

Assessorato alla difesa del suolo e della costa,
protezione civile e politiche ambientali e della montagna
Assessora Paola Gazzolo

Agenzia regionale per la protezione civile e la
sicurezza territoriale
Direttore Maurizio Mainetti

Servizio Area Romagna
Responsabile Mauro Vannoni

La Rupe di San Leo: interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico

a cura di Claudio Corrado Lucente

La rupe di San Leo: interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico

Autore: Claudio Corrado Lucente

INDICE

- 1. INTRODUZIONE**
- 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGICO**
- 3. GEOLOGIA LOCALE**
- 4. CENNI STORICI E ANALISI DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO**
- 5. PRINCIPALI INTERVENTI REALIZZATI NEL PASSATO**
- 6. INTERVENTI REALIZZATI DAL SERVIZIO AREA ROMAGNA (EX SERVIZIO TECNICO DI BACINO) TRA IL 2010 E IL 2016**

1. INTRODUZIONE

L'area su cui insiste l'abitato di San Leo è storicamente nota per il succedersi di numerosi e, a volte, disastrosi eventi franosi, riportati in documenti storici e rappresentazioni pittoriche a partire dal XVII secolo. Anche di recente San Leo è stato oggetto di dissesti significativi che hanno interessato i bordi della rupe insistenti sui due fossi di Campone (lato nord ed est della rupe) e Seripa (lato sud), che incidono profondamente le argille policrome su cui "galleggia" la placca di San Leo. Ultimo, in ordine di tempo, è stato il crollo del 27 febbraio 2014, che ha interessato il lato nord della rupe.

Questa secolare e forzata convivenza con il dissesto idrogeologico ha portato a dichiarare San Leo "abitato da consolidare" ai sensi della L. 445/1908 con D.P.R. 217 del 18 gennaio 1951. Dal 2004, con adozione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Marecchia-Conca, tutta la fascia di territorio attorno alla rupe di San Leo è perimetrata, ai sensi della L. 267/1998, come area a rischio idrogeologico molto elevato. Gli elementi esposti sono: i) l'abitato, l'unica strada di accesso all'abitato stesso e la strada di circonvallazione, sul lato sud della rupe; ii) la fortezza e relativa strada di accesso, sul lato est; iii) alcune abitazioni private, la caserma dei carabinieri, l'edificio scolastico, la strada di circonvallazione e l'impianto di depurazione, sul lato nord.

A conferma dello stato di attenzione che San Leo necessita, sono state avanzate in passato alcune Proposte di Legge per la salvaguardia e la tutela dell'abitato e della fortezza.

Con la Legge n. 117 del 3 agosto 2009, San Leo e il resto dei comuni dell'Alta Valmarecchia entrano a far parte della Regione Emilia-Romagna, diventando di fatto territorio di competenza del Servizio Tecnico di Bacino Romagna (oggi Servizio Area Romagna dell'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile). Comincia così un'intensa attività di conoscenza del sito San Leo attraverso l'acquisizione di documentazione e si prende coscienza della criticità idrogeologica in cui versa l'abitato di San Leo, tanto che la Regione Emilia-Romagna sin da subito programma e finanzia i primi interventi di mitigazione del rischio idrogeologico. L'impegno da parte degli organi di governo regionale (Presidenza e Assessorato alla difesa del suolo e della costa, protezione civile e politiche ambientali e della montagna) e dei tecnici del Servizio Area Romagna di Rimini si amplifica sensibilmente con il tragico evento del crollo del 27 febbraio 2014.

Con la dichiarazione dello stato di crisi regionale nel territorio comunale di San Leo attraverso il decreto del Presidente della Regione n. 40 del 21 marzo 2014 e le successive Ordinanze di Protezione Civile vengono messe in campo importanti risorse per gli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e l'assistenza alle famiglie evacuate. Solo per studi e interventi sono stati sinora impiegati € 1.305.000,00 a seguito del crollo del febbraio 2014, che sommati ai finanziamenti erogati prima del 2014, si raggiunge la somma complessiva di € 1.862.000,00.

Ulteriori € 7.800.000,00 sono stati programmati nell'ambito del Piano Nazionale contro il Dissesto Idrogeologico, di cui sono stati resi effettivamente disponibili i primi € 2.000.000,00 nell'ambito degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico al fine di favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici, in attuazione dell'art. 19, comma 6, lett. A) del D. Lgs. N. 30/2013.

Di seguito viene fatta una rassegna degli interventi realizzati a San Leo negli ultimi 50 anni, distinguendo quanto realizzato dal Servizio Area Romagna a partire dal 2010. Tale rassegna è preceduta da un breve inquadramento geologico e geomorfologico della rupe di San Leo propedeutico alla comprensione della fragilità idrogeologica di San Leo.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGICO

L'abitato di San Leo è situato nell'estremità meridionale della Regione Emilia-Romagna e costituisce uno dei sette Comuni dell'Alta Valmarecchia, territorio che nell'agosto 2009 si è staccato dalla Regione Marche con l'entrata in vigore della L. 117/2009 per far parte della provincia di Rimini (Fig. 1).

L'abitato di San Leo e la relativa fortezza sorgono su una placca rocciosa calcarea e calcarenitica, completamente isolata, di forma all'incirca quadrangolare (Fig. 2). La rupe è delimitata in tutto il suo perimetro da pareti sub-verticali a tratti aggettanti con altezza variabile, da un minimo di 40 metri ad un massimo di 100 metri.

La storica fortezza si erge in corrispondenza dello spigolo sud-est della rupe, a strapiombo per un'altezza di circa 80 metri.

Ai piedi della fortezza si sviluppa l'abitato concentrato lungo il lato sud della rupe dove è collocata anche l'unica porta di ingresso al centro storico. Alla base, la rupe è circondata da due valli: quella del Fosso Campone, versante nord ed est, e quella del Fosso Seripa, versante sud.



