inoltre la litologia presente, a carattere ora litoide ora coesivo, consente di confermare l'assenza di rischio da liquefazione.

Ristrutturazione del complesso immobiliare "Fattoria Alberti" nel Comune di Impruneta - Relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica.

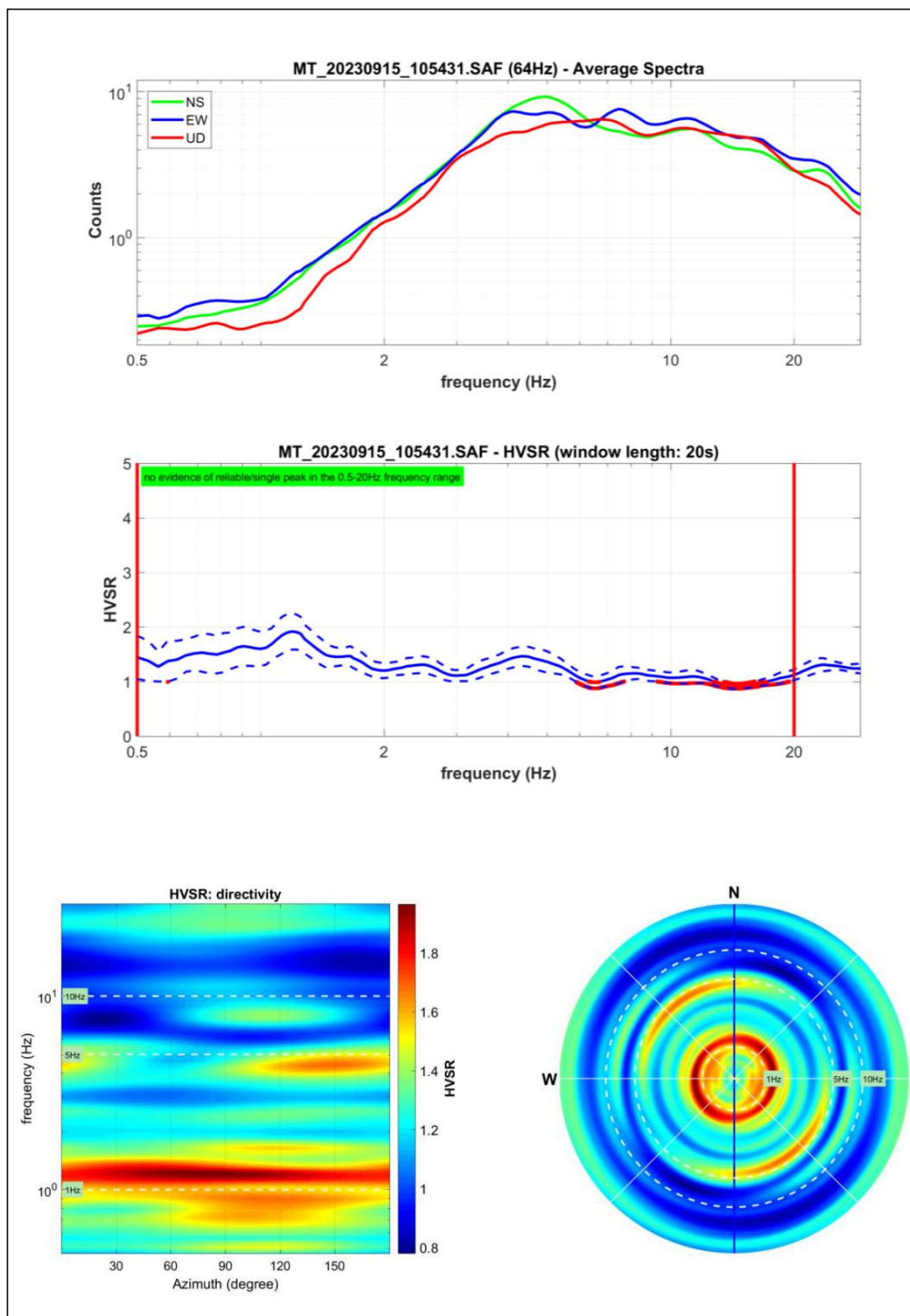
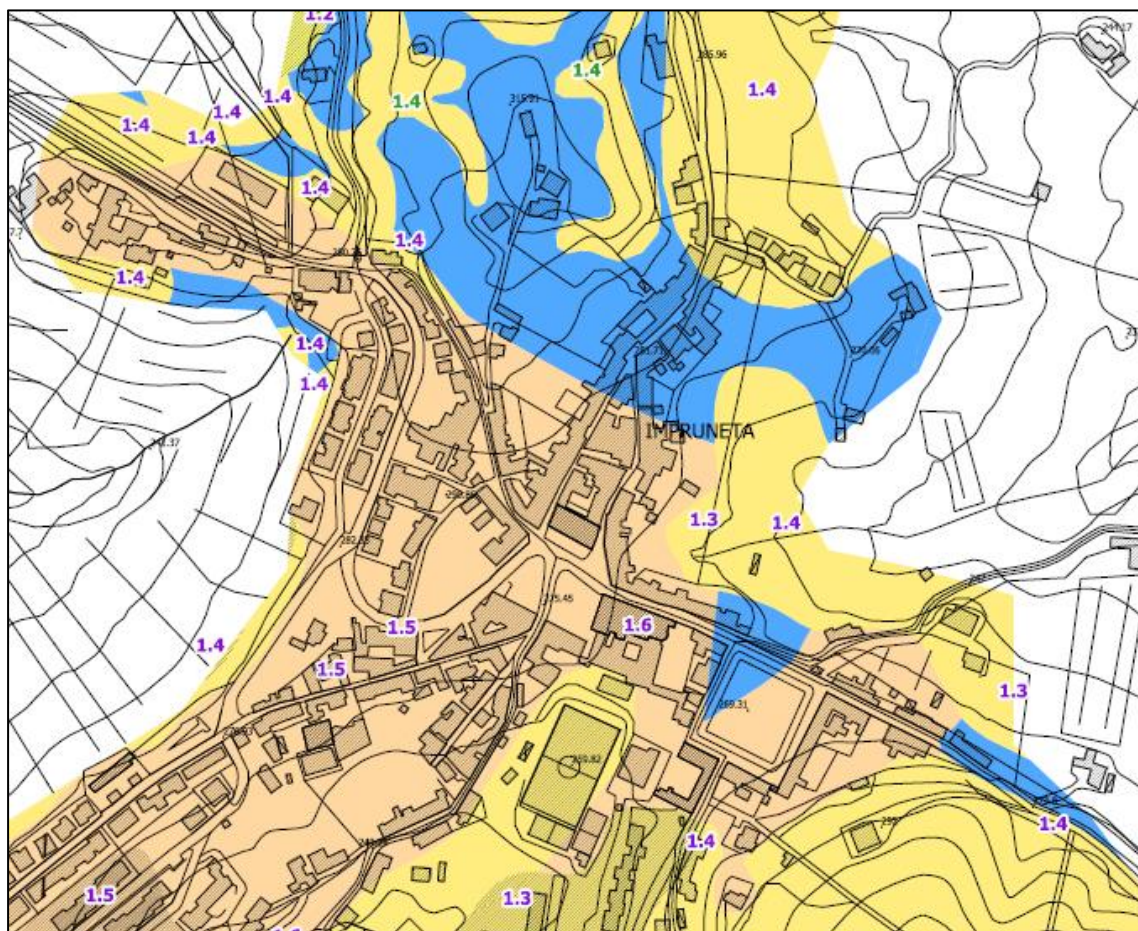


