



**Comune di Rufina**  
(Città Metropolitana di Firenze)



**Unione Montana dei Comuni del  
Mugello**

Oggetto:

*Indagini geologiche di supporto alla Variante al  
R.U.C. del Comune di Rufina per “Ciclovia della  
Sieve - Itinerario dei tre laghi”*

Contenuto

***Relazione Geologica ai sensi del D.P.G.R.  
5/R/2020***

Data

*Dicembre 2023*

Codice elaborato

*RGV\_rev.01*

Tecnico redattore

*dott. geol. Stefano Roccabianca*



## INDICE

<b>1.0 Premessa</b> .....	<b>4</b>
<b>2.0 Ubicazione e descrizione Intervento</b> .....	<b>4</b>
2.1 Ubicazione intervento.....	4
2.2 Descrizione interventi.....	5
2.3 Descrizione intervento soggetti variante.....	6
<b>3.0 Normativa di riferimento</b> .....	<b>6</b>
<b>4.0 Autorità di Bacino Appennino Settentrionale</b> .....	<b>7</b>
4.1 Piano di Bacino del Fiume Arno Stralcio: "Rischio idraulico" - D.P.C.M. 5 novembre 1999.....	7
4.2 Piano di Bacino del Fiume Arno Stralcio: "Assetto idrogeologico" - D.P.C.M. 6 Maggio 2005...7	
<b>5.0 Reticolo idrografico e di gestione l.r. 79/2012</b> .....	<b>10</b>
<b>6.0 Vincolo Idrogeologico</b> .....	<b>11</b>
<b>7.0 Inquadramento geomorfologico</b> .....	<b>12</b>
7.1 Inventario dei Fenomeni Franosi In Italia.....	12
7.2 Interferometria Radar (InSAR).....	13
7.3 Geoportale Regione Toscana.....	18
7.4 Geomorfologia.....	21
<b>8.0 Inquadramento Geologico</b> .....	<b>21</b>
8.1 Depositi fluviali del Bacino del Mugello (SIV).....	22
8.2 Substrato.....	24
8.2.1 <i>Formazione delle Arenarie del Falterona (FAL)</i> .....	24
<b>9.0 Inquadramento Idrogeologico</b> .....	<b>24</b>
<b>11.0 l.r. 41/2018</b> .....	<b>26</b>
<b>12.0 Piano strutturale intercomunale</b> .....	<b>27</b>
12.1 Pericolosità Geologica.....	27
12.2 Pericolosità Idraulica.....	30
12.3 Pericolosità Sismica.....	33
12.4 Microzonazione Simica di Livello 1.....	34
12.5 Microzonazione Simica di Livello 3.....	36
<b>13.0 Fattibilità D.P.G.R. 5/R/2020</b> .....	<b>37</b>
13.1 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici.....	37
13.1.1 <i>Criteri di fattibilità in pericolosità geologica molto elevata (G4)</i> .....	37
13.1.2 <i>Criteri di fattibilità in pericolosità geologica elevata (G3)</i> .....	38
13.1.3 <i>Criteri di fattibilità in pericolosità geologica media (G2)</i> .....	39
13.1.4 <i>Criteri di fattibilità in pericolosità geologica bassa (G1)</i> .....	39
13.2 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio alluvioni.....	39
13.3 Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica.....	40



13.4 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici.....	40
13.4.1 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale molto elevata (S4).....	40
13.4.2 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale elevata (S3).....	41
13.4.3 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale media (S2).....	43
13.4.4 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale bassa (S1).....	43
13.4.5 Criteri di fattibilità generali.....	43
<b>14.0 Conclusioni.....</b>	<b>44</b>
<b>15.0 Carta delle fattibilità.....</b>	<b>45</b>
<b>16.0 Criteri di fattibilità.....</b>	<b>46</b>



## 1.0 PREMESSA

In attuazione delle disposizioni regionali contenute nel Decreto del Presidente della Giunta Regionale 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"*, è stato redatto uno studio geologico-geomorfologico e idrogeologico al fine di verificare il grado di fattibilità della Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Rufina per "Ciclovía della Sieve - Itinerario dei tre laghi".

Nel periodo 2019 – 2022 si è infine sviluppata la procedura di adozione e poi di approvazione del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni appratenti all'Unione Montana dei Comuni del Mugello. Unitamente a quanto sopra il territorio comunale è interessato anche dalle carte di Quadro Conoscitivo le quali determinano un approfondito quadro conoscitivo e valutativo dell'assetto geomorfologico ed idraulico del territorio, comprendendo in tale contesto di riferimento anche i dati sismici delle indagini effettuate dalla Regione Toscana per la redazione degli studi di Microzonazione sismica sia di primo livello che, in alcuni casi, di terzo livello.

Riferendosi alle norme regionali in tema di pianificazione relativamente alle indagini geologiche di supporto, l'Allegato A della Delibera n. 31 del 20/01/2020 *"Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche"* di cui alla D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020, stabilisce la necessità di effettuare indagini specifiche ed approfondimenti geognostico-geofisici nei casi in cui si abbiano mutazioni della realtà conoscitiva e sostanziale del quadro conoscitivo di riferimento del sito e che quindi siano variate le condizioni di pericolosità del territorio cui confrontare gli impatti indotti dalla utilizzazione edificatoria prevista. Dalla conoscenza dello stato dei terreni interessati dalla Variante al R.U. risulta che non vi sono state evoluzioni di incremento o diversificazione della pericolosità territoriale del sito rispetto a quanto definito in sede di predisposizione del Piano Strutturale Intercomunale e quindi si può dare atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento, relativamente agli aspetti geologico, idraulico e sismico, che mantengono la loro validità per sostenere la attuale variante urbanistica che si configura appunto come una modifica puntuale e non sostanziale rispetto a quanto già approvato negli strumenti urbanistici già sottoposti alla procedura di VAS. La fattispecie viene ricondotta al caso di esclusione da VAS di cui all'art. 5 comma 3 ter della legge regionale toscana 10/2010.

## 2.0 UBICAZIONE E DESCRIZIONE INTERVENTO

### 2.1 UBICAZIONE INTERVENTO

La ciclovía i tre laghi ha lo scopo di collegare tratti di ciclovía già presenti ma che non ha una soluzione di continuità. Ai fini di una migliore comprensione per ciascun comune sarà analizzata la viabilità di ciclovía di progetto prevista e dettagliate le zone che necessita di variante e quelle no perché passante per tratti già esistenti. Nel dettaglio interessa i comuni del fondovalle del Mugello lungo la Sieve appartenenti all'Unione Montana dei Comuni del Mugello per un 57 km (94,0 % del



totale) ed i comuni di Rufina e di Londa nell'Unione Montana Valdarno Valdisieve per un di 3,375 (6,0 % del totale).

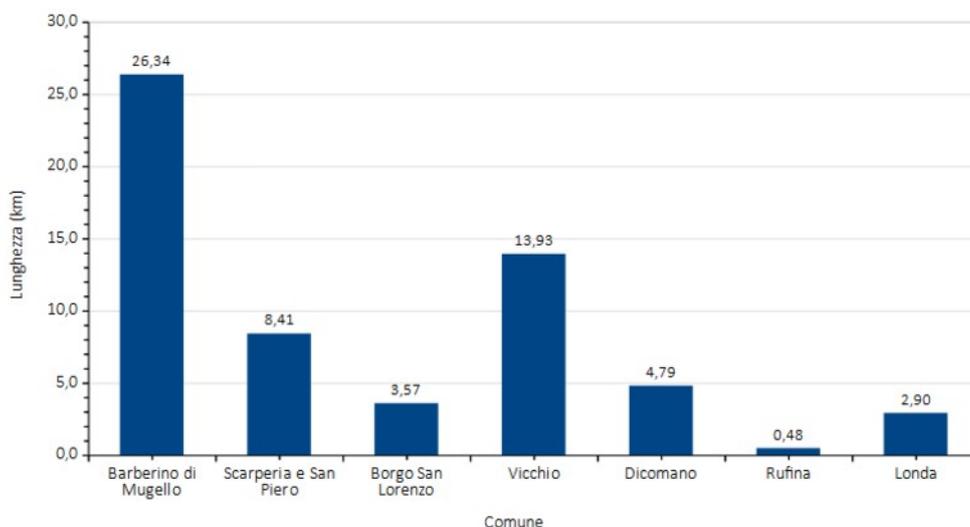


Figura 1 - Lunghezza ciclovía suddivisa per Comune

Come riportato alcuni tratti saranno nuovi mentre altri seguiranno strade esistenti in promiscuo, saranno su carraia esistente altri tratti su fondo naturale o su piano di campagna ed altri su tratti di ciclabile esistente. L'istogramma esistente riporta tale suddivisione.

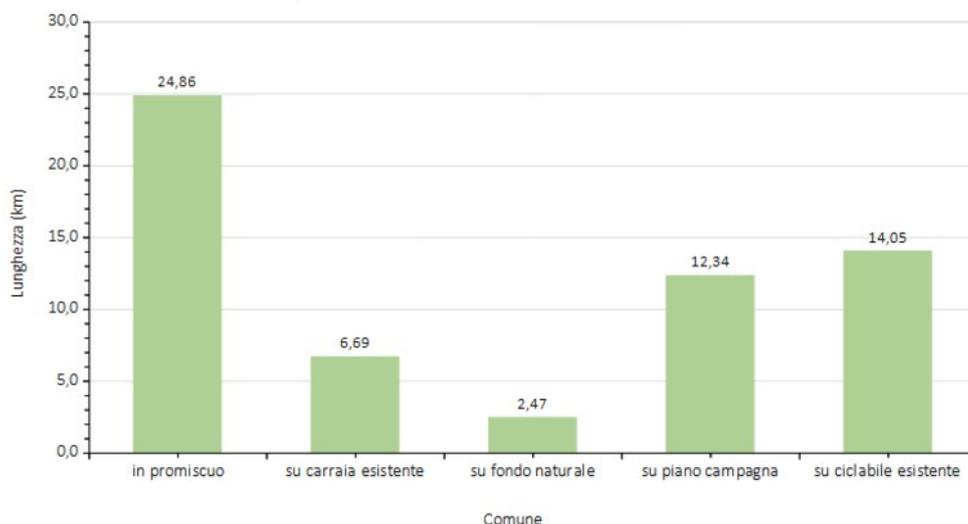


Figura 2 - Suddivisione percorsi ciclovía

## 2.2 DESCRIZIONE INTERVENTI

La ciclovía passante all'interno del territorio comunale di Rufina è rappresentata esclusivamente dal tratto contraddistinto con il numero 15 "da limite Dicomano a limite Londa" oer una lunghezza di **476 m** così suddivisa:

- tratto su piano di campagna **234 m**;
- in promiscuo su strada privata di accesso ad una residenza **157 m**;
- su fondo naturale **89 m**.

In Comune di Dicomano la ciclovía è in sponda destra del Moscia. In corrispondenza del confine comunale con Rufina, si passa il ponte esistente e ci si immette su una carraia privata di accesso ad una abitazione. Prima di arrivare in corrispondenza della casa si devia verso il torrente, costruendo la pista ex novo su piano di campagna e successivamente su fondo naturale. In un tratto il passaggio sarà da verificare con relazione di compatibilità idraulica.

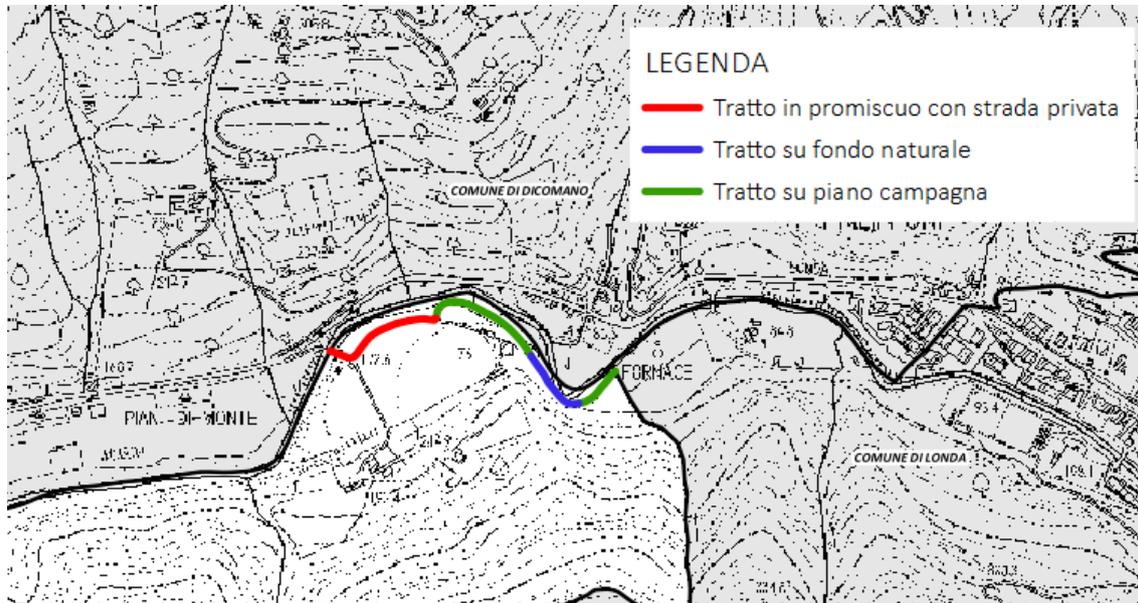


Figura 3 - Tratto 15 "da limite Dicomano a limite Londa"

### 2.3 DESCRIZIONE INTERVENTO SOGGETTI VARIANTE

La realizzazione del tracciato della ciclovía trova corrispondenza nella disciplina del Comune di Dicomano. L'unico intervento quindi soggetto a variante è il ponte sul **Fosso della Bracciana**. Si tratta di una variante ex art. 34 della l.r. 65/2014 e ss.mm.ii. ovvero "Varianti mediante approvazione del progetto" il quale specifica che "Fermo restando quanto previsto dagli articoli 9, 9 bis e 35, nei casi in cui la legge prevede che l'approvazione del progetto di un'opera pubblica o di pubblica utilità, costituisca variante agli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica del comune, l'amministrazione competente pubblica il relativo avviso sul BURT e rende accessibili gli atti in via telematica, dandone contestuale comunicazione alla Regione, alla provincia o alla città metropolitana. Gli interessati possono presentare osservazioni nei trenta giorni successivi alla pubblicazione. Sulle osservazioni si pronuncia l'amministrazione competente adeguando gli atti, ove necessario. Qualora non siano pervenute osservazioni, la variante diventa efficace a seguito della pubblicazione sul BURT dell'avviso che ne dà atto".

### 3.0 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente studio viene redatto ai sensi ed in conformità ai seguenti atti e normative:

- l.r. 65/2014 - "Norme per il governo del territorio" e ss.mm.ii.



- D.P.G.R. n. 5/R/2020 - "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";
- l.r. n. 41 del 24/07/2018 - "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni)";
- D.M. 17 gennaio 2018 - "Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 11 dicembre 2009 - "Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative";
- D.G.R. 14 aprile 2011, n. 261 - "OPCM 3907/2010, art. 2, comma 1, lett. a) – Studi di Microzonazione Sismica. Approvazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica";
- Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica – GdL DPC/Regioni. Documento approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008;
- Piano Strutturale Intercomunale;
- D.G.R.T n. 421 del 26/05/2014 "Classificazione sismica dei Comuni della Toscana".

## 4.0 AUTORITÀ DI BACINO APPENNINO SETTENTRIONALE

### 4.1 PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO STRALCIO: "RISCHIO IDRAULICO" - D.P.C.M. 5 NOVEMBRE 1999

Dall'esame della carta guida redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999), l'area in esame, non risulta in parte essere stata interessata né da inondazioni eccezionali e nemmeno dagli eventi alluvionali verificatisi durante gli anni 1991-1992-1993.

Dalla "Carta delle aree di pertinenza fluviale del fiume Arno e degli affluenti", si evince che l'area in oggetto non risulta inserita nelle suddette aree di pertinenza fluviale.

Dalla "Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino del fiume Arno", si evince che l'area in oggetto non è interessata da nessun intervento strutturale.