Fig. 1 - Localizzazione dell'abitato di San Leo all'interno del territorio provinciale di Rimini, nella valle del fiume Marecchia



Fig. 2 - La placca rocciosa di San Leo su cui sorgono l'abitato (lato sud) e la fortezza (spigolo sud-est). In corrispondenza dello spigolo nordovest si apprezza l'ampio accumulo detritico determinato dal crollo del febbraio 2014. (Foto da Google Earth).

3. GEOLOGIA LOCALE

La rupe è costituita da due formazioni geologiche della successione cosiddetta Epligure: la F.ne di San Marino (SMN) e la F.ne di Monte Fumaiolo (MFU) (vedi Figg. 3 e 4). La F.ne di San Marino, prevalentemente calcarea (biocalcareni dominanti), affiora sostanzialmente nella porzione nord-orientale della placca, caratterizzando la parete est e nord della rupe. La F.ne di Monte Fumaiolo, prevalentemente arenacea (calcareni) occupa invece la porzione sud-occidentale della placca, caratterizzando per gran parte la parete ovest e sud della rupe. Nella foto panoramica, lato meridionale della rupe (Fig. 4), è ben visibile la successione stratigrafica (SMN e MFU) con l'assetto degli strati ad inclinazione variabile da moderata (25°) a sub-verticale (88°), immergenti verso ovest. Il contatto viene trasposto verso ovest da una faglia trascorrente destra. Il "substrato argilloso" su cui poggia la rupe è invece rappresentato dalle Argille Varicolori (Figg. 3 e 4), formazione geologica litologicamente eterogenea costituita in prevalenza da argilliti policrome a cui si intercalano marne e siltiti manganesifere e, subordinatamente, strati torbiditici pelitico - arenacei e calcari marnosi.

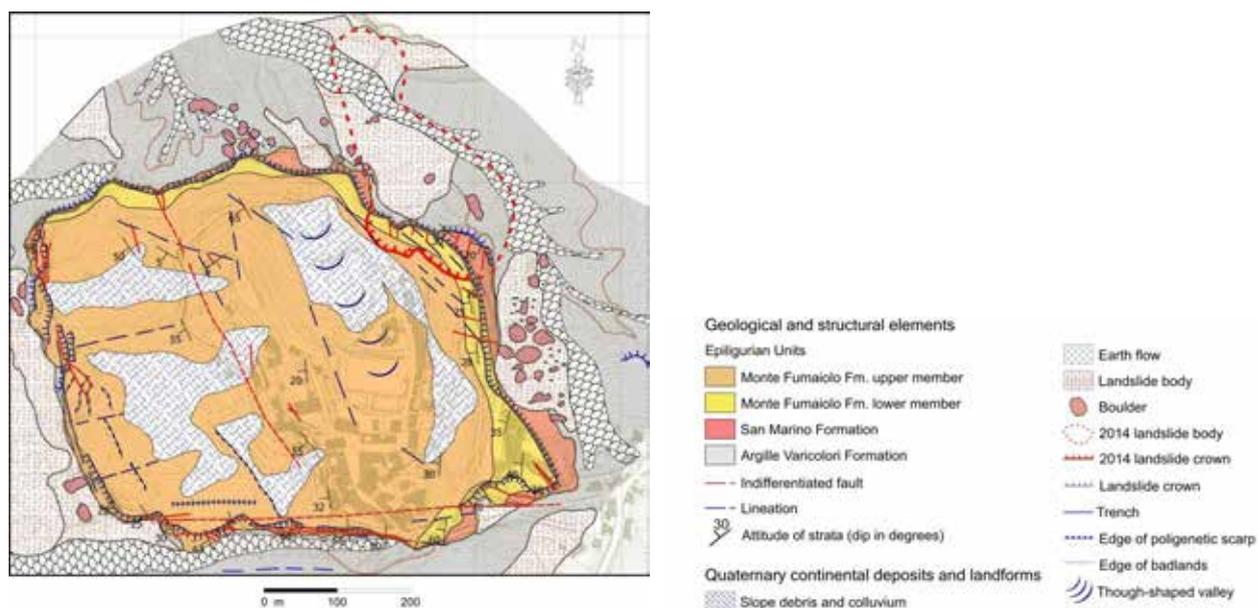


Fig. 3 - Carta geologica e geomorfologica schematica della rupe di San Leo (da Borgatti et al., 2015, modificato da Badioli 2012).



Fig. 4 - Panoramica lato sud della rupe di San Leo, in cui si apprezza il passaggio stratigrafico (contatto, linea bianca) tra la F. ne di San Marino (SMN) e La F. ne del Monte Fumaiolo (MFU). In rosso una faglia trascorrente che sposta il contatto tra le due formazioni. I prati sono dati dai terreni appartenenti alle Argille varicolori (AVR).

4. CENNI STORICI E ANALISI DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

Sulla scorta della documentazione storica disponibile, è possibile ricostruire l'evoluzione del dissesto idrogeologico che ha interessato San Leo negli ultimi 400 anni. Gran parte delle prime documentazioni riguardano il lato nord della rupe; la testimonianza più straordinaria è senz'altro rappresentata dal noto dipinto del 1626 di Francesco Mingucci, che messo a confronto con immagini recenti evidenzia l'enorme massa di rupe crollata nell'arco di poco meno di 400 anni (Fig. 5).

