



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE
 Provincia di Pisa

**CONSOLIDAMENTO DI UN TRATTO DI
 VERSANTE A MONTE DELLA VIA REPUBBLICA**

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO	Data Luglio 2016
RELAZIONE GEOLOGICA	Tav. 16_01_DE_GR01



Responsabile del Procedimento
 Progettista e D.L.

Ing. Maurizio Iannotta

Servizio LL.PP.
 Settore 3 Politiche del Territorio e LL.PP.
 Comune di Santa Maria a Monte

Progettista geologo e collaboratore

Geol. Alessandra Giannetti

Servizio LL.PP.
 Settore 3 Politiche del Territorio e LL.PP.
 Comune di Santa Maria a Monte

INDICE ANALITICO

1 – GENERALITÀ	2
2 - QUADRO CONOSCITIVO	2
3 – VINCOLI E PERICOLOSITA' DEDOTTE DAL QUADRO CONOSCITIVO.....	3
4 – RILEVAMENTO GEO-MORFOLOGICO E RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL VERSANTE	6
5 – ANALISI DEL DISSESTO	9
6 – INDAGINI GEOGNOSTICHE	10
7 - VINCOLO IDROGEOLOGICO	11
8 – TERRE DI SCAVO	12
9 – MODELLAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI	12
10 – SISMICA.....	14
11 – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE.....	18
12 – VERIFICHE DI STABILITA' DEL VERSANTE.....	18
13 – LIQUEFAZIONE	20

Allegati:

Documentazione fotografica, certificazioni ed elaborazioni dati restituiti dalle prove geotecniche, sismica;

Tav. 16_01_DE_G01 e Tav. 16_01_DE_G02;

Piano di Utilizzo terre e rocce da scavo.

1 - GENERALITÀ

L'Amministrazione Comunale ha l'esigenza di consolidare un tratto di versante, a monte della via Repubblica a Montecalvoli, che è stato oggetto, tra il 2009 e il 2014 di diversi eventi gravitativi. Il presente studio geologico si è posto, il fine di fornire un'adeguata conoscenza e caratterizzazione del territorio e del contesto in cui si deve inserire l'opera. L'area in studio è ubicata in loc. Montecalvoli del Comune di Santa Maria a Monte, ed individuata catastalmente dal foglio di mappa n° 28, parte delle particelle n° 1216, 1217, 1218, 1215 e 143. Secondo il RU adottato con Delibera di CC n° 48/2015 l'area è classificata come area a verde di connessione ecologica e funzionale e sottoposta a Vincolo idrogeologico e in parte a Vincolo cimiteriale (*vedi Fig. 1 – Estratto del R.U.*).

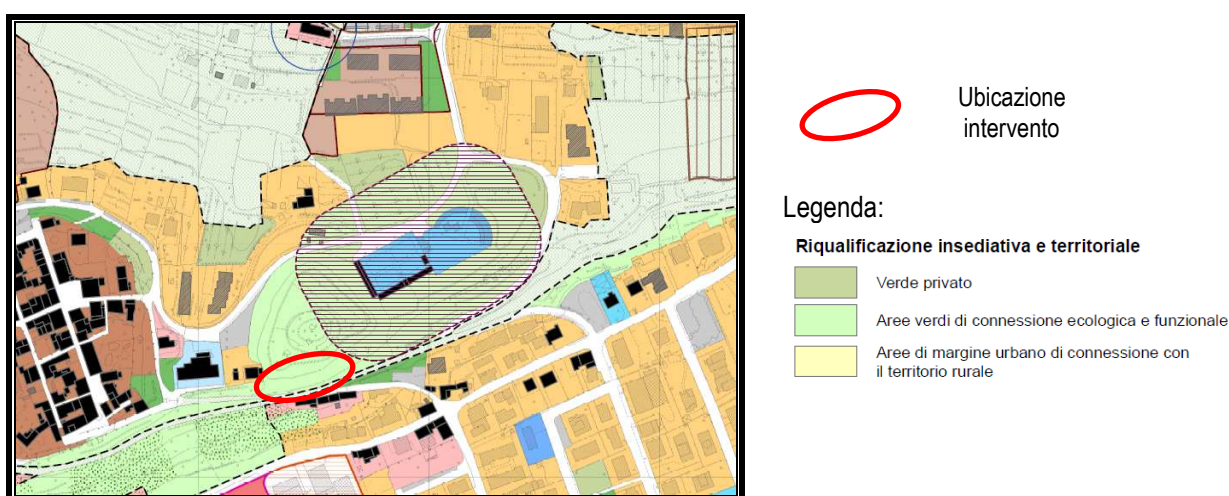


Fig. 1 - estratto del R.U.

2 - QUADRO CONOSCITIVO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla normativa vigente in materia e in base ad un quadro conoscitivo costituito dal:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) del Distretto dell'Appennino Settentrionale, approvato con Delibera del Comitato Istituzionale Integrato n°235 del 03/03/2016, che sostituisce il PAI, parte idraulica;
- Piano di Bacino Stralcio Riduzione rischio idraulico, dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, approvato con D.P.C.M. del 05/11/1999 e ss.mm.ii.;
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa (P.T.C.) approvato con delibera di C.P. n° 100 del 27/07/2006 e ss.mm.ii.;
- Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) approvato dal Consiglio Regionale con n. 72 del 24/7/2007 e ss.mm.ii.;
- Studi geologici eseguiti a supporto del Piano Strutturale e RU comunali.

3 – VINCOLI E PERICOLOSITA' DEDOTTE DAL QUADRO CONOSCITIVO

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa, approvato con D.C.P. n° 100 del 2006, individua per l'area in studio le seguenti pericolosità:

- 1) In **pericolosità geomorfologica media**;
- 2) in **classe 1 di Pericolosità idraulica irrilevante**;
- 3) nella classe 2 di **Vulnerabilità idrogeologica media classe 3A** → *corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestate in terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestate in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica (vedi Fig. 2 – estratto TAV. 10 del Piano Strutturale).*

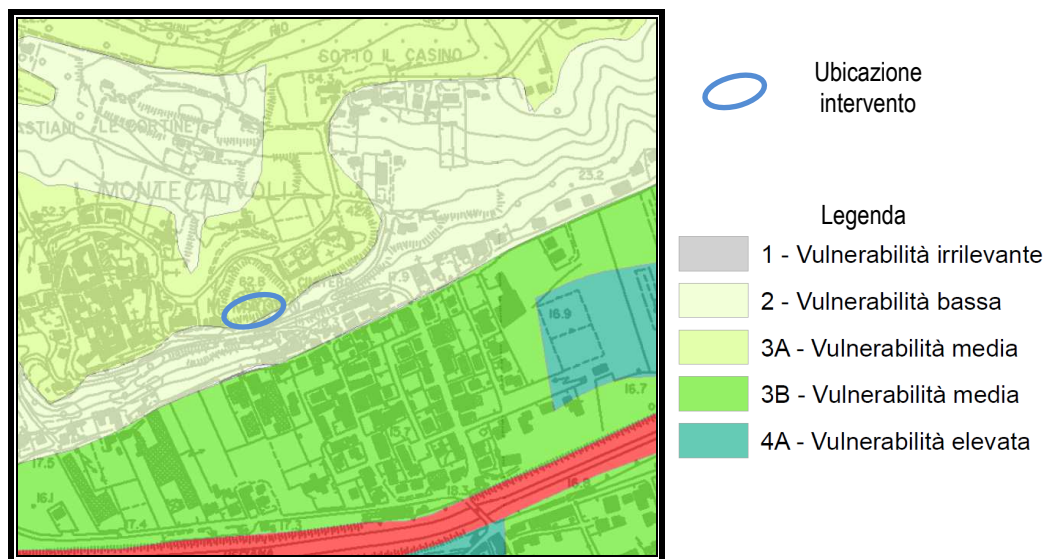


Fig. 2 - estratto TAV. 10 del Piano Strutturale – carta delle aree con problematiche idrogeologiche