### 4.2 PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO STRALCIO: "ASSETTO IDROGEOLOGICO" - D.P.C.M. 6 MAGGIO 2005

Le perimetrazioni redatte del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeomorfologico del Bacino dell'Arno) suddividono il territorio del Bacino del fiume Arno in quattro classi di pericolosità (P.I.1/P.F.1 moderata, P.I.2/P.F.2 media, P.I.3/P.F.3 elevata e P.I.4/P.F.4 molto elevata) in funzione della Pericolosità Idraulica e della Pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (frane, erosione etc.). Le Carte della pericolosità così graduate rappresentano degli elaborati tematici riassuntivi, nei quali confluiscono tutti i dati e gli elementi raccolti durante le indagini ed emersi dalle elaborazioni eseguite dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Con le delibere del Comitato

Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con apposizione delle misure di salvaguardia. Successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato. Il PGRA dell'Arno rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto sostituisce a tutti gli effetti per ciò che riguarda la pericolosità da alluvione (con una nuova cartografia, nuove norme nonché la mappa del rischio da alluvioni redatta ai sensi del d.lgs. 49/2010) il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico). Le classi di pericolosità fluviale sono state inoltre riviste seguendo le indicazioni della Direttiva: pertanto la rappresentazione della pericolosità avviene attraverso tre classi in funzione della frequenza di accadimento dell'evento (quindi con pericolosità elevata si indica una maggiore frequenza di accadimento). La suddivisione è stata così fatta:

- P.1 - Aree a pericolosità di alluvione bassa - Tempi di ritorno  $T_R > 200$  anni
- P.2 - Aree a pericolosità di alluvione media - Tempi di ritorno  $30 \text{ anni} < T_R \leq 200$  anni
- P.3 - Aree a pericolosità di alluvione elevata - Tempi di ritorno  $T_R \leq 30$  anni

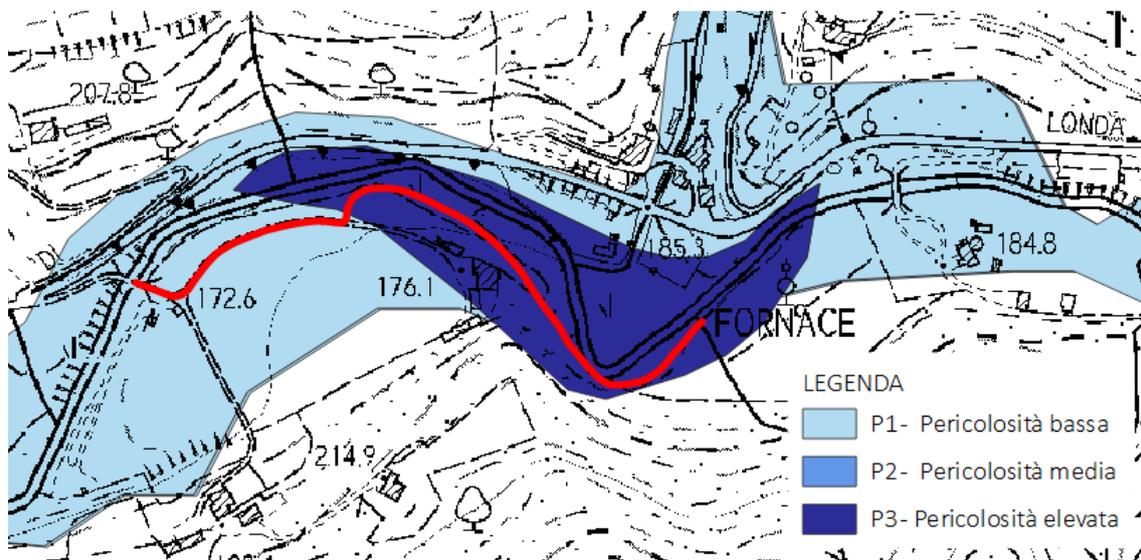


Figura 4 - Piano di Gestione Rischio Alluvioni (Pericolosità Idraulica)

Nel caso in oggetto l'area di realizzazione dell'intervento risulta all'interno delle aree a P1 (figura 4) nel primo tratto (dal confine con Dicomano) per una lunghezza di circa 165 metri mentre la restante parte è nella zona a pericolosità elevata P3. Secondo la Disciplina di Piano dell'Autorità di Bacino dell'Appennino Settentrionale rientra nelle casiste di cui all'art. 7 e 8 per i quali ne prevede la realizzazione subordinamento al rispetto della gestione del rischio.

L'area oggetto di studio è compresa nella cartografia delle aree di "Perimetrazione delle aree con pericolosità geomorfologica (Livello di sintesi in scala 1.25.000)" in zona P.F.1. per un tratto di circa 90 m ed compresa nelle zone a P.F.4, per circa 48 m, nelle zone di cui alla "Perimetrazione delle aree con pericolosità geomorfologica (Livello di dettaglio in scala 1.10.000)". In quest'ultimo caso la P.F.4 è legata alla vicinanza del tracciato in progetto con il ciglio di sponda del Torrente Moscia.

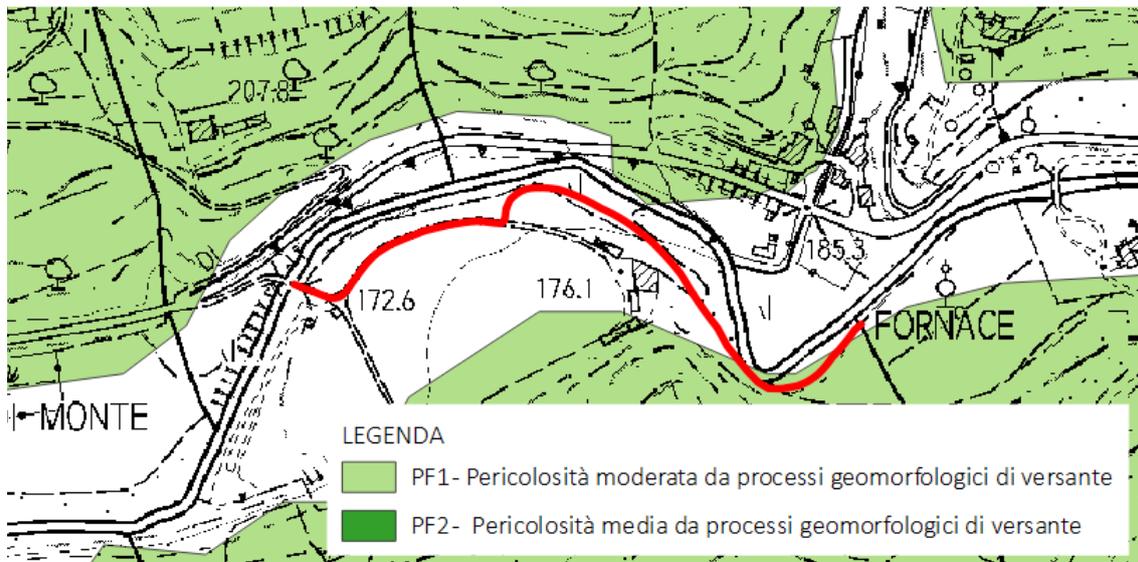


Figura 5 - Pericolosità Geomorfologica 1:25.000

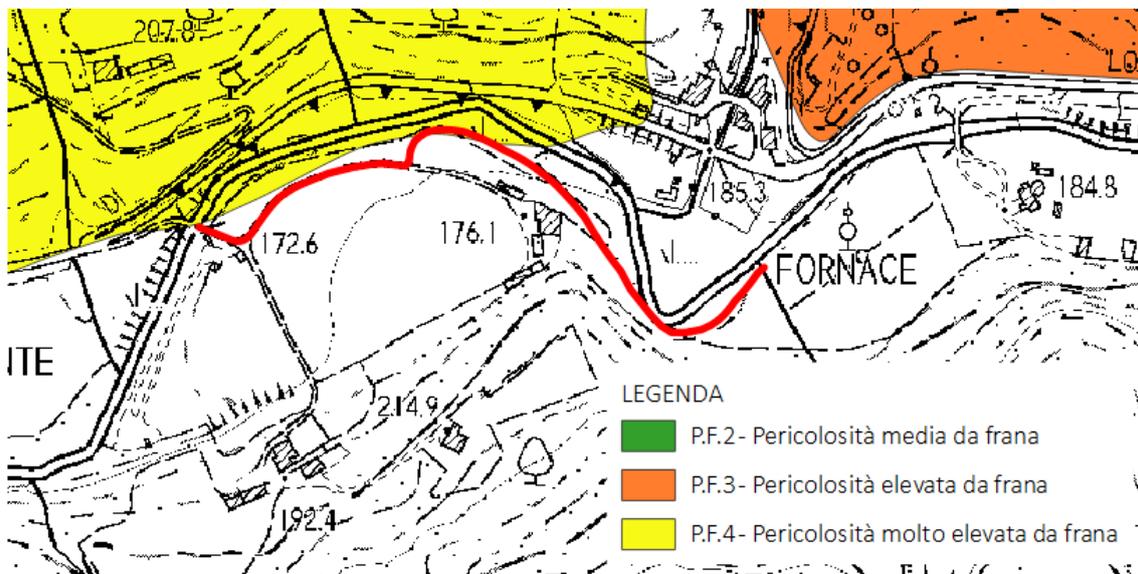


Figura 6 - Pericolosità Geomorfologica 1:10.000

La cartografia la pericolosità geomorfologica al 25:000 (**Livello di sintesi**) è così graduata:

- *Pericolosità media da processi geomorfologici di versante (P.F.2)*: aree apparentemente stabili, interessate da litologie con caratteri intrinsecamente sfavorevoli alla stabilità dei versanti;
- *Pericolosità moderata da processi geomorfologici di versante (P.F.1)*: aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale moderato.

La cartografia la pericolosità geomorfologica al 10:000 (**Livello di dettaglio**) è così graduata:

- *Pericolosità molto elevata da frana (P.F.4)*: pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato;



- **Pericolosità elevata da frana (P.F.3):** pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi o da fenomeni franosi inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa potenziale di rischio elevato;
- **Pericolosità media da frana (P.F.2):** pericolosità indotta da fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente) causa di rischio medio.

Riassumendo quindi si ha:

- Tratto su piano di campagna **230 m**;
- Tratto in promiscuo su strada privata di accesso ad una residenza **160 m**;
- Tratto su fondo naturale **95 m**.

TRATTO	LUNGHEZZA	P.1	P.2	P.3
In promiscuo su strada privata di accesso ad una residenza	160	160	-	-
Su piano di campagna	165	5	-	160
Su fondo naturale	95	-	-	95
Su piano di campagna	65	-	-	66

**Tabella 1** - Appartenenza alle varie aree a pericolosità idraulica PGRA

TRATTO	LUNGHEZZA	P.F.1	P.F.2
In promiscuo su strada privata di accesso ad una residenza	160	-	-
Su piano di campagna	165	-	-
Su fondo naturale	95	40	-
Su piano di campagna	65	-	-

**Tabella 2** - Appartenenza alle varie aree a pericolosità geomorfologica livello di sintesi

TRATTO	LUNGHEZZA	P.F.2	P.F.3	P.F.4
In promiscuo su strada privata di accesso ad una residenza	160	-	-	-
Su piano di campagna	165	-	-	48
Su fondo naturale	95	-	-	-
Su piano di campagna	65	-	-	-

**Tabella 3** - Appartenenza alle varie aree a pericolosità geomorfologica livello di dettaglio

## 5.0 RETICOLO IDROGRAFICO E DI GESTIONE L.R. 79/2012

In figura 7 viene riportata l'ubicazione dei corsi d'acqua rientranti nel reticolo idrografico ai sensi del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni, e di gestione di cui alla L.R. 27 dicembre 2012, n. 79, ed il reticolo aggiornato e attualmente vigente è stato approvato con delibera di Consiglio 55/2023 e relativo allegato A. Come mostra figura gli interventi rientrano all'interno degli ambiti. delle disposizioni e limitazioni di cui al R.D. 25 luglio 1904, n. 523 "Testo unico sulle opere idrauliche".

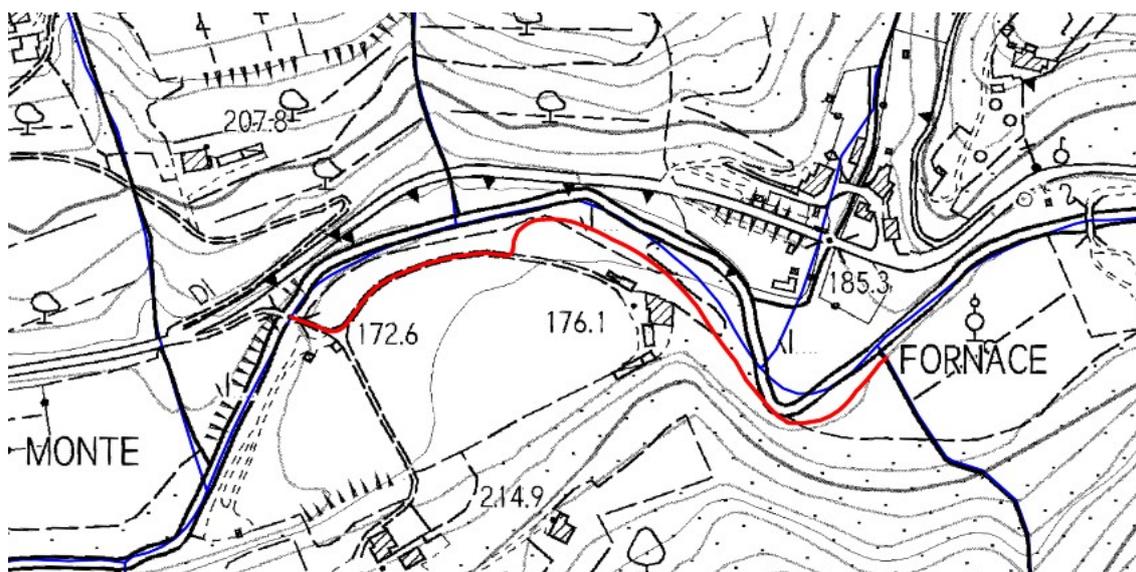


Figura 7 - l.r. 79/2012 e ss.mm.ii. (Reticolo idrografico)

## 6.0 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Seguendo quanto riportato nella carta derivante da Geoscopio della Regione Toscana (figura 8) l'area è compresa tra quelle di cui al Vincolo Idrogeologico (ex R.D.L. 30/12/1923 n. 3267 e successive integrazioni, ex R.D. 16/05/1926 n. 1126).

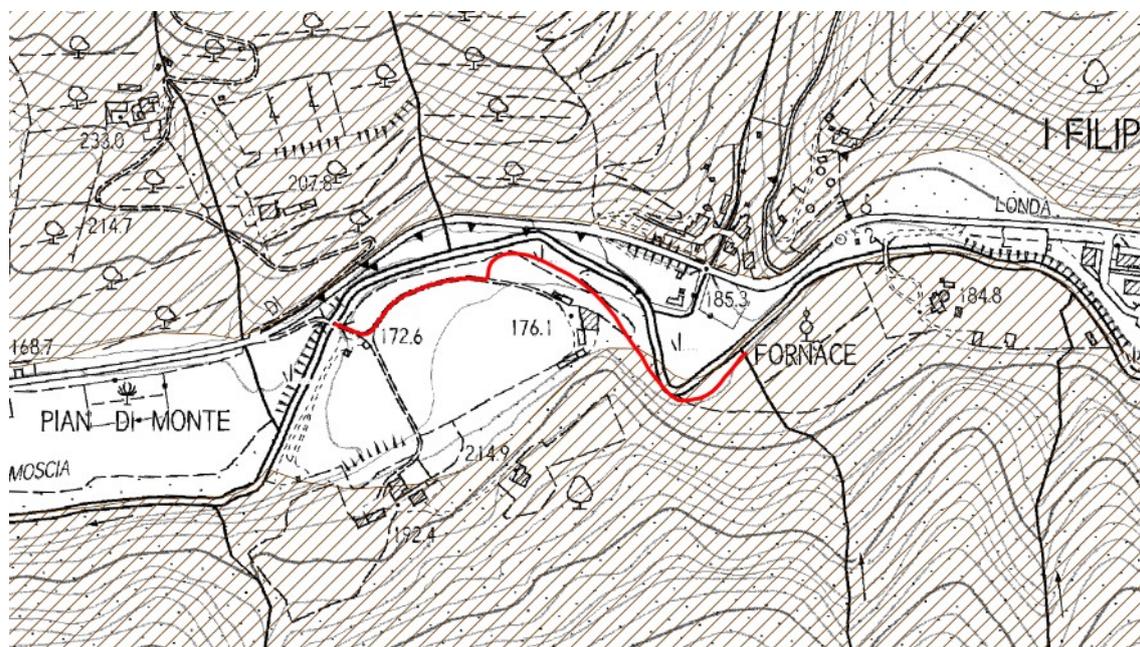


Figura 8 - R.D. 3267/1927 – Aree sottoposte a Vincolo Idrogeologica

L'art. 37 della legge forestale della Toscana specifica, al comma 1, che "Tutti i territori coperti da boschi sono sottoposti a vincolo idrogeologico e secondo le disposizioni del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell' articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137) a vincolo paesaggistico". Facendo riferimento alla "aree boscate"

di cui al PIT-PPR l'area rientra tra quello sottoposte a vincolo paesaggistico e quindi a Vincolo Idrogeologico.

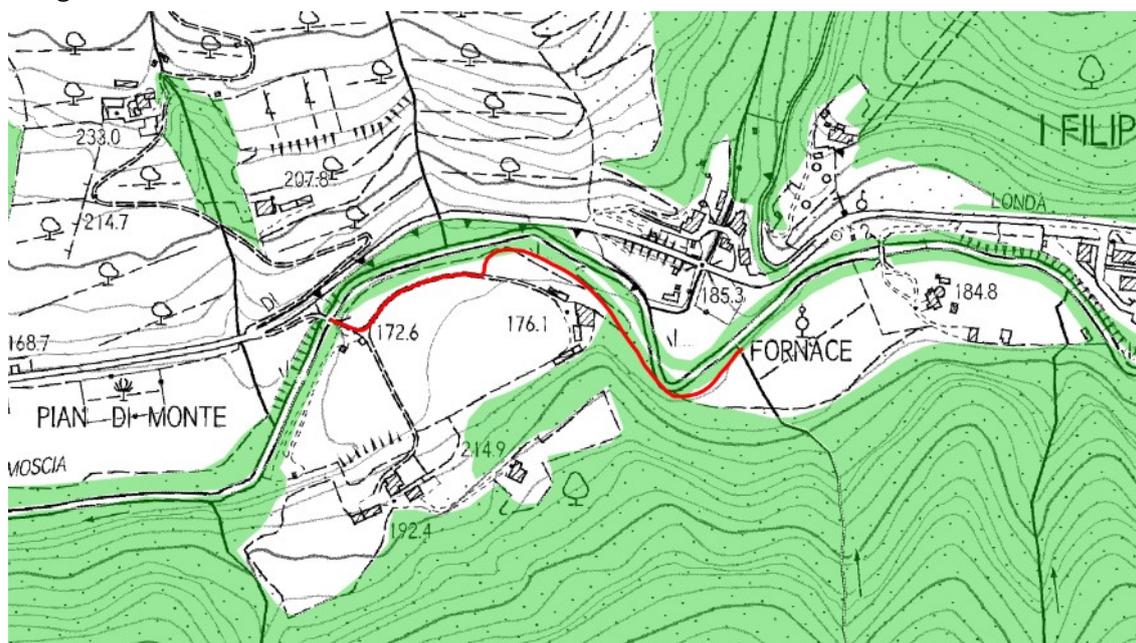


Figura 9 - art. 37 della l.r. 39/2000 e ss.mm.ii.