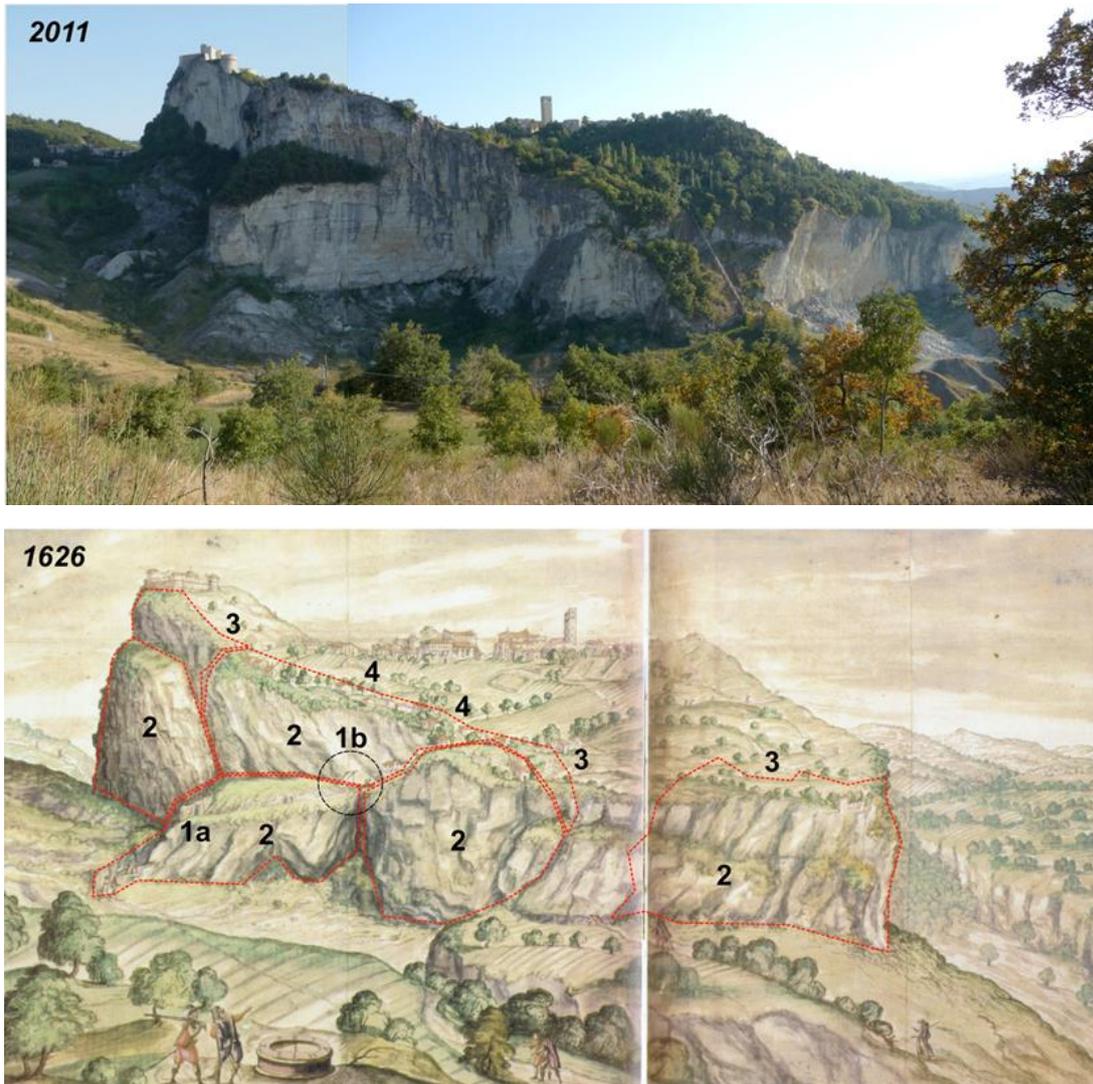


Fig. 5 - Sopra, lato nord della rupe prima del crollo 2014. Sotto, Aquerello di Mingucci (1626). 1a: Porta di Sotto; 1b: ponte; 2: larga porzione di terreno franata; 3: attuale bordo della placca; 4: quartieri scomparsi. Si notino, dal confronto, le parti crollate della rupe originaria del XVII secolo. (da Bernardi et al., 2011).

Anche di recente il lato nord della rupe è stato interessato da importanti fenomeni franosi (Fig. 6a). L'evento del 2006 ha visto il crollo di circa 50.000 mc di roccia (Fig. 6b), causando danni all'impianto fognario e di depurazione, al servizio della città di San Leo. La massa di detriti che si è riversata improvvisamente sui terreni argillosi sottostanti nel bacino del Fosso Campone ha innescato una colata di terra, che, a sua volta, nella discesa verso valle ha provocato la riattivazione di uno scivolamento di terra per sovraccarico e innesco di sovrappressioni nella preesistente coltre detritica.

Il crollo del 2014 è stato ancora più imponente interessando un'ampia porzione dell'ammasso roccioso pari ad un volume di 330.000 mc, lungo un fronte largo circa 160 metri per un'altezza di circa 100 metri (Fig. 6c). A seguito del collasso della massa rocciosa il detrito si è propagato (*block and debris avalanche*) con violenza lungo la valle del fosso Campone per un tratto di 400 metri, sollevando una gigantesca nuvola di polvere e proiettando blocchi di

roccia per centinaia di metri. La coltre di detrito è arrivata a colmare parte della valle del fosso Campone per un superficie di 60.000 mq con blocchi ciclopici di dimensioni anche oltre i 10.000 mc.



Fig. 6a - I grandi crolli recenti che hanno colpito il versante nord della rupe di San Leo determinando un significativo arretramento del ciglio. 6b - Il crollo del 2006, lungo la parete nord. 6c - Il crollo del 2014, spigolo nord-est della rupe.

Anche per i lati est e sud sono disponibili documenti storici che testimoniano una serie di dissesti che hanno interessato l'ammasso roccioso. La stessa fortezza ha subito direttamente gli

effetti di importanti crolli avvenuti in un recente passato, dal 1930 al 1962 (Fig. 7; in Lembo-Fazio et al., 1998) che hanno coinvolto parti della struttura del castello, in corrispondenza dello spigolo sud-est della rupe. Dalla documentazione fotografica è evidente l'evoluzione morfologica della parete in seguito ai diversi fenomeni di crollo.