Secondo il Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA), consultando le cartografie di riferimento per la pericolosità da alluvione, l'area oggetto di studio non rientra in nessuna classe di pericolosità idraulica (vedi Fig. 3 estratto P.G.R.A.);

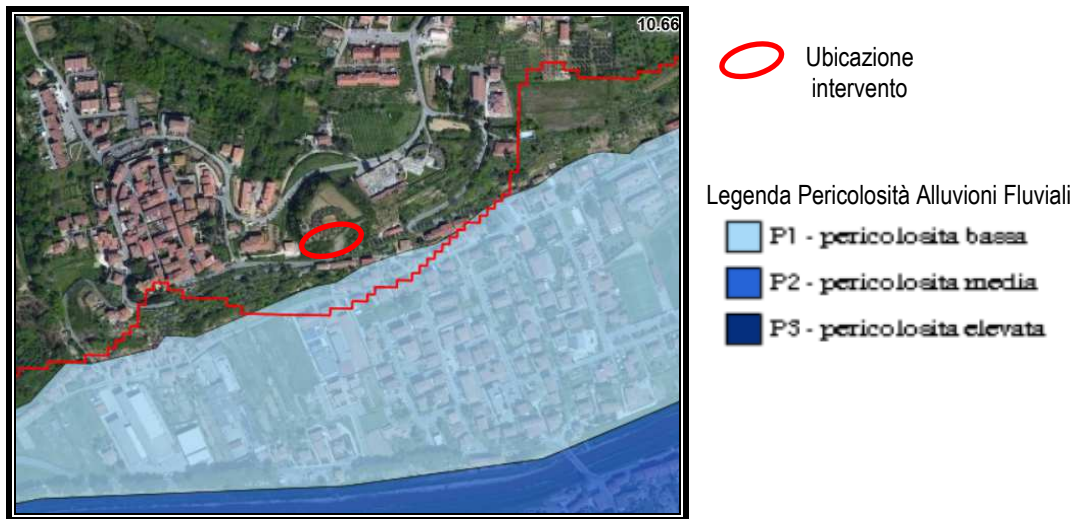


Fig. 3 - estratto del PGRA carta della pericolosità alluvioni fluviali

Secondo il Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico, l'area in studio rientra nella perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – Livello di sintesi, nella **classe di pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante e da frane molto elevata (P.F.4)** (vedi Fig. 4 estratto P.A.I.);



Fig. 4 - estratto (dello stralcio n° 391) del Piano di Bacino del fiume Arno - stralcio Assetto Idrogeologico - Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante e da frane - livello di dettaglio

Lo studio geologico, redatto ai sensi del DPGR 53/R/2011, a supporto del nuovo Piano Strutturale (2014) classificava l'area d'intervento secondo le seguenti classi di pericolosità:

1) **pericolosità geologica molto elevata - classe G4** → aree a pericolosità molto elevata in cui sono presenti fenomeni gravitativi attivi. Tale classe include anche le relative aree di influenza dei fenomeni osservati (vedi Fig. 5 - estratto TAV. 9 del PS).

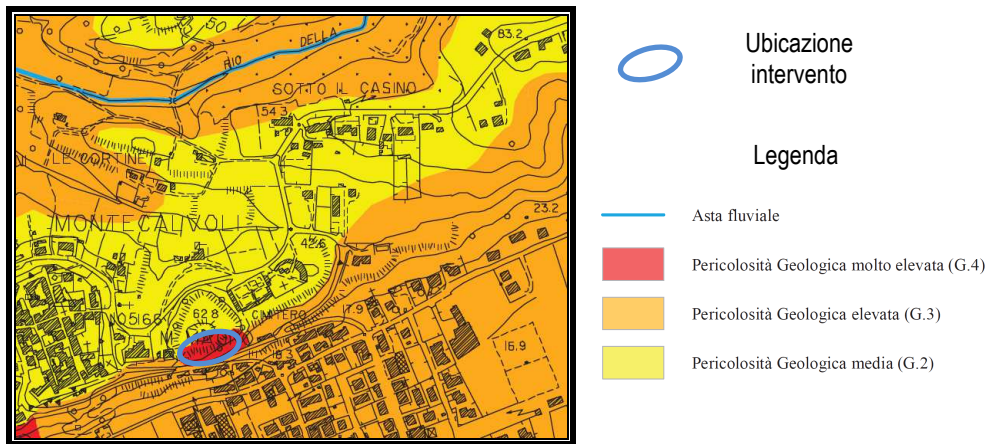


Fig. 5 - estratto TAV. 9 del Piano Strutturale – carta delle aree pericolosità geologica

2) **pericolosità idraulica** → non viene segnalata nessuna classe di pericolosità ai sensi del DPGR 53/R/2011;

3) **pericolosità Sismica molto elevata – classe S4** → 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 (vedi Fig. 6 - estratto TAV. 13-RU del PS).

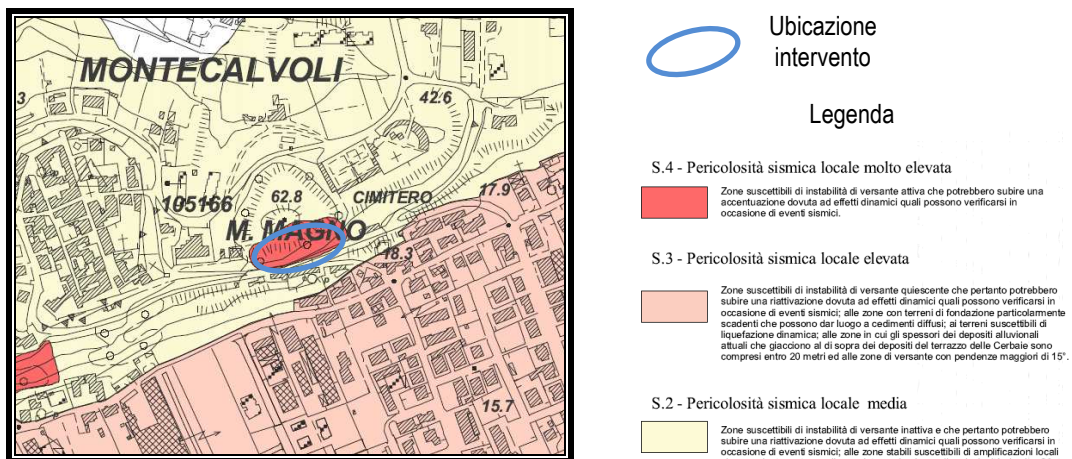


Fig. 6 - estratto TAV. 13-RU del RU – carta della pericolosità sismica

In base alle pericolosità dettate dagli strumenti comunali e sovraordinati, ai sensi del DPGR 53/R/2011, all'intervento di difesa del suolo e di regimazione idraulica in esame vengono assegnate le seguenti fattibilità¹:

G4 → F2 (Fattibilità con normali vincoli)

¹ Dalla Tabella guida per l'assegnazione delle classi di Fattibilità al di fuori delle schede norma ai sensi del D.P.G.R. 53/r del RU adottato con DCC n° 48/2015.

I1 → F1 (Fattibilità senza particolari limitazioni)

S4 → F2 (Fattibilità con normali vincoli)

4 – RILEVAMENTO GEO-MORFOLOGICO E RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL VERSANTE

Assetto geomorfologico

Il versante sud di M. Magno è situato nella parte meridionale dei rilievi delle Cerbaie a circa 300 m Sud-Est del centro abitato di Montecalvoli Alto.

Dal punto di vista geomorfologico, la zona in progetto è situata su terreni fortemente inclinati, a sud della località M. Magno (circa 63.00 m. s.l.m.). Consultando la carta delle pendenze, dello studio geologico a supporto del Piano Strutturale, si nota che questo versante è caratterizzato da una pendenza maggiore del 35% (Vedi Fig. 7 - estratto TAV. 6a del PS).