## 7.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

### 7.1 INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA

Il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, è un progetto scientifico che ha lo scopo di fornire un primo quadro sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale e di offrire uno strumento conoscitivo di base per la pianificazione territoriale. La metodologia adottata per la redazione delle carte allegata al Progetto IFFI è rappresentata esclusivamente dalla ricerca bibliografica di lavori precedenti e dall'analisi interpretativa di foto aeree che, come è ben noto, non consente di ricavare alcun dettaglio riguardo i limiti precisi delle aree in frana, l'attività delle frane stesse, gli spessori coinvolti, ecc. L'inventario IFFI, è importante sottolinearlo, non è il prodotto di una nuova analisi del territorio, ma un lavoro di composizione di studi precedenti senza alcuna verifica e collaudo sul territorio. Per tali ragioni il progetto IFFI non impone alcun tipo di vincolo urbanistico o edificatorio alle aree da esso perimetrare in frana ma può, al massimo, essere utilizzato in una fase iniziale di studio, onde meglio programmare le successive indagini che si dovranno eseguire.

Come mostra la figura 10 allegata non sono presenti elementi geomorfologici da IFFI e quindi non sono previste limitazioni. C'è comunque da porre attenzione nel tratto più vicino al Torrente Moscia.

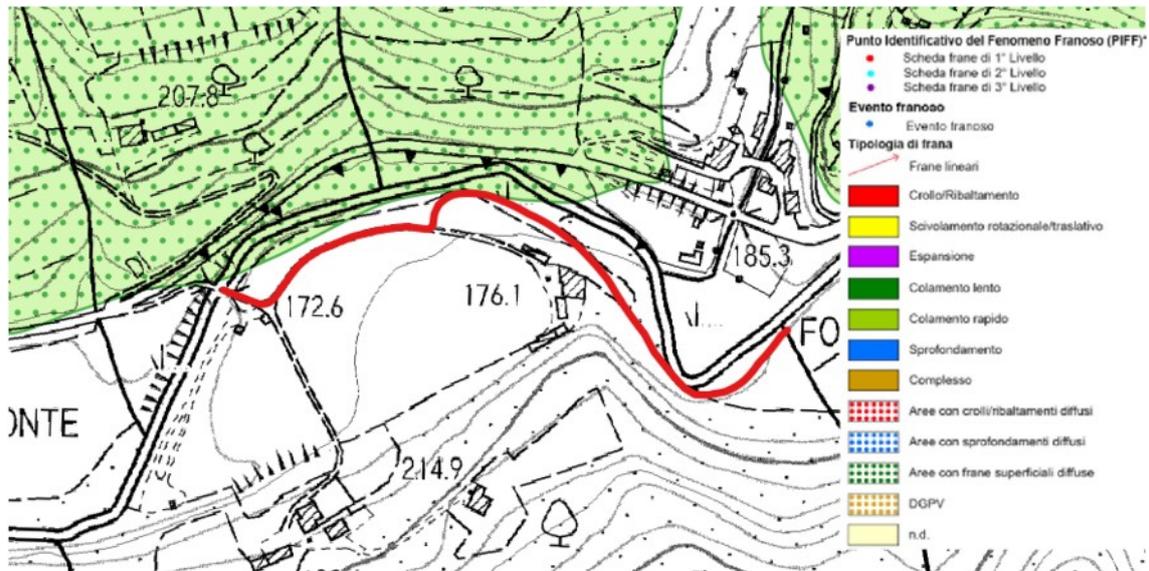


Figura 10 - Carta Inventario Fenomeni Franosi in Italia

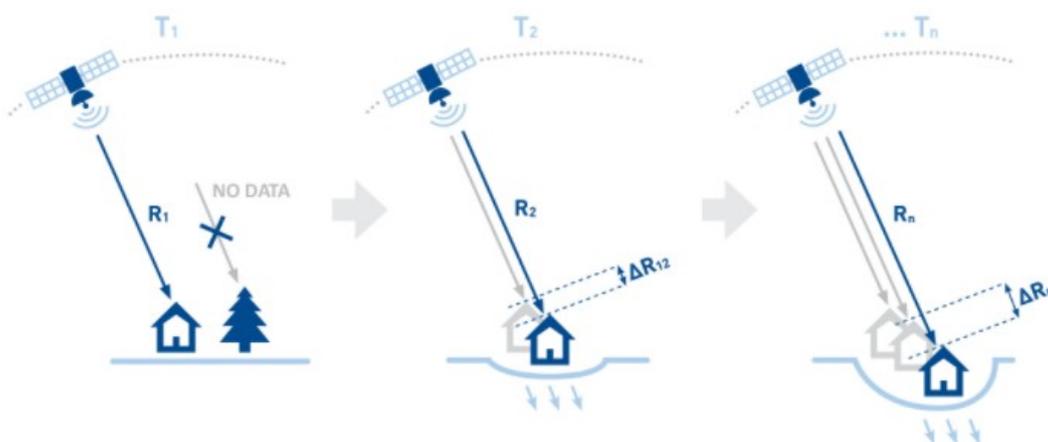
## 7.2 INTERFEROMETRIA RADAR (INSAR)

Relativamente ai fenomeni di deformazione del suolo, è stata consultata la banca dati costruita appositamente per l'interferometria SAR (Synthetic Aperture Radar) satellitare e resa fruibile attraverso il Geoportale pubblico del Consorzio LaMMA.

I sistemi radar (acronimo di radio detecting and ranging) satellitari sono sensori di tipo attivo, ossia inviano un segnale che viene riflesso dalla superficie terrestre e ricevuto dal sensore. Rispetto ai più noti sistemi ottici operano con continuità, potendo acquisire dati sia in presenza di copertura nuvolosa sia di notte. Il principio di funzionamento è il medesimo per tutti i sistemi radar: un apparecchio trasmittente illumina lo spazio circostante con un'onda elettromagnetica (con determinata lunghezza d'onda e frequenza) che incide su eventuali oggetti subendo un fenomeno di riflessione disordinata (diffusione, scattering). Una parte del campo diffuso torna verso la stazione trasmittente, equipaggiata anche per la ricezione; così possono essere misurate le sue caratteristiche. Il dispositivo è in grado di individuare il bersaglio elettromagnetico (detection) e, misurando lo sfasamento tra il segnale emesso e quello ricevuto, riesce a valutare la distanza (ranging) a cui il bersaglio è posizionato, localizzandolo in modo preciso lungo la direzione di puntamento dell'antenna (direzione di range). La direttività dell'antenna utilizzata per trasmettere e ricevere il segnale radar, e cioè la selettività nell'illuminazione dello spazio circostante, consente di localizzare l'oggetto anche lungo l'altra dimensione (detta di azimuth, ovvero la direzione parallela all'orbita del satellite). Le immagini radar contengono due tipi di informazione: la fase, indice della distanza sensore bersaglio e l'ampiezza, ossia l'ampiezza del segnale riflesso dal terreno. Ogni cella di un'immagine contiene entrambe le informazioni. L'ampiezza individua la parte di campo elettromagnetico incidente riflessa verso il sensore e può essere utilizzata per valutare il cambiamento delle superfici nel tempo (ad esempio la variazione di umidità nei terreni agricoli). La fase rappresenta l'informazione più importante ai fini delle applicazioni interferometriche e viene

utilizzata per ricavare, attraverso algoritmi specifici, gli spostamenti del terreno. Il dataset utilizzato per le analisi è quello ottenuto elaborando immagini acquisite dalla costellazione di satelliti Sentinel-1 dell'agenzia Spaziale Europea (ESA), tramite la tecnica multi-interferometrica PSInSARsqueeSAR (*Permanent Scatterers Interferometric Aperture Radar*)

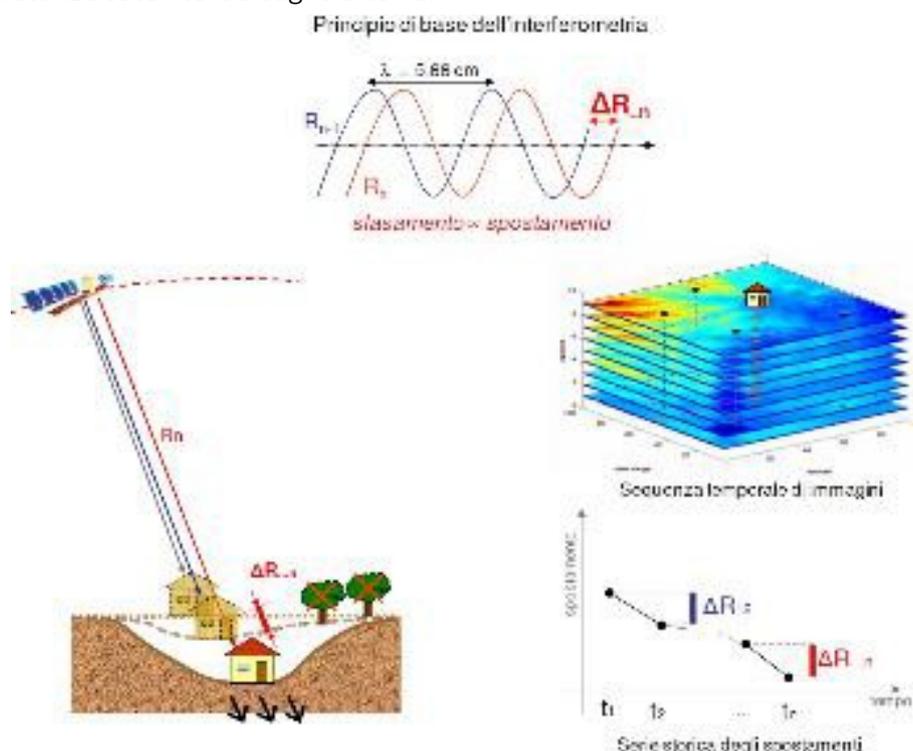
La tecnica SqueeSAR (Ferretti et al., 2011) rappresenta l'evoluzione della tecnica PSInSAR (Ferretti et al., 2001; Colesanti et al., 2003), sviluppata e brevettata nel 1999 dal Politecnico di Milano e concessa in licenza esclusiva nel 2000 a Tele-Rilevamento Europa (TRE) S.r.l., spinoff del Politecnico. Visto che l'interferometria satellitare si basa sulla misura delle variazioni di fase tra due acquisizioni del satellite nello stesso punto; in figura 11 viene illustrato in maniera schematica questo principio. Il satellite passa su di un punto acquisendo un segnale la cui fase è dipendente dalla distanza sensore-bersaglio in quel dato momento. In caso di movimento del terreno (nell'esempio un abbassamento tettonico) la distanza sensore bersaglio aumenta e di conseguenza la fase subisce una variazione misurabile. Questo tipo di elaborazione viene comunemente chiamata interferometria differenziale (acronimo DInSAR). L'obiettivo della tecnica interferometrica differenziale è quello di isolare gli effettivi contributi di fase dovuti al movimento del bersaglio e non imputabili a disturbi atmosferici o rumore, ovvero di stimare accuratamente la differenza di fase ( $\Delta\phi$ ) dell'onda elettromagnetica trasmessa in due successive acquisizioni e retrodiffusa dal bersaglio a terra. Il prodotto dell'elaborazione viene chiamato interferogramma.



**Figura 11** - La distanza tra il punto a terra e il sensore (fase 1). A destra la variazione della distanza sensore-bersaglio a causa di un terremoto; la fase è pari a  $\Delta R_{12}$

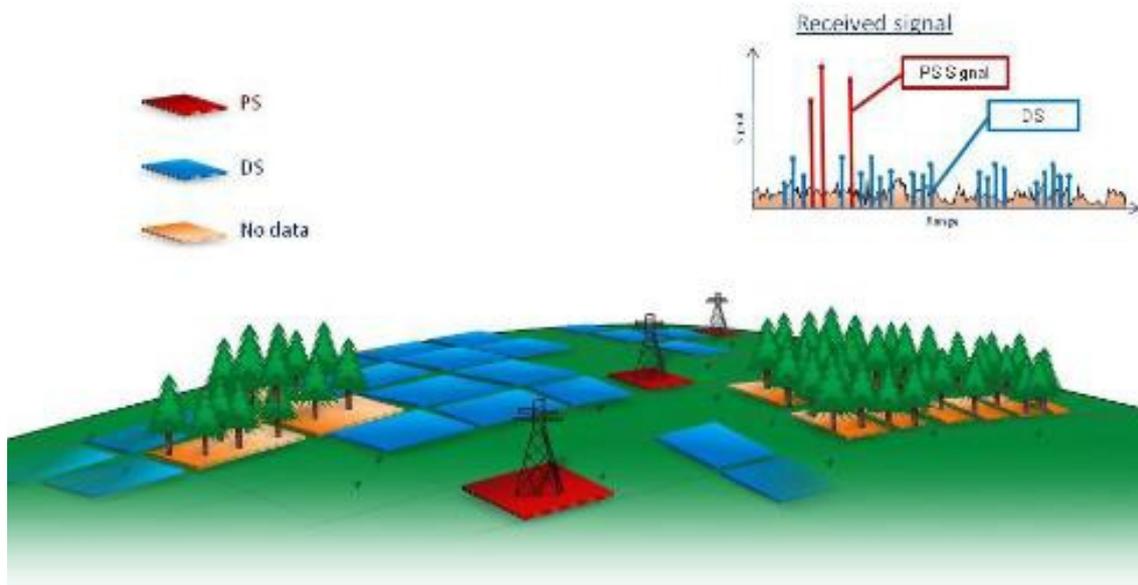
Lo sviluppo, a partire dai primi anni 2000, delle tecniche multi-interferometriche ha permesso di superare i limiti intrinseci dell'interferometria differenziale, poiché consentono di contenere i fenomeni di decorrelazione temporale e geometrica e stimare i contributi di fase legati ai cambiamenti subiti dall'atmosfera tra le diverse acquisizioni. Le tecniche multi-interferometriche si basano sulla definizione in ogni immagine radar dei cosiddetti riflettori permanenti (Permanent Scatterers, PS), elementi già presenti al suolo che mantengono la stessa "firma elettromagnetica" in tutte le immagini al variare della geometria di acquisizione e delle condizioni climatiche, preservando quindi l'informazione di fase nel tempo. Questi punti, essendo praticamente immuni da effetti decorrelazione temporale e spaziale, consentono di seguire gli spostamenti intercorsi tra

multiple immagini radar. I PS corrispondono generalmente ad elementi quali strutture di origine antropica (edifici, monumenti, strade, linee ferroviarie, antenne, tralicci, elementi metallici, etc.), oppure elementi naturali (affioramenti rocciosi, accumuli di detrito): ovvero a tutti quegli elementi già presenti al suolo, le cui caratteristiche elettromagnetiche non variano sensibilmente al variare della geometria di acquisizione e delle condizioni climatiche e atmosferiche. In figura 12 è schematizzato il principio di funzionamento della tecnica interferometrica, basato sulla misura di variazione di distanze satellite-bersaglio a terra.



**Figura 12** - Principio di funzionamento della tecnica interferometrica, basato sulla misura di variazione di distanze satellite- bersaglio a terra.

Nel 2011 è stato sviluppato l'algoritmo PSInSAR di seconda generazione, SqueeSAR, il quale rappresenta la tecnica InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) che è in grado di estrarre informazione di movimento in aree dove altre tecniche non sono ancora in grado di farlo, e con la più alta densità possibile di punti di misura, aumentando la comprensione generale dei movimenti relativi ad un'area di interesse. La tecnica SqueeSAR (figura 13) consente il monitoraggio non solo delle aree urbane ma anche di quelle extra-urbane, dove la densità delle misure PS può talvolta risultare non soddisfacente. L'innovazione consiste nell'aver individuato una nuova famiglia di "bersagli" monitorabili da satellite, i cosiddetti Distributed Scatterers o DS, che si vanno ad aggiungere ai PS: sono DS le aree detritiche, i campi non coltivati, le aree desertiche non sabbiose.