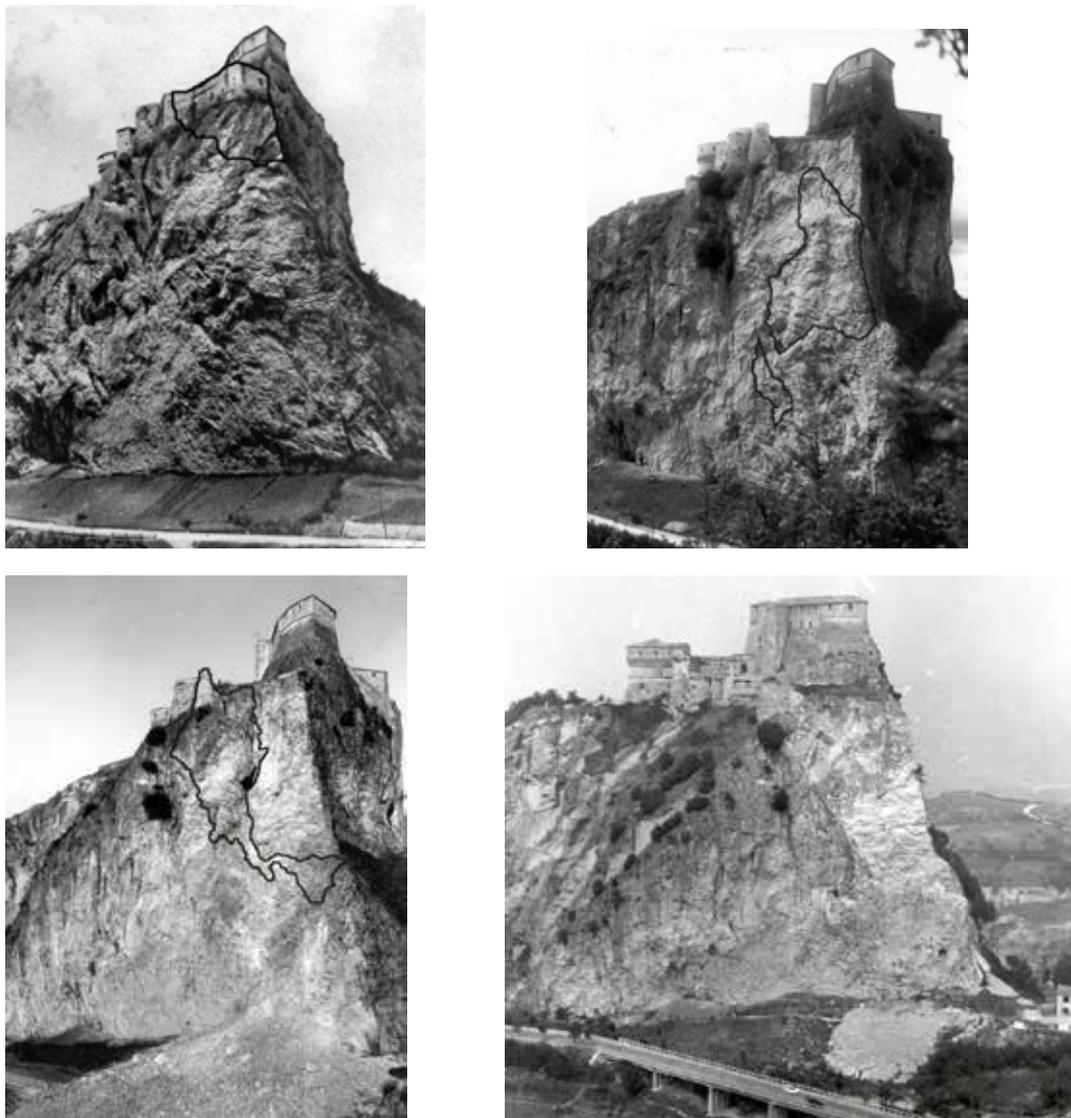


Fig. 7. Sequenza storica (1930-1962) di una serie di crolli che hanno interessato lo spigolo sud-est della rupe e coinvolto la stessa fortezza.

In virtù del contesto geologico e geomorfologico in cui si colloca, la rupe di San Leo presenta una forte predisposizione al dissesto idrogeologico. Su tutto il perimetro della rupe sono presenti dissesti di varia entità che vanno dal semplice distacco di piccole porzioni di roccia aggettante al crollo di cospicue masse rocciose con conseguente arretramento del fronte.

Tutta la rupe è intensamente fratturata presentando più sistemi di fratture che suddividono la placca in blocchi progressivamente ribassati verso i margini (vedi margine ovest e l'estremità del margine est), quale effetto di processi tettonici e gravitativi (fossili e recenti) subiti nel corso della sua storia geologica.

Il contrasto di rigidità tra la massa rocciosa e il substrato porta a un complesso stato di sforzo nella rupe e a una progressiva apertura di quelle fratture disposte all'incirca parallelamente alle pareti ai margini della placca. Scivolamenti e colate nel substrato argilloso, determinati dal deterioramento delle argille e dall'azione erosiva dei fossi, Campone e Seripa, producono "sgrottamenti" alla base della parete rocciosa con conseguenti crolli per scalzamento al piede. L'evoluzione geomorfologica della rupe e dei versanti sottostanti è dunque condizionata dalle interazioni causa-effetto che si instaurano tra l'ammasso roccioso rigido e le argille a comportamento plastico. I meccanismi di instabilità e deformazione possono essere ricondotti a:

1. Degradazione, decompressione e rifluimento delle argille;
2. destabilizzazione delle argille per la presenza d'acqua di infiltrazione proveniente dall'ammasso roccioso (permeabilità secondaria) che ne riduce la resistenza al taglio fino a generare colamenti e scivolamenti;
3. la sistematica mobilitazione delle argille determina lo scalzamento delle ripide pareti rocciose fratturate tali da essere predisposte al crollo;
4. i materiali mobilitati nei fenomeni di crollo e negli scivolamenti plastici del substrato argilloso finiscono per amalgamarsi in una coltre di frana a composizione eterogenea che ingloba e/o sostiene blocchi rocciosi anche di dimensioni rilevanti come testimoniato dai recenti crolli del 2006 e del 2014 e sulla base del ritrovamento di grandi blocchi sepolti nella spessa coltre detritica che occupa l'asse vallivo del fosso Campone.