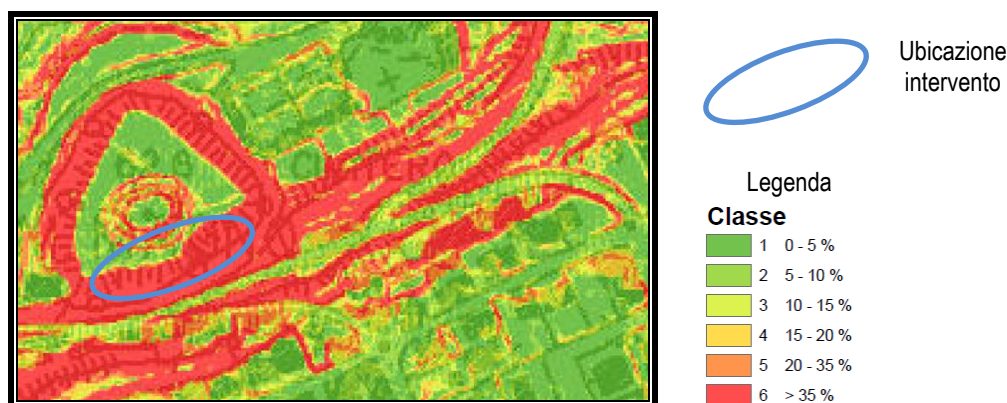


Fig. 7 - estratto TAV. 6a del Piano Strutturale – carta delle Pendenze

Nel 2014 è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio dell'area d'intervento e di un intorno significativo, che ha rivelato inclinazioni del pendio, dopo gli interventi di modellamento eseguiti in somma urgenza, intorno ai 40°.

Nel 1994, a seguito dell'apertura di una voragine su via Repubblica, sono state rinvenute, nella parte bassa del versante e al di sotto della sede stradale alcune cavità che furano occluse durante i lavori di ripristino di via Repubblica. Nell'allegato A si riportano il rilievo e le sezioni stratigrafiche di tale studio, con l'individuazione delle cavità individuate nel 1994.

Successivamente, a seguito dell'evento gravitativo del marzo 2009, sono state individuate due ulteriori cavità: una, che attraversa la via Repubblica, utilizzata come rifugio in tempo di guerra, con accesso da un fabbricato prospiciente via del Pietrone e localizzata ad una profondità di circa 4,5-5 m dalla sede stradale; l'altra rinvenuta nel versante a circa una distanza di circa 1.5 m dal piano stradale. Durante i lavori di ripristino del 2009 è stato eseguito il riempimento, con una miscela di sabbia e cemento (approssimativamente 40 mc di materiali), della cavità posta sul versante, per evitare fenomeni di collasso della volta.

La cavità che attraversa la via Repubblica, è stata parzialmente occlusa nella sua parte terminale (verso il versante) da materiale franato e di riempimento. Questa cavità manifestava, evidenti segni di sgretolamento del terreno della volta causati dalle radici degli alberi allineati lungo la via comunale.



Documentazione fotografica tratta dallo studio geologico per i lavori in somma urgenza in conseguenza all'evento gravitativo del marzo 2009 – Condotta, scavato nei conglomerati cementati ben visibili nel tetto della volta.

Le indagini eseguite dopo l'ultimo evento del marzo 2014 non hanno rilevato cavità nel sottosuolo investigato. Tale fatto, tuttavia, in ragione della tipologia dei luoghi, non può far escludere la probabilità di rinvenire altre cavità di dimensioni modeste, non rilevabili dalle normali indagini geognostiche.

Assetto litostratigrafico

Le campagne geognostiche eseguite, nell'area in studio, negli anni 1994, 2009 e 2014/15 hanno consentito, unitamente al quadro conoscitivo e a un rilevamento geo-morfologico, la seguente ricostruzione dell'andamento stratigrafico del sottosuolo:

- livello vegetale e/o pedologico di alterazione (circa 1.5 m) a componente prevalentemente argillo-limosa, risulta presente solo in sommità del versante in quanto nel pendio è stato quasi del tutto rimosso dai dissesti e dagli interventi di sagomatura eseguiti negli anni 2013 e 2014;
- depositi fluvio-lacustri del bacino Lucca-Montecarlo-Vinci, nei termini delle sabbie e argille di Marginone-Mastromarco (Formazione MNG), in quest'area sono costituiti primariamente da terreni sabbiosi-limosi con intercalazioni, di livelli argillo-limosi e/o livelli di sabbie o conglomerati cementati. I livelli argillo-limosi sono tendenzialmente centimetrici/decimetrici, ad esclusione della parte bassa del versante dove, al di sotto del corpo stradale è stato rinvenuto uno spessore di circa un metro.

- Al di sotto di questi terreni si trova uno spessore abbastanza continuo e potente di conglomerati costituiti da ciottoli calcarei arrotondati, che costituiscono la litofacies conglomeratica della formazione MNG.

Assetto idrogeologico e idraulico

Nell'area in studio lo smaltimento delle acque meteoriche avviene essenzialmente, in parte per deflusso superficiale, in parte, per infiltrazione naturale nel sottosuolo; quest'ultima funzione delle caratteristiche granulometriche e di permeabilità della porzione più superficiale del terreno. Sulla spianata sommitale di M. Magno gran parte delle acque di ruscellamento sono state convogliate in una fossa di guardia, che allontana le acque principalmente verso la pendice che degrada fino al cimitero comunale di Montecalvoli. Il rilevamento topografico ha riprodotto l'andamento e il posizionamento della fossa di guardia.

I rilievi di superficie, hanno evidenziato la presenza sul pendio di fenomeni di erosione accelerata del suolo da parte delle acque meteoriche (dilavamento e erosione a rivoli etc..).



Foto marzo 2014 – segni di erosione a rivoli

A causa della posizione orografica del sito non ci sono aspetti idrici importanti da segnalare, inoltre l'area non rientra negli ambiti previsti dalla L.R. 21/12 e ss.mm.ii. e in nessuna classe di pericolosità individuata dai Piani di Bacino Rischio Idraulico e PGRA. Lo studio geologico di supporto al Piano Strutturale non individua per l'area in studio nessuna pericolosità idraulica ai sensi del DPGR 53/R. Il monitoraggio dei due piezometri eseguiti nel 1994 su via Repubblica, ha attestato la presenza di acqua di falda solo nel sondaggio n. 6 ad una profondità di circa 9.10 m rispetto alla sede stradale, mentre nei piezometri installati nel marzo del 2014 non è mai stato rilevato il livello di falda.

5 – ANALISI DEL DISSESTO

Nell'analisi del dissesto occorre rilevare la concomitanza di alcuni fattori che certamente hanno contribuito alla sua evoluzione:

- i fattori morfologici → forti pendenze;
- i fattori litologici → prevalenza di litologie sabbio-limose e/o argillose con un sovrastante spesso strato pedologico di alterazione;
- la presenza di alberature ad alto fusto;
- notevoli precipitazioni accompagnate da forti venti, occorsi nei periodi/giorni immediatamente precedenti ai dissesti.

Il versante sud di M. Magno, è stato oggetto di numerosi movimenti gravitativi, che si sono verificati nel marzo del 2009, del 2013 e del 2014; precedentemente nel 1994 la via Repubblica posta ai piedi del versante era stata interessata dall'apertura improvvisa di una voragine profonda qualche metro.

Il primo dissesto del versante, del marzo del 2009, ha interessato la parte centrale di questo, successivamente nel 2013 si sono innescati, in aree non contigue, altri due movimenti analoghi, uno a sinistra e uno a destra rispetto a quello avvenuto nel 2009. Nel marzo 2014 si è verificato lo sviluppo dell'ultimo evento del 2013 con l'allargamento del fenomeno verso destra, la documentazione fotografica in appendice riporta tutti gli eventi. I dissesti, che hanno interessato complessivamente un fronte di circa 120 m di lunghezza, per gran parte dell'altezza del versante pari a circa 22/23 m, si sono verificati² in concomitanza o a seguito di eventi meteorici particolarmente intensi e/o prolungati, che hanno contribuito alla saturazione dei terreni di copertura e all'instabilità delle essenze arboree.