**Figura 13** - DS (Distributed Scatterer) e PS (Permanent Scatterer).

Per ogni singolo bersaglio (PS o DS) si ricavano la posizione (le sue coordinate geografiche: latitudine, longitudine, quota), il trend medio di deformazione (calcolato in mm/anno come l'interpolazione lineare dello spostamento misurato nell'intero periodo di monitoraggio) e l'intera serie temporale degli spostamenti, fornendo un valore di spostamento per ognuna delle acquisizioni disponibili. Tutte le misure sono sempre calcolate lungo la congiungente sensore-bersaglio (linea di vista del sensore, LOS), che è inclinata rispetto alla verticale di un angolo ( $\theta$ ) che varia secondo il satellite utilizzato. Inoltre, tutte le misure sono di tipo differenziale, ottenute dopo avere determinato uno o più punti di riferimento a terra (reference points), di coordinate note e supposti fermi (su basi geologiche oppure indicati come tali ad esempio da misure GPS o di livellazione ottica). Inoltre, tutte le informazioni di movimento fornite dai PS sono relative e non assolute, cioè sono riferite temporalmente alla data di acquisizione della immagine master, usata come misura "zero" (es.: prima acquisizione disponibile nell'arco temporale analizzato) La particolare combinazione tra il moto del satellite che orbita intorno alla Terra e il movimento di rotazione della Terra stessa, permette al sensore di rilevare la stessa area geografica secondo due differenti geometrie (figura 14):

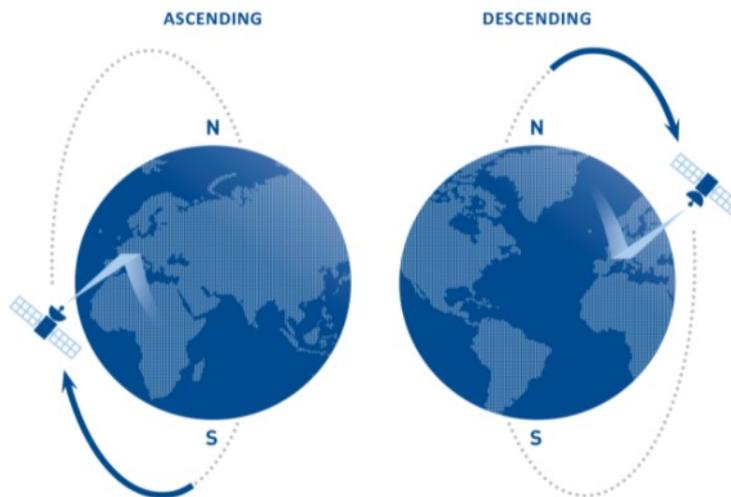
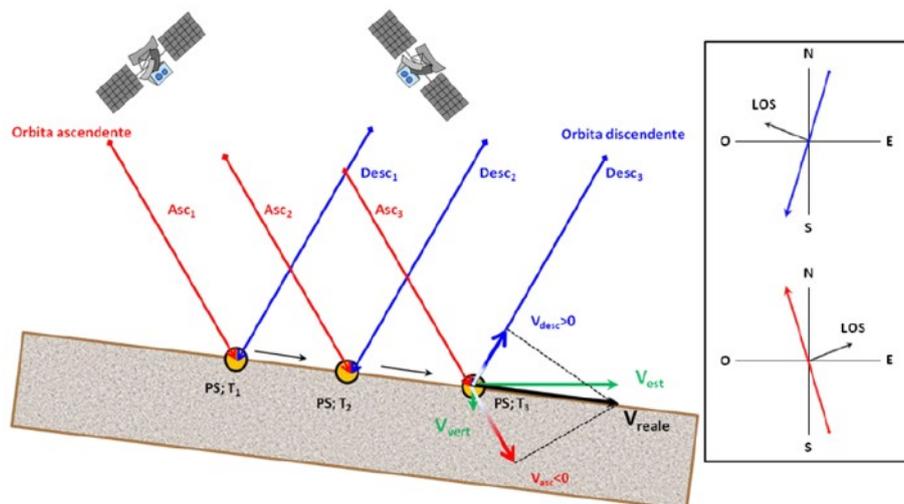


Figura 14 - Orbita ascendente e orbita discendente

- in **modalità ascendente**, quando il satellite percorre l'orbita da S verso N, e illumina l'area da O verso E;
- in **modalità discendente**, quando il satellite percorre l'orbita da N verso S, e illumina l'area da E verso O.

Come conseguenza delle diverse geometrie di acquisizione si possono registrare deformazioni di segno opposto (positive oppure negative). Per convenzione si hanno segni positivi per spostamenti in avvicinamento lungo la congiungente sensore-bersaglio e segni negativi per allontanamenti rispetto al sensore. Un moto con componente prevalentemente verticale come la subsidenza determina velocità di deformazione simili in entrambe le geometrie sia come intensità che come segno (*i.e.*, in allontanamento rispetto al satellite in entrambe le geometrie). Ugualmente, un fenomeno di sollevamento determina velocità di deformazione simili sia come intensità che come segno (anche se in questo caso si avrà un avvicinamento in entrambe le geometrie). Al contrario, un moto con componente orizzontale non trascurabile (come una frana) determina velocità di deformazioni diverse nelle due geometrie, sia come intensità che come segno: in una geometria si hanno velocità negative (ovvero il sensore registra un allontanamento), nell'altra si hanno velocità positive (ovvero il sensore registra un avvicinamento).



**Figura 15** - Scomposizione del moto nelle direzioni verticale e orizzontale (indicate in verde), risultata dalla combinazione delle misure in geometria ascendente e discendente.

<b>Orbita ascendente</b> (da sud a nord con vista da est verso ovest)	<b>Orbita discendente</b> (da nord a sud con vista da ovest verso est)	<b>Tipologia movimento</b>
+ (in avvicinamento)	+ (in avvicinamento)	Movimento verticale positivo - Sollevamento
- (in allontanamento)	- (in allontanamento)	Movimento verticale negativo - Subsidenza
- (in allontanamento)	+ (in avvicinamento)	Movimento orizzontante verso est
+ (in avvicinamento)	- (in allontanamento)	Movimento orizzontale verso ovest

Il suddetto sistema sfrutta la possibilità di elaborare un lungo archivio storico di immagini radar (dal 1992 ad oggi, grazie agli archivi ESA), che permette di condurre delle analisi storiche, vale a dire delle indagini a ritroso nel passato, di fondamentale importanza per comprendere l'evoluzione di fenomeni di deformazione del suolo già avvenuti, consentendo di recuperare informazioni altrimenti non reperibili con le tradizionali tecniche di monitoraggio basate a terra. Il lancio del satellite Sentinel-1A dell'ESA nell'aprile 2014 ha permesso un flusso continuo di dati radar satellitari acquisiti con regolarità, ogni 12 giorni, su vaste aree del pianeta. Questo intervallo temporale si è accorciato a 6 giorni da quando anche i dati di Sentinel1B, lanciato il 25 aprile 2016, sono disponibili.

### 7.3 GEOPORTALE REGIONE TOSCANA

I dati interferometrici del geoportale Regione Toscana vengono forniti come shapefile puntuale e visualizzati in maniera interattiva all'interno del portale. I dati PS vengono visualizzati utilizzando una specifica scala colori la quale potrà essere riprodotta dall'utente attraverso un file di vestizione consegnato congiuntamente ai dati puntuali. La scala colori è mostrata in figura 16. I punti di misura sono classificati secondo la velocità media annua di deformazione (espressa in mm/anno) secondo tale convenzione:



- il **colore verde** corrisponde a quei punti la cui velocità di deformazione è molto bassa, compresa tra -2,0 e +2,0 mm/anno, ovvero all'interno dell'intervallo di sensibilità della tecnica interferometrica e definito sulla base della deviazione standard dei dati utilizzati;
- con i colori da **giallo a rosso** sono classificati quei punti di misura con velocità di deformazione negativa, che corrisponde a movimenti in allontanamento dal satellite lungo la linea di vista sensore-bersaglio;
- con i colori da **azzurro a blu** sono classificati quei punti di misura con velocità di deformazione positiva, che corrisponde a movimenti in avvicinamento al satellite lungo la linea di vista sensore-bersaglio.

	<b>Velocità spostamento (vel)</b> (mm/anno)
●	vel < -20 mm/anno
●	-19,9 mm/anno ≤ vel < -10,0 mm/anno
●	-9,9 mm/anno ≤ vel < -5,0 mm/anno
●	-4,9 mm/anno ≤ vel < -2,0 mm/anno
●	-1,9 mm/anno ≤ vel < + 2,0 mm/anno
●	+ 2,1 mm/anno ≤ vel < + 5,0 mm/anno
●	+ 5,1 mm/anno ≤ vel < + 10,0 mm/anno
●	+ 10,1 mm/anno ≤ vel < + 20,0 mm/anno
●	Vel ≥ + 20,1 mm/anno

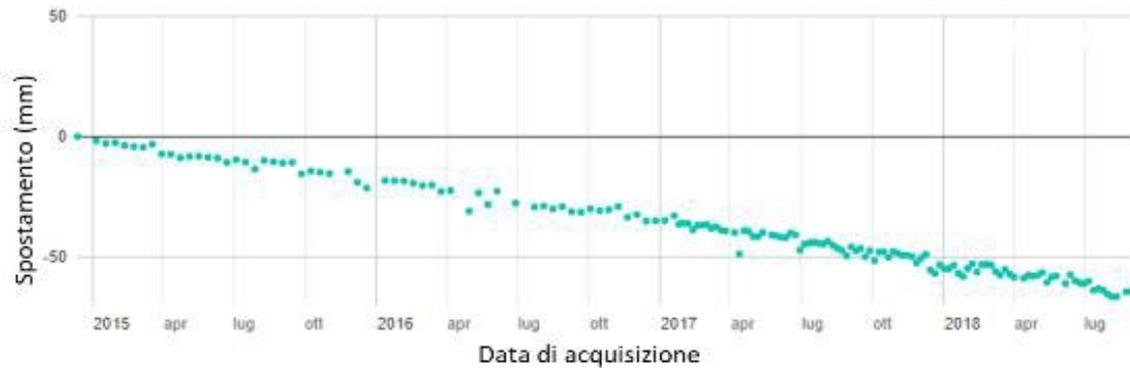
**Figura 16** - Scala colori standardizzata per tutti i prodotti interferometrici visualizzati nel geoportale.

I dati sono disponibili in entrambe le orbite di acquisizione del satellite Sentinel-1, ascendente (da Sud a Nord) e discendente (da Nord a Sud). Ogni punto PS sul geoportale è interrogabile dall'utente. La tabella degli attributi associata ad ogni punto contiene diverse informazioni utili al fine dell'interpretazione dei movimenti. Di seguito sono elencati i campi che contraddistinguono ogni punto:

- **CODE**, codice univoco di riconoscimento del PS;
- **HEIGHT**, quota del punto estratta a partire dal modello digitale del terreno usato per elaborare le immagini radar;
- **EFF\_AREA**, se uguale a zero il punto è un PS. Se maggiore di zero il punto è un DS, quindi riferito ad un'area e non ad un oggetto puntuale (il valore è in m<sup>2</sup>);
- **VEL**, valore di velocità media del punto misurato lungo la LOS del satellite ed espresso in mm/anno;
- **V\_STDEV**, valore di deviazione standard della velocità media (espressa in mm/anno);
- **H\_STDEV**, stima dell'errore della stima della quota del PS (espresso in m);
- **COHERENCE**, indice che misura l'accordo tra i dati ed il modello di spostamento utilizzato in fase di analisi (numero compreso tra 0 e 1, rispettivamente nessuna attinenza ed elevato accordo)

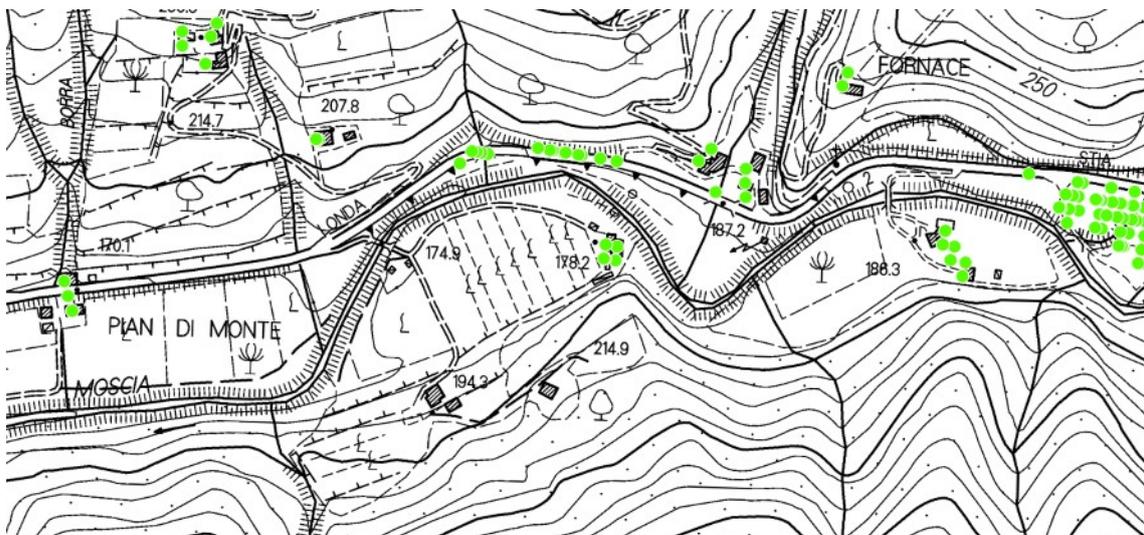
con il modello). Essa indica la qualità della serie temporale per ogni punto. Se il valore è superiore a 0.75 la serie temporale si considera molto affidabile.

Per ogni punto di misura è possibile visualizzare la serie temporale di deformazione dall'inizio del periodo monitorato fino alla data dell'ultima acquisizione satellitare disponibile (figura 17).



**Figura 17** – Esempio di serie temporale di deformazione. In ascissa la data di acquisizione, in ordinata lo spostamento registrato in millimetri.

I dati estrapolati e riportati nelle figure 18 e 19 evidenziano la presenza di permanent scatterers che indicano una sostanziale stabilità dell'area.



**Figura 18** - Permanent Scatterers Discendenti

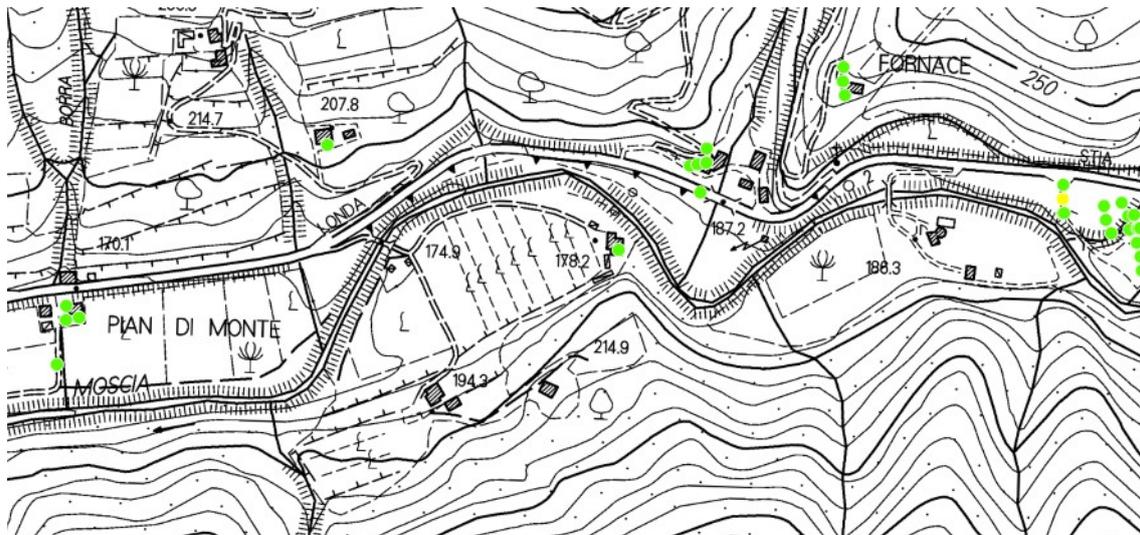


Figura 19 - Permanent Scatterers Ascendenti

## 7.4 GEOMORFOLOGIA

La realizzazione dell'intervento è prevista in una zona pianeggiante e senza problematiche di natura geomorfologica, come già in precedenza osservato è necessario porre attenzione nella zona più prospiciente il Torrente Moscia data la presenza di un orlo di scapata di erosione dello stesso torrente.

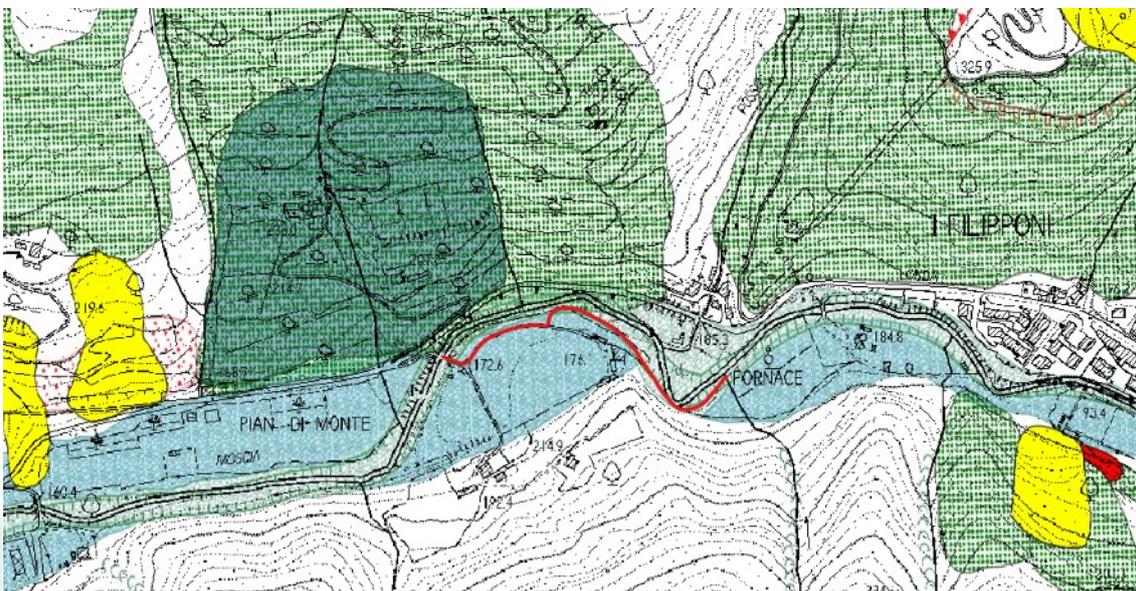


Figura 20 - Estratto carta geomorfologica da Regione Toscana

## 8.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Come mostra la carta geologica l'area è caratterizzata dalla presenza dei *Depositi fluviali del Bacino del Mugello (SIV)* che, rispetto alla zona Mugello dove poggiano sui *Depositi fluvio-lacustri del Bacino del Mugello (MGO)*, in quest'area poggiano direttamente sul substrato.