5. PRINCIPALI INTERVENTI ESEGUITI IN PASSATO

A fronte delle problematiche legate al dissesto, dalla documentazione disponibile risulta che i primi importanti interventi di consolidamento della rupe di San Leo siano stati realizzati alla fine degli anni '60.

Gran parte degli interventi si sono concentrati sul consolidamento di porzioni della parete sud dove si sviluppa il centro storico di San Leo e l'unica via di accesso all'abitato. Tali interventi sono stati realizzati in momenti diversi: tra il 1968 e il 1978 e tra il 1999 e il 2005, preceduti dalla realizzazione del viadotto terminato nel 1954, dopo che un importante crollo della parete rocciosa aveva completamente sepolta la strada di accesso all'abitato di San Leo (vedi Fig. 7).

Particolarmente problematica si è rivelata la parete sud della rupe sovrastante la strada di accesso al centro storico di San Leo perché continuamente soggetta nel passato a fenomeni di instabilità, lasciando più volte isolato l'abitato e minacciando l'integrità della storica fortezza. Gran parte degli sforzi si sono concentrati su tale fronte roccioso attraverso disingaggi, rafforzamenti corticali con reti, funi e chiodature, ancoraggi passivi, sottomurazioni e fori drenanti. Numerosi sono stati nel tempo anche gli interventi di consolidamento della parete sud sottostante la strada di ingresso e l'abitato di San Leo, attraverso interventi in parete (disingaggi e chiodature profonde, Fig. 8) e interventi di messa in sicurezza della strada.



Fig. 8 – Interventi di consolidamento parete rocciosa lungo la parete sottostante la strada di accesso all’abitato di San Leo a seguito dell’evento franoso occorso nel 2004.

Sempre sul versante sud sono stati eseguiti interventi di sistemazione del fosso Seripa responsabile di una marcata erosione al piede della parete rocciosa, con conseguenti fenomeni di crollo e ribaltamento per scalzamento. E’ stato pertanto realizzato un sistema di briglie in gabbioni, cemento armato e massi ciclopici in più riprese (Fig. 9).



Fig. 9 – Briglie lungo il fosso Seripa, versante sud della rupe di San Leo.

La parete est, sotto la fortezza, è stata oggetto di interventi parziali di consolidamento in parete, a più riprese: nel 1968/1969, nel 1978, nel 2005 mediante rafforzamento corticale e ancoraggi passivi a difesa della fortezza. Sono state posate anche reti paramassi a protezione di alcune abitazioni vicine alla parete rocciosa (vedi spigolo sud est della rupe, sotto la fortezza).

Lungo il versante nord della rupe di San Leo, il fosso Campone è stato oggetto di un importante intervento di sistemazione tra il 1978 e il 1988 volto alla mitigazione degli effetti (destabilizzazione delle argille e sottoescavazioni alla base della rupe) e all'eliminazione delle cause del dissesto (erosione e degradazione delle argille ad opera dell'acqua, pendenze elevate) mediante la realizzazione di una serie di grandi briglie in gabbioni, drenaggi profondi e rimodellamenti morfologici. Le briglie più importanti ubicate in corrispondenza degli spessori maggiori della coltre alterata sono state dotate di fondazioni profonde; è questo il caso della grande briglia contrassegnata con il numero 1 in Fig. 10. Nel corso degli anni tali opere hanno svolto la funzione di mitigare il dissesto, se non altro regimando le acque e rallentando i processi erosivi, tuttavia l'area del fosso Campone ha continuato e continua ad essere caratterizzata sistematicamente da riattivazioni di colamenti e scivolamenti gravitativi con successivi crolli (vedi eventi 2006 e 2014).