Figura 16 - risultati misura di rumore HVSR

Ristrutturazione del complesso immobiliare "Fattoria Alberti" nel Comune di Impruneta - Relazione di fattibilità geologica, idraulica e sismica.



### Zone stabili

■ Fattore di amplificazione FH0105 = 1

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- Fattore di amplificazione FH0105 1.1 - 1.2
- Fattore di amplificazione FH0105 1.3 - 1.4
- Fattore di amplificazione FH0105 1.5 - 1.6
- Fattore di amplificazione FH0105 1.7 - 1.8
- Fattore di amplificazione FH0105 1.9 - 2.0
- Fattore di amplificazione FH0105 2.1 - 2.2
- Fattore di amplificazione FH0105 2.3 - 2.4
- Fattore di amplificazione FH0105 2.5 - 3.0
- Fattore di amplificazione FH0105 3.1 - 3.5
- Fattore di amplificazione FH0105 > 3.5

### Zone di attenzione per instabilità

- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 1.1 - 1.2
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 1.3 - 1.4
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 1.5 - 1.6
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 1.7 - 1.8
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 1.9 - 2.0
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 2.1 - 2.2
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 2.3 - 2.4
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 2.5 - 3.0
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 3.1 - 3.5
- ZAfr - Zona di attenzione per instabilità di versante - FH0105 > 3.5
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 1.1 - 1.2
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 1.3 - 1.4
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 1.5 - 1.6
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 1.7 - 1.8
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 1.9 - 2.0
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 2.1 - 2.2
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 2.3 - 2.4
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 2.5 - 3.0
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 3.1 - 3.5
- ZAlq - Zona di attenzione per liquefazione - FH0105 > 3.5

Figura 17 - Estratto di Carta della Microzonazione sismica di livello 2



## 8. CONCLUSIONI

Il presente rapporto costituisce supporto al progetto di fattibilità relativo al recupero del complesso immobiliare noto come "Fattoria Alberti", per quanto concerne la valutazione delle condizioni di fattibilità geologica, idraulica e sismica ai sensi del vigente DPGR 5R/2020.

L'area, sita al margine orientale del centro urbano di Impruneta tra Viale San Luca e Via Paolieri, risulta interessata da un progetto di ristrutturazione della parte immobiliare, finalizzato alla realizzazione di 12 unità abitative oltre ai relativi standard urbanistici (aree di parcheggio e viabilità di servizio).

Lo studio si è avvalso di una indagine geognostica e geofisica costituita da prove in situ e in laboratorio (cap.5), finalizzate alla ricostruzione del modello stratigrafico locale (cap.6) e alla caratterizzazione sismica del sito (cap. 7).

Le condizioni di fattibilità geologica, idraulica e sismica discendono dalle classificazioni di pericolosità dell'area come individuate nel vigente Piano Strutturale comunale e negli strumenti di pianificazione sovraordinati (PAI) e determinano prescrizioni per la realizzazione dell'intervento che sono dettagliate nel capitolo 4.

Nella relazione geologica e sismica che verrà predisposta a supporto del progetto definitivo-esecutivo verranno discusse le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dalle opere in progetto, definito il modello geotecnico locale con i parametri caratteristici dei materiali e valutate - laddove necessario - le condizioni di stabilità del versante in relazione agli interventi previsti.

Firenze, 5 febbraio 2024

Dott. Geol. Nicolò Sbolci