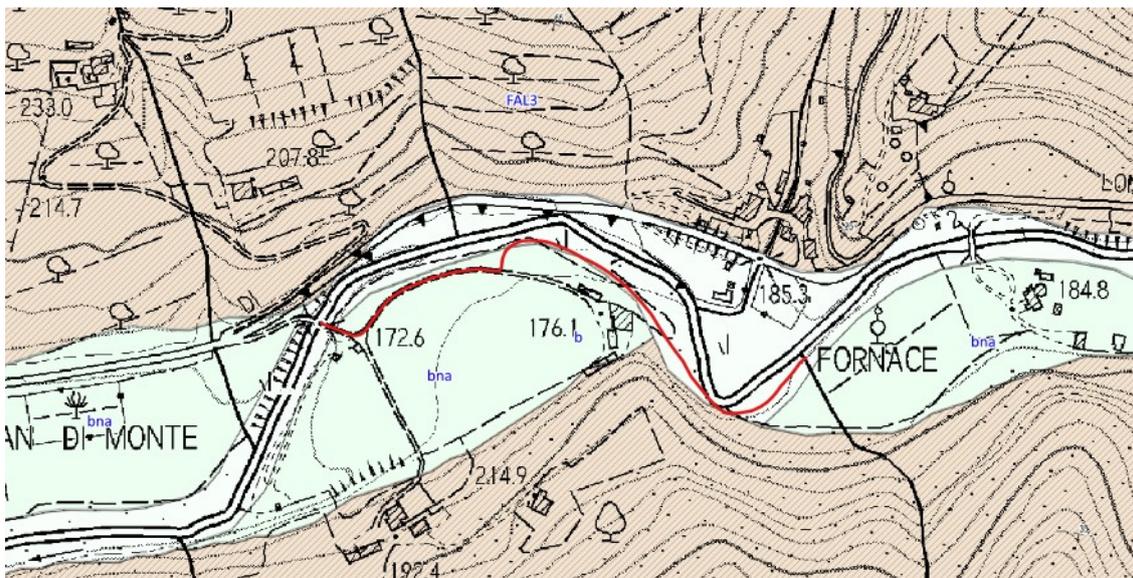


Figura 21 - Estratto Carta Geologica

## 8.1 DEPOSITI FLUVIALI DEL BACINO DEL MUGELLO (SIV)

Sono i depositi fluviali attuali e terrazzati depositi dal Fiume Sieve e dai suoi affluenti dal Pleistocene Inferiore finale all'Olocene entro il Bacino del Mugello e vengono suddivisi in tre unità. Poggiano in discordanza sia sul substrato pre-pleistocenico che sui depositi fluvio-lacustri. Presentano una caratteristica diminuzione granulometrica verso l'alto stratigrafico: ciottoli alla base, sabbie e limi al tetto. Nella seconda fase (fase fluviale), i sedimenti costituiscono una tipica successione di terrazzi alluvionali e sono composti principalmente da ciottolami depositi in ambiente di corso d'acqua intrecciato e di conoide. Questa fase corrisponde al quasi completo riempimento del bacino lacustre e quindi all'incisione di una soglia che ne sbarrava il drenaggio a Sud-Est. La tettonica trasversale, invece, (antiappenninica), oltre alle importanti delimitazioni ad Est ed Ovest del graben, ha avuto molto peso nel determinare alcune particolari geometrie del Fiume Sieve e dei suoi affluenti, testimoniate anche da fenomeni di cattura. In particolare l'area di intervento rientra tra le zone dove sono presenti i depositi terrazzati fluviali (*Sintema del Fiume Sieve - SIV*). Si tratta di depositi terrazzi fluviali, discordanti fra loro e sovrapposti ad un substrato pre-lacustre, oppure a terreni alluvionali e lacustri del Bacino del Mugello. Tali depositi sono strutturati su tre terrazzi diversi legati a differenti fasi di deposizione d'erosione e sono distinguibili come di seguito riporti:

**SUBSINTEMA DI SAGGINALE (SIV3):** Nell'ambito di questo subsintema è stata effettuata una partizione tra alluvioni in evoluzione (SIV3b) e alluvioni recenti terrazzate (SIV3a).

- **SIV3b:** ghiaie e sabbie prevalenti deposte negli alvei attuali dei vari corsi d'acqua presenti nell'area; costituiscono in genere accumuli di barre sia longitudinali che trasversali, talora laterali nei casi di corsi ad andamento sinuoso. Età: Olocene
- **SIV3a:** limi ed argille prevalenti passanti a sabbie più o meno limose inglobanti ghiaie depositatisi nel corso di eventi di piena eccezionale; nelle argille e nei limi si ritrovano clasti di varia natura di dimensione da centimetrica a decimetrica e di forma da sub-angolare a sub-arrotondata, isolati oppure organizzati in lenti. Le varie granulometrie si alternano

irregolarmente secondo rapporti laterali eteropici. Questi depositi fluviali terrazzati si presentano in genere pedogenizzati e possono raggiungere anche spessori dell'ordine dei 5m; talora le ghiaie presentano indicatori di paleocorrente (embriciamenti, laminazioni) che evidenziano alimentazioni clastiche sia da NE che da NW. Età: Olocene

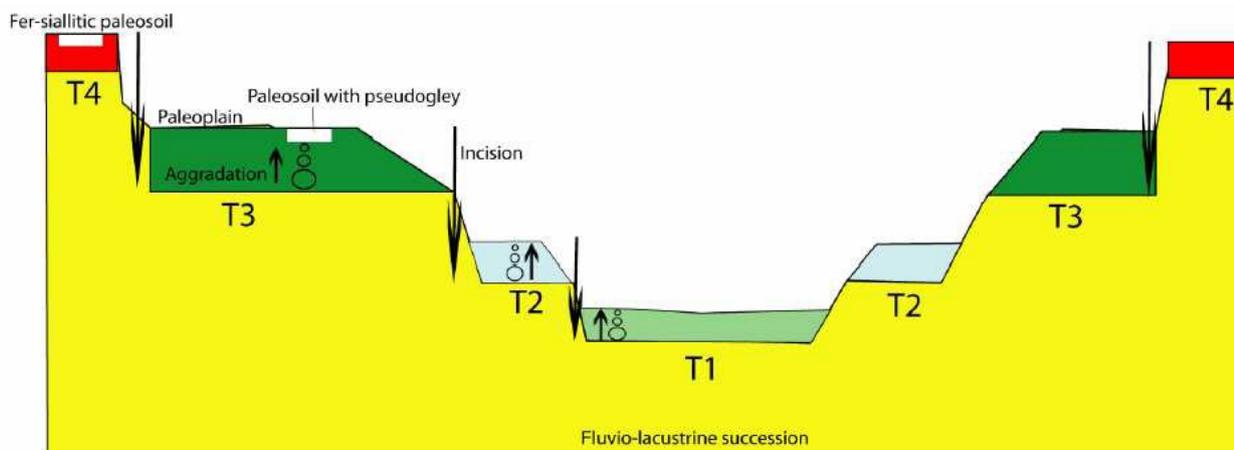
### SUBSISTEMA DI LUCO DI MUGELLO

- **SIV2:** depositi fluviali terrazzati costituiti da ghiaie (localmente embricate) e sabbie siltose con limi e argille di colore marrone- ocra (Pleistocene medio- sup.)

### SUBSISTEMA DI SCARPERIA

- **SIV1:** depositi fluviali terrazzati costituiti da ghiaie (talora embricate) e sabbie (spesso di colore rossastro) con limi e argille (Pleistocene inf?- medio)

I tre terrazzi (Unità di Sagginale, Unità di Luco di Mugello, Unità di Scarperia) descritti costituiti da depositi alluvionali via via più antichi, e quindi posti a quote più elevate rispetto al letto del fiume, che, a causa dell'erosione, tende ad abbassarsi sempre di più. Uno schema tipico della morfologia dei depositi alluvionali nel Bacino del Mugello è quello riportato in figura 22, dove i terrazzi T1, T2 e T3 corrispondono rispettivamente all'Unità di Sagginale (depositi alluvionali attuali), all'Unità di Luco di Mugello (*fase cataglaciale Würm, circa 12.000 anni fa*) e all'Unità di Scarperia (*fase cataglaciale Mindel, circa 300.000 anni fa*). Il terrazzo T4 è il più antico, risalente a subito dopo lo svuotamento del lago (*durante la Glaciazione Mindel, 455-300.000 anni fa*). Si tratta di depositi alluvionali grossolani intensamente alterati e pedogenizzati (*Delle Donne, 2005*), che sussistono alla sommità delle ondulazioni che separano le varie valli fluviali. I tecnici della GE.MI.NA. classificano questo orizzonte (GE.MI.NA., 1962) come l'ultimo dei depositi fluvio-lacustri, formatosi durante la fase di svuotamento e colmamento del lago, con due diversi apporti di materiale, separati da una superficie di erosione. La sua origine è forse attribuibile ad una variazione del livello delle acque durante la fase di regressione del bacino, o ad una tappa di sollevamento della catena, che ha determinato un aumento dell'energia del rilievo ed una effimera ripresa della deposizione nel fondovalle. Esso non è comunque rappresentato nel sub-bacino di Barberino.



**Figura 22** - La successione fluviale terrazzata tardo-quadernaria. Sono stati distinti quattro ordini di terrazzi, e sono stati denominati da T1 a T4, rispettivamente dal più recente al più antico. T1 corrisponde alla piana alluvionale attuale del Fiume Sieve, mentre T4 rappresenta i depositi che stanno al tetto della successione fluvio-lacustre principale (da Delle Donne, 2005).



## 8.2 SUBSTRATO

Il tracciato è posto su un substrato appartenente alla **Formazione delle Arenarie del Falterona (FAL)**, a sud (Unità tettonica Falterona).

### 8.2.1 Formazione delle Arenarie del Falterona (FAL)

Questa formazione, articolata in vari membri sulla base dello spessore medio degli strati e del rapporto arenite/pelite, presenta un trend fining e thinning upwards. Si presenta infatti arenacea nella porzione inferiore, arenaceo-pelitica nella parte intermedia, pelitico-arenacea nella parte superiore e, infine, pelitico al tetto, e rappresenta un singolo sistema deposizionale torbiditico. I membri cartografati, correlabili regionalmente, sono cinque, dal basso:

- Membro di Monte Falco (FAL<sub>1</sub>)
- Membro di Camaldoli (FAL<sub>2</sub>)
- Membro di Montalto (FAL<sub>3</sub>)
- Membro di Lonnano (FAL<sub>4</sub>)
- Membro di Fosso delle Valli (FAL<sub>5</sub>).

Nell'area è presente il **Membro di Montalto (FAL3)**. Arenarie, marne, argilliti e siltiti con  $1/4 < A/P < 2$ , ma mediamente vicino all'unità. Gli strati arenacei a grana generalmente fine, sono da molto sottili a molto spessi, talora fino a banchi. La parte pelitica è costituita da marne e siltiti grigie. Alternano pacchi decametrici di strati sottili con peliti prevalenti e banchi o strati molto spessi e ravvicinati. Caratteristica del membro in esame è la presenza di argille nerastra di deposizione emipelagica. Le paleocorrenti indicano provenienze alpine, da NO. Sono presenti, specialmente verso la base del membro, numerosi strati calcarenitici (*areniti ibride, sensu ZUFFA, 1980*), in strati da medi a molto spessi. Nella parte alta del membro sono prevalenti le peliti con rari banchi arenacei. Nella parte bassa del membro, ad ottanta metri circa dalla base, è presente una torbidite calcareo pelitica ibrida di provenienza sudorientale, dello spessore complessivo di circa dieci metri, la cui frazione grossolana è spesso poco più di 4 metri, mentre la frazione fine, costituita da marne e marne calcaree grigio azzurre, supera i 5 metri.

## 9.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

In idrogeologia, la caratteristica più importante di un terreno deve essere considerata la permeabilità che è l'attitudine di un terreno a contenere ed a lasciarsi attraversare dall'acqua e che rappresenta, in sostanza, la *conduttività* della roccia nei confronti di un fluido. Da questa caratteristica dipende in buona parte l'infiltrazione, la circolazione e la distribuzione delle acque nel sottosuolo. Il tipo di permeabilità delle rocce costituenti i complessi idrogeologici dipende innanzitutto dalle caratteristiche genetiche (litologiche e giacaturali) di esse, nonché da quel novero di fattori derivanti dalla storia geologica di tali rocce, cioè tutti i fenomeni tettonici, alterativi e di metamorfismo succedutisi nel tempo. Tra le caratteristiche genetiche, la maggior importanza è rivestita dalla composizione mineralogica (e quindi dai caratteri geochimici) e dalla porosità primaria del mezzo roccioso. Tra le caratteristiche acquisite con la storia geologica, predominano la porosità secondaria



(fessurazione, fratturazione, stratificazione, scistosità) e l'alterazione chimico-fisica nelle sue diverse forme (ossidazione, idratazione, idrolisi, dissoluzione). Si parla di porosità e permeabilità di tipo primario o interstiziale se gli spazi vuoti, i pori, hanno avuto origine con il formarsi della roccia stessa ed è questo il caso dei cosiddetti *terreni sciolti* quali i limi, le sabbie o le ghiaie. Se gli spazi si formano invece a causa della fratturazione della roccia si parla di porosità in grande e di permeabilità secondaria. Queste caratteristiche comportano, all'interno del terreno, una differenziazione nella circolazione idrica. Infatti nei terreni permeabili per porosità (permeabilità primaria) l'acqua tende a distribuirsi in modo "uniforme" riempiendo il terreno in maniera completa. Nel caso dei terreni permeabili per fratturazione (permeabilità secondaria) la distribuzione dell'acqua segue l'andamento delle fessure andando a costituire reticoli sotterranei più o meno continui, che comunque rimangono sempre separati da zone non fratturate e per questo praticamente impermeabili. Da questo si può evincere che più spinta risulta la fratturazione, più il comportamento della roccia dotata di permeabilità secondaria si avvicina a quello della roccia permeabile per porosità. Nell'area in oggetto sono presenti ambedue i casi appena descritti. In corrispondenza dei livelli integri dell'ammasso roccioso la permeabilità sarà di tipo secondario mentre in superficie e quindi in una zona di terreno fortemente alterato avremo anche una permeabilità di tipo primario che risulterà comunque poco sviluppata. Lo strato superficiale è sempre legato dal punto di vista genetico alla natura del substrato roccioso. Di seguito si riporta una tabella che mostra il grado di variazione del coefficiente di permeabilità K in funzione delle dimensioni dei granuli (Castany, 1985).

K (m/s)	10 1 10 <sup>-1</sup> 10 <sup>-2</sup> 10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-4</sup> 10 <sup>-5</sup> 10 <sup>-6</sup> 10 <sup>-7</sup> 10 <sup>-8</sup> 10 <sup>-9</sup> 10 <sup>-10</sup> 10 <sup>-11</sup>										
	omogenea	Ghiaia		Sabbia	Sabbia molto fine	Silt	Argilla				
Granulometria	varia	Ghiaia medio grossa	Ghiaia e sabbia	Sabbia, limo e argilla							
	Gradi di permeabilità		Elevata		Bassa		Nulla				
Tipi di formazioni		Permeabili		Semipermeabili		Imper.					

**Figura 23** - La permeabilità è rappresentata dal coefficiente K (m/sec) che è stata definita come la quantità d'acqua che, sotto l'azione di un gradiente unitario ed alla temperatura di 20°, attraversa una sezione unitaria del terreno nell'unità di tempo.

Il Piano Strutturale Intercomunale (fig. 24) inserisce il tracciato nelle zone con il codice **E** ovvero zone dove è presente un "Acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (alluvioni recenti) senza o con scarsa protezione".