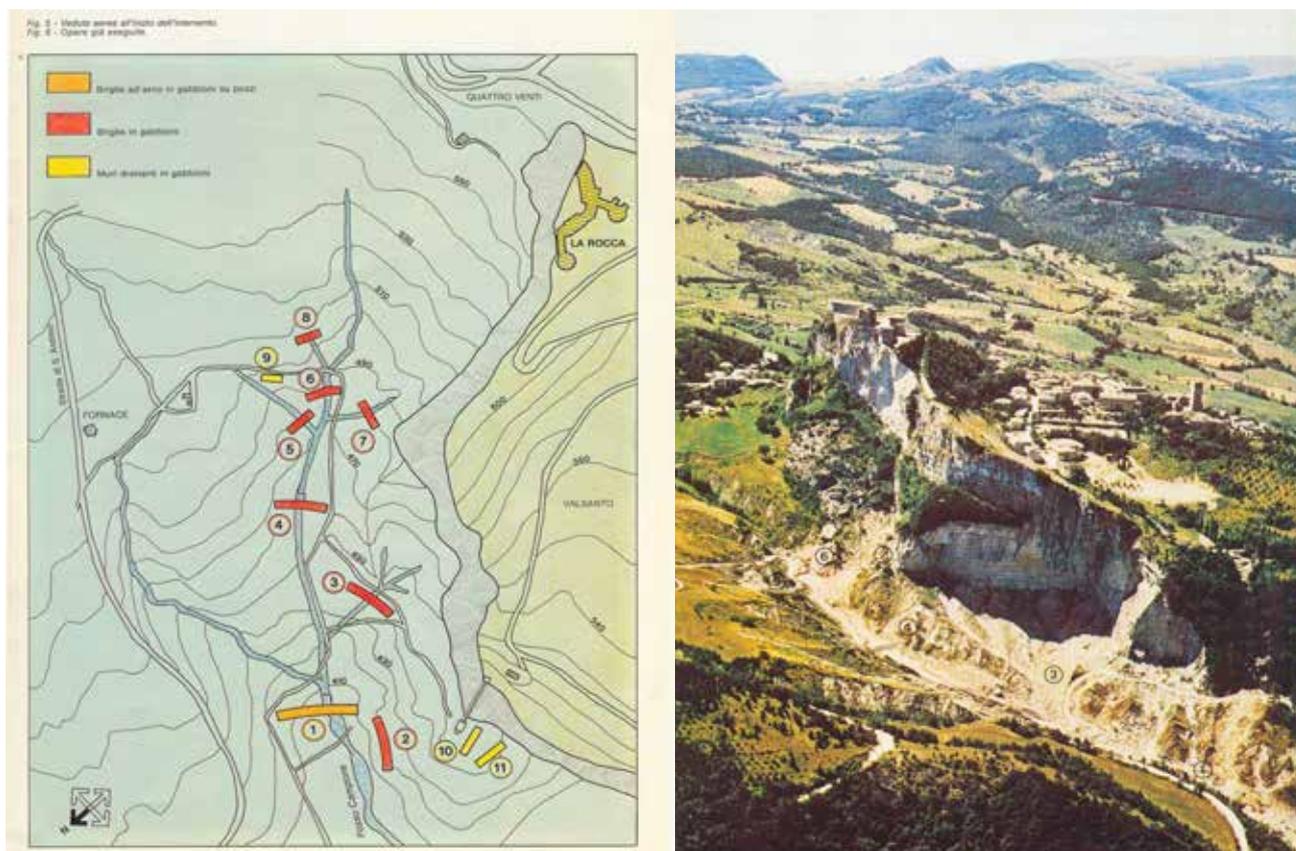


Fig. 10 - Ubicazione delle principali opere eseguite nel corso degli interventi di difesa del suolo, tra il 1978 e il 1988. (Da Maccaferri, 1990?).

A seguito del crollo 2006 che coinvolse circa 50.000 mc di roccia, venne eseguito un primo importante intervento in parete lungo il versante nord della rupe, consolidando cunei instabili di roccia attraverso ancoraggi profondi. Al consolidamento della parete fece seguito la costruzione di grandi briglie in massi ciclopici (una con fondazione profonda su pali di grande diametro) e la realizzazione di trincee drenanti a presidio del piede della rupe e a difesa del condotta del depuratore (Fig. 11).



Fig. 11 Fronte del crollo del 2006, sono visibili in primo piano le briglie (frecce) in massi ciclopici a contenere il movimento della massa detritica, ammassata ai piedi della parete.

6. INTERVENTI REALIZZATI DAL SERVIZIO AREA ROMAGNA (EX SERVIZIO TECNICO DI BACINO ROMAGNA) TRA IL 2010-2016.

Con l'entrata in vigore della Legge 17/2009, che ha sancito il passaggio dei 7 Comuni dell'Alta Valmarecchia dalla Regione Marche alla Regione Emilia-Romagna, il dissesto relativo all'abitato di San Leo è stato posto all'attenzione del Servizio Tecnico di Bacino Romagna (ora Servizio Area Romagna dell'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile), quale ufficio territorialmente competente in materia di difesa del suolo. Con l'acquisizione dei nuovi territori è stata avviata un'intensa attività di raccolta di documentazione sul caso San Leo, seguita dalla programmazione e dalla realizzazione delle prime indagini e dei primi interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico.

Interventi prima del crollo del 2014

- *PI09232 - Lavori di Pronto Intervento per la sistemazione e la messa in sicurezza del percorso esistente quale via di accesso al centro storico del Comune di San Leo – RN. Importo € 25.000,00. D. Lgs. 1010/1948.*

Il primo intervento realizzato dal Servizio Area Romagna è stato un lavoro di pronto intervento per il ripristino della viabilità lungo la via di accesso in fregio alla parete rocciosa, in alternativa al ponte in caso di necessità e/o emergenze (Fig. 12 e 13).



Fig. 12 – Ubicazione del by-pass e del ponte per l'accesso alla città di San Leo.



Fig. 13 – Immagini relative ai lavori eseguiti sul by-pass per garantire una viabilità alternativa al ponte per l'accesso al centro storico di san Leo.

- 1A2D101.002 – San Leo - Primo stralcio di messa in sicurezza della Rupe di San Leo - Lotti A2 e B. Importo €. 532'000,00. L.R. 27/1974 e L. 445/1908 - DGR 1720/2010.

Un ulteriore intervento è stato portato a compimento tra il 2012 e il 2013 finalizzato alla sistemazione e messa in sicurezza del muro del terzo piazzale della fortezza (Fig. 14) e al consolidamento delle porzioni di parete rocciosa immediatamente sottostante (Fig. 15)



Fig. 14 – Immagini relative al muro di sostegno del terzo piazzale della fortezza. Le foto da sinistra verso destra rappresentano il muro prima, durante e dopo l'intervento.



Fig. 15 – Immagini relative ai lavori eseguiti per la sistemazione del muro di contenimento del terzo piazzale della fortezza e il rafforzamento corticale della parete rocciosa sottostante, mediante reti, funi e chiodature.