La porzione di versante in studio è quindi soggetta a *frane superficiali diffuse*³ di vario tipo, principalmente in questo specifico caso di scivolamento rotazionale e/o traslativo, a carico di spessori generalmente limitati dei terreni sciolti di copertura, innescate contestualmente o a seguito ad eventi idrometeorologici di forte intensità. Questi fenomeni sono spesso contraddistinti dall'associazione in corso di evento o dalla ripetizione nel tempo di singoli processi.

I movimenti franosi hanno provocato essenzialmente la dislocazione delle essenze arboree di alto fusto e della coltre pedologica superficiale con l'accumulo del corpo di frana nella parte finale del versante e nella sottostante sede stradale di via Repubblica, impedendone l'utilizzo al traffico veicolare e pedonale. Gli interventi in somma urgenza realizzati dall'amministrazione comunale, al fine di riaprire la strada, hanno comportato la sagomatura del versante attraverso l'utilizzo di mezzi speciali, come gli escavatori "ragno", tramite i quali sono state rimosse le porzioni di terreno e la vegetazione instabile.

L'intero versante, dopo i numerosi interventi in somma urgenza, si presentava, totalmente denudato,

² dati meteo-idrologici della stazione di S. Giovanni alla Vena valle [TOS01005191] consultabili nel Sistema SIR (Settore Idrologico Regionale) per gli anni 2009, 2013 e 2014.

³ Classificazione introdotta nell'ambito del progetto IFFI Inventario Fenomeni Franosi in Italia
Dott. Geol. Alessandra Giannetti

ad eccezione di alcune giovani piante di acacie, con misure di protezione e contenimento al piede, in parte costituite da geoblock ed in parte da una palificata a doppia parete in legname e pietrame. La palificata doppia è stata eseguita in conseguenza del dissesto idrogeologico del 2009, insieme alla posa in opera, su parte del pendio, di rete metallica a doppia torsione accoppiata con biostuoia. Le opere realizzate hanno consentito la riapertura temporanea della strada solo a senso unico alternato. La forte inclinazione del pendio congiuntamente alla totale esposizione agli agenti atmosferici, come dimostra la comparsa precoce di erosioni superficiali incanalate, rende particolarmente alto il rischio sull'area di altri movimenti gravitativi presumibilmente analoghi.

Ai sensi del DPGR 53/R/2011 e ss.mm.ii. viene individuata per questo fenomeno attivo una pericolosità geologica molto elevata estesa a tutto il versante e ad una buona parte del pianoro sovrastante nell'ipotesi di un'evoluzione con retrogressione del processo gravitativo. La determinazione del perimetro dell'area G4 è stata eseguita considerando le caratteristiche geolitologiche dei terreni presenti, gli aspetti geomorfologici, il tipo e lo stato di attività del movimento gravitativo osservato e l'estensione dell'area in dissesto.

Lo stesso fenomeno gravitativo è stato inserito, con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino del fiume Arno n° 52/2014, nelle cartografiche relative agli stralci del Comune di S. Maria a Monte, in area a P.F.4 (*pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana molto elevata*) del PAI (*Piano di bacino stralcio Assetto Idrogeologico*).

6 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel 1994 in occasione dello studio geologico sull'apertura di una voragine in via della Repubblica, vennero eseguite le seguenti indagini geotecniche (riportate nell'**allegato A**):

- n. 10 sondaggi a rotazione continua verticali ed inclinati, per complessivi 92 ml di perforazione;
- prelievo di n. 2 campioni indisturbati e relative analisi di laboratorio;
- n. 4 prove SPT su alcune verticali di sondaggio;
- posizionamento e monitoraggio di due piezometri in PVC.

Nel 2009 in occasione dello studio geologico connesso al primo dissesto del versante sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche in sommità del versante (riportate nell'**allegato B**).

Per l'intervento in oggetto si è ritenuto, di comune accordo con l'ing. Iannotta, eseguire le seguenti ulteriori indagini geognostiche (riportate nell'**allegato C**):

- due prospezioni sismiche a rifrazione con onde P ed onde SH, elaborate sia con tecnica tradizionale GRM sia con tecnica Tomografica;
- n. 3 prove dinamiche pesanti (DPSH) su via Repubblica, tutte interrotte per rifiuto strumentale;
- n. 2 prove penetrometriche CPT sulla sommità del versante, di cui una interrotta per rifiuto strumentale;
- prelievo ed analisi di un campione indisturbato di terreno con fustella Shelby;

- installazione e monitoraggio n. 2 piezometri in PVC.
- Analisi chimiche di un campione di terra ai sensi del D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii. (riportate nel piano di utilizzo terre e rocce da scavo).

L'amministrazione comunale ha provveduto anche a far eseguire un rilievo dettagliato del versante in oggetto, esteso ad un adeguato intorno dell'area d'intervento.

I risultati di tali indagini, si riportano in appendice nei relativi allegati, mentre l'ubicazione delle prove eseguite è riportata nella **Tavola n° 16_01_DE_G01** allegata alla presente relazione.

Le indagini sono state definite in funzione delle opere da realizzare, dell'assetto geomorfologico, della classe di fattibilità dell'area e sulla base delle pericolosità dedotte dal quadro conoscitivo, nonché ai sensi dell'art. 7 del DPGR 36/R del 2009 e ss.mm.ii..

7 - VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area in esame ricade in vincolo idrogeologico ai sensi:

- del Regio Decreto Legge 30 dicembre 1923 n° 3267 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani";
- del R.D. 16 maggio 1926, n. 1126 "Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267";
- della L.R. 21 marzo 2000 n°39 "Legge Forestale della Toscana" e ss.mm.ii.;
- del Regolamento Forestale DPGR 48/R/2003 e ss.mm.ii.⁴;
- del Regolamento per la disciplina e lo svolgimento dei procedimenti in materia di vincolo idrogeologico e forestale (*approvato con delibera Consiglio Comunale n° 47/2015*).

L'intervento previsto necessità, ai sensi della normativa suddetta, d'autorizzazione.

Ai fini di evitare danni di natura idrogeologica durante la progettazione delle opere e la successiva esecuzione dei lavori dovranno essere valutati e assicurati i seguenti aspetti:

- progettare ed eseguire una corretta regimazione delle acque meteoriche e/o superficiali, onde evitare fenomeni, di ristagno, di erosione o d'infiltrazione, dannosi per l'area oggetto d'intervento e per i terreni limitrofi;
- Lo scarico a valle delle suddette acque deve avvenire in modo da evitare danni ai terreni sottostanti.
- Tutte le tubature idrauliche sotterranee devono essere progettate e realizzate in modo da evitare perdite o rotture, assicurando in particolare che nei terreni di riporto e/o instabili, suscettibili d'assestamento, le opere siano in grado di mantenere la loro efficienza.
- Per gli scavi e i riporti di terreno non devono essere create condizioni di rischio per il verificarsi di smottamenti, franamenti o altri movimenti gravitativi.

⁴ DPGR 32/R/2010 e ss.mm.ii.

- Gli scavi devono essere eseguiti in stagioni a minimo rischio di piogge, procedendo per stadi di avanzamento tali da consentire il consolidamento dei fronti, eventualmente, secondo le indicazioni della DL anche con opere provvisorie o definitive.
- In fase di esecuzioni dei lavori siano messi in atto tutti gli accorgimenti tecnici ritenuti necessari dalla DL a evitare il verificarsi di danni di natura idrogeologica.
- Durante l'esecuzione dei lavori devono essere seguite scrupolosamente tutte le norme tecniche contenute nel Titolo III, Capo I e Sezione II del DPRG 48/R/2003 e ss.mm.ii., con particolare attenzione alla regimazione delle acque e alla stabilità dei fronti di scavo e del pendio.
- I materiali inerti (macerie, calcinacci, ecc..) ed il terreno di risulta dei lavori non dovranno essere abbandonati ma smaltiti in apposite discariche autorizzate e/o secondo quanto previsto dal vigente D.Lgs N° 152/2006 e ss.mm.ii e dal Piano di utilizzo allegato alla presente relazione.
- Per quanto non esplicitamente prescritto con la presente, si richiamano le norme tecniche e prescrizioni stabilite dal vigente Regolamento Forestale della Regione Toscana, di cui al DPGR n 48/R del 08/08/2003 e ss.mm.ii..