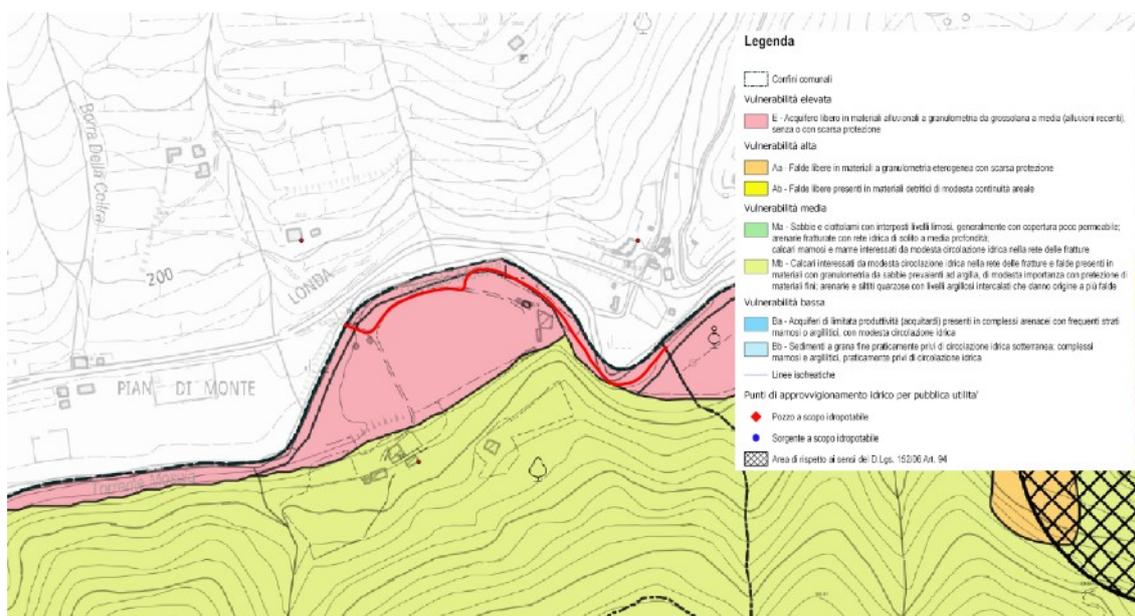


Figura 24 - Carta Idrogeologica

## 11.0 L.R. 41/2018

la legge regionale 41/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni)." è relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, nonché al fine di mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico, disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua.

L'art. 2 comma 1 specifica che "Non sono consentiti nuove costruzioni, nuovi manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla l.r. 69/2008 e alla l.r. 91/1998 . Abrogazione della l.r. 34/1994 ), fatto salvo quanto previsto ai commi 2, 3 e 4". Come si vede alla fine del comma vi sono alcune esclusioni da tale divieto ed in particolare l'intervento in oggetto, facente parte di "ciclovía" è escluso da tale limitazione ai sensi del comma 2 lettera f) "itinerari ciclopedonali". Il comma 5 definisce che "interventi di cui ai commi 2, 3 e 4 sono consentiti, previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:

- sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;
- non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;
- non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;
- non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;



- e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;  
f) il patrimonio edilizio esistente di cui al comma 3 sia inserito nel piano di protezione civile comunale al fine di prevenire i danni in caso di evento alluvionale".

Il successivo comma 8 definisce che "Gli interventi di cui al comma 2, lettere e) ed f), sono realizzati, nel rispetto delle condizioni di cui al comma 5 e a condizione che siano adottate nei piani comunali di protezione civile misure per regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali".

L'art. 13 al comma 4 lettera 1 specifica che "Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite...itinerari ciclopedonali, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali";

## 12.0 PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

Di seguito si riportano le pericolosità come desunti dal Piano Strutturale Intercomunale approvato.

### 12.1 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Nella carta "Pericolosità Geologica" è contenuta una suddivisione del territorio secondo le classi di pericolosità definite dalle vigenti normative regionali in materia di indagini geologico - tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica. Il P.S.I. ha suddiviso la "Pericolosità Geologica" nelle seguenti classi:

- **G4: Pericolosità geologica molto elevata.** 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. Sono normalmente da inserire in classe G.4 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:
  - frane attive comprensive del corpo e dell'unghia di frana, della corona di distacco e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto;
  - settori interessati da franosità diffusa (con relativa area di possibile evoluzione secondo le indicazioni fornite in fase di concertazione preliminare con i revisori della Regione Toscana – Genio Civile di competenza);
  - areali comprendenti gruppi fra loro correlati o singole evidenze di frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali fenomeni di dissesto gravitativo in atto;
  - scarpate attive con relative aree di possibile evoluzione e influenza;
  - ripe fluviali in cui siano in atto fenomeni di erosione laterale di sponda da parte dei corsi d'acqua (con relativa area di possibile evoluzione);
  - aree calanchive;
  - alvei con accentuata tendenza all'approfondimento;



- aree ricadenti in classe di pericolosità da frana molto elevata di cui alla perimetrazione P4 del P.A.I. (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale come da Decretazioni del Segretario Generale).

Oltre alle aree che presentano le caratteristiche sopra elencate (desumibili dai "poligoni geomorfologici") sono state inserite in classe di pericolosità geologica molto elevata G.4 le aree, a contorno "di influenza (buffer)" dei fenomeni descritti, che rappresentano le fasce di possibile evoluzione, così come delineate dalla Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale in fase di istruttoria finalizzata alla "revisione e modifica delle mappe di pericolosità da frana del PAI Distrettuale (come da emissione dei Decreti del Segretario Generale A.d.B. Distretto Appennino Settentrionale n. 63 del 05/07/2021 per il Comune di Londa, n. 57 del 05/07/2021 e n. 23 del 14/03/2022 per il Comune di Pelago, n. 61 del 05/07/2021 per il Comune di Pontassieve, n. 62 del 05/07/2021 per il Comune di Rufina, n. 58 del 05/07/2021 per il Comune di San Godenzo).

In relazione a tale aspetto per quanto concerne le notazioni geomorfologiche relative a "forme lineari" tipo scarpate, per cui non sia stato definito un areale "poligonale (come per esempio per le scarpate attive il cui coronamento definisce un fenomeno di frana di crollo), è stata delimitata una area di possibile evoluzione a monte (di ampiezza variabile pari ad almeno la metà dell'altezza fino ad ampiezza pari all'intera altezza) dell'orlo di scarpata; considerando per la pozione verso valle i cinematismi, le eventuali traiettorie di percorsi di blocchi per cui sia stata rilevata possibilità di distacco, dislivello fra il coronamento di scarpata e la sua base, morfologia ed acclività dell'area di valle della scarpata e modalità di evoluzione dei fenomeni stessi, per una ampiezza comunque almeno pari all'altezza della scarpata.

- **G3: Pericolosità geologica elevata:** 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; aree interessate da fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi. Sono normalmente da inserire in classe G.3 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:
  - frane quiescenti comprensive del corpo di frana e della corona di distacco (con "buffer" adeguato in funzione delle possibilità di evoluzione del dissesto);
  - aree instabili per soliflusso generalizzato e relative aree di possibile evoluzione;
  - aree interessate da fenomeni di soil creep;
  - aree interessate da fenomeni di deformazione gravitativa profonda riconducibili al "tipo geomorfo DGPV" (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI frane del Bacino Distrettuale App. Settentrionale),
  - aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio;



- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a reggipoggio o a franapoggio più inclinata del pendio, se intensamente fratturate;
- aree per cui sia stata individuata una condizione di maggiore propensione al dissesto in base a considerazioni cumulate e combinate di alcuni parametri predisponenti riconducibili alle caratteristiche geologiche del substrato, tipologia, spessore e caratteristiche idrogeologiche dei suoli affioranti, esposizione, clivometria, caratteristiche litotecniche e parametrizzazione geotecnica dei terreni, consistenza e diffusione del sistema/sistemi di fratturazione ecc.;
- aree interessate da fenomeni di erosione profonda;
- aree interessate da rilevanti manomissioni antropiche, quali rilevati con evidenti manifestazioni di dissesto e/o non uniforme compattazione, riempimenti, scavi e cave, rilevati arginali;
- corpi d'acqua e relativi paramenti di valle;
- scarpate di erosione non attive;
- alvei con moderata tendenza all'approfondimento;
- aree ricadenti in classe di pericolosità da frana elevata di cui alla perimetrazione P3 del P.A.I. (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale come da emissione dei Decreti del Segretario Generale A.d.B. Distretto Appennino Settentrionale n. 63 del 05/07/2021 per il Comune di Londa, n. 57 del 05/07/2021 e n. 23 del 14/03/2022 per il Comune di Pelago, n. 61 del 05.07.2021 per il Comune di Pontassieve, n. 62 del 05/07/2021 per il Comune di Rufina, n. 58 del 05/07/2021 per il Comune di San Godenzo).
- **G2: Pericolosità geologica media:** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi. Sono normalmente da inserire in classe G.2 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:
  - aree interessate da dissesti di natura geomorfologica individuate con "poligoni" che riguardano zone che abbiano subito dissesto che risultino naturalmente o artificialmente definitivamente stabilizzate a seguito di esaustivi interventi di bonifica realizzati e le forme relitte e quindi non attive;
  - aree con erosione superficiale;
  - aree di versante collinare mediamente o poco acclive per cui non sia stata individuata una condizione di minore propensione al dissesto in base a considerazioni cumulate e combinate di alcuni parametri predisponenti riconducibili alle caratteristiche geologiche del substrato, tipologia, spessore e caratteristiche idrogeologiche dei suoli affioranti, esposizione, clivometria, caratteristiche litotecniche e parametrizzazione geotecnica dei terreni, consistenza e diffusione del sistema/sistemi di fratturazione ecc.;
  - le aree con roccia affiorante o a litologia compatta, a scarsa pendenza in relazione al contesto litostratigrafico, o con irrilevante copertura detritica e alteritica.

Nella classe G.2 sono comprese le aree apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi che potranno tuttavia essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia. Tali zone sono in genere quelle collinari meno acclivi, dove non si osservano evidenze di instabilità. 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.

- **G1: Pericolosità geologica bassa:** aree pianeggianti e sub-pianeggianti in cui i processi geomorfologici, le caratteristiche litologiche e/o giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi e per cui possano, a priori, escludersi possibilità di innesco di fenomeni di cedimento. Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

Così come già rilevato in sede di verifica della pericolosità geomorfologica di dettaglio al 10k del PAI la prima parte del tracciato è compresa nelle zone a **P.G.4** per poi passare nelle zone a **P.G.3**. (figura 25).

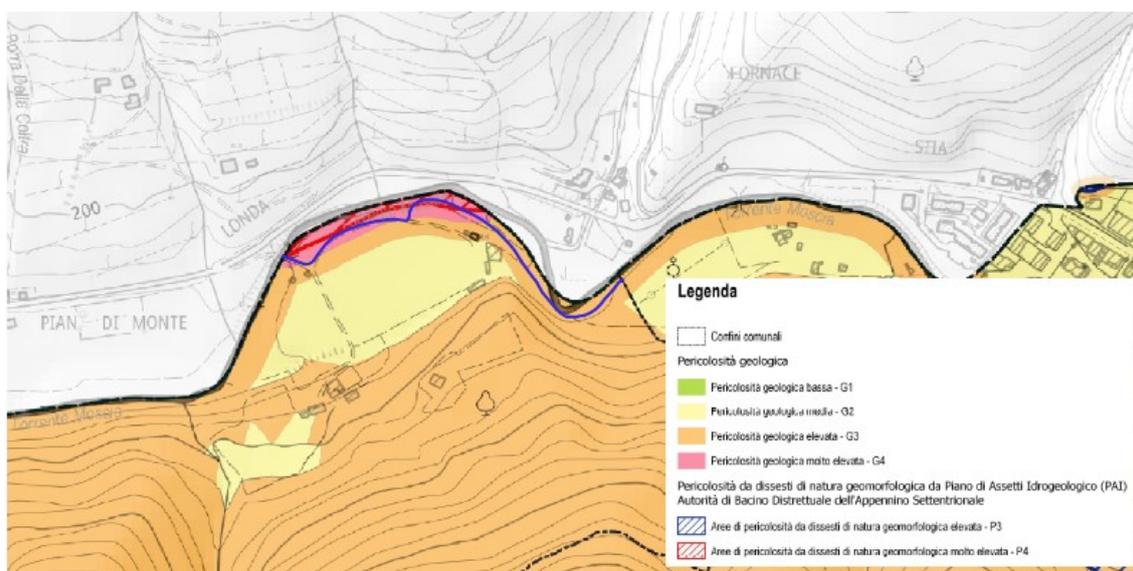


Figura 25 - Carta della pericolosità geologica da P.S.I.

## 12.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Nella carta "Pericolosità Idraulica" è contenuta una suddivisione del territorio secondo le classi di pericolosità definite dalle vigenti normative regionali in materia di indagini geologico - tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica. Il P.S.I. ha suddiviso, per le aree soggette a problematiche di carattere idraulico e stato condotto a livello di Piano strutturale Intercomunale uno studio idrologico idraulico di dettaglio ai sensi della l.r. 41/2018 del 24 luglio 2018.

- Aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $T_R = 30$  anni (aree a pericolosità per alluvioni frequenti);
- Aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $T_R = 200$  anni (aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti);

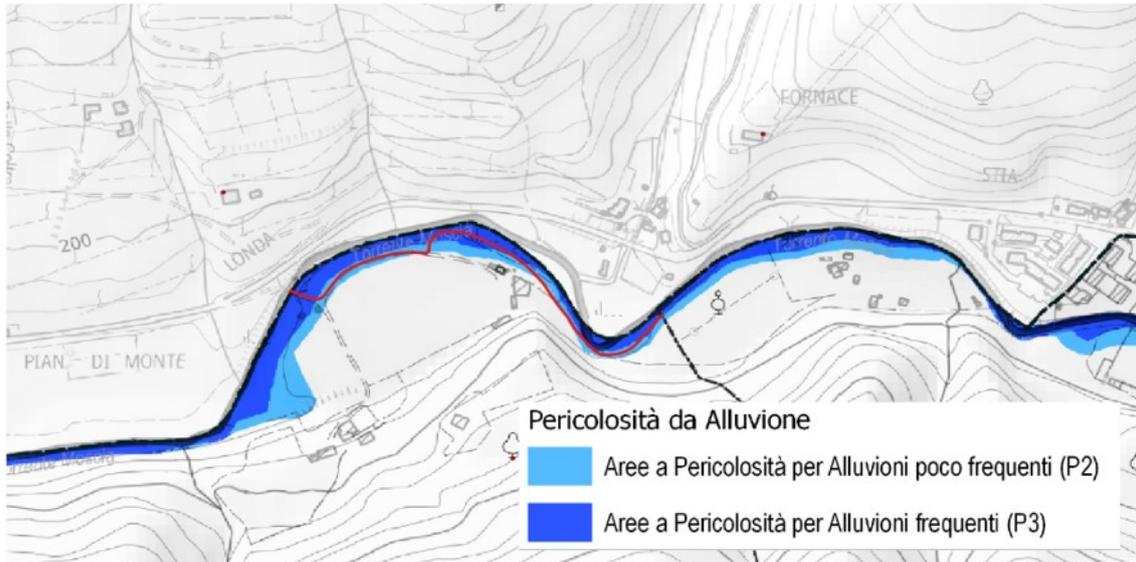


Figura 26 - Carta della pericolosità idraulica da PSI

Eseguendo una elaborazione attraverso l'ausilio del software QGIS è stata fatta una sovrapposizione tra l'area di realizzazione del tracciato e la pericolosità idraulica dal P.S.I.. La cartografia indica che tutto il tracciato rientra nelle zone a pericolosità idraulica sia nelle zone caratterizzate da *Pericolosità per alluvioni frequenti*  $Tr=30$  anni sia per *Pericolosità per alluvioni poco frequenti*  $Tr=200$  anni (figura 26).

Inoltre facendo riferimento alla L.R. 41/2018, si è determinata per l'area di studio la "magnitudo idraulica". La magnitudo idraulica è definita per lo scenario per alluvioni poco frequenti attraverso la combinazione del battente e della velocità della corrente, così come di seguito indicato:

- "**magnitudo idraulica moderata**": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 m/s. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiori a 0,3 m;
- "**magnitudo idraulica severa**": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 m/s oppure battente superiore a 0,5 m e inferiore o uguale a 1 m e velocità inferiore o uguale a 1 m/s. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 m e inferiore o uguale a 0,5 m;
- "**magnitudo idraulica molto severa**": battente superiore a 0,5 m e inferiore o uguale a 1 m e velocità superiore a 1 m/s oppure battente superiore a 1 m. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battenti superiori a 0,5 metri.

Per prima cosa quindi è stato verificato il battente per il tempo di ritorno di 200 anni utilizzando lo studio idraulico (figura 27). La cartografia evidenzia come l'area di intervento sia quasi totalmente compresa nelle zone con battenti idraulici che variano da zone con  $h > 2$  metri sino a zone con  $h \leq 0,50$  m.