Interventi dopo il crollo 2014

- *L114026 - L114032 Integrazione - Lavori di somma urgenza per il monitoraggio strumentale e approfondimento conoscitivo della nuova morfologia dei luoghi del versante nord della Rupe di san Leo interessata dal crollo – RN. Importo € 250.000,00. Art. 10 L.R. 1/2005 - art. 176 D.P.R. 207/2010*

Con il crollo del 28 febbraio 2014, dopo le prime verifiche sullo stato dei luoghi, è stata valutata la necessità di eseguire un approfondimento conoscitivo sul fenomeno franoso e di avviare, contestualmente, un monitoraggio strumentale. Con l'autorizzazione da parte dell'allora

Assessorato Sicurezza Territoriale, Difesa del Suolo e della Costa, Protezione Civile, il Servizio Area Romagna (ex Servizio Tecnico di Bacino Romagna) ha avviati i lavori di somma. Nel corso dello studio sono stati eseguiti rilievi con il laser scanner da terra (Fig. 16), rilievi con il drone (Fig. 17) e rilievi geomeccanici sulla sommità della rupe e in parete funzionali alla determinazione delle caratteristiche del dissesto, dell'area di influenza e della nuova morfologia dei luoghi e alle verifiche di stabilità dell'ammasso roccioso lungo il fronte di crollo e nelle aree limitrofe. Inoltre è stato avviato un primo sistema di monitoraggio (di fase 1) per il controllo in superficie delle principali fratture (Fig.18). Si è trattato di uno studio multidisciplinare attraverso l'impiego di diverse tecniche di rilievo e di indagine che hanno fornito un buon livello di conoscenza del crollo, risultato indispensabile per le scelte intraprese al fine di garantire la pubblica sicurezza.



Fig. 16 – Il laser scanner impiegato per il rilievo del fronte di crollo con relativa immagine tridimensionale per la determinazione della nuova geometria della parete.



Fig. 17 – Immagini relative ai lavori eseguiti sul by-pass per garantire una viabilità alternativa al ponte per l'accesso al centro storico di San Leo.



Fig. 18 – Sensori per il controllo delle fratture: estensimetro a filo (foto a sinistra), estensimetro a barra (foto a destra)

- *L114053.001 - Interventi di messa in opera e avvio del monitoraggio di fase 2 nella zona del crollo della Rupe di San Leo. Importo € 220.000,00. Art. 10 L.R. 1/2005 - DGR 856/2014*

Con un successivo finanziamento sono stati avviati ulteriori interventi sulla rupe di San Leo, finalizzati all'installazione e gestione del "monitoraggio di fase 2" consistente nella fornitura e posa di estensimetri multibase in foro (Fig. 19) per il controllo delle fratture all'interno dell'ammasso roccioso in profondità, nell'area prossima al ciglio del crollo.



Fig. 19 – Centralina di acquisizione e trasmissione dati in remoto con relativi sensori multibase in foro. A destra, dettaglio della testa di estensimetro multibase (a 3 basi).

- *11165 – San Leo (RN) – Primi interventi urgenti di messa in sicurezza per la stabilizzazione dell'accumulo detritico e delle opere di contenimento esistenti, primo stralcio. Importo € 500.000,00 OCDPC n. 174 del 09/07/2014.*
- *PI15026 – San Leo (RN) – Interventi di urgenza per integrazione lavori di messa in sicurezza relativo all'accumulo detritico e opere di contenimento fosso Campone. Importo € 100.000,00. Art. 10 L.R. 1/2005 – D. Lgs. 1010/1948 – integrazione OCDPC 232/2015.*

Il crollo del febbraio 2014 ha riproposto con forza il problema della sottoescavazione delle argille e, in generale, della stabilità dell'area del fosso Campone, accrescendo la convinzione che per limitare/impedire il propagarsi dei crolli (per lo meno quelli di grandi dimensioni che coinvolgono l'ammasso roccioso per tutto il suo spessore) sarà necessario eliminare il fenomeno di ammaloramento, erosione e rifluimento delle argille ai piedi della rupe. Un intervento volto a trattenere la coltre detritica potrebbe rivelarsi utile a proteggere le argille da potenziali fenomeni franosi evitando lo scavarnamento spinto. E' comunque evidente che l'ammaloramento e il rifluimento delle argille potrà essere impedito solo attraverso l'allontanamento delle acque in corrispondenza del contatto argille – ammasso roccioso.

Sulla scorta di quanto sopra esposto, si propongono, come strategia generale di intervento, principalmente due obiettivi: i) il contenimento della coltre detritica e in generale la stabilizzazione dell'area, con opere di sostegno ubicate lungo l'asse vallivo del fosso Campone, ancorate in profondità e ai lati della valle, dove il substrato è più superficiale e ii) la riduzione degli effetti negativi derivanti dalla presenza di acqua nelle argille con trincee drenanti in grado di determinare l'abbassamento della falda e ridurre le sovrappressioni interstiziali, preservando la resistenza del terreno. Contestualmente a questi primi interventi di consolidamento, occorre eseguire una diffusa manutenzione e una sistematica integrazione delle opere di stabilizzazione/regimazione delle acque già esistenti (briglie in gabbioni).

Prendendo a riferimento gli obiettivi soprammenzionati, al margine inferiore del detrito ove le parti lapidee si mescolano alle argille, è stata realizzata una prima opera di contenimento (Figg. 20a e 20b): una paratia in cls su pali con doppia fila di tiranti (Fig. 21) e trincee drenanti profonde a monte dell'opera di contenimento con le acque convogliate nell'alveo del fosso principale a valle della paratia (Figg. 22a e 22b). L'opera deve intendersi come un primo elemento di contenimento volto alla stabilizzazione dell'ammasso detritico.



Fig. 20a - Veduta da satellite (*google earth*) dell'opera di contenimento realizzata e Fig. 20b - Foto panoramica. La paratia si colloca immediatamente a valle delle principali opere di sostegno realizzate in passato (tra 1978 e il 1988).



Fig. 21 – Paratia su pali con doppia trave e doppia fila di tiranti.



Fig. 22a - Trincea drenante profonda in fase di esecuzione; 22b – Convogliamento delle acque raccolte a monte dell'opera di contenimento e convogliate nel fosso Campone, a valle dell'opera.