8 – TERRE DI SCAVO

Per il sito in esame non sono note attività di potenziale contaminazione come:

- Abbandoni di rifiuti ai sensi del D.lgs 152/06 e ss.mm.ii.;
- Presenza di serbatoi e/o cisterne interrati, contenenti idrocarburi o altre sostanze pericolose, sia in uso e/o dismesse sia rimosse;
- Scarichi di acque reflue industriali e/o civili;
- Impianti ricadenti nella disciplina del DM 16/05/1989; nel DL 334/99 (aziende a rischio incidente rilevante);
- Impianti soggetti al procedimento di VIA del D.lgs 152/06 o impianti di gestione dei rifiuti;
- Vicinanza a strade di grande comunicazione e/o altri fenomeni d'inquinamento diffuso.

Il sito in esame non è tra quelli censiti dal Sistema Informativo dei Siti Interessati da procedimento di Bonifica (SISBON), messo a punto dalla Regione Toscana e dall'ARPAT.

Le terre di risulta derivate dallo scavo di sbancamento per le opere di fondazione, di regimazione acque e dalla rimodellazione del versante dovranno essere trattate ai sensi del D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii..

Per la gestione delle terre e rocce da scavo si rimanda al Piano di utilizzo, allegato alla presente relazione.

Il progetto prevede che parte del materiale scavato, circa 15 mc, venga trattato come rifiuto e portato a discarica.

9 – MODELLAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI

L'elaborazione dei dati acquisiti nelle varie campagne geognostiche eseguite, ha permesso

l'attribuzione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche e la ricostruzione della stratigrafia degli orizzonti investigati per l'area in studio, riportata nella **Tavola n° 16_01_DE_G02**.

A partire dalla ricostruzione stratigrafica viene identificato il modello geotecnico, considerando adeguate e cautelative semplificazioni, nella tabella che segue sono riportate le unità litologiche riconosciute con i rispettivi parametri geotecnici attribuiti:

	MODELLO					
	Profondità (m)	γ (KN/m ³)	Φ (°)	C_u (Kg/cm ²)	Φ' (°)	C' (Kg/cm ²)
Terreno vegetale (Argille limose)	0,0 ÷ 1.5	18.00	0.0	0.30	26	0.05*
Unità litologica A (Sabbie limose argillose)	1.5 ÷ 21.0	18.64	31.0	0.01	29.70	0.115
Unità litologica B (Argille-limose)	21.0 ÷ 22.4	19.00	0.0	0.50	27	0.08*
Unità litologica A (Sabbie limose argillose)	22.4 ÷ 23.4	18.64	31.0	0.01	29.70	0.115
Unità litologica C (Conglomerati)	23.4 ÷ 30.0	22.00	42.0	0.00	-	-

I parametri sopra indicati, sono assimilabili ai valori caratteristici richiesti dalle NTC del 2008, ai sensi della Circolare M.I.T. n°617 del 2/2/2009. Da quest'ultimi si otterranno, applicando opportuni *coefficienti di sicurezza parziali*, i valori di progetto.

Detto questo, per avere un completo ed esaustivo quadro della parametrizzazione geotecnica dei terreni investigati, è utile far riferimento alle certificazioni delle prove penetrometriche e delle analisi di laboratorio allegate in appendice.

La determinazione dei parametri di progetto dipenderà dal tipo di verifica nei confronti degli Stati Limite Ultimi ove si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- a) APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 1 (A1 + M1 + R1)
- b) APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 2 (A2 + M2 +R2)
- c) APPROCCIO 2 UNICA COMBINAZIONE (A1 + M1 +R3)

Nel caso a) e c) i valori di progetto si ottengono dividendo i valori caratteristici per i coefficienti M1 della Tabella 6.2.II delle NTC; mentre nel caso b) i valori di progetto si ottengono dividendo i valori caratteristici per i coefficienti M2 della Tabella 6.2.II delle NTC.

* Valori stimati in maniera cautelativa

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFF. PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tg dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'_k}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	C'_k	$\gamma_{C'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	C_{u_k}	γ_{C_u}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

VERIFICA	COEFF. PARZIALE (R1)	COEFF. PARZIALE (R2)	COEFF. PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli SLU di fondazioni superficiali.

10 – SISMICA

L'OPCM n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" aveva inserito il Comune di S. Maria a Monte in zona 2 caratterizzata da:

- valori di accelerazione orizzontale (a_g/g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra 0,15 e 0,25;
- accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) pari a 0,25g.

in base alla successiva OPCM n. 3519 del 28/4/2006 (con la quale sono stati emanati i "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"), la Regione Toscana con Delibera di Giunta Regionale n. 431 del 19 giugno 2006 approva la riclassificazione sismica del territorio regionale ed inseriva il Comune di S. Maria a Monte nella zona 3S. La zona 3S è stata individuata appositamente dalla Regione per assicurare lo stesso livello di protezione dalle azioni sismiche della zona 2, per quei comuni come S. Maria a Monte che sono stati declassati dalla zona a media sismicità (2) alla zona a bassa sismicità (3).

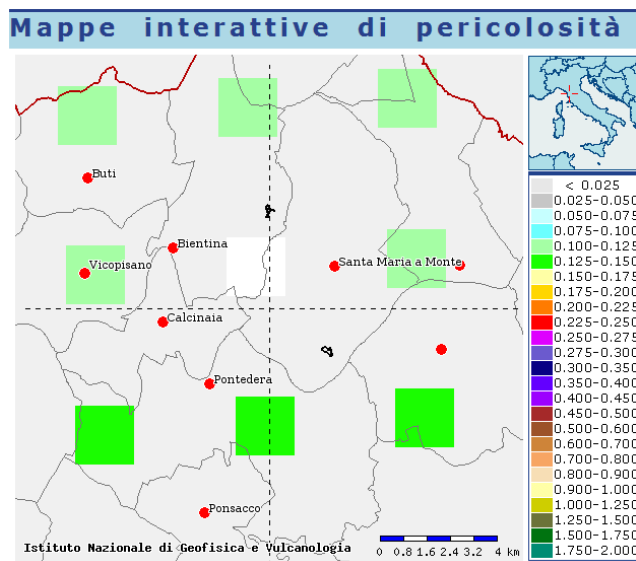
Il 6 aprile del 2004 la Commissione Grandi rischi del dipartimento della Protezione Civile approva la Mappa di Pericolosità sismica del Territorio Nazionale che è divenuta la mappa di riferimento prevista dal DM 14/01/2008. Successivamente, con l'entrata in vigore del DM del 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (entrato in vigore il 1 luglio del 2009), i criteri di stima dell'azione sismica di base, non sono più vincolati alla zona sismica di appartenenza del comune in cui è collocato il progetto (concetto "zona dipendente"), ma basati su un approccio definito "sito dipendente".

La Regione Toscana con Delibera di Giunta Regionale n. 878 dell' 8 ottobre 2012 "Aggiornamento

della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006" conferma per il territorio di S. Maria a Monte la zona a bassa sismicità 3. Recentemente la Regione Toscana, con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, in conseguenza della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 1 gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali, ha ridefinito la classificazione sismica regionale. Con la DGRT 421/2014 è stato approvato l'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012; per il territorio di S. Maria a Monte è stata riconfermata la zona a bassa sismicità 3.