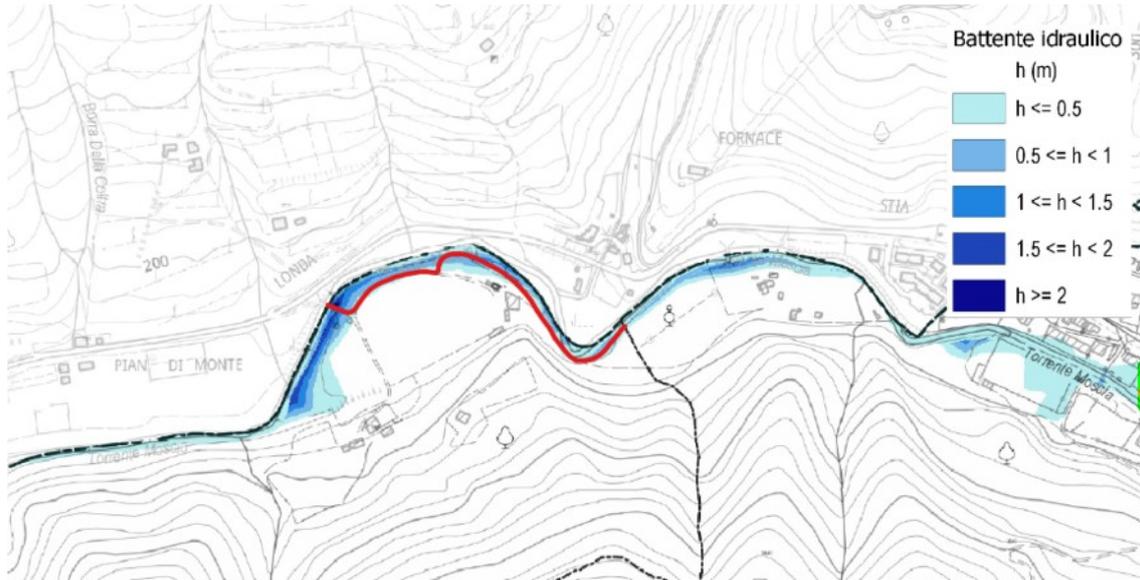


Figura 27 - Carta dei battenti idraulici TR 200 anni da PSI

La seconda valutazione è stata effettuata verificando la velocità della corrente per il tempo di ritorno di 200 anni utilizzando lo studio idraulico (figura 28). La cartografia evidenzia come l'area di intervento sia quasi totalmente compresa nelle zona velocità maggiori di 1 m/s.

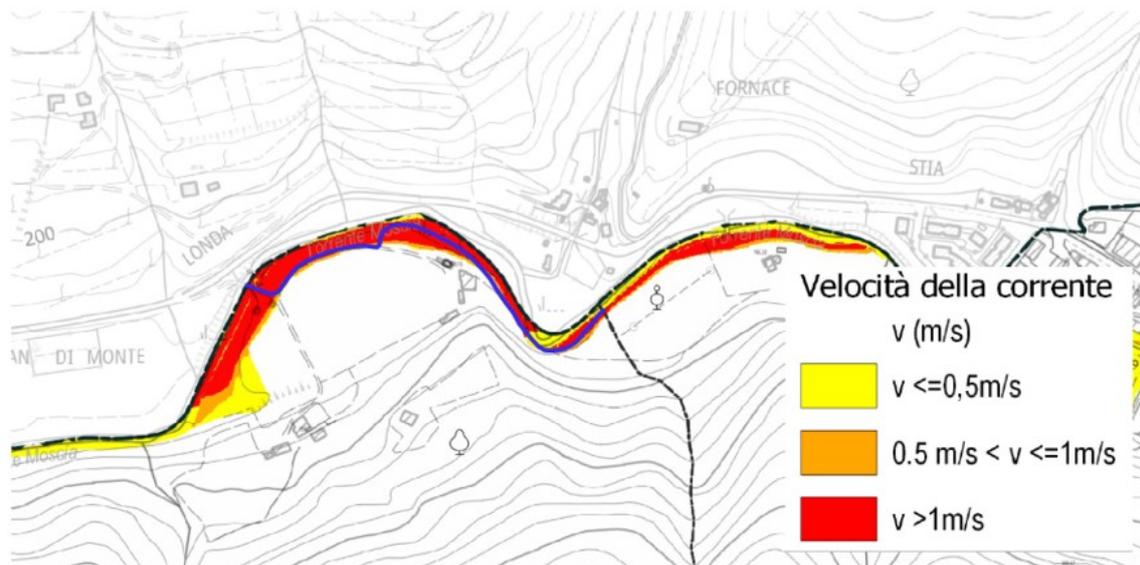


Figura 28 - Carta della velocità delle corrente con TR 200 anni da PSI

Per la determinazione della magnitudo idraulica vengono appunto utilizzati di dati ricavata dalla verifica del battente e delle velocità per ciascuna zona secondo quindi una matrice tipo quella di seguito riportata.

		Battente	
		≤ 0,5 m	> 0,5 m
Velocità	≤ 1,0 m/s	Moderata	Severa
	> 1 m/s	Severa	Molto Severa

Tabella 4 - Matrice per determinazione della magnitudo

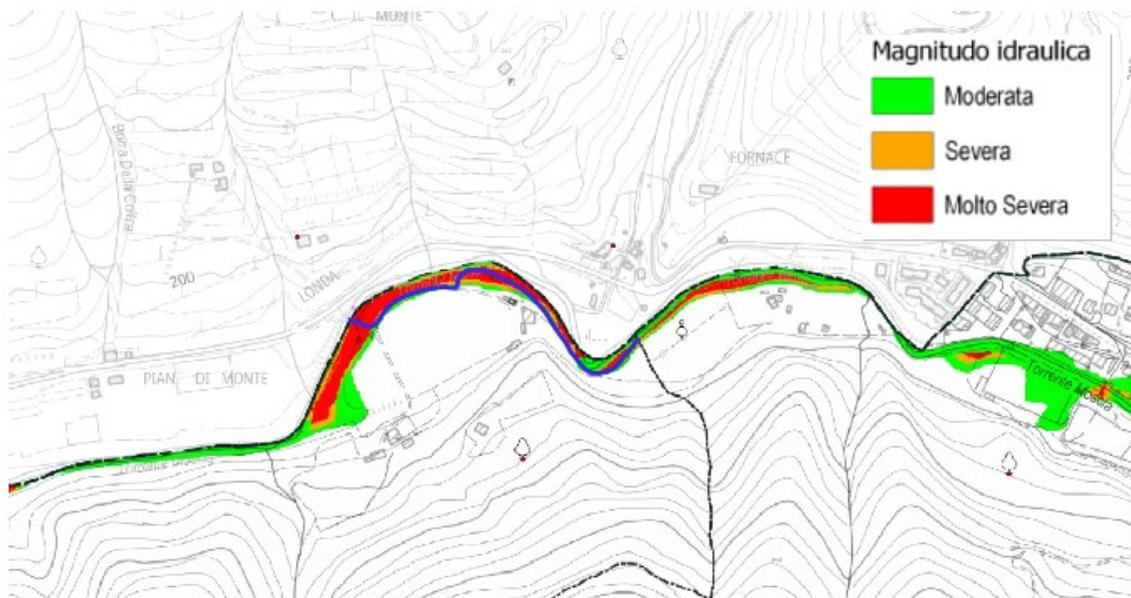


Figura 29 - Carta della magnitudo idraulica TR 200 anni da PSI

La consultazione della carta delle magnitudo con  $T_R = 200$  anni (figura 29) evidenzia come gran parte del tracciato rientra in magnitudo molto severa e le altre zone sono suddivise equamente tra aree a magnitudo severa e moderata.

### 12.3 PERICOLOSITÀ SISMICA

La classificazione del territorio in termini di pericolosità sismica è organizzata dal D.P.G.R. n. 5/R/2020 per il supporto alla pianificazione urbanistica in 4 distinte classi a intensità crescente, di seguito descritte:

- **Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)**: zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie);
- **Pericolosità sismica locale elevata (S.3)**: zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di

amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

- **Pericolosità sismica locale media (S.2)**: zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3); zone con substrato affiorante suscettibile di amplificazione topografica a causa delle pendenze elevate;
- **Pericolosità sismica locale bassa (S.1)**: zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

La cartografia del Comune di Rufina non ricomprende la zona di intervento mentre la stessa zona è molto vicino al confine con il Comune di Londa per la quale la carta di pericolosità sismica è stata realizzata. Come si nota le zone di fondovalle sono inserite tra le zone a **pericolosità sismica locale media 2** (figura 30).

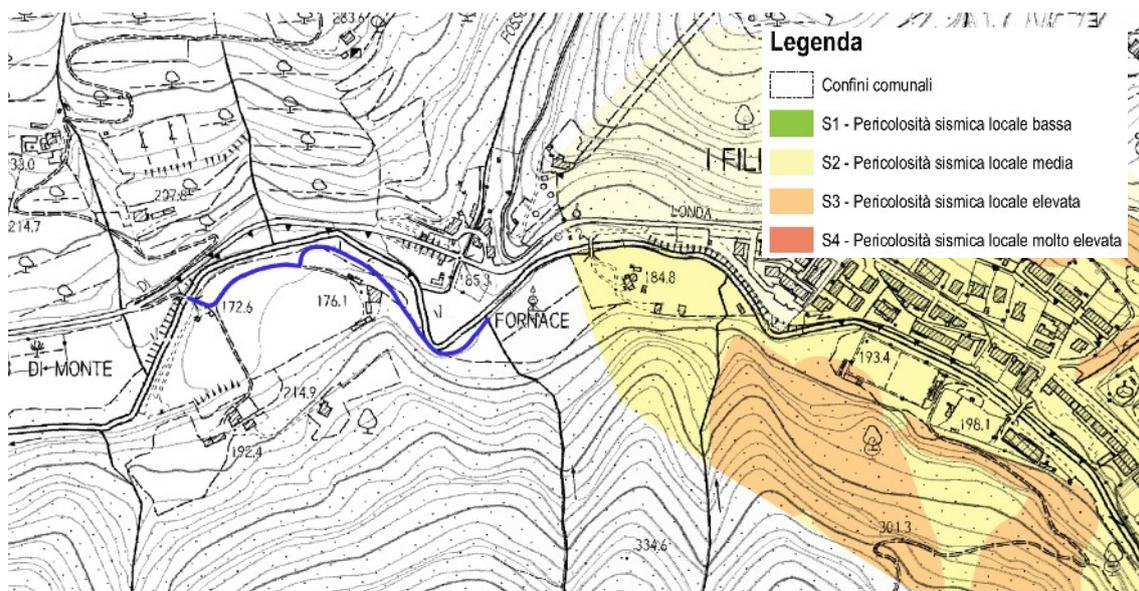


Figura 30 - Carta della pericolosità sismica da PSI (Comune di Londa)

#### 12.4 MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Consiste nella raccolta e nell'elaborazione di dati preesistenti allo scopo di suddividere il territorio in microzone con comportamento sismico qualitativamente omogeneo. Tale Livello di analisi risulta propedeutico per i successivi livelli di approfondimento; solo in alcuni casi particolari può essere considerato esaustivo. Il risultato del Livello 1 è la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Tale cartografia suddivide le aree in zone caratterizzate da una simile risposta sismica suddividendo il territorio in tre grandi gruppi di microzone omogenee:

- **Zone stabili**



- **Zona 1011** - Substrato lapideo stratificato, in assenza di copertura (o spessori generalmente inferiori ai 3,0 m) con pendenza (di seguito "i") < 15° e basso contrasto di impedenza sismica. Talora presenza di intercalazioni o orizzonti di litologie riferibili a Substrato costituito da alternanza di litotipi, stratificato.
- **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**
  - **Zona 2001** - Substrato lapideo stratificato, copertura (di natura prevalentemente sabbioso limosa di origine alteritica) < 3,0 m, i > 15°, contrasto di impedenza basso. Talora presenza di intercalazioni o orizzonti di litologie riferibili a Substrato costituito da alternanza di litotipi, stratificato;
  - **Zona 2002** - Coperture alluvionali (di natura prevalentemente ghiaioso limosa), poggianti talora su coperture eluvio-colluviali e detritiche (di natura prevalentemente sabbioso limosa) di spessore complessivo compreso tra 5,0 e 15,0 m, su Substrato lapideo stratificato, talora con presenza di intercalazioni o orizzonti di litologie riferibili a Substrato costituito da alternanza di litotipi, stratificato. Alto contrasto di impedenza.
  - **Zona 2003** - Coperture eluvio-colluviali e detritiche (di natura prevalentemente sabbioso limosa) di spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m, talora con riporti, su Substrato lapideo stratificato, talora con presenza di intercalazioni o orizzonti di litologie riferibili a Substrato costituito da alternanza di litotipi, stratificato. Alto contrasto di impedenza.
- **Zone di attenzione per le instabilità'**
  - **ZAFR1....n** - Instabilità di versante per frana (con indicato il numero della zona stabile suscettibile di amplificazione locale a cui il corpo franoso e sovrastante).

Seguendo, anche in questo caso la cartografia MOPS del Comune di Londa, si ha che l'area rientra tra la **Zona 2 (stabili)** ma "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali". Nella figura 31 è riportato inoltre il dettaglio

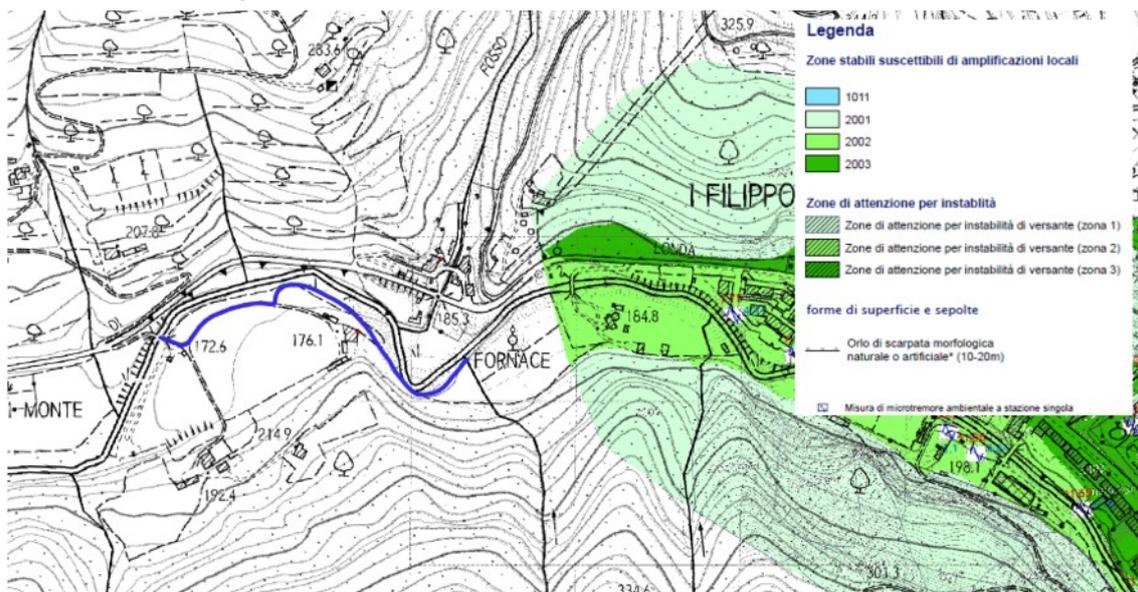


Figura 31 - Carta MOPS da PSI (Comune di Londa)



## 12.5 MICROZONAZIONE SIMICA DI LIVELLO 3

La microzonazione di livello 3 rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti". Per quanto concerne l'elaborazione della cartografia di microzonazione sismica di livello 3, i risultati originari in termini di  $F_H$ , desunti dalle analisi 2D effettuate rappresentative del modello di sottosuolo, sono stati estesi arealmente mediante l'ausilio combinato della cartografia geologica e della cartografia MOPS. Il modello logico su cui si è basata l'estrapolazione areale dei dati di amplificazione è stato il seguente:

1. rappresentazione su mappa di tutti i punti di output delle modellazioni dinamiche effettuate, con il relativo valore di  $F_A$  calcolati negli intervalli di periodo richiesti da ICMS: 0,4-0,7 sec e 0,7-1,1 sec, oltre che nell'intervallo 0,1-0,5 sec considerato di particolare significatività per quanto riguarda l'interazione con le strutture in elevazione;
2. individuazione del modello geologico-tecnico alla base di ogni valore di  $F_A$  desunto;
3. identificazione sulle cartografie tematiche esistenti (in particolare geologiche e MOPS) di analoghe condizioni geologico-tecniche su aree in cui non sono disponibili analisi di risposta sismica per assenza di dati di base;
4. confronto con omologhi valori di  $F_A$  da analisi bidimensionale e conseguente attribuzione del fattore  $F_H$  nelle predette aree;
5. raggruppamento di situazioni tipologiche ed amplificative similari mediante la discretizzazione dell'area in classi distinte da differenti intervalli di  $F_A$ ;
6. rappresentazione della cartografia prodotta mediante software operante in ambiente GIS.

Sulla base di quanto illustrato precedentemente, la carta permette di discretizzare l'area in esame sulla base delle seguenti classi definite dagli standard ICMS:

1. ZONE STABILI ( $F_A = 1$ ): include le aree di affioramento del substrato sismico;
2. ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI suddivisibili a sua volta in base al valore di  $F_A$  determinato ovvero del valore di amplificazione che sono calcolati con analisi numeriche nei tre intervalli di periodo definiti in precedenza. Essi forniscono informazioni quantitative sull'entità dell'amplificazione dello spettro di risposta dovuta alle peculiari caratteristiche geologiche, geofisiche e geotecniche della microzona in esame, rispetto allo spettro di riferimento derivante dalla pericolosità di base, per i diversi intervalli di periodo di vibrazione presi in considerazione. I fattori di amplificazione ( $F_A$ ) permetteranno di confrontare la pericolosità sismica in aree diverse del territorio comunale e per diverse classi di costruzioni, caratterizzate dall'appartenenza a uno degli intervalli di periodo di vibrazione in condizioni di scuotimento

Gli studi di microzonazione sismica trovano la loro diretta applicazione nel campo della pianificazione urbanistica, fornendo gli elementi necessari alla determinazione della pericolosità del territorio sotto il profilo sismico. La possibilità di compiere studi di terzo livello (i quali doverosamente richiedono, rispetto ad uno studio di primo livello, un'approfondita conoscenza

dell'area ed un elevato approfondimento) permette di quantificare e meglio perimetrare le aree ad omogenea pericolosità sismica. Inoltre, gli studi di MS3 consentono di poter fornire importanti indicazioni per la successiva fase di progettazione edilizia, guidando le modalità di determinazione dell'azione sismica di progetto. Seguendo la cartografia delle MS3 del Comune di Londa si evidenzia nella figura 32 come l'area di realizzazione dell'intervento rientra nelle zone classificate come stabili e suscettibili di amplificazioni locali con valore di FA compresi tra 1,1 e 1,2.