- 114809 San Leo (RN) – Primi interventi di messa in sicurezza per la stabilizzazione dell'accumulo detritico e delle opere di contenimento esistenti, secondo stralcio. Importo € 205.000,00. Rimodulazione OCDPC n. 174 del 09/07/2014.

E' stato quindi programmato un secondo stralcio per la stabilizzazione dell'accumulo detritico mediante l'esecuzione di un' ulteriore opera di contenimento che si aggiunge a quella già realizzata, in una posizione più a monte (Fig. 23), sfruttando l'apparato fondale della grande briglia realizzata negli anni '80 (vedi briglia n. 1 in Fig.10) che da verifiche fatte risulta integro. L'obiettivo dell'intervento è la realizzazione di un muro in sovrapposizione, rafforzato con speroni e ancorato all'opera di fondazione esistente, sostituendo la gabbionata preesistente, "esplosa" per l'impatto della massa crollata. Rilievi topografici e documentazione fotografica consentono di ritenere che gran parte dell'area interessata dal detrito di crollo si sia mantenuta pressoché

stabile, anche grazie al contributo dell'importante struttura fondale sopramenzionata; viceversa la parte terminale del detrito, a valle della struttura di fondazione che si intende recuperare (traccia rossa in Fig. 23), si sono registrati dei movimenti prima che venisse realizzata l'opera di contenimento di valle.

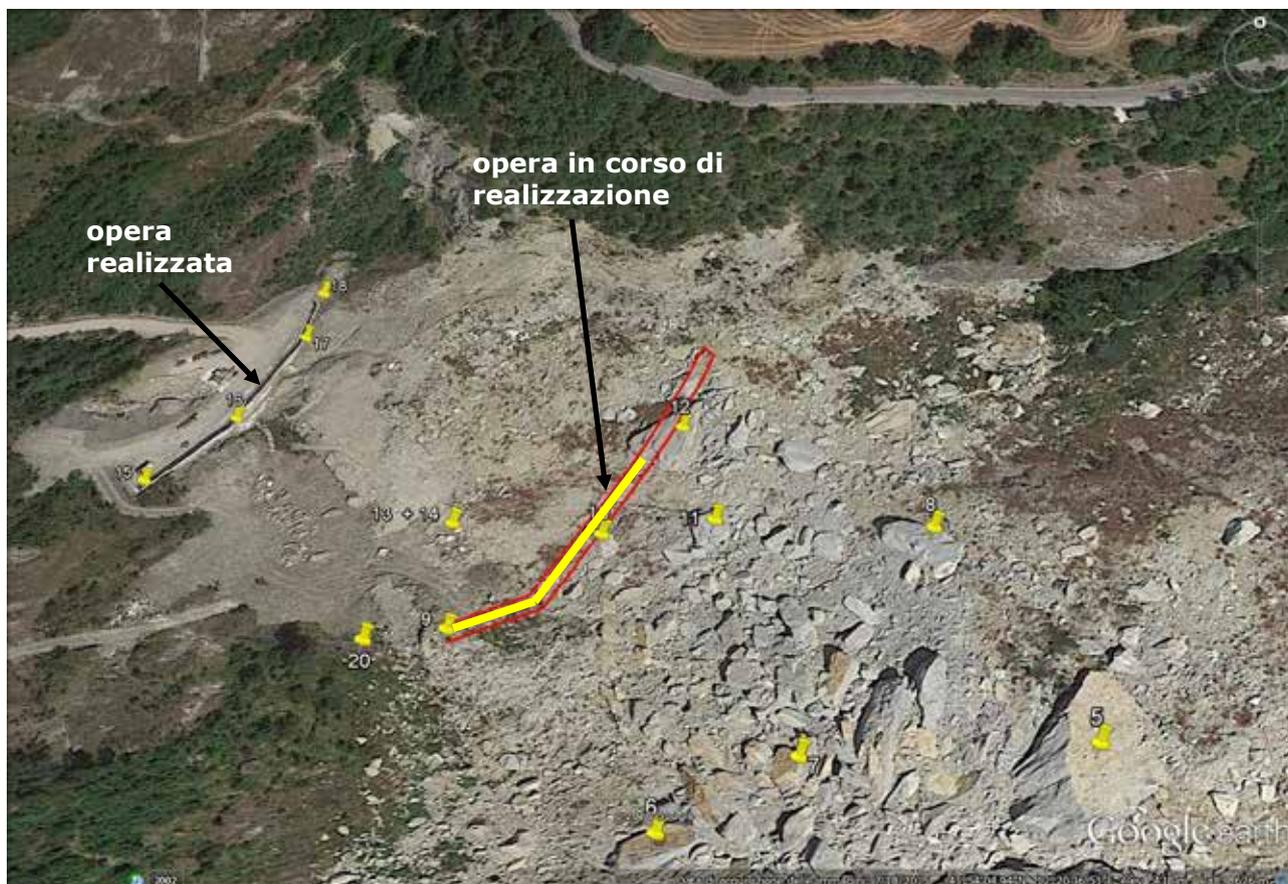


Fig. 23. Ubicazione della nuova opera di contenimento (spezzata gialla) sulla fondazione della vecchia gabbionata (traccia in rosso). Nella foto aerea sono indicati anche i punti/blocchi predisposti per il monitoraggio topografico. Più a valle si apprezza l'opera di contenimento recentemente realizzata dal Servizio Area Romagna.

A corredo degli interventi realizzati e da realizzare per il contenimento della coltre detritica, è stato avviato un monitoraggio topografico ed inclinometrico per valutare eventuali movimenti della coltre detritica più superficiale rappresentata dal detrito relativo al crollo 2014 e della coltre prevalentemente argillosa sottostante. Ciò consentirà di controllare l'efficacia delle opere di contenimento. Inoltre, è in fase di allestimento il monitoraggio piezometrico in relazione alle opere drenanti già realizzate e verificare il carico idrostatico a monte e a valle delle opere di sostegno realizzate e da realizzare.