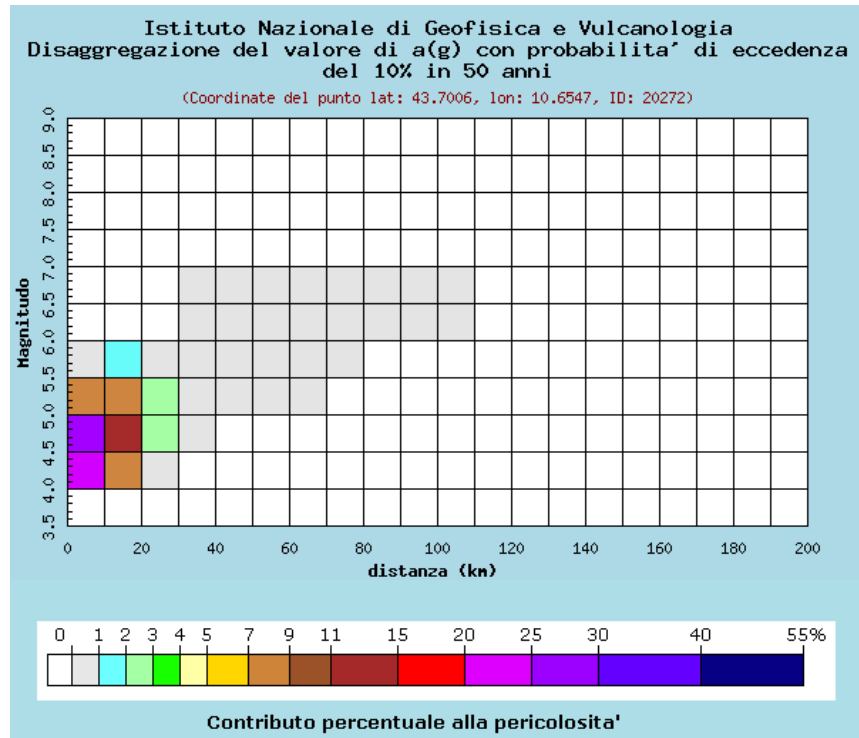
Eseguendo una ricerca, nei cataloghi disponibili⁶, degli eventi storici con risentimento nel territorio comunale, si può ricostruire la storia sismica del comune di S. Maria a Monte, in particolare consultando il catalogo DBMI117, si individuano per S. Maria a Monte, 10 eventi con risentimento nel territorio comunale. Dai dati consultati si evince che le sorgenti epicentrali principali che hanno generato eventi con risentimenti apprezzabili nell'area di S. Maria a Monte sono individuabili principalmente nelle strutture sismo genetiche della Garfagnana-Luigiana, Bassa Padana-Parmense, Volterrano e Valle del Bisenzio. Gli epicentri dei sismi più forti catalogati sono principalmente collocati in area appenninica ed in particolare in Garfagnana-Luigiana che è l'area sismo genetica più vicina e più attiva. Si segnalano i terremoti del 27 ottobre 1914 con intensità epicentrale del VII° MCS che ha provocato un risentimento del V° MCS e quello del 7 settembre 1920 con intensità epicentrale del X° MCS e risentimento del VI-VII° MCS.

Consultando le mappe di disagregazione sismica del sito dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), per il territorio di S. Maria a Monte, con riferimento al sito d'interesse, sono stati determinati i contributi percentuali alla pericolosità sismica forniti dalle coppie magnitudo-distanza dei terremoti che possono essere risentiti nell'area.



⁶ Dati tratti dal sito dell'INGV

⁷ Database macrosismico italiano, che contiene dati di intensità relativi a 1681 terremoti che fanno parte del catalogo CPTI11 (Rovida et al., 2011)



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.7006, lon: 10.6547, ID: 20272)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	21.200	26.300	8.140	0.849	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	7.970	14.500	7.470	1.720	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.697	2.810	2.530	0.857	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.228	0.987	0.860	0.533	0.091	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.190	0.506	0.530	0.101	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.008	0.191	0.311	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.122	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.046	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.800	11.400	0.991

Grafici della disagregazione della pericolosita' sismica (per probabilita' di superamento del 10% in 50 anni, corrispondente ad un tempo di ritorno di 475 anni)

I dati estrapolati forniscono le seguenti informazioni:

- la pericolosità sismica dell'area in esame indica in $0,10 \div 0,175$ g (g = accelerazione di gravità) la massima accelerazione su suolo rigido con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, corrispondente ad un tempo di ritorno di 475 anni;
- il massimo contributo (percentuale 26,30%) alla pericolosità sismica dell'area in esame è dato dalla coppia magnitudo $M = 4.5 - 5.0$ e distanza epicentrale $R = 0 - 10$ km;
- i valori medi di magnitudo e distanza sono rispettivamente 4.8 e 11.40 km.

Le analisi sismiche eseguite nell'area in studio (vedi appendici), sulla base delle velocità delle onde di taglio hanno fornito il valore Vs30 utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Lungo via Repubblica, la linea d'indagine ST1 evidenzia Vs30 nell'ordine dei 500 m/s, mentre in sommità del versante la linea ST2 evidenzia Vs30 nell'ordine dei 370 m/s. Per entrambi i profili è stata attribuita una categoria di suolo di fondazione B.

CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE	Vs 30 (m/s)	Nspt - Cu
B = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e dai valori di vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero Nspt30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu > 250 KPa (= circa 2.5 Kg/cm ²) nei terreni a grana fine).	360 < Vs 30 < 800	Nspt > 50 Cu > 250 KPa

Per il calcolo dell'azione sismica occorre attribuire la categoria topografica del sito che nel caso di configurazioni topografiche non complesse è deducibile dalla tabella 3.2IV delle NTC:

Nel caso in esame, date le caratteristiche del sito descritte in precedenza, possiamo attribuire la categoria topografica:

- **T1**, per l'opera alla base del pendio, con un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$;
- **T2**, per l'opera sul pendio, con un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$

I parametri adottati per l'opera, dal progettista strutturale, per la vita nominale (Vn) e la Classe d'uso sono i seguenti:

Vn = 50 anni (tab. 2.4.I NTC)

Classe d'uso = II → **Cu (coefficiente d'uso) = 1** (tab. 2.4.II NTC)

da cui se ne deduce che la vita di riferimento **Vr = Vn x Cu** (2.4.1. NTC) è pari a **50**.

Inserendo questi parametri nel software "Geostru PS - parametri sismici" (<http://www.geostru.com/us/parametri-sismici>) si possono ricavare i coefficienti sismici per i vari Stati Limite riportati nell'**allegato D**. Analoghi valori si ricavano dall'utilizzo del software [Spettri-NTC ver 1.03](http://www.cslp.it/cslp/index.php) messo a disposizione dal Consiglio superiore dei LL.PP. (<http://www.cslp.it/cslp/index.php>).

Dott. Geol. Alessandra Giannetti

Per lo Stato Limite di Salvaguardia della vita (SLV) si riportano i seguenti dati:

- per l'opera alla base
Amax (accelerazione massima) = 1.423 m/s²
Kh (coefficiente sismico orizzontale) = 0.035
Kv (coefficiente sismico verticale) = 0.017
- per l'opera sul pendio:
Amax (accelerazione massima) = 1.707 m/s²
Kh (coefficiente sismico orizzontale) = 0.042
Kv (coefficiente sismico verticale) = 0.021

11 – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE

Gli interventi di stabilizzazione, consistono nel posizionamento, lungo via Repubblica, di un muro in geoblock opportunamente rivestito, il cui piano di posa verrà posto a circa 30 cm dal piano viario e nell'installazione, nell'area più occidentale del pendio, di una rete metallica a doppia torsione accoppiata a geocomposito ed ancorata tramite chiodature profonde 3 m collegate tra loro da cavi metallici. Durante l'esecuzione delle opere si raccomanda di ancorare la rete metallica almeno a 3-4 m dal bordo della scarpata.

Al fine di provvedere correttamente alla regimazione delle acque meteoriche, provenienti da monte e ridurre notevolmente le acque di infiltrazione e di dilavamento sul pendio, saranno eseguite delle opere di regimazione delle acque e l'idrosemina sull'intero versante.