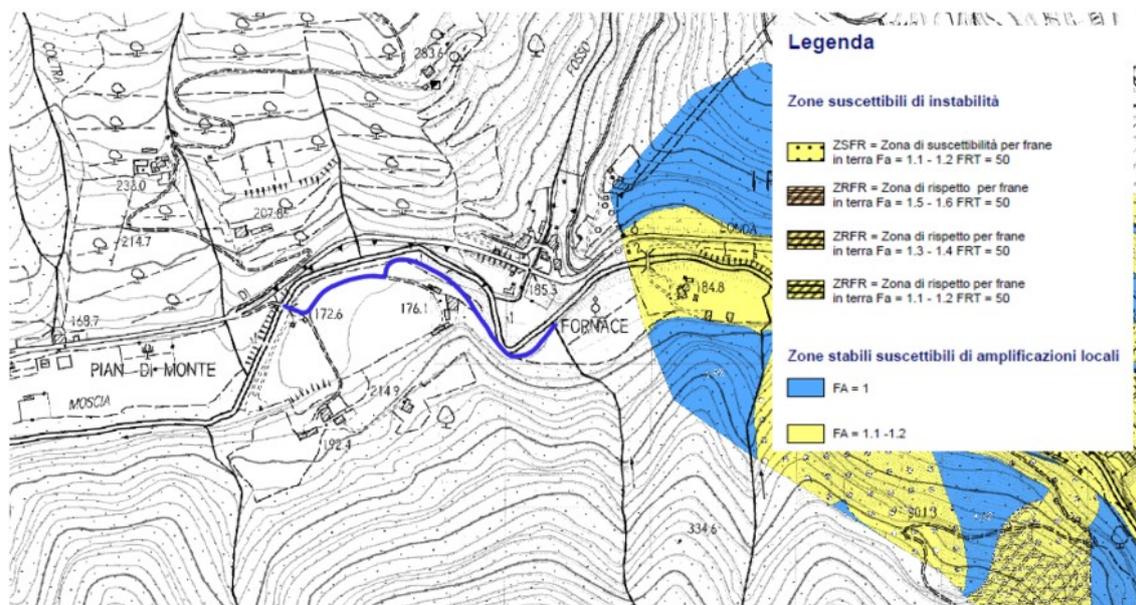


Figura 32 - Carta di Microzonazione Sismica FA 0,1-0,5 (Comune di Londa)

## 13.0 FATTIBILITÀ D.P.G.R. 5/R/2020

### 13.1 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI

#### 13.1.1 Criteri di fattibilità in pericolosità geologica molto elevata (G4)

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità geologica molto elevata (G4)* è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.

a) nelle aree soggette a fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, sono tali da:

- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.



La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

- b) nelle aree soggette a intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo, la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e sono tali da:
- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
  - non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni in atto;
  - consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.
- c) la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete 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

### **13.1.2 Criteri di fattibilità in pericolosità geologica elevata (G3)**

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità geologica elevata (G3)* è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente. Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete 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

### **13.1.3 Criteri di fattibilità in pericolosità geologica media (G2)**

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità geologica media (G2)*, 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.

### **13.1.4 Criteri di fattibilità in pericolosità geologica bassa (G1)**

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità geologica bassa (G1)*, non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

## **13.2 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AL RISCHIO ALLUVIONI**

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per *alluvioni frequenti e poco frequenti* la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r.41/2018.

Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Nelle aree di fondovalle poste in situazione morfologica sfavorevole, come individuate al paragrafo B4, la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla l.r. 41/2018.



### 13.3 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE A PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA RISORSA IDRICA

Nelle aree ove la previsione possa incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica è necessario rispettare i seguenti criteri generali, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino:

- la fattibilità degli interventi è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste.
- la fattibilità degli interventi è subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento.

### 13.4 CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

#### 13.4.1 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale molto elevata (S4)

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità sismica locale molto elevata (S4)*, in sede di piano operativo, sono da studiare e approfondire i seguenti **aspetti**:

- nel caso di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci è effettuato uno studio geologico e geomorfologico di dettaglio, integrato con indagini geofisiche, così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci" – FAC, approvate dalla Conferenza delle Regioni e Province autonome nella seduta del 7 maggio 2015 e contenute nelle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010. Per tali aree sono individuate le "zone di suscettibilità - ZSFAC" e le "zone di rispetto - ZRFAC" della faglia attiva e capace.
- per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, sono realizzate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione, così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione" – LIQ, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m.3907/2010. Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione delle "zone di suscettibilità a liquefazione - ZSLQ" e delle "zone di rispetto a liquefazione - ZRLQ".
- nel caso di zone di instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione sono effettuati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche per la predisposizione di verifiche di stabilità del versante, secondo quanto definito dalla *Aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali*, tenuto conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" - FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità sismica locale molto elevata (S4)* si fa riferimento ai seguenti **criteri**:



- per le aree di rispetto (ZRFAC) delle faglie attive e capaci sono da escludere previsioni di nuova edificazione ai sensi dell'art.134 commi 1a), h), l) della L.r. 65/2014;
- per le aree di suscettibilità (ZSFAC) delle faglie attive e capaci sono da escludere previsioni di nuova edificazione ai sensi dell'art.134 commi 1a), h), l) della L.r. 65/2014, fatto salvo per le classi d'uso I e II (NTC 2018, Cap.2 – par.2.4.2) previa verifica in fase attuativa e/o edilizia delle condizioni di instabilità mediante gli approfondimenti previsti dalle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci – FAC";
- nelle aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata alla preventiva realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4) da accertare in funzione dell'esito delle verifiche geotecniche in fase di rilascio del titolo abilitativo;
- relativamente alle aree di instabilità di versante attive, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione, è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza, secondo le indicazioni di cui al paragrafo 3.1.1, lettera a). Agli interventi sul patrimonio esistente, si applicano i criteri definiti al paragrafo 3.1.1 lettera b);
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono 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). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

#### **13.4.2 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale elevata (S3)**

Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti **aspetti**:

- per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono effettuati indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione (LPI), così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione – LIQ", approvate con la deliberazione della Giunta regionale 23 febbraio 2015, n. 144 (Redazione delle specifiche tecniche regionali per la Microzonazione sismica). Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione della "zona di suscettibilità a liquefazione - ZSLQ" e della "zona di rispetto a liquefazione – ZRLQ";
- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del



contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;

- nelle 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, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) 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. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione.
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte - FR", emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

Per le aree caratterizzate dalla classe di *pericolosità sismica locale elevata (S3)*, è necessario rispettare i seguenti **criteri**:

- per le aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche delle condizioni di liquefazione dei terreni e, in funzione di tale analisi, alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC2018, punto 7.11.3.4);
- per le aree di instabilità di versante quiescenti, la fattibilità di interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche di stabilità di versante e alla preventiva realizzazione, qualora necessario, degli interventi di messa in sicurezza
- individuati al paragrafo 3.1.1, lettera a). La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente è subordinata a quanto indicato al paragrafo 3.1.1 punto b);
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono 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). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Nell'ambito dell'area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche



analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

- realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
- realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

#### **13.4.3 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale media (S2)**

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità sismica media (S2)* non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene 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 nella fase della progettazione edilizia

#### **13.4.4 Criteri di fattibilità in pericolosità sismica locale bassa (S1)**

Nelle aree caratterizzate da *pericolosità sismica locale bassa (S1)*, non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

#### **13.4.5 Criteri di fattibilità generali**

Per le aree oggetto di studi di MS di livello 2 oppure 3, l'analisi del modello geologico-tecnico e la conoscenza del fattore di amplificazione possono orientare nella scelta e quantificazione delle indagini da effettuare, in sede di progettazione, per la definizione dell'azione sismica ai sensi delle NTC 2018.

Per le aree nelle quali sono disponibili gli studi di MS di livello 2 oppure 3, si possono graduare gli approfondimenti di indagini per la formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, fatta salva l'implementazione della campagna di indagini definita al capitolo 6.2.1. e 6.2.2. delle NTC 2018. Inoltre, limitatamente alle aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3), identificabile con aree alle quali sia attribuito un Fattore di amplificazione ( $F_x$ ) > 1.4, la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, par.3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, par.3.2.2 e par.7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

- realizzazione di edifici strategici o rilevanti ricadenti in classe d'indagine 3 e 4, come individuate dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
- realizzazione di edifici a destinazione residenziale ricadenti in classe d'indagine 4, come individuata dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;

Per quanto concerne gli studi di MS di **livello 3**, il soggetto realizzatore dello studio fornisce, per ogni microzona individuata a seguito delle analisi dinamiche di dettaglio, uno spettro di risposta



elastico normalizzato e rappresentativo dell'azione sismica prevista per la predetta microzona per due separati tempi di ritorno (475 anni e 50 anni).

- Tali spettri, da fornire in formato tabellare, riportano anche i parametri dipendenti ( $S$ ,  $T_B$  e  $T_C$ ) ricavati tramite la procedura di normalizzazione.
- La progettazione di opere ricadenti in classe d'uso II ai sensi delle NTC 2018, caratterizzate da uno stato limite corrispondente ad un medesimo periodo di ritorno dello spettro rappresentativo, può avvalersi direttamente di tale spettro, previa verifica della maggior cautela, stabilita in base al valore di accelerazione spettrale per i periodi di interesse dell'opera, rispetto a quanto ricavabile in termini di spettro di risposta elastico dall'applicazione delle categorie semplificate di sottosuolo. E' comunque, verificata la reale corrispondenza delle condizioni geologico-tecniche del sito rispetto al contesto riportato nello studio di MS, mediante criteri di affidabilità, significatività e rappresentatività.
- Per le medesime opere caratterizzate da differenti periodi di ritorno rispetto a quello utilizzato per lo studio di MS di livello 3, e per le opere ricadenti in classe d'uso I ai sensi delle NTC 2018, il confronto indicato al precedente capoverso è effettuato ricavando lo spettro di risposta elastico in base ai predetti parametri dipendenti associati allo spettro caratteristico, combinandoli con i parametri indipendenti (derivanti dalla localizzazione del sito).

## 14.0 CONCLUSIONI

Alla luce della nuova normativa e analogamente a quanto effettuato per la pericolosità sono fornite, per la zona presa in considerazione, in un unico elaborato grafico nel quale sono riportate tutte le fattibilità ed in particolare:

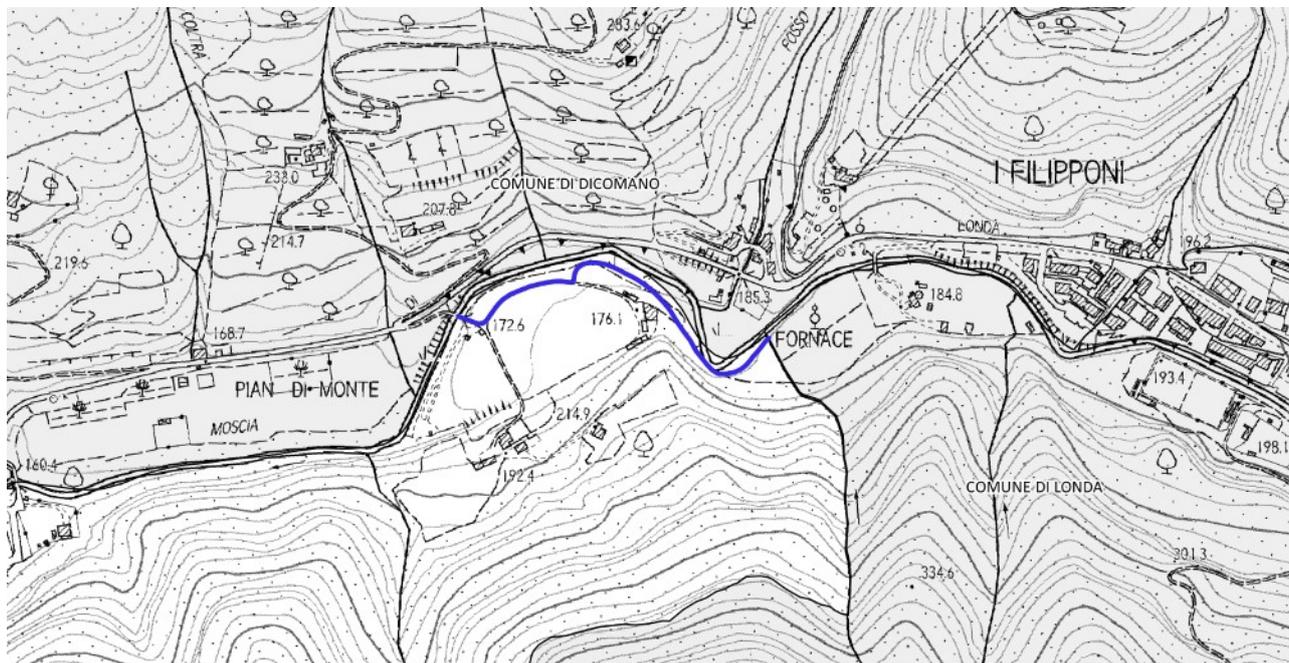
- Fattibilità in relazione agli aspetti geologici
- Fattibilità in relazione al rischio alluvioni
- Fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica
- Fattibilità in relazione agli aspetti sismici

Borgo San Lorenzo, 28/12/2023

dott. geol. Stefano Roccabianca  
n. 334 Elenco Speciale Ordine dei Geologici



## 15.0 CARTA DELLE FATTIBILITÀ



### Legenda

- F.1 – Fattibilità senza particolari limitazioni
- F.2 – Fattibilità con normali vincoli
- F.3 – Fattibilità condizionata
- F.4 – Fattibilità limitata

**Tabella 5 - Tabella suddivisione fattibilità**

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici	Fattibilità in relazione al rischio alluvioni	Fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica	Fattibilità in relazione agli aspetti sismici
<b>F.3</b>	<b>F.2</b>	<b>F.1</b>	<b>F.1</b>

**Tabella 6 - Fattibilità suddivisa per aspetti**



## 16.0 CRITERI DI FATTIBILITÀ

### SCHEDA DI FATTIBILITÀ "CICLOVIA DELLA SIEVE" "Ciclovía - Tratto 15" nel Comune di Rufina

*Fattibilità in relazione agli aspetti  
geologici*

**Pericolosità:** La prima parte del tracciato è compresa nelle zone a P.G.4 per poi passare nelle zone a P.G.3.

**Fattibilità:** Per quanto riguarda il tratto della ciclovía ricadente in P.G.4 preliminarmente dovranno essere verificate le condizioni di erosione nelle zone a P.G.4 vicine al Torrente Moscia e nel caso provvedere alla messa in sicurezza ad esempio per mezzo di scogliere.

*Fattibilità in relazione al rischio  
alluvioni*

**Pericolosità:** Pericolosità per alluvioni rare P1, poco frequenti P2 e frequenti P3. PGRA pericolosità per alluvioni bassa P1, media P2 e alta P3.

**Fattibilità:** La realizzazione delle piste ciclabili è consentita sia dalla L.R. 41/2018 che dalle NTA del PGRA anche in aree per alluvioni frequenti e poco frequenti e con pericolosità da PGRA alta e media con le seguenti prescrizioni. La pista ciclabile non dovrà interferire con altre opere di natura idraulica esistente o previste in sponda sinistra del Torrente Moscia. L'opera non dovrà costituire aggravio per le aree limitrofe e per questo motivo dovrà essere realizzata per quanto possibile a raso e per, eventuali brevi tratti in rilevato, dovranno essere previsti accorgimenti per garantire la trasparenza idraulica.

Nella fascia di pertinenza di 10 m dal Torrente Moscia la pavimentazione della pista ciclopedonale dovrà essere idonea al passaggio dei mezzi di manutenzione e sorveglianza. Nella fascia di 4,0 m dai corsi d'acqua, è preferibile non installare manufatti di sorta (*p.e. parapetti, cartellonistica, etc.*). Dovranno essere adottate nel piano di protezione civile misure atte a ridurre il rischio per le persone in caso di eventi alluvionali, nell'ottica della gestione del rischio idraulico.

*Fattibilità in relazione a  
problematiche connesse alla  
risorsa idrica*

**Tutela delle risorse idrogeologiche:** Nel caso in oggetto si rientra codice E ovvero zone dove è presente un "Acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media (alluvioni recenti) senza o con scarsa protezione".

**Fattibilità:** Vista la tipologia di opera non sono date prescrizioni

*Fattibilità in relazione agli aspetti  
sismici*

**Pericolosità:** La cartografia indica l'appartenenza dell'area di intervento alle zone caratterizzate da Pericolosità sismica locale media (P.S.2).

**Fattibilità:** La tipologia di intervento privo di manufatti non richiede nessuna prescrizione



## PRESCRIZIONI

- Non sono da prevedersi particolari prescrizioni di carattere geotecnico e sismico.