Preliminarmente agli interventi di stabilizzazione dovrà essere eseguita la pulizia del versante dalle piante infestanti e la regolarizzazione del piano di appoggio della rete metallica attraverso l'asportazione della porzione più superficiale del terreno, circa 40-50 cm.

Si raccomanda che durante l'esecuzione del muro in geoblock, questi siano congiunti attraverso cavi di acciaio.

Per la descrizione particolareggiata degli interventi di stabilizzazione e per le opere di monitoraggio da eseguire si rimanda alla relazione ed elaborati dell'ing. Iannotta.

12 – VERIFICHE DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità del versante, sono state eseguite, nella situazione attuale e nella situazione di progetto, tramite il software SSAP 2010 (SLOPE STABILITY ANALYSIS PROGRAM) nella versione 4.7.2 (2016), con l'utilizzo del metodo di Janbu rigoroso (1973). Il grado di stabilità del pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, viene valutato attraverso la determinazione del cosiddetto "FATTORE O COEFFICIENTE DI SICUREZZA" indicato con il simbolo F_s .

Il metodo di calcolo di F_s impiegato si basa sulle tecniche di verifica dette LIMIT EQUILIBRIUM METHOD (metodo dell'equilibrio limite) che individuano F_s come il rapporto tra lo sforzo di taglio disponibile T_f (capacità) e lo sforzo di taglio totale mobilitato T_m (domanda). Ne deriva che se F_s ($=T_f/T_m$) è >1.0 siamo in condizioni di stabilità, mentre per $F_s <1.0$ siamo in condizioni instabili dovuti

a un generalizzato deficit di resistenza.

La superficie del pendio è stata definita attraverso un rilievo piano altimetrico esteso ad una zona sufficientemente ampia a monte e a valle del pendio stesso. Dal rilievo è stato possibile ricavare varie sezioni topografiche del versante e nelle verifiche di stabilità è stata considerata la sezione n° 8, ritenuta la più gravosa.

Per i pendii naturali, le NTC del 2008 prescrivono, che *“il livello di sicurezza sia espresso, in generale, come rapporto tra resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale”*. In questo specifico caso non sono, quindi, previsti coefficienti riduttivi e il livello di sicurezza è determinato con motivazione dal progettista.

Tale norma, si applica, ai sensi del paragrafo 6.3 delle NTC, allo studio delle condizioni di stabilità dei pendii naturali e al progetto, esecuzione e controllo degli interventi di stabilizzazione.

In riferimento alla normativa suddetta, al fine di valutare le condizioni attuali di sicurezza del pendio è stata eseguita una verifica globale del pendio, il programma di calcolo determina la superficie critica, (individuata tra 3.000 superfici possibili come quella che corrisponde al grado di sicurezza più basso), fornendo i seguenti coefficienti FS:

- a) condizioni statiche → $F_s = 1.084$ (vedi allegato **Allegato E**);
- b) condizioni statiche sotto l'influenza di una falda sospesa e temporanea (nell'ipotesi che in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi e/o prolungati, nella porzione più superficiale del versante, si formi temporaneamente un fronte saturo, sufficiente, in concomitanza con gli altri fattori descritti, ad innescare il movimento gravitativo.) → $F_s = 0.684$ (vedi allegato **Allegato E**);
- c) condizioni dinamiche → $F_s = 0.940$ (vedi allegato **Allegato E**).

Dai risultati, si osserva che la stabilità del pendio è influenzata dalla presenza o meno di un fronte saturo superficiale, fatto del resto già osservato nei movimenti gravitativi avvenuti negli anni dal 2009 al 2014. Per questo motivo, l'intervento proposto dall'ing. Iannotta, prevede di allontanare le acque meteoriche, provenienti da monte, attraverso fosse campestri che recapitano le acque in direzione di via Cimitero. Si raccomanda, nell'esecuzione dell'intervento, di realizzare un'adeguata pendenza delle fosse, in particolare di quella di guardia del pendio, in maniera che le acque meteoriche raccolte non vi stagneranno. L'intervento, inoltre, è studiato per minimizzare l'infiltrazione delle acque meteoriche sul pendio e contemporaneamente favorire il ruscellamento superficiale e la raccolta alla sommità dell'opera di contenimento posta al piede del versante. Da quest'ultima canaletta di raccolta le acque di ruscellamento saranno convogliate ed allontanate tramite la nuova fognatura da realizzarsi in via Repubblica.

La modellazione globale, andando a ricercare le situazioni in assoluto più sfavorevoli, individua superfici di scorrimento molto più profonde e arcuate di quelle osservate durante tutti gli eventi gravitativi analizzati.

Per questa ragione e ai sensi delle NTC del 2008, le verifiche di sicurezza, per lo stato di progetto, sono state eseguite lungo superfici di scorrimento che meglio approssimano quella/e riconosciuta/e con le indagini. In allegato vengono riportati, per brevità di esposizione, i risultati di due di queste superfici, la prima fornisce un FS pari a 1.24 (vedi allegato **Allegato E**), la seconda, posta al limite della profondità interessata dall'intervento, fornisce un FS pari a 1.19 (vedi allegato **Allegato E**).

Si è proceduto, inoltre, a valutare le condizioni di sicurezza nello stato modificato sotto l'azione di un sisma ottenendo un FS pari a 1.16 (vedi allegato **Allegato E**) per la superficie di scorrimento che meglio approssima quelle avvenute o che potrebbero verificarsi in seguito.

Le verifiche dello stato di progetto mostrano un coefficiente di sicurezza che, a giudizio della scrivente, può essere ritenuto sufficientemente accettabile in ragione della tipologia dell'intervento, delle caratteristiche del movimento gravitativo, della sostenibilità della spesa e delle alte probabilità che dissesti analoghi possono ancora verificarsi.

Del resto, un analogo intervento è già stato eseguito nel 2009 sulla porzione centrale del versante, dando buoni risultati.

La porzione più orientale del versante, non essendo trattata con la rete a doppia torsione risulterà ancora gravata da un deficit di resistenza nelle condizioni di sicurezza, appare quindi superfluo eseguire le verifiche di stabilità per tale area.

13 – LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione si ha in quei terreni che non sono dotati di coesione e abbiano un comportamento esclusivamente granulare. In tali terreni si può ipotizzare un drenaggio talmente rapido che possa avvenire istantaneamente, ciò provoca un aumento istantaneo delle pressioni neutre tale da comportare un annullamento delle pressioni effettive intergranulari. L'area in esame non ricade nelle zone suscettibili di instabilità per liquefazione, nella cartografia delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del RU Adottato con Delibera n. 48/2015.

Detto questo l'assenza di falda freatica, le caratteristiche sismiche dell'area e la presenza di terreni con una buona percentuale di limo/argilla ci fa ragionevolmente supporre che l'area in studio non presenta potenzialità di liquefazione.

Santa Maria a Monte, luglio 2016

Dott. Giannetti geol. Alessandra

Documentazione Fotografica

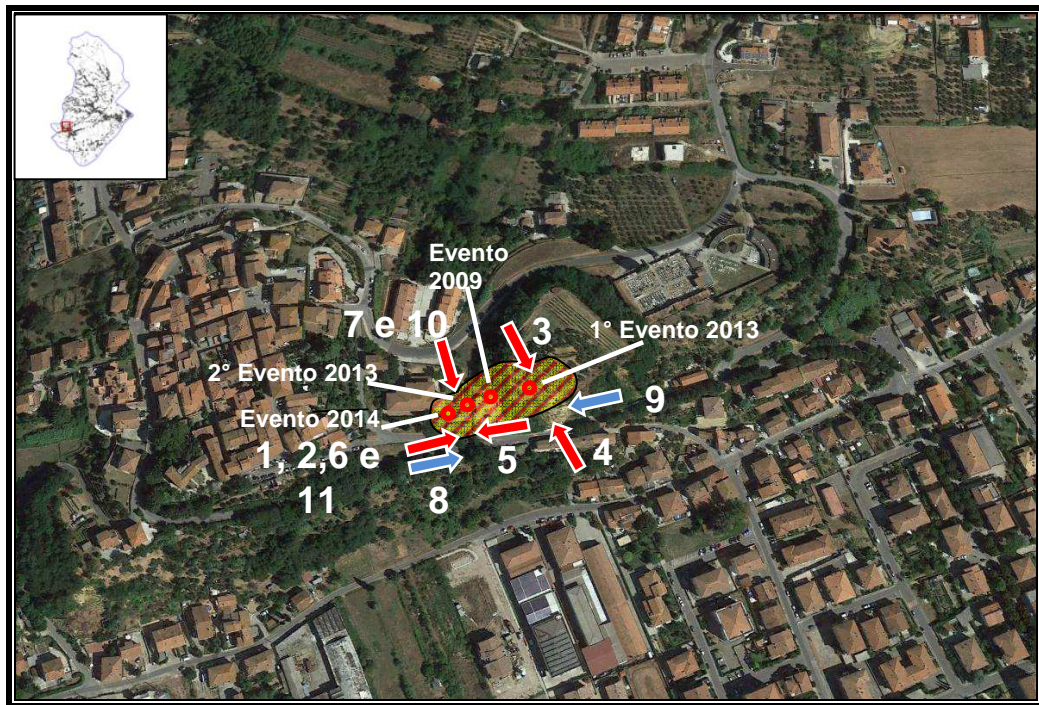






fig. 1 – Ortofoto (2010) punti di scatto documentazione fotografica – Dissesto via Repubblica

Legenda:

-  Punti di scatto foto dei dissesti anni 2009, 2013 e 2014
-  Punti di scatto foto del rilevamento anno 2014
-  Ubicazione indicativa del Punto sommitale* evento franoso
-  Area del dissesto a pericolosità G4**

* = punto più alto del contatto fra "materiale spostato" e la "scarpata principale"

** = l'indicazione dell'area è solo approssimativa, per l'individuazione corretta ed in vigore si rimanda alla TAV 9 "Carta della Pericolosità Geologica" del Piano Strutturale

Foto anno 2009

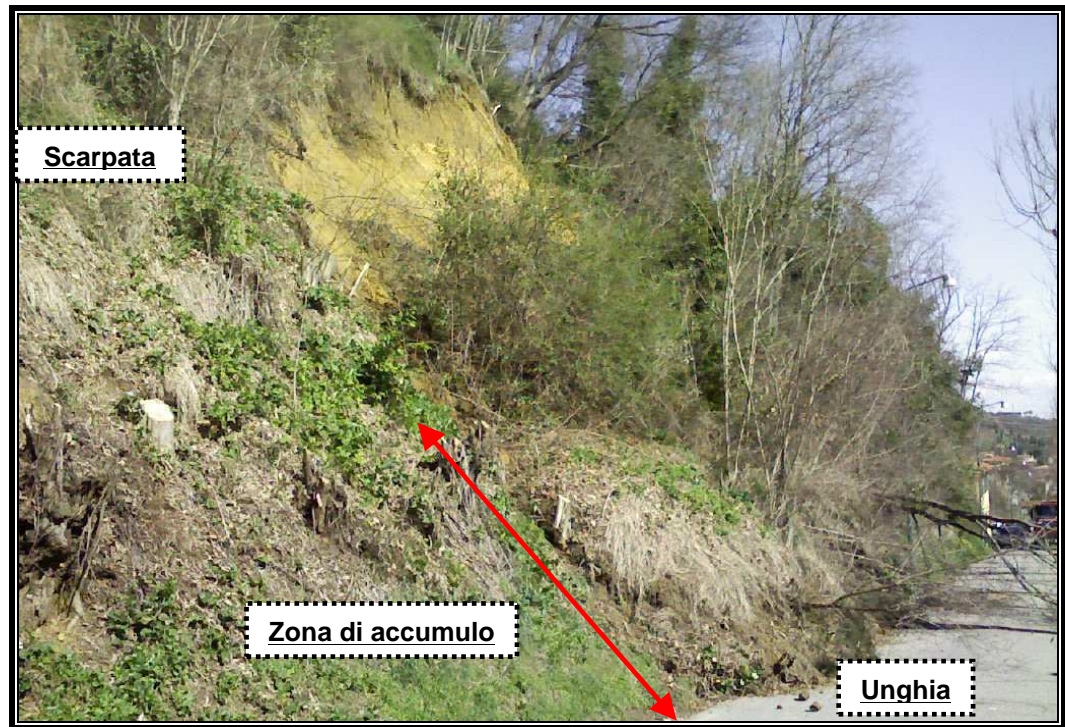


Foto n° 1 – scarpata principale del movimento franoso



Foto n° 2 – corpo di frana

Foto anno 2013 I° evento (11/03/2013)



Foto n° 3 – coronamento di frana



Foto n° 4 – scarpata e corpo di frana

Foto anno 2013 II° evento (14/03/2013)



Foto n° 5 – frana del 14/03/2013



Foto n° 6 – frana del 14/03/2013

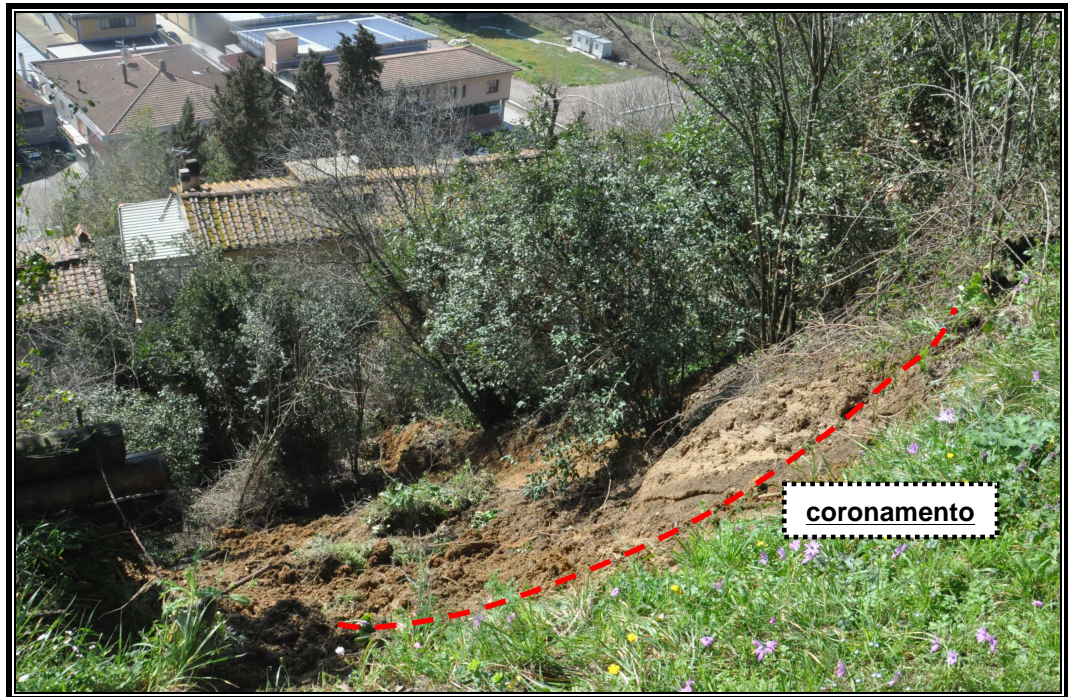


Foto n° 7 – frana del 14/03/2013

Foto sopralluogo gennaio 2014



Foto n° 8 – stato del versante durante il sopralluogo del 16/01/2014



Foto n° 9 – particolare dell'opera di contenimento in geoblock eseguita in conseguenza del primo evento franoso di marzo 2013

Foto anno 2014 evento 1/03/2014



Foto n° 10 – frana del 01/03/2014



Foto n° 11 – frana del 01/03/2014

Foto anno 2014 evento 1/03/2014 lavori di somma urgenza con modellatura del versante





Riapertura via Repubblica a senso unico alternato